

## 第3章

### プロジェクトの内容

## 第 3 章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標は以下の通りである。

- ◆ 上位目標  
「ボ」国の主要都市間を結ぶ重要な道路区間である国道 7 号線のアンゴストゥーラ～パリサーダ間の安全で円滑な交通が確保されることにより、「ボ」国の経済発展の安定化を図る。
- ◆ プロジェクト目標  
「ボ」国の国道 7 号線のアンゴストゥーラ～パリサーダ間において、斜面崩壊や土石流等に対する道路防災対策工事を実施することにより、対象区間における自然災害による道路への被害防止を図り、もって年間を通じた国道 7 号線の同区間の安全で円滑な通行を確保に寄与することを目的とする。

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、無償資金協力により、国道 7 号線のアンゴストゥーラ～パリサーダ間に点在する 5 箇所の災害危険箇所に対する防災対策工事を実施するものである。このプロジェクトは、「ボ」国が実施している 29 箇所の防災対策工事と合わせアンゴストゥーラ～パリサーダ間道路の安全で円滑な通行を確保するものである。

### 3-2 協力対象事業の概略設計

#### 3-2-1 設計方針

##### 3-2-1-1 基本方針

#### (1) 多様な道路防災対策技術の採用

できる限り多種類の道路防災対策工法を採用し、「ボ」国への技術普及を図る。これにより、災害の種類や規模に応じて工種を選定する技術的能力の向上が見込まれる。このため、採用する道路防災対策は、対策効果に優れるほか、「ボ」国で広く普及する可能性があることなども考慮し選定する。

#### (2) 現地資機材を利用した効率的道路防災対策技術の採用

現地で流通している資機材を使用した簡易な道路防災対策工でも、適切な維持管理を行うことで十分な防災対策の効果を得ることができる場合があり、積極的に採用する。

具体的には、①現地で入手可能な木材や植生を使用した編柵工、②現場打ちコンクリートによる各種排水工が挙げられる。なお、これらの工法は適切な維持管理によってその機能が発揮されるため、ソフトコンポーネントによる技術指導等により適切な維持管理の実施を確保する必要がある。

### (3) 樹木による斜面崩壊の抑止効果を利用した道路防災対策技術の選定

07-11 地区における災害直後（2007年5月）と現在の植生状況の変化を示す。高さが10mを超える樹木もあり、高い気温と降雨量により日本と比べ驚くほど急速に樹木が成長することが明らかとなった。

樹木は、根が地中深く入り込むことにより斜面崩壊や地すべりを防止する効果があるとされているが、一方で強風時における倒木が斜面崩壊や地すべりを誘発する場合があります、その効果を定量的に把握することは難しい。しかしながら、「ボ」国はハリケーン等による強風を受けることが無く、平地において一部突風が発生することがあるが、山間部においてはほとんど強風を受けることがない。このような点から、樹木の育成を促進し、樹木による斜面崩壊の抑止効果を積極的に利用することにより合理的な道路防災対策を実施することができる。

具体的には、①対策工による伐採を極力避ける、②ノンフレーム工法等により生育している樹木周辺の表層崩壊による土砂（植生基盤）の流出を抑止し継続して樹木が安定して成長できる環境を維持する等に配慮する。



2007年5月の状況



現在(2011年11月)の状況

図 3-1 07-11 箇所の植生変化

#### 3-2-1-2 調査方針

本調査では、第1次、第2次の現地調査行われた。第1次調査は、雨期前に実施し、サイト状況の調査、モニタリング調査（雨期前～雨季中）、ベースライン調査、社会環境配慮調査等の必要な調査を行うとともに、本プロジェクトの背景・経緯の確認、関連案件及び他ドナー・機関の援助動向、事業実施体制等のプロジェクトを取り巻く条件の調査を行なった。また、これら調査に加え、日本側事業の妥当性の確認を行い、本無償資金協力の範囲を確定した。

第2次調査では、雨期後におけるサイト状況の変化、雨期中に実施していたモニタリング調査結果の回収を行い、事業計画に必要な基本条件に対する雨期の影響を確認した。また、概算事業費算出のための調達事情調査を行なった。

国内解析では、上記調査結果を踏まえ、本プロジェクトの計画策定、相手国分担事業の確認・提言、維持管理計画の策定、概略事業費の積算、プロジェクト実施に当たっての留意事項の提言、プロジェクトの評価等を行い、準備調査報告書（案）を作成した。その後、現地での説明と協議を経て概要資料、準備調査報告書を作成した。

図 3-2 に業務実施のフローチャートを示す。

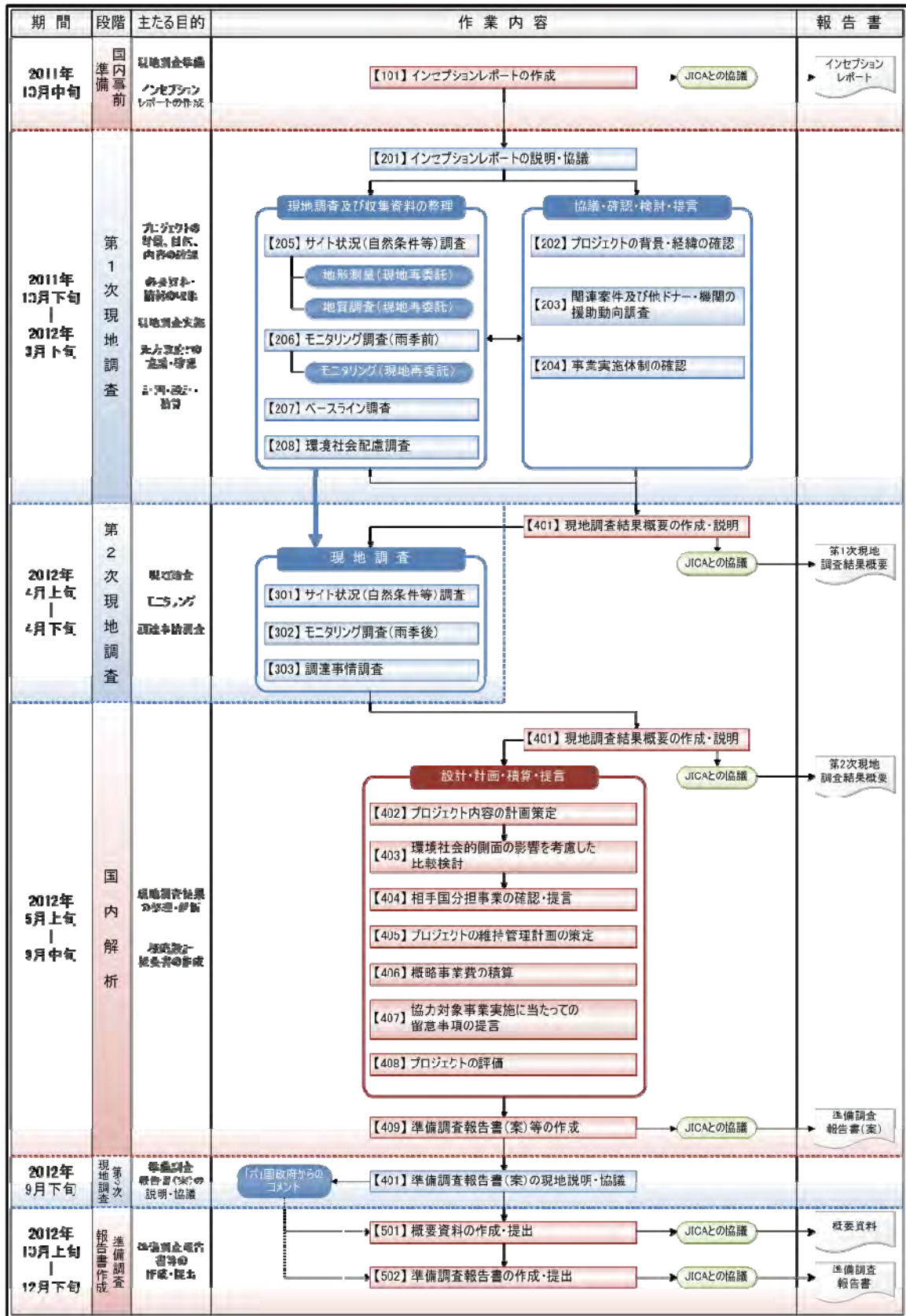


図 3-2 業務実施のフローチャート

### 3-2-1-3 自然環境条件に対する方針

#### (1) 侵食・風化に対する表層部の対策

対象路線沿いの分布地質は中古生層の砂岩・泥岩を主体とした堆積岩類であるが、長期に渡って露岩部が急勾配の状態ですらされると、風雨による侵食と機械的な風化の進行によって不安定化することが顕著である。また、節理面や断層などの不連続面が分布するとそれに沿って雨水が浸透し急激に安定度が低下し崩落現象に至る。したがって、対策工種の選定では吹付工や法砕工などを候補とし、長期にわたって風化や侵食を生じないように露岩部をできるだけ残さず面的に被覆する工法とした。

#### (2) 発生源対策を考慮した対策工の設計

既往災害の被害状況をレビューすると選定箇所においては1～2日の完全通行止めがなされたため人的移動、物流など経済面において多大な負の影響がもたらされている。この事象の原因は大量の土砂・岩塊が斜面上部からもたらされたためであり、発生源対策がとられず道路付近が無防備であったことからその被害規模、範囲が拡大したとみられる。今回の調査設計では被災要因となる土砂供給域を限定し、可能な限りその発生源に対しても直接的に災害対策を施す方針である(法面保護対策)。また、施工性から直接対策ができない箇所については災害規模を想定したうえで道路近傍に待ち受け対策を採用しているため、被災リスクに対して万全となるように配慮した対策工設計となっている。

#### (3) 環境負荷の軽減に向けた配慮

本無償資金協力の工事では、2-2-2 環境社会配慮に示すように、「水質汚濁」と「廃棄物」の面で自然環境に対する負の影響が懸念されており、適切なモニタリングの実施等により環境負荷の軽減に向け配慮する。

### 3-2-1-4 社会経済条件に対する方針

本防災対策工事の計画、設計及び施工に当たり、環境社会に対する配慮の観点から以下の点に留意することとする。なお、本無償資金協力の範囲内では、住民移転による社会経済への影響は発生しないことを確認している。(2-2-2 環境社会配慮を参照。)

- ① ジェンダー（男女差別の防止）
- ② 子どもの権利
- ③ HIV/AIDS 等への感染症の対策
- ④ 事故の防止

### 3-2-1-5 建設事情に対する方針

#### (1) 労務

「ボ」国には、橋梁や道路建設工事で経験を積んだ建設会社・技術者・労務者がいる。鉄筋工、型砕工、オペレータ等の一般的技能労働者はこれまでの経験から能力的に問題はなく、できる範囲で現地労働力を活用する方針とする。ただし、コンクリート吹付け工等の高所での危険な作業については、現地の技能労働者も経験がなく、日本から技能工を派遣する等配慮する。

## (2) 工事用資材

工事用資材のうち、コンクリート、アスファルト、道路用路盤材、コンクリート用骨材、木材等の、一般的道路工事や住宅用資材については、現地調達可能であり現地調達する方針とする。ただし、防災工事独特のロックボルト工法、ノンフレーム工法、ワイヤーロープ掛け工法等の材料は、現地で流通していないため、日本から調達する。

## (3) 工事用機械

工事用機械のうちブルドーザ、ダンプトラック、ロードローラ、タイヤローラ、モータークレーダ、アスファルトフィニッシャー等の一般的道路工事用の機械は、現地でのリースが可能であり現地調達する方針とする。ただし、リースが困難なコンクリートプラントや、現地で流通していない道路防災工事独特のコンクリート吹付け機やロックボルト掘削機等は日本より調達する。

### 3-2-1-6 現地業者の活用に係る方針

労務調達の項でも述べたように、「ボ」国には、橋梁や道路建設工事で経験を積んだ建設会社・技術者・労務者がおり、これらの鉄筋工、型枠工、オペレータ等の現地労働力を積極的に活用する方針とする。

### 3-2-1-7 実施機関の運営・維持管理能力に対する対処方針

本プロジェクトの実施機関は、「2-1-1 組織・人員」に示すとおり ABC であり、この中のサンタクルス県事務所が実務面での関係機関となる。ABC は国道の建設、維持管理、規制を行う機関であり、外国からの援助により国道にかかる建設、改良、改修、維持保守等、道路・橋梁分野の整備事業を数多く実施した実績を有し、本プロジェクトの運営・管理は十分に可能と考えられる。

道路の維持管理は、「2-1-3 技術水準」に示したように、「エンプレッサ」や「マイクロエンプレッサ」による組織的な維持管理や、「ボリビア道路防災及び橋梁維持管理キャパシティディベロップメントプロジェクト」による維持管理に関する技術移転が行われる等制度的、技術的に十分なレベルにあると考えられる。しかし、本無償資金協力で採用される道路防災対策技術は、「ボ」国で実績のない工法が多く、ソフトコンポーネントにより維持管理の確実な実施を促すこととする。

### 3-2-1-8 施設のグレードの設定に係る方針

国道 7 号線は、「ボ」国の主要都市間を結ぶ重要な路線上に位置しており、道路災害に対して十分な安全な設計を行う必要がある。このため、「ボ」国に道路防災に関する基準がないことも含め、日本の基準に準拠した計画・設計を行い、日本国内同様の防災対策のレベルを確保する方針とする。以下、各防災工事の選定要領を示す。

#### (1) 急斜面の落石や表層崩壊対策工の選定

想定される災害が落石や斜面の表層崩壊である 07-02、07-18、07-19 地区は、図 3-3 に示される落石選定フローチャート「道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (社) 日本道路協会 平成 11 年 3 月」に従って対策工を選定する。

## **(2) 緩斜面における泥流型地すべり対策工の選定**

想定される災害が緩斜面における泥流型地すべりである 07-11 地区は、表 3-1 に示される斜面崩壊防止工の設定表「建設省河川砂防技術基準（案）同解説 計画編 平成 9 年 9 月」に従って対策工を選定する。

## **(3) 溪流における土石流対策工の選定**

想定される災害が溪流における土石流である 07-03 地区は、図 3-4、図 3-5「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国土交通省砂防部 平成 12 年 7 月」、「土石流対策技術指針（案）建設省砂防部防砂課 平成 12 年 7 月」及び「流木対策指針（案）建設省砂防部防砂課 平成 12 年 7 月」に従って対策工を選定する。

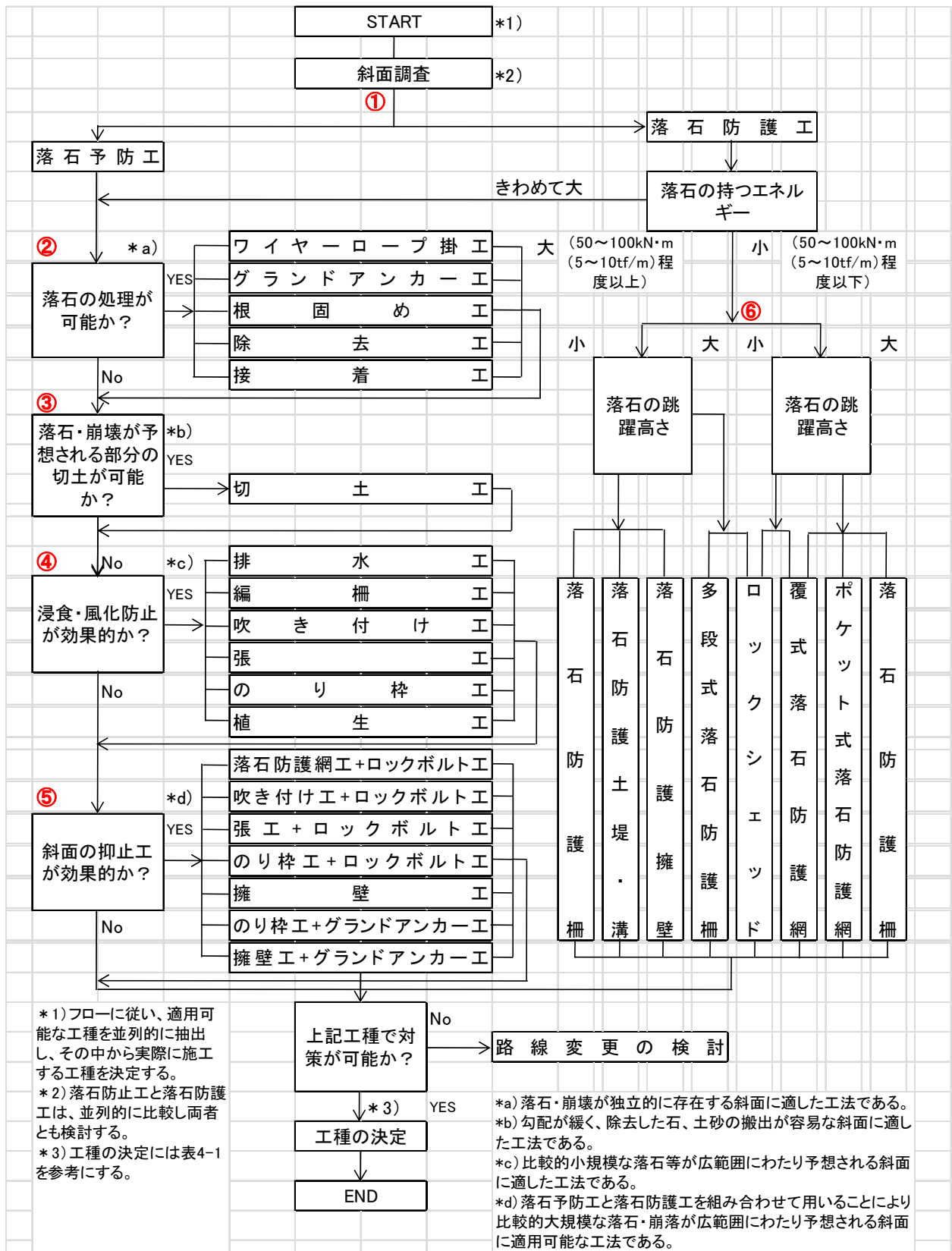


図 3-3 落石対策工の選定フローチャート

出典:道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (社)日本道路協会 平成 11 年 3 月



表 3-1 斜面崩壊防止工の選定表

工種	工種細分	一般的使用目的もしくは工種詳細	
排水工	地表水排除工	地表水を集水し斜面外へすみやかに排水したり地表水の斜面内への流入を防止する。横排水路工(法肩排水路工、小段排水路工)、縦排水路工、水路工、浸透防止工、谷止工	
	地下水排除工	斜面内の地下水を排除し、間隙水圧を低下させ斜面を安定させる。暗渠工、横ボーリング工、(遮水壁工、集水井工)	
植生による法面保護工	植生工	種吹付工、植生マット工、植生盤工、植生袋工、植生穴工、植生筋工、筋芝工、張芝工、植生ポット、植栽工等があり、雨水侵食防止、地表面温度の緩和、凍土の防止、緑地による美化効果を目的としている。(厚層基材吹付工)	
構造物による法面保護工	吹付工	モルタル吹付工	法面の侵食を防止するとともに、法面を外気および雨水等から遮断することにより風化を防止し、斜面を形成する地盤の強度低下を防ぐ。
		コンクリート吹付工	
	張工	石張・ブロック張工	法面の風化、侵食および軽微な剥離崩壊等を防止する。
		コンクリート張工	
枠工	プレキャスト法枠工	法面に現場打ち法枠工、プレキャスト法枠工を組み、内部を植生、コンクリート張り等で被覆し、法面の風化侵食を防止する。現場打ちコンクリート法枠工は抑止的役割もっている。(吹付法枠工)	
	現場打法枠工		
その他	その他の法面保護工	プラスチックワイルドメント工、ネット工液状合成樹脂吹付工、マット被覆工、アスファルト斜面工等があり、侵食防止を目的とする。	
不安定土塊の切土工	切土工(A)	オーバーハング部の切り取り、表層の不安定土塊層の切り取り。浮き石等の除去を行い崩壊する危険のある土層、岩塊を取り除く。	
斜面形状を改良する切土工	切土工(B)	斜面を雨水等の作用を受けても安全であるような勾配、あるいは高さまで切り取る。	
擁壁工	石積・ブロック積擁壁工	斜面下部の小規模な崩壊を抑止する。	
	もたれコンクリート擁壁工	崩壊を直接抑止するほか、侵食風化に対する法面保護効果もある。	
	重力式コンクリート擁壁工	崩壊を直接抑止するほか、押さえ盛土の安定法面保護工の基礎ともなる。待受式擁壁工：斜面の崩壊を直接抑止することが困難な場合、斜面下部(脚部)より離して重力式擁壁を設置し、崩壊土砂を待ち受ける。	
	コンクリート枠擁壁工	湧水が多く地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し、安定を図る。	
アンカー工	グラウトアンカー工及びロックボルト工	強風化岩、亀裂の多い岩盤、表層土の崩壊滑落を防止するため、現場打ちコンクリート法枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の他の工法と併用され、これらの安定性を高める。また、亀裂、節理、層理の発達した岩盤を内部の安定な岩盤に緊結して崩壊、剥落を防止する。	
杭工	杭工	斜面上に杭を設置して、杭の曲げモーメントおよびせん断抵抗によりすべり力に抵抗し斜面の安定度を向上させる。	
落石防止工	落石予防工	落石の発生予防を行う工法で除石工、根固工等がある。	
	落石防護工	落石から人家等を防護する工法で、防止網工、防止柵工、防止壁工がある。	
柵工	土留柵工	比較的緩斜面で表土層の薄い(2.0m以下)斜面の局部的な表土層の崩壊を防止し、またその拡大を防止するために用いる。	
	編柵工	植生工の補助として、降雨や地表流水による斜面表土の侵食を防止するために用いる。	

出典：改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 計画編 平成9年

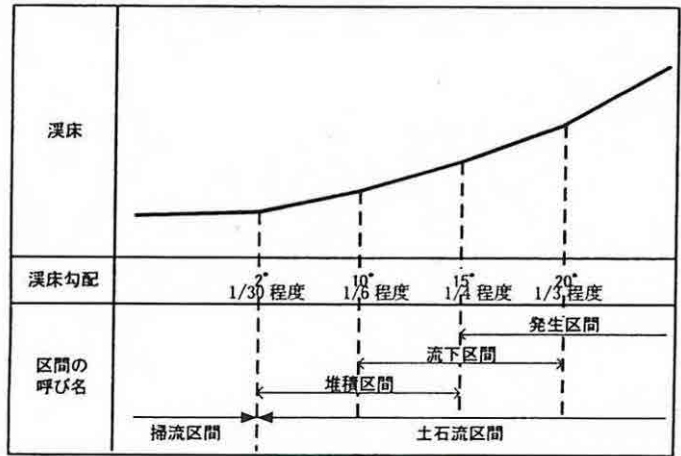


図 3-4 土石移動の形態の溪床勾配による目安

出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編） 国土交通省砂防部

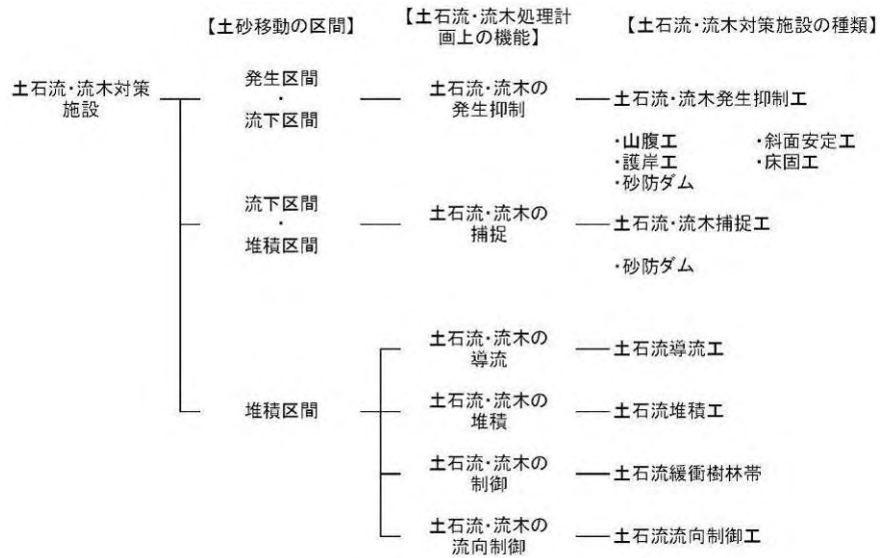


図 3-5 土石流・流木対策施設の種類の

出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国土交通省砂防部に一部加筆



### 3-2-1-9 工法・工期に係る方針

#### (1) 工法に係る方針

道路防災対策工法の選定では、基本方針でも示した以下の①～③に留意するとともに、道路供用下の工事であることによる④工事中の一般車両に対する安全性の確保や、建設物の長期の使用を目指した⑤維持管理の容易な工法の採用を工法選定時の方針とする。

- ①多様な道路防災対策技術の採用。
- ②現地資機材を利用した効率的道路防災対策技術の採用。
- ③樹木による斜面崩壊の抑止効果を利用した道路防災対策技術の選定。
- ④工事中の一般車両に対する安全性の確保。
- ⑤維持管理の容易な工法の採用

#### (2) 工期に係る方針

本プロジェクトは、雨期の集中豪雨により発生した斜面崩壊または土石流に対する防災工事であり、雨期中の工事は同様な災害を再発させる可能性が高く、雨期中の工事を回避し、安全で降雨等の影響の少ない工程計画を行う。

工事期間 : 4月～10月 (雨期: 11月～3月)

