

ブータン王国
公共事業・定住省
道路局

ブータン王国 サイクロン災害復興支援計画 協力準備調査報告書

平成 23 年 7 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 アンジェロセック

基盤
CR (1)
11-101

ブータン王国
公共事業・定住省
道路局

ブータン王国
サイクロン災害復興支援計画
協力準備調査報告書

平成 23 年 7 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)
株式会社 アンジェロセック

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ブータン王国のサイクロン災害復興支援計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社アンジェロセックに委託しました。

調査団は、平成 22 年 11 月から平成 23 年 6 月までブータン国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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、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 23 年 7 月

独立行政法人国際協力機構

経済基盤開発部

部長 小西 淳文

要 約

要 約

(1) 国の概要

ブータン王国(以下、「ブ」国)は、中国南西部のチベット自治区とインド北東部のアッサム地方に隣接した内陸国である。北部の標高 7,000m を越えるヒマラヤ山脈から南に向かって流れるいくつかの河川は、深い峡谷を形成しながら 150km 程度を下り、インド・アッサム地方でプラマプトラ川に合流している。

「ブ」国の気候は 6 月から 9 月の雨量の多いモンスーン期と 11 月から 3 月の乾期からなり、その他の月は中間期に当たる。気温は冬期である 1 月、12 月に -5°C 近くまで低下し、夏期である 7 月頃に 25°C 程度となる温暖な気候である。

「ブ」国の人口は 67.1 万人(2009 年、「ブ」国政府)であり、首都はティンプーである。「ブ」国の経済状況を見ると、一人当たり国民総所得 (GNI) は 2,020US\$ (2009 年、世銀) で周辺諸国に比べ依然低い水準にあるが、近年の経済成長率 5.0%(2008 年、「ブ」国政府)と、4%の比較的低い失業率 (2010 年、「ブ」国政府)により、社会情勢は安定している。経済構造は、第 1 次産業 18.2%、第 2 次産業 42.0%、第 3 次産業 39.8%である。輸出入の約 8 割をインドが占めており、隣国インドとの関係が深い。近年、インドからの援助による国内各地での水力発電所建設とその稼働により、「ブ」国輸出品目第 1 位は約 60% (2008 年「ブ」国政府) で電力となっている。

(2) プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ブ」国は国土の大部分が険しい山岳地帯であり、道路・橋梁による交通が主要な交通・輸送手段である。しかし、車道まで徒歩で半日以上かかる世帯が全体の 20%を超えており、道路の整備状態の悪さと絶対的な不足は、特に農村部において各種社会サービス・市場へのアクセスを阻んでおり、ブータンの開発における最大の阻害要因となっている。そのため、効率的で安全な道路網及び橋梁整備がブータン国の社会・経済の発展に不可欠となっている。

実際、このような課題に対し、「ブ」国政府は、第 10 次 5 年計画 (2008 年～2013 年) において、都市部と農村部のバランスのとれた開発や戦略的インフラ整備の重要性を謳っており、幹線道路の改修整備、地方アクセス道路網の充実、既存道路・橋梁の維持・補修、既存橋梁の架け替え等を重点課題としている。

2009 年 5 月 26 日、27 日に南アジアを襲ったサイクロン・アイラは「ブ」国に豪雨をもたらし、同年上半期の世界において最大の死者数 (320 名) となり、インド、バングラデシュを含めると 10 万人以上の避難者、10 万戸以上の家屋に被害を受けたといわれている。被災後、インドやデンマーク、オーストリア、国連等による支援が表明されたものの、被災から 2 年近く経つ現在でも復旧が十分に進んでおらず、住民は日常生活に必要な施設へのアクセスが奪われた状態が続いている。

さらに、ブータンの自然環境は、地球温暖化によるヒマラヤの氷河湖の決壊洪水で下流域の住民が被災する危険性が高まっているだけでなく、地震の危険性が高い地域でもある。また、雨期は土砂崩れや洪水、冬期は道路凍結・積雪による通行止めと、自然環境に人々の生活が左右される要因が大きい。

このような状況から、「ブ」国政府は我が国に対し、無償資金協力「サイクロン災害復興支援計画」を要請した（2009年9月）。この要請を受け、我が国として協力の妥当性を検証するため、JICA ブータン事務所により要請内容の調査が行われ、協力対象を橋梁架け替えに絞り込むと同時に、緊急性の高い橋梁のスクリーニングを実施した。同結果を踏まえて、JICAは準備調査の実施を決定し、2010年8～9月にかけて、「サイクロン災害復興支援計画 事前調査」を実施した。この調査の結果を受け、「ブ」国内で必要性・緊急性の高い9橋を対象に、本調査の実施が決定された。

本プロジェクトは、国道5号線上のドルコラ、ジグミリング、および国道4号線につながる農道上のマンデチュ（レオタラ）、ケラ、ジャンビに橋梁を建設することによって、サイクロンにより破壊された橋梁の復旧による地域住民のアクセス改善および今後のサイクロン襲来に備えたアクセスの確保の実現が期待されている。この中において、無償資金協力による対象事業は、ドルコラ、ジグミリングにおける永久橋への架け替え、マンデチュ（レオタラ）、ケラ、ジャンビの仮設橋建設に際しての下部工建設とする。

国家開発大綱である「ブータン 2020」（1999年制定）においては、幹線道路の改修および全国民が半日で幹線道路にアクセスできるようフィーダーロード（幹線道路につながる支線道路）の整備を目標としている。また「道路セクターマスタープラン（2007-2027）」においても、市町村レベルのフィーダーロード建設が掲げられている。さらには「第10次五カ年計画（2008年～2013年）」においても、「幹線道路へのアクセスを2時間以内とする」（開発の急速な進展に伴い、ブータン 2020 を上方修正）と掲げ、そのために幹線道路の改修整備とフィーダーロードの充実、既存道路・橋梁の維持・補修、架け替え等を謳っており、本プロジェクトはブータン国の長期的、中期的、短期的開発政策に合致する。

(3) 協力対象橋梁の抽出

調査対象 9 橋のうち、以下のことから No. 3 ナジャ/ゲリング橋および No. 21 チェンチー橋を協力対象橋梁から除外し、調査対象橋梁を 7 橋とした。

① No. 3 ナジャ/ゲリング橋

既存橋の上流の高い位置(既存橋との離れ 75m)に既に新橋の建設が始まっている。

② No. 21 チェンチー橋

既存橋の上流 800m の位置に新橋（ベイリー橋）の計画を進めている。

上記経緯より、調査対象橋梁を 9 橋から 7 橋とし、この 7 橋を対象に、緊急性、裨益効果、路線の重要度、同規模の災害による被災の可能性、施工の難易度（「プ」国による実施）を指標として、サイトの優先順位を下表のように設定した。優先順位は No. 9 マンデチュ（レオタラ）橋、No. 17 ドルコラ橋、No. 18 ジグミリング橋、No. 19 ケラ橋、No. 20 ジャンド橋の順となり、No. 16 ゾンカチュラム橋および No. 5 ツェンドナ橋は架け替えの必要性が低いものと判断した。以上のことから上位 5 橋を協力対象とした。

表 1 サイトの優先順位

No	橋梁名	緊急性	裨益効果	路線の重要度	同規模災害による被災の可能性	施工の難易度（「プ」国による実施）	点数	順位
9	マンデチュ(レオタラ)橋	◎	◎	◎	◎	◎	15	1位
17	ドルコラ橋	○	◎	◎	◎	◎	14	2位
18	ジグミリング橋	○	◎	◎	◎	◎	14	2位
19	ケラ橋	○	○	◎	△	○	10	4位
20	ジャンド橋	○	○	◎	△	○	10	5位
16	ゾンカチュラム橋	×	○	◎	△	○	8	6位
5	ツェンドナ橋	×	△	△	△	△	4	7位

※同位の場合は緊急性を優先する

※No.19はNo.20に比べ老朽化しているため、4位とする 19 協力対象橋梁

◎:3点 ○:2点 △:1点 ×:0点

本プロジェクトは、国道5号線上にある2橋について、仮設橋から永久橋へ架け替えを行う。また国道4号線に繋がる農道上の3橋については、仮設橋を架設するにあたり、下部工を日本側負担とする。

本プロジェクト協力対象橋梁

- ・ 国道5号線上の2橋は、①ドルコラ橋 ②ジグミリング橋
- ・ 国道4号線に繋がる農道上の3橋は、①マンデチュ（レオタラ）橋 ②ケラ橋 ③ジャンビ橋

(4) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICAは、平成22年11月9日から12月25日まで準備調査団を現地に派遣した。調査団は「ブ」国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踏査を実施し、要請橋梁の現況、環境社会配慮に関する手続きの進捗状況を調査し、要請対象橋梁の架け替えの必要性・緊急性を確認した。帰国後の国内作業で要請された橋梁の架け替え計画を策定し、平成23年1月22日から1月29日まで協力概要書の現地説明・協議を行い、「ブ」国政府の基本的な合意を得た。また平成23年4月13日から4月22日まで対象橋梁の追加調査を行った。更に、平成23年6月1日から6月10日まで概略設計概要書の現地説明・協議を行い、「ブ」国政府から協力内容について原則同意を得た。

(5) 設計方針

(5)-1 国道5号線上の橋梁

本調査の対象橋梁が位置する国道5号線は、南部平野部の開発地域を通過する重要なルートである。国道5号線上では、現在までに我が国の無償資金協力（第二次橋梁架け替え計画）で「ワクリタル橋」が仮設橋であったベイリー橋から永久橋に架け替えられた。また、現在実施中の第三次橋梁架け替え工事では、「ラワカ橋、バソチュ橋、ブリチュ橋、ナラチュ橋、チェーンチェイ橋、ローリン橋」が工事实施中である。さらに「ブ」国側の負担で、同ルート上で橋長30m以下の5橋について、架け替えが実施されている。しかし、同ルートの南部ゲレフからサルパン間に位置するドルコラ橋、ジグミリング橋については、依然ベイリー橋のままである。これらは再度サイクロン・アイラと同程度の災害が発生した場合に、橋梁が流出する可能性が高く、協力の重要性が高い。この2橋は調査の結果、制限荷重は18t、幅員が3.27mであり、たわみなどによる損傷、部材の摩耗、腐食などの老朽化がみられるため、車両が安全で円滑に走行できる状況ではない。また橋台の基礎部分に浸食された跡が見受けられる。

これら2橋は、南部地域の開発計画が進むに伴い、交通量、特に大型車両の増加が今後予測され、安定した人・物資の輸送に対して、既設橋梁がボトルネックになる可能性が高く、国道5号線の円滑で安全な交通を確保するために、架け替えの意義は大きい。

設計の基本方針を以下のとおりとした。

- 対象橋梁である2橋は、現地調査の結果、橋長が30mを超えるため、「ブ」国の実績、地形条件、調達事情などの観点から「ブ」国による実施は困難である。我が国の無償資金協力による架け替えを行う。
- 「ブ」国の道路基準である「Road Survey & Design Manual」によると国道5号線の幅員は、7.0mであることから、走行性、安全性、連続性を考え有効幅員は7.0mを確保する。
- 国道5号線は水力発電事業（プナチャンチュ発電事業）への資機材輸送のための大型車両の通行が想定されることから、「ブ」国としても従来の「The Indian Roads Congress (IRC 基準)」で定められているClass Aに加え、新たに大型車両の通行を考慮した70R (wheeled)を国道上の橋梁設計における活荷重強度として規定している。
したがって、橋梁設計においては、「Class A 活荷重」および「70R (wheeled)」を用いる。
- 必要最小限のコストで最大の効果を発揮できるよう設計、施工計画等について検討を行う。

(5)-2 国道4号線沿いの農道上にある橋梁

国道4号につながる農道上のNo.9 マンデチュ（レオタラ）橋、No.19 ケラ橋、No.20 ジャンビ橋が位置する一帯は、特に開発が遅れた地域とされており、これら3橋は、周辺地域に居住する多くの住民に欠かせない生活道路であることから第9次5カ年計画より、その整備が優先課題とされてきている。しかしながら、第9次において整備されたマンデチュ（レオタラ）橋はサイクロンにより流出し、ケラ橋、ジャンビ橋については予算等の制約から事業自体が実施されず、現在も人道の仮設橋が設置されているに留まっており、橋梁整備によって住民生活（生活物資の入手、農産品の搬出等）の復興・改善に大きく資するものである。また、「ブ」国第10次5カ年計画で目標とされている「幹線道路へのアクセスを2時間以内とする」ことに、大きく貢献できる。

設計の基本方針を以下のとおりとした。

- 対象橋梁である3橋の上部工については、橋長を考慮しケラ橋・ジャンビ橋はベイリー橋とし、マンデチュ（レオタラ）橋はベイリー吊り橋とする。これまでの同国の実績から「ブ」国業者のベイリー橋及びベイリー吊り橋の施工実績・施工能力は十分である。上部工は「ブ」国側負担事項とした。
- 対象サイトには崩壊した橋台や橋脚が残されていたが、これらを確認する限り、「ブ」国施工業者による下部工（コンクリート工事）施工の品質が非常に悪いことが判明した。よって、対象橋梁の下部工は、日本側負担とした。

- 「ブ」国のベイリー橋の設計基準によると、幅員は、3.277m であり、設計荷重は R24 であり、本計画においてもこれらの基準を用いることとする。なお、現在使用されているベイリー橋の材料を転用する場合は、許容荷重は R18 とする。
- サイクロン・アイラ等による洪水被害を考慮して、適切な桁下余裕高の設定を行った。また、橋台を保護するため護岸工の設計を行った。なお、マンデチュ（レオタラ）橋の下流側で合流するワンディガン川の橋梁新設については、マンデチュ（レオタラ）橋の設計を十分考慮に入れるよう「ブ」国側に申し入れた。

(6) 内容・規模

架け替え後の橋梁の概要を下表に示す。

(6)-1 国道 5 号線上の対象 2 橋について

表 2 架け替え後の橋梁の概要

橋梁名	ドルコラ橋	ジグミリング橋
橋梁形式	PC2 径間連結 T 桁橋	
橋長	70.0m(230FT)	
支間長	35.0m(115FT)	
桁高さ	2.1m×4 主桁	
幅員	7.0m (2 車線)	
基礎形式	直接式基礎(A1、A2 橋台、P1 橋脚)	
主要材料	PC 主桁コンクリート ($\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$) RC コンクリート ($\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$)	
特記事項	「ブ」国側負担事項 撤去 ・ 橋梁上部工 ・ 両岸橋台 ・ 右岸現況護岸 ・ 右岸取付道路盛土	「ブ」国側負担事項 撤去 ・ 橋梁上部工 ・ 右岸橋台 ・ 橋脚

(6)-2 国道4号線沿い農道上の対象3橋について

表3 架け替え後の橋梁の概要

橋梁名	マンデチュ（レオタラ）橋	ケラ橋	ジャンピ橋
橋梁形式	ベイリー吊橋	ベイリー橋	
橋長	103.7m(340FT)	49.5328m(163FT)	
支間長	97.5m(320FT)	48.768m (160FT)	
幅員	3.277m(1車線)	3.277m(1車線)	
基礎形式	直接式基礎(A1、A2橋台)	直接式基礎(A1、A2橋台)	
主要材料	ベイリー橋梁鋼材 コンクリート ($\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$ (橋台))	ベイリー橋梁鋼材 コンクリート ($\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ (橋台))	
特記事項	日本側施工範囲である下部工と護岸工施工後、「ブ」国側に引き渡す。 上部工の材料調達、架設は「ブ」国側で行う。	日本側施工範囲である下部工施工後、「ブ」国側に引き渡す。 上部工の材料調達、架設は「ブ」国側で行う。	

(7) プロジェクトの工期および概要事業費

本計画を我が国の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は12.04億円（日本側負担10.21億円、「ブ」国側負担1.83億円）と積算された。また、本計画の全体工期は、入札工程を含め26ヶ月（実施設計7ヶ月、工事期間19ヶ月）が必要とされる。

(8) プロジェクトの評価

本プロジェクトの妥当性と有効性を以下に示す。

(8)-1 妥当性

本プロジェクトは、サイクロン・アイラによって被災した国道4号線に繋がる農道上の橋梁及び国道5号線上で物流・人流に対してボトルネックとなっている既存橋梁の架け替え計画である。我が国の支援と「ブ」国自身によるベイリー橋の上部工架設により、橋梁区間の走行性、安全性が向上し、人の移動、物資流通を活性化し、地域経済の向上に寄与するばかりでなく、「ブ」国第10次5カ年計画で目標とされている「幹線道路へのアクセスを2時間以内とする」ことに大きく貢献できる。また南部地域の各種国家プロジェクト実施のための資機材輸送の支援につながる。

