

ブータン国  
公共事業・定住省 道路局

ブータン国  
国道4号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

平成28年11月  
(2016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グローバル  
株式会社 アンジェロセック

基盤
CR(1)
16-165

ブータン国  
公共事業・定住省 道路局

ブータン国  
国道4号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

平成28年11月  
(2016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グローバル  
株式会社 アンジェロセック

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ブータン国の国道4号線橋梁架け替え計画にかかる協力準備調査を実施し、平成27年7月25日から12月5日まで調査団を派遣しました。

調査団は、ブータンの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成28年9月8日から9月21日まで実施された概略設計概要書の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成28年11月

独立行政法人国際協力機構  
社会基盤・平和構築部  
部長 中村 明

## 要 約

### (1) 国の概要

ブータン国（以下、「ブ」国、と称す）は、国土（面積 38,394km<sup>2</sup>：九州の約 0.9 倍）の大部分が山岳地帯である。インドと中国と国境を接しており、ヒマラヤ山脈南麓に位置し、国土の標高差が南部の 100m から北部の 7,561m にわたっている。本プロジェクト対象 4 橋梁の架橋地点の標高は、テレガンチュ橋が約 2,100m、ベテニ橋が約 1,100m、サムカラ橋が約 1,000m、パッサン橋が約 300m である。人口は 73.3 万人（2013 年、ブータン政府資料）を有している。

「ブ」国の気候は、標高 3,000m 以上の北部ヒマラヤ山脈の高山・ツンドラ気候、標高 1,200m から 3,000m の中部のモンスーン気候、標高 1,200m 未満の南部タライ平原の亜熱帯性気候が並存する。熱帯モンスーン気候の影響下にあり、雨期（5～9 月）と乾期（10～4 月）に分けられる。降水量は、テレガンチュ橋周辺の年間平均降水量は約 1,200mm なのに対して、ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋周辺は約 3,700mm と、非常に多雨地域に位置している。一方、気温はテレガンチュ橋周辺では、夏季でも最高気温は 25℃程度、冬季には 5℃程度まで下がり、場合によっては氷点下まで下がることもある。これに対して、ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋周辺では、夏季には 25℃以上を記録し、冬季でも 10℃程度で、比較的温暖である。

「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））であり、業種別・形態別では、農業が労働力の約 6 割を占める主要セクターとなっている。失業率は 3.1%（2011 年）で、比較的低いのにに対して、失業者全体に占める若年層（15 歳～29 歳）の割合が 65.45%と高くなっており、社会的な課題の一つに挙げられている。

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、その後も毎年 5～12%の高い成長率を維持している。2012 年の GDP は 17.76 億ドル、一人当たり 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）。

### (2) 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ブ」国は大部分が山岳地帯であり、道路交通が最も重要な交通・輸送手段の役割を担っている。「ブ」国の道路は、2003 年に約 4,000km だった総延長が 2013 年には約 10,600km と着実に拡大しているものの、険しい山岳地帯であるため、地形的な制約もあり幹線道路は少なく、また必ずしも十分な仕様（幅員、線形、舗装、斜面对策等）で建設されておらず、更に迂回路や代替路も少ないのが現状である。

公共事業・定住省（Ministry of Works and Human Settlement : MoWHS）は 2006 年に策定した道路セクターマスタープランの中で、2027 年までの 20 年間に道路網拡張及び改修整備とフィー

ダーロードの充実、橋梁の維持・補修、架け替え等を実施することとしており、これまでに、主要国道の拡幅、改修整備を優先的に進めている。また、「第11次5ヶ年計画（2013年～2018年）」において、全国国道網の改善、水力発電所建設サイトへのアクセスの改善等を、重点事項として挙げている。

「ブ」国の主要道路ネットワークは、国土の東西に走る国道1号線とインド国境まで南下する4本の国道（国道2号～4号線、AH48）（国道総延長約1,860km（2013年））のみである。この内、国道4号線は、中部の中心都市トンサと南部の中心都市ゲレフを結ぶ、代替ルートの内唯一の幹線道路であり、旅客・物資の輸送の観点から、重要度の高い路線の一つである。加えて、現在進行中の国家プロジェクトであるマンデチュ水力発電所建設事業の建設サイトへの輸送ルートとしての役割を担っている。しかしながら、本対象橋梁を含む、同国道上の既存橋梁のほとんどが1980年以前に建設され、老朽化による劣化が進行し、かつ幅員・耐荷重ともに「ブ」国の現行設計基準の規格値を満たしておらず、落橋の危険性が増大している状況である。さらに、これらの多くは険しい山岳道路区間に位置しているため、架け替え工事实施に当たっては、地形的な制約条件を受けた限られたスペースの中で、安全かつ高品質な施工が要求される。

このような背景の下、「ブ」国政府は同国道上の5橋梁（テレガンチュ橋、チャブレコラ橋、ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋）の架け替え工事を、無償資金協力を適用して実施することを、2014年7月、我が国に要請した。

### (3) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「ブ」国政府からの要請に対して、我が国は調査団を派遣し、現地調査及び「ブ」国側との協議を実施し、当初要請内容の妥当性を、技術的難易度の視点から検証した結果、要請内容を以下の内容に変更して、両国間で合意し、2016年9月14日、Minutes of Discussions（M/D）への署名を行った。

- ◇ テレガンチュ橋（25m）、ベテニ橋（25m）、サムカラ橋（61m）、パッサン橋（40m）の新橋への架け替え工事、及び
- ◇ 新橋取付道路の建設

当初、架け替え工事が要請されていたチャブレコラ橋（17m）は、他の橋梁と比較して橋長が短く、「ブ」国側で施工実績の有るRC構造の橋梁で架け替えが可能である。さらに、取付道路区間における、技術的難易度の高い法面対策工等の工種も必要としないことが、概略設計を通して確認できた。また、既設橋もRC構造であるため、撤去作業も比較的容易に実施可能である。

一方で、他の4橋は、設計橋長が30～50mと長い上に、地形・河川条件により、橋脚を設けない単径間構造とする必要がある。さらに、経済性・施工性・維持管理性等の複数の視点から、橋梁形式の比較検討を行った結果、「ブ」国に施工実績が無いPC単純箱桁構造を適用する計画となった。加えて、取付道路区間における、アンカー設置工事をを用いた法面対策工（テレガンチュ橋、ベテニ橋、サムカラ橋）、及び作業に高い技術力を要する既設鋼橋（サムカラ橋、パッサン橋）の撤去作業の実施が計画されている。

以上の検証・協議結果を以て、本プロジェクトの対象橋梁を、テレガンチュ橋、ベテニ橋、サムカラ橋、及びパッサン橋の4橋として、高い技術力を有する我が国の建設会社により、架け替え工事を実施することが妥当と判断した。

本プロジェクトで架け替え工事を実施する橋梁及び取付道路の諸元を、下表に示す。

1) 橋梁

橋梁名		テレガンチュ橋	ベテニ橋	サムカラ橋	パッサン橋
設計速度		20 km/h	20 km/h	20 km/h	60 km/h
設計活荷重		Single lane IRC 70R (wheeled) 又は Double lane IRC Class A			
橋長		42.0m	30.0m	49.5m	41.5m
幅員	幅員	13.7~11.4m	10.1~8.8m	9.1~11.6m	10.0m
	車線	3.50×2=7.0m			
	歩道	-	-	-	1.5m×2
上部構造形式		PC 単純箱桁橋	PC 単純箱桁橋	PC 単純箱桁橋	PC 単純箱桁橋
下部構造形式		A1：逆T式橋台 A2：重力式橋台	A1：逆T式橋台 A2：逆T式橋台	A1：重力式橋台 A2：逆T式橋台	A1：逆T式橋台 A2：逆T式橋台
基礎構造形式		A1：杭基礎 A2：直接基礎	A1：杭基礎 A2：直接基礎	A1：直接基礎 A2：杭基礎	A1：杭基礎 A2：杭基礎
護岸工		A1：41.5m A2：0.0m	A1：31.6m A2：27.6m	A1：0.0m A2：18.6m	A1：41.8m A2：41.7m

2) 取付道路

橋梁名		テレガンチュ橋	ベテニ橋	サムカラ橋	パッサン橋
設計速度		20 km/h	20 km/h	20 km/h	60 km/h
幾何構造	標準横断勾配	2%			
	最大片勾配	6%			
	最大縦断勾配	7%			
	最小曲線半径	R=15m	R=26m	R=18m	R=160m
	拡幅量	4.25m	2.75m	4.00m	0.25m
	緩和区間長	L=17m	L=20m	L=17m	L=50m
計画延長		L=53.5+95.9m	L=81.0+99.0m	L=59.0+84.0m	L=49.5+50.0m
標準幅員	全幅員	10.5 m			
	車線	3.75×2=7.5 m			
	路肩	1.0 m (谷側)			
	山側側溝幅	1.0 m			
	山側余裕幅	1.0 m			
舗装構成	表層	5 cm (アスファルトコンクリート：AC)			
	基層	7.5 cm (密粒度アスコン：DBM)			
	上層路盤	22.5 cm			
	下層路盤	25 cm			
	路床	設計 CBR=7%			

#### (4) プロジェクトの工期及び概算事業費

プロジェクトの工期は、実施設計（6.0 ヶ月）、入札関連（3.0 ヶ月）及び建設工事（40.0 ヶ月）を合計した 49.0 ヶ月を予定している。また事業実施に必要な概略事業費は、日本側負担が 23.54 億円、「ブ」国側負担額が 25.1 百万ニュルタムと積算計上した。

#### (5) プロジェクトの評価

##### 1) 妥当性

国道 4 号線は、旅客・物資の輸送の観点から、国内における重要路線の一つである。また、「ブ」国経済を牽引することが期待される、国家プロジェクトのマンデチュ水力発電所の建設サイトへの資機材の輸送ルートとしても、重要な役割を果たしている。このように、重要度の高い路線上の対象橋梁の架け替え工事を実施する妥当性を、以下の視点から検証した。

- ◇ 「ブ」国政府は「第 11 次 5 ヶ年計画（2013 年～2018 年）」において、DOR 管轄の全国の既存道路の維持管理（3,522km）、橋梁の架け替え、国道 1 号線の拡幅、水力発電所建設サイトへのアクセス改善等の計画を示している。国道 4 号線上の橋梁が架け替えられることは、上記の「ブ」国の上位計画にも合致している。
- ◇ 国道 4 号線は中部の中心都市トンサと南部の中心都市ゲレフを結ぶと同時に、マンデチュ水力発電所建設サイトへの資機材搬入ルートとして重要な役割を担っているため、本対象橋梁の架け替えは、同路線の連結性強化に大きく寄与する。
- ◇ 本対象橋梁を含む国道 4 号線上の既存橋梁の内、ほとんどが「ブ」国の現行基準を満たしていない状況である。従い、本プロジェクトにより、対象 4 橋梁の幅員不足、及び耐荷重不足が改善されることにより、国道 4 号線の安全性・連結性が改善する。
- ◇ 本対象橋梁の内 3 橋（テレガンチュ橋、ベテニ橋、サムカラ橋）は、険しい山岳道路区間に位置し、施工中に技術的難易性の高い作業（限られたスペース内での安全な施工、既設橋解体作業、法面対策工、等）が想定される。パッサン橋についても、地形条件は他の 3 橋より緩和されるが、その他の上記については同様に技術的難易度の高い作業となる。したがって、本邦技術を活用する意義は高い。

以上の内容により、本プロジェクトを実施する妥当性は高いと判断する。

## 2) 有効性

### 【定量的効果】

指標名		基準値 (2015年実績値)	目標値(2024年) 【事業完成3年後】
平均走行速度※ (km/h)	テレガンチュ橋	13	20
	ベテニ橋	12	20
	サムカラ橋	14	20
	パッサン橋	19	60
通行可能最大車両トン数の増加(t)	全橋	55	100
年平均日交通量 (台/日)	トンサ～シェムガン	190	245
	シェムガン～ゲレフ	233	301
年平均旅客人数 (人/日)	トンサ～シェムガン	640	826
	シェムガン～ゲレフ	785	1,014
年平均貨物積載量 (t/日)	トンサ～シェムガン	382	493
	シェムガン～ゲレフ	469	606

### 【定性的効果】

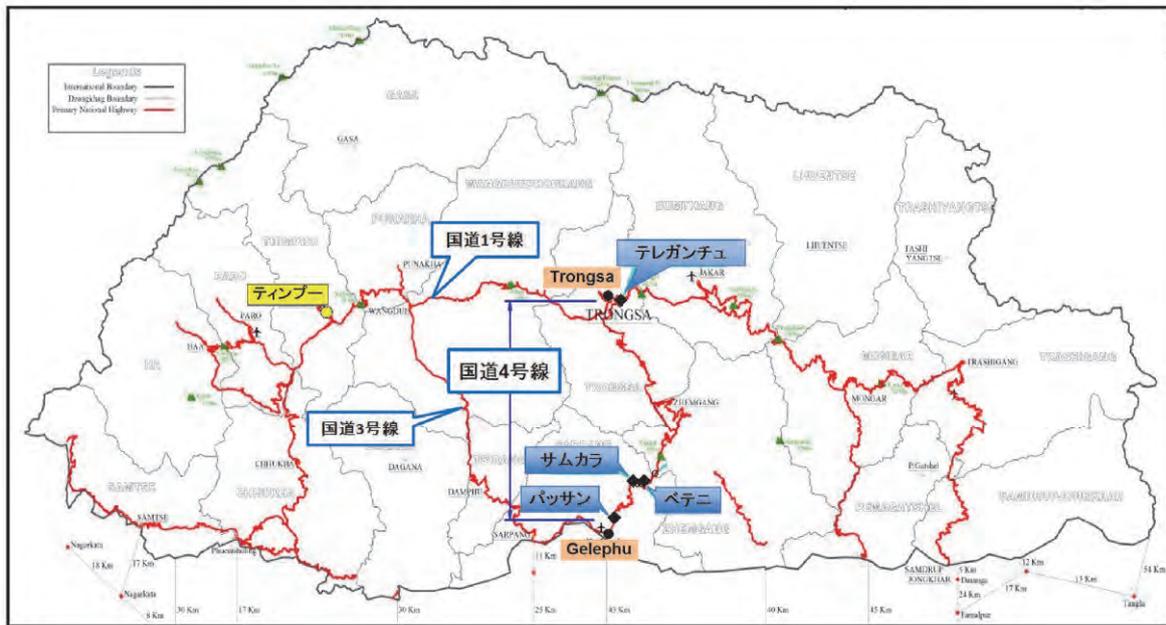
- ◇ 架け替え工事により、橋梁の幅員・耐荷力、及び取付道路区間の法面の安定性が向上することで、車両走行時の安全性が向上する。
- ◇ 国道4号線は「ブ」国において重要な幹線道路であり、架け替え工事により交通のボトルネックが解消され、物流の安定性と円滑化が向上し、地域経済の活性化に寄与する。
- ◇ 付近に民家があり、頻繁に歩行者の往来が見られるパッサン橋においては、新たに歩道が設置されることにより、歩行者（特に女性や子ども等の交通弱者）の安全性が確保される。

以上の内容により、本プロジェクト実施に関する有効性は高いと判断する。

## (6) 提言

架け替え後の橋梁を、良好な状態に保つためには、日常的・定期的な維持管理作業実施が重要となる。特に、水力発電所建設用の大型車両の走行により、橋梁に多大な負荷がかかることが予想されるため、定期点検を確実にを行い、橋梁及び道路に損傷を発見した場合は、早期に適切な補修を行うことが、施設の長寿命化につながる。加えて、国道4号線の円滑な交通流を確保するためには、本事業対象の4橋梁のみならず、対象橋梁の前後区間の道路拡幅及び他の橋梁の補強・架け替えを完了する必要がある。

## プロジェクト位置図・現況写真



テレガンチュ橋 : RC-T 桁橋  
橋長約 25m、幅員 4.5m  
1981 年建設



ペテニ橋 : RC-T 桁橋  
橋長約 25m、幅員 4.2m  
1987 年建設



サムカラ橋 : 鋼トラス橋  
橋長約 61m、幅員 4.3m  
2001 年建設



パッサン橋 : 鋼トラス橋  
橋長約 40m、幅員 7.5m  
1970 年建設

プロジェクト完成予想図  
テレガンチュ橋



プロジェクト完成予想図  
ベテニ橋



プロジェクト完成予想図  
サムカラ橋



プロジェクト完成予想図  
パッサン橋



ブータン国 国道4号線橋梁架け替え計画準備調査  
準備調査報告書

目 次

序文	
要約	
プロジェクト対象位置図・現況写真	
完成予想図	
目次	
図リスト・表リスト	
略語集	
	頁
第1章 プロジェクトの背景・経緯	
1.1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1.1.1 現状と課題.....	1-1
1.1.2 社会経済状況.....	1-4
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1-6
1.3 我が国の援助動向.....	1-7
1.4 他ドナーの援助動向.....	1-8
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	
2.1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2.1.1 組織・人員.....	2-1
2.1.2 財政・予算.....	2-1
2.1.3 技術水準.....	2-2
2.1.4 既存施設・機材.....	2-3
2.2 プロジェクト・サイトおよび周辺状況.....	2-15
2.2.1 関連インフラ整備状況.....	2-15
2.2.2 自然条件.....	2-17
2.2.3 環境社会配慮.....	2-70
2.3 その他.....	2-102
2.3.1 免税方法の確認.....	2-102
第3章 プロジェクトの内容	
3.1 プロジェクトの概要.....	3-1
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3.1.2 プロジェクトの概要.....	3-1

---

3.2	協力対象事業の概略設計.....	3-2
3.2.1	設計方針.....	3-2
3.2.2	基本計画.....	3-20
3.2.3	概略設計図.....	3-70
3.2.4	施工計画.....	3-75
3.3	相手国負担事業の概要.....	3-97
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-98
3.4.1	運営・維持管理体制.....	3-98
3.4.2	維持管理方法.....	3-98
3.5	プロジェクトの概略事業費.....	3-99
3.5.1	協力対象事業の概略事業費.....	3-99
3.5.2	運営・維持管理費.....	3-102
第4章 プロジェクトの評価		
4.1	事業実施のための前提条件.....	4-1
4.2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4.3	外部条件.....	4-1
4.4	プロジェクトの評価.....	4-2
4.4.1	妥当性.....	4-2
4.4.2	有効性.....	4-4
[資料]		
1.	調査団員・氏名.....	A1-1
2.	調査行程.....	A2-1
3.	関係者（面会者）リスト.....	A3-1
4.	討議議事録（M/D）.....	A4-1
5.	概略設計図.....	A5-1
6.	橋梁損傷度調査結果.....	A6-1
7.	協力対象事業による定量的効果に関する補足資料.....	A7-1

## 図リスト

図 1.1.1	「ブ」国の国道網.....	1-1
図 1.1.2	国道4号線の斜面崩壊箇所.....	1-2
図 1.1.3	「ブ」国の総人口予測値（2005年～2030年）.....	1-4
図 1.1.4	各県の人口（2005年）.....	1-5
図 1.4.1	WBによる「ブ」国に対するコミットメント額の推移（単位：百万ドル）.....	1-11
図 2.1.1	DoR組織図（2015年8月改訂）.....	2-1
図 2.1.2	テレガンチュ橋の現況写真（1/2）.....	2-4
図 2.1.3	テレガンチュ橋の現況写真（2/2）.....	2-5
図 2.1.4	チャプレコラ橋の現況写真（1/2）.....	2-6
図 2.1.5	チャプレコラ橋の現況写真（2/2）.....	2-7
図 2.1.6	ベテニ橋の現況写真（1/2）.....	2-8
図 2.1.7	ベテニ橋の現況写真（2/2）.....	2-9
図 2.1.8	サムカラ橋の現況写真（1/2）.....	2-10
図 2.1.9	サムカラ橋の橋梁写真（2/2）.....	2-11
図 2.1.10	パッサン橋の現況写真（1/2）.....	2-12
図 2.1.11	パッサン橋の現況写真（2/2）.....	2-13
図 2.2.1	国道（PNH区分）の幅員構成.....	2-15
図 2.2.2	トランスフォーマーの運搬方法.....	2-16
図 2.2.3	マンデチュ水力発電所建設サイト位置図.....	2-16
図 2.2.4	気象観測所の位置図.....	2-17
図 2.2.5	月間平均最高気温及び最低気温.....	2-18
図 2.2.6	月間平均湿度.....	2-19
図 2.2.7	年間降水量（Trongsa観測所）.....	2-20
図 2.2.8	月別降水量（Trongsa観測所）.....	2-20
図 2.2.9	年最大日降水量（Trongsa観測所）.....	2-21
図 2.2.10	年日降水量10mm以上の月別日数（Trongsa観測所）.....	2-21
図 2.2.11	年間降水量（Jigmecholing観測所）.....	2-22
図 2.2.12	月別降水量（Jigmecholing観測所）.....	2-22
図 2.2.13	年最大日降水量（Jigmecholing観測所）.....	2-23
図 2.2.14	日降水量10mm以上の月別日数（Jigmecholing観測所）.....	2-23
図 2.2.15	流域図（Telegan Chu川）.....	2-24
図 2.2.16	河川縦断図（Telegan Chu川）.....	2-24
図 2.2.17	流域図（Chaple Chu川）.....	2-25
図 2.2.18	河川縦断図（Chaple Chu川）.....	2-25
図 2.2.19	流域図（Beteni Chu川）.....	2-26
図 2.2.20	河川縦断図（Beteni Chu川）.....	2-26
図 2.2.21	流域図（Samkhara Chu川）.....	2-27

図 2.2.22	河川縦断図 (Samkhara Chu 川) .....	2-27
図 2.2.23	流域図 (Lodrai Chu 川) .....	2-28
図 2.2.24	河川縦断図(Lodrai Chu 川).....	2-28
図 2.2.25	テレガンチュ橋周辺の河道状況 .....	2-29
図 2.2.26	チャプレコラ橋周辺の河道状況 .....	2-29
図 2.2.27	ベテニ橋周辺の河道状況 .....	2-30
図 2.2.28	サムカラ橋周辺の河道状況 .....	2-30
図 2.2.29	パッサン橋周辺の河道状況 .....	2-31
図 2.2.30	「ブ」国の地形図及び地質図 .....	2-32
図 2.2.31	国道 4 号線上で観察される状況 .....	2-33
図 2.2.32	対象地域周辺の状況 .....	2-33
図 2.2.33	測量範囲の一例 (ベテニ橋) .....	2-34
図 2.2.34	GPS 測量の現場作業状況.....	2-35
図 2.2.35	トータルステーション測量の現場作業状況 .....	2-36
図 2.2.36	テレガンチュ橋と BM-1、BM-2、BM-3.....	2-37
図 2.2.37	測量成果の一部 (テレガンチュ橋) .....	2-38
図 2.2.38	チャプレコラ橋と BM-1、BM-2、BM-3.....	2-39
図 2.2.39	測量成果の一部 (チャプレコラ橋) .....	2-40
図 2.2.40	ベテニ橋と BM-1、BM-2、BM-3 .....	2-41
図 2.2.41	測量成果の一部 (ベテニ橋) .....	2-42
図 2.2.42	サムカラ橋と BM-1、BM-2、BM-3 .....	2-43
図 2.2.43	測量成果の一部 (サムカラ橋) .....	2-43
図 2.2.44	パッサン橋と BM-1、BM-2、BM-3 .....	2-44
図 2.2.45	測量成果の一部 (パッサン橋) .....	2-45
図 2.2.46	岩盤区分の概念.....	2-46
図 2.2.47	テレガンチュサイトのボーリング位置 .....	2-48
図 2.2.48	ボーリング柱状図 (テレガンチュ橋) .....	2-48
図 2.2.49	地質縦断図 (テレガンチュ橋) .....	2-50
図 2.2.50	岩級縦断図 (テレガンチュ橋) .....	2-50
図 2.2.51	テレガンチュサイトの地形状況 .....	2-51
図 2.2.52	チャプレコラサイトのボーリング位置 .....	2-51
図 2.2.53	ボーリング柱状図 (チャプレコラ橋) .....	2-52
図 2.2.54	地質縦断図 (チャプレコラ橋) .....	2-53
図 2.2.55	岩級縦断図 (チャプレコラ橋) .....	2-54
図 2.2.56	チャプレコラサイトの地形状況 .....	2-54
図 2.2.57	ベテニサイトのボーリング位置 .....	2-55
図 2.2.58	ボーリング柱状図 (ベテニ橋) .....	2-56
図 2.2.59	地質縦断図 (ベテニ橋) .....	2-57
図 2.2.60	岩級縦断図 (ベテニ橋) .....	2-58
図 2.2.61	ベテニサイトの地形状況 .....	2-58

図 2.2.62	サムカラサイトのボーリング位置	2-59
図 2.2.63	ボーリング柱状図（サムカラ橋-1）	2-60
図 2.2.64	ボーリング柱状図（サムカラ橋-2）	2-60
図 2.2.65	地質縦断図（サムカラ橋）	2-62
図 2.2.66	岩級縦断図（サムカラ橋）	2-62
図 2.2.67	サムカラサイトの地形状況	2-63
図 2.2.68	ボーリング位置（パッサン橋、左が左岸側ボーリング）	2-63
図 2.2.69	ボーリング柱状図（パッサン橋）	2-64
図 2.2.70	地質縦断図（パッサン橋）	2-65
図 2.2.71	パッサンサイトの地形状況	2-65
図 2.2.72	道路の基本的な構造	2-66
図 2.2.73	CBR 試験箇所	2-68
図 2.2.74	「室内 CBR 試験」の試験結果	2-69
図 2.2.75	石場候補地	2-70
図 2.2.76	対象4橋の位置	2-71
図 2.2.77	事業区域周辺の保護区	2-72
図 2.2.78	「ブ」国での環境認可手続きのフロー	2-74
図 2.2.79	環境許認可手続きスケジュール	2-76
図 2.2.80	工事中の環境管理実施体制	2-92
図 2.2.81	用地取得フロー図	2-93
図 2.2.82	ステークホルダー協議開催状況	2-97
図 3.2.1	計画河床縦断図（テレガンチュ橋）	3-7
図 3.2.2	護岸整備後の水位縦断図（テレガンチュ橋）	3-7
図 3.2.3	計画河床縦断図（ベテニ橋）	3-9
図 3.2.4	護岸整備後の水位縦断図（ベテニ橋）	3-10
図 3.2.5	橋梁整備後の水位縦断図（サムカラ橋）	3-12
図 3.2.6	計画河床縦断図（パッサン橋）	3-14
図 3.2.7	護岸整備後の水位縦断図（パッサン橋）	3-15
図 3.2.8	ルート案比較（テレガンチュ橋）	3-21
図 3.2.9	ルート案比較（ベテニ橋）	3-23
図 3.2.10	ルート案比較（サムカラ橋）	3-24
図 3.2.11	ルート案比較（パッサン橋）	3-26
図 3.2.12	OD 調査結果	3-30
図 3.2.13	国道4号線の回帰分析結果	3-31
図 3.2.14	道路部幅員構成	3-33
図 3.2.15	「ブ」国内を走行するセミトレーラー	3-34
図 3.2.16	擁壁の構造形式選定フロー	3-37
図 3.2.17	橋梁部基本幅員構成	3-39
図 3.2.18	歩道設置に関する「ブ」国の要請書	3-40
図 3.2.19	道路利用者の占有幅	3-40

図 3.2.20	設計水位	3-41
図 3.2.21	アッサム地方の地震に関するゾーンファクター	3-45
図 3.2.22	河川に対する橋台位置	3-48
図 3.2.23	斜面に対する橋台位置	3-48
図 3.2.24	テレガンチュ橋の橋台位置の設定に関する留意点	3-49
図 3.2.25	ベテニ橋の橋台位置の設定に関する留意点	3-50
図 3.2.26	サムカラ橋の橋台位置の設定に関する留意点	3-51
図 3.2.27	パッサン橋の橋台位置の設定に関する留意点	3-52
図 3.2.28	橋台の底版位置	3-59
図 3.2.29	護岸設置範囲	3-67
図 3.2.30	橋の設置に伴い必要となる護岸長	3-68
図 3.2.31	擁壁と適用構造高	3-68
図 3.2.32	交通の難所	3-75
図 3.2.33	輸送経路	3-76
図 3.2.34	走行車両（左：中低床式トレーラー、右：大型トラック）	3-76
図 3.2.35	検討対象箇所	3-77
図 3.2.36	中低床式セミトレーラ(20t)の諸元	3-78
図 3.2.37	10t トラックの諸元	3-78
図 3.2.38	軌跡検討結果（セミトレーラ）	3-79
図 3.2.39	軌跡検討結果（10t トラック）	3-80
図 3.2.40	場所打ち桁の上部工架設選定フロー	3-81
図 3.2.41	テレガンチュ橋施工ステップ図	3-85
図 3.2.42	ベテニ橋施工ステップ図	3-86
図 3.2.43	サムカラ橋施工ステップ図	3-87
図 3.2.44	パッサン橋施工ステップ図	3-88
図 3.2.45	輸送経路	3-94
図 3.2.46	通関地の状況	3-94
図 3.2.47	事業実施工程	3-96

## 表リスト

表 1.3.1	我が国の運輸セクターに関する協力実績 .....	1-8
表 1.4.1	第11次5ヶ年計画に関するGOIの支援状況 .....	1-9
表 1.4.2	第ADBの道路・交通セクターにおける援助実績 .....	1-10
表 2.1.1	DoR 予算の推移 .....	2-2
表 2.1.2	DoR の予算額（承認額）内訳（2015-2016年） .....	2-2
表 2.1.3	主要建設機械の調達想定区分 .....	2-14
表 2.2.1	気象調査項目と入手資料 .....	2-17
表 2.2.2	各流域の確率日雨量 .....	2-31
表 2.2.3	各流域の流出規模別流出量 .....	2-32
表 2.2.4	GPS 測定の機器の諸元 .....	2-35
表 2.2.5	トータルステーション測定の機器の諸元 .....	2-35
表 2.2.6	グリッド座標系の情報 .....	2-36
表 2.2.7	NLC 基準点情報（テレガンチュ橋） .....	2-36
表 2.2.8	仮ベンチマーク情報（テレガンチュ橋） .....	2-36
表 2.2.9	NLC 基準点情報（チャプレコラ橋） .....	2-38
表 2.2.10	仮ベンチマーク情報（チャプレコラ橋） .....	2-38
表 2.2.11	NLC 基準点情報（ベテニ橋） .....	2-40
表 2.2.12	仮ベンチマーク情報（ベテニ橋） .....	2-40
表 2.2.13	NLC 基準点情報（サムカラ橋） .....	2-42
表 2.2.14	仮ベンチマーク情報（サムカラ橋） .....	2-42
表 2.2.15	NLC 基準点情報（パッサン橋） .....	2-44
表 2.2.16	仮ベンチマーク情報（パッサン橋） .....	2-44
表 2.2.17	調査地点一覧 .....	2-46
表 2.2.18	岩盤区分の目安 .....	2-47
表 2.2.19	標準貫入試験の結果（テレガンチュ橋） .....	2-49
表 2.2.20	岩級区分の結果（テレガンチュ橋） .....	2-49
表 2.2.21	標準貫入試験の結果（チャプレコラ橋） .....	2-53
表 2.2.22	標準貫入試験の結果（チャプレコラ橋） .....	2-53
表 2.2.23	標準貫入試験の結果（ベテニ橋） .....	2-56
表 2.2.24	岩級区分の結果（ベテニ橋） .....	2-57
表 2.2.25	標準貫入試験の結果（サムカラ橋） .....	2-61
表 2.2.26	岩級区分の結果（サムカラ橋） .....	2-61
表 2.2.27	標準貫入試験の結果（パッサン橋） .....	2-64
表 2.2.28	CBR 試験結果 .....	2-67
表 2.2.29	既存橋4橋の概要 .....	2-70
表 2.2.30	事業区域の位置と周辺地形 .....	2-71
表 2.2.31	国立公園内のゾーン区分 .....	2-72

表 2.2.32	プロジェクト対象地域（県及び郡）の人口 .....	2-72
表 2.2.33	対象地域（県）の貧困率 .....	2-73
表 2.2.34	「ブ」国の関連する法令・基準等 .....	2-73
表 2.2.35	今後の環境手続き（各認可取得の申請先・発行元） .....	2-75
表 2.2.36	スコーピング結果：テレガンチュ橋 .....	2-77
表 2.2.37	スコーピング結果（評価理由）：テレガンチュ橋 .....	2-78
表 2.2.38	スコーピング結果：ベテニ橋 .....	2-80
表 2.2.39	スコーピング結果（評価理由）：ベテニ橋 .....	2-81
表 2.2.40	スコーピング結果：サムカラ橋 .....	2-83
表 2.2.41	スコーピング結果（評価理由）：サムカラ橋 .....	2-84
表 2.2.42	スコーピング結果：パッサン橋 .....	2-86
表 2.2.43	スコーピング結果（評価理由）：パッサン橋 .....	2-87
表 2.2.44	環境影響評価の結果（全4橋） .....	2-89
表 2.2.45	環境管理計画一覧 .....	2-90
表 2.2.46	モニタリング計画（4橋） .....	2-91
表 2.2.47	用地取得と住民移転に係る「ブ」国の法令と世界銀行 Operational Policy（OP.4.12）との比較一覧表（案） .....	2-94
表 2.2.48	現地ステークホルダー協議の概要 .....	2-96
表 2.2.49	環境モニタリングフォーム（案） .....	2-98
表 2.2.50	環境チェックリスト .....	2-100
表 3.1.1	プロジェクトの投入概要項目 .....	3-2
表 3.2.1	国道4号線上の既設橋一覧表 .....	3-3
表 3.2.2	河川の重要度と計画の規模（年確率） .....	3-6
表 3.2.3	過去10年間の月別最大日雨量（Trongsa 観測所） .....	3-8
表 3.2.4	過去10年間の月別最大日雨量（Jigmecholing 観測所） .....	3-11
表 3.2.5	過去10年間の月別最大日雨量（Jigmecholing 観測所） .....	3-13
表 3.2.6	過去10年間の月別最大日雨量（Jigmecholing 観測所） .....	3-15
表 3.2.7	架け替え橋梁のグレード .....	3-18
表 3.2.8	アプローチ道路の諸元 .....	3-19
表 3.2.9	橋梁の諸元 .....	3-27
表 3.2.10	アプローチ道路の諸元 .....	3-27
表 3.2.11	路側OD調査の内容 .....	3-28
表 3.2.12	オーナーインタビュー調査の内容 .....	3-29
表 3.2.13	交通量調査の内容 .....	3-29
表 3.2.14	通過車両走行速度調査の内容 .....	3-29
表 3.2.15	需要予測結果 .....	3-32
表 3.2.16	幾何構造の基準値 .....	3-34
表 3.2.17	本事業における舗装厚の照査 .....	3-36
表 3.2.18	切土に対する標準のり面勾配 .....	3-38
表 3.2.19	流量に応じた余裕高 .....	3-41

表 3.2.20	各橋梁の河川条件表 .....	3-42
表 3.2.21	各橋梁の地盤状況 .....	3-43
表 3.2.22	最大地盤反力度の上限値 (kN/m <sup>2</sup> ) (左)、岩盤区分表(右).....	3-44
表 3.2.23	支持地盤の種類と許容支持力度 (常時) .....	3-44
表 3.2.24	採用活荷重.....	3-45
表 3.2.25	コンクリートの基準強度 .....	3-46
表 3.2.26	鉄筋仕様.....	3-46
表 3.2.27	材料単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) .....	3-46
表 3.2.28	鉄筋コンクリート構造に対する許容圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) .....	3-46
表 3.2.29	プレストレストコンクリート構造に対する許容圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) .....	3-47
表 3.2.30	鉄筋の許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) .....	3-47
表 3.2.31	形式別標準適用支間長 (左: PC 橋、右: 鋼橋) .....	3-53
表 3.2.32	各橋梁形式の特徴.....	3-53
表 3.2.33	橋梁形式推奨案.....	3-54
表 3.2.34	テレガンチュ橋 2次選定比較.....	3-55
表 3.2.35	ベテニ橋 2次選定比較.....	3-56
表 3.2.36	サムカラ橋 2次選定比較.....	3-57
表 3.2.37	パッサン橋 2次選定比較.....	3-58
表 3.2.38	橋台形式選定の目安.....	3-60
表 3.2.39	基礎形式検討の着目点.....	3-60
表 3.2.40	各基礎形式の適用性の目安.....	3-62
表 3.2.41	テレガンチュ橋 基礎形式比較.....	3-63
表 3.2.42	ベテニ橋 基礎形式比較.....	3-64
表 3.2.43	サムカラ橋 基礎形式比較.....	3-65
表 3.2.44	パッサン橋 基礎形式比較.....	3-66
表 3.2.45	採用した護岸工法の特徴 (8m 以下) .....	3-68
表 3.2.46	護岸工法と設計流速の対応表 (護岸高 8m 以下) .....	3-69
表 3.2.47	各橋梁の撤去理由及び撤去方法.....	3-83
表 3.2.48	品質管理計画表.....	3-91
表 3.2.49	主要資材の調達.....	3-92
表 3.2.50	主要建設機械の調達想定区分.....	3-93
表 3.4.1	点検・維持管理の内容.....	3-99
表 3.5.1	概算事業費 (日本国側負担) .....	3-100
表 3.5.2	相手国側負担事項および金額.....	3-100
表 3.5.3	相手国側負担事項および金額.....	3-102
表 4.4.1	協力対象事業による定量的効果.....	4-4

## 写 真

### (1) テレガンチュ橋

No	写 真	内 容
①		左岸側道路より現橋を望む。
②		現橋の右岸上流側より現橋と右岸道路を望む。
③		上流より現橋を望む。
④		左：現橋の下流より架橋位置を望む。 右：現橋の下流より現橋を望む。

