

0. 要旨

本事業は老朽化した既存の3橋（ワクリタル橋、タンマチュー橋、スンコシ橋）を架け替えることにより、首都あるいは県道へのアクセスの改善を図る目的で実施された。ブータン唯一の交通・輸送手段である道路網では橋梁が重要な役割を担っており本事業の実施は同国の政策、ニーズにも合致しており妥当性が高かった。橋梁の許容荷重の増加、輸送時間の短縮、通行可能車輛種の増加という目標も達成しており、地域経済の活性化、安全性の向上、住民生活レベルの向上に貢献している他、本事業により周辺地域の道路アクセスが改善され大規模なインフラ開発プロジェクトの建設機材輸送に貢献していることから、有効性・インパクトが高い。事業費、事業期間とも計画内に収まり効率性も高い。ブータン側による維持管理については、定期点検の実施状況に改善の余地があり、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



(案件位置図)



(ワクリタル橋)

1.1 事業の背景

ブータンは中国南西部チベット自治区とインド北東部アッサム地方に挟まれた内陸国である。国土の北部には 7,000m 級のヒマラヤ山脈が連なっている。ブータンの道路網はこのような険しい山岳地帯と急流河川を縫うように建設されている。国土の大部分が山岳地帯であるブータンでは、幹線道路を中心とする道路交通が唯一の交通・輸送手段である。そのため、効率的で安全な道路網の確立が、ブータンの社会・経済の発展に不可欠となっている。

道路網を管轄する公共事業・定住省の道路局（DOR）は第9次5か年計画に基づき橋梁の架け替えを含め道路網の整備を行ってきた。しかし橋梁は1980年以前に建設さ

れ老朽化したベイリー橋（仮設鋼橋）が数多く、安全かつスムーズな交通、そして地域振興の大きなボトルネックとなっていた。DOR は順次架け替えや補強を行ってきたが、10m を超える橋梁については DOR の技術的・資金的問題から対応が遅れていた。

かかる背景の下、1997 年には同国の要請により日本は、DOR が管轄する幹線道路上の 22 橋に係る「橋梁整備計画調査」を実施、幹線道路上の橋梁に係る「橋梁整備計画（マスタープラン）」を作成し、架け替えの必要性・緊急性の高い 12 橋を選定した。2003 年には、このうち 5 橋の架け替えが無償資金協力で実施された。本事業は上記マスタープランに沿った橋の架け替えを推進するため、2003 年 8 月、ブータン政府が日本政府に対し上述の優先 12 橋のうち 3 橋の架け替えの要請を行ったものである。

1.2 事業概要

老朽化したワクリタル（Wakleytar）橋、タンマチュー（Tangmachu）橋、スンコシ（Sunkosh）橋の 3 橋を架け替えることにより、首都あるいは県道へのアクセスの改善を図る。

E/N 限度額／供与額		1,348 百万円 / 1,342 百万円
交換公文締結		詳細設計 2005 年 2 月 15 日、本体 2005 年 5 月 27 日
実施機関		公共事業・住宅省道路局（MOWHS/DOR）
事業完了		2007 年 10 月 27 日
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	株式会社 建設企画コンサルタント
基本設計調査		2004 年 6～12 月、2005 年 3 月（補完調査）
関連事業（if any）		<技術協力> 橋梁整備計画調査（1997）、長期専門家派遣（橋梁、のべ 4 名、1998-2007）、橋梁計画・設計・施工・保全に関わる人材育成プロジェクト（2004-2007）、シニアボランティア（橋梁設計、2009-2012） <無償資金協力> 橋梁架け替え計画（2001）、道路建設機材整備拡充計画（2004）、第三次橋梁架け替え計画（2009）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

渡邊恵子（一般財団法人）国際開発機構

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：2011年11月～2012年9月

現地調査：2012年3月25日～4月6日、2012年5月28日～6月1日

2.3 評価の制約

幹線道路ネットワーク改善の一環としての本事業のインパクトは、架け替え対象となった橋梁のみではなく、橋と繋がる道路とともに発現されるものであるが、事後評価時時点において本事業対象橋梁と繋がる道路は改修が行われていたり、周辺地域での開発事業により時間的な通行止めがあるなど、通行がスムーズに行われていない状態であった。従って、道路ネットワーク改善による地域経済の活性化といった経済効果を明確に提示することができなかった。また、ブータンにおいて地方や県ごとに農業生産高や物流に関する量的な指標等の経済指標は未だ整備されていない。各地方における貧困率については2004年から更新されていなかったため本事業の実施前後の地方格差の是正程度を定量的に比較することができなかった。

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

ブータンは幹線道路を中心とする道路交通が唯一の交通・運輸手段であり、効率的な道路を確立することが同国の社会・経済の発展に不可欠となっている。しかし同国の道路網はその厳しい地形・自然条件により維持管理・改善が道路局の課題となっていた。

事前評価時におけるブータンの第8次5か年計画（1997－2002）では、経済開発のための陸路交通網への投資を最優先課題の一つに位置付けていた。第9次5か年計画（2002－2007）においても、「各種社会サービスへのアクセス向上による地方居住者の生活レベルの向上」、「インド領域内道路に頼らない交通網の確立」、「信頼性の高い道路網の確立による利便性・安全性の向上」が上位目標として掲げられており、橋梁架け替えは優先課題の道路網確立の中で重要な位置を占めていた。

