

全世界

道路防災のための斜面对策事業の基礎研究  
(プロジェクト研究) (QCBS)

ファイナル・レポート

2023 年 2 月

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル  
国 土 防 災 技 術 株 式 会 社  
株式会社 エ イ ト 日 本 技 術 開 発

|        |
|--------|
| 資金     |
| JR     |
| 23-001 |

全世界

道路防災のための斜面对策事業の基礎研究  
(プロジェクト研究) (QCBS)

ファイナル・レポート

2023 年 2 月

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル  
国 土 防 災 技 術 株 式 会 社  
株式会社 エ イ ト 日 本 技 術 開 発

## 目 次

図目次  
表目次  
略語表

|                                                  | ページ |
|--------------------------------------------------|-----|
| 第 1 章 調査の背景及び目的.....                             | 1   |
| 1.1 業務の背景.....                                   | 1   |
| 1.2 業務の目的.....                                   | 2   |
| 1.3 業務の範囲 (Scope) .....                          | 2   |
| 1.4 業務の成果物.....                                  | 4   |
| 第 2 章 過去の斜面对策 ODA 事業の調査結果・分析 .....               | 6   |
| 2.1 過去の斜面对策 ODA 事業の取り纏め.....                     | 6   |
| 2.2 過去の斜面对策 ODA 事業の傾向・課題の分析.....                 | 9   |
| 2.3 JICA が発注した斜面对策事業の調査における特記仕様書のレビュー結果・分析 ..... | 32  |
| 2.4 斜面对策事業の施工管理/監理計画書のレビュー結果・分析 .....            | 54  |
| 2.5 過去の斜面对策 ODA 事業レビューから読み取れる教訓.....             | 67  |
| 第 3 章 本邦における斜面对策技術の調査結果・分析 .....                 | 70  |
| 3.1 斜面对策の歴史.....                                 | 70  |
| 3.2 国家計画等での斜面对策への言及内容 .....                      | 76  |
| 3.3 地形・気候条件 (設計の前提条件) .....                      | 87  |
| 3.4 調査・設計手法.....                                 | 89  |
| 3.5 施工管理/監理手法.....                               | 100 |
| 第 4 章 他の先進国の斜面对策技術の調査結果・分析 .....                 | 121 |
| 4.1 斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....                     | 122 |
| 4.2 道路計画における斜面災害リスクへの対応 .....                    | 133 |
| 4.3 道路沿いの斜面災害に対する調査 .....                        | 134 |
| 4.4 道路沿いの斜面对策技術の設計 .....                         | 135 |
| 4.5 道路沿いの斜面对策技術の施工 .....                         | 145 |
| 4.6 道路沿いのり面 (斜面) 及び斜面对策工の維持管理 .....              | 148 |
| 4.7 その他の調査事項 .....                               | 151 |
| 4.8 本邦技術の優位性 .....                               | 159 |
| 第 5 章 開発途上国の斜面对策技術の調査結果・分析 .....                 | 168 |
| 5.1 斜面对策の歴史.....                                 | 168 |
| 5.2 国家計画等での斜面对策への言及内容 .....                      | 172 |
| 5.3 各国の防災機関及び斜面对策を司る組織の概要 .....                  | 174 |
| 5.4 斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....                     | 184 |
| 5.5 道路計画における斜面災害リスクへの対応 .....                    | 193 |
| 5.6 道路沿いの斜面災害に対する調査 .....                        | 195 |
| 5.7 道路沿いの斜面对策の設計 .....                           | 198 |

|        |                                     |     |
|--------|-------------------------------------|-----|
| 5.8    | 道路沿いの斜面对策の施工 .....                  | 208 |
| 5.9    | 道路沿い斜面の維持管理 .....                   | 213 |
| 第 6 章  | 今後の ODA 事業における斜面对策の調査・設計指針 .....    | 215 |
| 6.1    | HB を適用する案件 .....                    | 215 |
| 6.2    | 斜面对策の調査の指針 .....                    | 215 |
| 6.3    | 斜面对策の設計の指針 .....                    | 217 |
| 6.4    | 海外における特殊事例 .....                    | 219 |
| 6.5    | 斜面对策の施工計画・積算の指針 .....               | 219 |
| 第 7 章  | 今後の ODA 事業における斜面对策の施工監理/管理指針 .....  | 220 |
| 7.1    | コンサルタントによる斜面施工監理 .....              | 220 |
| 7.2    | 施工業者による斜面施工管理 .....                 | 220 |
| 7.3    | 過去の案件からの教訓 .....                    | 221 |
| 7.4    | 危険予知 .....                          | 221 |
| 7.5    | 斜面崩壊時及びその後の対応 .....                 | 222 |
| 7.6    | 維持管理 .....                          | 222 |
| 第 8 章  | JICA の特記仕様書（案）への提言 .....            | 223 |
| 8.1    | 調査仕様・要件 .....                       | 223 |
| 8.2    | 配員の適切な要求 .....                      | 224 |
| 8.3    | 担当エンジニアの資格要件を規定 .....               | 225 |
| 8.4    | 対策工設計の仕様 .....                      | 225 |
| 8.5    | 仮設道路、仮設備の設計、及び施工手順を通じた斜面安定の確保 ..... | 225 |
| 8.6    | 維持管理能力の調査 .....                     | 226 |
| 8.7    | 斜面对策工の設計担当技術者（詳細設計・施工監理フェーズ） .....  | 226 |
| 第 9 章  | BIM/CIM の活用 .....                   | 227 |
| 第 10 章 | 今後の案件形成への助言 .....                   | 230 |
| 10.1   | 日本の「質の高いインフラ輸出」に寄与する技術 .....        | 230 |
| 10.2   | 途上国の状況に合わせた本邦技術の展開方法 .....          | 232 |
| 10.3   | 本研究案件の後続案件 .....                    | 237 |

## 巻末資料編 目次

Appendix 1: 斜面对策 ODA 事業一覧

Appendix 2: 斜面对策事業の調査における特記仕様書(案)のレビュー



## 目 次

ページ

|        |                                      |     |
|--------|--------------------------------------|-----|
| 図 1-1  | 本調査業務で対象とする災害の例 .....                | 3   |
| 図 2-1  | 災害種別の傾向 .....                        | 28  |
| 図 2-2  | 対策工種別ごとの傾向 .....                     | 29  |
| 図 2-3  | 本邦における道路建設の流れと道路土工の関係 .....          | 33  |
| 図 2-4  | 無償資金協力事業の流れ .....                    | 34  |
| 図 3-1  | 頭部ワイヤ連結型鉄筋挿入工の例 .....                | 71  |
| 図 3-2  | 昭和 36 年（1961 年）施工の落石防護柵の例 .....      | 72  |
| 図 3-3  | 高エネルギー吸収型落石防護柵の種類例 .....             | 73  |
| 図 3-4  | 落石防護工の適用範囲の目安 .....                  | 73  |
| 図 3-5  | 落石防護網の種類例 .....                      | 74  |
| 図 3-6  | 主な斜面对策工の導入の変遷 .....                  | 76  |
| 図 3-7  | 斜面施設の種類 .....                        | 86  |
| 図 3-8  | 道路建設の流れと調査の流れの関係 .....               | 92  |
| 図 3-9  | 斜面对策工の選定フロー .....                    | 98  |
| 図 3-10 | 切土のり面におけるのり面保護工の選定フロー .....          | 99  |
| 図 3-11 | グラウンドアンカーの標準的な施工フロー .....            | 101 |
| 図 3-12 | 地山補強土工法における一般的な施工フロー .....           | 105 |
| 図 3-13 | 吹付工（左）吹付法砕工（右）の施工フローの例 .....         | 107 |
| 図 3-14 | 水抜きボーリングの施工フローの例 .....               | 110 |
| 図 3-15 | ロープネット工の施工フローの例 .....                | 111 |
| 図 3-16 | 落石防護柵工の施工フローの例 .....                 | 112 |
| 図 3-17 | 落石防護網工の施工手順の例 .....                  | 113 |
| 図 4-1  | 欧州調査の経路と調査位置図 .....                  | 121 |
| 図 4-2  | Varnes による Landslide の分類 .....       | 126 |
| 図 4-3  | 斜面崩壊対策工（欧州） .....                    | 138 |
| 図 4-4  | 斜面崩壊対策工（アメリカ加州） .....                | 139 |
| 図 4-5  | 落石対策工 .....                          | 140 |
| 図 4-6  | スイスの落石対策 EWS .....                   | 141 |
| 図 4-7  | アメリカの落石対策 .....                      | 141 |
| 図 4-8  | イタリアの土石流防護土堤 .....                   | 142 |
| 図 4-9  | スイスの土石流対策 .....                      | 142 |
| 図 4-10 | 土石流対策 EWS .....                      | 143 |
| 図 4-11 | イタリアの地すべり対策 .....                    | 144 |
| 図 4-12 | スイスの巨大地すべり対策として掘削中の排水トンネルの模式図 .....  | 144 |
| 図 4-13 | フランス・テールアルメ社のテラリンク工法（インドでの実施例） ..... | 145 |
| 図 4-14 | フランスにおける斜面对策工の施工状況 .....             | 147 |
| 図 4-15 | バイオエンジニアリングの施工現場における建設機械 .....       | 148 |
| 図 4-16 | スパイダータイプのエクスカベーター .....              | 148 |
| 図 4-17 | アメリカ加州の地すべりと道路 .....                 | 152 |
| 図 5-1  | スリランカ方式の埋め込み型法砕工 .....               | 168 |

|        |                                                                                   |     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 図 5-2  | 国道や市街地の道路でよく見掛る場所打ち法枠工併用の練り石積擁壁 .....                                             | 170 |
| 図 5-3  | スリランカにおける道路斜面防災に関連する計画 .....                                                      | 172 |
| 図 5-4  | Divisional Office による維持管理作業 .....                                                 | 176 |
| 図 5-5  | OCD 本部組織図.....                                                                    | 177 |
| 図 5-6  | DPWH 本省組織図 .....                                                                  | 178 |
| 図 5-7  | ホンジュラスの防災体制にかかる主要機関 .....                                                         | 182 |
| 図 5-8  | DoR による維持管理作業 .....                                                               | 183 |
| 図 5-9  | スリランカの掘り込み型場所打ち法枠工 .....                                                          | 206 |
| 図 5-10 | ホンジュラスで確認されたアンカー工併用の連続シャフト杭擁壁の例 .....                                             | 208 |
| 図 5-11 | フィリピンでのソイルネイリングの削孔挿入（左）と金網の配置前の転石等の除去（右） .....                                    | 210 |
| 図 5-12 | フィリピンでの道路拡幅作業（左）とホンジュラスのコンクリート吹き付け（右） .....                                       | 210 |
| 図 5-13 | スリランカでの自走式のボーリングマシンによる削孔作業（左）と単管足場を使ったソイルネイリングの削孔・挿入作業（右） .....                   | 210 |
| 図 5-14 | スリランカでの重機を利用した2種類の足場（左：クレーンのアームの先端に作業台を直接設置、中央：クレーンで吊り下げた作業台、右：中央の写真の作業台部分） ..... | 211 |
| 図 5-15 | スリランカの国道沿いの地すべり地に設置された雨量観測（左）と通報装置（右） .....                                       | 214 |
| 図 9-1  | BIMCIM の目指す姿 .....                                                                | 227 |
| 図 9-2  | 法面工における ICT 施工と従来施工の比較.....                                                       | 228 |
| 図 9-3  | BIM/CIM モデルの構成.....                                                               | 229 |

# 表 目 次

ページ

|        |                                              |    |
|--------|----------------------------------------------|----|
| 表 1-1  | ハンドブック(HB)と報告書の対象者と内容.....                   | 5  |
| 表 2-1  | 調査した年報と発行した組織.....                           | 6  |
| 表 2-2  | 道路斜面に関する ODA 案件の時系列的な傾向 .....                | 7  |
| 表 2-3  | 傾向や課題の抽出・分析において、協力準備調査報告書などから調査した事項<br>..... | 9  |
| 表 2-4  | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（インドネシア） .....              | 10 |
| 表 2-5  | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（タイ） .....                  | 10 |
| 表 2-6  | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（フィリピン） .....               | 11 |
| 表 2-7  | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ベトナム） .....                | 12 |
| 表 2-8  | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（インド） .....                 | 13 |
| 表 2-9  | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ネパール・シンズリ道路） .....         | 14 |
| 表 2-10 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ネパール・シンズリ道路以外） .....       | 16 |
| 表 2-11 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ブータン） .....                | 17 |
| 表 2-12 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（スリランカ） .....               | 18 |
| 表 2-13 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（タジキスタン） .....              | 20 |
| 表 2-14 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（キルギス） .....                | 21 |
| 表 2-15 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ホンジュラス） .....              | 22 |
| 表 2-16 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（グアテマラ） .....               | 22 |
| 表 2-17 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（コロンビア） .....               | 23 |
| 表 2-18 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ペルー） .....                 | 24 |
| 表 2-19 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ボリビア） .....                | 25 |
| 表 2-20 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（パプア・ニューギニア） .....          | 25 |
| 表 2-21 | 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（エチオピア） .....               | 26 |
| 表 2-22 | 災害種別ごとの傾向（調査対象全 62 件中） .....                 | 28 |
| 表 2-23 | 対策工種別ごとの傾向（調査対象全 62 件中） .....                | 29 |
| 表 2-24 | 落石対策の傾向.....                                 | 30 |
| 表 2-25 | 擁壁・のり面保護工・法枠工の傾向.....                        | 30 |
| 表 2-26 | グラウンドアンカー・ロックボルトの件数.....                     | 30 |
| 表 2-27 | 地すべり対策工の傾向.....                              | 31 |
| 表 2-28 | 表面排水工・暗渠工・明暗渠工.....                          | 31 |
| 表 2-29 | 盛土などによる道路復旧 .....                            | 31 |
| 表 2-30 | 対象案件一覧.....                                  | 34 |
| 表 2-31 | 斜面对策の困難性を回避する観点からの指示の内容 .....                | 48 |
| 表 2-32 | ヒアリング調査で収集した意見.....                          | 49 |
| 表 2-33 | レビュー対象案件 施工監理／管理.....                        | 54 |
| 表 2-34 | 施工監理計画書の内容（斜面对策に関する記述の有無） .....              | 54 |
| 表 2-35 | 施工監理計画書の内容（人員配置） .....                       | 56 |
| 表 2-36 | 施工計画書の内容 .....                               | 57 |
| 表 2-37 | 適用した斜面对策の工種（●印：適用） .....                     | 62 |
| 表 2-38 | 施工中に顕在化した斜面崩壊・懸念の対策 .....                    | 65 |

|        |                                        |     |
|--------|----------------------------------------|-----|
| 表 2-39 | 無償資金協力事業において遭遇した予期せぬ崩壊からの教訓 .....      | 67  |
| 表 2-40 | 有償資金協力事業などにおいて遭遇した予期せぬ崩壊 .....         | 68  |
| 表 2-41 | ヒアリングで得た準備調査や本体事業実施に関する教訓 .....        | 69  |
| 表 3-1  | 土砂災害及び斜面对策に関連した法律の一覧 .....             | 77  |
| 表 3-2  | 斜面对策に関する各種事業一覧 .....                   | 81  |
| 表 3-3  | 災害復旧事業に対する国の財政支援を定めた法律 .....           | 82  |
| 表 3-4  | 2017 年~2021 年度の国の斜面对策関連予算の推移 .....     | 83  |
| 表 3-5  | 長野県における斜面对策関連予算の推移 .....               | 84  |
| 表 3-6  | 静岡県地域防災計画に記載される危険箇所数 .....             | 85  |
| 表 3-7  | 静岡県地域防災計画に記載される道路災害防除事業費 .....         | 85  |
| 表 3-8  | 静岡県における斜面对策関連予算の推移 .....               | 85  |
| 表 3-9  | 点検の対象とする構造物 .....                      | 86  |
| 表 3-10 | 日本の気象等の災害誘因の特徴 .....                   | 87  |
| 表 3-11 | 日本の地形条件の特徴 .....                       | 88  |
| 表 3-12 | 日本の地質条件の特徴 .....                       | 88  |
| 表 3-13 | <b>道路の斜面对策に関する調査項目</b> .....           | 89  |
| 表 3-14 | 詳細調査における標準的な調査レベルと調査種選定の目安 .....       | 93  |
| 表 3-15 | 斜面对策工の設計パラメータを得るための詳細調査 .....          | 94  |
| 表 3-16 | 道路土工構造物の要求性能 .....                     | 95  |
| 表 3-17 | 切土・斜面安定施設の要求性能に対する限界状態 .....           | 95  |
| 表 3-18 | 道路土工構造物の重要度の定義 .....                   | 96  |
| 表 3-19 | 本邦における斜面对策工の設計手法の主な特徴 .....            | 97  |
| 表 3-20 | グラウンドアンカーの施工管理項目一覧例 .....              | 102 |
| 表 3-21 | アンカー試験の概要比較 .....                      | 103 |
| 表 3-22 | 本邦におけるアンカー工の施工管理上の特徴 .....             | 104 |
| 表 3-23 | 鉄筋挿入工における施工管理/監理のポイント .....            | 105 |
| 表 3-24 | 本邦における鉄筋挿入工の施工管理上の特徴 .....             | 106 |
| 表 3-25 | 吹付法枠工の品質管理基準および規格値（例） .....            | 108 |
| 表 3-26 | 本邦における吹付工・吹付法枠工の施工管理上の特徴 .....         | 109 |
| 表 3-27 | 本邦における水抜き横ボーリング工の施工管理上の特徴 .....        | 110 |
| 表 3-28 | 本邦における落石防護工の施工管理上の特徴 .....             | 113 |
| 表 3-29 | ODA 事業と本邦での施工管理の違い（対策工種別） .....        | 114 |
| 表 3-30 | ODA 事業と本邦での施工管理の違い（作業工程別） .....        | 116 |
| 表 3-31 | ODA 事業と本邦での施工監理の違い .....               | 118 |
| 表 3-32 | ODA 事業と本邦での安全管理や災害対策に関する違い .....       | 120 |
| 表 4-1  | 先進国の調査対象国と期間 .....                     | 121 |
| 表 4-2  | フランスの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....          | 122 |
| 表 4-3  | スイスの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....           | 127 |
| 表 4-4  | イタリアの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....          | 128 |
| 表 4-5  | アメリカ・カリフォルニア州の斜面对策技術に係る基準・ガイドライン ..... | 130 |
| 表 4-6  | 調査対象先進国における斜面災害リスクへの対応 .....           | 134 |
| 表 4-7  | 調査対象先進国における斜面災害に対する調査項目 .....          | 135 |
| 表 4-8  | 調査対象先進国における切土のり面勾配の考え方 .....           | 136 |
| 表 4-9  | 調査対象先進国における設計方針・フロー .....              | 136 |

|        |                                       |     |
|--------|---------------------------------------|-----|
| 表 4-10 | 調査対象先進国における斜面安定解析 .....               | 137 |
| 表 4-11 | 調査対象先進国におけるのり面保護工 .....               | 137 |
| 表 4-12 | 調査対象先進国における斜面崩壊対策工 .....              | 138 |
| 表 4-13 | 調査対象先進国における落石対策工 .....                | 139 |
| 表 4-14 | 調査対象先進国における土石流対策工 .....               | 141 |
| 表 4-15 | 調査対象先進国における地すべり対策工 .....              | 143 |
| 表 4-16 | 調査対象先進国における道路拡幅復旧工・補強土盛土 .....        | 144 |
| 表 4-17 | 調査対象先進国における斜面对策技術の施工法 .....           | 146 |
| 表 4-18 | 調査対象先進国における斜面点検・被災履歴の管理 .....         | 149 |
| 表 4-19 | 調査対象先進国における斜面对策工の維持管理 .....           | 149 |
| 表 4-20 | 調査対象先進国における EWS の運用 .....             | 150 |
| 表 4-21 | 調査対象先進国における典型的な斜面災害 .....             | 151 |
| 表 4-22 | 調査対象先進国における斜面对策工に係る法制度 .....          | 152 |
| 表 4-23 | 調査対象先進国における気象条件 .....                 | 153 |
| 表 4-24 | 調査対象先進国における地震 .....                   | 154 |
| 表 4-25 | 調査対象先進国における斜面災害の誘因 .....              | 154 |
| 表 4-26 | 調査対象先進国における地形条件 .....                 | 155 |
| 表 4-27 | 調査対象先進国における問題地質 .....                 | 155 |
| 表 4-28 | 調査対象先進国における斜面防災関連の組織 .....            | 157 |
| 表 4-29 | Safeland プロジェクトの対象分野 .....            | 158 |
| 表 4-30 | 調査技術の本邦技術の優位性評価 .....                 | 160 |
| 表 4-31 | 設計技術の本邦技術の比較 .....                    | 162 |
| 表 4-32 | 対策工に関する本邦技術の優位性評価 .....               | 164 |
| 表 5-1  | 主な斜面对策工の歴史（スリランカ） .....               | 168 |
| 表 5-2  | 主な斜面对策工の歴史（ネパール） .....                | 169 |
| 表 5-3  | 主な斜面对策工の歴史（エチオピア） .....               | 169 |
| 表 5-4  | 主な斜面对策工の歴史（フィリピン） .....               | 170 |
| 表 5-5  | 主な斜面对策工の歴史（インドネシア） .....              | 171 |
| 表 5-6  | 主な斜面对策工の歴史（ホンジュラス） .....              | 171 |
| 表 5-7  | 主な斜面对策工の歴史（ブータン） .....                | 172 |
| 表 5-8  | 国家総合リスク管理計画(PNGIRH)概要 .....           | 174 |
| 表 5-9  | スリランカの道路の種類と管理体制（JICA,2008 に加筆） ..... | 175 |
| 表 5-10 | 道路の管理体制 .....                         | 181 |
| 表 5-11 | スリランカの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....        | 184 |
| 表 5-12 | ネパールの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....         | 185 |
| 表 5-13 | エチオピアの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....        | 186 |
| 表 5-14 | フィリピンの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....        | 187 |
| 表 5-15 | インドネシアの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....       | 190 |
| 表 5-16 | ホンジュラスの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....       | 191 |
| 表 5-17 | ブータンの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン .....         | 191 |
| 表 5-18 | 道路斜面災害リスクへの対応に関するインタビュー調査結果 .....     | 193 |
| 表 5-19 | 道路新設時の斜面对策に関連する主な調査の内容 .....          | 195 |
| 表 5-20 | 道路沿いの斜面災害に関連する主な調査の内容 .....           | 197 |
| 表 5-21 | 各国の標準切土勾配の設定状況 .....                  | 198 |

|        |                                             |     |
|--------|---------------------------------------------|-----|
| 表 5-22 | エチオピアで実際に利用されている標準切土勾配 .....                | 199 |
| 表 5-23 | フィリピンの標準切土勾配（産業道路用） .....                   | 200 |
| 表 5-24 | 旧道路マニュアル（SOPTRAVI,1996）の標準切土勾配（土砂の場合） ..... | 200 |
| 表 5-25 | 道路マニュアル（SOPTRAVI,1996）の標準切土勾配（岩の場合） .....   | 201 |
| 表 5-26 | ブータンの道路の基準書の標準切土勾配 .....                    | 201 |
| 表 5-27 | 各国の斜面对策の設計方針と設計フローの概要 .....                 | 202 |
| 表 5-28 | インドネシアの国家資格の中に明記されている斜面对策工の計画安全率の基準値 .....  | 204 |
| 表 5-29 | 各国の斜面安定解析の概要 .....                          | 204 |
| 表 5-30 | 各国ののり面保護工 .....                             | 205 |
| 表 5-31 | 各国の斜面崩壊対策工 .....                            | 206 |
| 表 5-32 | 各国の落石対策工の種類 .....                           | 207 |
| 表 5-33 | 各国の土石流対策工の種類 .....                          | 207 |
| 表 5-34 | 各国の地すべり対策工の種類（狭義の地すべり（再滑動型地すべり）） .....      | 208 |
| 表 5-35 | 各国の道路沿いの斜面对策工の施工方法 .....                    | 209 |
| 表 5-36 | 各国の斜面对策に関する工事契約の種類 .....                    | 211 |
| 表 5-37 | 各国での道路開発における斜面災害の予見方法 .....                 | 212 |
| 表 5-38 | 各国の斜面点検および斜面の被災履歴の管理 .....                  | 213 |
| 表 5-39 | 各国の道路での雨量観測と斜面对策工の維持管理 .....                | 214 |
| 表 10-1 | 本邦業者の進出意欲と展開可能な技術の関係 .....                  | 233 |
| 表 10-2 | ケースごとに想定される支援スキーム .....                     | 235 |

## 略語表

| 略語     | 英文                                                                                                   | 和文                 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| AASHTO | American Association of State Highway and Transportation Officials                                   | 米国全州道路交通運輸行政官協会    |
| ADB    | Asian Development Bank                                                                               | アジア開発銀行            |
| ALOS   | Advanced Land Observing Satellite                                                                    | 陸域観測技術衛星「だいち」      |
| ASTM   | American Society for Testing and Materials                                                           | アメリカ材料試験協会         |
| AW3D   | Advanced World 3D map                                                                                | 全世界デジタル 3D 地図      |
| B/A    | Bank arrangements                                                                                    | 銀行取決め              |
| BOQ    | Bill of Quantity                                                                                     | 数量単価表              |
| BOT    | Build, Operate and Transfer                                                                          | 建設、運営、移譲           |
| BS     | British Standard                                                                                     | 英国規格               |
| CBR    | California Bearing Ratio                                                                             | CBR                |
| Ch.    | Chainage                                                                                             | 測定長、距離程            |
| C/S    | Construction Supervision                                                                             | 施工監理               |
| DB     | Design Build                                                                                         | 設計施工               |
| DCP    | Dynamic Cone Penetration test                                                                        | 動的コーン貫入試験          |
| D/D    | Detailed Design                                                                                      | 詳細設計               |
| DEM    | Digital Elevation Model                                                                              | 数値標高モデル            |
| DGPS   | Differential GPS                                                                                     | 差分 GPS             |
| DLP    | Defect Liability Period                                                                              | 瑕疵担保期間             |
| DNP    | Defect Notification Period                                                                           | 瑕疵通知期間             |
| DOD    | Draft Outline Design                                                                                 | 概略設計案              |
| DoR    | Department of Road                                                                                   | 道路局                |
| DPRM   | Disaster Risk Reduction and Management                                                               | 災害リスク管理            |
| DSM    | Digital Surface Model                                                                                | 数値表層モデル            |
| E/N    | Exchange of Note                                                                                     | 交換公文               |
| EIA    | Environmental Impact Assessment                                                                      | 環境影響評価             |
| EL     | Elevation                                                                                            | 標高                 |
| EOT    | Extension of Time                                                                                    | 工期延長               |
| EPC    | Engineering, Procurement and Construction                                                            | 設計・調達・建設           |
| EPS    | Expanded Poly-Styrene                                                                                | 発砲スチロール            |
| FCB    | Foamed Cement Banking                                                                                | 気泡混合盛土             |
| FIDIC  | Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils / International Federation of Consulting Engineers | 国際コンサルティング・エンジニア連盟 |
| F/S    | Feasibility Study                                                                                    | フィジビリティ調査          |
| Fs     | Factor of Safety / Safety Factor                                                                     | 安全率                |
| G/A    | Grant Agreement                                                                                      | 贈与契約               |

| 略語     | 英文                                             | 和文            |
|--------|------------------------------------------------|---------------|
| GCC    | General Condition of Contract                  | 標準契約約款        |
| GCP    | Grand Control Point                            | 地上基準点         |
| GDP    | Gross Domestic Product                         | 国内総生産         |
| GIS    | Geographic Information System                  | 地理情報システム      |
| GL     | Ground Level                                   | 地表面           |
| GNP    | Gross National Product                         | 国民総生産         |
| GoJ    | Government of Japan                            | 日本国政府         |
| GPS    | Global Positioning System                      | 全地球測位システム     |
| GSI    | Geological Strength Index                      | GSI 法による岩盤評価  |
| H.W.L. | High Water Level                               | 高水位           |
| ICB    | International Competitive Bidding              | 国際競争入札        |
| IEE    | Initial Environmental Examination              | 初期環境調査        |
| In-SAR | SAR Interferometry                             | 干渉 SAR        |
| JAXA   | Japan Aerospace Exploration Agency             | 宇宙航空研究開発機構    |
| JGS    | Japanese Geotechnical Society                  | 公益社団法人 地盤工学会  |
| JICA   | Japan International Cooperation Agency         | 国際協力機構        |
| JIS    | Japanese Industrial Standards                  | 日本産業規格        |
| JPY    | Japanese Yen                                   | 日本円           |
| L/A    | Loan Agreement                                 | 借款契約          |
| L/A    | Land Acquisition                               | 土地取得          |
| LCB    | Local Competitive Bidding                      | 国内競争入札        |
| L/D    | Liquidated Damage                              | 遅延損害金         |
| LiDAR  | Light Detection And Ranging                    | 光による検知と測距     |
| M/D    | Minute of Discussion                           | 議事録           |
| MDB    | Multilateral Development Bank                  | 国際開発金融機関      |
| MLIT   | Ministry of Land Infrastructure, and Transport | 国土交通省（日本）     |
| MoRTH  | Ministry of Road Transport, and Highway        | 道路交通省（インド）    |
| MoFA   | Ministry of Foreign Affairs                    | 外務省           |
| MVS    | Multi-View Stereo                              | マルチビュー・ステレオ   |
| Mw     | Momentum Magnitude                             | モーメントマグニチュード  |
| NEXCO  | Nippon EXpressway COmpany Limited              | 日本高速道路株式会社    |
| NOC    | No Objection Certificate                       | 同意書           |
| OD     | Origin Destination                             | 出発地 目的地       |
| ODA    | Official Development Assistance                | 政府開発援助        |
| O&M    | Operation and Maintenance                      | 維持管理          |
| PC     | Pre-stressed Concrete                          | プレストレストコンクリート |
| PFI    | Private Finance Initiative                     | 民間資金活用事業      |
| PMU    | Project Management Unit                        | プロジェクト管理チーム   |



| 略語     | 英文                                                               | 和文                          |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| PPP    | Public Private Partnership                                       | 官民連携                        |
| PQ     | Pre Qualification                                                | 予備審査                        |
| PRISM  | Pico-satellite for Remote-sensing and Innovative Space Missions  | リモートセンシングと革新的な宇宙ミッション用超小型衛星 |
| P/S    | Preparatory Survey                                               | 準備調査                        |
| R/D    | Record of Discussion                                             | 議事録                         |
| RFP    | Request for Proposal                                             | 業務指示書／企画競争説明書               |
| RMR    | Rock Mass Rating                                                 | RMR 法による岩盤評価                |
| ROW    | Right of Way                                                     | 道路事業用地                      |
| RQD    | Rock Quality Designation                                         | RQD（岩石コアの評価指標）              |
| SAR    | Synthetic Aperture Radar                                         | 合成開口レーダー                    |
| SfM    | Structure from Motion                                            | ストラクチャー・フロム・モーション           |
| SMR    | Slope Mass Rating                                                | SMR 法による斜面岩盤評価              |
| SOW    | Scope of Work                                                    | 業務範囲                        |
| SPT    | Standard Penetration Test                                        | 標準貫入試験                      |
| T/C    | Technical Cooperation                                            | 技術協力                        |
| TOR    | Terms of Reference                                               | 業務指示書／作業要綱                  |
| TS     | Technical Specification                                          | 技術仕様書                       |
| TTB    | Telegraphic Transfer Buying                                      | 電信買相場                       |
| TTS    | Telegraphic Transfer Selling                                     | 電信売相場                       |
| UAV    | Unmanned Aerial Vehicle                                          | 無人航空機                       |
| UNESCO | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization | ユネスコ                        |
| USD    | US Dollar                                                        | 米ドル                         |
| USGS   | United States Geological Survey                                  | アメリカ地質調査所                   |
| VAT    | Value Added Tax                                                  | 付加価値税                       |
| V/O    | Variation Order                                                  | 設計変更                        |
| WB     | World Bank                                                       | 世界銀行                        |

## 第1章 調査の背景及び目的

### 1.1 業務の背景

JICA による道路・橋梁等の施設整備の支援事業において、予定施設近くに斜面が存在する場合、道路防災の観点からその斜面の安全性に対しても注意を払う必要があり、必要に応じて斜面崩壊対策が施設整備に付随して行われる。

加えて近年、山岳地帯を抱える国々からの要望により、資金協力事業や技術協力事業においては、斜面崩壊対策工そのものを対象とした案件も形成されており、ODA 事業における道路防災に係る斜面对策事業の必要性には、一定のニーズが存在する。

山岳道路の開発において、我が国では平成 29 年に策定された「道路土工構造物技術基準」を始めとして技術基準・指針類が充実しており、関係者の持つ山岳道路の計画・調査・設計・施工・維持管理を通じた集合知も充実している。加えて、不確定要素が大きい道路沿い斜面・のり面の土砂災害対策に対しては、特定の対策工や構造物の建設のみで対処できる問題ではなく、計画・調査・設計・施工・維持管理を通じた山岳道路の一連のライフサイクルで対応するべきという方向性が、関係者の一致した理解として共有されている。

しかし、資金協力事業の舞台となる開発途上国においては、上記したような基準・指針類の欠如のみならず、関係者の共有する集合知や共有する理解も、本邦のそれとは異なる。

本邦における山岳道路開発や山間部・中山間部の橋梁開発においては、計画・調査段階における予備調査を通じて対象路線や架橋位置の選定を行い、道路開発や橋梁架橋に伴う斜面崩壊の発生を局限する。予備調査時には、対象路線や架橋位置のみの局所的な情報に限らず、より広く周辺の情報も収集し、路線や橋梁位置の選定の基礎資料とする。これは、対策工費のみならず、ライフサイクルを通じた土砂災害対策コストを局限するために必要である。

資金協力事業においても同様に、斜面崩壊の発生や対策に必要なコストを局限するため、より広域の予察的な情報を活用して、路線や架橋位置の選定を行うことが求められる。しかし、無償資金協力事業が対象とする路線延長は限定されるため、全線を通じた包括的な路線選定というのは現実的ではない。しかし、山間部を対象とした事業費規模の小さい無償資金協力事業においても、一部区間のトンネル化、ロックシェッドなどの導入、対岸への橋梁架橋、道路中心線の小シフトなど道路線形上の工夫などが、斜面崩壊を局限する路線選定として考えられる。また、山間部の河川を渡河する事業では、橋梁建設が基本となるが、その際には、取り付け道路部分の斜面状況も十分調査し、斜面对策に要する工期と経費、橋梁架設に要する工期と経費などを総合的に判断して最適な橋梁位置の確定、斜面对策工の選定、橋種などの橋梁構造の選定を行う必要があるが、その中でも架橋位置の選定は既述の理由により重要である。

最適な路線や架橋位置の選定を行った上でも、山岳道路や山間部の橋梁建設においては、一定程度の適切な斜面崩壊対策の導入は必要となる。しかし、エチオピアのアバイ渓谷のように、橋梁の架け替えとアクセス道路の改良が大規模な地すべり性崩壊に遭遇した事業などがあり、斜面崩壊対策の計画・設計の妥当性確保は、極めて重要である。

これに加え、斜面崩壊対策においては、目視では確認できない地下条件が大きなファクターとなるため、施工中・施工後に予期せぬ斜面崩壊等に遭遇し、設計変更を迫られる事態も珍しくない。ODA 事業、特に無償資金協力においては、協力準備調査の調査結果・積算に基づき、閣議決定をへて事業費が確定するため、施工開始後に予期せぬ事態による設計変更が多発すると、閣議

決定額内では事業が完成しない恐れもある。このような事態を避けるためには、適切な準備調査を行うことにより、「予見が困難なリスク」を可能な限り低減する必要がある。

また施工時、維持管理時に、斜面・のり面の状況を観察して適切な措置をとる必要もある。資金協力事業が対象とする途上国において、本邦と同様の適切な施工や維持管理が行われることを、事業の先験的な前提とは出来ないため、資金協力事業においては、その設計時点で、施工可能性、容易確実な維持管理も十分確認するべきである。これは現在の事業でも行っていることであるが、施工可能性や容易確実な維持管理の実施を、対策工選定のファクターとして考慮する、という考え方も必要である。施工可能性や維持管理の能力は、被援助国によって差異があるところから、協力準備調査の段階において、被援助国の持つ施工能力や維持管理能力に関しても、十分な調査が必要となる。

一方で、本邦の斜面崩壊対策技術の普及を行う際には、他国の同様な技術に関する理解も求められる。山岳地域を抱える先進国の中には優れた斜面对策技術を持つ国がある。開発途上国においても、その国の地質・土壌に適した独自の斜面对策技術を有している可能性もある。他方、我が国は国土の70%以上が山地であり、他の先進国に比べて斜面对策技術が発展していると言われるが、調査手法や対策工法を他国と比較し、その優位性を明示した文献は少ない。

## 1.2 業務の目的

本調査は、JICAが事業を実施する途上国において、資金協力事業（特に無償資金協力）で斜面防災が実施された際に得られた経験や教訓、また斜面防災技術の先進国の技術基準やノウハウ等を収集する。そして、日本の技術基準等との比較を行いながら、特に無償資金協力事業において、日本の斜面防災技術者が途上国で斜面防災の設計や施工に関わる際に有益と考えられる知見をハンドブック（以下HBと略す）（案）として取りまとめる。これらを通して、途上国における斜面防災の一層効果的な実施、品質の向上を図ることが本調査の目的である。

また上記第1.1節で触れたように、道路防災という広い観点から、危険なルートを避けるというルーティング（路線選定）の重要性に関しても、上記のHBで論及する。斜面崩壊のリスクが最小となる路線や架橋位置を選定した上で、必要な斜面崩壊対策を設計するという前提で、HBには必要な技術に関して記載する。特に、工法の選定における被援助国の施工能力や維持管理能力の考慮について言及する。

併せて本邦の斜面对策技術の比較優位を明示することで「質の高いインフラ輸出」に資する案件形成に貢献すると同時に、開発途上国に本邦技術を適用する上での課題も検討する。

本調査の成果は英語版でも報告し、調査研究内容を広く世界に広め、本邦技術の普及を促進することも目的の一つとする。

## 1.3 業務の範囲(Scope)

### 1.3.1 対象とする災害及び対策の範囲

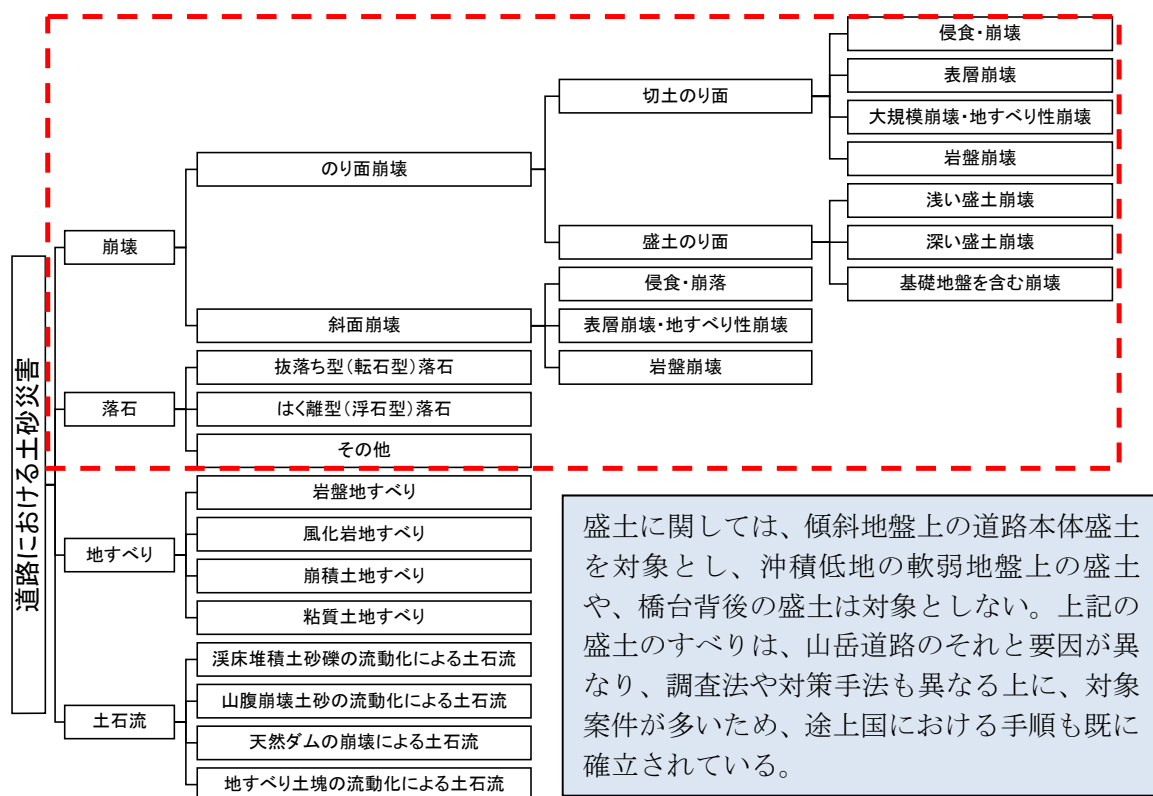
本業務では、第3種2級以上の道路（＝地方一般道）で、山地部の計画交通量が2万台／日以上以上の道路における斜面防災事業を想定する。また斜面崩壊による交通遮断を抑制する必要があり、そのために対策工を実施する道路・事業を前提とする。

本業務では、斜面の勾配や規模、土質／地質や地下水に関して、様々な条件に対応できる調査・設計、施工監理／管理方法を調査し、取りまとめる。

業務の対象とする土砂災害は、図 1-1 の赤枠に示す崩壊と落石である。これらは災害の発生源が道路に近く、多くの場合、道路事業の範囲内(ROW: Right of Way)、若しくはその近傍で発生源対策が可能である。

一方、地すべりは概して規模が大きいため、地すべり対策の施工範囲が ROW の範囲内で収まる可能性は低く、対策の実施には事業用地の大幅な取得が必要となる。また、地すべり対策の実施には相当に多額の費用が必要となる上に、途上国での実施となると施工機械の輸送などの問題も発生する。更に対策工の設計には地すべりのモニタリングが必要であり、協力準備調査の通常の工期内では収まらない可能性が相応に高い。また、地すべりは「地すべり地形」として地表に現れてくるため、道路新設・拡幅の事業においては、計画道路線形が地すべり地形を避ける、或いは地すべりの影響の少ない個所に線形をシフトすることで、対処することが可能であり、そのような対処が準備調査で行われることを想定する。

また、土石流も発生源対策を行おうとすると、道路事業の範囲から遠く離れた山腹斜面や溪流・溪床に対して調査と対策工を実施する必要がある、道路事業の ROW 内でこれを行うことは現実的ではない。従って、準備調査での対策として、橋梁やカルバートでの回避や、扇状地の扇央部を道路線形が回避することにより、土石流の被害を避けることを想定する。



(引用元：日本道路協会：道路土工 切土工・斜面安定工)

図 1-1 本調査業務で対象とする災害の例

なお、地すべり地形を判読するための調査技術である空中写真判読や地形図読図に関しては、本業務において取り扱う。また、既往 ODA 案件レビューの対象事業の選定に関しても、地すべりを排除せずに行う。

斜面对策としては、構造物対策（例：法枠工等）、非構造物対策（例：災害発生源の動態観測、予警報等）がある。本業務では基本的に構造物対策、非構造物対策の両方を取り扱う。

本業務の目的の一つは、日本とは異なる条件下で実施される ODA 事業において、最適な斜面对策の調査・設計、施工監理／管理方法を提案することであり、本報告書で列挙されている対策工はこのような目的を達成するために用いられるものである。

なお、本報告書では、Landslide や地すべりという用語に関して、以下の使い分けを行っている。

**Landslide**：英語で Landslide という際には、広く土砂災害一般の意味で用いられており、本報告書でも、Landslide と標記する場合は広く土砂災害一般を指す。

**地すべり**：日本語での地すべりは、比較的緩い斜面において、繰り返し発生するマスムーブメントをさしており、本報告書でもこの意味で使用する。

#### Glissement de terrain

：上記の他に、フランス語には **glissement de terrain** という表現があり、これは地すべりに近い現象を指していると解釈されるが、日本語の「地すべり」と厳密に同じものを指すのかは、確認できていない。そのため、フランスの文献の説明では、「地すべり(仏 **glissement de terrain**)」という表現を使って、フランス語の **glissement de terrain** を指している。

出典：

日本道路協会（2009）：道路土工一切土工・斜面安定工指針

## 1.4 業務の成果物

本研究の成果として、主に落石と斜面崩壊対策を目的に、表 1-1 に示すハンドブック(HB)と本報告書を作成した。これらは、山間部における道路開発・改良や橋梁建設に係る無償資金協力事業などにおいて活用されることを想定している。

本報告書の内容に関し、以下に補足する。

第 1 章から第 5 章までは、本業務の研究結果をまとめたものとなる。

第 6 章から第 8 章は、第 5 章までの結果に基づき、JICA 職員が山間部における道路開発改良・橋梁開発に係る無償資金協力事業の実務を執り行うに際しての手引きとして作成した。

第 9 章から第 10 章は、今回の研究結果を受けた将来事業への提言となる。

表 1-1 ハンドブック(HB)と報告書の対象者と内容

(JICA 調査団作成)

| 成果物                    |                   | 対象者             | 主な記載内容                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ハンドブック                 | 【第一部】<br>調査・設計編   | コンサルタント         | <p>山間部の無償資金協力事業において G/A 金額に大きな変更が生じないよう、事業に伴う崩壊リスクを最小とするための調査、設計、施工計画／積算のあり方を示した。</p> <p>目的を達成するために必要な経験豊富な技術者の配員を求め、想定した崩壊シナリオに基づいて、対策工などを検討・選定することを求めた。</p> <p>崩壊が顕在化していない事業でも崩壊リスクを可能な限り検知できる調査フローを示した。</p> <p>我が国の技術者の発想を刺激することを目的に、欧州の斜面对策技術を紹介した。</p>                                     |
|                        | 【第二部】<br>施工監理／管理編 | コンサルタント<br>施工会社 | <p>山間部の無償資金協力事業における施工監理計画書、及び施工計画書の記載内容と実効性の確保、施工時の品質確保方法を示した。</p> <p>発注者、コンサルタント、コントラクターの情報共有と意思疎通、及び斜面の異常をいち早く捉える施工中のモニタリング（危険予知）の重要性を示した。</p> <p>通常時の対応と不具合が生じた場合の対応を分けて説明した。また、リスクに配慮した維持管理への引継ぎを求めている。</p>                                                                                 |
|                        | 【第三部】<br>技術編      | コンサルタント<br>施工会社 | <p>専門用語の解説を示した。</p> <p>日本と海外の技術基準の比較、日本の斜面对策工の特徴と思想、設計計算／照査例、海外の斜面对策事例</p> <p>海外の施主・技術者からの想定 Q &amp; A</p>                                                                                                                                                                                      |
| Final Report<br>(本報告書) |                   | JICA 職員         | <p>第 1 章：背景と目的</p> <p>第 2 章：過去の斜面对策 ODA 事業のレビュー</p> <p>第 3 章：本邦における斜面对策技術</p> <p>第 4 章：先進国における斜面对策技術<br/>本邦技術の優位性に関する考察</p> <p>第 5 章：途上国における斜面对策技術</p> <p>第 6 章：HB 第一部の要約と活用方法</p> <p>第 7 章：HB 第二部の要約と活用方法</p> <p>第 8 章：協力準備調査の特記仕様書への提言</p> <p>第 9 章：BIM/CIM の活用</p> <p>第 10 章：今後の案件形成への助言</p> |

## 第2章 過去の斜面对策 ODA 事業の調査結果・分析

### 2.1 過去の斜面对策 ODA 事業の取り纏め

JICA 及びその前身となる各組織の年報などから、斜面对策案件と、道路・橋梁の案件において斜面对策が問題となったと思われる案件を収集した。対象とした年報は表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 調査した年報と発行した組織

(JICA 調査団作成)

| 年報の名称             | 発行した組織           | 調査した年度              | 備考                                                                                     |
|-------------------|------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 国際協力事業団<br>年報     | 特殊法人<br>国際協力事業団  | 1975 年度～<br>2003 年度 | 1999 年から 2003 年まで、資料編で示されていた詳細情報が CD-ROM となり、JICA 図書館ウェブサイトでは公開されていない。そのため、個別案件の詳細が不明。 |
| 国際協力機構<br>年報      | 独立行政法人<br>国際協力機構 | 2004 年度～<br>2008 年度 | 2008 年以前は、国毎、事業種別ごとの事業実績統計のみで、個別案件の情報は記載されていない。                                        |
| 国際協力機構<br>年次報告書   | 独立行政法人<br>国際協力機構 | 2009 年度～<br>2020 年度 |                                                                                        |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書 | 海外経済協力<br>基金     | 1987 年度～<br>1999 年度 |                                                                                        |
| 国際協力銀行年次<br>報告書   | 国際協力銀行           | 2000 年度～<br>2015 年度 | 2010 年以降、斜面や道路案件に関する個別情報は見当たらなかった。                                                     |

斜面对策案件、及び道路・橋梁案件で、斜面对策が問題となったと思われる 71 案件に関して、対象国、案件名、協力スキーム、供与／借款金額、及び概要を一覧表として取りまとめ、巻末資料編に添付した。

尚、年報に個別案件の記載がない期間、或いは JICA 図書館ウェブサイトで公開されていない期間<sup>1</sup>があるため、その期間の個別案件の詳細は不明としている。事業の実施中に斜面崩壊が発生したことが知られているが、年報の記載から見つけられなかった案件に関しては、JICA や外務省のウェブページからの情報で補完した。

巻末に付した一覧表を通した印象として、道路沿い斜面に対する ODA 案件の時系列的な傾向として、概ね以下の事項が挙げられる（表 2-2）。

<sup>1</sup> ODA 案件の取りまとめは 2020 年 12 月～2021 年 2 月にかけて実施している。この期間は、2020 年から 2022 年にかけて、COVID-19 感染防止のため物理的接触を制限することが社会的規範であった時期に相当する。

表 2-2 道路斜面に関する ODA 案件の時系列的な傾向

(JICA 調査団作成)

| 年代        | 傾向                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1970 年代   | <ul style="list-style-type: none"> <li>インドネシアにおいて、膨張土の分布が懸念される区間の道路改良に関する開発調査「中東部ジャワ道路改良計画調査」が実施された。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |
| 1980 年代前半 | <ul style="list-style-type: none"> <li>南米コロンビアにおいて、アンデス山脈を横断する道路改良と新規路線建設に関する開発調査が実施された。</li> <li>1981 年度から 3 年に渡って開発調査が行われた、フィリピンの「ダルトン・パス」トンネル計画では、のり面对策に係る F/S を行った。</li> <li>1983 年度から 3 年に渡って開発調査が行われたフィリピンの「道路防災計画」が、道路防災の観点から、道路斜面を対象として実施された最初の案件と思われる。</li> </ul>                                                                  |
| 1980 年代後半 | <ul style="list-style-type: none"> <li>1985 年度から 89 年度にかけて、ネパールにおいて「シンズリ道路建設計画」の開発調査が実施された。この開発調査で提案された事業は、ネパール政府にとって負担できない規模の事業費が必要であったため実現しなかった。その後、ネパール政府によりアフターケア調査が要請された。1993 年度の「シンズリ道路建設計画アフターケア調査」として実現した。</li> <li>1988 年度から 3 年に渡って、「ボゴール・バンドン道路整備計画」の開発調査が行われた。この事業では、膨張性粘土が切土に出現する可能性があり、開発調査報告書でも、地すべりに関する記述が認められる。</li> </ul> |
| 1990 年代前半 | <ul style="list-style-type: none"> <li>フィリピンにおいて斜面对策（落石、斜面崩壊、地すべり対策）を含む道路改良・道路整備事業の円借款案件が実施された。インドネシア、パプア・ニューギニアにおいても、斜面对策が必要となる区間を含む円借款案件が実施された。</li> <li>開発調査として、フィリピンとタイにおいて、道路防災を事業名に含んだ案件が実施された。また、ネパールでは「シンズリ道路建設計画アフターケア調査」が実施された。</li> </ul>                                                                                        |
| 1990 年代後半 | <ul style="list-style-type: none"> <li>円借款案件では、斜面对策が必要となる区間を含む案件が、フィリピンで複数実施されたほか、ペルーとキルギスでも同様の案件が実施された。</li> <li>ネパールでシンズリ道路に係る一連の無償資金協力案件が実施された。</li> </ul>                                                                                                                                                                               |
| 2000 年代前半 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ペルーとフィリピンで、斜面对策が必要となる区間を含む円借款案件が、1990 年代後半に引き続いて実施された。</li> <li>無償資金協力では、ネパールのシンズリ道路に係る一連の案件が継続した他、エチオピアの第三次幹線道路改修計画が開始された。同案件は、新アバイ橋を新設し、その取り付け道路を改良する計画であったが、取り付け道路において、複数の斜面崩壊や地すべりに遭遇することになる。</li> </ul>                                                                                         |



| 年代                   | 傾向                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000 年代後半            | <ul style="list-style-type: none"> <li>グアテマラで大規模な土砂崩れを迂回するための円借款案件が実施された他、高速道路／高規格道路の整備案件として、スリランカの「南部ハイウェイ建設事業（II）」とジョージアで「東西ハイウェイ整備計画（フェーズ1）」が開始され、それぞれが事業実施中に大規模な斜面崩壊に見舞われている。</li> <li>無償資金協力では、ネパールのシンズリ道路関連案件が継続した他、ブータンの「第三次橋梁架け替え計画」が開始された。本件では、橋梁のアバット背後斜面の不安定化が懸念され、コンクリート吹付とロックボルト、グラウンドアンカー工が実施中に追加されている。</li> </ul>                                                       |
| 2010 年代前半            | <ul style="list-style-type: none"> <li>主に道路の維持管理に影響を与える斜面对策、落石対策、地すべり対策などに主眼を置いたスリランカの「国土土砂災害対策事業」が円借款案件として開始された。</li> <li>エチオピア、ネパール、ブータンにおいて、道路斜面の維持管理に関連する技術協力プロジェクトが開始された。</li> <li>無償資金協力では、ネパールのシンズリ道路関連案件が継続した。</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| 2010 年代後半<br>～<br>現在 | <ul style="list-style-type: none"> <li>インド、キルギス、ベトナム、ジョージアにおいて、道路斜面对策が含まれる円借款案件が開始された。</li> <li>インド、キルギス、タジキスタン、ネパール、ブータンにおいて、道路斜面の維持管理に関連する技術協力プロジェクトが開始された。</li> <li>無償資金協力では、ネパールのシンズリ道路関連案件が継続した他、インド、ホンジュラス、ボリビアにおいて、道路沿いの斜面崩壊や地すべり対策を主眼に置いた無償資金協力が開始された（インドの「国道 55 号線」は協力準備調査のみ）。また、ブータンの橋梁案件、ネパールの震災復興に係る橋梁案件では、アバット背後斜面などで、施工中に崩壊が発生した、或いは崩壊発生への懸念があるため、対策工を追加している。</li> </ul> |

時系列で、ODA 事業における道路斜面对策の歴史を振り返ると、斜面对策を含む道路案件は前世紀においても実施されていたが、その分布は比較的限られていた。円借款案件であれば、一部を除いて、インドネシア、フィリピン、タイ、及び南米諸国など、本邦と関係が深く、かつ経済的にもある程度の発展を遂げた国に限られており、無償資金協力ではネパールのシンズリ道路が目立つ。

しかし、今世紀に入って以降、斜面对策を含む道路案件は地域的な広がりを見せ、アフリカ、南アジア、中央アジア、西アジアにも広がっている。また 2010 年代以降は、道路沿いの斜面对策に主眼を置いた技プロ、無償資金協力、有償資金協力が、南アジア、中央アジア、中南米、そしてアフリカでも実施されている。

このことは、途上国各国の経済発展により、道路交通需要が増大し、道路改良／拡幅のニーズが高まった結果、山岳区間でも道路改良／拡幅が進展したことが、背景にあると思われる。一般に途上国においては、山岳区間の道路改良／拡幅に関するノウハウや斜面对策工の技術に乏しく、安易な拡幅を行った結果、切土／盛土のり面崩壊や、地すべり性崩壊を誘発し、道路維持管理上

の問題を増幅させた結果として、斜面对策に関する本邦への技術協力や資金協力の要請が増大しているという考えは、妥当なものと思われる。

## 2.2 過去の斜面对策 ODA 事業の傾向・課題の分析

前節で取りまとめた ODA 事業に関して、斜面对策案件の傾向や課題を抽出・分析するために、2.1 章で調査した案件の協力準備調査報告書などから、表 2-3 に示す事項を調査した。

**表 2-3 傾向や課題の抽出・分析において、協力準備調査報告書などから調査した事項**

(JICA 調査団作成)

| 分析内容                 | 取りまとめ及び分析方法                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要                 | 対象道路の道路網体系上の位置づけ<br>道路の位置（地形と周辺土地利用）<br>予測交通量<br>設計年（準備調査、詳細設計）、工事期間、完成年<br>施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況<br>相手国 C/P 機関（設計、維持管理）                                                                                                    |
| 斜面对策工の内容<br>（準備調査段階） | 報告書に斜面对策に関する記載があるか（問題を把握していたか）<br>斜面对策工の概要／規模<br>斜面对策工に対する自然条件調査の内容<br>地質調査、地下水、湧水等水文調査、岩盤の亀裂、材料調査等<br>斜面对策工の選定と検討内容<br>採用基準、採用対策工、検討内容（盛土の安定計算、構造計算等）<br>積算項目の妥当性（仮設等）<br>準備調査における積み残し課題（詳細調査の提案）<br>技術移転（特に維持管理）の提案状況、等 |

以下に、協力準備調査報告書などから把握した、ODA 事業の傾向や課題に関して記す。

### 2.2.1 案件実施対象国の概要

協力準備調査報告書などから把握した、ODA 事業の傾向や課題に関して、案件実施対象国の概要を示す。

## (1) インドネシア

表 2-4 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（インドネシア）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                                      |
|---------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力                                                                                                     |
|         | 道路の位置               | ジャワ島の主要都市間を結ぶ幹線道路                                                                                          |
|         | 予測交通量               | 区間により異なるが 1,000 台以下／日～85,000 台／日                                                                           |
|         | 事業開始時期              | 1970 年代後半と 1980 年代後半                                                                                       |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 調査資料からは不明。しかし、有償資金協力で道路維持管理機材が導入されており、一部地域における地すべり、転石の被害による維持管理の重要性が強調されており、道路斜面の崩壊は、ある程度の規模で発生していると判断される。 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 膨張性粘土の分布域であり、地すべりが頻発している区間の記載がある。                                                                          |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 調査資料からは不明。                                                                                                 |
|         | 自然条件調査の内容           | 調査資料からは不明。                                                                                                 |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 調査資料からは不明。                                                                                                 |
|         | 積み残し課題              | 調査資料からは不明。                                                                                                 |
|         | 積算項目の妥当性            | 調査資料からは不明。                                                                                                 |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 調査資料からは不明。                                                                                                 |

インドネシアにおいては、膨張性粘土による高速道路のり面の被害や舗装のダメージが報告されている。本調査研究の対象からは外れるが、JICA の中小企業支援案件「インドネシア国 膨張性粘土によるインフラ施設被害への多孔質（ポーラス）コンクリート製品導入に関する基礎調査」業務完了報告書（2019 年 9 月、JICA、北海道ポラコン株式会社）では、膨張性粘土の分布や、工業団地、道路舗装、高速道路のり面の被害が報告されている。

## (2) タイ

表 2-5 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（タイ）

(JICA 調査団作成)

| 項目   |                     | 傾向と課題                          |
|------|---------------------|--------------------------------|
| 事業概要 | 実施された援助スキーム         | 開発調査                           |
|      | 道路の位置               | 交通量の多い国道で、代替路線の見地などから、優先度が高い路線 |
|      | 予測交通量               | 1,000 台未満～5,000 台／日            |
|      | 事業開始時期              | 1993 年                         |
|      | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 調査資料からは不明。事業化されていないか？          |

| 項目      |                   | 傾向と課題                                            |
|---------|-------------------|--------------------------------------------------|
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載        | 8つの道路38か所の災害箇所をタイプ別に分類し、概略設計を実施                  |
|         | 斜面对策工の概要／規模       | のり面切り直し、植生工、法枠工、排水横ボーリング工、表流水排水工、落石防止網などの概略設計まで。 |
|         | 自然条件調査の内容         | ボーリング調査、室内試験（物理）、観測孔設置                           |
|         | 斜面对策工の選定と検討       | 懸念される崩壊形態に応じて、対策工の選定、概略設計を実施。標準断面図を示す。           |
|         | 積み残し課題            | 調査資料からは不明。事業化されていない。                             |
|         | 積算項目の妥当性          | 仮設は検討されていない。                                     |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 調査資料からは不明。事業化されていない。                             |

タイにおける開発調査の事例である。8路線38か所の災害箇所を調査し、斜面崩壊対策、地すべり対策の概略設計を行っていることから、タイにおいても、斜面崩壊対策の必要性があることが判る。

### (3) フィリピン

表 2-6 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（フィリピン）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                             |
|---------|---------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力、開発調査、技術協力プロジェクト                                            |
|         | 道路の位置               | 主要幹線                                                              |
|         | 予測交通量               | 1,000 台未満／日～18,000 台／日                                            |
|         | 事業開始時期              | 1980 年代～2000 年代前半                                                 |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 台風や地震などにより、斜面崩壊や路肩浸食、土石流被害などに遭遇している。                              |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 災害の多い国でもあり、事前に地すべり、落石、土石流等の危険に気付いている例が多い。                         |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | ロックシェッド、コンクリート張工、コンクリート法枠、石張工、植生工、排土工、表面排水、護岸工、水制工、排水横ボーリング、アンカー工 |
|         | 自然条件調査の内容           | 調査資料からは不明。                                                        |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 調査資料からは不明                                                         |
|         | 積み残し課題              | 調査資料からは不明。                                                        |
|         | 積算項目の妥当性            | 調査資料からは不明。                                                        |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 調査資料からは不明。                                                        |

フィリピンに対する道路関連の ODA 案件は既に 1980 年代から始まっていたが、台風などの災害の多い同国では、斜面災害や土石流による影響も早期に現出している。過去の ODA 案件において災害の被害を受けたケースは、後続の円借款事業において手当されているケースもある。

フィリピンに対しては、2007 年に開発調査「道路土砂災害危険度の評価・管理計画調査」が実施され、斜面对策工や地すべり対策工のガイドラインが準備されている。

#### (4) ベトナム

表 2-7 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ベトナム）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                |
|---------|---------------------|----------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力、開発調査          |
|         | 道路の位置               | ベトナム中部の海沿いを南北に走る高速道路 |
|         | 予測交通量               | 15,000 台／日(2017 年予測) |
|         | 事業開始時期              | 2011 年               |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 対策工を施した岩盤斜面が施工中に崩壊。  |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 特になし。                |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 特になし。                |
|         | 自然条件調査の内容           | 調査資料からは不明。           |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 調査資料からは不明。           |
|         | 積み残し課題              | 調査資料からは不明。           |
|         | 積算項目の妥当性            | 調査資料からは不明。           |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 調査資料からは不明。           |

ベトナムにおいては、ハノイやホーチミンといった大都市における高規格道路や河川を越える橋梁の他に、ハノイとホーチミンを結ぶ南北の高速道路の建設が、有償資金協力で支援されている。「南北高速道路建設事業（ダナン〜クアンガイ間）（Ⅲ）」はその中の一つであり、ダナン付近で岩盤斜面の切土のり面が出現する。当該切土のり面に対して、準備調査では特に言及はなかったものの、世銀による詳細設計では、適切なり面勾配の導入と法枠工の設置が盛り込まれた。しかし、切土を行ったところ、当該のり面は岩盤の流れ盤斜面であり、法枠工（場所打ちコンクリート法枠）では対処が困難な状況であった。施工監理コンサルタントはのり勾配を緩めることを提案し、設計変更の手続きが取られたが、同国では設計変更が工事を監理する施主の PMU (Project Management Unit) だけでは決裁されず、上位の VEC(Vietnam Expressway Cooperation)と、更に上位の MOT(Ministry of Transport)の決裁も必要とするため、手続きに時間を要してしまった。結果、供用開始後になっても、緩勾配化の対策は取られていない。

同国では、北部およびラオス国境の山岳地帯で、道路を巻き込んだ斜面崩壊や地すべりが頻発している。JICA による SATREPS「幹線交通網沿いの斜面災害危険度評価技術の開発」では、ベトナムを南北に結ぶ国道一号線のハイバン峠区間において、地すべりのモニタリング技術の導入を行ったほか、斜面災害を再現できる実物大の斜面试験装置による試験等の支援が実施された。

## (5) インド

表 2-8 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（インド）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                                                                                                        |
|---------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 無償資金協力、有償資金協力、技術協力プロジェクト                                                                                                                                                     |
|         | 道路の位置               | 有償資金協力案件は、北東州に集中し、山岳道路区間を含む。無償資金協力案件は西ベンガル州の山岳道路。技プロの対象は山岳道路だが、特にヒマラヤ山麓諸州と北東州が対象。                                                                                            |
|         | 予測交通量               | 予測交通量で、約 3,000～15,000 PCU/日                                                                                                                                                  |
|         | 事業開始時期              | 2010 年代後半から現在に至る。最近の案件が多い。                                                                                                                                                   |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 有償資金協力案件は、現在実施中。施工時の斜面崩壊の状況は公開された資料からは不明。条件的には厳しい路線。無償資金協力案件「国道 55 号」は、災害発生個所の対処であったが、事業は中止された。                                                                              |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 有償資金協力案件の準備調査報告書が公開されていない。少なくとも、北東州道路網連結性改善事業フェーズ 1 では、本邦技術を利用した対策工を提案している。インドの土木分野に対して、本邦ゼネコンが進出しないこと、及びインド政府が調達の透明性に厳しい縛りを設けており、調達業者が限られる特許技術の利用などが難しいことが、本邦技術の利用には足かせとなる。 |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 有償資金協力案件の準備調査報告書が公開されていない。しかし、少なくとも、北東州道路網連結性改善事業フェーズ 1 では、吹付法枠、水抜きボーリング、ロックボルト（ソイルネイリング）及びグラウンドアンカー工が提案されている。無償資金協力「国道 55 号」では、発泡モルタルによる軽量盛土も提案されていた。                       |
|         | 自然条件調査の内容           | ボーリング調査、地下水位観測、雨量計による雨量観測、レーザー距離計による簡易伸縮計観測などが、無償資金協力「国道 55 号」の準備調査では行われた。                                                                                                   |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 無償資金協力「国道 55 号」では本邦の基準に従い、斜面安定解析により対策工の設計を実施している。                                                                                                                            |
|         | 積み残し課題              | 特に記載はない                                                                                                                                                                      |
|         | 積算項目の妥当性            | 無償資金協力「国道 55 号」では、仮設計画を立てた上で仮設工を積算。無人化施工も想定していた。                                                                                                                             |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 無償資金協力において、アンカー荷重計による維持管理を提案。点検項目も提案している。                                                                                                                                    |

インドにおいては、紛争地帯であるジャム・カシミール州を含むヒマラヤ山麓諸州と、北東州（国境問題を抱えるアルナチャル・プラディッシュ州を含む）における山岳道路の整備改良のニーズが非常に高く、本邦に対する援助要請もそれを反映している。

インドは、世界で最も活動的なヒマラヤ山脈を擁することから、ブータンやネパールとならんで、硬質岩盤が急傾斜でそそり立つ条件での道路建設や改良の要件が多く、道路沿い斜面においても、日本でも近年、脚光を浴びている岩盤の重力性変形（クリープ）現象が多く認められる。JICA の技術協力プロジェクト「持続可能な山岳道路開発のための能力向上プロジェクト」では、この重力性変形による道路沈下の問題に焦点を当ててガイドラインを整備しており、今後の有償資金協力案件などでの活用が望まれる。

一方、岩盤の重力性変形による道路の沈下は、日本ではトンネルや橋梁で迂回してしまう問題であり、対策工の実例は乏しい。他方、インドでは沈下区間をトンネルや橋梁で迂回するような資金的な余裕はなく、維持管理で工夫することにより、道路の沈下に対応している。この点から、今後、重力性変形の対策工の開発と発展が望まれる。

## (6) ネパール

表 2-9 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ネパール・シンズリ道路）

（JICA 調査団作成）

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                                                                      |
|---------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 無償資金協力、技術協力プロジェクト                                                                                                                          |
|         | 道路の位置               | 首都カトマンズと穀倉地帯である南部テライ地域、及びインドとを結ぶ新設道路（シンズリ道路）                                                                                               |
|         | 予測交通量               | （第二工区）（第三工区）7,000pcu／日(2018 予測)<br>（第四工区）10,000 台／日                                                                                        |
|         | 事業開始時期              | （第二工区）E/N 署名 2000 年<br>（第三工区）E/N 署名 2009 年<br>（第四工区）E/N 署名 1997 年                                                                          |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 山側斜面崩壊、路肩崩壊、河川浸食、土石流などが雨期に頻発し、2015 年のネパール地震でも、大きな被害を蒙った。そのため、「シンズリ道路建設計画（第二工区斜面对策）」、「シンズリ道路第四工区緊急復旧計画」、「シンズリ道路震災復旧計画」の 3 件の無償資金協力事業が実施された。 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | （第二工区）八か所の地すべり区間に対して、特に対策を検討している。<br>（第三工区）1 か所の地すべり地で動態観測を実施。岩盤状況や現況斜面状況から、緩勾配化を提案。<br>（第四工区）風化岩すべり、粘質土すべりを認識し、地すべり末端の崖錐の切土は避けるという記載がある。  |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | （第二工区） <u>一般部</u> ：適正勾配、ガビオン/コンクリート擁壁、アンカー付きジオテキスタイルによる補強土工<br><u>高盛土</u> ：メクラ排水、法尻排水フィルター、小段／縦排水                                          |

| 項目                | 傾向と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p><u>長大切土</u>：コンクリート吹付＋鉄筋補強土工</p> <p><u>地すべり対策</u>：地すべり末端の護岸工＋抑え盛土。頭部の排土。地すべりを避ける路線選定。鉄筋補強土工による流れ盤岩盤安定化＋ガビオン擁壁で路体構築。流路工。道路山側に擁壁を設置し、落石の待受けポケット設置。</p> <p>（第三工区）適正勾配と小段の設置。安定勾配が確保できない場合は法枠工。長大切土には鉄筋補強土工を導入。地すべり対策は、1）回避、2）抑え盛土と頭部排土、3）道路をあらかじめ離し、ポケットを確保</p> <p>（第四工区）適正勾配、ガビオン、地下水排除工、流路工</p> |
| 自然条件調査の内容         | <p>（第二工区）（第四工区）空中写真判読と踏査</p> <p>（第三工区）地表踏査に加えて、地すべり区間のムルコット地区において、測量、ボーリング、地すべり動態観測</p>                                                                                                                                                                                                          |
| 斜面对策工の選定と検討       | <p>（第二工区）（第三工区）のり面勾配は道路土工を参照し地質と勾配を提案（第四工区）特に記載はない</p>                                                                                                                                                                                                                                           |
| 積み残し課題            | <p>（第二工区）（第三工区）（第四工区）特に記載はない</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 積算項目の妥当性          | <p>（第二工区）（第三工区）（第四工区）簡単な記述にとどまる</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | <p>（第二工区）（第三工区）（第四工区）特に記載はない。</p> <p>「シンズリ道路維持管理運営強化プロジェクト（フェーズ1、2）」が実施されている</p>                                                                                                                                                                                                                 |

有名なシンズリ道路を抱えるネパールであるが、シンズリ道路の中でも、特に山岳区間を含むのは第二、第三、第四工区で、特に第二工区は急峻な山岳ルートが主体である。

事業は第一工区、第四工区、第二工区、第三工区の順で実施された。斜面对策工は、初期の第四工区では低コスト化が徹底しており、ガビオン、地下水排除工、流路工が主たる対策である。また、適正なり面勾配が検討されている。地すべり末端の崖錐の切土は避けるとし、切土を行う場合は擁壁を設置する、とある。ロックボルトやグラウンドアンカー工の必要性が示されているが、設計案にはロックボルトもグラウンドアンカー工も示されていない。

これには事業の経緯が関係していると思われる。もともと、1986年度の開発調査「シンズリ道路建設計画」でシンズリ道路の路線が調査されたが、ネパール国側で資金が準備できないことから、事業は実施されないこととなった。ところが、その後1993年度の「シンズリ道路建設計画アフターケア調査」を経て、一転して第一～第四工区が無償資金協力事業として復活し、実施されることになった。このような経緯から、低コスト化が徹底されていたのだろうと思われる。

第二工区は第四工区の傾向を引き継いでいるが、路線沿いの8か所の地すべり・崩壊には特別な配慮が払われている。しかし、頭部排土／末端抑え盛土工とガビオン擁壁の活用を基本としており、ロックボルトの利用が認められる程度であり、低コスト化の徹底は続いている。

最後に実施された第三工区においては、地すべり区間に対して測量、調査ボーリング、地すべり動態観測（モニタリング）が実施され、ロックボルトに加えて法枠工も導入されており、年を経るごとに、どうしても必要な対策や調査を導入する傾向が認められる。



最も初期に行われた 1986 年度の開発調査「シンズリ道路建設計画」においては、擁壁を用いて切土や盛土の高さを低く抑えて斜面の安定性を増加させる方法が示され、これは後の事業実施にも引き継がれている。

また、地すべりの多発地帯を避けるために、河道内に擁壁を建設して道路を通す方針が示されている。急峻な山岳地帯において道路を建設するに際しては、山側を切って必要な道路幅を確保するのか、或いは谷側（河川側）に張り出して盛土を設けて道路幅を確保するのか、或いはその両方を取るのかの選択が必要となる。シンズリ道路では河道内に擁壁と盛土を構築して必要な道路幅を確保する方針が採られた。

上記のような方針で建設されたシンズリ道路であるが、施工中および供用開始後は、雨期に土砂災害に見舞われ、多くの箇所では山側斜面崩壊、路肩崩壊、河川浸食、土石流などの被害を受けてきた。また、2015 年のネパール地震でも、大きな被害を蒙っている。そのため、「シンズリ道路建設計画（第二工区斜面对策）」、「シンズリ道路第四工区緊急復旧計画」、「シンズリ道路震災復旧計画」の 3 件の無償資金協力事業が実施された。

「シンズリ道路第四工区緊急復旧計画」においては、特に河道内に擁壁を建設して道路を通した区間において、設計時に想定した以上の豪雨と水害が発生したために生じた被害に対して、被害をもたらした豪雨のデータに基づいて再検討を行い、根固め工の導入などの対策を行っている。

表 2-10 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ネパール・シンズリ道路以外）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                   |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 開発調査「ナラヤンガート～ムグリン道路防災管理計画調査」<br>／ 無償資金協力 「ネパール地震復旧・復興計画」                                |
|         | 道路の位置               | 重要幹線区間／ネパール地震の震源のゴルカ郡の橋梁                                                                |
|         | 予測交通量               | 幹線区間：3041 台／日(2006 年実績) ／ N/A                                                           |
|         | 事業開始時期              | 2007 年 ／ 2017 年                                                                         |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 2000 か所以上の擁壁と盛土が損傷 ／復興に資する 3 か所の橋梁の建設に伴い、切土のり面を擁壁に変更、施工中の多量湧水の確認箇所に、ガビオンと明暗渠を設置         |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 斜面对策を目的とした案件 ／ 特に記載無し                                                                   |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 排水横ボーリング、ガビオン、吹付法枠＋ロックボルト、落石防護ネット、防護柵 ／ 特に考慮されなかった                                      |
|         | 自然条件調査の内容           | 地形、地質、気象、測量、地下水・湧水、ボーリング（孔内ひずみ変動観測） ／ 測量、ボーリング調査、室内試験                                   |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 調査資料からは不明 ／ 準備調査時点では考慮されず                                                               |
|         | 積み残し課題              | 日本側とネパール側で、土砂災害に使用する用語の違い。降雨量観測の重要性。道路拡幅計画への留意。航空写真、衛星写真の複数時点比較による崩壊傾向の把握。<br>／ 特に記載はない |
|         | 積算項目の妥当性            | いずれも簡単な記載に留まる                                                                           |

| 項目 |                   | 傾向と課題                   |
|----|-------------------|-------------------------|
|    | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 道路防災管理のプロジェクト / 特に記載はない |

シンズリ道路以外にも、ネパールでは山岳道路に関する ODA 事業が行われている。「ナラヤンガート～ムグリン道路防災管理計画調査」は同国の重要幹線を対象とした開発調査であり、斜面災害リスクに関する調査と提言、土砂災害管理の基本戦略の策定と実施計画が提示されている。

一方、「ネパール地震復旧・復興計画」は、2015 年のネパール地震の復興支援のための開発調査「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」から発展した無償資金協力案件である、開発調査「ネパール地震復旧・復興プロジェクト」は、災害復興に資する各種計画の策定、耐震建築・構造物の普及促進、優先緊急復旧事業の形成及び実施等と共に、優先復興事業（プログラム無償）の形成が行われ、その結果、無償資金協力「ネパール地震復旧・復興計画」が行われた。サブプロジェクト「バラキローバルパック道路橋梁建設計画」は、3 か所の橋梁を建設するプロジェクトであったが、建設中に切土のり面の安定性に不安が生じ、当初は予定されていなかった擁壁工や湧水対策の明暗渠工が設置された。震災復興の調査を発端として、実施された橋梁の無償資金協力案件において、小規模であるが斜面の問題が発生したという点で、興味深い案件である。

## (7) ブータン

表 2-11 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ブータン）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                                                  |
|---------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 無償資金協力、技術協力プロジェクト                                                                                                      |
|         | 道路の位置               | 山間部の幹線国道                                                                                                               |
|         | 予測交通量               | 300 台／日（2024 年予測）                                                                                                      |
|         | 事業開始時期              | 2009 年以降                                                                                                               |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 無償資金協力事業の 1 件では、施工中にアバット背面において崩壊が発生し、対策を追加した。別の橋梁のアバット背後斜面で、不安定な落石源が見つかり、対策を追加した。別の 1 件では崩壊の懸念が顕在化し、斜面对策工を設計変更として追加した。 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 無償資金協力事業の 1 件は斜面对策に配慮した形跡はないが、別の 1 件は斜面对策に配慮し、グラウンドアンカー工なども導入している。                                                     |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 崩壊危険箇所を道路線形の工夫で回避。安定勾配の確保、小段の設置、モルタル吹付、同＋グラウンドアンカー工                                                                    |
|         | 自然条件調査の内容           | 橋梁の基礎を対象にした調査。<br>上記の斜面对策に配慮した準備調査においては、踏査結果と橋梁のボーリング結果を使って地質断面図を作成、不安定な切土のり面の検討を行っている。                                |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 道路土工：切土工・斜面安定工指針                                                                                                       |

| 項目 |                   | 傾向と課題                                         |
|----|-------------------|-----------------------------------------------|
|    | 積み残し課題            | 上記の斜面对策に配慮した準備調査においては、長大切土においてボーリング調査を提案している。 |
|    | 積算項目の妥当性          | 簡単な記述にとどまる。                                   |
|    | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 調査資料からは不明。                                    |

ブータンは、インドのヒマラヤ山麓諸州（シッキム州やジャム・カシミール州）やネパールと同じように、ヒマラヤの造山活動に伴う急峻な山地が国土の大部分を占め、山岳道路や橋梁の建設にとっては、極めてチャレンジングな環境である。ヒマラヤの造山活動は、硬質な岩盤の急峻な斜面を形成する傍ら、断層破碎帯やせん断帯など、脆弱な地質状況も作り出し、斜面崩壊や落石の危険性を増している。

ブータンでは、橋梁架け替えの無償資金協力が実施され、橋梁のアバット背後斜面において、施工中に斜面崩壊が発生するか、その懸念が顕在化しており、設計変更が発生している。注目に値するのは、斜面对策に意を払った準備調査においても、予見できなかった斜面崩壊が発生している点にあり、特にブータンなどの山岳国においては、橋梁の準備調査においてより詳細な準備調査の必要性が検討されるべきであろう。

## (8) スリランカ

表 2-12 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（スリランカ）

（JICA 調査団作成）

| 項目   |                     | 傾向と課題                                                                                                 |
|------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要 | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力                                                                                                |
|      | 道路の位置               | 首都コロンボとセイロン島南部を結ぶ同国初の高速道路「南部ハイウェイ」。中部高地を走る幹線道路沿いの斜面崩壊・地すべり対策「国道土砂災害対策事業」                              |
|      | 予測交通量               | 1,000 台未満～15,000 台／日「国道土砂災害対策事業」                                                                      |
|      | 事業開始時期              | L/A 調印：2000 年「南部ハイウェイ」，<br>2013 年「国道土砂災害対策事業」                                                         |
|      | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 「南部ハイウェイ」：供用開始後、2012 年 11 月に大規模な斜面崩壊が発生。<br>「国道土砂災害対策事業」：斜面崩壊・地すべり対策のプロジェクトであるが、3 ヵ所で施工時の斜面崩壊が発生している。 |

| 項目      |                   | 傾向と課題                                                                                                           |
|---------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載        | 「南部ハイウェイ」：F/S では検討されていないが、詳細設計(D/D) でのり面对策を検討している。<br>「国道土砂災害対策事業」：斜面对策、地すべり対策が主眼のプロジェクト。                       |
|         | 斜面对策工の概要／規模       | 「南部ハイウェイ」：D/D で緩勾配化と緑化工を計画。<br>「国道土砂災害対策事業」：落石対策工各種、吹付法枠、ロックボルト、グラウンドアンカー、排水横ボーリング、集水井、表面排水工、抑止杭工               |
|         | 自然条件調査の内容         | 「南部ハイウェイ」：調査資料からは不明。<br>「国道土砂災害対策事業」：F/S である「災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査」では、地表踏査、空中写真判読、地形図測量を実施した。詳細な調査は D/D で実施。   |
|         | 斜面对策工の選定と検討       | 「南部ハイウェイ」：詳細設計で緩勾配化を実施。基本の斜面对策は緑化工<br>「国道土砂災害対策事業」：F/S では道路沿いの危険箇所を抽出して、危険と判断された箇所に対して対策工を計画。検討は本邦の方法。          |
|         | 積み残し課題            | 「南部ハイウェイ」：調査資料からは不明。<br>「国道土砂災害対策事業」：F/S でボーリング調査を行っていないため、設計はあくまで概略。詳細な自然条件調査及び詳細設計は有償資金協力事業の中で実施する予定とされていた。   |
|         | 積算項目の妥当性          | 「南部ハイウェイ」：調査資料からは不明。<br>「国道土砂災害対策事業」：F/S ではボーリング調査を行っていないため、設計はあくまで概略であり、積算も概略となる。                              |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 「南部ハイウェイ」：調査資料からは不明。<br>「国道土砂災害対策事業」：F/S は、準備調査というよりも、情報収集確認調査の結果として案件が掲載されたという流れであり、維持管理の技術移転までの詳細な検討は為されていない。 |

スリランカにおける有償案件は、事業により建設された高速道路の供用開始後にのり面崩壊が発生した「南部ハイウェイ」と、円借款事業により、幹線道路沿い斜面において、落石対策、斜面崩壊対策、地すべり対策を行うという、斜面对策に特化した事業である「国道土砂災害対策事業」という、対照的な2件からなる。

「南部ハイウェイ」のF/Sは、1999年にアジア開発銀行（ADB）により実施されており、米国のウィルバースミス社が行った。

「国土地砂災害対策事業」の F/S は「災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査」という調査名で実施されたものであり、本来は「情報収集調査」であり、「協力準備調査」ではない。「災害脆弱地域における～情報収集調査」は、調査期間が約半年と極めて短く、その中で円借款による道路沿い斜面对策の案件を形成し、概略設計とコスト概算を行い、JICA によるアプレイザル・ミッションへの説明まで行っている。そのため、地形図作成やボーリング調査、地すべりモニタリングなどを行う時間的な余裕はなく、詳細な調査や設計は、有償資金協力事業中に行うという建付けであった。ただし、後続の「フェーズ 2」に対しては、通常の協力準備調査が行われている。

## (9) タジキスタン

表 2-13 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（タジキスタン）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                               |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 技術協力プロジェクト                                                                                          |
|         | 道路の位置               | 山岳地帯が国土の 93% を占め、国土の約半分が標高 3000m 級の山々に覆われている。山間部を通過する道路では冬季には雪崩等の雪害、春季には雪解け水による洪水被害・落石・地すべりが頻発している。 |
|         | 予測交通量               | N/A (Not Applicable, 以下同様)                                                                          |
|         | 事業開始時期              | 2017 年 4 月                                                                                          |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | N/A                                                                                                 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 道路災害管理のプロジェクト。災害復旧工の研修、訓練、OJT                                                                       |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | N/A                                                                                                 |
|         | 自然条件調査の内容           | N/A                                                                                                 |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | N/A                                                                                                 |
|         | 積み残し課題              | N/A                                                                                                 |
|         | 積算項目の妥当性            | N/A                                                                                                 |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 災害予防保全マニュアルの整備と活用。<br>道路災害管理データの整備                                                                  |

タジキスタンでは、ごく最近、技術協力プロジェクトが実施された。中央アジア各国は山岳国であり、道路沿い斜面災害対策へのニーズは高いと思われる。

## (10) キルギス

表 2-14 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（キルギス）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                                                             |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力、技術協力プロジェクト                                                                                                                 |
|         | 道路の位置               | 国土の 90%が標高 1,000m を越える山岳国であり、国土の 40%が標高 3,000m を越える。幹線道路でも山間部では土砂崩れ、雪害、雪崩により道路のサービス水準が低下。                                         |
|         | 予測交通量               | 2007 年（実績値）1,800 台／日、2024 年予測 3,800 台／日                                                                                           |
|         | 事業開始時期              | L/A 調印：1997 年と 2015 年（有償資金協力案件）                                                                                                   |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 工事中に落石や雪崩が発生。ADB による F/S は安全管理上の課題を十分考慮に入れていなかったため設計変更を強いられた。雪崩や地すべりによって工事は著しく遅延させられた。「ビシュケク-オシュ道路改修事業(1)(2)」                     |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 落石や雪崩に関して、事前調査で把握しており、「道路防災プロジェクト」を立ち上げる構想があった。「ビシュケク-オシュ道路改修事業(1)(2)」<br>落石や地すべり、雪害などが頻繁に発生すると把握しており、並行して技プロが行われていた。「国際幹線道路改善事業」 |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 落石対策工                                                                                                                             |
|         | 自然条件調査の内容           | 少なくとも現地踏査                                                                                                                         |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 調査資料からは不明。                                                                                                                        |
|         | 積み残し課題              | 本格調査の必要性が提言されている。「ビシュケク-オシュ道路改修事業(1)(2)」                                                                                          |
|         | 積算項目の妥当性            | 調査資料からは不明。                                                                                                                        |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 維持管理のデータ管理に問題が指摘されている。「ビシュケク-オシュ道路改修事業(1)(2)」<br>JICA による技術協力プロジェクトでは道路防災点検マニュアルやデータベースマニュアルが整備された。                               |

キルギスは、中央アジアの山岳国家として、幹線道路が山間部を通過し、山岳道路の諸問題からは避けられない位置付けにある。対策工は落石対策工を実施している模様である。

## (11) ホンジュラス

表 2-15 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ホンジュラス）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                  |
|---------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 無償資金協力                                                                 |
|         | 道路の位置               | 主要幹線道路                                                                 |
|         | 予測交通量               | 8,240 台／日（2016 年実測）                                                    |
|         | 事業開始時期              | E/N 署名 2017 年                                                          |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 調査資料からは不明。                                                             |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 斜面对策を主眼とする案件                                                           |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | コンクリート吹付、グラウンドアンカー工、鋼管杭工、明暗渠工、暗渠工、切土工、盛土工、植生工、樹脂セル工法                   |
|         | 自然条件調査の内容           | 測量、調査ボーリング、地下水検層および水質調査、地すべり動態観測                                       |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 「道路土工 切土工・斜面安定工指針」を参考に調査団にてフローを策定。計画安全率 $F_s=1.2$ を満たす設計。              |
|         | 積み残し課題              | 特になし。                                                                  |
|         | 積算項目の妥当性            | 積算資料は非公開（2021 年 1 月）                                                   |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 本件事業を通じて「地すべり対策工技術および維持管理」に関わる技術移転を図っており、プロジェクトの運営・維持管理計画（体制、方法）の記載有り。 |

ホンジュラスに対しても、ボリビアと同様の道路沿いの防災工事を行う無償資金協力事業が行われている。

## (12) グアテマラ

表 2-16 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（グアテマラ）

(JICA 調査団作成)

| 項目   |                     | 傾向と課題                                                                   |
|------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要 | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力                                                                  |
|      | 道路の位置               | 和平地域における道路整備。非常に急峻な地形を通過する。                                             |
|      | 予測交通量               | 1,000 台／日未満                                                             |
|      | 事業開始時期              | L/A 調印：2012 年 12 月                                                      |
|      | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 調査資料からは不明。<br>2009 年に大規模な地すべり崩壊が発生し道路が流出（この区間は円借款事業の範囲外だが、緊急の対策として、同区間の |

| 項目      |                   | 傾向と課題                                    |
|---------|-------------------|------------------------------------------|
|         |                   | 迂回路の検討についての調査が要請され、準備調査の中で迂回路案の検討を行っている。 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載        | ①のり面崩壊・斜面崩壊、②落石対策、③土砂流出対策、④排水工が検討されている   |
|         | 斜面对策工の概要／規模       | のり面排水、モルタル吹付、落石防護ネット、ロックボルト工             |
|         | 自然条件調査の内容         | 標準貫入試験（SPT）を含む調査ボーリング                    |
|         | 斜面对策工の選定と検討       | 選定フローによる（道路土工、のり面工・斜面安定工指針）              |
|         | 積み残し課題            | 環境管理に関する技術コンポーネントを提案                     |
|         | 積算項目の妥当性          | 仮設の積算は読み取れない                             |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 提案なし。国道及び県道の運営・維持管理は、民間会社に委託する形で実施している。  |

大規模な地すべりを除く形で円借款事業が実施された例と思われる。資金協力事業では、このような大規模な斜面災害地が既知であれば、それを事業範囲から除外する事は当然であるが、その大規模な斜面災害に対する対策工の検討、立案などを依頼されるケースは、この例に見るように往々にしてあり得る。

### (13) コロンビア

表 2-17 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（コロンビア）

（JICA 調査団作成）

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                             |
|---------|---------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 開発調査のみ                                                            |
|         | 道路の位置               | 主要都市間を結ぶ道路だが、問題が多く、年間 180 回以上も通行止めとなる。                            |
|         | 予測交通量               | 1,000~5,000 台／日                                                   |
|         | 事業開始時期              | 準備調査：1979 年。円借款事業としては実現していない。                                     |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 調査資料からは不明。                                                        |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | のり面保護工や地すべり対策工の記載あり                                               |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 緑化工、排土工、井桁擁壁、排水横ボーリング、集水井、抑止杭工、表面排水工、暗渠工など、本邦の代表的な地すべり対策工が記されている。 |
|         | 自然条件調査の内容           | 地形地質の記載、災害発生形態の分類、崩壊斜面や地すべりのリスク評価が実施されている。                        |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | フローチャートによる選定（本邦の物をベースと推測）                                         |
|         | 積み残し課題              | 調査資料からは不明。事業化されていない。                                              |



| 項目 |                   | 傾向と課題                            |
|----|-------------------|----------------------------------|
|    | 積算項目の妥当性          | 仮設の積算は読み取れない                     |
|    | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 斜面災害記録、工事記録などのデータベースの構築が提言されている。 |

コロンビアの有償資金協力案件は事業化されていないが、準備調査報告書より、地すべりにより相当な被害を蒙っていたことが読み取れる。

#### (14) ペルー

表 2-18 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ペルー）

（JICA 調査団作成）

| 項目      |                     | 傾向と課題            |
|---------|---------------------|------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力           |
|         | 道路の位置               | 主要幹線／地方幹線道路      |
|         | 予測交通量               | 数百～数千台／日         |
|         | 事業開始時期              | 1996 年及び 1999 年  |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 小規模な土砂崩れが発生している。 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 特になし。            |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | 特になし。            |
|         | 自然条件調査の内容           | 調査資料からは不明。       |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 調査資料からは不明。       |
|         | 積み残し課題              | 調査資料からは不明。       |
|         | 積算項目の妥当性            | 調査資料からは不明。       |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | 調査資料からは不明。       |

ペルーに対する有償資金協力案件において、土砂災害のリスクの高い路線の整備が行われている。同国では、エルニーニョ現象により斜面災害が発生している様子である。アンデス山脈を抱える以上、土砂災害リスクの高い道路整備事業は今後も想定されうる。維持管理は比較的良好に行われている様子である。

## (15) ボリビア

表 2-19 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（ボリビア）

(JICA 調査団作成)

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                     |
|---------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 無償資金協力                                                                    |
|         | 道路の位置               | 主要幹線／地方幹線道路                                                               |
|         | 予測交通量               | 調査資料からは不明。                                                                |
|         | 事業開始時期              | E/N 署名 2015 年                                                             |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 調査資料からは不明。                                                                |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 道路上の 5 か所に防災対策を実施する案件                                                     |
|         | 斜面对策工の概要／規模         | コンクリート吹付、ロックボルト、落石防止網、ロープ掛け工、ワイヤーロープ等による斜面对策工（ノンフレーム工法）                   |
|         | 自然条件調査の内容           | 水理水文調査、地形地質踏査、電気探査、表面波探査、過少堆積物調査、地形測量（レーザープロファイラー）、調査ボーリング、パイプひずみ計、地下水位観測 |
|         | 斜面对策工の選定と検討         | 維持管理・経済性・社会環境・自然環境の観点から評価                                                 |
|         | 積み残し課題              | 特になし。                                                                     |
|         | 積算項目の妥当性            | 積算資料は非公開（2021 年 1 月）                                                      |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況   | ソフトコンポーネント計画あり（目標）<br>ボリビア側実施機関が斜面崩壊等の対策計画が立案できる。                         |

ボリビアに対しては、道路沿いの防災工事を行う無償資金協力事業が行われている。斜面崩壊や地すべり対策を実施するための無償資金協力案件であり、これまでにあまりないケースである。

## (16) パプア・ニューギニア

表 2-20 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（パプア・ニューギニア）

(JICA 調査団作成)

| 項目   |                     | 傾向と課題                                                                                                 |
|------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要 | 実施された援助スキーム         | 有償資金協力「幹線国道改良事業」                                                                                      |
|      | 道路の位置               | 主要都市を結ぶ重要幹線                                                                                           |
|      | 予測交通量               | アプレイザル時：360 台／日 実績 528 台／日                                                                            |
|      | 事業開始時期              | L/A 調印：1991 年                                                                                         |
|      | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | ムメン～ブロロ地域で 2000 年 11 月に集中豪雨による大規模な土石流が発生し、ムメン橋が土石流堆積物で閉塞し、一部区間について舗装面が広範囲にわたって流される被害を受けその復旧のため追加工事が実施 |

| 項目      |                   | 傾向と課題                     |
|---------|-------------------|---------------------------|
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載        | 調査資料からは不明。                |
|         | 斜面对策工の概要／規模       | 調査資料からは不明。                |
|         | 自然条件調査の内容         | 調査資料からは不明。                |
|         | 斜面对策工の選定と検討       | 調査資料からは不明　／　準備調査時点では考慮されず |
|         | 積み残し課題            | 調査資料からは不明。                |
|         | 積算項目の妥当性          | 調査資料からは不明。                |
|         | 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 調査資料からは不明。                |

