

ブータン国  
公共事業・定住省 道路局

ブータン国  
国道 1 号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

平成 27 年 4 月  
(2015 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 アンジエロセック

基盤
CR(1)
15-108

ブータン国  
公共事業・定住省 道路局

ブータン国  
国道 1 号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

平成 27 年 4 月  
(2015 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 アンジエロセック

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ブータン国の国道 1 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 26 年 7 月 27 日から 9 月 26 日までを第一次、平成 27 年 1 月 13 日から 1 月 19 日を第二次として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 27 年 1 月 13 日から 1 月 19 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 27 年 4 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橋梁の架橋地点の標高は、チュゾムサ橋が約1,400m、ニカチュ橋が約2,600m、ザラムチュ橋が約2,400m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、チュゾムサ橋周辺の年間平均降水量は約910mmと少なく、ニカチュ橋周辺は約1,590mm、ザラムチュ橋周辺は約1,470mmと比較的多い。一方、気温はチュゾムサ橋周辺では夏季には最高気温が20℃以上を記録し、年間を通じて氷点下になることはない。他方、ニカチュ橋やザラムチュ橋では夏季でも最高気温が15℃程度であり、冬季は最低気温が氷点下となる。

「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））である。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。

GDP成長率は、2002年から2008年（第9次5ヶ年計画、2008年まで一年延長）で平均9%、2007年には、タラ水力発電所稼働開始に伴い18%の高成長を達成したが、2008年は4.7%、2009年は6.7%、2010年は11.8%、2011年は8.5%、2012年は9.4%であった。2012年のGDPは17.76億ドル、一人あたりGDPは2,399ドルを記録した。産業別のGDP構成比（2011年）は、建設16.26%、農林業15.72%、電力セクター13.92%、製造業8.23%、鉱工業2.27%、福祉・教育サービス業が12.79%となっている。

2011年の貿易額は、輸出額314.85億ニュルタム（約5.27億ドル）、輸入額486.97億ニュルタム（約8.15億ドル）であり、貿易収支は1,721.16万ニュルタムの赤字であった（2010/11年度平均為替レート：1米ドル=46.7ニュルタム）。

### (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、斜面対策等）で建設されておらず、更に迂回路や代替路も少ないので現状である。

公共事業・定住省（Ministry of Works and Human Settlement: MoWHS）は2006年に道路セクターマスター・プラン（Road Sector Master Plan）を策定し、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いる。また、「ブ」国政府は「第11次5ヶ年計画（2013年～2018年）」において、MoWHS内の道路局（Department of Roads: DoR）が管轄する全国の既存道路の維持管理（3,522km）、橋梁の架け替え及び国道1号線の拡幅等の計画を示している。

「ブ」国的主要道路ネットワークは、国土の東西に走る国道1号線とインド国境まで南下する4本の国道（国道2～5号線）（国道総延長約1,860km（2013年））のみである。特に国道1号線は現在「ブ」国内の東西をつなぐ唯一の幹線道路であり、交通・輸送網として重要度が非常に高い。「ブ」国政府は、新たに南部東西回廊の整備を計画しているものの、約半分の区間の実施目途が立っていない状況である。従って、首都ティンプーを起点とする幹線道路として国道1号線が今後も東西連結性を確保する上で重要な役割を果たすことになる。しかしながら、国道1号線のティンプー～トンサ間は、南下する国道2号線、4号線及び5号線を結ぶ重要区間であるにも関わらず、同国道に架かる橋梁の中には1980年代以前に設置された老朽化した橋梁で、且つ、幅員・耐荷重とともに現行設計基準を満たしていない橋梁が10橋あり、うち3橋が、橋長、桁下高さ、家屋等の近接等から補強や架け替えの技術的難易度が高く、「ブ」国国土の東西コネクティビティの確保の課題となっている。

このような背景の下、「ブ」国政府は、国道1号線上の以下の内容の無償資金協力を2013年7月に我が国に要請した。

- ① チュゾムサ橋（既設橋長28m）、ニカチュ橋（既設橋長28m）、ザラムチュ橋（既設橋長25m）の架け替え、
- ② 3橋の取付け道路の建設、
- ③ チュゾムサ橋及びニカチュ橋の護岸の建設

本プロジェクトは、国道1号線（ティンプー～トンサ間）上の、補強又は架け替えが必要な橋梁のうち、別途整備計画のある7橋を除く、技術的に難易度の高い橋梁3橋の架け替えを通じて、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。

### （3）調査結果の概要とプロジェクトの内容

本調査では、平成26年7月から平成27年4月までの9ヶ月間に亘り、第一回現地調査として平成26年7月27日から9月26日に7名の準備調査団員を、そして平成27年1月13日から1月19日に3名の準備調査概要説明調査団を派遣した。

本プロジェクトの実施にあたって、「ブ」国政府の要請は、上述したように、橋長が25m～28m程度の架け替え、それらの取付け道路の建設、そして2橋梁（チュゾムサ橋、ニカチュ橋）の護岸建設であったが、現地調査及び協議の結果を踏まえて、周辺に集落が存在する2橋梁（チュゾムサ橋、ニカチュ橋）には歩道を設置することとした。なお、既設橋梁については老朽化のため将来的に損傷や落橋の恐れもあるため、DoRの責任で撤去することとする。ザラムチュ橋については、新橋建設後速やかに撤去し、他の2橋についてもできるだけ早い段階で撤去されることが望ましい。

新橋の形式は、コスト縮減や環境（騒音など）への配慮などを考慮することはもちろんのこと、「ブ」国独自で維持管理が容易にできること、「ブ」国技術者へ橋梁建設技術力を移転すること等に配慮して、プレストレスト・コンクリート（以下、「PC」と称す）橋梁を採用することとした。「ブ」国におけるPC橋梁の建設数の実績は少なく、橋梁の計画や設計を担当するDoR職員も少ないのが現状である。このような状況を踏まえると、本プロジェクトの実施は将来的な大規模PC橋梁の計画、設計、施工そして維持管理を行う上で重要であると言える。

本プロジェクトで架け替えられる橋梁及び取付け道路の諸元は下表のとおりである。

### 1) 橋梁

橋梁名		チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
設 計 速 度		30 km/h	20 km/h	20 km/h
設 計 活 荷 重		Single lane IRC 70R (wheeled) 又は Double lane IRC Class A		
橋 長		47.5 m	45.0 m	46.5 m
幅 員	幅 員	8.67~9.75 m	13.0~20.55 m	7.0~9.75 m
	車 線	3.5×2=7.0 m	3.5×2=7.0 m	3.5×2=7.0 m
	歩 道	1.5 m	1.5 m	-
上 部 構 造 形 式		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：逆T式橋台 A2：重力式橋台
基 础 構 造 形 式		直接基礎	直接基礎	直接基礎
護 岸 工		A1：34.8 m	A1:41.1 m A2:36.9 m	-

## 2) 取付け道路

橋 梁 名	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
設 計 速 度	30 km/h	20 km/h	20 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 %	3.769%
	最小曲線半径	R=50 m	R=15 m
	拡 幅 量	0.75 m (R=50 m)	4.50 m (R=15 m)
	緩 和 区 間 長	L=32 m (R=50 m)	L=20.417 m (R=15 m)
計 画 延 長	L=75.5+97.0 m	L=47.0+41.3 m	L=113.5+71.9 m
標準幅員	全 幅 員	9.5 m	
	車 線	3.25×2=6.5 m	
	路 肩	1.5×2=3.0 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=5 %	

## (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(4.5ヶ月)、入札関連(2.5ヶ月)及び建設工事(20.0ヶ月)を合計した27.0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19.56億円、「ブ」国側負担額が2.7百万ニュルタムと見積もられる。

## (5) プロジェクトの評価

### 1) 妥当性

本プロジェクトの対象3橋梁は、「ブ」国の最重要幹線道路である国道1号線上に位置し、交通・輸送網として重要度が非常に高い。更に、「ブ」国の経済活動の促進に対し重要な役割を担う対象橋梁3橋の架け替えや取付け道路の建設をすることにより、国道1号線としてより円滑な交通や輸送のアクセスを実現するものである。

- ◆ 「ブ」国政府は「第11次5ヶ年計画(2013年～2018年)」において、DoRが管轄する全国の既存道路の維持管理(3,522km)及び橋梁の架け替え、国道1号線の拡幅等の計画を示している。本プロジェクトにおいて、国道1号線上の橋梁が架け替えられることは「ブ」国の上位計画にも合致している。
- ◆ 国道1号線は東西をつなぐ唯一無二の幹線道路であり、「ブ」国内で最も重要な国道であり、橋梁の整備は国道1号線上のボトルネック箇所の解消に資する。
- ◆ 国道1号線上の既存橋梁のほとんどが、「ブ」国の現行設計基準の幅員及び荷重条件を満たしていない状況であり、対象3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1号線の安全性が向上する。
- ◆ 国道1号線に架かる橋梁の中には、1980年代以前に設置された老朽化した橋梁で、且つ、幅員・耐荷重ともに現行設計基準を満たしていない橋梁が10橋ある。対象橋梁3橋もその中に含まれており、特に橋長、桁下高さ、家屋等の近接等から補強や架け替えの技術的難

易度が高い橋梁である。このため、現地の技術力では対象橋梁の補強や架け替えは困難であり、本邦技術を活用する意義は高い。

- ◆ 「ブ」国の経済発展にとって非常に重要な存在であるのが、水力発電所の建設であり、ダム建設資機材運搬に関して国道1号線の果たす役割は大きい。このため、設計基準に従つて耐荷重100tの橋梁に架け替えることにより、結果的に水力発電所の大型車両の輸送にも対応することが可能となるため、重要な国家プロジェクトの促進に寄与する。

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される。

## 2) 有効性

### 【定量的効果】

指標名		基準値 (2014年実績値)	目標値(2020年) 【事業完成3年後】
橋梁耐荷力(合計軸重) (t)	チュゾムサ橋	55	100
	ニカチュ橋	55	100
	ザラムチュ橋	55	100
平均走行速度※ (km/h)	チュゾムサ橋	16	30
	ニカチュ橋	16	20
	ザラムチュ橋	13	20
年平均日交通量 (台/日)	ウォンディ～ペレラ峠間	434	541
	ペレラ峠～トンサ間	314	390

### 【定性的効果】

- ◆ 橋梁架け替え後、既設橋の老朽化、幅員不足、耐荷力不足等の問題が改善されることにより、車両走行における橋梁の安全性が向上する。
- ◆ 国道1号線は「ブ」国の経済を支える最も重要な幹線道路であり、本プロジェクトにより大型車両通行の際のボトルネック箇所の解消がなされ、安定した貨物輸送が確保されることで、物流の促進と円滑化に寄与する。
- ◆ 付近に民家があり、頻繁に歩行者の往来が見られる2橋（チュゾムサ橋、ニカチュ橋）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、本プロジェクトの有効性は見込まれると判断される。

#### (6) 提言

架け替え橋梁を良好な状態に保つためには日常及び定期的な維持管理の実施が重要である。また、水力発電所建設に関連した大型重量車両の走行は、橋梁への大きな負担となり、損傷の発生・拡大など、橋梁構造に大きな影響を与える。以上の観点より、以下に示す事項を提言する。

- ✧ 今後大型車両が増加した場合でも、設計で見込まれている施設の安全性を確保するために、DoR が日常及び定期的な維持管理を適切且つ継続的に実施することが重要である。
- ✧ 国道 1 号線の円滑な交通流を確保するためには、本プロジェクトの対象 3 橋梁の架け替えのみならず、老朽化した他の橋梁の補強・架け替えや橋梁の前後区間の道路拡幅を行う必要がある。

## 目 次

序 文  
要 約  
目 次  
位置図 / 完成予想図 /写真  
図表リスト  
略語集

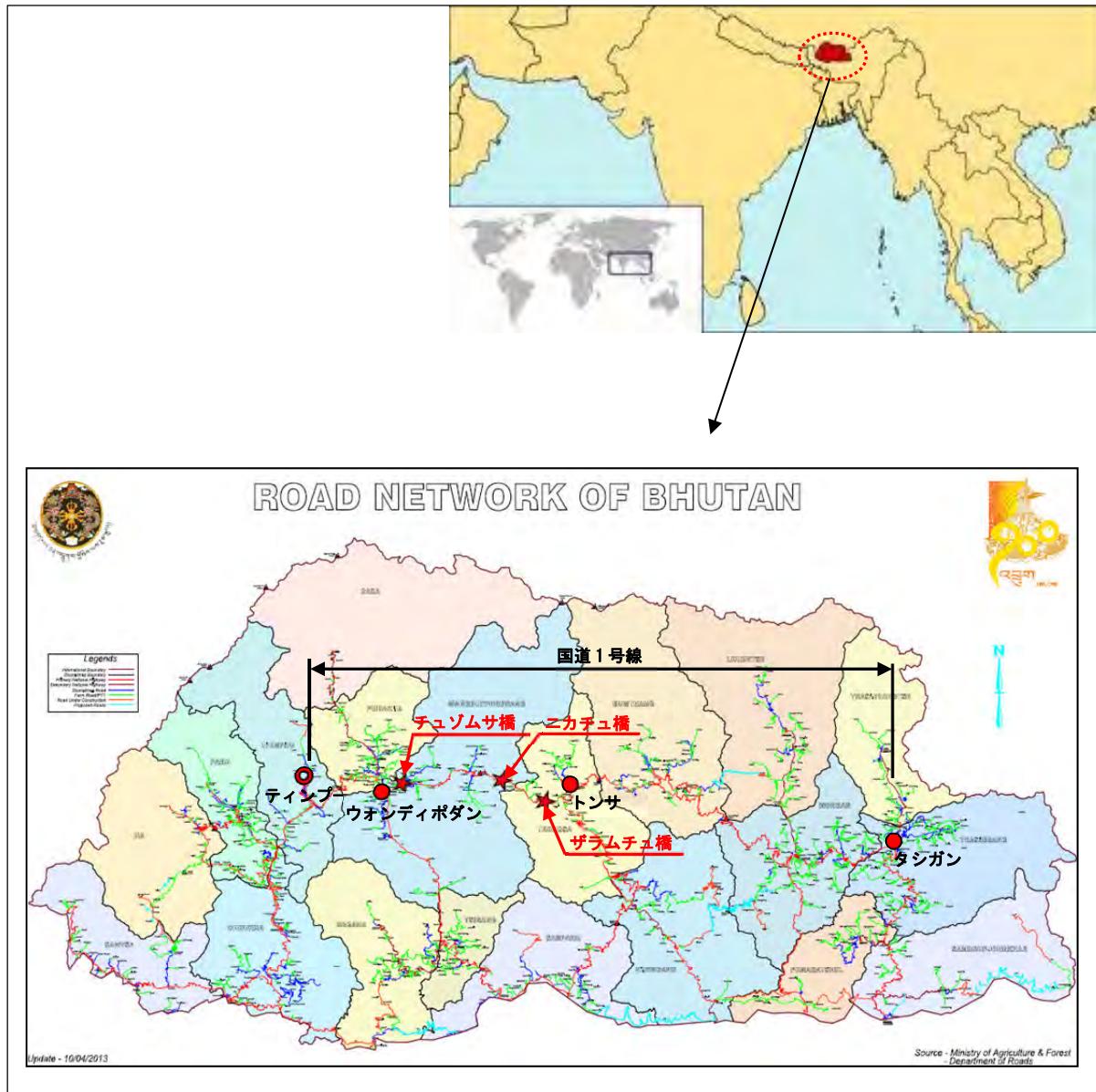
第 1 章	プロジェクトの背景・経緯	.....	1-1
1-1	当該セクターの現状と課題	.....	1-1
1-1-1	現状と課題	.....	1-1
1-1-2	開発計画	.....	1-3
1-1-3	社会経済状況	.....	1-4
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	.....	1-6
1-3	我が国の援助動向	.....	1-7
1-4	他ドナーの援助動向	.....	1-10
第 2 章	プロジェクトを取り巻く状況	.....	2-1
2-1	プロジェクトの実施体制	.....	2-1
2-1-1	組織・人員	.....	2-1
2-1-2	財政・予算	.....	2-1
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・サイト及び周辺状況	.....	2-12
2-2-1	関連インフラの整備状況	.....	2-12
2-2-2	自然条件	.....	2-14
2-2-3	交通量調査	.....	2-45
2-2-4	環境社会配慮	.....	2-50
2-2-4-1	環境影響評価	.....	2-50
2-2-4-1-1	ベースとなる環境社会の状況	.....	2-50
2-2-4-1-2	相手国の環境社会配慮制度・組織	.....	2-55
2-2-4-1-3	代替案の比較検討	.....	2-57
2-2-4-1-4	スコーピング	.....	2-57
2-2-4-1-5	影響評価	.....	2-66
2-2-4-1-6	緩和策・環境管理計画・モニタリング計画	.....	2-70
2-2-4-1-7	実施体制・予算	.....	2-71
2-2-4-2	用地取得・住民移転	.....	2-72
2-2-4-2-1	用地取得・住民移転の必要性	.....	2-72
2-2-4-2-2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	.....	2-72

2-2-4-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲.....	2-75
2-2-4-2-4	補償・支援の具体策.....	2-76
2-2-4-2-5	実施体制.....	2-77
2-2-4-2-6	実施スケジュール.....	2-77
2-2-4-2-7	費用と財源.....	2-78
2-2-4-2-8	申し送り事項.....	2-79
2-2-4-3	ステークホルダー協議.....	2-81
2-2-4-4	その他 .....	2-83
2-2-4-4-1	モニタリングフォーム案.....	2-83
2-2-4-4-2	環境チェックリスト .....	2-85
2-3	その他 .....	2-87
2-3-1	免税方法の確認.....	2-87
第3章 プロジェクトの内容 .....		3-1
3-1	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
3-2-1-1	基本方針 .....	3-2
3-2-1-2	自然条件に対する方針.....	3-2
3-2-1-3	社会・経済事情に対する方針.....	3-8
3-2-1-4	建設事情・調達事情に関する方針.....	3-8
3-2-1-5	現地業者の活用に係る方針.....	3-9
3-2-1-6	運営・維持管理に対する対応方針.....	3-9
3-2-1-7	施工グレードの設定に係る方針.....	3-9
3-2-1-8	工法、工期に係る方針.....	3-11
3-2-1-9	環境社会配慮に係る方針.....	3-12
3-2-2	基本計画.....	3-13
3-2-2-1	全体計画 .....	3-13
3-2-2-2	道路計画 .....	3-17
3-2-2-3	橋梁計画 .....	3-25
3-2-2-3-1	設計条件.....	3-25
3-2-2-3-2	橋梁基本計画.....	3-32
3-2-2-4	護岸工計画 .....	3-43
3-2-3	概略設計図 .....	3-45
3-2-4	施工計画 .....	3-52
3-2-4-1	施工方針 .....	3-52
3-2-4-2	施工上の留意事項 .....	3-55
3-2-4-3	施工区分 .....	3-63
3-2-4-4	施工監理計画 .....	3-64
3-2-4-5	品質管理計画 .....	3-65

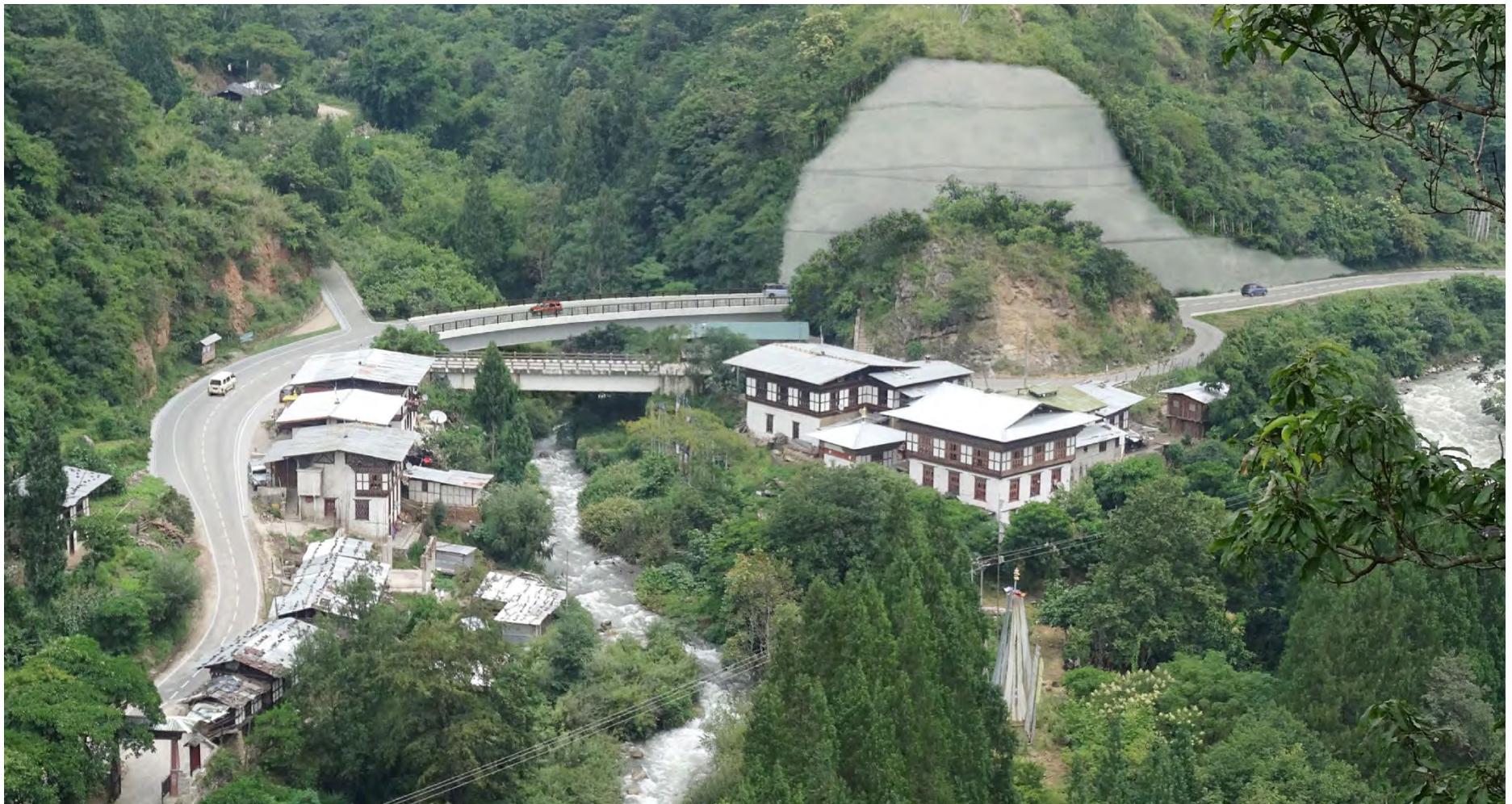
3-2-4-6	資機材等調達計画 .....	3-66
3-2-4-7	実施工程 .....	3-69
3-3	相手国分担事業の概要 .....	3-71
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	3-72
3-4-1	運営・維持管理体制 .....	3-72
3-4-2	維持管理方法 .....	3-73
3-5	プロジェクトの概算事業費 .....	3-74
3-5-1	協力対象事業の概算事業費 .....	3-74
3-5-2	運営・維持管理費 .....	3-76
第 4 章 プロジェクトの評価 .....		4-1
4-1	事業実施のための前提条件 .....	4-1
4-2	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 .....	4-2
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.	その他の資料・情報 .....	A6-1



位置図



完成予想図（チュゾムサ橋）



完成予想図（ニカチュ橋）



完成予想図（ザラムチュ橋）

## 写真

### (1) チュゾムサ橋

No	写 真	内 容
①		既設橋の左岸側 橋台位置より右岸側を望む。
②		既設橋の右岸側 橋台位置より左岸側を望む。
③		架橋位置より既設橋を望む。
④		既設橋より架橋位置を望む。
⑤		右岸より左岸を望む。

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
⑥		左岸より右岸を望む。
⑦		右岸橋台背面の既設道路を望む。
⑧		左岸側橋台背面の畠と山を望む。

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
⑨		左岸側橋台背面より畑、民家を望む。
⑩		既設橋上流の右岸側にある旧橋台跡を望む。
⑪		左：灌漑施設。 中：ベンチマーク 右：祈祷場所
⑫		頂上より既設橋を望む。

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
⑬		左:トンサ方向を 望む。 右:ワンデ方向を 望む。
⑭		右岸側橋台背面 道路より既設道 路を望む。

出所：調査団作成

## (2) ニカチュ橋

No	写 真	内 容
①		既設橋の左岸側より家屋を望む。
②		計画位置右岸側より左岸を望む。
③		計画位置左岸側より右岸を望む。
④		右岸側の道路状況。(左:上流側から下流側を望む。右:下流側から上流側を望む。)
⑤		左岸側の道路状況。(左:上流側から下流側を望む。右:下流側から上流側を望む。)

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
⑥		既設橋の上流側にある旧橋台跡を望む。
⑦		左岸側道路取付け部の DOR キャンプ及び村への階段（左）と暗渠（右）を望む。
⑧		上：既設橋より水衝部を望む。（架橋計画位置の下流を起点として左にカーブする。） 下：左岸側より水衝部を望む。

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
⑨		右岸の斜面状況。 (下流側から上流側を望む。)
⑩		右岸の斜面状況。 (上流側から下流側を望む。)
⑪		左岸の斜面状況。 (下流側から上流側を望む。)
⑫		左岸の斜面状況。 (上流側から下流側を望む。)

出所：調査団作成

(3) ザラムチュ橋

No	写 真	内 容
①		既設橋の左岸側より橋梁を望む。
②		計画位置右岸側より左岸を望む。
③		計画位置左岸側より右岸を望む。

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
④		右岸側の道路状況。(上流側から下流側を望む。)
⑤		右岸側の道路状況。(下流側から上流側を望む。)
⑥		左岸側の道路状況。(上流側から下流側を望む。)
⑦		左岸側の道路状況。(下流側から上流側を望む。)

出所：調査団作成

No	写 真	内 容
⑧		右岸側の斜面状況。
⑨		架橋計画位置下の河川状況。
⑩		左岸側から水衝部を望む。

出所：調査団作成

## 表リスト

	ページ
表 1.3.1 関連する我が国の「ブ」国運輸セクターにおける協力実績 .....	1-8
表 1.4.1 第 10 次 5 ヶ年計画に関する GOI の支援状況 .....	1-10
表 1.4.2 第 11 次 5 ヶ年計画に対する GOI の支援 .....	1-12
表 1.4.3 ADB の道路・交通セクターにおける援助実績 .....	1-13
表 2.1.1 DoR 予算の推移 .....	2-2
表 2.1.2 DoR の予算額（政府から承認された額）（2014-2015 年） .....	2-2
表 2.1.3 主要建設機械の調達状況 .....	2-10
表 2.2.1 気象調査項目と入手資料 .....	2-14
表 2.2.2 各流域の確率日雨量 .....	2-26
表 2.2.3 各流域の確率規模別流出量 .....	2-26
表 2.2.4 NLC control points 情報 .....	2-27
表 2.2.5 仮ベンチ情報 .....	2-27
表 2.2.6 NLC control points 情報 .....	2-28
表 2.2.7 仮ベンチ情報 .....	2-28
表 2.2.8 NLC control points 情報 .....	2-29
表 2.2.9 仮ベンチ情報 .....	2-29
表 2.2.10 グリッド座標値の情報 .....	2-30
表 2.2.11 調査地点一覧 .....	2-32
表 2.2.12 岩盤区分の目安 .....	2-33
表 2.2.13 標準貫入試験結果 .....	2-40
表 2.2.14 CBR 試験結果 .....	2-40
表 2.2.15 平板載荷試験結果 .....	2-41
表 2.2.16 一軸圧縮試験結果 .....	2-41
表 2.2.17 採石、土取り場の状況 .....	2-42
表 2.2.18 材料試験結果 .....	2-42
表 2.2.19 路側 OD 調査の内容 .....	2-45
表 2.2.20 オーナーインタビュー調査の内容 .....	2-45
表 2.2.21 交通量調査の内容表 .....	2-46
表 2.2.22 軸重調査の内容 .....	2-46
表 2.2.23 事業区域の位置と周辺地形 .....	2-50
表 2.2.24 国立公園内のゾーン区分 .....	2-51
表 2.2.25 対象地域（県及び郡）の人口の比較 .....	2-52
表 2.2.26 対象地域（県）の貧困率 .....	2-53
表 2.2.27 環境社会配慮関連法規一覧 .....	2-55
表 2.2.28 スコーピング結果：チュゾムサ橋 .....	2-58
表 2.2.29 スコーピング結果（評価理由） .....	2-59

表 2.2.30	スコーピング結果：ニカチュ橋 .....	2-61
表 2.2.31	スコーピング結果（評価理由） .....	2-62
表 2.2.32	スコーピング結果：ザラムチュ橋 .....	2-64
表 2.2.33	スコーピング結果（評価理由） .....	2-65
表 2.2.34	環境影響評価結果と緩和策（チュゾムサ橋） .....	2-67
表 2.2.35	環境影響評価結果と緩和策（ニカチュ橋） .....	2-68
表 2.2.36	環境影響評価結果と緩和策（ザラムチュ橋） .....	2-69
表 2.2.37	環境管理計画一覧（工事前及び工事中） .....	2-70
表 2.2.38	モニタリング計画（3 橋） .....	2-71
表 2.2.39	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 .....	2-73
表 2.2.40	人口センサス結果 .....	2-75
表 2.2.41	影響を受ける可能性のある土地 .....	2-75
表 2.2.42	影響を受ける農作物・樹木 .....	2-76
表 2.2.43	影響世帯における SES 調査結果 .....	2-76
表 2.2.44	受給資格毎の補償方法一覧表 .....	2-77
表 2.2.45	聞き取りによる土地の取引価格（2009-2012 年） .....	2-78
表 2.2.46	プロジェクトによる用地取得面積及び概算費用 .....	2-79
表 2.2.47	現地ステークホルダー協議の概要 .....	2-81
表 2.2.48	モニタリングフォーム（案） .....	2-83
表 2.2.49	環境チェックリスト .....	2-85
 表 3.1.1	プロジェクトの投入概要 .....	3-1
表 3.2.1	過去 10 年間の月別最大日雨量（Samtengang 観測所） .....	3-5
表 3.2.2	過去 10 年間の月別最大日雨量（Pelela 観測所） .....	3-7
表 3.2.3	10 年間の月別最大日雨量（Chendebji 観測所） .....	3-7
表 3.2.4	架け替え橋梁のグレード .....	3-10
表 3.2.5	取り付け道路のグレード .....	3-10
表 3.2.6	橋梁の諸元 .....	3-16
表 3.2.7	アプローチ道路の諸元 .....	3-16
表 3.2.8	幾何構造の基準値 .....	3-19
表 3.2.9	本事業における舗装厚の照査 .....	3-22
表 3.2.10	切土に対する標準のり面勾配 .....	3-23
表 3.2.11	流量に応じた余裕高 .....	3-27
表 3.2.12	各橋梁の河川条件表 .....	3-27
表 3.2.13	最大地盤反力度の上限値（kN/m <sup>2</sup> ）（左）、岩級区分表（右） .....	3-28
表 3.2.14	各橋梁の状況 .....	3-28
表 3.2.15	採用活荷重 .....	3-29
表 3.2.16	コンクリートの基準強度 .....	3-30
表 3.2.17	鉄筋仕様 .....	3-30

表 3.2.18	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) .....	3-30
表 3.2.19	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> ) .....	3-31
表 3.2.20	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> ) .....	3-31
表 3.2.21	鉄筋の許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) .....	3-31
表 3.2.22	各橋梁の橋長設定におけるコントロールポイント .....	3-33
表 3.2.23	「チュゾムサ橋」橋長検討比較表 (1/2) .....	3-34
表 3.2.24	「チュゾムサ橋」橋長検討比較表 (2/2) .....	3-34
表 3.2.25	形式別標準適用支間長 (左: PC 橋、右: 鋼橋) .....	3-36
表 3.2.26	各橋梁形式の特徴 .....	3-36
表 3.2.27	チュゾムサ橋 2 次選定比較 .....	3-37
表 3.2.28	ニカチュ橋 2 次選定比較 .....	3-38
表 3.2.29	ザラムチュ橋 2 次選定比較 .....	3-39
表 3.2.30	橋台形式選定の目安 .....	3-40
表 3.2.31	落橋防止システムの選定結果 .....	3-42
表 3.2.32	護岸工法と設計流速の対応表 .....	3-44
表 3.2.33	採用した護岸工法の特徴 .....	3-44
表 3.2.34	PC 枠架設工法の適用性 .....	3-54
表 3.2.35	品質管理計画表 .....	3-65
表 3.2.36	主要資材の調達 .....	3-66
表 3.2.37	主要建設機械の調達想定区分 .....	3-67
表 3.2.38	輸送車両(コルカタ～ポンツォリン) .....	3-68
表 3.4.1	DoR 地方事務所のエンジニア数 (2014 年 10 月時点) .....	3-72
表 3.4.2	点検・維持管理の内容 .....	3-73
表 3.5.1	概算事業費 (日本側負担) .....	3-74
表 3.5.2	相手国側負担事項および金額 .....	3-75
表 3.5.3	主な維持管理項目と費用 .....	3-76
表 4.4.1	協力対象事業による定量的効果 .....	4-4

## 図リスト

	ページ
図 1.1.1 「ブ」国の国道網.....	1-1
図 1.1.2 道路拡幅工事の様子（国道 1 号線） .....	1-2
図 1.1.3 道路延長と舗装状況（2014 年） .....	1-2
図 1.1.4 「ブ」国の橋梁数（2009 年） .....	1-2
図 1.1.5 「ブ」国の総人口予測値(2005 年～2030 年).....	1-5
図 1.1.6 各県の人口(2005 年).....	1-5
図 2.1.1 DoR 組織図 .....	2-1
図 2.1.2 既存橋の現況写真（チュゾムサ橋） .....	2-4
図 2.1.3 既存橋の損傷状況（チュゾムサ橋） .....	2-5
図 2.1.4 既存橋の現況写真（ニカチュ橋） .....	2-6
図 2.1.5 既存橋の損傷状況（ニカチュ橋） .....	2-7
図 2.1.6 既存橋の現況写真（ザラムチュ橋） .....	2-8
図 2.1.7 既存橋の損傷状況（ザラムチュ橋） .....	2-9
図 2.1.8 地元新聞に掲載された建設機械の入札情報 .....	2-11
図 2.2.1 国道の幅員構成図.....	2-12
図 2.2.2 トランسفォーマーの運搬方法 .....	2-13
図 2.2.3 気象観測所の位置.....	2-14
図 2.2.4 月間平均最高気温及び最低気温 .....	2-15
図 2.2.5 月間平均湿度.....	2-15
図 2.2.6 年間降水量（Samtengang 観測所） .....	2-16
図 2.2.7 月別降水量（Samtengang 観測所） .....	2-16
図 2.2.8 年最大日降水量（Samtengang 観測所） .....	2-17
図 2.2.9 日降水量 10mm 以上の月別日数（Samtengang 観測所） .....	2-17
図 2.2.10 年間降水量（Pelela 観測所） .....	2-18
図 2.2.11 月別降水量（Pelala 観測所） .....	2-18
図 2.2.12 年最大日降水量（Pelala 観測所） .....	2-19
図 2.2.13 日降水量 10mm 以上の月別日数（Pelala 観測所） .....	2-19
図 2.2.14 年間降水量（Chendebji 観測所） .....	2-20
図 2.2.15 月別降水量（Chendebji 観測所） .....	2-20
図 2.2.16 年最大日降水量（Chendebji 観測所） .....	2-21
図 2.2.17 日降水量 10mm 以上の月別日数（Chendebji 観測所） .....	2-21
図 2.2.18 流域図（Pe Chhu 川） .....	2-22
図 2.2.19 河川縦断図（Pe Chhu 川） .....	2-22
図 2.2.20 流域図（Nikha Chu 川） .....	2-23
図 2.2.21 河川縦断図（Nikha Chu 川） .....	2-23
図 2.2.22 流域図（Zalam Chu 川） .....	2-24

図 2.2.23	河川縦断図（Zalam Chu 川）	2-24
図 2.2.24	チュゾムサ橋周辺の河道状況	2-25
図 2.2.25	ニカチュ橋周辺の河道状況	2-25
図 2.2.26	ザラムチュ橋周辺の河道状況	2-25
図 2.2.27	基準点および仮ベンチ位置	2-28
図 2.2.28	基準点および仮ベンチ位置	2-29
図 2.2.29	仮ベンチ位置	2-30
図 2.2.30	基準点位置	2-30
図 2.2.31	「ブ」国地質図（国境を強調）	2-31
図 2.2.32	ザラムチュ橋付近の国道上で観察された地質状況	2-32
図 2.2.33	ボーリング調査位置	2-33
図 2.2.34	地質推定断面図	2-34
図 2.2.35	灌漑水路状況	2-34
図 2.2.36	ボーリング調査位置	2-36
図 2.2.37	地質推定断面ライン	2-36
図 2.2.38	地質推定断面図	2-37
図 2.2.39	ボーリング調査位置	2-37
図 2.2.40	地質推定断面ライン	2-38
図 2.2.41	地質推定断面図	2-38
図 2.2.42	右岸側道路の排水状況	2-39
図 2.2.43	砂の粒度試験結果	2-43
図 2.2.44	採石、土取り場の状況写真	2-44
図 2.2.45	検討区間の設定	2-47
図 2.2.46	交通量の推移（2005～2014年）	2-47
図 2.2.47	通過交通の車種構成の比較（2005年と2014年）	2-47
図 2.2.48	OD 調査結果	2-48
図 2.2.49	軸重調査の結果	2-49
図 2.2.50	調査位置図	2-50
図 2.2.51	事業区域の位置と周辺地形	2-51
図 2.2.52	事業区域周辺の保護区	2-52
図 2.2.53	事業対象地域（県及び郡）図	2-53
図 2.2.54	女性の労働参加率	2-54
図 2.2.55	EIA 手続きのフロー	2-56
図 2.2.56	環境許可取得までのスケジュール	2-57
図 2.2.57	工事中の環境管理実施体制	2-71
図 2.2.58	用地取得フロー図	2-72
図 2.2.59	用地取得実施体制	2-77
図 2.2.60	用地取得の手続きスケジュール	2-78
図 2.2.61	国有地を対象とした場合の補償手続きスケジュール	2-80
図 2.2.62	ステークホルダー協議開催状況	2-82

図 3.2.1	計画河床高縦断図（チュゾムサ橋）	3-3
図 3.2.2	護岸整備後の水位縦断図（チュゾムサ橋）	3-4
図 3.2.3	計画河床高縦断図（ニカチュ橋）	3-5
図 3.2.4	護岸整備後の水位縦断図（ニカチュ橋）	3-6
図 3.2.5	ルート案比較（チュゾムサ橋）	3-13
図 3.2.6	ルート案比較（ニカチュ橋）	3-14
図 3.2.7	ルート案比較（ザラムチュ橋）	3-15
図 3.2.8	全国、ウォンディポダン県、トンサ県の人口推移	3-17
図 3.2.9	需要予測結果	3-18
図 3.2.10	道路部幅員構成	3-19
図 3.2.11	「ブ」国内を走行するセミトレーラー	3-20
図 3.2.12	セミトレーラーの走行軌跡（ニカチュ橋）	3-20
図 3.2.13	補強土壁の事例	3-20
図 3.2.14	橋梁部基本幅員構成	3-25
図 3.2.15	歩道設置に関する「ブ」国の要請書	3-26
図 3.2.16	道路利用者の占有幅	3-26
図 3.2.17	設計水位	3-27
図 3.2.18	アッサム地方の地震に関するゾーンファクター	3-29
図 3.2.19	河川に対する橋台位置	3-32
図 3.2.20	斜面に対する橋台位置	3-32
図 3.2.21	橋台の底版位置	3-40
図 3.2.22	段差フーチングの採用による利点（ザラムチュ橋 A1 橋台）	3-41
図 3.2.23	護岸設置範囲	3-41
図 3.2.24	落橋防止システムの選定	3-42
図 3.2.25	橋の設置に伴い必要となる護岸長	3-43
図 3.2.26	輸送経路	3-53
図 3.2.27	走行車両	3-53
図 3.2.28	場所打ち杭の上部工架設選定フロー及び施工事例	3-54
図 3.2.29	チュゾムサ橋 施工ステップ図（1）	3-56
図 3.2.30	チュゾムサ橋 施工ステップ図（2）	3-57
図 3.2.31	ニカチュ橋 施工ステップ図（1）	3-58
図 3.2.32	ニカチュ橋 施工ステップ図（2）	3-59
図 3.2.33	ザラムチュ橋 施工ステップ図（1）	3-60
図 3.2.34	ザラムチュ橋 施工ステップ図（2）	3-61
図 3.2.35	残土処分候補地	3-62
図 3.2.36	通関の状況	3-68
図 3.2.37	実施工程表	3-70
図 3.4.1	DoR 維持管理部の組織図（2015 年 1 月時点）	3-72

略語集

略語	英 語	日 本 語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
Ag	Alluvial Gravel	河川堆積物礫層
A/P	Authorization to Pay	支払い授受権
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画
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
DoR	Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement	道路局
E/N	Exchange of Note	交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
GNH	Gross National Happiness	国民総幸福量
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
Gn	Gneiss rock	变成岩
GNP	Gross National Product	国民総生産
GOI	Government of India	インド政府
H.W.L.	High Water Level	高水位
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
IPD	Initial Project Document	ブータン国道拡幅プロジェクト
IRC	Indian Road Congress	インド道路基準
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
M/D	Minute of Discussion	議事録
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency	多数国間投資保証機関
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
RAP2	Second Rural Access Project	第二次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
RGoB	Royal Government of Bhutan	ブータン政府
SES	Social Economic Survey	社会経済調査
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
WB	World Bank	世界銀行

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

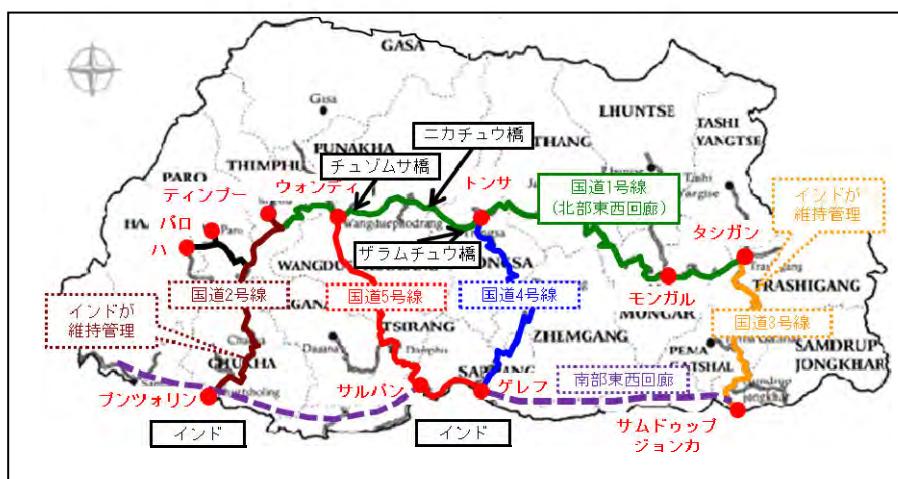
### 1-1 当該セクターの現状と課題

#### 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

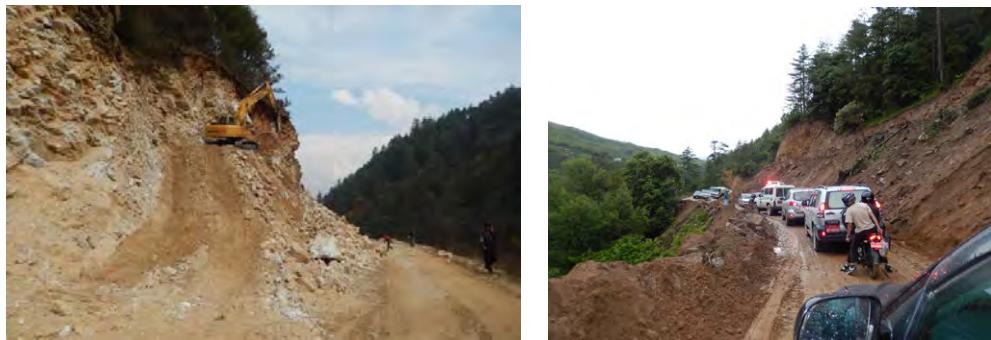
ブータン（以下、「ブ」国と称す）国内の道路ネットワークは、国道網（図 1.1.1）を中心に構成されており、東西方向に1路線（国道1号線）、南北方向に4路線（国道2号～5号線）の計5つの主要国道が存在する。国道2号線と国道3号線はインド政府によって建設され、現在の維持管理もインド陸軍（DANTAK）により行われている。現在、国内を東西方向に横断する幹線道路は国道1号線のみであり、標高3,000mを超える峠が5ヶ所以上存在し、雨期の土砂崩れや冬季の積雪の影響で頻繁に通行止めになる。通行止めになった場合は、インド経由のルートに頼らざるを得ないため、「ブ」国における東西の主要幹線道路としての国道1号線の重要度は非常に高い。

国道1号線の代替ルートとしての南部東西回廊の建設は「ブ」国の重要な課題となっており、区間を分割して現在建設が進められている。しかし、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。したがって、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！」という首相の掛け声の元、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（図 1.1.2）。



出所：調査団作成

図 1.1.1 「ブ」国 の 国道網



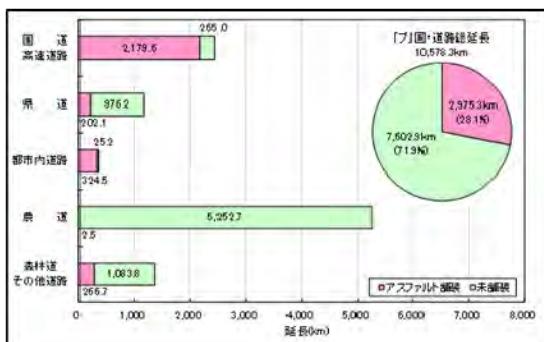
出所：調査団撮影

図 1.1.2 道路拡幅工事の様子（国道 1 号線）

### (2) 道路・橋梁の現況と課題

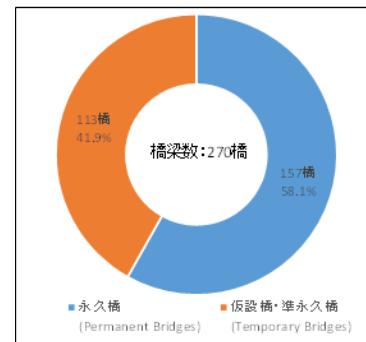
「ブ」国内の道路総延長は 10,578.3km(2014 年 4 月時点)であり、その内、国道の延長は約 2,400km である。国道は延長の約 9 割がアスファルトで舗装されているが、その他は未舗装道路が多く、「ブ」国全体の舗装率としては 3 割未満となっている（図 1.1.3 参照）。橋梁は全国に約 270 橋存在し、内 4 割が仮設橋（ベイリー橋）である（図 1.1.4 参照）。仮設橋ではトラック等の大型車両が対面通行するだけの幅員、荷重に対応していないものが多い。本事業の対象路線である国道 1 号線はアスファルト舗装されているものの、舗装の破損や幅員の狭い箇所があり、また橋梁はベイリー橋や老朽化したコンクリート橋が点在している状況である。

コンクリート橋についても、今から 30 年以上前にインドによって建設された橋が未だ多く利用されており、橋の老朽化、幅員不足、耐荷力不足等が問題となっている。今後水力発電所建設に伴って重量車両の通行が増加することにより、耐荷力不足による橋梁の損壊や損傷被害が出る可能性があるため、橋梁のある個所はボトルネックとなると考えられる。公共事業・定住省道路局（Department of Roads: DoR）の限られた予算の中で、重量車両の通行に耐え得る橋にいかに架け替えていくかが大きな課題となっている。



出所：調査団作成

図 1.1.3 道路延長と舗装状況（2014 年）



出所：調査団作成

図 1.1.4 「ブ」国 の橋梁数（2009 年）

### (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、現場管理の質が良好ではなく、品質の不足や低下、そして工期の遅れを招いている。

## 1-1-2 開発計画

### (1) 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。経済成長の観点を過度に重視する考え方を見直し、(1) 経済成長と開発、(2) 文化遺産の保護と伝統文化の継承・振興、(3) 豊かな自然環境の保全と持続可能な利用、(4) 良き統治の4つを柱として、国民の幸福に資する開発の重要性を唱えている。

### (2) 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。

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

上記目的を達成するために、以下に示す3つの基本的戦略が示されている。

- 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

「ブ」国政府は第11次5ヶ年計画において、DoRが管轄する全国の既存道路の維持管理(3,522km)、橋梁の架け替え及び国道1号線の拡幅等の計画を示しており、本事業の対象3橋梁も架け替え対象リストの中に含まれている。

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

公共事業・定住省(Ministry of Works and Human Settlement: MoWHS)が2006年5月に策定した道路整備に関するマスタートップランは、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。

- ①市町村道路の建設(対象2,654km)
- ②第2東西道路(南部東西回廊)の建設
- ③県間の連結・連携のための県道の建設(対象約537km)
- ④既存道路の線形改良とバイパス設置
- ⑤主要幹線国道接続のためのトンネル設置などの調査の実施

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④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となる国家開発大綱であり、2000年に始まった。この中で、以下のような具体的な数値目標を掲げ、大国家プロジェクトとして道路開発を強く推進している。

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

「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2~5号線)(国道総延長約1,860km(2013年))のみである。特に国道1号線は「ブ」国内の東西をつなぐ唯一の幹線道路であり、交通・輸送網として重要度が非常に高い。

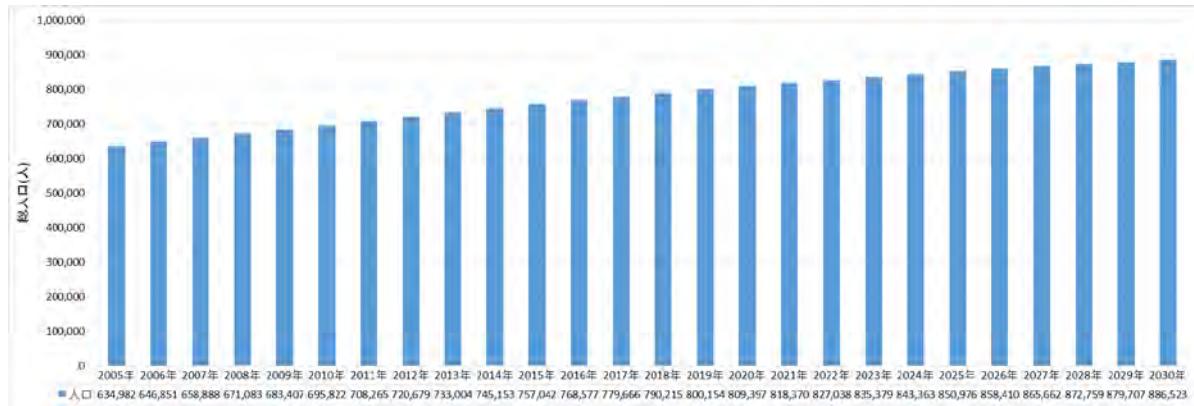
「ブ」国政府は、新たに第2東西道路(南部東西回廊)の整備を計画しているものの、約半分の区間の実施目途が立っておらず、南部東西回廊整備後も首都ティンプーを起点にする幹線道路として引続き国道1号線が東西の連結性を確保する上で主要な役割を果たす。しかしながら、国道1号線のティンプー～トンサ間は、南下する国道2号線、4号線及び5号線を結ぶ重要区間にも関わらず、同国道に架かる橋梁の中には1980年代以前に設置された老朽化した橋梁で、かつ、幅員・耐荷重とともに現行設計基準を満たしていない橋梁が10橋あり、うち3橋が、橋長、桁下高さ、家屋等の近接等から補強や架け替えの技術的難易度が高く、「ブ」国国土の東西コネクティビティの確保の課題となっている。本事業は、国道1号線(ティンプー～トンサ間)上の、補強又は架け替えが必要な橋梁のうち、別途整備計画のある7橋を除く、技術的に難易度の高い橋梁3橋の架け替えを通じて、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。

## 1-1-3 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。この国勢調査は、2005年5月に「ブ」国で初めて国連の基準に基づいて実施され、今後は10年おきに実施されることとなっている。

図1.1.5に示すように、2014年の総人口予測値は約74.5万人であり、2030年には約88.7万人になると予測されている。これは国勢調査が行われた2005年の実測値(約63.5万人)と比較すると、2014年で約1.17倍、2030年で約1.40倍の伸び率であり、緩やかに人口が増加する傾向との予測である。



出所 : Statistical Year Book 2013

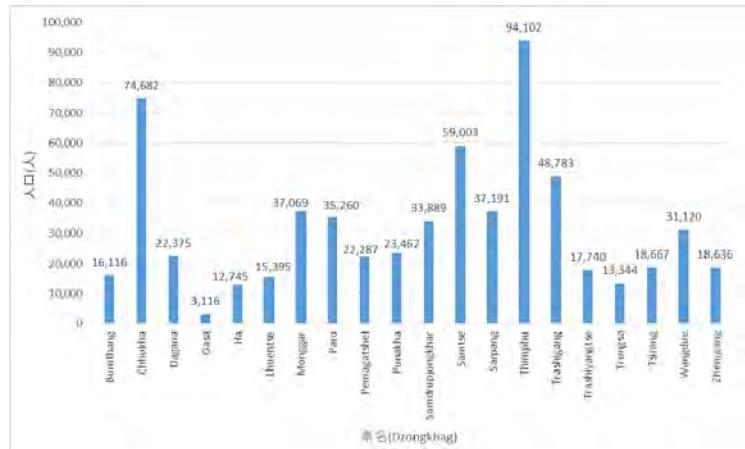
図 1.1.5 「ブ」国の総人口予測値(2005年~2030年)

「ブ」国の人団分布については、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 1.1.6 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、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パ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。

## (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が、2008 年は 4.7%、2009 年は 6.7%、2010 年は 11.8%、2011 年は 8.5%、2012 年は 9.4% であった。2012 年の GDP は 17.76 億ドル、一人あたり GDP は 2,399 ドルを記録した。産業別の GDP 構成比（2011 年）は、建設 16.26%、農林業 15.72%、電力セクター 13.92%、製造業 8.23%、鉱工業 2.27%、福祉・教育サービス業が 12.79% となっている。

2011 年の貿易額は、輸出額 314.85 億ニュルタム（約 5.27 億ドル）、輸入額 486.97 億ニュルタム（約 8.15 億ドル）であり、貿易収支は 1,721.16 万ニュルタムの赤字であった（2010/11 年度平



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

図 1.1.6 各県の人口(2005年)

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

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

対外債務は1990年代後半以降増加傾向を強めており、2011年6月現在、840.7百万ドルとなっている。対GDP比率は、2008年には67%、2009年には70.3%、2010年には63.5%を記録した。

「ブ」国の対外債務の特徴として、インドからのルピー建債務の割合が58.1%(2010年6月)を占めること、政府借り入れの大半が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、斜面対策等)で道路を建設できておらず、更に迂回路や代替路も少ないので現状である。

MoWHSは2006年に道路セクターマスター・プラン(Road Sector Master Plan)を策定し、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いる。また、「ブ」国政府は「第11次5ヶ年計画(2013年~2018年)」において、DoRが管轄する全国の既存道路の維持管理(3,522km)及び橋梁の架け替え(24橋)、

