

0. 要旨

「マナグア―エルラマ間橋梁架け替え計画」（以下、「本事業」という）はニカラグアを通過する国際幹線道路である国道7号線のマナグア―エルラマ間において、3つの橋梁を架け替えることにより、安全で円滑な交通の確保を図り、もって国内・国際物流の活性化及び沿道地域の地域経済振興に寄与することを目的として実施された。本事業は計画時、事後評価時のニカラグア国家開発計画、運輸セクター政策、開発ニーズ、及び計画時の日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。アウトプットは概ね計画通りであり、総事業費と事業期間は計画内に収まったため、効率性は高い。本事業の効果として期待されていた橋梁手前での渋滞、及び車両による渡河時間は大幅に改善した。他方、橋梁手前での一時停止、及び橋梁上の平均走行速度も大幅な改善が認められるものの、事業完成後、道路を横断する住民の安全に配慮して、事業対象橋梁の手前に減速帯がニカラグア政府によって設置されたことにより計画時に想定されていた完全な解消には至らなかった。また、老朽化による落橋の危険性は除去された。さらに、街道沿道地域の地域経済振興の促進及び国内・国際物流の活性化について想定されたインパクトが確認できる。よって、本事業の実施によりおおむね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。本事業の運営・維持管理を担う運輸インフラ省、道路保全基金、地域建設業協同組合のいずれの体制、技術、財務、維持管理状況も概ね良好であり本事業によって発現した効果の持続性は高い。

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



ラス・バンデラス橋：
通学のため橋を渡る小学生

1.1 事業の背景

ニカラグアは1990年代に鉄道を全廃し、計画時（2010年）、旅客貨物の98%が道路に依存していた。1980年代の内戦の後遺症もあり、幹線道路、橋梁、農道等の運輸インフラが未整備であった。道路整備の水準は中米で最も低く、様々なドナーにより道路や橋梁の整備が実施されてきたものの、洪水による被害、車両衝突による損傷等の問題を抱える橋梁が残されていた。



出所：実施機関提供資料。

図1 国道7号線（東西回廊）上の3橋梁の位置

他方、2001年にメキシコのプエブラからパナマまでを結ぶ国際幹線道路の整備構想である「メソアメリカ統合開発計画」（詳細は「3.1.1 妥当性：開発政策との整合性」を参照）が策定された。同構想に沿って中南米地域の物流活性化を目標とする道路整備が各国で進められるなか、ニカラグアでも道路インフラの整備が必要とされた。本事業は、同構想に含まれる国際幹線道路である大西洋輸送回廊及び東西回廊の一部を構成する¹。同回廊のうち道

¹ 本事業が位置する国道7号線は、ニカラグアの太平洋側とカリブ海側を結ぶ「東西回廊」の一部であるとともに、マナグアーロバゴ間では中米地域の国際幹線道路「大西洋輸送回廊」でもある。「大西洋輸送回廊」はロバゴ市から国道25号線として南部に向かい、コスタリカとつながっている。他方、「東西回廊」は国道7号線としてロバゴ市から東部のエルラマ市を繋いでいる。

路部分は多数のドナーにより整備が進められていたが²、本事業の対象 3 橋梁は建設から既に 60 年以上を経過していた上に 1998 年のハリケーン・ミッチによる損傷もあり、老朽化が進んで危険な状態であった。また、幅員は狭く、トラック等の大型車輛は橋梁上ですれ違うことができず、円滑な交通の妨げになっていた。

このような背景から、ニカラグア国政府は本事業 3 橋梁の架け替えにつき、2008 年 7 月に日本国政府に対し無償資金協力を要請し、2009 年 10 月に国際協力機構による準備調査（予備調査）が、2010 年 1 月には準備調査（概略設計）が実施された。

1.2 事業概要

大西洋輸送回廊及び東西回廊上のマナグアーエルラマ間において、3つの橋梁を架け替えることにより、同区間の安全で円滑な交通の確保を図り、もって国内・国際物流の活性化及び沿道地域の地域経済振興に寄与する。