パプア・ニューギニアの円借款案件「幹線国道改良事業」では、施工期間中に土石流被害を受け、復旧のための追加工事が実施されている。

## (17) エチオピア

表 2-21 斜面对策 ODA 事業の傾向・課題（エチオピア）

（JICA 調査団作成）

| 項目      |                     | 傾向と課題                                                                                                                                                                                                                 |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業概要    | 実施された援助スキーム         | 無償資金協力、技術協力プロジェクト                                                                                                                                                                                                     |
|         | 道路の位置               | 首都アジスアベバと同国北西部アムハラ州を介し、隣国スーダンに至る幹線道路が、アバイ渓谷を横断する区間。                                                                                                                                                                   |
|         | 予測交通量               | 2003 年の実績値として 360 台／日                                                                                                                                                                                                 |
|         | 事業開始時期              | 2003 年開始（無償資金協力案件）                                                                                                                                                                                                    |
|         | 施工時及び供用後の斜面崩壊等の発生状況 | 第三次幹線道路改修計画の施工中、2006 年より Sta2 付近の路面にクラックを生じ、以後、アバイ渓谷区間の随所で、地すべりや斜面崩壊が発生し、道路の流出などの被害が生じた。供用開始後も状況は継続し、同渓谷区間の地すべりを対象として、無償資金協力による機材供与と技術協力プロジェクト 2 件が行われ、同区間の地すべり対策工の設計と施工の技術移転が行われた。しかし、一部区間では依然として、雨期において道路の沈降が認められる。 |
| 準備調査報告書 | 斜面对策に関する記載          | 地すべりに関する記載は認められ、対策工も提案されているが、位置や規模などの具体的な提案はない。<br>アバイ渓谷区間は大規模な地すべりが数多く存在し、道路は複数の地すべり地内を通過しており、供用後は地すべり活動により各所で道路が被災したが、プロジェクト実施中や事前にそのような大規模な地すべりの存在に気づいていた公式な記録は無い。                                                 |

| 項目                | 傾向と課題                                                                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斜面对策工の概要／規模       | 無償資金協力においては、ガビオン設置など対症療法的な軽微なものを除いて、地すべりの対策工は実施していない。技プロのパイロットプロジェクトで排水横ボーリング孔、地表排水溝、排水暗渠、ソイルネイリングが実施された。   |
| 自然条件調査の内容         | 無償資金協力では、地すべりや斜面对策に関する自然条件調査は行われていない。                                                                       |
| 斜面对策工の選定と検討       | 準備調査である 2004 年基本設計調査では簡易な斜面对策が提案されているが、本プロジェクト内で斜面对策を検討した記録や実施した記録は無い。                                      |
| 積み残し課題            | 地すべりに対する追加調査が提案されている。斜面对策に関しては、浮石除去、排水横ボーリング、谷止工、小規模な落石防護擁壁（H=2m 程度）の設置が提案されているが、アバイ渓谷区間の状況を鑑みると、不足の感が否めない。 |
| 積算項目の妥当性          | 斜面对策に関する積算項目は無い。                                                                                            |
| 技術移転（特に維持管理）の提案状況 | 斜面对策工が実施された記録が無く、それに関する技術移転や維持管理に関する提案の記録も無い。                                                               |

エチオピアの「第三次幹線道路改修計画」は、我が国の無償資金協力事業が地すべりに遭遇した例として際立っている。事業実施中に遭遇し、供用開始後も影響を与え続けている地すべりや斜面崩壊に関しては、協力準備調査の時点で、より詳細な調査が行われていれば、事業実施の段階で有効な対策を講じることができた余地があるように思われる。

また、技プロによる技術移転に関しても、訓練を受けた公務員エンジニアの転職問題など、一筋縄では対応できない社会構造に起因する問題もある。

### (18) 年報調査から漏れている案件

年報による調査からは漏れているが、パキスタンにおける有償資金協力案件「東西道路改修事業（国道 70 号線）」においては、急傾斜の岩盤斜面を通過する区間において、地すべりや崩壊の懸念があることから、栈橋工法<sup>2</sup>により道路が建設された例がある。

<sup>2</sup> 鋼管など鋼製部材で栈橋を構築し道路を建設する工法。

メタルロード工法（<https://www.metalroad.jp/>）とステップブリッジ工法（[https://www.ko-marutaka.co.jp/wp-content/uploads/2021/08/new\\_sq\\_catalog.pdf](https://www.ko-marutaka.co.jp/wp-content/uploads/2021/08/new_sq_catalog.pdf)）がある。

## 2.2.2 災害種別の傾向

協力準備調査報告書などから把握した ODA 事業の傾向や課題に関して、図 2-1 と表 2-22 に災害種別の概要を示す。

表 2-22 災害種別ごとの傾向（調査対象全 62 件中）

（JICA 調査団作成）

| 災害種別 | 件数 |
|------|----|
| 落石   | 12 |
| 斜面崩壊 | 36 |
| 地すべり | 20 |
| 土石流  | 14 |
| 雪崩   | 4  |

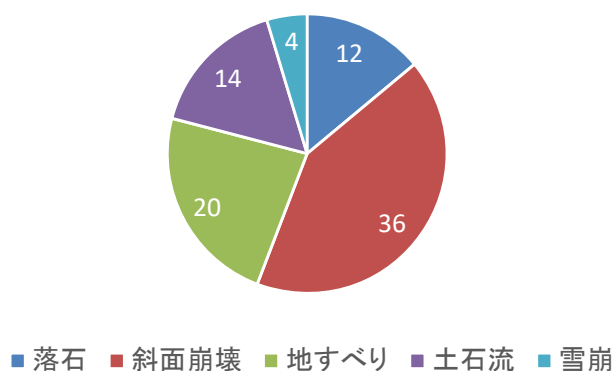


図 2-1 災害種別の傾向

（JICA 調査団作成）

斜面崩壊が件数としては最多となり、地すべり、土石流、落石が続く。地すべりの件数が多いのは、継続的な活動で道路に影響を与える地すべりに対して、途上国では有効な対策をなし得ないため、本邦に支援を求めるケースがあり、件数を底上げしているものと思われる。

## 2.2.3 対策工種の傾向

協力準備調査報告書などから把握した ODA 事業の傾向や課題に関して、図 2-2 と表 2-23 に対策工種別の概要を示す。

表 2-23 対策工種別ごとの傾向（調査対象全 62 件中）

(JICA 調査団作成)

| 工種別            | 件数 |
|----------------|----|
| 落石対策           | 15 |
| 擁壁             | 14 |
| のり面保護工         | 17 |
| 法枠工            | 12 |
| アンカー・ロックボルト    | 20 |
| 地すべり抑制工        | 22 |
| 地すべり抑止杭        | 5  |
| 表面排水工・暗渠工・明暗渠工 | 18 |
| 盛土などによる道路復旧    | 6  |
| 土石流対策(谷止工・床固工) | 5  |
| 護岸工・根固め工       | 5  |
| 線形変更           | 8  |

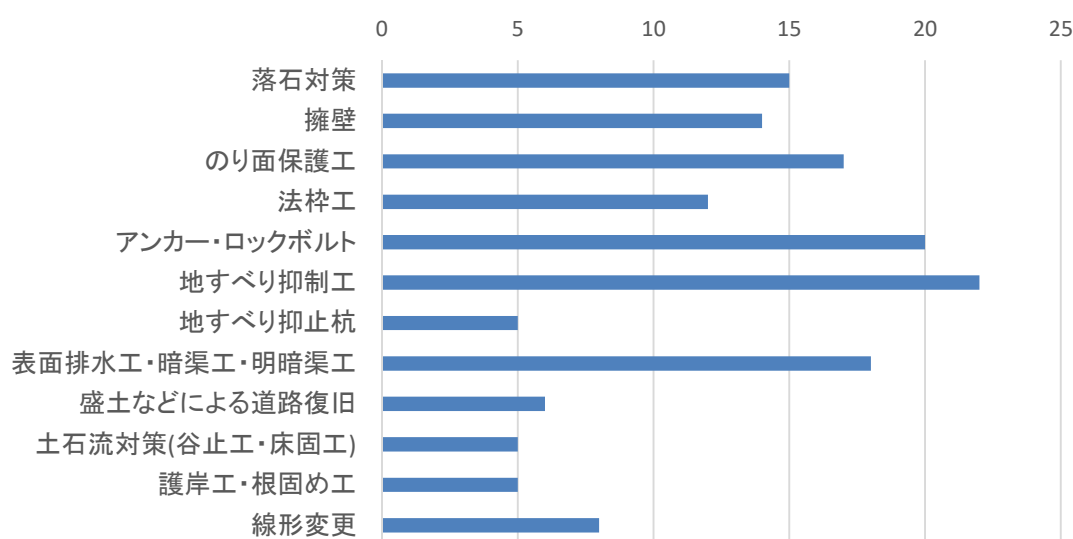


図 2-2 対策工種別ごとの傾向

(JICA 調査団作成)

件数としては、地すべり抑制工が目立つが、これには排土工や抑え盛土工も含んでいる。アンカー・ロックボルト、のり面保護工、表面排水工・暗渠工・明暗渠工が続く。法枠工は、のり面保護工に含めるべきかもしれないが、本邦技術として際立った存在のある工種である上に、ロックボルトやグラウンドアンカーとも併用されるなどの汎用性のため、特に別に集計した。

線形変更も、地すべりを避けるための方法として、予算上の制約がある場合などで重用されている。

表 2-24 には落石対策工のタイプ別傾向を示す。

表 2-24 落石対策の傾向

(JICA 調査団作成)

| 落石対策工         | 件数 |
|---------------|----|
| 落石対策(特定されない)  | 3  |
| 落石対策 (原位置)    | 3  |
| 落石対策 (待ち受け網)  | 4  |
| 落石対策 (路側フェンス) | 2  |
| 落石対策 (路側土堤)   | 1  |
| 落石対策 (除去)     | 2  |

表 2-25 には、擁壁、のり面保護工のタイプ別の傾向と、法枠工との比較を示す。

擁壁として、ガビオン擁壁が多用されていることが判る。これは、材料調達の容易性と、不慣れな労働者でも施工が可能であるなど、途上国の実情に合致しているためと思われる。

のり面保護工では、植生工と並んでモルタル吹付も多用されている。

法枠工は、特に無償資金協力案件など、本邦企業による実施が見込まれる案件で多用されている。

表 2-25 擁壁・のり面保護工・法枠工の傾向

(JICA 調査団作成)

| 擁壁・法面保護工・法枠工 |                | 件数 |
|--------------|----------------|----|
| 擁壁           | ガビオン擁壁         | 9  |
|              | コンクリート擁壁       | 3  |
|              | 擁壁工 (特定されない)   | 2  |
| のり面保護工       | モルタル吹付         | 8  |
|              | 植生工            | 7  |
|              | 浸食防止工 (特定されない) | 2  |
| 法枠工          | 法枠工            | 12 |

表 2-26 には、グラウンドアンカーとロックボルト・ソイルネイリングの件数を示す。ロックボルト・ソイルネイリングは、鉄筋を地山に挿入し、挿入後にテンションを掛けない工法として認識されたものを集計している。

表 2-26 グラウンドアンカー・ロックボルトの件数

(JICA 調査団作成)

| グラウンドアンカー・ロックボルト | 件数 |
|------------------|----|
| グラウンドアンカー        | 7  |
| ロックボルト・ソイルネイリング  | 13 |

グラウンドアンカーは、斜面崩壊対策のみならず、地すべり対策としての利用もカウントしている。グラウンドアンカーは、本邦企業が参加するプロジェクトで多用されるのに対し、ロックボルト・ソイルネイリングは、本邦企業の参加が想定されない局面でも利用されている。

表 2-27 には地すべり対策工の傾向を示す。排土工・抑え盛土工の件数が多く、次いで、排水横ボーリングが続いている。地すべり抑止杭は、鋼管杭のみでなく H 鋼を利用したものも含んでいる。集水井の件数が少ないのは、途上国での施工が難しいためと思われる。

表 2-27 地すべり対策工の傾向

(JICA 調査団作成)

| 地すべり対策工 |          | 件数 |
|---------|----------|----|
| 抑制工     | 排水横ボーリング | 9  |
|         | 集水井      | 2  |
|         | 排土工・抑え盛土 | 11 |
| 抑止工     | 地すべり抑止杭  | 5  |

表 2-28 には、表面排水工・暗渠工・明暗渠工の傾向を示す。明らかに表面排水工・水路工の排水事例が多い。

表面排水工・水路工は簡便な斜面崩壊対策、地すべり対策として、途上国でも認知度が高い。一方、暗渠工・明暗渠工は、安価な対策として、地すべり地で採用される傾向が認められた。

表 2-28 表面排水工・暗渠工・明暗渠工

(JICA 調査団作成)

| 表面排水工・暗渠工・明暗渠工 | 件数 |
|----------------|----|
| 表面排水工・水路工      | 14 |
| 暗渠工・明暗渠工       | 4  |

表 2-29 は、災害などで路床・路盤が消失した山岳道路の復旧方法に関する傾向をまとめた。

鉄筋補強土盛土は、途上国でも工法として認知されており、採用へのハードルは低い。一方、軽量盛土工法は、いずれも本邦企業の参加を想定した事業に限られており、気泡混合モルタルを想定したものであった。アンカー付き土留め壁は、急峻な山岳斜面で道路を復旧する工法として用いられた例である。

表 2-29 盛土などによる道路復旧

(JICA 調査団作成)

| 道路復旧工      | 件数 |
|------------|----|
| 軽量盛土工法     | 2  |
| 鉄筋補強土盛土    | 3  |
| アンカー付き土留め壁 | 1  |



## 2.3 JICA が発注した斜面对策事業の調査における特記仕様書のレビュー結果・分析

本章では、JICA が発注した斜面对策事業の調査における特記仕様書のレビュー結果・分析を報告する。本章で対象とした案件の一覧を表 2-30 に示す。これらの案件について、JICA の業務指示書／特記仕様書案、特記仕様書、準備調査報告書、詳細設計関連資料を収集レビューした。

尚、混乱を回避するために、JICA 調査案件発注に関する用語の定義を、以下に明確とする。

### 業務指示書／特記仕様書案：

「業務指示書」は JICA 発注による協力準備調査等の調査が公示された際に、案件応募予定者に交付された文書であり、案件公示時点での仕様書・条件書（受注者の提案の指示を含む）という位置付けであった。「業務指示書」に基づいて応募者によりプロポーザル（「業務指示書」に指示された技術提案を含む）が作成され、JICA の選考に付された。

現在は、「業務指示書」の代わりに「特記仕様書案」が、企画競争説明書の一部として、案件予定応募者に公布されている。ただし、レビュー対象案件の公示時には、「業務指示書」が使われていたため、報告書としてはこれらを併記する、或いは単に「業務指示書」として記載している。

なお、国土交通省などの発注による国内業務でも、「業務仕様書」という文書があるが、これは JICA 調査業務における「業務指示書」とは異なる性質の文書である。

### 特記仕様書：

「特記仕様書」は、特定された応募者と JICA との、双方の合意の元に結ばれる仕様書であり、契約書の一部をである。従って、発注時点での JICA の指示内容は、「業務指示書」／「特記仕様書案」の方が明確に表れており、「特記仕様書」は、JICA の業務指示を受けたコンサルタントの提案が含まれた業務の仕様を示している、とも言える。以降、発注用図書である業務指示書/特記仕様書案と契約図書である特記仕様書の双方を参照する場合は「特記仕様書/業務指示書」と表記している。

また、本邦における道路建設の流れと道路土工の関係を示すフロー（図 2-3）と、JICA による無償資金協力事業のフロー（図 2-4）を以下に示す。

図 2-3 における「工事費の積算」と図 2-4 における「概算事業費の算出」をほぼ同じ目的の段階と考えると、図 2-3 の本邦フローにおいて赤字で示した①、②、③、④の検討や設計を、JICA による無償資金協力事業においては、限られた調査期間しか確保できない協力準備調査において行う必要があることが理解できる。

無償資金協力事業においては、協力準備調査と詳細設計において、それぞれ調査と設計を行っているが、これは本邦フローにおける計画、予備設計、詳細設計のように、順を追って詳細に精度が高くなるというイメージとは異なる。協力準備調査は、贈与契約額（G/A 額）を決めるための概算事業費の算出と、JICA による事業の評価を目的としており、片や詳細設計は相手国政府により行われる入札図書を作成するための詳細設計を目的としている。つまり、目的の異なる二つの調査・設計段階が、本邦政府と相手国政府のために、贈与契約の前後でそれぞれ行われている、という流れとなる。

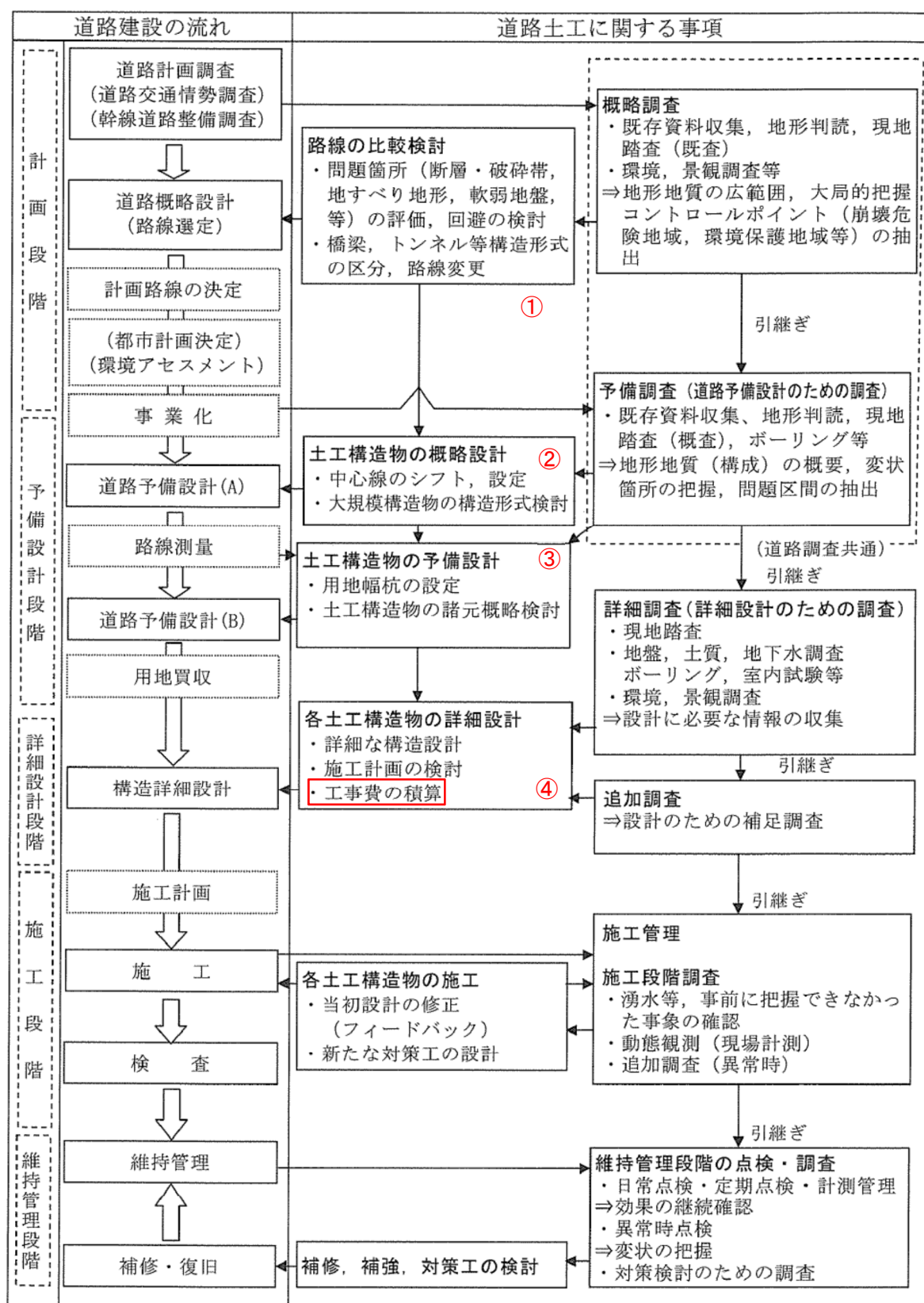


図 2-3 本邦における道路建設の流れと道路土工の関係

(「日本道路協会(2009): 道路土工要綱」より抜粋編集)

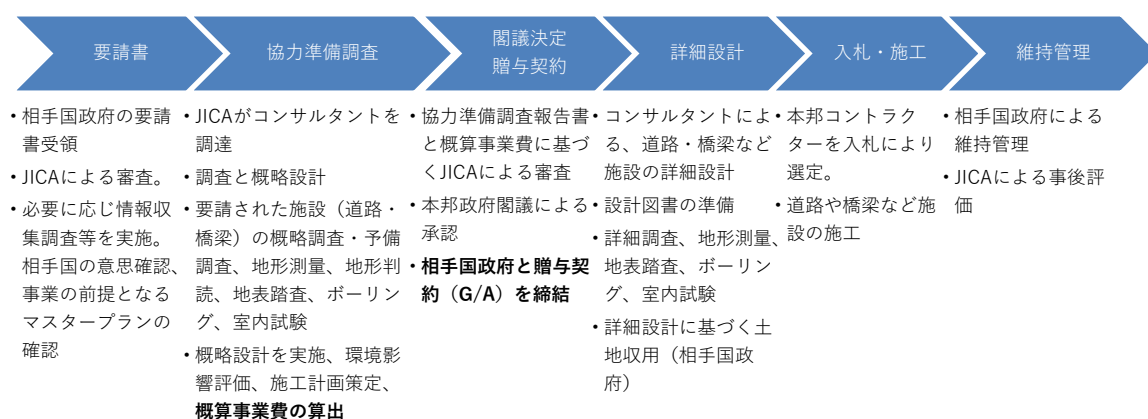


図 2-3 の①, ②,  
③, ④が該当

図 2-4 無償資金協力事業の流れ

(JICA 調査団作成)

表 2-30 対象案件一覧

(JICA 調査団作成)

| No.      | 国名     | 案件名                                                | 案件名略称     |
|----------|--------|----------------------------------------------------|-----------|
| 無償資金協力案件 |        |                                                    |           |
| G1       | ネパール   | シンズリ道路建設計画（第三工区）                                   | シンズリ道路(三) |
| G2       | ネパール   | ネパール地震復旧・復興プロジェクト（サブプロジェクト「バラキロ～バルパック道路橋梁建設計画」を対象） | ネパール地震復旧  |
| G3       | ブータン   | 国道 4 号線橋梁架け替え計画                                    | 国道 4 号線橋梁 |
| G4       | ブータン   | 第三次橋梁架け替え計画                                        | 第三次橋梁     |
| G5       | ボリビア   | 国道 7 号線道路防災対策計画                                    | 国道 7 号線   |
| G6       | ホンジュラス | 国道 6 号線地すべり防止計画                                    | 国道 6 号線   |
| G7       | エチオピア  | 第三次幹線道路改修計画                                        | 第三次幹線     |
| G8       | インド    | 国道 55 号線斜面災害対策計画準備調査                               | 国道 55 号線  |
| 有償資金協力案件 |        |                                                    |           |
| L2       | スリランカ  | 国道土砂災害対策事業（F/S は災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査）            | 国道土砂災害    |
| L4       | キルギス   | 国際幹線道路改善事業                                         | 国際幹線      |
| L5       | ジョージア  | 東西ハイウェイ整備計画 PK1（F/S はグルジア国東西回廊情報収集調査）              | 東西ハイウェイ   |

#### <引用文献>

日本道路協会（2009）：道路土工要綱。

### 2.3.1 調査特記仕様書等のレビュー

調査特記仕様書、及び業務指示書／特記仕様書案のレビュー項目は以下の 11 項目である。

- (a) 十分な調査項目の指示／追加調査項目の提案の指示
- (b) 特記仕様書内での斜面对策に関する調査の具体的指示内容
- (c) 特記仕様書内での斜面对策に関する設計の具体的指示内容
- (d) 特記仕様書内での先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容
- (e) 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項
- (f) (技術協力プロジェクト) 相手国の課題を踏まえた斜面对策技術や維持管理方法の技術移転内容の記載
- (g) 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容確認
- (h) 維持管理に関する対象国の課題の記載内容確認
- (i) 調査期間
- (j) 業務量 (総 M/M)
- (k) 十分な技術・資格を持つ業務従業者の配員要求 (道路斜面防災関連団員、評価対象)

#### (1) 斜面对策を主とするか否かによる取扱い

上記の項目毎のレビューを次項以降に示すが、レビューは「斜面对策を主な業務内容とする案件」と「斜面对策を主な業務内容としない案件」に分けた。「斜面对策を主な業務内容としない案件」とは道路交通の円滑化などの本来の道路改良事業を主な業務内容とするがその中で斜面对策の必要性 (主として切土や盛り土の崩壊対策) が発生する案件であり、無償資金協力事業としては山地部における車線数増、高速化・円滑化・道路交通安全のための線形改良・横断面構成の改良、耐震対策などの実績がある。一方、「斜面对策を主な業務内容とする案件」とは、道路防災対策 (主として自然斜面の崩壊対策) に重点が置かれている案件のことを指す。

斜面对策を主な業務内容とするか否かで、特記仕様書／業務指示書での斜面对策の必然性や重要性、認識レベルが異なり、斜面对策に関連する業務従事者の配員要求や斜面对策の調査・設計・点検・維持管理等に関する指示の重要度や内容が大きく異なるため、特記仕様書／業務指示書の課題や改善の着眼点が異なる。そのため、本章では上記を分けて取り扱った。

#### (2) 無償資金協力案件

無償資金協力案件の中で「斜面对策を主な業務内容としている案件」は以下の 3 案件。

- ・ G5 ボリビア「国道 7 号線道路防災対策計画」
- ・ G6 ホンジュラス「国道 6 号線地すべり防止計画」
- ・ G8 インド「国道 55 号線斜面災害対策計画」

一方、「斜面对策を主な業務内容としない案件 (道路・橋梁案件等)」は以下の 5 案件。

- ・ G1 ネパール「シンズリ道路建設計画 (第三工区) 基本設計調査」
- ・ G2 ネパール「地震復旧・復興プロジェクト」
- ・ G3 ブータン「国道 4 号線橋梁架け替え計画」
- ・ G4 ブータン「第三次橋梁架け替え計画基本設計調査」
- ・ G7 エチオピア「第三次幹線道路改修計画」

#### (3) 有償資金協力案件

「斜面对策を主な業務内容としている案件」は以下の 2 案件。

- ・ L2 スリランカ「国国土砂災害対策事業（F/S は災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査）」、
- ・ L4 キルギス「国際幹線道路改善事業」

L4 の案件名には、「防災」とか「災害」というキーワードは含まれていないが、業務指示書の内容から、斜面对策を主な業務内容とする案件に分類した。

一方、「斜面对策を主な業務内容としない案件（道路・橋梁案件等）」は以下の 1 案件。

- ・ L5 ジョージア「東西回廊情報収集調査」

### 2.3.2 「十分な調査項目の指示と追加調査項目の提案」の指示内容

#### (1) 記載内容の比較

本項の調査は、主として協力準備調査等が公示された時点での業務指示書により調査し、不足は特記仕様書の情報により補った。レビュー対象の案件の中で「斜面对策を主な業務内容としている案件」と「斜面对策を主な業務内容としない案件（道路・橋梁案件等）」に分けて、特記仕様書／業務指示書における「斜面对策に係る調査項目の指示内容、および新たな調査手法に関する技術提案」の指示内容を比較した。具体的な比較表は巻末資料編に掲載する。

以下には、無償／有償資金協力案件ごとに整理して概要を記す。以降、2.3.9 章まで、指示内容の取りまとめ方法は本章と同様である。

#### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G5 ボリビア「国道 7 号線」や G6 ホンジュラス「国道 6 号線」は対象とする地すべり地が明確なためか斜面对策に関する調査項目がモニタリングも含めて具体的に多数指定されているが、G8 インド「国道 55 号線」は斜面对策に関する調査種が少ない。
- ②G5 と G6、G8 では必要な調査種や調査手法はプロポーザルで提案することを指示している。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①コンサルタントの知見を利用するのは有用な解決手段だが、過度に頼るのは課題が残る。JICA 側が考える課題とそれに対する方策を示した上で、応札者からの提案を受ける、というのが望ましい。

#### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①自然条件調査を調査項目としてあげている案件が多い。
- ②どの案件もプロポーザルでの調査項目の提案を求めている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①震災復興の開発調査案件である G2「ネパール地震復旧」の自然条件調査は、目的を明確にしない漠然とした情報収集の指示にとどまっている。これは、案件の目的が震災復興に資する無償資金協力案件の案件提案にあったため、協力サイトの詳細な条件を想定できなかったためと思われる。
- ②G3 ブータン「国道 4 号線橋梁」や G7 エチオピア「第三次幹線」などの多くの案件で指示している自然条件調査は、道路や橋梁の施設の構造や規模を検討するための調査であり、斜面を対象とする自然調査の指示を明記することが望ましい。
- ③いずれの案件も山間部を対象地区に含んでいることから、斜面に対する調査項目を充実することが望ましい。
- ④コンサルタントからの提案を活用する発注方式とすることが求められる。この場合もできるだけ JICA 側が求める提案内容を明確にすることが望ましい。また、応札するコンサルタント側においても、より良い事業案を調査において形成する見地から、積極的に質問及び提案することが求められる。

#### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①L4 キルギス「国際幹線道路」では必要な調査種や調査手法はプロポーザルで提案することを指示している。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①L2 スリランカ「国道土砂災害」は準備調査を兼ねていたことから、斜面对策に関する調査項目の指定を増やすかプロポーザルでの調査項目の提案を求めるなどが望ましい。
- ②L2 は「構造物対策」の業務従事者を配置した上で、それに対応した「斜面对策工等構造物対策工の検討、設計」が指示されている一方、その設計に必要な調査項目の記載が認められないため、必要な調査の記載が望ましい。
- ③L4 キルギス「国際幹線道路」は具体的な調査項目として現地踏査が指示されているが、その他の自然条件調査の項目も追加するなどの改善が望ましい。

#### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

無償資金協力案件と同じ。

### 2.3.3 「斜面对策に関する調査」の具体的指示内容

#### (1) 記載内容の比較

「斜面对策に係る調査」の具体的指示の記載内容を比較した。

#### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G5 ボリビア「国道 7 号線」や G6 ホンジュラス「国道 6 号線」については、雨季前後の地すべり動態観測の実施時期など、細かな内容が実施方針及び留意事項の中で示されている。業務の内容の記述でも、それらがより具体的に示されている。
- ②G5 ボリビア「国道 7 号線」では、対象地域で要請された地区以外の崩壊等についても、斜面对策工の検討を行うことが指示されている。
- ③G6 ホンジュラス「国道 6 号線」では、地すべりの範囲が拡大した場合の対応も提案することが指示されている。
- ④G5 ボリビア「国道 7 号線」では、別紙資料として「サイト状況（自然条件等）調査仕様書」と「モニタリング調査仕様書」が添付されており、その中で調査内容が詳細に示されている。
- ⑤G6 ホンジュラス「国道 6 号線」は別紙資料として「地すべり動態観測調査仕様書」と「自然条件仕様書」が添付されており、その中で調査内容が詳細に示されている。
- ⑥G8 インド「国道 55 号線」では斜面崩壊メカニズムの解明や対策について、実施方針及び留意事項の中で示されている。業務の内容の中でも、そのためのモニタリング機器の設置などがより具体的に示されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①G8 は斜面对策を主目的とする自然条件調査を調査項目としてあげているが、その自然条件調査の仕様書は明記されていない。自然調査の内容はこの案件の 5 年前に実施された G5 とほぼ同じであり、過去の同種案件の自然条件調査の仕様書を参照するなどの対応が望ましい。
- ②或いは、「特記仕様書案」では調査の大項目を提示し、細かい仕様はプロポーザルにおける提案を求めても良いと思われる。

### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G2 ネパール「ネパール地震復旧」は斜面对策に関連する調査はハザードマップの作成に関係する内容のみであるが、2 次災害の危険性とその予防策が必要であることは記載されている。しかし、この要求は無償資金協力案件に関連する「成果 3:優先復興事業計画(プログラム無償)の形成」に対する物ではなく、それとは別の成果 1<sup>3</sup>に対する指示であり、成果 3 には活かされていないと考えるのが妥当である。
- ②G3 ブータン「国道 4 号線橋梁」は現地調査において斜面对策に関する調査の指示は無いものの、事業区間が急峻な山岳道路であり、日本の斜面对策の技術や知見を導入することは指示されている。

<sup>3</sup> 「成果 1」、「成果 2」、「成果 3」などの用語は、技術協力案件の用語であり、無償資金協力事業では、一般的に使われていない。

③G7 エチオピア「第三次幹線」は現地調査において斜面对策に関する調査の指示は無いものの、雨季中の落石、のり面崩壊等の自然災害の発生原因について確認し防災対策を策定することが指示されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①道路・橋梁案件である G3 や G7 は斜面对策の重要性については記載されているものの、そのための具体的な調査についての指示は記載されていない。現地踏査での斜面状況の確認や空中写真判読、地形判読などの必要最小限の調査の指示を記載することが望まれる。

②G2 は震災に対する漠然とした復興・復旧プロジェクトであることから、斜面災害の危険性は認識されていたものの、それに関する具体的な調査についての指示が記載されていない。また、上記の危険性は、「成果 3:優先復興事業計画(プログラム無償)の形成」を明確に意図したものではない。「斜面災害箇所が復興・復旧の対象地となった場合」などと条件を付けて斜面对策に関する調査の指示に関する記載が望まれる。

③G1 ネパール「シンズリ道路」、G4 ブータン「第三次橋梁」では、斜面对策に関する記載が全く無い。対象地域に山間地が含まれる場合は過去の類似案件での記載内容を参照に斜面对策に関する調査の指示を記載することが望ましい。

#### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①L2 スリランカ「国道路砂災害」は実施方針及び留意点の中に斜面对策に関連する記載は無い。業務の内容の中で土砂災害の被害状況を分析して道路防災モデル地区を選定することが記載されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①L2 は「構造物対策」の業務従事者を配置した上で、「斜面对策工等構造物対策工の検討、設計」が指示されている。その設計に必要な調査内容に関する指示を、過去の同種案件の内容を参照にして記載することが望ましい。

②L4 キルギス「国際幹線道路」では、現地踏査の実施が指示されているが、その他の調査に関する具体的指示についても、過去の同種案件を参照して記述することが望ましい。

#### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

特徴と課題として以下が挙げられる。

①L5 ジョージア「東西ハイウェイ」では、斜面对策に関する記載が全く無い。対象地域に山間地が含まれる場合は過去の類似案件での記載内容を参照に斜面对策に関する調査の指示を記載することが望ましい。



## 2.3.4 「斜面对策に関する設計」の具体的指示内容

### (1) 記載内容の比較

「斜面对策に関する設計」の具体的指示内容を比較した。

計画に係るものと具体的設計に係るものの区別が、特記仕様書案上は明確でないものが一般的であるので、ここでは具体的な設計に係るものの分析を試みている。路線選定等の計画に係るものについては 2.3.11 章においてまとめている。

### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G5 ボリビア「国道 7 号線」、G6 ホンジュラス「国道 6 号線」、及び G8 インド「国道 55 号線」の設計に関する具体的指示の内容は、作成を指示する資料の種類や事業の手順に関する事業のフレームワークを示しており、ほぼ同じ内容である。斜面对策工「設計」に関する具体的な指示や、準拠すべき技術基準等に関する指示は認められない。また対象国特有の条件や対象とする斜面災害の違いなどを考慮した「設計」の工夫などに対する指示も認められない。
- ②G5 ボリビア「国道 7 号線」と G6 ホンジュラス「国道 6 号線」では自然条件調査やモニタリング調査の仕様書などの「調査」に関する仕様書は添付されていたが、斜面对策工の「設計」に関する仕様書は添付されていない。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①G6 や G8 の設計に関する具体的指示の内容は、作成する必要がある資料の種類を指示したもので、どちらもほぼ同じ内容である。対象国特有の条件や、対象とする斜面災害の違いなどの考慮を求める指示が望ましい。
- ②G5 では対策工の概略設計の実施の指示が記載されている。対策工の設計方針や設計方法等に関する指示の記載が望ましい。

### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G7 エチオピア「第三次幹線」は道路本体や道路構造物についても、設計に関する具体的指示の記載が認められない。
- ②5 件の全ての案件において、斜面对策の設計に関する具体的指示の記述は認められない。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①G7 は道路本体や道路構造物についても、設計に関する具体的指示の記載が無い。
- ②G3 や G7 のような道路・橋梁案件でも斜面对策の重要性については記載されているものの、斜面对策工についての具体的な指示は記載されていない。

**(4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件**

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①L2 スリランカ「国道土砂災害」では、本体業務における詳細設計に向けた留意点のとりまとめや、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットの明示などは、指示されていない。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①L2 では、本体業務における詳細設計の留意点のとりまとめや、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットの明示などの指示の記載が望ましい。
- ②L4 キルギス「国際幹線道路」では対策工の比較検討や施工計画・標準図面の作成が作業項目として記載されている。対策工の設計方針等に関する指示の記載が望ましい。

**(5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)**

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①L5 ジョージア「東西ハイウェイ」は道路本体や道路構造物についても、設計に関する具体的指示の記載が認められない。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①L5 は道路本体や道路構造物についても、設計に関する具体的指示の記載が無い。

**2.3.5 「先方負担による点検・維持管理」の具体的指示内容****(1) 記載内容の比較**

「先方負担による点検・維持管理」の具体的指示内容を比較した。

**(2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件**

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G5 ボリビア「国道7号線」とG6 ホンジュラス「国道6号線」とG8 インド「国道55号線」はいずれも、斜面对策工の維持管理に関する相手国の技術力や財政状況等を調べた上で、毎年必要な点検・維持管理業務と数年単位で必要な維持管理業務に分類して整理することが指示されている。
- ②G5、G6、G8 共に、準備調査報告書(案)をもとに相手国との協議・確認する場を設定し、維持管理体制の整備や環境社会配慮など、相手国側による事業の技術的・財務的自立発展性確保のための条件、具体的対応策について十分説明・協議することが指示されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①特に無償資金協力案件では、設置した構造物の維持管理に特化した維持管理が重要となる。設置した斜面構造物の損傷事例の紹介、損傷の要因、必要な維持管理の内容・点検ポイントと頻度、予算等を明確とすることが求められる。(参考：「道路土工構造物の点検必携」(平成30年7月日本道路協会刊))

### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①G1 ネパール「シンズリ道路」、G3 ブータン「国道4号線橋梁」、G4 ブータン「第三次橋」、G7 エチオピア「第三次幹線」で記載されている維持管理は、道路や橋梁の構造物等に関する記述である。  
②いずれの案件も、斜面对策工の維持管理に関する記述は無い。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①G3 や G7 のような道路・橋梁案件でも斜面对策の重要性については記載されているものの、その対策工の維持管理に関する指示が記載されていない。  
②G2 ネパール「地震復旧」は維持管理に関する記載は全く無い。

### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

① L2 スリランカ「国道路砂災害」では、斜面对策工の維持管理に関する記述は無い。  
② L4 キルギス「国際幹線道路」は維持管理体制等の提案や維持管理費の算出が指示されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①L2 スリランカ「国道路砂災害」は選定したモデル地区での斜面对策工などの構造物による対策工の検討、設計、経済性評価、積算の提案を行うことが指示されているものの、その対策工の維持管理に関する記述は無い。  
②L4 キルギス「国際幹線道路」は維持管理体制等の提案や維持管理費の算出は指示されているが先方負担か否かに関する記述が無い。

### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

これらの案件の特徴・課題としては以下のことが挙げられる。

① L5 ジョージア「東西ハイウェイ」は維持管理に関する記載は全く無い。

### 2.3.6 「斜面对策の調査・設計に関連する留意事項、事業リスク検討」の指示内容

#### (1) 記載内容の比較

「斜面对策の調査・設計に関する留意事項や事業リスク検討」の指示内容を比較した。

留意事項とは、本体事業実施に対して直接的な影響を与えるものや、詳細設計を実施するにあたり、差し当たり懸案となる事項や積み残し事項、事業実施後に想定される各種リスクなどであり、本体実施時に確実に引き継がれるように配慮が必要な事項とされている。

#### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①G6 ホンジュラス「国道 6 号線」と G8 インド「国道 55 号線」の業務内容に記載された「協力対象事業実施に当たっての留意事項」、「詳細設計実施に向けた留意事項の整理」、「想定される事業リスクの検討」の記載内容はほぼ同じである。
- ②G5 ボリビア「国道 7 号線」では、上記のような記載が無い。

#### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①斜面对策を主な業務内容としない案件では、「斜面对策の調査・設計に関する留意事項や事業リスク検討」に関する記述は無い。

#### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①L2 スリランカ「国道土砂災害」、L4 キルギス「国際幹線道路」では、「協力対象事業実施に当たっての留意事項」、「詳細設計実施に向けた留意事項の整理」、「想定される事業リスクの検討」などの記載が無い。
- ③L2 では、本体事業実施へ向けた留意事項の指示が無い。

#### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

無償資金協力案件と同様である。

### 2.3.7 「相手国の課題を踏まえた斜面对策技術や維持管理方法の技術移転内容」の記載

#### (1) 記載内容の比較

本調査項目は、本来は技術協力プロジェクトを意図したものであるが、資金協力案件であるレビュー対象案件においても調査を実施した。

「相手国の課題を踏まえた斜面对策技術や維持管理方法の技術移転内容」に関する記載内容を比較した。

#### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①G6 ホンジュラス「国道 6 号線」については対策工完成後の地すべり動態観測の継続について相手国でのその体制の構築が指示されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①斜面对策工の維持管理に関する技術移転の記述は、G6 以外は指示されていない。

### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①斜面对策技術や維持管理方法の技術移転内容の記載はどの案件も無い。

### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

無償資金協力案件と同様である。

### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

無償資金協力案件と同様である。

## 2.3.8 「斜面对策技術に関する対象国の課題」の記載内容確認

### (1) 記載内容の比較

「斜面对策技術に関する対象国の課題」の記載内容を比較した。

### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①G5 ボリビア「国道 7 号線」では相手国政府の技術水準を調査することが指示されている。  
 ②G6 ホンジュラス「国道 6 号線」では、斜面对策に関する対象国の課題、問題点等の情報収集を行うことが指示されている。  
 ③G8 インド「国道 55 号線」では、対象国における斜面災害対策のノウハウの不足が記述されている。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①G5 ボリビア「国道 7 号線」では対象国の斜面对策技術の課題について説明が無い。

### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①G2 ネパール「ネパール地震復旧」では震災での地すべり災害が多く道路や橋梁箇所が発生し、復旧・復興の足かせとなっていることが記述されている。  
 ②斜面对策を主な業務内容としない案件では斜面对策技術に関する対象国の課題は記載されていない。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①G3 ブータン「国道4号線橋梁」やG7 エチオピア「第三次幹線」のような道路・橋梁案件でも、斜面对策の重要性については記載されているものの、それに関する対象国の課題は記載されていない。

#### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①L2 スリランカ「国道土砂災害」については、斜面对策や予防を実施するための対象国の技術力が不足していることが記述されている。  
②L4 キルギス「国際幹線道路」では対象国の道路防災対策に係る知識・技術が不足していることが記述されている。

#### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

無償資金協力案件と同様である。

### 2.3.9 「維持管理手法に関する対象国の課題」の記載内容確認

#### (1) 記載内容の比較

「維持管理手法に関する対象国の課題」の記載内容を比較した。

#### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容としている案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①G6 ホンジュラス「国道6号線」では斜面对策の維持管理に関する相手国の課題、問題点等の情報収集を行うことが指示されている。  
②その他の案件ではそれらの記述は無い。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①G6 を除くほとんどの案件では斜面对策の維持管理に関する相手国の課題の把握が指示されていない。

#### (3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

①どの案件でも斜面对策の維持管理手法に関する相手国の課題に関する記述は無い。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

①G3 ブータン「国道4号線橋梁」やG7 エチオピア「第三次幹線」のような道路・橋梁案件でも、斜面对策の重要性については記載されているものの、それに関する対象国の斜面对策の維持管理の課題は記載されていない。

#### (4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件

無償資金協力案件と同様である。

#### (5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)

無償資金協力案件と同様である。

### 2.3.10 「調査期間、業務量、十分な技術・資格を持つ業務従業者(道路斜面防災関連団員、評価対象)」の配員要求の確認

#### (1) 記載内容の比較

「調査期間、業務量、十分な技術・資格を持つ業務従業者(道路斜面防災関連団員、評価対象)」の記載内容を比較した。具体的な比較表は巻末資料編に掲載する。<sup>4</sup>

#### (2) 斜面对策を主な業務内容とした無償資金協力案件

斜面对策を主な業務内容とした案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①準備調査の期間は7～8ヶ月が多い。G5 ボリビア「国道7号線」やG6 ホンジュラス「国道6号線」で15～16ヶ月と長期間となったのは地すべりの動態観測で雨季と乾季の情報を入手するためである。
- ②業務量(総M/M)は25～29M/Mの案件が多く、G5 ボリビア「国道7号線」のみが18M/Mと少ない業務量となっている。
- ③業務従事者については多くの案件で斜面对策や土砂災害対策の配員があり、構造物設計や自然条件調査等、必要な業務従業者が配置されている案件が多い。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①G5 ボリビア「国道7号線」は崩壊対策や地すべり対策が主な業務内容で、G6 ホンジュラス「国道6号線」は地すべり対策が主な業務内容である。地質分布や地質構造から崩壊や地すべりの拡大の可能性等を検討することは重要である。このため、業務従事者に「地質」の配員が望ましい。

<sup>4</sup> 斜面对策を主な業務内容としない案件であるG2「ネパール地震復旧」は、成果毎に業務従事者が要求されていた。本調査研究で対象としているのは、サブプロジェクト「バラキローバルバック道路橋梁建設計画」であり、これは「成果3:優先復興事業計画(プログラム無償)の形成(カトマンズ盆地及び地方郡)」の担当である。巻末資料編: Appendix1 表1-2には、他の成果で要求された業務従事者も示しており、成果1においては、「防災計画」や「ハザードマップ作成」も配員要求されているが、成果1の業務従事者が成果3に従事する事はなく、調査対象である成果3において、道路斜面防災に関連する業務従事者は「10) 環境社会配慮/自然条件調査」のみである。

**(3) 斜面对策を主な業務内容としない無償資金協力案件(道路・橋梁案件等)**

斜面对策を主な業務内容としない案件の特徴として以下のことが挙げられる。

- ①震災復興の開発調査案件である「ネパール地震復旧」(調査期間：24 ヶ月)を除くと、準備調査の期間は4～10 ヶ月である。無償資金協力は緊急性が求められており、概して調査期間は短く、通常、1 年未満である。
- ②上記の「ネパール地震復旧」(総 M/M：150M/M)を除くと、業務量(総 M/M)は10～22M/M となる。これは、一般的な無償資金協力案件の協力準備調査としては、平均的な数字である。
- ③業務従事者については多くの案件で自然条件調査の配員があるものの、「斜面对策を主な業務内容とする案件」に比べると、道路斜面防災に関連する業務従事者が殆ど要求されていないことが判る。

これらの案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①山間部の道路や橋梁が対象となっている案件では「斜面对策」や「地質」の配員が望ましい。山間地で道路や橋梁を施工する場合や、山間部の道路復旧事業には、「斜面对策」や「地質」の業務従事者の役割が重要であり、状況に応じて評価対象とすることも必要である。

**(4) 斜面对策を主な業務内容とした有償資金協力案件**

斜面对策を主な業務内容とした案件の特徴は、無償資金協力案件と同じである。

一方、有償資金協力案件の課題としては以下のことが挙げられる。

- ①L2 スリランカ「国道土砂災害」は、当初は情報収集業務の発注であり、状況に応じて準備調査を実施した案件である。このような案件では業務従事者に「自然条件調査」や「施工計画／積算」の配員が望ましい。実際には地形測量などの自然条件調査や対策工の概略設計と概略積算を実施しており、契約変更で追加されている。
- ②L2 は本業務の主目的である対象斜面の選定や今後の斜面对策を考える上で重要な「地質」の業務従事者を評価対象とすることが望ましい。L4 キルギス「国際幹線」でも同様に「地形・地質」の業務従事者を評価対象とすることが望ましい。
- ③L2 や L4 では業務内容の中で、斜面对策工の積算を行うことが指示されているため「積算」の業務従事者の配員が望ましい。

**(5) 斜面对策を主な業務内容としない有償資金協力案件(道路・橋梁案件等)**

無償資金協力案件と同様である。



### 2.3.11 斜面对策の困難性を回避する観点からの調査特記仕様書等での指示

これまでのレビュー結果を元に、「斜面对策の困難性を回避する観点からの検討」という観点において特記仕様書/業務指示書での指示事項をまとめた。なお、現況に対応した斜面对策を主な業務内容とする案件は、現況の道路のルート、橋梁の位置・構造を与件として斜面の安全性向上対策の検討を内容とするものであったところから、下記の一覧表から除外している。

表 2-31 に示すように斜面对策の困難性を回避する観点からの指示が記載されていたのは G3 のブータン案件のみである。この案件においても斜面状況を踏まえた道路や橋梁の構造の検討の指示の記載は無い。

表 2-31 斜面对策の困難性を回避する観点からの指示の内容

(JICA 調査団作成)

| No.      | 国名    | 案件名      | 斜面状況を踏まえたルート設定又は橋梁位置の選定の指示                                    | 斜面状況を踏まえた道路規格や橋梁規格の検討                         | 斜面状況を踏まえた道路線形の検討                                              | 斜面状況を踏まえた道路や橋梁の構造の検討の指示 |
|----------|-------|----------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 無償資金協力案件 |       |          |                                                               |                                               |                                                               |                         |
| G1       | ネパール  | シンズリ道    | 無し                                                            | 無し                                            | 無し                                                            | 無し                      |
| G2       | ネパール  | ネパール地震復旧 | ハザードマップ作成指示はあるが復旧・復興グランドデザインのためのもので具体的な復興計画用では無い。             | 無し                                            | 無し                                                            | 無し                      |
| G3       | ブータン  | 国道1号線橋梁  | 事業区間が急峻な山岳道路であり、日本の斜面对策の技術や知見を導入することと橋梁部も含めて最適なルート選定が指示されている。 | 事業区間が急峻な山岳道路であり、日本の斜面对策の技術や知見を導入することが指示されている。 | 事業区間が急峻な山岳道路であり、取り付け道路の線形を検討する際に日本の斜面对策の技術や知見を導入することが指示されている。 | 無し                      |
| G4       | ブータン  | 第三次橋梁    | 無し                                                            | 無し                                            | 無し                                                            | 無し                      |
| G7       | エチオピア | 第三次幹線    | 無し                                                            | 無し                                            | 無し                                                            | 無し                      |

| No.      | 国名    | 案件名     | 斜面状況を踏まえたルート設定又は橋梁位置の選定の指示 | 斜面状況を踏まえた道路規格や橋梁規格の検討 | 斜面状況を踏まえた道路線形の検討 | 斜面状況を踏まえた道路や橋梁の構造の検討の指示 |
|----------|-------|---------|----------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| 有償資金協力案件 |       |         |                            |                       |                  |                         |
| L5       | ジョージア | 東西ハイウェイ | 無し                         | 無し                    | 無し               | 無し                      |

### 2.3.12 ヒアリング結果概要

特記仕様書(案)をレビューした案件を担当したコンサルタントに対して、ヒアリングを行い、意見を聴取した(表 2-32)。

表 2-32 ヒアリング調査で収集した意見

(JICA 調査団作成)

| No.      | 国名    | 件名      | 段階    | ヒアリング結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-------|---------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 無償資金協力案件 |       |         |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| G3       | ブータン  | 国道 4 号線 | PS    | 準備調査段階で自然条件調査担当に若手技術者を配したが、経験と能力の不足から落石発生源や斜面崩壊の危険性などを現地で把握することができなかった。そのため、DD や SV 時に地質専門業者の技術者によりフォローアップすることとなった。                                                                                                                                                                                                        |
| G4       | ブータン  | 第二次橋梁   | DD/SV | 協力準備調査だけでなく、本体事業の施工監理にも、斜面对策の要員の配置が望まれる。本案件では、日本人エンジニアは Resident Engineer と Bridge Engineer の二名体制であったが、グラントアンカー工やロックボルト工の導入に際しては、そのための専門家の追加配員が望ましかった。<br>斜面对策工の施工監理において、また斜面对策工を必要とする設計変更の際には、斜面对策の専門家の参画が望まれる。同専門家は、動態観測の実施や指導にも必要である。<br>業務着手時の技術指導や TOR の確実な伝達と品質管理体制の構築、及び業務実施中のスポット的なフォローアップが、斜面对策工の専門家で実施されることが望ましい |
| G5       | ボリビア  | 国道 7 号線 | DD/SV | 準備調査において、路線沿いの危険箇所を確認した上で、斜面对策の必要箇所の選定から概略設計まで一気に進めるのは、なかなか困難である。実施箇所を選定するための情報収集調査を行い、その結果に対して準備調査を行う方が良いのではないかと。或いは、箇所選定の調査と概略設計でフェーズ分けるのも一案(箇所選定の結果による契約変更を前提とする)。現地政府との契約に苦労したが、技術的には、ボリビア国だからといって、特に問題はない。同国では ASSHTO 基準を使う事はあったが、本邦基準を使うことに、特に問題はない。                                                                 |
| G6       | ホンジュラ | 国道 9 号線 | DD/SV | 全般的な課題として、設計変更に時間が掛かり、その間工事が中断されるため、手続き(プロセス)の改善が求められる。                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| No. | 国名    | 件名       | 段階 | ヒアリング結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|-------|----------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G7  | エチオピア | 第二次幹線    | PS | <p>準備調査報告書には、特に必要な箇所については、水抜きボーリング実施に関する記述があったが、エチオピアに水平ボーリング対応可能な業者がいなかった。</p> <p>アカデミックでマクロ的視点を持った純粋地質の専門家（JICA 長期専門家経験あり）が地質担当として配員されていたが、土木地質的な素養に乏しく、具体的な工事に関する調査結果や助言、及び斜面对策の必要性に関する指摘が得られなかった。また当該区間に地すべりは無いというコメントがあり、道路や橋梁のエンジニアはこれに従ったが、現実には、当該区間は地すべりの巣であった。</p> <p>このような事態は、斜面災害や地すべりに関する実務経験を豊富に有する専門家を、業務指示書において配員要求することにより、再発が防がれるものと思われる。山岳部の橋梁開発や道路拡幅など、斜面災害や地すべりの懸念がありそうな案件においては、斜面災害や地すべりに関する専門家を「評価対象」とすることにより、受注コンサルの能動的な動きを期待できる。「評価対象」である以上、受注コンサルは「技術士」相当の専門家を用意するようなモチベーションが働くため、この案件で起きたような事態の再発を防ぐ有効な手段となり得る。</p> <p>一方、仮定の問題として、準備調査の時点で再活動型の地すべりが多く存在することが判明していた場合、準備調査の期間内に有効な対策工を提案できたかは疑問が残る。本件の準備調査の工期は約半年であるが、再活動型の地すべりに対して、有効な対策工を立案するには、雨期期間中の地下水位観測や動態観測が必要であり、ボーリング孔を利用した水位観測孔やパイプひずみ計等の設置期間を考慮すると、雨期が始まる相当前から協力準備調査を開始し、雨期の終了後に対策工の設計を行うという流れが必要となり、最低でも 1 年間の調査期間は必要となる。1 年間という調査期間は、運よく雨期前に調査ボーリングを完了できた場合のケースであり、通常はより長い期間が必要となるだろう。</p> |
| G8  | インド   | 国道 55 号線 | PS | <p>インド国道 55 号線（観光地ダーズリンに向かう重要路線で、世界遺産のダーズリンヒマラヤ鉄道が並走）で発生した、大規模斜面崩壊に対する復旧を要請された無償資金協力案件。インド側から要請されたサイトは 1) ティンダリア、2) パグラジョラの 2 サイトであったが、パグラジョラは大規模な深層崩壊の跡地であり、調査時点でもまだまだ不安定であり、とても無償資金協力の単発案件で手に負える規模ではなかった。JICA のレピュテーションリスクを考えると、2) パグラジョラはきわめてリスクの高いサイトであった。</p> <p>1) ティンダリアも、きわめて急な斜面上で道路を復旧する難工事が予想されたが、斜面崩壊の規模は大きいものの、相応の斜面对策を実施することで、安定化させる目途が付いた。しかし、国道 55 号線のティンダリア周辺の区間では、当該箇所以外でも地すべりや崩壊、及び重力性変形によると思われる道路の沈下が頻発しており、1) ティンダリアで無償資金協力事業を行ったとしても、隣接する道路区間の地すべりなどによる被災により、請負者がサイトにたどり着けないという事態の可能性がある、この点は協力準備調査の終盤において、JICA 審査部との調整に際して指摘を受けた。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| No.             | 国名    | 件名      | 段階    | ヒアリング結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|-------|---------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>有償資金協力案件</b> |       |         |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| L2              | スリランカ | 国道土砂災害  | PS    | <p>排水横ポーリングからの水の利活用について：当初、利活用は想定していなかったが、地元から、水利用の要望があった。</p> <p>日本の中小建設会社が海外で成功裏に業務を実施できたことは、有償資金協力としても実績となった。また、C/P の能力が高かったため十分な成果が得られたが、C/P の能力が期待できない他国における日本のインフラ輸出が可能かどうかは疑問に感じる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| L4              | キルギス  | 国際幹線    | DD/SV | <p>L/A 額が 100 億円。道路橋梁に 70 億円が回され、斜面は 30 億円。この金額に対して、コンサルフィー10%での対応が求められたが、スタッフの配員などを考えると不十分。</p> <p>斜面は、キルギスにとって新技術となるため、日本人技術者が殆どの作業を行うため、各対策工種（地すべり・落石の工種）に割り当てられる M/M が十分でない。道路橋梁では、ローカルに設計や作業を任せて、日本人は全体の統括を行えば足りるが、斜面对策は日本人が一から百まで全部行う必要があり、コンサルフィー10%では十分とは考えにくい。</p> <p>路線ごとのマスタープラン（優先順位を付けて）、優先度が高いところから徐々に対策を実施し、防災力を高めるという意識が必要と思われる。また、防災は高いというイメージを持たれやすく、円借案件では E I R R に拘られると、事業の実現が困難となる。</p>                                                                                                                                                                                                        |
| L5              | ジョージア | 東西ハイウェイ | DD/SV | <p>準備調査の設計は、本邦の設計と比べて、概略レベルとの認識。当該レベルでは、LA 額と差異が発生しても仕方ないを考える。本件の準備調査に相当したのは情報収集調査なので、線形のスタディのみ。本来は協力準備調査を追加して基本設計を実施すべきではなかったかと思う。他方、一般的に協力準備調査の工期が短く、歩掛が少ないため、高い精度を期待することは困難である。</p> <p>準備調査では 1 段程度の盛土、切土のみで、崩壊は想定されていなかった。道路線形が変更され、大規模な切土が発生した後も、切土のり面の設計はローカル・アソシエイトが握り、日本人はタッチできなかった。のり面对策が詳細設計で予定されていなかったため、施工では着々と切土工が進められた。のり面对策が予定されていないので、日本のような逆巻施工が行えなかった。（詳細設計時点で予定されていれば、逆巻施工を行った筈）。崩壊発生後は、手当（対策工の実施）が大変になる。</p> <p>準備調査の路線調査では、問題が発生した切土区間は、長大切土の出現が予想されたので忌避した。地質による判断ではなく、設計として長大切土のリスクを避けた。</p> <p>今後 JICA による案件形成の際には、以下のような改善が求められる：設計の精度の向上、十分な準備調査の工期設定、十分な歩掛と MM、業務指示書において本当に必要な技術者を示す。</p> |

### 2.3.13 レビュー／ヒアリングから得た現状分析

レビュー／ヒアリングから得た現状分析を下記に示す。

## (1) 指示書・特記仕様書の現状分析の結果

- ① 斜面对策を主な業務内容とする案件では斜面对策に関係する業務従事者を適切に配員している案件が多く、斜面对策に関する「調査」の内容、対象国負担の点検・維持管理、その他必要な項目の指示が適切に記載されているものが多い。
- ② 斜面对策を主な業務内容とする案件でも、斜面对策の「設計」に関する具体的指示内容は、必要な作成資料の項目と事業の手順等に関する内容が主であり、「設計」そのものの具体的内容の指示や、準拠する技術基準に関する指示等はない。また、対象とする斜面災害の違いや対象国の違いを考慮した斜面对策の工夫に関する指示もなく、2つの異なる案件ではほぼ同じ記載内容であった。
- ③ 斜面对策を主な業務内容とする案件では、地すべり動態観測仕様書や自然条件調査仕様書を別紙で掲載するなど、斜面对策の「調査」についてはわかりやすい特記仕様書もある反面、斜面对策工の「設計」に関する仕様書が掲載された特記仕様書はなかった。これは、斜面对策工の設計は、問題となる斜面災害の特性・性質が調査によって明確になった後に、必要な対策工種の選定が専門技術者の手により行われるのが通常の手順であるため、業務指示書や特記仕様書の段階では対策工を特定しづらいという問題があるのも、その一因と考察される。
- ④ 斜面对策を主な業務内容とする案件であっても一部の案件や情報収集(F/S)と協力準備調査を合わせた案件では、業務従事者の配員、斜面对策に関する調査や設計の内容、対象国負担の点検・維持管理、その他必要な項目の指示がほとんどなされていなかった。
- ⑤ 斜面对策を主な業務内容とする案件では、必要な調査項目・数量を提案するよう、コンサルタントに提案を求めた案件も複数あった。適切な調査を立案するという観点から、適した業務指示のオプションの一つである。
- ⑥ 斜面对策を主な業務内容としない案件(道路・橋梁案件)では、実施方針及び留意事項などで斜面災害の危険性や斜面对策の重要性については記載されている案件が3件認められたものの、斜面对策に関する調査や設計等に関して具体的に指示している案件は無く、斜面对策に関連する業務従事者の配員もなされていなかった。残りの3案件では山間部での工事が含まれるにもかかわらず斜面災害や斜面对策に関する記述が全く無かった。

## (2) ヒアリング結果の現状分析の結果

- ① 斜面对策を実施した案件を担当したコンサルタントは、業務指示書／特記仕様書や準備調査報告書から、斜面災害に関する何らかのリスクがあったことを事前に想定できていた。しかし、それらの文書から得られる情報の内容については、改善すべき点が指摘されていた。改善の方向性としては、湧水、潜在地すべり、予期せぬ場所での斜面崩壊、落石など現場の自然条件や変状といったより具体的な情報が、特に準備調査報告書において記載されることが求められていた。
- ② 斜面对策を実施した全案件において、コンサルタントは、本体業務実施後の現地調査と詳細設計の段階から斜面对策工を想定し検討しており、それらは、事前に業務指示書／特記仕様書、もしくは協力準備調査で想定されていたと回答している。
- ③ 11件中6件で施工中に斜面災害現象が顕在化していた(G2 ネパール「ネパール地震復旧」、G3 ブータン「国道4号線橋梁」、G6 ホンジュラス「国道6号線」、G7 エチオピア「第三次幹線」、L2 スリランカ「国道土砂災害」、L5 ジョージア「東西ハイウェイ」)。
- ④ 11件中6案件で施工段階における設計変更が発生していた(G2 ネパール「ネパール地震復旧」、G3 ブータン「国道4号線橋梁」、G4 ブータン「第三次橋梁」、G6 ホンジュラス「国道6号」、L2 スリランカ「国道土砂災害」、L5 ジョージア「東西ハイウェイ」)。

- ⑤ 設計変更時の流れの課題として、予見不可能であったかどうかの合理的説明の困難性や、無償資金協力事業における設計変更の手続きの煩雑さが挙げられていた。
- ⑥ 業務量に対する投入（M/M）不足、当初の業務範囲外に対応するための要員不足、調査期間の短さ、雨季が考慮されていない調査時期の設定といった点について指摘があった。
- ⑦ 施工後の斜面对策工の点検や維持管理について、コンサルタントとしては、業務指示書／特記仕様書や準備調査報告書において、詳細に述べられている案件は無いとの認識であった。関連する記載内容があったとしても、一般的な記載であり、特に斜面对策に関する維持管理の記載は無いと認識されていた。
- ⑧ 施工中に設計変更のあった案件で用いられていた工種は、ガビオン、湧水排除のための排水工、落石対策のための侵食防護、コンクリート法枠とロックボルト、土留壁＋アンカー工、崩落切土のり面（植生工のみ実施）に対する法枠工＋ロックボルト補強（複数の事例）、のり勾配の緩勾配化、鉄筋挿入工、吹付法枠工、排水路工、排水横ボーリング工であった。
- ⑨ すべての案件において日本の技術基準書が用いられていた。特に道路土工指針は全ての案件において使用されていた。
- ⑩ 地域特有の条件を考慮した設計としては、現地でよく使われているガビオンの採用、現地の気象・気候条件の考慮（降雨量、気温）、現地で購入及び搬入可能な資機材を考慮した計画等があげられていた。
- ⑪ 11 件中 8 案件で斜面崩壊等の予知のための提案・監視が行われていた（G1 ネパール「シンズリ道路(三)」、G3 ブータン「国道 4 号線」、G5 ボリビア「国道 7 号線」、G6 ホンジュラス「国道 6 号」、G7 エチオピア「第三次幹線」、L2 スリランカ「国道土砂災害」、L4 キルギス「国際幹線」、L5 ジョージア「東西ハイウェイ」）。具体的には、トータルステーションによる転石モニタリング、計測機器設置・観測（地中パイプ歪み計、伸縮計、孔内傾斜計、水位計）、雨量計による早期警報システム、斜面地盤の電気探査が挙げられていた。
- ⑫ 11 件中 7 案件で施工会社に対して、調査や点検、対策工提案の指示が行われていた（G1 ネパール「シンズリ道路(三)」、G3 ブータン「国道 4 号線橋梁」、G4 ブータン「第三次橋梁」、G6 ホンジュラス「国道 6 号線」、G7 エチオピア「第三次幹線」、L2 スリランカ「国道土砂災害」、L5 ジョージア「東西ハイウェイ」）。指示内容としては、斜面や小段排水の亀裂モニタリング、目視観測、道路の安全確保、クラックや変状のモニタリング、小さな斜面変状が発生したので注意喚起、巡回調査、雨水浸透防止対策の指示等が挙げられた。

## 2.4 斜面对策事業の施工管理/監理計画書のレビュー結果・分析

施工監理／管理計画書のレビュー対象案件は表 2-33 に示す 10 件とした。2.3 章とレビュー対象案件が異なるのは、特記仕様書案でレビューした案件には、工事入札前の案件が 2 案件含まれており、施工段階のレビューには不適であったため、新たに施工段階のレビューが可能な案件を 2 案件（L1 と L3）追加したためである。

表 2-33 レビュー対象案件 施工監理／管理

(JICA 調査団作成)

| No.             | 国名     | 案件名                                                | 案件名略称       |
|-----------------|--------|----------------------------------------------------|-------------|
| <b>無償資金協力案件</b> |        |                                                    |             |
| G1              | ネパール   | シンズリ道路建設計画（第三工区）                                   | シンズリ道路(三)   |
| G2              | ネパール   | ネパール地震復旧・復興プロジェクト（サブプロジェクト「バラキロ～バルバック道路橋梁建設計画」を対象） | ネパール地震復旧    |
| G3              | ブータン   | 国道 4 号線橋梁架け替え計画                                    | 国道 4 号線橋梁   |
| G4              | ブータン   | 第三次橋梁架け替え計画                                        | 第三次橋梁       |
| G6              | ホンジュラス | 国道 6 号線地すべり防止計画                                    | 国道 6 号線     |
| G7              | エチオピア  | 第三次幹線道路改修計画                                        | 第三次幹線       |
| <b>有償資金協力案件</b> |        |                                                    |             |
| L1              | スリランカ  | 南部ハイウェイ建設事業                                        | 南部ハイウェイ     |
| L2              | 同上     | 国道土砂災害対策事業                                         | 国道土砂災害      |
| L3              | ベトナム   | 南北高速道路建設事業（ダナン-クアンガイ間）Ⅲ                            | ダナン - クアンガイ |
| L5              | ジョージア  | 東西ハイウェイ整備計画 PK1                                    | 東西ハイウェイ     |

### 2.4.1 施工監理計画書のレビュー

施工監理計画書のレビューは、下記項目に着目して情報を収集・整理した。

- 斜面对策に関する記載有無、概要（表 2-34）
- 施工監理における品質管理の記載有無（同）
- 斜面对策担当の人員配置（表 2-35）

表 2-34 施工監理計画書の内容（斜面对策に関する記述の有無）

(JICA 調査団作成)

| No.             | 国名   | 件名        | 記載内容、人員配置など |
|-----------------|------|-----------|-------------|
| <b>無償資金協力案件</b> |      |           |             |
| G1              | ネパール | シンズリ道路(三) | 入手できず       |
| G2              | ネパール | ネパール地震復旧  | 入手できず       |

| No.             | 国名     | 件名        | 記載内容、人員配置など                                                                                                                         |
|-----------------|--------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G3              | ブータン   | 国道 4 号線橋梁 | 斜面对策の記述は、Slope Protection Work (TS-192)で <u>詳述</u> 。<br>工種はモルタル吹付、吹付砕工、ロックボルト。<br>材料検査、品質管理方法を日本の基準（国交省施工管理基準、全国特定法面保護協会、地盤工学会）で規定。 |
| G4              | ブータン   | 第三次橋梁     | 突発崩壊事例のため施工監理計画書なし                                                                                                                  |
| G6              | ホンジュラス | 国道 6 号線   | 入手できず                                                                                                                               |
| G7              | エチオピア  | 第三次幹線     | スコープに斜面对策はなく、 <u>斜面对策に関する記載はなし</u> 。<br>施工監理計画書は、道路・橋梁に掛かる下記の記述に留まる。<br>・土工、舗装、コンクリート構造物、補強鉄筋、型枠、PC ケーブル、プレストレス、PC グラウト             |
| <b>有償資金協力案件</b> |        |           |                                                                                                                                     |
| L1              | スリランカ  | 南部ハイウェイ   | 無し<br>（主な斜面对策は、適正なのり面勾配の設定と植生工。施工中、地質の想定が異なる切土のり面に対して、モルタル吹付を実施。大規模な斜面崩壊は瑕疵担保期間終了後に発生したため、対策工は現地政府が実施）                              |
| L2              | スリランカ  | 国道土砂災害    | スコープに含まれる <u>斜面对策工を地区毎に工種を記載</u> 。<br>下記工種に関しては <u>品質管理チェックリストを作成</u> し、コントラクターが利用できるよう配慮。<br>・工種：補強鉄筋、型枠、コンクリート打設                  |
| L3              | ベトナム   | ダナン・クアンガイ | 施工監理計画書に、 <u>斜面对策に関する記述はなし</u> 。（但し、場所打ちコンクリート法砕工が、詳細設計に含まれている）                                                                     |
| L5              | ジョージア  | 東西ハイウェイ   | 該当資料なし（斜面对策は当初 TOR になく、コントラクターは設計変更による対応を固辞）<br>（別途発注となった斜面对策を請け負った China Railway の資料を参考として入手）                                      |

#### 無償資金協力案件

施工監理計画書の中で、「斜面对策」に関する記述や材料検査・品質管理方法等の記述が充実しているのは、G3 ブータン「国道 4 号線橋梁」である。

G3 は山岳地における道路整備事業で、「斜面对策」が土工・橋梁・舗装・排水と並ぶ主要工種として位置づけられており、他工種と同程度に材料検査・品質管理の方法等の記述が充実している。特に、検査・管理項目や頻度を全て日本の基準に基づき設定している点は注目に値する。



## 有償資金協力案件

施工監理計画書の中で、「斜面对策」に関する記述や材料検査・品質管理方法等の記述が充実しているのはL2 スリランカ「国道土砂災害」である。

L2 は国道の土砂災害対策を主眼としたプロジェクトの性質上、最も多種の斜面对策工事が実施されており、材料検査・品質管理の方法等の記述が充実している。

L3 ベトナム「ダナン - クアンガイ」では斜面对策に注目した記述はない。これは全路線長と比較して切土箇所は限定的であるためと考えられる。

表 2-35 施工監理計画書の内容（人員配置）

(JICA 調査団作成)

| No.             | 国名     | 案件名         | 「斜面对策」担当の人員配置                                                                    |
|-----------------|--------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>無償資金協力案件</b> |        |             |                                                                                  |
| G1              | ネパール   | シンズリ道路(三)   | 入手できず                                                                            |
| G2              | ネパール   | ネパール地震復旧    | 入手できず                                                                            |
| G3              | ブータン   | 国道 4 号線橋梁   | スコープに斜面对策が含まれる。<br><b>「斜面对策エンジニア」は配置なし。</b>                                      |
| G4              | ブータン   | 第三次橋梁       | 変更理由説明資料において、設計 1 名(1.5MM)、施工計画・積算 1 名(0.5MM)を計上。                                |
| G6              | ホンジュラス | 国道 6 号線     | 入手できず                                                                            |
| G7              | エチオピア  | 第三次幹線       | スコープに斜面对策がない。<br><b>「斜面对策エンジニア」は配置なし。</b>                                        |
| <b>有償資金協力案件</b> |        |             |                                                                                  |
| L1              | スリランカ  | 南部ハイウェイ     | 入手できず                                                                            |
| L2              | スリランカ  | 国道土砂災害      | スコープに斜面对策が含まれる。<br>斜面对策エンジニアは<br><b>「地すべり調査・モニタリング」「地質専門家」計 2 名を配置</b>           |
| L3              | ベトナム   | ダナン - クアンガイ | スコープに斜面对策が含まれる。<br><b>地質専門家 1 名を配置</b> されているが、斜面对策ではなく、一般的な土質試験、調査の担当を想定したものと推測。 |
| L5              | ジョージア  | 東西ハイウェイ     | 該当資料なし（斜面对策は当初 TOR にない）                                                          |

「斜面对策」の担当として明確に専門家を配置していたのは L2 スリランカ「国道土砂災害」のみであった。

その他の案件では、PM を中心にプロジェクトチーム内外の知見を収集しながら、斜面崩壊の発生・懸念に対して、調査及び設計を行ったものと推測される。

## 2.4.2 施工計画書のレビュー

レビュー対象案件において入手できた施工計画書のレビュー結果を以下に示す（表 2-36）。

表 2-36 施工計画書の内容

(JICA 調査団作成)

| No.             | 国名     | 案件名          | レビュー結果                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|--------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>無償資金協力案件</b> |        |              |                                                                                                                                                                                                                                          |
| G1              | ネパール   | シンズリ道路(三)    | 入手できず                                                                                                                                                                                                                                    |
| G2              | ネパール   | ネパール地震復旧     | 入手できず                                                                                                                                                                                                                                    |
| G3              | ブータン   | 国道 4 号線橋梁    | 施工監理計画書と同様の品質管理方法が、Method Statement の中で下記工種について記述されている。<br>工種は吹付、吹付砕工、ロックボルト。<br>それぞれに対して。材料検査、品質管理が日本の基準で規定されている。                                                                                                                       |
| G4              | ブータン   | 第三次橋梁        | 追加工事施工計画書の中に、モルタル吹付の施工手順、方法が記載されているが、品質管理方法に関する記載は見当たらない。                                                                                                                                                                                |
| G6              | ホンジュラス | 国道 6 号線      | 入手できず。                                                                                                                                                                                                                                   |
| G7              | エチオピア  | 第三次幹線        | 施工計画書は入手できず。                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>有償資金協力案件</b> |        |              |                                                                                                                                                                                                                                          |
| L1              | スリランカ  | 南部ハイウェイ      | Detail Procedure 中の Method Statement に、下記工種の記述がされている。<br>工種は表面排水工、盛土部の蛇籠。<br>ただし、材料検査、品質管理項目の記載はない。                                                                                                                                      |
| L2              | スリランカ  | 国道土砂災害       | 入札時にコントラクター側技術者で以下を要件としている。<br>Landslide eng. 3 名、経験 10 年以上、学位以上、<br>Geologist 1 名、経験 10 年以上、学位以上<br><br>品質管理計画書の Method Statement に斜面对策に掛かる下記工種の記述あり。<br>水抜き横ボーリング、ロックボルト、グラウンドアンカー、<br>軽量盛土（吹付工は詳細設計には有り）<br>（JV 頭はスリランカ業者。JV サブに本邦企業） |
| L3              | ベトナム   | ダナン - クアングアイ | 崩壊箇所の Method Statement に品質管理計画に関する下記記述あり。<br>吹付、場所打ちコンクリート法砕工<br>（コントラクターはベトナム業者）                                                                                                                                                        |

| No. | 国名    | 案件名     | レビュー結果                                                                                                                                       |
|-----|-------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L5  | ジョージア | 東西ハイウェイ | <p>施工計画書は入手できず。</p> <p>斜面对策は実施しておらず、切土のり面整形のみ。</p> <p>備考:他工区(China Railway 作成)の Method Statement によれば、施工手順が簡潔に述べられているが、具体的な品質管理計画の記載はない。</p> |

### 2.4.3 レビュー／ヒアリングから得られた現状分析と教訓

レビューに合わせて、施工監理を行ったコンサルタント、施工管理を行ったコントラクターからも意見を聴取した。本章ではレビュー結果と併せてヒアリング結果を報告する。

本章では主に無償資金協力案件に関してまとめ、有償資金協力案件に関しては脚注に付記した。

#### (1) 施工監理／管理

##### 【人員配置】

##### (a) 施工監理

レビュー・ヒアリング対象案件において、施工監理を行うコンサルタントへの斜面对策を担当する技術者の配置は認められない<sup>5</sup>。

しかし、施工中に想定されていなかった斜面崩壊・懸念が顕在化した場合、概略・詳細設計の時点で予見できなかった理由や、崩壊のメカニズムと適切な対策を関係者に合理的に説明することが求められる。一方で、崩壊発生の要因は、気象条件（特に降雨強度、期間）や地盤条件（特に地下水や特殊土）が関係していることが多く、これらの情報と現地調査の結果を総合的に判断するには、専門家としての経験が必要である。

特に路線沿いに長大切土のり面や切土のり面が広範囲に発生する場合や、日本では珍しい特殊な地質地域を通過する場合などは、施工中の斜面崩壊への対応を見据えた人員配置や、斜面对策工の経験者を技術者要件に加えることで、経済的・技術的に合理的な対策が期待できる<sup>6</sup>。

##### (b) 施工管理

コントラクター側は、斜面对策工が当初より計画されている場合、斜面对策用に十分な人員が配置されており、突発的事象に対しても無理のない施工体制が組みやすいことが伺える。その一方で、当初計画で斜面对策がなく、突発的な崩壊事象に対応が必要となった場合（G7）には、既存の施工体制の中で対処せざるを得ない現実があると思われる。

##### 【施工監理計画書／施工計画書の内容】

##### (c) 施工監理計画書の記述

G3 ブータン「国道4号線橋梁」では、施工監理計画書の中で「モルタル吹付」「吹付砕工」「ロックボルト」等の工種毎に、材料検査、品質管理項目が基準値とともに詳述されている<sup>7</sup>。G6 ホン

<sup>5</sup> 有償資金協力案件では、土砂災害対策事業を謳った L2 スリランカ「国道土砂災害」で、斜面对策担当技術者の配置が認められる。

<sup>6</sup> L2 は入札図書において、会社と技術者それぞれに、斜面对策工事の経験を求めている。

<sup>7</sup> L2 では主要工種のチェックリストのみが記載され、詳細はコントラクターの施工計画書での記述を承認する形式をとっている。

ジュラスでは、当初設計工種のグラウンドアンカーの材料、品質管理項目が施工監理計画書に記述されている<sup>8</sup>。

#### (d) 施工監理計画書と施工計画書の記述

施工監理計画書・施工計画書ともに、モルタル吹付や吹付枠工で使用する鉄筋およびコンクリートの材料検査・品質管理は詳細に記述されている一方、ロックボルト及びグラウンドアンカーの記述は少ない。G6でコントラクターの施工計画書の中でロックボルト及びグラウンドアンカーの引き抜き試験が詳述されているのみである<sup>9</sup>。G6ではコントラクターの施工計画書の中で、材料、品質管理項目について詳述され、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（JGS4101-2012）」を引用して、引き抜き試験、確認試験を行うことも明記されている。

また、G4ブータン第3次では突発的に発生した崩壊に対する斜面对策であったためか、施工計画書は簡潔な記述にとどまっている。

以上、案件ごとに記述の密度や品質管理に差が生じている現状が読み取れ、これらの差を解消することは、より合理的かつ効果的な支援事業に資すると考える。

## (2) 施工中に顕在化した崩壊・懸念への対応

下記の案件では施工中あるいは施工後に斜面崩壊・懸念が顕在化し、対策を実施している。

### 【崩壊・懸念発覚後の技術的対応】

G2 ネパール「ネパール地震復旧」では施工中に、想定外の基盤岩深度と湧水の存在に起因する切土のり面の不安定化が、G3ブータン「国道4号線橋梁」では施工中に巨石の落石源とそれに伴うアバット背面斜面の不安定化が懸念され、それぞれ対策を実施した。G2はガビオン形状の変更、追加設置、及び表面排水工の追加で対応した。G3では現地で追加調査（根入れ深度調査）や安定解析を実施して巨石の転落シナリオを想定し、対策工を設計している。

さらに、G3ブータン「国道4号線橋梁」は施工中に切土のり面が崩壊したため、追加調査及び安定解析を行い、崩壊メカニズムを特定し、斜面对策（鉄筋挿入工＋吹付法枠）を実施した。

G4ブータン「第三次橋梁」では、のり面整形中に岩盤亀裂が発見されモルタル吹付・アンカー・落石防護柵へ変更、また谷側盛土崩壊に伴いH鋼土留め壁＋頭部アンカーを実施した。

G6ホンジュラスでは、地すべり箇所を30m掘削した際、斜面崩壊が発生し、抑え盛土＋アンカーを施工した<sup>10</sup>。

実際に適用された斜面对策として多い工種は、「法枠工」「吹付工」「鉄筋挿入工」「グラウンドアンカー工」であり、ヒアリングした案件では、水抜きボーリングの採用は少ない（表2-37）。グラウンドアンカー工が採用されたのは、G3ブータン「国道4号線」、G4「ブータン第3次橋梁」G6ホンジュラス<sup>11</sup>で、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（JGS4101-2012）」に基づき施工するケースが多く、一定の品質確保がされていると推察する。

<sup>8</sup> L3ベトナム「ダナン－クアンガイ」では崩壊箇所の施工計画書の中で詳述されている。

<sup>9</sup> L2の施工計画書でも記述されているが、L2では詳細設計において、斜面对策工の技術仕様書を特別に用意して入札図書の一部としており、要求事項として明確となっている。

<sup>10</sup> L5ジョージア「東西ハイウェイ」では、施工中に問題地質であるマールの存在が判明した。当初切土勾配を緩傾斜化して施工したが、大規模な斜面崩壊が発生し、追加での対策工の実施（コンクリート法枠＋鉄筋挿入工、局所的な緩勾配化と排土工）が実施された。

<sup>11</sup> 他に、L2スリランカ「国土土砂災害」

法枠工の施工方法について、G3 ブータン「国道 4 号線橋梁」では吹付法枠が施工されている。G3 は湿式吹付機を使用することは明文化されていないが、施工方法にフレッシュモルタル状態で吹き付けるとの記述があり、これにより湿式吹付機の利用が求められていたと判断される<sup>12</sup>。

吹付法枠は、コンクリート／モルタル吹付で施工されることから、法枠の強度の確保には吹付機で吹付されるコンクリート／モルタルの品質管理が肝要となる。湿式吹付機は、事前に強度が発現することが確認された配合比で、材料を混合した状態で、吹付ノズルまで圧送し吹付を行う。一方、乾式吹付機は、吹付ノズル直前で材料を混合するため、決められた一定の配合比での材料の混合が困難である。

湿式吹付機は日本で独自に開発された技術であり、海外への普及はまだあまり進んでいないか、海外で実施されていたとしても、圧送高さなどの機械の能力は日本の物よりも劣ると思われる。上記の法枠工の傾向では、本邦企業が関与している案件では、湿式吹付機を使った吹付法枠が施工されていることが判る<sup>13</sup>。

本邦でのり面に使用される吹付方式はほとんどが湿式(吹付コンクリート指針(案)、土木学会、2005)であり、乾式に比べて品質管理がしやすい特徴がある。

吹付工及び法枠工の施工事例を考えると、対象国によって施工機械・能力の普及状況が異なることが伺え、それぞれに適した施工監理／管理を実施する必要があることがわかる。また、技術の普及状況を国ごとに整理・最新化しておくことで、本邦技術の普及機会を広げることにつながるものと考えられる。

### 【崩壊・懸念発覚後の契約上の対応】

契約上の対応の前提として、無償資金協力案件では JICA の General Condition of Contract (GCC) が用いられ、有償資金協力案件では、主に FIDIC・MDB 版が契約約款として用いられており、従うべき契約が異なることを理解する必要がある。

道路沿いの斜面で突発的な崩壊事象が発生した場合、作業員や通行車両、沿道住民の安全確保や最低限の交通確保を図るため、コントラクター自身の判断において応急対策措置を講じる場合がある (G6)。これは、コントラクターの負う契約上の責務 (工事の影響で第三者に被害・損害を与えてはならない) に応じたものであるが、崩壊の原因が予見できないものであった場合や、設計上の瑕疵をコントラクターが指摘していたにも拘らず、適切な対策が講じられなかったために生じたような場合には、コントラクターはこの費用を請求することが出来るという判断が下されることも想定される。

<sup>12</sup> 本邦コントラクターが実施した L1 スリランカ「南部ハイウェイ」、L2 スリランカ「国道土砂災害」では、吹付枠工が施工されたが、L3 ベトナム「ダナン - クアンガイ」では現場打ちコンクリート法枠工が施工された。L2 では入札図書に湿式吹付機の保有を要件に加えており、湿式吹付機を利用して吹付法枠が施工された。L3 では、施工計画書中に乾式吹付機と型枠使用の記述あり、現地写真でも法枠の鉄筋に沿って型枠の配置を確認できることから、現場打ちコンクリート法枠と判断できる。受注したコントラクターが湿式吹付機を保有していないため、現場打ちコンクリート法枠を提案したと思われる。

<sup>13</sup> ベトナムのコントラクターが施工した L3 ベトナム「ダナン - クアンガイ」では、モルタル吹付が斜面に施されているものの、法枠は型枠を使用する場所打ちコンクリート法枠を施工していることから、湿式吹付機を利用した吹付法枠を施工する技術がまだ導入されていないものと推測される。L3 の現場写真から読み取る限り、モルタル吹付の表面は凹凸が目立ち、ひび割れも認められ、脆く品質が一定ではない印象を受ける。

また、そもそも地盤という不均質で不確実性を伴う対象を取り扱う工事において、路線沿い斜面の地表および地中の状況を全て把握することが難しいことは、いずれの案件においても意見が挙げられた（G3、 G4、 G6、 G7）<sup>14</sup>。地盤調査の密度（＝コストに比例）が大きくなれば、地盤の不確実性が減ることは一般的に知られているが、国内事業に比べて調査密度が低い傾向にある ODA 案件では、不確実性を十分に小さくできないため、施工中の臨機応変な対応が必要となる現実がある。また、予備費や EN 金額(G/A 金額)の制限のため、発生した斜面崩壊に対して最適な斜面对策工が選定されないケースもあった(G6、 G7)<sup>15</sup>。突発的な崩壊事象が一定頻度で発生することを見越して、予備費や工期延長を柔軟に行える仕組みを求める意見はしばしば認められた。

その他、崩壊発生後の斜面对策工の計画にあたり、対策工の計画が優先されて、仮設工／仮設道路、交通迂回、安全管理費などが十分に考慮されておらず、そのために苦労を強いられたケースがあった（G4、 G6、 G7）。通常、仮設費は BOQ に提示された単価に含まれると解釈されており、コンサルタントが作成した積算資料はコントラクターに開示されない。突発的な崩壊事象においては、本体工事とは別に仮設工や安全管理が必要となることが想定され、仮設費・安全管理費などの考え方に関して、関係者の間ですり合わせを行うことが重要と考える。

---

<sup>14</sup> 有償資金協力案件の L1、 L2、 L5 のコントラクターも同様の意見を示した。

<sup>15</sup> 有償資金協力案件の L5 では、斜面对策工に対する出費への施主の理解が乏しいため、最適な対策工が選定されなかった。

表 2-37 適用した斜面对策の工種 (●印：適用)

(JICA 調査団作成)

| No.             | 国名     | 案件名           | 吹付      | 法枠        | ロックボルト    | グラウンドアンカー | 水抜きボーリング | その他工種／留意点                            |
|-----------------|--------|---------------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------------------------|
| <b>無償資金協力案件</b> |        |               |         |           |           |           |          |                                      |
| G2              | ネパール   | 地震復旧          |         |           |           |           |          | ガビオン 排水工                             |
| G3              | ブータン   | 国道 4 号線<br>橋梁 | ●<br>湿式 | ●<br>吹付   | ●         | ●         |          | 落石対策工、表面排水工、線形変更                     |
| G4              | ブータン   | 第三次橋梁         | ●<br>湿式 |           |           | ●         |          | H 鋼＋グラウンドアンカーで、谷側に道路を拡張。             |
| G6              | ホンジュラス | 国道 6 号線       |         |           |           | ●         |          | 地すべり末端切土で<br>施工中に不安定化                |
| G7              | エチオピア  | 第三次幹線         |         |           |           |           |          | 表面排水工・舗装・<br>擁壁の補修                   |
| <b>有償資金協力案件</b> |        |               |         |           |           |           |          |                                      |
| L1              | スリランカ  | 南部ハイウェイ       |         | (●)       | (●)       | (●)       |          | ガビオン／斜面崩壊<br>対策は現地政府資金<br>で実施        |
| L2              | スリランカ  | 国道土砂災害        | ●<br>湿式 | ●<br>吹付   | ●<br>引抜試験 | ●<br>引抜試験 | ●        | 軽量盛土 補強土壁<br>表面排水工                   |
| L3              | ベトナム   | ダナン-クアンガイ     | ●<br>乾式 | ●<br>現場打ち |           |           |          | 現場打ち法枠工のため表面凹凸に追従できていない。<br>吹付方式は乾式。 |
| L5              | ジョージア  | 東西ハイウェイ       |         | ●<br>現場打ち | ●         |           |          | マールの長大切土でのり面崩壊が発生。<br>緩勾配化（排土工）を併用。  |

## 【変更・追加対策の承認プロセス】

このプロセスは、無償資金協力と有償のそれとでは全く異なる。無償資金協力では、相手国負担が通常発生せず、もっぱら本邦政府の予算が使用されることもあり、JICA もこのプロセスに十分に関与する。従い、相手国政府のみならず JICA の承認も必要となる。他方、有償資金協力では、設計変更に伴う追加費用は円借款の借主である相手国政府の負担であり、その承認を得るために、

当初は予定されなかった費用負担の必要性を、相手国政府に説明する必要がある<sup>16</sup>。JICA もコンカレンス<sup>17</sup>の発行で、そのプロセスに関与するが、無償資金協力とは異なり、円借款の使途が正当なものであるか、設計変更が借款を用いる上で正当なものであるかの確認が主となる。

G3 ブータン「国道4号線橋梁」とG4 ブータン「第三次橋梁」では、斜面崩壊が顕在化した後は、上述の無償資金協力事業の設計変更プロセスに従って、対策工の設計変更が承認され、実行されている。相手国政府と JICA の両方で承認を得る必要があり、承認プロセスに時間が掛かるといふ指摘があり、また斜面崩壊が予見できなかったことに対する説明に苦勞したという意見があったが、両案件とも、工期内に G/A 金額以内で工事が完了している。この両案件のヒアリングでは、コンサルタントとコントラクターが、良好な関係を維持しており、協力して設計変更に当たっていることが伺われた。

他方で、対策工の設計変更に時間を要しており、予備費の不足も指摘されている案件もある。

G7 エチオピア「第三次幹線」は、無償資金協力事業での設計変更が殆ど認められなかった年代に実施されているが、相手国政府からの見返り資金により、地すべり地区の調査を実施している。

施工中の斜面崩壊などの問題の発生に対しては、地盤自体が不均質であること、詳細な調査を実施しても地質リスクは減少するがゼロにはならず、施工中に予見できない事象が発生する可能性があることを 関係者の共通理解 としておくことが、事象が顕在化した後の対応を迅速・円滑に進める上で、重要な要素であると考えられる<sup>18</sup>。

<sup>16</sup> 有償資金協力の変更契約の事例を以下に示す。

L2 スリランカ「国道土砂災害」では、スコープ内の対策工を実施した結果、借款額の余剰が発生したため、その枠内で当初スコープにはない崩壊7箇所に対して追加対策を実施した。

L3 ベトナム「ダナン-クアンガイ」では、施工中に現場打コンクリート法枠が予定されていた切土のり面において、流れ盤すべりによる岩盤崩壊が発生した。地質が当初の想定とは異なるため、コンサルタントは緩勾配化による流れ盤すべりの抑制を提案し、施主に設計変更を促した。しかし、同国では設計変更のプロセスが複雑で時間を要し、設計変更が承認されたのは、供用開始後であった。円借款案件における同国での設計変更には、最低でも4か月、通常では1年程度の期間が必要とのこと。

L5 ジョージア「東西ハイウェイ」では、問題地質であるマールの長大切土において、巨大なり面崩壊が発生している。この事態は同国では初めての経験であり、施主は発生した事態への理解が乏しく、必要な対策工への支出を渋る態度を示した。本邦コンサルタントと本邦コントラクターは、巨大なり面崩壊に対して有効な対策工を提案したが、当初は設計変更として認められず、実効性の乏しい対策工の追加が認められた。本邦コントラクターは、その設計変更を請け負わず、当初契約の工事を終えて契約を終了した。追加対策工は、別のコントラクターが受注したが、当該コントラクターは本邦技術である吹付法枠の施工が出来ず、現場打コンクリート法枠が施工された。しかし、そもそも抑止力が不十分な設計であるため、雨期に再活動したのり面崩壊により、対策工が破損する事態を生じている。

<sup>17</sup> No Objection Letter の発行として解釈され、積極的な関与を示唆する「承認」というよりも、「同意」、若しくは「反対意見はない」という位置付けとなる。

<sup>18</sup> 良い事例としては、L1 スリランカ「南部ハイウェイ」が挙げられる。瑕疵担保期間の終了後、施工監理コンサルタントから紹介された日本人技術者の支援を受けつつ、現地政府は自国資金で追加調査・検討・対策まで実施しており、ボーリング調査・室内試験およびそれらに基づく安定解析を綿密に実施し、設計に反映、対策工を実施した経緯が記録されている。山岳地が多い同国では継続的に土砂災害が発生することから、地質リスクに対する斜面崩壊を予見する難しさが、関係者間で共通理解として存在する可能性がある。



斜面对策の経験が豊富な人員配置、地質リスクに関する関係者間の理解醸成およびガイドラインなどの集合知の構築が、施工中に顕在化した崩壊・懸念に対する合理的かつ円滑な対応には不可欠であろう。