なお環境社会配慮に関しては工事中の適切なモニタリング実施と環境負荷軽減に配慮した施工を実施することで、社会的影響を最小限にすることは可能である。

協力対象橋梁の内、国道5号線上の2橋は、橋長、「ブ」国の実績、調達事情などの観点か

ら「ブ」国単独による実施は困難である。また、農道上の3橋については、上部工は「ブ」国の実績、調査事情に問題はないため「ブ」国負担とする。一方、下部工については、コンクリートの品質確保等が重要であるが、「ブ」国業者施工によるコンクリート構造物の目視調査の結果、この点に関し「ブ」国による実施は困難であると判断した。このため我が国の無償資金協力による下部工施工の実施が必要である。

(8)-2 有効性

(1) 定量的効果

① 国道5号線上の2橋（ドルコラ橋 ジグミリング橋）

通行車両の重量制限が18トンから40トンに緩和される。このため首都ティンブーから南部主要都市ゲレフへ通過する大型車は、従来の国道2号線を通る約380kmから国道1号線、国道5号線を通る約260kmのルートに転換され、約4時間（約120km）の移動時間（距離）が短縮される。

② 国道4号線沿いの3橋（マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）

橋梁架け替えにより、対岸の集落に居住する約3500人（3橋合計）の人流・物流の活性化が可能となる。また農道整備と併せることで、「ブ」国第10次5カ年計画で目標とされている「幹線道路へのアクセスを2時間以内とすることに、大きく貢献できる。

(2) 定性的効果

① 国道5号線上の2橋（ドルコラ橋 ジグミリング橋）

橋梁の架け替えによる国道5号線の走行性向上は、人の移動、物資流通を活性化し、地域経済の向上に寄与する。サイクロン・アイラと同程度の災害時にも国道の円滑な通行が確保される。具体的には以下のとおり。

- ・通行車両の重量制限が大幅に緩和されることで、大型車交通の活性化が期待される。
- ・耐荷力の増加だけでなく幅員も広がることにより、橋梁部の走行性、安全性が向上する。
- ・国道5号線沿線及び南部地域で進行中のプナサンチュ水力発電所建設計画、工業団地建設計画、新国際空港建設計画、第2東西道路建設計画における資機材輸送に貢献する。

② 国道4号線沿いの3橋（マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）

橋梁の復旧・架け替えによる地域の交通利便性が格段に改善され対象地域の人の移動、物資流通を活性化し、地域生活の向上に寄与する。具体的には以下のとおり

- ・サイクロン・アイラによる被害が復旧される。
- ・ベイリー吊橋およびベイリー橋に架け替えられることから、車両の通行が可能となる。
- ・地域住民の行政サービス、医療、教育へのアクセス遮断が解消される。
- ・マーケットへのアクセスが向上する。

ブータン王国
サイクロン災害復興支援計画準備調査
協力準備調査報告書

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

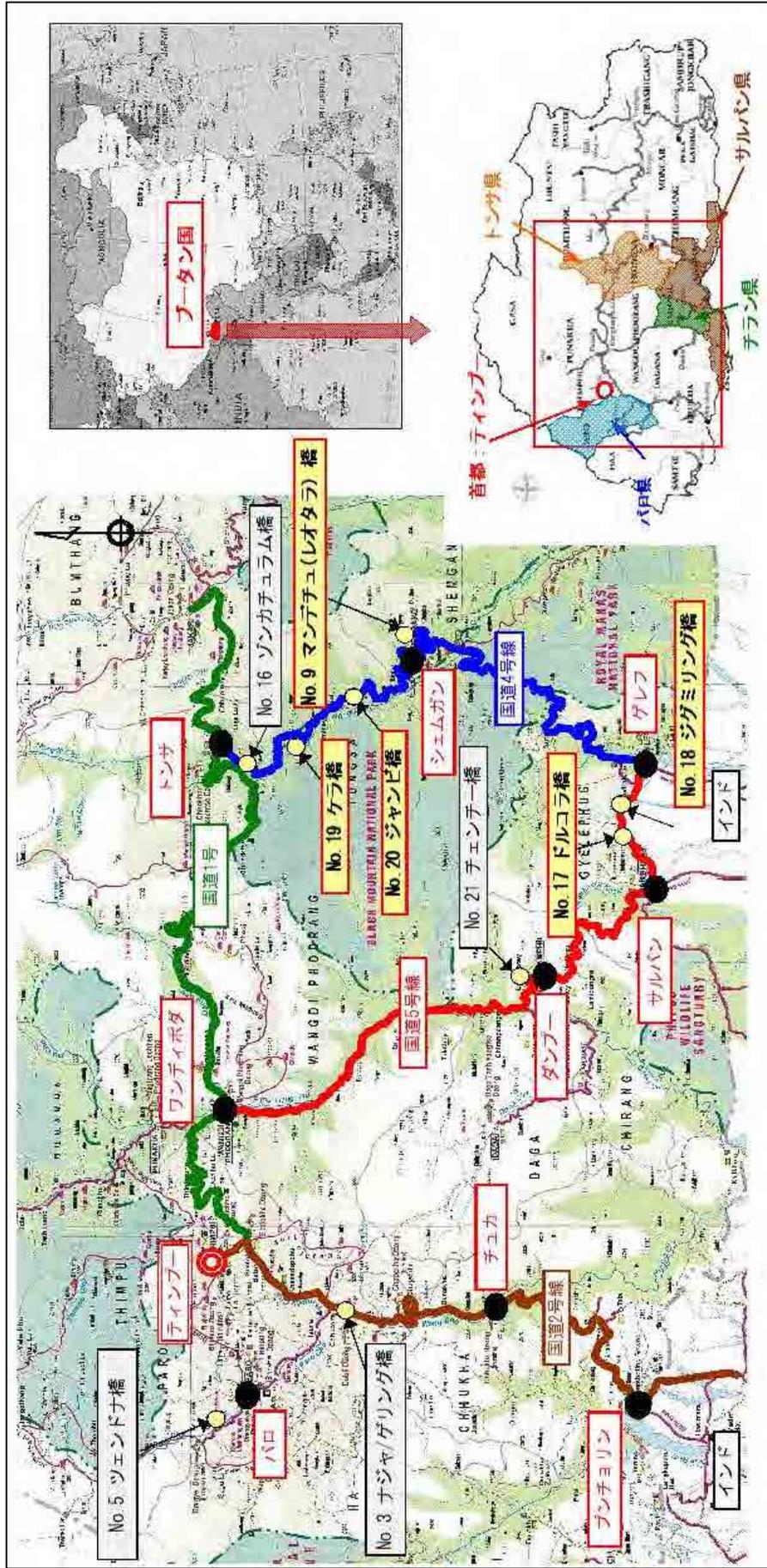
第1章	プロジェクトの背景・経緯	1
1-1	当該セクターの現状と課題	1
1-1-1	現状と課題	1
1-1-2	開発計画	3
1-1-3	社会経済状況	4
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要	4
1-3	我が国の援助動向	5
1-4	他ドナーの援助動向	6
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	7
2-1	プロジェクトの実施体制	7
2-1-1	組織・人員	7
2-1-2	財政・予算	8
2-1-3	技術水準	9
2-1-4	既存施設・機材	9

2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	9
2-2-1	協力対象橋梁	9
2-2-2	関連インフラの整備状況	18
2-2-3	自然条件	18
2-2-4	環境社会配慮	26
2-2-4-1	環境に関する組織・法制度	26
2-2-4-2	社会影響に関する組織・法制度	28
第3章	プロジェクトの内容	39
3-1	プロジェクトの概要	39
3-2	協力対象事業の概略設計	45
3-2-1	設計方針	45
3-2-1-1	基本方針	45
3-2-1-2	自然条件に係わる方針	47
3-2-1-3	社会経済条件に係わる方針	47
3-2-1-4	建設事情に係わる方針	49
3-2-2	基本計画	50
3-2-2-1	適用基準	50
3-2-2-2	橋梁形式	50
3-2-2-3	設計仕様の概要	58
3-2-2-4	道路設計	59
3-2-2-5	橋梁設計	61
3-2-3	概略設計図	63
3-2-3-1	設計概要	63
3-2-3-2	基本設計図	64
3-2-4	施工計画	70

3-2-4-1	施工方針	70
3-2-4-2	施工上の留意事項	70
3-2-4-3	施工区分	71
3-2-4-4	施工監理計画	72
3-2-4-5	品質管理計画	74
3-2-4-6	資機材等調達計画	74
3-2-4-7	実施工程	79
3-3	相手国側分担事業の概要	80
3-3-1	我が国の無償資金協力事業における一般事項	80
3-3-2	本計画固有の事項	80
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	81
3-4-1	プロジェクトの運営	81
3-4-2	維持管理業務の内容	81
3-4-3	維持管理上の留意点	82
3-5	プロジェクトの概略事業費	83
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	83
3-5-2	運営・維持管理費	85
3-6	協力対象事業実施にあたっての留意事項	86
第4章	プロジェクトの評価	87
4-1	プロジェクトの前提条件	87
4-1-1	事業実施のための前提条件	87
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための外部条件	87
4-2	プロジェクトの評価	87
4-2-1	妥当性	87
4-2-2	有効性	88

[資 料]

1. 調査団員氏名・所属
2. 調査行程
3. 関係者(面会者)リスト
4. 討議議事録(M/D)
5. 参考資料/入手資料リスト
6. その他資料/情報



位置図

対象橋梁 5橋



完成予想図(1/5) マンデチュ(レオタラ)橋



完成予想図(2/5) ドルコラ橋



完成予想図(3/5) ジグミリング橋



完成予想図(4/5) ケラ橋



完成予想図(5/5) ジャンピ橋

写 真



写真1: ドルコラ橋の全景



写真2: ドルコラ橋 徐行しながらのトラック渡橋状況



写真3: ジグミリング橋の全景



写真4: ジグミリング橋 徐行しながらのトラック渡橋状況



写真5: マンデチュ（レオタラ）橋の全景



写真6: マンデチュ（レオタラ）橋 洪水時はケーブル高まで冠水



写真7: ケラ橋の全景



写真8: ケラ橋 床版は木製で所々破損がある。作業員による床版補修状況。



写真 9：ジャンビ橋の全景



写真 10：ジャンビ橋 床版は鋼製。幅員は非常に狭い。



写真 11：ゾンカチュラム橋の全景



写真 12：ツェンドナ橋の全景。



写真 13：国道 5 号線のロードブロックによる混雑状況。トラックの他、マイクロバス、一般車両の通行が見られる。



写真 14：国道 5 号線でのプナチャンチュ水力発電関連工事の状況。



写真 15：ローリン橋・本プロジェクトの設計に反映するため、第三次計画の橋梁の状況を調査した。



写真 16：ラワカー橋・本プロジェクトの設計に反映するため、第三次計画の橋梁の状況を調査した。

図 リ ス ト

図 1-1	「ブ」国の主要な道路	2
図 1-2	主要道路の交通量	2
図 1-3	他ドナーのプロジェクト位置	6
図 2-1	内務文化省の組織図	7
図 2-2	農業局の組織図	7
図 2-3	公共事業・定住省の組織図	8
図 2-4	DoR の予算変化	8
図 2-5	「ブ」国地質区分図	18
図 2-6	各地域の月別降水量	19
図 2-7	気象観測所位置図	19
図 2-8	対象河川位置図	20
図 2-9	流量観測所位置図	21
図 2-10	環境許可申請の手続き	37
図 2-11	環境許可取得までのスケジュール	37
図 3-1	インド・アッサム地方の地震条件	47

表 リ ス ト

表 1-1	我が国の支援実績	5
表 1-2	他ドナーの援助動向	6
表 2-1	第三次橋梁架け替え計画の諸元	9
表 2-2	サイトの優先順位	13
表 2-3	検討に用いた流量観測所	21
表 2-4	各橋梁位置での計画流量	22
表 2-5	等流計算条件	22
表 2-6	各橋梁位置で観測した洪水痕跡水位	23
表 2-7	各橋梁位置での計画高水位	24
表 2-8	ボーリング数	24
表 2-9	騒音基準	27
表 2-10	マンデチュ（レオタラ）橋スコーピング結果	30
表 2-11	ドルコラ橋スコーピング結果	31
表 2-12	ジグミリング橋スコーピング結果	32
表 2-13	ケラ橋スコーピング結果	33
表 2-14	ジャンビ橋スコーピング結果	34
表 2-15	主要な環境社会影響の概要	35
表 2-16	総合評価	35
表 2-17	モニタリング計画及び緩和策（案）	38
表 3-1	橋梁形式	40
表 3-2	道路計画仕様（幹線国道）	58
表 3-3	橋梁計画仕様（幹線国道）	58
表 3-4	橋梁計画仕様（農道）	59
表 3-5	道路規格と幅員	60
表 3-6	「ブ」国における活荷重の基準	61
表 3-7	架替え後の橋梁の概要-1	63
表 3-8	架替え後の橋梁の概要-2	64
表 3-9	品質管理計画表	74
表 3-10	主要資材の調達区分	75
表 3-11	主要建設機械の調達想定区分	76
表 3-12	輸送車両（カルカッタ～プンチョリン）	77
表 3-13	輸送ルート・輸送期間	77
表 3-14	事業実施工程表	79

表 3-15 「ブ」国側で上部工を施工する 3 橋梁概要	80
表 3-16 維持管理の内容	82
表 3-17 概算事業費（日本国側負担）	83
表 3-18 「ブ」国側負担事業内容・実施時期及び概算事業費	84
表 3-19 主な維持管理項目と費用	85

略語集

略語	正式名称(英語)	和名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
CDCL	Construction Development Corporation Limited	
Dantak	Indian Border Roads	インド国境道路整備組織の道路建設チーム
DAO	Dzongkhag Agricultural Office	県農業事務所
DDM	Department of Disaster Management, Ministry of Home and Cultural Affairs	内務文化省災害管理局
DoA	Department of Agriculture, Ministry of Agriculture	農業省農業局
DoR	Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省道路局
ECoP	Environmental Code of Practice	環境配慮規定
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchang of Notes	交換公文
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood	氷河湖決壊による洪水
GNH	Gross National Happiness	国民総幸福量
GNI	Gross National Income	国民総所得
GOI	Government of India	インド政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
H. W. L.	High Water Level	計画高水位
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IRC	Indian Road Congress	インド道路委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MoA	Ministry of Agriculture	農業省
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省
NEC	National Environmental Commission	国家環境委員会
Nu	Bhutanese Currency or Ngultrum	現地通貨ニユルタム
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
P/Q	Prequalification	入札参加資格事前審査
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
US \$	US Dollar	米国ドル
WB	World Bank	世界銀行

第1章 プロジェクトの背景・経緯

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) 調査対象地域の現状

2009年5月に発生したサイクロン・アイラは「ブ」国内に豪雨をもたらし、調査対象の9橋架設地域でも、橋梁流出等の深刻な被害をもたらした。現在でも復旧が進んでいない箇所もあり、地域住民の日常生活・経済活動に重大な支障をきたしている。農道上のNo.9 マンデチュ



写真-サイクロン・アイラにより被災した橋梁

(レオタラ)橋、No.19 ケラ橋、No.20 ジャンピ橋は非常に急峻な地形に架設されている。また各橋梁に至る農道は完成されておらず、車輛が橋梁まで辿り着けない。歩行者、家畜の通行のための人道吊橋が架設されているにとどまる。しかし、これらの橋梁は対岸に居住する多くの住民に欠かせない生活道路であり、No.9 マンデチュ(レオタラ)橋およびNo.19 ケラ橋は第10次5カ年計画に位置付けられた農道の中でも重要な路線である。またNo.20 ジャンピ橋についても対岸の貧困削減が課題である。「ブ」国としてはこれらの橋梁の道路橋への架け替えを早期に進めたい意向である。これら3橋については橋の前後に車両通行可能な農道の建設が計画されている。

