

ブータン王国
道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成26年4月
(2014年)

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部

基盤
JR
14-097

ブータン王国
道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成26年4月
(2014年)

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部

目 次

目 次

プロジェクト位置図

写 真

略語表

第1章 詳細計画策定調査の概要	1
1-1 背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査団構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	2
1-6 団長所感	3
第2章 ブータンの道路整備の現状と課題	5
2-1 道路セクターの開発計画	5
2-2 国道の現況と課題	6
2-3 関係省庁・機関の体制	17
2-3-1 公共事業・定住省道路局（DOR）	17
2-3-2 経済省地質鉱山局（DGM）	23
2-4 国道の斜面防災の現況と課題	24
2-5 他ドナーによる支援の動向	28
第3章 プロジェクトの概要	30
3-1 プロジェクトの基本計画	30
3-1-1 提案計画の活用目標	30
3-1-2 活用による達成目標	30
3-1-3 成 果	30
3-1-4 活 動	31
3-1-5 外部要因とリスク分析	34
3-1-6 前提条件	34
3-1-7 投入計画	35
3-2 調査対象区間（案）	36
3-2-1 国道における現状と課題	36
3-2-2 調査計画の概要	43
3-2-3 環境社会配慮	46
3-3 プロジェクト実施体制	47

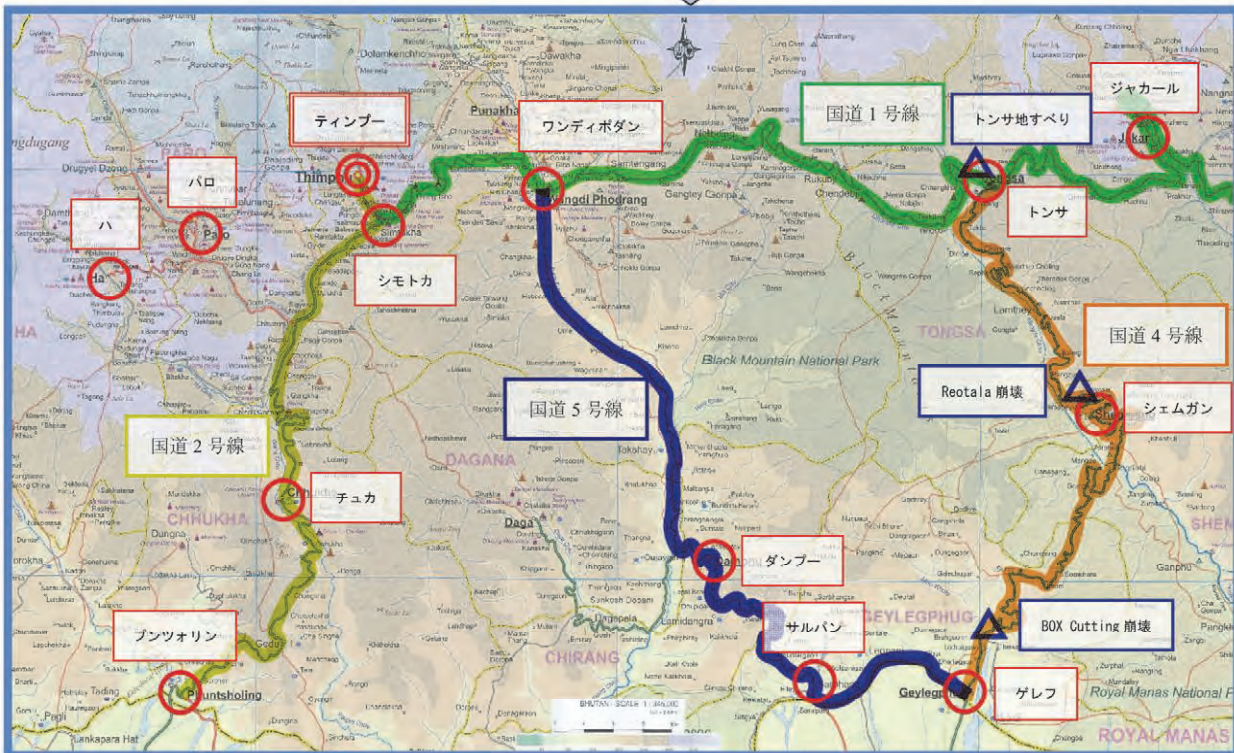
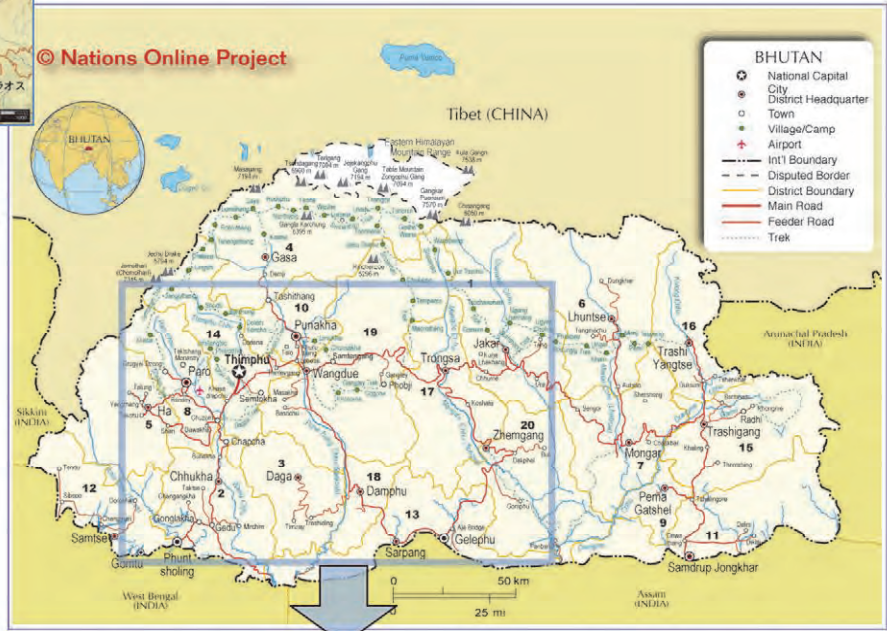
付属資料

1. 詳細計画策定調査協議議事録 (M/M)	51
2. 面談記録簿	65
3. 収集資料リスト	81

プロジェクト位置図



© Nations Online Project



写 真



国道 1 号線 (Thimphu-Trongsa)



国道 1 号線 (Thimphu-Trongsa)



国道 1 号線 (Thimphu-Trongsa)



国道 1 号線 (Thimphu-Trongsa)



国道 4 号線 (Trongsa)
地すべり現場 (下側)



国道 4 号線 (Trongsa)
地すべり現場 (上側)



国道 4 号線 (Trongsa-Zhemgang)



国道 4 号線 (Trongsa-Zhemgang)



国道 4 号線 (Trongsa-Zhemgang)
Reotala 崩壊現場



国道 4 号線 (Trongsa-Zhemgang)
Reotala 崩壊現場



国道 4 号線 (Zhemgang-Gelephu)



国道 4 号線 (Zhemgang-Gelephu)
擁壁



国道 4 号線 (Zhemgang-Gelephu)
路面上の地すべり頭部



国道 4 号線 (Zhemgang-Gelephu)
Box Cutting 崩壊現場



国道 4 号線 (Zhemgang-Gelephu)
Box Cutting 崩壊現場



国道 4 号線 (Zhemgang-Gelephu)
ガビオン



国道 5 号線 (Sarpang-Damphu)
Loring 橋取付道路 (第 3 次橋梁架け替え計画)



国道 5 号線 (Sarpang-Damphu)
Loring 橋取付道路 (第 3 次橋梁架け替え計画)

略 語 表

略 語	欧 文	和 文
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
C/P	Counterpart	カウンターパート
DGM	Department of Geology and Mines	地質鉱山局
DHMS	Department of Hydro-Met Service	水理気象情報局
DMM	Department of Disaster Management	災害管理局
DOR	Department of Roads	道路局
FO	Field Office	フィールドオフィス
FYP	Five Year Plan	5 年計画
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood	氷河期決壊洪水
GNHC	Gross National Happiness Commission of Bhutan	ブータン国民総幸福量委員会
GOB	Government of Bhutan	ブータン国政府
GOI	Government of India	インド国政府
GOJ	Government of Japan	日本国政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GSB	Geological Survey of Bhutan	ブータン地質調査所
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MBT	Main Boundary Thrust	主境界衝上断層
MCT	Main Central Thrust	主中央衝上断層
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MoAF	Ministry of Agriculture and Forests	農林省
MoEA	Ministry of Economic Affairs	経済省
MoHCA	Ministry of Home and Cultural Affairs	内務文化省
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省
NEC	National Environment Commission	国家環境委員会
NEWH	Northern East-West Highway	北部東西道路
NLC	National Land Commission	国家土地委員会
NSB	National Statistics Bureau	国家統計局
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-the-Job Training	オンザジョブ・トレーニング

PBC	Performance Based Contract	パフォーマンスベースコントラクト
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画表
RAP	Rural Access Project	地方アクセスプロジェクト
R/D	Record of Discussion	政府間技術協力プロジェクト合意文書
RSMP	Road Sector Master Plan	道路セクター・マスタープラン
SC	Steering Committee	ステアリング・コミッティ
SEWH	Southern East-West Highway	南部東西道路
SNV	SNV Netherlands Development Organisation	SNV オランダ開発機構
UN ESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	国連アジア太平洋経済社会委員会
WB	World Bank	世界銀行
WG	Working Group	ワーキング・グループ
10FYP	The 10th Five Year Plan	第 10 次 5 カ年計画
11FYP	The 11th Five Year Plan	第 11 次 5 カ年計画

第 1 章 詳細計画策定調査の概要

1-1 背景

ブータン王国（以下、「ブータン」と記す）は、国土（38,394km²：九州とほぼ同じ面積）の大部分が山岳地帯で道路交通が最も重要な交通手段となっている。ブータンの主要道路ネットワークは、国土の東西に走る国道 1 号線とインド国境まで南下する 4 本の国道（国道 2～5 号線）のみであるが、1990 年には約 2,300km だった道路総延長は 2003 年には約 4,000km、2011 年には約 8,400km へと大幅に伸びている。公共事業・定住省（Ministry of Works and Human Settlement : MoWHS）は 2006 年に道路セクターのマスタープラン（Road Sector Master Plan）を策定し、2027 年までの 20 年間に国道や県道などの道路網拡張及び改修整備とフィーダーロードの充実、橋梁の維持・補修、架け替え等を実施することとしている。また、ブータン政府は「第 10 次 5 カ年計画（2008～2013 年）」において、「最も近い車道へのアクセスを 2 時間以内とする」という目標を掲げている。

しかしながら、ブータンの道路の大部分が急傾斜地を通過しているため、斜面崩落が頻発していることから、首都や国内の他地域から断絶される地域が発生し、農作物の出荷や人の移動に支障を来している。ブータン国内の道路・橋梁の建設・維持管理を担う MoWHS 道路局（Department of Road, Ministry of Works and Human Settlement : DOR）は、緑化と補強を組み合わせた斜面对策を講じているものの、技術力及び経験の不足により、十分な斜面对策工を行うことが困難な状況となっている。

上記を踏まえ、ブータン政府は、斜面对策が必要な箇所を把握し対策工を実施するための DOR の能力強化に係る技術協力を 2012 年 6 月にわが国に要請した。これを受け、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、ブータンの国道沿いの斜面对策に係るマスタープランの策定を支援することによって必要な技術移転を図ることをめざして、開発計画調査型技術協力「道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」という）を実施することとし、本プロジェクトに関連する情報の収集、分析を行い、プロジェクトの内容を協議・確認することを目的として詳細計画策定調査を実施するものである。

1-2 調査の目的

本調査は、ブータンからの協力要請の背景・内容を確認し、関連する基礎情報を収集するとともに、先方政府関係機関との協議を経て協力計画を策定し、本プロジェクトの枠組みについて先方政府関係機関と合意することを目的として実施した。

1-3 調査団構成

氏名	担当分野	所属先
恒岡 伸幸	総括	JICA 国際協力専門員
戸根川 泰規	協力企画	JICA 経済基盤開発部運輸交通・情報通信第三課
河村 宜紀	斜面对策／道路維持管理	株式会社オリエンタルコンサルタンツ

1-4 調査日程

			総括	協力企画	斜面对策/道路維持管理
1	11/25	月	ティンプー着 JICA ブータン事務所打合せ		
2	11/26	火	地質鉱山局 (DGM) との協議 ブータン国民総幸福量委員会 (GNHC)、DOR との協議		
3	11/27	水	DOR との協議議事録 (M/M) 協議		
4	11/28	木	サイト調査：ティンプー→トンサ (国道1号線)		
5	11/29	金	サイト調査：トンサ→シェムガン (国道4号線)		
6	11/30	土	サイト調査：シェムガン→ゲレフ (国道4号線)		
7	12/1	日	サイト調査：ゲレフ→サルパン→ティンプー (国道5号線)		
8	12/2	月	資料整理 M/M 最終協議 (GNHC、DOR)		ローカルコンサルタント との面談
9	12/3	火	M/M 署名 (GNHC、DOR) 資料整理	国家土地委員会 (NLC) との協議	
10	12/4	水	DOR との協議 JICA ブータン事務所報告		
11	12/5	木	ティンプー発		

1-5 主要面談者

(1) ブータン政府

1) 国民総幸福量委員会 (Gross National Happiness Commission : GNHC)

Kuenzang L Sangey Dy.Chief Program Coordinator
Sangay Chedar Planning Officer

2) 公共事業・定住省道路局 (DOR)

Karma Galay Director
Kunzang Wangdi Officiating Director
Tshering Wangdi Chief Engineer Maintenance Division
M.N.Lamichaney Specialist Bridge Division
Dilip Thapa Geotechnical Engineer Maintenance Division
Lunte Bridge Engineer Bridge Division
Karma Wangdi Bridge Engineer Bridge Division

3) 経済省地質鉱山局 (Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs : DGM)

Ugyen Wangda Chief Geologist
Tika Prasad Thara Senior Geologist Engineering Geology Section
Samten Wangdi Geologist

4) 国家土地委員会 (National Land Commission : NLC)

Shankar Chhetri Head, NLC

(2) 民間企業・その他

1) コンサルタント

N.B. Dhital

Executive Director

Kalachakra Consultancy

1-6 団長所感

(1) ブータンの道路分野課題

- ・山岳国のブータンにおいて、急峻な地形とともに脆弱な地質による露頭がみられる多くの区間で幹線道路を良好な状態に維持管理し、安全な通行を確保することは非常に重要な課題であるとともに困難な課題でもある。
- ・陸路がほぼ唯一といえる国内輸送手段で、経済活動の維持、地方の振興等国土政策の推進の重要なカギは安全で信頼性の高い道路交通の確保に負うところが多い。

(2) 要請内容に係る協議の要点

- ・要請内容には特定の斜面箇所に対する個別の対策の支援という内容もあったが、協議の結果、まず幹線道路全体の斜面安定度の概要を把握することを優先することで合意した。
- ・多くの潜在的な危険斜面すべてに対して対策を講じることは、いずれの国においても不可能である。このため、わが国で導入している「防災カルテ」をブータンにおいても導入し、モニタリングを有効に活用した斜面災害マネジメントの手法を導入することで合意した。具体的には、幹線道路の潜在的危険斜面を点検フォーマットに基づき総点検し、点検結果を分析し、要対策、モニタリング、対策不要に分類し、前2者については斜面カルテを作成し、日常的なメンテナンスに活用するとともに次回の定期点検に反映させることで効果的な斜面災害マネジメントを導入しようとするものである。
- ・総点検については国道を対象とするが、本格調査で対象となるすべての斜面の点検を実施することは期間、要員からも不可能であることから、DORにおいて残る区間の斜面の点検実施を継続して実施することに合意している。
- ・本件は開発調査型技術協力であるが、点検手法、防災カルテの整備はプロジェクト後もDORにおいて継続的に実施される必要があることから、点検チームは日本人専門家とDOR技術者によって編成されることを確認した。
- ・留意事項として、DORから協議終盤まで個別対策への支援にこだわりがあったが、これについてはあくまでも助言までとし、エンジニアリングサービスは含まないことを確認している。

(3) 現地調査

- ・3泊4日で国道1号線(Thimphu~Tongsa)、国道4号線(Trongsa~Zhemgang~Gelephu)、国道5号線(Gelephu~Sarpan~Wangdue)の行程で途中の重大斜面崩壊箇所の現地調査を実施した。
- ・DORより案内された重大斜面崩壊箇所はTrongsa~Zhemgang間で2カ所、Zhemgang~Gelephu間で3カ所であった。Trongsa市内の1カ所を除き、すべて大規模な深層崩壊で1カ所を除き山側、谷側ともに崩壊しており、道路は不安定な崩土の上によりやく確保されている状況である。道路は雨期に発生する新たな崩土を谷側に除去することで山側にシフトする

形で維持されている。

- DOR の対策は崩土の道路路面上からの除去と山側の長大崩落斜面に小段を適当な間隔で設置することにより、崩落の影響軽減を図ろうとしているが、限られた予算で可能な対策とはいうものの、暫定措置としての有効性はおろか、短期的な安定対策ともなり得ない状況が繰り返されている。恒久的な対策としてはもはや別ルート of 整備を検討するといった抜本的な対策以外にないといった状況である。
- 今回の要望の背景にはこうした重大斜面崩壊箇所の対策にわが国の直接的な支援を受けたいといった様子も伺えたが、これほどの不安定な状況が進んだ斜面ではかなりの金額の対策費をつぎ込む以外に安定を確保することは困難な状況でこうした特定箇所の対策の重要性、緊急性は認めるものの、支援としては幹線道路全体の安全性と信頼性を高めることから開始するアプローチがより長期的にブータン国の道路斜面对策全般に寄与すると考える。
- 強行日程であったことから、現地調査行程上で道路斜面の潜在的危険箇所を調査することはできなかったが、多くの岩盤露出斜面ではオーバーハング、崖錐斜面では浮石や小規模崩落、道路拡幅のための切土斜面では切りっぱなしの保護工なしによる斜面の不安定化が多く確認された。
- 地方部では交通量がさほど多くないことから落石や通常の斜面崩落程度では道路交通が災害に遭遇して事故にまで至らないことから、大規模災害による長期の通行止めに関心がいつているくらいがある。しかしながら、こうした大規模災害が初期の小規模な災害であった時に適切な対策が講じられず、いたずらに崩土を除去するばかりで崩壊を大きくしていったことも事実であり、本調査において幹線道路全体の斜面安定度の概要を把握することの重要性を改めて感じさせられた。

(4) 組織体制

- DOR 本部の組織体制は、維持管理、建設、設計、計画の4課から成る。維持管理課の下に8つ(9に増やす予定)のフィールドオフィス(FO)がある。人員は不十分というもののそれなりの数をそろえている。現地調査の途中で訪問した Lobeyisa FO (ディビジョンともいう)は全国を8分割する1つのFOで総員33名である。Lobeyisa FOの下には4つの出張所(サブディビジョン)と9つの駐在所(セクション)がある。設計業務は本部が担当し、施工管理、維持管理をFOが担当する。人員の問題のひとつとして、多くの技術者が大規模事業ごとに設置されるプロジェクトオフィスに配属されることが挙げられるという。
- 本題からそれるが、維持管理業務において特筆すべきはパフォーマンスベースコントラクト(PBC)を既に実施していることである。前政権時代に雇われたマッキンゼー・アンド・カンパニーが政府全体の行政の見直しのなかでDORの業務について提案したもののひとつということである。Lobeyisa FOでは約440kmの道路を管理しているが、この1/3はPBCによって実施されているという。PBCは小さな政府をめざすが、結果として小さな政府であるDORで成功するかは興味深い。能力の高い民間セクターの育成が必須条件である。2014年に現行の3年契約が終わるといいうが、その成果は、これまでPBCに係る協力の実績のないJICAの今後の維持管理分野での技術協力に大いに参考になると思料される。