### 3-2-2 基本計画

#### 3-2-2-1 07-02 地区の基本計画

##### (1) 地形概要



全景写真



路側部の状況



節理面に規制される岩塊



上部の岩盤、縦亀裂あり

図 3-8 07-02 地区現地写真





図 3-9 07-02 地区の現地状況

**(a) 斜面の現況**

最大高さ約 70m、斜面延長約 230m、最大斜度約 80° に達する、露岩した急峻で規模の大きい斜面である。中央部には小規模な沢が存在し、道路面より約 7m 上方からは沢沿いに植生が確認される。対象斜面には、節理面に規制された崩壊規模が 1m 程度以下と想定される不安定岩塊が散見されるが、それより上の斜面には植生が密生し、不安定な浮石はない。岩盤は表層の風化の進行により土砂化し、雨期になると流出し道路路肩部に堆積する。

**(b) 雨期の影響**

雨期前後で、新たな崩壊や地形の大きな変化は確認されなかった。ただし、岩盤表面を構成する粒子の風化が著しく、雨期になると岩盤表面の土砂化した部分が流出した。これは、道路路肩に堆積するほど激しい。以下写真は堆積土砂撤去後の様子である。





図 3-10 07-02 地区の雨期後の斜面状況

### (c) 今後予想される現象

岩盤自体は強固であるが、風化の進行によって表層より土砂化、軟化し、亀裂を発達させ、最終的に比較的広範囲の表層崩壊が発生することが想定される。

### (2) 対策工法の選定

図 3-11 と表 3-2 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、以下の理由により、**吹付け工**及び**吹付け工+ロックボルト工**による対策工を採用することとした。

- ◆ 岩盤の風化対策が重要であり、予防工による対策を基本とする。
- ◆ 最大斜度が 80° 近いため風化対策工として、施工の容易な吹付け工を採用した。
- ◆ 既にスレーキングによる風化が進み表層崩壊の可能性がある箇所は、吹付け工+ロックボルト工による抑止工を採用した。

### (3) 設計方針

- ◆ コンクリート吹付け工の厚さは、標準的な 10cm とする。
- ◆ ボーリング調査結果によると、斜面の風化の影響が最大 2.5m 程度まで確認された。しかし、2.5m 以浅の風化岩も十分な強度を持っておりこの深さから崩壊が発生するとは考え難い。本斜面は切土工事後に表面からの風化進行により土砂化による土砂流出や表面的な崩壊が比較的頻繁に発生しており、強風化した不安定岩塊は常に崩壊・落下を繰り返し、斜面に残存している強風化部は数 10cm と考えられる。しかし、ひび割れ部等からの部分的な風化進行等不確定な要素も考えられ、安全側にも配慮して想定すべり面深さを 1.0m に設定する。
- ◆ ロックボルト工の打設長さは、上記すべり面深さ 1.0m と、設計上の必要定着長 1.0m を考慮して設定する。
- ◆ 現況の地形や沢の状態より 2 箇所に縦排水路を設けることとする。
- ◆ 維持管理用の管理用通路 (W=1.0m) を斜面上部まで設置する。

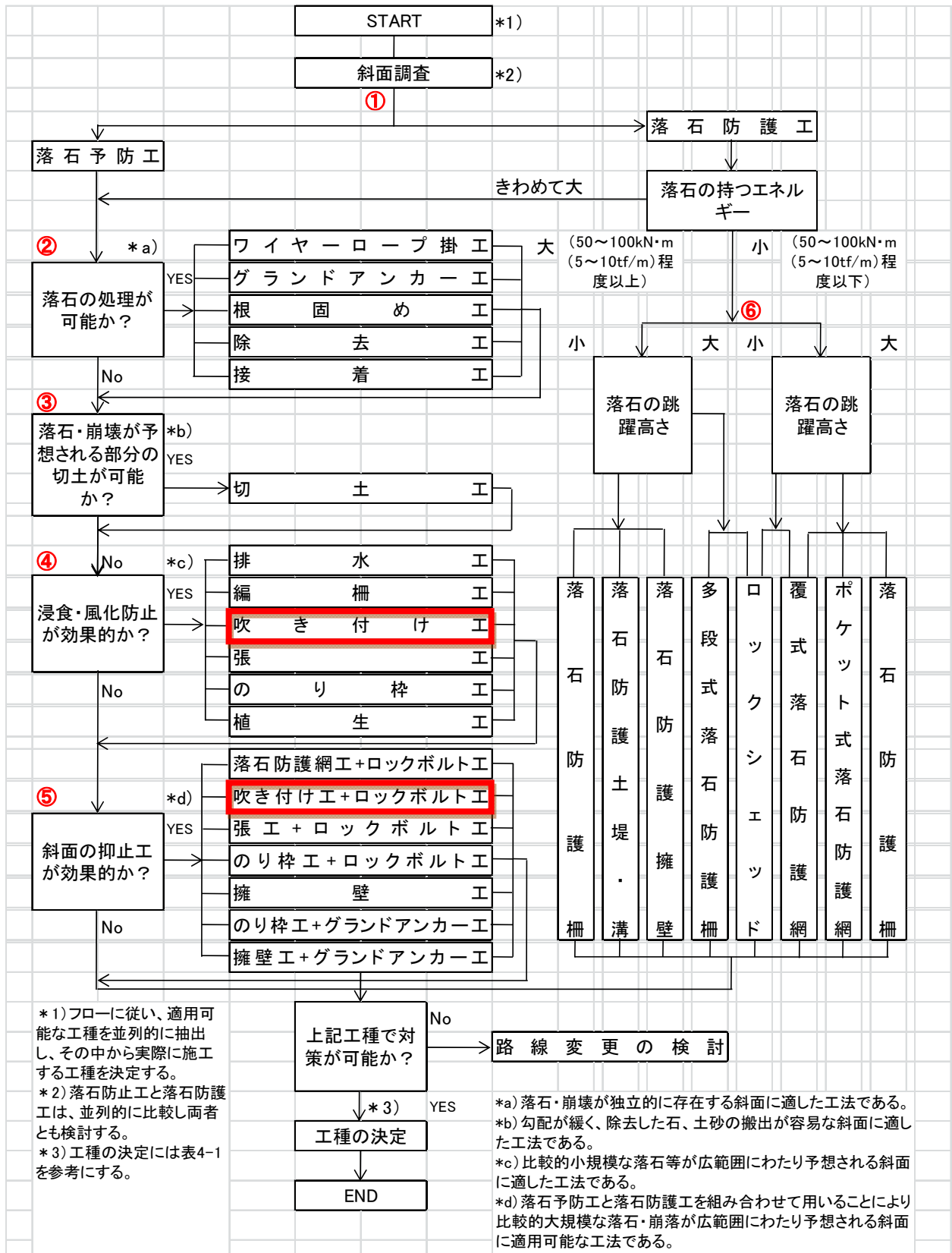


図 3-11 07-02 の落石対策工 選定フロー図



表 3-2 07-02 の落石予防工対策工選定表

分類	選定フロアーの分岐	工種	評価		総合評価	
			構造的適用性			
			評価理由	評価		
落石予防工	②落石の個別処理が可能か？	ワイヤーロープ掛工	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特定した岩塊の崩落ではないため、落石の個別処理は困難。</li> </ul>
		アンカー工	—	—	—	
		根固め工	—	—	—	
		除去工	—	—	—	
		接着工	—	—	—	
	③落石・崩壊部分の切土が可能か？	切土工	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・80°前後の急斜面であり、切土工は困難。</li> </ul>
		排水工	急斜面であり適切な導水ができない。	×	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂化の激しい斜面であり風化防止対策が必要。</li> </ul>
	④浸食・風化防止が効果的か？	編柵工	岩盤斜面であり適用できない。	×	×	
		吹付工	適用可、経済的にも優れる。	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・80°前後の急峻な岩盤斜面に対する風化対策としては、吹付工と吹付のり砕工が考えられるが、経済的な<b>吹付工</b>を採用。</li> </ul>
		張工	経済的に劣る。	×	×	
		のり砕工	適用可だが、経済的に劣る。	○	○	
		植生工	岩盤斜面であり適用できない。	×	×	
	落石防網工+ロックボルト工	風化対策に効果がない。	×	×		
	⑤斜面の抑止工が効果的か？	吹付工+ロックボルト工	適用可	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スレーキングによってひび割れ内部の土砂化が進行し表層崩壊の可能性があるため、部分的に抑止工が必要。</li> <li>・抑止工としては、吹付工との組み合わせが可能な<b>ロックボルト工</b>を採用。</li> </ul>
		張工+ロックボルト工	経済的に劣る。	×	×	
法砕工+ロックボルト工		適用可だが、経済的に劣る。	○	○		
擁壁工		斜面高く適用外	×	×		
法砕工+アンカー工		経済的に劣る。	×	×		
擁壁工+アンカー工	斜面高く適用外	×	×			

### 3-2-2-2 07-03 地区の基本計画

#### (1) 地形概要

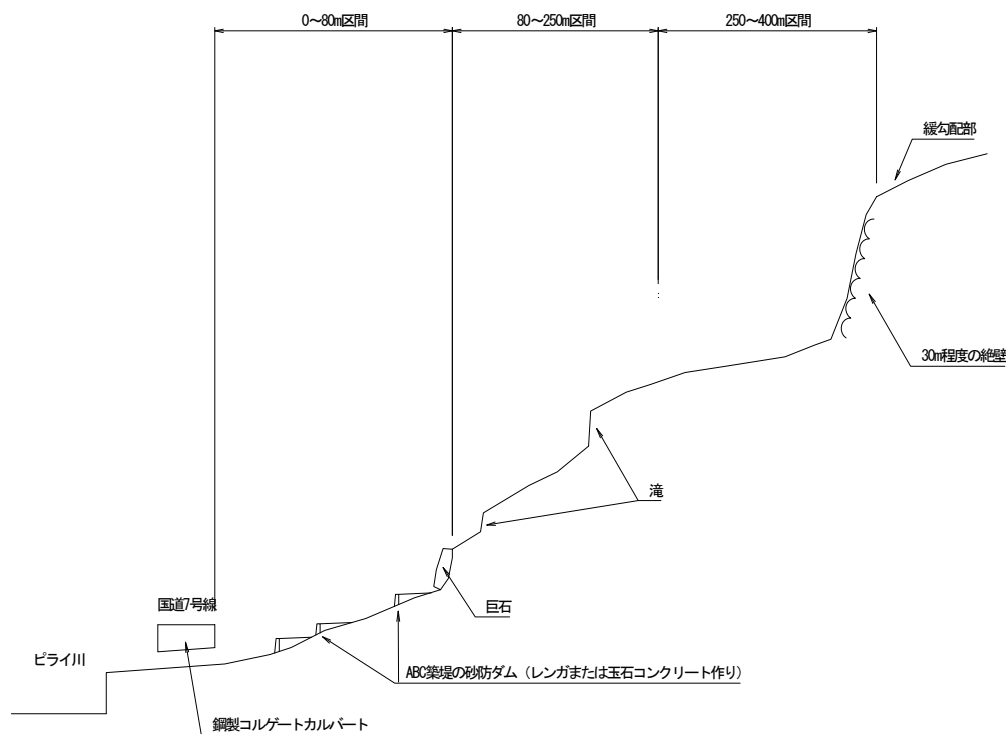


図 3-12 07-03 地区の溪流模式縦断面図

#### (a) 溪流状況

国道 7 号線より上流約 400m 区間は、約 1/4 の急勾配な斜面である。それより上流部は、高さ 30m 以上の絶壁が有り、水は約 30m の滝となって流下する。絶壁より上流は、緩勾配部が続く堆積区間であり、道路付近まで達する可能性のある土砂は、上流 400m 地点絶壁までの河床堆積物と考えられる。(図 3-12 参照)

以下に溪流各部の状況を示す。

##### 道路付近～80m 上流区間

この区間には、既存のレンガまたは玉石コンクリート作りの砂防ダム（高さ 2m 程度）が数箇所あるが、いずれも満砂状態である。

80m 地点に溪流最大の転石があり、高さ 4m の滝を呈している。この区間の河床部は広く 10m～20m 程度あり、流木等は以下に述べる上流部と比べ少ない。

基岩の露頭が多く見られ、基岩線は比較的浅い。（ただし、既設砂防ダムによる堆積部分を除く）



図 3-13 07-03 地区既設砂防ダム

(赤のマークは粒径調査対象石)

##### 80m～250m 区間

両岸は急峻で V 字谷を呈している。河床部は、急勾配のため巨石が表面を覆っている部分が多く、

また樹木も成長しているため、流過断面が狭くなっている。河床幅が狭い事や倒木などもあるため、流木が多く堆積しており、一部に流木が河床を閉塞するため河床が階段状で下がっているところもある。

溪岸部には小規模表層崩壊（幅 5m×高さ 3m 程度）が数ヶ所点在する。

基岩はあまり露頭していないが、途中基岩による高さ 3m と 5m 程度の滝があることから、基岩層は浅いと考える。



河床状況



流木堆積状況（河床部）

図 3-14 07-03 地区 80m～250m 区間の現場状況

### 250m～400m 区間

上流 300m 地点の左岸側は 2007 年に崩壊したと思われる斜面が幅 80m×高さ 70m で広がるが、現在は比較的緩勾配で植生に覆われていることから、再度崩壊する可能性は小さいと考える。

300m 地点から上流は溪流が大きく広がり、河床勾配も緩くなっている。

河床は崩壊地からの土砂流入の残土や河床勾配が緩いため、河床堆積物が 1m～3m と前述下流部と比べ厚い。



河床状況（背後に高い絶壁が見える）



区間最上流部





2007年崩壊跡地

図 3-15 07-03 地区 250m～400m 区間の現場状況

**道路下、道路より下流側状況**

道路部の水路は、鋼製コルゲートパイプ（高さ 2.1m×幅 2.9m 楕円形）で通過しており、特に劣化等は見られない。ただし、2007年規模の流水が流下した場合、流過能力は小さく土砂、流木で閉塞される可能性がある。また、その下流部はコンクリート 3 面張り水路であり、床版部に摩耗による経年劣化が見られる。



図 3-16 07-03地区下流コンクリート3面張り水路状況

**(b) 雨期の影響**

雨期前後で地形の変化は確認されなかった。



雨期前



雨期後

図 3-17 07-03 地区の雨期前後の変化

**(c) 今後予想される現象**

2007年崩壊跡地は植生が成長していること、崩壊後比較的安定勾配となっていることから再度崩壊する可能性は低い。しかし、今後の大規模な出水により、溪流河床部に溜まっている土砂や玉石が移動し、土石流となって流下する可能性がある。

土石流が発生した場合、道路面下を通過している鋼製コルゲートパイプが閉塞し、道路面に土石流が広がる可能性がある。

下流部のコンクリート3面張り水路が経年劣化により破損することも予想される。

**(2) 対策工法の選定**

**(a) 土石流対策の基本構造**

土石流対策は、大きく分けて07-22地区で「ボ」国が実施した橋梁による迂回対策と、日本で一般的に用いられている土石流・流木自体の抑制または捕捉対策に分類される。橋梁による迂回対策は、抜本的対策として有効であるが、一般に高価でありまた地形的制約を受ける等、すべての箇所では橋梁による迂回対策で実施するのは現実的でない。このため、「ボ」国における対策技術の拡大や対策費用の縮小を目的に土石流・流木自体を抑制または捕捉する対策工を基本に検討を行う。

土石流対策工は、土砂の移動区間により、図3-19 土石流・流木対策施設の種類のよう分類される。07-03地区の溪流の末端部である国道付近の溪流勾配は1/5程度であることから図3-18 土砂移動の形態の溪床勾配による目安より「流下区間」に分類され、対策工法は土石流・流木発生抑制工および土石流・流木捕捉工が対象となる。

このうち、土石流・流木発生抑制工は、斜面安定工、護岸工、床固工等が主体となるが、溪流が急斜面のV字谷を呈していることや河床が急勾配である事等より、施工位置へのアプローチが難しく、構造物延長が長く不経済になる等の課題があり、実現性に乏しい工法となる。このため、経済性、施工性に優れる土石流・流木捕捉工を採用し、砂防ダムを道路側近に建設することとした。

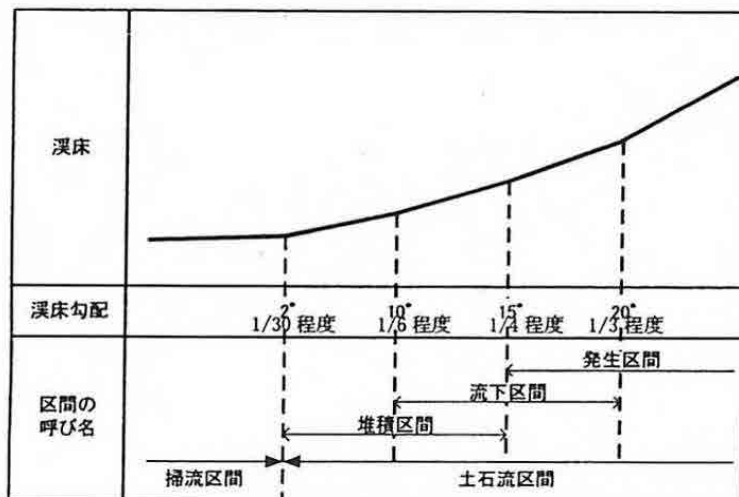


図 3-18 土砂移動の形態の溪床勾配による目安

出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編） 国土交通省砂防部

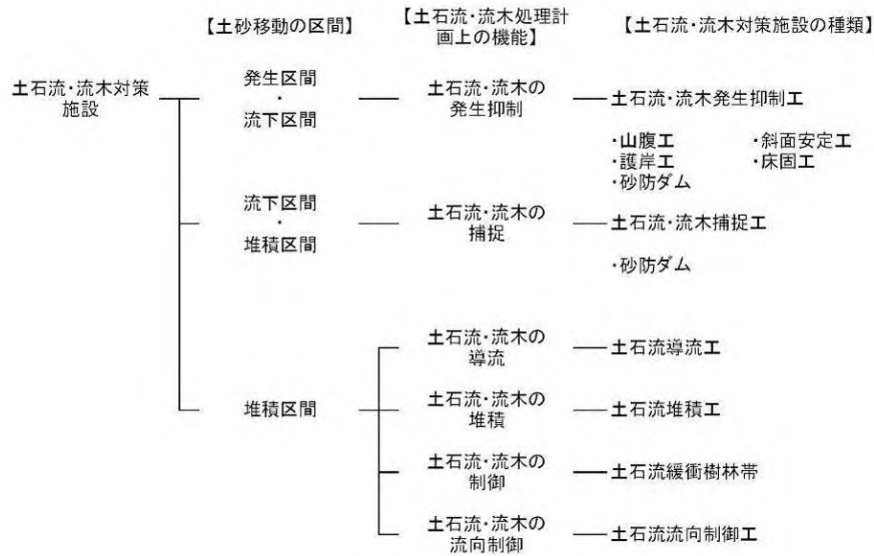


図 3-19 土石流・流木対策施設の種類

出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国土交通省砂防部に一部加筆

### (b) 砂防ダム形式の選定

砂防ダムには、次の形式がある。

第1案 不透過型砂防ダム：通常の重力式コンクリートダム

第2案 透過型砂防ダム：スリット部を有する重力式コンクリートダム。スリットはコンクリートまたは鋼製で構築される。鋼製を使用したものを特に鋼製透過型堰堤といい、近年一般的な透過型砂防ダムである。

本事業の 07-03 地区では、検討の結果**第2案 透過型砂防ダム**を採用することとした。

- ・捕捉容量：土砂や小石な通過する透過型は、捕捉容量を大きく確保できる。
- ・流木対策：透過型はスリット部で流木を捕捉する事に比べ、不透過型は流水に浮かんでいる流木は水通し部を通り下流へ流下する恐れがある。
- ・耐久性：鋼製透過型堰堤は不透過型ダムと同等で永久構造物であり、50年以上の耐久性がある。鋼製部は土石流で破損しない構造。透過部断面を構成する鋼管やコンクリート等は、構造物の安定性を保持するための部材（構造部材）と土石流を捕捉する目的で配置される部材（機能部材）に分けられる。機能部材は、土石流および土砂とともに流出する流木等を捕捉できれば、塑性変形を許容することができる。鋼製部のさびしろは100年～150年分ある。以上より各案に優劣はない。
- ・維持管理：透過型堰堤は、中小規模の降雨時の流量により堆砂した土砂は掃流力により流下するため、除石対象が巨石・玉石のみとなり、土砂は排出の対象としない。したがって、除石頻度は数十年に一度程度と考える。一方、不透過型堰堤は、堆砂した土砂は排砂されず、さらに中小規模の降雨時の流量によっても堆砂が進むため、明らかに除石/土砂排出頻度は透過型と比べ多くなり、維持管理費用が高くなる。





### (c) 道路横断部の水路工構造の選定

現在の道路横断部の水路（コルゲートパイプ）は、流過能力が低いため、ボックスカルバート構造により必要な流下断面を確保する。また、下流側のコンクリート3面張り水路は経年劣化により一部破損が確認されたため再構築する。

### (3) 設計方針

- ◆ 砂防ダム高さは、移動可能土砂全量を捕捉できる高さとする。
- ◆ 移動可能土砂全量は、以下に示す現地踏査結果より求めた溪床体積土砂量と計画流木量の合計より設定する。

溪床体積土砂量 : 平均溪床幅  $B_d$ 、溪流堆積物厚さ  $D_e$ 、溪流延長  $l$  より、 $B_d \times D_e \times l = 3,720\text{m}^3$  とする。

計画流木量 : 推定された発生流木量に流木流出率を掛け合わせて、 $10\text{m}^3$  とする。

- ◆ ダム基礎工は、ボーリング調査結果より浅い位置に岩が得られることより岩着基礎とする。
- ◆ 下流部に接続する水路工の幅は、ダム通水幅と同等の  $5\text{m}$  とする。
- ◆ 道路との交差部は、ボックスカルバート構造とし、内空幅は水路工同様の  $5\text{m}$ 、内空高さは、水深+余裕高+構造物クリアランスより  $2.5\text{m}$  とする。

### 3-2-2-3 07-11 地区の基本計画

#### (1) 地形概要



現道沿いの状況、背後斜面は植生復旧



既設ガビオン工天端部





既設ガビオン工



斜面内に発達するガリー状況地形

図 3-22 07-11 地区現場状況

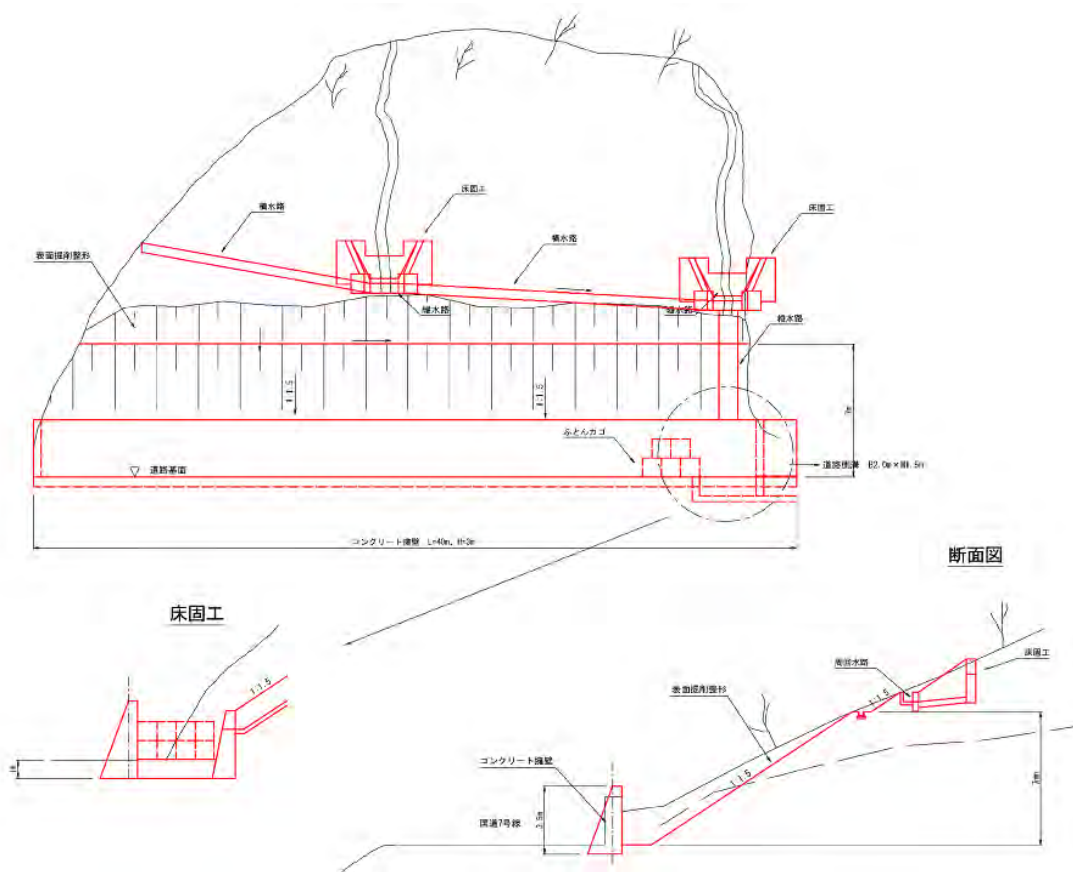


図 3-23 07-11 地区の現地状況

**(a) 斜面の現況**

斜面高さ約 50m、斜面延長は約 40m、最大斜度約 30° の緩く長い斜面となっている。2007 年に斜面上方で地すべり性崩壊が発生し、土石流／泥流が流下、この堆積物が斜面に堆積している。物理探査試験の結果によると、土砂堆積物は 2～3 m 程度であることが確認されている。また、モニタリング調査の結果によると、緩勾配の斜面で懸念される地すべり性の深層部の斜面移動は確認されず、不安定な土塊は、土石流／泥流による土砂堆積物に限定される。