供与限度額/実績額	(詳細設計) 62 百万円 / 61 百万円 (本体工事) 1,878 百万円 / 1,261 百万円	
交換公文締結/贈与契約締結	(詳細設計) 2010 年 12 月 / (本体工事) 2011 年 6 月	
実施機関	運輸インフラ省	
事業完成	2013 年 7 月	
案件従事者	本体	フジター川田共同企業体
	コンサルタント	株式会社 建設技研インターナショナル
基本設計調査	2010 年 1 月～2010 年 10 月	
関連事業	【技術協力】 「国家運輸計画プロジェクト」(2012 年～2014 年) 【無償資金協力】 「主要幹線道路橋梁架け替え計画」(E/N2000 年 5 月)、「国道 7 号線主要橋架け替え計画」(E/N2007 年 6 月)、「サンタフェ橋建設計画」(E/N2010 年 5 月) 【他機関案件】 「サンベニートーサン・ロレンソ間道路改修」(デンマーク政府開発機構、1999 年～2003 年)、「ムアンエラマ間道路改修」(世界銀行、2002 年～2003 年)、「サン・ロレンソームアン間道路改修」(米州開発銀行、2003 年～2005 年)	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

スズキ S. ヒロミ (アイ・シー・ネット株式会社)

² 事業概要の表中にある「関連事業：他機関案件」を参照。

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：2016年10月～2018年2月

現地調査：2017年2月19日～3月2日、2017年7月26日～7月30日

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

計画時のニカラグアの国家開発計画は「国家人間開発計画（2008年～2012年）」であり、「生産性向上」の目標達成において「道路や橋梁等経済インフラ基盤の整備」が重要な手段として位置づけられている。当時の運輸分野の主な政策には「メソアメリカ統合開発計画」と「幹線道路輸送ネットワークの強化プログラム」があった。前者は中米地域の物流活性化を目標とした広域開発計画であり⁵、後者は運輸インフラ省（Ministerio de Transporte e Infraestructura、以下、「MTI」という）が前述の開発計画に基づき策定した輸送交通インフラ政策であるが、いずれも、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワーク構築の観点から、「太平洋輸送回廊」と本事業が位置する「大西洋輸送回廊」の整備を重視している。

事後評価時の国家開発計画は「国家人間開発計画（2012年～2016年）」であり、主要な12の戦略・方針の中に交通インフラ整備が含まれている。そこでは準幹線道路や橋梁の整備、基本的な道路網や交通インフラの開発を目指すとともに、ニカラグアの太平洋側と大西洋側を繋ぐ東西回廊を引き続き整備することを目標の一つとしている。MTIの「長期国家運輸計画（2014年～2033年）」⁶は道路・橋梁を国家経済の持続的成長と東西地域の格差是正を確保するために必要なインフラと位置付け、信頼できる道路ネットワークの構築、幹線道路ネットワークと国際回廊の強化、災害への脆弱性に対する道路機能の強化、道路維持管理システムの強化等の戦略を掲げている。特に本事業が位置する東西回廊に関連する道路整備については、エルラマ市とラグナ・デ・ペルラス市を繋ぐ道路の修繕、及び橋梁の新設が含まれており、これらの整備が進むにつれ本事業対象区間を含めた、東西回廊の国際幹線道路としての役割が強化・拡大することが期待される。また、ニカラグアでは交通事故が多いことが社会問題とされることから道路交通安全についての行動計画が含まれている。

以上、計画時および事後評価時のニカラグアの開発計画はいずれも道路及び橋梁を含む交通インフラの整備が経済発展や生産性向上に不可欠なインフラであると位置づけており、本事業との整合性が保たれている。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁵ 「メソアメリカ統合開発計画」は、2001年6月に中米諸国がメキシコ政府と共同で発表した広域開発計画「プラン・プエブラ・パナマ」を引き継ぐ広域開発構想。事後評価時、中米地域における物流と観光の活性化を目的とする「メソアメリカ国際道路網」の一部を構成する「太平洋輸送回廊」と「大西洋輸送回廊」が米州開発銀行の融資によって整備されている。

⁶ 長期国家運輸計画は2014年に実施されたJICAの開発計画調査型技術協力事業「国家運輸計画プロジェクト」に基づき策定された。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業橋梁が位置するマナグア～エルラマ区間は全国総人口の約3分の1を占める4つの県（マナグア、ボアコ、チョンタレス、南カリブ自治地域）を結ぶ主要幹線道路である。沿線は農業や畜産業の盛んな地域であり、大西洋側の主要港であるエルラマ市のアルレン・シウ港とも繋がっている⁷。しかし、「1.1 事業の背景」で述べたように、本事業の対象橋梁は老朽化が進み、橋全体が崩落する危険性があった。また、幅員が狭かったため、通行車両は橋梁の前後で一時停止を余儀なくされ、交通のボトルネックとなっていた。このような同区間の道路・橋梁整備の遅れは円滑な国内・国際物流、ひいては社会経済発展の妨げになっており、安全面のみならず経済発展の観点からも、橋梁整備のニーズが高かった。

