

No.

ブータン国
第三次橋梁架け替え計画予備調査

報告書

平成 19 年 12 月
(2007 年)

独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部

無償
JR
07-197

**ブータン国
第三次橋梁架け替え計画予備調査**

報 告 書

**平成 19 年 12 月
(2007 年)**

**独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部**

序 文

日本国政府は、ブータン国政府の要請に基づき、同国の第三次橋梁架け替え計画にかかる予備調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 19 年 10 月 4 日から平成 19 年 10 月 30 日まで予備調査団を現地に派遣しました。

この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

終りに、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 19 年 12 月

独立行政法人国際協力機構

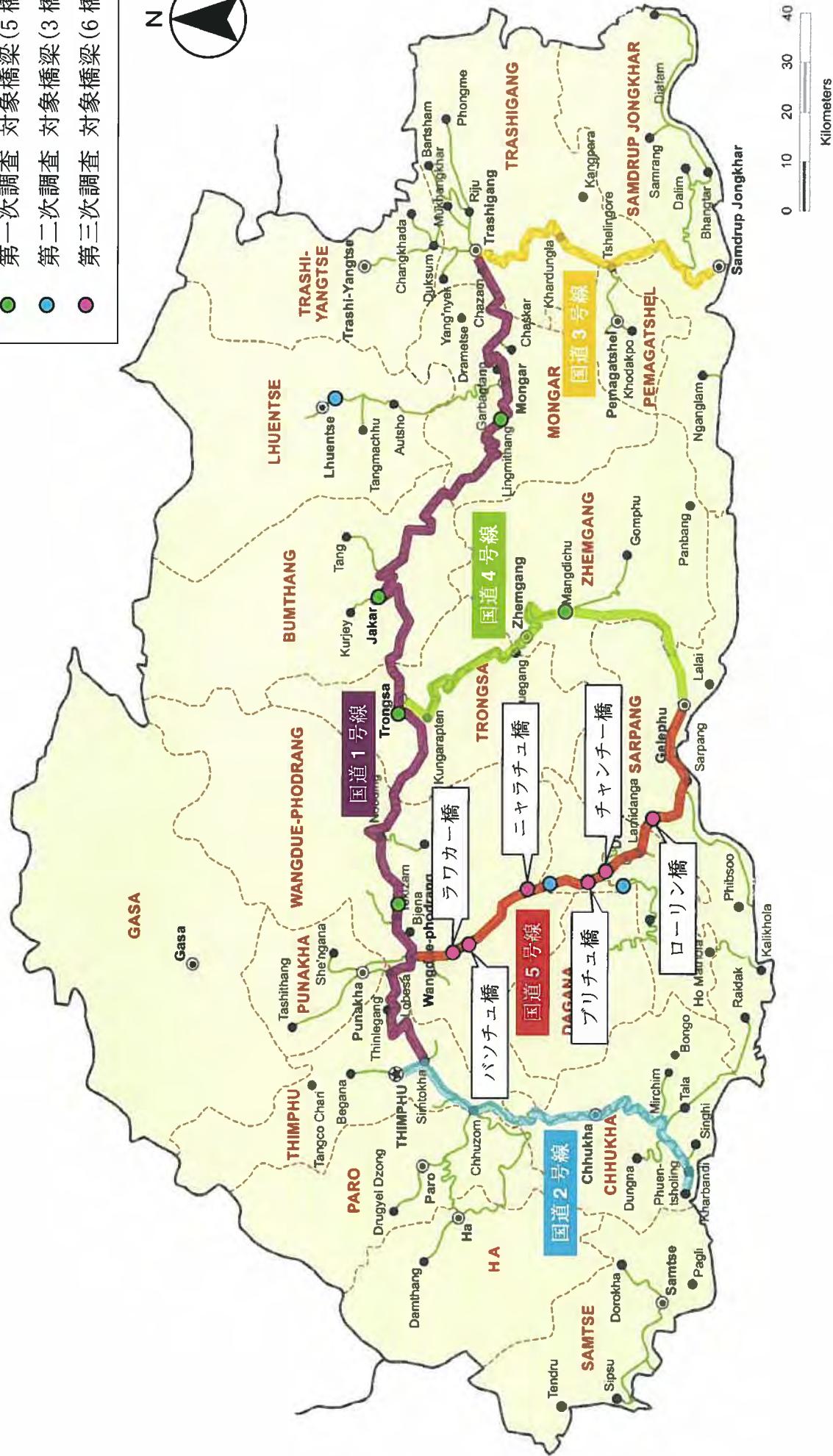
無償資金協力部

部長 中川 和夫

プロジェクト調査位置図

凡例

- 第一次調査 対象橋梁(5橋)
- 第二次調査 対象橋梁(3橋)
- 第三次調査 対象橋梁(6橋)





ラワカ一橋、橋長 30.5m、起点から 9.0 km



パソチュ橋、橋長 18.5m、起点から 13.0 km



ニラチュ橋、橋長 30.5m、起点から 50.0 km



ブリチュ橋、橋長 27.5m、起点から 62.0 km



チャンチ一橋、橋長 39.7m、起点から 69.0 km



ローリン橋、橋長 48.8m、起点から 127.0 km

現場写真 (1/5) 対象橋梁の現場写真



国道1号線と国道5号線の交差地点。(5号線の起点)右の建物は車両監視所。正面が国道5号線となる。



国道1号線は Phamangchu川を渡る。スイスの援助によって建設された橋長 120mのウォンディー橋。



Phamangchu水力発電所建設予定地。起点より 8.5km。G & D Site (Gauge & Discharge の略)



