

ブータン

2021年度 外部事後評価報告書

無償資金協力「国道一号線橋梁架け替え計画」

外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 渡邊 恵子

0. 要旨

本事業は国道一号線上の3橋の橋梁を架け替えし、橋梁の性能を向上させることによってより円滑な交通や輸送のアクセスを図り、地域の経済活性化の促進に資することを目的とした。ブータンでは道路交通が最も重要な交通・輸送手段であり、なかでも国道一号線は最重要幹線道路であるため、本目的は事業計画時、事後評価時の政策やニーズに合致し、また、交通弱者に配慮した事業計画・アプローチは適切であった。日本の開発協力方針と合致しており、JICA内の他事業及びJICA外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できた。以上より、妥当性・整合性は高い。アウトプットはほぼ計画通り実施され、事業期間は計画を上回ったが、事業費は計画内に収まり、効率性は高い。計画時に設定した定量的効果指標はすべて目標を達成した。実施機関及び橋梁利用者へのインタビューより、本事業により橋梁の安全性が確保され、円滑な交通による物流の促進が図られ、地域経済の発展に貢献していることを、それぞれの具体的な根拠とともに確認した。また、橋梁利用者へのインタビューにより、本事業が生活の質に対する満足や人生全般に対する満足といった主観的生活満足度の向上に貢献したことも確認した。以上より、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、維持管理状況ともに問題はなく、持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図

(出所) JICA 提供資料



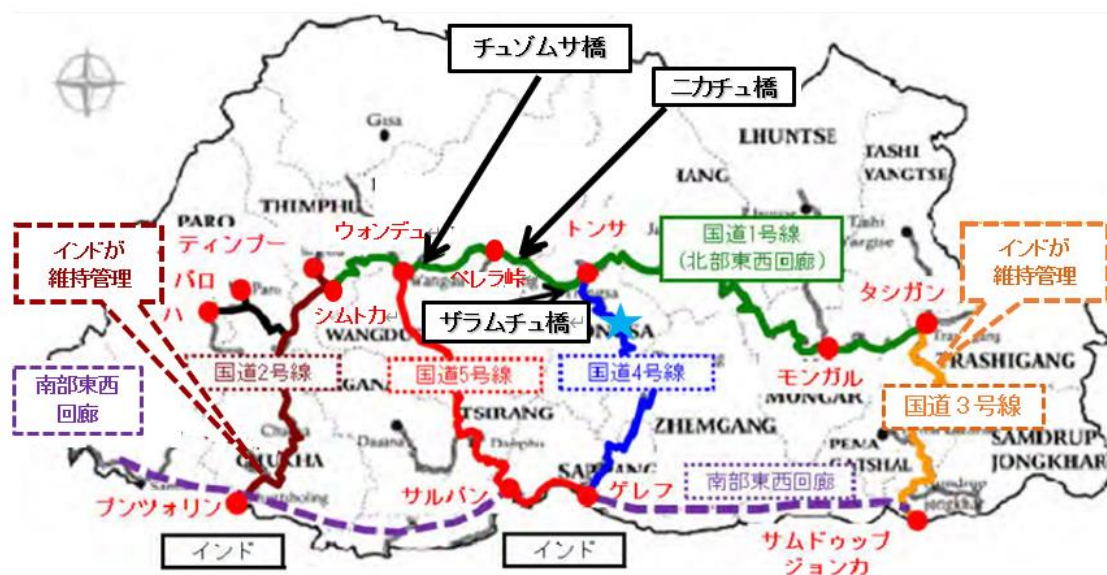
ニカチュ橋

1.1 事業の背景

ブータンは国土の大部分が山岳地帯であり、最も重要な交通・輸送手段である道路網では橋梁が重要な役割を担っている。2003年に約4,000kmだった道路総延長は、2013年には約

10,600 kmと着実に拡大していたが、険しい山岳地帯などの地形的な制約もあり、幹線道路は少なく、また必ずしも十分な仕様（幅員、線形、舗装、斜面对策等）で道路を建設できておらず、更にもう回路や代替路も少ない状況であった。

ブータンの主要道路ネットワークは、図1に示したとおり、国土を東西に走る国道一号線とインド国境まで南下する4本の国道（国道二号線～五号線）のみである。特に国道一号線はブータン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。ブータン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、そのうち約半分の区間の実施目途が立っておらず、国道一号線は、南部東西回廊整備後も首都ティンブーを起点とする幹線道路として引き続き東西連結性を確保する上で主要な役割を果たす。特にティンブー～トンサ間は、南下する国道二号線、四号線及び五号線を結ぶ重要区間にも関わらず、同区間に架かる橋梁の中には老朽化した橋梁が複数あり、東西コネクティビティの確保が課題となっていた。