表 2-38 に施工中に顕在化した斜面崩壊の対策をまとめた。

表 2-38 施工中に顕在化した斜面崩壊・懸念の対策

(JICA 調査団作成)

| No.      | 国名     | 件名        | 資料調査結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|--------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 無償資金協力案件 |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| G2       | ネパール   | ネパール地震復旧  | <p>【技術的対応】</p> <p>基盤岩位置が D/D 時想定と異なるためガビオンの形状変更。湧水が多くのにり面保護のため、ガビオンの設置・排水樹と U 型側溝・暗渠の追加。</p> <p>【コンサルタントの対応・見解】</p> <p>施主からの斜面災害未然防止の要望に応え、通常の設計変更のプロセスによりスムーズに対応。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>設計変更の認識はなく、現場対応を実施した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| G3       | ブータン   | 国道 5 号線橋梁 | <p>【技術的対応】</p> <p>(テレガンチュ橋)</p> <p>設計時に調査なし。施工中の湧水によりテレガンチュ橋 A1 橋台の谷側擁壁背面の切土崩壊を懸念し緩傾斜 (1:1.0) へ契約変更。同箇所において施工中に切土が崩壊。追加調査 (測量、ボーリング、簡易貫入試験) の結果をもとに、ロックボルト+法枠、吹付工を施工。</p> <p>(サムカラ橋)</p> <p>設計時に把握されていなかった巨石をサムカラ橋アバット背面の斜面で発見。調査結果により安定化対策必要と判断し、転石下部の浸食防止のモルタル注入および直下斜面の崩壊対策でロックボルト+法枠工を実施。平面線形も若干谷側にシフトした。</p> <p>【コンサルタントの対応・見解】</p> <p>崩壊発生後の設計変更対応として、崩壊が予見不可であったかどうかの合理的説明に苦労した。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>無償資金協力事業の設計変更プロセスには時間を要するものの、設計変更に係る金額変更や工期延長について妥当な対応を頂いた。</p> |
| G4       | ブータン   | 第三次橋梁     | <p>【技術的対応】</p> <p>(ローリング橋) ティンプー側アバット背面の山側切土のにり面でクラックが発生し、吹付を追加した。爾後、谷側の自然斜面が崩壊し、通行が困難となった。そのため、谷側に H 鋼を立込み、その頭部をアンカーで抑えた壁面を構築し、道路を拡幅した。</p> <p>更に、橋梁に対する落石被害が発生したため、落石防止フェンスを橋梁脇に設置している。</p> <p>【コンサルタントの対応・見解】</p> <p>突発的な斜面崩壊の対応として、施工監理や品質管理の費用増は無く、追加工種であるアンカー工や擁壁工に対応する専門技術者の配置は認められなかった。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>無償資金協力事業の設計変更プロセスには時間を要するものの、設計変更に係る金額変更や工期延長について妥当な対応を頂いた。</p>                                                                                         |
| G6       | ホンジュラス | 国道 6 号    | <p>【技術的対応】</p> <p>補強土盛土を建設するために、地すべり末端を排土したところ、斜面に変状が発生。応急対策を講じた後、グラウンドアンカーで斜面の安定化を図り、補強土盛土を建設した。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>E/N 金額や予備費の金額上限の制約で、見積額と変更金額が合わなかった。また、不測の事態に対する対応策の幅が広がるため、雨季乾季に配慮した工期設定としてほしかった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                |

| No.      | 国名    | 件名        | 資料調査結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G7       | エチオピア | 第三次幹線     | <p>【技術的対応】</p> <p>地すべり地帯を通過する道路のため、道路改良に伴い、道路・側溝・擁壁が破損し、補修した。見返り資金で地すべり対策の調査を実施。</p> <p>【コンサルタントの対応・見解】</p> <p>無償資金協力事業としての設計変更は行っていない。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>地すべり変状に対し交通を確保するための応急対策として、迂回路設置、簡易舗装、仮設側溝設置等の対応を実施した。しかし断続的な地すべり運動の特性上数量の確定前に現場対応を行わざるを得なかった。施工業者として概略見積をコンサルタントに提出したが、設計変更の大部分が承認されず、追加経費は認められなかった。承認されたのは工期の延長のみであった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 有償資金協力案件 |       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| L1       | スリランカ | 南部ハイウェイ   | <p>【技術的対応】</p> <p>瑕疵担保期間終了後に切土部（植生のみ）において、50m 長に及ぶ崩壊が発生。降雨が誘因。現地政府が調査・設計・対策を実施。上部ロックボルト＋受圧板、下部ガビオンを設置。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>現地エンジニアの指示に沿う形で図面を作成し施工を行った。しかし、追加費用については、契約 BOQ 単価ありきの査定とされたため、実際の施工に応じた追加費用を認めてもらえなかった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| L3       | ベトナム  | ダナン－クアンガイ | <p>【技術的対応】</p> <p>基本設計で長大切土箇所を避けるために線形変更実施も、Km20+480 他で切土のり面が崩壊。緩傾斜 1:1.5 の切り直し、小段拡張 3 m および現場打ち砕工からモルタル吹付へ変更。</p> <p>【コンサルタントの対応・見解】</p> <p>設計変更のプロセス（コントラクター提案→コンサルレビュー→PMU レビュー→VEC レビュー→MOT 承認）に非常に時間を要する。最短でも 4 か月、遅いと 1～2 年。加えて、政治的理由で予定通りの開通が優先されることがあり、設計変更が認められたとしても、新たに施工上の制約が加わるため、計画していた工法での施工が難しくなる場合がある。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| L5       | ジョージア | 東西ハイウェイ   | <p>【技術的対応】</p> <p>JICA による準備調査時には、長大切土は計画されていなかったが、D/D までの間に途上国政府により線形が変更され、長大切土が計画された。地山は問題地質のマールであったが、ジョージアにはマールの長大切土の経験がなく、その危険性に対する認識は低かった。緑化によるり面保護以外に斜面对策はなく、施工に際しマールの長大切土の危険性を考慮した本邦コンサルタント・コントラクターにより緩勾配化が提案されたが用地の制約から中途半端なものとなった。</p> <p>雨期に巨大なり面崩壊が発生。本邦コンサルタントと本邦コントラクターは、地質専門業者による調査を受けて、抑止杭工を含む抜本的な対策を提案したが、コスト面の折り合いが付かず、認められなかった。設計変更として認められたのは、吹付法枠と鉄筋挿入工、一部のり面の緩勾配化（排土を兼ねる）であった。本邦コントラクターは設計変更の指示を請け負わず、別の業者が対策工を受注したが、本邦技術である吹付法枠の施工は出来ず、現場打ちコンクリート法枠を施工した。雨期に再活動したのり面崩壊により、現場打ちコンクリート法枠には変状が発生した。</p> <p>【コンサルタントの対応・見解】</p> <p>政治的な事情が優先された結果、供用開始後の対策工となり工法の制約が大きくなった。加えて、抑止杭を必要な対策として提案したものの、金額が高いことで承認されなかった。</p> <p>【施工業者の対応・見解】</p> <p>採用された対策工及び施工条件のリスクが大きくなり、設計変更について請けないことを選択した。</p> |

## 2.5 過去の斜面对策 ODA 事業レビューから読み取れる教訓

以下に、山間部の道路開発・拡幅や橋梁建設に係る無償資金協力事業において、事業に伴う崩壊リスクを最小とし、事業費の上振れを押さえることを目的とした HB の作成、及び協力準備調査の特記仕様書への提言に資する教訓をまとめた。

表 2-39 には、無償資金協力事業の施工時において、協力準備調査では予期できなかった崩壊などが発生した原因のうち、HB の作成や特記仕様書(案)への提言に対する教訓として重要なものをまとめた。

**表 2-39 無償資金協力事業において遭遇した予期せぬ崩壊からの教訓**

(JICA 調査団作成)

| No. | 教訓                                                  | 件数 | 必要な対応                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------|
| 1   | 協力準備調査において、斜面や地すべりの問題に対応できる適切な技術者が配員されなかった。         | 2  | 山間部の準備調査では、斜面や地すべりに対応する適切な技術者を要求する。                   |
| 2   | 対策工の施工順序において、斜面が一時的に不安定化するにも拘らず、必要な仮設対策工が積算されていなかった | 1  | 施工時の仮設対策工や仮設道路に関しても配慮し、適切な積算を要求。                      |
| 3   | 実際に予見が難しい斜面崩壊が発生した。<br>(崩壊への懸念から追加対策を実施。)           | 2  | 写真判読や現地踏査等による予察の確実な実施を要求。これに基づき、必要な調査を提案し、準備調査内で実施する。 |

表 2-39 に挙げた教訓のうち、No.1 と 2 は特記仕様書(案)において適切な要員配置を要求し、かつ施工計画・積算での適切な手順と配慮を要求することで対処が可能となる。

特に、斜面对策を主な業務内容としない案件（道路・橋梁案件）において、斜面崩壊の危険性を評価できる技術者の配員を要求することが重要である。これは、逆説的に思えるが、斜面对策を主たる業務内容とする案件では明示的に適切な技術者の配員が理解されるが、斜面崩壊が顕在化していない案件こそ、経験を積んだ技術者を配置し、準備調査段階において予見困難な斜面崩壊の危険性を評価する必要があるためである。

No.3 は、本研究の目的である「ODA 事業に伴う予見困難な斜面崩壊を局限する方策を検討する」ことに直接的に関連するものであり、HB 第一部調査・設計編ではこの目的に即したフローと調査すべき項目を示している。

表 2-40 には、有償資金協力事業など、海外における道路建設事業において遭遇した斜面崩壊の教訓をまとめた。

本研究で準備した HB は無償資金協力事業の協力準備調査を対象としているが、有償資金協力においても、下記に示すように、予期しない斜面崩壊の発生は事業に大きな影響を与えるため、本研究で準備した HB を活用した準備調査が行われることが望まれる。

表 2-40 有償資金協力事業などにおいて遭遇した予期せぬ崩壊

(JICA 調査団作成)

| No. | 教訓                                                             | 件数 | 備考                                              |
|-----|----------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|
| 1   | 業務実施国において長大切土の経験が乏しく、問題地質の分布と相まって、大規模なり面崩壊が発生した。               | 2  | 東欧や地中海地域に分布するマール（泥灰岩）は、丘陵地を形成する。丘陵地の切土は注意を要する。  |
| 2   | 準備調査では F/S レベルの調査しか行っておらず、詳細設計では粗い密度でボーリング調査を実施。施工時にのり面で崩壊に遭遇。 | 2  | 有償資金協力における大規模道路開発は、長い延長を開発するため、調査の密度が粗くなる傾向にある。 |
| 3   | 準備調査時と本体工事の実施時で、道路線形が異なり、準備調査では想定しない切土区間で崩壊が発生した。              | 1  | 有償資金協力では、事業や工事が政治的な影響を強く受けるケースが多い。              |
| 4   | 対策工の必要性への施主の理解が乏しく、或いは設計変更の手続きが煩雑なため、適時に適切な対策を実施できなかった         | 2  | 設計変更の手続きに時間を要する国では、供用開始後も対策を実施できない事例もある。        |

有償資金協力では、途上国政府の借款によって事業が行われることから、途上国政府のイニシアティブが強くなる。しかし、途上国政府やエンジニアが、斜面崩壊対策に関して、我が国の技術者と同等の知見や経験を有しているケースはほとんどなく、必要な調査項目や頻度に関して理解を得ることがなかなか困難なケースもある。また、対策工法の選定に関しても、高い効果を期待できる高価な対策工ではなく、効果をあまり期待できない安価な対策を採用するような圧力が加わるケースもある。

加えて、本邦業者が事業に参加していない場合、施工業者の機材や経験の制限から、本邦技術の採用が難しい側面もある。

さらに、設計変更の手続きが複雑で時間を要する国もあり、崩壊が発生しても、適切なタイミングで適切な対策工を実施できないケースも複数の事業で認められた。

表 2-41 ヒアリングで得た準備調査や本体事業実施に関する教訓

(JICA 調査団作成)

| No. | 教訓                                                                  | 望ましい対応                                                                                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 情報収集調査などに協力準備調査が含まれる場合、協力準備調査に必要な配員が十分に行われず、調査に十分な期間を確保できないケースがあった。 | 無償、有償ともに事例あり。<br>一業務として発注する場合は、フェーズ分けを行い、協力準備調査を切り分けて実施することが望ましい。                       |
| 2   | 本体事業実施時に、斜面对策の専門技術者の配員が必要である。                                       | 無償、有償ともに事例あり。斜面对策の専門家は途上国には殆どいないため、日本人技術者の配員が通常業務よりも多く必要となる。                            |
| 3   | 準備調査の人月が少なく、期間が短い                                                   | 道路・橋梁事業に斜面对策が必要となる場合、通常の事業に必要な人月に加えて、斜面对策の専門家の人月を足す必要がある。また、調査を段階的に行う必要もあり、相応の期間が必要となる。 |

表 2-41 には協力準備調査や事業実施に関する教訓をまとめた。これらの教訓に応じた対応は、HB 第一部、第二部、及び本報告書第 6 章、7 章、及び 8 章に示した。

ただし、No.1 に挙げた協力準備調査が情報収集調査などに含まれるケースに関しては、案件形成そのものの課題であるため、HB や本報告書の別の章では特に取り上げて言及していないが、それをもって軽視して良いという意味ではなく、案件形成時には配慮が望まれる。

## 第3章 本邦における斜面对策技術の調査結果・分析

### 3.1 斜面对策の歴史

#### 3.1.1 主な斜面对策工の歴史

##### (1) コンクリート吹付工の歴史

吹付けコンクリート機械はのり面・岩盤の吹付け用とトンネルの支保材としての吹付け用に大別されるが、昭和 40 年以前は両方ともにアメリカ製のニュークリーターやスーパークリーター、スイス製のアリバ BS-12 やアリバ 300 などの乾式吹付機が利用されていた（日本建設機械施工協会、2019）。田沢（1988）や相川（2015）は、モルタル・コンクリート吹付工が岩盤斜面・法面の表面保護工として昭和 30 年代後半から適用されはじめ、昭和 40～50 年には多くの斜面・法面の表面保護工として施工されたと記述していることから、これらの乾式吹付機は昭和 35 年頃（1960 年頃）に日本に導入されたものと思われる。昭和 40 年代になると法面用として従来の乾式工法から湿式工法に変化し、吹付機 S-4 型が日本で開発された（日本建設機械施工協会、2019）。

昭和 42 年（1967 年）に改訂版された道路土工指針にもモルタル・コンクリート吹付工が紹介されている。

一方、建築の分野では昭和 6 年頃に建築の外壁用として白セメント吹付け機が日本で開発され、戦前には既に色モルタル吹付けも使用されている（小俣、2015）。昭和 31 年に発行された道路土工指針の初版に掲載されていたモルタル吹付けは、この技術を応用したものと推測される。

##### (2) 場所打ち法枠工の歴史

前項で説明したように、昭和 31 年（1956 年）発行の道路土工指針には法枠工は紹介されていない。法枠工が最初に紹介されたのは昭和 42 年（1967 年）の改訂版からである。ここに掲載されている法枠工の種類は場所打ちコンクリート枠と鉄筋コンクリート製品である。国土交通省北海道開発局（2021）の資料によれば、法枠工が出現したのは昭和 30 年代後半である。

##### (3) 吹付法枠工の歴史

上述のコンクリート吹付工の歴史で紹介したように、昭和 40 年代に日本で湿式のコンクリート吹付が開発された。その技術を活用し、昭和 50 年（1975 年）に日本で開発された工法がフリーフレーム工法という吹付枠工である。昭和 30 年代後半から利用されて以来、場所打ち法枠工の技術と昭和 40 年代に開発された湿式のコンクリート吹付の技術が融合したものである。この工法は金網を型枠として主筋およびせん断補強筋を配置し、型枠の金網の内外にコンクリートを吹き付けて法枠を造成する工法である。金網製の型枠と鉄筋というシンプルな組み合わせであり、現在ではフリーフレーム工法以外に複数の製品が利用されている。

##### (4) 鉄筋挿入工の歴史

前項で説明したように道路土工指針に法面保護工として鉄筋挿入工が登場するのは平成 11 年版（1999 年）の補強土工としてである。その前の昭和 61 年版（1986 年）には記載が無い。一方、土木研究所（1988）は斜面对策の補強土工法として鉄筋挿入工を取り上げ、斜面对策における設計法を提示していることから、この頃から普及したと考えられる。土木研究所（1988）の中で「鉄筋挿入工法」と表現されていることから、この呼称が一般的となった。NEXCO(2007)は切土補強土工法設計・施工要領を発行し、鉄筋挿入工の設計法の統一を図った。

## (5) 頭部ワイヤ連結型鉄筋挿入工の歴史

この工法は自然の樹木を残したまま斜面を安定化させる工法として長崎県において開発され、治山山腹工として平成 7 年頃（1995 年）に初めて採用された工法である。地表部に法枠などを用いないことからノンフレーム工法と名付けられた（図 3-1）。平成 12 年（2000 年）にノンフレーム工法研究会が設立されると施工技術や材料の開発が進み、地山補強土工の一つである自然斜面地山補強土工として確立・発展した（内田ほか、2015）。



(a) ノンフレーム工法



(b) ロープネット・ロックボルト併用工法

図 3-1 頭部ワイヤ連結型鉄筋挿入工の例

(サガシバ HP、2021、村上ほか、2002)

一方、平成 16 年頃（2004 年）には兵庫県と愛知県が主体となって地震による自然斜面崩壊予防工法として、ロープネット・ロックボルト併用工法が開発され、同年に「ロープネット・ロックボルト併用工法 設計・施工指針」（兵庫県治山林道協会、2004）が作成された。2011 年頃には同様のワイヤ連結工として ES ネット工法が開発され、2017 年頃には DC ネット工法が開発されている。

これらの工法は構造の詳細が異なるものの鉄筋挿入工の頭部をワイヤで連結するという基本的な構造は同じである。

## (6) グラウンドアンカー工の歴史

1928 年にフランスの Eugene Freyssinet（ウジュヌ・フレスネ、1879-1962）が開発したアンカーの基礎技術は、1934 年に堤体を基礎岩盤に定着する岩盤アンカーとして採用された（国土交通省-2017、内田-2014）。土砂を対象としたアースアンカーは仮設山留のタイバックアンカーとして普及し、その後、建築基礎構造物用、地下鉄工事の仮設壁用などの用途に多用された（土質工学会<sup>19</sup>-1976、山田-2008）。この工法は 1957 年から 1960 年代にかけて欧州から日本に導入され、まず岩盤アンカーとして採用され、鉄塔や橋梁の基礎の補強などへの用途が拡大したが、仮設山留工として使用されて普及が本格的となった。1960 年代後半に斜面安定対策に適用されるようになった（山田、2008）。日本における岩盤アンカー（ロックアンカー）は昭和 32 年（1957 年）に群馬県の藤原ダムの副ダムにプレストレスを与えるために採用されたアンカーが最初である。アースアンカーとしては昭和 39 年（1964 年）に神戸市垂水において施工されたものが最初である（土質工学会、1976）。

土質工学会から発行された「アースアンカー工法一付・土質工学会アースアンカー設計・施工基準（土質工学会、1976）」には添付資料として、FIP（Federation Internationale de la Precontrainte：国際プレストレスコンクリート協会）が発行したアンカーに関する基準（Design and construction of prestressed ground anchorage）の初版（1973 年版）の日本語訳とドイツ基準 DIN 4125(1972)「仮設

<sup>19</sup> 土質工学会は地盤工学会の前身の学会



を対象としたアースアンカーの設計、施工、試験」の日本語訳が掲載されている。同書の設計の章でも仮設構造物での利用に関する解説が多く、当時のアースアンカー工が対象とする主な定着地盤が土であったことが分かる。しかし、同書の実施例の章では法面安定アンカー工事として東北高速道路で実施された法枠工併用のアンカー工の事例が掲載されていることから、この当時既に斜面对策としてのアンカー工が実用レベルに達していたことがわかる。

1970年代には欧州から高性能な掘削機が導入され、その後国内での施工機械の改良がなされた。土質工学会（1976）の技術基準が制定されたことによりアンカー工法の信頼性を高めた。1980年代になると多重防食機能が備わった高耐久性アンカーに対する議論が高まり、1988年に「グラウンドアンカー設計・施工基準（土質工学会、1988）」（JSF規格：D1-88）が制定され、アンカーの二重防食等の防錆基準が明確にされた。これに準拠したアンカーを新タイプアンカー、それ以前の基準によるものを旧タイプアンカーと呼ぶ。1990年代に入ってからアンカーの防食構造が多様化した。材料技術の向上によりエポキシ塗装 PC 鋼線や連続繊維補強材がアンカー鋼材として使用できるようになった。これによりアンカーの構造を単純化させることが可能となり、多くのアンカー工法が開発された（山田、2008）。

## (7) 落石防護柵の歴史

昭和42年（1967年）に改訂した道路土工指針には既に落石防護柵は「柵工」として紹介されており、鋼材を支柱としてアンカーしたワイヤーロープ又は金網で連結される工法と説明されている。昭和38年（1963年）にはストーンガード工法が開発されている。図3-2は昭和36年（1961年）施工の落石防護柵の写真であるが、昭和30年代はこのような落石防護柵が利用されていたと考えられる。



図 3-2 昭和36年（1961年）施工の落石防護柵の例  
（林野庁、2018）

平成 8 年（1996 年）に高エネルギー吸収型の落石防護柵としてリングネット工法がスイスから日本に導入された。これによって、落石防護柵は従来型と高エネルギー吸収型に 2 分されるようになった。2000 年頃には ARC フェンス等のエネルギー吸収型落石防護柵も開発されている。現在では高エネルギー吸収型落石防護柵を支柱強化型柵とネット強化型柵に区分している（土木研究所、2017、図 3-3）。ビストフェンス工法やループフェンス工法、ハイジュールネット工法など、各社から複数の製品が開発されている。

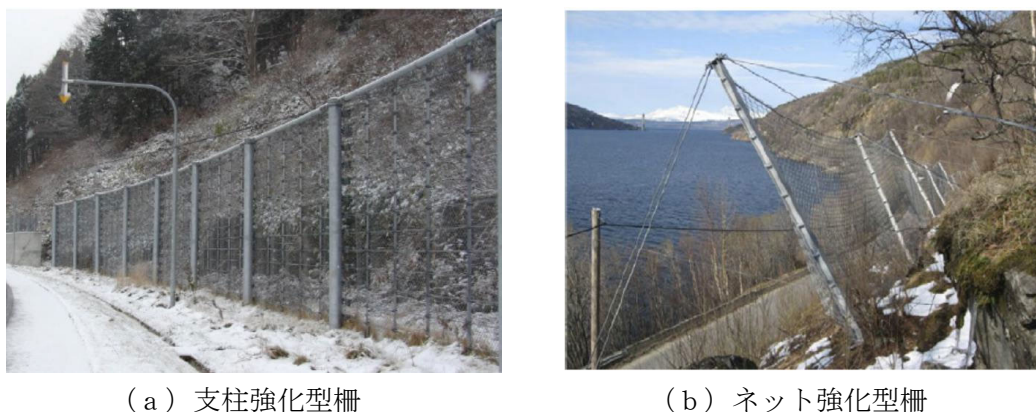


図 3-3 高エネルギー吸収型落石防護柵の種類例

（土木研究所、2017）

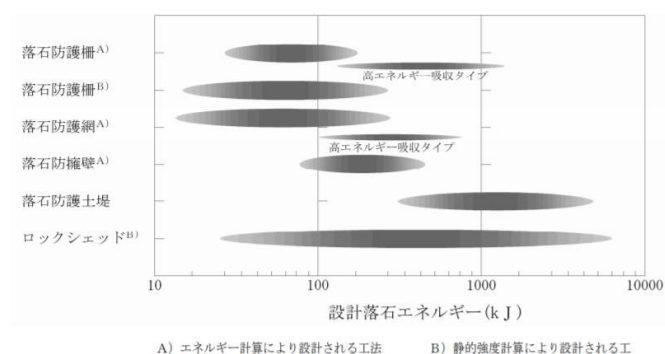


図 3-4 落石防護工の適用範囲の目安

（日本道路協会、2000）

## (8) 落石防護網の歴史

昭和 42 年（1967 年）に改訂した道路土工指針には既に落石防護網が既に掲載されている。落石防護網はポケット式と覆式に分類できるが落石対策便覧の 2000 年の改訂版でこの区分が採用されている。この 2000 年版では覆式落石防護網工は落石防護工に分類されていたが、2019 年の改訂では落石予防工に分類された。1993 年に高エネルギー吸収型落石防護網としてカーテンネット工法が開発され、ポケット式落石防護網は従来型と高エネルギー吸収型が区分されるようになった（図 3-5）。現在では高エネルギー吸収型としてビーズリングネット工法や強靱防護網ネットタイプ、ネットワンなど複数の製品が開発されている。



(a) 従来型のポケット式落石防護網の例

(b) 高エネルギー吸収型落石防護網の例

**図 3-5 落石防護網の種類例**

(土木研究所、2017)

## &lt;引用文献&gt;

日本建設機械施工協会 (2019) : コンクリート機械の変遷、建設機械施工、Vol.71、 No.11、 pp.127-134.

田沢雄二郎 (1988) : 吹付けコンクリート工法、粉体工学会誌、 Vol.25、 No.3、 pp.168-174

相川淑紀 (2015) : モルタル・コンクリート吹付工の現状、けんせつ Plaza、特集記事資料館

小俣一夫 (2015) : 吹付けの歩んだ道、日本建築仕上材工業会会報

全国特定法面保護協会 (1987) : のり枠工の設計・施工指針

国土交通省北海道開発局 HP (2021) : 第 2 節 道路事業の技術、第 2 章 北海道総合開発を支えた技術の歩み (<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/kouhou/u23dsn0000001axq.html> 2021/5/11 参照)

建設省土木研究所 (1988) : 鉄筋による斜面補強工法、土木研究所資料第 2568 号

NEXCO (2007) : 切土補強土工法設計・施工要領

内田陽二・永田明広・渡邊利一・市村正彦・池田武穂 (2015) : 福田地区復旧治山事業における新工法開発への取り組み (長崎県長崎市) -ノンフレーム工法 (自然斜面地山補強土工) について、水利科学、No.344、 pp.106-123.

兵庫県治山林道協会 (2004) : ロープネット・ロックボルト併用工法 設計・施工指針 (案)

兵庫県治山林道協会 (2011) : ロープネット・ロックボルト併用工法 設計・施工指針 (案) (第 3 版)

地山補強ネット工法研究会 HP (2021) : <https://www.jiyamahokyouunet.jp/works/> (2021/5/12 参照)

ロープネット・ロックボルト併用工法研究会 HP (2021) : <http://www.rr-kouhou.com/> (2021/5/12 参照)

ノンフレーム工法研究会 HP(2021) : <http://www.non-frame.com/> (2021/5/12 参照)

土質工学会 (1976) : アースアンカー工法一付・土質工学会アースアンカー設計・施工基準、236p.

土質工学会 (1988) : グラウンドアンカー工設計施工基準.

土質工学会 (1990) : グラウンドアンカー工設計施工基準、同解説、148.

地盤工学会 (2000) : グラウンドアンカー工設計施工基準、同解説、219.

地盤工学会 (2012) : グラウンドアンカー工設計施工基準、同解説、211.

- 山田浩（2008）：グラウンドアンカー工法技術の進歩とその歴史（その1）－構造と施工技術、斜面防災技術、Vol.35、 No.2、 pp.42-53.
- 国土交通省（2017）：ダムにおけるアンカー点検マニュアル、国総研資料第 968 号
- 内田勉（2014）：地すべり対策としてのアンカー技術の道程と課題、日本地すべり学会誌、Vol.51、 No.5、 pp.9-16.
- 土木研究所（2017）：高エネルギー吸収型落石防護工等の性能照査手法に関する研究、共同研究報告書、第 491 号
- 林野庁（2018）：治山施設長寿命化対策事例集
- サガシバ HP（2021）：<https://sagashiba.jp/products/66>
- 村上晴茂・金子哲朗・木村裕之・鏡原聖史（2002）：地震時斜面安定のためのロックボルト・ロープネット併用工法に関する変形量を基にした設計法の提案、土木学会第 57 回年次学術講演会
- 中野裕司（2006）：のり面緑化工の変遷について [3]、農業と科学、

### 3.1.2 日本における斜面对策の導入の変遷

前項までの内容を基に日本における斜面对策の導入の変遷のグラフを作成した（図 3-6）。戦後の 1940 年代以降斜面对策工の種類が徐々に増え、個々の対策工の改良や新製品の開発がなされてきた。1990 年代の後半からは、現在利用されている全ての斜面对策工が出そろったことがわかる。

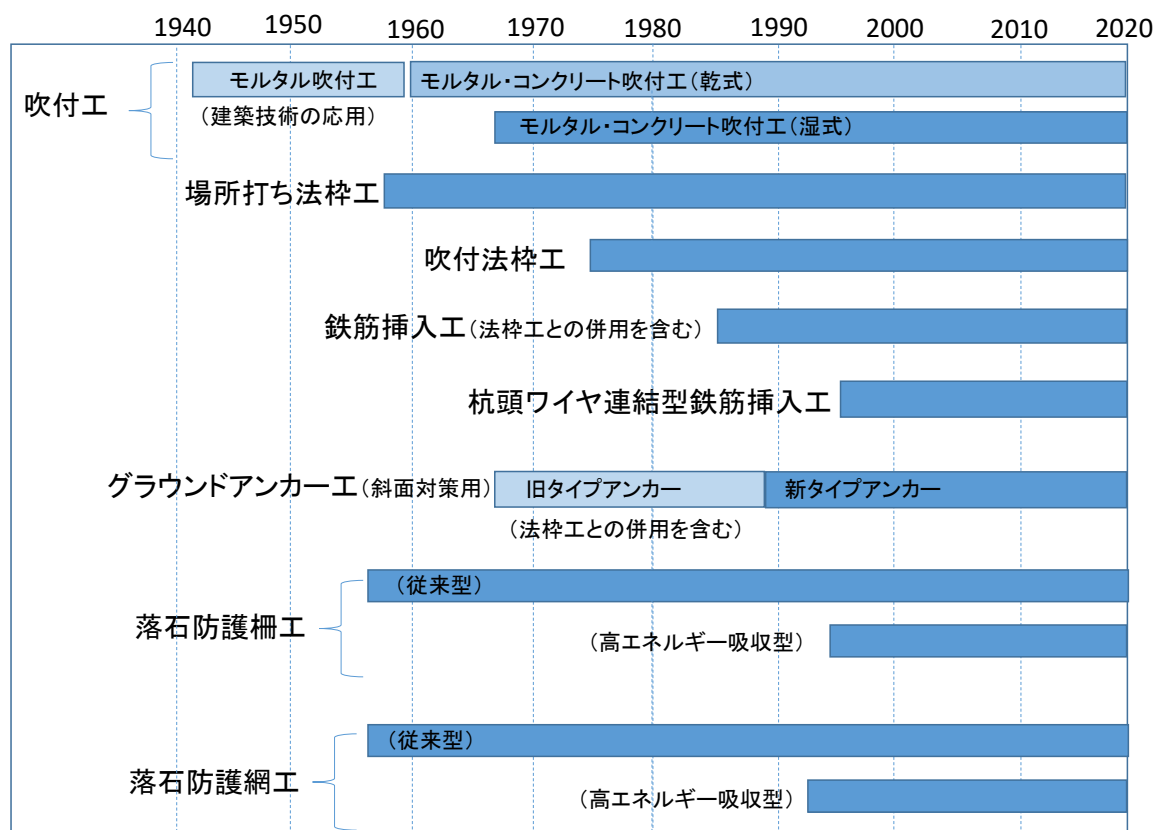


図 3-6 主な斜面对策工の導入の変遷

（JICA 調査団作成）

## 3.2 国家計画等での斜面对策への言及内容

日本における防災計画の最上位計画は、防災基本計画である。この計画は「防災に関する総合的かつ長期的な計画」であるものの、具体的な計画期間が設定されず、また政策間の優先順位をつけずに網羅的に防災対策について記載している。計画期間が設定されていないため、その内容について繰り返し修正が行われていることが特徴の一つである。本節では、法制と国家計画を踏まえ、斜面对策の言及がある個別法、それに基づく斜面对策関連の計画、事業、予算等について、国及び都道府県の事例をまとめる。

### 3.2.1 法制と国家計画

本研究で対象とする斜面对策については、日本における災害対策の最上位法である災害対策基本法（昭和 36 年制定）に示された方針に基づき、個別の政策を実現する個別法の中で言及される。

また道路整備を規律している法令として道路法がある。日本における道路防災対策は、災害復旧を含め、道路管理者の責任範囲にある。したがって日本では、災害時の危機管理及び防災管理



に対し、災害が発生したときに行う特別な管理実施という捉え方をせず、平時の道路管理の中に危機管理・防災対策が組み込まれている。

表 3-1 に主な個別法を示す。

**表 3-1 土砂災害及び斜面对策に関連した法律の一覧**

(JICA 調査団作成)

| 法律名    | 制定               | 概要                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 砂防法    | 明治 30 年 3 月 30 日 | 土石流の危険がある溪流沿いの土砂災害を防ぐために、必要な防止措置を講じることを定めた法律。砂防指定地において道路建設を行う際の行ための許認可について定めたもの。                                                                                                                                             |
| 文化財保護法 | 昭和 25 年 5 月 30 日 | 文化財を保存し、その活用を図り、もつて国民の文化的向上に資するとともに、世界文化の進歩に貢献することを目的とする。周知の埋蔵文化財包蔵地において土木工事などの開発事業を行う場合は、93・94 条に基づく事前届出等が必要になるほか、新たに遺跡を発見した場合にもその現状を変更することなく、直ちに文化庁へ届出をしなければならない。                                                          |
| 森林法    | 昭和 26 年 8 月 1 日  | 森林の保続培養と森林生産力の増進を図り、国土の保全と国民経済の発展に資することを目的とする、森林行政の基本法である。土砂の流出や崩壊の防備等、土砂災害防止のため、土砂の流出防備保安林と土砂の崩壊ほぼ保安林が指定される。これら保安林区域内では、国・地方公共団体等が行うものや森林法施行規則第 5 条に定めるものの施行として行う場合を除き、一定の開発行為が制限される。道路建設により保安林としての機能を失う箇所については指定の解除を必要とする。 |
| 道路法    | 昭和 27 年 6 月 10 日 | 道路網の整備を図るため、道路に関して、路線の指定及び認定、管理、構造、保全、費用の負担区分等に関する事項を定め、交通の発達に寄与することを目的に制定。道路の定義や道路占用、道路保全等に関する取り決めなど道路管理に関する規定や道路に関する費用、公用負担に関する規定も定められている。                                                                                 |
| 自然公園法  | 昭和 32 年 6 月 1 日  | 優れた自然の風景地を保護するとともにその利用の増進を図ることにより、国民の保健、休養及び教化に資するとともに、生物多様性の確保に寄与することを目的とする。国立公園、国定公園、都道府県立自然公園があり、特別保護地区・第 1 種特別地域は特に厳重に景観の維持を図る                                                                                           |

| 法律名                          | 制定               | 概要                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                  | 必要があり開発行為は原則認められず、第 2 種及び第 3 種特別地域での開発行為は、基準に適合し風刺に与える影響が少ないものについて許可の対象となり、普通地域においては届出制となる。                                                                                                                                             |
| 地すべり等防止法                     | 昭和 33 年 3 月 31 日 | 再滑動型地すべりによる災害に対して国土の保全と民生の安定を図ることを目的とする法律で、主にハード対策に関して記述されている。地すべり防止区域内において道路建設を行う際の行為の許認可について定めたもの。                                                                                                                                    |
| 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（急傾斜地法） | 昭和 44 年 7 月 1 日  | 急傾斜地で豪雨や地震などにより突発的に発生する斜面崩壊による災害から国民の生命を保護するために、必要な防止措置を講じることを定めた法律。この法律に基づき都道府県は急傾斜地崩壊危険区域を指定し、災害を未然に防ぐ事前対策の事業を実施することが義務づけられている。                                                                                                       |
| 自然環境保全法                      | 昭和 47 年 6 月 22 日 | 生物多様性の確保その他の自然環境の適切な保全を総合的に推進することにより、現在及び将来の国民の健康で文化的な性格との確保に寄与することを目的とする。この法により、原生自然環境保全地域と自然環境保全地域が設けられ、工作物の新改増築、土地の変質変更の禁止や行為の規制が定められている。                                                                                            |
| 環境基本法                        | 平成 5 年 11 月 12 日 | 環境の保全に関する施策の基本となる事項を定め、総合的かつ計画的に施策を推進し、現在および将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。国は、土地の形状の変更、工作物の新設その他これらに類する事業を行う事業者が、当該事業に係る環境への影響について自ら適正に調査、予測又は評価を行い、その結果に基づき適正に配慮し、必要な措置を講ずることが定められる。（第 20 条）                            |
| 環境影響評価法                      | 平成 9 年 6 月 13 日  | 環境基本法第 20 条環境影響評価の推進に基づく法で、環境影響評価について国等の責務を明らかにするとともに、規模が大きく環境影響の程度が著しいものとなる恐れがある事業について環境影響評価が適切かつ円滑に行われるための手続その他所要の事項を定めた。事業者は、建設によりその場所に引き起こされる環境への負荷を自ら照査・予測・評価し、早い段階からその方法や結果を公表し、住民からの意見を聴き、事業計画に反映させることを定めている。道路における分類は以下のとおりである。 |

| 法律名                                     | 制定         | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |            | ①第一種事業（本法が適用） <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速道路：すべて</li> <li>・首都高速道路等：4車線以上</li> <li>・一般国道：4車線、延長10km以上</li> <li>・大規模林道：2車線、延長20km以上</li> </ul> ②第二種事業（第三者の調査により本法適用） <ul style="list-style-type: none"> <li>・一般国道：4車線以上、延長10km</li> <li>・大規模林道：5車線、延長15～20km</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（土砂災害防止法） | 平成12年5月8日  | 過去の土砂災害の実態や土砂災害のおそれのある土地の区域等に関する情報を積極的に提供し、地域や個人が土砂災害に適切に対応できるよう定めた法律。土砂災害のおそれのある区域等で人家がなくとも道路等に面した土地の開発可能性がある場合、開発を規制することができ、適切な対策工を設置すればその規制は見直される。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 景観法                                     | 平成16年6月18日 | 都市、農山漁村等も含め、景観計画の対象とし、美しく風格のある国土の形成を総合的に実現することを目的とする。国土交通行政担当部局、農林水産行政担当部局、環境行政担当部局相互の連携を通じ、真に美しい国土の形成、潤いのある豊かな生活環境の創造、個性的な地域社会の実現を目指す法制度である。景観行政を担う主体を景観行政団体とし、政令市、中核市、都道府県及び都道府県知事の同意を得たその他の市町村が、景観計画の対象区域や景観形成の方針、行為の規制に関する事項を定める。計画区域内の重要な公共施設（道路、河川等）は管理者の同意を得て景観計画に位置付けることができる。道路が景観重要公共施設として指定され、景観計画にその整備に関する事項が定められた場合（第47条）には、当該道路の整備は景観計画に即して行われなければならない。また道路の占用にあたっては、道路法による許可基準だけでなく、「景観計画に定められた許可の基準」（第49～54条）にも適法する必要がある。 |

## ＜引用文献＞

国土交通省、社団法人国際建設技術協会（2002）、技術移転のためのガイドブック

国土交通省、農林水産省、環境省（2004）、景観法運用指針

環境省、自然環境保全法の概要、<https://www.env.go.jp/nature/hozen/law.html>、2021年9月15日閲覧文化庁、埋蔵文化財、<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/maizo.html>、2021年9月16日閲覧



自然公園法、<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=332AC0000000161>、2021 年 9 月 16 日閲覧  
環境基本法、<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=405AC0000000091>、2021 年 9 月 16 日閲覧  
千葉県（2017）、林地開発許可申請の手引き  
社団法人日本道路協会（2009）、道路土工-切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）  
環境省、環境影響評価法の施行について、<https://www.env.go.jp/hourei/19/000016.html>、2021 年 9 月 16 日閲覧

災害対策基本法に基づき策定される防災基本計画の構成は災害に対する対応に即した内容となっており、第 11 編に道路災害対策編がある。本編では道路斜面对策に関する言及はないが、「第 2 節道路施設等の整備」において、「国（国土交通省）及び道路管理者は道路における災害を防止するため、必要な施設の整備を図る」とし、「道路防災対策事業等を通じ、安全性・信頼性の高い道路ネットワーク整備を計画的かつ総合的に実施する」としている。

斜面对策事業に関連する国家計画としては、国土交通省が所管する河川砂防技術基準があり、調査編、計画編、設計編、維持管理編（河川編、ダム編、砂防編）としてまとめられている。斜面对策の計画は、砂防（土砂災害対策）に含まれ、土砂災害等とは山腹や斜面の崩壊・浸食、土石流、地すべり等の土砂等の移動減少によって、生命、財産及び公共施設等が被る被害と定義されている。

同計画編第 3 章砂防（土砂災害対策）計画では、急傾斜地対策の対象とする現象は、急傾斜地において、降雨又は地震等の自然現象を誘因として発生する崩壊としている。その計画規模は、急傾斜地において想定される崩壊の現象、保全対象の重要度、事業の緊急性、事業効果等を総合的に考慮して定めるとし、計画は急傾斜地崩壊防止施設の整備によるハード対策と警戒避難体制の整備、土地利用規制等によるソフト対策を適切に組み合わせ、総合的な対策となるよう計画するとしている。

また斜面对策の直接的な言及はないが、仙台防災枠組の優先行動である「強靱性のための災害リスク削減への投資」を道路防災分野で推進するものとして、2014 年 12 月 11 日に制定された「国土強靱化基本法」があり、強靱化すべき分野の一つとして「交通・物流」において道路防災対策の整備が言及されている。

### 3.2.2 国家計画に基づく関連事業の種類

斜面对策事業の大きなものは、砂防関係事業として実施され、このうち国が予算手当てをするものとしては国が直接実施する「直轄事業」、国が地方公共団体に補助金を配分して実施される補助事業、地方公共団体にとって使途の自由度が高く国から交付金で実施する「交付金事業」がある。また地方公共団体が自らの予算で実施する「地方単独事業」で斜面对策事業が実施されている。加えて、災害発生後、緊急に実施される「災害関係事業」がある。

表 3-2 に斜面对策に関する各種事業の一覧を示す。

表 3-2 斜面对策に関する各種事業一覧

(JICA 調査団作成)

| 事業名        |                       | 関連法                                  |
|------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 直轄事業       |                       |                                      |
| 砂防事業       |                       |                                      |
|            | 特定緊急砂防事業              | 砂防法（第 6 条、第 14 条）                    |
|            | 地すべり対策事業              | 地すべり等防止法（第 10 条、第 28 条）              |
|            | 総合流域防災対策事業            |                                      |
| 補助事業       |                       |                                      |
|            | 補助砂防事業                |                                      |
|            | 特定緊急砂防事業              | 砂防法（第 5 条、第 13 条）                    |
|            | 補助地すべり対策事業            |                                      |
|            | 地すべり激甚災害対策特別緊急事業      | 地すべり等防止法（第 7 条、第 29 条）               |
|            | 特定緊急地すべり対策事業          |                                      |
|            | 特定土砂災害対策推進事業          |                                      |
|            | 大規模特定砂防等事業            | 砂防法（第 5 条、第 13 条）                    |
|            | 事業間連携砂防等事業            | 地すべり等防止法（第 7 条、第 29 条、第 41 条、第 45 条） |
|            | 大規模更新砂防等事業            | 急傾斜地法（第 12 条、第 21 条）                 |
| 交付金対象事業    |                       |                                      |
| 砂防事業       |                       |                                      |
|            | 通常砂防事業                | 砂防法（第 5 条、第 13 条）                    |
| 地すべり対策事業   |                       |                                      |
|            | 地すべり対策事業              | 地すべり等防止法（第 7 条、第 29 条、第 41 条、第 45 条） |
| 急傾斜地崩壊対策事業 |                       |                                      |
|            | 急傾斜地崩壊対策事業            | 急傾斜地法（第 12 条、第 21 条）                 |
| 総合流域防災事業   |                       |                                      |
|            | 砂防事業等                 | -                                    |
|            | 砂防基盤調査・急傾斜地基礎調査       | 土砂災害防止法（第 4 条、第 33 条）                |
| 災害関連事業     |                       |                                      |
|            | 災害関連緊急砂防事業            | 砂防法（第 5 条、第 13 条）                    |
|            | 災害関連緊急地すべり対策事業        | 地すべり等防止法（第 7 条、第 29 条、第 41 条、第 45 条） |
|            | 災害関連緊急急傾斜地崩壊対策事業      | 急傾斜地法（第 12 条、第 21 条）                 |
|            | 災害関連地域防災がけ崩れ対策事業      | 地方財政法（第 16 条）                        |
| 直轄事業       |                       |                                      |
|            | 砂防災害関連緊急事業            | 砂防法（第 6 条、第 14 条）                    |
|            | 地すべり対策災害関連緊急事業        | 地すべり等防止法（第 10 条、第 28 条）              |
| がけ等        |                       |                                      |
|            | 災害関連急傾斜地崩壊対策特別事業（がけ特） | 急傾斜地法（第 12 条、第 21 条）                 |

上記災害関係事業は、現に被災した施設としての道路斜面对策施設をも対象とするものであるが、道路予算においても、道路防災対策事業として予防的に斜面对策を行う事業を実施している。道路防災事業は、直轄事業、補助事業、有料道路事業等に大別され、臨時・特別措置として、防災・減災、国土強靱化のための緊急対策事業がある。そのうち斜面对策は直轄事業の改築事業及び維持修繕事業に含まれ、また地方公共団体等への補助事業のうち大規模修繕・更新事業として実施される。

国土交通省は、2018年11月27日重要インフラの緊急点検に関する関係閣僚会議「重要インフラの緊急点検の結果及び対応方策」の報告を踏まえ、国土強靱化基本計画における緊急対策として、防災のための重要インフラ等の機能維持事業を3年間集中的に実施した。そのうち、土砂災害等の危険性が高く、社会的影響が大きい箇所約2,000箇所について、土砂災害に対応した道路法面・盛土対策、土砂災害等を回避する改良や道路拡幅などの緊急対策を実施した。また、近年の災害を踏まえ、道路区域外に起因する災害等を含めて沿道リスクをアセスメントする制度の検討の必要性が報告され、道路区域拡大や沿道区域制度の活用による道路防災対策を推進する施策を進めている（4.8.4(8)参照）。

#### <引用文献>

国土交通省道路局（2019）、道路行政を取り巻く最近の情勢について

国土交通省、道路の防災・減災について、<https://www.mlit.go.jp/common/001302646.pdf>、2021年5月24日閲覧

国土交通省砂防部（2020）、令和2年度砂防関係事業の概要

国土交通省、社団法人国際建設技術協会（2002）、技術移転のためのガイドブック

### 3.2.3 予算措置及び予算の推移

日本における斜面对策予算については、国が行う直轄事業と補助金や交付金配分によって都道府県と政令市等が行う補助事業、交付金事業に分かれ、それぞれ予算化される。また災害による復旧事業実施に対する国の財政支援を定めたものとして、表3-3に示す法律があり、激甚災害に指定されると、災害復旧国庫補助事業の国庫補助率が1～2割程度嵩上げされ、都道府県の負担が軽減される仕組みとなっている。

また令和2年度の申請手続きの改定により、災害発生後の直轄事業や補助事業実施の迅速化が図られ、通常3か月かかっていた手続きが2週間～1か月で現場着手できるようになり、早期に被災地域の二次災害防止が図られるようになった。

表 3-3 災害復旧事業に対する国の財政支援を定めた法律

(JICA 調査団作成)

| 法律                                | 制定         | 内容                                                                                    |
|-----------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律（激甚災害法） | 昭和37年9月6日  | この法律は、災害対策基本法に規定する著しく激甚である災害が発生した場合における国の地方公共団体に対する特別の財政援助又は被災者に対する特別の助成措置について規定したもの。 |
| 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法                | 昭和26年3月31日 | この法律は、公共土木施設の災害復旧事業費について、地方公共団体の財政力に適應するように国の負担を定め、災害の速やかな復旧を図り、公共の福祉の確保を目的としたもの。     |

道路斜面对策に関しては、道路事業費のうち道路維持・修繕に含まれ、国の負担と補助の割合が決められている。

また日本では、年初に想定していない大規模な国から災害復旧事業補助が発生し、交付税措置も組み入れると都道府県の実質的な事業費負担は 1.7%程度になり、都道府県単独の災害対策予算は小さい。加えて、国が使途を定める補助金制度が 2011 年に廃止され、都道府県の裁量で自由に使える一括交付金になったことで、斜面对策予算や砂防予算などと限定する必要がなくなり、斜面对策関連の都道府県予算の年変動は小さくなっている。

表 3-4 に、国の直近 5 年間の関連予算の推移をまとめた。災害関連事業予算及び災害復旧予算については、補正額が大きいため補正後予算額としている。

**表 3-4 2017 年~2021 年度の国の斜面对策関連予算の推移**

(JICA 調査団作成)

| 予算名                | 2017      | 2018      | 2019      | 2020      | 2021      |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 砂防事業関連予算           |           |           |           |           |           |
| 砂防事業費              | 84,302    | 83,254    | 112,347   | 111,737   | 87,122    |
| 総合流域防災事業費          | 6,357     | 6,565     | 8,013     | 8,059     | 7,505     |
| 急傾斜地崩壊対策等事業費       | 16        | 16        | 16        | 16        | 16        |
| 河川等災害関連事業費         | 24,737    | 50,580    | 56,053    | 87,209    | 14,957    |
| 災害復旧国庫事業費(道路災害復旧費) | 38,320    | 13,101    | 44,864    | 30,922    | 2,934     |
| 社会資本総合整備事業費        | 1,954,700 | 2,000,300 | 2,188,600 | 1,801,500 | 1,485,100 |
| 道路防災関連予算           |           |           |           |           |           |
| 道路事業費(直轄事業:維持修繕)   | 338,200   | 359,500   | 372,400   | 386,400   | 400,100   |
| 道路補助事業             | 8,900     | 11,600    | 37,700    | 93,900    | 51,620    |

当初予算額: 百万円

河川等災害関連事業費(2017~2020年度)は補正後予算

災害復旧国庫事業費(道路災害復旧費、2017~2020年度)は補正後予算

(平成 29 年~令和 3 年度国土交通省所管一般会計歳出予算各目明細書  
平成 29 年~令和 2 年度国土交通省所管一般会計歳出予算補正各目明細書)

#### <引用文献>

国土交通省砂防部 (2020)、令和 2 年度砂防関係事業の概要

国土交通省、社団法人国際建設技術協会 (2002)、技術移転のためのガイドブック

内閣府政策統括官(防災担当) (2015)、日本の災害対策

### 3.2.4 地方自治体(都道府県)での防災計画と予算

日本の地方自治体(都道府県)における防災計画は、国の防災基本計画に基づき、都道府県の防災会議が地域の実情に即して作成する。従って、都道府県防災計画は防災基本計画の構成に準じてあり、防災基本計画の改定に伴い、準じて改定が行われている。

本研究では、国道 1 号線と東名高速道路、JR がほぼ平行に走る一帯に土砂災害危険地域を抱え、土砂災害に対する意識が高い静岡県と、県域の大部分に山間地帯を抱え、道路防災に対する技術レベルや意識が高い長野県を対象として調査を実施した。

#### (1) 長野県地域防災計画と斜面对策関連予算

長野県地域防災計画は、「風水害対策編」「震災対策編」「火山災害対策編」「原子力災害対策編」「その他災害対策編」で構成される。また資料編に、「道路災害防除事業計画」、地すべり危険箇

所」、「土砂崩壊危険箇所」「急傾斜地崩壊箇所」「砂防指定地」などの危険箇所に関する情報が掲載されている。

風水害編「災害予防計画」の実施計画に、災害危険区域や土砂災害警戒区域の指定の検討、必要な措置、防災に資する公共施設の積極的整備、防災拠点施設等の土砂災害に対する安全確保、土砂災害警戒区域の公表、土石流危険渓流、地すべり危険箇所及び急傾斜地崩壊危険箇所等における砂防設備、地すべり防止施設急傾斜地崩壊防止施設の整備等に加え、土砂災害に対する警戒避難に必要な雨量計、ワイヤーセンサー等の設置及び流木・風倒木流出防止対策を含め、総合的な土砂災害防止対策の推進、等の言及がある。また同第2章第27節では「道路及び橋梁災害予防計画」がまとめられ、道路の落石、のり面崩壊、道路への土砂流出等に対する対策を各道路管理者並びに警察等関係機関が強化を図る必要があると言及している。その実施計画では、県、市町村、関係機関それぞれで実施する内容の分担が記載されている。また、第31節では二次災害の予防計画が規定され、緊急避難路や輸送道路として災害発生後の移用される場合がある林道についても、土砂災害等に対する事前対策が必要としている。同第3章第33節「災害の拡大防止と二次災害の防止活動」では、道路の構造物、斜面についても倒壊等の二次災害を防止するための措置（危険箇所の緊急点検等の活動、パトロールなど）をとることが言及されている。

長野県における過去3年度の道路防災事業及び斜面对策予算の推移を表3-5に示す。斜面对策予算は、国からの補助金や交付金で実施される事業予算規模が大きく、県が自らの予算で実施する単独事業予算もあるが、相対的に少額である。

**表 3-5 長野県における斜面对策関連予算の推移**

(長野県道路管理課、砂防課、2021年4月30日入手資料より JICA 調査団作成)

| 県名  | 予算名             | 2019 年度   | 2020 年度   | 2021 年度   |
|-----|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 長野県 | 道路防災事業（交付金・補助金） | 1,897,861 | 8,769,967 | 1,320,290 |
|     | 道路防災事業（県単）      | 812,275   | 749,175   | 711,716   |
|     | 斜面对策予算（交付金・補助金） | 3,900,000 | 5,705,500 | 1,618,000 |
|     | 斜面对策予算（県単）      | 127,000   | 122,000   | 140,000   |

単位：千円

## (2) 静岡県地域防災計画と斜面对策関連予算

静岡県地域防災計画は、「共通対策編」「地震対策編」「原子力災害対策編」「風水害対策編」「火山災害対策編」「大火災対策編」「大規模事故対策編」で構成される。資料編には、「道路災害防除事業実施箇所数」「地すべり防止区域一覧表」「急傾斜地崩壊危険区域一覧表」「土砂災害警戒区域・特別警戒区域一覧表」が公表されている。

風水害編第2章災害予防計画第4節道路・橋梁防除計画において、表3-6に示す落石等による道路交通危険箇所数が掲載され、道路管理者が道路の障害物の除去、応急復旧等に必要な人員、資器材等の確保について建設業者等との協定締結に努めることが言及されている。

表 3-6 静岡県地域防災計画に記載される危険箇所数

(「静岡県地域防災計画 風水害編」p14 より抜粋)

| ・落石等による道路交通危険箇所数 (平成8年度調査) |       |     |       |
|----------------------------|-------|-----|-------|
| 道路種別                       | 落石、崩落 | その他 | 計     |
| 一般国道                       | 150   | 152 | 302   |
| 主要地方道                      | 348   | 185 | 533   |
| 一般県道                       | 204   | 106 | 310   |
| 計                          | 702   | 443 | 1,145 |

(県道路保全課)

上記対策にかかる事業費についても参考資料として表 3-7 の通り、記載される。

表 3-7 静岡県地域防災計画に記載される道路災害防除事業費

(「静岡県地域防災計画 風水害編 参考資料」より抜粋)

| 表4 道 路 災 害 防 除 事 業 (単位：千円) |            |            |     |
|----------------------------|------------|------------|-----|
| 区 分                        | 令和元年度実績事業費 | 令和2年度計画事業費 | 摘 要 |
| 県 管 理 道 路                  | 2,235,050  | 2,823,993  |     |

(県道路保全課)

表 3-8 に、過去 3 年度の道路防災事業及び斜面对策予算の推移を示す。

表 3-8 静岡県における斜面对策関連予算の推移

(道路防災事業費／静岡県道路保全課、2021 年 5 月 7 日入手より JICA 調査団作成)

| 県名  | 予算名             | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 |
|-----|-----------------|---------|---------|---------|
| 静岡県 | 道路防災事業（交付金・補助金） | 927     | 2,316   | 936     |
|     | 道路防災事業（県単）      | 1,266   | 2,030   | 1,952   |
|     | 砂防事業（交付金・補助金）   | 8,537   | 6,629   | 5,422   |
|     | 砂防事業（県単）        | 2,335   | 2,635   | 3,465   |

単位：百万円

#### <引用文献>

静岡県砂防課（2019）、砂防だより第 198 号、p5

静岡県砂防課（2020）、砂防だより第 201 号、p5

静岡県砂防課（2021）、砂防だより第 204 号、p5

### 3.2.5 道路斜面及び道路施設の長寿命化、老朽化対策

平成 26 年 4 月に国の道路メンテナンス会議が設立され、地方公共団体の道路の老朽化の取り組みに対する体制支援が整備された。これ以降、都道府県において道路斜面を含む道路施設の長寿命化、老朽化対策が実施されている。長野県と静岡県の事例を以下に記す。

#### (1) 長野県における道路施設等の長寿命化計画等

長野県では、平成 25 年 6 月「吹付法面長寿命化修繕計画」（平成 27 年 12 月一部追加）、並びに「平成 27 年 12 月に「長野県大規模道路施設長寿命化修繕計画」を作成した。

また平成 27 年度に作成された長野県大規模道路施設長寿命化修繕計画では、表 3-9 の構造物を対象として点検が行われた。

**表 3-9 点検の対象とする構造物**

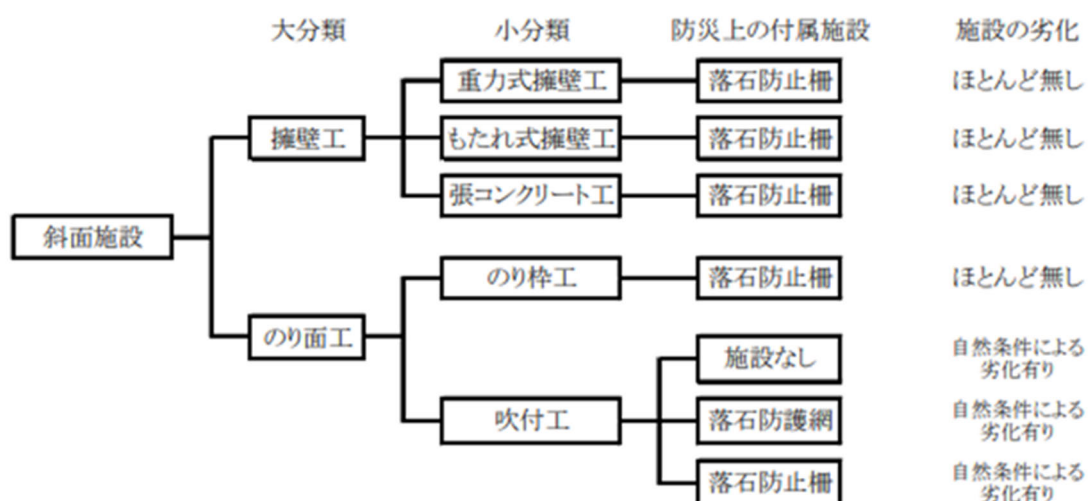
(長野県、長野県大規模道路施設長寿命化修繕計画、p1)

| 工 種 | 種 別          | 細 別        | 構造高等        |
|-----|--------------|------------|-------------|
| 擁壁工 | 現場打ちコンクリート擁壁 | 重力式擁壁      | 構造高 H>8m ※) |
|     |              | もたれ擁壁      | 〃           |
|     |              | 逆 T・控壁式擁壁  | 〃           |
|     |              | L 型擁壁      | 〃           |
|     |              | U 型擁壁      | 〃           |
|     | プレキャスト擁壁     | 壁式擁壁       | 〃           |
|     |              | 井げた組(枠組)擁壁 | 〃           |
|     |              | 階段式擁壁      | 〃           |
|     | ブロック積        | ブロック積      | 〃           |
|     |              | 大型ブロック積    | 〃           |
|     |              | 複合擁壁       | 全て対象        |
|     | 補強土壁         | コンクリート壁面   | 構造高 H>8m ※) |
|     | 軽量盛土擁壁       | コンクリート壁面   | 〃           |
| 法面工 | 現場打ちコンクリート法枠 |            | 構造高 H>8m ※) |
|     |              |            |             |
| 函渠工 |              |            | 路面下の函渠は対象外  |

## (2) 静岡県土木施設長寿命化計画

静岡県土木部河川砂防総室砂防室・道路総室道路保全室は、平成 19 年 3 月に「土木施設長寿命化計画斜面施設ガイドライン(案)」を策定した。このガイドラインに基づき、専門技術者点検を実施、その結果を受け事業の実施が必要と判断された施設について事業計画が講じられている。

本ガイドラインで対象とされた斜面施設は以下の通りである(図 3-7)。



**図 3-7 斜面施設の種類**

(静岡県、土木施設長寿命化計画斜面施設ガイドライン(案)、p3)

### 3.3 地形・気候条件(設計の前提条件)

ODA 事業における本邦とは異なる気象条件や地形条件及び地盤・土質条件等と比較するために、日本におけるそれらの自然条件の特徴を表 3-10～表 3-12 に整理する。

**表 3-10 日本の気象等の災害誘因の特徴**

(JICA 調査団)

| 気象等   | 特徴                 | 内容                                                                                                      |
|-------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 豪雨    | 1 回の降水量が多い         | 日降水量の最大値は気象庁の管轄で 922mm/日（箱根町、2019 年）、気象庁の管轄外で 1317mm（四国電力の観測、2004 年）。年平均降水量の最大値は約 4,500mm（屋久島）。         |
|       | 豪雨が多発する時期がある       | 多雨期は梅雨前線による 5 月～7 月、秋雨前線による 8 月下旬～9 月のほか、台風による豪雨が 7 月～10 月の間に発生する。前線や台風に伴い集中豪雨や局地的豪雨とよばれる豪雨が毎年多数発生している。 |
|       | 年平均降水量に地域偏差がある。    | 日本の年降水量の平均値は約 1,700mm で（国土交通省 HP、2021）、最大値は約 4,500mm（屋久島）、最低値は約 700mm（北海道の常呂）である。                       |
| 地震    | 年間の回数が多い           | 2001 年～2010 年の 10 年間では M5.0 以上の地震が年平均 160.2 回発生しているが、2011 年は M5.0 以上の地震が年間 781 回発生している（気象庁、2021）。       |
|       | 大きな地震の頻度が多い        | 大規模な土砂災害が発生した地震は 2000 年以降で 11 回発生している。                                                                  |
| 豪雪／融雪 | 豪雪地帯がある            | 北陸地方、東北地方、北海道。<br>積雪荷重や温度の低下が地すべりや崩壊の誘因となる。積雪初期も地すべりが多発する時期。また、降雪期間は基本的に土工が出来ない。                        |
|       | 融雪にともなう斜面災害が発生する   | 北陸地方、東北地方、北海道。                                                                                          |
| 気温    | 冬期気温が極寒となる地域がる     | 東北地方、北海道<br>温度の低下が地すべりや崩壊の誘因となる。                                                                        |
|       | 凍結融解が問題となる地域がある。   | 北陸地方、中部の標高の高い地域、東北地方、北海道。<br>凍結融解の程度によって、対策工（例えばコンクリート吹付工）の構造や施工の適性が異なる。                                |
|       | 春夏秋冬があり年間の寒暖差が大きい。 | 平均気温でみると福岡市で 3～32℃、松本市で -6～30℃、札幌市で -12～26℃。                                                            |



表 3-11 日本の地形条件の特徴

(JICA 調査団)

| 地形条件の特徴                | 内容                                                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------|
| 山間地が多く平野部が少ない。         | 日本の国土の 4 分の 3 は山地となっている。                            |
| 急峻な地形が多い               | 中央アルプスが代表するように日本全体の地形は急峻で、河川の勾配も日本海側を中心に急勾配の河川が多い。  |
| 地すべり地形が全国的に多数存在        | 北海道から九州まで数多くの地すべり地形が分布し、地すべり地形分布図を防災科学技術研究所が公開している。 |
| 一つの大きな山体の中に微地形が多く存在する。 | 小さなものも含めて谷地形や尾根地形が複雑に分布している地域が多い。                   |
| 河川による下刻作用で急峻な地形が多い。    | 河川勾配が急で降雨量も多いことや脆弱な地質が多いことから急峻な谷地形が多い。              |

表 3-12 日本の地質条件の特徴

(JICA 調査団)

| 地質条件の特徴              | 内容                                                                           |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 傾斜した地層が多い            | 造山運動による褶曲地形が多いことにより、山間地の多くの地層は傾斜しており、流れ盤構造や受け盤構造など、斜面崩壊やトッピング崩壊の素因の一つとなっている。 |
| 断層が多い                | プレートテクニクスの影響を受けて日本全体に無数の断層が確認されているが、阪神大震災などの過去の地震災害のように未確認の断層で地震が発生することもある。  |
| 造山運動により地質がもまれて脆弱である  | 片理や節理や発達地質や褶曲構造、断層ガウジなども広く分布している。                                            |
| 新第三系の風化しやすい岩が広く分布    | 日本全体に地すべり地形が無数に分布しているが、地すべり多発地帯と新第三系の分布域がほぼ等しい。                              |
| 未固結の火山堆積物が分布する地域がある。 | 北海道から九州まで、火山地域が広く分布し、過去の火山噴出物が堆積した地層が各地で土砂災害の素因となっている。                       |

## &lt;引用文献&gt;

国土交通省 HP (2021a) : [https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet\\_jirei/kouhou/bousai/index.html](https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kouhou/bousai/index.html)

(2021/5/18 参照)

気象庁 HP (2021) : <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq7.html> (2021/5/18 参照)

### 3.4 調査・設計手法

本節では斜面对策に関する本邦での調査・設計手法を説明する。個々の調査方法や設計方法は本邦技術も ODA 事業での技術も同じである。主な違いは以下のような内容である。

- ① 段階的な調査の区分の相違：ODA 事業では協力準備調査と詳細設計の 2 段階のみであるが、本邦ではより細かな段階に分けて調査を実施する。
- ② 期間の制約：本邦では新規道路開発について計画から調査、調査から設計、設計から工事に数年や数十年の期間を経て実施されるが、ODA 事業では計画から施工までが短いことが多い。
- ③ 入手可能な既往資料の品質の相違：詳細な地形図や地質図、空中写真や航空レーザー計測結果など、ODA 事業で入手可能な資料の品質が十分でないことが多い。
- ④ 一部業務の現地再委託と品質管理：ODA では調査ボーリングや測量などは現地再委託することが多く、本邦と同等の品質を保持することが難しい。
- ⑤ 海外での施工実施可能性や対象国の維持管理体制を考慮した設計：本邦では純粋に技術面と費用面の比較のみで対策工の計画・設計を実施するが、ODA 事業では資材は特殊機械の輸送費用や対象国の維持管理能力を評価した上で、適用可能な対策工の中から選択する必要がある。

#### 3.4.1 斜面对策に関する調査手法と調査の流れ

「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」より抜粋して道路斜面における斜面对策のための調査項目とその内容を表 3-13 に示す。調査は概略調査、予備調査、詳細調査の 3 つに区分され。道路建設の流れに沿って段階的に実施される。この表の調査内容には地すべり対策に関するものも含まれている。計測調査は地すべり性の斜面変状が認められる場合に導入される。地下水調査は地すべり活動が確認された場合に実施する。

**表 3-13 道路の斜面对策に関する調査項目**

(「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」より抜粋、一部加筆)

| 区分   | 調査種                                                   | 調査内容                                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概略調査 | ・ 既存資料収集<br>・ 広域の現地踏査                                 | 道路概略設計に必要な計画地域周辺の地形・地質及び環境面での全般的な資料を収集・分析し、更に巨視的な観点から広い範囲で現地踏査を実施する。                                                             |
| 予備調査 | ・ 既存資料収集<br>・ 空中写真判読<br>・ 現地踏査<br>・ 危険箇所のボーリング調査等     | 既存資料は崩壊・地すべり等を起こしやすい地域を特定するための資料（地形図、地質図、空中写真、地質・土質調査報告書、工事記録、災害記録、土地条件図、土地利用図、地すべり分布図）を収集整理する。                                  |
| 詳細調査 | ・ 現地踏査<br>・ 地質・土質調査<br>・ 計測調査<br>・ 地下水調査<br>・ 環境・景観調査 | 地質・土質調査はボーリング調査、サウンディング、物理探査、原位置試験、室内土質試験等による調査。計測調査はひずみ計や傾斜計等の計器による計測調査。地下水調査は地下水位や間隙水圧の観測の他、地下水検層や温度検層、流向流速測定、地下水追跡調査等である。注 1) |

| 区分        | 調査種                                                                                                                    | 調査内容                                                                                          |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斜面崩壊対策の調査 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地形図解析</li> <li>・空中写真判読</li> <li>・地表踏査</li> <li>・土質試験</li> <li>・物理探査</li> </ul> | 斜面崩壊の可能性が高い区域を抽出する予備調査と具体的な対策工法の詳細な計画、設計・施工のための基礎資料を得るための詳細調査に分かれる。<br>予備調査と詳細調査は上述した内容に含まれる。 |

※注1)：この詳細調査の内容は地すべり対策も含めた調査内容である。急傾斜地での崩壊対策の場合、無降雨期は不安定土塊中に地下水位が形成しないことが多いことからこれらの地下水調査は通常実施しない。また、斜面変動が確認される前の事前対策を前提とすることから計測調査も通常は実施しない。

道路土工関係のその他の技術基準の内容を紹介する。

道路土工構造物技術基準（2015）はこれまでの道構造物関係指針類の上位に立つ法律に基づく技術基準として2015年3月に制定されたものである。日本道路協会が発行する道路土工に関連する技術図書類のうち、この技術基準制定以前に発行された図書において、この技術基準と異なる内容については、この技術基準の規定が優先されることになる。この技術基準には調査、計画、設計、施工、維持管理に係る基本的事項が示されている。具体的な方法については下位の指針類が技術基準に合わせて改訂されるまでは現在の指針類を技術基準に合わせて読み替えて対応することとなっている。

「日本道路協会(2017): 道路土工構造物技術基準・同解説」は道路土工構造物技術基準（2015）の技術解説書である。基本事項の章で調査、計画、設計、施工、維持管理に係る基本的事項が示されている。設計の章では設計に関する基本事項の他に道路土工構造物の要求性能や設計条件などが記述されている。調査についてはこの「技術基準・解説」の3章の基本事項の章の中で、「道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない。」と記述されている。また地形・地質に関しては「道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、地盤の力学的性質等に着目した詳細な調査、試験、設計等を行うのに先だって、それらを含む広い範囲の地形、地質的な観点からの広い視野で評価を行うことが重要である。」と基本的な内容が記述されている。対象とする災害については「道路土工構造物の計画においては、対象とする災害の形態と規模を明確にすることが重要である。」などの記述がある。これらは平地の道路を含めた道路全般に対する調査方針の記述であり、具体的な調査内容には言及していない。「日本道路協会(2017): 道路土工構造物技術基準・同解説」は道路土工構造物の「設計」に関する章と「施工」に関する章はあるが「調査」に関する章は無いことから、この技術基準は調査よりも土工構造物全般の設計・施工に関する基本的な考え方の説明に重点がおかれている。

「日本道路協会（2009）：道路土工要綱」は道路土工指針全体の基本編・共通編である。「日本道路協会(2017): 道路土工構造物技術基準・同解説」の発行によりこの要綱のうちの基本編は廃止されたが、「技術基準・同解説」と齟齬の無い知見等は参考文献として利用できるとされている。共通編は廃止されていないものの「技術基準・同解説」の記述に基づいて適宜読み替え等を行うとされている。道路土工要綱の基本編では道路土工の基本的な考え方が説明されており、調査、設計、施工、工事の管理と検査、維持管理に分けて説明されている。その中で調査については、概略調査、予備調査、詳細調査、施工段階の調査、維持管理段階の調査に区分してそれぞれの調

査段階での基本的な考え方が説明されている。共通編は調査方法とその活用、排水、凍上対策、雨水貯留浸透施設、施工計画、監督と検査に区分して、道路土工の各指針に共通する項目について詳述されている。土工要領に記載されている斜面对策関連の調査項目や内容は表 3-13 に掲載した「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」の内容と同じである。

「日本道路協会 (2012): 道路土工—擁壁工指針」は擁壁工の設計に重点を置いた指針である。調査に関する記述も擁壁の構造や基礎形式を決定するための調査について、概略的に定性的に説明されている。

「日本道路協会 (1987): 道路土工—排水工指針」は昭和 62 年版が最新版であるが、「日本道路協会 (2009): 道路土工要綱」では道路土工指針の体系の中から除外されている。排水工指針の内容は道路路面等の排水対策に特化された内容であるが、この内容は土工要綱共通編と各指針類の中の排水に関する項に引き継がれている。のり面排水に関する章の内容は「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」に引き継がれている。

このように道路に関連する斜面对策に関連する調査手法の具体的な内容については、「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」に全てが掲載されている。実際の設計に当たっては、その考え方等を正しく適用するため、適宜土工基準、土工要綱、他の指針類を適宜参照する必要がある。

道路建設の流れと各調査区分との関係を図 3-8 に示す。各調査区分と概略設計、予備設計の関係とそれぞれの流れを説明した図である。

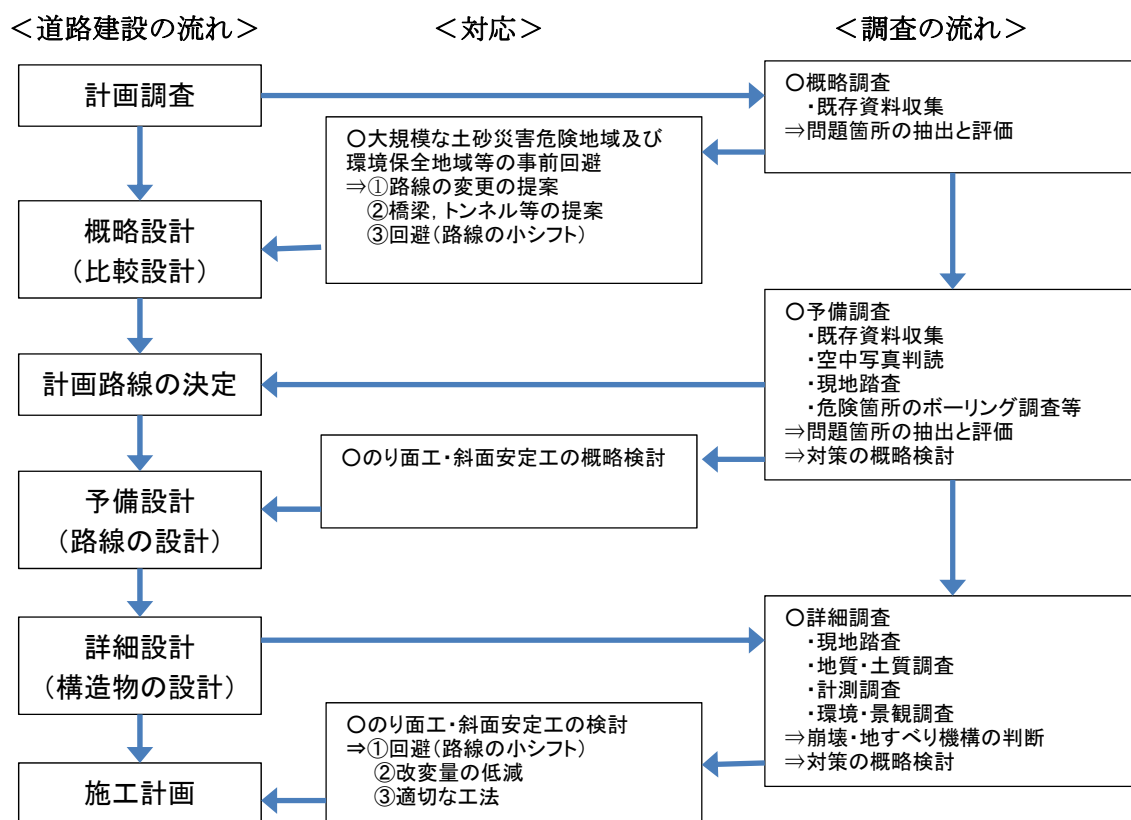


図 3-8 道路建設の流れと調査の流れの関係

（「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」より抜粋）

斜面对策工の設計に必要な詳細調査は ODA 事業でも重要であるが、専用の機器が必要な調査が多いことから ODA 事業で実施する場合は事前に協力準備調査の調査項目とする必要がある。その参考とするために詳細調査の内容を説明する。表 3-14 は対象斜面の状況に応じた標準的な詳細調査の内容を示したものである。このように詳細調査の内容は対象斜面の状況によって変えるのが一般的である。

表 3-14 詳細調査における標準的な調査レベルと調査種選定の目安

(「全国治水砂防協会 (2019) : 急傾斜地崩壊防止工事技術指針」)

| 調査<br>レベル | 調査対象斜面の概要                                                                                                                                 | 標準的な詳細調査の内容<br>(予備調査にプラスする調査)                                                                                                                          |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I         | 1. 斜面が小さく勾配も緩い<br>2. 地質構造が単純で地表地質調査で明確にできる。<br>3. 想定される崩壊規模が非常に小さい。<br>4. 崩壊歴がない。<br>5. 施工過程における斜面の不安定化のそれが無い。                            | ・ 地層構造、地表面の変状の把握および崩壊形態の想定を主目的とする現地精査（地表地質調査）に重点を置き、必ずしもサウンディング等を実施する必要は無い。                                                                            |
| II        | 1. 斜面高がやや大きく、勾配もやや急。斜面高は低い勾配が急。<br>2. 地層構造がやや複雑で地表地質調査だけでは明確にしにくい。<br>3. 想定される崩壊規模がやや大きい。<br>4. 小規模な崩壊歴がある。<br>5. 施工過程における斜面の不安定化のおそれがある。 | ・ 地表地質調査<br>・ 簡易サウンディング（簡易動的コーン貫入試験、ポータブルコーン貫入試験等）・・・2～3 側線（側線間隔は 5～20m 程度）<br>・ ボーリング調査・・・1 本以上<br>（構造物の基礎の確認が必要な場合は特に重要となる。）                         |
| III       | 1. 斜面高が大きく、勾配もやや急。<br>2. 地層構造が複雑で簡易なサウンディングだけでは明確にしにくい。<br>3. 想定される崩壊規模が大きい。<br>4. 中規模以上の崩壊歴や斜面の異常変状がある。<br>5. 施工過程における斜面の不安定化のおそれがある。    | ・ 地表地質調査<br>・ ボーリング調査・・・2～3 本以上<br>・ サウンディング（簡易動的コーン貫入試験、ポータブルコーン貫入試験、スクリーウェイト貫入試験、標準貫入試験）・・・数側線（側線間隔は 5～20m 程度）<br>・ 弾性波探査（側線間隔は 10～20m 程度）<br>・ 土質試験 |

表 3-15 は斜面对策工の設計パラメータを得るための詳細調査の内容である。例えば、概略調査や予備調査の段階でアンカー工の導入が必要と判断された場合はアンカー基本調査試験と平板載荷試験が詳細調査項目に含まれる。

表 3-15 斜面对策工の設計パラメータを得るための詳細調査

(JICA 調査団)

| 調査種               | 内容                                                              | 対応する対策工                                                                                                              |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地形測量              | 対策工の配置や数量の算定、地質踏査結果やボーリング調査と照合して地質構造の把握を行う。不正確な地形図ではそれらの精度が落ちる。 | ほぼ全ての対策工に必要。斜面安定解析でも利用する。切土を伴わない法枠工等では配置や数量の算定に必要。切土を伴う場合もボーリング調査結果を正確に反映させるために必要となる。特に地山補強土工、アンカー工では定着位置の把握を行う上で重要。 |
| 調査ボーリング           | 地質状況（風化、亀裂等）の直接観察による不安定土塊と定着地盤の確認。                              | 地山補強土工、アンカー工、杭工                                                                                                      |
| 標準貫入試験            | N 値により不安定土塊深度の把握。地盤の変形係数や土質強度定数の推定。                             | 地山補強土工、アンカー工、杭工                                                                                                      |
| サウンディング           | 浅層の不安定土層の厚さの把握と地盤の変形係数や土質強度定数の推定                                | 地山補強土工                                                                                                               |
| アンカー基本調査試験／平板載荷試験 | アンカー工の周面摩擦係数の測定。最大アンカー力の把握。平板載荷試験は受圧板位置の地盤支持力を把握する。             | アンカー工                                                                                                                |
| 土質試験<br>岩石試験      | 単位体積重量や土質強度定数の把握。<br>土圧の算定や安定解析を伴う対策工には必要                       | 擁壁工、地山補強土工、アンカー工、杭工                                                                                                  |

## &lt;引用文献&gt;

日本道路協会（2009）：道路土工一切土工・斜面安定工指針

全国治水砂防協会（2019）：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例－急傾斜地崩壊防止工事技術指針

日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説

日本道路協会（2009）：道路土工要綱

日本道路協会（2012）：道路土工－擁壁工指針

日本道路協会（1987）：道路土工－排水工指針

### 3.4.2 道路における斜面对策工の要求性能

「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」では道路土工構造物の要求性能について、安全性、使用性及び修復性の観点から表 3-16 のように記述されている。この要求性能は公的な技術指針の性能規定化に対応したもので、常時の作用（死荷重、活荷重等の常に作用するもの）、降雨の作用（排水施設に対する降雨や湧水、地下水の作用）、地震動の作用（レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動）、その他の作用（風、雪、落石、斜面崩壊、岩盤崩壊、地すべり、土石流、コンクリートの乾燥収縮、地盤変位、洗掘、温度変化、凍上、塩害、酸性土壌での腐食劣化等）など、起こり得る全ての事象に対する要求性能である（日本道路協会，2017）。

**表 3-16 道路土工構造物の要求性能**

（「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」）

| 区分   | 要求性能                                                                 |
|------|----------------------------------------------------------------------|
| 性能 1 | 道路土工構造物が健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能   |
| 性能 2 | 道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能 |
| 性能 3 | 道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の帯する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能         |

「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」では切土・斜面安定施設の要求性能に対する限界状態について表 3-17 のように記述されている。

**表 3-17 切土・斜面安定施設の要求性能に対する限界状態**

（「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」）

| 区分   | 要求性能に対する限界状態                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 性能 1 | 切土・斜面安定施設が健全である、又は、切土・斜面安定施設は損傷するが、当該切土・斜面安定施設の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない範囲内で適切に定める必要がある。降雨、地震動、自然斜面からの崩壊等の作用による切土・斜面安定施設の変状を完全に防止することは現実的ではない。このため、性能 1 に対する切土・斜面安定施設の限界状態は、道路の安全性、使用性及び修復性をすべて満足する観点から、切土・斜面安定施設に軽微な変状が生じた場合でも、平常時においての点検及び補修、また地震時等においての緊急点検及び緊急措置により、道路としての機能を確保できる限界の状態として設定すればよい。 |



| 区分   | 要求性能に対する限界状態                                                                                                                                                                                                                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 性能 2 | 切土・斜面安定施設の損傷が限定的なものにとどまり、当該切土・斜面安定施設の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる範囲内で適切に定める必要がある。このため、性能 2 に対する切土・斜面安定施設の限界状態は、道路の安全性及び修復性を満足する観点から、切土・斜面安定施設に損傷が生じ、通行止め等の措置を要する場合でも、応急復旧等により道路の機能を回復できる限界の状態として設定すればよい。                   |
| 性能 3 | 切土・斜面安定施設の損傷が、当該切土・斜面安定施設の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない範囲内で適切に定める必要がある。このため、性能 3 に対する切土・斜面安定施設の限界状態は、道路の使用性及び修復性は失われども、安全性を満足する観点から、切土・斜面安定施設が対象とする斜面等の大規模な崩壊によって道路自体が失われたり、隣接する施設等への甚大な影響が生じたりするのを防止できる限界の状態として設定すればよい。 |

「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」では道路土工構造物の重要度区分を表 3-18 のように定義している。市町村道であっても特に重要な道路は高速自動車国道と同等に重要であるという判断となっている。

**表 3-18 道路土工構造物の重要度の定義**

（「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」）

| 区分    | 区分の内容                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 重要度 1 | <p>（ア）下記に挙げる道路に存する道路土工構造物のうち、当該道路の機能への影響が著しいもの</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速自動車国道，都市高速道路，指定都市高速道路，本州四国連絡高速道路及び一般国道</li> <li>・都道府県道及び市町村道のうち，地域の防災計画上の位置づけや利用状況等に鑑みて，特に重要な道路</li> </ul> <p>（イ）損傷すると隣接する施設に著しい影響を与える道路土工構造物</p> |
| 重要度 2 | （ア）及び（イ）以外の道路土工構造物                                                                                                                                                                                                                             |

「日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説」に記載された要求性能に対する道路構造物の選定基準については、道路管理者の判断に任されている。表面排水施設の事例や、盛土、擁壁、カルバート、軟弱地盤対策工は選定基準が明示されているものの、切土工・斜面安定工については道路の重要度等に応じた具体的な選定基準が示されていない。

「日本道路協会（2009）：道路土工要綱」の「2-4 設計」においても、詳細は「日本道路協会（2009）：道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照するように記述されているのみである。

つまり、道路土工関連の技術基準書には「切土工・斜面安定工」を道路の重要度によってどのように使い分けるかを具体的に記載したものは無い。また、「日本道路協会（2009）：道路土工一切土工・斜面安定工指針」には、斜面安定工の設計において地震動を具体的にどのように与えるかの説明も無い。

### 3.4.3 斜面对策工の設計手法に関する本邦技術の特徴

4章以降で欧米などの先進国との設計手法の違いを検討するために、本邦技術の斜面对策工の設計手法の特徴について表 3-19 に整理する。

表 3-19 本邦における斜面对策工の設計手法の主な特徴

(JICA 調査団)

| 項目                       | 特徴                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斜面安定解析式の選定               | 各国で共通に採用される極限平衡法の斜面安定解析であるが、日本では抑止工の必要抑止力の算定や対策工による斜面の安定度の上昇を評価する手法として主に利用され、斜面の安定度を表す指標ではないとしている。日本の道路事業における斜面对策では円弧すべり対応で最も古典的な修正 Fellenius 式を利用することが一般化しており、簡易 Bishop 式や簡易 Janbu 式などその他の安定解析式を利用することはほとんど無い。                          |
| 土質強度定数の算定方法              | 斜面崩壊等が発生していない斜面の現状安全率 $F_s$ は $F_s > 1.0$ であるが、斜面对策が必要と判断された斜面や法面では、現状斜面や切土の法面の安全率 $F_s$ を $F_s = 1.0$ と仮定して、土質強度定数の粘着力 $c$ または内部摩擦角 $\phi$ のどちらかを逆算で求める方法（逆解析）が採用されている。                                                                 |
| 抑止工の必要抑止力の算定方法（アンカー工）    | アンカー力をすべり面の法線分力と接線分力に分ける方法を採用している。更に、法線分力によってすべり面のせん断抵抗を増加させる効果を締め付け効果、接線分力によって地すべりを直接的に抑止する効果を引き止め効果と表現している。<br>引き止め効果は安定解析式の分母項から減算する方法が力学的には正しいと認識しながら、“安全側の設計”という観点から力学的な厳密性に欠ける分子項に加算する方法が主流となっている。分子項に加算する方法では必要抑止力が 5～15%程度大きくなる。 |
| 抑止工の必要抑止力の算定方法（鉄筋挿入工）    | 補強材の引張強度や周面摩擦抵抗などの“強度”を“補強材の引張力”などと表現して、アンカー力を同様にすべり面の法線分力と接線分力に分ける方法を採用している。また、アンカーと同様に締め付け効果と引き止め効果に区分し、両方を安定解析式の分子項に加算する方法が採用されている。ここにもアンカー工同様に力学的な厳密性に関する問題が存在する。                                                                    |
| 地山補強土工（鉄筋挿入工）の法面工低減係数の採用 | 「NEXCO（2007）：切土補強土工法設計・施工要領」では法面保護工の種類によって補強材の引張力を低減させる係数を作用している。これは日本で開発された設計手法で、この方法が日本での設計方法の主流となっている。                                                                                                                                |

#### <引用文献>

NEXCO（2007）：切土補強土工法設計・施工要領、東日本高速道路株式会社・中日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社

### 3.4.4 斜面对策工の選定フロー

道路斜面の崩壊は切土法面にのみ発生する現象では無く道路沿線の自然斜面でも発生する。切土工を前提としない斜面对策工全般としての工種の選定フローを図 3-9 に示す。この選定フローは市町村道以上であれば、適用可能である。これは工法選定の概念を示したものであり、いろいろな自然条件に対応した完全な工法選定フローは存在しないことから、最終的には3案程度の工法を選定し、自然条件や建設費用等も含めて具体的に比較検討して最終決定する。

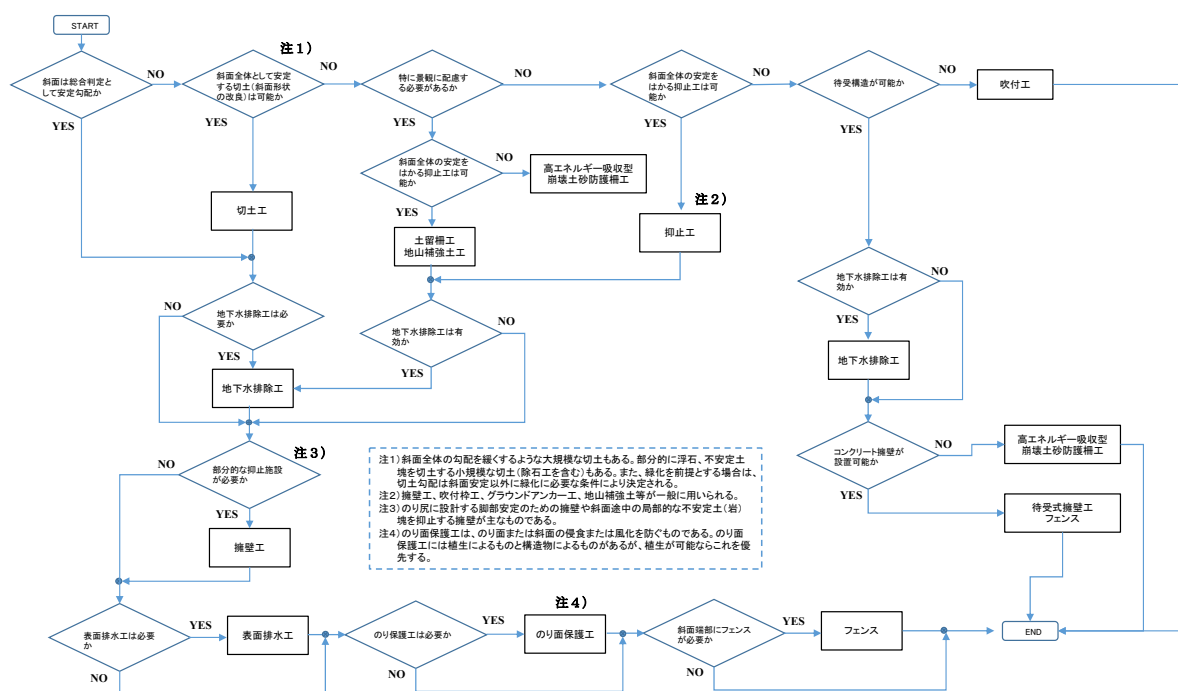
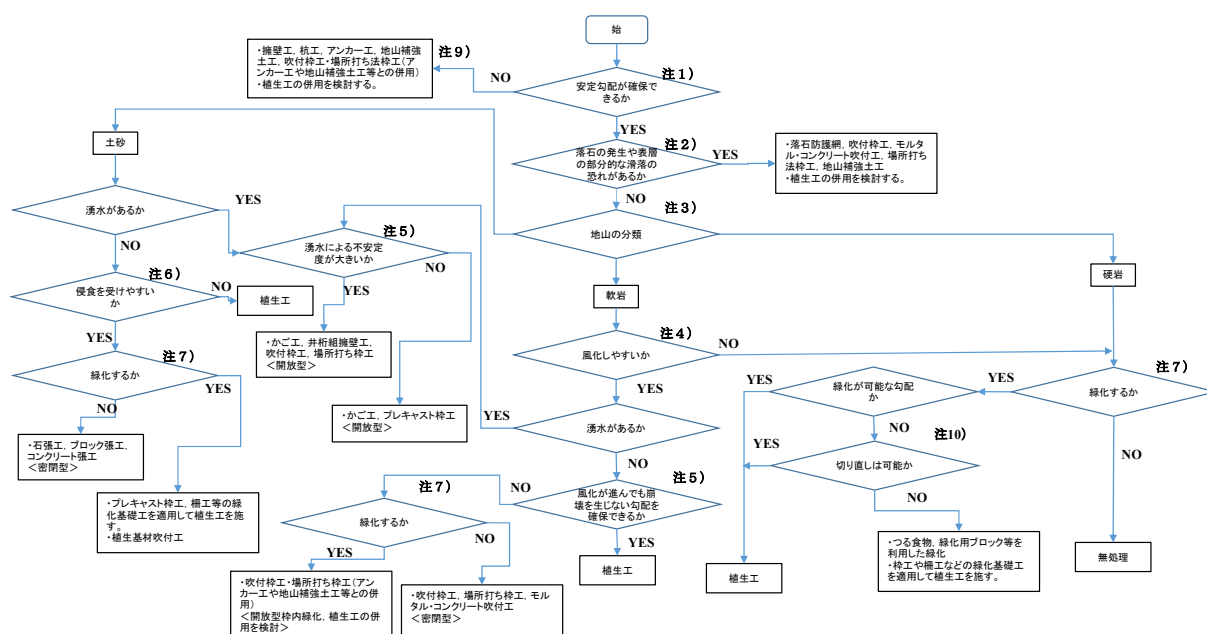


図 3-9 斜面对策工の選定フロー

(「全国治水砂防協会 (2019): 急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、フローチャート記号の配置変更)

道路沿線での切土工に伴う斜面对策工の選定フローを図 3-10 に示す。図 3-9 と同様に、この選定フローは市町村道以上であれば、適用可能であり、かつ工法選定の一例としての参考図である。いろいろな自然条件に対応した包括的な工法選定フローは存在しないことから、最終的には対応箇所ごとに道路土工基準の基本的考え方にに基づき、自然条件や建設費用等も含めて具体的に比較検討して最終決定する。



注 1) 地山の土質に応じた安定勾配としては、地山の土質に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。また、安定勾配が確保できない場合の対策として可能な場合は切直しを行う。

注 2) 落石の恐れの有無は「落石対策便覧」等を参考にして判断する。

注 3) 地山の分類は、道路土工要綱共通編 1-4 地盤調査 9) 岩及び土砂の分類に従うものとする。

注 4) 第三紀の泥岩、頁岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩等は切土による除荷・応力解放、その後の乾燥湿潤の繰返しや凍結融解の繰返し作用等によって風化しやすい。

注 5) 風化が進んでも崩壊が生じない勾配としては、密実でない土砂の標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。

注 6) しらす、まさ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土砂は表流水による浸食には特に弱い。

注 7) 自然環境への影響緩和、周辺景観との調和、目標植生の氷結性等を勘案して判断する。

注 8) 主として安定度の大小によって判断し、安定度が特に低い場合にかご工、井桁組擁壁工、吹付け砕工、現場打コンクリート砕工を用いる。

注 9) 構造物工による保護工が施工されたのり面において、環境景観対策上必要な場合には緑化工を施す。

注 10) ここでいう切直しとは、緑化のための切直しを意味する。

図 3-10 切土のり面におけるのり面保護工の選定フロー

(「日本道路協会(2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針」、フローチャート記号の配置変更)

#### <引用文献>

日本道路協会 (2009): 道路土工一切土工・斜面安定工指針

全国治水砂防協会 (2019): 新・斜面崩壊防止工事の設計と実例―急傾斜地崩壊防止工事技術指針

日本道路協会 (2017): 落石対策便覧

### 3.5 施工管理/監理手法

本項では、本邦における施工管理/監理手法について取りまとめる。

斜面对策では、工種によって方法が異なってくるため、斜面对策で用いられる代表的な工種（アンカー工、鉄筋挿入工、吹付工・吹付法砕工、水抜き横ボーリング工、張工（ロープネット工、落石予防ネット）、落石防護柵工、落石防護網工について、施工管理/監理のフロー、各方法を決定する基準・管理結果の判断基準及び管理/監理の方法・頻度について、工種ごとにとりまとめた。

加えて、管理/監理方法や工事中の災害発生時の対応について、日本国内と ODA 事業での比較を念頭にとりまとめた。

#### 3.5.1 斜面对策工における施工管理/監理方法

##### (1) アンカー工

- 施工管理/監理のフロー

アンカー工の施工手順は、削孔、孔内洗浄、テンドン<sup>20</sup>挿入、グラウト注入、養生、試験となっており、それぞれの段階において、必要な施工管理/監理が実施される必要がある。「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」（公社）地盤工学会、2012 に示されるフローを図 3-11 に示す。なお、製品ごとに詳細な手順が定められているため、実際の施工管理/監理については、製品に応じたフローに従う必要がある。

---

<sup>20</sup> テンドン（tendon）とは腱の意味で、アンカー工で使用する PC 鋼材（PC 鋼より線）のこと

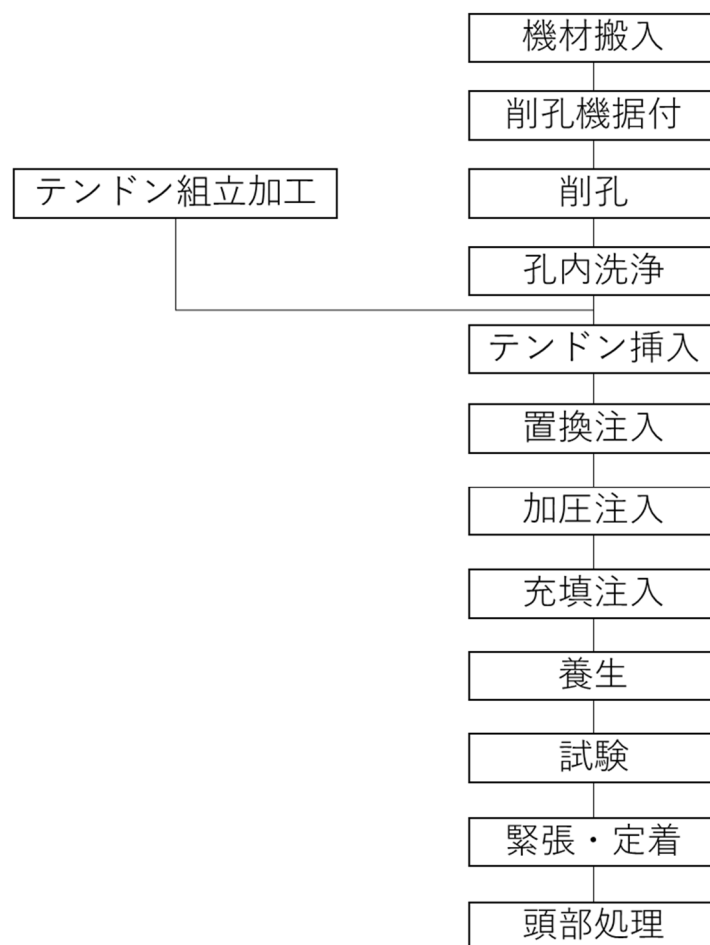


図 3-11 グラウンドアンカーの標準的な施工フロー

(グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説 P86、地盤工学会 (2012))