Bosumchu水力発電所。起点より 16.0km 付近にあり、支流のBosumchu川を利用した発電所である。



国道5号線には日本の援助 6橋以外に 5ヶ所の小橋梁があり、写真はネチー橋(橋長 18m、起点より 54km)。5ヶ所の内の1橋で、本件の対象外である。



起点より約 70km 付近にある交差点。国道5号線は左から右へ急カーブし上へ登る。手前は県道となる。

現場写真 (2/5) 国道5号線沿線の現場写真



起点より 55km 付近における土砂崩れの現場。
ブルドーザーで土砂を排除している。



土砂崩れ防止用の石積み土留擁壁



石積み土留擁壁の上に設けられたコンクリート製転落防止用パラペット。



ガードレール。
特に危険な区間にしか設置されていない。



起点から 73km 付近は急勾配、急カーブで、一部軟弱な区間もあり、運転者に注意を促す立看板がある。



約 1km の軟弱地盤の区間は非舗装となっており、毎年雨期になると地盤沈下、土砂崩れが発生する。

現場写真 (3/5) 国道 5 号線沿線の現場写真



ウォンディ周辺の集落と棚田の状況。
限られた土地を有効に利用している。



ウォンディ・ゾン。ゾン（県庁） 府舎は地域の政治と宗教および文化の中心で重要な文化財でもある。



国道 5 号線とプナチャンチュー川、その間に立地する集落と農地。



ダム建設予定地周辺に立地する集落と農地。



2006 年秋に国立公園周辺で発生した山火事による被害の状況。



国道 5 号線を移動する絶滅危惧種のゴールデンラングルの群れ。

現場写真 (4/5) 現場周辺の自然環境状況



路線バスを待つ沿線住民（ブリチュ橋付近）。



起点より 25km 付近にある碎石場。良質な骨材が産出されている。



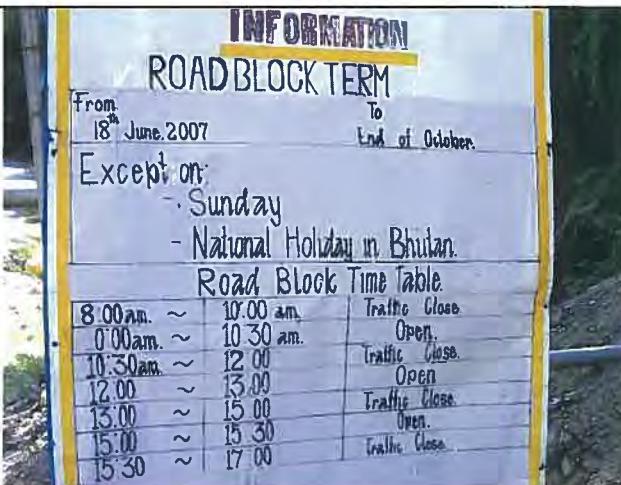
伐採後国道に搬出された材木（ニヤラチュ橋付近）。



（写真上）日本の援助で建設されたワクリタル橋
（写真下）撤去予定の老朽化した吊り橋



ワクリタル橋建設資材置き場の状況。



ワクリタル橋建設に伴う通行制限掲示板。他の道路でも工事中は同様な通行制限が行われている。

略語一覧

AADT	年平均日交通量 (Annual Average Daily Traffic)
AASHTO	アメリカ道路・運輸技術者協会 (American Association of State Highway and Transportation Officials)
ADB	アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
B/D	基本設計調査 (Basic Design Study)
BHU	ブータン (Bhutan)
Dantak	インド国境道路整備組織 (Indian Border Roads) の道路建設チーム
DEC	県環境委員会 (District Environment commission)
DoR	道路局 (Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement)
EC	環境承認 (Environmental Clearance)
ECOP	環境配慮規定 (Environmental Code of Practice)
EIA	環境影響評価 (Environmental Impact Assessment)
F/S	事業可能性調査 (Feasibility Study)
GDP	国民総生産 (Gross Domestic Product)
GNI	国民総所得 (Gross National Income)
GPS	全地球測位システム (Geographic Positioning System)
IEE	初期環境調査 (Initial Environmental Examination)
IRC	インド道路委員会 (Indian Roads Congress)
IUCN	国際自然保護連合 (The World Conservation Union)
JICA	独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JBIC	国際協力銀行 (Japan Bank for International Cooperation)
MoA	農業省 (Ministry of Agriculture)
MoF	財務省 (Ministry of Finance)
MoWHS	公共事業・定住省 (Ministry of Works and Human Settlement)
MTI	貿易産業省 (Ministry of Trade and Industry)
NCD	森林局自然保護課 (Nature Conservation Division, Forest Department)
NEC	国家環境委員会 (National Environmental Commission)
NGO	非政府団体 (Non-Governmental Organization)
NH	国道 (National Highway)
NLC	国家土地登記委員会 (National Land Commission)
PC	プレストレスト・コンクリート (Prestressed Concrete)
RC	鉄筋コンクリート (Reinforced Concrete)
ROW	道路敷地境界 (Right of Way)
RSPN	王立自然保護協会 (Royal Society for Protection Nature)
TA	技術援助 (Technical Assistance)
WB	世界銀行 (The World Bank)
WWF	世界自然保護基金 (World Wide Fund for Nature)

換算レート : US\$1 = Nu. 44.42、 Nu.1 = 2.538 円 (平成 19 年 11 月 9 日付)	US\$1 = 112.76 円 Nu: ブータン・ニュルタム
---	------------------------------------

予備調査報告書目次

位置図／現場写真集／略語一覧

第1章 調査概要

1.1 要請内容	1-1
1.2 調査目的	1-1
1.3 調査団の構成	1-2
1.4 調査日程	1-3
1.5 主要面談者	1-4
1.6 調査結果概要	1-6
1.6.1 先方との協議結果	1-6
1.6.2 現地調査(踏査)結果	1-9
1.6.3 調査結果要約	1-14

第2章 要請内容の確認

2.1 要請の経緯	2-1
2.2 要請の背景	2-1
2.3 サイト状況と問題点	2-2
2.3.1 道路セクターの上位計画	2-2
2.3.2 道路セクターの現状	2-7
2.3.3 事業主体の現状	2-29
2.3.4 対象橋梁の現状と問題点	2-33
2.3.5 「ブ」国橋梁建設技術の調査	2-42
2.3.6 各国ドナーによる援助動向	2-54
2.3.7 協力対象事業の予備設計	2-58
2.4 要請内容の妥当性の検討	2-84

第3章 環境社会配慮調査

3.1 「ブ」国の環境社会配慮に関する組織・法制度及び手続き	3-1
3.1.1 環境影響評価に関する組織・制度・法令・手続き	3-1
3.1.2 土地収用・住民移転に関する法制度及び手続き	3-14
3.1.3 道路セクターにおける環境社会配慮の実績	3-15
3.1.4 現地踏査の状況	3-15
3.2 JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく初期環境調査(IEE)	3-24
3.2.1 プロジェクト概要と立地環境	3-24
3.2.2 スコーピング	3-27
3.2.3 総合評価	3-34

3.3 IEE レベル環境社会配慮調査の結果	3-35
------------------------------	------

第4章 結論・提言

4.1 協力内容スクリーニング	4-1
4.2 基本設計調査に際し留意すべき事項	4-5
4.2.1 調査工程(案)	4-5
4.2.2 調査実施体制(案)	4-6
4.2.3 本件調査全般における調査実施上の留意事項	4-6
4.2.4 橋梁計画における調査実施上の留意事項	4-8
4.2.5 環境社会配慮における留意事項	4-10

付属資料:

付属資料 A. 署名ミニッツ	A-1
付属資料 B. プロジェクトを取り巻く状況	
B-1 「ブ」国の経済状況	B-1-1
B-2 「ブ」国の援助状況・動向	B-2-1
付属資料 C. 橋梁健全度調書	C-1
付属資料 D. 環境社会配慮に関連する資料	D-1
D-1 環境影響評価法 EA Act2000	
D-2 環境評価ガイドライン Highway & Roads	
D-3 環境配慮規定(道路)Environmental Code of Practice of Roads (表紙と目次のみ)	
D-4 環境基準	
D-5 EIA 報告書事例 (表紙と目次のみ)	
D-6 スコーピング結果一覧表	
D-7 環境承認申請書 (DOR)	
D-8 環境許可書	
付属資料 E. 資料収集リスト	E-1