事後評価時、本事業により対象3橋梁の交通のボトルネックは解消し、国際・国内物流の活性化及び街道沿いの地域経済振興の観点から、同区間には引き続き高い重要性がある。

よって、本事業は計画時、事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

ニカラグア政府との協議を通じ2002年に策定された国別援助計画は、同国に長年の内戦の影響が依然として残っていること、及び、自然災害が多いことを踏まえ、貧困の削減・格差是正、社会経済インフラの整備、民主化支援、防災能力の強化に対する協力を基本方針とし、同時に、中米統合機構を中核にした地域統合の取り組みへの支援との整合性にも配慮するとされていた。同計画では道路・交通インフラ整備を含む6項目の重点分野を設定しており、本事業は道路・交通インフラ整備事業として整合性が高い。

以上より、本事業の実施はニカラグアの開発政策、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 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

日本側負担のアウトプットはほぼ計画通りである（表1）⁸。

⁷ 同港はカリブ海沿岸（大西洋岸）より約100km内陸に整備された河川港であり、ニカラグアとカリブ海（大西洋）との国際貨物物流において重要な役割を担っている。

⁸ 唯一の大幅な変更は、ラ・トンガ橋の橋台の深礎杭3本の杭長を、施工時に判明した地質の違いを確認するために実施された追加のボーリング調査に基づき、6.5mから8.5mに変更した点のみである。

表 1 日本側負担アウトプット：計画と実績

	計画			実績	
	ラス・バンデラス橋 マナグア県 ティビタパ市	テコロストーテ橋 ボアコ県 サン・ロレンソ市	ラ・トンガ橋 チョンタレス県 フィガルパ市		
内容	2車線橋梁に架け替え	既存の1車線橋梁に併設する1車線橋を新設	2車線橋梁に架け替え	3橋梁とも 計画と同じ	
道路規格	幹線道路	幹線道路	幹線道路		
設計速度	80 (km/h)	80 (km/h)	80 (km/h)		
設計活荷重	HS20-44 の 25%増し相当 (B活荷重)	HS20-44 の 25%増し相当 (B活荷重)	HS20-44 の 25%増し相当 (B活荷重)		
橋長	100.5 (m)	100.8 (m)	99.7 (m)		
支間長	48.9+24.3+24.3 (m)	25.0+50.0+25.0 (m)	32.3+32.3+32.3 (m)		
幅員	12.330 (m)	7.130 (m)	12.330 (m)		
上部構造形式	鋼単純下路式トラス橋 ／PC2 径間連続 I 桁橋	鋼 3 径間連続鋸桁橋	PC3 径間連続 I 桁橋		
下部構造形式	逆 T 式橋台 小判型壁式橋脚	逆 T 式橋台 小判型壁式橋脚	逆 T 式橋台 小判型壁式橋脚		
基礎形式	直接基礎	直接基礎	直接基礎 深礎杭 (杭径 2.5m、杭長 6.5m)		ラ・トンガ橋のみ 深礎杭 3 本の杭長 を 8.5m に変更
取付 道路	起点側延長	144.0 (m)	241.0 (m)	168.8 (m)	3橋梁とも 計画と同じ
	終点側延長	155.5 (m)	298.2 (m)	371.5 (m)	

出所：JICA 提供資料

ニカラグア側負担のアウトプットは、用地取得・住民移転、通信の移設、電柱・電線の移設、水道管の移設（ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋）、その他（既存橋撤去）であった。実施機関によると、以上は概ね計画通り実施されたが、以下の変更・追加があった。

- 建設予定地を不法占拠していた商業施設の数が増えたため用地取得・住民移転が増えた。
- 電柱・電線の移設においては中型～大型トラックの安全を確保するため、電柱を使わずに電線（中電圧）を地中に埋めることとした。
- 迂回路の位置の変更が生じたため、新たな迂回路沿いに位置する建設物の壁・塀・柵等の修理が追加された。
- テコロストーテ橋の取り付け道路を整備する際、同橋梁の横に位置するテコロストーテ中学校の敷地が一部国道を占拠していることが明らかとなり、同敷地を受け渡し、同学校の境界線を移動する見返りとして⁹、実施機関とテコロストーテ中学校の間で、同学校のフェンス、多目的広場、学校入口付近のインフラ（階段、手すり、ベンチ等）の整備を実施機関が行うことについて合意、一部を除き実施された。