国道1号線の拡幅等の計画を示している。

「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2～5号線）（国道総延長約1,860km（2013年））のみである。特に国道1号線は「ブ」国内の東西をつなぐ唯一の幹線道路であり、交通・輸送網として重要度が非常に高い。

「ブ」国政府は、新たに南部東西回廊の整備を計画しているものの、約半分の区間の実施目途が立っておらず、南部東西回廊整備後も首都ティンプレーを起点にする幹線道路として引き続き国道1号線が東西の連結性を確保する上で主要な役割を果たす。しかしながら、国道1号線のティンプレー～トンサ間は、南下する国道2号線、4号線及び5号線を結ぶ重要区間にも関わらず、同国道にかかる橋梁の中には1980年代以前に設置された老朽化した橋梁で、かつ、幅員・耐荷重ともに現行設計基準を満たしていない橋梁が10橋あり、うち3橋が、橋長、桁下高さ、家屋等の近接等から補強や架け替えの技術的難易度が高く、「ブ」国国土の東西コネクティビティの確保の課題となっている。

このような背景の下、「ブ」国政府は以下の内容の無償資金協力を2013年7月に我が国に要請した。

- 1) 要請年月：2013年7月
- 2) 要請金額：10億円
- 3) 施設：国道1号線上のチュゾムサ橋（既設橋長28m）、ニカチュ橋（既設橋長28m）、ザラムチュ橋（既設橋長25m）の架け替え及び取付道路の建設

## (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1号線上のチュゾムサ橋（既設橋長28m）、ニカチュ橋（既設橋長28m）、ザラムチュ橋（既設橋長25m）の架け替え
- 2) 3橋の取付道路の建設
- 3) チュゾムサ橋及びニカチュ橋の護岸の建設

本事業は、国道1号線（ティンプレー～トンサ間）上の、補強又は架け替えが必要な橋梁のうち、別途整備計画のある7橋を除く、技術的に難易度の高い橋梁3橋の架け替えを通じて、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。

これら要請内容の合意については、2015年1月15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

我が国は対ブルータン事業展開計画の道路網整備プログラムにおいて、効率的・安定的な運輸・交通を確保し、地域の経済活性化を促進するため、道路網・橋梁整備への支援を行っていくこととしている。また対ブルータンJICA国別分析ペーパーにおいても、依然として大きな都市部と農村部の地域間格差の是正を開発課題としてとらえ、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、我が国これまでの同国向け道路・橋梁分野の支援実績としては、無償資金協力により「橋梁架け替え計画」（2000年度）をはじめとする4件の橋梁架け替え（国道1号線の橋梁は3橋）及び「道路建設機材整備計画」（1987年度）をはじめとする3件の道路建設機材整備等がある。

表 1.3.1 関連する我が国の「ブ」国運輸セクターにおける協力実績

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号線の4橋梁及び国道4号線の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・保全に関す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	農林省農業局及び県の農道架橋にかかる

ブータン国国道1号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
ト		上プロジェクト	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plan 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

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、以下に示すように、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ほとんどをGOIに支援を要請している。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ヶ年計画の遂行について、年に2回程度Plan Talkという協議を開催し、支援の内容や援助額の調整等を行っている。

#### 2) 援助実績

第10次5ヶ年計画（2007年～2012年）の期間におけるGOIの援助実績を表1.4.1に示す。プロジェクトによっては次年次への繰り越しが発生しているものの、早い段階で支払いが完了しており、支払いは概ね良好であると言える。

表1.4.1 第10次5ヶ年計画に関するGOIの支援状況

No	プロジェクト名	年度	コミットされた金額 (百万Nu)	実際に支払われた金額 (百万Nu)	備考
1	ゲルボシンーナンラン道路建設	2008-2009	1,827.589	-	
		2009-2010		672.490	
		2010-2011		348.000	
		2011-2012		-	
		2012-2013		104.000	
	第10次期間の合計		1,827.589	1,124.490	703.099の繰り越し
	第11次期間	2013-2014	476.360	520.340	第10次の繰り越し分のみ完了している
		2014-		182.759	
	第11次期間の合計		476.360	703.099	
	合計		2,303.949	1,827.589	
2	ゴムフーパンバン道路建設	2008-2009	1,040.681	-	
		2009-2010		358.414	
		2010-2011		530.000	
		2011-2012		152.267	
		2012-2013		-	
	第10次期間の合計		1,040.681	1,040.681	繰り越しなし
	第11次期間	2013-2014	693.600	-	
		2014-		268.600	

ブータン国国道1号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

	第11次期間の合計	693.600	268.600	
	合計	1,734.281	1,309.281	
3	マンデルポンーディガラ道 路建設	2008-2009	235.000	-
		2009-2010		-
		2010-2011		235.000
		2011-2012		-
		2012-2013		-
	第10次期間の合計	235.000	235.000	繰り越しなし
	第11次期間	2013-2014	241.390	-
		2014-		-
	第11次期間の合計	241.390	0	
	合計	476.390	235.000	
4	ゲレフトンサ道路 (NH4) 拡幅・改良	2008-2009	484.700	-
		2009-2010		168.600
		2010-2011		-
		2011-2012		151.100
		2012-2013		-
	第10次期間の合計	484.700	319.700	165.000の繰り 越し
	第11次期間	2013-2014	0	116.530
		2014-		48.470
	第11次期間の合計	0	165.000	
	合計	484.700	484.700	
5	ゲレフーウォンディ道路 (NH5) 拡幅・改良	2008-2009	1,096.600	-
		2009-2010		159.000
		2010-2011		-
		2011-2012		578.363
		2012-2013		168.000
	第10次期間の合計	1,096.600	905.363	191.237の繰り 越し
	第11次期間	2013-2014	0	81.577
		2014-		109.660
	第11次期間の合計	0	191.237	
	合計	1,096.600	1,096.600	
6	ティンティビープラリン道 路拡幅・改良	2008-2009	277.164	-
		2009-2010		-
		2010-2011		116.000
		2011-2012		161.164
		2012-2013		-

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

	第 10 次期間の合計		277.164	277.164	繰り越しなし
第 11 次期間	2013-2014	116.720	-		
	2014-		-		
第 11 次期間の合計		116.720	0		
合計		393.884	277.164		
7	レフィーコセラバイパス道 路建設	2008-2009	251.000	-	
		2009-2010		-	
		2010-2011		-	
		2011-2012		-	
		2012-2013		58.700	
	第 10 次期間の合計		251.000	58.700	192.300 の繰り 越し
	第 11 次期間	2013-2014	358.974	192.300	
		2014-		-	
	第 11 次期間の合計		358.974	192.300	
	合計		609.974	251.000	

出所 : DoR

第 11 次 5 ヶ年計画（2013 年～2018 年）に関する GOI の援助計画を表 1.4.2 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 1.4.2 第 11 次 5 ヶ年計画に対する GOI の支援

No	プロジェクト名	目標整備延長 (Km)	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	シムトカーウォンディ (PNH-1) 道路改良	65.0	764.217	764.217	135.515
2	ウォ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	-	71.529	71.529	3.020
7	地方道路の再舗装	486.0	1,803.800	1,400.930	0

ブータン国国道1号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

8	シンカールーゴルガン (SNH) 道路建設	36.0	776.352	465.811	0
---	--------------------------	------	---------	---------	---

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」国の開発に対するまじめで注意深いアプローチは、GDP の着実な上昇、全体的貧困率の減少、そしてミレニアム開発目標の達成に向けた着実な動きをもたらした。ADB は、1982 年以来の我が国の進展及び開発のパートナーであり続け、今日 ADB は、「ブ」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 1.4.3 に示す（現在実施中も含む）。

表 1.4.3 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

WBは1999年に15百万米ドル、2007年に10百万米ドルの地方道路整備に係る支援を行っている。

##### ① 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。

##### ② Bhutan 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、ウォンディポダン県、ダガナ県及びペマガツェル県のいくつかの郡に住む約12,000の農村住民である。対象となる県及び郡は、第9次5ヶ年計画に定められた開発目標、地域におけるアクセスへの需要及び道路の優先順位、他ドナーの援助状況、各道路の費用対効果及び各道路の詳細な地質工学的調査を考慮して選定されている。本プロジェクトは、以下に示す2つの要素を含んでいる。

###### a) 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

b) 下記を含む能力開発及び実施支援要素

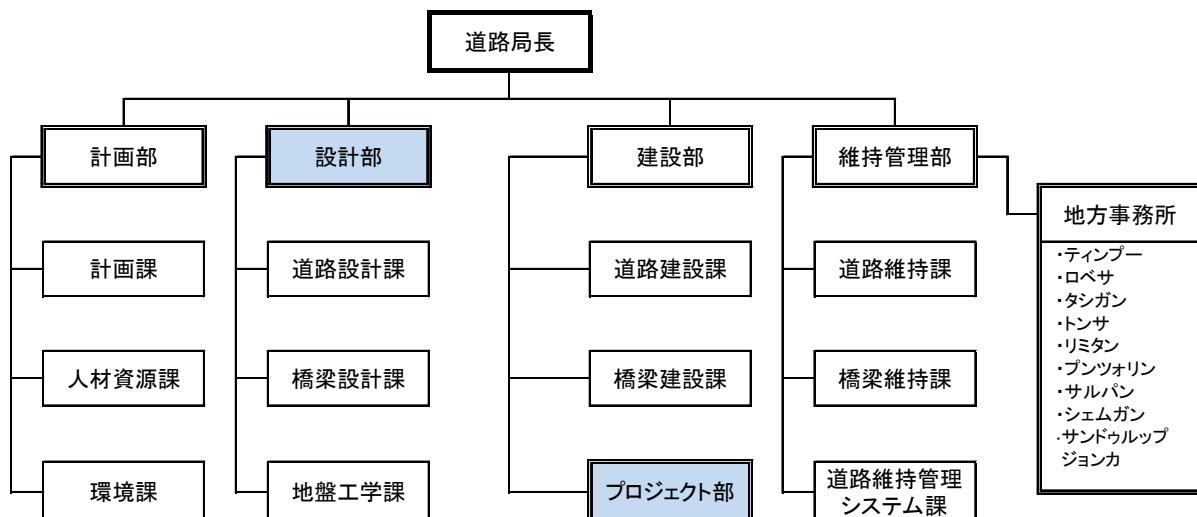
- ◆ 人材開発及び訓練
- ◆ 性能を基礎とした保守メカニズムを実験するための技術援助
- ◆ ティンプー及び 3 つのプロジェクト管理ユニット（PMU）のプロジェクト用地におけるプロジェクト調整ユニット（PCU）に対するプロジェクト実施支援
- ◆ 社会経済的影響評価研究
- ◆ 保健省が運営する全国プログラムを通じた建設労働者の HIV/AIDS 意識喚起

## 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 MoWHS であり、道路行政を管轄している。実施機関は DoR であり、本プロジェクトの担当部署は図 2.1.1 の DoR 組織図に示す設計部及びプロジェクト部である。



出所 : DoR

図 2.1.1 DoR 組織図

設計部は 9 名の技術者、プロジェクト部は 37 名の技術者が配置されている。さらに、橋梁建設後の維持管理は地方事務所が管理することになり、ロベサ事務所（チュズムサ橋、ニカチュ橋）に 19 名、トンサ事務所（ザラムチュ橋）には 20 名の技術者が配置されている（2014 年 10 月時点）。

#### 2-1-2 財政・予算

2010-2011 年から 2013-2014 年における DoR の予算の推移を表 2.1.1 に示す。2013-2014 年の国家支出の合計が 34,215.836 百万ニュルタムであるのに対して、DoR の開発支出が 3,374 百万ニュルタムとなっており、国家支出総額の約 10% が DoR による道路・橋梁整備に使われている状況である。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プロポーザル額の約 8~9 割が政府によって承認され、DoR に配賦されている状況である。なお、予算の配布は財務省の Department of Public Accounts が行っている。

表 2.1.1 DoR 予算の推移

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

出所 : DoR

2014 年度の DoR 全体の予算（政府から承認された金額）は約 2,920 百万 Nu (= 約 5,431 百万円) である。その内訳を表 2.1.2 に示す。この内、道路・橋梁維持管理年間予算は、約 1,027 百万円であることから本事業の橋梁（取付道路・護岸含む）の想定平均年間維持管理費約 166 万円の負担は、財務的にも、維持管理予算面からも可能であるとみられる。

表 2.1.2 DoR の予算額（政府から承認された額）（2014-2015 年）

単位 : 百万 Nu

Division name	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	Total
DoR H.Q.	943.764	130.000	212.032	1,285.796
Trongsa	23.000	42.062	15.710	80.772
Lingmethang	259.692	86.732	23.897	370.321
Phuentsholing	156.600	40.564	20.378	217.542
Sarpang	29.000	54.108	14.769	97.877
Zhemgang	359.500	29.458	21.364	410.322
Trashigang	62.500	58.051	14.363	134.914
Lobesa	128.100	76.836	12.950	217.886
Thimphu	60.000	34.126	10.723	104.849
Samdrup Jongkhar	-	-	-	-
Total	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 は我が国無償資金協力による同様の案件を実施した経験が多数あり、案件実施能力については問題ない。また、本事業の維持管理担当事務所でもあるロベサ事務所及びトンサ事務所には担当技術者を配し域内道路の維持管理業務に当たっているが、橋梁維持管理サイクルによる体系

的な維持管理に課題を有するものの、外注や本省サポートも活用しつつ基本的な橋梁維持管理能力は有している。さらに、設計部やプロジェクト部、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ほか、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、道路・橋梁の建設段階、さらには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

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。評価の結果、チュゾムサ橋は床版下に「b→c」へ進行中のクラックを確認した。設計荷重以上の車両が多量に通過した場合、クラックの幅、範囲等が急激に進行し、最悪の場合、床版が抜け落ちる可能性がある。ニカチュ橋は、橋台の胸壁部に幅の大きなひび割れを確認した。この要因は、車両荷重による橋台背面の土圧増減の繰り返し作用であり、チュゾムサ橋と同様に、設計荷重以上の車両が多量に通過した場合、その進行は早まり、胸壁の崩壊による路面の段差等の発生が予想される。ザラムチュ橋は橋台部の洗掘が確認された。河川の流量状況によっては橋台の安定性が失われ、通行不可能な状態になる可能性がある。

各橋梁の状況を図2.1.2から図2.1.7に整理する。

橋梁名	チュゾムサ橋		路線名	国道1号線
現地状況写真	写真説明	ティンプー側より撮影		写真説明 トンサ側より撮影
				
	写真説明	ティンプー側下流より撮影		写真説明 トンサ側下流より撮影
				
	写真説明	ティンプー側上流より撮影		写真説明 トンサ側上流より撮影
				
	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 既存橋の現況写真（チュゾムサ橋）

ブータン国国道 1 号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

橋梁名		チュゾムサ橋			路線名	国道 1 号線	
損傷写真	部材名	床版・主構			部材名	躯体	
	損傷の種類	床版ひびわれ	損傷の程度	b (c)	損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷の程度
	写真説明	桁間に 1 直線のひび割れがある。			写真説明	トンサ側の橋台胸壁部	
							
	部材名	舗装・伸縮装置			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	漏水・滯水	損傷の程度
写真説明					写真説明	排水管が無く、桁等に水が掛かる状態	
							

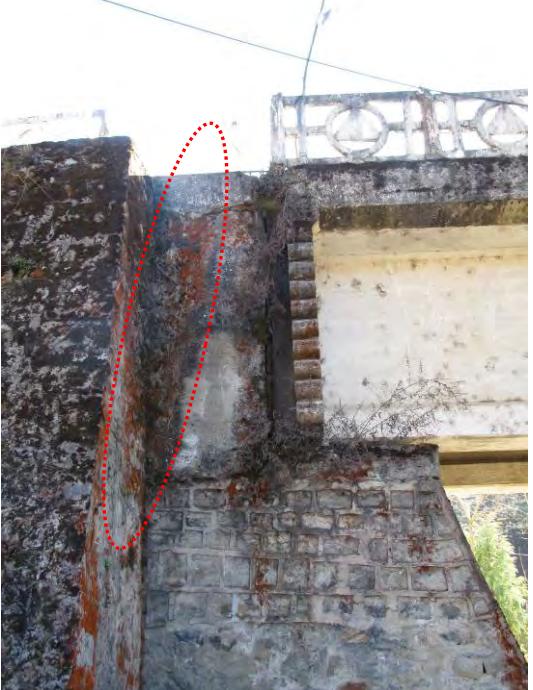
出所：調査団作成

図 2.1.3 既存橋の損傷状況（チュゾムサ橋）

橋梁名	ニカチュ橋		路線名	国道1号線		
現地 状況 写真	写真説明	ティンプー側より撮影		写真説明	トンサ側より撮影	
				写真説明	ティンプー側下流より撮影	
				写真説明	トンサ側下流より撮影	
	写真説明	ティンプー側上流より撮影		写真説明	トンサ側上流より撮影	
				写真説明	橋上より下流側を撮影	
	写真説明			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 既存橋の現況写真（ニカチュ橋）

橋梁名		ニカチュ橋			路線名		国道 1 号線				
損傷写真	部材名	床版			部材名	主構					
	損傷の種類	剥離・鉄筋露出	損傷の程度		d	損傷の種類		損傷の程度	a		
	写真説明	床版の張出し部				写真説明	健全である。				
											
	部材名	躯体 壁			部材名	高欄・防護柵					
	損傷の種類		損傷の程度	a	損傷の種類	変形・欠損	損傷の程度	e			
	写真説明	健全である。				写真説明					
											
	部材名	舗装・伸縮装置			部材名	躯体 胸壁					
	損傷の種類	路面の凹凸	損傷の程度	c	損傷の種類	ひび割れ	損傷の程度	d			
	写真説明					写真説明	幅が大きいひび割れがある。				
											
	部材名	排水装置									
	損傷の種類	漏水・滯水	損傷の程度	e							
	写真説明	排水管が無く、桁等に水が掛かる状態									

出所：調査団作成

図 2.1.5 既存橋の損傷状況（ニカチュ橋）

橋梁名	ザラムチュ橋		路線名	国道1号線
現地 状況 写真	写真説明	ティンプー側より撮影	写真説明	トンサ側より撮影
				
	写真説明	ティンプー側下流より撮影	写真説明	トンサ側下流より撮影
				
	写真説明	ティンプー側上流より撮影	写真説明	トンサ側上流より撮影
				
	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 既存橋の現況写真（ザラムチュ橋）

橋梁名		ザラムチュ橋			路線名		国道1号線		
損傷写真	部材名	床版・主構・軸体			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。				漏水跡より機能障害の可能性がある。			
									
	部材名	高欄・防護柵			部材名	排水装置			
	損傷の種類	変形・欠損	損傷の程度	e	損傷の種類	漏水・滯水	損傷の程度	e	
	写真説明				写真説明	排水管が無く、桁等に水が掛かる状態			
									
	部材名	橋台基礎			部材名				
	損傷の種類	洗掘	損傷の程度	e	損傷の種類		損傷の程度		
	写真説明	周辺護岸も壊れている。			写真説明				
									

出所：調査団作成

図 2.1.7 既存橋の損傷状況（ザラムチュ橋）

## (2) 既存機材

現在の建設機材の調達状況を表 2.1.3 に示す。2006 年に DoR の機械部門が独立して現在の建設開発公社 (The Construction Development Corporation Limited: CDCL) になったのを境に全ての DoR の建設機材が CDCL の所有となったため、現在 DoR 自体は主要な建設機材を所有していない。よって、建設工事やメンテナンス工事で機材を使用する際には、建設機材を所有している民間企業を対象とした競争入札を行って機材を調達している。入札情報は、テレビ (Bhutan Broadcast Service: BBS) 、新聞 (クエンセル) 、MoWHS ウェブサイトを通じてアナウンスされている (図 2.1.8 参照)。なお、CDCL の他にも Dungkar Hiring Agency など数多くの民間企業が入札に参加している。ただし、民間企業の機材保有レベルは未だ低いため、特に舗装工事に関しては CDCL しか機材を所有していないケースもあり、その場合には DoR と CDCL との間で直接契約が結ばれている。

表 2.1.3 主要建設機械の調達状況

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

出所 : DoR からのヒアリングをもとに調査団作成

# ADVERTISEMENT

Tuesday, May 13, 2014 | KUENSEL

PAGE 11

## INVITATION OF BIDS

### MINISTRY OF WORKS AND HUMAN SETTLEMENT

Department of Roads, Regional Office Trashigang.

DoR/RO-Tg/2013-14/V-8/810

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

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

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

Offtg. Chief Engineer

出所：クエンセル（2014年5月13日）

図 2.1.8 地元新聞に掲載された建設機械の入札情報

JICA はこれまで DoR に対して 3 度の無償機材供与を行っており（フェーズー 1（1989 年）、フェーズー 2（1997 年）、フェーズー 3（2005 年））、その当時に DoR の機械部門に供与された機材が現在でも CDCL によって保有され使用されている。橋梁建設等に使用されるクレーンは、最大のものは JICA フェーズー 1 で供与された 25 トン吊のものであり、ヘソタンカにて保管されているが、老朽化が問題となっている。

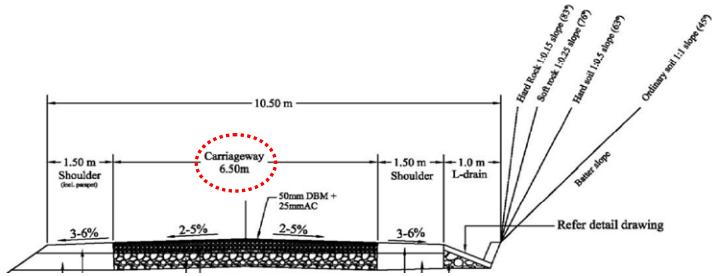
## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

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

「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、インド政府の資金援助を受けてDoRがティンプー側から順に拡幅工事を進めている。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)”に分類され、その車道幅員は6.5mとされている(図2.2.1参照)。現在DoRは、この幅員を確保すべく各国道の狭幅員箇所の拡幅を進めている。現地調査時点では、本プロジェクトの対象橋梁が位置する区間の拡幅工事は始まっていないが、予定では2015年5月頃には対象サイトの拡幅工事もスタートすることである。拡幅工事に伴う道路封鎖により、本プロジェクトの工事車両が影響を受けることも想定されるため、拡幅工事の工程を確認した上で工事工程を立てる必要がある。

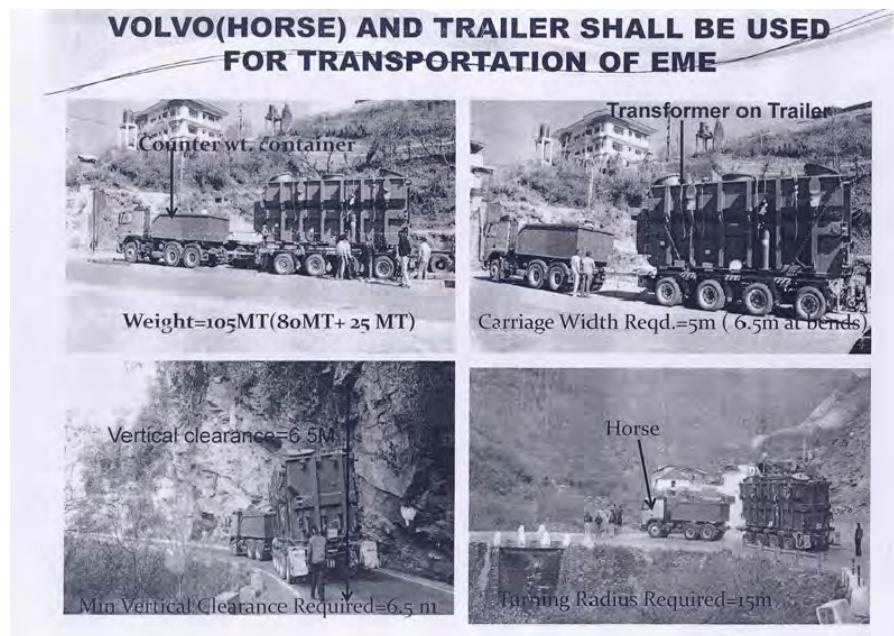


出所 : Guideline on use of Standard Work Items for Common Road Works

図 2.2.1 国道の幅員構成図

#### (2) マンデチュ水力発電所建設プロジェクト

現在トンサ県において建設が進められているマンデチュ水力発電所建設プロジェクト(総電力量: 720MW)に関して、発電所で最も重量が重いトランスフォーマーの輸送が2015年末から始まる予定であるとのことである。トランスフォーマーはインドから国道2号線を北上してティンプーを経由し、国道1号線を通ってトンサまで運搬される予定である。重量は、運搬車両を含めて計115トンとされており、図2.2.2に示すような方法で運搬されることとなる。



出所 : Mangdechhu Hydroelectric Project Authority

図 2.2.2 トランسفォーマーの運搬方法

水力発電所建設を管理する Mangdechhu Hydroelectric Project Authority (MHPA) のスケジュール通りにトランسفォーマーの運搬が行われた場合、運搬時期が対象橋梁の工事前及び工事中にあたるため、運搬車両は既設橋を通過することとなる。ただし、既設橋の耐荷重はトランسفォーマーの運搬に耐えられるものではないため、その場合には MHPA (インド政府) の資金により既設橋の補強工事が行われるとのことである。

## 2-2-2 自然条件

## (1) 気候

「ブ」国は、熱帯モンスーン気候の影響下にあり、雨期（5～9月）と乾期（10～4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。架橋地点の標高は、チュゾムサ橋が約1,400m、ニカチュ橋が約2,600m、ザラムチュ橋が約2,400mであり、ニカチュ橋の西側に位置する Pelela 峠（標高3,360m）を境にして東と西で年間降水量に差がある。

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2.2.3に示す。Samtengang 観測所はチュゾムサ橋に近く、Pelela 観測所はニカチュ橋、Chendebji 観測所はザラムチュ橋の近くに位置している。これら3観測所はDHMSのClass C観測所であり、気温と降水量のみを観測している。なお、Class A観測所は気温と降水量のほか、湿度、風向・風速、日照時間、水温等についても観測している。

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)	Samtengang	Class C 1996.1～2012.12（過去17年間）	DHMS
	Pelela	Class C 2003.1～2012.12（過去10年間）	DHMS
	Chendebji	Class C 1996.1～2012.12（過去17年間）	DHMS
湿度	Wangdue	Class A 1996.1～2012.12（過去17年間）	DHMS
	Trongsa	Class A 2006.1～2012.12（過去7年間）	DHMS
風向・風速	Wangdue	Class A 1996.1～2012.12（過去17年間）	DHMS
	Trongsa	Class A 2006.1～2012.12（過去7年間）	DHMS
日雨量	Samtengang	Class C 1996.1～2012.12（過去17年間）	DHMS
	Pelela	Class C 2003.1～2012.12（過去10年間）	DHMS
	Chendebji	Class C 1996.1～2012.12（過去17年間）	DHMS

出所 : Department of Hydro-met Services



出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.3 気象観測所の位置

## 1) 気温

各観測所における過去10年間の月間平均最高気温及び平均最低気温を図2.2.4に示す。Samtengang 観測所及びChendebji 観測所は夏季には最高気温が20°C以上を記録し、年間を通じて氷点下になることはない。一方、Pelela 観測所は夏季でも最高気温が15°C程度であり、冬季は最低気温が氷点下となる。各観測所の夏季と冬季の気温差は10°C程度であり、年間を通じた月別の気温差は10°C前後である。

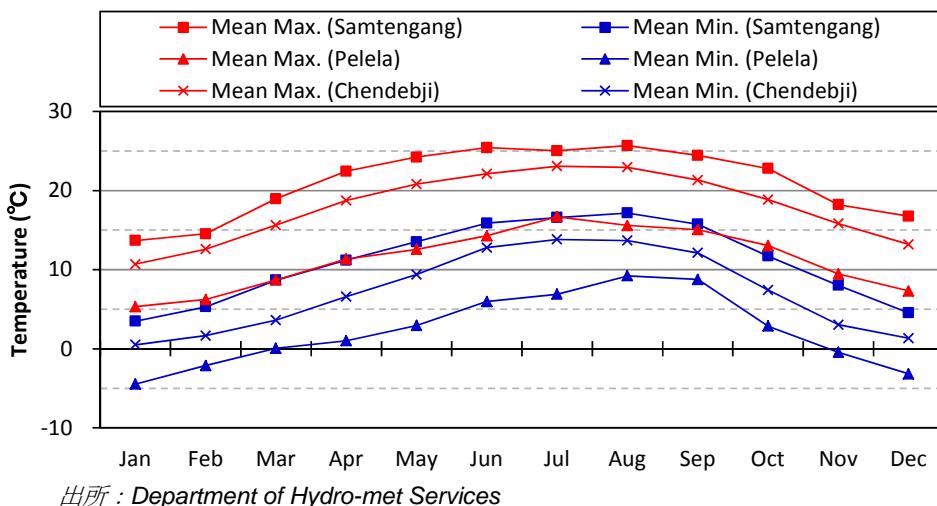
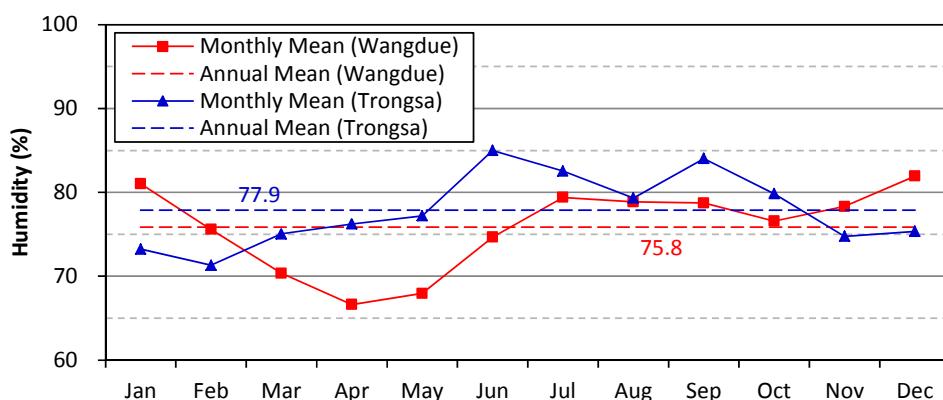


図 2.2.4 月間平均最高気温及び最低気温

## 2) 湿度

Wangdue 観測所及びTrongsa 観測所における過去10年間の月間平均湿度を図2.2.5に示す。年間の平均湿度は75%～80%であり、月別の湿度差は15%前後である。全体的にトンサはウォンディポダンに比べて湿度が高い傾向にあり、雨期は年間を通じて最も湿度が高くなり80%以上となる。しかし、乾期はウォンディポダンのほうが高湿となる傾向にある。



出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.5 月間平均湿度

## 3) 降水量

## ① チュゾムサ橋流域

## a) 年間降水量

Samtengang 観測所における過去 17 年間の年間降水量を図 2.2.6 に示す。年間降水量は平均で約 910mm であり、多い年で 1,300mm、少ない年では 600mm 程度と降水量は少ない。

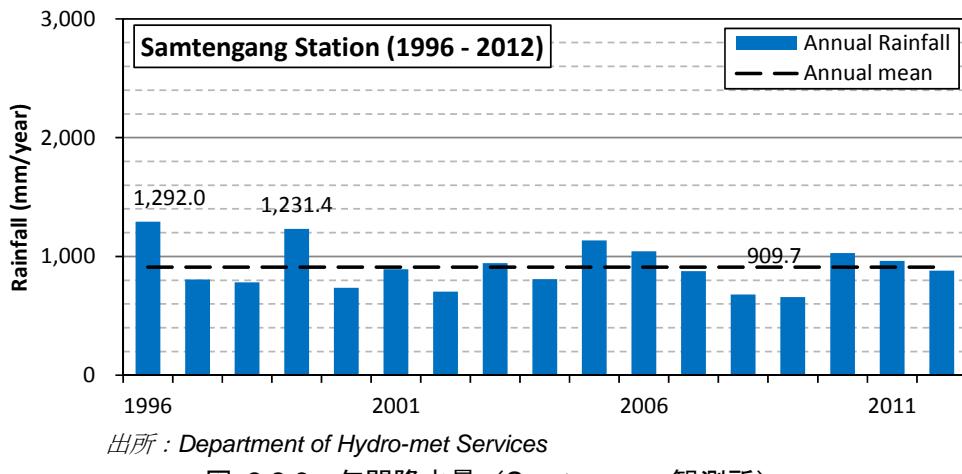


図 2.2.6 年間降水量 (Samtengang 観測所)

## b) 月別降水量

Samtengang 観測所の日降水量を月別に整理したものを図 2.2.7 に示す。雨期は 5 月から 10 月までで、乾期は 11 月から 4 月である。降水量が最も多い月でも月別降水量が 220mm 程度であり、乾期では 10mm 程度と非常に少ないので特徴である。

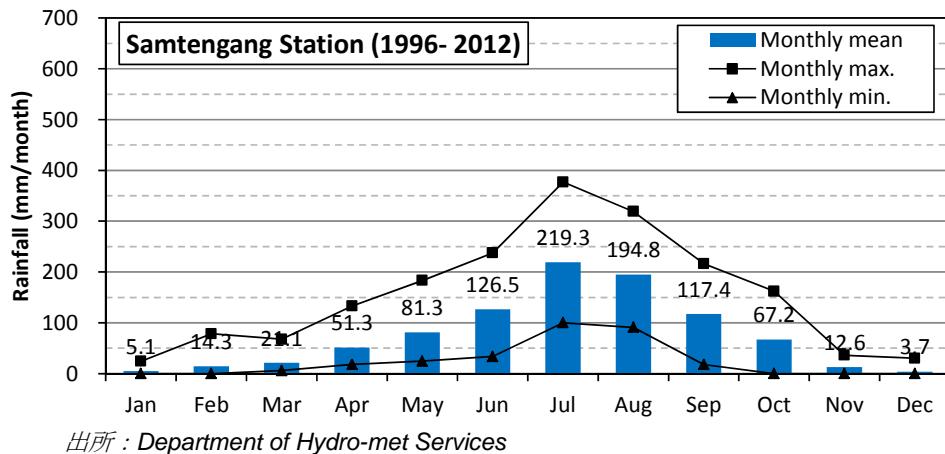
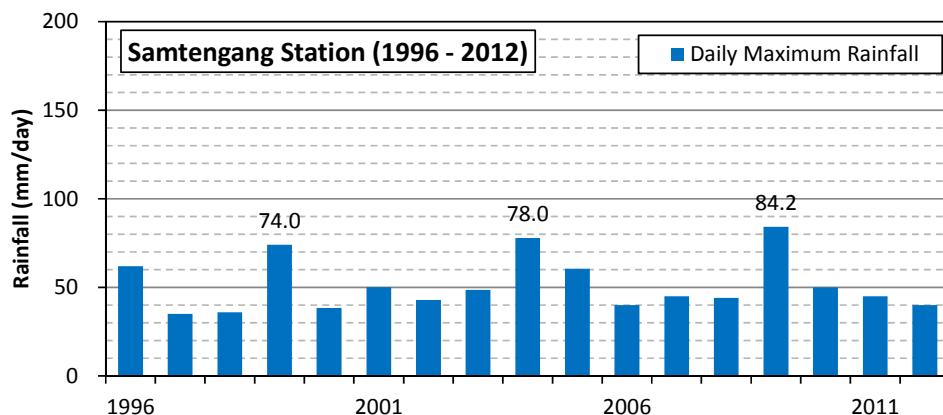


図 2.2.7 月別降水量 (Samtengang 観測所)

c) 年最大日降水量

Samtengang 観測所の年最大日降水量を図 2.2.8 に示す。平均すると 50mm/day 前後で、多くても 80mm/day 程度である。近年では、2009 年 5 月に過去 17 年間における最大降水量 84.2mm/day を記録した。

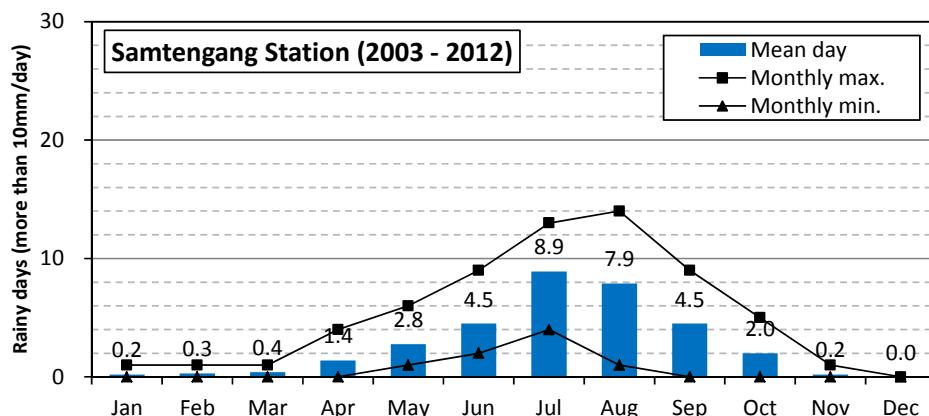


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.8 年最大日降水量 (Samtengang 観測所)

d) 日降水量 10mm 以上の月別日数

Samtengang 観測所における過去 10 年間の日雨量 10mm 以上の月別日数を図 2.2.9 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 日以下である。また、日降水量 10mm 以上の年間日数は平均 32.8 日で、年間の 1 割以下である。



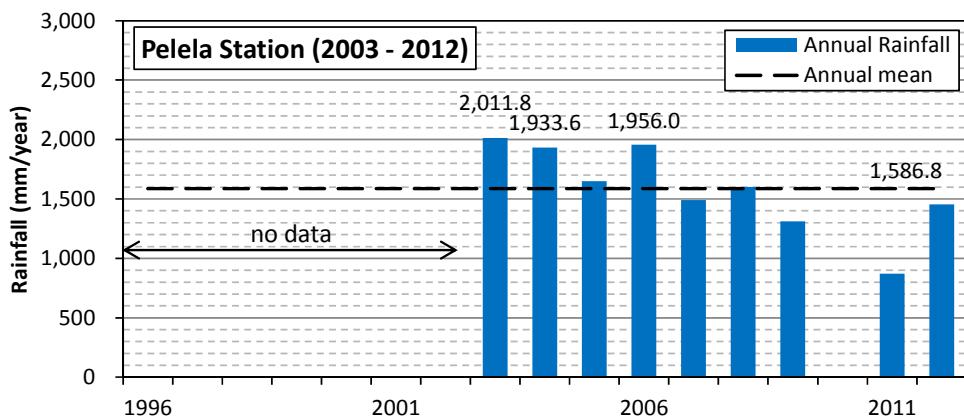
出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.9 日降水量 10mm 以上の月別日数 (Samtengang 観測所)

## ② ニカチュ橋流域

### a) 年間降水量

Pelela 観測所における過去 10 年間の年間降水量を図 2.2.10 に示す。年間降水量は平均で約 1,590mm であり、多い年で 2,000mm 以上、少ない年では 800mm 程度と降水量は比較的多い。

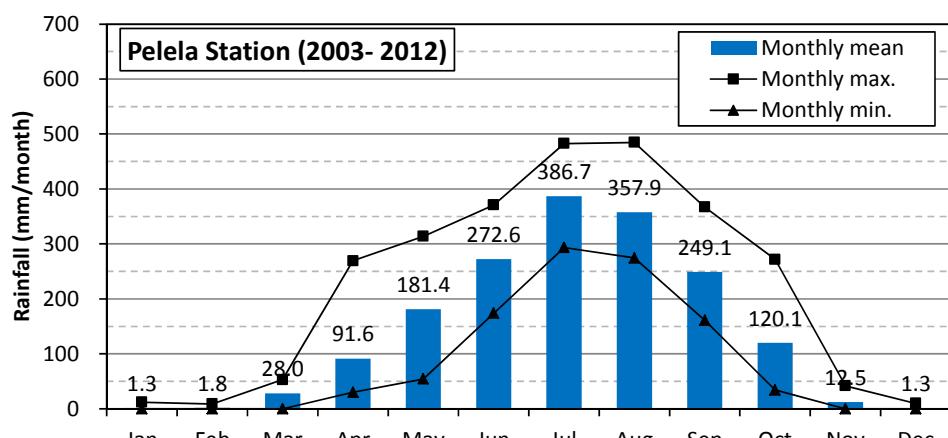


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.10 年間降水量 (Pelela 観測所)

### b) 月別降水量

Pelela 観測所の日降水量を月別に整理したものを図 2.2.11 に示す。雨期は 5 月から 10 月、乾期は 11 月から 4 月である。降水量が最も多い月では月別降水量が約 390mm と多いが、乾期では 10mm 以下であり、雨期と乾期の降雨差が大きいことが特徴である。

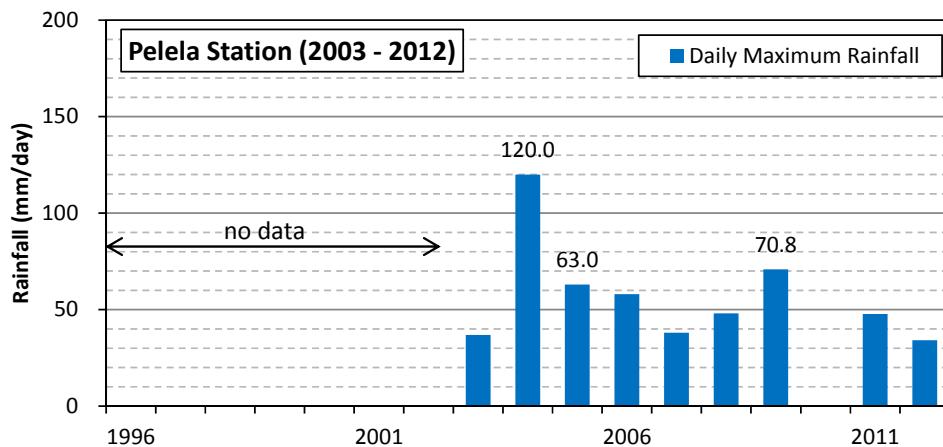


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.11 月別降水量 (Pelela 観測所)

c) 年最大日降水量

Pelela 観測所の年最大日降水量を図 2.2.12 に示す。平均では 50mm/day 程度だが、近年では 2004 年 10 月に過去 10 年間における最大降水量 120.0mm/day を記録した。

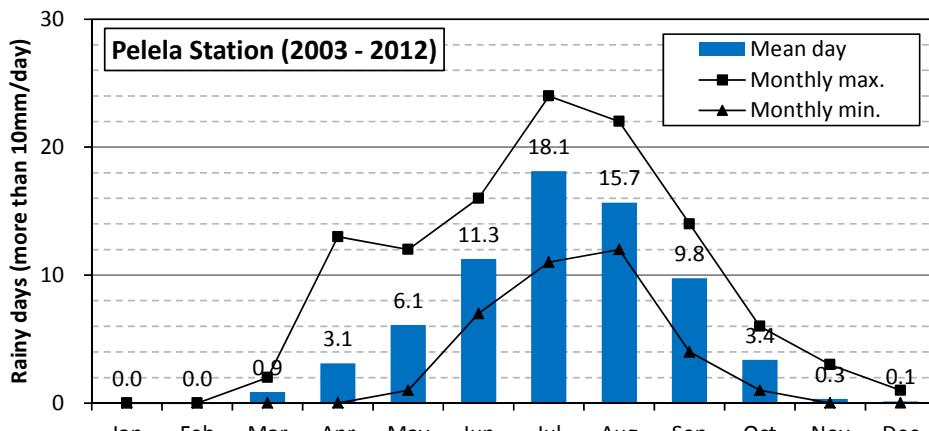


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.12 年最大日降水量 (Pelela 観測所)

d) 日降水量 10mm 以上の月別日数

Pelela 観測所における過去 10 年間の日雨量 10mm 以上の月別日数を図 2.2.13 に示す。雨期と乾期の差が明瞭なことが特徴で、7 月及び 8 月では半月以上は降雨となるが、乾期はほぼ雨が降らない。また、日降水量 10mm 以上の年間日数は平均 64 日で年間の 2 割程度である。



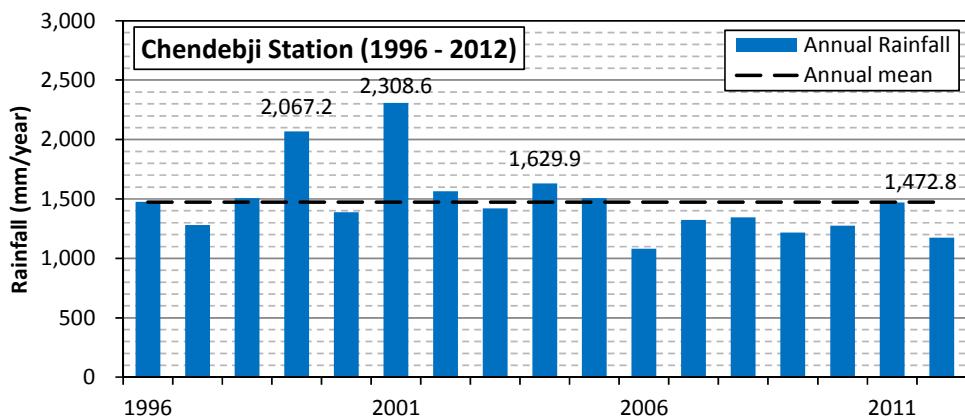
出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.13 日降水量 10mm 以上の月別日数 (Pelela 観測所)

### ③ ザラムチュ橋流域

#### a) 年間降水量

Chendebji 観測所における過去 17 年間の年間降水量を図 2.2.14 に示す。年間降水量は平均で 1,470mm であり、多い年では 2,300mm 以上、少ない年でも 1,000mm 以上と降水量は比較的多い。

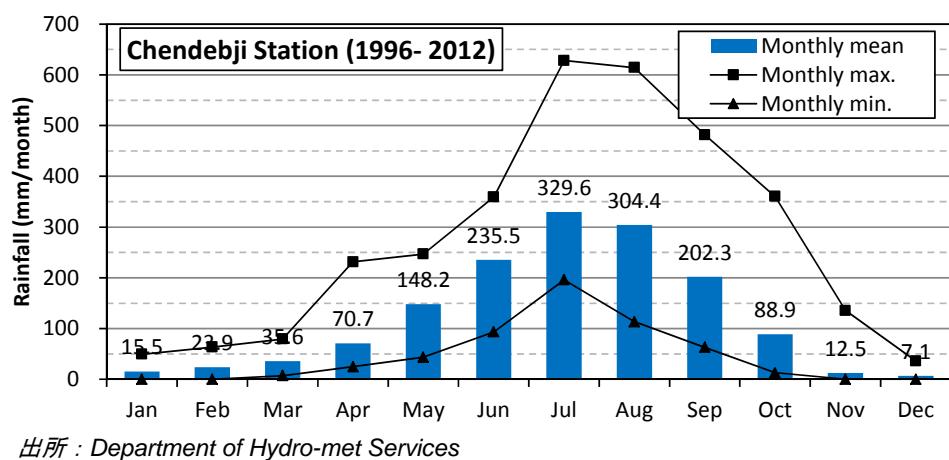


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.14 年間降水量 (Chendebji 観測所)

#### b) 月別降水量

Chendebji 観測所の日降水量を月別に整理したものを図 2.2.15 に示す。雨期は 5 月から 10 月、乾期は 11 月から 4 月である。降水量が最も多い月では月別降水量が 330mm 程度と多いが、乾期では 10mm 前後と非常に少なくなるのが特徴である。

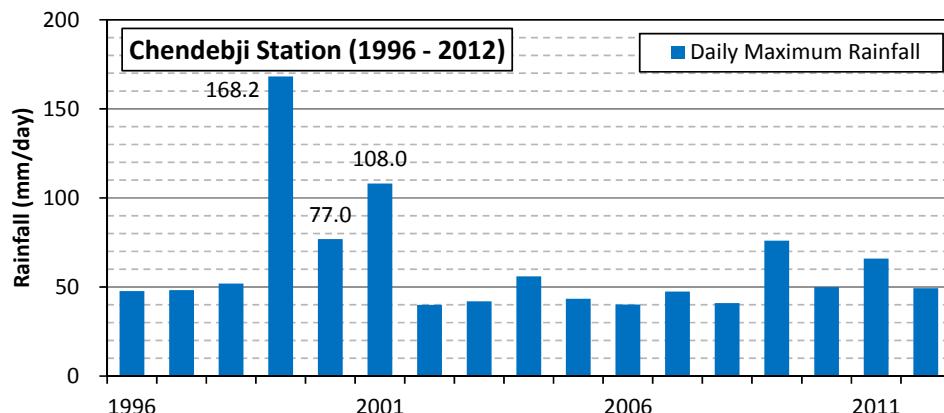


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.15 月別降水量 (Chendebji 観測所)

c) 年最大日降水量

Chendebji 観測所の年最大日降水量を図 2.2.16 に示す。平均では 50mm 程度だが、1999 年 10 月に過去 17 年間の最大降水量 168.2mm/day を、2001 年 9 月には 108.0mm/day を記録した。このような突発的に大きい降雨は雨期の終盤に発生することが多い。

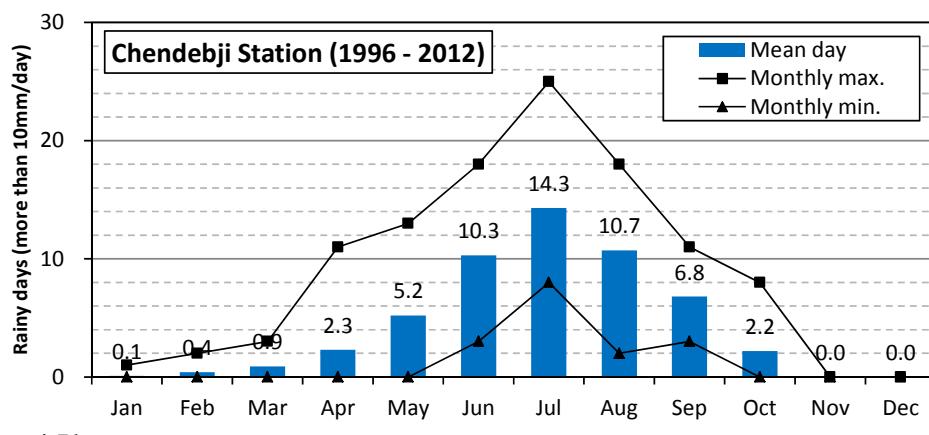


出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.16 年最大日降水量 (Chendebji 観測所)

d) 日降水量 10mm 以上の月別日数

Chendebji 観測所における過去 10 年間の日雨量 10mm 以上の月別日数を図 2.2.17 に示す。雨期と乾期の差が明瞭なことが特徴で、6 月～8 月にかけては日降水量 10mm 以上となるのは 10 日以上あるが、乾期はほとんど雨が降らない。また、日降水量 10mm 以上の年間日数は平均 53 日で年間の 15% 程度である。



出所 : Department of Hydro-met Services

図 2.2.17 日降水量 10mm 以上の月別日数 (Chendebji 観測所)

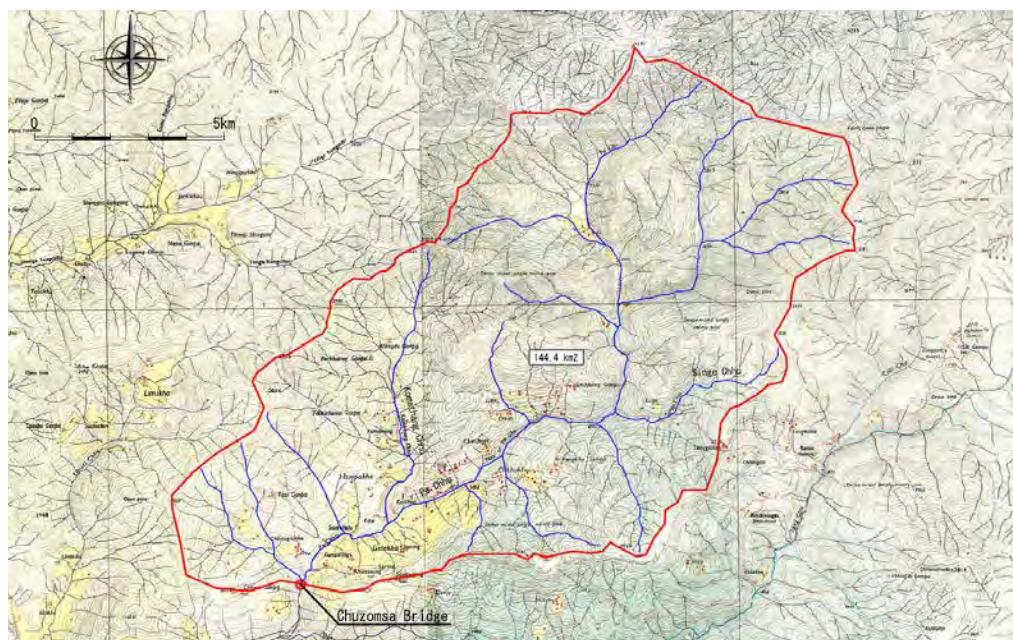
## (2) 河川・水文

## 1) 流域の概要

## ① Pe Chhu 川

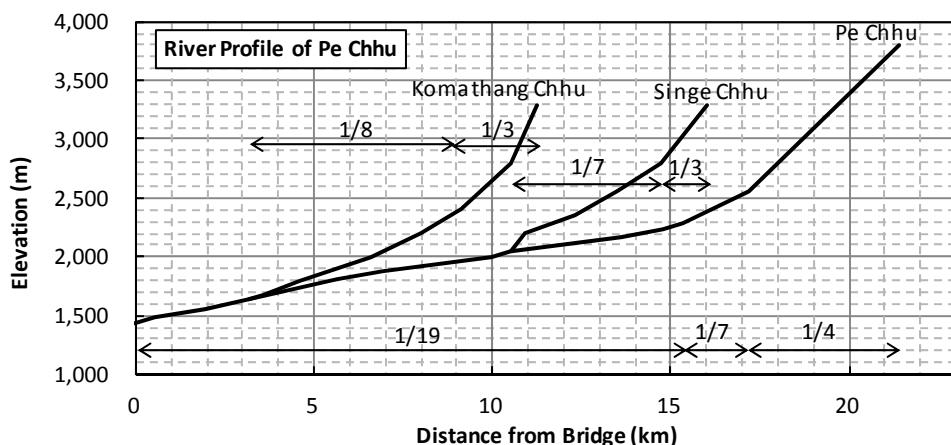
Pe Chhu 川は、標高 3,800m 級の山地をその水源として南西方向に流下しながら流域の東側より Singe Chhu 川、西側より Komathang Chhu 川を合流した後、Puna Tsang Chhu 川の支川である Dang Chhu 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 1 号線が交差するチュゾムサ橋地点については、東西方向に約 18km、南北方向に約 14km に広がる流域を有しており、その流域面積は 144.4km<sup>2</sup> である（図 2.2.18）。

河床勾配は、上流部で 1/10 以下と非常に急峻であり、中流部以降は 1/19 である（図 2.2.19）。架橋地点の河床勾配は 1/30 程度で、日本の砂防河川における土石流区間に相当する。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.18 流域図 (Pe Chhu 川)