出所：調査団作成

写 真

(2) ベテニ橋

No	写 真	内 容
①		<p>左岸側上流より左岸道路と現橋を望む。</p>
②		<p>右岸側道路上より迂回路と現橋を望む。</p>
③		<p>右岸側の迂回路上より現橋を望む。</p>
④		<p>右岸より、現橋と左岸を望む。</p>
⑤		<p>現橋の上流側にある迂回路を望む。 左：降水後の状況 右：修復状況</p>

出所：調査団作成

(3) サムカラ橋

No	写 真	内 容
①		<p>左岸側より左岸道路と現橋を望む。</p>
②		<p>右岸側より右岸道路と現橋を望む。</p>
③		<p>左岸側の上流部より現橋を望む。</p>
④		<p>右岸上流部より現橋を望む。</p>
⑤		<p>左岸上流部より右岸を望む。</p>
⑥		<p>現橋より右岸を望む。</p>

出所：調査団作成

(4) パッサン橋

No	写 真	内 容
①		<p>現橋より左岸側の道路を望む。</p>
②		<p>右岸側の道路上より現橋を望む。</p>
③		<p>下流より現橋全体を望む。</p>
④		<p>現橋近傍より右岸側の軍施設を望む。</p>
⑤		<p>下流より迂回路を望む。(一部流出しており機能していない。)</p>

出所：調査団作成

## 略語集

略語	英語	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AH	Asian Highway	アジアハイウェイ
A/P	Authorization to Pay	支払い授受権
B/A	Bank Arrangements	銀行取決め
CBR	California Bearing Ratio	CBR
CDCL	The Construction Development Corporation Limited	建設開発公社
DHMS	Department of Hydro-met Services	気象水文サービス局
DoFPS	Department of Forests and Park Service	森林・公園管理局
DoR	Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement	道路局
EC	Environmental Clearance	環境許認可
E/N	Exchange of Note	交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
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
HWL	High Water Level	高水位
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IFC	International Finance Corporation: IFC	国際金融公社
IOL	Inventory of Loss	損失目録調査
IRC	Indian Road Congress	インド道路基準
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
M/D	Minute of Discussion	議事録
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
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省
MHPA	Mangdechhu Hydroelectric Project Authority	Mangdechhu水利事業機関
MWL	Medium Water Level	中水位
NEC	National Environmental Commission	国家環境委員会
NEXCO	Nippon Express Company	日本高速道路株式会社
NLC	National Land Commission	国家土地委員会
NOC	No Objection Certificate	非異議証明書
OD	Origin Destination	出発地 目的地
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
LACI	Loan Administration Change Initiative	案件監理改革イニシアティブ
PAP	Project Affected People	影響住民
RAP	Rural Access Project	農村アクセスプロジェクト
PCU	Project Coordinate Unit	プロジェクト用地における プロジェクト調整ユニット
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理ユニット
PNH	Primary National Highway	国道
P/Q	Pre-Qualification	事前資格審査
RGoB	Royal Government of Bhutan	ブータン政府
WB	World Bank	世界銀行

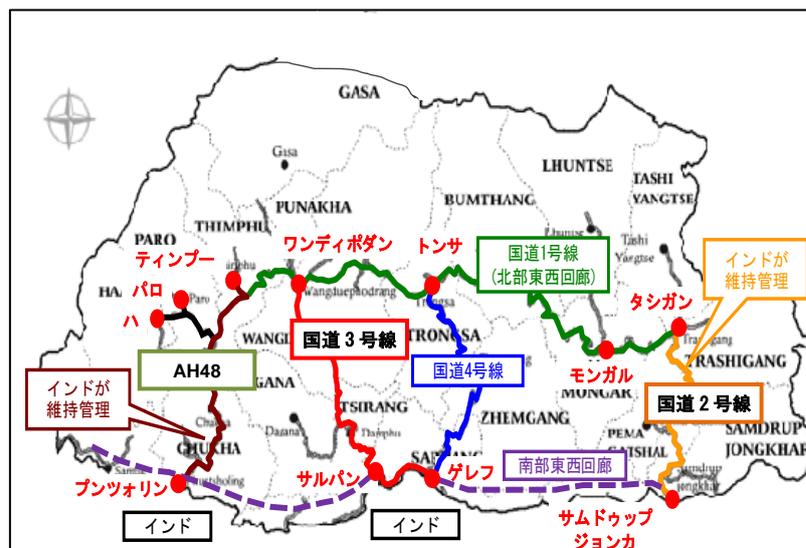
## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1.1 当該セクターの現状と課題

#### 1.1.1 現状と課題

##### (1) 道路ネットワークの整備現況と課題

ブータン（以下、「ブ」国と称す）の道路総延長は 10,578.3km（2014 年 4 月時点）であり、その内国道の延長は約 2,400km である。「ブ」国内の道路ネットワークは国道網（図 1.1.1）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～4 号線、AH48）の、計 5 つの主要国道が存在する。国道 1 号線の代替ルートとしての、インドとの国境に沿って走る南部東西回廊の建設は「ブ」国の重要な課題となっており、区間毎に分割して建設が行われているが、資金不足や国立公園内の環境申請の問題等のため、進捗は芳しくないのが現状である。よって、国内最重要路線としての国道 1 号線の位置付けは今後も変わることはなく、「ティンプー・タシガン間を一日で移動できるようにしよう」という政府の掛け声の元、現在インド政府の資金援助を受けてティンプー側から順に拡幅工事が進められている。



出所：調査団作成

図 1.1.1 「ブ」国の国道網

##### (2) 対象路線の道路・橋梁の現況と課題

本事業の対象路線である国道 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南下する国道であり、図 1.1.2 の写真に示すように、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り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、複数の斜面崩壊箇所が存在し、特にレオタラ地滑りが大規模である。また、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る。発電所建設を円滑に推進し、「ブ」国の経済成長を促進するためにも、今後国道 4 号線の果たす役割は大きいと言える。「ブ」国政府の方針として、現在実施中の国道 1 号線の拡幅事業が完了後に引き続いて国道 4 号線の拡幅事業を実施することが検討されている。



出所：調査団撮影

図 1.1.2 国道4号線の斜面崩壊箇所

国道4号線上の既設橋梁は建設時期も古く（1960～1980年代）、老朽化、損傷等の問題が多く見られる。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、耐荷力も不足している（設計荷重40トン以下）。ただ、現在は通行車両が少ないこともあり、大きな問題には至っていないが、今後、大型車を含む交通量が増加した場合、橋梁の重大な損傷や、落橋の危険性が高まることが危惧される。

### (3) 「ブ」国建設業の現状と課題

「ブ」国の建設工事は年々増加傾向であり、建設作業員も増加傾向にある。ただし、彼らを管理する経験豊富な土木技術者が不足しているため、現場管理が良好でなく、品質低下や工期の遅れを招いている。

国内業者の技術力に関しては、品質は別としてRC構造の橋梁や構造物の建設工事実施能力は有しているものの、精緻な管理が求められるPC構造の橋梁や、大規模橋梁などの建設工事実施能力を獲得するまでには、至っていない。

さらに、国内業者の大半は経営規模が小さく、保有機材の種類・台数も十分ではない上に、良好なコンディションの機材の割合も低い。加えて、これらの業者は、資金力も不足しがちであり、政府からの支払いが滞ると、その都度、工事を中断せざるを得ない状況に陥り、工事進捗が低下する要因の一つになっている。

### (4) 国家開発計画

「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。経済成長の観点から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。

## (5) 道路セクター開発計画

現在の「ブ」国における道路セクターの上位計画として、以下の3つが挙げられる。

### 1) 第11次5ヶ年計画(2013~2018年)(2013年9月、国民総幸福委員会(GNH Commission))

現行の経済開発計画は第11次5ヶ年計画(2013~2018年)である。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。

- 「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。
- 「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。
- 「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。

- 包括的な社会経済開発
- 環境に配慮した経済開発の加速
- 戦略的インフラ開発

### 2) 道路セクターマスタープラン(2007-2027)(2006年5月、公共事業・定住省)

道路整備に関するマスタープランは、2007年から20年間における道路整備の目標として以下の項目が示されている。

- (i) 市町村道路の建設(対象2,654km)
- (ii) 第2東西道路(南部東西回廊)の建設
- (iii) 県間の連結・連携のための県道の建設(対象約537km)
- (iv) 既存道路の線形改良とバイパス設置
- (v) 主要幹線国道接続のためのトンネル設置等の調査の実施

本事業により、既存橋梁の架け替えが行われるのみならず、橋梁の前後のアプローチ道路の線形改良がなされるため、上記(iv)の整備目標に合致していると言える。

### 3) ブータン2020(1999年5月、Planning Commission)

「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年から開始された。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おり、以下のような具体的数値目標を掲げ、道路開発を強く推進している。

- 2007年までに幹線道路を30tトラックが走行できるように改修する
- 2012年までに国民の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

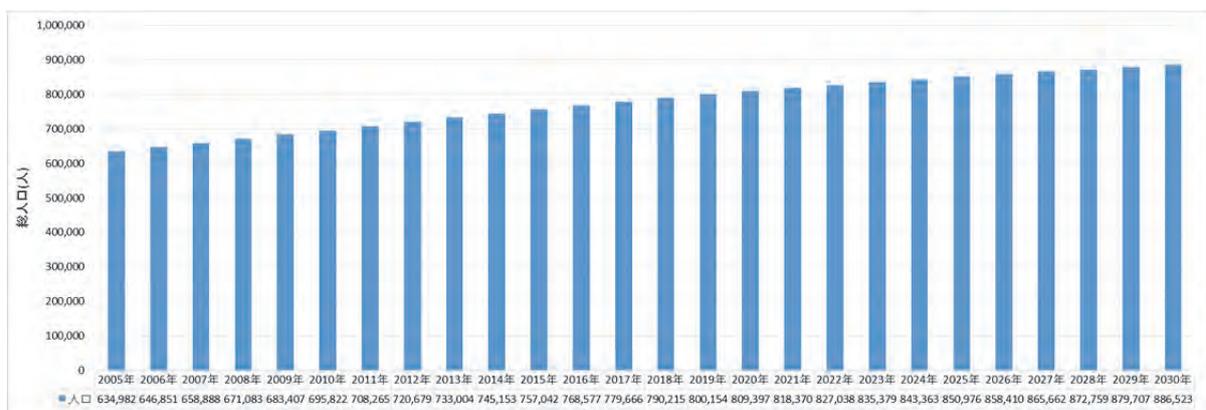
このような、経済発展の視点から捉えた国道ネットワーク整備が、重要とされる一方で、歴史的、文化的、宗教的に重要でありながら道路が未整備なために、これまでアクセスが困難であった場所等へ、高齢者等が容易にアクセス可能となるような道路整備も、重要であると示されている。

### 1.1.2 社会経済状況

#### (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（図1.1.3参照）。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たもので、第2回調査が2016年に予定されていたが、技術的な問題をクリアできなかったとして、中止が発表された（2016年5月23日発表、2016 Population & Housing Census of Bhutan のfacebook より）。

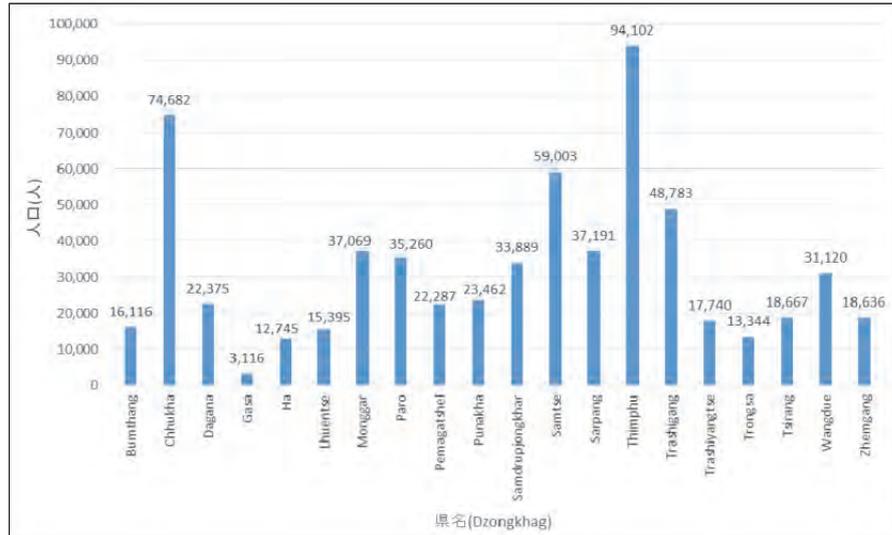
図1.1.3によると、2016年の人口は約78万人であり、2030年には約88.7万人になると予測されている。これは2005年の実数（約63.5万人）と比較すると、2016年で約1.23倍、2030年で約1.40倍となり、緩やかに人口が増加する傾向が予測される。



出所：Statistical Year Book 2013

図 1.1.3 「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1.1.4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プー県であり総人口の14.8%を占めている。また、南部のチュカ県で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、ティンプー県には首都のティンプー市、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。



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

図 1.1.4 各県の人口（2005年）

## (2) 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。その後も、毎年約5~12%の高い成長率を維持している。2012年のGDPは17.76億ドル、一人当たり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。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て債務の割合が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ー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)。

## 1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

### (1) 要請の背景

「ブ」国は、国土(面積38,394km<sup>2</sup>:九州の約0.9倍)の大部分が山岳地帯であり、道路交通が最も重要な交通・輸送手段の役割を担っている。「ブ」国の主要道路ネットワークは、国土の東西に走る国道1号線と、インド国境まで南下する4本の国道(国道2~4号線、AH48)(国道総延長約1,860km(2013年))のみである。1990年には約2,300kmだった道路総延長は、2003年には約4,000km、2013年には約10,600kmへと大幅に伸びているものの、地形的な制約もあり幹線道路は少なく、また必ずしも十分な仕様(幅員、線形、舗装、斜面对策等)で、道路建設が実施できておらず、更に迂回路や代替路も少ないのが現状である。その内、国道4号線(約240km)は、中部の中心都市トンサと南部の中心都市グレフを結んでおり、旅客輸送・物流の観点から重要路線の一つである。併せて、「ブ」国経済を牽引することが期待される国家プロジェクトである、マンデチュ水力発電所の建設が同国道沿いで現在進行中であり、同国道は発電所の建設資機材の輸送ルートとして重要な役割を果たしているが、幅員も狭く、路面状況も悪いのが現状である。また、同国道上に架かる主要な橋梁には、老朽化等によりコンクリート製の上部工・下部工にひび割れが発生し、構造物としての安全性に問題が見られることから、路線としての安定的な連結性の確保が課題となっている。

公共事業・定住省は、2006年に策定した道路セクターマスタープランの中で、2027年までの20年間に国道や県道等の道路網拡張及び改修整備とフィーダーロードの充実、橋梁の維持・補修、架け替え等を実施することとしており、これまでに国道1号線の拡幅工事、改修整備を優先的に進めている。また、第11次五ヶ年計画(2013年~2018年)において、全国国道網の改善、水力発電所建設サイトへのアクセスの改善等を重点事項として挙げている。

このような背景の下、「ブ」国政府は国道4号線上の5橋梁(テレガンチュ橋、チャプレコラ橋、ベテニ橋、サムカラ橋及びパッサン橋)の架け替えを内容とする「国道4号線橋梁架け替え計画」に係る無償資金協力を、2014年7月我が国に要請した。

## (2) 要請内容の合意

調査期間中、「ブ」国側との協議の中で要請内容を確認した結果、以下の通り合意を得た。

- 1) 国道4号線上のテレガンチュ橋（橋長25m）、ベテニ橋（橋長25m）、サムカラ橋（橋長61m）、パッサン橋（橋長40m）の新橋への架け替え工事、及び
- 2) 上記新橋取付道路の建設

これら、4橋の架け替え工事は、技術的に難易度が高く、我が国の支援によって実施することにより、安定した交通・輸送の確保の課題解決に資するものである。

なお、当初要請のあったチャプレコラ橋（橋長20m）架け替えについては、他の4橋と技術的難易度を比較した結果、「ブ」国側で実施可能と判断したため、本無償資金協力のスコープからは除外した。

これら要請内容の合意については、2016年9月14日の Minutes of Discussions で署名された。

## 1.3 我が国の援助動向

### (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。2012年度までの累計額は、有償資金協力は57.63億円、無償資金協力は321.10億円、技術協力は155.56億円となっている。

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。

また、我が国援助の基本方針として、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としている。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としている。

### (2) 運輸セクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本事業の位置づけ

我が国は、対「ブ」国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。また対「ブ」国 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おり、本事業はこれら計画・分析に合致する。なお、我が国はこれまで、「橋梁架け替え計画」（2000年度）をはじめとする計4件の無償資金協力、総額65.28億円を供与して主要国道上の橋梁の架け替えを支援したほか、「道路建設機材整備計画」（1987年度）をはじめとする計3件、総額15.72億円

の道路建設機材の整備に関する無償資金協力の供与実績がある。我が国のこれまでの協力実績一覧表を、表 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 我が国の運輸セクターに関する協力実績

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
無償資金協力	1987	道路建設機材整備計画	道路の整備に必要な機材の調達（道路建機 12 機種述べ 38 台）
無償資金協力	1995	第二次道路建設機材整備計画	既存道路の補修及び維持管理に必要な建設機械及び整備機器の調達（道路建機 12 機種述べ 35 台）
開発調査	1997～1998	橋梁整備計画調査	国道整備及び橋梁架替の基本計画の策定、優先プロジェクトについてのフィージビリティ調査の実施
無償資金協力	2001～2003	橋梁架替え計画	国道 1 号線上の 4 橋梁及び国道 4 号線上の 1 橋梁の架替え
無償資金協力	2003	道路建設機材整備拡充計画	老朽化した道路建設機材の更新及び整備機器の調達（道路建機 16 機種述べ 63 台）
無償資金協力	2005～2007	第二次橋梁架替え計画	国道 5 号線上の 1 橋梁及び県道上の 2 橋梁の架替え
技術協力プロジェクト	2006～2007	橋梁計画・設計・施工・保全に関わる人材育成プロジェクト	技術者の育成及びコンクリート橋梁の設計・施工・保全技術の向上を目指した技プロ
無償資金協力	2009～2012	第三次橋梁架替え計画	国道 5 号線上の 6 橋梁の架替え
無償資金協力	2011～2013	サイクロン災害復興支援計画	サイクロンで被災した橋梁や今後の豪雨で被災する可能性のある国道 5 号線上の 2 橋梁及び農道上の 3 橋梁の架替え
技術協力プロジェクト	2011～2014	農道架橋設計・実施監理能力向上プロジェクト	農林省農業局及び県の農道架橋にかかる調査設計、実施監理、及び維持管理能力の向上を目指した技プロ
開発計画調査型技術協力	2014～2016	道路斜面管理マスタープラン調査プロジェクト	継続的な斜面防災点検の実施及び DoR による斜面カルテの維持・更新を目指した開調型技プロ
無償資金協力	2015～	国道一号线橋梁架け替え計画	国道 1 号線上の 3 橋梁の架替え

出所：JICA

#### 1.4 他ドナーの援助動向

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。

##### (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1.4.1に示す。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、下表に示す支援内容が確認、合意されている。現在実施されている国道1号線の拡幅工事に多額の予算が計上され、GOIからの支援も承認されていることがわかる。

表 1.4.1 第11次5ヶ年計画に関するGOIの支援状況

No	プロジェクト名	目標整備 延長 (Km)	見積予算額 の合計 (百万 Nu)	GOIによって承 認された支援額 (百万 Nu)	GOIからの受領済額 (2015年2月時点) (百万 Nu)
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	シムトカーウオンディ (PNH-1) 道路改良	65.0	764.217	764.217	135.515
2	ウオンディーチュセルブ (PNH-1) 道路改良	82.0	1,156.061	693.637	133.570
3	チュセルブートンサ (PNH-1) 道路改良	45.0	1,138.676	683.206	59.953
4	トンサーナンガル (PNH-1) 道路改良	55.0	1,315.899	789.539	76.465
5	リミタンータシガン (PNH-1) 道路改良	138.0	2,843.279	1,705.615	0
6	パーチュ橋建設	1.0	71.529	71.529	3.020
7	地方道路の再舗装	486.0	1,803.800	1,400.930	0
8	シンカールーゴルガン (SNH) 道路建設	36.0	776.352	465.811	0
	合計	908.0	9,869.813	6,574.484	408.323

出所: DoR

## (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」国の開発に対する真摯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と評価している。ADBは、1966年の設立以来、我が国と緊密なパートナーシップを持ちながら、加盟途上国支援を実施しており、現在ADBは、「ブ」国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1.4.2に示す(現在実施中も含む)。

表 1.4.2 第 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

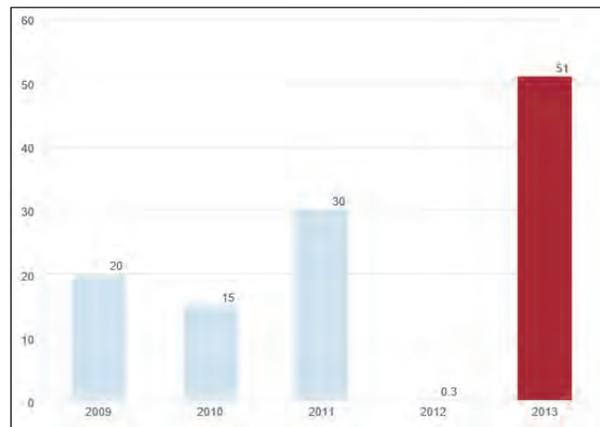
### (3) 世界銀行（WB）

#### 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。

#### 2) 援助実績

図 1.4.1 に、WBの「ブ」国に対する援助実績を示す。2012年に一度援助が停止されたが、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 1.4.1 WBによる「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。

(a) Rural Access Project: RAP1

「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。

(b) Second Rural Access Project: RAP2

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 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。

(i) 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

(ii) 下記を含む能力開発及び実施支援要素

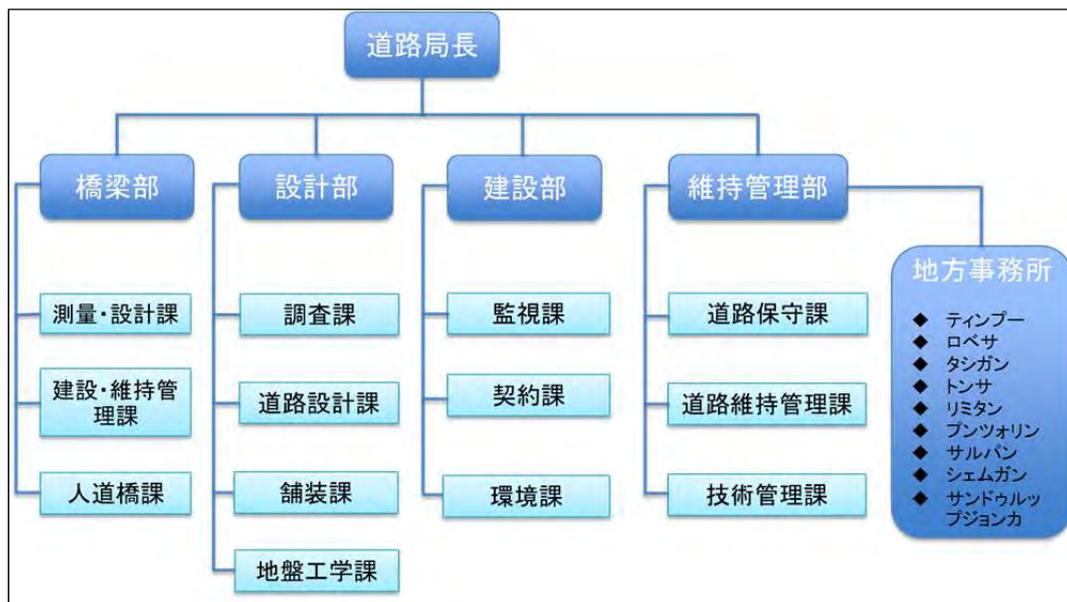
- ◇ 人材開発及び訓練
- ◇ 性能を基礎とした保守メカニズムを実験するための技術援助
- ◇ ティンプー及び3つのプロジェクト管理ユニット (PMU) のプロジェクト用地におけるプロジェクト調整ユニット (PCU) に対するプロジェクト実施支援
- ◇ 社会経済的影響評価研究
- ◇ 保健省が運営する全国プログラムを通じた建設労働者の HIV/AIDS 意識喚起

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2.1 プロジェクトの実施体制

#### 2.1.1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は、道路行政を管轄している公共事業・定住省（MoWHS）である。実施機関は省内の道路局（DoR）であり、組織図を図 2.1.1 に示す。本プロジェクトの担当部署は、我が国の橋梁無償資金協力事業を管轄している橋梁部である。



出所：DoR

図 2.1.1 DoR 組織図 (2015年8月改訂)

橋梁部は9名の技術者が配置されている。さらに、工事完了後の維持管理業務は、地方事務所が担当することになり、トンサ事務所（テレガンチュ橋）に16名、サルパン事務所（ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋）には16名の技術者が配置されている。

#### 2.1.2 財政・予算

2010-2011年から2014-2015年におけるDoRの予算の推移を表2.1.1に示す。2014-2015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状況である。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、予算申請額の約8~9割が政府によって承認され、DoRに拠出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 2.1.1 DoR 予算の推移

単位：百万 Nu

年度	申請額	承認額	拠出額
2010 - 2011	3,527	2,596	2,441
2011 - 2012	4,263	3,966	3,479
2012 - 2013	4,269	3,715	3,877
2014 - 2015	3,730	3,014	3,374

出所：DoR

2015年度のDoRの予算総額（承認金額）は約2,920百万Nu（=約5,431百万円）であり、その内訳を表2.1.2に示す。この内、道路・橋梁の維持管理年間予算配分は、約1,027百万円であることから本プロジェクトの橋梁（取付道路・護岸含む）の想定平均年間維持管理費約166百万円の負担は、予算面からも可能である判断する。

表 2.1.2 DoR の予算額（承認額）内訳（2015-2016年）

単位：百万 Nu

部門	新設・改良関連費用	維持管理関連費用	その他運営・管理費用	合計
本局	943.764	130.000	212.032	1,285.796
トンサ	23.000	42.062	15.710	80.772
リミタン	259.692	86.732	23.897	370.321
ブンツォリン	156.600	40.564	20.378	217.542
サルパン	29.000	54.108	14.769	97.877
シェムガン	359.500	29.458	21.364	410.322
タシガン	62.500	58.051	14.363	134.914
ロベサ	128.100	76.836	12.950	217.886
ティンプー	60.000	34.126	10.723	104.849
サンドゥルップ・ジョンカ	-	-	-	-
合計	2,022.156 (69%)	551.937 (19%)	346.186 (12%)	2,920.279 (100%)

注：Samdrup Jongkhar 事務所については、2014年9月に新設されたため、2014-2015年の予算は配賦されていない。実際には、Trashigang 事務所の予算を共用している。

出所：DoR

### 2.1.3 技術水準

DoRは、これまで我が国無償資金協力を用いて実施した類似案件の経験が多数あり、本プロジェクトの実施能力については問題無いと判断する。また、工事完了後の維持管理担当事務所であるトンサ事務所、及びサルパン事務所では、担当技術者を配置して、管区内の道路・橋梁の維持管理業務を実施しているが、橋梁維持管理サイクルによる体系的な維持管理能力に課題を有するものの、外部委託や本省のサポートも活用することで、基本的な橋梁維持管理能力は有していると判断する。さらに、設計部や建設部、地方事務所の中には、インドや欧米にて教育を受けている他、本邦技術研修を受けた技術者もいる。よって、詳細設計段階、本工事实施段階、さらに、工事完了後の維持管理能力についても十分対応が可能と判断する。

## 2.1.4 既存施設・機材

### (1) 既存施設

本プロジェクトによる調査対象とした5橋梁の主要な構造諸元を以下に示す。

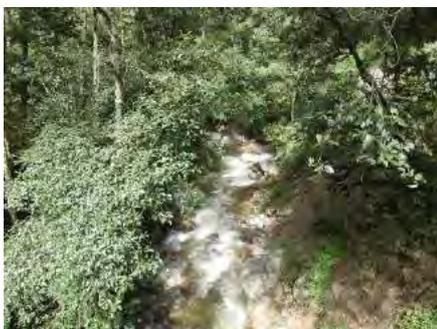
諸元	テレガンチュ	チャプレコラ	ベテニ	サムカラ	パッサン
上部工形式	RC T桁	RC T桁	RC T桁	下路式鋼トラス橋	上路式鋼トラス橋
橋長	25m	20m	25m	61m	40m
有効幅員	4.5m	4.5m	4.2m	4.3m	7.5m
下部工形式	不明	不明	不明	不明	不明
基礎工形式	不明	不明	不明	不明	不明
護岸工	無	無	有 (A2側)	無	無
取付道路	瀝青舗装	瀝青舗装	瀝青舗装	瀝青舗装	瀝青舗装

また、調査対象橋梁について、国土交通省の損傷評価基準 (a～e) に準拠し、健全度評価を行った結果、以下のような損傷の発生が確認された。

#### 【各橋梁の調査結果】

- テレガンチュ橋 : 床板の張り出し部に剥離及び鉄筋露出があり、橋台の脇の斜面が崩れている。
- チャプレコラ橋 : 床版上面にひび割れが多く発生しており、抜け落ち等の懸念がある。
- ベテニ橋 : 橋台部に発生している大きな横方向ひび割れは現在も進行中である。
- サムカラ橋 : 鋼材の腐食が目立っており、床版の損傷も多い。
- パッサン橋 : 鋼材の腐食が目立っており、床版の損傷及び橋台部の変状がある。

各橋梁の状況を撮影・整理した写真を、図 2.1.2～図 2.1.11 に示す。

現 地 状 況 写 真	写真説明	トンサ側より撮影	写真説明	ゲレフ側より撮影
				
	写真説明	トンサ側下流より撮影	写真説明	ゲレフ側下流より撮影
				
	写真説明	トンサ側上流より撮影	写真説明	ゲレフ側上流より撮影
				
	写真説明	橋上より下流側を撮影	写真説明	橋上より上流側を撮影
				

出所：調査団作成

図 2.1.2 テレガンチュ橋の現況写真 (1/2)

損傷写真	部材名	床版			部材名	主構		
	損傷の種類	鉄筋露出	損傷の程度	e	損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷の程度	d
	写真説明	張出し部に剥離・鉄筋露出がある。			写真説明	ジャンカ（施工不良）が要因と推測される。		
								
	部材名	躯体			部材名	支承本体・沓座・モルタル		
	損傷の種類		損傷の程度	a	損傷の種類	機能障害	損傷の程度	e
	写真説明	健全である。			写真説明	漏水跡、苔等から機能障害の可能性はある。		
								
	部材名	高欄・防護柵			部材名	舗装・伸縮装置		
	損傷の種類	変形・欠損	損傷の程度	c	損傷の種類	路面の凹凸	損傷の程度	c
	写真説明				写真説明	凹凸による変形がある。		
								
部材名	橋梁全体			部材名	橋梁全体			
損傷の種類	地滑り	損傷の程度	e	損傷の種類	洗掘	損傷の程度	c	
写真説明	橋台脇の斜面崩壊により、橋台の安定が保てない可能性がある。			写真説明	橋台基礎が大きな岩が混在する河床上にあり、また、橋台に対する護岸等の別途構造も無いことから、洗掘の恐れがある。			
								

出所：調査団作成

図 2.1.3 テレガンチュ橋の現況写真（2/2）

現 地 状 況 写 真	橋梁名	チャプレコラ橋	路線名	国道4号線
	写真説明	トンサ側より撮影	写真説明	ゲレフ側より撮影
				
	写真説明	トンサ側下流より撮影	写真説明	ゲレフ側下流より撮影
				
	写真説明	トンサ側上流より撮影	写真説明	ゲレフ側上流より撮影
				
	写真説明	橋上より下流側を撮影	写真説明	橋上より上流側を撮影
				

出所：調査団作成

図 2.1.4 チャプレコラ橋の現況写真 (1/2)

橋梁名		チャプレコラ橋			路線名		国道4号線			
損傷写真	部材名	床版（下面）			部材名	床版（上面）				
	損傷の種類		損傷の程度	a	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	c		
	写真説明	健全である。			写真説明	進行具合について詳細調査を要する。				
										
	部材名	主構			部材名	横構				
	損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷の程度	d	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	-		
	写真説明	剥離・鉄筋露出がある。			写真説明	構造部材でない横構に損傷がある。				
										
	部材名	支承本体			部材名	高欄・防護柵				
	損傷の種類	機能障害	損傷の程度	e	損傷の種類	変形・欠損	損傷の程度	e		
	写真説明	腐食している。			写真説明					
										
	部材名	舗装			部材名	排水装置				
	損傷の種類	路面の凹凸	損傷の程度	c	損傷の種類	土砂詰り	損傷の程度	e		
	写真説明				写真説明					
										

出所：調査団作成

図 2.1.5 チャプレコラ橋の現況写真（2/2）

現地状況写真	写真説明	トンサ側より撮影	写真説明	ゲレフ側より撮影
				
	写真説明	トンサ側下流より撮影	写真説明	ゲレフ側下流より撮影
				
	写真説明	トンサ側上流より撮影	写真説明	ゲレフ側上流より撮影
				
写真説明	橋上より下流側を撮影	写真説明	橋上より上流側を撮影	
				

出所：調査団作成

図 2.1.6 ベテニ橋の現況写真 (1/2)

損傷写真	部材名	床版			部材名	主構造		
	損傷の種類		損傷の程度	a	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	b
	写真説明	健全である。			写真説明	小さなひび割れが点在する。		
								
	部材名	躯体			部材名	躯体		
	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	d	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	d
	写真説明	打ち継ぎ目のひび割れがある。			写真説明	打ち継ぎ目のひび割れは、横へ進行している（現地ヒアリングより）。		
								
	部材名	支承本体			部材名	舗装		
	損傷の種類	土砂	損傷の程度	e	損傷の種類	路面の凹凸	損傷の程度	e
	写真説明	土砂詰りが機能障害を引き起こす。			写真説明	へこみが点在する。		
								
	部材名	伸縮装置			部材名			
	損傷の種類	遊間の異常	損傷の程度	e	損傷の種類		損傷の程度	
写真説明	接触している。			写真説明				
								

出所：調査団作成

図 2.1.7 ベテニ橋の現況写真 (2/2)

現 地 状 況 写 真	写真説明	トンサ側より撮影	写真説明	ゲレフ側より撮影
				
	写真説明	トンサ側下流より撮影	写真説明	ゲレフ側下流より撮影
				
	写真説明	トンサ側上流より撮影	写真説明	ゲレフ側上流より撮影
				
	写真説明	橋上より下流側を撮影	写真説明	橋上より上流側を撮影
				

出所：調査団作成

図 2.1.8 サムカラ橋の現況写真 (1/2)

損傷写真	部材名	床版（側面部）			部材名	床版（下面）		
	損傷の種類	遊離石灰	損傷の程度	d	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	d
	写真説明	白色の遊離石灰がある。			写真説明			
								
	部材名	主構（横構）			部材名	主構（下弦材）		
	損傷の種類	腐食	損傷の程度	b	損傷の種類	防食機能の劣化	損傷の程度	e
	写真説明				写真説明	塗装の剥離がある。		
								
	部材名	躯体			部材名	沓座・モルタル		
	損傷の種類	剥離	損傷の程度	c	損傷の種類	土砂詰り	損傷の程度	e
	写真説明	施工不良が要因と想像される剥離(穴)が点在する。			写真説明			
								
	部材名	舗装			部材名			
	損傷の種類	路面の凹凸	損傷の程度	e	損傷の種類		損傷の程度	
写真説明				写真説明				
								

出所：調査団作成

図 2.1.9 サムカラ橋の橋梁写真 (2/2)

現地状況写真	写真説明	トンサ側より撮影	写真説明	ゲレフ側より撮影
				
	写真説明	トンサ側下流より撮影	写真説明	ゲレフ側下流より撮影
				
	写真説明	トンサ側上流より撮影	写真説明	ゲレフ側上流より撮影
				
	写真説明	橋上より下流側を撮影	写真説明	橋上より上流側を撮影
				

出所：調査団作成

図 2.1.10 パッサン橋の現況写真 (1/2)

損傷写真	部材名	床版			部材名	床版		
	損傷の種類	剥離・漏水	損傷の程度	c	損傷の種類	斜めひび割れ	損傷の程度	b
	写真説明	排水装置からの浸水が要因である。			写真説明	詳細調査を要する。		
								
	部材名	主構（鋼材）			部材名	主構（鋼材）		
	損傷の種類	腐食	損傷の程度	c	損傷の種類	防食機能の劣化	損傷の程度	e
	写真説明	亀裂・断面欠損の恐れがある。			写真説明	剥離と点錆が多い。		
								
	部材名	躯体			部材名	支承・沓座		
	損傷の種類	変状	損傷の程度	e	損傷の種類	土砂	損傷の程度	e
	写真説明	変状により間詰めが抜け落ちている。			写真説明	土砂詰りが機能障害を引き起こす。		
								
	部材名	舗装			部材名	排水装置		
	損傷の種類	舗装の異常	損傷の程度	e	損傷の種類	漏水・滞水	損傷の程度	e
写真説明	打ち継ぎ目近傍にひび割れがある。			写真説明	排水管が無く、桁等に水が掛かっている。			
								

出所：調査団作成

図 2.1.11 パッサン橋の現況写真（2/2）

## (2) 既存機材

橋梁建設に使用が予想される建設機械の調達候補先としては、DoR の機械部門より 2006 年に民営化した、建設開発公社 CDCL (The Construction Development Corporation Limited)、および一般建設企業（大手建設企業）が想定される。なお、これらの機械の内、一般車両や小機材はインド製で、大部分の特殊車両は日本製である。主要建設機械の調達想定区分を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 主要建設機械の調達想定区分