(出所) JICA 提供資料の国道四号線上にマンデチュ水力発電事業地追加（水色★）。赤丸は主要都市。

図1 主要幹線道路と対象事業

1.2 事業概要

ブータンの国道一号線上の3橋（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で橋梁の性能を向上させることにより、効率的・安定的な運輸・交通の確保を図り、もって地域の経済活性化の促進及び貧困削減に寄与する。

供与限度額/実績額	1,956 百万円 / 1,956 百万円
交換公文締結/贈与契約締結	2015 年 3 月 / 2015 年 3 月

実施機関		公共事業・定住省道路局（MoWHS/DoR）
事業完成		2018年5月
事業対象地域		ウォンディ・ポダン県、トンサ県
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	共同企業体 株式会社オリエンタルコンサルタント ツグローバル・株式会社アンジェロセック
協力準備調査		2014年7月～2015年1月
関連事業		<技術協力> ・橋梁計画・設計・施工・保全に関わる人材育成プロジェクト（2006年8月～2007年8月） ・橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト（2016年9月～2022年4月） <無償資金協力> 橋梁架け替え計画（2001年） 第二次橋梁架け替え計画（2005年） 第三次橋梁架け替え計画（2009年） 国道四号線橋梁架け替え計画（2016年） <インド政府> 国道一号線の拡幅工事

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

渡邊 恵子（三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2021年10月～2023年2月

現地調査：2022年4月25日～5月17日、2022年9月30日～10月18日

（現地コンサルタントによる）

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより、外部評価者のブータンへの渡航は行わず、実施機関である公共事業定住省道路局（以下、「DoR」という）へはオンラインインタビューを実施した。本事業により建設された橋梁の実査および周辺住民等橋梁利用者へのインタビューは外部評価者の監督のもとで現地コンサルタントが実施した。

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③²）

3.1.1 妥当性（レーティング：③）

3.1.1.1 開発政策との整合性

計画時及び事後評価時において道路交通が最も重要な交通・輸送手段であり、橋梁を含めて道路の改善・強化は優先課題となっていた。計画時、第11次5カ年計画（2014年～2018年）において、国道一号線の改善と水力発電所等国家大規模プロジェクトの建設現場へのアクセスの改善が道路・橋梁セクターの重点項目にあげられていた。事後評価時にも有効な道路セクターマスタープラン（2007年～2027年）では、2027年までの20年間に道路網拡張及び橋梁の維持・補修、架け替え等を実施することが明記されている。

事後評価時の第12次5カ年計画（2018年～2023年）は、重点課題の一つである「インフラ・コミュニケーション及び公共サービスの改善」の中に道路・橋梁分野を位置づけ、特に、全国国道網の改善・強化を重点課題としている。

したがって、本事業は計画時及び事後評価時においてブータンの開発政策と合致している。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、国道一号線はブータンの東西をつなぐ唯一の幹線道路でありながら、同国道に係る橋梁の中には老朽化し、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かった。トンサまでの国道一号線西部においては、そのような老朽化した橋梁が10橋あり、そのうち、3橋は橋長、桁下高さ、家屋の近接等から補強や架け替えは技術的難易度が高く、国外の技術支援を必要としていた。更に、国道一号線はインド政府の資金協力により拡幅工事が行われており、同国道路上の交通の安定化及び円滑化のために、これらの工事とともに老朽化した橋梁を現行設計基準にすることが喫緊の課題となっていた。

事後評価時、道路ネットワークの改善の必要性が第12次5カ年計画（2018年～2023年）で明記されており、特に、実施機関であるDoRに課せられた「天候に左右されずにアクセス可能な強靱な道路」、「国道の移動時間の短縮」、「品質の高いインフラ施工と維持管理」という道路セクターの開発指標の達成のためにも、国道一号線上の橋梁を含む道路の改善・強化のニーズは高い。したがって、本事業は事後評価時においても引き続き同国の開発ニーズに合致している。

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

近隣に住民が居住しているチュゾムサ橋及びニカチェ橋に関しては、実施機関からの要請に基づき歩道を設置するなど、子ども、障がい者、高齢者など交通弱者である歩行者への安全性に配慮した計画とした。また、対象橋梁は川に直角に設置すると車両が高欄にぶつかるなどの事故が起きやすいため安全性を重視し、ブータンで初めて曲線橋を採用した。このように歩行者及び運転者の安全性を重視した計画は適切であったと考えられる。（「5.2 付加価値・創造価値」で詳述）

