

ブータン国  
公共事業・定住省 道路局

ブータン国  
国内交通網に係る情報収集・確認調査  
報告書

平成 26 年 9 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
株式会社 アンジェロセック

南ア
JR
14-036

ブータン国  
公共事業・定住省 道路局

ブータン国  
国内交通網に係る情報収集・確認調査  
報告書

平成 26 年 9 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
株式会社 アンジェロセック

# 目 次

	頁
位置図 .....	i
現場写真 .....	ii
略語集 .....	xiii
地名リスト .....	xv
<b>第1章 調査の概要</b>	
1-1 調査の背景・目的 .....	1-1
1-1-1 調査の背景 .....	1-1
1-1-2 調査の目的 .....	1-1
1-2 調査のアプローチ .....	1-1
1-3 調査団の構成 .....	1-3
1-4 現地調査行程 .....	1-4
1-5 主要面会者リスト .....	1-6
<b>第2章 「ブ」国の概況</b>	
2-1 自然概況 .....	2-1
2-1-1 位置 .....	2-1
2-1-2 地形・地質 .....	2-1
2-1-3 気象 .....	2-5
2-1-4 河川・水文 .....	2-6
2-1-5 自然災害 .....	2-7
2-1-6 土地利用 .....	2-9
2-1-7 動植物 .....	2-10
2-2 社会概況 .....	2-12
2-2-1 人口 .....	2-12
2-2-2 民族 .....	2-13
2-2-3 言語 .....	2-13
2-2-4 政治 .....	2-13
2-2-5 立法機関 .....	2-14
2-2-6 行政機関 .....	2-15
2-2-7 地方行政 .....	2-15
2-3 経済概況 .....	2-16
2-3-1 経済概況 .....	2-16
2-3-2 国家予算 .....	2-17
2-3-3 国際収支 .....	2-18
2-3-4 セクター別 GDP .....	2-19

2-3-5	セクター別経済概況	2-20
-------	-----------	------

### 第3章 運輸・交通分野の現況

3-1	上位計画の整理	3-1
3-1-1	第11次5ヶ年計画（2013～2018年）	3-1
3-1-2	道路セクターマスタープラン	3-5
3-1-3	ブータン2020	3-7
3-2	道路行政	3-8
3-3	予算	3-11
3-4	交通概況	3-11
3-4-1	自動車交通の状況	3-11
3-4-2	航空輸送の状況	3-15

### 第4章 道路・橋梁セクターの現況

4-1	道路ネットワークの整備状況	4-1
4-2	橋梁の現況	4-2
4-3	国道の現況	4-3
4-4	交通量データの整理	4-6
4-5	建設資機材の調達事情	4-12
4-6	トンネル計画の整理	4-17
4-7	国道における災害履歴、災害多発地点の整理	4-19
4-8	国道における交通事故履歴	4-21
4-9	道路・橋梁維持管理	4-22
4-10	我が国の「ブ」国に対する援助方針及びこれまでの援助状況	4-25
4-11	他の援助機関による援助状況	4-29
4-11-1	インド政府（GOI）	4-29
4-11-2	アジア開発銀行（ADB）	4-32
4-11-3	世界銀行（WB）	4-34
4-11-4	近年の諸外国支援の動向について	4-36

### 第5章 環境・社会配慮に関する整理

5-1	環境影響評価に関連する組織・法制度・手続き	5-1
5-1-1	組織	5-1
5-1-2	法制度	5-3
5-2	社会影響に関連する法制度・手続き	5-9
5-2-1	組織	5-9
5-2-2	法制度及び手続き	5-9

### 第6章 国道の重要度分析

6-1	分析の視点及び方法	6-1
-----	-----------	-----

6-2	路線の位置付け、特徴の整理	6-1
6-2-1	国道1号線	6-1
6-2-2	国道2号線	6-2
6-2-3	国道3号線	6-3
6-2-4	国道4号線	6-3
6-2-5	国道5号線	6-4
6-2-6	南部東西回廊	6-5
6-3	交通量調査及び需要予測	6-6
6-4	物流の状況	6-12
6-5	貧困層に対する裨益効果	6-13
6-6	国家プロジェクトとの関連性	6-14
6-7	南部東西回廊の現況	6-17
6-8	各国道の重要度の整理	6-19

## 第7章 各国道における交通阻害要因の分析

7-1	現地踏査結果の整理	7-1
7-2	既存橋梁の健全度判定	7-6
7-2-1	調査対象橋梁の整理	7-6
7-2-2	対象橋梁の健全度判定結果	7-11
7-3	各国道の交通阻害要因の整理	7-20

## 第8章 想定されるインフラ整備に対する優先順位の検討、優先プロジェクトの選定及び各種検討

8-1	想定されるインフラ整備の整理	8-1
8-2	検討の視点及び方法	8-1
8-3	優先プロジェクトの選定	8-3
8-3-1	優先プロジェクトの選定	8-3
8-3-2	既存橋梁の架け替え優先度の検討	8-4
8-3-3	岩盤斜面における道路拡幅に関する対象箇所の選定	8-6
8-3-4	積雪寒冷地における舗装改良に関する対象箇所の選定	8-6
8-4	優先プロジェクトに関する各種検討	8-7
8-4-1	周辺の環境・社会に対する影響の検証	8-7
8-4-2	防災対策の必要性の検討	8-13
8-4-3	本邦技術の導入可能性の検討	8-14
8-5	優先プロジェクトに関する概算工事費の算出	8-29
8-5-1	橋梁プロジェクトの概算工事費	8-29
8-5-2	トムシンラ峠北側斜面における舗装改良プロジェクト (L=5km) の概算工事費	8-44
8-5-3	道路拡幅プロジェクトの概算工事費	8-45

## 第9章 マオコラ橋に関する検討結果

9-1 現地踏査結果の整理 .....	9-1
9-1-1 橋梁 .....	9-1
9-1-2 河川 .....	9-4
9-1-3 周辺環境 .....	9-19
9-2 河川計画 .....	9-21
9-3 橋梁計画 .....	9-40
9-3-1 計画方針 .....	9-40
9-3-2 基本条件 .....	9-41
9-3-3 橋梁基本計画 .....	9-43
9-3-4 橋梁形式選定 .....	9-46
9-4 環境社会配慮に関する整理 .....	9-48
9-5 概算工事費の算出 .....	9-51

## 第10章 将来的な我が国の協力方向性の整理

10-1 援助スキーム別の整理 .....	10-1
10-1-1 無償資金協力 .....	10-2
10-1-2 技術協力プロジェクト .....	10-6
10-1-3 円借款 .....	10-10
10-1-4 その他 .....	10-11
10-2 援助実施時期の検討 .....	10-13
10-3 提言 .....	10-14

## 添付資料

- 添付資料-1：第11次5ヶ年計画におけるプロジェクトリスト
- 添付資料-2：DoR 組織図
- 添付資料-3：CDCL 建機リスト
- 添付資料-4：交通需要予測結果
- 添付資料-5：マナス国立公園における道路建設に関する国王の発言レター
- 添付資料-6：調査団作成の橋梁台帳
- 添付資料-7：DoR 作成の既存橋梁台帳
- 添付資料-8：優先プロジェクトに対する簡易スコーピング結果
- 添付資料-9：トンネル概算工事費算出根拠資料
- 添付資料-10：マオコラ橋概算工事費算出根拠資料
- 添付資料-11：打ち合わせ議事録
- 添付資料-12：収集資料リスト

## 図表目次

	頁
調査対象地域位置図（ブータン国の国道網図） .....	i
<図 1-1> 調査実施のフローチャート .....	1-2
<図 2-1> 「ブ」国地質図（国境を強調） .....	2-2
<図 2-2> 国道上で観察される地質状況 .....	2-3
<図 2-3> 「ブ」国地質図 .....	2-4
<図 2-4> 気象観測所の位置図 .....	2-5
<図 2-5> 「ブ」国の水系図 .....	2-6
<図 2-6> 過去の主要な洪水の位置図 .....	2-8
<図 2-7> 「ブ」国土地利用図 .....	2-10
<図 2-8> 「ブ」国の総人口予測値(2005 年～2030 年) .....	2-12
<図 2-9> 各県の人口(2005 年) .....	2-12
<図 2-10> 「ブ」国の政治体系 .....	2-14
<図 2-11> 県の位置図 .....	2-15
<図 2-12> 道路密度と舗装率の推移 .....	2-24
<図 2-13> GNP に占める道路維持管理費の割合（%） .....	2-25
<図 3-1> MoWHS の組織図（2014 年 5 月時点） .....	3-8
<図 3-2> DoR の組織図（2014 年 5 月時点） .....	3-9
<図 3-3> 自動車登録台数の推移 .....	3-12
<図 3-4> 都市間バスにおける輸送量の推移 .....	3-13
<図 3-5> 航空旅客数と便数の推移 .....	3-15
<図 3-6> 国内航空路線と実績(2012 年) .....	3-15
<図 4-1> 道路延長と舗装状況(2013 年) .....	4-1
<図 4-2> 「ブ」国の国道網 .....	4-3
<図 4-3> 国道 1 号線の様子 .....	4-4
<図 4-4> 国道 1 号線の交通状況 .....	4-7
<図 4-5> 国道 1 号線における通過交通の車種構成 .....	4-7
<図 4-6> 国道 2 号線の交通状況 .....	4-8
<図 4-7> 国道 2 号線における通過交通の車種構成 .....	4-8
<図 4-8> 国道 3 号線の交通状況 .....	4-9
<図 4-9> 国道 3 号線における通過交通の車種構成 .....	4-9
<図 4-10> 国道 4 号線の交通状況 .....	4-10
<図 4-11> 国道 4 号線における通過交通の車種構成 .....	4-10
<図 4-12> 国道 5 号線の交通状況 .....	4-11
<図 4-13> 国道 5 号線における通過交通の車種構成 .....	4-11
<図 4-14> パサカの鉄筋工場 .....	4-13
<図 4-15> 鉄筋の強度試験結果の例（異形棒鋼 D8mm） .....	4-14
<図 4-16> 地元新聞に掲載された建設機械の入札情報 .....	4-16

<図 4-17>トンネル建設候補地の位置図	4-17
<図 4-18>地滑り・落石災害履歴	4-20
<図 4-19>事故(死亡・負傷)件数の推移	4-21
<図 4-20>道路状況別事故件数の推移	4-21
<図 4-21>CDCL による舗装オーバーレイの様子 (ペレラ峠)	4-24
<図 4-22>GOI プロジェクト位置図	4-31
<図 4-23>「ブ」国に対するコミットメント額の推移 (単位: 百万ドル)	4-35
<図 5-1>国家環境委員会・組織図	5-1
<図 5-2>農業森林省・組織図	5-3
<図 5-3>環境許認可手続きフロー図	5-5
<図 5-4>国立公園及び野生生物・自然保護区の位置	5-8
<図 5-5>土地収用フロー図	5-10
<図 6-1>DoR による道路拡幅工事 (国道 1 号線)	6-2
<図 6-2>ジムジャ地滑り地帯	6-3
<図 6-3>国道 3 号線の状況	6-3
<図 6-4>国道 4 号線の斜面崩壊の様子	6-4
<図 6-5>国道 5 号線の状況	6-5
<図 6-6>南部東西回廊の現況	6-5
<図 6-7>全国及び国道沿線県の人口推移	6-6
<図 6-8>国道 1 号線の交通需要予測結果	6-7
<図 6-9>国道 2 号線の交通需要予測結果	6-8
<図 6-10>国道 3 号線の交通需要予測結果	6-9
<図 6-11>国道 4 号線の交通需要予測結果	6-10
<図 6-12>国道 5 号線の交通需要予測結果	6-11
<図 6-13>インド国境通関ゲートの位置	6-12
<図 6-14>各通関ゲートの流通量 (輸入金額)	6-12
<図 6-15>各通関ゲートの流通量構成比 (2013 年)	6-12
<図 6-16>水力発電プロジェクトサイトの位置図	6-16
<図 6-17>南部東西回廊の位置図	6-17
<図 7-1>南部東西回廊の狭幅員橋梁 (Diana Kuephen zam 橋)	7-1
<図 7-2>国道 1 号線のオーバーハングした岩盤斜面	7-1
<図 7-3>老朽化した橋梁	7-2
<図 7-4>国道 1 号線の Chuzomsa zam 橋 (耐荷重=40R)	7-2
<図 7-5>国道 4 号線の斜面崩壊地点の状況	7-3
<図 7-6>国道 1 号線の標高グラフ	7-3
<図 7-7>トムシンラ峠における積雪時の様子と DoR による除雪の様子 (2009 年)	7-4
<図 7-8>トムシンラ峠北側斜面道路の状況	7-4
<図 7-9>国道 4 号線の状況	7-5
<図 7-10>南部東西回廊の未接続区間の状況 (マオコラ橋アプローチ部)	7-5
<図 7-11>対象橋梁位置図	7-7



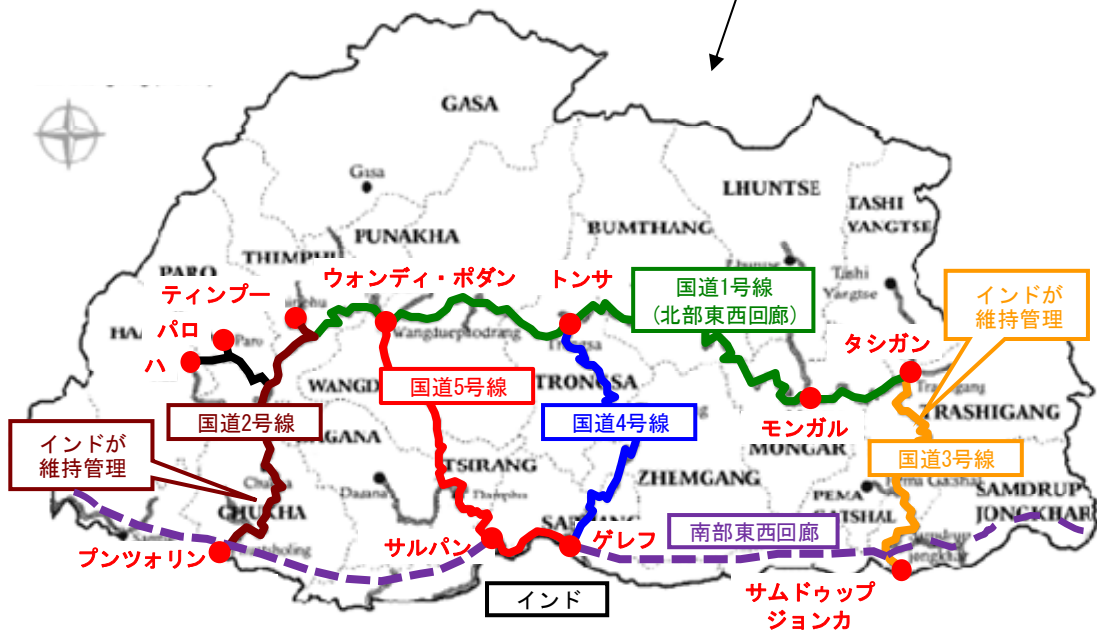
<図 7-12>既存の健全度点検資料(1).....	7-8
<図 7-13>既存の健全度点検資料(2).....	7-9
<図 7-14>評価基準.....	7-12
<図 7-15>主塔の傾斜の状況.....	7-17
<図 7-16>アンカレイジのひび割れ.....	7-18
<図 7-17>主塔と橋脚梁部の接続状況.....	7-19
<図 7-18>構造物の沈下・傾斜計測要領(例).....	7-19
<図 8-1>交通阻害要因と想定されるインフラ整備との関係.....	8-1
<図 8-2>優先順位の選定フロー.....	8-2
<図 8-3>国立公園・野生保護区・生態系連絡路と優先プロジェクトとの位置関係.....	8-9
<図 8-4>マイクロパイル工法.....	8-14
<図 8-5>施工状況.....	8-14
<図 8-6>施工状況.....	8-15
<図 8-7>工法の概要.....	8-16
<図 8-8>基本構造図.....	8-17
<図 8-9>工法の事例.....	8-17
<図 8-10>基本構造図.....	8-18
<図 8-11>工法の事例.....	8-18
<図 8-12>各クリフの位置.....	8-19
<図 8-13>各種対策工法の説明.....	8-20
<図 8-14>現地斜面の状況.....	8-21
<図 8-15>岩盤斜面における道路拡幅の概念.....	8-21
<図 8-16>トマンクリフ踏査位置.....	8-22
<図 8-17>トマンクリフ踏査結果.....	8-23
<図 8-18>ナムリンクリフ踏査位置.....	8-24
<図 8-19>ナムリンクリフ踏査結果-1.....	8-25
<図 8-20>ナムリンクリフ踏査結果-2.....	8-26
<図 8-21>有効幅員について.....	8-29
<図 8-22>各橋梁の所見.....	8-31
<図 8-23>工事費算出における作業フロー.....	8-32
<図 8-24>対象橋梁位置図.....	8-35
<図 8-25>輸入資材の搬入ルート.....	8-36
<図 8-26>『道路橋年報』平成 22 年度のコンクリート橋施工実績からの抜粋.....	8-41
<図 8-27>エクストラドーズド橋の実績及び最大支間と m <sup>2</sup> 単価.....	8-42
<図 8-28>鋼橋の施工単価.....	8-43
<図 9-1>道路計画図.....	9-1
<図 9-2>調査位置図.....	9-1
<図 9-3>調査結果(道路部).....	9-2
<図 9-4>調査結果(橋梁部).....	9-3
<図 9-5>マオコラ川の現況.....	9-5

<図 9-6>マオコラ川架橋予定位置現況断面図	9-6
<図 9-7>マオコラ川支川断面図	9-7
<図 9-8>マオコラ川現地写真 (1/7)	9-8
<図 9-9>マオコラ川現地写真 (2/7)	9-9
<図 9-10>マオコラ川現地写真 (3/7)	9-10
<図 9-11>マオコラ川現地写真 (4/7)	9-11
<図 9-12>マオコラ川現地写真 (5/7)	9-12
<図 9-13>マオコラ川現地写真 (6/7)	9-13
<図 9-14>マオコラ川現地写真 (7/7)	9-14
<図 9-15>マオコラ川遠景	9-15
<図 9-16>Geleg (Aie) 橋付近	9-16
<図 9-17>右支川 1 合流付近	9-16
<図 9-18>右岸側橋台設置付近	9-16
<図 9-19>Jigmechoring 観測所 6 月雨量の変遷	9-17
<図 9-20>上水用取水施設位置	9-18
<図 9-21>上水用取水施設	9-18
<図 9-22>国立公園とマオコラ橋の位置関係	9-19
<図 9-23>架橋位置・マオコラ川の左岸の状況	9-19
<図 9-24>マオコラ川に架かる簡易橋	9-20
<図 9-25>Shetikharey 川 (右支川 1) の護岸工事	9-21
<図 9-26>気象観測所位置図	9-23
<図 9-27>合理式についての説明	9-24
<図 9-28>橋梁架橋位置での流域面積	9-25
<図 9-29>洪水流出モデルの定数の決定	9-26
<図 9-30>対象流域周辺にある観測所の日雨量の比較	9-28
<図 9-32>余裕高の決定根拠	9-32
<図 9-33>天端幅の決定根拠	9-32
<図 9-34>粗度係数の決定根拠	9-33
<図 9-35>マオコラ橋架橋位置の現況断面図 (縦横比 1 : 10)	9-34
<図 9-36>マオコラ橋架橋位置の航空写真	9-34
<図 9-37>マオコラ橋架橋位置の必要断面幅について (縦横比 1 : 10)	9-36
<図 9-38>マオコラ橋架橋位置付近の航空写真	9-37
<図 9-39>堤防断面の設定 (マオコラ橋架橋位置)	9-38
<図 9-40>幅員構成図	9-41
<図 9-41>道路計画図 (案) (上図 : ゲレフ市 ~ 橋梁、下図 : 橋梁)	9-41
<図 9-42>地盤条件 (想定)	9-42
<図 9-43>マオコラ川 河川定規断面	9-42
<図 9-44>橋台位置の考え方	9-43
<図 9-45>径間長の決定フロー	9-44
<図 9-46>下部工計画	9-45

<図 9-47> 橋梁形式比較表 (支間 42m) .....	9-53
<図 9-48> 橋梁形式比較表 (支間 50.5m) .....	9-54
<図 9-49> 橋梁一般図 (1/3) .....	9-55
<図 9-50> 橋梁一般図 (2/3) .....	9-56
<図 9-51> 橋梁一般図 (3/3) .....	9-57
<図 9-52> 輸送経路 .....	9-58
<図 9-53> 橋梁形式比較表 (支間 43m) .....	9-60
<図 9-54> 橋梁形式比較表 (支間 50m) .....	9-61
<図 9-55> 橋梁一般図 (1/3) .....	9-62
<図 9-56> 橋梁一般図 (2/3) .....	9-63
<図 9-57> 橋梁一般図 (3/3) .....	9-64
<図 10-1> 日本の凍結防止剤散布作業の実施状況 (左) 及び凍結防止剤散布車の概要図 (右) .....	10-9
<図 10-2> ルンテンザンパ橋 .....	10-10
<図 10-3> 見通しの悪いカーブでの出会頭事故の様子 .....	10-11
<図 10-4> カーブミラーの例 .....	10-11
<図 10-5> 200 トン吊クレーン .....	10-12
<図 10-6> 道路整備に関する首相の発言記事 .....	10-15
<表 1-1> 調査団構成 .....	1-3
<表 1-2> 第 1 回現地調査行程 .....	1-4
<表 1-3> 第 2 回現地調査行程 .....	1-5
<表 2-1> 主要な洪水の履歴 .....	2-7
<表 2-2> 土地利用及び種類別植生の概要 (2010 年) .....	2-9
<表 2-3> 野生保護動物リスト .....	2-11
<表 2-4> 保護植物リスト .....	2-11
<表 2-5> 2013-14 年度の国家予算 .....	2-17
<表 2-6> 貿易収支 (2008-2012 年) .....	2-18
<表 2-7> 国際援助額の推移 (2008-2012 年度) .....	2-19
<表 2-8> 現在価格における経済活動による GDP (2008 - 2012) .....	2-19
<表 2-9> 林業セクター GDP .....	2-20
<表 2-10> 鉱産物 .....	2-21
<表 2-11> パイプラインプロジェクト .....	2-22
<表 2-12> 電話利用者数 .....	2-23
<表 2-13> 郵便施設数の推移(2008-2012) .....	2-24
<表 2-14> Druk Air Flights による輸送旅客数& 所得額、運航地域別データ (2008-2012) .....	2-25
<表 2-15> 地域別観光客数及び収入額 (2008-2012 年) .....	2-26
<表 2-16> 国別観光客数 (2008-2012 年) .....	2-26

<表 3-1>セクター別の資本支出	3-2
<表 3-2>南部東西回廊の整備優先順位	3-5
<表 3-3>国道におけるバイパス整備の優先順位	3-6
<表 3-4>国道におけるトンネル整備の優先順位	3-6
<表 3-5>地方事務所名及び各事務所の管轄範囲	3-9
<表 3-6>DoR エンジニアの退職者数（2011 年～2013 年）	3-10
<表 3-7>DoR 予算の推移	3-11
<表 3-8>都市間バスの輸送状況	3-14
<表 4-1>「ブ」国における道路延長	4-1
<表 4-2>「ブ」国における橋梁数（1994 年及び 2013 年）	4-2
<表 4-3>国道の現況（2014 年 5 月時点）	4-3
<表 4-4>DoR が検討している国道の名称の変更及び追加（案）	4-4
<表 4-5>国道における主な問題点と社会・経済への影響	4-5
<表 4-6>交通量調査	4-6
<表 4-7>主要資材の調達状況	4-12
<表 4-8>主要建設機械の調達状況	4-15
<表 4-9>プレフィージビリティ調査の結果	4-17
<表 4-10>国道における地滑り、落石災害状況	4-19
<表 4-11>橋梁点検方法	4-22
<表 4-12>「対ブータン王国事業展開計画」における重点分野	4-25
<表 4-13>我が国の対ブータン援助形態別実績（年度別）	4-26
<表 4-14>我が国の年度別・形態別実績詳細	4-27
<表 4-15>諸外国の対ブータン経済協力実績	4-28
<表 4-16>我が国の道路・橋梁分野におけるこれまでの援助実績	4-28
<表 4-17>第 10 次 5 ヶ年計画に関する GOI の支援状況	4-29
<表 4-18>第 11 次 5 ヶ年計画に対する GOI の支援	4-31
<表 4-19>ADB の道路・交通セクターにおける援助実績	4-32
<表 5-1>環境社会配慮関連法規一覧	5-3
<表 5-2>環境排出基準	5-6
<表 5-3>自然保護区域の面積	5-6
<表 5-4>国立公園内のゾーン区分	5-7
<表 5-5>国立公園及び野生生物・自然保護区の状況	5-7
<表 6-1>各国道の沿線県	6-6
<表 6-2>各県の貧困状況データ	6-13
<表 6-3>各国道と貧困層の居住県との関係	6-13
<表 6-4>現在建設中及び計画されている水力発電所建設プロジェクト	6-14
<表 6-5>南部東西回廊の整備状況（2014 年 5 月時点）	6-18
<表 6-6>各国道の重要度分析結果	6-19
<表 6-7>我が国援助による改修の必要性	6-20
<表 7-1>調査対象橋梁	7-6

<表 7-2> 照査結果	7-10
<表 7-3> 損傷評価一覧 (PNH1 : A-1~A-11 橋梁)	7-13
<表 7-4> 損傷評価一覧 (PNH4 : B-1~B-7 橋梁)	7-14
<表 7-5> 損傷評価一覧 (南部東西回廊 : C-1~C-3 橋梁)	7-15
<表 7-6> 損傷度評価一覧	7-16
<表 7-7> 本調査で確認された交通阻害要因の内容	7-21
<表 8-1> 優先プロジェクトの選定	8-3
<表 8-2> 既存橋梁の架け替え優先度の検討結果 (国道 1 号線)	8-4
<表 8-3> 既存橋梁の架け替え優先度の検討結果 (国道 4 号線、南部東西回廊、Paro 市内)	8-5
<表 8-4> 優先橋梁プロジェクト	8-6
<表 8-5> 汚染対策に関する検証	8-7
<表 8-6> 自然環境に関する検証	8-8
<表 8-7> 社会環境に関する検証	8-10
<表 8-8> 工事中的影響・モニタリングに関する検証	8-12
<表 8-9> 優先橋梁プロジェクトに対する防災対策の必要性	8-13
<表 8-10> 凍結抑制舗装の適用製品リスト及び日本における施工実績	8-28
<表 8-11> 対象橋梁諸元及び架け替え橋梁案	8-29
<表 8-12> 工事費算定用単価一覧表	8-33
<表 8-13> 各橋梁の工事費	8-34
<表 8-14> 近接橋梁毎に整理した工事費	8-35
<表 8-15> 『サイクロン災害復興支援計画』の橋梁	8-37
<表 8-16> 『サイクロン災害復興支援計画』の工事費の内訳	8-37
<表 8-17> 『サイクロン災害復興支援計画』の輸送費の内訳	8-38
<表 8-18> 『ドルコラ橋』と『ジグミリン橋』工事費の内訳	8-39
<表 8-19> 『ドルコラ橋』と『ジグミリン橋』工事費の内訳 (日本調達機械を控除)	8-40
<表 8-20> 道路拡幅プロジェクトの概算工事費	8-46
<表 9-1> Jigmechoring 観測所 6 月雨量の変遷 (単位 : mm)	9-17
<表 9-2> 流出係数の一覧表	9-26
<表 9-3> 最大雨量観測時の周辺観測所の状況	9-29
<表 9-4> 確率分布の選定処理	9-30
<表 9-5> 橋脚基数と河積阻害率表	9-44
<表 9-6> 形式選定表	9-46
<表 9-7> 橋梁形式抽出用概略工事費単価	9-47
<表 9-8> 橋梁形式抽出用概略工事費	9-47
<表 9-9> 汚染対策に関する整理	9-48
<表 9-10> 自然環境に関する整理	9-49
<表 9-11> 社会環境に関する整理	9-50
<表 10-1> プロジェクト案一覧	10-1
<表 10-2> プロジェクト案一覧	10-13



調査対象地域位置図（ブータン国の国道網図）



写真-1  
DoR 表敬  
2014年4月8日



写真-2  
JICA ブータン事務所  
協議  
2014年4月10日



写真-3  
DoR キックオフミーテ  
ィング  
2014年4月22日





写真-4  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-1.Semtokha Flyover 橋



写真-5  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-2.Prakhdrang II 橋



写真-6  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-3.Namling zam 橋





写真-7  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-4.Gektong zam 橋



写真-8  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-5.Tangchu zam 橋



写真-9  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-6.Rabten Zam 橋



写真-10  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-7.Gaytsa Zam 橋



写真-11  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-8.Bong Zam 橋



写真-12  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-9.Nangni zam 橋 (Za lamchu 橋)





写真-13  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-10.Nikachu zam 橋



写真-14  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
A-11.Chuzomsa zam 橋



写真-15  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-1.Passang zam 橋



写真-16  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-2. Beteni zam 橋



写真-17  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-3. Katley III 橋



写真-18  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-4. Chaplekhola 橋





写真-19  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-5.Geleg(Aie) zam 橋



写真-20  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-6.Samkhara zam 橋



写真-21  
橋梁調査  
2014年4月15日～20日  
B-7.Telegangchu zam 橋



写真-22  
橋梁調査  
2014年4月28日～30日  
C-1.Diana Kuephen zam 橋



写真-23  
橋梁調査  
2014年4月28日～30日  
C-2.Dramzang zam 橋



写真-24  
橋梁調査  
2014年4月28日～30日  
C-3.Jitti zam 橋





写真-25  
橋梁調査  
2014年4月19日  
E-1.Dopshari zam 橋



写真-26  
マオコラ川調査  
(DoR サルパン事務所長  
同行)  
2014年4月18日～19日



写真-27  
パサカ鉄筋工場情報収集  
2014年4月28日



写真-28

DoR トンサ事務所表敬

2014年4月16日



写真-29

DoR サルパン事務所表敬

2014年4月17日



写真-30

DoR プンツォリン事務所  
職員へのヒアリング

2014年4月29日





写真-31  
マオコラ川雨期調査  
2014年7月14日～15日



写真-32  
DoR へのドラフトファイ  
ルレポート説明・協議  
2014年7月21日

## 略語集 (1/2)

略語	英 語	日 本 語
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	アメリカ道路・運輸技術者協会
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADIF	Agricultural Development International Fund	農業開発国際基金
AH	Asian Highway	アジアハイウェイ
BBS	Bhutan Broadcast Service	ブータン放送協会
BTL	Bhutan Telecom Limited	ブータン通信公社
CDCL	The Construction Development Corporation Limited	建設開発公社
CPS	Country Partnership Strategy	国別パートナーシップ戦略
DANTAK	Indian Border Roads	インド陸軍の道路建設チーム
DGM	Department of Geology and Mines, Ministry of Economic Affairs	経済省地質鉱山局
DLAAC	Dzongkhag Land Acquisition and Allotment Committee	土地収用配分委員会
DoA	Department of Agriculture, Ministry of Agriculture	農業省農業局
DoE	Department of Energy, Ministry of Economic Affairs	経済省エネルギー局
DoR	Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement	公共事業定住省道路局
DPA	Department of Public Account, Ministry of Finance	公共預金局
DPT	Peace and Prosperity Party	ブータン調和党
DRAP	Dzongkhag Rural Access Planning	地域立ち入り計画
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
F/S	Feasibility Study	事業化調査
FDI	Foreign Direct Investment	対外直接投資方針
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood	氷河湖決壊による洪水
GNH	Gross National Happiness	国民総幸福量
GNP	Gross National Product	国民総生産
GOI	Government of India	インド政府
GPS	Global Positioning System	全球測位システム
GWh	Gigawatt	ギガワット
H.W.L.	High Water Level	計画高水位
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
ICIMOD	The International Centre for Integrated Mountain Development	国際総合山岳開発センター
IDA	International Development Agency	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IRC	Indian Road Congress	インド道路委員会
IS	Indian Specification	インド設計基準
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources	国際自然保護連合

## 略語集 (2/2)

略語	英 語	日 本 語
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MBT	Main Boundary Thrust	主境界断層
MCT	Main Central Thrust	主中央衝上断層
MDG	Millennium Development Goal	ミレニアム開発目標
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency	多数国間投資保証機関
MoAF	Ministry of Agriculture and Forests	農業森林省
MoEA	Ministry of Economic Affairs	経済省
MoF	Ministry of Finance	財務省
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省
MW	Megawatt	メガワット
NATM	New Austrian Tunneling Method	新オーस्टリアトンネル工法
NEC	National Environmental Commission	国家環境委員会
NGI	Norwegian Geotechnical Institute	ノルウェー地質協会
NGO	Non-Governmental Organization	非政府団体
NLC	National Land Commission	国家土地登記委員会
Nu	Bhutanese Currency or Ngultrum	現地通貨ニュルタム
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PCT	Pre-stressed Concrete T type	プレストレスコンクリート T桁
PCU	Project Coordination Unit	プロジェクト調整ユニット
PDP	People's Democratic Party	ブータン国民民主党
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理ユニット
PNH	Primary National Highway	国道
RAP1	Rural Access Project	農村アクセスプロジェクト
RAP2	Second Rural access Project	第 二 次 農 村 ア ク セ ス プ ロ ジ ェ ク ト
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RCSC	Royal Civil Services Commission	人事院
ROW	Right of Way	道路敷地境界
RSMP	Road Sector Mastor Plan	道路セクターマスタープラン
RSTA	Road Safety and Transport Authority	道路安全輸送公社
SASEC	South Asia Sub regional Economic Cooperation	南アジア地域経済協力
TA	Technical Assistance	技術援助
WB	World Bank	世界銀行

地名リスト

日本語表記	英語表記	日本語表記	英語表記
アイ・チュ	Aie Chu	ティンティビ	Tingtibi
アッサム	Assam	ティンブー	Thimphu
アムシンウーン	Amshingwoong	ティンブー・チュ	Thimphu Chu
アモチュ	Amechhu	デオタン	Deothang
ウオン・チュ	Wang Chu	デビタン	Devithan
ウオンディ	Wangdue	デワタン	Dewathang
ウオンディガン	Wangdigang	テンドウツク	Tendruk
ウオンディボダン	Wangdue Phodrang	ドウルングリ(ドウルンリ)	Durungri
ウムリン(ラライ)	Umling (Lalai)	トゥンディリ	Thungdi Ri
ガサ	Gasa	ドーシンリ	Dorshing Ri
ガムリ・チュ	Ganri Chu	ドチュラ峠	Dochu La
カムロンリ	Kamrong Ri	トマンクリフ	Thomang Cliff
カリコラ	Kalikhola	トムシラ峠	Thrumshing La Pass
カルマリンリ	Karmalingri	ドルコラ	Dolkhola
ガンラカ	Ganglakhā	トルサ・チュ	Torsa Chu
ガンラム	Nganglam	ドルジゴンバ	Dorji Goenpa
キリカー	Kilikhar	トンス	Trangsa
クロン・チュ(コロン・チュ)	Kulong (Kolong) Chu	ナベサ	Nabesa
クリーゴングリ	Kuri-Gongri	ナムリクリフ	Namling Cliff
クリ・チュ	Kuri Chu	ナンラン	Nganglam
ゲイツァ	Geytsa	ニカ・チュ	Nakha Chu
ゲザムチュ	Gayzamechu	西ベンガル	West Bengal
ゲサリン	Gesarling	ニンガラ	Ningala
ゲドゥ	Gedu	ノブディン	Nobding
ケラバリ	Kerabari	ハ	Haa
ケリ	Kheri	ハチュ	Haa Chu
ゲルボシン	Gyalposhing	パーチュ	Paachu
ゲレザム	Gelezam	パサカ	Pasaka
ゲレフ	Gelephu	バスバラタン	Bathbalathang
コシヤラ(コサラ、コセラ)	Koshala	バレイタンチュ	Bareytangchhu
ゴムフ	Gomphu	パロ	Paro
コルシ	Kholsi	パロ・チュ	Paro Chu
ゴワコルセ	Gowa Kholse	パンバン	Panbang
サヌアイポリ	Sanu Aipoli	フィプスー	Phipsoo
サムチ	Samtse	フォチュ	Pho Chu
サムドゥブジョンカ	Samdrup Jigkhar	ブナカ	Bunakha
サムドゥブチヨリン	Samdrupcholing	ブナカ	Bunakha
サムラン	Samrang	ブナ・チャン・チュ(ブナチャンチュ)	Puna Tsang Chu (Punatsangchu)
サルパン	Sarpang	ブムタン	Bumthang
サルパンチュ	Sarpang Chu	ブムタン・チュ	Bumthang Chu
サンカンチュ	Sankangchhu	ブラマプトラ	Brahmaputra
サンコシュ(サンコーシュ)	Sankosh	ブラリン	Praling
シュムガン	Zhemgang	フンツォリン	Phuenisholing
ジェリチュ	Jeri Chu	ヘソタンカ	Hesothangka
シェルタンラ峠	Shertang La	ペマガツェル	Pemagatshel
ジグミリン	Jigmiling	ペレラ峠	Pele La
シッキム	Sikkim	ポ・チュ	Po Chu
シプス	Sipsu	ボンディ	Bonday
シムトカ	Simtokha	マオコラ	Maukhola
ジュムジャ(ジムジャ)	Jumja	マナス・チュ	Manas Chu
ジョモタンカ	Jomotsangkha	マニタール	Manitar
シンゲチュ	Singye Chu	マンデ・チュ(マンデチュ)	Mangde Chu (Mangdechhu)
スレイ	Surey	マンデルボン	Mandelpong
スンコシ	Sunkosh	ミクリ	Mikuri
セティカリ	Setikhari	ミチドラ	Mithidrang
セエティチュ	Setiehu	モ・チュ	Mo Chu
センゴール	Senkor	モンガル	Mongar
ダイナ・チュ	Diana Chu	ヤクチュ	Yakchu
ダガ・チュ	Daga Chu	ヤディ	Yadi
ダガナ	Dagana	ユーディリ	Yudhiri
タクライ	Taklai	ユシパン	Yusipang
タンガン	Trashigang	ヨトンラ峠	Yotang La
タシヤンツェ	Tashiyangtse	ヨンプラ	Yongphula
ダチュ	Dachhu	ライダック	Raidak
タマ	Tama	ラモイジンカ	Lhamoizinkha
ダムチュ	Damechu	リオタラ	Riotala
タリ	Tari	リミタン	Limithang
ダンメ・チュ	Drangme Chu	リンチェンディング	Rinchending
チェンデブジ	Chendebji	ルナナ	Lunana
チャザム	Chazam	ルンツェ	Lhuentse
チャムカーチュ	Chamkarchhu	レフェ	Relfe
チュカ	Chukha	ロベサ	Lobeysa
チュセルブ	Chuserbu	ロンカルチュ	Longkarchhu
チュゾム	Chunzom	ワンチュ	Wangchu
チラン	Tsirang		
ツェバ	Tsebar		
ディガラ	Digala		

# 第1章 調査の概要

## 1-1. 調査の背景・目的

### 1-1-1. 調査の背景

ブータン王国（以下「ブ」国と称す）はヒマラヤ山脈の東端に位置する山岳内陸国であり、国土の大部分が険しい山岳地帯であるため、道路による交通が主要な交通・輸送手段となっている。そのため、効率的で安全な道路網及び橋梁の整備が「ブ」国の社会経済の発展に不可欠であるが、地形的な制約もあり幹線道路は少なく、またその規格も低水準のところが大半を占める。

我が国は対ブータン事業展開計画の道路網整備プログラムにおいて、効率的・安定的な運輸・交通を確保し、地域の経済活性化を促進するため、道路網・橋梁整備への支援を行っていくこととしている。JICA はこれまで無償資金協力により 4 度の橋梁架替及び 3 度の道路建設機材整備に係る支援を行ってきた。また、対ブータン JICA 国別分析ペーパーにおいても、依然として大きな都市部と農村部の地域間格差の是正を開発課題として捉え、特に地方部におけるアクセス改善に重要な役割を果たしている道路建設や橋梁建設が重点課題であると分析している。

「ブ」国の第 11 次 5 ヶ年計画（2013 年～2018 年）においても「戦略的なインフラ整備」が重点に掲げられており、包括的な社会経済開発のために国道を始めとする交通インフラの整備を行うとされている。よって、「ブ」国における道路網・橋梁整備は引き続き優先度が高く、JICA が今後同分野においてより効果的な案件形成を行っていくために、国内交通網の現状と阻害要因を整理し、将来的な円借款、無償資金協力、技術協力を検討するにあたって必要な情報を収集することを目的とした調査を実施する。

### 1-1-2. 調査の目的

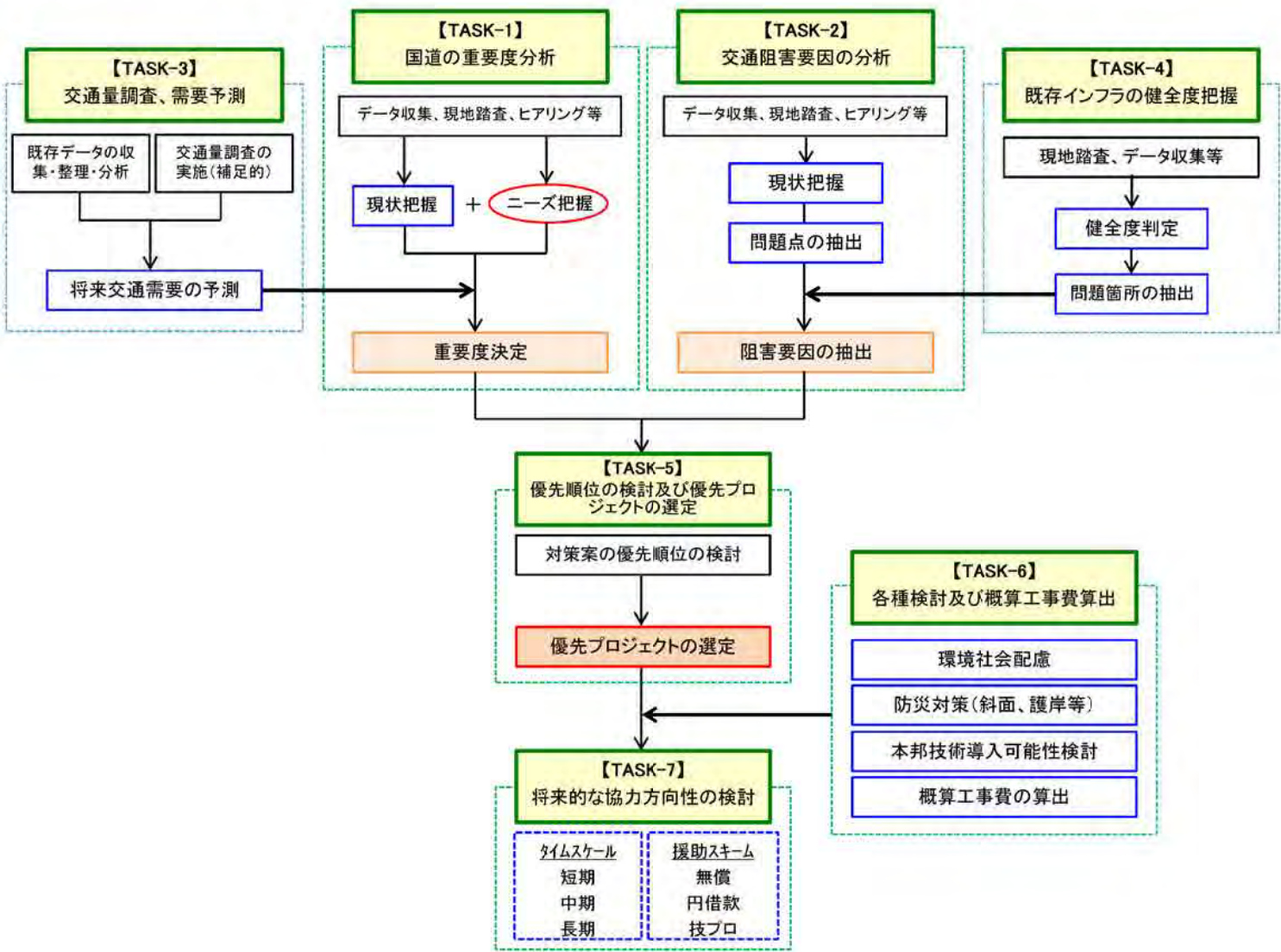
本調査は、「ブ」国政府の計画、既存の調査結果等も踏まえ、「ブ」国内における交通需要や開発ニーズが高い国内交通網の内、交通の阻害要因やボトルネックとなっている箇所を検証し、対策の必要性の高い道路・橋梁等を選定し運輸・交通インフラ分野の協力の方向性を検討するものである。

## 1-2. 調査のアプローチ

本調査では、以下に示す 7 つのタスクを実施し、図 1-1 に示すフローに従って調査を実施する。

- 【TASK-1】 国道の重要度分析
- 【TASK-2】 交通阻害要因の分析
- 【TASK-3】 交通量調査、需要予測
- 【TASK-4】 既存インフラの健全度把握
- 【TASK-5】 優先順位の検討及び優先プロジェクトの選定

【TASK-6】 優先プロジェクトに関する各種検討及び概算工事費算出  
 【TASK-7】 将来的な協力方向性の検討



出所：調査図作成

＜図 1-1＞調査実施のフローチャート

### 1-3. 調査団の構成

本調査では、表 1-1 に示す団員構成により調査を実施する。

<表 1-1> 調査団構成

担当分野	調査団員名	所属
総括／道路・交通	今野 啓悟	(株)オリエンタルコンサルタンツ
副総括／道路・交通／橋梁計画 1	菅沼 泰久	(株)オリエンタルコンサルタンツ
橋梁計画 2	二井 伸一	(株)アンジェロセック
河川・水文	習田 義輝	(株)オリエンタルコンサルタンツ
環境社会配慮	吉沢 方宏	(株)アンジェロセック
斜面对策	佐野 哲也	(株)オリエンタルコンサルタンツ
業務調整／環境社会配慮補助	高橋 水希	(株)オリエンタルコンサルタンツ

出所：調査団作成

### 1-4. 現地調査行程

本調査では、表 1-2 及び表 1-3 に示す行程に従い、2 度の現地調査を実施する。

＜表 1-2＞ 第 1 回現地調査行程

月日	通算	総括/道路・交通 令野野格	機設計画2 二井一	河川・水文 菅田義理	副総括/道路・交通/機設計画1 菅田泰久	業務調整/環境社会配慮補助 高橋永希	環境社会配慮 吉沢芳彦	斜面対策 佐野哲也	滞在場所
4月7日	月 1	移動(空路)羽田⇒バンコク⇒バロ	移動(空路)成田⇒バンコク	移動(空路)関西⇒バンコク	移動(空路)成田⇒バンコク	移動(空路)成田⇒バンコク			バンコク
4月8日	火 2	移動(空路)バンコク⇒バロ	移動(空路)バンコク⇒バロ	移動(空路)バンコク⇒バロ	移動(空路)バンコク⇒バロ	移動(空路)バンコク⇒バロ			チンブー
4月9日	水 3	14:00-D&R表敬訪問、15:30-JICA事務所訪問、健康診断受診							
4月10日	木 4	WP申請、チンブー市内調査、資料収集・整理							
4月11日	金 5	資料収集・整理、16:00-JICA事務所打ち合わせ							
4月12日	土 6	現地関係機関協議、チンブー市内調査、資料収集・整理							
4月13日	日 7	国内会議、資料収集・整理							
4月14日	月 8	現地調査:チンブー→トナサ(国道1号線)							
4月15日	火 9	現地調査:チンブー→トナサ(国道1号線)							
4月16日	水 10	現地調査:トナサ→グレフ(国道4号線)	現地調査:トナサ→モンガル(国道1号線)			役員安全管理、資料収集・整理 ⇒チンブー	グレフ/モンガル/チンブー		
4月17日	木 11	現地調査:グレフ→高辺(国道4号線、マオコラ橋)	現地調査:モンガル→ブムタン(国道1号線)				グレフ/ブムタン/チンブー		
4月18日	金 12	現地調査:グレフ→高辺(マオコラ橋)	現地調査:ブムタン→チンブー(国道1号線)				グレフ/チンブー		
4月19日	土 13	現地調査:グレフ→高辺(マオコラ橋)	現地調査:チンブー市内&バロ				グレフ/チンブー		
4月20日	日 14	現地調査:グレフ→チンブー(国道5号線&国道1号線)	資料収集・整理						チンブー
4月21日	月 15	D&R協議、現地関係機関協議、国内会議、資料収集・整理							チンブー
4月22日	火 16	D&Rキックオフミーティング、資料収集・整理							チンブー
4月23日	水 17	D&R協議、現地関係機関協議、国内会議、資料収集・整理							チンブー
4月24日	木 18	D&R協議、現地関係機関協議、国内会議、資料収集・整理							チンブー
4月25日	金 19	国内会議、資料収集・整理							チンブー
4月26日	土 20	国内会議、資料収集・整理							チンブー
4月27日	日 21	国内会議、資料収集・整理							チンブー
4月28日	月 22	移動(空路)バロ⇒バンコク	現地調査:チンブー→フンフォリン(国道2号線)						フンフォリン/バンコク
4月29日	火 23	移動(空路)バンコク⇒羽田	現地調査:フンフォリン→サムテー→フンフォリン						フンフォリン
4月30日	水 24	現地調査:フンフォリン→チンブー(国道2号線)							チンブー
5月1日	木 25	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月2日	金 26	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月3日	土 27	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月4日	日 28	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月5日	月 29	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月6日	火 30	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月7日	水 31	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月8日	木 32	国内会議、資料収集・整理							チンブー/バンコク
5月9日	金 33	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月10日	土 34	国内会議、資料収集・整理							チンブー/バンコク
5月11日	日 35	国内会議、資料収集・整理	移動(空路)バロ⇒バンコク	国内会議、資料収集・整理					チンブー
5月12日	月 36	国内会議、資料収集・整理	移動(空路)バンコク⇒関西	国内会議、資料収集・整理					チンブー
5月13日	火 37	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月14日	水 38	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月15日	木 39	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月16日	金 40	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月17日	土 41	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月18日	日 42	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月19日	月 43	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月20日	火 44	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月21日	水 45	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月22日	木 46	現地関係機関協議、資料収集・整理							チンブー
5月23日	金 47	移動(空路)成田⇒バンコク	国内会議、資料収集・整理						チンブー
5月24日	土 48	移動(空路)バンコク⇒バロ	国内会議、資料収集・整理						チンブー
5月25日	日 49	国内会議、資料収集・整理							チンブー
5月26日	月 50	現地調査:チンブー→ブムタン(国道1号線)							チンブー/ブムタン
5月27日	火 51	現地調査:ブムタン→A4、A3→トナサ(国道1号線)							チンブー/トナサ
5月28日	水 52	現地調査:トナサ→グレフ(国道4号線)、グレフ							チンブー/グレフ
5月29日	木 53	現地調査:マオコラ→高辺、グレフ							チンブー/グレフ
5月30日	金 54	現地調査:グレフ→チンブー(国道5号線)							チンブー
5月31日	土 55	国内会議、資料収集・整理							チンブー
6月1日	日 56	国内会議、資料収集・整理							チンブー
6月2日	月 57	JICAブータン事務所協議、D&R協議、関係機関協議							チンブー
6月3日	火 58	JICAブータン事務所協議、D&R協議、関係機関協議							チンブー
6月4日	水 59	移動(空路)バロ⇒バンコク							バンコク
6月5日	木 60	移動(空路)バンコク⇒成田							成田

出所：調査団作成



<表 1-3> 第 2 回現地調査行程

月日	通算	総括／道路・交通 今野啓悟	副総括／道路・交通／橋梁計画1 菅沼泰久	河川・水文 習田義輝	業務調整／環境社会配慮補助 高橋水希	滞在场所
7月2日	水 1	移動(空路):成田⇒バンコク			移動(空路):成田⇒バンコク	バンコク
7月3日	木 2	移動(空路):バンコク⇒パロ			移動(空路):バンコク⇒パロ	ティンブー
7月4日	金 3	JICAブータン事務所協議、DoR協議			JICAブータン事務所協議、DoR協議	ティンブー
7月5日	土 4	団員安全管理、資料収集・整理			団員安全管理、資料収集・整理	ティンブー
7月6日	日 5					ティンブー
7月7日	月 6	現地関係機関協議、資料収集・整理			現地関係機関協議、資料収集・整理	ティンブー
7月8日	火 7					ティンブー
7月9日	水 8					ティンブー
7月10日	木 9					移動(空路):関西⇒バンコク⇒パロ
7月11日	金 10	現地関係機関協議、資料収集・整理				ティンブー
7月12日	土 11	団内会議、資料収集・整理				ティンブー
7月13日	日 12					ティンブー
7月14日	月 13	現地調査:ティンブー→ゲレフ			団員安全管理、資料収集・整理 in ティンブー	ゲレフ
7月15日	火 14	現地調査:マオコラ橋調査				ゲレフ
7月16日	水 15	現地調査:ゲレフ→ティンブー				ティンブー
7月17日	木 16	現地関係機関協議、資料収集・整理				ティンブー
7月18日	金 17					ティンブー
7月19日	土 18	団内会議、資料収集・整理				ティンブー
7月20日	日 19					ティンブー
7月21日	月 20	DoRドラファイルレポート説明、レポート作成、資料収集・整理		移動(空路):パロ⇒バンコク	DoRドラファイルレポート説明、レポート作成、資料収集・整理	ティンブー
7月22日	火 21	DoR協議、現地関係機関協議、レポート作成、資料収集・整理		移動(空路):バンコク⇒成田	DoR協議、現地関係機関協議、レポート作成、資料収集・整理	ティンブー
7月23日	水 22			ティンブー		
7月24日	木 23			ティンブー		
7月25日	金 24			JICAブータン事務所協議、資料収集・整理		JICAブータン事務所協議、資料収集・整理
7月26日	土 25	団内会議、資料収集・整理		団内会議、資料収集・整理	ティンブー	
7月27日	日 26				ティンブー	
7月28日	月 27	移動(空路):パロ⇒バンコク		移動(空路):パロ⇒バンコク	バンコク	
7月29日	火 28	移動(空路):バンコク⇒成田		移動(空路):バンコク⇒成田	ティンブー	

出所：調査団作成

#### 1-5. 主要面会者リスト

##### (1) 「ブ」国公共事業・定住省道路局 (DoR,MoWHS)

- Karma Galay 氏: Director
- Kunzang Wangdi 氏: Specialist, Planning Division
- M.N. Lamichaney 氏: Specialist, Construction Division
- Jangchuk Yeshe 氏: Chief Engineer, Design Division
- Karma Wangdi 氏: Chief Engineer, Design Division
- Tshering Wangdi(A)氏: Chief Engineer, Construction Division
- Tshering Paljare 氏: Chief Engineer, Planning Division
- Tshering Wangdi(B)氏: Chief Engineer, Maintenance Division
- Tougay Choedup 氏: Chief Engineer, Head of Trongsa Regional Division
- Dorji Wangdi 氏: Chief Engineer, Head of Phuentsoling Regional Division
- Karma Dorji 氏: Chief Engineer, Head of Sarpang Regional Division
- Karma Tenzin 氏: Executive Engineer, Design Division (Road)
- Delip Thapa 氏: Executive Engineer, Geotechnical Section 他

##### (2) JICA ブータン事務所

- 朝熊 由美子氏: 事務所長
- 坂部英孝氏: 副事務所長
- 砂田雅則氏: 企画調査員
- 安藤増実氏: JICA シニアボランティア (DoR 橋梁設計課配属)

##### (3) その他関係機関

- Mr.Ugyen Wangda 氏: Head of Geology Division, DGM, Ministry of Economic Affairs
- Karma Tshewang 氏: Chief Engineer, Hydropower Development Division, Department of Hydropower & Power System, Ministry of Economic Affairs
- Parsuram Sharma 氏: General Manager (Operation), CDCL

## 第2章 「ブ」国の概況

### 2-1. 自然概況

#### 2-1-1. 位置

「ブ」国はヒマラヤ山脈の東端に位置する山岳内陸国であり、その位置は北緯 80 度 5 分～92 度 10 分、東経 26 度 40 分～28 度 15 分である。国土の面積は約 38,394km<sup>2</sup>で九州の約 0.9 倍であり、東西方向に約 330km、南北方向に約 180km の広がりを持つ。北部において中華人民共和国のチベット自治区と国境を接し、また、東部、西部、南部でインドと国境を接する。

#### 2-1-2. 地形・地質

##### (1) 地形

「ブ」国はヒマラヤ造山帯東端に位置するため、北は 7,000m 級の連峰から南は 200m 以下の平野部へと標高を減じる。ヒマラヤ造山運動により第三紀から第四紀にかけて活発な隆起運動がおこり、急峻な地形が河川浸食によって形成された。北部から、ヒマラヤ地域、中央地帯、南部山麓地帯に分かれる。ヒマラヤ地域は 7,541m のガンカーブズム峰を最高峰とした山岳地帯で、氷河地形を形成し、2674 個の氷河湖がある。中央地帯は定住可能な山岳地帯で、雨期の豪雨により斜面崩壊や地滑りが発生する急緩斜面である。谷合のわずかな河谷平野に都市が形成されている。南部山麓地帯はインドの大平原に移行する丘陵地となる。

##### (2) 地質

図 2-1 には本邦既存文献から引用した「ブ」国の地質図を示し、図 2-3 には「ブ」国経済省地質鉱山局 (DGM) から入手した「ブ」国の地質図を示す。

地質構造としては、北部からテチス堆積物類、ヒマラヤ変成岩及び優白色花崗岩と片麻岩類からなるグレーターヒマラヤ (高ヒマラヤ) 帯、先カンブリアから二疊紀までの変堆積岩からなるレッサーヒマラヤ (低ヒマラヤ) 帯、その南部の新第三系シワリク層からなるサブヒマラヤ帯が分布している (図 2-1)。これらの時代や成因、変成度の異なる地層が、主中央衝上断層 (Main Central Thrust : MCT) や主境界断層 (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。

これらの成因や変成作用を背景として、「ブ」国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、加えて褶曲や断層による破断、及び構造運動により揉まれた脆弱部などが露頭で頻繁に確認される。特にバクサ層群の片岩、千枚岩は、密に発達する面構造により剥がれやすい上に、岩質が脆弱である。

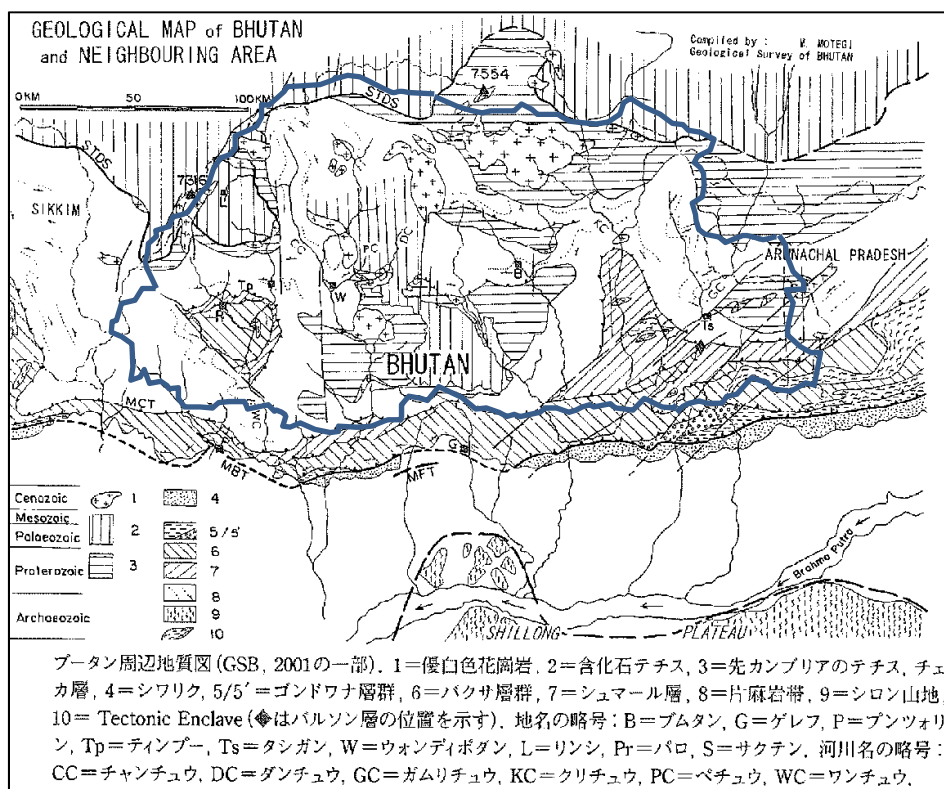
国道 1 号線の概要としては、ティンパーから東に、優白色花崗岩類の断崖を形成する、マッシブから風化した岩体を確認される。角閃岩が優勢になり、片麻岩状のところもある。