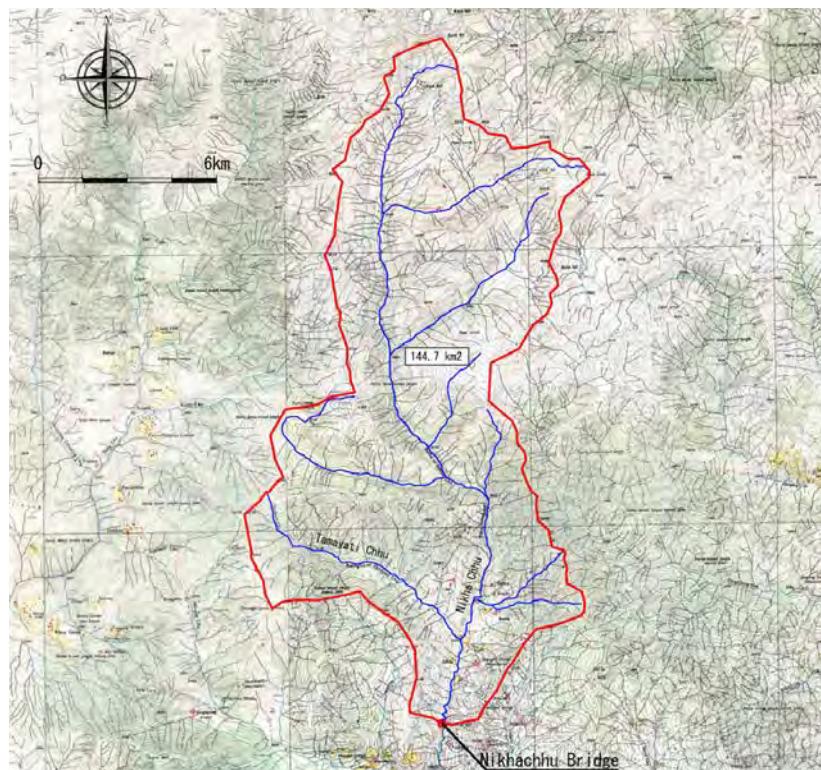
出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.19 河川縦断図 (Pe Chhu 川)

## ② Nikachu 川

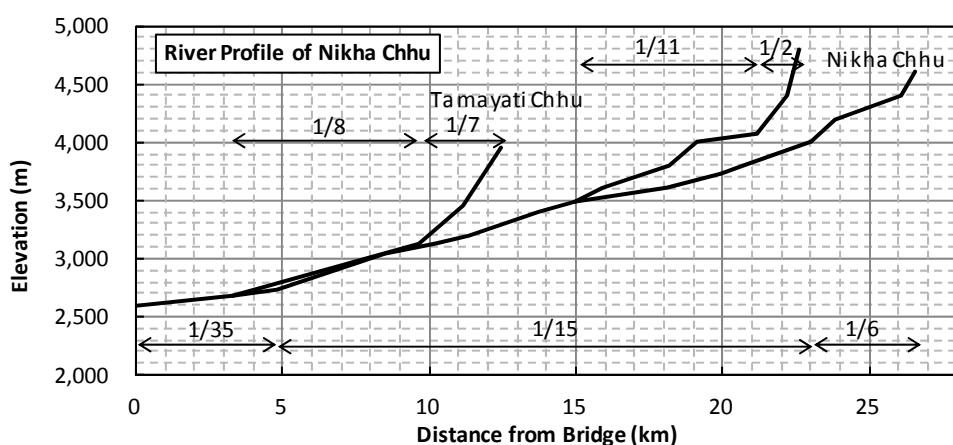
Nikachu 川は、標高 4,600m 級の山地をその水源として南方向に流下しながら流域の東西側より Tamayati Chhu 川のような小支川を合流した後、架橋地点に到達する。対象橋梁を流下後は、南東方向に流下し Mangde Chhu 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 1 号線が交差するニカチュ橋地点については、東西方向に約 12km、南北方向に約 23km に広がる流域を有しており、その流域面積は 144.7km<sup>2</sup> である（図 2.2.20）。

河床勾配は、上流部で 1/6 と非常に急峻で、下流部は 1/35 である（図 2.2.21）。架橋地点の河床勾配は 1/70 程度で、日本屈指の急流河川である常願寺川（山地部 1/30、扇状地部 1/100）に相当する。



出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.20 流域図 (Nikachu 川)



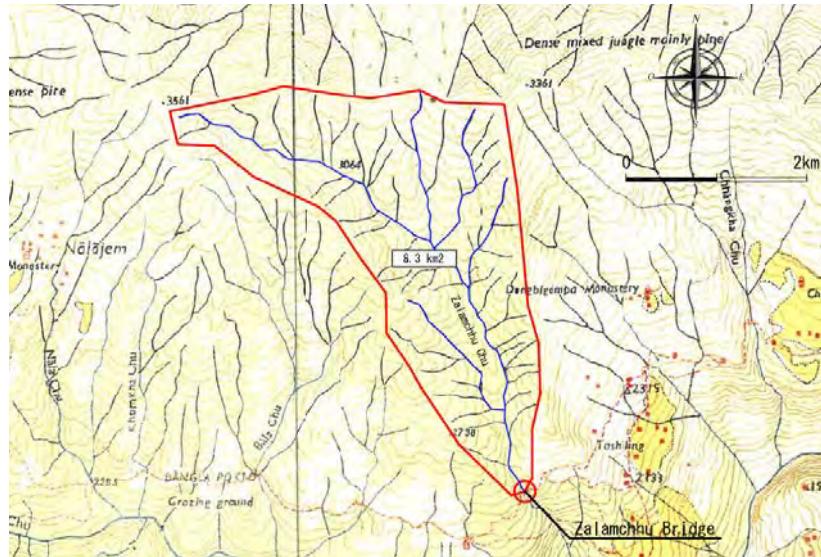
出所：5万分の1地形図より調査団作成

図 2.2.21 河川縦断図 (Nikachu 川)

### ③ Zalamchu 川

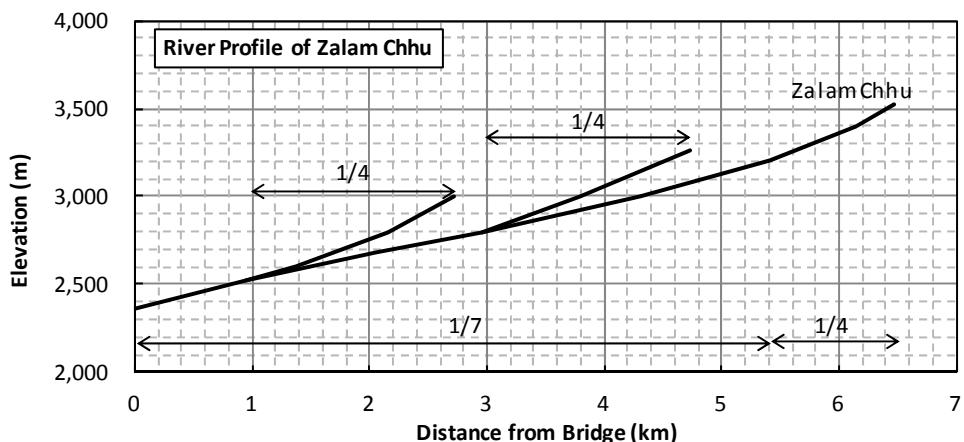
Zalamchu 川は、標高 3,500m 級の山地をその水源として南東方向に流下した後、Nikachu 川に流入する。流域の大部分は自然の山林である。国道 1 号線が交差するザラムチュ橋地点については、東西方向に約 4km、南北方向に約 4.5km に広がる流域を有しており、その流域面積は 8.3km<sup>2</sup> と小規模である（図 2.2.22）。

河床勾配は 1/7 程度と非常に急峻で、土石流の流下勾配の下限値に近い値に相当する。（図 2.2.23）。



出所：5 万分の 1 地形図より調査団作成

図 2.2.22 流域図 (Zalamchu 川)



出所：5 万分の 1 地形図より調査団作成

図 2.2.23 河川縦断図 (Zalamchu 川)

## 2) 架橋地点の河道特性

### ① チュゾムサ橋

架橋地点周辺は河岸に植生が繁茂しており、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周辺住民にヒアリングしたところ、平水位より1.5m程度増水したことはあるが、家屋の基礎まで増水したことはないことが確認された。



出所：調査団撮影

図 2.2.24 チュゾムサ橋周辺の河道状況

### ② ニカチュ橋

河岸浸食や洗掘の痕跡は確認されなかった。ヒアリングの結果、既往最高水位は既設橋の布団籠護岸の天端高より低いことが確認された。また、下流左岸側の高水敷の高さは平水位上1.0～1.5m程度で、樹木が生育していることからも冠水頻度は低いと考えられる。



出所：調査団撮影

図 2.2.25 ニカチュ橋周辺の河道状況

### ③ ザラムチュ橋

ザラムチュ橋の架橋地点は、周辺の地形状況や土地利用状況等から上流側に治水上の支障を及ぼすことがないため、山間狭窄部であると判断できる。河床に流木や巨石が転がっており、既設橋の左岸橋台の一部が河床洗掘を受けて浮き上がっていることが確認された。



出所：調査団撮影

図 2.2.26 ザラムチュ橋周辺の河道状況

## 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。降雨解析は、年最大日雨量（毎年値）と観測期間の上位最大日雨量（非毎年値）の両方について行い、安全側となる値を採用した。降雨解析の結果を表 2.2.2 に示す。

ニカチュ橋での聞き取り調査では、2009 年 7 月洪水が既往最大という情報を得ているが、このときの Pelela 観測所の日雨量は 70.8mm/day であり 5 年規模の降雨であると推定される。

表 2.2.2 各流域の確率日雨量

Return Period	Daily Rainfall (mm/day)		
	Samtengang Station (Pe Chhu Basin)	Pelela Station (Nikachu Basin)	Chendebji Station (Zalamchu Basin)
2-year	46.6	56.0	58.5
5-year	60.3	69.9	78.0
10-year	71.8	91.0	97.9
20-year	84.8	116.8	133.9
50-year	104.4	159.3	205.2
100-year	121.4	198.7	280.4

出所：調査団作成

## 4) 流出解析

各河川と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。確率規模別の流出量を表 2.2.3 に示す。なお、2009 年 7 月洪水時のニカチュ橋における流出量は 470m<sup>3</sup>/s と推定される。

表 2.2.3 各流域の確率規模別流出量

Return Period	Discharge (m <sup>3</sup> /s)			Remark
	Chuzomsa Bridge (Pe Chhu Basin)	Nikachu Bridge (Nikachu Basin)	Zalamchu Bridge (Zalamchu Basin)	
2-year	350 (346)	370 (366)	60 (52)	Road design
5-year	450 (448)	460 (456)	70 (69)	Road design
10-year	540 (533)	600 (594)	90 (87)	Road design
20-year	630 (629)	770 (762)	120 (119)	Road design
50-year	780 (775)	1,040 (1,039)	190 (182)	
100-year	910 (901)	1,300 (1,296)	250 (248)	Bridge design

出所：調査団作成

### (3) 対象橋梁周辺の地形・地質

#### 1) 測量

測量作業は2014年8月中旬から9月中旬にかけて実施された。3橋の中で標高が比較的高いニカチュ橋では、天候不順から待機させられることも多かったが、標高が低いチュゾムサ橋では天候に恵まれ、作業もスムーズに実施することができた。測量作業の内容を以下に要約する。

##### 【地形測量】

- ◆ 現況の河川水位高
- ◆ 河川高から橋の計画高より50m高まで
- ◆ 新橋計画線より上下流合計200mまで
- ◆ 測量範囲内の構造物
- ◆ ボーリング位置、ボルダー、露岩などの目標物

##### 【河川測量】

- ◆ 新橋計画線より上下流方向合計200mの縦断
- ◆ 河川横断は20m～25m間隔で実施

#### ① チュゾムサ橋（ウォンディポダン県）

国家座標系であるDrukrefのデータから、National Land Commission(NLC)の測量基準点を3点活用し、対象橋付近には2点の仮ベンチを設置した。各基準点の情報は以下に示す通りである。

表 2.2.4 NLC control points 情報

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
8672	234810.608	543744.220	1395.098
19359	234725.890	543779.322	1378.298
8671	235050.994	543678.449	1360.248

出所：調査団作成

表 2.2.5 仮ベンチ情報

No.	E	N	Z	Location
TBM-1	234732.698	543746.516	1360.325	橋の左岸
TBM -2	234750.200	543725.149	1360.209	橋の右岸

出所：調査団作成



出所：調査団作成

図 2.2.27 基準点及び仮ベンチ位置

## ② ニカチュ橋（ウォンディポダン県）

ニカチュ橋のサイトでは、NLC の基準点は 11395 番と 15793 番の 2 点を活用した。これらはサイトから約 400m 離れた尾根上や斜面に設置されている。

表 2.2.6 NLC control points 情報

NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
11395	268018.892	545226.449	2649.846
15793	267833.766	545322.844	2625.836

出所：調査団作成

表 2.2.7 仮ベンチ情報

No.	E	N	Z	Location
BM1	268009.014	545588.365	2595.078	道路局宿舎下、道路の路肩
BM2	268024.073	545698.936	2594.781	既存橋の左岸上流側
BM3	267953.755	545476.595	2596.398	右岸キロポスト上
TBM 1	267935.615	545582.146	2594.929	右岸側の道路路肩
TBM 2	268015.487	545687.144	2593.677	既存橋の左岸側

出所：調査団作成



出所：調査団作成

図 2.2.28 基準点及び仮ベンチ位置

### ③ ザラムチュ橋

ザラムチュ橋サイトでは2個のNLCポイントを活用した。これらはSalhachen村にあり、サイトから2.3km離れている。NLCポイントは10496と10497になる。サイト周辺には、ベンチマークを合計9地点設置した。

表 2.2.8 NLC control points 情報

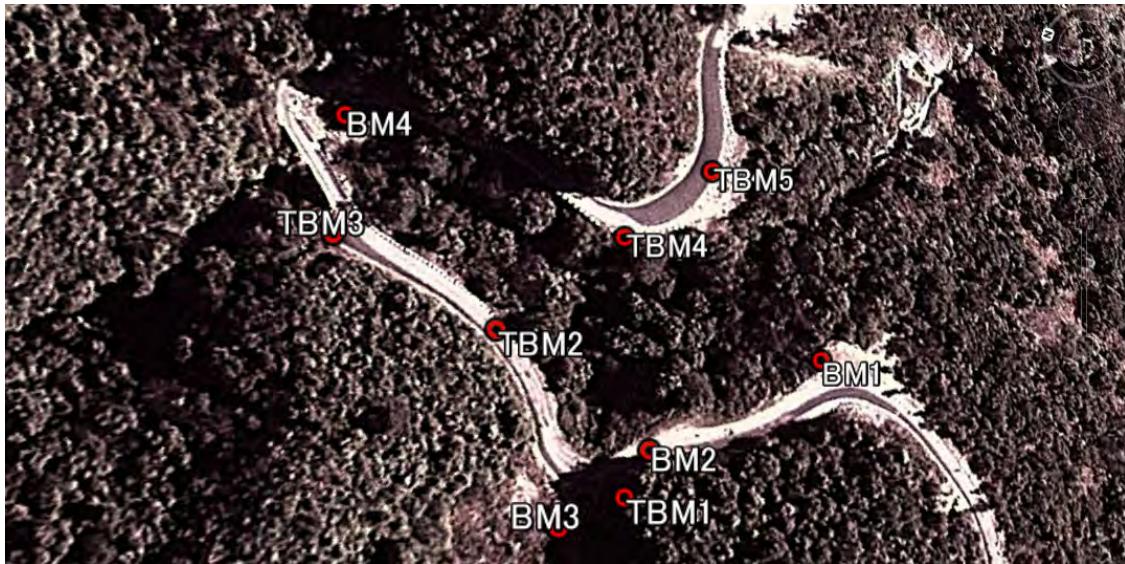
NLC DISC NO.	EASTING	NORTHING	ELEVATION
10496	243266.074	536904.122	2441.667
10497	243171.998	537075.893	2401.262

出所：調査団作成

表 2.2.9 仮ベンチ情報

No.	E	N	Z	Location
BM1	243942.330	537338.659	2407.295	右岸のキロポストから30m下流側
BM2	243899.593	537383.151	2404.804	道路路肩
BM3	243872.075	537401.422	2404.291	露岩上
BM4	243963.185	537498.354	2398.903	左岸側の道路脇
TBM1	243885.113	537386.134	2404.326	BM2の山側
TBM2	243918.451	537436.478	2401.130	ボーリング地点近傍の道路路肩
TBM3	243929.086	537489.269	2398.804	既存橋の右岸
TBM4	243957.657	537409.566	2400.657	ボーリング地点近傍のキロポスト上
TBM5	243986.325	537390.503	2399.554	道路路肩

出所：調査団作成



出所：調査団作成

図 2.2.29 仮ベンチ位置



出所：調査団作成

図 2.2.30 基準点位置

#### ④ グリッド座標値

測量に用いたグリッド座標値の概要を以下に示す。

表 2.2.10 グリッド座標値の情報

NAME	DRUKREF 03
CODE	5264
CRS TYPE	geographic 2D
AREA OF USE	Bhutan
DATUM NAME	Bhutan National Geodetic Datum

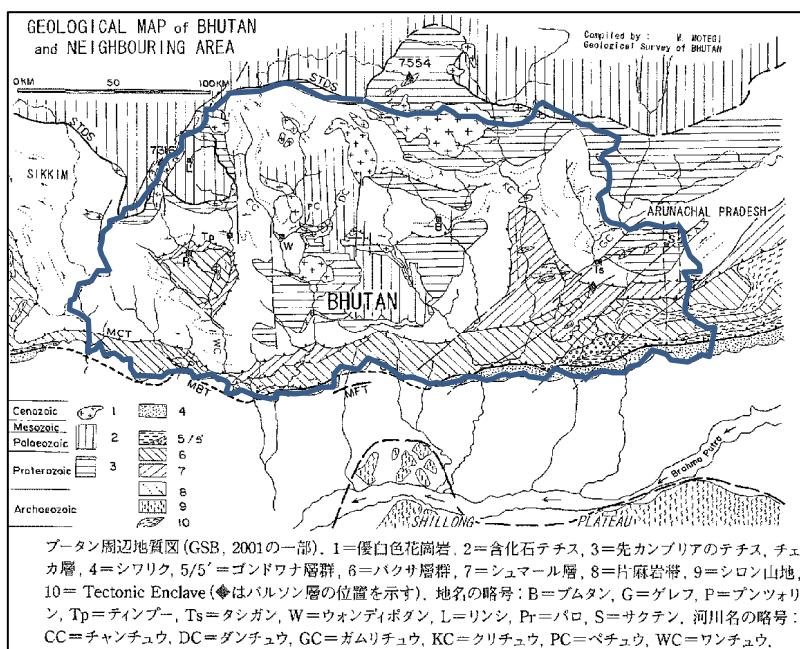
出所：調査団作成

## 2) 地形・地質概要

「ブ」国はヒマラヤ造山帯東端に位置するため、北は7000m級の連峰から南は200m以下の平野部へと標高を減じる。ヒマラヤ造山運動により第三紀から第四紀にかけて活発な隆起運動がおこり、急峻な地形が河川浸食によって形成された。北部から、ヒマラヤ地域、中央地帯、南部山麓地帯に分かれる。国道1号線は中央地帯の4000m級の山岳地帯を通過し、急峻な渓谷が形作られている。

「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。特に図2.2.31に示す「ブ」国南部に分布するバクサ層群の片岩、千枚岩は、密に発達する面構造により剥がれやすい上に、岩質が脆弱である。国道1号線の概要としては、ティンプーから東に、優白色花崗岩類の断崖を形成する、マッシブから風化した岩体が確認される。角閃岩が優勢になり、片麻岩状のところもある。所々強風化のマサ状の斜面も認められる。西部には断崖絶壁がいくつもあり、直壁を穿った道が続く。狭小な国道では、落石や転落などの事故が発生している。

図2.2.32に国道上で観察された地質状況を示す。



出所：地質ニュース 567号地質調査総合センター 2001

図2.2.31 「ブ」国地質図（国境を強調）



出所：調査団撮影

図 2.2.32 ザラムチュ橋付近の国道上で観察された地質状況

### ① ボーリング調査・試験結果

ボーリング調査は、3 橋梁で合計 7 本実施した。今回ボーリング位置と標高などのデータを下表に示す。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 2.2.11 調査地点一覧

地点 No.		標高(m)	掘進長(m)
チュゾムサ橋	Left	1356.21	15.0
	Right	1355.80	15.0
	Horizontal	1356.21	9.0
ニカチュ橋	Left	2587.94	15.0
	Right	2587.58	15.0
ザラムチュ橋	Left	2400.20	15.0
	Right	2393.56	15.0

出所：調査団作成

### ② チュゾムサ橋

#### a) ボーリング

調査位置は、図 2.2.33 に示すように、右岸、左岸で鉛直 15m と、左岸にて 70°斜めボーリングを実施した。両岸の状況は、表土 (s) の下位は層厚 1~9m の河川堆積物礫層 (Ag) で構成され、左岸は GL-12m の深部まで礫層を確認した。これは断層もしくは傾斜による段差と考えられる。礫は最大 45 cm のコアで採取され、河床観察でも見られるようなボルダーで構成されるものと考えられる。地質推定断面図は図 2.2.34 に示す。

下部は両岸ともに 15m まで变成岩 (Gn) を確認した。付近の走向傾斜 N60W40S の角度を持つものと考えられるコアを採取した。コア長は 10~65 cm となり、新鮮なものも見られる。岩盤等級はおおむね CL~CM クラスである。片麻岩は变成岩の一種で、広域变成作用によって、地下深部でせん断応力を受けて再結晶したため、雲母のような板状の鉱物や角閃石のような柱状の鉱物が方向性を持って配列し、岩石は片理 (shistosity) と呼ばれる面状の構造を持つ。



出所：調査団作成

図 2.2.33 ポーリング調査位置

岩石は片理に沿って割れやすく、ハンマーの打撃で容易に割れる部分もある。

70°斜め下方ボーリングでは、左岸の尾根に見られる岩盤状況を確認するために、露岩表面から5mの深部までコアボーリングを実施した。コアは弱風化であるが、片理が発達しているため10cm弱のコアで採取され、亀裂が多く割れやすい性質を示している。

岩盤の等級区分は表2.2.12による基準で判定している。

表 2.2.12 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及び粒子は風化、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ると澄んだ音を出す。
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。ただし造岩鉱物及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ると澄んだ音を出す。
C H	造岩鉱物及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ると少し濁った音を出す。
C M	造岩鉱物及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ると多少濁った音を出す。
C L	造岩鉱物及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ると濁った音を出す。
D	岩質鉱物及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ると著しく濁った音を出す。

出所：国土交通省トンネル調査の手引きより

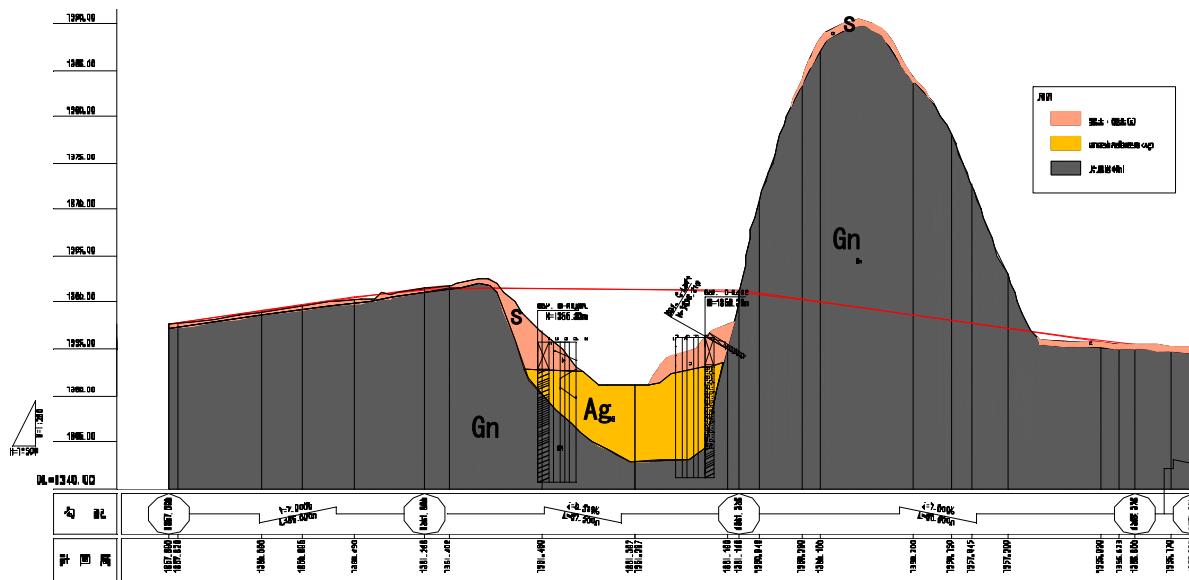
## b) 右岸

山側斜面への表層堆積物の露頭が約 10mの切土として見られる。4mを超す巨礫も斜面に取り残されており、適切な安定勾配での処理が必要と考えられる。

## c) 左岸

新橋では、大きく尾根端部を切り通す案が考えられ、約 30m高さの切土斜面となる。現場では淡褐色の表層の風化土が見られるが、片麻岩の母岩が垂壁を形成しており、北落ち 30~40°の摂理が見られる。亀裂の度合いは表層 2m程度まで顕著で、垂壁での抜け落ちが予測される。

切通し部では、道路線形が東西に計画されることから、北落ちの傾斜は北側切土面では受盤となり安定するが、南側の切土面は流盤となる。



出所：調査団作成

図 2.2.34 地質推定断面図

## d) 灌溉用水路

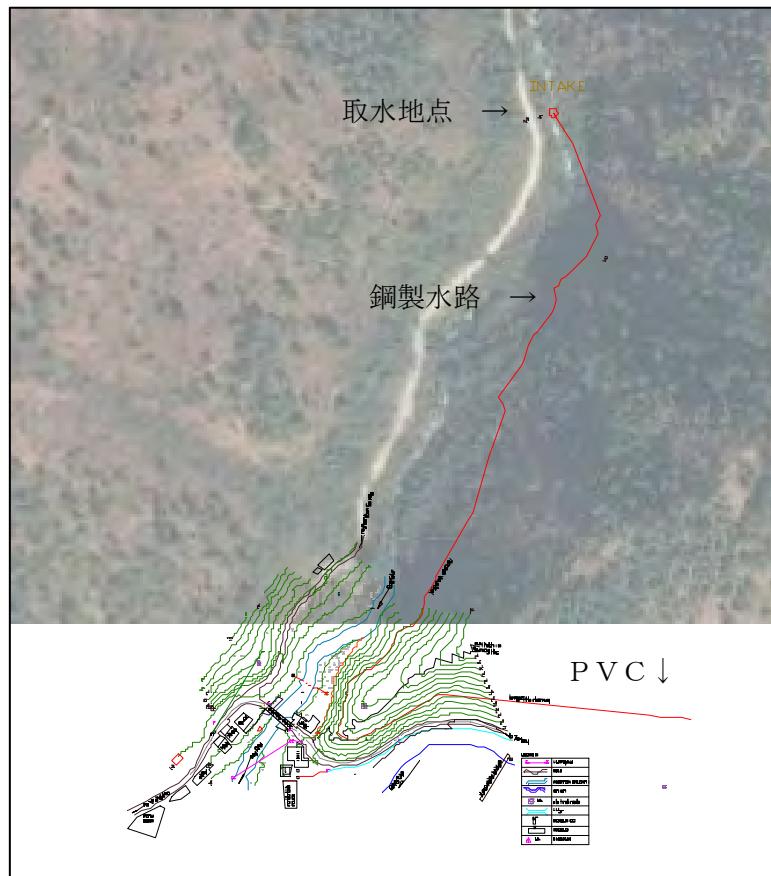
Nikachu 川から取水され、新橋の東側の集落への農業用水として活用されている（図 2.2.35）。全長は 890m あり、尾根からニカチュ側は開渠で、取水口は石積みで作られており土砂の堆積が見られる。Danchu 側は約 150m の開渠と、150m の PVC 管渠 ( $\phi 15 \text{ cm}$ ) で敷設されている。ニカチュ側の途中には、鉄製の開渠が約 10m 設置されているが、基礎が不安定となり、崩れている。



①取水地点

②鉄製水路

③PVC管渠



出所：調査団作成

図 2.2.35 灌溉水路状況

### ③ ニカチュ橋

#### a) ボーリング

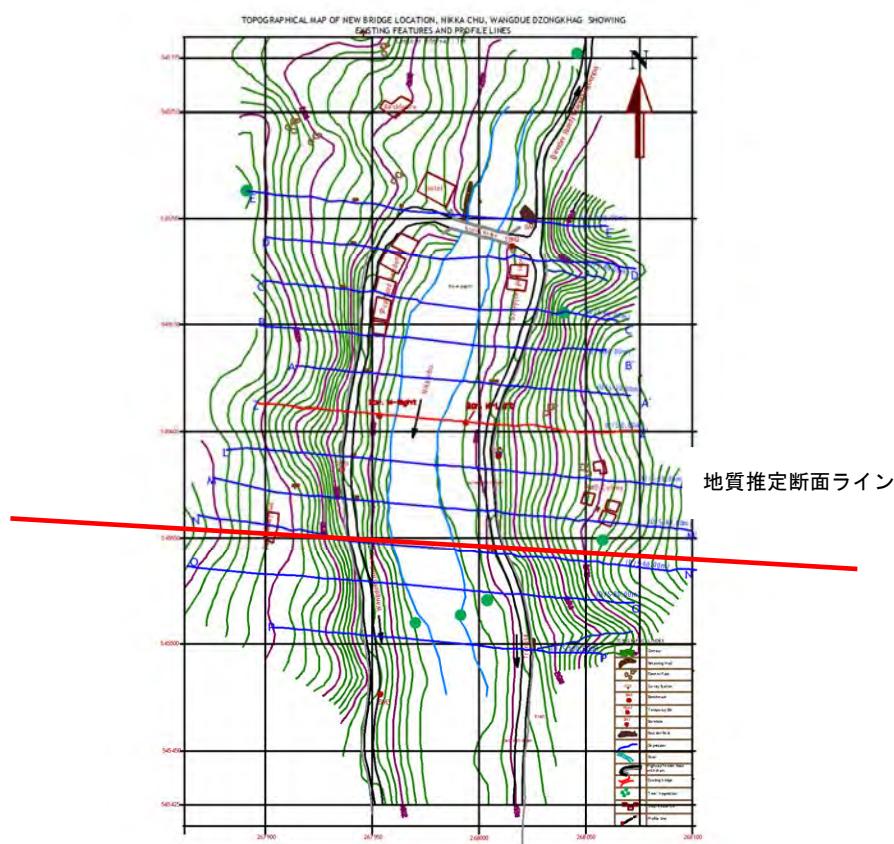
調査位置は、図 2.2.36 に示す 2か所で、右岸、左岸で鉛直 15m のボーリングを実施した。両岸の状況は、表土(s)の下位は深度 6~7m まで河川堆積物礫層 (Ag) で構成される。礫は 3 cm から最大 10 cm のコアで採取され、河床観察でも見られるようなコルブで構成されるものと考えられる。

下部は両岸ともに 15m まで片麻岩 (Gn) を確認した。コア長は 10 cm 未満となり、新鮮なものも見られる。岩盤等級はおおむね CL~CM クラスである。左岸では、岩盤上部の 0.5m (GL-6.5 m まで) は強風化部となっており、D クラスとなる。以深は片岩状で優白色となり新鮮部も見られる。



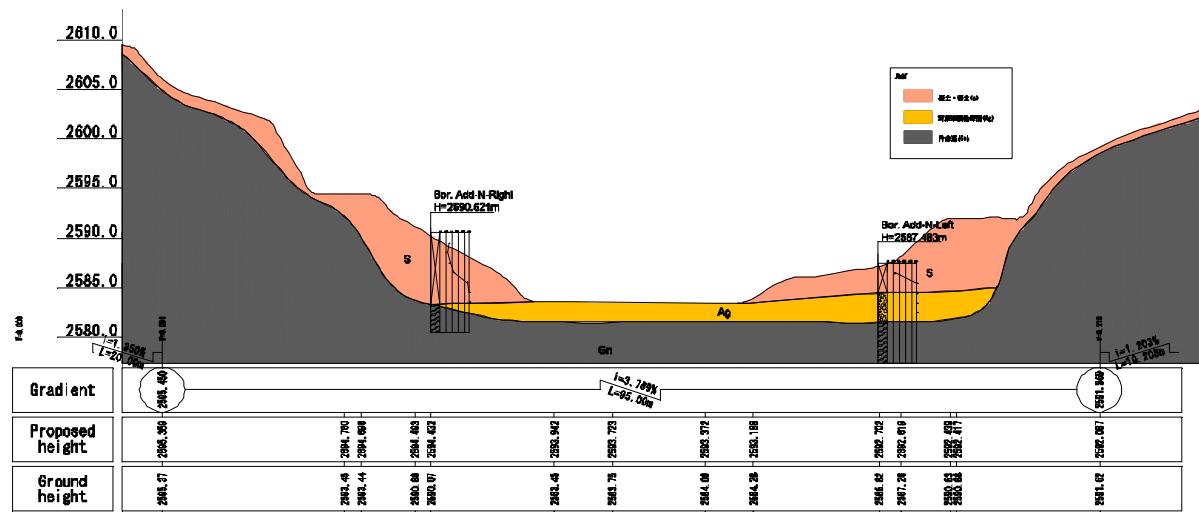
出所：調査団作成

図 2.2.36 ポーリング調査位置



出所：調査団作成

図 2.2.37 地質推定断面ライン



出所：調査団作成

図 2.2.38 地質推定断面図

#### ④ ザラムチュ橋

##### a) ボーリング

調査位置は、図 2.2.39 に示す2か所で、右岸、左岸で鉛直 15m のボーリングを実施した。両岸の状況は、上部 1m 前後まで表土となり、以深は両岸ともに 15m まで変成岩を確認した。コア長は最大 40~70 cm 程度確認された。付近の露頭で観察される走向傾斜は走向が N20~37E で 40~60° の傾斜である。コアはおおむね新鮮から弱風化であり、コア採取率も良い。岩盤等級はおおむね CM クラスとなる。



出所：調査団作成

図 2.2.39 ボーリング調査位置

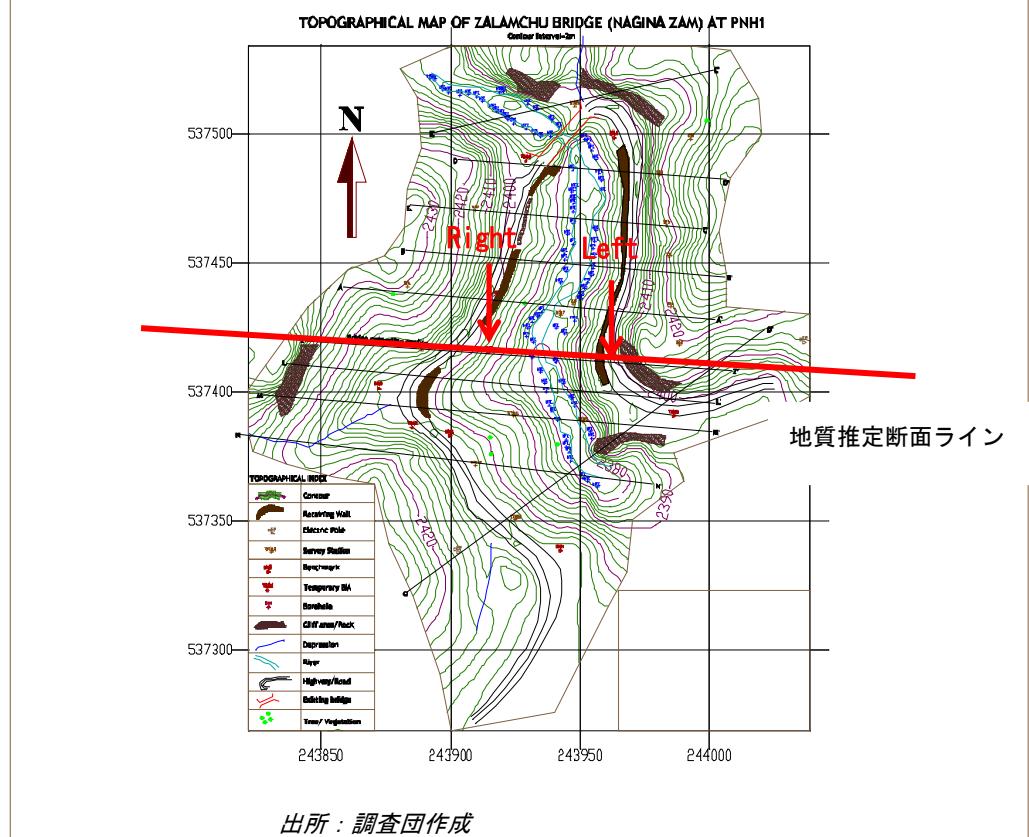
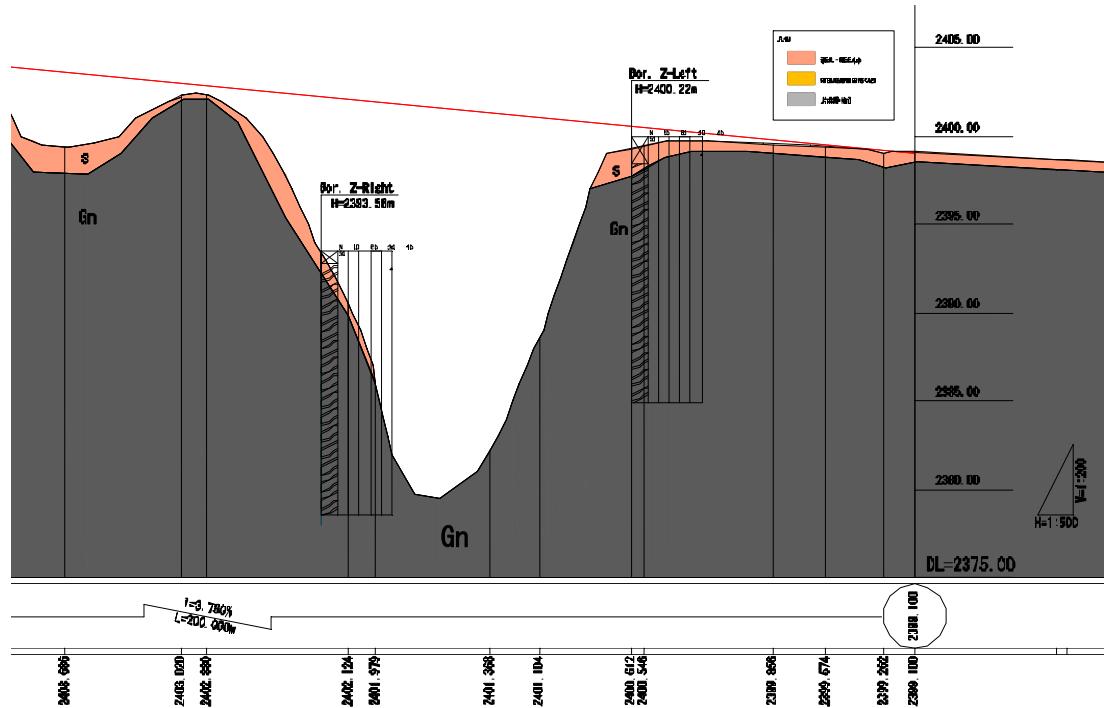


図 2.2.40 地質推定断面ライン



出所：調査団作成

図 2.2.41 地質推定断面図

b) 道路排水

右岸側の橋梁アプローチ部での地表面排水状況を図 2.2.42 に示す。山側の岩盤で集水された表流水は道路面に溢れ出していたが、山側の集水面積はそれほど大きくなないことから、道路側溝で排水可能な状況である。



出所：調査団作成

図 2.2.42 右岸側道路の排水状況

## ⑤ 各種試験結果

原位置で実施した試験、もしくはボーリングによって採取した試料による試験結果をまとめた。

### a) N値

ボーリング孔で実施した標準貫入試験結果を表 2.2.13 に示す。表土 (S) 、砂礫層 (Ag) とともに礫の混入により N 値にバラツキがある。岩盤層(Gn)では、表層部で風化部が見られる場合があるが、N 値は 50 以上を示していた。構造物基礎深度を決定する場合は、岩のコア状況から判断し、CL クラス以上の岩盤面を選択することが推奨され、表内にその標高を示す。

表 2.2.13 標準貫入試験結果

Location	チュゾムサ橋					ニカチュ橋								
		Right		Left		Right		Left						
左から 深度 (GL-m)	1m	S	12	S	50<	1m	S	7	S	6				
	2m	S	50<	S	50<	2m	S	6	S	50<				
	3m	S	50<	Ag	50<	3m	S	11	Ag	50<				
	4m	S	21	-	-	4m	S	29	Ag	50<				
	5m	Ag	23	-	-	5m	S	32	Ag	50<				
	6m	Gn	50<	-	-	6m	S	42	Gn	50<				
	7m	-	-	-	-	7m	Gn	50<	-	-				
	基礎底面標高	1350m		1344m		基礎底面標高	2583m		2581m					
Location	ザラムチュ橋													
		Right		Left										
	1m	Gn	20	S	50<									
	2m	Gn	50<	Gn	50<									
	基礎底面標高	2392m		2396m										

出所：調査団作成

### b) CBR 試験

各新橋両岸のアプローチ部で行った CBR 試験結果を表 2.2.14 に示す。チュゾムサ橋は両岸共に、礫混じりの粘性土を対象としており、CBR=10%前後の値を得ている。ニカチュ橋については、右岸が粘性土のもので、左岸が砂質土を採取して試験を行っている結果である。同様にザラムチュ橋も右岸は斜面中腹部の粘性土であり、左岸は道路路肩の砂質土を試験している。

表 2.2.14 CBR 試験結果

Location	チュゾムサ橋		ニカチュ橋		ザラムチュ橋	
	Right	Left	Right	Left	Right	Left
CBR(%)	Sample No.1	11.2	9.1	6.0	28.3	8.8
	Sample No.2	10.2	6.5	-	26.1	8.9
						24.0
						22.4

出所：調査団作成

c) 平板載荷試験

各ボーリング地点直近で実施した平板載荷試験結果を表 2.2.15 に示す。長期許容支持力としては概ね 40kN/m<sup>2</sup> 以上の値を得ている。

表 2.2.15 平板載荷試験結果

No.		最大荷重 Pmax(kN/m <sup>2</sup> )	沈下量(mm)	長期許容支持力度 qt(Pmax/3)
チュゾムサ橋	Right	130	8	43
	Left	140	15	46
ニカチュ橋	Right	111	10	37
	Left	185	15	61
ザラムチュ橋	Right	190	22	63
	Left	230	5.4	76

出所：調査団作成

d) 岩の一軸圧縮試験結果

ボーリングコアによる一軸圧縮試験結果を表 2.2.16 に示す。片理の発達度合により強度のバラツキがある。

表 2.2.16 一軸圧縮試験結果

No.		GL-(m)	qu(kN/m <sup>2</sup> )	単位体積重量(g/cm <sup>3</sup> )
チュゾムサ橋	Right	3.33-3.57	3275	2.69
ニカチュ橋	Right	7.05-7.23	3602	2.73
	Left	9.35-9.53	2310	2.77
ザラムチュ橋	Right	3.54-3.75	1601	2.73
	Left	7.47-7.58	1694	2.75

出所：調査団作成

### 3) 採石、土取り場調査結果

採石場、土取り場の調査結果を表 2.2.17 に示す。採石場はいずれも石英岩の良質なものが採取されているが、認可制のため、本プロジェクト建設が開始する時期までに操業が続くものであるかは不明である。

砂はウォンディポダン県の河川敷から採取され、採取時期により金額が変動することに留意する必要がある。

表 2.2.17 採石、土取り場の状況

No.	名前、連絡先、場所	材、価格、備考など
1	Name: Jungomolo Stone Quarry Tel: 17811755/77463378 Contact person: Ms. Sonam Peldron Loaction: LAT 27°31'10" LONG 90°05'44"	石英岩、 径 400 mm、136~146Nu/MTN 積込まで 径 40mm、160~176Nu/MTN 積込まで 主にプナサンチュ水力発電所に供給中 2016 年まで操業許可あり
2	Begogang Stone Quarry PVT. LTD Tel 17983346/17111592 Contact person: Mr. Phuntsho Namgyal 場所： Wachy(Tekizanpa) 橋から南に尾根を 上ったところ（看板あり）。 オフィスは、ウォンディポダン県にある。	石英岩で Cobble から Boulder を生産 主にプナサンチュ水力発電所に供給開始した ところ（2 年後には操業終了の可能性もある）
3	Taksha-Tsilli Stone Quarry 場所：ニヤラチュ橋の奥側。2つあるうちの、 北側。南側は調査していない。	石英岩で Cobble から Boulder を生産 いずれも 179Nu/MTN 積込まで 2019 年まで操業予定
4	Rinchengang Sand Quarry Tel 17691655 Contact person: Mr. B.B. Gallay 場所：ウォンディポダン県の河川敷	細砂 279Nu/m3（プロジェクト価格）積込まで 11 月～4 月は上記の半額となり、5 月～9 月は 三倍の価格に変動する

出所：調査団作成

#### a) 材料試験結果

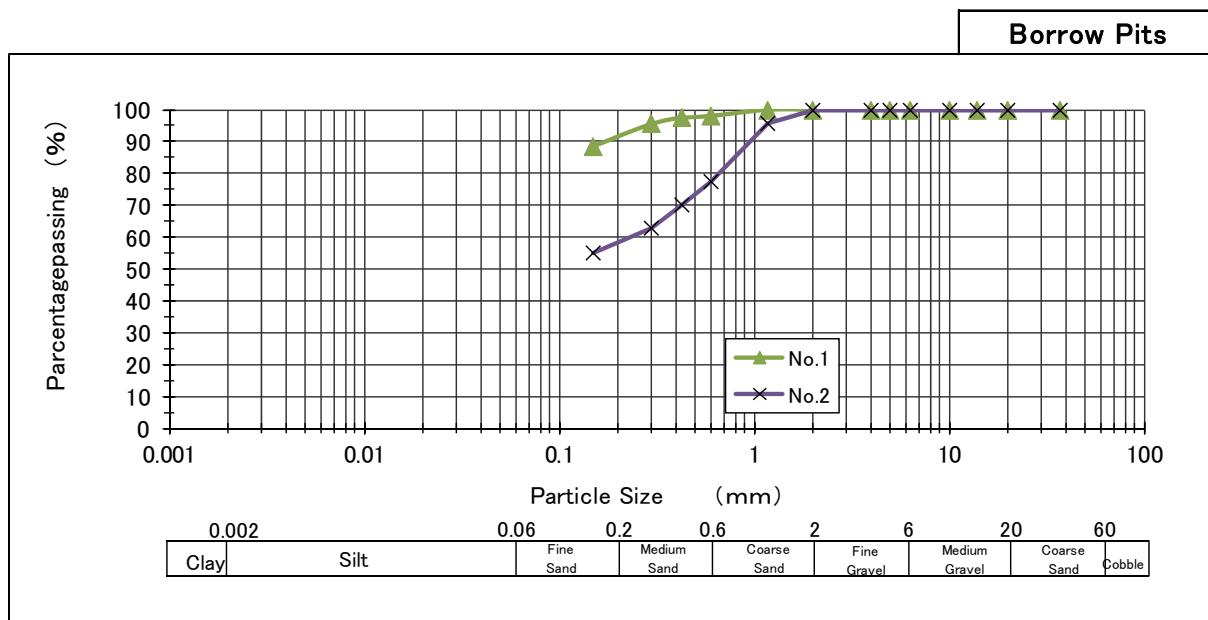
材料試験を室内試験にて実施した結果を表 2.2.18 に示す。石英岩については、コンクリートの骨材として適正な値を示している。

表 2.2.18 材料試験結果

No.	名前	Material	Aggregate Crushing Value(ACV)%	単位体積重量 (g/cm3)	吸水試験 (%)	粒度試験
1	Jungomolo	石英岩	21.72	2.43	0.85	-
2	Begogang	石英岩	20.00	2.56	0.87	-
3	Taksha-Tsilli	石英岩	26.00	2.80	1.31	-
4	Rinchengang	細砂	-	2.28	-	※図 2.2.43 参照

出所：調査団作成

ウォンディポダン県で採掘可能な川砂については、図2.2.43に示すように0.3mm粒径が50%以上含有するシルト質砂状であり、コンクリートの細骨材としては不適となってしまう。コンクリートの細骨材としては0.3mm粒径が、10~35%程度の重量百分率で通常規定されている。しかし、適切な土取り場がないことや、他のプロジェクトでも強度確認後に使用していることから、本プロジェクトでも事前にコンクリート試験にて強度を確認する必要がある。



出所：調査団作成

図 2.2.43 砂の粒度試験結果

1. Jungomolo Stone Quarry



2. Begogang Stone Quarry



3. Taksha-Tsilli Stone Quarry



4. Rinchengang Sand Quarry



出所：調査団撮影

図 2.2.44 採石、土取り場の状況写真

## 2-2-3 交通量調査

本調査においては、対象地域の現況の交通特性を把握するために、以下に示す要領で各種交通量調査を実施した。

### (1) 既存交通データ収集

DoR の維持管理部より、プロジェクトサイトにおける既存の交通量調査結果を入手した。本調査にて交通量調査を実施する 2ヶ所（ウォンディポダンートンサ間の起点側（ウォンディポダン側）と終点側（トンサ側））における既存データの入手を試みたが、DoR のデータ管理状況が悪く、以下に示すデータのみを入手できた状況である。

- ・ウォンディポダン側：2005 年、2006 年、2007 年（いずれも平日一日分）
- ・トンサ側：2005 年、2006 年、2007 年（いずれも平日一日分）

これら既存データ及び本調査にてカウントした交通量結果を用いて将来交通量の推定を行うこととする。

### (2) 路側 OD 調査

ウォンディポダンートンサ間の 2ヶ所（チュゾムサ橋（ウォンディポダン）及び Bjee zam 橋（トンサ））において、表 2.2.19 に示す要領で路側 OD 調査を実施した。なお、路側 OD 調査は現地再委託にて実施した。

表 2.2.19 路側 OD 調査の内容

項目	内 容
調査方法	路側 OD 調査
調査手法	調査員によるインタビュー方式で実施（調査票に記入）。インタビュー項目は、車種、軸数、出発地、最終目的地、乗車人数、出発時間、到着予定時間、トリップ目的、積載品目・重量、最大積載重量。
調査位置	トンサ側（Bjee zam 橋）、ウォンディポダン側（チュゾムサ橋）各 1箇所、計 2箇所(交通量調査と同じ地点とする)
調査期間	平日 1 日、休日 1 日 合計 2 日間 -トンサ側：平日 9/18（木）、休日 9/20（土） -ウォンディポダン側：平日 9/12（金）、休日 9/13（土）
調査時間	6 時～18 時 12 時間調査

出所：調査団作成

### (3) オーナーインタビュー調査

特に大型車の流通経路及び積載内容、積載重量等を把握するために、表 2.2.20 に示す内容でバス事業者、流通業者、工事業者等にインタビューを行った。なお、オーナーインタビュー調査は現地再委託にて実施した。

表 2.2.20 オーナーインタビュー調査の内容

項目	内 容
調査手法	調査員によるインタビュー方式で実施（調査票に記入）。インタビュー項目は、車種、軸数、出発地、最終目的地、乗車人数、出発時間、到着予定時間、トリップ目的、積載品目・重量、最大積載重量。
調査対象	都市間バス事業者、流通業者、ダム工事事業者（プナサンチュ水力発電事業公社及びマンデチュ水力発電事業公社）

出所：調査団作成

#### (4) 交通量調査

プロジェクトサイトの現在の交通量を把握するため、表 2.2.21 に示す内容で交通量調査を実施した。なお、交通量調査は現地再委託にて実施した。

表 2.2.21 交通量調査の内容表

項目	内 容
調査手法	調査員による道路断面交通量(車種別・方向別)調査
調査位置	トンサ側 (Bjee zam 橋)、ウォンディポダン側 (チュゾムサ橋) 各 1 箇所、計 2 箇所 (OD 調査と同じ地点とする。)
調査期間	平日 1 日、休日 1 日 合計 2 日間 - トンサ側 : 平日 9/17 (水)、休日 9/21 (日) - ウォンディポダン側 : 平日 9/11 (木)、休日 9/14 (日)
調査時間	6 時～18 時 12 時間調査

出所：調査団作成

#### (5) 軸重調査

大型車の積載量や過積載の状況を把握するため、表 2.2.22 に示す内容で軸重調査を実施した。今回の調査位置はプロジェクトサイトから離れた場所であるが、この場所を選定した理由は以下の通りである。

「ブ」国内に流通する大型貨物のほとんどがインドから入ってきており、またその内の約 9 割がパンツオリンの通関から入ってきている状況である。よって、「ブ」国内で大型車が最も多く通過するのがチュカ県・カルバンディ・チェックポストであり、短時間により多くの計測を効率的に行うことができるため。

表 2.2.22 軸重調査の内容

項目	内 容
調査手法	軸重計による計測
調査位置	チュカ県・カルバンディ・チェックポスト
調査期間	9/8 (月)
調査時間	9 時～18 時

出所：調査団作成

#### (6) 調査結果



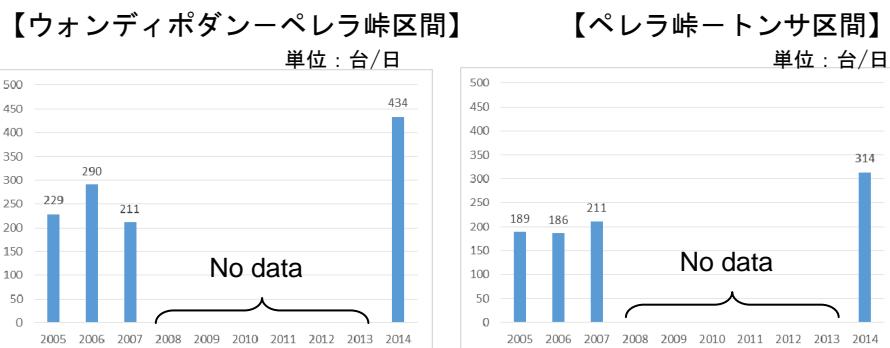
##### ① 交通量データの整理

DoR の既存の交通量データ及び本調査における交通量調査結果を整理するにあたり、本プロジェクトの対象区間（ウォンディポダン～トンサ間）を図 2.2.45 に示すように 2 つの区間に分割する。このように分割する理由は、既存交通量の推移から、国道 1 号線については首都から東に離れるにつれて交通量が減少する傾向にあり、また当該区間の中間地点に標高 3,390m のペレラ峠が存在するためである。なお、今回の対象橋梁の内、チュゾムサ橋はウォンディポダン～ペレラ峠区間に、ニカチュ橋とザラムチュ橋はペレラ峠～トンサ区間に属している。