また、No.17 ドルコラ橋、No.18 ジグミリング橋が架設されている国道5号はプナチャンチュ水力発電事業の輸送道路として、また南部を横断する第二東西道路計画の一部を担う道路として重要な位置づけにある。しかし上記2橋は車両荷重が18t(1台のみの通行を許可)に制限された仮設橋である。災害による被災の可能性や迂回路が無いことを考慮すると、早期に永久橋への架け替えが期待されている。現在、国道5号線沿線では、ワンディポダン県において、「ブ」国経済発展のために非常にインパクトの大きいプナチャンチュ水力発電プロジェクトが進行中であり、通関の町の1つであるインド国境のゲレフ市からワンディポダン間のインフラ整備が重要である。また、サルパン県からトンサ県に抜ける国道4号線も主要幹線道路としての位置付けが高い。

(2) 「ブ」国における道路状況

「ブ」国の道路延長は4,545kmで、そのうち国道の延長は1,556kmであり、国道以外は県道、市町村道、都市内道路、農道、森林道に区分されている。

「公共事業・定住省 (Ministry of Works & Human Settlement、以下 MoWHS)」傘下の「道路局 (Department of Roads、以下 DoR)」が管轄・管理する国内道路網は、東西に1路線 (国道1号線)、南北に4路線 (国道2号～5号線) の5つの主要路線で構成されている。

交通流動を見ると、最も交通量が多いのは、現在「ブ」国とインドとの国際物流を担う国道2号線であり、このルートはインドと首都ティンブー間の最短経路であることから、将来においても交通量の増加傾向は続くと考えられる。国道4号線、5号線は、国道2号線を補完するルートとして、重要な位置付けにある。

「農業省 (Ministry of Agriculture、以下 MoA)」傘下の「農業局 (Department of Agriculture、以下、DoA)」が管理・管轄する農道及び林道は、切り出した木材の運搬、農業資材・農産物の搬出入に供され、農業生産地と市場を結ぶ目的をもつ。「ブ」国は貧困削減を優先課題としており、貧困地域のアクセス向上のため、農道整備が計画されている。

(3) 「ブ」国における橋梁状況

「ブ」国はヒマラヤ山脈の麓に位置し、国内各地の道路は急峻な地形を結ぶため、橋梁は非常に重要な位置付けにある。

「ブ」国の国道や県道に架かる多くの橋梁は、1970年～80年代に架橋された仮設橋 (ベイリー橋) である。

近年、日本の無償資金協力によって、主なる橋梁に対してベイリー橋から永久橋への架替えが進められている。また、農道や林道に架かるベイリー橋は、車輛交通が可能な橋梁もあるが、大部分が車輛通行に対応できない人道橋である。このため農業を中心とした地域経済の発展に伴う交通量の増加や貨物車の積載量の増加に対して大きな問題を抱えている。このような状況からまともな人の移動と物流を行える車輛交通が可能な橋梁



図 1-1「ブ」国の主要な道路

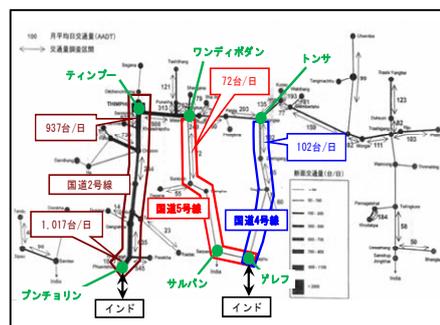


図 1-2 主要道路の交通量



写真-既設人道橋



写真-既設ベイリー橋

の架設が望まれている。

1-1-2 開発計画

「ブ」国では、以下に示す3つの計画が国家開発の大きな柱となっている。

- ① ブータン 2020(1999年策定)
- ② 道路セクターマスタープラン(2007-2027)
- ③ 第10次5ヶ年計画(2008-2012)

1) ブータン 2020

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

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

2) 道路セクターマスタープラン(2007-2027)

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

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

3) 第10次5ヶ年計画

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

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

1-1-3 社会経済状況

1) 社会状況

「ブ」国の人口は67.1万人(2009年、「ブ」国政府)であり、民族はチベット系住民が約8割を占め、その他はネパール系住民等で構成される。2008年には初の国民投票による下院の総選挙が実施され100年間に亘った絶対王政から議会制民主主義制度へと移行した。

ブータン政府は精神的な豊かさを目指す考えである国民総幸福量(GNH)の増加を政策の中心としている。

言語はゾンカ語が公用語となっており、自国通貨Nu(ニュルタム)とインドルピーが流通している。また国民の多くはチベット仏教を信仰している。

2) 経済状況

「ブ」国の経済状況を見ると、一人当たり国民総所得(GNI)は2,020US\$(2009年、世銀)で、近年の経済成長率6.8%(2009年、「ブ」国政府)と、4.4%の比較的低い失業率(2009年、「ブ」国政府)により、社会情勢は安定している。経済構造は、第1次産業18.2%、第2次産業42.0%、第3次産業39.8%である。また、輸出入の約8割をインドが占めており、隣国インドとの関係が深い。近年、インドからの援助による国内各地での水力発電所建設とその稼働により、「ブ」国輸出品目第1位は電力であり、総輸出額の約60%(2008年「ブ」国政府)を占める。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「ブ」国は国土の大部分が険しい山岳地帯であり、道路・橋梁による交通が主要な交通・輸送手段である。しかし、車道まで徒歩で半日以上かかる世帯が全体の20%を超えており、道路の整備状態の悪さと絶対的な不足は、特に農村部において各種社会サービス・市場へのアクセスを阻んでおり、ブータンの開発における最大の阻害要因となっている。そのため、効率的で安全な道路網及び橋梁整備がブータン国の社会・経済の発展に不可欠となっている。

実際、このような課題に対し、「ブ」国政府は、第10次5カ年計画(2008年～2013年)において、都市部と農村部のバランスのとれた開発や戦略的インフラ整備の重要性を謳っており、幹線道路の改修整備、地方アクセス道路網の充実、既存道路・橋梁の維持・補修、既存橋梁の架け替え等を重点課題としている。

2009年5月に発生したサイクロン・アイラは、同年上半期の世界において最大の死者数(320名)となり、インド、バングラデシュを含めると10万人以上の避難者、10万戸以上の家屋に被害を受けたといわれている。サイクロンは「ブ」国にも豪雨をもたらし、国内各地の道路、橋梁等に深刻なダメージを与えた。被災後、インドやデンマーク、オーストラリア、国連等による支援が表明されたものの、被災から2年近く経つ現在でも復旧が十分に進んでおらず、住民は日常生活に必要な施設へのアクセスが奪われた状態が続いている。

このような状況から、「ブ」国政府は我が国に対し、無償資金協力「サイクロン災害復興支援計画」を要請した（2009年9月）。この要請を受け、我が国として協力の妥当性を検証するため、JICA ブータン事務所により要請内容の調査が行われ、協力対象を橋梁架け替えに絞り込むと同時に、緊急性の高い橋梁のスクリーニングを実施した。同結果を踏まえて、JICA は準備調査の実施を決定し、2010年8～9月にかけて、「サイクロン災害復興支援計画 事前調査」を実施した。この調査の結果を受け、「ブ」国内で必要性・緊急性の高い9橋を対象に、本調査の実施が決定された。

本プロジェクトは、国道5号線上のドルコラ、ジグミリング、および国道4号線につながる農道上のマンデチュ（レオタラ）、ケラ、ジャンビに橋梁を建設することによって、サイクロンにより破壊された橋梁の復旧による地域住民のアクセス改善および今後のサイクロン襲来に備えたアクセスの確保の実現が期待されている。この中において、無償資金協力による対象事業は、ドルコラ、ジグミリングにおける永久橋への架け替え、マンデチュ（レオタラ）、ケラ、ジャンビの仮設橋建設に際しての下部工建設とする。

1-3 我が国の援助動向

「ブ」国における、道路セクターに関する我が国の支援実績は、表1-1のとおりである。

表 1-1 我が国の支援実績

援助形態	プロジェクト名	実施年	金額(億円)
開発調査	橋梁整備計画調査	1997年～1998年	-
専門家派遣	長期専門家派遣	1998年～2007年	-
技術協力プロジェクト	橋梁計画・設計・施工・保全に関わる人材育成プロジェクト	2004年～2007年	-
無償資金協力	道路建設機材整備計画	1987年	4.12
	第2次道路建設機材整備計画	1995年	5.57
	橋梁架け替え計画	2001年～2003年	17.13
	道路建設機材整備拡充計画	2003年	6.03
	第2次橋梁架け替え計画	2005年～2007年	13.02
	第3次橋梁架け替え計画	2009年～2012年	-

1-4 他ドナーの援助動向

近年における道路セクターに関する他ドナーの援助動向については、DoR にヒアリングを行ったところ、主要援助期間は、WB（世界銀行）、ADB（アジア開発銀行）、GOI（インド政府）であり、DoR 内にこれらのドナーに対応する部署を設けている。上記ドナーの道路セクターにおける援助の動向は、橋梁整備を含めた道路整備が主であり、その路線は国道2号線、国道4号線、国道3号線といった、インドとのアクセスを背景にした南北軸の整備が多くなっている。

表 1-2 他ドナーの援助動向

No.	プロジェクト名	予算	位置	実施機関	ドナー	援助形式	特記
1	第2地方道計画	10.01 百万 US\$	1-1 ワンディ	DoR	WB	無償	
			1-2 ダガナ				
			1-3 ベマテル				
2	バベサ～ブンチョリン間道路2車線化計画	1,887 百万 Nu.	2 ティンブー - ブンチョリン	DANTAK	GOI	無償	
3	チュウザム～パロ道路2車線化計画	424 百万 Nu.	3 チュウザム - パロ	DoR	GOI	無償	
4	ゴンブ～バンバン道路建設計画	15 百万 Nu.	4 ゴンブ - バンバン	DoR	GOI	無償	調査
5	ゲルボジン～ナングラム間道路整備計画	150 百万 Nu.	5 ゲルボジン - ナングラム	DoR	GOI	無償	
6	ゲレフ～トンサ間国道整備計画	11.0 百万 US\$	6 トンサ - ゲレフ	DoR	ADB	有償	
7	支線道路改良計画	14.0 百万 US\$	7-1 ミルチム - ポンゴ	DoR	ADB	有償	
			7-2 テキザム - ジェナ				
			7-3 アウチョー - ガルバタン				
			7-4 カルツングラ - カンバラ				

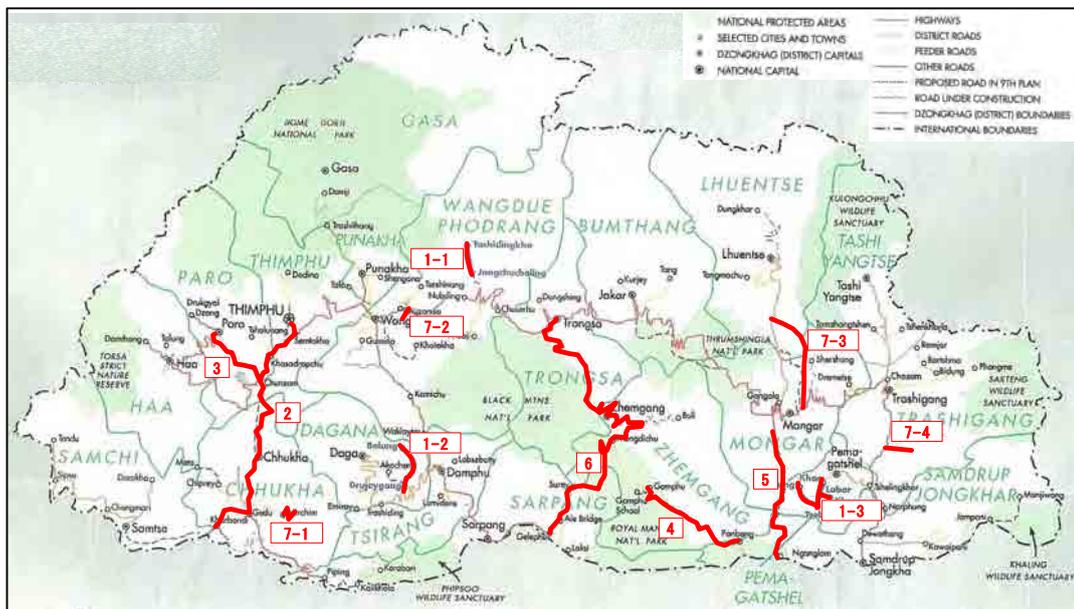


図 1-3 他ドナーのプロジェクト位置

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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

(1) 組織

本事業の実施機関は「災害管理局 (Department of Disaster Management、以下 DDM)」、「道路局 (Department of Roads、以下 DoR)」、「農業局 (Department of Agriculture、以下 DoA)」である。このうち DoR が実施機関 3 者を代表し、協力対象橋梁の予算を申請・確保することになる。

(1)-1 DDM

DDM は災害に関するガイドライン等の策定や地方への災害対策の情報提供、災害知識の啓発活動等を通じて「ブ」国全土における災害リスク管理を行っている組織である。総職員数 22 人を有する。(2011 年「ブ」国政府) 以下に内務文化省の組織図を示す。



図 2-1 内務文化省の組織図

(1)-2 DoA

DoA は、総職員数 835 人を有する (2010 年 DoA 提供資料) 組織で、「ブ」国全土の農道や林道を管理し、併せて農道や林道に交差する河川に架設された吊橋等の管理等も行っている。

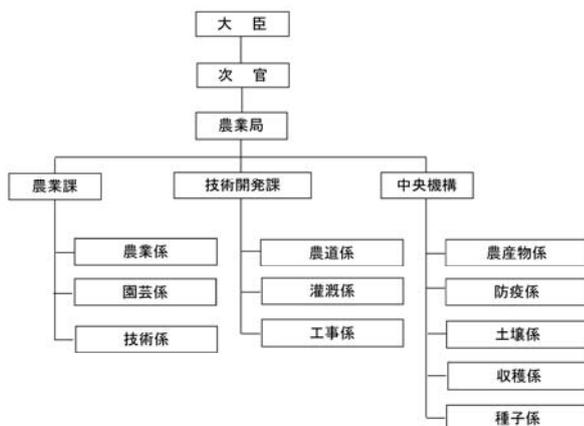


図 2-2 農業局の組織図

(1)-3 DoR

主要幹線道路を管理している DoR の前身は、1959 年にインド政府の援助で始まった国道 2 号線の建設に伴って設立された組織である。1979 年には公共事業局(PWD)の傘下に組み入れられ、2003 年に MoWHS 傘下の部局となった。総職員数 324 人を有する。(2009 年年次報告書) 以下に公共事業・定住省の組織図を示す。

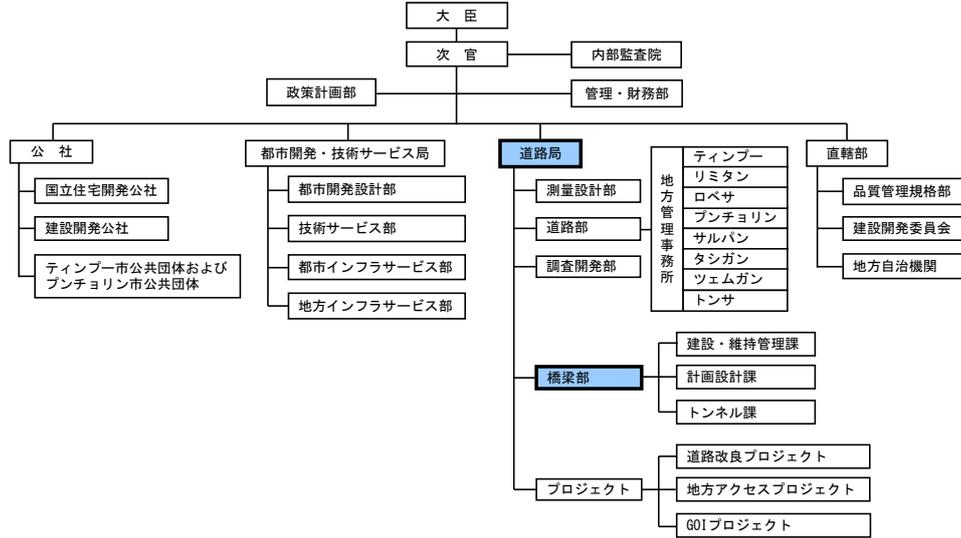


図 2-3 公共事業・定住省の組織図

2-1-2 財政・予算

DoR における 2002~2011 年度予算の時系列変化を下表に示す。2003/2004 から 2006/2007 にかけて予算は減少しているが、2007/2008 は大幅に増加している。ここ数年の傾向としては概ね増加傾向である。

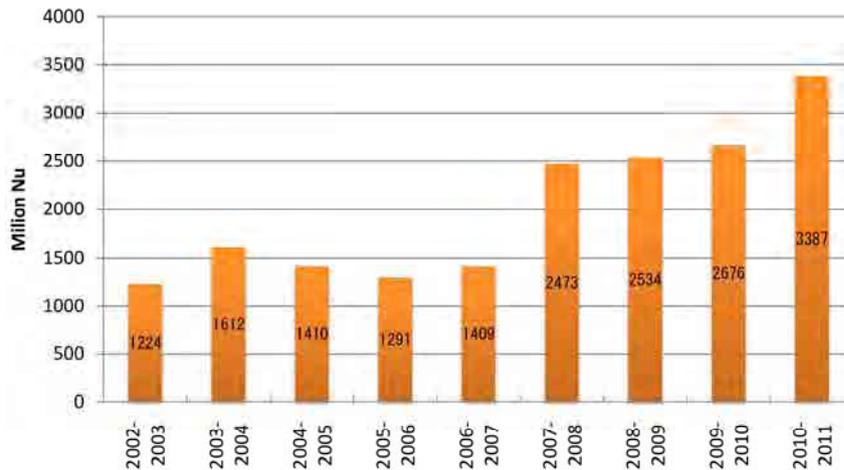


図 2-4 DoR の予算変化

(単位：百万 Nu.)