- 施工管理/監理の判断基準

施工管理/監理の判断基準としては、作業項目ごとに管理項目が定められている。削孔の精度、テンドンの仕様や加工状況、グラウト量や注入圧力、緊張力及び頭部の防食処理などにそれぞれ判断基準が定められている。詳細については製品ごとのマニュアルを参照する必要がある (表 3-20)。

**表 3-20 グラウンドアンカーの施工管理項目一覧例**  
 (グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説 P88、地盤工学会 (2012))

| 作業項目     |          | 管理項目       |
|----------|----------|------------|
| 削孔       | 機械搬入     | 施工機械検収     |
|          | 削孔機据付け   | 据付け精度      |
|          | 削孔       | 削孔径(ビット径)  |
|          |          | 削孔長検尺      |
|          |          | アンカー一体設置地盤 |
|          | 孔内洗浄     | 洗浄水濃度      |
| テンドン組立加工 | 材料納入     | 材料品質       |
|          | 組立加工     | テンドン本数     |
|          |          | テンドンの仕様    |
|          |          | テンドン全長     |
|          |          | テンドン自由長    |
|          |          | テンドン拘束長    |
| テンドン挿入   | 挿入       | 損傷・汚れ      |
|          |          | 緊張余長       |
| 注入       | 材料納入     | 材料品質       |
|          | 練混ぜ      | 材料の計量      |
|          |          | 投入順序       |
|          |          | 練混ぜ時間      |
|          |          | 水温         |
|          |          | 流動性        |
|          | 置換注入     | 注入量        |
|          |          | 排出置換グラウト濃度 |
|          | 加圧注入     | 注入圧力       |
|          | ケーシング引抜き | テンドン共上り    |
|          | 充填注入     | 充填不足       |
| 緊張・定着    | 緊張装置搬入   | 緊張装置の検収    |
|          | 定着具搬入    | 定着具の検収     |
|          | 養生       | グラウト強度     |
|          | 台座設置     | 受圧構造物の強度   |
|          |          | 頭部背面処理状態   |
|          |          | 台座設置状態     |
|          | 定着具取付け   | 定着具設置状態    |
|          | 緊張       | 緊張力        |
|          |          | 荷重-変位関係    |
|          | 定着       | 定着時緊張力     |
| 頭部処理     | 背面処理     | 防食処理状態     |
|          | 頭部処理     | 防食処理状態     |

● 施工管理/監理の方法と頻度

アンカー工に必要な試験は、設計に必要な諸定数などを決定するための基本調査試験、実際に使用するアンカーの性能を確認するための適正試験および確認試験がある（表 3-21）。試験の標準的な方法や頻度は、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」（公社）地盤工学会、2012、P103～に示されており、各社の製品の試験もこれに準拠している（表 3-22）。

**表 3-21 アンカー試験の概要比較**

（グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説 P104、地盤工学会（2012））

| 項目               | 試験の種類 | 基本調査試験                            |                                            | 適正試験                                   | 確認試験                         |
|------------------|-------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
|                  |       | 引抜き試験                             | 長期試験                                       |                                        |                              |
| 1) 目的            |       | アンカーの設計に用いる定数を求める                 | 供用期間中の残存引張力の推定のための定数を求める                   | アンカーの設計が適切であったかどうか確認する                 | 設計アンカー力に対して安全かどうか確認する        |
| 2) 実施時期          |       | 実施設計を行う前                          | 施工前                                        | 施工時の初期段階                               | 施工時                          |
| 3) 計測の主な関係       |       | 極限引抜き力に至るまでの荷重～変位量関係              | 長期間における残存引張力～時間係数                          | 多サイクル載荷時の荷重～変位量関係                      | 1サイクル載荷時の荷重～変位量関係            |
| 4) 試験の対象アンカー     |       | 試験用アンカー                           | 供用アンカーと同じ仕様の試験アンカー                         | 供用するアンカー                               | 供用するアンカー                     |
| 5) 試験本数          |       | 一般に1本                             | 一般に1本                                      | 施工本数の5%かつ3本以上                          | 適正試験分を除くその他の全数               |
| 6) 計画最大荷重(Tp)    |       | TpがTugもしくはTu以上                    | Tp=1.1Td                                   | ランクA: 1.25Td<br>ランクB: 1.10Td           | ランクA: 1.25Td<br>ランクB: 1.10Td |
| 7) 載荷サイクル数       |       | 5～10サイクル                          | 1サイクル                                      | 5サイクル以上                                | 1サイクル                        |
| 8) 各サイクルの最大荷重(例) |       | 0.4Tp, 0.7Tp, 0.8Tp, 0.9Tp, 1.0Tp | 1.1Td                                      | 0.4Tp, 0.55Tp, 0.7Tp, 0.85Tp, 1.0Tp    | ランクA: 1.25Td<br>ランクB: 1.10Td |
| 9) 載荷保持時間        | 新規荷重  | 15分以上                             | 60分の後、7～10日間                               | 1～180分（設置地盤による）                        | 1～15分（設置地盤による）               |
|                  | 履歴内荷重 | 1～2分                              |                                            | 1～2分                                   | 1～2分                         |
|                  | 変位の安定 | 1mm/3分以下                          |                                            | 通常：クリープ係数0.5mm以下<br>時間延長：クリープ係数2.0mm以下 | 1mm/3分以下                     |
| 10) 計測時間         |       | 各新規荷重内で1分ごと                       | 0, 1, 2, 5, 10, 15, 30, 60分、以後30分間隔で7～10日間 | 各新規荷重内で1分ごと                            | 各新規荷重内で1分ごと                  |
| 11) 判定項目         |       | 極限引抜き力                            | 引張力の低下係数<br>供用期間中における残存引張力の推定値             | 設計と施工が適切<br>弾性変位量<br>クリープ係数<br>見掛け自由長  | 設計アンカー力が安全弾性変位量を満たす          |
| Tp: 計画最大荷重       |       | Td: 設計アンカー力                       |                                            |                                        |                              |
| Tu: 極限アンカー力      |       | Tug: アンカー極限引抜き力                   |                                            |                                        |                              |



表 3-22 本邦におけるアンカー工の施工管理上の特徴

(JICA 調査団)

| 項目                | 特徴                                                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 掘削                | 二重管式の掘削を基本とする                                                                     |
| 孔洗浄～テンドン挿入～グラウト注入 | 孔洗浄は清水若しくはエアーを用いる。<br>孔洗浄後、速やかにテンドン挿入とグラウト注入を実施する。                                |
| 湧水・逸水             | 適切な処理を求めている                                                                       |
| 定着部確認             | スライムの観察や掘削速度より、定着部を確認する。                                                          |
| テンドン挿入            | 防食加工を傷めないような注意を要求                                                                 |
| グラウト注入            | 置換注入、加圧注入および充填注入を用いて、適切な注入を要求。<br>置換注入は、アンカー孔の最深部から行い、注入したグラウトと同質のもの孔口からあふれるまで行う。 |
| 緊張                | グラウトが所定強度に達した後、適正試験・確認試験によって施工したアンカーの性能を確認し、所定の初期緊張力で定着する。                        |
| 頭部処理              | 防食や防護処理が要求され、確実な止水が求められている                                                        |
| 管理の方法・頻度          | 基本調査試験、実際に使用するアンカーの性能を確認するための適正試験および確認試験など、きめ細かく規定されている。                          |
| 斜面上の作業            | 足場仮設による安全で十分な広さの作業スペースの確保を基本とする                                                   |

## (2) 鉄筋挿入工

### ● 施工管理/監理フロー

地山補強土工法の施工は、地山の状態や工種などを考慮し、安定性、施工性を踏まえて適切な手順で行うとされている（地盤工学会、2011）。標準的な施工の流れを図 3-12 に示す。なお、製品ごとに詳細な手順が定められているため、実際の施工管理/監理については、製品に応じたフローに従う必要がある。

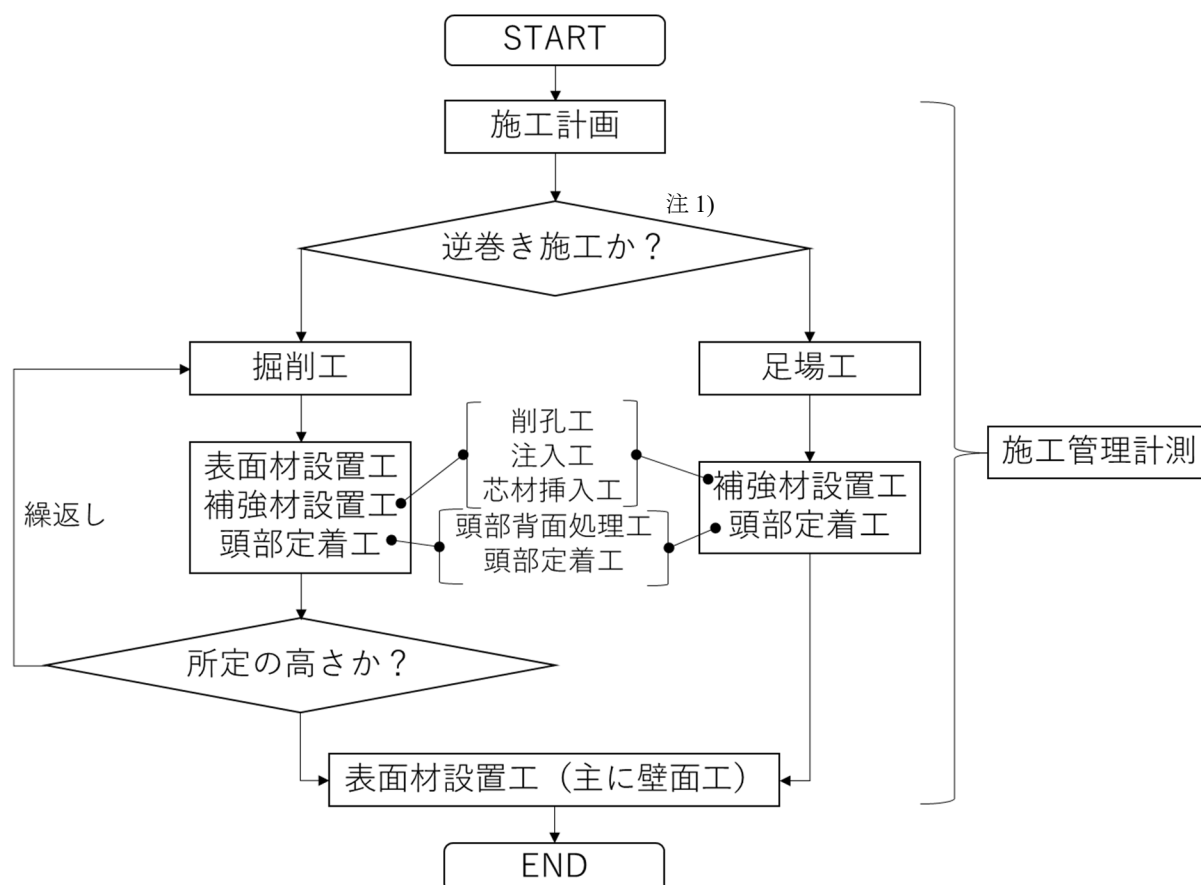


図 3-12 地山補強土工法における一般的な施工フロー

(地山補強土工法設計・施工マニュアル P106、公社 地盤工学会 (2011))

注 1) 逆巻き施工とは、斜面の掘削工～のり面工を最上段から 1 段ごとに繰り返し施工する方法

● 施工管理/監理の判断基準

施工管理/監理の判断基準としては、地盤工学会 (2011) に作業項目ごとに着目点が定められており、製品や工法ごとのマニュアルも参照しながら施工管理/監理を実施する必要がある (表 3-23)。

表 3-23 鉄筋挿入工における施工管理/監理のポイント

(JICA 調査団作成)

| 作業項目   | 留意点                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 表面材設置工 | <p>表面材設置工の施工は、盛土・切土のり面や自然斜面の表面において、表層の浸食や風化および崩壊を防止し、補強材を一体化してより効果的な山留め機能が発揮されるように入念に行う (地盤工学会、2011)。</p> <p>具体的には、格子柵 (柵工)、吹付け、繊維補強工、独立受圧版、簡易支圧版、ワイヤーロープ掛け工などがあり、作業内容により留意点が異なってくるので、施工管理/監理の判断基準については製品のマニュアル等を参照して確認する必要がある。</p> |

| 作業項目   | 留意点                                                                                                                                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 補強材設置工 | 補強材設置工は、主に削孔工、注入工、芯材挿入工で構成され、所定の補強強化を満足するように入念に施工する（地盤工学会、2011）。<br>主な工法は、先行掘削方式（オーガー削孔型、ロッド削孔型、ケーシング削孔型）、自穿孔方式（削孔後注入方式、削孔同時注入方式）、機械攪拌方式があり、方式に応じて、削孔、孔内清掃、補強材の固定、セメントミルク注入のプロセスを確実に行う必要がある。                       |
| 頭部定着工  | 頭部定着工は、補強材と一体化することにより補強効果が十分に高まるように、入念に施工を行う（地盤工学会、2011）。<br>支圧版と地山との間に空隙が生じないように施工する必要がある。一般的には削孔方式の場合はモルタルによる充填が、機械攪拌方式の場合はソイルセメントによる充填が行われている。補強材と表面材はナットで確実に締め付ける。締付トルク値で管理する場合がある。詳細は製品のマニュアル等を参照して確認する必要がある。 |

- 施工管理/監理の方法と頻度

工法によりマニュアル化されているので、基本的にそれに従うべきである。使用材料の品質管理基準、施工の出来形管理基準、工事記録としての写真管理基準が定められている（表 3-24）。

**表 3-24 本邦における鉄筋挿入工の施工管理上の特徴**

（JICA 調査団）

| 項目     | 特徴                                                                   |
|--------|----------------------------------------------------------------------|
| のり面工   | 法枠工、吹付工、繊維補強土、独立受圧板、簡易支圧板、ワイヤーロープなど、多彩なバリエーションがある。                   |
| 掘削     | 自穿孔、若しくは二重管式の掘削                                                      |
| 頭部背面処理 | 頭部定着の前に、補強材頭部背面の空洞を埋める処理を要求。                                         |
| 頭部定着   | 斜面の地表面に応じた擦りつけ処理・防食処理、補強材頭部のナット締め付けのトルク値、頭部連結材の緊張力など細かい管理項目が定められている。 |

### (3) 吹付工・吹付法枠工

- 施工管理/監理フロー

吹付工の施工管理/監理は、アンカーピン打設（ラス金網設置）が地山になじむように施工されているか、コンクリート（モルタル）の配合が仕様を満たしているか、吹付作業が正しい方法で行われているかに着目する。吹付法枠工の場合は、主鉄筋組立・フレーム組立が設計図書に従って組み立てられていることが必要となる。吹付工と吹付法枠工の施工管理/監理フローを図 3-13 に示す。

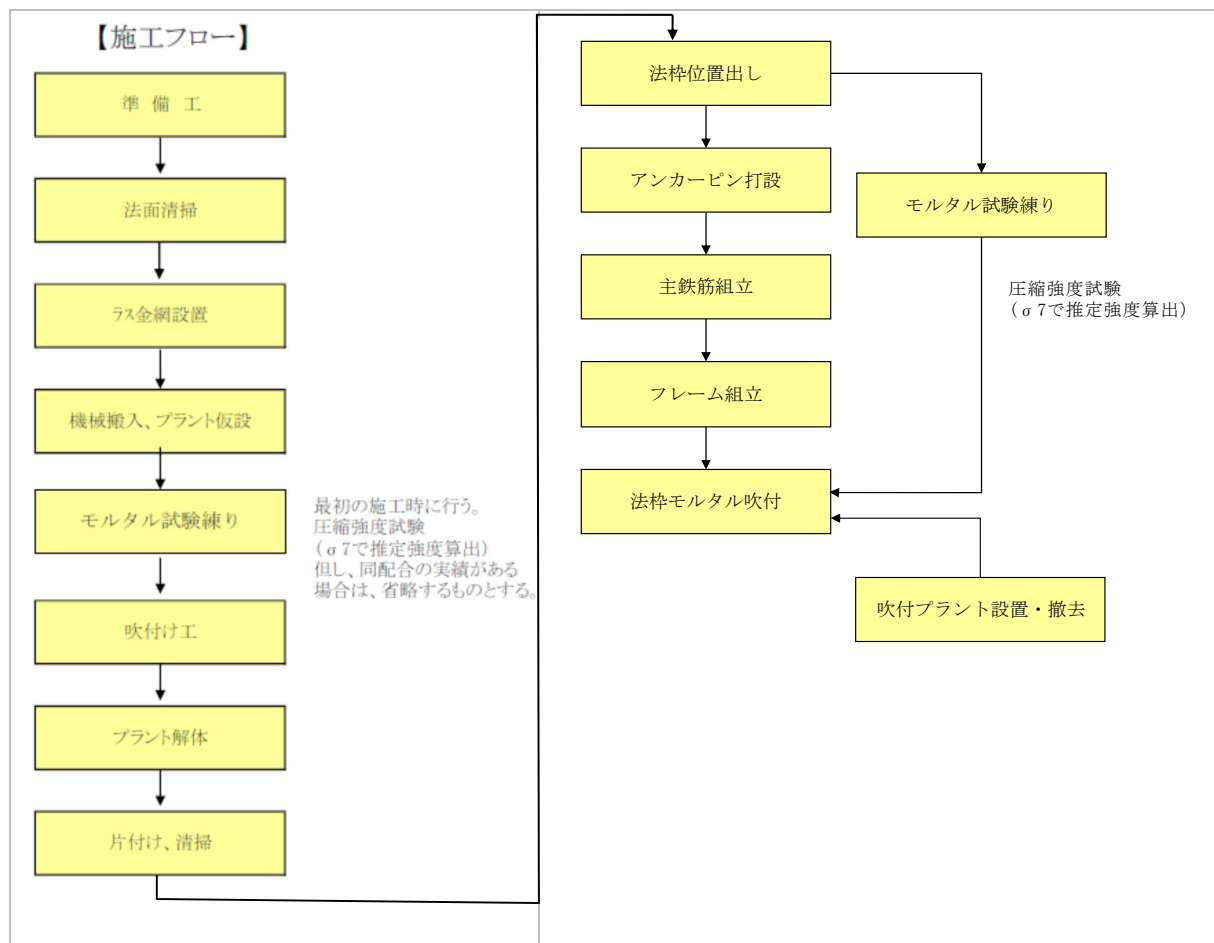


図 3-13 吹付工（左）吹付法枠工（右）の施工フローの例

（日特建設資料）

- 施工管理/監理の判断基準

モルタルの圧縮強度、塩化物含有量、細骨材の表面水率等については、JIS 規格に従うこととなっている（表 3-25）。

表 3-25 吹付法砕工の品質管理基準および規格値 (例)

(のり砕工の設計・施工指針 (改訂版第 3 版) P71、一社 全国特定法面保護協会、2013)

解説 表 8.3.1 吹付砕工の品質管理基準および規格値 (例)

| 種別 | 試験項目             | 試験方法                  | 規格値                     | 試験頻度                                                                                                                                     |
|----|------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 材料 | 骨材のアルカリ・シリカ反応性試験 | JIS A 1145、1146       | 無害と判定されたものを使用する。        | 当初および材料の変化時に試験成績表による                                                                                                                     |
|    | 骨材               | 骨材のふるい分け試験            | JIS A 1102              | 当初および材料の変化時<br>試験成績表による                                                                                                                  |
|    |                  | 密度および吸水率試験            | JIS A 1109              |                                                                                                                                          |
|    |                  |                       | JIS A 1110              |                                                                                                                                          |
|    | セメント             | セメントの物理試験             | JIS R 5201              | 当初、製造会社の試験成績表による                                                                                                                         |
|    |                  | ポルトランドセメントの化学分析       | JIS R 5202              |                                                                                                                                          |
|    |                  | セメントの水和熱測定            | JIS R 5203              |                                                                                                                                          |
| 施工 | 圧縮強度試験           | JSCE-F561-2005        | 18N/mm <sup>2</sup> 以上  | モルタル吹付け量が 50m <sup>3</sup> に達したとき、もしくは 1 週間 (吹付日数が 5 日に達したとき) に 1 回採取し 1 回当たり 3 本、材令は 28 日 または 7 日とする。ただし 50m <sup>3</sup> 未満の場合は 1 回とする |
|    |                  | JIS A 1107            |                         |                                                                                                                                          |
|    |                  | JIS A 1108            |                         |                                                                                                                                          |
|    | 細骨材の表面水率試験       | JIS A 1111            |                         | 1 日につき 1 ~ 2 回                                                                                                                           |
|    | 塩化物総量規制          | 「コンクリート中の塩化物総量規制実施要領」 | 原則 0.3kg/m <sup>3</sup> | 1 回 3 本 当初および吹付日数 5 日に 1 回                                                                                                               |

● 施工管理/監理の方法と頻度

出来形管理については、以下に示すような項目について、専門業者が方法と頻度を計画して実施している (表 3-26)。

- (1). 金網設置の確認、金網の重ね幅 (一定面積ごとに確認)
- (2). 鉄筋の配置・鉄筋径・鉄筋の本数・鉄筋の接ぎ手長さ (一定梁長ごとに確認)
- (3). 法枠の間隔、型枠断面の幅と高さ (一定梁長ごとに確認)
- (4). 鉄筋のコンクリートの被り厚さ (一定梁長ごとに確認)
- (5). 主アンカーバー・補助アンカーバーの本数 (一定梁長ごとに確認)
- (6). 完成出来形として、法枠断面の幅・高さ、法枠間隔 (一定梁長ごとに確認)
- (7). 完成出来形として、法長の測定 (一定施工延長ごとに確認)
- (8). 完成図の作成と整合性

表 3-26 本邦における吹付工・吹付法枠工の施工管理上の特徴

(JICA 調査団)

| 項目           | 特徴                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ラス網          | ラス網の斜面への設置には、施工会社による細かい施工管理項目（例えば、ラス金網の材質・仕様、アンカーピンの仕様・打設密度、削孔方法、ラス金網の重ね幅）があり地山への密着を確保している。                                                                                                           |
| 主鉄筋組立・フレーム組立 | ラス網と同様に、施工会社による細かい施工管理項目（例えば、鉄筋の継手長さ、鉄筋の結束方法、型枠と斜面との擦りつけ）がある。<br>吹付法枠工は本邦独自の工法であり、型枠となるフレームと主鉄筋を斜面上に設置し、モルタル吹付を行う。                                                                                    |
| 吹付枠工へのモルタル吹付 | 吹付枠工へのモルタル吹付も、同様に施工会社による細かい施工管理項目（例えば、モルタルの配合、高温/低温への対応、吹付作業方法、打ち継ぎ目の位置、養生）がある。<br>尚、吹付枠工は、所定の強度を確保するため、適正な配合比のモルタルをノズルから吹き付けることが出来る湿式吹付機を用いる必要がある。湿式吹付機は、日本に導入された乾式吹付機を、日本で改良した機材であり、日本の業者のみが使用している。 |
| 安全管理         | のり面作業のための作業ロープを設置して行う                                                                                                                                                                                 |

**(4) 水抜き横ボーリング工**

## ● 施工管理/監理フロー

水抜きボーリング工の施工管理/監理は、堅固な足場に正しく削孔機が設置されているか、曲がりのない良好な孔が掘削されているか、孔は目的とする地層に達しているか（掘削かす（スライム）の岩質、状態で確認）、孔内洗浄は十分か、ストレーナー菅は損傷なく確実に挿入されているか等の項目で実施される。水抜きボーリング工の施工フローを図 3-14 に示す。

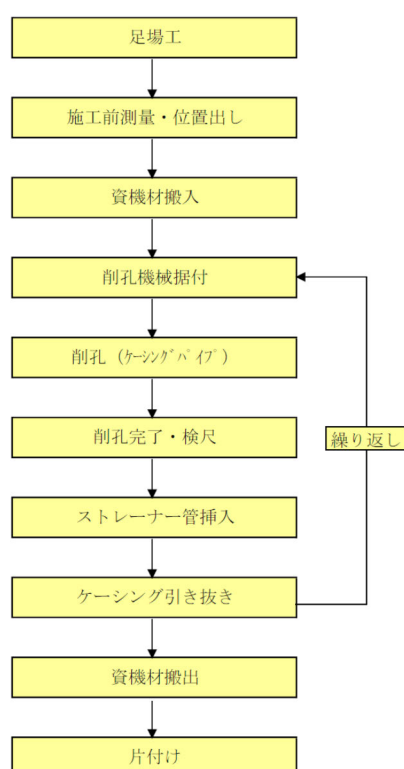


図 3-14 水抜きボーリングの施工フローの例  
(日特建設)

● 施工管理/監理の判断基準

足場仮設（所定の強度及びスペースを満たす）、や使用機材（掘削機の仕様と性能）が施工に耐えうるものである必要があり、専門業者の経験に基づき判断している部分が多い。集水管の材料（VP 管）については、JIS 規格に準じている（表 3-27）。

● 施工管理/監理の方法と頻度

出来形管理においては、削孔（掘削機の据付精度、削孔径、削孔長、地質及び湧水状況）と集水管の組立加工が設計通り行われているかを全孔で確認することが基本となる。

表 3-27 本邦における水抜き横ボーリング工の施工管理上の特徴

(JICA 調査団)

| 項目    | 特徴                                    |
|-------|---------------------------------------|
| 掘削機械  | ロータリーパーカッションドリルを使用する                  |
| 掘削    | ケーシングで孔壁を保護する二重管掘削が基本                 |
| 排水パイプ | ストレーナー管（VP40）<br>孔口 2.0m に孔口保護管（VP75） |
| 安全管理  | 横ボーリング工のため、作業員と回転部との離隔確保を厳重に行う。       |

## (5) 張工(ロープネット工、落石予防ネット)

## ● 施工管理/監理フロー

ロープネット工の施工管理/監理に当たっては、マーキング・ネットの設置・アンカー設置・縦横ロープの設置のプロセスにおいて、所定の管理/監理を実施していくことが求められる。手順については製品ごとにマニュアル化されている。一例を図 3-15 に示す。

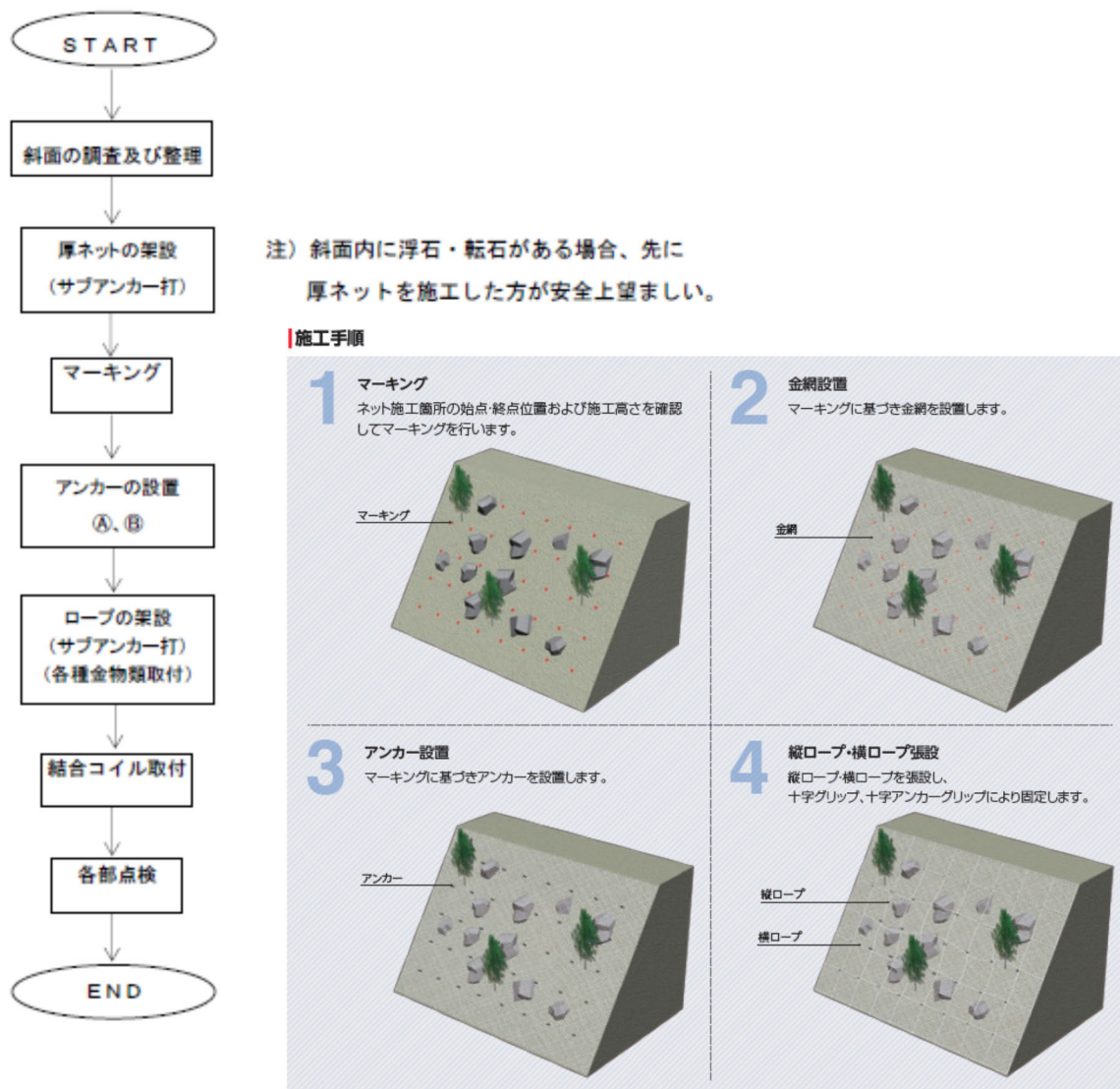


図 3-15 ロープネット工の施工フローの例

(マイティナーネット 東京製綱)

## ● 施工管理/監理の判断基準

製品ごとに定められており、引き抜き試験によるアンカーの耐力試験、グラウトの比重試験等を行う必要がある。

## ● 施工管理/監理の方法と頻度

製品ごとに定められており、縦・横ロープの間隔やアンカーの打設角度などで出来形管理における管理基準値が定められている。



## (6) 落石防護柵工

### ● 施工管理/監理フロー

落石防護柵工の施工管理/監理フローは、製品によって細かい違いがあるものの、基本的には、アンカー基礎の設置、支柱の建て込み、横ロープの設置、金網の設置の流れになっている。図 3-16 に作業フローの一例を示す。

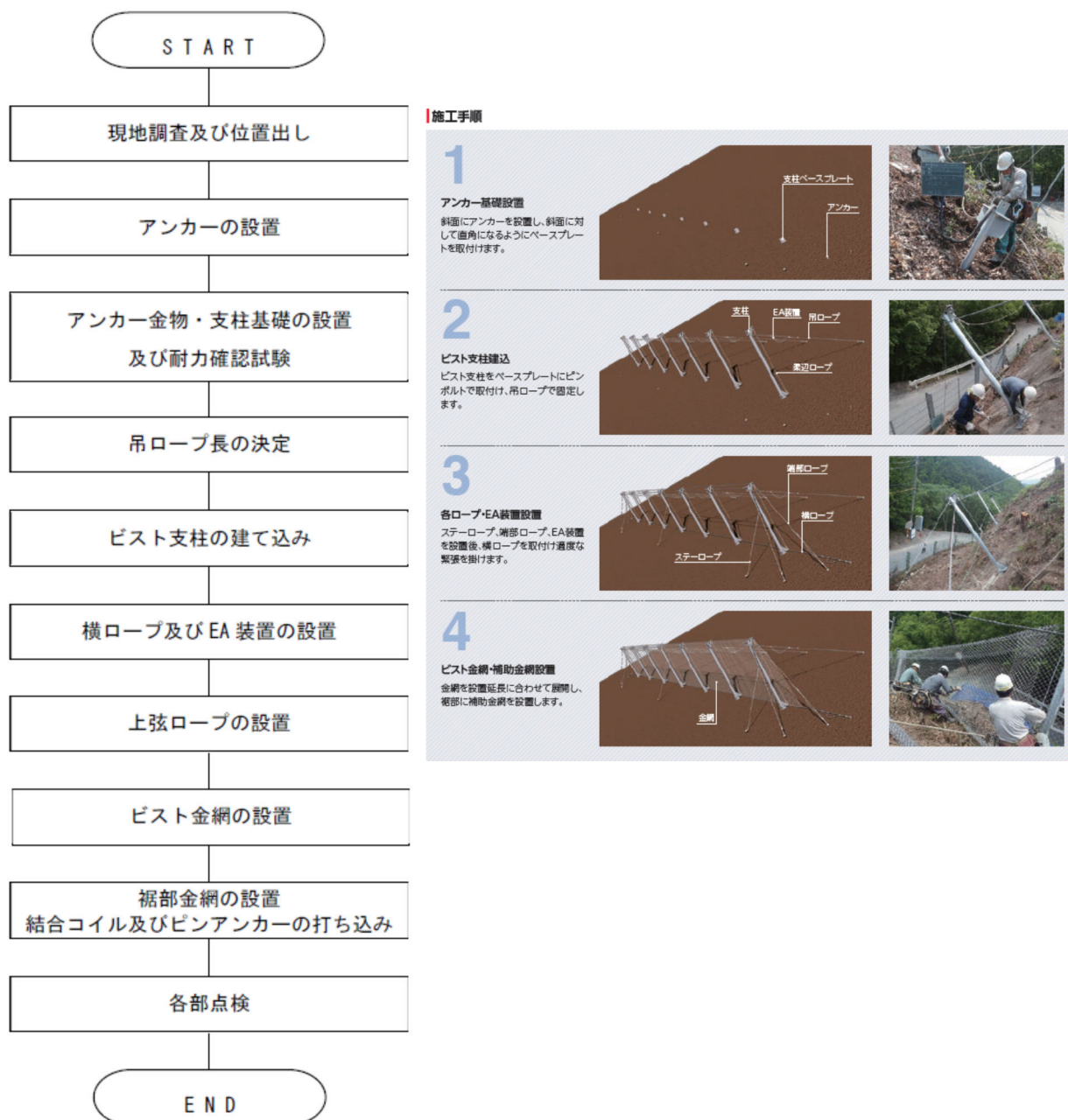


図 3-16 落石防護柵工の施工フローの例

(ピストフェンス、東京製網)

### ● 施工管理/監理の判断基準

製品ごとに定められており、本設アンカーは軸方向の引き抜き試験により確認試験が実施される。

- 施工管理/監理の方法と頻度

製品ごとに定められており、アンカー工における削孔長や打込み角度、落石防護柵工においては、支柱・吊ロープ・横ロープの角度、支柱の設置間隔、高さ、設置延長などが出来形管理における管理基準値が定められている（表 3-28）。

表 3-28 本邦における落石防護工の施工管理上の特徴

(JICA 調査団)

| 項目       | 特徴                                                               |
|----------|------------------------------------------------------------------|
| セメントカプセル | 適切なグラウト配合確保が困難な急斜面上でのグラウト打設を容易にするため、適切な分量のセメントを小分けしたセメントカプセルを使用。 |
| 人力作業     | 急斜面上での作業のため、人力作業に適合したワークフローである                                   |

## (7) 落石防護網工

- 施工管理/監理フロー

落石防護柵工の施工管理/監理フローは、製品によって細かい違いがあるものの、基本的には、アンカー基礎の設置、支柱の建て込み、横ロープの設置、金網の設置の流れになっている。図 3-17 に作業フローの一例を示す。

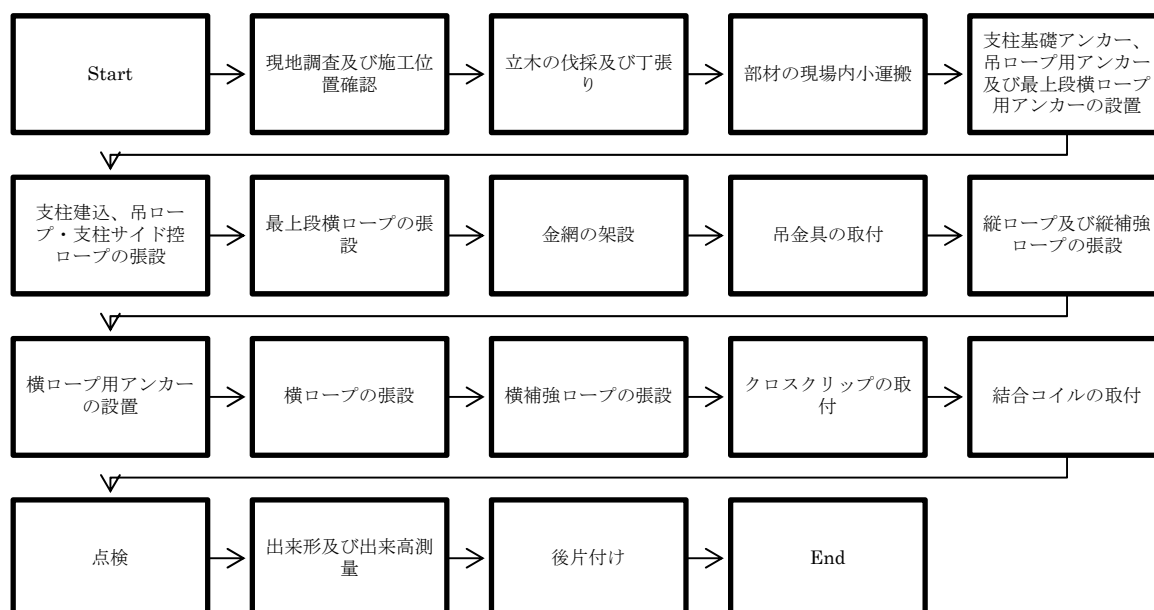


図 3-17 落石防護網工の施工手順の例

(カーテンネット、東京製網)

- 施工管理/監理の判断基準

製品ごとに定められている。アンカーの設置位置が岩盤か土砂であるかおよびアンカーの種類により施工法が異なってくるため、判断基準も変わってくる。岩盤用アンカーについて

は軸方向引抜試験で、土砂部用アンカーについては、横方向引抜試験で定着を確認する。試験荷重はアンカーの規格により異なる。

● 施工管理/監理の方法と頻度

製品ごとに定められている。アンカーの設置（削孔長・根入長）、アンカーの設置角度、縦及び横ロープの張設、金網架設などのそれぞれの工程において、許容値とともに出来形管理基準が定められている。

### 3.5.2 過去の斜面对策 ODA 事業の施工管理/監理との違い

#### (1) 施工管理における違い

山岳道路、山間部を走る道路の施工管理に関して、本邦と ODA 事業のそれらを比較した（表 3-29、表 3-30）。なお、ODA 事業は、道路および道路沿い斜面／のり面を対象とする土木事業を想定している

表 3-29 ODA 事業と本邦での施工管理の違い（対策工種別）

（JICA 調査団）

| 項目            | 本邦                                                                                                                                           | ODA 事業                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| グラウンド<br>アンカー | ロータリーパーカッションドリルによる二重管掘削<br>スライムと掘削速度による定着部判断<br>防食や防護処理が要求され、確実な止水が求められている<br>基本調査試験、適正試験および確認試験など、きめ細かく規定されている<br>足場仮設による安全で十分な広さの作業スペースの確保 | 本邦業者が参画し、ローカル事情による妨げが無い限り、本邦と同様の施工管理が期待される。<br>ローカル業者による施工では、以下に差異が生じられると思われる。<br>ロータリーパーカッションドリルは使用しても、二重管掘削を期待することは難しい。<br>スライムと掘削速度による判断や、十分な広さの足場確保は、業者次第となる。<br>引抜試験は技術仕様書（TS）で縛れば実施が望める。防食、防護処理も同様だが、同等品と称して安価な材料が使われる恐れもある。 |
| 鉄筋挿入工         | 表面材には法枠工、吹付工、ワイヤーロープなど、多彩なバリエーションがある。<br>自穿孔、若しくは二重管式の掘削補強材頭部背面の空洞を埋める処理を要求<br>擦りつけ処理・防食処理、補強材頭部のナット締め付けのトルク値、頭部連結材の緊張力など細かい管理項目             | 本邦業者が参画し、ローカル事情による妨げが無い限り、本邦と同様の施工管理が期待される。<br>ローカル業者による施工では、以下に差異が生じられると思われる。<br>ロータリーパーカッションドリルは使用しても、二重管掘削を期待することは難しい。<br>補強材頭部背面の空洞充填、擦りつけ処理、補強材頭部のナット締め付けのトルク値、頭部連結材の緊張力などは、TS で縛れば実施が望めるが、防食処理では、同等品と称して安価な材料が使われる恐れもある。     |

| 項目                        | 本邦                                                                              | ODA 事業                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 吹付工・吹付<br>法枠工             | ラス網の地山への密着を確保<br>フレームと主鉄筋の設置に細かい<br>規定<br>湿式吹付機の使用<br>作業ロープを使ったのり面作業            | 本邦業者が参画し、ローカル事情による妨げが<br>無い限り、本邦と同様の施工管理が期待され<br>る。<br>ローカル業者による施工では、次のような差異<br>が生じると思われる。<br>湿式吹付機をローカル業者は所有していない<br>と思われ、所定の強度・性能の吹付工の施工は<br>難しい。<br>ラス網の地山への密着に関しても、TS で相当<br>縛らない限り、本邦企業と同等の精度では望め<br>ないと思われる。<br>吹付枠工の施工も、湿式吹付機の使用が条件と<br>なるため、ローカル業者による法枠の施工は現<br>場打ちコンクリート法枠に限られる。 |
| 水 抜 き 横<br>ボ ー リ ン グ<br>工 | ロータリーパーカッションドリル<br>による二重管掘削<br>横ボーリング工のため、作業員と<br>回転部との離隔確保を厳重に行う               | 本邦業者が参画し、ローカル事情による妨げが<br>無い限り、本邦と同様の施工管理が期待され<br>る。<br>ローカル業者による施工では、次のような差異<br>が生じると思われる。<br>ロータリーパーカッションドリルは使用して<br>も、二重管掘削を期待することは難しい。<br>日本ほど事故事例が無いため、作業員と回転部<br>の離隔確保には、十分な注意喚起が必要だろ<br>う。                                                                                          |
| 落石防護工                     | 適切なグラウト配合確保が困難な<br>急斜面上でのグラウト打設を容易<br>にするため、適切な分量のセメン<br>トを小分けしたセメントカプセル<br>を使用 | 本邦業者が参画し、ローカル事情による妨げが<br>無い限り、本邦と同様の施工管理が期待され<br>る。<br>ローカル業者による施工では、急斜面上での適<br>切なグラウト配合、及び作業の安全確保などに<br>差異が生じると思われる。                                                                                                                                                                     |

表 3-30 ODA 事業と本邦での施工管理の違い（作業工程別）

(JICA 調査団)

| 項目           | 本邦                                                                                               | ODA 事業（無償資金協力）                                                                                                                                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 現場の立地及び制約条件  | 施工計画の作成に際しては、地形、地質、気象、海象等の自然特性、工事用地、支障物件、交通、周辺環境、施設管理等の立地条件について適切な調査を実施することとされている。（土木工事安全施工技術指針） | 無償資金協力事業においては、準備調査の段階における自然条件調査において、現場の立地及び制約条件を確認することになっている。<br>JICA が把握している範囲内で、特筆すべき条件は、自然条件調査仕様書に示されることもある。                                                                 |
| 施工体制         | 斜面对策の専門工事については、各工法の協会等に登録された業者により施工される。                                                          | 斜面对策工事については、本邦の専門業者が直接施工に携わることが多いが、その場合においても、日本人技術者の参画は必要最低限に限られ、数人程度であり、技術指導の進捗と共に減る。単純・熟練労働者、職長は現地調達だが、日本人職長が指導する。<br>有償案件で、本邦専門業者の参画を確保できなかった場合は、本邦技術を使った斜面对策の施工が実現しない場合もある。 |
| 使用機械の選定や搬入計画 | 各工法の施工マニュアル等で定められた機械が使用される。                                                                      | 使用機械については、現地調達の可能性有無や、運搬手段・搬入路の制約を受け、代替機材で対応せざるを得ない場合がある。<br>しかし、施工を実施する上で必要不可欠な機械は、日本から持ち込むケースが殆どである。一方、有償案件で、本邦専門業者の参画を確保できなかった場合は、本邦技術を使った斜面对策の施工が実現しない、或いは仕様の変更が必要となる場合もある。 |
| 仮設備の計画と配置    | 各工法の施工マニュアル等に準拠した仮設計画により配置される。                                                                   | 仮設計画については、現地調達の可能性有無や、運搬手段・搬入路の制約に留意して安全及び施工性が確保できるように工夫する必要がある。日本と同様の仮設備が調達できない国が殆どであり、事前の現地調査が重要となる。                                                                          |
| 安全管理         | 労働安全衛生法に事業場における安全衛生管理体制の確立や事業場における労働災害防止のための具体的措置が定められており、法令を遵守した安全管理を実施する。                      | 事業対象国の関連法令及び JICA の ODA 建設工事安全管理ガイダンスに従う。<br>しかしながら、現地作業員や現地協力業者の安全管理の意識は概ね低く、安全教育や安全パトロールが必要となる。場合によっては安全帽などの安全装備の支給も必要である。                                                    |

| 項目   | 本邦                                                                                                                                                                                                         | ODA 事業（無償資金協力）                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 治安管理 | 一部の例外を除き、治安に関する管理は防犯上のものが殆どである。<br>第三者あるいは作業員に対する事故防止の観点から関係者以外の立ち入りを禁止する（土木工事安全施工技術指針）。                                                                                                                   | 従事者の安全確保の観点から、事業対象国／対象地域の治安状況に応じて武装警護を含む対応が必要な場合がある。計画・実施にあたっては、JICA 現地事務所や現地大使館／領事館、現地治安当局と、密接な情報収集や協議を行う必要がある。特に地元当局やローカルとの良好な関係構築は重要である。状況によっては、国外退去や事業の中止／中断も想定され、本邦では不要なコストや注意・配慮が必要となる。                                                                       |
| 交通管理 | 現場への出入口、規制区間の主要箇所には、必要に応じた交通誘導員を配置し、道路標識、保安灯、カラーコーン又は矢印板を設置する等、常に交通の流れを阻害しないように努めること。<br>交通誘導員は、進入車両が余裕をもって方向変換できる位置から視認可能な場所で、保安施設内において誘導すること。<br>一般の交通を迂回させる場合は、所轄警察署長の指示に従い案内標示板等を設置すること。（土木工事安全施工技術指針） | 途上国では一般に交通誘導員の質が低く、加えて、通行車両の交通ルールの不徹底（スピード超過や車線はみだし）や、過積載、整備不良による交通事故のリスクが高いため、規制区間や現場の出入り口を見通しの良い場所に計画するなどの配慮が必要となる。<br>準備調査においては、う回路の調査・検討なども行い、工事が地元住民の交通を阻害しないように配慮する必要がある。<br>施工段階においては、う回路の設定や道路標識、交通誘導員、保安灯、矢印版を含む安全設備の設置などは、施工業者の施工計画書で記述され、施工監理者の承認が必要となる。 |
| 環境対策 | 建設作業に伴って著しい騒音・振動を発生する作業を、騒音規制法及び振動規制法では「特定建設作業」とし、特定建設作業を行う場合は、作業開始日の 7 日前までに管轄する地方自治体に届け出を行う必要がある。騒音・振動については基準値が定められており、それを超えないように管理する必要がある。<br>具体的取組みについては、「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針（国土交通省）」に定めがある。             | JICA 環境社会配慮ガイドラインに従って実施された環境社会配慮調査、環境影響評価に基づいて計画された環境対策を実行する。<br>環境対策は、施主の責任でもあり、被援助国政府による環境影響評価対策の承認は、施主の責務である。<br>また、環境社会配慮における事業用地の確保と住民移転も、施主／被援助国政府の責任で実施され、これは工事開始の前提条件として、工事契約の条件に記されている。                                                                    |

| 項目         | 本邦                                                                  | ODA 事業（無償資金協力）                |
|------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 建設物廃棄物処理計画 | 土壌環境基準を超えるような有害物質を含む土砂については、「建設廃棄物処理指針（平成 22 年度版）」に従い、建設汚泥として処理される。 | 事業対象国の法令を遵守して策定された廃棄物処理計画とする。 |

## (2) 施工監理における違い

山岳道路、山間部を走る道路の施工監理に関して、本邦と ODA 事業のそれらと比較した（表 3-31）。なお、ODA 事業は、道路および道路沿い斜面／のり面を対象とする土木事業を想定している。

表 3-31 ODA 事業と本邦での施工監理の違い

（JICA 調査団）

| 項目                | 本邦                                          | ODA 事業                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 施工監理の主体           | 官公庁／<br>高速道路会社                              | 道路の管理者でありかつ ODA 事業の発注者である実施機関（官公庁）との契約に基づき、本邦コンサルタントが施工監理を行う。<br><br>無償：準備調査を行った会社が、JICA の推薦を受けて、相手国政府と契約する。<br><br>円借款：相手国政府による調達。円借款では、適格な企業として、本邦コンサルタントのショートリストが JICA から提示される場合がある。                                         |
| 施工監理の基準<br>（事業主体） | 品質管理基準や出来形管理基準が定められている。<br>土木工事共通仕様書も参照される。 | 土木工事共通仕様書に相当する General Specification は、多くの国で整備されている。しかし、本邦斜面对策工に関しては、新たに技術仕様書(Technical Specification、TS と略する)を作成する必要があるケースが殆どである。<br><br>斜面对策に関する出来形管理基準や品質管理基準は定められていないので、上記の TS で記述しておく必要がある。TS で要求することで、コントラクターへの品質管理要求となる。 |
| 施工監理の基準<br>（外部規格） | JIS 規格や土木学会等の規格が参照され、その利用も容易                | 一般的な規格としては、英国の BS、米国の ASTM や AASHTO が認知されている。なお、斜面对策ではあまり機会がないと思われるが、旧ソ連圏ではロシアの規格が、仏語圏では、フランス基準 NF への準拠がかなり厳しく要求される場合がある。JIS 規格は、無償／有償案件の TS で参照することが多いが、英語版のない JIS 規格もある。規格の問題は根が深く、JIS 規格で規定する部材（鉄筋等）                         |

| 項目   | 本邦                                                       | ODA 事業                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                          | が、例えば BS では規定されていないため、設計で要求する部材が現地では調達出来ない、という事態も発生する。規格の問題は、TS で「or equivalent」として等価な基準を認めて冗長性を確保しているが、どの規格が等価であるかの判断も、コンサルタントには求められる。                                         |
| 契約管理 | 契約管理は官公庁／高速道路会社により行われる                                   | 設計変更の承認など、重要な権限を除いて、コンサルタントが施主途上国政府より権限を委譲され、契約管理を行っている。                                                                                                                        |
| 設計変更 | 設計変更は官公庁／高速道路会社と受注者との協議による。予算が不足する場合は、次年度に予算要求することで確保する。 | 設計変更は、概ね以下の手続きを踏む。<br>無償案件：<br>設計変更起案＞施主の承認＞JICA の承認<br>有償案件：<br>設計変更起案＞施主の承認＞（金額による）JICA の同意<br>無償案件では、G/A 額がシーリングとなり、設計変更額には上限がある。有償案件でも L/A 額がシーリングとなるが、事情によっては追借という手段も取り得る。 |

### 3.5.3 工事中の災害発生時の対応(ODA 事業での対応との比較を含む)

本邦の工事中の災害対応については、人命最優先に基づく労働災害防止の視点から出発し、事前の対策から工事の再開に至るまでの全段階について、過去の教訓を取り入れながら細かく内容の充実が図られて、官民が協力して取り組む体制づくりが進められている。

「公共工事の発注における工事安全対策要綱（1992）」では、発注者の役割として、気象状況等に十分な注意を払うことを入札段階から周知させることが記されており、災害対応は工事の着手前から留意すべきことであることが読み取れる。また、請負者が定期的に行う安全訓練の項目の一つとして、災害対策訓練が位置付けられている。

「土石流による労働災害防止のためのガイドライン（1998）」は以下の背景の元、策定された。1996 年 12 月に長野県と新潟県の県境をなす蒲原沢で発生した土石流災害により、23 人が死傷うち死亡 14 人という重大災害が発生した。この災害で前年に起きた豪雨災害に従事していた作業員が巻き込まれて犠牲となったことを受けて、労働省（現厚生労働省）は労働安全衛生規則の一部を改正する省令を施行し、これに基づいて関係事業者向けに同ガイドラインを策定したものである。対象は土石流であるが、斜面災害においても同様のアプローチは有効であると考えられる。上記の通達等を受けて、各都道府県作成の共通仕様書にも、工事中の安全確保のための取組の規定が反映されている。なお、準備調査や詳細調査において実施する現場調査についてもこれらは適用される。

表 3-32 には、ODA 事業と本邦での安全管理や災害対策に関する違いをまとめた。



表 3-32 ODA 事業と本邦での安全管理や災害対策に関する違い

(JICA 調査団)

| 項目           | 本邦                                                                                                                                                                                                                                                     | ODA 事業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 安全管理<br>災害対策 | <p>国土交通省は、土木工事における施工の安全を確保するため、一般的な技術上の留意事項や施工上必要な措置等の安全施工の技術指針として、「土木工事安全施工技術指針」を定めている。</p> <p>NEXCO は雨量による交通規制を工事の安全管理にも適用。</p> <p>自治体は国の安全施工技術指針の他、JISA8972 に従うことを受注者に要求。</p> <p>災害対応として、工事安全対策要綱に則った発注が行なわれ、土石流による労働災害防止のためのガイドラインの準用が求められている。</p> | <p>JICA により「ODA 建設工事安全管理ガイダンス」が発行され、作業員向け危険予知トレーニング教材や安全施工マネジメントツールも発行されている。</p> <p>無償案件では、安全対策費の計上が「協力準備調査設計・積算マニュアル」規定されている。</p> <p>請負者による安全対策は、工事契約書においても要求されている。JICA は有償案件向けに、JICA 安全標準仕様書（JSSS）を公開している。（適用は個別指定）</p> <p>施工計画書（Method Statements、MS と略）では、工事の中回路や交通整理を含めた安全対策を記載する必要がある、コンサルタントは MS の承認によって、安全管理を行うことが出来る（安全が確保できない MS は承認されず、工事に着手できない）。</p> <p>発注者、コンサルタントとコントラクターは定期的に合同安全パトロールを実施し、その結果を JICA に報告する。ただし、やむを得ない事情で発注者が参画できない場合はコンサルタントとコントラクターの合同パトロールを実施し、その結果を発注者に報告して意見を求める。</p> <p>災害対策としては、コンサルタントはコントラクターに対して、斜面災害の発生を予見するための日常点検や緊急点検などを指示し、災害の予兆が認められた場合には、緊急対策や点検、定点観測やモニタリング機器の設置を指示することもある。</p> |

## 第4章 他の先進国の斜面对策技術の調査結果・分析

本研究では、図 4-1 と表 4-1 に示す先進諸国で調査を行っている。本章では、主に現地調査におけるインタビューによって得られた情報を基に、下表の先進国における斜面对策技術に関してまとめた。

表 4-1 先進国の調査対象国と期間

(JICA 調査団作成)

| 調査対象国       | 調査期間                    |
|-------------|-------------------------|
| フランス        | 2022/3/1 ~ 3/26, 5/1~12 |
| スイス         | 2022/3/27 ~ 4/9         |
| イタリア        | 2022/4/10 ~ 4/30        |
| 米国・カリフォルニア州 | 2021/9/2 ~ 9/17         |

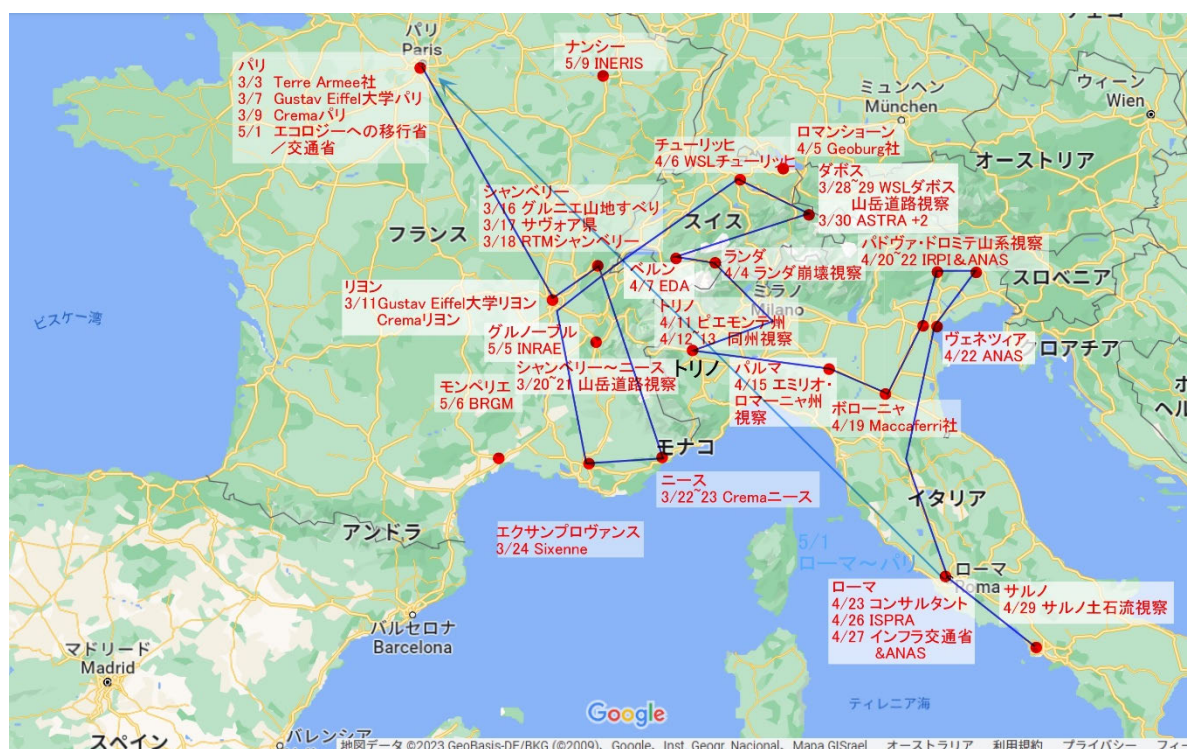


図 4-1 欧州調査の経路と調査位置図

(Google Map を基図に JICA 調査団作成)

## 4.1 斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

ここでは、現地調査において収集したガイドラインに関して記述する。

### 4.1.1 フランス

表 4-2 フランスの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

(JICA 調査団作成)

| # | 書籍名                                                                                                                                             | 発行年月    | 発行者  | 内容                                                                                                                                                             |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Surveillance des pentes instables /Guide technique                                                                                              | 1994/10 | LCPC | 不安定斜面の監視のガイドライン<br>地すべり地における各種のモニタリング手法を紹介したガイドライン。                                                                                                            |
| 2 | Stabilisation des glissements de terrain /Guide technique                                                                                       | 1998/2  | 同上   | 地すべり(仏 glissement de terrain)の安定化<br>基本的な地すべり対策法を紹介したガイドライン。<br>豊富な図解を用いて、安定解析法並びに各種の地すべり安定化工法を説明。                                                             |
| 3 | Parades contre les instabilites rocheuses /Guide technique                                                                                      | 2001/5  | 同上   | 岩盤の不安定化対策。<br>岩盤崩落及び落石対策に関するガイドラインである。落石程度から相当な大きさの岩塊の崩落までを取り上げ、落石防護土堤やコンクリート構造物による脚部の固定を含む、多様な対策法を図示している。                                                     |
| 4 | L'utilisation de la photo-interpretation das l'eablissement des plans de prevention des risques lies aux mouvements de terrain /Guide technique | 1999/2  | 同上   | Landslide に関するリスク防止計画確立のための写真判読の使用。<br>航空写真を使用した Landslide の地形判読に関する有用なガイドラインである。<br>様々なタイプの Landslide を対象としている。数多くのタイプの異なる Landslide の立体写真の事例を多数収録しており、有用である。 |
| 5 | Caracterisation et cartographie de l'alea du aux mouvements de terrain                                                                          | 2000    | 同上   | Landslide 危険度評価とマッピング。<br>様々なタイプの Landslide の分類を念頭においた上で、Landslide 危険度評価を行い、その結果をどの様に効果的に図面上に表示するかに関して説明がなされている。載録された危険度評価地図は有用な参考資料となりえる。                     |

| #  | 書籍名                                                                                                                                | 発行年月    | 発行者     | 内容                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Evaluation des aleas lies aux cavites souterraines /Guide technique                                                                | 2002/6  | 同上      | 地下空洞に関する危険度評価<br>最初に地下空洞の形成過程、そのメカニズムについて説明した上で、探査手法を紹介したもの。豊富な図解が用いられており理解しやすい。最後に用語集が付記されている                                                                                           |
| 7  | Detection de cavites souterraines par methodes geophysiques /Guide technique                                                       | 2004/10 | 同上      | 地球物理学的手法による地下空洞の検出<br>地下空洞の探査手法に関し、様々な探査手法を取り上げ網羅的に、かつ個々の手法を詳細に解説したもの。豊富な図解を用いて各手法の原理的な説明も行われている。                                                                                        |
| 8  | Lutte contre l'erosion avant, pendant et apres les travaux / Les protections vegetales et structurelles des surfaces et des pentes | 1993    | 同上      | 工事前、工事中、工事後の侵食防止 / のり面及び斜面の植生及び構造物による保護<br>フランス国内各地における地域的な条件を考慮した上で、地表面の侵食防止並びに斜面安定化に植生を適用する技術に関して説明したもの。豊富な図解と現場写真を用いて説明されおり理解しやすい。                                                    |
| 9  | Les etudes specifiques d alea lie aux eboulements rocheux                                                                          | 2004/6  | 同上      | 岩盤すべり・岩盤崩壊の調査を、歴史的、地質的、構造的、地形的、水文地質的なアプローチと、植生と斜面状況、及び崩壊形態の情報収集方法を記している。次いで潜在的な不安定性、亀裂の数値化、定性的な軌道記録、そして落石ハザードの特定という評価方法について述べている。ケーススタディーは9件が報告されている。岩盤斜面からの落石に対する調査・評価・対策立案の方法が述べられている。 |
| 10 | Surveillance des pentes et des falaises instables                                                                                  | 2016/2  | IFSTTAR | 不安定な斜面や崖の監視<br>不安定斜面や急崖のモニタリングの技術マニュアル。第一部として、不安定斜面のモニタリング技術に関して、不安定斜面の分類と特性、測定機器の選択と配置、監視データの分析に関して詳述している。第二部ではモニタリング項目とそれに用いる機器に関して説明され、加えてモニタリングを用いた警報                                |

| #  | 書籍名                                                                                                      | 発行年月    | 発行者     | 内容                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                          |         |         | についても記述されている。第三部ではケーススタディーが10件収録されている。                                                                                                                                                                             |
| 11 | Prévention et stabilisation des glissements de terrain / Guide technique                                 | 2010/12 | LCPC    | 地すべり（仏 glissement de terrain）の防止と安定化<br>地すべり（仏 glissement de terrain）の対策について解説したガイドライン。裾部への抑え盛土や頭部排土などの土工、植生工によるのり面保護に続き、補強工法として、ソイルネイリング、抑止杭、グラウンドアンカー、そして擁壁が示され、受動的な対策として、すべりの変位に対応する構造物（橋梁の基礎など）と構造物の補強が示されている。 |
| 12 | Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux / Guide technique | 2016/5  | IFSTTAR | 景観に配慮した落石対策<br>不安定岩塊への対策と景観保護の統合に関して、関連する法規制などの説明を交えながら順を追って説明している。景観保護は、自然の景観のみならず、文化的遺産も含む。また、自然環境や生物多様性への配慮、自然保護区や生息地の確保も含んでいる。また10件のケーススタディーを示し、統合の例を分かりやすく紹介している。                                             |
| 13 | Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux / Guide technique                                           | 2020    | CEREMA  | 岩すべりの特徴<br>岩盤すべりや落石の危険を数値化し、定量的に評価する方法を示している。                                                                                                                                                                      |
| 14 | Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses / Guide technique               | 2009/12 | LCPC    | 落石対策工のメンテナンス<br>落石対策工のメンテナンスについて、契約当事者の役割について述べる他、対策工の劣化の原因、劣化の予防方法について記載されている。また対策工の見回りや詳細点検に関する記載もある。アンカーボルトやケーブルの腐食損傷程度とそれに応じた対応（交換等）も示されている。                                                                   |
| 15 | Les ouvrages deflecteurs / Guide technique                                                               | 2020    | CEREMA  | デフレクター工<br>Deflector は「逸らすもの」の意味であり、この場合は、落石防止ネット（落石防止網工）と防護柵を指している。落石防止網工は、頭                                                                                                                                      |

| #                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 書籍名                                                                 | 発行年月 | 発行者    | 内容                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                     |      |        | 部で落石を補足するポケットが付いているもの（avec avaloir）とポケットの無いもの（sans avaloir）で分けられている。また、固定方法によっても分類されている。受け止める落石のサイズ・形状によって、要求される性能が規定されている。メンテナンスに関する記述もある。                                                                                                 |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Protection contre les instabilités rocheuses / Guide méthodologique | 2018 | CEREMA | 不安定岩盤対策<br>ロックボルト／ネイリングによる不安定な岩盤斜面の対策について述べられている。ロックボルト／ネイリングが岩盤斜面の崩壊を補強する原理と機構、計算と設計、材料の選択、及び施工に関して記載されている。施工は、エクスカベーターにマウントされたドリルを利用したもの（スカイドリルと呼称されることもある）や、ごく簡易な削岩機をワイヤで固定して掘削する例が示されており、またグラウトが逸失した場合の対処も記載されている。品質管理として引抜試験などが示されている。 |
| 発行者の略号：<br>LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées 中央土木研究所<br>IFSTTAR : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux<br>旧フランス交通科学研究所（現 Gustav Eiffel 大学）<br>CEREMA: 旧道路研究所(Service d' études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements: SETRA) を統合した組織 |                                                                     |      |        |                                                                                                                                                                                                                                             |

フランスで収集したガイドライン類は、主として落石、岩盤斜面崩壊、地すべり（仏 *glissement de terrain*）、そしてモニタリングに関連するものが多い。

落石と岩盤斜面崩壊のガイドラインが多いのは、フランスアルプスの地質・岩質状況によるものと思われる。フランスアルプスに限らず、アルプス山系は比較的風化の影響を受けていない岩盤斜面が急傾斜で分布しており、崩壊や落石が発生する主な要因は、岩の亀裂や破碎帯沿いによる浸食やゆるみとなる。この点は、風化が大きな影響を与える日本やヒマラヤ山系と対照的である。但し、アルプス山系でもマール（泥灰岩）のように、応力開放或いは曝気曝水によって、細片状に分解する岩は分布している。

地すべりは、アルプス地域に限らず、問題地質が分布する地域で発生しているが、円弧すべりや複合すべり（Varnes 分類（図 4-2）の *transitional*）のみでなく、層すべり（同分類の *rock slide* や *spread*）に分類されるすべりも多いと思われる。

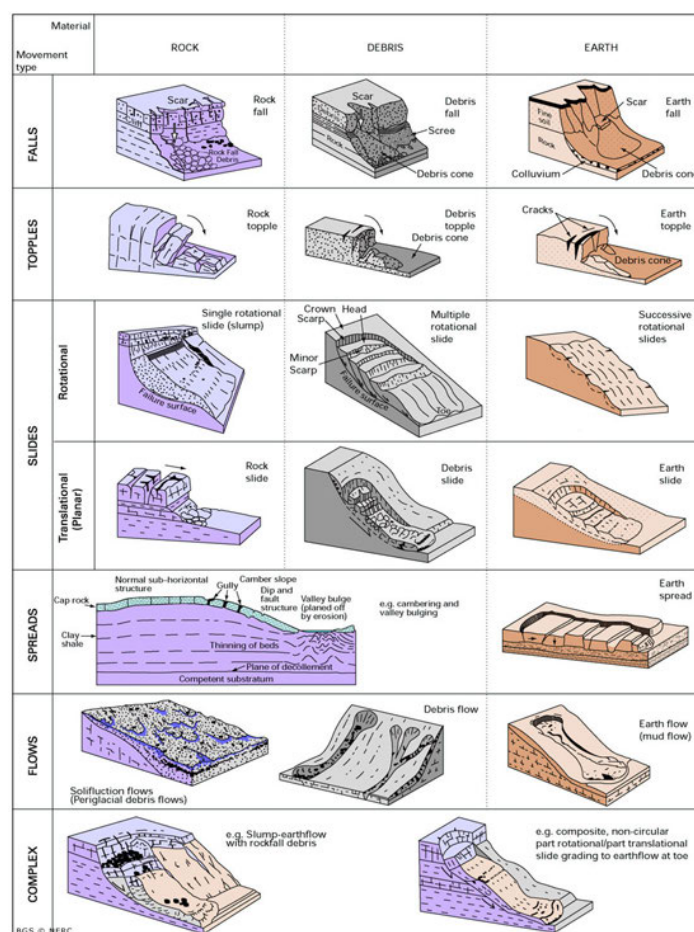


図 4-2 Varnes による Landslide の分類

(British Geological Survey)

また地下空洞に関するガイドラインも特徴的である。この背景の一つには、廃鉱山の坑道<sup>21</sup>が地盤の陥没を引き起こしているという問題があるが、無視できないのは、石灰岩を主体とするヨーロッパの地質におけるカルストの形成、それに伴う石膏の融解流出による空洞の形成である。この問題はイタリアでもフォーカスされており、同様の地質条件にあるスイスでも問題となっていると思われる。

<sup>21</sup> パリ周辺でも、石灰岩、場所によっては石膏(英: gypsum 仏: gypse)を採掘した跡地が、地下空洞として多く残っている。石灰岩廃坑は規模も大きく発見しやすいが、石膏の廃坑は発見が難しく、リスクが大きいと言われている。なお、これらの廃坑はマッシュルーム栽培に活用されており、栽培されたマッシュルームは Campinon de Paris として珍重されている。

## 4.1.2 スイス

表 4-3 スイスの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

(JICA 調査団作成)

| #                                                                                                                                                                                       | 書籍名                                                   | 発行年月    | 発行者   | 内容                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                       | Protection against Mass Movement Hazards              | 2016    | FOEN  | 土砂災害対策<br>法的な要求事項に始まり、状況分析、対策工、ハザードマップ、災害シナリオの策定と被害規模の評価、及び不確定性への対処を述べ、リスク確定とリスク削減を記載している。リスクをある程度受容する思想が特徴的である。また、実施した対策は定期的にモニタリングと評価を行い、必要な対応を取ることが求められている。排水トンネルと排水横ボーリング工が、すべりの対策として記載されている。人命や重要資産の保護として EWS が記載されている。 |
| 2                                                                                                                                                                                       | European Guidelines for Soil and Water Bioengineering | 2015/1  | EFSWB | バイオエンジニアリングのヨーロッパガイドライン。<br>バイオエンジニアリングの基本原則、定義、植物の果たす役割、バイオエンジニアリングの適用と要求事項、計算手法、実施計画、適用に関する勧告、バイオエンジニアリングの手法、メンテナンス、そして効率性に関して記載されている。                                                                                     |
| 3                                                                                                                                                                                       | Schweizer Norm 670 010                                | 2011/8  | SARTE | 「地盤工学探査及び調査」に関する基準<br>地盤工学パラメータ                                                                                                                                                                                              |
| 4                                                                                                                                                                                       | Schweizer Norm 670 004                                | 2008/6  | SARTE | 「地盤工学探査及び調査」に関する基準<br>土の命名、説明及び分類／第 2 部：土の分類の基礎                                                                                                                                                                              |
| 5                                                                                                                                                                                       | Schweizer Norm 640 621                                | 2009/12 | SARTE | 「バイオエンジニアリング」に関する基準<br>工法、技術及び施工                                                                                                                                                                                             |
| 発行者の略号：<br>FOEN : Federal Office for Environment 連邦環境局<br>EFSWB : European Federation for Soil and Water Bioengineering<br>SARTE : Swiss Association of Road and Transportation Experts |                                                       |         |       |                                                                                                                                                                                                                              |

スイスにおいては、自然災害対策に対する過度のコスト負担を避けるため、上限額が定められている。これはリスク許容の考え方とつながっている。災害シナリオの策定と被害の想定が、地すべりを含む自然災害対策の立案において、重要なステップとなる。つまり、対策に掛けられる



費用は、災害シナリオに基づく想定被害額が上限となる。この場合、人的損失に対しては、その一人当たりに許容される支出金額が、所轄官庁により決められている。(スイス国鉄では、1,000 万スイスフラン。高速道路では 500 万スイスフラン)

スイスでは、浅層地すべりや急斜面の崩壊が土砂災害の多くを占めている。浅層崩壊の対策として、バイオエンジニアリングが研究・活用されており、研究機関である連邦森林・雪・環境研究所 (WSL) からは、バイオエンジニアリングのガイドラインと関連する規則が提供された。

#### 4.1.3 イタリア

表 4-4 イタリアの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

(JICA 調査団作成)

| # | 書籍名                                                       | 発行年月 | 発行者    | 内容                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|-----------------------------------------------------------|------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ingegneria Naturalistica                                  | 2022 | ピエモンテ州 | 自然工学<br>ピエモンテ州が発行したバイオエンジニアリングのガイドライン。<br>気候変動に伴う災害の激甚化に対処するため、植物が成長する機能に着目して、回復力のある斜面对策を目指すもの。<br>すべてを植物で対応する訳ではなく、従来工法やジオテキスタイルの活用も示されている。また、集水井や排水横ボーリング工も示されている。<br>水路工や斜面对策には、木材や石材を構造部材として活用し、植生の再生を促す材料(苗、差し木、生きた枝)を使うバイオエンジニアリングにフォーカスしている。 |
| 2 | Tecniche Naturalistiche nella Sistemazione del Territorio | 記載なし | PAT    | 地域保全のための自然技術<br>ピエモンテ州から受領した書籍だが、発行元はイタリア北東部のトレンティーノ＝アルト・アディジェ自治州トレント自治県。バイオエンジニアリングによる対策に焦点を当てている。                                                                                                                                                 |
| 3 | Ingegneria Naturalistica<br>nozioni e tecniche di base    | 記載なし | ピエモンテ州 | 自然工学(基本概念とテクニック)<br>バイオエンジニアリングの施工ハンドブック                                                                                                                                                                                                            |
| 4 | Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di | 2003 | ピエモンテ州 | 自然工学による地域保全への対策<br>「1. Ingegneria Naturalistica」の内容をまとめたエッセンス的な書籍。施工機械や種子                                                                                                                                                                           |

| # | 書籍名                                                     | 発行年月    | 発行者  | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|---------------------------------------------------------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Ingegneria Naturalistica                                |         |      | の選定に関する記載もあり、1冊で設計から施工までに対応している。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 | Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» | 2018/1  | MIT  | イタリア建設施工法<br>第6章に PROGETTAZIONE GEOTECNICA (ジオテクニカル・デザイン) が割り当てられており、6.3章は STABILITÀ DEI PENDII NATURALI (自然斜面の安定) を扱っている。6.3.6章では、斜面のモニタリングが調査において不可欠である旨と、対策工の有効性を確認する基本的な手段であると規定されている。                                                                                                                                                             |
| 6 | Linee Guida per il Monitoraggio delle Frane             | 2021/7  | SNPA | Landslide モニタリングガイドライン<br>モニタリングネットワークの設計、モニタリング機器の種類、機器の設置と測定、電源供給、データ伝送とデータ処理、及びメンテナンスまで、モニタリングを包括する内容である。さらに、情報コミュニケーションとして公衆への情報開示に関する注意事項も記載されている。                                                                                                                                                                                                |
| 7 | Atlante delle Opere di Sistemazione dei Versanti        | 2002/10 | APAT | 斜面对策工事マニュアル・ガイドライン<br>のり面保護工や対策工に関して網羅的に記載したマニュアル・ガイドライン。生分解性のマットによる浸食防止と植生定着、ジオテキスタイルの利用に始まり、バイオエンジニアリングを利用した表層崩壊対策、石積み工、コンクリート擁壁、井桁擁壁、補強土盛土、ガビオン、杭工、マイクロパイル、グラウンドアンカー、ショットクリート、落石防護柵、落石防止網、落石・土石流防護土堤、洞門工(シェッド工)、排水工(表面排水に加えて、暗渠(フレンチドレイン)による浅層地下水排除工、及び排水横ボーリング工、集水井、排水トンネルによる深層地下水排除工)に加えて、地下空洞対策としての注入工、深層混合処理工法、熱処理工法、化学処理工法、電氣的処理工法が簡潔に説明されている。 |

| #                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 書籍名 | 発行年月 | 発行者 | 内容 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|----|
| 発行者の略号：<br>PAT : Provincia Autonoma di Trento トレント自治県<br>MIT : Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti インフラ交通省<br>SNPA : Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente 環境保護国家機構<br>APAT : Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici 環境保護技術サービス機関 |     |      |     |    |

イタリアでは北部イタリアのピエモンテ州で、バイオエンジニアリングに関するガイドラインを収集した他、ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale : 環境保護・調査高等研究所) からはイタリアの建設施工法に関する資料と SNPA 発行のモニタリングガイドラインを収集した。

イタリアでは、早期警戒システムや対策工の効果判定にモニタリングが重視されているが、これは建設施工法でその要求があることがその一因であり、モニタリングにより、対策工（イタリア語では *Interventi* と呼ばれる。英語にすると *intervention*）の成果確認が求められているためである。これが、モニタリングにより第一弾の対策工の効果判定しつつ、モニタリングから得られた情報により、続く第二弾や第三弾の対策工の計画を見直したり、追加実施したりする *Observational Method* に繋がっている。

#### 4.1.4 アメリカ加州

アメリカ・カリフォルニア州に関しては、現地調査で収集した資料ではなく、事前事後の調査で収集した基準・ガイドラインを表 4-5 にまとめた。

表 4-5 アメリカ・カリフォルニア州の斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

(JICA 調査団作成)

| # | 書籍名                                     | 発行年月 | 発行者 | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|-----------------------------------------|------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Landslides Investigation and mitigation | 1996 | TRB | Landslide 調査と対策<br>道路や鉄道などの輸送路について、計画時点での航空写真判読から対策手法までの一連の内容が記載されている。<br>掲載されている調査種は、空中写真判読から地質図作成方法、物理探査手法、モニタリング手法、土質試験手法など、地すべり調査の手法を全般的に説明している。<br>斜面安定解析の方法も全般的に説明している。<br>岩盤斜面の安定度評価手法についても説明している。<br>掲載されている斜面对策工は、地下水排除工、アンカー工、擁壁工、補強土壁工法、ソイルネイリング、などが説明されており、岩盤斜面の対策についても説明されている。 |

| # | 書籍名                                                                           | 発行年月 | 発行者  | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Highway Slope Maintenance and Slide Restoration Workshop - Participant Manual | 1988 | FHWA | <p>高規格道路の斜面維持管理と復旧 ワークショップ参加者マニュアル</p> <p>既存の道路で発生する斜面災害とその発生メカニズム，発災後の対応方法が説明されている。各種対策工の概要説明もあるが，具体的な設計式などの記述は無い。</p> <p>掲載されている斜面对策工は，植生工，水抜きボーリング，暗きょ工，擁壁，押え盛土，盛土前の地山の階段状切土，Vertical drain,土留工，ガビオン，抑止杭工，アンカー工，ジオテキスタイル等の盛土補強土工法，落石緩衝帯，落石防護ネット，落石防護柵工。</p> <p>地すべり等が発生した後のモニタリング方法などは記載されているが，斜面災害を事前に予測してその対策を考えることは想定されていない。</p> <p>掲載されている調査手法は，埋設型間隙水圧計，挿入型孔内傾斜計，見通し線法による移動杭観測，亀裂計測</p> |
| 3 | Highway Slope Maintenance and Slide Restoration Reference Manual              | 2008 | FHWA | <p>高規格道路の斜面維持管理と復旧 リファレンスマニュアル</p> <p>上記2. とは以下の内容が異なる。</p> <p>掲載されている斜面对策工は，押え盛土，落石防護ネット，落石防護壁と緩衝帯，水抜きボーリング，暗きょ工，擁壁，</p> <p>掲載されている調査手法は，粒度試験，液性・塑性試験，直接せん断試験，三軸圧縮試験，点荷重強度試験，挿入型孔内傾斜計，時間領域反射率測定法(Time-domain Reflectometry,TDR)，見通し線法による移動杭観測，埋設型間隙水圧計</p>                                                                                                                                     |
| 4 | Federal lands highway Project development and design manual                   | 2017 | FHWA | <p>連邦土地道路 プロジェクト開発と設計マニュアル</p> <p>連邦政府が所管する道路の開発と設計マニュアル。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| # | 書籍名                                                 | 発行年月 | 発行者      | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|-----------------------------------------------------|------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                     |      |          | <p>道路開発の進め方を全般的に記載したもので、技術的な内容はほとんど記載されていない。</p> <p>道路斜面对策は対策工の種類毎に基本的な考え方が説明されており、設計方法などの具体的な記述は無い。</p> <p>掲載されている斜面对策工は、ソイルネイリング walls, pile walls, ground anchor systems, embankments, reinforced soil slopes, surface drainage, subsurface drainage など。</p> <p>道路の維持管理に関する章は無い。</p>                                                                       |
| 5 | SLOPE STABILITY EVALUATION AND ACCEPTANCE STANDARDS | 2017 | LADBS    | <p>斜面安定解析と許容基準</p> <p>切土、盛土、および自然斜面の最小許容静的安全率が 1.5 であることが明記されている。</p> <p>安定度評価の方法を概念的に規定しているが、安定解析式は指定されていない。</p> <p>のり面保護対策について、概念的な考え方が説明されている。</p> <p>斜面変状のタイプ毎に解析の考え方が説明されている。</p> <p>地震時の安定に関する項目もあり、解析に使用する地震動 (2017 LABC), 解析条件が文章で指定されている。</p> <p>土質パラメータは現場または実験室での試験結果を用いるなど、安定度評価に使用するパラメータや材料について規定されている。これは土質パラメータを与えて安全率を計算する順解析に対応したものである。</p> |
| 6 | Caltrans Geotechnical Manual                        | 2020 | Caltrans | <p>Caltrans ジオテクニカルマニュアル</p> <p>斜面の切土に関する技術マニュアル</p> <p>事前の資料調査として、航空写真、地形図、既往の地質調査結果等を入手し、不安定な斜面等を事前に抽出することが記載されている。</p> <p>現地調査としては、調査ボーリング、コーン貫入試験、物理探査（適用する条件が記載されている）、地下水位観測（間隙水圧観測）、土質試験</p> <p>斜面对策工は、地表水排水工、水路工、水抜きボーリング工、植生工、侵食防止マット、鉄筋挿</p>                                                                                                         |

| #                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 書籍名                                                                                                                         | 発行年月 | 発行者      | 内容                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                             |      |          | 入工併用ワイヤメッシュ, のり面舗装, 鉄筋挿入工併用擁壁, アンカー工併用擁壁など。<br>安定解析や対策工設計は SLOPE/W, SLIDE, XSTABLE, ReSSA などの市販ソフトを利用することと Bishop, Janbu, Spenser, Sarma, Morgenstern-Price, and general limit-equilibrium などの極限平衡法の安定解析式を利用することが明記されている。 |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Highway design manual                                                                                                       | 2020 | Caltrans | 高規格道路設計マニュアル<br>Topic 304 – Side Slopes"の中で標準切土勾配に関する基準が文書形式で記載されている。                                                                                                                                                     |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Slope stability in road construction, A guide to the construction of stable roads in Western Oregon and Northern California | 1976 | USBLM    | 道路建設における斜面安定 西部オレゴンと北部カリフォルニア州における安全な道路建設地すべりなどの斜面不安定化のメカニズムが説明されている。<br>Fellenius 式による安定解析の方法や計算例が示されている。<br>切土の標準勾配が Appendix に掲載されている。                                                                                 |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LRFD Bridge Design                                                                                                          | 2020 | AASHTO   | LRFD 橋梁設計<br>グラウンドアンカーの設計基準                                                                                                                                                                                               |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Federal lands highway Construction Manual                                                                                   | 2009 | FHWA     | 連邦土地道路 建設マニュアル<br>道路の施工および施工管理について記載されている。道路建設で現場の担当者が実施すべき内容が詳述されている。                                                                                                                                                    |
| 発行者の略号：<br>TRB : Transportation Research Board 米国交通調査委員会<br>FHWA : Federal Highway Administration(FHWA) 連邦高規格道路管理組織<br>LADBS : Department of building and safety, LA : ロサンゼルス建設安全局<br>Caltrans : California Department of Transportation (Caltrans) カリフォルニア州交通局<br>USBLM : U.S. Department of the interior, Bureau of land management 合衆国内務省土地管理局<br>AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials 米国全州道路交通運輸行政官協会 |                                                                                                                             |      |          |                                                                                                                                                                                                                           |

## 4.2 道路計画における斜面災害リスクへの対応

表 4-6 に各国における斜面災害リスクへの対応を示す。

表 4-6 調査対象先進国における斜面災害リスクへの対応

(JICA 調査団作成)

| 国名         | 斜面災害リスクへの対応                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス       | <p>現在、新設の山岳道路の建設は行われていない。</p> <p>既存道路の改修、拡幅の際に、斜面災害リスクへの対応として、トンネルや橋で斜面災害のリスクを避けるという方法には、コスト面からの問題で消極的な意見が聞かれた。これはフランスの道路政策や道路計画として、そもそも山岳地では大規模な拡幅を予定していないので、わざわざトンネルや橋を使うまでもない、あるいは、山岳地では大規模な拡幅あるいは線形改良をする必要がない、あっても計画しない（現状で満足する）、ということであると解釈する。</p> <p>ただし、斜面災害リスクの把握という意味では、航空写真判読による Landslide を把握するガイドラインが発行されており、また Landslide の危険度評価やマッピングが行われていることから、リスクの把握や評価、災害シナリオの策定が実施されている。</p> |
| スイス        | <p>現在も高速道路の整備が進められている。橋やトンネルによるリスク回避という思想に関して、十分な意見交換は行えなかったが、スイスにおいては、洞門工（シェッド）により、土石流や落石、雪崩を受け流す対策が広く採用されている。また、高いエネルギーの落石にも対応可能な落石防護土堤や、土石流と雪崩を受け止める砂防・雪崩防止堰堤も、土地の余裕がある場合は利用されている。</p> <p>災害リスクへの対応は、災害シナリオの策定から始まる。災害の発生した道路沿いの災害シナリオが複数検討され、それぞれの被害額が算定される。これには、人的被害も金額として計上される。対策を考える場合は、この想定被害額を超えないものとするのが原則である。</p>                                                                   |
| イタリア       | <p>新設道路の建設の際には道路沿いの斜面災害リスクを把握した上で、複数の線形を比較して回避策を検討し、ライフサイクルコストを比較した上で対策を決定する。しかし、既存道路の拡幅の際には、線形を検討する余地はあまりないと回答であった。これは、道路拡幅においては、線形を変えてまでリスクに対応する発想がなく、モニタリングで状況を観察しつつ、対策を実施するという考え方と思われる。</p>                                                                                                                                                                                                |
| アメリカ<br>加州 | <p>空中写真や地形図判読により斜面災害リスクを把握する必要性や、地質調査・文献調査等の必要性は認識されており、地すべり対策のガイドラインではそれらの調査方法に関して説明されている。しかし、道路整備のマニュアル類においては、詳細な記載は見当たらない。</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 4.3 道路沿いの斜面災害に対する調査

表 4-7 に各国で行われている斜面災害に対する調査項目を示す。

表 4-7 調査対象先進国における斜面災害に対する調査項目

(JICA 調査団作成)

| 国名                                        | 測量 | ボーリング | 室内試験 | 物理探査 | モニタリング |
|-------------------------------------------|----|-------|------|------|--------|
| フランス                                      | ○  | ○     | ○    | ○    | ○      |
| スイス                                       | ○  | ○     | ○    | ○    | ○      |
| イタリア                                      | ○  | ○     | ○    | ○    | ○      |
| アメリカ加州                                    | ○  | ○     | ○    | ○    | ○      |
| ○：実施されている。<br>必要な調査の頻度・数量等などの資料は入手できなかった。 |    |       |      |      |        |

特筆すべき情報を以下に示す。

#### 4.3.1 フランス

フランスで特筆すべき事項は、ボーリング調査の際に孔内水平載荷試験(プレシオメーター)が高頻度で、日本における標準貫入試験(SPT:Standard Penetration Test)と同じ程度の頻度で行われている点である。日本で標準貫入試験の N 値を用いて多くの土質定数を推定するのと同じく、フランスにおいてはプレシオメーターの試験結果から、様々な土質定数を決定している。

#### 4.3.2 イタリア

イタリアではモニタリングが重視されており、対策工の施工後もモニタリングを継続し、実施した対策工の効果を判定し、モニタリングで得られた追加情報と併せて、必要に応じて追加の対策工を計画し実施している。或いは、後続の対策工の計画を見直している。

### 4.4 道路沿いの斜面对策技術の設計

#### 4.4.1 切土のり面勾配

表 4-8 に、各国における切土のり面勾配に関する考え方をまとめた。



表 4-8 調査対象先進国における切土のり面勾配の考え方

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 切土のり面勾配の考え方                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | のり面の標準勾配に関して、インタビューを行ったが、経験的な目安を各技術者や事務所が持っている他は、文献において特に指定されている切土のり面の標準勾配は確認できなかった。技術者とのインタビューでも、のり面勾配に関しては、現地の地質状況、特に亀裂系の発達程度とそれらの方向を確認した上で、箇所ごとに技術者が個別に判断しているという返答が多かった。<br>また、スイスでは交通量に応じて勾配を変えるという方針もみとめられた。つまり、交通量の少ない道路では、ある程度急勾配として、崩壊のリスクを許容する、という思想である。 |
| アメリカ<br>加州          | のり面の標準勾配に関しては、Highway design manual(Caltrans,2020)と合衆国内務省土地管理局によるオレゴン州西部とカリフォルニア州北部を対象とした道路斜面安定化ガイドラインの巻末資料編で説明が行われている程度。<br>一方、カリフォルニア州で斜面对策を行っている米国ジオブルグ社によると、対象箇所の斜面安定は、その都度検討しているという回答が得られており、のり面の標準勾配が利用されていない実情が窺える                                         |

欧州においても米国加州においても、切土のり面の勾配は、地域によってその目安が示されることはあっても、現地状況などに応じて各技術者が個別に判断している。

#### 4.4.2 設計方針・フロー

表 4-9 に、各国における設計方針やフローに関する考え方をまとめた。

表 4-9 調査対象先進国における設計方針・フロー

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 設計方針・フロー                                                                       |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 各国とも、設計や調査の方法に関するフローや手順はガイドラインなどで規定されていたが、対策工を選定するためのフローチャートは、調査においては確認できなかった。 |
| アメリカ<br>加州          | 対策工を選定するためのフローチャートは、調査においては確認できなかった。対策工の設計に関しては、エンジニアの判断が尊重されている様子である。         |

欧州においても米国加州においても、調査や設計の手順を示すフローはガイドラインなどで規定されているが、対策工を選定する目的でのフローチャートは確認されていない。

#### 4.4.3 斜面安定解析

表 4-10 に、各国における斜面安定解析に関する考え方をまとめた。

表 4-10 調査対象先進国における斜面安定解析

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 斜面安定解析                                                                                             |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 極限平衡法の順解析で安定解析を行っている。<br>イタリアのインフラ交通省からの回答のみで、逆解析を行っているという返答を得たが、その適用は限定的なものに留まる。                  |
| アメリカ<br>加州          | ソフトウェアを使う斜面安定解析を前提としており、順解析を行っている。ビショップ、ヤンブー、スペンサー、サルマ、モルガンスターン・プライス法などの極限平衡法が FHWA のマニュアルで言及されている |

各国ともに安定解析手法として、極限平衡法の順解析がソフトウェアを使って行なわれている。  
有限要素法は、変形を求める研究などでは利用されているが、対策工設計において抑止力を求める目的では利用されていない。

#### 4.4.4 のり面保護工の種類

表 4-11 に、各国におけるのり面保護工の種類をまとめた。

表 4-11 調査対象先進国におけるのり面保護工

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | のり面保護工の種類                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 植生工が主体である。日本と同様に植生工の定着にジオテキスタイルを活用するケースがある。またバイオエンジニアリングのサイトでは繊維マット（コヤマットやジュートマット）が利用されていた。<br>コンクリート構造物に関して、モルタル吹付工は過去には利用されたが、現在は景観上の問題と、地下水を封じ込める問題から利用されていない。日本で普遍的に認められる法枠工は調査では確認されなかった。<br>擁壁は、コンクリート擁壁、ブロック積み擁壁、ガビオン擁壁の他、井桁擁壁も認められた。 |
| アメリカ<br>加州          | マニュアル上では、植生工などののり面保護工が規定されているが、視察を行った路線沿いでは、殆どの切土のり面でのり面保護工は行われていなかった。これは、降雨量が少ないためと思われる。<br>擁壁に関しては、視察ではコンクリート擁壁を認めた。                                                                                                                       |

#### 4.4.5 斜面崩壊対策工の種類

表 4-12 に、各国における斜面崩壊対策工の種類をまとめた。

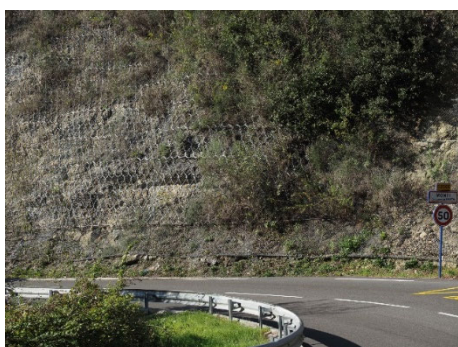
表 4-12 調査対象先進国における斜面崩壊対策工

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 斜面崩壊対策工                                                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | ヨーロッパアルプスでは、スチールネットとロックボルト／ソイルネイリングの組合せが主流である（図 4-3）。<br>イタリアのアペニン山脈では、ガビオンとネイリング、杭とグラウンドアンカーを組み合わせた対策工が実施されていた。<br>バイオエンジニアリングでは、丸太を井桁に組んだ対策工などが利用されている。 |
| アメリカ<br>加州          | スチールネットとロックボルト／ソイルネイリングの組合せと、コンクリート擁壁とグラウンドアンカーの組合せが認められた（図 4-4）。                                                                                         |

以下に、各国の斜面崩壊対策工の実例を示す。

### (1) フランス、イタリア



ケーブルネットとネイリングによる対策  
(フランス)



ネットとケーブル、ネイリングによる対策  
(イタリア)



ガビオンとネイリングによる対策  
(イタリア)



バイオエンジニアリングによる対策  
(イタリア)

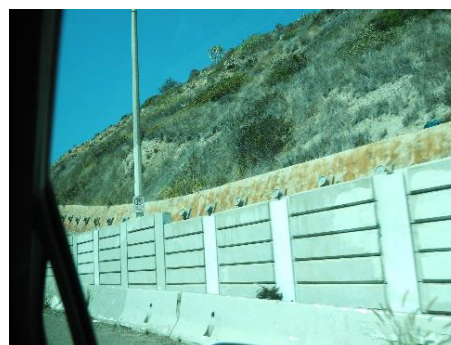
図 4-3 斜面崩壊対策工（欧州）

(JICA 調査団作成)

## (2) アメリカ加州



ネットとネイリングによる対策



擁壁とグラウンドアンカーによる対策

図 4-4 斜面崩壊対策工（アメリカ加州）

（JICA 調査団作成）

### 4.4.6 落石対策工の種類

表 4-13 に、各国における落石対策工をまとめた。

表 4-13 調査対象先進国における落石対策工

（JICA 調査団作成）

| 国名                  | 落石対策工                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | <p>ヨーロッパアルプスを抱える各国で、活発な研究開発が行われている。三か国に共通する事項として、落石対策は能動的（active）対策と受動的（passive）対策に分けることができる。</p> <p>能動的（active）対策は、原位置でのロックボルトによる固定。スチールネットとロックボルトによる固定、コンクリートによる脚部の固定とサポート（根固め工）、及び除去からなる。</p> <p>受動的（passive）対策は、落石防護柵工、ポケット付き落石防止網工（Attenuatorを含む）、覆式落石防止網工、落石防護土堤、道路沿いに設置された擁壁とその背後の崩土（落石）溜め、及びロックシェッド（洞門工）からなる（図 4-5）。</p> <p>落石防護柵工に使用されるスチールネットやブレーキシシステムは、各国でそれぞれの工夫が凝らされ、スチールネットの編み方を工夫したものや、日本ではまだ導入されていない高強度のブレーキシシステムが実用化されている。フランスでは、立木を支柱に利用する仕組みなども研究されている。</p> <p>スイスでは、道路沿いの不安定な山地斜面における落石の発生を、道路沿いに設置したドップラーレーダー<sup>22</sup>で探知し、道路交通を制御する早期警戒システム（EWS）の運用が認められた（図 4-6）。</p> |