3.1.2 整合性（レーティング：③）

3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

計画時において、道路・橋梁の整備は対ブータン援助重点分野の一つである「経済基盤整備」の重点課題に位置付けられていた。対ブータン事業展開計画では、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に道路網・橋梁整備の支援を行っていくことが表明されている。したがって、本事業は計画時の日本の開発協力方針と整合していたといえる。

3.1.2.2 内的整合性

本事業は、技術協力プロジェクト「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト（2016年9月～2022年4月）（以下、「CAMBRIDGE」という。）との内的整合性が確認された。本事業の維持管理を行う DoR の職員は、CAMBRIDGE で研修の対象となり、能力強化が図られた。また、CAMBRIDGE の成果である点検マニュアルや橋梁マネジメントシステム（BMS）が本事業の維持管理において活用されているという具体的な連携効果がみられた。（具体的な連携効果等については、「3.4 持続性」参照）

3.1.2.3 外的整合性

国道一号線においては、インド政府の資金協力により道路の拡幅工事が行われていた。JICA ブータン事務所とインド政府は交通インフラに関し定期的に協議しており、本事業に関しても内容、スケジュール等の情報共有を図ることで、拡幅工事との工事時期の調整が行われた。本事業と国道一号線の拡幅により、交通の安定化及び円滑化に関し具体的な相乗効果も確認されており、外的整合性が認められた。（具体的な相乗効果等については「3.3.2 インパクト」参照）

本事業の実施はブータンの開発政策、開発ニーズと合致しており、事業計画やアプローチも適切であった。また、日本の開発協力方針とも合致しており、内的・外的整合性が確認された。以上より、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業は、チュゾムサ橋、ニカチュ橋、ザラムチュ橋の3橋の架け替え、取付け道路の建設、チュゾムサ橋、ニカチュ橋の護岸の建設及び歩道の設置を行うものである。主なアウトプットの実績は表1および表2のとおりである。橋梁部分の全幅員と護岸工の長さそれぞれ1m程度の軽微な設計変更があったが、実施機関及び実施コンサルタントによると、取付け道路に隣接する既設道路と円滑に接続するために線形を変更したものであることが判明し、適切な変更であったことを確認した。したがって、アウトプットに大きな変更はなく、ほぼ計画どおりであった。

なお、ブータン側の負担事項として挙げられていた既設橋の適切な時期での撤去については、事後評価時点でも行われていなかった。古いザラムチュ橋については実施機関により車両・歩行者とも完全に通行止めになっていたが、他2橋については歩行用の橋として事後評価時にも利用されていた。この2橋について2021年度に撤去を計画していたが新型コロナウイルスの影響で実施できていなかった。事後評価時点において歩道用として安全性は担保されているが、将来的には撤去が望ましい。

表1 アウトプット（橋梁）

橋名	項目	実績	計画との差
チュゾムサ橋	橋長	47.5m	計画どおり
	全幅員	7.28-9.08m	軽微な差あり
	車道幅員	3.5x2=7.0m	計画どおり
	歩道幅員	1.5m	計画どおり
	上部構造	PC 単純箱桁橋	計画どおり
	護岸工	A1:35.7m	軽微な差あり
ニカチュ橋	橋長	45.0m	計画どおり
	全幅員	13.33-18.65m	軽微な差あり
	車道幅員	3.5x2=7.0m	計画どおり
	歩道幅員	1.5m	計画どおり
	上部構造	PC 単純箱桁橋	計画どおり
	護岸工	A1:36.87m、 A2:41.19m	軽微な差あり
ザラムチュ橋	橋長	46.5m	計画どおり
	全幅員	8.08-10.81m	軽微な差あり
	車道幅員	3.5x2=7.0m	計画どおり
	上部構造	PC 単純箱桁橋	計画どおり

(出所) JICA 提供資料

表2 アウトプット（取付け道路）（全て計画どおり）

	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
計画延長	75.5+97.0m	47.0+41.3m	113.5+71.9m
全幅員	9.5m（車線 3.25x2=6.5m、路肩 1.5x2=3.0m）		

(出所) JICA 提供資料

下記写真は、事業前後の3橋梁である。



（出所）事業前は JICA 提供資料、事業後は事後評価調査時に現地調査補助員撮影。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の日本側事業費は計画 1,956 百万円に対し、実績 1,956 百万円と計画内に収まった（計画比 100%）。ブータン側の事業費の実績については実施機関に資料がなく確認できなかった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、計画 29 カ月に対し実績 39 カ月であり、計画を上回った（計画比 134%）。これは施工業者選定の入札の結果、応札者の提示価格が予定価格を超過したが、価格交渉を行った結果、着工日が後ろ倒しとなり工期の延長が発生したためである。ただし、工期延長を行うことで予定価格範囲内に収めることができたことか