資 材 名	規 格	調 達 先			備 考
		「ブ」国	日本国	第三国	
ブルドーザ	15ton	○			土工
バックホウ	0.8 m <sup>3</sup>	○			土工
大型ブレーカ	1,300 kg 級	○			土工
ホイールローダー	1.4 m <sup>3</sup>	○			資材運搬工
ダンプトラック	10 ton	○			土工
トラック	4~4.5 ton	○			資材運搬工
ラフタークレーン	25 ton		○		下部工、上部工
グラウトミキサ			○		基礎工、上部工 (PC)、 法面保護工
グラウトポンプ			○		
削岩機	55 kW		○		法面保護工
モルタル吹付け機		○			法面保護工
モータグレーダ	3.1 m	○			舗装工
ロードローラ	10~12 ton	○			舗装工
振動ローラ	0.8~1.1ton	○			土工、舗装工
タンパ	60~100kg	○			土工、舗装工
コンクリートミキサ	0.5 m <sup>3</sup>	○			
散水車	10 m <sup>3</sup>	○			土工、舗装工
空気圧縮機	5 m <sup>3</sup> /min		○		土工
発動発電機	75 kva 以下		○		
PC 桁製作用機材			○		上部工
PC 桁架設用機材			○		上部工
ケーブルエレクション用機材			○		上部工

出所：調査団作成

## 2.2 プロジェクト・サイトおよび周辺状況

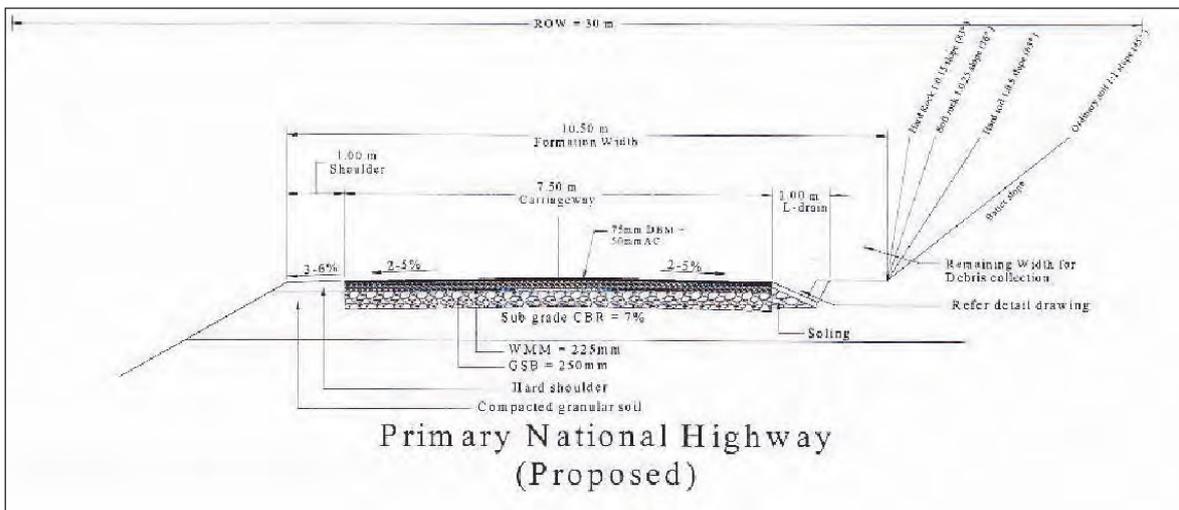
### 2.2.1 関連インフラ整備状況

現在、対象サイト周辺において、インド政府の支援により下記の2つのプロジェクトが進行中である。

#### (1) 国道1号線の拡幅工事

「ティンブーータシガン間を一日で移動できるように」という政府の構想の元、インド政府の資金援助を受けて、現在 DoR が国道1号線の拡幅工事を実施中である。DoR が作成したガイドラインによると、国道1号線は“Primary National Highway (PNH)”に区分され、その車道幅員は7.5mと規定されている(図2.2.1参照)。DoRは、この幅員を確保するために、狭幅員箇所での拡幅工事を進めており、2016年9月時点で確認したところ、ティンブー〜トンサ間のほぼ全線において山側斜面掘削作業は完了している状況である。

今後は、舗装工・排水工も含めて、2018年12月末までに工事が実施される計画であり、道路封鎖等により本プロジェクトの工事車両の通行に影響を受けることも想定されるため、拡幅工事の詳細工程を十分に確認した上で、本事業の工事工程を計画する必要がある。さらに、「ブ」国政府の方針として、国道1号線の拡幅工事が完了後、引き続き、国道4号線の拡幅工事の実施が検討されている。



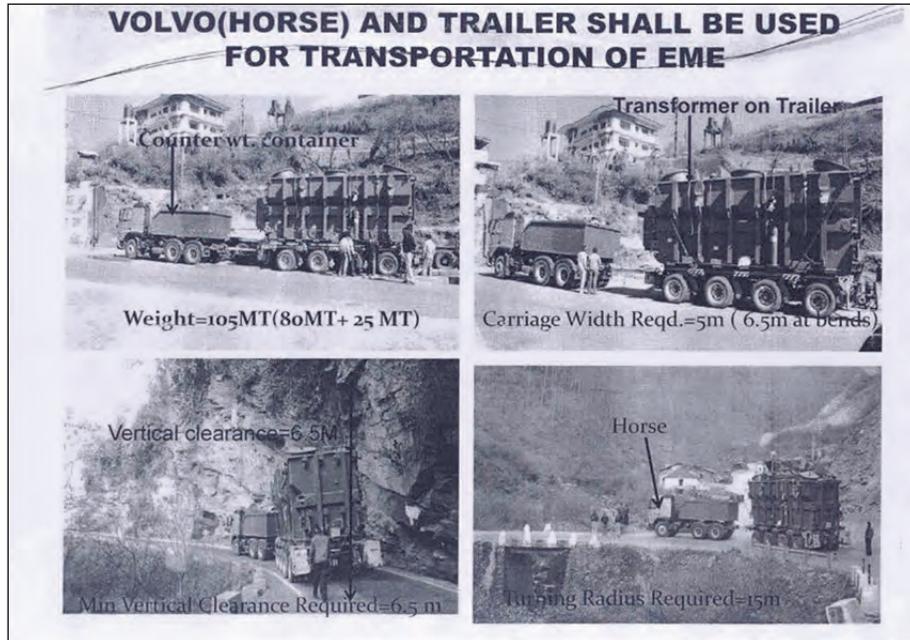
出所：DoR 内部資料

図 2.2.1 国道 (PNH 区分) の幅員構成

#### (2) マンデチュ水力発電所建設プロジェクト

現在、トンサ県のマンデチュ川流域において、Mangdechhu Hydroelectric Project Authority (MHPA) により、マンデチュ水力発電所建設プロジェクト(総電力：720MW)が実施中であり、最も重いトランスフォーマー(運搬車両を含めて105トン)を含む重量機材は、インド国境からAH48を北上してティンブーを経由した後、国道1号線、国道4号線のテレガンチュ橋を通り、建設サイトに運搬される計画である。トランスフォーマーの運搬方法を図2.2.2に示す。

MHPA の実施スケジュールによると、これらの機材の運搬時期は、テレガンチュ橋の架け替え工事前であり、既設橋の構造では、運搬車両の通行には耐荷重が不十分なため、補強用の鋼材で橋桁を下から支える補強工事が実施された。発電所建設サイトの位置図を図 2.2.2 に示す。



出所 : Mangdechhu Hydroelectric Project Authority

図 2.2.2 トランスフォーマーの運搬方法

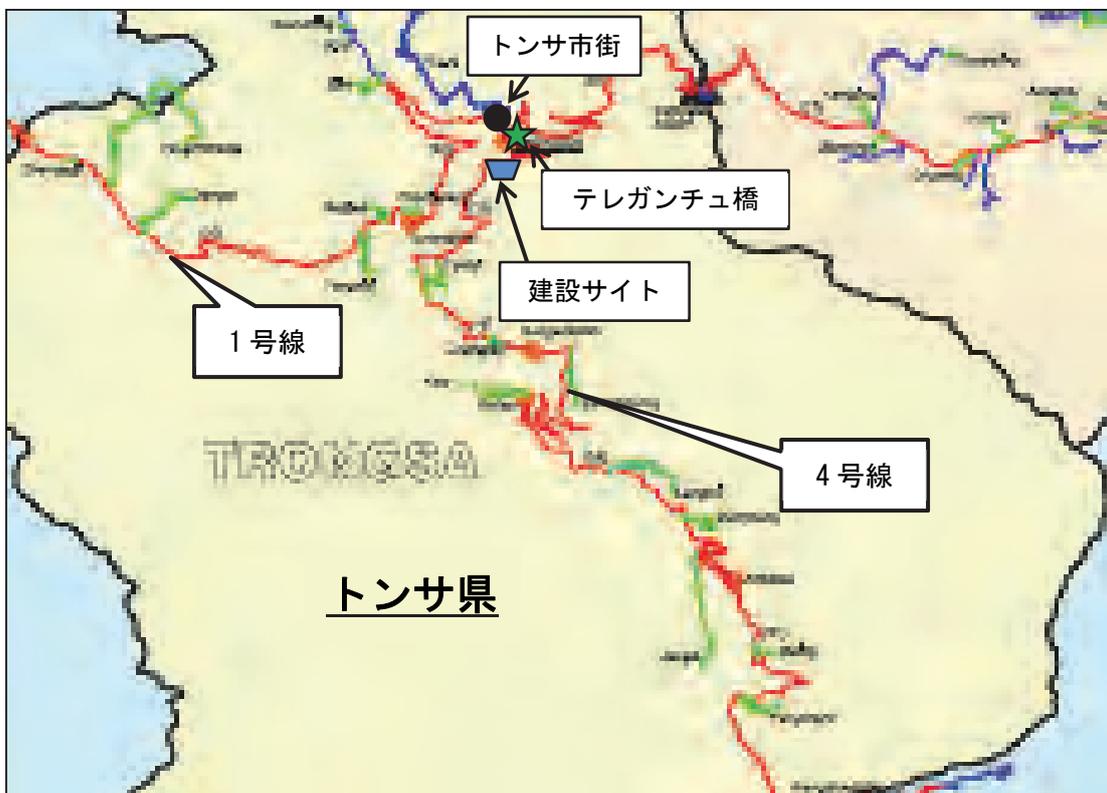


図 2.2.3 マンデチュ水力発電所建設サイト位置図

## 2.2.2 自然条件

### 2.2.2.1 気候

#### (1) 概要

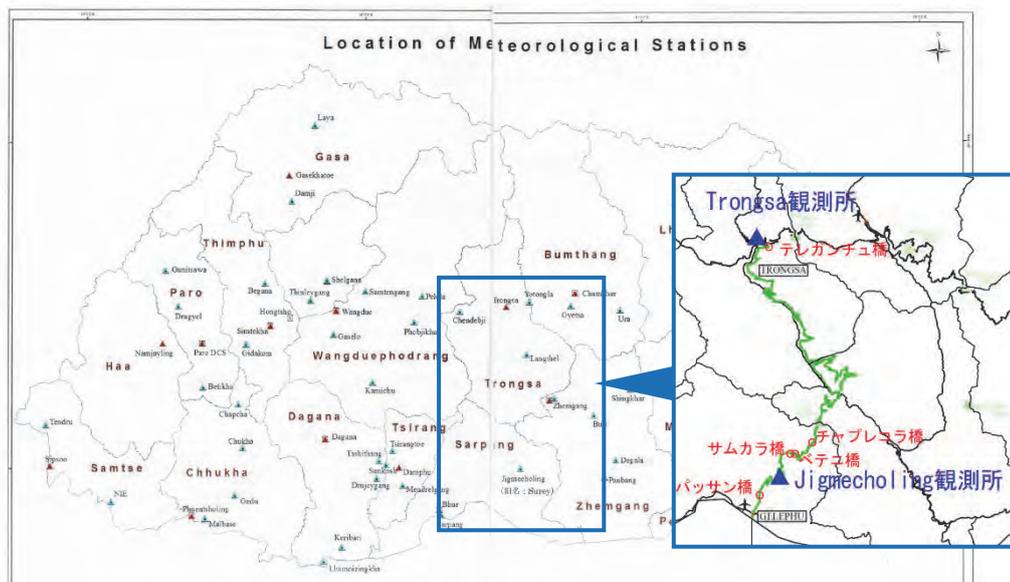
「ブ」国の気候は、熱帯モンスーン気候の影響下にあり、雨期（5～9月）と乾期（11～3月）、その間の遷移期（4月、10月）に分けられる。南部の平野部を除き大部分の国土の標高が高いため、気温や四季の変化は日本の高原地域と似ている。調査対象橋梁の標高は、テレガンチュ橋が約2,100m、チャプレコラ橋が約1,600m、ベテニ橋が約1,100m、サムカラ橋が約900m、パッサン橋が約300mである。

調査対象地域周辺における気象観測記録を、Department of Hydro-met Services（以下、DHMS）から入手した。入手資料及び各観測所の位置図を表2.2.1及び図2.2.4に示す。Trongsa 観測所はテレガンチュ橋に近く、Jigmecholing 観測所は他の4橋の近くに位置していることから、気象データはこれらの観測所の観測結果をそれぞれの橋梁において採用する。

表 2.2.1 気象調査項目と入手資料

調査項目	観測所		観測期間	入手先
気温 (最高/最低)	Trongsa	Class A	1990.1～2013.12（過去23年間） （※2002年は観測データなし）	DHMS
	Jigmecholing	Class C	1996.1～2014.12（過去19年間）	DHMS
湿度	Trongsa	Class A	1990.1～2013.12（過去23年間） （※2002年は観測データなし）	DHMS
	Jigmecholing	Class C	1996.1～2014.12（過去19年間）	DHMS
日雨量	Trongsa	Class A	1990.1～2013.12（過去23年間） （※2002年は観測データなし）	DHMS
	Jigmecholing	Class C	1996.1～2014.12（過去19年間）	DHMS

出所：調査団作成

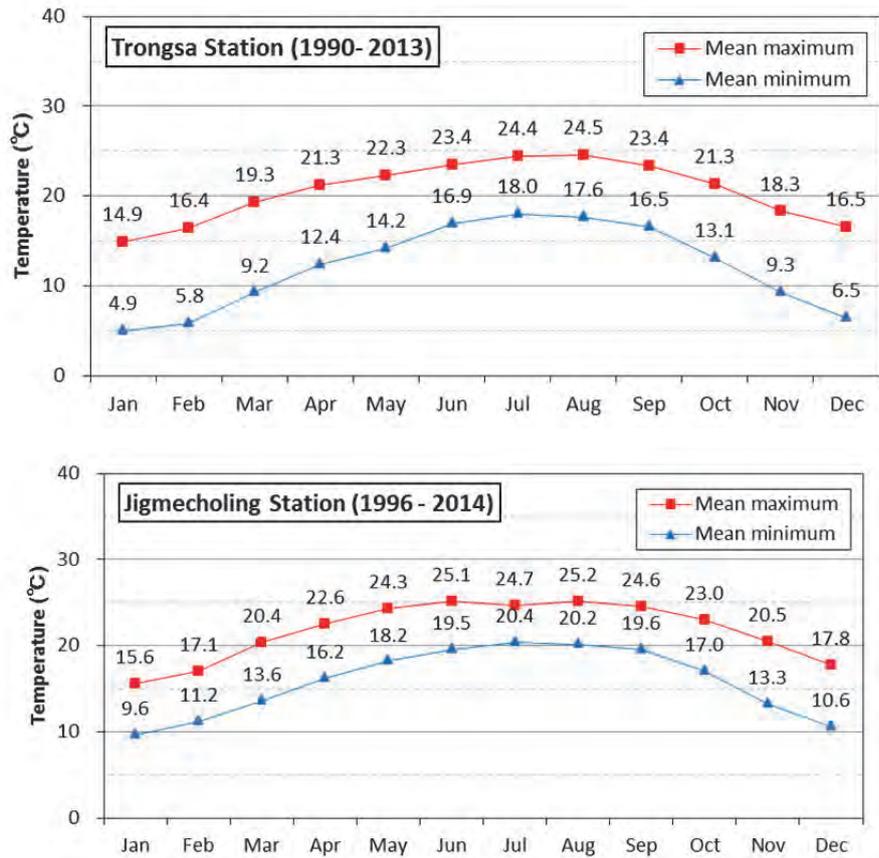


出所：Department of Hydro-met Services

図 2.2.4 気象観測所の位置図

(2) 気温

Trongsa 観測所及びJigmecholing 観測所における月間平均最高気温及び平均最低気温を図2.2.5に示す。Trongsa 観測所周辺では夏季でも最高気温は25°C程度、冬季では最低気温が5°C程度で、場合によっては氷点下の気温となることもある。Jigmecholing 観測所周辺では、夏季には最高気温が25°C以上を記録し、冬季でも最低気温が10°C程度と Trongsa 周辺に比べて温暖である。夏季と冬季の気温差は Trongsa 観測所で10°C程度、Jigmecholing 観測所で7°C程度である。

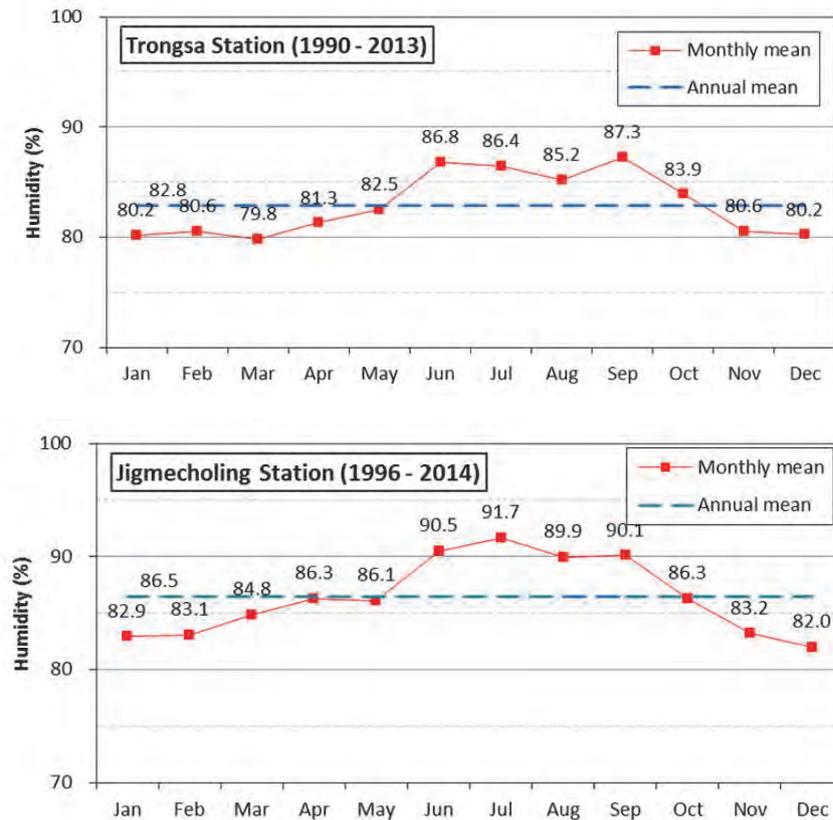


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.5 月間平均最高気温及び最低気温

(3) 湿度

Trongsa 観測所及び Jigmecholing 観測所における月間平均湿度を図 2.2.6 に示す。いずれの観測所においても年間の平均湿度は 80%～90%程度である。全体的に Jigmecholing 観測所は Trongsa 観測所に比べて湿度が高い傾向にあり、特に雨期は年間を通じて最も湿度が高く 90%以上となる。Trongsa 観測所では雨期においても最大で 87%の湿度で、乾期においては 80%程度まで下がる。月間湿度差は Trongsa 観測所で 7%程度、Jigmecholing 観測所で 10%程度である。



出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.6 月間平均湿度

(4) 降水量

1) テレガンチュ橋流域 (Trongsa 観測所)

(a) 年間降水量

Trongsa 観測所における過去 23 年間 (※2002 年はデータが存在しない) の年間降水量を以下に示す。年間降水量は平均で約 1,200mm である。多い年で 2,000mm、少ない年では 600mm 程度であり、後述する Jigmecholin 観測所よりは少ない。

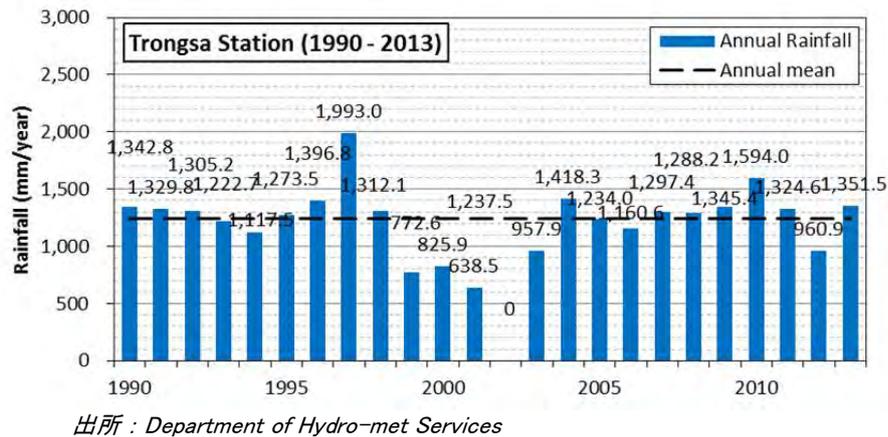


図 2.2.7 年間降水量 (Trongsa 観測所)

(b) 月別降水量

Trongsa 観測所の日降水量を月別に整理したものを以下に示す。降水量が最も多い7月でも月別降水量が平均で 250mm 程度であり、乾期でも 10mm 程度と全体を通して少ないのが特徴である。

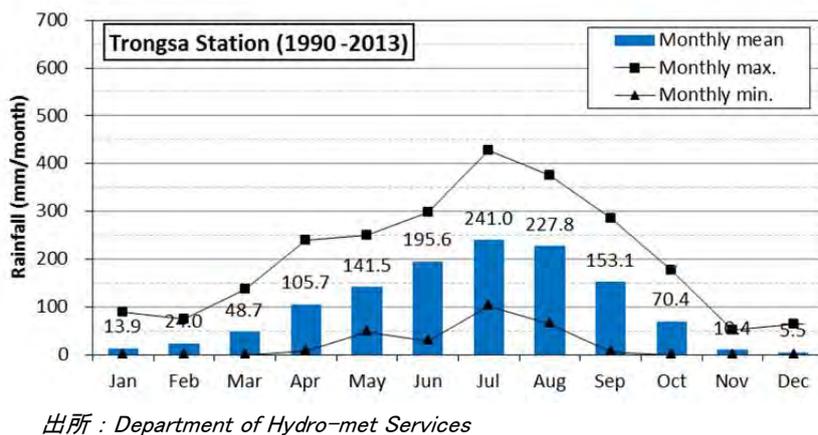
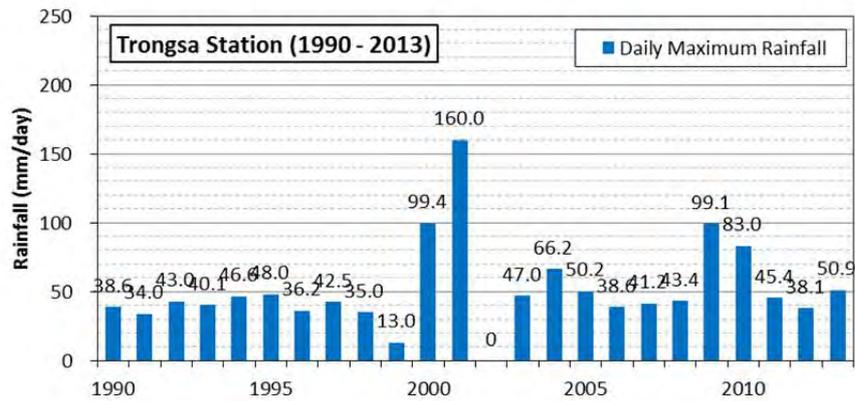


図 2.2.8 月別降水量 (Trongsa 観測所)

(c) 年最大日降水量

Trongsa 観測所の年最大日降水量を以下に示す。平均すると 50mm/日前後で、全体的にさほど雨は多くない。しかし、2001 年では過去 18 年間における最大降水量 160mm/日を記録し、100mm/日程度の降雨が観測された年も複数ある。なお、2002 年はデータが存在しない。

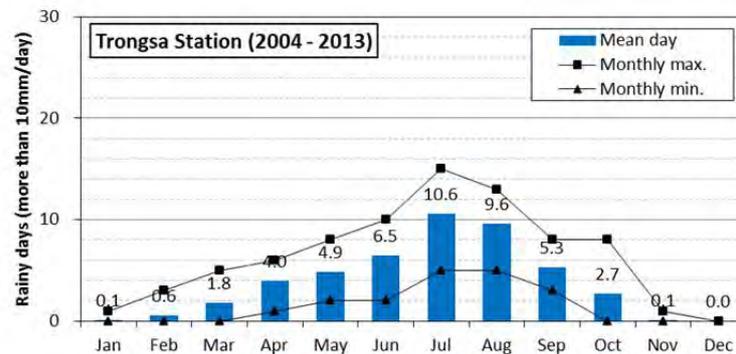


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.9 年最大日降水量 (Trongsa 観測所)

(d) 日降水量 10mm 以上の月別日数

Trongsa 観測所における過去 10 年間の日雨量 10mm 以上の月別日数を以下に示す。月別降水量が年間で最も多い 7 月や 8 月でも日降水量 10mm 以上を記録する日数は 10 日程度である。また、日降水量 10mm 以上の年間日数は平均 45.7 日で、年間のうち 1 月半程度である。



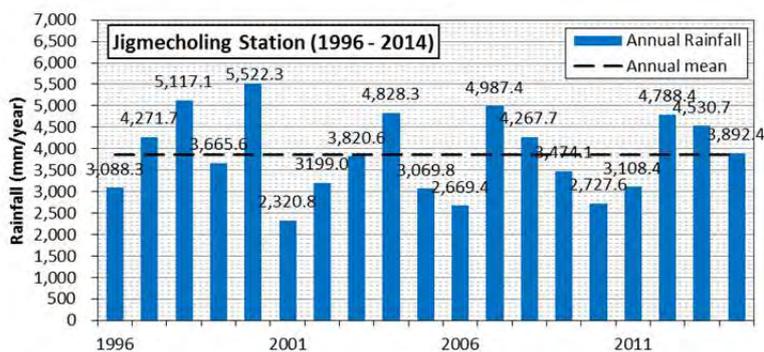
出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.10 年日降水量 10mm 以上の月別日数 (Trongsa 観測所)

2) チャプレコラ、ベテニ、サムカラ、パッサン橋流域 (Jigmecholing 観測所)

(a) 年間降水量

Jigmecholing 観測所における過去 19 年間の年間降水量を以下に示す。年間降水量は平均で約 3,700mm であり、この周辺は雨の多い地域である。特に 2000 年は年間で 5,500mm 以上降雨が観測され、非常に多雨な年であった。少ない年では年間 2,300mm 程度であり、多雨な年と比較して年間降水量の差が 3,000mm 以上となり、年によって大きなばらつきが見られる。

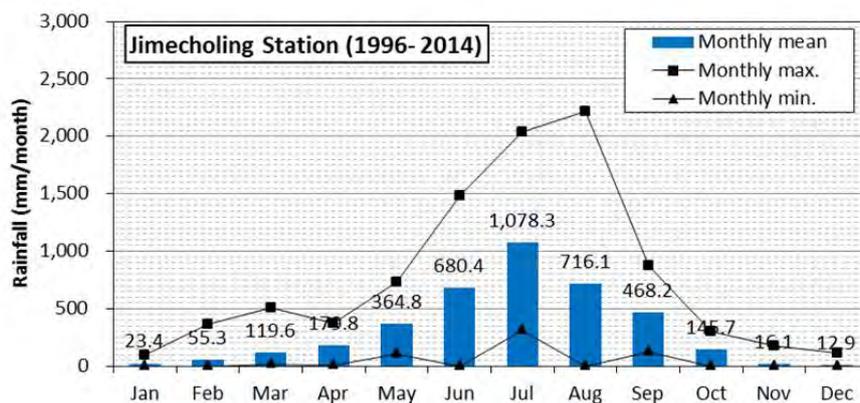


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.11 年間降水量 (Jigmecholing 観測所)

(b) 月別降水量

Jigmecholing 観測所の日降水量を月別に整理したものを以下に示す。雨期の中でも7月の月別降水量が平均で 1,000mm を超え、2,000mm を超えた年 (2000 年、2007 年) もある。乾期は 20mm 程度と少なく、全体的に乾期と雨期の差が非常に大きい。

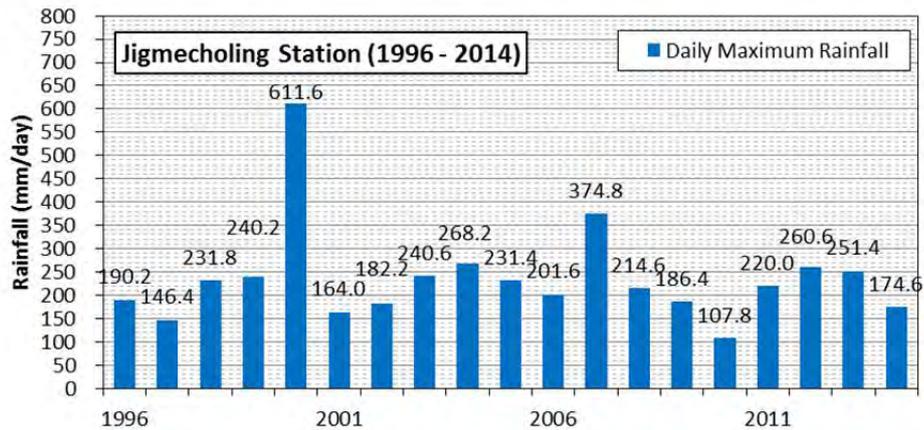


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.12 月別降水量 (Jigmecholing 観測所)

(c) 年最大日降水量

Jigmecholing 観測所の年最大日降水量を以下に示す。平均すると 200mm/日前後である。特に 2000 年 8 月に観測された日雨量 611.6mm/日は、他の年度に比べて突出して大きい。2000 年に愛知県で発生した「東海豪雨」では、日降雨量が 500mm 程度であり、激甚災害に指定された。Jigmecholing で観測された日降雨量は、それを上回る降雨量である。なお、DoR サルパン地方事務所所長にヒアリングしたところ、この降雨による洪水等は記録されていない。

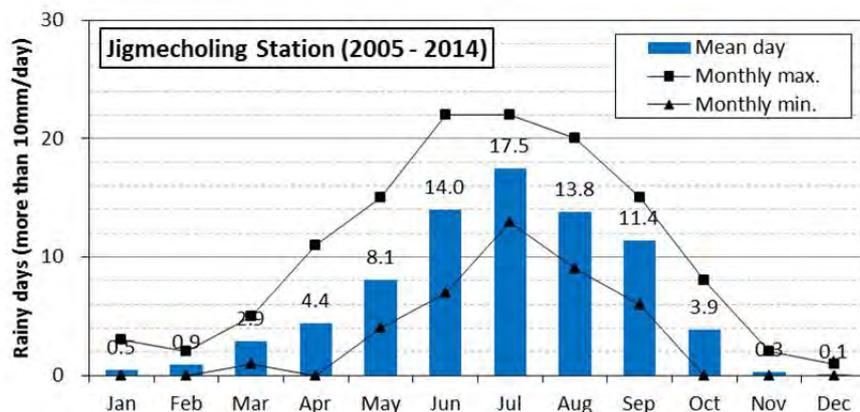


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.13 年最大日降水量 (Jigmecholing 観測所)

(d) 日降水量 10mm 以上の月別日数

Jigmecholing 観測所における過去 10 年間の日雨量 10mm 以上の月別日数を以下に示す。月別降水量が年間で最も多い 6~8 月では日降水量 10mm 以上を記録する日数は概ね 15 日あり、月の約半分に達する。また、日降水量 10mm 以上の年間日数は平均 76.0 日で、年間のうち 1/5 程度である。



出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.14 日降水量 10mm 以上の月別日数 (Jigmecholing 観測所)

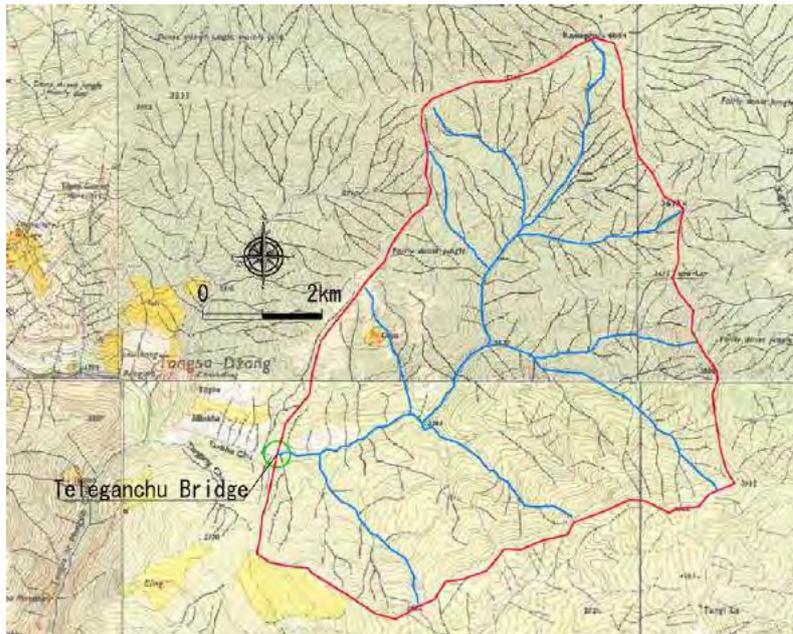
2.2.2.2 水文調査

(1) 流域の概要

1) Telegan Chu 川

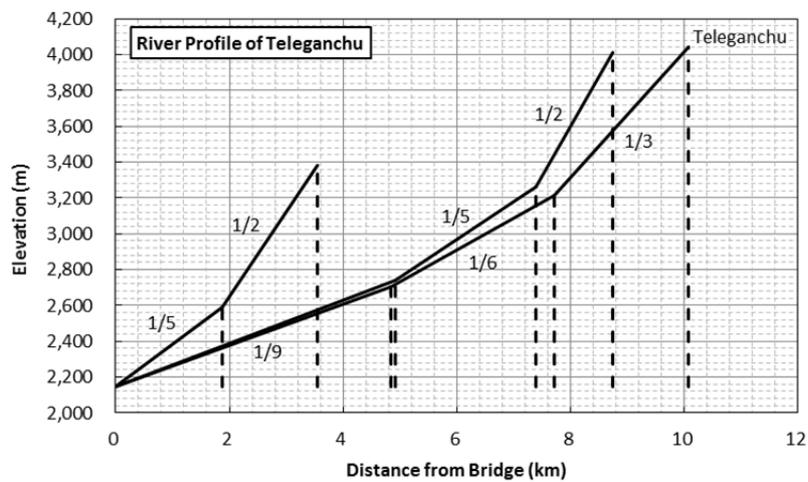
Telegan Chu 川は、標高 4,000m 級の山地をその水源として南西方向に流下しながら Mande Chu 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 4 号線が交差するテレガンチュ橋地点については、東西方向に約 10km、南北方向に約 8km に広がる流域を有しており、その流域面積は 46.5km<sup>2</sup> である。

河床勾配は、上流部で 1/6 以下と非常に急峻であり、中流部以降は 1/9 である。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.15 流域図 (Telegan Chu 川)



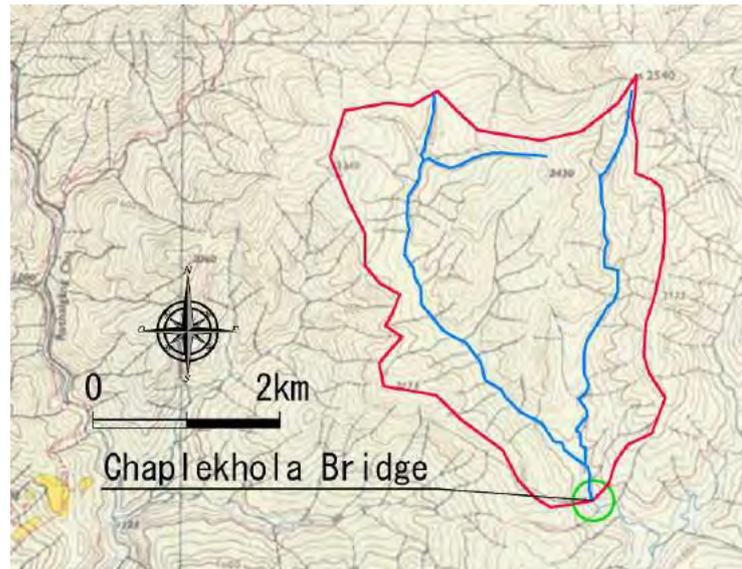
出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.16 河川縦断図 (Telegan Chu 川)

## 2) Chaple Chu 川

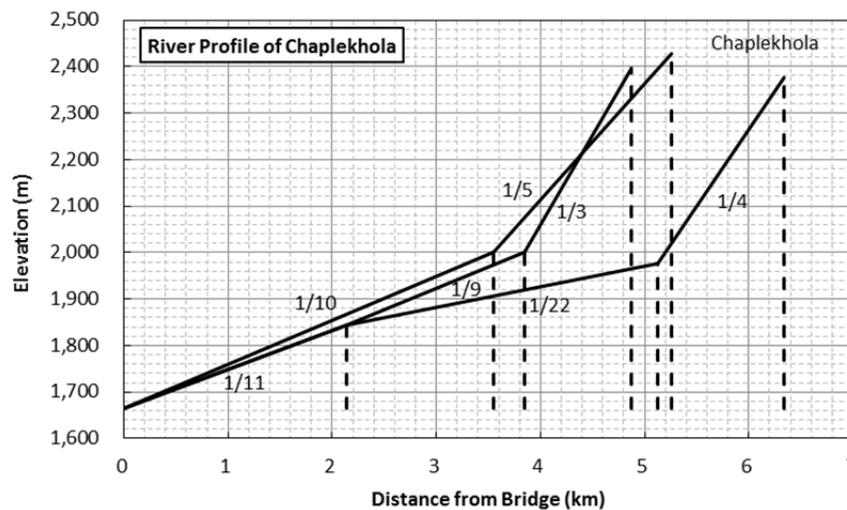
Chaple Chu 川は、標高 2,500m 級の山地をその水源として南に流下しながら 2 本の支川を合流した後、Samkhara Chu 川に流入し、Maokhola 川へと接続する。流域の大部分は自然の山林である。国道 4 号線が交差するチャプレコラ橋地点については、東西方向に約 3.5km、南北方向に約 4.5km に広がる流域を有しており、その流域面積は 11.0 km<sup>2</sup> である。