事後評価時の同国の政策である第10次5か年計画（2008－2013）は、戦略的なインフラ開発を国の経済社会発展のための優先課題の一つに掲げている。ブータンの厳しい地形・自然条件の中で、安全性、効率性、信頼性の観点から交通は道路・橋梁に頼らざるを得ないとしている。そして、「道路・橋梁の更なる開発は上位目標である貧困削減に効果的に寄与する」としており、本事業は同国の政策に沿ったものとなっている。

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

3.1.2 開発ニーズとの整合性

同国の経済はインドへの輸出の比重が多く、2001年には輸出の45%、2010年には輸出の約83%を占めている。電力については水力発電開発の比重が大きく1980年代よりインド資金、世界銀行、日本支援により大小の水力発電プロジェクトが多数実施されている。本事業実施前、これらのプロジェクトの実施を支えた同国の幹線道路網には、1980年代に建設された数多くのベイリー橋が架かっていたが、耐用年数を迎えるに至って損傷や老朽化が著しく、道路交通の信頼性・安全性の低下を招いていた。また、ベイリー橋は許容荷重が10tから30tと小さく、更なる水力発電事業をはじめ農道や支線など道路整備などの開発計画の効率的な実施および経済活動を活発化させるために経済的な物流ネットワークの確立の上で大きな制約条件となっていた。効率的な道路・橋梁の建設、改修および維持管理が必要とされていた同国にとって、地域開発の進展を阻害する橋梁の解消を目的とした本事業は、開発ニーズと合致したものであった。

なお、本事業で選定された3橋は、1997年に策定された「橋梁整備計画」（マスタープラン）で選ばれた優先12橋の中から以下の理由で選定されており、同国のニーズや緊急性を反映したものであった。

- (1) 他の優先橋に比べて長いスパンがあり、ブータン側に30m以上のスパンを架橋する技術がなかった。
- (2) 対象3橋ともつり橋であり長年の疲労で劣化が激しかった。
- (3) 国道5号線線上のワクリタル橋、スンコシ橋は国家プロジェクトである水力発電プロジェクト³の建設資材の輸送経路となる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本は同国の民主化に向けた取り組みを支援し、「農業・農村開発」、「経済基盤整備」、「社会開発」、「良い統治」の4つを重点分野として支援していた。道路・橋梁の整備は「経済基盤整備」の中の重点課題として挙げられた。従って橋梁の架け替えにより経済基盤となる道路網の改善を目指す本事業は当時の日本の援助政策と合致している。

以上より、本事業の実施はブータンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性⁴（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果

本事業の効果を測る運用指標として事前評価時に「許容荷重の増加」、「建設機材の輸送時間の短縮」、「大型車輛の通行可能車種の増加」が設定されていた。それぞれの達成

³ プナサンチュ水力発電プロジェクトやダガナ水力発電プロジェクト。

⁴ 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。

状況は以下のとおりであり、計画通り達成されている。

表 1 運用指標の計画値と実績値

指標名	計画		完成時 (2007年)	実績値 (2012年)
	基準値(2005)	目標値 (2007年)		
許容荷重の増加	・ワクリタル橋(18t) ・タンマチュー橋(8t) ・スンコシ橋(12t)	3橋とも40t	計画どおり	計画どおり
建設機材の輸送時間の短縮	許容荷重が8tのタンマチュー橋を通過させるためには、通常サイズである12tの小型建機を運ぶ際に橋の前後で分解・組み立てが必要となり、作業に2日を要する。ワクリタル橋のように建設機械を分解せずに通過できる場合でも、トレーラーから機械の積み下ろしが必要となり1橋の通過に30分が必要になっている。	建設機械を積載したトレーラーが対向車を待ち合わせることなく3橋とも1分未満で橋梁部を通過。建設機材の分解、積み降ろす作業の必要性がなくなる。	計画どおり	計画どおり
大型車輛の通行可能車種の増加	2軸トラック(積載重量8t以下でワクリタル橋26台/日)、タンマチュー橋9台/日、スンコシ橋13台/日(程度)のみ通過。	3軸以上のトラック、トレーラーの通行が可能となる。	計画どおり	計画どおり

(出所) 基準値(2005)、目標値(2007)：基本設計調査報告書(2004)
完了時(2007)、実績値：DORに対する質問票回答および現地調査での実測

輸送時間短縮については、DOR関係者、橋の利用者である建設業者からのヒアリングおよび目視により、以前の片側通行から対面通行になり、対向車を待つため一旦停止する必要はなくなったこと、また橋を通過するために重機の積み下ろし、再組み立ての必要なくなったことから、本事業で架け替えた橋梁における建設機材の通行時間の短縮は達成されたと言える。ただし、橋梁に繋がる道路、ダム工事により現在道路規制を行っているため、道路ネットワーク全体としての輸送時間の短縮は評