ら、延長は適切であったと判断できる。

以上より、効率性は高い。

3.3 有効性・インパクト³（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

計画時、定量的効果指標として、(1) 橋梁耐荷力、(2) 平均走行速度、(3) 年平均日交通量が設定されていた。定量的効果指標の目標・実績値は表 3 のとおりであり、いずれの指標も目標値を達成している。

表 3 定量的効果の指標

		基準値	目標値	実績値			
		2014 年	2020 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
			事業完成 3 年後	事業完成 年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	事業完成 3 年後
指標 1 橋梁耐荷力 (t)	チュゾム橋	55	100	100	100	100	100
	ニカチュ橋	55	100	100	100	100	100
	ザラムチュ橋	55	100	100	100	100	100
指標 2 平均走行速 度 (km/h)	チュゾム橋	16	30	30	30	30	30
	ニカチュ橋	16	20	20	20	20	20
	ザラムチュ橋	13	20	20	20	20	20
指標 3 年平均日交 通量 (台/ 日)	ウオンデイ～ ペレラ峠	434	541	—	492	611	646
	ペレラ峠～ トサ間	314	390	348	303	401	563

(出所) JICA 提供資料、実施機関提供

注：指標 2 は、道路線形を基に算出。指標 3 は区間を管轄する 2 か所の道路局地方事務所により年 2 回各 1 週間程度測定した平均台数。2020 年、2021 年には新型コロナウイルスによるロックダウンがあったが、ロックダウンされていない時期に計測している。ロックダウン中は交通量の低下はあったが、どの程度影響されたかは計測していないため把握できていない。

橋梁耐荷力（指標 1）が 55t から 100t になったことで、トンサ県で進められていたマンデチュ水力発電所のダム建設資機材運搬の中でも最も重いトランスフォーマーの輸送にも対応できるようになった。チュゾムサ橋、ニカチュ橋を管轄するロベサ地方事務所によると、事業前は耐荷重が足りず橋の前で重い資機材を降ろして何回かに分けて橋を渡るなど手間

³ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

がかかっていたが、トラックから荷下ろしすることなく円滑な通行が可能となったという。また、耐荷力が向上し、2車線走行に対応できる幅員となり、より多くの荷物を運搬することが可能となっている。

平均走行速度（指標2）についても目標値を達成している。なお、3橋とも制限速度は40km/hとなっている。

指標3の年平均日交通量のペレラ峠～トンサ間については、チュセルブ～ナンガール間（約100km）にわたり2016年から2019年までインド支援により拡幅工事を実施していたことから一時交通量が減少したが、完成後3年目の実績は563台であり、目標値（390台）を上回っている。交通量の増加の背景には、指標1,2に加え、利便性が劇的に向上したこともその要因として考えられる。例えば、事業前にはマンデチュ水力発電事業の工事で重機を運搬するなど大型車両が橋梁を通行する際は、事業者は安全確保のため管轄するDoR地方事務所に届け出をし、DoR職員が通行の度にその場に出向き、通行後に橋梁を点検するという作業が発生していた。しかし、事業後には、重機を乗せた大型車両の通行の際にもDoR職員による点検の必要がなくなっており、円滑な交通が確保されている。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

定性的効果として設定された「橋梁の安全性の向上／歩行者の安全性の確保」⁴および「物流の促進と円滑化による地域経済の活性化」に関する効果は、橋梁の架け替えのあとに発現されることから、インパクトとして整理した。よって、以下3.3.2インパクトに示す。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業では、(1)「橋梁の安全性の向上／歩行者の安全性の確保」と(2)「物流の促進と円滑化による地域経済の活性化」が期待されていた。これらインパクトの発現状況については、実施機関からのヒアリングおよび事業サイト実査時に実施した定性調査の結果より確認した⁵。

⁴ 計画時では「橋梁の安全性の向上」と「歩行者の安全性の確保」は別となっていたが、共通性が多いことから一つにまとめた。

⁵ 定性調査は、各橋梁付近の住民および利用者15人、計45人へのインタビューを実施した。内訳は、（性別）男21人、女24人、（年代）10代7人、20代10人、30代9人、40代12人、50代5人、60代以上2人、（職業）自営業（レストラン、雑貨店、ホテル等）14人、輸送業者（公共バス、タクシー等）6人、農家13人、学生8人、水力発電所工事業者1人、クリニック関係者3人。ザラムチュ橋近辺には居住者はいないが、橋梁から東の約3kmに小さな村があり村民が橋を利用していることから村人から回答を得た。