所々強風化のマサ状の斜面も認められる。西部には断崖絶壁がいくつかあり、直壁を穿った道が続く。幅員が狭小なため、落石や転落などの事故が発生している。

国道4号線ではシエムガン南部にあるリオタラ崩壊地が特徴的である。前述したMCTに位置し、雲母を多く含む千枚岩が脆く露出している。

国道4号線、5号線ともにバクサ層群を通過する箇所で土砂災害が発生している。これは褶曲や断層による破断及び構造運動により揉まれた脆弱部などが原因と考えられる。

図2-2に国道上で観察された地質状況を示す。



出所：地質ニュース 567号地質調査総合センター 2001

<図2-1>「ブ」国地質図（国境を強調）



国道1号線上のトマンクリフでの塊状岩盤



片麻岩状の硬岩で、黒雲母を含む



国道4号線上のリオタラ崩壊地（流れ盤）

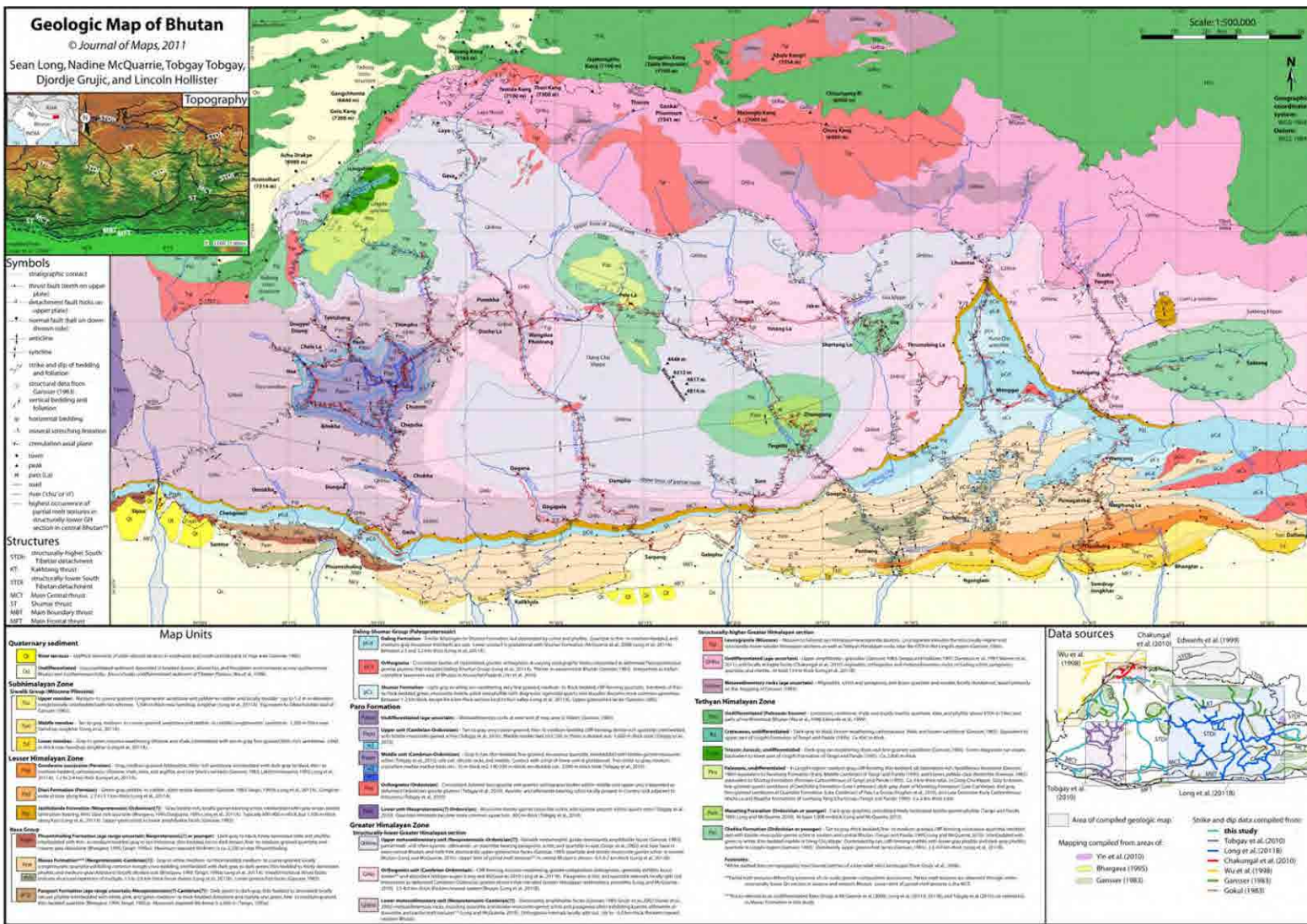


ラミナが発達して風化が進む

出所：調査団

<図 2-2> 国道上で観察される地質状況





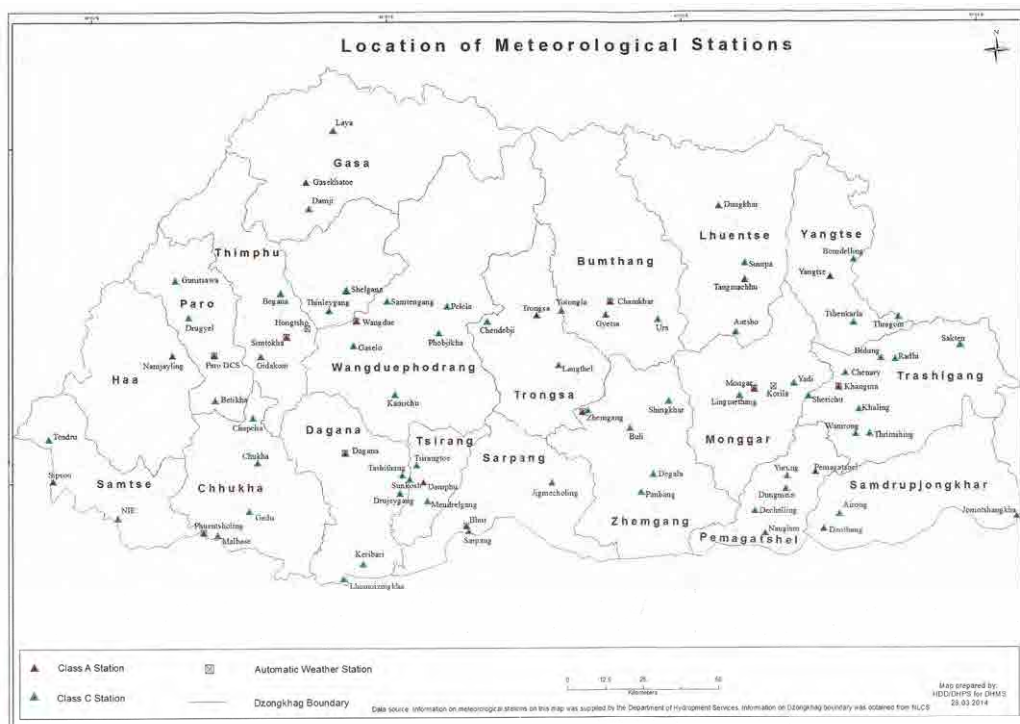
出所： DGM  
 < 図 2-3 > 「ㄱ」 国地质图

### 2-1-3. 気象

「ブ」国の国土は狭く、北部の 4,000m~7,000m の山岳地から南部の 1,000m 以下の平野部に大きく標高が変化するため、標高に応じた気候区分を示す。気象地域の区分は、南から高温多湿亜熱帯地域、寒冷内陸ヒマラヤ地域及びツンドラ大ヒマラヤ地域となる。また、中央部に位置し東西の分水界を形成するブラックマウンテン山脈の存在も「ブ」国の気候分布に大きな影響を与えている。

「ブ」国の気候は雨期（6 月～9 月）と乾期に分かれ、南部が一般に暑く、湿気が多い。北部では雪が残る高山気候である。また、谷の多い「ブ」国では標高によって谷ごとに気候が変化することも多い。

「ブ」国の気象観測所は水力発電に関連して設置されており、河川管理の観点からも設置が推進されている。現在の気象観測所はクラスーA 観測所（気温、湿度、降雨量、風速、風向、日照時間、雲量を計測）が 19 ヶ所、クラスーC 観測所（気温、湿度、降雨量を計測）が 61 ヶ所、自動気象観測所が 11 ヶ所存在する（2014 年 3 月 28 日時点）。



出所：Department of Hydro-Met Service, Meteorology Division

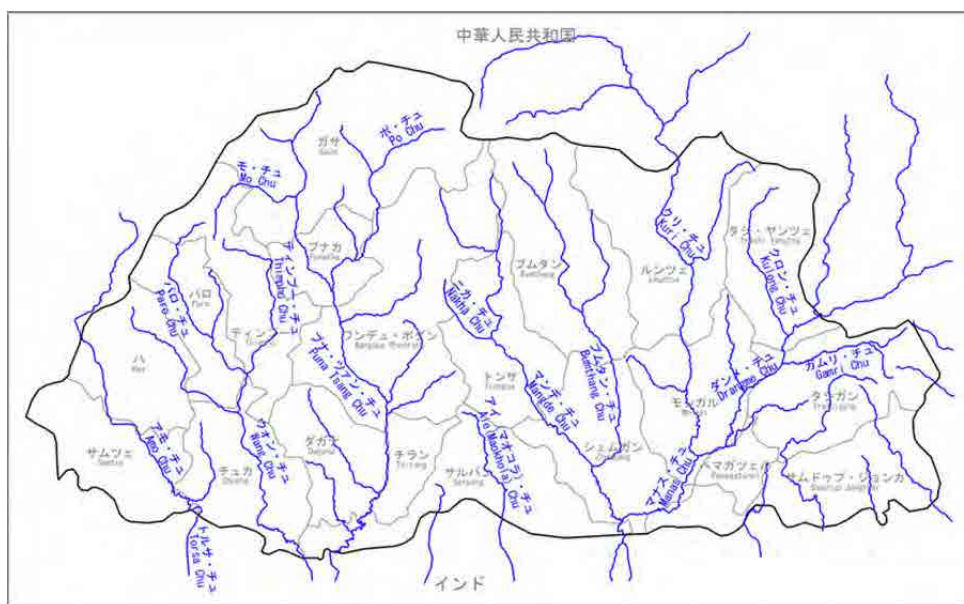
<図 2-4> 気象観測所の位置図

## 2-1-4. 河川・水文

「ブ」国の主要河川のほとんどがヒマラヤ山脈を源とし、南方のインド・アッサム平原に向けて流れてから、プラマプトラ川に合流する。雨期の洪水は、河床の勾配が急であることや、岩石の風化作用により土砂が生産されることから、大量の土砂を下流域へ供給する。

「ブ」国の主な河川は以下の通りである。

- トルサ・チュ（インド名：トルサ川）
  - アモ・チュ（トルサ・チュに合流）
- ウオンチュ（インドでサンコーシュ川に合流）
  - パロ・チュ（ウオンチュに合流）
  - ティンパー・チュ（ウオンチュに合流）
- プナ・ツァン・チュ（インド名：サンコーシュ川）
  - ポ・チュ（プナ・ツァン・チュに合流）
  - モ・チュ（プナ・ツァン・チュに合流）
- アイ・チュ（マオコラ川）
- マナス・チュ（インド名：マナス川）
  - ニカ・チュ（マンデ・チュに合流）
  - ブムタン・チュ（マンデ・チュに合流）
  - マンデ・チュ（マナス・チュに合流）
  - クリ・チュ（マナス・チュに合流）
  - ダンメ・チュ（マナス・チュに合流）
  - クロン・チュ（ダンメ・チュに合流）
  - ガムリ・チュ（ダンメ・チュに合流）



出所：調査団作成

<図 2-5> 「ブ」国の水系図



## 2-1-5. 自然災害

「ブ」国は国土のほとんどが急峻な山岳地帯であることから、毎年、落石や土砂崩れ等の山地災害が発生し、これらの災害は特にモンスーンの雨期に集中する。また近年は、氷河湖の決壊がしばしば発生しており、平均気温の上昇とともにその危険性が高まっている。

以下に「ブ」国の災害の発生状況についてまとめる。

### (1) 土砂崩れ

「ブ」国の東南部の山地は急斜面で緩い土砂堆積物が見られ、雨期に土砂崩れが多く発生する。また、河川浸食や地震（1980、1988、2003年）による斜面崩壊も発生している。土砂崩れは道路を寸断するため、人や物資の輸送に大きな影響を与える。

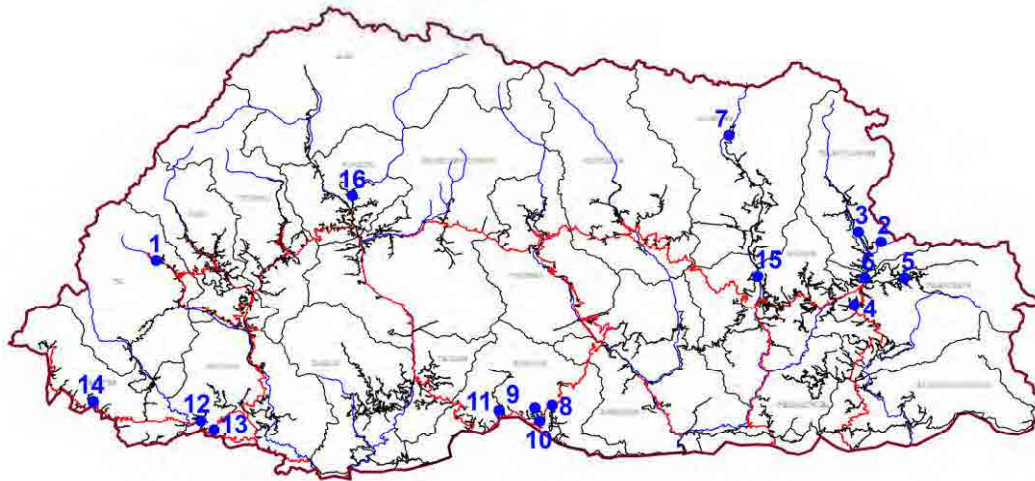
### (2) 洪水

洪水は土砂崩れとともに6月から9月の雨期に主に発生する。洪水は2～4年のサイクルで東南部地域に集中して発生する傾向にある。過去に「ブ」国で発生した主要な洪水の履歴を表2-1及び図2-6に示す。

＜表 2-1＞主要な洪水の履歴

No	県名	河川名	被災者数	発生年
1	ハ県	ハチュ、ヤクチュ	約 230 人	2009 年
2	タシヤンツェ県	ロンカルチュ、ダチュ、バレイタンチュ他	200 世帯以上	1994 年、2000 年、 2004 年、2011 年
3		サンカンチュ	約 240 世帯	1996 年 & 1997 年
4	タシガン県	ジェリチュ	約 60 人	2004 年
5		ユーディリ、カムロンリ、ドーシンリ	約 550 人	2004 年など毎年
6		ミチドラン、ガムリチュ、トゥンディリ	約 2,100 人	1994 年 & 2004 年
7	ルンツェ県	小川	不明	2011 年
8	サルパン県	マオコラ川	約 270 人	2009 年など毎年
9		サヌアイボリ、ゴワコルセ	約 80 人	2000 年 & 2010 年
10		セティカリ、セティチュ	約 1800 人	2000 年 & 2010 年
11		デビタン、コルシ、サルパンチュ	約 30 人	1996 年
12	チュカ県	アモチュ	約 12 世帯	1989 年
13		シンゲ川	不明	2000 年 & 2009 年
14	サムチ県	ダイナ川	不明	不明
15	モンガル県	カルマリンリ、タリ	約 35 人	2006 年 & 2008 年
16	ブナカ県	フォチュ	不明	1994 年

出所：調査団作成



出所：調査団作成

<図 2-6>過去の主要な洪水の位置図

### (3) 氷河湖決壊 (GLOF)

近年の国際総合山岳開発センター (The International Centre for Integrated Mountain Development: ICIMOD) と DGM の調査では、「ブ」国内には 2674 個の氷河湖があり、そのうち 24 の氷河湖は近い将来に決壊の危険性があることが報告されている。過去には 1957 年、1960 年、1994 年にポ・チュの準盆地で氷河湖決壊が発生した。1994 年にルゲ・ツォ (ルナナの東方) で発生した決壊洪水では、1,700 エーカーの農地・放牧地と 5 つの水車、16 頭のヤク、6 トンの穀物と、多くの家屋が被害にあった。決壊洪水が河川に流出した場合、水力発電所や桁下余裕が少ない橋などが影響を受けると考えられる。

### (4) 地震

「ブ」国は世界的にも地震活動が活発な地域に位置する。最も活発な地域はゾーン 5 (インド基準) にランクされるインド北東部で、大部分の地域はゾーン 4~5 にランクされる。M8 以上の強い地震は 1897 年、1905 年、1934 年、1950 年に発生記録があり、M7.5 以上はヒマラヤベルト地帯において 100 年間で 10 回記録されている。また、1980 年にインド・シッキム地方で発生した M6.1 の地震では「ブ」国内でも被害が発生し、プンツォリンーティンパー間の国道 2 号線で地滑りが発生した。同様に、1988 年にインドーネパール国境で発生した M6.6 の地震及び 2003 年にインド国境で発生した M5.5 の地震でも、「ブ」国内で建物被害が発生している。

## (5) 山火事

山火事は乾期に多く発生し、原因は人為的なものが多く、野焼き、火の不始末、電気のショートなどである。過去の記録としては、1992年から2004年にかけて803回発生しており、1,251 km<sup>2</sup>が焼失している。その内訳をみると、ティンブー県が最も多く115件、次いでモンガル県が105件、タシガン県が90件、サムドゥブジョンカ県が85件となっている。

## (6) 嵐・吹雪・雹・干ばつ

嵐・吹雪・雹・干ばつは頻繁には発生しないが、近年の気候変動により被害発生の可能性が高まっている。また、2005年から2006年の冬期は記録的な少雨であった。

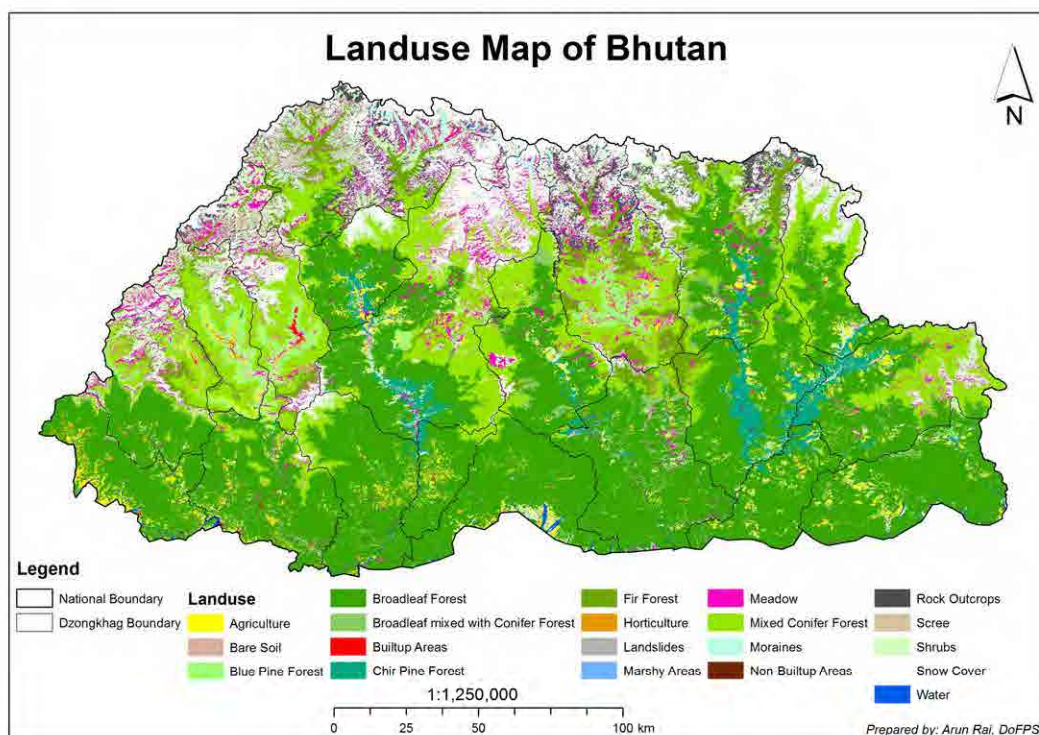
### 2-1-6. 土地利用

「ブ」国の土地利用の現状は、全国土面積 38,394 km<sup>2</sup>のうち、森林面積が約70%、氷雪地帯が約7%、農耕地が約3%、牧草地帯が約4%、その他不毛地帯が約4%となっており、森林面積が広大であることが伺える。表 2-2 及び図 2-7 に土地利用及び植生の概要を示す。

<表 2-2>土地利用及び種類別植生の概要 (2010 年)

地目/植生種別及び土地利用	面積 (平方 km)	面積(%)
森林地域	27,052.91	70.46
農業地域	1,125.50	2.93
裸地	1,229.53	3.20
荒廃地(Degraded Areas)	206.45	0.54
湿地	3.20	0.01
牧草地 (放牧地)	1,575.46	4.10
灌木	4,005.25	10.43
積雪地	2,854.35	7.43
水塊	276.55	0.72
市街地(入植地)	61.56	0.16
非市街地 (ゴミ捨て場、鉱山、採石場及び その他採取地)	3.30	0.01
合計	38,394	100

出所 : Land Cover Mapping Project 2010, NSSC/PPD, MoAF, Thimphu (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p90)



出所 : Department of Forests and Park Services, Ministry of Agriculture and Forest

<図 2-7> 「ブ」 国土土地利用図

### 2-1-7. 動植物

「ブ」国は、夏期はベンガル湾からの季節風の影響を受け、冬期はチベットからの季節風の影響を受けるため、多様な自然環境、自然条件が形成されている。これらの多様性を有する山岳地域が数百キロの範囲で連続的に存在しているため、固有生育環境に適した多種多様な生物種が存在している。「ブ」国で確認されている動植物は、ほ乳類 166 種、鳥類 770 種、植物 5,446 種とされており、東ヒマラヤ固有種の約 60%を占めていると言われている。しかし、近年の社会インフラ開発や森林伐採等により生態系連続性が寸断・破壊されており、絶滅に瀕する生物種も存在すると見られている。しかし、体系的な生物調査が行われていないため、どこにどのような生物が分布し、また、どのような環境変化が生じているか、どのような生物種が絶滅の危機に瀕しているか等の詳細な状況は不明である。国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources :IUCN) のレッドリストに掲載された貴重種は 23 種類であり、虎や象などの大型ほ乳類や地域の特徴を代表する大型鳥類など容易に確認できる種が多く、これらの種は生態系ピラミッドの頂点に位置する上位性アンブレラ種で、地域生態系全体の劣化を象徴していると指摘されている。

表 2-3 に「ブ」国における野生保護動物リストを、また表 2-4 に保護植物リストを示す。

<表 2-3> 野生保護動物リスト

No.	一般名称	学名
1	ユキヒョウ	Unica unica (Panthera unica)
2	ターキン	Budorcas taxicolor whitei
3	コビトイノシシ	Sus salvanius
4	ヒョウ	Panthera pardus
5	トラ	Panthera tiger
6	レッサーパンダ	Ailurus fulgens
7	レオパードキャット(ベンガルヤマネコ)	Prionailurus bengalensis
8	アジア象	Elephas maximus
9	ゴールデンラングール	Trachypithecus geei
10	ウンピョウ	Neofelis nebulosa
11	ジャコウジカ	Moschus moschiferus
12	水牛	Bubalus arnee
13	インドセンザンコウ	Manis carssicaudata
14	ガウル(インドヤギウ)	Bos gaurus
15	ヒマラヤグマ(ツキノワグマ)	Selarnarctos thibetanus
16	ゴールデン Marsheer	Tor tor
17	アキシスジカ(斑点のある鹿)	Axis axis
18	コクジャク	Polypectoron bicalcaratum
19	渡りガラス	Corvus corax
20	アカクビサイチョウ	Aceros nepalensis
21	ニジキジ(Monal Pheasant)	Lophophorus impejanus
22	オグロヅル	Grus nigricollis
23	ヒマラヤカモシカ	Capricornis sumatraensis

出所 : The Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995

<表 2-4> 保護植物リスト

No.	現地名称	一般名称	学名
1	Agar/agaru	ジンコウ/インディアンアロエウッド	Aquilaria malaccensis
2	Yartsa-guenboop	冬虫夏草(Chinese caterpillar)	Cordyceps sinensis
3	Pang-gen metog	—	Gentiana crassuloides
4	—	Snow down lily	Lloydia yunnanensis
5	Tsher-shing	ブルーポピー	Meconopsis grandis
6	Kirang-shing	イチイ	Taxus baccata
7	Bhreeng-gee-ra-dza	ヤクヨウニンジン	Panax pseudo-ginseng

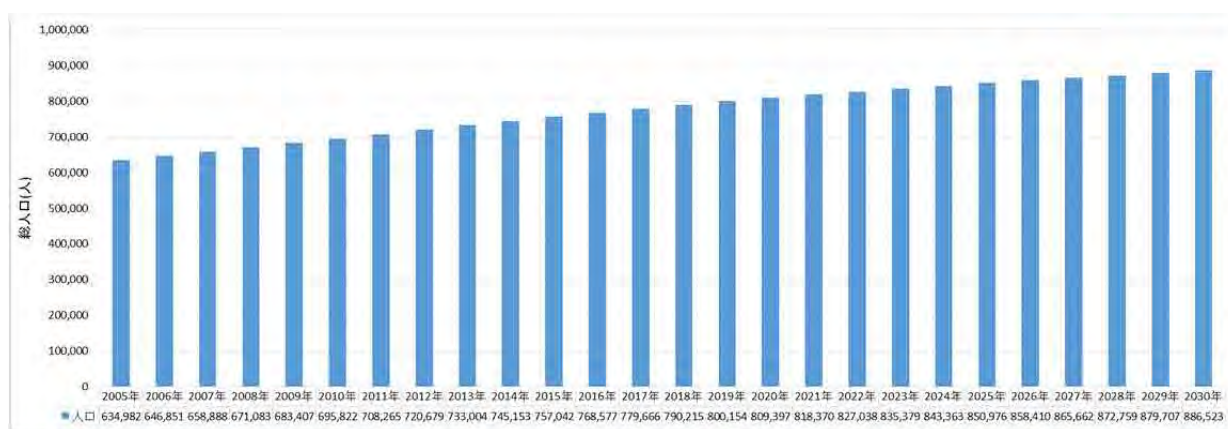
出所 : The Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995

## 2-2. 社会概況

### 2-2-1. 人口

「ブ」国における人口動向については、2005年に実施された国勢調査に基づき、2030年までの人口予測が行われている。そのため実数は2005年のデータしかなく、2005年以降の人口は予測値となっている。この国勢調査は、2005年5月に「ブ」国で初めて国連の基準に基づいて実施され、今後は10年おきに実施されることとなっている。

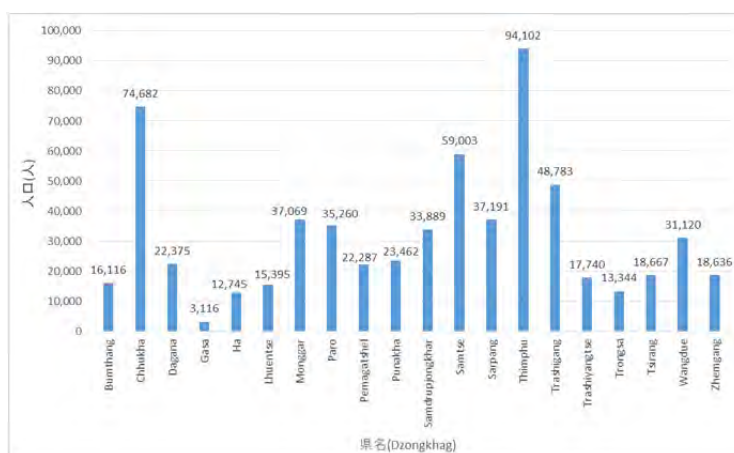
図2-8に示すように、2014年の総人口予測値は約74.5万人であり、2030年には約88.7万人になると予測されている。これは国勢調査が行われた2005年の実測値(約63.5万人)と比較すると、2014年で約1.17倍、2030年で約1.40倍の伸び率であり、緩やかに人口が増加する傾向との予測である。



出所：Statistical Year Book 2013

<図 2-8> 「ブ」国の総人口予測値(2005年～2030年)

「ブ」国の人口分布については、2005年の国勢調査に際して各県(ゾンカック)の人口調査が行われている。図2-9に各県の人口を示す。2005年の総人口を元に県の人口構成比を見てみると、最も人口の多い県はティンブー県であり総人口の14.8%を占めている。また、チュカ県で11.8%となっており、この2県で総人口の約3割近くを占めている。これは、ティンブー県には首都のティンブー市、チュカ県はインド国境の経済都市であるプンツォリン市がある



出所：Natal Statistics Bureau, Population & Housing Census of Bhutan 2005

<図 2-9> 各県の人口(2005年)

ため、人口が集中しているためである。現在の経済活動を考えると、この傾向は今後も変わらないと推測されるため、両市への人口の集中が進んでいくものと考えられる。



## 2-2-2. 民族

「ブ」国住民の主な人種は、チベット系住民（ンガロッパ）、東ブータン先住民（シャジョツパ）、ネパール系住民（ローツァンパ）、その他、チベット避難民、シッキム系などに分類される。これらチベット系住民及び東ブータン先住民は主に標高 1,000m から 3,000 m 付近の「ブ」国中央部に東西に広く分布して居住している。一方、ネパール系住民の多くは、南部のインド国境付近の標高の低い付近に居住している。これら民族の違いは、生活習慣や、言語、文化、宗教の違いにつながる。特に、宗教の違いについては、チベット系住民は国教であるカーギュ派のドゥック派、東ブータン先住民は古派であるニンマ派、ネパール系はヒンドゥー教を信仰する人が多い。

## 2-2-3. 言語

国内では母国語としてチベット語系のゾンカ語、また公用語として英語が使用されている。ネパール語も広く一般に使われているほか、多数の方言が使用されている。

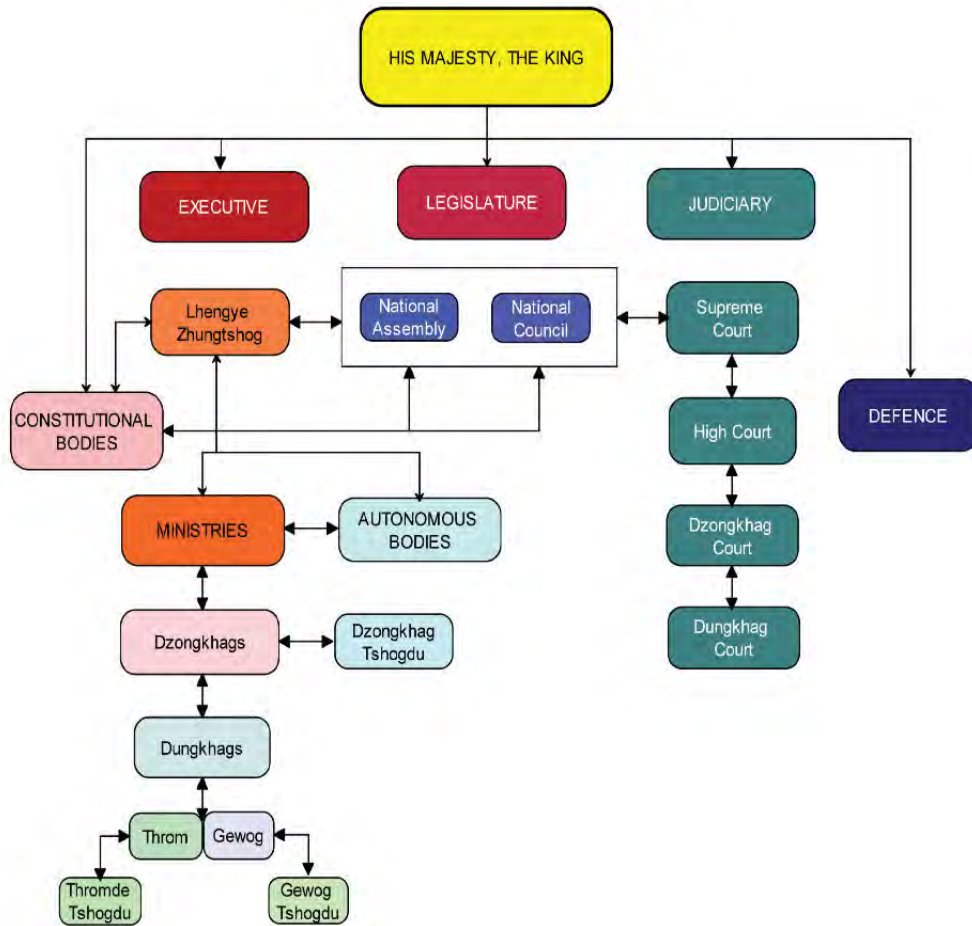
## 2-2-4. 政治

政治体制は世襲君主ワンチュク家による立憲君主制であり、現在の元首はジグミ・ケサル・ナムギャル・ワンチュック国王陛下（第 5 代国王）である。以前国王は内閣を任免し、国会議員の一部や高等裁判所の裁判官の 3 分の 2 を任命するなど、絶大な権力を持っていたが、1998 年から政治改革として、第 4 代国王（ジグミ・センゲ・ワンチュック国王）の主導により、憲法制定委員会の設置、2001 年に最初の憲法の草案が作成されるなど、議会制民主主義への移行準備が進められた。2006 年 12 月に即位した第 5 代国王の下、2007 年 12 月に上院議員選挙が、2008 年 3 月に下院議員選挙が実施され、段階的に立憲君主制への移行を実現し、さらに、憲法草案に基づき、2008 年 4 月、下院議員選挙において勝利したブータン調和党（DPT）のジグミ・ティンレイ党首が国王により首相に任命され、新内閣が発足した。2008 年 5 月に新国会が召集され、憲法等の法案審議が開始され、7 月に憲法が採択された。

2011 年 5 月には民主政権下初の地方選挙が計画され、立候補者の政党離脱手続きの不備問題が相次いだことで実施が危ぶまれたが、同年 6 月には地方選挙が実施され、全国 20 県にまたがる 205 郡議会、16 県の県庁所在地代表（ティンブー県、チュカ県、サルパン県、サムドゥブジョンカ県を除く）、欠員となっていた地区長が選出された。さらに、同年 12 月には欠員補充のための第 2 次地方選挙が実施された。2013 年 7 月には第 2 回総選挙が実施され、これまで野党であった国民民主党（PDP）がブータン調和党（DPT）に勝利し、ツェリン・トプゲ党首が国王により首相に任命され、その役に就いている。

「ブ」国は、伝統的には政教二立制である。国王とジェ・ケンポ（大僧正）は同格とされ、王室に次ぐ影響力を持っているため、民主化後もジェ・ケンポは国民の絶大な支持を受けている。ジェ・ケンポは高位の僧侶の中から選ばれ、現在の第 70 代目ジェ・ケンポ（Trulku Jigme Chhoeda）は 1996 年に任命された。また、ドゥック派教団は事実上公務員に近い待遇を受けている一方で、僧侶委は選挙権も被選挙権もない、といった宗教と政治を分離するための独特のシステムも用意されている。

**ORGANOGRAM OF THE ROYAL GOVERNMENT OF BHUTAN  
POST CONSTITUTIONAL ENACTMENT 2009**



出所：Statistical Yearbook of Bhutan 2013

<図 2-10> 「ブ」国の政治体系

**2-2-5. 立法機関**

民主化に伴い、新憲法に沿って設置された国会（ツォクドゥ）は 2 院制で、小選挙区制の政党選挙で選出される国民議会（ゲルヨン・ツォクドゥ：47 議席）と、各県代表 20 名と勅任の 5 名からなる国家評議会（ゲルヨン・ツォクディ・チェンモ：25 議席）によって構成される。任期はそれぞれ 5 年であり、国民議会は解散の制度があるが、国家評議会には解散の制度はない。

国民議会の主な機能は、法律の制定、改正、廃止または国家予算を承認することである。また、政府が策定している 5 ヶ年計画について、全ての県民と協議の上、検討・承認する。年に 2 回の開催であるが、重要かつ緊急性が高い問題がある場合は議長の招集により開催可能である。

2008 年 4 月の国民議会第 1 回総選挙では、全体得票率 67% のブータン調和党が 45 議席を占め、初の与党となった。2013 年の第 2 回総選挙では国民民主党が第 1 党となった。国王は両議会に出席し、議決拒否権については、第 3 代国王の時に放棄されている一方で、議会では決められない超法規的措置に対する議決権を有している。



## 2-2-6. 行政機関

「ブ」国の行政制度は中央政府と地方政府で構成されている。行政機関として、農業森林省、経済省、教育省、財務省、外務省、保健省、内務文化省、通信情報省、労働省、公共事業・定住省の計 10 省から中央政府が成り立っており、内閣は各省の 10 人の大臣から成る。

現在は、与党党首が首相となり、国民議会の自党議員から大臣を指名し、それを国王が任命する仕組みである。

## 2-2-7. 地方行政

2008 年の憲法制定により地方自治制度の改革が行われ、「Local Government Act 2009」が制定された。また、更に細部の運営規則を定めた「Thromde Rules 2011」及び「Thromde Financial Policy 2012」が制定され、これらによって地方分権化を進めようとしている。

地方行政は県 (Dzongkhag)、市 (Thromde)、及び郡 (Gewog) に分けられており、市、郡の長は選挙で選ばれ、県の長である県知事 (Dzongdag) は首相の推薦で王が承認すると憲法で規定されている。

2008 年に制定された憲法は王政から君主民主制度への移行を規定するものであったが、同時に地方自治制度も大幅に改革されることになった。このため、2008 年以前に制定された「Municipality Act 1999」、「Thromde Act 2007」等は総て基本的に失効することになった。新しい憲法の枠組みを受けて、その実際の運用を規定するために制定されたのが、「Local Government Act 2009」である。更に細部の運営規則を定めたのが、「Thromde Rules 2011」及び「Thromde Financial Policy 2012」である。

憲法は単に建国の精神、法の大系を規定するのみならず、更に踏み込んで、行政組織の大枠も規定している。基本ラインとして、地方分権化を更に一步進める体制になっている。

「ブ」国の地方行政は 20 の県を中心に行われている。図 2-11 に県の位置図を示す。20 県の下には 205 の郡が設置されているが、ティンブー市などの人口密集地は Thromde という特別市として独立した行政区分となっている。

地方行政は、各県、郡の開発委員会が中心になって実施されてきた。民主化に伴い、これを自治体単位の議会に委譲するための改革が進行中である。なお、我が国はこの民主化、地方自治化に対して積極的に支援を行っている。



出所：ウェブサイト画像集より

<図 2-11> 県の位置図

## 2-3. 経済概況

### 2-3-1. 経済概況

1960年代以降の近代化政策の推進により、自給自足経済から市場経済への堅実な移行が進められている。GDP成長率は2002年から2008年（第9次5ヶ年計画、2008年まで一年延長）で平均9%、2007年には、タラ水力発電所稼働開始に伴い18%の高成長を達成したが、2008年は4.7%、2009年は6.7%、2010年は11.8%、2011年は8.5%、2012年は9.4%であった。2012年のGDPは17.76億ドル、一人あたりGDPは2,399ドルを記録した。産業別のGDP構成比（2011年）は、建設16.26%、農林業15.72%、電力セクター13.92%、製造業8.23%、鉱工業2.27%、福祉・教育サービス業が12.79%となっている。

2011年の貿易額は、輸出額314.85億ニュルタム（約5.27億ドル）、輸入額486.97億ニュルタム（約8.15億ドル）であり、貿易収支は1,721.16万ニュルタムの赤字であった（2010/11年度平均為替レート:1米ドル=46.7ニュルタム）。主要輸出相手国（2011年）は、第1位から順に、インド、香港、バングラデシュ、日本、イタリア、主要輸入相手国（2011年）は、インド、韓国、シンガポール、日本、タイとなっている。主要輸出品目（2011年）は、珪素鉄、鉄または非合金鋼、セメント等であり、全輸出品目の85%以上を占めている。主要輸入製品（2011年）は、軽油、ガソリン、金属製品、自動車、石炭、米等であり、全輸入品目の50%以上を占める。

「ブ」国は現在、ほとんど全ての消費財や資本財をインド及び他国からの輸入に依存しているため、貿易収支は恒常的に赤字で推移し、1990年代後半以降、大規模な水力発電プロジェクトの推進によりこの傾向に拍車がかかった。インドからの大型水力発電プロジェクトが一段落した2007年は、経常収支が黒字に転じたが、2008年以降は再び赤字となっている。2012年1月の国会では、外貨準備高のインド・ルピー不足問題が取り上げられ、財務大臣の下に対策を検討するためのタスクフォースが設置された。インドとの輸出入が圧倒的なシェアを占める中で、インド・ルピー以外の外貨収入を得る手段として豊かな観光資源の開発も重要な課題となっている。

対外債務は1990年代後半以降増加傾向を強めており、2011年6月現在、840.7百万ドルとなっている。対GDP比率は、2008年には67%、2009年には70.3%、2010年には63.5%を記録した。「ブ」国の対外債務の特徴として、インドからのルピー建債務の割合が58.1%（2010年6月）を占めること、政府借入れの大半がODAローン（ソフト・ローン）であり、中長期の譲許的債務であること、商業借入はわずかであること（ドル建て債務の3.4%、2010年6月）等があげられる。

「ブ」国では、通貨ニュルタムがインド・ルピーに連動（ニュルタム:ルピー=1:1）している上、インドからの輸入が7~8割を占めることから、国内の物価がインドのインフレの影響を強く受ける性質がある。「ブ」国の消費者物価指数は、2008年の8.31%から2009年の4.41%に一旦下落したが、2010年は9.1%、2011年は8.9%となった。

「ブ」国では現在でも人口の約7割が農村地域に居住し、小規模な地域自給自足型の労働集約的農業を中心とした農業に従事している。経済活動を行う労働力は全人口の67.4%（約33万4千人（2010年））である。業種別・形態別では、農業が依然として労働力の約6割を占める主要セクターとなっているほか、急速に拡大する労働市場において民間セクタ

一が雇用機会を創出する重要なセクターとして現出してきている。失業率は3.1% (2011年) であり、失業者全体に占める 15 歳～29 歳の年齢層の割合は 65.45%となっている。また、都市部においては、雇用機会を求める若者の増加を背景として、失業率は比較的高くなっている (5.8%、2011年)。

「ブ」国における開発の原則として、国民総生産 (GNP) に対置される概念として、国民総幸福量 (Gross National Happiness :GNH) という独自の概念を提唱している。経済成長の観点を過度に重視する考え方を見直し、(1) 経済成長と開発、(2) 文化遺産の保護と伝統文化の継承・振興、(3) 豊かな自然環境の保全と持続可能な利用、(4) 良き統治の 4 つを柱として、国民の幸福に資する開発の重要性を唱えている。

### 2-3-2. 国家予算

2013-14 年度の国家予算を表 2-5 に示す。「ブ」国の 2013-14 年度の国家予算は自国収入 21,860.885 百万ニュルタム、その他国際援助が 8,109.513 百万ニュルタム、歳入総額 29,982.834 百万ニュルタムである。支出については、経常支出が 19,160.114 百万ニュルタム、開発支出が 16,953.751 百万ニュルタム、総額 34,215.836 百万ニュルタムとなっており、支出が歳入を上回る形となっている。これらの財政赤字は国際機関、援助機関等からの借入金によって賄うこととなっている。

また、歳入の 27%を国際援助が占めており、その内インドの援助が 5,332.339 百万ニュルタムで 65%を占めている。1996-97 年度には自国収入の 1,980 百万ニュルタムに対し、1.6 倍にあたる 3,126 百万ニュルタムもの国際援助を受け取っていた。この時と比較すると、現在は歳入に占める国際援助額の割合は減ったものの、引き続き国際援助が重要であることがうかがえる。開発支出の約 48%が国際援助で賄われていることから、道路、電力などのインフラの整備が決定的に遅れており、今後も巨額の開発投資を必要とする「ブ」国においては重要な役目を果たしている。

国際援助以外の重要な収入源は水力発電である。1986 年にインドの援助と ADB からの借款で建設されたチュカ水力発電所にはじまり、2001 年操業開始のクリ・チュ、2006 年のタラ、そして現在建設中のブナチャンチュ、マンデチュと、大型プロジェクトが続いている。

「ブ」国政府は 2020 年にはこれらの発電所による電力輸出等で歳入を賄い、経済的に自立する計画を発表しているが、実現を疑問視する意見も多い。

<表 2-5>2013-14 年度の国家予算

(単位：百万ニュルタム)

資金源	予算見積額	全体でしめる比率 (%)
財源総額	29,982.834	100.00%
I. 歳入	21,860.885	72.91%
i. 税金	15,324.769	51.11%
ii. 税外	6,536.116	21.80%
II. その他収入	12.436	0.04%
III. 国際援助	8,109.513	27.05%
i. プログラム補助金	1,975.000	6.59%
a) Gol	1,700.000	5.67%

b) その他	275.000	0.92%
ii. プロジェクト抱き合わせ補助金	6,134.513	20.46%
a) Gol	3,632.339	12.11%
b) その他	2,502.174	8.35%
支出	34,215.836	100.00%
I. 総支出	36,113.865	105.55%
i. 経常支出	19,160.114	56.00%
ii. 資本支出	16,953.751	49.55%
II. 純貸付け	-1,898.029	-5.55%
総合収支	-4,233.002	
融資	4,233.002	
i. プロジェクト抱き合わせ借入金	1,597.938	
ii. プログラム借入金 (ADB \$19.430 m)	1,068.650	
外部返済控除後	2,582.799	
iii. 内部借入金	-	
返済控除後	175.303	
iv. 資産格差(現金残高の変化)	4,324.516	
GDP	113,892.939	
GDP の財政バランス%	3.7%	
GDP の資産格差%	3.8%	

出所： NATIONAL BUDGET FOR THE FINANCIAL YEAR 2013-14 p17-18

### 2-3-3. 国際収支

「ブ」国の国際収支は輸出入においては、表 2-6 に示すように輸入額が輸出額を上回り赤字となっており、赤字額は年々増加している。貿易相手国は、約 9 割が対インドとなっており、主要な輸出品目は、電力の約 38%を占めており、主要な輸入品目は燃料（軽油、ガソリン等）、金属、自動車等で、約 51%を占めている。

その他の主要貿易相手国は、バングラデシュ、タイ、日本、韓国、香港、シンガポール等であり、主要輸出品目はりんご、みかん、きのこ、冬虫夏草等の農産品であり、主要輸入品目は自動車、電化製品等である。

<表 2-6> 貿易収支 (2008-2012 年)

(単位：百万ニュルタム)

貿易	2008	2009	2010	2011	2012
輸出	22,590.64	23,992.74	29,324.39	31,485.95	28,600.13
インド	21,480.02	22,434.39	26,000.89	26,377.97	26,627.35
その他国	1,110.62	1,558.35	3,323.50	5,107.98	1,972.78
輸入	23,495.12	25,650.18	39,084.09	48,697.64	52,977.51
インド	17,339.55	19,968.01	29,338.00	35,201.07	41,722.18
その他国	6,155.57	5,682.17	9,746.09	13,496.57	11,255.33
貿易収支	(904.48)	(1,657.44)	(9,759.70)	(17,211.69)	(24,557.37)
インド	4,140.47	2,466.38	(3,337.11)	(8,823.10)	(15,094.83)
その他国	(5,044.95)	(4,123.82)	(6,422.59)	(8,388.59)	(9,462.54)

注： Figures within bracket indicate deficit (-).

出所： Bhutan Trade Statistics, Department of Revenue & Customs, Ministry of Finance. (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p168)

前述したように、貿易収支の赤字は国際援助によって軽減されている。表 2-7 に 2007 年から 2011 年度の国債援助収入額の推移を示す。

<表 2-7> 国際援助額の推移 (2008-2012 年度)

(単位：百万ニュルタム)

国際援助額	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度
		5,935.42	6,575.07	11,118.88	10,497.73

出所：Royal Monetary Authority of Bhutan, Thimphu (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p170)

#### 2-3-4. セクター別 GDP

「ブ」国のセクター別 GDP の構成は、その他東南アジア地域と比較すると特徴的であると言える。その他東南アジア地域諸国の GDP における主要なセクターがサービスセクターであるのに対し、「ブ」国においては工業が主要なセクターであり、全体の 4 割以上を占めている。これは、水力発電と建設が工業の中に含まれるためである。表 2-8 に 2008 年から 2012 年のセクター別 GDP を示す。

<表 2-8> 現在価格における経済活動による GDP (2008 - 2012)

(単位：百万ニュルタム)

部門	2008	2009	2010	2011	2012
1. 農業、牧畜及び林業	10,078.28	11,158.67	12,177.83	13,868.37	16,893.53
1.1 農作物	5,060.59	5,668.24	6,530.14	7,665.37	9,925.76
1.2 家畜	2,624.54	2,894.92	3,109.68	3,473.20	3,993.83
1.3 林業及び木材伐採搬出	2,393.15	2,595.51	2,538.01	2,729.79	2,973.94
2. 鉱業及び採石	1,251.99	1,392.03	1,616.89	1,941.73	1,961.96
3. 製造	4,593.44	5,017.23	6,324.15	7,044.82	8,934.49
4. 電力及び給水	11,552.22	11,813.45	12,763.60	11,911.61	12,303.14
5. 建設	6,250.98	7,469.68	10,308.86	13,916.57	15,887.54
6. 卸業及び小売業	2,694.65	2,935.27	3,752.55	4,641.79	6,236.35
7. ホテル及びレストラン	569.15	537.61	608.01	948.65	1,378.52
8. 輸送、保管及び コミュニケーション	5,365.77	5,989.87	6,943.32	9,489.10	10,345.52
9. 資金援助、保険、不動産及び ビジネスサービス	4,576.55	4,962.11	5,545.89	7,007.73	7,712.46
9.1 財源及び保険	3,174.35	3,466.21	3,987.66	5,136.84	5,708.77
9.2 不動産及び住宅	1,374.00	1,460.30	1,507.70	1,815.30	1,947.27
9.3 ビジネスサービス	28.20	35.60	50.53	55.59	56.42
10. 自治体、社会及び人的サービス	5,930.42	7,963.33	9,262.50	10,882.24	11,248.97
10.1 行政	3,762.71	4,728.37	5,517.28	6,478.03	6,775.74
10.2 教育及び保健	2,167.71	3,234.96	3,745.21	4,404.22	4,473.23
10.3 ビジネスサービス	267.73	276.42	297.97	338.03	390.05
11. 民間の社会及び	1,613.12	1,704.90	2,895.07	3,922.37	6,162.52
	54,744.29	61,220.56	72,496.64	85,913.00	99,455.05

出所：Source: National Accounts Statistics, NSB (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p208)

## 2-3-5. セクター別経済概況

### (1) 農業

「ブ」国内における食糧事情は、穀物、野菜、動物製品の60%は国内で生産され、果物、ナッツ類の95%も国内で生産されている。殊にリンゴ、みかんについては輸出可能なほどである。しかしながら、魚類の97%、牛肉の80%、豚肉の77%、油脂の90%は輸入に依存している。

また、「ブ」国の人口の約6割は農業で生計を立てており、農業は「ブ」国の生産の重要な資源の一つである。しかし、「ブ」国の農業セクターのGDPに占める割合は年々減少している。農業は1980年代には国家のGDPの半分以上を占めていたが、その他のセクターの成長に伴い、2001年度には25%、2011年度には12%にまで減少した。

### (2) 林業

自然環境保護を国是とする「ブ」国では、憲法に森林面積60%以上を保つことが明記されており、殆どの森林が国有林に指定されている。現状は、全国土面積38,394 k m<sup>2</sup>のうち、70%が森林、11%が低木地となっており、その保持に注力している。表2-9に「ブ」国における林業セクターのGDPの推移を示す。近年の傾向として、林業セクターのGDPが毎年増加していることがわかる。

〈表 2-9〉林業セクターGDP

(単位：百万ニュルタム)

セクター名	2008	2009	2010	2011	2012
林業、材木	2,393.15	2,595.51	2,538.01	2,729.79	2,973.94

出所：Source: National Accounts Statistics, NSB (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p208)

### (3) 製造業

第11次5ヶ年計画によると、「ブ」国の製造業は、鉱物及び金属を扱う少数の大手製造企業と手工芸、食品加工、建設、木材及び紙加工を扱う多数の中小企業から構成されている。2011年に製造業社は22,776社で、その内133社が大手企業、220社が中規模企業、2,649社が小企業、19,774社が家内工業である。業種別に見ると、農業関係が291社、林業関係が831社、鉱業関係が209社、サービス業が20,799社、その他646社である。県レベルでは、ティンプー県で業者数が最も多く7,973社(約35%)で、次にチュカ県の3,094社(約14%)が続く。ガサ県が最も少なく家内工業が76社で、次に少ないのが、ルンツェ県の198社である。

主要な製造業の所在地は、サムチ県(セメント、果物加工及び酒類)、ペマガツェル県(石膏鉱山)、サルパン県・ゲレフ(木材加工及び酒類)、ティンプー(農業、木材加工)及びプンツォリン(カルシウムカーバイド、フェロシリコン、焼き石膏、鉄鋼、飲料、瓶詰め工場)である。他の主要製造業は、原料輸入及び製品輸出のため、インド市場に近い南部にある。北部の製造業はほとんどが中小規模の家内工業であり、農産品加工、木材加工、文化産業(織物、手工芸品)及び手漉きの紙を扱っている。

2010年経済開発方針の目的を達成するために、対外直接投資方針(Foreign Direct Investment: FDI)が2010年に改訂され、ネガティブ・リスト(輸入制限品目表)を規定に

盛り込むことでより公平なものとした。この改定以来、41 の FDI プロジェクトが承認され、その内 18 が運用中で、24 プロジェクトは FDI 登録証明書を発行されている。FDI プロジェクトの分野は、ホテル、水力発電、製薬、酪農、鉄鋼、水瓶詰め、銀行経営である。外国投資家の持ち分は 20～100%で、Mountain Hazelnut Ventures Private Limited が 100%外資系企業となる。「ブ」国への FDI の主要供給源はインド、香港、USA、日本、シンガポール、サモア、フランス及びベトナムである。銀行業務が FDI で最も大きな割合を占め、国際金融公社 (International Finance Corporation: IFC) がブータン国立銀行の 20%の株式を購入している。これに続くのが水力発電部門であり、115 メガワットのダガチュ水力発電プロジェクトに対して 12 億 2000 万ニュルタムの外国投資がされている。

第 11 次 5 ヶ年計画における主要課題として、「ブ」国の産業の約 85%が、農産物、織物及び手工芸品を扱う小規模及び超小規模企業であり、これらの相当数が都市区域にある。高い雇用機会を持ち、且つ広い基盤に基づく包括的成長を促進することができる、クリーンで環境に配慮した製造業を求める「ブ」国の願望に鑑みて、これら産業の開発が重要であるが、資本、技術、市場及び労働力へのアクセスが制限されており、その結果、製品は少量で、高コスト、低品質となってしまうのが現状である。

#### (4) 鉱業

「ブ」国の鉱業資源は豊富であると予想され、石灰石、ドロマイト、石炭、黒鉛、石膏、スレート (粘板岩)、白雲石等が主に採掘されている。しかし、事業規模は比較的小さく、未だ鉱業セクターは「ブ」国において未開発であるといえる。

総鉱物生産量の内訳を表 2-10 に示す。また、前掲の表 2-8 に示すように、鉱業セクターの GDP は約 1,962 百万ニュルタム (2012 年) と GDP 全体の約 2%に過ぎないが、将来的に重要なセクターとして捉えられており、5 ヶ年計画の中でも開発政策が検討されている。

<表 2-10> 鉱産物

鉱物	2009	2010	2011
ドロマイト(メートルトン)	1,028,993	1,214,620	1,080,414
石灰岩 (メートルトン)	649,952	704,912	625,535
石膏(メートルトン)	299,736	344,034	353,806
石炭鉱 (メートルトン)	48,545	87,815	106,904
大理石 (平方フィート)	13,074	70,888	700,013
スレート (平方フィート)	18,998	0	0
珪石 (メートルトン)	82,578	111,371	90,513
滑石 (メートルトン)	64,949	36,442	8,230
石材 (メートルトン)	511,781	6,649,978	1,857,221
花崗岩 (平方フィート)	19,905	9,396	427
千枚岩(メートルトン)	n.a	11,710	8,208
石灰華 (メートルトン)	n.a	n.a	19,897
鉄鉱石 (メートルトン)	n.a	n.a	0

出所： Department Geology and Mines, MoEA, Thimphu (Eleventh Five Year Plan Volume I: Main Document, p184)

## (5) 水力発電

第11次5ヶ年計画によると、エネルギー部門はこの国の経済の要であり、総収入の約18%、GDPの約20%をしめる。「ブ」国の包蔵水力は23,760メガワット(MW)と推定され、平均年間エネルギー生産能力は100,000ギガワット時(GWh)に近い。現在、水力電力設備容量は1,488MWで、包蔵水力の約5%である。

現在、1,020MWのプナチャンチュー I 水力発電プロジェクト、1,000MWのプナチャンチュー II 及び720MWのマンデチュ水力発電プロジェクトの建設が進行中である。これら3プロジェクトは全て2017年から2018年までに完了の予定である。2020年までに10,000MWの発電を実現するというもう一つのプロジェクトは現行計画期間中に工事を開始する予定である。建設期間は8~9年になる。

<表 2-11>パイプラインプロジェクト

No	プロジェクト名	容量 (MW/GWh)
1	サンコシュ	2560/6216
2	アモチュ	540/1835
3	クリーゴングリ	2640/10055.59
4	チャムカーチュー1	770/3249
5	ブナカ	180/1669
6	ワンチュ	570/2526
7	コロンチュ	600/2599

出所：「ブ」国経済省資料より

全ての国民に対する電力供給の実現及び包括的な成長のための電力確保のために、政府は第6次5ヶ年計画(1988-1993)以来、農村の電化を積極的に推進してきた。現在までに、国内全88,642世帯の内82,270世帯の電化が完了しており、全体としての電化率は92.82%となっている。

非常に大規模な水力発電所の他に、再生可能エネルギーの技術による設備容量は約8,152kW(太陽光発電が152kWで、小規模水力発電プロジェクトによるものが8,000kW)である。さらに、代替可能な再生可能エネルギーの促進を図るプログラムの一環として、約900カ所のバイオガスプラント及び10カ所の太陽熱暖房システムプロジェクトを推進している。

国内電気料金は、最近では2013年10月に改定された。また、様々なカテゴリの消費者に対して約15~20%料金を引き上げたにもかかわらず、南西アジア地域では最も低い料金となっている。例えば、隣国インドの西ベンガル州では、農村世帯向けのライフラインブロックが75ユニットという上限を設けており、料金はユニット当たり3.19ルピーである。これと境を接するアッサム州では、ライフラインブロックが30ユニットという上限を設けており、料金はユニット当たり2.75ルピーである。西ベンガルの低電圧(Low Voltage: LV)利用者に対する上限は350ユニットで、料金はユニット当たり平均5.69ルピーである。同じカテゴリのユーザーで、アッサムでは料金は4.59ルピーである。中電圧(Medium Voltage: MV)のユーザーになると、料金は西ベンガルではユニット当たり6.97ルピーで、アッサムでは3.25ルピーになる。西ベンガルの高電圧(High Voltage: HV)のユーザー、すなわち工場はユニ



ット当り 6.13 ルピーを支払っており、アッサムではこれはユニット当り 4.18 ルピーになる。

改定電気料金の新しい要素として、農村のユーザーが次の 3 年間、最初の 100 ユニットにおいて無料で電力を提供されることがあげられる。これは、農村共同体が電力を使用するように奨励することで、経済上及び健康上の理由から薪の使用を減らすことを意図している。

第 11 次 5 ヶ年計画における主要課題としては、水力発電プロジェクトの開発に必要な先行投資が高額になるために、プロジェクトの資金調達に重大な問題が生じることがあげられる。インド政府は、2006 年に両国政府が署名した水力電力開発プロジェクトに関する包括的協定並びに 2009 年に署名したプロトコルにより、必要な資金を提供し、また余剰電力を買い取ることに合意している。しかし、水力発電プロジェクト開発の速度は資金の入手可能性によって決まってくる。

グリッド及び非グリッド給電により全ての世帯に電力を供給する包括的農村電化プログラムは、第 6 次 5 ヶ年計画により国内の電力消費者及び電力需要が実質的に増加して以来実施されてきた。国内消費の必要性和輸出所得とのバランスを維持し且つ世帯及び業界の需要に対応すること、さらに電力供給コスト及び料金レベルの実施可能性が、新しい水力発電所が稼働し始めるまでの課題である。

## (6) 通信

1963 年に電話網が設立されてから、通信セクターは大幅に進歩してきた。「ブ」国では、近隣の南アジア諸国と比べると比較的遅かったが、1999 年 6 月にテレビとインターネットサービスが、2003 年 11 月に携帯電話サービスが初めて開始された。その後の進歩は大きく、現在では、固定電話だけでなく、GSM (Global System for Mobile communications) を用いた携帯電話サービスが提供されている。国営企業のブータンテレコム (Bhutan Telecom Limited :BTL) は「ブ」国における通信・インターネットサービスの最大手であり、携帯電話サービスにおいては B-Mobile、インターネットサービスにおいては DrukNet というブランドの下で経営されている。一方、初の民間の携帯電話サービスを提供するのがタシ・インフォコム (Tashi InfoComm Limited) であり、2006 年に設立された。TashiCell というブランドで事業を展開しており、現在は B-Mobile も TashiCell も 20 全ての県でサービスを提供している。現在の電話及び携帯電話利用者数は表 2-12 の通りである。インターネットサービスについては、Druknet、TICL、Samden Tech and Drukcom によって提供されている。

<表 2-12> 電話利用者数

	2008	2009	2010	2011	2012
Telephone Sets in Use, 2012	27,937	26,384	26,361	27,488	27,005
B-Mobile Subscriber (Nos.)	178,346	262,052	305,215	383,089	421,715
Tashicell Subscriber (Nos.)	N.A.	60,777	83,903	96,428	136,077

出所: Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p143-44

一方、郵便サービスについては、1962 年にプンツォリンに初めて郵便局が作られたのをきっかけにサービスが開始された。表 2-13 に郵便施設数の推移を示す。

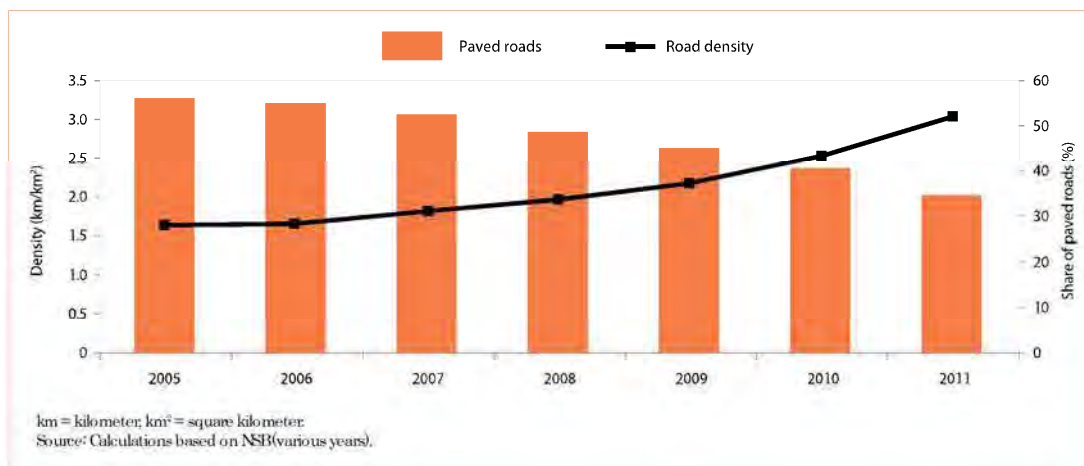
＜表 2-13＞郵便施設数の推移(2008-2012)

郵便施設名	2008	2009	2010	2011	2012
一般郵便局	2	2	4	4	4
Post Offices	41	41	40	40	39
Community Mail Offices	47	32	30	30	41
Fax Offices	37	37	40	40	44
計	127	112	114	114	128

出所: Bhutan Postal Corp. Ltd., Thimphu. (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p144)

## (7) 運輸

内陸国である「ブ」国において、効率的な交通網は開発及び貿易にとって大変重要である。しかし、「ブ」国の運輸セクターの現状は、地理的な分離によって、交通網が限定的であることが未だ大きな課題となっている。陸上輸送に関して、「ブ」国の道路は、国道、県道、市道、農道等に分類される。近年、農道建設により道路密度は増大しており、2005年に比べて約2倍の密度になったが、それら新規に建設された道路は未舗装のため、未舗装道路の割合が2005年から2011年の間に22%増加している（図2-12参照）。



出所: Bhutan: Critical Development Constraints. ADB. P36

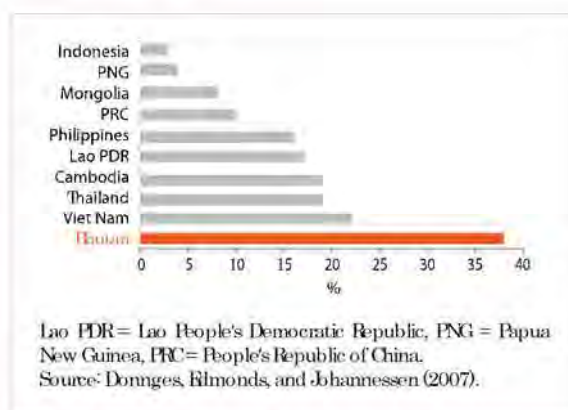
＜図 2-12＞道路密度と舗装率の推移

「ブ」国の幹線道路は長距離で幅員が狭いことに加え、カーブや勾配が非常に急であることが特徴である。これは地形的制約上、及び環境政策上等高線に沿って道路を建設し、また最小限の橋梁数で道路を建設しているためである。橋梁については270橋梁のうち、113橋は仮設橋（ベイリー橋）であり、永久橋への架け替えも必要となっている。また、雨期の土砂災害等の影響を受けやすく、主要な幹線道路においても通行止めが頻繁に発生している。維持管理予算については、道路延長は決して多くないものの国の人口が少ないため、図2-12に示すように2007年のGNPに対する道路維持管理予算は約38%となっており、他のアジア諸国に比べて高い状況となっている。このような状況の下、今後も引き続き新規道路建設及び既存道路・橋梁の維持管理は国の重要な政策課題であると言える。

公共交通についてはバスが最も一般的であり、現在21の事業者が約73の路線でバスを運行している（2014年5月時点）。そもそも「ブ」国の地方の交通網は、接続性においても

範囲においても未だ限定的であり、人口の約 40%は道路へのアクセスがない場所に居住していると言われている。

一方、交通安全も課題となりつつある。過去約 5 年の間に車両数は約 2 倍になり、そのうち 90%はティンパー及びブンツォリンで登録されている。近年の車両数の増加に伴い、都市部での交通渋滞が問題になりつつある。同時に、交通事故数も 2005 年に 696 件だったものが、2012 年には 1,350 件まで増加しており、安全性の確保も課題となっている（第 4 章表 4-19 参照）。



出所： Bhutan: Critical Development Constraints. ADB. P37

<図 2-13>GNP に占める道路維持管理費の割合 (%)

航空輸送に関しては、現在国際空港があるのは国内でパロのみである。「ブ」国における主要な航空会社は Druk Air（ブータン航空）であり、1983 年にパロ～コルカタ間の就航より運行を開始し、現在はインド、タイ、ネパール、バングラデシュ、シンガポールと「ブ」国間の 10 路線での就航に拡大している。乗客数の実績においても、表 2-14 の通り、年々増加している。また、2013 年 10 月からは Tashi Air もパロ～バンコク間に就航している。

国内線に関しても、ヨンプラ（タシガン県）、バスバラタン（ブムタン県）が開発され、ゲレフ（サルパン県）にも空港を開発中である。しかし、現時点で利用されているのはバスバラタン空港のみであり、Druk Air が就航している。

「ブ」国は Air Service Agreement (ASA)をインド、ネパール、バングラデシュ、タイ、ミャンマー、モルディブ、シンガポールと締結している。その他、アジア諸国との締結についても探索中である。