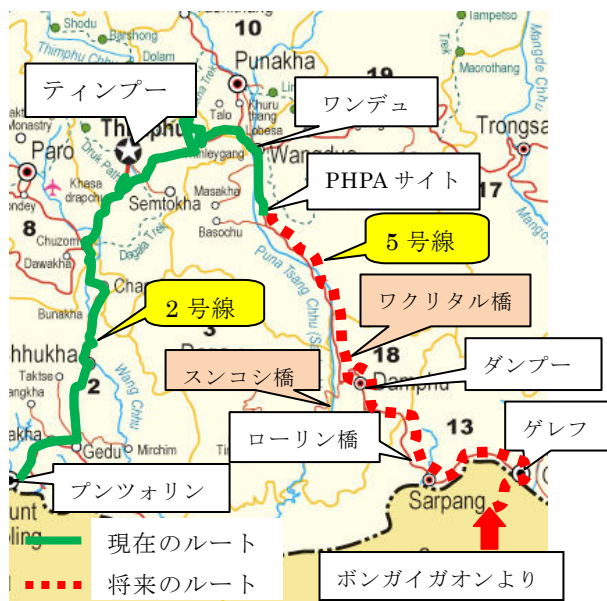


図 1 PHPA サイトまでの経路

価時点においては確認できなかった。しかしながら、以下の点とともに道路ネットワークの構築により将来的には本事業の有効性がより高まることが期待されている。

現在 5 号線北部で実施しているインド資金によるプナサンチュ水力発電プロジェクト（PHPA）では、インドからの建設資材の輸送経路は、国境都市のプンツォリン（Phuntsholing）から国道 2 号線を北上しティンプー（Thimphu）、ワンデュ（Wangdue）経由で 5 号線上のプロジェクトサイトへとトラックで約 14-16 時間かかっている。しかし日本の第 3 次橋梁架け替え計画で建設しているローリン橋が完成すると、インド側のボンガイガオン（Bongaigaon）からブータン国境都市のゲレフ（Gelephu）に入り、サルパン（Sarpang）→ローリン橋→ダンブー（Dampu）→ワクリタル橋を渡り 5 号線を北上する形でプロジェクトサイトに入ることができる。このルートであればブータン側のゲレフから約 6-7 時間で PHPA サイトに着くことが予想され、輸送時間が半分以下に短縮される。

3.2.2 定性的効果

定性的効果を見るため 3 橋を管轄する DOR 地方管理事務所、近隣住民、近隣病院関係者（医師、看護師、救急士）、公共バス運転手、建設業者、ワクリタル橋横に設置されているチェックポイントの警察へのヒアリングを行った⁵。その結果、全員が安全性および安定性の面で効果を挙げた。回答には、架け替え前の橋は表面が木できており劣化が激しく釘が橋の表面から出ていたり、がたがたしていた状態であったため、例えば、「荷物を持っていなくても常に注意して渡らなければならなかったが、今は安心して渡れるようになった」、「子供たちが怪我せず安全に通れるようになった」、「新しい橋ができて事故がなくなった」、「安全に患者を搬送できるようになった」などが挙げられた。このように本事業により、橋の耐久性や許容荷重が増し大型車両の通行時の損傷事故が無くなったことで安全性の改善効果が表れている。

更に、橋の架け替えにより交通遮断がなくなったことで近隣住民の生活に大きな改善効果をもたらしている。タンマチュー橋は事業前には 2000 年 7 月、2002 年 8 月、2003 年 9 月、2005 年 4 月に 4 回もエクスカベーターやブルドーザーなどの大型車通過時に補剛トラスが座屈したりケーブルが一部切れるなどの橋梁損傷事故が生じていた。またスンコシ橋においても 2004 年 1 月にハンガーロープの脱落事故が起きた。このような事故がある度に 1-2 週間程度バスやトラックの通行規制が実施され住民の生活に大きな影響を及ぼしていた。住民からは、「事故で橋が壊れることがなくなり、店の品物が運べないという事態がなくなった」などの回答もあった。

以上のように、橋利用者のヒアリングから、対向車を待つことなく走行ができ、安定して円滑な通行が可能となっており、安全面、安定性が向上したことが言える。ま

⁵ 橋近隣住民（商店）各 5 軒（ワクリタル橋はハイウェー沿いのため近隣に住民の居住なし）、ワクリタル橋チェックポスト警官、公共バスドライバー 3 名、ダンブー県およびルンツェ県病院、トラックドライバー 4 名、大手建設業社 2 社（Lakhi 社、Nima 社）よりヒアリング実施。

た、特にルンツェ県はタンマチュー橋、ダガナ県はスンコシ橋が通行止めになってしまうと他地域から孤立してしまう状況であったため、交通遮断がなくなったことは住民の生活に大きな改善効果を与えている。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

3.3.1.1 地域経済活性化の促進

計画時にインパクトとして想定された「地域経済活性化の促進」に関しては日交通量の変化の確認、橋利用者である近隣住民および商店等の受益者からのヒアリングを実施した。

交通量は事業前と比べて3橋ともに増加している(表2参照)。特にワクリタル橋においては2009年には多い日で5倍に増えている。タンマチュー橋では本事業の完了時(2007年10月)から2011年までに約3倍に増加している。またスンコシ橋では2倍に増加している。