第1章 調査概要

第1章 調査概要

1.1 要請内容

ブルータン国(以下、「ブ」国)は、国土($46,500\text{ km}^2$)の大部分が山岳地帯で道路交通が唯一の交通手段となっており、道路は基礎インフラとして最も重要である。「ブ」国的主要道路及び橋梁の整備は、1961年に始まった第1次5ヵ年計画以来、常に重要課題として取り上げられ、全国の県庁所在地の主要都市を結ぶ幹線道路網整備を重点に実施されてきた。しかしながら、国道上の多くの橋梁は1970～80年代に建設された仮設ペイリー橋で既に耐用年数を過ぎており、損傷や老朽化が著しく、農業を中心とする地域経済の拡充による交通量や積載量の増加により、橋桁の変形、部材の磨耗、腐食及び結合部の緩み、桁変形による橋のたわみ等の現象が見られ、崩落の危険性が指摘される橋梁も存在する。

このような状況の下、「ブ」国政府は橋梁架け替えの重要性に鑑み、公共事業省が管轄する22橋に係る開発調査の実施を我が国に要請した。この要請に基づきJICAは1997～1998年にかけて「橋梁整備計画調査」を実施した。同調査では22橋の中から緊急に架け替えの必要な12橋が選定された。その中で架け替えの優先度が最も高い5橋に関し、我が国は無償資金協力「橋梁架け替え計画」を実施し、2003年に完成した。引き続いて3橋を対象とした「第二次橋梁架け替え計画」を現在実施中、2007年12月に完成予定である。

上記のプロジェクトに続く無償資金協力として、今般、「ブ」国は我が国に対し、国道5号線の6橋梁の架け替え計画を要請した。この要請に対し、①いすれも開発調査の対象橋梁であったが、同調査で緊急性が高いと判断されたのはラワカ一橋のみであること、②今回対象橋梁はこれまでの2度の無償対象橋梁に比べるとスパンの短い橋梁が多いこと、③橋梁専門家派遣や橋梁設計・施工に係る技術協力プロジェクトにより「ブ」側の技術力が向上していること、などを考慮すると一部橋梁を「ブ」国側負担により整備することも検討に値する。環境社会配慮面については、水質汚濁、廃棄物、騒音・振動などの影響について早期に確認し、必要に応じた対策・支援を実施することが求められることからJICA環境カテゴリーBに分類されており、初期環境調査(IEE)を実施して影響の有無を確認する必要がある。

1.2 調査目的

今回の調査は、これらの検討に必要な情報を入手・分析し、要請案件の必要性及び妥当性を確認すると共に、無償資金協力案件として適切な基本設計調査を実施するため、調査対象、調査内容、調査規模等を明確にすることを目的とする。

【要請内容】

下記6橋梁の架け替え。但し、橋長はいすれも要請橋長。

- Lawakha Bridge (ラワカ一橋) 橋長45m
- Basochu Bridge (バソチュ橋) 橋長30m
- Nyarachu Bridge (ニヤラチュ橋) 橋長45m
- Burichu Bridge (ブリチュ橋) 橋長48m
- Chanchey Bridge (チャンチ一橋) 橋長54m
- Loringkhla Bridge (ローリン橋) 橋長120m

1.3 調査団の構成

表 1.3.1 調査団の構成

No.	氏名	担当分野	所属名
1	矢部 哲雄	総括	独立行政法人国際協力機構 ブータン駐在員事務所 駐在員
2	坂部 英孝	計画管理	独立行政法人国際協力機構 無償資金協力部 業務第一グループ 運輸交通・電力チーム 副主任
3	矢島 弘	交通計画	(株)トーニチコンサルタント
4	古川 康雄	橋梁計画	ペガサスエンジニアリング(株)
5	糸魚川孝榮	環境社会配慮	中央開発(株)

1.4 調査日程

No.	日付		総括 矢部 哲雄	計画管理 坂部 英孝	交通計画 矢島 弘	橋梁計画 古川 康雄	環境社会配慮 糸魚川 孝榮
1	10月	4	木			成田(10:00)→バンコク(14:30) TG643	成田(10:00)→バンコク (14:30) TG643
2		5	金				バンコク (05:50) →パロ (09:10) KB127 パロ→ティンプー JICA、DOR を訪問、今後の打ち合わせ
3		6	土				現地調査(ティムプー→ウォンディーチャンチー橋)
4		7	日				現地調査(ウォンディーローリング橋)
5		8	月				現地調査(ウォンディーローリング橋)
6		9	火				現地調査(現地工事事務所訪問) ウォンディー→ティンプー移動
7		10	水				DOR と今後の調査打ち合わせ
8		11	木				DOE 訪問・打ち合わせ
9		12	金	JICA 事務所 DOR、Planning Commission 訪問	バンコク(05:50)→パロ(09:10)KB127 パロ→ティンプー JICA 事務所、DOR、Planning Commission 訪問、ティンプー→ウォン ディ移動	JICA 事務所、DOR、Planning Commission 訪問 ティンプー→ウォンディへ移動	
10		13	土				現地調査(ウォンディーローリング橋)
11		14	日				現地調査(ウォンディー→ブリチュー橋)、ウォンディー→ティンプー移動
12		15	月				MOWHS, DOR 訪問・協議
13		16	火				MOWHS, DOR 訪問・協議、JICA 事務所にて在インド関係者と打ち合わせ
14		17	水				ミニツツ署名交換、MOWHS 大臣(兼首相)へ表敬訪問
15	10月	18	木		ティンプー→パロ パロ(10:30)→デリー(13:00) KB206 JICA インド事務所、EOJ へ報告 デリー(23:30)→TG316 →バンコク(05:05) バンコク(07:30)→成田(15:40) TG676	各省庁にて資料収集	ティンプー、パロにて道路・橋梁現場調査 資料整理 DOR 打ち合わせ、各省庁にて資料 収集
16		19	金				
17		20	土				
18		21	日				
19		22	月				
20		23	火				
21		24	水				
22		25	木				
23		26	金				
24		27	土				
25		28	日				
26		29	月				
27		30	火				

凡例 : MOWHS(公共事業省), DOR(道路局), Planning Commission (計画委員会), DOE (エネルギー局)