図 2.2.45 検討区間の設定

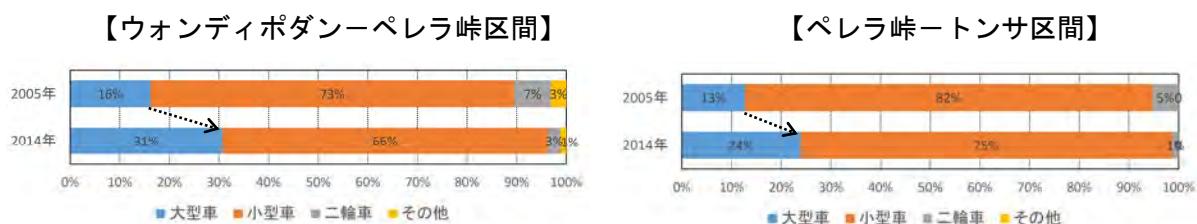
図 2.2.46 に交通量データを整理する。両区間とも、DoR の既存交通量データについては 2005 年、2006 年、2007 年の 3 年分のみ得られた。また、今回実施した交通量調査結果を 2014 年の値として適用した。これを見ると、前述の通り、首都に近いウォンディポダンーペレラ峠区間の方が交通量が大きいことがわかる。また、両区間にともに交通量は増加傾向にあり、ウォンディポダンーペレラ峠区間については 9 年前に比べて約 2 倍に増加している。なお、本調査では平日及び休日の両方で調査を実施したが、結果に大きな差が出なかったため、平日の調査結果を採用した。



出所：DoR 提供データと交通量調査結果より調査団作成

図 2.2.46 交通量の推移（2005～2014 年）

また、2005 年と現在の通過交通の車種構成を比較したものが図 2.2.47 である。両区間にともに、2005 年時点に比べて大型車の割合が増加している。現在の大型車混入率は、ウォンディポダンーペレラ峠区間で 31%、ペレラ峠－トンサ区間で 24% となっている、これには、マンデチュ水力発電所の工事車両の増加が大きく影響している。



出所：DoR 提供データ（2005 年データ）と交通量調査結果（2014 年）より調査団作成

図 2.2.47 通過交通の車種構成の比較（2005 年と 2014 年）

## ② OD 調査及びオーナーインタビュー調査結果の整理

前述の要領で路側OD調査を実施した。その結果を図 2.2.48 に整理する。ここで、プンツォリンを発着する車両数に着目すると、いずれの調査日においても過半数を超えており、平均すると約 64%がプンツォリンを出発または目的地とした車であることがわかる。これらは、プンツォリンから国道 2 号線を北上し、ティンプーを経由して国道 1 号線を東へ移動するルートを利用している車である。よって、インドから調達した物資をウォンディポダン県、トンサ県、ブムタン県など「ブ」国中部へ運搬する場合、国道 2 号線と国道 1 号線を経由するルートが利用されており、当該プロジェクトの対象地域である「ブ」国中部地方の経済発展にとって国道 1 号線が非常に大きな役割を担っていることが確認できる。

チュゾムサ橋（平日調査：2014.9.12）

発地	着地	Wangdi	Trongsa	Bumthang	Punakha	Thimphu	P/ling	Tsirang	Trashigang	計
Wangdi	18	2	0	9	0	6	0	0	0	35
Trongsa	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
Bumthang	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8
Punakha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thimphu	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
P/ling	3	8	8	0	0	0	0	0	0	19
Tsirang	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Trashigang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		23	10	9	9	0	21	0	0	72

チュゾムサ橋（休日調査：2014.9.13）

発地	着地	Wangdi	Trongsa	Bumthang	Punakha	Thimphu	P/ling	Tsirang	Mongar	Sarpang	計
Wangdi	4	4	1	3	0	4	0	0	0	0	16
Trongsa	1	0	0	0	0	15	0	0	0	0	16
Bumthang	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Punakha	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Thimphu	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
P/ling	1	9	7	0	0	0	0	0	0	0	17
Tsirang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mongar	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Sarpang	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
計		9	13	10	3	1	21	1	0	0	58

Bjeezam 橋（平日調査：2014.9.18）

発地	着地	Wangdi	Trongsa	Bumthang	Punakha	Thimphu	P/ling	Mongar	Paro	計
Wangdi	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Trongsa	2	0	0	0	0	6	0	0	0	8
Bumthang	0	0	0	0	0	8	0	1	0	9
Punakha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thimphu	0	1	0	0	0	0	1	0	2	
P/ling	0	6	3	7	0	0	0	0	0	16
Mongar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paro	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
計		2	10	5	7	0	14	1	1	40

Bjeezam 橋（休日調査：2014.9.20）

発地	着地	Wangdi	Trongsa	Bumthang	Thimphu	P/ling	Mongar	Paro	Gasa	計
Wangdi	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Trongsa	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Bumthang	4	0	0	1	0	0	0	0	0	5
Thimphu	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
P/ling	0	17	3	3	1	0	0	0	0	24
Mongar	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Paro	0	1	0	0	4	0	0	0	0	5
Gasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		6	24	5	4	5	0	0	1	45

出所：調査団作成

図 2.2.48 OD 調査結果

次に、プンツォリンを発着する車に着目し、インタビュー調査結果等をもとにその特徴について以下に整理する。

- ◆ 全体の約 9 割が 2 軸貨物車（中型トラック）である。2 軸貨物車の総重量の平均は約 13.7 トン/台であり、1 軸あたりの平均軸重は 6.8 トン/台である。
- ◆ 3 軸貨物車の 1 軸あたりの平均軸重は 7.0 トン/台であり、4 軸以上の貨物車（4 軸と 5 軸）の 1 軸あたりの平均軸重は 10.5 トン/台である。軸数が増えるにつれて 1 軸あたりの平均軸重も増加する結果となった。なお、現地で確認された最大軸数は 5 軸である。
- ◆ 貨物の品目としては、セメント、骨材、鉄筋等の工事用資材、野菜や果物等の農作物、商業用の生活物資、日用品などである。
- ◆ プンツォリンからトンサへ資材を運搬する車の平均移動時間はおよそ 10 時間である（移動距離=約 380km）。

◆ プンツォリンからトンサやブムタンへの運搬は、平日のみならず休日にも多く行われている。

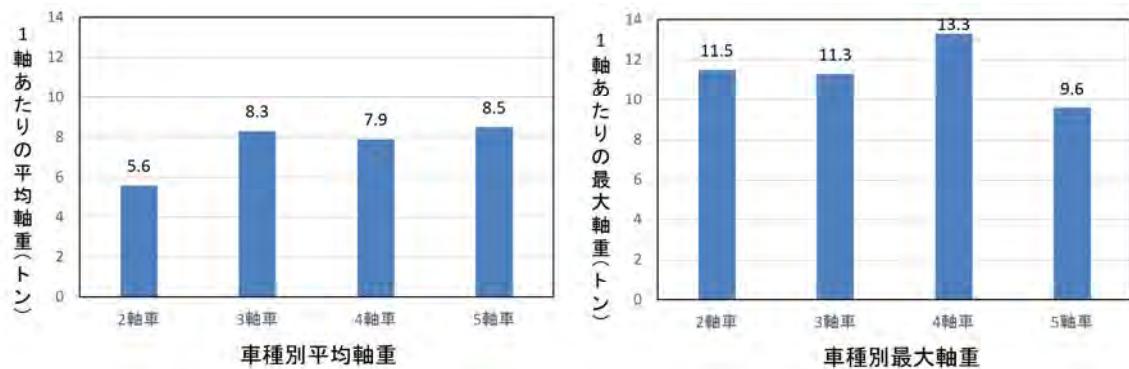
### ③ 軸重調査結果の整理

軸重調査の結果を以下に整理する。

【調査日・時間】2014年9月8日、午前9時～午後6時

【サンプル数】65(2軸車：23台、3軸車：21台、4軸車：16台、5軸車：5台)

#### 【調査結果】



出所：調査団作成

図 2.2.49 軸重調査の結果

## 2-2-4 環境社会配慮

### 2-2-4-1 環境影響評価

#### 2-2-4-1-1 ベースとなる環境社会の状況

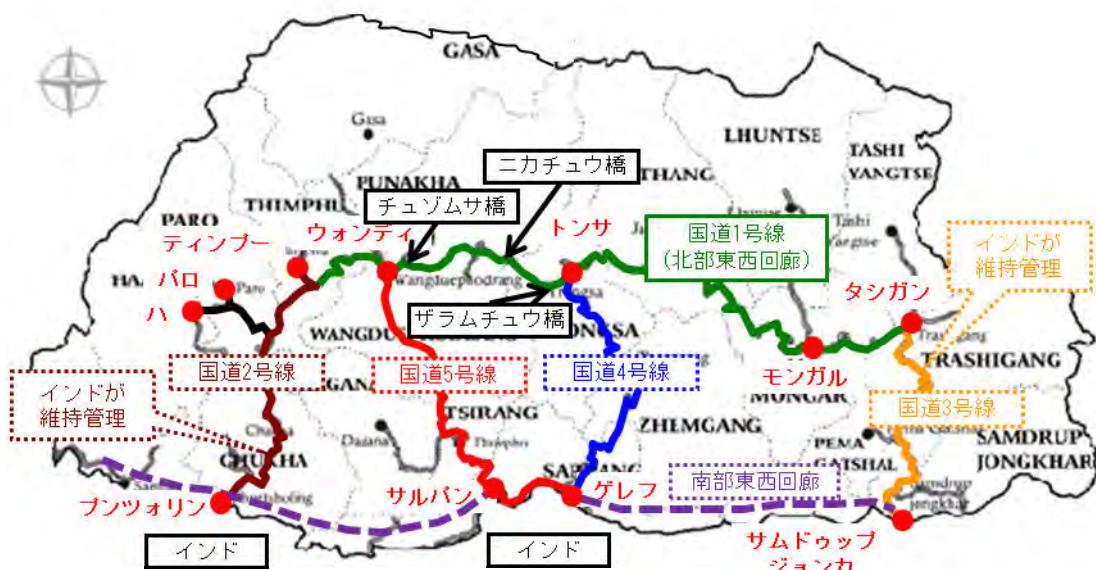
##### (1) 地形

調査対象地域は、表 2.2.23 及び図 2.2.50 に示す通り、ウォンディポダン県及びトンサ県に位置し、Bay Chhu 川、Nikachu 川、Zalamchu 川を渡河する標高 1,370m～2,600m に位置している。

表 2.2.23 事業区域の位置と周辺地形

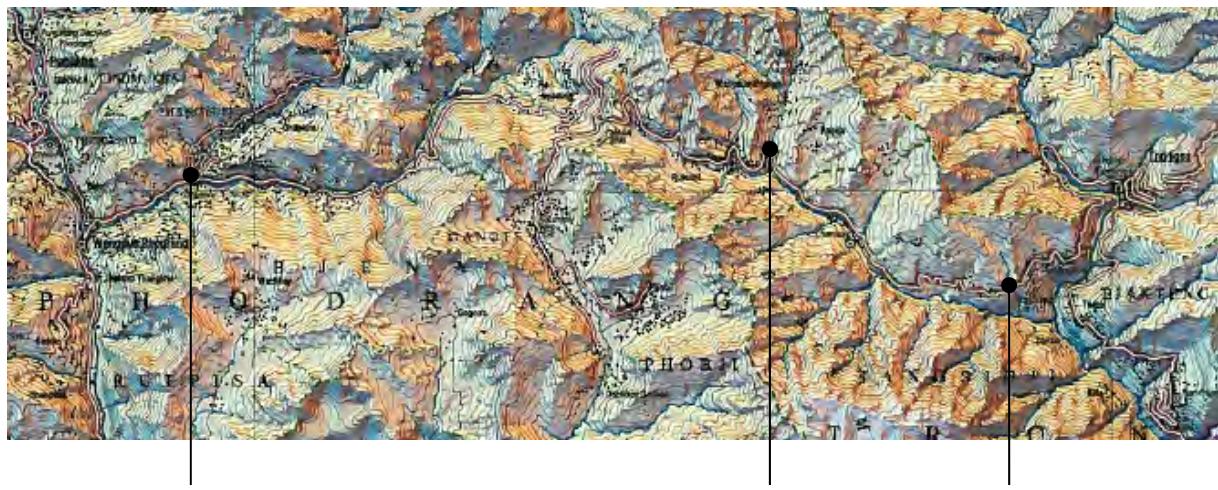
橋梁名	橋梁位置	河川名	標高
チュゾムサ橋	Wangdue Phodrang Phnygul Gewog/ Nishu Gewog	Bay Chhu	約 1,370m
ニカチュ橋	Wangdue Phodrang Sephu Gewog	Nikachu	約 2,600m
ザラムチュ橋	Trongsa Tangsibgi Gewog	Zalamchu	約 2,400m

出所 : DoR



出所 : DoR の地図より調査団作成

図 2.2.50 調査位置図



出所：DoP の地図上に調査風作成

図 22.51 事業区域の位置と周辺地形

## (2) 保護区

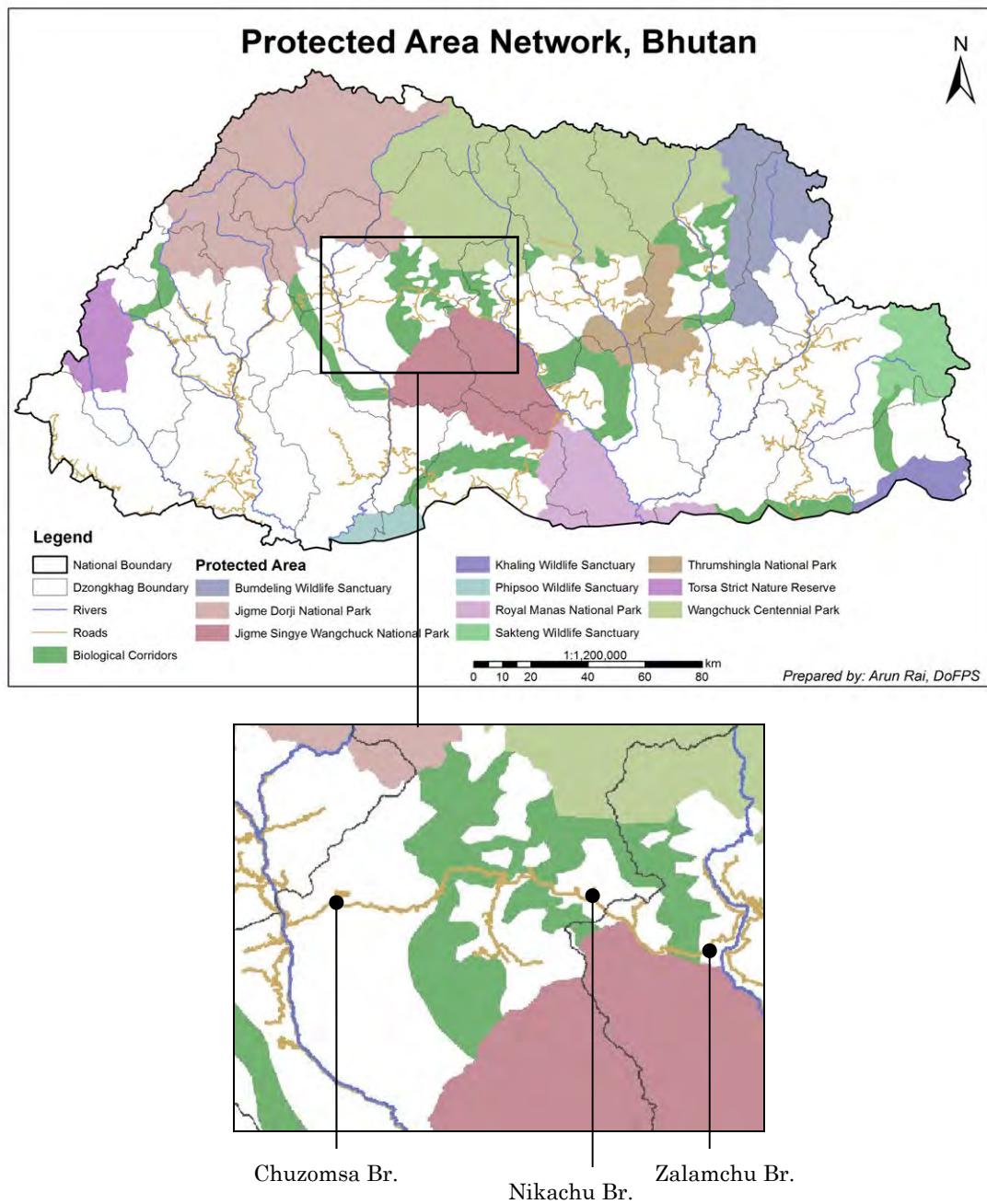
「ブ」国では国土の約5割が自然保護に関連する区域に指定されており、国立公園5箇所、野生生物保護区4箇所、自然保護区1箇所が存在する。その他にも、自然保護区域をつなぐ生態系連絡路(バイオロジカル・コリドー)が設けられており、これら全域が自然保護区域と見なされている。生態系連絡路を含めた、これら自然保護に関連する区域は”Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995”によって規定されており、農業省森林・公園管理局が管轄し、保全のための計画立案・政策策定のほか、維持・管理・運営に関する業務を行っている。国立公園は”Forest and nature Conservation Rules, 2006”によると、立地条件や生物の生態的重要度によって表2.2.24の3ゾーンに分類されている。

表 2.2.24 国立公園内のゾーン区分

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

出所 : Forest and nature Conservation Rules, 2006

「ブ」国の保護区と調査対象位置は図 2.2.52 の通りである。保護区内の開発行為においては、規制があるが、本事業対象橋梁においては、保護区の外に位置している。



出所 : Ministry of Agriculture and Forests

図 2.2.52 事業区域周辺の保護区

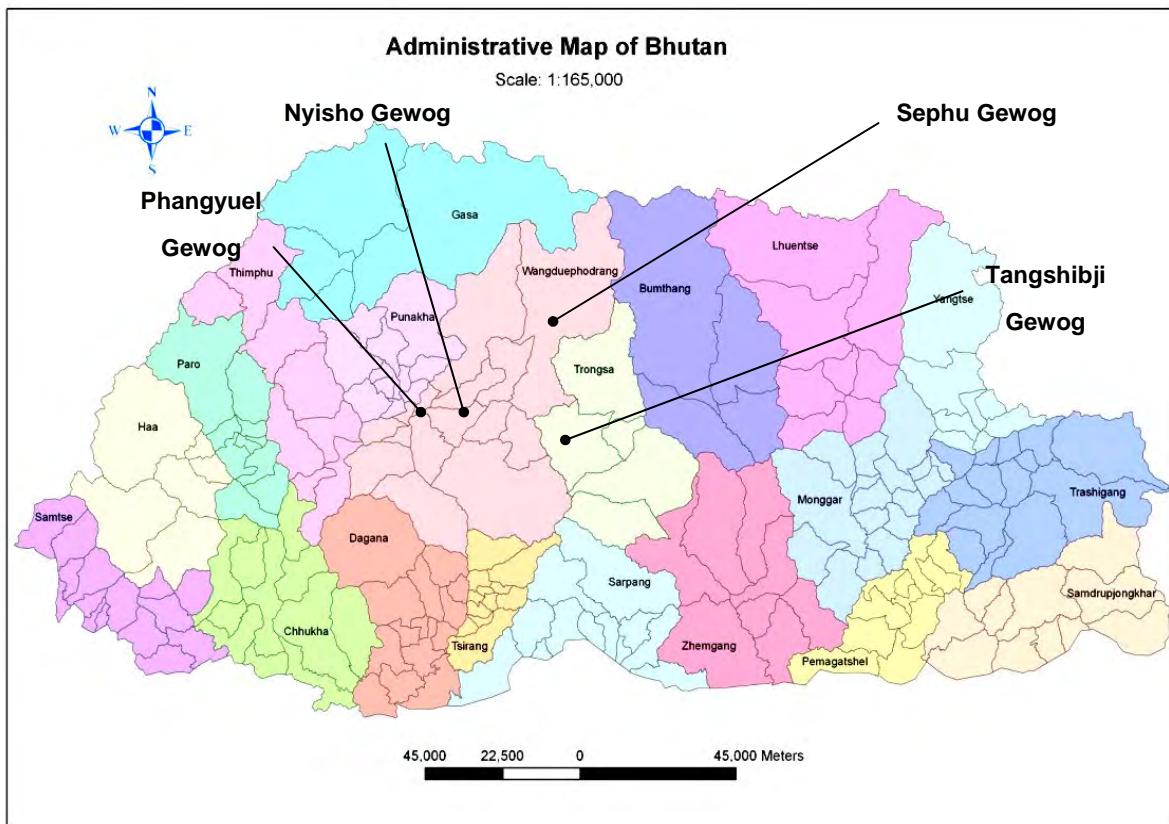
### (3) 人口

各橋梁が位置する県及び郡の人口は表 2.2.25 に示す通りである。また、対象の県及び郡を図 2.2.53 に示す。

表 2.2.25 対象地域（県及び郡）の人口の比較

橋梁名	県名(Dzongkhag)	人口	郡名(Gewog)	人口
Chuzomsa bridge	Wangdue Phodrang	31,135	Phangyuel	1,007
			Nisho	2,698
Nikachu bridge	Wangdue Phodrang	31,135	Sephu	2,400
Zalamchu bridge	Trongsa	13,419	Tangsibjee	1,848

出所 : National Statistics Bureau, Population & Housing Census of Bhutan 2005 及び 205 Gups & Gewogs



出所 : DoR

図 2.2.53 事業対象地域（県及び郡）図

#### (4) 社会状況

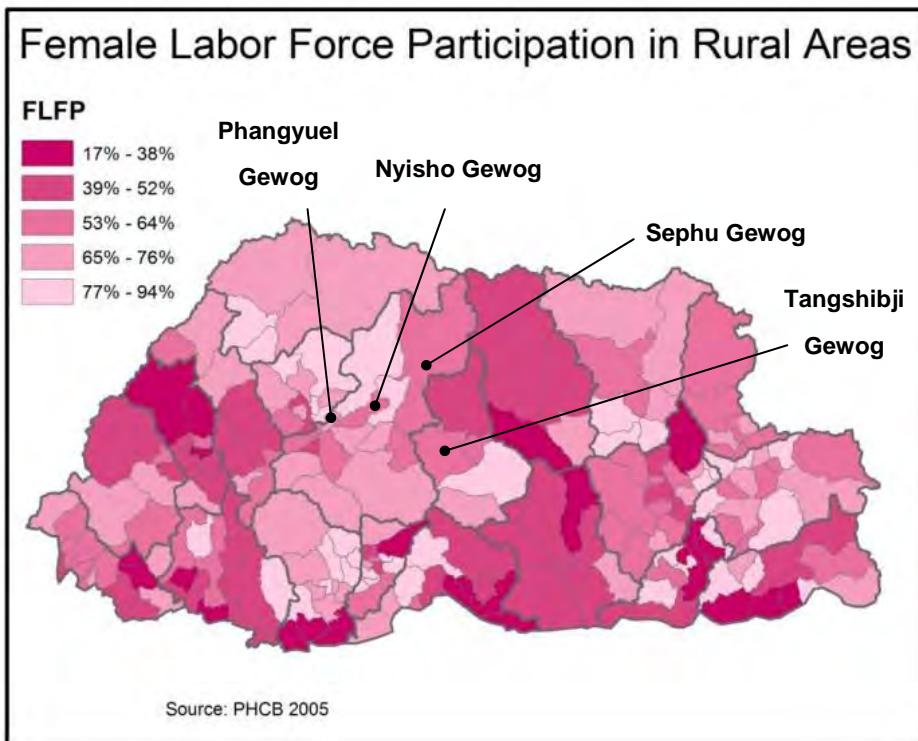
「ブ」国における貧困ラインは Nu.1,704.84／人／月である。この貧困ライン以下で生活している人口の割合を各県ごとに表 2.2.26 に示す。

表 2.2.26 対象地域（県）の貧困率

橋梁名	県名(Dzongkhag)	貧困率 (%)
Chuzomsa bridge	Wangdue Phodrang	10.9
Nikachu bridge		
Zalamchu bridge	Trongsa	14.9

出所 : Bhutan Poverty Analysis 2012

また、対象地域における女性の労働参加率を図 2.2.54 に示す。



出所 : *Small Area Estimation of Poverty in Rural Bhutan*

図 2.2.54 女性の労働参加率

#### (5) 道路交通

2.2.3 に示す通り、プロジェクトサイトの現在の交通量を把握するために、ウォンディポダン側（チュゾムサ橋）及びトンサ側（Bjee zam 橋）の計 2ヶ所で交通量調査を実施した。各地点における調査結果は、ウォンディポダン側で 434 台/日、トンサ側で 314 台/日であり、現在対象橋梁を通過する交通は 300~400 台/日程度である。これらの交通量は 2020 年にはウォンディポダン側で 541 台/日、トンサ側で 390 台/日に緩やかに増加することが予想されている。いずれの調査地点においても大型トラックが全体の 20~30% を占めており、貨物交通が多い状況である。

#### (6) 漁業

ウォンディポダン県及びトンサ県の森林・公園管理局及び村落におけるヒアリング結果において対象プロジェクト付近の河川で漁業は行われていない事を確認した。

#### (7) 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確認したが、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。

## 2-2-4-1-2 相手国の環境社会配慮制度・組織

### (1) 環境許認可に関する法令・手続き

「ブ」国における環境影響評価は、”Environmental Assessment Act, 2000”に規定されている。本法律によれば、負の影響があり得るような開発案件については環境許認可の取得が必要と規定している。また、EIA ガイドラインとしての位置づけとなる環境承認規則、”Regulation for the Environmental Clearance of Projects 2002”が制定され、EIA の実施及びそのプロセスが規定されている。表 2.2.27 に環境社会配慮に関する法規を示す。

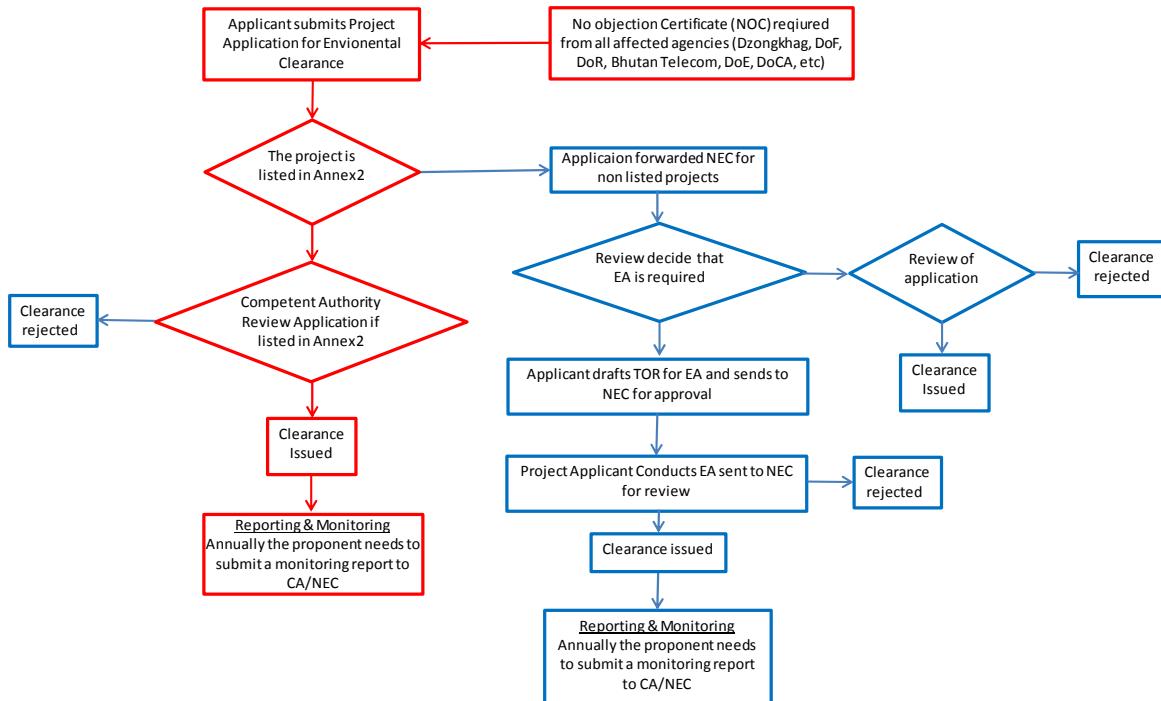
表 2.2.27 環境社会配慮関連法規一覧

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

出所 : Ministry of Agriculture and Forests DoR へのヒアリングをもとに調査団作成

環境許認可申請手続きのフローは図 2.2.55 の通りである。なお、プロジェクト位置が住居や学校病院の近隣や図 2.2.52 で示したような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 2.2.55 の赤線に示す通り、NOC 取得後、申請書及び 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。



出所 : *Application for Environmental Clearance Guideline for Highways and Roads*

図 2.2.55 EIA 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

環境許認可申請手続きに関して、本事業の場合、申請者は DoR である。Regulation for Environmental Clearance of Projects 2002 によると、橋梁は Annex2 に記載されており、Competent Authority (環境申請先) は MoWHS となっている。しかし、本案件の事業実施機関が MoWHS 下の DoR であり、同一の組織には環境許認可は出せないこととなっているため、本案件における環境許認可の申請及び発行先は NEC となる。

## (4) 今後のスケジュール

上記の法令によると、環境許認可は手続き申請から約 3 ヶ月半で取得できる。NEC へのインタビューでも同様の結果を得た。また、DoR に対して図 2.2.56 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、許認可を事業実施前までに取得することを確認した。なお、IEE レポー

ト及び環境許認可に必要な書類は 2015 年 1 月 29 日に DoR より NEC に提出された。現在 NEC の審査中であり、事業実施前までに許認可を取得する見込みである。

Year/Month	2014						2015				
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Consensus Meeting with DOR and NEC			■■■								
Reconnaissance				■■							
Scoping				■							
Stakeholder Meeting on Scoping Stage (PAP Level)				■							
IEE Survey (simple survey and literature survey)				■■■■■							
Preparation of IEE report					■■■■■						
IEE approval Process							■■■■■				
Issue of Environmental clearance								■■■■■			

出所：法律とインタビューに基づき調査団作成

図 2.2.56 環境許可取得までのスケジュール

### 2-2-4-1-3 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、図3.2.5～3.2.7に示す。「ブ」国側との協議結果も含め、比較検討の結果、住民移転を可能な限り最小化する等の理由により、図3.2.5～3.2.7の通り各橋梁における最適案が選定された。

## 2-2-4-1-4 スコーピング

本プロジェクトの各段階の活動と影響項目からスコーピングを行った。初期環境調査に基づくスコーピング結果（マトリクス及び影響の程度）を以下に示す。

表 2.2.28 スコーピング結果：チュゾムサ橋

	No	影響項目 (JICA)	影響要因		工事前／工事中		供用時
			総合評価				
			B	既存橋の解体を含む、用地取得、プロジェクトの喪失			
	1	大気汚染	B	本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制			
	2	水質汚濁	B				
	3	廃棄物	B				
	4	土壤汚染					
	5	騒音・振動	B				
	6	地盤沈下					
	7	悪臭					
	8	底質					
	9	保護区					
	10	生態系					
	11	水象					
	12	地形、地質					
	13	住民移転・用地取得	B B				
	14	貧困層					
	15	少数民族・先住民族					
	16	雇用や生計手段等の地域経済					
	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）					
	29	事故	B		B	B	
評価	30	越境の影響、及び気候変動					

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.29 スコーピング結果（評価理由）

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		<p><b>工事中:</b> 建設機材の稼動等に伴い、一時的ではあるが、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見込まれるが、影響は限定的である。</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がある。さらに、有機汚濁水が工事宿舎から排出される。</p> <p><b>供用時:</b> 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> 重大な影響は想定されない。</p>
		土壤汚染			<p><b>工事中:</b> 影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
		騒音・振動	B		<p><b>工事中:</b> 建設機械の稼動等による騒音が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 走行速度の増加に伴う騒音が想定されるが、影響は限定的である。</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想定されない。</p>
		底質			<p><b>工事中:</b> 事業対象地に汚染された土地はないため、影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 底質へ影響を及ぼすような作業は想定されない。</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しない。</p>
	10	生態系			<p><b>工事中／供用時:</b> 事業対象地に保護区及び希少な動植物は存在しない。</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活動はない。</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、事業対象地に配慮すべき地形・地質は存在しないことから、負の影響は限定的である。</p>
社会環境	13	住民移転・用地取得	B		<p><b>工事前:</b> 住民移転は発生しないが、一部のみ用地取得が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	14	貧困層			<p><b>工事前:</b> 影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	15	少数民族・先住民族			<p><b>工事前:</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。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	16	雇用や生計手段等の地域経済			<p><b>工事前:</b> 事業対象地付近に店舗がいくつか観察されるが、影響を受ける住民はほとんどない。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	17	土地利用や地域資源利用			<p><b>工事前:</b> 想定される影響はない。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	18	水利用			<p><b>工事中:</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、影響はほとんどないと考えられる。</p> <p><b>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、影響はほとんどないと考えられる。</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> 交通規制により緊急サービス等へのアクセスに影響がでる可能性がある。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関			<p><b>工事中／供用時:</b> 村、町、県などの意思決定機関は継続するため、影響は想定されない。</p>

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

分類	№	影響項目	評価		評価理由
			工事前／工事中	供用時	
		等の社会組織			
	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:</b> 本事業は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。 <b>供用時:</b> 本事業は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:</b> 事業対象地において影響を受ける宗教及び文化的遺産は存在しない。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。
	24	景観			<b>工事中:</b> 影響は想定されない。 <b>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>工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事中／供用時:</b> 子どもへの負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中:</b> 影響は想定されない。 <b>供用時:</b> 特段感染症を引き起こすような活動はない。
	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。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。
その他	29	事故	B		<b>工事中:</b> 建設車両が住居付近の道路を走行するため、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 走行速度の増加が予想されるが、線形も改善されるため、事故の増加はほとんどないと考えられる。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中:</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影響は想定されない。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。

### 評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.30 スコーピング結果：ニカチュ橋

No	影響項目 (JICA)	影響要因	総合評価		工事前／工事中		供用時	
			B	B	既存橋の解体を含む、用地取得、プロジェクトの喪失	本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制	土地改變（切り盛土、掘削等）	建設機械及び建設車両の稼動
1	大気汚染	B						
2	水質汚染	B		B			B	
3	廃棄物	B		B			B	
4	土壤汚染							
5	騒音・振動	B			B			
6	地盤沈下							
7	悪臭							
8	底質							
9	保護区							
10	生態系							
11	水象							
12	地形・地質							
13	住民移転・用地取得							
14	貧困層							
15	少数民族・先住民族							
16	雇用や生計手段等の地域経済							
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）							
29	事故	B			B		B	
30	越境の影響、及び気候変動							

評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.31 スコーピング結果（評価理由）

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		<p><b>工事中:</b> 建設機材の稼動等に伴い、一時的ではあるが、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見込まれるが、影響は限定的である。</p>
	2	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がある。さらに、有機汚濁水が工事宿舎から排出される。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	3	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> 重大な影響は想定されない。</p>
	4	土壤汚染			<p><b>工事中:</b> 影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	5	騒音・振動	B		<p><b>工事中:</b> 建設機械の稼動等による騒音が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 走行速度の増加に伴う騒音が想定されるが、影響は限定的である。</p>
	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想定されない。
	8	底質			<p><b>工事中:</b> 事業対象地に汚染された土地はないため、影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 底質へ影響を及ぼすような作業は想定されない。</p>
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しない。
	10	生態系			<b>工事中／供用時:</b> 事業対象地に保護区及び希少な動植物は存在しない。
	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活動はない。
	12	地形・地質			<b>工事中／供用時:</b> 事業対象地に配慮すべき地形・地質は存在しないことから、負の影響は想定されない。
社会環境	13	住民移転・用地取得			<p><b>工事前:</b> 住民移転は発生しない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	14	貧困層			<p><b>工事前:</b> 影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	15	少数民族・先住民族			<p><b>工事前:</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。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	16	雇用や生計手段等の地域経済			<p><b>工事前:</b> 事業対象地付近に店舗がいくつか観察されるが、影響を受ける住民はほとんどない。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	17	土地利用や地域資源利用			<p><b>工事前:</b> 想定される影響はない。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	18	水利用			<p><b>工事中:</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、影響はほとんどないと考えられる。</p> <p><b>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、影響はほとんどないと考えられる。</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> 交通規制により、病院や学校へのアクセスに影響ができる可能性がある。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	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> 村、町、県などの意思決定機関は継続するため、影響は想定されない。

ブータン国国道1号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前／工事中	供用時	
	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:</b> 本事業は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。 <b>供用時:</b> 本事業は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:</b> 事業対象地において影響を受ける宗教及び文化的遺産は存在しない。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。
	24	景観			<b>工事中:</b> 影響は想定されない。 <b>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>工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事中／供用時:</b> 子どもへの負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中:</b> 影響は想定されない。 <b>供用時:</b> 特段感染症を引き起こすような活動はない。
	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。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。
その他	29	事故	B		<b>工事中:</b> 建設車両が住居付近の道路を走行するため、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 走行速度の増加が予想されるが、線形も改善されるため、事故の増加はほとんどないと考えられる。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中:</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影響は想定されない。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。

評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.32 スコーピング結果：ザラムチュ橋

	No	影響項目 (JICA)	影響要因		工事前／工事中		供用時
			総合評価	既存橋の解体を含む、用地取得、プロジェクトの喪失 本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更、規制	湿地等の改変	森林伐採	
	1	大気汚染	B			B	
	2	水質汚染	B		B		B
	3	廃棄物	B		B		B
	4	土壤汚染					
	5	騒音・振動	B			B	
	6	地盤沈下					
	7	悪臭					
	8	底質					
	9	保護区					
	10	生態系					
	11	水象					
	12	地形・地質					
	13	住民移転・用地取得					
	14	貧困層					
	15	少数民族・先住民族					
	16	雇用や生計手段等の地域経済					
	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）					
	29	事故	B			B	B
その他	30	越境の影響、及び気候変動					

## 評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.33 スコーピング結果（評価理由）

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		<p><b>工事中:</b> 建設機材の稼動等に伴い、一時的ではあるが、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見込まれるが、影響は限定的である。</p>
	2	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がある。さらに、有機汚濁水が工事宿舎から排出される。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	3	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> 重大な影響は想定されない。</p>
	4	土壤汚染			<p><b>工事中:</b> 影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	5	騒音・振動	B		<p><b>工事中:</b> 建設機械の稼動等による騒音が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 走行速度の増加に伴う騒音が想定されるが、影響は限定的である。</p>
	6	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想定されない。</p>
	7	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想定されない。</p>
	8	底質			<p><b>工事中:</b> 事業対象地に汚染された土地はないため、影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 底質へ影響を及ぼすような作業は想定されない。</p>
自然環境	9	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しない。</p>
	10	生態系			<p><b>工事中／供用時:</b> 事業対象地に保護区及び希少な動植物は存在しない。</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活動はない。</p>
	12	地形・地質			<p><b>工事中／供用時:</b> 事業対象地に配慮すべき地形・地質は存在しないことから、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> 住民移転は発生しないが、一部のみ用地取得が想定される。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	14	貧困層			<p><b>工事前:</b> 影響は想定されない。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	15	少数民族・先住民族			<p><b>工事前:</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。</p> <p><b>供用時:</b> 影響は想定されない。</p>
	16	雇用や生計手段等の地域経済			<p><b>工事前:</b> 想定される影響はない。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	17	土地利用や地域資源利用			<p><b>工事前:</b> 想定される影響はない。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</p>
	18	水利用			<p><b>工事中:</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、影響はほとんどないと考えられる。</p> <p><b>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、影響はほとんどないと考えられる。</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> 交通規制により、病院や学校へのアクセスに影響ができる可能性がある。</p> <p><b>供用時:</b> 想定される影響はない。</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> 村、町、県などの意思決定機関は継続するため、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</p>

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

分類	№	影響項目	評価		評価理由
			工事前／工事中	供用時	
					辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことないと考えられる。
	22	地域内の利害対立			<b>工事中:</b> 本事業は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。 <b>供用時:</b> 本事業は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:</b> 事業対象地において影響を受ける宗教及び文化的遺産は存在しない。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。
	24	景観			<b>工事中:</b> 影響は想定されない。 <b>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>工事中／供用時:</b> ジェンダーに対する負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			<b>工事中／供用時:</b> 子どもへの負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症			<b>工事中:</b> 影響は想定されない。 <b>供用時:</b> 特段感染症を引き起こすような活動はない。
	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。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。
その他	29	事故	B		<b>工事中:</b> 建設車両の走行により、事故の増加が懸念される。 <b>供用時:</b> 走行速度の増加が予想されるが、線形も改善されるため、事故の増加はほとんどないと考えられる。
	30	越境の影響、及び気候変動			<b>工事中:</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影響は想定されない。 <b>供用時:</b> 想定される影響はない。

### 評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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

### 2-2-4-1-5 影響評価

想定される影響項目について初期環境調査に基づき定性的予測を行った。各橋梁における影響予測結果は次の通りである。

表 2.2.34 環境影響評価結果と緩和策（チュゾムサ橋）

分類		影響項目	評価		評価理由	緩和策
			工事前 工事中	供用後		
汚染対策	1	大気汚染	B		工事中：掘削工事等により、多くの建設機材が稼動する。これに伴い、粉じんが発生し、周辺居住地へ影響を及ぼす可能性がある。	居住地の隣接域での工事等にあたっては、散水等の粉じん対策を講じるとともに、建設機械のメンテナンス等により、排出ガスの低減に努める。
	2	水質汚濁	B		工事中：橋台工事における掘削等により濁水発生の可能性がある。	工事箇所の状況に応じ排水施設、沈砂池、降雨時は土壌流出を防止するためのシート等を設置する。
	3	廃棄物	B		工事中：建設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。特に、左岸側の切土等掘削工事により残土が発生する。 労働者キャンプから廃棄物（一般廃棄物、廃水）が発生する。工事用機械から排油等が発生する。	再利用の可能性を考慮したうえで、できないものについては規定の土捨て場を特定し、運搬、処分する。 労働者キャンプからのゴミ、工事機械等からの排油は許可を受けた処理業者を通して適切に処理する。 労働者キャンプには浄化槽等の廃水処理施設を設置し、排水を行う。
	4	騒音・振動	B		工事中：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。	工事の時間制限（基本的に夜間は工事を行わない）、住民への工事実施予定の周知を行う。また、必要に応じ低騒音・振動型建設機械の使用、工事方法を採用する。
社会環境	5	住民移転	B		工事前：住民移転は発生しないが一か所、約243 m <sup>2</sup> のみ用地取得が発生する。（詳細は簡易RAP参照）	適切な補償、被影響住民との協議、合意形成、支払いの確認
	6	既存の社会インフラや社会サービス	B		工事中：交通規制が必要となり、施設へのアクセスに通常より時間を要する。	工事計画の道路利用者への周知、工事期間中の通行通路の確保
その他	7	事故	B		工事中：工事中の事故及び工事車両による交通事故に対する配慮が必要である。	工事中を示す標識や夜間照明等の設置。 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の安全対策、工事車両駐車スペースの確保等を行う。

#### 評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.35 環境影響評価結果と緩和策（ニカチュ橋）

分類		影響項目	評価		評価理由	緩和策
			工事前 工事中	供用後		
汚染対策	1	大気汚染	B		工事中：掘削工事等により、多くの建設機材が稼動する。これに伴い、粉じんが発生し、周辺居住地へ影響を及ぼす可能性がある。	居住地の隣接域での工事等にあたっては、散水等の粉じん対策を講じるとともに、建設機械のメンテナンス等により、排出ガスの低減に努める。
	2	水質汚濁	B		工事中：橋台工事における掘削等により濁水発生の可能性がある。	工事箇所の状況に応じ排水施設、沈砂池、降雨時は土壌流出を防止するためのシート等を設置する。
	3	廃棄物	B		工事中：建設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。 工事用機械から排油等が発生する。	再利用の可能性を考慮したうえで、できないものについては規定の土捨て場を特定し、運搬、処分する。 労働者キャンプからのゴミ、工事機械等の排油は、認可を受けた処理業者を通して適切に処理する。 労働者キャンプには浄化槽等の廃水処理施設を設置し、排水を行う。
	4	騒音・振動	B		工事中：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。	工事時間制限（基本的に夜間は工事を行わない）、住民への工事実施予定の周知を行う。また、必要に応じ低騒音・振動型建設機械の使用、工事方法を採用する。
社会環境	5	既存の社会インフラや社会サービス	B		工事中：交通規制が必要となり、施設へのアクセスに通常より時間を要する。	工事計画の道路利用者への周知、工事期間中の通行通路の確保
その他	6	事故	B		工事中：工事中の事故及び工事車両による交通事故に対する配慮が必要である。	工事中等を示す標識や夜間照明等の設置。 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の安全対策、工事車両駐車スペースの確保等を行う。

## 評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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 2.2.36 環境影響評価結果と緩和策（ザラムチュ橋）

分類		影響項目	評価		評価理由	緩和策
			工事前 工事中	供用後		
汚染対策	1	大気汚染	B		工事中：掘削工事等により、多くの建設機材が稼動する。これに伴い、粉じんが発生し、周辺地域へ影響を及ぼす可能性がある。	居住地の隣接域での工事等にあたっては、散水等の粉じん対策を講じるとともに、建設機械のメンテナンス等により、排出ガスの低減に努める。
	2	水質汚濁	B		工事中：橋台工事における掘削等により濁水発生の可能性がある。	工事箇所の状況に応じ排水施設、沈砂池、降雨時は土壌流出を防止するためのシート等を設置する。
	3	廃棄物	B		工事中：建設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。 工事用機械から排油等が発生する。	再利用の可能性を考慮したうえで、できないものについては規定の土捨て場を特定し、運搬、処分する。 労働者キャンプからのゴミ、工事機械等の排油は、認可を受けた処理業者を通して適切に処理する。 労働者キャンプには浄化槽等の廃水処理施設を設置し、排水を行う。
	4	騒音・振動	B		工事中：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。	工事時間制限（基本的に夜間は工事を行わない）、住民への工事実施予定の周知を行う。また、必要に応じ低騒音・振動型建設機械の使用、工事方法を採用する。
社会環境	5	既存の社会インフラや社会サービス	B		工事中：交通規制が必要となり、施設へのアクセスに通常より時間を要する。	工事計画の道路利用者への周知、工事期間中の通行通路の確保。
その他	6	事故	B		工事中：工事中の事故及び工事車両による交通事故に対する配慮が必要である。	工事中等を示す標識や夜間照明等の設置。 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の安全対策、工事車両駐車スペースの確保等を行う。

評価

A: 重大な負の影響

B: ある程度の負の影響があるが A に比較して小さい

C: 重大な負の影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要）

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

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-2-4-1-6 緩和策・環境管理計画・モニタリング計画

工事前、工事中の環境管理計画一覧及びモニタリング計画を表 2.2.37 及び表 2.2.38 に整理した。  
供用後の環境管理については、負の影響が想定されないことから、不要とする。

表 2.2.37 環境管理計画一覧（工事前及び工事中）

カテゴリ	No	影響項目	概要 工事前及び工事中	実施機関	責任機関	費用
汚染対策	1	大気	<b>[工事中]</b> 居住地の隣接域での工事等にあたっては、散水等の粉じん対策を講じるとともに、建設機械のメンテナンス等により、排出ガスの低減に努める。	施工業者	事業者 (DoR)	工事費に含む
	2	騒音	<b>[工事中]</b> 工事騒音の低減のため、下記の対策を講じる。 - 低騒音機械の選定等の防音対策（必要に応じて） - 夜間工事の制限 - 周辺住民への事前周知	施工業者	事業者 (DoR)	工事費に含む
	3	水質	<b>[工事中]</b> 土工による濁水流出防止のため、工事箇所の状況に応じ排水施設、沈砂池、土壤流出を防止するためのシート等を設置する	施工業者	事業者 (DoR)	工事費に含む
	4	廃棄物	<b>[工事中]</b> 建設廃棄物は、再利用の可能性を考慮のうえ、できないものについては土捨て場を特定し、運搬、処分する。 労働者キャンプからのゴミ、重機からの排油等の工事に伴う廃棄物は、処分場を造り、適切処理する。 労働者キャンプには浄化槽等の廃水処理施設を設置する。	施工業者	事業者 (DoR)	工事費に含む
社会環境	13	住民移転	<b>[工事前・工事中]</b> 適切な補償、被影響住民との協議、合意形成、支払いの確認	ウォンディボダン県用地取得委員会／事業者 (DoR)	事業者 (DoR)	ARAP 参照
	19	既存の社会インフラや社会サービス	<b>[工事中]</b> 工事計画の道路利用者への周知を行う。また、工事期間中、通行通路を確保する。	施工業者	事業者 (DoR)	工事費に含む
その他	29	事故	<b>[工事中]</b> 周辺住民に対する事故防止策、工事作業員の安全対策を講じる。以下に例を示す。 - 工事中等を示す標識や夜間照明等の設置 - 工事区域への住民の立ち入り制限（ゲート、フェンスの設置） - 警備員の配置 - 工事区域内のスピード制限 - 安全トレーニング - 安全パトロール - 毎朝の TBM (Tool Box Meeting) - 毎月の安全会議	施工業者	事業者 (DoR)	工事費に含む

出所：調査団作成

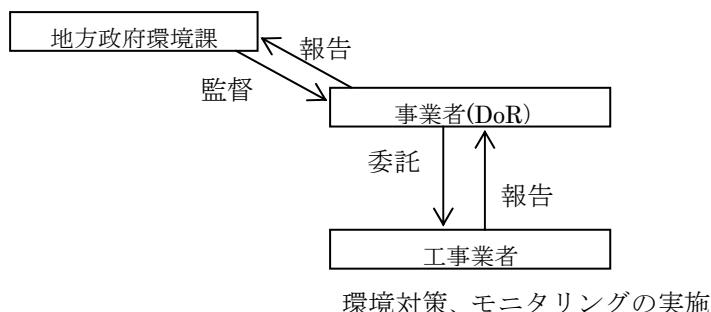
表 2.2.38 モニタリング計画（3橋）

環境項目	項目	地点	頻度	実施機関	責任機関
【工事前・工事中】（チュゾムサ橋のみ）					
住民移転 (用地取得)	適切な補償、被影響住民との協議、合意形成、支払いの確認	-	事業実施前	ウォンディボダン県用地取得委員会／事業者(DoR)	事業者(DoR)
【工事中】（3橋）					
大気	TSP, PM <sub>10</sub> , CO, NOx, Sox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)
騒音	工事に伴う騒音	工事現場近隣	2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	2回/年	施工業者	事業者(DoR)
既存の社会インフラや社会サービス	工事区間の通行通路及び通過時間	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)

出所：調査団作成

#### 2-2-4-1-7 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 2.2.57 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 2.2.57 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。

## 2-2-4-2 用地取得・住民移転

## 2-2-4-2-1 用地取得・住民移転の必要性

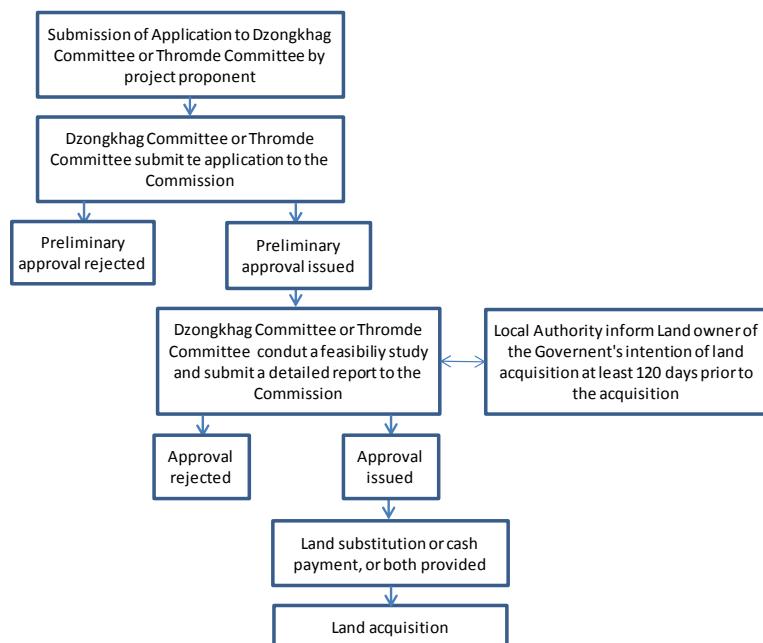
線形等の工夫等により住民移転は発生しないものの、チュズムサ橋周辺において用地取得が必要であることから、簡易住民移転計画を検討した。

## 2-2-4-2-2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

## (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 2.2.58 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 Raes 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（現行細則）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)との比較を表 2.2.39 にまとめた。

表 2.2.39 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

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が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)	本「LARAP フレームワーク」では補償対象を土地、建物、農産物など物質的なものだけでなく、移転に伴う収入減、移転後の生計手段の損失まで含める。ただし、本プロジェクトでは移転は発生しない。 (9月 22 日 Technical Note 内で本方針に合意)
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	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	本プロジェクトの影響範囲は地方部の住宅地(Dry Land)のみであり、影響を受ける対象は宅地及び宅地内の作物・樹木のみである。住宅やその他の資産には影響を与えない。 本「LARAP フレームワーク」

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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
	<u>都市部</u> :解体前の市場価格+登録と移転に掛かる税金 <u>家やその他の資産</u> :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)	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。	では補償は、「ブ」国の法律に基づき行われることとする。ただし、ただし再取得価格と「ブ」国の法律に基づく補償価格に乖離がある場合は、本調査によって算出された再取得価格で支払われることとする。
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、雇用創出等など)(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(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)	弱者等が確認された場合、本「LARAP フレームワーク」では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、少数民族等弱者への配慮を LRP に基づいて行うこととする。

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

## 2-2-4-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲

### (1) 人口センサスの結果概要

本案件では、各橋梁において住民移転は発生しない。チュゾムサ橋において、用地取得が必要なことが確認された。調査の結果は、表 2.2.40 の通り、土地所有者 (PAH) 1 名、被影響者 (PAPs) は 9 名となる。

表 2.2.40 人口センサス結果

Type of loss	No of PAHs	No of PAPs
Required for displacement		
1 HH (Structure owner on Gov. land )		
2 HH (Structure on Private land)		
3 HH (Tenants)		
4 CBEs (Structure owner Gov. land)		
5 CBEs (Structure owner on Private land)		
6 CBEs (Tenants)		
7 Community owned structures including physical cultural resources		
Not required for displacement		
8 Land owners	1*	9
9 Wage earners		
Grand Total(1-9)	1	9

HH: House Hold, CBEs: Commercial and Business Enterprises

\* 対象の PAH については、現在正式な土地の所有を証明する書類 (Thram) の申請中である。

出所：調査団作成

### (2) 損失目録調査(IOL 調査)結果概要

調査世帯における、本プロジェクトによって影響を受けると想定される用地、財産の調査結果を表 2.2.41 及び表 2.2.42 に示す。本案件では、チュゾムサ橋において、用地取得が必要なことが確認された。総用地取得面積は 6 decimal (約 243 m<sup>2</sup>) となっている。また、用地内にある農作物及び樹木も補償の対象となっており、合計 18 本の果樹等が補償の対象となる。

表 2.2.41 影響を受ける可能性のある土地

No.	Location (Village/Sub District)	Land Type	Affected(decimal)	Total
1	Chuzomsa Br.	Dry Land(住宅地)*	6 (243m <sup>2</sup> )	6
	Total			6 (243m <sup>2</sup> )

\* 影響を受ける土地の Land Type については、現在 Thram を申請中であることから、ここでは Thram 発行後の Land Type として想定される Dry Land として取り扱う。