表2 3橋の12時間当たりの交通量⁶

	事前調査時 (2004)	完成後 1-2 年 (2008-09)	完成後 3-4 年後 (2010-11)
ワクリタル橋	98-107 台	332-525 台 (2009年3月)	238-322 台 (2011年4月)
タンマチュー橋	11-28 台	27-109 台 (2008年4月)	30-46 台 (2012年2月)
スンコシ橋	60-96 台	105-179 台 (2008年9月)	109-161 台 (2012年3月)

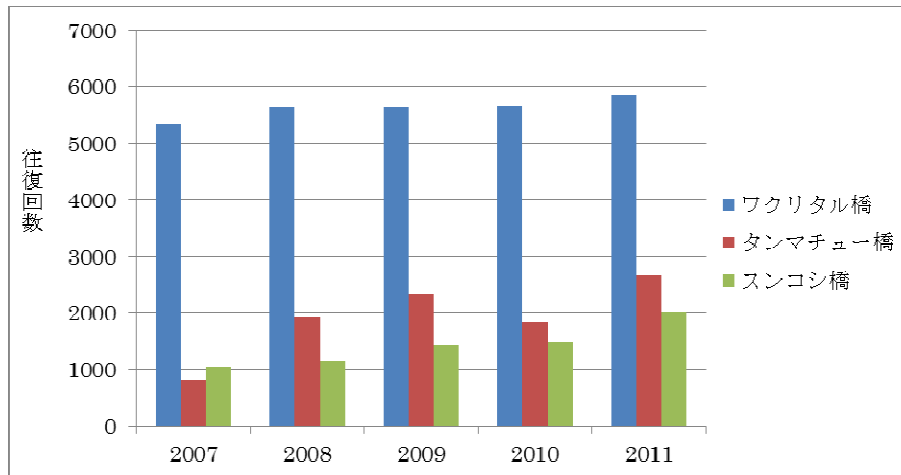
(出所) DOR からの提供資料

公共バスの交通量も3橋とも概ね増加傾向にある(表3参照)。なお、ワクリタル橋は主要幹線道路上にあるため他2橋に比べて公共バスの往来数⁷が当初より多いが、それを考慮しても需要に応じてバスの往来数が年々微増している。但し、車輛交通量に関しては、3橋とも周辺道路整備や他インフラプロジェクトのための車輛の増加が要因になっているところが多い。ワクリタル橋では国道5号線上で実施されている道路整備や発電事業および2009年より始まった日本支援の「第三次橋梁架け替え計画」のための建設機材の輸送車両の増加が挙げられる。また、スンコシ橋の交通量の増加も道路整備、ダガナ発電プロジェクト、タンマチュー橋では農道整備、ブッダ像建設

⁶ 各地域のDOR地方管理事務所による交通量調査。土日を含む7日間の午前6時から午後6時までの12時間調査。基本的に1年に2回実施しているが、入手可能であった記録を記載。ワクリタル橋の場合はワンデュー-ワクリタル間をワクリタル橋横のチェックポイントで測定。タンマチュー橋は、ルンツェ-ティンパー間をガンゴラ(Gangora)で測定。スンコシ橋はダンブー-スンコシ間を5号線からスンコシ方面に行く交差点で測定。

⁷ バスが年間に橋を往復した回数。

事業⁸による建設事業用車両の増加による影響が大きい。

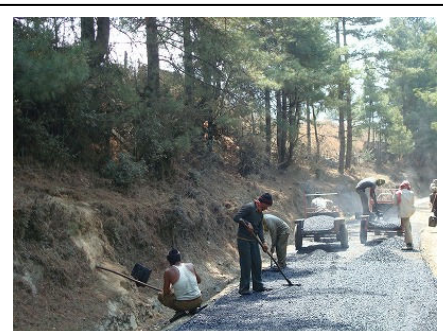


(出所) Road Safety & Traffic Authority からの提供資料

図2 公共バスによる3橋の年間往来回数

農産物・畜産物などの物流の変化を近隣農家、住民へのヒアリングを行ったところ、交通網がよくなりホウレンソウ、果物（オレンジ、マンゴー）、卵といった腐りやすい農作物・畜産物をプナカ、ワンディポダン、ティンプーなどの大きな市場まで持っていけるようになった、という意見が挙げられた⁹。

以上のような正の効果が上がっているが、橋梁架け替えという本事業のみで地域経済の活性化は測定することはできず、道路も含めて交通網の一部としてとらえなければならない。現在まだその道路が整備途中であり、本事業の明確な効果の発現は見えにくい。しかしながら、40tの許容荷重の橋ができたことにより、ダガナ発電プロジェクトや道路など大規模な建設事業が可能となっており、橋の経済効果は高い。また、公共バスの年間往来回数の増加、農・畜産物のマーケットへのアクセスの改善が見られ人・モノの移動が活発化していることから、本事業が地域経済の活性化に概ね貢献したと言える。



NWFによる道路工事



ダム建設機材を運ぶトラック

⁸ ルンツェに民間事業により大きなブッダ像が建設中。

⁹ ブータンにおいてはまだ自給自足農業を実施している農家が多く、農業協同組合はあまり育っていない。2010年に農業省内に農業組合局が設立したばかりであり、農作物の生産、出荷量等に関するデータは整備されておらず、事業実施前後の量的な比較はできなかった。