(出典：DoR 資料)

2-1-3 技術水準

「ブ」国の土木技術者は、訓練学校を経て主に現場を管理する「技能員」、および工業専門学校/大学を経て短大を卒業した「技術者」から成る。技能員の多くは1965年に設立された「王立技術学校(Royal Technical Institute)」の電気科、機械科、自動車科、建築科、製図科を終了している。現在、当該学校は解体されて、「職業訓練学校(Vocational Technical Institute)」となり、各地に移転された。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Dewathangに設立された当該学校は2000年に西部のPhuentsholing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。このような事情のために、建設業者は外国人、特にインド人の技術者によりその不足を補っている。

2-1-4 既存施設・機材

本調査対象橋梁であるドルコラ橋、ジグミリング橋が架設している国道5号線では、我が国の無償資金協力による第二次橋梁付架け替え計画で、仮設橋であったワクリタル橋がランガー橋に架け替えられている。2011年7月現在、第三次橋梁架け替え工事が実施中である。以下にその諸元を示す。

表 2-1 第三次橋梁架け替え計画の諸元

橋梁名	ラワカー橋	バンチュ橋	ニャラチュ橋	ブリチュ橋	チャンチー橋	ローリン橋
橋梁形式	鋼単純合成 I 桁橋	PC 単純箱桁橋	PC 単純箱桁橋	PC 単純箱桁橋	PC 単純箱桁橋	鋼単純ランガー橋
橋長	45.0m	40.0m	40.0m	50.0m	45.0m	70.0m
支間長	44.0m	39.0m	39.0m	48.9m	43.9m	68.6m
幅員	6.0m	6.0m	6.0m	6.0m	6.0m	6.0m

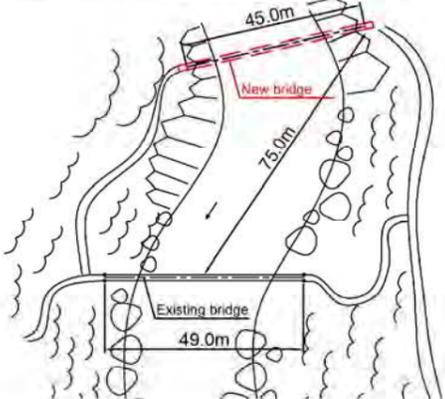
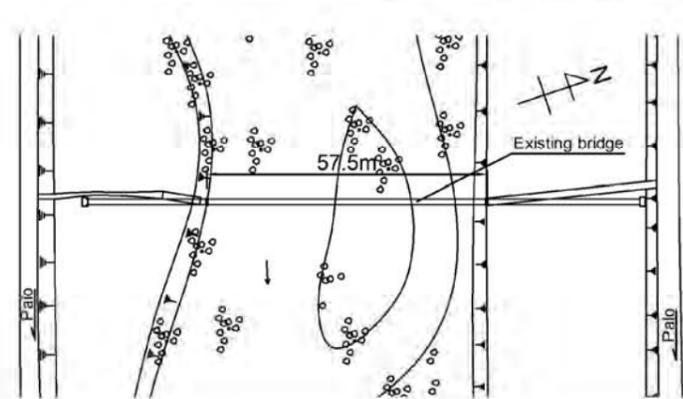
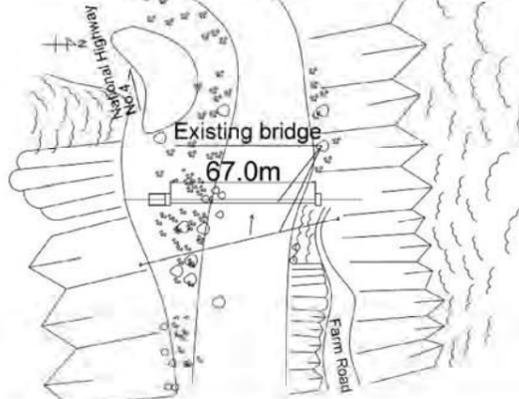
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 協力対象橋梁

(1) 現地調査

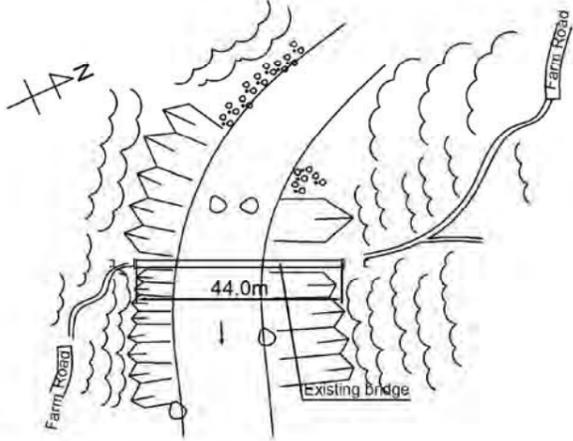
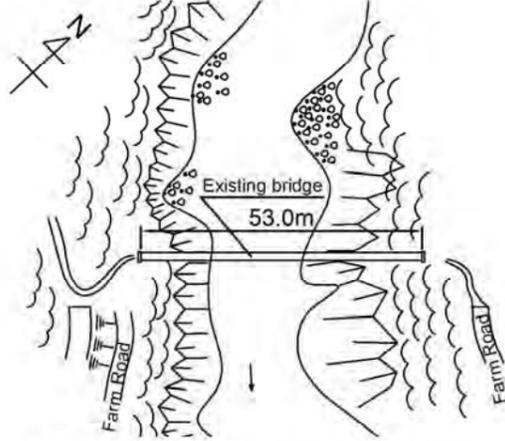
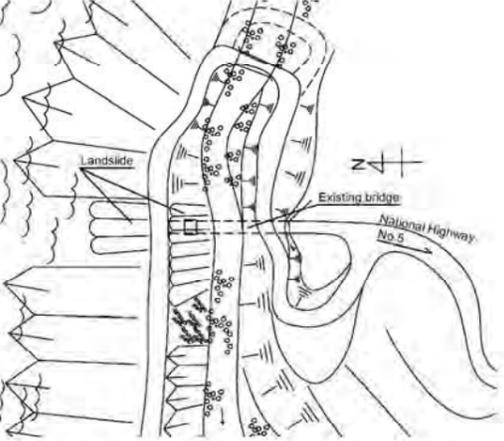
本調査では、計9橋を対象に現地調査を実施し、協力対象橋梁の抽出選定の基礎資料とした。次項以降に各橋梁の現地調査結果を示す。

現地調査結果一覧表(1/3)

	No. 3 ナジャ/ゲリング橋	No. 5 ツェンドナ橋	No. 9 マンデチュ(レオタラ)橋
現地写真	 <p>既存橋の状況</p> <p>新橋の架設状況</p>	 <p>既存橋の状況</p> <p>主塔の倒壊</p>	 <p>被災当時の状況</p> <p>既存橋の現状</p> <p>流失した橋脚</p>
概略平面図			
道路の区分(管轄)	農道 (DoA)	農道 (DoA)	農道 (DoA)
既存橋の形式	人道吊橋 (L=49.0m)	人道吊橋 (L=57.5m)	人道吊橋 (L=67.0m) (流失前: ベイリー橋)
地形・地質	岩盤の露頭する急峻な地形	河床堆積物からなる平地	岩盤の露頭する急峻な地形
河川の状況	流量が多く、流速も速い	流量がやや多く、流速は比較的緩やかである。	流量が多く、流速も速い
利用状況	利用者は少ない (30 分間で通行者なし)	30 分に 1 人程度の通行	30 分に 10 人程度の通行 対岸には 210 世帯・約 3,000 人の集落が存在する
橋梁の現況	既存橋の老朽化は著しいが、上流 75m の地点に新橋の架設が始まっている。	主塔基礎の幅が狭く、根入れも不足していることから、河床洗掘により主塔が傾斜している。損傷が著しく、人の通行には危険を伴う。	サイクロン・アイラにより既存の人道吊橋の床版が損傷し、これより低い位置に架設されたベイリー橋も流失した。また、ベイリー橋の橋脚は打継ぎ目が弱点となり流失している。この橋脚は打継ぎ処理の甘さ、ジャンカなどコンクリート打設の品質の低さが確認される。現状はベイリー橋の下部工を利用して応急的に人道吊橋が架設されている。
取付道路の状況	主要道路から歩行者用のけもの道(橋梁まで約 1 時間)が存在する。車両の通行が可能な農道は整備されていない。	河川の両岸に Feeder Road が存在する。	起点側には国道 4 号に接続する農道の建設計画(2011 年 2 月より地質調査開始予定)がある。
路線の重要度	農道の建設予定がなく、路線の重要度は低い。	下流 3.5km に本邦 ODA による道路橋が架設(1995 年)されており、上流 1.5km には人道吊橋が架設されている。したがって、道路橋への架け替えの重要性は低い。	第 10 次五カ年計画に位置付けられた、農道の中では重要な路線である。
同様の災害による被災の可能性	新橋が洪水時の洪水時水位より高く、既存橋より高い位置に架設されており、被災の可能性は低い。	既に倒壊しており、使用不可能な状態である。	現況の吊橋は応急的に架設されたものであり、サイクロン・アイラによる洪水時水位より低い位置に架設されており、桁下高が不足していることから、異常出水時に被災の可能性が高い。

現地調査結果一覧表 (2/3)

	No. 16 ゾンカチュラム橋	No. 17 ドルコラ橋	No. 18 ジグミリング橋
現地写真	<p>鋼製床版の損傷</p> <p>落石による主構の損傷</p> <p>既存橋の状況</p> <p>河川の状況</p>	<p>橋梁により縮小された下流側河川幅</p> <p>同規模の橋梁の流失跡</p> <p>河川の状況 河川幅の広い上流側</p>	<p>橋脚の鉛直性は確保されている</p> <p>橋脚が橋台に近接しているために河道が洗掘されている</p> <p>既存橋の状況</p>
概略平面図			
道路の区分(管轄)	National Highway No.4 (DoR)	National Highway No.5 (DoR)	National Highway No.5 (DoR)
既存橋の形式	トラス橋 (L=22.5m)	ベイリー橋 (L=35.0m)	ベイリー橋 (L=63.0m)
地形・地質	岩盤の露頭する急峻な地形	河床堆積物からなる平地	河床堆積物からなる平地
河川の状況	流量が多く、流速も速い	流量は少なく、流速も緩やかである 橋梁により、河川断面が縮小されている	流量は少なく、流速も緩やかである 橋脚位置が橋台に近接しており、橋台前面が洗掘されやすい状況にある
利用状況	5分に1台程度の交通量 3 dzongkhags を跨ぐ国道である	5分に1台程度の交通量 5 dzongkhags を跨ぐ国道である	5分に1台程度の交通量 5 dzongkhags を跨ぐ国道である
橋梁の現況	既存橋落石によるトラス主構の損傷、鋼製床版の損傷が確認される。	橋台護岸に洗掘跡が確認される	スパンの長い径間にたわみが確認される。 橋台護岸に洗掘跡が確認される
取付道路の状況	国道4号上の橋梁であり、前後通行可能である。	国道5号上の橋梁であり、前後通行可能である。	国道5号上の橋梁であり、前後通行可能である。
路線の重要度	ゲレフ〜トンサを結ぶ国道であり、比較的重要である。	ゲレフ〜ワンディー〜ティンブー（首都）を結ぶ路線であり、ブナサンチュ水力発電事業への物資輸送経路となることに加え、「プ」国南部の第2東西道路にも関係する非常に重要な路線である。	ゲレフ〜ワンディー〜ティンブー（首都）を結ぶ路線であり、ブナサンチュ水力発電事業への物資輸送経路となることに加え、「プ」国南部の第2東西道路にも関係する非常に重要な路線である。
同様の災害による被災の可能性	桁下高が十分に確保されており、異常出水による被災の可能性は低い	既存橋により、河川断面が閉塞された状況であり、同程度のスパンの橋梁の流失跡も確認されることから、異常出水による被災の可能性が高い	橋台〜橋脚間の距離（径間長）が短く、異常出水時に被災の可能性が高い

	No. 19 ケラ橋	No. 20 ジャンビ橋	No. 21 チェンチー橋
現地写真	 <p>河川の状況</p> <p>既存橋の状況</p> <p>新橋の架設状況</p>	 <p>河川の状況</p> <p>既存橋の状況</p> <p>岩盤の露頭・急峻地形</p>	 <p>既存橋の状況</p>
概略平面図			
道路の区分(管轄)	農道 (DoA)	農道 (DoA)	Feeder Road (DoA)
既存橋の形式	人道吊橋 (L=44.0m)	人道吊橋 (L=53.0m)	ベイリー橋 (L=30.0m)
地形・地質	岩盤の露頭する急峻な地形	岩盤の露頭する急峻な地形	岩盤の露頭する急峻な地形
河川の状況	流量が多く、流速も速い	流量が多く、流速も速い	流量が少なく、流速も緩やかである
利用状況	15分に1人程度の通行が確認される 対岸に2集落57世帯が生活する	15分に1人程度の通行が確認される 対岸に5集落64世帯が生活する	15分に1台程度の車両の通行が確認される 対岸に約2,000人の住む集落が存在する。
橋梁の現況	橋梁主構の劣化、木製床版の抜け落ちなど損傷が著しい	損傷は見られない。	既に流失しており上部工は撤去されている。 橋台周辺の盛土の地滑り、橋台堅壁の打継ぎ部からの破壊が確認され、施工品質の低さが被災に影響している。 上流800m地点に新橋の架け替え計画が進んでいる。
取付道路の状況	前後に農道が建設されており、橋梁が建設されれば、車両の渡河が可能となる。	前後に農道が建設されており、橋梁が建設されれば、車両の渡河が可能となる。	既存 Feeder Road が存在し、上流の新橋への付替え道路も計画されている。
路線の重要度	第10次五カ年計画に位置付けられた、農道の中では重要な路線である。	対岸の住民の貧困削減のため、比較的重要な路線に位置付けられている。2010年12月～2011年6月に対岸側の農道の建設を進める予定である。	上流に付替え道路を含む、新橋の計画があり、路線の重要度は低い。
同様の災害による被災の可能性	桁下高が確保されており、同様の災害による被災の可能性は低い	桁下高が確保されており、同様の災害による被災の可能性は低い	上流に新橋の計画があり、被災の可能性は低い