1.5 主要面談者

1. Ministry of Works & Human Settlement (MWOHS)
Mr. Lyonpo Kinzang Dorji, Minister for Works & Human Settlement
2. Department of Roads (DoR)
Mr. Phuntsho Wangdi, Director, DoR
Mr. Jangchuk Yeshi, Chief Engineer, Bridge Div. DoR
Mr. Kunzang Wangdi, Chief Engineer, Investigation & Development, DoR
Mr. B. B. Gurung, Executive Engineer, Investigation & Development, DoR
Mr. Tsering Paljore, Project Coordinator (World Bank), DoR
Mr. C.K. Pradhan, Project Coordinator (ADB), DoR
Mr. Karma Wangdi, Deputy Executive Engineer, Bridge Div. DoR
Mr. Karma Tenzin, Deputy Executive Engineer, Bridge Div. DoR
Mr. Dorji Gyeltshen, Deputy Executive Engineer, Road Div. DoR (Maintenance)
Mr. Dago Kuenley, Project Manager, Government of India (GOI), DoR
Mr. Nidup Chong, Design Engineer, Survey and Design, DoR
Mr. Singay Dorji, Assistant Project Coordinator, (World Bank), DoR
Mr. Sonam Tobgyel, Project Engineer, Lobesa Division, DoR
Mr. K S Rai, Deputy Executive Engineer, Sarpang Sub-Division, DoR
Ms. Sonam Choki, Environmental Officer, Environment Unit. Investigation and Development Division, DoR
Ms. Choden, Assistant of Environment, Environment Unit. Investigation and Development Division, DoR
広田 猛, シニアボランティア Geology Section, DoR
3. Planning Commission
Mr. Thinlay Namgyel, Head Development Cooperation Division, Planning Commission
Mr. Namgyel Wangchuk, Program Officer, Department Cooperation Div. Planning Commission
4. Department of Urban Development & Engineering Services (DUDES)
Mr. Tshewang Dorji, Rural Infrastructures Services Div. DUDES
5. Road Safety & Transport Authority (RSTA)
Mr. Bola Gyeltshen, Transport Planner, Transport Management & Contract Administration Div. RSTA
6. Department of Energy (DoE)
Mr. Tashi Dorjee, Executive Engineer, Hydropower Planning, DoE
Mr. Sonam Chedup, Assistant Engineer, Meteorology Section, DoE
7. National Land Commission
Mr. Karma Wangdi, Deputy Chief Map Production Officer, National Land Commission
Mr. Kezang Phuntsho, Deputy Chief of Land Registrar, National Land Commission

8. Department of Geology & Mines (DoGM)
Mr. Sangay Gyaltshen, Head of Mining Div. DoGM
9. National Statistics Bureau
Mr. Tashi Dorjee, Coordination and Information Div. National Statistics Bureau
10. National Environment Commission (NEC)
Mr. Karma Tshering, Programme Office, Policy & Coordination Division NEC
Mr. Tshewang Dorji, Environment Officer EIA Division NEC
11. World Wildlife Foundation (WWF)
Mr. Vijay Moktan, Director, WWF Bhutan Program Office
12. Royal Society for Protection of Nature (RSPN)
Dr. Lam Dorji, Executive Director, RSPN
13. Forest Department, Ministry of Agriculture
Dr. Sangay Wangchuk, Director of National Conservation Division (NCD)
Mr. A. Carma Regin, Map Engineer, GIS section, Policy and Planning Division
14. 現地コンサルタント会社
 - 14-1 Green Place Associates
Mr. D.C. Sharma, Managing Director
 - 14-2 Kalachakra Consultancy
Mr. N.B. Dhital, Executive Director
 - 14-3 Progressive Research & Consultancy Service
Mr. Jiwan N. Siwakoti, Managing Director
Mr. Lok Man Tawang, Civil Engineer
15. 現地建設会社
 - 15-1 Bhutan Engineering Company Private Limited
Mr. Dorji Norbu, Chairman/Managing Director
 - 15-2 Singye Group of Companies Pvt.Ltd.
Mr. Ugen Tsechup Dorji, Vice Chairman
Mr. Pratap Kumar Kar, Finance Controller
 - 15-3 Rinson Construction, Rinson Hiring Agency, Rinson Cement Agency
Mr. Shacha Rinchen Dorji, Managing Director
Ms. Angela Alexander, Secretary
 - 15-4 Bhutan Builders, Continental Bhutan Enterprise
Mr. Sonam Ongdi, Managing Director
Mr. Sitaram Shrestha, Chief Planning Engineer
16. 在インド日本国大使館
坂田 尚史 一等書記官
17. JICA インド事務所
山田 浩司 次長

18. JICA ブータン駐在員事務所

宮田 真弓 企画調整員

1.6 調査結果概要

1.6.1 先方との協議結果

(1) 要請内容の確認

要請内容について、「ブ」国から要請のあった以下の6橋梁を確認した。

- ・ ラワカ一橋
- ・ バソチュ橋
- ・ ニヤラチュ橋
- ・ ブリチュ橋
- ・ チャンチ一橋
- ・ ローリン橋

(上記の橋梁の順番は起点側から順に記載)

さらに、「ブ」側より橋梁の基本仕様について、以下の要望があったことから併せてミニッツに記載した。

- ・ 幅員： 6.0m(大型車が徐行によりすれ違うことが出来る幅員)
- ・ 設計活荷重： インド道路評議会(Indian Road Congress)2000年策定基準の「クラスA」
(第二次橋梁架け替え計画で適用された荷重と同様)

設計活荷重については、将来の水力発電所建設設計画に備え、「ブ」側からクラスAA(最上級)での設計について要望が出されたが、調査団より、既にわが国無償資金協力で建設されたワクリタル橋がクラスAで設計されており、国道5号線全線で見た場合に荷重設計上の齟齬が生じることを説明した結果、基本的にクラスAで設定することについて「ブ」側了解を得た。

なお、ミニッツには記載していないが、「ブ」側より、対象橋梁の優先順位に関し、既存橋梁の危険度を考慮した場合、①ローリン橋、②ラワカ一橋、③ブリチュ橋、④ニヤラチュ橋、⑤チャンチ一橋、⑥バソチュ橋である旨の言及があった。

また、要請橋梁の橋長については、要請書にも記載があるものの、現地調査の結果、「ブ」側要請架橋地点だけではなく、複数の架橋地点の可能性があり、現段階では必ずしも特定の数値を設定することができないため、ミニッツ上での具体的な記載は回避した。

(2) 資材調達型実施の可能性

1) ミニッツにおける先方との協議内容

「ブ」国では、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」(2004～2007年)等、最近まで橋梁建設にかかる専門家が派遣された実績があり、「ブ」側の橋梁建設にかかる技術水準は向上していると考えられる。実際、本計画実施機関(公共事業・定住省道路局)では、直営で支間長30m以下の橋梁設計・施工実績もある旨、派遣専門家から情報を得ている。

本計画では、「ブ」側より全橋とも施設建設型による橋梁整備が要請されているが、このうち、バソチュ橋、ニヤラチュ橋、ブリチュ橋の3橋については、「ブ」側による架設対応の可能性もある。