出所：調査団作成

表 2.2.42 影響を受ける農作物・樹木

No.	Location (Village/Sub District)	Type of Plants	Sub-Total	Total
1	Chuzomsa Br.	Guava	2	18
2		Banana	4	
3		Peach	2	
4		Bamboo	4	
5		Cypress	6	
Total				18

出所：調査団作成

## (3) 社会経済調査（SES）の結果概要

社会経済調査は用地取得対象 1 世帯（100%）に対して実施され、影響住民の合計は 9 人であった。内訳は、5 歳以下が 1 名、6～17 歳が 3 名、31～40 歳が 3 名、61 歳以上が 2 名となっている。

「ブ」国住民の主な人種は、チベット系住民（ンガロッパ）、東ブータン先住民（シャショッパ）、ネパール系住民（ローツアンパ）、その他、チベット避難民、シッキム系などに分類されるが、対象世帯はチベット系住民（ンガロッパ）であった。宗教は仏教である。

教育レベルに関しては、2 名は文盲、2 名は中学校卒レベル、2 名は高等学校卒レベル、その他は現在学生または乳幼児である。

職業は、商業を営んでいる者が 1 名、公務員 1 名、ツアーガイド 1 名、その他は無職である。世帯の収入レベルは月約 100,000Nu であった。

表 2.2.43 影響世帯における SES 調査結果

No.	Family member (Relationship to Household Head:HH)	Sex	Age	Education	Jobs	Ethnicity	Religion
1	HH	F	72	Illiterate	Dependent	Ngalop	Buddhist
2	Husband	M	74	Illiterate	Dependent	Ngalop	Buddhist
3	Son in Law	M	37	Middle School	Tour Guide	Ngalop	Buddhist
4	Daughter	F	37	Middle School	Shop	Ngalop	Buddhist
5	Daughter	F	35	High School	Government Employee	Ngalop	Buddhist
6	Grand Child	F	15	-	Dependent	Ngalop	Buddhist
7	Grand Child	F	9	-	Dependent	Ngalop	Buddhist
8	Grand Child	F	6	-	Dependent	Ngalop	Buddhist
9	Grand Child	F	1	-	Dependent	Ngalop	Buddhist

出所：調査団作成

## 2-2-4-2-4 補償・支援の具体策

## (1) 受給資格毎の補償方法一覧表

本プロジェクトに関する受給資格毎の補償方法は、社会経済調査（SES）、喪失資産目録調査（IOL）の過程で判明した影響要因によって、表 2.2.44 の通り受給資格毎の補償方法一覧表（Entitlement Matrix）の形で示される。

表 2.2.44 受給資格毎の補償方法一覧表

No	影響要因の カテゴリー	受給資格者	プロジェクト補償方針	備考（実施方法）
1	宅地・農地等・商業地の永久喪失	土地に対して正式な法的または伝統的・慣習的な権利を有するもの。または影響を受ける土地に関して正式な権利所有を申請中のもの。	✓ 再取得価格に基づく現金もしくは現物による補償。そのような価格がない場合は、農地等の場合は、生産価格、住宅地や商業地の場合は、類似した土地価格を参考とする。	✓ 当該事項に関して、既存の地方政府の補償に関する法律がある場合はそれに基づくものとする。
2	農作物及び樹木	所有者	✓ 永年作物は原則として再取得価格によること。 ✓ 樹木はそのタイプ及び樹木の体積によって市場価格で補償する。	✓ 当該事項に関して、既存の地方政府の補償に関する法律がある場合はそれに基づくものとする。

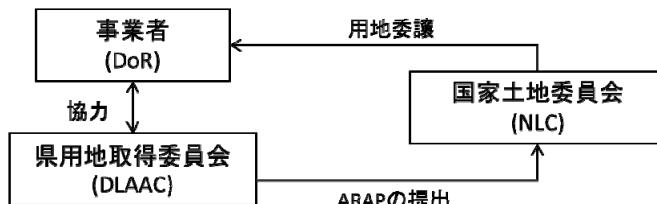
出所：調査団作成

#### 2-2-4-2-5 実施体制

関連法令による用地取得プロセスと責任機関は次の通りである。

- ① 事業者及び県政府に設置されている用地取得委員会は必要に応じて ARAP のアップデートを行う。
- ② 用地取得委員会は PAPs と交渉、合意を行う。
- ③ 用地取得委員会は、NLC に補償内容を記した報告書を提出する。
- ④ 補償内容について査定が通ると、PAPs に補償の支払い等が行われる。
- ⑤ NLC は、取得した用地及び資産等を事業者に委譲する。

用地取得に関する組織的な枠組みのイメージは図 2.2.59 に示す通りである。



出所：調査団作成

図 2.2.59 用地取得実施体制

#### 2-2-4-2-6 実施スケジュール

用地取得の手続きスケジュールは図 2.2.60 を想定しており、2015 年 1 月 15 日の M/Dにおいて、このスケジュールで「ブ」国側で事業実施前に用地取得を完了することを合意している。しかし、現在対象の PAH が正式な土地の所有を証明する書類 (Thram) の申請中であり、(2015 年 3 月 27 日時点) Thram なしには「ブ」国法律に従った用地取得手続きを進めることができない。したがって、書類入手後に DLAAC から NLC への申請を行う段階より手続きを開始する予定である。

Year/Month	2014						2015		
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Consensus Meeting with Relevant Parties		■							
Preperation of ARAP Framework and authorization			■						
Socialization for ARAP			■						
Preparation of ARAP report									
Submission of Application from DLAAC to NLC									■
Year/Month	2015								
Work Item	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Preliminary Approval issued from NLC	■								
Update of ARAP and agreement with Land owner			■	■					
Submission of detailed report (ARAP) from DLAAC to NLC				■					
Approval issued from NLC					■				
Completion of Land Acquisition (Payment of compensation)					■	■			

出所：法律とインタビューに基づき調査団作成

図 2.2.60 用地取得の手続きスケジュール

## 2-2-4-2-7 費用と財源

### (1) 再取得価格調査 (RCS) の結果概要

本プロジェクトにおいて影響を受けるものとして、住宅地及び宅地内の樹木があり、それについての再取得価格に関する調査を行った。

### (2) 土地価格

土地の価格を正当に評価するためには、一般に比較法、積算法、収益法があり、影響を受ける対象の性格上、比較法を用いることにより妥当な再取得価格の検討を行った。

調査対象地域の行政単位は、県 (Dzongkhag) 、郡 (Gewog) 、村 (Chiwog) となっており、Gewog (郡) レベルで土地と建物の取引価格の実績記録を保持している。ただし、取引価格記録は非公開であったため、管理者である Gewog のリーダーへ対象橋梁が位置する Phangyul Gewog の記録について聞き取りを行い、その概ねの価格を調査した。調査結果は表 2.2.45 に示す通りである。

表 2.2.45 聞き取りによる土地の取引価格 (2009-2012 年)

No.	郡／村	土地(Nu/decimal)	
		最低	最高
	Chuzomsa Bridge		
1	Phangyul Gewog	5,500	8,000

出所：Gewog leader からの聞き取り調査による

聞き取り調査の結果、同一の Gewog 内でも、立地条件等によって価格に若干の差があるが、これらの取引価格を記録した時期から一定期間経過していることから、安全側を考慮し、最高値である 8,000Nu/decimal を採用する事を提案し、「ブ」国側に了解された。

### (3) 樹木価格

樹木の再取得価格については、成木の市場価格が存在しないため、市販されている幼木等の市場価格から成木の補償単価を設定することは困難である。また、今回補償対象となる果樹は主とし自家消費として利用されており、生産性は低い状況であることから、その生産性・商品性を考慮した収益法による再取得価格での検討を行う必要性は低いものと思われる。このような状況から、ADB 等の類似案件においても活用されている、政府規定の補償レートを適用するものとする。なお、類似案件においても、政府規定補償レートを使用した場合であっても被補償者に受け入れられており、問題は発生していない。

### (4) 用地取得概算費用

用地取得について必要となる概算費用を算定した。その結果を表 2.2.46 に示す。

表 2.2.46 プロジェクトによる用地取得面積及び概算費用

項目	数量	単価	費用
1. 土地			
土地	6 decimal (243m <sup>2</sup> )	8,000 Nu	48,000 Nu
			小計 48,000 Nu
2. 樹木			
Guava	2 trees	1,490 Nu/tree	2,980 Nu
Banana	4 trees	174 Nu/tree	696 Nu
Peach	2 trees	1,692 Nu/tree	3,384 Nu
Bamboo	4 trees	89 Nu/tree	356 Nu
Cypress	6 trees (approximately 66 cft)	261.99 Nu/cft	17,291 Nu
			小計 24,707 Nu
			合計 72,707 Nu

出所：調査団作成

### 2-2-4-2-8 申し送り事項

前述の通り、用地取得の手続きにおいて、補償対象者（PAH）（チュズムサ橋）が正式な土地の所有を証明する書類（Thram）を現在申請中である（2015 年 3 月 27 日時点）。「ブ」国政府は現在、National Cadastral Re-survey Program（NCRP）を実施中であるが、書類発行の手続きには時間を要する見込みである。本報告書では、補償対象者の土地を私有地とみなした場合の必要手続きについて整理しているが、このまま Tharam が取得できない場合、補償を行う段階で私有地ではなく国有地という扱いに変更される可能性がある。このように、「ブ」国政府の制度制定の遅れの影響により、補償対象者に対する補償方針や実施スケジュールが今後変更になる可能性があるというリスクが存在している状況である。

ただし、本事業を遅延なく実施するためには、施工入札公示前までに用地取得を完了させる必要がある。よって、仮に補償対象者の土地の扱いが今後変更になった場合でも、JICA ガイドライ

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

ンに準拠した形で適切に補償が行われる必要がある。この点に関しては、本調査団から DoR に対して説明を行っており、DoR からは本調査団の方針に合致する内容で今後手続きを進める予定である旨を示したレター（別添資料参照）を受領している。このレターに基づき、詳細設計実施段階（2015年6月頃を想定）において、再度 Thram 入手状況を確認し、入手できていない場合については、図 2.2.61 に示すスケジュールで且つ JICA ガイドラインに準拠した形で補償を行うこととする。

Year/Month	2014						2015		
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Work Item									
Consensus Meeting with Relevant Parties			■						
Preperation of ARAP Framework and authorization				■					
Socialization for ARAP				■					
Preparation of ARAP report									
Year/Month	2015								
	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Work Item									
Update of ARAP and agreement with Land owner			■	■					
Completion of Land Acquisition (Payment of compensation)						■	■		

出所： 調査団作成

図 2.2.61 国有地を対象とした場合の補償手続きスケジュール

## 2-2-4-3 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、スコーピング段階でのステークホルダー協議が 2014 年 9 月 3 日、16 日、17 日の日程で開催された。9 月 3 日にザラムチュ橋があるトンサ県において、県の職員及び DoR 地方事務所スタッフとの会議を行った。9 月 16 日にはチュゾムサ橋付近で、翌 17 日にはニカチュ橋付近で、ウォンディポダン県の職員、DoR 地方事務所スタッフ及び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 EIA の調査方針についてプレゼンテーションを行った。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 2.2.47 に、協議の様子を図 2.2.62 に示す。

表 2.2.47 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. 10:30-12:00 3rd September, 2014 (Wednesday)	Zalamchu Bridge Construction  Trongsa Dzongkhag Office, Trongsa	政府 6 人、 調査団 5 人  計 11 人 <sup>*1</sup>	<p>Q1 : 収穫期（10～11 月）のうち 1 週間は工事を一時止めてほしい。理由は、ブータンでは工事をすると雨が降るという信仰があり、収穫作業に影響があるため。（Gewog leader）</p> <p>A1 : 施工計画において考慮して今後検討する。（→質問者了解）</p> <p>Q2 : 既設橋については、緊急時の代替ルートとして利用したいため、残してほしい。（Dzongkhag leader）</p> <p>A2 : 要望について了承した。</p> <p>【その他意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ マンデチュプロジェクトの機材輸送が 2015 年末からスタートするため、それ以前に橋梁工事を完成が望ましいとの意見がでた。しかし、実際の工程を考えると不可能であり、トンサ DOR 事務所長に説明したところ、工事工程に関しては機材輸送時に間に合わないのは問題ないとの意見が出た。</li> </ul>
2. 15:30-16:50 16th September, 2014 (Tuesday)	Chuzomsa Bridge Construction  Chuzomsa, Phngyul Gewog and Nishu Gewog, Wangdue Phodrang	住民 10 人 (女性 40%) 政府 6 人 調査団 4 人  計 20 人	<p>Q1 : 左岸側の小山に灌漑施設があり、隣村が稻作に利用しているため、再度建設してほしい。また、5 月～11 月の間に利用できない場合は代替を提供してほしい。（村民）</p> <p>A1 : 新たに灌漑設備は導入することとする。また工事の時期については、稻作の時期以前に完了し、稻作作業に影響がないよう留意する。（→質問者了解）</p> <p>Q2 : 左岸側の小山に隣の村への近道となっている階段が設置されており、その村には約 300 家族が居住している。そのため、階段を付け直してほしい。（Gewog Leader）</p> <p>A2 : 要望について了承した。</p> <p>Q3 : 右岸側については私有地に影響はないと言っているが、影響があった場合は護岸整備及び整地を要望する。</p> <p>A3 : 工事において、護岸整備等が含まれるため、その中で対応する。（→質問者了解）</p> <p>【その他意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 土捨て場について、2 か所を特定した。1 か所は私有地、他の 1 か所は国有地である。私有地については所有者から、国有地については Forest Officer より利用の承諾を得た。</li> <li>◆ プロジェクトによる用地収用に関して、現地政府が説明</li> </ul>

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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
			を行った。その用地収用の手続きについて了承を得た。
3. 11:30-12:30 17th September, 2014 (Wednesday)	Nikachu Bridge Construction	住民 5 人 (女性 60%) 政府 7 人、 調査団 2 人  計 14 人	Q1 : 水質汚染対策のために土砂が入らないよう気を付けてほしい。 A1 : 工事の際、上述内容に留意する。(→質問者了解) 【その他意見】 ◆ 土捨て場については、工事では発生残土量が少ないため、橋梁建設付近の国有地とすることとした。

\*1 ザラムチュ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

協議開催状況		
Zalamchu Bridge	Chuzomsa Bridge	Nikachu Bridge
		

出所：調査団作成

図 2.2.62 ステークホルダー協議開催状況

## 2-2-4-4 その他

### 2-2-4-4-1 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 2.2.48 に示す。

表 2.2.48 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（排出ガス測定値及び周辺大気環境測定値）

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 ×3 橋) - 工事中 2 回／年 - ハイボリュームエ ーサンプラー
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>			2000 (8 時間平均値)	10(ppm)	
PM10	μg/m <sup>3</sup>			100 (24 時間平均値)	SPM (0.1mg/m <sup>3</sup> )	

水質（排水測定値及び周辺水域環境測定値）

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×3 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			2000	-	

騒音・振動

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×3 橋) - 工事中 2 回／年 - 騒音計

廃棄物

モニタリング項目	報告期間中の状況
建設廃棄物の種類・量・処分場	

2. 社会環境・その他

住民移転（用地取得）

モニタリング項目	報告期間中の状況
適切な補償、被影響住民との協議、合意形成、支払いの確認	

既存の社会インフラや社会サービス

モニタリング項目	報告期間中の状況
工事区間の通行通路及び通過時間	

事故

モニタリング項目	報告期間中の状況
事故の件数・内容	

出所：調査団作成

## 2-2-4-4-2 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2.2.49に示す。

表 2.2.49 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) 作成中。(2015年5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) 森林の伐採がある場合は農業省森林・公園管理局からの伐採許可、プロジェクト地域所轄の地方政府からの許可をそれぞれ取得する必要性あり。(2014年12月に取得済)
	(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、住民会議が開催され情報提供と意見交換が行われた。(スコーピング段階で1回開催済み: 2014年9月) (b) 住民からのコメントについては会議内で回答を行い、IEEに反映予定。
	(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) 土工区間から降雨等による濁水は発生するが最小化のための適切な保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) 驚音・振動	(a) 通行車両や鉄道による騒音・振動は当該国の中等度から重度までであるか。 (b) 通行車両や鉄道による低周波音は当該国の中等度から重度までであるか。	(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内に影響を与えるか。	(a) N	(a) サイト内及び近傍に保護区はない。 (b) 周辺に影響を受ける井戸はない。
	(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、マングローブ湿地、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な生息地を含むか。 (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) 犬糞・道路が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密漁、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種(從来その地域に生息していないかっただ)、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) サイトには既知の重要な生息地は含まれない。(保護区等) (b) サイトには既知の貴重な生息地を含まない。 (c) 生態系への重大な影響は懸念されない。 (d) サイトは開発された地域であり、影響はないと思われるところから特に対策は検討されない。(一般的な対策は準備された予定)。 (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	(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対策がなされるか。 (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) N (b) N (c) Y	(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ない。ただし、切土区間では法面保護対策が適切に実施される。 (b) 同上 (c) 土工区間においてはフェンス設置など土壤流失対策が計画される。

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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)住民移転・用地取得	(u) 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。 (h) 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、再取得價格による補償、移転後の生活基準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) Y (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y	(a) 住民移転は想定されないが、むづかしい面積の用地取得が発生する。 (h) 移転する住民はないが、用地取得の対象住民に付し、ARAP調査において調査開始前に用地取得・補償に関する適切な説明が行われた。(2014年9月実施済み) (c) 正当な補償計画(ARAP)が策定される。 (f) ARAPに基づき、補償金は用地取得前に支払われる。 (e) ARAPにおいて策定されている。 (h) ARAP記載のとおり、補償金は用地取得前に支払われる。 (i) ARAP記載のとおり移転による影響のモニタリングが計画されている。 (j) 必要に応じて「ブ」国的情報処理システムに従うことをとする。
4 社会 環境	(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對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る病気の発生(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は行われるか。 (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) 陸橋等による日照阻害、電波障害は生じるか。	(a) N (b) N (c) N (d) Y (e) Y (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。また、用地取得により影響のある住民についてはARAPに基づいた補償により緩和策が講じられる。 (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交通規制等の影響があることから、適切な工事対策が実施される。 (e) 同上 (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) プロジェクトに關係する警備要員が、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) (d) 「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。
5 そ の 他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染(騒音・振動、漏水、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) 工事により用地取得が発生することからARAPによる適切な対策が講じられる。
	(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、それらの頻度等が規定される。
6 留 意 事 項	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) 必要な場合には送電線・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(送電線・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、過塗または地球規模の環境問題への影響を確認する(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) 要中「当該国的基本」については、国別に認められた基準と比較して著しい差違がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

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なう。

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

2015 年 1 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 につ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。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### (1) 上位目標とプロジェクト目標

##### 1) 上位目標

国道 1 号線は「ブ」国内の東西をつなぐ唯一の幹線道路であり、交通・輸送網として重要度が非常に高い。にもかかわらず、同国道に架かる橋梁の中には 1980 年代以前に設置された老朽化した橋梁で、かつ、幅員・耐荷重ともに現行設計基準を満たしていない橋梁が多く存在する。「ブ」国政府は、2006 年に道路セクターマスター プランを策定し、2027 年までの 20 年間に国道や県道などの道路網拡張及び改修整備とフィーダーロードの充実、橋梁の維持・補修、架け替え等を実施することとしている。また、「第 11 次 5 ケ年計画（2013 年～2018 年）」において、DoR が管轄する全国の既存道路の維持管理（3,522km）及び橋梁の架け替え（24 橋）、国道 1 号線の拡幅等の計画を示している。この中で本プロジェクトは、国道 1 号線上の橋梁を架け替えることにより、橋梁の性能を向上させることで、円滑で安定的な交通の確保と物流の促進・円滑化を図り、もって地域の経済発展に寄与するものである。

##### 2) プロジェクト目標

本プロジェクトは、ウォンディポダン県及びトンサ県において、国道 1 号線のチュゾムサ橋、ニカチュ橋及びザラムチュ橋の架け替えを行うことにより、橋梁の性能の向上を図り、もって国道 1 号線の安定的なアクセス確保と物流の促進・円滑化に資することを目的とする。

#### (2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために国道 1 号線上のチュゾムサ橋、ニカチュ橋、ザラムチュ橋の架け替えを行うものである。これにより、3 橋梁を通過する公益交通利用者や沿線地域の住民はもとより、1 号線に接続する他の国道（2 号、3 号、4 号及び 5 号線）沿線利用者の生活改善や物流輸送の確実性と安全性の向上が期待できる。協力対象事業の内容を表 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 プロジェクトの投入概要

項目	
工事期間	20 ケ月
チュゾムサ橋 (PC 単純箱桁橋)	橋長 : 47.5m
	幅員 : 車線 (3.5m × 2) + 歩道 (1.5m)
	取り付け道路 : アスファルト舗装 (75.5m + 97.0m)
	付属施設、その他 : 1 式
ニカチュ橋 (PC 単純箱桁橋)	橋長 : 45.0m
	幅員 : 車線 (3.5m × 2) + 歩道 (1.5m)
	取り付け道路 : アスファルト舗装 (47m + 41m)
	付属施設、その他 : 1 式
ザラムチュ橋 (PC 単純箱桁橋)	橋長 : 46.5m
	幅員 : 車線 (3.5m × 2)
	取り付け道路 : アスファルト舗装 (113.5m + 71.9m)
	付属施設、その他 : 1 式

出所：調査団作成

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

我が国は、対ブータン事業展開計画の道路網整備プログラムにおいて、効率的・安定的な運輸・交通を確保し、地域の経済活性化を促進するため、道路網・橋梁整備への支援を行っていくこととしている。また、対ブータン JICA 国別分析ペーパーにおいても、依然として大きな都市部と農村部の地域間格差の是正を開発課題として捉え、特に地方部におけるアクセス改善に重要な役割を果たしている道路建設や橋梁建設が重点課題であると分析しており、本事業はこれら計画・分析に合致する。

本業務は、要請案件の必要性及び妥当性を確認するとともに、無償資金協力案件として適切な概略設計を行い、事業計画を策定し、概算事業費を積算することを基本方針とする。

#### 3-2-1-2 自然条件に対する方針

##### (1) 地質条件に対する方針

###### 1) チュゾムサ橋

新橋基礎形式を選定する場合は、両岸で見られる砂礫層（Ag）に留意する必要があり、片麻岩層（Gn）にその床付面を構築することが、より安定した支持を得られるものと考えられる。

左岸側の尾根を開削する場合は、亀裂が発達する片麻岩ではあるが、地山の岩盤等級 CL～CM クラスに対応した掘削方法を選定する必要がある。また、岩盤表面から亀裂が発達しているため、岩盤表層の安定を計画する場合は、亀裂深度を 2m程度に設定し、ロックボルト長や岩の抜け落ちなどの検討を行う必要がある。

右岸側は、露頭に見られるものは土砂状の崩壊土と岩陥であり、表面整形する場合は、土砂の崩壊に留意した安定工法を選定する必要がある。

###### 2) ニカチュ橋

新橋の基礎を設置する場合は、両岸に分布する砂礫層（Ag）もしくは下位の片麻岩層（Gn）の分布状況や片麻岩の岩盤風化度に留意する必要がある。

両岸ともにややなだらかな土砂状の斜面が続くため、道路幅の拡幅においては、斜面を安定させる手当も必要になる。

###### 3) ザラムチュ橋

ボーリング調査では片麻岩層（Gn）を深部まで確認した。概ね岩の強度はあるものと考えられ CM クラスの等級となる。基礎を計画する上では、この片麻岩の分布状況に留意する必要がある。

両岸共に、アプローチ部には落石の危険のある斜面が連続するため、対策工が必要となる。

右岸のアプローチにおいては、道路上に雨水があふれ出ているため、適切な道路排水溝を設置する必要がある。

#### 4) 地震について

「ブ」国は世界的にも地震活動が活発な地域の一つである。最も活発な地域はゾーンV（インド基準：IRC）にランクされるインド北東部で、大部分の地域はゾーン4～5にランクされる。M8以上の強い地震は1897年、1905年、1934年、1950年に記録があり、M7.5以上はヒマラヤベルト地帯において100年間で10回記録されている。また、1980年にインド・シッキム地方で発生したM6.1の地震では「ブ」国内での被害が発生し、パンツォリン・ティンプー間の国道で地すべりが発生した。同様に、1988年にインド・ネパール国境で発生したM6.6、2003年にインド・ブータン国境で発生したM5.5の地震でも、「ブ」国内の建物被害が発生している。よって、設計で用いる設計水平震度は、ゾーンVに対応する値を採用することを提案する。

#### (2) 河川計画の方針

##### 1) チュゾムサ橋

###### ① 計画規模

橋梁の計画規模は100年確率を確保した計画とする。

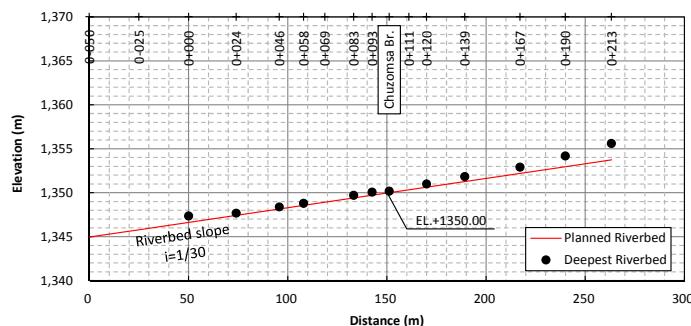
###### ② 河川定規断面

河川定規断面は、以下の基本条件のもと設定し、1.0割勾配の複断面河道とする。

- ◆ 現況河道を著しく改変しない河川断面とし、適切な流下能力を確保する。
- ◆ 計画河床幅は現況河床幅程度とし、護岸勾配は現況河岸勾配を参考に1割勾配とする。
- ◆ 護岸の直高は5m以下とし、根入れ長1mを確保する。
- ◆ 小段幅は標準的な河川堤防の考え方を準拠し3m確保する。
- ◆ 護岸の余裕高及び天端幅の考え方を河川管理施設等構造令に準拠し1m及び4mとする。

###### ③ 計画河床高

架橋地点では経年的な河川測量は実施されていないが、砂利採取等の河床低下を引き起こす要因は確認されていないため、河床は安定傾向にあると考えられる。現地での目視調査の結果でも、架橋地点周辺における洗掘や河岸浸食の痕跡は確認されなかった。そこで、計画河床高は現況河道の最深河床高とする。ただし、最深河床高は洪水時の洗掘や埋戻しによって変動するだけでなくその位置も変化するため、測量結果における架橋地点の最深河床高をそのまま用いるのは適当ではない。そこで、最深河床高縦断より計画河床勾配を設定し、最深河床高を包絡する線を計画河床高とする。この結果、架橋地点における計画河床高をEL+1,350mとする（図3.2.1）。

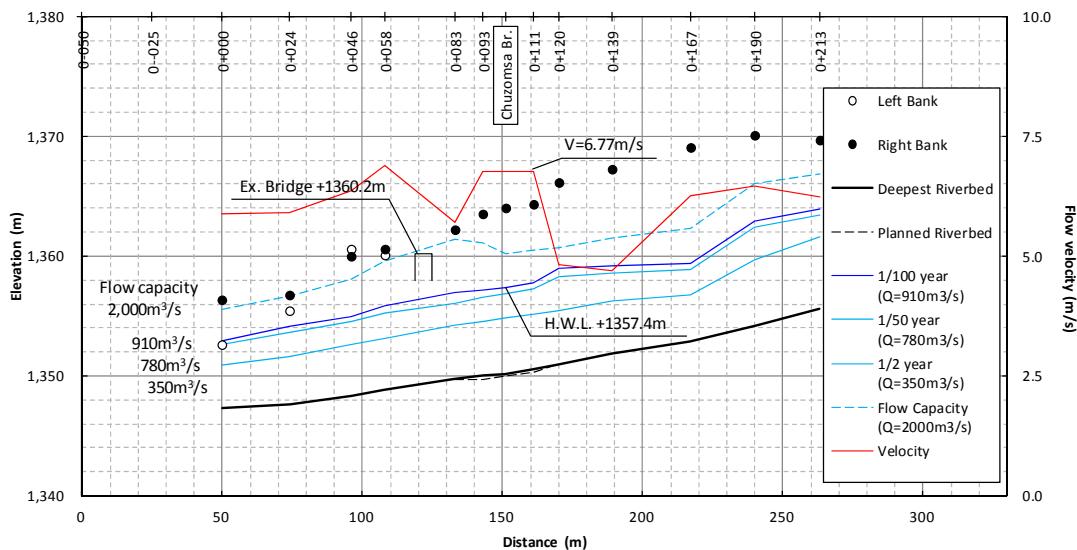


出所：調査団作成

図3.2.1 計画河床高縦断図（チュゾムサ橋）

#### ④計画高水位

護岸整備後の河道を対象にして不等流計算を実施した(図3.2.2)。図3.2.2より、計画流量910m<sup>3</sup>/s時における架橋地点の計算水位はEL.+1357.4mであり、これを計画高水位とする。また、既設橋の桁下高はEL.+1358.0m(橋面高EL.+1360.2m－桁厚2.2m)で計画高水位より約60cm高い。したがって、既設橋を存置することによる治水上の影響は小さい。ここで、架橋地点における河道の流下能力は概ね2,000m<sup>3</sup>/sである。現況流下能力の評価高は、架橋地点の上下流区間における左右岸の最も低い河岸高とした。



出所：調査団作成

図3.2.2 護岸整備後の水位縦断図（チュゾムサ橋）

#### ⑤設計流速

設計流速は、架橋地点上下流における計算流速の最大値を採用して6.77m/sとする。

#### ⑥施工時の流出量

「仮締切堤設置基準(案), 国交省」によると、仮締切工の設計対象水位は過去5年間の最大水位、もしくは、当該水位が過去5年間で異常出水と判断される場合は、過去10年間の第2位水位を採用することができると規定されている。そこで、本検討では過去10年間を対象として、河川の切り回し工事等の河川内工事の予定期間ににおける流出量を算出した。ただし、架橋地点近傍で水位及び流量が観測されていないことから、Samtengang観測所の観測日雨量を用いて流出量を算定し水位に換算する。

同観測所における過去10年間の月別最大日雨量を表3.2.1に示す。河川内工事は11月から3月までを想定しており、同期間ににおける最大日雨量21.0mm/day(2010年11月)を採用する。このときの流出量は170m<sup>3</sup>/sであり、これは2年確率流量を下回る規模である。

表 3.2.1 過去10年間の月別最大日雨量 (Samtengang 観測所)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Max.
2003	4.0	11.2	10.0	8.1	14.0	27.8	48.6	27.6	16.0	35.0	2.0	7.0	48.6
2004	14.0	2.3	7.4	78.0	13.0	11.4	30.0	28.0	18.4	54.6	0.6	0.0	78.0
2005	12.0	10.0	12.4	11.2	22.4	35.0	60.6	23.6	19.6	40.0	3.6	0.0	60.6
2006	0.0	0.0	5.2	8.4	25.2	16.0	40.0	40.0	28.0	10.6	8.0	1.4	40.0
2007	1.8	7.2	8.6	16.0	28.0	45.0	25.4	22.0	30.2	9.0	4.1	0.0	45.0
2008	0.0	0.3	2.5	8.0	21.0	44.0	19.2	39.2	8.4	6.1	0.0	0.0	44.0
2009	0.0	0.0	10.0	20.3	84.2	21.5	47.2	60.0	18.0	60.0	4.0	0.0	84.2
2010	0.0	0.0	4.4	25.2	10.3	50.0	40.0	32.0	25.0	22.0	21.0	2.6	50.0
2011	1.0	10.0	11.0	19.3	32.0	45.0	30.0	33.0	21.0	14.0	15.1	0.0	45.0
2012	0.0	1.0	3.0	8.1	0.0	39.0	28.4	40.0	32.0	0.0	1.0	0.0	40.0

: 雨期(4月と10月は遷移期)

河川内工事(Nov - Mar)

出所：調査団作成

## 2) ニカチュ橋

### ① 計画規模

橋梁の計画規模は100年確率を確保した計画とする。

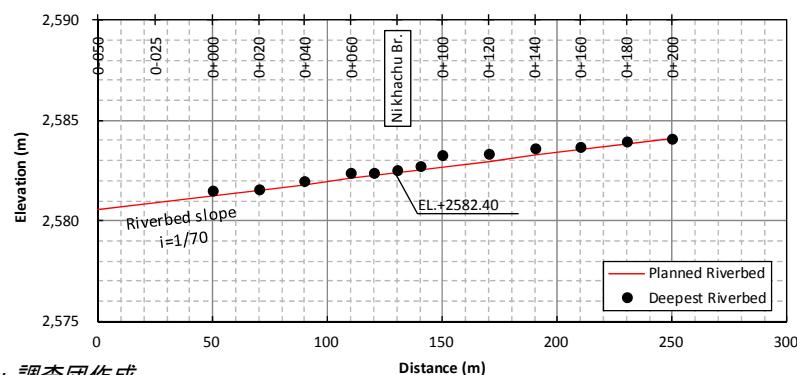
### ② 河川定規断面

河川定規断面は、以下の基本条件のもと設定し、5分勾配の複断面河道とする。

- ◆ 護岸勾配は、地形的制約を考慮して5分勾配とする。
- ◆ 計画河床幅は、適切な流下能力を確保できる幅とする。
- ◆ 現況河道形状を改変することで、上流側集落に水理的影響が及ばないことを確認する。
- ◆ 護岸の直高は5m以下とし、根入れ長1mを確保する。
- ◆ 小段幅は、標準的な河川堤防の考え方を準拠し3mを確保する。
- ◆ 護岸の余裕高及び天端幅の考え方を河川管理施設等構造令に準拠し1m及び4mとする。

### ③ 計画河床高

架橋地点では経年的な河川測量は実施されていないが、砂利採取等の河床低下を引き起こす要因は確認されていないため、河床は安定傾向にあると考えられる。したがって、計画河床高はチュゾムサ橋と同様に現況河道の最深河床高を包絡する線とし、架橋地点における計画河床高をEL+2582.4mとする（図3.2.3）。

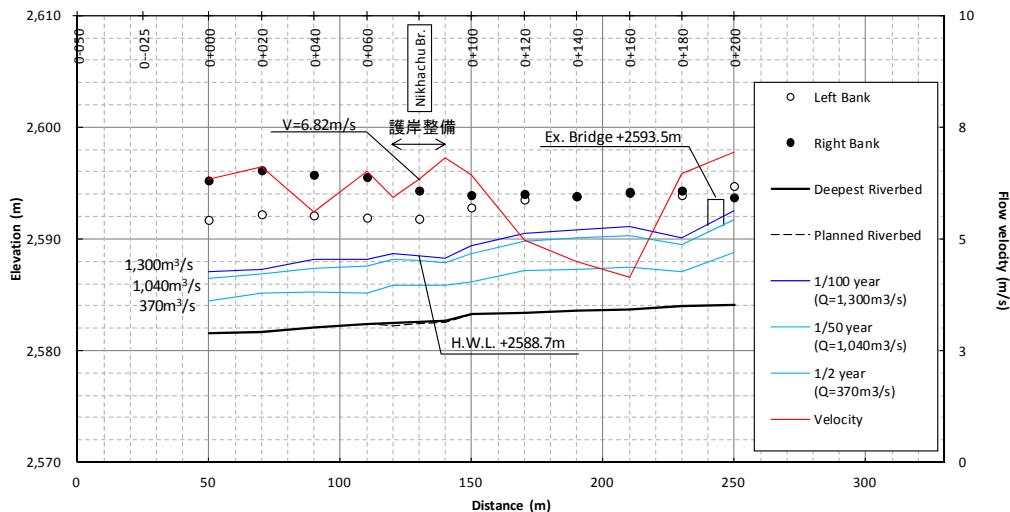


出所：調査団作成

図 3.2.3 計画河床高縦断図（ニカチュ橋）

#### ④計画高水位

護岸整備後の河道を対象にして不等流計算を実施した（図 3.2.4）。図 3.2.4 より、計画流量 1,300m<sup>3</sup>/s 時における架橋地点の計算水位は EL.+2588.7m であり、これを計画高水位とする。また、既設橋の桁下高は EL.+2591.2m（橋面高 EL.+2593.5m - 桁厚 2.3m）で計画高水位よりやや低い。したがって、既設橋を存置すると治水上の影響を及ぼすことが懸念される。ここで、架橋地点における河道の流下能力は概ね 2,500m<sup>3</sup>/s である。現況流下能力の評価高は、架橋地点の上下流区間ににおける左右岸の最も低い河岸高とした。



出所：調査団作成

図 3.2.4 護岸整備後の水位縦断図（ニカチュ橋）

#### ⑤設計流速

設計流速は、架橋地点上下流における計算流速の最大値を採用して 6.82m/s とする。

#### ⑥施工時の流出量

施工時の流出量は、チュズムサ橋と同様に「仮締切堤設置基準(案)、国交省」に準拠して算出する。ただし、架橋地点近傍で水位及び流量が観測されていないことから、Pelela 観測所の観測日雨量を用いて流出量を算定し水位に換算する。

同観測所における過去 10 年間の月別最大日雨量を表 3.2.2 に示す。河川内工事は 11 月から 4 月を予定しており、したがって同期間ににおける最大日雨量 33.0mm/day(2003 年 4 月)を採用する。このときの流出量は 220m<sup>3</sup>/s であり、これは 2 年確率流量を下回る規模である。

表3.2.2 過去10年間の月別最大日雨量（Pelela観測所）

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Max.
2003	0.0	0.0	16.0	33.0	31.6	15.4	25.0	34.5	36.8	26.4	11.6	0.0	36.8
2004	0.0	6.0	19.0	15.0	32.0	40.0	27.0	36.0	20.0	120.0	9.0	10.0	120.0
2005	0.0	1.0	8.0	12.0	20.0	25.0	63.0	33.0	31.0	56.0	4.0	0.0	63.0
2006	0.0	4.0	10.0	30.0	48.0	58.0	42.0	46.0	33.0	13.0	4.0	0.0	58.0
2007	0.0	0.0	6.0	8.0	28.0	25.0	25.0	38.0	28.0	18.0	5.1	0.0	38.0
2008	8.9	0.0	0.0	4.4	15.0	43.0	41.0	48.0	22.0	24.0	0.0	0.0	48.0
2009	0.0	0.0	0.0	13.0	50.6	0.0	44.6	54.8	21.2	70.8	2.0	0.0	70.8
2010								(No data)					
2011	0.0	0.0	20.2	9.6	19.6	19.2	0.0	47.8	0.0	16.8	7.2	0.0	47.8
2012	0.0	0.0	4.6	12.2	21.0	23.2	34.2	20.8	31.2	0.0	0.0	0.0	34.2

:雨期(4月と10月は遷移期)

河川内工事(Nov - Apr)

通年施工(Jan - Dec)

出所：調査団作成

### 3) ザラムチュ橋

#### ① 計画規模

橋梁の計画規模は100年確率を確保した計画とする。

#### ② 河川定規断面

ザラムチュ橋については、「山間狭窄部で治水上の支障が認められない場合」（河川管理施設等構造令、第61条）に該当し、谷が深く流出量も小さいことから流水が橋台に作用することはないといため、河川定規断面や計画高水位、設計流速は設定せずに、周辺地形と河川の「現況に即して」（河川管理施設等構造令、第2条、解説3-(4)) 橋台位置と桁下高を計画する。

#### ③ 施工時の流出量

施工時の流出量は、チュゾムサ橋と同様に「仮締切堤設置基準(案)、国交省」に準拠して算出する。ただし、架橋地点近傍で水位及び流量が観測されていないことから、Chendebji観測所の観測日雨量を用いて流出量を算定し水位に換算する。

同観測所における過去10年間の月別最大日雨量を表3.2.3に示す。ザラムチュ橋は年間を通して河川内で作業することになるため、通年における過去5年間の最大日雨量76.0mm/day(2009年10月)を採用する。このときの流出量は70m<sup>3</sup>/sであり、これは4~5年確率規模である。

表3.2.3 過去10年間の月別最大日雨量（Chendebji観測所）

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Max.
2003	6.0	0.0	10.0	38.0	19.0	30.0	23.5	25.0	42.0	15.3	0.0	0.0	42.0
2004	0.0	0.0	8.0	10.0	8.0	45.0	45.0	42.0	42.5	56.0	0.0	8.0	56.0
2005	0.0	9.1	11.3	12.0	21.3	17.3	43.4	33.3	20.0	25.3	0.0	0.0	43.4
2006	0.0	0.0	28.0	40.2	40.0	30.1	33.2	31.0	21.0	7.0	0.0	7.0	40.2
2007	23.0	13.0	6.0	17.0	22.6	47.4	46.6	44.6	46.6	15.2	6.4	0.0	47.4
2008	0.0	0.0	7.0	9.0	27.0	40.0	30.0	41.0	20.0	11.2	0.4	1.2	41.0
2009	6.0	20.0	7.0	10.0	73.0	22.0	40.0	40.0	25.0	76.0	6.0	0.0	76.0
2010	0.0	4.2	11.0	17.2	19.0	50.0	42.0	30.0	20.0	8.0	0.0	1.0	50.0
2011	6.0	16.2	40.0	6.0	40.0	66.0	55.8	37.0	23.2	12.6	7.2	0.8	66.0
2012	0.0	9.0	6.2	16.0	21.2	49.4	27.0	30.2	31.4	7.4	0.0	0.0	49.4

:雨期(4月と10月は遷移期)

通年施工(Jan - Dec)

出所：調査団作成

### 3-2-1-3 社会・経済事情に対する方針

架橋位置の設定においては、極力、住民移転や用地収用が生じないように配慮する。また、対象橋梁が当該県の経済を支える重要幹線道路上に位置し、かつ迂回路がないことから、現況交通を阻害しないように留意して取付道路計画及び橋梁架設計画を検討する。

### 3-2-1-4 建設事情・調達事情に関する方針

#### (1) 現地建設事情

「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。

#### (2) 労務計画

##### 1) 技術者、労務者の調達事情

土木/機械/電気技術者の多くは「ブ」国内の「王立工業専門学校(Royal Bhutan Polytechnic)」を卒業している。また、少数であるが、インド等の海外の大学にて学んだ技術者もいる。なお、1974年に東部のデワタンに設立された当該学校は2000年に西部のパンツォリンに移転し、「王立工科大学(Royal Bhutan Institute of Technology)」に格上げされた。これらの学校の卒業生は人数が限られているとともに、彼等は政府関係機関に優先的に勤務するので、民間企業は技術者不足に直面している。そのため、「ブ」国の建設工事は年々増加し、建設作業員も増加傾向にあるにもかかわらず、彼らを管理する土木技術者が不足している。

したがって、「ブ」国の民間建設会社から建設作業員を調達し、本邦施工業者が管理を行う。ただし、「ブ」国では調達できない橋梁上部工作業員については、日本人の技能工を派遣する

##### 2) 労働基準法による各規制項目、労働条件(休日、労働時間等)

労働基準法は”Labour and Employment Act of Bhutan 2007”に規定されている。本計画の実施に際して、この基準内で考慮すべき事項は以下の通りである。

- ◆ 雇用の最低年齢は18歳である。
- ◆ 従業員の固定給や日給は採用職種の経験や熟練度により決められる。
- ◆ 標準就業時間は一日8時間である。
- ◆ 午前8時～午後10時の間は通常の時間給である。
- ◆ 午後10時～午前8時の間は通常の時間給の150%増しである。
- ◆ 固定給与の労働者は1週間に1日の休日の他に、就業規則に基づく休暇（年休、病気休）が与えられる。
- ◆ 従業員は年間に指定9日間の祝日を休むことを保障される（年間の祝日は22日間であるので、その他は雇用者との契約次第である）。
- ◆ 雇用者は個人所得税を従業員給与より徴収してもよい。

#### (3) 資材計画

コンクリートや道路に使用する骨材等は、国内で販売されているものを調達する。PC鋼線や支

承等上部工に係る資材は「ブ」国内では製造されておらず、輸入による流通量が十分でなく、一定期間内に入手し難いため、日本からの調達とする。

#### (4) 工事用建設機械

「ブ」国内ではバックホウ、ブルドーザ、タイヤローラ等の一般建設機械は現地の建設業者からの調達とする。ラフテレーンクレーンや上部工 PC 機材等については、「ブ」国内での調達が困難であることから日本調達とする。

#### (5) 輸送梱包計画

資機材、建設機械は京浜地区の港からインド・コルカタ港までを海上輸送とする。コルカタからパンツォリン（「ブ」国の国境交易場）及びパンツォリンから各橋梁現場までは陸上輸送とする。

### 3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針

「ブ」国内の建設会社は、小規模もしくは特殊な構造を有しない橋梁構造であれば、施工できる技術水準に達している。建設工事も年々増加し、労働者も増加傾向にあるが、工事を管理する技術者少ない。したがって、現地で労働者を指導する立場にある橋梁世話役、橋梁特殊工は「ブ」国で調達することは出来ない。そのため、橋梁世話役および橋梁特殊工は日本より派遣し、現地労働者を指導する方針とする。

### 3-2-1-6 運営・維持管理に対する対応方針

国道1号線の維持管理は、DoR の地方事務所が担当することになり、ロベサ事務所（チュゾムサ橋、ニカチュウ橋）に19名、トンサ事務所（ザラムチュウ橋）には20名の技術者が配置されている。DoR は我が国無償資金協力による同様の案件を実施した経験が多数あり、維持管理担当事務所でもあるロベサ事務所及びトンサ事務所には担当技術者を配して域内道路の維持管理業務に当たっているが、橋梁維持管理サイクルによる体系的な維持管理に課題を有するものの、外注や本省サポートも活用しつつ基本的な橋梁維持管理能力は有している。よって、維持管理能力についても十分対応が可能と考えられる。

### 3-2-1-7 施工グレードの設定に係る方針

国道1号線は、「ブ」国の経済発展にとって非常に重要な路線である。国道1号線の3橋梁を架け替えることで以下の定量的および定性的効果を得ることを目的としている。

#### (1) 定量的な効果

##### 1) 橋梁耐荷力の増加

既存橋は 40R (55t) の荷重で設計されていたが、架け替え後は 70R (100t) の荷重に耐えられるものとなり、現在、トンサ県にて進められているマンデチュ水力発電所のダム建設資機材運搬の中で最も重いトランスフォーマーの輸送にも対応することが可能となる。

## 2) 平均走行速度の増加

道路線形を基に算出すると、各橋梁の平均速度はチュゾムサ橋 16km/h、ニカチュ橋 16km/h、ザラムチュ橋 13km/h である。架け替え後は線形が改良され、チュゾムサ橋 30km/h、ニカチュ橋 20km/h、ザラムチュ橋 20km/h で走行することが可能である。

## 3) 年平均日交通量

2014 年の実績値はウォンディポダン～ペレラ峠間で 434 台/日、ペレラ峠～トンサ間で 314 台/日であった。事業完成 3 年後の日交通量は約 1.25 倍のウォンディポダン～ペレラ峠間で 541 台/日、ペレラ峠～トンサ間で 390 台/日となる。

### (2) 定性的な効果

#### 1) 橋梁の安全性の向上

橋梁架け替え後、耐荷力が向上するとともに、道路線形向上により、車両の橋梁や壁への衝突する可能性が低くなり安全性が向上する。

#### 2) 物流の促進と円滑化

道路幅員が拡幅されることにより、対面通行での通過が可能になり、物流の促進に寄与する。

#### 3) 歩行者の安全性の確保

既存橋は歩道が設けられていない。架け替え後はチュゾムサ橋とニカチュ橋に歩道が設けられているため、歩行者の安全が確保される。

上記の目標を達成するため、架け替え橋梁及び取付道路について経済性、施工性、耐久性、資材調達、輸送性、維持管理について比較検討し、経済性に優れる橋梁形式、舗装構成を採用するものとした。対象施設のグレードを表 3.2.4 及び表 3.2.5 に示す。

表 3.2.4 架け替え橋梁のグレード

橋梁名	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
橋梁形式	PC 単純場所打ち箱桁	PC 単純場所打ち箱桁	PC 単純場所打ち箱桁
設計荷重	シングルレーン 70R とダブルレーン ClassA 荷重の内、クリティカルとなる荷重		
橋長	47.5m	45.0m	46.5m
支間長	46.6m	44.1m	45.6m
桁高さ	2.5m	2.5m	2.5m
幅員	9.671～10.75m (2 車線+歩道)	13.0～20.55m (2 車線+歩道)	8.2～10.95m (2 車線)
下部工形式	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:逆 T 式橋台 A2:重力式橋台
基礎形式	直接基礎 (A1 は段差フーチング)	直接基礎 (A1 は段差フーチング)	直接基礎 (A1 は段差フーチング)
護岸工	下段：間知石積（練）護岸 (35m) 上段：鉄製籠型多段積護岸 (35m)	下段：間知石積（練）護岸 (78m) 上段：鉄製籠型多段積護岸 (78m)	—

出所：調査団作成

表 3.2.5 取り付け道路のグレード

項目	単位	採用値	備考
設計速度	km/hr	20（取付道路） 30（取付道路）	日本基準 「ブ」国基準
車道幅員	m	6.5m	「ブ」国基準
路肩幅	m	1.5	「ブ」国基準

ブータン国国道1号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

項目	単位	採用値	備考
標準横断勾配	%	2	「ブ」国基準
曲線部の最大片勾配	%	6	日本基準
最大縦断勾配	%	7	「ブ」国基準
最小曲線半径	m	20km/hr : 15 30km/hr : 30	日本基準 「ブ」国基準
拡幅量	m	90≤曲線半径<160⇒0.25 60≤曲線半径<90⇒0.50 45≤曲線半径<60⇒0.75 32≤曲線半径<45⇒1.00 26≤曲線半径<32⇒1.25 21≤曲線半径<26⇒1.50 19≤曲線半径<21⇒1.75 16≤曲線半径<19⇒2.00 15≤曲線半径<16⇒2.25	日本基準
緩和区間長	m	20km/hr : 20m 30km/hr : 25m	日本基準
舗装構成	mm	表層 : 50mm (AC) 基層 : 75mm (DBM) 上層路盤 : 225mm 下層路盤 : 250mm	「ブ」国基準

出所：調査団作成

### 3-2-1-8 工法、工期に係る方針

#### (1) 工法について

基礎工：直接基礎

下部工：(チュゾムサ橋・ザラムチュ橋) 逆T式、重力式

(ニカチュ橋) 逆T式

上部工：(チュゾムサ橋・ニカチュ橋) 特殊支保工(トラス) (構造形式: PC 単純場所打箱桁)

(ザラムチュ橋) 固定支保工 (構造形式: PC 単純場所打箱桁)

#### (2) 工期について

「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（10～4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。架橋地点の標高は、チュゾムサ橋が約1,400m、ニカチュ橋が約2,600m、ザラムチュ橋が約2,400mである。標高の高い位置にあるニカチュ橋付近は12月から2月にかけて氷点下となる。チュゾムサ橋とニカチュ橋は雨季期間中河川水位が高く橋梁下部工、上部工、護岸工を行うことは困難である。そのため、この2橋の橋梁下部工、上部工、護岸工事は乾季中の10月から4月に行う。ザラムチュ橋については雨季中の河川水位が低く、工事に影響を与えない。そのため、雨季、乾季に関係なく施工を行うこととする。

### 3-2-1-9 環境社会配慮に係る方針

自然環境及び社会環境への影響を最小化するために、以下の事項について留意し、設計に反映させることとする。

- ❖ 切土量の最小化
- ❖ 森林伐採の最小化
- ❖ 住民移転及び用地取得の最小化

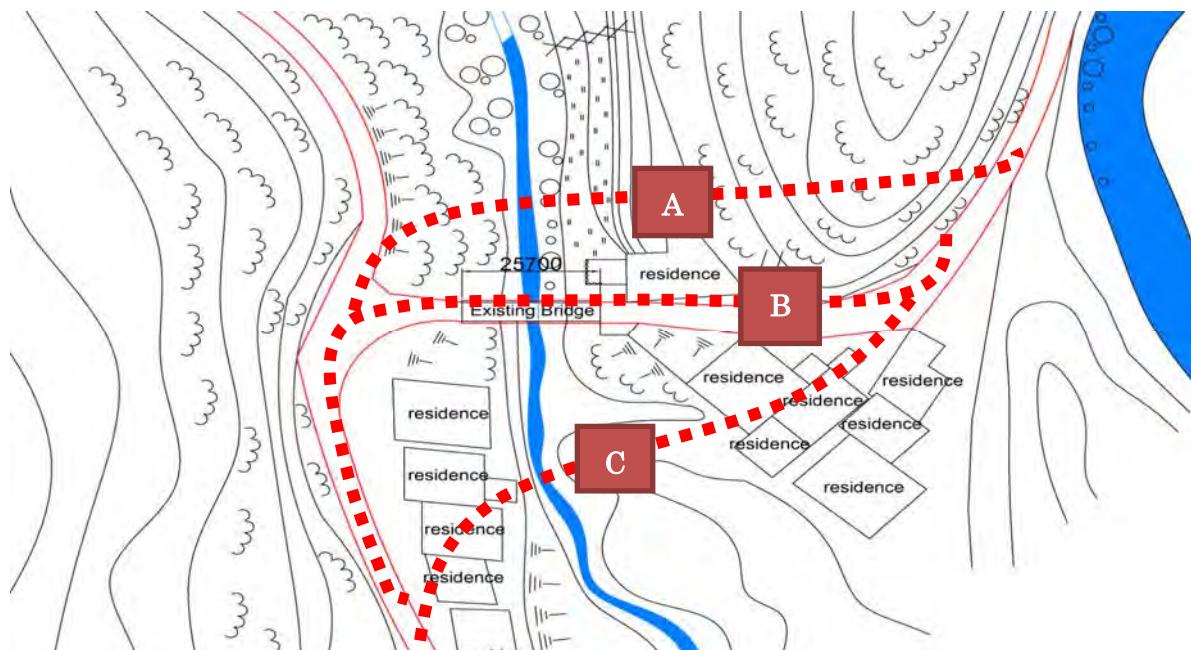
### 3-2-2 基本計画

#### 3-2-2-1 全体計画

##### (1) ルート案比較及び架橋位置の選定

###### 1) チュゾムサ橋

図3.2.5に示すように、3つのルート案で比較を行い、A案（既設橋の上流側に架橋）を最適案とした。この案は、左岸側の切土量が大きくなり、切土に伴って既存灌漑施設の移設が必要となるというデメリットがあるものの、住民移転は発生せず、またDoRからの要望も強いため、他案と比べて比較優位性が高いと判断した。



ルート案	経済性	住民移転・環境への影響	道路・橋梁技術的観点	DoRからの要望	総合評価
A (上流側に架橋)	切土（もしくはトンネル）が必要となる。	住民移転は発生しない。 切土に伴い、灌漑施設を撤去する必要がある。	現道路線形よりも、線形が滑らかとなる。	DoRは本ルートを要望している。	住民移転が発生しない。 DoRも要望している本ルートが最適である。
	△	△	○	○	○
B (現橋位置に架橋)	施工時の交通路確保のため、仮橋が必要となる。	仮橋の設置および橋梁幅員の拡幅に伴い、1軒（約5人）の住民移転が発生する。	現道路線形から変更しない。	DoRは本ルートを要望していない。	仮橋の設置に伴う工事費の増大と、住民移転が発生する。
	△	△	△	△	△
C (下流側に架橋)	切土や仮橋が不要なため、経済性では他案より優れる。	7軒（約35人）の住民移転が発生し、住民移転は最も多い。	現道路線形よりも、線形が滑らかとなる。	DoRは本ルートを要望していない。	住民移転が最も多い。
	○	▲	○	△	▲
架け替えなし (現橋を利用)	費用は発生しない。	住民移転は発生しない。	現橋をそのまま利用する場合、橋梁幅員は狭く、活荷重に対する耐力が不足する。	DoRは新橋の設置を要望している。	橋梁の幅員と耐力が不足するため、新橋が必要である。
	○	○	×	×	×