第2章 ブータンの道路整備の現状と課題

2-1 道路セクターの開発計画

ブータンの道路セクターにおいては以下の開発計画が国家開発の大きな柱となっている。

- ① ブータン 2020 (1999 年策定)
- ② 道路セクター・マスタープラン (RSMP, 2007-2027)
- ③ 第 10 次 5 カ年計画 (10FYP, 2008-2013)
- ④ 第 11 次 5 カ年計画 (11FYP, 2013-2018)

(1) ブータン 2020 (1999 年策定)

20 年後のブータンとしての将来像を示した「ブータン 2020」は経済、産業、教育、文化、人材育成、環境と幅広い内容となっており、道路セクターにおいては主な目標として以下が示されている。

- ① 2007 年までに幹線道路を 30t トラックが走行できるように改修する。
- ② 2012 年までに全国民の 75% が半日の徒歩で到達するような道路網を形成する。
- ③ 2017 年までに第 2 東西道路 (南東部ジョモツングハ～南西部シプス間、約 794km) を完成させる。

(2) 道路セクター・マスタープラン (RSMP, 2007-2027)

2006 年 5 月に策定された道路整備に関するマスタープランにおいては、主な目標が以下のとおり示されている。

- ① 市町村道路の建設 (対象 2,654km)
- ② 第 2 東西道路の建設
- ③ 県間の連結・連携のための県道の建設 (対象約 537km)

(3) 第 10 次 5 カ年計画 (10FYP, 2008-2013)

第 10 次 5 カ年計画 (10FYP) では、貧困削減を優先課題として上げ、道路セクターにおいては、主な目標が以下のとおり示されている。

- ① 過疎地へのアクセス向上により、貧困状態にある地域の現状を改善する。
- ② 教育、保健、交通の利便性を向上させることにより過疎地の住民生活を改善させる。
- ③ 道路網の改善・強化によって国家の安全と団結を強化させる。
- ④ 移動時間の短縮、輸送費用の低減、交通事故の減少による道路網の信頼性、経済性、安全性、快適性などを強化する。

10FYP により、ブータンの道路網延長は延べ 10,578km に達した。主要道のうち National Highway は延長 2,438.38km で全体の約 23% を占め、Dzongkhag Road は延長 1,178.29km で同 11% を占める。10FYP では 171 億 600 万 Nu. が支出 (outlay) され、第 9 次 5 カ年計画のそれ

よりも 157%の増加となった。10FYP では主要道である National Highway の建設のほか、北部東西道路（国道 1 号線、Northern East-West Highway : NEWH）と南北国道の改良と建設、水力発電所へのアクセス道路、Dzongkhag Road の建設、Gewog 連絡道路の建設と保守管理等が実施された。総額 14,623 百万 Nu. の支出（expenditure）のうち、南部東西道路（第 2 東西道路、Southern East-West Highway : SEWH）を含む National Highway の建設と改良には 68 億 3,500 万 Nu.が費やされ、水力発電所アクセス道路には 37 億 2,500 万 Nu.、Dzongkhag Road の建設に 20 億 1,800 万 Nu.、保守管理等に 45 億 2,800 万 Nu.が支出された。SEWH は 10FYP で 194km が建設され、11FYP では 345km が建設される予定である。

（4）第 11 次 5 カ年計画（11FYP, 2013-2018）

第 11 次 5 カ年計画（11FYP）において、公共事業・定住省道路局（DOR）は以下に示す組織目標を定めている。

① 適切で信頼でき、安全な道路インフラを提供する能力と決意をもったプロフェッショナルな行政機関。

10FYP に続く 11FYP は 2013 年 7 月より始まり、現在実施中である。DOR の上部組織である MoWHS に 209 億 1,300 万 Nu.の予算が配分され、そのうち 159 億 9,600 万 Nu.が DOR に割り当てられている。11FYP では、SEWH の建設と改良、NEWH と南北国道の改良と建設、水力発電所へのアクセス道路、Dzongkhag Road と Gewog 連絡道路の改良が予定されている。

2-2 国道の現況と課題

（1）ブータンにおける道路整備状況

表 2-1 にブータンにおける道路種別と管理者を示し、図 2-1 には主要幹線を示す。

表 2-1 道路種別と管理者

Road Type	管理者	延長 (km)	備考
Expressway	Municipal Authority	6.20	建設:DOR, Thimphu 市内のみ
Primary National Highway	DOR	1,860.12	国道 1~5 号線
Secondary National Highway	DOR	578.26	
Dzongkhag Road	DOR	1,178.29	旧 Feeder Road
Urban Road	Municipal Authority	349.67	
Farm Road	MoAF	5,255.19	
Forest Road	MoAF	667.25	
Access Road	Dzongkhag	563.18	管理者はアクセス対象による
Power Tiller Track	Dzongkhag	120.10	
Total		10,578.26	

（出典：DOR）

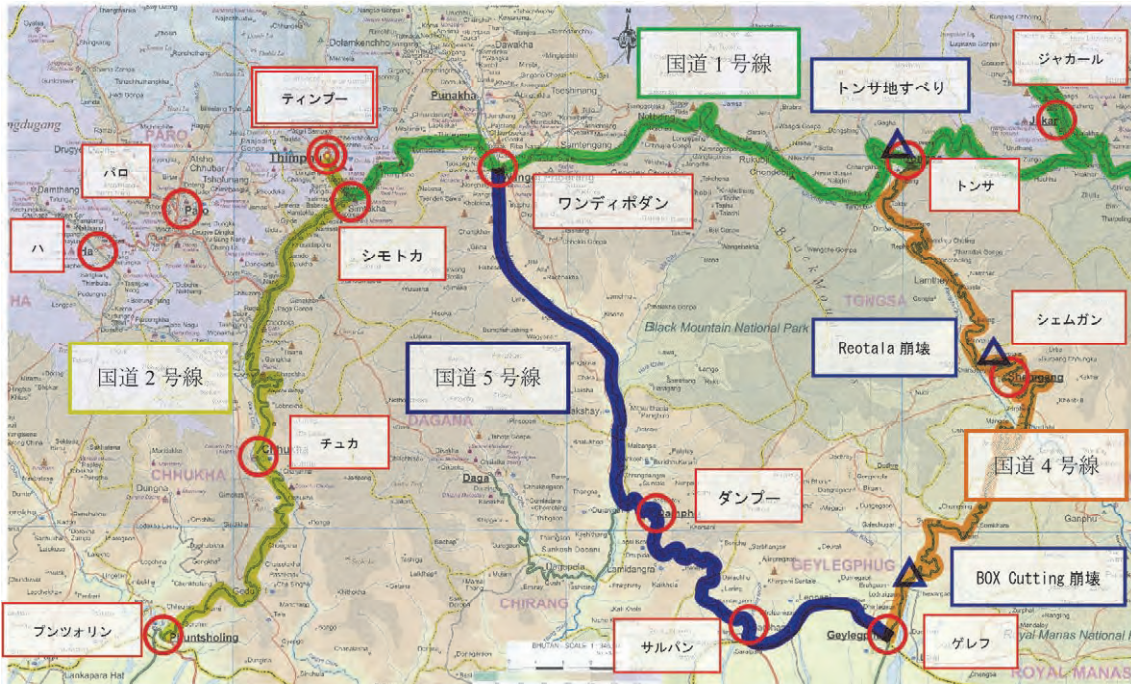


図 2-1 ブータンの主要幹線と主要都市

ブータンの道路は国土の地形状況、つまりヒマラヤ山脈南縁に広がる急峻な山地という厳しい条件に大きく左右されている。東西約 330km の狭い国土は北部のヒマラヤ山脈の高地から南部のインド国境の平地に向かって一様に標高を減じるが、その変化は急激であり、南北わずか 150km の間に標高 7,000m 以上から標高 500m 以下にまで一気に標高を下げる。したがって、北から南への移動では一様に標高が低下するのに対し、東西方向に移動する場合には南北に幾筋も走る尾根と谷を何度も越えることになる。北部東西道路と呼ばれる国道 1 号線を例にとると、首都ティンブーから中部の主要都市トンサに至る間に、標高 3,100m のドチュ・ラ（ラは峠の意味）と標高 3,300m のペレ・ラを越える一方、両峠の間に位置するロベイサでは標高 1,300m、トンサでは標高 2,000m まで下がる。さらに、ヒマラヤ造山運動で急激に隆起し、なおかつ激しい浸食作用にさらされている山地の斜面は、他国ではあまり認められないほど急峻である。

上記したような厳しい地形状況にブータンの道路整備は立ち向かう必要があるほかに、予算の不足と急速な道路網拡張が更に状況を悪化させている。新規のバイパス建設、あるいは既存道路拡幅は、既に危ういバランスを辛うじて保っている急傾斜の山岳斜面を更に切り込み、結果として大規模な斜面崩壊や岩盤すべりを誘発している。切土の多くは無処理で放置されており、法肩沿いの排水や縦排水などは整備されていない。一方、谷側の盛土は単に掘削土砂や除去された崩土を押し出しているのみで、適正な転圧はなされておらず、盛土基礎を保護する擁壁や排水工もほとんど整備されていない。日本ではアンカーやロックボルトなどの対策工が必要とされるような斜面でも、ブータンではほとんどの場合、そのような対策は実施されていない。現地を確認できた対策工は主に石積みやガビオンによる擁壁工と表面排水工であり、法枠工が一部で確認された程度である。ブータン人エンジニアが「危険な斜面」と考える閾値は日本人のそれとは異なっており、日本人が危険と考える斜面の多くは、彼らにとっては「ノーマルな斜面」である。写真 2-1 には現地調査で確認した国道 4 号線、

5号線の斜面状況を示す。これらの斜面はいずれも「ノーマルな斜面」としてブータン人エンジニアに認識されているようである。確かに、ここに示す斜面状況はブータンではありふれたものであるが、日本人技術者の目から見ると危険な斜面である。



国道4号線 (Trongsa-Zhemgang)
Reotala 崩壊地からシエムガンに向かう旧道。
道路沿いの斜面の崩壊が、谷側にも植生の
破壊と崩積土砂の堆積で影響を及ぼしている。



国道4号線 (Zhemgang-Gelephu)
Box Cutting 崩壊地からゲレフに向かう途中の
斜面状況。不安定なオーバーハングと、
不安定な谷側斜面。



国道4号線 (Zhemgang-Gelephu)
Box Cutting 崩壊地からゲレフに向かう途中の、
大規模な岩盤斜面。遠景の斜面では
流れ盤による抜け落ちが懸念される。



国道5号線 (Gelephu-Damphu)
落石と岩盤崩壊の危険がある。
手前は落石注意の看板。

写真2-1 国道4号線、5号線の斜面状況

(2) 国道の現況

DOR のカテゴリで Primary National Highway にランクされる5つの路線について以下で述べる。

1) 国道1号線

国道1号線はブータンの主要幹線道路のひとつであり、東西方向に延びる唯一の道路である。首都ティンプーの南、シモトカで国道2号線と分岐した後、ワンディポダンを経て中部の主要都市トンサを経由してジャカールを通過したのち、東部の主要都市モンガーを経てタシガンに至る。

国道 1 号線は区間により管理者が異なる。シモトカからモンガーまでは DOR が管理しているが、モンガー～タシガン間はインドの国境道路組織（Border Roads Organization）である DANTAK が管理している。

今回の現地調査ではシモトカ～トンサ間の国道 1 号線の状況を車中から確認し、トンサ県庁手前の斜面崩壊に対しては簡易な踏査を実施した（第 3 章 3-2-1 項で後述）。またシモトカ～トンサ間の国道 1 号線沿いでは層構造の発達した片麻岩露頭が多く認められ、特にペレ・ラ峠付近では受け盤による顕著なオーバーハングと流れ盤すべりが認められた。また今回確認した範囲ではないが、既往報告書（ブータン国国道及び道路架橋整備計画事前調査報告書 1997 年 5 月 JICA）には、ジャカール以東のセンゴール～ナムリン間で硬岩の斜面崩壊、ウラ付近で軟岩の斜面崩壊の典型が認められるという記載がある。写真 2-2 には今回の現地調査で確認した国道 1 号線の状況（トンサ地すべりを除く）を示す。



Thimphu-Lobeysa : オーバーハング



Thimphu-Lobeysa : 渋滞状況



Lobeysa-ペレ・ラ : 崩壊地



Lobeysa-ペレ・ラ : 崩壊地



Lobeysa-ペレ・ラ：受け盤斜面のオーバーハング



Lobeysa-ペレ・ラ：流れ盤斜面の崩壊



Lobeysa-ペレ・ラ：急傾斜斜面



Lobeysa-ペレ・ラ：不安定岩塊



Lobeysa-ペレ・ラ：オーバーハング



Lobeysa-ペレ・ラ：斜面崩壊



Lobeysa-ペレ・ラ：岩盤斜面



ペレ・ラ- Trongsa：オーバーハング

写真 2-2 国道 1 号線の状況

2) 国道 2 号線

国道 2 号線はインド国境の街プンツォリンからチュカを経て首都ティンブーに至る南北に走る道路である。インドの支援により建設され、自動車が走ることのできる道としてはブータンで最も古く、今でも DANTAK の管理下にある。首都から最寄りの国際空港パロへ至る道はチュカで分岐しており、同様に DANTAK の管理下にある。DANTAK はインド軍の駐屯地である西部の街ハに至る道路も管理下に置いている。首都ティンブーからパロへ至る道は DANTAK により拡幅整備されているが、一部で擁壁が施工されているものの、ほとんどの斜面は切りっ放しで保護工はほとんどなく、雨期中や豪雨のたびに斜面崩壊が発生し、道路に崩土が堆積する状況である。写真 2-3 にはパロからティンブーに至る道路の状況を示す。



地すべり跡地と想定される緩斜面



オーバーハングを形成する受け盤斜面



切土斜面遠景、裾の一部に擁壁



流れ盤すべりの跡地



擁壁工



DANTAK の管理を示す看板



ガリーの発達



河岸段丘層が露頭

写真 2-3 Paro- Thimphu (一部は国道 2 号線) の状況

3) 国道 3 号線

国道 3 号線は東部の街タシガンから南に下りインド国境の街サンドラップ・ジョガーに至る南北道路であり、国道 2 号線と同様に DANTAK が管理している。

4) 国道 4 号線

中部の街トンサからシェムガンを経てインド国境の街ゲレフに至る南北道路である。シェムガン手前のリオタラにおける斜面崩壊とゲレフ手前のボックス・カッティングと呼ばれる斜面崩壊（どちらも第3章3-2-1項で後述する）が顕著であるが、ほとんどの路線が急斜面の山肌を縫って走るため、上記のほかにも大小の崩壊が散見され、バイパス建設や道路拡幅が更に崩壊を助長している。管理は DOR であるが、トンサ付近ではダム建設車両の通過により道路、橋にダメージが生じている。シェムガン付近、Mangede Chhu 川沿いのバイパス区間はアジア開発銀行（Asian Development Bank : ADB）の支援により建設された。

写真 2-4 には今回の現地調査で確認した国道 4 号線の状況（リオタラとボックス・カッティングを除く）を示す。



Trongsa-Zhemgang : オーバーハング



Trongsa-Zhemgang : 溪流横断部



Trongsa-Zhemgang : 岩盤斜面



Trongsa-Zhemgang : 岩盤斜面



Zhemgang-Gelephu : 斜面崩壊



Zhemgang-Gelephu : 岩盤斜面



Zhemgang-Gelephu : 斜面崩壊



Zhemgang-Gelephu : 岩盤斜面



Zhemgang-Gelephu : 谷側のすべり
急傾斜すぎるため、擁壁等を立てられない。



Zhemgang-Gelephu : 左写真の路肩部
滑落崖が後退しつつあり、
道路が失われる恐れがある。



Zhemgang-Gelephu : 側のすべり
Box Cutting 崩壊地の近傍、バクサ層群の千枚岩
による崩壊。路肩が失われている。



Zhemgang-Gelephu : 左写真の山側斜面
浸食が著しく、更なる崩壊が予想できる。

写真 2 - 4 国道 4 号線の状況

5) 国道 5 号線

ブータン国内で唯一、幾何構造を考慮した国道といわれており、時速 50km での走行が可能である。ワンディポダンからダンプーを経て国道 4 号線の終点ゲレフまで南下する道路である。ワンディポダンからダンプーの手前まで、道路は Puna Tsang Chuu 川に沿って南下するが、この区間ではインド政府の支援によるダム建設が盛んであり、インドのコンストラクターのプラントやヤードが延々と続く区間がある。ブータン初のトンネルはダムの建設に伴って掘削されたものであり、総延長 1.8km のトンネルが国道 5 号線の迂回道路につくられたとのことである。4 号線ほど顕著な斜面崩壊は認められないが、急峻な斜面という厳しい地形条件は変わらず、特に岩盤斜面でのオーバーハングや抜け落ち跡が目立つ。またダム建設にかかわる地形改変も顕著であり、掘削土砂が道路沿いに無造作に放置されているのも目立つ。写真 2 - 5 には今回の現地調査で確認した国道 5 号線の状況を示す。



Gelephu-Sarpang : 河川の堆積域の状況



Gelephu-Sarpang : 堆積域の仮設道路状況



Gelephu-Sarpang : 岩盤斜面



Sarpang -Wangdi Phodrang : 岩盤斜面



Sarpang -Wangdi Phodrang : 切土遠景



Sarpang -Wangdi Phodrang : 河岸段丘の露頭



Sarpang -Wangdi Phodrang : 岩盤斜面



Sarpang -Wangdi Phodrang : 交通状況



Sarpang -Wangdi Phodrang : 交通状況
大型車両が多くみられる。



Sarpang -Wangdi Phodrang : 交通状況
ダム工事車両との擦れ違い。



Sarpang -Wangdi Phodrang : ダム工事現場の状況



Sarpang -Wangdi Phodrang : ダム工事現場の状況

写真 2-5 国道 5 号線の状況

2-3 関係省庁・機関の体制

2-3-1 公共事業・定住省道路局 (DOR)

(1) 道路維持管理体制及び維持管理システム

1) 組織体制について

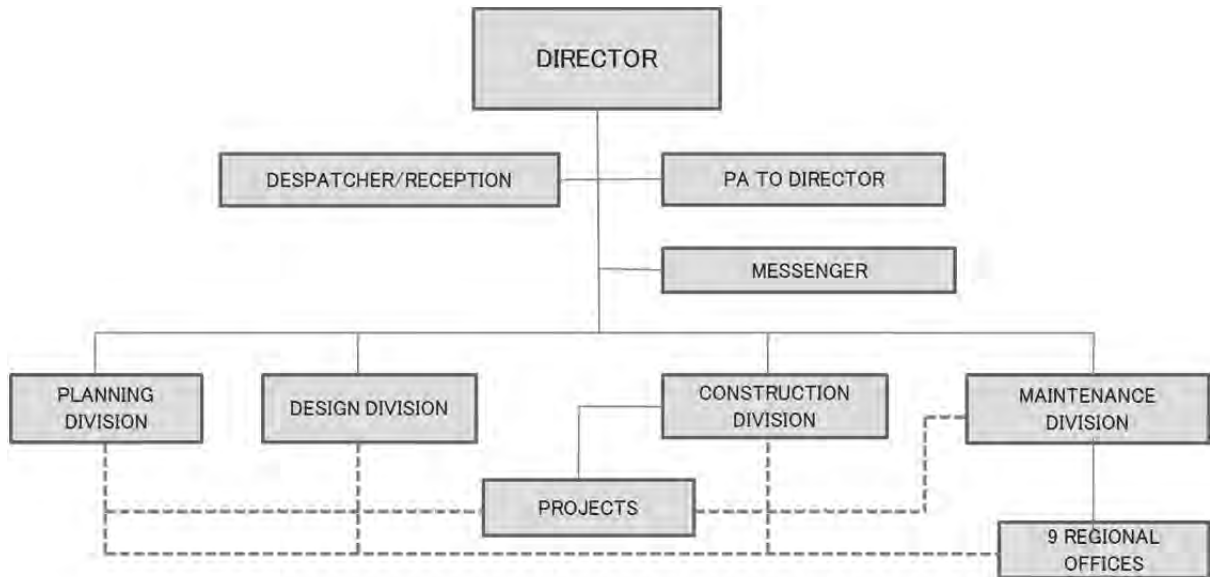
DOR の組織図を図 2-2~2-7 に示す。DOR は現在、組織改編を進めており、図 2-2~2-7 の組織図は新組織を示している。新組織では DOR 本部は以下の 4 つの Division に組織され、Chief Engineer (CE) が Division の長を務める。