また、航空貨物については 2012 年に 620,000 トンの輸送が行われている。

<表 2-14>Druk Air Flights による輸送旅客数& 所得額、運航地域別データ (2008-2012)

	2008	2009	2010	2011	2012
輸送旅客数(国際)	119,105	118,084	132,615	166,264	193,405
輸送旅客数(国内)	0	0	0	60	878
Druk Air's の運航収入(Nu. M)	1,267	1,344	1,495	2,021	2,488
運航便数(国際)	3,224	3,142	2,954	3,810	4,382
運航便数(国内)	0	0	0	8	148

出所: Source: Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p138-140

## (8) 観光

「ブ」国の観光は、「ブ」国の主要な外国為替収入源及び雇用創出源となっている。観光インフラの改善により、「ブ」国への観光客は確実に増加している。表 2-15 に示すように、2012 年の観光客数は計 43,943 人/年となっており、アジア諸国や欧米諸国からの観光客が多い。表 2-16 に国別の観光客数（2012 年の上位 10 か国、インドは含まれず）を示す。第 5 代国王が 2011 年に来日したのをきっかけに日本からの観光客が大幅に増加しており、2012 年には世界で最も多くなっている。

「ブ」国において観光客は、一日一人当たり 200～250 ドルの基本料金を支払うこととなっている（時期により変動）。2012 年の総収入は 6,280 万ドルであり、これは、1980 年代の約 200 万ドル、2008 年の 3,883 万ドルから大きく増加していることがわかる。また、観光セクターにおいて、2011 年には約 22,045 人の雇用が創出されている。このように、観光産業は、国家歳入の増加、経済発展に大きく寄与している。

＜表 2-15＞地域別観光客数及び収入額（2008-2012 年）

（単位：人）

地域	2008	2009	2010	2011	2012
アフリカ	77	70	101	92	93
アジア、太平洋地域	7,514	7,800	8,692	15,119	21,528
ヨーロッパ	11,698	9,697	11,751	13,886	14,234
中東	78	171	145	326	209
北米	7,931	5,467	6,141	7,511	7,199
南米	309	276	365	545	680
全地域(人)	27,607	23,481	27,195	37,479	43,943
<b>観光客からの収入</b>					
ニュルタム（百万）	1,689.49	1,402.72	1,645.37	2,226.66	3,355.40
又は					
US ドル（百万）	38.83	31.88	35.98	47.68	62.80

注釈：観光客総数は、ドルで支払った観光客のみを示す。

出所: Tourism Council of Bhutan, Thimphu. (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p163)

＜表 2-16＞国別観光客数（2008-2012 年）

（単位：人）

Region	2008	2009	2010	2011	2012
1.日本	2,743	3,136	2,963	3,943	6,967
2.USA	6,941	4,786	5,189	6,226	6,007
3.中国	1,069	1,143	1,494	2,896	3,766
4.タイ	627	975	875	2,235	3,573
5.ドイツ	1,717	1,587	2,250	2,287	2,880
6.英国	2,758	1,968	1,772	2,795	2,466
7.オーストラリア	1,524	970	1,318	1,773	1,926
8.フランス	1,402	1,189	1,454	1,585	1,847
9.シンガポール	667	708	785	1,349	1,605
10.マレーシア	221	367	356	788	1,307

注釈：観光客総数は、ドルで支払った観光客のみを示す。

出所: Tourism Council of Bhutan, Thimphu. (Statistical Yearbook of Bhutan 2013, p163)

## 第3章 運輸・交通分野の現況

### 3-1. 上位計画の整理

現在の「ブ」国における運輸・交通分野の上位計画としては、以下の3つが挙げられる。

#### 3-1-1. 第11次5ヶ年計画（2013～2018年）

現行の経済開発計画は第11次5ヶ年計画（2013～2018年）である。その内容を以下に整理する。

##### （1） 目的及び基本的戦略

第11次5ヶ年計画の目的は「自立的」、「包括的」、「環境に配慮した」社会経済開発の実施であり、次のように定義される。

- ① 「自立的な社会経済開発」：2020年までに5ヶ年計画で定める自国内の開発ニーズ全てを満たすことができるようになること。
- ② 「包括的な社会経済開発」：社会的弱者の生活水準及び生活の質を向上させることで、不平等を減らすこと。
- ③ 「環境への配慮」：カーボンニュートラルな（＝二酸化炭素を発生しない）開発を常に心がけること。

上記目的を達成するために、以下に示す3つの基本的戦略が示されている。

#### 1) 包括的な社会経済開発

「ブ」国全体としてみると、近年では貧困指数及び社会セクターの指数は大幅に改善されたが、県、郡、性別、居住地域の間には格差が存在する。こうした格差に対処するため、地域バランスを確保し、全ての層の人々が開発で便益を得られるようにする。よって、包括的な社会開発が努力を傾注すべき分野の一つとされている。

力点をおくのは、収入及び多次的要因の面で貧困を減らし、新たな社会的問題（高齢化、青少年、片親、身体障害者、安全性など）に対処し、社会的成果を改善する。

これらの分野において重要な効果指標は、貧困の低減とミレニアム開発目標プラス（MDG+）を達成することであり、目標は先進国並みのものとした。その他の目標は、収入貧困及び多次的貧困の低減、不平等を計測するジニ係数目標及び健康・教育目標の改善である。可能な場合及び関係する場合は、目標を細分化されたレベルでモニターし、包括的であることを確認する。

#### 2) 環境に配慮した経済開発の加速

マクロレベルでの経済的指標は、堅固な経済成長を示しているが、「ブ」国の経済は引き続き援助依存であり、輸入に頼り、また水力発電が主要な収入源となっている。民間部門が比較的小規模で未発達であるために、政府は引き続き「支援者」であるよりは「提供者」としての役割を果たしている。したがって、この分野では、民間部門の発展を可能にする環境を作ることが重要である。輸入代替及び輸出促進のために水力発電以外の部門にも焦点をあてて経済的多様性を高め、特に青少年の雇用の機会を創出する。

### 3) 戦略的インフラ開発

包括的及び環境に配慮した経済開発の加速を補正するために重要なのが「戦略的インフラ開発」である。当該分野では、第11次5ヶ年計画の目的を達成する上で重要な、経済、社会及び文化のインフラを開発することに重点をおく。

#### (2) セクター別の資本支出

第11次5ヶ年計画においては、20の優先セクターに対して戦略が定められており、各セクターの資本支出額は表3-1の通りとなっている。これを見てもわかるように、道路・橋梁セクターには他セクターと比べて圧倒的に多くの予算が割り当てられており、当該分野の重要性を改めて確認することができる。

＜表 3-1＞セクター別の資本支出

優先セクター名／プロジェクト名	資本支出（計画）	
	（単位：百万ニュルタム）	
1. 再生可能自然資源	3,966.04	6.6%
<b>2. 道路・橋梁</b>	<b>15,996.319</b>	<b>26.6%</b>
南部東西回廊の建設／アップグレード	7,295.915	
国道1号線のアップグレード／補修	1,364.438	
水力発電所建設に関する道路建設／アップグレード／補修	1,443.003	
県道の建設／アップグレード	556.503	
南北国道の建設／アップグレード	2,964.46	
道路アセットマネジメント	2,372.00	
3. 定住・住宅	245.00	0.4%
4. 建設	4,867.68	8.1%
5. 地質・鉱業	421.29	0.7%
6. 観光	371.11	0.6%
7. 気象	739.74	1.2%
8. エネルギー	2,866.40	4.8%
9. 貿易	759.04	1.3%
10. 工業	1,891.1	3.1%
11. 運輸・通信	2,010.6	3.3%
12. ICT、メディア	1,873.53	3.1%
13. 教育	4,568.45	7.6%
14. 健康	4,662.81	7.8%
15. 雇用・人材育成	1,365.20	2.3%
16. 文化	2,466.80	4.1%
17. 環境	1,348.00	2.2%
18. スポーツ	395.00	0.7%
19. ガバナンス	8,489.71	14.1%
20. 社会的弱者対策	780.00	1.3%
合計		100%

出所：第11次5ヶ年計画、「Programme Profile-Volume II」より

### (3) 道路・橋梁セクターにおける戦略

内陸国である「ブ」国にとって、道路・橋梁ネットワークは、貿易、輸送の円滑化、山岳国での輸送に通常伴う高い輸送コストの低減及び全国に点在する遠隔農村地域への社会経済的サービスの提供という点で重要な役割を果たす。

道路及び橋梁部門の重要性を理解して、「ブ」国は1961年に第1次5ヶ年計画を開始し、「ブ」国最初の国道として、プンツォリンーティンパー道路（現国道2号線）が建設された。以来、道路・橋梁ネットワークが大幅に拡大し、現在は20全ての県が道路でつながっている。

DoRは、全国の主に国道に対して責任をもつ国家機関である。特別市（Thromde）管轄内の道路については市事務所が全ての道路・橋梁について管理、監督の責任を持つ。同様に、県及び郡の道路については、県事務所が全ての道路・橋梁について管理、監督の責任をもつ。農道については、MoAFが技術的仕様、指針及びマニュアルを提供している。2027年度までの道路インフラの建設、拡大及び維持管理のための戦略的枠組みは、道路セクターマスタープランで指針を提供している。

第11次5ヶ年計画の道路・橋梁セクターでの力点は、環境に優しい技術、施工及び最新技術を用いて全国的な国道グリッドを完成し、水力発電所建設プロジェクトと連携して、道路の安全性、信頼及び品質を向上させる。

#### 1) 主要課題

既存の国道の大部分は、国道1号線も含めて1960年代及び1970年代に建設されたものである。建設当時は交通量が少なく、主として集落への接続をするためのものであったが、その後の交通量の増加に伴い、近年では道路の安全性が大きな課題となりつつある。

更に、既存道路の仕様改善のための資金提供の持続性、維持管理コスト及び未舗装道路のアスファルト舗装コストがもう一つの課題となる。特に、農村地域におけるアクセスを向上させるために、村落連絡道路ネットワークを拡大したが、その多くが未だ未舗装の状態である。

#### 2) 戦略

道路ネットワークの計画、設計、建設及び維持能力を強化するための一つの戦略が、組織的な人的資源の開発である。移動時間及び移動費用を減らし、道路の安全性を高めるためには、道路仕様及び規格を改善し、幾何構造の改善及び定期的維持管理を実施する必要がある。移動時間・費用の削減に関して、「ブ」国政府は国道の一部区間をPPPによりトンネル化することにより、バイパスを建設する可能性を模索している。また、道路の維持管理に民間部門を参加させることにより、資金の持続性を確保することも検討されている。

### 3) 主要なプログラム

- 南部東西回廊の建設及び改良。シプスからジョモタンカまでの南部東西回廊の建設及び既存道路区間の改良を優先する。第11次5ヶ年計画では、ゲレフーパンバン区間、サルパンーラモイジンカ区間、デオタンーナンラン区間及びサムランージョモタンカ区間の未接続区間を建設する。
- 国道1号線の改良及び改善。ティンパーからタシガンまでの改良及び改善を行う。
- 南北方向道路の建設及び改良。ゲルポシンーナンラン道路、ゴムフーパンバン道路、ゲサリンーラモイジンカ道路及びダムチューチュカ道路等のバイパス道路を含む現行の南北方向道路を完成させる。これら道路が完成すると、南北方向道路は7本になり、道路ネットワークの強化及び貨物やサービスの南部国境地帯への移動が容易になる。
- 水力発電建設プロジェクトに連絡する道路の建設、改良及び改善。マンデルポニーディガラ道路、レフェーコシヤラ道路及びティンティビープラリン道路の建設を完了する。チャザムータシヤンツェ道路の改良もコロンチュ水力発電プロジェクトのために遂行する。
- 県道の建設。現在進行中のゲルポシンーナンラン道路と連絡するツェバーーミクリードゥルングリ県道は、第11次5ヶ年計画の中で完成する。

各プログラムの詳細については、添付資料-1を参照のこと。



### 3-1-2. 道路セクターマスタープラン

道路セクターマスタープラン（RSMP）は、道路網拡張、道路線形改良、トンネル建設、県相互連絡道及び南部東西回廊整備を含む20年計画（2007～2027）である。RSMPは、戦略的計画に相当する詳細さの度合いにおいて可能性のある道路プロジェクトを最初に選別するものである。個別のプロジェクトが実行可能になる前に、経済的実現可能性を実証し、且つ正確な線形を決定するために、フィージビリティスタディが将来必要になることがある。RSMPで明確に強調されているわけではないが、実現可能であれば、いずれかの県でロープウェイを建設するというオプションも考えられる。ロープウェイを建設できる可能性のある県の一つがガサである。

第10次5ヶ年計画以来実行を提案されているRSMPは、20の県と緊密な協議をして作成された。

国内のフィーダー道路の延長を、縮尺1:50,000の地形図を用いた机上調査により検証し、RSMPに反映されている道路延長が正確であることが確認された。RSMPで提案されているフィーダー道路建設と、MoAFによる農道・耕運機道整備プログラムとの競合については慎重に確認が行われている。MoAFのプログラムと競合する場合には、該当するフィーダー道路をRSMPから外している。

2007年から2027年のマスタープラン期間において、約132の新設フィーダー道路建設が優先されている。総延長は2,654.4 kmで、工事費は総額13,800百万ニュルタムになる。これにより、間接的に便益を受ける世帯を除き、計20,893世帯が便益を受けるとされている。

RSMPにおいては、策定当時に施工中の道路又は第9次5ヶ年計画の中で提案がされている道路については含まれていない。これら道路は、その建設が第9次5ヶ年計画内で完成しない場合には、自動的に第10次5ヶ年計画に繰り越されることになるからである。

RSMPにおける、国道に関する計画について表3-2に示す。

＜表3-2＞南部東西回廊の整備優先順位

No	区間		現状	政府の優先順位
1	シプス	サムチ	アップグレード	
2	サムチ	プンツオリン	新規建設	1
3	プンツオリン	ライダック	アップグレード	
4	ライダック	カリコラ	新規建設	8
5	カリコラ	ケラバリ	アップグレード	
6	ケラバリ	フィプスー	新規建設	7
7	フィプスー	サルパン	アップグレード	
8	サルパン	ゲレフ	アップグレード	
9	ゲレフ	ゲレザム	アップグレード	
10	ゲレザム	ウムリン（ラライ）	アップグレード	
11	ウムリン（ラライ）	パンバン	新規建設	5
12	パンバン	アムシンウーン	新規建設	3
13	アムシンウーン	ナンラン	新規建設	4

14	ナンラン	デワタン	新規建設	2
15	デワタン	サムドゥプチョリン	アップグレード	
16	サムドゥプチョリン	ジヨモタンカ	新規建設	6

注1) 現状については、道路セクターマスタープラン策定時(2006年5月)のものである

注2) 政府の優先順位は、当時の国会決議に基づくものである

出所：道路セクターマスタープラン P31

<表 3-3> 国道におけるバイパス整備の優先順位

No	バイパス名	既存道路延長 (Km)	バイパス延長 (Km)	短縮距離 (Km)	政府の優先 順位
1	サルパンーセンゴール 国道1号線	18	6.14	11.86	3
2	レフェーコサラ 国道4号線	29	17	12	5
3	ダムチューチュカ 国道2号線	48	23	25	1
4	ウォンディガンーマンデチュ 国道4号線	55.3	16	39.3	2
5	ヤディータシガン(チャザム) 国道1号線	-	-	-	4

注1) 政府の優先順位は、当時の国会決議に基づくものである

出所：道路セクターマスタープラン P33

<表 3-4> 国道におけるトンネル整備の優先順位

トンネル区間	国道名	政府の優先順位
ティンプーパロ	-	2
ティンプーウォンディ	国道1号線	3
ゲドゥーガンラカ	国道2号線	1
ノブディンーチェンデブジ	国道1号線	4
ドルジゴンパーゲイツァ	国道1号線	5
ゲザムチューセンゴール	国道1号線	6
キリカーニンガラ	国道1号線	7
タマスレイ	国道4号線	8
スニコシーサルパン	国道5号線	9
タシガンーサンドゥプジョンカ	国道3号線	10

注2) 政府の優先順位は、当時の国会決議に基づくものである

出所：道路セクターマスタープラン P34

### 3-1-3. ブータン 2020

「ブ」国の「平和」、「繁栄」、「幸福」の実現のためのビジョンである「ブータン 2020」は、5ヶ年計画の継続的な立案及び実施のためのもとなる国家開発大綱であり、2000年に始まった。将来にわたる自立及び国家の主権と治安の確保という目的を達成するために、

- ① 独特なブータン人のアイデンティティの維持と強化
- ② 結束と調和の維持
- ③ 安定の確保
- ④ 自立の進展
- ⑤ 持続可能な発展
- ⑥ 変化への対応

という6つの原則がうたわれている。

ブータン 2020 における運輸・交通分野に関する方針として、国道ネットワークの更なる整備の重要性が挙げられている。また、近年増加しつつある大型且つ重量な車両への対応が求められている。また、現在の東西回廊（国道1号線）の脆弱性も問題視されており、代替路線の建設も重要視されている。更なる国道ネットワーク整備は経済発展の視点が重要である一方で、歴史的、文化的、宗教的に重要でありながら道路がないためにこれまでアクセスが難しかった場所などへ、高齢者などがアクセスしやすくなるような道路整備が重要であるとされている。また、隣国（特にインド）とのよりよいコミュニケーションを可能とするような道路ネットワーク整備も重要視されている。

「ブータン 2020」において示されている具体的数値目標は以下のとおりである。

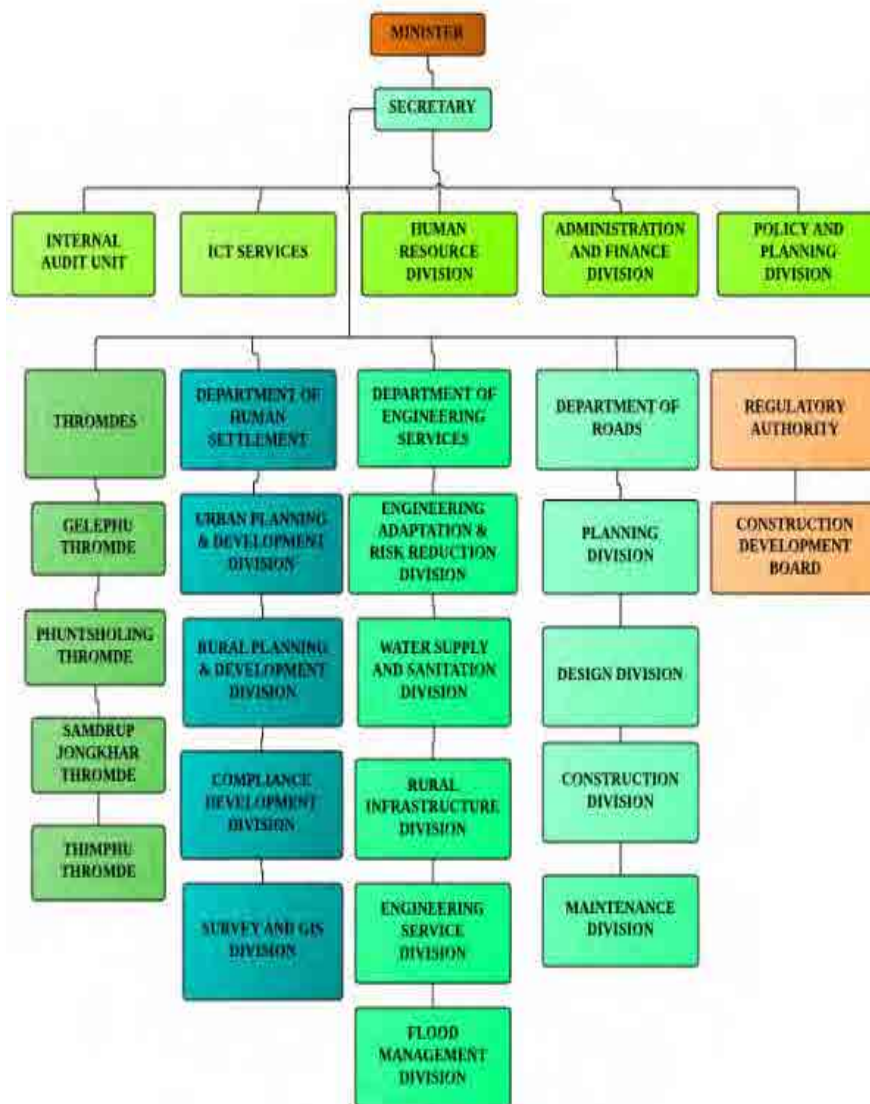
- ◆ 2007年までに幹線道を30tトラックが走行できるように改修する
- ◆ 2012年までに全国民の75%が半日の徒歩で到達するような道路網を形成する
- ◆ 2017年までに第2東西道路（約794km）を完成させる

上記数値目標に対する達成状況としては、許容荷重に関しては現状を把握できるデータが得られなかったため詳細は不明であるが、DoRへのヒアリングによると、国道上の多くの橋梁が依然として30トントラックの走行に対応していないとのことである。また、道路ネットワーク整備については、205の郡の内、190の郡については既に道路網でつながっており、残りの15の郡の内11の郡についても、第11次5ヶ年計画の中で整備が進められている。残る4つの郡については未だに未接続の状態であるが、上記数値目標は達成されたと言える。また、南部東西回廊については、現在「ブ」国政府の高い優先度のもと整備が進められており、現在の整備状況については第6章に記述する。

### 3-2. 道路行政

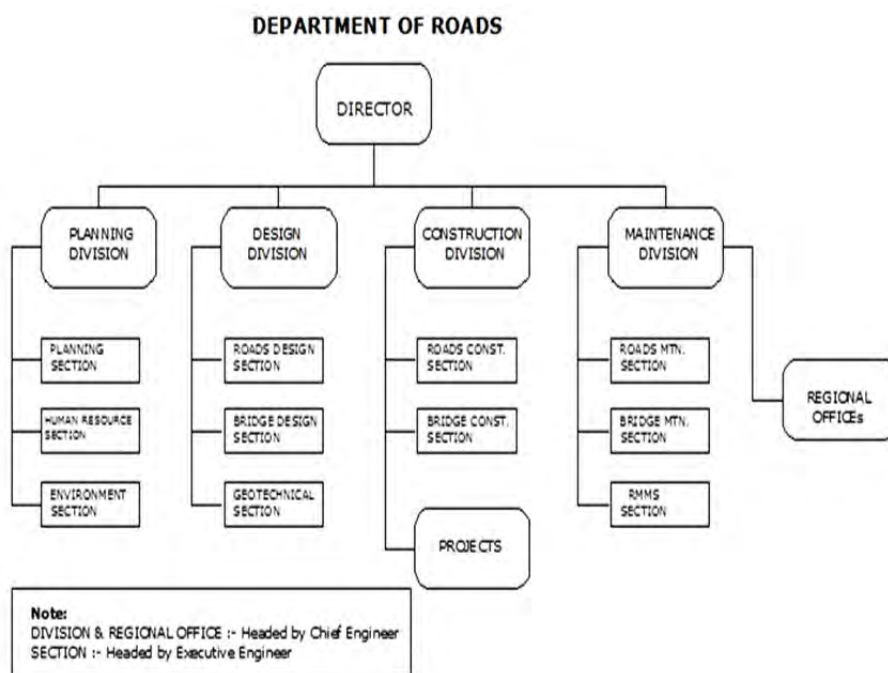
#### (1) 組織

「ブ」国における道路行政は、公共事業・定住省（MoWHS）の道路局（DoR）が担当している。図 3-1 に MoWHS の組織図を、図 3-2 に DoR の組織図を示す。また、DoR 傘下の 4 つの部署（Division）の組織図及び地方事務所の組織図を添付資料－2 に示す。



出所：MoWHS の HP より

<図 3-1>MoWHS の組織図（2014 年 5 月時点）



出所：DoR

<図 3-2> DoR の組織図（2014 年 5 月時点）

## （2） 地方事務所について

「ブ」国内には全部で 20 の県が存在し、それらは全 9 つの DoR 地方事務所の管轄に分割されて管理されている。地方事務所の所長は DoR のチーフエンジニアが務めている。各地方事務所名及び管轄範囲について表 3-5 に示す。

<表 3-5> 地方事務所名及び各事務所の管轄範囲

Division	地方事務所名	管轄県
Division-1	プンツオリン	サムチ県、チュカ県
Division-2	ティンプー	パロ県、ハ県、ティンプー県
Division-3	ロベサ	ウオンディポダン県、プナカ県、ガサ県
Division-4	トンサ	トンサ県、ブムタン県
Division-5	サルパン	サルパン県、チラン県、ダガナ県
Division-6	シエムガン	シエムガン県
Division-7	リミタン	モンガル県、ブムタン県
Division-8	タシガン	タシガン県、ルンツェ県、タシヤンツェ県
Division-9	サムドゥブジョンカ	サムドゥブジョンカ県、ペマガツェル県

出所：DoR

### (3) DoR 職員の人事

「ブ」国人事院 (Royal Civil Service Commission: RCSC) のルールに従うと、公務員の部局内の人事異動は 4 年に一度と定められており、DoR 職員もこのルールに従って異動している。DoR 本省から地方事務所への異動もしばしば行われている。また、通常の業務において地方へ出張に出かける機会が多いのが特徴であり、一般的に、チーフエンジニアクラスで 5 日間／月程度、エグゼクティブエンジニアクラスで 10 日間／月程度、アシスタントエンジニアクラスで 10～15 日間／月程度は地方出張に出かけている状態である。

表 3-6 に近年の DoR の退職者数 (エンジニアのみ、地方事務所含む) を示す。現在 DoR には 212 人のエンジニアが在籍しており (2014 年 6 月末時点)、2013 年の退職者数と比較すると全数の約 4%に相当するエンジニアが離職している状況である。実務経験を積んだシニアエンジニアが、増収を求めて民間のコンサルタントに転職して DoR を去るケースが増えているようである。なお、DoR は退職者数と同数の新入社員を毎年コンスタントに採用して職員の総数が減らないようにしているとのことであるが、人材確保は容易ではないのが現状である。

<表 3-6> DoR エンジニアの退職者数 (2011 年～2013 年)

年	年間退職者数 (人)
2010	6
2011	20
2012	8
2013	9

出所 : DoR



### 3-3. 予算

2010-2011年から2013-2014年におけるDoRの予算の推移を表3-7に示す。第2章の表2-5に示す国家予算と比較すると、2013-2014年の国家支出の合計が34,215.836百万ニュルタムであるのに対して、DoRの開発支出が3,374百万ニュルタムとなっており、国家支出総額の約10%がDoRによる道路・橋梁整備に使われていることがわかる。また、年度によって多少ばらつきはあるものの、DoRが政府に対して提出するプロポーザル額の約8~9割が政府によって承認され、DoRに配賦されている状況である。なお、予算の配布は財務省のDepartment of Public Accountsが行っている。

＜表 3-7＞DoR 予算の推移

年度	DoRのプロポーザル	政府から承認された 予算額	単位:百万Nu
			実際に使われた 金額
2010-2011	3,527	2,596	2,441
2011-2012	4,263	3,966	3,479
2012-2013	4,269	3,715	3,877
2013-2014	3,730	3,014	3,374

出所：DoR

### 3-4. 交通概況

「ブ」国での主な交通手段は自動車交通と航空である。特に、国内外の人、物の移動を自動車交通に頼っており、航空は国外への人的移動の手段が主体となっている。以下に各交通の特徴を整理する。

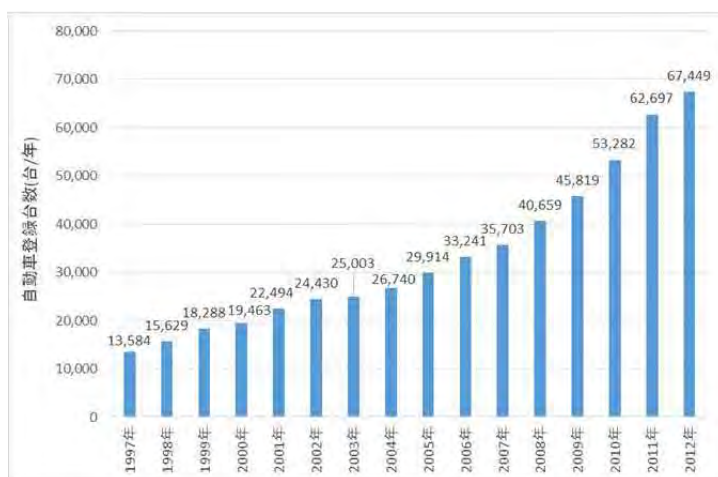
#### 3-4-1. 自動車交通の状況

##### (1) 自動車登録台数の推移と自動車交通に関する政策

「ブ」国における自動車登録の管理は道路安全輸送公社（Road Safety and Transport Authority: RSTA）が行っている。RSTAの統計によると、自動車登録台数の推移は図3-3のように1997年以降毎年増加しており、2012年においては1997年と比較して約5倍までに増加している。しかし、自動車やガソリンの輸入が急成長したために2011年11月から発生したルピー危機の影響により、「ブ」国政府は2012年4月から自動車の輸入を一時的に禁止すると発表した。この措置がしばらく続いたため、結果的に車両数の増加は鈍化し、2014年5月末時点での自動車登録台数はRSTAの公表によると68,051台となっている。「ブ」国政府は、2014年8月から自動車輸入を再開すると発表したため、今後は再び車両数が増加することが予想される。

自動車交通に関する政策として、電気自動車の導入が挙げられる。現在「ブ」国では、年間約70億インドルピー（＝約116.5億円）もの燃料をインドから輸入しており、これが前述のルピー危機の原因にもなっている。現在建設が進められている水力発電所が完成し

た場合に年間 90 億インドルピーの収入が得られると予想されているが、このままではその大部分がインドからの燃料輸入のために費やされることになるというのが現状である。そこで「ブ」国政府は、ガソリン燃料やディーゼル燃料を必要としない電気自動車に注目し、国内に電気自動車を積極的に導入することにより、燃料輸入費を削減すると同時に、排出ガスを減らすことで大気汚染を防止する政策を進めている。具体的には、現在ティンブー市内だけで 5,000 台以上存在するタクシーに対して、2,000 台の電気自動車タクシーを導入・置換することにより、年間 568 百万インドルピーに相当する燃料費の節約が可能となると試算をしている。

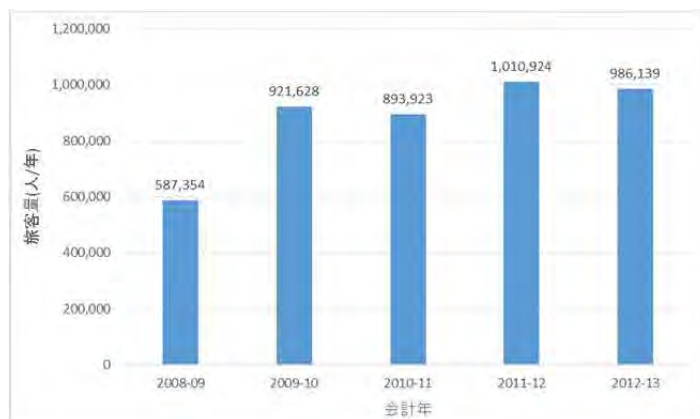


出所 : Road Safety and Transport Authority, Annual Report Financial Year 2012-2013)

<図 3-3> 自動車登録台数の推移

## (2) バス交通

都市間のバス交通<sup>1</sup>については RSTA が管理を行っている。RSTA の統計によると、旅客量は 2008 年度 (587,354 人/年) から 2009 年度 (921,628 人/年) にかけて著しく増加しているが、以降、2012 年度までは概ね 90 万人/年～100 万人/年の旅客量で推移しており、旅客量の推移は横ばいの状況である。



出所 : Road Safety and Transport Authority, Annual Report Financial Year 2012-2013

<図 3-4> 都市間バスにおける輸送量の推移

都市間バスの輸送状況を見てみると、表 3-8 にあるように「ブ」国内の主要都市にターミナルがあり、各ターミナルを結ぶ路線が運行されている。この中でもティンパー市やプンツォリン市からの旅客量、運行頻度が多い。両市とも、首都や国境沿いの経済都市としての位置付けから考えると人的流動、交流が多くなるためであり、ティンパー市で旅客量は約 30 万人/年、運行路線数は 77 路線、プンツォリン市で旅客量は約 28 万人/年、運行路線数は 54 路線となっている。両市は国道 2 号線で接続されている都市であることから、国道 2 号線を介した人的流動量が多いと予想される。一方、東部ではウォンディで 6 路線・約 2.5 万人/年、トンサで 4 路線・約 1 万人/年、ブムタンで 4 路線・約 1.5 万人/年、モンガルで 6 路線・約 2 万人/年、タシガンで 9 路線・約 1.7 万人/年となっており、概ね 10 路線未満、約 2 万人/年の輸送量となっている。どのターミナルもティンパーと国道 1 号線沿線の市を結んでいることから、国道 1 号線におけるバス輸送量は国道 2 号線の 1/10 以下程度であり、「ブ」国の人的移動は国道 2 号線を主体とした南北方向の流動が多いことがわかる。

<sup>1</sup> ティンパー市内のバス運営に関しては、Bhutan Post が運営する City Bus サービスと都心～郊外を結ぶ路線に民間会社がある。

＜表 3-8＞都市間バスの輸送状況

ターミナル名	旅客量(人) (2012年7月-2013年6月)	運行 路線数	主な運行目的地
Thimphu	297,186	77	Phuentsholing、Sipsu、Trashigang、Samtse、Gelephu、Dagana、Lhuentse、Trashiyangtse、Bumthang、Zhemgang、Mongar、Chanchey、L/dara、Tsirang、Trongsa、Kabesa、Wangdue、Paro、Haa、Chhukha、Punakha、Tendu、T/yangtse、Dagapela、Phobjikha、Thimphu(Local Bus)、Lhamozingkha
Paro	37,723	7	Phuentsholing、Thimphu、Haa、Samtse、Drugyal Dzong
Haa	12,783	5	Paro、Thimphu、Phuentsholing
Punakha	15,335	4	Phuentsholing、Gelephu、Thimphu(Kabisa)
Wangdue	25,330	6	Phuentsholing、Gelephu、Thimphu、Phobjikha
Phuentsholing	278,699	54	Thimphu、Paro、Wangdue、Punakha、Kamichu、Punatshangchu、Kolkata、Samdrupjongkhar、Siliguri、T/Yangtse、Samtse、Tsirang、Sipsue、Tendu、Sinchukha、Lhamizingkha、Trongsa、Haa、Dagana、Gelephu、Nganglam、Bumthang、Phobjikha、Chuckha
Samtse	68,181	17	Thimphu、Sipsu/Thimphu、Tendu/Thimphu、Paro、Phuentsholing、Tendu、Sipsu、Chargharay via Y/tshe、Sipsu/Phuentsholing、Tendu/Phuentsholing
Tsimasham	3,921	2	Thimphu、Phuentsholing
Gedu	0	—	—
Gelephu	67,535	23	Zhemgang、Buli、Paibang/Gomphu、Phuentsholing、Bumthang、Trongsa、Surey、Sarpang、Tsirang、Thimphu、Samdrupjongkhar、Punakha、Dagana、Wangdue、Umling、Nanglam、Gelephu/Dolangang、Singye、Sarpang/Singye
Tsirang	44,096	12	Thimphu、Phuentsholing、Gelephu、Phuntenchu、Patala Tar、Barshong、Dunglagang、Shemjong、Thimphu/Chachay、Mendegang/Thimphu、Thimphu、Phuentsholing
Trongsa	9,675	4	Gelephu、Thimphu、Phuentsholing
Bumthang	14,098	4	Gelephu、Thimphu、Phuentsholing
Zhemgang	4,924	4	Thimphu、Gelephu、Paibang/Gelephu、Buli/Tali/Gelephu
Dagana	17,194	6	Thimphu、Phuentsholing、Gelephu、Gesarling/Thimphu、Dagapela/Thimphu
Samdrupjongkhar	42,376	11	Mongar、Trashigang、Samdrupcholing、Pemagatshel、Trashiyangtse、Gelephu、Phuentsholing、Nanglam、Jomotshangkha
Trashigang	17,706	9	Samdrupjongkhar、Mongar、Thimphu、Trashiyangtse
Trashiyangtse	2,893	4	Thimphu、Phuentsholing、Trashigang
Mongar	20,884	6	Thimphu、Trashigang、Lhuentse、Samdrupjongkhar
Lhuentse	5,600	5	Mongar、Thimphu
Pemagatshel	0	1	Samdrupjongkhar
合計	986,139	261	—

注1)旅客量はAnnual Report Financial Year 2012-2013 より整理した。

注2)運行路線数、目的地はRSTAのHP(2014年6月時点)に公表されている「Public Transport Schedule」を参考に整理した。

注3)運行路線数には毎日運行する路線、曜日指定、複数バス会社が運行する路線などが含まれている。

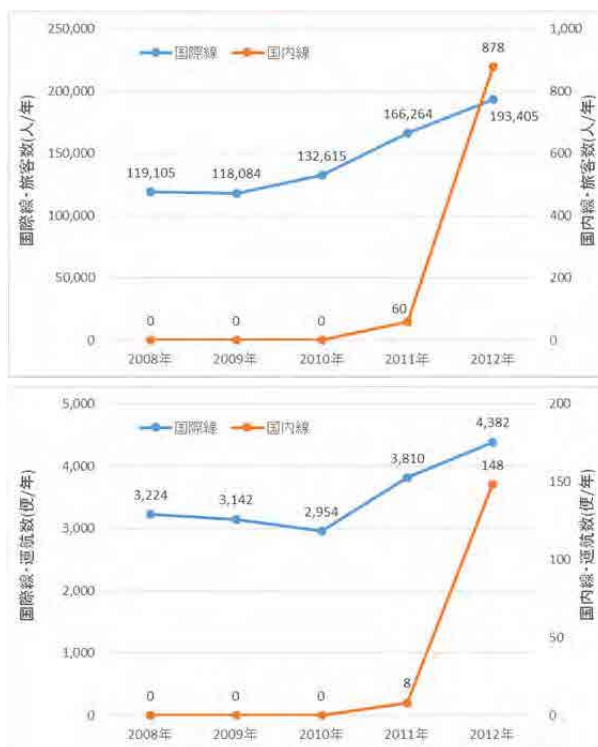
出所：Road Safety and Transport Authority, Annual Report Financial Year 2012-2013 及び HP より

### 3-4-2. 航空輸送の状況

航空輸送については、図 3-5 に示す通り国際線の運航数、旅客数が国内線に比べて圧倒的に多く、2012 年の実績では年間約 4,300 便、約 19 万人の旅客数となっている。2008 年から 2010 年にかけて緩やかに便数は減少しているものの、旅客数は 2008 年以降、微増、微減の傾向にあり、1 機当たりの航空機の輸送量が多いことがわかる。2010 年以降は便数の増加に合わせて旅客数が増加している。

一方、国内線は 2011 年に定期便が就航している。就航当初は 2 路線（パローブムタン、パローヨンプラ）に年間 8 便、60 人であったが、2012 年には同 2 路線に年間 148 便、878 人の輸送が行われ急増している。主な路線はパローブムタン間が利用されている。

以上より、「ブ」国内の移動として航空機の利用は始まったばかりであるが、今後、便数や路線数の増加、料金設定によっては利用者が増加する可能性もあるものの、短中期的には自動車交通が国内の移動の主要手段であると言える。



出所：Statistical Year Book 2013

＜図 3-5＞航空旅客数と便数の推移



出所：Statistical Year Book 2013

＜図 3-6＞国内航空路線と実績(2012 年)

## 第4章 道路・橋梁セクターの現況

### 4-1. 道路ネットワークの整備状況

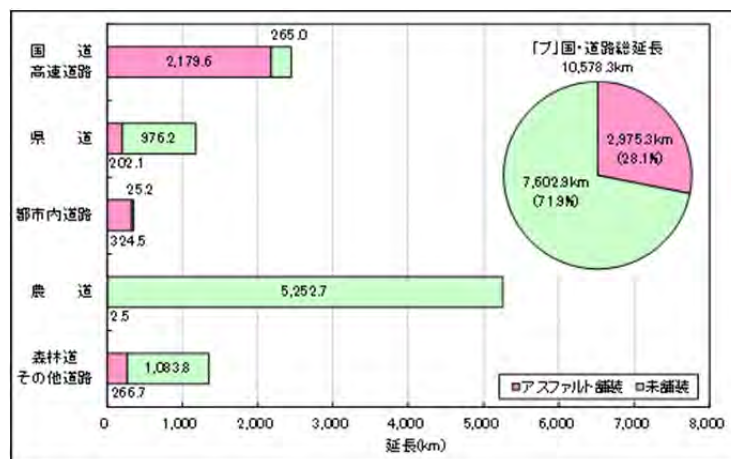
「ブ」国内の道路の整備状況を表 4-1 に示す。1961 年にインド政府の援助により初めて自動車道路がプンツォリンとティンプー、パロとの間に建設されて以来、道路ネットワークは着実に拡大しており、現在は総延長約 10,600km となっている(2013 年時点)。Expressway はティンプー市内に建設され 2007 年に供用が開始された延長 6.2km の道路であり、地方部への幹線道路(国道)は Primary National Highway (PNH) と Secondary National Highway に分類され、PNH は国内における最高規格の道路となっている。

＜表 4-1＞「ブ」国における道路延長

年	Expressway	Primary National Highway	Secondary National Highway	Dzongkhag Roads	Urban Road	Farm Road	Forest Road	Access Road	その他	計
2004	—	1577.20	459.00	1213.21	117.42	244.27	542.60	Nil	Nil	4153.70
2005	—	1571.00	459.00	1278.26	125.11	388.54	570.60	Nil	Nil	4392.50
2006	—	1556.00	510.95	1246.91	130.22	525.85	574.80	Nil	Nil	4544.73
2007	6.2	1628.1	481.2	818.2	161.3	1012.3	559.6	534.7	148.1	4946.6
2008	6.2	1621.1	482.0	820.7	163.0	1045.6	528.9	554.2	140.8	5362.4
2009	6.2	1696.79	490.65	883.36	206.64	1395.62	536.80	562.64	203.60	5982.31
2010	6.2	1753.83	505.59	1066.09	295.00	1980.26	583.39	580.57	149.20	6920.13
2011	6.2	1757.19	516.35	1107.50	304.87	3236.41	630.75	619.87	134.90	8314.04
2012	6.2	1768.65	521.18	1050.94	326.91	4380.93	667.25	634.50	134.90	9491.47
2013	6.2	1860.12	578.26	1178.29	349.67	5255.19	667.25	563.18	120.10	10578.26

出所：DoR

国道は延長の約 9 割がアスファルトで舗装されているが、その他の道路種別は未舗装道路が多く、「ブ」国全体の舗装率としては 3 割未満となっている(図 4-1 参照)。国道の幅員は狭く、道路平面・縦断線形も悪いため、崖側の転落等の交通事故が問題となっている。しかし、拡幅を行うにしても、谷側、山側両方に斜面对策が必要となるため容易ではない状況である。



出所：DoR

＜図 4-1＞道路延長と舗装状況(2013 年)



## 4-2. 橋梁の現況

### (1) 橋梁数

「ブ」国における橋梁数（1994年及び2013年の比較）を表4-2に示す。

<表4-2> 「ブ」国における橋梁数（1994年及び2013年）

上部エタイプ	1994年		2013年	
	橋梁数	延長 (m)	橋梁数	延長 (m)
Reinforced concrete	46	996.03	70	1391.30
Pre-stressed concrete	3	226.22	14	721.00
RC Arch	0	0	3	265.00
Composite	0	0	20	376.06
Steel Arch	0	0	6	494.45
Bailey & Bailey Suspension	54	2,082.32	151	5,067.76
Steel Truss or Girder	7	628.05	17	964.60
Steel Hemilton	7	228.66	10	313.60
RCC slab of RSJ	22	212.80	34	578.25
Wooden deck/RSJ	3	97.56	0	0
UNIDO modular	17	253.05	0	0
Multi cell box culvert	0	0	5	216.00
RCC submersible	1	45.73	7	193.50
<b>合計</b>	<b>153</b>	<b>4,142.37</b>	<b>337</b>	<b>10,581.52</b>

出所：DoR

### (2) DoRの実施体制

「ブ」国における橋梁計画及び設計は、DoRの設計部橋梁設計課が担当している。現在橋梁設計課には4名の現地人技術者と、JICAシニアボランティア1名が所属している。また、橋梁の維持管理については、DoRの維持管理部が担当しているが、現在DoR本省には橋梁担当の技術者が1名しかいないため、実際の業務は地方事務所のスタッフが担当している。

### (3) 橋梁設計基準、設計図書

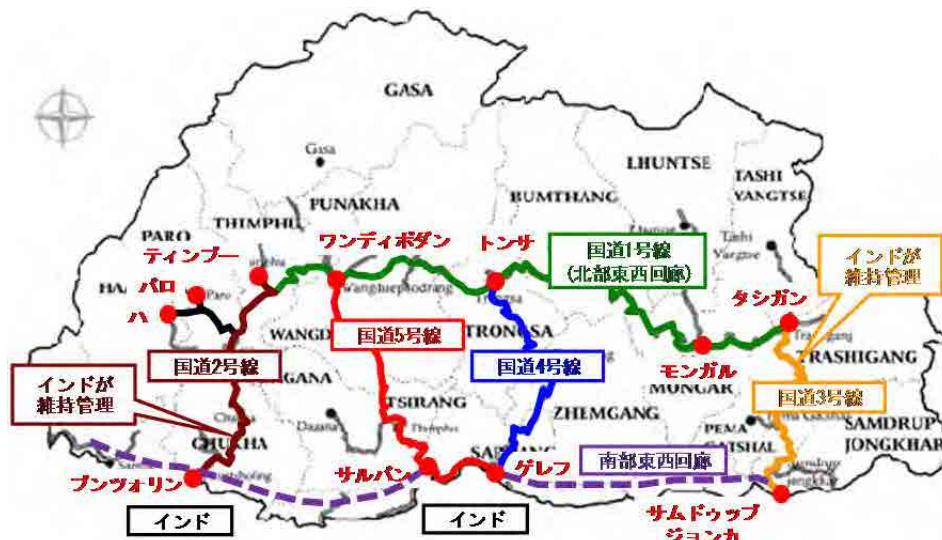
橋梁設計は、インド設計基準（Indian Specifications: IS Codes及びIndian Road Congress Specifications: IRC Codes）に従って行われており、補完的にアメリカのAASHTO基準が使われている。

DoRは、2002年以降にDoRによって設計・建設された橋梁に関しては設計図面を保管している。ただし、ほとんどの橋梁がそれ以前にインド陸軍（DANTAK）によって建設されたものであるため、設計図書が残っていないのが現状である。DANTAKが作った橋梁は、設計荷重=40R（約58.5トン）として設計されている。DoRの方針として、PNH上の橋梁の荷重条件についてはIRC70R (single lane)またはIRC Class A (double lane)を満たすこととされている。現在国道に架かっている既設橋のほとんどが、上記の幅員及び荷重条件を満たしていないため、国内の東西・南北方向のコンネクティビティ確保に関する課題となっており、その観点からすればほぼ全ての既設橋が架け替えの対象となり得ると言える。

#### 4-3. 国道の現況

##### (1) 国道の整備状況

図 4-2 に全国の国道網（PNH）を、表 4-3 に各国道の路線延長を示す。「ブ」国内の道路ネットワークは国道網を中心に構成されており、東西に 1 路線（国道 1 号線）、南北に 4 路線（国道 2 号線～5 号線）の 5 つの PNH が存在する。国道 2 号線と国道 3 号線はインド政府によって建設され、現在の維持管理も DANTAK により行われている。現在国内を東西方向に横断する道路は国道 1 号線のみであり、3,000m 超の峠が 5 ヶ所存在し、雨期や冬期には頻繁に通行止めになる。通行止めになった場合は、インド国経由のルートに頼らざるを得ないため、代替ルートとしての南部東西回廊の建設は「ブ」国の重要な課題となっている。



出所：調査団作成

<図 4-2> 「ブ」国の国道網

<表 4-3> 国道の現況（2014 年 5 月時点）

名称	総延長(km)	区間及び維持管理組織
PNH-1	546	タシガンーシムトカ：DoR
PNH-2	174	プンツォリンーティンブー：DANTAK
PNH-3	180	サムドゥブジョンカータシガン：DANTAK
PNH-4	240	ゲレフトンサ：DoR
PNH-5	187	ゲレフーウォンディ：DoR

出所：DoR



出所：調査団撮影

＜図 4-3＞国道 1 号線の様子

## （２） 国道の名称変更及び追加に関する情報

上述のように、現時点では国道は 5 路線（国道 1 号線～5 号線）であるが、DoR は現在路線名の変更及び追加の作業を進めている。DoR が提案している路線名変更案を表 4-4 に示す。これによると、現在の国道 2 号線がアジア・ハイウェイ（AH48）に変更になり、現在建設が進められている南部東西回廊が新たに PNH-2 と名付けられる予定である。また、各国道が区間ごとに分割されて名称が付けられるほか、PNH6～PNH11 が新たに国道として追加になる予定である。

＜表 4-4＞DoR が検討している国道の名称の変更及び追加（案）

No	区間	路線名称	管轄機関
1	北部東西回廊（現国道 1 号線）	PNH1	DoR
	タシガンーモンガル	PNH1A	
	モンガルーブムタン	PNH1B	
	ブムタンートンサ	PNH1C	
	トンサーウオンディ	PNH1D	
	ウオンディーシムトカ	PNH1E	
2	南部東西回廊	PNH2	DoR
	ジョモタンカーサムラン	PNH2A	
	サムランーサムドゥプチョリン	PNH2B	
	サムドゥプチョリンーデワタン	PNH2C	
	デワタンーガンラム	PNH2D	
	ガンラムーパンバン	PNH2E	
	パンバンーゲレフ	PNH2F	
	ゲレフーサルパン	PNH2G	
	サルパンーラモイジンカ	PNH2H	
	ラモイジンカーライダック	PNH2I	
	ライダックーマニタール	PNH2J	
	マニタールーリンチェンディング	PNH2K	
	リンチェンディングーサムチ	PNH2L	
	サムチーテンドウック	PNH2M	
3	アジア・ハイウェイ 48 号線（プンツォリンーティンプー） 現国道 2 号線	AH48	DANTAK

4	サムドゥップジョンカータシガン（現国道3号線）	PNH3	DANTAK
5	ゲレフトンサ（現国道4号線）	PNH4	DoR
	ゲレフーティンティビ	PNH4A	
	ティンティビートンサ	PNH4B	
6	サルパンーウオンディ（現国道5号線）	PNH5	DoR
	サルパンーチラン	PNH5A	
	チランーウオンディ	PNH5B	
7	ボンディーハ	PNH6	DANTAK
8	チュゾムーパロ	PNH7	DANTAK
9	チュゾムーハ	PNH8	DANTAK
10	ジュムジャーマニタール	PNH9	DoR
11	ティンティビーパンバン（現在建設中）	PNH10	DoR
12	ゲルポシンーナンラン（現在建設中）	PNH11	DoR

出所：DoR

### （3） 国道における現在の主な問題点

国道における現在の主な問題点と社会・経済への影響を表 4-5 に整理する。

<表 4-5> 国道における主な問題点と社会・経済への影響

問題点	インフラにおける要因	社会・経済への影響
雨期の土砂災害や河川災害	道路：斜面崩壊 橋梁：仮設橋の流出	道路寸断による、人や物の移動や流通を阻害する。
東西横断道路（国道1号線）の代替ルートの欠如	道路ネットワークの脆弱性	国道1号線が寸断された場合、代替路線がない。
構造上の問題による隘路	道路：幅員狭小、悪い線形 橋梁：大型車交通への未対応、強度不足	交通阻害箇所となるだけでなく、走行性の悪さが流通の阻害となっている。また、災害時には法面崩壊や落橋により長期間通行が途絶される。
インフラの構造上の問題による交通事故・災害	道路：幅員狭小、悪線形 橋梁：大型車交通への未対応、強度不足	悪線形や隘路は崖側転落や対向車との衝突等、交通事故の原因となっている。

出所：調査団作成

#### 4-4. 交通量データの整理

各国道の交通状況を把握するため、DoR が過去に行った交通量調査結果を入手し、整理する。ただし、2009 年以降についてはデータが入手できない年がいくつかあったため、直近の交通状況を把握するために表 4-6 に示す内容で交通量調査を実施した。

＜表 4-6＞交通量調査

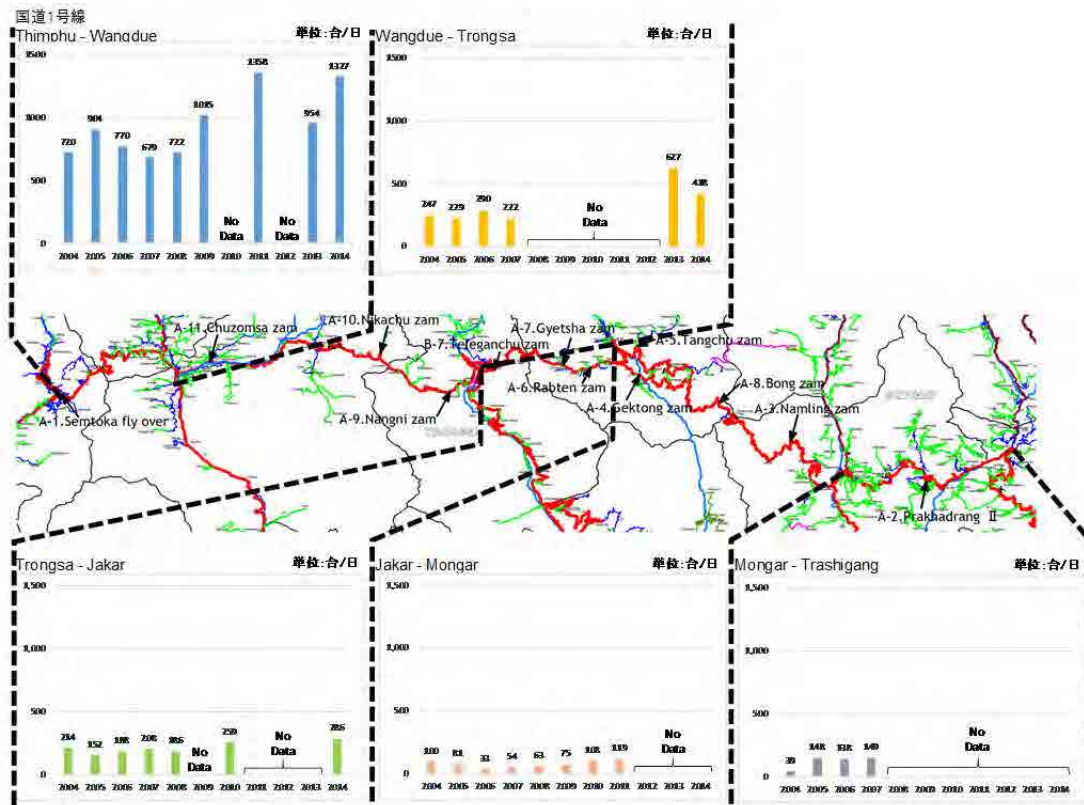
路線名	項目	内容
国道 5 号線	調査日	2014 年 4 月 28 日
	調査時間	06 時～18 時(12 時間)
	調査場所	Hilley Check Post
国道 4 号線	調査日	2014 年 4 月 29 日
	調査時間	06 時～18 時(12 時間)
	調査場所	Geleg Zam (Aie Bridge) Check Post
国道 1 号線	調査日	2014 年 5 月 5 日
	調査時間	06 時～18 時(12 時間)
	調査場所	Dochula

出所：調査団作成

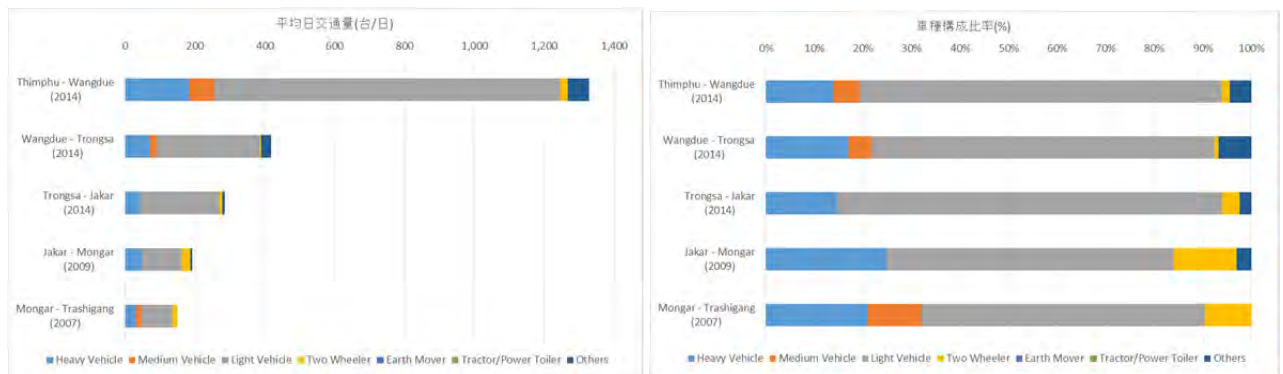
以下に各国道の交通状況を示す。

##### (1) 国道 1 号線

国道 1 号線の交通状況を図 4-4 及び 4-5 に示す。国道 1 号線はタシガンーティンパー（シムトカ）間を結ぶ「ブ」国で唯一の東西方向を連絡する路線である。国道 1 号線の交通量は、全線を通して横ばいか漸増である。ティンパーーウォンディ間の交通量が他区間に比べて圧倒的に多いのが特徴であり、2009 年以降は平均日交通量で約 1,000 台/日～1,300 台/日で推移しており、2014 年では約 14%が大型車、約 75%が普通車となっている。この区間はウォンディを境に国道 1 号線の東側（トンサ、モンガル、タシガン）に向かう交通と国道 5 号線を介して南側（ゲレフ）に向かう交通が通過するため、「ブ」国の国道で最も交通量が多い区間となっている。ウォンディを経由した後の国道 1 号線、国道 5 号線への通過交通量は年によってばらつきがあるが、近年はプナチャンチュ水力発電所建設の影響により国道 5 号線に向かう交通が増えてきており、ウォンディを経由すると国道 1 号線の交通量は 1,000 台/日未満(200～300 台/日程度)に減少しており、車種の構成は 2 割程度が大型車、6～7 割程度が普通車の構成となっている。



出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成  
 <図 4-4> 国道 1 号線の交通状況

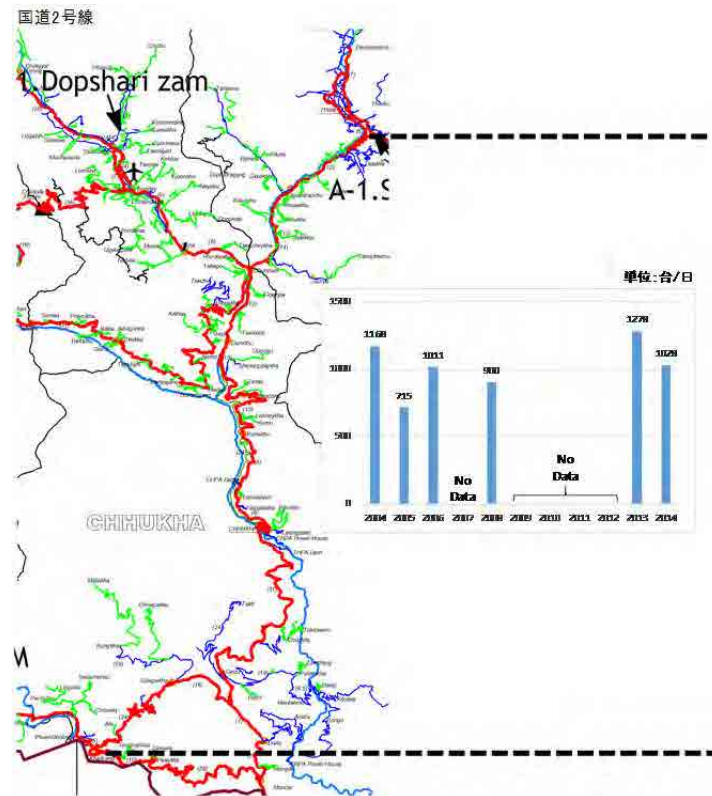


出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成  
 (各区間の最新年 (2007 年・2009 年・2014 年) におけるデータ集計)  
 <図 4-5> 国道 1 号線における通過交通の車種構成

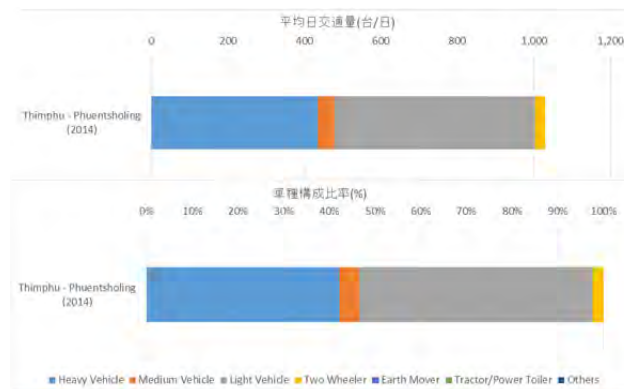


(2) 国道2号線

国道2号線の交通状況を図4-6及び4-7に示す。本路線は、首都ティンブーとインド国境の経済都市プンツォリンとを結ぶ路線であり、平均日交通量は概ね700～1,300台/日で推移しており、国道1号線に次いで交通量の多い路線である。2014年の通過交通の車種分類は大型車が約4割、普通車が約5割となっており、大型車の交通が多いことから流通の路線として重要な位置づけを担っている。



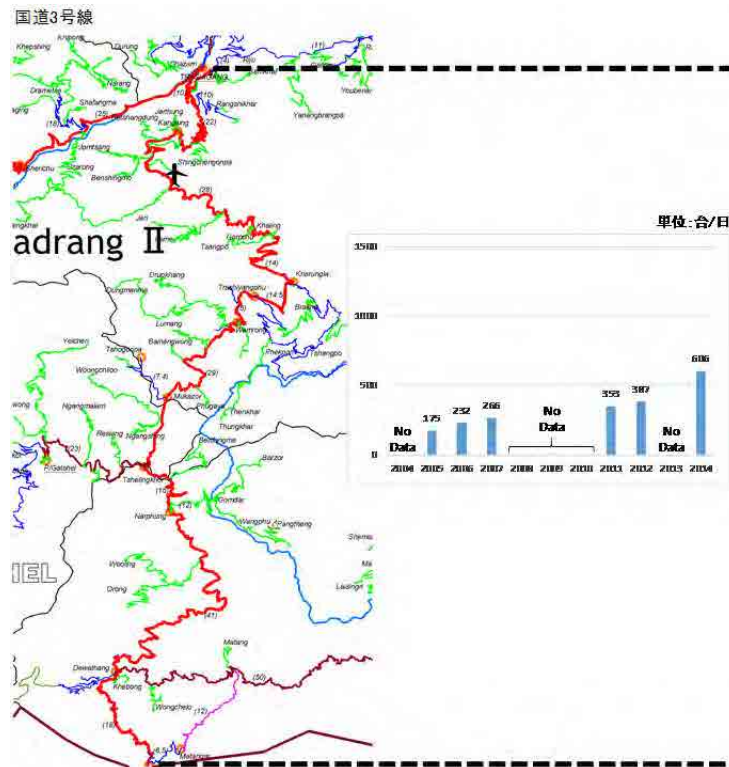
出所：DoR 提供データより調査団作成  
 <図 4-6> 国道2号線の交通状況



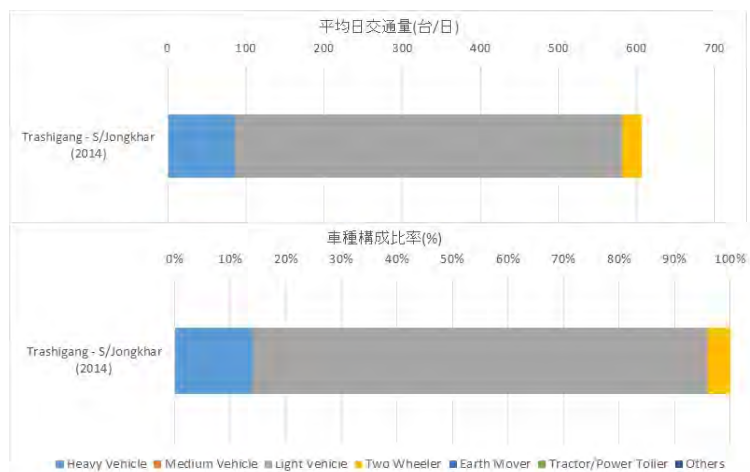
出所：DoR 提供データより調査団作成 (2014年データ集計)  
 <図 4-7> 国道2号線における通過交通の車種構成