現況斜面は、植生が復活し概ね安定しているが、土石流／泥流の堆積物は、軟質であり、侵食によ

っていくつかの沢が形成され、沢沿いから土砂が斜面下方に供給されている。湧水点が斜面上方に存在し、すぐ伏流している。

道路沿いにガビオンが施工されており、土砂移動は抑制された状態にある。

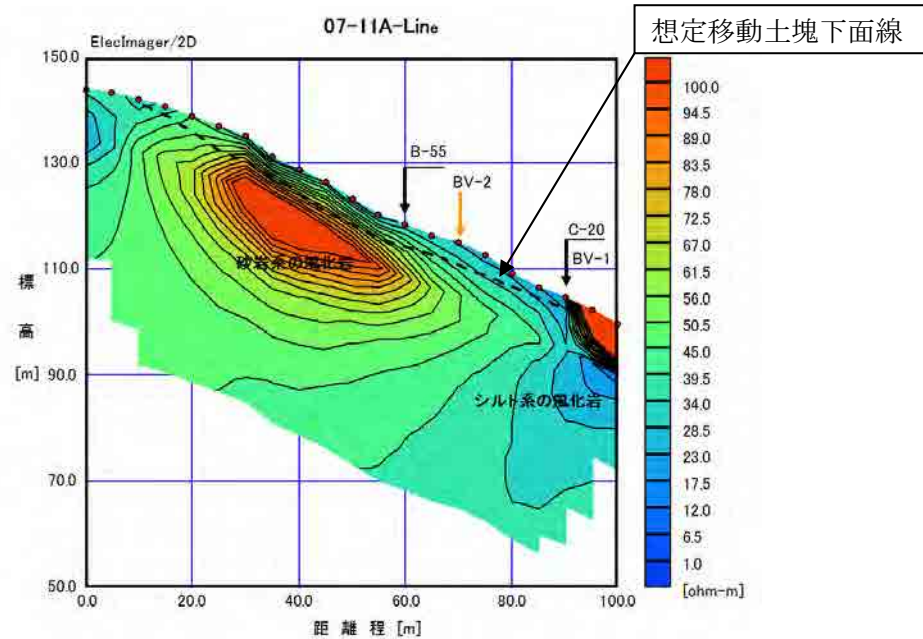


図 3-24 07-11 地区想定移動土塊下面線

### (b) 雨期の影響

雨期前後で地形の変化は確認されなかった。



雨期前



雨期後

図 3-25 07-11 地区の雨期前後の変化

### (c) 今後予想される現象

軟質な堆積物の崩壊・流出、主として侵食によるガリーの拡大とそれに伴う土砂の再移動、新たなガリーの形成とそれに伴う土砂の再移動及び、過剰な雨水の供給による斜面崩壊が考えられる。

### (2) 対策工法の選定

1:1.5 程度の緩い斜面であり、落石対策ではなく斜面の崩壊や土石流対策を中心に対策工法をまと

めた「斜面崩壊防止項の種類と目的 改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 計画編平成9年」を参考に検討を進める。

本斜面は、調査の結果、特別な地すべり性の移動はなく斜面全体の安定性は確保されている。しかし、堆積物が軟質であることや沢状の地形であることより、雨水による斜面の侵食防止や過剰な雨水の供給による軟質土砂の崩壊・流出に対する対策が必要となる。

表 3-3 に示す検討の結果より、以下の対策工法を選定した。

- ◆ **地表排水工** (縦・横排水工の設置、床固め工)
- ◆ **植生工** (地盤整形後の斜面に植生を導入し、侵食防止と斜面の安定化を図る。)
- ◆ **斜面形状を改良する切土工** (地盤整形により、雨水流下方向の固定化、ガリー侵食及び崩壊の防止。)
- ◆ **重力式コンクリート擁壁工** (排水工の道路端部の処理として擁壁を設置)

表 3-3 07-11 斜面崩壊防止工の選定

工種	工種細分	一般の使用目的もしくは工種詳細	評価	判定	
排水工	地表水排除工	地表水を集水し斜面外へすみやかに排水したり地表水の斜面内への流入を防止する。横排水路工(法肩排水路工、小段排水路工)、縦排水路工、水路工、浸透防止工、谷止工	経済性に優れ沢状地形の当地区には有効	◎	
	地下水排除工	斜面内の地下水を排除し、間隙水圧を低下させ斜面を安定させる。 暗渠工、横ボーリング工、(遮水壁工、集水井工)	伏流水は多いが、かなり深部にあるも考えられ、効果は期待できない。	×	
植生による法面保護工	植生工	種吹付工、植生マット工、植生盤工、植生袋工、植生穴工、植生筋工、筋芝工、張芝工、植生ポット、植栽工等があり、雨水侵食防止、地表面温度の緩和、凍土の防止、緑地による美化効果を目的としている。(厚層基材吹付工)	斜面の状況や気候条件が良好であり、崩壊対策として有効であり、積極的に採用する必要がある。	◎	
構造物による法面保護工	吹付工	モルタル吹付工	法面の侵食を防止するとともに、法面を外気および雨水等から遮断することにより風化を防止し、斜面を形成する地盤の強度低下を防ぐ。	植生復旧が期待できないため、本地区には不向きである。	×
		コンクリート吹付工	同上	植生復旧が期待できないため、本地区には不向きである。	×
	張工	石張・ブロック張工	法面の風化、侵食および軽微な剥離崩壊等を防止する。	植生復旧が期待できないため、本地区には不向きである。	×
		コンクリート張工	同上	植生復旧が期待できないため、本地区には不向きである。	×
枠工	プレキャスト法枠工	法面に現場打ち法枠工、プレキャスト法枠工を組み、内部を植生、コンクリート張り等で被覆し、法面の風化侵食を防止する。現場打ちコンクリート法枠工は抑止的役割をもっている。(吹付法枠工)	1:1.5 程度の緩い勾配が確保でき適用の必要性はない。	×	
	現場打法枠工	同上	1:1.5 程度の緩い勾配が確保でき適用の必要性はない。	×	
その他	その他の法面保護工	プラスチックシルセメント工、ネット工液状合成樹脂吹付工、マット被覆工、アスファルト斜面工等があり、侵食防止を目的とする。	—	—	
不安定土塊の切土工	切土工(A)	オーバーハング部の切り取り、表層の不安定土塊層の切り取り。 浮き石等の除去を行い崩壊する危険のある土層、岩塊を取り除く。	斜面勾配は、平均して 1:1.5 程度であり、不安定な浮き石、岩塊等はない。	×	
斜面形状を改良する切土工	切土工(B)	斜面を雨水等の作用を受けても安全であるような勾配、あるいは高さまで切り取る。	斜面下部に土石流堆積物の凸型の堆積地があり、不安定なため切土する。	◎	

擁壁工	石積・ブロック積擁壁工	斜面下部の小規模な崩壊を抑止する。	地形的に不適合。	×
	もたれコンクリート擁壁工	崩壊を直接抑止するほか、侵食風化に対する法面保護効果もある。	地形的に不適工。	×
	重力式コンクリート擁壁工	崩壊を直接抑止するほか、押さえ盛土の安定法面保護工の基礎ともなる。 待受式擁壁工：斜面の崩壊を直接抑止することが困難な場合、斜面下部（脚部）より離して重力式擁壁を設置し、崩壊土砂を待ち受ける。	待受式擁壁と水路工を兼ねて配置	◎
	コンクリート枠擁壁工	湧水が多く地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し、安定を図る。	地形的に不適合。	×
アンカー工	グラウト・アンカー工及びボルト工	強風化岩、亀裂の多い岩盤、表層土の崩壊滑落を防止するため、現場打ちコンクリート法枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の他の工法と併用され、これらの安定性を高める。また、亀裂、節理、層理の発達した岩盤を内部の安定な岩盤に緊結して崩壊、剥落を防止する。	軟質土砂の崩壊・流出対策が目的であり不適合	×
杭工	杭工	斜面上に杭を設置して、杭の曲げモーメントおよびせん断抵抗によりすべり力に抵抗し斜面の安定度を向上させる。	軟質土砂の崩壊・流出対策が目的であり不適合	×
落石防止工	落石予防工	落石の発生予防を行う工法で除石工、根固工等がある。	軟質土砂の崩壊・流出対策が目的であり不適合	×
	落石防護工	落石から人家等を防護する工法で、防止網工、防止柵工、防止壁工がある。	軟質土砂の崩壊・流出対策が目的であり不適合	×
柵工	土留柵工	比較的緩斜面で表土層の薄い（2.0m以下）斜面の局所的な表土層の崩壊を防止し、またその拡大を防止するために用いる。	軟質土砂の崩壊・流出対策が目的であり不適合	×
	編柵工	植生工の補助として、降雨や地表流水による斜面表土の侵食を防止するために用いる。	斜面勾配が緩く植生基盤として不要	×

[ 改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 計画編 H9年 P210～211 ]

### (3) 設計方針

- ◆ 水路工の設計流量は、流域面積 0.06km<sup>2</sup> と雨量データより得られた計画最大雨量 223mm/日（1/50年確率）より 1.36m<sup>3</sup>/s とする。
- ◆ 斜面下部には、浸食し流下した土砂が堆積しており、1:1.5の安定な勾配で切土する。
- ◆ 水路上端部には、集水、河床安定を目的とする床固め工を設置する。
- ◆ 道路端部に設ける重力式擁壁工については、千鳥配置の3分割構造とし、土砂が堆積した場合にも容易に重機による土砂撤去が可能な構造とする。
- ◆ 斜面下部の切土部分については、周辺植生に合わせて高木のソトやティパ、低木のミモザ類を植栽する。（2-2-2-9 植生状況調査参照）
- ◆ 斜面上部の自然斜面は、斜面の安定化に寄与する種（ソト、ティパ、ミモザ類）が早期に成長できるようそれ以外の種を選択的に間伐する。

#### 3-2-2-4 07-18 地区の設計

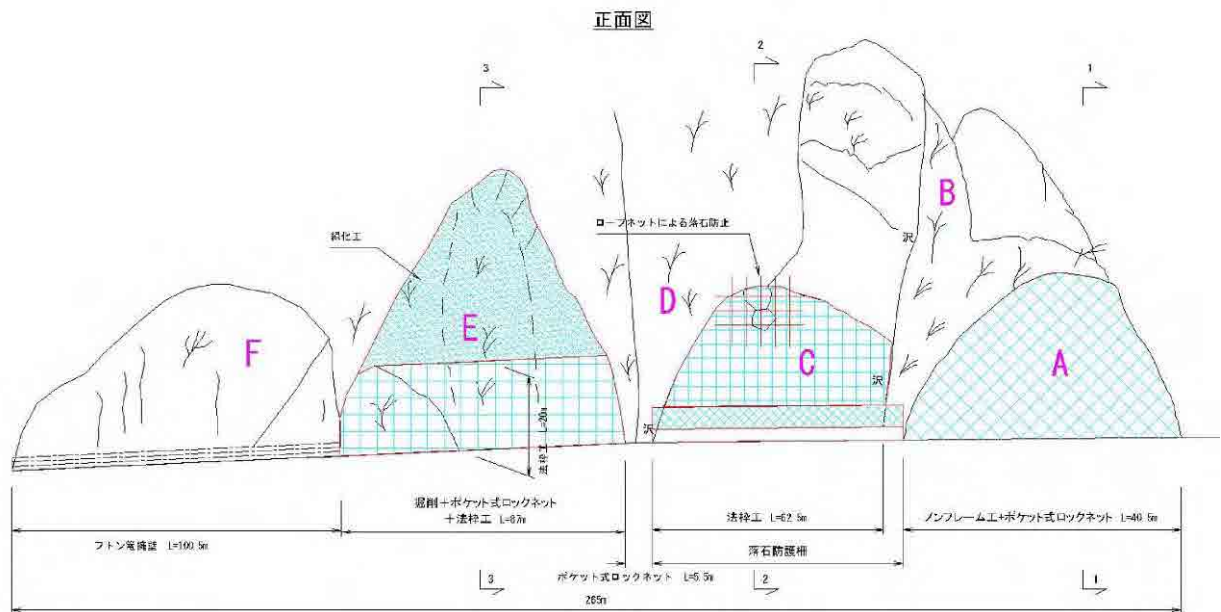
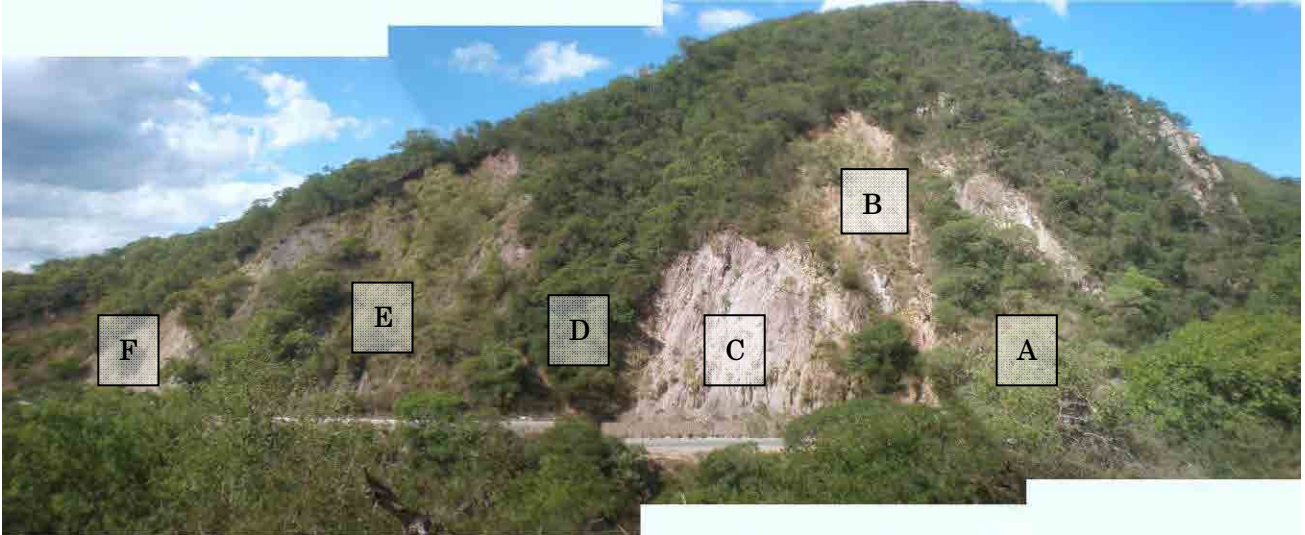
##### (1) 地形概要

斜面高さ約 90m、斜面延長約 250m、最大斜度約 45° の比較的急峻で大規模な斜面である。



地表踏査、ボーリング調査、物理探査及びモニタリング調査結果によると、深層部からの大規模崩壊の危険性はなく、基本的に表層崩壊・落石に対する対策が必要となる地域である。

対象地区内は、いくつかの災害タイプに分類される。以下にタイプごとに現況を記す。また、終点側から順に A、B、C、D、E、F 区間と呼ぶこととする。



## (2) 雨期の影響

2007年の斜面崩壊後、裸地となっている斜面（C区間）でやや表面浸食が進んでいることを確認した。その他、大きな地形の変化は確認されなかった。



雨期前



雨期後

図 3-27 07-18 地区 C 区間の雨期前後の変化

### (3) 終点側約 40m 区間 : 07-18 地区 A 区間の設計

#### (a) 斜面の状況

植生が残存しており、道路付近に小規模な崩壊跡が認められるのみで、比較的安定した斜面と考えられる。高さ 20m 程度までは草本類主体でありそれより上位は木本類が主体となる。高さ 20m までの斜面は植生の状況から、相対的に不安定である可能性が大きいと考えられる。物理探査結果によると測線斜面には風化岩盤の露頭は見られず、ルーズな表層および崖錐堆積物が 2~3m 程度の深度で分布している。

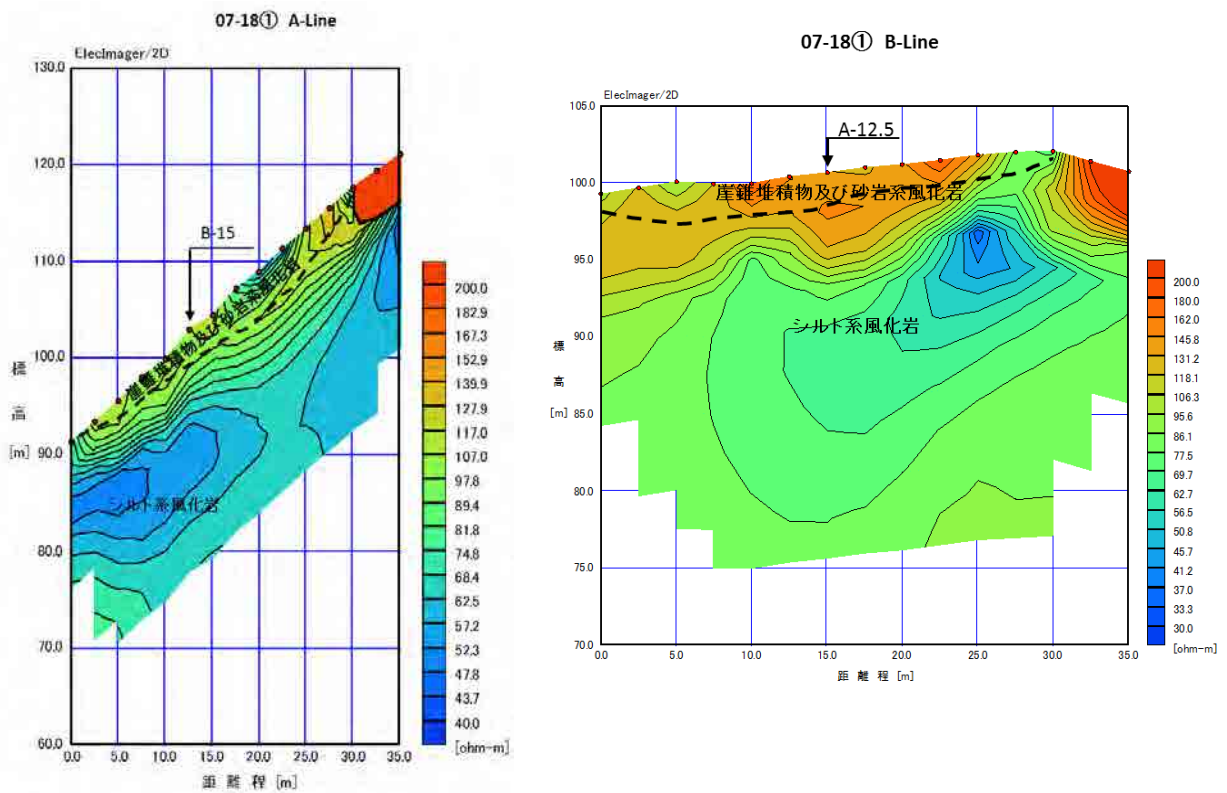


図 3-28 07-18 地区物理探査結果

## (b) 想定される現象

最大高さ 20m 程度までの草本類を主体とする植生の少ない範囲での表層崩壊が懸念される。また、現道から直高 30m の位置に  $h=5m$  の風化砂岩露頭がありまたこの背後にも同様の崖線が局所的に存在し、小規模の落石が発生し道路に達することが懸念される。

## (c) 対策工法の選定

図 3-29 と表 3-4、表 3-5 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、以下の理由により、**植生工**、及び、**落石防護網+ロックボルト工（ノンフレーム工法）**、**ポケット式落石防止網**による対策工を採用することとした。

- ◆ 落石予防工と落石防護工の両面から検討を行った。
- ◆ 斜面に樹木の育成が確認できることより、これらを保護・育成する植生工による浸食対策を行う。
- ◆ 抑止工法としては、斜面の植生をできる限り残存させることの可能な落石防護網+ロックボルト工（ノンフレーム工法）を選定した。
- ◆ 上記対策工の上部斜面及び B 区間上部の斜面からの落石に備えてポケット式落石防止網を道路端部に設置する。

## (d) 設計条件の設定

- ◆ ロックボルト工の打設深さは、図 3-28 に示す想定すべり面から斜面の安定計算結果によるすべり面からの必要埋め込み深さ（1.1m）を考慮して設定する。また、ロックボルトの打設間隔は  $4m^2$  以下を基本に樹木等に配慮して配置する。
- ◆ 落石防護網（ロックボルト間を結ぶワイヤー）の径は製品規格より  $\phi 8mm$  とする。
- ◆ ポケット式落石防止網は、現場状況より落石径  $\phi 45cm$ 、落下高さ 60m を想定し設計する。なお、本区間は、既存樹木の伐採を極力少なくするため、斜面方向の網の設置延長を標準的配置（30m 程度）より短い 10m としており、落石が網をすり抜けてしまう可能性があるが、上部斜面に樹木が育成している等の落石エネルギーの減少が想定されるため、対応可能と判断した。

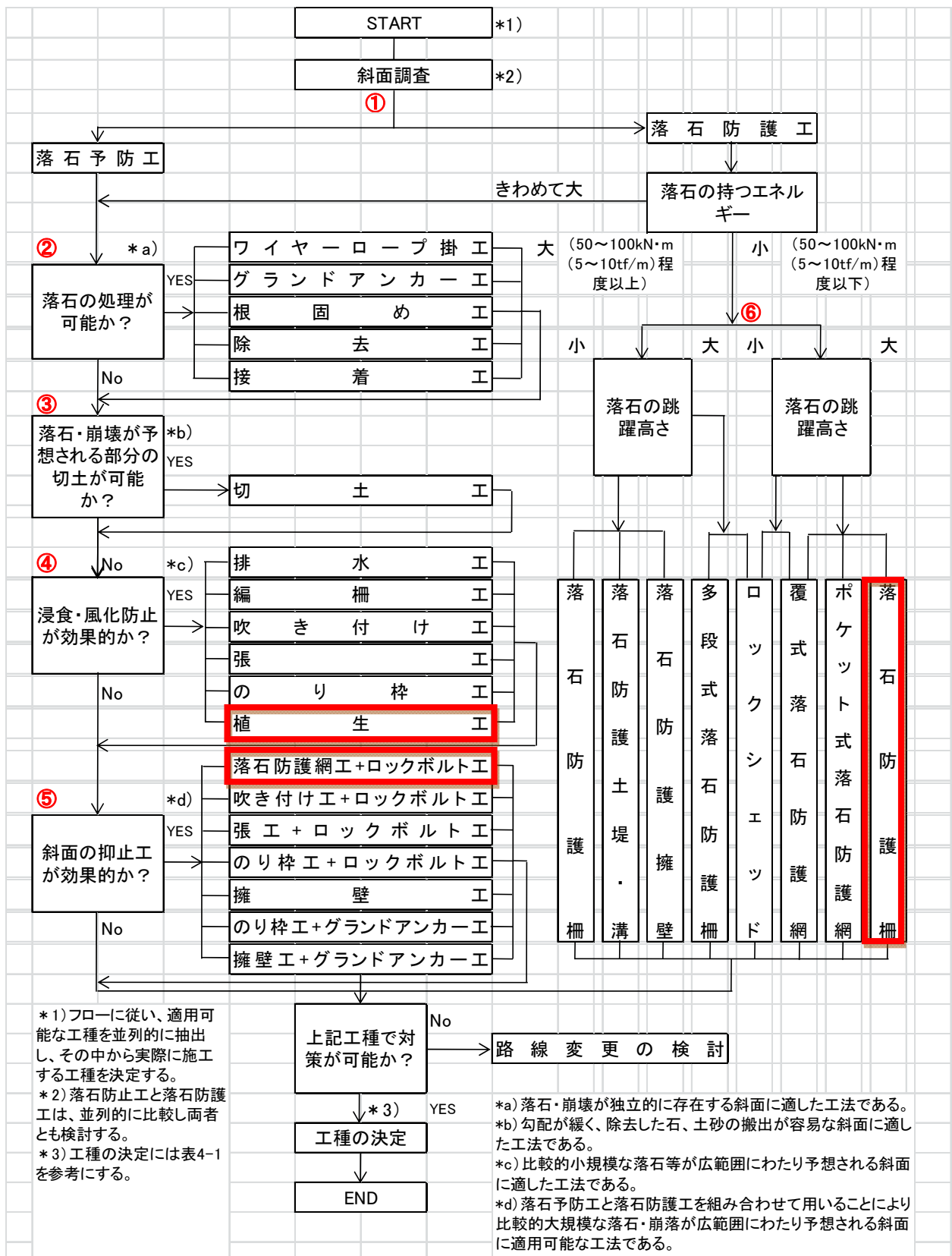


図 3-29 07-18 地区 A 区間の落石対策工 選定フロー図

(出典：「のり面・斜面安定対策工指針」)