- Planning Division
- Design Division
- Construction Division
- Maintenance Division

上記のうち、Maintenance Division が本格調査の主たるカウンターパート (Counterpart : C/P) として予定されている。

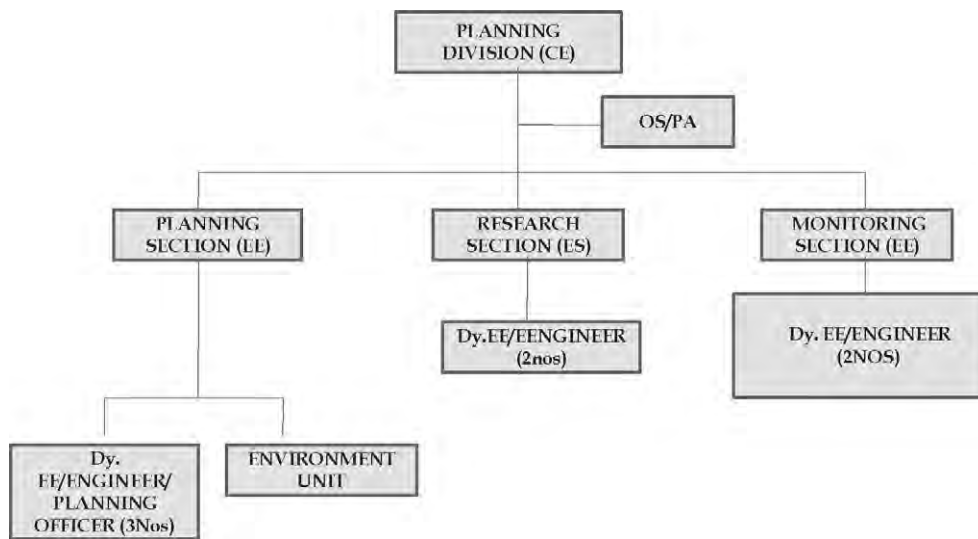
新組織では、地方事務所は Regional Office と呼ばれ、9 カ所の Regional Office でブータン全土をカバーする。旧組織では 8 カ所の Field Division が存在した。Regional Office の長は Chief Engineer が務め、下位に Executive Engineer が長を務める Construction

Division と Maintenance Division が従い、Regional Office 管内の建設工事と維持管理をそれぞれ担当する。各 Division の下位には Sub-Division と Section が従い、施工管理と維持管理の実際を担当する。最下位の Section には Assistant Engineer もしくは Junior Engineer が配属され、ロベイサ事務所の例では、Section の Junior Engineer にはモーターサイクルが提供され、道路の維持管理に従事しているとのことである。



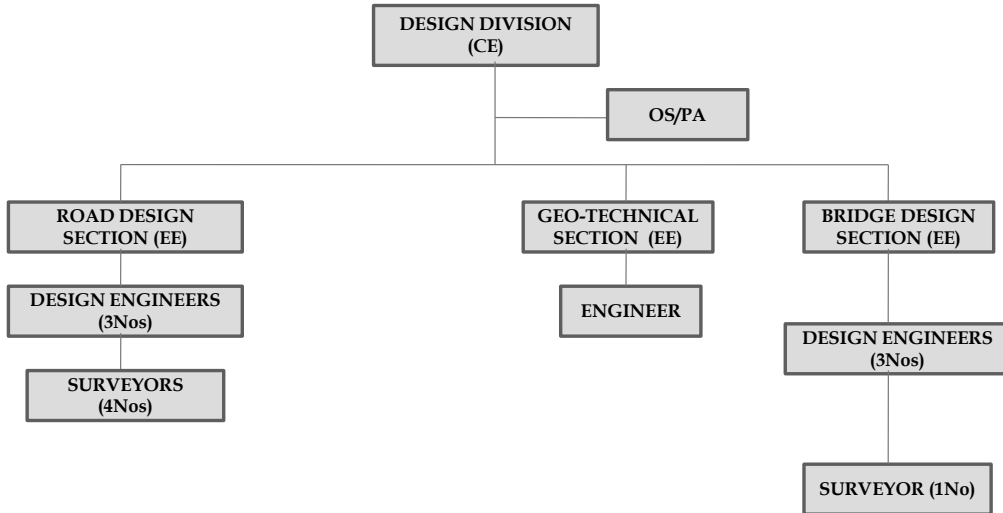
(出典：DOR)

図 2 - 2 DOR 組織図



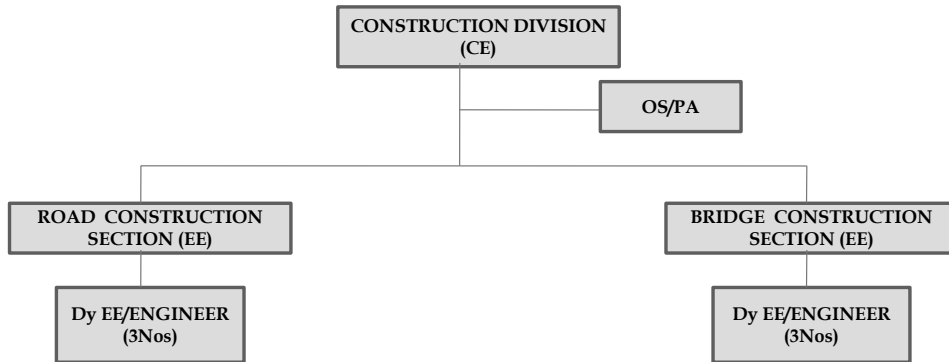
(出典：DOR)

図 2 - 3 DOR 組織図 (Planning Division)



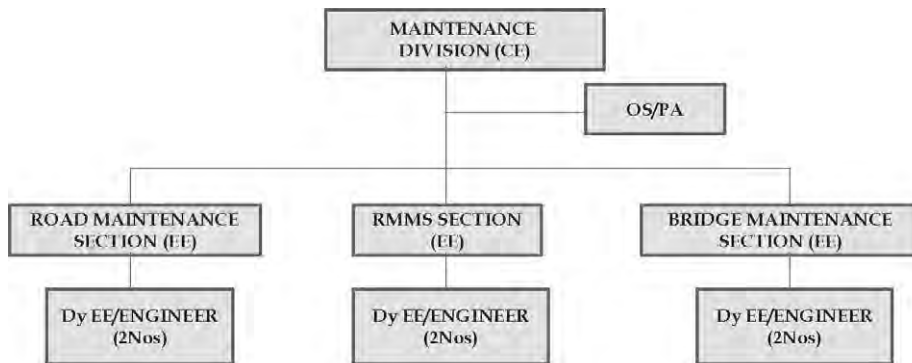
(出典：DOR)

図 2 - 4 DOR 組織図 (Design Division)



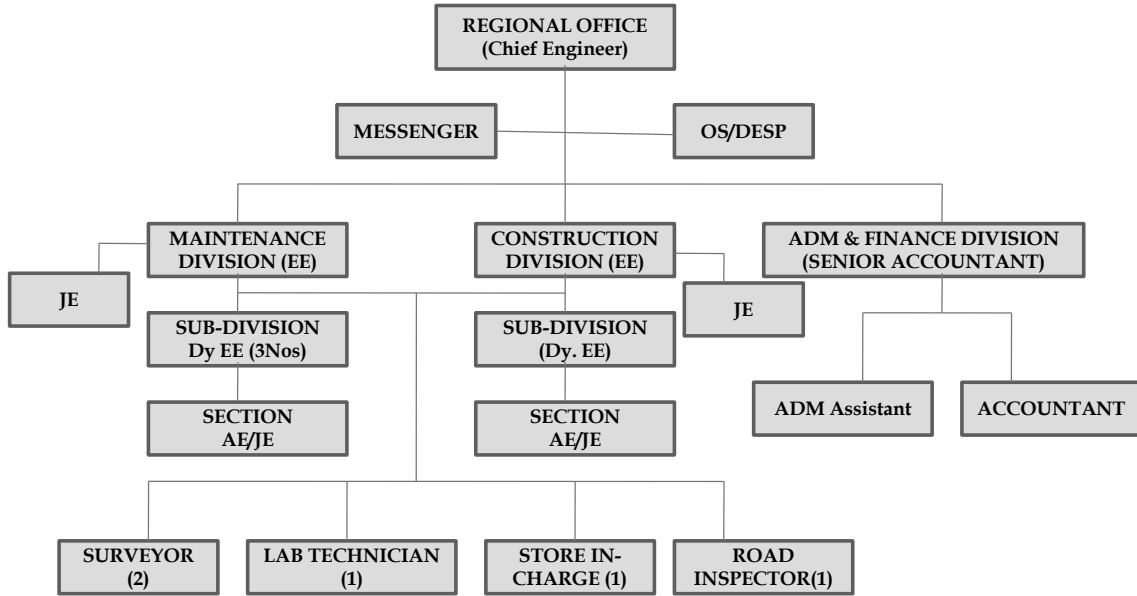
(出典：DOR)

図 2 - 5 DOR 組織図 (Construction Division)



(出典：DOR)

図 2 - 6 DOR 組織図 (Maintenance Division)



(出典：DOR)

図 2-7 DOR 組織図 (Regional Office)

2) 職員数と内訳 (組織別)

表 2-2 には収集資料 (付属資料 3 : R-18 「Staff List of DOR」) よりまとめた DOR 各組織のエンジニア数をまとめた。表 2-2 のリストが作成された時点で 208 名のエンジニアが在籍しており、その多くが地方事務所に配属されている。プロジェクト事務所には 32 名、DOR 本部には 33 名のエンジニアが配属されているが、プロジェクト事務所のエンジニアはプロジェクト終了後には本部に戻るか、地方事務所や別のプロジェクトに配属される。

DOR の技術者数に関して、DOR 本部の Geotechnical Engineer である Dilip 氏との面談では総計で 300~400 名という回答を得ており、表 2-2 との差が非常に大きい。一方で、同氏によると本部に約 20 名、Field Division に約 150 名の技術者が配属されており、この数字は表 2-2 と大差ない。差が大きいのはプロジェクトへの配属数であるため、収集資料 (付属資料 3 : R-18 「Staff List of DOR」) には、プロジェクト配属技術者の一部が漏れている可能性がある。

表 2-2 Number of Engineers in DOR

Division/Project	Number of Staff	Organization	Sub Total
Trongsa	15	Field Division	143
Zhemgang	18		
Sarpang	21		
Thimphu	13		
Phuntsholing	24		
Lobeysa	14		

Lingmethang	17		
Trashigang	21		
Gyalpoishing Nanglum	11	Project	32
Panbang Road Project	11		
RNP- II , Gedu	8		
ORIO Project	2		
I & DD	8		
Survey & Design Division	7	HQ	33
Bridge Division	8		
Road Division	4		
RNP- II , SASEC, HQ	4		
GOI, HQ	2		
Total	208		

(出典：DOR)

DOR のエンジニアは常時雇用であるが、より良い待遇を求めて転職する者が多く、定年まで勤める者がいる一方、数年勤務した後、より良い収入を得られる組織・ポジションに転職する者も少なくない。

現在 8 カ所ある Field Division には、エンジニアのほかに技術・経験を積んだ労働者を含む Supporting Staff が 10 名ほど配属されている。

3) 維持管理について

維持管理に関して、DOR は以下の 4 種類の維持管理を実施している。

① 日常的な維持管理 (Daily Maintenance)

日常的な維持管理として、排水設備の清掃と週 2~3 回の道路のパトロールを実施している。

② 定期的な維持管理 (Regular Maintenance)

定期的な維持管理として、年に 1 度のペースで以下の 4 項目を実施している。

- 舗装の補修
- 擁壁の補修
- 排水設備の補修
- 崩土の除去

③ 緊急的な維持管理 (Emergency Maintenance)

緊急的な維持管理は災害発生に対応して実施しており、上記②定期的な維持管理と同じ項目を実施している。

④ 予防的な維持管理 (Preventive Maintenance)

予防的な維持管理として、災害の発生した箇所、あるいは道路拡幅工事後にクラックを発見した場合、以下を実施している。

- 擁壁の新設

- 斜面の整形

道路拡幅に伴う切土は人為的な斜面崩壊の主たる誘因のひとつだが、DOR は道路拡幅とそれに伴う斜面崩壊に関して、以下のように対処しているとのことである。

- 切土を施工してから、しばらく放置する。

- 表層の浸食のほかにも何も起きなかった場合には対策は何もしない。特に南部の亜熱帯気候の地域では植生がすぐに斜面に侵入するため、対策を施す必要性が減少する。

- クラック等が発生して危険と判断される斜面には擁壁を設置する。

Field Division は緊急的な維持管理を含む維持管理作業を外注しており、エクスカベーター等必要な機材等はコントラクターが保有している。ロベイサ、リンメタン、タシガン、サルパンの 4 Field Division ではパフォーマンスベースコントラクト (PBC) で維持管理作業を外注しており、先進的な取り組みとして注目されている。PBC の導入は前政権時代にブータン政府業務の効率化を請け負ったコンサルタント (マッキンゼー・アンド・カンパニー) の提案によるものである。

(2) 道路維持管理予算

2012 年に発行された公共事業・定住省 (MoWHS) の Annual Report (付属資料 3. 収集資料 R-1) より、2011-2012 会計年度で認められた DOR の道路維持管理予算を抜粋・集計し、表 2-3 にまとめた。

Road Asset Management and Maintenance の予算として、10 億 5,900 万 Nu. の予算が計上されていたが、そのほとんどが道路の線形改良と舗装の更新・新設に使われている。崩積土砂の除去とバイオエンジニアリング、法枠工を含む斜面災害関連予算は C2、C5、C8 が該当し、合計で 5,700 万 Nu. 計上されていた。

表 2-3 Budget for Road Asset Management and Maintenance FY2011-2012

No.	Number of Staff	Approved Budget (Million Nu.)
C1	Road Resurfacing / Black Topping	292
C2	Monsoon Restoration Works	38
C3	River Training and Bridge	34
C4	Strengthening / Protection Works	7
C5	Crash Barrier	18
C6	Roadside Slope Stabilization and Bioengineering	22
C7	Road Geometrics Improvement	477
C8	Culverts, Crib-walls and Drainage Works	1
C9	Patch Repairs and Fog Sealing	0
C10	Snow Clearance Works	3
C11	Survey, Investigation, Design, and Research Tools and Plants	31
C12	Advanced Survey and Research Tools and Plants	0

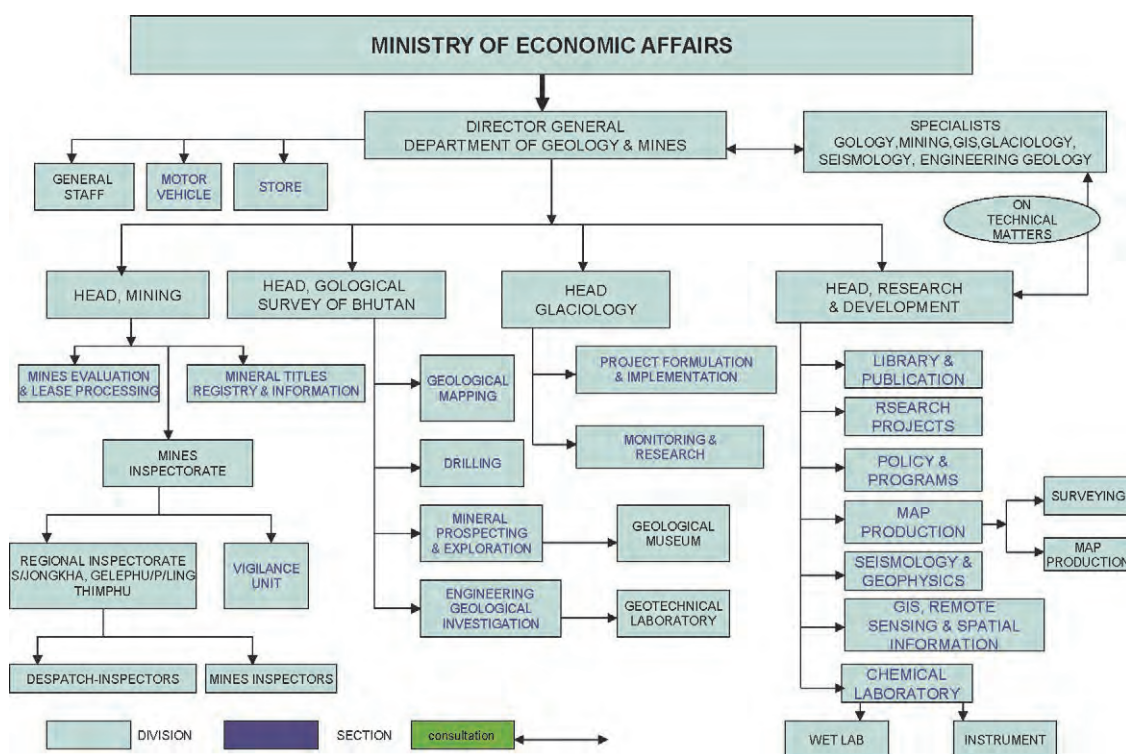
C13	Routine Maintenance of Roads	130
C14	Routine Maintenance of Bridges	7
C15	Compensation for Structure, Crops and Land	0
Total		1,059

(出典：DOR)

2-3-2 経済省地質鉱山局 (DGM)

(1) 組織・体制

DGM は経済省 (Ministry of Economic Affairs : MoEA) に所属し、ブータンにおける地質調査・地下資源調査を一手に担う組織であるだけでなく、担当省庁から依頼を受けて建物や橋の基礎を対象としたジオテク業務や地すべりに関連したジオテク業務を実施するほか、近年の地球温暖化の進行でブータンに深刻な脅威を与えている氷河湖決壊洪水 (Glacial Lake Outburst Flood : GLOF) 対策も担当している。DOR とは道路沿いに発生した地すべりに関連するジオテク業務のほか、橋梁基礎のジオテク業務でも協力している。図 2-8 に DGM の組織図を示す。



(出典：DGM)

図 2-8 DGM 組織図

(2) 予算

第 10 次 5 年計画において DGM に配分された予算は 8 億 8,855 万 2,000Nu. であり、これは地球環境ファシリティ (Global Environment Facility : GEF) から資金提供された GLOF プロジェクトの予算を含んでいる。

2-4 国道の斜面防災の現況と課題

(1) 組織・体制

DOR 本部では Maintenance Division が斜面防災対策を担当しており、現地の作業は全国で 8 カ所ある Field Division の Maintenance Division が担当している。

(2) 予算

表 2-4 に収集資料（付属資料 3 : R-14、R-15）から整理した斜面对策予算とモンスーンによる復旧費用を示す。

表 2-4 斜面对策予算とモンスーンによる復旧費用

(単位：百万 Nu.)