### (3) 国道3号線

国道3号線の交通状況を図4-8及び4-9に示す。本路線は、東部の都市であるタシガンとインド国境の都市であるサムドゥプジョンカとを結ぶ路線であり、平均日交通量は年々増加している。2014年の平均日交通量は約600台/日であり、車種分類は大型車が14%、普通車が82%となっており、普通車の通行が多い状況である。国道2号線、国道4号線、国道5号線と同様に南北方向の路線であるが、大型車の通行量は少ないため、現在の国内の流通の主体は国道2号線であると考えられる。



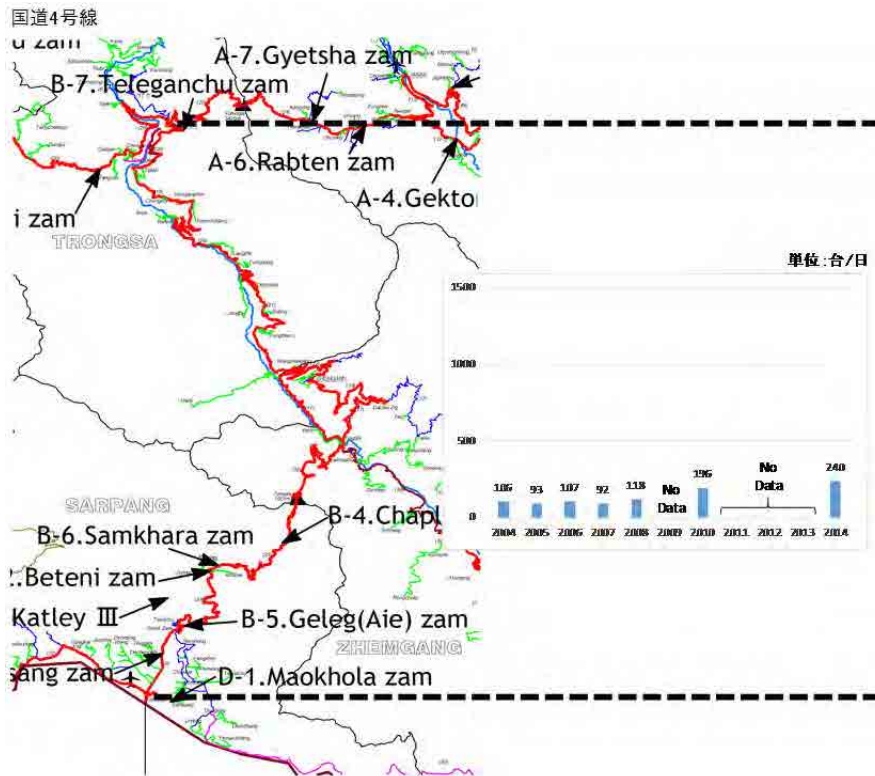
出所：DoR 提供データより調査団作成  
 <図4-8> 国道3号線の交通状況



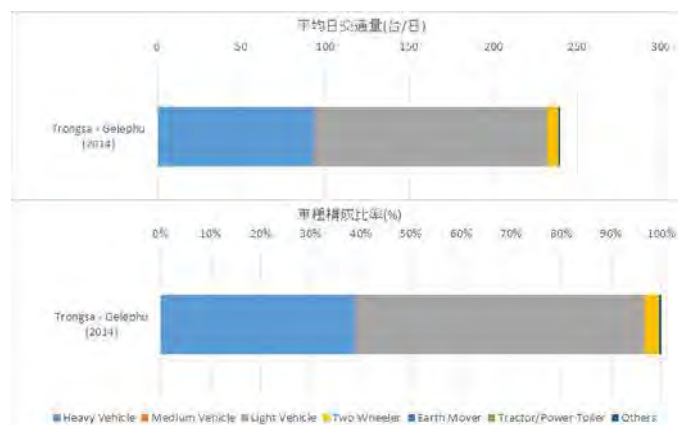
出所：DoR 提供データより調査団作成 (2014年データ集計)  
 <図4-9> 国道3号線における通過交通の車種構成

(4) 国道4号線

国道4号線の交通状況を図4-10及び4-11に示す。本路線は、中部の都市であるトンサとインドとの国境都市であるゲレフを結ぶ路線であり、平均日交通量は増加傾向にある。2014年の平均日交通量は240台/日であり、車種分類は大型車が約4割、普通車が約6割となっており、普通車の通行が多い状況である。前述のとおり国道2号線、国道3号線、国道5号線と同様に南北方向の路線であるが、本路線よりも国道5号線を経由したウォンディ方向への流動が多い状況である。



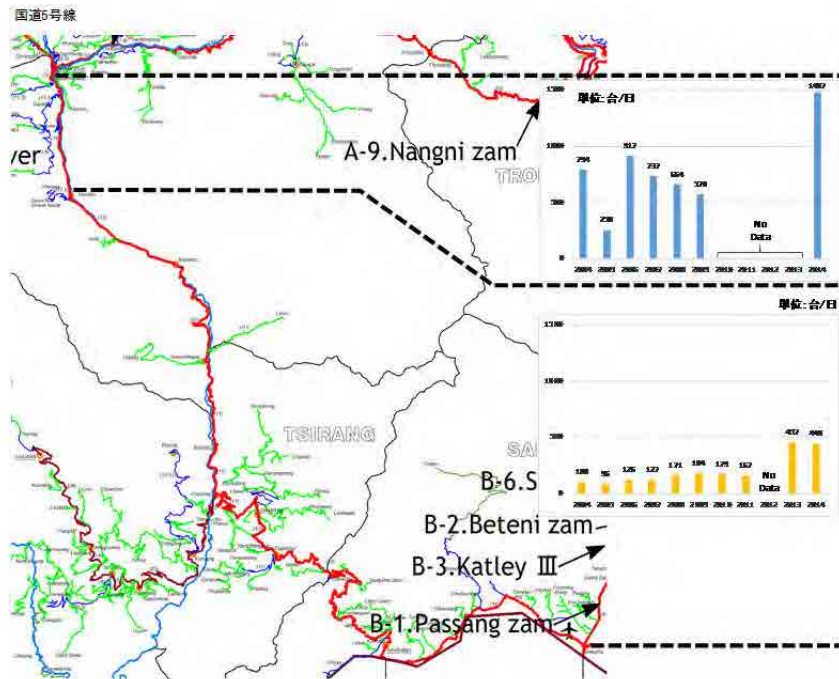
出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成  
 <図4-10> 国道4号線の交通状況



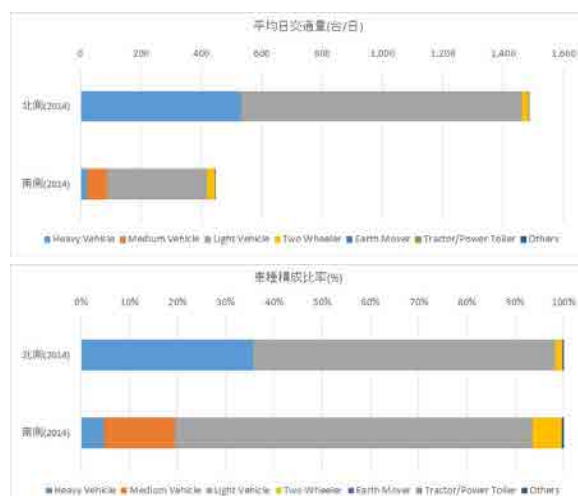
出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成 (2014年データ集計)  
 <図4-11> 国道4号線における通過交通の車種構成

(5) 国道5号線

国道5号線の交通状況を図4-12及び4-13に示す。本路線は、西部の都市であるウォンディとインドとの国境都市ゲレフとを結ぶ路線であり、ウォンディ側（北側）の平均日交通量に比べてゲレフ側（南側）の増加の程度は小さい。これは、現在北側で行われているプナチャンチュ水力発電建設に関連する工事車両の増加によるものと考えられる。2014年の平均日交通量については北側では約1,500台/日に対して南側は約450台/日である。また、車種分類では北側では大型車が約35%、普通車が約63%に対して、南側は大型車が約5%、普通車が約75%となっており、大型車の通行は北側が量的にも構成比的にも多い状況である。



出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成  
 <図4-12>国道5号線の交通状況



出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成（2014年データ集計）  
 <図4-13>国道5号線における通過交通の車種構成

#### 4-5. 建設資機材の調達事情

##### (1) 建設資材

建設工事における主要な資材の調達状況について、現在の「ブ」国の状況を表 4-7 に示す。セメント、骨材、鉄筋等、国内で調達可能な資材がある一方で、PC 鋼線や支承といった主に橋梁工事で使用する資材については外国（主にインド）からの輸入に頼らざるを得ない状況である。

セメントについては、下記 2 か所に大規模な工場がある。

- Gomtu : Penden Cement Authority Ltd (政府系企業)
- Nganglam : Druk Dragon Cement (政府系企業)、Lhaki Cement (民間)

また、鉄筋については、パサカの工場で製造したものが一般に使用されている。パサカの工場 (BRM PVT.LTD) では現在、異形棒鋼 (D8、10、12、16、20、25、32) 及び丸鋼 (D22、25) の製造が可能であり、また、鉄筋の品質を確認するラボが工場内に併設されている。BRM PVT.LTD より入手した鉄筋の強度試験結果の例を図 4-15 に示す。

＜表 4-7＞ 主要資材の調達状況

資 材 名	規 格	調 達 先		備 考
		「ブ」国内	外国より輸入	
盛土材		○		
アスファルト	現場混合用	○		インドからの輸入品
アスファルト乳剤		○		
路盤材	碎石	○		
セメント	普通ポルトランドセメント	○		
混和剤	減水剤		○	
細骨材	砂	○		
粗骨材	碎石	○		
雑割石	20～25cm	○		
鉄筋		○		パサカの工場製品
PC 鋼線			○	
シー			○	
高欄	鋼製		○	
支承	支承付属品付		○	
伸縮装置			○	
橋面雨水樹	縦排水管付		○	
蛇籠		○		インド、ネパールからの輸入品
型枠用合板		○		
支保工材	H 鋼材、単管パイプ等		○	
足場材	足場板、セパレーター等	○	○	セパレーター等は輸入

木材	型枠用、仮設用他	○		
土嚢袋	仮設用	○		インドからの輸 入品
燃料		○		インドからの輸 入品

出所：調査団作成



出所：調査団撮影  
 <図 4-14>パサカの鉄筋工場

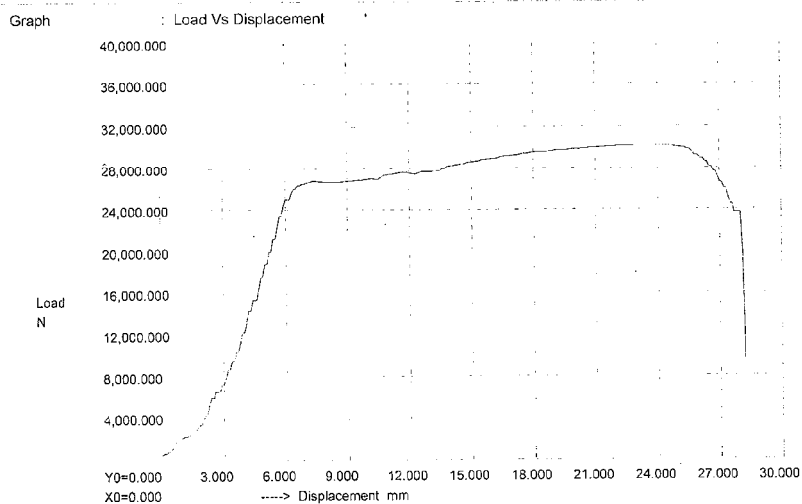


### Test Certificate

Name of Company : BRM PVT. LTD.  
Address : PASAKA  
To : BRML  
Sample Identification : 08mm  
Machine : FIE Make Universal Testing Machine, UTE-100

Input Data : File Name : BR1504081779 , Record No. : 1 , Date : 15/04/2014  
: Sample Type -- Other Area : 49.200 mm<sup>2</sup>  
: Sample Area = 49.200 mm<sup>2</sup>  
: Gauge Length : 40 mm Final Gauge Length: 48.4 mm  
: Test Speed : 8 mm/min

Results of : Tension Test  
Maximum Force (Fm) : 30,150.000 N  
Max. Disp. : 26.200 mm  
Tensile Strength (Rm) : 612.805 MPa  
Elongation : 21.000 %  
Yield Stress : 543.699 MPa  
YS/UTS Ratio : 0.887 1-12.1  
\* Note : Yield Calculated from graph



出所 : BRM PVT.LTD より入手  
〈図 4-15〉鉄筋の強度試験結果の例 (異形棒鋼 D8mm)

## (2) 建設機材

現在の建設機材の調達状況を表 4-8 に示す。2006 年に、DoR の機械部門が独立して現在の建設開発公社（The Construction Development Corporation Limited: CDCL）になったのを境に全ての建設機材が CDCL の所有となったため、現在 DoR 自体は主要な建設機材を所有していない。よって、建設工事やメンテナンス工事で機材を使用する際には、建設機材を所有している民間企業を対象とした競争入札を行って機材を調達している。入札情報は、テレビ（Bhutan Broadcast Service: BBS）、新聞（クエンセル）、公共事業・定住省ウェブサイトを通じてアナウンスされている（図 4-16 参照）。なお、CDCL の他にも Dungkar Hiring Agency など数多くの民間企業が入札に参加している。ただし、民間企業の機材保有レベルは未だ低いいため、特に舗装工事に関しては CDCL しか機材を所有していないケースもあるため、その場合には DoR と CDCL との間で直接契約が結ばれている。

<表 4-8> 主要建設機械の調達状況

資 材 名	調 達 先		備 考
	「ブ」国内	外国より調達	
ブルドーザ	○		土工
バックホウ	○		土工
大型ブレーカ	○		土工
ホイールローダー	○		資材運搬工
ダンプトラック	○		土工
トラック	○		資材運搬工
ラフタークレーン		○	下部工、上部工
グラウトミキサ		○	基礎工、上部工（PC）
グラウトポンプ		○	仮設工（アースアンカー）
ボーリングマシン		○	仮設工（アースアンカー）
モータグレーダ	○		舗装工
ロードローラ	○		舗装工
タイヤローラー	○		土工、舗装工
振動ローラ	○		土工、舗装工
タンパ	○		土工、舗装工
コンクリートミキサ	○		
空気圧縮機	○		土工
空気圧縮機	○		仮設工
発動発電機	○		
送出し資機材		○	上部工
PC 桁製作用機材		○	上部工
PC 桁架設用機材		○	上部工

出所：DoR からのヒアリングをもとに調査団作成

# ADVERTISEMENT

Tuesday, May 13, 2014 | KUENSEL

PAGE 11

## INVITATION OF BIDS

### MINISTRY OF WORKS AND HUMAN SETTLEMENT Department of Roads, Regional Office Trashigang.

DoR/RO-Tg/2013-1A/VI-5/810

1. Department of Roads, Trashigang Regional Office, invites sealed bids from the eligible and qualified bidders for the following works.

Bid No.	Name of work	Bid Security (Nu.)	Last date of submission	Date of opening
DoR/RO-Tg/2014-2015/ Goods(01)	Hiring of vehicles & machinery for the Financial Year 2014-2015.	Refer Bid Document	June 16, 2014 before 10.00am	June 16, 2014 at 10.30am

- Bidding will be conducted through the National Competitive Bidding procedures specified in the RGoB Procurement Rules and Regulations, and are open to all bidders from Bhutan.
- Interested eligible bidders may obtain further information from DoR, Trashigang Regional Office at Telephone No. **04-521135/521469** during office hours
- A complete set of bidding document in English may be download from the website [www.mowhs.gov.bt](http://www.mowhs.gov.bt)
- Bids must be delivered to Office of Chief Engineer, DoR, Trashigang Regional Office on or before **10:00am on 16/06/2014**. Late Bids will be rejected. Bids will be opened physically in the presence of bidders/representatives who choose to attend in person at **10.30am on 16/06/2014** in the conference hall.
- All bids shall be accompanied by a Bid Security as prescribed in the bidding document.

Offg. Chief Engineer

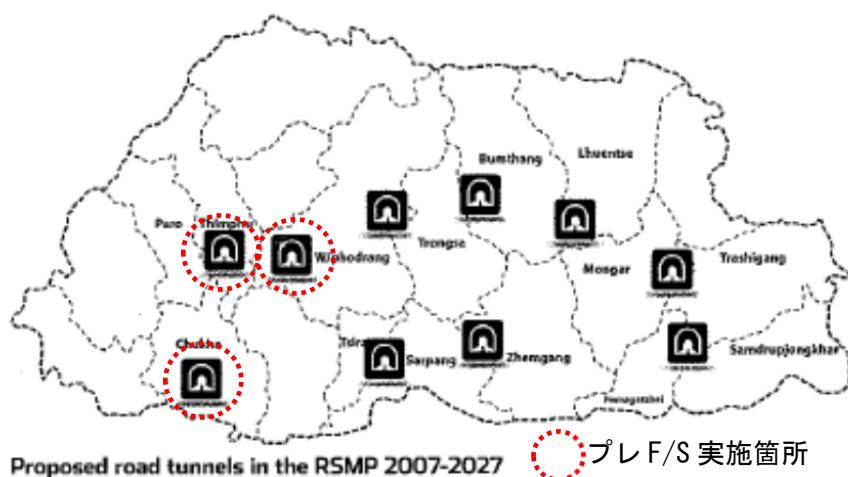
出所：クエンセル（2014年5月13日）

＜図 4-16＞地元新聞に掲載された建設機械の入札情報

CDCL が所有している建設機材リストを添付資料-3 に示す。JICA はこれまで DoR に対して 3 度の無償機材供与を行っており（フェーズ-1（1989年）、フェーズ-2（1997年）、フェーズ-3（2005年））、その当時に DoR の機械部門に供与された機材が現在でも CDCL によって保有され使用されている。橋梁建設等に使用されるクレーンは、最大のものは JICA フェーズ-1 で供与された 25 トン吊のものであり、ヘソタンカにて保管されているが、老朽化が問題となっている。CDCL は 2013 年に JICA に対して無償機材供（フェーズ-4）を要請したが、採択はされなかった。今年度は、JICA への要請は見送る方向とのことである。

#### 4-6. トンネル計画の整理

2014年4月22日の地元紙（クエンセル）に掲載された記事によると、DoRは道路セクターマスタープランに示されている10ヶ所のトンネル建設候補地の内、首都近郊の3か所についてプレフィージビリティ調査（F/S）を完了していると発表した（図4-17参照）。その3か所は、①国道2号線（ゲドゥーガンラカ区間）、②国道2号線（ティンブーパロ区間）、③国道1号線（ティンブーウォンディ区間）であり、2011年にADBの資金でF/Sが実施された。同調査の中では、トンネル坑口の位置決め、ルート案の比較検討、概算工事費の積算が行われた。積算に関しては、F/Sの結果に、プナチャンチュウ2発電所建設プロジェクトの1.5kmのトンネル建設の実績（工事費720百万Nu）及びDGMとNorwegian Geotechnical Institute (NGI)が行ったユシパンーナベサ間の約10.5kmのトンネル建設計画（工事費47億ニュルタム）の積算結果を反映し、さらにコンティンジェンシーを考慮した上で算出されており、約600百万ニュルタム/kmとされている。各トンネルのプレフィージビリティ調査の結果は表4-9に示す通りである。



出所：クエンセル（2014年4月22日）  
 <図4-17>トンネル建設候補地の位置図

<表4-9>プレフィージビリティ調査の結果

オプション	道路総延長 (Km)	短縮可能距離 (Km)	トンネル延長 (Km)	正味現在価値 (NPV)
<b>国道2号線</b>				
A	175Km	5.3Km	0.77Km	868.56百万ニュルタム
B		5.9Km	0.96Km	737.28百万ニュルタム
<b>国道2号線（ティンブーパロ区間）</b>				
A	58Km	26.0Km	18.3Km	3,952.80百万ニュルタム
B		27.9Km	20.6Km	4,326.00百万ニュルタム
C		13.8Km	8.2Km	2,115.60百万ニュルタム
D		8.6Km	12.5Km	1,275.00百万ニュルタム
<b>国道1号線（ティンブーウォンディ区間）</b>				
A	70Km	30.1Km	10.3Km	7,539.60百万ニュルタム
B		30.5Km	13.2Km	10,058.40百万ニュルタム

出所：クエンセル（2014年4月22日）

DoR の見解としては、3つの候補地の内、最も整備効果が高いのが国道2号線（ゲドゥーガンラカ区間）とされている。この区間には、50年以上も前から問題になっているジムジャ地滑り地帯（第6章図6-2参照）が存在しており、当該区間をバイパスすることにより、安全性を確保できることが大きいと考えられている。その次に整備効果が高いのが国道1号線（ティンブーウォンディ区間）とされている。ただし、DGMとNGIが検討しているユシパナーナベサ間の約10.5kmのトンネルは縦断勾配が急勾配となるため、安全管理上問題であると判断されており、DoRとしてはトンネル区間をシムトカーナベサ間に変更することにより、縦断勾配を3.5%に抑える案を推奨している。残る国道2号線（ティンブーパロ区間）については、4つのルート案で検討が行われている。しかし、当該区間については既にDANTAKによる拡幅（2車線化）が進んでおり、トンネルを建設する場合の巨額なコストに比して経済効果が少ないと判断されている。国道2号線等を管理しているDANTAKとしては、トンネル建設は非常に高価であるため、それよりも道路を拡幅して車線数を増やすことにより走行性を高めて時間短縮を図る方が得策であるという見解である。

上記3か所とは別に、DoRの優先度が高いトンネルとして、国道1号線のゲザムチューセンゴール区間が挙げられている。当該区間は、国道1号線において最も標高の高いトムシンラ峠をバイパスするものであり、2007年にNGIによってプレフィージビリティ調査が実施され、4つのルート案の比較が行われた、その内、最短ルートのトンネル延長は約2.2kmであり、短縮可能距離は約7kmである。その後のDoR独自の調査では、トンネル延長約2.97km、短縮可能距離約12kmの代替案も検討されている。本トンネルができることにより、トムシンラ峠の冬期の積雪による道路封鎖が回避されることも大きな効果であるが、現在の当該区間の日交通量は約100台程度と少なく、将来のクリーゴングリ水力発電所及びコロンチュ水力発電所の建設に伴う交通量の増加を加味した場合でも、今から10年後に300台程度の交通量しか見込めないため、フィージビリティの確保が困難であることは否めない。

#### 4-7. 国道における災害履歴、災害多発地点の整理

表 4-10 に、DoR が整理した近年における被災状況を示す。図 4-18 は、表 4-10 の災害発生位置を図示したものである。「ブ」国の道路は、河川沿いや過去に地滑りが発生した緩斜面などに作られることから、河川沿いの急斜面からの土砂崩れ、緩い地盤を切土したことによる再崩壊などが、雨期によく発生している。中部から南部にかけては、衝上断層やバグサ層群に見られる、揉まれた脆い地層があることから土砂災害の発生頻度は多い。

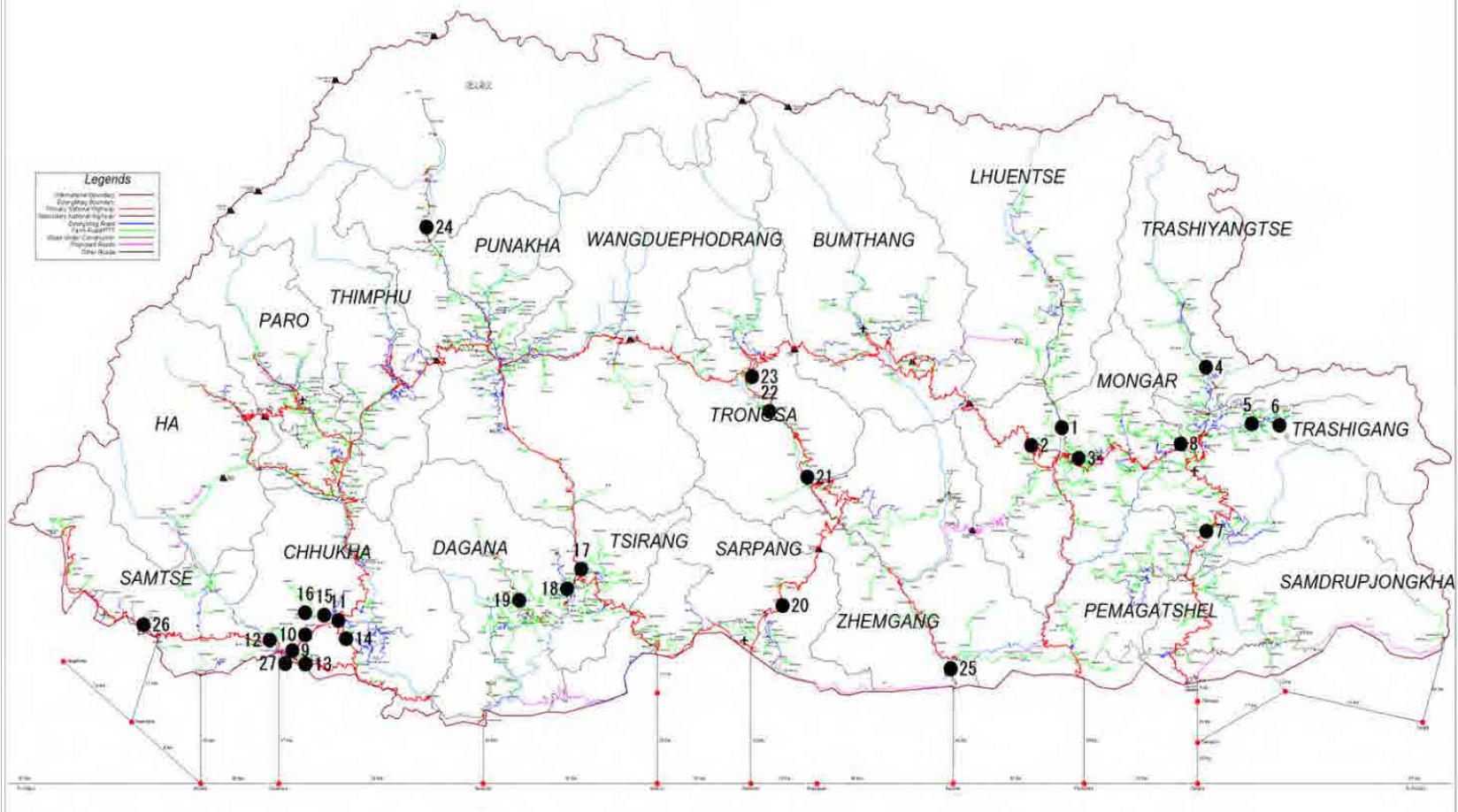
<表 4-10> 国道における地滑り、落石災害状況

No.	箇所名	路線名	位置	発生年	種類	状況
1	Dorjee lung (Rotpashong)	Gangola-Lhuntse SNH	14.00-15.00 km	1970s	地滑り	active
2	Latongla	Trashigang-Semtokha PNH	167.10 km	2004	落石	Stabilized
3	Trailing	Trashigang-Semtokha PNH	90.20 km	2004	地滑り	creeping
4	Koncholing	Chazam-Trashiyangtse SNH	23.00 km	2004	地滑り	active
5	Youdiri	Trashigang-Phongmey DR	29.50 km	2004	地滑り	active
6	Dungjuri	Trashigang-Phongmey DR	31.05 km	2004	地滑り	active
7	Moshi	S/jongkhar-T/gang PNH	-	-	地滑り	active
8	Yayung	Trashigang-Semtokha PNH	21.20 km	-	地滑り	-
9	Rinchending	P/ling – Thimphu PNH	5.00 km	-	地滑り	active
10	Sorchen	P/ling – Thimphu PNH	-	-	地滑り	Almost stabilized
11	Jumja	P/ling – Thimphu PNH	40.00 km	2000	落石	active
12	Chamkhuna	P/ling – Samtse PNH	5.00 km	-	地滑り	active
13	Bhajhora	Pasakha- Manitar Road	9, 15 & 23 km	-	地滑り	active
14	Bharkay	Tala- Manitar Road	5.20 km	-	地滑り	active
15	Raghubir	Ganglakha-Dungna Road	4.40 km	-	落石	active
16	Tagona	Ganglakha-Dungna Road	13.00 km	-	-	active
17	Tintalay	Gelephu-Wangdue PNH	106-108 km	1998	地滑り	creeping
18	Chengala	Sunkosh-Daga SNH	9.00 km	2000	地滑り	active
19	Khagochen	Sunkosh-Daga SNH	23.00 km	1983	地滑り	active
20	Box cutting	Gelephu-Trongsa PNH	15.00 km	-	地滑り	active
21	At various place	Gelephu-Trongsa PNH	16, 21-22,28,-29, 36 & 49	-	落石/ 地滑り	active
22	Reotala	Gelephu-Trongsa PNH	158.00 km	-	地滑り	active
23	Yurmo	Gelephu-Trongsa PNH	196.00 km	-	地滑り	active
24	Gathana	Punakha-Gasa SNH	45.00 km	-	地滑り	active
25	Mathanguri	Mathanguri-Panbang Road	-	-	地滑り	-
26	Changmari	Samtse-Tendu Road	-	-	地滑り	active

注釈：表中の空欄は詳細不明  
出所：DoR



Slope failure and Rock fall disaster map



出所：DOR  
〈図 4-18〉 地滑り・落石災害履歴

#### 4-8. 国道における交通事故履歴

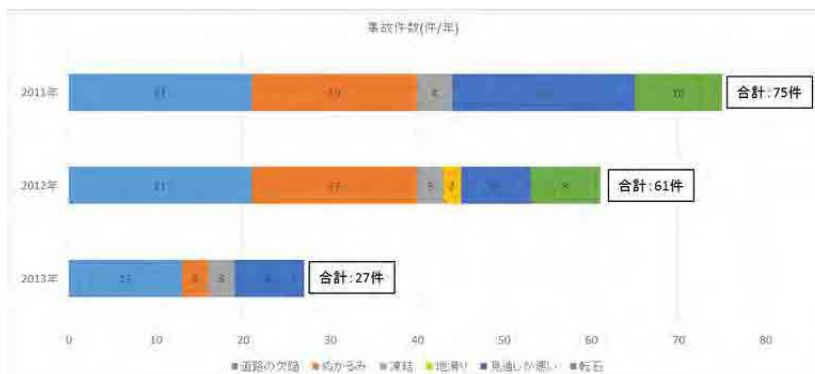
「ブ」国における交通事故の推移を図 4-19 に示す。この図に示すように、2007 年以降、交通事故件数は 2009 年にかけて急増し、2009 年以降は年間約 1,200～1,400 件を推移している状況である。交通事故に関しては RSTA が集計しており、RSTA の年間報告書によれば、2012 年に関しては自動車 10,000 台に対する死亡件数は 14 件となっており、この確率は南アジア地域の中でも高い水準であると報告されている。主な事故の内容については、道路の構造上の欠損、ぬかるみ、見通し不良などがあげられている。



出所：Road Safety and Transport Authority, Annual Report Financial Year 2012-2013

<図 4-19> 事故(死亡・負傷)件数の推移

一方、警察が管理している事故データを図 4-20 に示す。これは国道上で実際に発生した全ての事故を網羅しているものではないが、事故原因と道路状況との関係を把握することができる。これによると「道路の欠陥」による事故が多く、これには道路上の様々な欠陥が含まれており、主たる道路上の欠陥は不明であった。その他としては路面の「ぬかるみ」や「見通しが悪い」点があげられている。



出所：Royal Bhutan Police

<図 4-20> 道路状況別事故件数の推移

#### 4-9. 道路・橋梁維持管理

##### (1) 維持管理の予算について

DoR 地方事務所所長へのヒアリングによると、各地方事務所に配賦される年間維持管理予算は、橋梁の通常点検・維持管理は 26,000Nu/橋/年（全ての橋種、路線で同額）、また道路の通常点検・維持管理は PNH の場合に 88,000Nu/km/年、Secondary National Highway の場合に 80,000Nu/km/年、Feeder Road の場合に 44,000Nu/km/年である。この予算額は、国内に 9 つある地方事務所全てにおいて同額とのことである。実際に維持管理を担当している地方事務所は、毎年配賦される限られた予算の中で独自に補修・改良箇所を選定し、できることから少しずつ工事を進めている状況である。

毎年定額の予算が配布される通常点検・維持管理の他に、モンスーン・レストレーションと呼ばれる異常時点検・維持管理のための予算がある。これは、毎年雨期が終わった後の 9 月か 10 月に、DoR 本部スタッフ、MoF の Department of Public Account (DPA)、DoR 地方事務所職員が合同で路線のチェックを行い補修・修復箇所を特定、その後工事費の見積もりをして予算申請を行う。これは雨期のダメージに対する修復工事であるため、予算の承認も早急に実施され、同年の冬には工事が始められるとのことである。

##### (2) 橋梁維持管理について

橋梁維持管理については、基本的に DoR 地方事務所職員自らによって行われている。表 4-11 に橋梁点検方法及び頻度を示す。地方事務所職員だけでは技術的、財政的に限界があるため、目視による簡単な点検のみしかなされていない。例えば、緊急時の橋梁損傷やひび割れなど損傷程度の大きな場合の点検・維持管理については、外部コンサルタントへの外注や DoR 本省に技術的サポートを依頼している。これまで DoR 本省内に担当部署がなかったが、2014 年の組織改定の際に新たに維持管理部が設立された。維持管理部の主な役割は、実際に現場にて維持管理業務に従事している地方事務所職員に対する技術的サポートをすることである。2006 年～2007 年に、JICA 専門家の主導で作成された橋梁台帳は、その後若干の更新がされた後に、各地方事務所へ移管された。各地方事務所が台帳を有効に活用して維持管理を行っているかどうかについて DoR 本省職員は把握していない状況である。また、当該部署は、日本の維持管理マニュアルを参考に DoR が独自にメンテナンスマニュアルを準備することを検討中である。しかし、維持管理部の担当者数が非常に限られているため、進捗は芳しくないのが現状である。

なお、維持管理コストの算出や補修する橋の優先順位付けを行う場合には、通常、短期（1 年）のみならず中長期の維持管理予算計画を策定することが望ましいが、現在 DoR においては中長期の維持管理予算計画の策定は行われていない。橋梁の架け替えの判断については、建設年が古いもの、大きな損傷が見られるもの、供用機間が短い仮橋（ベイリー橋）の優先度を高く設定しているが、損傷の要因や程度を詳細に把握するための調査や分析については全く行われていない。ちなみに、「ブ」国におけるベイリー橋の寿命は 10 年から 15 年といわれている。

＜表 4-11＞橋梁点検方法

検査の種類	頻度	実施機関	検査ポイント
通常点検		工事事務所	床版、桁、鋼支承、橋台、橋脚
定期点検	2年に1回 雨期の前後	工事事務所	橋脚等の浸食、洗掘
緊急点検	緊急 必要に応じ	工事事務所及び DoR 本局	橋梁の欠陥及び被害
特別点検		DoR 本局	軟弱土壌又は滑動縁石における路床舗装、橋梁の強度
橋梁検査	供用前の構造の初期状況を記録するための初回検査	工事事務所及び /又は DoR 本局	橋梁全体
	10年後の次回検査、以後5-7年間隔で行う。	工事事務所及び /又は DoR 本局	橋梁全体

出所：DoR ヒアリング

民間企業との契約体系は、競争入札が一般的である。ただし、災害復旧など緊急を要する場合などには、特例的に直接契約が採用されている。

### (3) 新たな維持管理方法（ハイブリッド・ルーティーン・メンテナンス：Hybrid Routine maintenance）について

2011年にDoRは、CDCL及び他1社の民間企業との間でHybrid Routine maintenanceの契約を結んだ（3年間契約）。Hybrid Routine maintenanceは「ブ」国における新たな維持管理方法であり、その内容は、

1. Performance-Based Routine Maintenance
2. Quantities-Based Routine Maintenance
3. Emergency Maintenance
4. Periodic Maintenance
5. Improvement Works

である。

Hybrid Routine maintenanceが導入された背景には、DoRの人材不足と資金不足があり、民間企業に業務委託することによりこれらを改善するとともに、また民間企業同士の競争により、より質の高い維持管理を目指すことが目的である。

2011年から3年間はパイロット的に実施され、その結果を反映して契約内容を変更した上で2014年7月から第2次のHybrid Routine maintenanceがスタートする予定である（現在契約内容の最終調整をしている段階）。Hybrid Routine maintenanceが成功するかどうかは民間企業の能力の向上が大きな鍵であると言える。

Hybrid Routine maintenanceの問題点としては、当初予定していた予算額が適切に確保されず、業者がDoRから受け取る委託金額が減額になったり、DoRからの支払いが遅延したりといった点が挙げられる。業者へのヒアリングによると、当初は年間約81百万ニュルタム（3年間で約243百万ニュルタム）の予算が確保されていたものの、実際には3年間で約147百万ニュルタムに減額になったため、実際の作業量を考えると利益を得るのが難しいとの意見も聞かれた。その理由としては、DoRがHybrid Routine maintenance用の予算を拡幅工事など別の工事に流用してしまうといった事実があるようである。



出所：調査団撮影

<図 4-21> CDCL による舗装オーバーレイの様子（ペレラ峠）

#### 4-10. 我が国の「ブ」国に対する援助方針及びこれまでの援助状況

##### (1) 概要

我が国による「ブ」国に対する援助は、1964年に農業専門家として派遣された故西岡京治氏の活動に始まった。その後、インフラ整備や農業開発をはじめとした無償資金協力と技術協力が中心となっている。1987年4月には両国間で青年海外協力隊派遣取極が署名され、翌年より隊員を派遣している。さらに2007年には有償資金協力が開始された。

我が国は長年にわたり「ブ」国における主要ドナーの一つとして支援を実施しており、我が国のインフラを中心とした高い技術力や供与した施設や機材の機能性・耐久性は高い評価を受けており、国王から一般国民に至る様々なレベルから累次にわたり感謝の意が表されている。

「ブ」国は我が国との外交関係樹立以来、一貫して親日国である。また、「ブ」国はインドと中国という二つの大国に挟まれた地政学的に重要な場所に位置しており、アジアにおける民主化の促進の観点から、日ブータン関係は極めて重要である。農業分野を始め広範な分野で着実に成果を挙げている我が国のODAは、「ブ」国政府、国民から高く評価されており、日ブータンの良好な関係の維持・発展に大いに役立っていることから、今後も援助を継続していくことが重要である。また、人材の不足を補う意味で、シニアボランティアや青年海外協力隊といったJICAボランティアが国の中枢機関に多く派遣され、その活動が評価されている点も「ブ」国における我が国援助の特長であると言える。

##### (2) 「ブ」国に対する我が国援助の基本方針（外務省「国別データブック」より）

我が国は、農村と都市のバランスの取れた自立的かつ持続可能な「ブ」国の国作りを支援していく。国民総幸福量（GNH）の基本理念と民主化定着を念頭に、自立的な経済成長とともに、農村でも生計が営めるよう農村の活性化、農村部の社会インフラ・サービスの拡充を支援し、生活水準の向上を図る。

##### (3) 重点分野

外務省の「対ブータン王国事業展開計画」によると、表4-12に示す4つの項目が援助における重点分野として掲げられている。

<表4-12> 「対ブータン王国事業展開計画」における重点分野

重点分野	開発課題
① 農業・農村開発	農業の近代化、農業振興とアクセス改善
② 経済基盤整備	道路網整備、地方の電化促進、情報普及の促進
③ 社会開発	教育サービスの向上、保健医療サービスの向上、雇用創出に向けた人材育成
④ 良き統治	地方分権の強化、メディア機能強化

出所：外務省ホームページ

##### (4) 我が国の援助実績

以下に、直近5年間の我が国支援の実績を示す。援助形態別で見ると無償資金協力が最も多くなっているが、技術協力も毎年コンスタントに実施されている（表4-13参照）。また、年度別・形態別の援助実績の詳細を表4-14に示す。

諸外国による協力実績を見ると、我が国による援助が最も多くなっており、ここ数年は援助額全体の4割以上が我が国からの援助となっている状況である（表4-15参照）。



<表 4-13>我が国の対ブータン援助形態別実績（年度別）

（単位：億円）

年 度	円 借 款	無償資金協力	技 術 協 力
2008 年度	—	10.45	6.94 (6.76)
2009 年度	—	10.38	8.56 (8.41)
2010 年度	—	11.27	7.82 (7.60)
2011 年度	21.87	21.59	7.24 (7.19)
2012 年度	—	5.09	6.59
累 計	57.63	321.10	155.56

- 注) 1. 年度の区分は、円借款および無償資金協力は原則として交換公文ベース、技術協力は予算年度による。  
 2. 金額は、円借款および無償資金協力は交換公文ベース、技術協力はJICA経費実績および各府省庁・各都道府県等の技術協力経費実績ベースによる。草の根・人間の安全保障無償資金協力と日本NGO連携無償資金協力、草の根文化無償資金協力に関しては贈与契約に基づく。  
 3. 円借款の累計は債務繰延・債務免除を除く。  
 4. 2008～2011年度の技術協力においては、日本全体の技術協力事業の実績であり、2008～2011年度の（ ）内はJICAが実施している技術協力事業の実績。なお、2012年度の日本全体の実績については集計中であるため、JICA実績のみを示し、累計についてはJICAが実施している技術協力事業の実績の累計となっている。  
 5. 四捨五入の関係上、累計が一致しないことがある。

出所：外務省、国別データブック

＜表 4-14＞我が国の年度別・形態別実績詳細

(単位：億円)

年度	円借 款	無 償 資 金 協 力	技 術 協 力
2008年度	なし	10.45 億円 P/Nプロジェクト無償資金協力 (2.00) ブータン国営放送局機材整備計画 (5.94) 第三次橋梁架け替え計画 (詳細設計) (0.62) 教育施設建設計画 (10.64) 貧困農民支援 (1.80) 草の根・人間の安全保障無償 (1件) (0.09)	6.94 億円 (6.76 億円) 研修員受入 71人 (66人) 専門家派遣 19人 (19人) 調査団派遣 29人 (29人) 機材供与 22.36 百万円 (22.36 百万円) 留学生受入 30人 (協力隊派遣) (21人) (その他ボランティア) (4人)
2009年度	なし	10.38 億円 第三次橋梁架け替え計画 (国債 1/4) (4.24) 第二次農村道路建設機材整備計画 (5.97) 草の根・人間の安全保障無償 (2件) (0.17)	8.56 億円 (8.41 億円) 研修員受入 103人 (99人) 専門家派遣 59人 (59人) 調査団派遣 18人 (18人) 機材供与 101.69 百万円 (100.95 百万円) 留学生受入 27人 (協力隊派遣) (28人) (その他ボランティア) (12人)
2010年度	なし	11.27 億円 救急車整備計画 (1.61) 第三次橋梁架け替え計画 (国債 2/4) (8.11) 貧困農民支援 (1.30) 草の根・人間の安全保障無償 (3件) (0.25)	7.82 億円 (7.60 億円) 研修員受入 85人 (77人) 専門家派遣 54人 (54人) 調査団派遣 30人 (30人) 機材供与 31.49 百万円 (30.75 百万円) 留学生受入 47人 (協力隊派遣) (15人) (その他ボランティア) (9人)
2011年度	21.87億円 (21.87)	21.59 億円 第三次橋梁架け替え計画 (国債 3/4) (9.27) サイクロン災害復興支援計画 (10.19) P/Nプロジェクト無償 (1件) (2.00) 草の根・人間の安全保障無償 (2件) (0.13) 国際機関を通じた贈与 (1件) (0.01)	7.24 億円 (7.19 億円) 研修員受入 136人 (111人) 専門家派遣 42人 (42人) 調査団派遣 23人 (23人) 機材供与 42.71 百万円 (42.71 百万円) (協力隊派遣) (14人) (その他ボランティア) (5人)
2012年度	なし	5.09 億円 第三次橋梁架け替え計画 (国債 4/4) (3.32) サルバン県タクライ灌溉システム改善計画 (詳細設計) (0.46) 貧困農民支援 (1.10) 草の根・人間の安全保障無償 (3件) (0.21)	6.59 億円 研修員受入 86人 専門家派遣 54人 調査団派遣 31人 機材供与 31.65 百万円 協力隊派遣 18人 その他ボランティア 8人
2012年度までの累計	57.63億円	321.10 億円	155.56 億円 研修員受入 1,580人 専門家派遣 317人 調査団派遣 780人 機材供与 1,289.92 百万円 協力隊派遣 383人 その他ボランティア 117人

- 注) 1. 年度の区分は、円借款および無償資金協力は原則として交換公文ベース、技術協力は予算年度による。  
 2. 金額は、円借款および無償資金協力は交換公文ベース、技術協力はJICA経費実績および各府省庁・各都道府県等の技術協力経費実績ベースによる。草の根・人間の安全保障無償資金協力和日本NGO連携無償資金協力、草の根文化無償資金協力に関しては贈与契約に基づく。  
 3. 円借款の累計は債務繰延・債務免除を除く。  
 4. 2008～2011年度の技術協力においては、日本全体の技術協力事業の実績であり、2008～2011年度の( )内はJICAが実施している技術協力事業の実績。なお、2012年度の日本全体の実績については集計中であるため、JICA実績のみを示し、累計についてはJICAが実施している技術協力事業の実績の累計となっている。  
 5. 調査団派遣には協力準備調査団、技術協力プロジェクト調査団等の、各種調査団派遣を含む。  
 6. 「貧困農民支援」は、2005年度に「食糧増産援助」を改称したものの。  
 7. 「日本NGO連携無償」は、2007年度に「日本NGO支援無償」を改称したものの。  
 8. 四捨五入の関係上、累計が一致しないことがある。

出所：外務省、国別データブック

＜表 4-15＞ 諸外国の対ブータン経済協力実績

(支出純額ベース、単位：百万ドル)

暦年	1位	2位	3位	4位	5位	うち日本	合計
2007年	日本 18.07	デンマーク 12.55	スイス 5.37	オーストリア 1.63	カナダ 1.48	18.07	43.70
2008年	日本 20.34	デンマーク 13.77	スイス 3.15	オランダ 3.09	オーストリア 2.76	20.34	49.06
2009年	日本 23.92	デンマーク 12.23	スイス 4.81	オランダ 3.78	オーストリア 3.35	23.92	55.27
2010年	日本 43.23	デンマーク 13.08	オーストリア 7.55	オーストリア 3.31	オランダ 2.66	43.23	76.10
2011年	日本 31.88	デンマーク 12.66	オーストリア 7.75	スイス 4.39	オーストリア 3.88	31.88	71.56

出典) OECD/DAC

出所：外務省、国別データブック

#### (5) 当該セクターにおける援助状況

経済インフラへの支援は農業に次ぐ重要な分野であり、他にドナーも少ないことから我が国のプレゼンスが高く継続した支援を行ってきている。特に運輸・交通分野は、橋梁部門、道路建設機材部門を中心に支援しており、我が国のプレゼンス及び評価が非常に高い。これを踏まえ、我が国は対ブータン事業展開計画において道路網整備プログラムを援助重点分野として定めており、効率的・安定的な運輸・交通を確保し、地域の経済活性化を促進するため、道路網・橋梁整備への支援を行っていくこととしている。

表 4-16 に示すように、我が国はこれまで無償資金協力により 4 度の橋梁架け替えおよび 3 度の道路建設機材整備に係る実績がある。

＜表 4-16＞ 我が国の道路・橋梁分野におけるこれまでの援助実績

実施年度	案件名	供与限度額	実施機関
1987年	道路建設機材整備計画	4.12 億円	公共事業・定住省 道路局
1995年	第二次道路建設機材整備計画	5.57 億円	公共事業・定住省 道路局
2001～2003年	橋梁架け替え計画	17.13 億円	公共事業・定住省 道路局
2003年	道路建設機材整備拡充計画	6.03 億円	公共事業・定住省 道路局
2005～2007年	第二次橋梁架け替え計画	13.02 億円	公共事業・定住省 道路局
2009～2012年	第三次橋梁架け替え計画	24.94 億円	公共事業・定住省 道路局
2011～2013年	サイクロン災害復興支援計画	10.19 億円	公共事業・定住省 道路局

出所：JICA

#### 4-11. 他の援助機関による援助状況

当該セクターにおいて我が国以外で支援を行っている国及び機関は、以下に示す通り、インド政府（GOI）、アジア開発銀行（ADB）、世界銀行（WB）が主である。

##### 4-11-1. インド政府（GOI）

###### （１） 援助方針

「ブ」国政府が5ヶ年計画で計画しているプロジェクトを遂行する際に、5ヶ年計画で承認された事業費の内の90%をGOIに支援を要請し、残りの10%を自国資金で整備するというのが一般的である。GOIは「ブ」国政府からの要請を受けて内部で審査し、支援するかどうかを決める仕組みである。両国政府は、5ヶ年計画の遂行に関して、年に2回程度 Plan Talk という協議を開催し、支援の内容や援助額の調整等を行っている。

###### （２） 援助実績

第10次5ヶ年計画(2007年～2012年)の期間におけるGOIの援助実績を表4-17に示す。プロジェクトによっては次年次への繰り越しが発生しているものの、早い段階で支払いが完了しており、支払いは概ね良好であると言える。

＜表 4-17＞ 第10次5ヶ年計画に関するGOIの支援状況

No	プロジェクト名	年度	コミットされた金額 (百万 Nu)	実際に支払われた金額 (百万 Nu)	備考
1	ゲルポシンーナンラン 道路建設	2008-2009	1,827.589	-	
		2009-2010		672.490	
		2010-2011		348.000	
		2011-2012		-	
		2012-2013		104.000	
	第10次期間の合計		1,827.589	1,124.490	703.099の繰り越し
	第11次期間	2013-2014 2014-	476.360	520.340 182.759	第10次の繰り越し分のみ完了している
第11次期間の合計		476.360	703.099		
合計		<b>2,303.949</b>	<b>1,827.589</b>		
2	ゴムフーパンバン 道路建設	2008-2009	1,040.681	-	
		2009-2010		358.414	
		2010-2011		530.000	
		2011-2012		152.267	
		2012-2013		-	
	第10次期間の合計		1,040.681	1,040.681	繰り越しなし
	第11次期間	2013-2014 2014-	693.600	- 268.600	
第11次期間の合計		693.600	268.600		
合計		<b>1,734.281</b>	<b>1,309.281</b>		
3	マンデルポナーディガラ 道路建設	2008-2009	235.000	-	
		2009-2010		-	
		2010-2011		235.000	
		2011-2012		-	
		2012-2013		-	
	第10次期間の合計		235.000	235.000	繰り越しなし
	第11次期間	2013-2014 2014-	241.390	- -	
第11次期間の合計		241.390	0		
合計		<b>476.390</b>	<b>235.000</b>		

4	ゲレフトンサ道路 (NH4) 拡幅・改良	2008-2009	484.700	-	
		2009-2010		168.600	
		2010-2011		-	
		2011-2012		151.100	
		2012-2013		-	
	第 10 次期間の合計		484.700	319.700	165.000 の繰り越し
	第 11 次期間	2013-2014	0	116.530	
		2014-		48.470	
	第 11 次期間の合計		0	165.000	
	合計		<b>484.700</b>	<b>484.700</b>	
5	ゲレフーウォンディ道路 (NH5) 拡幅・改良	2008-2009	1,096.600	-	
		2009-2010		159.000	
		2010-2011		-	
		2011-2012		578.363	
		2012-2013		168.000	
	第 10 次期間の合計		1,096.600	905.363	191.237 の繰り越し
	第 11 次期間	2013-2014	0	81.577	
		2014-		109.660	
	第 11 次期間の合計		0	191.237	
	合計		<b>1,096.600</b>	<b>1,096.600</b>	
6	ティンティビープラリン 道路拡幅・改良	2008-2009	277.164	-	
		2009-2010		-	
		2010-2011		116.000	
		2011-2012		161.164	
		2012-2013		-	
	第 10 次期間の合計		277.164	277.164	繰り越しなし
	第 11 次期間	2013-2014	116.720	-	
		2014-		-	
	第 11 次期間の合計		116.720	0	
	合計		<b>393.884</b>	<b>277.164</b>	
7	レフィーコセラバイパス 道路建設	2008-2009	251.000	-	
		2009-2010		-	
		2010-2011		-	
		2011-2012		-	
		2012-2013		58.700	
	第 10 次期間の合計		251.000	58.700	192.300 の繰り越し
	第 11 次期間	2013-2014	358.974	192.300	
		2014-		-	
	第 11 次期間の合計		358.974	192.300	
	合計		<b>609.974</b>	<b>251.000</b>	

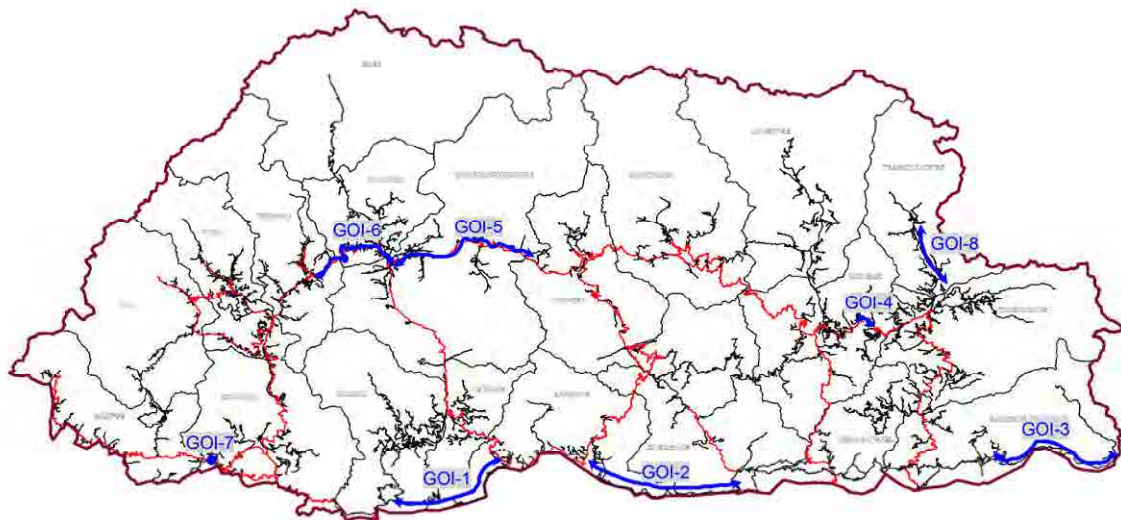
出所：DoR

第 11 次 5 ヶ年計画（2013 年～2018 年）の期間における GOI の援助計画を表 4-18 に、またプロジェクト位置図を図 4-21 に示す。新規プロジェクトへの支援については全てが保留状態となっている。これは、2014 年 5 月に行われたインド総選挙の影響で GOI の対応が遅れているためである。「ブ」国政府としては、2014 年 9 月に両政府間で第 11 次 5 ヶ年計画に関する第 3 回 Plan Talk が行われるため、その場で再確認してコミットメントを得たいと考えている。

＜表 4-18＞第 11 次 5 ヶ年計画に対する GOI の支援

No	プロジェクト名	目標整備延長 (Km)	5 ヶ年計画で承認された予算額 (百万 Nu)	「ブ」国政府の負担分 (全体事業費の 10%)	GOI による支援額 (全体事業費の 90%)	GOI からの受領額 (2014 年 5 月時点)	備考
新規プロジェクト (第 10 次 5 ヶ年計画からの繰り越しプロジェクトは除く)							
1	ラモイジンカーサルパン道路建設	87.5	1,366.710	136.671	1,230.039	0	GOI からの返事保留状態
2	ゲレフーパンバン道路建設	97.0	1,793.360	179.336	1,614.024	0	
3	サムランジョモタンカ道路建設	85.2	1,221.340	122.134	1,099.206	0	
4	ケリーヤディ道路改良	15.0	343.300	34.330	308.970	0	GOI から支援が得られない可能性大
5	ウォンディーチュセルブ道路改良	10.0	131.330	13.133	118.197	0	GOI からの返事保留状態
6	シムトカーウォンディ道路改良	65.0	889.810	88.981	800.829	0	
7	パーチュ橋建設	1.0	71.530	7.153	64.377	0	
8	チャザムータシヤンツェ道路改良	33.0	725.930	72.593	653.337	0	
合計		359.7	6,543.310	654.331	5,888.979	0	

出所 : DoR



出所 : DoR へのヒアリングをもとに調査団作成

＜図 4-22＞GOI プロジェクト位置図

#### 4-11-2. アジア開発銀行（ADB）

##### （１） 援助方針

ADB の「ブ」国を含む南アジア地域における協力方針は、“Regional Cooperation Strategy (2011–2015)” (November 2011) に示されている。「ブ」国の開発に対するまじめで注意深いアプローチは、GDP の着実な上昇、全体的貧困率の減少、そしてミレニアム開発目標の達成に向けた着実な動きをもたらした。ADB は、1982 年以來の我が国の進展及び開発のパートナーであり続け、今日 ADB は、「ブ」最大の国際開発金融機関となっている。

##### （２） 援助実績

ADB がこれまでに「ブ」国で行った道路・交通関連のプロジェクトリストを表 4-19 に示す（現在実施中も含む）。

＜表 4-19＞ADB の道路・交通セクターにおける援助実績

No	プロジェクト名	援助形態	承認日	援助額（千ドル）	「ブ」国実施機関
1	South Asia Subregional Economic Cooperation Road Connectivity Project	Loan	—	50,350	—
2	Road Network Project II (Additional Financing)	Technical Assistance	2011/4/15	600	DoR
3	Road Network Project II	Technical Assistance	2008/9/10	650	DoR
4	Road Network	Loan	2005/9/30	27,600	DoR
5	Improving the Well-being of Road Workers	Grant	2005/8/9	—	DoR
6	Preparing Road Network Expansion Project	Technical Assistance	2003/7/2	500	DoR
7	Road Improvement	Loan	2000/10/3	—	DoR
8	Road Planning and Management Strengthening	Technical Assistance	2000/7/20	—	DoR
9	Roads and Transport Network Development	Technical Assistance	1998/12/3	—	Ministry of Communications

出所：ADB ホームページ

現在進行中のプロジェクトとしては、Road Network Project II（RNP2）と SASEC プロジェクトがある。

##### 1） Road Network Project II（RNP2）

本プロジェクトは、南部東西回廊の、(i) マニタールーライダック区間、(ii) ライダックーラモイジンカ区間、(iii) パンバンーナンラン区間、(iv) ツェバーーミクリードゥルンリ区間及び(v)サムドゥップチョリンーサムラン区間を含む重要な 5 区間（約 180km）の改修又は建設をするものである。コンサルティングサービスを提供して、土木工事の詳細設計及び実施支援を行う。これら道路区画案は、越境へのアクセスを提供するもので、地域的に重大な意味合いをもつ。



## 2) SASEC プロジェクト

### ①概要

南アジア地域経済協力 (South Asia Subregional Economic Cooperation: SASEC) プロジェクトは、プロジェクトを基礎としたバングラデシュ、ブータン、インド及びネパールの間のパートナーシップであり、国境を越えた接続を改善し、加盟国間の貿易を促進することにより地域の経済協力の強化を目的としている。SASEC プロジェクトは、南アジアにおける道路、鉄道及び航空のリンクを強化し、同地域の成長する経済の需要に応えている。協力の優先分野は、運輸、貿易促進及びエネルギーである。

また、SASEC プロジェクトは、情報通信技術分野での取り組みを支援している。4 つの SASEC 諸国間での互恵的貿易を増加させ、世界の経済的統合が遅れた地域にあるアジア地域市場へのアクセスを生み出す大きな可能性がある。

SASEC 共通のビジョンは、南アジアにおける貿易と協力の推進、東アジア及び東南アジアへのつながりを生み出すこと、物品、人及びビジネスの効果的かつ効率的越境移動を確保すること、SASEC 諸国の生活の質及び機会を改善することである。

ADB は、SASEC プロジェクトの事務局となっており、成長及び協力促進のための地域的絆の強化について SASEC 諸国を支援している。また、接続性を改善し、機関と貿易リンクを強化し、人的資本を拡大することについても財政的・技術的支援を行っている。

### ②SASEC 計画の指導的戦略

ADB の 2008-2020 年長期的戦略枠組みは、地域的協力及び統合を ADB の主要な開発アジェンダとして認識し、アジア太平洋地域の貧困の撲滅という ADB のビジョンの達成に資することとしている。ADB の地域協力及び統合の戦略は、地域協力を資することができる加盟諸国との効果的協働の 4 つの優先分野を明らかにしている。

### 4-11-3.世界銀行（WB）

#### （１） 援助方針

「ブ」国は、1981年にWBの加盟国となった。WBのコンセッション的貸出機関である国際開発協会（International Development Association: IDA）は、低金利又は金利なしの融資を通じて、1980年初頭に「ブ」国への援助プログラムを開始した。「ブ」国は、国際金融公社（International Finance Corporation: IFC）に2003年加入しており、また多数国間投資保証機関（Multilateral Investment Guarantee Agency: MIGA）への加盟を申請している。

#### 1) 国別パートナーシップ戦略

現在のWB/IFCブータン国別パートナーシップ戦略（Country Partnership Strategy: CPS）は、2011年度から2014年度を対象とし、以下の3つの「ブ」国政府の主要な戦略枠組みと関連している。

- ・国民総幸福量の原則（GNH）
- ・ブータン2020ビジョン
- ・第10次5ヶ年計画（2008-2013）

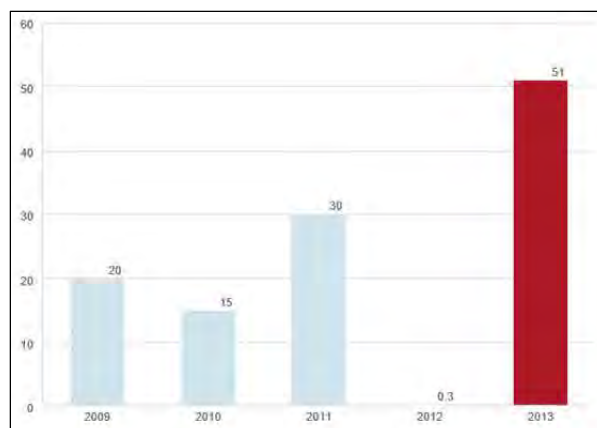
CPSは、2つの取り組み分野に分けられている。1つは「経済的多様性、雇用創出及びファイナンシャル／インクルージョン」である。もう1つは「空間計画及び公的サービス」である。また、「良き統治のための能力育成」及び「環境的持続可能性」という2つのテーマを有している。「ブ」国のGNH開発哲学を考慮し、個人、共同体及び社会の福祉と同等な尺度での経済的及び物質的成長を強調している。

2つの取り組み分野の成果は、民間部門の成長の潜在性の解放に重点を置き、都市及び農村の具体的なニーズに合わせ、国民全員が質の高いインフラとサービスの恩恵を受けられるようにし、同時に健康及び教育分野において相当な利得を持続的に確保できるようにすることである。更に、「ブ」国政府の人的及び組織的資源の能力向上に対する援助に重点を置いている。これは、効率的且つ効果的な開発計画の実施に関する能力向上である。また、環境管理、環境保障措置の適用、災害リスク管理及び気候変動への適応にも重点を置いている。

次のCPSは、第11次5ヶ年計画の策定後12ヵ月以内に、2014年7月に開始される予定である。現行のCPSにおけるテーマが、次回も引き続き踏襲されると予想されている。

## (2) 援助実績

図 4-22 に、WB の「ブ」国に対する援助実績を示す。2012 年に一度援助が止まったが、2013 年から再開されている。



注：国際復興開発銀行（International Bank for Reconstruction and Development:IBRD）及び IDA のコミットメントを含む

出所：WB ホームページ

<図 4-23> 「ブ」国に対するコミットメント額の推移（単位：百万ドル）

道路分野での過去の主なプロジェクトとして、RAP1 及び RAP2 があげられる。

### 1) RAP1 について

「ブ」国の農村アクセスプロジェクト（Rural Access Project:RAP1）は、農村共同体の市場、学校、医療センターその他の経済的・社会的インフラへのアクセスの改善を目標とし、農村共同体の生活の質と生産性の向上を目的としている。また本プロジェクトは、農村アクセスの改善のための環境に優しいアプローチの実施、農村道路の選択及び管理に対する共同体の関与、そしてインフラ保守の改善のための組織的能力の強化を進めるものである。このプロジェクトには、三つの要素がある。第一は、新たな優先フィーダー道路の建設であり、用地の整地、土工、排水路建設及び道路監視が含まれる。第二の要素は、必要な機器、コンピュータ及び付属品、測量機器並びに即時のプロジェクト実施と監理支援のための車両を DoR に提供することであり、長期的には、DoR の技術的・組織的能力を高めることである。第三の要素は、6つのサブコンポーネントからなっている。プロジェクト管理の支援及び訓練、環境的・社会的評価研究（これは本プロジェクトで建設されるすべての道路に必要とされる）、案件監理改革イニシアティブ（Loan Administration Change Initiative: LACI）タイプの形式の導入、専門家及び関連ハード・ソフトへの資金提供、フィーダー道路保守計画、完成した道路の社会経済的評価、そしてフォローアップ・プロジェクトのための投資前研究である。