表 3-4 07-18 地区 A 区間の落石予防工選定表

分類	選定フロアの 分岐	工 種	評 価		総合評価
			構造的適用性		
			評価理由	評 価	
落石予防工	②落石の個別 処理が可能 か？	ワイヤーロープ掛工	---	---	—
		アーカー工	---	---	—
		根固め工	---	---	—
		除去工	---	---	—
		接着工	---	---	—
		切土工	---	---	—
		排水工	ノンフレーム工法施工範囲には適用不能。	×	
	④浸食・風化防 止が効果的 か？	編柵工	植生が復旧しており不要。	×	
		吹付工	現在の植生を破壊してしまいうため不適合。	×	
		張工	現在の植生を破壊してしまいうため不適合。	×	
		のり砕工	現在の植生を破壊してしまいうため不適合。	×	
		植生工	適用可。	◎	
		落石防護網工+ロックボルト工	適用可。	◎	
		吹付工+ロックボルト工	現在の植生を破壊してしまいうため不適合。	×	
⑤斜面の抑止 工が効果的 か？	張工+ロックボルト工	現在の植生を破壊してしまいうため不適合。	×		
	法砕工+ロックボルト工	現在の植生を破壊してしまいうため不適合。	×		
	擁壁工	斜面高く適用外。	×		
	法砕工+アーカー工	明らか不経済。	×		
	擁壁工+アーカー工	斜面高く適用外。	×		
	落石防護網工+ロックボルト工【=ノンフレーム工法】	斜面勾配が 45° 程度でルーズな土砂および崖錐堆積物が 2～3m 程度の深さで分布するため抑止対策工が必要である。	×		
	抑止工法としては、経済的なロックボルト工との組み合わせが基本となり、ここでは、現在の斜面の植生を維持できる <b>落石防護網工+ロックボルト工【=ノンフレーム工法】</b> を選定する。	×			

表 3-5 07-18 地区 A 区間の落石防護工選定表

分類	落石の持つエネルギー	工種	評価		総合評価
			構造的適用性	判定	
落石防護工	エネルギー小	落石防護柵	車道と斜面の間に設置空間がない。	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小さな浮き石が対象であり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> <li>・道路と斜面の間に落石防護柵を設置する空間がないため、<b>ポケット式落石防護工</b>で対策する。</li> </ul>
		ポケット式落石防護柵	適用可。	◎	
		覆式落石防護柵	広範囲の設置が必要であり不経済	×	
		ロックシェッド	不経済。	×	
		多段式落石防護柵	--	-	
	エネルギー大	落石防護擁壁	--	-	
		落石防護土堤・溝	--	-	
		落石防護柵	--	-	

#### (4) 終点側 40m-60m(約 20m)区間 : 07-18 地区 B 区間の設計

##### (a) 斜面の状況

高さ約 100mの崩壊斜面からなり、C 区間の上部から A 区間と C 区間の間の沢状斜面に至っている。植生が普及しつつあるが、背後に古い滑落崖もあり表層部の長期の安定性を確保すべきである。

##### (b) 想定される現象

沢状の地形であり、流水の集中による侵食の進行によって不安定化することが考えられる。

##### (c) 対策工法の選定

図 3-31 と表 3-6、表 3-7 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、排水工、編柵工、植生工、落石防護柵による対策工を採用することとした。

- ◆ 落石予防工と落石防護工の両面から検討を行った。
- ◆ 安定した斜面で植生復旧が可能なことより経済的な排水工と植生工による侵食対策を行う。
- ◆ 植生基盤は技術の普及が期待される編柵工を用いる。
- ◆ 編柵工による対策部やこの上部からの落石に備えて落石防護柵を設置する。なお、落石防護柵は C 区間の落石防護柵を延長して配置する。

##### (d) 設計方針

- ◆ 編柵工の構造は下図のとおりとし、編柵工の小段部には斜面の安定化に寄与する種である低木（ミモザ類）の苗木を植栽する。編柵間にはのり面浸食を防護するため草本類（イネ科）を植栽する。（2-2-2-9 植生状況調査参照）
- ◆ 斜面中央部には縦排水工を設置する。また、編柵工をこの縦排水工に向かって排水勾配を持つよう配置し斜面全体の排水が良好になるよう配慮する。
- ◆ 落石防護柵は、落石径  $\phi 45\text{cm}$ 、落下高さ 60m を想定し設計する。

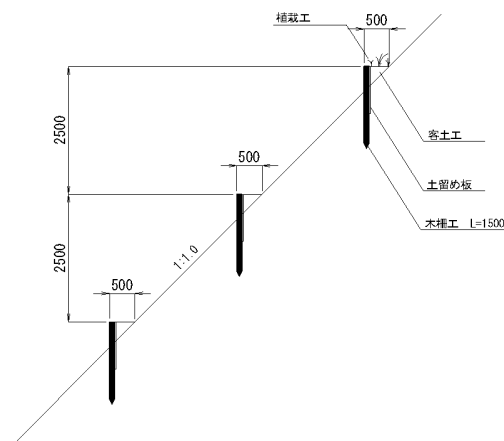


図 3-30 編柵工の構造

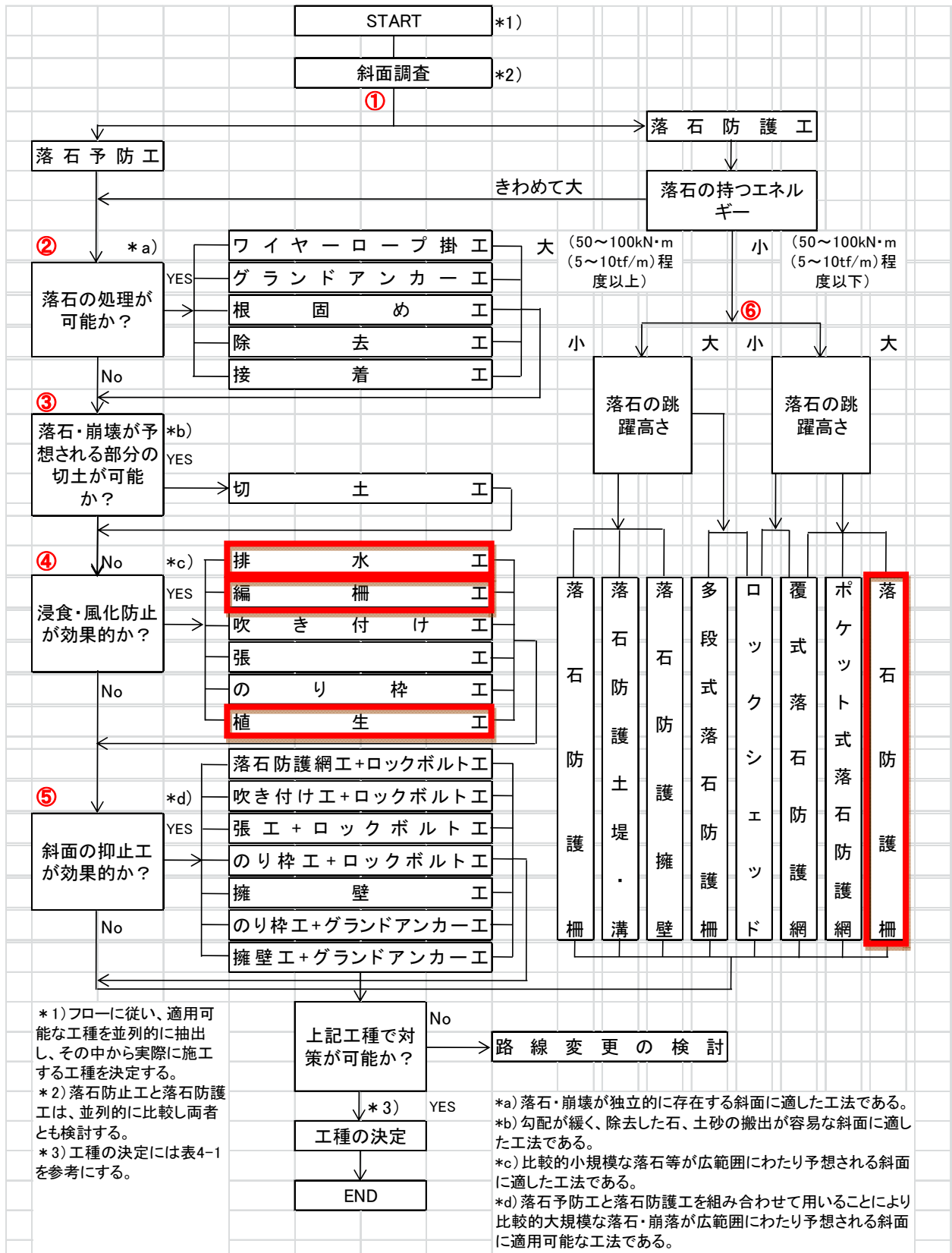


図 3-31 07-18 地区 B 区間の落石対策工 選定フロー図

出典：「のり面・斜面安定対策工指針」

表 3-6 07-18 地区 B 区間の落石予防工選定表

分類	選定フローの 分岐	工 種	評 価		総合評価	
			構造的適用性			
			評 価	評価理由		
落石予防工	②落石の個別 処理が可能 か？	ワイヤーロープ掛工	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>特別な不安定岩盤による危険箇所は認められず、落石を個別処理は不要。</li> </ul>
		アンカー工	—	—	—	
		根固め工	—	—	—	
		除去工	—	—	—	
		接着工	—	—	—	
	③落石・崩壊部 分の切土が可 能か？	切土工	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>沢状の地形であり、切土工をおこなうと側方部へ範囲が拡大するため切土工は適用できな。</li> </ul>
		排水工	◎	適用可、浸食対策に有効。	◎	
	④浸食・風化防 止が効果的 か？	編柵工	◎	植生基盤として採用	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>沢状の地形であり、残存する表土の侵食対策が必要である。</li> <li>斜面勾配が 45° 程度で植生復旧が可能なこと、現状でも樹木の育成が確認できるとより経済的な<b>排水工</b>と<b>植生工</b>による侵食対策を行う。なお、植生基盤は技術の普及が期待される<b>編柵工</b>を用いることとする。</li> </ul>
		吹付工	×	植生復旧ができな。不経済。	×	
		張工	×	植生復旧ができな。不経済。	×	
		のり枠工	×	不経済。	×	
		植生工	◎	適用可、浸食対策に有効。	◎	
	⑤斜面の抑止 工が効果的 か？	落石防護網工+ロックボルト工	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>崩壊後の沢状地形で、崖錐等の堆積物がなく、斜面勾配も 45° 程度と緩いため、表層部は安定しており、抑止対策工は不要。</li> </ul>
		吹付工+ロックボルト工	—	—	—	
		張工+ロックボルト工	—	—	—	
法枠工+ロックボルト工		—	—	—		
擁壁工		—	—	—		
法枠工+アンカー工	—	—	—			
擁壁工+アンカー工	—	—	—			

表 3-7 07-18 地区 B 区間の落石防護工選定表

分類	落石の持つエネルギー	工種	評価		総合評価
			構造的適用性	判定	
落石防護工	エネルギー小	落石防護柵	経済的に優れる。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小さな浮き石が対象であり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> <li>・経済的に優れる<b>落石防護柵</b>を採用する。</li> </ul>
		ポケット式落石防護網	不経済。	×	
		覆式落石防護網	不経済。	×	
		ロックシェッド	不経済。	×	
	エネルギー大	多段式落石防護柵	--	—	
		落石防護擁壁	--	—	
		落石防護土堤・溝	--	—	
		落石防護柵	--	—	

## (5) 終点側 60m-105m(約 45m)区間 : 07-18 地区 C 区間の設計

### (a) 斜面の状況

高さ約 40m 程度の崩壊斜面からなる。

崩壊斜面は、風化が進行し軟岩化した岩盤が露出しており、下部には崩壊土砂の堆積がある。上部に最大径 3m 程度の不安定岩塊が存在する。路肩に堆積している落石は最大 80×70×50cm 程度である。斜面内には勾配が急なこともありほぼ植生はついておらず、侵食に対して不安定な斜面と考えられる。末端部には高さ 3m のガビオンが施工されているが、上記落石はガビオンを超えて道路側に達している。

### (b) 想定される現象

想定される現象としては、残存する崩壊土砂の再崩落、最大径 80cm 程度の落石と、上部で浮石化している最大径 3m 程度の落石が考えられる。

### (c) 対策工法の選定

図 3-32 表 3-8、表 3-9 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、ワイヤーロープ掛け工、切土工、吹付工、のり枠工、落石防護柵による対策工を採用することとした。

- ◆ 落石予防工と落石防護工の両面から検討を行った。
- ◆ 斜面上部の不安定岩塊に対してワイヤーロープ掛け工による個別処理を行う。
- ◆ 斜面の浸食対策と抑止工を兼ねたのり枠工を採用する。
- ◆ のり枠内部は現斜面に植生の復旧がないことより、吹付工による浸食対策を施す。
- ◆ B 区間やこの上部斜面からの落石に備え落石防護柵を設置する。なお、落石防護柵は B 区間の落石防護柵を延長して配置する。

### (d) 設計条件の設定

- ◆ ワイヤーロープ掛け工は、現地状況より斜面傾斜  $\theta = 55^\circ$ 、落石径  $\phi 1.7\text{m}$  を想定して設計し、設置範囲は  $10\text{m} \times 20\text{m}$  とする。
- ◆ のり枠工は、上記で局部的不安定部分が対策されていることより、崩壊深さを最大 1.0m と想定し、梁サイズ  $300 \times 300$ 、梁ピッチ  $2\text{m} \times 2\text{m}$  を採用する。
- ◆ 斜面下部の風化により土砂化し流出した土砂の切土工を行う。
- ◆ 落石防護柵は、落石径  $\phi 0.3\text{m}$ 、落石高さ 75m を想定して設計する。

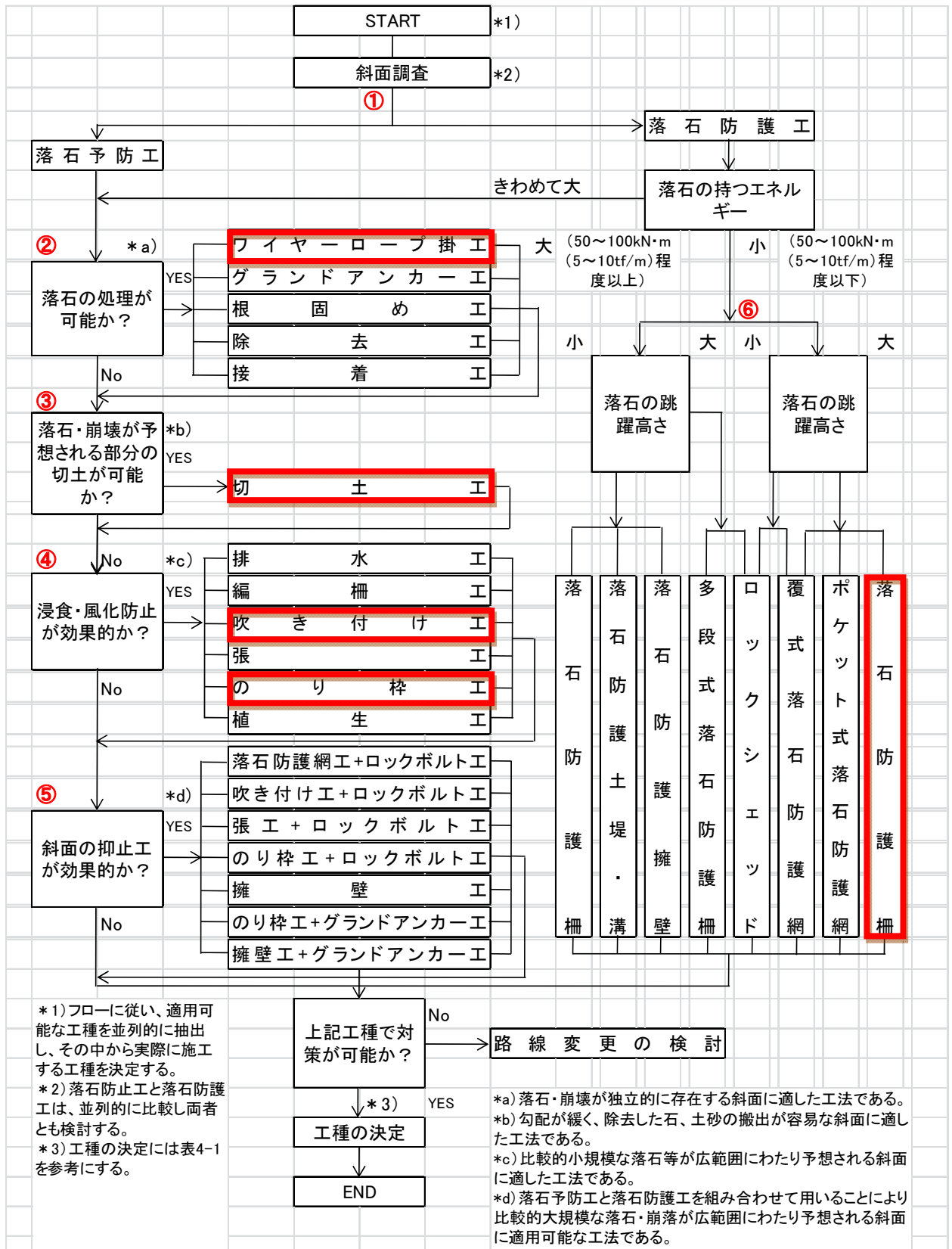


図 3-32 07-18 地区 C 区間の落石対策工 選定フロー図

出典：「のり面・斜面安定対策工指針」



表 3-8 07-18 地区 C 区間の落石対策工選定表

分類	選定フロアの 分岐	工 種	評 価		総合評価
			構造的適用性 評価理由	評 価	
落石予防工	②落石の個別 処理が可能 か？	ワイヤーロープ掛工	適用可、対象に一定の広がりあり効率的。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>上部に不安定岩塊が特定でき個別処理が可能。</li> <li>不安定岩塊が一定の広がりを持って存在するため、<u>ワイヤーロープ掛け工</u>による処理が有効。</li> </ul>
		グラウンドアンカー工	単一岩塊ではないため、不経済。	△	
		根固め工	高所であり適用外。	×	
		除去工	上部斜面の崩壊誘発の可能性あり危険。	×	
		接着工	不安定岩塊の規模特定ができないため適用外。	×	
		切土工	適用可	◎	
	③落石・崩壊部 分の切土が可 能か？	排水工	比較的に急峻な岩盤斜面であり設置が困難。	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜面下部に斜面の浸食により<u>堆積した土砂が あり除去</u>する。</li> </ul>
		編柵工	岩盤斜面であり適用外。	×	
		吹付工	適用可、単独使用は斜面安定上危険。	◎	
		張工	斜面高く不経済。	×	
		のり砕工	適用可、斜面安定にも効果があり有効。	◎	
		植生工	岩盤斜面であり適用外。	×	
④浸食・風化防 止が効果的 か？	落石防護工+ロックボルト工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>風化岩盤の侵食とこれによる表層崩壊が懸念される。</li> <li>表層崩壊と浸食対策を兼ねる<u>のり砕工</u>を採用し効率的に対策する。</li> <li>のり砕内部は現斜面に植生の復旧がないことより、<u>吹付工 (コンクリート)</u> による浸食対策を施す。</li> </ul>	
	吹付工+ロックボルト工	—	—		
	張工+ロックボルト工	—	—		
	法砕工+ロックボルト工	—	—		
	擁壁工	—	—		
	法砕工+グラウンドアンカー工	—	—		
⑤斜面の抑止 工が効果的 か？	擁壁工+グラウンドアンカー工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>表層崩壊が懸念され抑止工が必要であるが、上記のり砕工を持つ抑止効果で十分である。</li> </ul>	
	張工+ロックボルト工	—	—		
	法砕工+ロックボルト工	—	—		
	擁壁工	—	—		
	法砕工+グラウンドアンカー工	—	—		
	擁壁工+グラウンドアンカー工	—	—		

表 3-9 07-18 地区 C 区間の落石防護工選定表

分類	落石の持つエネルギー	工種	評価		総合評価	
			構造的適用性	判定		
落石防護工	エネルギー小	落石防護柵	経済的に優れる。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>小さな浮き石が対象であり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> <li>経済的に優れる<b>落石防護柵</b>を採用する。</li> </ul>	
		ポケット式落石防護網	不経済。	×		
		覆式落石防護網	不経済。	×		
	エネルギー大	ロックシェッド	不経済。	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>小さな浮き石が対象であり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> </ul>	
		多段式落石防護柵	--	—		
		落石防護擁壁	--	—		
		落石防護土堤・溝	--	—		
			落石防護柵	--	—	

## (6) 中央付近約 5m 区間 : 07-18 地区 D 区間の設計

### (a) 斜面の状況

斜面下部には高さ 5m 程度の小規模な崩壊が認められるが、上方斜面には木本類を主体とした植生が密生しており、安定した斜面と考えられる。

### (b) 想定される現象

想定される現象としては、高さ 5m 程度の斜面からの道路沿いの小規模な崩壊が考えられる。

### (c) 対策工の選定

この小崩壊に対する対策工法は、斜面と道路の間にポケットがあり、崩壊したとしても小規模と想定されるため、特に対応は行わない。ただし、背後斜面からの落石が懸念される C、E 区間と同様に落石防護工が必要であり、E 区間で採用するポケット式落石防護網工を当区間に延長する。

### (d) 設計方針

ポケット式落石防護網の設計方針は、E 区間を参照。

## (7) 起点側 70-120m(約 90m)区間 : 07-18 地区 E 区間の設計

### (a) 斜面の状況

高さ約 90m の崩壊跡地である。崩壊土砂の堆積している下部斜面（高さ 40m 程度まで）と、崩壊して表土を失った上部斜面に区分できる。

図 3-33 に示す下部斜面を対象にした物理探査結果では、最大で 5m 程度土砂が堆積することが推定されている。表層部には全体に植生が復活しつつある。

### (b) 想定される現象

想定される現象としては、下部の堆積した土砂の崩壊、及び上部斜面からの落石が考えられる。

### (c) 斜面下部の対策工の選定

図 3-34 と表 3-10、表 3-11 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、以下の理由により切土工、のり枠工、植生工、ポケット式落石防護網による対策工を採用することとした。

- ◆ 落石予防工と落石防護工の両面から検討を行った。
- ◆ 斜面下部に崖錐堆積物が凸状に堆積しており、切土工によって、勾配の平準化を図る。
- ◆ 斜面の浸食対策と抑止工を兼ねたのり枠工を切土上部に配置する。
- ◆ のり枠内部は植生工（厚層基材吹付け）による浸食対策を施す。
- ◆ 斜面上部からの落石に備え、ポケット式落石防護網による防護工を設置する。

### (d) 斜面上部の対策工の選定

図 3-34 と表 3-12 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、排水工、編柵工、植生工による対策工を採用することとした。

- ◆ 下部斜面にポケット式落石防護網が設置されるため、落石防護工は不要であり、落石予防工を基本に検討した。
- ◆ 安定した斜面で植生復旧が可能なことより経済的な排水工と植生工による侵食対策を行う。
- ◆ 植生基盤は技術の普及が期待される編柵工を用いる。(詳細はB区間の編柵工を参照)

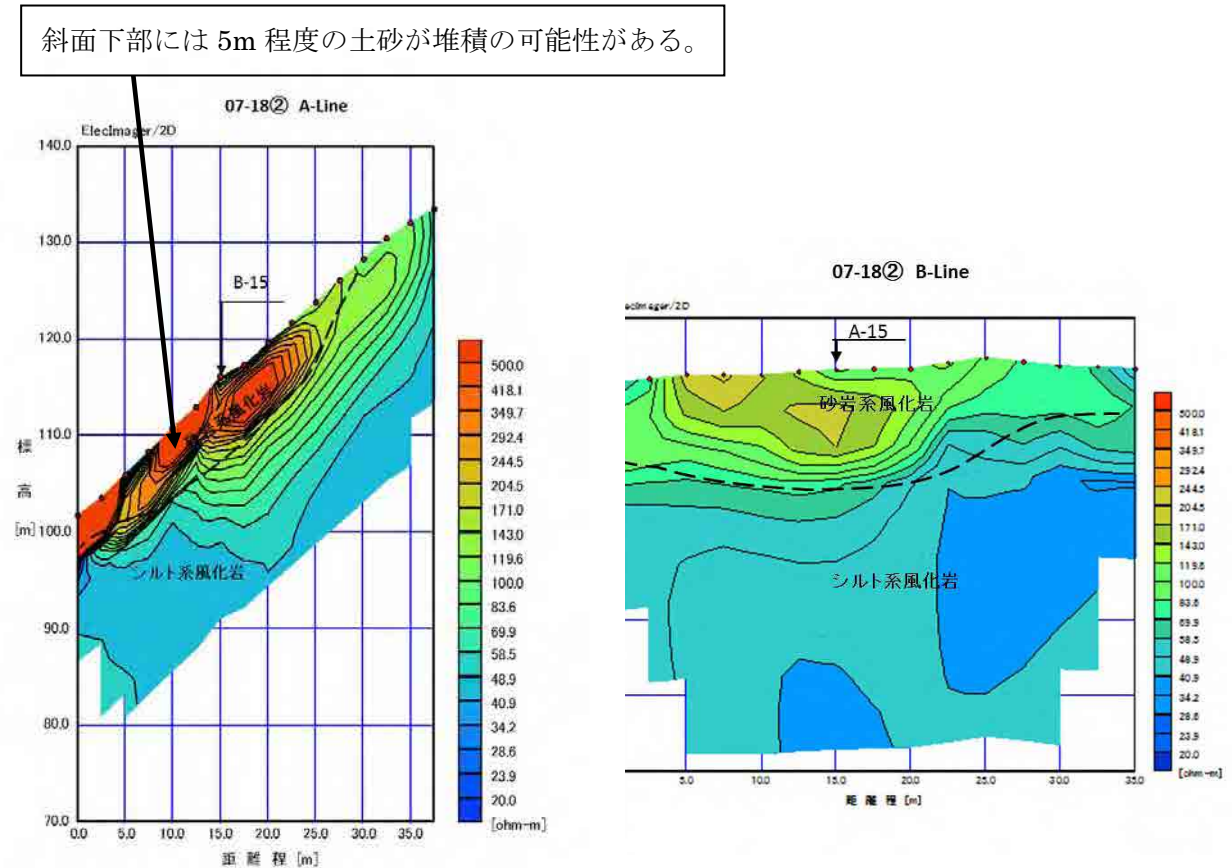


図 3-33 07-18 地区物理探査結果

### (e) 設計条件の設定

- ◆ 物理探査結果より、斜面下部に堆積する崖錐堆積物(最大厚さ約 5m)を約 2~3m切土する。
- ◆ 切土は、土砂斜面として標準的勾配 1:0.7、小段高さ 7.0m、小段幅 1.0m とし、残存する崖錐堆積物の不安定化に備えのり枠工を設置する。
- ◆ のり枠工は、小段部からのくさび崩壊を想定し、梁 300×300、枠 2.0m×2.0m とする。
- ◆ のり枠内は、下部に土砂が残存することより、厚層基材吹付工を施し、植生による侵食対策を行う。
- ◆ ポケット式落石防止網は、現場状況より落石径φ50cm、落下高さ 40m、斜面角度  $\theta = 40^\circ$  を想定し設計した。斜面方向の網の設置延長は標準的な 30m とする。
- ◆ 上部斜面には、B 区間同様の構造による編柵工を配置し、植生による斜面安定性の向上と侵食対策を図る。なお、縦水路工は、下部にのり枠工が配置されることより、斜面両サイドに配置する。