「ブ」側との協議において、過去実施された他の類似案件（平成 17～19 年度バングラデシュ国「地方道路簡易橋設置計画」）を説明し、本計画の一部橋梁について、上部工資材（鋼桁）のみを調達し、「ブ」側にて下部工の詳細設計・施工ならびに上部工架設を実施する、いわゆる「資材調達型」案件の適応可能性について「ブ」側意向を確認した。

「ブ」側からは、基本的に第一次、第二次同様、全橋梁とも施設建設型での実施を希望する旨要望があった。その理由としては、橋長 28m のパンジュルマニ橋（Panjurmani 橋）を独自に建設した経験（トンサとシェムガン間のルート上）を有しており、この程度であれば「ブ」側による建設は十分可能であるが、30m を超える橋梁については、必ずしも十分な経験を要しておらず、また厳格な品質管理、工程管理の技能が必ずしも十分ではないから、との説明があった。

一方、本計画の（日本側）予算が限定されるのであれば、日本側による設計、施工監理が実施されるという条件の下で、日本側で調達した上部工資材を用いて「ブ」側により建設する可能性もある旨あわせて回答があった。

2) その後の調査による資材調達型実施の可能性

ミニツツ署名後も調査団は資材調達型実施の可能性について引き続き調査を続行し、多方面から検討を行った。その結果、以下に述べた点が指摘され、本件を資材調達型で実施する可能性は極めて低く、時期尚早との結論に達した。

① 橋梁建設に係る人材と能力

「ブ」国の橋梁建設市場は極めて小さいため、道路局（DOR）橋梁部門の担当者数は限られており、民間においてもコンサルタント会社、建設会社数も多くない。したがって技術者、熟練工などの経験を積み重ねた人材が極めて少なく、本格的に橋梁を建設するには「ブ」国人材と能力・経験が不足している。

② 橋梁建設に必要な機材類

鋼製橋の架設にはベント、ジャッキ、レバー・ブロック、チェーン・ブロック、ワイヤー・ロープ類など特殊な機材類が必要であるが DOR はもとより、現地建設会社もほとんど保有していない。したがって、当然ながらこうした機材の取扱いが不慣れなため、工期・安全性・品質などの面からも適切に管理をすることが困難と考えられ、「ブ」国が独自に実施するにはあまりに問題が多過ぎる。

③ 過去の JICA の無償資金協力橋梁における資材調達型の例との比較

これまでに JICA の無償資金協力案件として、ベトナム国にて「北部地域橋梁改修計画」、「メコンデルタ地域橋梁改修計画」、「中部地方橋梁改修計画」、またバングラデシュ国にて「地方道路簡易橋梁設置計画」などにおいて、資材調達型が実施されたケースがある。

しかし、これら全ては交通量の少ない地方道路の橋梁が対象であり、地形的に平坦で、ベント（支柱）の利用が可能で、建設が容易な橋梁であった。

しかし、今回「ブ」国における対象 6 橋梁は全て幹線道路上の橋梁であり、しかも河川は渓谷をなしておらず、河川内にベントが立てられないため、単径間の橋梁となっている。このような渓谷に橋を架けることは長い経験と技術を要し、資材調達型を採用して建設するには余りに危険が大き

過ぎると判断せざるを得ない。

④ バソチュ橋を資材調達型で実施する可能性

本調査の 6 橋梁のうち最も橋長の短い橋梁はバソチュ橋($L=30m$)であり、上流にダムによって河川水量のコントロールが可能となっていることから、資材調達型の採用としてバソチュ橋が考えられた。しかし、バソチュ橋は地形条件が厳しく、河川がV字谷のために河川の中にベントを建てられず、ケーブル・クレーン架設または押し出し、引き出し架設などの高度な技術が要求される。現在の「ブ」国所有する技術では遠く及ばない。

以上の検討結果から、求められた品質の橋梁を安全に、工期内に、確実に建設することは、現在の「ブ」国の建設技術では未だ経験不足であり、今回、資材調達型を採用することは時期尚早と考えられる。

(3) 「ブ」側実施体制

協議にて確認した結果、本計画の主管官庁は公共事業・定住省、実施機関は同省道路局であり、調査段階では道路局が調査団受入・対応の窓口として、また本計画が実施に至った場合、入札、契約の主体となる旨「ブ」側より説明があった。また、最新版の組織図を受領し、本計画担当部局(道路局橋梁課)を確認した上で、ミニッツに添付した。

(4) 我が国無償資金協力のスキーム説明

現在、「ブ」国公共事業・定住省を施主として、わが国無償資金協力「第二次橋梁架け替え計画」を実施中であり、本スキームについては概ね理解されている様子であったが、調査団より、再度レビューする形で、ポイントを絞ってスキーム説明を行った。

(5) 環境社会配慮

JICA 環境社会配慮ガイドラインの内容を説明するとともに、本計画においては同ガイドラインを考慮して計画を検討する旨「ブ」側の了解を得た。また、本調査にてIEEレベルの調査を調査団と合同で実施すること、および日本政府による本計画承認前までに、プロジェクト実施の影響を受ける関係者から原則合意を得ることをミニッツでも確認した。具体的環境社会配慮手続きの内容について資料を収集し、他橋梁建設の事例を収集した。

(6) その他協議事項

1) プナチャンチュ水力発電所建設計画による本計画への影響

上述の通り、2001 年 JICA により実施された開発調査結果に基づき、現在プナチャンチュ水力発電所建設(第 1 期)が計画されている。調査団派遣前、同調査結果と、既存地形図(1975 年作成)を確認したところ、ダムが満水になった際、対象道路である国道 5 号線、ならびに本計画対象橋梁の一部が水没する可能性があることが確認された。

現地における最新情報の収集、ならびに「ブ」側との協議において、この点について確認したところ、同計画の実施計画策定時、ダムの建設位置をやや北側に、また規模を当初よりも縮小したため、本

計画対象橋梁ならびに国道 5 号線がダム湖に沈むことはないことが確認された。

一方、「ブ」国道路局は、調査団到着まで関係省庁(同省エネルギー局等)と本件について十分な情報共有、協議が行われていない状況であった。また、実施計画は未決定であるが、プナチャンチュ川下流にてさらに第2期～第4期までの建設工事が検討されている(第 2 期工事は F/S のためのボーリング調査を実施中)との情報もあることから、調査団より、プナチャンチュ川流域における水力発電所建設計画について、①本計画ならびに我が国無償資金協力により建設された橋梁(第二次橋梁「ワクリタル橋」「スンコシ橋」)に大規模な影響(橋梁・接続道路がダム湖に沈む、使用されなくなる等)が生じないよう、関係省庁(特にエネルギー局)と十分な情報共有、協議を行うこと、②本件に関し必要に応じ日本側に情報提供を行うよう申し入れた。