河床勾配は、上流部で 1/4 以下と非常に急峻であるが、中流部で緩やかな勾配 (1/22) と変化し、その再度急勾配となる。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.17 流域図 (Chaple Chu 川)



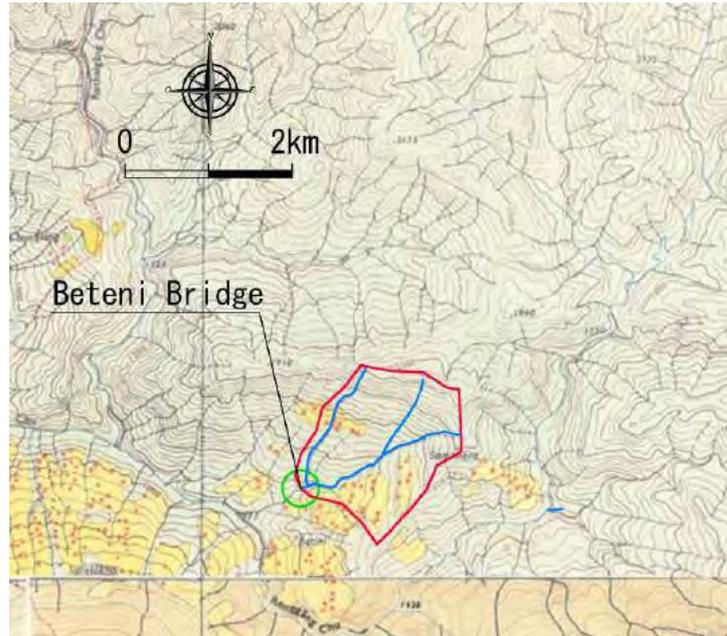
出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.18 河川縦断図 (Chaple Chu 川)

### 3) Beteni Chu 川

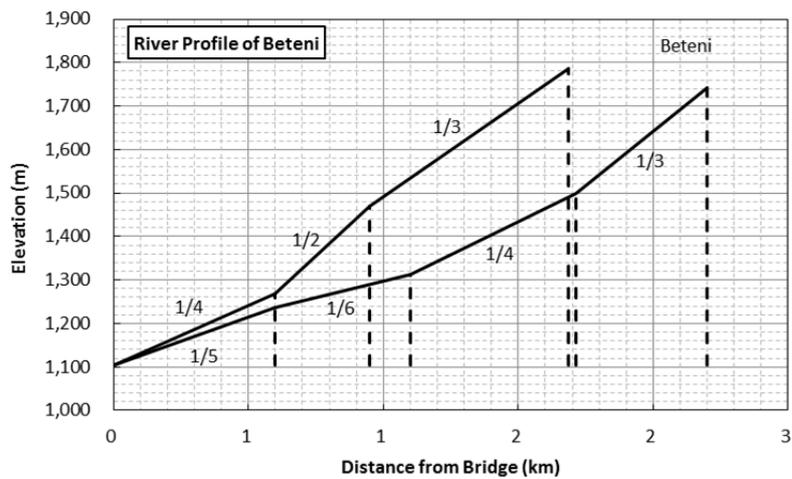
ベテニ橋が跨ぐ河川は比較的小規模であり、正式な河川名は決められていない。ここでは、便宜的に Beteni Chu 川と呼ぶこととする。Beteni Chu 川は、標高 2,000m 級の山地をその水源として南西方向に流下しながら Samkhara Chu 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 4 号線が交差するベテニ橋地点については、東西方向に約 2km、南北方向に約 2km に広がる流域を有しており、その流域面積は 2.8 km<sup>2</sup> と非常に小さい。

Beteni Chu 川はそれ自体が短く、源流に近い位置にあるため河床勾配は、1/3～1/5 程度と全体的に非常に急峻である。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.19 流域図 (Beteni Chu 川)



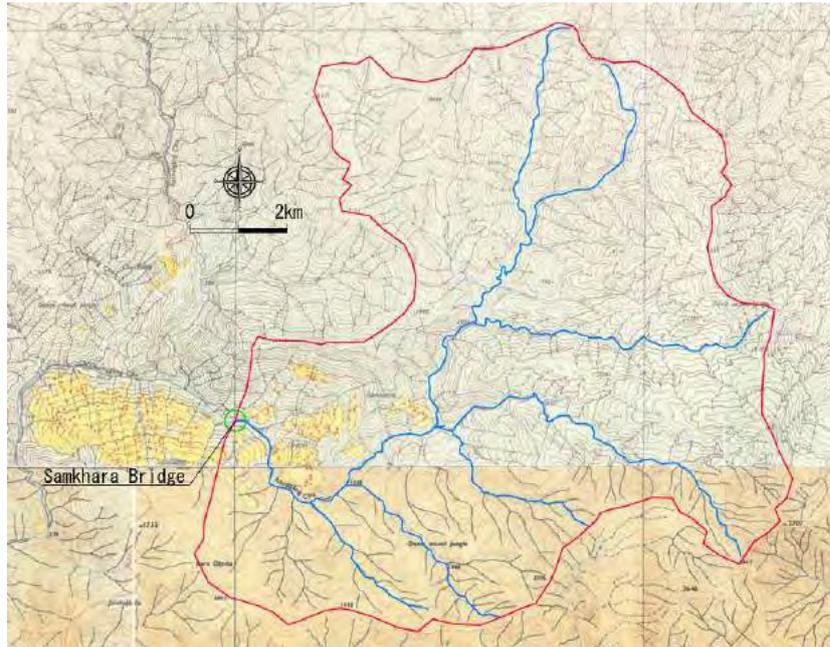
出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.20 河川縦断図 (Beteni Chu 川)

#### 4) Samkhara Chu 川

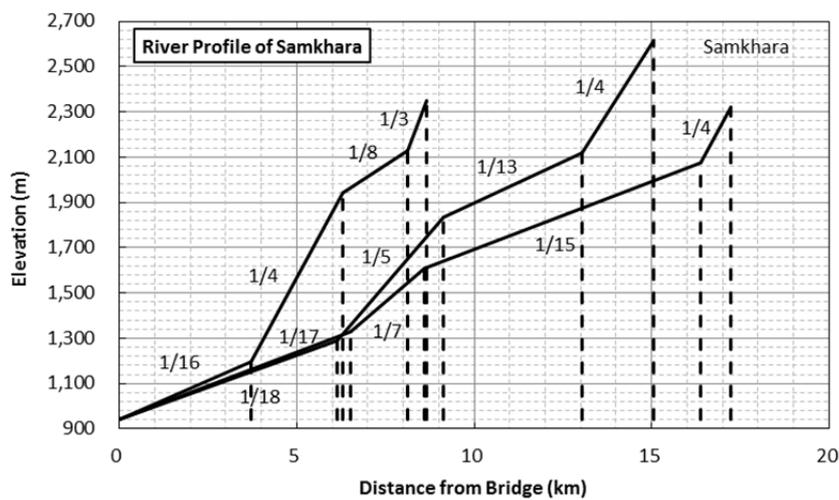
Samkhara Chu 川は、標高 2,500m 級の山地をその水源として南西方向に流下しながら、西側より Ratha khola 川を合流した後、Maokhola 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 4 号線が交差するサムカラ橋地点については、東西方向に約 11km、南北方向に約 12km に広がる流域を有しており、その流域面積は 98.7 km<sup>2</sup> である。

河床勾配は、上流部で 1/4 と非常に急峻であるが、中流部以降やや緩やかな勾配と急勾配が交互に現れ、徐々に勾配を緩めていく。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.21 流域図 (Samkhara Chu 川)



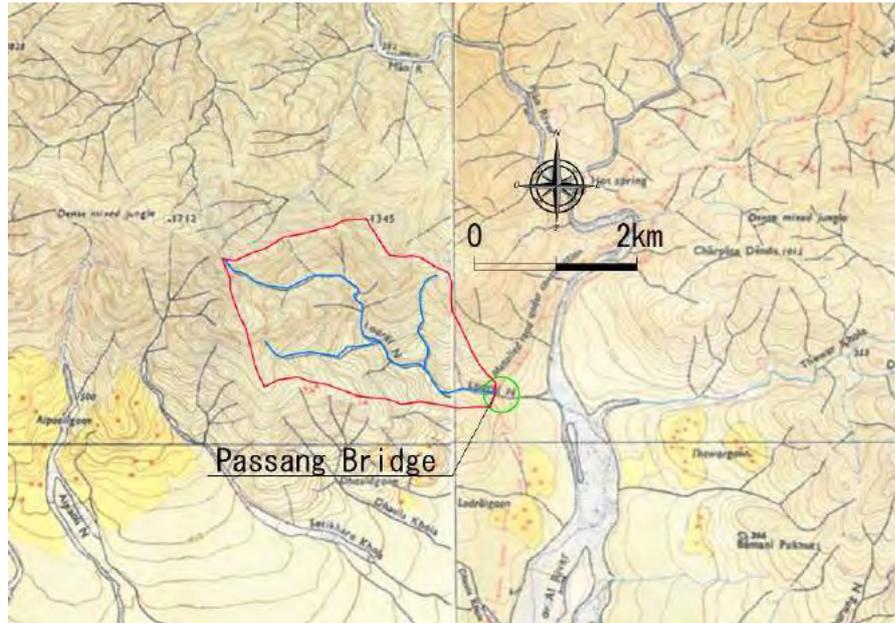
出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.22 河川縦断図 (Samkhara Chu 川)

## 5) Lodrai Chu 川

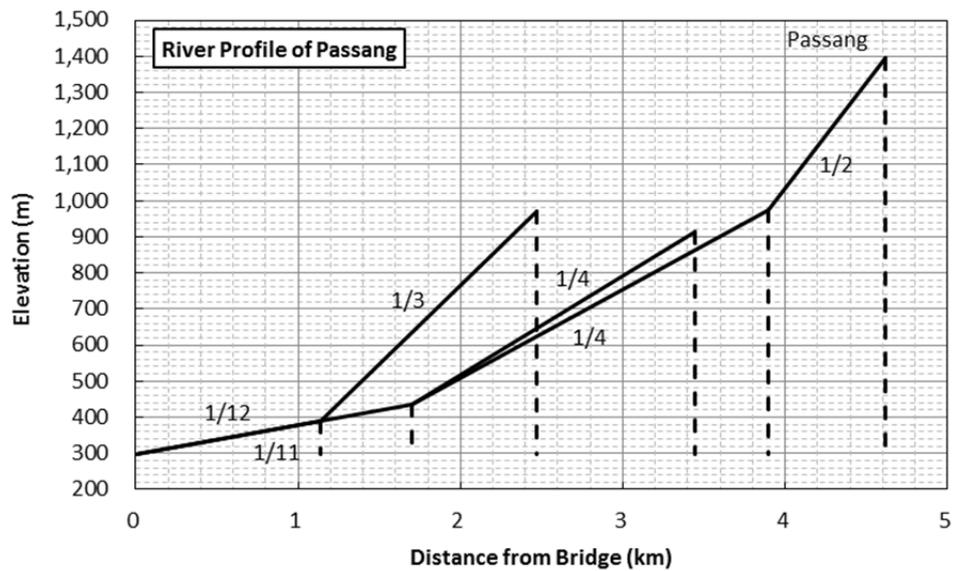
Lodrai Chu 川は、標高 1,500m 級の山地をその水源として東方向に流下しながら Maokhola 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 4 号線が交差するパッサン橋地点については、東西方向に約 3km、南北方向に約 2km に広がる流域を有しており、その流域面積は 5.2 km<sup>2</sup> である。

河床勾配は、上流部で 1/2 以下と非常に急峻で、緩やかに変化しながら Maokhola 川へ流入する。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2. 2. 23 流域図 (Lodrai Chu 川)



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2. 2. 24 河川縦断図 (Lodrai Chu 川)

(2) 架橋地点の河道特性

1) テレガンチュ橋

目視調査では、既設橋梁の右岸橋台に洗掘の跡が確認された（洗掘深さ1m程度）。また、左岸側橋台では地滑りの跡がある。既設橋の下流側には河川が屈曲している箇所があり、流水の影響を避けるため、架橋位置は屈曲部を避ける必要がある。後述する「3.2.2.1 全体計画」に記載されているように、斜面崩壊位置等を避けた屈曲部の下流側を架橋候補地点としている。この架橋候補地点周辺は右岸に植生が繁茂しており、左岸は切り立った崖である。既往

最大水位について DoR 職員にヒアリングしたところ、平水位より 1.0m 程度増水する程度である。



出所：調査団撮影

図 2.2.25 テレガンチュ橋周辺の河道状況

## 2) チャプレコラ橋

将来的に、本橋梁の架け替え工事を実施する際は、切土等を避けるため、既設橋の下流側を架橋候補地点とすること望ましい。この架橋候補地点周辺は玉石が点在しており、上流側は切り立った崖となっている。下流側は兩岸とも植生が繁茂しているが、下流側右岸には一部植生がみられない。この範囲が右岸の一部のみと限定的な範囲にとどまることから、これは流水の作用ではなく、道路盛土の一部が風雨によってさらわれたためと考えられる。目視調査では河岸浸食や洗掘の痕跡は確認されなかった。既往最大水位について DoR 職員にヒアリングしたところ、平水位より 1.0m 程度増水するとのことである。渇水期の水位は雨期に比べてやや下がるだけであり、大きな水位の変動はないとの情報を得ている。



出所：調査団撮影

図 2.2.26 チャプレコラ橋周辺の河道状況

## 3) ベテニ橋

後述する「3.2.2.1 全体計画」に記載されているように、道路平面線形が改善できる、既設橋のやや下流側を架橋候補地点としている。この架橋候補地点周辺は転石が点在している。上流側に代替路が設置されているが、そのさらに上流側は土砂・礫が堆積しており、洪水時にはこれらの土砂・礫が上流から流出してくることが想定される。目視調査では河岸浸食や洗掘の痕跡は確認されなかった。既往最大水位について DoR サルパン地方事務所所長にヒアリングしたところ、既設橋の桁下 2m 付近まで水位があがったという。これは当初想定されていた流量よりも大きい流量である。※流量の設定においては、後述する。



出所：調査団撮影

図 2.2.27 ベテニ橋周辺の河道状況

#### 4) サムカラ橋

後述する「3.2.2.1 全体計画」に記載されているように、橋長が短くなるため経済性で優位となる、既設橋の上流側を架橋候補地点としている。この架橋候補地点周辺には転石が点在しており、上下流を通じで両河岸には植生が繁茂している。上流右岸側は切り立った崖が確認される。目視調査では河岸浸食や洗掘の痕跡は確認されなかった。既往最大水位について DoR サルパン地方事務所所長にヒアリングしたところ、既設橋の桁下端が水につかるまで水位が上がったとの情報を得た。



出所：調査団撮影

図 2.2.28 サムカラ橋周辺の河道状況

#### 5) パッサン橋

後述する「3.2.2.1 全体計画」に記載されているように、軍施設や周辺住民への影響回避および道路平面線形の観点から、現橋位置を架橋候補地点としている。この架橋候補地点両岸は転石や玉石が点在している。上流側には植生が見られるが、これらは水流の影響で倒れた形跡などは見られない。このことから、洪水時においても植生以下の水位と想定される。目視調査では河岸浸食や洗掘の痕跡は確認されなかった。既往最大水位について DoR 職員にヒアリングしたところ、平水位より 1m 程度水位が上がったとのことである。ただし、上流側に代替路が設置されて以降は、代替路の狭い幅を抜けて洪水が通過するため、水位がさらに上昇することになる。ヒアリングでは、代替路設置以降は桁下 2m 付近まで水位が上がったとのことであった。また、Maokhola 川の背水影響について DoR 職員にヒアリングしたところ、Maokhola 川の水位上昇に伴うパッサン橋付近での水位上昇はないとのことである。これは、下流で Maokhola 川と合流するが、パッサン橋から合流地点までは 500m ほど離れており、また河床勾配が急であることが要因だと考えられる。



出所：調査団撮影

図 2.2.29 パッサン橋周辺の河道状況

### (3) 降雨解析

各観測所の日雨量データを用いて降雨解析を行い確率規模別の日雨量を算定した。降雨解析の結果を以下に示す。

表 2.2.2 各流域の確率日雨量

確率年	日雨量 (mm/日)	
	Trongsa 観測所	Jigmecholing 観測所
2年	47.5	207.9
5年	71.8	282.8
10年	90.2	347.1
20年	109.7	423.0
50年	137.3	546.9
100年	159.9	663.3

出所：調査団作成

### (4) 流出解析

#### 1) 基本条件

各河川において近隣住民等に水位をヒアリングしたところ、ベテニ橋以外では100年確率を用いた事前の流出解析で得られた結果に近いもの、もしくはそれよりも低い水位であった。このため、ベテニ以外の3橋については、流出解析結果および設定された条件が妥当であったと言える。

一方、ベテニ橋においては、事前の流出解析結果よりも大きな流量が現地にて確認されたとの情報を得ている。流出解析結果と現地の流出量が一致しない理由としては、次のことが考えられる。つまり、本解析においては、ベテニ橋から最も近いJigmecholing観測所のデータを用いているが、実際にJigmecholing観測所からベテニ橋までは8km程度離れており、山間部に位置するベテニ橋と観測所とでは、極地的な天候や降雨量が必ずしも一致しない。現地のヒアリングにおいても、ベテニ橋周辺の天候は場所によって大きく異なるとの情報を得ている。

以上を踏まえ、ベテニ橋以外の3橋では、流域面積が100km<sup>2</sup>以下であることから合理式による解析を用いて流出量を算出する。ベテニ橋においては現地の既往最大水位ヒアリング結果を100年確率として流出量を算出する。

2) 流出解析結果

各河川ともに流量観測は実施されていないため、架橋地点における流出量を合理式により算定した。前述のように、ベテニ橋においてはヒアリング結果の水位から流出量を算出する。算出した結果を以下に示す。

表 2.2.3 各流域の流出規模別流出量

確率年	流出量 (m <sup>3</sup> /秒)					備考
	テレガンチュ橋	チャブレコラ橋	ベテニ橋	サムカラ橋	パッサン橋	
2年	120	130	290	950	70	道路設計用
5年	180	170	330	1,300	90	道路設計用
10年	220	210	480	1,590	110	道路設計用
20年	270	260	580	1,940	130	道路設計用
50年	330	330	750	2,500	160	---
100年	390	400	900	3,030	200	橋梁設計用

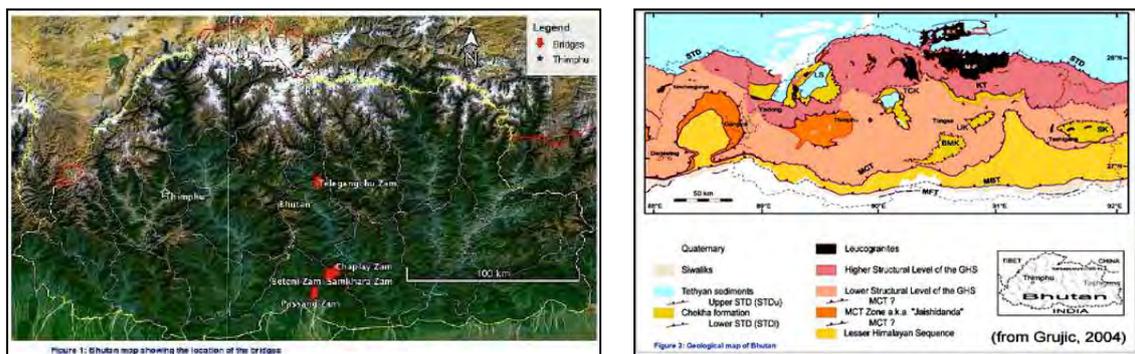
出所：調査団作成

2.2.2.3 地形・地質

(1) 地形・地質概要

「ブ」国は東西 300km、南北 130km で九州と同程度の面積 40,000km<sup>2</sup> を持つ国であるが、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、これらの各地帯は、ヒマラヤ造山運動により形成された逆断層（衝上断層）により境界されている。本調査の対象路線でありゲレフからトンサまでの延びる国道 4 号線は、山麓から谷口に広がる扇状地堆積物や丘陵地帯をはじめ、途中いくつかの断層運動による破碎帯を経て、トンサ周辺の中央地帯の 4,000m 級の山岳地帯や急峻な溪谷が形成される地形環境に移行する。

地質概要を以下に示す。



出所：Grujic 2004

図 2.2.30 「ブ」国の地形図及び地質図

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畳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。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4号線の地質概要としては、南部の起点側であるゲレフ周辺は、山麓から谷口に開けた場所であり、河床堆積物（砂礫）を主とする扇状地堆積物や崖錐堆積物などが多くみられ、丘陵から山麓に移行するエリアでは、断層にともなう破砕帯の影響で、山麓斜面での表層崩壊が著しい箇所も見られた。また、道路斜面の露頭などは、土石流堆積物や崖錐堆積物から、泥質・砂質片岩類（頁岩、粘板岩類）、優白色花崗岩類や片麻岩類の断崖も確認された。地質的に脆弱である破砕帯（Boxcut Landslide など）では、降雨と落石・斜面崩落により道路封鎖がたびたび見られた。また、河川や溪谷では、路肩斜面に土石流堆積物や崖錐堆積物が散見し、非常に崩れやすい箇所も見られた。図 2.2.31、図 2.2.32 に国道4号線上で観察された状況及び対象地域周辺の状況を示す。



出所：調査団撮影（2015年8月下旬）

（左から、路上流下する土砂堆積物（ゲレフ）、山麓の土石流、破砕帯（Boxcut Landslide））

図 2.2.31 国道4号線上で観察される状況



出所：調査団撮影（2015年8月下旬）

（左から、ゲレフから見る山麓地帯、ゲレフ近郊の河川状況、山岳域における露岩産出状況（片麻岩））

図 2.2.32 対象地域周辺の状況

(2) 地形

1) 測量結果

測量作業は、下記に示す項目について2015年8月中旬から10月中旬まで行われた。測量機器としては、GPS測量機及びトータルステーションを使用し、急峻で複雑なサイトの地形形状をなるべく精度よく把握することを心掛けた。作業時期が、モンスーン期(6月から9月)の最中であり、繁茂した植生や短時間の強雨及び増水した河川の影響で、当初計画に比べて作業遅延が生じたものの、測量作業者の努力により無事故で作業を完了することができた。以下に測量の項目、測量方法及び作業方法を述べる。

【地形測量】

測量種目：平面測量と横断測量

- 平面測量は、GPS測量とトータルステーション測量との成果を総合した。

指定範囲1：河川の両岸合計約260m

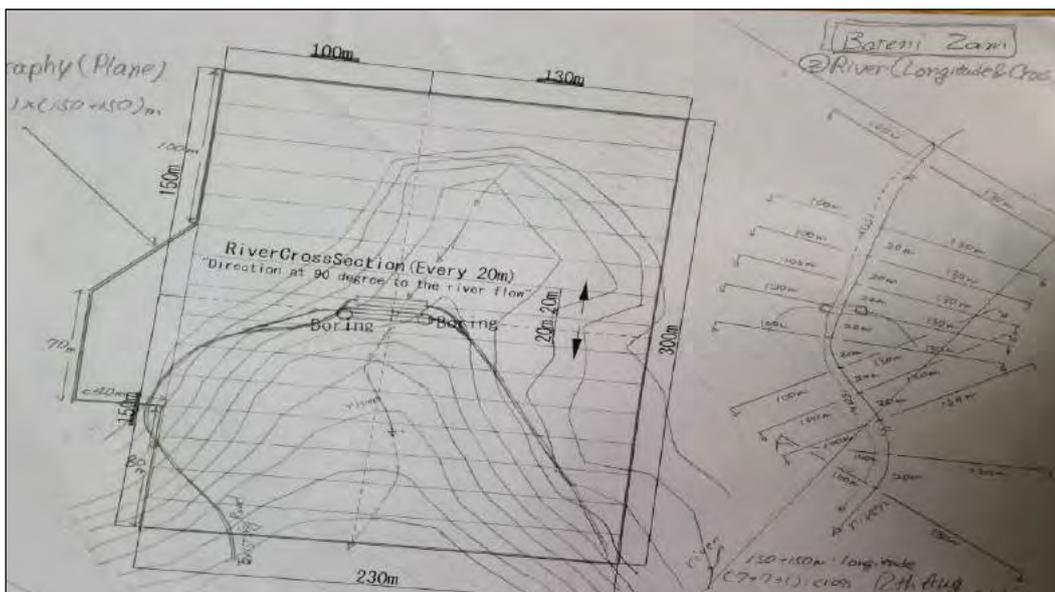
指定範囲2：新橋計画線より上下流合計300mまで

- 横断測量は、現道路線形の中心を通り、橋梁計画地点から両側に約100mまでの範囲で実施。
- 測量対象となった目的物は、測量範囲内の構造物(既存橋梁形状、家屋、塀、排水構造物など)、ボーリング位置、自然地形を形成する地物(巨岩、露岩、崩壊地などの目標物)などである。

【河川測量】

- 新橋計画線より上下流方向合計300mの範囲内での河川横断測量(20m間隔で実施)

測量範囲の一例を図2.2.33に示す。左側は地形測量の範囲を示し、右側は河川測量の範囲を示す。



出所：調査団作成

図2.2.33 測量範囲の一例(ベテニ橋)

本調査では、各国で開発が進む衛星測位システムを活用した測量技術である GNSS (Global Navigation Satellite System) の一種である GPS 測量を採用した。衛星測位の特徴を生かして、簡潔かつ高精度に地物の測量を行い、降雨などによる作業条件の悪化を克服し、厳しい工程を克服した。なお、短期間で成果品の質を確保するために、GPS 測量で広範囲な測量を実施した後、地形的に入り組んだ場所や衛星信号が到達できない空間に対して、トータルステーション測量を実施し、地形的な阻害要因を克服した。



出所：調査団撮影

図 2.2.34 GPS 測量の現場作業状況

具体的な現場の条件では、モンスーン期の植生の繁茂、地形的な阻害要因（たとえば、急崖や窪地地形など）、また、厚い雲による衛星信号の不到達などにより GPS 信号が測量機で精度を確保できるレベル強度で受信できないことがあり、測量の精度低下のリスクがあった。そこで、以下のトータルステーション測量を補完することで、測量結果の精度を維持した。今回、GPS 測量機及び測量作業者は、民間業者では所有することができず、国家土地委員会 (National Land Commission : NLC) から派遣された機器と技術者であった。GPS 測量で使用した測量機器の仕様は以下である。

表 2.2.4 GPS 測量の機器の諸元

使用機種	基準測地系	原理	備考
Trimble® R6	UTM84	衛星信号による測地	国家土地委員会所有管理

出所：調査団作成

トータルステーション測量は、あらかじめ空間座標がわかっている基準点とこれから求めたい未知点とに、測量機（トータルステーション）と反射点（リフレクタ）を置き、測量機から反射点を経由して測量機に帰ってくる光波の帰還時間と方向とを計算し、基準点を経由した未知点の空間座標（X/Y:方向位置およびZ:高さ）を求める測量手段の一つである。トータルステーション測量で使用した測量機器の仕様は以下である。

表 2.2.5 トータルステーション測量の機器の諸元

使用機種	基準測地系	原理	備考
Leica® R400	Bhutan Coordinate System (Druk No3)	測量基準点を参照した光波測量	各民間会社で所有管理

出所：調査団作成

測量に用いたグリッド座標系の概要を以下に示す。

表 2.2.6 グリッド座標系の情報

名称	DRUKREF 03
コード	5264
CRS 種類	geographic 2D
使用範囲	Bhutan
基準名	Bhutan National Geodetic Datum

出所：調査団作成



出所：調査団撮影

図 2.2.35 トータルステーション測量の現場作業状況

(a) テレガンチュ橋（トンサ県）

国家座標軸系である DRUKREF（NLC DISC NO）から 2 点を基準点として、サイト付近に仮ベンチマークを設置し、ボーリング地点の位置（緯度、経度、標高）を測量した。

テレガンチュ橋のサイトでの、NLC の基準点、および仮ベンチマークの情報を、表 2.2.7、表 2.2.8 にそれぞれ示す。

表 2.2.7 NLC 基準点情報（テレガンチュ橋）

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
NLC 0010452	251583.7805	542654.1053	2340.6278
NLC 0025911	251136.9965	541893.262	2196.4873

出所：調査団作成

表 2.2.8 仮ベンチマーク情報（テレガンチュ橋）

No.	E	N	Z	Location
BM-1	252363.274	541937.986	2106.055	左岸側、道路に沿いシエムガン側に 31m
BM-2	252308.765	541958.521	2100.639	左岸側、道路沿い、ボーリング BH-11 から 44m
BM-3	252373.266	541989.232	2105.754	右岸側、道路沿い現橋からトンサ側へ 27m

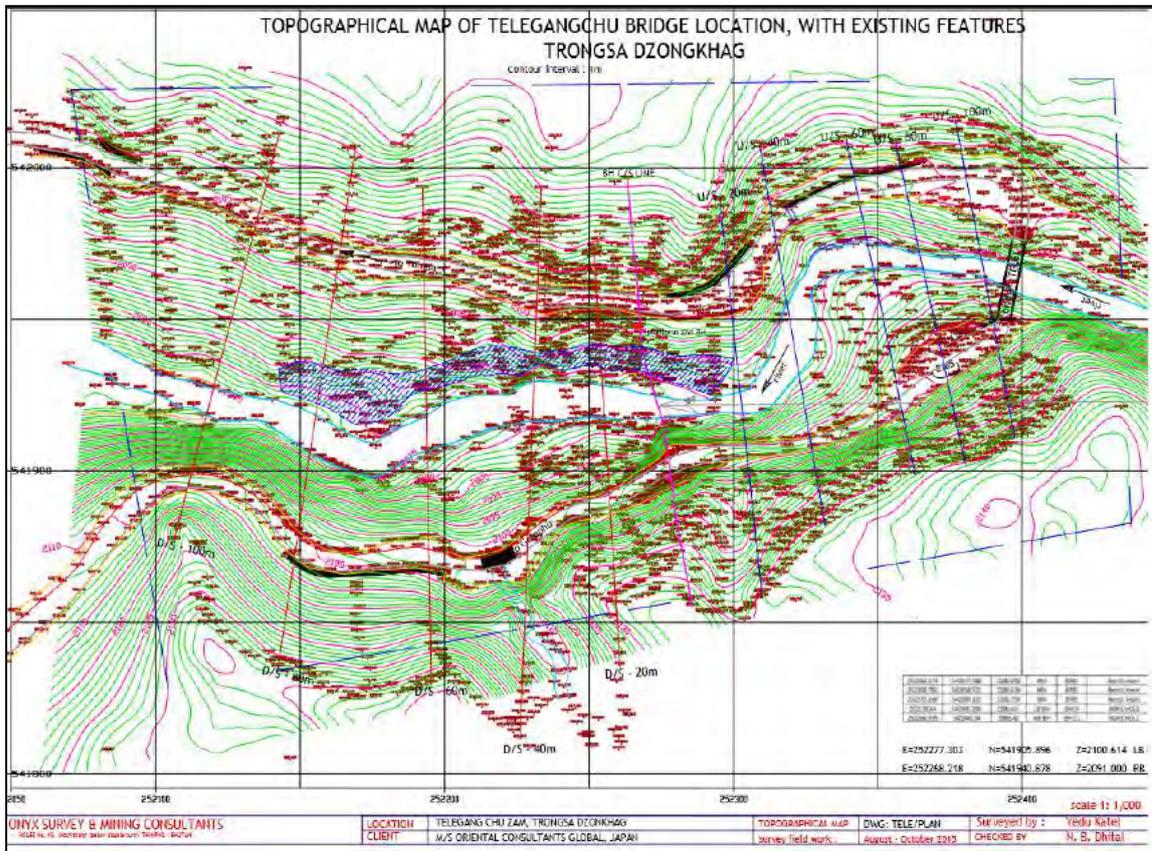
出所：調査団作成



出所：調査団撮影

図 2.2.36 テレガンチュ橋と BM-1、BM-2、BM-3

以下に、測量成果（平面測量）を示す。



出所：調査団作成

図 2.2.37 測量成果の一部（テレガンチュ橋）

(b) チャプレコラ橋（シエムガン県）

チャプレコラ橋のサイトでは、表 2.2.9 に示す NLC の基準点 2 点を活用して、仮ベンチマーク 3 点を設置した（表 2.2.10 参照）。

表 2.2.9 NLC 基準点情報（チャプレコラ橋）

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
NLC 0026235	284684.187	488987.831	1537.598
NLC 0026249	284687.630	489325.238	1624.210

出所：調査団作成

表 2.2.10 仮ベンチマーク情報（チャプレコラ橋）

No.	E	N	Z	Location
BM-1	285792.455	491743.214	1621.285	現橋下流、右岸側、崖錐堆積物の平坦面
BM-2	285758.808	491766.380	1619.164	右岸側、道路に沿いゲレフ側へ 13m
BM-3	491779.790	491798.781	1618.954	左岸側、道路に沿いシエムガン側に 4.5m

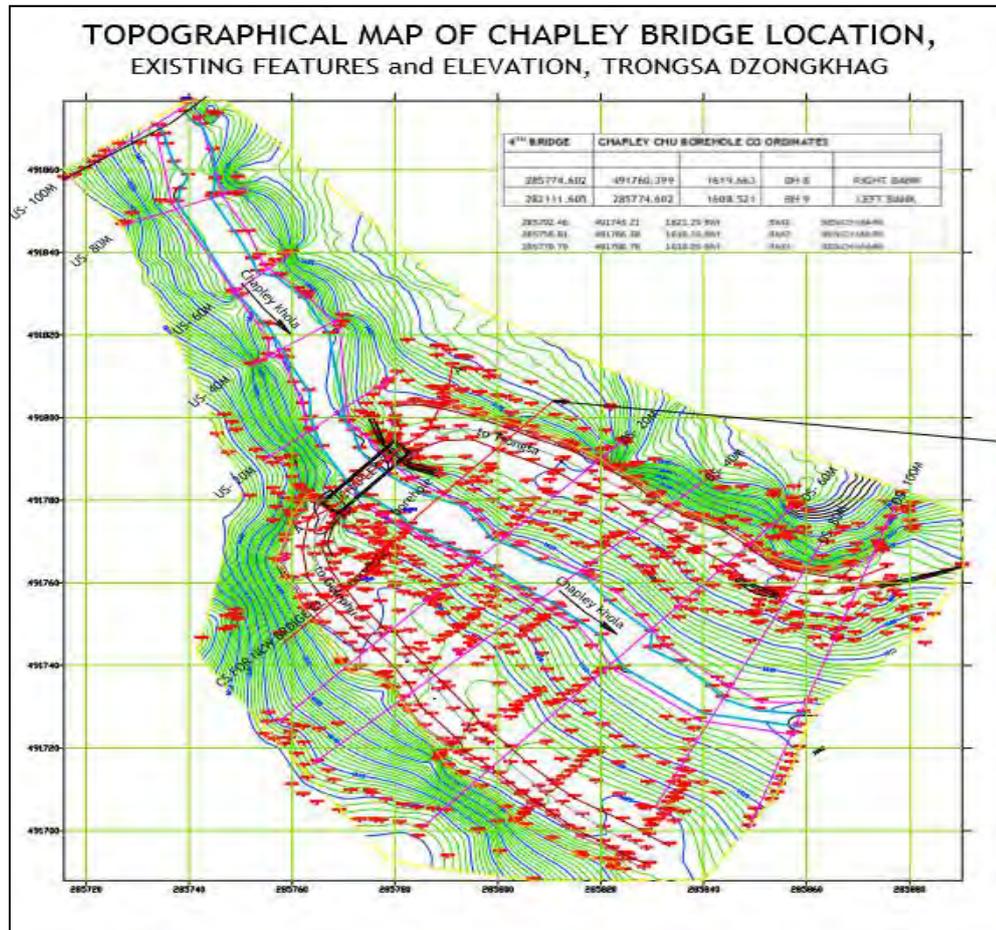
出所：調査団作成



出所：調査団作成

図 2.2.38 チャプレコラ橋と BM-1、BM-2、BM-3

以下に、測量成果（平面測量）を示す。



出所：調査団作成

図 2.2.39 測量成果の一部（チャプレコラ橋）

(c) ベテニ橋（サルパン県）

ベテニ橋のサイトでは、表 2.2.11 に示す NLC の基準点 2 点を活用して、ベンチマークを 3 点設置した（表 2.2.12 参照）。

表 2.2.11 NLC 基準点情報（ベテニ橋）

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
NLC 0025986	282327.310	488878.623	1158.131
NLC 0025987	282145.477	488696.466	1131.082

出所：調査団作成

表 2.2.12 仮ベンチマーク情報（ベテニ橋）

No.	E	N	Z	Location
BM-1	282113.410	488868.195	1087.911	右岸側、側岸に設けられた石積み上に設置
BM-2	282128.304	488843.207	1087.939	左岸側、側岸に設けられた石積み上に設置
BM-3	282118.993	488825.520	1088.041	左岸側、道路アプローチ部付近