### 2) RAP2 について

第二次農村アクセスプロジェクト（Second Rural Access Project:RAP2）の目標は、恩恵を受ける地方の住民が、改善された農村運輸インフラ及びサービスを利用することである。対象となる住民は、ウォンディ、ダガナ及びペマガツェルのいくつかの郡に住む約 12,000 の農村住民である。対象となる県及び郡は、第 9 次 5 ヶ年計画に定められた開発目標、地域におけるアクセスへの需要及び道路の優先順位、他ドナーの援助状況、各道路の費用対効果及び各道路の詳細な地質工学的調査を考慮して選定されている。本プロジェクトは、以下に示す 2 つの要素を含んでいる。

① 下記を含む道路アクセス要素

- ✧ 合計約 65km 延長の新たなフィーダー道路の建設
- ✧ 全天候フィーダー道路基準に合わせた既存道路約 24km の改良
- ✧ 国内労働力及び／又は共同体の関与もしくは簡易契約を用いたフィーダー道路の低コストのシーリング及び性能を基礎とした保守メカニズム
- ✧ 総延長約 116m の八つの橋の建設又は改良

② 下記を含む能力開発及び実施支援要素

- ✧ 人材開発及び訓練
- ✧ 性能を基礎とした保守メカニズムを実験するための技術援助
- ✧ ティンパー及び 3 つのプロジェクト管理ユニット (PMU) のプロジェクト用地におけるプロジェクト調整ユニット (PCU) に対するプロジェクト実施支援
- ✧ 社会経済的影響評価研究
- ✧ 保健省が運営する全国プログラムを通じた建設労働者の HIV/AIDS 意識喚起

(3) 将来の援助計画

WB の方針として、今後はこれまでの地方道路整備の方針から一転して、南部東西回廊の整備に援助する意向がある。

4-11-4. 近年の諸外国支援の動向について

「ブ」国政府は外国からの援助に対して強い自立性を持ち、援助受入国をインド、我が国、欧州諸国等に限定し、国際 NGO の受入にも慎重であるため、「ブ」国で活動する国際ドナーは少ない。また、「ブ」国が順調な経済成長を遂げていることから、2006 年にドイツ国際協力公社 (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit: GTZ) が撤退し、2013 年にはデンマークが撤退を表明するなど欧州諸国のドナーの撤退の動きが見られる。

ドナー間の援助協調は「ブ」国政府主導で行なわれ、5 ヶ年計画が開始される年と同計画の中間期に対ブタン支援に関するラウンドテーブル会合が開催され、我が国を含む全ドナーが出席している。

「ブ」国はドナーごとに支援の分野を選択しており、我が国はインフラ（技術的に難度の高い橋梁・道路）、農業開発の支援が中心となっている。その他、インドは水力発電、インフラ（比較的簡易な橋梁・道路）、欧州諸国は地方行政を中心として支援を行っている。また、近年はオーストラリアによる人的資源への支援（主に留学生受入）が増加傾向にある。

## 第5章 環境・社会配慮に関する整理

### 5-1. 環境影響評価に関連する組織・法制度・手続き

#### 5-1-1. 組織

「ブ」国における環境行政組織は、これまでの中央集権体制を改革し、地方自治を大幅に拡大し、行政権限を地方と各省庁に移管することで、より簡素で効率的かつ有効な行政組織の構築を目指している。

「ブ」国における環境行政の主たる機関を下記に示す。

#### (1) 国家環境委員会 (The National Environmental Commission (NEC))

国家環境委員会 (NEC) は、1998 年に国内の環境関連諸問題に関する独立した機関として設立された。全ての政府機関及び関連組織からの支援を要請できる権限が与えられ、国内の持続的発展のための開発に対する環境影響評価の他に自然資源の利用に係る官民全ての活動について法的な管理・強制・支援権限を有する環境に関する国家最高機関である。国家環境委員会の機能と役割は、環境に関する関係機関との調整、環境法令及び政策の立案、執行である。



出所：「ブ」国環境委員会 HP ホームページ

〈図 5-1〉国家環境委員会・組織図

#### (2) 省庁所管環境ユニット

##### 1) 省庁所管環境ユニット

環境に影響を及ぼす事業を管轄する省庁には、それぞれ環境部署が設立されている。これら環境部署は、各事業計画に対して必要な環境影響評価業務を実施するための組織である。

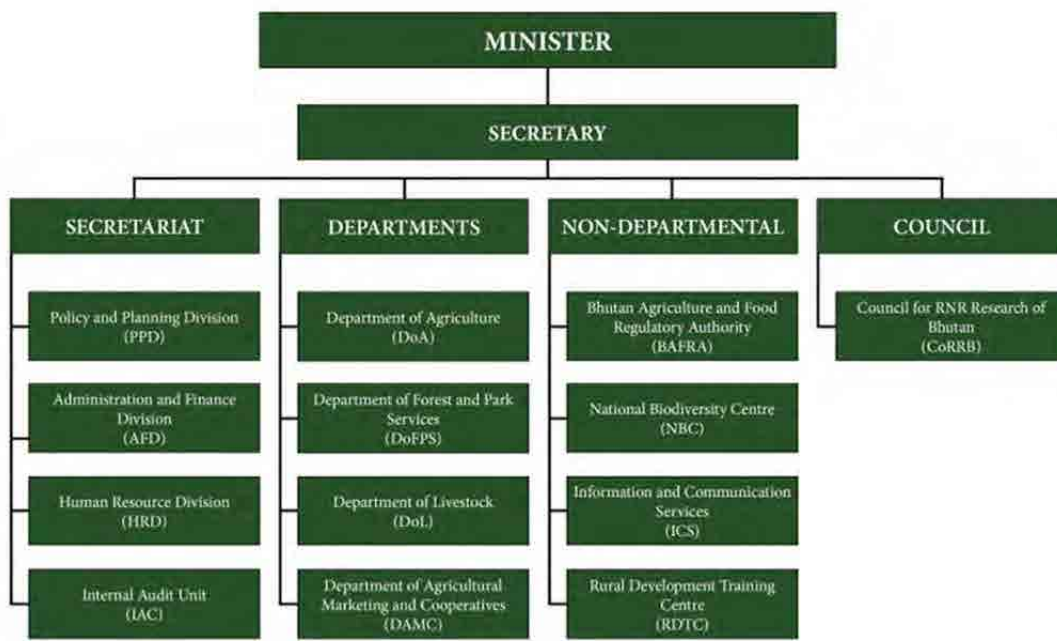
## 2) MoWHS が所管する環境ユニット

国内のインフラ整備に関しては MoWHS が所管する。MoWHS の場合、主要な局に環境ユニットがあり、DoR においては DoR 環境ユニットが設置され、道路・橋梁計画にかかる環境手続きを実施している。

小規模の道路改修や橋梁建設など、プロジェクトの対象となるインフラ事業は、後述する「環境申請に関する規則 (Regulation for the Environmental Clearance of Projects)」に記載されているインフラの種類 (規則 Annex2 に記載) の中に示されており、これらのインフラに該当するプロジェクトの場合には各省庁に設置された環境評価機関の判断で環境承認が発効できるよう環境委員会より権限が委譲されている。MoWHS の場合には「政策・計画局 (Policy and Planning Division)」の下に環境評価及び環境承認の権限が委ねられた Environmental Section が設置されている。ただし、DoR のプロジェクトに関しては、同じ省庁内であるため環境承認をここから取得することはできず、全て NEC から取得することとなる。

## (3) 農業森林省 森林・公園管理局 (Department of Forest and Park Services)

農業森林省は国内の農業や農村の開発だけでなく、森林、環境、自然保護等も管轄している。この中で自然環境管理を所轄する部署として森林・公園管理局 (Department of Forest and Park Services) があり、この下部組織として、1.Forest Protection and Utilization Division (森林保護利用課)、2.Forest Resource Development Division (森林資源開発課)、3.Nature Conservation Division (自然保護課) 4.Social Forestry Extension Division (社会森林拡張課)、5.Watershed Management Division (流域管理課)、6.Forest Information and Management Services、7.Nature Recreation and Eco-tourism Division が設置されている。これらの課は国内の自然環境保全政策、国立公園や保護区を含む自然環境保護に関する政策・計画立案、自然に関する調査研究等の活動を行っている。



出所：MoAF のホームページより  
 <図 5-2> 農業森林省・組織図

## 5-1-2. 法制度

### (1) 環境社会配慮に関する法制度

「ブ」国における環境基本法が”The National Environment Protection Act of 2007”である。環境保護、排出規制等の基本的指針が明記されている。また、NEC の機能等が規定され、国の環境管理に関する全ての事項についての最高意思決定機関であることが明記されている。さらに、環境影響評価システムを規定する法律として、「環境評価法 (Environmental Assessment Act, 2000)」がある。この法律によって EIA の実施及びそのプロセスが規定されている。この法律に基づき、EIA ガイドラインとしての位置づけとなる「環境承認規則 (Regulation for the Environmental Clearance of Projects 2002)」が制定された。さらに関係省庁において各事業を行うための「環境配慮規定 (Environmental Cord of Practice)」が制定されている。

表 5-1 に環境社会配慮に関連する法規を示す。



＜表 5-1＞環境社会配慮関連法規一覧

番号	法令名称	発行年
<b>1.環境アセスメント・環境基準・環境申請に関する法令</b>		
1-1	National Environment Protection Act	2007年
1-2	Regulation for the Environmental Clearance of Projects	2002年
1-3	Environmental Assessment Act, 2000	2000年
1-4	Environmental Standards	2010年
<b>2.自然環境に関する法令</b>		
2-1	Biodiversity Act, 2003	2003年
2-2	Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995	1995年
2-3	Forest and Nature Conservation Rules, 2006	2006年
<b>3.社会環境に関する法令</b>		
3-2	Land Act of Bhutan 2007	2007年
3-3	Land Compensation Rates 2009	2009年
3-4	Rules and Regulations for Lease of Government Reserved Forest Land and Government Land	2009年

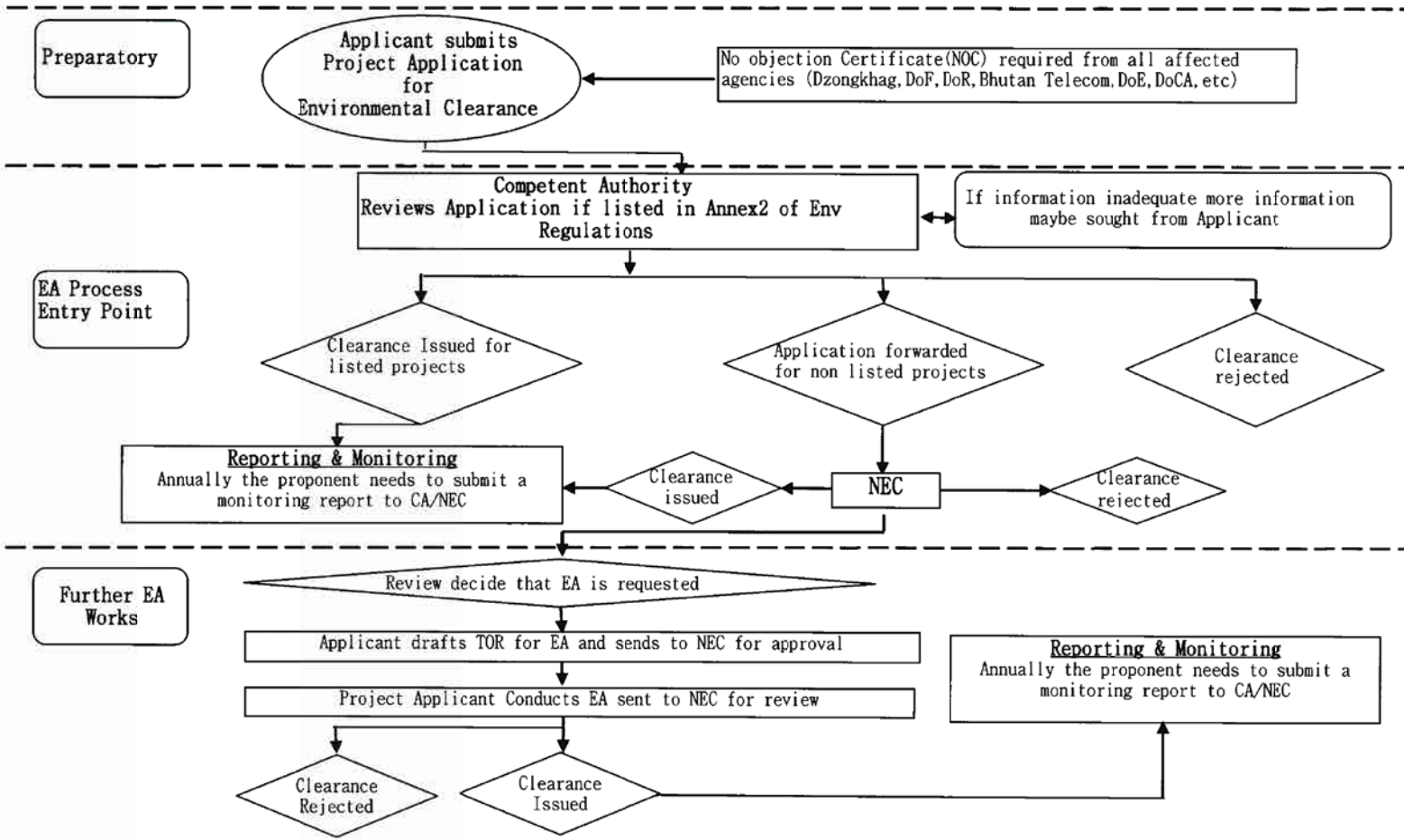
出所：DoR へのヒアリングをもとに調査団作成

## (2) 環境影響評価ガイドライン

環境影響評価についての法的根拠は、2000年に制定された”Environmental Assessment Act, 2000”、そして2002年に制定された”Regulation for Environmental Clearance of Projects”に基づく。Environmental Assessment Act 2000では、計画、政策、プログラム、プロジェクトにおける環境影響に関する評価手続きを確立する法律である。本法律下において、マイナスインパクトがあり得るような開発案件について環境クリアランスの取得が必要と規定しており、Regulation for the Environmental Clearance of Projects 2002にて、環境クリアランスの発行に関する手続きと責任に関して定義している。案件を実施しようとする場合、実施機関は環境報告書として Initial Environmental Examination (IEE) または EIA を作成する必要がある。環境ユニットのインタビューによると、EIA が必要なのは保護区内の開発である場合のみである。

## (3) 環境許可申請手続き

環境許可申請手続きに関しては、ガイドラインが示唆している通り、プロジェクトがセンシティブエリアに該当する場合は、各関係組織から各種許可を取得する必要があり、取得後に環境許可を申請する。DoR の場合、Regulation for Environmental Clearance of Projects Annex2 に記載されているプロジェクトであっても、申請先は NEC である。



出所 : Application for Environmental Clearance Guideline for Highways and Roads

＜図 5-3＞環境許認可手続きフロー

#### (4) 環境排出基準

現在「ブ」国の汚染対策に関する基準となっているのが、2010年11月に公布された「環境基準 (Environmental Standard)」である。この基準では水質、大気質、騒音の3種類の項目について基準を設けている。

橋梁架け替え計画の実施に際し、工事期間中に環境面での影響が予想されるのは騒音であることが考えられる。騒音に関する環境排出基準は表 5-2 に示すとおりとなっている。

<表 5-2> 環境排出基準

Land Use Category	Max Leq		Unit
	Day (6AM – 10PM)	Night (10PM – 6AM)	
Industrial Area	75	65	dB (decibel)
Mixed Area	65	55	dB
Sensitive Area	55	45	dB

出所：Environmental Standards, November 2010, NEC

#### (5) 国立公園に関する制度

「ブ」国では国土の約 5 割が自然保護に関連する区域に指定されており、国立公園 5 ヶ所、野生生物保護区 4 ヶ所、自然保護区 1 ヶ所で構成されている。「ブ」国の国立公園の特徴として、これらの自然保護区域をつなぐ生態系連絡路 (バイオロジカル・コリドー) が設けられていることが挙げられる。生態系連絡路を含めた、これら自然保護に関連する区域は”Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995”によって設置されており、農業森林省森林・公園管理局が管轄し、保全のための計画立案・政策策定のほか、維持・管理・運営に関する業務を行っている。

<表 5-3> 自然保護区域の面積

区 域	面 積
ブータン全国土	38,394.00 km <sup>2</sup>
国立公園・野生生物保護区・自然保護区	16,396.43 km <sup>2</sup> (42.7%)
生態系連絡路	3,307.14 km <sup>2</sup> (8.6%)
自然保護区域全面積	19,703.57 km <sup>2</sup> (51.3%)

出所：MoAF のホームページ

これらの自然保護区域の状況は、自然のままの状態でも野生生物も自由に往来できる状況にあり、野生生物が活動できる地域に住民が生活する地域も存在しており、それぞれの地域条件に応じて生態系を生物の生息・生育環境が保全されている状況である。国立公園は”Forest and nature Conservation Rules, 2006”によると、立地条件や生物の生態的重要度によって表 5-4 の 3 ゾーンに分類されている。

＜表 5-4＞国立公園内のゾーン区分

ゾーン名称	区分内容
Core Zone	土地改変と土地利用の禁止地域で、野生生物保全が最優先される。
Buffer Zone	保護区の境界部分の区域であり、規定された行為のみ許される。
Multiple-use Zone	居住地が存在する区域であり、事業の実施にはEIAが必要とされる。

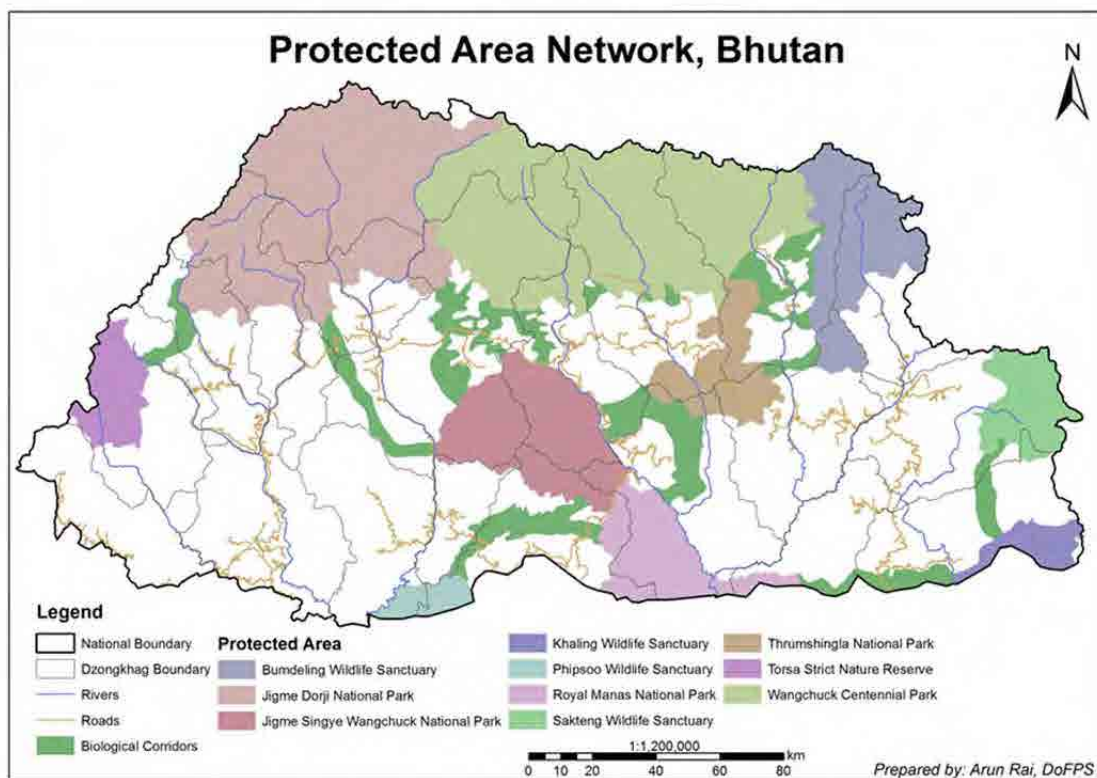
出所：Forest and nature Conservation Rules, 2006

自然保護区域内においては、生物多様性保全による資源の有効活用を図り、地域住民の生活環境の改善と自然環境保全の両方が保護区の設置目標とされている。国立公園や各保護区は各地域の自然環境条件や生態系の内容が異なるため、保全対象や目的、自然環境管理方針も地域の状況に合わせて設定している。なお、国立公園及び野生生物・自然保護区の状況を下表に、国立公園及び野生生物・自然保護区の位置を図 5-4 に示す。

＜表 5-5＞国立公園及び野生生物・自然保護区の状況

名称	設立年	面積 (km <sup>2</sup> )	県
<b>National park</b>			
1.Wangchuck Centennial Park	2008 (gazetted)	4,914.00	Gasa, Wangdue, Bumthang, Trongsa & Lhuentse
2.Jigme Dorji National Park	1995	4,316.00	Punakha, Gasa, Thimphu & Paro
3.Jigme Singye Wangchuck National Park	1995	1,730.00	Trongsa, Wangdue, Sarpang, Tsirang & Zhemgang
4.Royal Manas National Park	1996	1,057.00	Sarpang & Zhemgang
5.Thrumshingla National Park	2000	905.05	Bumthang, Lhuentse, Mongar & Zhemgang
<b>Wildlife Sanctuaries</b>			
6.Bumdelling Wildlife Sanctuary	1998	1520.61	Trashiyangtse, Lhuentse & Mongar
7.Sakten Wildlife Sanctuary	2003	740.60	Trashigang & Samdrupjongkhar
8.Phibsoo Wildlife Sanctuary	Not established	268.93	Sarpang & Dagana
9.Khaling Wildlife Sanctuary	Not established	334.73	Samdrupjongkhar
<b>Strict Nature Reserve</b>			
10.Toorsa Strict Nature Reserve	Not established	609.51	Haa
Total protected area		16396.43	-
<b>Biological Corridor</b>			
Biological Corridors	Under process (1999 gazetted)	3307.14	Haa, Paro, Thimphu, Punakha, Wangdue, Sarpang, Tsirang, Trongsa, Zhemgang, Bumthang, Mongar, Lhuentse, Trashigang & Samdrupjongkhar
<b>Recreational Park</b>			
Royal Botanical Park	2004	47.00	-
計		19,750.57	-

出所：MoAF のホームページ



出所 : Department of Forest and Park Services, MoAF

<図 5-4> 国立公園及び野生生物・自然保護区の位置

## 5-2. 社会影響に関連する法制度・手続き

社会影響に関しては主に土地収容、住民移転に関して調査を行った。

### 5-2-1. 組織

土地収容に関する手続きは国家土地委員会（National Land Commission: NLC）が担当することとなっている。

「ブ」国における土地所有権は 2007 年以前には農業森林省により管理されていたが、現在では Land Act 2007 により設立された NLC により管理されている。NLC は土地所有権証（*lag thram*）の発行、土地の登録、所有権証の改正等の権限を有し、更には土地収用、代用地の割り当てや保証金の承認等も行う。なお、ティンプー市、プンツォリン市等の特別市の地籍・土地台帳（Cadastral Data）は、各市の Development Control Division が管理することとなっている。

### 5-2-2. 法制度及び手続き

#### （1）法制度

土地に関する法制度として Land Act 2007 が施行されている。橋梁架け替え事業の場合には架橋位置が多少移動しても道路用地に含まれる場合がほとんどであり、大幅なルート変更がない限り収用手続きは生じない。なお、道路用地（Right of Way: ROW）は道路の中心線から両側 50 フィートずつ確保されていることが”Road Act 2013”に記載されている。

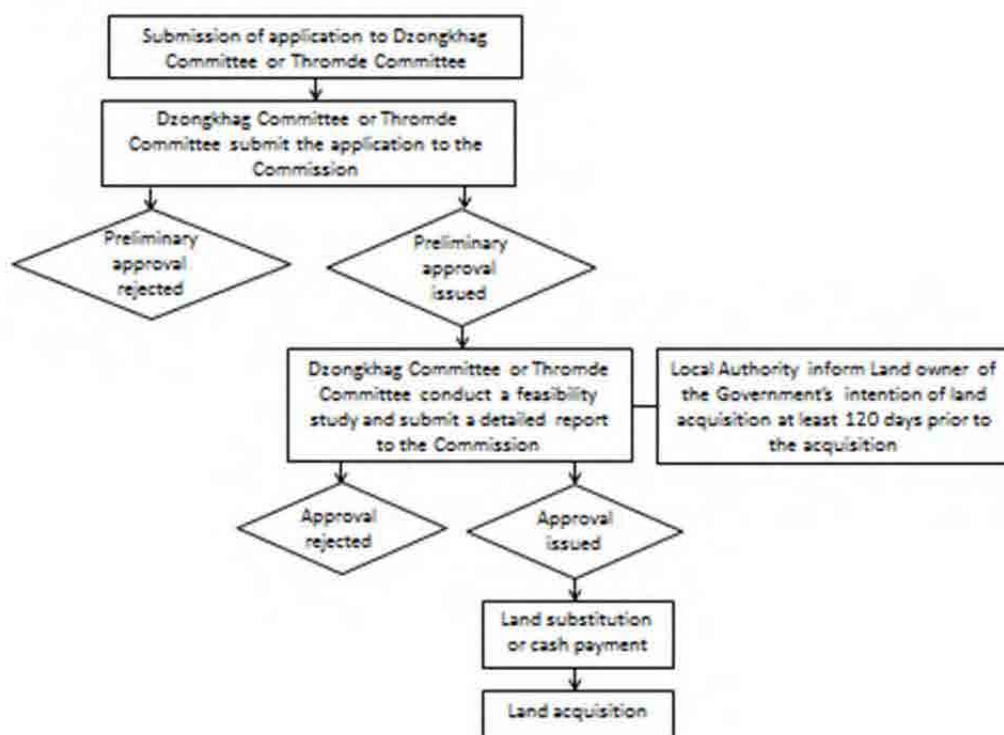
#### （2）土地収用と住民移転の手続き

土地収用は Land Act 2007 及び The Land Rules and Regulations of the Kingdom of Bhutan 2013 に基づいて行われる。本法律により、政府の土地収用権が認められており、補償は金銭或いは代替地の提供により行われることが規定されている。土地収用に関し審査し承認する機関は NLC であり、土地の価値評価については、財務省下の資産評価査定庁（Property Asset and Valuation Agency: PAVA）が評価し決定する。PAVA は 3 年毎に補償価格を改定することとなっているが、2009 年の”Land Compensation Rates 2009”から補償価格は更新されておらず、PAVA 価格は市場価格から乖離しているとみられているが、現在も”Land Compensation Rates 2009”に基づき、補償が行われている。

土地収用の手続きは、まず、土地収用を求める政府或いは地方自治体は、Dzongkhag Land Acquisition and Allotment Committee (DLAAC) に申請する。DLAAC は NLC に収用予備申請を行い、予備許認可を求める。予備許認可の取得後、DLAAC は土地収用の最低 3 か月前に所有者に収用を通知し、影響範囲の詳細調査を行う。詳細調査には、土地価格の算出や、構造物の評価などが含まれており、それら移転地や補償金額及び必要な許認可をまとめたレポートを NLC に提出する。NLC から承認が得られると、代替地の登録、収用された土地の登録がそれぞれ行われるが、政府は、土地所有者が現金もしくは代替地の所有権、あるいはその両方の補償を得た後でないと土地収用を実施することができないこととなっている。

住民移転に関しては関連する法律はない状況である。しかし、”Environmental Assessment Guideline”では住民移転計画を作成することが記載されており、住民移転計画には以下の項目が含まれる必要があるとしている。

- ① 補償の詳細：代替地、雇用、補償費用、移転先の施設状況（家屋、インフラ、教育）
- ② 移転スケジュールと予算（移転の責任と移転問題に対する対応策）
- ③ 女性または土地を所有しない住民などの弱者に対する失業への配慮
- ④ 生計を失う場合の詳細な補償



出所：Land Act of Bhutan 2007 をもとに調査団作成

<図 5-5>土地収用フロー図



## 第6章 国道の重要度分析

### 6-1. 分析の視点及び方法

DoR、経済省、農業森林省等の現地関係機関にヒアリングを行い、関連データや各種計画の詳細情報を入手した上で、以下に示す観点から各国道の重要度を分析する。

- ① 路線の位置付け、特徴
- ② 交通量
- ③ 「ブ」国政府の方針（5ヶ年計画における優先度）
- ④ 物流
- ⑤ 貧困層に対する裨益効果
- ⑥ 水力発電所建設など、沿線で実施中もしくは計画されている国家プロジェクト推進に関する貢献度

上記項目に関して各国道の評価（採点）を実施し、各国道の重要度を決定することとする。また、国道の重要度と併せて、現地踏査結果や情報収集結果をもとに我が国援助による改修の必要性についても別途取りまとめを行った。その分析の視点及び検討結果は第6-8章に後述する。

### 6-2. 路線の位置付け、特徴

#### 6-2-1. 国道1号線

「ブ」国の北部を唯一東西に走る国道として最も交通量が多く（約1,700台/日）、また南部方面への国道と接続する主要都市が国道上にあり（図4-2参照）、最重要路線として利用されている。しかし、車道幅員は交通量が多いにも拘わらず国道のガイドラインに規定されている6.5mを満たしていない狭隘な区間が多く、現在、DoRにより拡幅工事が進められている（図6-1参照）。拡幅工事は、主にマンデチュ水力発電プロジェクトに伴う輸送を円滑に行うことを目的として行われており、GOIの支援により少しずつ実施している状況であり、交通量の多いティンブーからウォンディ区間を優先して工事が進められている。特に、ウォンディ以東の中部～東部にかけての国道は急峻な区間が多く存在するため、道路幾何構造上、1車線分しか舗装幅員が確保できない道路区間が多い。しかし、現状の交通量が比較的少ないため、交通容量的には渋滞を引き起こすまでには至っていない。ただし、落石や斜面崩壊が乾期、雨期を問わず多く発生していることがDoRからのヒアリングでも明らかになっている。

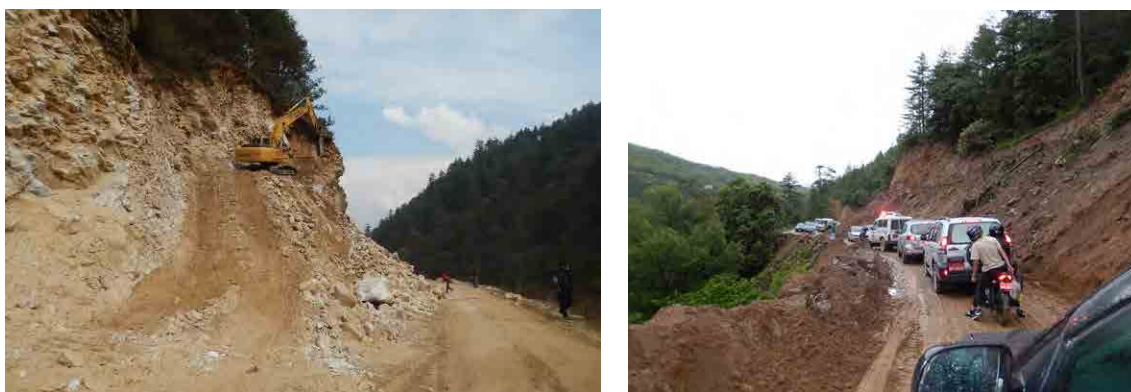
既存橋梁の中には日本の無償資金協力によって架け替えられた健全な橋梁が存在しているが、それ以外は建設年も古く（1980年代がほとんど）、橋梁本体の老朽化や損傷が多くみられる。また、道路同様、現在の通過車両では明らかに車道幅員が狭く、耐荷力不足の橋梁も多くみられ、さらには河川による橋台基礎部の洗掘も発生しており、安全性の面からも早急な橋梁の調査や点検が必要である。

冬期に着目すると、標高の高い峠付近において舗装構造（特に、アスファルト表層面）の損傷がDoRから報告された（トムシラ峠北側斜面の5km区間）。さらに、積雪やその

除雪による道路閉鎖を繰り返していることも報告された。

一方、国道 1 号線沿線での国家プロジェクトに着目すると、現在ウォンディポダン県、トンサ県でプナチャンチュー 1 & 2 及びマンデチュ水力発電所建設プロジェクトが進行中であり、主にインドから輸入する資機材はティンムー経由で国道 1 号線を使って建設現場まで搬入されている。なお、国道 1 号線は第 11 次 5 ヶ年計画で改修が計画されている国道でもあり、水力発電所建設に伴い、道路改修計画は重要な国家事業にもなっている。

このような状況が国道沿線や国道上にあり、幹線道路として交通阻害になる要因が数多く存在していることが DoR からのヒアリングや現地踏査によって明らかになっている。



出所：調査団撮影

<図 6-1>DoR による道路拡幅工事（国道 1 号線）

### 6-2-2. 国道 2 号線

「ブ」国の西部を南北に走り、国道 1 号線に次いで交通量の多い路線である（約 700～1,300 台/日）。南部のブンツォリンは、インド国境の経済都市であり、インドから入ってきた物資の多くは本路線を経由してティンムーはじめ「ブ」国内に流通している。

国道 2 号線は、DANTAK の管理のもとに道路改修及び維持管理が実施されている。車道幅員は国道のガイドラインに沿って 2 車線化されている区間が多く、他の国道と比べると道路状況は良いと言える。なお、大規模崩壊地であるジムジャ地滑り地帯では、DoR によりトンネル化が計画されており、道路セクターマスタープランにおいてダムチュウチュカバイパスが計画されている。



出所：調査団撮影

＜図 6-2＞ジムジャ地滑り地帯

### 6-2-3. 国道 3 号線

国道 3 号線は、国道 1 号線の東部の終点タシガンから南に位置するインド国境の町サムドゥップジョンカへ下る国道であり、交通量は国道 1 号線の 3 分の 1 強である（約 600 台／日）。インド・アッサム地方からの物資はこの国境を通して北のタシガンなどへも運搬されている。

国道 3 号線は、国道 2 号線同様に DANTAK の管理のもと道路改修及び維持管理が実施されており、現在 DANTAK による道路拡幅工事が実施されている。また、本路線の整備はタシガンやサムドゥップジョンカに住む貧困層にとって直接的な裨益は大きいと言える。

また、タシヤンツェで計画されているコロンチュ水力発電所建設に関連して、建設資機材の運搬等において国道 3 号線は利用されるが、メインの資機材運搬ルートはやはり国道 1 号線を経由したルートとなる。



出所：調査団、（左）現在拡幅中の区間、（右）拡幅完了区間

＜図 6-3＞国道 3 号線の状況

### 6-2-4. 国道 4 号線

国道 4 号線は、国道 1 号線のほぼ中間点のトンサからインド国境のゲレフへ下る国道であり、現在の交通量は国道の中では最も少ない（約 430 台／日）。ただし、ゲレフとインド・

アッサム地域との間の物流輸送が多く、2011 年以降はインド側への出入車両は年々増え続けており（約 25,000 台以上／年）、経済効果も上がっている。

道路は山側、谷側ともに崩壊箇所が多く、不安定な崩土の上にようやく確保されている状況である。このため、道路幅員は狭隘な箇所が多く、拡張できそうな道路箇所はごく限られている。特に、斜面崩壊箇所はトンサ～シェムガン間、そしてシェムガン～ゲレフ間に 2～3 箇所ずつあり、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。



出所：調査団撮影

＜図 6-4＞国道 4 号線の斜面崩壊の様子

既存橋梁は建設年も古く（1960～1980 年代）、老朽化、損傷が多く見られる。橋梁幅員はゲレフ市内の 1 橋（幅員 7.5m）を除いてほとんどが 4.5m 以下であり、また、耐荷力不足の橋梁がほとんどである。ただ、前述のとおり通行車両が少ないこともあり、現形状を保持できている橋梁がほとんどである。また、本路線の整備による沿線のシェムガン県とトンサ県に居住する貧困層に対する直接的な裨益は大きい。

沿線の国家プロジェクトとして、現在トンサ県でマンデチュ水力発電所建設が実施中であり、建設資機材の運搬等においてゲレフ経由でインドからの輸入が将来的に増える可能性があるため、今後国道 4 号線の果たす役割は大きいと言える。

#### 6-2-5. 国道 5 号線

国道 5 号線は、ゲレフから国境都市のサルパンを経由してウォンディで国道 1 号線に接続する路線である。現在の交通量は約 450 台／日である。沿線の国家プロジェクトとしては、現在、プナチャンチュー 1 & 2 水力発電所建設が進行中である。本路線は工事用道路として利用されており、工事用の大型車両も多く、路面は激しく損傷している（図 6-5 参照）。

本路線上には、過去に我が国の無償資金協力によって建設された橋梁もいくつか存在し、第三次橋梁架け替え計画により 6 橋が建設された。また、沿線のダガナ県、チラン県、サルパン県には多くの貧困層が住んでおり、本路線の改良はそれら住民に対して直接的な裨益を与える。





出所：調査団撮影（左）落石の多い個所、（右）プナチャンチュ発電所付近の路面  
 <図 6-5>国道 5 号線の状況

#### 6-2-6. 南部東西回廊

南部東西回廊は国道 1 号線の代替路線として、「ブ」国南部を東西に走る路線として重要路線に位置付けられている。現在、同路線に対する資金援助は ADB とインド政府が行っている。しかし、マオコラ川を跨ぐ橋梁の援助については、我が国に対して協力要請があげられている。その理由として、建設規模が大きくなること、建設コストが嵩むこと、工期短縮を踏まえると雨期期間中も建設可能な技術力が要求されること、本邦橋梁建設技術に対する期待が大きいこと、などが挙げられている。

また、沿線には多くの貧困層が居住しているため、本道路が完成すれば、それら貧困層に対する直接的な裨益は大きいと言える。さらに、「ブ」国政府の本路線に対する優先度は非常に高く、その詳細については第 6-7 章に詳述する。



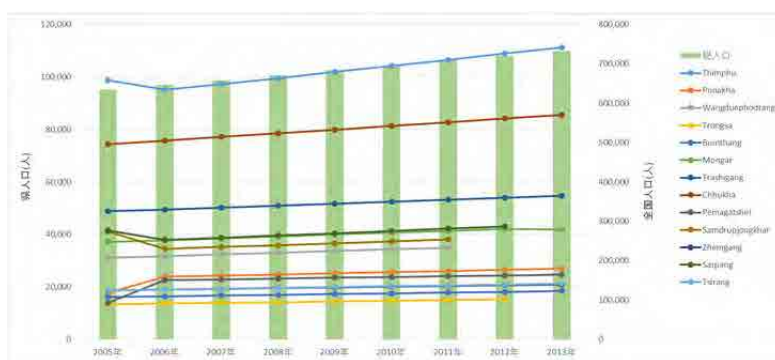
出所：調査団撮影  
 （左）シプスーサムチ区間の現道（改良中の箇所）、（右）ゲレフの現道  
 <図 6-6>南部東西回廊の現況

### 6-3. 交通量調査及び需要予測

#### (1) 予測方法

本調査においては、将来予測が行われている人口データを用いて交通需要を予測することとする。交通需要の予測式は回帰分析を行って求めることにするが、基本データは「4-4. 交通量データの整理」にて示されている DoR 提供データ、及び本調査で実施した交通量調査より得られた各国道の交通量、そして”Annual Dzongkhag Statistics”より得られた各県の人口データを用いることにする。使用した全国及び国道沿線の各県の人口変動については図 6-7 に示すとおりである。なお、各県の将来人口は、全国の人口予測が 2030 年まで行われているため、この人口伸び率を用いて設定する。

<表 6-1> 各国道の沿線県



出所：Annual Dzongkhag Statistics 及び Statistical Year Book 2013

<図 6-7> 全国及び国道沿線県の人口推移

路線	県名
国道1号線	Thimphu
	Punakha
	Wangduephodrang
	Trongsa
	Bumthang
国道2号線	Thimphu
	Chhukha
国道3号線	Trashigang
	Pemagatshel
国道4号線	Samdrupjongkhar
	Trongsa
	Zhemgang
国道5号線	Sarpang
	Wangduephodrang
	Tsirang

出所：調査団作成

#### (2) 予測結果

人口の増加は全体として緩やかであり、2030 年まで微増傾向で推移するため、交通量も緩やかな増加傾向となると予測できる。以下に各国道の予測結果を示す。なお、予測結果の詳細については添付資料-4 に示す。

##### 1) 国道1号線

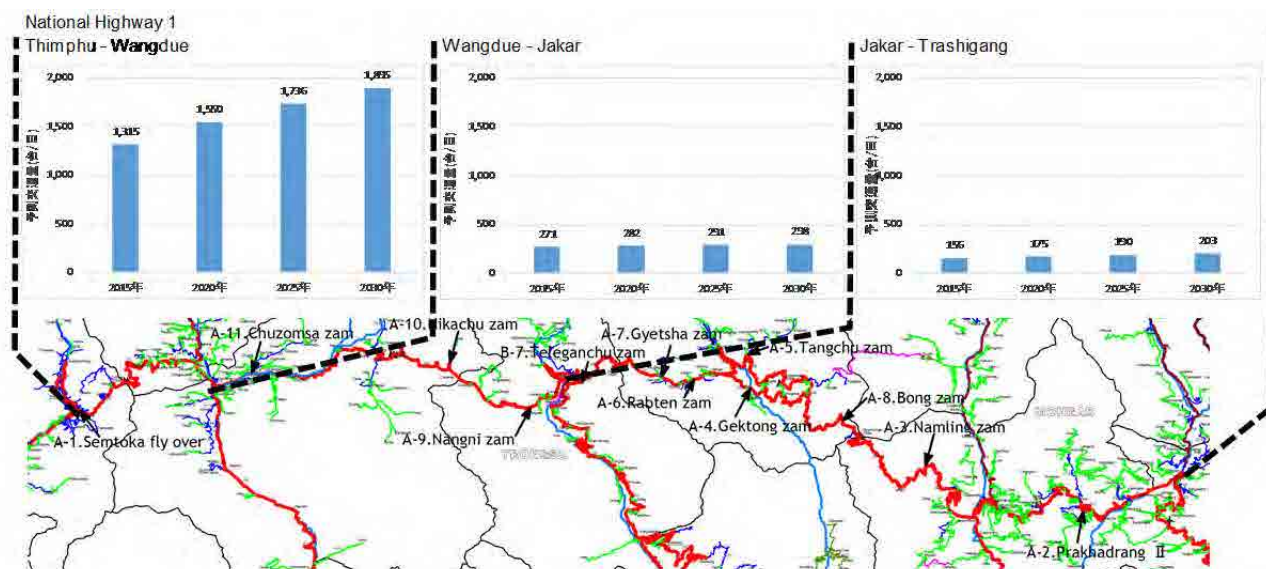
既存交通量の推移から、ティンプーウオンディ間、ウオンディージャカール間、ジャカールータシガン間では都市から地方に移るほど交通量が減少する傾向にあるため、予測においてもティンプーウオンディ間、ウオンディージャカール間、ジャカールータシガン間の3区間に分けて分析を行う。

図 6-8 に国道1号線の交通需要予測結果を示す。2015 年から 2030 年までの交通量は、ティンプーウオンディ間は 1,300~1,900 台/日程度、ウオンディージャカール間は 270~300 台/日程度、ジャカールータシガン間は 150~200 台/日程度の増加傾向で推移すると予測した。第4章に示しているように、ティンプーウオンディ間は、2004 年~2014 年までは 680~1,350 台/日で推移している。近年は、プナチャンチュ水力発電工事などの影響もあり、1,300

台/日を越える状況であるが、平均すると約 940 台/日が通過する交通状況である。当該区間は山岳、峠を通過する区間であり、沿道に集落が点在しているのみで、沿道地域の急激な人口増加が見込まれないことから、940 台/日という平均値から考えると 1,300～1,900 台/日程度の予測結果は妥当であると思われる。

ウォンディージャカル間については、2004 年～2014 年は 150～600 台/日の幅で推移しており、平均すると 270 台/日程度が通過する交通状況である。当該区間も山岳、峠を通過する区間であり、沿道に集落が点在しているのみで、沿道地域の急激な人口増加が見込まれないことから、これまでの交通状況を考慮して 270～300 台/日程度の交通量状況になるのは妥当であると思われる。

ジャカルータシガン間については、2004 年～2014 年までは 33～150 台/日で推移しており平均して 90 台/日程度が通過する交通状況である。当該区間も山岳、峠を通過する路線であり、沿道に小さい集落が点在しているのみで、沿道地域の急激な人口増加が見込まれないことから、これまでの交通状況を考慮して 150～200 台/日程度の交通量状況になるのは妥当であると思われる。



出所：調査団作成

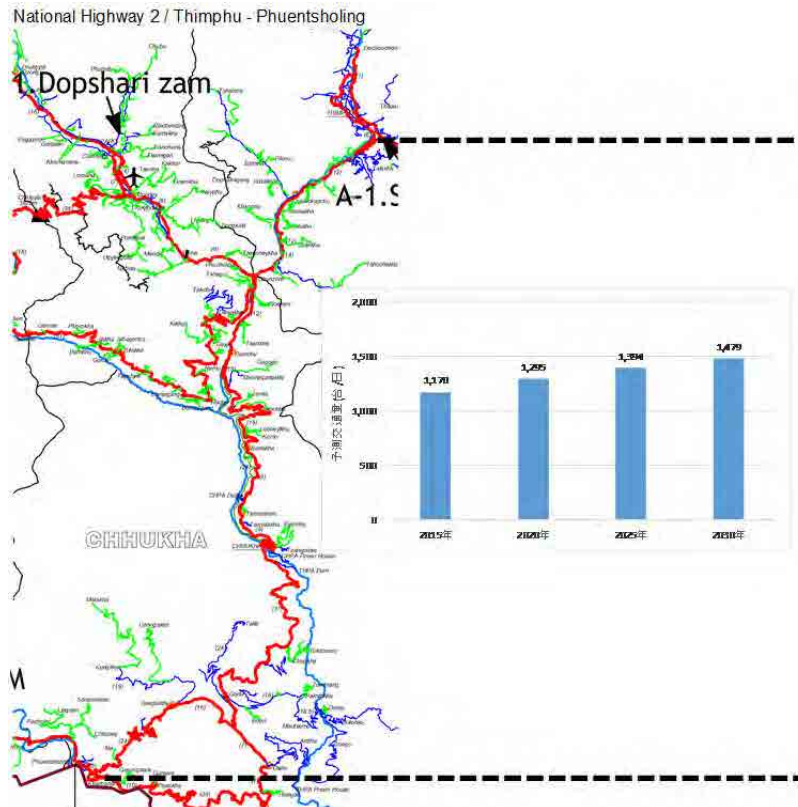
<図 6-8> 国道 1 号線の交通需要予測結果



## 2) 国道2号線

図6-9に国道2号線の交通需要予測結果を示す。2015年から2030年までの交通量は1,200～1,500台/日程度の微増傾向で推移すると予測した。

2004年～2014年までは700～1,300台/日程度で推移しており、年によって交通量の変動が大きいものの、平均すると約1,000台/日が通過する交通状況である。これまでの交通状況を考慮すると1,200～1,500台/日程度の予測結果は妥当であると思われる。



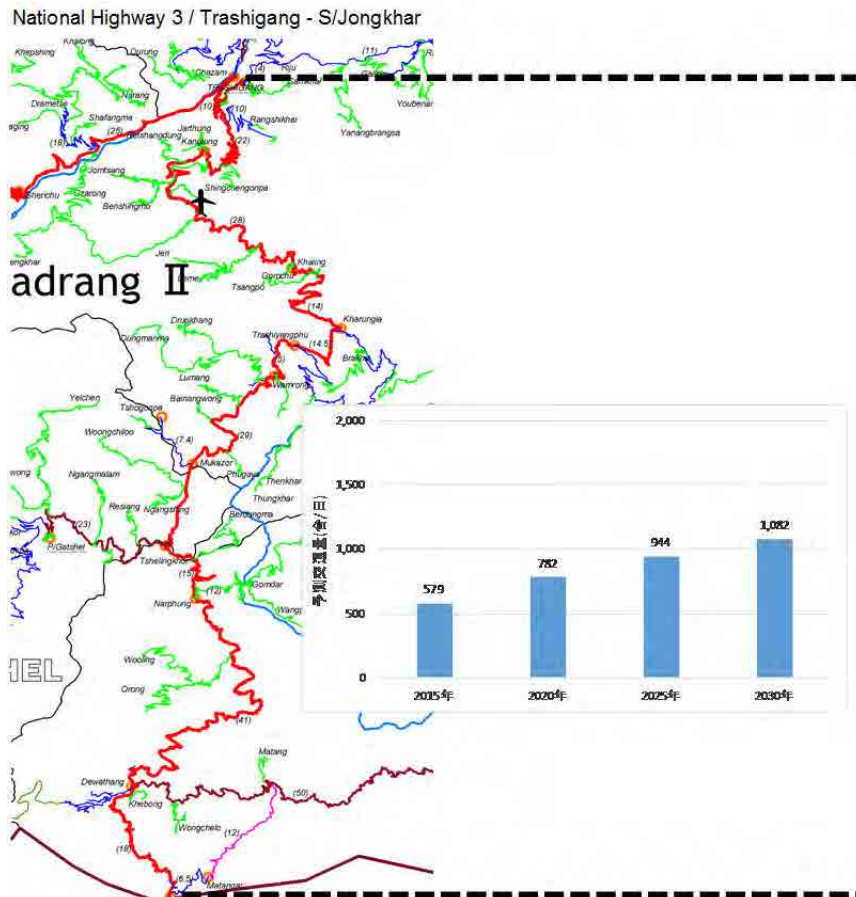
出所：調査団作成

<図6-9>国道2号線の交通需要予測結果

### 3) 国道3号線

図6-10に国道3号線の交通需要予測結果を示す。2015年から2030年までの交通量は580～1,100台/日程度の微増傾向で推移すると予測した。

2004年～2014年までは170～600台/日程度で推移しており、平均すると約300台/日が通過する交通状況である。これまでの交通状況を考慮すると、580～1,100台/日程度の予測結果は妥当であると思われる。



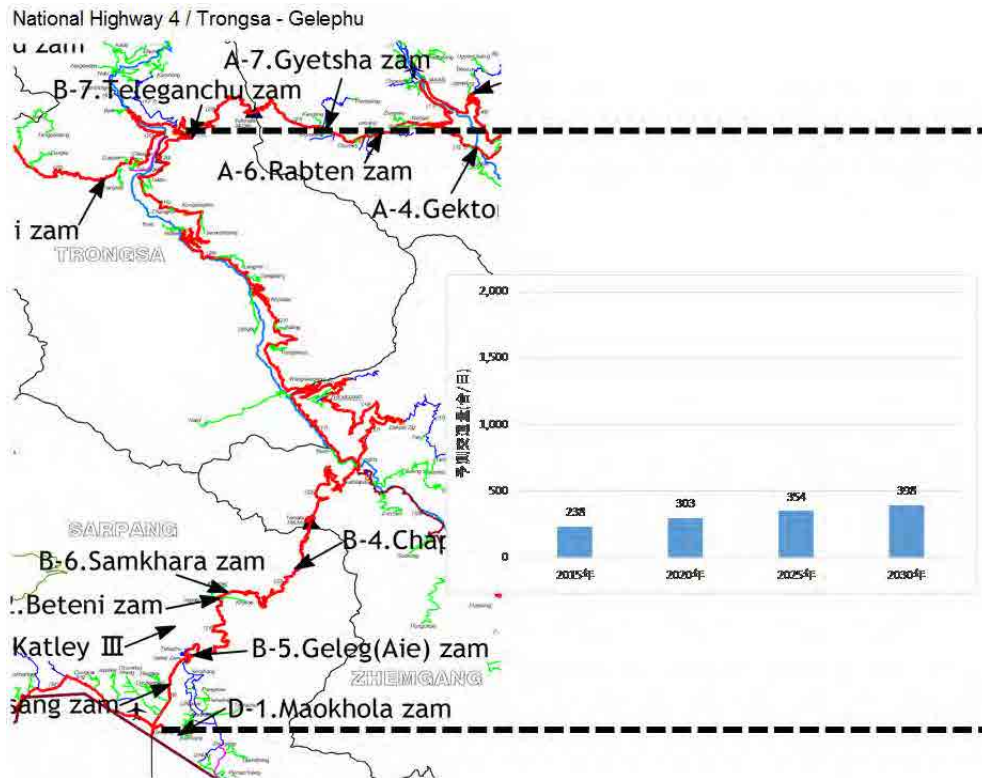
出所：調査団作成

<図6-10> 国道3号線の交通需要予測結果

#### 4) 国道 4 号線

図 6-11 に国道 4 号線の交通需要予測結果を示す。2015 年から 2030 年までの交通量は 240～400 台/日程度の微増傾向で推移すると予測した。

2004 年～2014 年までは 90～240 台/日程度で推移しており、平均して約 140 台/日が通過する交通状況である。これまでの交通状況を考慮すると、240～400 台/日程度の予測結果は妥当であると思われる。



出所：調査団作成

<図 6-11> 国道 4 号線の交通需要予測結果

## 5) 国道 5 号線

図 6-12 に国道 5 号線の交通需要予測結果を示す。2015 年から 2030 年までの交通量は 230～320 台/日程度の微増傾向で推移すると予測した。

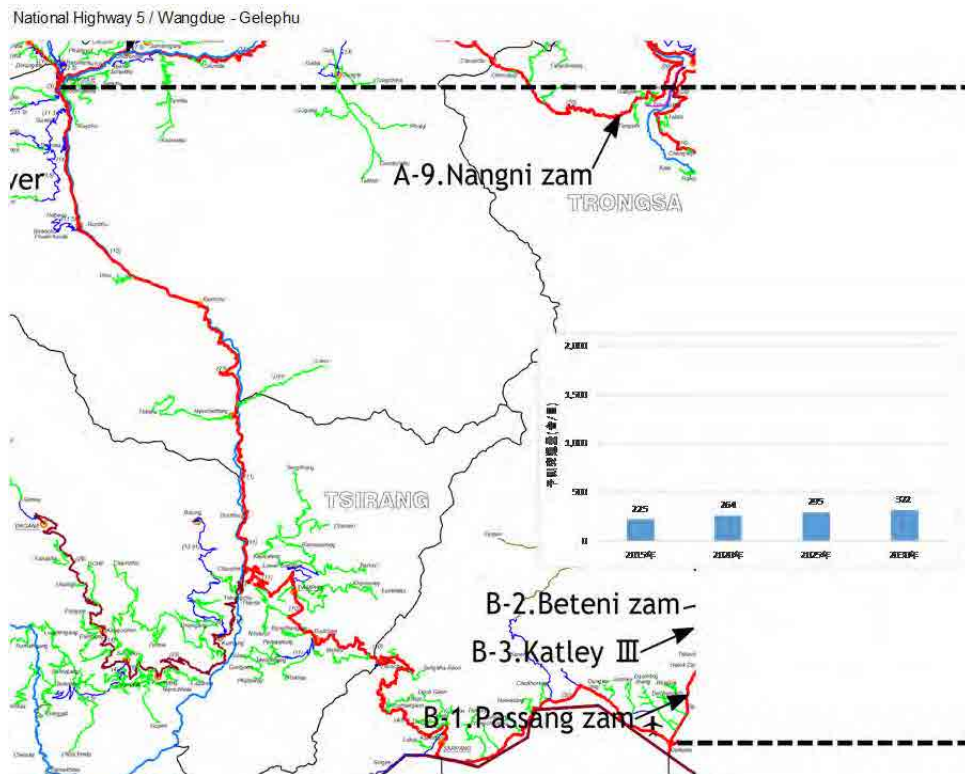
これまでの交通量の推移から、北側区間（ウォンディ側）と南側区間（ゲレフ側）とでは交通量が大きく異なる傾向にあることがわかっている。

北側区間（ウォンディ側）は 2004 年～2014 年までは 250～1,500 台/日程度であり、平均すると約 780 台/日が通過する交通状況である。プナチャンチュ水力発電工事などの影響もあり、2014 年には 1,400 台/日の交通量であるものの、2006 年から 2009 年にかけては約 900 台/日から約 580 台/日に減少傾向を示しており、年による変動が大きく一定した交通状況ではない。

一方、南側区間（ゲレフ側）については、過去の推移は 100～450 台/日程度、平均して約 200 台/日が通過する交通状況であり、北側区間のように水力発電所建設による工事用車両の影響を受けていないため、交通量の大きな変動は見られない。

このように定常的な国道 5 号線の交通状況を把握するには、プナチャンチュ水力発電工事などの影響がない南側区間を用いるべきであると判断した。

南側区間は平均すると 200 台/日程度が通過する交通状況であるため、過去の交通状況を考慮すると 230～320 台/日程度の予測結果は妥当であると思われる。



出所：調査団作成

<図 6-12> 国道 5 号線の交通需要予測結果

#### 6-4. 物流の状況

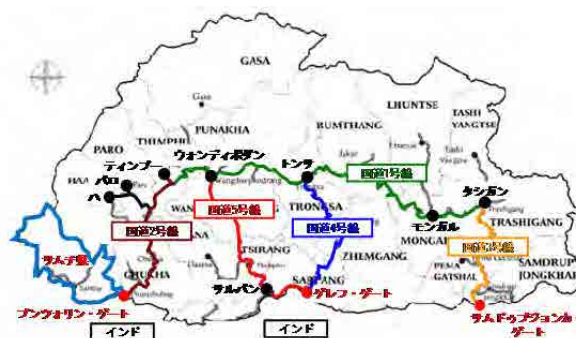
物流の状況については、「2-3-1. 経済概況」に前述したように、主要な輸出入先はインドであり、主要な輸出入品目は、輸出品は珪素鉄、鉄または非合金鋼、セメント等であり、輸入品は軽油、ガソリン、金属製品、自動車などであることから、大型貨物車での流通が主であると考えられる。

インドからの輸出入については、インド以外の第三国品も含め、インドを経由した陸上輸送を主体として「ブ」国に輸出入されている。輸出入のルートは、図 6-13 に示すように、インド国境の主要な通関ゲートであるブンツォリン、ゲレフ、サムドゥップジョンカにある 3 箇所とサムチ県にある比較的小さい 7 箇所の通関ゲート（ビンドウ、ビムター、ゴムトゥ、ジティ、ブグリ、サムチ、タシジョン）を通過する。

流通量は図 6-14 に示すように輸入量（金額ベース）は増加傾向にあり、輸入金額は 2008 年の約 230 億ニュルタムから 2013 年には約 500 億ニュルタムと約 2 倍に増加している。その取り扱いのほとんどがブンツォリン・ゲートであり、

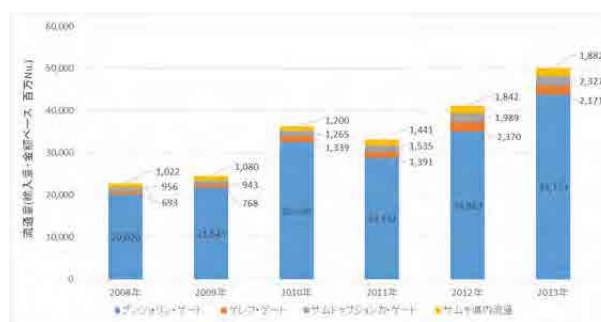
2013 年の実績では約 9 割が通過している状況である。なお、サムチ県の輸出入については、サムチ県とブンツォリンとの道路接続が完了していないため、県内 7 箇所のゲートにて輸出入を行い、輸入される全ての物資をサムチ県内で消費している状況である。また、サムチ県内のみの流通量がゲレフ、サムドゥップジョンカからの流通量と大きく変わらないのは、同県内ゴムトゥに国内最大のセメント会社（Penden Cement Authority）があるためではないかと考えられる。

以上より、陸上輸送の大半はブンツォリンを経由したインドとの流通であり、このことから「ブ」国内の流通経路の主体は国道 2 号線経由であると考えられる。また、ブンツォリンから東西に接続する道路ネットワークが無いことから、ブンツォリンから国道 2 号線を経由してティンパーに運搬されると共に、国道 1 号線を経由して「ブ」国東側地域に流通していると考えられる。



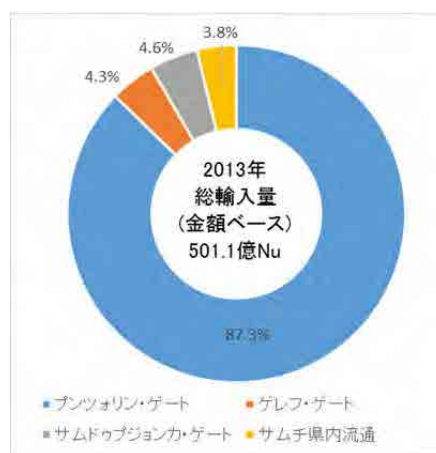
出所：Department of Revenue and Custom, Ministry of Finance

＜図 6-13＞インド国境通関ゲートの位置



出所：Department of Revenue and Custom, Ministry of Finance

＜図 6-14＞各通関ゲートの流通量（輸入金額）



出所：Department of Revenue and Custom, Ministry of Finance

＜図 6-15＞各通関ゲートの流通量構成比（2013 年）



## 6-5. 貧困層に対する裨益効果

「ブ」国政府が発表した「BHUTAN Multidimensional Poverty Index 2012」に「ブ」国の県毎の貧困状況のデータがまとめられている。健康、教育、生活水準の面における貧困の深刻さの度合いを数値化した多次元貧困指数（Multidimensional Poverty Index: MPI）は、貧困状態にある人の数と貧困の程度、双方を考慮に入れた指数である。「ブ」国の場合、表 6-2 に示すように、人口の 12.7%が多次元貧困の状況にある。貧困層は国内各地に分布しているが、県毎に分布の差があるのが現状である。貧困層の分布値と、2005 年の国勢調査の人口データとを比較した場合、居住人口の割合に比べて貧困層分布が大きくなっている県が、地方部を中心に 13 県存在することが確認された。それらの県と、そこを通過する国道との関係を示したものが表 6-3 である。これによると、南部東西回廊を含む全ての国道が貧困層の多く居住する県を通過しているため、いずれの国道に対する整備・改良は、貧困層に対する直接的な裨益効果が高い事業であると言える。

＜表 6-2＞各県の貧困状況データ

県名	BHUTAN Multidimensional Poverty Index 2012より			2005年国勢調査より		
	MPI	Headcount (%)	Intensity of deprivation (%)	貧困層分布 (%)	人口 (人)	人口分布 (%)
ブムタン	0.006	1.6	37.8	0.3	16,116	2.5
チュカ	0.075	17.6	42.7	13.1	74,682	11.8
ダガナ	0.071	17.6	40.1	4.6	22,375	3.5
ガサ	0.149	37.6	39.6	1.6	3,116	0.5
ハ	0.040	10.2	39.0	1.2	12,745	2.0
ルンツェ	0.043	10.4	41.2	2.0	15,395	2.4
モンガル	0.083	20.9	39.8	10.8	37,069	5.8
パロ	0.018	4.7	37.9	2.0	35,260	5.6
ペマガツェル	0.044	11.6	38.2	3.5	22,287	3.5
プナカ	0.056	13.0	42.9	3.9	23,462	3.7
サムドゥブジョンカ	0.061	16.4	37.0	6.8	33,889	5.3
サムチ	0.074	18.7	39.3	14.0	59,003	9.3
サルパン	0.022	5.9	38.0	2.8	37,191	5.9
ティンプー	0.007	1.6	41.6	1.9	94,102	14.8
タシガン	0.056	14.0	40.1	8.3	48,783	7.7
タシヤンツェ	0.062	16.5	37.5	3.6	17,740	2.8
トンサ	0.075	18.2	41.3	3.3	13,344	2.1
チラン	0.061	15.2	40.2	3.9	18,667	2.9
ウォンディポダン	0.079	18.5	42.7	8.5	31,120	4.9
シエムガン	0.056	15.0	36.9	3.9	18,636	2.9
<b>ブータン全国</b>	<b>0.051</b>	<b>12.7</b>	<b>40.1</b>	<b>100</b>	<b>634,982</b>	<b>100</b>