(1) 橋梁の安全性の向上／歩行者の安全性の確保

実施機関によると、事業前は対面走行ができない幅員であったが、2車線通行に十分な幅員が確保され、同時に2台の車が安全にすれ違うことが可能となった、歩行者がいても安全に両側通行できるようになった、重量車両が通行しても橋梁が揺れたり、損傷をきたすことなく通過できるようになった、と回答があり、安全性の向上につながったことが確認された。

定性調査からは、質問した橋梁利用者全員（45人）から安全性が増し、安心して橋を渡れるようになったと回答があった。具体的には、「渡っているときに橋が揺れることがなくなり、不安感がなくなった」、「歩道ができたことで安心して渡れるようになった⁶」、「歩道がなくとも十分な幅があるため車が通っていても安心して渡れる（ザラムチュ橋利用者）」などの意見があった。特に、歩道についてはバリアフリーで段差がなく、車いすが通れる1m以上を考慮した1.5mの幅員としたことで、子ども、障がい者、高齢者など交通弱者も安全に通行できるようになったと指摘する人が多かった（45人中28人）。

また、チュゾムサ橋を通過していたドライバーは、「モンスーンシーズンには川が氾濫し、橋を渡るときに水が迫って橋が崩れるかもしれないと恐怖を感じていたが、今は頑丈な橋になり安心して渡ることができる」などの回答もあった。さらに、事業前はモンスーン時期にスピードの出しすぎで橋の高欄にぶつかったり、取付け道路付近の地すべりにより事故が多発し、通行止めも多かった。しかし、のり面にもモルタルが吹き付けられ、付近での地すべりも起きておらず事業後は安全性が増し、また通行止めも減った、との指摘もあった。実際、3橋梁とも完成後橋付近で事故は起きていないことは実施機関より確認した。

以上より、本事業は橋梁の安全性及び歩行者の安全性に貢献しているといえる。



チュゾムサ橋の歩道



ザラムチュ橋取付け道路沿いの法面モルタル吹き付け

⁶ 歩道は近隣に住民が居住しているチュゾムサ橋とニカチュ橋の2橋に設置。

(2) 物流の促進と円滑化による地域経済の活性化

定性調査によると、45人中35人(78%)が事業前と比べ地域経済が活性化したと回答があった。具体的には、農民やレストラン・ホテル経営者などの自営業者からは、新しい橋になり事故による通行止めや車両が渋滞してしまうことを気にする必要がなくなり、首都や近隣の大きな町へのアクセスが良くなった、ティンプー〜トンサ間の公共バスの本数が週1便から2便に増えた、水力発電所工事関係者の往来が頻繁になりビジネスが活発になった、といった意見がでた。また、収入の変化については、学生を除く37人中31人(84%)が良くなったと回答した。農民からは、市場へのアクセスが良くなったという意見が多かったが、特に牛乳や生野菜、果物といった鮮度が重要な商品を計画通り運搬することができ、交通渋滞や交通遮断により無駄にすることがなくなったことがあげられた。更に、水力発電所工事業者よりは、上述のとおり重量車両の通行の際に事前に DoR 地方事務所職員と調整し、当日は職員が来るまで待たなければならなかったが、事業後には DoR 地方事務所との調整もなしに円滑な通行が可能となり、効率的に資機材を運搬できるようになった、と回答があった。このように、橋梁利用者からは、市場のアクセスの改善、人々の往来の活発化による地域経済の活性化への貢献が確認された⁷。

一方、本事業は道路ネットワークの一部であることから、物流の促進及び円滑化のためには、本事業以外にも、国道一号線で実施されていた拡幅工事事業の状況及び国道一号線西側のティンプーからトンサ間の他の老朽化した橋梁の整備状況が関係してくる。そこで、拡幅工事の状況及び計画時候補となっていた他7橋梁の状況を実施機関に確認した。

国道一号線の拡幅工事(ティンプー南の起点となるシムトカからタシガンまでの全長385Km)は5区間に分けて、インド政府の資金協力により2023年までに完了することが第12次5か年計画(2018年~2023年)で計画されている。実施機関に確認したところ、2021年には全ての区間で完了していた。また、老朽化した7橋梁の架け替えは、新型コロナウイルス感染症の影響で計画よりも1~2年遅れたが、表4のとおり事後評価時点で全て完了していたことを確認した。国道一号線はブータンでも主要幹線道路である。実施機関による国道一号線の拡幅工事の完工及びボトルネックともなり得る老朽化した他橋梁をタイムリーに架け替えをしたことは、本事業の効果と相まって水力発電事業への貢献も含め更なる地域経済の活性化につながることを期待できる。