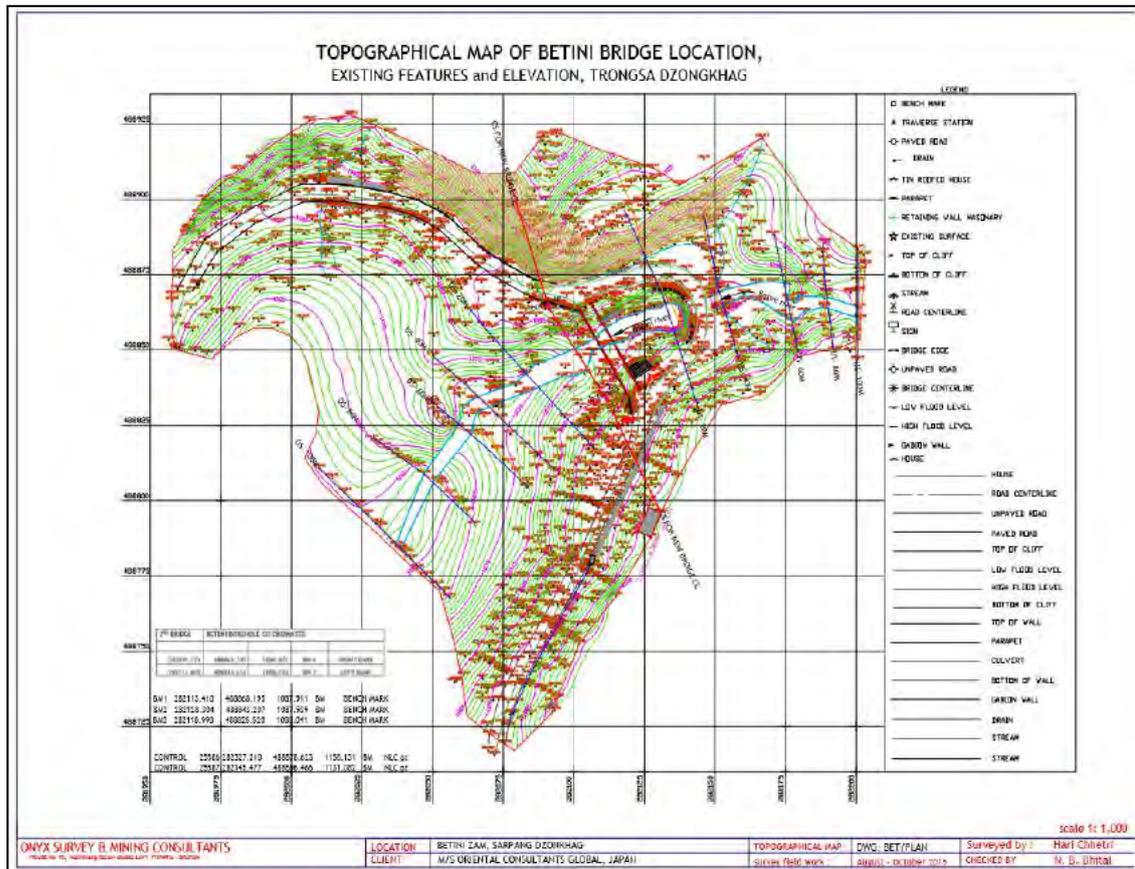
出所：調査団作成



出所：調査団撮影

図 2.2.40 ベテニ橋と BM-1、BM-2、BM-3

以下に、測量成果（平面測量）を示す。



出所：調査団作成

図 2.2.41 測量成果の一部（ベテニ橋）

(d) サムカラ橋（サルパン県）

サムカラ橋のサイトでは、表 2.2.13 に示す NLC の基準点 2 点を活用して、仮ベンチマーク 3 点を設置した（表 2.2.14 参照）。

表 2.2.13 NLC 基準点情報（サムカラ橋）

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
NLC 0025910	280469.590	488966.246	991.511
NLC 0025911	280170.469	489059.932	1013.244

出所：調査団作成

表 2.2.14 仮ベンチマーク情報（サムカラ橋）

No.	E	N	Z	Location
BM-1	281182.359	488765.334	942.576	左岸側、現橋端から道路沿いゲレフ側に 6m
BM-2	281198.232	488833.815	941.241	右岸側、現橋端から道路沿いシテムガン側に 5m
BM-3	281145.872	488859.840	946.527	右岸側、擁壁近く

出所：調査団作成



(e) パッサン橋 (サルパン県)

パッサン橋のサイトでは、表 2.2.15 に示す NLC の基準点 2 点を活用して、仮ベンチマーク 3 点を設置した (表 2.2.16 参照)。

表 2.2.15 NLC 基準点情報 (パッサン橋)

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
NLC 0031697	273371.433	478936.331	300.512
NLC 0031698	273619.499	479145.689	287.543

出所：調査団作成

表 2.2.16 仮ベンチマーク情報 (パッサン橋)

No.	E	N	Z	Location
BM-1	273385.986	478995.619	298.542	右岸側、ヒンズー教寺院門前
BM-2	273466.882	479118.977	298.084	左岸側、砂利道脇
BM-3	273426.420	479110.888	296.538	左岸上流、川沿い野道脇

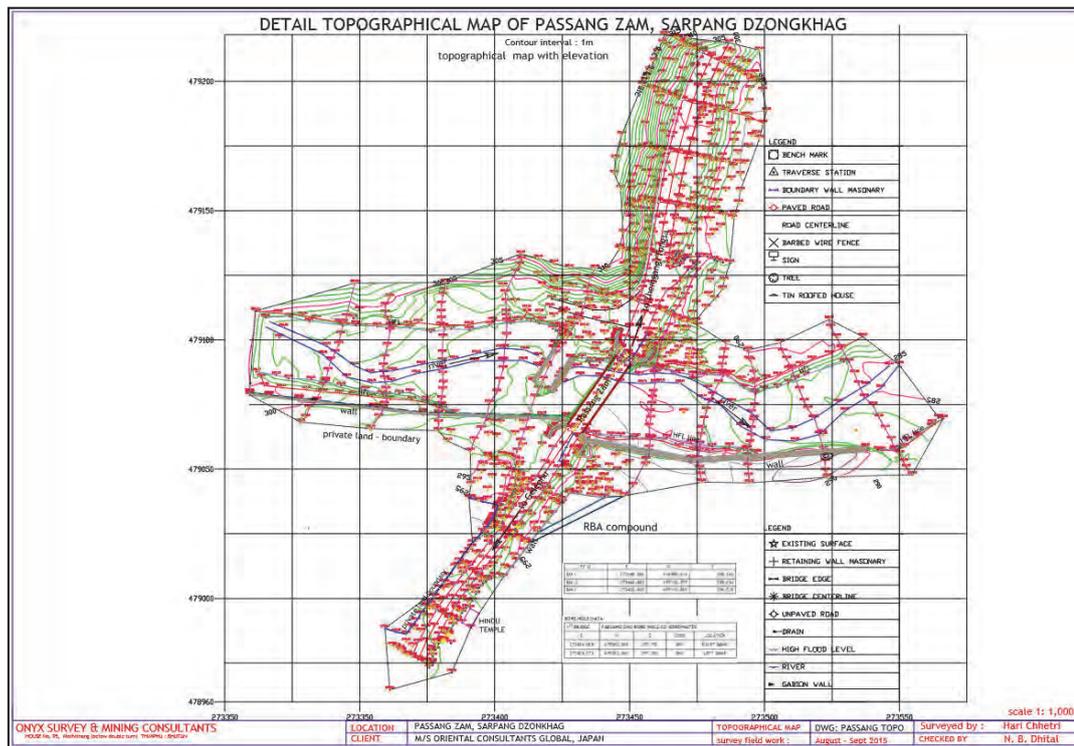
出所：調査団作成



(BM-1 は、写真外にあるヒンズー寺院入口の道路端に、BM-2 は橋梁下流側左岸平地に設置)

図 2.2.44 パッサン橋と BM-1、BM-2、BM-3

以下に、測量成果（平面測量）を示す。



出所：調査団作成

図 2.2.45 測量成果の一部（パッサン橋）

### (3) 地質

#### 1) ボーリング調査・試験結果

ボーリング調査は、5 橋梁で合計 11 本実施した。ボーリング調査及び付随する試験を表 2.2.17 に示す。なお、サムカラ橋では、基礎岩盤の確認のため、左岸でボーリングが追加された。実施したボーリング調査結果の詳細は、巻末のボーリング柱状図とコア写真に示した。

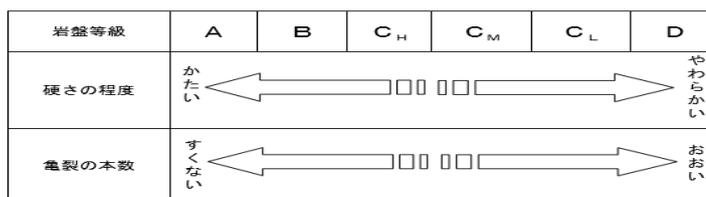
表 2.2.17 調査地点一覧

地点名		標高	掘削深度	調査種類	位置関係		
橋梁名称	実施位置	[m]	[m]				
テレガンチュ Teleganchu	右岸/BH-10	2095.420	17	標準貫入試験 (N 値)	トンサから 4 号線 南下 3km		
	左岸/BH-11	2100.614	15				
チャプレコラ Chaplekhora	右岸/BH-8	1619.663	15	CBR 試験	ゲレフから 4 号線 北上 50.6km		
	河床/BH-9	1618.521	6				
ベテニ Beteni	右岸/BH-6	1086.870	15	材料(骨材)試験	ゲレフから 4 号線 北上 36.6km		
	左岸/BH-7	1080.120	15				
サムカラ Samkhala	右岸/BH-3	940.933	15				
	左岸/BH-4	940.137	17				
	左岸/BH-5	940.686	14				
パッサン Passang	右岸/BH-1	297.310	15				
	左岸/BH-2	297.087	15				
合計			159				

出所：調査団作成

ボーリング柱状図では、ボーリング作業中に記録された事象や観察された項目を詳しく記録した。具体的には、深度、孔の大きさ、地質の種類、コア採取率、RQD (Rock Quality Designation、10 センチ以上の棒状コアが、1m 区間でどの程度採取できたのかという指標で、亀裂などが多いと棒状コアが短く、RQD が低下する。) 、標準貫入試験の結果などである。

また、橋台基礎の岩盤評価の目安として、岩盤の等級区分を図 2.2.46、および表 2.2.18 による基準で判定している。これは、橋台構造物を支持する地質(岩盤)の状態(硬さの程度)を判断する目安として使われているものであり、風化による硬さの違いや、亀裂の頻度による岩片のむろさの違いを反映する。たとえば、岩盤の状態が硬ければ硬いほど、岩盤区分が良くなる(A 級に近づく)。



出所：「設計要領第一集 土工事編 平成 27 年 7 月、NEXCO」

図 2.2.46 岩盤区分の概念

表 2.2.18 岩盤区分の目安

名称	特徴
A	極めて新鮮なもので造岩鉱物および粒子は風化、変質を受けていない。亀裂、節理はよく密着し、それらの面に沿って風化の跡はみられないもの。ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した（たとえ1mmでも）亀裂あるいは節理はなく、よく密着している。ただし造岩鉱物および粒子は部分的に多少風化、変質がみられる。ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
CH	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けてはいるが岩質は比較的堅硬である。一般に褐鉄鉱などに汚染され、節理あるいは亀裂の間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目にそって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土質物質の薄層が残留することがある。ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
CM	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟質化しており、岩質も多少軟らかくなっている。節理あるいは亀裂の間の粘着力は多少減少しており、ハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目にそって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土質物質の層が残留することがある。ハンマーによって打診すれば多少濁った音を出す。
CL	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて軟質化しており岩質も軟らかくなっている。節理あるいは亀裂の間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目にそって岩塊が剥脱し、剥脱面は粘土質物質が残留する。ハンマーによって打診すれば濁った音を出す。
D	岩質鉱物および粒子は風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。節理あるいは亀裂の間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけでくずれ落ちる。剥脱面には粘土質物質が残留する。ハンマーによって打診すれば著しく濁った音を出す。

出所：「設計要領第一集 土工事編 平成27年7月、NEXCO」

(a) テレガンチュ橋

(i) ボーリング結果

調査位置は、図 2.2.47 に示す 2 か所で実施した。計画橋梁の橋台基礎部が位置する場所でのボーリング位置の設定であり、右岸側ボーリング（BH-10）は、道路の法肩部分に位置し、基盤岩の深度を確認する目的で設定された。左岸側ボーリング（BH-11）も道路端で設定され、基盤岩の確認する目的で実施された。

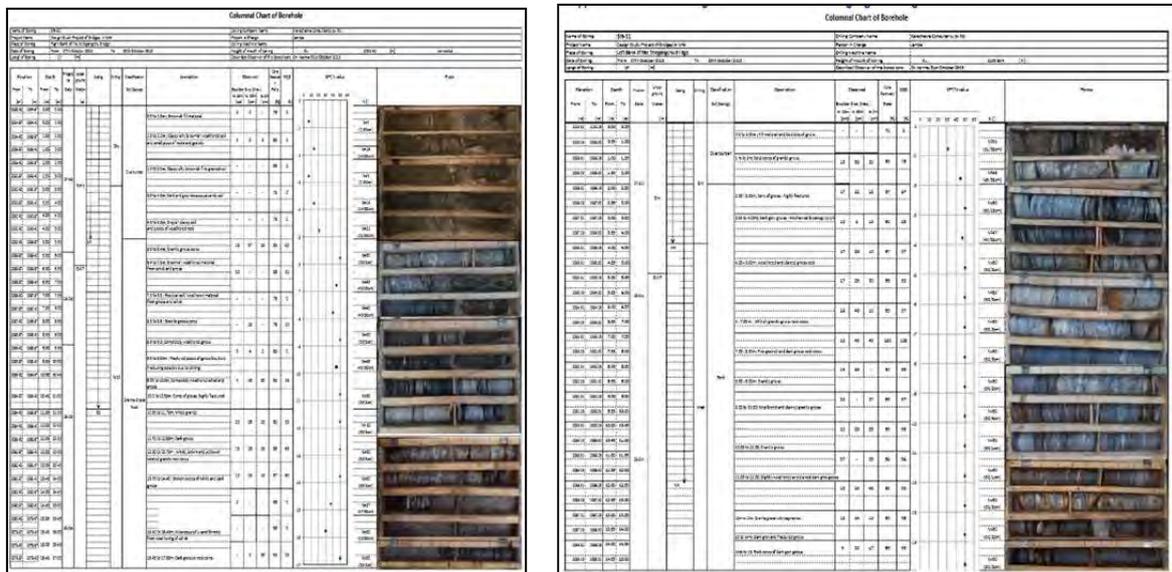
標準貫入試験は、構造物の基礎が計画されている地盤が、構造物を支持するのに適切な支持力を持つかどうかを調査するための試験方法であり、ボーリング孔底にコアサンプラーを貫入させ所定深さに達したときの打撃数を数える試験である。ロッド（棹）につけたコアサンプラーをボーリング孔底に置き、錘を使って予めサンプラーを打撃してサンプラーの貫入状態を安定化させた後（予備打ち）、63.5kgの錘を76±1cmの高さから自由落下させたとき、サンプラーが30cmまで貫入したとき（本打ち）の打撃の回数をN値として記録している（サンプラーが30cmまで到達しなかった場合は、到達した深さを記録し、30cmまで到達したと仮定した場合の換算N値を、実際の記録値と併せて求めることにしている）。標準貫入試験は、基盤岩に達するまでの土層に対して、基本的にボーリング深度1mごとに実施された。標準貫入試験の結果は、地盤を構成する地層の硬軟の違いを反映した指標として評価される。



出所：調査団作成

図 2.2.47 テレガンチュサイトのボーリング位置

右岸 (BH-10) では、崖錐堆積物が深さ 5m に渡り分布しており、以深に片麻岩が分布する。左岸(BH-11)では、N 値 50 以上の片麻岩が表層近くから分布する。



出所：調査団作成

(左が BH-10、右が BH-11)

図 2.2.48 ボーリング柱状図 (テレガンチュ橋)

右岸では、6m以深で支持層（片麻岩）が確認された。片理面に沿う脆弱な部分（片岩が挟在）があるものの、平均ではN値40以上となっている。

表 2.2.19 標準貫入試験の結果（テレガンチュ橋）

Right Bank (BH-10)			Left Bank (BH-11)		
Depth (m)	N value	Geology	Depth (m)	N value	Geology
0.78	7	Embankment/ fill material	0.78	31	Embankment/ fill material
1.78	14		1.78	45	
2.78	7		2.78	>50	
3.78	14		3.78	47	
4.78	21		4.78	>50	
5.78	50		5.78	>50	
6.78	45		Rock (Granite gneiss with inter-bed of weathered schist)	6.78	
7.78	40	7.78		>50	
8.78	>50	8.78		>50	
9.78	45	9.78		>50	
10.78	>50	10.78		>50	
11.78	>50	11.78		>50	
12.78	>50	12.78		>50	
13.78	>50	13.78		>50	
14.78	37	14.78		>50	
15.78	30				
16.78	>50				

出所：調査団作成

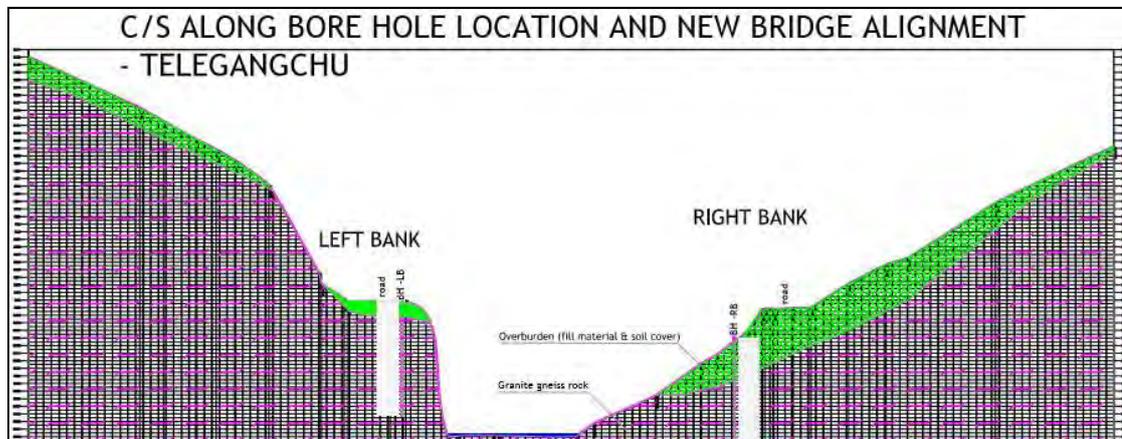
全般的に CH から CL 級の中硬岩が分布しており、多少鈍いハンマーの打撃音を観察する程度である。右岸の BH-10 では、深度 14m 以深で風化の進行が著しく、岩級区分は D 級である。

表 2.2.20 岩級区分の結果（テレガンチュ橋）

Right Bank (BH-10)		Left Bank (BH-11)	
Depth	Rock Classification	Depth	Rock Classification
0.00m – 5.00m	Overburden	0.00m – 2.00m	Overburden
5.00m – 7.00m	CH	2.00m – 15.00m	CH
7.00m – 10.55m	CM		
10.55m – 14.00m	CH		
14.00m – 17.00m	D		

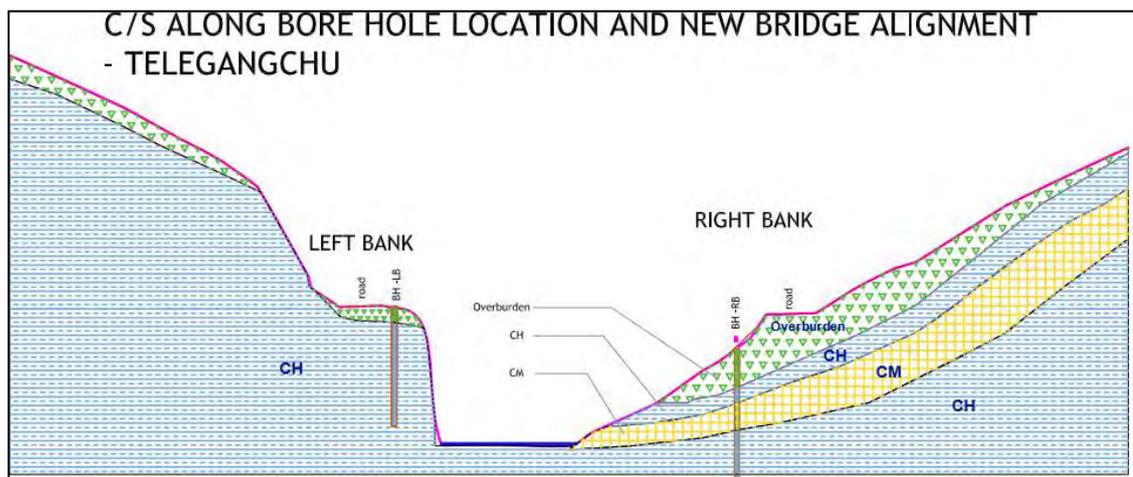
出所：調査団作成

テレガンチュサイトの地質縦断面図を以下に示す。他の4サイトとは別に、テレガンチュサイトは、表土層の下に位置する、花崗岩質片麻岩から構成された高位ヒマラヤ帯の堅硬な地質で構成されているため、コア回収率が比較的高い。



出所：調査団作成

図 2. 2. 49 地質縦断面図（テレガンチュ橋）



出所：調査団作成

図 2. 2. 50 岩級縦断面図（テレガンチュ橋）

(ii) 地形状況

【右岸】

比較的地形勾配が緩く（約30度）、露岩が周囲になく角礫の転石が分布することから崖錐堆積物となっている。このため、計画線形では、斜面の切土も対策工として取りうる選択肢として考えられるため、例えば法枠工や籠枠工などの斜面保護対策も必要になると判断される。

【左岸】

オーバーハングした崖が迫る左岸では、露岩の風化度も比較的低く、切土斜面全般にわたって堅硬な岩が露出している。施工余裕空間も少ないことから、後背斜面の切土対策が必要になると判断される。



出所：調査団作成

図 2.2.51 テレガンチュサイトの地形状況

(b) チャプレコラ橋

(i) ボーリング結果

調査位置は、図 2.2.52 に示す 2 か所で、計画されている橋台の基礎部（右岸）およびボックスカルバート基礎部（河床部）に設定され、右岸で 15m のボーリング（BH-8）を、河床部で 6m のボーリング（BH-9）を実施した。BH-8 は、盛土部に位置し、基盤深度の確認で、BH-9 は、カルバートが設けられる河床部の岩盤を確認する目的で計画された。

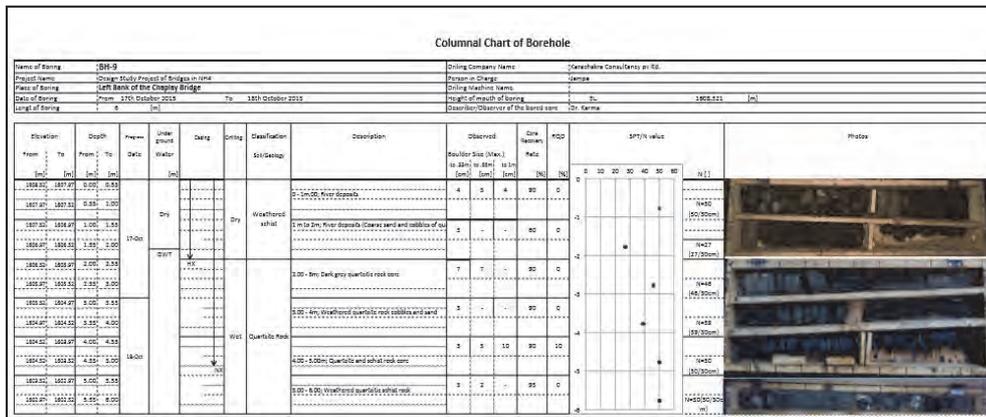
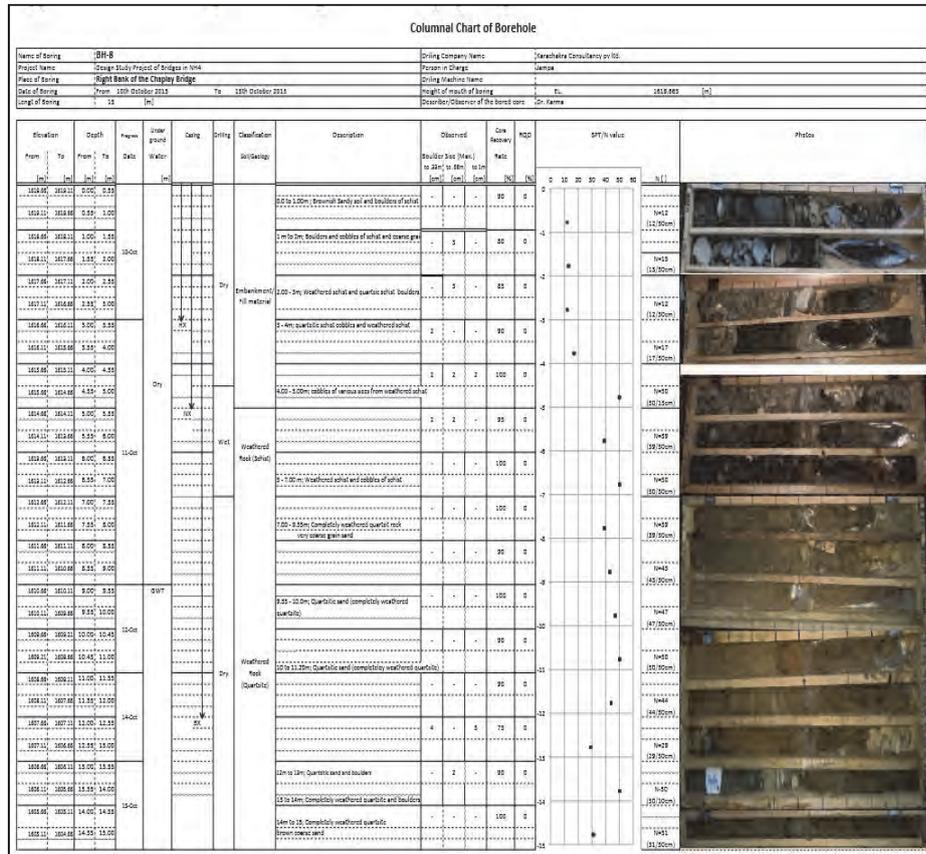


出所：調査団作成

図 2.2.52 チャプレコラサイトのボーリング位置

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

右岸は、約 5m まで盛土材料であり、以深は風化した珪石質片岩（石英片岩）が主体である。河床部は、約 2m まで河床堆積物で、以深は堅硬な石英片岩である。



出所：調査団作成

(上がBH-8、下がBH-9)

図 2.2.53 ボーリング柱状図（チャプレコラ橋）

以下に、標準貫入試験の結果、及び岩級区分の結果を示す。風化により脆くなっている箇所もあるが、全体的には、N 値 40 以上の基盤が分布している。

表 2.2.21 標準貫入試験の結果（チャプレコラ橋）

Right Bank (BH-8)			Left Bank (BH-9)		
Depth (m)	N value	Geology	Depth (m)	N value	Geology
0.78	12	Embankment/ fill material	0.78	>50	Weathered rock (Schist)
1.78	13		1.78	27	
2.78	12		2.78	46	Rock (Quartzite)
3.78	17		3.78	39	
4.78	>50		4.78	>50	
5.78	39	Weathered rock (Schist)	5.78	>50	
6.78	>50				
7.78	39	Weathered rock (Quartzite)			
8.78	43				
9.78	47				
10.78	>50				
11.78	44				
12.78	29				
13.78	>50				
14.50	31				

出所：調査団作成

表 2.2.22 標準貫入試験の結果（チャプレコラ橋）

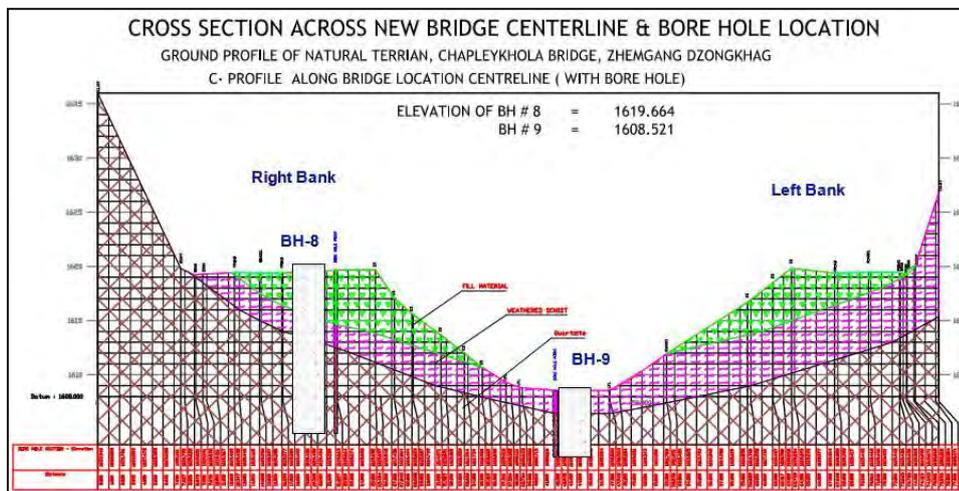
Right Bank (BH-8)		Left Bank (BH-9)	
Depth	Rock Classification	Depth	Rock Classification
0.00m – 5.00m	Overburden	0.00m – 2.00m	D
5.00m – 15.00m	D	2.00m – 6.00m	CL

出所：調査団作成

地質縦断では、上位から、盛土、風化した片岩、風化した石英質片岩が分布している。岩級区分も、上層からの風化の影響を受け、上位から漸移した状態となっている。

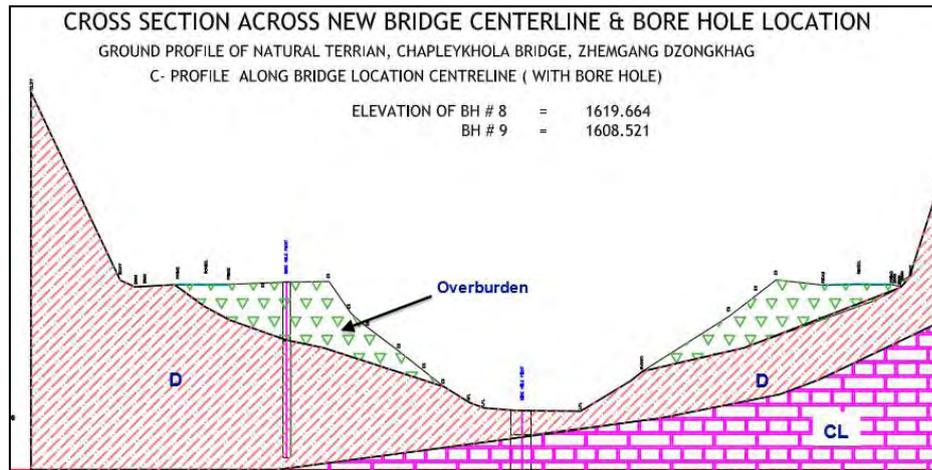
右岸側（BH-8）では、基盤岩である片岩は、深度 5m で産出し、砂礫状なコアとして産出した強風化した片麻岩や片岩となっており、岩級区分は D であった。

左岸（BH-9）では、岩級区分 D である風化した片岩の薄層の下に、中硬岩である黒色の石英質片岩が産出しており、岩級区分は CL 級である。上表に岩級区分を示した。



出所：調査団作成

図 2.2.54 地質縦断図（チャプレコラ橋）



出所：調査団作成

図 2.2.55 岩級縦断図（チャプレコラ橋）

(ii) 地形状況

【右岸】

褶曲構造をした変成岩類（片麻岩、泥質片岩等）の基盤が露出する急崖を形成し、現道路から河床にかけて緩い崖錐堆積物（土砂堆積物）が崩れかけた状態で分布する。道路基礎としての支持力が懸念される。

【左岸】

流れ盤構造を持つ露頭（切土斜面）が道路沿いに散在し、露出する岩は風化度が比較的少なく堅硬な状態である。



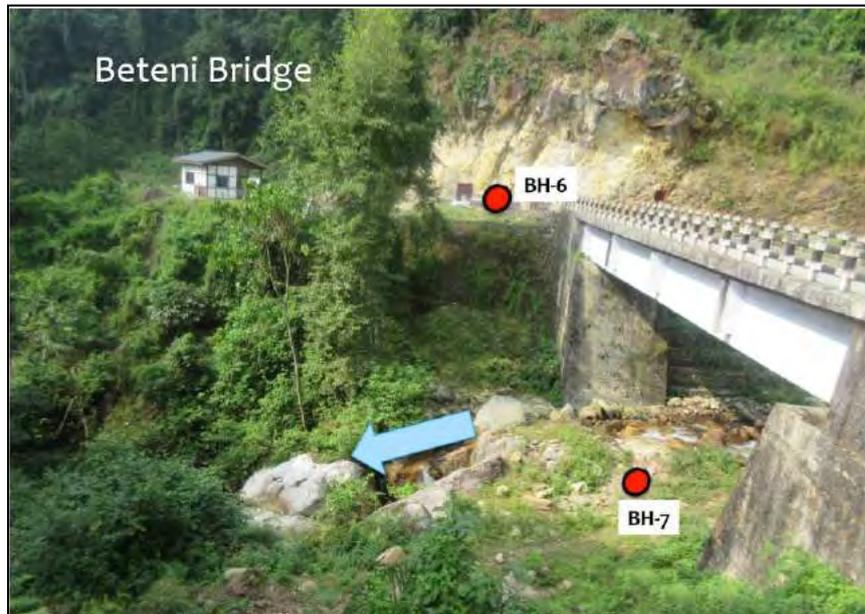
出所：調査団作成

図 2.2.56 チャプレコラサイトの地形状況

(c) ベテニ橋

(i) ボーリング結果

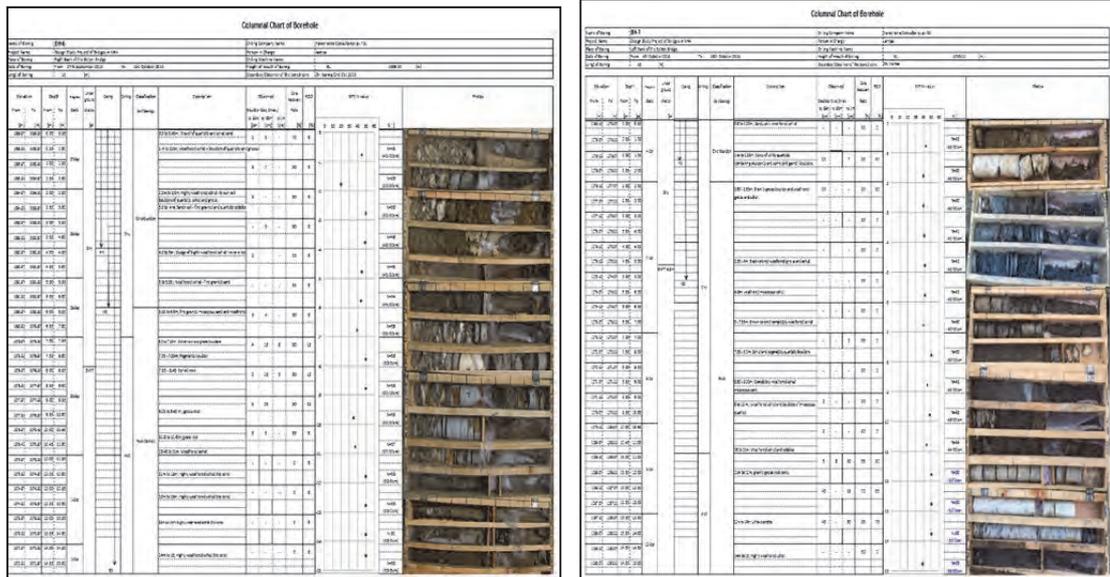
調査位置は図 2.2.57 に示す 2 か所で、橋台が計画されている基礎部分に、右岸、左岸でボーリング調査を実施した。



出所：調査団作成

図 2.2.57 ベテニサイトのボーリング位置

両岸の状況は、右岸（BH-6）では、表土（約 6m）の下に、片麻岩/泥質片岩を確認し、コア採取率も 80%を記録した。深さ 11m 以深では、採取率が悪いが、N 値は 50 以上であり、層理面の発達した区間で、ボーリングの回転掘削により岩盤が揉まれたため、回収が困難だったと推定される。左岸（BH-7）は、2m 以深で片麻岩質のコアを確認した。



出所：調査団作成

(左がBH-6、右がBH-7)

図 2.2.58 ボーリング柱状図 (ベテニ橋)

標準貫入試験では、右岸では、BH-6 が道路端の盛土部に位置するため、やや深い深度(7m)で基盤(N>50)を確認し、左岸では、BH-7 が河床部に位置するため浅い深度(2m)で基盤が確認された。N 値は高い(岩片自体は固い)ものの、変成作用(力学的な影響)により、岩がもろくなっている(圧砕作用の影響)。ただ、ボーリング掘削技術レベルも低く、コアが揉まれて、粉碎されて回収率が悪くなっている可能性も高い。

表 2.2.23 標準貫入試験の結果 (ベテニ橋)

Right Bank (BH-6)			Left Bank (BH-7)		
Depth (m)	N value	Geology	Depth (m)	N value	Geology
0.78	45	Embankment/ fill material	0.78	43	Embankment/ fill material
1.78	20		1.78	40	
2.78	>50		2.78	40	
3.78	49	Rock (Gneiss & Schist)	3.78	41	Rock (Gneiss & Schist)
4.78	45		4.78	42	
5.78	44		5.78	42	
6.78	39		6.78	40	
7.78	>50		7.78	>50	
8.78	>50		8.78	45	
9.78	35		9.78	48	
10.78	37		10.78	44	
11.78	>50		11.78	>50	
12.78	>50		12.78	>50	
13.78	>50	13.78	>50		
14.50	>50		14.78	39	