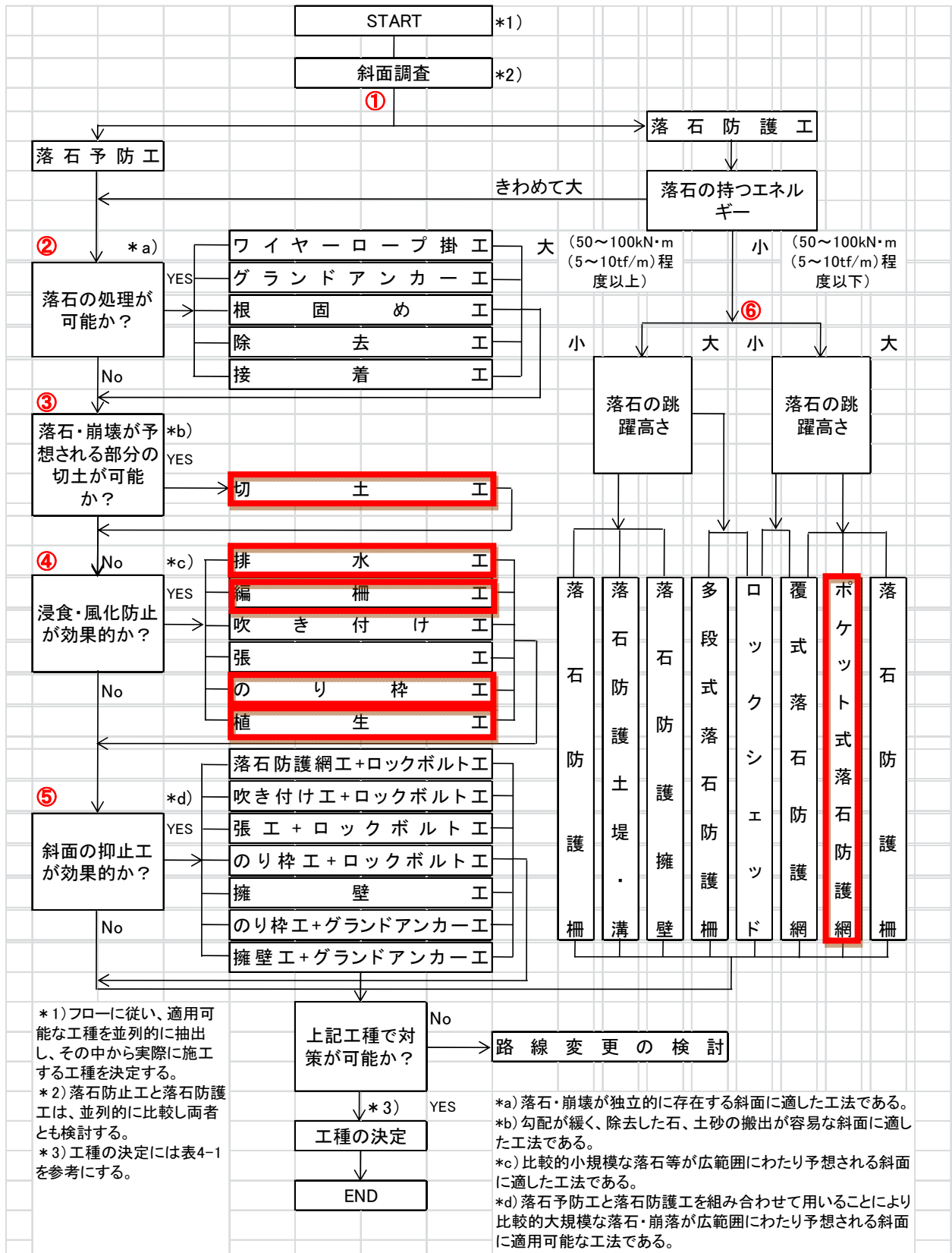


図 3-34 07-18 地区 E 区間の落石対策工 選定フロー図

出典：「のり面・斜面安定対策工指針」

表 3-10 07-18 地区 E 区間（斜面下部）の落石予防工選定表

分類	選定フローの分岐	工種	評価		総合評価
			構造的適用性 評価理由	評価	
落石予防工	②落石の個別処理が可能か？	ワイヤーロープ掛工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>特定の不安定岩塊等が認められないため、個別処理は不要である。</li> </ul>
		アンカー工	—	—	
		根固め工	—	—	
		除去工	—	—	
		接着工	—	—	
	③落石・崩壊部分の切土が可能か？	切土工	適用可。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜面下部に崖錐堆積物が凸状に堆積しており、<b>切土工</b>によって、勾配の平準化を図る。</li> </ul>
		排水工	適用可。	◎	
		編柵工	抑止効果が小さいため適用外。	×	
	④浸食・風化防止が効果的か？	吹付工	抑止効果が小さいため適用外。	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>切土部の浸食・風化対策は、表層崩壊対策を兼ねた<b>のり砕工</b>により行い効率化する。のり砕内部は、<b>植生工</b>（厚層基材吹付け工）によって行う。また、斜面が大きいため、適度に<b>排水工</b>を実施する。</li> </ul>
		張工	不経済。	△	
		のり砕工	適用可、抑止効果と浸食防止を兼ねる。	◎	
		植生工	適用可、のり砕工の補助手段として採用。	◎	
	⑤斜面の抑止工が効果的か？	落石防護網工+ロックボルト工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>厚い崖錐堆積物は切土工では完全除去できないため抑止工が必要である。ただし、上記ののり砕工が抑止工を兼ねるため、左記抑止工は不要。</li> </ul>
		吹付工+ロックボルト工	—	—	
		張工+ロックボルト工	—	—	
法砕工+ロックボルト工		—	—		
擁壁工		—	—		
法砕工+アンカー工		—	—		
擁壁工+アンカー工		—	—		



表 3-11 07-18 地区 E 区間（斜面下部）の落石防護工選定表

分類	落石の持つエネルギー	工種	評価		総合評価	
			構造的適用性 評価理由	判定		
落石防護工	エネルギー 一 小	落石防護柵	車道と斜面の間に設置空間がない。	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小さな浮き石が対象であり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> <li>・道路と斜面の間に落石防護柵設置空間がないため、<b>ポケット式落石防護工</b>で対策する。</li> </ul>	
		ポケット式落石防護柵	適用可	◎		
		覆式落石防護柵	広範囲の設置が必要であり不経済	×		
	エネルギー 一 大	ロックシェッド	不経済	×		
		多段式落石防護柵	---	—		
		落石防護擁壁	---	—		
		落石防護土堤・溝	---	—		
			落石防護柵	---		—

表 3-12 07-18 地区 E 区間 (斜面上部) の落石予防工選定表

分類	選定フローの分岐	工 種	評 価		総合評価
			構造的適用性 評価理由	評 価	
落石予防工	② 落石の個別処理が可能か？	ワイヤーロープ掛工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>特定の不安定岩塊等が認められないため、個別処理は不要である。</li> </ul>
		アンカー工	—	—	
		根固め工	—	—	
		除去工	—	—	
		接着工	—	—	
	切土工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>凹状の地形であり、切土工をおこなうと上方部へ範囲が拡大するため切土工は適用できない。</li> </ul>	
	③ 落石・崩壊部分の切土が可能か？	排水工	適用可、浸食対策に有効。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>45°程度の斜面であり、残存する表土の侵食対策が必要である。</li> <li>斜面勾配が 45°程度で植生復旧が可能なことと、現状でも樹木の育成が確認できることより経済的な<b>排水工</b>と<b>植生工</b>による侵食対策を行う。なお、植生基盤は技術の普及が期待される<b>編柵工</b>を用いることとする。</li> </ul>
		編柵工	植生基盤として採用	◎	
		吹付工	植生復旧ができない。不経済。	×	
		張工	植生復旧ができない。不経済。	×	
		のり砕工	不経済。	×	
	④ 浸食・風化防止が効果的か？	植生工	適用可、浸食対策に有効。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>崖錐等の堆積物がなく、斜面勾配も 45°程度と緩いため、表層部の安定しており、抑止対策工は不要。</li> </ul>
		落石防護網工+ロックボルト工	—	—	
		吹付工+ロックボルト工	—	—	
		張工+ロックボルト工	—	—	
法枠工+ロックボルト工		—	—		
⑤ 斜面の抑止工が効果的か？	擁壁工	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>崖錐等の堆積物がなく、斜面勾配も 45°程度と緩いため、表層部の安定しており、抑止対策工は不要。</li> </ul>	
	法枠工+アンカー工	—	—		
	擁壁工+アンカー工	—	—		

## (8) 起点側 55-70m(約 100m)区間 : 07-18 地区 F 区間の設計

### (a) 斜面の状況

当区間は背後に旧崩壊地形が存在し、D 区間から連続する滑落崖も認められるので不安定化した履歴がある。ただし、斜面末端と現道との距離が 10m 程度あり崩壊が道路に与える影響は少ないと考えられる。

### (b) 想定される現象

上方斜面には木本類を主体とする植生が密生しており全体的には安定化しているように見られる。

### (c) 対策工法の選定

対策工としては落石防止工による対策は広範囲におよび不経済であり、斜面末端と現道との離間が 10m 程度あるので待ち受けタイプの防護工が妥当である。したがって、落石防護柵工の一種であり現地での採用実績の多いガビオンを設置する。

検討結果の一覧を表 3-13 に示す。

### (d) 設計条件の設定

- ◆ ガビオンの構造は、現地で実績のある、1m×1m×2mの金網箱に石を投入し、これを積み重ねたものであり、高さは現地で標準的な 3mとする。

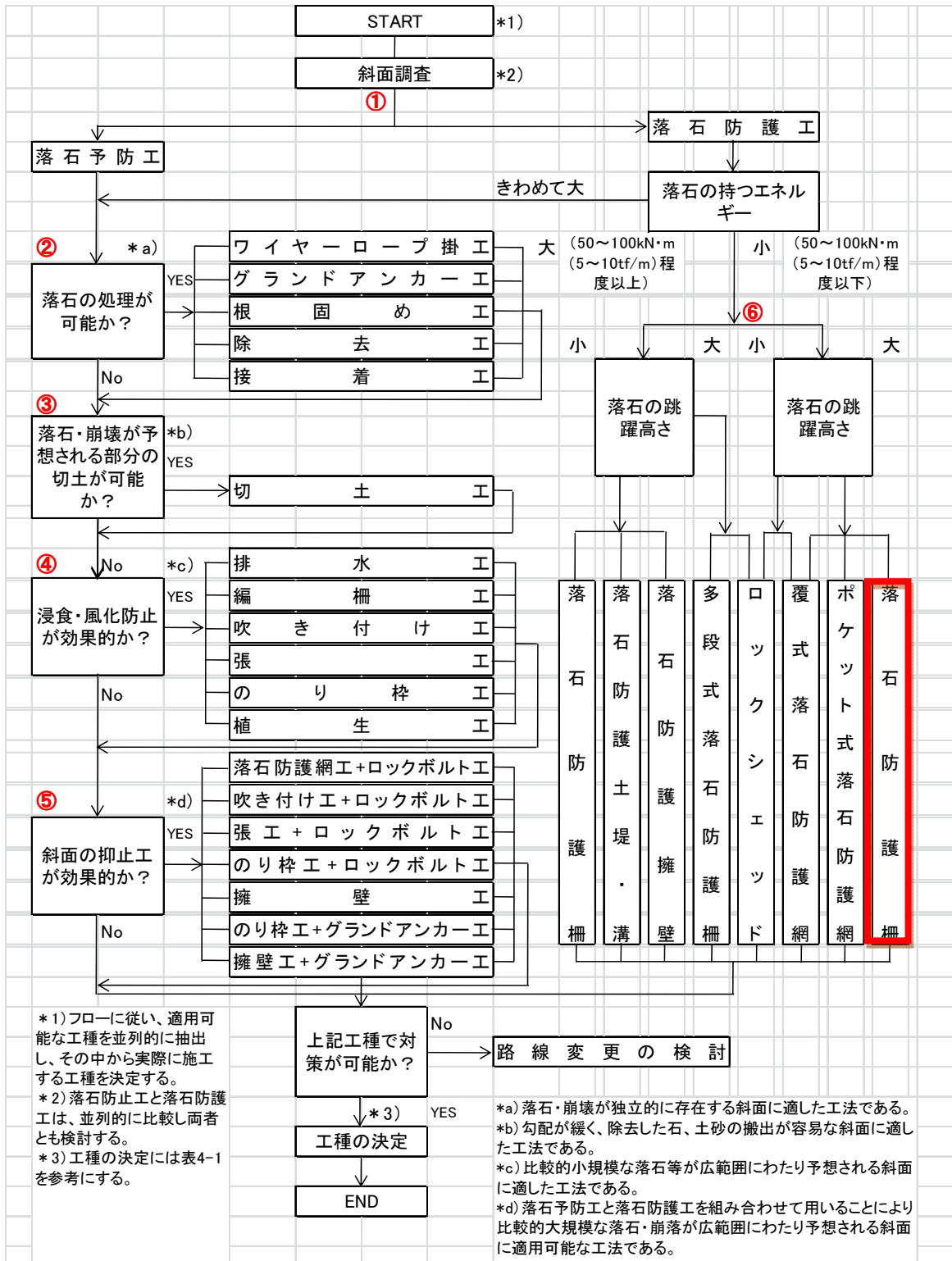


図 3-35 07-18 地区 F 区間の落石対策工 選定フロー図

表 3-13 07-18 地区 F 区間の落石防護工選定表

分類	落石の持つエネルギー	工種	評価		総合評価
			構造的適用性		
			評価理由	判定	
落石防護工	エネルギー小	落石防護柵	適用可。	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面と道路との間に 10m 程度の離隔があり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> <li>・斜面と道路の間に離隔があり、この空間を利用して、<b>落石防護柵</b>の一種で現地で多く流通し経済的なガビオンを採用する。</li> <li>・斜面と道路との間に 10m 程度の離隔があり、道路に到達する落石物等のエネルギーは小さい。</li> </ul>
		ポケット式落石防護網	不経済。	△	
		覆式落石防護網	不経済。	△	
		ロックシェッド	適用外。	×	
	エネルギー大	多段式落石防護柵	--	—	
		落石防護擁壁	--	—	
		落石防護土堤・溝	--	—	
		落石防護柵	--	—	

### 3-2-2-5 07-19 地区の基本計画

#### (1) 地形概要



現道から最上部方向を見上げる



最上部の旧崩壊跡、h=3~5mの崖線



現道沿いに突出する巨石



節理面に規制される岩盤斜面



上部の崖線に見られる未固結体積岩類亀裂が発達する



上部の未固結堆積岩類近影



### 正面図

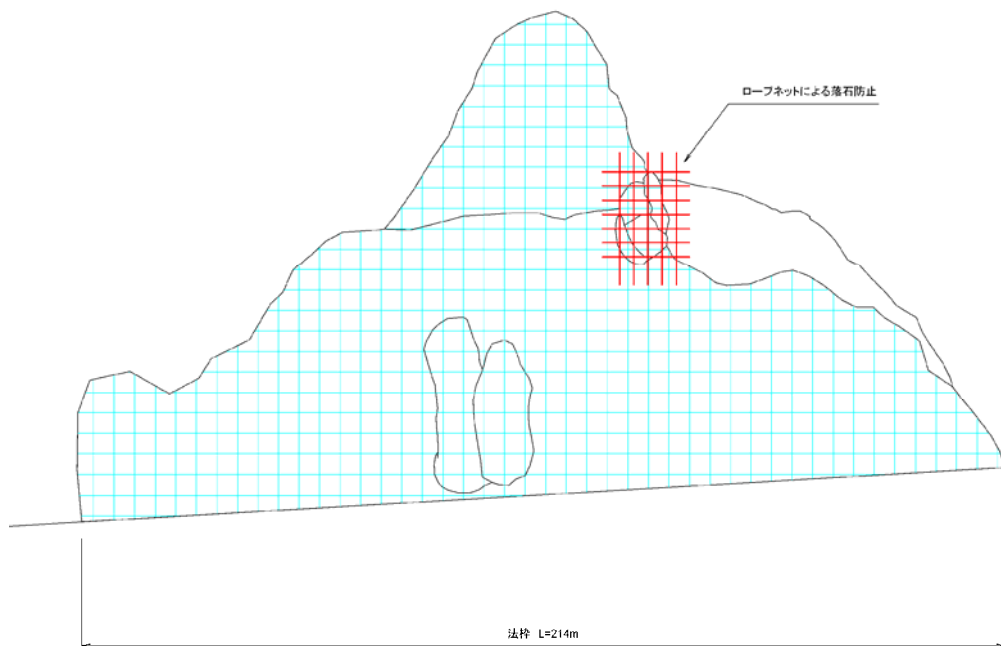


図 3-36 07-19 地区現場状況

#### (a) 斜面の現況

最大高さ約 90m、斜面延長約 215m、平均斜度 45° 程度の全体に亀裂が発達した緩んだ岩盤からなる。斜面下部は頁岩を主体とし基岩自体は比較的強固であるが層理面に沿って規模の大きい滑落が発生している。道路から直高 40m 付近より上部は未固結の堆積岩類が分布し亀裂が発達し、一部土砂状を呈する。斜面下部の中央付近には長さ 20m 幅 15m 規模の巨大な岩塊が斜面内に留まっている。岩盤分布域の最上部付近には一部オーバーハングした浮石が存在し、最大径 3m 程度の不安定岩塊が残存する。現道より直高 65m の山頂に達すると背後に斜面はなく不安定な浮石等は認められない。雨期には斜面下部からの湧水が確認されている。

#### (b) 雨期の影響

斜面下部における浮き石がいくらか増加していることが確認された。上部で元々浮いていた石が落下したものと考えられる。

また、雨期中に斜面下部からの湧水があることが確認された。



雨期前



雨期後

図 3-37 07-19 地区の雨期前後の変化

### (c) 想定される現象

頁岩の層理面に沿った亀裂の発達した岩盤やオーバーハング部分の滑落及び落石、最大径 3m 程度の不安定岩塊の崩落、斜面上部の未固結岩類～土砂状部分からの崩落が考えられる。

### (2) 対策工法の選定

図 3-40 と表 3-14 に対策工法の検討結果を示す。検討の結果、ワイヤーロープ掛け工、根固め工、切土工、吹付工、のり砕工、のり砕工+ロックボルト工による対策工を採用することとした。

- ◆ 落石対象の法面は十分な対策工の実施により安定化し、対象法面より上位は平坦であり不安定岩塊が見られないことから、防護工の設置は不要。
- ◆ 斜面上部の不安定岩塊に対してワイヤーロープ掛け工による個別処理を行う。
- ◆ 斜面下部中央付近にある岩塊は、撤去することにより背後の斜面が不安定化する可能性があり、根固め工により安定化させ個別処理する。
- ◆ 斜面の風化対策と抑止工を兼ねたのり砕工を採用する。
- ◆ 斜面上部の未固結堆積岩に対してのり砕工+ロックボルト工を採用する。
- ◆ のり砕内部は現斜面に植生の復旧がないことより、吹付工による浸食対策を施すこととした。

なお、上部斜面勾配は 1 : 1.0 程度であるが、未固結の堆積岩類が分布し亀裂が発達することと一部土砂化していることから下部と同様の法砕工のみでは安定性が確保できない。層厚 1~2m の崩壊に対応できる抑止工を併用し、法砕交点にロックボルト工を併用し恒久安定化を図る。また、本地区では待ち受けタイプの落石防護工を計画しないので上部斜面の恒久対策は万全なものとする。



図 3-38 高所法面掘削機（ロッククライミングマシン）

### (3) 設計方針

- ◆ 切土は斜面各所にあるオーバーハングした岩塊、浮石等を撤去し斜面を平滑化するものであり、高所法面掘削機を用いて行う。
- ◆ ワイヤロープ掛け工は、現場状況より、斜面傾斜 $\theta=45^\circ$ 、落石径 $\phi 2.0\text{m}$ を想定して設計し、設置範囲は $10\text{m}\times 20\text{m}$ とする。
- ◆ 下部ののり枠工は、すべり面深さを $1.0\text{m}$ と想定し、これに耐えうる梁サイズ $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 、梁ピッチ $2\text{m}\times 2\text{m}$ ののり枠を採用する。
- ◆ 上部斜面ののり枠工は、ロックボルトを併用するためこの反力に耐える構造とする。標準的梁サイズ $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 、梁ピッチ $2\text{m}\times 2\text{m}$ ののり枠を使用し、ロックボルト反力に対しては鉄筋量の増加により対応する。
- ◆ ロックボルト工の打設深さは、すべり面深さを図 3-39 を参考に崩壊深さの実績の約 80%を満足する $1.5\text{m}$ と想定し、斜面の安定計算結果によるすべり面からの必要埋め込み深さ（ $1.5\text{m}$ ）を考慮して設定する。

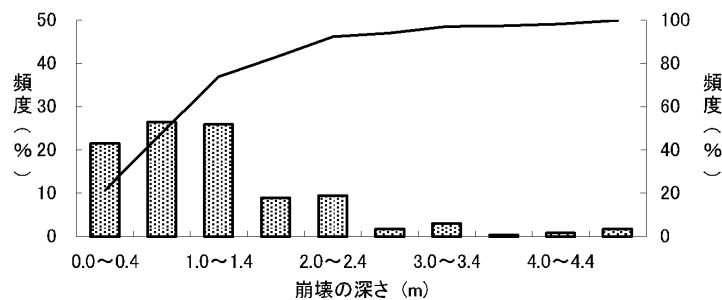


図 3-39 崩壊の深さ（昭和 47 年から平成 19 年）（降雨によるもの）

出典：国総研資料 第 530 号 かけ崩れ災害の実態 平成 21 年 3 月

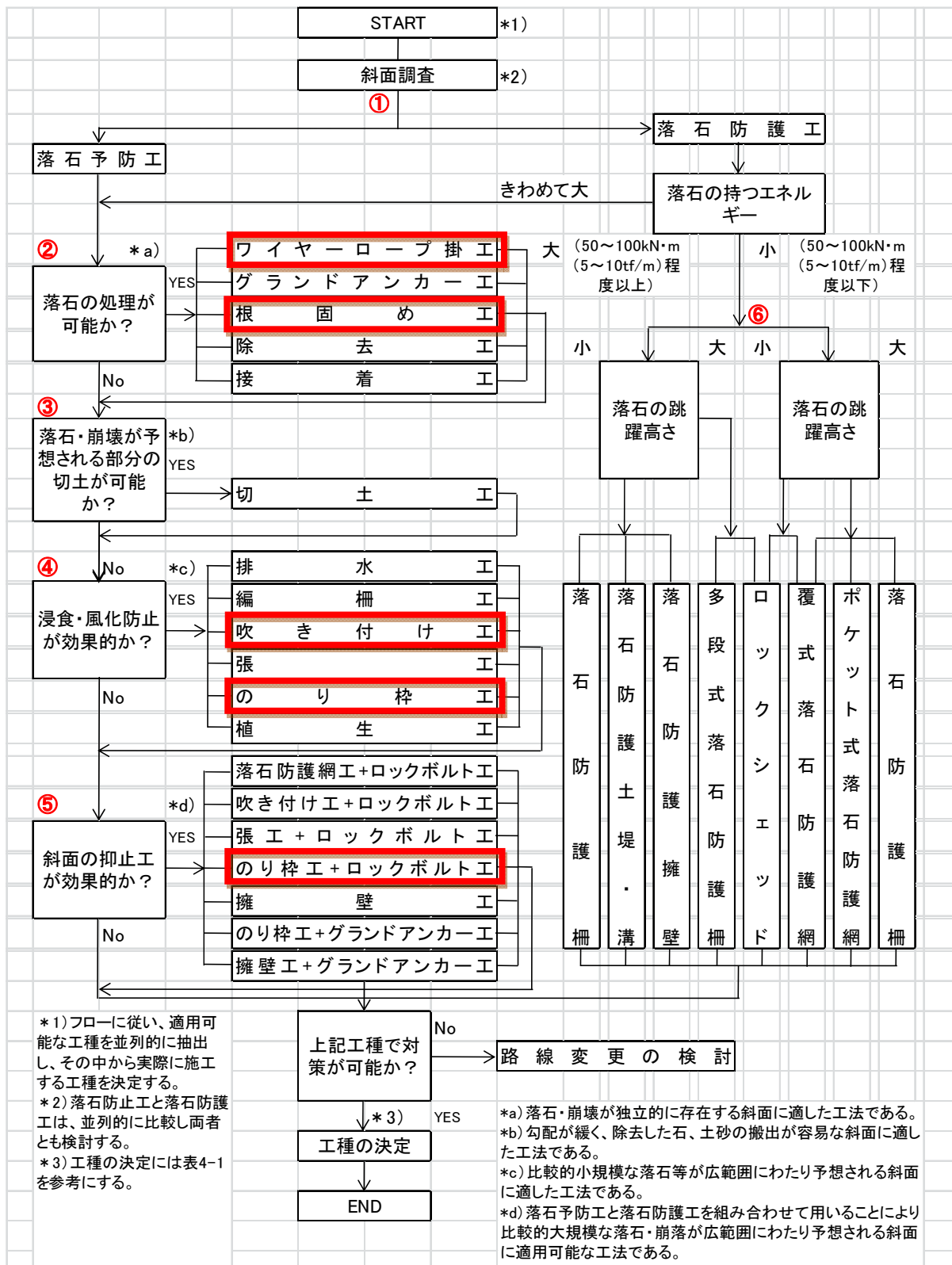


図 3-40 07-19 地区の落石対策工 選定フロー図

表 3-14 07-19 地区の落石予防工選定表

分類	選定フローの の分岐	工 種	評 価		総合評価	
			構造的適用性			
			評価理由	価 評		
落石予防工	②落石の個別処理が可能か？	ワイヤーロープ掛工	適用可、浮石群を面的に安定化でき効率的。 不経済。	◎	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>尾根状に突出した浮石群は範囲が確定できるので個別処理が可能であり、<b>ワイヤーロープ掛工</b>による処理が効率的。</li> <li>道路沿いの巨大岩塊は除去が難しく<b>根固め工</b>で処理する。</li> <li>斜面のオーバーハング部は<b>切土工</b>により効率的に<b>処理</b>。</li> <li>のり枠内部は現斜面に植生の復旧がないことより、<b>吹付工</b>による浸食対策を施す。</li> <li>単独またロックボルトとの組み合わせで必要な抑止効果を確保でき効率的のり枠工を採用。</li> <li>上部：未固結岩類亀裂の発達する未固結体積岩類が分布深度1～2mの崩壊を考慮し法砕工+ロックボルト工を採用。</li> <li>下部：岩盤露出域法砕工単独で対応可能。</li> </ul>
		アンカー工		△		
		根固め工	道路沿いの巨大岩塊は除去が難しく本工法が効率的	◎		
		除去工	巨大岩塊は、除去による影響で背後斜面の不安定化が懸念されるため適用外。	×		
		接着工	安定性は確実ではない。不経済。	×		
		切土工	オーバーハング部など局所的な不安定箇所に適用可。	◎		
		排水工	常時流水や集中域はなく、導流させる必要性はない。	×		
		編柵工	岩盤斜面であり適用できない。	×		
		吹付工	本工法単独では抑止効果が不足。。のり枠内の浸食対策として採用。	◎		
		張工	不経済。	×		
		のり枠工	単独またロックボルトとの組み合わせで必要な抑止効果を確保でき効率的。	◎		
		植生工	岩盤斜面であり適用できない。	×		
		落石防護工+ロックボルト工	風化対策に効果がない	×		
		吹付工+ロックボルト工	想定される落石の規模に対して抑止力が不足	×		
		張工+ロックボルト工	不経済	-		
法砕工+ロックボルト工	上部) 法砕工のみでは抑止力が不足するため採用 下部) 法砕工のみで対応可	◎				
擁壁工	斜面高く適用外	×				
法砕工+アンカー工	明らかに不経済	×				
擁壁工+アンカー工	斜面高く適用外	×				