⁷ 新型コロナウイルス感染症によるロックダウン等の期間はビジネスが縮小するなど影響は受けている。

表 4 ティンプー～トンサ間の老朽化した 7 橋梁の状況

	橋梁名	状況
1	Banglapokto zam	架け替え完了 (2021.8)
2	Bong zam	架け替え完了 (2022.5)
3	Gaytsa zam	
4	Domkhar zam	
5	Rube zam	架け替え完了 (2022.6)
6	Yamtrak zam	
7	Hurjee zam	

(出所) 実施機関質問票回答結果

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010年4月)に掲げる橋梁セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないため、カテゴリ B に該当するとされた。本事業はブータン国内法に基づき初期環境調査 (IEE) が義務付けられた。実施機関より、IEE を実施後、建設工事前の 2015 年には国家環境委員会により環境許認可を取得したことを確認した。

実施機関によると、工事中は定期的にモニタリングを実施し、大気汚染、水質汚濁、騒音・震動、廃棄物に関する対策を計画通り実施していた。

2) 住民移転・用地取得

住民移転は発生しなかった。一方、チュゾムサ橋工事で 243 m²の用地取得が発生した。用地取得の影響は当初想定規模であり、影響を受けた 1 世帯の用地内にある農作物及び樹木が補償の対象となった。実施機関によると、計画時に合意した補償プロセスに沿って補償が支払われた。実施機関及び実施コンサルタントへのインタビューから、クレーム等もなかったことから、事業への影響はなかったと考えられる。

3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々

上述のとおり、橋梁近くに住民が居住しているチュゾムサ橋及びニカチュ橋には歩道が設置され、女性、子ども、障がい者、高齢者など交通弱者にとって安全な通行が可能となった。

4) 社会的システムや規範、人々の幸福、人権

本事業の前後での主観的な生活満足度 (Well-being) について定性調査を実施した

橋梁利用者 45 人⁸にインタビューを行った結果、本事業が主観的生活満足度の向上に貢献していることを確認した。満足度の向上に最も貢献したのは、安全面でのポジティブな変化であった。回答者 45 人全員（100%）が以前よりも橋を安全に渡れるようになったと回答している。歩行者及びドライバーの両方が安全面でポジティブな評価を行っている。

次に貢献したのは健康面であり、39 人（87%）がポジティブな評価を行っている。なかでも、救急車での移動も含め、病院へのアクセスが良くなり健康面での不安がなくなったと指摘する人が多かった。事業前には、大きな病院へのアクセスを含め、救急車を呼んでも病院までに時間がかかっていたことが要因と考えられる。

また、コミュニティとの関係性への貢献について 33 人（73%）がポジティブな評価を行っている。本事業により親戚や友人との行き来がしやすくなった、対向車がいた場合、橋をどちらが先に渡るかで言い争いをすることが減った、美しく頑丈な橋はコミュニティにとっての誇りとなったなど、コミュニティの連帯感に貢献していると考えられる。

経済面でのポジティブ評価も 31 人（69%）と多かった。人々の往来が増えたことで新たにレストランやカフェのビジネスを始めたり、市場へのアクセスが改善され農作物の売上が上がったといった意見があった。

5) その他正負のインパクト

<ブータン人の建設関係者の継続的な能力強化>

本事業の施工業者は過去の橋梁架け替えに関する無償資金協力事業も担当し、事業においてブータン人建設作業員を多く雇用し、中には施工業者の現地社員になった者もいる。本事業は実施機関のみならず、ブータン人建設関係者の育成にも貢献していることが確認された。実施コンサルタントによると、本事業竣工式において MoWHS 大臣からこれまでのこうしたブータン人作業員の継続した人材育成に感謝の意が述べられた。

以上より、本事業の実施により計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：④）

3.4.1 政策・制度

事後評価時における第 12 次国家 5 カ年計画（2018 年～2023 年）でも引き続き国道一号线を最重要路線として位置づけており、本事業の位置づけ及び維持管理に関する政策・制度面での変更はない。また、モンスーン被害を想定して毎年地方事務所に緊急対応費