(2) 調査対象橋梁の抽出

調査対象 9 橋のうち、以下のことから No. 3 ナジャ/ゲリング橋および No. 21 チェンチー橋を協力対象橋梁から除外し、調査対象橋梁を 7 橋とした。

① No. 3 ナジャ/ゲリング橋

既存橋の上流の高い位置(既存橋との離れ 75m)に既に新橋の建設が始まっている。

②No. 21 チェンチー橋

既存橋の上流 800m の位置に新橋（ベイリー橋）の計画を進めている。

(3) 協力対象橋梁の抽出

上記経緯より、調査対象橋梁を 9 橋から 7 橋とし、この 7 橋を対象に、緊急性、裨益効果、路線の重要度、同規模災害による被災の可能性、施工の難易度を指標として、サイトの優先順位を下表のように設定した。優先順位は No. 9 マンデチュ（レオタラ）橋、No. 17 ドルコラ橋、No. 18 ジグミリング橋、No. 19 ケラ橋、No. 20 ジャンビ橋の順となり、No. 16 ゾンカチュラム橋および No. 5 ツェンドナ橋は架け替えの必要性が低いものと判断した。以上のことから上位 5 橋を協力対象とした。各橋梁の評価の詳細を次項以降に示す。

表 2-2 サイトの優先順位

No	橋梁名	緊急性	裨益効果	路線の重要度	同規模災害による被災の可能性	施工の難易度（「プ」国による実施）	点数	順位
9	マンデチュ(レオタラ)橋	◎	◎	◎	◎	◎	15	1位
17	ドルコラ橋	○	◎	◎	◎	◎	14	2位
18	ジグミリング橋	○	◎	◎	◎	◎	14	2位
19	ケラ橋	○	○	◎	△	○	10	4位
20	ジャンビ橋	○	○	◎	△	○	10	5位
16	ゾンカチュラム橋	×	○	◎	△	△	8	6位
5	ツェンドナ橋	×	△	△	△	△	4	7位

◎:3点 ○:2点 △:1点 ×:0点

※同位の場合は緊急性を優先する

※No.19はNo.20に比べ老朽化しているため、4位とする

 協力対象橋梁

対象橋梁評価結果一覧表(1/4)

No.5 ツェンドナ橋	
Road classification	Farm Road
Jurisdiction	DoA
Existing Size	L=30m
Existing Bridge Type	Suspension Bridge
Beneficiary	-
	
<p>※橋脚フーチング幅の不足、根入れ不足による洗掘により、橋脚が傾斜</p>	
<p>【Urgency】 下流3.5kmの地点に日本ODAによる道路橋が架設されており、道路橋への架け替えの必要性は低い</p>	×
<p>【Scale of benefecuarues】 民家は点在しており、利用者も限定的である</p>	△
<p>【Importance of the route】 道路橋の必要性は低く、人道橋で十分であり、路線の重要度は低い</p>	△
<p>【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 既に倒壊しており、利用が出来ない状況である。</p>	△
<p>【Difficulty of construction】 人道吊橋、ペイリー橋であれば、「ブ」国側での施工が可能である。</p>	△

No.9 マンデチュ(レオタラ)橋	
Road classification	Farm Road
Jurisdiction	DoA
Existing Size	L=70m
Existing Bridge Type	Bailey Bridge
Beneficiary	210HH (3000人)
	
<p>※橋脚の打ち継ぎ目の施工不良により橋脚が倒壊</p>	
<p>【Urgency】 流失した橋台を利用して応急的に人道橋が架設されていることから、雨季に流失の可能性が高く流失した場合に迂回路がないことから緊急性は高い</p>	◎
<p>【Scale of benefecuarues】 3000人村落への主要な連絡道路であり、裨益効果は高い</p>	◎
<p>【Importance of the route】 第10次5カ年計画に位置付けられた路線であり、Farm roadの中では重要度の高い路線である また、裨益人口からも重要な路線である</p>	◎
<p>【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 応急的に架設された人道橋の桁下高はサイクロン・アイラによる高水位より低い位置にあり同様の災害で被災する可能性は高い</p>	◎
<p>【Difficulty of construction】 既存のペイリー橋の橋脚は施工時の打ち継ぎ目が弱点となり、倒壊している また、新橋の下部工の高さが高く、施工の難しい橋梁である なお、新橋の上部工にはペイリー吊橋が想定され、「ブ」国側での施工が可能である。</p>	◎

対象橋梁評価結果一覧表(2/4)

No.16 ゾンカチュラム橋	
Road classification	National Highway No.4
Jurisdiction	DoR
Existing Size	L=23m
Existing Bridge Type	Truss Bridge
Beneficiary	3 dzongkhags
  <p>※落石による主構の損傷</p>	
【Urgency】 落石による損傷はあるものの、車両の通行は可能であり、交通量も比較的少ないことから、架け替えの必要性は低い	×
【Scale of benefucuarues】 国道4号線に位置することから、不特定多数に利用されるが交通量は比較的少ない	○
【Importance of the route】 国道4号線に位置することから、重要度は高い	◎
【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 桁下高が十分に確保されており、洪水による被災の可能性は低い	△
【Difficulty of construction】 新橋を架設する場合には、落石を回避するため、スパン70mの橋梁が必要となるため、施工は難しい。 なお、応急的に既存橋の脇にベイリー橋(スパン30~35m)を架設するのであれば、「ブ」国側での施工は可能である。	○

No.17 ドルコラ橋	
Road classification	National Highway No.5
Jurisdiction	DoR
Existing Size	L=40m
Existing Bridge Type	Bailey Bridge
Beneficiary	5 dzongkhags
   <p>上流側 下流側</p> <p>※橋梁による河道の縮小</p>	
【Urgency】 橋梁により河道が縮小されており、護岸の一部が浸食されている。 また、周辺に迂回路もないことから、緊急性は比較的高い。	○
【Scale of benefucuarues】 国道5号線上に位置し、不特定多数に利用される	◎
【Importance of the route】 国道5号線上に位置し、ゲレフからサルパン、ワンディ方面に向かう重要な路線にある	◎
【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 橋梁により河道が縮小されており、上流側は川幅が広がった痕跡が見られる(礫の堆積範囲より) また、同規模の橋梁の倒壊跡も確認されるため、洪水等により被災する可能性が高い	◎
【Difficulty of construction】 既存橋はベイリー橋であり、架け替えの場合は40t車両の通行可能なスパン35mの永久橋が想定されることから、施工の難易度は高い	◎

対象橋梁評価結果一覧表(3/4)

No.18 ジグミリング橋	
Road classification	National Highway No.5
Jurisdiction	DoR
Existing Size	L=64m
Existing Bridge Type	Bailey Bridge
Beneficiary	5 dzongkhags



※護岸の浸食



※橋台と橋脚の近接





【Urgency】 橋脚が橋台に近接しており、洪水時にこの付近の流速が早まる可能性が高く、現状でも護岸の一部が浸食されている。また、周辺に迂回路もないことから、緊急性は比較的高い。	○
【Scale of benefucuarues】 国道5号線上に位置し、不特定多数に利用される	◎
【Importance of the route】 国道5号線上に位置し、ゲレフからサルパン、ワンディ方面に向かう重要な路線にある	◎
【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 橋脚が橋台に近接しており、洪水時には橋台付近の流速が早まることが予想され、橋梁が損傷または流失する可能性が高い。(適正な位置に橋脚を設置することが望ましい。)	◎
【Difficulty of construction】 既存橋はベイリー橋であり、架け替えの場合は40t車両の通行可能なスパン35mの永久橋が想定されることから、施工の難易度は高い	◎

No.19 ケラ橋	
Road classification	Farm Road
Jurisdiction	DoA
Existing Size	L=45m
Existing Bridge Type	Suspension Bridge
Beneficiary	2villages,57HH



※建設中のFarm road



【Urgency】 既存橋は架設年次が古く、損傷が著しい。10カ年計画に位置付けられた路線であり、前後にはFarm roadが建設されていることから、道路橋への架け替えが望まれている。	○
【Scale of benefucuarues】 2村落、57世帯の利用が想定され、人口規模から裨益効果は比較的高い。	○
【Importance of the route】 第10次5カ年計画に位置付けられた路線であり、Farm roadの中では重要度の高い路線である	◎
【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 桁下高が十分に確保されており、被災の可能性は低い	△
【Difficulty of construction】 新橋にはベイリー吊橋が想定されるため、上部工は「ブ」国側での施工は可能である。急峻な地形であり、下部工の施工はやや難しい	○

対象橋梁評価結果一覧表(4/4)

No.20 ジャンピ橋	
Road classification	Farm Road
Jurisdiction	DoA
Existing Size	L=53m
Existing Bridge Type	Suspension Bridge
Beneficiary	5villages,64HH
 	
<p>※建設中のFarm road</p>	
<p>【Urgency】 貧困削減のために車両アクセスを必要としており、前後にはFarm roadが建設されていることから、道路橋への架け替えが望まれている。</p>	○
<p>【Scale of benefucuarues】 5村落64世帯に利用され、人口規模から裨益効果は比較的高い。</p>	○
<p>【Importance of the route】 前後のFarm roadが建設途中であり、「ブ」国側においてFarm roadの中では比較的重要な位置づけにある。</p>	◎
<p>【Possibility of suffering damage caused by a similar disaster】 桁下高が十分に確保されており、被災の可能性は低い</p>	△
<p>【Difficulty of construction】 新橋にはベイリー吊橋が想定されるため、上部工は「ブ」国側での施工は可能である。急峻な地形であり、下部工の施工はやや難しい</p>	○

2-2-2 関連インフラの整備状況

本計画の協力対象5橋の内、ドルコラ橋、ジグミリング橋は国道5号線上にあり、南部の都市ゲレフからサルパンの間に位置する。現在、国道5号線ではプナチャンチュ水力発電工事に伴う工事車両等の交通量の増加が顕著であり、道路整備のためのロードブロックが実施されている。またマンデチュ(レオタラ)橋、ケラ橋、ジャンビ橋は国道4号線にアクセスする農道上に位置する。現在、3橋のサイト近辺で国道4号線に接続する農道の整備が計画されている。



写真-ロードブロックによる混雑状況

2-2-3 自然条件

(1) 地形・地質状況

「ブ」国の国土は大半が急峻な地形から成る。農道上のNo.9 マンデチュ(レオタラ)橋、No.19 ケラ橋、No.20 ジャンビ橋も非常に急峻な地形に架設されており、架橋位置では岩盤が露頭している。

また、国土の南部に位置する国道5号上の橋梁(No.17 ドルコラ橋、No.18 ジグミリング橋)は平地部に位置し、河岸は上流部から流出した砂・礫・巨石などの堆積物に厚く覆われている。また農道上の3橋が位置する辺りは「ブ」国の地質区分図によるとチュカ層に該当し、国道5号線上の橋梁が位置する辺りは堆積層が分布している。

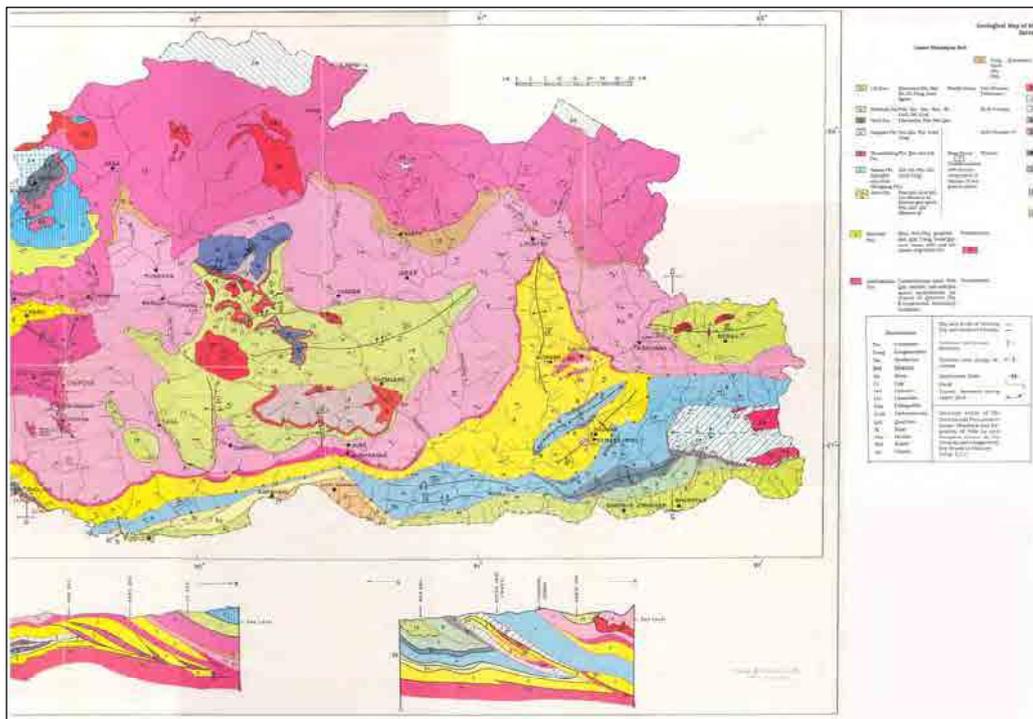


図 2-5 「ブ」国地質区分図

出典:DoA 提供資料

(2) 気象状況

「ブ」国内の気候は、標高が 3000m 以上の北部地域で高山気候、インド国境に接する南部地域で亜熱帯気候、北部地域と南部地域に挟まれる中央部の温帯性気候に区分される。ドルコラ橋、ジグミリング橋の位置する地域は亜熱帯気候に、マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋の位置する地域は温帯性気候の区分に入る。降水量は温帯性気候の地域では最大 400mm/月以下であり、亜熱帯気候の地域では、雨季には 1000mm/月以上の降雨が 3 カ月以上も継続する。

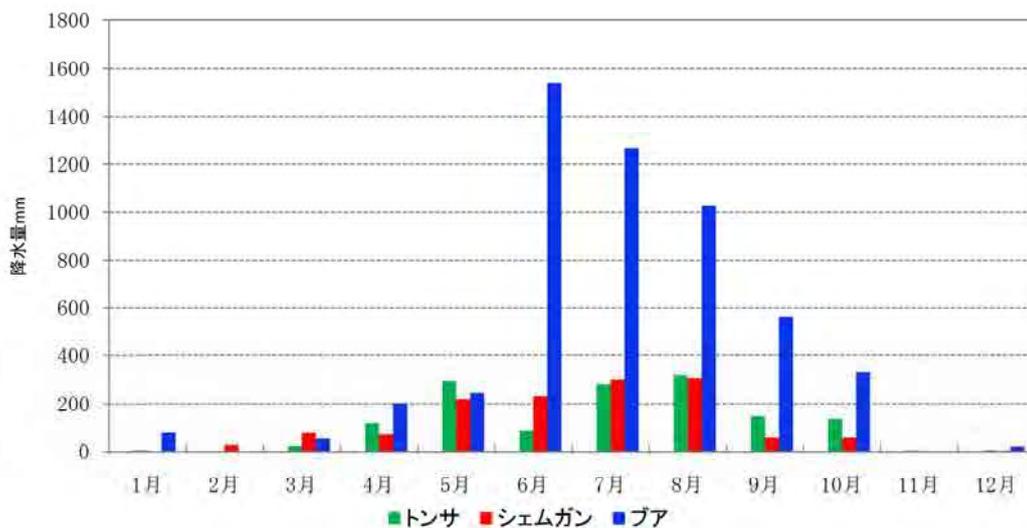


図 2-6 各地域の月別降水量(2009 年)