会計年度	当初予算	復 旧		
		合 計	恒久対策工	崩土除去
2013-2014	141.088	206.475	105.803	100.672
2011-2012	81.000	115.414	53.951	61.463

(出典：DOR)

2013-2014 会計年度の当初予算は、2011-2012 会計年度に生じた復旧費用を上回る金額を確保していたが、同年度のモンスーン復旧費用はそれを更に 6,500 万 Nu. も上回る結果となった。これは道路拡幅の進展に伴い不安定化した斜面が増えたことによるものと推定される。

ヒアリングによると、防災予算のうち、斜面崩壊による崩土の除去に必要な予算として各 Field Division に 250 万 Nu. が暫定的に配分されるが、その額は実際の災害規模により増減するとのことである。

(3) 技術的側面

1) 道路防災対策

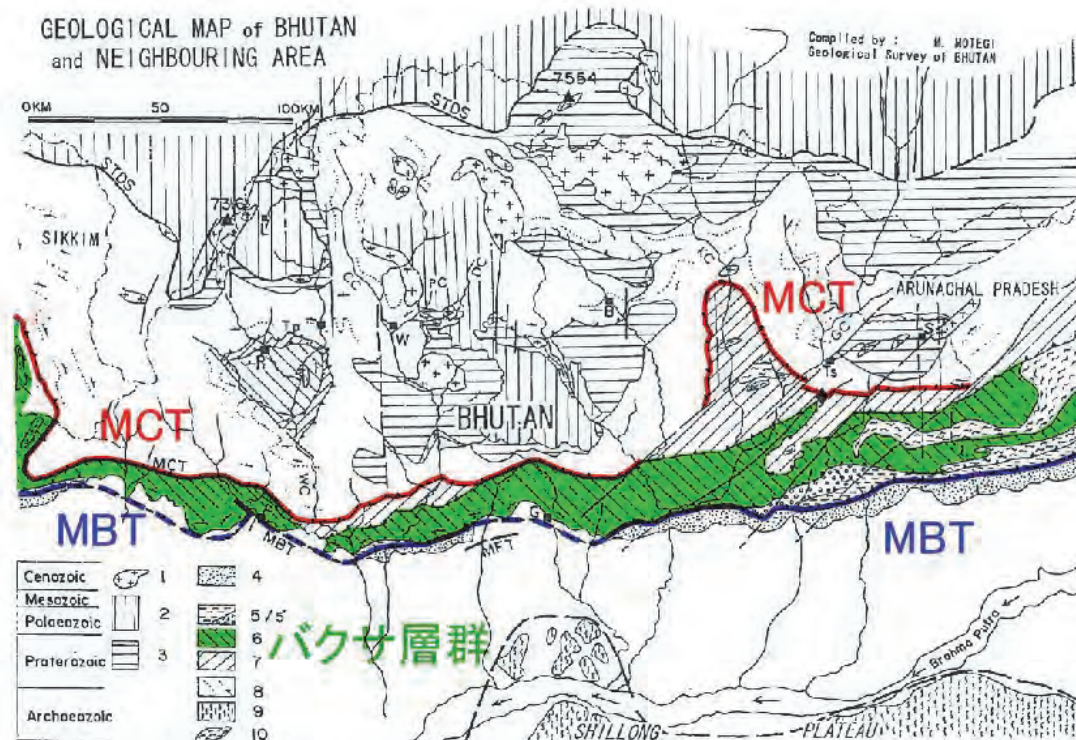
ここでは主に斜面对策について述べる。

ブータンの道路斜面は同国に特有な地形と地質の影響を強く受ける。ヒマラヤ山脈の造山運動に伴う隆起と、同じくヒマラヤに端を発し急流をなして流下する河川の浸食により、ブータンの山地斜面は世界でもまれにみるほどの急傾斜を呈している。加えて、尾根や遷急線から河谷までは非常に大きな比高を呈しており、河谷から立ち上がった急傾斜の斜面が遷急線まで延々と続くという、道路建設には過酷な地形条件下にある。

図 2-9 にはブータンの地質図を示す。

ブータンには北から、つまり標高の高い方から順にテチス堆積物、優白色花崗岩と片麻岩類をはじめとするグレーターヒマラヤ変成岩、レッサーヒマラヤ変堆積岩類、及び新第三系シワリク層という時代や成因、変成度の異なる地質が、主中央衝上断層 (Main Central Thrust : MCT) や主境界衝上断層 (Main Boundary Thrust : MBT) をはじめとする幾つもの衝上断層を境に接しており、新しい地層が古い地層の下位に潜り込むような形で分布している。成因や変成作用を背景として、ブータンに分布する地質には層理、片理、葉理などの面構造の発達が顕著に認められ、加えて褶曲による破断や構造運動により揉まれた脆弱

部なども露頭では頻繁に確認される。加えてバクサ層群の千枚岩は、面構造により剥がれやすい上に岩質が脆弱であり、さらに乾湿繰り返しによるスレーキングも疑われる問題地質である。



ブータン周辺地質図 (GSB, 2001の一部)。1=優白色花崗岩, 2=含化石テチス, 3=先カンブリアのテチス, 4=シワリク, 5/5'=ゴンドワナ層群, 6=バクサ層群, 7=シュマルル層, 8=片麻岩帯, 9=シロン山地, 10=Tectonic Enclave (◆はバルソンの位置を示す)。地名の略号: B=プムタン, G=ゲレフ, P=プンツォリン, Tp=ティンブー, Ts=タシガン, W=ウォンディポダン, L=リンシ, Pr=パロ, S=サクテン。河川名の略号: CC=チャンチュウ, DC=ダンチュウ, GC=ガムリチュウ, KC=クリチュウ, PC=ベチュウ, WC=ワンチュウ。

(出典: 地質ニュース 567号地質調査総合センター2001)

図2-9 ブータン地質図 (MCTとMBT及びバクサ層群を強調表示)

急傾斜長大斜面、すべりの発生しやすい面構造の発達、不規則に発達する脆弱部、問題地質の存在など、切土による山岳道路建設には不利な条件が揃っているにもかかわらず、資金的な制約及び技術的な制約により、ブータンにおける道路建設は斜面对策に対して十分な配慮を払っているとはいえない。道路拡幅などで山を切り込んだ場合、DORの斜面对策は本章2-3-1項に前述したとおり、切土後しばらく放置して変状が生じなかった場合は対策を施さず、変状が生じた場合は擁壁を建設するというものである。サイト調査で見て回った限り、擁壁はそれなりの数が認められたものの、ほとんどの切土斜面は無処理で放置されており、斜面保護工のみならず法面排水工や縦排水工などもほとんど認められず、法肩のラウンディングや法肩に沿う排水工などもほとんど確認できなかった。

ブータンで実施されている主な斜面对策工を以下に示し、写真2-6に現地で確認した写真を示す。

- 石積み擁壁工
- ガビオン擁壁工

- 切土小段
- 法枠工（アンカーなし）
- コンクリート吹付工
- 表面排水工、暗渠排水工（French Drain）
- バイオエンジニアリング（緑化による斜面安定工、主に Rural Road が対象）
- チェックダム



石積み擁壁工（施工中）
国道1号線



石積み擁壁工
国道1号線（ドチュ・ラ峠付近）



石積み擁壁工
国道1号線（ドチュ・ラ峠-Lobeysa）



ガビオン、法枠工（残骸）、石積み擁壁工
国道1号線（Trongsa 地すべり）



表面排水工
国道1号線 (Trongsa 地すべり)



切土小段造成
国道4号線 (Reotala 崩壊)



破壊された石積み擁壁工
国道4号線 (Zhemgang-Gelephu)



石積み擁壁工
国道4号線 (Zhemgang-Gelephu)



谷側の石積み擁壁工、基礎が流出
国道4号線 (Zhemgang-Gelephu)



ガビオン擁壁工
国道4号線 (Zhemgang-Gelephu)

写真2-6 ブータンにおける斜面对策工

上記のうち、バイオエンジニアリングは植生を利用して斜面安定を図る方法で世界銀行 (World Bank : WB) の資金でオランダの援助機関 SNV が実施した地方アクセスプロジェクト (Rural Access Project : RAP) で導入されたものであり、主に Rural Road を対象としている。

一方で、アンカー工やロックボルト工、抑止杭などの抑止工はほとんど導入されておらず、わずかに日本の無償資金協力（第3次橋梁架け替え計画）で建設された Loring 橋の取り付け道路で、吹付コンクリート+ロックボルト工とアンカー工を併用したコンクリート矢板による擁壁工が確認されたのみである。写真2-7にはその現地写真を示す。



コンクリート吹付+ロックボルト工
国道5号線（Sarpang-Damphu）



アンカー工+コンクリート矢板工
国道5号線（Sarpang-Damphu）

写真2-7 国道5号線ローリング橋における斜面对策工（第3次橋梁架け替え計画で実施）

斜面对策工以外にも、斜面对策は降雨量規制による通行止めなどのソフト対策を含むが、ブータンではまだ実施されていない。

2) データベースの整備

DOR は以下のデータベースを運用している。

- Road Inventory System（オフラインでの運用）
- Road Information System（一般向けに Web で公開、通行止め情報、工事情報を流す、URL:
<http://www.mowhs.gov.bt/dor/>）
- Landslide Management System（現在構築中。災害箇所の inventory）
- Bridge Inventory System（オフラインでの運用）
- RMMS（Road Maintenance Management System, HDM4 アセットマネジメント）

上記のデータベースは Spread Sheet 形式で構築しており、地理情報システム（Geographic Information System : GIS）は導入していない。DOR は GIS ソフトウェアを所有しておらず、GIS エンジニアもいない。

3) 情報システムの整備

上記のデータベースのうち、情報システムとして運用されているといえるのは、一般向けに Web で公開されている Road Information System のみである。

2-5 他ドナーによる支援の動向

(1) 世界銀行（WB）

WB の支援によるプロジェクトは下記の RAP のみである。

- RAP, Rural Access Project（~2009）：オランダの援助機関 SNV による Rural Road を対象とした簡易な斜面对策のプロジェクトに出資。

(2) アジア開発銀行 (ADB)

ADB はこれまでに以下の3プロジェクトを実施してきた。このうち、RNP2が現在実施中である。

- RIP, Road Improvement Project (~2005、完了)
- RNP 1, Road Network Project 1 (完了)
 - Trongsa ~ Gelephu: Resurfacing
 - Maching ~ Bongo: New Dzhongkhag Road
 - Wandigang ~ Tintibi Bypass: New Road
 - Tekizam ~ Bjeena: New Dzhongkhag Road
 - Autsho ~ Gumrang: New Dzhongkhag Road
 - Garbathang ~ Chali: New Dzhongkhag Road
 - Kharungla ~ Kangpara: New Dzhongkhag Road
- RNP 2, Road Network Project 2 (Ongoing~2014)
 - Manitar ~ Raidak: New Highway
 - Raidak ~ Lhamoizaingkha
 - Pangbon ~ Nganglam
 - Sandrupcholing ~ Samrang

(3) インド国政府 (GOI)

インド国政府は (Government of India : GOI) 数多くの援助を実施している。DOR からは現在実施中の大プロジェクトとして下記を紹介された。

- Gyalposhing ~ Nganglam Project

(4) その他

オランダの援助機関とブータン政府が共同設立した ORIO プロジェクトが下記の道路開発を実施している。

- ORIO Project (Netherland + Royal Government of Bhutan)
 - Gesarling ~ Dalbari (Lhamoizingkha) : New Highway

本格調査は、道路沿い斜面を対象としたプロジェクトとしてはブータン国で2度目のプロジェクトとなるが、WB が資金を出した RAP は Rural Road を対象としていたため、主要国道沿いの斜面を対象としたプロジェクトとしてはブータンで最初のものとなる。

第3章 プロジェクトの概要

3-1 プロジェクトの基本計画

3-1-1 提案計画の活用目標

継続的に斜面防災点検が実施され、公共事業・定住省道路局（DOR）により斜面防災点検の記録「斜面カルテ」が維持・更新される。

3-1-2 活用による達成目標

危険度の高い斜面が抽出され、DORにより斜面对策計画やモニタリング計画が策定される。

3-1-3 成果

本プロジェクトでは以下の4つの成果を設定する。

成果1：斜面防災点検・診断のマニュアルが作成される。

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）を実施し、道路斜面台帳と斜面カルテが作成される。

成果3：選定された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。

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。

成果1では、ブータンにおいて、斜面防災点検・診断を行うために必要なマニュアルとして、日本で実施している道路防災点検の実施要領をブータンの状況（気象、地形、地質、交通、実施体制・能力等）に合わせて作成する。点検対象項目は、①落石・崩壊、②岩盤崩壊、③地すべり、④土石流、⑤盛土、⑥擁壁を対象とするが、④～⑥は対象が少ないと想定している。

成果2では、成果1に基づき斜面防災点検を実施し、道路斜面台帳（インベントリー）と斜面カルテを作成する。また、斜面防災点検・診断をオンザジョブ・トレーニング（On-the-Job Training：OJT）としてDORの点検・診断能力の向上を図る。斜面防災点検（踏査・調査）を実施する調査対象区間は、National Highway上の主要都市間を想定しているが、詳細については、第1回ステアリング・コミッティ（Steering Committee：SC）において決定される予定。なお、調査区間は分割しない連続区間を基本とし、分割する場合においても2区間を超えないものとし、調査対象斜面は予算と工期の制約から2年間で400カ所を超えないものと想定している。

成果3は、成果2の結果をデータベース化しGISを用いてウェブベースで閲覧・更新できるシステムを構築する。

成果4は、以下の条件が満たされた場合に実施する。

- プロジェクト期間内に、DORが独自に対策工設計のための調査を実施する。
- プロジェクト期間内に、DORが独自に対策工の設計図書を完成する。

3-1-4 活動

(1) 成果1「斜面防災点検・診断のマニュアルが作成される」に対する活動

活動 1-1：斜面防災点検・診断のマニュアルを作成する。

活動 1-2：ブータンでの斜面災害タイプに対する専門用語を定義する。

活動 1-3：活動 1-1 で作成したマニュアルを現地状況に合わせてアップデートする。

成果 1 では斜面防災点検・診断のマニュアルを作成する。

活動 1-1 では、日本で実施している道路防災点検の実施要領をブータンの状況（気象、地形、地質、交通、実施体制・能力等）に合わせるとともに、斜面防災点検の実施にあたり DOR 職員が参照し、指針とすることができるマニュアルを作成する。加えて、斜面防災点検の結果を記録・分析するために必要な「箇所別記録表」、「安定度調査表」、「被災履歴記録表」、「斜面カルテ」等の帳票フォーマットを検討し、ブータンの状況に合わせて作成する。作成にあたっては、プロジェクト終了後も DOR の技術者が独力で斜面点検を実施できるように配慮することが望ましい。そのため、日本で実施している防災点検における調査項目や記載項目等のブータンにおける適用の可否を検討するとともに、帳票自体の追加・廃止も検討する必要がある。

活動 1-2 では、斜面災害に対する国情が異なる日本のエンジニアと DOR のエンジニアがスムーズに意思疎通できるように、斜面災害タイプに対する専門用語を定義する。並びに、斜面カルテに記載する「想定される斜面災害に対する標準的な対策工」を DOR と協議する。ブータンにおける「標準的な対策工」を設定するにあたっては 3-2-2 項の (3) 4) ⑤に記載する留意事項に十分な注意を払う必要があり、また、斜面災害の規模や性状、現地条件によっては、斜面对策工を実施するよりもトンネルや橋梁による回避が、経済的・技術的に妥当と考えられる場合には、必要に応じて代替の対策工の可能性も検討する。

活動 1-3 では、現地調査で得た経験・知見を生かして、活動 1-1 で作成したマニュアルと帳票フォーマットをブータンの状況により適合するように更新する。

(2) 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）を実施し、道路斜面台帳と斜面カルテが作成される」に対する活動

活動 2-1：災害履歴及び対策工に関する情報を収集する。

活動 2-2：危険度から調査実施区間を選定する。

活動 2-3：空中写真判読・地形解析により、活動 2-2 の調査実施区間を対象に斜面のスクリーニングを行う。

活動 2-4：活動 2-3 のスクリーニング結果を現地確認し、調査対象斜面を選定する。

活動 2-5：活動 2-4 の調査対象斜面について詳細踏査を行い、斜面カルテを作成するための道路斜面台帳を作成する。

活動 2-6：典型的な斜面災害のメカニズムを把握するために、調査ボーリングと弾性波探査を含む追加調査を 2 箇所の代表斜面において実施する。

活動 2-7：踏査・調査結果を分析・整理し、斜面カルテを作成する。

活動 2-8：DOR 職員を対象に、斜面防災点検と斜面カルテの運用に関して、OJT を含むトレーニングを実施する。

成果2にかかわる活動は斜面防災点検の実施そのものであり、活動を通じてカウンターパート（C/P）への技術移転をOJTベースで実施する。

活動2-1、活動2-2、活動2-3は、調査を実施する斜面を選定するスクリーニング作業となる。活動2-1では、全国の地形、災害履歴と対策工に関する情報をDORから収集し、整理する。活動2-2では、活動2-1の情報及び現地確認、DORへのヒアリング等から危険度を判定するとともに、調査を実施する区間を選定する。都市部・平地部など、斜面災害のリスクのない区間を除外する。緩斜面に関しては地すべりのおそれがあるため、除外する際には慎重を期するべきであり、現地確認やDORへのヒアリングなどを実施して、除外するか否かを定めることが望ましい。活動2-2で使用する地図は5万分の1地形図を想定している。活動2-3では、空中写真判読及び大縮尺地形図を用いた地形解析を実施して、活動2-2で選定した区間から斜面をスクリーニングすることを想定しているが、ブータン国内では空中写真及び大縮尺地形図の入手は困難と予想されるため、代替手段として高解像度の衛星写真を用いることが想定できる。実体視可能な衛星写真が入手できた場合は、実体視によるスクリーニングを実施するが、実体視可能な衛星写真が入手できない場合は次の活動2-4における現地判断の比重が大きくなる。

活動2-4では、活動2-3でスクリーニングした斜面を現地で確認し、調査対象の斜面を最終選定する。選定にあたっては現地にDORのC/Pを同行し、斜面選定への参加と合意を求めること。加えて、ブータン国には長大斜面が多いため、調査対象斜面の選定にあたっては、作業能率や管理の容易さを考慮して、長大斜面を適宜分割して選定することや調査範囲を限定することが必要となる。この点に関してもDORと合意が必要となる。

活動2-5以降の詳細踏査と斜面カルテの取りまとめに要する時間を確保するために、活動2-1～2-4は雨期明け以前に完了することが望ましいが、活動2-4は現地作業を伴うことから、雨期中の実施には災害による道路寸断に伴う孤立などの危険性もあるため、状況に応じた判断が必要となる。しかし、少なくとも活動2-3までは雨期明け以前に終了しておくことが望ましい。

活動2-5は斜面防災点検の詳細踏査・調査そのものと、道路斜面台帳の作成である。道路斜面台帳は調査を実施した斜面のリストであり、箇所別記録票、安定度調査票等で構成され、管理番号、点検対象項目、路線名、位置情報、交通量、迂回路等のインベントリーのほか、調査所見、被災履歴、災害履歴の有無、点検結果（安定度評価結果）、予想災害規模、想定対策工等の情報を含む。作業の実施にあたっては活動1-1の帳票フォーマットを使用して箇所別記録票や安定度調査票を作成することを想定している。