⁸ 内訳については脚注 5 を参照。

及び被害に応じた修理費用を配賦する制度もできている。以上より、本事業の政策・制度的な持続性は担保されている。

3.4.2 組織・体制

維持管理に関する役割は計画時と変更はない。基本的に、橋が位置する県の地方事務所が日常点検（清掃、土砂の撤去等）や定期点検を実施し、本省は地方事務所のモニタリングを行っている。モンスーン後の道路・橋梁の状況を点検し、補修の必要性などの判断は本省の維持管理部が実施している。チュゾムサ橋、ニカチュ橋はロベサ地方事務所が、ザラムチュ橋はトンサ地方事務所が担当している⁹。本省及び各地方事務所には一定数の土木技術者が常駐しており、緊急の修理等に対応できる体制にある。また、橋を含め道路の清掃については実施機関に登録しているブータン人労働者（National Work Force（NWF））が実施しており、清掃の体制は確保されている。NWFは橋を含め担当区間の道路の清掃を実施している。NWF1人当たりの作業量は国道の場合1.5kmを単位としている。

以上より、組織・体制に特段問題はないと判断できる。

3.4.3 技術

担当する地方事務所には事後評価時点でエンジニアが各20人以上配置されており、軽微な損傷程度の維持管理及び緊急対応ができる能力が備わっている。技術的な問題があれば本部のエンジニアからアドバイスを受けられる。実施機関によると、技術研修は基本的にOJTが中心となっているが、実施機関の橋梁を担当する職員は、日本による橋梁架け替え事業及びCAMBRIDGEなど技術協力支援により、技術的な能力向上が行われている。実施機関はCAMBRIDGEにより開発されたBMSにより根拠に基づいた予算を立てなど、計画的な維持管理を行えるようになってきている。また、橋梁の維持管理ガイドラインやマニュアルはCAMBRIDGEにより整備されており、これらを活用し維持管理がなされている。

以上より、技術的持続性に特段問題はみられなかった。

3.4.4 財務

実施機関によると、維持管理に対する予算は、新型コロナウイルス感染症の影響でここ2年程度全体的に縮小傾向にあるが、日常維持管理や軽微な損傷程度の維持管理に対する予算は確保されている。地方事務所への維持管理予算は、管轄する道路の距離そして橋の数により配分されている。限りある予算の中で、各事務所はBMSに従い優先順位をつけて補修の必要性の高い橋梁から対応するなど工夫している。

通常の維持管理予算とは別に、各地方事務所にモンスーン緊急対応として毎年年初に

⁹ トンサ事務所は支所があり、ザラムチュ橋の日常点検は橋に近い支所の職員により実施されている。

300 万 Nu（約 540 万円¹⁰）が配賦され、モンスーン後の点検を受けて必要に応じて追加で補修費用が配賦されている¹¹。

なお、本事業で架け替えをした橋梁はまだ新しく、大規模な損傷などが起きない限り当面大きな維持管理費用は発生しない。

以上より、本事業の維持管理に関する財務面での持続性に特段問題はみられなかった。

3.4.5 環境社会配慮

実施機関に確認した結果、想定されなかった環境社会配慮に関する事項はなかった。

3.4.6 リスクへの対応

新型コロナウイルスの影響から維持管理予算が全体的に縮小されているが、維持管理の必要性に応じて優先付けして実施するなど対策を講じている。

3.4.7 運営・維持管理の状況

3 橋梁とも大きな損傷箇所はなく、維持管理で重要である橋面の排水口の清掃も行き届いていたことを実査により確認した。近隣住民に対するインタビューからも定期的に（ほぼ毎週）橋梁及び橋に繋がる道路の清掃がなされていることが確認された。管轄の地方事務所によると、日常点検は最低でも週 1 回実施し、定期点検は年 1 回以上実施している。また、モンスーン後には必ず点検を行っているという回答があった。したがって、維持管理の状況は良好と考えられる。



チュゾムサ橋の排水溝



清掃の行き届いたザラムチュ橋

以上より、本事業の運営・維持管理は関連する制度・制度、組織・体制、技術、財務、状況ともに問題はなく、持続性が確保されており、且つ環境社会配慮面、リスクについても予防策が講じられている。本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