2) 国道 5 号線上にある本計画対象橋梁以外の橋梁の整備・架け替え

上述のとおり、国道 5 号線上には本計画要請橋梁以外にも、未整備の小橋梁(橋長 9～18m)が 5ヶ所存在する。また、本調査ならびに基本設計調査の結果、一部対象橋梁が計画から除外される可能性もある。本計画の目的を達成するためには、これらの本計画対象外の橋梁については、「ブ」側による建設(資金源は問わず)が必須となる。そのため、国道 5 号線上にある本計画対象橋梁以外の橋梁の整備・架け替えについて「ブ」側で実施するよう申し入れた。

3) 本計画に関する日本人関係者の安全確保

本調査団を含む、本計画に携わる日本人関係者の安全確保について「ブ」側に申し入れ、了解を得た。なお、ローリン橋が存在するサルパン県は、外務省渡航情報では「渡航の延期をお勧めします」に区分されているが、「ブ」側より、ローリン橋は国境地域から 20km 以上はなれること、またここ数年、インド国の反政府勢力の越境による衝突等は発生しておらず、緊迫した状況にはない旨説明があった。

【参考】

本年 11 月 12 日付で、この安全情報は「渡航の是非を検討してください」に引き下げられた。

1.6.2 現地調査（踏査）結果

(1) 国道 5 号線の現状

国道 5 号線はウォンディー市内、国道 1 号線と接続する地点が起点となり、「ブ」国南部、インドとの国境の街・サルパン(Sarpang)を通過し、ゲレフ(Gelephu)まで続く全長 186km (Annual Information Bulletin 2006 より) の道路である。ウォンディーからスンコシ付近(道路距離約 70km)まではプナチャンチュ川沿いの斜面中腹に道路が走り、それ以南(道路距離約 70km～150km)は大きな山を一つ越えるルートとなっている。

国道 5 号線は斜面の中腹に建設された道路のため、全般的にカーブが多く、見通しは必ずしも良いとは言えない。特に、70km を過ぎた南側山岳地域は道路勾配がきつく、つづら折りの道路が続く。また、雨期には大雨により土砂崩れが発生し、道路が一時寸断されることもある。今年9月、3日間にわたる集中豪雨が発生したが、その際、ウォンディー～スンコシ間(約 70km)では、約 40 カ所で車両通行が不可能と

なった。それから1ヶ月後の本調査団現地調査時には、一部補修工事が実施されていたものの、全線に渡り車両通行が可能なまでに復旧していた。

本道路は幅員 6.5m(車道幅員 3.5m、両側の路肩 1.5m)と狭いながらも、ほぼ全線が舗装(簡易舗装)されており、走行性は比較的良好を感じられる。また、現在「ブ」側の説明によれば、2011 年頃までには全線拡幅が完了することである。

一方、本道路には本計画要請橋梁以外にも、わが国無償資金協力「第二次橋梁架け替え計画」により建設されたワクリタル橋があり、今年中に供用開始となる。また、本道路には長さ 20m 程度の小橋梁が 5ヶ所(いずれもベイリー橋)あり、これら的小橋梁は「ブ」側が自ら改修するとの意向を示した。

道路沿いには民家・集落が点在し、農業・酪農を中心とした生計が営まれている模様であり、全般的に交通量が多いとは言えない(目視では1時間あたり数台～十数台程度)ものの、小型・大型の乗り合いバス、建設資材運送用の中型のトラック等が走行する様子が散見され、「ブ」国中南部における唯一の生活道路として、重要な役割を果たしているものと思われる。

また、「ブ」国としては、これから始まる第 10 次国家 5ヵ年計画(2007-2012)において、インフラ整備、特に道路網整備を重要視している。「ブ」国公共事業・定住省大臣(兼首相)によれば、本道路はプナチャンチュ川沿いの開発による経済活動の活性化、貧困削減に寄与するだけでなく、サルパン等南部平野部の開発(サルパン県におけるゲレフ新国際空港の建設(予備調査実施済み)、新東西ハイウェイ(Samtse～Phuentsholing～Sarpang 間を高規格道路にて建設予定)において、首都ティンプーと当該地域を結ぶ主要回廊との位置付けがされており、果たすべき役割が拡大する旨言及があった。

(2) 要請対象橋梁の現状

本計画要請橋梁は全てベイリー型による既存橋が存在する。インド製(MKII 製)で全て幅員 3.27m であり、いずれも通行制限はある(荷重制限 18 トンまたは 24 トン、通過可能車両数1台)ものの、現在通行可能な状況にある。ローリン橋を除く 5 橋は全てプナチャンチュ川の支流に架設されており、うち 1 本の支流(バソチュ川)の上流には小水力発電用の小規模なダムが建設されている。

1) 6 橋梁の現状

① ラワカ一橋

国道起点から約 9km の地点にあり、1988 年に建設された橋長 30.5m のベイリー橋である。本橋梁の山側直近には滝が流れ込んでおり、既存橋梁が架橋されるまでは、車両は蛇籠を積み上げた滝下の盛土を通過していた模様である。斜面中腹の限られた場所に架橋されていることから、新しく架け替える橋の位置は、既存橋と同じ、もしくは隣接する地点に限られてしまう状況にある。また、橋台が河川に若干張り出す形になっており、雨季の降雨時には河川断面を阻害する可能性があることから、橋台を若干後方へ設置する必要があると考えられる。したがって、新橋の橋長は要請よりも若干長くなるものと思われる。

また、既存橋の南側に農家(民家および稻作水田)があり、そこに向けて滝から分流して灌漑用水が流れている。橋梁建設により農家および灌漑用水の移設までは必要ないと考えられるが、施工による排水、廃棄物による灌漑用水の汚染等が発生しないよう、施工計画に配慮する必要がある。

② バソチュ橋

国道起点から約 13km の地点にあり、1985 年に建設された、橋長 18.5m のベイリー橋である。本計画で

要請された橋梁のうち、最も短い橋梁(新橋 35~40m 程度)である。地形的に比較的平坦であり、また渡河河川も上流にダムがあるため緩やかな流れになっており、他の橋梁に比べて設計・施工の制約条件は限定的で、難易度は必ずしも高いとは言えない。

③ ニャラチュ橋

国道起点から約 50km の地点にあり、1992 年に長さ 30.5m のベイリー橋が建設されている。本橋梁は両岸とも、河川側にせり出した形で橋台が設置されており、これにより架橋地点の川幅が狭くなっている。その結果、河川を堰き止める形となっており、明らかに河川断面を阻害している。また、橋梁付近は扇状地の地形をなしていることから、上流側には大きな転石が滞留している。

上流にダム等が存在せず、付近の地形から想定すると、降雨時には一気に雨水が川へ流れ込むものと思われる。実際、橋面高が約 3.5m と非常に低いことから、前回の雨期に河川が増水した際、水位が橋面を超える、橋梁が流される寸前にまで至ったとのこと。