調査箇所数を確保するために、活動2-5は雨期明け後すぐに開始することが望ましい。2年間のプロジェクト期間内に最大400カ所の斜面を詳細踏査する計画であるが、これは以下の前提に立っている。

- 10～4月を斜面カルテのための詳細踏査期間とする。
- 日本人専門家1名とC/P1名により構成される調査チームを2チーム編成する。日本人専門家の内、総括を含む3名は斜面防災点検の現地作業とOJTを担当し、10月から翌年4月にかけて、ブータン国内で常時2チームを稼働できる体制をとる。
- 1チーム当たりの現場稼働可能日数は、10月、11月は18日、12月、1月は15日、2～4月はカルテ作成・詳細調査実施により詳細踏査に割く時間が減るとして10日と想定し

た。現場までの移動時間と作業量及び作業の困難さを考慮して、作業効率は1チームにつき1日当たり1斜面と想定した。

活動 2-6 は、ブータンにおける典型的な斜面災害のメカニズムや素因・誘因を理解するために、特に2カ所の代表斜面を選定してボーリング調査と物理探査（弾性波探査・電気探査）を中心とした追加調査を実施するものである。危険な斜面を対象とするよりも、ブータンで典型的な斜面災害を調査することを意図しており、追加調査により得た情報を他の斜面災害地点のメカニズムや素因・誘因の把握に役立てることを想定している。

活動 2-7 は、斜面カルテを作成する活動であり、活動 2-5、活動 2-6 の結果に基づき、道路斜面台帳（箇所別記録表、安定度調査表等）を基に分析・整理し、活動 1-1 の帳票フォーマットを使用して斜面カルテを作成する。斜面カルテには、総合評価（①対策工が必要、②カルテ対応）、総合評価根拠や点検箇所及び方法等のコメント、着目すべき変状、点検の時期、想定される災害形態、変状が出たときの対応等について記載する。なお、変状が出たときの対応等については、道路維持管理専門家によるメンテナンスに関する助言を反映させる。また、斜面カルテにおける総合評価として「対策工が必要」と判定された斜面について、優先度を検討し、特に優先度の高い斜面（トンネルや橋梁による別路線が示された斜面を含む）2～3カ所については、概算事業費（事業規模の把握程度）を算出するものとする。

活動 2-8 は、成果 2 にかかわる活動を通じて C/P への技術移転を OJT ベースで実施する。調査対象斜面のスクリーニング、詳細踏査、点検結果の分析・整理及び斜面カルテの作成にとどまらず、斜面カルテを活用し斜面管理マスタープラン（点検・モニタリング計画及び対策計画）を作成する方法についても DOR に OJT を通じて技術移転する。また、OJT を通じた技術移転に加え、DOR のみならず道路防災にかかわるブータン側の関係者に対して意見の聴取及び調査成果の周知・活用が図られるよう、ワークショップ／セミナーを少なくとも2回開催する。日本における道路防災の概要と斜面防災点検手法の実際の運用状況の理解促進のため、本邦研修を実施する。

（3）成果 3 「選定された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」に対する活動

活動 3-1：斜面カルテをはじめとした斜面防災点検結果を管理するための斜面防災データベースを整備する。

活動 3-2：斜面防災データベースの運用マニュアルを作成する。

成果 3 は、斜面防災点検結果のデータベース化／システム化である。

活動 3-1 では、斜面防災点検結果を管理する斜面防災データベースを構築する。データベースは GIS により構築されることが望ましく、地方事務所による閲覧／更新の容易さを考慮してウェブベースで閲覧・更新できるシステムを作成する。また、一般道路利用者が必要な情報について、ウェブベースでの閲覧も検討する。

活動 3-2 では、斜面防災データベースの運用マニュアルを作成するが、DOR には GIS エンジニアがいないため、DOR の一般エンジニアでもメンテナンス作業が容易にできるように、平易なマニュアルの作成が望ましい。同様に活動 3-1 においては、簡単にデータの更

新／追加などの作業が行えるようなシステムをフル・プルーフやフェイル・セーフに配慮して整備すると同時に、プロジェクト終了後に特別なメンテナンスが不要であるようなシステムを構築する必要がある。

- (4) 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」に対する活動

活動4-1：DORが作成した設計図書をレビューする。

活動4-2：対策工設計のために実施する調査に対して、助言を与える。

成果4は、斜面カルテを作成した斜面のうち、DORが独自に斜面对策を実施する1、2カ所のパイロット・サイトに対して助言を与えるものであり、DORが行う対策工自体は本プロジェクトのスコープ外である。

活動4-1は、プロジェクト期間内にDORが独力で設計図書を完成した場合に実施する活動となる。

活動4-2は、DORが独力で実施する調査に対して、助言を与える活動となる。

いずれの活動もアドバイスを与える (To give advice) ものもであって、特定の対策工法を推薦する (To recommend something) ものではない点に留意が必要である。

3-1-5 外部要因とリスク分析

- (1) 成果達成のための外部条件

- ・本プロジェクトで育成されたC/P及びターゲットグループの職員が、各担当部署で業務を継続する。
- ・DORの当プロジェクト関連予算が申請され認められる。
- ・空中写真・地形図の入手ができる。
- ・高解像度の衛星写真を入手できる。
- ・パイロット・サイトでの斜面对策をDORが独力で設計／実施できる。
- ・パイロット・サイトでの斜面对策をDORが独力で設計／実施する予算が認められる。

- (2) 提案計画の活用による達成目標達成のための外務条件

- ・DORが斜面对策計画、モニタリング計画を実施する能力を備える。
- ・DORが斜面对策計画、モニタリング計画を実施する予算が認められる。

- (3) 提案計画の活用目標達成のための外務条件

- ・斜面防災点検の技術がDOR及びブータン国において普及し、全国道を対象とした斜面防災点検がDORにより継続される。
- ・全国道に対してDORが斜面防災点検を継続し、防災カルテを更新するための予算が認められる。

3-1-6 前提条件

実施機関及び政府の関係者から、本プロジェクトに対する理解及び協力が得られる。

3-1-7 投入計画

(1) 日本側投入

1) 人材（本邦専門家）

プロジェクト活動を実施するため、以下の分野構成によるコンサルタント・チームを派遣する。

- ・総括／斜面防災点検（防災点検及びマニュアル）
- ・斜面防災点検（防災点検）
- ・斜面防災点検（対策工）
- ・斜面防災データベース
- ・道路維持管理
- ・業務調整／斜面防災点検補助

2) 本邦研修

日本での研修はプロジェクトの初期もしくは中期に実施する。DOR は 9 カ所の地方事務所から各 1 名と本部から 3 名の計 12 名を受け入れるように求めている。

研修プログラムに含めるテーマは以下のような項目が想定される。

- 地方国道事務所における防災カルテの実態と運用
- 防災カルテ・データベースの実態と運用
- 日本における道路沿い斜面における災害と対策工の実例
- 降雨量による規制などのソフト対策

3) 現地国内研修

斜面防災点検、防災カルテの作成、斜面防災データベースの構築などの技術移転は OJT ベースで実施する。ブータンにおけるワークショップ／セミナーはプロジェクト期間中に 2 回開催する。

4) 供与機材

- ・調査用車両：2 台
- ・測量用 GPS：3 台
- ・レーザー測距儀（簡易な横断測量の可能なもの）：3 台

DOR はプロジェクトに資する交通手段が足りていないことから、プロジェクト車両 2 台の供与を求めている。

5) 現地活動費

① ローカルコンサルタント

斜面防災点検を実施する際、実施班の編成は日本人専門家＋C/P エンジニア＋助手（ローカル）が想定される。助手はローカルコンサルタントからローカルエンジニアを備上することが想定される。

また、追加調査のボーリング、弾性波探査、地形／横断測量などは現地再委託を想定する。

② 地形図

5 万分の 1 地形図を基図とした GIS データ（シェイプファイル）が国家土地委員会（NLC）で入手可能である。

③ 航空写真／衛星写真

航空写真の入手は困難と予想される。大縮尺地形図の入手も望み薄であるため、本格調査の実施にあたっては縮尺 1 万分の 1 もしくはそれ以上の縮尺に相当する解像度の衛星写真が必要となる。

④ GIS ソフトウェア

道路斜面台帳と斜面カルテを有効利用するためには、斜面台帳やカルテは GIS を活用したデータベースシステムとして整備することが望ましいが、DOR は GIS ソフトウェアを所有していないため、GIS ソフトウェアが必要となる。

(2) ブータン側投入

1) C/P の人員配置

ブータン側は、次節に述べるワーキング・グループのメンバーを本プロジェクトの C/P として配置する。

2) プロジェクト実施に必要な執務室及び施設設備の提供

ブータン側は JICA が派遣するコンサルタント・チームが執務するのに適したオフィス・スペースを提供する。執務スペースは、電気、水道、電話回線、WIFI インターネット接続などの必要な施設を備えたものとする。

3) プロジェクト実施に必要な費用負担

ブータン側はプロジェクト実施に必要なプロジェクト運営費を支出する。

ブータン側は供与される資機材のブータン国内での輸送と設置、運用、保守管理の費用を支出する。

4) その他

ブータン側は、JICA から提供される資機材を除いて、プロジェクトに必要な機械、機材、資材、機器、車両、道具、備品などを供給し、不備のある場合は交換する。

ブータン側はプロジェクトに必要な資料を提供する。

ブータン側は医療サービスに関する情報や身分証明・信用証明を JICA が派遣するコンサルタントに提供する。また、プロジェクトに関する資金の日本からの送金とブータン国内での利用に関して、JICA が派遣するコンサルタントに便宜を与える。

3-2 調査対象区間（案）

3-2-1 国道における現状と課題

ブータン国内の主要幹線国道のうち、パロ空港～ティンブー間は同国の最も重要な幹線であり交通量も多く、本格調査による道路斜面台帳と斜面カルテの整備が望まれる区間であるが、インドの国境道路組織である DANTAK が管理する区間に他ドナーが関与することを DOR が望んでいないため、実現は難しい。同様にインド国境の街プンツォリンから北上し、パロ空港への道路との分岐点チュヰムを経由して、首都ティンブーに至る国道 2 号線もブータンの最重要幹線であるが、同じく DANTAK 管理区間であり、この区間を対象とした本格調査の実施は難しい。

詳細計画策定調査の現地調査では、国道 1 号線のシモトカ～トンサ間、国道 4 号線のトンサ～シェムガン～ゲレフ間、国道 5 号線ゲレフ～サルパン～ワンディポダン間を確認した。以下に挙げる理由から、上記の区間では国道 1 号線のシモトカ～トンサ間、及び国道 4 号線のトン

サ～シエムガン～ゲレフ間が調査対象区間の候補に挙げられるだろう。

- 国道 1 号線はブータンを東西に結ぶ現状では唯一の道路であり、同国の重要幹線である。なかでもシモトカ～トンサ間は交通量が多くより重要度が高い。
- 国道 4 号線はトンサからインド国境の街ゲレフに南下する南北道路であり、首都ティンプーとの位置関係から、国道 2 号線、国道 5 号線に次ぐ重要度を占める。一方で、後述する **Reotala** 斜面崩壊や **Box Cutting** 斜面崩壊をはじめとする斜面崩壊や地すべりに悩まされており、さらに今後の斜面災害の発生が危惧される斜面も多い。このように斜面管理の必要性が高いため、国道 4 号線の上記区間は調査対象区間の候補となり得る。
- 国道 5 号線はワンディポダンからダンパー、サルパンを経てゲレフに南下する南北道路であり、沿道ではインドへの電力輸出を目的としたダム開発が盛んである。南北道路では国道 2 号線に次ぐ重要度をもつが、ダム開発のために道路や橋梁の整備が進んでいるため、状態は比較的良好である。道路沿い斜面は急峻であるが、国道 4 号線ほどの厳しい斜面災害にはさらされていない様子である。

国道 1 号線のトンサ以東については、既往報告書（ブータン国国道及び道路架橋整備計画事前調査報告書 1997 年 5 月 JICA）において、トンサ～モンガー間のセンゴール～ナムリン間とウラ付近で斜面崩壊の典型が認められると記載されている。加えてセンゴール付近で主中央衝上断層（MCT）が国道 1 号線を横切ることから、構造運動の影響を受けたレッサーヒマラヤ変堆積岩類が分布すると予想され、斜面崩壊が頻発していると予想される。DOR は日本側の関与を望んでいる様子であり、斜面管理の必要性も高く、本格調査の調査対象区間の候補となり得るが、トンサ以東の交通量は少ないため、優先度はやや低くなるだろう。

国道 3 号線は DANTAK の管理下にあり、ブータンにとっての重要度は他の幹線国道と比べてそれほど高くないと考えられるため、調査対象区間の候補からは外れるだろう。

以下に詳細計画策定調査の現地調査において確認した斜面災害発生箇所を記す。これらは DOR が調査団を案内した地点であり、DOR の対策優先度の高い箇所といえるだろう。

（1）Trongsa 地すべり（国道 1 号線）

トンサの県庁（Dzong）近傍のティンプー寄り、左側（山側）斜面で発生した斜面崩壊。2009 年のサイクロン・アイラにより崩壊が発生した。

斜面の傾斜はおおむね 30 度以下であり、谷側の右側斜面は棚田としての土地利用がなされている。地質は崩積土で、崩壊地の中ほどで湧水が認められる。崩壊発生時は吹き出すように噴出していたとのこと。崩壊の頭部には警察署の車庫があるが、滑落崖は後退を続けている模様である。上方斜面の学校や病院の建物、敷地にも小さなすべりや引っ張り亀裂が散見され、複合地すべりが斜面全体に発達しているものと推測する。

対策工としては、道路沿いに石積み擁壁が施工されているほか、崩壊地の中ほどにはガビオンによる擁壁も設けられている。崩壊地に法枠工の残骸が認められることから、法枠工も施工されている様子であるが詳細は不明である。湧水箇所の処置と湧水排除のための排水工は整備されておらず、水抜きボーリング工も認められない。ただし、崩壊の影響を受けていない隣接斜面では表面排水工の整備が認められた。

ブータン側もこの斜面全体に地すべりが発達していることを認識しており、経済省地質

鉦山局（DGM）が斜面全体の地すべり調査を行っている。

道路沿いの崩壊のみを対象とするならば、湧水箇所の処置と排水工の整備、水抜きボーリング工に加えて、斜面整形とアンカー＋法枠工（ブータン側で実施可能であれば）が対策として想定できる。



道路右側斜面の崩壊、法枠の残骸が散見され
斜面中ほどにガビオンが認められる。



滑落崖状況
崩壊地の中ほどに湧水を認める。



上方斜面、学校敷地での地すべり



下方斜面の棚田

写真 3-1 Trongsa 地すべりの状況

（2）Reotala 斜面崩壊（国道 4 号線）

トンサから Mangede Chhu 川沿いに南下する国道 4 号線で生じた大規模な斜面崩壊であり、トンサから約 30 km、シムガンからは約 6 km（いずれも直線距離）に位置する。

道路沿いの急傾斜斜面で生じた崩壊であり、DOR が崩壊で生じた岩塊や崩土の除去を実施している。除去した岩塊は強制落下で処理し、作業中は一時通行止めとしている。対策工として DOR は切土小段の造成を計画し、崩土の除去が終了次第、実施する予定。しかし崩積土砂の背後には急崖が迫っており、更なる崩壊の発生も懸念される。一方、谷側斜面も非常な急傾斜で、安定していない。崩積土は谷側に押し出しているのみで転圧を実施している様子はなく、また谷側盛土の安定を確保するために裾部に擁壁などを設置する余裕もないほど斜面が急である。数箇所で路肩まで崩壊の頭部が迫っており、1 車線がぎりぎり確保されている状況であり、谷側盛土／斜面の崩壊が道路を根こそぎすべらせても不

思議ではない。地質は面構造が発達した千枚岩（phyllite）であり、面に沿って分離しやすくすべりの素因となる。褶曲と亀裂の発達も目立ち、局所的な弱部の発達が懸念される。シェムガン側では斜面中ほどから湧き出す湧水が数箇所を確認され、崩積土の浸食が進んでいるため、水の処理も重要である。モンスーン期には湧水量は更に増えるとのこと。

崩壊の形態としては、最初は岩すべりが発生し、崩積土すべりに移行したものと考えられる。雨期のたびに崩壊が発生し、4号線の交通確保上、大きな問題となっている。非常に急な斜面が斜面对策工の適応を阻んでおり、想定される対策工は別線でのトンネルである。

写真3-2には Reotala 斜面崩壊の状況を示す。



山側斜面、崩積土の状況



谷側の状況、路肩まで崩壊が迫る。



終点側湧水状況



岩塊を含む崩積土



1車線がぎりぎり確保されている。



谷側斜面、非常に急である。

写真3-2 Reotala 斜面崩壊の状況

(3) Box Cutting 斜面崩壊 (国道4号線)

国道4号線のゲレフ付近で発生している斜面崩壊であり、ゲレフから直線距離で約10kmに位置する。ブータン南部で東西方向に分布し、各地で地すべりを生じさせているバクサ層群(Baxa Formation)の千枚岩(phyllite)が分布する。目視観察から判断するとBox Cuttingの千枚岩は前述したリオタラの千枚岩よりも脆弱であり、露頭では揉まれた状況が認められ、細片状に割れやすく、手で割ることができる場合もある。湧水箇所では表流水による浸食が発達しており、岩質の悪さが理解できる。一方で斜面は急傾斜を呈することから、地中で応力が解放されていない状態、あるいは乾燥と湿潤の繰り返しに曝されない状態であれば、千枚岩はある程度の岩質を維持していると思われる。露頭での観察から、Box Cuttingの千枚岩はスレーキング(乾燥と湿潤の繰り返しにより軟岩が細片化、土砂化する現象)を生じていると推測する。

Box Cuttingの崩壊は10年以上前から生じており、雨期には毎日のように崩壊を生じるため、DORは5台のエクスカベーターを待機させている。他の崩壊地と同様に、災害発生時に山から生じた崩土を谷側に押し出して道路を確保しているため、谷側の盛土には適切な転圧が施されておらず、また急傾斜斜面に乗っているだけで盛土基礎の安定も確保されていないため、雨期には谷側の盛土は次々にすべりを生じる。一方、山側では斜面の至る所で湧水を生じ、崩壊も進行している。

斜面の傾斜は急で、谷側盛土の安定を確保するための擁壁などを設置する余裕もないほどである。数箇所では路肩まで崩壊の頭部が迫っており、1車線がようやく確保できる状況である。DORは対策として谷側の斜面にガビオンの擁壁を何段も置いて、木杭を打つという対策を予定しているが、斜面上の荷重が増すのみであり、根本的な解決にはならないことが想定される。急な斜面と脆弱な岩質が斜面对策工の適応を阻んでおり、想定される対策工は別線でのトンネルである。



千枚岩の露頭、細かく碎けやすい。



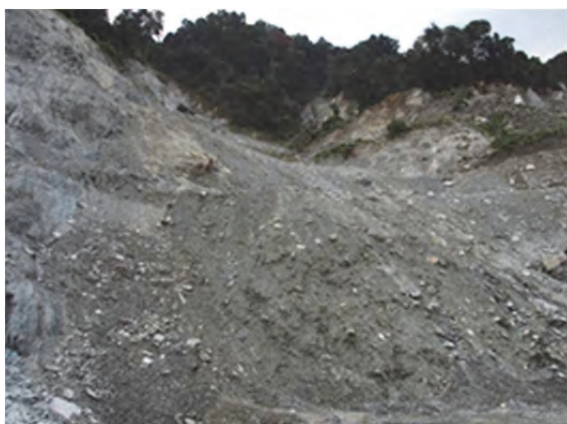
崩壊地状況



湧水による浸食



千枚岩には複雑な面構造が発達する



崩積土の背後には急崖がせまる



急傾斜を呈する谷側斜面

写真 3-3 Box Cutting 斜面崩壊の状況

(4) スレイ斜面崩壊 (国道 4 号線)