<sup>22</sup> ドップラーレーダーは、ドップラー効果により移動体の接近を感知するレーダーであり、軍用機を狙うミサイルの探知に使われている。軍事技術の応用であり、イスラエル企業の製品とのこと。



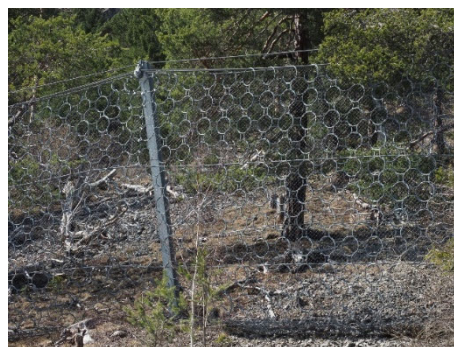
| 国名         | 落石対策工                                          |
|------------|------------------------------------------------|
| アメリカ<br>加州 | アメリカでの視察では、コンクリートブロックによる落石ポケットの確保を確認した（図 4-7）。 |

以下に、各国の落石対策工の実例を示す。

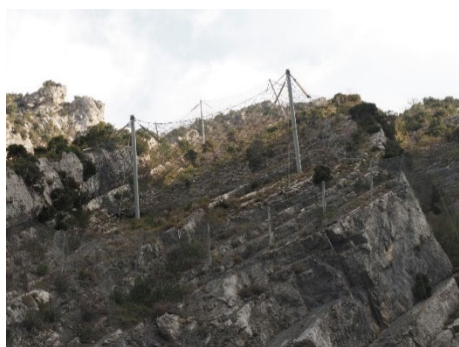
### (1) フランス、スイス、イタリア



1t の落石が 200km/h で直撃しても耐えられる落石防護土堤（スイス）



落石防護柵（スイス）



落石防護柵（フランス）



ブロック積擁壁と落石フェンス（フランス）



落石防護シェッド（フランス）



落石防護シェッド（スイス）

図 4-5 落石対策工

（JICA 調査団作成）



落石を検知するドップラーレーダー



レーダーに連動する信号

図 4-6 スイスの落石対策 EWS

(JICA 調査団作成)

## (2) アメリカ加州



コンクリートブロックによる落石ポケットの確保



コンクリートブロックによる落石ポケットの確保と簡易な落石防護柵

図 4-7 アメリカの落石対策

(JICA 調査団作成)

## 4.4.7 土石流対策工の種類

表 4-14 に、各国における土石流対策工をまとめた。

表 4-14 調査対象先進国における土石流対策工

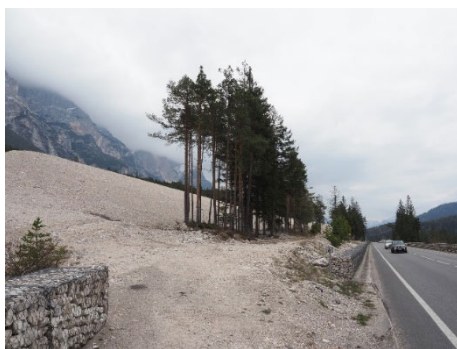
(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 土石流対策工                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | <p>土堤とスリットを組み合わせた砂防堰堤と背後の土砂溜めを組み合わせた施設が、各国で認められた。特にイタリアでは、道路の直ぐ脇に土堤を建設して道路を土石流から守り、その背後を土砂溜めとする事例を複数の道路で確認した（図 4-8）。また、スイスは土石流対策と雪崩対策を兼ねている（図 4-9）。フランス、スイス、イタリアの何れの場合でも、土砂溜めに堆積したデブリは、重機などにより除去する運用が基本である。</p> <p>三か国ともに、溪流沿いではチェックダムや床固工が認められた。</p> |

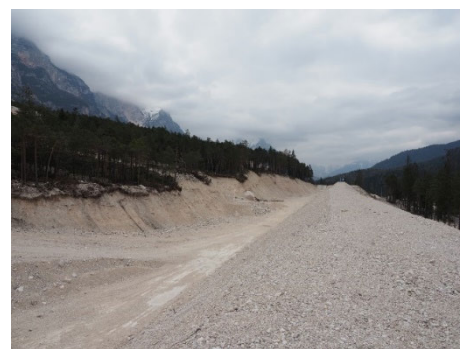
| 国名     | 土石流対策工                                                                                                                                                   |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>スイスでは、土石流対策の洞門工（シェッド工、図 4-9）が確認され、イタリアでも同様の構造物が交通の要所で計画されている。</p> <p>土石流の発生を発生源近くのセンサーで確認し、道路沿いに設置した信号機で通行を遮断する EWS の運用が、フランスとイタリアで確認された（図 4-10）。</p> |
| アメリカ加州 | 土石流対策は、視察では認められなかった。                                                                                                                                     |

以下に、各国の土石流対策工の実例を示す。

### (1) フランス、スイス、イタリア



道路沿いの土石流防護土堤



土堤背後の土砂溜め

図 4-8 イタリアの土石流防護土堤

（JICA 調査団作成）



土石流と雪崩対策の堰堤背後の土砂溜め



雪崩土石流対策シェッド

図 4-9 スイスの土石流対策

（JICA 調査団作成）





EWS と連動する信号（フランス）



EWS と連動する信号（イタリア）

図 4-10 土石流対策 EWS

(JICA 調査団作成)

#### 4.4.8 地すべり対策工の種類

表 4-15 に、各国における地すべり対策工をまとめた。

表 4-15 調査対象先進国における地すべり対策工

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 地すべり対策工                                                                                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 日本で用いられている排水横ボーリング工や集水井工、及び排水トンネル（図 4-12）は、各国でも施工されている。メンテナンス性に難点はあるものの、イタリアでは小口径の立坑を連結して、地下水を重力の力で自然に排水する小口径の集水井が建設されている（図 4-11）。<br>地すべり抑止杭工も、フランスとイタリアで実施例が確認された。 |
| アメリカ加州              | 地すべり対策は、視察では認められなかったが、地すべり地を通過する道路では、被災した道路を随時補修する対応が続けており、地すべりを促進しない工夫が認められた（図 4-17 に写真を示す）。                                                                        |

以下に、各国の地すべり対策工の実例を示す。



## (1) スイス、イタリア



排水トンネル（San Lorenzo トンネル）



小口径集水井天端のコンクリート構造物

図 4-11 イタリアの地すべり対策

(JICA 調査団作成)

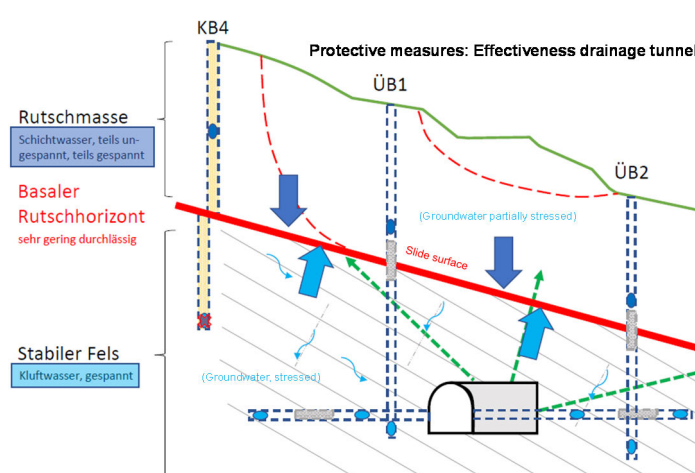


図 4-12 スイスの巨大地すべり対策として掘削中の排水トンネルの模式図

(スイス Graubünden 州プレゼンテーション資料から引用)

## 4.4.9 道路拡幅復旧工・補強土盛土

表 4-16 に、各国における道路拡幅復旧工・補強土盛土をまとめた。

表 4-16 調査対象先進国における道路拡幅復旧工・補強土盛土

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 道路拡幅復旧工・補強土盛土                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 三か国とも、ジオテキスタイルを用いた補強土盛土工法を、落石防護土堤や土石流堰堤などに利用している。                                                             |
| フランス                | 特にフランスは補強土盛土の利用が盛んであり、テールアルメ社のテラリンク工法など、狭隘な基礎地盤しか確保できない山間地域でも、100m を越える補強土盛土を構築し、流失した山岳道路を復旧させる技術がある（図 4-13）。 |

| 国名     | 道路拡幅復旧工・補強土盛土                                                                                                                                                      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | グスタフ・エッフェル大学リヨン校では、プレキャストコンクリート板とソイルネイリングを組合せ、細礫を固めた材料をプレキャストコンクリート板の穴から注入する工法が開発されている。裏込めは透水性が高いため、水が誘因となる個所でも適用可能であり、盛土崩壊の緊急対策として活用できる。本技術は HB 第一部第 8 章でも説明している。 |
| スイス    | スイスでは、急傾斜斜面上での基礎を確保するための、人力掘削による深礎杭工法が行なわれている。この工法は大規模な仮設が不要である点が注目に値する。HB 第一部第 8 章に例を示す。                                                                          |
| アメリカ加州 | 橋梁のアバット背面盛土などで補強土盛土工法は実施されているが、道路拡幅復や復旧工としての利用は、視察では認められなかった。                                                                                                      |

以下に、各国の道路拡幅復旧工・補強土盛土の実例を示す。

#### (1) フランス



図 4-13 フランス・テールアルメ社のテラリンク工法（インドでの実施例）

（テールアルメ社ウェブページより引用）

### 4.5 道路沿いの斜面对策技術の施工

表 4-17 に、各国における斜面对策技術の施工法をまとめた。

表 4-17 調査対象先進国における斜面对策技術の施工法

(JICA 調査団作成)

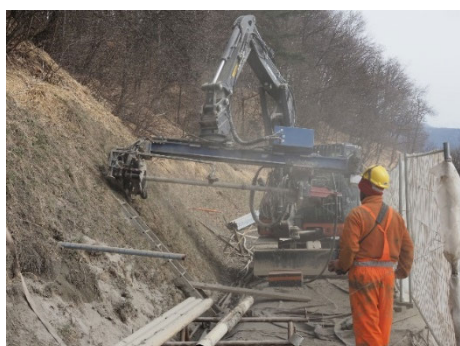
| 国名                  | 斜面对策技術の施工法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | <p>三か国とも、斜面对策の施工に際し、仮設足場などを用いて重機を斜面上に設置するという施工法を用いない傾向にある。逆に足場仮設などを行わず、のり肩から降ろしたロープなどで体を固定した作業員で行なえる工法や、同じく斜面上にロープで固定した機械を使って施工できる工法（ケーシングを用いない自穿孔ロックボルト／ネイリング打設）（図 4-14）、あるいはのり面裾部に設置した重機によって施工できる工法に限定して対策工を設計する傾向にある。足場仮設を要しない工法、或いは重機を斜面中ほどに設置する必要のない工法というポイントは、対策工法の選定に際して考慮する重要なポイントとなる。重機を斜面中ほどで使用するために足場を仮設しない工法が選定される理由は、仮設に係る費用を節減し、限られた予算の枠内でより多くの箇所の対策実施を進めたいという意図がある。三か国共に、道路沿い斜面に対して対策工を実施するための予算が十二分にある訳ではなく、より安価に対策を実施し、限られた予算を有効に活用する必要に迫られている。フランスでは交通量の少ない道路では対策が殆ど実施されておらず、イタリアでも予算が付かないため対策が実施できない事例が確認されている。またスイスでは対策工に使える予算は、災害シナリオから算出される被害想定額により上限が規定されている。</p> <p>施工に際し、物資運搬用の仮設道路の使用も忌避する方向にあるため、工事に用いる資材は運搬が容易なものに限られる。運搬の容易なマイクロパイルの利用も多くみられ、イタリアのエミリオ・ロマーニャ州においては、マイクロパイルを用いたスリット型の砂防堰堤が施工されている。</p> <p>仮設足場や仮設道路を用いない、或いは小型建機および人力で作業を行い、運搬の容易な材料を使って施工費用を抑えることができる欧州の斜面对策工は、途上国における対策工の採用において価格面での優位性を持つ。特に、この優位性は途上国政府の負担で行われる事業や円借款事業において顕著になると思われる。その反面、適用できる対策工法の選択肢を狭めているのも、また事実である。</p> <p>三か国共に、斜面对策としてコンクリートを重用しない傾向が認められた。理由の一つは、コンクリートの品質管理が難しいことである。特に冬季の低温環境での施工が難しい点が、ヨーロッパアルプスを抱える三か国でのコンクリートの利用に歯止めをかけている。</p> <p>もう一点は、景観保護の観点からコンクリート構造物の新設を忌避する社会的風潮である。斜面对策としてのコンクリート構造物の新設は、フランスでは一部の例外を除いて、社会的にほぼ受け入れられない程度に達している。一方、スイスやイタリアではそこまでの忌避感が示されることはなく、必要に応じて、例えば岩盤斜面の脚部保護などにコンクリート構造物が活用されている。</p> |



| 国名     | 斜面对策技術の施工法                                                                                                                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| イタリア   | 急傾斜斜面上に重機を全く設置しないというわけではなく、スパイダー型のエクスカベーター（図 4-16）や小型エクスカベーターを用いた急斜面上の作業は、特にイタリアのバイオエンジニアリングの施工現場においては一般的に行われている（図 4-15）。 |
| アメリカ加州 | 道路沿い斜面对策の施工に関する情報は、適切なアポイント先が確保できず、収集できなかった。                                                                              |

以下に、各国の斜面对策技術の施工法の実例を示す。

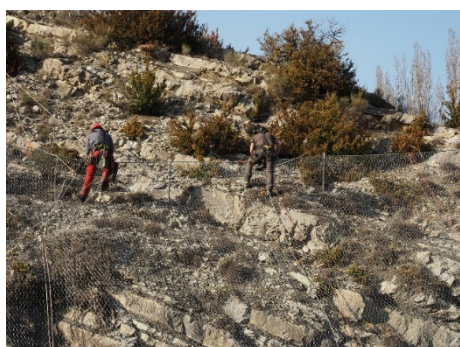
### (1) フランス、イタリア



排水横ボーリング工の施工。使用するロータリーパーカッションボーリングマシンには、ケーシングの挿入機能はない。イタリア業者



手持ち削岩機で、ロックボルトを挿入。落石防止網下端のアンカーの設置



落石防止網工の施工。親綱で体を確保した作業員が、急斜面上で作業している。



道路沿いの岩盤斜面から、不安定な浮石を除去している状況

**図 4-14 フランスにおける斜面对策工の施工状況**

(JICA 調査団作成)



マイクロパイルの施工機械



簡易なパーカッションボーリングマシン



小型エクスカベーター



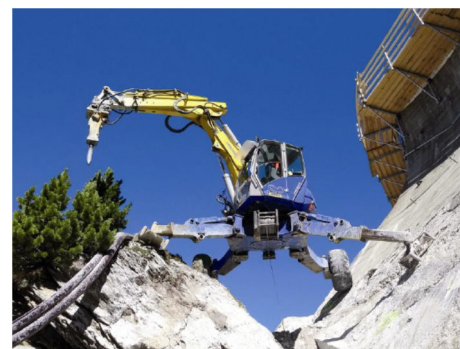
高所作業用車両

**図 4-15 バイオエンジニアリングの施工現場における建設機械**

(イタリア、ピエモンテ州「Ingegneria Natural-istica」より引用)



急傾斜上での作業



岩場での作業

**図 4-16 スパイダータイプのエクスカベーター**

(イタリア、ピエモンテ州「Ingegneria Natural-istica」より引用)

## 4.6 道路沿いのり面(斜面)及び斜面对策工の維持管理

### 4.6.1 斜面点検・被災履歴の管理

表 4-18 に、各国における斜面点検・被災履歴の管理をまとめた。

表 4-18 調査対象先進国における斜面点検・被災履歴の管理

(JICA 調査団作成)

| 国名     | 斜面点検・被災履歴の管理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス   | 道路維持管理組織として、フランスでは地方自治体であるサヴォア県自然災害リスク局とのインタビューを行った。同局では県道沿いの落石、雪崩、土石流、地すべりの危険斜面、約 2,500 箇所以上を、データベースで管理し、対策の優先順位を立案している。データベースには想定対策工とその費用を含んでいる。年 100 件以上発生する災害履歴もデータベースで管理している。<br>データベースによる優先順位と対策工費用は、必要な対策を実施する予算を交渉する際に、明確な根拠を提示するツールとして活用されている。                                                                                       |
| スイス    | 道路維持管理組織として、スイスでは連邦道路局 ASTRA と地方自治体である Tiefbauamt Graubunden カントン(州)の地質リスク担当者とのインタビューを行ったが、のり面点検・被災履歴の管理に関する十分な情報を得ることは出来なかった。                                                                                                                                                                                                                |
| イタリア   | 道路維持管理組織として、イタリアでは国家国道管理局 ANAS とのインタビューを行った。ANAS ではカタストと呼ばれる、道路に関連する施設(橋やその他の構造物など)全てのデータベースを運用している。昔はアーカイブ用途であったが、2018 年 8 月に同国ジェノバで発生したモランディ橋崩落事故以降、点検結果や設計図などのデータも含むようにしている。<br>点検は、道路に関係する構造物に限定されており、これにはのり面保護工を含むが、切土(盛土)のり面や自然斜面は含まれない。但し、パトロールの際に、のり面や自然斜面で異常を察知した場合には対応している。<br>地すべりに関しては、環境保護・調査高等研究所 ISPRA が全国規模のデータベースを構築、運用している。 |
| アメリカ加州 | 斜面点検・被災履歴の管理に関する情報は、適切なアポイント先が確保できず、収集できなかった。                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### 4.6.2 斜面对策工の維持管理

表 4-19 に、各国における斜面对策工の維持管理をまとめた。

表 4-19 調査対象先進国における斜面对策工の維持管理

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 斜面对策工の維持管理                                                                                                                                                     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 最も際立った対策工の維持管理は、道路沿いの落石防護土堤や擁壁背後の土砂溜め、或いは落石防護柵、落石防止網工の背後に堆積した崩土や落石を除去する活動となる。並びに落石防護柵や防止網工は、落石によってダメージを受けたネットや部材、及び腐食した部材の交換が行われている。同様に、雪崩防護柵などのメンテナンスも行われている。 |



| 国名     | 斜面对策工の維持管理                                                                                                                                                                  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 排水横ボーリング工に対しては、ヨーロッパアルプス地域では石灰に起因する目詰まりが多いため、酸を使ったクリーニングが行なわれている。クリーニングで回復しない場合は、直ぐ脇で排水横ボーリング工を掘りなおすことになる。<br>グラウンドアンカー工の視察例はそれほど多くはないが、フランスの事例においては、張力をモニターして管理している例を確認した。 |
| フランス   | フランスでは落石対策工のメンテナンスマニュアルが整備されている。急峻な地形に設置された落石対策工のメンテナンスでは、ヘリコプターが活用されることもある。                                                                                                |
| イタリア   | イタリアでは斜面对策工の供用開始後も施工中のモニタリングを継続しており、モニタリングの結果に基づいて、追加対策の立案や排水トンネルのメンテナンスを行っている例を確認した。                                                                                       |
| アメリカ加州 | 斜面对策工の維持管理に関する情報は、適切なアポイント先が確保できず、収集できなかった。                                                                                                                                 |

#### 4.6.3 早期警戒システム Early Warning System (EWS)の運用

表 4-20 に、各国における早期警戒システム Early Warning System (EWS)の運用をまとめた。

表 4-20 調査対象先進国における EWS の運用

(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 斜面对策工の維持管理                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | 欧州三カ国の何れにおいても、センサーなどを活用した EWS を用いて信号を動作させることにより、危険区間への車両や人の立ち入りを制限する事前通行止めを行っている。                                                                                                          |
| フランス                | フランスにおいては、土石流危険渓流が道路を横断する箇所において、信号機による交通制御を行っている例を確認した（図 4-10 に写真を示す）。                                                                                                                     |
| スイス                 | スイスにおいては、落石が頻発する危険斜面の裾部を通過する道路において、ドップラーレーダーを用いた落石検知システムに連動した信号機による交通制御を行っている例を確認した（図 4-6 に写真を示す）。                                                                                         |
| イタリア                | イタリアにおいては、土石流が頻発する山岳斜面沿いを道路が通過する区間において、対策工が完成するまでの措置として、土石流検知センサーに連動した信号機による交通制御を行っている例を確認した。この信号機は、政府が制度として定めているものではないと思われるが、地元の民間気象サービスによる累積雨量予報に基づいて事前に通行止めにもすることも可能である（図 4-10 に写真を示す）。 |
| アメリカ加州              | EWS の運用と事前通行止めに関する情報は、適切なアポイント先が確保できず、収集できなかった。                                                                                                                                            |

## 4.7 その他の調査事項

### 4.7.1 山岳道路における典型的な斜面災害

表 4-21 に、各国における典型的な斜面災害をまとめた。

**表 4-21 調査対象先進国における典型的な斜面災害**

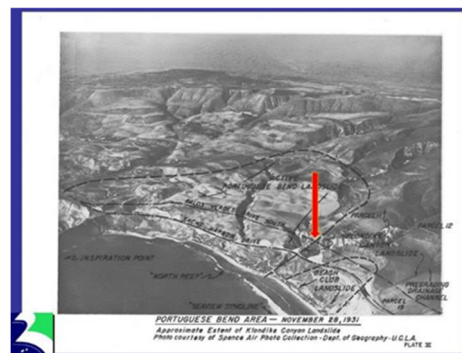
(JICA 調査団作成)

| 国名                  | 典型的な斜面災害                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス<br>スイス<br>イタリア | <p>ヨーロッパアルプスにおいては、落石、土石流、雪崩が頻度の多い斜面災害となる。斜面崩壊は主に亀裂の多く入った岩盤斜面が卓越しており、本邦のように土砂状の強風化層や風化層を巻き込んだ形での崩壊は、余り多くない。一方で、重力性変形（岩盤クリープ）による緩慢なマスマーブメントや、岩盤中の弱面にすべり面をもつ岩すべりによる道路やトンネルの被害も確認されている。</p> <p>問題地質の例として、マール（泥灰岩・泥灰土）の存在が挙げられる。</p> <p>マール（泥灰岩・泥灰土）以外でも、石灰岩地帯では、カルスト地形や石膏に起因する空洞が形成されており、それらを通じた地下水の供給で斜面災害を助長している事例がある。</p> |
| フランス                | <p>山岳道路ではないが、フランスでは平坦地形におけるトレンチカットの切土（掘割）において、粘土質のマール（泥灰岩・泥灰土）が地すべりを生じさせた例が報告されている。また、マールと石灰岩の互層においては、1248 年に発生したグルニエ山の崩壊のような巨大な山体崩壊も発生している。</p>                                                                                                                                                                         |
| イタリア                | <p>イタリアのアペニン山脈では、砂岩泥岩互層（フリッシュ）中の泥岩が、スレーキング現象により細片化することによる斜面崩壊や、同様に泥岩が水分の影響で塑性化し、泥岩中にすべり面が発達することによる地すべりが道路に被害を与えている。</p> <p>同様のスレーキング現象は、ドロミテ山系近くのイタリアアルプスでも確認された。</p> <p>イタリア南部の火山地帯では、火山性の降下堆積物中の弱面が豪雨によって崩壊することで、大規模な土石流が発生している。</p>                                                                                   |
| アメリカ加州              | <p>アメリカ加州では地すべりが多く発生しており、道路の地すべりによる影響を受けている（図 4-17 参照）。</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |





巨大な地すべり地中腹部を通る市道は地すべり地形の起伏に合わせて施工されている。盛土などの無理な地形改変はされていない。



1931年の地すべり地形。この地すべりは古い地すべり地形の一部が1956年の道路建設に伴う盛土を契機に再滑動し、徐々に拡大したもので、現在も滑動中である。

**図 4-17 アメリカ加州の地すべりと道路**

(左：JICA 調査団作成、右：アメリカ City of Rancho Palos Verdes(2021)より引用)

#### 4.7.2 道路沿いの斜面对策工に関する法制度

表 4-22 に、各国における斜面对策工に関する法制度をまとめた。

**表 4-22 調査対象先進国における斜面对策工に関する法制度**

(JICA 調査団作成)

| 国名     | 斜面对策工に関する法制度                                                                                                                                                                                                         |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス   | フランスでは、斜面对策工に関しては法律ではなく、例えば CREMA の作っているようなガイドラインで規定している。法律は必ず守らなければならないが、ガイドラインにはそのような縛りはない。但し、裁判においてはガイドラインに従わなかったことをもって、不利に働くことはあり、それなりの強制力を持つ。                                                                   |
| スイス    | スイスにおいては、想定災害シナリオに応じて被害想定額を算出し、人的被害を含めた想定被害額が対策工予算の上限となる運用が行われているが、これは法律で決まっているものではなく、リスクアセスメントを通じて、スイス国鉄や連邦道路局などの各組織が、統計的生命価値(Value of Statistical Life: VSL)を決定して、運用しているものである。<br>州の権限が強く、州ごとに地形地質に適合した対策工法を行っている。 |
| イタリア   | イタリアでは建設施工法という法律において斜面安定を取り扱っており、より斜面安定に関して厳格な対応を行っている。勿論、全てが法律で決まっている訳ではなく、ガイドラインも運用されており、道路斜面に関するガイドラインや、Soil bio engineering に関するガイドラインも存在する。<br>州の権限が強いため、州として独自の方針で斜面对策を実施することも可能である。                           |
| アメリカ加州 | 適切なアポイント先が確保できず、収集できなかった。                                                                                                                                                                                            |

### 4.7.3 気候・地形・地質条件

#### (1) 気象条件

##### (a) 気象条件

表 4-23 に、各国における気象条件をまとめた。

**表 4-23 調査対象先進国における気象条件**

(JICA 調査団作成)

| 国名            | 気象条件                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>フランス</b>   | フランスの気候は海洋性、大陸性、高山性、地中海性の 4 つに区分されるが、現地視察を行ったフランスアルプス地域は山岳性、若しくは地中海性気候に区分される。<br>シャンペリーの年間降水量は約 800 mm 程度。降水量は 5 月と 10 月にピークを迎えるが、月ごとの大きな差異はない。12 月～2 月が降雪のシーズンとなる。統計上の降水量は多くはないものの、時間雨量 150 mm の降雨により土石流が発生した事例や、日降雨 600mm の降雨により土石流や洪水災害が発生した事例があり、短時間集中豪雨による土砂災害が発生している。 |
| <b>スイス</b>    | スイスの気候はスイス高原では海洋性気候、アルプス山脈ではツンドラ、もしくは高山性気候に区分される。<br>チューリッヒの年間降水量は約 900 mm 程度。5～9 月の降水量が多いが、それ以外の期間も月雨量 60 mm 程度の月降水量がある。11 月から 3 月が降雪シーズンとなる。<br>統計上の降水量は多くないものの、落石や土石流が頻発している。                                                                                            |
| <b>イタリア</b>   | イタリア半島の付け根とアドリア海側の温暖湿潤気候)、または西岸海洋性気候に分類されるが、イタリア半島の地中海側やシシリー島、サルデーニャ島は地中海性気候に分類される。これらの気候区を分けるのは、半島の脊梁山脈たるアペニン山脈であり、降雨量も地域における差異が大きい。                                                                                                                                       |
| <b>アメリカ加州</b> | 降水量が概して少なく、州都サクラメントの北東約 70km に位置する Grass Valley の年降水量が 1351mm と最大であるが、ほとんどの都市が 600mm/年程度以下で、400mm/年以下の都市も多い。                                                                                                                                                                |

##### (b) 地震

表 4-24 に、各国における地震をまとめた。

表 4-24 調査対象先進国における地震

(JICA 調査団作成)

| 国名     | 地震                                                                                             |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス   | 概して地震はあまりない。南部ピレネー山脈沿いと東部アルプス山脈沿いでは、小規模の地震が発生している。                                             |
| スイス    | 概して地震はあまりない。歴史上では、1356 年にバーゼルでマグニチュード 7.1 の地震が発生しているが、マグニチュード 6 以上の地震は過去 800 年に 5 回程度しか起きていない。 |
| イタリア   | 比較的大きな地震が多く発生している。今世紀に入ってから、ラクイラ地震、イタリア北部地震、イタリア中部地震、イスキア島地震など、死者を伴う地震が発生している。                 |
| アメリカ加州 | 地震の回数は非常に多く、その多くがサンアンドレアス断層沿いで発生している。                                                          |

## (c) 斜面災害の誘因

表 4-25 に、各国における斜面災害の誘因をまとめた。

表 4-25 調査対象先進国における斜面災害の誘因

(JICA 調査団作成)

| 国名                    | 斜面災害の誘因                                                                                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス、<br>スイス、<br>イタリア | フランス、スイス、イタリア共に、多量降雨が斜面災害の誘因として挙げられているが、日本やモンスーンアジア諸国に比べると、少ない降雨量で災害が発生している点に注意が必要である        |
| フランス                  | 斜面災害の誘因として、多量降雨、冬季の山地における凍結融解、及び雪崩が挙げられる。                                                    |
| スイス                   | フランスと同様、多量降雨と冬季の山地における凍結融解と雪崩が挙げられるほか、重力性変形による岩盤クリープのサイトも視察できた。                              |
| イタリア                  | フランスと同様、多量降雨と冬季の山地における凍結融解と雪崩が挙げられるほか、地震が挙げられる。<br>カルスト地形において、洞穴から地下水が供給され、土石流を促進する事例も視察できた。 |
| アメリカ加州                | 多量降雨と地震が誘因として挙げられる。                                                                          |

## (2) 地形条件

表 4-26 に、各国における地形条件をまとめた。

表 4-26 調査対象先進国における地形条件

(JICA 調査団作成)

| 国名     | 地形条件                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス   | フランスは概して平地が卓越するが、南部と東部の国境地帯には山脈がそびえている。スペインとの国境にピレネー山脈が、イタリアとの国境にアルプス山脈が、スイスとの国境にはジュラ山脈が延びている。今回の視察先はアルプス山脈の周辺である。                                                                                                       |
| スイス    | スイスの地形はスイス高原、アルプス山脈、ジュラ山脈に大別される。スイス高原は標高約 600m 前後で、南西のレマン湖から北東部のボーデン湖まで広がっている。アルプス山脈はヨーロッパにおいて南欧と北欧を隔てるようにスイスとイタリアの国境付近にそびえており、スイスの 2/3 の面積を占め、4,000m を超える山は 48 座ある。ジュラ山脈はスイスとフランスの国境にある石灰岩でできた山脈で、レマン湖からライン川にかけて広がっている。 |
| イタリア   | ヨーロッパ大陸から細長く伸びるイタリア半島とサルデーニャ島、シチリア島などの島嶼部からなるイタリアは、国土の 80% が山間部であり平地が少ないという特徴がある。山地はフランス、スイスとの国境にアルプス山脈が、イタリア半島の脊梁山脈としてアペニン山脈が伸びている他、半島南半分は火山帯にまたがり、ベスビオ、ストロンボリ、エトナなどの火山がそびえる。                                           |
| アメリカ加州 | 南北に山脈と平地が配列する特徴がある。州の中央部には北西から南東に延びるグレートバレーの低地が広がっており、その北はクラマス山脈が広がっている。グレートバレーの西側にはカリフォルニア・コースト山脈が伸びている。グレートバレーの東側にはシエラ・ネバダ山脈が南北に延びている。                                                                                 |

## (3) 地質条件

表 4-27 に、各国における問題地質をまとめた。

表 4-27 調査対象先進国における問題地質

(JICA 調査団作成)

| 国名   | 問題地質                                                                                                                                                                                                     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス | ジュラ紀の石灰岩・ドロマイト。<br>グラナイト（ブルターニュ地方、中央火山）や片麻岩の山岳地帯。<br>片岩地帯は落石よりも地すべりが多い。<br>マッシブな岩の地帯は落石が多い。<br>第三紀層も地すべりが多い（パリの周囲、南西部（ボルドー）中央山脈。注：パリ近くのシャンパーニュ地方では泥灰土（仏：marne）が分布する）。<br>上部クリッペも地すべりが危険。<br>ジュラ紀最下部のマール。 |

| 国名     | 問題地質                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>三畳紀最上部がアルプ地方で最も問題となる。石膏質の粘土が流失して問題となる。カルストも問題。</p> <p>三畳紀とそれ以深は、落石が問題となる。</p> <p>白亜紀の下部はマールが問題となる。</p> <p>バスク地方にはフリッシュがあり、問題である。浸食されて、海岸の断崖が後退している。</p> <p>マール、石灰岩とマールの互層から構成される地層での巨大な崩壊。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| スイス    | <p>斜面災害としては、落石、土石流、雪崩、浅層地すべりに注意が向けられている一方、重力性変形（岩盤クリープ）と落石・崩壊・地すべりが同じ場所で発生しているサイトもある。岩盤クリープは、アルプス造山帯という地質セッティングから、斜面災害の素因として注意が払われている。</p> <p>問題地質としては、泥灰岩（マール）が石灰岩と共に産すること、或いは互層を為すことで脆弱部を形成し、斜面災害の素因を成している。</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| イタリア   | <p>スイス・フランスにおける問題地質に加えて、火山性の問題地質を有する。</p> <p>イタリアアルプスにおける石灰岩、ドロマイト、マール。及びそれらに起因するカルスト、石膏質の粘土が流失して問題となるシンクホール。</p> <p>ドロミテ山系において石灰岩やドロマイトと衝上断層を接して分布するクレイ・シェール（伊：Argilliti）。赤褐色のクレイ・シェールは、応力開放や曝気によって、時間依存性の強度低下が発生し、スレーキングにより細片化する。</p> <p>アペニン山脈に分布するフリッシュは、砂岩と泥岩の互層をなす。この泥岩は（伊：Argilliete）は、ドロミテ山系の Argilliti と同様に、スレーキングにより細片化し、斜面に脆弱部を構成する他、水が付くと塑性化して、地すべり粘土を構成する。また、アペニン山脈には、オフィオライトも分布している。</p> <p>南部では火山が多く分布し、火山性降下堆積物が土石流の素因となっている。局地的には、溶岩が問題を起こすことも想定される。</p> |
| アメリカ加州 | <p>基本的には古い時代の地質が多く、斜面災害が発生しやすいとされる比較的新しい地質（堆積岩）の分布域が州全体に占める割合は小さい。しかし、サンアンドレアス断層周辺は地盤が破碎されていることが多く、斜面災害の発生リスクも高くなる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

#### 4.7.4 道路に関する斜面防災関連の組織の概要

表 2-28 に、各国における道路に関する斜面防災組織の概要をまとめた。

表 4-28 調査対象先進国における斜面防災関連の組織

(JICA 調査団作成)

| 国名   | 分野       | 斜面防災関連の組織                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フランス | 道路維持管理組織 | <p>国の組織としては、エコロジーの移行省／交通省があり、地方組織として Interdepartmental road directorates (DIR)がある。</p> <p>また、県道の維持管理は各県が、関連する中央省庁の出先機関の支援を受けつつ実施している。例えば、サヴォア県の県道を維持管理するサヴォア県自然災害リスク局を、同県シャンベリーに所在する RTM 北アルプス局が支援するなど。</p> <p>高速道路・有料道路の殆どは、運営維持管理が民間に委託されており、受託業者（コンセッショネアー）が、斜面对策を含めて維持管理に責任を持つ。この責任範囲は、フランス政府の考えでは、運営維持管理を受託する時点では顕在化していない斜面リスクへの対応も含んでいる。代表的なコンセッショネアーには、VINCI Autoroutes 社（見学先のニース A8 高速道路）、AREA 社がある。</p> |
|      | 交通系機関    | <p>Gustav Eiffel 大学（旧 IFFSTAR）と CREMA が該当する。</p> <p>Gustav Eiffel 大学では、主に研究と新技術開発を、CREMA ではガイドラインの策定や斜面对策技術の改良、及び実際の対策工の設計施工の支援を行っている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|      | 農業・林業系機関 | <p>林業系組織の RTM は、道路に限らず、砂防や地すべり対策を実施。</p> <p>研究機関としては、INRAE が砂防、雪崩、落石、洪水対策に関する研究を行っている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|      | 工業系機関    | <p>地質調査所（BRGM）は地質図を作成する組織であるが、土砂災害、斜面災害のハザードマップ作製やリスク評価を行っており、道路沿いの落石リスク評価も行うケースがある。INERIS は廃鉱山や工場などが及ぼす環境リスクに対処する組織であり、道路斜面には直接関係はしないが、廃鉱後の崩壊によるシンクホールなどに対処している。</p>                                                                                                                                                                                                                                            |
| スイス  | 道路維持管理組織 | <p>高速道路を含む国道は ASTRA が維持管理の責任を持つ。州（カントン）の州道は、各州が維持管理を行い、Rural Road は各基礎自治体が維持管理を行う。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|      | 関連機関     | <p>連邦森林・雪・環境研究所(WSL)は、落石、雪崩、土石流などの斜面災害対策の研究開発を行っているが、道路沿いの対策にも関与している。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| イタリア | 道路維持管理組織 | <p>国道や国境付近の主要道路の管理は ANAS が行っている。県道や市町村道の管理は、県と市町村が行っている。</p> <p>高速道路はフランスと同様、運営維持管理を請け負ったコンセッショネアーが実施しており、代表的なコンセッショネアーには、Autostrade per l'Italia 社がある。</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |

| 国名         | 分野           | 斜面防災関連の組織                                                                                                                                                         |
|------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 関連機関         | IRPI は道路沿いの斜面災害に限らず、土石流対策や地すべりに関する研究や対策工の設計を実施している。一方、ISPRA は、イタリア全土にわたるデータベースやハザードマップの整備などを行っている。<br>各州の市民保護局は、斜面崩壊対策を実施しているが、道路沿いの斜面崩壊対策や地すべり・土石流対策にも関与することがある。 |
| アメリカ<br>加州 | 道路維持<br>管理組織 | California Department of Transportation (Caltrans)                                                                                                                |
|            | 関連機関         | California Governor's Office of Emergency Services                                                                                                                |

#### 4.7.5 Safeland プロジェクト

2010 年から 2012 年にかけて、EU 主導でヨーロッパの地すべりリスクに関する調査研究が行われた。Safeland プロジェクト<sup>23</sup>と呼ばれるこのプロジェクトは、山岳道路開発を対象としたものでないため今回は研究対象としなかったが、膨大な成果が上がっており、先進国の取り組みの一つとして紹介する。

Safeland プロジェクトは、表 4-29 に示す 5 つの分野において調査研究が実施された。

また、ヨーロッパ全域を対象とした地すべりインベントリ<sup>24</sup>が開発され、それを利用して地すべり防災に係る政策提言が行なわれた。

**表 4-29 Safeland プロジェクトの対象分野**

(Safeland プロジェクトウェブサイトより JICA 調査団作成)

| 分野            | 目的                                                                                                  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Area 1</b> | 地すべりの発生の誘因とプロセスや閾値の理解を向上させる。<br>これには気象条件や人間活動に起因する誘因や、流出モデルを使った地すべり危険予測を含む。                         |
| <b>Area 2</b> | 異なる空間的スケールに亘ってリスクアセスメントの定量的手法を統合する。不確実性、脆弱性、地すべりの発生し易さ、頻度に注目する。ヨーロッパにおける地すべりリスクの高い地すべりホットスポットを特定する。 |
| <b>Area 3</b> | ヨーロッパの特定のホットスポットを選び、地すべりリスクを増大させる結果を生じるであろう将来の気象変動シナリオと、人口動態や社会資本の変化を研究する。                          |
| <b>Area 4</b> | 地すべりのモニタリングと早期警戒に関する技術的で実際的な問題に対処する。<br>危険の評価と早期警戒システムの設計の両方に対応できる、最も優れた技術を特定する。                    |
| <b>Area 5</b> | 最も適切なリスク管理戦略を選択するための、リスク低減戦略のためのツールとガイドラインを提供する                                                     |

<sup>23</sup> <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/safeland>

<sup>24</sup> [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/eusoils\\_docs/other/EUR25666EN.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eusoils_docs/other/EUR25666EN.pdf)

## 4.8 本邦技術の優位性

本邦技術の比較優位の明確化が本研究の目的の一つとして挙げられているため、本報告では、欧州における調査結果に基づき、欧州と本邦技術の優位性に関し、検討を試みる。

留意事項として、欧州調査では、国の研究機関やガイドライン策定機関など、技術的にはその国のトップに位置付けられる機関を調査して得られた知見を対象として、検討していることを付記しておく。

### 4.8.1 対策工設計に必要な調査

斜面对策の設計には、その対象とする道路沿い斜面における災害シナリオの想定とリスク評価が重要となる。そのためには、道路沿いに潜む災害リスクの把握を如何に正確に行うかが重要となる。

#### (1) 測量

測量に関しては、特に欧州と本邦で技術的に明確な差異を認めなかった。

欧州では、ドローン搭載 LiDAR<sup>25</sup>や遠距離から測量できる地上設置型 LiDAR など、LiDAR の活用が多く認められた。地すべりの活動監視などの面で、干渉 SAR<sup>26</sup>を山岳道路維持管理に利用する研究も、三か国共に認められた。

#### (2) ボーリング調査

ボーリング調査に関しては、本邦の方がよりボーリング調査を多用していると考えられる。欧州では、特に山岳地域において、ボーリングマシンを急斜面上に運搬設置する技術に乏しいと考えられる。

ボーリングコアを観察する機会には恵まれなかったため、コア試料採取の精度に関してはコメントできない。

原位置試験に関しては、フランスにおいてはプレシオメーター（孔内水平載荷試験）が多く活用されており、本邦における標準貫入試験（SPT）と同程度の頻繁に調査され、設計にも活用されている。

<sup>25</sup> LiDAR : Light Detection and Ranging、若しくは Laser Imaging Detection and Ranging の略。電波を使ったレーダー（rader : radio detecting and ranging）と同じ測定を、光波やレーザー光線を用いて行うもの。レーザー・プロファイラーも LiDAR 技術の一種と解される。上記の記載では、LiDAR を用いた測量、地形図・地形モデル作成の技術を特に意識している。LiDAR は、3D スキャナのように固定して使用する他に、車や飛行機、ドローンなどに積載して運用することが可能であり、それぞれ、車載(car-borne or vehicle-borne、航空機搭載もしくは機載(air-borne)、ドローン搭載 LiDAR と区分されることがある。移動体から測量を行う場合、空中写真測量と同じく、ターゲットの設置など地上測量班による支援が必要である。

<sup>26</sup> 干渉 SAR : InSAR : Interferometric SAR も呼ばれる。合成開口レーダー（SAR : synthetic aperture radar、レーダー送受信機を移動させることで、仮想的に大きな開口面として働くレーダー）の測定結果を用いた技術。時期の異なる測定結果を比較すると、僅かな変位が認められる箇所では、干渉縞が発生することを使って、地盤の僅かな変位を捉える技術。地すべりなどの測定には、地上に設置したレーンに乗せる地上設置型 SAR が実績を上げている。衛星に搭載した SAR を用いた技術は、軟弱地盤の盛土の沈下などを計測することが可能で、実績を上げつつある。衛星 SAR の山岳道路への応用は、山岳斜面と衛星軌道との関係で制約があるため、今後の技術開発が待たれる分野ともいえる。



岩盤ボーリングの評価は、様々な方法が試みられているが、RMR 法<sup>27</sup>、Q 値、GSI 法<sup>28</sup>が基本である。

### (3) 室内試験

ODA 事業で必要とするレベルの室内試験では、技術的に明確な差異は認められない。

### (4) モニタリング

地すべり・斜面モニタリングは、施工時や維持管理時にも行うが、本研究では、便宜のため、本項（調査の項）で扱う。単体のモニタリング技術としては、技術的に明確な差異は認められない。しかし、本邦の斜面・地すべりモニタリングは、機器製作会社が自社製品を使ったソリューションの提供を行うケースが多く、多種多様のモニタリング機器の長所を組み合わせ、企業横断的にソリューションを提供するようなサービスを提供する企業は、余り多くないと思われる。フランスではこの様な試みが行われており、本邦より進んでいるという印象を受けた。

また、モニタリング機器の設置に関する ISO 規格も欧米主導で策定が進められており、モニタリングに関しては、本邦技術の比較優位を論じる状況にはないと判断する。

イタリアではモニタリングを活用した **Observational Method** が行なわれている。これは、日本でも地すべり地の対策工事を実施する際に、単年度で一度に行わず、複数年度に分けて、モニタリングで対策効果を確認しつつ行っているものと同じものである。モニタリングで対策効果を確認しつつ、地すべり対策工を進めるのは、地すべりの不確実性に対すると共に、対策費用が高額に上るため、過剰設計を極力減らす目的もある。イタリアでは、地すべり対策に限定せず、長大切土のり面の施工など、より広範囲に **Observational Method** が活用されている。

表 4-30 には調査技術に関する本邦技術の優勢を一覧表で示した。

**表 4-30 調査技術の本邦技術の優位性評価**

(JICA 調査団作成)

| 調査技術    |           | 明確な優位 | やや優位    | 差異を認めず | 備考     |
|---------|-----------|-------|---------|--------|--------|
| 測量      |           |       |         | ○      |        |
| ボーリング調査 | 傾斜地における調査 | ○     |         |        |        |
|         | コア採取      |       | (恐らく) ○ |        | 確認できず  |
|         | 原位置試験     |       |         | ○      |        |
|         | 岩盤評価      | 評価は困難 |         |        | 方法が異なる |
| 室内試験    |           |       |         | ○      |        |
| モニタリング  |           |       |         | ○      |        |

<sup>27</sup> RMR : Rock Mass Rating

<sup>28</sup> GSI : Geological Strength Index

## 4.8.2 対策工の設計

各国とも、調査において想定された災害シナリオに対して、設計を行っており、この点は本邦と同じである。

### (1) 標準勾配

切土などの標準勾配は、日本のように明確に設定されているものは確認できなかった。

経験論的に土砂や岩の勾配が示されることはあったが、各斜面の安定性は、地質技術者が現地を確認し、検討した上で決定するのが通常の対応のようである。但し、全ての斜面で安定解析をしている訳ではなく、あくまで専門的な知識と経験を持った技術者が、現地を確認した上で、安定性を評価することが求められている。

### (2) 斜面安定解析

斜面安定解析は極限平衡法の順解析によるものが多く認められた。また、安定計算の結果に安全率を乗ずるのだけでなく、使用するパラメータごとに安全率（安全係数）を掛ける方法もしばしば認められた。有限要素法は、参考として検討するにとどまり、設計に利用された例は確認していない。

日本で多用される逆解析に対しては、その適応状況が限られるなど、様々な理由から否定的な見解がしめされた。しかし、実際の利用例を示されたわけではないが、イタリアでは逆解析を利用することもあるという回答を得ている。

欧州で逆解析が行われない背景の一つとして、逆解析を行うには、すべり面を特定する必要がある点が挙げられる。調査の項で述べたように、傾斜地におけるボーリング調査技術に関しては、本邦技術に明確な優位性を認めるが、これにより、我が国では地中の脆弱な個所（破碎帯、せん断帯、風化帯、及びすべり面）を精度高く推定することが可能である。そのため、本邦における斜面崩壊や地すべりの調査では、根拠に基づくすべり面の想定が一般的に行われており、逆解析を一般的に行う素地がある。この点も、本邦技術の優位性として評価しても良い事項と思われる。

### (3) 対策工法の選定

日本のフローのように災害シナリオと現地条件が決まれば、フローに従って対策工法が選定される、という事例は確認されなかった。対策工法の選定は、災害シナリオに対して「どの程度までリスクを対処するかを検討」を行った上で、必要な対策を実施するか、モニタリングによる早期警戒システム（EWS）で対処するかを決めている。この「どの程度までリスクを対処するかを検討」というのはつまり、どの程度まで予算を使えるかの検討でもあり、限られた資金的制約内で、技術的・コスト的に実現可能な対策を実施するという方法となる。

表 4-31 には設計技術に関する本邦技術と欧州技術の比較を一覧表で示した。

表 4-31 設計技術の本邦技術の比較

(JICA 調査団作成)

| 設計技術                                                        | 本邦技術                                                  | 欧州技術                                    |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 切土標準勾配                                                      | 指針などで標準勾配が決められている。                                    | 目安はあるが、技術者が個別に判断する。                     |
| 斜面安定解析                                                      | すべり面が明確：極限平衡法の逆解析*。<br>同上不明確：極限平衡法の順解析。<br>ソフトウェアに依存。 | 極限平衡法の順解析を行っている。<br>ソフトウェアに依存。          |
| 工法選定                                                        | 指針などでフローチャートが決められている。                                 | 調査手法や設計手法のフローはあるが、<br>工法選定は技術者が個別に判断する。 |
| *：逆解析を一般的に行えるということは、裏を返せば、本邦技術はすべり面を精度高く想定できる技術に優れているとも言える。 |                                                       |                                         |

### 4.8.3 各対策工

#### (1) 落石対策工

落石対策工に関しては、地形的なニーズから、フランス、スイス、イタリア共に、研究も盛んであり、落石対策網やブレーキシステムの種類も豊富である。

日本の落石対策工も、欧州の技術を導入しているものが多く、落石対策工に関しては、明確な優位性を論じることは難しい。

一方、急傾斜斜面などの厳しい作業環境においても、落石対策工のアンカー定着に際し、適切な配合のグラウトを打設する技術<sup>29</sup>が本邦企業により開発されており、注目に値する。また本邦企業の展開する落石対策工は、製品バリエーションが広いことも特徴である。

#### (2) 斜面崩壊対策工

フランス、スイス、イタリア共に、現在実施している斜面崩壊対策工は、落石防止対策のスチールネットとロックボルト／ソイルネイリングを組み合わせたものである。場合によっては、これらの組合せに浸食対策のジオテキスタイルを斜面表面に貼り付けるケースもある。調査を行った欧州各国にとって、斜面崩壊対策は落石対策の一部として扱われている様であり、それほど大きな注意を払われているようには思われない。これらの国で、落石防止網とロックボルト／ソイルネイリングの組合せが斜面崩壊対策として機能している理由の一つとして、亀裂の多い岩盤が露出した斜面が多いことが挙げられる。

本邦技術では、斜面崩壊対策には吹付法砕工を充てることが多い。欧州の技術者にとって、コンクリートの利用は景観上の問題、コストの問題、品質管理の問題（コンクリートの配合を適切に行う必要がある）、斜面に掛かる荷重の問題で、忌避しているようである。落石メーカーの一部には、スチールネットの方がコンクリート構造物よりも柔軟性があるため、地震に強い、という宣伝をしている会社もある。

欧州において、何故、落石防止網とロックボルト／ソイルネイリングが斜面崩壊対策として機能するか、を考察すると、日本に比べて少ない降雨量と、道路沿い斜面が急傾斜な岩盤斜面からなることが挙げられる。

片や、日本は降雨量が多く、道路沿い斜面は、急傾斜な岩盤斜面のみではなく、厚い風化帯が岩盤にのっている比較的緩い勾配の斜面や、崩土、風化帯、岩盤が複雑に入り混じった斜面も分

<sup>29</sup> 東京製網株式会社の「セメントカプセル」が例として挙げられる。

布し、対象とする斜面の地質が欧州とは異なる。降雨により容易に浸食され、材料としての強度が弱い崩土や風化帯は変形し易いため、法枠工のような剛な構造物で抑える対策は合理的である。

欧州の落石防止網とロックボルト／ソイルネイリングの組合せは、岩盤斜面が主体の斜面に対するには合理的な選択と言えるが、日本など降雨量が多く、風化帯が厚く発達する条件にある国や、のり面に崩土、風化帯、岩盤が隣り合って出現する複雑な地質条件にある国では、法枠工のような剛な構造物の方が、テンションで持たせるしかない柔な構造の落石防止網とロックボルト／ソイルネイリングの組合せよりも、合理的と言える。併せて、法枠工は緑化工との組み合わせやロックボルト、グラウンドアンカー工（アクティブアンカー）との組み合わせも可能であり、幅広い条件に対応できる。

これらを考慮すると、本邦技術が欧州の技術に対して、全体として明確な優位があるとは言えない。しかし、欧州の落石防止網とロックボルト／ソイルネイリングの組合せは、本邦企業にとっても取り入れることが容易である。本邦企業は、本邦技術の法枠工と、欧州の落石防止網とロックボルト／ソイルネイリングの組合せの両方に対応することが可能であり、欧州の企業よりもより幅広い条件に応じた対策の実施を行うことができると言える。

### (3) 地すべり対策工

日本の代表的な地すべり対策はヨーロッパでも行われており、排水横ボーリング工、集水井、排水トンネルは、フランス、スイス、イタリアでも行われている。

また、メンテナンス性に難はあるものの、イタリアの小口径集水井は、日本の集水井と同様に重力を利用した流下方式を採用しつつ、安価で施工できることから興味深い対策工と言える。

地すべり抑止杭工も、フランス、イタリアでの実施例が確認された。

本邦技術の比較優位という点は、施工実績が多い点と、メンテナンス手法が確立されている点が挙げられる。

### (4) 土石流対策工

土石流対策は、砂防堰堤と土砂溜めを組み合わせた施設をフランス、スイス、イタリアで認めた。チェックダムや床固工なども、溪流沿いには頻繁に認められた。

スイスでは、土石流対策のシェッド工も認められた。

また、土石流センサーを用いて、土石流発生時に信号で交通を止める対策は、フランスとイタリアで認められた。

道路沿いの土石流対策に関して、特に本邦技術の比較優位を立証するものは認められなかった。

### (5) 道路拡幅復旧工

急傾斜斜面における道路拡幅や路盤・路床が流出した道路の復旧対策に、日本では軽量盛土工法や栈橋工法が行われている。

同様の工法としては、フランスのテールアルメ社のテラリンク工法が挙げられるが、こちらは現地発生土を利用するもので、特段に盛土材料を軽量化するという機能はない。また、コンクリートパネルとソイルネイリング、及びセメントで軽く固めた礫材を使って、コンクリートパネル背後に透水性を確保しつつ、補強土盛土を素早く施工する技術も開発されており、道路の拡幅や復旧への活用が期待される。

また、スイスにおいては、急傾斜斜面上での基礎を確保するための、人力掘削による深礎杭工法が行なわれている。この工法は大規模な仮設が不要である点が注目に値する。この工法は、ライナープレートを用いて立坑を建設するもので、集水井や地すべり対策のシャフト工を施工できる業者には、容易に適応が可能である。

本邦技術は性能面で優位を持つが、価格面と施工の簡易さの点では優位にあるとは言えないが、人力掘削の深礎杭工法は、本邦企業には容易に取り入れが可能である。

## (6) 切土工と盛土工の選択

特にフランスにおいて顕著に認められたものだが、道路などで斜面を構築する際、斜面の材料が全て自然材料で構成され、それがために不確定要素を多く含む切土ではなく、斜面の材料を全て管理することができ、不確定要素を減じることができる補強土盛土を好む傾向にある。

そのため、道路を拡幅する場合には、盛土が好まれると予想できる。

ただし、イタリアのエミリオ・ロマーニャ州では、山岳道路の建設は片切片盛で行っており、盛土が普遍的に好まれている訳ではない。

## (7) 施工性

欧州においては、対策工の立案時に、仮設が不要であるものや、人力での施工が可能なものを採用する傾向にあるといえる。つまり、重機とそれらを運用するための大規模な足場仮設を行うのではなく、小型建機や或いは人力での施工が可能な対策工を選択しているケースが多く認められた。これは、山岳部の斜面傾斜がきつく、重機の運用が難しいことと、足場仮設が大変なことで、重機を用いた工事の施工費が高額となることが理由と思われる。そのため、人力施工や、小型建機で施工が可能な工法が発達してきたともいえる。

表 4-32 には各種対策工に関する本邦技術の優位性を一覧表で示した。

表 4-32 対策工に関する本邦技術の優位性評価

(JICA 調査団作成)

| 調査技術     |         | 明確な優位                                                        | やや優位 | 差異を認めず | 備考                  |
|----------|---------|--------------------------------------------------------------|------|--------|---------------------|
| 落石対策工    |         |                                                              |      | ○      | アンカーの固定法などには優位性がある  |
| 斜面崩壊対策工  |         | 評価は困難。本邦技術は高価で剛な構造で応用範囲が広い。欧州技術は安価で柔な構造で、スチール部材の維持管理が必要。     |      |        | 欧州工法は本邦企業には取り入れやすい。 |
| 地すべり対策   | 種類      |                                                              |      | ○      | 伊に簡易集水井あり           |
|          | メンテナンス性 | ○                                                            |      |        | マニュアルあり             |
|          | 施工実績    | ○                                                            |      |        | 豊富な実績               |
| 土石流対策工   |         |                                                              |      | ○      |                     |
| モニタリング   |         |                                                              |      | ○      |                     |
| 道路拡幅復旧工  |         | 本邦技術は性能面で優位を持つが、価格面と施工の簡易さの点では優位にあるとは言えない。欧州も性能の高い工法を開発している。 |      |        | 欧州工法は本邦企業には取り入れやすい。 |
| 切土／盛土の選択 |         | 優位性を論じる項目ではないが、盛土は材料を管理できるため不確定要素を減らすことができる。                 |      |        |                     |
| 施工性      | 足場仮設    | ○                                                            |      |        |                     |
|          | コンクリート  | ○                                                            |      |        | 斜面上の施工に関する優位性に限る    |
|          | 費用      |                                                              |      | ○      |                     |

#### 4.8.4 本邦技術の優位性

道路沿いの斜面对策に関して、本邦技術の明らかな優位性を以下の点で認めることができる。

##### (1) 調査ボーリング

コア採取率の比較はできなかったが、本邦の調査ボーリングでは急傾斜斜面でのボーリングが可能であり、そのための小運搬や足場仮設技術が発達している。

しかし、ODA の現場である途上国においては、日本からボーリング機械と仮設資材一式を持ち込み、並びにオペレーターと助手とを連れて行かない限り、この優位性は発揮できない。殆どの場合、協力準備調査においても詳細設計時においても、地質調査は現地再委託で行っており、現地再委託業者に日本のボーリング職人と同じ成果を求めることはできない。

##### (2) すべり面を精度良く推定する技術

すべり面が存在する崩壊や地すべりに対する斜面の安定解析手法として、逆解析を我が国では多用しているが、逆解析はすべり面を特定する必要がある解析手法である。欧州において逆解析が一般的ではなく、我が国においては一般的な背景として、我が国ではすべり面を精度良く推定することが一般的に行われているという点が挙げられ、我が国の優位性の一つとして挙げることができるだろう。

##### (3) コンクリート構造物

欧州各国はコンクリート構造物による斜面对策を、不安定岩盤の脚部補強など一部の例外を除いて行っていない。しかし本邦企業は、不安定な斜面上において適切な配合のコンクリートを打設するという困難な作業が必要なのにも関わらず、コンクリート構造物で斜面对策を普遍的に行っており、そのために必要なノウハウと機材を保持している。

##### (4) 足場仮設技術

本邦技術による斜面对策は、一部を除いて足場を仮設して重機を使うことが前提であるため、大規模な足場仮設のノウハウと機材を本邦企業は保持している。

##### (5) 軽量盛土技術

気泡混合セメントやモルタル、水砕スラグなど軽量の材料を盛土に活用するのが軽量盛土工法である。気泡混合セメントやモルタルを活用する FCB 工法は、アメリカ由来である気泡混合セメントの技術を軽量盛土に応用したもので、山岳道路への適応性が高い。イタリアでバーミキュライトという多孔質で比重のかなり軽い土を利用した事例があるという情報を得たが、その他には情報を得ることができなかった。発泡スチロールブロックを利用した軽量盛土は、ノルウェー起源の技術であるが、山岳道路を対象とした今回の調査では、施工事例を認めなかった。

##### (6) 道路拡幅復旧技術

軽量盛土工法は、道路拡幅や復旧に活用することができる。加えて、本邦企業には鋼製栈橋による道路拡幅や復旧工法を得意とする会社がある。更に、回転切削圧入工法による地中連続壁構築も、山間部における道路拡幅や復旧に役に立つ工法と言える。

##### (7) 維持管理技術

維持管理技術は、対策工の維持管理というハード面のものと、斜面台帳整備というソフト面のものがある。この何れにおいて、本邦技術に優位性を認める。

対策工の維持管理に関して、グラウンドアンカー（アクティブアンカー）と水抜き横ボーリングの維持管理ガイドラインが日本では既に発行されており、維持管理に必要な機器機材類も開発されている。

斜面台帳整備は、道路防災点検によって数年ごとに更新される体制が、既に構築されており、それらに関するノウハウも蓄積されている。

## (8) 我が国の斜面对策技術の背景とその影響

我が国の道路斜面防災対策工が、欧州や米国などと比べて、より高価で大掛かりなものとなり、かつ対策工の製品種類が多いことは、昭和 38 年の高知国道路落石事故、あるいは昭和 43 年の飛騨川バス転落事故と、それを受けた最高裁判所、および名古屋高等裁判所の判決によるところが大きいと思われる。これらの事故に対する国の道路管理責任を問い提起された訴訟に対して、最高裁判所は昭和 45 年に、名古屋高等裁判所は昭和 49 年に、それぞれ国の道路管理責任を認める判決<sup>30</sup>を下した。

この事故と名古屋高裁判決は、異常気象時の事前通行止めの普及や道路沿い斜面の危険個所の把握、及び防災施設の建設促進など、道路防災を促進する効果をもたらした。特に、道路沿い斜面の危険個所の把握と、落石斜面对策工を含む防災施設の建設促進は、当該分野の調査、設計、施工に対して一定の資金が供給され続けることを意味し、その分野における技術革新を生み出すと同時に、高価だが高性能な対策工に対する需要を生み出した。本邦の調査技術、特にボーリング調査技術が優れていることや、本邦の対策工には大規模な仮設を要する<sup>31</sup>がより恒久的な構造物が多いこと、更に対策工の材料に豊富な種類が用意されていることは、一定量の工事が官需として継続している背景によるところが大きいと言える。

欧州においては、道路沿い斜面における対策工の実施は、土地所有者の責任であり、フランスとイタリアでは法律でそう定められている。しかし、現実的には土地所有者が対応できない場合が多く、その場合は、道路管理者が肩代わりして対策を実施することが通例となっている。

わが国でも欧州でも、土地所有者に対策工の責任があるのに違いはないが、道路管理者が斜面における対策工の責任を負うという判例がある日本と、そういった縛りの無い欧米では、対策工に向けられる官側の関心も異なり、予算措置の考え方も異なると言える。そのため、欧米では、初期取得費用がより安価な対策工の施工に関心が向けられ、簡単な仮設で安価に建設可能だが、材料などの交換を前提とする対策工がより普及していると考えられる。

無論、地質や気象の違いも対策工の発達に影響を与えるが、上記のような建設費用に直接的に作用する社会的な背景は、無視できないと言える。

ODA 事業に適用する技術という観点から考えると、特に相手国負担となる有償資金協力事業の場合、上記の特徴を持つ欧米の対策工は日本のそれよりも初期取得費用が安価になる傾向があり、対策工の重要性に対する理解が我が国ほど進んでいない途上国における採用という限られた視点から観察すると、欧米の対策工の方がより優位にあると言える。（維持管理費用に関しては、コン

<sup>30</sup> 判決では国の管理責任を認めたが、道路沿い斜面における対策工の実施は、調査を行った先進諸国と同様、法律上はわが国でも土地所有者の責任である。しかし、先進諸国と同様に、道路管理者が肩代わりして実施しているのが実態といえ、この点には先進国と我が国との違いはない。ただし、道路管理者の責任を認めたこれらの判決が、対策工の普及と高性能化を促進しているのは、わが国だけの背景と言える。

なお、道路用地内でない民地からの斜面被害について、沿道区域を指定することにより、用地買収をすることなく土地所有者に対策を要請することが道路法上可能であるが、平成 30 年度の道路法改正により、その費用の一部負担を道路管理者が行えるようになり実効性が高まった。

<sup>31</sup> 一部の対策工を除く。例えば、吹付法枠工を単体で行う場合は、大規模な仮設は不要である。

クリート構造物を使う本邦技術が、スチール製品を使う欧州の技術に比べて、より優位にあると言えるが、途上国政府にとっては少ない初期取得費用は魅力的である)。

無償資金協力事業に限って考えると、初期取得費用は我が国が負担することとなる。そのため、有償資金協力事業とは異なり、我が国が得意とする高価だが高性能な対策工を導入する利点が増える。かつ、維持管理費用を抑えられる対策工法を導入すると、受益国側の負担をより軽減することができる。

こうして考えると、大規模な仮設が必要な我が国の斜面对策工は、無償資金協力事業への適性がより高いと言える。同時に、仮設に関する考慮や費用を、準備調査段階において十分に検討しておく必要性が強調される。



## 第5章 開発途上国の斜面对策技術の調査結果・分析

### 5.1 斜面对策の歴史

#### 5.1.1 スリランカ

スリランカでの主な斜面对策工の歴史を表 5-1 に示す。

表 5-1 主な斜面对策工の歴史（スリランカ）

（JICA 調査団作成）

| 斜面对策工                         | 導入時期    | 備考                                                                                                                                                          |
|-------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Landslide Mitigation (斜面災害対策) | 2006 年  | 2006 年に NBRO とその他の機関で始めたが、その後、世界銀行プロジェクトの「気候レジリエンス改善プロジェクト (CRIP)」(2014 年～) と JICA プロジェクトの「地すべり防災プロジェクト (LDPP)」(2014 年～)によって道路セクターに拡大 (Bandana et al,2018)。 |
| コンクリート吹付工                     | 2005 年頃 | 日本の ODA 南部ハイウェイ建設事業を通してスリランカ国内に普及 (RDA 本部 Planning Division の取材)。                                                                                           |
| ソイルネイリング                      | 2005 年頃 | 同上                                                                                                                                                          |
| スリランカ方式の埋め込み型法枠工              | 2001 年頃 | 当初は鉄筋の代わりに竹筋も利用されていたが 2005 年頃以降は公共事業では図 5-1 (右)のように鉄筋が利用 (RDA-Kandy 事務所や地元コントラクター SOIL TECK の取材)。                                                           |

#### <引用文献>

Bandana. R.M.S・Jayasingha, P.(2018): Landslide Disaster Risk Reduction Strategies and Present Achievements in Sri Lanka, Geosciences Research, Vol. 3, No. 3,pp.21-27.

Kawamura, Y.(2015):Landslides along national roads in central highland in Sri Lanka: Review on current situation and suggestion for further development of landslide mithigation along highways in Sri Lanka.



2000 年代から実施されているスリランカ方式の埋め込み型法枠工の例



スリランカ方式の埋め込み型法枠工とソイルネイリングを組み合わせた例

図 5-1 スリランカ方式の埋め込み型法枠工

（JICA 調査団作成）

### 5.1.2 ネパール

ネパールでの主な斜面对策工の歴史を表 5-2 に示す。

**表 5-2 主な斜面对策工の歴史（ネパール）**

(JICA 調査団作成)

| 斜面对策工                                  | 導入時期     | 備考                                                                                |
|----------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| check dam 、 sub-surface daiange を含む排水路 | 1988 年以降 | 英国の支援による Dharan-Dhankuta Road の斜面对策工                                              |
| ソイルネイリング                               | 1988 年以降 | 同上                                                                                |
| アンカー工、吹付け法枠工など                         | 1996 年以降 | 日本の ODA（シンズリ道路開発など）による道路斜面の斜面对策工やパイロット事業。                                         |
| バイオエンジニアリング                            | 1999 年以降 | Department of Roads が英国の援助機関 DFID と共に作成した、バイオエンジニアリングのマニュアル (DoR,2002)の初版が 1999 年 |

#### <引用文献>

DoR(2002) : Roadside Bio-engineering Reference manual, Department of Roads in Nepal

### 5.1.3 エチオピア

エチオピアでの主な斜面对策工の歴史を表 5-3 に示す。

**表 5-3 主な斜面对策工の歴史（エチオピア）**

(JICA 調査団作成)

| 斜面对策工       | 導入時期        | 備考                                                            |
|-------------|-------------|---------------------------------------------------------------|
| 練石積み擁壁      | 導入時期不明      | 古くから利用されているが記録が残っていない。                                        |
| 練石積みの張工     | 導入時期不明      | 古くから利用されているが記録が残っていない。                                        |
| 練石積みの水路工    | 導入時期不明      | 古くから利用されているが記録が残っていない。                                        |
| ガピオンを用いた土留工 | 少なくとも 50 年前 | 民間の Net Consultant の取材                                        |
| プレキャスト枠工    | 2014 年頃     | 中国が施工し、2014 年 5 月にエチオピア初の高速道路として竣工したアジスアベバ-アダマ間の有料高速道路において使用。 |
| コンクリート吹付工   | 10 年程度前     | ERA（エチオピア道路公社）の取材                                             |
| 補強盛土工法      | 近年          | 民間の Net Consultant や Core Consultant への取材                     |

### 5.1.4 フィリピン

フィリピンでの主な斜面对策工の歴史を表 5-4 に示す。

表 5-4 主な斜面对策工の歴史（フィリピン）

(JICA 調査団作成)

| 斜面对策工                   | 導入時期     | 備考                                                                |
|-------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------|
| 練石積擁壁                   | 1990 年以前 | 地元施工会社の AIP construction の取材                                      |
| 場所打ち法枠工併用の練り石積の擁壁（法枠擁壁） | 1990 年代  | 地元施工会社の AIP construction の取材（図 5-2）                               |
| コンクリート吹付工               | 2007 年頃  | DPWH 計画局の取材。1993 年から始まった日本の ODA（Rosario－Pugo－Baguio 道路修復事業）による影響。 |
| アンカー工（PC 鋼棒を使用）         | 2006 年頃  | DPWH の 2006 年の省令（Department order No.51）で技術仕様が明記                  |
| ガビオンを用いた擁壁              | 1975 年頃  | Macaferri Philippines の取材                                         |
| CoConet（ヤシ繊維製浸食防止シート）   | 2008 年頃  | DPWH の 2008 年の省令（Department order No.29:）で技術仕様書が正式に認定。            |
| 金網併用ロックボルト工             | 2014 年頃  | DPWH の 2014 年の省令(Department order No.63、Item522A)で技術仕様が明記         |
| 補強盛土工                   | 2018 年頃  | 日本の製品の他に Macaferri などの製品も利用                                       |
| ポケット式落石防護網工（カーテンネット）    | 2018 年頃  | JICA のパイロット事業                                                     |

## &lt;引用文献&gt;

DPWH(2006): Department order No.51, DPWH Standard Specifications for Permanent Ground Anchors, Item 513

DPWH(2008): Department order No.29, DPWH Standard Specifications For Coconet Sio-Engineering Solutions, Item 518.

DPWH(2015):Highway design, Design guidelines, criteria & standards, Volime4.

DPWH(2019):Department order No.32, Item522-Active and passive protection systems for unstable slope (Amendments to Item 522-DPWH Generic specification for rockfall protection system and Item522A DPWH standard specification for protection system for unstable slope

DPWH(2013):Standard specifications for highways bridges and airports



この斜面对策工は 1990 年代から施工されるようになった

図 5-2 国道や市街地の道路でよく見掛る場所打ち法枠工併用の練り石積擁壁

(JICA 調査団作成)

### 5.1.5 インドネシア

インドネシアでの主な斜面对策工の歴史を表 5-5 に示す。

**表 5-5 主な斜面对策工の歴史（インドネシア）**

(JICA 調査団作成)

| 斜面对策工      | 導入時期               | 備考                      |
|------------|--------------------|-------------------------|
| 練り石積み擁壁    | 1940 年代            | 地元コンサルタントの Wiratman の取材 |
| ガビオンを使った擁壁 | 1970 年代または 1980 年代 | 地元コンサルタントの Wiratman の取材 |
| コンクリート吹付工  | 1988 年頃            | Bintek の取材              |
| ソイルネイリング   | 2015 年頃            | 地元コンサルタントの Wiratman の取材 |
| 井桁擁壁       | 2015 年頃            | 地元コンサルタントの Wiratman の取材 |
| アンカー工      | 2008 年頃            | Bintek の取材              |

### 5.1.6 ホンジュラス

道路法面で現在利用されている斜面对策工の歴史を表 5-6 に示す。現在のインフラ・公共サービス省（INSEP）の前身である公共事業運輸住宅省（SOPTRAVI）の、さらに前身である通信公共事業運輸省（SECOPT）が整備した高速道路地すべり対策マニュアル（SECOPT,1988）には当時の Landslide 対策について記載がある。中米統合機構（SIECA）の道路の設計マニュアル（SIECA,2011）にも斜面对策工の記載がある。現地企業の取材結果とそれらの古いマニュアル類の記載内容からホンジュラスの主な斜面对策工の歴史をまとめた。

**表 5-6 主な斜面对策工の歴史（ホンジュラス）**

(JICA 調査団作成)

| 斜面对策工                                                | 導入時期      | 備考                                                |
|------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------|
| 地表水排水工（管暗渠工）                                         | 1988 年以前  | SECOPT(1988)のマニュアルに記載されている。                       |
| 横ボーリング工                                              | 1988 年以前  | SECOPT(1988)のマニュアルに記載されている。                       |
| 補強土壁                                                 | 1988 年以前  | SECOPT(1988)のマニュアルに記載されている。                       |
| 井桁擁壁（Crib wall concrete）                             | 1988 年以前  | SECOPT(1988)のマニュアルに記載されている。                       |
| 擁壁工                                                  | 1988 年以前  | SECOPT(1988)のマニュアルに記載されている。                       |
| コンクリート吹付工                                            | 2011 年以前  | SIECA（2011）の道路マニュアルにすでに掲載されている。現在は湿式吹付工法が採用されている。 |
| 吹付法砕工                                                | 2011 年以前  | SIECA（2011）の道路マニュアルにすでに掲載されている。                   |
| 鉄筋挿入工                                                | 2011 年頃から | Saybe & Asociados Inc.の取材による情報。                   |
| アンカー工                                                | 2011 年頃から | Saybe & Asociados Inc.の取材による情報。                   |
| ロックメッシュやカーテンネット等の落石対策工                               | 2019 年頃から | Saybe & Asociados Inc.の取材による情報。                   |
| Pile Screen: Cantilevered Retaining Wall             | -         | ACI Inc の取材による情報                                  |
| Gabion Wall: Gravity Retaining Wall                  | -         | ACI Inc の取材による情報                                  |
| Berms: Profiling of slopes and construction of Berms | -         | ACI Inc の取材による情報                                  |

## &lt;引用文献&gt;

SECOPT(1988): Landslide in the Western Highway, Honduras, Secretaria de comunicaciones, obras publicas y transporte.

SIECA(2011): Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (道路の幾何学的設計のための標準の中央アメリカマニュアル)

## 5.1.7 ブータン

ブータンでの主な斜面对策工の歴史を表 5-7 に示す。

表 5-7 主な斜面对策工の歴史（ブータン）

(JICA 調査団作成)

| 斜面对策工             | 導入時期    | 備考                                              |
|-------------------|---------|-------------------------------------------------|
| 練石積みや空石積み擁壁       | 導入時期不明  | —                                               |
| 排水工（明渠工、暗明渠工、暗渠工） | 導入時期不明  | —                                               |
| ガビオンによる土留工や擁壁     | 2000 年頃 | イタリア・マカフェリ社からガビオンを導入し、同時に適切な石の詰め方などの技術指導を受けている。 |
| バイオエンジニアリング       | 2000 年頃 | 世界銀行（WB）の支援によりマニュアルを整備。                         |
| 井桁擁壁              | 導入時期不明  | —                                               |

## 5.2 国家計画等での斜面对策への言及内容

## 5.2.1 スリランカ

今回の調査では、道路沿い斜面对策に関する具体的記述のある法制度文書は確認されなかった。スリランカにおける道路斜面防災に関連する計画の全体像を図 5-3 に示す（DMC へのインタビュー調査に基づく）。

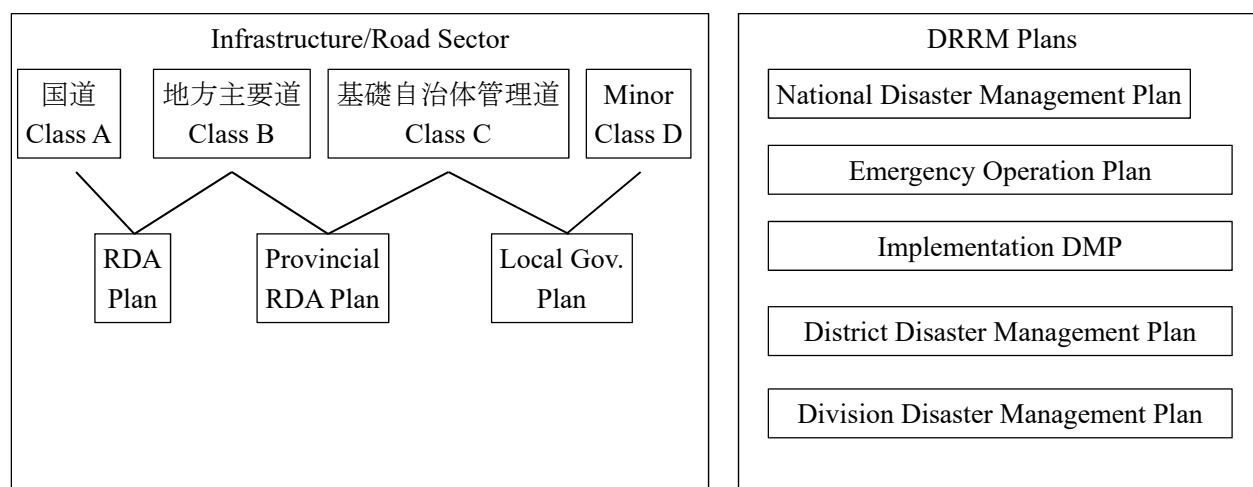


図 5-3 スリランカにおける道路斜面防災に関連する計画

(JICA 調査団作成)

道路セクターでは下図左側に示すとおり、国道からマイナー道路まで RDA 本部による計画、Provincial RDA による計画、地方自治体による計画がある。この中に道路斜面防災の記述があるか否かは現時点では確認されていない。

一方、DRRM (Disaster Risk Reduction and Management) セクターでは下図右側に示すとおり国家レベルの防災計画から、基礎自治体レベルの防災計画がある。「National Disaster Management Plan」と「District Disaster Management Plan」では Landslide に関する内容が確認された。

### 5.2.2 ネパール

道路沿いの斜面对策実施の裏付けとなる法律に関しては、ヒアリング時点では回答を得られなかった。

国の防災計画や地方防災計画でも、道路斜面に関する言及はない。

### 5.2.3 エチオピア

ERA (エチオピア道路公社) が Road Act の草案を作成中。2022 年 6 月時点では未承認。当該草案には、安全性確保の文言や内容が含まれている (広い意味で防災などの観点も含められると解釈可能な安全性確保)。

### 5.2.4 フィリピン

今回の調査では、道路沿い斜面对策に関する具体的記述のある法制度文書は確認されなかった。

DPWH C.A.R 事務所での道路斜面災害対策の責任の法的根拠に関するインタビュー調査では、法的には国道の安全性確保が DPWH の責任とされている。このため、斜面災害対策も担当しているとの回答があった。

### 5.2.5 インドネシア

国家計画等での斜面对策への言及は今回の調査では確認されていない。

### 5.2.6 ホンジュラス

ホンジュラスにおける現時点での防災にかかる主要な法令・政策・国家計画としては、以下の 4 つが挙げられる。

- (1) Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER 法)
- (2) Reglamento de la ley del SINAGER (SINAGER 法規)
- (3) Política de Estado para la Gestión Integral del Riesgo en Honduras (PEGIRH) (国家総合リスク管理政策)
- (4) Plan Nacional de Gestión Integral de Riesgos (PNGIRH) 2014-2019 (国家総合リスク管理計画 2014 年-2019 年)

現時点では、ホンジュラスには斜面災害対策に特化した法制度はなく、上記 4 つは、斜面災害も含む災害全てに対する枠組みとなっている。

ホンジュラスの防災計画としては、国家総合リスク管理計画 2014 - 2019 (PNGIRH) がある (表 5-8)。これは、PEGIRH を有効に運用するため、2014 年に COPECO が策定した 6 か年計画で、最初の 2 年間 (2014-2015 年) を短期計画、後半 4 年間 (2016-2019 年) を中期計画としている。本計画の具体的目標、戦略的指針、施策を下表に示す。この内、道路沿いの斜面对策に関連する

内容としては、下線部（危険度の高い場所の特定等 のためのリスク分析・評価の実施、リスク管理に向けた科学的調査の促進）が挙げられる。

**表 5-8 国家総合リスク管理計画(PNGIRH)概要**

(JICA 調査団作成)

| 具体的目標                      | 戦略的指針                         | 施策                                       |
|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 災害の脅威やリスクにかか<br>る理解向上      | 早期警戒システムや情報伝達システムの強化等         | 情報公開・伝達の手順の確立                            |
|                            | 危険度の高い場所の特定等 のためのリスク分析・評価の実施  | リスクの要因、大きさ、場所、住民への影響等の特定                 |
|                            | 行政・民間・一般市民のリスクにかか<br>る知識・能力強化 | リスクにかか<br>る知識向上に向けた研修プログラムの開発            |
|                            | リスク管理に向けた科学的調査の促進             | リスク管理に向けた調査の強化<br>知識共有のため、海外の組織や大学との連携促進 |
| 政策や条例、戦略等に総合リスク管理の考え方を盛り込む | リスク予防・軽減を国家計画に反映              | 災害予防課の設置・機能向上のためのガイドライン作成                |
|                            |                               | ジェンダーの視点を取り入れたリスク管理の促進                   |
| 防災にかか<br>る予算管理の強化          | 財政メカニズムの確立・強化                 | FONAPRE の設立                              |
| 組織や一般市民の能力強化               | 一般市民における総合リスク管理の理解向上          | 一般市民への啓発活動の 実施                           |
|                            |                               | 知識向上のためのプログラム、キャンペーン等の検討                 |

### 5.2.7 ブータン

一般的な道路建設に関する法律は、Road act 2013 が該当する。道路沿いの斜面对策実施の裏付けとなる法律に関しては、ヒアリング時点では回答を得られなかった。

## 5.3 各国の防災機関及び斜面对策を司る組織の概要

### 5.3.1 スリランカ

#### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織

DMC(Disaster Management Cententer, Ministry of Disaster Management)は、災害リスク軽減・管理(Disaster Risk Reduction and management: DRRM)に関する中央省庁・関係機関・地方自治体等の関係組織との調整・リエゾンを行う。

NBRO はスリランカの中央政府機関の防災のフォーカルポイントであり、全ての保全対象（道路のみならず、市街地、住宅、社会インフラ）のあらゆる自然災害の責任機関（計画、調査、設計、施工、維持管理も含め全て）である。

#### (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査・施工・維持管理に関する組織体制

RDA (Road Development Authority) はスリランカにおける道路の計画・設計・建設および国道の維持管理を行っている。道路沿いの斜面对策に関する調査から施工については、NBRO と連携しながら実施している。

国道の点検は Provincial RDA が実施している。

表 5-9 にはスリランカの道路の種類と管理体制をまとめた。

表 5-9 スリランカの道路の種類と管理体制 (JICA,2008 に加筆)

(JICA 調査団作成)

| 道路区分                                                                                                                     | クラス | 道路機能                                                   | 管理主体                   | 管理実施組織                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 国道                                                                                                                       | A   | 主要都市および港湾間を接続する州間幹線道路。A クラスの国道は AA,AB,AC の 3 種類に細分される。 | 道路開発省                  | RDA                      |
|                                                                                                                          | B   | 主な市街地間を接続する州間幹線道路                                      |                        |                          |
| 州道                                                                                                                       | C   | 主要支道および居住地と市場を接続する主要道路                                 | 州政府・地方自治省              | PRDA                     |
|                                                                                                                          | D   | 補助支道および居住地と市場を接続する補助道路                                 |                        |                          |
| 市町村道                                                                                                                     | なし  | 特定の場所へアクセスするための地方道路                                    | 州政府・地方自治省              | 地方自治体内の道路維持管理組織          |
| その他                                                                                                                      | なし  | 農場、森林、用水に付属する道路                                        | 地方開発省<br>民間会社<br>農業共同体 | 地方開発省による村落開発組合（通常は契約による） |
| ※2008 年頃は E クラスを市町村道に割り当てられていたが、スリランカ最初の高速道路である南部高速道路 (E01) が 2011 年頃に開通したことから、現在は E クラスを有料高速道路 (Expressway) に割り当てられている。 |     |                                                        |                        |                          |

出典：

JICA(2008):スリランカ国 高速道路運営管理プロジェクト形成調査報告書

### 5.3.2 ネパール

#### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織

Ministry of Physical Infrastructure and Transport (MoPIT) 傘下の Department of Road (DoR) が道路の計画・建設・維持管理の責任を負う。しかし、DoR の責任範囲は、道路の敷地内 (ROW) までに限定され、道路敷地外の斜面对策は別の組織が行う建付けとなる。過去には、Ministry of Water Resources 傘下の Department of Water Induced Disaster Management (DWIDM) が、ROW 外の対策、例えば、河川沿いの浸食防止対策や、土石流対策の砂防ダムなどの対策を実施していた。DWIDM は現在解体され、Department of Irrigation に吸収されており、ROW 外の土砂災害対策を担当する部署がネパールには存在していない。

#### (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査から施工までの組織体制

斜面对策の必要性は主に維持管理から発生している。

維持管理においては、小規模な斜面崩壊は、DoR の Divisional Office が担当し、同 Office が対処しきれないものは、DoR 本庁が対応する。中規模以上で、DoR が対応できないものは、コンサルタントに設計を発注し、コントラクターが施工を行う。この場合の契約形態は BoQ (Item Rate) である。

一方で、DoR 自体も斜面对策の設計を行っており、ドナーの設計した対策工案が高価なため、自国で出来る対策にダウングレードする設計などは、DoR 本局で行っている。



### (3) 道路沿いの斜面对策の維持管理に関する組織体制

ROW 内の維持管理は DoR の Divisional Office が担当している。道路の維持管理は、メンテナンス要員が一人当たり一日当たり 3km を担当し、管理者 18 km を管理する。このチームが尺取虫式に、維持管理を行っている。維持管理チームは、道路側溝、横断排水、及び斜面の状況をチェックしている。また、草を伐採し、詰まった排水路の掃除も行っている（図 5-4）。

一方で、グラウンドアンカー工、ソイルネイリング、排水横ボーリングなどのメンテナンスマニュアルやメンテナンス機器は所有していないという回答を、DoR 本局より得た。

点検は、定期点検と緊急点検が、DoR の Divisional Office により行われている。Divisional Office は斜面台帳を維持し、点検や被害を記録しており、雨期前に DoR 本局に提出している。雨期後には、Landslide により生じた被害やコストを、DoR 本局に追加報告する。

雨期中は、崩壊危険箇所などに建機を配置し、崩土除去のためのスタンバイ体制をとっている。しかし、降雨量に関しては DoR では観測しておらず、Department of Hydrology and Meteorology が日雨量を観測している。



図 5-4 Divisional Office による維持管理作業

(JICA 調査団作成)

#### 5.3.3 エチオピア

##### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織

中央政府の防災担当機関の必要性は認識されているものの、エチオピアでは頻繁な省庁再編や政権交代等により中央政府防災担当機関の設置が困難な状況。国際協力機関やバイのドナーから必要性が指摘されているが、中央政府の防災担当機関は今のところ見当たらない。

エチオピアでは、基本的に発災後の対応。予防への投資が行き届いていない。

##### (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査・施工・維持管理に関する組織体制

国道の開発は ERA (エチオピア道路公社) が実施主体で、建設コンサルタントやコントラクターに発注している。既存の道路斜面で発生した斜面災害対策の応急対策は ERA の地方事務所が自ら実施しているが、恒久対策が必要な場合は建設コンサルタントやコントラクターに発注している。

エチオピアにおいては、部分的に斜面对策工が破損した程度では特にメンテナンスは行われなない。既存道路で土砂災害により通行止めになった場合は、ERA が緊急対策工を実施。基本的には排土等の調査設計等を伴わない緊急対応。恒久対策が必要な場合は ERA から調査・設計業務が発注される。

### 5.3.4 フィリピン

#### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織

◆市民防衛局（OCD：Office of Civil Defense）<sup>32</sup>

OCD は 2010 年に制定された「災害リスク軽減・管理（Disaster Risk Reduction and Management. 以下「DRRM」という。）法」によって、NDRRMC の事務局として DRRM 活動の中心的組織に位置づけられ、同国における予防・軽減から緊急対応まで、幅広い活動の実施及び促進を役割としている。OCD の組織図を図 5-5 に示す。

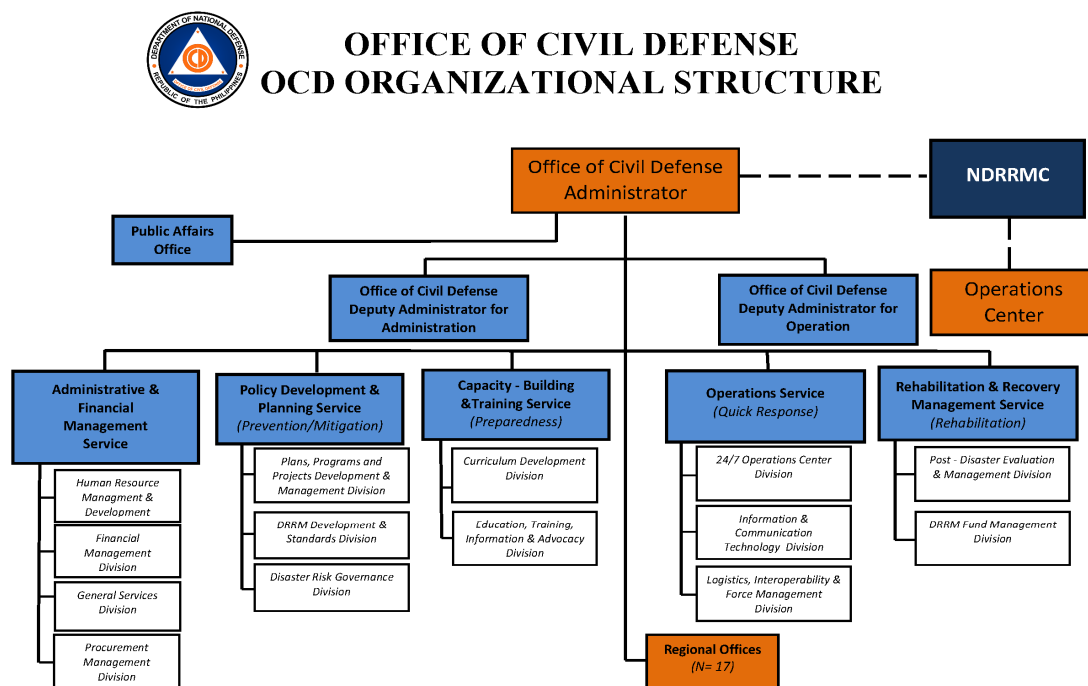


図 5-5 OCD 本部組織図<sup>33</sup>

(OCD)

OCD 所掌の NDRRMP (National Disaster Risk Reduction and Management Plan) の実施のためのアクションプランに、DPWH を含む道路斜面防災に関する基本方針が示されている。土砂災害関係では、NDRRMP アクションプランには DPWH を含む政府機関による 20 を超える活動が挙げられており、OCD はそれらの活動をモニタリングしている。DPWH は NDRRMP 策定・運営委員会の一員。道路斜面防災を含む重要インフラの防災関連事業について、同委員会を通じて共有、また、関係中央政府機関との調整を行っている。この他、DPWH は NDRRMP 委員会の技術作業部会のメンバーでもある。

<sup>32</sup> フィリピン国災害リスク軽減・管理能力向上プロジェクトフェーズ 2 詳細計画策定結果 参考資料, 2018, JICA

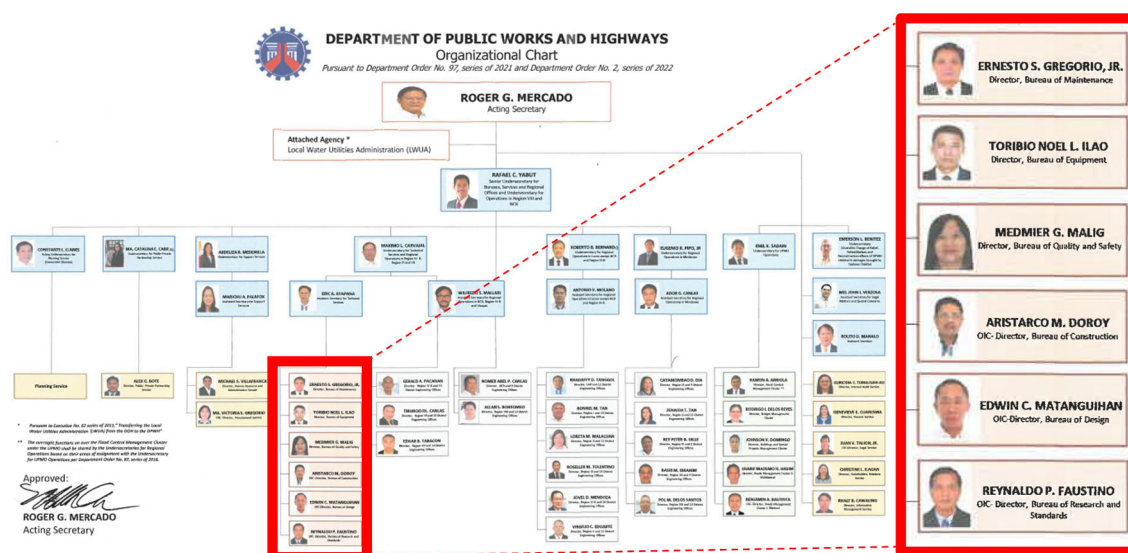
<sup>33</sup> <https://ocd.gov.ph/index.php/about-ocd/organizational-structure>

◆公共事業道路省 (DPWH : Department of Public Works and Highways)<sup>34</sup>

公共事業道路省 Department of Public Works and Highways (DPWH) は、国内の国道や橋梁、治水、水資源開発等のインフラの計画・設計・建設・維持管理を実施する政府の一機関である。主な役割及び責務は次のとおりである。

- ・ 道路や橋梁、水害対策、水資源事業およびその他のインフラ事業に関する計画
- ・ 国道や橋梁、主要な水害対策システムの設計、建設および維持管理

DPWH 本省 (Central Office: CO) には、大臣 (Secretary) の下に 8 人の次官 (Undersecretary) が配置されている。計画・民間連携・情報管理サービス次官 (Undersecretary for Planning service, Public-Private Partnership and Information Management Service) 配下の計画局 (Planning Service: PS) はインフラ計画を含む各種計画に係るプロジェクトを所管し、情報管理サービス局 (Information Management Service: IMS) は道路情報や各種システムの管理・管轄を行っている。また、DPWH には技術系の実施部門として技術次官 (Undersecretary for Technical Services) の配下に、建設局 (Bureau of Construction: BOC)、設計局 (Bureau of Design: BOD)、機材局 (Bureau of Equipment: BOE)、維持管理局 (Bureau of Maintenance: BOM)、品質安全局 (Bureau of Quality and Safety: BQS)、調査基準局 (Bureau of Research & Standards: BRS) を配置している。地方組織としては、16 の地域事務所 (Regional Office: RO) があり、さらにその下に 180 の地方事務所 (District Engineering Office: DEO) が配置されている (図 5-6)。

図 5-6 DPWH 本省組織図<sup>35</sup>

(DPWH)

DPWH は、フィリピンにおいて公共インフラ整備を所掌することから、2011 年に策定された NDRRMP でも、DPWH は「①災害予防・軽減に向けたインフラの強靱性の強化」と「災害復興・復旧における強靱なインフラの再建設」を果たす任務を負っている。フィリピンでは一般予算法 (General Appropriations Act) に基づき、災害リスクの軽減、回避、予防、準備を目的とする NDRRMF が DPWH を含む DRRM 機関に毎年付与されている。NDRRMF は実施事業に基づいて付与されるため、毎年機関毎の付与金額は変動するが、2009 年から 2014 年にかけて、NDRRMF 資金を受領

<sup>34</sup> フィリピン共和国 山岳及び洪水地域における道路防災プロジェクト 基本計画策定調査報告書, 2021, JICA

<sup>35</sup> <https://www.dpwh.gov.ph/dpwh/about/org-chart/org-chart-main>

した全機関のうち、DPWH が最も高い割合（33%）を占めている。特に 2012 年の台風 Yolanda による大災害発生時に、DPWH への付与金額が突出して大きく、復興復旧への予算金額が極めて大きかったことが窺える。

◆フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS：Philippine Institute of Volcanology and Seismology）<sup>36</sup>

1984 年の大統領命令第 984 号によって、地震の観測における権限が PAGASA から PHIVOLCS に委譲され、1987 年の大統領命令第 128 号に基づいて、現在の PHIVOLCS の組織が整備された。PHIVOLCS は、PAGASA と同様に DOST の傘下の外部部局であり、トップに立つ部長の下に火山監視・噴火予知部、地震観測・予測部、地質・物理探査研究部、財務・総務部が配置されている。