なお、農業省協同組合局によると、ダンブー、プナカ、ワンデュ、チラン県の農協または農民グループと契約し、プナサンチュ水力発電プロジェクトサイトの労働者へ食料を供給する計画が進んでいる。この計画のためにはプロジェクトサイトのためのアクセス（道路・橋）が重要な役割を担うこととなり、橋の地域経済活性化への効用は今後ますます高まると期待される。

3.3.1.2 他地域との経済格差の縮小

経済格差については、事業実施後における県別、地域別の経済指標がなく比較することはできなかった。前述のとおり、本事業により損傷事故による通行止めがなくなり、地域住民が孤立することがなくなったことで、格差を拡大する要素の一つは解消した。本事業は上記 3.3.1.1 の地域の経済活性化には貢献しているが、地域の格差是正に繋がったかは不明である。

3.3.1.3 住民生活レベルの向上

本事業により病院へのアクセスの改善、収入の向上など住民の生活レベルにプラスの影響を与えている。

3 橋をそれぞれ利用する病院関係者へのヒアリングでは、救急車で搬送する場合のアクセスおよび安全性が改善されたとの意見が挙がった。ティンブーまでスンコシ橋、ワクリタル橋を通るダガナ県病院およびタンマチュー橋を通るルンツェ県病院では、両病院とも月 20-30 回はティンブーにある大きな病院に救急車で搬送している。病院関係者からは、「本事業により、橋を渡る間だけでも病人や妊婦に衝撃を与えず移動させることが可能となった」、「以前は対向車を待つために橋の手前で止まらなければならなかったが、新しい橋になってスムーズに橋を通過できその分だけでも時間が短縮された」と回答があり、本事業による改善効果が現れている。

また、本事業は建設現場周辺の住民の収入向上に貢献したという効果も見られた。橋建設現場周辺の商店は、本事業やスンコシ橋で建設機材を輸送するダガナ水力発電プロジェクトに従事する建設従業員が橋周辺の商店の品物を購入したり食事することで収入が向上し、それにより品物を以前よりも仕入れることができるようになり売上が向上させた。特にスンコシ橋周辺においては、スンコシ橋ができたことでダガナ水力発電プロジェクトなど大規模プロジェクトが実施可能となり、工事関係者以外にも人々の往来が継続的に活発となっている。事後評価時においても、商店の利用者が増え生活が改善したと証言する商店主が多かった。

なお、上記地域経済の活性化、地域格差是正および住民生活レベルの改善といったインパクトの発現には首都ティンブーから対象橋梁に至るルート途中にある中小の 15 橋梁を補強または架け替える必要があった。これはブータン政府の負担事項となっており、事後評価時に DOR への確認および直接視察でその対応状況を確認した。その結果、表 3 のとおり本事業完了前後には予定どおり対応がなされていたことを確認

した。事後評価時点においては、15 橋すべて 2012 年末までには永久橋として架け替えが終了する予定となっている。

表 3 関係道路ネットワーク上の中小橋の状況

中小橋	本事業完了前後	事後評価時
ティンプー — ワンデュ — ワクリタル — スンコシ間		
1	ヘソタンカ橋 プナサンチュ水力発電事業 (PHPA) により強化。	PHPA により永久橋を建設中
2	ラワカ橋 バイパス道路を作り迂回。	第 3 次計画で完成(2011)
3	バソチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2008)。	第 3 次計画で完成(2011)
4	ルリチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2009)	印政府によりコンクリート橋を建設中。
5	ベイチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2009)	印政府によりコンクリート橋が完成 (2011)。
6	カミチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2009)	印政府によりコンクリート橋が完成(2011)。
7	ニヤラチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2009)	第 3 次計画で建設中
8	メチュコラ橋 バイパス道路で対応(2009) (補強の必要性がなかった)	印政府によりコンクリート橋を建設中。
9	ブリチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2009)	第 3 次計画で建設中
10	チャチェイ橋 床版を木から鋼板に補強(2008)	第 3 次計画で完成(2011)
ティンプー — リミタン — タンマチュー間		
1	No. 4 橋 (ゴンゴラ橋) 床版を木から鋼板に補強(2008)	DOR によりコンクリート橋架け替え
2	ルワンチュ橋 床版を木から鋼板に補強(2005)	DOR によりコンクリート橋架け替え
3	パワン橋 床版を木から鋼板に補強(2008)	DOR によりコンクリート橋架け替え(2009)
4	カーマシャン ション橋 床版を木から鋼板に補強(2006)	DOR により将来的にコンクリート橋に架け替え予定
5	ロンマンチュ 橋 床版を木から鋼板に補強(2006)	DOR によりコンクリート橋架け替え

(出所) DOR からのヒアリングおよび現地調査での目視

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

本事業実施に際し、同国の環境アセスメント法に則り事業許可を実施前に国家環境委員会から取得している。近隣住民および DOR に確認したところ、工事中の騒音、埃、ごみ問題などについて特に問題は生じていなかった。また、タンマチュー橋架け替えの影響地域としてわずかに接していたブンデリン野生保護地域およびスルムシグラ国立公園において、工事中のごみやし尿などによる短期的影響について管轄する農業漁業省国立公園局へ照会したところ、影響は全くない旨確認した。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