本橋梁は既存橋梁損傷の観点からだけではなく、安価な建設費を考慮して設計されたことから、河川断面、計画水位高に大きな問題があるため、橋梁流出の可能性が高く、架け替えの緊急性はかなり高いと考えられる。

新橋建設に際しては、橋台位置を後方へ設置し、河積を十分確保するとともに、増水時に橋梁が水没することが無いよう配慮する必要がある。したがって、新橋の長さは要請橋長(45m)よりも長くなると考えられる。また、設計橋面高が高くなれば、国道5号線との擦り付けのため、盛土などの整備が必要となり、取付道路も長くなる等、事業費に影響する部分がある。

④ ブリチュ橋

国道起点から約 62km の地点にあり、長さ 27.5m のベイリー橋が存在する。1995 年に建設され、右岸の橋台は練り石積みの橋台の上に設置され、左岸の橋台は直接自然の岩の上となっている。架橋地点は河川の湾曲部にあたり、左岸下流部には蛇籠積みの護岸工が設置されている。

右岸側はなだらかなカーブで接続しており特に問題はないが、左岸側は国道と橋梁が直角に接続する形となっており、かつ、下流側において山腹の岩がほぼ垂直に掘削され道路が建設されている。したがって、トラック等中型～大型の車両が橋梁に入る前、数回にわたり切り替えしながら、方向転換を行っている状況にある。さらに、上流側への架橋のためには大規模な斜面掘削が必要となることから、既存橋よりも下流側に新橋を移さざるを得ない状況にある。

以上のことから、新橋の左岸側は取付道路と緩やかに接続するよう配慮する必要があり、橋長は要請書の記載(48m)よりも長くなるものと思われる。なお、取付道路周辺には民家等は確認されず、新橋計画・建設に当たっては、住民移転は必要ないと考えられる。

⑤ チャンチー橋

国道起点から約 69km の地点にあり、長さ約 40m のベイリー橋が存在する。1986 年に建設され、右岸の橋台は直接自然の岩の上に、左岸はコンクリート製橋台が設置され、橋長 40m と長いが、橋脚はなく 1径間で架橋されている。18ton の荷重制限、ならびに1台のみの通過制限がかけられている。車両が通過していない状態でも、橋梁のたわみが目視で確認できるほど部材の剛性が不足している。

右岸側は直線からカーブに入る緩やかな傾斜道となっており、両側に比較的道路用地の余裕があることから、仮設ヤード設置等工事用地確保には支障ないと考えられる。一方、左岸取付道路沿いに農業省森林局の管理事務所が設置されており、架橋地点にもよるが、建設時に一時的ながらも、用地確

保が必要となる可能性があり、基本設計にて十分確認する必要がある。なお、道路局によれば、国有地(政府所有地)であることから、用地確保はさほど困難ではなく、政府内の手続きで可能である旨言及があった。

⑥ ローリン橋

国道起点から約 127km の地点にあり、この橋梁だけが他の5橋からかなり離れた距離に位置している。渓谷が深く橋脚が立てられないため、長さ約 50m ベイリー橋が1径間で設置され、剛性を保持するためベイリー橋も2段組として架橋されている。しかし、車両が通過していない状況でも、橋梁のたわみが目視で確認できるほど剛性が不足している。

本橋梁が架設されているローリン川は他の5橋とは別の流域に当たり、ローリン川は小川(Khola)で、流水幅はさほど広くない。しかし、付近の地形は急峻となっており、既存橋上部にある急斜面(滝)から、毎年雨期には落石が頻発し、橋梁ならびに通過車両を直撃することもある旨「ブ」側より説明があった。実際、既存橋には落石によるものと見られる損傷が確認された。また、落石衝突の衝撃により、橋を連結するボルトが緩んでおり、一部ボルトは抜け落ちていた。

以上のことから、「ブ」側としては、滝および急斜面から可能な限り離れた位置に架橋しようと考え、既存橋の橋長より約3倍(120m)の長さの橋梁が要請された。

既存の橋面から川面までは 40m を超える高さがあり、橋脚の設置が不可能であることから、長スパンで橋梁を設計・施工する必要があること、また道路沿いおよび橋梁周辺に平地がほとんど無く、仮設ヤード設置範囲も限定されることから、技術的難易度はかなり高いと判断される。

一方、「ブ」側協力により距離計を用いて光波測量を行った結果、約 80~90m の橋長でも架橋可能な地点も確認されたことから、今後の継続調査により、複数案を検討し、想定される最も適切な架橋地点を選定する必要がある。

2) 橋梁健全度調査

対象 6 橋に対し、橋長、幅員、構造形式(上部、下部、基礎)、健全度(目視とハンマーの打撃による判定)を調査し、詳細については健全度調書として添付資料に記載している。

国道 5 号線に架かる橋梁の数は 11ヶ所で、全て仮設のベイリー橋となっており、コンクリート橋はない。これらのベイリー橋は許容活荷重が 24 トンまたは 18 トンで、幅員が 3.27m と狭く 1 車両しか通行できない。この 11 橋のうち、特にニヤラチュ、ブリチュ、チャンチー、ローリンの 4 橋は部材の損傷が見られ、早急の架け替えが必要となっている。また、ラワカ一橋とバソチュ橋もボルトの緩み、部材の腐食などの進行が見られ、架け替えが必要である。

相手国の要請どおり、上記 6 橋梁は仮設のベイリー橋であり、部材の損傷、桁のたわみなどの現象も見受けられるので、近い将来、落橋の危険性があり、健全度が不良な橋梁といえる。

一方、国道 5 号線上にはさらに 5 橋梁があり、これらも全て仮設のベイリー橋であるが、全て橋長 18m 以下の橋梁で、地形は平坦で河川も小さく、河床も浅く(5m未満)、架け替えに際しても橋長 20m 以下と予想され、現在の「ブ」国の中でも架け替えが可能であると考えられる。

実際、「ブ」国道路局(DOR)は 5 号線全線の橋梁の架け替えを第 10 次 5 カ年(2007-2012)で計画しており、全橋梁に対し、機能面から全て架け替えが必要であると明言している。ちなみに、「ブ」側が独自に架け替えるとしている中小の 5 橋の橋梁は起点からヘソタンカ橋(Hesothangkha)、ルリチュ橋

(Rurichu)、ベイチュ橋(Baychu)、カミチュ橋(Kamichu)、メチコーラ橋(Mechikhola)となっている。なお、ローリン橋以遠の国道5号線であるが、サルパンの市街近くの橋はRC橋(45m)であり、またその他の5橋梁はRC床版橋の永久橋がすでに存在する。したがって、対象6橋と上記5中小橋梁が永久橋に架け替えられることにより、ウォンディ(Wangdue)とサルパン(Sarpang)間の橋は全て2車線のクラスAの橋となる。