PHIVOLCS の主たる活動は、火山噴火、地震、津波等の地殻現象に関連した災害に対する技術・情報提供サービス（災害予測・警報サービス）、研修、研究開発などである。これら活動に関連して、以下を目的としたプロジェクトを実施している。（PHIVOLCS ホームページより）

- 全国火山監視及び火山噴火警報
- 全国地震監視及び地震情報発令
- 全国津波監視・早期情報発令
- 地震ハザード・リスクアセスメント
- 活断層及び海溝の地震誘発ポテンシャルの分析
- 火山ハザード・リスクアセスメント
- 火山の噴火・マグマ発生履歴の記録
- 戦略的人材管理・開発
- リーダーシップ能力強化
- 優れた戦略的成果に関わる分析と開発

## (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査・施工・維持管理に関する組織体制

- DPWH 計画局（Planning Service: PS）は Development Planning Division (DPD)、Project Preparation Division、Programming Division、Statistics Division、Environmental and Social Safeguards Division (ESSD) の 5 つの Division がある。この内、道路防災に関連して DPD では、道路斜面管理データベースツール「Road Slope Management (RSM)」を構築し、道路斜面防災関連の対策事業やプログラムの予算計画・案件形成を実施しているほか、RSM による DPWH 技術者の能力向上プログラムなども推進している。また、実行に至った RO や DEO での斜面防災関連の対策事業の調査レポートや完工レポートのチェックし、技術アドバイスなども行っている。実質的な斜面对策事業の優先順位付けや評価、実施計画策定は DPD で実施している。
- DPWH 設計局（Bureau of Design: BOD）の責務は、測量・地形・地質調査から始まり、道路・橋梁、排水・斜面对策工、舗装設計、付帯構造物設計、設計コンプライアンスのモニタリング及び評価、設計に係る規定及び基準の管理である。新設のほか、補修、修繕等、全般に亘り、RO や DEO からの要望に従い、設計段階のチェック、レビューを担当している。具体的には、RO が提案・提出した擁壁工の設計において、設計要領に合致しているか、地質条件を把握しているか等を確認する。一般的に現地での確認までは行わないが、疑念が出た場合は現地調査を実施することもある。

<sup>36</sup> フィリピン国災害リスク軽減・管理能力向上プロジェクトフェーズ 2 詳細計画策定結果 参考資料, 2018, JICA

- DPWH 維持管理局 (Bureau of Maintenance: BOM) は Road Condition Monitoring & Evaluation Division (RCMED)、Policies and Standards Division (PSD)、Safety & Disaster Management Coordination Division (SDMCD)、National Building Services Division (NBSD)の 4 つの Division で構成されている。責務は、地域事務所/地方事務所が実施する道路状況のモニタリング・評価及びレポート作成、維持管理に係る規定及び基準の管理、地域事務所/地方事務所による道路維持管理体制の構築支援、維持管理業務実施支援、維持管理業務のモニタリング及びレポート作成、道路・橋梁を除くインフラ構造物の維持管理業務 (道路・橋梁は地域事務所/地方事務所が実施) である。道路防災に係る Division ごとの責務としては、RCMED は定期的な道路・橋梁状況の点検・評価や地方事務所による道路維持管理の監督、PSD は RO が定期的に提出する各地域の被災状況レポートのチェックと対策優先順位の検討、SDMCD は通行規制などのリストを作成し PS 等の提供と DPWH の Performance Governance System Scorecard (PGS)の整理、NBSD では公的建物の検査・点検や建設のための予算確保を実施して道路防災に係る責務は実施していない。
- DPWH 調査基準局 (Bureau of Research & Standards: BRS) は、DPWH で使用する Standard Specification (Blue Book と呼ばれている) の責任機関であり、すべて Product Accreditation Scheme (PAS)を取得した上で Specification を発行する。PAS の取得には BRS の評価が必要となっている。DPWH において、新技術が導入される場合は、Department Order (DO) No.189 に基づき、異なるステージにおいて BRS が技術の検証と認証を行う。書類による理論的な評価、開発段階での検証、製品のテスト、2 回のパイロットトライアルを経て、最終的に実用化が承認される。民間企業が新技術を導入する場合も、同じプロセスが適用される。BRS は、承認された新技術のリストを管理している。

### 5.3.5 インドネシア

#### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織と役割

##### ◆公共事業省(PU)

インドネシア国の道路整備を所轄しているのは、公共事業省(PU)である。公共事業省は都市住宅総局、道路総局、水資源総局と研究開発庁からなっており、このうち主に道路斜面災害に関係するのは、道路総局(Bina Marga)である。道路管理の組織体制は次項に詳述する。

##### ◆国家防災庁 (BNPB)

中央政府の防災担当機関は、2007 年 4 月の防災法制定までは、国家災害調整機関 (BAKORNAS PB) が組織間調整を実施していた。しかし、災害発生時の緊急対応の権限が限定され、また、調整機関としての認知度の低さ及び調整能力不足により災害発生時に迅速な対応が出来ていないのが現状であった。この現状を改善するため、2008 年 5 月に BNPB が設立され、調整機能に限定しない、予防(被害抑止・軽減)対策から応急対応、復旧・復興までを包括的に担う機関として新たに発足した。

BNPB の責務は以下のとおりである。

- 1) 公正かつ公平な予防(被害抑止・軽減)対策、応急対応、復旧・復興に資する防災対策に関するガイドラインと方向性の提供
- 2) 法律の規定に基づいた、防災組織の標準化と必要性の規定
- 3) 活動の公開
- 4) 大統領に対する防災組織の活動進捗状況を毎月もしくは災害発生時には継続的に報告

- 5) 国内及び国際的な寄付/支援の活用・会計
- 6) 国家予算からの供給資金の会計
- 7) 法律の規定に基づいたその他業務の実施
- 8) 地方防災局の設立に関するガイドライン作成

#### ◆Center Volcanology and Geological Hazard Mitigation (CVGHM)

- ・ エネルギー・鉱物資源省傘下の地質庁の下にある機関。
- ・ 公共事業省の要請に応じて地質・地盤工学に関する調査研究・助言提供を行っている。
- ・ JasaMarga との業務経験もある。例：3 年程前の新規高速建設時に国家防災庁（BNPB：Badan Nasional Penanggulangan Bencana）の土砂災害リスクマップを活用し、道路建設に関わる地質脆弱性に関する検討を支援。
- ・ 2020 年プチャ地方での大規模土砂災害発生後には、現地調査を実施し、公共事業省等の中央省庁内関係部署に調査結果を提出。
- ・ 2010 年パネラン地方での土砂災害モニタリング業務も実施。

## (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査・施工・維持管理に関する組織体制

主に道路斜面災害に係るものは公共事業省道路総局(Bina Marga)である。

インドネシア道路法(Law of Republic of Indonesia No.13,1980 on Road)によると、道路は機能上で Arterial Road、Collector Road、Local Road に分類されている。行政・管理上は国道、州道、県道、市道、及び有料道路に分類されている。

国道と州道の計画、建設、改良は道路総局とその地方事務所である道路改良事務所(RBO : Road Betterment Office)で実施されている。これら国道と州道の維持及び管理は道路総局の指導のもとに、各州の公共事業局の道路部(Dinas Bina Marga)によって行われている。また、県道及び市道に関しては計画や技術基準の策定等は道路総局で行うが、建設及び管理は道路総局の指導のもとで各県・市の公共事業部が実施している。道路区別と事業種別ごとの所管を表 5-10 に示す。

表 5-10 道路の管理体制

(JICA 調査団作成)

|    | 新設     | 改良            | 維持管理   |
|----|--------|---------------|--------|
| 国道 | 道路総局   | 道路改良事務所/公共事業局 | 公共事業局  |
| 州道 | 道路総局   | 公共事業局         | 公共事業局  |
| 県道 | 県公共事業部 | 県公共事業部        | 県公共事業部 |
| 市道 | 市公共事業部 | 市公共事業部        | 市公共事業部 |

道路総局の組織は計画局、都市道路局、西部地域局、中部地域局、東部地域局、機材局で構成されている。地方部の道路建設を所轄する地域局は、それぞれ西部地域局がスマトラ、カリマンタンを、中部地域局がジャワ、バリを、東部地域局がヌサテンガラ、スラウェシ、マルク、イリアンジャヤを祖当している。

道路総局の地方事務所としては RBO があるが、公共事業省の出先機関としては、地域事務所が各州に配置されており、州の公共事業の指導・監理を行っている。

州の公共事業局は、都市住宅部、水資源部、及び道路部からなっている。道路事業を所轄する道路部は計画設計課、維持管理課、道路技術課、及び橋梁技術課によって構成されている。



有料道路については、インドネシア道路公社(Jasa Marga)が管理、運営を行っている。同公社は、1978年3月に設立された政府全額出資の国有株式会社(PT)である。設立当初は、道路総局の監督のもとにジャゴラウィ・ハイウェイの管理・運営から開始し、1980年12月に国会での正式承認(Law No.13)をもって正式に発足した。業務内容は計画、建設、維持、運営など有料道路事業全般にわたり、業務の対象はインドネシア全土の都市間、都市内有料道路、有料道路橋梁など全ての有料道路事業である。

### 5.3.6 ホンジュラス

#### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織

ホンジュラスの防災機関・斜面对策の担当機関は、国家災害委員会（COPECO: Comision Permanente de Contnacias）である（図 5-7）。

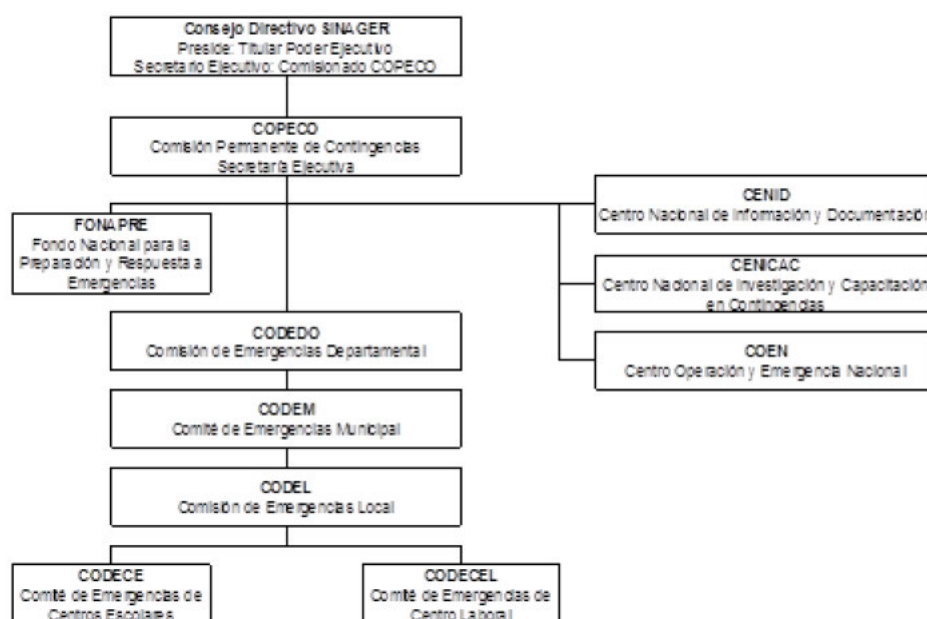


図 5-7 ホンジュラスの防災体制にかかる主要機関

（出典：国家総合リスク管理計画 2014 - 2019）

#### (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査から施工までの組織体制

ホンジュラスの道路沿い斜面对策に関する調査から施工までは、国道はインフラ・公共事業省（INSEP: Secretaria de Infraestructura y Servicios Publicos）、それ以下のレベルの道路については、テグシガルパ首都都庁（AMDC: Alcaldía Municipal del Distrito Central）といった自治体が担当する。

#### (3) 道路沿いの斜面对策の維持管理に関する組織体制

道路沿いの斜面对策の維持管理はホンジュラス戦略投資基金（INVEST-H. Inversión Estratégica de Honduras）が担当している（Invest-H による一部の道路新設の事例もある）。Primary/Secondary Road は Invest-H の維持管理の所管。Tertiary 以下は地方政府が維持管理（Invest-H が支援の場合もある）。

### 5.3.7 ブータン

以下の記述は、インド軍 BRO/DANTAK 管理下の道路を除くものである。インド軍 BRO/DANTAK は情報公開やインタビューを受け付けていない。インド軍 BRO/DANTAK 管理下の道路は以下の区間。

パロ～ティンプー、ティンプー～プンツォリン、チュンズン～ハ、ハ～パロ、  
タシガン～サンジョブジョンカー

#### (1) 防災機関及び斜面对策を司る組織

Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS) 傘下の Department of Road (DoR) が道路の計画・建設・維持管理の責任を負う。

国の防災計画に関しては、DDM (Department of Disaster Management/Ministry of Home and Culture Affairs) が策定している。

#### (2) 道路沿いの斜面对策に関する調査から施工までの組織体制

DoR が道路沿い斜面の調査、設計、施工を担当する。しかし、斜面对策が実施されている区間は僅少に留まる。

地すべりなどで困難が予想される区間の調査と設計に、DoR は Ministry of Economic Affairs 傘下の Department of Geology and Mines の支援を受けている。

#### (3) 道路沿いの斜面对策の維持管理に関する組織体制

斜面对策の維持管理は DoR の地方事務所 (RO) が担当しており、崩壊した斜面に対して擁壁などを設置することが主な活動である。また、擁壁の点検や維持管理も行っている。

一方、斜面が崩壊した箇所に関しては、崩壊の記録と必要な対策を含んだ台帳を整備している。併せて、重要区間に対しては、モンスーンの前後で点検を行っている。

雨期中は、崩壊危険個所の近傍に建機を配置し、崩土除去のためのスタンバイ体制をとっている。降雨観測は、1～2 か所において自前で行っているが、多くの場合、National Center of Hydrology and Meteorology からデータを入手している。

道路の通常の維持管理として、DoR・RO では、地元の住民を雇用している。維持管理要員には、ヘルメットと反射ベストが支給され、一人当たり 1.5km がひと月当りの担当として割り当てられている (図 5-8)。



図 5-8 DoR による維持管理作業

(JICA 調査団作成)



## 5.4 斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

ここでは、現地調査において収集したガイドラインに関して記述する。日本の ODA で整備されたものも含めて、調査方法については日本の道路土工指針に近いレベルにあるものも確認されたが、斜面对策についての記載内容は日本の技術指針のレベルに近いものは確認できていない。

### 5.4.1 スリランカ

スリランカの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-11 に示す。

表 5-11 スリランカの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン

(JICA 調査団作成)

| #                                                                                                                                                    | 書籍名                                                                           | 発行年月    | 発行者  | 内容                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                    | GEOMETRIC DESIGN STANDARDS OF ROADS                                           | 1998    | RDA  | 交通量に応じた道路の計画・設計マニュアル。切土勾配についても 1 行で説明 (the cut slope is 1horizontal to 4 vertical.)されている程度で、斜面对策に関する記述は無い。                                                     |
| 2                                                                                                                                                    | STANDARD SPECIFICATIONS FOR CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF ROADS AND BRIDGES | 2009/6  | MCES | 道路および橋梁についての技術仕様が記載されている。図による説明はほとんど無く、数値による指定も少ない。ほとんどが文章として記載されており、一般論としての技術仕様が主に記載されている。                                                                    |
| 3                                                                                                                                                    | DESIGN OFFICE MANUAL FOR GEOTECHNICAL DESIGN, NBRO, 2019                      | 2019/12 | NBRO | 安定解析式の選定方法、地質毎の単位体積重量の設定、逆算法の時の地すべりの安全率設定などの安定解析に関する内容が詳述されている。斜面对策工については、ソイルネイリング、グラウンドアンカー工、擁壁工、地表排水工、のり面保護工について、文章を用いて対策工の考え方や工法の種類を説明しているが、具体的な設計方法の説明は無い。 |
| 4                                                                                                                                                    | GENERAL GUIDELINE FOR ASSESSMENT OF STABILITY OF CUT SLOPES IN EXPRESSWAYS    | -       | NBRO | 高速道路プロジェクトに対して NBRO が与えたガイドライン。高速道路の切土のり面の対策について主に文章で説明されている。切土のり面での小段の設定や切土のり面からの落石に対する安全帯として道路脇に設ける落石溝の規格などが記載されている。                                         |
| 発行者の略号：<br>RDA: Road Development Authority<br>NBRO: Natiol Building Research Organization<br>MCES: Ministry of Construction and Engineering Services |                                                                               |         |      |                                                                                                                                                                |

### 5.4.2 ネパール

ネパールの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-12 に示す。

**表 5-12 ネパールの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン**

(JICA 調査団作成)

| #                                                                      | 書籍名                                                                    | 発行年月   | 発行者 | 内容                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                      | Guide To Road Slope Protection Works                                   | 2003/6 | DoR | JICA が作成したガイドラインであり、日本の技術指針がベースとなっている。                                                                                                                                                                                                                        |
| 2                                                                      | Road side Bio-Engineering Reference Manual                             | 1999   | DoR | DoR が英国の援助機関 DFID と共に作成したバイオエンジニアリングのマニュアル。計画、設計、維持管理に加えて、使うべき種子（種）の選定、関連法規、及び技術仕様書まで含んだ包括的な内容となっている。<br>バイオエンジニアリングが対応できる崩壊を表層から 50 cm までと明確に規定した上で、6 つの機能(Catch、Armour、Reinforce、Anchor、Support、Drain)を植生単体、及び簡易な土木構造物（ガビオンやコンクリート擁壁、排水工など）との組合せで実現するマニュアル。 |
| 3                                                                      | Roadside Bio-Engineering Site Handbook (2076-01-12)                    |        |     | バイオエンジニアリングのサイト・ハンドブック（「必携」というニュアンスか）になるが、こちらはより施工に関する情報が豊富に収録されており、（簡易な）土木構造物、植生、及び現地で入手可能な植物材料（枝木）などを利用した施工法が記されている。また、苗木の育成にも 1 章が充てられており、ネパールの道路沿い斜面で利用可能な植生のリストも添付されている。<br>併せて、バイオエンジニアリングと（簡易な）土木構造物によって、斜面を安定化させる手法と維持管理手法も記載されている。                   |
| 4                                                                      | Road Side Geo-Technical Problems_ A Practical Guide to their Solutions | 2007/6 | DoR | DoR の Divisional Office により利用されることを想定した、道路沿い斜面が崩壊した際の手引き。英語版と共にネパール語版も合本されている。<br>小規模な斜面崩壊は、DoR の Divisional Office が担当し、同 Office が対処しきれないものは、DoR 本庁が対応。中規模以上で、DoR が対応できないものは、コンサルタントに設計を発注し、コントラクターが施工を行うという流れに沿って、特に Divisional Office が実施する業務に関して示されている。   |
| 発行者の略号：DoR：Department of Road, Ministry of Physical Planning and Works |                                                                        |        |     |                                                                                                                                                                                                                                                               |

### 5.4.3 エチオピア

エチオピアの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-13 に示す。

**表 5-13 エチオピアの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン**

(JICA 調査団作成)

| #                                          | 書籍名                                      | 発行年月 | 発行者 | 内容                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                          | Route Selection Manual                   | 2013 | ERA | 道路のルート選定方法に関するマニュアル。過去の道路開発における失敗例の説明も詳述されており、何が失敗の原因であったかが分かるようになっている。地形や地質に関する注意点についても写真や説明図を加えて、詳述されている。                                                                                                         |
| 2                                          | Site Investigation Manual                | 2013 | ERA | 道路開発における調査マニュアル。エチオピアの気象や地形・地質に関する説明も比較的詳しく記述されており、具体的な調査方法についても、地形図の活用やリモートセンシング、各種物理探査の方法、ボーリング調査やサンプリング、原位置試験など日本と同等の調査種が説明されている。                                                                                |
| 3                                          | Geotechnical Design Manual               | 2013 | ERA | 道路土工に関する技術マニュアル。盛土と切土について安定化対策が記述されている。標準切土勾配についても詳細な地質区分に応じた標準値の説明があり、安定解析手法の説明もある。しかし実務ではここに掲載された詳細な地質毎の切土勾配は採用されていないようである。<br>盛土についてはガビオンによる安定化の方法や盛土補強土工法、擁壁工の設計に関する説明もある。<br>切土のり面の安定化については工法の一覧表が示されている程度である。 |
| 4                                          | Geometric Design Manual                  | 2013 | ERA | 道路の幾何学構造に関する設計マニュアル。道路の横断形状に関する章もあり、標準断面形が示されている。Back slope の切土勾配の標準値が大まかな地質区分に対して表形式で示されている。実務ではこの切土勾配が利用されている。                                                                                                    |
| 4                                          | Standard Detailed Drawings for Roadworks | 2013 | ERA | 道路及び道路構造物の標準設計図面が示されている。その中に道路の横断形状に関する標準形状も示されており、Back Slope の標準切土勾配も大まかな地質区分に対して表形式で記述されている。                                                                                                                      |
| 発行者の略号：<br>ERA : Ethiopian Roads Authority |                                          |      |     |                                                                                                                                                                                                                     |

#### 5.4.4 フィリピン

フィリピンの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-14 に示す。

**表 5-14 フィリピンの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン**

(JICA 調査団作成)

| # | 書籍名                                                                                                     | 発行年月 | 発行者  | 内容                                                                                                                |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Design guidelines, criteria & standards<br>(DGCS) Volume1<br>Introduction & overview                    | 2015 | DPWH | 道路設計の概要の説明                                                                                                        |
| 2 | Design guidelines, criteria & standards<br>(DGCS) Volume2A<br>Geohazard assessment                      | 2015 | DPWH | 地震による直接被害や液状化、火山災害、斜面災害、カルスト地形、軟弱地盤、洪水、津波などのさまざまなジオハザードによる被害の概要説明が主な内容。アセスメントについては概略的な考え方が少し触れている。                |
| 3 | Design guidelines, criteria & standards<br>(DGCS) Volume 2B<br>Engineering surveys                      | 2015 | DPWH | 測量や地図作成に関する共通調査の他に、道路用、橋梁用、治水・利水・上水道用、建築用の調査の概要が記載されている。斜面の調査に関する記述は無く、slope という用語もほとんど使用されていない。                  |
| 4 | Design guidelines, criteria & standards<br>(DGCS) Volume 2C<br>Geological & geotechnical investigations | 2015 | DPWH | 調査ボーリングやコアサンプリング、室内試験、地下水観測、原位置試験、施設変状の現地計測などの方法などが説明されている。斜面の調査に関する記述は無く、slope という用語は使われていない。                    |
| 5 | Design guidelines, criteria & standards<br>(DGCS) Volume 3<br>Water engineering projects                | 2015 | DPWH | 治水・利水・上水道施設の技術基準                                                                                                  |
| 6 | Design guidelines, criteria & standards<br>(DGCS) Volume 4<br>Highway design                            | 2015 | DPWH | 国道の設計マニュアル。7 章の Earthworks に斜面对策に関する記述があり、以下の盛土と切土に関する標準勾配が記載されている。しかし、この表は実質的に盛土に関する標準勾配である。切土の標準勾配に関する情報は記載が無い。 |

| #                                                                   | 書籍名                                                                                                                                                                              | 発行年月                    | 発行者                 | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|---------|-----------------------|------|-------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------|----------------|--|---------------------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|--|------------------|---------------------------------------------------|---------|----------------|--|---------------------------------------------------|--|--------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--|----------|-----------------|--|---------------------------------------------------------------------|--|---------|----------------|--|-------------------------------------------------------------------|--|-------------|----------------|--|---------|--------------|--|
|                                                                     |                                                                                                                                                                                  |                         |                     | <div>Table 7-1      Stability of Cut and Fill Slopes for Different Material Types</div> <table><thead><tr><th>Filling Material*</th><th>Nature of Material</th><th>Height of Cut/ Fill (m)</th><th>Slope Ratio (H:V)**</th><th>Remarks</th></tr></thead><tbody><tr><td>Well graded sand (SW)</td><td rowspan="10">Soil</td><td rowspan="3">Less than 5</td><td rowspan="3">1.5:1 to 2.0:1</td><td rowspan="10">Applied to fills with sufficient bearing capacity at foundation ground, which are not affected by inundation (assumed drained and unsaturated). Consistency assumed to be medium dense (non-cohesive) or stiff (cohesive) or better.</td></tr><tr><td>Gravel with Silt (GM)</td></tr><tr><td>Gravel with Clay (GC)</td></tr><tr><td>Well Graded Gravel (GW)</td><td rowspan="2">5 to 15</td><td colspan="2" rowspan="2">1.8:1 to 2.5:1</td></tr><tr><td>Poorly Graded Gravel (GP)</td></tr><tr><td>Poorly Graded Sand (SP)</td><td>Less than 10</td><td>1.8:1 to 2.5:1</td></tr><tr><td>Silty Sand (SM)</td><td rowspan="2">Less than 5</td><td colspan="2" rowspan="2">1.5:1 to 2.0:1</td></tr><tr><td>Clayey Sand (SC)</td></tr><tr><td>Hard clayey soils and clay of alluvium, loam (CL)</td><td rowspan="2">5 to 10</td><td colspan="2" rowspan="2">2.0:1 to 2.5:1</td></tr><tr><td>Soft Clay of high plasticity (CH), Silts (ML, MH)</td></tr><tr><td></td><td rowspan="7">Rock**</td><td rowspan="2">Less than 10</td><td rowspan="2">0.5:1 to 1:1</td><td rowspan="7">Assess all rock slopes in cut in accordance with Section 7.3.</td></tr><tr><td>Medium to High Strength Rock, Slightly Weathered to Fresh</td></tr><tr><td></td><td rowspan="2">10 to 15</td><td colspan="2" rowspan="2">0.75:1 to 1.2:1</td></tr><tr><td>Very Low to Medium Strength Rock, Extremely to Distinctly Weathered</td></tr><tr><td></td><td rowspan="2">5 to 10</td><td colspan="2" rowspan="2">1.0:1 to 1.5:1</td></tr><tr><td>Residual Soil to Extremely Low Strength Rock, Extremely Weathered</td></tr><tr><td></td><td>Less than 5</td><td>1.0:1 to 1.5:1</td></tr><tr><td></td><td>5 to 10</td><td>1.5:1 to 2:1</td><td></td></tr></tbody></table> <div>* Table 7-1 not applicable for soil and rock types not included</div> <div>** Refer Section 7.3 for rock slopes for cuts</div> <div>*** All slope ratios assume that berms are in place at regular intervals and slope protection such as nets, catch drains and other protective measures are in place, as required.</div> <div>のり面保護工については、グラウンドアンカーをはじめとするほぼ全ての斜面对策工が一覧表として掲載されているが、各工法の目的や特徴が文章で説明されているだけで、設計方法に関する詳細な説明は無い。この一覧の中に落石対策工は含まれていない。</div> | Filling Material* | Nature of Material | Height of Cut/ Fill (m) | Slope Ratio (H:V)** | Remarks | Well graded sand (SW) | Soil | Less than 5 | 1.5:1 to 2.0:1 | Applied to fills with sufficient bearing capacity at foundation ground, which are not affected by inundation (assumed drained and unsaturated). Consistency assumed to be medium dense (non-cohesive) or stiff (cohesive) or better. | Gravel with Silt (GM) | Gravel with Clay (GC) | Well Graded Gravel (GW) | 5 to 15 | 1.8:1 to 2.5:1 |  | Poorly Graded Gravel (GP) | Poorly Graded Sand (SP) | Less than 10 | 1.8:1 to 2.5:1 | Silty Sand (SM) | Less than 5 | 1.5:1 to 2.0:1 |  | Clayey Sand (SC) | Hard clayey soils and clay of alluvium, loam (CL) | 5 to 10 | 2.0:1 to 2.5:1 |  | Soft Clay of high plasticity (CH), Silts (ML, MH) |  | Rock** | Less than 10 | 0.5:1 to 1:1 | Assess all rock slopes in cut in accordance with Section 7.3. | Medium to High Strength Rock, Slightly Weathered to Fresh |  | 10 to 15 | 0.75:1 to 1.2:1 |  | Very Low to Medium Strength Rock, Extremely to Distinctly Weathered |  | 5 to 10 | 1.0:1 to 1.5:1 |  | Residual Soil to Extremely Low Strength Rock, Extremely Weathered |  | Less than 5 | 1.0:1 to 1.5:1 |  | 5 to 10 | 1.5:1 to 2:1 |  |
| Filling Material*                                                   | Nature of Material                                                                                                                                                               | Height of Cut/ Fill (m) | Slope Ratio (H:V)** | Remarks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Well graded sand (SW)                                               | Soil                                                                                                                                                                             | Less than 5             | 1.5:1 to 2.0:1      | Applied to fills with sufficient bearing capacity at foundation ground, which are not affected by inundation (assumed drained and unsaturated). Consistency assumed to be medium dense (non-cohesive) or stiff (cohesive) or better.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Gravel with Silt (GM)                                               |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Gravel with Clay (GC)                                               |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Well Graded Gravel (GW)                                             |                                                                                                                                                                                  | 5 to 15                 | 1.8:1 to 2.5:1      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Poorly Graded Gravel (GP)                                           |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Poorly Graded Sand (SP)                                             |                                                                                                                                                                                  | Less than 10            | 1.8:1 to 2.5:1      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Silty Sand (SM)                                                     |                                                                                                                                                                                  | Less than 5             | 1.5:1 to 2.0:1      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Clayey Sand (SC)                                                    |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Hard clayey soils and clay of alluvium, loam (CL)                   |                                                                                                                                                                                  | 5 to 10                 | 2.0:1 to 2.5:1      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Soft Clay of high plasticity (CH), Silts (ML, MH)                   |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
|                                                                     | Rock**                                                                                                                                                                           | Less than 10            | 0.5:1 to 1:1        | Assess all rock slopes in cut in accordance with Section 7.3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Medium to High Strength Rock, Slightly Weathered to Fresh           |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
|                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 10 to 15                | 0.75:1 to 1.2:1     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Very Low to Medium Strength Rock, Extremely to Distinctly Weathered |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
|                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 5 to 10                 | 1.0:1 to 1.5:1      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| Residual Soil to Extremely Low Strength Rock, Extremely Weathered   |                                                                                                                                                                                  |                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
|                                                                     |                                                                                                                                                                                  | Less than 5             | 1.0:1 to 1.5:1      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
|                                                                     | 5 to 10                                                                                                                                                                          | 1.5:1 to 2:1            |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| 7                                                                   | Department order No.68:(2017)<br>Minimum Design Standards for Industry Roads Under the DTIDPWH Convergence Program for Roads Leveraging Linkages for Industry and Trade (ROLLIT) | 2017                    | DPWH                | DPWH が定めた産業道路の最小限の設計基準。Side slope ration(H:V)として、Cut Slope Material Type に対応した以下の基準が記載されている。 <ul style="list-style-type: none"><li>• Common Materials - 1:1 to 1.5:1</li><li>• Soft/Rippable Rock - 0.5 :1 to 1: 1</li><li>• Hard/Solid Rock - 0.25: 1 to 0.5: 1</li><li>• Minimum fill slope of 1.5: 1</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |
| 8                                                                   | Department order No.15:(2020)<br>Amendment to D.O. No. 112, s. 2019 re: "Revised Design Standards for Tourism and Farm to Market Roads"(DPWH, 2020)                              | 2020                    | DPWH                | DPWH が定めた観光道路及び農場から市場へ向かう道路の設計基準の改訂。この添付資料に斜面对策工の一覧表があり、DGCS Volume 4 (DPWH, 2015) の7章に掲載されていた斜面对策工の一覧表がそのまま掲載されている。例えば掲載されている斜面对策工の種類やロックボルト工等の説明を見ると JICA 事業で整備した Road slope protection manual(DPWH&JICA, 2019)の内容は反映されていない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                    |                         |                     |         |                       |      |             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                       |                         |         |                |  |                           |                         |              |                |                 |             |                |  |                  |                                                   |         |                |  |                                                   |  |        |              |              |                                                               |                                                           |  |          |                 |  |                                                                     |  |         |                |  |                                                                   |  |             |                |  |         |              |  |

| #  | 書籍名                                                                                                                                                                                                             | 発行年月 | 発行者           | 内容                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | Department order<br>No.24:(2019)<br>Technical Manuals and<br>Guidelines on Road and<br>Bridge Maintenance<br>and Inspection                                                                                     | 2019 | DPWH          | 道路及び橋に関するメンテナンスマニュアルの 10 種類と橋梁の検査に関するマニュアルの 8 種類を DPWH の公式マニュアルとして認定する省令。ここで公式認定されたマニュアルの中に JICA 事業で整備した Road slope protection manual(DPWH, JICA,2018)が含まれている。                                     |
| 10 | Standard specifications<br>for highways bridges<br>and airports                                                                                                                                                 | 2013 | DPWH          | 工事の技術仕様書。Part-G で斜面对策については蛇籠、侵食防止マット、グラウンドアンカー、コンクリート吹付工、補強土壁等がある。<br><br>soft rock の切土勾配について (between 0.75:1 and 2:1) との記載あり。<br>主に材料に関する技術仕様書なので、これらの斜面对策の設計方法 (計画安全率の設定を含む) に関する説明は無い。          |
| 11 | Cocotech bio-engineer-<br>ing manual                                                                                                                                                                            |      | Co-<br>cotech | 椰子の実の繊維を使った浸食防止マットの技術マニュアル                                                                                                                                                                         |
| 12 | Highway safety design<br>standards manuals:<br>Part 1-Road safety de-<br>sign manual                                                                                                                            | 2012 | DPWH          | 道路自体の設計に関する技術マニュアルで、斜面对策に関する言及はほとんど無い。                                                                                                                                                             |
| 13 | Highway safety design<br>standards manuals:<br>Part 2-Road signs and<br>pavement markings<br>manual                                                                                                             | 2012 | DPWH          | 道路標識等に関するマニュアル                                                                                                                                                                                     |
| 14 | BSDS Design standard<br>guide manual                                                                                                                                                                            | 2019 | DPWH          | 橋梁の耐震設計マニュアル。JICA の ODA に<br>よって整備されたマニュアル。                                                                                                                                                        |
| 15 | Department order<br>No.32:(2019):<br>Item522-Active and<br>passive protection sys-<br>tems for unstable slope<br>(Amendments to Item<br>522-DPWH Generic<br>specification for rockfall<br>protection system and | 2019 | DPWH          | 道路斜面の構造物対策に関する技術仕様書。<br>構造物対策を Active and passive protection systems の 2 種類に分類している。<br><br>それまで欧州の Geobrugg 社の製品に限定されていた内容を、東京製綱インターナショナルと欧州企業が Item522 研究会を設立して 2019 年の改定時に日本や欧州の他企業の製品が採用可能となった。 |

| #                                                       | 書籍名                                                                                                                 | 発行年月 | 発行者  | 内容                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | Item522A DPWH standard specification for protection system for unstable slope                                       |      |      | 主に材料の仕様に関する記述であり、計画安全率の設定や設計方法などの説明は無い。                                                                                                                    |
| 16                                                      | Department order No.63:(2014):<br>DPWH Standard Specification for Item 522A - Protection Systems for Unstable Slope | 2014 | DPWH | GeoBrugg 社の金網併用ロックボルト工の仕様を公式に認めた技術仕様書。これにより GeoBrugg の製品が DPWH の事業で公的に利用可能となった。                                                                            |
| 17                                                      | Department order No.51:(2006):<br>DPWH Standard Specifications for Permanent Ground Anchors, Item 513               | 2006 | DPWH | 道路斜面におけるグラウンドアンカーの技術仕様書。ただし、実質的には PC 鋼棒を使用したアンカー工を想定しており、Prestressing Steel については記載があるが、PC steel Wire に関する記載は無い。PC 鋼線やそれに対応したアンカー頭部のナットや頭部部材の技術仕様などは記載が無い。 |
| 18                                                      | Department order No.29:(2008):<br>DPWH Standard Specifications For Coconet Sio-Engineering Solutions, Item 518      | 2008 | DPWH | CoConet (ヤシ繊維製浸食防止シート) に関する技術仕様書                                                                                                                           |
| 発行者の略号：<br>DPWH：Department of Public Works and Highways |                                                                                                                     |      |      |                                                                                                                                                            |

#### 5.4.5 インドネシア

インドネシアの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-15 に示す。

**表 5-15 インドネシアの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン**

(JICA 調査団作成)

| #                                              | 書籍名                              | 発行年月 | 発行者 | 内容                                                                                             |
|------------------------------------------------|----------------------------------|------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                              | Geotechnical design requirements | 2017 | NSA | 7 章（掘削・盛土の斜面の安定性）に斜面の安定性評価のための調査方法や各種対策工の設計方法が記載されている。<br>「10 章 土留め構造物」に複数の斜面对策工の設計方法が記載されている。 |
| 発行者の略号：<br>NSA：National Standardization Agency |                                  |      |     |                                                                                                |

### 5.4.6 ホンジュラス

ホンジュラスの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-16 に示す。

**表 5-16 ホンジュラスの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン**

(JICA 調査団作成)

| #                                                                                                                                                                                                                                               | 書籍名                                                                          | 発行年月    | 発行者      | 内容                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                               | Geotechnics and Seismic Considerations Manual                                | 2019    | SIECA    | 2016 年からの JICA プロジェクトで整備されたマニュアル。英語版とスペイン語版がある。            |
| 2                                                                                                                                                                                                                                               | Road Manual volume 2: RECOGNITION AND LAYOUT OF ROADS                        | 1996/12 | SOPTRAVI | インフラ・公共サービス省 (INSEP) の前身である公共事業運輸住宅省 (SOPTRAVI) が整備した      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                               | LRFD Bridge Design Specifications 9th Edition                                | 2020    | AASHTO   | グラウンドアンカーの設計基準                                             |
| 4                                                                                                                                                                                                                                               | A Policy on Geometric Design of Highways and Streets                         | 2018    | AASHTO   | 道路線形や道路本体の設計方針                                             |
| 5                                                                                                                                                                                                                                               | Highway Slope Maintenance and Slide Restoration Workshop- Participant Manual | 1988    | FHWA     | 米国 Federal Highway Administration の旧マニュアル。最新版は FHWA (2008) |
| 発行者の略号：<br>SIECA: Secretaría de Integración Económica Centroamericana<br>SOPTRAVI: Secretaria de estado en los despachos de obras publicas, transporte y vivienda<br>AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials |                                                                              |         |          |                                                            |

### 5.4.7 ブータン

ブータンの斜面对策技術に係る基準及びガイドラインを表 5-17 に示す。

**表 5-17 ブータンの斜面对策技術に係る基準・ガイドライン**

(JICA 調査団作成)

| # | 書籍名                                                                                                                 | 発行年月    | 発行者 | 内容                                                                  |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 1 | Guidelines on Design, Construction, and Maintenance of Road Infrastructure incorporating Climate-resilient Features | 2019/12 | DoR | 道路建設の包括的なガイドライン。斜面对策工法の種類に関する記述はあるが、排水対策を除いて、具体的な調査法、設計法に関する記載に乏しい。 |



| # | 書籍名                                                                                         | 発行年月    | 発行者 | 内容                                                                                                                                                                                                                       |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Manual for Feasibility Study of Road Alignment                                              | 2022/4  | DoR | 不安定斜面を道路に関する問題として取り上げている。空中写真判読やリモートセンシングによる予察に加えて、地質構造の把握に関しても、亀裂系の調査方法・道具と共に簡単に記載されている。                                                                                                                                |
| 3 | Guidelines for Road Drainage System                                                         | 2021/11 | DoR | 道路排水のガイドラインである。浸透水対策として、sub-surface drainage が挙げられているが、暗渠やグラベルを充填したフレンチドレインの類であり、斜面の安定化のための排水や地すべり対策の排水横ボーリング工の記載はない。                                                                                                    |
| 4 | EFRC(Environmental Friendly Road Construction) Manual Bio-engineering in Bhutan             | 2005/9  | DoR | 当初は世界銀行(WB)から援助を受け、出版時にはオランダ開発機構(SNV Bhutan – Netherlands Development Organisation)の支援を受けて発行されたバイオエンジニアリングのマニュアル。構造物とバイオエンジニアリングの組合せで、道路沿い斜面の安定化を図ることを意図している。<br>バイオエンジニアリングに関する記載は詳細であり、包括的にバイオエンジニアリングに関して記したマニュアルである。 |
| 5 | EFRC(Environmental Friendly Road Construction) Field Handbook, Construction of Unpaved Road | 2005/10 | DoR | オランダ開発機構の支援によるフィダーロードの建設に関するハンドブックとなる。<br>斜面对策の項では、ガビオン、石積み擁壁(練石積み、空石積み)、井桁擁壁などで、前出のバイオエンジニアリングマニュアルに記載された構造物とバイオエンジニアリングによる対策が取り上げられている。                                                                                |
| 6 | Standard Operation Procedure for Road Slope Data Collection Induced by Slope Failures       | 2021/12 | DoR | 崩壊斜面の記録をする際の標準手順書である。通行を妨害するほどの斜面崩壊に関しては、記録に残すことによって、Ministry of Finance からの特別予算が充てられるが、その際に使われる手順書となる。<br>下記7で取り上げた JICA 技術協力プロジェクトの成果品を基にブータン政府が作成した。、本邦における道路防災点検手法のうち「斜面カルテ」を発災時の記録に応用したものである。                       |

| #                                        | 書籍名                                          | 発行年月   | 発行者  | 内容                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          |                                              |        |      | 想定対策工の例は、ブータンでの実績や能力に関係なく、本邦における道路防災点検で想定する対策工が記載されている。                                                                                                                                                                          |
| 7                                        | Manual of Slope Stability Inspection on Road | 2016/6 | JICA | JICA による技術協力プロジェクト「道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト」の成果物の一つ。本邦の道路防災点検のマニュアルを、ブータンの事例を紹介しつつ、ローカライズしたものとなる。巻末資料編と併せて、DoR から収集した資料の” (6)Standard Operation Procedure for Road Slope Data Collection Induced by Slope Failures” の底本となったものと思われる。 |
| 発行者の略号：<br>DoR：Department of Road, MoWHS |                                              |        |      |                                                                                                                                                                                                                                  |

## 5.5 道路計画における斜面災害リスクへの対応

道路斜面災害リスクへの対応に関するインタビュー調査結果を表 5-18 に示す。

**表 5-18 道路斜面災害リスクへの対応に関するインタビュー調査結果**

(JICA 調査団作成)

| 対象国   | 道路斜面災害リスクへの対応に関するインタビュー調査結果                                                                                                                                                                                                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ | NBRO は土砂災害のリスクマップを整備している。これを参考に、RDA は予算に応じて斜面对策工実施箇所の優先順位付けを行っている。以前は RDA に地盤工学技術者チームがあり、道路斜面对策が必要な箇所のインベントリ作成を試みていたが、現在は無い。NBRO によるマップのリスク格付けはある一定面積の地域に対するものであるため、道路管理の面から区間や箇所への絞り込みや、モニタリングデータの考慮、リスク格付けのための評価項目・基準の明確化が求められている。 |
| ネパール  | コンサルタントを用いて、新規道路予定路線沿いの調査を行うが、ボーリング調査は行っていない。地すべり対策のコストが高いため、地すべりを基本的に避けるようにしている。<br>既存路線の場合は、リスクへの対策が高額にならない限り、路線をシフトすることはない。<br>橋やトンネルによるリスクの回避策は、これを用い始めている。                                                                      |
| エチオピア | 道路事業の対象区間について、Geological Map (1/250 万)から地質図を切り出し、地質を確認する。また、Geomorphological Map, Hydrogeological Map から道路斜面災害に関連する地形、地質、帯水層といった情報を読み取り、ハザード特定、リスク評価・分析を行う。対象区間の地質断面図を作成することもある。                                                     |

| 対象国    | 道路斜面災害リスクへの対応に関するインタビュー調査結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フィリピン  | <p>DPWH の省令 (DO : Department Order) で国道の最小車線数が規定されているが、山岳地域については、例外とされている (道路斜面災害懸念区域での拡幅を必須としないことで災害リスクの低減を図る)</p> <p>DPWH は、新規事業の毎に、液状化や地すべりといったリスクアセスメントの依頼を科学技術省・火山地震研究所 (PHIVOLCS : Philippine Institute of Volcanology and Seismology) に行っている。PHIVOLCS は、GIS やリモートセンシングによるリスクアセスメント (現地調査は行わない) の結果を DPWH に提供している。</p> <p>国防総省内民間防衛局 (OCD: Office of Civil Defense) は、国道について、土砂災害、地震、洪水など複数災害を考慮したリスクアセスメントを実施している。</p>                                                                   |
| インドネシア | <p>道路拡幅区間に地すべり等、相当に問題となる地質状況がある場合は、まず線形計画を見直す。その後、地質・地盤のリスクが懸念される場合は土壌改良等で対応。それでもリスク懸念がある場合は対策工の検討を行う。</p> <p>Center for Volcanology &amp; Geological Hazard Mitigation は、国家防災庁 (BNPB : Badan Nasional Penanggulangan Bencana) の土砂災害リスクマップを活用し、道路建設に関わる地質脆弱性に関する検討を支援することがある。</p>                                                                                                                                                                                                               |
| ホンジュラス | <p>土砂災害の懸念される場所については、リスク回避のため、ルート・線形のオプション (橋梁やトンネル等による代替ルート) も考えるが、高リスク地を通過する確定済計画がある場合、その計画に沿った事業実施、対策が行われている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ブータン   | <p>新規路線におけるリスクは、DoR の Geotechnical Section がそれを特定した場合、線形をシフトして避けようとはする。しかし、コストが問題となる。</p> <p>リスクの調査には、写真判読や地表踏査などを用いるが、地質エンジニアを雇用する。或いは Ministry of Economic Affairs 傘下の Department of Geology and Mines に協力を依頼する。</p> <p>トンネルや橋でリスクを避けるのは、予算上、選択肢にない。</p> <p>プロジェクトを開始する前に、社会調査が義務付けられているが、その際に、土地の人しか知らない地すべりの情報を得ることで、リスク回避を試みている。</p> <p>設計中に見つかったリスクに対しては、アライメントの変更で対応する。F/S の結果としてのアライメントスタディは、DCC(Department Coordination Committee)のメンバーにより構成される Technical Committee により議論され、承認される。</p> |

## 5.6 道路沿いの斜面災害に対する調査

斜面对策に関連して道路新設時に実施する主な調査の内容を国別に比較して表 5-19 に示す。

表 5-19 道路新設時の斜面对策に関連する主な調査の内容

(JICA 調査団作成)

| 対象国   | 地形図・地質図の活用                                                                                                                                                    | 空中写真判読等                                                                                             | 調査ボーリング／コアサンプリング                                                                                                                                                                                             | 土質試験／原位置試験                                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ | <ul style="list-style-type: none"> <li>ドローンなどを使って業務の中で対象地の詳細な地形図を作成する。</li> </ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>空中写真判読は実施していない</li> <li>ドローンによる詳細地形図で補完していると考ええる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>切土区間は道路縦断方向で 200～300m 毎に実施。</li> <li>横断方向は切土の開始点と終点。</li> <li>コアサンプリングを実施。</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な土質試験・岩石試験を行う。</li> <li>標準貫入試験</li> <li>弾性波探査と電気探査</li> </ul>                                                          |
| ネパール  | <ul style="list-style-type: none"> <li>地形測量を実施。</li> </ul>                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>未実施</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>テストピット (500m 毎の CBR) と動的コーン貫入試験。</li> <li>調査ボーリングは実施しない。</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>CBR 試験と物理試験他</li> </ul>                                                                                                   |
| エチオピア | <ul style="list-style-type: none"> <li>通常は 1/250 万の地質図を利用。</li> <li>1/5 万の地質図整備は国土面積の 1.4%。</li> <li>Value Engineering 業務では対象地域の詳細な地質図をコンサルタントが作成。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>立体視鏡を使った航空写真又は衛星画像の判読</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>調査ボーリングは地質的な問題が懸念される切土区間のみ実施。道路中央線付近か路肩付近が基本。</li> <li>切土のり面予定区間にボーリング機械が持ち込めない場合は弾性波探査などで補完することもある。</li> <li>ロータリーボーリングマシンによるコアサンプリング。必要に応じてダブルコアチューブを利用。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>土質試験は直接せん断試験や液塑性限界試験、圧密試験など。</li> <li>標準貫入試験の N 値は橋梁基礎などの設計に利用し、斜面の安定度評価には利用しない。</li> <li>弾性波探査や電気探査も必要に応じて実施。</li> </ul> |
| フィリピン | <ul style="list-style-type: none"> <li>近年は道路拡張が多いが、新設の場合は日本と同様に地形図と地質図を活用する。</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>近年は道路拡張が多いが新設の場合は日本と同様の空中写真判読</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>近年は道路拡張が主流であるため、新設時の具体的な内容は確認できていないが、調査ボーリング及びコ</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>土質試験を行ってせん断強度パラメータ (<math>c, \phi</math>) を求めている。</li> </ul>                                                              |

| 対象国    | 地形図・地質図の活用                                                                                                                                                                                                                                                        | 空中写真判読等                                                                                                    | 調査ボーリング／コアサンプリング                                                                                                            | 土質試験／原位置試験                                                                                                  |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路拡幅時には斜面对策に関する調査は未実施。</li> </ul>                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>中写真判読を実施。</li> <li>道路拡幅時には斜面对策に関する調査は未実施。</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>アサンプリングは実施。</li> <li>ロータリーパーカッションマシンやロータリーボーリングマシンとダブルコアチューブを使用。</li> </ul>          |                                                                                                             |
| インドネシア | <ul style="list-style-type: none"> <li>LiDAR を利用した微地形の地形図を活用している。</li> <li>地質分布は比較的単純なため地質図の重要性は小さい。</li> </ul>                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>空中写真判読はジャングルの多いインドネシアでは有効で無いとして、LiDAR による微地形測量結果を利用している。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>基本的に全ての切土区間でボーリング調査およびコアサンプリングを行う。</li> <li>適切なボーリング配置の方法が国家規格の中に記述されている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>切土斜面の安定性評価に必要な土質試験を実施する。</li> <li>土質試験の方法が国家規格の中に記述されている。</li> </ul> |
| ホンジュラス | <ul style="list-style-type: none"> <li>JICA 事業で 2019 年に整備した中米統合機構 (SIECA) の道路マニュアルに日本方式の調査方法が記載されており、基本的にこれを利用している。よって、道路斜面については日本と同様の調査が実施されている。</li> <li>地形地質調査、ラボ調査、リモートセンシング、調査ボーリング、安定解析 (Rocscience の設計ソフトを利用)、などを実施。Landslide 危険地を避けて道路線形変更も検討。</li> </ul> |                                                                                                            |                                                                                                                             |                                                                                                             |
| ブータン   | <ul style="list-style-type: none"> <li>地形測量を実施</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>空中写真判読、リモートセンシング</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>標準貫入試験(SPT)、動的コーン貫入試験、テストピット (CBR)</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>CBR 試験と物理試験他</li> </ul>                                              |

道路の斜面災害に関する主な調査内容を国別に比較して表 5-20 に示す。

表 5-20 道路沿いの斜面災害に関連する主な調査の内容

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 斜面災害後の調査                                                                                                                                                                                                     | 備考                                                                                                                                         |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 発災後は応急対策も含めて建築研究所 NBRO の意見を取り入れて道路局 RDA が優先順位を決める。</li> <li>▪ 斜面对策が必要な場合は必要な調査・設計をコンサルに発注するが、入札が不調になった場合は RDA 自体が調査・設計を行う。</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 発災後の事後対策を基本としている。</li> <li>▪ 道路のり面の崩壊等は優先順位を決めて対応するので、小さな崩壊などは放置されている。</li> </ul>                 |
| ネパール   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 道路新設時も調査ボーリングは実施しないことから、斜面災害発災後も十分な調査は実施しないと推察する。</li> </ul>                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 発災後の事後対策が基本。</li> </ul>                                                                           |
| エチオピア  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 発災後は道路当局 (ERA) が土砂撤去などの応急対策を行う。</li> <li>▪ 擁壁工などの恒久対策を施工する場合は、コンサルタントが調査・設計を行う。</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 発災後の事後対策を基本としている。</li> </ul>                                                                      |
| フィリピン  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 危険な道路斜面に対する事前対策としての斜面对策工の施工が基本となっているので、調査・設計も通常は事前対策として実施されるが、コンサルタントに発注するのではなく、斜面对策工メーカーが無償で調査・設計を行う。</li> <li>▪ 発災後の調査・設計も同様である。</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 日本と同様に発災前の事前対策を基本としている。</li> <li>▪ 道路当局が斜面对策に関する調査・設計をコンサルタントに発注するのは、新規道路開発等の大規模事業時のみ。</li> </ul> |
| インドネシア | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 国家規格の中に、道路で発生した地盤変状に対する調査方法が明記されており、それに沿ってコンサルタントに調査が発注される。</li> </ul>                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 事後対策を基本としている。</li> <li>▪ 道路のり面の崩壊等は優先順位を決めて対応するので、小さな崩壊は放置されている。</li> </ul>                       |
| ホンジュラス | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 斜面災害が発生するとコンサルタントに調査業務を発注する。調査ボーリングの他に、電気探査やレーザー式伸縮計、傾斜計、構造物の亀裂計測が実施される。</li> <li>▪ 調査方法は JICA 事業で 2019 年に整備した中米統合機構 (SIECA) の道路マニュアルに日本方式の調査方法が記載されている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 発災後の事後対策を基本としている。</li> </ul>                                                                      |
| ブータン   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 自国による斜面对策はガビオンと練石積擁壁等であるため、調査は基本的には未実施。</li> <li>▪ 国道 4 号線の斜面災害ではローカルコンサルタントに調査・設計を発注している。</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 国道 4 号線は海外コンサルタントの支援を受けてローカルコンサルタントが実施している。</li> </ul>                                            |

## 5.7 道路沿いの斜面对策の設計

### 5.7.1 のり面勾配

表 5-21 に各国の標準切土勾配の設定状況を示す。標準切土勾配を通常利用しているのはスリランカ、エチオピア、ホンジュラスの4カ国であった。フィリピンは産業道路用（産業と貿易の連携用道路）として標準切土勾配を設定しているが、通常の国道では採用されていないと推測する。標準切土勾配を定めていないインドネシアは有限要素法に対応した市販ソフトですべての切土斜面の安定度評価を実施しているという回答であった。

表 5-21 各国の標準切土勾配の設定状況

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 標準切土勾配の設定状況                                                                                                                                       | 備考                                                                                                                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ  | V:H=1:1/4                                                                                                                                         | Geometric design standards of roads (RDA, 1998) の本文中に文章として標準切土勾配が記述されている。                                         |
| ネパール   | 無し                                                                                                                                                | —                                                                                                                 |
| エチオピア  | 道路当局が整備したマニュアル毎に記述内容が異なり、詳細な地質区分に対応した切土勾配と大まかな地質区分に対応した切土勾配の2種類が存在する。両者の切土勾配の値は異なるが、標準図面集の横断形状図面の中にある大まかな地質区分に対応した切土勾配が実際には利用されている。               | 施工費用を抑えるために、施工業者が設計よりも急勾配で切土する事例が多い。                                                                              |
| フィリピン  | Highway design (DPWH, 2015)に切土と盛土に対応した標準勾配表が掲載されているが、これは切土に関しては情報が無い。産業道路の最小限の設計基準として出した Department order No.68:(2017)の記載内容が切土の勾配としては有効な数値となっている。 | コンサルタントは設計ソフトで切土のり面の安定度を評価していると説明しているので、この標準切土勾配は普及していないと推測。<br>近年は道路拡幅が主流で、拡幅時は現状勾配よりも急勾配にするのが一般的なため、急勾配化が進んでいる。 |
| インドネシア | 無し                                                                                                                                                | 全ての切土区間で安定度評価を実施するが、有限要素法に対応した市販ソフトを利用。                                                                           |
| ホンジュラス | JICA 事業で整備した中米統合機構 (SIECA) の道路マニュアル (SIECA, 2019) には日本の基準値が何の解説も無くそのまま掲載されているが、実際の切土勾配には旧基準 (SOPTRAVI,1996) が参照されている。                             | 切土勾配の標準値(V:H)は 1:1/4~1:1/2 であるが、実態としては切土勾配 V:H=1:1/4 に近い事例が多い。                                                    |
| ブータン   | 標準勾配の規定はあるが、地質調査を行わないので使われていない。                                                                                                                   | —                                                                                                                 |

標準切土勾配を設定している国の具体的な標準切土勾配の値について説明する。

### (1) スリランカの標準切土勾配

基準書に記載されている切土勾配の標準値は以下の 1 つのみで、地質に関する記述はない。

実際の道路のり面は土砂や強風化岩の場合も、この値と同程度の勾配で切土されていることが多い。

標準切土勾配 V:H=1:1/4

### (2) エチオピアの標準切土勾配

表 5-22 の「Back/Cut slope」欄の値が標準切土勾配を示している。

**表 5-22 エチオピアで実際に利用されている標準切土勾配**

(出典：Standard Detailed Drawings for Roadworks(ERA, 2013))

| SLOPE RATIO TABLE |                                    |            |         |                  |
|-------------------|------------------------------------|------------|---------|------------------|
| MATERIAL TYPE     | "Depth of Cut /Ht of Fill (H)" [m] | SIDE SLOPE |         | BACK / CUT SLOPE |
|                   |                                    | CUT        | FILL    |                  |
| EARTH / SOIL      | 0 - 1                              | 2H : 1V    | 3H : 1V | 3H : 1V          |
|                   | 1 - 2                              | 2H : 1V    | 2H : 1V | 2H : 1V          |
|                   | 2 - 10                             | 2H : 1V    | 3H : 2V | 3H : 2V          |
|                   | >10                                | 2H : 1V*   | 3H : 2V | BENCHED SLOPE    |
| DECOMPOSED ROCK   | 0 - 1                              | 2H : 1V    | 3H : 1V | 3H : 1V          |
|                   | 1 - 2                              | 2H : 1V    | 2H : 1V | 2H : 1V          |
|                   | 2 - 10                             | 2H : 1V    | 3H : 2V | 3H : 2V          |
|                   | >10                                | 2H : 1V*   | 3H : 2V | BENCHED SLOPE    |
| WEATHERED ROCK    | 0 - 2                              | 2H : 1V    | 3H : 2V | 1H : 2V          |
|                   | > 2                                | 2H : 1V    | 1H : 1V | 1H : 3V          |
| ROCK              | 0 - 2                              | 2H : 1V    | 5H : 4V | 1H : 2V          |
|                   | >2                                 | 2H : 1V*   | 1H : 1V | 1H : 4V          |
| BLACK COTTON SOIL | 0 - 2                              | 2H : 1V    | 6H : 1V | 3H : 1V          |
|                   | >2                                 | 2H : 1V*   | 4H : 1V | 2H : 1V          |
| COLLUVIAL DEPOSIT | 0 - 3                              | 2H : 1V    | 3H : 1V | 1H : 1V          |
|                   | 3 - 6                              | 2H : 1V    | 2H : 1V | 5H : 4V          |
|                   | 6 - 10                             | 2H : 1V    | 3H : 2V | 5H : 3V          |
|                   | >10                                | 2H : 1V*   | 3H : 2V | BENCHED SLOPE    |

### (3) フィリピンの標準切土勾配

道路当局が発行している基準類に記載している中で有効な記載内容を表 5-23 に示す。



表 5-23 フィリピンの標準切土勾配（産業道路用）

(Department order No.68(DPWH, 2017)の記載内容より調査団が作成)

| Materials          | Side slope ration(H:V) |
|--------------------|------------------------|
| Common Materials   | 1:1 to 1.5:1           |
| Soft/Rippable Rock | 0.5 :1 to 1: 1         |
| Hard/Solid Rock    | 0.25: 1 to 0.5: 1      |
| Minimum fill slope | 1.5: 1                 |

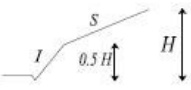
## (4) ホンジュラスの標準切土勾配

標準切土勾配（H:V）は2つの表で表されているが表 5-24 は土砂対応で、表 5-25 は岩対応である。岩に対する標準切土勾配の特徴は火成岩（ÍGNEAS）を 1.Granito y Diorita（花崗岩と閃緑岩），2. Andesita（安山岩），3. Basalto（玄武岩）の3つに区分し，堆積岩（SEDIMENTARIAS）を，1. Conglomerado y Brechas（礫岩とギャップ），2. Arenisca（砂岩），3. Caliza y pizarra（石灰岩とスレート），4. Lutitas（頁岩）の4つに区分して，それぞれの岩の状態で切土勾配の標準値を細区分している。変成岩（METAMÓRFICAS）については細かな区分は無い。

表 5-24 旧道路マニュアル（SOPTRAVI,1996）の標準切土勾配（土砂の場合）

(SOPTRAVI（1996）より引用)

TABLA VII: TALUDES DE CORTE EN ROCA



|                                                            | Talud (H:V) para V = altura indicada |                        |                        |                        | Observaciones                                                                                      |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | < 5 m                                | 5 a 10 m               | 10 a 15 m              | > 15 m                 |                                                                                                    |
| ÍGNEAS                                                     |                                      |                        |                        |                        |                                                                                                    |
| 1. Granito y Diorita                                       |                                      |                        |                        |                        |                                                                                                    |
| a) Sano y masivo                                           | 1/4 : 1                              | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | Tender talud en coronamiento 1/2 : 1                                                               |
| b) Sano fisurado en bloques                                | 1/4 : 1                              | 1/4 : 1                | 1/2 : 1                | 1/2 : 1                | Sellar fisuras talud                                                                               |
| c) Exfoliado. Grandes bloques empacados en arena           | 1/2 : 1                              | 3/4 : 1                | 3/4 : 1                | 3/4 : 1                |                                                                                                    |
| d) Exfoliado. Grandes bloques empacados en arcilla arenosa | 1/2 : 1                              | S 3/4 : 1<br>I 1/2 : 1 | S 3/4 : 1<br>I 1/2 : 1 | 3/4 : 1                | Disponer banco de 2 a 3 m de ancho altura pavimento para H > 5 m                                   |
| e) Totalmente intemperizado                                | 3/4 : 1                              | S 1 : 1<br>I 3/4 : 1   | 1 : 1                  | 1 : 1                  | Si el producto intemperización es arena, proyectar bancos de 1 m con H < 15 m y de 3 m si H > 15 m |
| 2. Andesita                                                |                                      |                        |                        |                        |                                                                                                    |
| a) Fisurada, sin alteración                                | 1/4 : 1                              | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | Sellar fisuras talud                                                                               |
| b) Fracturada, poco alterada                               | 1/4 : 1                              | 1/2 : 1                | 1/2 : 1                | S 3/4 : 1<br>I 1/2 : 1 | Banco 4 m en cambio talud si parte inferior corte no contiene arcilla en las fracturas             |
| c) Fracturada y alterada                                   | 1/2 : 1                              | 3/4 : 1                | 3/4 : 1                | 3/4 : 1                | Tender talud en coronamiento 1 : 1                                                                 |
| 3. Basalto                                                 |                                      |                        |                        |                        |                                                                                                    |
| a) Fracturado sano                                         | 1/4 : 1                              | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | Tender talud en coronamiento 1/2 : 1                                                               |
| b) Fracturado en bloques de todos tamaños                  | 1/2 : 1                              | 1/2 : 1                | S 1 : 1<br>I 1/2 : 1   | S 1 : 1<br>I 1/2 : 1   | Si los fragmentos están empacados en arcilla firme y no hay flujo agua                             |
| c) Fracturado y muy intemperizado                          | 1/2 : 1                              | 1/2 : 1                | 3/4 : 1                | 3/4 : 1                | En zona lluviosa colocar banco de 2 m con H < 15 m y de 3 m con H > 15 m en pie talud              |

表 5-25 道路マニュアル (SOPTRAVI,1996) の標準切土勾配 (岩の場合)

(SOPTRAVI (1996) より引用)

| TABLA VII (Continuación)                                                                                                                                                                                                                                                        | < 5 m   | 5 a 10 m | 10 a 15 m              | > 15 m                 | Observaciones                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SEDIMENTARIAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |         |          |                        |                        |                                                                                                      |
| 1. Conglomerado y Brechas                                                                                                                                                                                                                                                       |         |          |                        |                        |                                                                                                      |
| a) Bien cementado con matriz silicosa o calcárea                                                                                                                                                                                                                                | 1/8 : 1 | 1/4 : 1  | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | Sellar fisuras talud eliminando los fragmentos sueltos                                               |
| b) Pobrementado aglomerado con matriz arcillosa                                                                                                                                                                                                                                 | 1/2 : 1 | 3/4 : 1  | S 1 : 1<br>I 3/4 : 1   | S 1 : 1<br>I 3/4 : 1   | Si matriz está saturada o sometida a cambios fuertes de humedad colocar banco de 4 m en cambio talud |
| 2. Arenisca                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |          |                        |                        |                                                                                                      |
| a) Sana. Fuerte cementación                                                                                                                                                                                                                                                     | 1/4 : 1 | 1/4 : 1  | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | Tender talud en coronamiento 3/4 : 1                                                                 |
| b) Poco cementada, muy alterada y con flujos de agua                                                                                                                                                                                                                            | 1/4 : 1 | 1/4 : 1  | 1/2 : 1                | S 3/4 : 1<br>I 1/2 : 1 | Tender talud en coronamiento 1 : 1                                                                   |
| 3. Caliza y pizarra **                                                                                                                                                                                                                                                          |         |          |                        |                        |                                                                                                      |
| a) Sana con estratificación gruesa o mal definida                                                                                                                                                                                                                               | 1/8 : 1 | 1/4 : 1  | 1/4 : 1                | 1/4 : 1                | Tender talud en coronamiento 1 : 1                                                                   |
| b) Sana con estratificación fina o a favor del corte                                                                                                                                                                                                                            | 1/4 : 1 | 1/2 : 1  | 1/2 : 1                | S 3/4 : 1<br>I 1/2 : 1 |                                                                                                      |
| c) Intemperizada con flujo de agua                                                                                                                                                                                                                                              | 1/2 : 1 | 3/4 : 1  | 3/4 : 1                | 3/4 : 1                | Proyectar subdrenaje y cunetas impermeabilizadas                                                     |
| d) Intemperizada y muy fracturada                                                                                                                                                                                                                                               | 3/4 : 1 | 3/4 : 1  | S 1 : 1<br>I 3/4 : 1   | S 1 : 1<br>I 3/4 : 1   | Contrafoso impermeabilizado                                                                          |
| 4. Lutitas                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |          |                        |                        |                                                                                                      |
| a) Dura y resistente, poco fracturada con estrato casi horizontal                                                                                                                                                                                                               | 1/4 : 1 | 1/4 : 1  | 1/4 : 1                | S 1/2 : 1<br>I 1/4 : 1 | Tender talud en coronamiento 3/4 : 1 y colocar contrafoso impermeable                                |
| b) Suave de resistencia media y muy fracturada                                                                                                                                                                                                                                  | 1/2 : 1 | 3/4 : 1  | 3/4 : 1                | S 1 : 1<br>I 3/4 : 1   | Tender talud en coronamiento 1 : 1 y contrafoso impermeable                                          |
| <b>METAMÓRFICAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |         |          |                        |                        |                                                                                                      |
| Gneiss, Cuarzitas, Mármol                                                                                                                                                                                                                                                       | 1/4 : 1 | 1/4 : 1  | S 1/2 : 1<br>I 1/4 : 1 | 1/2 : 1                | Tender talud en coronamiento 3/4 : 1                                                                 |
| Abreviaturas (TABLA VII):<br>1) Tender talud en coronamiento cuando la roca está muy intemperizada en ésta parte.<br>2) S = Talud en 0.5 H superior<br>3) I = Talud en 0.5 H inferior<br>** Comportamiento de las pizarras que es roca metamórfica se asimila al de las calizas |         |          |                        |                        |                                                                                                      |

## (5) ブータンの標準切土勾配

ブータンの公共事業定住省の道路局で規定された基準 (Guideline on use of Standard Work Items for Common Road Works, MoWHS, 2015) の標準図面集の中の横断形状図面の中に大まかな地質に応じた Back Slope の切土勾配の指定がある。表 5-26 にまとめた。

表 5-26 ブータンの道路の基準書の標準切土勾配

(JICA 調査団作成)

| Materials     | Primary National Highway / Secondary National Highway<br>/ Farm Road / Dzongkhag Road |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ordinary Soil | 1 : 1.0                                                                               |
| Hard Soil     | 1 : 0.5                                                                               |
| Soft Rock     | 1 : 0.25                                                                              |
| Hard Rock     | 1 : 0.15                                                                              |

&lt;引用文献&gt;

RDA(1998): Geometric design standards of roads,

ERA(2013): Standard Detailed Drawings for Roadworks, Ethiopian Roads Authority

DPWH(2015): Highway design, Design guidelines, criteria & standards, Volume 4

DPWH(2017): Department order No.68:(2017), Minimum Design Standards for Industry Roads Under the DTIDPWH Convergence Program for Roads Leveraging Linkages for Industry and Trade (ROLLIT)

SOPTRAVI (1996) : Road Manual volume 2-RECOGNITION AND LAYOUT OF ROADS, Secretaria de estado en los despachos de obras publicas, transporte y vivienda

SIECA(2019): Geotechnics and Seismic Considerations Manual

MoWHS(2015): Guideline on use of Standard Work Items for Common Road Works, Ministry of Works and Human Settlement

## 5.7.2 設計方針・フロー

表 5-27 に各国の斜面对策の設計方針と設計フローの特徴を掲載する。多くの国では擁壁の設計方法については道路当局等の設計マニュアルに記載されているが、その他の斜面对策については種類や対策工の特徴のみが説明されていることが多い。具体的な設計方法は使用する欧米の設計ソフトに任せている国も多い。特殊なケースとしてフィリピンでは道路斜面对策の調査・設計業務をコンサルタントに発注せず、資材メーカーが無償で調査・設計を実施することが既成事実化している。

表 5-27 各国の斜面对策の設計方針と設計フローの概要

(JICA 調査団作成)

| 対象国   | 設計方針や設計フローの概要                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 備考                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路当局の設計マニュアルには斜面对策の種類や考え方が説明されているだけで、設計方法に関する記述は無い。</li> <li>設計計算の対象となるのはソイルネイリングと擁壁類。擁壁は通常の擁壁の設計計算が実施される。</li> <li>技術指針等に計画安全率の指定は無い。斜面对策工の計画安全率は 1.3 程度とする回答と 1.6～2.0 という回答があり、統一されていない。</li> <li>実際の設計にはカナダの SLOPE/W (GeoSlope 社) などの欧米の設計ソフトが利用されている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>発災後の事後対応が基本。</li> <li>発災後の調査・設計はコンサルタントに発注するが入札が不調の場合は、道路当局が自ら調査設計を実施。</li> </ul> |
| ネパール  | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路当局の設計マニュアルは JICA 業務で整備されており、基本的に日本の技術指針がベースである。</li> <li>斜面对策の計画安全率は <math>F_p=1.5</math> で、対象となる抑止工はソイルネイリング程度。</li> <li>コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁が斜面对策の基本であるため、擁壁工が主な設計対象となる。</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>発災後の事後対応が基本。</li> </ul>                                                           |
| エチオピア | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路当局の設計マニュアルには斜面对策の種類が説明されているが、設計方法に関する記述は無い。</li> <li>抑止工が無く、斜面の計画安全率の設定は無い。</li> <li>練石積み擁壁は通常の擁壁の設計を行う。ガビオンによる土留工や擁壁は、ガビオンの積み方や土台の角度に関する注意点が設計マニュアルに記載されているのみ。</li> </ul>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>発災後の事後対応が基本。斜面对策の設計はコンサルタントに外注する。</li> </ul>                                      |

| 対象国    | 設計方針や設計フローの概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 備考                                                                                                                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フィリピン  | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路当局の設計マニュアルには斜面对策の種類や考え方が説明されているだけで、設計方法に関する記述は無い。</li> <li>JICA 業務で整備された道路マニュアルにも斜面对策の計画の考え方は説明されているが、設計方法に関する記述は無い。</li> <li>技術指針等に計画安全率の指定は無い。取材によると静的な計画安全率は 1.5、地震時の計画安全率は 1.2 に設定し、地震動は垂直震度 0.1、水平震度 0.2 として考慮しているとのことである。</li> <li>斜面对策工の設計は、資材メーカーが無償で実施するのが通例。設計に必要な現地調査や土質試験も資材メーカーが無償で実施する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>発災前対応が基本。</li> <li>斜面对策の調査・設計をコンサルタントに発注することは基本的には無い。</li> <li>大規模な道路開発プロジェクトであれば調査・設計をコンサルタントに発注する。</li> </ul> |
| インドネシア | <ul style="list-style-type: none"> <li>標準切土勾配を設けず、全ての切土のり面で安定解析を実施し、安定度を評価することが基本。</li> <li>国家規格の中で主な斜面对策工の設計方法に関する記述があり、主な抑止工であるソイルネイリングについては、切土高さ H との比率で鉄筋長を決める独特の方法を示している。</li> <li>具体的な設計は道路当局も地元コンサルタントもベントレーの PLAXIS 2D/3D を標準的に利用している。極限平衡法ではなく有限要素法を設計方法の基本としている。</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>発災後の事後対応が基本であるが、一部では事前対策も実施されている。</li> <li>全ての切土区間で安定度評価を実施する方針。</li> <li>有限要素法の利用には、まだ議論がある点に注意が必要</li> </ul>  |
| ホンジュラス | <ul style="list-style-type: none"> <li>JICA 事業で整備した中米統合機構(SIECA)の道路マニュアル(SIECA, 2019)には斜面对策の種類や特徴についての説明はあるが、具体的な設計方法に関する説明は無い。計画安全率は日本と同様に保全対象物の重要度を考慮して 1.1~1.2 で設定すると記載。</li> <li>古い高速道路地すべり対策マニュアル(SECOPT,1988)にも対策の種類や配置方法の説明はあるが設計に関する説明は無い。</li> <li>実際の設計にはカナダの Rocscience 社の SLIDE2 が利用されることが多い。</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>のり面保護工を全く実施していない切土のり面が主流。</li> <li>発災後の事後対応が基本である。</li> </ul>                                                   |
| ブータン   | <ul style="list-style-type: none"> <li>斜面对策はガビオンと練石積擁壁等であるため、斜面对策工の設計方針や設計フローを必要としない。</li> <li>安定解析を実施しないので、斜面の計画安全率も存在しない。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>発災後の事後対応が基本である。</li> </ul>                                                                                      |

各国の中でインドネシアは、斜面对策に関する計画安全率の基準値が国家規格(SNI)の本文中に文章として記載されているので、その内容を表 5-28 に紹介する。

表 5-28 インドネシアの国家資格の中に明記されている斜面对策工の計画安全率の基準値

(SNI8460:2017 の内容を JasaMarga が整理)

| No. | Conditions                                           | Minimum Safety Factor<br>for Landslide<br>(Embankment) | Minimum Safety Factor<br>for Landslide<br>(Cut Area) |
|-----|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1   | Short Term (Construction Period)                     | 1.2                                                    | 1.25~1.3                                             |
| 2   | Long Term (Operation Period)                         | 1.4~1.5                                                | 1.4~1.5                                              |
| 3   | Earthquake Condition<br>(Return Period of 500 Years) | 1.1                                                    | 1.1                                                  |

## &lt;引用文献&gt;

SNI(2017): Persyaratan perancangan geoteknik(Geotechnical design requirements), Standar Nasional Indonesia, SNI 8460:2017

SIECA(2019): Geotechnics and Seismic Considerations Manual

SECOPT(1988): Landslide in the Western Highway, Honduras, Secretaria de comunicaciones, obras publicas y transporte.

## 5.7.3 斜面安定解析

各国の斜面安定解析の概要を表 5-29 に示す。ブータン以外の国では欧米の設計ソフトが利用されている。その中でインドネシアは極限平衡法の安定解析ではなく、有限要素法の安定解析に対応した設計ソフトが利用されている。また、インドネシアはすべての切土のり面で安定度評価を実施している点も特徴である。

表 5-29 各国の斜面安定解析の概要

(JICA 調査団作成)

| 対象国   | 斜面安定解析の概要                                                                                                                                                | 備考                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| スリランカ | Design office manual for geotechnical design(NBRO,2019)の中に安定解析式の選定方法やパラメータの設定方法などの記述がある。その中で逆解析に関する説明もある。実務ではカナダの SLOPE/W (Geo-Slope 社) などの設計ソフトを利用している。 | 日本のODAが斜面对策の導入のきっかけとなっていることから、逆解析などの日本技術が採用されている。 |
| ネパール  | 実務では Slide(Rocscience 社)を使用。土質パラメータを先に与える順解析を採用。円弧すべり試行計算により最危険すべり面を検索。                                                                                  | —                                                 |
| エチオピア | Geotechnical Design Manual (ERA,2013) には安定解析に関する説明もあるが、実務では GeoStru 社 (イタリア) や Rocscience 社 (カナダ) などの欧米の設計ソフトを使用している。                                    | —                                                 |
| フィリピン | Volume4; Highway design (DPWH, 2015)に切土のり面の安定度評価に SLOPE/W (Geo-Slope 社)                                                                                  | —                                                 |

| 対象国    | 斜面安定解析の概要                                                                                                                                  | 備考                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|        | などの設計ソフトを利用することが記載されている。                                                                                                                   |                                                       |
| インドネシア | 有限要素法に対応したベントレーの PLAXIS 2D/3D が切土のり面の安定度評価に標準的に利用されている。極限平衡法は通常利用されていない。                                                                   | 基本的にはすべての切土のり面で安定度評価を行う。<br>有限要素法の利用には、まだ議論がある点に注意が必要 |
| ホンジュラス | JICA 事業で整備した道路マニュアル (SIECA (2019) : Geotechnics and Seismic Considerations Manual) に日本式の安定解析の説明があるが、実務ではカナダの Rocscience 社の SLIDE2 を利用している。 | －                                                     |
| ブータン   | 斜面の安定解析は実施しない。                                                                                                                             | －                                                     |

#### 5.7.4 のり面保護工の種類

各国で利用されているのり面保護工の種類を表 5-30 に示す。構造物によるのり面保護工で主に斜面崩壊対策を主目的とする工種は次節で説明する。練石積擁壁やガビオンはどの国でも利用されている。コンクリート吹付工は 7 カ国中 4 カ国で利用されている。法枠工が利用されているのはスリランカとホンジュラスの 2 カ国である。

表 5-30 各国ののり面保護工

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | のり面保護工の種類                                     | 備考                     |
|--------|-----------------------------------------------|------------------------|
| スリランカ  | コンクリート吹付工、掘り込み型場所打ち法枠工 (図 5-9)、吹付法枠工、擁壁工、ガビオン | 吹付法枠工は日本の ODA での施工実績。  |
| ネパール   | コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁                   |                        |
| エチオピア  | 練石積張工、ガビオン擁壁、練石積擁壁等                           | 中国企業によるプレキャスト枠工の実績がある。 |
| フィリピン  | コンクリート吹付工、練石積擁壁、コンクリートもたれ擁壁、重力式コンクリート擁壁、法枠擁壁  | －                      |
| インドネシア | コンクリート吹付工、コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁         | －                      |
| ホンジュラス | 吹付法枠工、コンクリート吹付工、コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁   | －                      |
| ブータン   | ガビオン、練石積擁壁等                                   | －                      |



図 5-9 スリランカの掘り込み型場所打ち法枠工  
(JICA 調査団作成)

### 5.7.5 斜面崩壊対策工の種類

各国で利用されている斜面崩壊対策の種類を表 5-31 に示す。この中で抑止工に分類されるソイルネイリングが一般的に利用されている国は、スリランカ、フィリピン、インドネシア、ホンジュラスの 4 カ国と比較的多い。グラウンドアンカー工が道路斜面对策に採用されているのはスリランカとホンジュラスであるが、いずれも日本の ODA による施工である。

表 5-31 各国の斜面崩壊対策工

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 斜面崩壊対策工の種類                                                                   | 備考                                                        |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| スリランカ  | ソイルネイリング、鋼製ネット併用ソイルネイリング、吹付け法枠工、グラウンドアンカー工、練石積み擁壁、ガビオン擁壁                     | 吹付法枠工とグラウンドアンカー工は主に日本の ODA による。                           |
| ネパール   | コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁                                                  | Earth anchor としてソイルネイリングが施工された実績がある。                      |
| エチオピア  | ガビオン擁壁、練石積み擁壁                                                                | －                                                         |
| フィリピン  | 金網併用のソイルネイリング、練石積み擁壁、コンクリートもたれ擁壁、重力式コンクリート擁壁、法枠擁壁                            | 金網併用のソイルネイリングは GeoBurgg 社製を模倣した製品が多い。                     |
| インドネシア | ソイルネイリング、コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁                                         | －                                                         |
| ホンジュラス | アンカー工併用連結シャフト杭擁壁、補強土擁壁、グラウンドアンカー工、ソイルネイリング、吹付法枠工、コンクリート擁壁、練石積み擁壁、ガビオン擁壁、井桁擁壁 | グラウンドアンカー工は主に日本の ODA による。                                 |
| ブータン   | ガビオン、練石積み擁壁等                                                                 | JICA 事業でマイクロネット工法が施工された実績がある。<br>試験的にノンフレーム工法が施工された実績がある。 |

### 5.7.6 落石対策工の種類

各国で利用されている落石対策工を表 5-32 に示す。落石対策工については日本のODAなどで日本企業が施工に関与している事例が多い。

表 5-32 各国の落石対策工の種類

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 落石対策工の種類                                                                  | 備考                             |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| スリランカ  | 世界銀行のプロジェクトや円借款事業で、本邦企業が施工した落石対策工（ロープ掛け工、覆式落石防護網工、ポケット式落石防護網工、落石防護柵工）が存在。 | 本邦企業（JV 下）による施工。               |
| ネパール   | 未実施                                                                       | 落石調査を実施したことはあるが対策は資金不足で未実施。    |
| エチオピア  | 未実施。                                                                      | －                              |
| フィリピン  | ポケット式落石防護網工（本邦企業）                                                         | 本邦企業による施工。                     |
| インドネシア | ワイヤーネット工などの落石対策工が施工されているようであるが未確認。                                        | －                              |
| ホンジュラス | ロックメッシュやカーテンネット等                                                          | －                              |
| ブータン   | インド軍 BRO/DANTAK の管理下のごく一部の斜面に落石対策工がある。                                    | JICA の中小企業支援スキームで落石防護土堤が実施された。 |

### 5.7.7 土石流対策工の種類

各国の土石流対策の種類を表 5-33 に示す。エチオピアではガビオンを使った床固工が確認できている。ブータンとネパールではコースウェイで越流させる。

表 5-33 各国の土石流対策工の種類

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 土石流対策工の種類                   | 備考                          |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|
| スリランカ  | 未確認                         | －                           |
| ネパール   | コースウェイで越流させる。               | －                           |
| エチオピア  | ガビオンを使った床固工                 | －                           |
| フィリピン  | 未確認                         | －                           |
| インドネシア | 未確認                         | －                           |
| ホンジュラス | 未確認                         | －                           |
| ブータン   | コースウェイで越流させる。或いは橋やカルバートで対応。 | 橋とカルバートによる対応は JICA 技プロで試行中。 |



### 5.7.8 地すべり対策工の種類

各国の地すべり対策工（狭義の地すべり（再滑動型地すべり）への対策）の種類を表 5-34 に示す。各国での実績は主に日本の ODA によるものである。

独自で再滑動型地すべりへの対策を実施した開発途上国はホンジュラスのみである。図 5-10 はホンジュラスで地すべり対策として施工されていたグラウンドアンカー工併用の連続シャフト杭擁壁である。

表 5-34 各国の地すべり対策工の種類（狭義の地すべり（再滑動型地すべり））

（JICA 調査団作成）

| 対象国    | 地すべり対策工の種類                                                                 | 備考                |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| スリランカ  | 日本の ODA（有償）で実施した集水井工、グラウンドアンカー工が存在する。                                      | 日本の ODA による実績のみ。  |
| ネパール   | Landslide 対策のパイロットサイトでのアンカー工                                               | －                 |
| エチオピア  | 日本の ODA 以外では未実施。                                                           | 日本の ODA による実績のみ。  |
| フィリピン  | 未確認                                                                        | －                 |
| インドネシア | 未確認                                                                        | －                 |
| ホンジュラス | グラウンドアンカー工併用の連続シャフト杭擁壁（図 5-10）。その他に日本の ODA で実施した集水井工、鋼管杭工、グラウンドアンカー工が存在する。 | 主には日本の ODA による実績。 |
| ブータン   | 日本の ODA 以外では未実施。                                                           | 日本の ODA による実績のみ。  |



図 5-10 ホンジュラスで確認されたアンカー工併用の連続シャフト杭擁壁の例

（JICA 調査団作成）

## 5.8 道路沿いの斜面对策の施工

### 5.8.1 施工方法（施工機械及び仮設、安全管理を含む）

各国での斜面对策の施工方法を確認できた範囲で表 5-35 に示す。

表 5-35 各国の道路沿いの斜面对策工の施工方法

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 施工機械                                                                                                                                  | 施工方法・仮設                                                                                                                                                                   | 安全管理                                                                                                                                                                    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザ、エクスカベーター</li> <li>▪簡易パーカッションボーリングマシン、ロータリーパーカッションボーリングマシン、自走式ボーリングマシン、湿式吹付け機</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪斜面の整形には小型のエクスカベーターを使い、単管による仮設足場をもうけて簡易パーカッションボーリングマシンでソイルネイリング用の削孔（図 5-13）。</li> <li>▪重機を使ったつり下げ足場等による削孔・挿入作業（図 5-14）。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪現場に監督員は無く、作業員のみで作業。</li> </ul>                                                                                                  |
| ネパール   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザ、エクスカベーター</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪重機による斜面整形や切土</li> <li>▪仮設足場を使うような斜面对策は無い。</li> </ul>                                                                              | —                                                                                                                                                                       |
| エチオピア  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザ、エクスカベーター</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪重機による斜面整形や切土</li> <li>▪仮設足場を使うような斜面对策は無い。</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪コンサルタントによる施工管理</li> </ul>                                                                                                       |
| フィリピン  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザやエクスカベーター</li> <li>▪簡易パーカッションボーリングマシン、湿式吹付け機</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪仮設足場を持ちいらないでロープ作業で実施。</li> <li>▪ロープでボーリングマシンを支えて高所作業で施工。（図 5-11）</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪斜面上の転石除去及び金網配置作業ではロープとハーネスを使用。</li> <li>▪ソイルネイリングの施工ではロープを機械の支えに使っている一方、作業員は安全器具を利用せず。</li> <li>▪現場に監督員は無く、作業員のみで作業。</li> </ul> |
| インドネシア | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザやエクスカベーター</li> <li>▪ソイルネイリングの施工機械は未確認</li> <li>▪コンクリート吹付工は湿式吹付け機を使用</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪重機による斜面整形や切土（切土工、コンクリート吹付工）。</li> <li>▪吹付工やソイルネイリングの施工方法は、土工を除いて未確認。</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪コンサルタントによる施工管理</li> </ul>                                                                                                       |
| ホンジュラス | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザやエクスカベーター、湿式吹付け機</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪重機による斜面整形や切土（図 5-12）</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪コンサルタントによる施工管理</li> </ul>                                                                                                       |
| ブータン   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ブルドーザやエクスカベーター</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪重機による斜面整形や切土</li> <li>▪仮設足場を使うような斜面对策は無い。</li> </ul>                                                                              | —                                                                                                                                                                       |



図 5-11 フィリピンでのソイルネーリングの削孔挿入（左）と金網の配置前の転石等の除去（右）

（JICA 調査団作成）

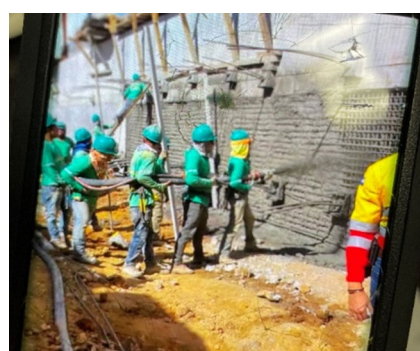


図 5-12 フィリピンでの道路拡幅作業（左）とホンジュラスのコンクリート吹き付け（右）

（JICA 調査団作成）

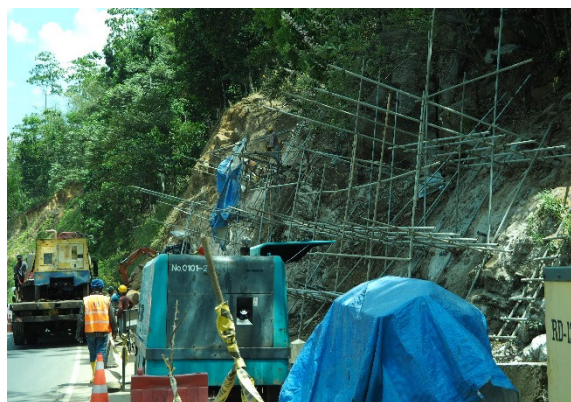


図 5-13 スリランカでの自走式のボーリングマシンによる削孔作業（左）と単管足場を使ったソイルネーリングの削孔・挿入作業（右）

（左：JICA 調査団作成、右：Soiltech 社パンフレットより引用）



図 5-14 スリランカでの重機を利用した2種類の足場（左：クレーンのアームの先端に作業台を直接設置、中央：クレーンで吊り下げた作業台、右：中央の写真の作業台部分）

（Soiltech 社パンフレットより引用）

### 5.8.2 工事契約の種類

斜面对策に関する各国の工事契約の種類を表 5-36 に示す。

表 5-36 各国の斜面对策に関する工事契約の種類

（JICA 調査団作成）

| 対象国    | 斜面对策に関する工事契約の種類                    | 備考                                               |
|--------|------------------------------------|--------------------------------------------------|
| スリランカ  | 一般的には数量単価契約（BOQ 又は item rate）を用いる。 | デザインビルド（DB）契約やランプサム契約も試行され始めている。                 |
| ネパール   | BOQ が主流                            | 橋梁では DB が採用され、また Fast Track 案件ではターンキー契約（EPC）を採用。 |
| エチオピア  | 一般的には BOQ。                         | 近年、DB も導入されている。                                  |
| フィリピン  | BOQ                                | －                                                |
| インドネシア | BOQ                                | 有料道路では DB も採用されている                               |
| ホンジュラス | 未確認                                | －                                                |
| ブータン   | BOQ                                | 橋梁では DB を使うこともある                                 |



### 5.8.3 斜面災害の予見

各国での道路開発における斜面災害の予見方法を表 5-37 に示す。

**表 5-37 各国での道路開発における斜面災害の予見方法**

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 道路開発における斜面災害の予見方法                                                           | 備考                                                                        |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ  | プロジェクト実施時に、ドローンなどを使って対象地の詳細な地形図を作成する。<br>切土区間ではボーリングを道路縦断方向で 200～300m 毎に実施。 | 弾性波探査の併用、土質試験の実施                                                          |
| ネパール   | 基本的には斜面災害発生後の事後対策                                                           | －                                                                         |
| エチオピア  | 立体視鏡を使った航空写真又は衛星画像の判読<br>切土区間の調査ボーリングの本数は少なく、予見に必要なデータが乏しい。                 | 工事費削減のために設計時の切土勾配よりも急勾配に切土することで斜面災害が多発。                                   |
| フィリピン  | 近年の山岳地では拡幅工事が主流。しかし、拡幅時の切土のり面は練石積擁壁などのなんらかの対策を実施することが基本となっている。              | 既存道路では斜面災害が発生する前の事前対策が基本。                                                 |
| インドネシア | LiDAR を利用した微地形分類地形図を活用している                                                  |                                                                           |
| ホンジュラス | 日本と同様の事前調査が JICA 事業で整備したマニュアルに記載されているが、実態は斜面災害発生後の事後対応が主流。                  | 日本の技術協力で整備した地すべり地形分布図は緊急事態対処常設委員会(COPECO)で利用されているが、道路開発に関係する機関では利用されていない。 |
| ブータン   | ほとんど未実施                                                                     | 道路開発に伴う斜面災害多発。                                                            |

## 5.9 道路沿い斜面の維持管理

### 5.9.1 斜面点検と斜面の被災履歴の管理

各国の斜面点検および斜面の被災履歴の管理の内容を表 5-38 に示す。

表 5-38 各国の斜面点検および斜面の被災履歴の管理

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 斜面点検                                                                                   | 斜面の被災履歴の管理                                                                       |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| スリランカ  | 日常的な道路管理の中で斜面の状況を管理。                                                                   | RDA の地方事務所に任せているが、現状での被災箇所以外の履歴管理はほとんど実施されていない。<br>現時点で被災した斜面については優先順位を検討した上で対応。 |
| ネパール   | 定期点検と緊急点検を実施。<br>斜面台帳に、点検や被害を記録                                                        | 道路斜面の被災状況は、復旧コストと被害額と共に、DoR 地方事務所が記録している。                                        |
| エチオピア  | JICA プロジェクトで斜面点検のマニュアル等を整備したが、プロジェクト終了後は未実施。<br>発災前の事前対策という考え方がないので、斜面点検の結果を実施する意味がない。 | 道路斜面の被災履歴管理は未実施。                                                                 |
| フィリピン  | 通常の道路点検の中で実施。                                                                          | 道路斜面の被災履歴管理は未実施。                                                                 |
| インドネシア | 日常的な道路管理の中で斜面の状況を管理。                                                                   | 道路斜面の被災履歴管理は未実施。                                                                 |
| ホンジュラス | 未実施                                                                                    | 道路斜面の被災履歴管理は未実施。                                                                 |
| ブータン   | JICA プロジェクトの成果として斜面台帳の整備が進められ斜面点検が定着しつつある。                                             | 補修に対する補助金を取得するため、DoR 地方事務所が、道路斜面の被災状況を記録している。                                    |

### 5.9.2 道路での雨量観測と斜面对策工の維持管理

各国の道路での雨量観測と斜面对策工の維持管理の内容を表 5-39 に示す。

表 5-39 各国の道路での雨量観測と斜面对策工の維持管理

(JICA 調査団作成)

| 対象国    | 道路での雨量観測                                          | 斜面对策工の維持管理                                             |
|--------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| スリランカ  | 世界銀行のプロジェクトで整備した道路脇の地すべり対策地で一部雨量モニタリングを実施(図5-15)。 | 通常の道路管理の中で草刈りや落石防護網の堆積土砂の除去等は実施している。                   |
| ネパール   | Department of Hydrology and Meteorology のデータを利用   | 通常の道路管理で草刈りや排水溝清掃を実施。                                  |
| エチオピア  | 未実施。                                              | 崩落など道路に被害が発生した場合に対応。                                   |
| フィリピン  | 未実施。                                              | 被災した斜面对策工(ポケット式落石防護網工)が放置されている状態であり、維持管理はほとんど実施されていない。 |
| インドネシア | 未実施。                                              | 吹付工の被災程度であれば、他の斜面崩壊と同様に優先順位を決めて対応。                     |
| ホンジュラス | 未実施。                                              | アンカー工の頭部損傷程度では行わない。                                    |
| ブータン   | 2,3 か所の崩壊多発地で実施。                                  | 通常の道路管理で草刈りや排水溝清掃を実施。                                  |



図 5-15 スリランカの国道沿いの地すべり地に設置された雨量観測(左)と通報装置(右)

(JICA 調査団作成)

## 第6章 今後の ODA 事業における斜面对策の調査・設計指針

本研究においては、丘陵地を含む山間部又は山岳部（以下、“山間部等”という）の道路建設に係る ODA 事業において、斜面对策の調査・設計及び施工監理／管理の指針として活用するべく、第一部調査・設計編と第二部施工監理／管理編のハンドブック（以降、HB と略する）を作成した。

この章では、主に HB 第一部調査・設計編を、JICA として有効活用するという視点で調査・設計の指針を記述する。

### 6.1 HB を適用する案件

上記 HB を適用する案件として、1)山間部等における道路・橋梁開発などの案件、2)道路防災や斜面防災を対象とする案件の二通り<sup>37</sup>を想定している。具体的な例としては以下のような案件である。

- ・ 落石や斜面崩壊が発生している路線、及びそれらが懸念される路線の案件
- ・ 地すべりが懸念される路線の案件
- ・ 斜面災害の被災履歴が報告されている路線の案件
- ・ 道路拡幅や橋梁建設などで、長大切土（切土高が概ね 15m 以上のもの）や斜面上の高盛土（盛土高が概ね 10m 以上のもの）を行う案件
- ・ 山岳地域や山間地における道路拡幅・橋梁建設案件や道路線形改良案件
- ・ 峠や溪谷などを通過する道路の拡幅や橋梁など構造物の建設案件
- ・ 丘陵地を通過する道路の拡幅や橋梁など構造物の建設案件<sup>38</sup>
- ・ 近隣で案件を実施していたコンサルタントやコントラクターなどから、落石・斜面崩壊や地すべりなどの懸念が示されている案件