本事業での住民移転は発生しなかった。

用地取得に関しては、予定どおり3橋とも工期が始まるまでに取得されていたことを施工業者から確認した。タンマチュー橋は民有地（果樹園）の取得が必要であったが、工期が始まる前の2004年6月にはDORが土地所有者と収用に関し合意し署名を取り交わしていた。調査時に実施した元土地所有者とのヒアリングでは、収用の合意は適切に行われ、所有していた果樹（マンゴーやオレンジ）の補償もDORから適切に行われた旨確認した。

なお、本事業に関しDORが事前に地域住民に対し何度も説明を行っている上、当時の公共事業・住宅大臣が住民集会を開いて説明しており、地域住民は十分事業内容を把握していたと考えられる。

3.3.2.3 その他の間接的効果

ヒアリングを行った地域住民を含め橋利用者や首都ティンプーの建設業者もすべて事業対象の3橋は日本が作ったものと認識しており、日本の橋としての知名度が高かった。また利用者は橋の品質の高さ、美しさ、工期中の日本人作業員の勤務態度（服装や接し方なども含め）などにおいて高く評価している。第一次計画で架橋された橋に対する評価に加え、本事業も日本に対する好感度および信頼度を上げている。

また、本事業は実施機関であるDOR職員への技術移転のみならず、ブータン人の建設関係者育成に貢献している。本事業と同時期に実施していた技術協力プロジェクトの日本人専門家と連携し、本事業の現場をOJTとして使い、DOR職員に現場施工管理や設計について研修している。また、通常ブータンの建設現場ではコストが安いインド人労働者を雇うことが多い中、本事業ではブータン人の人材育成の観点から建設作業員にすべてブータン人を雇用した。プロジェクト期間中でのべ75,000人のブータン人労働者を雇用し、中には現在実施中の第3次橋梁架け替え計画で「職長」となった現地職員を7名輩出している。施工業者によると、ブータン人作業員を育成する場が少ない中で、本事業で電気、溶接、機械などの技術を得た職人は他工事現場での職が得やすくなっているとの報告があった。

この他、スンコシ橋ではDORが日常維持管理要員として雇っている清掃員以外に、住民が自ら集い週に1回清掃作業を行うなど、橋に対する住民のオーナーシップが高まっている。

以上により、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：③）

3.4.1 アウトプット

日本側のアウトプットは以下仕様による3橋が整備されることであった。これらアウトプットは計画どおり実施された。鋼材は塗装、再塗装の必要性がなく、一般の鋼材と比べて維持管理が格段に容易となる耐候性鋼材を使用し、双方向の交通を可能と

した。

表 4 設計概要

橋梁	橋長 (m)	スパン長(m)	幅員 (m)	橋梁形式
ワクリタル橋	86.0	84.6	6.0	鋼桁橋
タンマチュー橋	70.0	68.6	5.5	鋼桁橋
スンコシ橋	95.2	93.8	5.5	鋼桁橋

(出所) 完了届

なお、設計変更内容として、工事途中で豪雨によりタンマチュー橋の背面土が一部崩壊し土嚢を積んで補強したものの、当初予定した位置に橋台を設置することが困難となり、上流部に 5m 橋梁建設の位置を変更した。また、タンマチュー橋とワクリタル橋の擁壁部分の土壌が基本設計および詳細設計で想定していたものと異なっていたため、タンマチュー橋については擁壁を 5m から 2.5m に低くし、ワクリタル橋については 2.5m の擁壁の追加を実施した。さらに、タンマチュー橋とワクリタル橋においては地形状況および雨季による河川水の状況に鑑み護岸工(ふとん籠工)を追加した。これらはより適切な設計のために先方政府から要請を受け、日本政府側で技術的に妥当であると判断して変更されたものである。また、いずれも事業の効果の発生や安全性、および事業費に対して影響は生じていない。

ブータン側のアウトプットとして用地収用・補償、既存 3 橋梁の撤去、取付道路の建設、本事業の効果発現に影響する道路ネットワーク上の中小橋の補強・架け替え、「道路建設機材整備拡充計画」(2004 年度無償資金協力)で調達された機材の優先的貸与を行うことになっていた。用地収用・補償、中小橋の補強・架け替えについては上記「インパクト」で確認したとおり遅滞なく実施された。他方、無償資金協力で供与した機材の貸与は実施されなかった。供与機材が貸与されなかった背景は、当時同国では大規模な工事のための機材を備えた民間建設企業が育っておらず、道路事業、ダムなど国家プロジェクトを実施していた業者へ貸し出していたためであることが判明した。このことによる工期の遅れおよび事業費への影響はなかった。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

事業費は詳細設計も合わせて交換公文(E/N)限度額 1,348 百万円に対し実際は 1,342 百万円(本体 1,296 百万円、詳細設計 46 百万円)と計画比 99.5%となりほぼ計画どおりであった。なお、ブータン側の実施事項は概ね実施されていたが、その負担額については確認できなかった。しかし、DOR 本部からのヒアリングによると事前調査時に出した概算額よりも大きな乖離はなく実施された。