国道 4 号線のシエムガン～ゲレフで発生している斜面崩壊であり、前述の Box Cutting 崩壊よりもシエムガン寄り、ゲレフから直線距離で約 12km に位置する。

谷側が非常な急斜面であり、谷側で発生したすべりが路肩に迫っている状況である。滑

落崖の後退が認められ、舗装の路肩部分に段差を伴う開口亀裂が生じている。

谷側斜面は非常に急傾斜であり、擁壁の建設を含む斜面对策の実施は困難であるが、DORは山側に切り込んで道路を確保する方針である。山側斜面は安定しているため、DORの対策案は有効であると考えられる。

写真3-4にはスレイ斜面崩壊の状況を示す。



急傾斜を呈する谷側斜面



現在の滑落崖(左)と滑落崖の後退を示唆する開口亀裂



路面状況、開口亀裂が道路センター付近まで迫る 開口亀裂拡大。開口幅は約30cm強。段差を伴う。一方、山側斜面は安定している。



写真3-4 スレイ斜面崩壊の状況

(5) Box Cutting 手前の斜面崩壊 (国道4号線)

国道4号線、前述したBox Cutting崩壊のシムガン寄り、Box Cuttingから直線距離で約1km南東に位置する。

地質状況、地形状況はBox Cutting崩壊とほぼ同様であり、バクサ層群千枚岩の問題も同様である。ただし山側斜面が低いため、山側に切り込むことが可能であり、道路を岩盤上に移動できれば、崩壊は落ち着くと想定できるが、バクサ層群千枚岩の風化・スレーキング特性を確認し、必要なら風化・スレーキング対策を施す必要がある。また、斜面上部には高圧鉄塔が位置しているため、移設の必要が生じる可能性がある。

写真3-5にはBox Cutting手前の斜面崩壊の状況を示す。



山側斜面の状況、ガリー浸食が顕著



谷側斜面の状況、弱面に沿って楔状に抜け落ちたような状況だが、スレーキングと思しき斜面劣化も認められる。



千枚岩の露頭、細かく砕けやすいだけでなく、構造運動の影響で揉まれている。



遠景、山が低いいため切り込むことが可能だが、高圧電線鉄塔に影響する可能性がある。

写真 3-5 Box Cutting 手前の斜面崩壊の状況

3-2-2 調査計画の概要

(1) 調査対象区間選定の基本方針

調査対象区間を選定する際の基本方針を以下に列挙する。

- Primary National Highway、もしくは Secondary National Highway から選定する。
- 主要都市間の連続した区間として選定する。調査対象区間は 2 区間まで。
- 調査対象斜面数は 400 カ所まで。距離として考えるとおおむね 500km まで（参考：2011 年 6 月時点での Primary National Highway の総延長は約 1,760km）。
- 本格調査の実施により経済効果が見込める区間とする。
- 「要対策」と判定された区間から、無償資金協力事業の実施を見込める区間とする。

(2) 調査対象区間の選定

調査対象区間は本格調査開始後、第 1 回目の SC で決定される。

そのため、第 1 回 SC 以前に、本格調査に携わる専門家は調査対象区間の候補となる幹線国道状況を現地確認しておくことが望ましい。

(3) 調査計画の概要

1) 調査内容 (案)

マスタープラン調査として、調査対象区間の斜面に対する斜面カルテを作成する。主な調査内容は以下のとおり。

- ① 斜面防災点検・診断のマニュアルを作成する。
- ② 2年間の調査期間で400カ所の斜面に対して斜面防災点検を実施し、道路斜面台帳と斜面カルテを作成する。
- ③ 典型的な斜面災害のメカニズムを把握するために、2カ所の代表斜面において調査ボーリングと弾性波探査を含む追加調査を実施する。
- ④ 道路斜面台帳と斜面カルテは斜面防災データベースとして整備し、GISベースでの情報管理を導入する。斜面カルテは地方事務所による更新を考慮し、ウェブベースでの閲覧・更新を可能とする。また、斜面防災データベースの運用マニュアルを作成する。
- ⑤ 斜面カルテを作成した斜面のうち、DORが独自に斜面对策を実施する1、2カ所のパイロット・サイトに対して、設計図書のレビューを行う。またDORが対策工設計のために実施する調査に対してアドバイスを与える。
- ⑥ 活動を通じてC/Pへの技術移転をOJTベースで実施する。そのため、斜面防災点検の調査班はC/PのDOR職員を交えた編成とする。また、斜面カルテを活用し斜面管理マスタープラン（点検・モニタリング計画及び対策計画）を作成する方法についても技術移転する。OJTを通じた技術移転に加え、C/Pのみならず道路防災にかかわるブータン側の関係者に対して意見の聴取及び調査成果の周知・活用が図られるよう、ワークショップ／セミナーを少なくとも2回開催する。本邦研修はプロジェクトの初期、あるいは中期に実施する。

2) 調査工程 (案)

プロジェクトの予定期間は24カ月（2年間）を予定している。1年目の雨季までに資料収集とスクリーニングを終えて点検対象斜面を確定し、雨期明けに現地調査を実施し、12カ月目までに1年目分の斜面カルテ（約200カ所分）を取りまとめ、データベースに入力する。2年目には別の約200カ所を対象に同様の作業を行い、OJTによる技術移転をより確かなものとする。SCは業務開始当初に開催するほかは、年に1度及び必要に応じて開催する。セミナー／ワークショップはブータン国においてプロジェクト期間中に2回開催する。

プロジェクトの成果として以下のレポートを作成する。

- ① インセプション・レポート（1カ月目）
- ② プロGRESS・レポート（7カ月目）
- ③ インテリム・レポート（13カ月目）
- ④ ドラフト・ファイナル・レポート（22カ月目）
- ⑤ ファイナルレポート（ドラフト・ファイナル・レポートのコメントを受け取ってから1カ月以内）

3) 現地再委託 (案)

現地再委託は以下の項目が想定される。数量はTrongsa地すべりとBox Cutting斜面崩

壊の2カ所の斜面で追加調査を実施すると想定して算出した。

① ボーリング調査

ボーリング調査は標準貫入試験を併用したコアボーリングとする。

- Trongsa 地すべり：深さ 30m×2カ所
- Box Cutting 斜面崩壊：深さ 50m×3カ所

② 物理探査

弾性波探査を実施する。

- Trongsa 地すべり：測線長 100m（斜面方向）×1本
- Box Cutting 斜面崩壊：測線長 300m（斜面方向）×2本

③ 測量

平面測量と横断測量を実施する。

- Trongsa 地すべり：平面測量 100m×50m
横断測量 100m（斜面方向）×1本
- Box Cutting 斜面崩壊：平面測量 500m×300m
横断測量 300m（斜面方向）×3本

④ ローカルエンジニア備上

- Civil Engineer/Engineering Geologist：2 engineers×11カ月

調査班はC/Pを交えて編成する予定だが、本格調査時にC/Pが常に調査に随行できない場合を考慮して、ローカルエンジニアの備上を想定した。

4) 本格調査実施上の留意点

本格調査実施に際して、現時点で想定される留意点を以下に述べる。

① 航空写真／大縮尺地形図／衛星写真

国家土地委員会（NLC）との面談時の感触から、本格調査時の航空写真の入手は困難であると想定する。したがって、航空写真の実体視による危険斜面のスクリーニングは困難と想定する。

またNLCで入手可能な地形図は5万分の1が最も大縮尺である。本格調査では最低でも1万分の1の大縮尺地形図が必要であるため、代替手段が必要となる。高解像度の衛星写真は有力な選択肢である。

② 斜面防災点検の技術移転

斜面防災点検の技術移転はOJTで実施するため、現地調査チームに加わるC/Pのメンバーはある程度、固定する方が望ましい。終始同じC/Pというのは難しいだろうが、頻繁にC/Pが入れ替わるような事態は避けるべきである。

③ 弾性波探査の技術移転

DORは弾性波探査の調査機器を所有しているが、弾性波探査実施／解析のノウハウを有していない。追加調査の弾性波探査は彼らからリクエストがあったものであり、実施に際しては探査／解析ノウハウの移転を望んでいる。

④ 斜面防災データベース

DORはGISソフトウェアを所有しておらず、GISエンジニアも在籍していない。現在DORが保有するデータベースシステムはスプレッドシート形式であり、地図情報とリンクしたデータの有効活用は行われていない。しかし、本格調査で整備する道路

斜面台帳と斜面カルテを有効利用するためには、斜面台帳やカルテは GIS を活用したデータベースシステムとして整備することが望ましい。本格調査期間内で斜面防災 GIS データベースシステムの構築を完了し、本格調査終了後は DOR のエンジニアによって簡易にデータの更新／追加などのメンテナンス作業ができるように整備することが望まれる。

⑤ 対策工の選定

日本の防災カルテには、想定される斜面災害に対する想定対策工を記載するが、想定対策工としてブータンにおける「標準的な対策工」を記載するには下記に示すような課題がある。

- ・日本で一般的に使っている対策工である、ロックボルト工、アンカー工、杭工、ロックネット工などはブータンでは一般的でない。そのため、標準対策工を決める際にはブータンで実施可能な工種を考慮する必要がある。
- ・一方、ブータンで実施可能な工種として挙げられるものは、バイオエンジニアリング（緑化による斜面安定工）、ガビオン擁壁、石積み擁壁、法枠工、コンクリート吹付工、水抜きボーリング工（実績はないが DOR は導入する意向をもっている）、切土小段、表面排水工、暗渠排水工（French Drain）、チェックダムなどであり、抑制工が主体である。これらブータンで実施可能な対策工では大規模な斜面崩壊や地すべり、急傾斜斜面における崩壊などに対する有効な対策とは成り得ない。

したがって、想定対策工の選定にあたっては慎重を期するべきであり、下記の点に留意する。

- ・想定対策工をブータンで実施可能な工種に限定するか、今後ブータンでの採用が見込まれる工種まで拡大するか、あるいはブータンでの実施が不可能でも対策上は望ましい工種を記載するか、という基本方針を DOR と十分に協議し、双方が合意のうえでカルテに記載することが望ましい。
- ・地質状況の変化は予測がつかず、設計条件を確実に予測できるものではないため、対策工が万全であることは保障されない。カルテに記載する想定対策工について、その対策工（抑制工を含む）の有効性（限界）について、双方が理解し、納得したうえで選定する必要がある。
- ・斜面災害の規模や性状によっては、斜面对策を実施するよりもトンネルや橋梁による別路線で崩壊地を回避する方が経済的にも技術的にも賢明である場合があるため、トンネルや橋梁による別路線等も対策工として検討する。

3-2-3 環境社会配慮

本格調査は、道路斜面管理マスタープラン調査として、斜面防災点検・診断マニュアル作成、斜面防災点検の実施及び斜面カルテ作成、斜面防災データベース整備を基本とする活動内容であるため、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断される。したがって、カテゴリ C に位置づけられる。

なお、成果4のパイロット・サイトは DOR が独自に実施するものであるため、本格調査のスコープ外である。

3-3 プロジェクト実施体制

(1) 実施機関

本格調査では要請元機関である公共事業・定住省道路局（DOR）が実施機関となる。

(2) ステアリング・コミッティ（SC）

本格調査での SC は以下のメンバーで構成されることを DOR と合意している。

議長：DOR 局長

構成メンバー

1) ブータン側メンバー

- Project Director : Chief Engineer, DOR Maintenance Division
- ブータン国民総幸福量委員会（GNHC）の代表

2) 日本側メンバー

- JICA
- JICA 専門家

3) その他

- SC が必要と認めた者

本格調査の性質上、ジオテクニカル分野の知見・経験をブータンで最も蓄積していると考えられる DGM を SC の常設メンバーとするべきだが、DOR にもジオテクニカルを担当者がいるという理由で DOR 側が難色を示した。実施にあたっては DGM の関与を求めていくべきであり、SC への参加を依頼するよう DOR に対する働きかけを継続する必要があると思われる。

(3) ワーキング・グループ（WG）

本格調査での WG は以下のメンバーで構成されることを DOR と合意した。

1) DOR

- Project Director : Chief Engineer, Maintenance Division
- Maintenance Division
- Construction Division
- Design Division
- Planning and Monitoring Division

2) JICA 専門家

付 属 資 料

1. 詳細計画策定調査協議議事録 (M/M)
2. 面談記録簿
3. 収集資料リスト

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
DEPARTMENT OF ROADS
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
ON
TECHNICAL COOPERATION PROJECT FOR CRITICAL SLOPE TREATMENT /
STABILIZATION ALONG THE ROAD NETWORK IN BHUTAN**

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) headed by Mr. Nobuyuki Tsuneoka, Senior Advisor of JICA, visited Bhutan from November 25, 2013 to December 5, 2013 for the purpose of working out the details concerning “Technical Cooperation Project for Critical Slope Treatment/Stabilization along the Road Network in Bhutan” (hereinafter referred to as “the Project”)

During its stay in Bhutan, the Team exchanged views and had a series of discussions with Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement (hereinafter referred to as “DOR”) and the concerned organizations of Bhutan with respect to necessary measures to be taken by JICA and the Royal Government of Bhutan (hereinafter referred to as “RGOB”) represented by DOR for the appropriate formulation of the Project.

As a result of the discussions, DOR and JICA agreed upon the matters referred to in the document attached hereto.

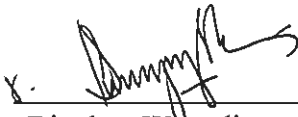
Thimphu, December 3, 2013



Karma Galay
Director
Department of Roads
Ministry of Works and Human Settlement
Kingdom of Bhutan



Nobuyuki Tsuneoka
Leader
Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Rinchen Wangdi
Chief Program Coordinator
Development Cooperation Division
Gross National Happiness Commission
Kingdom of Bhutan

ATTACHED DOCUMENT

I. RECORD OF DISCUSSIONS

Both sides agreed that the Record of Discussions (R/D) will determine the framework of the Project. The draft R/D is attached to this Minutes of Meetings for reference as shown in Appendix-1. It will be agreed and signed between DOR, Gross National Happiness Commission and JICA after the formal approval of both sides.

II. CHANGE OF THE PROJECT TITLE

Both sides agreed to change the Project title from “Technical Cooperation Project for Critical Slope Treatment/Stabilization along the Road Network in Bhutan” to “Project for Master Plan Study on Road Slope Management in Bhutan”.

Appendix-1 Draft Record of Discussions



(DRAFT)
RECORD OF DISCUSSIONS
ON
PROJECT FOR MASTER PLAN STUDY ON ROAD SLOPE
MANAGEMENT IN BHUTAN
AGREED UPON BETWEEN
GROSS NATIONAL HAPPINESS COMMISSION
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Thimphu, XX, 2013

Yumiko Asakuma
Chief Representative
Japan International Cooperation Agency
Japan

Karma Tshiteem
Secretary
Gross National Happiness Commission
Kingdom of Bhutan

Witnessed by

Karma Galay
Director
Department of Roads
Ministry of Works and Human Settlement
Kingdom of Bhutan

KG



Based on the Minutes of Meetings on the Detailed Planning Survey on Project for Master Plan Study on Road Slope Management in Bhutan (hereinafter referred to as "the Project") signed on December 3, 2013 between Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement (hereinafter referred to as "DOR"), Gross National Happiness Commission (hereinafter referred to as "GNHC") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with DOR and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both sides agreed the details of the Project and Main Points Discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2, respectively, and to request their respective governments to proceed with the necessary procedures for implementation of the Project.

Both sides also agreed that DOR, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of Kingdom of Bhutan (hereinafter referred to as "Bhutan").

The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbales to be exchanged between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Royal Government of Bhutan (hereinafter referred to as "RGOB").

The effectiveness of the Record of Discussions is subject to the exchange of the Note Verbales.

Appendix 1: Project Description.

Appendix 2: Main Points Discussed



PROJECT DESCRIPTION

Both sides confirmed that there is no change in the Project Description agreed on in the Minutes of Meetings on the concerning Detailed Planning Survey on the Project signed on December 3, 2013.

I. BACKGROUND

Bhutan is dominantly covered by the mountainous areas spreading from the Himalaya. Road traffic is, therefore, the most important and vital transportation system for Bhutan. The major highway network in the country consists of 5 national highways; National Highway No.1 transversally crossing the country in a direction of east and west and 4 national highways advancing southward to the border with India. The total extension of the road in the country is, however, rapidly expanding; it was around a length of 2,300 km in 1990 and stretched to around a length of 3,900 km in 2003 and around a length of 10,600 km in 2013.

In regard to national programs in road sector, the Ministry of Works and Human Settlement (hereinafter referred to as "MOWHS") established the Road Sector Master Plan in 2006. In the master plan, MOWHS aims to expand and improve the national and Dzongkhag road network, to enhance the feeder road network, and to repair or replace or maintain bridges in the coming 20 years until 2027. Meanwhile, in the 10th Five Year Plan targeting from 2008 to 2013, RGOB set a goal of making any access to the nearest road within 2 hours or less.

Since most parts of the road network in Bhutan pass through steep slopes of the precipitous mountainous areas, the slope disaster frequently obstruct the road network in Bhutan. Slope disasters often isolate a Dzongkhag from the capital and other Dzongkhags, disrupt road traffic, and consequently hamper travel and transport of agricultural crops. In the aim of mitigating the damage caused by slope disasters, DOR introduced countermeasures against slope disasters utilizing vegetation and reinforcement. Due to a lack of experience and expertise, however, DOR is facing difficulties in implementing effective countermeasures against slope disasters.

In addition, in order to enhance the ability to grasp an inventory of dangerous slopes requiring countermeasures, RGOB requested GOJ to implement "the Technical Cooperation Project for Critical slope treatment/stabilization along the Road Network in Bhutan". In response to this request, JICA had series of discussion with DOR and other authorities concerned of Bhutan. Based on the agreements between JICA and the authorities concerned of Bhutan, the Minutes of Meetings was signed on December 3, 2013, which leads both parties to conclude this Record of Discussions.

CP

AB

Amf

II. OUTLINE OF THE PROJECT

1. Title of the Project
Project for Master Plan Study on Road Slope Management in Bhutan
2. Expected Goals which will be attained after the Project Completion
 - (1) Goal of the Proposed Project
Slope stability inspection and regular updating are conducted, and record cards of slope stability inspection "Slope Karte" are maintained by DOR.
 - (2) Goal which will be attained through implementation of the Proposed Project
Critical slopes are identified, and a plan for slope treatment/ stabilization is established by DOR.
3. Outputs
 - (1) Manuals for slope stability inspection and diagnosis are prepared.
 - (2) Slope stability inspection is conducted and road slope inventory is produced for the selected road section(s).
 - (3) Slope stability database including Slope Karte is established for the selected road section(s).
 - (4) Giving advice on one or two pilot sites to be implemented by DOR based on Slope Karte.

The selected road section(s) is to be decided at the first SC meeting and stipulated as a section of national highways between major towns. The selected road section(s) is subject to the availability of budget and time.