無償資金協力事業に係る協力準備調査を発注する際、その案件に HB を適用するべきか否かを迷う際には、JICA 内の専門員に相談するか、若しくはコンサルタントを備上し現地踏査を行って決定する。

### 6.2 斜面对策の調査の指針

#### (1) 協力準備調査での現地調査の重要性、および国内事業との調査手順の違い

斜面对策の調査・設計に関する全般的な注意点：HB 第一部調査・設計編第 1 章  
必要とされる調査内容：同第 3 章

<sup>37</sup> HB 第一部調査・設計編には、「斜面災害が顕在化していない案件」と「斜面災害が顕在化している案件」という表現が出てくる。前者は山間部等における道路・橋梁開発案件を、後者は道路防災や斜面防災案件を指していると考えても、概ね差し支えない。

<sup>38</sup> 丘陵地は、斜面災害とは縁遠く思えるが、自然斜面の傾斜が緩いということは、地山の強度が低いことを示唆しており、道路開発による切土盛土により、地すべりや崩壊が引き起こされる事例が多い。



まず、斜面災害が顕在化していない路線であっても、山間部等の道路・橋梁建設では、斜面の切土や盛土施工、構造物の施工に伴う斜面災害の発生リスクが常に存在することを、常に意識するべきである。

国内における道路開発事業では、既存資料を用いた概略調査に始まり、現地踏査や空中写真判読等を実施する予備調査を経て、地質・土質調査や各種計測調査を行う詳細調査と、調査が段階的に進められ、それに対応して設計も概略設計（比較設計）、予備設計（路線の設計）、詳細設計（構造物の設計）と段階的に進められる<sup>39</sup>。これらの段階的な調査・設計が全て完了した後に工事費の積算が実施され工事が発注される。

一方、ODA 事業では、協力準備調査で実施される調査とその調査結果による設計（以下、“概略設計”という）によって事業量が決まることから、概略設計における路線の設計や構造物設計の精度が重要となる。

山間部等の道路建設では、協力準備調査で実施される現地調査の質と量によって斜面对策の設計の精度が決まる。よって、山間部等の道路開発に関連する ODA 事業では、協力準備調査における現地調査が必要十分であるかを、十分に検討する必要がある。

斜面对策の調査・設計に関する全般的な注意点はハンドブック（調査・設計編）の第 1 章に記述した。必要な調査の内容は同編の第 3 章に記述した。

## (2) 斜面災害が顕在化していない路線での現地調査の重要性

### 山間部等における道路・橋梁開発案件での必要最小限の調査内容：

#### HB 第一部調査・設計編第 1 章

本報告書第 2 章で述べた既往 ODA 案件のレビュー結果によると、ODA 事業の業務項目に斜面災害対策が入っている案件（斜面災害が顕在化している案件）における協力準備調査での現地調査は、質と量共に大きな問題はないものの、斜面災害が顕在化していない案件では協力準備調査での現地調査が不足していることが報告されている。この調査不足が原因となり、施工時に斜面災害が顕在化するなど、事業の遅延等の問題が発生する事例が複数確認されている。

山間部等での道路・橋梁建設においては、顕在化していない斜面災害の発生リスクを最小化するための現地調査は必要不可欠である。斜面災害が顕在化していない案件での必要最小限の調査内容については HB 第一部調査・設計編の第 1 章に記述した。

## (3) 適切な契約工期設定の必要性

### 段階的な現地調査の必要性：HB 第一部調査・設計編第 3 章

先述したように斜面災害が顕在化していない路線であっても山間部等の道路・橋梁建設では斜面の切土や盛土、斜面整地等に伴う斜面災害の発生リスクが常に存在する。第 1 次現地調査で問題箇所が見つかった場合に、その調査期間の中でボーリング調査やサウンディング調査などの詳細調査を実施することは困難である。調査段階を分けないと、詳細調査のための資機材の調達や掘削作業に要する期間を確保することができない。

斜面災害が顕在化していない路線であっても山間部等の道路・橋梁建設では第 2 次現地調査や第 3 次現地調査など、段階的な調査の実施が必要となる可能性があることを考慮する必要がある。段階的な現地調査の内容は HB 第一部調査・設計編第 3 章に記述した。

<sup>39</sup> これらの各調査、各設計は、それぞれが個別に発注される。

また、調査の進展に伴い、判明した現地状況から、協力準備調査の業務項目に無い詳細調査がコンサルタントから提案される場合が想定される。この様な提案には、極力柔軟な対応が望まれる。

#### (4) 対象地域の災害履歴の事前把握の重要性

##### 案件対象地域の災害履歴を把握することが重要

斜面災害は落石、斜面崩壊、地すべり、土石流など様々な種類があるが、それぞれの斜面災害は特定の地域に多発する傾向がある。協力準備調査で対象地域の災害履歴を詳細に調べることは重要であるが、ODA の案件形成の時点で、対象地域の災害履歴を把握することが特に重要である。それによって協力準備調査で実施する必要のある調査内容が大きく異なり、必要な契約工期も異なることになる。

#### (5) 協力準備調査における地形判読と地表踏査の重要性

##### 事業に伴う災害の予兆を捉える：HB 第一部調査・設計編第 1.2 節、1.3 節

空中写真判読と地表踏査を十分に行うことにより、道路建設事業により発生する災害の予兆を捉える可能性が格段に上がる。この内容は HB 第一部調査・設計編第 1.2 節「山間部等道路の無償資金協力事業において調査・設計で重視すべき事項」と第 1.3 節「予見不可能な斜面災害の発生リスクを最小化するための調査の重要性」に詳述した。

#### (6) 担当エンジニアの資格要件を規定

##### 事業に伴う災害の予兆を捉えるには、優秀な土木地質・災害地質専門家が必要： HB 第一部調査・設計編第 1.2 節、1.3 節、3.4 節

特に、災害が顕在化していない案件（道路や橋梁案件）であっても、6.1 節で示したような災害の潜在リスクが疑われる案件では、経験豊富で優秀な土木地質や災害地質の専門家をアサインすることが重要である。特に、地形判読や地表踏査の結果として、線形シフトによる危険斜面の回避を当該エンジニアが業務主任者に提案し、納得させる必要があるため、それなりの立場と発言力、及び説得力を持ったエンジニアが必要となる。そのためには、技術士資格の取得者であり、かつ、当該分野に継続して携わっている技術者の配員が必要となる。このような技術者は、評価対象者とすることが望ましい。

### 6.3 斜面对策の設計の指針

#### (1) 日本における対策工選定フローの適用上の課題と HB での対応

##### 災害シナリオに応じた対策工選定が必要：HB 第一部調査・設計編第 4 章

本報告書第 3 章に記載したように、道路土工指針等の斜面对策に関する日本の技術基準には、各種対策工の選定フローが掲載されている。これは日本の地形・地質条件と日本の気象条件を前提に、日本での経験から作成されたものである。

この前提条件が異なる支援対象国で、日本の対策工選定フローを安易に適用することは大変危険である。現地調査に基づき、個々の斜面で想定される災害シナリオをエンジニアが想定し、その災害シナリオに対応した対策工を選択すべきであることが重要である。このことは HB 第一部調査・設計編第 4 章の「設計方法」の冒頭に詳述している。

**(2) 日本における切土の標準勾配の適用上の課題と HB での対応**

**切土勾配の判断は技術者が個々ののり面で判断すること：**

**HB 第一部調査・設計編第 4.1 節「設計基準の選定」、4.4 節「切土工の設計と留意点」**

日本の道路土工指針では切土の標準勾配が表として掲載されている。そこでの地山の地質分類で採用されている硬岩、軟岩、土砂の区分は重機等での土工の作業性を元にした日本独自の分類である（この詳細は HB 第 3 部技術編に詳述）。また、各地質分類に対応した標準勾配は、日本の地形・地質条件と日本の気象条件を前提に、日本での経験から作成されたものである。

本報告書第 5.4 節に示した開発途上国の技術基準のレビューでも、調査対象国毎に切土の標準勾配の基準値が異なることが報告されている。

そもそも、切土の安定勾配は、国ごとに決まるというよりも、切土対象の地山の性状に左右されるものであり、各切土区間それぞれの現場条件に合わせて個別に判断するべきである。標準切土勾配は、長大な路線を短期間で建設する必要に迫られた際に、設計の簡易化を目的として設定されたものであり、絶対的な指標というものではない。

多くの無償資金協力事業では、事業対象区間が限られており、切土区間の延長や数も限られる。そのため、標準勾配によって判断するよりも、出現する個々ののり面の安定性を、担当技術者がそれぞれ検討するべきである。この内容は HB 第一部調査・設計編の第 4.1 節「設計基準の選定」及び第 4.4 節「切土工の設計と留意点」に詳述した。

**(3) 設計方法に関する指示での HB の活用**

**対策工の設計方法：HB 第一部調査・設計編第 4 章**

過去の ODA 案件のレビュー結果によると、斜面災害対策が業務項目にある案件で、調査に関する具体的な内容が入札時の資料として添付されているケースは複数確認できたが、斜面对策工の設計に関する具体的な内容が入札時の資料として添付されているケースは確認できていない。ODA 事業での設計に関して特に重要な点を HB 第一部調査・設計編の第 4 章「設計方法」にまとめたので、入札時の説明資料として有効である。

**(4) 斜面对策工の維持管理の課題と HB での対応**

**途上国における維持管理の課題：HB 第一部調査・設計編第 1.2 節(f)「維持管理を考慮した斜面对策工の採用」、4.14 節「ライフサイクルコストの考慮」**

無償、有償に限らず、資金協力事業で建設された対策工の維持管理は、相手国の負担によって行われる。特に無償資金協力事業では、本邦技術を活用した対策工を導入しやすいが、その際には、相手国により対策工の維持管理が適切に行われるように配慮する必要がある。資金面・技術面の維持管理能力に関する調査・評価に加えて、必要に応じて、維持管理に必要な資器材や、技術移転も行う必要がある。

相手国による維持管理能力が期待されない場合は、グラウンドアンカー工など定期的に高度な維持管理が必要な対策工の導入は、絶対に必要不可欠な状況以外には避け、維持管理がより容易な工法を選定するべきである。絶対に必要不可欠な状況と判断される場合には、適切な維持管理が持続されるよう、資器材の供給や維持管理技術の移転が併せて行われなければならない。

## 6.4 海外における特殊事例

### 海外の参考とするべき事例：HB 第一部調査・設計編第 5 章

#### (1) 特殊な土や岩が分布する条件

過去の ODA 案件のレビュー結果によると、エチオピアやジョージアなど、マール（泥灰岩）や凝灰岩、石膏などが分布する地域で道路建設中又は建設後に地すべりや大規模崩壊が発生している。斜面災害が発生しやすい特殊な土や岩が分布する地域での道路開発はできるだけ回避する必要があるが、そこでの道路開発が避けがたい場合は、斜面对策のための十分な調査が必要となる。この事例報告は HB 第一部調査・設計編第 5 章に記述した。

#### (2) 斜面災害頻発地帯での道路開発

先述の調査の指針にも記載したが、斜面災害は特定の地域に多発する傾向がある。そのような地域での道路開発はできるだけ回避する必要があるが、そこでの道路開発が避けがたい場合は、斜面对策のための十分な調査が必要となる。この事例報告は HB 第一部調査・設計編第 5.3 節に記述した。

## 6.5 斜面对策の施工計画・積算の指針

### 斜面对策の施工計画・積算：HB 第一部調査・設計編第 6 章

#### (1) 仮設計画の重要性

斜面对策の施工計画の策定に当たっては、足場仮設、仮設用道路、急傾斜斜面への運搬仮設など、仮設計画が重要である。仮設計画の精度は積算の精度にも大きく影響するため事業費の精度にも影響する。

#### (2) 安全対策の重要性

斜面对策の工事は常に労働災害の危険リスクが伴う。工事中に新たな斜面災害が発生する危険性もある。施工そのものの安全管理の他に、工事対象斜面／のり面や上方斜面の安全管理が必要な場合もある。それらの安全対策の費用を計上し、入札図書及び契約書へビルトインすることは重要である。

#### (3) 積算における留意点

ODA 事業特有の事情として以下の調査を行い、積算に反映する必要がある。

- ・現地で調達可能な材料・機材
- ・日本から輸送する必要がある材料・機材
- ・第三国で調達可能な材料・機材
- ・荷揚げ港から陸路移動する経路の確認と費用の算出

## 第7章 今後の ODA 事業における斜面对策の施工監理/管理指針

この章では、HB 第二部施工監理／管理編を、JICA として有効活用するという視点で施工監理／管理の指針を記述する。

### 7.1 コンサルタントによる斜面施工監理

**斜面对策事業における施工監理コンサルタントに求められる対応：**

**HB 第二部施工監理／管理編 第 2 章**

施工監理に従事するコンサルタントの役割は、共通仕様書（General Conditions of Agreement for Consulting Service）等に規定されていることは、無償資金協力における斜面对策事業においても同様である。

斜面对策事業において、特に必要とされるコンサルタントの能力は以下の通りである。

- 斜面对策事業で必要とされる工種（吹付工、枠工、グラウンドアンカー工等）について施工監理が実施できる。
- 斜面对策事業における安全な施工について指導できる。
- 施工中に発生した斜面崩壊や地すべりなどに対応して、コントラクターに適切な指示を与え、施主と JICA に的確に情報共有できる。
- 上記の事態に対応して、迅速に設計変更に対応できる。

特に施工中の斜面の不安定化による設計変更については、斜面が不安定な状態で（応急的な対応のみの状態で）手続きを進めることになるため、スピードが求められる。また、既存工種の範囲や数量の増のみならず、新たな工種による対応（設計）が必要となる場合があるため、各種斜面对策工に関する知見も求められる。

本報告書第 8.7 節でも触れているが、途上国において本邦斜面对策技術に熟達した現地人エンジニアを調達することは、ほぼ想定できない一方、本邦コントラクターは本邦技術による斜面对策工に慣れているため、緊急時の対応は本邦技術を生かした対策工を行うことが想定される。そのため、上記の事態に対応するには、本邦技術に詳しい専門技術者を、施工段階においてもコンサルタントに適切に配員する必要がある。そのため、山間部における事業の施工段階においては、上記の専門技術者を配員する予算を適切に確保することが重要となる。

### 7.2 施工業者による斜面施工管理

**斜面对策事業におけるコントラクターに求められる対応：**

**HB 第二部施工監理／管理編 第 3 章及び第 5 章**

斜面对策工は、道路土工「切土・斜面安定工指針（日本道路協会、2009）」ほかの本邦の技術指針や施工マニュアルに基づき行うことが原則である。

HB 第二部施工監理／管理編では、コントラクターによる品質管理について第 3 章および 5 章に記載した。特に海外工事を施工する上での留意点は HB 第二部施工監理／管理編 5.2 章以降に記載されており、対象工種で注意すべき事項を整理した。

## (1) 施工前の準備、事前調査

施工に先立ちコントラクターは品質・出来形・安全および工程に対する管理方法を記載した施工計画書を作成する。施工計画書に含める内容は HB 第二部施工監理・管理編 3.2 節に示した。

なお、過去の ODA 案件のレビュー結果では、当初計画に斜面对策工が含まれていない場合には、突発的な崩壊事象に対して、既存の施工体制の中で無理に人員調整し、対処せざるを得ない事態が報告された。事前調査で新たな危険因子が発見され斜面对策が追加される場合には、安全かつ確実な施工を行うためにも、仮設計画や人員配置の追加を柔軟に検討することが重要である。事前調査で留意する事項は HB 第二部施工監理・管理編 5.1 節に記載した。

## (2) 施工中の品質管理

コントラクターは入札図書に記された施設工事を適正に実行することが求められ、品質管理・工程管理・安全管理・原価管理等の責任を負っている。そのため、施工計画書の中で品質管理、出来形管理の方法について記載されることになる。

過去の ODA 案件のレビュー結果では、品質管理について案件ごとに記載にばらつきが見られることが報告された。施工計画書では、各種基準書、指針を参考に、施工過程の各段階における適切な品質管理項目が明確にされているかどうかを、確認することが重要である。

## 7.3 過去の案件からの教訓

### 過去に発生した斜面对策の施工に関する問題：HB 第二部施工監理／管理編第 4 章

本報告書第 2 章に示すように、本研究では斜面对策を含む ODA 事業のレビューを行い、併せて関係したコンサルタント・コントラクターからヒアリング調査を行っている。特にヒアリング調査からは、今後の無償資金協力事業に有益となる教訓を得ることができた。HB 第二部施工監理／管理編第 4 章では、それらの教訓をまとめている。

施工中に顕在化した問題としては、危険斜面の抽出漏れ、工事用地、施工手順、本邦技術に詳しくない業者による誤解、設計変更、施主の理解不足など挙げられ、これらは一般の事業でも発生し得るものだが、斜面が介在することにより、問題がより複雑に深刻化する傾向が読み取れる。

特に問題となるのは、土地取得と設計変更である。これらの問題を極小化するためには、準備調査の段階から、必要な用地取得に対して十分な配慮をもって臨むことが必要であり、また十分に経験を積んだ技術者を、準備調査のみならず、施工段階においても適切に配員することが求められる。

## 7.4 危険予知

### 施工中の斜面の観察、動態観測：HB 第二部施工監理／管理編第 6 章

本工事施工前の事前調査の重要性は前出の第 7.2 節で述べた通りである。

加えて、斜面对策工の施工中には、対象斜面の注意深い観察と記録がコントラクターの重要な役割となる。目視観察の着目点は HB 第二部施工監理／管理編第 6.2 節に記載した。

また、崩壊リスクを監視し安全に斜面对策工を施工するためには、目視点検以外に観測機器を用いた動態観測の導入を積極的に検討することが望ましい。HB 第二部施工監理／管理編 6.3 節に典型的な動態観測方法を記載しており、崩壊リスクの大小に応じて、あらかじめこれらの観測項目が、主要な斜面对策本体工事とは別の付帯工事などに含まれていれば、安全に施工が進めやすくなる。

## 7.5 斜面崩壊時及びその後の対応

**施工中に斜面崩壊が生じた場合に、コントラクター及びコンサルタントに求められる対応：**

### **HB 第二部 施工監理／管理編 第 8 章**

HB 第二部施工監理／管理編第 8 章は、施工中に斜面崩壊が生じてしまった場合の対応をまとめている。

施工中に斜面崩壊が生じた場合、人命確保と第三者を含む影響拡大防止を第一に、当該斜面の応急対策や、交通や立入の規制を速やかに実施する必要がある。その上で恒久対策に向けての対応を検討していくこととなる。

これらのプロセスにおいては、施主や JICA にも密接な情報共有を行い、関係者が協力して事態の収拾に当たることが求められる。

## 7.6 維持管理

**斜面对策工を含む事業の引渡しに関連し、最低限必要な維持管理に関する事項：**

### **HB 第二部 施工監理／管理編 第 9 章**

無償資金協力事業においては、本邦斜面对策技術の導入が見込まれるが、本邦技術の中には、供用期間中の維持管理が必須となる工種があり、また維持管理に必要な機器やスペアパーツは、適切に相手国に引き渡される必要がある。

HB 第二部施工監理／管理編第 9 章では、相手国に引き渡すべき、必要最低限の維持管理に関する事項を記述した。

## 第8章 JICA の特記仕様書（案）への提言

本報告書第2章に示した特記仕様書（案）／業務指示書のレビューから、無償資金協力事業の協力準備調査における特記仕様書（案）の重要性が読み取れる。特記仕様書(案)は、コンサルタントによる提案書の内容を条件づけるものであるため、特記仕様書（案）の記載を工夫することで、コンサルタントにとって質の良い提案書をつくる動機づけとなる。

また、同じく本報告書第2章に示したコンサルタント・コントラクターに対するヒアリング調査より、山間部等における道路改良・橋梁建設案件において、施工時に「予期しない」斜面崩壊や地すべりが発生し、設計変更が迫られていることも明らかとなった。さらに、この「予期しない」斜面崩壊や地すべりの範囲は、協力準備調査に投入する専門家の質と実施する調査の質と量に左右されることも、併せて明らかとなった。

本章では、本研究の成果に基づき、無償資金協力事業の協力準備調査を実施する当たり、JICAにより準備される特記仕様書（案）に対する提言を行う。

### 8.1 調査仕様・要件

道路建設事業における落石・斜面崩壊対策を行う際には、当該路線周辺の斜面を十分に調査する必要がある。斜面に対する調査は、HB 第一部調査・設計編に述べたように、複数の段階に応じて多様な調査を実施する必要があるが、特記仕様書（案）を起案する JICA 職員がその調査に関して精通することを期待するのは難しい。

そのため、山間部の道路拡幅、橋梁建設案件の協力準備調査の業務実施には、本研究で作成した HB を参照し、それに準拠して行うことを、特記仕様書（案）において求めることが望ましい。なお、HB を適用する案件に関する考え方は、本報告書第 6.1 節を参照されたい。

落石や斜面崩壊対策の設計に当たっては、必要なインプットを精度よく取得する必要があるが、斜面上、或いは地下の状況を精度よく把握するには、調査を過不足なく、適切な時期に行うことが必要となる。しかし、特記仕様書（案）を起案する JICA 職員が調査の詳細に関して記述するのは困難と思われる。そのため、調査項目や方法、調査仕様、調査工期に関して、コンサルタントからの提案を受けることが望ましい。特に地すべり案件では、雨期を跨いだモニタリングが必要となるため、少なくとも1年半程度の工期が必要となる。

しかしながら、コンサルタントから制限されない提案を受けることも望ましくなく、JICA 側が考える課題とそれに対する方策を示した上で、応札者からの提案を受ける、という形が望ましい。加えて、例えば以下のように調査の大枠を決定する要求仕様は、特記仕様書（案）において明確とする必要がある。

#### 1) 計画する道路線形や架橋位置の自由度：

道路線形や架橋位置に自由度があるならば、それらを工夫することにより、望ましくないハザードを避けることも可能となる。逆に固定されているならば、ハザードを避けるという選択肢はない。これはトンネルなど他の道路構造物に関しても同様である。



2) 計画する道路や橋梁の重要度：

想定されるいかなる災害にも耐えうる道路や橋梁を作るのか、極端な災害に対しては多少の損壊を許すが機能を維持することを目標にするのかという要求性能は、対策工の仕様に影響を与え、そのための調査にも影響を与える。

3) 既往災害履歴：

道路や橋梁の予定地及びその周辺で、過去に落石や斜面崩壊、地すべりが発生しているか否かは、調査を計画するに当たり、重要な条件となりうる。

4) 概ねの地形測量範囲と数量、ボーリング本数、地すべりモニタリングの想定有無

可能であれば JICA が想定する調査の規模感が示されると、調査を提案する際の目安となる。また、地すべりモニタリングを想定するか否かは、調査の数量と期間を大きく左右する。JICA 専門員などの専門家と相談の上<sup>40</sup>、JICA の考える調査の規模感を特記仕様書（案）において示し、その範囲内で可能な提案をコンサルタントに要求するという方法も一考に値する。その場合、コンサルタントは想定範囲を超える提案を、それを明示した上で JICA に提案することが許されるべきである。

5) 概ねの調査工期：

工期が示されない特記仕様書（案）は存在しないと思われる。しかし、HB に示したように、山間地等において、落石や斜面崩壊の危険がある道路・橋梁案件を実施する際には、現地調査を少なくとも 2 回以上実施した方が良い。そのためには、ある程度の調査工期を確保することが必要となる。また、地下水位観測を要する案件では、雨期の前に調査ボーリングを実施し、水位観測孔と観測機器の設置を行うことが望ましく、必要な調査工期もその制約を受ける。

6) JICA の考える課題とそれに対する方策：

JICA の考える課題とそれに対する JICA の方策を明確にすることで、コンサルタントの提案に明確な方向性を与え、不足の無い提案を誘導することが可能となる。

## 8.2 配員の適切な要求

本報告書第 6 章および HB 第一部調査・設計編にも既述したが、協力準備調査のコンサルタント調達に当たっては、配員の適切な要求が肝要である。コンサルタントによる提案書の大筋が、この配員要求に左右されると言っても過言ではない。

山間部の道路橋梁案件など、ハンドブックを適用する案件では、斜面崩壊対策担当（調査）や同担当（設計）などの配員を適宜想定すること。案件の内容や規模に応じて、土木地質技術者や斜面防災担当者などを付け加える、或いは置き換えることも考えられる。人月のボリュームとしても、通常の案件に必要な人月に加えて、上記の配員に必要な人月が増加する筈である。

また、主要な技術者を評価対象として指定し、コンサルタントをして適切かつ有能な要員を配置させる動機を高めるべきである。

<sup>40</sup> 既往案件の特記仕様書を参考とする場合は、失敗案件を参考としないため、その案件の協力準備調査と本体事業のそれぞれが成功裏に終わったかどうかを確認した方が良い。

### 8.3 担当エンジニアの資格要件を規定

特に災害が顕在化していない案件（道路や橋梁案件）において、経験豊富で優秀な土木地質や災害地質の専門家をアサインすることが重要である。災害が顕在化している案件では、既に災害が目に見えているが、災害が顕在化していない案件では、顕在化していない災害の予兆を捉える必要があり、経験豊富で優秀な専門家が必要となる。

また地形判読や地表踏査の結果として、線形シフトによる危険斜面の回避を当該エンジニアは業務主任者に提案し、納得させる必要があるため、それなりの立場と発言力、及び説得力を持ったエンジニアが必要となる。そのためには、技術士資格の取得者であり且つ、当該分野に継続して携わっている技術者の配員が必要となる。

無論、災害が顕在化している案件や、道路防災を主目的とする案件でも、経験豊富で優秀な土木地質や災害地質の専門家をアサインすることが重要であり、これらの技術者は評価対象として指定されるべきである。想定される技術者の要件は、HB 第一部調査・設計編第 1.2 節(e)の脚注に示している。

### 8.4 対策工設計の仕様

想定する対策工の概要は、可能であれば特記仕様書（案）に記載した方が良いが、現地において望ましい対策工とその設計詳細に関しては、現地調査結果を受けて、JICA とコンサルタントで協議を行うことが合理的である。

対象となる個所の地形地質のみならず、受益国の技術レベルや維持管理能力も、必要な対策工を選定し、設計する際の重要なファクターとなる。これらは協力準備調査の前段において調査され、JICA との協議に備える情報を、調査団は収集することになる。

### 8.5 仮設道路、仮設備の設計、及び施工手順を通じた斜面安定の確保

落石や斜面崩壊対策は、必然的に斜面上の工事が要求されるため、資器材の搬入や工事に係る仮設道路や仮設備に関しても、適切に設計し積算される必要がある。急傾斜地での無人化施工機械のような、斜面上の安全施工に係る特殊重機も同様である。

これらの仮設道路、仮設備に関する詳細は、原則として無償資金協力事業の応札者に対して開示されることはないが、実現可能な適切な仮設道路や仮設備、及び特殊機材を考慮して設計積算したという根拠は、それに対する疑義が提起された場合、JICA として適切に開示できるように準備しておかなければならない。これらの資料の作成も、特記仕様書（案）において要求すべきであり、それに必要な要員と人月も積んでおく必要がある。

さらに、工事中の手順において斜面の不安定化が予想される工事<sup>41</sup>に関しては、施工期間を通じて斜面安定が確保される必要があり、必要に応じて、仮設のグラウンドアンカーや抑え盛土等が適切に計画され、積算されなければならない。これらも特記仕様書（案）において要求し、適切な要員と人月を積んでおく必要がある。

<sup>41</sup> 斜面安定を目的とする工事では、工事開始前の状態で斜面が既に不安定であるケースも想定される。その場合でも、工事の工程上、例えば斜面の裾部（脚部）の掘削が必要となるケースが想定されるが、この様な工事は、不安定な斜面の安定性を更に損なうことになり、工事中の斜面崩壊を誘発する恐れがある。こういったケースでは、仮設のグラウンドアンカーや抑え盛土などにより、斜面の安定性を少なくとも現況以上に損なうことが無いように手当した上で工事を進める必要があり、これらの手当てに関しても、準備調査の中で考慮する必要がある。

## 8.6 維持管理能力の調査

2.3 章で示した特記仕様書（案）のレビューでは、特に災害が顕在化していない案件（道路や橋梁案件）において、斜面对策技術に関し、以下の項目に関する指示の不足が認められた。

- ・ 先方負担による点検・維持管理の能力
- ・ 斜面对策技術に関する対象国の課題
- ・ 維持管理手法に関する対象国の課題

先方政府負担により、無償資金協力事業において建設された施設が点検・維持管理されるため、先方政府による対策工の維持管理能力の程度は、対策工の選定において重要なファクターとなる。そのため、準備調査でも初期の段階において、先方の点検・維持管理能力を調査し、把握する必要がある。

仮に、先方政府の現状の能力では維持管理が困難な対策工を選定する必要がある場合は、併せて先方政府の維持管理能力の向上を確実にする方策<sup>42</sup>が必要となる。この点も併せて、コンサルタントからの提案と費用の積算を求める必要がある。

## 8.7 斜面对策工の設計担当技術者（詳細設計・施工監理フェーズ）

協力準備調査に対する要求ではないが、本体工事に関わる内容であり、JICA 職員の注意を促すため、本章に既述する。

道路や橋梁の設計技術者とは異なり、途上国においては、特に本邦技術による斜面崩壊対策工の設計を実施できるローカル技術者は、皆無と考えた方が良い。日本人技術者の指導の下、ローカル技術者が設計の細部を行える道路や橋梁と異なり、斜面崩壊対策工の設計技術は途上国ではまだまだ普及していないため、特に本邦技術に関しては、日本人技術者が細部まで設計を行わなければならない。

そのため、詳細設計段階における日本人技術者の適切な配員が必要である。Team Leader や Resident Engineer 以外に、Engineering Geologist や、Slope Protection Engineer、及び Landslide Engineer が、詳細設計段階や施工管理段階において、適切に配員される必要がある。特に、予期しない崩壊や地すべりが発生した際の設計変更対応には、これらの日本人専門技術者の配員は、設計変更の迅速化や高精度化に資するところが大である。

斜面对策や地すべり対策の技術者は、道路や橋梁の技術者と異なり、途上国では調達できないことを前提に、日本人技術者の配員を行う必要がある。そのため、斜面对策を行う事業では、日本人技術者のコストが通常の案件よりも相当な規模で必ず増加する。この点はよく理解される必要がある。

<sup>42</sup> 維持管理機器の供与やソフトコンポーネントによる訓練等により、先方政府の維持管理能力を確保する必要がある

## 第9章 BIM/CIM の活用

国土交通省は「ICTの全面的な活用（ICT 土工）」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である i-Construction（アイ・コンストラクション）を推進している。具体的には、①ICTの全面的な活用、②規格の標準化、③施工時期の平準化である。

その活動の一つとして、2023年度に小規模を除く全ての公共工事における BIM/CIM 原則適用に向け、段階的に適用拡大を進めている。「BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第1編共通編」（2022年3月改定）の中で、BIM/CIM 利用の目的について、「測量・調査、設計、施工、維持管理・更新の各段階において、情報を充実させながら BIM/CIM モデルを連携・発展させ、併せて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで、一連の建設生産・管理システム全体の効率化・高度化を図ること」と述べており、熟練技術者の不足などの課題を抱える建設産業全体の生産性向上を目指している（図 9-1）。



図 9-1 BIM/CIM の目指す姿

（BIM/CIM 活用ガイドライン（案）、国土交通省、令和2年3月）

特に設計段階では、可視化による関係者協議（住民、関係機関等）の迅速化、合意形成の迅速化、数量算出作業、景観検討、干渉チェックによる設計照査の効率化などメリットが大きい

また、施工段階では、施工計画検討、施工手順計画、工程管理の効率化、出来形管理の迅速化などが図られ、維持管理段階では統合された BIM/CIM モデルによる一括管理が可能となる（図 9-2）。



図 9-2 法面工における ICT 施工と従来施工の比較

(国土技術政策総合研究所 HP より)

ここで、BIM/CIM モデルとは、対象とする構造物等の形状を 3 次元で表現した「3 次元モデル」と「属性情報」「参照資料」を組合せたものを指し、さらに BIM/CIM モデルには、「地形モデル」「地質・土質モデル」「線形モデル」「土工形状モデル」「構造物モデル」「統合モデル」がある(図 9-3)。

このうち、地形や構造物等のモデルが実際の形状を表現したものであるのに対して、地質・土質モデルは地質・土質調査の成果から推定された分布や性状を表現しているものであり、使用された地質・土質情報の種類、数量及びモデル作成者の考え方など様々な条件に依存する。すなわち、地質・土質調査の質と量に依存することになり、他のモデルと異なり、不確実性を伴うものであるため、注意を要する。

斜面对策工事に BIM・CIM を有効に活かすためには、地層の三次元モデルを入力する必要があり、そのデータ量は地表地質踏査や面的なボーリング調査資料に依存することから、準備調査における、地質調査の充実と BIM・CIM の普及は表裏一体と思われる。





図 9-3 BIM/CIM モデルの構成

(BIMCIM 活用ガイドライン (案)、国土交通省、令和 2 年 3 月)

海外の斜面防災案件における BIM/CIM 技術の適用性について、ヒアリングを通じて実際に施工監理・管理に携った立場からコンサルタントおよびコントラクターの意見を収集したところ、実際に BIM/CIM を利用したケースはなく、斜面对策工事において BIM/CIM は未だ採用されていないのが実情と推察される。また、ヒアリングで得た意見の大勢は、早期に導入すべきという意見はなかった。

BIM・CIM は設計や施工段階のほか、維持管理ツールとしての活用が期待されるので、現地のリソース（技術者・PC・CAD ソフト）の充実も必要となる。

国内において政府主導で BIM/CIM が適用される過渡期であり、コンサルタントおよびコントラクターともに試行錯誤しつつ取り組む現状において、高度な生産性を目指す BIM/CIM 導入を海外事業に導入する段階ではないというのが実情と推察される。

一方で、英国は同国製品の BIM/CIM を積極的に海外に売り込んでいる。こういった動きは JICA として行うというよりも、自社製品を組み込んだ BIM/CIM 導入のメリットが大きいサプライヤーの動きを期待することが妥当であろう。BIM/CIM を使ったサプライヤーの海外展開や進出を促進するような施策は、今後の BIM/CIM の国際的な展開をにらんだ場合には、JICA として検討しても良いと思われる。

## 第10章 今後の案件形成への助言

### 10.1 日本の「質の高いインフラ輸出」に寄与する技術

第4章で述べた「本邦技術の優位性」を参考に、日本の「質の高いインフラ輸出」に寄与すると思われる技術を下記に記す。

#### 10.1.1 コンクリート構造物による斜面崩壊対策工

本邦企業は、不安定な斜面上において適切な配合のコンクリートを打設するという困難な作業が必要なにも関わらず、コンクリート構造物で斜面对策を普遍的に行っており、そのために必要なノウハウと機材を保持している。

代表的なものとして、吹付法砕工を挙げる。

吹付法砕工は、単体でのり面表層の保護が可能なだけでなく、鉄筋補強土（或いはロックボルト）やグラウンドアンカー工と併用することにより、ある程度の深さの崩壊や再発性の地すべりにも対応可能である。また、砕内緑化による景観への調和能力も高い。

日本ではソイルネイリングやマイクロパイルはあまり普及していないが、欧州や途上国では多く利用されている。吹付法砕工は、潜在的にソイルネイリングやマイクロパイルとの併用も可能であり、こういった応用を取り入れることにより、途上国へのより効果的な波及が望まれる。また、これらの工法は工事設備の軽量化、工事の安全性向上に資する可能性があることにも留意すべきである。

一方、吹付法砕工は日本で開発され発展した本邦技術であり、メッシュ型枠と鉄筋がユニット構造になっているため、型枠の除去が不要であり、工期縮減が可能である。急傾斜斜面や凹凸の激しい斜面においても容易に施工でき、汎用性の高い技術ともいえる。

#### 10.1.2 足場仮設技術と二重管式ロータリーパーカッションボーリングマシン

本邦企業は、斜面上の工事を行う際の足場仮設技術に長けている。フィリピンやインドネシア、及びネパールでは、JICAによる資金協力事業を通じて技術を吸収した一部のコントラクターによって、足場仮設は可能である。

斜面对策工事において足場仮設が必要な大きな理由は、大型の重機である二重管式ロータリーパーカッションボーリングマシンの利用である。同ボーリングマシンは、ケーシングを挿入することにより掘削に伴う孔壁の崩壊を最小限に留めるもので、以下の斜面对策工の施工には欠かせないものである<sup>43</sup>。

- ・ 鉄筋挿入工（ロックボルト等）
- ・ グラウンドアンカー工
- ・ 水抜き横ボーリング工

<sup>43</sup> 自穿孔タイプのロックボルトやソイルネイリング施工においては、二重管式ボーリングマシンを使用せずに、適切にグラウト注入を行う技術が存在するが、実際の施工現場ではなかなか行われていないと思われる。

上記はいずれも、斜面に長尺の横穴を穿ち、そこに排水パイプを挿入するか、或いはグラウトを注入しアンカー体を構築する工種であり、掘削中及び材料挿入中の孔壁崩壊を最小限とする必要がある工種である。言い換えると、上記の対策工の性能発揮に、二重管式ロータリーパーカッションボーリングマシンは欠かせない施工機械となる。

### 10.1.3 軽量盛土技術

軽量盛土工法は、発泡スチロールを利用したもの、気泡混入コンクリートを利用したもの、ウレタンフォームを利用したものが我が国で施工されている。このうち、気泡混入コンクリートを利用したものは、現地発生土の利用が可能であり、凹凸の激しい斜面形状にも追従が可能であるなど、山間部などでの利用に向いている。軽量盛土工法は、その小さい比重を活かして、地すべりブロックや岩盤クリープ斜面の頭部荷重除去に活用することができ、これらの災害の対策工として有望である。

### 10.1.4 谷側道路拡幅・道路復旧技術

恒久的対策として実施される各種工法を谷側の道路拡幅、道路復旧技術として見た場合、軽量盛土工法は、その軽量さと地形追従機能を活用して、山間部などの道路拡幅や、流失した道路路床の復旧に利用することができる。

本邦企業には鋼製栈橋による道路拡幅や復旧工法を得意とする会社がある。

更に、回転切削圧入工法による地中連続壁構築も、山間部における道路拡幅や復旧に役に立つ工法と言える。

途上国の山岳道路では、斜面上方からの落石や崩土への対策もさることながら、斜面下方での崩壊や浸食、地すべりなどにより道路そのものが損壊、流出する被害も多い。斜面上方からの落石や崩土は、除去することにより応急復旧が可能だが、道路路床が流出した場合は、復旧に時間を要する上に、技術的なハードルも高い。このような途上国の現状を鑑みると、道路復旧技術はニーズが高いと言える。

経済発展に伴い、道路改良に伴う道路拡幅が行なわれる途上国が増加傾向にあるが、山間部などにおける不用意な道路拡幅は、落石や斜面崩壊、地すべりを誘発する。道路復旧技術は道路拡幅技術でもあるため、適切に利用することにより、道路拡幅に起因する災害を減らすことができるため、この意味においても、有望な本邦技術である。

### 10.1.5 維持管理技術

グラウンドアンカー工の維持管理、水抜き横ボーリング工の維持管理、地すべり抑止杭の維持管理は既にマニュアル化されている。このうち、グラウンドアンカー工の維持管理マニュアルは英語版も作成されている。グラウンドアンカー工の張力管理には、そのための資器材も開発されており、我が国の得意とするところでもある。

上記の工種はいずれも、本邦コントラクター以外による施工も可能であるが、二重管式ロータリーパーカッションボーリングマシンを使った施工（グラウンドアンカー工、水抜き横ボーリング工）や、本邦サプライヤーの鋼管杭を使った施工（地すべり抑止杭）は、本邦コントラクター、若しくは本邦コントラクターから技術や機材の移転を受けたローカルコントラクターによる施工が望ましい。維持管理マニュアルの交付や維持管理に必要な機材の供給なども、施工時に本邦コントラクターにより実施されることが想定される。



### 10.1.6 頭部ワイヤ連結型鉄筋挿入工

地山に挿入した自穿孔ロックボルトの頭部を鋼線ケーブルによって緊結してネットワーク化したもので、吹付法砕工とロックボルトの組合せに相当する斜面一体化効果や崩壊対策効果を期待できる。

樹木の伐採が不要な工法であり景観上の有利さを持つ。また大規模な足場仮設が不要の工法でもあり、欧州の斜面对策技術と類似の特徴もある。潜在的にソイルネイリングやマイクロパイルとの組み合わせも可能であり、欧州各国から途上国に導入された技術を活用する可能性も秘めている。

### 10.1.7 急傾斜地でグラウトの適切なセメント配合を確保できる落石対策工

落石対策に関して、第4章では「本邦技術の明確な優位性を論じることは難しい」としているが、急斜面で落石対策工を保持するアンカーボルトの固定に際して、急斜面上の作業でもグラウトの適切なセメント配合を確保できる工法を本邦企業は開発している。

また、製品展開のバリエーションが幅広いことも、本邦技術が優位を持つ点と言える。

### 10.1.8 土石流対策

同様に、第4章では「本邦技術の明確な優位性を論じることは難しい」とした土石流対策だが、鋼製スリットダムに関しては、本邦サプライヤーが幅広い製品展開を行っており、この点は本邦技術が優位を持つ点として挙げることができる。

## 10.2 途上国の状況に合わせた本邦技術の展開方法

前節で考察した本邦技術の優位性を確認しつつ、かつ本研究で明らかになった本邦技術の持つ課題を認識したうえで、本邦技術の海外展開を図っていくべきと考える。

また、今後の斜面对策技術の開発にあたっては、災害大国である我が国で蓄積された本邦技術と海外で培われた技術をベースに、海外の研究機関などと関係を取りながら、さらに優れた斜面对策技術を推進していくことも必要と思われる<sup>44</sup>。その際には、豊富な開発実績・経験を有する我が国のリーダーシップが求められる。

以下には、報告書執筆時点の状況と前節までで考察した本邦技術の優位性をベースに、現時点で考え得る展開方法を考察した。

### 10.2.1 前提条件

表題を論じるにあたり、前提となる条件に関して以下に示す。

#### (1) コントラクターやサプライヤーの進出意欲

「質の高いインフラ輸出」で輸出される「技術」は、落石対策工や斜面崩壊対策工として具現化される以上、それを建設するコントラクターや専門業者が被援助国に対して進出することが、「質の高いインフラ輸出」の条件となる。コントラクターが被援助国への進出に意欲的な場合は、後段では「ケース①」として扱う。

<sup>44</sup> スイスの研究機関である連邦森林・雪・環境研究所（WSL）の研究者からは、JICA と WSL の共同で途上国に対する研修などを行えないか、という意見が示された。

仮にコントラクターが進出に意欲的でない場合でも、対策工製品のサプライヤーに意欲があれば、「質の高いインフラ輸出」は可能と思われる。これを「ケース②」とする。

コントラクターやサプライヤーが進出する意欲のない国では、本邦企業タイドで実施する無償資金協力事業において導入する以外には、「質の高いインフラ輸出」は困難と思われる。これは「ケース③」とする。

## (2) 被援助国の技術レベル

途上国の技術レベルとしては、概ね以下のような区分が可能と思われる。

- ・ 過去の援助事業により、本邦技術の施工に慣れたローカルコントラクターが数社存在するもの。或いは本邦専門企業の現地法人が展開している国を「ケース A」とする。
- ・ 欧米企業の現地法人が展開しているなど、欧米の斜面对策工を自国で実施できる国を「ケース B」とする。
- ・ 自国では土工、及び胸壁とガビオン設置程度の斜面对策工しかできない国を「ケース C」とする。

## 10.2.2 本邦技術の展開方法

### (1) 落石・斜面对策工他の展開

対策工の展開は、10.2.1 節(1)に示したコントラクターやサプライヤーの進出意欲によるところが大きい。10.1 節に列記した「質の高いインフラ輸出」に寄与が望まれる技術を、10.2.1 節(1)に示したケースによって分類し、表 10-1 に示した。

表 10-1 本邦業者の進出意欲と展開可能な技術の関係

(JICA 調査団作成)

| ケース                                    | 質の高いインフラ輸出に寄与する技術                                                                                                       |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ケース①<br>本邦コントラクターが進出に意欲を持つ国            | 10.1.1 コンクリート構造物による斜面崩壊対策工<br>10.1.2 足場仮設技術と二重管式ロータリーパーカッションボーリングマシン<br>10.1.3 軽量盛土技術<br>10.1.5 維持管理技術<br>およびケース②に記載の技術 |
| ケース②<br>本邦コントラクターの意欲は乏しいがサプライヤーに意欲がある国 | 10.1.4 道路拡幅・道路復旧技術（軽量盛土を除く）<br>10.1.6 頭部ワイヤ連結型鉄筋挿入工<br>10.1.7 急傾斜地でグラウトの適切なセメント配合を確保できる落石対策工<br>10.1.8 土石流対策            |
| ケース③<br>コントラクターもサプライヤーも進出に意欲を示さない国     | 無償資金協力事業に伴う場合のみ                                                                                                         |

ケース①の代表例は、東南アジア諸国が挙げられる。

ケース②の代表例としては、インドが挙げられる。インドには、土木系の本邦コントラクターは進出しない。これはインド政府発注事業において、同国政府を相手に契約変更を行う際に伴う困難とリスクが高すぎるためであると言われている。インドでは訴訟に長い時間を要するため、仮に契約変更に不満があり訴訟に持ち込み勝訴したとしても、長期間を要する裁判の結果、物価上昇により、契約変更増の価値が著しく縮小する。このリスクを避けるため、政府機関と直接契約を行う立場となるコントラクターは、インド進出に極めて消極的とならざるを得ない。

ビジネス慣習の違い、日本との距離、法律リスク、関税リスク、紛争リスクなど、コントラクターやサプライヤーの進出意欲を減ずる要因は多様であり、本邦企業が進出するのは無償資金協力事業に伴う場合のみという国も、現実的には想定されうる。

## (2) 設計技術の展開

### (a) 斜面安定解析を伴うもののうち、逆解析を用いるもの

本研究で作成した HB 第一部調査・設計編、及び第三部技術解説編で説明している通り、本邦における対策工の中には、逆解析による斜面安定解析を必要とするものがある。このような設計手法は、本邦技術に独特のものであるため、途上国に対する導入は、上記 10.2.1 節(1)のケース①、若しくはケース②に該当する場合には必要となる。

途上国においても、解析や設計は既成ソフトを利用するケースが多いが、この条件に該当する場合は、逆解析を実施できる本邦ソフトウェアの英語版を使用して、技術移転を行うことが望ましい。

被援助国において、既に欧米の順解析を行うソフトウェアが主流を占めている場合には、逆解析を行うソフトウェアの導入意義を、被援助国に対して説明し、了解を得る必要がある。

### (b) 上記以外のもの

上記以外の設計手法を用いる対策工は、その設計技術を移転するにあたり、コントラクターやサプライヤーの進出意欲に制約を受けない。つまり、移転した技術が活用されずに無駄に終わる可能性を考慮する必要は低いと言える。

また、設計解析ソフトに関しても、本邦のものだけでなく、欧米のソフトウェアも利用できる。

### (c) 欧米サプライヤーの提供するソフト

欧米サプライヤーの中には設計支援ソフトをウェブ上で無料公開し、同社製品の導入を促進している会社がある。設計責任の所在など曖昧な部分が多いが、世界中に向けて公開された設計支援ソフトが、同社製品の輸出促進に貢献していることは疑いない。

## (3) 調査技術の展開

落石対策工や斜面崩壊対策工の必要性を検討する調査や、それらの対策工の設計条件を明確化するための調査に関しては、その技術を移転するにあたり、コントラクターやサプライヤーの進出意欲に制約を受けない。どのような設計法・施工法を採用するにしても、高い調査技術の移転は事業の成功に資する重要なファクターといえる。

そのため調査技術の移転を目的とした技術協力プロジェクトは、どの国においてもその効果を期待できる。

高い調査技術は、落石対策工や斜面崩壊対策工の設計の基礎をなすものであり、極めて重要である。低い調査技術しか望めない国では、設計に必要なインプットの精度確保に困難が生じ、結果として、設計目的を満たさない対策工が施工される恐れがある。そのような事態は、特に資金

協力事業では避ける必要があるため、質の高いインフラ輸出には、それを下支えする質の高い調査技術の移転を先行させた方が良い。

落石対策工や斜面崩壊対策工の設計に必要な調査は、HB 第一部調査・設計編、及び第三部技術解説編で説明しているが、特に重要なのは、空中写真判読などによる危険斜面の予察と地表地質踏査による危険斜面の詳細把握となる。これらの調査初期段階の作業により、より正確な想定災害シナリオを策定し、それに基づいた調査計画を立案することが、事業成功のカギとなる。

地表地質踏査には、高精度な等高線地形図が必要となるため、詳細地形図作成能力の向上も必要となる。これには、航空機搭載 LiDAR の活用と、そのデータを用いた詳細地形図作成技術の移転も含まれるだろう。植生の無い区域に限っては、ドローンの活用も考慮される。

なお、調査ボーリングの技術移転に関しては、被援助国において JICA などの専門家が指導するよりも、我が国の調査現場において、訓練対象者を助手として、日本の熟練ボーリングオペレーターが実地に訓練を施す方がより効果的である。

ボーリングはポリマーや止水材など多様な材料、ボーリングマシンとツールズ（ドリリング・ビットやコアチューブを含む）、単管足場やポンプ、不整地運搬車や簡易モノレールなどの多様な機材を必要とするため、それらが問題なく調達できる日本で訓練を行い、必要な資器材の特徴と性質および使用法を、それらの調達事情に制限されることなく学ぶ必要がある。訓練生は日本において調査ボーリングの理想形を学び、それらの知識と経験を基にして、母国での普及と応用を展開することが期待される。

なお、調査ボーリングは途上国においても民間業者が担っていることから、訓練対象者は民間人となると思われる。

#### (4) ケースごとに想定される支援スキーム

上記の議論から、ケースごとに想定される「質の高いインフラ輸出」に寄与する本邦技術の支援スキームを表 10-2 に示す。

表 10-2 ケースごとに想定される支援スキーム

(JICA 調査団作成)

|                                                                                                                                                                                                                                                                    | ケース①<br>コントラクターに意欲     | ケース②<br>サプライヤーが意欲      | ケース③<br>意欲無し                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| ケース A<br>(本邦技術導入履歴)                                                                                                                                                                                                                                                | 無償、有償、技プロ <sup>1</sup> | 無償、有償、技プロ <sup>1</sup> | 無償 <sup>2</sup>                   |
| ケース B<br>(欧州現法や技術有)                                                                                                                                                                                                                                                | 無償、有償、技プロ <sup>3</sup> | 無償、有償、技プロ <sup>4</sup> | 無償 <sup>2</sup> 、技プロ <sup>5</sup> |
| ケース C<br>(高度技術なし)                                                                                                                                                                                                                                                  | 無償、有償、技プロ <sup>3</sup> | 無償、有償、技プロ <sup>4</sup> | 無償 <sup>2</sup> 、技プロ <sup>5</sup> |
| 無償：無償資金協力事業、有償：円借款事業、技プロ：技術協力プロジェクト<br>1: 既に実施されている可能性が高い。既往案件との重複に注意。<br>2: 本邦企業の進出意欲の確認が必要<br>3: 調査～本邦技術の設計までをカバー（逆解析を用いた設計を導入）*<br>4: 調査～本邦技術の設計までをカバー（必要に応じて、逆解析を用いた設計を導入。）*<br>5: 調査を主体とする。（安定解析を行う前提となるすべり面の設定と地すべり範囲の確定まで）*<br>*: 欧米のソフトを利用した設計を含むことも想定される。 |                        |                        |                                   |

理想的な導入の流れとしては、技術協力プロジェクトを通じて必要な技術に移転した上で、無償・有償資金協力事業を通じてインフラ輸出を進めるという流れが想定される。

## (5) 高速道路案件との組み合わせ

落石対策・斜面对策に関する「質の高いインフラ輸出」に寄与する本邦技術の展開は、高速道路案件と組み合わせで行うことが想定される。一般道路より線形要求の厳しい高速道路では、設計速度の低い一般道路では可能な「危険斜面の回避」という選択肢が取りづらく、条件の悪い斜面において、長大切土や高盛土を行う必要が生じる。その際には、10.1 節で述べた各種技術の展開が比較的容易であろうことが想像される。特に、往々にして危険な斜面に設置されるトンネル坑口の斜面・地すべり対策には、本邦技術は有効な解決策を提供すると目され、高速道路案件と本邦斜面对策技術のタイアップにより、より安全な高速道路の建設が期待される。

本邦技術者にとって、上記の発想は奇異なものではない。しかし、斜面对策は被災後にのみ行うと考える途上国側の技術者にとっては、建設中から斜面对策をビルトインすることは、過剰設計と受け取られる可能性がある。本研究においても、我が国では主流の予防保全対策を行っている途上国は、フィリピンのみという結果であった。途上国技術者の発想の転換には、本邦研修が有効であるため、高速道路案件と斜面对策を組み合わせる場合には、本邦研修により日本の設計思想の移転を行うことで、よりスムーズな事業の進展が望まれる。

本研究では特に優位性の強調をしていないが、本邦企業が供給するグラウンドアンカー工の材料は、多様なアンカー支持形態に対応した製品ラインナップを展開しており、設計の要件に応えやすい特徴がある。現地でのアンカー定着長を容易に変更できる製品も供給されており、工場と現場が遠く離れた無償・有償資金協力事業には使いやすい。火山性の酸性土壌などのいわゆるアグレッシブ・ソイルに対応した素材を用いたアンカー材料も入手可能である。但し、グラウンドアンカー工は定期的な張力管理が必要なことから、供用期間中における維持管理資器材の調達、及び維持管理能力の定着が必要となることに注意を要する。しかし、高速道路で要求されるであろう長大切土やトンネル坑口のり面の安定化などに対しては、グラウンドアンカー工は有効な選択肢となりうるであろう。

更に、高速道路と本邦技術による斜面对策の組み合わせは、より付加価値の高い本邦 ODA 案件を創出することに繋がり、他国や他の援助機関との差別化を図ることも可能と思われる。

山岳区間を含む高速道路を対象とした有償資金協力事業は近年、インドネシアにおいて実施されている。この案件では、トンネル区間も含んでおり、斜面对策をビルトインする素地があった。インドネシアなど、ある程度の経済発展を遂げた国々は、今後、山岳区間を含む高速道路開発を進展させると目され、高速道路と本邦斜面对策の組合せは、十分に現実味のあるスキームである。

## (6) 「本邦技術のスペックイン」に関する配慮事項

設計思想が的確に反映され、優位な技術が活用されるよう「本邦技術のスペックイン」が有効な場合が想定される。しかし、次のような問題点の指摘もあり適切な対応が必要である。

- ・ 入札の公開性を問われることが無いよう、カウンターパートにスペックインの必要性に対する理解を得るとともに必要な説明責任を果たす。
- ・ 本邦企業の進出意欲を確認し、本邦企業が進出しない或いは定着しないため、準備した技術仕様書が空文と化す可能性を避ける。

### 10.3 本研究案件の後続案件

本研究においては、欧州先進国の調査が実施され、当初の期待を上回る知見が収集された。途上国支援の現場では、欧州起源の技術を目にする場合が多く、カウンターパートからの相談を受けることも多い。本研究で得られた知見の現場での適用を図る中でそれらの適性の理解を深めるとともに、欧州技術の情報を欧州の現地で収集し、それを本邦援助関係者と共有することは、本邦 ODA の質的な向上に貢献するところ大である。

上記の理由に鑑み、以下では本研究の後続案件を提案する。

#### (1) 土石流・地すべりに関する研究

本研究では落石と斜面崩壊を主に扱い、フランス、スイス、イタリアを調査した。一方、無償資金協力による道路事業で遭遇する土砂災害としては、他にも土石流と地すべりがある。

欧州における砂防対策の本場はオーストリアであり、土石流対策に関してオーストリアから学べることは多い。

#### (2) イタリア南部、スペイン北部における事例の発掘

本研究では、イタリア中部やスイス東部の州や県の担当者から、安価だが効果的な対策工の事例を収集した。欧州諸国は、日本に比べると予算に厳しい国が多く、安価だが効果的な対策工が他にも存在する可能性を秘めている。

特に、本研究で調査を実施していないイタリア南部の火山地帯には、ODA 案件に活かせる事例が眠っている可能性がある。また、資金がそれほど潤沢でないスペインにおける対策の実例として、フランス・スペイン国境のピレネー山脈は研究対象として相応しいものと思われる。

#### (3) 本案件で作成した HB のレビュー

本件で得られた知見を現場に適用する中で得られた情報及び後続案件で得られた情報を元に、本研究で作成した HB のレビューを行う。併せて、HB を運用した案件があれば、コンサルタントとコントラクターからヒアリングを行い、HB の改善点に関する意見を収集する。

## Appendix

---

## Appendix 1

---

### 斜面对策 ODA 事業一覧



| 年報             | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム   | 国名        | 案件名                                             | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日 | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円) | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 案件関連<br>番号 |
|----------------|----------|-----------|--------|-----------|-------------------------------------------------|-------------------|------|------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 国際協力事業団年報      | 1976     | 技術        | 開発調査   | インドネシア    | 中東部ジャワ道路改良計画調査                                  | 道路                | 1974 | 1977 |                                      | N/A                            | ジャワ島は膨張土の分布が懸念される。中東部ジャワ南部の道路網4区間330km                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 020201     |
| 国際協力事業団年報      | 1981     | 技術        | 開発調査   | コロンビア     | 道路改修計画                                          | 道路                | 1980 |      |                                      | N/A                            | コロンビアの主要港ベナベンツラと第三の都市カリ、首都ボコダを結ぶ道路で、標高3,000mを越えるアンデスの3分脈を横断する山岳道路。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 060101     |
| 国際協力事業団年報      | 1982     | 技術        | 開発調査   | コロンビア     | ベナベンツラ～ボコダ間道路計画                                 | 道路                | 1980 |      |                                      | N/A                            | ベナベンツラ～カリ～ボコダ間の道路改修計画の内、アンデス山越え区間の現道改良と新路線建設計画につき、比較検討を行いF/Sを実施した。1982年度は新路線に関する調査。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 060102     |
| 国際協力事業団年報      | 1983     | 技術        | 開発調査   | コロンビア     | ボコダ～ベナベンツラ道路計画                                  | 道路                | 1980 |      |                                      | N/A                            | ボコダ～ベナベンツラ間のアンデス北部山脈の山越道路についての現道改良計画及び新道建設計画に係るF/Sを実施したもの。1983年度は最終報告書を送付。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 060103     |
| 国際協力事業団年報      | 1983     | 技術        | 開発調査   | フィリピン     | 道路防災計画<br><br>フィリピン道路防災計画<br><br>道路防災計画(ステージII) | 道路                | 1982 | 1985 |                                      | N/A                            | フィリピンの主要国道の災害危険箇所を判定し、優先度の高いものにつき復旧方法、防止対策等のF/Sを行ったもの。1983年度は事前調査団を派遣し、要請の背景・内容を聴取し、S/Wを締結した。<br>日比友好道路およびバギオ市周辺の主要国道を対象に、災害危険箇所の選定をし、そのうち優先度の高いダルトンパス区間、マハプラグ～ソゴト区間、ケノン道路の3区間の復旧方法、防止対策のF/Sを行った。<br><br>日比友好道路およびバギオ市周辺の主要国道を対象に、災害危険箇所の選定をし、そのうち優先度の高いルセナ～カワラグ区間、アレン～カルバヨグ区間、ナギリアン道路の3区間の復旧方法、防止対策のF/Sを、前年のステージI調査に引き続きステージII調査として実施した。(調査団派遣3件)<br><br>日比友好道路等の災害危険区間の災害復旧方法、災害防止対策等のF/Sを実施するものであり、昭和59年度に引き続き、国内作業を実施し、最終報告書の作成、提出を行った。 | 120501     |
| 国際協力事業団年報      | 1983     | 技術        | 開発調査   | フィリピン     | ダルトン・パス トンネル計画                                  | 道路                | 1981 | 1983 |                                      | N/A                            | 国道5号、ダルトン・パスを中心とした地域のトンネル計画を含めた改良計画および、法面防災対策に掛かるF/S調査を行ったもの。1983年度は最終報告書を提出                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 120601     |
| 国際協力事業団年報      | 1986     | 技術        | 開発調査   | ネパール      | シンズリ道路建設計画                                      | 道路                | 1985 | 1989 |                                      | N/A                            | インド諸都市よりカトマンズへの物資輸送を安定させるため、パネ経由シンズリに抜ける道路を建設するものであり、昭和60年度はコンタクトミッションを派遣した。<br>昭和61年度は事前調査を実施するとともに現地本格調査を開始した。<br>カトマンズ東部のシンズリ～デュリケル間(約118km)の道路建設及びシンズリ～東西ハイウェイ間(約39km)の橋梁建設道路改良に係るF/Sを行うもので、昭和62年度は昭和61年度に引き続き、本格調査を実施し、概略設計、施工計画の立案、積算、経済分析、プロジェクト評価等を行い、この結果を最終報告書案に取りまとめた。<br>昭和63年度は昭和61,62年度の調査結果をもとに最終報告書を作成し、提出した。                                                                                                               | 100101     |
| 国際協力事業団年報(資料編) | 1989     | 技術        | 開発調査   | インドネシア    | ボゴール・バンドン道路整                                    | 道路                | 1988 | 1991 | 1988/11/1                            | N/A                            | 首都ジャカルタと第四位の都市バンドンを結ぶ主要交通路の未整備区間であるボゴール・バンドン間幹線道路の整備計画にかかるF/S調査を行うもので、昭和63年度は事前調査を実施し、実施細則を締結するとともに、本格調査を開始した。<br>1989年度は1988年度に引き続き、本格調査を実施し、中間報告書を提出した。<br>1990年度は1989年度に引き続き、本格調査を実施し、中間報告書を提出した。<br><br>【調査団注：膨張性粘土の切土出現の可能性が高い区間】                                                                                                                                                                                                      | 020301     |
| 海外経済協力基金年次報告書  | 1990     | 資金        | 有償資金協力 | フィリピン     | 道路防災・補修事業(日比友好道路、ナギリアン道路)                       | 道路                |      |      | 1990/2/9                             | 57.08                          | 日比友好道路及びナギリアン道路に散在する落石、法面崩壊等の危険箇所に対し、防災・補修工事を実施。<br>カラワグ～ラボ区間及びナギリアン道路の①舗装修繕、②法面防災対策、③橋梁補修、④コンサルティング・サービス(詳細設計、施工監理)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 120101     |
| 国際協力事業団年報(資料編) | 1990     | 技術        | 開発調査   | フィリピン     | 地方道路防災計画                                        | 道路                | 1989 | 1991 |                                      | N/A                            | フィリピンの3パイロット州において、地方道路防災計画に係るF/Sを行うとともに、復旧マニュアル／ガイドラインを策定するもので、1989年度は事前調査を実施、実施細則を締結した。<br>1990年度は89年度に締結した実施細則(S/W)に基づき、本格調査に着手し、選定及び災害危険箇所の特定を行い、中間報告書(I)まで作成した。<br>1991年度は90年度に引き続き本格調査を実施し、最終報告書(案)まで作成した。                                                                                                                                                                                                                             | 120701     |
| 海外経済協力基金年次報告書  | 1991     | 資金        | 有償資金協力 | パプアニューギニア | 幹線国道改良事業                                        | 道路                |      |      | 1991/3/19                            | 35.15                          | モロベ州ムメン～ワウ区間及びセントラル州リゴ～クウィキラ区間の既存国道を全天候型道路に改良。<br>(2003年の事業評価時点で)ムメン～フロロ区間は山間部を走る国道であり、道路脇の山の斜面より崩壊した土砂が路面の一部を塞ぎ、通行の障害となっており数ヶ所見受けられた。公共事業省によれば対策として山側斜面にネットをかぶせたり、道路に屋根をつけるなどの案が考えられるが、予算不足のため実行には移されていない。                                                                                                                                                                                                                                 | 110101     |
| 海外経済協力基金年次報告書  | 1992     | 資金        | 有償資金協力 | インドネシア    | 道路維持整備事業                                        | 道路                | 1991 |      | 1991/9/25                            | 40.43                          | 南スマトラ州、ジャワ3州(西部・中部・東部)の主要な国道・州道を対象として、舗装の強化、拡幅および線形改良等を行うもの。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 020101     |

| 年報                    | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム       | 国名     | 案件名                              | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日 | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円)             | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 案件関連<br>番号 |
|-----------------------|----------|-----------|------------|--------|----------------------------------|-------------------|------|------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1993     | 技術        | 開発調査       | ネパール   | シンズリ道路建設計画<br>(アフターケア調査)         | 道路                | 1992 | 1993 |                                      | N/A                                        | 1988年にJICAが実施したシンズリ道路建設計画フィージビリティスタディ調査(155km)のうち、バルディバス～シンズリ間(37km)の15橋の概略設計及びシンズリ～ドリケル間(118km)の道路のフィージビリティスタディ調査の見直しのためのアフターケア調査を行うものであり、1992年度は事前調査を実施し、実施細則(S/W)を締結するとともに、本格調査に着手し、中間報告書を作成した。1993年度は92年度に引き続き本格調査を実施し、最終報告書を作成し、ネパール政府に提出した。                                                                                              | 100201     |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書     | 1994     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン  | ロザリオ・プゴ・バギオ道<br>路修復事業            | 道路                |      |      | 1993年8月                              | 46.33                                      | ルソン島北部地震によって大きな被害を受けたケノン道路の代替道路としてロザリオ―プゴ―バギオ間の道路修復防災工事。本事業対象道路であるロザリオ―プゴ―バギオ道路は、本事業によって対策がとられた後、土砂崩れ等の被害はまったく発生していない。バディワン地区のうち最も土砂崩れが頻発していた箇所には、落石から道路・車両を守るためにトンネル状の構造物であるロックシェッドが建設された。                                                                                                                                                    | 120201     |
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1994     | 技術        | 開発調査       | タイ     | 道路防災対策調査                         | 道路                | 1992 | 1996 |                                      | N/A                                        | タイの全国幹線道路の中で、災害発生の恐れの大きい北部地方と南部地方を主な対象に、道路防災計画のフィージビリティ調査を実施すると共に、災害防止・復旧マニュアルを作成するものである。1993年度は、1992年度に引き続き、本格調査を実施し、進捗報告書、中間報告書、最終報告書案、最終報告書を作成した。1994年度は、93年度に引き続き、本格調査を実施し、最終報告書案を作成し、提出した。1995年度は、94年度に引き続き、本格調査を実施し、最終報告書を作成し、提出した。                                                                                                      | 080101     |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書     | 1995     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン  | 幹線道路網整備事業<br>(1)                 | 道路                |      |      | 1994年12月                             | 117.54                                     | レイテ、サマール、ボホール各島において幹線道路網を整備することにより、各島における道路による輸送の効率化を図った。全体で 37 カ月の遅延を招き、約 1.5 倍の事業期間を要した。遅延要因の1つとして、軟弱地盤に伴う路面沈下が懸念された沼地区間と地滑り等斜面崩壊の危険区間に対する追加の対策工事があげられていた。北西レイテ道路のアビジャオ近くでは、雨季に斜面崩落の危険がある箇所(約 700 m)があり、2002 年度来豪雨時のみ DPWH 長官の承認を得たうえで通行止規制を実施している。南サマール海岸道路では、沼地区間における路面沈下の問題により、1カ所の橋梁アプローチ部分に対して補強工事を実施中であり、約 100 m にわたり片側交互通行規制が実施されている。 | 120301     |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書1996 | 1996     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン  | 幹線道路網整備事業<br>(2)                 | 道路                |      |      | 1995年8月                              | 47.65                                      | レイテ、サマール、ボホール各島において幹線道路網を整備することにより、各島における道路による輸送の効率化を図った。全体で 37 カ月の遅延を招き、約 1.5 倍の事業期間を要した。遅延要因の1つとして、軟弱地盤に伴う路面沈下が懸念された沼地区間と地滑り等斜面崩壊の危険区間に対する追加の対策工事があげられていた。北西レイテ道路のアビジャオ近くでは、雨季に斜面崩落の危険がある箇所(約 700 m)があり、2002 年度来豪雨時のみ DPWH 長官の承認を得たうえで通行止規制を実施している。南サマール海岸道路では、沼地区間における路面沈下の問題により、1カ所の橋梁アプローチ部分に対して補強工事を実施中であり、約 100 m にわたり片側交互通行規制が実施されている。 | 120302     |
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1996     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール   | シンズリ道路建設計画<br>(第1工事区間)(詳細設<br>計) | 道路                | 1995 |      | 1995/8/16                            | 0.75                                       | ネパールの主な農業地帯であるテライ平原の都市バルデバスと首都カトマンズを結ぶ現在の道路が未整備であることから、新たにシンズリ道路を建設するための建設計画のうち、バルデバス～シンズリバザール間の橋梁などの建設(詳細設計)に必要な資金を供与する。                                                                                                                                                                                                                      | 100301     |
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1996     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール   | シンズリ道路建設計画<br>(第二-3工区)           | 道路                | 1995 |      |                                      |                                            | 第一工区に引き続き、シンズリバザール～ドリケル間の道路の建設を行う。(以降、第四工区に改名される)<br>95/11:本格調査、96/2:報告書説明                                                                                                                                                                                                                                                                     | 100302     |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書1997 | 1997     | 資金        | 有償資金<br>協力 | インドネシア | 道路維持整備事業(2)                      | 道路                | 1996 |      | 1996年12月                             | 73                                         | 第1期協力で国道・州道の日常保守用機材の整備を支援。この協力(第2期)では、日常保守および災害復旧用機材の整備と、職員の研修を行いました。これにより、道路の維持管理体制の整備・充実を図りました。                                                                                                                                                                                                                                              | 020102     |
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1997     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール   | シンズリ道路建設計画<br>(第1工事区間)           | 道路                | 1995 |      | 1996/6/18                            | 96年度 21.12                                 | シンズリ郡シンズリバザールと東西ハイウェイ上のバルディバスを結ぶ全長37kmの道路では、橋梁などの河川構造物が未整備で、生活物資や農産物の輸送に支障をきたしている。そこで、橋梁、コーズウェイ(避溢橋)、取付け道路などを整備する。                                                                                                                                                                                                                             | 100303     |
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1997     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール   | シンズリ道路建設計画<br>(第4工事区間)(詳細設<br>計) | 道路                | 1996 |      | 1996/9/3                             | 96年度 1.18                                  | 農業地帯であるテライ平原の都市バルディバスと首都カトマンズを結ぶシンズリ道路計画の中で、既存道路の改修と道路の新設に関する詳細設計を行う。                                                                                                                                                                                                                                                                          | 100304     |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書     | 1998     | 資金        | 有償資金<br>協力 | ペルー    | 地方幹線道路修復整備<br>事業(2)              | 道路                |      |      | 1997年11月                             | 91.84                                      | 内陸部と沿岸部をつなぐ横断道路を整備し、交通の円滑化・貧困層の市場へのアクセスの確保・雇用機会の確保をはかり、もって内陸部の経済活性化および地域間格差の是正に資することを目的としたプロジェクト。南部(アバンカイ―チャルアンカ間)にて、雨期には土砂崩れが発生しているが、現時点では人的被害をとまうような事故には至っておらず、また、通行上大きな影響を及ぼすような事態は発生していない。2007 年 12月以降、小規模な土壌侵食や土砂崩れ等の 2 件の被害が発生しているが、コンセッション契約では 8 時間以内に通行可能な状態に、48 時間以内に全回復するというサービスレベルを設定しており、これまでのところ適切な対応がなされている。                     | 150101     |
| 国際協力事業団年<br>報(資料編)    | 1998     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール   | シンズリ道路建設計画<br>(第4工事区間)           | 道路                | 1996 | 2001 | 1997/6/6<br>?<br>?<br>?<br>?         | 97年度 26.51<br>9.86<br>6.11<br>7.41<br>6.59 | 輸入品や生活物資を首都カトマンズに運ぶトリブバン道路は幅員が狭く曲がりくねっており、ブリチブ道路は大きな回り道で、雨期には地すべりなどで閉鎖されることがある為、既存道路の改修と道路の新設(カトマンズ側ドリケル～ネパールトック区間の橋梁、コーズウェイの建設を含む36kmの道路改良と建設)を行う。                                                                                                                                                                                            | 100305     |

| 年報                  | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム       | 国名    | 案件名                             | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日 | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円)                | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                            | 案件関連<br>番号 |
|---------------------|----------|-----------|------------|-------|---------------------------------|-------------------|------|------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 海外経済協力基金<br>年次報告書   | 1999     | 資金        | 有償資金<br>協力 | キルギス  | ビシュケクーオシュ道路<br>改修事業(II)         | 道路                | 1998 |      | 1998/10/26                           | 52.5                                          | 首都ビシュケクと第二の都市のオシュを結ぶ幹線道路(総延長619km)のうち、特に改修の緊急性の高い区間(合計166km)を改修し、道路の維持管理を行うために必要な機器を調達。<br>Tuya-Ashu峠付近の峡谷の急斜面では、節理の発達し小さく割れた風化岩石で覆われており、雨天時には斜面の風化岩石の崩落により道路の閉鎖が見られていた。                                                                        | 040101     |
| 海外経済協力基金<br>年次報告書   | 1999     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン | 幹線道路網整備事業<br>(3)                | 道路                |      |      | 1998年9月                              | 135.64                                        | 防災対策が不十分であったり、未舗装であるため台風や雨季の豪雨によって路面が大きく損傷を受ける事例があった。<br>代替道路の未整備と不十分な防災対策で、災害時の交通遮断などにより交通効率が阻害される事態がしばしば発生していた。<br>カルビガーサンファニコ間に、集中豪雨によって切土・盛土の斜面が損傷を受けている区間があり、路面状況が悪化している部分がある。                                                             | 120303     |
| 国際協力銀行年次<br>報告書 資料編 | 2000     | 資金        | 有償資金<br>協力 | ペルー   | エルニーニョ被災道路修<br>復事業              | 道路                |      |      | 1999 年 4 月                           | 158.33                                        | エルニーニョ現象による被害が特に深刻な主要幹線道路を修復改良することにより、被災により妨げられている道路交通の正常化する。<br>評価を実施した年(2009 年)は例年に比べて降雨量が多く、山岳地帯では土砂崩れ等により交通途絶の区間があった他、河川の増水により道路が浸食されている区間も確認された。                                                                                           | 150201     |
| 国際協力事業団年<br>報       | 2000     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール  | シンズリ道路建設計画<br>(第2工事区間)          | 道路                | 1999 | 2002 | ?<br>?<br>?<br>?<br>?<br>?           | 0.74<br>4.09<br>3.89<br>10.54<br>9.76<br>9.57 | シンズリ道路は、地勢等の条件から、南側より第一工区(バルバデス～シンズリバザール間37km)、第二工区(シンズリバザール～クルコット間40km)、第三工区(クルコット～ネバルトック間32km)、第四工区(ネバルトック～ドリケル間50km)の4工区に分割される。<br>第一工区、第四工区に続いて、第二工区の建設が要請された。<br>第二工区は、橋梁1箇所、コーズウェイ5か所を含む。本工区は3期に分けて実施される。丘陵と急峻な山岳地帯を通過し、地すべりや崩壊地形が多く分布する。 | 100306     |
| 国際協力銀行年次<br>報告書 資料編 | 2002     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン | 幹線道路網整備事業<br>(VI)               | 道路                |      |      | 2002 年 3 月                           | 67.23                                         | 日比友好道路ビサヤス区間において、地方における農漁業、工業、商業、観光などの経済拠点に通じる幹線道路を整備。アガス・アガス橋により土砂災害の影響を受けなくなった。                                                                                                                                                               | 120304     |
| 国際協力銀行年次<br>報告書 資料編 | 2002     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン | 幹線道路網整備事業<br>(V)                | 道路                |      |      | 2001 年 3 月                           | 82.94                                         | フィリピン主要幹線国道のうち路面状態が劣悪な複数区間の整備・改良。<br>コルディレラ行政地域のセルバンテス～サバンガン道路は特に険しい山岳道であるがゆえ、豪雨による土砂崩れ等の影響により工事は想定以上に難航し、費用増が見込まれた。                                                                                                                            | 120305     |
| JICAウェブサイト          | 2003     |           |            | ネパール  | ネパール王国 シンズリ<br>道路第四工区緊急復旧<br>計画 | 道路                | 2003 |      |                                      |                                               | カトマンズ寄りの第四工区約50キロメートルの区間は、日本の無償資金協力により、1996年から2期に分けて建設が進められていました。しかしながら、2002年7月の記録的な集中豪雨により、多数の土砂崩落や陥没、道路の流失、崩壊などの被害を受けました。日本は、この協力により、被災箇所の復旧・対策工事を行い、シンズリ道路第四工区を全通させるとともに道路の防災機能の強化にも寄与しました。                                                  | 100311     |
| 国際協力銀行年次<br>報告書 資料編 | 2004     | 資金        | 有償資金<br>協力 | フィリピン | 中部ミンダナオ道路整備<br>事業               | 道路                |      |      | 2003 年 3 月                           | 37.17                                         | ミンダナオ島南西部の中心都市であるコタバト市からスルタン・クダラット州カラマンシング町間の既存道路を拡幅・舗装、および仮設橋の架け替えを実施。<br>本事業により、危険な斜面には法面保護工事もされた。                                                                                                                                            | 120401     |
| JICAウェブサイト          | 2005     | 資金        | 無償資金<br>協力 | エチオピア | 第三次幹線道路改修計<br>画                 | 道路                | 2005 | 2009 | 2005/5/1                             | 48.32                                         | ゴハチオン～デジェン間の道路改修(40.60km)と新アバイ橋建設(303m)により、人的移動・物流の改善および安全な交通走行の確保を図る事業                                                                                                                                                                         | 030201     |
| 国際協力銀行年次<br>報告書 資料編 | 2006     | 資金        | 有償資金<br>協力 | グアテマラ | 和平地域道路整備事業                      | 道路                | 2005 |      | 2005年度                               | 73.57                                         | 円借款により整備が行われた RN7W のアルタ・ベラパス県サン・クリストバル・ベラパス市の西方約 6km の地点で、2009 年 1 月 4 日に発生した大規模な土砂崩れにより、同区間において RN7W 通行不能状態となった。これを受け、2009 年 4 月、日本政府に対して、同区間を迂回する道路の技術的検討及び予備設計実施について要請が出された。<br>RN7Wの土砂崩れ区間の迂回路の技術的検討及び予備設計を実施。落石対策工、土砂流出対策工、排水工について検討が行われた。 | 050101     |
| JICAウェブサイト          | 2009     |           | 有償資金<br>協力 | ジョージア | 東西ハイウェイ整備計画<br>(フェーズ1)          | 道路                | 2009 |      | 平成21年度<br>平成27年度                     | 177.22<br>44.10                               | F/SはJICA発注の「東西回廊情報収集調査」で2010年に報告書が出ている。<br>円借款は「東西ハイウェイ整備計画」。第一期と第二期に分かれている。<br>実施中、大規模な斜面崩壊がPK1のSTA3で発生。                                                                                                                                       | 180101     |
| JICAウェブサイト          | 2009     |           | 開発調査       | ネパール  | ナラヤンガート～ムグリン<br>道路防災管理計画調査      | 斜面                | 2007 | 2009 |                                      |                                               | ナラヤンガート～ムグリン道路において斜面災害のリスク評価の結果を考慮した「基本戦略」を構築。<br>ルワ川・マルシャンディ発電所の土石流対策工計画の策定                                                                                                                                                                    | 100601     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2009     | 資金        | 有償資金<br>協力 | スリランカ | 南部ハイウェイ建設事業<br>(Ⅱ)              | 道路                |      |      | 2008/7/29                            | 174.99                                        | コロンボ近郊から南部マータラまでの区間に高規格自動車専用道路(全長 125km)を建設。<br>供用開始後、大規模な切土斜面崩壊が発生。                                                                                                                                                                            | 070101     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2009     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール  | シンズリ道路建設計画<br>(第3工区)(詳細設計)      | 道路                | 2008 |      | 2009/2/12                            | 0.50                                          | 本件協力は、第三工区(クルコット～ネパールトック間)約14キロメートルの詳細な設計を行うために必要な資金を供与するもの。                                                                                                                                                                                    | 100307     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2009     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ブータン  | 第三次橋梁架け替え計<br>画(詳細設計)           |                   | 2009 |      | 2009/3/13                            | 0.62                                          | ブータンの主要南北道路の一つである国道 5 号線沿線の4県において、6 橋を仮設橋から永久橋へ架け替える。<br>ローリン橋において、切取り後の山の斜面(法面)に落石の危険性があったため、法面防護工事(2 件)と落石によって橋梁本体が損傷することを回避するための追加工事(1 件)があったが、これらは、アウトプットの変更ではなく、安定した人と物資の輸送という本事業のインパクトの発現を強化するための工夫と捉えられる。                                | 130101     |



| 年報                  | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム       | 国名    | 案件名                               | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日                                                    | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円)                           | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 案件関連<br>番号 |
|---------------------|----------|-----------|------------|-------|-----------------------------------|-------------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| JICAウェブサイト          | 2010     | 技術        | 技プロ        | エチオピア | アバイ渓谷地すべり対策<br>調査プロジェクト           | 斜面                | 2010 |      |                                                                                         |                                                          | 2010年3月～2012年3月<br>無償資金協力「第三次幹線道路改修計画」で改良した取り付け道路が、地すべり性崩壊で大きなダメージを受けた事が、プロジェクト形成の遠因                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 030401     |
| JICAウェブサイト          | 2010     | 調査        | 調査         | ベトナム  | 持続可能な総合運輸交<br>通開発戦略策定調査           | 道路                |      |      |                                                                                         |                                                          | 調査の目的<br>政策支援型の調査として同国の経済発展の基盤となる運輸交通システムを効率的かつ均衡のとれた形で整備していくために、以下を行う。<br>(1)持続的な長期(～2030年)運輸交通開発戦略の策定<br>(2)中期(～2020年)運輸交通マスタープランの策定<br>(3)短期(2011年～2015年)優先投資プログラムの策定<br>(4)南北高速道路網計画マスタープランの策定<br>(5)南北高速鉄道計画の概略検討<br>(6)調査を通じたカウンターパート機関への技術移転<br><br>(南北高速道路の準備調査的な位置付け？)                                                                                                                                                                                                       | 140201     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2010     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール  | シンズリ道路建設計画<br>(第3工区)              | 道路                | 2009 | 2014 | 2009/6/23<br>2009/6/23<br>2009/6/23<br>2012/2/15<br>2012/7/10<br>2012/7/10<br>2012/7/10 | 6.45<br>19.22<br>17.66<br>5.77<br>6.30<br>18.48<br>16.18 | 第2工区(シンズリバザールークルコット 35.8 キロメートル)と第3工区(ネパルトックークルコット 36.8キロメートル)を建設し全線を<br>開通させることにより、移動時間の短縮と交通安全の向上を図る。<br>首都カトマンズから南部のタライ平原にかかる地域において、シンズリ道路建設計画無償用の最終工区である第三工区(36.8km)の<br>うち未着手である 22.5 kmの建設を行い、首都カトマンズとタライ地域のアクセスを改善し、安定した物流網の構築を図る。<br>(2) プロジェクトサイト/対象地域名<br>シンズリ道路(第三工区 36.8 km)のうち、2/2 期区間(後段 22.5 km)<br>(3) 事業概要<br>1) 土木工事、調達機器等の内容<br>・道路:本線工及び舗装工(約 22.5 km)横断排水 158 箇所、バス停 14 箇所、待避所 99箇所<br>・コーズウェイ:カルバート 5 箇所<br>2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容<br>・設計監理(入札支援、施工監理等) | 100308     |
| JICAウェブサイト          | 2012     | 調査        | 調査         | スリランカ | 災害脆弱地域における<br>道路防災事業情報収集<br>調査    | 道路                | 2012 |      |                                                                                         |                                                          | 国道の道路防災対策強化に必要となる諸課題を整理し、今後の援助アプローチの優先順位、援助アプローチの方法等に関する検<br>討に資する情報収集。<br>070201の準備調査                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 070301     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2012     | 技術        | 技プロ        | エチオピア | 地すべり対策工能力強<br>化プロジェクト             | 道路                | 2011 |      | 2011/4/12                                                                               |                                                          | プロジェクト目標:ERA の地すべり対策に関する能力が向上する<br>成果 1 ERA の組織・体制が準備され、関係機関[運輸通信省(Ministry of Transportation andCommunication:MTC)、地域道路公社<br>(Regional Road Authority:RRA)、エチオピア地質調査所(Geological Survey of Ethiopia:GSE)]に認知される<br>成果 2 地すべりの緊急対策を効果的に実施する<br>成果 3 地すべり対策ユニット(Landslide Task Unit:LTU)を主体として、地すべりの中長期対策を効果的に計画・実施する<br>成果 4 ERA の地すべり災害対策・軽減にかかわるコンサルティング能力が向上する<br>成果 5 ERA の地すべりに対する道路維持管理能力が向上する                                                                                  | 030101     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2012     | 技術        | 技プロ        | ネパール  | シンズリ道路維持管理<br>運営強化プロジェクト          | 道路                |      |      | 2011/8/22                                                                               |                                                          | プロジェクト目標:シンズリ道路の維持管理(日常的、周期的、緊急的な維持管理)及び災害・事故発生における道路管理が、DOR及<br>びDWIDPIによって適切に実施されるようになる。<br>成果<br>成果1. シンズリ道路における運営・維持管理体制が構築される。<br>成果2. シンズリ道路における災害、交通事故などに関する道路管理体制が構築される。<br>成果3. 災害対策工に関するDOR及びDWIDPの知識、技術が向上する。                                                                                                                                                                                                                                                              | 100401     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2012     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ブータン  | 第三次橋梁架け替え計<br>画                   | 道路                | 2009 | 2012 | 2009/6/19<br>2009/6/19                                                                  | 9.27<br>3.32                                             | ブータンの主要南北道路の一つである国道 5 号線沿線の4県(ワンディ県、ダガナ県、チラン県、サルパン県)において、6 橋(ラワ<br>カー橋、バソチュ橋、ニャラチュ橋、プリチュ橋、チャンチー橋、ローリン橋)を仮設橋から永久橋へ架け替えることにより、安定した<br>人・物資の輸送の確保を図る。<br><br>ローリン橋において、切取り後の山の斜面(法面)に落石の危険性があったため、法面防護工事(2 件)と落石によって橋梁本体が損<br>傷することを回避するための追加工事(1 件)があったが、これらは、アウトプットの変更ではなく、安定した人と物資の輸送という本<br>事業のインパクトの発現を強化するための工夫と捉えられる。                                                                                                                                                             | 130102     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2012     | 資金        | 有償資金<br>協力 | ベトナム  | 南北高速道路建設事業<br>(ダナンークアンガイ間)<br>(I) | 道路                |      |      | 2011/6/15                                                                               | 159.12                                                   | ダナンークアンガイ間の高速道路を建設することにより、中部地域の物流・生産拠点であるダナン市周辺において増加する交通需要<br>への対応、交通・物流の効率化及び交通安全の促進を図る。<br>事業概要<br>①高速道路規格の道路(片側 2 車線、ダナンークアンガイ間 131.5km。インターチェンジ 9 カ所、長大橋 3 カ所、トンネル(540m)を<br>含む)の建設(国際競争入札)<br>②維持管理(O&M)関連施設に係る詳細設計、建設及び据付(国際競争入札)<br>③コンサルティング・サービス(入札補助、施工監理)(ショートリスト方式)                                                                                                                                                                                                      | 140101     |

| 年報                  | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム       | 国名    | 案件名                               | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日             | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円)   | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 案件関連<br>番号 |
|---------------------|----------|-----------|------------|-------|-----------------------------------|-------------------|------|------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2013     | 資金        | 有償資金<br>協力 | スリランカ | 国道土砂災害対策事業                        | 斜面                | 2013 | 2020 | 2013/3/14<br>2013/3/14<br>2013/3/14<br>2013/3/14 | 76.19<br>11.72<br>25.77<br>33.51 | 土砂災害危険地域7県における土砂災害リスクの高い主要国道への斜面对策を実施することにより、基盤インフラである国道の土砂災害リスク軽減を図る。<br>事業概要<br>1) 土砂災害高リスク地域における国道斜面モデル対策工(アンカー工法等): 6ヵ所(調達方法: 国際競争入札)<br>2) 土砂災害高リスク地域における国道斜面对策工: 10ヶ所(調達方法: 国内競争入札)<br>3) 早期警報システム機材の調達: 30ヶ所(調達方法: 国内競争入札)<br>4) コンサルティング・サービス(地質調査、詳細設計、入札補助、施工監理等)(ショートリスト方式)                       | 070201     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2013     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール  | シンズリ道路建設計画<br>(第2工区斜面对策)          | 道路                | 2012 | 2014 | 2012/7/10<br>2012/7/10<br>2012/7/10              | 1.73<br>4.16<br>3.12             | 首都カトマンズとタライ平野東部を結ぶシンズリ道路の第二工区において、斜面崩壊の最も起きやすい地点で対策工を実施。<br>1. 事業サイト: ネパールのシンズリ郡におけるシンズリ道路第二工区(シンズリバザールークルコット間)<br>2. 日本側: Sta.17+600 における地すべり対策工(アンカー工、法枠工 F500、法枠工F300、コンクリート吹付け工、盛り土工)、及び Sta.18+200 における道路付替え工(170m)に必要な無償資金の供与<br>3. 相手国側: 私有地の取得に係る補償、給水施設の移設、地すべりモニタリング、初期環境調査を含む環境モニタリング等            | 100309     |
| JICAウェブサイト          | 2014     | 技術        | 技プロ        | ブータン  | 道路斜面管理マスタープ<br>ラン調査プロジェクト         | 斜面                |      |      | 2014.07.01                                       |                                  | 斜面防災点検手法を導入・定着させることにより、危険度の高い斜面を抽出し、道路斜面管理マスタープラン(調査、モニタリング、対策計画)の策定に資する。<br>期待される成果<br>成果 1: 斜面防災点検・診断のマニュアルが作成される。<br>成果 2: 選定された調査対象区間において、斜面防災点検(踏査・調査)が実施され、道路斜面台帳と斜面カルテが作成される。<br>成果 3: 調査対象区間について、斜面カルテを含む斜面防災データベースが整備される。<br>成果 4: 斜面カルテを作成した斜面のうち、DoR が斜面对策を実施する 1、2 箇所のパイロット・サイトに対して、助言が与えられる。    | 130401     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2014     | 資金        | 有償資金<br>協力 | ベトナム  | 南北高速道路建設事業<br>(ダナン〜クアンガイ間)<br>(Ⅱ) | 道路                |      |      | 2014/3/18                                        | 300.08                           | 南北高速道路網のうち、優先路線の1つであるダナン〜クアンガイ間の高速道路の建設を支援                                                                                                                                                                                                                                                                   | 140102     |
| JICAウェブサイト          | 2015     | 資金        | 無償資金<br>協力 | インド   | 国道55号線斜面災害対<br>策計画準備調査            | 道路                | 2016 | 2016 |                                                  |                                  | 西ベンガル州ダージリン県を走る国道 55 号線に斜面災害対策を行うことにより、物流の効率化を図る。<br>事業内容: i) 土木工事、調達機器等: 国道 55 号線内の大規模斜面崩落地 2 か所の斜面災害対策工事、ii) コンサルティングサー<br>ビス/ソフトコンポーネントの内容: 入札支援・調達監理、iii) 調達・施工方法: 協力準備調査にて確認                                                                                                                            | 010301     |
| JICAウェブサイト          | 2015     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ブータン  | 国道一号線橋梁架け替<br>え計画                 | 道路                |      |      | 2015年3月                                          | 19.56                            | 国道一号線のチュゾムサ橋、ニカチュ橋及びザラムチュ橋の架け替えを行うことで、橋梁の性能を向上させることにより、効率的・安<br>定的な運輸・交通の確保を図る。<br>事業概要<br>1) 土木工事、調達機器等の内容: 新橋 3 橋の建設(チュゾムサ橋: 2 車線、橋長 47.5m の PC 単純箱桁橋、ニカチュ橋: 2車線、橋<br>長 45.0m の PC 単純箱桁橋、ザラムチュ橋: 2 車線、橋長 46.5m の PC 単純箱桁橋)、取付道路工<br>2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容: 対象橋梁の詳細設計、入札補助及び施工監理(ソフトコンポーネントな<br>し) | 130501     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2016     | 技術        | 技プロ        | インド   | 持続可能な山岳道路開<br>発のための能力向上プ<br>ロジェクト | 道路                | 2016 |      | 2015/12/23                                       |                                  | インド全土において、山岳道路にかかる課題の分析、整備計画・調査手法の基盤整備、設計・建設および運営・維持管理のガイドラ<br>イン作成を支援する。<br>成果1: 山岳道路整備に関する課題が明らかになり、山岳道路計画策定のための基盤が整備される<br>成果2: 山岳道路の設計・建設にかかる基盤が整備される<br>成果3: 山岳道路の運営・維持管理にかかる基盤が整備される                                                                                                                   | 010101     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2016     | 技術        | 技プロ        | キルギス  | 道路防災対応能力強化<br>技術協力プロジェクト          | 道路                | 2015 |      | 2015/8/6                                         |                                  | 道路防災に係る①関連部署の役割の整理、②道路防災点検・分析能力の向上、③道路防災データベース管理システムの構築及び<br>運用、④道路防災管理計画策定能力の向上に係る協力を進めていくことにより、MOTC の道路防災管理に係る能力の向上を図り、<br>もって、プロジェクト対象の道路維持管理事務所(DEP)の管轄地域における斜面災害/雪害に対しての道路交通の安全性を向上さ<br>せるもの。                                                                                                           | 040201     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2016     | 資金        | 有償資金<br>協力 | キルギス  | 国際幹線道路改善事業                        | 道路                | 2015 |      | 2015/10/26                                       | 119.15                           | キルギス南部の主要 3 都市であるオシュ、ノトケン、イスファナを東西に結ぶ国際幹線道路の改修及び首都ビシュケクと第二の都<br>市オシュを南北に結ぶ国際幹線道路における防災対策を行う。<br>1) 土木工事: ①OBI道路の一部(全長約47km)の改修(含橋梁架替等)②BO道路の防災対策: トンネル新設(約740m)、落石対策<br>工、地すべり対策工(鋼 管工)<br>2) コンサルティングサービス(詳細設計、入札補助、施工監理等)                                                                                  | 040301     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2016     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール  | ネパール地震復旧・復興<br>計画                 | 道路                |      |      | 2016/2/17                                        | 40.00                            | カトマンズ盆地における国立ビル病院およびパロバカール産婦人科病院の再建、最大の被害を出したシンドパルチョーク郡における<br>導水管の再建、震央であるゴルカ郡における橋梁の整備を行う。<br>事業概要<br>1) 土木工事、建築工事、調達機器等の内容<br>①国立ビル病院の再建(カトマンズ盆地)<br>②パロバカール産婦人科病院の再建(カトマンズ盆地)<br>③導水管の再建(シンドパルチョーク郡)<br>④橋梁の整備(ゴルカ郡)<br>2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容<br>環境影響評価及び詳細設計作成、調達及び施工監理、実施機関職員のトレーニング等         | 100501     |



| 年報                  | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム       | 国名     | 案件名                               | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日                 | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円) | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 案件関連<br>番号 |
|---------------------|----------|-----------|------------|--------|-----------------------------------|-------------------|------|------|------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2016     | 資金        | 有償資金<br>協力 | ベトナム   | 南北高速道路建設事業<br>(ダナンークアンガイ間)<br>(Ⅲ) | 道路                |      |      | 2016/3/31                                            | 300.00                         | 南北高速道路網のうち、最優先路線であるダナンークアンガイ間の高速道路を建設することにより、中部地域の物流・生産拠点であるダナン市周辺において増加する交通需要への対応、交通・物流の効率化及び交通安全の促進を図る。<br>事業概要<br>1) 高速道路規格の道路(片側 2 車線、ダナンークアンガイ間 131.5km。インターチェンジ 9 カ所、長大橋 3 カ所、トンネル(北方面約 556m、南方面約 515m)を含む)の建設(国際競争入札)<br>2) 維持管理(O&M)関連施設に係る詳細設計、建設及び据付(国際競争入札)<br>3) コンサルティング・サービス(入札補助、施工監理)(ショートリスト方式)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 140103     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2016     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ポリビア   | 国道7号線道路防災対策計画(詳細設計)               | 斜面                |      |      | 2015/9/10                                            | 0.50                           | 国道 7 号線のサントクルス県アングストゥーラ・バリサーダ間の 5 地点において、斜面崩壊及び土石流に対する対策工事等を実施。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 160101     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2017     | 資金        | 有償資金<br>協力 | インド    | 北東州道路網連結性改善事業(フェーズ1)(第一期)         | 道路                | 2017 |      | 2017/3/31                                            | 671.70                         | インド北東州地域における国道51号線及び国道54号線の改良等を行うことにより、同地域内及び国内外他地域との交通円滑化による連結性向上を図る。<br>事業概要<br>1) 国道 54 号線の道路改良(約 350km:12m 幅への拡幅、線形改良、斜面对策、舗装、交通安全施設等)<br>2) 国道 51 号線の道路改良(約 50km:12m 幅への拡幅、線形改良、斜面对策、舗装、交通安全施設等)<br>3) コンサルティング・サービス(施工監理)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 010201     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2017     | 技術        | 技プロ        | タジキスタン | 道路災害管理能力向上プロジェクト                  | 道路                |      |      | 2016/11/9                                            |                                | タジキスタン国運輸省及び対象地域の SETM において、道路災害管理(災害復旧・災害予防保全)の体制面や技術面の指導を行うことにより、運輸省及び対象 SETM と傘下の道路維持管理事務所(以下、SEHM)が道路災害管理を効果的に行う能力の向上を図り、もって対象 SETM/SEHM が管理する国際道路・国道における道路災害の軽減に寄与するもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 090101     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2017     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ブータン   | 国道四号線橋梁架け替え計画                     | 道路                | 2016 | 2019 | 2016/12/26<br>2016/12/26<br>2016/12/26<br>2016/12/26 | 5.78<br>4.44<br>3.55<br>4.91   | 本事業は、トンサ県及びサルパン県において、国道 4 号線上の 4 橋、①テレガンチュ橋、②ベテニ橋、③サムカラ橋及び④パッサン橋の架け替えを行い、橋梁の性能及び安全性を向上させる。<br>事業概要<br>1) 土木工事の内容:国道 4 号線上の 4 橋(①テレガンチュ橋:2 車線、橋長 40m【トンサ県】、②ベテニ橋:2 車線、橋長 33.5m【サルパン県】、③サムカラ橋:2 車線、52.5m【サルパン県】及び④パッサン橋:2 車線、41m【サルパン県】)の架け替え工事(切り土面保護工、歩道含む)及びアプローチ道路の整備<br>2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容:詳細設計、入札補助、施工監理(ソフトコンポーネントはなし)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 130201     |
| JICAウェブサイト          | 2018     |           | 有償資金<br>協力 | ジョージア  | 東西ハイウェイ整備計画<br>(フェーズ2)            | 道路                | 2018 |      | 平成30年度                                               | 387.35                         | ● イメレティ州 イメレティ州 イメレティ州 ショラパニ ショラパニ ショラパニ ～アウグヴェタ アウグヴェタ アウグヴェタ 区間既存 区間既存 2車線道路改修および 車線道路改修および 車線道路改修および 拡幅( び拡幅( 4車線化)、トンネル( 車線化)、トンネル( 車線化)、トンネル( 車線化)、トンネル( 12ヶ所)、橋梁( ヶ所)、橋梁( ヶ所)、橋梁( 14ヶ所)の建設を か所)の建設を か所)の建設を か所)の建設を含む、全長 含む、全長 含む、全長 14.7 km区間の道路整備 区間の道路整備 区間の道路整備 区間の道路整備<br>● 道路安全対策(落石防止・斜面等) 道路安全対策(落石防止・斜面等) 道路安全対策(落石防止・斜面等) 道路安全対策(落石防止・斜面等)<br>● コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) コンサルティグーービス(詳細設計レユ、施工監理等) | 180102     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2018     | 資金        | 有償資金<br>協力 | インド    | 北東州道路網連結性改善事業(フェーズ2)              | 道路                | 2018 |      | 2018/3/29                                            | 386.66                         | インド北東州地域における国道40号線の改良及び国道54号線のバイパス新設等を行うことにより、同地域内及び国内外他地域との連結性向上を図る。<br>事業内容<br>1) 国道 40 号線の道路改良(約 81km:12m 幅(2 車線)又は 4 車線道路への拡幅、線形改良、斜面对策、舗装、橋梁架け替え、交通安全施設等)及び維持管理<br>2) 国道 54 号線のバイパス新設(アイゾール-トウイパン間の 4 箇所、約24km:12m 幅道路の新設、斜面对策、舗装、橋梁、交通安全施設等)、維持管理<br>3)コンサルティグサービス(施工監理等)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 010202     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2018     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ホンジュラス | 国道六号線地すべり防止計画                     | 斜面                | 2017 |      | 2017/9/13                                            | 9.58                           | 当国とニカラグア共和国を結ぶ主要幹線である国道6号線の3箇所において、地すべり対策を講じることにより、自然災害への脆弱性の低減を図る。<br>事業概要<br>1) 施設、機材等の内容:【施設】国道 6 号線上の 3 地区における地すべり対策工(総延長約 480m)(Sta.14:アンカー工・吹付け工の実施(約 110m)、Sta.22:置換工・地下水排除工・舗装工・横断管盛替工・鋼管杭工の実施(約 315m)、Sta.63:補強土工法・法面保護工・土工掘削の実施(約 55m))<br>2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容:詳細設計、入札補助、施工監理、ソフトコンポーネントによる技術指導(地すべりの発生メカニズムと素因・誘因、地すべりの安定性評価とモニタリング手法、地すべり防止施設の原理・設計手法と維持管理手法等)<br>準備調査は2016年                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 170101     |

| 年報                  | 掲載<br>年度 | 技術／<br>資金 | スキーム       | 国名   | 案件名                       | 斜面単<br>独／道<br>路案件 | 開始年度 | 終了年度 | R/D署名日<br>G/A締結日<br>L/A調印日<br>アmend日 | 供与限度額<br>／<br>増額アmend<br>額(億円) | 実施概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 案件関連<br>番号 |
|---------------------|----------|-----------|------------|------|---------------------------|-------------------|------|------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2019     | 資金        | 有償資金<br>協力 | インド  | 北東州道路網連結性改善事業(フェーズ3)(第一期) | 道路                | 2018 |      | 2018/10/29                           | 254.83                         | インド北東州地域におけるアッサム州ドゥブリとメガラヤ州プルバリを結ぶ橋梁等(総延長約 20km)を建設することにより、同地域の域内外との連結性向上を図る。<br>事業内容<br>1)新橋建設等(約 20km:アクセス道路含む、片側 2 車線)<br>2)コンサルティング・サービス(施工監理等)                                                                                                                                                                                                                       | 010203     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2019     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ネパール | シンズリ道路震災復旧計画              | 道路                |      |      | 2018/10/25                           | 10.47                          | ネパール地震で被害を受けたシンズリ道路の復旧工事を実施。<br>事業内容<br>ア)施設、機材等の内容:ネパール地震で被害を受けたシンズリ道路 5 箇所の復旧(地すべり対策工の実施)<br>イ)コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容詳細設計、入札補助、施工監理                                                                                                                                                                                                                                | 100310     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2019     | 技術        | 技プロ        | ネパール | シンズリ道路維持管理運営強化プロジェクトフェーズ2 | 道路                |      |      | 2018/4/11                            |                                | シンズリ道路において、道路維持管理能力及び交通安全対策能力並びにコーズウェイの改修能力の強化を行うことにより、シンズリ道路の全体的な運営・維持管理システムを強化する。<br>成果 1 シンズリ道路の維持管理能力が向上する。<br>成果 2 シンズリ道路の交通安全対策能力が向上する。<br>成果 3 シンズリ道路の損傷したコーズウェイの改修に関する能力が、パイロット事業を通じて向上する。                                                                                                                                                                        | 100402     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2019     | 技術        | 技プロ        | ブータン | 道路斜面对策工能力強化プロジェクト         | 斜面                |      |      | 2018/9/18                            |                                | 事前通行規制条件の明確化、土砂・岩盤斜面崩壊及び土石流対策の能力開発、道路災害および通行規制に関する情報システムの改善を行うことにより、DoR の道路斜面对策に係る能力強化を図る。<br>成果1:事前通行規制の条件が明確になる<br>成果2:「土砂斜面崩壊」防止に適した植生工が選定される<br>成果3:「土砂斜面崩壊」「岩盤斜面崩壊」に対する標準切土のり面勾配が改訂される<br>成果4:「岩盤斜面崩壊(落石)」に対する適した対策工法が実施できるようになる<br>成果5:「土石流」に対する適正な対策工が導入される<br>成果6:道路斜面災害情報及び通行規制に関する情報システムが改善される                                                                  | 130301     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2019     | 資金        | 無償資金<br>協力 | ボリビア | 国道7号線道路防災対策計画             | 斜面                | 2018 |      | 2018/7/19<br>2018/7/19               | 9.87<br>7.11                   | 国道 7 号線のサンタクルス県アンゴストゥーラ・バリサーダ間の 5 地点において、斜面崩壊及び土石流に対する対策工事等を実施することにより、自然災害による対象区間道路の交通障害の軽減を図る。<br>事業内容<br>ア)施設、機材等の内容<br>【施設】国道 7 号線上にある斜面崩壊対策施設(4 か所におけるコンクリート吹付工、緑化工、ロックボルト工等による対策工の実施)、土石流対策施設(1 箇所における砂防ダム、導水路、カルバートの設置)。<br>【機材】なし。<br>イ)コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容<br>斜面崩壊対策工事に係る実施設計、施工監理及び斜面崩壊対策計画の立案及び対象施設の維持管理に必要な技術に係る講習の実施。<br>ウ)調達・施工方法<br>資機材は現地／本邦調達を想定。 | 160102     |
| 国際協力機構年報<br>別冊(資料編) | 2020     | 資金        | 有償資金<br>協力 | インド  | 北東州道路網連結性改善事業(フェーズ4)      | 道路                | 2020 |      | 2020/3/27                            | 149.26                         | インド北東部地域のトリプラ州カイルシャハール(Kailashahar)からコワイ(Khowai)までを結ぶ国道の改良及びコワイにおけるバイパスの新設を行う。<br>事業内容<br>1)国道 208 号線:2 車線道路(橋梁、排水路、バイパス等含む)の改良・拡幅(約 80 km)、コワイにおけるバイパスの新設(約 5 km)及び維持管理<br>2)コンサルティング・サービス(施工監理及び維持管理支援(斜面の安全対策含む)、環境社会配慮等)                                                                                                                                              | 010204     |