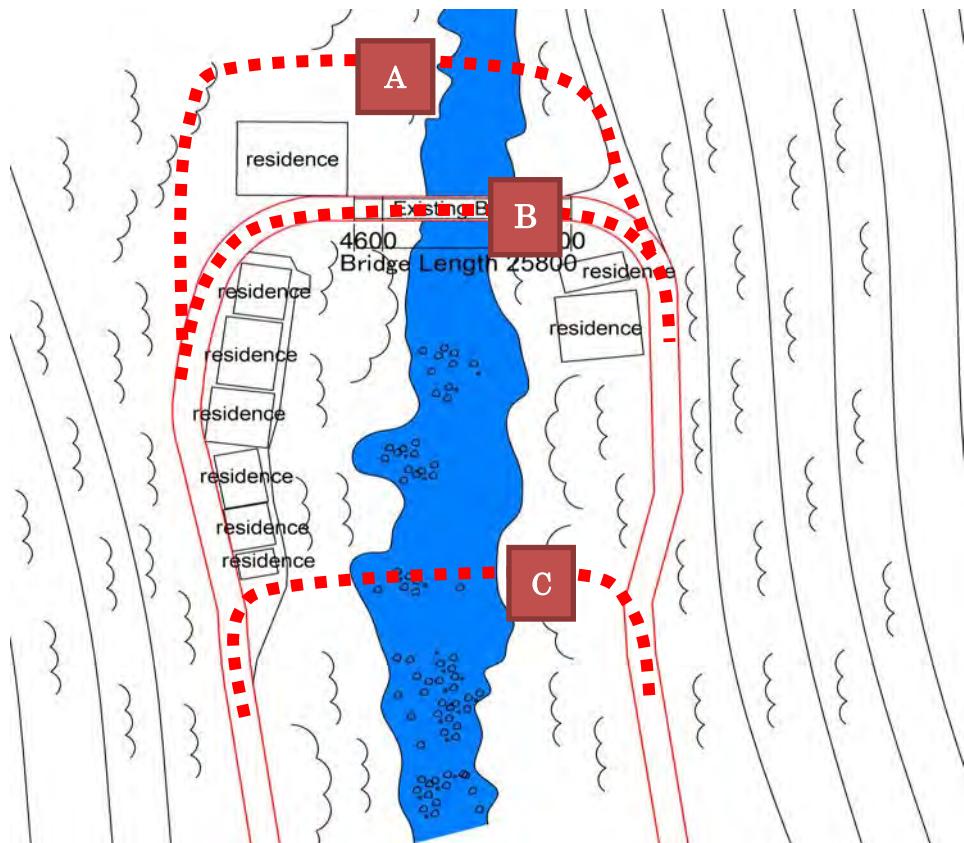
評価：高 → ○ △ ▲ × → 低

出所：調査団作成

図3.2.5 ルート案比較（チュゾムサ橋）

## 2) ニカチュ橋

図 3.2.6 に示すように、3 つのルート案で比較を行い、C 案（既設橋の下流側に架橋）を最適案とした。この案は、切土や仮橋が不要なため、経済性で他案より優れており、また住民移転も発生しない。また DoR からの要望も強いため、他案と比べて比較優位性が高いと判断した。



ルート案	経済性	住民移転・環境への影響	道路・橋梁技術的観点	DoRからの要望	総合評価
A (上流側に架橋)	切土が必要となる。 取付道路延長が長くなる。	住民移転は発生しない。	道路線形は現況とほぼ変わらない。	DoRは本ルートを要望していない。	住民移転が発生しないが、切土と取付道路部分の経済面で劣る。
	△	○	△	△	△
B (現橋位置に架橋)	施工時の交通路確保のため、仮橋が必要となる。	仮橋の設置および橋梁幅員の拡幅に伴い、2軒（約10人）の住民移転が発生する。	現道路線形から変更しない。	DoRは本ルートを要望していない。	仮橋の設置に伴う工事費の増大と住民移転が発生する。
	△	△	△	△	△
C (下流側に架橋)	切土や仮橋が不要なため、経済性では他案より優れる。	住民移転は発生しない。	道路線形は現況とほぼ変わらない。	DoRは本ルートを要望している。	住民移転が発生しない。 DoRも要望している本ルートが最適である。
	○	○	△	○	○
架け替えなし (現橋を利用)	費用は発生しない。	住民移転は発生しない。	現橋をそのまま利用する場合、橋梁幅員は狭く、活荷重に対する耐力が不足する。	DoRは新橋の設置を要望している。	橋梁の幅員と耐力が不足するため、新橋が必要である。
	○	○	×	×	×

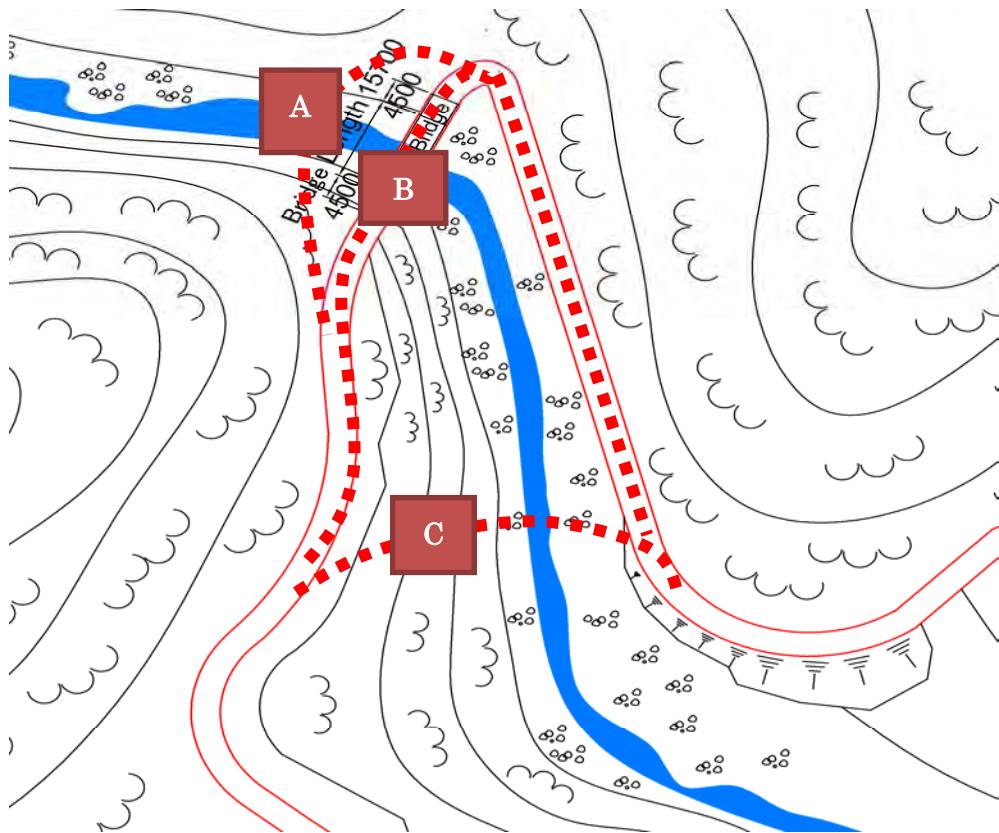
評価：高 ← ○ △ ▲ × × → 低

出所：調査団作成

図 3.2.6 ルート案比較（ニカチュ橋）

### 3) ザラムチュ橋

図3.2.7に示すように、3つのルート案で比較を行い、C案（既設橋の下流側に架橋）を最適案とした。この案は、切土や仮橋が不要なため、経済性で他案より優れており、また道路線形も大きく改善される。またDoRからの要望も強いため、他案と比べて比較優位性が高いと判断した。



ルート案	経済性	住民移転・環境への影響	道路・橋梁技術的観点	DoRからの要望	総合評価
A (上流側に架橋)	切土が必要となる。	住民移転は発生しない。	道路線形は現状と大きく変わらない。	DoRは本ルートを要望していない。	切土が必要となり、経済面で劣る。
	△	○	△	△	△
B (現橋位置に架橋)	施工時の交通路確保のため、仮橋が必要となる。 仮橋の設置に伴う切土が発生する。	住民移転は発生しない。	現道路線形から変更しない。 深い谷での仮橋設置となり、特殊な配慮が必要な場合がある。	DoRは本ルートを要望していない。	仮橋の設置に伴い工事費が増大する。
C (下流側に架橋)	切土や仮橋が不要なため、経済性では他案より優れる。	住民移転は発生しない。	道路線形は大きく改善される。	DoRは本ルートを要望している。	道路線形が大きく改善される。 DoRも要望している本ルートが最適である。
架け替えなし (現橋を利用)	費用は発生しない。	住民移転は発生しない。	○	○	○
	○	○	×	×	×

評価：高 → ○ △ ▲ × → 低

出所：調査団作成

図3.2.7 ルート案比較（ザラムチュ橋）

## (2) 計画内容

本事業の対象施設の規模について以下に整理する。

表 3.2.6 橋梁の諸元

橋梁名	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
設 計 速 度	30 km/h	20 km/h	20 km/h
設 計 活 荷 重	Single lane IRC 70R (wheeled) 又は Double lane IRC Class A		
橋 長	47.5 m	45.0 m	46.5 m
幅 員	幅 員	8.67~9.75 m	13.0~20.55 m
	車 線	3.5×2=7.0 m	3.5×2=7.0 m
	歩 道	1.5 m	1.5 m
上 部 構 造 形 式	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	A1 : 逆 T式橋台	A1 : 逆 T式橋台
	A2 : 重力式橋台	A2 : 逆 T式橋台	A2 : 重力式橋台
基 礎 構 造 形 式	直接基礎	直接基礎	直接基礎
護 岸 工	A1 : 34.8 m	A1 : 41.1 m A2 : 36.9 m	-

出所：調査団作成

表 3.2.7 アプローチ道路の諸元

橋 梁 名	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
設 計 速 度	30 km/h	20 km/h	20 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=30 m	R=15 m
	拡 幅 量	1.25 m (R=30 m)	1.75 m (R=20 m)
	緩 和 区 間 長	L=25 m (R=30 m)	L=20 m (R=20 m)
計 画 延 長	L=75.5+97.0 m	L=47.0+41.3 m	L=113.5+71.9 m
標 準 幅 員	全 幅 員	9.5 m	
	車 線	3.25×2=6.5 m	
	路 肩	1.5×2=3.0 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=5 %	

出所：調査団作成

### 3-2-2-2 道路計画

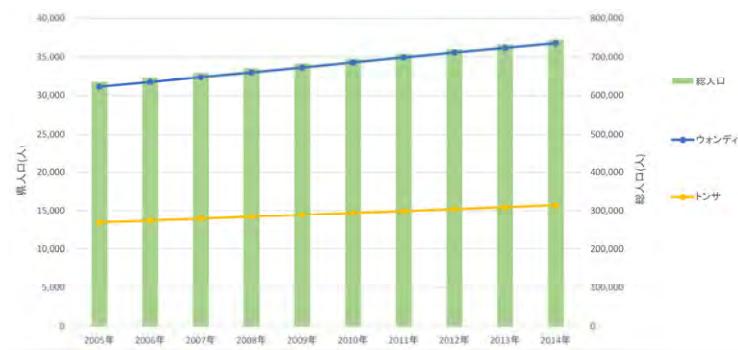
#### (1) 将来交通量の予測

##### 1) 予測方法

本調査においては、将来予測が行われている人口データを用いて交通需要を予測することとする。人口データを用いる理由は以下の通りである。

- ◆ 「ブ」国統計データの中で過去のトレンドと将来の予測値を追える信頼性の高いデータが人口データのみであるため。
- ◆ 第2章の図2.2.46に示す交通量データを見ると、2014年の交通量（実測値）は2005年に比べて大きく増加している。これには、現在サイト周辺で進められているマンデチュ水力発電所建設の工事用車両の増加が大きく影響していると考えられ、ある一定期間のみの一時的な増加であると判断できる。よって、過去の実績値から算出した伸び率を需要予測に用いると過大な予測になってしまう恐れがあるため、緩やかな増加傾向を示している人口データを用いて予測することが妥当であると判断した。ただし、舗装厚の検証を行う際には、過去の実績値からの伸び率を用いて算出した交通量を用いることとする。

交通需要の予測式は回帰分析を行って求めることにするが、基本データはDoR提供の既存交通量データ及び本調査で実施した交通量調査より得られた現況交通量、そして”Annual Dzongkhag Statistics”より得られた各県の人口データを用いることとする。使用した全国及びウォンディポダン県、トンサ県の人口変動については図3.2.8に示すとおりである。なお、各県の将来人口は、全国の人口予測が2030年まで行われているため、この人口伸び率を用いて設定する。

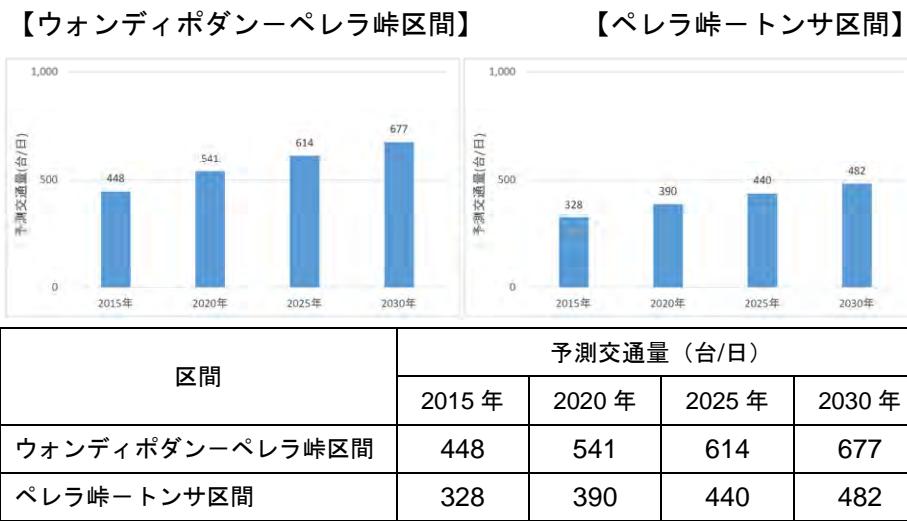


出所 : Annual Dzongkhag Statistics 及び Statistical Year Book 2013

図3.2.8 全国、ウォンディポダン県、トンサ県の人口推移

##### 2) 予測結果

人口の増加は全体として緩やかであり、2030年まで微増傾向で推移するため、交通量も緩やかな増加傾向となると予測できる。図3.2.9に対象2区間（ウォンディポダン-ペレラ峠区間、ペレラ峠-トンサ区間）の予測結果を示す。当該区間は山岳、峠を通過する区間であり、沿道に集落が点在しているのみで、沿道地域の急激な人口増加が見込まれないことから、本予測結果は妥当であると思われる。



出所：調査団作成

図 3.2.9 需要予測結果

## (2) 適用基準

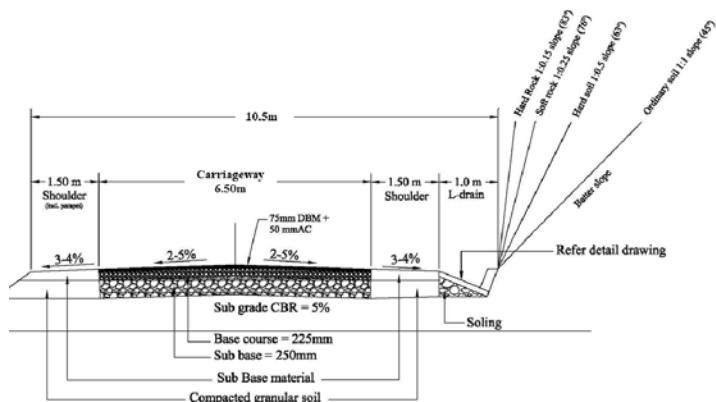
道路設計には、「ブ」国 の 設計基準である”Road Survey & Design Manual (First Edition June 2005), Royal Government of Bhutan, Ministry of Works & Human Settlement, Department of Roads, Thimphu”, 及び”Guidelines on use of Standard Work Items for Common Road Works, Royal Government of Bhutan, Ministry of Works & Human Settlement, Department of Roads, Survey and Design Division”を使用する。ただし、上記基準に明確に記載がない事項については、日本の設計基準「道路構造令の解説と運用 平成 16 年 2 月 社団法人日本道路協会」を適用する。

## (3) 道路規格

DoR は現在、国道 (Primary National Highway) の 2 車線化工事を進めているため、当該区間にについても 2 車線として整備する。

- ・道路区分 : Primary National Highway (Class A , Double Lane)

道路幅員を図 3.2.10 に示す。現在国道 1 号線の拡幅工事が進められており、拡幅の基準として DoR が作成した” INITIAL PROJECT DOCUMENT (IPD)”が適用されている。DoR の方針として、ティンプーからタシガンまでの全ての区間において一定の道路幅員とすることが決定しているため、本事業においてもその方針を踏襲する。



### Typical Pavement X-Section

出所 : INITIAL PROJECT DOCUMENT (IPD). DoR

図 3.2.10 道路部幅員構成

#### (4) 設計速度

国道の設計速度は特に設定されていないが、実際には最低でも20km/hrを確保するように設計が行われている。本事業においては、橋梁の背後に急崖などが存在しており、設計速度を高く設定できない箇所が存在するが、当面交通機能の著しい低下を招く恐れがないこと等から、現地の状況を踏まえて設計速度を以下の通りに設定する。

- ◆ チュゾムサ橋 : 30km/hr
  - ◆ ニカチュ橋 : 20km/hr
  - ◆ ザラムチュ橋 : 20km/hr

## (5) 幾何構造の基準値

上記の設計速度に従い、幾何構造の基準値を表 3.2.8 にまとめる。現地で実施した交通量調査より、水力発電所建設プロジェクト現場等に資機材を搬入するためのセミトレーラー（最大で 5 輪を確認）がインドから「ズ」国内に入ってきたことが確認された（図 3.2.11 参照）。よって、曲線部の拡幅量については、セミトレーラー（ $L=16.5\text{m}$ 、 $W=2.5\text{m}$ ）の走行軌跡を考慮して算定する（図 3.2.12 参照）。

表 3.2.8 幾何構造の基準値

項目	単位	採用値	備考
設計速度	km/hr	20（取付道路） 30（取付道路）	日本基準 「ブ」国基準
車道幅員	m	6.5m	「ブ」国基準
路肩幅	m	1.5	「ブ」国基準
標準横断勾配	%	2	「ブ」国基準
曲線部の最大片勾配	%	6	日本基準
最大縦断勾配	%	7	「ブ」国基準
最小曲線半径	m	20km/hr : 15 30km/hr : 30	日本基準 「ブ」国基準

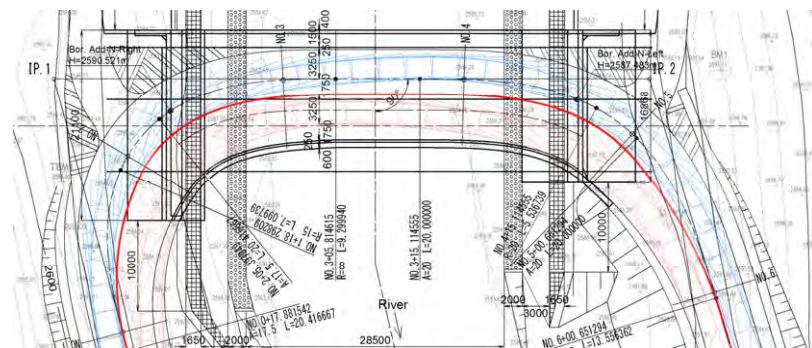
項目	単位	採用値	備考
拡幅量	m	90≤曲線半径<160⇒0.25 60≤曲線半径<90⇒0.50 45≤曲線半径<60⇒0.75 32≤曲線半径<45⇒1.00 26≤曲線半径<32⇒1.25 21≤曲線半径<26⇒1.50 19≤曲線半径<21⇒1.75 16≤曲線半径<19⇒2.00 15≤曲線半径<16⇒2.25	日本基準
緩和区間長	m	20km/hr : 20m 30km/hr : 25m	日本基準

出所：調査団作成



出所：調査団撮影

図 3.2.11 「ブ」国内を走行するセミトレーラー



出所：調査団作成

図 3.2.12 セミトレーラーの走行軌跡（ニカチュ橋）

## (6) 舗装構成

取付道路の舗装はアスファルト舗装とし、前述の道路部幅員構成に示す通り、拡幅後の国道1号線の舗装構成はIPDにおいて以下のように規定されている。DoRの方針として、ティンプーからタシガンまでの全ての区間において一定の舗装構成とすることが決定しているため、本事業においてもその方針を踏襲する。

- ✧ 表層：50mm（アスファルトコンクリート（AC））
- ✧ 基層：75mm（密粒度アスコン（DBM））
- ✧ 上層路盤：225mm
- ✧ 下層路盤：250mm
- 計：600mm
- ✧ 路床：設計 CBR=5%

なお、上記舗装構成を日本の舗装設計便覧（TA法）に基づき、交通量が多い方の区間であるウォンディポダン-ペレラ峠間を対象に照査したところ、十分な必要厚さを有していることが明らかになった。以下にその概要を記す。

### 1) 設計条件

- ・輪荷重： 本調査で実施された軸重調査より算定（2軸車：27.44kN, 3軸車：40.67kN, 4軸車：38.71kN）
- ・交通量伸び率： 2005年から2014年の伸び率から算出（伸び率：1.07%/年）
- ・設計期間： 2018年～2027年（10年間）
- ・設計CBR： 本調査で実施されたCBR試験により算出（設計CBR：7.2）
- ・信頼度： 90%

### 2) 必要疲労破壊輪数

必要疲労破壊輪数（累積49kN換算輪数）は下記の式によって求められる。

$$N_{49} = \sum_{j=1}^m \left[ \left( \frac{P_j}{49} \right)^4 \times N_j \right]$$

$$N = \sum_{i=1}^n (N_{49} \times 365 \times a_i)$$

ここで

$N_{49}$ : 一日一方向当たりの49kN換算輪数

$P_j$ : j番目の輪荷重の大きさに区分される輪荷重の代表値

m: 輪荷重の大きさの区分 ( $j=1 \sim m$ )

$N_j$ :  $P_j$ の通過数

N: 設計期間の累積49kN換算輪数

n: 設計期間（年）

$a_i$ :  $N_{49}$ に対するi年後の伸び率 ( $i=1 \sim n$ )

上記の式及び設計条件から必要疲労破壊輪数は

**N = 299,331**

となる。

### 3) 目標 TA 及び照査

必要等値換算厚 (TA) は下記のように計算される。

$$TA = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR_{as}} = 16.0$$

ここで

TA: 必要等値換算厚

CBR: 路床の設計 CBR

これを DoR により決定された舗装厚の TA 値と比較をした結果を表 3.2.9 に示す。これより、本事業における舗装厚は十分な必要厚さを有しているといえる。

表 3.2.9 本事業における舗装厚の照査

構成	本事業における舗装構成				$\geq 16.0$
	材料	換算係数	厚さ	TA 値	
表層	アスファルトコンクリート(AC)	1	5	5	
基層	密粒度アスコン(DBM)	1	7.5	7.5	
上層路盤	粒度調整碎石	0.35	22.5	7.9	
下層路盤	クラッシャーラン	0.25	25.0	6.3	
				26.6	

出所：調査団作成

橋梁部については、アスファルト舗装 ( $t=60\text{mm}$ ) を採用する。「ブ」国でよく用いられているセメントコンクリート舗装は防水層を設けることが出来ないため、舗装コンクリートのひび割れを通じて床版への浸水が懸念され、床版の耐久性を低下させる可能性がある。

なお、歩道部の舗装についてもアスファルト舗装 ( $t=30\text{mm}$ ) とする。

### (7) 切土のり面工及び盛土のり面工

斜面に切土を行う場合には、表3.2.10の値を参考に、地山の土質状況を踏まえて勾配を決定する。硬岩については勾配1:0.3を適用する。最大切土高は10mとし、高さ10mごとに幅1.5mの小段を設置する。岩盤の風化防止や雨水の浸透による侵食・崩壊防止のために、軟岩以上の岩盤斜面の切土部にはコンクリート吹付工を施工する。また、土砂の切土部には種子吹付を行う。なお、盛土のり面勾配は1:1.5とする。

表3.2.10 切土に対する標準のり面勾配

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1:0.3~1:0.8
軟岩			1:0.5~1:1.2
砂	密実でない粒土分布の悪いもの		1:1.5~
砂質土	密実なもの	5m以下	1:0.8~1:1.0
		5~10m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの	5m以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒土分布のよいもの	10m以下	1:0.8~1:1.0
		10~15m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの、粒程度の分布の悪いもの	10m以下	1:1.0~1:1.2
		10~15m	1:1.2~1:1.5
粘性土		10m以下	1:0.8~1:1.2
岩塊または玉石混じりの粘性土		5m以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5

出所：道路土工切土工・斜面安定工指針

### (8) 擁壁計画方針

5m以下の擁壁は、施工性の良い石積又は重力式擁壁を推奨する。5mを超える擁壁については、補強土壁を推奨する。補強土壁は、「植栽が可能」、「プレキャスト製品を必要としない」、「施工性が良い」等の利点がある。補強土壁の設計については、「ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル（土木研究センター）」に準拠する。



出所：(株)アドヴァンス HP

図3.2.13 補強土壁の事例

### (9) 排水施設

路面や斜面を流れる雨水を適切に処理するために、側溝や暗渠工等の排水施設を設置する。現地労働力及び資材調達の面から、可能な限り現地で一般的に用いられている方式を採用することとする。

### **第3章 プロジェクトの内容**

---

なお、チュゾムサ橋の左岸側には既設の灌漑用水路が存在し、切土に伴い撤去・復旧する必要がある。よって、切土のり面の小段にコンクリート水路（幅 50cm、深さ 50cm）を設置して付け替えを行う。

#### **(10) 交通安全施設等**

現地調査結果から、急カーブ区間における車両の転落等の交通事故が見受けられるため、以下の安全施設を設置する。

車両の転落防止施設：ガードレール

区画線：中央線、外側線

### 3-2-2-3 橋梁計画

#### 3-2-2-3-1 設計条件

##### (1) 基本事項

橋梁計画の基本方針は、原則として「ブ」国基準に準拠し、記載の無い事項については、日本基準（「道路橋示方書・同解説 I～V 平成 24 年 3 月 社団法人 日本道路協会」）に準拠する。

##### (2) 橋梁部の基本道路条件

###### 1) 道路縦断及び平面線形

道路縦断は、橋梁部の前後の現況道路高を踏まえ計画する。チュゾムサ橋は起点側から終点側へ向け 0.3% 程度の縦断勾配で下り、平面線形は、A=40、R=60 のクロソイド曲線を有する橋梁である。ニカチュ橋は起点側から終点側へ向け 4% 程度以下の縦断勾配で下り、平面線形は橋両端部では曲線、中間部では直線線形を有する橋梁である。ザラムチュ橋は起点側から終点側へ向け 4% 程度以下の縦断勾配で下り、平面線形は、橋梁の起点側で A=25、R=27 のクロソイド曲線を有する橋梁である。以上、詳細内容は本報告書内に添付する橋梁一般図に示す。

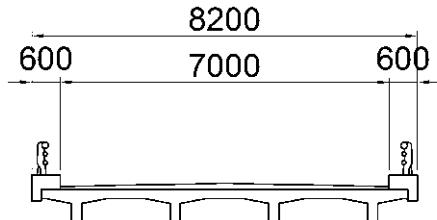
###### 2) 橋梁部の基本幅員構成

橋梁部の基本幅員は「ブ」国基準に準拠し、図 3.2.14 に示す通りである。この基本幅員に道路線形上の曲線半径等に応じた拡幅量が付加され、また、チュゾムサ橋、ニカチュ橋」については、1.5m の歩道幅員が付加される。地覆構造寸法は日本基準（道路橋示方書）に準拠し、車道部は幅 600mm の地覆を設け、歩道部には幅 400mm の地覆を設ける。防護柵は歩車道兼用車両用防護柵を採用する。以上、詳細内容は本報告書内に添付する橋梁一般図に示す。

##### Standard Specification for permanent bridges/culverts on various roads

Sl. No	Road Classification	Carriage Width (m)	Loading Capacity	Footpath
1	Asian Highway (AH-48)	7.50	Single lane IRC 70R (wheeled) or Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional
2	Primary National Highway (PNH)	7.00	Single lane IRC 70R (wheeled) or Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional
3	Secondary National Highway (SNH)	5.50	IRC Class A (double lane)	Optional
4	Dzongkhag Road	3.50	IRC Class A (single lane)	Optional
5	Farm road	3.50	IRC Class A (single lane)	
6	Thromde road	Varies from 7.50 to 15.00	Single lane IRC 70R (wheeled) or Double lane IRC class A (whichever is critical)	Both side 1.50m wide

##### 【新設橋】



*Note: Bridges shall be designed for IRC class 70R (wheeled) loading and at least 5.5m carriage width irrespective of the load classification, if the road has potential of catering traffic to planned or Hydro Power Plants or Projects.*

*However, the width of the temporary bridges (bailey bridges) for single lane is 3.27m wide with 24R loading commonly used in farm roads and double lane bailey bridge of 7.50m wide can be used in the PNH and SNH for temporary measures.*

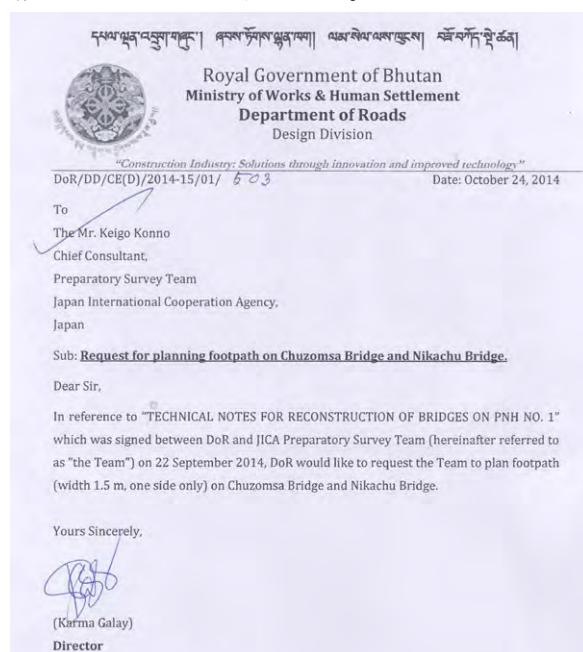
出所：「ブ」国基準（左）、調査団作成（右）

図 3.2.14 橋梁部基本幅員構成

### 3) 歩道幅員について

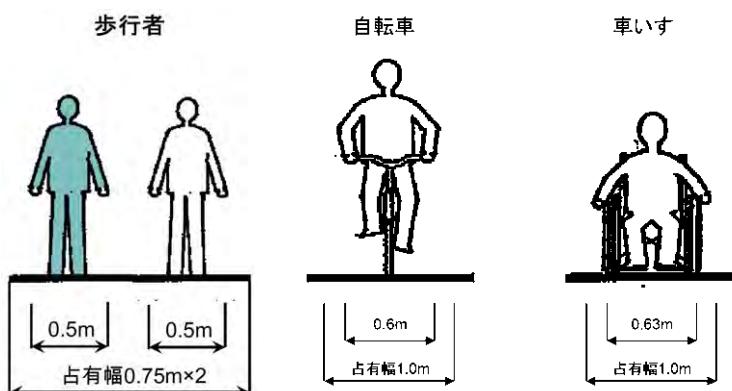
チュゾムサ橋、ニカチュ橋は既設橋梁の周囲に民家があり、頻繁に歩行者が往来している。新設橋梁はこれらの橋梁の架け替え橋梁であり、道路線形の改善により、車両に対しては走行性の良い道路となる。一方、車両に対する走行性の良い道路は、歩道部の無い道路環境下での歩行者に対して、危険リスクとなり得る。このような状況を踏まえ、チュゾムサ橋、ニカチュ橋の2橋については、歩行者の安全性を確保するため、橋梁上に歩道部を計画することを「ブ」国から要請された。

車道に対する歩道の設置位置は、新設橋梁の位置に対する民家の位置を踏まえ、チュゾムサ橋については下流側とし、ニカチュ橋は上流側とした。歩道の幅については、図3.2.15に示すように「ブ」国側から1.5mとするように要請されており、日本の基準に照らし合わせた場合、2名の歩行者が安全にすれ違うことができ（ $1.5\text{m}=0.75\text{m}\times 2$ ）、また、自転車や車イスの利用者が通行できる（1.0m以上）安全な幅として適用が可能である。



出所 : DoR

図3.2.15 歩道設置に関する「ブ」国の要請書



出所 : 道路構造令の解説と運用

図3.2.16 道路利用者の占有幅

### (3) 河川条件

#### 1) 桁下の設定

対象河川の計画高水流量に応じて、計画高水位に加える値（余裕高）を表3.2.11から抽出し、その値をHWLに加える。橋梁の桁下は、「余裕高+HWL」の高さ以上とし、橋梁の桁下が流木で閉塞しない計画とする。

表3.2.11 流量に応じた余裕高

項	1	2	3	4	5	6
計画高水流量(t/s)	200未満	200以上500未満	500以上2000未満	2000以上5000未満	5000以上10000未満	10000以上
計画高水位に加える値(m)	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2

出所：河川管理施設等構造令

#### 2) 設計水位

下部工の設計に用いる設計水位は、日本基準（道路橋示方書）に準じ、常時はHWLとし、地震時はMWL（※(HWL-計画河床高)×1/2）とする。また、施工時水位は日本基準（国土交通省 計画マニュアル）に準拠し、渴水期（原則、11月～4月）における10年確率の河川流量を算定して設定する。



出所：国土交通省 計画マニュアル

図3.2.17 設計水位

#### 3) 河川定規断面

本調査で対象河川の流量計算を行い、河川定規断面設定後、日本基準（河川管理施設等構造令）に準じて、橋長、下部工の計画位置、護岸等の計画を行う。前述の内容を踏まえ、各橋梁の河川定規断面を表3.2.12に整理する。

表3.2.12 各橋梁の河川条件表

チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
<p>計画高水流量: 910(m<sup>3</sup>/s) 施工時流量: 170(m<sup>3</sup>/s) 河床勾配: 1/30</p>	<p>計画高水流量: 1300(m<sup>3</sup>/s) 施工時流量: 220(m<sup>3</sup>/s) 河床勾配: 1/70</p>	<p>計画高水流量: 250(m<sup>3</sup>/s) 施工時流量: 50(m<sup>3</sup>/s) 河床勾配: 1/7</p>

出所：調査団作成

## (4) 地盤条件

## 1) 地盤反力の上限値及び摩擦係数

当該箇所周辺では岩の露呈が確認されている。支持層が岩である場合、表 3.2.13 の地盤反力の上限値を用いて地耐力照査を行う。また、滑動の照査で用いる摩擦係数  $\tan\phi B$  は 0.6 とする。

表 3.2.13 最大地盤反力度の上限値 (kN/m<sup>2</sup>) (左)、岩級区分表 (右)

表 4-2-6 強度定数の測定例

地盤の種類		最大地盤反力度			地盤岩 (タブリックの例)			岩質岩 (本國垂橋基礎の例)		
硬岩	亀裂が少ない	2500			範囲	平均	範囲	平均	範囲	代表値
	亀裂が多い	1000								
軟岩・土丹		600								
砂れき地盤		700								
砂地盤		400								
粘性土地盤		200								

出所：道路橋示方書（左）、NEXCO 設計要領（右）

## 2) 各橋梁の地盤状況

各橋梁の地盤状況を表 3.2.14 に示す。

表 3.2.14 各橋梁の状況

橋梁名	横断図	状況
チュズムサ橋		支持層に成り得るのは礫層と岩層である。右岸側は計画道路面より 10m 以深に岩層(軟岩 : CL~D) があり、左岸側は 18m 以深に岩層(硬岩 : CM) がある。右岸側の岩山の状況より岩線の急傾斜が推測される。
ニカチュ橋		支持層に成り得るのは岩層（軟岩 : CM～CL）である。右岸側は計画道路面より 12 m 以深に岩層があり、左岸側は 11m 以深に岩層がある。地形状況より岩線の傾斜が推測される。
ザラムチュ橋		支持層に成り得るのは岩層である。右岸側は計画道路面より 10m 以深に岩層(硬岩 : CM) があり、左岸側は 2m 以深に岩層(軟岩 : CH~D) がある。地形状況より岩線の傾斜が推測される。

出所：調査団作成

## (5) 耐震条件

設計で用いる設計水平震度（地震力を算定する係数）は、IRC 基準の地震区域区分図の「ゾーンV」の 0.36 を採用する。これに、同基準の計算式より 0.22 を採用値とする。

$$Kh = (Z/2) \times (Sa/g) / (R/I) \times \alpha = 0.216$$

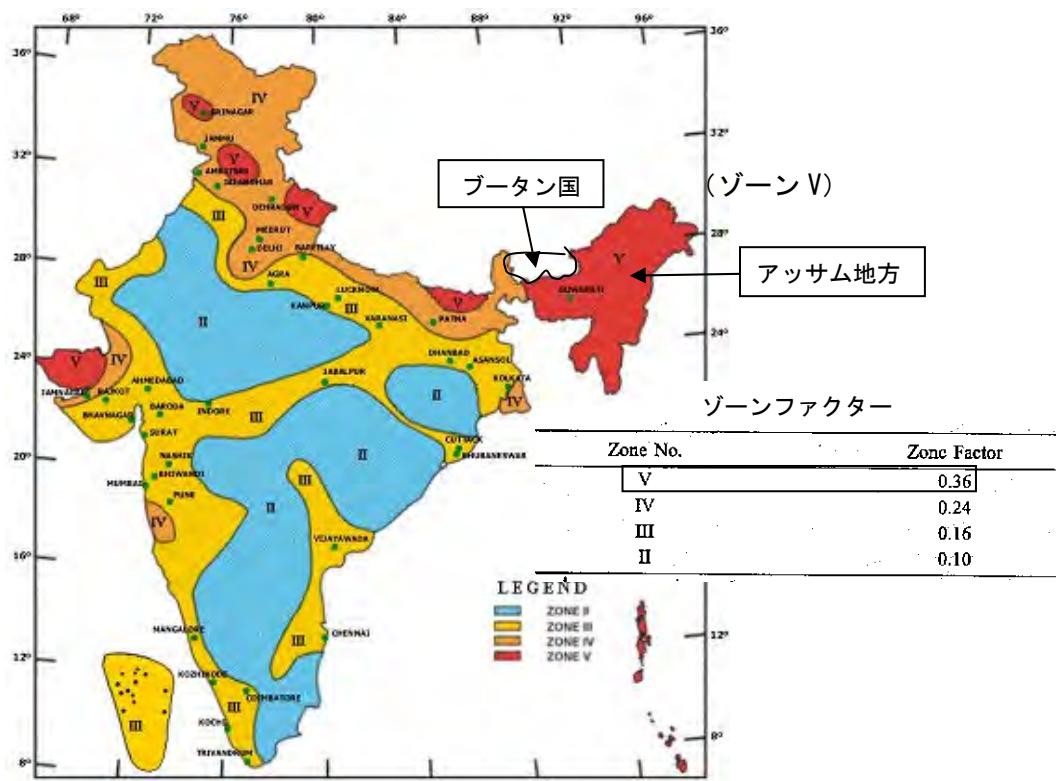
ここで、Z : Zone factor (V) = 0.36

Sa/g : 2.5 (T < 0.5sec : h=0.05)

R : Response reduction factor (=2.5)

I : Importance factor (=1.2 from DOR)

$\alpha$  : 減衰定数の違いによる補正係数(=1.0)



出所 : IRC 基準

図 3.2.18 アッサム地方の地震に関するゾーンファクター

## (6) 設計に用いる定数

### 1) 設計荷重

IRC 基準を基礎とする「ブ」国 の設計基準のシングルレーン 70R とダブルレーン Class A 活荷重のうちクリティカルとなる荷重を用いる。

表 3.2.15 採用活荷重

Sl. No	Road Classification	Carriage Width (m)	Loading Capacity	Footpath
1	Asian Highway (AJI-48)	7.50	Single lane IRC 70R (wheeled) or Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional
2	Primary National Highway (PNH)	7.00	Single lane IRC 70R (wheeled) or Double lane IRC class A (whichever is critical)	Optional
3	Secondary National Highway (SNH)	5.50	IRC Class A (double lane)	Optional
4	Dzongkhag Road	3.50	IRC Class A (single lane)	Optional
5	Farm road	3.50	IRC Class A (single lane)	
6	Thromde road	Varies from 7.50 to 15.00	Single lane IRC 70R (wheeled) or Double lane IRC class A (whichever is critical)	Both side 1.50m wide

出所 : 「ブ」国基準

## 2) 使用材料

使用材料の規格・設計基準強度は、以下のように設定する。コンクリートについては、無筋コンクリート、鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリートの最低基準強度値を採用する。鉄筋については、「ブ」国鉄筋工場調査を行い、そこで入手した材料強度に準じて、日本国鉄筋仕様を想定して採用する。

表 3.2.16 コンクリートの基準強度

使用区分	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )
無筋コンクリート	18
鉄筋コンクリート	21
プレストレストコンクリート	30

出所：道路橋示方書

表 3.2.17 鉄筋仕様

「ブ」国生産の鉄筋名	日本仕様
IR500 (降伏点=500、引張強さ=545)	SD345 (降伏点=345～440、引張強さ=490 以上)

出所：道路橋示方書

## 3) 単位体積重量

設計計算に用いる単位体積重量を表 3.2.18 に整理する。

表 3.2.18 単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

使用区分	単位体積重量
無筋コンクリート	23.0
鉄筋コンクリート	24.5
プレストレストコンクリート	24.5
舗装	22.5

地盤	土質	ゆるいもの	密なもの
自然地盤	砂及び砂れき	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛土	砂及び砂れき	20	
	砂質土	19	
	粘性土	18	

出所：道路橋示方書

#### 4) 許容値

設計計算に用いる許容値を以下に整理する。

表 3.2.19 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>)

応力度の種類	コンクリートの設計基準強度			
	21	24	27	30
1)曲げ圧縮応力度	7.0	8.0	9.0	10.0
2)軸圧縮応力度	5.5	6.5	7.5	8.5

出所：道路橋示方書

表 3.2.20 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>)

応力度の種類	コンクリートの設計基準強度					
	30	40	50	60		
プレストレッジング直後	曲げ圧縮応力度	1)長方形断面の場合	15.0	19.0	21.0	23.0
		2)T形及び箱形断面の場合	14.0	18.0	20.0	22.0
		3)軸圧縮応力度	11.0	14.5	16.0	17.0
その他	曲げ圧縮応力度	4)長方形断面の場合	12.0	15.0	17.0	19.0
		5)T形及び箱形断面の場合	11.0	14.0	16.0	18.0
		6)軸圧縮応力度	8.5	11.0	13.5	15.0

出所：道路橋示方書

表 3.2.21 鉄筋の許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

応力度、部材の種類等	鉄筋の種類	
	SD345	
引張応力度	1)活荷重及び衝撃以外の主荷重	100
	2)荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を考慮しない場合の許容応力度の基本値	一般の部材 床版及び支間長 10m 以下の床版橋
	3)荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を考慮する場合の許容応力度の基本値	桁の軸方向への配慮 その他
	4)鉄筋の重ね継手長又は定着長を算出する場合の許容応力度の基本値	200
	5)圧縮応力度	200

出所：道路橋示方書

#### 5) 従荷重条件

従荷重条件を以下に整理する。

温度荷重：15°C（温度変化）、5°C（上床版と他の部分の温度差）

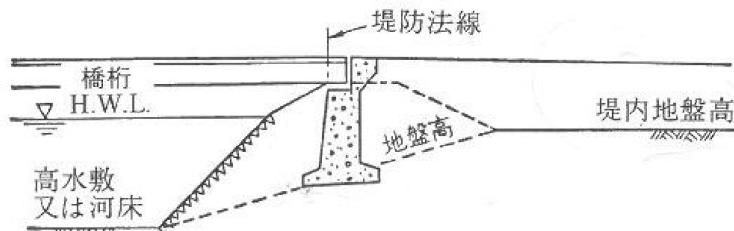
風荷重：考慮しない（橋軸直角方向に対したわみが無い構造）

## 3-2-2-3-2 橋梁基本計画

## (1) 橋台位置（橋長）の設定

## 1) 河川管理施設等構造令に準じた計画

チュゾムサ橋及びニカチュ橋の橋台位置は、河川管理施設等構造令に準じて設定する。川幅が50m以下であるため、橋台の堅壁前面を堤防法肩より川側の部分に設けない計画とする。

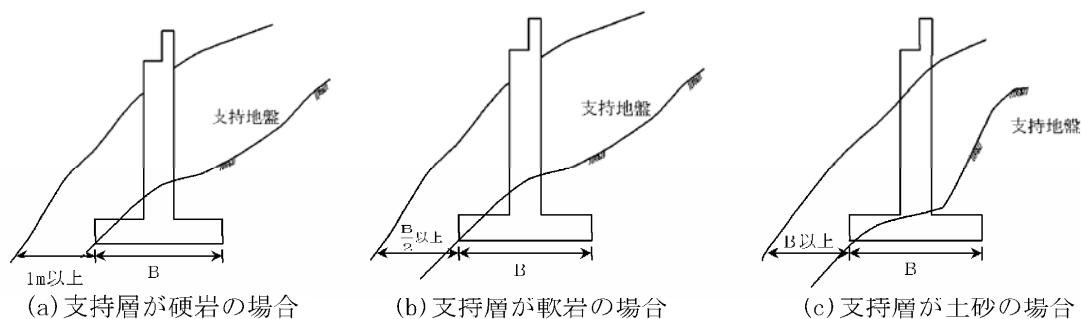


出所：河川管理施設等構造令

図 3.2.19 河川に対する橋台位置

## 2) 斜面上に設ける橋台計画

ザラムチュ橋の橋台は、斜面上に橋台を設ける計画であり、支持層の状況を踏まえて斜面からの離隔を確保し、橋台位置（橋長）を設定する。図 3.2.20 に橋台位置の設定方法を示す。



出所：国土交通省 計画マニュアル

図 3.2.20 斜面に対する橋台位置

## 3) 橋台の斜角に関する留意事項

道路平面線形、河川線形、地形状況によるチュゾムサ橋とザラムチュ橋は斜角を有する橋梁となる。斜角が小さい場合（一般に 60 度未満）、橋台に作用する橋台背面からの土圧の方向と地震作用による上部構造の慣性力の方向が大きく異なる。道路橋示方書には、厳密に解くには未知な部分が多いと記されている。また、底版については、土圧の作用方向に対して 75 度より小さい斜角がある平面形状とした場合、橋台の重心位置と土圧作用の合力位置が大きくずれるため、橋台の回転による不安定性が懸念される。以上より、橋梁の斜角（堅壁の斜角）は上部構造に対して 60 度以上 とし、底版の斜角は堅壁に対して 75 度以上 とする。

#### 4) 各橋梁の橋長設定

前述の内容を踏まえて設定した各橋梁の橋長とそのコントロールポイントを表3.2.22に整理する。

表3.2.22 各橋梁の橋長設定におけるコントロールポイント

橋梁名	A1 橋台コントロールポイント	A2 橋台コントロールポイント	橋長
チュゾムサ橋	橋台豎壁前面が河川定規断面を侵さない位置とする。斜角を有する橋梁ため、河川側へ近接する下流端をコントロールポイントとする。 	支持層として礫層と岩層があり、橋台の構造高、基礎形式、橋長を含む検討を行った。採用案は、経済性から、岩山部分に重力式橋台を構築するする案とした。 	47.5m(CL上) ※道路側点間距離を表記。
ニカチュ橋	橋台豎壁前面が河川定規断面を侵さない位置とする。また、橋台背面の道路と山への影響を回避するため、極力、河川側へ設置する。 	橋台豎壁前面が河川定規断面を侵さない位置とする。また、橋台背面の道路と山への影響を回避するため、極力、河川側へ設置する。 	45.0m ※本橋は直橋であり、パラペット間の距離は45.0mである。
ザラムチュ橋	斜面上に構築する橋台である。支持層は硬岩級であり、底版の前面位置は、斜面より1m以上の離隔が確保できる位置とした。また、橋台背面の道路と山への影響を回避するため、極力、川側へ設置する。 	斜面上に構築する橋台である。支持層は軟岩級であり、底版の前面位置は、斜面より橋台幅の1/2以上の離隔が確保できる位置とした。また、橋台背面の道路と山への影響を回避するため、極力、川側へ設置する。 	46.5m(CL上) ※道路側点間距離を表記。

出所：調査団作成

## 5) チュゾムサ橋における橋長検討

チュゾムサ橋の左岸側（A2 橋台）について、支持層の深度が川側では最大で 18m と深く、杭基礎の適用を踏まえ、橋台位置（橋長）の検討を行った。検討案の計画概要を含む比較表を以下に示す。なお、検討における橋台計画の制約条件として、国土交通省の適用基準（図 3.2.30）に準拠し、重力式橋台では 5m、逆 T 式橋台では最大構造高を 15m とした。支持層については、岩の上部に位置する礫層が比較的強固 ( $N \geq 30$  と推測) であったことから、この礫層と岩を対象とした。なお、A1 橋台位置は河川条件により決定されているため、本検討では A2 橋台位置のみを比較する。比較案は、基礎形式、照査方法による差異を踏まえた全 4 案である。検討の結果、施工実績と経済性の観点より、河川定規断面より橋長を若干伸ばし、A2 橋台を重力式橋台とする橋長 47.5m (CL 上) の案を採用した。

表 3.2.23 「チュゾムサ橋」橋長検討比較表 (1/2)

比較案	第 1 案：直接基礎による底版位置を礫層上層とする案（橋長=40.2m）	第 2 案：直接基礎による底版位置を河床より深くする案（橋長=40.2m）
橋梁概要	支持層は礫層である。橋台豎壁前面が河川定規断面を侵さない位置となるように橋台位置を設定した。底版位置を浅くすることで、掘削量の低減を図ることを目的とした。	
A2 橋台 計画図		
設計計算 結果概要	底版位置が浅いため、支持層への根入れ効果が乏しく、地耐力照査では不利である。必要な支持力を確保するには、底版幅を道路方向に延長する必要があり、上図の結果となった。	底版位置を深くすることで、支持層への根入れ効果が大きくなり、第 1 案に比べて地耐力照査の傾向は多少改善された。しかし、構造高のアップに伴って、橋台に作用する背面土圧が増加し、底版の縮小という観点では、大きな効果を得ることは出来なかった。
現地に則した施工性	底版が岩山にまで伸び、大規模な掘削が必要になる。	底版位置が深く、橋台背面の岩山への影響が大きくなり、大規模な掘削が必要になる。
経済性 (億円)	4.71 億円 (1.294)	4.15 億円 (1.140)
評価	△ 施工性、経済性で不利である。	△ 施工性、経済性で不利である。

出所：調査団作成

表 3.2.24 「チュゾムサ橋」橋長検討比較表 (2/2)

比較案	第3案：杭基礎を採用する案 (橋長=40.2m)	第4案：支持層が浅くなる位置まで橋長を伸ばし、重力式橋台を採用する案 (橋長=47.5m)
橋梁概要	杭基礎は強固な支持層に根入れるべきであり、岩層を支持層とする。橋台堅壁前面が河川定規断面を侵さない位置とし、底版位置は堤防天端幅と河川護岸ののり尻を結ぶ線以下（後頁に資料添付）とする。杭基礎として、橋台の小規模化を狙いとしている。	支持層は岩層である。対象橋台の背面は岩山であり、岩山内に橋台を構築する案である。（地盤調査結果によると岩山の露呈部分の表面傾斜が支持層の傾斜である。）支持層の浅い位置まで橋台を引くことで、橋台のさらなる小規模化を目的としている。
A2 橋台計画図		
設計計算結果概要	支持地盤の鉛直方向に対する照査により、杭本数は5本となる。	強固な岩を支持層とすることから、安定性の確保が可能である。また、支持層が浅いため重力式橋台の適用が可能になる。
現地に則した施工性	河川が近傍にあり、地下水があることから、過年度に採用された深基礎杭の採用は困難である。ケーソングを使用した場所打ち杭の採用が考えられるが、杭打ち機と65tクラスのクローラクレーンを調達する必要がある。なお、クレーンの設置ヤードが別途必要である。	掘削深度が浅く、直接基礎とする全3案中で岩山への影響が最も少なくなる。
経済性(億円)	4.32 億円 (1.187)	3.64 億円 (1.000)
評価	△ 経済性で不利である。	○ 施工性、経済性で優位である。
平面図		

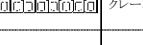
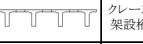
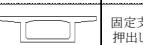
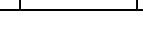
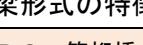
出所：調査団作成

## (2) 上部構造形式選定

## 1) 次選定

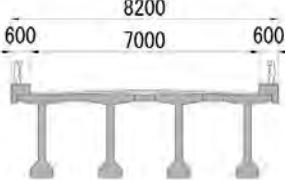
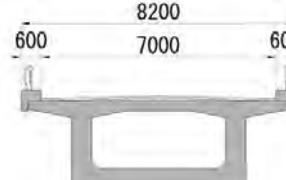
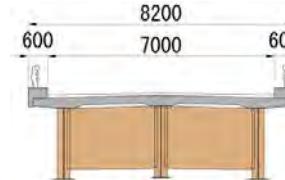
橋長はチュゾムサ橋が 47.5m、ニカチュ橋が 45.0m、ザラムチュ橋が 46.5m である。表 3.2.25 に従うと PC 橋は「ポステン T 枠橋」、「箱枠橋」が抽出され、鋼橋は「鉄枠橋（I 枠橋）」、「鋼箱枠橋」が抽出される。各橋梁形式の特徴を表 3.2.25 に示す。

表 3.2.25 形式別標準適用支間長（左：PC 橋、右：鋼橋）

		形式別標準適用支間長						形式別標準適用支間長																					
構造分類		形状	架設方法	適用支間	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
P C 橋	製品枠	スラブ 枠	クレーン架設	5~24											鋼 橋	I 枠橋		クレーン架設	30~60										
	T 枠橋		クレーン架設	18~24												箱枠橋		クレーン架設 送出し架設	40~80										
	ポステン (場所打)		クレーン架設 架設枠架設	20~45												鋼床版 箱枠橋		クレーン架設 送出し架設	40~150										
	T 枠橋		クレーン架設 架設枠架設	20~45												トラス		タワークレーン 等の使用による 架設	60~120										
	中空 床版橋		固定支保工 移動支保工	20~30												アーチ橋		タワークレーン 等の使用による 架設	60~200										
	場所 打ち 枠橋		固定支保工 押出し架設	30~60																									
		箱枠橋																											