⁹ テコロストーテ中学校の敷地の一部が国道を占拠している状態であったため、本来、補償は不要であった。それにもかかわらず合意に至った経緯に関する正確な詳細情報は入手不可能であった。

以上のアウトプットの変更・追加はいずれも対象橋梁において安全で円滑な交通を確保するためには必要なものであった。なお、特にニカラグア側負担のアウトプットの変更・追加は事業によって生じる地域住民や環境への負のインパクトを最小限に抑えるためには必要であり、妥当であった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

計画時における総事業費の計画は1,949百万円（日本側1,878百万円、ニカラグア側71百万円）であった。実績は総事業費1,333百万円（日本側1,261百万円、ニカラグア側72百万円）であり、これは計画の68%であった。

日本側負担の事業費については、ラ・トンガ橋の橋台の深礎杭3本の杭長増加、各橋梁の上部工の数量増加により建設費が増加したが、円高を主な理由として¹⁰、日本側負担額は計画内に収まった。

ニカラグア側負担の事業費は、既存橋撤去費用¹¹の計画時に見積もられた事業費が詳細な調査に基づくものではなく実際よりも少なく見積もられていたことに加えて、一部資機材の価格が上昇したことにより、実際は計画を上回った。用地取得・移転や通信・電柱・水道の移設については変更・追加が生じたものの、計画内に収まった。

表 2 事業費：計画と実績

(単位：百万円)

項目	計画	実績
【日本側負担】		
建設費		1,190
設計管理費	1,878	72
小計	1,878	1,261
【ニカラグア側負担】		
用地取得・移転	16	12*
通信・電柱・水道の移設	26	7
その他（既存橋撤去等）	29	56
小計	71	75
総事業費	1,949	1,333

出所：日本側計画額は交換公文。ニカラグア側計画額は準備調査報告書。日本側負担の実績はJICA提供資料。ニカラグア側負担の実績は実施機関提供資料。

注：計画時：積算時2010年3月。為替レート：米ドル1=91.36円

事後評価時：1コルドバ=3.5181円 2011年1月～2013年7月の月平均レート(出所：IMF)。

* テコロストーテ中学校のフェンス、多目的広場、学校入口付近のインフラ（階段、手すり、ベンチ等）の整備は「用地取得・移転」の約14%（1.7百万円）であった。

¹⁰ 準備調査調査時1ドル=91.36円であったが、詳細設計時には1ドル=83.73円となった。

¹¹ 既存テコロストーテ橋の補修補強、既存ラ・トンガ橋の解体撤去、既存クイサラ橋の補修補強等を含む。なお、クイサラ橋はテコロストーテ橋とラ・トンガ橋の間に位置しており、要請時点では本事業に含まれていた。しかし、2009年の予備調査及び準備調査（概略設計）の結果、クイサラ橋は構造安全面及び交通機能面からみて整備の緊急性は低いと判断され、同橋梁の架け替えについては本事業から除外することとなった。ただし、国道7号線の整備という観点から、準備調査ではクイサラ橋について5つの補修・補強項目を実施するよう推奨し、これらをニカラグア側負担で行うことで合意した。

3.2.2.2 事業期間

事前計画時に想定された詳細設計及び入札期間を含む協力期間は2010年10月から2013年6月(2年9カ月、33カ月)であった。これに対し、実績は贈与契約が締結された2010年12月から2013年7月(2年8カ月、32カ月)、計画比97%と計画内に収まった¹²。

以上より、本事業は事業期間、事業費ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.3 有効性¹³ (レーティング: ③)

3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

本事業の主要目的は「安全で円滑な交通の確保」である。その主要効果指標として、計画時には「平均走行速度の向上」「橋梁手前での一時停止の解消」「車両による渡河時間の短縮」が設定されていた。本事後評価では、準備調査報告書の記述に基づき「交通量の増加」「河川増水による交通途絶の解消」「交通事故の減少」「落橋による人名損失の防止」を補助指標として追加した。3橋梁におけるこれらの指標の基準値・計画値・実績値を表3、表4に示す。