4. Activities
 - (1) For the output (1) "Manuals for slope stability inspection and diagnosis are prepared."
 - (a) Prepare manuals for slope stability inspection and diagnosis.
 - (b) Establish terminology for each slope disaster type in Bhutan.
 - (c) Revise the manuals for slope stability inspection prepared in (a).
 - (2) For the output (2) "Slope stability inspection is conducted for the selected road section(s)."
 - (a) Collect records of disaster and information on countermeasures undertaken along the selected road section(s).
 - (b) Select target segments for the inspection in accordance with degree of risk.
 - (c) Screen the slopes in the target segments selected in (b), by aerial photo reading or geomorphic analysis.
 - (d) Confirm the result of screening in (c) on site and decide the target slopes for the inspection.
 - (e) Conduct field surveys at the target slopes in (d), and produce road slope inventory with the aim of preparing Slope Karte.

- (f) Execute supplementary surveys including investigation boring and seismic exploration at a couple of slopes to understand mechanism of typical slope failure.
 - (g) Prepare Slope Karte through organizing and analyzing the results of the surveys.
 - (h) Carry out training including OJT for the target group concerning slope stability inspection and Slope Karte operation.
- (3) For the output (3) "Slope stability database is established for the selected road section(s)."
- (a) Establish a database system for managing the results of slope stability inspection including Slope Karte.
 - (b) Prepare operation manuals for the slope stability database system.
- (4) For the output (4) "Giving advice on one or two pilot sites to be implemented by DOR based on Slope Karte."
- (a) Review design documents prepared by DOR.
 - (b) Give advice on investigation for design of countermeasures.

5. Input

(1) Input by JICA

JICA will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation:

(a) Dispatch of Mission

- Team Leader/Slope Stability Management Expert (Inspection and Manual)
- Slope Stability Management Expert (Inspection)
- Slope Stability Management Expert (Countermeasure)
- Slope Stability Database System Expert
- Road Maintenance Expert
- Coordinator/Assistant of Slope Stability Management

(b) Training

- Training in Bhutan: OJT, Workshop/Seminar
- Training in Japan

(c) Machinery and Equipment

- GPS for survey: 3 units
- Laser Range Finder: 3 units

In case of importation, the machinery, equipment and other materials under II-5 (1) (c) above will become the property of the RGOB upon being delivered C.I.F. (cost, insurance and freight) to the Bhutan authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations between JICA and DOR during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by DOR

DOR will take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) Services of DOR's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-6;
- (b) Suitable office space with necessary equipment;
- (c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;
- (d) Information as well as support in obtaining medical service;
- (e) Credentials or identification cards;
- (f) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;
- (g) Running expenses necessary for the implementation of the Project;
- (h) Expenses necessary for transportation within Bhutan of the equipment referred to in II-5 (1) (c) as well as for the installation, operation and maintenance thereof; and
- (i) Necessary facilities to the JICA experts for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Bhutan from Japan in connection with the implementation of the Project

6. Implementation Structure

The Project organization chart is given in the Annex 2.

(1) DOR

- (a) Project Director: Chief Engineer for Maintenance Division
- (b) Maintenance Division
- (c) Construction Division
- (d) Design Division
- (e) Planning and Monitoring Division

Project Director will bear overall responsibility of the Project.

(2) JICA Experts

The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to DOR on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(3) Steering Committee

Steering Committee (hereinafter referred to as "SC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. SC will be held at least twice a year and whenever deems it necessary. A list of proposed members of SC is shown in the Annex 3.

(4) Working Group

Working Group (hereinafter referred as "WG") will be established and function as a technical unit on a daily-work basis to correspond to the JICA mission. A list of proposed members of WG will be proposed and finalized in the first SC meeting after commencement of the Project.

CP

AB

Jmyf

7. Project Site(s) and Beneficiaries

(1) Project Site

The main activities of the Project will be implemented at DOR's headquarters and the selected road section(s) mentioned in II.3.

(2) Direct beneficiaries

Direct beneficiaries of the Project will be the staff of DOR.

(3) Indirect beneficiaries

Indirect beneficiaries are road users as well as people living in the selected road section(s).

8. Duration

The duration of the Project will be twenty four (24) months. The tentative Plan of Operation is shown in Annex 1.

9. Reports

JICA will prepare and submit the following reports to DOR in English.

(1) 10 copies of Inception Report at the commencement of the first work period in Bhutan.

(2) 10 copies Progress Report at the time of 7 months after the commencement of the first work period in Bhutan.

(3) 10 copies Interim Report at the time of 13 months after the commencement of the first work period in Bhutan.

(4) 10 copies Draft Final Report at the time of 22 months after the commencement of the first work period in Bhutan.

(5) 20 copies Final Report within one (1) month after the receipt of the comments on the Draft Final Report.

10. Environmental and Social Considerations

(1) DOR agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF DOR, RGOB

1. DOR, RGOB will take necessary measures to:

(1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the Bhutan nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of Bhutan, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of Bhutan from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and



- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-5 (1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts and members of the missions and their families of third countries or international organizations performing similar missions in Bhutan.
 - (3) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the JICA experts;
 - (4) permit the JICA experts to enter, leave and sojourn in Bhutan for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.
2. Other privileges, exemptions and benefits will be provided in accordance with the Note Verbales to be exchanged between GOJ and RGOB.

IV. EVALUATION

JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. DOR is required to provide necessary support for them.

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle .
2. Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, DOR will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of Bhutan.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and DOR will consult each other whenever any major issues arise in the course of Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The Record of Discussions may be amended by the Minutes of Meetings between JICA and GNHC in consultation with DOR.

The Minutes of Meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the Record of Discussions.

- Annex 1 Tentative Plan of Operation
Annex 2 Project Organization Chart
Annex 3 A List of Proposed Members of Steering Committee

CB

AB

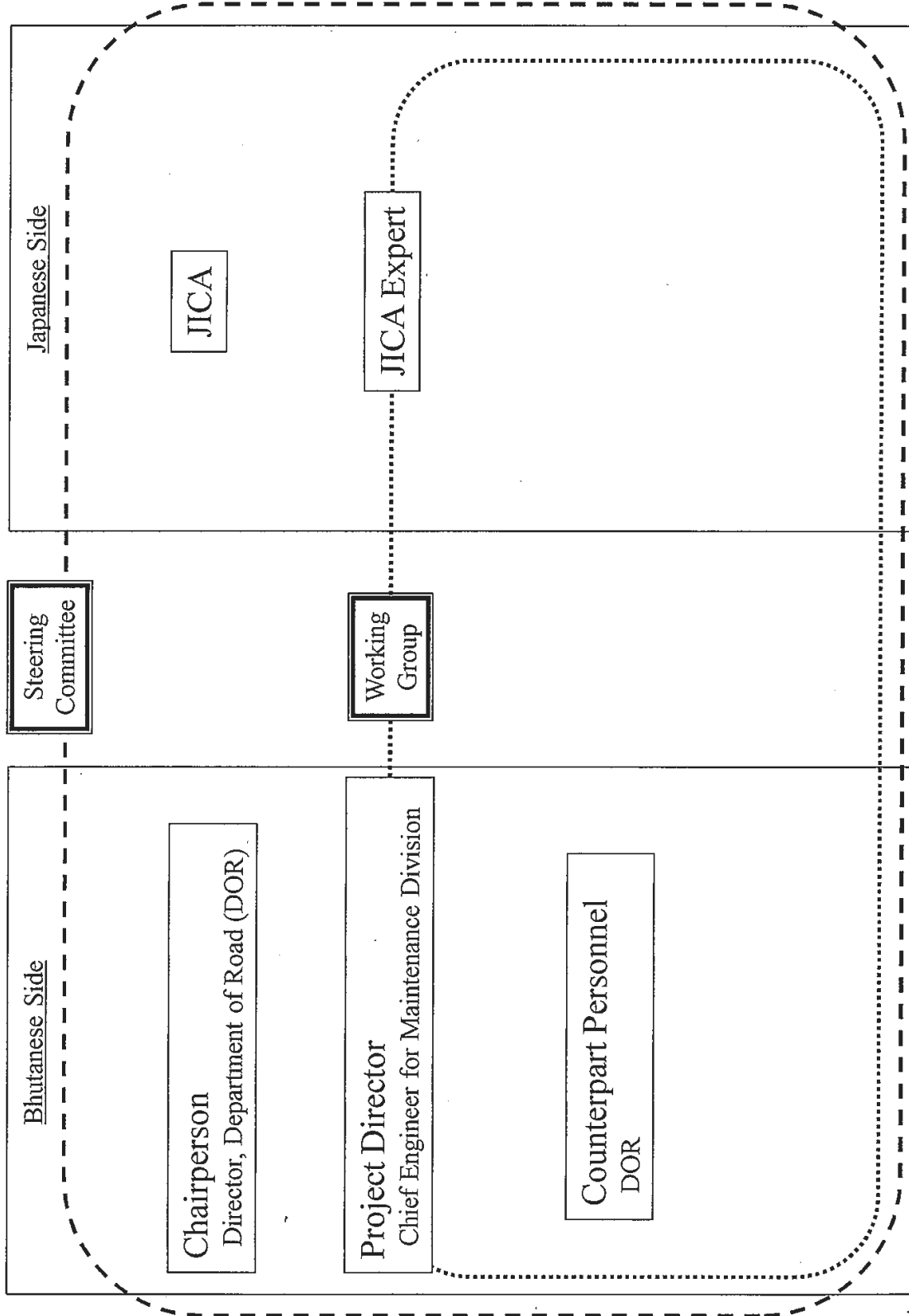
Shy

Draft, Tentative Plan of Operation[PO], Project for Master Plan Study on Road Slope Management in Bhutan

Activities	Year 1												Year 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Output1: Manuals for slope stability inspection and diagnosis are prepared.																								
1-1 Prepare manuals for slope stability inspection and diagnosis.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
1-2 Establish selection standards of countermeasures for each slope disaster type.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
1-3 Revise the manuals for slope stability inspection prepared in 1-1.													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Output2: Slope stability inspection is conducted for the selected road section(s).																								
2.1 Collect records of disaster and information on countermeasures under taken along the selected road section(s).	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
2.2 Select target segments for the inspection in accordance with degree of risk.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
2.3 Screen the slopes in the target segments selected in 2-2, by aerial photo reading or geomorphic analysis.													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.4 Confirm the result of screening in 2-3 on site and decide the target slopes for the inspection.																								
2.5 Conduct field surveys at the targeted slopes in 2-4, with the aim of preparing Slope Karte.													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.6 Execute supplementary surveys including investigation boring and seismic exploration at a couple of slopes to understand mechanism of typical slope failure.																								
2.7 Prepare Slope Karte through organizing and analysing the results of the surveys.													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.8 Carry out training including OJT for the target group concerning slope stability inspection and Slope Karte operation.													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Output3: Slope stability database is established for the selected road section(s).																								
3.1 Establish a database system for managing the results of slope stability inspection including Slope Karte.													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3.2 Prepare operation manuals for the slope stability database system.																								
Output4: Giving advice on one or two pilot sites to be implemented by DOR based on Slope Karte.																								
4.1 Review design documents prepared by DOR.																								
4.2 Give advice on investigation for design of countermeasures.																								
Administrative Activities																								
Steering Committee																								
Inception Report																								
Interim Report/Progress Report																								
Draft Final Report/Final Report																								

Handwritten signature

Organization chart of the Project



[Handwritten signature]

LIST OF PROPOSED MEMBERS OF STEERING COMMITTEE

Chairperson: Director, Department of Roads (DOR)

Members:

(1) Bhutanese Side

1) DOR

- Project Director: Chief Engineer for Maintenance Division

2) Representative from GNHC

(2) Japanese Side

1) JICA

2) JICA Experts

- Team Leader/Slope Stability Management Expert (Inspection and Manual)

- Slope Stability Management Expert (Inspection)

- Slope Stability Management Expert (Countermeasure)

- Slope Stability Database System Expert

- Road Maintenance Expert

- Coordinator/Assistant of Slope Stability Management

(3) Others

- Relevant personnel accepted by SC, if necessary



Appendix 2

MAIN POINTS DISCUSSED

I. PROJECT PERIOD

Both sides agreed that the duration of the project should be 24 months from the first dispatch of JICA study team.

II. OUTPUTS OF THE PROJECT

- (1) Referring to II-3 (2), number of slopes to be inspected will be 400 at maximum. Those slopes will be located in the selected road section(s).
- (2) Referring to II-3 (4), pilot sites will be selected from Slope Karte. "Giving advice" is stipulated in II-4 (4), and does not include engineering services.
- (3) The selected road section(s) is one or two section(s) identified by SC.

III. INSPECTION TEAM

Both sides agreed that two inspection teams will be established at the first SC meeting. The member of the inspection team will contain at least one Japanese expert and one DOR engineer.

If the third inspection team or more is established by Bhutanese engineers, JICA study team will support in checking the implementation of inspection and Slope Karte operation.

IV. TECHNICAL TRANSFER DURING THE PROJECT

Both sides agreed that technical transfer on slope stability inspection, preparation of Slope Karte, and establishment of the database will be done at OJT basis.

Workshops/Seminars will be held twice in Bhutan.

Training in Japan will be held early or middle period of the Project. DOR requested that trainees in Japan will be one from each of nine DOR's regional offices and three from DOR's headquarters.

V. OPERATION AND MAINTENANCE OF SLOPE KARTE

Both sides agreed that DOR should conduct the remaining slope stability inspection as well as regular updating of Slope Karte by themselves.

VI. OTHERS

DOR requested for two vehicles for the Project considering the lack of transportation.

2. 面談記録簿

訪問先	JICA ブータン事務所
日 時	2013 年 11 月 25 日 (月) 16:30～18:30
場 所	JICA ブータン事務所
出席者	坂部(JICA ブータン事務所)、砂田 (JICA ブータン事務所)、 Krishna Subba (JICA ブータン事務所) 恒岡(総括)、戸根川 (協力企画)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	M-1: Satellite Image Map of Bhutan, M-2: Contour Map of Bhutan (both originally from NLC, National Land Commission)
配布資料	Handout of PPT for Kickoff Meeting

【概 要】

JICA ブータン事務所を表敬訪問し、詳細計画策定調査の現地打ち合わせを実施し、下記の情報を収集した。

- ・道路の一部がインド軍 (DANTAK) により管理されており、その区間は点検対象範囲から除外せざるを得ない。
 - NR2 : インド国境から Paro への分岐、NR1 との分岐の Simtoka を経て Thimphu まで
 - NR3 : ブータン東部、インド国境から北上する。
 - パロへ向かう道路、及びハ(Ha)へ向かう道路
- ・DOR の重要人物は以下のとおり。
 - Director : カルマ・ゲレ氏
 - Chief Engineer : ラムチャネ氏
 - カルマ・ゲレ氏がサイナーとなるだろう。
- ・Site Survey は Trongsa ~ Zhemgang ~ Gelephu の区間となり、1号線から4号線にかけての区間となる。
- ・Thimphu ~ Trongsa は1日かかる。
- ・Gelephu は門限があり、8:30 ~ 18:00 はゲートが開いている。
- ・(恒岡氏) リクエストとプロポーザルは以下の点で異なる。
 - 区間は Selected Section とし、約 400 箇所
 - 期間は3年から2年に短縮
 - 対策工のパイロット・サイトはやめて、「アドバイスを与える」とする。
- ・SCのメンバーはDOR、GNHC、DGMとなる？
- ・DORの人員は少なく、入れ替わりも多い。また省庁間の横移動も多い。
- ・ローカルがSC、WGに参加するための旅費は出ない。
- ・タイトルを変更する。変更後のタイトルは以下のとおり。
 - Project for Master Plan Study on Road Slope Management in Bhutan
- ・国道沿いでは冬季の積雪は少ない。

以上

訪問先	経済省 地質鉱山局 Ministry of Economic Affairs, Department of Geology and Mines (DGM)
日時	2013年11月26日(火) 9:30~11:00
場所	地質鉱山局 Department of Geology and Mines (DGM)
出席者	Mr. Ugyen Wangda (Chief Geologist), Mr. Tika Prasad Thara (Head, Senior Geologist), Mr. Samten Wangdi (Geologist) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、砂田(JICA ブータン事務所)、Krishna Subba (JICA ブータン事務所)、河村(道路維持管理/斜面对策)
収集資料	G-1: Report on Technical Feasibility Study for the Four Critical Landslides within the Extended Township of Phuentsholing
配布資料	Handout of PPT for Kickoff Meeting

【概要】

プロジェクト実施に際し、地質関連や現地調査で DOR へのサポートが期待できる DGM を訪問し、以下の情報を収集した。

- Questionnaire で要望された資料と質問への回答は DOR にすでに渡している。
- DGM は以下の役割を担っており、プロフェッショナルの不足・予算の不足が深刻である。
 - 資源調査
 - 地質調査
 - 建物や橋の基礎などのジオテク関連調査
 - GLOF (Glacial Lake Outburst Flood; 氷河湖決壊洪水)
 - Landslide 調査
- 地質図は提供可能である。(Atlas of Mineral Resources of the ESCAP を含む)
- Landslide へのトレーニングは 10 年前に ITC (オランダの機関)により、Rural Engineer を対象として実施している。このトレーニングは小規模な Landslide を対象としており、大規模なものは DGM が調査を助けている。このトレーニングは 2004 年に終了したが、Rural Engineer の定着率は良くない。これ以降、Landslide を対象としたトレーニング等は実施されていない。
- Bhutan の Landslide は主に Baxa Formation の phyllite (千枚岩) 分布地域で発生している。Baxa Formation (バクサ層群) は MCT [Main Central Thrust: グレーター・ヒマラヤの変成岩類・テチス堆積物とレッサー・ヒマラヤの変堆積岩類を分ける衝上断層 (河村注)] と MBT [Main Boundary Thrust: レッサー・ヒマラヤの変堆積岩類と新第三系シワリク層を分ける衝上断層 (河村注)] に挟まれ、ブータン南部を東西に 250 km に渡って横断するように分布する。バクサ層群の脆弱でルーズな phyllite 分布域では Debris Flow や Landslide が頻発しており、大きな問題となっている。Landslide は主に 6 月から 9 月の雨期に集中して発生する。
- バクサ層群以外にも Landslide は発生している。Jumjia における Thimphu 層群など。
- DOR とは道路沿いに発生した地すべりのジオテク関連業務や橋梁基礎のジオテク関連業務で協力している。他にも MoAF とは農地で発生した地すべりで協力関係にあり、Department of Human Settlement とは建物基礎のジオテク関連業務で協力している。
- 道路沿い斜面の災害に関与するのは DOR と DGM のみである。
- 地すべりの緩和策(mitigation)としては、Check Dam を実施している。Check Dam はローカル

- で利用可能な材料を使ってローカルで可能な工法で施工している（ガビオンなど）。
- Rock Anchor はブータンでは使っていない。地質が合わない。
 - Rock Bolt も使っていない。
 - Benching と Vegetation は使っている。
 - Baxa Formation の脆弱な岩には Anchor は不向きであり、ガビオンによる Check Dam のようなフレキシブルな構造が適している。
 - 気候変動に関して、地すべり調査に関して 6 百万ドルの支援が GEF より（米国）もたらされた。
 - Reotala は Rock Fall が問題である。
 - Box Cutting は Baxa Formation の Landslide が問題である。
 - DOR を支援する JICA のプロジェクトに対しては協力を惜しまない。

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日時	2013年11月26日(火) 11:00~12:00, 14:00~16:00
場所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Kunzang Wangdi (Officiating Director, DOR), M.N.Lamichaney (Specialist, BD, DOR) Kuenzang L Sangey (Dy.Chief Program Coordinator, GNHC) Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、砂田 (JICA ブータン事務所)、Krishna Subba (JICA ブータン事務所)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	Handout of PPT for Kickoff Meeting, Draft M/M and R/D