出所：BHUTAN Multidimensional Poverty Index 2012、2005 年国勢調査データ

＜表 6-3＞各国道と貧困層の居住県との関係

路線名	国道が通過する、貧困層が多く居住する県名
国道 1 号線	ウォンディポダン県、トンサ県、モンガル県、タシガン県
国道 2 号線	チュカ県
国道 3 号線	タシガン県、サムドゥブジョンカ県
国道 4 号線	トンサ県、シエムガン県
国道 5 号線	ウォンディポダン県、ダガナ県、チラン県
南部東西回廊	チュカ県、ダガナ県、サムドゥブジョンカ県、サムチ県

出所：調査団作成

## 6-6. 国家プロジェクトとの関連性

「ブ」国の経済発展にとって非常に重要な存在であるのが、水力発電所の建設である。第11次5ヶ年計画の中に、10か所の水力発電所建設プロジェクト（現在建設中の3か所及び計画の7か所）について言及されている。それぞれのプロジェクトの詳細を表6-4に、またプロジェクトの位置を図6-16に示す。図中の赤色が現在建設中の3か所である。プロジェクトサイトと国道の関係についてみると、国道が「ブ」国内の主な河川に沿って建設されていることもあり、国道に近接した場所に建設地が存在していることがわかる。ダム建設資機材運搬に関して国道の果たす役割は大きいと言える。

次に、水力発電所建設のための資機材運搬ルートについて整理する。各水力発電所におけるメインの運搬ルートは表6-4に示す通りである。また、各プロジェクトの建設予定スケジュールと併せて国道の重要度を整理すると、第11次5ヶ年計画（2013～2018年）実施中に重要性が高い道路、及び次の第12次5ヶ年計画（2019～2024年）実施中に重要性が高まると想定される道路に分けて整理することができる。ただし、表中に示す建設スケジュールについては、インドの援助の有無及び実施時期に大きく影響されるとのことである。

- ◇ 第11次5ヶ年計画（2013～2018年）実施中に重要性が高い道路  
国道1号線、国道2号線、国道4号線
- ◇ 第12次5ヶ年計画（2019～2024年）実施中に重要性が高まると想定される道路  
国道4号線、南部東西回廊

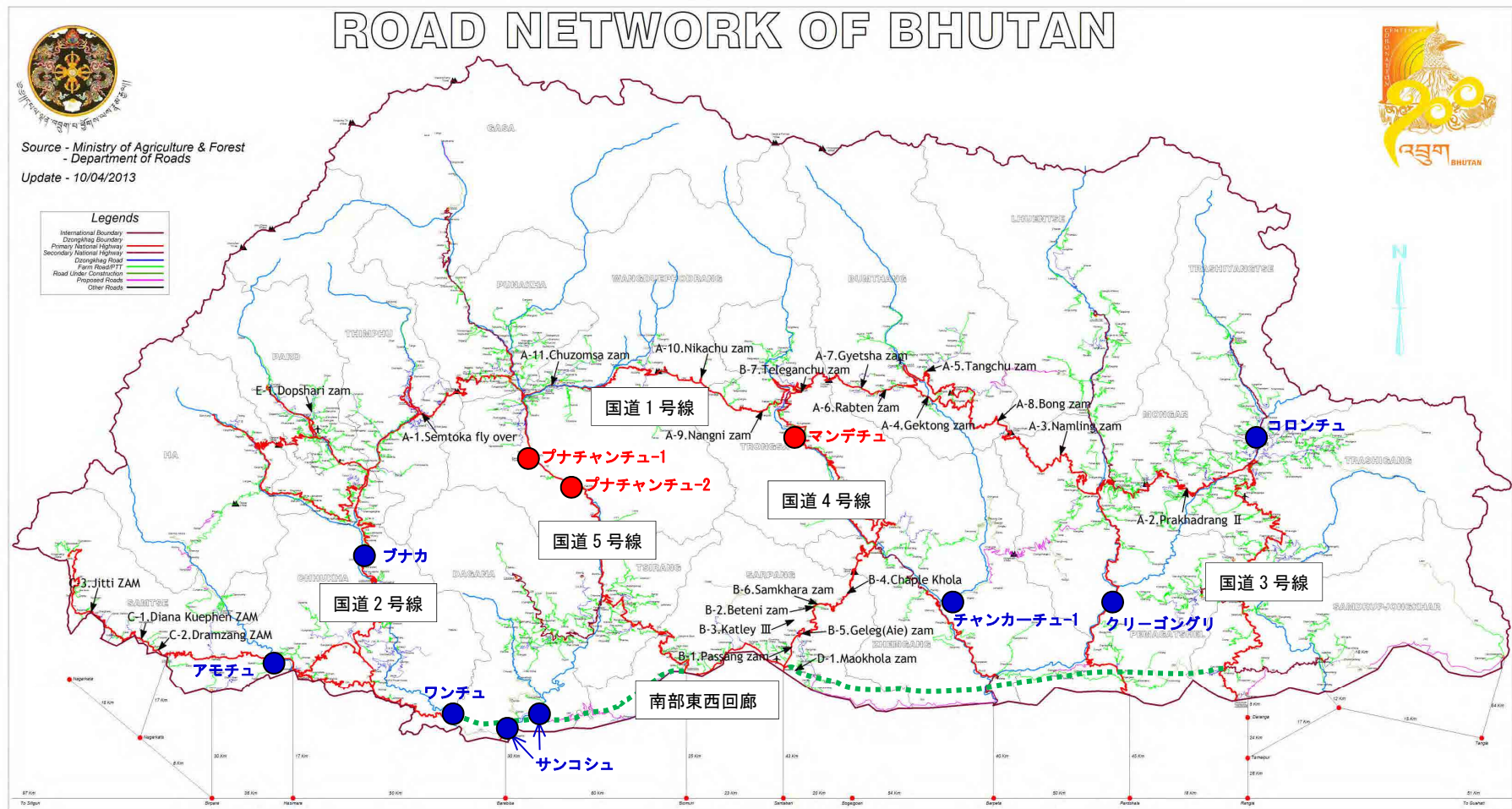


＜表 6-4＞現在建設中及び計画されている水力発電所建設プロジェクト

No.	プロジェクト名	規模 (MW)	実施体制	建設スケジュール	資機材運搬メインルート	備考
1	プナチャンチュ - 1	1,200	インド政府	2008-2017	国道 1 号線、 2 号線、5 号線	現在建設中
2	プナチャンチュ - 2	1,020	インド政府	2010-2017	国道 1 号線、 2 号線、5 号線	現在建設中
3	マンデチュ	720	インド政府	2010-2017	国道 1 号線、 2 号線、4 号線	現在建設中
4	アモチュ	540	インド政府	未確認	南部東西回廊	DPR が CEA によっ て承認済
5	サンコシュ	2,560	インド政府	2015-2023	南部東西回廊	DPR が CEA から未 承認
6	クリーゴングリ	2,640	インド政府	未確認	国道 1 号線、 4 号線	DPR 未作成
7	コロンチュ	600	ブータン政 府	2014-2021	国道 1 号線、 2 号線	DPR が CEA によっ て承認済、事業開始 準備中
8	プナカ	180	ブータン政 府	2015-2020	国道 2 号線	DPR が CEA によっ て承認済
9	ワンチュ	570	ブータン政 府	2015-2023	南部東西回廊	DPR が CEA によっ て承認済
10	チャンカーチュ - 1	770	ブータン政 府	2015-2024	国道 4 号線	DPR が CEA から未 承認
	計	10,800				

注：DPR=Detailed Project Report、CEA=Central Electricity Authority of India

出所：Hydropower Development Division, Department of Hydropower & Power System,  
Ministry of Economic Affairs

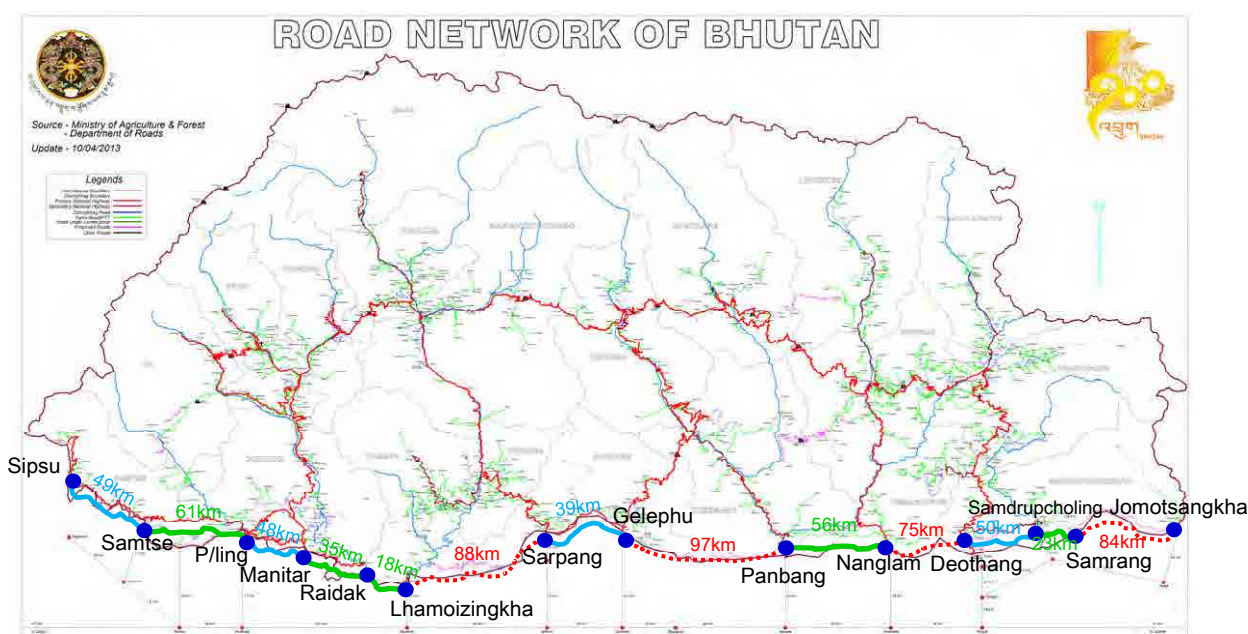


出所：Hydropower Development Division, Department of Hydropower & Power System, Ministry of Economic Affairs の情報をもとに調査団作成  
 <図 6-16>水力発電プロジェクトサイトの位置図

## 6-7. 南部東西回廊の現況

南部東西回廊は、現在の北部東西回廊（国道 1 号線）の代替ルートとして非常に重要であり、「ブ」国政府もトッププライオリティのもと本路線の未接続区間の建設を急いでいる。「ブータン 2020」の中でも、2017 年までに南部東西回廊を完成させるという具体的数値目標を掲げている。本道路は、「ブ」国南側のインド国境とほぼ並行しており、全長 723km からなっている（2014 年 5 月現在）。北部東西回廊に比べて地形が平坦であるため、道路が完成すれば安全の確保と走行時間の短縮が期待できる。また、海外からの輸入物資は一般にインドのコルカタ港で荷揚げされ、国境の都市プンツォリンで通関を済ませた後、国道 2 号線を経由して首都ティンブーに陸送されている。ティンブー以東の都市への輸送については、プンツォリンから国道 2 号線を北上した後に国道 1 号線で輸送するか、プンツォリンで通関してから再度インド国内を通過して国道 3 号線、4 号線、5 号線のいずれかで北上するしかない状況である。このため、南部東西回廊は北部東西回廊の代替ルートとして重要であるばかりでなく、東西方向の安全で便利な物資輸送路の確保の意味でも重要であると言える。

図 6-17 に南部東西回廊の位置図を示す。



出所：DoR へのヒアリングをもとに調査団作成  
 <図 6-17> 南部東西回廊の位置図

表 6-5 に南部東西回廊の整備状況を示す。表中の黄色で示した 4 区間（①ラモイジンカールサルパン区間、②ゲレフーパンバン区間、③ナンランーデオタン区間、④サムランー ジョモタンカ区間）が現在保留区間となっている。これら区間については、ADB が RNP2 プロジェクトの追加融資により FS を実施し、2012 年 4 月に最終報告書が提出されている（TA No.7803-BHU）。同調査の結論としては、上記①～③区間についてはフィージブルであるが、④区間については RNP2 の TA における検討結果と同様にフィージブルではないという結果となっている。この結果を受け、DoR は③区間の道路整備を最優先整備区間としている。FS 結果によると、当該区間の建設費は 1,441 百万ニュルタム（=28.8 百万ドル）で、住民移転費用、コンサル費用、コンティンジェンシー、物価上昇等を含めた総事業費は、2,185 百万ニュルタム（=43.7 百万ドル）であり、FS 調査の中では 4 つのパッケージに分割して実施することが提案されている。

この結果を受け、③区間に対する詳細設計が行われ、2014 年 3 月に報告書が提出された。

今後は同年 11 月ごろを目途に建設工事の入札が開始されるスケジュールである。入札は国際競争入札（International Competitive Bidding: ICB）により行われる予定である。

①区間については、2014 年 5 月下旬に ADB ミッションが現地視察を行っており、今後 ADB の支援により建設が進められる可能性が高まっている。また④区間については、DoR が「ブ」国政府資金で簡易道路の整備から始める方向であり、既に FS を完了し、2014 年 7 月から工事を始める予定である。

＜表 6-5＞南部東西回廊の整備状況（2014 年 5 月時点）

No	区間	距離 (Km)	整備状況
1	シプス-サムチ	49	現道あり
2	サムチーブンツォリン	61	建設中（10 次 5 ヶ年計画、自国資金）
3	ブンツォリン-マニタール	48	現道あり
4	マニタール-ライダック	35	建設中（10 次 5 ヶ年計画、ADB（RNP2））
5	ライダック-ラモイジンカ	18	建設中（10 次 5 ヶ年計画、ADB（RNP2））
6	ラモイジンカ-サルパン	88	計画中（11 次 5 ヶ年計画、予算=1,366.710 百万 Nu）
7	サルパン-ゲレフ	39	現道あり
8	ゲレフ-パンバン	97	計画中（11 次 5 ヶ年計画予算=1,793.360 百万 Nu）
9	パンバン-ナンラン	56	建設中（10 次 5 ヶ年計画、ADB（RNP2））
10	ナンラン-デオタン	75	計画中（11 次 5 ヶ年計画、予算=799.069 百万 Nu）
11	デオタン-サムドゥプチョリン	50	現道あり
12	サムドゥプチョリン-サムラン	23	建設中（10 次 5 ヶ年計画、ADB（RNP2））
13	サムラン-ジョモタンカ	84	計画中（11 次 5 ヶ年計画、予算=1,221.340 百万 Nu）
	計	723	

出所：DoR

ゲレフ-パンバン区間については、マナス国立公園内を通過するが、第 4 代国王より正式に建設許可が下りており、MoWHS のセクレタリーから GNHC のセクレタリー宛にオフィシャルレター（DoR/DIR/2012-13/4615, dated on April 9, 2013）が出されている（添付資料-5 参照）。本区間の道路建設は、Environment Friendly Road Construction（EFRC）の技術を用いて行われる予定であり、森林伐採の影響を最小限に食い止め、また野生動物保護条例に従って野生動物の横断を考慮した設計をするようである。

## 6-8. 各国道の重要度の整理

第 6-1 章に記述した分析の視点及び方法に基づき、各国道の重要度をまとめたものが表 6-6 である。それぞれの評価視点に対して 3 段階 (A、B、C) で評点を付け、5 つの評価視点の合計点が 24 点以上 (平均評点 4 点以上) の場合に重要度 A とした。各国道で現況交通量や貧困層への裨益効果など差があるものの、いずれも「ブ」国内の主要な幹線道路であることに変わりはないため、国道 3 号線以外の全ての既存国道の重要度が A 判定となっている。

＜表 6-6＞各国道の重要度分析結果

国道名	重要度 (JICA調査 団として)	評価視点						評価 (A=5, B=3, C=1)
		路線の位置づけ ／特徴	交通量 (日平均)	5ヶ年計画優先度 (「ブ」国政府方針)	物流	貧困層への便益	沿線の国家プロジェ クト(国家開発への 寄与)	
国道1号線	A	A 「ブ」国で唯一、東西 方向に横断している 国道である。	A 約1,700台／日 (2014年にDochula で調査)	A 第11次5ヶ年計画で 計画されている。	A 東西方向唯一の幹 線道路であり、国内 物流の最重要路線 である。	A ウオンディホ'ダン、トンサ、 モンガル、タシガンの貧 困層に有益である。	A マンデチュ水力発 電、プナチャンチュ 水力発電の実施 中。将来的な水力 発電計画あり。	30
国道2号線	A	A 首都ティンパーとフツオリ ン(国境都市)を直接 結ぶ重要な路線で あり、アンハイウェイ (AH-48)に指定さ れている。	A 約1,000台／日 (2014年に Rinchendingで調査)	B DANTAKIによりダム チュ〜チュカバイバ ス計画がされている。	A インドから輸入される 物資の8割以上がフ ツオリンから入国し ており、国道2号線 を経由して流通して いる。	A チュカの貧困層に有 益である。	A 沿道のプナカ水力発 電将来的な水力発 電所建設計画がいく つかある。	28
国道3号線	B	A タシガンとサム'ウブジ ン(国境都市)を結 び、タシガンで国道1号 線に接続する。	B 約600台／日 (2014年に Trashigangで調査)	B 道路拡幅事業が実 施されている。	B サム'ウブジンから入 国するインドからの物 資は全体の約6%に 過ぎず、国道3号線 を経由して国内に流 通する物資は依然と して少ない。	A タシガンとサム'ウブジ ンの貧困層に有益で ある。	B コロントチュ水力発 電の計画があるが、メ インの物流ルートは 国道1号線である。	21
国道4号線	A	A トンサとケレフ(国境都 市)を結び、トンサで国 道1号線に接続す る。	C 約430台／日 (2014年にGeleg Zamで調査)	A 第10次5ヶ年計画で 計画されている。	B ケレフから入国するイ ンドからの物資は全 体の約4%に過ぎず、 国道4号線を経由し て国内に流通する 物資は依然として少 ない。	A シムガンとトンサ の貧困層に有益で ある。	A マンデチュ水力発電 を実施中。	24
国道5号線	A	A 国境都市であるケレ フやサルバンとウオン ディホ'ダンを結び、ウオン ディホ'ダンで国道1号線に 接続する。	C 約450台／日 (2014年にSarpang で調査)	A 第10次5ヶ年計画で 計画されている。	B ケレフから入国するイ ンドからの物資は全 体の約4%に過ぎず、 国道5号線を経由し て国内に流通する 物資は依然として少 ない。	A ウオンディホ'ダン、ダガ ナ、チランの貧困層に 有益である。	A プナサンチュウ/11水 力発電、タガチュ水 力発電の実施中。	24
南部東西 回廊	-	A 国道1号線の代替路 線として非常に重要 である。	-	A 第11次5ヶ年計画で 計画されている。	-	A インド国境の複数県 の貧困層に有益で ある。	A 将来的な水力発電 所建設計画がいくつ かある。	-

出所：調査団作成

国道の重要度とは別に、我が国援助による改修の必要性について取りまとめたものが表 6-7 である。表 6-7 に示す 3 つの評価視点に関して 3 段階で定性的な評価を行った結果、国道 1 号線、国道 4 号線、南部東西回廊は、将来的に我が国の支援対象として重要な路線であると判断した。

＜表 6-7＞我が国援助による改修の必要性

国道名	優先度 (JICA調査 として)	評価視点			摘 要
		道路幾何構造/ 路面状態の欠陥	自然災害への緊急 対策の必要性	ドナーによる資金援 助の必要性	
国道1号線	1	中 DoRIによる拡幅工 事、維持管理が実 施されている。	高 地すべり/落石/ 壁面崩壊、洪水、雪 害に対して。	高 現在のところ資金援 助先は無し。	DoRからJICAへの 協力要請のニーズ が高い。
国道2号線	2	中 DANTAKによる拡幅 工事、維持管理が 実施されている。	中 地すべり/落石/ 壁面崩壊、洪水に 対して。	低 DANTAKが管理して いる。	-
国道3号線	2	高 -	高 地すべり/落石/ 壁面崩壊、洪水に 対して。	低 DANTAKが管理して いる。	-
国道4号線	1	高 マンデチュウ水力発 電の工事車両によ る有害なダメージが 発生している。	高 地すべり/落石/ 壁面崩壊、洪水に 対して。	中 インド政府が援助し ている(北部の水力 発電関連地域の み)。	DoRからJICAへの 橋梁架け替えの協 力要請ニーズが高 い。
国道5号線	2	高 ブナサンチュウI/II水 力発電の工事車両 による有害なダメ ージが発生している。	高 地すべり/落石/ 壁面崩壊、洪水に 対して。	低 インド政府が援助し ている(水力発電関 連)。	-
南部東西 回廊	1	高 既存道路のみを対 象。	高 地すべり/落石/ 壁面崩壊、洪水に 対して。	中 ADB、インド政府、 WBが支援している。	DoRからJICAへの 協力要請のニーズ が高い(特に、マオ コラ橋の建設)。

出所：調査団作成



## 第7章 各国道における交通阻害要因の分析

### 7-1. 現地踏査結果の整理

各国道における交通阻害要因の分析は、現地踏査結果及び関係機関へのヒアリング結果に基づいて行う。以下に、交通阻害に関するとと思われる国道における現況の問題点について整理する。なお、交通阻害要因の分析は、第6章に既述したように、将来的に我が国の支援対象として重要な路線であると判断された国道1号線、国道4号線、南部東西回廊の3国道についてのみ行う。

#### (1) 狭隘な車道幅員

【対象国道】国道1号線、国道4号線、南部東西回廊（既存区間のみ）

道路、橋梁ともに、1車線分しか車道幅員が確保できない区間が多く存在している。現状では、特に地方部においては交通量が少ないことから、交通渋滞などの問題は発生していないが、今後の交通量の増加や大型車両の増加に伴い、交通渋滞や追い越し時の交通事故が発生する可能性が増すと考えられる。



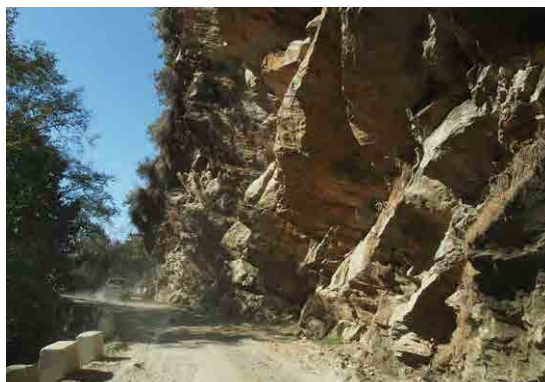
出所：調査団撮影

＜図 7-1＞南部東西回廊の狭幅員橋梁（Diana Kuephen zam 橋）

#### (2) 急峻な地形と岩場の存在による不十分な幾何構造

【対象国道】国道1号線、国道4号線

国道1号線及び国道4号線の現地踏査において、多くの岩盤露出斜面ではオーバーハングが確認された。このような箇所においては、張り出した岩場を避けるために曲線半径が小さな平面曲線となっており、また視距や建築限界の十分に確保されていない。このため、旅行時間の損失や、見通しが悪いことによる交通事故（主に正面衝突）が生じており、安全で快適な走行の妨げとなっている。



出所：調査団撮影

＜図 7-2＞国道1号線のオーバーハングした岩盤斜面



### (3) 橋梁の損傷・老朽化

#### 【対象国道】国道1号線、国道4号線、南部東西回廊（既存区間のみ）

建設年度が古い橋梁や、損傷・破損等が生じている橋梁が存在しており、今後交通量の増加に伴って重車両が増加した場合に橋梁の損傷や損壊が生じる危険性がある。本調査においては、現地踏査において橋梁の健全度調査を実施しており、その結果は第7-2章に詳述する。



出所：調査団撮影

(左) Nangni zam (Za lamchu) 橋 (PNH1)、(右) Chaplekhola zam 橋 (PNH4)

<図 7-3>老朽化した橋梁

### (4) 耐荷力不足の橋梁

#### 【対象国道】国道1号線、国道4号線、南部東西回廊（既存区間のみ）

同一国道上の橋梁でも橋毎に耐荷重にバラつきがあるのが現状である。また、仮設橋であるベイリー橋も多く、コンクリート橋などの永久橋に比べて耐荷重が小さくなっている。今後水力発電所建設に伴って重量車両の通行が増加することにより、橋梁の損壊や損傷被害が出る可能性があるため、橋梁の耐荷重不足がボトルネックとなると考えられる。

国道1号線については、「ブ」国の発展にとって非常に重要なマンデチュ発電所建設プロジェクトに使用するトランスフォーマーの輸送を円滑に行う上で既設橋の耐荷重40R(=約58.5トン)が足りないことがボトルネックとなっている。トランスフォーマーの重量は、トランスフォーマー本体が85トン、それを運ぶトレーラーが20トンで計105トンである。



出所：調査団撮影

<図 7-4>国道1号線の Chuzomsa zam 橋 (耐荷重=40R)

### (5) 斜面崩壊による道路閉鎖

#### 【対象国道】国道1号線、国道4号線、南部東西回廊（既存区間のみ）

「ブ」国の全ての国道において問題になっているのが、斜面崩壊による道路閉鎖である。国道1号線及び国道4号線の現地踏査においても、多くの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不安定な無対策斜面が多く確認された。しかし、特に地方部では交通量が少ないため、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っていない。よって、大規模崩壊による長期の通行止めのみが対策の対象となっているのが現状である。大規模な斜面崩壊により道路が閉鎖されると、人流及び物流が長期間にわたって寸断される危険性もある。



出所：調査団撮影

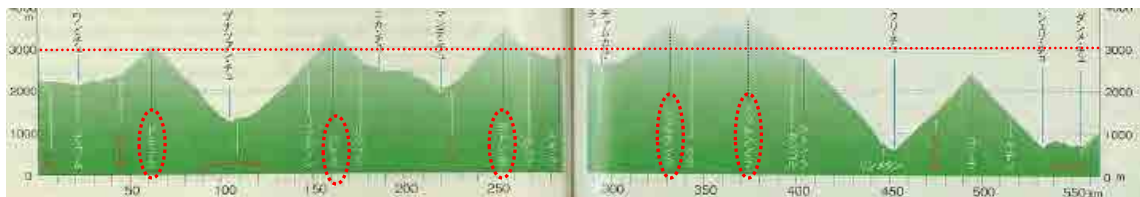
<図 7-5> 国道 4 号線の斜面崩壊地点の状況

#### (6) 雪害による道路閉鎖

##### 【対象国道】 国道 1 号線

国道 1 号線には、標高 3,000m 以上の峠が 5 か所存在する (図 7-6 参照)。ドチュラ峠 (標高 3,150m)、ペレラ峠 (標高 3,360m)、ヨトンラ峠 (標高 3,400m)、シェルタンラ峠 (標高 3,596m)、トムシンラ峠 (標高 3,740m) である。高標高であるために冬期には降雪があり、勾配のきつい道路上に積雪すると車は登坂することができず、DoR 地方事務所が実施している除雪作業を長い車列を作って待たなければならないため、冬期のボトルネック箇所となっていると言える。トムシンラ峠における積雪時の様子と DoR による除雪の様子を図 7-7 に示す。DoR リミタン地方事務所へのヒアリングによると、トムシンラ峠における除雪作業の内容は以下のとおりである。

- ・ 作業実績：(2012 年) 2,000,000Nu/年、(2013 年) 1,500,000Nu/年
- ・ 作業内容：ペイローダーによる除雪 (平均作業範囲=延長 15km×幅 6m×厚さ 15cm) 融雪剤 (塩化カルシウム) の散布
- ・ DoR リミタン地方事務所所有の建機：ペイローダー、チッパー



出所：地球の歩き方 ('12~'13)

<図 7-6> 国道 1 号線の標高グラフ



出所：DoR

<図 7-7> トムシンラ峠における積雪時の様子と DoR による除雪の様子（2009 年）

### （7） 高標高地域での舗装の損傷

#### 【対象国道】 国道 1 号線

前述の国道 1 号線の 5 つの峠の内、トムシンラ峠北側斜面の延長約 5km 区間については、冬期の低温・積雪、また日照時間の不足のために、舗装の表層が失われて上層路盤が露出している状態で放置されている。当該区間は、2004 年に ADB の支援で舗装打ち替えが行われたが、失敗に終わっている。その後、DoR 自ら再舗装を繰り返してきたが、いずれも失敗に終わっており、現在に至っている。路面状況が悪いことにより、旅行時間の損失や車両の損傷などの影響が発生するため、交通阻害要因となっていると言える。



出所：調査団撮影

<図 7-8> トムシンラ峠北側斜面道路の状況

### （8） 豪雨による道路閉鎖

#### 【対象国道】 国道 4 号線、南部東西回廊（既存区間のみ）

南部の現道については、盛土高さを決定する際に、河川の高水位が考慮されていない箇所が多い。そのような箇所においては、大雨で河川が増水した場合に水が路面を越流し、道路が冠水することにより車両の通行が寸断されてしまう。現地でのヒアリングによると、図 7-9 に示す国道 4 号線のゲレフ市内においては、雨期で大雨が降ると図の矢印の箇所で越流し、道路が寸断される。



出所：調査団撮影  
 <図 7-9> 国道 4 号線の状況

(9) 国道 1 号線（東西道路）の代替路線の欠如

**【対象国道】 南部東西回廊**

現在の北部東西回廊（PNH-1）の代替路線として重要な南部東西回廊の未接続区間の建設が遅れており、「プ」国内のみで安全で便利な物資輸送路を確保する上でのボトルネックとなっている。



出所：調査団撮影（ゲレフ市内側から計画中心線を撮影）  
 <図 7-10> 南部東西回廊の未接続区間の状況（マオコラ橋アプローチ部）



## 7-2. 既存橋梁の健全度判定

### 7-2-1. 調査対象橋梁の整理

#### (1) 橋梁の基本情報

国道の現状及び既存インフラの状況を確認するために、現地踏査を実施した。対象橋梁は、表 7-1 の調査対象橋梁リストに掲載されている 23 橋である。また、次頁に位置図を示す。

＜表 7-1＞調査対象橋梁

	No	橋梁名	上部エタイプ	延長		幅員(m)	建設年	
				m	フィート			
A) PNH1	A-1	Semtokha flyover橋	RCT-Beam	15		4.75	1964	
	A-2	Prakhadrang II 橋	BB		80	3.27	2004	
	A-3	Namling zam橋	BB		90	3.27	2003	
	A-4	Gektong zam橋	BB		110	4.27	2012	
	A-5	Tangchu zam橋	RCCT-Beam	33.5		4.5	1987	
	A-6	Rabten zam橋	RCCT-Beam	25		4.5	1982	
	A-7	Gyetsha zam橋	RCCT-Beam	23.6		4.5	1981	
	A-8	Bong zam橋	RCCT-Beam	23.6		4.5	1981	
	A-9	Nangni zam橋	RCCT-Beam	24.7		4.5	1982	
	A-10	Nikachu zam橋	RCCT-Beam	28		4.5	1982	
	A-11	Chuzomsa zam橋	RCCT-Beam	28		4.5	1988	
B) PNH4	B-1	Passang zam橋	Steel Hemilton	40		7.5	1970	
	B-2	Beteni zam橋	RC-T Beam	25		4.2	1987	
	B-3	Katley III 橋	RCCT-Beam	25		4.5	1981	
	B-4	Chaplekhola橋	RCCT-Beam	20		4.5	1969	
	B-5	Geleg(Aie) zam橋	Steel-Truss	120		4.3	2001	
	B-6	Samkhara zam橋	Steel-Truss	61		4.3	2001	
	B-7	Telegangchu zam橋	RCCT-Beam	25		4.5	1981	
C)南部東西回廊	C-1	Diana Kuephen zam橋	RSB&BB		1020	3.27	2003	
	C-2	Dramzang zam橋	BB		380	3.27	1990	
	C-3	Jitti zam橋	BB		250	3.27	2001	
D)南部東西回廊	D-1	Maokhola zam橋	New Bridge Proposal					
E)Paro市内	E-1	Dopshari zam橋	RCT-Beam	28.8		4.5	不明	

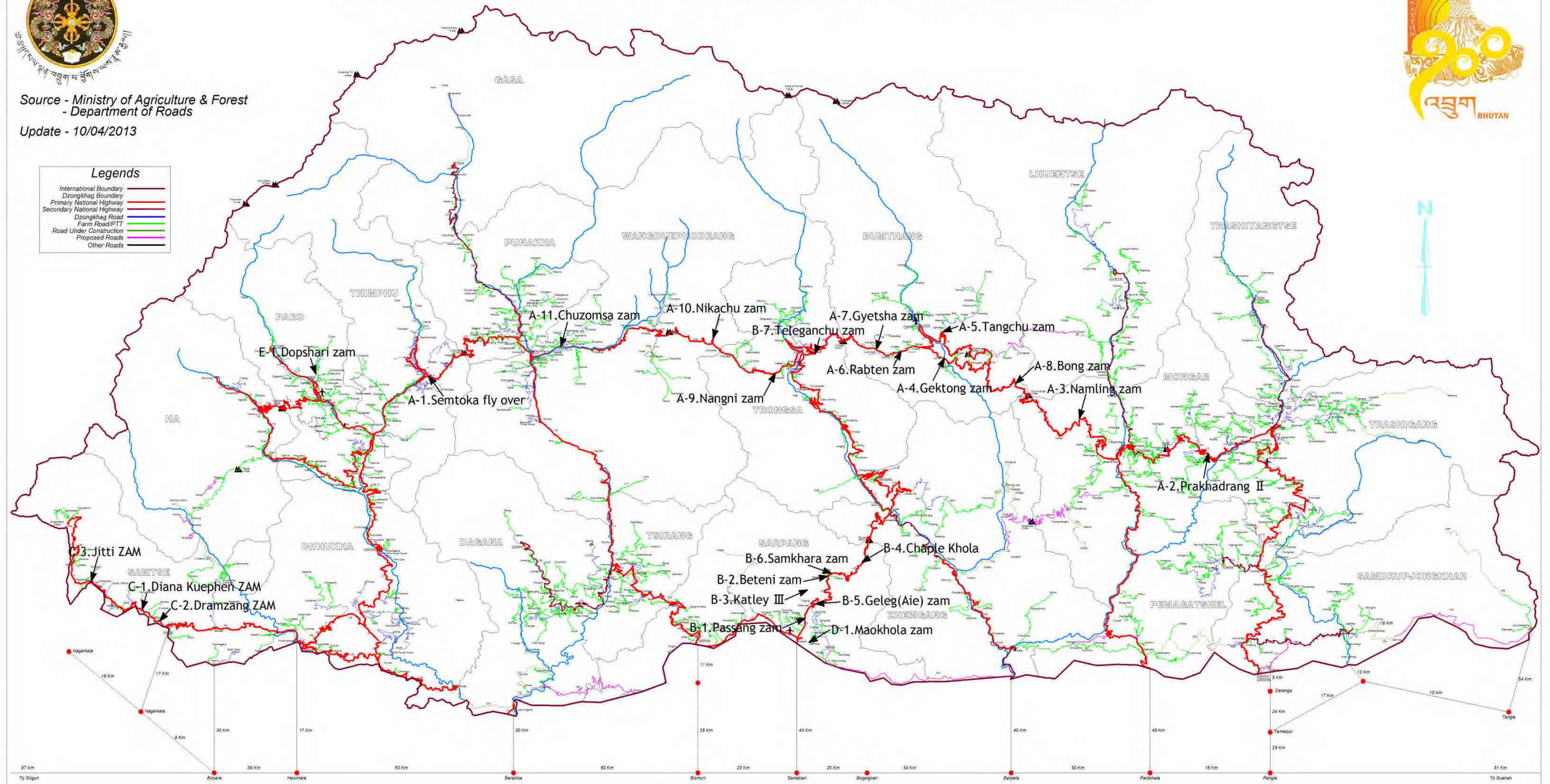
出所：調査団作成

# ROAD NETWORK OF BHUTAN



Source - Ministry of Agriculture & Forest  
- Department of Roads  
Update - 10/04/2013

Legends	
International Boundary	Red line
Dzongkhag Boundary	Thin red line
Primary National Highway	Thick red line
Secondary National Highway	Thin red line
Dzongkhag Road	Blue line
Farm Road/FTT	Green line
Road Under Construction	Yellow line
Proposed Roads	Purple line
Other Roads	Black line



出所：調査団作成  
〈図 7-11〉対象橋梁位置図



(2) 既存の調査資料

対象橋梁の一部について、2006年にDoR(担当: Karma Tenzin、辻野 JICA 専門家(2006年当時))による橋梁の健全度点検が実施されている。健全度点検では、橋梁名、路線名、橋梁諸元の整理と、橋梁の部材毎の健全度評価が行われている。以下にその一例を添付する。

[Basic Data]

Bridge Name:		Semtokha Flyover Zam (TH-15)	
①	Geographic Data	(1) Road Name	Semtokha - Trashigang Highway
		(2) Dzongkhag	Thimphu
		(3) Division/Agency	FD, DoR, Thimphu
		(4) Location (km)	0 (from Semtokha)
②	Bridge Data	(5) Type of Bridge	RCC Slab
		(6) Bridge Length [m]	9.75
		(7) Bridge Span [m]	9.0
		(8) Effective Width [m]	4.1
		(9) Total Width [m]	4.9
		(10) Height of bridge from the Road level [m]	5.8
		(11) Height of abutment(L/B) [m]	5.7
		(12) Height of abutment(R/B) [m]	5.7
		(13) Height of pier [m]	N.P.
		(14) Type of Deck	RCC
		(15) Type of Pavement	Asphalt
		(16) Type of wheel guard	RCC
		(17) Type of Abutment	RRM
		(18) Loading Capacity [t]	40
		(19) Year of Construction	N/A
		(20) Final Record of repair	N/A
		(21) Traffic Volume [veh/day]	N/A

Date of Record:	20th, Jul, 2006
Name:	Hiroshi Tsujino Karma Tenzin

[Inspection Data]

Bridge Name:		Semtokha Flyover Zam (TH-15)		Total Condition <b>C</b> [A:Very good, B(good), C, D, E:Very bad]				
Bridge Parts		Rating						Remarks
① Foundations	Footings	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Piles	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
② Substructure	Abutment(L/B)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Abutment(R/B)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Pier	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Wing Wall(L/B/US)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Wing Wall(L/B/DS)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Wing Wall(R/B/US)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Wing Wall(R/B/DS)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Enbankment	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
③ Superstructure	Pavement	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Slab	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Panels(Bailey)	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Main Girder	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Cross Girder	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Stringer	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Sway Bracing	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Lateral Bracing	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Tower	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Cable	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Wheel Guard	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
④ Others	Drain	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	
	Others	V.G	G	F	P	N.P.	N/A	

Date of Record:	20th, Jul, 2006
Name:	Hiroshi Tsujino Karma Tenzin

出所 : DoR

<図 7-12> 既存の健全度点検資料 (1)



[Comments/Findings]

①	Defects on main girder is due to hitting by the over loading height of the public carrier
②	Recommended to provide H-shape steel to protect the main girder
③	Reinforcement bar revealing
④	White washing has been carried out
⑤	For details kindly refer the photographs.
⑥	-
⑦	-
⑧	-
⑨	-
⑩	-

Date of Record:	20th.Jul,2006
Name:	Hiroshi Tsujino Karma Tenzin

Signature:

1

2

[Bridge Condition Photos] Bridge Name: Semtokha Flyover Zam (TH-15) Date: 20th,Jul,2006



出所 : DoR

<図 7-13> 既存の健全度点検資料 (2)

(3) 既存点検結果を用いた照査結果

本調査の対象橋梁について、2006年にDoRが実施した橋梁の健全度点検結果と比較して照査を行った。表7-2に照査結果を整理する。

<表7-2>照査結果

路線名	No	橋梁名	DoRの健全度評価	コメント
A) PNH1	A-1	Semtokha flyover	桁に鉄筋露出。	
	A-2	Prakhadrang II	特に無し	名前の変更。「Youdiri Zam」⇒「Prakhadrang II」
	A-3	Namling zam	特に無し	
	A-4	Gektong zam	—	2012年に完成のため、レポートは無い。
	A-5	Tangchu zam	橋脚の洗掘対策、付属物を要補修。	名前の変更。「Mambar Tsho Zam」⇒「Tangchu zam」
	A-6	Rabten zam	洗掘対策、付属物を要補修。	Tujino report中の写真が異なる。
	A-7	Gyetscha zam	特に無し	Tujino report中の写真が異なる。(別地域の橋梁) 名前の変更。「Gayzamchu Zam」⇒「Gyetscha zam」
	A-8	Bong zam	付属物を要補修。	
	A-9	Nangni zam	洗掘対策、付属物を要補修。	名前の変更。「Naagina zam」⇒「Nangni zam」
	A-10	Nikachu zam	付属物を要補修。	Tujino report中の写真が異なる。(別の地域の橋梁)
	A-11	Chuzomsa zam	付属物を要補修。	
B) PNH4	B-1	Passang zam	鋼材を要補修(塗装)。	
	B-2	Beteni zam	床版・舗装を要補修。橋台にひび割れ。	
	B-3	Katley III	舗装を要補修。	名前の変更。「Katley Zam( I )」⇒「Katley III」
	B-4	Chaplekhola	舗装・付属物を要補修。	名前の変更。「Chaplechu Zam」⇒「Chaplekhola」
	B-5	Geleg(Aie) zam	鋼材を要補修(塗装)。 パラペット補修。	名前の変更。「Geleg zam」⇒「Geleg(Aie) zam」
	B-6	Samkhara zam	鋼材を要補修(塗装)。	名前の変更。「Samkhar zam」⇒「Samkhara zam」
	B-7	Telegangchu zam	床版・舗装を要補修。橋台にひび割れ。	
C) 南部東西回廊	C-1	Diana Kuephen zam	アンカレイジのひび割れ。主塔の傾斜。	
	C-2	Dramzang zam	両橋台の遊離石灰。橋脚にひび割れ。	名前の変更。「Chamurchi Zam」⇒「Dramzang zam」
	C-3	Jitti zam	橋脚の洗掘。路面の凹凸。	
E) Paro市内	E-1	Dopshari zam	床版・付属物を要補修。 橋脚の洗掘対策。	

出所：調査団作成

## 7-2-2. 対象橋梁の健全度判定結果

### (1) 調査の基本方針

本調査では、DoR による既存の健全度点検結果を踏まえ、国土交通省の損傷評価基準 (a～e) に準拠した健全度評価を行う。評価基準の内容は以下の通りである。また、点検の主の方法は遠望目視とし、近接が可能の場合は近接目視を行う。

#### a) 損傷の状況を判断・記録するもの ※橋梁本体

工種	部材	材料	損傷の種類	目視点検による確認可否		損傷評価基準 (a～e) (参考: 国土交通省)
				遠望目視	近接目視	
上部工	床版	コンクリート	剥離・鉄筋露出	○	○	a: 無 b:- c: 剥離 d: 鉄筋露出(小) e: 鉄筋露出(大)
			漏水・遊離石灰	○	○	a: 無 b:- c: 漏水 d: 遊離石灰 e: 遊離石灰+錆汁
			床版ひびわれ	○	○	下表参照
			抜け落ち	△	○	a: 無 b:- c:- d:- e: 有
			うき	△	○	a: 無 b:- c:- d:- e: 有
	主構	鋼	腐食	○	○	下表参照
			亀裂	×	○	a: 無 b:- c: 塗膜割れ d:- e: 直下の亀裂が明白
			ボルトのゆるみ・脱落	△	○	a: 無 b:- c: 一群の5%未満 d:- e: 一群の5%以上
			破断	△	○	a: 無 b:- c:- d:- e: 有
		防食機能の劣化	△	○	a: 無 b:- c: 局所的なうき d: 剥離 e: 剥離と点錆	
		コンクリート	ひびわれ	○	○	下表参照
			剥離・鉄筋露出	○	○	a: 無 b:- c: 剥離 d: 鉄筋露出(小) e: 鉄筋露出(大)
漏水・遊離石灰	○		○	a: 無 b:- c: 漏水 d: 遊離石灰 e: 遊離石灰+錆汁		
下部工	躯体	コンクリート	ひびわれ	○	○	下表参照
			剥離・鉄筋露出	○	○	a: 無 b:- c: 剥離 d: 鉄筋露出(小) e: 鉄筋露出(大)
			漏水・遊離石灰	○	○	a: 無 b:- c: 漏水 d: 遊離石灰 e: 遊離石灰+錆汁
			変状・変形	○	○	a: 無 b:- c:- d:- e: 有
			ブロック積	コンクリート	ひびわれ	○
	剥離・鉄筋露出	○			○	a: 無 b:- c: 剥離 d: 鉄筋露出(小) e: 鉄筋露出(大)
	漏水・遊離石灰	○			○	a: 無 b:- c: 漏水 d: 遊離石灰 e: 遊離石灰+錆汁
	変状・変形	○			○	a: 無 b:- c:- d:- e: 有
	変状・変形	○			○	a: 無 b:- c:- d:- e: 有

#### 【床版ひびわれ】

区分	一般的状況	図
a	【ひびわれ間隔と性状】 ひびわれは主として1方向のみで、最小ひびわれ間隔が概ね1.0m以上 【ひびわれ幅】 最大ひびわれ幅が0.05mm以下(ヘアークラック程度)	
b	【ひびわれ間隔と性状】 1.0m～0.5m、1方向が主で直行方向は従い、かつ格子状でない 【ひびわれ幅】 0.1mm以下が主であるが、一部に0.1mm以上も存在する	
c	【ひびわれ間隔と性状】 0.5m程度、格子状直前のも 【ひびわれ幅】 0.2mm以下が主であるが、一部に0.2mm以上も存在する	
d	【ひびわれ間隔と性状】 0.5m～0.2m、格子状に発生 【ひびわれ幅】 0.2mm以上がかなり目立ち部分的な角落ちもみられる	
e	【ひびわれ間隔と性状】 0.2m以下、格子状に発生 【ひびわれ幅】 0.2mm以上が目立ち進歩的な角落ちが生じている	

#### 【鋼材腐食】

区分	一般的状況
a	損傷無し
b	錆は表面的であり、著しい板厚の減少は視認できない。また、錆腐蝕所の面積も小さく局部的である。
c	錆は表面的であり、著しい板厚の減少は視認できないが、着目部分の全体的に錆が生じているか、着目部分に広がりのある発錆箇所が複数ある。
d	錆は表面的に発生し、板厚の減少が発生し始めているのが視認でき、着目部分の全体的に錆が生じているか、着目部分に広がりのある発錆箇所が複数ある。
e	鋼材表面に著しい影響が生じているか、または明らかな板厚減少が視認でき、着目部分の全体的に錆が生じているか、着目部分に広がりのある発錆箇所が複数ある。

#### 【コンクリートひびわれ】

区分	一般的状況
a	損傷無し
b	ひびわれ幅が小さく(RC構造物0.2mm未満)、ひびわれ間隔が大きい(最小ひびわれ間隔が概ね0.5m以上)
c	ひびわれ幅が小さく(RC構造物0.2mm未満)、ひびわれ間隔が小さい(最小ひびわれ間隔が概ね0.5m未満)
d	ひびわれ幅が中位(RC構造物0.2mm以上0.3mm未満)で、ひびわれ間隔が大きい(最小ひびわれ間隔が概ね0.5m以上)
e	ひびわれ幅が中位(RC構造物0.2mm以上0.3mm未満)で、ひびわれ間隔が小さい(最小ひびわれ間隔が概ね0.5m未満)
e	ひびわれ幅が大きく(RC構造物0.3mm以上)、ひびわれ間隔が小さい(最小ひびわれ間隔が概ね0.5m未満)

b) 損傷の有無を判断・記録するもの ※橋梁付属物

工種	部材	損傷の種類	内容	損傷評価基準 (a～e) (参考:国土交通省)
支承部	支承本体	機能障害	激しく腐食している。部品が損傷・硬化・脱落している。	a:無 b:- c:- d:- e:損傷により機能が低下
		異常な音	車両走行時に異常な音がある。	a:無 b:- c:- d:- e:有
	沓座・モルタル	土砂詰り	土砂や水がたまっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有
変形・欠損		モルタルがひびわれ、部分的に欠損している。	a:無 b:- c:局部的に有 d:- e:著しく欠損	
路上	高欄・防護柵	変形・欠損	車両の衝突などにより壊れている。 道路利用者の通行に危険と思われる箇所がある。	a:無 b:- c:局部的に有 d:- e:著しく欠損
路面	舗装	舗装の異常	穴や大きなへこみ、ひびわれがある。	a:無 b:- c:- d:- e:ひびわれ幅が5mm以上等
		路面の凹凸	道路利用者の通行に危険と思われる箇所がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上
	伸縮装置	路面の凹凸	大きな段差がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上
		遊間の異常	壊れている。	a:無 b:- c:軽微なズレ d:- e:分離or接触。
排水装置	土砂詰り	土砂や舗装のオーバーレイによって詰まっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	
	漏水・滞水	排水装置が壊れていて、排水が桁などにかかる。	a:無 b:- c:- d:- e:漏水・滞水	
橋梁全体	異常なたわみ	通常(死荷重時)では生じないたわみがある。	a:無 b:- c:- d:- e:有	
	沈下・移動・傾斜	基礎、支承等に沈下・移動・傾斜が生じている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	
	洗掘	躯体や周辺の土が流水により削られ消失することをいう。	a:無 b:- c:洗掘有 d:- e:著しく洗掘	
	その他	不法占拠、落書き、鳥害、火災による損傷等	記録のみ	

出所：国土交通省  
 <図 7-14> 評価基準

(2) 調査結果

<表 7-3> 損傷評価一覧 (PNH1 : A-1~A-11 橋梁)

◎損傷の状況を判断・記録するもの

工種	部材	材料	損傷の種類	目視点検による確認可否		損傷評価基準 (a~e) (参考:国土交通省)	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11			
				遠望目視	近接目視		Semtokh a flyover	Prakhrad ang II	Namling zam	Gektong zam	Tangchu zam	Rabten zam	Gyetsha zam	Bong zam	Nangni zam	Nikachu zam	Chuzoms a zam			
上部工	床版	コンクリート	剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)	a				a	a	a	a	a	a	a	a		
			漏水・遊離石灰	○	○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a	
			床版ひびわれ	○	○	別添	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
			抜け落ち	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
			うき	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	主構	鋼	腐食	○	○	別添		a	a	a										
			亀裂	×	○	a:無 b:- c:塗膜割れ d:- e:直下の亀裂が明白		未確認	未確認	未確認										
			ボルトのゆるみ・脱落	△	○	a:無 b:- c:一群の5%未満 d:- e:一群の5%以上		a	a	a										
			破断	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有		a	a	a										
		防食機能の劣化	△	○	a:無 b:- c:局所的なうき d:剥離 e:剥離と点錆		a	a	a											
		コンクリート	ひびわれ	○	○	別添	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a	
			剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)	a				a	a	d	d	a	a	a	a	a	
漏水・遊離石灰	○		○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a			
うき	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a				
下部工	躯体	コンクリート	ひびわれ	○	○	別添	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d	a			
			剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)	a	a	a	a	d	a	a	a	a	a	a	d		
			漏水・遊離石灰	○	○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		
	ブロック積	変状・変形	○	○	a:無 b:- c:- d:- e:有						a	a	a	a	a	a				

◎損傷の有無を判断・記録するもの

工種	部材	損傷の種類	内容	損傷評価基準 (a~e) (参考:国土交通省)	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	
					Semtokh a flyover	Prakhrad ang II	Namling zam	Gektong zam	Tangchu zam	Rabten zam	Gyetsha zam	Bong zam	Nangni zam	Nikachu zam	Chuzoms a zam	
支承部	支承本体	機能障害	激しく腐食している。部品が損傷・硬化・脱落している。	a:無 b:- c:- d:- e:損傷により機能が低下		a	a	a	a	a	a	a	e	a	未確認	
		異常な音	車両走行時に異常な音がある。	a:無 b:- c:- d:- e:有		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	沓座・モルタル	土砂詰り	土砂や水がたまっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有		a	a	a	e	a	未確認	未確認	e	a	未確認	
		変形・欠損	モルタルがひびわれ、部分的に欠損している。	a:無 b:- c:局所的に有 d:- e:著しく欠損		a	a	a	a	a	未確認	未確認	未確認	a	未確認	
路上	高欄・防護柵	変形・欠損	車両の衝突などにより壊れている。 道路利用者の通行に危険と思われる箇所がある。	a:無 b:- c:局所的に有 d:- e:著しく欠損	e				c	a	c	c	e	e	a	
					e				a	a	a	a	e	e	a	
路面	舗装	舗装の異常	穴や大きなへこみ、ひびわれがある。	a:無 b:- c:- d:- e:ひびわれ幅が5mm以上等	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
		路面の凹凸	道路利用者の通行に危険と思われる箇所がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上	a	a	e	a	c	a	a	a	a	c	c	
	伸縮装置	路面の凹凸	大きな段差がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上	a				c	a	a	a	a	a	c	c
		遊間の異常	壊れている。	a:無 b:- c:軽微なズレ d:- e:分離or接触。	a				a	a	a	a	a	a	a	a
排水装置	土砂詰り	土砂や舗装のオーバーレイによって詰まっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有					a	e	a	c	a	e	a		
	漏水・滞水	排水装置が壊れていて、排水が桁などにかかる。	a:無 b:- c:- d:- e:漏水・滞水					a	a	a	a	e	e	e		
橋梁全体	異常なたわみ	通常(死荷重時)では生じないたわみがある。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
	沈下・移動・傾斜	基礎、支承等に沈下・移動・傾斜が生じている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
	洗掘	躯体や周辺の土が流水により削られ消失することをいう。	a:無 b:- c:洗掘有 d:- e:著しく洗掘	a	a	a	a	a	c	a	a	e	a	a		
	その他	不法占拠、落書き、鳥害、火災による損傷等	記録のみ	工事中	-	-	-	a	a	a	a	-	支承高が異なる	-		

出所:調査団作成



<表 7-4> 損傷評価一覧 (PNH4 : B-1~B-7 橋梁)

◎損傷の状況を判断・記録するもの

工種	部材	材料	損傷の種類	目視点検による確認可否		損傷評価基準 (a~e) (参考:国土交通省)	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	
				遠望目視	近接目視		Passang zam	Beteni zam	Katley III	Chaplekhola	Geleg(Aie) zam	Samkhara zam	Telegangchu zam	
上部工	床版	コンクリート	剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)	c	a	a	a	a	a	e	
			漏水・遊離石灰	○	○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁	c	a	a	a	a	d	a	
			床版ひびわれ	○	○	別添	b	a	a	a	a	d	a	
			抜け落ち	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a	
			うき	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a	
	主構	鋼	腐食	○	○	別添	c				b	b		
			亀裂	×	○	a:無 b:- c:塗膜割れ d:- e:直下の亀裂が明白	未確認				未確認	未確認		
			ボルトのゆるみ・脱落	△	○	a:無 b:- c:一群の5%未満 d:- e:一群の5%以上	a				a	a		
			破断	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a				a	a		
		防食機能の劣化	△	○	a:無 b:- c:局部的なうき d:剥離 e:剥離と点錆	e				e	e			
		コンクリート	ひびわれ	○	○	別添		a	a	c				a
			剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)		a	a	d				d
漏水・遊離石灰	○		○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁		a	a	a				a		
うき	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有		a	a	a				a			
下部工	躯体	コンクリート	ひびわれ	○	○	別添	間詰め無	d (コールドジョイント)	a	a	e	a	a	
			剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)	a	a	a	a	a	a	a	
			漏水・遊離石灰	○	○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁	a	a	a	a	e	a	a	
		ブロック積	変状・変形	○	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	e	a	e(要調査)	a			a	

◎損傷の有無を判断・記録するもの

工種	部材	損傷の種類	内容	損傷評価基準 (a~e) (参考:国土交通省)	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
					Passang zam	Beteni zam	Katley III	Chaplekhola	Geleg(Aie) zam	Samkhara zam	Telegangchu zam
支承部	支承本体	機能障害	激しく腐食している。部品が損傷・硬化・脱落している。	a:無 b:- c:- d:- e:損傷により機能が低下	e	e	未確認	e	a	a	e
		異常な音	車両走行時に異常な音がする。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a
	沓座・モルタル	土砂詰り	土砂や水がたまっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	e	e	未確認	a	a	e	a
		変形・欠損	モルタルがひびわれ、部分的に欠損している。	a:無 b:- c:局部的に有 d:- e:著しく欠損	未確認	未確認	未確認	a	e	a	a
路上	高欄・防護柵	変形・欠損	車両の衝突などにより壊れている。 道路利用者の通行に危険と思われる個所がある。	a:無 b:- c:局部的に有 d:- e:著しく欠損	a	a	c	e	a	a	c
路面	舗装	舗装の異常	穴や大きなへこみ、ひびわれがある。	a:無 b:- c:- d:- e:ひびわれ幅が5mm以上等	e	e	a	a	a	a	As無
		路面の凹凸	道路利用者の通行に危険と思われる個所がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上	a	a	a	c	a	e	c
	伸縮装置	路面の凹凸	大きな段差がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上	オーバーレイ	c	c	a	a	a	c
		遊間の異常	壊れている。	a:無 b:- c:軽微なズレ d:- e:分離or接触。	オーバーレイ	e接触	a	a	a	a	c
排水装置	土砂詰り	土砂や舗装のオーバーレイによって詰まっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	e	e	a	a	無	
	漏水・滞水	排水装置が壊れていて、排水が桁などにかかる。	a:無 b:- c:- d:- e:漏水・滞水	e	a	e	a	a	a	無	
橋梁全体		異常なたわみ	通常(死荷重時)では生じないたわみがある。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a
		沈下・移動・傾斜	基礎、支承等に沈下・移動・傾斜が生じている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	a	a	a	a
		洗掘	躯体や周辺の土が流水により削られ消失することをいう。	a:無 b:- c:洗掘有 d:- e:著しく洗掘	a	a	a	a	a	a	a
		その他	不法占拠、落書き、鳥害、火災による損傷等	記録のみ	鳥の巣				コケ		

出所:調査団作成



<表 7-5> 損傷評価一覧 (南部東西回廊 : C-1~C-3 橋梁)

◎損傷の状況を判断・記録するもの

工種	部材	材料	損傷の種類	目視点検による確認可否		損傷評価基準 (a~e) (参考:国土交通省)	C-1	C-2	C-3	E-1
				遠望目視	近接目視		Diana Kuephen zam	Dramzang zam	Jitti zam	Dopshari zam
上部工	床版	コンクリート	剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)				a
			漏水・遊離石灰	○	○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁				a
			床版ひびわれ	○	○	別添				a
			抜け落ち	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有				a
			うき	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有				a
	主構	鋼	腐食	○	○	別添	a	a	a	
			亀裂	×	○	a:無 b:- c:塗膜割れ d:- e:直下の亀裂が明白	a	a	a	
			ボルトのゆるみ・脱落	△	○	a:無 b:- c:一群の5%未満 d:- e:一群の5%以上	a	a	a	
			破断	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	
		防食機能の劣化	△	○	a:無 b:- c:局部的なうき d:剥離 e:剥離と点錆	a	a	a		
		コンクリート	ひびわれ	○	○	別添				a
			剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)				a
漏水・遊離石灰	○		○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁				a		
		うき	△	○	a:無 b:- c:- d:- e:有				a	
下部工	躯体	コンクリート	ひびわれ	○	○	別添	c	d	c	a
			剥離・鉄筋露出	○	○	a:無 b:- c:剥離 d:鉄筋露出(小) e:鉄筋露出(大)	a	a	c	a
			漏水・遊離石灰	○	○	a:無 b:- c:漏水 d:遊離石灰 e:遊離石灰+錆汁	a	d	c	a
		ブロック積	変状・変形	○	○	a:無 b:- c:- d:- e:有				

◎損傷の有無を判断・記録するもの

工種	部材	損傷の種類	内容	損傷評価基準 (a~e) (参考:国土交通省)	C-1	C-2	C-3	E-1
					Diana Kuephen zam	Dramzang zam	Jitti zam	Dopshari zam
支承部	支承本体	機能障害	激しく腐食している。部品が損傷・硬化・脱落している。	a:無 b:- c:- d:- e:損傷により機能が低下	a	a	a	
		異常な音	車両走行時に異常な音がある。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	a	
	沓座・モルタル	土砂詰り	土砂や水がたまっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	c	c	e
変形・欠損		モルタルがひびわれ、部分的に欠損している。	a:無 b:- c:局部的に有 d:- e:著しく欠損	a	a	a	a	
路上	高欄・防護柵	変形・欠損	車両の衝突などにより壊れている。	a:無 b:- c:局部的に有 d:- e:著しく欠損	a	a	c	c
			道路利用者の通行に危険と思われる個所がある。	a	a	a	a	
路面	舗装	舗装の異常	穴や大きなへこみ、ひびわれがある。	a:無 b:- c:- d:- e:ひびわれ幅が5mm以上等			c	e
		路面の凹凸	道路利用者の通行に危険と思われる個所がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上			a	a
	伸縮装置	路面の凹凸	大きな段差がある。	a:無 b:- c:2cm未満 d:- e:2cm以上			a	e
遊間の異常		壊れている。	a:無 b:- c:軽微なズレ d:- e:分離or接触。			a	a	
排水装置		土砂詰り	土砂や舗装のオーバーレイによって詰まっている。	a:無 b:- c:- d:- e:有				a
		漏水・滞水	排水装置が壊れていて、排水が桁などにかかる。	a:無 b:- c:- d:- e:漏水・滞水				a
橋梁全体		異常なたわみ	通常(死荷重時)では生じないたわみがある。	a:無 b:- c:- d:- e:有	a	a	c	a
		沈下・移動・傾斜	基礎、支承等に沈下・移動・傾斜が生じている。	a:無 b:- c:- d:- e:有	e	a	a	a
		洗掘	躯体や周辺の土が流水により削られ消失することをいう。	a:無 b:- c:洗掘有 d:- e:著しく洗掘	a	a	c	c
		その他	不法占拠、落書き、鳥害、火災による損傷等	記録のみ				橋脚損傷(土石流)

出所:調査団作成

### (3) 総合評価

現地踏査結果より、各橋梁の総合評価を以下の要領で行う。

#### 【総合評価判定】

A：健全な橋梁、B：補修等の対応が必要、C：原因究明を行う詳細調査が必要

#### 【評価判定基準】

橋梁の構造物としての安全性、安定性に影響がある損傷がある場合は、上記の B 判定とする。具体的には、『上部工、下部工の項目で d 又は e の損傷があるもの』及び『橋梁全体で e の判定があるもの』の橋梁を選定する。上記の C 判定については、前述の判定に加え、その原因が本目視調査では判断し難い橋梁を選定する。

＜表 7-6＞損傷度評価一覧

路線名	No	橋梁名	健全度評価結果	損傷程度
A) PNH1	A-1	Semtokha flyover	A	
	A-2	Prakhadrang II	B	
	A-3	Namling zam	B	
	A-4	Gektong zam	B	
	A-5	Tangchu zam	B	下部：鉄筋露出
	A-6	Rabten zam	A	
	A-7	Gyetsha zam	B	上部：鉄筋露出
	A-8	Bong zam	B	上部：鉄筋露出
	A-9	Nangni zam	B	橋梁全体：洗掘
	A-10	Nikachu zam	B	下部：ひびわれ
	A-11	Chuzomsa zam	B	下部：鉄筋露出
B) PNH4	B-1	Passang zam	B	上部：剥離・点錆 ブロック積：変状
	B-2	Beteni zam	B	下部：ひびわれ
	B-3	Katley III	B	下部工の変状※要調査
	B-4	Chaplekhola	B	上部：鉄筋露出
	B-5	Geleg(Aie) zam	B	上部：剥離・点錆 下部：遊離石灰+錆汁
	B-6	Samkhara zam	B	上部：剥離・点錆
	B-7	Telegangchu zam	B	上部：鉄筋露出
C) 南部東西回廊	C-1	Diana Kuephen zam	C	橋梁全体：傾斜
	C-2	Dramzang zam	B	下部：ひびわれ
	C-3	Jitti zam	A	
E) Paro市内	E-1	Dopshari zam	A	

出所：調査団作成

基礎部が洗掘されている Nangni zam 橋の洗掘は、2006 年調査以降からの進行は見受けられない。しかし、最近の突発的な河川増水などを勘案すると、改めて調査を行う必要がある。また、Nikachu 橋や Chuzomusa 橋は、2006 年以降に新たなひびわれや鉄筋露出が橋梁本体に発生しており、被害が拡大していることが確認された。

なお、各橋梁の橋梁点検台帳を添付資料－6 に、また DoR が過去に実施した橋梁健全度点検結果を添付資料－7 に示す。

#### (4) Diana Kuephen zam 橋の詳細調査の提案

Diana Kuephen zam 橋は、2003年に供用が始まった橋長1,020フィート(約311m)のベイリー橋(吊り橋形式)である。2007年時の調査で、「主塔の傾斜」と「アンカレイジのひび割れ」が確認されているが、その後も供用は継続されている。本調査で実施した外観目視点検では、「主塔の傾斜」と「アンカレイジのひび割れ」が重大な損傷と判断することは困難である。本橋梁は、南部東西回廊上の橋梁であり、また、その損傷状況が他の橋梁と異なり、構造系に大きく係る可能性があるため、以下に記す詳細調査を今後実施することを提案する。