### 3-2-3 概略設計図

本事業の概略設計図を次頁より添付する。

図 3-41 07-02 地区全体一般図 (1)

図 3-42 07-02 地区全体一般図 (2)

図 3-43 07-03 地区全体一般図

図 3-44 07-11 地区全体一般図 (1)

図 3-45 07-11 地区全体一般図 (2)

図 3-46 07-18 地区全体一般図 (1)

図 3-47 07-18 地区全体一般図 (2)

図 3-48 07-18 地区全体一般図 (3)

図 3-49 07-18 地区全体一般図 (4)

図 3-50 07-18 地区全体一般図 (5)

図 3-51 07-19 地区全体一般図 (1)

図 3-52 07-19 地区全体一般図 (2)





图 3-41 07-02 地区全体一般図 (1)



07-03地区全体一般図 S=1:400

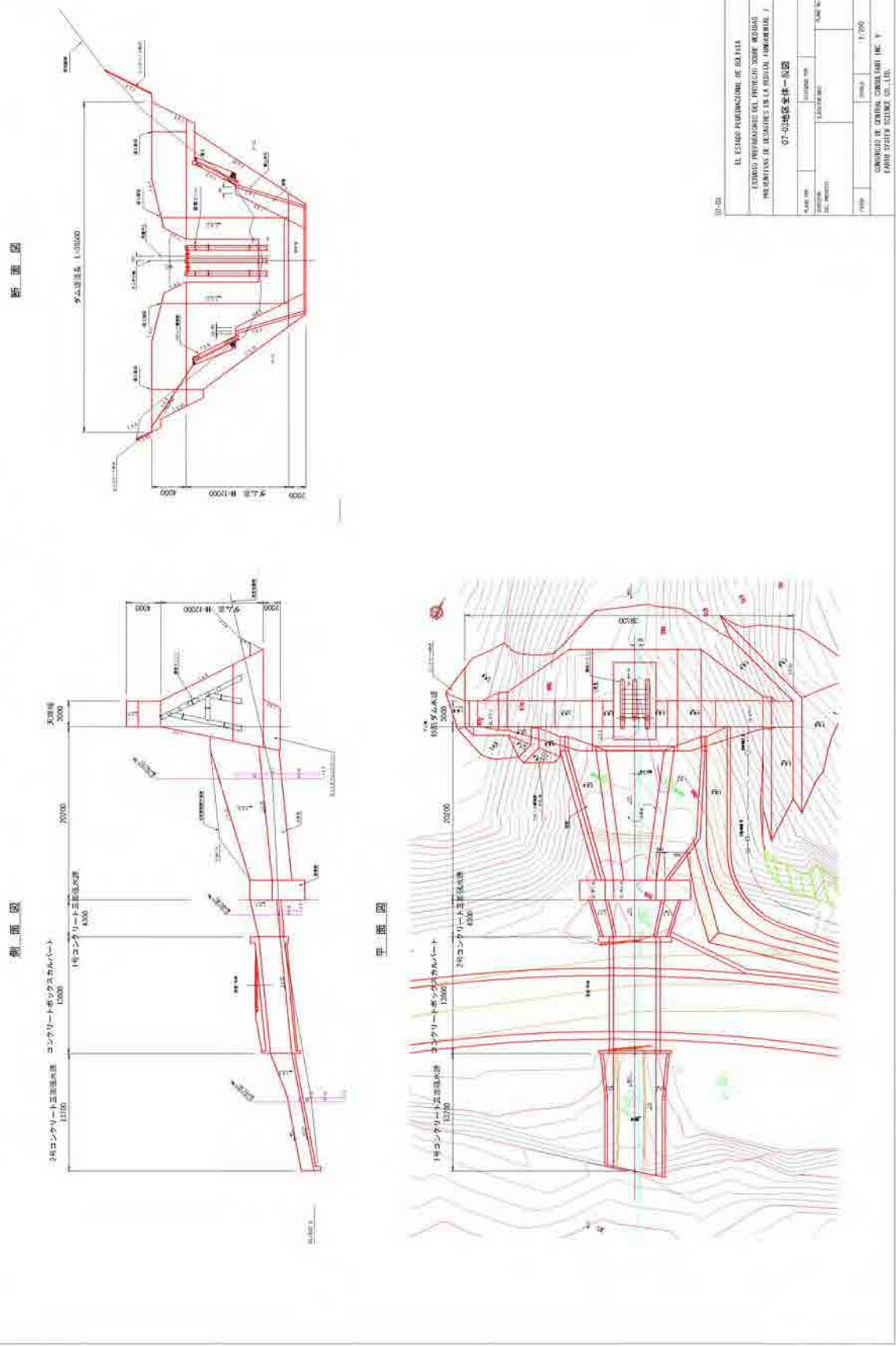


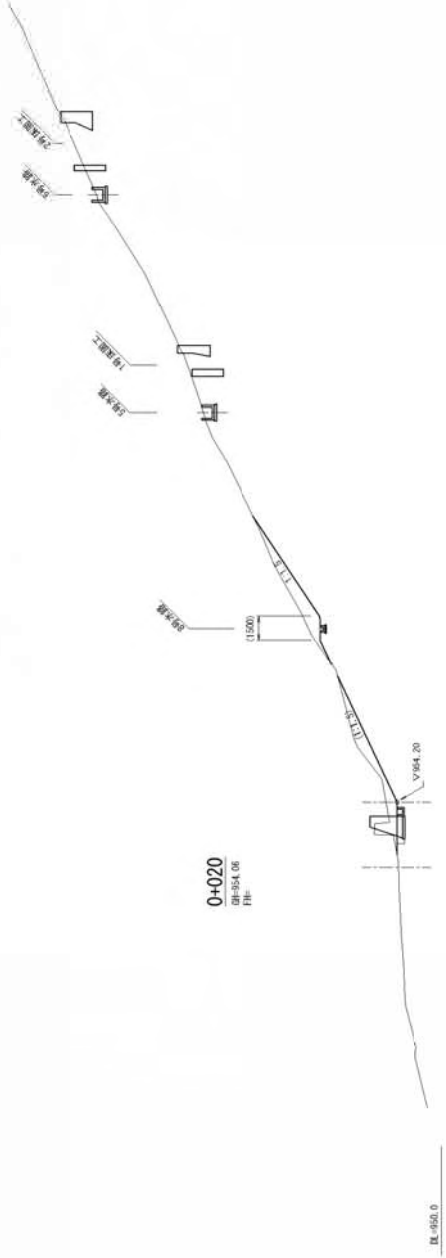
図 3-43 07-03 地区全体一般図

07-11 地区全体一般図 (1) S= 1:500

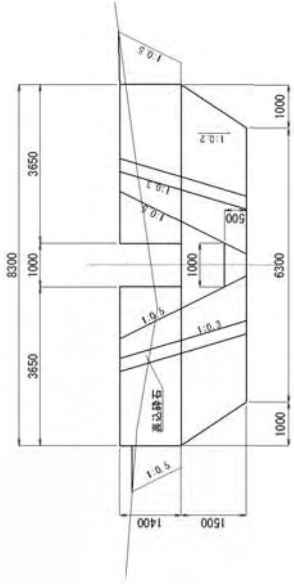


图 3-44 07-11 地区全体一般图 (1)

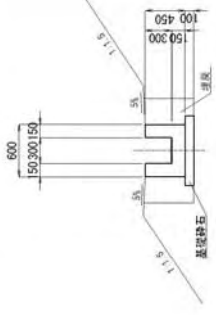
07-11地区全体一般図(2) ESCALA 1:400



床固工 S=1:100



水路工 S=1:50



07-11		EL ESTADO PLANEACIONAL DE CALIMA	
ESTUDIO PREPARADO DEL PROYECTO SOBRE MEDIDAS PREVENTIVAS DE DESASTRES EN LA MEDIDA FUNDAMENTAL /			
07-11地区条件一般図(2)			
PLANO NO.	ESTADO POR	FECHA	PLANO NO.
DIRECCION DE PROYECTOS	ELABORADO POR	ESCALA	1:400
COMERCIO DE CENTRAL GENERAL INC. Y		MARTIN SOLER SUAREZ CO., LTD.	

图 3-45 07-11 地区全体一般图 (2)









07-18地区全体一般図(3)

S= 1:400

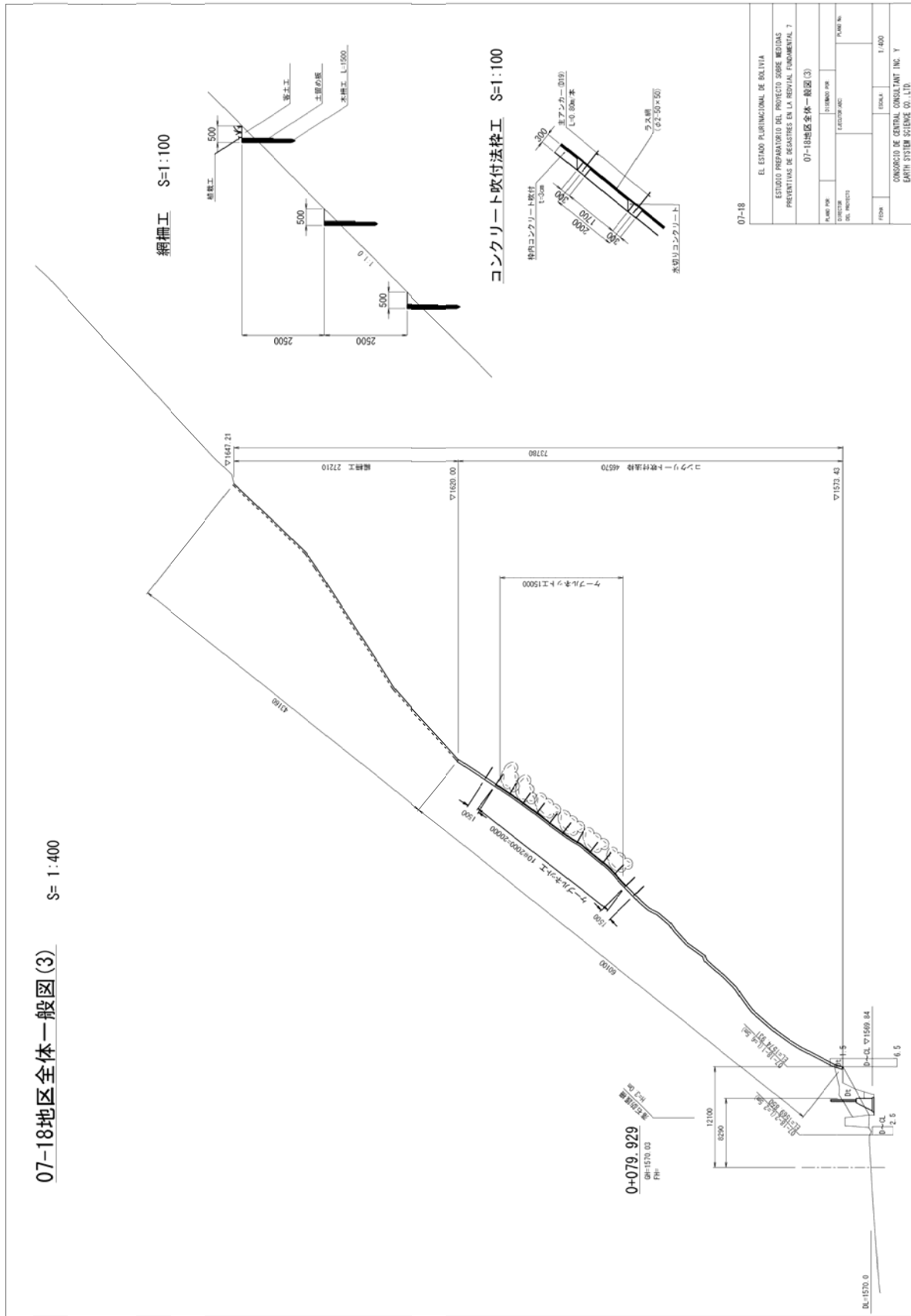
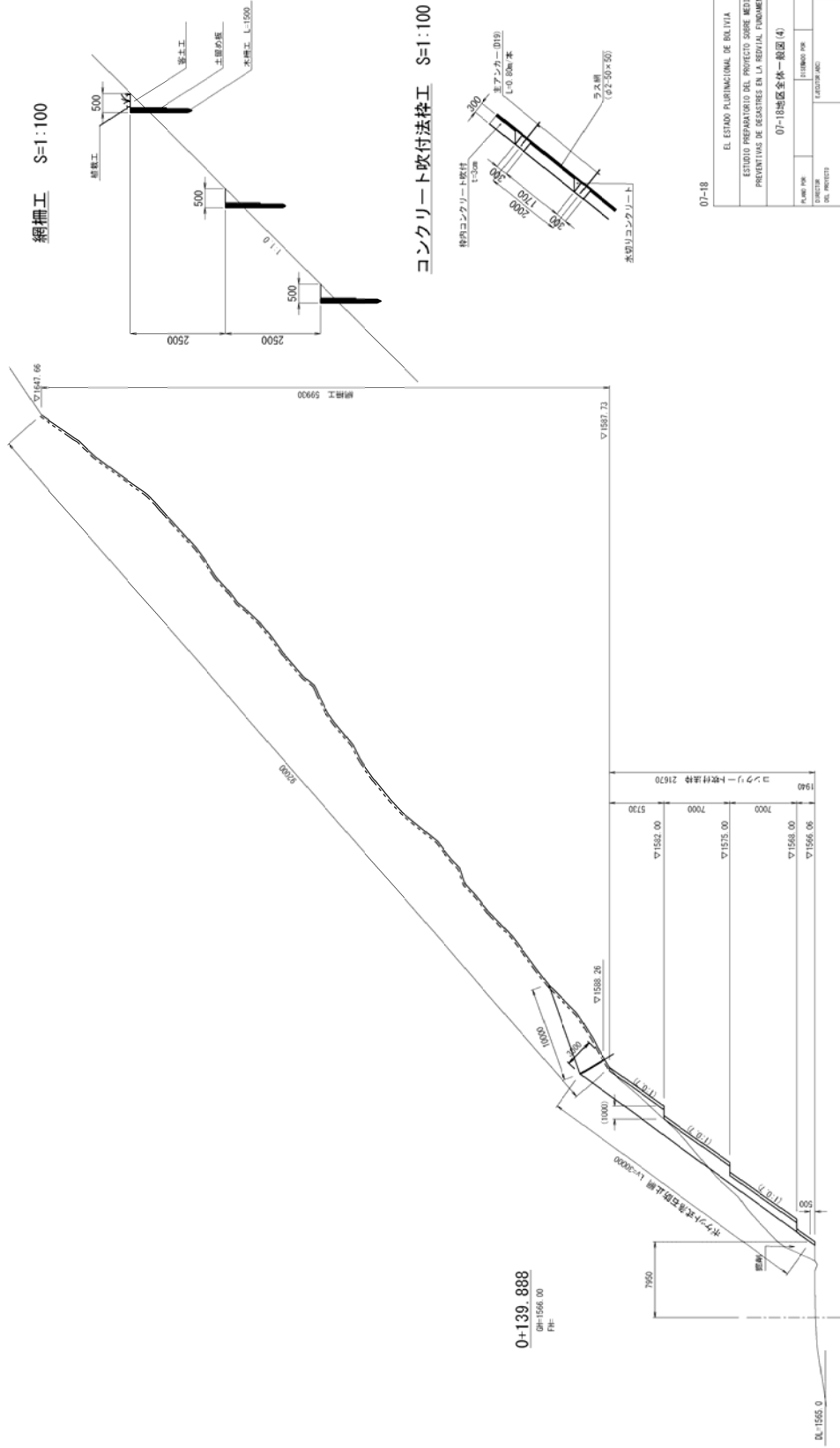


図 3-48 07-18 地区全体一般図 (3)

07-18地区全体一般図(4)

S= 1:400



ネット工 S=1:100

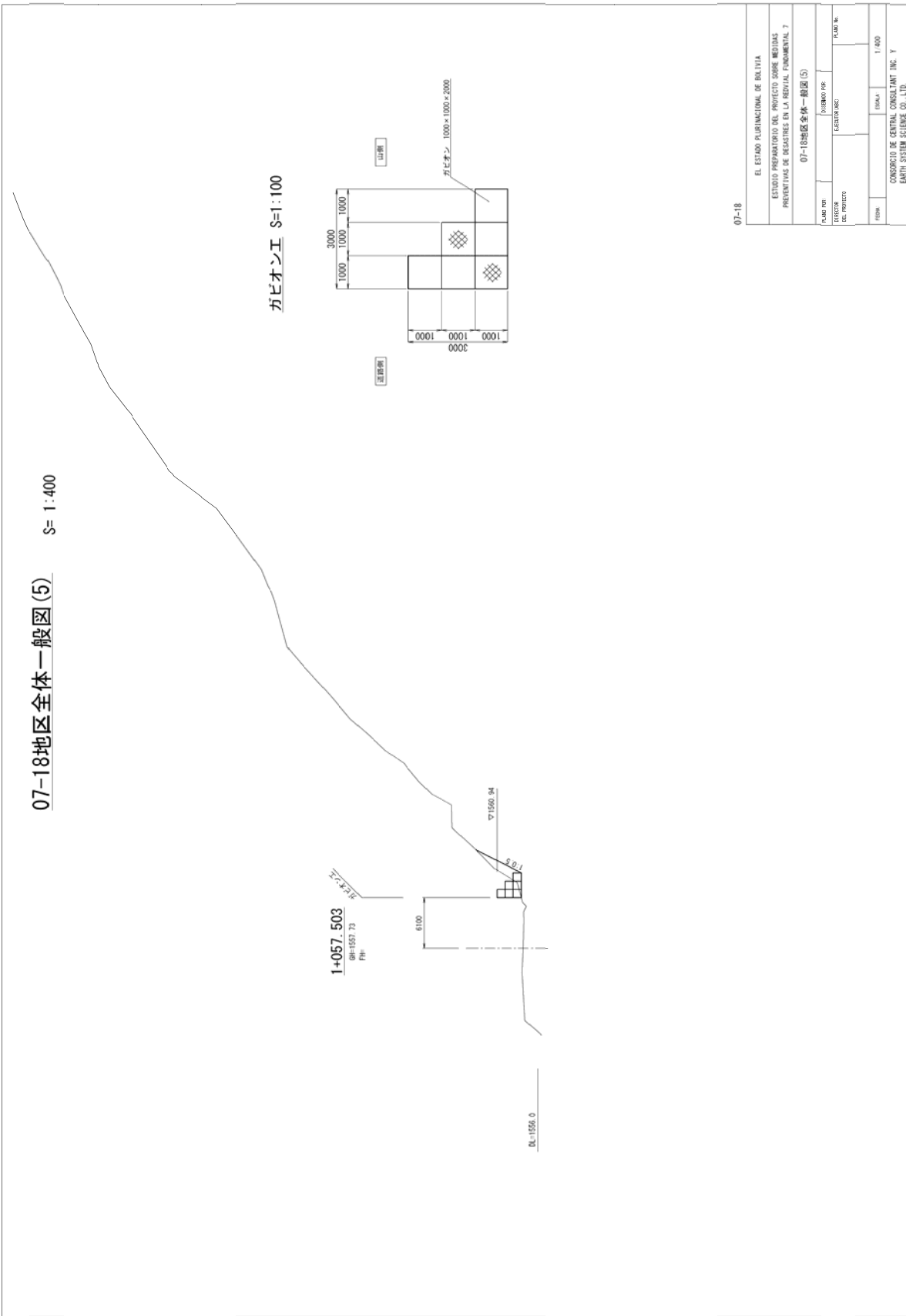
コンクリート吹付法構工 S=1:100

07-18

EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA	
ESTUDIO PREPARATIVO DEL PROYECTO SOBRE MEDIDAS PREVENTIVAS DE DESASTRES EN LA ZONAL FUNDAMENTAL 7	
07-18地区全体一般図(4)	
PROYECTO	ESTUDIO PRE
FECHA	11/2008
ESCALA	1:400
CONSORCIO DE CENTRAL CONSULTANT INC. Y EARTH SYSTEM SCIENCE CO., LTD	

図 3-49 07-18 地区全体一般図 (4)

07-18地区全体一般図(5) S= 1:400



07-18

EL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA	
ESTUDIO PREPARATORIO DEL PROYECTO SOBRE MEDIDAS PREVENTIVAS DE DESASTRES EN LA ZONAS URBANAS	
07-18地区全体一般図(5)	
PLANO Nº	018000 008
DIRECCION DEL PROYECTO	ESTUDIOS Y DISEÑOS
ESCALA	1:400
CONSORCIO DE CENTRAL CONSULTANT INC. Y EARTH SYSTEM SCIENCE CO., LTD	

图 3-50 07-18 地区全体一般図 (5)







### 3-2-4 施工計画

#### 3-2-4-1 施工方針

本事業は日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工方法を検討するにあたっての基本方針として、下記の事項を考慮する。

- ◆ 雇用機会の創出、技術移転の促進に資するため、「ボ」国の技術者、労務者、資機材等を最大限に活用する。
- ◆ 本事業が円滑に実施されるよう「ボ」国実施機関、コンサルタント、施工業者間に緊密な連絡体制を確立する。
- ◆ 本事業実施に必要な用地確保を本事業開始までに、「ボ」国負担として実施することを「ボ」国に要請する。
- ◆ 道路交通を供用した状態（1車線規制）での施工となるため、工事関係者や通行車両の安全に十分配慮した施工計画とする。
- ◆ 工事全体の安全に配慮し、雨期中（11月～3月）の施工は行わないことを原則とする。ただし、07-03地区では砂防ダムコンクリート打設が乾期中に終わらないことから、途中休止することによる品質の劣化を防止するため、雨期中も継続して工事を行うこととする。