出所：調査団作成

岩級区分も、標準貫入試験の結果に従うように、表層からの風化に応じ、変化している。

表 2.2.24 岩級区分の結果（ベテニ橋）

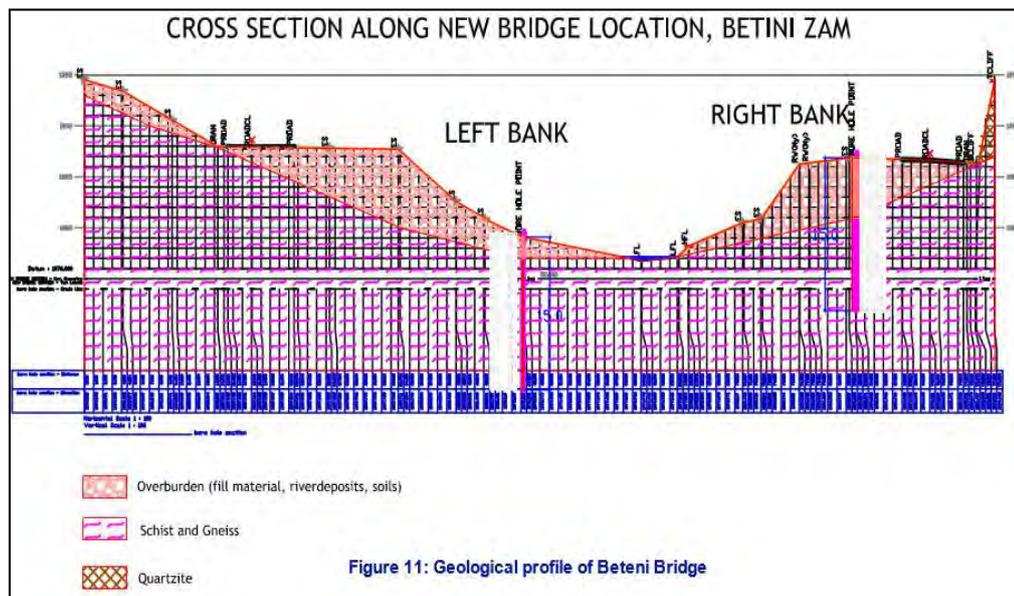
Right Bank (BH-6)		Left Bank (BH-7)	
Depth	Rock Classification	Depth	Rock Classification
0.00m – 6.00m	Overburden	0.00m – 2.00m	Overburden
6.00m – 11.00m	CL	2.00m – 11.00m	D
11.00m – 15.00m	D	11.00m – 14.00m	CH
		14.00m – 15.00m	D

出所：調査団作成

地質縦断は、珪石質片岩（石英片岩）を主体とする基盤の中に、片麻岩が挟まれている。変成作用を受けて全体的に岩級区分が低い。

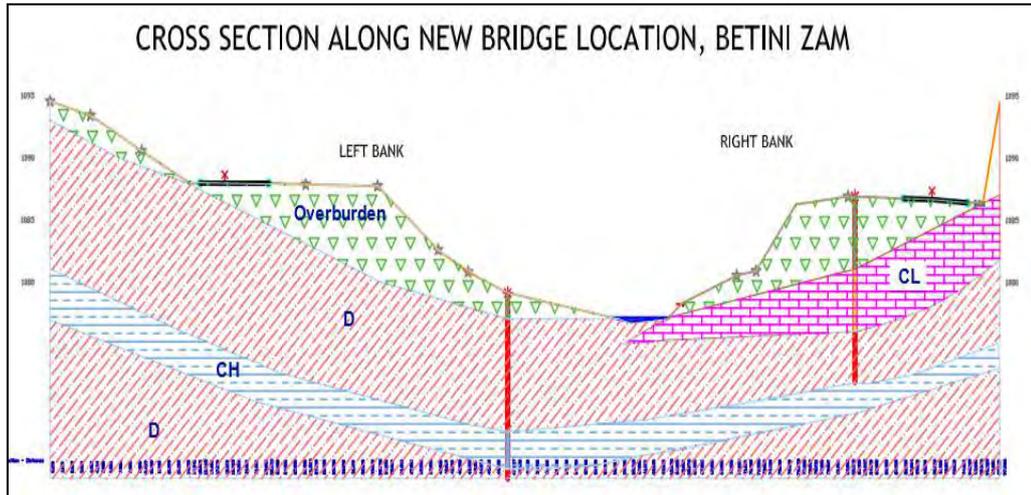
ボーリング BH-6 の結果からは、孔口から深度 7m までは、盛土材が確認され、深度 7m 以深では、片麻岩や片岩からなる基盤岩が確認され、片岩は、完全に風化され、ボーリングの掘削により岩が破碎して回収された。

河床側に位置するボーリング BH-7 の結果からは、深度 2m までは表土層が確認され、2m 以深では、片麻岩と片岩が混在した基盤岩であり、一部、片麻岩が中程度に風化し、あるいは片岩が強度に風化した部分が認められた。



出所：調査団作成

図 2.2.59 地質縦断図（ベテニ橋）



出所：調査団作成

図 2.2.60 岩級縦断面図（ベテニ橋）

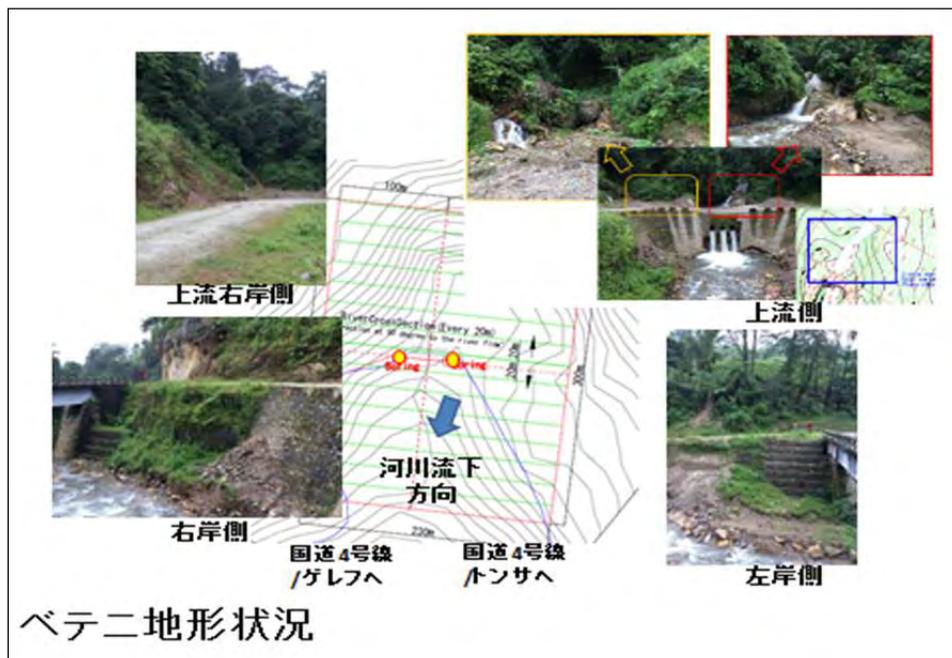
(ii) 地形状況

【右岸】

上流側にかけて、片麻岩や石英片岩類の露頭が認められる。岩盤の露出部分は、施工範囲と干渉する可能性が高く、限られた線形の制約から、切土する対応が考えられるため、斜面の保護も考慮も必要である。また、変成岩の層理構造のため、発破性能や破砕性能も考慮されることが望ましい。

【左岸】

比較的勾配が緩やかな斜面を形成し、段丘部分（耕作地）も見られる。道路との空間には余裕があるため、施工上の制約になるとは考えにくい。



出所：調査団作成

図 2.2.61 ベテニサイトの地形状況

(d) サムカラ橋

(i) ボーリング結果

調査位置は図 2.2.62 に示す 3 か所で、右岸、左岸でボーリング調査を実施した。

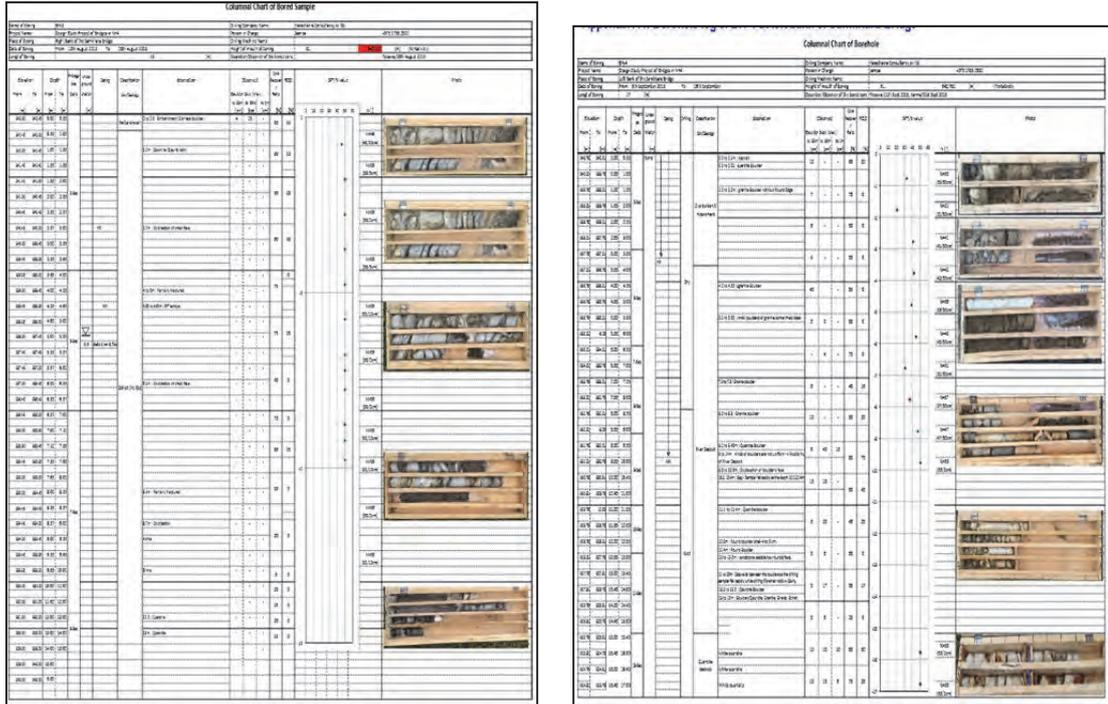


出所：調査団作成

図 2.2.62 サムカラサイトのボーリング位置

両岸の状況は、右岸・左岸とも河川の浸食により形成された深い谷地形を形成していた。追加されたボーリング (BH-5) は、ボーリング (BH-4) が旧橋の盛土堆積物であったため、基盤岩の確認のため実施した。ボーリング (BH-4) は、深度 17m 基盤岩が確認された。コア採取率は、ボーリング掘削機が基盤岩にあたると、回収率が向上した。BH-3 では、土被り厚 1m で、基盤岩が確認された。

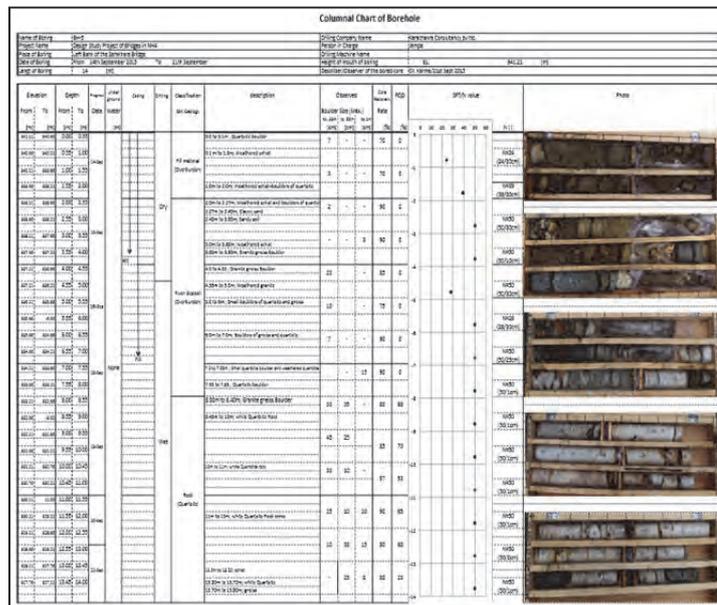
第2章 プロジェクトを取り巻く状況



出所：調査団作成

(左がBH-3、右がBH-4)

図 2.2.63 ボーリング柱状図（サムカラ橋-1）



出所：調査団作成

(BH-5)

図 2.2.64 ボーリング柱状図（サムカラ橋-2）

左岸では、BH-4 において、河床堆積物に含まれる円礫に、コアサンプラーが当たるため、N 値がばらついたが、深度約 15m で基盤岩を確認した。しかし、追加で実施した BH-5 では、より堅硬な基盤 (N>50) を深度約 6m で確認した。一方で、右岸では基盤岩の露頭が迫っており、BH-3 では約 1.6m で N 値 50 以上を記録した。

表 2.2.25 標準貫入試験の結果（サムカラ橋）

Right Bank (BH-3)			Left Bank (BH-4)			Left Bank (BH-5)		
Depth (m)	N value	Geology	Depth (m)	N value	Geology	Depth (m)	N value	Geology
0.78	46	Embankment/ fill material	0.78	33	Fill material	0.78	24	Fill material
1.78	>50		1.78	21		1.78	39	
2.78	>50		2.78	41		2.78	>50	
3.78	>50		3.78	42		3.78	>50	
4.78	>50		4.78	39		4.78	28	
5.78	>50	Rock (Schist)	5.78	45	River deposits	5.78	>50	River deposits
6.78	>50		6.78	31		6.78	>50	
7.23	>50		7.78	37		7.78	>50	
7.78	>50		8.78	47		8.78	>50	
8.78	>50		9.78	>50		9.78	>50	
9.23	>50		10.78			10.78	>50	
9.78	>50		11.78			11.78	>50	
			12.78			12.78	>50	
			13.78			13.78	>50	
			14.78					
		15.78	>50	Bedrock (Quartzite)			Bedrock (Quartzite)	
		16.78	>50					

出所：調査団作成

岩級区分は、BH-3 では、珪石を伴う石英片岩は CL～CM 級に区分される。また、BH-4、5 では、珪石を伴う基盤岩が、各 15m、8m の位置で産出した。

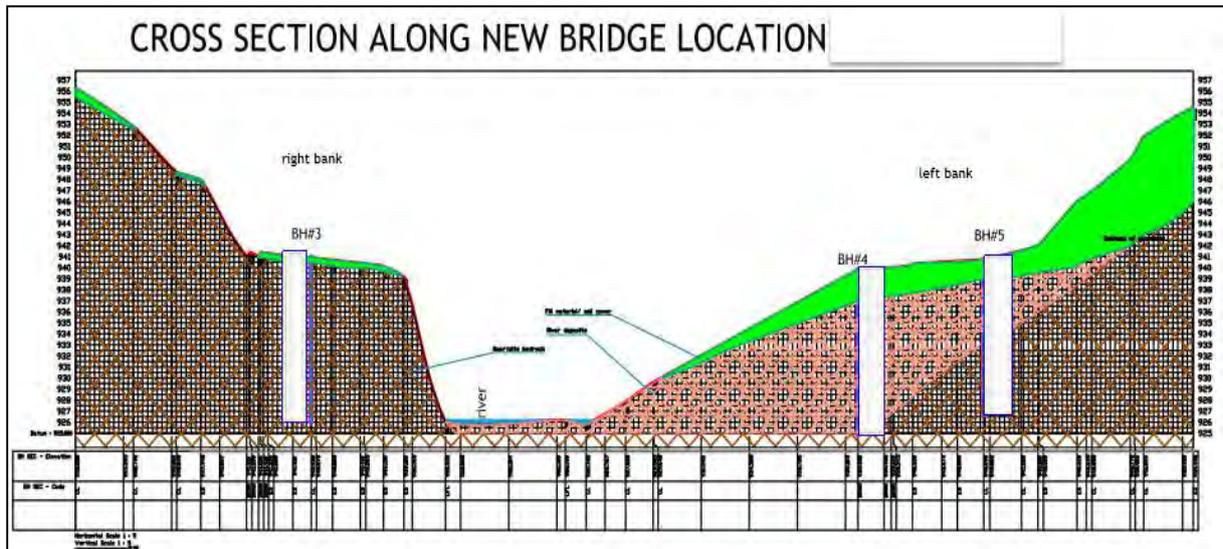
表 2.2.26 岩級区分の結果（サムカラ橋）

Right Bank (BH-3)		Left Bank (BH-4)		Left Bank (BH-5)	
Depth	Rock Classification	Depth	Rock Classification	Depth	Rock Classification
0.00m - 0.55m	Overburden	0.00m - 3.55m	Overburden	0.00m - 2.00m	Overburden
0.55m - 9.00m	CM	3.55m - 15.00m	River deposits	2.00m - 8.00m	River deposits
9.00m - 15.00m	CL	15.00m - 17.00m	CH	8.00m - 14.00m	CH

出所：調査団作成

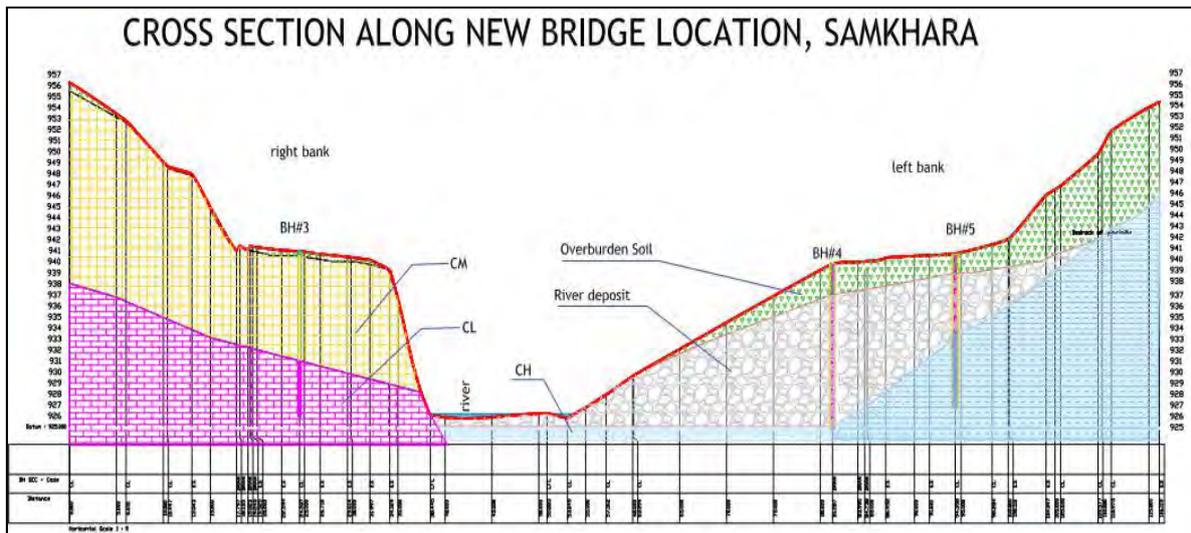
地質/岩級縦断では、右岸側が、CL-CM 級の珪石質の片岩が露出するのに対して、左岸側は、河床堆積物や表土が堆積する段丘状の地形を形成する。これは、旧河川が左岸側にあったのが、時間がたち現在の位置に流路を変更したためと推定できる。

ボーリング BH-3 で代表される右岸側の地質構造では、基盤岩には、片岩が挟在し石英質片岩は堅硬であるが、片岩（泥質片岩など）は中から強風化して脆くなっている。ボーリング BH-4 で代表される左岸の地質構造では、孔口から深度 3.55m まで盛土が堆積し、それ以深では、河床堆積物が厚さ 11m 確認された。石英質片岩から構成される基盤岩は、深度 15m 以深で産出していた。ボーリング BH-5 でも河床堆積物が確認されたが、ボーリング BH-4 で確認された厚さに比べて薄く、その堆積厚さは孔口から 8m までであり、川側に向かって基盤岩上面（河床堆積物の堆積下面）が傾斜していることを示している。



出所：調査団作成

図 2. 2. 65 地質縦断面図（サムカラ橋）



出所：調査団作成

図 2. 2. 66 岩級縦断面図（サムカラ橋）

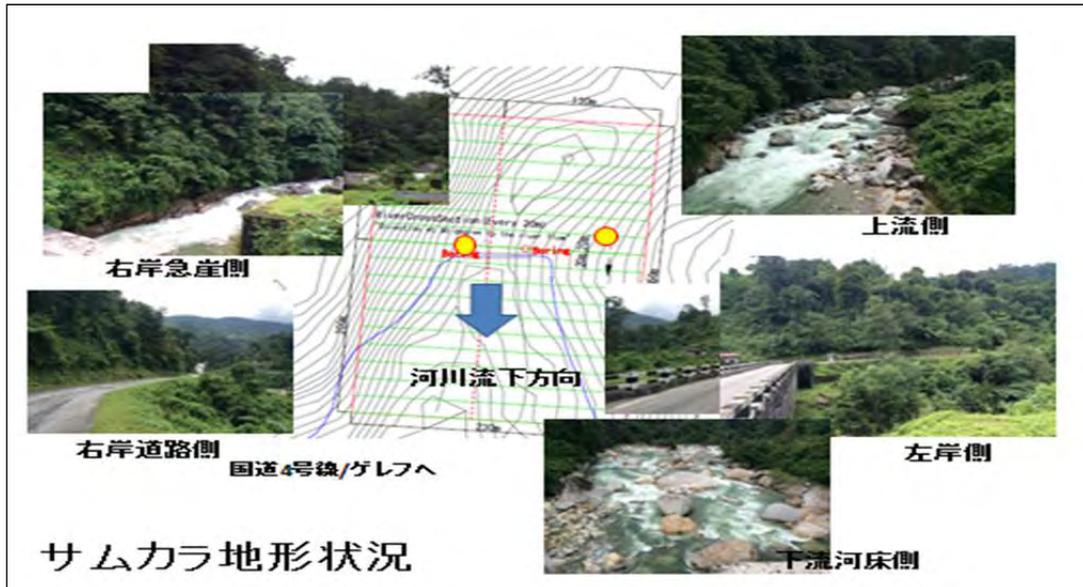
(ii) 地形状況

【右岸】

流路が偏り、河川の浸食斜面を呈しており、急崖を形成している。露頭も堅硬な岩盤が露出している。

【左岸】

表土・河床堆積物が厚く堆積し、段丘をなしている。道路沿いの斜面には崖錐堆積物が多数分布している。



出所：調査団作成

図 2.2.67 サムカラサイトの地形状況

(e) パッサン橋

(i) ボーリング結果

調査位置を図 2.2.68 に示す。



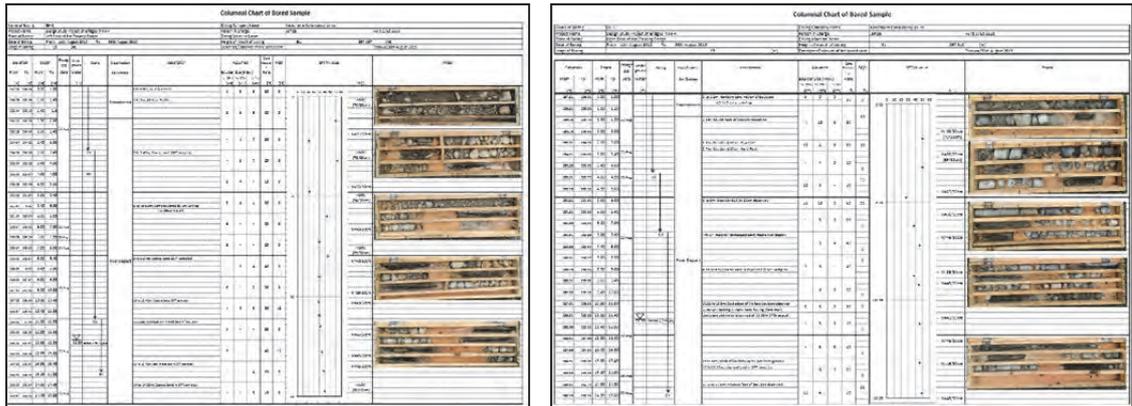
出所：調査団作成

図 2.2.68 ボーリング位置（パッサン橋、左が左岸側ボーリング）

パッサン橋は、ゲレフからトンサに向け約 6km 離れたところに位置し、ボーリングは 2 地点で実施された。

ボーリング（BH-1,2）の設定については、両者とも、左右岸に計画されている橋台基礎部分にあたる位置であることを基本としつつ、現道の自動車交通に支障がない位置（現道の路側部）で設定された。

右岸側（BH-1）と左岸側（BH-2）ともに深度 15m まで掘削された。以下にボーリング柱状図を示す。両岸のボーリングとも、深度約 1.5m までは角礫を伴う盛土堆積物で、深度 1.5m 以深から孔底にかけ、円礫を伴う河床堆積物であった。コア採取率は、おおむね約 30% 程度で、掘削の難しい条件であった。



出所：調査団作成

(右がBH-1、左がBH-2)

図 2.2.69 ボーリング柱状図（パッサン橋）

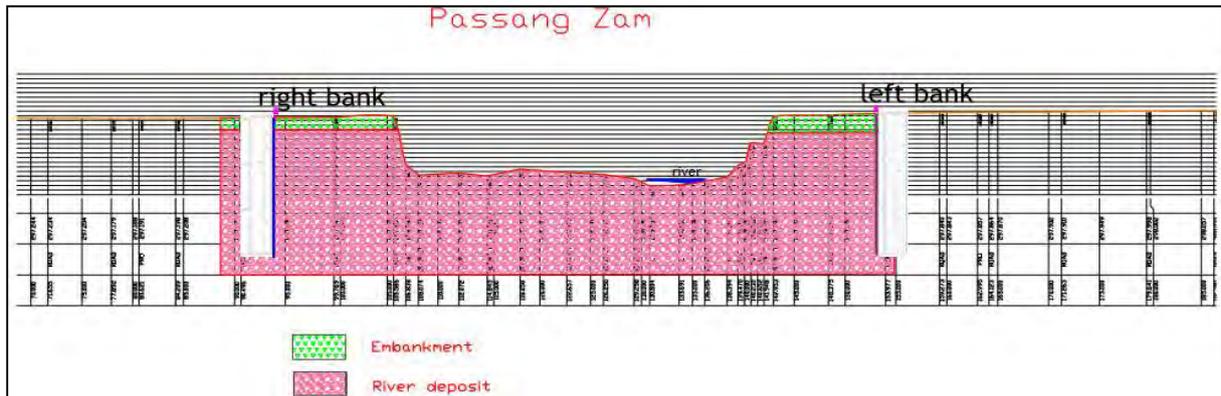
標準貫入試験の結果は、ボーリングBH-1、BH-2とも、深度GL-10m以上でN値40以上の締まった堆積層とみなされたため、15mで掘削を終了した。

表 2.2.27 標準貫入試験の結果（パッサン橋）

Right Bank (BH-1)			Left Bank (BH-2)		
Depth (m)	N value	Geology	Depth (m)	N value	Geology
1.78	>50	Embankment/ fill material	1.23	>50	Embankment/ fill material
3.23	>50	River deposits	2.23	21	River deposits
4.78	27		3.23	73	
6.23	38		4.78	22	
7.23	46		6.00	>50	
8.78	38		7.28	40	
9.23	45		8.00	>50	
11.23	46		9.00	40	
13.23	46		10.28	39	
14.78	49		10.95	40	
				11.50	
			12.78	45	
			13.73	48	
			14.73	>50	

出所：調査団作成

道路中心線に沿った地質縦断図を図 2.2.70 に示す。地質縦断図によると、道路の盛土構造物が、シルト・砂・礫及び有機物を混入する河床堆積物の上に堆積している。両岸とも盛土構造物は、孔口から数メートル深度まで堆積し、以深は河床堆積物が堆積し、深度15mまで確認され（ボーリング最深度15m）、基盤岩は確認されなかった。



出所：調査団作成

図 2.2.70 地質縦断面図（パッサン橋）

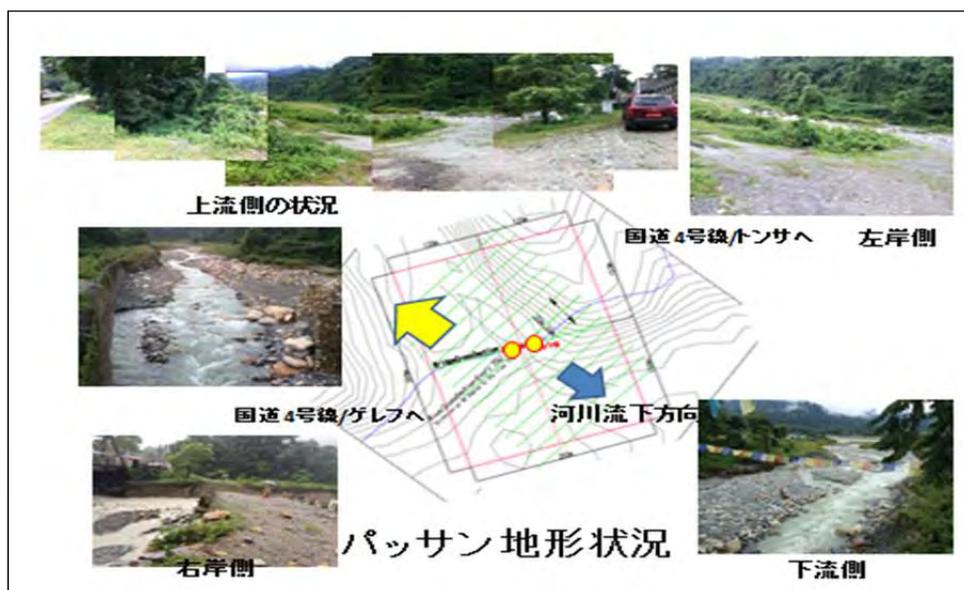
(ii) 地形状況

【右岸】

山側斜面から平野部に向かって山地地形が開けた箇所（谷口）に計画地点が存在する。河川流路が左岸側に寄っているため、右岸側には河床堆積物が厚く分布している。

【左岸】

流路が寄った左岸側では、比較的急勾配（約 40 度）の山腹斜面が河川に迫り、急崖では、粘板岩や石英片岩の転石も確認されたが、ほとんどが表土層に覆われている。



出所：調査団作成

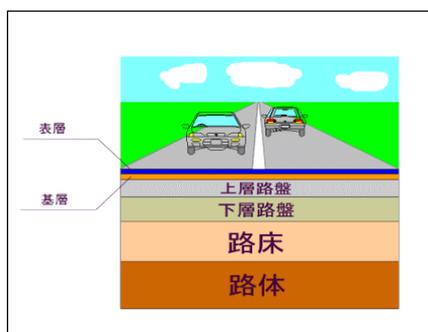
図 2.2.71 パッサンサイトの地形状況

2) 各種試験結果

原位置では、道路の舗装厚を設計する CBR 試験と、道路舗装の適切な材料を選定するための材料試験を行った。各試験の結果を下記に記す。

(a) CBR 試験

道路舗装は、下から基盤や現地盤である路体・路床、支持力を発揮する路盤、および、タイヤを介して車の荷重を受ける表層・基層の3層構造が基本となる構成である。



出所：「道路の仕組み <http://www.douroas.com/00/as.shtml>」

図 2.2.72 道路の基本的な構造

CBR テスト (California Bearing Ratio) の概念は、道路舗装構造における路床 (Subgrade) の支持力を評価する試験であり、大きくは、室内で行う材料試験である「室内 CBR 試験」と、試験装置を直接現場に持ち込み実施する「現場 CBR 試験」に大別される。このうち、「室内 CBR 試験」は、アスファルト舗装の厚さを決定するために行われ、アスファルト舗装が置かれる路床に適切な支持力が保たれているかどうかを試験する「設計 CBR 試験 (路床レベルで実施する試験)」と、路盤材料が持つ材料剛性 (壊れにくさや変形のしにくさ) を評価する「修正 CBR 試験 (路盤材料で実施する試験)」とに分かれる。今回の試験は、「室内 CBR 試験」として、路床レベルから採取された土質試料 (砂礫や採石など) を室内に持ち込んで行った「設計 CBR 試験」を行い、10 点 (5 サイト×左右岸 2 点) に対して適用した。現場 CBR を求めるために試掘された位置で動的コーン貫入試験装置を用いて、その結果を CBR 値に換算し、評価した「現場 CBR 試験」を 10 点 (5 サイト×左右岸 2 点) で実施した。

実施結果の求め方について、「室内 CBR 試験」では、最適含水比に調整された現場採取試料を容器 (モールド) に入れ突き固めた後、ピストンを介して荷重を加え、荷重変形特性 (荷重と貫入深さとの関係) を求め、貫入量が所定量に達したときの荷重量を求めた後、別途得られている標準荷重との比を取り、材料ごとで異なる規定値との関係を吟味することで、現場で採取された試料の適否検討を行う。

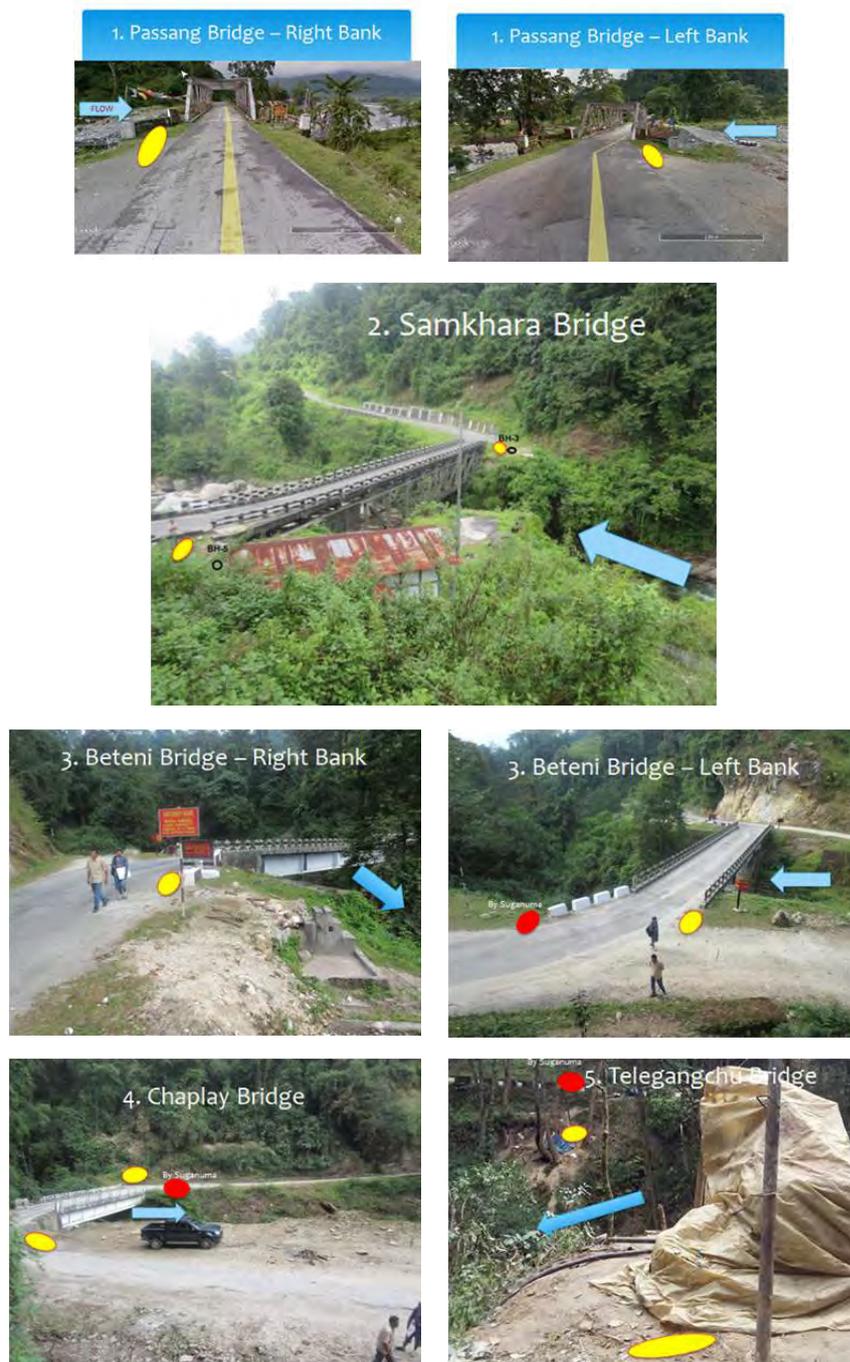
今回の試験における試験項目・結果の一覧表を表 2.2.28 に示す。

表 2.2.28 GBR 試験結果

通番	試験項目	目的	実施場所	実施位置	結果		備考
					数値	単位	
1	室内CBR試験	舗装厚の設計	パッサン	右岸	13.47	%	土の種類とCBRの統計的範囲として 下記が一例として挙げられる。 粘土・シルト分が多い土:3以下 火山灰土(含水比小):3~5 砂質ローム:7~15 砂質土:7~15 粒度分布の良い砂:10~30 出典「路盤などの安定処理(土質力学、森北 出版、P197)」
				左岸	18.97	%	
			サムカラ	右岸	13.88	%	
				左岸	14.30	%	
			ベテニ	右岸	10.70	%	
				左岸	8.91	%	
			チャブレコラ	右岸	15.17	%	
				左岸	13.43	%	
			テレガンチュ	右岸	13.62	%	
				左岸	7.55	%	
2	動的コーン貫入試験	舗装材料の調査 現場CBRの代替法	パッサン	右岸	13.0	%	DCP(動的コーン貫入試験)の結果を使った CBR推定式がアメリカ陸軍工兵隊より提示さ れている。  推定式1:CBR=292/DCP(同じ試料を使った 統計的な相関関係を利用している)。  推定式2:1/(0.017019*DCP) <sup>2</sup> 低い含水比の粘性土に適用
				左岸	20.0	%	
			サムカラ	右岸		%	
				左岸	8.0	%	
			ベテニ	右岸	14.0	%	
				左岸	5.5	%	
			チャブレコラ	右岸		%	
				左岸	9.0	%	
			テレガンチュ	右岸	13.0	%	
				左岸	14.1	%	