出典:DoA 提供資料より作成

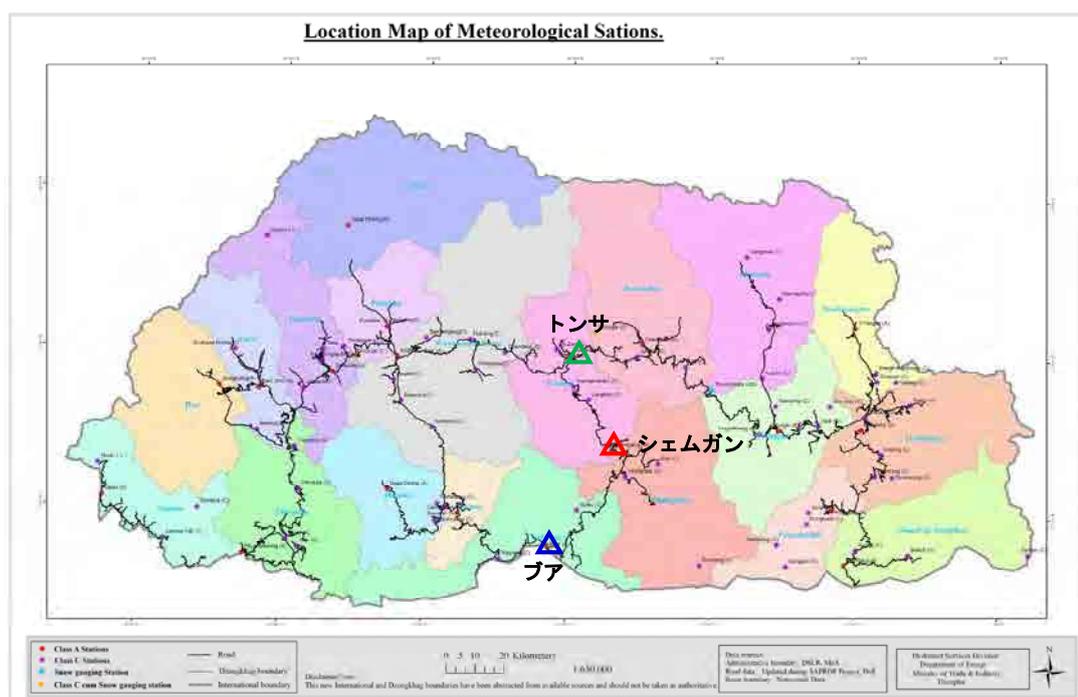


図 2-7 気象観測所位置図

出典:DoA 提供資料

(3) 河川・水文

(3)-1 流域概要

①マンデチュ川流域

マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋が架設されているマンデチュ川は、ヒマラヤ山脈に源を発し「ブ」国中部を縦断的に南下後、途中、チャムカチュ川と合流し、インド領内に向かって流下する延長約 164km の河川である。流域面積は 4272km²であり、上流端には複数の氷河湖が存在する。

②ブア川流域

ジグミリング橋が架設されているブア川は、標高 1000m 級の山麓に源を発し、標高 400m の扇状地の東側をインド領内に向かって流下する延長 10km の河川である。流域面積は約 80km²であり、橋梁架設位置には上流より流下してきた 1m 級の巨石も散在する。河岸堆積物は巨石および礫、砂質土が目視確認できる。

③ドルコラ川流域

ドルコラ橋が架設されているドルコラ川は、標高 800～900m 級の山麓に源を発し、標高 400m の扇状地の西側をインド領内に向かって流下する延長 6km の河川である。流域面積は約 23km²であり、橋梁架設位置には上流より流下してきた 1m～2m 級の巨石も散在する。河岸堆積物は巨石および礫、砂質土が目視確認できた。また右岸橋梁上流部の山地法面が一部崩壊し、河川への土砂、礫の流入が見られる。

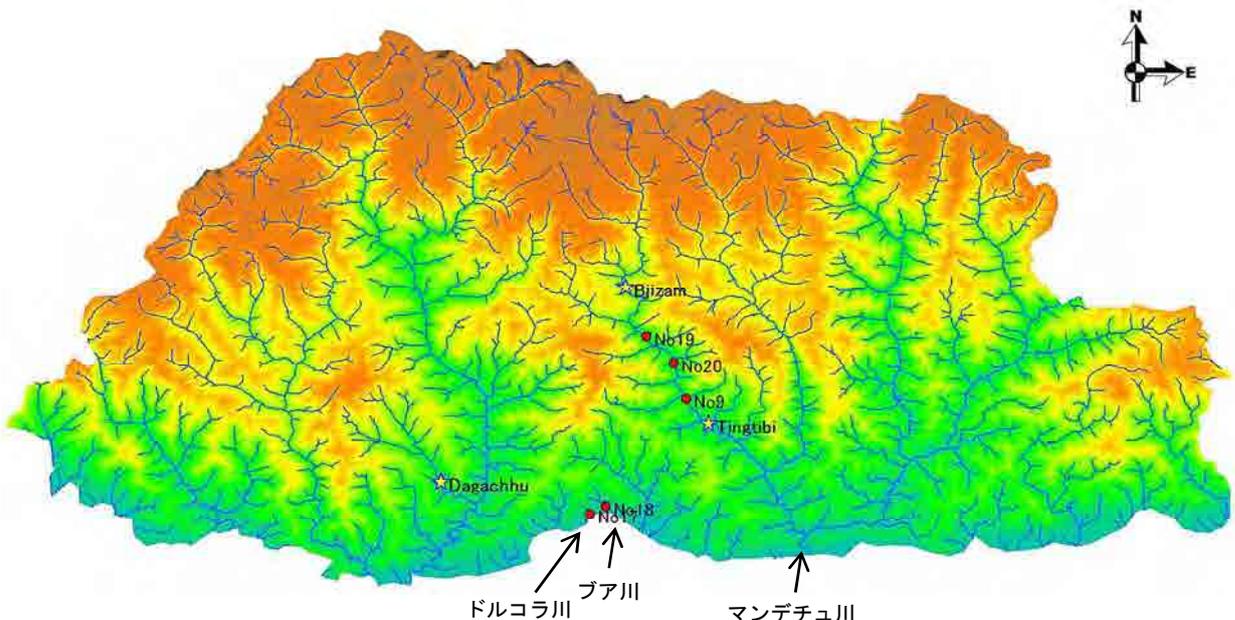


図 2-8 対象河川位置図

(3)-2 流量観測所

「ブ」国全土の河川流量観測所位置図を以下に示す。マンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋が架設されているマンデチュ川には 2 箇所を観測所がある。各位置での計画流量の検討は、3 橋に比較的近傍なビジザン流量観測所のデータを用いる。

一方、ジグミリング橋が架設されているブア川及びドルコラ橋が架設されているドルコラ川には、流量観測所が設置されていないため、洪水痕跡水位を計画高水水位とする。

表 2-3 検討に用いた流量観測所

No.	橋梁名称	河川名称	採用流量観測所
No.19	ケラ	マンデチュ	ビジザン
No.20	ジャンビ	マンデチュ	ビジザン
No.9	マンデチュ (レオタラ)	マンデチュ	ビジザン
No.18	ジグミリング	ブア	-
No.17	ドルコラ	ドルコラ	-

(出典：DoA 提供資料)

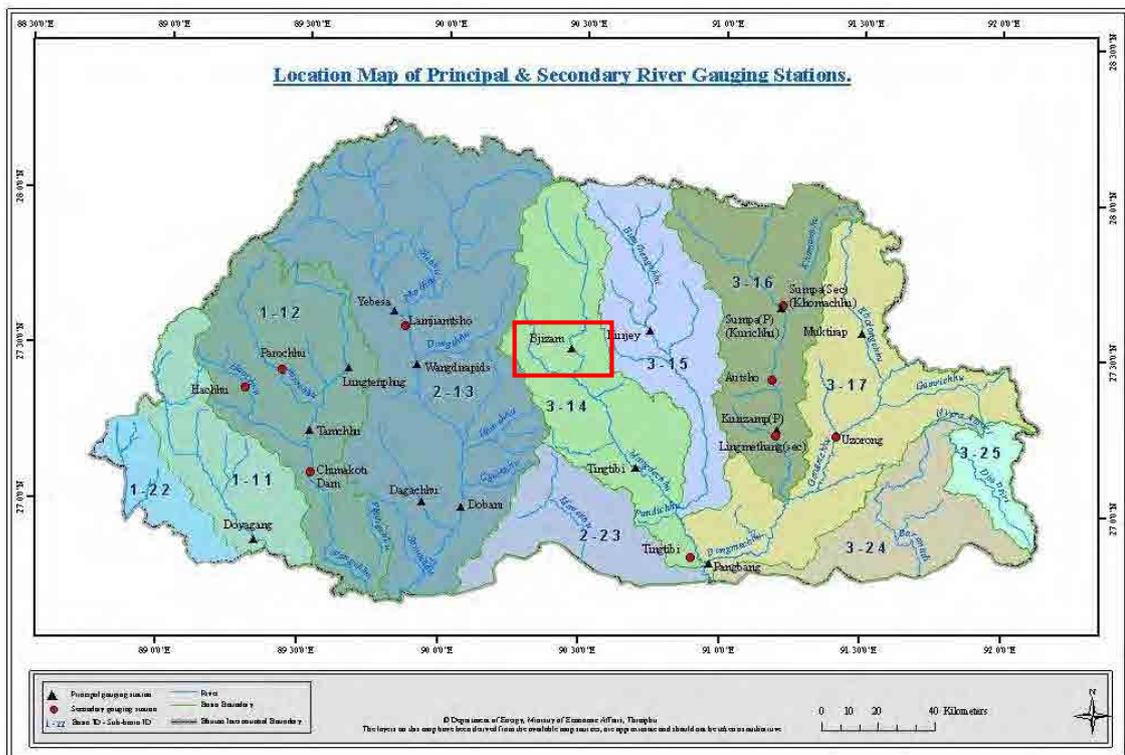


図 2-9 流量観測所位置図 出典:DoA 提供資料

(3)-3 計画流量

マンデチュ川に架設する各橋梁の計画流量は、ビジザン観測所の年最大流量から該当位置の最大流量を比流量換算して設定し、これを Gunbel 法により確率統計処理し設定した。以下に各橋梁位置での計画流量を示す。

表 2-4 各橋梁位置での計画流量

No.	橋梁名称	河川名称	比流量 (m^3/s)	50年確率流量 (m^3/s)
No. 19	ケラ	マンデチュ	0.34	709
No. 20	ジャンビ	マンデチュ	1.93	860
No. 9	マンデチュ (レオタラ)	マンデチュ	2.08	1029

(3)-4 計算水位

上記に示した各計画流量を基に、等流計算を用いて各河川の計画高水位を算出した。

①計算条件

計算条件を以下表に示す。各地点の粗度係数は、水理公式集 p89（平成 11 年版）に準拠した。

表 2-5 等流計算条件

No.	橋梁名称	河川名称	河床勾配 (測量結果)	粗度係数	計画流量 (m^3/s)
No. 19	ケラ	マンデチュ	1/90	0.05	709
No. 20	ジャンビ	マンデチュ	1/80	0.05	860
No. 9	マンデチュ (レオタラ)	マンデチュ	1/50	0.05	1029
No. 18	ジグミリング	ブア	1/40	—	—
No. 17	ドルコラ	ドルコラ	1/50	—	—

(3)-5 洪水痕跡水位調査結果

DoR、DoA と共に現地調査を行い、洪水痕跡水位測定を実施・記録した。（下表参照）

表 2-6 各橋梁で観測した洪水痕跡水位

		
<p>No. 17 ドルコラ 橋</p>	<p>No. 18 ジグミリング 橋</p>	<p>No. 9 マンデチュ（レオタラ） 橋</p>
		
<p>No. 20 ジャンビ 橋</p>	<p>No. 19 ケラ 橋</p>	

(3)-6 計画高水位の設定

等流計算結果及び洪水痕跡水位を比較し、危険側の水位を各橋梁架設位置での計画高水位に設定した。なおマンデチュ川上流端には氷河湖が存在し、GLOF（氷河湖決壊に起因する洪水）発生の可能性は将来否定できないが、降雨による洪水と氷河湖決壊による洪水の同時発生は現実的でないため、このケースについて本調査では考慮しない。

表 2-7 各橋梁位置での計画高水位

No.	橋梁名称	河川名称	等流計算水位 (m)	洪水痕跡水位 (m)	計画高水位 (m)
No.19	ケラ	マンデチュ	1137.0	1137.2	1137.2
No.20	ジャンビ	マンデチュ	896.9	897.3	897.3
No.9	マンデチュ (レオタラ)	マンデチュ	635.4	643.9	643.9
No.18	ジグミリング	ブア	—	372.7	372.7
No.17	ドルコラ	ドルコラ	—	353.9	353.9

(4) 自然条件調査の実施

地形・河川測量及び地質調査を下記要領にて実施し、その成果を設計に反映した。

(4)-1 測量

設計区間について、地形測量を現地再委託業務として実施した。測量作業はベンチマークの設置、中心線測量（縦断）、横断測量および河川測量である。成果品として、現橋梁を含む周辺の平面図縦断図、横断図の CAD データを作成した。

(4)-2 地質（ボーリング及び室内試験）

ボーリング調査は、橋梁橋台付近の支持層の確認を目的として、以下の 12 地点を選定し現地再委託業務として実施した。また併せて現地盤材の強度確認のため、サンプリングと室内試験を実施した。各橋梁計画位置の土質状況を概述する。

表 2-8 ボーリング数

橋梁名	ボーリング数	ボーリング位置
ケラ橋	2	右岸、左岸橋台
ジャンビ橋	2	右岸、左岸橋台
マンデチュ (レオタラ) 橋	2	右岸、左岸橋台
ジグミリング橋	3	右岸、左岸橋台、橋脚
ドルコラ橋	3	右岸、左岸橋台、橋脚

① ケラ橋

左岸側は、地表面から相対密度が緩い礫混じり砂層が約 1~2m 堆積し、それ以深は N 値 50 以上の岩盤（石英片岩）が確認できる。右岸側も相対密度が緩い砂質土が約 3m 堆積し、それ以深は、N 値 50 以上の岩盤（石英片岩、片麻岩）の存在が確認できる。左右岸共に鉛直支持力は十分である。

② ジャンピ橋

左岸側は、地表面から相対密度が緩い礫混じり砂層が約 1m 堆積し、以降 N 値 50 以上の密に締まった礫混じり砂層が 5m 堆積する。それ以深、岩盤の存在が確認できる。右岸側は砂礫混じり砂層が約 1m 堆積し、それ以深、N 値 50 以上の片麻岩の岩盤の存在が確認できる。左右岸共に鉛直支持力は十分である。

③ マンデチュ（レオタラ）橋

左岸側は、地表面から相対密度が緩い礫混じり砂、シルト層が約 2m 堆積し、以深 N 値 50 以上の岩盤（石英片岩）が確認できる。右岸側は地表面に岩盤（石英片岩）が露頭しており、N 値はいずれも 50 以上である。左右岸共に鉛直支持力は十分である。

④ ジグミリング橋

左岸側は、地表面からボーリング打ち止め高まで緩い礫混じり砂層が堆積する。N 値は全深度で 50 以上を観測する。右岸及び橋脚計画位置は地表面から N 値 50 以上の礫混じり砂層が 6~7m 連続し、それ以深、岩盤が確認できる。左右岸共に鉛直支持力は十分期待できる。

⑤ ドルコラ橋

左岸側は、地表面から緩い礫混じり砂層が約 1m 堆積し、それ以深、玉石層、礫混じり砂層が交互に観測される。また地表面から約 4m で N 値 50 以上の工学的基盤面に達する。右岸側も、地表面から緩い礫混じり砂層が約 1m 堆積し、以降玉石層、礫混じり砂層が交互に観測される。N 値は深度 1m 以深から 50 以上が観測される。橋脚計画位置は、地表面から緩い礫混じり砂層が約 1m 堆積し、それ以深、玉石層、礫混じり砂層が交互に観測される。ボーリングは玉石層の反発で貫入不可となる。鉛直支持力は十分期待できる。

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 環境に関する組織・法制度

(1) 組織

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

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

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

環境行政の分権化については、将来は全ての許可、承認等の権限を各地方および各省庁に委譲し、国家環境委員会は、全国的な環境政策および計画立案等、重要と判断される国家事業の環境評価のみに特化する方向で改革が進んでいる。従って、環境評価マニュアルに記載された事業分野についての環境承認権限は、各事業を統括する省庁に委譲されており、担当部局の責任で環境評価が実施されることとなる。

② 省庁所管環境ユニット

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

公共事業・定住省(MoWHS)の場合、省内に Environmental Unit があり、環境評価に関する業務を行っている。また、農業省の場合、Dungkhag(県)政府内の農業担当部門(Dungkhag Agricultural Office : DAO)が環境評価に関する業務を行うこととなっている。

(2) 法制度

① 自然環境に関する法制度

「ブ」国の環境に対する政策とそのアプローチは、1998 年に「ブ」国計画委員会によって策定された国家環境戦略(The Middle Path - National Environment Strategy for Bhutan)が基本となっている。この戦略の中で持続的発展を達成するため、環境保護と経済発展の両立を目指し、産業の発展における環境配慮、経済発展による文化の阻害の防止、環境保護のための法制化整備の必要性などが制定された。この戦略に基づき EIA システム導入などの一連の環境社会配慮関連法律整備が行われた。

「ブ」国における環境基本法的な位置づけとなる法律が「森林及び自然環境保護法(Forest and

Nature Conservation Act of Bhutan, 1995)」である。この法律は森林・動植物及び関連資源の保全と持続可能な森林開発を将来にわたり実現することを目的とし、生物学的多様性保護のためのシステム確立、土壌や水資源の保全、天然資源の保全等について規定されている。