##### 1) 主塔の傾斜に関する調査所見

- ・主塔の側径間側への傾きは、車両が通過していない時には意識的に傾きを持たせており、中央径間上を車両が通過しているときは、その重みで主塔の傾きは中央径間側へ傾くようになり、その傾きを調整しているのが主塔基礎下端のピン支承である。
- ・主塔の格点は剛結合ではなくピン結合となっていることから、鉛直荷重が主体である主塔であるものの、ピン結合部分でアンバランスな横荷重が作用して傾いた場合に安定性の保持が困難で、倒壊する恐れがある。
- ・同様に、主塔の頭頂部もケーブル(ワイヤー)が滑れる構造のため、この部分が腐食等で滑らなくなると、頭頂部に水平荷重が発生し、その水平力により主塔のピン結合部が回転し(曲げモーメントはピン構造のため発生しないが、回転を引き起こす力が生じる)、上記同様に倒壊する恐れがある。



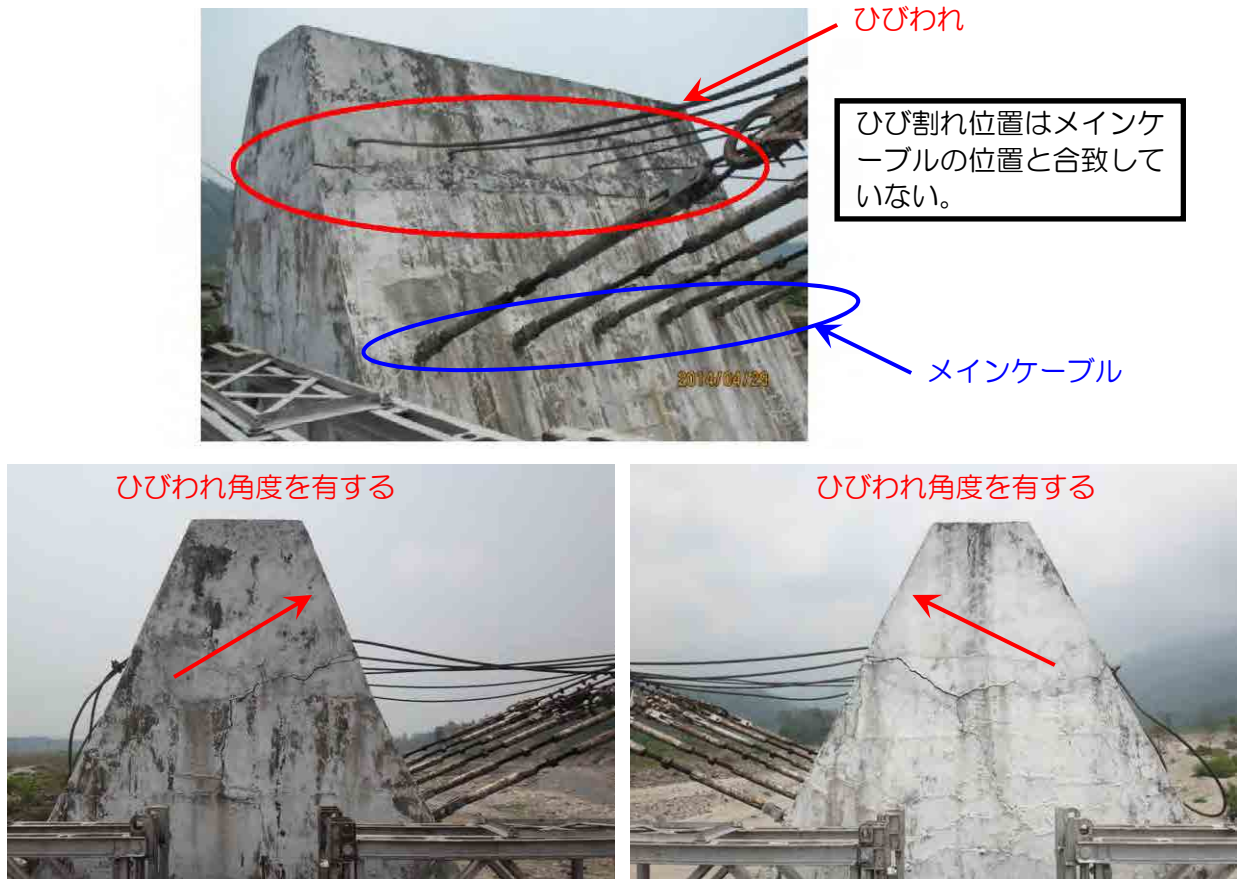
出所：調査団作成  
〈図 7-15〉主塔の傾斜の状況

##### 〈点検・調査に関する留意事項〉

- ・主塔頭頂部のワイヤーに腐食を発生させないように、常にオイル(グリース系が良い)の有無を点検することが重要である。
- ・主塔のピン結合部は、回転が伝達できるように鉛直部材(平鋼やアングルあるいはH形鋼等)で固定(溶接)するなどの措置が必要である。

## 2) アンカレイジのひび割れに関する調査所見

アンカレイジ部分のワイヤー定着部の構造については不明であるが、仮にワイヤー背部に平板鋼材を設置している場合、平板鋼材から発生した支圧によって45°方向にひび割れが発生していることが予想される。



出所：調査団作成

<図 7-16> アンカレイジのひび割れ

### <点検・調査に関する留意事項>

- ・設計図等によるアンカレイジ構造の確認が必要である。
- ・ひび割れの発生方向等、損傷状態を整理することが必要である。

### 3) 調査提案

#### ① 1次調査：損傷原因の推定が目的

##### a) 設計計算書の確認

現地の損傷状況の原因推定のために、設計計算書を収集し、確認する。

- ・設計計算モデルの確認

主塔の傾斜があるが、下端がピン構造になっているため、有る程度の傾斜が生じるものと考えられる。

- ・設計部材の確認

部材寸法・配置の確認、及び、使用材料の確認をコンクリートのコア強度試験等で確認する。

- ・アンカレイジの設計計算

応力等の計算結果を確認する。



出所：調査団撮影

<図 7-17>主塔と橋脚梁部の接続状況

##### b) 損傷状況を把握するための調査

- ・外観目視調査と損傷図作成（ひび割れの位置・方向・大きさ、座屈の有無等）

- ・アンカレイジのひび割れ調査

大きなひびわれについて調査を行う（構造的要因、温度変化等に対する耐久性、施工時の初期欠陥・打ち継ぎ目等）。

#### ② 2次調査：構造的な損傷、耐久性上の損傷のレベルを把握することが目的

##### a) 構造に関わる状況調査

活荷重載荷時の状況

異常な変位、ひずみの確認-----動的載荷試験

発生応力の確認 -----静的載荷試験（荷重が既知の車）

##### b) 劣化機構に関わる状況調査

コンクリート部材---ハツリ調査（かぶり・鋼材腐食状況）、塩化物イオン試験、中性化深さ測定、アル骨反応試験

鋼材-----孔食の有無、腐食度のレベル

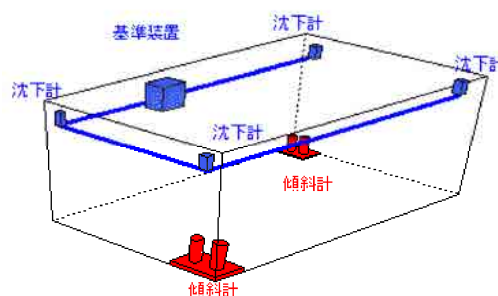
#### ③ 観測

調査後、損傷の進行を把握する観測を行うことが望ましい。

主塔・アンカレイジの傾斜：傾斜計

ケーブル張力：ひずみゲージ、EM センサー

サグの定点観測：カメラを用いて主ケーブルのサグの計測を行う。



出所：東横エルメスウェブサイト

<図 7-18>構造物の沈下・傾斜計測要領（例）

### 7-3. 各国道の交通阻害要因の整理

以上に記述した内容を整理すると、本調査の中で下記に示す 8 つの交通阻害要因が特定された。表 7-7 に各阻害要因の内容について整理する。

- ① 狭隘な車道幅員（橋梁も同様）
- ② 急峻な地形と岩場の存在による不十分な幾何構造
- ③ 耐荷力不足の橋梁
- ④ 高標高地域での舗装の損傷
- ⑤ 斜面崩壊による道路閉鎖
- ⑥ 雪害による道路閉鎖
- ⑦ 豪雨による道路閉鎖
- ⑧ 国道 1 号線（東西道路）の代替路線の欠如



＜表 7-7＞本調査で確認された交通阻害要因の内容

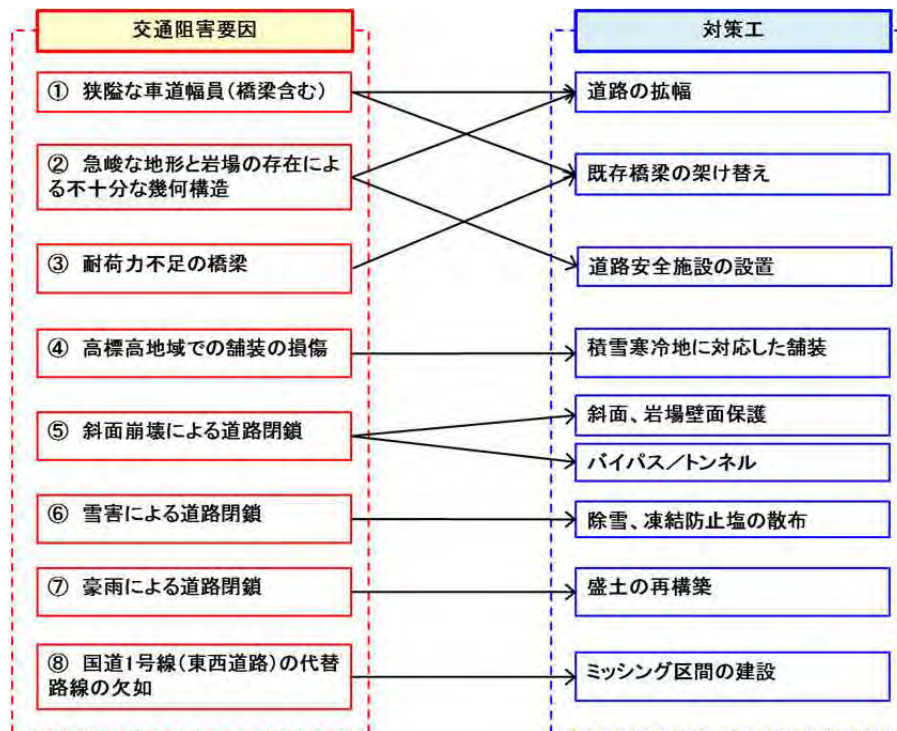
No.	見つけ出された阻害要因	対象国道名	状況	問題点	想定される対策工	摘要
①	狭隘な車道幅員 (橋梁も同様)	国道1号線 国道4号線 南部東西回廊(既存区間のみ)	国道は8.5m幅員が必要だが、ほとんどがそれ以下である。 	・交通渋滞 ・追い越しによる交通事故	・拡幅 ・現在使用中の橋梁の架け替え	DoRによって、現在、拡幅工事を実施中 
②	急峻な地形と岩場の存在による不十分な護欄構造	国道1号線 国道4号線	・通り出した岩石を避けるために曲線半径の小さいカーブとなっている。 ・岩場の壁面が通り出し、視距及び建築限界も不十分である。 	・交通事故(正面衝突、落石による被害) ・不快な走行 ・旅行時間の損失	・拡幅(トンネル/ハーフトンネル) ・安全器具の設置(カーミラー等)	 
③	耐荷力不足の橋梁	国道1号線 国道4号線 南部東西回廊(既存区間のみ)	国道上の橋梁はIRC70Rクラスの活荷重が必要とされているが、ほとんどの橋梁は、それ以下である(18MT、40MTクラス)。	重車両の通過による橋梁の損壊や損傷被害	現橋梁の架け替えや部分補強	国道1号線上の次の3橋梁はJICAによって架け替えられる。 ・ナガニチュ橋 ・ニカチュ橋 ・チュゾムサ橋
④	高標高地域での舗装の損傷	国道1号線	トムシンノフ峠北側では冬の積雪や低温によって舗装が被害を受けている。 	・不快な走行 ・旅行時間の損失 ・車両への被害	積雪寒冷地に対応した舗装	ADBが2004年にトムシンノフ峠で舗装改良を実施したが、失敗に終わっている。
⑤	斜面崩壊による道路閉鎖	国道1号線 国道4号線 南部東西回廊(既存区間のみ)	雨期には国道の数か所で斜面崩壊が発生し、道路閉鎖を余儀なくされている。	・事故(落石崩壊、斜面崩壊) ・交通渋滞、旅行時間の損失	・斜面、岩場壁面保護(アンカーボルト、ロックボルト、フリーフレームなど) ・バイパス/トンネル	2014年7月から他のJICA調査団による道路斜面管理マスタープラン調査が実施予定である。
⑥	雪害による道路閉鎖	国道1号線	2013年、11月翌年3月までにトムシンノフで除雪作業が10~15回も行われ、これに150万Nuも費やした。 	・除雪作業中の道路閉鎖及び交通渋滞 ・積雪中の交通事故	・除雪者による除雪 ・凍結防止塩の散布 ・縦断曲線の見直し(縦勾配の適用)	地方事務所での除雪に係る機材や資材が不足していることと、除雪の技術レベルも低い。
⑦	豪雨による道路閉鎖(道路冠水)	国道4号線 南部東西回廊(既存区間のみ)	南部の国道のいくつかの道路区間は、堤防の高さが不十分なこともあり、雨期には道路冠水が発生している。 	・道路閉鎖中の交通渋滞/旅行時間の損失 ・転石による車両の破損	・雨期の洪水位を考慮した盛土高さの認定 ・排水カルバートの設置	
⑧	国道1号線(東西道路)の代替路線の欠如	南部東西回廊	南部東西回廊が未だ完全につながっていないため、国道1号線の代替路線がない。 	・国道1号線の閉鎖の場合、物流が寸断する。	南部東西回廊のミゼング区間の建設(道路そして橋梁)	マオコラ橋建設の支援について、DoRからJICAに対する期待は大きい。

出所：調査団作成

## 第 8 章 想定されるインフラ整備に対する優先順位の検討、優先プロジェクトの選定及び各種検討

### 8-1. 想定されるインフラ整備の整理

第 7 章にて抽出された 8 つの交通阻害要因と、それらを解決するために必要な対策工との関係を示したのが図 8-1 である。図に示す対策工が、将来の我が国援助による実施が想定されるインフラ整備の候補となり得るものである。

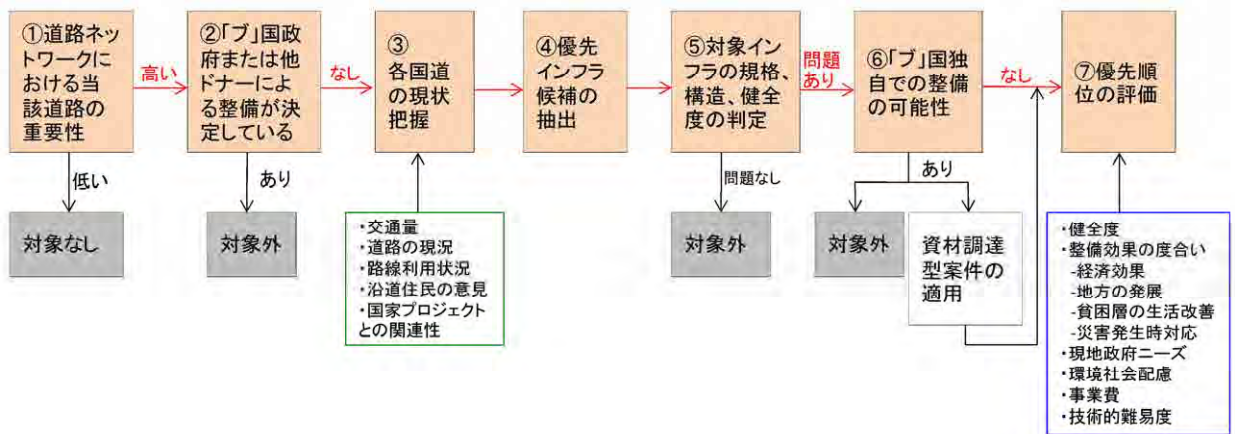


出所：調査団作成

<図 8-1> 交通阻害要因と想定されるインフラ整備との関係

### 8-2. 検討の視点及び方法

インフラ整備の優先順位は、図 8-2 のフローに従って判定する。交通量の多少のみによって判断するのではなく、「ブ」国の開発課題である都市部と農村部の地域間格差是正や貧困層の生活改善についても考慮する。その際に、各県ごとに作成されている“Dzongkhag Rural Access Planning (DRAP)”に整理されている郡 (Geog) 単位の人口、産業、教育等の情報を参考に検討を行う。また、国の経済発展にとって重要な大規模国家プロジェクトとの関連性を考慮することも重要であり、特に、現在ウォンディポダン県、トンサ県や他の県で建設が進められているプナチャンチュ、マンデチュなどの水力発電プロジェクトについては、施設建設のための資機材運搬の可能性も含めて重要な要因である。また、これまで我が国が「ブ」国に対して実施したプロジェクトと関連させ、相乗効果により援助効果を高めるという視点からも捉えることとする。



出所：調査団作成  
 <図 8-2> 優先順位の選定フロー

また、橋梁架け替えプロジェクトに関しては、架け替え対象橋梁がいずれも構造的に大きな問題を有しているというより、幅員(4.0~4.5m)や許容載荷重量、高さ制限といった機能的に不十分な状況にある。こうしたことから、仮に架け替えるとするとその優先度は経済的効果の高いものから実施されるのが順当であると考えられる。

### 8-3. 優先プロジェクトの選定

#### 8-3-1. 優先プロジェクトの選定

表 8-1 に示す 11 の対策工について、5 つの評価視点に基づいて優先度の評価を行った。それぞれの評価視点に対して3段階（A、B、C）で評点を付け、5 つの評価視点の合計点が 20 点以上（平均評点 4 点以上）の場合に優先度 A とし、本調査における優先プロジェクトとして選定した。選定された優先プロジェクトは以下の 4 つである。

- ① 既存橋梁の架け替え
- ② 岩盤斜面における道路拡幅
- ③ 高標高地域の舗装改良（寒冷地舗装）
- ④ 南部東西回廊のミッシング区間の道路／橋梁建設

なお、道路拡幅については、優先度は A であるが、技術的に見て DoR 単独での遂行が可能であると判断し、本調査における優先プロジェクトからは除外している。

また、斜面对策とバイパス／トンネル建設についても優先度は A であるが、これらプロジェクトは 2014 年 7 月から開始予定の JICA 技術協力プロジェクト「ブータン国道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト」の実施を通じて DoR によって案件形成されるのが望ましいと判断し、本調査における優先プロジェクトからは除外している。

＜表 8-1＞優先プロジェクトの選定

No.	交通阻害要因	対策工	優先度	優先度の評価					
				交通網としての重要性	DoR内の優先性	地方住民への貢献性	緊急性（健全性）	技術的難易度	評価（A=5, B=3, C=1）
①	狭隘な車道幅員（橋梁も同様）	道路の拡幅	B	A	A	A	B	B	21
		既存橋梁の架け替え	A	A	A	A	A	A	25
②	急峻な地形と岩場の存在による不十分な幾何構造	岩盤斜面における道路拡幅	A	A	A	A	B	A	23
		道路安全施設の設置（カーブミラー等）	B	B	C	B	B	A	15
③	耐荷力不足の橋梁	既存橋梁の架け替え／補強	A	A	A	A	A	A	25
④	高標高地域での舗装の損傷	積雪寒冷地に対応した舗装	A	A	A	B	B	A	21
⑤	斜面崩壊による道路閉鎖	斜面、岩場壁面保護	A	A	A	A	A	A	25
		バイパス／トンネル	A	A	A	A	B	A	23
⑥	雪害による道路閉鎖	除雪、凍結防止塩の散布	B	A	B	B	B	B	17
⑦	豪雨による道路閉鎖（道路冠水）	盛土の再構築	C	B	C	B	B	B	13
⑧	国道1号線（東西道路）の代替路線の欠如	ミッシング区間の建設（南部東西回廊の道路／橋梁）	A	A	A	A	A	A	25

出所：調査団作成



### 8-3-2. 既存橋梁の架け替え優先度の検討

ここでは、上記 8-3-1 で選定された優先プロジェクトの内、「既存橋梁の架け替え」に着目し、調査対象橋梁 22 橋について優先度を検討した。なお、架け替え優先度の評価として以下の 8 項目を考慮する。

- ① 幅員
- ② 耐荷力
- ③ 交通量
- ④ 損傷程度
- ⑤ 建設時期と寿命期間
- ⑥ 自然災害に対する危険度
- ⑦ 水力発電所建設プロジェクトへの貢献度
- ⑧ DoR の優先度

また、各評価視点に対する評価点は A、B、C の 3 段階で評価を行い、それぞれ 5 点、3 点、1 点の評価点とした。各項目の評価点の合計が 30 点以上となる橋梁を、架け替え事業の優先プロジェクトとして選定する。評価結果を表 8-2 に示す。

＜表 8-2＞ 既存橋梁の架け替え優先度の検討結果（国道 1 号線）

No.	橋梁名	橋長	橋梁形式	評価視点（改修の必要性）								評価点 (A=5, B=3, C=1)	JICA調査での 優先度
				① 幅員	② 耐荷力	③ 交通量	④ 損傷程度	⑤ 建設時期と 寿命期間	⑥ 自然災害に 対する危険 度	⑦ 水力発電所建設プロジェクトへの 貢献度	⑧ DoRの優先度		
<b>A 国道1号線</b>													
1	Semtokha flyover橋	15m	RC T桁橋	A	A	A	C	A	C	A	A	32	A
				4.75m	30MT	-	-	1964年	-	-	ティンブー市内（シムトカ）に位置しており、国道1号線の起点に位置している。		
2	Prakhdrang II橋	80ft	ベイリール橋	A	A	C	B	A	A	B	A	32	A
				3.27m	18MT	-	-	2004年、仮設橋として	洪水	Kholongchhu 水力発電プロジェクト	国道1号線上にあり、古いベイリール橋で建設してあるが、幅員、載荷重共に制限されている。		
3	Namling zam橋	90ft	ベイリール橋	A	A	C	B	A	A	B	A	32	A
				3.27m	18MT	-	-	2003年、仮設橋として	洪水	Rothpashong 水力発電プロジェクト	国道1号線上にあり、古いベイリール橋で建設してあるが、幅員、載荷重共に制限されている。		
4	Gektong zam橋	110ft	ベイリール橋	A	A	B	B	B	C	C	A	28	B
				4.27m	40MT	-	-	2012年、仮設橋として	-	-	国道1号線上にあり、古いベイリール橋で建設してあるが、幅員、載荷重共に制限されている。		
5	Tangchu zam橋	33.5m	RC T桁橋	A	A	B	B	A	C	C	B	26	B
				4.50m	40MT	-	-	1987年	-	-	非常に古く、幅員、載荷重を制限		
6	Rabten zam橋	25m	RC T桁橋	A	A	C	C	A	B	C	B	24	C
				4.50m	40MT	-	-	1982年	-	-	非常に古く、幅員、載荷重を制限		
7	Gyetsha zam橋	23.6m	RC T桁橋	A	A	C	B	A	B	C	B	26	B
				4.50m	40MT	-	-	1981年	-	-	非常に古く、幅員、載荷重を制限		
8	Bong zam橋	23.6m	RC T桁橋	A	A	C	B	A	B	C	B	26	B
				4.50m	40MT	-	-	1981年	-	-	非常に古く、幅員、載荷重を制限		
9	Nangni zam橋	24.7m	RC T桁橋	A	A	B	B	A	B	A	A	34	A
				4.50m	40MT	-	-	1982年	-	Mangdechu 水力発電プロジェクト、Nikachu として Chamkharcho 水力発電プロジェクト	来るNikachu として Chamkharcho 水力発電プロジェクト、また工事中の Mangdechu 水力発電プロジェクトの電力機器輸送のために架け替えが必要である。		
10	Nikachu zam橋	28m	RC T桁橋	A	A	B	B	A	B	A	A	34	A
				4.50m	40MT	-	-	1982年	-	Mangdechu 水力発電プロジェクト、Nikachu として Chamkharcho 水力発電プロジェクト	来るNikachu として Chamkharcho 水力発電プロジェクト、また工事中の Mangdechu 水力発電プロジェクトの電力機器輸送のために架け替えが必要である。		
11	Chuzomsa zam橋	28m	RC T桁橋	A	A	B	B	A	B	A	A	34	A
				4.50m	40MT	-	-	1988年	-	Mangdechu 水力発電プロジェクト、Nikachu として Chamkharcho 水力発電プロジェクト	来るNikachu として Chamkharcho 水力発電プロジェクト、また工事中の Mangdechu 水力発電プロジェクトの電力機器輸送のために架け替えが必要である。		

出所：調査団作成

＜表 8-3＞既存橋梁の架け替え優先度の検討結果（国道 4 号線、南部東西回廊、Paro 市内）

No.	橋梁名	橋長	橋梁形式	評価視点（改修の必要性）							⑦ 水力発電所建設プロジェクトへの貢献度	⑧ DoRの優先度	⑨ 評点 (A=5, B=3, C=1)	JICA調査での優先度
				① 幅員	② 耐荷力	③ 交通量	④ 損傷程度	⑤ 建設時期と寿命期間	⑥ 自然災害に対する危険度	⑦ 水力発電所建設プロジェクトへの貢献度				
<b>B 国道4号線</b>														
1	Passang zam橋	40m	鋼桁橋	C 7.5m	A 24MT	C -	B -	A 1970年	A 洪水	A	Mangdechu 水力発電プロジェクト、Nikachu として Chamkharchu 水力発電プロジェクト、また工事中の Mangdechu 水力発電プロジェクトの電力機器輸送のために架け替えの要請を検討中である。	30	A	
2	Beteni zam橋	25m	RC T桁橋	A 4.2m	A 40MT	C -	B -	A 1987年	C -	A		30	A	
3	Katley III橋	25m	RC T桁橋	A 4.5m	A 40MT	C -	B -	A 1981年	B 地滑り	A		32	A	
4	Chaplekhola橋	20m	RC T桁橋	A 4.5m	A 40MT	C -	B -	A 1969年	C -	A		30	A	
5	Geleg (Aie) zam橋	120m	鋼トラス橋	A 4.3m	A 40MT	C -	B -	A 2001年	C -	A		28	B	
6	Samkhara zam橋	61m	鋼トラス橋	A 4.3m	A 40MT	C -	B -	A 2001年	B 土石流	A		30	A	
7	Telegangchu zam橋	25m	RC T桁橋	A 4.5m	A 40MT	C -	B -	A 1981年	C -	A		30	A	
<b>C 南部東西回廊</b>														
1	Diana Kuephen zam橋	1020ft	ベイリール橋	A 3.27m	A 12MT	C -	A -	A 2003年、仮設橋として	A 洪水	C -	A	32	A	
2	Dramzang zam橋	380ft	ベイリール橋	A 3.27m	A 18MT	C -	B -	A 1990年	A 洪水	C -	B	28	B	
3	Jitti zam橋	250ft	ベイリール橋	A 3.27m	A 18MT	C -	C -	A 2001年、仮設橋として	A 洪水	C -	B	26	B	
<b>E Paro市内</b>														
1	Dopshari zam橋	28.8m	RC T桁橋	A 4.5m	A 30MT	C -	C -	A 不明	B -	C -	B	24	C	

出所：調査団作成

以上の優先度評価の結果、表 8-4 に示す 8 橋梁を本調査における優先プロジェクトとして選定する。



＜表 8-4＞優先橋梁プロジェクト

優先度	得点	橋梁名	路線	備考
A 30点以上	34	Nangni zam	A-9 国道1号線	既にJICAの架け替えプロジェクトが決定しているため、優先プロジェクトから除外する。
	34	Nikachu zam	A-10 国道1号線	
	34	Chuzomsa zam	A-11 国道1号線	
	32	Semtokha flyover	A-1 国道1号線	現地政府による架け替え計画があるため、優先プロジェクトから除外する。
	32	Prakhdrang II	A-2 国道1号線	インド政府による架け替え計画があるため、優先プロジェクトから除外する。
	32	Namling zam	A-3 国道1号線	本調査で選定する優先プロジェクト
	32	Katley III	B-3 国道4号線	
	32	Diana Kuephen zam	C-1 南部東西回廊	
	30	Passang zam	B-1 国道4号線	
	30	Beteni zam	B-2 国道4号線	
	30	Chaplekhola	B-4 国道4号線	
	30	Samkhara zam	B-6 国道4号線	
30	Telegangchu zam	B-7 国道4号線		
B 25-29点	28	Gektong zam	A-4 国道1号線	
	28	Geleg (Aie) zam	B-5 国道4号線	
	28	Dramzang zam	C-2 南部東西回廊	
	26	Tangchu zam	A-5 国道1号線	
	26	Gyetsa zam	A-7 国道1号線	
	26	Bong zam	A-8 国道1号線	
	26	Jitti zam	C-3 南部東西回廊	
25点未満	24	Rabten zam	A-6 国道1号線	
	24	Dopshari zam	E-1 バロ市内	

出所：調査団作成

### 8-3-3. 岩盤斜面における道路拡幅に関する対象箇所の選定

岩盤斜面における道路拡幅に関しては、対象となり得る箇所は各国道の全線にわたって点在している状況である。その中でも特に、国道1号線のトマンクリフとナムリンクリフの2ヶ所の延長が長く、また「ブ」国技術での対処が困難なことから、DoRの優先度が高いことが判明した。トマンクリフについては、国道1号線のウォンディートンサ間に位置しており、当該区間はティンプーウォンディ間に次いで同路線で交通量が多い区間であるため、交通網としての重要性が高いと言える。また、現在建設が進められているマンデチュ水力発電所建設の工事車両が通行する箇所でもあるため、同発電所建設の促進に寄与する意味でも当該区間の拡幅は重要であると言える。また、トマンクリフ、ナムリンクリフともに、亀裂が少ない塊状岩盤であり受け盤が多い構造であることから、岩盤の剥離対策等、施工後にも発生する可能性があるリスクを未然に回避することができる点は、将来我が国が協力をを行う場合にプラスになると考えられる。上記理由より、トマンクリフとナムリンクリフの2ヶ所を本調査における優先プロジェクトの対象箇所として選定する。

### 8-3-4. 積雪寒冷地における舗装改良に関する対象箇所の選定

積雪寒冷地における舗装改良に関しては、国道1号線の峠のみが改良の対象となり得る。国道1号線には標高3,000m以上の峠が5ヶ所存在するが、その内トムシンラ峠の北側斜面の5km区間のみが舗装の損傷が激しいことが現地踏査で確認された。またDoRによると、その他の峠については「ブ」国の技術水準で対応可能とのことであるため、本調査においてはトムシンラ峠のみを優先プロジェクトの対象箇所として選定した。

## 8-4. 優先プロジェクトに関する各種検討

### 8-4-1. 周辺の環境・社会に対する影響の検証

優先プロジェクトに関して、プロジェクト実施による環境及び社会面での影響について現地に赴き状況を確認した。現地確認に基づき、環境・社会に対する影響について、「JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月公布）」の「参考資料 環境チェックリスト」を参考に検証を行うこととする。なお、優先プロジェクトは橋梁や道路整備に関連するプロジェクトがメインであるため、「参考資料 環境チェックリスト」については「橋梁」及び「道路」のチェックリスト項目を参考にしている。

各優先プロジェクトの簡易スコーピング結果を添付資料-8に示す。なお、マオコラ橋に関する検討については、第9章に後述する。

#### (1) 開発に関する許認可の必要性

選定された全ての優先プロジェクトについては、開発に際して環境申請及び承認が必要となる。なお、全ての優先プロジェクトについては、現時点では環境関連の調査は行われていないため、環境申請に際して改めて DoR と協議の上、該当インフラ周辺の環境社会配慮に関連する調査が必要となる。特に、後述する国立公園や生態系連絡路に位置するプロジェクトについては国立公園を運営管理する農業森林省との協議と EIA の手続きが必要となる可能性が強いため、環境社会配慮の調査の際には留意が必要となる。

#### (2) 汚染対策

橋梁については、上記チェックリストの「橋梁」の影響項目から、大気質、水質、騒音・振動について、また、「岩盤斜面における道路拡幅」と「舗装改良」については、「道路」の影響項目から、大気質、水質、騒音・振動、廃棄物について検証を行った。検証の結果を表 8-5 に示す。

<表 8-5> 汚染対策に関する検証

No	影響項目	橋 梁								岩盤斜面における道路拡幅		舗装改良	備考
		A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	B-6	B-7	C-1	Thomang Cliff	Namling Cliff	Thrumshingla Pass	
1	大気質	工事前	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		工事中	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2	水質	工事前	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	騒音・振動	工事前	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		工事中	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
4	廃棄物	工事前	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	橋梁は対象外
		工事中	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	

- 1: 重大なインパクトが見込まれる
- 2: 多少のインパクトが見込まれる
- 3: インパクトについて詳細な調査が必要である
- 4: インパクトはほぼ無いと見込まれる

出所：調査団作成

1) 大気質

「橋梁」、「岩盤斜面における道路拡幅」及び「舗装改良」については、車両が巻き上げる粉塵による影響が懸念されるものの工事に限られるため、周辺環境に大きな影響を及ぼすものではないと予想される。

2) 水質

「橋梁」については、全ての橋梁が河川橋梁であるため、下部工工事での水質汚濁が懸念される。ただし、乾期では水量が多くなく、また、影響は工事に限られるため周辺環境に大きな影響を及ぼすものではないと予想される。なお、「岩盤斜面における道路拡幅」と「舗装改良」については河川が周辺にないため、影響はない。

3) 騒音・振動

「橋梁」、「岩盤斜面における道路拡幅」及び「舗装改良」については、工事中の重機の稼働にともなう騒音・振動が発生する可能性がある。しかし、工事に限られるため周辺環境に大きな影響を及ぼすものではないと予想される。

4) 廃棄物

「岩盤斜面における道路拡幅」と「舗装改良」については、道路法面の掘削で生じる土砂や岩、舗装掛け替えに使用する余った舗装材や骨材について「ブ」国の基準に従い適切に処理する必要がある。

(3) 自然環境

各プロジェクトとも「橋梁」及び「道路」の影響項目から、保護区、生態系、水象、地形・地質について検証を行った。検証の結果を表 8-6 に示す。橋梁取付道路整備や道路拡幅に際して、自然斜面を改変する際に樹木伐採が伴う場合、森林承認 (Forest Clearance) の取得が必要である。ただ、この Forest Clearance の取得は政府の開発案件において、環境承認を取得する際に必ず必要となっている。また、”National Forest Policy 2011”においては、伐採分の樹木に関しては植林をするよう言及されている。

<表 8-6> 自然環境に関する検証

No	影響項目	橋 梁								岩盤斜面における道路拡幅			備考	
		A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	B-6	B-7	C-1	Thomang Cliff	Namling Cliff	Thrumshingla Pass		
		Namling zam	Passang zam	Beteni zam	Katley III	Chaplekhola	Samkhara zam	Telegangchu zam	Diana Kuephen zam					
1	保護区	工事前	2	4	4	2	2	4	4	4	4	2	2	
		工事中												
		供用時	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2	生態系	工事前	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		工事中												
		供用時	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	水象	工事前	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	
		工事中												
		供用時	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	地形・地質	工事前	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		工事中												
		供用時	2	4	2	2	2	2	2	4	4	4	2	

- 1: 重大なインパクトが見込まれる
- 2: 多少のインパクトが見込まれる
- 3: インパクトについて詳細な調査が必要である
- 4: インパクトはほぼ無いと見込まれる

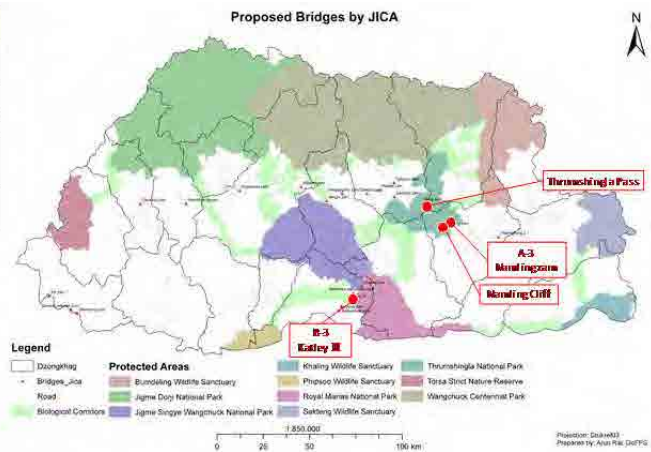
出所：調査団作成

### 1) 保護区

橋梁と国立公園・野生保護区・生態系連絡路との位置関係については、国立公園・野生保護区・生態系連絡路を所管する農業森林省・森林公園監理局 (Department of Forest and Park Services) に現地調査で得た橋梁位置データ(GPS データ)を提供し、橋梁位置と国立公園・野生保護区・生態系連絡路との位置関係の確認を行った。その結果、図 8-3 に示すとおり Namling zam 橋、Katley III 橋は国立公園内及び生態系連絡路内に位置していることが確認された。岩盤斜面における道路拡幅を予定しているナムリンクリフ及び舗装改良を予定しているトムシンラ峠についても、森林公園監理局より提供のあった国立公園・野生保護区・生態系連絡路の位置図から国立公園内に位置していると判断した。

これら国立公園・生態系連絡路に位置するプロジェクトについて、橋梁架け替えの場合、工事範囲は橋梁周辺と限定的であり、工事による影響は少ないと考えられる。また、岩盤斜面における道路拡幅と舗装改良については、最終的な工事延長やトンネルの規模により影響の度合いが変わってくるため、実施に際しては更なる環境影響に関する調査が必要となると考える。なお、何れのプロジェクトについても、農業森林省に確認の上、環境アセスメント等、国立公園内の開発に関する所定の手続き及び環境影響の再確認を行う必要がある。

施設分類	No.	施設名称	位置する国立公園・野生保護区・生態系連絡路
橋梁	A-3	Namling zam	Thrumshingja 国立公園
	B-3	Katley III	生態系連絡路 (Jigme Singye Wangchuck 国立公園 - Royal Manas 国立公園 - Phajooa 野生保護区を結ぶ)
岩盤斜面における道路拡幅		ナムリンクリフ	Thrumshingja 国立公園
舗装改良		トムシンラ峠	Thrumshingja 国立公園



出所：位置図は農業森林省・森林公園監理局  
 <図 8-3> 国立公園・野生保護区・生態系連絡路と優先プロジェクトとの位置関係

### 2) 生態系

各優先プロジェクトは、橋梁架け替え、舗装改良、道路沿線上のトンネル工事であるため、工事範囲は橋梁周辺や道路沿線に限定されることから、動植物の生息や動物の移動経路に大きな悪影響を及ぼすものではなく生態系への影響は限定的で小さいと判断される。

### 3) 水象

橋梁については、架け替え工事が主となり河川改修等の河川の流況に影響を及ぼすような工事は行われな可能性が高いため、水象への悪影響は生じないと判断される。岩盤斜面における道路拡幅については、周辺に河川はないものの、トンネルの掘削により地形が改変されることによる地表水の流れに影響を及ぼす可能性があるが、排水設計に留意すれば大きな影響は及ぼさないと考えられる。加えて、掘削により地下水位に影響を及ぼすことが考えられる。しかし、現場周辺には民家や集落が見られないため、井戸枯れ等による生活への影響はないものの、将来の水利用を含めて事前の水文調査及び工事中の水質・水位に関するモニタリングは必要であると考えられる。舗装改修については、現道の改修のみであれば水の流れには大きな影響を及ぼさないと考えられる。

#### 4) 地形・地質

橋梁については、下部工工事ににより若干の地形改変が生じる。岩盤斜面における道路拡幅については、掘削等により地形の改変が生じる可能性がある。舗装については、現道の改修のみであれば地形や地質には影響を及ぼさない。優先プロジェクトの多くは道路周辺の法面が急斜面な箇所近く、工事前、工事中、供用後も落石や地滑りの可能性が高いため、特に雨期には注意が必要となる。

#### (4) 社会環境

各プロジェクトとも「橋梁」及び「道路」の影響項目から、住民移転、生活・生計、文化遺産、景観、少数民族・先住民、労働環境について検証を行った。検証の結果を表 8-6 に示す。

＜表 8-7＞社会環境に関する検証

No	影響項目	橋 梁								岩盤斜面における道路拡幅		舗装改良	備考	
		A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	B-6	B-7	C-1	Thomang Cliff	Namling Cliff	Thrumshingla Pass		
		Naming zam	Passang zam	Beteni zam	Katley III	Chaplekhola	Samkhara zam	Telegangchu zam	Diana Kuephen zam					
1	住民移転	工事前	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2	生活・生計	工事前	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	文化遺産	工事前	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	景観	工事前	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5	少数民族・先住民	工事前	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
6	労働環境	工事前	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		工事中	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

- 1: 重大なインパクトが見込まれる
- 2: 多少のインパクトが見込まれる
- 3: インパクトについて詳細な調査が必要である
- 4: インパクトはほぼ無いと見込まれる

出所：調査団作成

#### 1) 住民移転

住民移転については、現地調査を行った結果、各優先プロジェクト周辺には対象となるような集落や住居は見られなかった。よって、プロジェクト実施による住民移転は生じないと考えられる。

## 2) 生活・生計

各優先プロジェクトとも国道上の施設であり、工事中に通行規制が生じても代替路がない状況である。そのため、工事にともなう通行規制が行われると人的交流や物流に影響を及ぼす可能性がある。橋梁架け替えについては、既設橋梁にて通行を確保しつつ、施工計画においてやむを得ない通行規制が生じる場合は短期で完了するよう配慮すれば生活・生計には大きな影響を及ぼさないと考えられる。岩盤斜面における道路拡幅については、掘削工事など大規模に及んだ場合は片側通行などでの通行確保も難しくなるため、通行規制が生じる可能性が高い。施工計画において通行規制の時間が短くなるような配慮が必要である。また、舗装改修の場合は、工事の内容によっては片側通行などの通行手段が確保できる可能性が高く、影響は小さいと考えられる。

## 3) 文化遺産

優先プロジェクトにおいて対象施設周辺に考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡はない。

## 4) 景観

優先プロジェクトにおいて対象施設周辺に特に配慮すべき景観はない。

## 5) 少数民族・先住民族

優先プロジェクトにおいて対象施設周辺に特に配慮すべき少数民族、先住民族は居住していない。

## 6) 労働環境

各優先プロジェクトともに、工事中においては建設作業員への労働環境に配慮する必要がある。特に橋梁、岩盤斜面における道路拡幅の建設現場は斜面や高所作業が多くなるため、作業上の安全確保については、施工業者に安全対策を求めることを検討すべきである。また、多くの現場では岩が露出、風化した法面が多いため、落石に対する安全対策への配慮も必要である。



(5) その他

各プロジェクトとも「橋梁」及び「道路」の影響項目から、工事中的影響、モニタリングについて検証を行った。検証の結果を表 8-8 に示す。

<表 8-8> 工事中的影響・モニタリングに関する検証

No	影響項目	橋 梁									岩盤斜面における道路拡幅		舗装改良	備考
		A-3	B-1	B-2	B-3	B-4	B-6	B-7	C-1	Thomang Cliff	Namling Cliff	Thrumshingla Pass		
		Namling zam	Passang zam	Beteni zam	Katley III	Chaplekhola	Samkhara zam	Telegangchu zam	Diana Kuephen zam					
1	工事中的影響	工事前	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		工事中	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		供用時	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2	モニタリング	工事前	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		工事中	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		供用時	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

- 1: 重大なインパクトが見込まれる
- 2: 多少のインパクトが見込まれる
- 3: インパクトについて詳細な調査が必要である
- 4: インパクトはほぼ無いと見込まれる

出所：調査団作成

1) 工事中的影響

各優先プロジェクトの立地する自然環境や地形・地質によって、選択される工種・工法は変わってくる。工事中に想定される汚染対策については、各優先プロジェクトが実施される際に改めて工種・工法に応じた対策・緩和策を設計者、相手国機関と協議し、再検討する必要がある。また、汚染対策だけでなく工事にもなう通行規制（規制実施の必要性や規制実施の際の期間）による社会的影響についても再検討すべきである。

2) モニタリング

各優先プロジェクトについて、工事中に想定される汚染対策に対して各優先プロジェクトの施工方法、工種・工法に合わせたモニタリング計画の策定（方法・頻度・体制）が必要となるため、各プロジェクトの調査が行われる際には改めて詳細な調査が必要である。また、調査に際しては、工事のモニタリングの実施及び報告を施工業者に求めることを検討すべきである。

#### 8-4-2. 防災対策の必要性の検討

優先プロジェクトが橋、道路、斜面もしくはトンネルとなると、降雨による土石流、洪水などによる橋脚の損傷、洗掘、橋梁位置の両岸からの落石による橋の損傷、地すべりによる損傷が生じる可能性がある。

橋台付近の斜面において、切通しの露頭があることから、落石、土砂崩れなどの災害が発生することが予想される。また、架橋位置から上流での土砂崩れによる被害も予想される。さらに、「ブ」国は地震国であるため、地震による影響も考えられる。

表 8-9 に、優先橋梁プロジェクトに対する防災対策の必要性について示す。

＜表 8-9＞優先橋梁プロジェクトに対する防災対策の必要性

No.	橋梁名	種類
A	国道 1 号線	
3	Namling zam 橋	両岸に直壁の露頭あり、吹付など必要
B	国道 4 号線	
1	Passang zam 橋	枯れ沢、軍隊敷地の用地収用必要か。災害なし。
2	Beteni zam 橋	災害の可能性は低い。
3	Katley III 橋	災害の可能性は低い
4	Chaplekhola 橋	右岸 L30m,H20m の露頭、吹付必要
6	Samkhara zam 橋	転石が多く、土石流の危険性が高い。また洗掘も見られる。
7	Telegangchu zam 橋	災害の可能性は低い。
C	南部東西回廊	
1	Diana Kuephen zam 橋	護岸整備が不十分であり、洪水による被害の可能性が高い。

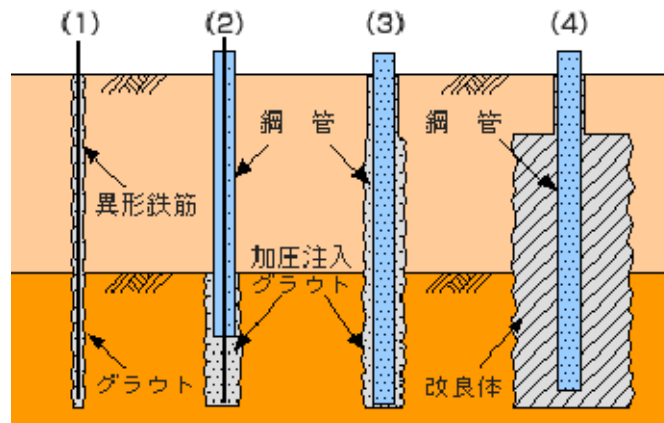
出所：調査団作成

### 8-4-3. 本邦技術の導入可能性の検討

#### (1) 既存橋梁の架け替えに関して

##### 1) マイクロパイル工法

マイクロパイルは、杭径 300mm 以下の場所打ち杭・埋込み杭の総称である。地山を削孔して鉄筋、鋼管等の鋼製補強材を挿入し、グラウトを注入して地盤に定着させる小口径の杭工法である。マイクロパイルは 1950 年代に、煉瓦、石造りの寺院、教会等の歴史的建造物の補修やその基礎の補強から生まれた技術であり、欧米を中心に発展し、世界各地でマイクロパイル、ルートパイル、ピンパイル、ミニパイルなどの名称で呼ばれている。機動性の良いコンパクトな施工機械設備で、狭隘な場所でも施工が可能で、構造物の基礎をはじめ、切土のり面補強などの広範囲な対象に適用される。



出所：NETIS 新技術情報提供システム

<図 8-4> マイクロパイル工法

#### ① 工法の特徴

- ・機動性のよいコンパクトな機械・プラント設備で、施工環境の厳しい狭隘な場所で威力を発揮する。
- ・地盤条件に応じた削孔方式を採用することで、雑な土質条件での杭打ちが可能である。
- ・施工時の振動や騒音を最小限に抑えることで、環境に配慮できる。



出所：NETIS 新技術情報提供システム

<図 8-5> 施工状況

#### ② 「ブ」国への適用性

構造物の基礎、切土のり面補強等の杭打ちを行う場合、施工ヤードの確保が困難な「ブ」国では、狭い施工ヤードで施工可能な工法である本工法が優位となる可能性がある。本邦においても、橋下、急斜面等、施工ヤードの制約がある場所で採用されている。

## 2) 特殊ポリマーセメントモルタル吹付けによる既設 RC 橋脚の補強工法

既設 RC 橋脚の一般的な補強工法である RC 巻立て工法は、巻立て厚が  $t=250\text{mm}$  以上必要であり、建築限界・河積阻害率等の構造寸法上の制約や橋脚基礎への負担増加などの問題から採用が困難な場合があった。本工法は、補強鉄筋を既設橋脚面に接触配置し、所定のかぶりを確保するまで特殊ポリマーセメントモルタルを吹き付けることで既設橋脚と一体化し耐震性能を向上させる工法であり、巻立て厚を RC 巻立て工法の約 1/5 程度に抑えることが可能である。

RC 巻立て工法は、断面増加に伴う自重の増加のため、橋脚基礎の補強を行わなければならない場合があるが、本工法では、橋脚基礎への負担も低減する事が可能である。

### ①工法の特徴

- a. 補強鉄筋の取付け位置を既設橋脚表面とし、巻立て材料をコンクリートよりも強度特性（圧縮・曲げ・付着等）及び耐久性に優れた特殊ポリマーセメントモルタルとする事で、巻立て厚を従来の約 1/5 に低減することが出来る。
- b. モルタル巻立てを吹付け施工としたことにより、以下のような効果が期待できる。
  - ・一度に施工できる範囲が広いため、短時間で広範囲の安定した施工が可能となる。
  - ・施工速度が速いため、工期が短縮され、経済性に優れる。
  - ・補強筋背面への特殊ポリマーセメントモルタルの充填性能に優れる。
  - ・吹付け圧力が高いため、締固効果が大きく、母材との接着性に優れる。



出所：NETIS 新技術情報提供システム  
＜図 8-6＞ 施工状況

### ②期待される効果

- a. 旧仕様で設計された橋脚について、本補強工法により耐力増加が図れる。
- b. 躯体幅、施工幅に制約が無ければ、RC 巻立てが経済性に優れる。

### 3) 支承の若返り工法

支承の若返り工法とは、既設鋼製支承に金属溶射することにより長期間防食し、同時に潤滑性防錆剤を注入する工法である。

#### ◆ 支承の若返り工法とは・・・



出所：NETIS 新技術情報提供システム

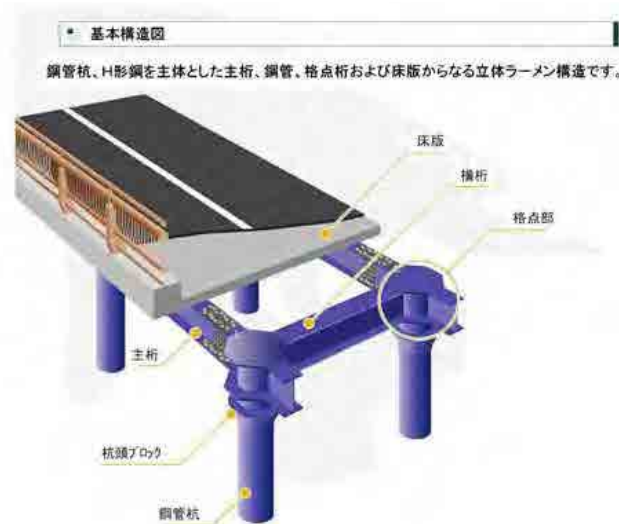
<図 8-7> 工法の概要

期待される効果としては、腐食が顕在化した支承について、長期防食を行い、機能不全を防ぐことができる。

## (2) 道路拡幅に関して

### 1) メタルロード工法

メタルロード工法とは、急斜面や河川沿いにおける幅員の狭い道路を拡幅または新設できる、杭式道路工法技術である。鋼管杭、格点桁（横桁+格点部）、主桁及び床版で構成され、格点部で杭、横桁及び主桁を剛結し、道路方向及び道路直角方向ともに立体ラーメン構造である。



出所：NETIS 新技術情報提供システム

<図 8-8> 基本構造図

### ①工法の特徴

- 搬送性の高い短尺軽量のプレハブ部材から構成され、部材の運搬・架設が容易である。部材重量は概ね2トン/個以下である。
- 杭打設誤差を100mmまで吸収できる施工性の良い接合方法である。
- 手延べ式施工により、既存交通の影響を最小限にすることが可能である。



出所：NETIS 新技術情報提供システム

<図 8-9> 工法の事例

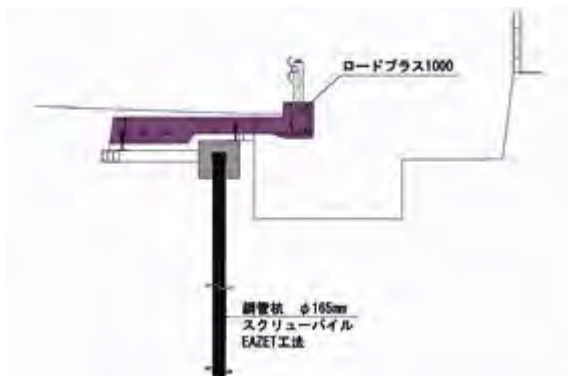
### ②期待される効果

- 急斜面や河川沿いにおける幅員の狭い道路、既存交通の影響を回避したい道路など、既存工法では対応が困難であった道路拡幅・新設が可能になる。
- 下部工と平行して桁は工場で作製するため、現地での工事量が少なく、工期を短縮できる。
- 切土など土工事が最小限ですみ、土砂の供給・運搬が困難な場所に有効である。
- 拡幅道路の形状に合わせて構築することが可能である。



## 2) 張出車道工法

張出車道工法とは、現道の山側及び谷側に直接基礎または杭基礎を設け、その上にプレキャスト製PC床版を敷設して新たな路面を造成し、床版の谷側一部を張り出すことにより道路拡幅する工法である。従来、現道拡幅するためには山側斜面を掘削するか谷側に盛土等を施した。しかし、急峻な山道においては従来工法では多額の費用と大幅な工期が必要となる。また、谷側に栈橋を設ける拡幅工法もあるが、谷側斜面を侵し景観を損なう恐れがあった。以上の課題を解消し、急峻な斜面にある狭い道路の2車線化、待避所の造成、景観を重視する道路拡幅工法である。



出所：NETIS 新技術情報提供システム  
＜図 8-10＞基本構造図

### ①工法の特徴

- a. 床版の山側に錘となるプレキャスト擁壁および擁壁背面に現場打ちコンクリートを打設し床版を上から押さえることにより、テコの原理を最大限に活用し安定化をはかった。
- b. あらゆる地質条件や道路線形に条件に対して柔軟に対応が可能である。山側・谷側斜面をほとんど侵さず自然環境へ及ぼす影響が少ない。



出所：NETIS 新技術情報提供システム  
＜図 8-11＞工法の事例

### ②期待される効果

- a. 急斜面や河川沿いにおける幅員の狭い道路、既存交通の影響を回避したい道路など、既存工法では対応が困難であった道路拡幅・新設が可能になる。
- b. 切土など土工事が最小限ですみ、土砂の供給・運搬が困難な場所に有効である。
- c. 拡幅道路の形状に合わせて構築することが可能である。

### (3) ナムリンクリフ、トマンクリフにおける道路拡幅計画

国道上のボトルネックとして、急崖地の狭小箇所があげられる。地形なりに岩盤を掘削し約5m程度の道路幅を確保して作られているもので、国道1号線においては特に塊状岩盤が顕著であるナムリンクリフ、トマンクリフが要所として挙げられる。トマンクリフはトンサから直線距離で東に約3km。ナムリンクリフはモンガルから北西に約15kmの地点に位置している。



出所：調査団作成



<図 8-12> 各クリフの位置

現道5m幅を8mまで拡幅する場合、山側斜面をのり勾配をつけて掘削する必要があるが、マッシブな塊状岩盤であると、のり勾配を付けた掘削が困難である。現道では、過去に施工された時の困難が伺えるほど、オーバーハングの切り立った岩盤が顕著である。

本邦技術の適用として、いくつかの工法があげられる。山岳トンネル、落石防護ネット、ロックボルトとモルタル吹付、ロックシェッドなどの工法が導入可能である。また、検討手法として、斜面カルテを用いて、道路斜面の対策検討や管理も可能である。

#### 1) 各種工法説明

先述した本邦技術について、各種工法説明を図8-13に示す。

分類	特徴
山岳トンネル  三井建設(株)HPより	山岳地帯において、地上の地形に関わらず曲線・つづら折れ・勾配を減少させ、輸送が容易になる。また、落石の危険性を避けられる。NATM工法が主流で、掘削した部分を素早く吹き付けコンクリートで固め、ロックボルトを岩盤奥深くにまで打ち込んで地山自体の保持力を利用する。急峻な地形が連続する地域では不可欠な設備である。トンネルに作用する土圧や水圧のため断面積はあまり大きくはできず、通行する車両には車両限界が設定される場合がある。長大トンネルでは空気が汚れやすい。
落石防護網工  ヒノマル(株)HPより	金網、ワイヤーロープ等の軽量部材を使用して、落石発生のある斜面全面を覆う。軽量なため、迅速施工が可能である。 ①覆式落石防護網：地山との結合力を失った岩石を金網と地山の摩擦及び金網の張力によって拘束する。落石を飛跳させず斜面に沿って落下させるものである。 ②ポケット式落石防護網：吊ロープ、支柱、金網、ワイヤーロープ等からなり、上部に落石の入口を設け、金網に跳躍した落石が衝突することにより、落石の持つエネルギーを吸収する。小規模な落石、基盤岩から剥離、剥落しやすい落石の危険性がある場合や、高所からの落石が想定される場合に適用される。

<p>ロックボルト工</p>  <p>「ブ」国ローリン橋より</p>	<p>岩盤の剥離、抜け落ちなどの表層崩壊、地すべりの小～中規模崩壊対策などで用いられ、土塊のすべり面以深に鋼材を挿入しグラウトにより鋼材全体を定着させ、地山の変形に伴い鋼材に受動的に引張力が生じることで、岩隗や地山の変形を抑止する工法である。すべり深さや規模が中規模程度以下であれば、比較的安価であるが、規模が大きくなると鋼材長や本数が増加し、経済的メリットが小さくなる。</p>
<p>吹付工</p>  <p>アマノ企業(株)HP より</p>	<p>モルタル・コンクリートを斜面・のり面に吹き付け、岩盤の風化防止、雨水の浸透による侵食や崩壊を防止する。風化等により劣化した崖面に対しては、外気や温度変化、浸透水の遮断効果が非常に高く、施工性も優れていることから、採用実績の多い工法の一つである。また、切土のり面やトンネル覆工にも広く用いられている。その施工は、圧縮空気によってモルタルやコンクリートを高圧ホースまたはパイプを介して所定の位置まで搬送し、その打設・締固めは型枠を用いずに圧縮空気にて吹き付けることでなされる。</p>
<p>ロックシェッド工</p>  <p>日本サミコン(株)HP より</p>	<p>トンネルに類似した形状の防護用の建造物。道路用のものは「洞門」と呼ばれることが多い。ロックシェッド上面には落石により発生する衝撃力の緩和を図るために緩衝材を敷く。上部は落石エネルギーを吸収または速やかに側方へ受け流す構造となっており、通行の安全確保を図る。落石の発生しやすい急斜面がある場合、落石の規模が大きい場合、落石防護柵等ではその上を飛び越す恐れのある場合に適用される。土砂がシェッド上に堆積した場合は、取り除くことを原則とする。</p>
<p>ハーフトンネル</p>  <p>Tripadvisor HP より南アフリカ</p>	<p>屋根部にあたる岩盤の安定確保に、ロックボルト、吹付工を要し、安定した岩盤状況が必要とされるものと考えられる。形状としては片側が吹き抜けとなったトンネルである。吹き抜け部に支柱を有する構造もある。円形のトンネル形状と違い、アーチ効果を得るための検討が必要で、設計方法は困難なものとなる。岩盤の剥離、亀裂、大きさによってロックボルトの配置を決定する必要がある。地形に沿った道路線形が有利な場合に活用される。</p>

出所：調査団作成

<図 8-13> 各種対策工法の説明

## 2) 踏査状況

トマンクリフ、ナムリンクリフを踏査し、「ブ」国技術で対処が困難な箇所を選出し、図 8-16 から図 8-20 に示した。調査対象区間はトマンクリフ L=955m、ナムリンクリフ L=1320mである。

ここから施工対象区間を選別するが、断崖高さが約 20m 以上の塊状岩盤を選出すると、トマンクリフ L=700m、ナムリンクリフ L=550m に絞り込まれた。

地質は、花崗岩、角閃岩が主体となり、岩盤等級では B~CIIクラスの幅があるが、概ね CIクラスで検討を行う。走向傾斜はトマンクリフで N20W~25E, 60S~25N, ナムリンクリフで N30E~40E, 45N~15N が卓越し、道路に沿った施工であると受け盤となる箇所が多いが、流れ盤と剥離による落石が発生する箇所もある。

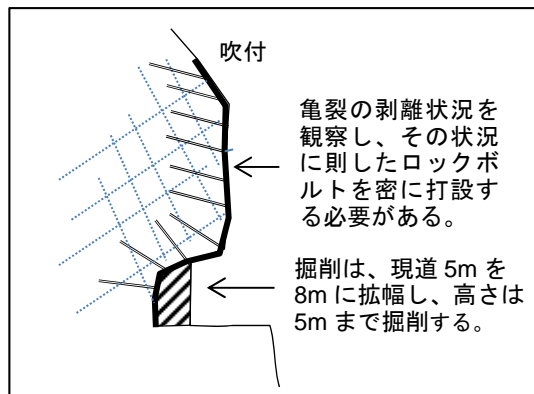


出所：調査団撮影  
 <図 8-14> 現地斜面の状況

また、亀裂の傾向として、図 8-14 に示すように楔状の抜け落ちや、2m 前後のブロック状の剥離が見られる。これらの岩塊の対処方法に応じて、工法を選択する必要がある。

### 3) 工法選定

トマンクリフ及びナムリンクリフの特徴として塊状岩盤であり受け盤が多い。よって、表層の剥離や亀裂の評価、対策をどうするかが問題になる。岩盤斜面における道路拡幅の場合、図 8-15 に示すように山側に 3m 程度穿ち、オーバーハングをロックボルトで支えることになるが、塊状岩盤といえども亀裂があるため、ロックボルトの打設判断は容易ではない。

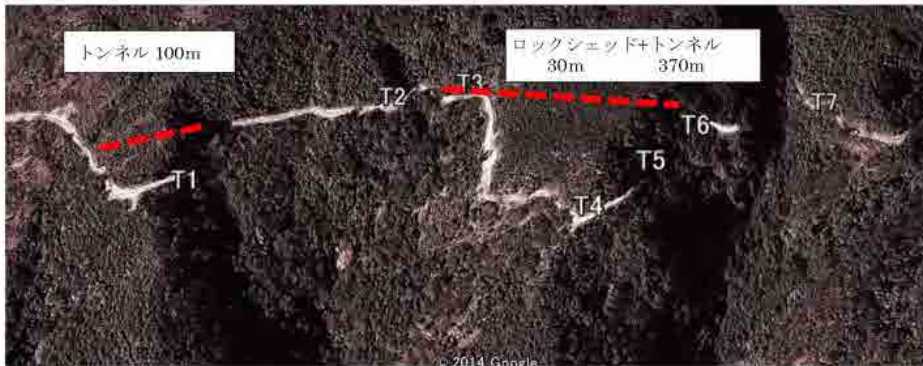


出所：調査団作成  
 <図 8-15> 岩盤斜面における道路拡幅の概念

道路線形を改良することも必要であるので、本調査における採用工法としては、トンネル (NATM 発破工法)、ロックシェッド工、落石防護ネット工の 3 種の組み合わせとする。