出所：調査団作成

今回の試験では、10 地点 (5 サイト×左右岸 2 点) で実施した。実施位置の設定については、計画道路線形、現場の交通状況 (安全に試験が行える位置)、および地盤条件的な観点 (地盤支持力が得られるであろうと見込まれる地点) を踏まえて、試験実施箇所の設定を行った。各サイトの実施位置を図 2.2.73 に、試験結果を図 2.2.74 に示す。試験結果の解釈について、設計 CBR が 3 未満である場合、路床土は舗装材料として不適切であると判断される (「土質試験 基本と手引き (地盤工学会)、P79」) が、今回の試験結果では、最小値で 7.55% であり、現位置での試験に供した材料は、舗装材料として適切な材料であると判断される。



出所：調査団作成

(黄色が CBR 計画箇所。赤色がある場合、計画箇所が変更され、赤色の位置で実施されたことを示す。赤色がない場合は、黄色の位置で実施されたことを示す)

図 2.2.73 CBR 試験箇所

SUMMARY OF CBR AND SOIL TESTS			
TEST RESULTS			
<b>A. Agency/Client/Customer Details</b>			
1. Name of Client/Agency/Contractor: <i>Kalachakra Consultancy</i>			
2. Name of works/project: <i>Construction of Rehabilitation of Bridges</i>			
3. Location of works/project: <i>Gelephu – Trongsa Highway</i>			
<b>B. Material Sample Details</b>			
4. Sample type/No.: <i>Soil</i>			
5. Source of Sample: <i>As mention below</i>			
6. Collected/Inspected/delivered by: <i>ATH</i>			
<b>C. Date collected/inspected/delivered: 18/12/2015</b>			
<b>D. Test Details</b>			
E. Date of Test: <i>18/12/2015 to 31/12/2015</i>			
F. Job No.: <i>ATH/Dec/2015/190</i>			
Sl.No	Test type	Results obtained	Maximum/minimum allowable Limits
1.	California Bearing Ratio (CBR) Lab. CBR	Passang Zam (RHS) : 13.47% [Refer Annex-A] Passang Zam (LHS) : 18.97% [Refer Annex-B] Samkhar Zam (RHS) : 13.88% [Refer Annex-C] Samkhar Zam (LHS) : 14.30% [Refer Annex-D] Beteni Zam (RHS) : 10.70% [Refer Annex-E] Beteni Zam (LHS) : 8.91% [Refer Annex-F] Chaplay Zam (RHS) : 15.17% [Refer Annex-G] Chaplay Zam (LHS) : 13.43% [Refer Annex-H] Telegang Zam (RHS) : 13.62% [Refer Annex-I] Telegang Zam (LHS) : 7.55% [Refer Annex-I]	Refer specification/code of practice for interpretation of test results

出所：調査団作成

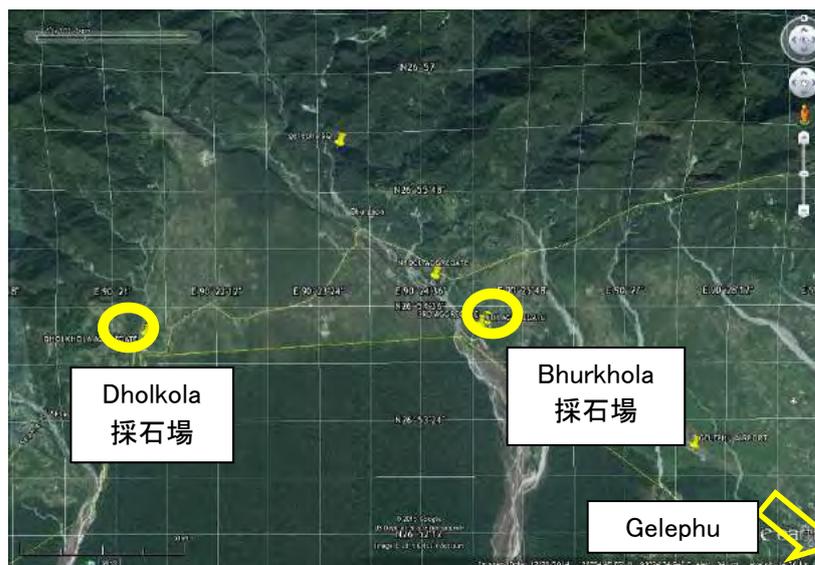
図 2.2.74 「室内 CBR 試験」の試験結果

(b) 材料（骨材）試験

道路舗装・橋梁建設に利用される骨材を採取する採石場を選定するために、図 2.2.75 に示す 2 か所の採石場における材料（骨材）試験を実施した。材料試験では、以下の項目を実施した。試験の結果に基づき、骨材は使用可能と判断されたため、上記 2 か所の採石場を本事業における候補地として特定した。なお、これらのサイトは、国道 4 号線沿いのアクセスの良いところに存在する。

<材料（骨材）試験内容>

1. 室内 CBR 試験（上記記述分）
2. 動的コーン貫入試験
3. 直接せん断試験
4. 含水比
5. 液性・塑性限界試験
6. 粒径分布試験
7. アルカリ反応性試験



出所：調査団作成

図 2.2.75 石場候補地

## 2.2.3 環境社会配慮

### 2.2.3.1 環境影響評価

#### (1) ベースとなる環境社会の状況

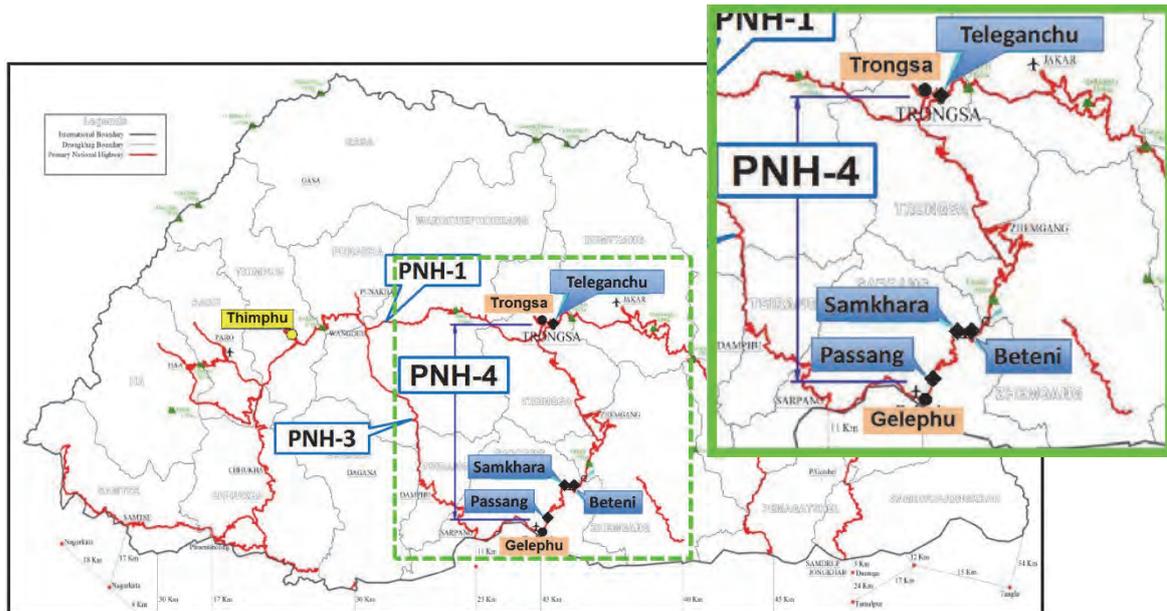
##### 1) 対象4橋の概要

本調査の対象となる4橋（既存橋）の概要と位置は次のとおりである。

表 2.2.29 既存橋4橋の概要

橋名（県・村）	橋の概要
テレガンチュ橋（Trongsa 県、Nubi 村）	RC-T 桁橋、橋長 25m、幅員 4.5m、1981 年建設
ベテニ橋（Sarpang 県、Jimecholing 村）	RC-T 桁橋、橋長 25m、幅員 4.2m、1987 年建設
サムカラ橋（Sarpang 県、Jimecholing 村）	鋼トラス橋、橋長 61m、幅員 4.3m、2001 年建設
パッサン橋（Sarpang 県、Gelephu 村）	鋼トラス橋、橋長 40m、幅員 7.5m、1970 年建設

出所：調査団作成



出所：調査団作成

図 2.2.76 対象4橋の位置

## 2) 河川・標高

調査対象橋梁の河川名と標高は、次表のとおりである。

表 2.2.30 事業区域の位置と周辺地形

橋梁名	橋梁位置		河川名	標高
	Dzongkhag	Gewog		
テレガンチュ橋	Trongsa	Nubi	Telegan chu	約 2,100m
ベテニ橋	Sarpang	Jimecholing	Beteni chu	約 1,100m
サムカラ橋	Sarpang	Jimecholing	Samkhara chu	約 900m
パッサン橋	Sarpang	Gelephu	Lodrai chu	約 300m

出所：調査団作成

## 3) 保護区

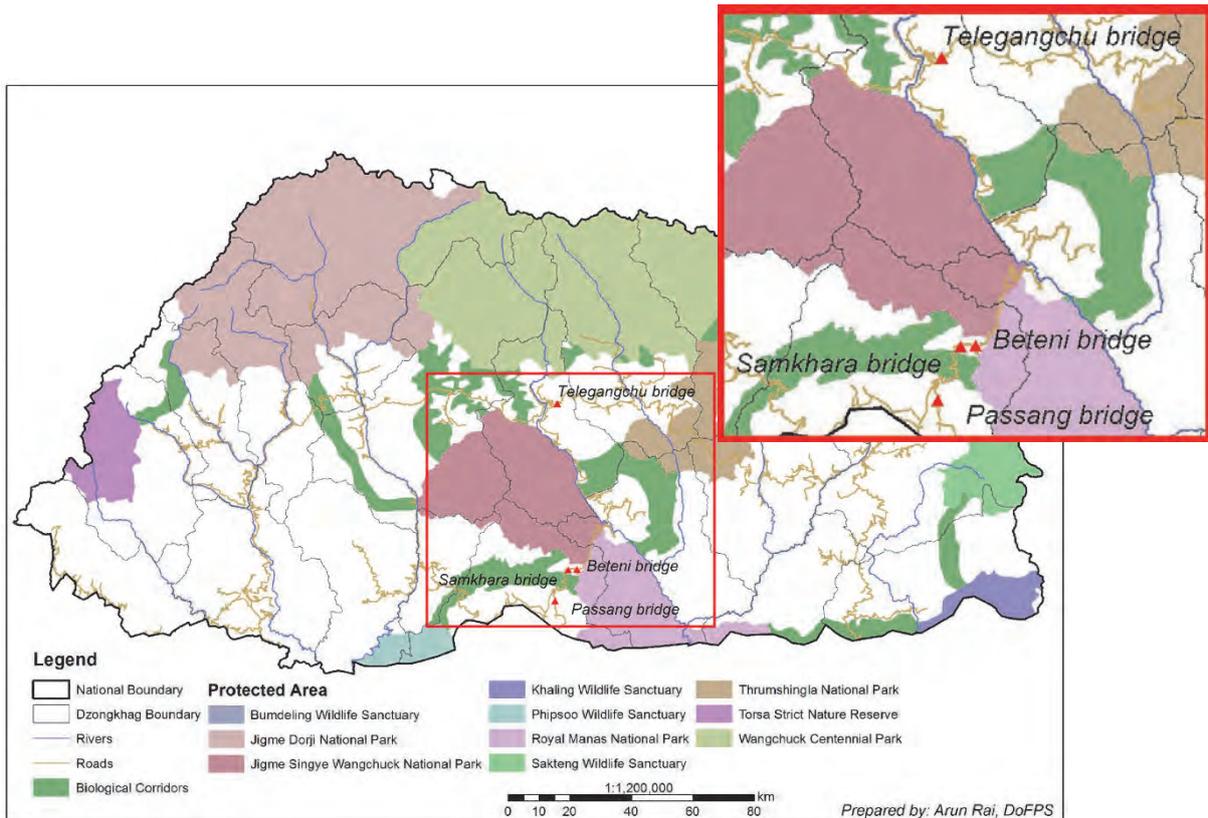
「ブ」国では国土の約5割が自然保護に関連する区域に指定されており、国立公園5箇所、野生生物保護区4箇所、自然保護区1箇所が存在する。その他にも、自然保護区域をつなぐバイオロジカル・コリドーが設けられており、これら全域が自然保護区域と見なされている。バイオロジカル・コリドーを含めた、これら自然保護に関連する区域は「Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995」によって規定されており、農業森林省（MoAF: Ministry of Agriculture and Forests）森林・公園管理局（DoFPS: Department of Forests and Park Service）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。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次表のように分類されている。

表 2.2.31 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が必要な場合がある。

出所：Forest and nature Conservation Rules, 2006

「ブ」国の保護区と調査対象橋梁の位置図は図 2.2.77 の通りである。保護区内の開発行為については上記の通り、規制があるが、本事業対象橋梁については、保護区の外に位置している。



出所：調査団作成

図 2.2.77 事業区域周辺の保護区

4) 人口

各橋梁が位置する県及び郡の人口は次表に示す通りである。なお対象4橋のうちベテニ橋、パッサン橋周辺で数軒の家があるが、他2橋の近隣に集落は無い。

表 2.2.32 プロジェクト対象地域（県及び郡）の人口

橋梁名	県名 (Dzongkhag)	人口	郡名(Gewog)	人口
テレガンチュ橋	Trongsa	13,419	Nubi	2,451
ベテニ橋	Sarpang	41,549	Jigmecholing	3,414
サムカラ橋	Sarpang	41,549	Jigmecholing	3,414
パッサン橋	Sarpang	41,549	Gelephu	3,975

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

## 5) 社会状況

「ブ」国における貧困者数（1日あたり USD1.25 以下で暮らす人）は減っており、2007年（約 24%）から 2012年（約 12%）の間でおおよそ半減している。各県別の 2007年と 2012年の貧困者数は次の表のとおりである。

表 2.2.33 対象地域（県）の貧困率

橋梁名	県名(Dzongkhag)	貧困者数	
		2007年	2012年
テレガンチュ橋	Trongsa	3,231	1,995
ベテニ橋	Sarpang	7,809	1,436
パッサン橋			
サムカラ橋			

出所：Bhutan Poverty Assessment 2014

## 6) 水域利用

対象橋梁の渡河河川の水域利用の状況について現地確認し、パッサン橋にはロドライ川の約 200m 上流から引いた水道管が敷設されており、周辺に位置する家、軍施設、寺などが飲料利用を含む、生活用水として利用している。他の各橋梁において、飲料、農業用水、その他生活用水としての河川の利用は見られなかった。

## (2) 相手国の環境社会制度・組織

### 1) 関連する法令や基準等

「ブ」国では次に記すような環境に関する法制度がある。

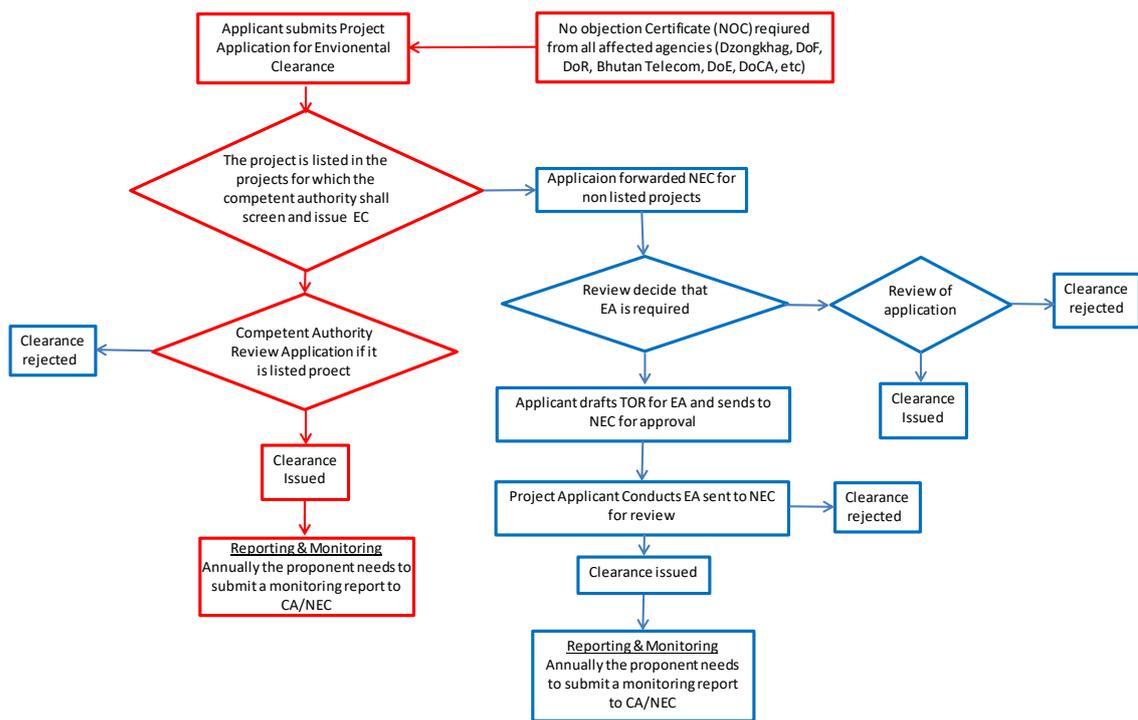
表 2.2.34 「ブ」国の関連する法令・基準等

番号	法令名称	発行年
1. 環境アセスメント・環境基準・環境申請に関する法令		
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
1-5	Notification of 42nd Session of NEC- Delegation and Exemption of Environment Clearance	2016年
2. 自然環境に関する法令		
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
3. 社会環境に関する法令		
3-2	Land Act of Bhutan 2007	2007年
3-3	Land Compensation Rates 2009	2009年

出所：調査団作成

上記「Environmental Assessment Act, 2000」には、全ての開発を目的とした事業については、所轄官庁（Competent Authority）から環境許認可（Environmental Clearance: EC）の取得が必要と規定している。また「Regulation for the Environmental Clearance of Projects 2002」には、環境許認可の発行に関する手続きと責任が規定されている。国立公園・森林保護区に関する法律としては、「Forest and Nature Conservation Rules, 2006」が制定されており、保護区の定義や保護区内での活動の制限などが規定されている。

環境許認可申請手続きのプロセスは図 2.2.78 の通りである。EC 取得の際には、事業実施者は申請書に加えて、Forest Clearance: FC と Dzongkhag Clearance: DC も事前に取得して提出する必要がある。さらに、プロジェクト位置が住居や学校病院の近隣や保護区域内等の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(No objection certificate: NOC)を取得する必要があり、取得後に環境許可を申請する。本事業の場合は、図 2.2.78 の赤線に示す通り、FC、DC、NOC を取得後、申請書(IEE)を提出し、許認可を取得するプロセスとなることが想定される。なお、Environmental Assessment Act, 2000 によると、EC の取得後に IEE が一般に公開されることとなっているが、詳細については記載されていない。よって、DoR 及び地方政府にて、IEE のハードコピーを一定期間中公開することを調査団より申し入れることとする。



出所：Application for Environmental Clearance Guideline for Highways and Roads

図 2.2.78 「ブ」国での環境認可手続きのフロー

## 2) EIA 及び IEE のクライテリア

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。DoR の環境ユニット及び NEC（国家環境委員会）のインタビューによる仮スクリーニング結果によれば、EIA が必要なのは保

護区内の開発である場合のみである。本調査対象の橋梁は保護区内に位置しないことから IEE に分類される。なお、本プロジェクトは JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年）に基づき、本プロジェクトはカテゴリ B（著しい影響はない）に分類されるため、IEE レベルの報告書作成が必要となる。また、“Environmental Assessment Act, 2000” 及び NEC との協議においても、現時点では IEE の報告書と許認可が必要となることから、IEE レベルの報告書を作成する。

### 3) 関係機関の役割と今後の手続き

環境許認可申請手続きに関する申請者は、本事業の場合、DoR である。環境許認可の申請先は Regulation for Environmental Clearance of Projects 2002 によると、各事業によって異なっているが、2016 年の通達(Notification of 42nd Session of NEC- Delegation and Exemption of Environment Clearance)において橋梁建設に関する所轄官庁は Dzongkhag Environment Committee (DEC) と規定されているため、本事業の EC 申請先は DEC となる。

また、本事業については先に述べた「ブ」国の関係法令に基づき、環境許認可取得の手続きを進めている。今後の環境手続き（準備する認可・資料とその提出先・発行元）をまとめたのが次の表である。

表 2.2.35 今後の環境手続き（各認可取得の申請先・発行元）

	テレガンチュ橋	ベテニ橋	サムカラ橋	パッサン橋
(i) FC 発行	DoFPS 支部 (シエムガン県)	DoFPS 支部 (サルパン県)		
(ii) DC 発行	トンサ県	サルパン県		
(iii) 申請	DoR が Application (申請書: IEE レベルのレポート) を各橋別に準備			
EC 取得	(i) (ii) (iii) を DEC に提出 → DEC が EC を発行			

出所: 調査団作成

### 4) 現況と今後の予定

上記の法令・手続き及び、NEC へのインタビューによると環境許認可は、申請から約 3 か月で取得できる。また、DoR に対して下図に示す環境許可申請手続きのスケジュールを示し、環境許可取得までのスケジュールの確認を行った。その結果、下記のスケジュールに従い手続きを実施し、許認可は 2017 年 2 月を目途に取得することを確認した。

Year/Month	2015						2016												2017	
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
Consensus Meeting with DOR, MoAF and NEC		■																		
Reconnaissance		■																		
Scoping		■																		
Stakeholder Meeting on Scoping Stage						■														
IEE Survey (simple survey and literature survey)		■	■																	
Preparation of IEE report			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Submission of IEE and approval Process																		■	■	■
Issue of Environmental clearance																				■

出所：調査団作成

図 2.2.79 環境許認可手続きスケジュール

(3) 代替案の比較検討

本案件では、各橋梁について、A.上流側に架橋、B.現況位置に架橋、C.下流側に架橋、D.架け替えなし（ゼロオプション）の4案について代替案の比較検討を行った。これらの代替案の比較検討結果を「第3章 3.2.2 基本計画」に示す。「ブ」国側との協議結果も含め、比較検討の結果、土砂崩壊地を避ける、また住民移転を可能な限り最小化する等の理由により各橋梁における最適案が選定された。

(4) スコーピング結果

本プロジェクトに係る環境・社会影響を現地調査で得られた情報・データを踏まえて、各橋梁の予測・評価を実施した。スコーピング結果と評価理由を次ページ以降に示す。

表 2.2.36 スコーピング結果：テレガンチュ橋

	No	影響要因 影響項目 (JICA)	総合評価	工事前/工事中							供用時		
				既存橋の解体を含む、用地取得、プロパティの喪失	本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制	森林伐採	土地改変 (切り盛り、掘削等)	建設機械及び建設車両の稼働	道路、駐車場、橋梁取り付け道路、その他関連設備の建設	工事区域における交通規制	工事関係者の流入及びベースキャンプの設置	通過交通量と走行速度の増加	道路の存在及び関連建築物 (SA 及び PA) の増加
汚染対策	1	大気汚染	B-				B-	B-	B-			B-	
	2	水質汚染	B-				B-				B-		
	3	廃棄物	B-				B-				B-		
	4	土壌汚染											
	5	騒音・振動	B-					B-	B-				
	6	地盤沈下											
	7	悪臭											
	8	底質											
自然環境	9	保護区											
	10	生態系	B-			B-							
	11	水象											
	12	地形・地質											
社会環境	13	住民移転・用地取得											
	14	貧困層											
	15	少数民族・先住民											
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+						B+			B+	
	17	土地利用や地域資源利用											
	18	水利用											
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B+									B+	
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織											
	21	被害と便益の偏在											
	22	地域内の利害対立											
	23	文化遺産											
	24	景観											
	25	ジェンダー											
	26	子どもの権利											
	27	HIV/AIDS 等の感染症											
	28	労働環境 (労働安全を含む)											
その他	29	事故	B-					B-		B-			
	30	越境の影響、及び気候変動											

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるが A に比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

表 2.2.37 スコーピング結果（評価理由）：テレガンチュ橋

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策		大気汚染	B-	B-	<p><b>工事中:</b> 建設機材の移動等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 交通量の増加に伴い、大気質への負の影響がある程度見込まれる。</p>
		水質汚濁	B-		<p><b>工事中:</b> 濁水が土工及び掘削作業により発生する可能性、及び有機汚染水が工事宿舎等から排出されると見込まれる。</p> <p><b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。</p>
		廃棄物	B-		<p><b>工事中:</b> 建設残土や廃材等の工事廃棄物の発生が想定される。さらに、し尿が工事宿舎から排出される。</p> <p><b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。</p>
		土壌汚染			<p><b>工事中/供用時:</b> 土壌を汚染するような化学物質等の排出は見込まれず、負の影響は想定されない。</p>
		騒音・振動	B-		<p><b>工事中:</b> 建設機械の移動等による騒音が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。</p>
		地盤沈下			<p><b>工事中/供用時:</b> 地盤沈下を引き起こすような作業はなく、負の影響は想定されない。</p>
		悪臭			<p><b>工事中/供用時:</b> 悪臭を引き起こすような作業等はなく、負の影響は想定されない。</p>
		底質			<p><b>工事中/供用時:</b> 底質へ影響を及ぼすような作業はなく、負の影響は想定されない。</p>
自然環境		保護区			<p><b>工事中/供用時:</b> 事業対象地に国立公園や保護区等は存在せず、負の影響は想定されない。</p>
	10	生態系	B-		<p><b>工事中:</b> 河川法面や周辺斜面等において数十本程度の樹木の伐採が見込まれる。</p> <p><b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。</p>
	11	水象			<p><b>工事中/供用時:</b> 河川の流況や河床の変化を引き起こすような作業は想定されない。</p>
	12	地形・地質			<p><b>工事中/供用時:</b> 切土が計画されているが限定的であり、負の影響は想定されない。</p>
社会環境	13	住民移転・用地取得			<p><b>工事前:</b> 住民移転・用地取得の必要性はなく、負の影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。</p>
	14	貧困層			<p><b>工事中/供用時:</b> プロジェクトサイト周辺は居住地域ではなく、負の影響は想定されない。</p>
	15	少数民族・先住民族			<p><b>工事中/供用時:</b> プロジェクトサイト周辺は少数民族及び先住民族の居住区域ではない。</p>
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<p><b>工事中/供用時:</b> 工事中には雇用機会の増加、供用後は交通量増加により地域経済の活性化が見込まれる。</p>
	17	土地利用や地域資源利用			<p><b>工事中/供用時:</b> プロジェクトサイトは政府所有の森林（雑木林）であり、想定される負の影響はない。</p>
	18	水利用			<p><b>工事中/供用時:</b> プロジェクトサイトにおける水利用は見られないため、負の影響は想定されない。</p>
	19	既存の社会インフラや社会サービス		B+	<p><b>工事中/供用時:</b> 供用後は周辺の社会インフラ・サービス（県庁等）へのアクセスが改善されると見込まれる。</p>
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			<p><b>工事中/供用時:</b> 県・村などの意思決定機関に変更はなく、政府所有の森林地帯（雑木林）であるため、負の影響は想定されない。</p>
	21	被害と便益の偏在			<p><b>工事中/供用時:</b> 本事業は既存橋梁の架け替えであり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはないと考えられる。</p>

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会環境	22	地域内の利害対立			<b>工事中／供用時:</b> 本事業は既存橋梁の架け替えであり、地域内の利害対立を引き起こすことはない。
	23	文化遺産			<b>工事前／供用時:</b> 事業対象地に宗教及び文化的遺産は存在せず、負の影響は想定されない。
	24	景観			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地周辺に法律で指定された景観対象地は存在しない。
	25	ジェンダー			<b>工事前・工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する重大な負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 子どもの権利に対する重大な負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中／供用時:</b> 本件は国際幹線道路でなく、負の影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）			<b>工事中:</b> 建設作業の労働環境について、関連する法律や規制に従って配慮する必要があるが、現時点で負の影響は想定されない。
その他	29	事故	B-		<b>工事中:</b> 建設車両が増加するため、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中／供用時:</b> 大規模な森林伐採も発生せず、使用する建設機械の数は限られているので、越境の影響や気候変動への負の影響は想定されない。

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるが A に比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

表 2.2.38 スコーピング結果：ベテニ橋

	No	影響項目 (JICA)	影響要因 総合評価	工事前/工事中								供用時		
				既存橋の解体を含む、用地取得、プロパティの喪失	本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制	森林伐採	土地改変 (切り盛土、掘削等)	建設機械及び建設車両の稼働	道路、料金所、駐車場、橋梁取り付け道路、その他関連設備の建設	工事区域における交通規制	工事関係者の流入及びベースキャンプの設置	通過交通量と走行速度の増加	道路の存在及び関連建築物 (SA 及び PA) の増加	移住者の流入増加
汚染対策	1	大気汚染	B-				B-	B-	B-			B-		
	2	水質汚染	B-				B-				B-			
	3	廃棄物	B-				B-				B-			
	4	土壌汚染												
	5	騒音・振動	B-					B-	B-					
	6	地盤沈下												
	7	悪臭												
	8	底質												
自然環境	9	保護区												
	10	生態系	B-			B-								
	11	水象												
	12	地形・地質												
社会環境	13	住民移転・用地取得	C	C										
	14	貧困層												
	15	少数民族・先住民												
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+						B+			B+		
	17	土地利用や地域資源利用												
	18	水利用												
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B+									B+		
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織												
	21	被害と便益の偏在												
	22	地域内の利害対立												
	23	文化遺産												
	24	景観												
	25	ジェンダー												
	26	子どもの権利												
	27	HIV/AIDS 等の感染症												
	28	労働環境 (労働安全を含む)												
その他	29	事故	B					B		B				
	30	越境の影響、及び気候変動												

評価

A+/-：重大な正負の影響

B+/-：ある程度の正負の影響があるが A に比較して小さい

C：現時点で影響の程度が不明確

空白：負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所：調査団作成

表 2.2.39 スコーピング結果（評価理由）：ベテニ橋

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	B-	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定される。 供用時：交通量の増加に伴い、大気質への負の影響がある程度見込まれる。
	2	水質汚濁	B-		工事中：濁水が土工及び掘削作業により発生する可能性、及び有機汚染水が工事宿舎等から排出されると見込まれる。 供用時：負の影響は想定されない。
	3	廃棄物	B-		工事中：建設残土や廃材等の工事廃棄物の発生が想定される。さらに、し尿が工事宿舎から排出される。 供用時：負の影響は想定されない。
	4	土壌汚染			工事中／供用時：土壌を汚染するような化学物質等の排出は見込まれず、負の影響は想定されない。
	5	騒音・振動	B-		工事中：建設機械の稼働等による騒音が想定される。 供用時：負の影響は想定されない。
	6	地盤沈下			工事中／供用時：地盤沈下を引き起こすような作業はなく、負の影響は想定されない。
	7	悪臭			工事中／供用時：悪臭を引き起こすような作業等はなく、負の影響は想定されない。
	8	底質			工事中／供用時：底質へ影響を及ぼすような作業はなく、負の影響は想定されない。
自然環境	9	保護区			工事中／供用時：事業対象地に国立公園や保護区等は存在せず、負の影響は想定されない。
	10	生態系	B-		工事中：河川法面や周辺斜面等において数本程度の樹木の伐採が見込まれる。 供用時：負の影響は想定されない。
	11	水象			工事中／供用時：河川の流況や河床の変化を引き起こすような作業は想定されない。
	12	地形・地質			工事中／供用時：地形の改変等は見込まれていない、負の影響は想定されない。
社会環境	13	住民移転・用地取得	C		工事前ごく一部用地取得の可能性はある。 供用時：負の影響は想定されない。
	14	貧困層			工事中／供用時：プロジェクトサイト周辺は居住地域ではなく、負の影響は想定されない。
	15	少数民族・先住民族			工事中／供用時：プロジェクトサイトは少数民族及び先住民族の居住区域ではない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	工事中／供用時：工事中は雇用機会の増加が、供用後は交通量増加により地域経済の活性化が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用			工事前／供用時：プロジェクトサイト周辺は政府所有の森林（雑木林）であり、想定される負の影響はない。
	18	水利用			工事中／供用時：プロジェクトサイトにおける水利用は見られないため、負の影響は想定されない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス		B+	工事中／供用時：供用後は社会インフラ・サービスへのアクセスの改善が見込まれる。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			工事中／供用時：県・村などの意思決定機関に変更はなく、政府所有の森林地帯（雑木林）であるため、負の影響は想定されない。
	21	被害と便益の偏在			工事中／供用時：本事業は既存橋梁の架け替えであり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはないと考えられる。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会環境	22	地域内の利害対立			<b>工事中／供用時:</b> 本事業は既存橋梁の架け替えであり、地域内の利害対立を引き起こすことはない。
	23	文化遺産			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地に宗教及び文化的遺産は存在せず、負の影響は想定されない。
	24	景観			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地周辺に法律で指定された景観対象地は存在しない。
	25	ジェンダー			<b>工事前・工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する重大な負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 子どもの権利に対する重大な負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中／供用後:</b> 本件は国際幹線道路でなく、負の影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）			<b>工事中:</b> 建設作業の労働環境について、関連する法律や規制に従って配慮する必要があるが、現時点での負の影響は想定されない。
その他	29	事故	B-		<b>工事中:</b> 建設車両が増加するため、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中／供用時:</b> 大規模な森林伐採も発生せず、使用する建設機械の数は限られている。よって、越境の影響や気候変動への負の影響は想定されない。

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるが A に比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

表 2.2.40 スコーピング結果：サムカラ橋

	No	影響項目 (JICA)	影響要因	総合評価	工事前/工事中							供用時		
					既存橋の解体を含む、プロパティの喪失	本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制	森林伐採	土地改変 (切り盛土、掘削等)	建設機械及び建設車両の稼働	道路、料金所、駐車場、橋梁取り付け道路、その他関連設備の建設	工事区域における交通規制	工事関係者の流入及びベースキャンプの設置	通過交通量と走行速度の増加	道路の存在及び関連建築物 (SA 及び PA) の増加
汚染対策	1	大気汚染	B-				B-	B-	B-			B-		
	2	水質汚染	B-				B-				B-			
	3	廃棄物	B-				B-				B-			
	4	土壌汚染												
	5	騒音・振動	B-					B-	B-					
	6	地盤沈下												
	7	悪臭												
	8	底質												
自然環境	9	保護区												
	10	生態系	B-			B-								
	11	水象												
	12	地形・地質												
社会環境	13	住民移転・用地取得												
	14	貧困層												
	15	少数民族・先住民												
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+						B+					
	17	土地利用や地域資源利用												
	18	水利用												
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B+								B+			
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織												
	21	被害と便益の偏在												
	22	地域内の利害対立												
	23	文化遺産												
	24	景観												
	25	ジェンダー												
	26	子どもの権利												
	27	HIV/AIDS 等の感染症												
	28	労働環境 (労働安全を含む)												
その他	29	事故	B-					B-		B-				
	30	越境の影響、及び気候変動												

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるが A に比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

表 2.2.41 スコーピング結果（評価理由）：サムカラ橋

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 環境	1	大気汚染	B-	B-	工事中：建設機材の移動等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定される。 供用時：交通量の増加に伴い、大気質への負の影響がある程度見込まれる。
	2	水質汚濁	B-		工事中：濁水が土工及び掘削作業により発生する可能性、及び有機汚染水が工事宿舎から排出されると見込まれる。 供用時：負の影響は想定されない。
	3	廃棄物	B-		工事中：建設残土や廃材等の工事廃棄物の発生が想定される。さらに、し尿が工事宿舎から排出される。 供用時：負の影響は想定されない。
	4	土壌汚染			工事中／供用時：土壌を汚染するような化学物質等の排出は見込まれず、負の影響は想定されない。
	5	騒音・振動	B-		工事中：建設機械の移動等による騒音が想定される。 供用時：負の影響は想定されない。
	6	地盤沈下			工事中／供用時：地盤沈下を引き起こすような作業はなく、負の影響は想定されない。
	7	悪臭			工事中／供用時：悪臭を引き起こすような作業はなく、負の影響は想定されない。
	8	底質			工事中／供用時：底質へ影響を及ぼすような作業はなく、負の影響は想定されない。
自然 環境	9	保護区			工事中／供用時：事業対象地に国立公園や保護区等は存在せず、負の影響は想定されない。
	10	生態系	B-		工事中：河川法面や周辺斜面等において数十本程度の樹木の伐採が見込まれる。 供用時：負の影響は想定されない。
	11	水象			工事中／供用時：河川の流況や河床の変化を引き起こすような作業は想定されない。
	12	地形・地質			工事中／供用時：切土が計画されているが限定的であり、負の影響は想定されない。
社会 環境	13	住民移転・用地取得			工事前：小屋はDoRの所有であり、住民移転・用地取得の必要性はなく、負の影響は想定されない。
	14	貧困層			工事前／供用時：プロジェクトサイト周辺は居住地域ではなく、負の影響は想定されない。
	15	少数民族・先住民族			工事前／供用時：プロジェクトサイトは少数民族及び先住民族の居住区域ではない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	工事中／供用時：工事中は雇用機会の増加が、供用後は交通量の増加により、地域経済の活性化が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用			工事前：プロジェクトサイトは政府所有（DoR）の土地であり、想定される負の影響はない。 供用時：想定される負の影響はない。
	18	水利用			工事中／供用時：プロジェクトサイトにおける水利用は見られないため、負の影響は想定されない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス		B+	工事中／供用時：供用後は社会インフラ・サービスへのアクセスの改善が見込まれる。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			工事中／供用時：県・村などの意思決定機関に変更はなく、政府所有の雑草地・雑木林であるため、負の影響は想定されない。
	21	被害と便益の偏在			工事中／供用時：本事業は既存橋梁の架け替えであり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはないと考えられる。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会環境	22	地域内の利害対立			<b>工事中／供用時:</b> 本事業は既存橋梁の架け替えであり、地域内の利害対立を引き起こすことはない。
	23	文化遺産			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地に宗教及び文化的遺産は存在せず、負の影響は想定されない。
	24	景観			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地周辺に法律で指定された景観対象地は存在しない。
	25	ジェンダー			<b>工事前・工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する重大な負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 子どもの権利に対する重大な負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中／供用時:</b> 本件は国際幹線道路でなく、負の影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）			<b>工事中:</b> 建設作業の労働環境について、関連する法律や規制に従って配慮する必要があるが、現時点で負の影響は想定されない。
その他	29	事故	B-		<b>工事中:</b> 建設車両が増加するため、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中／供用時:</b> 大規模な森林伐採も発生せず、使用する建設機械の数は限られている。よって、越境の影響や気候変動への負の影響は想定されない。