3.4.2.2 事業期間

事業期間は表5のとおり、事前調査時には詳細設計および入札期間も含めて32.5ヶ月（975日）の工期が予定されていた。実績は30.7ヶ月（920日）で工事が完了しており計画比94.4%と計画内に収まった。

表5 事業期間の計画と実績

計画	実績
詳細設計・入札期間を含め32.5ヶ月/975日	2005年4月20日（詳細設計開始）～2007年10月27日（竣工日）（30.7ヶ月/920日）

（出所）完了届

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

橋梁の維持管理は実施機関であるDORが担当している。橋梁を含む道路の清掃、排水側溝の補修は基本的に地方管理事務所が実施している。ワクリタル橋、スンコシ橋はそれぞれロベサ管理事務所、サルパン管理事務所が担当している。タンマチュー橋はリンミタン管理事務所が管轄していたが、DORは2011年よりパイロット的に一部地域において道路および橋の維持管理を外部委託しており、タンマチュー橋を含むルンツェーガラグパ間は2011年5月よりCDCL（DORの機材部門が独立した機関）が担当している。維持管理の実施項目は共通で、DORに登録しているブータン人労働者（National Work Force（NWF））と契約し、基本的に清掃等を実施している。

DOR本部および事業対象橋の地方管理事務所の職員数は表6のとおりである。

表6 DOR本部・地方管理事務所職員数

	技術者	技術者補	その他	計
DOR本部	4	4	2	10
ロベサ事務所（ワクリタル橋）	6	11	25	42
リンミタン事務所（タンマチュー橋）	3	12	20	35
サルパン事務所（スンコシ橋）	6	8	32	46

（出所）DOR各事務所からの聞き取り

地方管理事務所には35-46人の人員が配置され、そのうち3-4割が日常の維持管理をするための一定の技術を持った職員である。対象橋梁は基本的に維持管理業務に負担がかからない耐候性鋼材を使用し日常清掃はNWFに委託していることから、人員的な支障は生じていない。従って、維持管理体制に問題は見られない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

上述のとおり採用した鋼材は基本的に維持管理が容易なものであることから、これまで維持管理に関する技術的な問題は報告されていない。地方管理事務所レベルで対応できないような技術的な問題や大規模な修理の必要が生じた場合は、DOR 本部に要請することとなっている。本部レベルの技術職員に対しては、同様の技術で橋梁の架け替えを実施した第 1 次計画から現在実施している第 3 次計画、および本事業実施中の技術協力プロジェクトの専門家による OJT を通じた計画、設計、施工などの技術移転がなされており技術的な対応は可能と考えられる。第 1 次計画で建設された本事業と同様の橋の維持管理もこれまでのところ問題なく実施している点から、技術的な維持管理の問題は見られない。

しかしながら、定期維持管理に関して体系的な維持管理メカニズムの構築が必要である。本事業でコンサルタントが作成した維持管理マニュアルは、事後評価時点では DOR 本部および地方管理事務所においても使用されていなかった。DOR には橋の維持管理に関する参考資料（2005 年版）が作成されているが、これも使用されていなかった。DOR によると現在上記参考資料を基に「標準的な維持管理ガイドライン」を策定しており、2012 年月中旬には完成予定としているが、今後定期点検のチェックリストを含めたガイドラインの早期策定とともに、各地方管理事務所へのガイドラインの指導および DOR 本部からのモニタリングの実施、そして地方管理事務所へのフィードバックの実施が不可欠である。

2009 年より橋梁設計で派遣されたシニアボランティアを中心に DOR 本部職員が各地域の橋梁の評価を実施し、DOR が管轄している橋についての現状評価表が作成された。これを基に DOR は 2013 年から始まる第 11 次 5 年計画に橋梁の新設、架け替えの優先度含め 5 年間の維持管理計画が策定されている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

橋の維持管理費は、完成した橋 1 本あたり年間一律 Nu.26,000（約 4 万円）の予算を管轄地方管理事務所から DOR 本部を通じて財務省に計上している。予算は計上した額がこれまで減額されることなく財務省から直接地方管理事務所を下りている。維持管理費は NWF の人件費、日常点検、清掃費、床版の張り替え、簡単な修理費用となっている。維持経費の余分は他の橋の修理費用に回すことが可能であり、日常維持管理費が足りないという事態は生じていない。事故による破損などで大規模な修理が必要な際には、地方管理事務所は本部に要請し、本部から財務省に補正予算を要求する。DOR によれば、道路・橋は、政府の政策上最優先分野であり、特に本事業の対象橋は幹線道路上にあるため早急な対応が可能である。更に、2013 年から始まる国家第 11 次 5 年計画では、橋 1 本あたりの年間維持コストを Nu.30,000 に増額して計上しており、NWF 賃金上昇に対応した予算確保の措置が行われている。