トンネル箇所を選定は、道路線形が有利となる尾根部と 20m 以上の塊状岩盤を対象とする。ロックシェッド工は、トンネル前後の斜面に適用し落石防護を図る。落石防護ネット工はロックボルトを併用した吹付工を採用し、斜面もしくは 20m 以下の切り立った垂壁の対処方法として採用する。図 8-16 から図 8-20 に、踏査状況と選択した施工対象区間を併記する。





出所：調査団作成  
 <図 8-16> トマンクリフ踏査位置

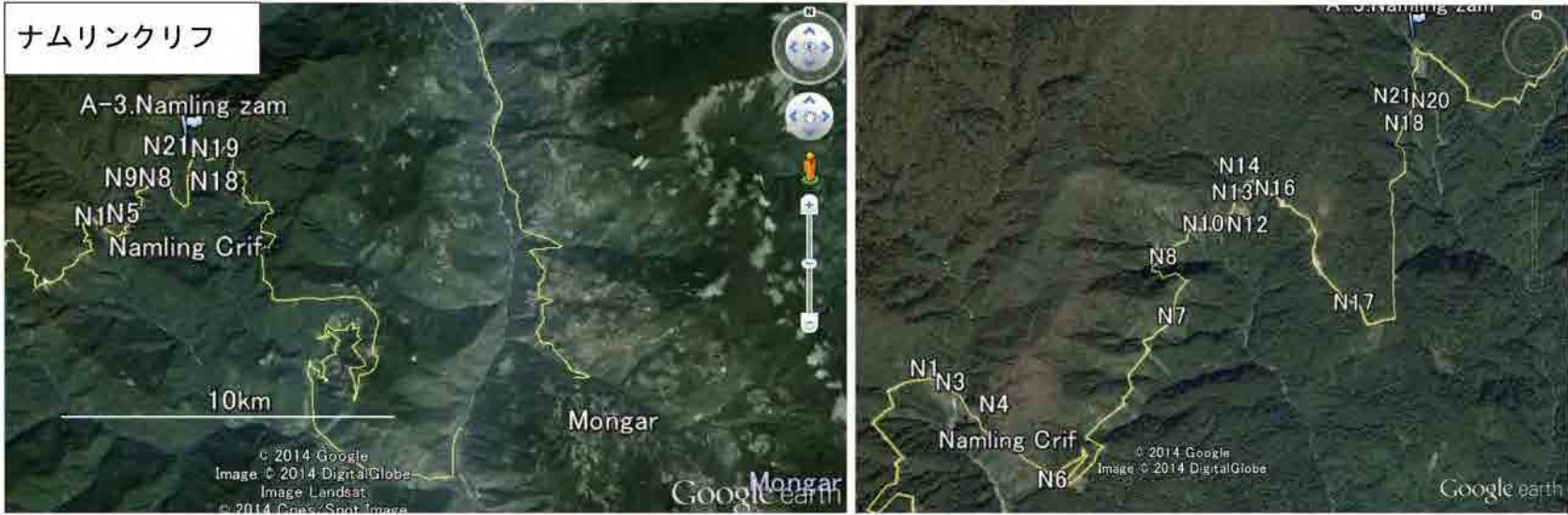
## トマンクリフ(1/1)

位置情報	T1	T2	T3	T4	T5
緯度経度	N27° 28' 6.7"	N27° 28' 16"	N27° 28' 19.5"	N27° 28' 23.4"	N27° 28' 26.1"
	E90° 28' 47.5"	E90° 28' 45"	E90° 28' 45.3"	E90° 28' 53"	E90° 28' 52"
延長(m)	190	20	30	150	50
高さ(m)	30	30	20	30	30
写真					
採掘工法	トンネル 100m 落石防護ネット工(坑門) 20m×2	—	ロックシェッド 30m トンネル 70m	トンネル 150m	トンネル 50m

位置情報	T6	T7	T8	T9	合計
緯度経度	N27° 28' 27.6"	N27° 28' 35.3"	N27° 29' 5.8"	N27° 29' 8.5"	
	E90° 28' 50.3"	E90° 28' 48.5"	E90° 29' 2.1"	E90° 29' 3"	
延長(m)	150	145	130	90	955
高さ(m)	30	80	30	30	
写真					
採掘工法	トンネル 100m 落石防護ネット工(坑門) 20m	—	ロックシェッド 30m トンネル 120m	トンネル 50m	

出所：調査団作成  
＜図 8-17＞トマンクリフ踏査結果





出所：調査団作成  
 <図 8-18>ナムリンクリフ踏査位置




## ナムリンクリフ(1/2)

位置情報	N1	N2	N3	N4	N5	—
緯度経度	N27° 19' 48.3"	N27° 19' 47.3"	N27° 19' 45.8"	N27° 19' 39.2"	N27° 19' 36.4"	—
	E91° 4' 48.4"	E91° 4' 51.4"	E91° 4' 53.1"	E91° 4' 59.4"	E91° 5' 3.3"	—
延長(m)	80	30	40	40	150	—
高さ(m)	50	30	30	30	30	—
写真						—
採択工法	落石防護ネット工 80m	ロックシールド 30m	トンネル 100m 落石防護ネット工(坑門)20m	—	—	—
位置情報	N6	N7	N8	N9	N10	N11
緯度経度	N27° 19' 28.2"	N27° 20' 0.5"	N27° 20' 12.2"	N27° 20' 12.4"	N27° 20' 19.2"	N27° 20' 20"
	E91° 5' 15.4"	E91° 5' 39"	E91° 5' 36.3"	E91° 5' 36.6"	E91° 5' 44.8"	E91° 5' 46.7"
延長(m)	40	120	70	40	50	80
高さ(m)	40	40	30	40	80	30
写真						
採択工法	—	—	—	—	トンネル 50m 落石防護ネット工(坑門)20m	トンネル 80m 落石防護ネット工(坑門)20m

出所：調査団作成  
 <図 8-19>ナムリンクリフ踏査結果-1

## ナムリンクリフ (2/2)

位置情報	N12	N13	N14	N15	N16	N17
緯度経度	N27° 20' 22.1"	N27° 20' 25.9"	N27° 20' 28.7"	N27° 20' 27.8"	N27° 20' 27.5"	N27° 20' 5.3"
	E91° 5' 49.9"	E91° 5' 51.1"	E91° 5' 52.5"	E91° 5' 58.6"	E91° 6' 0.7"	E91° 6' 20.3"
延長(m)	30	50	60	30	20	40
高さ(m)	20	40	25	25	15	20
写真						
採択工法	—	トンネル 50m 落石防護ネット王(坑門)20m×2	—	—	—	—

位置情報	N18	N19	N20	N21	合計
緯度経度	N27° 20' 43.3"	N27° 20' 44.2"	N27° 20' 45.7"	N27° 20' 46.8"	
	E91° 6' 30.9"	E91° 6' 31.6"	E91° 6' 32.6"	E91° 6' 33.1"	
延長(m)	140	50	80	80	1320
高さ(m)	20	15	30	30	
写真					
採択工法	—	—	ロックシェッド 20m トンネル 60m	トンネル 60m ロックシェッド 20m	

出所：調査団作成  
 <図 8-20>ナムリンクリフ踏査結果-2



#### (4) 高標高地域の舗装改良（寒冷地舗装）

寒冷地舗装に関する本邦技術として、凍結抑制舗装があげられる。凍結抑制舗装は、積雪寒冷期において路面の凍結防止を図り走行車両の安全性を確保、除雪作業の効率化に寄与する舗装技術である。日本国内では、「スパイクタイヤ粉塵の発生防止に関する法律」施行後に急激に普及した技術である。

機能としては、路面温度がマイナス5℃程度までの凍結を抑制・防止を図り、舗装面に雪氷が固着するのを防止することができる。さらに、雪氷が路面に固着しにくく、且つ除去し易いことから、除雪作業の効率化を図ることができる。

効果としては、路面の凍結時間の短縮、路面に散布する凍結防止剤の散布量や散布手間の縮減、路面の除雪作業の効率を向上させることができる。

適用場所は、急カーブ、坂道、交差点付近、トンネルの出入り口付近、山間部及び橋面等の安全性の確保がより必要な場所で効果を発揮する。凍結抑制舗装は、工事完成後についてロードヒーティングや融雪施設等と比較すればランニングコストは発生しない。

凍結抑制舗装は、化学系、物理系に大別され、その特徴を以下に述べる。また、表 8-10 に本邦企業の適用製品リスト及び日本における施工実績を示す。

##### 1) 化学系凍結抑制舗装

化学系凍結抑制舗装は、塩化ナトリウムや塩化カルシウム等凍結抑制剤を含んだ材料をアスファルト混合物中に添加・混入することで凍結抑制機能を付与した舗装である。舗装内に混入された凍結抑制材に含まれた有効成分が溶出することによる氷点降下作用により効果を発揮するものである。

凍結抑制材料としては、添加剤吸着型の吸着材料としては、微粉末鉱物、吸水性ポリマーなどがあり、添加剤混入型には、塩化物を加えた特殊セメント固化物を破碎したもの等がある。

##### 2) 物理系凍結抑制舗装

物理系凍結抑制舗装は、舗装面内にある弾性材料が走行車両の荷重によってたわみ、雪氷の剥離や破碎を促進することで凍結抑制効果を発揮する。一般的に、弾性材料にはゴム、廃タイヤゴム、ウレタン樹脂などが用いられている。

弾性材料を添加、配置する方法には、アスファルト混合物に混ぜるもの、舗装面に散布・圧入等によるものがある。これらの工法は、弾性体・塩化物添加型、弾性体・添加物充填型等がある。特に弾性材混入型は、氷板の付着強度が小さく、凍結抑制効果に優れており、化学系凍結抑制舗装より機能の持続性が大きい。

＜表 8-10＞凍結抑制舗装の適用製品リスト及び日本における施工実績

工法	導入タイプ	呼び名	特徴	日本での実績
化学系	添加剤混入型	ノンフリーズ	塩化物を加えず特殊セメント固結剤を破砕し、通常の6号砕石、7号砕石と置換して用いる。舗装後、混合物中の特殊骨材から塩化物が徐々に溶出することで、凍結抑制効果が実現される。	407万㎡
		ベルグミット V260	通常のアスファルト混合物の10mm以下の骨材や石粉と置換して使用する。舗装表面から有効成分が徐々に溶出することで凍結抑制効果が実現される。なお、V-200は耐凍性が高く、凍害アスファルトなど名付いた混合物への適用が可能である。	
		マフィロン	多孔質な火成岩質粉末の空隙などに塩化物などの有効成分を吸着させたもので、石粉と置換して使用する。混合物中に分散した有効成分が徐々に溶出することで、凍結抑制効果が実現される。	
	添加剤混入・吸着型	ポリアスファルト混合物の空隙に、凍結抑制セメントミルクを浸透させると手とわみ性型凍結抑制舗装である。浸透用セメントに塩化物と保水材を配合し、露出時には塩分の溶出を、冬期凍害時の凍結防止時には塩分を吸着するための、長期的な凍結抑制効果の持続性が期待できる。		
	添加剤吸着型	手とわみ性舗装のセメントミルクに感水性ポリマーを添加混合したものを注入し、ポリマーに塩類(硫酸カルウムなど)を吸着させることで凍結抑制効果を実現する。なお、当工法は6年程度凍結抑制機能を回復できるのが特徴である。		
物理系	弾性体混入型	ムドット	ゼラチン製粒状のアスファルト混合物に、麻タイヤを破砕したゴム粒子を混入したものである。ゴム粒子が舗装表面に常に存在しているため、交通荷重により水膜が、破砕・除去される。また、雪水が濡れやすくなり、降雪始半の向上に寄与する。	199万㎡
		FRテープ	特殊ゼラチンアスコンの基層の上に、特殊吸着アスファルト-ファイバー-ゴム粒子を混合したものを5mm程度の厚層で施工する工法である。ゴム粒子混入量が多いため、水膜破壊・除去効果が入り、雪水が濡れやすくなる。また、降雪始半も向上し、降雪溶出時間も長くなる。	
	弾性体混入・吸着型	高い空隙率を有する閉鎖型アスファルト混合物にゴム粒子を混入するとともに、舗装表面にゴム粒子を吸着させたものであり、排水機能、滑り抵抗機能、凍結抑制機能を兼ね持つゴム粒子混入型多機能舗装である。		
	弾性体混入型	ゴムロールドは、ロールドアスファルト舗装に特殊ゴム骨材を混入する物理系凍結抑制舗装である。車両が通過する際に、ゴム骨材が変形することによって水膜が破壊されると共に、水が粘着しにくいゴム骨材の露出によって水膜潤滑を促進する。		
	空隙光線型	排水性舗装の表面空隙にウレタン樹脂等から誘導される凍結抑制剤を充填し、その材料が持つ物理的効果を利用して路面の凍結を抑制する工法である。		
グルーピング光線型	アスファルト舗装、手とわみ性舗装、コンクリート舗装表面にグルーピングを施し、この溝の中にウレタン系樹脂を充填し込んで仕上げる凍結抑制舗装である。細かい間隙で形成されたウレタン層が路面に生じた水を車両の荷重によって剥離・飛散させる。			
物理化学系	弾性体・添加剤混入型	フィンメルトテープ	砕石マスタック混合物(SMA)に弾性体を含むゴムチップと塩化物系凍結抑制剤を混入し物理系と化学系の複合型凍結抑制舗装である。物理系や化学系の凍結抑制効果に比べて交通量や外気の影響を受けにくく、凍結抑制機能を発揮することができる。	12.5万㎡
	空隙水鏡型	ザベックエスタイプ	排水性舗装の表面空隙にゴムチップ及び凍結防止剤を主材とする凍結抑制剤を充填し、その凍結抑制効果により、降雪時における車両の安全走行を確保する。また、凍結抑制剤を充填しない空隙を残すことで、排水性舗装としての本来の機能も持続する。	
	グルーピング光線型	ザベックエスタイプG	舗装表面に成形したグルーピング溝にゴムチップ及び凍結防止剤を主材とする凍結抑制剤を充填し、その凍結抑制効果により、降雪時における車両の安全走行を確保する。また、凍結抑制剤を充填しない溝を残すことで、降雪時の安全走行を確保することも可能である。	
路面系	路面塗布型	排水性多機能	舗装表面のキズ(凹凸)を覆うことで、走行車両のタイヤの接触により路面に寄り付いている水の層を剥離させ、すべり抵抗の向上を期待する舗装である。また、舗装内に雨水等の水分が浸透するとある程度タイヤの接触に比べて表面の浮きも少なく、これにより水膜潤滑の効果が期待できる。なお、凍結抑制剤を材料に加えることにより、路面のキズが覆われるようなアスファルト混合物の浸透や施工上の工夫によって施工を行い、走行車両のタイヤと路面との接触部分に適用して面内伝熱ではなく、舗装骨材の心部のみを加熱させて水膜の凍結を促進させる。	9.7万㎡
施工実績の計				624万㎡

出所：凍結抑制舗装技術研究会

8-5. 優先プロジェクトに関する概算工事費の算出

8-5-1. 橋梁プロジェクトの概算工事費

(1) 工事費算出橋梁リスト

架け替えのプライオリティの高い以下の橋梁について概算工費を算出する。なお、優先橋梁プロジェクトの内、PNH1 の Namling zam 橋、PNH4 の Katley III 橋については国立公園内 (もしくは生態系連絡路内) に位置していることから、プロジェクト実施時に JICA 環境カテゴリー分類が A となる可能性が高いため、本調査における概算工事費算出の対象からは除外する。

<表 8-11> 対象橋梁諸元及び架け替え橋梁案

SN	橋梁名	既設橋					架け替え後の諸元 (DoR提案)				
		上部エタイプ	スパン		幅員 (m)	耐荷重 (MT)	建設年	上部エタイプ	橋長 (m)	幅員 (m)	耐荷重
			フィート	m							
<b>B 国道4号線</b>											
1	Passang zam 橋	Steel Hemilton		40.0	7.50	24	1970	PSC Bridge	50	7	70R
2	Beteni zam 橋	RC T-Beam		25.0	4.20	40	1987	PSC Bridge	30	7	70R
4	Chaplekhola 橋	RCC T-Beam		20.0	4.50	40	1969	RC T-Beam	25	7	70R
6	Samkhara zam 橋	Steel Truss		61.0	4.30	40	2001	Steel Truss	65	7	70R
7	Telegangchu zam 橋	RCC T-Beam		25.0	4.50	40	1981	RC T-Beam	28	7	70R
<b>C 南部東西回廊</b>											
1	Diana Kuephen zam 橋	BSB & BB	1020		3.27	12	2003	PSC or Steel multi-span	300	7	70R

出所：調査団作成

1) 架け替え橋梁の橋長、幅員について

**橋長**：上記表中の橋長は DoR が提示した変更計画案の橋長である。橋梁調査を踏まえ、その妥当性を検証し、必要に応じて変更提案を行う。なお、その内容については、次頁以降の各橋梁の所見に記す。

**幅員**：有効幅員は”Guidelines on use of Standard Work Items for Common Road Works”に準拠し 7m (※7m=車道幅員 (=3.25m+3.25m) +両路肩(各 0.25m)) とする。また、日本基準である地覆幅 (片側 0.6m) を考慮し全幅を 8.2m とする。

Standard Specification for permanent bridges on various roads					
SL No.	Road Classification	Carriage width (m)	Loading capacity	Footpath	Remarks
1	Asian Highway (AH-48)	7.50	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional	
2	Primary National Highway (PNH)	7.00	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional	
3	Secondary National Highway (SNH)	5.50	IRC Class A (double lane)	Optional	
4	Dzongkhag Road	3.50	IRC class A (Single lane)	Optional	
5	Farm road	3.50	IRC class A (Single lane)		
6	Thromde road	Varies from 7.50 to 15.00	Single lane IRC 70R (Wheeled) OR Double lane IRC class A (whichever is critical)	Both side 1.50m wide	

出所：Guidelines on use of Standard Work Items for Common Road Works

<図 8-21> 有効幅員について



## (2) 各橋梁の概算工費算出における留意事項

各橋梁の現地調査結果を踏まえ、施工方法、橋梁形式等の所見を以下に記す。

<p>B-1.Passang zam 橋</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>・現橋長は 40m である。新設橋梁位置は道路線形に応じて上流又は下流側への変更が必要である。現橋梁が河川幅を狭めている可能性があり、河川状況の整理と橋長設定が必要である。架け替え後の橋長 50m が妥当な場合、PC 橋（ポステン箱桁が優位と判断）が優位と判断する。</li><li>・雨期以外は河川に水が無いため、検討結果によっては固定支保工（場所打ち箱桁の代表工法）による上部工架設の採用が可能である。</li></ul>
<p>B-2.Beteni zam 橋</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>・現橋長は 25m である。新設橋梁位置は下流側への変更が必要であり、その場合橋長は若干伸びると考えられる。架け替え後の橋長 30m が妥当な場合、PC 橋（ポステン T 桁が優位と判断）が優位と判断する。</li><li>・大型クレーンの搬入は困難と判断されるため、架設は架設桁架設とする。</li></ul>
<p>B-4.Chaplekhola 橋</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>・現橋長は 20m である。新設橋梁位置は下流側への変更が必要であり、その場合橋長は若干伸びると考えられる。架け替え後の橋長 25m を採用する。</li><li>・橋長 25m で RC 橋を採用した場合、設計荷重（70R）に留意すると、PC 橋に比べ RC 橋が不経済になる可能性がある。（日本では、橋長 25m は PCT 桁が優位である。）⇒<b>工事費は PC 橋で算出。</b></li><li>・谷が深く、支保工の構築が困難であり、大型クレーンの搬入も困難と判断されるため、架設は架設桁架設を行う。</li></ul>

B-6.Samkhara zam 橋



- ・現橋長は 61m である。新設橋梁位置は下流側（上流側は旧橋の下部構造が残置）への変更が必要である。橋長は若干が伸びる可能性がある。本橋計画案は、橋長 65m の鋼トラス橋であるが、詳細計画時には、架設方法に留意した橋梁形式の再検討が必要と判断する。  
⇒事業費は鋼トラス橋 (65m) で算出。
- ・岩が露呈しており、直接基礎の下部工計画が可能と判断する。

B-7.Telegangchu zam 橋



- ・現橋長は 25m である。新設橋梁位置は下流側への変更が必要であり、橋長は若干伸びると考えられる。架け替え後の橋長 28m を採用する。
- ・橋長 25m で RC 橋を採用した場合、設計荷重（70R）に留意すると、PC 橋に比べ RC 橋が不経済になる可能性がある。（日本では、橋長 25m は PCT 桁が優位である。）⇒工事費は PC 橋で算出。
- ・谷が深く河川水位もあるため、支保工の構築が困難であり、大型クレーンの搬入も困難と判断されるため、架設は架設桁架設とする。

C-1.Diana Kuephen zam 橋

- ・現橋長は 310.9m である。架け替え案は橋長 300m の PC 又は鋼連続橋である。本橋については、河川条件を十分に検討し、径間数を含む橋梁形式比較が必要である。
- ・迂回路は無いが、乾期は河川内の水が少量であり、盛土道路を構築して、車両通行を確保している。
- ・現在施工中の Amochu 橋と Dramzang zam 橋の架け替え、道路の拡幅工事が完了しない限り、大型クレーンの搬入が困難と判断される。架設桁架設等のクレーン架設以外の方法が優位と判断する。⇒工事費は PC 橋の連続橋で算出。  
⇒工事費は PC 橋の連続橋で算出。  
※鋼橋の材料は「ブ」国内で生産できないことに留意が必要。

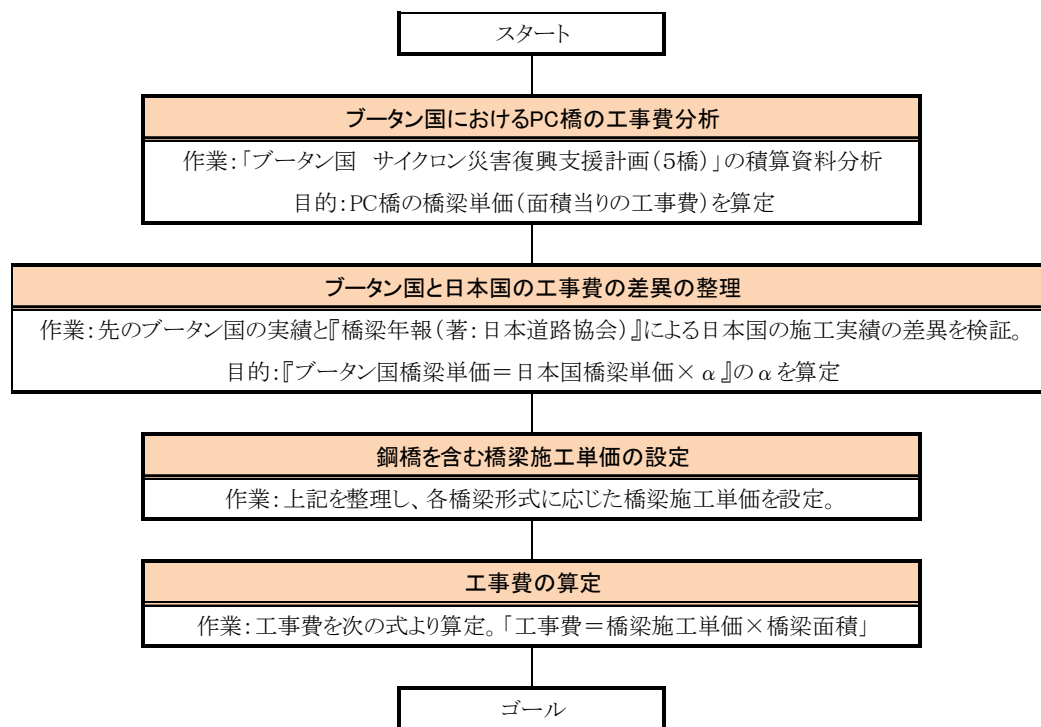


出所：調査団作成  
〈図 8-22〉各橋梁の所見

### (3) 工事費の算出

#### 1) 算出方針

工事費については、「ブ」国の施工実績、本邦施工実績から橋梁形式、橋長、幅員を踏まえた橋梁の面積当りの単価を設定し、それを用いて億単位で算出する。以下に作業フローを示す。



出所: 調査団作成

<図 8-23> 工事費算出における作業フロー

## 2) 各橋梁の工事費算定用単価

図 8-23 のフローに従い、工事費単価を設定した結果 (m<sup>2</sup> 当り単価) を表 8-12 に示す。工事費単価は、下記の要領で設定する。なお、施工実績の分析に関する資料は参考資料として添付する。

$$\text{Unit cost (千円/m}^2\text{)} = (a \times x + b) \times \text{Coefficient} \times \text{Change rate}$$

- $(a \times x + b)$  : 橋梁年報から算定した近似直線 (x=スパン長)
- Coefficient (1.02) : 「ブ」国と本邦の実績の差異を示す係数
- Change rate : 「ブ」国の実績として使用した積算資料の rate (1Nu=1.99 円) と本調査実施中の rate (1Nu=1.81 円) の変動率 (1.99/1.81=1.099)

<表 8-12> 工事費算定用単価一覧表

SN	橋梁名	検討結果				
		上部エタイプ (提案)	架け替え後 橋長(m)	単価 (千円/m <sup>2</sup> )		
				approximate line	coefficient	change rate
<b>B 国道4号線</b>						
1	Passang zam 橋	PSC Bridge(PCBOX)	50	<b>503</b>	= ( 1.9470 x+ 350.70 )x 1.020 x 1.099	
2	Beteni zam 橋	PSC Bridge(PCT)	30	<b>491</b>	= ( 2.8713 x+ 351.54 )x 1.020 x 1.099	
4	Chaplekhola 橋	RCC T-Beam	25	<b>475</b>	= ( 2.8713 x+ 351.54 )x 1.020 x 1.099	
6	Samkhara zam 橋	Steel Truss	65	<b>593</b>	= ( 2.2933 x+ 379.16 )x 1.020 x 1.099	
7	Telegangchu zam 橋	RC T-Beam(PCT)	28	<b>485</b>	= ( 2.8713 x+ 351.54 )x 1.020 x 1.099	
<b>C 南部東西回廊</b>						
1	Diana Kuephen zam 橋	PSC or Steel multi-span(PCT)	300 span= 43	<b>533</b>	= ( 2.8713 x+ 351.54 )x 1.020 x 1.099	

出所：調査団作成



### 3) 工事費算定

#### ①各橋梁の工事費

工事費について、以下の要領で算定した。

$$\text{工事費} = \text{橋面積} (\text{橋長} \times \text{幅員}) \times \text{工事単価} (\text{m}^2 \text{ 当り単価}) + \text{日本調達機材}$$

なお、日本調達機械費は「ブータン国 サイクロン災害復興支援計画」から、共通機材と架設機材の合計額である 1.1 億円（直接工事費）に諸経費（直接工事費の 2 倍程度）を考慮して 2.0 億円とした。

<表 8-13>各橋梁の工事費

SN	Bridge Name	検討結果								計 (a+b) (千円)	計 (億円)
		上部エタイプ (提案)	架け替え後 橋長(m)	全幅員 (m)	橋面積 (m <sup>2</sup> )	単価(千円 /m <sup>2</sup> )	a.橋梁本体 費 (千円)	b.日本調達 機械費 (千円)			
<b>B 国道4号線</b>											
1	Passang zam橋	PSC Bridge(PCBOX)	50	8.2	410	503	206,000	200,000	406,000	4.1	
2	Beteni zam橋	PSC Bridge(PCT)	30	8.2	246	491	121,000	200,000	321,000	3.3	
4	Chaplekhola橋	RCC T-Beam	25	8.2	205	475	97,000	200,000	297,000	3.0	
6	Samkhara zam橋	Steel Truss	65	8.2	533	593	316,000	200,000	516,000	5.2	
7	Telegangchu zam橋	RC T-Beam(PCT)	28	8.2	229.6	485	111,000	200,000	311,000	3.2	
<b>C 南部東西回廊</b>											
1	Diana Kuephen zam橋	PSC or Steel multi-span(PCT)	300 span= 43	8.2	2460	533	1,311,000	200,000	1,511,000	15.2	

出所：調査団作成

②近接橋梁毎に整理した工事費

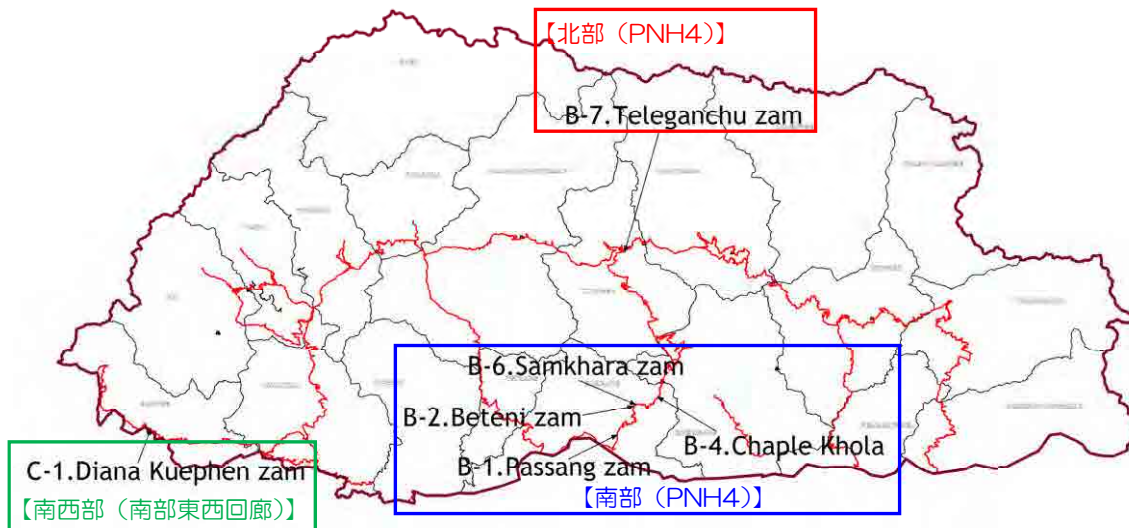
日本調達機械については、いくつかの橋梁を組合せて工事費に見込むことが可能である。実際に、「ブータン国 サイクロン災害復興支援計画」では、5 橋分の計画・施工で1.25 億円（直接工事費）が計上されている。

近隣の橋梁が一括発注されることを想定し、工事費の整理を行った。対象橋梁の位置及び工事費を図 8-24 と表 8-14 に示す。

<表 8-14> 近接橋梁毎に整理した工事費

SN	橋梁名	検討結果				
		上部エタイプ (提案)	a.橋梁本体費 (千円)	b.日本調達 機械費 (千円)	計 (a+b) (千円)	計 (億円)
<b>北部 (PNH4)</b>						
B-7	Teleganchu zam	RC T-Beam (PCT)	111,000	200,000	311,000	3.2
<b>南部 (PNH4)</b>						
B-1	Passang zam	PSC Bridge(PCBOX)	206,000	200,000	1,140,000	11.4
B-2	Beteni zam	PSC Bridge(PCT)	121,000			
B-4	Chaplekhola	RCC T-Beam	97,000			
B-6	Samkhara zam	Steel Truss	316,000			
<b>南西部 (南部東西回廊)</b>						
C-1	Diana Kuephen zam	PSC or Steel multi-span(PCT)	1,311,000	200,000	1,511,000	15.2

出所：調査団作成



出所：調査団作成

<図 8-24> 対象橋梁位置図



#### (4) 工事費のまとめ

##### 1) 工事費

- 北部及び南部に位置する 5 橋梁を一括発注した場合、約 14.6 億円の直接工事費となる。
- 南西部に位置する 1 橋梁 (Diana Kuephen zam 橋) の直接工事費は約 15.2 億円となる。

##### 2) 橋梁諸元

サムチ県に位置する Diana Kuephen zam 橋については、河川条件を整理する必要があり、橋長、形式についてはその結果を踏まえて検討する必要がある。

##### 3) 輸送費の扱い

本工事費単価の設定で輸送費の分析を行った結果、輸送距離の差が本工事費算出の精度に対して与える影響は軽微であると判断する。今後の詳細調査では、「サムチ県の 1 橋梁」、「ゲレフ近傍の橋梁」、「ブ」国で生産できない資材 (主に鋼材) を多く使用する橋梁) については、インドからの直接の資材搬入に留意した検討が必要である。なお、「ブ」国内で生産できない資材搬入 (PC ケーブル、鋼板等) の現状は、プンツォリンを拠点とした以下の 2 ルートがある。

「プンツォリン～ティンプー～ゲレフ」

「プンツォリン～ (インド経由) ～ゲレフ」

2 ルートの輸送距離は以下の通りである。

##### 【ルート 1 (赤線)】

「プンツォリン～ティンプー～ゲレフ」

⇒

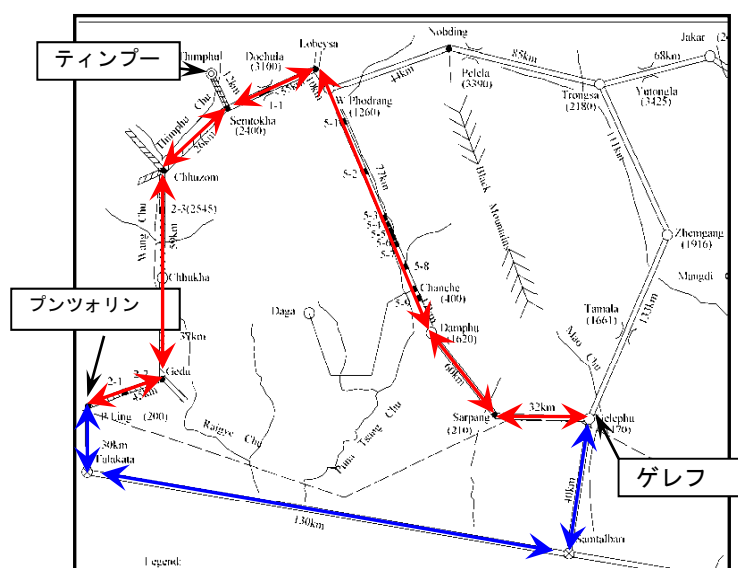
$$45+37+59+26+55+10+77+17+60+32=418\text{km}$$

##### 【ルート 2 (青線)】

「プンツォリン～ (インド経由) ～ゲレフ」

⇒

$$30+130+40=200\text{km}$$



出所：調査団作成  
 <図 8-25> 輸入資材の搬入ルート

#### 4) 日本調達機材

工事費の内、日本調達機材はクレーン等の共通機材と架設に用いる特殊機材で構成される。数橋をまとめて施工し、機材の転用を行った場合、工費を削減することが可能となる。

※上記 (4) に示した工事費は機材の転用を想定した場合である。

【参考資料】

(1) ブータン国におけるPC橋の施工実績単価

1) 対象案件

平成23年度の積算実績である「ブータン国 サイクロン災害復興支援計画（表8-15の5橋）」から、直接工事費に対する諸経費の割合、輸送費、機材搬入費等の各工事費を整理する。

<表 8-15> 『サイクロン災害復興支援計画』の橋梁

橋梁名	橋長(m)	幅員(m)	橋種	仮設工法
ドルコラ橋	70.0	7.000	PCポステンT桁橋	架設桁架設
ジグミリン橋	70.0	7.000	PCポステンT桁橋	架設桁架設
マンデチュー橋	103.7	3.277	ベイリー吊橋	下部工のみ
ケラ橋	48.0	3.277	ベイリー橋	下部工のみ
ジャンビ橋	48.0	3.277	ベイリー橋	下部工のみ

※全幅員=0.6(地覆)+7.0(幅員)+0.6(地覆)

出所：ブータン国 サイクロン災害復興支援計画

2) 工事費の内訳

工事費の内訳は表8-16の通りである。また、留意事項を列挙する。

<表 8-16> 『サイクロン災害復興支援計画』の工事費の内訳

種別等		日本円 (1Nu=1.99円)	全体工事費に 対する割合(%)	note	
直接 工事費	A.構造物本体	Iドルコラ橋	71,100,000	7.7	取付道路, 護岸含む
		IIジグミリン橋	72,200,000	7.8	取付道路, 護岸含む
		IIIマンデチュー橋	43,300,000	4.7	下部工のみ。取付道路, 護岸含む。
		IVケラ橋	2,300,000	0.2	下部工のみ。取付道路, 護岸含む。
		Vジャンビ橋	2,200,000	0.2	下部工のみ。取付道路, 護岸含む。
		ΣA(I~V)=	191,100,000	20.6	
	B.その他	i 技能工派遣	34,000,000	3.7	PC桁製作の技術者⇒1700万/1橋
		ii 日本調達機械	125,000,000	13.5	クレーン等共通機材⇒約3千万 PC架設機材⇒約8千万
		iii 仮設費	30,000,000	3.2	施工ヤード構築
		iv 輸送	99,000,000	10.7	別途分析
ΣB(i~iv)=		288,000,000	31.1		
諸 経 費	C.間接工事費	a 共通仮設費	201,000,000	21.7	
		b 現場管理費	173,000,000	18.7	
	D.一般管理費	74,000,000	8.0		
	Σ(C~D)=	448,000,000	48.3		
総工事費		Σ(A~D)=	927,100,000	100.0	100.0

出所：ブータン国 サイクロン災害復興支援計画

- ・ 直接工事費のうち、「本体」より「その他」の割合が大きい。
- ・ 直接工事費（その他）のうち、「日本調達機械」と「輸送」がほぼ9割を占める。
- ・ 日本調達機械のうち、「PC 架設機材」の割合が大きい。
- ・ 諸経費は、総工事費の48%であり、直接工事費とほぼ同等額である。※日本の場合、概算工事費＝直接工事費＋諸経費（直接工事費×本の場合）となる場合が多い。

### 3) 輸送費の内訳

輸送費について、各橋梁の距離、輸送量に着目した工事費の内訳は表 8-17 の通りである。また、留意事項を列挙する。

＜表 8-17＞ 『サイクロン災害復興支援計画』の輸送費の内訳

種別等			日本円 (1Nu=1.99円)	輸送量		輸送費合計に 対する割合(%)
				(m3)	(t)	
骨材運搬費 (現場近傍採石所 ～現場)	コンクリート・ア スファルト骨 材、砕石、割 石等	ドルコラ橋	15,400,000	3,500	-	15.6
		ジグミン橋	15,100,000	3,600	-	15.3
		マンデチュー橋	41,300,000	4,000	-	41.7
		ケラ橋	1,000,000	100	-	1.0
		ジャンビ橋	1,100,000	100	-	1.1
		Σ=	73,900,000	-	-	74.6
本設資材運搬費 (P/ling～ティンブー ～現場)	鉄筋・セメント 等	ドルコラ橋-402km	2,700,000	-	470	2.7
		ジグミン橋-406km	2,800,000	-	460	2.8
		マンデチュー橋-454km	6,900,000	-	1,040	7.0
		ケラ橋-401km	400,000	-	26	0.4
		ジャンビ橋-418km	300,000	-	27	0.3
		Σ=	13,100,000	-	-	13.2
PC資材運搬費 (インド～P/ling)	PCケーブル、 シース等	ドルコラ橋	3,800,000	-	-	3.8
		ジグミン橋	3,800,000	-	-	3.8
		Σ=	7,600,000	-	-	7.7
PC資材運搬費 (P/ling～ ティンブー～現場)	PCケーブル、 シース等	ドルコラ橋	2,200,000	-	-	2.2
		ジグミン橋	2,200,000	-	-	2.2
		Σ=	4,400,000	-	-	4.4
輸送費合計			99,000,000	-	-	100.0

出所：サイクロン災害復興支援計画

- ・ 輸送費のうち、「骨材運搬費（国内調達）」が約7割を占める。
- ・ 「本設資材運搬費」は輸送距離にほぼ比例する。  
 (例) ドルコラ橋：2686千円÷402km÷470t=0.014千円/(km・t)  
 マンデチュー橋：6858千円÷454km÷1040t=0.015千円/(km・t)  
 ※上記計算結果がほぼ同じであり、kmを変数とした場合、同程度の工費変化が生じる。
- ・ 「PC 資材運搬費」は『インド～プンツォリン』と『プンツォリン～ティンブー～現場』の割合がほぼ同じである。

#### 4) ドルコラ橋、ジグミリン橋の工事費内訳

PC 橋であるドルコラ橋とジグミリン橋を抽出し、工事費の内訳を整理する。以下に留意事項を記す。

- ・「日本調達機械」はクレーン等の共通機材（全ての橋梁施工で使用：25t クレーン 2 台、トラック 3 台、タイヤローラ 1 台：使用期間 1.7 年）と PC 桁を架設する特殊機材（架設桁架設用機材 1 式）で構成される。各橋の工費に負荷した場合、1 橋当りの総工費に対する割合が大きくなる。一方、数橋をまとめて施工し、機材の転用を行う想定にすれば、総工費を削減することが可能と考えられる。
- ・各橋梁の輸送距離の差異は、「輸送（本資材）」と「輸送（PC 資材）」に影響する。ただし、総工費の 3%以下であり、本工事費算出の精度を踏まえると、その影響は軽微と判断する。

<表 8-18> 『ドルコラ橋』と『ジグミリン橋』工事費の内訳

工事種別	ドルコラ橋		ジグミリン橋		
	工費内訳	÷総工費 (%)	工費内訳	÷総工費 (%)	
直接工事費	本体: 上部工と下部工	71,100,000	15.1	72,200,000	15.3
	技能工派遣	17,000,000	3.6	17,000,000	3.6
	日本調達機械	110,000,000	23.4	110,000,000	23.2
	仮設費(土嚢による締切、ヤード構築)	12,500,000	2.7	13,500,000	2.9
	輸送(骨材)	15,400,000	3.3	15,100,000	3.2
	輸送(本資材)	2,700,000	0.6	2,800,000	0.6
	輸送(PC資材: インド～P/ling)	3,800,000	0.8	3,800,000	0.8
	輸送(PC資材: P/ling～現場)	2,200,000	0.5	2,200,000	0.5
直接工事費合計=	234,700,000	-	236,600,000	-	
総工費(直工×2.0)=	469,400,000	100.0	473,200,000	100.0	
平米単価: 総工費/(70*(7+1.2))=	817,770		824,390		
採用値(千円/m <sup>2</sup> )=	818		825		

出所：サイクロン災害復興支援計画

(2) 工事費算定用単価設定

1) 日本調達機械の扱いと支間 35m の PCT 桁の採用単価

表 8-19 に示す通り、本工事費算出の基準値について日本調達機械を控除して設定する。日本調達機械については、各橋梁施工の組合せの提案を行うとともに、適宜、費用を加算して最終工事費を算定する。

以上より、「ブ」国で施工する支間 35m の PCT 桁の橋面面積当りの m2 当り単価を設定すると、439 千円/m2 (※ (435+442) m2) となる。

<表 8-19> 『ドルコラ橋』と『ジグミリン橋』工事費の内訳 (日本調達機械を控除)

工事種別	ドルコラ橋		ジグミリン橋		
	工費内訳	÷総工費 (%)	工費内訳	÷総工費 (%)	
直接 工事 費	本体: 上部工と下部工	71,100,000	28.5	72,200,000	28.5
	技能工派遣	17,000,000	6.8	17,000,000	6.7
	日本調達機械	0	0.0	0	0.0
	仮設費(土嚢による締切、ヤード構築)	12,500,000	5.0	13,500,000	5.3
	輸送(骨材)	15,400,000	6.2	15,100,000	6.0
	輸送(本資材)	2,700,000	1.1	2,800,000	1.1
	輸送(PC資材: インド~P/ling)	3,800,000	1.5	3,800,000	1.5
	輸送(PC資材: P/ling~現場)	2,200,000	0.9	2,200,000	0.9
	直接工事費合計=	124,700,000	-	126,600,000	-
総工費(直工×2.0)=	249,400,000	100.0	253,200,000	100.0	
平米単価: 総工費/(70*(7+1.2))=	434,495		441,115		
採用値(千円/m <sup>2</sup> )=	435		442		

出所: サイクロン災害復興支援計画

## 2) PC 橋の日本標準施工単価との比較

図 8-26 は「道路橋年報 平成 24 年 4 月 日本道路協会」に記される日本国内で施工されたコンクリート橋 (PC 橋) の支間 (スパン) と総工費の関係を整理した図である。

「ドルコラ橋」、「ジグミリン橋」はポステンT桁橋に該当する。図 8-26 のデータのうち、ポステンT桁橋を抽出して、近似直線を求めると「 $y=2.8713x+351.54$ 」となる。式中の  $x$  は支間であり、「ドルコラ橋」、「ジグミリン橋」の支間長 35m を代入すると、432 千円/m<sup>2</sup> となる。

前述の通り、「ブ」国での m<sup>2</sup> 当りの施工単価は 439 千円/m<sup>2</sup> であり、その差異 (率) は 439、その差異 (率) はである。以後、この係数を考慮して各橋梁の工事費を算出する。

なお、架け替え対象形式である PC 箱桁の近似直線は「 $y=1.947x+350.7$ 」である。

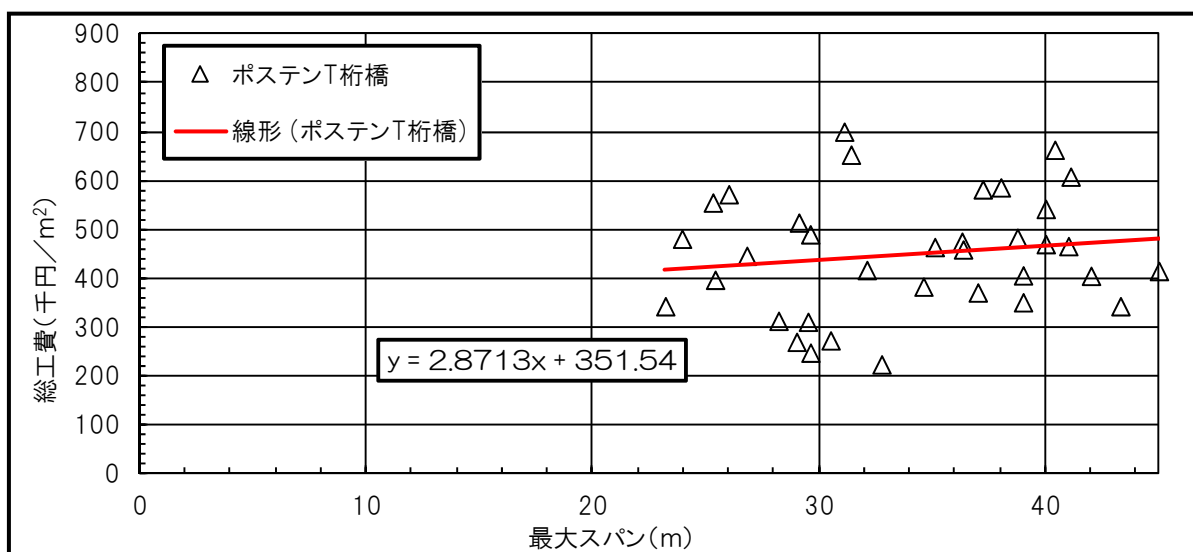


図-21 コンクリート橋—上部工形式別m<sup>2</sup>当り総工費(諸経費含)……桁・T桁

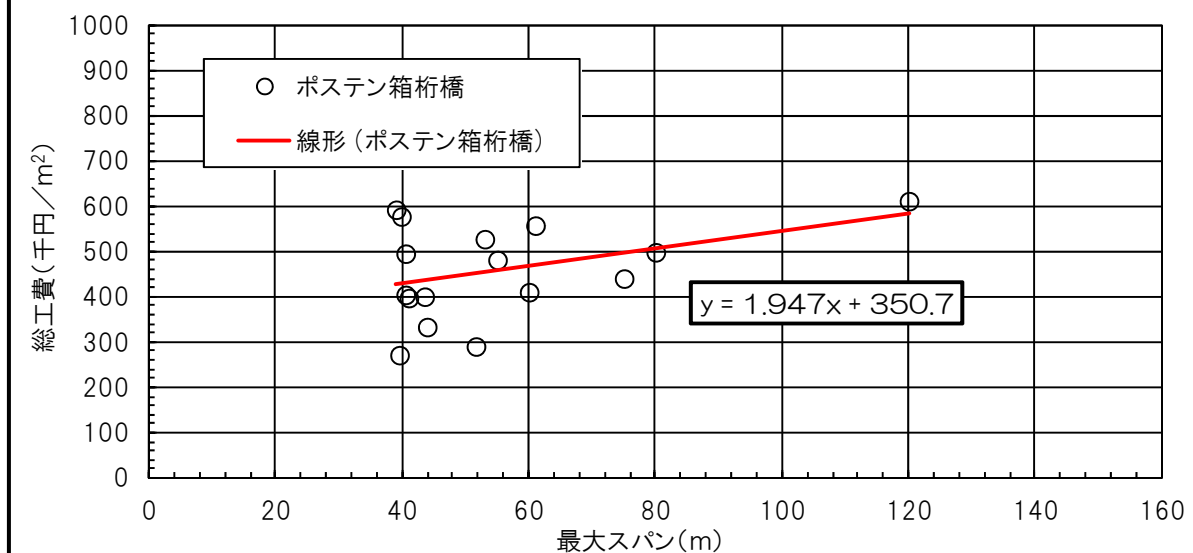


図-23 コンクリート橋—上部工形式別m<sup>2</sup>当り総工費(諸経費含)……ポステン連続箱桁

出所：道路橋年報 平成 24 年 4 月 日本道路協会

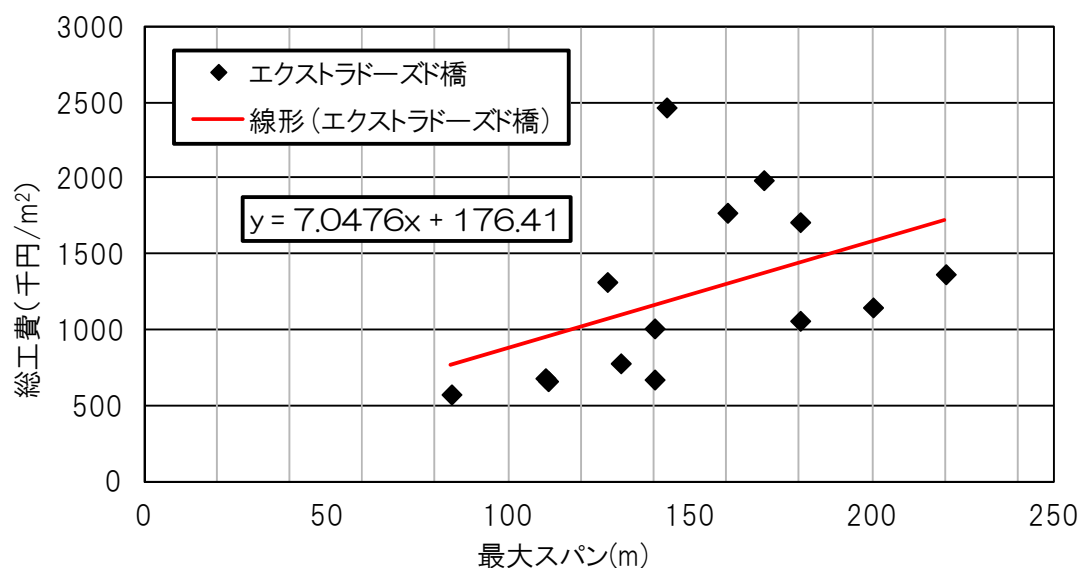
<図 8-26> 『道路橋年報』平成 22 年度のコンクリート橋施工実績からの抜粋



### 3) PC 橋エクストラードズド橋の施工単価設定

PC 橋の内、エクストラードズド橋の施工単価を施工実績から設定する。なお、本設定単価と次頁に示す鋼橋の施工実績単価は、マオコラ橋の橋梁形式検討で使用する。

	工期	橋長 (m)	スパン割	最大支間 (m)	有効幅員 (m)	コンクリート量 (m <sup>3</sup> )	PC 鋼材量 (t)	主桁 架設工法	上部工 工費 (百万円)	下部+ 基礎工費 (百万円)	総工事費 (百万円)	総工費 m <sup>2</sup> 単価 (千円/m <sup>2</sup> )
築川ダム	2002.12-2007.1	264.00	2径間	130.70	14~16	6,136	205	片持ち	2,336	553	2,889	782
奥いび湖大橋	2004.3-2011.3	232.60	2径間	143.30	8~11	5,224	280	片持ち	1,670	2,927	4,597	2,470
朝霧大橋	2004.9-2006.10	166.00	2径間	84.20	17~19	3,400	130	固定式	1,186	440	1,626	576
白砂川橋	2007.2-2013.3	210.75	2径間	110.75	16~19	3,755	183	片持ち	1,949	290	2,239	664
三戸望郷大橋	2000.10-2005.5	400.00	3径間	200.00	9.30	14,401	333	片持ち	2,858	1,422	4,280	1,151
南築橋	1997.3-2006.8	248.00	3径間	110.00	19.8~23.8	5,820	331	片持ち	2,355	1,000	3,355	683
衝原橋	1994.12-1997.11	323.00	3径間	180.00	9.25	13,470	363	片持ち	3,067	2,052	5,119	1,713
奥山橋(西行き)	1993.2-1998.3	285.00	3径間	140.00	8.9~15.4	3,625	233	片持ち	1,485	1,082	2,567	1,012
蟹沢大橋	1994.10-1998.3	380.00	3径間	180.00	16.50	7,089	543		5,274	1,386	6,660	1,062
夢翔大橋	2002.1-2010.3	288.95	3径間	127.00	10.51~13.81	5,690	308	片持ち	2,621	1,382	4,003	1,318
徳之山八徳橋	2001.3-2006.9	503.00	3径間	220.00	7.00	7,108	340	片持ち	2,882	1,940	4,822	1,369
近江大島橋(上り)	2000.2-2007.3	495.00	4径間	170.00	16.50	32,895	1,177	片持ち	11,786	4,470	16,256	1,990
近江大島橋(下り)	2000.2-2007.3	555.00	5径間	160.00	16.50	32,895	1,177	片持ち	11,786	4,470	16,256	1,775
土狩大橋	1995.3-2001.12	610.00	5径間	140.00	22.00	16,138	1,088	片持ち	7,000	2,050	9,050	674



出所：調査団作成（道路橋年報よりデータ抽出）  
 <図 8-27>エクストラードズド橋の実績及び最大支間と m<sup>2</sup> 単価

#### 4) 鋼橋の施工単価設定

同様に、「道路橋年報 平成 24 年 4 月 日本道路協会」に記される日本国内で施工された鋼橋の支間（最大スパン）と総工費の関係を整理した図を用いて単価設定を行う。

なお、近年、日本国内における『トラス橋』、『アーチ橋』の実績は乏しく、単価設定については下記の要領で設定する。

- ・ 施工実績の多い、『鉸桁』と『箱桁』のデータから近似直線の傾きを求める。  
(鋼橋における、支間、鋼重、工事費は比例関係にある。)
- ・ 上記の傾きを固定条件とし、各形式に対して近似直線を求める。

以上の要領で算定した結果、近似曲線は次の通りである。

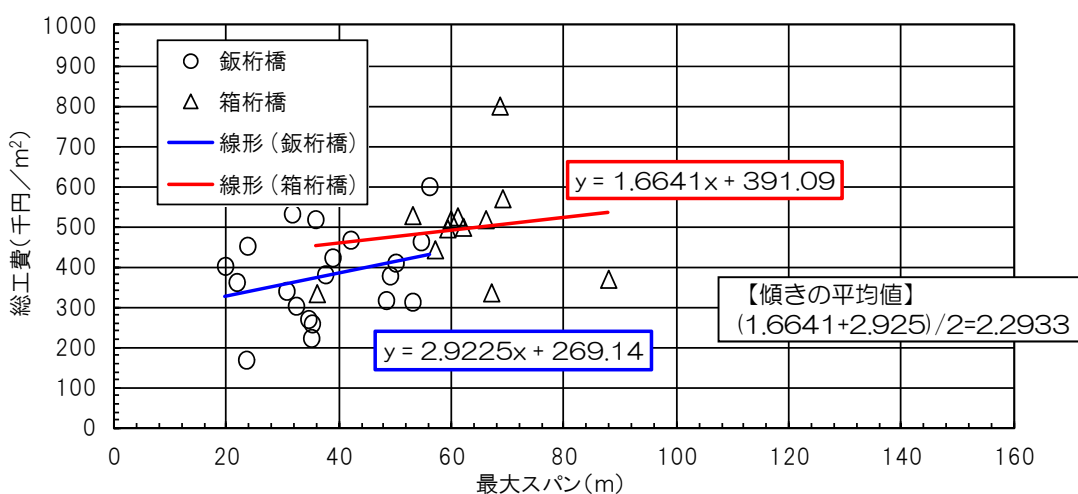


図-5 鋼橋-上部工形式別m<sup>2</sup>当り総工費(諸経費含)

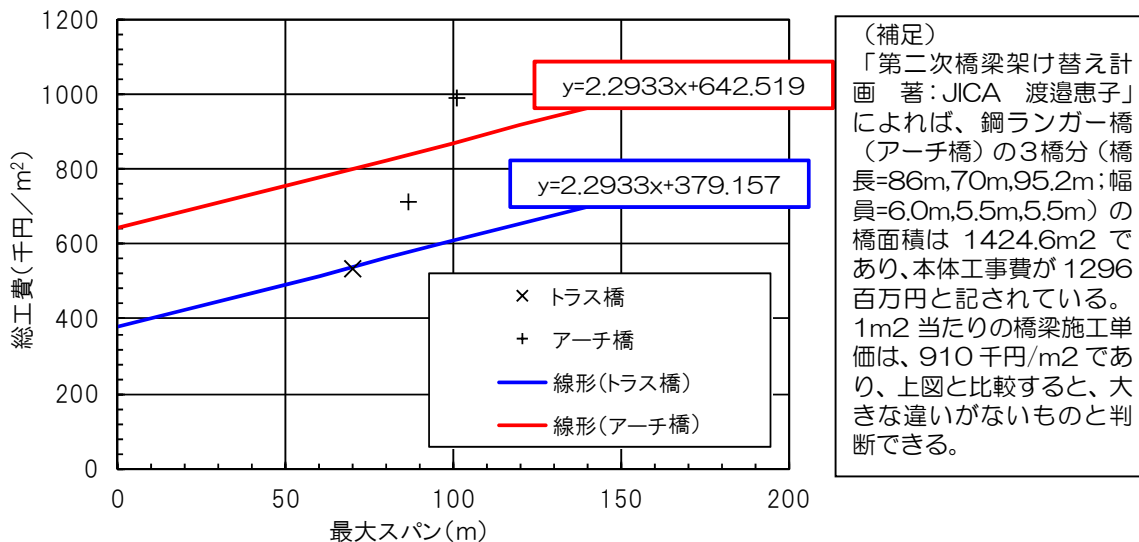


図-5 鋼橋-上部工形式別m<sup>2</sup>当り総工費(諸経費含)

出所：道路橋年報 平成 24 年 4 月 日本道路協会  
 <図 8-28> 鋼橋の施工単価

## 8-5-2. トムシンラ峠北側斜面における舗装改良プロジェクト (L=5km) の概算工事費

### (1) 舗装構造

舗装構造は、これまで「ブ」国で実施してきた道路舗装工事を参考にするものとし、基本的に下から下層路盤、上層路盤、基層、表層で構成される。しかし、これら各層の厚さは路面部分の気温や交通量、大型車両の混入程度によって異なってくる。以下の舗装構造は、既往の例をもとに記述する。

- ・表層：アスファルトコンクリート 厚さ 25 mm
- ・基層：アスファルトコンクリート (DBM) 厚さ 50 mm
- ・上層路盤：厚さ 150 mm
- ・下層路盤：厚さ 210 mm

### (2) 舗装単価

舗装単価は、「工事原価 (直接工事費 + 共通仮設費 + 現場管理費) + 一般管理費」で構成される。舗装単価は、これまでの「ブ」国の実績を踏まえると以下の通りとなる。

施工費 (車道部、路肩部込み) :	300 円/m <sup>2</sup>
材料費 (運搬費込み) :	5,500 円/m <sup>2</sup>
直接工事費 計	5,800 円/m <sup>2</sup>

上記の結果を踏まえて、経費率で考えることが可能な共通仮設費、現場管理費そして一般管理費の合計は、直接工事費の凡そ 1.5~2.0 倍となる傾向にある。

以上の結果から、上記舗装構造の厚さを考慮すると、アスファルト工事の舗装単価は以下の範囲となる。

$$\text{舗装単価} : 5,800 \text{ 円/m}^2 \times 1.5 \sim 2.0 = 8,700 \text{ 円/m}^2 \sim 11,600 \text{ 円/m}^2$$

上記より、寒冷地仕様の舗装構造となり、標高が高く、輸送状況も厳しいこと、から経費率を最大の 2.0 倍として考えて、舗装単価は、11,600 円/m<sup>2</sup> とする。

### (3) 概算工事費

「ブ」国のガイドラインに示されている車道標準幅を想定する。

$$6.5 \text{ m} \times 5,000 \text{ m} \times 11,600 = 377 \text{ 百万円}$$

以上より、5 km 区間の概算工事費は 377 百万円となる。

### 8-5-3. 道路拡幅プロジェクトの概算工事費

表 8-20 に概算工事費を示す。概算工事費は、「直接工事費+間接工事費（直接工事費の 92%）」とする。これらは、2008 年から実施された第三次橋梁架け替え計画の実績を参考とする。なお、工事費の算出根拠については添付資料-9 に示す。

#### (1) 工事費算出における留意点

トマンクリフ、ナムリンクリフ両サイトで、延長  $700\text{m}+550\text{m}=1250\text{m}$  となり、直接工事費は 23.7 億円となる。m 当り単価は 150 万円強の概算値を得た。

積算にあたり、現道の通行止め（ロードブロック）による効率の低下、発生土の処理の問題などは考慮していない。また、ドリルジャンボでの掘削を今回計上したが、その入手・輸入方法によりコストも変化する。

また道路上からの現地踏査であったため、上部斜面にある不安定な岩塊の見落としの可能性としてある。この場合は工法の変更が必要である。

#### (2) 詳細調査への留意点

より詳しい調査を実施する場合、上部斜面の評価が重要となるが、斜面カルテの作成を行うには、落石、転落、滑落など、登攀技術も必要になる場合があり、安全面に十分に注意する必要がある。

現在詳細地図がないため、測量図面の縮尺での図面も必要となる。また、巨視的な岩盤評価では、弾性波探査に代表される物理探査による評価も重要であろう。

＜表 8-20＞道路拡幅プロジェクトの概算工事費

No.	選定工法	延長 (m)				工事費単価 (千円)				備考
						トンネル	落石ネット	ロックシェッド	舗装 8m2当り※	
		トンネル	落石 ネット	ロック シェッド	舗装	1,594	1,065	2,512	92	
T1	トンネル	100	40		100	159,400	42,600	0	9,200	
T2	-					0	0	0	0	
T3	トンネル/ロックシェッド	70		30	100	111,580	0	75,360	9,200	
T4	トンネル	150			150	239,100	0	0	13,800	
T5	トンネル	50			50	79,700	0	0	4,600	
T6	トンネル	100	20		100	159,400	21,300	0	9,200	
T7	-					0	0	0	0	
T8	ロックシェッド/トンネル	120		30	150	191,280	0	75,360	13,800	
T9	トンネル	50	20		50	79,700	21,300	0	4,600	
小計		640	80	60	700	1,020,160	85,200	150,720	64,400	
					700				1,320,480	
トマンクリフ計			-						1,886	1m当り
N1	落石防護ネット		80		80	0	85,200	0	7,360	
N2	ロックシェッド			30	30	0	0	75,360	2,760	
N3	トンネル	100	20		100	159,400	21,300	0	9,200	
N4	-					0	0	0	0	
N5	-					0	0	0	0	
N6	-					0	0	0	0	
N7	-					0	0	0	0	
N8	-					0	0	0	0	
N9	-					0	0	0	0	
N10	トンネル	50	20		50	79,700	21,300	0	4,600	
N11	トンネル	80	20		80	127,520	21,300	0	7,360	
N12	-					0	0	0	0	
N13	トンネル	50	40		50	79,700	42,600	0	4,600	
N14	-					0	0	0	0	
N15	-					0	0	0	0	
N16	-					0	0	0	0	
N17	-					0	0	0	0	
N18	-					0	0	0	0	
N19	-					0	0	0	0	
N20	ロックシェッド/トンネル	60		20	80	95,640	0	50,240	7,360	
N21	トンネル/ロックシェッド	60		20	80	95,640	0	50,240	7,360	
小計		400	180	70	550	637,600	191,700	175,840	50,600	
ナムリンクリフ計					550				1,055,740	
									1,920	1m当り
トマンクリフ+						1,657,760	276,900	326,560	115,000	
ナムリンクリフ 合計									2,376,220	
									1,901	1m当り

※ 道路延長1mあたり、舗装幅8mとして計算した。

出所：調査団作成