¹⁰ 1Nu=1.79 円（2022 年 11 月）

¹¹ 限りある予算を全国で分配しているため、毎年追加で各事務所は 2,000 万～2,500 万 Nu（約 3,600 万円～4,500 万円）が配賦されている。2021 年のロバサ事務所の補修費用は 2,500 万 Nu、トンサ事務所は 2,000 万 Nu が配賦された。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は国道一号線上の 3 橋の橋梁を架け替えし、橋梁の性能を向上させることによってより円滑な交通や輸送のアクセスを図り、地域の経済活性化の促進に資することを目的とした。ブータンでは道路交通が最も重要な交通・輸送手段であり、なかでも国道一号線は最重要幹線道路であるため、本目的は事業計画時、事後評価時の政策やニーズに合致し、また、交通弱者に配慮した事業計画・アプローチは適切であった。日本の開発協力方針と合致しており、JICA 内の他事業及び JICA 外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できた。以上より、妥当性・整合性は高い。アウトプットはほぼ計画通り実施され、事業期間は計画を上回ったが、事業費は計画内に収まり、効率性は高い。計画時に設定した定量的効果指標はすべて目標を達成した。実施機関及び橋梁利用者へのインタビューより、本事業により橋梁の安全性が確保され、円滑な交通による物流の促進が図られ、地域経済の発展に貢献していることを、それぞれの具体的な根拠とともに確認した。また、橋梁利用者へのインタビューにより、本事業が生活の質に対する満足や人生全般に対する満足といった主観的な生活満足度の向上に貢献したことも確認した。以上より、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、維持管理状況ともに問題はなく、持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

事業前の古い橋については、新型コロナウイルス感染症の影響により事後評価時点で撤去がされていなかった。しかし、安全面を考慮し、歩道用に使っている橋も含め 3 橋全てにおいて将来的には撤去が望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

実施機関への技術協力プロジェクトの実施により、本事業のみならず過去の類似案件の持続性の担保にも貢献する

本事業の維持管理は、CAMBRIDGE によるアウトプットである BMS や維持管理に関するマニュアル等を活用することで、適切な維持管理が実施されていた。これまでのブータンにおける類似案件の事後評価では、定期点検などの維持管理体制や無償資金協力事業で作成した維持管理ガイドラインが活用されていない状況を指摘されていた点を踏まえ、限られ

た維持管理予算の中で、優先順位をつけた維持管理計画を実施している点は評価できる。ブータンにおいては、橋梁架け替えに関する無償資金協力を 2000 年代より実施しており、このような技術協力プロジェクトの実施は、本事業のみならず、過去に架け替えた橋梁の持続性の担保にも貢献する。類似の無償資金協力事業を複数実施している場合は、それぞれの事業で維持管理に関するマニュアルやガイドラインを策定するのではなく、技術協力プロジェクトで包括的に取り組むことで、全ての類似事業の持続性を高めることができる。

5. ノンスコア項目

5.1 適応・貢献

5.1.1 客観的な観点による評価

なし。

5.2 付加価値・創造価値

本事業の付加価値・創造価値として、国道上の橋梁への歩道の設置及び曲線橋の設置による価値の向上の 2 点をあげる。これらはブータンで初めての採用でもあった。

チュゾムサ橋及びニカチュ橋については、橋梁の周辺に集落があり、頻繁に歩行者の往来があったため歩道が設置された。これは実施機関による要請によるものであったが、ブータンの国道上の橋梁で歩道を設置した橋梁は本事業が初めてのケースであり、過去の無償資金協力による橋梁にも設置されていなかった。歩道があることにより歩行者および運転手の両方から安全性及び安心感が高まっていることが確認された。特に、交通弱者である子ども、障がい者、高齢者が安心して橋を利用できるようになったことは本事業の効果を高める付加価値となった。この点において、本事業は今後ブータンにおいて橋梁を建設する際のグッドプラクティスにもなりうる点を示した。

また、本事業ではブータンで初めて曲線橋のデザインを採用した。過去の無償案件を含め、ブータンでは河川に直角に架ける直線橋を採用しており、これにより橋梁前後で車両による高欄への衝突を招く場合もあり、事故を避けるために高欄を設置しない橋も多くあった。本事業では、立地的に直線橋ではこう

いった危険を招く恐れがあったため、運転手が安全かつ円滑に運転できるよう橋梁前後を河川に対し直角（直線）ではなく曲線になるようなデザインとした。これは、過去の無償案件の実施を担い、ブータンの橋梁事情に詳しい実施コンサルタントの知見と経験、そして長年にわたり JICA が橋梁に関する支援を続け過去の教訓を生かしたからこそ提案できたことである。さらに、橋梁前後は曲線橋による拡幅の影響で、直線橋よりも橋梁幅が広い平面形状になっている。これにより、円滑な走行のた



曲線を描くザラムチュ橋

めの安全性が更に高まるとともに、美しいデザインとなった。このような付加価値により、橋梁が地域コミュニティのシンボリックな存在にもなっているなど、より高い価値が生まれている。

以上