以上のように、政策的にも優先課題である道路・橋に関しては、維持管理予算は計

上通り抛出されており、今後とも財源の確保が見込まれることから、財務的な問題は見られない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業の対象橋梁は完成後それほど年月が経っていないことから概して良い状態であり、橋の通行に支障が生じるような問題はなかった。また、ワクリタル橋、スンコシ橋ではほぼ毎日、タンマチュー橋では毎週 NWF により橋、排水側溝の清掃が行われている。スンコシ橋では上述のようにコミュニティが毎週橋のまわりの雑草、ごみ清掃を自発的に実施しており、3 橋とも



視察したところ瑕疵検査で指摘があった橋面の砂の堆積もなくきれいな状態であった。管轄の地方管理事務所による定期的な点検に関しては、ワクリタル橋、タンマチュー橋は毎週、スンコシ橋においては、事務所から距離的に離れていることもあり必要に応じ行っている。本部からのモニタリングは年に 1-2 回である。

一方、事前調査で完成後に必要があると提言されていた点検項目を設置し点検記録を行う定期点検が実施されていなかった。DOR が 2005 年に策定した橋梁の維持管理を行うための参考資料にも定期点検について書かれてあるが、実施されなかった理由としては本部から地方事務所への定期点検実施の徹底およびモニタリングがされていなかったことが大きい。現状では簡単な日常点検、清掃など維持管理を行っているため問題は生じていないが、将来大規模な補修時やその規模を想定するためには、定期点検の体制を確立し、実施、補修計画を立案することは有用である。例えば、事後評価時において、2009 年の洪水により沈下が起こったワクリタル橋の左側橋護岸（フトン籠工）の修繕がされていなかったが、本事業の効果発現には影響を与えず緊急性の



ワクリタル橋護岸（フトン籠工）の沈下



タンマチュー橋の銘板設置場所

高いものではないということで修繕が行われていなかった。このような点については定期的な点検を含む維持管理システムの確立により、迅速に対応できるようになる。なお、フトン籠工修繕については、DOR 側に修繕予算、技術、人力的な問題はないため、事後評価調査の指摘を受け、来年度の予算で実施することとなっている。またタンマチュー橋におけるブータン側の銘板が設置されていない点も確認しており、フトン籠工修繕と同様に来年度の予算で実施されることとなった。

以上より、本事業の維持管理は維持管理状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は老朽化した既存の3橋（ワクリタル橋、タンマチュー橋、スンコシ橋）を架け替えることにより、首都あるいは県道へのアクセスの改善を図る目的で実施された。ブータン唯一の交通・輸送手段である道路網では橋梁が重要な役割を担っており本事業の実施は同国の政策、ニーズにも合致しており妥当性が高かった。橋梁の許容荷重の増加、輸送時間の短縮、通行可能車輛種の増加という目標も達成しており、地域経済の活性化、安全性の向上、住民生活レベルの向上に貢献している他、本事業により周辺地域の道路アクセスが改善され大規模プロジェクトの実施が可能となるなど、有効性・インパクトが高い。事業費、事業期間とも計画内に収まり効率性も高い。ブータン側による維持管理については、定期点検の実施状況に改善の余地があり、持続性は中程度である。

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

- ・ DOR による通常の維持管理に現状問題はないが、橋梁の効用を維持し、将来的な補修規模を想定するためには、何を誰がいつ行うのかといった項目を明らかにした定期点検体制の確立が必要である。具体的には、点検項目の作成、点検の実施、点検結果に基づく補修計画の立案と補修の実施およびその後のモニタリングが必要である。DOR 本部では現在「標準的な維持管理ガイドライン」を策定中であるが、本事業で策定した維持管理マニュアルを参考にしながら、上記の定期点検項目や作業手順を含んだガイドラインの策定が望まれる。
- ・ 上記ガイドラインに沿った定期点検の実施について、DOR 本部は各地方管理事務所に指導し、実施を徹底させるとともに、実施状況についてモニタリングし、その結果を各事務所にフィードバックする必要がある。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

- ・ 持続性を高める留意点の一つに、相手実施機関の維持管理キャパシティを十分考慮した設計を行うことがある。本事業はブータン側の維持管理に関する費用および作業負担をなるべく抑えた方法で実施したため、本事業対象橋梁のための新たな体制作りや費用の捻出といった追加事項を行わずに実施することができた。実施機関の維持管理に関する対応能力や現状を十分に勘案した計画づくりに留意すべきである。
- ・ 道路ネットワークの一部として橋を捉え、ネットワーク全体の改善に寄与することを考慮した案件形成により、架橋によるインパクトが高まる。ワクリタル橋やスンコシ橋はインドからの輸送経路として重要な国道 5 号線上に位置し、また国家プロジェクトであるダムプロジェクトの建設資材の輸送経路ともなる橋である。またスンコシ橋およびタンマチュー橋は、それぞれダンブー県およびルンツェ県へアクセスを可能にするという点で大きな意味をなし、実際道路アクセスの改善効果を高める結果となった。プロジェクトでは道路ネットワーク上の中小橋の改善を計画の一部として捉えていたことも相乗効果に繋がった。なお、後続の「第三次橋梁架け替え計画」も国道 5 号線上の架け替えが行われていない 6 橋梁に対する支援であり、本事業による効果発現がさらに促進される見込みである。

以上