また、環境影響評価システムを規定する法律として、「環境評価法(Environmental Assessment Act, 2000)」がある。この法律によって EIA の実施及びそのプロセスが規定されている。この法律に基づき、EIA ガイドラインとしての位置づけとなる「環境承認規則(Regulation for the Environmental Clearance of Projects 2001-02)」が制定された。さらに関係省庁において各事業を行うための「環境配慮規定(Environmental Cord of Practice)」が制定されている。

②環境影響評価ガイドライン

環境影響評価についての法的根拠は、2000年に制定された「環境評価法(Environmental Assessment Act, 2000)」、そして2002年に制定された「環境評価規則(Regulation for Environmental Clearance of Projects and Regulation on Strategic Environmental Assessment)」によっている。

環境評価マニュアルに記載された内容で実施する場合には、その事業を統括する各省庁に設置された環境評価期間の判断で環境承認ができるよう環境委員会より権限が委譲されていることは前項に述べたとおりである。例えば、小規模の道路改修や橋梁建設などの場合、これら事業を統括する公共事業・定住省の環境ユニット(Environmental Unit)に環境評価および環境承認の発行権限が委ねられている。

③環境排出基準

「環境排出基準(Environmental Discharge Standard)」は2003年に環境配慮規約の見直しと同時に検討され、2004年8月に公布された。この基準では水質、大気、騒音の3種類の項目に関する環境排出基準が規定されている。

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

表 2-9 騒音基準

Land Use Category	Max(Leq)		Unit
	Day (6AM – 9PM)	Night (9PM – 6AM)	
Industrial	75	70	dB (decibel)
Commercial	65	55	dB
Rural / Residential	55	45	dB

(出典：Environmental Discharge Standard, August 2004, NEC)

2-2-4-2 社会環境に関する組織・法制度

(1) 組織

住民移転に関する手続きは土地登記委員会 (National Land Commission) が担当することとなっている。

橋梁架け替え事業の場合には多少の架橋位置が移動しても道路用地に含まれる場合がほとんどであり、大幅なルート変更がない限り収用手続きは生じない。

民有地の収用にかかる手続きについては、委員会で土地や不動産の評価を行い、その勧告に従った補償を行う。用地収用業務は計画が提出されてからの予算措置となるため、用地が確保されるのは翌年度となるケースが多い。また、国有地については、これまでは国王の所有地であったため、収用に際しては国王から賜るものとされていたが、民政に移管したため収用委員会による審査を通して政府が国有財産として管理することとなっている。

(2) 法制度及び手続き

① 法制度

土地に関する法制度として Land Act、Land Role、Land Registration Act が施行されている。

② 手続き

土地収用、住民移転の手続きは下記のとおりである。

1) 私有地の用地取得

公共事業による私有地収用の場合には、その事業毎に事業が実施される県に用地収用委員会が組織される。その委員会の場で収用条件や補償金額、あるいは代替用地の確保などが決定される。この決定は最終判断であり、不服の申し立ては出来ない。委員会で審査されるのは土地登記委員会に登録された土地を対象とし、未登記の土地は基本的に国有地と見なされ、補償の対象とならない。未登記の場合、3ヶ月前の事前通知後、強制退去及び強制収用が行われる。

2) 国有地の用地取得

国有地の管理は基本的に農業省森林局が一括管理しており、国有地の取得が必要な場合、同局に土地利用申請することで、公共事業への利用、管理者の変更が行われる。

3) 住民移転

基本的には、私有地の用地取得と同様に、その事業毎に事業が実施される県において委員会が組織され、移転内容を協議し、その結果に基づき移転補償等が決定される。

2-2-4-3 環境社会配慮に係わる調査内容及び対応

(1) 現地状況調査

カウンターパート機関である DoR、DoA と共に、新設橋梁の架橋位置周辺における環境影響、社会影響に関する調査を実施した。その結果については下記に示すとおりである。

【社会環境】

- 各橋梁とも施工影響範囲内に住民の居住はなく、住民移転は発生しない。
- 工事周辺の土地は国有地であるため用地取得は発生しない。

【自然環境】

- 各橋梁とも工事による河川への影響が懸念されるものの、工法により対応が可能であると考えられる。
- 施工影響範囲内に稀少動植物は存在しない。
- 現地調査よりマンデチュ（レオタラ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋は、国立公園である Jigme Singye Wangchuck National Park の境界河川に面していることがわかった。前述(2-2-4-1 節)のとおり、環境に関しては NEC の所管するところであるが、NEC は全国的な環境行政に関わることが主業務とされており、環境マニュアルに従った環境承認権限は各事業を統括する省庁に委譲されている。そこで、上記 3 橋は DoA の所管する橋梁であるため、DoA に建設実施の際の影響について確認を行った。その結果、橋梁が公園内に位置しているとは判断していないこと、また、建設に際して国立公園の環境に大きな影響を及ぼさないことを確認した。これより、環境申請上、橋梁建設に制限を与えることはないことがわかった。

(2) 初期環境調査(IEE)

①スコーピング

現地調査の結果を踏まえたスコーピングの結果を次頁に示すとおりである。この結果、本プロジェクトの実施により、各橋梁とも多少の自然環境、社会環境への影響が見られるものの、深刻な影響を及ぼすことはない判断できる。

現地調査結果報告及びスコーピングの評価方法、評価結果について DoR、DoA に説明を行ったところ、これらについて了解を得た。

DoR、DoA は、コンサルタントからの現地報告、スコーピング結果を基に、環境許可申請に必要な環境チェックリストを作成し、環境審査部局への提出申請を行い、2011 年 4 月の現地調査時に環境許可書を受領済みである。

表 2-10 マンデチュ(レオタラ)橋スコーピング結果

環境項目		判定	根拠
社会環境	1 非自発的住民移転		橋梁架け替え地点における住居及び私有地が無いため住民移転はない。
	2 雇用や生計手段等の地域経済		橋梁架け替えに伴う地域経済への悪影響はない。
	3 土地利用や地域資源利用		橋梁架け替えに伴う土地利用及び地域資源利用への悪影響はない。
	4 社会関係資本や地域の意志決定機関の社会組織		橋梁架け替えに伴う社会関係資本及び社会組織への悪影響はない。
	5 既存の社会インフラや社会サービス		橋梁架け替えに伴う社会インフラ及びサービスへの悪影響はない。
	6 貧困層・先住民族・少数民族		橋梁架け替え地点において居住者はいないので悪影響はない。
	7 被害と便宜の偏在		既設橋の架け替えのため被害と便宜の偏在は発生しない。
	8 文化遺産		橋梁架け替え地点周辺に文化遺産はない。
	9 地域内の利害対立		橋梁架け替えのため利害対立発生の可能性はない。
	10 水利用、水への権利・共通の権利		橋梁架け替え地点周辺において水利用及び水に関する諸権利への阻害の可能性はない。
	11 公衆衛生		橋梁架け替えに伴う公衆衛生への悪影響はない。
	12 災害 HIV/AIDS 等の感染症		橋梁架け替えに伴う災害及び感染症発生の可能性はない。
自然環境	13 地質、地理的特徴	B	建設段階において、下部工事に伴い地形改変の可能性はある。
	14 土壌浸食	B	建設段階において、下部工事で雨期に降雨による表土流出の可能性はある。
	15 地下水		橋梁架け替えに伴う地下水への悪影響はない。
	16 水文学的状況		橋梁架け替えに伴う河川流況への悪影響はない。
	17 沿岸(マングローブ、さんご礁、干潟)		該当しない。
	18 動植物、生態系		橋梁架け替えに伴う動植物、生態系への悪影響はない。
	19 気象学		橋梁架け替えに伴う気象への悪影響はない。
	20 景観		橋梁架け替えに伴う景観への悪影響はない。
	21 地球温暖化		橋梁架け替えに伴う温暖化への影響はない。
公害	22 大気汚染(粉塵排出)	B	橋梁架け替えに伴う粉塵の排出を引き起こす可能性がある。
	23 水質汚濁	B	建設段階において、下部工事に伴う土砂流入による河川の水質汚濁の可能性はある。
	24 土壌汚染		橋梁架け替えに伴う土壌汚染の発生要因はない。
	25 廃棄物	B	既存橋梁解体に伴う建設残土及び廃材発生の可能性がある。
	26 騒音・振動	B	建設段階において、工事に伴う騒音・振動が発生する可能性がある。
	27 地盤沈下		橋梁架け替えに伴う地盤沈下の発生要因はない。
	28 悪臭		橋梁架け替えに伴う悪臭の発生要因はない。
	29 底質		橋梁架け替えに伴う河川底質の変化はない。
	30 事故	B	建設段階において、雨期の降雨による災害や洪水が発生する可能性がある。

評定の区分 A: 重大なインパクトが見込まれる

B: 多少のインパクトが見込まれる

C: 不明

無印: インパクトなし

表 2-11 ドルコラ橋スコーピング結果

環境項目		判定	根拠
社会環境	1 非自発的住民移転		橋梁架け替え地点における住居及び私有地が無いため住民移転はない。
	2 雇用や生計手段等の地域経済	B	建設段階において、工事に伴う一時的な通行規制により経済活動に軽微な影響を及ぼす可能性がある。
	3 土地利用や地域資源利用		橋梁架け替えに伴う土地利用及び地域資源利用への悪影響はない。
	4 社会関係資本や地域の意志決定機関の社会組織		橋梁架け替えに伴う社会関係資本及び社会組織への悪影響はない。
	5 既存の社会インフラや社会サービス	B	建設段階において、工事に伴う一時的な通行規制により地域交通に軽微な影響を及ぼす可能性がある。
	6 貧困層・先住民・少数民族		橋梁架け替え地点において居住者はいないので悪影響はない。
	7 被害と便宜の偏在		既設橋の架け替えのため被害と便宜の偏在は発生しない。
	8 文化遺産		橋梁架け替え地点周辺に文化遺産はない。
	9 地域内の利害対立		橋梁架け替えのため利害対立発生の可能性はない。
	10 水利用、水への権利・共通の権利		橋梁架け替え地点周辺において水利用及び水に関する諸権利への阻害の可能性はない。
	11 公衆衛生		橋梁架け替えに伴う公衆衛生への悪影響はない。
	12 災害 HIV/AIDS 等の感染症		橋梁架け替えに伴う災害及び感染症発生の可能性はない。
自然環境	13 地質、地理的特徴	B	建設段階において、下部工工事でより地形改変の可能性はある。
	14 土壌浸食	B	建設段階において、下部工工事で雨期に降雨による表土流出の可能性はある。
	15 地下水		橋梁架け替えに伴う地下水への悪影響はない。
	16 水文学的状況		橋梁架け替えに伴う河川流況への悪影響はない。
	17 沿岸（マングローブ、さんご礁、干潟）		該当しない。
	18 動植物、生態系		橋梁架け替えに伴う動植物、生態系への悪影響はない。
	19 気象学		橋梁架け替えに伴う気象への悪影響はない。
	20 景観		橋梁架け替えに伴う景観への悪影響はない。
	21 地球温暖化		橋梁架け替えに伴う温暖化への影響はない。
公害	22 大気汚染（粉塵排出）	B	橋梁架け替えに伴う粉塵の排出を引き起こす可能性がある。
	23 水質汚濁	B	建設段階において、下部工工事に伴う土砂流入による河川の水質汚濁の可能性はある。
	24 土壌汚染		橋梁架け替えに伴う土壌汚染の発生要因はない。
	25 廃棄物	B	既存橋梁解体に伴う建設残土及び廃材発生の可能性はある。
	26 騒音・振動	B	建設段階において、工事に伴う騒音・振動が発生する可能性がある。
	27 地盤沈下		橋梁架け替えに伴う地盤沈下の発生要因はない。
	28 悪臭		橋梁架け替えに伴う悪臭の発生要因はない。
	29 底質		橋梁架け替えに伴う河川底質の変化はない。
	30 事故	B	建設段階において、雨期の降雨による災害や洪水が発生する可能性がある。

評定の区分 A: 重大なインパクトが見込まれる
 B: 多少のインパクトが見込まれる
 C: 不明
 無印: インパクトなし

表 2-12 シグミリング橋スコアリング結果

環境項目		判定	根拠
社会環境	1 非自発的住民移転		橋梁架け替え地点における住居及び私有地が無いため住民移転はない。
	2 雇用や生計手段等の地域経済	B	建設段階において、工事に伴う一時的な通行規制により経済活動に軽微な影響を及ぼす可能性がある。
	3 土地利用や地域資源利用		橋梁架け替えに伴う土地利用及び地域資源利用への悪影響はない。
	4 社会関係資本や地域の意志決定機関の社会組織		橋梁架け替えに伴う社会関係資本及び社会組織への悪影響はない。
	5 既存の社会インフラや社会サービス	B	建設段階において、工事に伴う一時的な通行規制により地域交通に軽微な影響を及ぼす可能性がある。
	6 貧困層・先住民族・少数民族		橋梁架け替え地点において居住者はいないので悪影響はない。
	7 被害と便宜の偏在		既設橋の架け替えのため被害と便宜の偏在は発生しない。
	8 文化遺産		橋梁架け替え地点周辺に文化遺産はない。
	9 地域内の利害対立		橋梁架け替えのため利害対立発生の可能性はない。
	10 水利用、水への権利・共通の権利		橋梁架け替え地点周辺において水利用及び水に関する諸権利への阻害の可能性はない。
	11 公衆衛生		橋梁架け替えに伴う公衆衛生への悪影響はない。
	12 災害 HIV/AIDS 等の感染症		橋梁架け替えに伴う災害及び感染症発生の可能性はない。
自然環境	13 地質、地理的特徴	B	建設段階において、下部工工事でより地形改変の可能性はある。
	14 土壌浸食	B	建設段階において、下部工工事で雨期に降雨による表土流出の可能性はある。
	15 地下水		橋梁架け替えに伴う地下水への悪影響はない。
	16 水文学的状況		橋梁架け替えに伴う河川流況への悪影響はない。
	17 沿岸(マングローブ、さんご礁、干潟)		該当しない。
	18 動植物、生態系		橋梁架け替えに伴う動植物、生態系への悪影響はない。
	19 気象学		橋梁架け替えに伴う気象への悪影響はない。
	20 景観		橋梁架け替えに伴う景観への悪影響はない。
	21 地球温暖化		橋梁架け替えに伴う温暖化への影響はない。
公害	22 大気汚染(粉塵排出)	B	橋梁架け替えに伴う粉塵の排出を引き起こす可能性がある。
	23 水質汚濁	B	建設段階において、下部工工事に伴う土砂流入による河川の水質汚濁の可能性はある。
	24 土壌汚染		橋梁架け替えに伴う土壌汚染の発生要因はない。
	25 廃棄物	B	既存橋梁解体に伴う建設残土及び廃材発生の可能性がある。
	26 騒音・振動	B	建設段階において、工事に伴う騒音・振動が発生する可能性がある。
	27 地盤沈下		橋梁架け替えに伴う地盤沈下の発生要因はない。
	28 悪臭		橋梁架け替えに伴う悪臭の発生要因はない。
	29 底質		橋梁架け替えに伴う河川底質の変化はない。
	30 事故	B	建設段階において、雨期の降雨による災害や洪水が発生する可能性がある。