【概要】

公共事業・定住省・道路局 (DOR) を訪れ、キックオフ・ミーティングを行い、M/M、R/D 協議を行った。

- ・ 詳細計画策定調査の調査スケジュールを確認した。Director のスケジュールの関係で、M/M 調印は12月3日午後に行う。M/M、R/D の最終化は同日午前を目標に完了する。
- ・ PPT の説明をプリントアウトしたハンドアウトで行った。説明は主に Scope of Work と Component について。
- ・ (DOR) ブータン側が Slope Inspection に基づいて独自に Mitigation を実施する場合、本格調査のチームはサポートするのか？ (調査団) On request ベースでアドバイスはするが、Engineering Service はできない。
- ・ 国道の総延長は1,200km。(注:2011年6月30日時点の資料によると、Primary National Highway と Secondary National Highway を合わせて、約2,300km)
- ・ タイトルを Project for Master Plan Study on Road Slope Management in Bhutan に変更する。
- ・ Slope Disaster Inspection は Slope Stability Inspection とする。
- ・ M/M のサイナーは GNHC と DOR。R/D のサイナーは GNHC。
- ・ (DOR・GNHC) 要請はパイロット・サイトのインプリを含んでいたが、Master Plan Survey とは。。。(調査団) Technical Cooperation のスキームでマスタープラン調査を今回は行う。
- ・ (調査団) Slope Karte は Medical Record for Slope という意味
- ・ ブータンにおける道路種別は以下のとおり。National Road と言った場合、すべての道路を含むため、当該プロジェクトの対象区間は Primary and Secondary National Highway から選ぶこととした。
 - 0: Expressway (管理者: Municipal Authority of Thimphu、建設は DOR、現在は Thimphu のごくわずかな距離のみ)
 - 1: Primary National Highway, NR 1~5 (管理者: DOR)
 - 2: Secondary National Highway (管理者: DOR)
 - 3: Dzhongkhag Road (ex. Feeder Road, 管理者: DOR)
 - 4: Urban Road (管理者: Municipal Authority)

- 5: Farm Road (管理者： MoAF)
- 6: Forest Road (管理者： MoAF)
- 7: Access Road (管理者： Dzhongkhag)
- 8: Powertiller Track (管理者： Dzhongkhag)

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日 時	2013 年 11 月 27 日 (水) 9:30~12:00
場 所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Kunzang Wangdi (Officiating Director,DOR), Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 恒岡(総括)、戸根川 (協力企画)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	Revised draft M/M and R/D

【概 要】

前日に引き続き、M/M、R/D 協議を行った。

- Supplementary Survey に関しては、ボーリング調査だけでなく、弾性波探査も実施したい。DOR は弾性波探査の機器を所有していて、機器は問題なく動くが、DOR は解析のノウハウを持っていない。本格調査のエキスパートには弾性波探査の解析を指導してもらいたい。
- 日本でのトレーニングにはなるだけ多くを派遣したい。12名ほどは送りたい。
- 地図と航空写真は NLC(National Land Commission)より入手できる。航空写真の入手に関しては確認する。
- M/M、R/D の協議はひとまず完了し、調査団は協議結果を反映した M/M 案、R/D 案を DOR と共有し、DOR は調査団の現地調査の間に、GNHC と確認する。
- 調査団の現地調査には 28 日の 9 時から Mr. Dilip が同行する。

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日時	2013年11月27日(水) 14:00～15:30
場所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 戸根川 (協力企画)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	別紙を参照
配布資料	なし

【概要】

DOR の Geotechnical Engineer, Dilip 氏より、Questionnaire の回答と資料の提供を受けた。

- ・ Road Traffic Survey の結果は、各地方事務所の管轄を単位として行っている。本局にはすべての資料はないが、本格調査の際には入手が可能である。
- ・ 地図は NLC より各縮尺の地図が入手可能と思われる。航空写真の入手可否は今後確認する。
- ・ DOR の組織図は新しいもののみが提供可能。古い組織図は IT 部局が管理していたが消してしまった。今の組織はまだ古いものだが、新しい組織への移行はすでに用意が出来ている。
- ・ NLC への質問状の回答はまだないが、今後入手の予定。
- ・ 気象データも今後入手の予定。
- ・ WB に資金でオランダの SNV により実施された、植生を生かした地すべり緩和策のレポートは Dillip 氏のオフィスで閲覧が可能。

以上

訪問先	Department of Road (DOR), Lobeysa Field Division
日 時	2013 年 11 月 28 日 (木) 11:20～11:50
場 所	Department of Road (DOR), Lobeysa Field Division
出席者	Chief Engineer, Bridge Engineer, Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、坂部 (JICA ブータン事務所), Krishna Subba (JICA ブータン事務所)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	なし

【概 要】

Punakha にある DOR の Lobeysa Field Division を訪れ、Chief Engineer と面談した。

- ・ Lobeysa Field Division の管轄は 437 km の国道。スタッフは 33 名、うち技術職は 22 名。
- ・ Lobeysa Field Division には 4 つの Sub Divisions があり、その下に 9 つの Sections がある。Section には 1 名の Jr. Engineer とモーター・バイク 1 台が配属されている。
- ・ Field Division は Construction と Maintenance を担当しており、設計は本部で実施している。
- ・ Routine、Regular、Emergency の各 Maintenance は外注している。全管轄 437km の 1/3 を 3 年契約で、Performance based contract (PBC) で実施している。PBC 導入のプロポーザルはコンサルタント(マッキンゼー・アンド・カンパニー)が作成。PBC は、Road Clearance や Pavement Repair だけでなく、すべての Maintenance を含む。
- ・ Equipment はコントラクター所有であり、Field Division で所有していない。
- ・ 水力発電所ダムの工事で交通量が増えている。
- ・ 予算は 100 Million Nu.

以上

訪問先	Department of Road (DOR), Trongsa Field Division
日 時	2013 年 11 月 29 日 (金) 10:00～10:30
場 所	Department of Road (DOR), Trongsa Field Division
出席者	Chief Engineer, Bridge Engineer, Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、坂部 (JICA ブータン事務所), Krishna Subba (JICA ブータン事務所)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	なし

【概 要】

Trongsa にある DOR の Trongsa Field Division を訪れ、Chief Engineer と面談した。

- ・ Trongsa Field Division の管轄は 194 km の East-West Motorway と南北に走る国道 4 号線。
- ・ Trongsa 県庁近くの地すべりは 2013 年のモンスーン期間中、5 回も地すべりが発生し土砂の除去に出動した。この地すべりの対策に使える予算は 5.5 Million Nu. で、対策工は Gabion、Crib Wall と French Drain。
- ・ 地すべりの危険を予知して道路を閉鎖するような処置はしていない。
- ・ 県庁近くの地すべりの他に、Reotala の地すべりが問題である。Reotala 地すべりは Zhemgang の近くで Trongsa から 98km の距離。
- ・ マイナーな地すべりは田んぼ沿いの道で起きている。

以上

訪問先	Kalachakra Consultancy
日 時	2013 年 12 月 2 日 (月) 9:30～10:30
場 所	Kalachakra Consultancy
出席者	N.B. Dhital (Executive Director, Kalachakra Consultancy)
	河村 (道路維持管理／斜面对策)
収集資料	LC-1: Cost Estimation from Local Consultant
配布資料	なし

【概 要】

Local Consultant の Kalachakra Consultancy を訪れ、Executive Director と面談した。

- ・ 収集資料の見積もりを収集した。
- ・ Kalachakra Consultancy は 2003 年に設立され、ジオテクニカル分野に強いコンサルタントである。
- ・ 同コンサルタントはダムサイト調査などで弾性波探査と電気探査の経験があり、電気探査は測定機器を所有している。
- ・ ボーリングマシンは利根ボーリングの機械を使っている。
- ・ プライス・エスカレーションは年 9～10% でインド・ルピーの影響を強く受ける。2011 年は 20% も上昇した。

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日時	2013年12月2日(月) 12:00~14:00
場所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Karma Galay (Director, DOR), Kunzang Wangdi (Officiating Director, DOR), Tshering Wangdi (Chief Engineer, DOR), Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) Lunte (Bridge Engineer, DOR), Karma Wangdi (Bridge Engineer, DOR) Sangay Chedar (Planning Officer, GNHC) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、河村(道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	Revised draft M/M and R/D

【概要】

公共事業・定住省・道路局(DOR)を訪れ、DirectorのKarma Galay氏を交え、M/M、R/D協議を行った。

- ・GNHCは特に異論はない。
- ・日本でのトレーニングは要請では8名だったが、現地事務所9か所から各1名、本部から3名の計12名としたい。
- ・プロジェクトに使う車を供与してほしい(Main Points Discussedに記載)。
- ・調査ボーリングの機械と排水ボーリングの機械を供与してほしい(今回のマスタープラン調査の活動とは直接関連しないので、断る)。
- ・M/M署名は12月3日午前の予定。

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日 時	2013 年 12 月 2 日 (月) 15:00~16:00
場 所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 恒岡(総括)、戸根川 (協力企画)、河村 (道路維持管理/斜面对策)
収集資料	R-18: Staff List of DOR
配布資料	なし

【概 要】

DOR の Geotechnical Engineer, Dilip 氏より、資料の提供を受けた。

- ・ DOR の技術者数について、総計で 300~400 名のエンジニアがいる。うち、本部は 20 名、Field Division に約 150 名、残りはプロジェクト・オフィスに配属されている。プロジェクト・オフィスに配属されているエンジニアはプロジェクト終了後、本部に戻るか、Field Division に配属される。
- ・ Engineer の多くは定年までの常時雇用だが、より良い給料等を求めて転職するものが多い。

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日時	2013年12月3日(火) 10:00~11:00
場所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Karma Galay (Director, DOR), Tshering Wangdi (Chief Engineer, DOR), Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR), Sangay Chedar (Planning Officer, GNHC) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、砂田(JICA ブータン事務所)、Krishna Subba (JICA ブータン事務所)、河村(道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	なし

【概要】

公共事業・定住省・道路局(DOR)を訪れ、M/M署名を行った。

サイナーは以下のとおり。

- Karma Galay, Director, DOR
- Rinchen Wangdi, Chief Program Coordinator, GNHC (Ms. Wangdi はオーストラリア出張で不在のため、Sangay Chedar, Planning Officer, GNHC が for sign した)
- 恒岡総括

以下、署名後の会話にて。

- ・規模の大きな地すべり地では斜面对策工にこだわらず、トンネルによる別線で災害を回避するのが有効である。
- ・ブータンにおける道路トンネルの実績について、道路用トンネルは水力発電プロジェクトで掘削した1.8kmのトンネルが最初であるが、DORの実績はまだない。

以上

訪問先	国家土地委員会 National Land Commission (NLC)
日時	2013年12月3日(火) 14:20～13:30
場所	国家土地委員会 National Land Commission (NLC)
出席者	Shankar Chhetri (Head, NLC) 戸根川(協力企画)、Krishna Subba (JICA ブータン事務所)、河村(道路維持管理／斜面对策)
収集資料	M-3: Index Map for 1/50,000 Topo Map, M-4: 1/50,000 Map Trongsa/Zhemgang/Sarpang M-5: 1/50,000 Map Assam, Bhutan
配布資料	なし

【概要】

国家土地委員会 (NLC)を訪れ、地図・航空写真の種類可否について情報を収集した。

- ・航空写真は NLC では手に入らないようである。
- ・1/250,000 のコンターマップや衛星写真地図は、ソフトコピーも入手可能。
- ・1/50,000 地形図は全土をカバーしている。入手方法は以下のとおり。
 - Hard Copy: 85 Nu./sheet で NLC にて入手可能。ストックがない地図もある。
 - Soft Copy: Arc GIS shape file が 10,000Nu./sheet で入手できるが、DOR を通して NLC の Secretary に正式に申請をする必要がある。範囲を限れば、上記の金額よりも安く入手できる。
- ・1/25,000 地形図は、パロやティンプーの近郊のみ。

以上

訪問先	公共事業・定住省 道路局 Ministry of Works and Human Settlement, Department of Road (DOR)
日時	2013年12月4日(水) 11:00~12:00
場所	公共事業・定住省 道路局 Department of Road (DOR)
出席者	Dilip Thapa (Geotechnical Engineer, DOR) 恒岡(総括)、戸根川(協力企画)、河村(道路維持管理/斜面对策)
収集資料	なし
配布資料	なし

【概要】

DOR の Geotechnical Engineer, Dilip 氏に維持管理とドナー活動に関する情報収集を行った。

- ・斜面を含めた全体の維持管理として、DOR は以下を行っている。
 - Daily Maintenance: 排水工の掃除、地方事務所の Jr.Engineer による巡回
 - Regular Maintenance: 舗装・擁壁・排水溝の修理、崩土の撤去
 - Emergency Maintenance: 崩土の撤去、舗装・擁壁・排水溝の修理
 - Preventive Maintenance: 災害発生地における斜面整形、擁壁の補修(災害の発生していない斜面では特にモニタリングは行っていない)、道路拡幅時にクラック等が発生したら擁壁などで補強
- ・斜面防災の予算は当初予算として 8 か所ある地方事務所それぞれに 250 万 Nu. を割り当てるが、実際の災害の発生度合いに応じて増減する。
- ・DOR では下記の Database を構築して、運用している。データベースは Spread Sheet 形式であり、GIS は導入していない(ソフトもエンジニアもいないため)。
 - Road Inventory System (オフラインでの運用)
 - Road Information System (一般向けに Web で公開、通行止め情報、工事情報を流す)
 - Landslide Management System (現在構築中。災害箇所の inventory)
 - Bridge Inventory System (オフラインでの運用)
 - RMMS (Road Maintenance Management System, HDM4 アセットマネジメント)
- ・他ドナーの活動は以下のとおり。

<WB>

- RAP, Rural Access Project (~2009): Rural Road を対象とした簡易な斜面对策のプロジェクト

<ADB>

- RNP1, Road Network Project 1 (完了)
Trongsa ~ Gelephu: Resurfacing
Maching ~ Bongo: New Dzhongkhag Road
Wandigang ~ Tintibi Bypass: New Road
Tekizam ~ Bjeena: New Dzhongkhag Road

Autsho ~ Gumrang: New Dzhongkhag Road

Garbathang ~ Chali: New Dzhongkhag Road

Kharungla ~ Kangpara: New Dzhongkhag Road

- RIP, Road Improvement Project (~2005)
- RNP2, Road Network Project 2 (Ongoing ~2014)

Manitar ~ Raidak: New Highway

Raidak ~ Lhamoizaingkha

Pangbon ~ Nganglam

Sandrupcholing ~ Samrang

<ORIO (Netherland + Royal Government of Bhutan)>

- Gesarling ~ Dalbari (Lhamoizingkha): New Highway

<GOI (Government of India): インド政府はたくさんあるので、実施中の大プロジェクトのみ>

- Gyalposhing ~ Nganglam

ドナーによるプロジェクトのうち、本格調査は斜面を対象にしたプロジェクトとしては **RAP** に続いて二つ目。RAP は **Rural Road** を対象としているので、**National Highway** を対象とした規模のものとしてはブータンで最初のものとなる。

・道路拡幅とそれに伴い発生する **Landslide** に対する考え方

- 道路拡幅に伴う切土後、様子を見て危険と判断した斜面には擁壁を作る。
- 切土後、しばらく様子を見て、表層の浸食の他は何も発生しないと、何も対策はしない。特に、亜熱帯地域ではすぐに植生が入り込んでくるため。
- 道路拡幅の進捗は、予算による。崩壊が多く発生したらそちらに予算が取られるので、拡幅が進まない。
- (恒岡団長) 本格調査の対象区間で道路拡幅をした場合は、カルテも更新する必要がある。

以上

3. 収集資料リスト

地 域	南アジア	調査団名	道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト詳細計画策定調査団	調査の種類	詳細計画策定調査
国 名	ブータン	現地調査期間	2013年11月25日～2013年12月6日		

番号	資料名称	形態	発行元／著者
R-1	Annual Report DOR	電子ファイル	Department of Roads
R-2	Traffic Counts	電子ファイル	Department of Roads
R-3	11FYP	電子ファイル	Department of Roads
R-4	Answer for Questionnaire	電子ファイル	Department of Roads
R-5	Organization Chart of DOR (NEW)	電子ファイル	Department of Roads
R-6	Road Network Map	電子ファイル	Department of Roads
R-7	Road Network Information	電子ファイル	Department of Roads
R-8	Road Network Inventory	電子ファイル	Department of Roads
R-9	Traffic Counts	電子ファイル	Department of Roads
R-10	Guidelines on Road Classification System and Delineation of Construction and Maintenance Responsibilities	電子ファイル	Department of Roads
R-11	Guidelines on use of Standard Work Items for Common Road Works	電子ファイル	Department of Roads
R-12	Organogram of MoWHS	電子ファイル	Department of Roads
R-13	A Brief Report on the 10 Five Year Plan Programs and Activities	冊子	Department of Roads
R-14	Monsoon Damages Assesment for 2013-2014FY	A4-3 枚	Department of Roads
R-15	Arrangement of Fund for Monsoon Restoration Works for the Financial Year 2011-2012	A4-1 枚	Department of Roads
R-16	Answer for Questionnaire, DOR Finance	A4-6 枚	Department of Roads

番号	資料名称	形態	発行元／著者
R-17	Answer for Questionnaire, DOR HR	A4-5 枚	Department of Roads)
R-18	Staff List of DOR	A4 18 枚	
R-19	Road Sector Master Plan	電子ファイル	MOWHS Website
R-20	Road Sector Master Plan - Map	電子ファイル	MOWHS Website
R-21	Specifications for Building & Road Works 2012	電子ファイル	MOWHS Website
M-1	Satellite Image Map of Bhutan (S=1/250,000)	地図	National Land Comission
M-2	Contour Map of Bhutan (S=1/250,000)	地図	National Land Comission
M-3	Index Map for 1/50,000 Topo Map	電子ファイル	National Land Comission
M-4	1/50,000 Map Trongsa/Zhemgang/Sarpang	地図	National Land Comission
M-5	1/50,000 Map Assam, Bhutan	地図	National Land Comission
G-1	Report on Technical Feasibility Study for the Four Critical Landslides within the Extended Township of Phuentsholing	電子ファイル	Department of Gology and Mines
G-2	Organization Chart of DGM	電子ファイル	Department of Gology and Mines
G-3	List of Engineering Geology deposit works carried out since 2000	電子ファイル	Department of Gology and Mines
G-4	List of Engineering Geology Planned Activities carried out since 2000	電子ファイル	Department of Gology and Mines
G-5	Answer for Questionnaire, DGM	A4-1 枚	Department of Gology and Mines
G-6	Geological Map of Bhutan	電子ファイル	Department of Gology and Mines
HM-1	Answer for Questionnaire_DHMS	電子ファイル	Department of Hydro-Met Service
HM-2	Met Data of Rainfall and Temperture (Max and Min) from Class A Station (Bhut, Dagana, and Phuntsholing)	電子ファイル	Department of Hydro-Met Service
HM-3	Met Data of Rainfall and Temperture (Max and Min) from Class C Station (Austho, Lingmethang, Radhi, and Tshenkarla)	電子ファイル	Department of Hydro-Met Service

番号	資料名称	形態	発行元／著者
HM-4	Met Data of Wind Speed and Direction from Class A Station of Bhur	電子ファイル	Department of Hydro-Met Service
HM-5	Met Data of Relative Humidity from Class A Station of Dagana	電子ファイル	Department of Hydro-Met Service
HM-6	Met Data of Wind Speed and Direction from Class A Station of Phuntsholing	電子ファイル	Department of Hydro-Met Service
D-1	Nations Online Project: Projects by Donnars	A-3 版地図	SV 安藤氏 (DOR)
LC-1	Cost Estimation from Local Consultant	電子ファイル	Kalachakra Consultancy