## Appendix 2

---

斜面对策事業の調査における特記仕様書(案)のレビュー



## 業務指示書／特記仕様書のレビュー詳細

(調査・設計の具体的指示内容の詳細)

### 1. 調査期間、業務量、十分な技術・資格を持つ業務従業者の配員要求

斜面对策を主な業務内容とする各案件の準備調査等の特記仕様書に記載された調査期間、業務量、業務従事者の配員要求を下表に示す。

表 1-1 調査期間、業務量、業務従事者の比較 (斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 件名      | 調査期間                                       | 業務量<br>(総 M/M) | 業務従業者の配員要求<br>(太字：評価対象、下線：道路斜面防災関連団員)                                                                                                     |
|----|-------|---------|--------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア  | 国道 7 号線 | 2011 年 10 月<br>～<br>2012 年 12 月<br>(15 ヶ月) | 18M/M          | 1)業務主任/斜面对策設計※評価対象、2)構造物設計※評価対象、3)施工計画/う回道路設計、4)自然条件調査※評価対象、5)調達事情/積算、6)環境社会配慮、7)業務調整/斜面对策補助                                              |
| G6 | ホンジュ  | 国道 6 号  | 2016 年 3 月<br>～<br>2017 年 6 月<br>(16 ヶ月)   | 26.4M/M        | 1) 業務主任/斜面对策工(2 号) ※評価対象、2)地すべり動態観測(3 号) ※評価対象、3)構造物設計、4)自然条件調査、5)調達事情/積算/施工計画、6)環境社会配慮、7)業務調整/斜面对策補助                                     |
| G8 | インド   | 国道 55 号 | 2016 年 6 月<br>～<br>2017 年 1 月<br>(8 ヶ月)    | 28M/M          | 1)総括/交通計画(2 号)※評価対象、2)斜面对策工 1(3 号) ※評価対象、3)斜面对策工 2、4)道路設計、5)自然条件調査 1(地形)、6)自然条件調査 2 (地質)(3 号) ※評価対象、7)自然条件調査 3 (気象・水文)、8)環境社会配慮 9)施工計画/積算 |
| L2 | スリランカ | 国道土砂災害  | 2012 年 5 月<br>～<br>2012 年 11 月<br>(7 ヶ月)   | 25.33M/M       | 1)総括/土砂災害対策 ※評価対象、2)土砂災害リスク分析 ※評価対象、3)道路維持管理 ※評価対象、4)地質、5)経済分析、6)社会調査、7)構造物対策、8)計画策定                                                      |
| L4 | キルギス  | 国際幹線    | 2013 年 10 月<br>～2014 年 5 月<br>(8 ヶ月)       | 29.42M/M       | 1)総括/道路計画・維持管理※評価対象、2)道路斜面对策 1※評価対象、3)道路斜面对策 2、4)地形・地質、5)施工計画積算、6)環境社会配慮、7)交通需要予測・経済分析                                                    |

斜面对策を主な業務内容としない各案件の準備調査等の特記仕様書／業務指示書に記載された調査期間、業務量、業務従事者の配員要求は以下の通りである。

表 1-2 調査期間、業務量、業務従事者の比較(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 件名       | 調査期間                                 | 業務量<br>(総 M/M)                | 業務従業者の配員要求<br>(太字：評価対象、下線：道路斜面防災関連団員)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------|----------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ     | 2008 年 3 月～<br>2008 年 10 月<br>(8 ヶ月) | 15.23M/M                      | 1)業務主任/道路計画・運営維持管理※評価対象、2)道路設計Ⅰ(道路工)※評価対象、3)道路設計Ⅱ(付帯工)、4)自然条件調査(地形・地質)、5)環境社会配慮※評価対象、6)施工計画/積算※評価対象、7)照査技術者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| G2 | ネパール  | ネパール地震復旧 | 2015 年 7 月～<br>2017 年 6 月<br>(24 ヶ月) | 150M/M                        | <p>●成果 1:復旧・復興のグランドデザインの策定<br/>【カトマンズ盆地強靱化計画】</p> <p>1) 全体総括/復旧・復興計画(1 号)※評価対象、2)～4)、7)～11)その他の業務従事者 8 名、5) 災害評価/防災計画 1、6) 道路/橋梁計画</p> <p>【地方郡復旧・復興】</p> <p>1) チームリーダー/地方復旧・復興 1(2 号)※評価対象、2) 地方復旧・復興 2、3)～9)、12)その他の業務従事者 8 名、10) デジタル地形図作成、11) ハザードマップ作製</p> <p>●成果 2:耐震建築ガイドライン作成及び普及</p> <p>1) チームリーダー/耐震建築・構造物(2 号)※評価対象、2)～8)：その他の業務従事者 7 名</p> <p>●成果 3:優先復興事業計画(プログラム無償)の形成(カトマンズ盆地及び地方郡)</p> <p>1) チームリーダー/復旧・復興事業(2 号)※評価対象、2)～4)、7)、11)その他の業務従事者 5 名、5) 道路・橋梁復旧計画 1、6) 道路・橋梁復旧計画 2、8) 施工・調達計画/積算 1、9) 施工・調達計画/積算 2、10) 環境社会配慮/自然条件調査</p> <p>●成果 4:優先緊急復旧事業(QIPs)の形成及び実施(地方部)</p> <p>1) チームリーダー/QIPs(2 号)※評価対象、2)～11)その他の業務従事者 10 名</p> |
| G3 | ブータン  | 国道四号線    | 2015 年 7 月～<br>2016 年 4 月<br>(10 ヶ月) | 22.3M/M                       | 1)業務主任/橋梁計画(2 号)※評価対象、2)橋梁設計(3 号)※評価対象、3)道路設計、4)自然条件調査(地形・地質)、5)水理・水文・河川計画、6)施工計画・積算、7)環境社会配慮                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| G4 | ブータン  | 第三次橋     | 2008 年 3 月～<br>2008 年 11 月<br>(9 ヶ月) | 13.16M/M                      | 1)業務主任/道路交通計画※評価対象、2)橋梁設計/施工計画Ⅰ※評価対象、3)橋梁設計/施工計画Ⅱ、4)自然条件調査Ⅰ(気象/水文)、5)自然条件調査Ⅱ(地形/地質)、6)調達計画/積算※評価対象                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| G7 | エチオピア | 第三次幹     | 2003 年 10 月～<br>2004 年 3 月<br>(6 ヶ月) | 現地：<br>約 10M/M<br>(基本設計調査報告書) | 基本設計調査報告書からの補足<br>1)業務主任/道路計画※評価対象、2)橋梁設計、3)道路設計、4)水理水文解析、5)自然条件調査(地形・地質)、6)環境社会配慮、7)施工・調達計画/積算                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| No | 国名   | 件名     | 調査期間                         | 業務量<br>(総 M/M) | 業務従業者の配員要求<br>(太字：評価対象、下線：道路斜面防災関連団員)                 |
|----|------|--------|------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------|
| L5 | ジョージ | ウエストハイ | 2009年1月～<br>2009年4月<br>(4ヶ月) | 10M/M          | 1)総括※評価対象、2)道路設計、3)河川改修※評価対象、<br>4)地質分析※評価対象、5)環境社会配慮 |

## 2. 十分な調査項目の指示と追加調査項目の提案の指示

表 2-1 調査項目の指示と追加調査項目の提案の指示(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 案件     | 調査項目の指示                                                                                                | 追加調査項目の提案の指示                                                                                                                                                                               |
|----|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア   | 国道7号線  | 気象条件調査、水理・水文調査、地形測量(平板測量、縦断測量、横断測量)、ボーリング調査、現地踏査、孔内傾斜測定、地盤傾斜測定、地表面伸縮計、地下水位観測、雨量観測、流量・流速観測              | ●別紙1のサイト状況調査仕様書と別紙2のモニタリング調査仕様書の両方の目的欄<br>以下に実施すべき調査項目を参考までに記すので、「ボ」国からの要請内容も勘案の上、コンサルタントは必要な調査の細目(調査方法、項目、手法、位置、数量、成果等)を検討し、プロポーザルにて提案するものとする。                                            |
| G6 | ホンジュラス | 国道6号線  | 地すべり箇所現況調査、地すべり箇所動態調査(降雨量、ひずみ累積変動量、すべり面の種別及び活動性等)、自然条件調査(地下水位調査、現地踏査、地形測量、地層分布及び土質試験調査、気象調査及び水理・水文調査、) | ●実施方針及び留意事項：(1)現地調査の実施方法(p.2)<br>本業務指示書は、これまでに判明した事実及び現地から入手した情報を基に作成したものである。コンサルタントは、より効率的かつ効果的な調査手法等を検討の上、プロポーザルに記載すること。なお、本業務指示書に記載している事項以外にコンサルタントが必要と判断する調査項目についても、プロポーザルに記載して提案すること。 |
| G8 | インド    | 国道55号線 | 気象調査、水文調査、地形調査(平板測量、斜面横断測量)、地質調査(ボーリング調査、土質試験)、サイト状況調査(地表面伸縮計、地盤傾斜計)                                   | ●業務の内容：(5) サイト状況(自然条件等)調査(p.14)<br>2)斜面の挙動を把握し、崩壊メカニズムを解明するために必要な情報を収集するため、必要に応じ地表面伸縮計、地盤傾斜計等機器を設置する。なお、収集する情報および必要機器(仕様・数量)等については、コンサルタントがプロポーザルで提案することとする。                               |

| No | 国名    | 案件     | 調査項目の指示                                        | 追加調査項目の提案の指示                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------|--------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L2 | スリランカ | 国道土砂災害 | 土砂災害被害分析、リスクアセスメント、                            | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| L4 | キルギス  | 国際幹線道路 | 斜面災害・土石流履歴の収集・解析、自然条件データの収集・解析、地形画像データの入手、現地踏査 | <p>●実施方針及び留意事項 (3) 気候を意識した調査工程、調査方法の策定 (p.12)</p> <p>本業務で最も重要な情報収集・現状把握の工程は 10 月-12 月となるが、「キ」恩においては例年 11 月頃から、ビシュケクーオシュ道路で最も標高の高いトゥーアシュー付近では 9 月末頃から降雪があるため、特に現地踏査について、降雪による踏査への影響を考慮した調査工程、調査手法を検討し、プロポーザルにおいて提案すること。</p> <p>●業務の内容 (1) 既存資料、報告書のレビュー (p.12)</p> <p>・想定している調査項目は以下の通り。なお、これ以外にも調査することが適当と思われる項目があれば、プロポーザルにて提案すること。</p> |

表 2-2 調査項目の指示と追加調査項目の提案の指示(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名   | 件名         | 調査項目の指示                                                                  | 調査項目の提案の指示 |
|----|------|------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| G1 | ネパール | シンズリ道路 (三) | 自然条件調査 (気象調査、測量図レビュー、地質調査、地形調査、水文調査)、※道路及び付帯工の設計を対象とし、特に斜面防災を意図したものではない。 | 記載無し       |
| G2 | ネパール | ネパール地震復旧   | ハザードマップの作成、自然環境条件調査 (気象水文データ、地質情報)                                       | 記載無し       |
| G3 | ブータン | 国道四号線橋梁    | 自然条件調査 (気象調査、地形測量、地質調査、水文調査) ※道路構造物、基礎、道路舗装地盤を対象とし、特に斜面防災を意図したものではない。    | 記載無し       |
| G4 | ブータン | 第三次橋梁      | 自然条件(気象、水文、地震、地形・地質調査) ※橋梁設計を対象とし、特に斜面防災を意図したものではない。                     | 記載無し       |

| No | 国名    | 件名      | 調査項目の指示                                                           | 調査項目の提案の指示 |
|----|-------|---------|-------------------------------------------------------------------|------------|
| G7 | エチオピア | 第三次幹線   | 自然条件調査（気象調査、水文調査、地形測量、地質調査）※道路及び橋梁の設計に資する調査であり、特に斜面防災を意図したものではない。 | 記載無し       |
| L5 | ジョージア | 東西ハイウェイ | ボーリング調査、標準貫入試験、室内土質試験                                             | 記載無し       |

### 3. 特記仕様書内での斜面对策に関する調査の具体的指示内容（要約）

表 3-1 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名   | 件名      | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容（要約）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア | 国道 7 号線 | <p>●プロジェクトの概要（4）事業の内容（p. 2）<br/>要望のあった対象箇所5箇所の位置と災害タイプ（岩盤崩壊、土石流、泥流型地すべり、表層崩壊）と災害規模（延長 L と高さ H）が明示されている。</p> <p>●業務の実施方針及び留意事項（1）現地調査の実施方法（p. 3）<br/>第1次現地調査から第3次現地調査までの主な実施内容について指示している。また、要請のあった5箇所以外でも同様の崩壊等を確認した場合は斜面对策工等の検討を行うことが指示されている。</p> <p>●業務の内容（5）サイト状況（自然条件等）調査（p. 4）<br/>第1次現地調査で実施するサイト状況調査の目的や重要なポイントが説明されている。現地再委託を認めることも記載されている。</p> <p>●業務の内容（8）モニタリング調査（雨季前）（p. 5）<br/>第1次現地調査で実施するモニタリング調査の概要が説明されている。現地再委託を認めることも記載されている。</p> <p>●業務の内容（9）サイト状況（自然状況等）調査（p. 5）<br/>第2次現地調査で実施するサイト状況調査の目的や重要なポイントが説明されている。現地再委託を認めることも記載されている。</p> <p>●業務の内容（10）モニタリング調査（雨季後）（p. 6）<br/>第2次現地調査で実施するモニタリング調査の概要が説明されえいる。現地再委託を認めることも記載されている。</p> <p>●現地再委託（p. 13）<br/>現地再委託できる内容と注意点が記載されている。</p> |

| No | 国名     | 件名    | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容（要約）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|--------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G6 | ホンジュラス | 国道6号線 | <p>●実施方針及び留意事項(1)現地調査の実施方法（p.2）<br/>業務指示書掲載の事項以外の調査項目や調査方法について技術提案書での記載を指示している。</p> <p>●実施方針及び留意事項(2)現地調査の実施方法(p.2)<br/>雨季と雨季後の地すべり動態観測調査の実施時期等が指示されている。</p> <p>●実施方針及び留意事項(5)地すべり動態観測(p.3)<br/>観測機器の設置やモニタリングの時期、観測機器の追加設置について指示されている。</p> <p>●実施方針及び留意事項(7)必要な予備的経費の検討(p.3)<br/>地すべりの進行により施工範囲が拡大する可能性があり、概略事業費を超える予備的経費率とその理由の提案が指示されている。</p> <p>●業務の内容(5)サイト状況調査（p.6）<br/>地すべり箇所現況調査、地すべり箇所動態調査、自然条件調査の内容が具体的に記述されている。</p> <p>●業務実施上の条件 1. 業務工程計画(案)(p.13)<br/>第1回現地調査と第2回現地調査を雨季の前後に実施することが指示され、第3回現地調査の実施時期と地すべり動態観測調査の実施時期について指定されている。</p> <p>●業務実施上の条件：5. 現地再委託(p.15)<br/>地すべり動態観測、自然条件調査は現地再委託を認めることが記載されている。</p> <p>●別紙1：ホンジュラス国国道6号線地すべり対策計画準備調査にかかる地すべり動態観測調査仕様書（p.17）：＜地すべり動態観測調査の方法を具体的に記述＞</p> <p>●別紙2：ホンジュラス国国道6号線地すべり対策計画準備調査にかかる自然条件調査仕様書(p.18)：＜自然条件調査の内容を具体的に記述＞</p> |
| G8 | インド    | 国道5号線 | <p>●実施方針及び留意事項(2)現地調査の実施方法（p.12）<br/>第1次現地調査と第2次現地調査をそれぞれ乾季、雨季に実施することと、第1次現地調査の結果によっては、第2次現地調査以降の工程を変更する可能性があることが記述されている。</p> <p>●実施方針及び留意事項(4)斜面崩壊メカニズムの把握（p.12）<br/>斜面崩壊の状況、原因を把握するため、現場踏査に加え、必要に応じ適切な観測機材の設置により斜面崩壊の動向を把握することが指示されている。</p> <p>●実施方針及び留意事項(5)協力対象サイトの選定(p.12)<br/>C/Pから指定されている2か所の斜面崩壊についてメカニズムの解明や対策の技術的難易度・規模等を推定することが指示されている。</p> <p>●業務の内容：(1)インセプション・レポートの作成（p.13）<br/>現地調査項目を整理し、調査計画を策定することや斜面の挙動および崩壊メカニズムを確認するための機器設置計画およびモニタリング方法を検討することが指示されている。</p> <p>●業務の内容：(2)インセプション・レポートの説明・協議等（p.13）<br/>先方政府関係者へのモニタリング方法の説明と機材の設置、必要な追加機材の検討が指示されている。</p> <p>●業務の内容：(5) サイト状況(自然条件等)調査(p.14)<br/>自然条件調査の実施と斜面の挙動を把握し、崩壊メカニズムを解明するためモニタリング機器の設置が指示されている。</p> <p>●現地再委託（p.22）<br/>地形調査、地質調査は現地再委託を認めることが記述されている。</p>                                                 |
| L2 | スリラン   | 国道土砂  | <p>●業務の内容（2）現地作業、オ. 土砂災害(斜面崩落/地滑り/土石流)の被害状況の分析、リスクアセスメントの実施（p.14）<br/>対象地域内での最優先地域「道路防災モデル地区」を提案することが指示されている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| No | 国名   | 件名   | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容（要約）                                                   |
|----|------|------|--------------------------------------------------------------------------|
| L4 | キルギス | 国際幹線 | 必要な調査項目や降雪期の現地踏査の方法等をプロポーザルで提案することは指示されているが、斜面对策関連の調査方法に関する具体的な指示の記載は無い。 |

表 3-2 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名   | 件名       | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容（要約）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | ネパール | シンズリ     | <p>●調査内容（2）現地調査（p.4）<br/>道路及び付帯工に関する自然条件調査(気象調査、測量図レビュー、地質調査、地形調査、水文調査)の実施が指示され、自然条件調査の調査仕様書が添付資料に掲載されている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| G2 | ネパール | ネパール地震復旧 | <p>●業務実施上の留意点(7) ハザードマップの作成（p.18）<br/>モンスーン(6-10月)での地すべり災害を予測するために14郡を対象に地すべり、斜面崩壊、せき止湖等が発生した箇所及び2次災害予防のための危険箇所を特定したハザードマップを作成する。</p> <p>●業務実施上の留意点(8) 地方郡における復旧・復興について(p.18)<br/>シンドバルチヨーク郡とゴルカ郡について、復旧・復興のランドデザイン(復旧・復興ビジョンの策定、復旧・復興メカニズム、産業振興等)の策定と地すべり危険地域の特定及びハザードマップの作成を行う。</p> <p>●業務の内容(2) 現状調査及び分析(p.25)<br/>自然環境条件調査(気象水文データ、地質情報等)の実施が指示されている。</p> <p>●業務の内容(5) 衛星写真購入又は航空写真撮影(p.27)<br/>対象地域の衛星写真の購入又は航空写真撮影とシンドバルチヨーク郡及びゴルカ郡における地すべり、斜面崩壊、せき止湖等のハザードマップの作成が指示されている。</p> <p>●業務の内容(7) ハザードマップの作成(p.27)<br/>シンドバルチヨーク郡及びゴルカ郡におけるハザードマップ作成が指示されている。</p>   |
| G3 | ブータン | 国道四号線橋梁  | <p>●実施方針及び留意事項(2) 現地調査の実施方法(p.12)<br/>橋梁に係る現地調査の内容のみが記載されており、斜面对策には言及していない。</p> <p>●実施方針及び留意事項(5) 雨季における調査(p.13)<br/>本業務の現地調査は雨季に相当するため、雨季を考慮した調査計画及び調査方法を検討する。</p> <p>●実施方針及び留意事項(7) 災害対策等に関する検討(p.14)<br/>事業区間が急峻な山岳道路であるため、取付道路の線形を検討する際に日本の高度な斜面对策の技術や知見の導入に留意することと、橋梁部も含めて、最適なルートを検討することが指示されている。</p> <p>●業務の内容(5) サイト状況(自然条件等)調査(p.16)<br/>対象橋梁の架橋予定サイトにおける自然条件調査(気象調査、地形測量、地質調査)と橋梁基礎の判定への適用が指示されている。</p> <p>●業務実施上の条件：5. 現地再委託(p.26)<br/>地形測量、地質調査で現地再委託を認めることが記述されている。</p> <p>●別紙：「ブータン国国道4号線橋梁架け替え計画」自然条件調査仕様書（p.29）<br/>&lt;橋梁や道路構造物、基礎、路盤のための調査&gt;</p> |
| G4 | ブータン | 第三次橋     | <p>●調査内容（2）現地調査（p.5）<br/>橋梁設計に関する自然条件調査(気象、水文、地震等)の資料調査と地形・地質調査の実施が指示され、自然条件調査の調査仕様書が添付資料に掲載されている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| No | 国名    | 件名    | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容（要約）                                                                                                                                                                                  |
|----|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G7 | エチオピア | 第三次幹線 | <p>●第5条調査範囲（2）現地調査(p.2)<br/>           サイト現況調査として自然条件調査（気象調査、水文調査、地形調査、地質調査）を実施することと、雨季中の<b>落石、のり面崩壊等の自然災害の発生原因について確認し防災対策を策定</b>することが指示されている。</p> <p>●別紙1：自然条件調査仕様書（p.8）＜道路や橋梁の施設の構造や規模を決定するための調査＞</p> |
| L5 | ジョージ  | ウ東西ハイ | <p>●調査の詳細（2）第1次現地調査（p.2）<br/>           道路設計に関するボーリング調査と標準貫入試験、室内土質試験の実施が指示されている。</p>                                                                                                                   |



## 4. 調査の具体的指示内容（業務実施上の留意点として）

表 4-1 調査の具体的指示内容(業務実施上の留意点としての指示)

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| G2 | <p>●業務実施上の留意点(7) ハザードマップの作成(p.18)</p> <p>今後、ネパールではモンスーン(6-10月)に入るに伴い、地すべりが多く発生することが予想されるため、地すべり、斜面崩壊、せき止湖等が発生した箇所及び2次災害予防のための危険箇所を特定したハザードマップを作成する。地すべりが発生した箇所の特定及びハザードマップの作成においては衛星画像及び既存の1/25,000デジタル地形図(部分的には1150,000)を利用する。プロジェクトで対象とする地域は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・衛星画像取得地域回激震地指定を受けた14郡</li> <li>・地すべり、斜面崩壊、せき止湖等が発生した箇所の特定14郡</li> <li>・1/25,000デジタル地形図購入地域:14郡</li> <li>・ハザードマップ作成地域:シンドバルチョーク郡及びゴルカ郡全域</li> </ul> <p>ハザードマップの作成後には、ネパール政府による同マップに基づく警告の発信を促し、必要に応じて日本の有識者を招いてのセミナーを開催する。また、ハザードマップの作成においては「日本地すべり学会」及び「ネパール国自然災害軽減支援プロジェクト」の結果を活用しつつ実施すること。</p> <p>●業務実施上の留意点(8) 地方郡における復旧・復興について(p.18)</p> <p>【シンドバルチョーク郡】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・復旧・復興のグランドデザイン(復旧・復興ビジョンの策定、復旧・復興メカニズム、産業振興等)の策定</li> <li>・地すべり危険地域の特定及びハザードマップの作成</li> </ul> <p>【ゴルカ郡】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・復旧・復興のグランドデザイン(復旧・復興ビジョンの策定、復旧・復興メカニズム、産業振興等)の策定</li> <li>・地すべり危険地域の特定及びハザードマップの作成</li> </ul> |
| G3 | <p>●実施方針及び留意事項(2) 現地調査の実施方法(p.12)</p> <p>本業務においては、①概略設計の実施、報告書案の作成等に必要な調査、協議、情報収集を行うための現地調査、②報告書案を先方関係者に説明・協議し、基本的了解を得るための現地調査の2回の現地調査を予定している。</p> <p>●実施方針及び留意事項(5) 雨季における調査(p.13)</p> <p>ブータンにおいては、6月から9月が雨季であり、本業務の現地調査は雨季に相当するため、雨季を考慮した調査計画及び調査方法を検討する。</p> <p>●実施方針及び留意事項(7) 災害対策等に関する検討(p.14)</p> <p>本事業区間は、急峻な山岳道路であるため、取付道路の線形を検討する際に路肩拡幅等に対応が困難な箇所も多いことから、我が国が有する高度な斜面对策の技術や知見の導入にも留意するとともに、橋梁部も含めて、最適ルートを検討する。ブータンには、構造物設計の地震条件区分に明確な基準が整備されていないが、インドの隣接地方の地震条件(インド基準)としては、影響が大きいエリアに該当するため、昨今の近隣国の大規模地震も踏まえつつ、適切な耐震設計を行う。雨季の増水時に洪水流や流木等の衝突による橋桁の損傷や護岸の損傷が懸念されるため、十分な気象・水文情報収集のもと、7&lt;理-7&gt;文解析により必要な桁下余裕高や護岸対策を検討する。加えて、同一水系に水力発電所のプロジェクト・サイトがある場合は、計画を確認し、水位影響を考慮する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| G4 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| G5 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| G6 | <p>●実施方針及び留意事項(1) 現地調査の実施方法(p.2)</p> <p>本業務指示書は、これまでに判明した事実及び現地から入手した情報を基に作成したものである。コンサルタントは、より効率的かつ効果的な調査手法等を検討の上、プロポーザルに記載すること。なお、本業務指示書に記載している事項以外にコンサルタントが必要と判断する調査項目についても、プロポーザルに記載して提案すること。</p> <p>●実施方針及び留意事項(2) 現地調査の実施方法(p.2)</p> <p>本調査においては、下記のとおり計3回の現地調査と、地すべり動態観測調査の実施を想定する。なお、第2回を除く第1回・第3回の現地調査に際しては、JICAから調査団員を参加させる。</p> <p>第1回現地調査雨季前に実施し、事業の背景・内容の確認、交通事情道路現況の調査、モニタリング機器の設置、環境社会配慮調査を行う。</p> <p>地すべり動態観測調査雨季中・雨季後に実施し、モニタリングを行うとともに、必要な技術の指導をC/Pに行う。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>第 2 回現地調査: 雨季後に実施し、概略設計開概略事業費の積算・報告書案の作成等に必要な調査・協議・モニタリング結果を含む情報の収集を行う。</p> <p>第 3 回現地調査報告書案を先方関係者に説明・協議し、基本的了解を得る。</p> <p>●実施方針及び留意事項(5)地すべり動態観測(p.3)</p> <p>中米地域自然災害に強いインフラ整備に係る情報収集・確認調査では、2008 年以降に地すべりが徐々に進行していることを確認している。本調査では、第 1 回調査で観測機器を設置し、調査期間全般に亘ってモニタリングを行い、進行状況を設計に反映する。なお、定期的に現地状況を確認し、必要な場合は観測機器の追加設置を行うこと。</p> <p>●実施方針及び留意事項(7)必要な予備的経費の検討(p.3)</p> <p>要請されている地すべり対策工のプロジェクトサイトでは地すべりが徐々に進行しており、本調査終了後の地すべりの進行により施工範囲が拡大する可能性がある。その場合、本調査で積算される概略事業費を超えた支出を行う必要が生じるため、このような可能性を考慮したうえで、この事業に適切と考えられる予備的経費率とその理由を提案する。</p>                                                                                                                                                                                                                    |
| G7 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| G8 | <p>●実施方針及び留意事項(2)現地調査の実施方法(p.12)</p> <p>本調査は、①協力対象範囲の選定に必要な情報収集、協議を行う(第 1 次調査)、②右調査①の結果を踏まえた協力対象路線の基本合意にかかる協議、概略設計の実施、報告書案の作成等に必要な調査、協議、情報収集を行う(第 2 次調査)、また③報告書案を先方関係者に説明・協議し、基本的了解を得る(第 3 次調査)、の 3 回の現地調査を行う。特に、第 1 次現地調査と第 2 次現地調査は、<b>それぞれ乾季、雨季に実施し</b>、其々の時期における対象サイトおよび周辺の状況を十分確認する。なお、第 1 次現地調査の結果によっては、第 2 次現地調査以降の工程を変更する可能性がある。</p> <p>●実施方針及び留意事項(4)斜面崩壊メカニズムの把握(p.12)</p> <p>対象地点における斜面崩壊の状況、想定される原因、今後想定される拡大状況等を詳細に確認し、斜面对策工を実施するに当たり十分な情報を収集する。特に、斜面崩壊の状況、原因を把握するため、現場踏査に加え、必要に応じ適切な観測機材の設置により斜面崩壊の動向を把握する。なお、本調査用モニタリング用機材費(含・輸送費、現地庸人費等)は、別見積りとして計上する。</p> <p>●実施方針及び留意事項(5)協力対象サイトの選定(p.12)</p> <p>今次、2 か所の斜面崩壊について対策工の実施が要請されている。対象サイトの現状を十分確認し、崩壊メカニズムを検証した上で、対策の技術的難易度・規模等を推定し、上記(2)の結果とあわせ、無償資金協力としての妥当性を検証する。検証結果をもとに、本計画における対象サイトを選定する。</p> |
| L2 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| L4 | 降雪期の現地踏査の方法等をプロポーザルにて提案することは指示されているが、斜面对策に関連の調査方法に関する具体的な指示の記載は無い。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| L5 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 5. 調査の具体的指示内容（業務の内容、業務実施上の条件として）

表 5-1 調査の具体的指示内容（業務の内容や業務実施上の条件としての指示）

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容（詳細）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | <p>●調査内容(2)現地調査(p.4)</p> <p>4) サイト状況(自然条件など)調査</p> <p>ア. 予備調査で検討した道路線形(案)をもとに現地踏査を行い、道路沿線の状況(土地利用、家屋、耕作地・樹木、寺院等の宗教・文化施設、斜面状況、河川状況等)を調査する。特に道路用地確保のために家屋や土地の収用が必要と考えられる箇所については、農地耕作や居住の最新状況を把握する。</p> <p>イ. 別添 1 に基づき、道路設計に必要な自然条件調査(気象調査、測量図レビュー、地質調査)を行い、プロジェクトサイトの自然条件(地形、気象、水文、地質等)を確認する。なお、自然条件調査については現地再委託を可とする。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| G2 | <p>●業務の内容(2) 現状調査及び分析(p.25)</p> <p>2) 自然環境条件調査</p> <p>気象水文データ、地質情報等を含む自然条件に係る調査を行い、情報を整理する。</p> <p>●業務の内容(5) 衛星写真購入又は航空写真撮影(p.27)</p> <p>1) カトマンズ盆地における 1/5,000 の強靱化計画地図の作成を想定した 50cm 程度の解像度の衛星写真の購入又は航空写真撮影を行う。ステレオ写真で取得することとし、衛星写真又は航空写真撮影のいずれか安価な方法で入手すること。</p> <p>2) シンドパルチョーク郡及びゴルカ郡における地すべり、斜面崩壊、せき止湖等のハザードマップの作成を想定し、150cm 程度の解像度の衛星写真(単画像)を購入する。</p> <p>●業務の内容(7) ハザードマップの作成(p.27)</p> <p>シンドパルチョーク郡及びゴルカ郡における上記(4)で入手した衛星画像及びネパール政府が所有する 1/25,000 デジタル地形図を活用し、地すべりにかかるハザードマップを作成し、地方郡復旧・復興グランドデザインに活用する。なお、ハザードマップの作成経費については別見積りとする。</p>                                                                              |
| G3 | <p>●業務の内容(5) サイト状況(自然条件等)調査(p.16)</p> <p>2) 自然条件調査</p> <p>本業務にて行う設計、施工計画、積算について必要な精度を確保するため、対象橋梁の架橋予定サイトにおいて、以下に示す自然条件調査を行う。2)～4)については、現地再委託にて実施することを認める。</p> <p>1) 気象調査</p> <p>2) 地形測量</p> <p>3) 地質調査</p> <p>4) 水文調査</p> <p>上記について、想定される内容は(別紙)自然条件調査仕様書に示す通りであるが、具体的な自然条件調査の細目(調査項目、調査内容、仕様、数量等)については、コンサルタントがプロポーザルで提案することとする。また、上記項目以外に必要だと判断される自然条件等の調査が考えられる場合は、併せてプロポーザルで提案することとする。なお、橋梁基礎の判定については、自然条件調査に基づく判定理由を準備調査報告書の中に明記すること。</p> <p>●業務実施上の条件: 5. 現地再委託(p.26)</p> <p>現地再委託を想定している以下の項目については、当該業務について経験・知見を豊富に有する機関・コンサルタント・NGO・現地施工業者等に再委託して実施することを認める。なお、これら調査については別見積りとする。</p> <p>(1) 地形測量</p> <p>(2) 地質調査</p> |

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>●別紙:「ブータン国国道 4 号線橋梁架け替え計画」自然条件調査仕様書(p.29)＜橋梁や道路構造物、基礎、路盤のための調査＞</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| G4 | <p>●調査内容(2)現地調査(p.5)</p> <p>4) サイト状況(自然条件など)調査</p> <p>・予備調査のレビュー及び追加資料の収集により、自然条件(気象、水文、地震等)を確認する。特に水文については、「ブ」国に詳細な記録が残されていないことから、現地踏査により状況調査を行う。</p> <p>・対象橋梁の設計に必要な地形・地質調査は、現地再委託により自然条件データを収集し、施設計画・設計、施工計画に反映させる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| G5 | <p>●プロジェクトの概要(4)事業の内容(p. 2)</p> <p>要望のあった対象箇所5箇所の位置と災害タイプ(岩盤崩壊、土石流、泥流型地すべり、表層崩壊)と災害規模(延長 L と高さ H)が明示されている。</p> <p>●業務の実施方針及び留意事項(1)現地調査の実施方法(p. 3)</p> <p>本業務においては、現地調査を 3 回行う予定である。なお、それぞれの現地調査に際しては、JIGA から調査団員を参加させることを想定している。</p> <p>第 1 次現地調査:「国道 7 号線(Palizada～Angostura 間)の道路斜面災害現地調査報告書(2007 年)」や「国道 7 号線(Palizada～Angostura 間)の道路斜面災害リスク区間の現地再調査(2009 年)」(以下、「過去報告書等」)等の結果を踏まえ、本業務の実施、報告書の作成等に必要な認査、協議、情報収集をするために行うもの。</p> <p>第 2 次現地調査:第 1 次現地調査で実施したモニタリング調査の結果を収集・整理するとともに、雨季には実施できない地形測量等の自然条件調査をするために行うもの。</p> <p>第 3 次現地調査:準備調査報告書(案)を「ボ」国関係者に説明・協議し、基本的了解を得るために行うもの。</p> <p>なお、第 1 次現地調査において対象地域のうち要請のあった 5 箇所以外の箇所について、現地踏査等により同様の崩壊等の有無を確認し、発見された場合には本業務において斜面对策工等の検討を行うこととする。</p> <p>●業務の内容(5)サイト状況(自然条件等)調査(p. 4)</p> <p>本業務にて行う設計、施工計画、積算について必要な精度を確保するため、以下に示すサイト状況(自然条件等)調査を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 本業務の対象地域(アングスツラ～パリサーダ間)の斜面崩壊等の新たな箇所での発生の有無、既存箇所の崩壊の進行等を確認するために、対象地域全体の現地踏査等を行う。</li> <li>2) 対象地域内で「ボ」国が実施している斜面对策、う回路路等の進捗、状況及び今後実施する予定の対策工について、現地踏査・ヒアリング等により確認する。</li> <li>3) 道路周辺状況(道路沿線の土地利用状況、用地確保の有無及び、住民移転の有無等)及び既存施設(水道管、電力線、電話線等)について確認する。移設又は撤去が必要な場合は、本業務の中で検討することとする。</li> <li>4) 斜面对策及び土石流対策が必要な箇所について、航空写真、地形図、地質図、過去の災害履歴や関連図書から、土層の分布状況、崩壊、土石流等の活動範囲、規模、活動方向等について概略認査を行う。</li> <li>5) 本業務の対象地域、または斜面等の要対策箇所の自然条件を把握するため、別紙 1 に示す自然条件調査を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>ア. 気象調査、水理・水文調査</li> <li>イ. 斜面对策が必要な箇所について、斜面の土層、土質(岩質)性状等を把握するために地質調査を行う。</li> <li>ウ. 上記、ア～イについては、現地再委託にて実施することを認める。</li> </ul> </li> </ol> <p>●業務の内容(8)モニタリング調査(雨季前)(p. 5)</p> <p>斜面崩壊、土石流の速度、範囲、メカニズム等を明らかにし、対策方法や対策範囲等を検討するため、別紙 2 に示す要対策箇所のモニタリング調査を行う。</p> |

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>1) モニタリング調査計画の立案、計測機器の設置箇所の検討及び設置、機器のキヤリブレーションなど、雨季を通じて行うモニタリング調査の準備作業を行う。</p> <p>2) モニタリング調査開始から3月下旬までの雨季の期間について、斜面对策及び土石流対策箇所のモニタリング調査を行う。</p> <p>3) 上記1)～2)については、現地再委託にて実施することを認める。</p> <p>●業務の内容(9)サイト状況(自然状況等)調査(p. 5)</p> <p>1) 自然条件調査</p> <p>ア. 斜面崩壊、土石流等に対して、構造物(橋梁、ロックシェッド、砂防堰堤等)による対策が必要な場合は、構造物の設計に必要な基礎資料を得るために別紙1に示す地質調査を実施する。</p> <p>イ. 斜面对策、土石流対策の検討に必要な範囲、構造物の設計に必要な範囲及び施工時に必要な回路等の検討に必要な範囲について別紙1に示す地形測量等を行う。</p> <p>ウ. 斜面崩壊等の新たな地点での発生の有無、既存地点の崩壊の進行等を再度確認するため、雨季後の対象地域全体の現地踏査等を行う。</p> <p>エ. 上記、ア～イについては、現地再委託にて実施することを認める。</p> <p>●業務の内容(10)モニタリング調査(雨季後)(p. 6)</p> <p>ア. モニタリング調査結果の収集、整理を行う。</p> <p>イ. モニタリング調査で使用した機器の撤去等、後片付けを行う。</p> <p>ウ. 上記、ア～イについては、現地再委託にて実施することを認める。</p> <p>●現地再委託(p. 13)</p> <p>現地再委託を想定している以下の項目については、当該業務について経験・知見を豊富に有する機関・コンサルタント等に再委託して実施することができる。仕様については別紙の通りである。なお、本経費のうち(2)～(3)は別見積とすること。</p> <p>(1) 気象調査、水理・水文調査</p> <p>(2) サイト状況(自然条件等)調査</p> <p>(3) モニタリング調査</p> <p>(4) ベースライン調査</p> <p>現地再委託にあつては、「コンサルタント等契約における現地再委託契約手続きガイドライン」に則り選定及び契約を行うこととし、委託業者の業務遂行に関しては、現地において適切な監督、指示を行うこと。プロポーザルでは、現地再委託対象業務の実施方法と契約手続き(見積書による価格比較、入札など)、価格競争に参加を想定している現地業者の候補者名並びに現地再委託業務の監督・成果品の検査の方法など、より具体的な提案を可能な範囲で行うこと。</p> |
| G6 | <p>●業務の内容(5)サイト状況調査(p.6)</p> <p>1) 地すべり箇所現況調査</p> <p>対象地域において、変動計測調査、間取り調査、既存資料の分析等により、対象地域・道路の現況を把握する。なお、単に道路を中心とした狭い範囲の施設状況や土地利用の調査を行うだけではなく、広い範囲での沿道の自然状況(植生等)、湿地帯等の存在も調査する。また、最終的には、自然条件調査の情報(調査箇所、調査内容等)も加え、測量で得られる地形図に映像情報とともに取りまとめ、可能な限り現況情報を網羅したものとする。また、実施段階での情報の更新、及び入札図書の一部とすることも考慮する。また、地すべり対策工に伴う技術的な課題、用地取得上の課題、コスト等を整理し検討を行う。</p> <p>2) 地すべり箇所動態調査</p> <p>中米地域自然災害に強いインフラ整備に係る情報収集・確認調査では、2008年以降に地すべりが徐々に進行していることを確認している。本調査では、斜面对策工の方法や範囲等を確定させるため、変動計測調査を実施する。この調査では、第1回調査で観測機器を設置し、調査期間全般に亘ってモニタリングを行い、進行</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>状況を設計に反映する。なお、定期的に現地状況を確認し、必要な場合は観測機器の追加設置を行うこと。(別紙1 参照。)</p> <p>3) 自然条件調査</p> <p>本調査にて行う設計、施工計画、積算について必要な精度を確保するため、地すべり対策工実施予定区間において、別紙2に示す自然条件調査(現地踏査、地形調査、地下水調査、地層分布及び力学試験調査、および採取した試料の各種試験など)を行う。この調査の結果と地すべり箇所現況調査、地すべり箇所動態調査の結果を合わせて、地すべり活動範囲・地すべり活動の危険度・地すべり滑動方向・速度、滑落の有無、すべり面の位置、地すべり活動とその誘因の相互関係を把握し、可能な範囲で適切な対策工を提案する。本件については、現地再委託にて実施することを認めることとし、具体的な自然条件調査の細目(調査項目、調査内容、仕様、数量等)については、コンサルタントがプロポーサルで提案することとする。また、上記項目以外に必要なと判断される自然条件等の調査が考えられる場合は、併せてプロポーザルで提案すること。</p> <p>●業務実施上の条件 1. 業務工程計画(案)(p.13)</p> <p>本調査は、2016 年 3 月に開始し、2017 年 6 月の終了を目途とする。第 1 回現地調査については雨季前に実施する必要があることから、2016 年 4 月に実施する。第 2 回現地調査は雨季後に実施する必要があることから、同年 11 月-12 月に実施する。第 3 回調査については、2017 年 4 月ごろに実施することを想定している。地すべり動態観測調査については、雨期中(5 月-10 月)に 2 回、雨期後に第 2 回・第 3 回現地調査の時期に合わせる形で 2 回行うことを想定している。</p> <p>●業務実施上の条件:5. 現地再委託(p.15)</p> <p>現地再委託を想定している以下の項目については、当該業務について経験・知見を豊富に有する機関・コンサルタントや NGO に再委託して実施することを認める。コンサルタントは、業務内容を勘案の上、効率性、経済性を考慮した効果的な配置についてプロポーザルにて提案すること。なお、これら調査については別見積もりとする。</p> <p>(1) 地すべり動態観測</p> <p>(2) 交通量調査</p> <p>(3) 自然条件調査</p> <p>●別紙1:ホンジュラス国国道 6 号線地すべり対策計画準備調査にかかる地すべり動態観測調査仕様書(p.17):&lt;地すべり動態観測調査の方法を具体的に記述&gt;</p> <p>●別紙2:ホンジュラス国国道 6 号線地すべり対策計画準備調査にかかる自然条件調査仕様書(p.18):&lt;自然条件調査の内容を具体的に記述&gt;</p> |
| G7 | <p>●第 5 条調査範囲(2)現地調査(p.2)</p> <p>4) 無償資金協力対象施設および機材の基本設計および概算事業費積算に関する調査</p> <p>(b) サイト現況調査</p> <p>ウ. 別紙1の「自然条件調査仕様書」に基づき、気象調査、水文調査、地形調査、及び地質調査を実施する。</p> <p>エ. 雨季中(6 月～8 月)の落石、法面崩壊等の自然災害の発生原因についても確認し、水文関連資料の分析と併せ防災対策を策定する。</p> <p>●別紙1:自然条件調査仕様書(p.8)&lt;道路や橋梁の施設の構造や規模を決定するための調査&gt;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| G8 | <p>●業務の内容(1)インセプション・レポートの作成(p.13)</p> <p>要請書及び関連資料の分析・検討を行い、事業の全体像を把握する。併せて、調査全体の方針・方法を検討した上で、現地調査項目を整理し、調査計画を策定する。特に、斜面の挙動および崩壊メカニズムを確認するための機器設置を行う場合、機器設置計画およびモニタリング方法を検討する。</p> <p>●業務の内容(2)インセプション・レポートの説明・協議等(p.13)</p> <p>また、先方政府関係者に斜面崩壊にかかるモニタリング方法について説明するとともに、当該機材の設置に必要な作業を行う。さらに、現地調査にてサイト状況を確認し、モニタリング機器の設置計画の妥当性を確認し、必要に応じモニタリング機材の追加・削除を検討する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| 案件 | 斜面对策に関する調査の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>●業務の内容(5) サイト状況(自然条件等)調査(p.14)</p> <p>1) 本調査にて行う設計、施工計画、積算について必要な精度を確保するため、斜面对策工実施サイトにおいて、以下に示す自然条件調査を行う。本件のうち、地形調査および地質調査については、現地再委託にて実施することを認める。</p> <p>具体的な自然条件調査の細目(調査項目、調査内容、仕様、数量等)については、コンサルタントがプロポーザルで提案することとする。また、上記項目以外に必要なだと判断される自然条件等の調査が考えられる場合は、併せてプロポーザルで提案することとする。</p> <p>2) 斜面の挙動を把握し、崩壊メカニズムを解明するために必要な情報を収集するため、必要に応じ地表面伸縮計、地盤傾斜計等機器を設置する。なお、収集する情報および必要機器(仕様・数量)等については、コンサルタントがプロポーザルで提案することとする。</p> <p>3) 協力対象地域及び周辺状況(周辺地域の土地利用、周辺住民の居住状況、用地確保の有無、移転施設等)を確認する。</p> <p>4) 対象施設の既存ユーティリティ(水道管、電力線、電話線、通信回線等)の状況を確認し、本計画の内容(ユーティリティ自体の配置変更にかかる提案を含む)へ反映するとともに、必要な移設・撤去について実施機関、コントラクターがそれぞれに行うべきことを整理する。</p> <p>5) 道路線形の変更の必要性について検討する。</p> <p>6) 資材ヤード等の用地を確認する。</p> <p>●現地再委託(p.22)</p> <p>現地再委託を想定している以下の項目については、当該業務について経験・知見を豊富に有する機関・コンサルタント・NGO・現地施工業者等に再委託して実施することを認める。なお、これら調査については別見積もりとする。</p> <p>(1) 地形調査</p> <p>(2) 地質調査</p> <p>(3) 環境ベースライン調査</p> |
| L2 | <p>●業務の内容(2) 現地作業、オ. 土砂災害(斜面崩落/地滑り/土石流)の被害状況の分析、リスクアセスメントの実施(p.14)</p> <p>③上記情報に基づく高リスク地域・国道セクションについて、優先対象地域・セクションをロングリストとして提案する。その中でも、最優先地域について「道路防災モデル地区」を提案する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| L4 | <p>必要な調査項目をプロポーザルにて提案することは指示されているが、斜面对策に関連の調査方法に関する具体的な指示の記載は無い。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| L5 | <p>●調査の詳細(2) 第1次現地調査(p.2)</p> <p>ウ. 計画されている計画線および現地の地形状況を確認した上で、現地の地質状況を把握し工学的問題点を明らかとするために、ボーリング調査の計画、実施及び評価を行う。ボーリング調査ではとコア試料を採取すると共に、標準貫入試験を実施する。ならびに土質判定、および基本的な物理定数を把握するために、室内土質試験を実施する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 6. 特記仕様書内での斜面对策に関する設計の具体的指示内容（要約）

表 6-1 斜面对策に関する設計の具体的指示内容(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 件名       | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容（要約）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア   | 国道 7 号線  | <ul style="list-style-type: none"> <li>●業務の実施方針及び留意事項（1）現地調査の実施方法（p. 3）<br/>要請のあった 5 箇所以外でも同様の崩壊等を確認した場合は斜面对策工等の検討を行うことが指示されている。</li> <li>●業務の内容（9）サイト状況（自然状況等）調査（p. 5）<br/>斜面对策、土石流対策に必要な基礎資料を得るための調査内容について記載されている。</li> <li>●業務の内容（11）業務内容の計画策定（p. 6）<br/>第 1 次国内解析として実施する対策工の計画策定（概略設計）の手順などが指示されているが、設計方法等に関する指示内容の記載は無い。</li> </ul>              |
| G6 | ホンジュラス | 国道 6 号線  | <ul style="list-style-type: none"> <li>●実施方針及び留意事項(7)必要な予備的経費の検討(p.3)<br/>地すべりの進行により施工範囲が拡大する可能性があり、概略事業費を超える予備的経費率とその理由の提案が指示されている。</li> <li>●業務の内容(11)事業内容の計画策定(p.8)<br/>基本計画(地すべり対策工の基本的仕様、概略設計図、施工計画の策定が指示されている。</li> <li>●業務の内容(16)詳細設計実施に向けた留意事項の整理(p.10)<br/>概略設計を踏まえて詳細設計を実施するための留意点等をまとめ、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットを具体的に示すことが指示されている。</li> </ul>   |
| G8 | インド    | 国道 55 号線 | <ul style="list-style-type: none"> <li>●実施方針及び留意事項(8) 施設計画(p.13)<br/>複数案の対策工の策定と現地業者を活用した対策工実施の可能性検討、道路沿線における鉄道敷設の有無の確認と設計への反映が指示されている。</li> <li>●業務の内容(7)事業内容の計画策定(p.15)<br/>基本計画(斜面对策工の基本的仕様、概略設計図、施工計画の策定が指示されている。</li> <li>●業務の内容(13) 詳細設計実施に向けた留意事項の整理（p.17）<br/>概略設計を踏まえて詳細設計を実施するための留意点等をまとめ、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットを具体的に示すことが指示されている。</li> </ul> |
| L2 | スリランカ  | 国道土砂災害   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●業務の内容（2）現地作業、キ、高リスク地域でのモデル対策工事の提案(p.14)<br/>道路防災モデル地区でのモデル対策工事(斜面对策工等構造物対策工)の検討、設計、経済性評価、積算)の提案を行うことが指示されている。</li> <li>●業務の内容（2）現地作業：ク、有効な将来的な支援策の提案及び事業案にかかる妥当性確認のための情報収集（p.14）<br/>想定される支援策案として、主要国道での斜面对策工の実施、・道路防災モデル地区(地滑り発生地を想定)の斜面对策工の実施、早期警戒システム(自動観測雨量計)導入が挙げられている。</li> </ul>                       |
| L4 | キルギス   | 国際幹線     | <ul style="list-style-type: none"> <li>●実施方針及び留意事項（4）設計の精度（p.12）<br/>円借款事業として要請があった場合に、妥当性を判断できるレベルの設計精度が指示されている。</li> <li>●業務の内容（5）収集情報の整理・分析（p.13）<br/>第 1 次国内作業として「対策工法の比較検討・選定」、「対策工の施工計画作成」、「対策工の標準図面作成」の作業が指示されている。</li> </ul>                                                                                                                  |



表 6-2 斜面对策に関する設計の具体的指示内容(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 案件名       | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容 (要約)                                                                                                |
|----|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ道路(三) | ●調査内容(2)現地調査(p.5)<br>道路および付帯工の設計方針や設計基準、設計仕様などについて指示されているが、斜面对策に関する言及は無い。                                              |
| G2 | ネパール  | ネパール地震復旧  | ●業務の内容(8)強靱化計画及び復旧・復興グランドデザインの策定(p.28)<br>強靱化計画及び復旧・復興グランドデザインの策定が漠然と記述されているが、斜面对策に関する言及は無い。                           |
| G3 | ブータン  | 国道四号線橋梁   | ●業務の内容(9)事業内容の計画策定(p.19)<br>橋梁の基本計画(橋梁の基本的仕様)や概略設計図に関する記述であり、斜面对策に関する言及は無い。                                            |
| G4 | ブータン  | 第三次橋梁     | ●調査内容(2)現地調査(p.5)<br>橋梁の設計に関する設計方針や設計基準、設計仕様などについて指示されているが、斜面对策に関する言及は無い。                                              |
| G7 | エチオピア | 第三次幹線     | ●第5条調査範囲:(5)基本設計調査報告書等の作成<br>道路に関する基本構想及び基本設計(設計方針、基本計画等)や実施計画(施設/機材計画、調達計画、施工計画、維持管理計画、実施工程等)に関する記述であり、斜面对策に関する言及は無い。 |
| L5 | ジョージア | 東西ハイウェイ   | 記載無し                                                                                                                   |

## 7. 特記仕様書内での斜面对策に関する設計の具体的指示内容（詳細）

表 7-1 設計の具体的指示内容（詳細）

| 案件 | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容（詳細）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | <p>●調査内容(2)現地調査(p.5)</p> <p>5) 施設計画調査</p> <p>ア. 予備調査で策定した道路線形(案)及び設計コンセプト、サイト状況調査の結果をもとに工事影響範囲を検討し、環境・社会への影響が最小限となるような道路線形(案)を検討する。また、ムノレコット地区の道路線形については、住民からの既存パイロット道路の線形への変更要望をもとに道路線形の代替案を検討する。全線の道路線形の確定は、「ネ」国道路局との協議、「ネ」国側によるステークホルダー・ミーティング(4箇所)を通じて行う。</p> <p>イ. 道路および付帯工(側溝、法面防護工、コーズウェイ、港紙水路、カルパート等)について、過去の工区における設計基準をレビューするとともに、プロジェクトサイトの気象・地形・地質・河川の状況をもとに、設計方針及び設計基準を設定する。</p> <p>ウ. 設計仕様・内容について、複数の代替案を設定し、コスト・環境社会配慮・維持管理の容易性等の観点から比較検討を行い、それぞれ概略事業費を算定の上、最適な施設整備内容を提案する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| G2 | <p>●業務の内容(8) 強靱化計画及び復旧・復興グランドデザインの策定(p.28)</p> <p>日本の被災経験と教訓を適用しつつ、地域に調和した災害に強い街づくりと地域全体の経済活動の復興を盛り込んだ強靱化計画及び復旧・復興グランドデザインを策定する。強靱化計画はカトマンズ盆地において、また、復旧・復興グランドデザインは地方 2 郡(シンドパルチョーク郡及びゴルカ郡の各々)について策定することとする。</p> <p>1) カトマンズ盆地強靱化計画</p> <p>今次震災によるカトマンズ盆地の被害は軽微であるものの、今後の更なる震災に備え、カトマンズ強靱化計画を策定する。今後の想定震災震源地、規模、時刻、季節等については「カトマンズ盆地における地震災害リスクアセスメントプロジェクト」の結果を踏まえ、強靱化計画を策定することとし、内容については以下を含めることとする。</p> <p>(キ)優先的なインフラの整備・改善計画策定</p> <p>2) 地方 2 郡復旧・復興のグランドデザイン</p> <p>地方 2 郡の復旧・復興のグランドデザインの策定においては、各都における拠点都市の強化を行い、同拠点を中心としつつ、公共インフラ・サービスのアウトリーチを広げていくことを想定する。アウトリーチを考える際には、シンドパルチョーク郡はチョータラ周辺地域(メラムチ/パラビセを含む)、ゴルカ郡は配布資料(Gorkha Infra-Public Facility Location Map)を参考としつつ、車道から調査できる範囲を想定する。復旧・復興のグランドデザインについては以下の内容を含めることとする。</p> <p>(オ)公共インフラ/施設/サービスの復旧復興方針の策定</p> |
| G3 | <p>●業務の内容(9)事業内容の計画策定(p.19)</p> <p>上記調査、JICA との協議及び「無償資金協力に係る報告書等作成のためのガイドライン J(2015 年 4 月) (以下「報告書ガイドライン J」)を踏まえ、協力対象事業の計画策定(概略設計)を行う。計画策定には最低限以下の項目を含めるものとする。なお、設計に当たっては、「協力準備調査設計 M 積算マニュアル(試行版)J(2009 年 3 月) (以下「設計・積算マニュアル J」)を参照して設計総括表を作成し、発注者に対しその内容を説明し、確認を取ることとする。</p> <p>1) 計画・設計の基本方針</p> <p>自然環境条件や現地建設事情、施工後の維持管理等についての対応(設計)方針を整理し、併せて設計基準を設定する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| 案件 | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>2) 基本計画(橋梁の基本的仕様)</p> <p>上記を踏まえ、本事業として計画・設計される事業内容の基本計画を検討する。なお、架橋位置及び取付道路に関しては、自然条件調査等を元に複数の代替案を設定し、比較検討を行った上で最適案を提示する。また、橋梁の形式に関しては、施工および維持管理に係るコスト等を勘案し、複数の代替案を設定した上で最適案を提示する。</p> <p>3) 概略設計図</p> <p>4) 施工計画</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| G4 | <p>●調査内容(2)現地調査(p.5)</p> <p>5) 施設計画調査</p> <p>・予備調査にて提案された対象橋梁の架橋位置、仕様(車線数、幅員等)、道路線形の妥当性、実現性を再度検証、しつつ、自然条件調査結果等、本調査にて確認した事項を反映し基本設計を実施する。</p> <p>・対象橋梁架橋地点、設計(形式・構造・支間長等の検討)に当たっては、建設コスト、施工方法、架橋地点の周辺状況(地形状況、取付道路との接続状況等)、「ブ」国側維持管理体制・能力の観点から慎重に検討し、無償資金協力として適切な規模の設計を行う。</p> <p>・設計仕様・内容について、複数の代替案を設定し、コスト・環境社会配慮・維持管理の容易性等の観点から比較検討を行い、それぞれ概略事業費を算定の上、最適な施設整備内容を提案する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| G5 | <p>●業務の実施方針及び留意事項(1)現地調査の実施方法(p. 3)</p> <p>なお、第 1 次現地調査において対象地域のうち要請のあった 5 箇所以外の箇所について、現地踏査等により同様の崩壊等の有無を確認し、発見された場合には本業務において斜面对策工等の検討を行うこととする。</p> <p>●業務の内容(9)サイト状況(自然状況等)調査(p. 5)</p> <p>1) 自然条件調査</p> <p>ア. 斜面崩壊、土石流等に対して、構造物(橋梁、ロックシェッド、砂防堰堤等)による対策が必要な場合は、構造物の設計に必要な基礎資料を得るために別紙 1 に示す地質調査を実施する。</p> <p>イ. 斜面对策、土石流対策の検討に必要な範囲、構造物の設計に必要な範囲及び施工時に必要な回路等の検討に必要な範囲について別紙 1 に示す地形測量等を行う。</p> <p>ウ. 斜面崩壊等の新たな地点での発生の有無、既存地点の崩壊の進行等を再度確認するため、雨季後の対象地域全体の現地踏査等を行う。</p> <p>エ. 上記、ア～イについては、現地再委託にて実施することを認める。</p> <p>●業務の内容(11)業務内容の計画策定(p. 6)</p> <p>上記調査及び JICA との協議踏まえ、協力対象事業の計画策定(概略設計)を行う。計画策定には最低限以下の項目を含めるものとする。なお、斜面等の対策工の設計に当たっては、「協力準備調査の設計・積算マニュアル(試行版)」を参照して設計総括表を作成し、発注者に対しその内容を説明し、確認を取るものとする。</p> <p>1) 現地調査結果概要の作成=説明</p> <p>事業内容の計画策定に先立ち、第 1 次及び第 2 次現地調査帰国後 10 日以内に、現地調査の結果を踏まえた現地調査結果概要を作成し、帰国報告会にてこれを説明する。なお、第 1 次現地調査結果報告会は、第 1 次現地調査で実施したモニタリング調査を除く項目について報告し、第 2 次現地調査帰国調査報告会は第 2 次現地調査で実施した調査項目に加え第 1 次現地調査から継続で行うモニタリング調査の結果についても報告することとする。</p> <p>2) 計画・設計の基本方針</p> <p>斜面对策が必要な箇所について、本業務で実施したサイト状況(自然条件等)調査、モニタリング調査結果のほか、経済性、施工性、維持管理の容易性、技術的な妥当性、環境・社会への影響、周辺環境との調和、施工</p> |

| 案件 | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>計画及び施工時の安全対策等を考慮し、複数の代替案を比較検討し最適案を提示する。検討した対策工については、第2次現地調査の帰国後30日以内を目処に設計・積算方針会議を開催の上、関係者と協議を行う。</p> <p>3) 斜面对策工設計<br/>斜面对策が必要な各箇所の、対策工の概略設計等を行う。構造物(ロックシェッド等)による対策が必要な場合は、合せて当該構造物の概略設計等を行う。</p> <p>4) 土石流対策工設計<br/>土石流対策が必要な各箇所の対策工の概略設計等を行う。構造物(橋梁、砂防堰堤等)による対策が必要な場合は、合せて当該構造物の概略設計等を行う。</p> <p>5) 施工計画<br/>本業務で実施したサイト状況(自然条件等)調査、モニタリング調査結果や供用中の国道7号線の交通規制や施工に際しての安全対策を十分考慮し、う回道路等の施工計画、仮設計画を含めた施工計画を策定することとする。施工計画の策定の際は、このほかに下記の項目に留意し詳細検討するものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施工方針</li> <li>・施工上の留意事項</li> <li>・施工区分(先方負担工事との区分)</li> <li>・施工監理計画</li> <li>・品質管理計画</li> <li>・資機材等調達計画</li> </ul> <p>6) 迂回道路設計<br/>上記5)の施工計画の検討の結果、施工ヤード及び資材ヤード等の確保または供用中の国道7号線の安全対策に仮設迂回道路等の対策が必要な場合は、それについて概略設計を行う。</p> <p>7) 事業の実施工程<br/>上記5)の施工計画のほか、本業務で実施したサイト状況(自然条件等)調査、モニタリング調査結果に基づく斜面对策工の緊急性や雨季の影響を考慮し、最適な本体工事の事業の実施工程を検討する。</p> |
| G6 | <p>●実施方針及び留意事項(7)必要な予備的経費の検討(p.3)<br/>要請されている地すべり対策工のプロジェクトサイトでは地すべりが徐々に進行しており、本調査終了後の地すべりの進行により施工範囲が拡大する可能性がある。その場合、本調査で積算される概略事業費を超えた支出を行う必要が生じるため、このような可能性を考慮したうえで、この事業に適切と考えられる予備的経費率とその理由を提案する。</p> <p>●業務の内容(11)事業内容の計画策定(p.8)<br/>上記調査及びJICAとの協議を踏まえ、協力対象事業の計画策定(概略設計)を行う。計画策定には最低限以下の項目を含めるものとする。なお、設計に当たっては、「協力準備調査の設計・積算マニュアル(試行版)」(2009年3月)(以下、設計・積算マニュアル)を参照して設計総指表を作成し、発注者に対しその内容を説明し、確認を取るものとする。</p> <p>1) 計画・設計の基本方針<br/>自然環境条件や現地建設事情、施工後の維持管理等についての対応(設計)方針を整理し、併せて設計基準を設定する。</p> <p>2) 基本計画(地すべり対策工の基本的仕様)<br/>上記を踏まえ、本事業として計画・設計される事業内容の基本計画を検討する。なお仕様に関しては、自然条件調査等を元にしつつ施工および維持管理に係るコスト等を勘案し、複数の代替案を設定し、比較検討を行った上で最適案を提示する。</p> <p>3) 概略設計図</p> <p>4) 施工計画: ・施工方針、・施工上の留意事項、・施工区分(先方負担工事との区分)、・施工監理計画、・品質管理計画、・資機材等調達計画、・実施工程</p>                                                                                                  |

| 案件 | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>なお、施工計画の検討にあたっては、既存交通への影響評価、交通規制計画、影響軽減対策についても検討する。基本計画についてはホンジュラス側関係機関に十分に説明・協議し、関係機関の合意を得た上で、概略設計の対象とする地すべり対策工を決定する。なお、ホンジュラス側関係機関への説明は、検討の内容が一方的な提案とならないよう十分な合意形成を行い、実現可能な内容となるよう留意する。</p> <p>●業務の内容(16)詳細設計実施に向けた留意事項の整理(p.10)</p> <p>概略設計を踏まえ、詳細設計を実施するに当たり懸案となる事項、積み残し事項等、留意点をまとめ、本体実施時に確実に引き継がれるよう配慮する。具体的には、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットを具体的に示し、その差を明らかにする。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| G7 | <p>●第5条調査範囲:(5)基本設計調査報告書等の作成</p> <p>相手国政府への基本設計概要書の説明・協議の結果を踏まえ、最終的に要約版を含む基本設計調査報告書として取りまとめる。基本設計調査報告書には以下の内容を含むものとし、「無償資金協力調査報告書作成のためのガイドライン(平成 15 年 4 月)」に準じた内容とする。また、設計精度については、概算事業費の積算において算出される事業費と、詳細設計の結果算出される事業費との差が+10%以内に納まるような精度を確保する。なお、概算事業費の積算方法は、「無償資金協力に関する概算事業費積算ガイドライン(土木編:平成 15 年 4 月、機材編:平成 10 年 11 月)」に基づき積算する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 当該セクター・地域の現状と問題点を含むプロジェクトの背景、目的、内容等</li> <li>2) プロジェクトと当該セクターの上位計画、他のドナー国・機関等の援助動向、我が国への要請内容等との関連</li> <li>3) 相手国側プロジェクト実施体制・実行能力</li> <li>4) 無償資金協力実施の技術的・経済的妥当性及び効果</li> <li>5) 適切な協力範囲、規模、内容等、並びに相手国側分担事項</li> <li>6) 無償資金協力対象事業の基本構想及び基本設計(設計方針、基本計画等)</li> <li>7) 無償資金協力対象事業の実施計画(施設/機材計画、調達計画、施工計画、維持管理計画、実施工程等)</li> <li>8) 無償資金協力対象事業の概算事業費</li> <li>9) 相手国側分担事業の概要、実施計画、概算事業費、実施工程等</li> <li>10) 無償資金協力対象部分を含むプロジェクト全体の運営・維持管理体制(運営・管理計画、活動計画、予算計画、要員計画、留意事項等)に係る提言</li> <li>11) 無償資金協力事業の成果に係る評価、及び事業成果の測定方法を含むモニタリング計画。</li> <li>12) 技術支援の必要性、他のドナー機関・NGO 等との連携・調整の必要性、環境、WID、住民参加等への配慮の必要性等、協力実施上の留意事項に係る提言、並びに今後の検討課題</li> </ol> |
| G8 | <p>●実施方針及び留意事項(8) 施設計画(p.13)</p> <p>対策工検討にあたっては、投入内容と期待される効果を段階的に検証できるよう、複数案を策定する。特に、日本を含む海外施工業者水準の技術が求められる対策工だけでなく、中長期的な維持管理の容易性を考慮した、現地業者を活用した対策工実施の可能性もあわせて検討する。また、施設完成後、道路沿線における鉄道敷設の有無を確認し、設計に反映させる。</p> <p>●業務の内容(7)事業内容の計画策定(p.15)</p> <p>上記調査、JICA との協議及び「無償資金協力に係る報告書等作成のためのガイドライン J(2015 年 4 月)」(以下「報告書ガイドライン J」)を踏まえ、協力対象事業の計画策定(概略設計)を行う。計画策定には最低限以下の項目を含めるものとする。</p> <p>なお、設計にあたっては、「協力準備調査設計・積算マニュアル(試行版)」(2009 年 3 月)(以下「設計・積算マニュアル J」)を参照して設計総括表を作成し、発注者に対しその内容を説明し、確認を取ることとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 計画・設計の基本方針</li> </ol> <p>自然環境条件や現地調達事情、施工後の維持管理等についての対応(設計)方針を整理し、併せて設計基準を設定する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| 案件 | 斜面对策に関する設計の具体的指示内容(詳細)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>2) 基本計画(斜面对策工の基本的仕様)</p> <p>上記を踏まえ、無償資金協力プロジェクトとして計画・設計される事業内容の基本計画を検討する。</p> <p>なお、斜面对策工の内容については、自然条件調査等を元に複数の代替案を設定し、比較検討を行った上で最適案を提示する。また、施工および維持管理に係るコスト等を勘案し、複数の代替案を設定した上で最適案を提示する。</p> <p>3) 概略設計図</p> <p>4) 施工計画:・施工方針、・施工上の留意事項、・施工区分(先方負担工事との区分)、・施工監理計画、・品質管理計画、・資機材等調達計画、・実施工程</p> <p>●業務の内容(13) 詳細設計実施に向けた留意事項の整理(p.17)</p> <p>概略設計を踏まえ、詳細設計を実施するに当たり懸案となる事項、積み残し事項等、留意点をまとめ、本体実施時に確実に引き継がれるよう配慮する。具体的には、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットを具体的に示し、その差を明らかにする。</p>                                                                                                                                                                            |
| L2 | <p>●業務の内容(2) 現地作業、キ. 高リスク地域でのモデル対策工事の提案(p.14)</p> <p>上記 F オ」で選出した「道路防災モデル地区」について、モデル対策工事(斜面对策工等構造物対策工)の検討、設計、経済性評価、積算)の提案を行う。</p> <p>●業務の内容(2) 現地作業:ク. 有効な将来的な支援策の提案及び事業案にかかる妥当性確認のための情報収集(p.14)</p> <p>上記「ア」-「キ」の調査結果をもとに、本邦技術の活用可能性も含め、当該分野における効果的な援助アプローチの護理を行う。尚、本邦技術を適用した場合と、そうでない場合の比較分析(財務面)も行う。現在、想定される支援策案は以下のとおりであり、妥当性の検討に必要な情報収集・分析を行う。</p> <p>&lt;支援策集&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・NBRO ガイドライン(建設基準)に基づいた主要国道での斜面对策工の実施</li> <li>・道路防災モデル地区(地滑り発生地を想定)の斜面对策工の実施</li> <li>・早期警戒システム(自動観測雨量計)導入</li> </ul>                                                                                                      |
| L4 | <p>●実施方針及び留意事項(4) 設計の精度(p.12)</p> <p>ビシュケクーオシュ道路の防災対策は、緊急を要するものであり、キルギス側としては本コンサルタントからの支援を得つつ対応策を策定した後、ドナー資金による協力要請を検討しているところ、本調査では予備設計(円借款事業として要請があった場合、妥当性を判断できるレベルの設計、積算)の支援までを実施する。</p> <p>●業務の内容(5) 収集情報の整理・分析(p.13)</p> <p>収集した情報について整理し運輸通信省による概略事業計画の策定を支援する。想定される作業項目は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害発生のメカニズムの解明(現地作業からの継続)</li> <li>・対策箇所抽出(優先度の整理)(現地作業からの継続)</li> <li>・対策箇所の対策工法の比較検討・選定</li> <li>・日本の技術の優位性の検討</li> <li>・対策工の施工計画作成</li> <li>・対策工の標準図面作成</li> <li>・対策工の概算工事費算出</li> <li>・維持管理体制、維持管理手法の提案</li> <li>・警報・情報システムの整備検討</li> <li>・概算維持管理費用の算出</li> <li>・環境社会配慮概略計画作成</li> <li>・交通需要予測</li> </ul> |
| L5 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 8. 先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容

表 8-1 先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 件名       | 特記仕様書内での先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア   | 国道 7 号線  | <p>●業務の内容 (13) 相手国側負担事業の概要 (p.7)</p> <p>1)「ボ」国負担事項(活動、投入内容、費用、留意事項等)について調査・提言する。</p> <p>2)本事業の公示許認可や施工中の諸手続き、維持管理費用の確保、公租公課の内容及び免税手続き等、無償資金協力として本事業を実施する際の「ボ」国負担が必要となる項目を確認し、提言する。</p> <p>●業務の内容 (14) 事業の維持管理計画 (p.7)</p> <p>斜面对策工、土石流対策工等の維持管理について、必要な点検舗維持管理業務について日常的な業務と、数年単位で実施する定期的な業務に分類し整理する。</p> <p>●業務の内容 (19) 準備調査報告書(案)の現地説明・協議 (p.9)</p> <p>上記準備実施報告書(案)を「ボ」国政府関係者等に説明し、内容を協議・確認する(概略事業費を含む)。特に、本事業実施における運営・維持管理体制の整備や環境社会配慮など、「ボ」国側によるプロジェクトの技術的・財務的自立発展性確保のための条件、具体的対応策については十分説明・協議する。</p>                                                                            |
| G6 | ホンジュラス | 国道 6 号線  | <p>●業務の内容(13)事業の維持管理計画策定 (p.9)</p> <p>地すべり対策工の維持管理について、人的リソース、保有機材を含む技術力、財政状況などを確認したうえで、毎年必要な点検・維持管理業務と数年単位で必要な維持管理業務に分類して整理する。また、それら業務の実施体制・方法を検討する。</p> <p>●業務の内容(21)準備調査報告書(案)の説明・協議(p.11)</p> <p>概略事業費を含む上記準備調査報告書(案)をホンジュラス政府関係者に説明し、内容を協議周確認する。特に、事業実施における維持管理体制の整備や環境社会配慮など、相手国側による事業の技術的・財務的自立発展性確保のための条件、具体的対応策について十分説明・協議する。</p>                                                                                                                                                                                                                                          |
| G8 | インド    | 国道 55 号線 | <p>●実施方針及び留意事項(8) 施設計画(p.13)</p> <p>対策工検討に当たっては、投入内容と期待される効果を段階的に検証できるように、複数案を策定する。特に、日本を含む海外施工業者水準の技術が求められる対策工だけでなく、中長期的な維持管理の容易性を考慮した、現地業者を活用した対策工実施の可能性もあわせて検討する。また、施設完成後、道路沿線における鉄道敷設の有無を確認し、設計に反映させる。</p> <p>●業務の内容(9)事業の維持管理計画 (p.16)</p> <p>インド側が実施する斜面对策工の維持管理について、毎年必要な点検・維持管理業務と数年単位で必要な維持管理業務に分類して整理する。予算措置の方法・タイミング、組織、人員、技術力、実際の運営維持管理、運営維持管理水準確保の仕組み等について確認の上、先方が運営維持管理可能な計画とする。</p> <p>●業務の内容(18) 準備調査報告書(案)の説明・協議(p.18)</p> <p>上記準備調査報告書(案)をインド側関係者等に説明し、内容を協議・確認する(概算事業費を含む)。特に、事業実施における維持管理体制の整備や環境社会配慮など、相手国側による事業の技術的・財務的自立発展性確保のための条件、具体的対応策について十分説明・協議する。</p> |
| L2 | スリランカ  | 国道土砂災害   | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| No | 国名   | 件名   | 特記仕様書内での先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容                                          |
|----|------|------|-------------------------------------------------------------------------|
| L4 | キルギス | 国際幹線 | 第1次国内作業の項目に「維持管理体制、維持管理手法の提案」、「概算維持管理費用の算出」の作業項目が列記されているが先方負担に関する記述は無い。 |

表 8-2 先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 件名        | 特記仕様書内での先方負担による点検・維持管理の具体的指示内容                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ道路(三) | 道路の維持管理に関する記述は以下の通りであるが、斜面对策に関する維持管理の記述は無い。<br>●調査内容(2)現地調査 7) 運営・維持管理体制調査 (p.6)<br>先方実施機関の道路維持管理に関する実施体制、予算、技術力等を調査する。<br>●調査内容(2)現地調査 13) 先方分担事項(公租公課の免税手続き等)の実施にかかる提言 (p.6)<br>ア. 工事認可や施工中の諸手続き、維持管理費用の確保、公租公課内容および免税手続き等、「ネ」国側の負担が必要となる項目を確認し、提言する。    |
| G2 | ネパール  | 地震復旧      | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                       |
| G3 | ブータン  | 国道四号線橋梁   | 橋梁の維持管理に関する記述は以下の通りであるが、斜面对策に関する維持管理の記述は無い。<br>●業務の目的 (p.11)<br>事業の成果個目標を達成するために必要な相手国側分担事業の内容、実施計画、運営・維持管理等の留意事項などを提案することを目的とする。<br>●業務の内容(11)事業の維持管理計画(p.21)<br>DOR(公共事業・定住省道路局)が行うことになる <b>事業対象橋梁の維持管理</b> について、毎年必要な点検・維持管理業務と数年単位で必要な維持管理業務に分類して整理する。 |
| G4 | ブータン  | 第三次橋梁     | 橋梁の維持管理に関する記述は以下の通りであるが、斜面对策に関する維持管理の記述は無い。<br>●調査内容(2)現地調査 6) 運営・維持管理体制調査 (p.6)<br>実施機関の人員配置計画、予算措置、道路の維持管理に関する技術的能力、財務状況等を調査する。<br>●調査内容(2)現地調査 12) 先方分担事項(公租公課の免税手続き等)の実施にかかる提言 (p.6)<br>本計画実施後の人員配置計画、維持管理コストを検討の上、先方の運営維持管理体制を確認する。                   |
| G7 | エチオピア | 第三次幹線     | ●第5条調査範囲(2)現地調査(p.2)<br>3)相手国側プロジェクト実施体制および維持管理能力に関する調査<br>(a)実施機関の人員配置計画、予算措置、維持管理に関する技術的能力・実施体制、財務状況等について予備調査結果をレビューし変更・不足部分を調査・確認する。<br>(b)無償資金協力による改修実施後の維持管理体制について、特に日常および定期点検が確実に実施されるよう、実施スケジュールなどを調査する。                                            |
| L5 | ジョージ  | ウ東西ハイ     | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                       |



## 9. 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項

表 9-1 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項(斜面对策を主な業務内容とする案件)  
(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 件名       | 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|--------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ポリビア   | 国道 7 号   | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| G6 | ホンジュラス | 国道 6 号線  | <p>●業務の内容(15)協力対象事業実施に当たっての留意事項(p.10)<br/>「協力対象事業」の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項を整理する。</p> <p>●業務の内容(16)詳細設計実施に向けた留意事項の整理(p.10)<br/>概略設計を踏まえ、詳細設計を実施するに当たり懸案となる事項、積み残し事項等、留意点をまとめ、本体実施時に確実に引き継がれるよう配慮する。具体的には、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットを具体的に示し、その差を明らかにする。</p> <p>●業務の内容(17)想定される事業リスクの検討(p.10)<br/>事業実施中、事業実施後に想定される各種リスクを検討する。特に事業実施中のリスクについて、それらをコントロールする手法について検討する。事業実施後に想定されるリスクの軽減については、ハード面、ソフト面ともに検討し、詳細設計やソフトコンポーネントでの対応によるリスク軽減策を検討する。</p>    |
| G8 | インド    | 国道 55 号線 | <p>●業務の内容(12)協力対象事業実施に当たっての留意事項 (p.17)<br/>「協力対象事業」の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項を整理する。</p> <p>●業務の内容(13) 詳細設計実施に向けた留意事項の整理(p.17)<br/>概略設計を踏まえ、詳細設計を実施するに当たり懸案となる事項、積み残し事項等、留意点をまとめ、本体実施時に確実に引き継がれるよう配慮する。具体的には、概略設計段階と詳細設計段階のアウトプットを具体的に示し、その差を明らかにする。</p> <p>●業務の内容(14) 想定される事業リスクの検討(p.18)<br/>事業実施中、事業実施後に想定される各種リスクを検討する。特に事業実施中のリスクについて、それらをコントロールする手法について検討する。事業実施後に想定されるリスクの軽減については、ハード面、ソフト面ともに検討し、詳細設計やソフトコンポーネントでの対応によるリスク軽減策を検討する。</p> |

| No | 国名    | 件名     | 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項 |
|----|-------|--------|-------------------------|
| L2 | スリランカ | 国道土砂災害 | 記載無し                    |
| L4 | キルギス  | 国際幹線   | 記載無し                    |

表 9-2 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項(斜面对策を主な業務としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 案件名         | 斜面对策の調査・設計に関連するその他の指示事項 |
|----|-------|-------------|-------------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ道路(三)   | 記載無し                    |
| G2 | ネパール  | ネパール地震復旧    | 記載無し                    |
| G3 | ブータン  | 国道四号線橋梁     | 記載無し                    |
| G4 | ブータン  | 第三次橋梁       | 記載無し                    |
| G7 | エチオピア | 第三次幹線道路改修計画 | 記載無し                    |
| L5 | ジョージア | 東西ハイウェイ     | 記載無し                    |

## 10. 相手国の課題を踏まえた斜面对策技術や維持管理方法の技術移転内容の記載

表 10-1 相手国の課題を踏まえた技術移転内容(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 案件名      | 相手国の課題を踏まえた技術移転内容の記載                                                                                                                                      |
|----|--------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア   | 国道 7 号線  | 記載無し                                                                                                                                                      |
| G6 | ホンジュラス | 国道 6 号線  | ●実施方針及び留意事項(6) 技術指導・ソフトコンポーネントの検討(p.3)<br>現地調査終了後も地すべり動態観測を継続するため、調査中から G/P に対して技術指導を行うとともに観測機器を C/P に引き渡す。更に、対策工完了後もモニタリングを続ける体制を構築できるようソフトコンポーネントを検討する。 |
| G8 | インド    | 国道 55 号線 | 記載無し                                                                                                                                                      |
| L2 | スリランカ  | 国道土砂災害   | 記載無し                                                                                                                                                      |
| L4 | キルギス   | 国際幹線道路   | 記載無し                                                                                                                                                      |

表 10-2 相手国の課題を踏まえた技術移転内容(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 案件名         | 相手国の課題を踏まえた技術移転内容の記載 |
|----|-------|-------------|----------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ道路(三)   | 記載無し                 |
| G2 | ネパール  | ネパール地震復旧    | 記載無し                 |
| G3 | ブータン  | 国道四号線橋梁     | 記載無し                 |
| G4 | ブータン  | 第三次橋梁       | 記載無し                 |
| G7 | エチオピア | 第三次幹線道路改修計画 | 記載無し                 |
| L5 | ジョージア | 東西ハイウェイ     | 記載無し                 |

## 11. 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容確認

表 11-1 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 件名     | 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ポリビア   | 国道7号線  | <p>●業務の内容(4) 事業の実施体制の確認 (p.4)</p> <p>プロジェクト実施機関である公共事業省及びポリビア道路管理局等の組織・権限・人員構成や近年の予算状況、技術水準等を調査し、本事業の実施機関として、その体制に問題がないか確認する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| G6 | ホンジュラス | 国道6号線  | <p>●業務の内容:(9)先方政府、他ドナー及び民間事業者等の実施する関連事業の動向、道路整備実績、道路設計と施工、現況確認、各種教訓の確認 (p.8)</p> <p>地すべり対策工を検討するに当たり、自然条件や土地利用条件、及び交通条件の類似した事業に採用されている地すべり対策工法の資料を入手する。また、カウンターパート機関等の類似事業担当や関係するコンサルタントに対し、設計時、施工時、維持管理夫々の時点での課題、問題点、及び解決方法等についてヒアリング等の情報収集を実施し、これらの情報を計画に反映させる。</p> <p>●業務の内容:(10)調達事情調査(現地調達、第三国調達、サブコンの技術レベル等)(p.8)</p> <p>本事業で必要となる資機材(骨材、コンクリート、建設機材等)、労務について、現地調達や第三国調達の可能性を検討し、調達事情(調達先、調達方法、調達期間、調達価格、品質等)を調査する。なお、調査期間や費用に限りがあることから、現地カウンターパート、材料調達事情に精通した現地コンサルタント等から情報を入手した後、必要な調査と試験を効率的に行う。調査及び試験の結果、材料調達にリスクがあることが判明した場合は、そのリスクを報告書に記載するとともに、実施段階での再調査を提案するものとする。サブコンの技術レベルは品質確保や事業費の積算に極めて重要であるため、可能な限りサブコンが施工した施設の調査を行い、その工事工程についても情報を集め、サブコンの技術レベルを慎重に判断する。</p> |
| G8 | インド    | 国道55号線 | <p>●業務の背景 (p.10)</p> <p>毎年雨季(5月-10月)にも土砂災害により、対象国道の一部区間が不通になるなど、地域経済や住民生活に影響が出ており、速やかな道路災害対策が求められているものの、インドには道路における斜面災害対策のノウハウがなく、インド政府より本邦技術の導入が要望されている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| No | 国名    | 件名     | 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容                                                                                                                                                                              |
|----|-------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L2 | スリランカ | 国道土砂災害 | <p>●調査の背景 (p.11)</p> <p>RDA は NBRO が作成するガイドライン・指針を、丘陵地帯 10 県の国道事業に適用していく考えだが、同ガイドラインに基づく対策・予防を実施するための技術力が不足しており、費用面、組織能力面でも課題が残されている。</p>                                                          |
| L4 | キルギス  | 国際幹線   | <p>●業務の背景 (p.11)</p> <p>キルギス運輸通信省は、多発する落石や岩石崩壊、斜面崩壊や、落石による道路利用者への危険性を踏まえ、特に斜面災害については対策の必要性を強く認識しているが、道路防災対策に係る知識・技術が低く、効果的な対策をとれずにいるところ、我が国が有する高度な斜面对策の技術や知見の移転や、それらを活用した効果的な対策提案への支援を求められている。</p> |

表 11-2 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 案件名         | 斜面对策技術に関する対象国の課題の記載内容                                                                               |
|----|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ道路(三)   | 記載無し                                                                                                |
| G2 | ネパール  | ネパール地震復旧    | <p>●背景(p.11)</p> <p>地滑り箇所はチベット側で発生したものも含め、合計で約 3,300 か所以上に上り、多くの道路や橋梁が被害を受けており、復旧・復興の足かせとなっている。</p> |
| G3 | ブータン  | 国道四号線橋梁     | 記載無し                                                                                                |
| G4 | ブータン  | 第三次橋梁       | 記載無し                                                                                                |
| G7 | エチオピア | 第三次幹線道路改修計画 | 記載無し                                                                                                |
| L5 | ジョージア | 東西ハイウェイ     | 記載無し                                                                                                |

## 12. 維持管理に関する対象国の課題の記載内容確認

表 12-1 維持管理に関する対象国の課題の記載内容(斜面对策を主な業務内容とする案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名     | 案件名      | 維持管理手法に関する対象国の課題の記載内容確認                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G5 | ボリビア   | 国道 7 号線  | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                               |
| G6 | ホンジュラス | 国道 6 号線  | ●業務の内容(9)先方政府、他ドナー及び民間事業者等の実施する関連事業の動向、道路整備実績、道路設計と施工、現況確認、各種教訓の確認 (p.8)<br>地すべり対策工を検討するに当たり、自然条件や土地利用条件、及び交通条件の類似した事業に採用されている地すべり対策工法の資料を入手する。また、カウンターパート機関等の類似事業担当や関係するコンサルタントに対し、設計時、施工時、 <b>維持管理</b> 夫々の時点での課題、問題点、及び解決方法等についてヒアリング等の情報収集を実施し、これらの情報を計画に反映させる。 |
| G8 | インド    | 国道 55 号線 | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                               |
| L2 | スリランカ  | 国道土砂災害   | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                               |
| L4 | キルギス   | 国際幹線道路   | 記載無し                                                                                                                                                                                                                                                               |

表 12-2 維持管理に関する対象国の課題の記載内容(斜面对策を主な業務内容としない案件)

(JICA 調査団作成)

| No | 国名    | 案件名         | 維持管理手法に関する対象国の課題の記載内容確認 |
|----|-------|-------------|-------------------------|
| G1 | ネパール  | シンズリ道路(三)   | 記載無し                    |
| G2 | ネパール  | ネパール地震復旧    | 記載無し                    |
| G3 | ブータン  | 国道四号線橋梁     | 記載無し                    |
| G4 | ブータン  | 第三次橋梁       | 記載無し                    |
| G7 | エチオピア | 第三次幹線道路改修計画 | 記載無し                    |
| L5 | ジョージア | 東西ハイウェイ     | 記載無し                    |

以上