評定の区分 A: 重大なインパクトが見込まれる

B: 多少のインパクトが見込まれる

C: 不明

無印: インパクトなし

表 2-13 ケラ橋スコーピング結果

環境項目		判定	根拠
社会環境	1 非自発的住民移転		橋梁架け替え地点における住居及び私有地が無いため住民移転はない。
	2 雇用や生計手段等の地域経済		橋梁架け替えに伴う地域経済への悪影響はない。
	3 土地利用や地域資源利用		橋梁架け替えに伴う土地利用及び地域資源利用への悪影響はない。
	4 社会関係資本や地域の意志決定機関の社会組織		橋梁架け替えに伴う社会関係資本及び社会組織への悪影響はない。
	5 既存の社会インフラや社会サービス		橋梁架け替えに伴う社会インフラ及びサービスへの悪影響はない。
	6 貧困層・先住民族・少数民族		橋梁架け替え地点において居住者はいないので悪影響はない。
	7 被害と便宜の偏在		既設橋の架け替えのため被害と便宜の偏在は発生しない。
	8 文化遺産		橋梁架け替え地点周辺に文化遺産はない。
	9 地域内の利害対立		橋梁架け替えのため利害対立発生の可能性はない。
	10 水利用、水への権利・共通の権利		橋梁架け替え地点周辺において水利用及び水に関する諸権利への阻害の可能性はない。
	11 公衆衛生		橋梁架け替えに伴う公衆衛生への悪影響はない。
	12 災害 HIV/AIDS 等の感染症		橋梁架け替えに伴う災害及び感染症発生の可能性はない。
自然環境	13 地質、地理的特徴	B	建設段階において、下部工事に伴い地形改変の可能性はある。
	14 土壌浸食	B	建設段階において、下部工事で雨期に降雨による表土流出の可能性はある。
	15 地下水		橋梁架け替えに伴う地下水への悪影響はない。
	16 水文学的状況		橋梁架け替えに伴う河川流況への悪影響はない。
	17 沿岸(マングローブ、さんご礁、干潟)		該当しない。
	18 動植物、生態系		橋梁架け替えに伴う動植物、生態系への悪影響はない。
	19 気象学		橋梁架け替えに伴う気象への悪影響はない。
	20 景観		橋梁架け替えに伴う景観への悪影響はない。
	21 地球温暖化		橋梁架け替えに伴う温暖化への影響はない。
公害	22 大気汚染(粉塵排出)	B	橋梁架け替えに伴う粉塵の排出を引き起こす可能性がある。
	23 水質汚濁	B	建設段階において、下部工事に伴う土砂流入による河川の水質汚濁の可能性はある。
	24 土壌汚染		橋梁架け替えに伴う土壌汚染の発生要因はない。
	25 廃棄物	B	既存橋梁解体に伴う建設残土及び廃材発生の可能性がある。
	26 騒音・振動	B	建設段階において、工事に伴う騒音・振動が発生する可能性がある。
	27 地盤沈下		橋梁架け替えに伴う地盤沈下の発生要因はない。
	28 悪臭		橋梁架け替えに伴う悪臭の発生要因はない。
	29 底質		橋梁架け替えに伴う河川底質の変化はない。
	30 事故	B	建設段階において、雨期の降雨による災害や洪水が発生する可能性がある。

評定の区分 A: 重大なインパクトが見込まれる

B: 多少のインパクトが見込まれる

C: 不明

無印: インパクトなし

表 2-14 ジャンビ橋スコーピング結果

環境項目		判定	根拠
社会環境	1 非自発的住民移転		橋梁架け替え地点における住居及び私有地が無いため住民移転はない。
	2 雇用や生計手段等の地域経済		橋梁架け替えに伴う地域経済への悪影響はない。
	3 土地利用や地域資源利用		橋梁架け替えに伴う土地利用及び地域資源利用への悪影響はない。
	4 社会関係資本や地域の意志決定機関の社会組織		橋梁架け替えに伴う社会関係資本及び社会組織への悪影響はない。
	5 既存の社会インフラや社会サービス		橋梁架け替えに伴う社会インフラ及びサービスへの悪影響はない。
	6 貧困層・先住民族・少数民族		橋梁架け替え地点において居住者はいないので悪影響はない。
	7 被害と便宜の偏在		既設橋の架け替えのため被害と便宜の偏在は発生しない。
	8 文化遺産		橋梁架け替え地点周辺に文化遺産はない。
	9 地域内の利害対立		橋梁架け替えのため利害対立発生の可能性はない。
	10 水利用、水への権利・共通の権利		橋梁架け替え地点周辺において水利用及び水に関する諸権利への阻害の可能性はない。
	11 公衆衛生		橋梁架け替えに伴う公衆衛生への悪影響はない。
	12 災害 HIV/AIDS 等の感染症		橋梁架け替えに伴う災害及び感染症発生の可能性はない。
自然環境	13 地質、地理的特徴	B	建設段階において、下部工事に伴い地形改変の可能性はある。
	14 土壌浸食	B	建設段階において、下部工事で雨期に降雨による表土流出の可能性はある。
	15 地下水		橋梁架け替えに伴う地下水への悪影響はない。
	16 水文学的状況		橋梁架け替えに伴う河川流況への悪影響はない。
	17 沿岸(マングローブ、さんご礁、干潟)		該当しない。
	18 動植物、生態系		橋梁架け替えに伴う動植物、生態系への悪影響はない。
	19 気象学		橋梁架け替えに伴う気象への悪影響はない。
	20 景観		橋梁架け替えに伴う景観への悪影響はない。
	21 地球温暖化		橋梁架け替えに伴う温暖化への影響はない。
公害	22 大気汚染(粉塵排出)	B	橋梁架け替えに伴う粉塵の排出を引き起こす可能性がある。
	23 水質汚濁	B	建設段階において、下部工事に伴う土砂流入による河川の水質汚濁の可能性はある。
	24 土壌汚染		橋梁架け替えに伴う土壌汚染の発生要因はない。
	25 廃棄物	B	既存橋梁解体に伴う建設残土及び廃材発生の可能性がある。
	26 騒音・振動	B	建設段階において、工事に伴う騒音・振動が発生する可能性がある。
	27 地盤沈下		橋梁架け替えに伴う地盤沈下の発生要因はない。
	28 悪臭		橋梁架け替えに伴う悪臭の発生要因はない。
	29 底質		橋梁架け替えに伴う河川底質の変化はない。
	30 事故	B	建設段階において、雨期の降雨による災害や洪水が発生する可能性がある。

評定の区分 A: 重大なインパクトが見込まれる

B: 多少のインパクトが見込まれる

C: 不明

無印: インパクトなし

②総合評価

スコーピングの結果から環境社会影響について、その概要を下表に示す。また、スコーピングの評定結果とその根拠から、今後の検討方針を総合評価として取りまとめた。総合評価を下表に示す。

表 2-15 主要な環境社会影響の概要

主要な環境社会影響	概要	対象橋梁
雇用や生計手段等の地域経済	建設段階において、工事に伴う一時的な通行規制により経済活動に軽微な影響を及ぼす可能性がある。	ドルコラ橋 ジグミリング橋
既存の社会インフラや社会サービス	建設段階において、工事に伴う一時的な通行規制により地域交通に軽微な影響を及ぼす可能性がある。	ドルコラ橋 ジグミリング橋
地質、地理的特徴	建設段階において、下部工事に伴う地形改変の可能性はある。	全ての橋梁
土壌浸食	建設段階において、下部工事で雨期に降雨による表土流出の可能性はある。	全ての橋梁
大気汚染 (粉塵排出)	橋梁架け替えに伴う粉塵の排出を引き起こす可能性がある。	全ての橋梁
水質汚濁	建設段階において、下部工事に伴う土砂流入による河川の水質汚濁の可能性はある。	全ての橋梁
廃棄物	既存橋梁解体に伴う建設残土及び廃材発生の可能性はある。	全ての橋梁
騒音・振動	建設段階において、工事に伴う騒音・振動が発生する可能性がある。	全ての橋梁
事故	建設段階において、雨期の降雨による災害や洪水が発生する可能性がある。	全ての橋梁

表 2-16 総合評価

環境項目	判 定	検討方針	対象橋梁
雇用や生計手段等の地域経済	B	工事に伴う通行規制の最小化を検討する。	ドルコラ橋 ジグミリング橋
既存の社会インフラや社会サービス	B	工事に伴う通行規制の最小化を検討する。	ドルコラ橋 ジグミリング橋
地質、地理的特徴	B	建設段階における下部工事に伴う地形改変を最小化する橋台位置の選定、工法・設計の検討を行う。	全ての橋梁
土壌浸食	B	建設段階における下部工事中に降雨による浸食被害を回避するための適切な工事期間の設定と工法及び対策の検討を行う。	全ての橋梁
水質汚濁	B	建設段階における河川水質汚濁を防止するための下部工工事の工事期間設定と工法及び水質保全対策の検討を行う。	全ての橋梁
廃棄物	B	建設段階における既存橋梁の解体によって発生する廃棄物の再利用、再生利用及び最終処分の方法を検討する。	全ての橋梁
騒音・振動	B	建設段階における工事中の騒音・振動の発生を抑制するための適切な工法及び対策工を検討する。	全ての橋梁
事故	B	建設段階における雨期降雨による災害や洪水の被害を防止するため工事期間設定の検討を行う。	全ての橋梁

評定の区分: A: 重大なインパクトが見込まれる
 B: 多少のインパクトが見込まれる
 C: 不明
 無印: インパクトなし

③IEE レベル環境社会配慮調査の結果

「ブ」国の環境法令では、全ての橋梁架け替え計画の実施について、環境承認の取得が前提条件である。これまでの橋梁架け替え事業実績より、環境承認は、申請後、数ヶ月以内に認められており、また、EIA 調査は不要である。しかしながら、本件では環境カテゴリ分類が事前に行われていないため、IEE レベルの環境社会配慮調査を以て、カテゴリ分類を行うこととした。この結果を基に環境承認申請を行い、2011年4月に本件に関する環境承認を受領した。

調査の結果、今回の調査対象橋梁の周辺は人口密度が極めて低い場所であり、橋梁架け替えに際して住民移転や私有地の用地収用が発生しないことなどから、社会的影響についても極めて小さいと考えられる。

一方、ケラ 橋及びジャンピ 橋は国立公園(Jigme Singye Wangchuck National Park)に面しているものの、これら2橋は国立公園内に無いこと、橋梁周辺に稀少動植物が存在しないことから自然環境への影響は少ないと考えられる。しかしながら、国立公園に面していることを考えると、施工時に環境への負荷を低減するため、モニタリング計画に基づいた対策を実施すべきと考える。

マンデチュ橋についてはサイクロンにより被災した橋梁の復旧工事であり、本事業がこれまで以上の環境影響を与えるものではない一方で、ケラ橋およびジャンピ橋同様に施工時に環境への負荷を低減するためモニタリング計画に基づいた対策を実施すべきと考える。

また、ドルコラ 橋とジグミリング 橋は国道5号線上にあり、この国道5号線は地域の幹線道路であることから、工事期間中の交通規制は地域社会、経済活動に多少の影響を及ぼすと考えられるため、施工時には迂回路の検討または短時間の交通規制の実施など状況に応じた適切な配慮の検討が必要である。

以上の状況から、本計画により環境や社会への望ましくない影響が多少見込まれるものの、その影響は建設現場そのものしか及ばず、不可逆の影響が少ないことから、通常の方策で対応が可能であると考えられる。よって、環境社会配慮のカテゴリは「B」相当であると判断される。DoR 及び DoA 担当者に環境社会配慮のインパクトについて同様の説明を行い、カテゴリ判断に同意を得た。

(3) 環境申請手続き

①環境許可申請手続き

「ブ」国の環境行政における最上位機関は「国家環境委員会(National Environment Commission : NEC)」である。NEC は全国的な環境政策および計画立案等、重要と判断される国家事業の環境評価のみに特化している。環境評価マニュアルで示されている道路や橋梁などの事業分野についての環境承認権限は、各事業を統括する省庁に委譲されており、担当部局の責任で環境評価が実施される。

下図に公共事業・定住省(Ministry of Works and Human Settlement:MoWHS)および農業省(Ministry of Agriculture:MoA)の環境許可申請の手続きを示す。

MoWHS の場合、省内に Environmental Unit があり環境評価を行っている。橋梁事業の場合、DoR

は環境チェックリストを作成し Environmental Unit に提出、Environmental Unit は申請内容及び現地確認を行い、環境許可を DoR に発出する。

MoA の場合、Dungkhag(県)政府内の農業担当部門が環境評価を行うこととなっている。橋梁事業の場合、DoA は省県事務所である DAO に環境チェックリスト作成を指示、DAO は作成したリストを Dungkhag 農業担当部門に提出、Dungkhag 農業担当部門は申請内容及び現地確認を行い、環境許可を DAO に発出、控えを DoA が保管することとなっている。

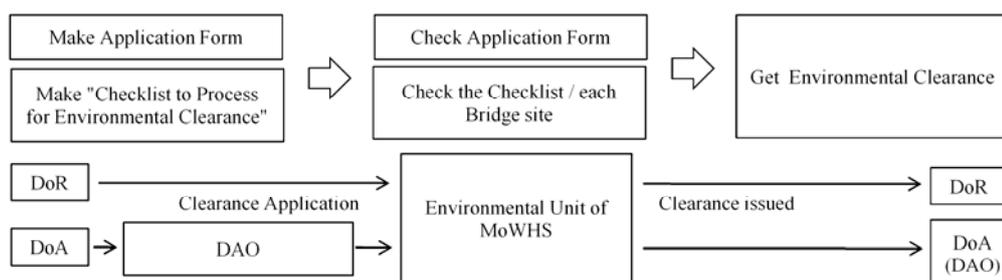


図 2-10 環境許可申請の手続き

②環境許可申請のスケジュール

コンサルタントは、DoR(Environmental Unit 職員同席)、DoA に対して下図に示す環境許可申請手続きのスケジュールを示し、環境許可取得までのスケジュールの確認を行った。その結果、2011年4月に下記のスケジュールどおり、手続きが完了し、環境承認を受領済みである。

Year	2010	2011					
Month	12 Dec.	1 Jan.	2 Feb.	3 Mar.	4 Apr.	5 May	6 Jun.
Item	Make "Checklist to Process for Environmental Clearance"	Check the Checklist / each Bridge site			▲ Clearance issued		
			■ 2nd Field Survey (JICA survey team)			■ 3rd Field Survey (JICA survey team)	
Section	DoR, DoA(DAO)	Environmental Unit of MoWHS			DoR, DoA(DAO)		

図 2-11 環境許可取得までのスケジュール

(4) モニタリング計画及び緩和策 (案)

事業実施の配慮として、表に示す環境項目の評定は「B(多少のインパクトが見込まれる)」であったため、本計画の実施に際してはこれら項目をモニタリングする必要がある。モニタリングに際し、これら項目をレビューし、施工時の環境負荷を低減するためのモニタリング計画を作成した。下表に示す項目について、工法、施工計画策定時に環境負荷軽減を検討すると共に、事業実施中にはモニタリングを行う必要がある。

表 2-17 モニタリング計画及び緩和策(案)

環境項目	対象橋梁	留意点	対策	モニタリング時点		
				工事前	工事中	供用後
土 壌 浸 食	全ての橋梁	建設段階における下部工工事中に降雨による浸食被害を回避するための適切な工事期間の設定と工法及び対策の検討を行う。	土壌浸食を防ぐ工法の採用する。	工法、施工計画の確認	目視確認	—
水 質 汚 濁	全ての橋梁	建設段階における河川水質汚濁を防止するための下部工工事の工事期間設定と工法及び水質保全対策の検討を行う。	雨期での工事を控え汚濁水の流出を防止する。工事現場からの汚濁水流出を防ぐ工法の採用する。	工法、施工計画の確認	目視確認	—
廃 棄 物	全ての橋梁	建設段階における既存橋梁の解体によって発生する廃棄物の再利用、再生利用及び最終処分の方法を検討する。	既設橋梁の撤去に際し、廃材がサイトに残ることのないよう「フ」国に申し入れる。また、工事関係による廃棄物の発生に対しては指定場所への確実な廃棄を実施する。	施工計画の確認	目視確認	瑕疵検査時に確認
事 故	全ての橋梁	建設段階における雨期降雨による災害や洪水の被害を防止するため工事期間設定の検討を行う。	雨期に下部工工事を行わないよう施工計画を立案、実施する。	施工計画の確認	目視確認	—
粉 塵 排 出	全ての橋梁	建設段階における粉塵排出を抑制する対策と工法の検討を行う。	工事期間中の建設連絡道路への散水を採用する。	施工計画の確認	目視確認	—

このモニタリングの実施については、環境承認においても環境モニタリング計画が求められており、承認として Environmental Codes of Practice (以下 ECoP という) に従うこととなっている。この ECoP によると、モニタリングおよび評価は DoR または外部機関が行うこととなっている。具体的には日常の管理は施工業者の実施を求めており、定期的な管理は DoR が行うことを規定している。このとおり、環境モニタリングの実施に際しては DoR がその適切な履行に責任を負っている。なお、用地取得、住民移転については現地調査結果等に述べたように対象橋梁周辺には居住住居は見られず、また用地は国有地となっているため社会環境上の問題は生じないことが確認されている。