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるがAに比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

表 2.2.42 スコーピング結果：パッサン橋

	No	影響項目 (JICA)	影響要因	総合評価	工事前/工事中							供用時		
					既存橋の解体を含む、用地取得、プロパティの喪失	本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制	森林伐採	土地改変 (切り盛土、掘削等)	建設機械及び建設車両の移動	道路、料金所、駐車場、橋梁取り付け道路、その他関連設備の建設	工事区域における交通規制	工事関係者の流入及びベースキャンプの設置	通過交通量と走行速度の増加	道路の存在及び関連建築物 (SA 及び PA)の増加
汚染対策	1	大気汚染	B-				B	B				B		
	2	水質汚染	B-				B				B			
	3	廃棄物	B-				B				B			
	4	土壌汚染												
	5	騒音・振動	B-					B	B					
	6	地盤沈下												
	7	悪臭												
	8	底質												
自然環境	9	保護区												
	10	生態系	B-			B								
	11	水象												
	12	地形・地質												
社会環境	13	住民移転・用地取得												
	14	貧困層												
	15	少数民族・先住民												
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+							B+				
	17	土地利用や地域資源利用												
	18	水利用												
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B±							B-		B+		
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織												
	21	被害と便益の偏在												
	22	地域内の利害対立												
	23	文化遺産												
	24	景観												
	25	ジェンダー												
	26	子どもの権利												
	27	HIV/AIDS 等の感染症												
	28	労働環境 (労働安全を含む)												
その他	29	事故	B-					B-		B-				
	30	越境の影響、及び気候変動												

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるが A に比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

表 2.2.43 スコーピング結果（評価理由）：パッサン橋

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
環境 汚染	1	大気汚染	B-	B-	<b>工事中:</b> 建設機材の移動等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定される。 <b>供用時:</b> 交通量の増加に伴い、大気質への負の影響がある程度見込まれる。
	2	水質汚濁	B-		<b>工事中:</b> 濁水が土工及び掘削作業により発生する可能性、及び有機汚染水が工事宿舎から排出されると見込まれる。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	3	廃棄物	B-		<b>工事中:</b> 建設残土や廃材等の工事廃棄物の発生が想定される。さらに、し尿が工事宿舎から排出される。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	4	土壌汚染			<b>工事中/供用時:</b> 土壌を汚染するような化学物質等の排出は見込まれず、負の影響は想定されない。
	5	騒音・振動	B-		<b>工事中:</b> 建設機械の移動等による騒音が想定される。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	6	地盤沈下			<b>工事中/供用時:</b> 地盤沈下を引き起こすような作業はなく、負の影響は想定されない。
	7	悪臭			<b>工事中/供用時:</b> 悪臭を引き起こすような作業等はなく、負の影響は想定されない。
	8	底質			<b>工事中/供用時:</b> 底質へ影響を及ぼすような作業はなく、負の影響は想定されない。
自然環境	9	保護区			<b>工事中/供用時:</b> 事業対象地に国立公園や保護区等は存在せず、負の影響は想定されない。
	10	生態系	B-		<b>工事中:</b> 河川法面や周辺斜面等において数十本程度の樹木の伐採が見込まれる。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	11	水象			<b>工事中/供用時:</b> 河川の流況や河床の変化を引き起こすような作業は想定されない。
	12	地形・地質			<b>工事中/供用時:</b> 切土が計画されているが限定的であり、負の影響は想定されない。
社会環境	13	住民移転・用地取得	C		<b>工事前:</b> 取付け道路用地の一部が用地取得の対象となる可能性がある。/ <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	14	貧困層			<b>工事前/供用時:</b> プロジェクトサイト周辺は居住地域ではなく、負の影響は想定されない。
	15	少数民族・先住民族			<b>工事前/供用時:</b> プロジェクトサイトは少数民族及び先住民族の居住区域ではない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<b>工事中/供用時:</b> 工事中は雇用機会の増加が、供用後は交通量増加により地域経済の活性化が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用			<b>工事前:</b> プロジェクトサイトは政府所有の森林（雑木林）であり、想定される負の影響はない。 <b>供用時:</b> 想定される負の影響はない。
	18	水利用			<b>工事中/供用時:</b> プロジェクトサイトにおける水利用は見られないため、負の影響は想定されない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス		B+	<b>工事中/供用時:</b> 工事中は周辺の社会インフラ・サービス（統計局や寺院等）へのアクセスに支障が生じるが、供用後は改善が見込まれる。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			<b>工事中/供用時:</b> 県・村などの意思決定機関に変更はないので、負の影響は想定されない。
	21	被害と便益の偏在			<b>工事中/供用時:</b> 本事業は既存橋梁の架け替えであり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはないと考えられる。
	22	地域内の利害対立			<b>工事中/供用時:</b> 本事業は既存橋梁の架け替えであり、地域内の利害対立を引き起こすことはない。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社 会 環 境	23	文化遺産			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地に宗教及び文化的遺産は存在せず、負の影響は想定されない。
	24	景観			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 事業対象地周辺に法律で指定された景観対象地は存在しない。
	25	ジェンダー			<b>工事前・工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する重大な負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事前・工事中／供用時:</b> 子どもの権利に対する重大な負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中／供用時:</b> 本件は国際幹線道路でなく、負の影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）			<b>工事中:</b> 建設作業の労働環境について、関連する法律や規制に従って配慮する必要があるが、現時点で負の影響は想定されない。
そ の 他	29	事故	B-		<b>工事中:</b> 建設車両が増加するため、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 負の影響は想定されない。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中／供用時:</b> 大規模な森林伐採も発生せず、使用する建設機械の数は限られている。よって、越境の影響や気候変動への負の影響は想定されない。

評価

A+/- : 重大な正負の影響

B+/- : ある程度の正負の影響があるがAに比較して小さい

C : 現時点で影響の程度が不明確

空白 : 負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所 : 調査団作成

(5) 影響の評価

全4橋梁における影響の評価結果を表2.2.44に示す。

表 2.2.44 環境影響評価の結果（全4橋）

分類	No	影響項目	スコーピング時の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
策 環 境 汚 染	1	大気汚染	B-	B-	B-	B-	<b>工事中</b> ：建設機材の稼働等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定される。 <b>供用後</b> ：交通量増加に伴い大気質への負の影響が見込まれる
	2	水質汚濁	B-		B-		<b>工事中</b> ：濁水が土工・掘削作業により発生する可能性が見込まれる。
	3	廃棄物	B-		B-		<b>工事中</b> ：工事に伴い建設廃棄物（残土、伐採樹木、アスファルト、コンクリート塊等）が発生する。労働者キャンプから廃棄物（一般廃棄物、廃水）が発生する。工所用機械から排油等が発生する。
	4	土壌汚染					本項目への影響はない。
	5	騒音・振動	B-		B-		<b>工事中</b> ：建設工事に伴い、建設機械が稼働し一時的な騒音・振動が想定される。
	6	地盤沈下					本項目への影響はない。
	7	悪臭					本項目への影響はない。
	8	底質					本項目への影響はない。
自 然 環 境	9	保護区					本項目への影響はない。
	10	生態系	B-		B-		<b>工事中</b> ：河川法面や周辺斜面等において数十本程度の樹木伐採の可能性がある（植生消失）
	11	水象					本項目への影響はない。
	12	地形・地質					本項目への影響はない。
社 会 環 境	13	住民移転・用地取得	C				ベテニ橋とパッサン橋で用地取得の可能性があったが、線形を工夫したことにより、用地取得は生じず、本項目への影響はない。
	14	貧困層					本項目への影響はない。
	15	少数民族・先住民族					本項目への影響はない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	工事中は雇用機会の増加が、供用後は交通量増加による地域経済の活性化が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用					本項目への影響はない。
	18	水利用					本項目への影響はない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B±	B+	B±	B+	<b>工事中</b> ：パッサン橋においては、社会インフラ・サービスへ支障が生じる。 <b>供用後</b> ：社会インフラ・サービスへのアクセスが改善される。
	20	社会関係資本・社会組織					本項目への影響はない。
	21	被害と便益の偏在					本項目への影響はない。
	22	地域内の利害対立					本項目への影響はない。
	23	文化遺産					本項目への影響はない。
	24	景観					本項目への影響はない。
	25	ジェンダー					本項目への影響はない。
	26	子どもの権利					本項目への影響はない。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

分類	No	影響項目	スコーピング時の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
全社環境	27	HIV/AIDS等の感染症					本項目への影響はない。
	28	労働環境					本項目への影響はない。
その他	29	事故	B-		B-		工事中：工事中の事故及び工事車両の増加による交通事故の増加が懸念される。
	30	越境の影響・気候変動					本項目への影響はない。

評価

A+/-：重大な正負の影響

B+/-：ある程度の正負の影響があるがAに比較して小さい

C：現時点で影響の程度が不明確

空白：負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出所：調査団作成

(6) 緩和策・環境管理計画

4橋にかかる緩和策案およびそれに基づく環境管理計画案を表2.2.45に示す。

表 2.2.45 環境管理計画一覧

分類	No.	影響項目	概要（緩和策）	実施機関	責任機関	費用
施工中						
全社環境	1	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 定期的な大気質の計測</li> <li>✓ 低汚染タイプの建設機材の使用と定期的なメンテナンス</li> <li>✓ 不要なアイドリングを避ける</li> <li>✓ 工事中の散水</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む
	2	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 定期的な水質検査の実施</li> <li>✓ 建設機器等からのオイル漏れ防止</li> <li>✓ 土砂流出防止シートの設置</li> <li>✓ 排水施設、沈砂場の設置</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む
	3	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 再利用の可能性を検討する</li> <li>✓ ゴミの分別回収・廃棄</li> <li>✓ 土捨て場の特定と運搬・処分</li> <li>✓ 廃油の適切な処理</li> <li>✓ キャンプへの浄化槽等の廃水処理施設の設置</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む
	4	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 工事時間の制限(夜間は工事を行わない)</li> <li>✓ 低騒音・低振動タイプの建設機材の使用と定期的なメンテナンスの実施</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む
全社環境	5	生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 植樹（街路樹としてなど）</li> <li>✓ 可能な限り果樹・有用樹の伐採を避ける</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む
全社環境	6	既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 工事期間・計画の道路利用者や周辺住民への事前広告</li> <li>✓ 通行通路の確保</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む
その他	7	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 工事中等を示す標識や夜間照明等の設置。</li> <li>✓ 住民の工事現場への立ち入り防止のためのフェンス等設置</li> <li>✓ 工事車両駐車スペースの確保</li> <li>✓ 交通整理員の配置</li> </ul>	施工業者	事業者 (DoR)	事業費に含む

分類	No.	影響項目	概要（緩和策）	実施機関	責任機関	費用
供用後						
継続	1	大気汚染	✓ 定期的な大気質の計測	事業者 (DoR)	事業者 (DoR)	事業費に含む
新規	2	事故	✓ 標識の設置	事業者 (DoR)	事業者 (DoR)	事業費に含む

出所：調査団作成

### (7) 環境モニタリング計画（案）

4橋にかかる環境モニタリング計画案を表2.2.46に示す。なお環境モニタリングの結果については、①工事中は四半期ごとに、供用後は半年ごとにJICAへ提出すること、②JICAウェブサイトでも公開することをDoRに申し入れる。

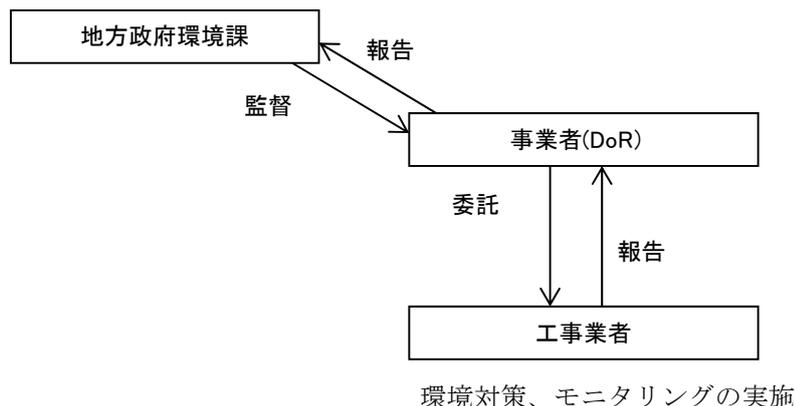
表2.2.46 モニタリング計画（4橋）

環境項目	項目	地点	頻度	実施機関	責任機関
【工事中】（4橋）					
大気	TSP, PM <sub>10</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> 等のうち、ベースラインデータにおいて測定した項目	工事現場近隣	4回/年	施工業者	事業者(DoR)
騒音	工事に伴う騒音	工事現場近隣	4回/年	施工業者	事業者(DoR)
水質	pH, SS, BOD, EC, 大腸菌群等のうち、ベースラインデータにおいて測定した項目	工事現場河川	1回/月	施工業者	事業者(DoR)
廃棄物	建設廃棄物の種類・量・処分場	工事現場及び廃棄物処分場	4回/年	施工業者	事業者(DoR)
事故	事故の件数・内容	工事区域	4回/年	施工業者	事業者(DoR)
【供用後】（4橋）					
大気	TSP, PM <sub>10</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> 等のうち、ベースラインデータにおいて測定した項目	工事現場近隣	2回/年	施工業者	事業者(DoR)
事故	事故の件数・内容	工事区域	2回/年	施工業者	事業者(DoR)
【工事中】（パッサン橋）					
既存の社会インフラや社会サービス	苦情・意見等の件数	工事現場付近	適宜	施工業者	事業者(DoR)

出所：調査団作成

### (8) 実施体制・予算

工事中の環境管理の実施体制と組織の役割を図2.2.80に示す。環境管理計画にもとづく環境緩和策及び環境モニタリング調査は、事業者の責任のもとで、施工監理コンサルタントの監督の下で工事請負業者（コントラクター）が実施する。



出所：調査団作成

図 2. 2. 80 工事中の環境管理実施体制

月報において環境緩和策実施結果や環境モニタリング結果が整理され、施工監理コンサルタントの確認が行われた後、DoR を通じて中央政府及び地方政府環境課にこれらの結果は提出されるとともに、県及び村の代表に報告がなされる。

なお、環境緩和策費用及び環境モニタリング実施にかかる費用は、建設費に含まれる。

工事に関する住民からの苦情は、事業者の地方事務所が対応窓口を設けて受け付け、必要に応じ事業者から工事業者に対応を指示する。窓口へのアクセスの方法（所在、電話番号等）は工事業者を通じて事前に住民に周知する。苦情に対する初期対応は事業者の地方事務所職員が担い、解決に向けて話し合い等を重ねる。対応が難しい場合は、中央の事業者が対応する順序となっている。また事業者の地方事務所は、地方政府の環境課にも報告しなければならない。さらに解決が難しい場合は、裁判所に提訴し、法の判断を仰ぐこととなる。

一連の苦情処理に係る責任主体は事業者（本件では DoR）である。

### 2. 2. 3. 2 用地取得・住民移転

#### (1) 用地取得・住民移転の必要性

本案件では、地籍図の入手、現地踏査等により、用地取得・住民移転の必要性について確認した。その結果、橋梁設計及び道路設計における線形の工夫等から、用地取得及び住民移転は発生しない。また、本案件対象地における非正規住民は、存在しないことを確認した。

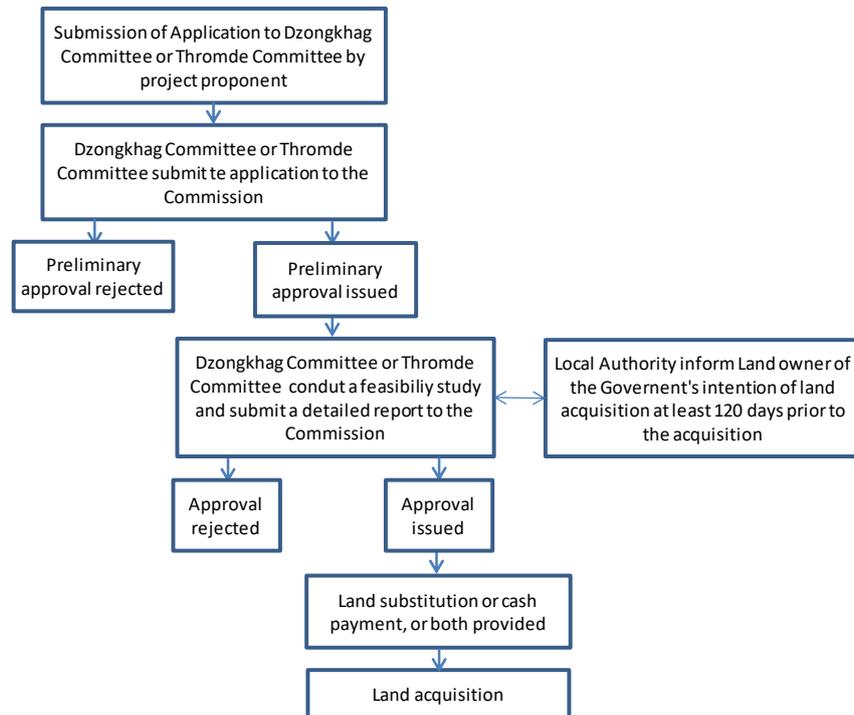
#### (2) 用地取得に関する法令や基準等

##### 1) 用地取得に関する法令

「ブ」国では用地取得に関して、「Land Act 2007」が施行されている。Land Act 2007 によれば、主な責任主体は国の事業者、プロジェクト位置のある地方政府（県）及び国家土地委員会（NLC）である。

土地収用の手続きは、以下のフロー図の通りとなっている。まず、土地収用を求める事業者は、地方政府に所在する“Dzongkhag Land Acquisition and Allotment Committee”（DLAAC）に取得したい用地の所在地・面積・土地利用等を記載した書類をもって申請する。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いる。それら移転地や補償金額、及び必要な許認可をまとめた用地取得計画詳細レポートについて、土地所有者と協議、合意を経た後、NLCに提出される。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。



出所：Land Act 2007 及び NLC とのインタビューに基づき調査団作成

図 2.2.81 用地取得フロー図

## 2) 補償制度

上記用地取得法により、公共事業における補償は、a. 土地、b. 建物、c. 果樹／樹木、d. その他の対象物に対して実施すると規定されている。補償形態は、1) 金銭、2) 代替地または1)、2)の組み合わせによる。

土地収用に関し審査・承認する機関は NLC であり、土地の補償価格については、財務省下の資産評価査定庁 (Property Asset and Valuation Agency (PAVA)) が公定価格を決めている。現在適用している公定価格は 2009 年発行の“Land Compensation Rates 2009”である。最終的な補償額は、“Land Compensation Rates 2009”で定めている公定価格に加え、現地市場価格、道路へのアクセス等その他の要素を考慮した価格が、各県に設置された査定委員会を通して決定される。

## 3) 国際基準とのギャップとそれらを埋める方策

住民移転及び用地取得に関して、JICA を含む国際機関の要求事項と「ブ」国の関連法律 (現との比較を行った。「ブ」国の法令 (現行法律及び細則) と世界銀行 Operational Policy (OP) との比較 (案) を表 2.2.47 にまとめた。

表 2.2.47 用地取得と住民移転に係る「ブ」国の法令と世界銀行 Operational Policy (OP. 4.12) との比較一覧表 (案)

視点	世界銀行 Operational Policy (OP)4.12	「ブ」国の法令及び WB OP4.12 とのギャップ	ギャップを埋める方策
1) 移転計画の作成義務	住民移転を生ずるすべてのプロジェクトについて移転計画もしくは簡易移転計画を作成することが求められる。(OP.4.12 para 17)	公共事業において事業者及びプロジェクト位置の県政府は用地取得計画を作成し、国家土地委員会に提出することを義務づけている。住民移転計画の作成に関する規定はない。(法律 Land Act 2007)	不要 (住民移転は発生しない)
2) 非自発的移転最小化	可能な場合、非自発的移転の回避。不可能な場合は、最小限にするべく全ての可能な代替設計の検討 (OP.4.12 para 2)	非自発的移転の影響を最小限に抑える方針は見当たらない。	本調査団は、準備調査の段階で非自発的住民移転を可能な限り最小化することを基本方針とした。
3) 補償対象	補償対象は、住居の移転もしくは損失、資産、資産へのアクセスの損失など物質的なものに加え、収入源もしくは生計手段の損失も含める (OP.4.12 para 3)	補償対象物は、土地所有権、建物、果樹/樹木、その他の対象物である。(Land Act 2007)	不要 (本調査では用地取得及び住民移転は発生しない。)
4) 非正規住民の取扱	法的な土地所有者ではないが、土地や資産への要求があり、同国の法律で認められる場合は補償が与えられる。法的な土地所有者ではないが、プロジェクト実施者が設定した締切日前 (cut-off date) に居住している場合は、移転支援等が受けられる (OP.4.12 para 16)	本プロジェクトでは非正規居住者は確認されていない (なお、「ブ」国において非正規居住者に対する補償についての規定はない。)	不要 (本調査では対象となる非正規居住者が存在しない。)
5) 補償額の算定方法	再取得価格 (replacement cost) として以下のように計上。(資産の減価償却は行わない) 農地：プロジェクト前/解体前の市場地価の高い方+土地の整備費用+登録と移転に掛かる税金 都市部：解体前の市場価格+登録と移転に掛かる税金 家やその他の資産：影響を受ける資産と同等の価値もしくはそれより良い状態で新築した際の資材の市場価格+資材輸送費+労働と建設費+登録と移転に掛かる税金 (OP.4.12 para 6(a)(ii), O.P 4.12 footnote 11, O.P 4.12 Annex footnote 1)	Land Act 2007 及び関連法令では補償額の算定法について財務省下の資産評価査定庁 (Property Asset and Valuation Agency (PAVA)) が評価し決定することとなっている。現在は "Land Compensation Rates 2009" に基づき、市場価格を考慮した金額で補償が行われることとなっている。	不要 (本調査では用地取得及び住民移転は発生しない。)
6) 再定住地支援、生計回復支援	移転地での移行期間の支援、補償の提供以外の生計回復支援 (土地準備、信用取引、訓練、雇用創出等) (OP.4.12 para 6(c))	本プロジェクトでは住民移転は発生しない (法律上明記なし)	不要 (本調査では用地取得及び住民移転は発生しない。)
7) 弱者への配慮	非自発的移転者の中でも、貧困レベル以下の者や土地を所有しない者、老人、女性、子供、先住民、少数民族への配慮が必要。(OP.4.12 para 8)	本プロジェクトでは弱者等は確認されていない (法律上は明記なし)	不要 (本調査では用地取得及び住民移転は発生しない。)

備考) 世界銀行 OP4.12、「ブ」国法律 Land Act 2007、JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)の比較分析により作成  
出所：調査団作成

### 2.2.3.3 ステークホルダー協議

JICA 環境社会配慮ガイドライン及び「ブ」国法規に基づき、ステークホルダー協議が2015年8月17日、11月30日の日程で開催された。8月17日にテレガンチュ橋があるトンサ県において、県知事、トンサ県環境担当者との会議を行った。11月30日には、サルパン県にてベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋の3橋について、県の職員及びDoR 地方事務所スタッフ、各橋梁近隣の住民を対象に、プロジェクトに関する協議を行った。

各協議においては、地元自治体の関係者からの挨拶、事業概要及び想定される環境影響と環境影響評価の調査方針について説明を行った。これを受け、参加者と地方自治体関係者及びDoR スタッフとの間で質疑応答が行われた。各協議の概要及び主な意見を表 2.2.48 に、協議の様子を図 2.2.82 に示す。

表 2.2.48 現地ステークホルダー協議の概要

日程	対象プロジェクト 開催場所	主な参加者 及び人数 (概数)	主な意見と回答
1. 10:00-11:00 17th August, 2015	Teleganchu Bridge Trongsa Dzongkhag Office, Trongsa	政府 3 人、 調査団 2 人 計 5 人*1	Q1: 建設業者はどこの業者となるのか。ブ国の業者となることはあるか。(知事) A1: 本事業の実施段階において建設業者は、日本の業者となる。ブ国の業者は下請けとして雇用が検討される。(→質問者了解)
2. 10:00-12:00 30th November, 2015	Passang Bridge Gelephu Gewog, Sarpang	住民 25 人 (女性 47%) 政府 13 人 調査団 2 人 計 40 人	Q1: 現橋には水道管が設置されており、橋梁の架け替えの際引き続き使用することはできるのか。また、工事の影響で飲み水に対する汚染の影響はないか。(村民) A1: 水道管は工事中及び新橋供用後にも DoR 及び事業者によって付け替えられるよう対応する。また、現在の飲み水の水源は新橋計画位置より 2km 以上上流側にあり、工事による影響はないと想定される。(→質問者了解) Q2: 護岸工事範囲は、上流側下流側共に延長 10m と説明があったが、このエリアは夏に洪水が起きやすいため、上流側の護岸工事の規模を拡大してほしい。長期的視点より可能な限り長くしてほしいが、最低上流側は 20m、下流側 10m の護岸対策を希望する。(知事) A2: 要望について、検討する。上流側 20m、下流側 10m 以外の範囲については DoR に対応を依頼する。(→質問者了解) Q3: 現在 DoR によりバイパス (迂回路) が建設されているが、夏の水量には対応しきれない場合、流される可能性がある。工事中はこのバイパスを迂回路として利用することとしているが、流された場合はどうするか。(地方政府関係者) A2: バイパス (迂回路) については、既に DoR の HQ と DoR が建設及び維持管理をするものとして、調査団と合意済みであるため、再度対応につき確認する。(→質問者了解) 【その他意見】 ✓ 土捨て場を特定し、国有地であることが確認された。利用についても、Forest Officer より承諾を得た。
3. 14:30-16:00 30th November, 2015	Beteni Bridge and Samkhala Bridge Jigmicholing Gewog, Sarpang Trong Gewog, Zhemgang	住民 23 人 (女性 48%) 政府 8 人 調査団 2 人 計 23 人	Q1: (Beteni 橋) Trongsa 側の斜面に新しくお店を建てたが、影響はあるか。(村民) A1: 用地取得等の影響は想定されない。(→質問者了解) Q2: (Beteni 橋) 今回の工事で切土は発生するか。(村民) A2: Gelephu 側の取付道路脇斜面の切土が一部発生する予定である。(→質問者了解) 【その他意見】 ✓ (Samkhara 橋・Beteni 橋) 現在は使用していない DoR の建物があるが、取り壊しは問題ないことを確認した。(Samkhara 橋) DoR の建物に接続する電柱及び電線 (現在未使用) の撤去について、承認された。許認可取得等の手続きが不要なことについても確認した。 ✓ (Samkhara 橋・Beteni 橋) 土捨て場を検討し、国有地であることが確認された。利用についても、承諾を得た。

\*1 Teleganchu 橋付近には住民の居住がなく、直接影響を受ける住民は存在しないため、参加者に住民は含まれていない。

出所: 調査団作成



出所：調査団撮影

図 2.2.82 ステークホルダー協議開催状況

#### 2.2.3.4 その他

##### (1) モニタリングフォーム案

重要な環境項目に係る環境モニタリングフォーム（案）を表 2.2.49 に示す。

表 2.2.49 環境モニタリングフォーム（案）

- － モニタリングは、環境レビューによって JICA によるモニタリングが必要と判断された項目について、プロジェクト実施主体者が測定値等を JICA に定期的に提出することで行うが、提出にあたっては、以下モニタリングフォームを必要に応じ参照する。
- － モニタリング項目、頻度、方法等を定めるにあたっては、プロジェクトのフェーズあるいはライフサイクル（建設フェーズと操業フェーズなど）に留意する。

1. 汚染対策

－ 大気質（排出ガス測定値および周辺大気環境測定値）【4 橋】（工事中・供用後）

項目	単位	測定値 (平均値)	測定値 (最大値)	現地基準	参照した 国際的基準 (日本基準)	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
TSP	μg/m <sup>3</sup>			200 (24 時間平均値)	SPM (0.1mg/m <sup>3</sup> )	- 取付道路、住宅地の境界上 (1 地点 × 4 橋) - 工事中 4 回/年 - 供用後 2 回/年 - ハイボリュームエアサンプラー
NO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>			80 (24 時間平均値)	0.04-0.06(ppm)	
SO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>			80 (24 時間平均値)	0.04(ppm)	
CO	μg/m <sup>3</sup>			2,000 (8 時間平均値)	10(ppm)	
PM <sub>10</sub>	μg/m <sup>3</sup>			100 (24 時間平均値)	SPM (0.1mg/m <sup>3</sup> )	

－ 水質（排水測定値および周辺水域環境測定値）【4 橋】（工事中）

項目	単位	測定値 (平均値)	測定値 (最大値)	現地基準	参照した 国際的基準 (日本基準)	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
pH	-			6-9	6.5-8.5	- 影響がある下流側(1 地点 × 4 橋) - 工事中 1 回/月 - 採水
DO	mg/l			-	2	
TSS	mg/l			-	SS 100	
BOD	mg/l			50	8	
Total Coliform	1,000 MPN/ 100ml			10,000	-	
EC	μS/cm			2,000	-	

－ 騒音・振動【4 橋】（工事中）

項目	単位	測定値 (平均値)	測定値 (最大値)	現地基準	参照した 国際的基準 (日本基準)	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
騒音レベル	dB(A)			工業地帯 昼間 (0600-2200): 75 dB(A) 夜間 (2200-0600): 65 dB(A) * モニタリングは工事中期間のみを想定しているため、工業地帯の数値を適用する。	特定建設作業騒音 85 dB(A) (90%レンジの上端値)	- 工事区域、住宅地の境界上(1 地点 × 4 橋) - 工事中 4 回/年 - 騒音計

－ 廃棄物【4橋】（工事中）

モニタリング項目	報告期間中の状況	備考 （測定場所、頻度、方法等）
建設廃棄物の種類・量・処分場		- 工事現場及び廃棄物処分場 - 工事中4回/年

2. 社会環境・その他

－ 既存の社会インフラや社会サービス【パッサン橋】（工事中）

モニタリング項目	報告期間中の状況	備考 （測定場所、頻度、方法等）
苦情・意見等の件数		- 工事現場近隣 - 適宜

－ 事故【4橋】（工事中・供用後）

モニタリング項目	報告期間中の状況	備考 （測定場所、頻度、方法等）
事故の件数・内容		工事区域 - 工事中4回/年 - 供用後2回/年

出所：調査団作成

(2) 環境チェックリスト

JICA 環境チェックリスト (12.橋梁) による本プロジェクトの全過程を通じた環境チェックの結果を表 2.2.50 に示す。

表 2.2.50 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes:Y No:N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIAレポート)等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c)EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) Y	(a) 申請書 (IEEレベルのレポート)を作成中。(2017年2月頃を目処にNECからの許認可取得予定) (b) (a)のとおり。 (c) 現時点では想定されていない。 (d) Forest Clearance: FC及びDzongkhag Clearance:DCの取得が必要であり、2016年9月時点で既に取得済である。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) 「ブ」国EIAプロセス及びJICAガイドラインに基づき、2015年8月中旬、11月下旬、12月上旬に住民会議を開催し、情報提供と意見交換を実施した。 (b) 会議で聴取された住民からのコメントについては、プロジェクト内容に反映された。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 本調査内で、環境社会配慮面も含めて複数の代替案を検討した。
2 汚染対策	(1)大気質	(a) 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はあるか。当該国の環境基準等と整合するか。 (b) ルート付近において大気汚染状況が既に環境基準を上回っている場合、プロジェクトが更に大気汚染を悪化させるか。大気質に対する対策は取られるか。	(a) N (b) N	(a) 交通量の程度から「ブ」国基準は超過しないと思われる。 (b) 交通量の程度から「ブ」国基準は超過しないと思われる。
	(2)水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流水域の水質が悪化するか。 (b) プロジェクトによる周辺の井戸等の水源への影響はあるか。	(a) N (b) N	(a) 土工及び掘削作業による濁水は発生するが最小化のための適切な安全対策が検討されている。 (b) 周辺に影響を受ける井戸はない。
	(3)騒音・振動	(a) 通行車両や鉄道による騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。 (b) 通行車両や鉄道による低周波音は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y (b) Y	(a) 交通量の程度から「ブ」国基準は超過しないと思われる。 (b) 低周波音を発生させる構造物はない。
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) プロジェクトは保護区内に立地しないため、保護区に影響を与えない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地 (珊瑚礁、マングロープ湿地、干潟等) を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断、動物の交通事故等に対する対策はなされるか。 (e) 橋梁・道路が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種 (従来その地域に生息していなかった)、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れがあるか。これらに対する対策は用意されるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地を含まない。 (b) サイトは貴重種の生息地を含まない。 (c) 生態系への重大な影響は懸念されない。 (d) 野生生物及び家畜への影響は懸念されないため、対策は講じられない。 (e) 既存の橋梁架け替え工事であり、プロジェクトに伴う生態系への影響は想定されない。
	(3)水象	(a) 構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) 地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすような工事は想定されない
	(4)地形・地質	(a) ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。ある場合は工法等で適切な処置がなされるか。 (b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策がなされるか。 (c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(a) Y (b) N (c) N	(a) サイト位置周辺に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所が存在するため、避けたルートを選定した。なお、計画されている切土区間では法面保護対策が適切に実施される。 (b) 土木作業による土砂崩壊や地滑りは生じない。計画されている切土区間では法面保護対策が適切に実施される。 (c) 現段階では、土壌流出は想定されない。

ブータン国国道4号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

4 社 会 環 境	(1) 住民移転・用地取得	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a) 現段階の路線案においては、非自発的住民移転及び用地取得は想定されない。 (b) 住民移転は想定されない。 (c) 住民移転は想定されない。 (d) 住民移転は想定されない。 (e) 住民移転は想定されない。 (f) 住民移転は想定されない。 (g) 住民移転は想定されない。 (h) 住民移転は想定されない。 (i) 住民移転は想定されない。 (j) 住民移転は想定されない。
	(2) 生活・生計	(a) 新規開発により橋梁・アクセス道路が設置される場合、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響はあるか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じるか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。 (b) プロジェクトによりその他の住民の生活に対し悪影響を及ぼすか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (c) 他の地域からの人口流入により病気の発生（HIV等の感染症を含む）の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。 (d) プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響を及ぼすか（渋滞、交通事故の増加等）。 (e) プロジェクトによって住民の移動に障害が生じるか。 (f) 陸橋等による日照障害、電波障害は生じるか。	(a) N (b) N (c) N (d) Y (e) N (f) N	(a) プロジェクトは、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響は与えない。 (b) プロジェクトによるその他の住民の生活への悪影響はない。 (c) 他の地域からの人口流入による病気の発生（HIV等の感染症を含む）は想定されないが、必要に応じて適切な教育等が工事時に実施される。 (d) プロジェクトによって、工事用車両の増加や交通規制等による影響があることから、適切な対策が実施される。 (e) 住民の移動における障害は想定されない。 (f) 陸橋は計画されていない。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 特に配慮すべき文化遺産への影響は想定されていない。
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 特に配慮すべき景観への影響は想定されていない。
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) プロジェクトサイトに規定される少数民族等は居住していない。 (b) 同上
	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 「ブ」国の労働環境に関する法律を遵守して建設工事を実施する。 (b) 高所での作業が含まれるので、労働災害防止のための適切な安全措置を講ずる。 (c) 「ブ」国労働法に基づき、作業員に安全教育や住民配慮教育を行う。 (d) 同上
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) Y	(a) 環境管理計画（EMP）で作成が義務づけられており、汚染緩和策が準備される。 (b) 生態系への著しい影響は想定されない。 (c) パッサン橋において、工事中のインフラサービスへの影響が想定されるが、緩和策が用意される。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) EMPに基づき、事業者のモニタリングが計画・実施される。 (b) JICAガイドライン及び「ブ」国EIAプロセスに基づき当該計画の項目、方法、頻度等が適切に作成される。 (c) EMPに基づき事業者のモニタリング体制が確立される。 (d) EMPにおいて所管官庁等への報告の方法、頻度等が規定される。
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、道路、鉄道、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（大規模な伐採を伴う場合等）。 (b) 必要な場合には送変電・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（送変電・配電施設の建設を伴う場合等）。	(a) N (b) N	(a) プロジェクトでは大規模な森林の伐採はない (b) 特に計画はなされていない
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	(a) 特に影響はない

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じて対策を検討する。  
当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。  
注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

出所：調査団作成

## 2.3 その他

### 2.3.1 免税方法の確認

2016年9月の協議の議事録 (Minutes of Discussions) の中で、「ブ」国側分担事項の一つとして、本事業に関する資機材やサービスの購入に対する関税、内国税等については、交換公文 (E/N) の規定に基づいて免除する旨が記載されている。また、免税手続きを円滑に行うため、調査団は「ブ」国政府に対して、免税申請に必要な手続き、及び歳入税関局 (Department of Revenue and Customs) 等との交渉を過去に実施された案件の E/N に基づいてできる限り早期に開始することを要求している。免税手続きについては、詳細設計段階において再度現地政府に確認することとする。