#### 3-2-4-2 施工上の留意事項

建設計画実施に際しての留意すべき事項を以下に示す。

##### (1) 工事期間中の安全確保

工事期間中の安全確保として、主に下記の配慮を行う。

- ◆ 供用道路横の斜面又は溪流における施工であり、万が一落石や資材の落下等が発生した場合の第三者被害を防止するため、これらの影響範囲に仮設の落石防護柵を設置する。
- ◆ 基本的に供用道路を1車線規制（片側交互規制）しての施工となるため、交通整理員を配置するとともに、工事用看板、交通標識、交通安全機器を十分に配置し、通行車の安全で円滑な交通の確保に留意する。
- ◆ 災害の発生しやすい斜面又は溪流における施工であるため、降雨により斜面の緩みが想定される場合等は斜面の安定を確認できるまで十分な工事休止期間を設け、労働災害の防止を図る。
- ◆ 雨期に工事を行う07-03地区については、雨期工事中の土石流の発生が懸念されるため、十分な観測を行い安全に配慮する。

##### (2) 工事期間中の環境保全

工事期間中の環境保全については、第2章 環境社会配慮を参照。

##### (3) 労働法規の遵守

施工業者は「ボ」国の建設関連法規を遵守し、雇用に伴う適切な労働条件や慣習を尊重し、労働者

との紛争を防止するとともに、安全を確保するものとする。

#### (4) 通関事情

日本から調達される全ての建設用資機材は、チリ国イキケ港まで海上輸送、荷下ろしを行う計画とした。これに伴う通関手続き、陸上輸送期間等の所要日数を考慮し、施工計画に反映する。

#### 3-2-4-3 施工区分

本事業を実施するにあたり、日本および「ボ」国両政府のそれぞれ負担事項の概要を表 3-15 に示す。

表 3-15 日本および「ボ」国実施機関それぞれの負担事項

日本側負担事項	「ボ」国側負担事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基本設計内容に示された協力対象事業である国道 7 号線道路防災対策工事。</li> <li>・ 仮施設（資機材ヤード、事務所等）の建設・撤去。</li> <li>・ 工事期間中における施工及び施工箇所付近を通過する通行車の安全対策</li> <li>・ 工事期間中における工事による環境対策。</li> <li>・ 「資機材調達計画」に示された建設資機材の調達、輸入および輸送。輸入機材の調達国への再輸出。</li> <li>・ 「施工監理計画」で示された実施設計、入札・契約書の作成、入札補助および工事の施工監理。環境モニタリング計画を含むモニタリングの実施。</li> <li>・ 「ボ」国へのソフトコンポーネント計画に従った技術移転の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業に必要な仮施設用地の無償提供。</li> <li>・ 工事関係者への ID 及び工事関係車両へのステッカーの発給。</li> <li>・ 本事業の実施に必要な土捨て場、廃材処分場の提供。</li> <li>・ 「ボ」国国内税の還付または免除。ただし、取引税（IT）は還付の対象としない。</li> <li>・ 本事業に関係する日本人および第三人の入国、滞在等に対する便宜の供与。</li> <li>・ 銀行手数料の負担（銀行口座（B/A）開設、支払授權書（AP）の手続き）。</li> <li>・ ソフトコンポーネントへの維持管理技術者の参加</li> </ul>

#### 3-2-4-4 施工監理計画

##### (1) 施工監理業務基本方針

本事業は、日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工監理業務の基本方針として下記事項を掲げる。

- ◆ 工事の品質は完成した施設の寿命・耐久性に大きく影響を及ぼすので、所定の品質の確保を最優先課題として掲げ、施工監理業務を遂行する。
- ◆ 工事中の斜面崩壊等による労働災害や第三者被害、道路車線規制による第三者被害防止のために、工事中の安全確保について万全を期する。
- ◆ 工事の進捗管理、施工業者への支払い管理等について十分留意する。
- ◆ 施工業者とコンサルタントとで週 1 回の合同現場点検と定例会議を開催し、上記課題を含む問題点の確認と対処方針を協議する。

- ◆ 「ボ」国の実施機関、維持管理機関、コンサルタント及び施工業者とで月1回の定例会議を行い、問題点の確認と対処方針を協議する。
- ◆ 常駐監理員の業務を補助する現地技術者を雇用し、現地技術者と協働で品質管理、進捗管理、安全管理等の施工監理を行う。その結果として、現地技術者への技術移転を図る。
- ◆ 施工業者への指示、会議の記録は全て文書に記録し、「ボ」国実施機関へ報告する。

## (2) コンサルタントの設計・施工監理計画

コンサルタント契約に含まれる主な業務内容を以下に示す。

### (a) 実施設計～入札図書作成～工事入札段階

#### 実施設計

協力準備調査報告書の結果に従い、各施設の実施設計を行う。次に工事契約図書の作成を行い、「ボ」国実施機関の承認を得る。実施設計段階におけるコンサルタントの体制を表 3-16 表 3-17 に示す。

表 3-16 コンサルタント 実施設計体制

担 当	役 割
業務主任	実施設計におけるコンサルタントサービス全般を監督する
斜面对策計画	斜面防災対策設計を行う。 現地調査では、防災対策工法の設計条件等調査、再確認等を行う。
斜面对策計画補助	上記の補助として斜面防災対策設計を行う。
土石流対策設計	土石流対策の設計を行う。
道路設計	管理用道路、道路上の工事に伴う道路の復旧等の設計を行う。
設計照査	実施設計の照査を行う。
積算 (施工計画を含む。)	実施設計の結果を踏まえた施工計画の立案、積算を行う。 現地調査では、労務・資材単価を再調査する。

#### 入札関連 1 (入札図書作成)

実施設計の結果をもとに、工事入札に必要な契約図書、技術仕様書等の入札図書を作成する。入札関連 1 段階におけるコンサルタントの体制を表 3-17 に示す。

表 3-17 コンサルタント 入札関連 1 体制

担 当	役 割
業務主任	契約図書等の作成、及び、完成した入札図書の現地説明を行う。
斜面对策計画	設計範囲の技術仕様書の作成、及び、完成した入札図書の現地説明を行う。
斜面对策計画補助	設計範囲の技術仕様書を作成する。
土石流対策設計	設計範囲の技術仕様書を作成する。
道路設計	設計範囲の技術仕様書を作成する。
入札図書作成	設計成果及び、契約図書、技術仕様書を編集し入札図書を作成する。

#### 入札関連 2 (入札支援)

E/N 締結の後、「ボ」国実施機関と契約を行い、工事入札支援を行う。具体的には、以下の業務に

関し発注者を補助する。

- ◆ 入札公示
- ◆ 事前資格審査
- ◆ 入札および入札評価
- ◆ 契約交渉

表 3-18 コンサルタント 入札関連 2 体制

担 当	役 割
業務主任	入札業務におけるコンサルタントサービス全般を監督する。
補修・補強設計	入札業務において業務主任を補佐する。

### 施工監理

選定された施工業者と「ボ」国実施機関との間で行う工事契約調印後、コンサルタントは施工業者に対し工事着工命令を発行し、施工監理業務に着手する。

施工監理業務では工事進捗状況を「ボ」国実施機関及びその他の関係者には月報にて報告する。

施工業者に対しては、作業進捗、品質、安全、支払いに関わる事務行為および工事に関する技術的な改善策、提案等の監理業務を行う。

表 3-19 コンサルタント 施工監理体制

担当	役割
施工監理者	国内において工事監理におけるコンサルタントサービス全般を監督する。 現地では、工事前後の指導及び確認を行う。
常駐監理者 I	07-02、03、11 地区における工事監理及び両国関係機関への工事進捗報告及び調整を行う。
常駐監理者 II	07-18、19 地区における工事監理及び両国関係機関への工事進捗報告及び調整を行う。
植生工監理者	種子の選定、苗木樹種の選定や育成環境・手法の管理・指導及び、植え付け作業の管理・指導や間伐樹種の選定等を行う。
完成検査員	本事業の完成検査を行う。
土木技師(10年) (全般) * 現地備人	常駐監理者を補助して施工監理を行う。
オフィスボーイ * 現地備人	事務所内の清掃、整理、事務雑用を行う。
運転手 * 現地備人	運転要員。
運転手 * 現地備人	運転要員。

### (3) 施工業者の施工管理体制

本事業は、頻繁に発生する斜面崩壊や土石流の対策工事であり、工事中の斜面崩壊等による労働災害や第三者被害、道路車線規制時の第三者被害が懸念されるため、工事中の安全確保について万全を期した施工管理が必要である。

表 3-20 に施工管理体制を示す。

表 3-20 施工業者の施工管理体制

担当	役割
<b>常駐技術者</b>	
所長	工事現場に常駐し、工事全般を統轄管理する。
土木技術者（A地域）	所長を補佐し、07-02、03、11 地区工事施工上の技術上の管理を行う。
土木技術者（B地域）	所長を補佐し、07-18、19 地区工事施工上の技術上の管理を行う。
事務管理者	現場に於ける事務、資材関係の管理を行う。
<b>技能工派遣</b>	
07-02 区間コンクリート吹付工・水路工（法面工）	コンクリート吹付作業の実施・指導（作業パーティーそれぞれに1名、計2名）
07-02 区間ロックボルト工（特殊作業員）	ロックボルト作業の実施・指導（作業パーティーそれぞれに1名、計3名）
ロックライミング工法工（世話役）	ロックライミングマシンによる工事を管理・指導する。
ロックライミングマシンオペレーター（特殊運転手）	ロックライミングマシンを操作・運転する。

3-2-4-5 品質管理計画

本事業における品質管理計画を下表に示す。

表 3-21 品質管理項目一覧表

項目	試験方法		試験頻度
路盤（碎石）	配合材料	液性限界、塑性指数（<フルイ No.4）	配合毎
		粒度分布（配合）	〃
		骨材すり減り減量試験	〃
		骨材密度試験	〃
		最大乾燥密度（締固め試験）	〃
	敷設	密度試験（締固め率）	1回/日
プライムコート・タックコート	材料	瀝青材	品質証明書
		散布量	500 m <sup>2</sup> 毎
アスファルト	材料	瀝青材	品質証明書・成分分析表
		骨材	粒度分布（配合）
	吸水率		材料毎
	骨材すり減り減量試験		〃
	配合試験	安定度	配合毎
		フロー値	〃
		空隙率	〃
		骨材空隙率	〃
		引張強度（Indirect）	〃
		残留安定度	〃
		設計アスファルト量	〃
	舗設	混合時の温度	適宜
		敷均し時の温度	運搬毎
マーシャルテスト		1回/日程度	

項目		試験方法	試験頻度		
コンクリート	材料	セメント	品質証明書、化学・物理試験結果	材料毎	
		水	成分試験	材料毎	
		混和剤	品質証明書、成分分析表	材料毎	
		細骨材	絶乾比重		材料毎
			粒度分布、粗粒率		〃
			粘土塊と軟質微片率		〃
		粗骨材	絶乾比重		材料毎
			薄片含有率		〃
			粒度分布（混合）		〃
	硫化ナトリウム診断（損失質量）			〃	
	配合試験時	圧縮強度試験	材料毎		
	打設時	スランプ	1回/バッチ		
温度		1回/日			
強度	圧縮強度試験（7日、28日）	1回/日 or 50 m <sup>3</sup> 以上			
鉄筋	材料	品質証明書、引張試験結果	ロット単位		
構造用鋼材	材料	ミルシート	ロット単位		
塗装	材料	品質証明書、成分表	ロット単位		
支承	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位		
照明装置	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位		

注)：基本的に使用開始前1回を原則とするが、材料が変更となった場合はそのたび毎に試験するものとする。

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 建設資材の調達に関する方針

##### (a) 盛り土材料、骨材

道路用路盤材、コンクリート用骨材は、サンタクルス市より調達可能である。  
盛り土材料は、「ボ」国が指定した土取り場より調達する。

##### (b) 生コンクリート

コンクリートが運搬可能な距離に生コン工場がないため、現地にコンクリートプラントを設置する。

##### (c) 鉄筋、木材

サンタクルス市より調達可能である。

##### (d) アスファルト合材

サンタクルス市より調達可能である。

##### (e) 斜面对策用特殊材料

ロックボルト工法、ノンフレーム工法、ワイヤーロープ掛け工、ポケット式落石防護工、のり砕工は、現地で採用実績がほとんどなく、材料の流通もないため、日本より調達する。



## (f) 布団かご材料、補強土擁壁材料

布団かご工、補強土擁壁（ジオテキスタイル）材料については、現地で多く流通しておりサンタクルス市より調達可能である。

## (g) 主要資材の調達先一覧

主な工事用資材の調達先を以下に示す。

表 3-22 主要建設資材の可能調達先

項目	調達先			第三国、日本調達とする理由
	現地	日本	第三国	
鉄筋	○			
木材	○			
アスファルト合材	○			
ロックボルト材料		○		現地調達できない事から日本調達とする。
ノンフレーム工法材料		○		現地調達できない事から日本調達とする。
ワイヤーロック掛け工材料		○		現地調達できない事から日本調達とする。
のり枠工材料		○		現地調達できない事から日本調達とする。
布団かご工材料	○			
補強土擁壁材料	○			
足場、支保工		○		工事の安全性や品質の確認できる材料は流通していないため、日本調達とする。
軽油	○			
ガソリン	○			

## (2) 建設機材調達計画

### (a) 一般的土工及び舗装機械

ブルドーザ、ダンプトラック、ロードローラー、タイヤローラ、モータークレーダ、アスファルトフィニッシャー、振動ローラーは、サンタクルス市より調達可能である。

### (b) 特殊土工機械

バックホウ（0.1m<sup>3</sup>）及びロッククライミングマシン（大型ブレーカー含む）は、現地で流通していないため日本より調達する。

### (c) コンクリートポンプ車及びコンクリートプラント

コンクリートポンプ車及びコンクリートプラントは、現地生コン業者又はゼネコンが所有しているがリースは行っていないため、日本より調達する。

### (d) クレーン及び荷役機械

クレーンは、最も吊り重量の重い、鋼製砂防えん堤の設置作業に用いる 25 t 吊りラフタークレーンを共通で使用する。トラッククレーンは様々な用途に使用されるため、日本より調達する。

### (e) コンクリート吹付機、ロックボルト削孔機

特殊な機械であり、日本より調達する。

### (f) 主要建設機材の調達先一覧

主な建設機材の調達先を以下に示す。

表 3-23 主要建設機材の調達先

機種	調達先			日本調達とする理由
	現地	日本	第三国	
ブルドーザ (15t 級)	○			
ダンプトラック (10t 級)	○			
バックホウ (0.35、0.6m <sup>3</sup> 級)	○			
ロードローラ	○			
タイヤローラー	○			
モータグレーダ	○			
アスファルト・フィニッシャー	○			
振動ローラ (3・4t)	○			
タンパ、小型振動ローラ	○			
水槽 (5m <sup>3</sup> )	○			
バックホウ (0.1m <sup>3</sup> 級)		○		現地で流通していない。
ロッククライミングマシン		○		現地で流通していない。
大型ブレイカー (1300kg 級)		○		現地で流通していない。
コンクリートポンプ車 (30m <sup>3</sup> /h)		○		現地で流通していない。
コンクリートプラント傾胴式 (1.0m <sup>3</sup> )		○		現地で流通していない。
25t 吊ラフタークレーン		○		現地で流通していない。
10 t 積トラック	○			
コンクリート吹き付け機		○		現地で流通していない。
ロックボルト削孔機		○		現地で流通していない。

### (3) 現地労働力の調達

鉄筋工、型枠工、オペレータ、機電工等の技能労働者は、近接する「ボ」国第2の都市であるサンタクルスより調達可能である。なお、各サイトまでは距離は 50km～120km 程度であり一部を除き宿舎を利用することになる。

普通作業員や警備員等の単純労働者は、近接するサマイパタより調達可能である。

#### (4) 現地業者の活用

これまで道路防災対策工事は ABC により実施されており、現地で実施している類似の工事についての工事業者を活用することとする。

#### 3-2-4-7 ソフトコンポーネント計画

##### (1) ソフトコンポーネントを計画する背景

「国道 7 号線道路防災対策計画」は、国道 7 号線の中で雨期の集中豪雨等により斜面崩壊、落石／岩盤崩壊、地すべり、土石流等が多発し頻繁に通行止めが発生する箇所において、「①災害規模が大規模である、②現時点においても依然斜面の不安定化が著しい、③今後も大規模な災害発生の可能性が高い（長期通行止めの可能性がある）、④災害規模が大きくボリビア国（以下、「ボ」国）では対応困難」な 5 箇所の斜面对策、土石流対策を実施する事業である。本計画の実施により、年間を通じて国道 7 号線の同区間の安全で円滑な通行が確保されることが期待されている。

現地調査の結果、各道路防災対策工事箇所で実施される対策工は下記の通りである。

07-02 地区： 不安定岩塊等の除去、コンクリート吹付工、ロックボルト工による部分補強

07-03 地区： 透過型砂防ダム

07-11 地区： 斜面排水工、植生工、斜面整形（切土工等）、重力式コンクリート擁壁工

07-18 地区： 植生工、地表排水工、落石防護工（ワイヤーロープ掛け工（ケーブルネット工）、落石防護網、ポケット式落石防護網等）、斜面整形（切土工等）、現場吹付けのり枠工、ワイヤーロープ等による斜面对策工（ノンフレーム工法）

07-19 地区： 落石防護工（ワイヤーロープ掛け工）、斜面整形（根固め工、切土工等）、現場吹付けのり枠工、ロックボルト工

「ボ」国の国道 7 号線のサンタクルス～パリサーダ間は、「ボ」国の国道を管理し本プロジェクトの実施機関であるボリビア道路管理局（Administradora Boliviana de Carreteras : ABC）により頻発する斜面崩壊、落石／岩盤崩壊、地すべり、土石流等の対策が進められているものの、行われている対策は図 3-53 に示すようなガビオンによる土砂流出防止（待受対策）や橋梁等による危険斜面の迂回対策のみであり、日本等で実施されている「コンクリート吹付工」、「現場吹付け法枠工」等の斜面对策等（図 3-54 参照）は実施されていない。この中で、特に実績が多いガビオンによる待受対策では、流出した土砂の除去等に要する維持管理費用が毎年必要となるほか、想定以上の雨量により斜面が大規模に崩壊した場合は、流出した土砂によりガビオンが崩壊し通行止めが生じる懸念がある。

上記の状況から、現在実施中の技術協力プロジェクト「道路防災・橋梁維持管理キャパシティディベロップメント」（2012 年 10 月業務完了予定）（以下技プロ）では、ABC の道路防災能力の向上をプロジェクト目標とし、1）道路防災室（UPD）の活動方針の確立、2）道路防災業務体制の確立、3）ABC 内の道路防災管理能力の向上等に対する技術支援が行われている。



ガビオンによる待受対策



橋梁によるう回対策

図 3-53 「ボ」国で実施されている斜面对策工の例



のり枠工



コンクリート吹付工

図 3-54 日本等で通常実施される斜面对策工の例

本無償資金協力事業において実施される「コンクリート吹付工」、「ロックボルト工」、「現場吹付け法枠工」、「透過型砂防ダム」、「植生工」については、高いレベルの技術が必要とされず、比較的材料の調達も容易であるため、「ボ」国での普及が期待される道路防災対策である。これらについては、技プロを通じて蓄積された知識をより実戦的、具体的なものとすべく、本ソフトコンポーネントで本事業における実際の施工現場を見学・体験し、同時に必要な技術の講習を行うことで、特に国道7号線の本事業の対象箇所以外で道路災害が発生した場合でも、同様な斜面崩壊であれば工事の計画を立案する技術を習得することが可能となる。その結果、本プロジェクトの上位目標である「国道7号線の安全で円滑な交通の確保」の実現に向けた、さらなる効果発現が期待される。

また、本無償資金協力の対象施設は日常的には特別な維持管理を必要としない上、技プロを通じて、ABCが既に斜面对策に係る一定の維持管理能力を有していることから、通常の維持管理については特段の問題はない。加えて、本ソフトコンポーネントで、点検の重点ポイント、劣化診断のポイント、補修方法等を記した維持管理マニュアルを作成するとともに、施設完成後にOJT形式にて現地状況に応じた維持管理技術に対する能力向上を図ることで、想定以上の降雨等の影響で本無償資金協力の対象施設に異常が生じた場合であっても、ABCが適切に対処することが可能となる。

以上より、本無償資金協力のソフトコンポーネントとして道路防災対策に係る工事計画、施工監理及び維持管理に係る技術支援を行う計画とした。

## (2) ソフトコンポーネントの目標

- ◆ ABC 及び対象地域の国道を管理する ABC のサンタクルス事務所が、斜面崩壊等の対策計画が立案できる。
- ◆ ABC 及び ABC のサンタクルス事務所が、本事業の施設を適切に維持管理することで事業の効果を維持する。

## (3) ソフトコンポーネントの成果

- ◆ ABC 及び ABC のサンタクルス事務所が、「コンクリート吹付工」、「ロックボルト工」、「現場吹付け法砕工」、「透過型砂防ダム」、「植生工」の工事計画の立案に関する知識及び技術を習得する。
- ◆ ABC 及び ABC のサンタクルス事務所が、本事業の道路防災対策の維持管理に関する知識及び技術を習得する。

## (4) 成果達成度の確認方法

成果達成度の確認方法を表 3-24 に示す。また、本ソフトコンポーネントにおいて成果達成度の確認の中心となる、本無償資金協力の道路防災対策に関する現地見学会（説明会）とその講習会についての成果達成度の確認方法の詳細を表 3-24 示す。

なお、上記の成果は ABC の能力が向上しても、民間会社に同様な能力がないと適切な実施は困難であることから、不公平が生じないよう ABC が自らの責任のもとにコンサルタント等の設計会社や民間施工業者にも広く声をかけることとしており、実地での見学会参加の機会を提供する。

表 3-24 成果達成度の確認方法

成 果		達成度の確認方法
1. 事計画が立案に関する知識及び技術	対象工種の工事計画に関する現地見学及び講習会。	現地見学及び講習会終了後にテストを実施し、対象工種の工事計画に関する理解度を確認する。
2. 維持管理に関する知識及び技術	本事業の維持管理及び維持管理マニュアルに関する現地説明会。	現地見学及び講習会終了後にテストを実施し、受講者の維持管理に関する理解度を確認する。

表 3-25 現地見学会（説明会）と講習会による成果達成度の確認方法

成 果		達成度確認方法	
1.	ABC 及び ABC のサンタクルス事務所が、「コンクリート吹付工」、「ロックボルト工」、「現場吹付け法枠工」、「透過型砂防ダム」、「植生工」の工事計画が立案に関する知識及び技術を習得する。	① コンクリート吹付け工の工事計画に関する理解	コンクリート吹付け工の工事計画に関するテストを実施し、工事計画を適切にレビュー・評価できるか確認する。
		② ロックボルト工の工事計画に関する理解	ロックボルト工の工事計画に関するテストを実施し、工事計画を適切にレビュー・評価できるか確認する。
		③ 現場吹付け法枠工の工事計画に関する理解	現場吹付け法枠工の工事計画に関するテストを実施し、工事計画を適切にレビュー・評価できるか確認する。
		④ 透過型砂防ダム工の工事計画に関する理解	透過型砂防ダム工の工事計画に関するテストを実施し、工事計画を適切にレビュー・評価できるか確認する。
		⑤ 植生工を用いた防災対策の工事計画に関する理解	植生工を用いた工事計画に関するテストを実施し、工事計画を適切にレビュー・評価できるか確認する。
3.	ABC 及び ABC のサンタクルス事務所が、本事業の道路防災対策の維持管理に関する知識及び技術を習得する。	① コンクリート吹付け工の維持管理に関する理解	コンクリート吹付け工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		② ロックボルト工の維持管理に関する理解	ロックボルト工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		③ 現場吹付け法枠工の維持管理に関する理解	現場吹付け法枠工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		④ 透過型砂防ダム工の維持管理に関する理解	透過型砂防ダム工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		⑤ 植生工の維持管理に関する理解	植生工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		⑥ 落石防護柵工の維持管理に関する理解	落石防護柵工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		⑦ 斜面排水工の維持管理に関する理解	斜面排水工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		⑧ ノンフレーム工法の維持管理に関する理解	ノンフレーム工法の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		⑨ ポケット式落石防護網工の維持管理に関する理解	ポケット式落石防護網工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。
		⑩ ケーブルネット工の維持管理に関する理解	ケーブルネット工の維持管理に関するテストを実施し、理解度を確認する。

### (5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

上記成果を達成するために必要な活動内容（投入計画）は以下の通りである。

成果－1 「ABC 及び ABC のサンタクルス事務所が、「ボ」国で普及の期待される道路防災対策を対象に、工事計画の立案や施工監理が実施できる知識及び技術を習得する。」

#### 1－1 現地見学会（説明会）の実施

「ボ」国で普及の期待される道路防災対策工を対象に現地見学会（説明会）を実施し、実際の施工を生で見学・体験することによって、各工種の構造概要、工事の手順・要領、安全・品質・工程監理上の留意点等の実践的、具体的な知識を習得する。また、施工業者の協力のもと資機材の使用方法に関する実演会（実際の施工を見学）や資機材の能力・性能・適用限界・購入コスト、安全な施工や品質確保上の留意点等に関する説明を行い、工法の普及に不可欠な工事資機材に関する理解の促進を図る。なお、現地見学会（説明会）は民間企業（コンサルタント、建設会社等）も参加可能とする。



対象工種：①コンクリート吹付け工、②ロックボルト工、③現場吹付法砕工、④透過型砂防ダム工、⑤植生工

対象者：ABC及びABCのサンタクルス事務所

日本側：斜面防災担当：1名、土石流対策及び植生工担当1名

実施時期：2014年7月、2015年7月

#### 1-2 工事計画及び施工監理講習会

現場見学会（説明会）で習得した各道路防災対策の知識について、各対策相互の特性や適用条件の違い、概算工事費の違い、施工手順や施工監理の全体的な流れ等の包括的な工事計画、施工監理の講習会を行い、工事計画の立案や施工監理が実施できる技術を習得する。実施時期は現場見学会の後とし、現場付近の講習会場にて行う。なお、工事計画及び施工監理講習会は民間企業（コンサルタント、建設会社等）も参加可能とする。