出所：国土交通省 計画マニュアル

表 3.2.26 各橋梁形式の特徴

項目	PC T 枠橋	PC 箱枠橋	鋼 鉄枠橋(箱枠含む)
上部工 断面			
材料の 入手性	骨材など、国内で調達できる ものが多いため、 <b>安価な調達 が可能である。</b>	骨材など、国内で調達できる ものが多いため、 <b>安価な調達 が可能である。</b>	国内に工場がなく、他国から の輸入となる。 <b>コンクリート 資材に比べ高価である。</b>
架設方法	桁を橋台背面で製作し、橋台 部に門型クレーンを構築後、 桁を移動させて架設（架設枠 架設）する。クレーン架設の 採用は、200t クラスのクレー ンが 2 基必要であり、狭所で の施工は困難である。 <b>河川内 作業が無く、雨期の作業が可 能である。</b>	河川内に支保工を設けて、コ ンクリートの現場打ちによ る架設を行う。 <b>雨期の施工は 避ける方が望ましい。</b>	河川内にペントを設け、ク レーン又は送り出しで架設 を行う。100t クラスのクレー ンが必要であり、狭所での施 工は困難である。現場の <b>架設 日数</b> はコンクリート橋（場所 打ち枠）に比べ短い。
曲線道路へ の対応	桁を直線配置にするため、適 用は困難である。	箱枠断面を変化させること で、適用が可能である。	鉄枠は直線配置により、適用 は困難であるが、箱枠は適用 可能である。
維持管理	鋼橋に比べ <b>メンテナンスが軽 微</b> である。	鋼橋に比べ <b>メンテナンスが軽 微</b> である。	耐候性鋼材を採用した場合、 塗装の塗替えによるメンテ ナンスが不要となる。

出所：調査団作成

## 2) 2次選定及び採用案の決定

道路線形（曲線の有無）、コスト、施工性（重機の搬入及び施工ヤード）、材料入手の容易性等を勘案し最適な形式を決定する。以下に、現時点で推奨する橋梁形式とその理由を記す。

### 【チュゾムサ橋】

チュゾムサ橋の橋長は47.5mで、道路平面線形は橋梁端部で曲線区間となる。直線桁配置は困難であり、曲線線形の適用が可能である「PC箱桁橋」と「鋼箱桁橋」が比較案となる。

表 3.2.27 チュゾムサ橋 2次選定比較

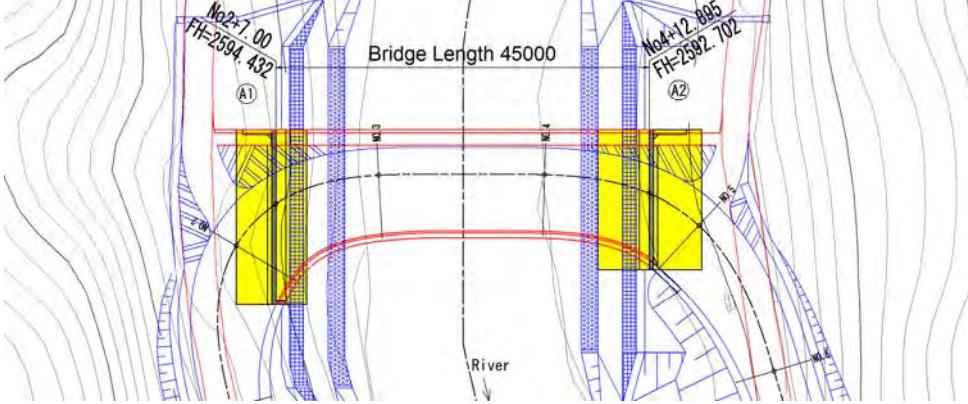
チュゾムサ橋平面図		
比較案	第1案：PC 箱桁橋	第2案：鋼 箱桁橋
施工事例		
橋梁概要	桁はPC部材で、床版はRC部材である。桁の断面形状は箱形状で、現場打ちで施工する。「ブ」国での施工実績がある。	桁は鋼部材で、床版はRC部材である。桁を工場制作し、分割して現場に輸送する。現場で桁を組立て、クレーン等で架設する。
現地形に則した施工性	河川内に支保工を設けて架設を行う。非出水期の河川流量を対象とする施工検討より、架設可能である。	「ブ」国に工場がなく、「ブ」国以外で桁製作を行い、現場へ輸送する。狭所な場所であり、大型クレーンの設置は困難である。
経済性(億円)	3.64 億円 (1.000)	3.86 億円 (1.060)
評価	<span style="font-size: 2em;">○</span> 施工性、経済性が第2案より優位であり、採用案とする。	<span style="font-size: 2em;">△</span> 施工性、経済性が第1案より劣るため不採用とする。

出所：調査団作成

## 【ニカチュ橋】

ニカチュ橋の橋長は 45.0m で、道路平面線形は橋梁端部で曲線区間となるが、端部に張出し床版を採用することで直橋での計画が可能である。直線橋の適用が可能な「PCT 枠橋」、「PC 箱枠橋」、「鋼鉄枠橋」が比較案となる。なお、「鋼箱枠橋」は、枠を構成する鋼材重量が「鋼鉄枠橋」より増大することが明らかで、「鋼鉄枠橋」より高価であることから比較検討外とする。

表 3.2.28 ニカチュ橋 2 次選定比較

ニカチュ橋 平面図			
比較案	第1案：PC T枠橋	第2案：PC 箱枠橋	第3案：鋼 鉄枠橋
施工事例			
橋梁概要	桁は PC 部材で、床版は RC 部材である。桁の形状は T 形状で、現場で桁製作を行う。「ブ」国での施工実績がある。	桁は PC 部材で、床版は RC 部材である。桁の断面形状は箱形状で、現場打ちで施工する。「ブ」国での施工実績がある。	桁は鋼部材で、床版は RC 部材である。桁を工場制作し、分割して現場に輸送する。現場で桁を組立て、クレーン等で架設する。
現地形に則 した施工性	狭所な場所であり、大型クレーンの設置は困難である。また、もう 1 つの架設方法である架設桁架設の採用は、橋台背面に施工ヤード（橋長の約 3 倍）の確保が困難であり、架設が不可能である。	河川内に支保工を設けて架設を行う。非出水期の河川流量を対象とする施工検討より、架設可能である。	「ブ」国に工場がなく、「ブ」国以外で桁製作を行い、現場へ輸送する。狭所な場所であり、大型クレーンの設置は困難である。
経済性 (億円)	—	6.08 億円 (1.000)	6.47 億円 (1.064)
評 価	× (施工不可能)	○ 施工性、経済性が第3案より優位であり、採用案とする。	△ 施工性、経済性が第2案より劣るため不採用とする。

出所：調査団作成

**【ザラムチュ橋】**

ザラムチュ橋の橋長は46.5mで、道路平面線形は橋梁端部で曲線区間となる。直線桁配置は困難であり、曲線線形の適用が可能である「PC箱桁橋」と「鋼箱桁橋」が比較案となる。

表3.2.29 ザラムチュ橋 2次選定比較

ザラムチュ橋 平面図		
	第1案：PC箱桁橋	第2案：鋼箱桁橋
施工事例		
橋梁概要	桁はPC部材で、床版はRC部材である。桁の断面形状は箱形状で、現場打ちで施工する。「ブ」国での施工実績がある。	桁は鋼部材で、床版はRC部材である。桁を工場制作し、分割して現場に輸送する。現場で桁を組立て、クレーン等で架設する。
現地形に則した施工性	河川内に支保工を設けて架設を行う。非出水期の河川流量を対象とする施工検討より、架設可能である。	「ブ」国に工場がなく、「ブ」国以外で桁製作を行い、現場へ輸送する。狭所な場所であり、大型クレーンの設置は困難である。
経済性(億円)	2.49億円(1.000)	2.64億円(1.060)
評価	<span style="font-size: 2em;">○</span> 施工性、経済性が第2案より優位であり、採用案とする。	<span style="font-size: 2em;">△</span> 施工性、経済性が第1案より劣るため不採用とする。

出所：調査団作成

## (3) 下部構造形式選定

## 1) 支持層位置と路面高の関係による下部構造高

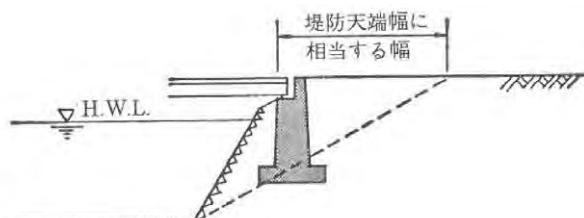
新設道路と支持層の位置の関係より、各橋梁の下部構造の構造高は、以下の通りとなる。

チュゾムサ橋 → 右岸=10~12m、左岸=5m 以下

ニカチュ橋 → 右岸=12~14m、左岸=11~13m

ザラムチュ橋 → 右岸=10~12m、左岸=5m 以下

また、チュゾムサ橋、ニカチュ橋については、掘込河道に架かる橋梁であるため、橋台底版が堤防天端幅とのり尻を結ぶ線以下（図 3.2.21）、又は、支持地盤以下に設定する必要がある。支持層が河床以下であることから、底版位置が河床以下となり、のり尻を結ぶ線以下となることから、この規定を満足する。



出所：河川管理施設等構造令

図 3.2.21 橋台の底版位置

## 2) 採用案の決定

下部構造の構造高に応じ、表 3.2.30 から選定する。

- ◆ チュゾムサ橋 → 右岸は逆T式橋台、左岸は重力式橋台
- ◆ ニカチュ橋 → 両橋台とも逆T式橋台
- ◆ ザラムチュ橋 → 右岸は逆T式橋台、左岸は重力式橋台

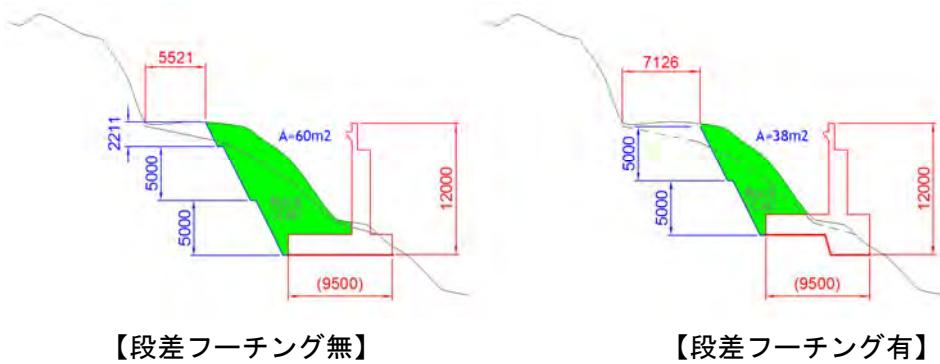
表 3.2.30 橋台形式選定の目安

橋台形式	高さ (m)			備考
	10	20	30	
重力式橋台	3 5			
逆T式	5	15		
控え壁式		12 15		
ラーメン		15		
箱式		12		
盛りこぼし	5 H	7 10		

出所：国土交通省 計画マニュアル

### 3) 段差フーチングの採用について

直接基礎は、段差無しフーチングが望ましいが、地山の掘削量軽減による経済効果と現況道路の影響を極力少なくするため、段差フーチングの採用がより有効である。図3.2.22にザラムチュ橋のA1橋台を事例として示す。橋台背面道路への影響が2m程度低減し、掘削影響面積が60%程度に減少する。



出所：調査団作成

図3.2.22 段差フーチングの採用による利点（ザラムチュ橋A1橋台）

### (4) その他付属物

防護柵：歩車道兼用車両用防護柵（B種相当）

支承：本橋はPC単純橋であることから、「ゴム支承（固定・可動）」を採用する。

※上記支承は、現行以前の規定に示されていた選定フロー中の「タイプAのゴム支承（固定・可動）」相当品である。現行基準では大規模地震に備えた記述に変更されており、フローは削除されているが、実質的な運用に差異はない。また、腐食が発生し難いゴム支承は、鋼製製品に比べて維持管理が容易である。

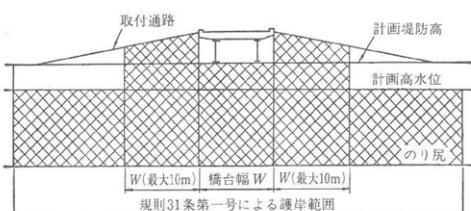
伸縮装置：伸縮装置は上部構造の温度変化による伸縮量、地震時の水平変位に対応できるものとし、その耐力は「ブ」国（日本）の地震動（日本におけるレベル1地震動相当）に対して、損傷が生じないものとする。なお、本橋はPC単純橋であり、伸縮量が比較的小さいことから、伸縮パッキンを有する一般的なものを採用案とする。伸縮パッキンは止水性があるため、腐食の進行が遅く、維持管理に優位である。

添架物：無し

踏掛版：設置する（t=400mm、L=5.0m）

排水装置：排水工指針に準拠し、道路の縦横断勾配を踏まえ設置する。

護岸設置範囲：河川管理施設等構造令に準拠し、図3.2.23の範囲（橋台より上下流最大10m）で設置する。

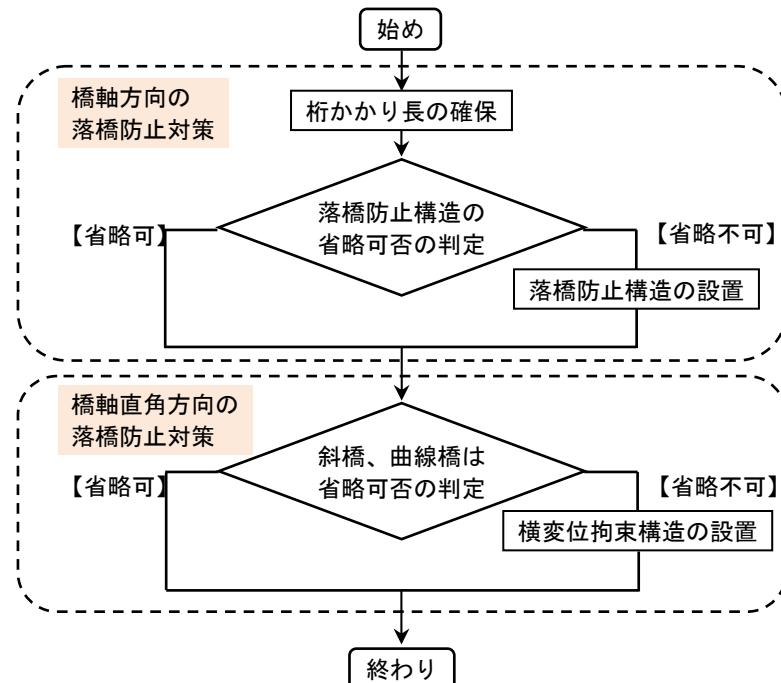


出所：河川管理施設等構造令

図3.2.23 護岸設置範囲

## (5) 落橋防止システム

落橋防止システムは、大地震等の影響で支承部の破壊により、上部構造と下部構造が構造的に分離し、上部構造が落下することを防止する目的で設置する。設置可否の判定は、図 3.2.24 に示すフローに準拠する。判定の結果（選定結果）を表 3.2.31 に整理する。



出所：道路橋示方書

図 3.2.24 落橋防止システムの選定

表 3.2.31 落橋防止システムの選定結果

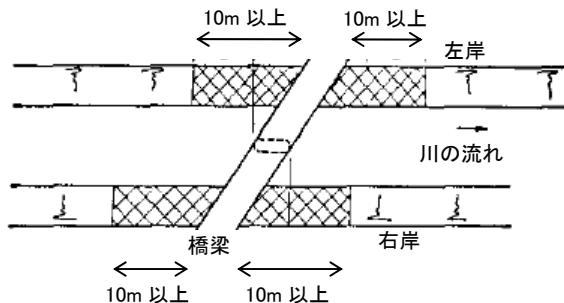
	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
桁かかり長	計画=1.2m>Sem(m) 【必要長 Sem】 Sem=0.7+0.005*支間長 =0.7+0.005*46.6 =0.933(m)	計画=1.2m>Sem(m) 【必要長 Sem】 Sem=0.7+0.005*支間長 =0.7+0.005*44.1 =0.921(m)	計画=1.2m>Sem(m) 【必要長 Sem】 Sem=0.7+0.005*支間長 =0.7+0.005*45.6 =0.928(m)
落橋防止構造	省略可能  「両端が橋台に支持された一連の上部構造を有する橋」に該当するため不要。	省略可能	省略可能
横変位拘束構造	省略可能  下図曲線橋の判定より不要。  b/L>cosθ の場合不要 (b : 幅員、L : 上部構造の長さ、θ : 回転を評価する角度) 【チュゾムサ橋:左図】 9754/46658=0.209 >cos(85.48)=0.079  【ザラムチュ橋:右図】 9469/45368=0.209 >cos(80.65)=0.162	省略可能  桁の配置は直線であり、斜橋、曲線橋に該当しない。	省略可能  下図曲線橋の判定より不要。

出所：調査団作成

### 3-2-2-4 護岸工計画

#### (1) 護岸工の設置範囲

橋台の設置による周辺河岸の防護を目的として護岸工を設ける。護岸工の設置範囲は、河川管理施設等構造令に準拠し、橋台の両端から上流及び下流にそれぞれ10m以上とする（図3.2.25）。ただし、チュゾムサ橋の左岸側は洪水が作用しない位置にA2橋台を設置する計画のため護岸工は設けない。また、ザラムチュ橋については、山間狭窄部で上下流への治水上の支障がなく、さらに地山の地質状況から河岸浸食や河床洗掘が生じるおそれがないため護岸工は設けず、路面排水対策として法面植生工を一部設ける。



出所：調査団作成

図3.2.25 橋の設置に伴い必要となる護岸長

#### (2) 護岸構造

護岸の構造は、流水の変化に伴って生じる河岸の侵食を防止し、周辺景観との調和や河川環境の保全に配慮した構造とし、さらに、「ブ」国における材料入手の容易性や将来の維持管理性にも配慮した構造とする。護岸工法の選定に当たっては、まず計画地点のセグメント（流程区分）や代表流速、法勾配に基づいて候補となる工法を抽出し（表3.2.32）、次に、現地の河川条件（河川断面形状、転石の有無）や環境保全・景観への配慮、維持管理性、経済性等を総合的に勘案し、最終的な工法を決定する。表3.2.32に代表的な護岸工法と対応流速の関係を示す。

対象地点のセグメントは山間地河道に相当し、洪水時の設計流速は6～7m/sと非常に速いことから流木や転石の衝突による護岸の損傷が懸念される。したがって、一体性が高く耐久性に優れる「間知石積（練）」を採用する。また、複断面上段の護岸は、転石等が衝突するリスクが小さいことから、「ブ」国における標準的な護岸工法であり、経済性や維持管理性に優れる「鉄製籠型多段積工」を採用する。各工法の概要図と工法の特徴を表3.2.33に整理する。

#### (3) 護岸の根入れ長

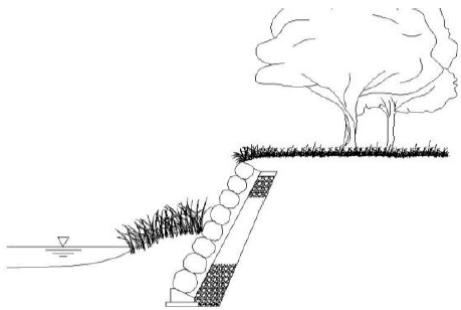
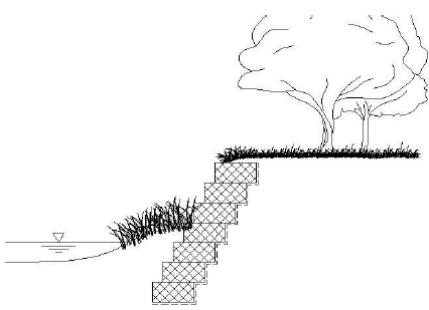
現地における目視調査の結果、河岸浸食や河床洗掘を生じる可能性は小さいため、護岸の根入れ長は計画河床高から1m以上を確保し、根固めブロックなどの根固工は設置しない方針とする。

表 3.2.32 護岸工法と設計流速の対応表

セグメント	復旧工法例	設計流速										
		(m/s)										
山間地河川	谷底平野	自然堤防帶	三角州		2	3	4	5	6	7	8	~
石系	自然石(練)	1 巨石積(練)	4~8									
		2 野面石積(練)	4~8									
		3 間知石積(練)	4~8									
	自然石(空)	4 巨石積(空)	5									
		5 野面石積(空)	5									
		6 間知石積(空)	5									
		7 連結自然石(空積)	8									
		8 アンカー式空石積	8									
コンクリート系	コンクリートブロック(練積)	9 コンクリートブロック練積	4~8									
		10 ポーラスコンクリートブロック練積	4~8									
	コンクリートブロック(空積)	11 コンクリートブロック空積	5									
		12 ポーラスコンクリートブロック空積	5									
	かご系	13 鉄製籠型多段積工	6.5									
		14 パネル棒工(ダクタイルパネル)	4.5									
	木系	15 丸太格子	4									
		16 木製ブロック	4									
		17 杣柵	4									
		18 板柵	4									

出所：美しい山河を守る災害復旧基本方針、国土交通省

表 3.2.33 採用した護岸工法の特徴

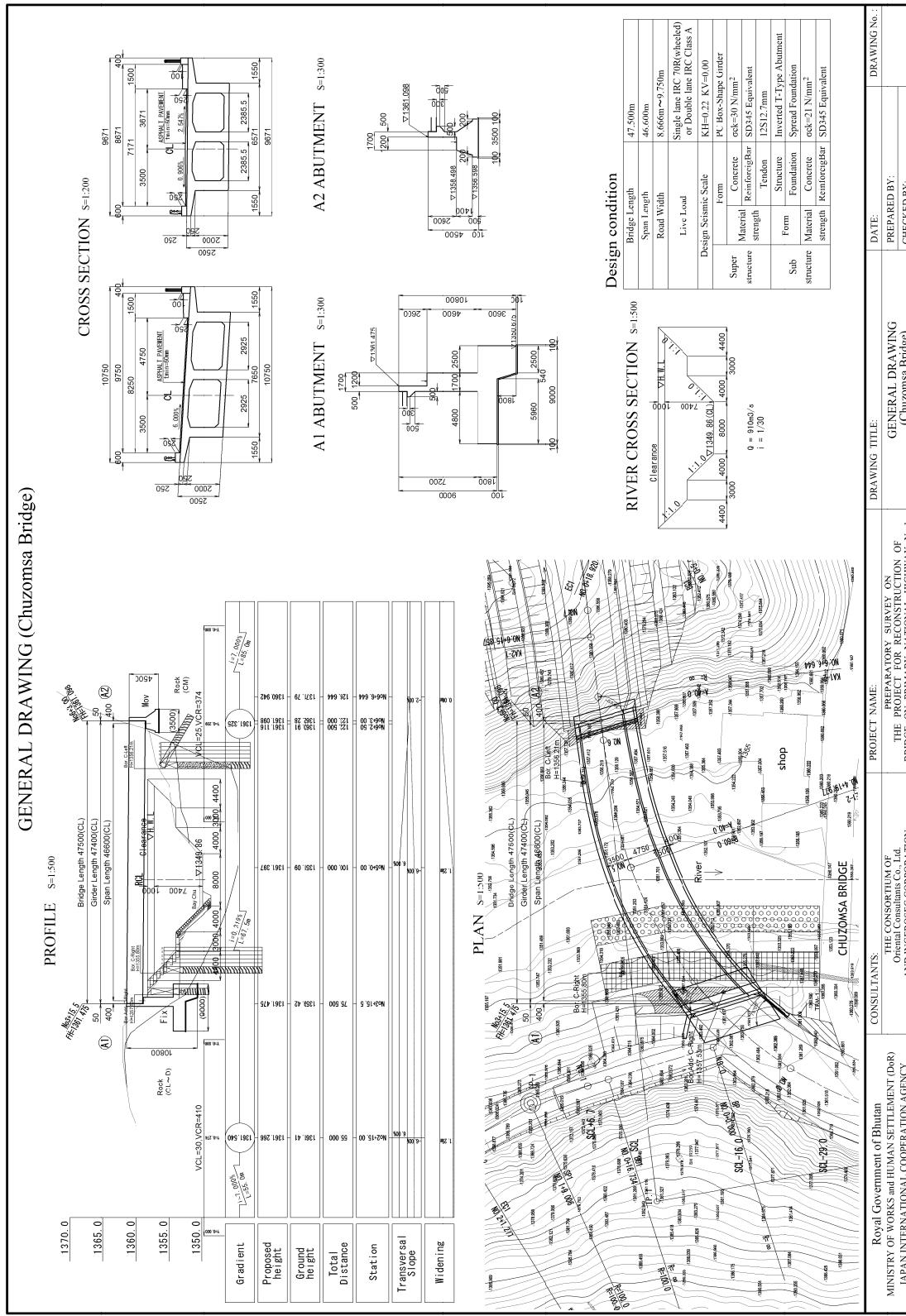
複断面	下段		上段
	護岸工法	間知石積(練)護岸	
概要図			
工法の特徴	石をかみ合せてせん断抵抗を増し、胴込コンクリート等により石材相互の一体性を図った構造。 自重で急勾配の法面を保持する工法。 現地石材を使用することで周辺景観に馴染みやすくなる。 深目地構造にすることで、空隙を持たせることができる。	鉄線で編んで石を詰めた籠を法面に設置し、その上から蓋籠を被せた構造。 自重で急勾配の法面を保持する工法。 空隙や透水性を持たせることが可能。 転石の少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 輪荷重がかかる箇所や有堤部での適用は控える。	

出所：調査団作成

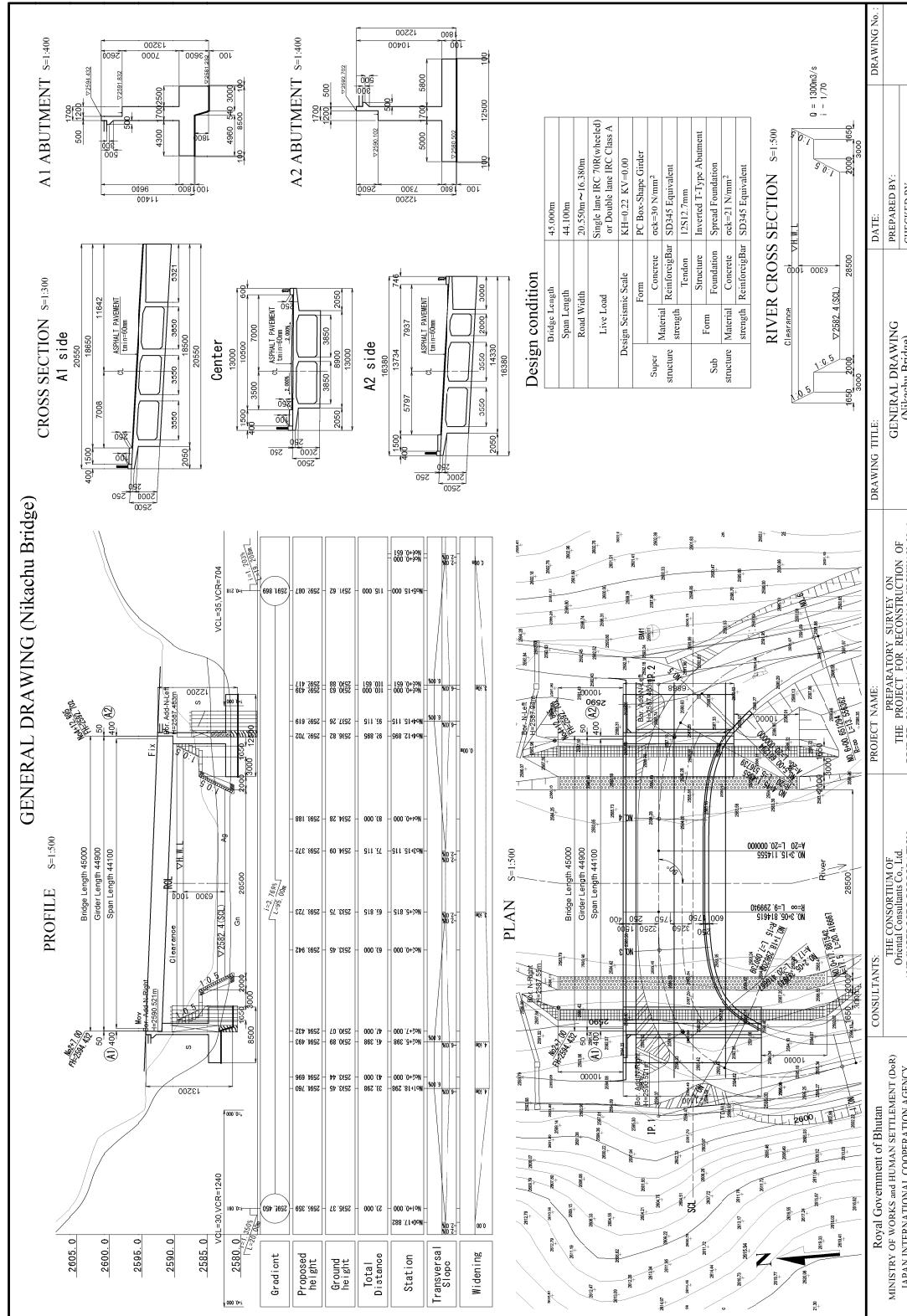
### 3-2-3 概略設計図

概略設計図を別添資料に示す。橋梁位置図及び平面図については次頁以降に添付する。

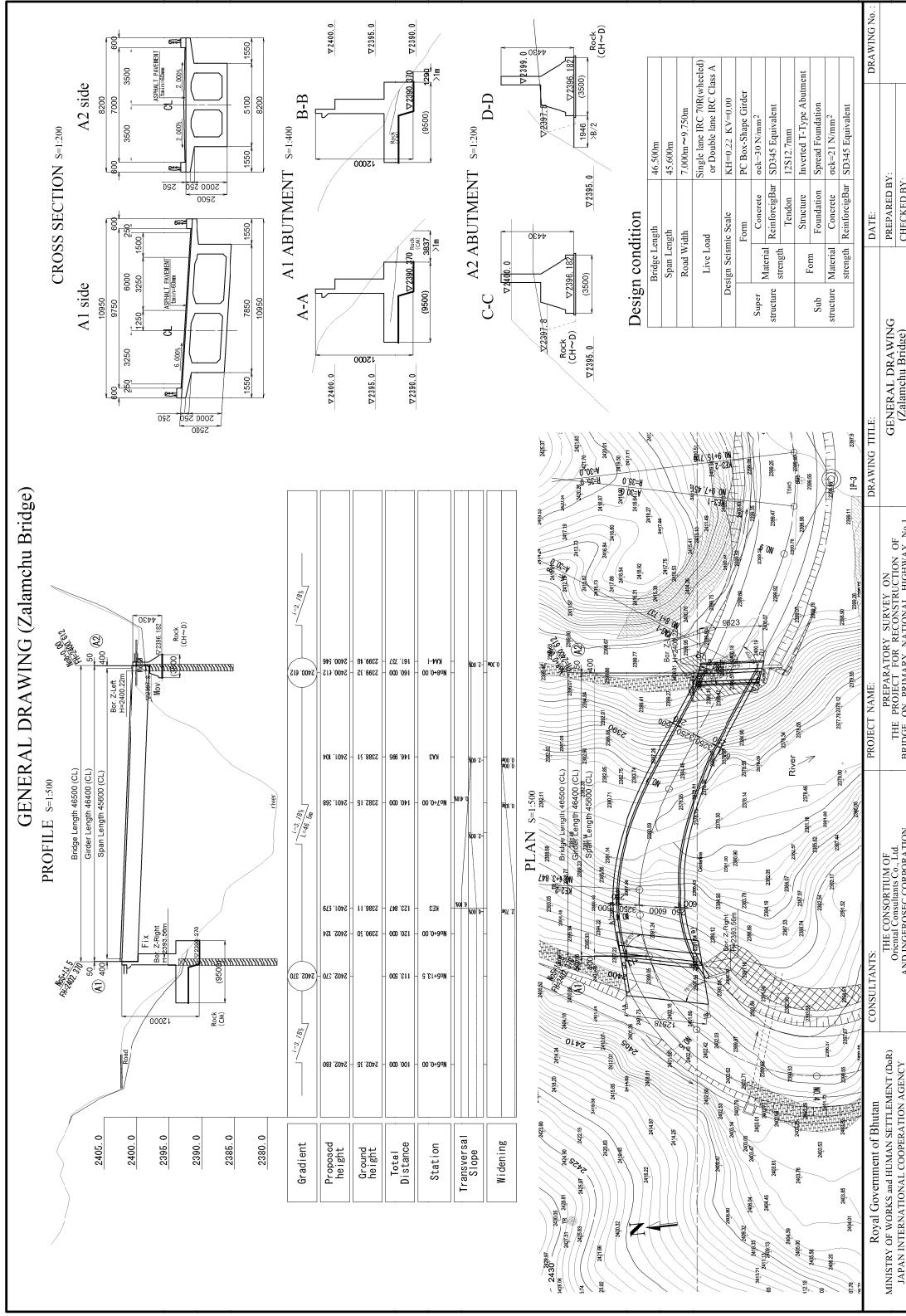
## 1. 橋梁一般図（チュゾムサ橋）



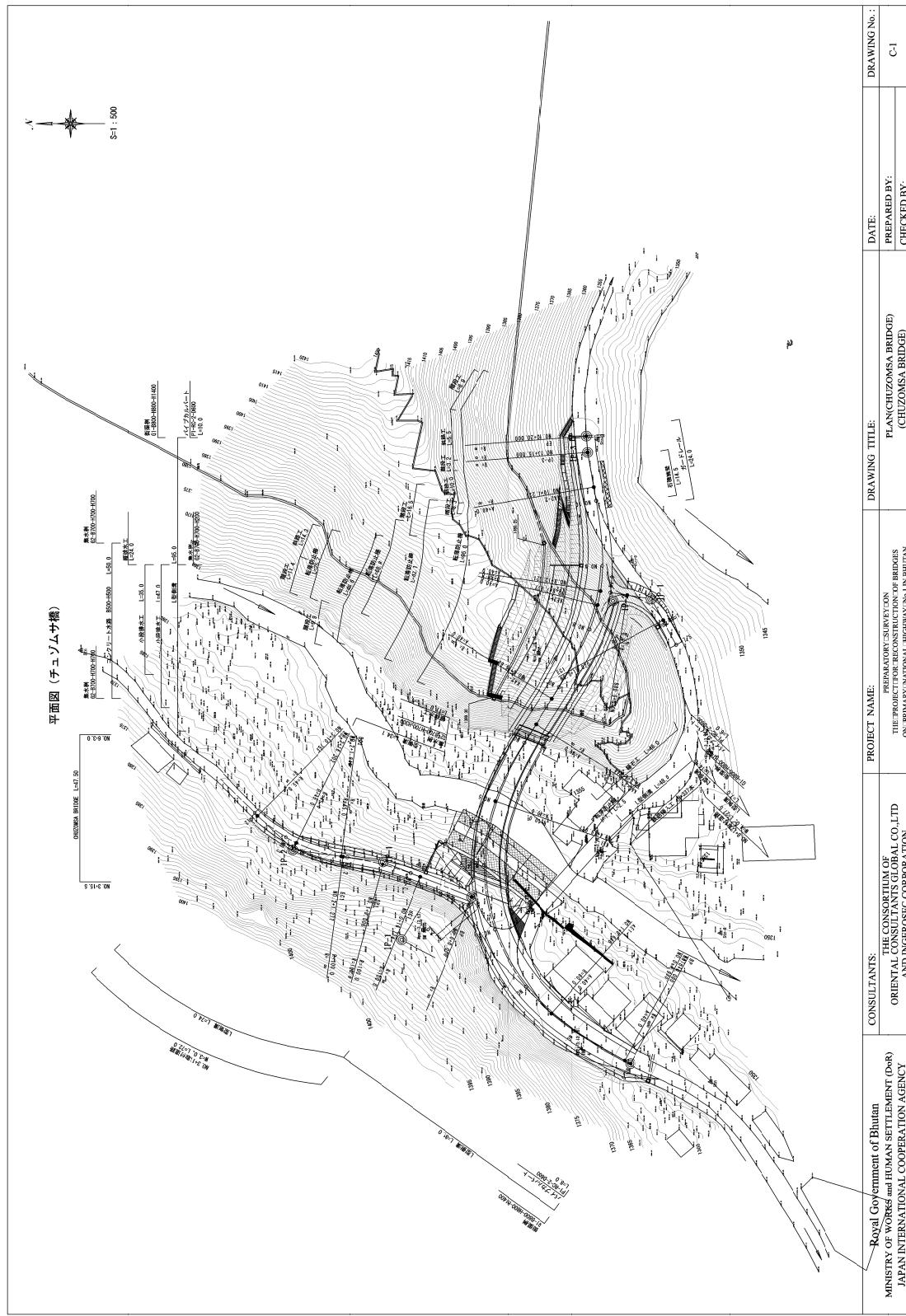
## 2. 橋梁一般図（二力チモ橋）



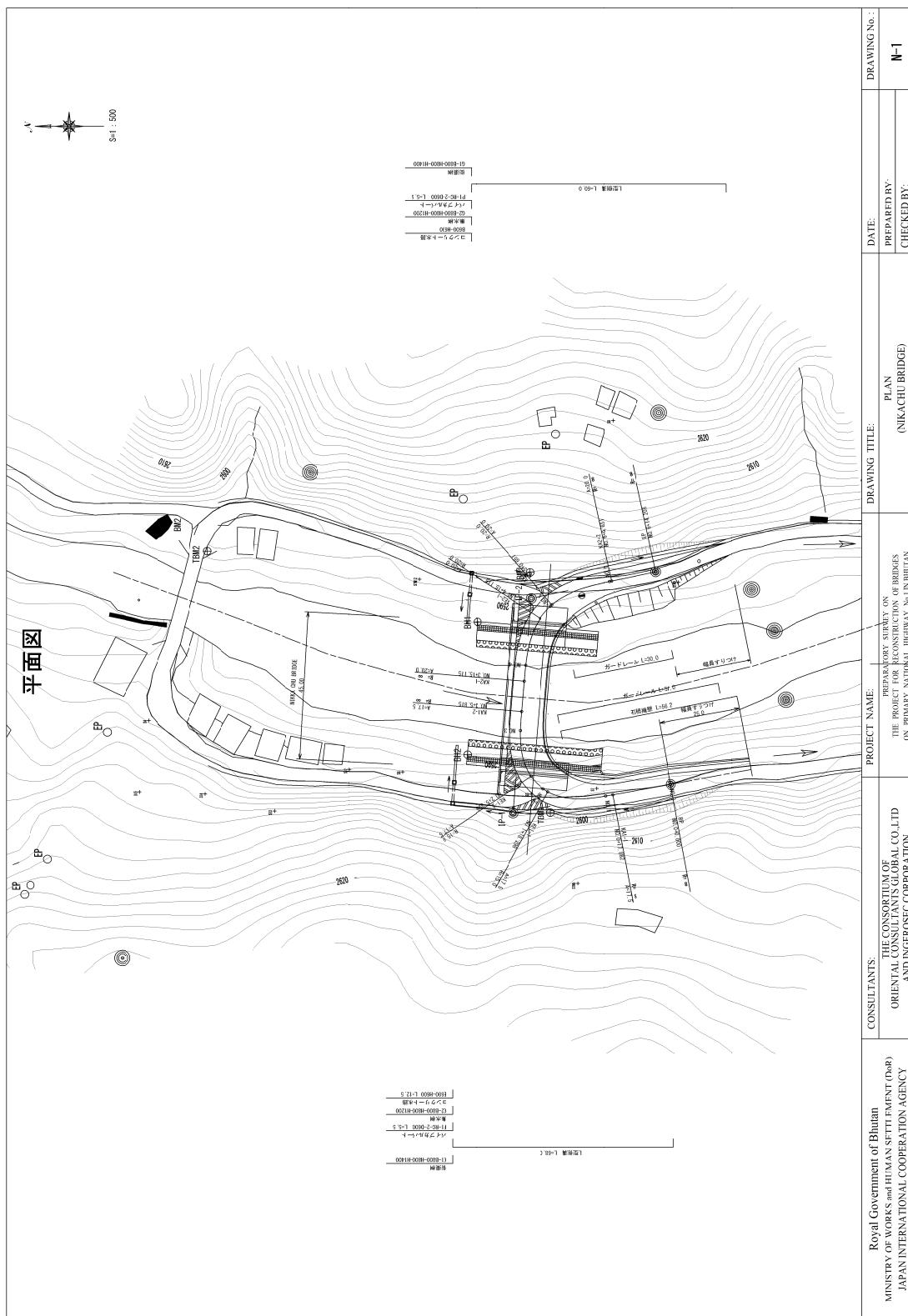
### 3. 橋梁一般図 (ザラムチユ橋)



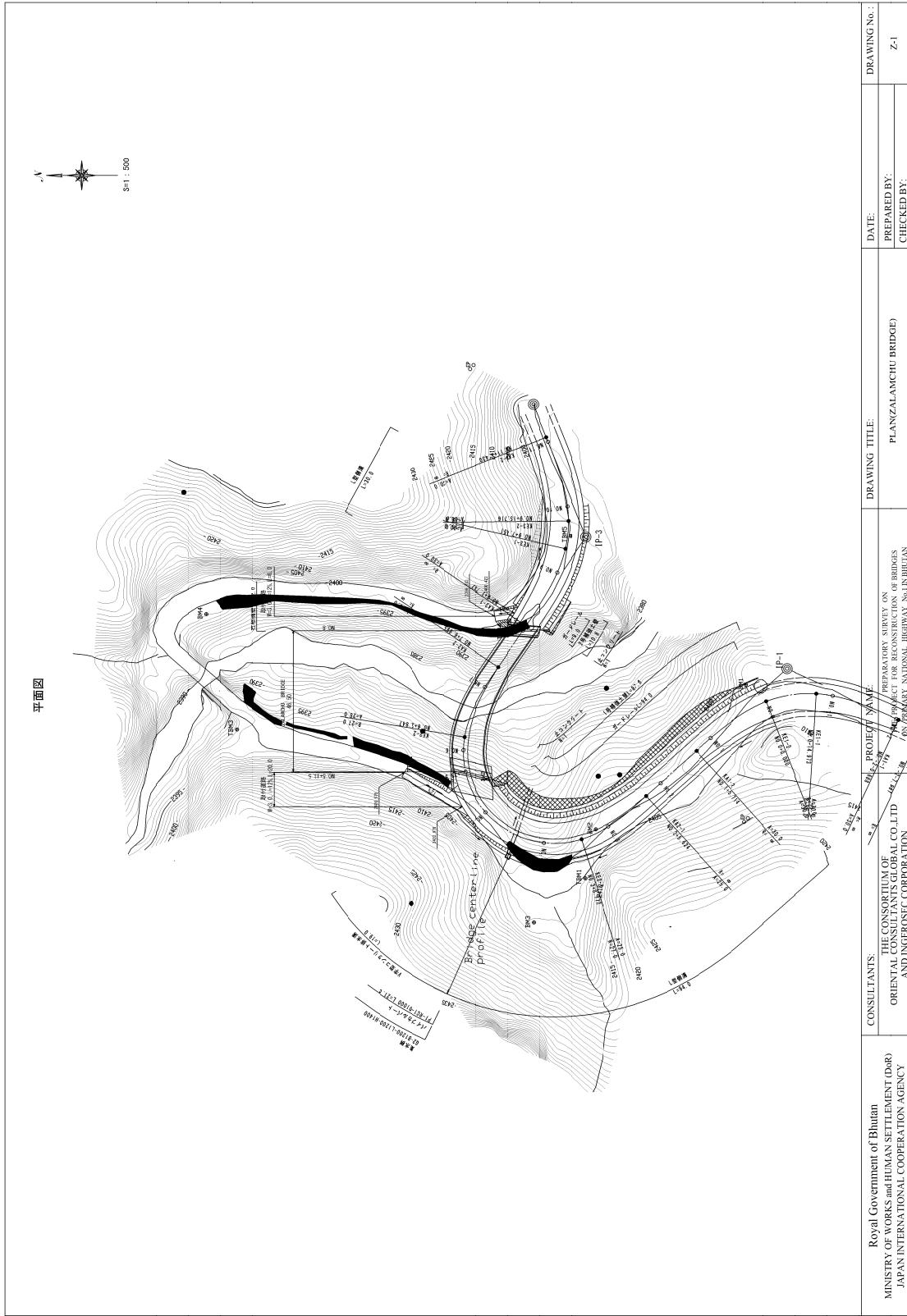
## 4. 平面図(チュゾムサ橋)



5. 平面図（ニカチユ橋）



## 6. 平面図(ザラムチユ橋)



## 3-2-4 施工計画

## 3-2-4-1 施工方針

本プロジェクトを我が国無償資金協力として実施するに当たり、以下のことを考慮する。

- ❖ 雇用機会の創出、技術移転の促進、地域経済の活性化に資するため、現地の技術者、労務者、資機材を最大限に活用する。このとき、土工事、下部工工事、道路工事については、現地建設業者の活用が可能である。ただし、上部工工事については、現地で労働者を指導する立場にある橋梁世話役、橋梁特殊工は「ブ」国で調達することが困難である。そのため、橋梁世話役及び橋梁特殊工は日本より派遣し、現地労働者を指導する。
- ❖ 本計画が円滑に実施されるように「ブ」国実施機関、コンサルタント、施工業者間に綿密な連絡体制を確立する。「ブ」国実施機関は、詳細設計時には DoR 設計部橋梁設計課であり、施工時は各プロジェクト毎に立ち上げられるプロジェクト部が一般的である。
- ❖ 基本的には河川水位が低い乾期（10月～5月）に下部工の施工を実施する計画を立案する。
- ❖ 降雨及び気温形態、資機材調達に必要な期間、適切な施工方法の採用等を考慮し現実的な施工計画を立案する。
- ❖ 現況交通を出来る限り阻害せず、不都合を生じさせない施工計画及び現場作業工程を立案する。

## (1) 施工計画における基本事項

施工計画を行うにあたり、以下の基本事項に留意する。

<b>労働基準の遵守</b>	「ブ」国の現行建設関連法規を遵守し、雇用に伴う適切な労働条件や慣習を尊重し、労働者との紛争を防止する。
<b>工事期間中の環境保全</b>	工事開始前に「工事許可証」を受領する際、許可の前提となる環境面の遵守事項を配慮して工事の指導・監督に当たる。特に、残土処理、盛土工事・舗装工事等により発生する粉塵・濁水、破碎材の使用に伴う騒音による動物への影響などに配慮する。
<b>現場の通信手段の必要性</b>	施工監理及び工事に係わる要員の安全管理体制上、衛星電話を各建設現場に設置し、現場間の連絡を確保するなど、最低限必要な通信設備を考慮する。
<b>現地慣習の尊重</b>	施工計画の立案に際し、ツェチュ祭（各県で行われる祭）や各県独自の宗教上の祝祭日など、現地の宗教および慣習に従った作業工程を考慮する。
<b>交通安全の確保</b>	既存橋梁を一般車両の通行に解放しつつ施工するため、交通安全には十分配慮し、必要な場合には「ブ」国警察の指導を要請し、円滑な交

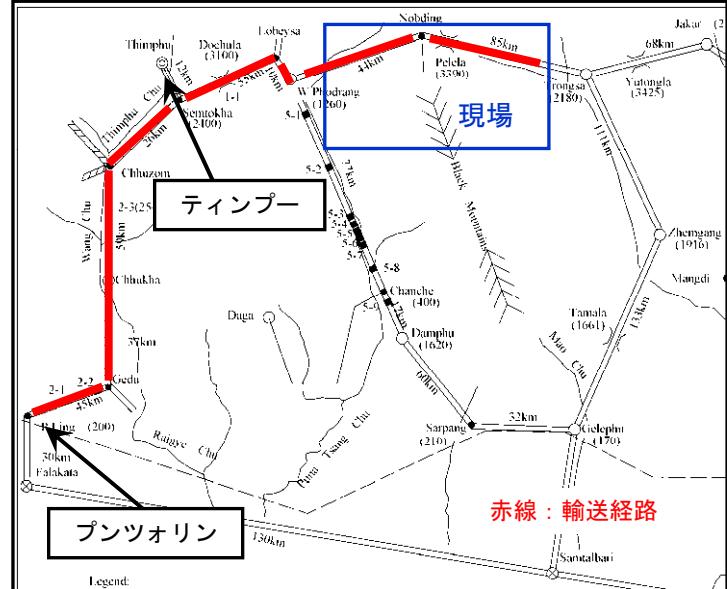
	通マネジメントとともに工程に遅滞の生じないように施工を行う。
通関・道路事情	輸入・荷下ろし、通関手続きの所要日数および雨期・冬期の道路交通事情に対し施工計画を立案する。

## (2) 運送条件

「ブ」国には、鉄筋工場がプンツォリンにあり、そこを起点に各地へ輸送されている。プンツォリンから架橋位置への道路は、拡幅工事中の場所や狭所が点在する。

以上のような状況であるが、本調査において、図 3.2.26 に示すトレーラ（中低床式セミトレーラ：20t 積み）の走行実績を確認した。

プンツォリンから架橋位置までは、中低床式セミトレーラ（20t 積み）の走行は可能である。

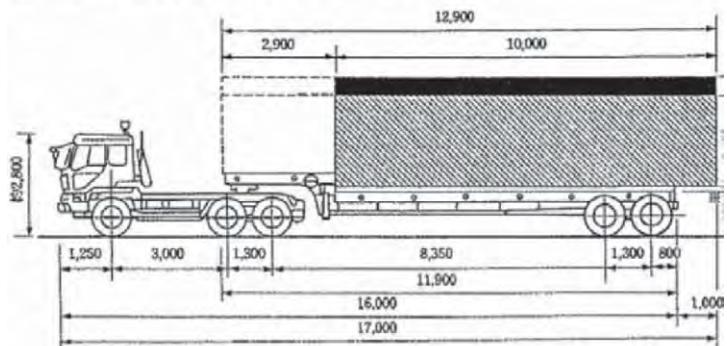


出所：調査団作成

図 3.2.26 輸送経路



5) 中低床式セミトレーラ許可範囲（20トン積）



出所：（左写真）調査団撮影、（右図）デザインデータブック

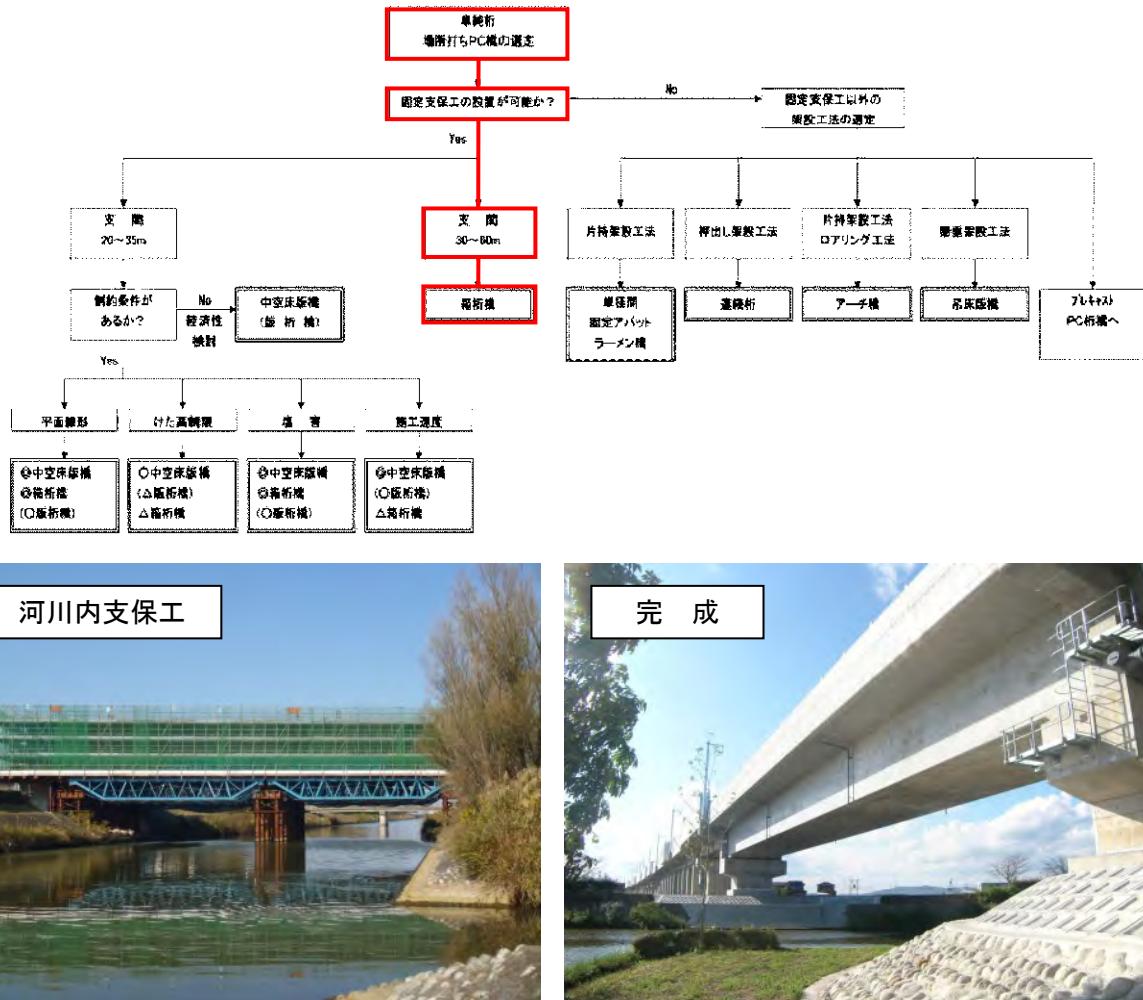
図 3.2.27 走行車両

## (3) 上部工架設条件

各橋梁形式より上部工の架設方法を図 3.2.28 のフロー及び表 3.2.34 より選定する。

### 【PC 単純場所打ち箱桁橋】

場所打ち桁は、架設される支間長と支保工の設置有無等の制約条件により桁形式、施工方法が決定される。図 3.2.28 のフロー及び表 3.2.34 より「固定支保工架設による箱桁橋」が選定される。



出所：PC道路橋計画マニュアル（PC建協）

図 3.2.28 場所打ち桁の上部工架設選定フロー及び施工事例

表 3.2.34 PC桁架設工法の適用性

諸条件	架設工法	固定式支保工架設工法			片持架設工法			大型移動支保工架設工	押出し架設工法
		枠組式支保工架設	支柱式支保工架設	併用支保工架設	移動作業車	移動作業車と補助架設	移動架設台		
支間	20~40m	◎	◎	◎				○	○
	40~60m	◎	◎	◎	○	○	○	○	○
	60~80m	○	○	○	○	○	○	○	○
	80~100m	△	△	△	○	○	○		△
	100~150m				○	○	△		
	150~200m				○	△			
構造形式	単純桁	◎	◎	◎				◎	○
	連続桁	◎	◎	◎	○	○	○	○	○
	ラーメン	◎	◎	◎	○	○	○	○	△
	アーチ	○	○	○	○	○		△	△
	斜張橋	○	○	○	○	○			
構造形式	トラス橋				○				

◎ : 適している  
○ : 普通  
△ : あまり適していない  
空欄 : 適用外

出所：橋梁架設工事の積算 平成26年度 ((社)日本建設機械施工協会)