(3) プナチャンチュ川の開発

電力は「ブ」国の外貨獲得手段として非常に有力であり、プナチャンチュ川の開発は、「ブ」国としても最優先課題となっている。実際、オーストリアの援助により「ブリチュ水力発電所」(5号線の起点から約15km地点)が建設され、2004年に供用を開始している。

2001年JICAにより開発調査「プナチャンチュ水力発電事業計画調査」が実施されたが、本発電所の計画は、同調査結果の一部を変更し、インドによる借款供与によりプナチャンチュ水力発電所を着工する予定である。さらに、インド側はプナチャンチュ川に4ヶ所の発電所および貯水池(ダム)を建設する計画で、第1期計画～第4期計画となっている。第1期計画は最も上流側(5号線の起点から約8.5km地点)に位置し、来年末には工事着手し、2014～2015年頃の完成を目指している。

本発電所の建設には、インドから大量の建設資材・発電用機材が運搬される予定であり、建設資機材の搬入路として国道5号線が非常に重要であり、早期の橋梁架け替えが必要である旨「ブ」側より言及があった。本計画の実施により、同地域の開発促進に寄与することが期待される。

(4) サルパン県の治安状況

サルパン県はインドに接するブータン南端地域に位置し、外務省渡航情報では「渡航の延期をおすすめします」に区分されている。調査等で当該地域に立ち入る場合は、安全担当責任者の承認を得ることが義務付けられている。確かにこの地域は2003年まではインド反政府活動の余波を受け、相当数のグループが違法にブータン側に居座っていたが、ブータン軍がインド軍と協力してブータンから追い出した。以降は特段の事件らしいものは皆無である。現地調査でも全く治安問題を感じさせない状況であった。

実際、予備調査団が帰国した後、本年(2007年)11月12日、この危険情報は引き下げられている。

(5) 道路局の技術レベル

道路局(DOR)にはこれまで4代の専門家が10年間にわたり橋梁の設計・施工、管理に係る技術指導を行ってきた。最後の専門家となった辻野専門家による「技術協力プロジェクト事業完了報告書、平成19年8月」からの報告では、次のようなことが記載されている。

① 技術者の不足

DORには現在7名の技術者が所属しているが、その業務範囲はブータン国全土(他省庁管理道路も含む)の橋梁(橋長6m以上)の設計・施工・施工管理が主なものであり、それ以外にもボックスカルバートや擁壁の設計、河川保全などの構造計算に関わる業務など多岐にわたり、絶対的人員の不足が甚だしい。

② 品質管理の未熟

DORの橋梁課の人員不足などにより、実際の建設現場では、現場事務所職員に施工管理を頼つ

ているのが現状である。このため、品質のよい構造物を構築しなければならない、という理解はあるものの、どうすれば建設現場に活かせるのか、といったことに経験が浅く、施工管理・品質管理のレベルが著しく低く大きな問題となっている。

要請 6 橋を現地調査した結果、最短と思われるバソチュ橋でも 30mを越えるものと判明した。一方、DOR としては、条件が揃えば機材供与型を採用して、バソチュ橋のみを自前で建設(設計、資材、技術支援は日本側)しても良いとしているが、道路局の技術者は上記のような問題を抱えていることから、やや時期尚早と言わざるを得ない。

1.6.3 調査結論要約

この要請に対し 2007 年 10 月、要請内容および対象地域ならびに既存橋梁・道路の確認、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づいた IEE の実施等を目的とし、標記計画にかかる予備調査を実施した。その結果、以下の事項が確認された。

(1) 国道 5 号線の位置づけ

本計画は国道5号線の開発(水力発電)、さらには「ブ」国南部平野部の開発を促進することを目的として要請されており、本計画対象橋梁全てが国道5号線上に位置している。「ブ」国からインドに接続する国道は、全部で4路線あるが、そのうち東西の2路線はインド軍による建設・維持管理が実施されている。国道5号線は「ブ」側が自国で管理できる国境への経路として、非常に重要な道路と位置づけられている。このような状況から、当該路線の安全で円滑な道路交通の確保は非常に重要であることが確認された。

(2) 既存橋梁の現状

既存橋はすべてベイリー橋で架設されており、永久橋として設計・施工されていない。いずれの橋梁も即座に落橋するような非常に危険な状況にあるわけではないが、近い将来、開発計画に基づき開発が進んだ場合、この状況を放置すれば落橋の危険性は高まる。

また、既存橋は、プナチャンチュ川に注ぐ支流(急流)に架橋されており、雨期の鉄砲水による落石の衝突により損傷を受けている箇所が散見された。さらに、国道5号線は急峻な崖の中腹を走る道路であるため、用地の制限から取り付け道路の線形が適切でないため(一部は橋梁端部で直角に設置)円滑に走行できず、また橋台が川に迫り出し河川流を阻害している(ニヤラチュ橋)等の問題点もある。

このような状況から、対象橋梁架け替えの必要性・緊急性が確認された。

(3) 要請内容

当初要請どおり国道5号線上の6橋梁の架け替えであることが確認された。国道5号線上には本計画対象道路を含めて、合計 11 橋梁が存在するが、本計画対象外の5橋は橋長が 20m 以下であり、「ブ」側技術レベルでも架け替えが十分可能であり、「ブ」側が架け替える意向である。

(4) 資材調達型実施の可能性

わが国は「ブ」国に対し技術協力プロジェクト「橋梁計画・設計・施工・保全に関する人材育成プロジェクト」(2004~2007 年)を実施し、「ブ」国における橋梁設計・施工にかかる人材育成を実施してきた。その成果を活かすため、本計画で要請された橋梁のうち一部橋梁について、日本側で上部工資材を調

達し、「ブ」側で下部工の設計・施工、上部工の架設を行う「資材調達型」計画の実施可能性を検討した。

「ブ」国からは、条件が整えば、要請橋梁のうち、最も短いバソチュ橋(約 30m)の架け替えを資材調達型で実施する意向があるとの見解を得たが、調査の結果、①本計画の場合、建設後の近い将来、国道5号線開発のために重車両(建設資材や発電所向け大型機材等を積載)が通過する可能性が高いため、より高い施工・品質管理が求められること、②対象道路は非常に急峻な山岳地域を通過し、橋梁建設のための用地が限定されており、限られた用地内で建設するためには精緻な施工計画・管理が必要、との観点から、「ブ」側の技術力で対応するには困難であり、資材調達型での実施は困難と判断された。

(5) 環境・社会影響および環境関連手続き

既存橋梁の改修であることから、施工中に配慮すべき事項(廃棄物、騒音、水質汚濁等への対策)はあるものの、非自発的住民移転等恒久的な影響はほとんど無いことが確認された。ただし、ニヤラチュ橋、ローリン橋については「ブ」国の環境保全地域(国立公園)に位置することから、基本設計調査にて特に留意し、設計・施工において必要な対応策を検討する必要があり、引き続き環境カテゴリーをBとすることが妥当である。