対象工種：①コンクリート吹付け工、②ロックボルト工、③現場吹付法砕工、④透過型砂防ダム工、⑤植生工

対象者：ABC及びABCのサンタクルス事務所

日本側：斜面防災担当1名、土石流対策及び植生工担当1名

実施時期：2014年7月、2015年7月

成果-2 「ABC及びABCのサンタクルス事務所が、本無償資金協力の道路防災対策の維持管理に関する技術を習得する。」

#### 2-1 維持管理マニュアルの講習会

維持管理マニュアルの内容について、現地説明会に先立ちマニュアルの構成、内容に関する講習会を行う。

対象工種：①コンクリート吹付け工、②ロックボルト工、③現場吹付法砕工、④透過型砂防ダム工、⑤植生工、⑥落石防護柵工、⑦斜面排水工、⑧ノンフレーム工法、⑨ポケット式落石防護網、⑩ケーブルネット工

対象者：ABC及びABCのサンタクルス事務所

日本側：斜面防災担当1名、土石流対策及び植生担当1名

実施時期：2015年10月

#### 2-2 維持管理マニュアルの現地説明会

維持管理マニュアルの内容について現地説明会を行い、日常的の維持管理の重点ポイントの確認、定期点検の実施要領や劣化診断上の重点ポイントの確認、劣化頻度の高い部位の確認や補修工法の説明を行い、効率的かつ実践的な維持管理の知識、技術を習得する。なお、現地説明会では、実際に維持管理を行うマイクロエンプレッサや民間道路維持管理会社も参加可能とし、維持管理マニュアルに基づく作業が現地状況等を勘案し実際に可能かどうか確認するとともに、維持管理マニュアルの内容を広く周知する。

対象工種：①コンクリート吹付け工、②ロックボルト工、③現場吹付法砕工、④透過型砂防ダム工、⑤植生工、⑥落石防護柵工、⑦斜面排水工、⑧ノンフレーム工法、

⑨ポケット式落石防護網、⑩ケーブルネット工

対象者： ABC、及びABCのサンタクルス事務所

日本側： 斜面防災担当1名、土石流対策及び植生担当1名

実施時期：2015年10月

## (6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

ソフトコンポーネントの対象となる斜面对策工は、「ボ」国内ではまだ実績がないため、講習会等の実施のために日本から技術者を派遣する計画とする。従って、受注コンサルタントの直接支援型として実施する。

また、ソフトコンポーネントの活動は道路防災対策工事の進捗状況に応じた工程であり、対象とする現場でOJT形式の見学会や講習会を実施する予定である。このため、施工業者の協力が不可欠となり、工事仕様書にこれらを明記し、施工業者の協力を得る。

なお、ソフトコンポーネントの際には、スペイン語の通訳が必要となるため、日本人技術者の派遣期間中は現地にて通訳者を1名雇用する。

## (7) ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの実施時期を、プロジェクト本体事業と合わせて表-3に示す。本無償資金協力のソフトコンポーネントは、「工事計画、施工監理技術」及び「維持管理技術」に関する講習会（現地見学会、説明会を含む）形式で実施する。「工事計画、施工監理技術」に関する現場見学会と講習会は、道路防災対策工事が進行しており可能な限り多くの現場を見ることができ、2014年7月（第1次派遣）と2015年7月（第2次派遣）の2回とする。「維持管理技術」に関する講習会と現地説明会は工事全体がほぼ完了している2015年10月（第3次派遣）とする。また各期間の派遣人員は、工種が多岐に渡ることより、法面防災担当1名、土石流対策及び植生担当1名の2名とする。

以下に各派遣期間の作業内容を示す。

### 第1、2次派遣期間

#### <国内作業>

実施内容や実施時期の調整、現場見学及び講習会テキストの作成等の作業を各担当が国内で行う（0.23MM、7日間）。

#### <現地作業>

表 3-27、表 3-28 に示すように現地に先に乗り込み関係機関の調整等を行う要員 1 が（0.77MM、23日間）、要員 2 が（0.6MM、18日間）の現地作業を行う。

### 第3次派遣期間

#### <国内作業>

実施内容や実施時期の調整、維持管理マニュアル作成、講習会・現地説明会テキストの作成等を各担当が国内で行う（0.47MM、14日間）。

#### <現地作業>

表 3-29 に示すように現地に先に乗り込み関係機関等の調整等を行う要員 1 が（0.77MM、23日間）、要員 2 が（0.6MM、18日間）の現地作業を行う。

表 3-26 ソフトコンポーネント実施工程

工種	2014												2015											研修対象工法
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>07-02工区</b>																								①コンクリート吹付、②ロックボルト工
土工																								
コンクリート吹付工																								①コンクリート吹付工
ロックボルト工(さく岩機 自立)																								②ロックボルト工(削岩機(ハンドハンマー)使用)
水路工(コンクリート吹付工)																								
管理用道路施工																								
舗装復旧工																								
仮設工																								
<b>07-03地区</b>																								④透過式砂防ダム工
土工(砂防ダム)																								④透過式砂防ダム工(掘削基盤セット)
砂防ダムコンクリート工																								④透過式砂防ダム工(コンクリート打設工)
1号コンクリート三面張水路工																								
仮設工(砂防ダム)																								④透過式砂防ダム工(工事用仮設工)
ダム管理用道路工																								④透過式砂防ダム工(ダム付属施設工)
切り直し道路工、仮設防護柵工																								
舗装復旧工																								
<b>07-11地区</b>																								⑤植生工、⑥落石防護柵工、⑦斜面排水工
切土工																								
緑化工(苗植え付け)																								⑤植生工(木本類苗植え付け)
現場打水路工																								⑤植生工(植生基盤安定用排水路工)
現場打集水柵工																								
現場打床固工																								
現場打擁壁工																								
仮設工																								
舗装復旧工																								
<b>07-18地区</b>																								⑧ノンフレーム工法、⑨ポケット式落石防護網工、⑩ケーブルネット工、⑦斜面排水工、③現場吹付法砕工
18 仮設工																								
18 舗装復旧工																								
18A ノンフレーム工法																								②ロックボルト工(削岩機(レッグハンマー)使用)
18A 伐採工																								
18A ポケット式落石防護網工																								
18B 編柵工(丸太柵工及び苗植付)																								
18B 水路工																								
18C 現場吹付法砕工																								
18C ケーブルネット工																								
18E 現場吹付法砕工																								
18E ポケット式落石防護網工																								
18E 編柵工(丸太柵工及び苗植付)																								⑤植生工(編柵工)
18E 水路工																								
<b>07-19地区</b>																								③現場打ち吹付法砕工、③+②現場打ち吹付砕+ロックボルト工、②ロックボルト工
19 土工(ロッククライミングマシーン)																								
19 現場吹付法砕工																								③現場打ち吹付法砕工、③+②現場打ち吹付砕+ロックボルト工
19 ロックボルト工 (BM 自立しない)																								②ロックボルト工(二重管ホーリングマシン使用)
19 ケーブルネット工																								
19 仮設工(仮設防護柵工)																								
19 舗装復旧工																								
19 管理用道路施工																								
要員1																								(工事計画、施工監理)
要員2																								(工事計画、施工監理) (維持管理)

表 3-27 講習会日程（案）（「工事計画、施工監理技術」）第1次派遣期間

日順	講習内容等	
	要員 1	要員 2
1	移動（日本→ボリビア）	
2	移動（日本→ボリビア）	
3	ABC 本部、JICA ボリビア事務所との調整	
4	講習会準備（内業）	
5	移動（LPZ→SCZ）	移動（日本→ボリビア）
6	関係機関事前打合せ	移動（日本→ボリビア）
7	現地状況確認（SCZ→SAMAIPATA）	同 左
8	現地状況確認、施工業者との調整	同 左
9	施工業者との調整（SAMAIPATA→SCZ）	同 左
10	室内講習会場確認、見学会準備（外業）	同 左
11	講習会準備（内業）	同 左
12	講習会準備（内業）	同 左
13	07-02、07-03 地区現場見学会	同 左
14	07-11、07-18（A～C）地区現場見学会	同 左
15	07-18（D～F）、07-19 地区現場見学会	同 左
16	現場見学会の復習、施工手順や施工監理の全体的な流れ等の包括的な工事計画、施工監理の講習	同 左
17	施工手順や施工監理の全体的な流れ等の包括的な工事計画、施工監理の講習	同 左
18	講習会準備（内業）	同 左
19	講習会準備（内業）	同 左
20	講習結果整理、関係機関報告【SCZ 管内】	同 左
21	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）
22	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）
23	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）

表 3-28 講習会日程（案）（「工事計画、施工監理技術」）第2次派遣期間

日順	講習内容等	
	要員 1	要員 2
1	移動（日本→ボリビア）	
2	移動（日本→ボリビア）	
3	ABC 本部、JICA ボリビアとの調整	
4	講習会準備（内業）	
5	移動（LPZ→SCZ）	移動（日本→ボリビア）
6	関係機関事前打合せ	移動（日本→ボリビア）
7	現地状況確認（SCZ→SAMAIPATA）	同 左
8	現地状況確認、施工業者との調整	同 左
9	施工業者との調整（SAMAIPATA→SCZ）	同 左
10	室内講習会場確認、見学会準備（外業）	同 左
11	講習会準備（内業）	同 左
12	講習会準備（内業）	同 左
13	07-02、07-03 地区現場見学会	同 左
14	07-11、07-18（A～C）地区現場見学会	同 左
15	07-18（D～F）、07-19 地区現場見学会	同 左
16	現場見学会の復習、各工法相互の特性や適用条件の違い、概算コストの違い等に関する講習	同 左
17	各工法相互の特性や適用条件の違い、概算コストの違い等に関する講習、グループ討議	同 左
18	講習会準備（内業）	同 左
19	講習会準備（内業）	同 左
20	講習結果整理、関係機関報告【SCZ 管内】	同 左
21	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）
22	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）
23	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）

表 3-29 講習会日程（案）（「維持管理技術」）第 3 次派遣期間

日順	講習内容等	
	要員 1	要員 2
1	移動（日本→ボリビア）	
2	移動（日本→ボリビア）	
3	ABC ラパス中央本部、JICA ボリビアとの調整	
4	講習会準備（内業）	
5	移動（LPZ→SCZ）	移動（日本→ボリビア）
6	関係機関事前打合せ（ABC・SCZ）移動車両等の手配	移動（日本→ボリビア）
7	現地状況確認（SCZ→SAMAIPATA）	同 左
8	現地状況確認、施工業者との調整（見学会準備）	同 左
9	施工業者との調整（SAMAIPATA→SCZ）	同 左
10	室内講習会場確認、移動車両等の手配・確認	同 左
11	講習会準備（内業）	同 左
12	講習会準備（内業）	同 左
13	維持管理マニュアル内容の講習会	同 左
14	維持管理マニュアル内容の講習会	同 左
15	07-02、07-03 地区現場説明（SCZ→SAMAIPATA）	同 左
16	07-11、07-18（A～C）地区現場説明（SAMAIPATA 泊）	同 左
17	07-18（D～F）、07-19 地区現場説明（SAMAIPATA→SCZ）	同 左
18	講習会準備（内業）	同 左
19	講習会準備（内業）	同 左
20	講習結果整理、関係機関報告【SCZ 管内】	同 左
21	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）
22	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）
23	移動（ボリビア→日本）	移動（ボリビア→日本）

## (8) ソフトコンポーネントの成果品

本ソフトコンポーネント実施の成果品は、以下のとおりである。

施主側へ提出するもの：

Final Report of Soft Component (technical assistance) on the Completion of Activities

教材テキスト（施工計画、施工監理に関する現地見学会・講習会テキスト、維持管理に関する講習会・現地説明会テキスト）

維持管理マニュアル

日本側へ提出するもの：

ソフトコンポーネント実施状況報告書

- (ア) 当初定めた目標・成果
- (イ) 当初定めた投入・活動の履行状況
- (ウ) 現時点での成果（講習会実施状況結果、理解度に関する確認試験結果等）
- (エ) 成果発現の阻害要因の分析と対応
- (オ) 今後の予定
- (カ) 施主側コメント

ソフトコンポーネント完了報告書

- (ア) 案件概要（案件名、E/N 締結日、E/N 限度額、コンサルタント契約額）
- (イ) ソフトコンポーネント概要（経費、背景、計画した目標、計画した成果、計画した活動内容、従事者、相手国の参加者、実施機関（時期及びM/M）、活動実績、成果の達成状況）
- (ウ) 効果を持続・発展させ、目標を達成するための今後の課題・提言等
- (エ) 添付書類（ソフトコンポーネント実施スケジュール、相手国参加者リスト、講習会出席簿、成果物リスト（成果物資料の名称、作成者、概要））
- (オ) 別添資料集（成果物（施主への完了報告書、作成したマニュアル類、使用したテキスト、理解度テスト結果等）、その他（映像資料、写真、新聞記事等））

成果物（教材、マニュアル、テキストなどで下記を想定）

- (ア) 教材テキスト（施工計画、施工監理に関する現地見学会・講習会、維持管理に関する講習会・現地説明会）
- (イ) 維持管理マニュアル



## (9) ソフトコンポーネントの概略事業費

### 非 公 開

## (10) 相手国側の責務

本ソフトコンポーネント業務実施における「ボ」国側による負担事項は、以下を想定している。

- (ア) 適切なカウンターパートの配置
- (イ) 講習会施設の提供
- (ウ) ソフトコンポーネントの運営管理費用負担

また、業務完了後もソフトコンポーネントの成果が継続的に継承されていくために必要な「ボ」国側の責務は、以下を想定している。

- (ア) マニュアルの将来にわたる活用
- (イ) 工事实施の予算確保
- (ウ) 現地業者の育成

## (11) 実施工程

本事業の実施設計に係る交換公文（E/N）締結後、「ボ」国政府との間でコンサルタント業務の契約を締結し、本事業の実施設計業務を無償資金協力事業として着手する。業務着手後、実施設計のための現地調査を3週間程度実施し、その後国内で詳細設計、入札書類の作成を実施する。

本事業の入札補助業務、施工監理業務及び本体工事に関わる交換公文（E/N）締結後、「ボ」国政府が行う入札業務の補助として、入札書類の準備、業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に関わる業務を行う。

入札を経て、工事施工業者は「ボ」国政府と工事契約を取り交わし、日本国政府による工事契約の認証を得た後、コンサルタントより発給される工事着工命令書を受けて工事に着手する。

上記実施スケジュールは表 3-30 に示す通りである。

表 3-30 業務実施工程表

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
現地調査																								
国内解析・詳細設計																								
入札図書作成																								

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
準備工																								
07-02地区防災工事																								
07-03地区防災工事																								
07-11地区防災工事																								
07-18地区防災工事																								
07-19地区防災工事																								
後片付け																								

### 3-3 相手国分担事業の概要

本プロジェクトの実施に当たり、「ボ」国政府が負担すべき事項は以下の通りである。

#### 3-3-1 我が国の無償資金協力事業における一般事項

- ◆ 事業計画の実施に必要なデータ、情報を提供する。
- ◆ 事業計画の実施に必要な用地を確保する（道路用地、作業用地、キャンプヤード、土取り場、土捨て場や廃材処理場）。
- ◆ 工事着工前に上記の確保した用地を整地する。
- ◆ 日本国内の銀行に「ボ」国政府名義の口座を開設し、支払授權書を発行する。
- ◆ 「ボ」国への荷役積み下ろし地点での速やかな積み下ろし作業、免税措置および関税免除を確実に実施する。
- ◆ 「ボ」国国内税の還付または免除。ただし、取引税（IT）は還付の対象としない。
- ◆ 承認された契約に基づいて、あるいはサービスの供給に関係し、プロジェクト関係者の「ボ」国への入国および作業の実施の為の両国での滞在を許可する。
- ◆ 必要に応じて、プロジェクトの実施に際しての許可、その他の権限を付与する。
- ◆ プロジェクトによって建設される施設を正しくかつ効果的に維持・管理・保全する。
- ◆ プロジェクトの作業範囲内で日本国の無償資金協力によって負担される費用以外のすべての費用を負担する。

#### 3-3-2 本プロジェクト固有の事項

- ◆ 工事の影響を受ける施設（国道7号線下に埋設されている光ファイバーケーブル）の撤去又は移設
  - ◆ 資材置き場・仮設ヤードの提供と整地
  - ◆ 土取り場の確保
  - ◆ 土捨て場及び廃材処分場の提供
  - ◆ 工事期間中の全般的な工事区域の監視
  - ◆ 工事期間中の「ボ」国実施機関関係者による監督
  - ◆ ソフトコンポーネントへのABCの道路防災及び維持管理関係者の参加
  - ◆ 本事業で実施する箇所以外の国道7号線の災害箇所の対策またはモニタリング
- （調達手続き開始までに完了する）

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの運営・維持管理は「ボ」国が行い、主管官庁は公共事業省、実施機関はABCである。本事業の維持管理は、ABCのサンタクルス県事務所が担当する。

国道7号線では、維持管理工事のための施工業者が年間で契約し、道路上に発生したポットホールやガビオンの背後に堆積した土砂の撤去等を実施している。その他、“マイクロエンプレッサ”に対して道路の除草や側溝の土砂撤去等の重機を使用しない簡易な維持管理がABCより委託され実施されている。

本事業の道路防災対策は、一定の耐久性を持つ施設であることから、ガビオンのような補修や大規模な土砂撤去を毎年定期的に行う必要はないが、定期的な点検を実施し劣化の早期発見によるライフサイクルコストの最小化や構造物の長寿命化を図る必要がある。また、排水構造物内に堆積した土砂撤去等日常的で軽微な維持管理については、上記“マイクロエンプレッサ”が作業を行うことで、効率的な維持管理が実施される。

#### **3-4-1 日常的な点検・維持管理**

- ◆ 排水管、側溝等の排水構造物に溜まった砂、ゴミの除去と清掃
- ◆ 路肩・法面の除草
- ◆ 落石防護柵や落石防護網背後に堆積した土砂、小石の撤去

#### **3-4-2 数年単位で行う維持管理**

- ◆ 大雨や大規模出水後の非定期点検
- ◆ 砂防ダム背後の土石流発生時の転石・流木等の除去
- ◆ 概ね5年毎に行う定期点検
- ◆ 構造物劣化部位の補修（30～50年程度と推定される。）

### **3-5 プロジェクトの概算事業費**

#### **3-5-1 協力対象事業の概算事業費**

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる概算総事業費は12.22億円となる。また、先に述べた日本と「ボ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は以下に示す通りである。

##### **3-5-1-1 概算事業費**

非 公 開

### 3-5-1-2 「ボ」国側負担費用

表 3-32 「ボ」国側負担経費

負担事項	負担金額 (千B s)	円貨換算 (千円)
銀行手数料	520.83	6,000
国道7号線未対策部の道路防災対策費用	2,257.00	26,000
国内税の負担金	8,172.22	94,144
ソフトコンポーネントの運営費用(旅費、会場費等)	43.40	500
合 計	10,993.45	126,644

表 3-33 ボリビア側の負担で対策を実施する箇所

番号	進捗状況	対策工事概要	工事（想定）金額
07-01	2008年完了	ガビオンによる対策（L=250m）	
07-04	2011年完了	橋梁による迂回（L=152m） 橋梁名：Agua Hedionda 橋	
07-05	2015年完了予定	アスファルト舗装の実施（L=300m）	2,170,000 Bs
07-06	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
07-07	2008年完了	ガビオンによる対策（L=70m）	
07-08	2011年完了	橋梁による迂回（L=218m） 橋梁名：El Playón 橋	
07-09	2013年完了予定	法面上部への排水溝設置によるすべり面への雨水侵入対策	7,000 Bs
07-10	2009年完了	ガビオンによる対策（L=50m）	
07-12	2011年完了	橋梁による迂回（L=109.3m） 橋梁名：La Negra I 橋	
07-13	2011年完了	橋梁による迂回（L=124m） 橋梁名：La Negra II 橋	
07-14	2009年完了	ガビオンによる対策（L=50m）	
07-15	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
07-16	2008年完了	ガビオンによる対策（L=100m）	
07-17	2009年完了	ガビオンによる対策（L=40m）	
07-20	2009年完了	ガビオンによる対策（L=100m）	
07-21	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
07-22	2008年完了	橋梁による迂回（L=25m） 橋梁名：Badén 橋	
07-23	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
09-01	2011年完了	切土工による対策	
09-02	2010年完了	ガビオンによる対策（L=100m）	
11-01	2011年完了	切土工による対策	
N11-01	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-02	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-03	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-04	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-05	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-06	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-07	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	
N11-08	モニタリング中	現在は安定しており、経過観察中	

### 3-5-1-3 積算条件

積算時期	: 平成 24 年 5 月
米ドル為替交換レート	: US\$1.0=80.17 円(平成 24 年 4 月から過去 6 ヶ月間平均)
ボリビア	1.00Bs=0.1443US\$ (=11.52 円) (平成 24 年 4 月から過去 6 ヶ月
ボリビア・ノス為替交換レート	: 間平均)
工事施工期間	: 23.0 ヶ月
その他	: 本事業は日本政府の無償資金協力ガイドラインに従って実施される。上記概算事業費は、E/N 前に日本政府によって見直される。

### 3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトの運営・維持管理は、ABC が担当する。本事業で整備される道路防災対策工に関する主な維持管理業務は、図 3-55 に示す日常的排水工等の維持管理と定期点検であり、維持管理費は（年平均換算）約 18.7 万 Bs と想定される。これらの維持管理費用は、ABC の年間の道路維持管理予算約 300 百万 Bs の 0.62% であり、十分に維持管理の実施が可能と判断される。

図 3-55 主な定期的維持管理項目と費用

分類	頻度	点検部位	作業内容	概算費用計(Bs)		備考
				1 回当り	1 年当り	
排水工等の維持・管理	年 2 回	側溝	堆砂除去	3,500	7,000	
定期点検	5 年 1 回	構造物全般	劣化診断	135,000	27,000	
砂防ダム堆積物除去	10 年 1 回	砂防ダム	堆積物除去	30,000	3,000	
上記維持管理費の年平均換算 (Bs)					187,000	

図 3-56 30～50 年に 1 度必要となる補修工の費用

分類	頻度	点検部位	作業内容	概算費用計(Bs)		備考
				1 回当り		
構造物補修費	30～50 年 1 回	構造物全般	ひび割れ補修等	4,500,000		
上記維持管理費の年平均換算 (Bs)						



## 第4章

### プロジェクトの評価

## 第 4 章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

プロジェクト実施のための前提条件は次のとおりである。

- ① 「ボ」国側の負担事項（銀行手数料、免税措置、本事業対象箇所以外の小規模な斜面崩壊等に対する対策の実施、ストックヤードの確保等）が確実に実施される。
- ② 道路防災対策実施箇所の維持管理のための、要員及び経費が確保される。

### 4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するため相手国側が取り組むべき事項は、以下の通りである。

- ① 本プロジェクトを円滑に遂行するために、本報告書「3-5-1-2「ボ」国側負担費用」に記述した予算を事前に確保する。
- ② 「3-3-2 本プロジェクト固有の事項」に示される支障物件を移設や、工事に必要なヤード・施設の整地・確保等を行う。また、工事期間中の監視・監督やソフトコンポーネントへの参加、国道 7 号線の防災未対策箇所の対策またはモニタリングを実施する。
- ③ 本プロジェクトによって建設された道路防災対策施設の永続的な機能を確保するために、本報告書「3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画」に記述された維持管理業務とそれに必要な要員および費用を確保する。

### 4-3 外部条件

プロジェクト実施のための外部条件を以下に列記する。

- ① 本プロジェクトサイト周辺における治安状態が工事期間を通じて安定な状態に保たれる。

### 4-4 プロジェクトの評価

#### 4-4-1 妥当性

以下の点から、我が国の無償資金協力により本プロジェクトを実施することは妥当であると判断される。

- ① 本プロジェクトの裨益対象は、主に本プロジェクト区間を通過して結ばれる「ボ」国主要都市及び沿道の住民である。また、間接的には経済活性化の結果として貧困層も含む一般国民に対しても裨益をもたらすものと考えられる。
- ② 本プロジェクトの定性的効果としては、「ボ」国の主要都市間道路及び国際幹線道路の交通の円滑化と安定化、これによる社会経済の安定成長、沿道住民の貧困削減等があり、住民の生活改善に機能すると考えられる。

- ③ 「ボ」にない道路防災対策技術が数多く適用されており、斜面崩壊や土石流等の多い「ボ」国に対して道路防災対策技術の普及が期待される。
- ④ 高度な運営・維持管理が必要となる道路防災対策は採用せず、「ボ」国側が独自の資金と人材・技術で完成後の運営・維持管理ができる。
- ⑤ 本プロジェクトにおいては、環境面の負の影響が懸念される水質汚濁、廃棄物、ジェンダー、子供の権利、HIV/AIDS 等への感染症、事故については、適切なモニタリングの実施等により負の影響が殆ど無い。

#### 4-4-2 有効性

##### (1) 定量的効果

表 4-1 定性的評価

成果指標	基準値 (2007 年)	目標値 (2018 年【事業完成 3 年後】)
道路災害による国道 7 号線（アンゴストウーラ～パリサーダ間）の通行止め箇所数（箇所）	21	0
道路災害による国道 7 号線（アンゴストウーラ～パリサーダ間）の通行止め日数（日／年）	64	0

※定量的効果の基準年は国道 7 号線の同区間の斜面崩壊等が多く発生した 2007 年とした。

##### (2) 定性的効果

- ① 防災対策技術の移転による、道路の建設及び維持管理コストの縮減に寄与する。