### 3-2-4-2 施工上の留意事項

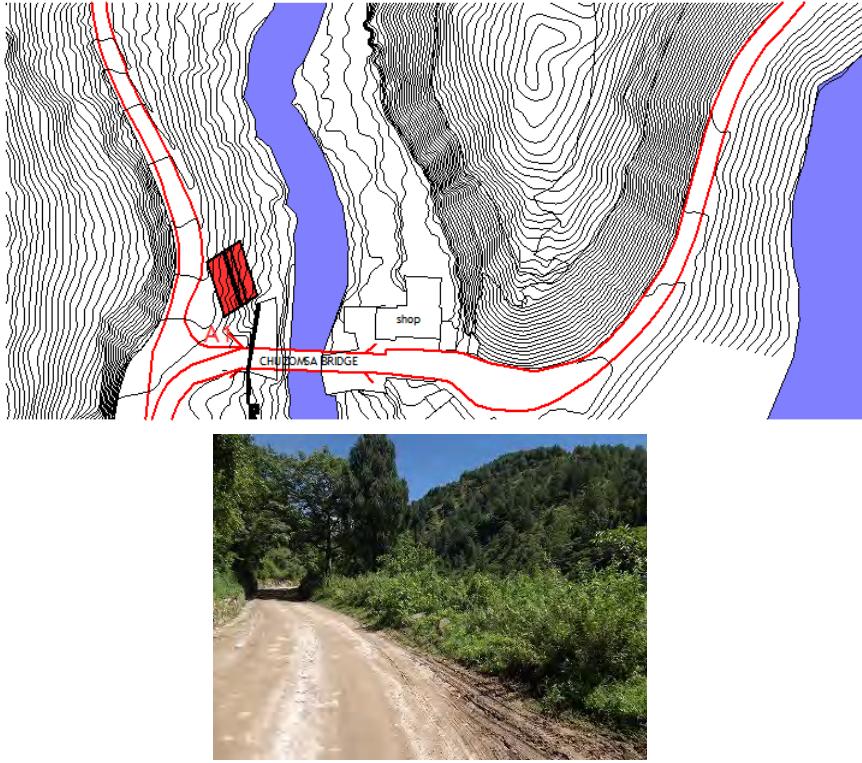
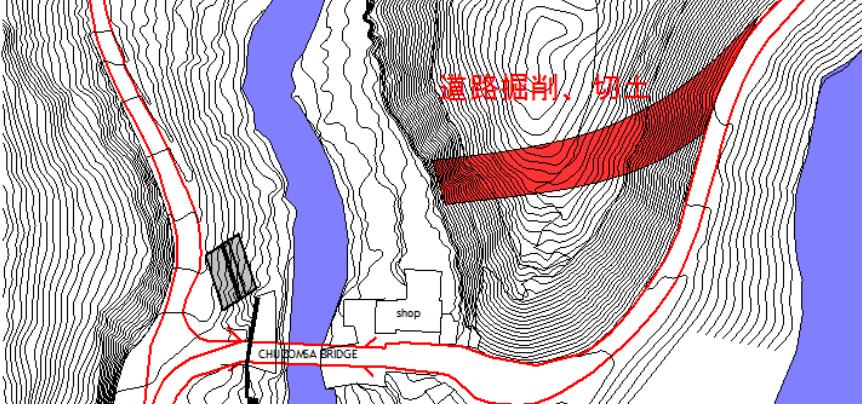
#### (1) 現地状況における留意事項

各橋梁の施工上の留意事項を以下に整理する。

##### 1) チュゾムサ橋

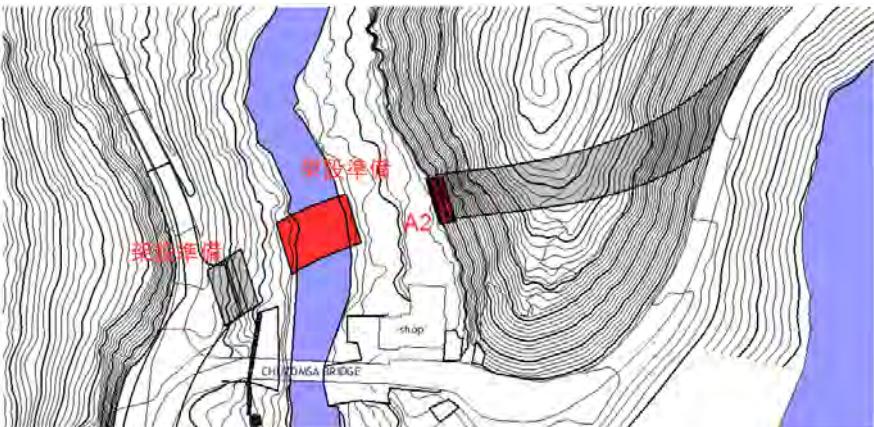
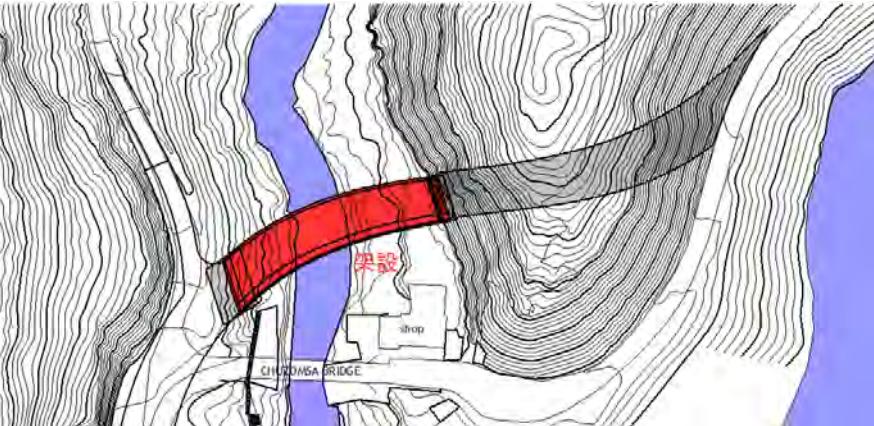
- ◊ 現状では、左岸側橋台部への重機進入は困難である。
- ◊ 右岸側橋台への進入は既往の道路から進入可能である。
- ◊ 丘部の道路構築は、東の道路側からの掘削が有効である。
- ◊ 丘部の東側道路の幅員が狭いため、一般車両の通行対策（片側交互通行の交通規制等）が必要である。
- ◊ 両橋台背面部の施工ヤードは狭所であり、大型クレーンの設置、進入は不可能である。
- ◊ 上部工架設は固定支保工架設であり、通水断面を確保する河川内対策が必要である。
- ◊ 固定支保工の構築のため、クレーンを河川近傍に設置する必要があり、進入路とクレーン設置ヤードが必要である。

上記留意事項を考慮した施工計画を図 3.2.29 及び図 3.2.30 に示す。

Step	ステップ図	工種
1	 <p>【資材ヤード予定地】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ A1 橋台</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 切土</li> <li>・ 道路構築</li> </ul>

出所：調査団作成

図 3.2.29 チュゾムサ橋 施工ステップ図（1）

Step	ステップ図	工種
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>・A2 橋台</li> <li>・支保工</li> </ul>
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁架設</li> </ul>
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>・取付道路</li> <li>・護岸</li> <li>(完成)</li> </ul>

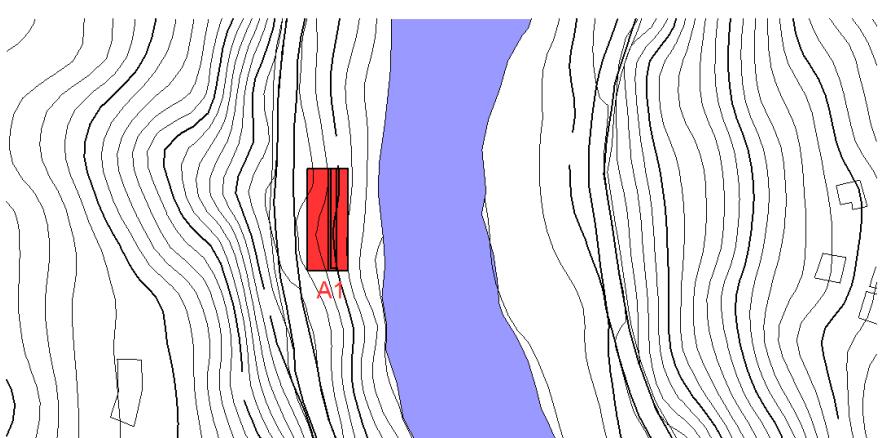
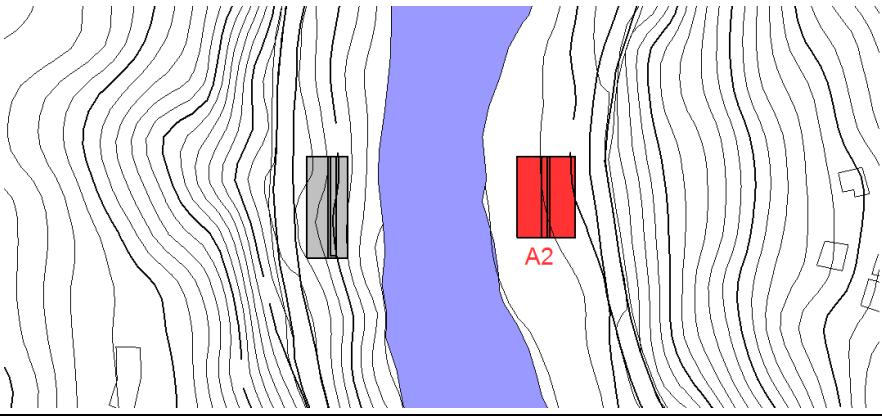
出所：調査団作成

図 3.2.30 チュゾムサ橋 施工ステップ図（2）

2) ニカチュ橋

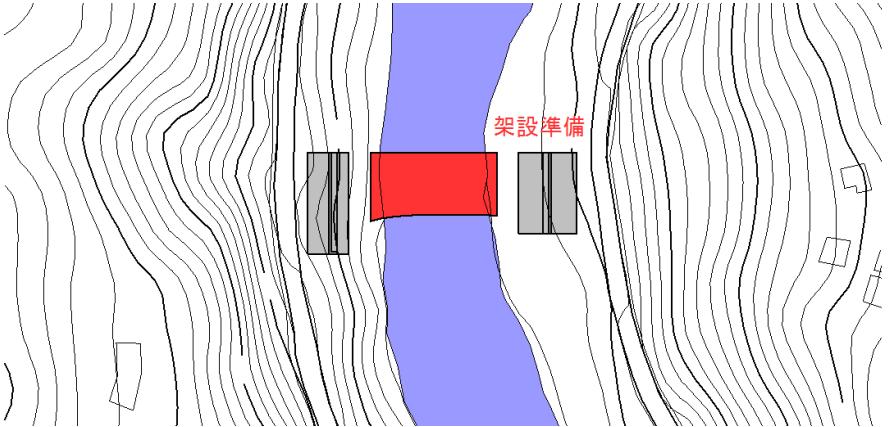
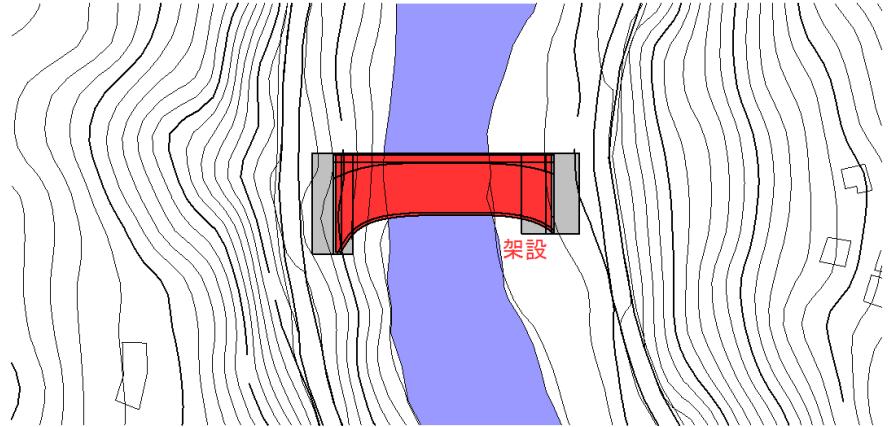
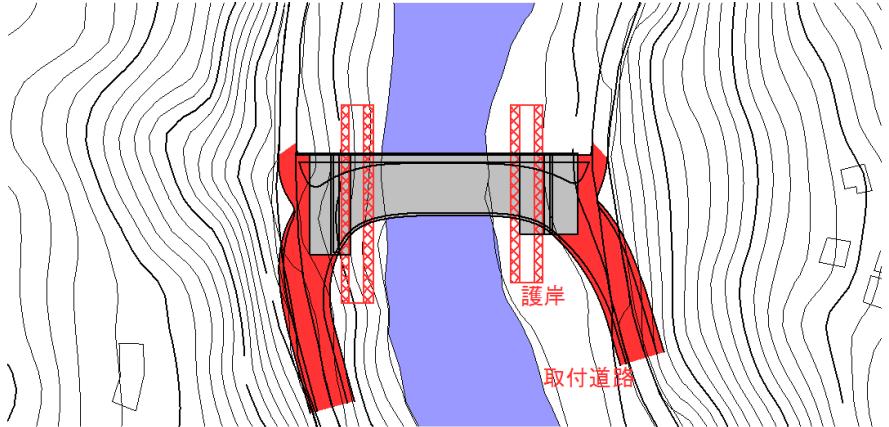
- ◊ 両岸橋台部への進入は、盛土道路の構築により可能である。
- ◊ 両岸橋台部近傍は、盛土等による施工・資材ヤードの確保が可能である。
- ◊ 施工ヤードの構築により、既設道路への影響を少なくできる。
- ◊ 上部工架設は固定支保工架設であり、通水断面を確保する河川内対策が必要である。

上記留意事項を考慮した施工計画を図 3.2.31 及び図 3.2.32 に示す。

Step	ステップ図	工種
1	  	· A1 橋台 · A2 橋台
2		· A1 橋台

出所：調査団作成

図 3.2.31 ニカチュ橋 施工ステップ図（1）

Step	ステップ図	工種
3		・支保工
4		・桁架設
5		・取付道路 ・護岸 (完成)

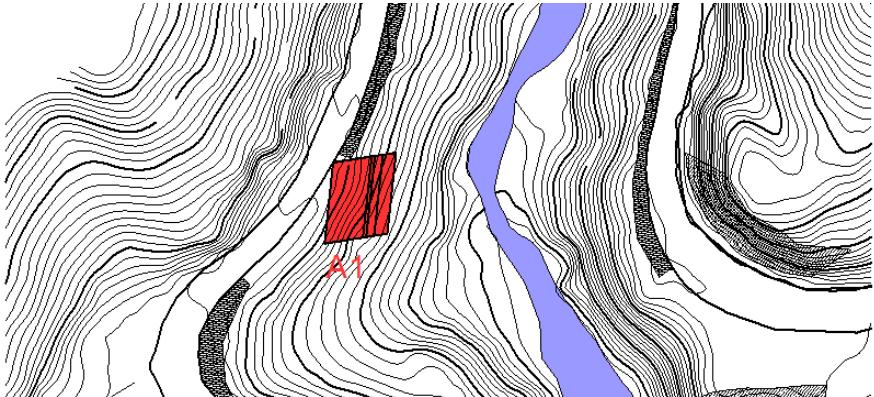
出所：調査団作成

図 3.2.32 ニカチュ橋 施工ステップ図（2）

3) ザラムチュ橋

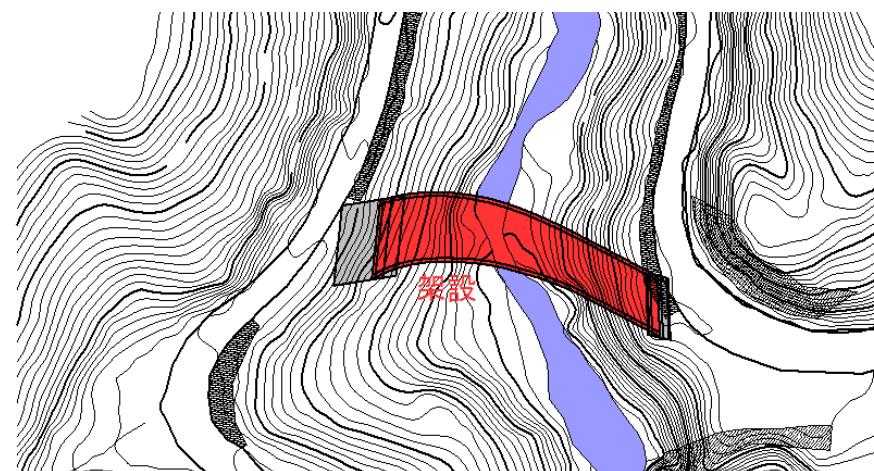
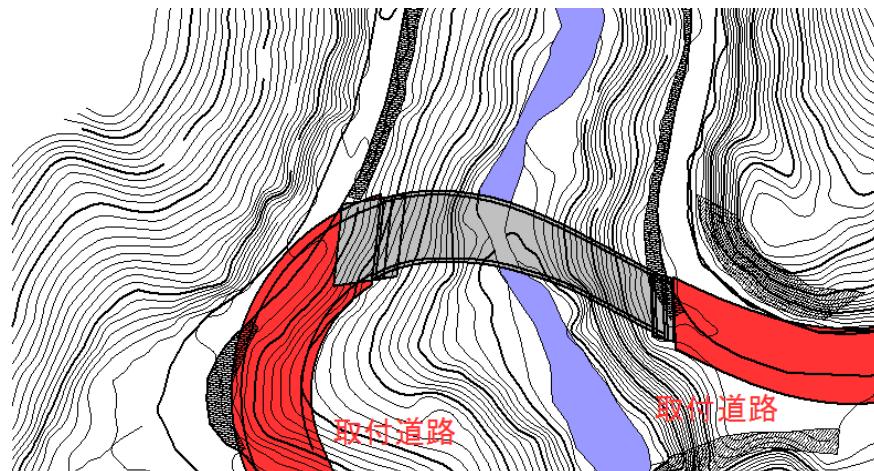
- ❖ 両岸橋台の河側は、急斜面であり施工ヤードの構築スペースがない。
- ❖ 両岸橋台背面側は道路であり、橋台構築時の掘削影響に留意が必要である。
- ❖ 両岸橋台近傍は、盛土等による資材ヤードの確保が可能である。
- ❖ 上部工架設は固定支保工架設であり、通水断面を確保する河川内対策が必要である。
- ❖ 固定支保工の構築のため、クレーンを河川近傍に設置する必要があり、進入路とクレーン設置ヤードが必要である。

上記留意事項を考慮した施工計画を図 3.2.33 及び図 3.2.34 に示す。

Step	ステップ図	工種
1	   <p>【資材ヤード予定地：右岸】                    【資材ヤード予定地：左岸】</p>	<p>・ A1 橋台</p>
2		<p>・ A2 橋台</p>

出所：調査団作成

図 3.2.33 ザラムチュ橋 施工ステップ図（1）

Step	ステップ図	工種
3		・支保工
4		・杭架設
5		・取付道路 (完成)

出所：調査団作成

図 3.2.34 ザラムチュ橋 施工ステップ図（2）

## (2) 残土処分における留意事項

各橋梁の残土処分における留意事項を図 3.2.35 に示す。

橋梁	処分地	留意事項
チュゾムサ橋		架橋位置よりトンサ側約1kmの位置にあり、残土処分地として使用が可能であることが確認されている。
ニカチュ橋		架橋位置よりトンサ側3kmの位置にあり、残土処分地として使用が可能であることが確認されている。
ザラムチュ橋		本計画位置周辺は国有地(DoR管轄)のため、残土処分の問題はないことを確認している。

出所：調査団作成

図 3.2.35 残土処分候補地

### 3-2-4-3 施工区分

本計画を実施するにあたり、我が国及び「ブ」国政府それぞれの負担事項の概要を以下に示す。

#### (1) 日本側の施工負担範囲

##### 1) 施設の建設

- ◆ 対象3橋梁の架け替え工事
- ◆ 橋梁上部工、橋梁下部工、橋面工、橋梁付帯工、取付道路工、護岸工、排水工及びこれらの工事に係る必要な仮設工事
- ◆ 仮設施設（ベースキャンプ、事務所、宿舎、倉庫等）の設置

##### 2) 資機材の調達

「3-2-4-6 資機材等調達計画」に示す施設建設に必要な建設資機材の調達

##### 3) 安全対策

工事実施にかかる安全管理

##### 4) コンサルタント業務

実施設計「3-2-4-4 施工監理計画」に示す実施設計、入札図書・契約書の作成、入札の補助及び工事の施工監理

#### (2) 「ブ」国側の施工負担範囲

##### 1) 工事許可証の発行

施工開始前、「ブ」国実施機関による本計画に関わる工事許可証の取得

##### 2) 通関手続き、免税措置

取得工事資機材類の輸出入に対する「ブ」国の通関手続きの促進、免税措置に関する便宜供与

##### 3) 用地確保

取得本計画対象橋梁建設に関わる土地収用ならびに「工事施工計画」で示された、事務所、試験室及びプラント等の一時的なヤードに必要となる用地、建設に伴い発生する廃棄物・残土処理場などの確保

##### 4) 支障物件の移設

必要に応じて、水道管、電力線など支障物件の移設

##### 5) その他

- ◆ 本計画に従事する日本人及び第3国人の入国・滞在などに対する便宜供与
- ◆ 「ブ」国が課す関税、国内税など公租公課の免除
- ◆ カウンターパートの指名及びその要員の交通手段、経費の確保

### 3-2-4-4 施工監理計画

#### (1) コンサルタント業務の実施工程

本事業の実施にあたっては、先ず日本国及び「ブ」国の両国政府間で本事業の無償資金協力に関する実施設計のための交換公文（E/N）の締結が行われることが前提となる。E/Nの締結後、コンサルタントはJICAより発給される推薦状を基に、我が国の無償資金協力の範囲及び手順に従い、「ブ」国の実施機関であるDoRとの間でコンサルタント契約を結ぶ。契約後、実施設計、入札補助業務および施工監理と進めるに当たり、コンサルタント契約に含まれる主な業務内容を以下に示す。

##### 1) 入札図書作成段階（実施設計段階）

基本設計調査報告書の結果に従い、各施設の実施設計を行い、入札図書を作成する。以下の図書を準備し、DoRの承認を得る。

- ・設計報告書
- ・設計図
- ・入札図書

##### 2) 入札段階

DoRはコンサルタントの補佐の下、一般競争入札により日本国籍の工事業者を選定する。この入札及び工事契約に参加する「ブ」国政府の代理人は、契約に関する承認権を有するものと、技術分野の判断が可能なものとする。入札段階におけるコンサルタントの補佐業務を以下に示す。

- ・P/Q公示
- ・事前資格審査
- ・入札及び入札評価
- ・業者契約

##### 3) 施工監理段階

日本国政府による工事契約の認証を受け、コンサルタントは工事着工指示書を発行し、施工監理業務に着手する。施工監理業務では工事進捗状況をDoRに対し報告するとともに、施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関する業務、および工事に関する改善策、提案などをを行う。また、施工監理の完了から1年後、瑕疵検査を行う。これをもってコンサルタント・サービスが完了する。

#### (2) 実施体制

実施設計、工事入札及び施工監理の各段階でのコンサルタントの要員配置およびその責務は、以下のとおりである。

##### 1) 実施設計及び入札図書作成

業務主任の下に編成された設計チームにより、実施設計を行う。また、この実施設計業務には入札図書の作成業務も含まれる。本計画は日本国の無償資金協力によるものであることを念頭に置き、入札図書作成では以下の事項を考慮する。

- ◆ 入札指示書、契約書の書式等は、日本の無償資金協力のガイドラインに沿ったものとする。
- ◆ 入札図書作成業務要員は、基本設計調査、実施設計に拘った内容を熟知した者を主体とする。

##### 2) 入札業務補助の実施体制

入札業務補助の実施体制として必要な要員とその役割を以下に示す。

【業務主任】入札業務が円滑に遂行されるための調整業務、全ての事項に関する総括責任者

【入札図書作成】入札図書の照査、入札工事、入札及び入札評価に係わる業務

### 3) 施工監理の実施体制

施工監理の実施体制として必要な技術者とその役割を以下に示す。

#### 【施工監理】

着工時、中間・竣工および完成検査への現地立会の他、業務を円滑に遂行するための調整、常駐監理者の管理および施工監理業務の総括を行う。

#### 【常駐監理者】

プロジェクトサイトに常駐し、安全管理、工程管理、出来高(形)、品質管理業務を行う。橋梁数が多く、それぞれのサイトが離れていることから、担当地域を東部・西部に2分して施工監理を行う。東部担当の常駐監理者は現地施工監理業務全体の責任者とし、同時に東部にあるニカチュ橋・ザラムチュ橋を担当する。西部担当の常駐監理者はチュゾムサ橋を監理する。

#### 【上部工技術者】

上部工はPC橋が東部・西部に計3橋ある。このため、上部工の施工期間はPC橋技術者を1名配置する。

#### 【施工監理(舗装)】

取付道路の舗装（路盤・アスファルト舗装）工事が行われる時期に現地に置いて、舗装に関する各種試験の立会、施工・工程を管理する。

### 3-2-4-5 品質管理計画

品質管理は、建設材料及び製品に対して材料の品質及び製作・架設精度に関して行なう。表3.2.35に管理項目及び頻度を示す。

表3.2.35 品質管理計画表

種別	項目	内 容	頻 度
材料検査	骨材	粒度、比重、硬さ、安定性	産地毎、250m <sup>3</sup> 毎
	セメント	粒度、比重、強度	メーカー毎
	鉄筋	強度、曲げ加工性	径毎、ロット毎
	PC鋼材	強度	ロット毎
	アスファルト	粘度、針入度、軟化点	ロット毎
	盛土材	粒度、比重、含水比、塑性・液性、締固め、CBR	産地毎、500m <sup>3</sup> 毎
製品検査	生コンクリート	温度、スランプ、空気量	施工現場において10m <sup>3</sup> 毎
	硬化コンクリート	強度、単位体積重量	30m <sup>3</sup> 毎 7/28日強度供試体を作成
	アスファルト合材	温度、アスファルト量	施工現場において30トン毎
	盛土路盤	現場密度	各橋梁2箇所（取付道路毎）
	杭支持層	位置、支持力	位置に関しては全体対象、支持力については杭群毎に1箇所
	桁	寸法、直線性	全数
	杭	寸法、直線性	全数
	基礎工・下部工	寸法、位置、高さ	全数
	上部工	寸法、位置、高さ	道路方向5m毎
	アスファルト舗装	厚さ、平坦度、高さ	厚さは100m <sup>2</sup> 毎 平坦度及び高さ道路方向5m毎

出所：調査団作成

## 3-2-4-6 資機材等調達計画

## (1) 建設資機材等の調達計画

## 1) 建設資材

「ブ」国における主要資材の調達概要を表 3.2.36 に示す。

表 3.2.36 主要資材の調達

資材名	規格	調達先			備考
		「ブ」国	日本国	第三国	
盛土材		○			
アスファルト	現場混合用	○			インドから輸入
アスファルト乳剤		○			インドから輸入
路盤材	碎石	○			
セメント	普通ポルトランドセメント	○			
混和剤	減水剤		○		
細骨材	砂	○			
粗骨材	碎石	○			
雑割石	20~25cm	○			
ライナーフレート	円形 2m, 3m		○		
鉄筋	IS-415、IS-500	○			
PC鋼線			○		
シース			○		
高欄	鋼製		○		
支承	支承付属品付		○		
伸縮装置			○		
橋面雨水桟	縦排水管付		○		
蛇籠		○			インドから輸入
型枠用合板		○			
支保工材	H鋼材、単管パイプ等	○	○		インドから輸入
足場材	足場板、セハーレーター等	○	○		セハーレーター等は日本調達
木材	型枠用、仮設用他	○			
土嚢袋	仮設用	○			インドから輸入
燃料		○			インドから輸入

出所：調査団作成

## 2) 建設機械調達関連

「ブ」国においては、CDCL 及び一般建設企業（大手建設企業）が建設機材を保有している。なお、これらの機械の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。現在考えられる主要建設機械の調達想定区分を表 3.2.37 に示す。

表 3.2.37 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	15, 21 ton	○			土工
バックホウ	0.8 m <sup>3</sup>	○			土工
大型ブレーカー	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	16, 25 ton		○		下部工、上部工
グラウトミキサー			○		基礎工、上部工 (PC)、法面保護工
グラウトポンプ			○		
ボーリングマシン	55 kW		○		法面保護工
モルタル吹付け機		○			法面保護工
モーターゲーティ	3.1 m	○			舗装工
ロードローラー	10~12 ton	○			舗装工
タイヤローラー	8~20 ton	○			土工、舗装工
振動ローラー	0.8~1.1ton	○			土工、舗装工
ダンパ	60~100kg	○			土工、舗装工
コンクリートミキサー	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

出所：調査団作成

## (2) 建設資機材等の輸送

現地調達の建設資機材の受渡し場所は材料生産地／資材倉庫／モータープールである。以下は主に海外調達の建設資機材に関する輸送計画を示す。

### 1) 税関手続き

「ブ」国の通関はパンツォリンにあり、数社の運送会社が国際貨物の輸送に従事している。輸入手続書類を用意し、以下のような手続きで進められる。

### 第3章 プロジェクトの内容

日本から：コルカタ港\*1 にて沖待ち、荷下ろし、仮通関

インド国内輸送後プンツォリン\*2 にて本通関

注) \*1：本計画では従来通りにコルカタ港を利用する。

\*2：プンツォリンは「ブ」国内における最大の国境交易地である。



出所：調査団作成

図 3.2.36 通関の状況

#### 2) コルカタ～プンツォリン間の輸送

日本調達建設資機材はコルカタ港からプンツォリン（約 785 km）まで、表 3.2.38 に示す輸送車両にて運ばれ、輸送日数は 4～5 日間である。

表 3.2.38 輸送車両(コルカタ～プンツォリン)

車両タイプ	積載形状(m)			最大積載重量 (MT)
	長さ	幅	高さ	
トラック	5	2.1	2.1	13
トレーラ	12	2.4	2.4	24
低床式トレーラ	6	3	3	30
特殊低床式トレーラ	8	3.75	3.75	40

出所：調査団作成

### 3) プンツォリン～各橋梁サイト間の輸送

プンツォリンから各橋梁サイトへの輸送ルートは「3-2-4-1 施工方針」に示したように国内道路道路を利用し、所用期間は 2 日間である。

### 4) 日本調達の輸送経路及び期間

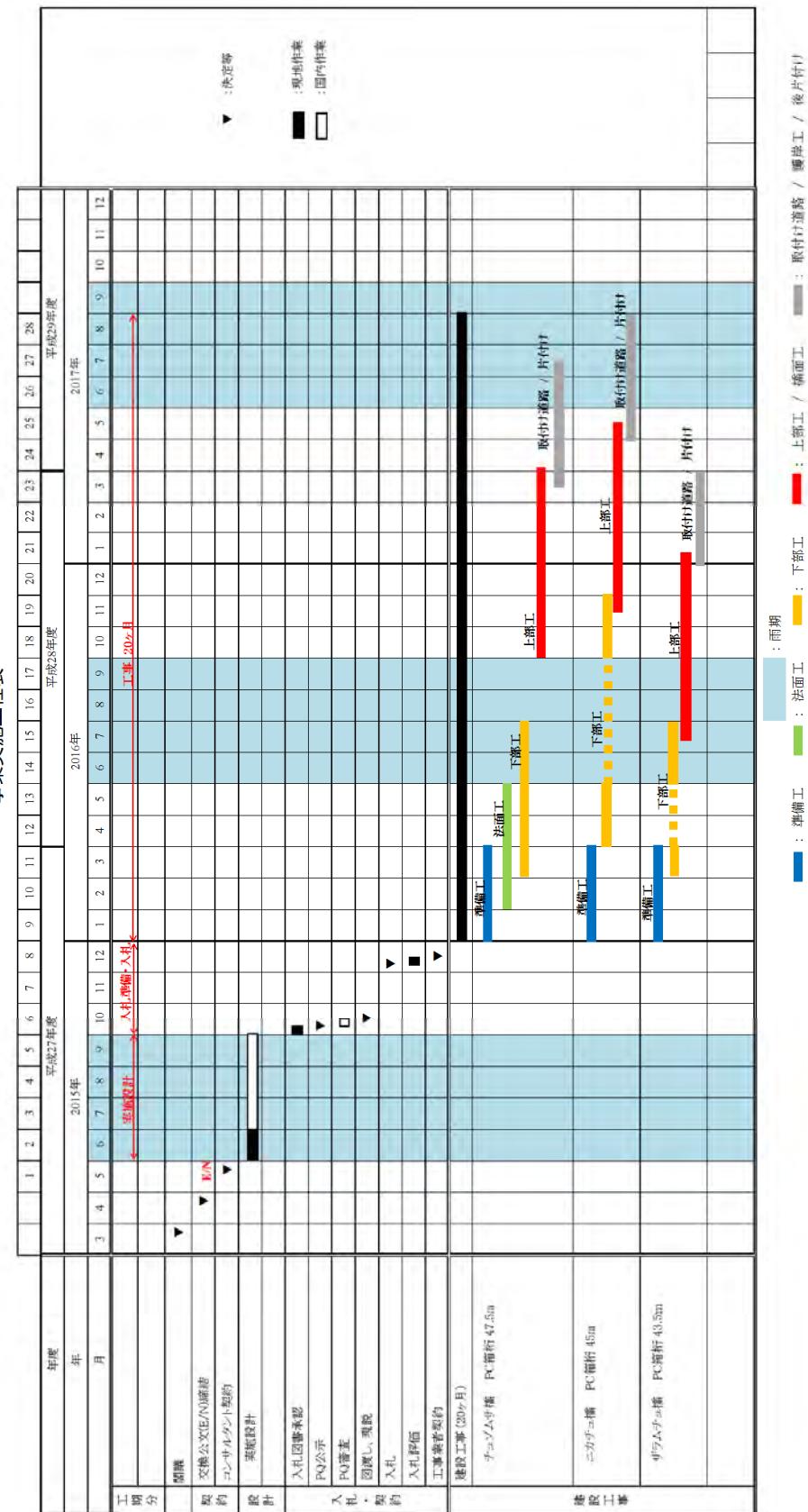
日本側港からコルカタ港へのコンテナ船は多数あるが、在来船は月 1 回程度である。日本側倉庫／工場から現場までの輸送日数は以下の通りである。

倉庫／工場～日本側港	: 7 日間
出港～コルカタ港	: 30 日間
コルカタでの沖待及び荷下ろし	: 7 日間
コルカタでの仮通関	: 1 日間
コルカタ～プンツォリンへの内陸輸送	: 4～5 日間
プンツォリンでの本通関	: 2 日間
プンツォリンでのブータントラックへの荷物積み替え	: 2～3 日間
<u>プンツォリン～現場</u>	<u>: 2 日間</u>
合 計	55～57 日間 = 2 ヶ月間

### 3-2-4-7 実施工程

本プロジェクトを我が国無償資金協力として実施するに当たり、以下のことを考慮して実施工程を作成する。実施工程表を図 3.2.37 に示す。

- ◆ 降雨・降雪形態、資機材調達に必要な期間、適切な施工方法の採用等を考慮し現実的な施工計画とする。
- ◆ 現況交通を出来る限り阻害せず、不都合を生じさせない施工計画及び現場作業工程とする。



出所：調査団作成

図 3.2.37 実施工程表

### 3-3 相手国分担事業の概要

本プロジェクトにおける「ブ」国側負担事項は以下の通りである。

#### (1) 一般事項

- ✧ 銀行取決め(B/A)
- ✧ 支払い授受権(A/P)の通知及び手数料の負担

#### (2) 事業実施事項

- ✧ 建設用地の取得・仮設用地のリース、移転補償、支障物件の撤去・移設
- ✧ 土取場及び採石場の所有者との交渉
- ✧ 土捨て場、建設廃棄物処分場の提供
- ✧ 輸入製品の迅速な荷下ろし及び通関手続きの確保
- ✧ 本事業実施のために調達される製品及び役務の国内持込みに関して、日本人及び第三国の人間に対して必要な便宜を与えること
- ✧ 本無償資金協力で建設される施設の適切な使用と維持管理
- ✧ 本無償資金協力で賄われる経費以外の施設建設に必要な経費を負担すること
- ✧ 安全情報の共有、警察との連携等、本事業担当者及び本事業地における安全確保の支援
- ✧ 本無償資金協力の完了後における既設橋（ザラムチュ橋）の迅速な撤去
- ✧ 既設橋（チュゾムサ橋及びニカチュ橋）の適切な時期での撤去
- ✧ 本事業の実施に係る地元の人々または第三者との潜在的な問題解決に関して、JICAと緊密に協議すること

#### (3) その他

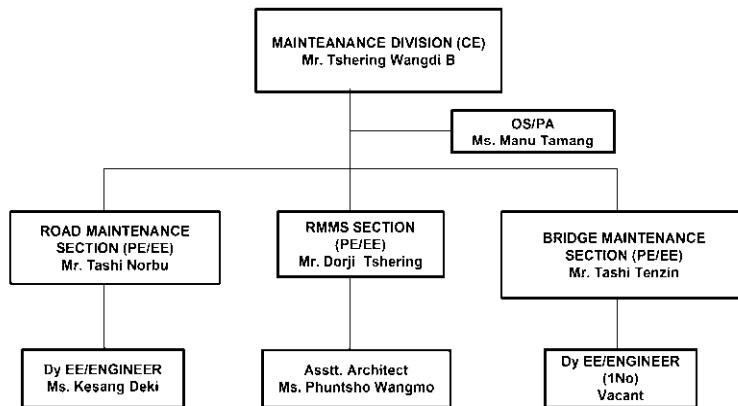
- ✧ 用地補償、「ブ」国側工事実施に必要な予算の確保
- ✧ 実施計画及び施工監理を行う日本のコンサルタントとの契約
- ✧ 日本の建設業者との建設工事契約

## 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

## 3-4-1 運営・維持管理体制

本プロジェクトによって向上する橋梁及び取付道路の機能を維持するために、その運営・維持管理が非常に重要となる。「3-4-2 維持管理方法」で述べる適切な維持管理を行えば、完成後 20 年から 30 年の間は大規模な補修・補強は必要でない。

DoR 本省においては、維持管理部 (Maintenance Division) が道路維持管理業務を担当している。維持管理部の組織図を図 3.4.1 に示す。Chief Engineer を筆頭に現在 6 名の技術者が所属している。本省職員の主な仕事は、地方事務所が行っている業務のモニタリング、及び必要に応じて技術的なアドバイスをすることである。



出所 : DoR

図 3.4.1 DoR 維持管理部の組織図 (2015 年 1 月時点)

また、現場の維持管理作業は全国に 9 つある DoR 地方事務所が直轄している。各地方事務所の人員構成 (エンジニア数) を表 3.4.1 に示す。本事業の対象橋梁は、チュゾムサ橋とニカチュ橋についてはロベサ事務所が、ザラムチュ橋についてはトンサ事務所が維持管理を担当することになる。各事務所ともに技術者数は十分であり、実施能力については問題ないと判断される。

表 3.4.1 DoR 地方事務所のエンジニア数 (2014 年 10 月時点)

No	Name of regional office	Chief Engineer (Oftg.Chief Engineer)	Principal Engineer	Executive Engineer	Engineer	Assistant Engineer	Junior Engineer	Total
1	Trongsa	1	0	3	0	9	7	20
2	Lingmethang	1	0	2	0	7	11	21
3	Phuentsholing	1	0	5	0	10	9	25
4	Sarpang	1	0	5	0	8	9	23
5	Zhemgang	1	1	4	0	4	17	27
6	Trashigang	0	0	1	1	8	10	20

ブータン国国道1号線橋梁架け替え計画準備調査  
報告書

7	Lobesa	0	1	4	0	6	8	19
8	Thimphu	1	0	1	3	8	4	17
9	Samdrup Jongkhar	1	0	0	0	5	8	14
	Total	7	2	25	4	65	83	186

出所：DoR

### 3-4-2 維持管理方法

#### (1) 定期点検及び保守・補修

本プロジェクトの維持管理の対象は3橋梁（現道からの取付道路も含む）である。橋梁完成後の維持管理は表3.4.2に示す方法に従って実施する必要がある。なお、橋台を含む橋梁全体の点検は雨期前と雨期後に行うことが望ましい。

表3.4.2 点検・維持管理の内容

検査の種類	頻度	実施機関	検査ポイント
日常点検	週に1回	DoR 地方事務所	床版、桁、鋼支承、橋台 側溝、集水樹、舗装
定期点検	2年に1回、雨期の前後	DoR 地方事務所	橋台等の浸食、洗掘 路面状況、マーキング
特別点検	緊急時、必要に応じ	DoR 本省	橋梁の欠陥及び被害 のり面、擁壁の破損

項目		内 容
毎年の 維持管理	①排水設備の点検・清掃	橋面の排水枠および、取付道路の側溝・配水管を点検し、堆積物があれば除去・清掃する。
	②伸縮装置の点検・清掃	橋台上の伸縮装置は表面排水となっているが、遊間に溜まる泥や砂を点検し、必要に応じて除去・清掃する。
	③橋面の点検・補修	橋面舗装の状況を点検し、クラック等の補修を行う。
	④支承の点検・清掃	桁下の支承を点検し、堆積したゴミを清掃・除去する。
	⑤既存橋の点検・清掃	歩行者の利用に支障がないように点検及び清掃を行う。
	⑥取付道路舗装の点検・補修	アスファルト舗装のポットホールなどの点検・補修を行う。
	⑦取付道路側溝の点検・清掃	側溝に堆積した泥の除去を行う。
5年毎の 維持管理	①鋼製高欄の補修	車両の衝突による高欄の部分的な補修を行う。
	②護岸の補修	蛇籠を点検し、必要に応じて取り替える。
	③道路マーキングの塗り替え	欠損した道路マーキングを塗り替える。
10年毎の 維持管理	①取付道路舗装の打替え	損傷した道路舗装の打替えを行う。
20年毎の 維持管理	①橋面舗装の打替え	損傷した橋面舗装の打替えを行う。
	②床板防水の設置	劣化した防水シートの取り換えを行う。
	③伸縮装置の取り換え	損傷した伸縮装置の取り換えを行う。

出所：調査団作成

定期点検において重要なことは、将来の大規模な補修時期やその規模を想定するため、橋梁及び道路の点検結果を記録、保管することである。そのために、定期点検項目を初期の段階で整理し、システムを確立しておく必要がある。

## 3-5 プロジェクトの概算事業費

## 3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を我が国の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業費総額は、約19.0億円となる。

## (1) 日本国側負担事業費

日本側負担の概算事業費を表3.5.1に示す。この概算事業費は暫定値であり、日本政府により無償資金協力として承認するために、更に精査される。なお、この概算事業費は、即、交換公文(E/N)上の供与限度額を示すものではない。

表3.5.1 概算事業費（日本国側負担）

費目		概算事業費(百万円)	
施設	橋梁工	チュゾムサ橋 (47.5m)	
		橋梁下部工 橋梁上部工 橋面工 橋梁付帯工 取付道路工 護岸工 排水工 その他	
		759.6	
ニカチュ橋 (45.0m)		橋梁下部工 橋梁上部工 橋面工 橋梁付帯工 取付道路工 護岸工 排水工 その他	
		522.1	
ザラムチュ橋 (46.5m)		橋梁下部工 橋梁上部工 橋面工 橋梁付帯工 取付道路工 排水工 その他	
		429.1	
計		1710.8	
実施設計・施工監理		189.5	
総額		1,900.3	

出所：調査団作成

(2) 「ブ」 国側負担事業費

「ブ」 国負担事項の費目、金額を表 3.5.2 に示す。

表 3.5.2 相手国側負担事項及び金額

負担事項	内容	負担金額(Nu)	備考
銀行手数料		1,613,000	
環境社会配慮費用	用地取得費	73,000	
既設橋の撤去費（ザラムチュ橋）		1,000,000	
	合計	2,686,000	換算レート： 1Nu=1.86 円

出所：調査団作成

注：チュゾムサ橋とニカチュ橋の撤去は将来的に DoR によってなされることになっている。

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 : 2014 年 9 月
- 2) 為替交換レート : 1US\$=103.25 円、1Nu=1.86 円（上記積算時点）
- 3) 施工期間 : 工事期間は実施工工程（図 3.2.37）に示した通りである。（20 ヶ月）
- 4) その他 : 本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

## 3-5-2 運営・維持管理費

橋梁、アプローチ道路、護岸工の年間維持管理費は表 3.5.3 に示すように見積もられる。

表 3.5.3 主な維持管理項目と費用

(為替レート : 1Nu.=1.86 円)

サイクル	対象	点検対象 部位 頻度	維持管理内容	単位	単価	作業量	維持 管理費 (Nu)		
点検	橋梁	1回/週	日常点検	1式	-	-	20,000		
		1回/2年	定期点検	1式	-	-	10,000		
		緊急時	特別点検	1式	-	-	10,000		
	道路	1回/週	日常点検	1式	-	-	10,000		
		1回/2年	定期点検	1式	-	-	5,000		
		緊急時	特別点検	1式	-	-	5,000		
	①小計						60,000		
1年	橋梁	排水設備	排水栓・配水管の清掃	箇所	100	15	1,500		
		伸縮装置	清掃・シールゴム補修	箇所	500	6	3,000		
		橋面	舗装の軽微な補修	m <sup>2</sup>	220	130	28,600		
		支承	橋台上の清掃	箇所	100	6	600		
	道路	路面	舗装の補修	箇所	620	30	18,600		
		側溝	堆積土砂の除去	m	50	855	42,750		
	②小計						95,050		
5年	橋梁	高欄	衝突による損傷の補修	m	1,000	9	9,000		
		護岸	蛇籠の点検・補修	m	1,800	200	360,000		
	道路	マーキング	塗り替え	m	30	600	18,000		
	③小計						387,000		
	④各年度均等額 (③/5年)						77,400		
10年	道路	路面	舗装の打替え	m <sup>2</sup>	1,000	4,033	4,033,000		
	⑤小計						4,033,000		
	⑥各年度均等額 (⑤/10年)						403,300		
20年	橋梁	橋面	舗装の打替え	m <sup>2</sup>	1,000	1,300	1,300,000		
		床板	床板防水の設置	m <sup>2</sup>	1,300	1,300	1,690,000		
		伸縮装置	取り換え	m	35,000	60	2,100,000		
	⑦小計						5,090,000		
	⑧各年度均等額 (⑦/20年)						254,500		
各年度合計額 (①+②+④+⑥+⑧)							890,250		
				日本円換算額/年=1,656,000 円					

出所：調査団作成

## 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

事業実施のための前提条件は以下のとおりである。なお、補償及び関係機関からの承認書類は、原則、E/N 後に開始し、施工業者の事前審査公示までに完了する必要がある。

- ✧ 本事業では、DoR による対象道路用地の確保として用地取得が約 243m<sup>2</sup> 必要になる。詳細は、本報告書「2-2-3-2 用地取得・住民移転」に記述されている。用地取得及び補償については、施工入札公示までに完了する。
- ✧ 本事業実施のためには、実施機関の DoR による IEE 実施と NEC からの承認取得が必要になる。
- ✧ 工事遅延の原因となる、プロジェクト用調達資機材に対する通関手続きへの支援及び協力、免税措置の手続きの速やかな実施が必要になる。DoR が行うべきこれらの内容は、本報告書「3-3 相手国側分担事業の概要」に詳述されている。
- ✧ 本事業による工事完了後は、円滑な交通及び道路や構造物の耐用期間を保つため、「ブ」国による維持管理が必要となる。維持管理業務は日常維持管理や障害物除去、清掃等を実施するとともに、定期点検を確実に行い、道路及び構造物に損傷が見られた場合は、早期に適切な補修を行うことが肝要となる。したがって、維持管理及び補修に必要とされる要員・予算を確保し、継続的に維持管理を実施することが必要である。DoR が行うべきこれらの内容は、本報告書「3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画」に詳述されている。

DoR は、本事業の実施にあたって、費用及び施設の適切な使用と維持管理を行うことが能力的に可能と考えられる。また、本プロジェクト完成後の運営・維持管理に必要な予算についても、「3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画」に記した通り十分に確保可能であると考える。

以上より、事業実施の前提条件は確保されているとみなされる。

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

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

- ✧ 本事業の遂行を円滑に実施するために、本報告書「3-3 相手国側分担事業の概要」に述べられた「ブ」国側の予算を事前に確保する。
- ✧ 本事業対象橋梁の永続的な機能を確保するために、「ブ」国は本報告書「3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画」に述べられた毎年の予算確保と維持管理内容を本プロジェクト完成後に持続的に行う要員を配置する。
- ✧ 環境許認可取得及び新設橋に必要な用地取得のプロセスを確実に行うために、DoR は環境社会配慮に係る要員を配置する必要がある。

#### 4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件は以下のとおりである。

- ✧ 本プロジェクトの完成後は、現在の交通量からさらに増加するものと予測されている。このため、設計で見込まれている施設の安全性を確保するために日常及び定期的な維持管理を継続する必要がある。
- ✧ 国道1号線の円滑な交通流を確保するためには、本事業の対象3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。

上記の外部条件を満足させることにより、本プロジェクトの効果発現が明らかになる。

#### 4-4 プロジェクトの評価

##### 4-4-1 妥当性

「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2～5号線）（国道総延長約1,860km（2013年））のみである。特に国道1号線は「ブ」国内の東西をつなぐ唯一の幹線道路であり、交通・輸送網として重要度が非常に高い。しかしながら、国道1号線のティンプレー～トンサ間は、南下する国道2号線、4号線及び5号線を結ぶ重要区間にも関わらず、同国道に架かる橋梁は老朽化や設計基準値の不満足といった問題を抱えている。本調査では、以下に示す観点から、要請された3橋の架け替えに関する妥当性の検討を行った。

###### (1) 「ブ」国の上位計画との合致

MoWHSは2006年に道路セクターマスターplanを策定し、2027年までの20年間に国道や県道などの道路網拡張及び改修整備とフィーダーロードの充実等を実施することとしている。また、「ブ」国政府は「第11次5ヶ年計画（2013年～2018年）」において、DoRが管轄する全国の既存道路の維持管理（3,522km）及び橋梁の架け替え、国道1号線の拡幅等の計画を示している。本事業において、国道1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おり、プロジェクト実施の妥当性は高いと判断される。

###### (2) 道路ネットワークにおける国道1号線の重要性

上述の通り、国道1号線は東西をつなぐ唯一無二の幹線道路であり、「ブ」国内で最も重要な国道である。国道1号線の代替ルートとして、南部東西回廊の建設が進められているが、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い。また、現在インド政府の資金援助を受けてティンプレー側から順に拡幅工事が急ピッチで進められているが、DoRの限られた予算の中で、将来増加が見込まれる大型重量車両の通行の際のボトルネック箇所をいかに解消するかが大きな課題となっている。本事業の実施は、国道1号線のボトルネック箇所の解消に資するものであり、プロジェクトの妥当性は高いと判断される。

### (3) 幅員及び耐荷重の改善

「ブ」国の現行設計基準によると、国道1号線は“Primary National Highway”に分類される。橋梁については、有効幅員7.0mを確保し、荷重条件についてはIRC基準（インドの設計基準）のIRC70R(100t, single lane)またはIRC Class A(double lane)を満たすこととされている。しかしながら、本案件対象橋梁を含む国道1号線の既存橋梁のほとんどが、上記の幅員及び荷重条件を満たしていない状況である。本事業により、対象3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1号線の安全性が向上するため、本事業実施の妥当性は高いと言える。

### (4) 技術的難易性の克服

国道1号線に架かる橋梁の中には、1980年代以前に設置された老朽化した橋梁で、且つ、幅員・耐荷重ともに現行設計基準を満たしていない橋梁が10橋ある。本事業の対象橋梁3橋もその中に含まれており、特に橋長、桁下高さ、家屋等の近接等から補強や架け替えの技術的難易度が高い橋梁である。よって、現地の技術力では対象橋梁の補強や架け替えは困難であり、本邦技術を活用する意義は高いため、本事業実施の妥当性は高いと判断される。

### (5) 損傷橋梁の架け替え

前述の通り、対象3橋とともに老朽化が進んでいるため、本調査の中で、日本の国土交通省の損傷評価基準に準拠して対象橋梁の健全度評価を行った。その結果、3橋ともに老朽化による損傷が確認され、現状で「補修等の対応が必要」な状態であるという判定結果が得られた。チュゾムサ橋については下部工の鉄筋露出が、ニカチュ橋については下部工のひび割れが、ザラムチュ橋については基礎部の洗掘が主な損傷として確認された。ただし、いずれの橋梁も今すぐに落橋する可能性は低いため、架け替えではなく部分的に補強を行って対応することも考えられる。しかし、既設橋梁の耐荷重は建設当時でも40R(55t)に過ぎず、補強のみでは許容荷重を70R(100t)にすることは困難である。よって、補強ではなく架け替えを行うことが望ましいと判断されるため、本事業において新橋への架け替えを行うことは妥当であると言える。

### (6) 国家プロジェクトとの関連性

「ブ」国の経済発展にとって非常に重要な存在であるのが、水力発電所の建設である。第11次5ヶ年計画の中で、10か所の水力発電所建設プロジェクトが計画されている。現在、トンサ県にてマンデチュ水力発電所の建設が進められており、ダム建設資機材運搬に関して国道1号線の果たす役割は大きい。特に、発電所で最も重量が重いトランスクォーマーの円滑な輸送のためには耐荷重100tの橋梁整備は不可欠である。上記のように設計基準に従って耐荷重100tの橋梁に架け替えることにより、結果的に水力発電所のトランスクォーマーの輸送にも対応することが可能となるため、重要な国家プロジェクトの促進に寄与する意味でも対象3橋梁の架け替えは重要であり、事業実施の妥当性は高いと言える。

## 4-4-2 有効性

## (1) 定量的効果

協力対象事業により期待される定量的な効果を表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 協力対象事業による定量的効果

指標名		基準値 (2014 年実績値)	目標値 (2020 年) 【事業完成 3 年後】
橋梁耐荷力(合計軸重) (t)	チュゾムサ橋	55	100
	ニカチュ橋	55	100
	ザラムチュ橋	55	100
平均走行速度※ (km/h)	チュゾムサ橋	16	30
	ニカチュ橋	16	20
	ザラムチュ橋	13	20
※道路線形を基に算出	ウォンディ～ペレラ峠間	434	541
	ペレラ峠～トンサ間	314	390

出所：調査団作成

## (2) 定性的効果

協力対象事業により期待される定性的な効果は以下の通りである。

## ◆ 橋梁の安全性の向上

橋梁架け替え後、既設橋の老朽化、幅員不足、耐荷力不足等の問題が改善されることにより、車両走行における橋梁の安全性が向上する。

## ◆ 物流の促進と円滑化

国道 1 号線は「ブ」国 の経済を支える最も重要な幹線道路であり、本事業により大型車両通行の際のボトルネック解消がなされ、安定した貨物輸送が確保されることで、物流の促進と円滑化に寄与する。

## ◆ 歩行者の安全性の確保

付近に民家があり、頻繁に歩行者の往来が見られる 2 橋（チュゾムサ橋、ニカチュ橋）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、有効性は見込まれると判断される。