① 主要効果指標

- ① 平均走行速度の向上: 計画時、ニカラグアの国道で認められている平均走行速度 60km/h～80km/h が目標値として設定された。しかし、ラス・バンデラス橋付近で発生した交通事故¹⁴により、本事業完成後、走行速度を 30km/h に制限する減速帯がニカラグア側により対象橋梁の前後に設置された。減速帯の設置は安全な交通の確保に結び付いているが、平均走行速度は低下し、目標の達成率は38%～57%に抑えられることとなった。ただし、減速帯を設置しても事業前のように渋滞が発生することはなく、いずれの橋梁でも平均走行速度は事業前より増加している。



ラス・バンデラス橋の減速帯
(マナグア→エルラマ方向)

¹² ニカラグア側負担の全体・項目毎の工期に関する情報はないため、事業完了の定義は全橋梁の竣工検査及び承認完了とした。なお、工程別の事業期間は、詳細設計から本体工事契約までの期間は計画比91%、施工期間は、ラス・バンデラス橋計画比86%、テコロストーテ橋計画比90%、ラ・トンガ橋計画比83%、と全て期間内に収まった。

¹³ 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。

¹⁴ 本事業の橋梁は、国道7号線上にありながら、ティピタパ市、サン・ロレンソ市、フィガルパ市といった集落にも位置しており、河川の両側、国道の両側に集落が広がっている。国道及び橋梁を挟んで、学校や医療機関、商業施設が多数国道付近に存在する。このため、住民は一日に何度も徒歩で橋梁を渡り、国道も横断する必要があり、国道7号線はこれらの住民の生活の一部となっている。このような背景のもと、2014年8月にラス・バンデラス橋梁付近において小学生が国道を渡った直後トラックにひかれ死亡するという事故が起きた。この事故を機に住民が抗議し、本事業の3橋梁の前後に減速帯が設置された。

- ② 橋梁手前での一時停止の解消：事業前、橋梁前後での平均停車時間はいずれも橋梁でも 2.5 分であった。本事業により 3 橋梁とも 1 車線から 2 車線になることで、橋梁手前での一時停止は不要になることが想定されていた。事後評価時、前述の減速帯の設置により、ラス・バンデラス橋及びテコロストーテ橋は平均約 20 秒の一時停止、ラ・トンガ橋は平均約 8 秒一時停止している。一時停止の完全な解消は減速帯の設置という外部要因により達成できなかったものの、基準値から 87%～95%の時間短縮と大幅に改善している。

表 3 主要効果指標の達成度合い

指標名	基準値 2010 年	目標値・目標とする改善状況 2016 年 事業完成 3 年後	実績値 2016 年 事業完成 3 年後 (目標達成率、達成の有無)
① 平均走行速度の向上 (km/h) (橋梁前後の通行速度の改善)			
ラス・バンデラス	10～20 km/h	60～80 km/h	31 km/h (39%～52%)
テコロストーテ	10～20 km/h	60～80 km/h	30km/h (38%～50%)
ラ・トンガ	10～20 km/h	60～80 km/h	34 km/h (43%～57%)
② 橋梁手前での一時停止の解消			
ラス・バンデラス	平均停車時間 1 橋当り 2.5 分	なし	20 秒 (基準値から 87%改善)
テコロストーテ	平均停車時間 1 橋当り 2.5 分	なし	20 秒 (基準値から 87%改善)
ラ・トンガ	平均停車時間 1 橋当り 2.5 分	なし	8 秒 (基準値から 95%改善)
③ 車両による平均渡河時間の短縮			
ラス・バンデラス	2～5 分*	事業完成後、 短縮している	26 秒 (基準値から 78%～91%改善)
テコロストーテ	2～5 分*	事業完成後、 短縮している	24 秒 (基準値から 80%～92%改善)
ラ・トンガ	2～5 分*	事業完成後、 短縮している	16 秒 (基準値から 87%～97%改善)

出所：基準値及び目標値は事前評価表及び準備調査報告書。実績値は実施機関提供資料。

*：車両による渡河時間の短縮の基準値は受益者調査結果を用いた。

- ③ 車両による平均渡河時間（橋梁上を通過する時間）の短縮：本指標は 2010 年の基準値がなかったため、受益者調査¹⁵で収集した「事業前の平均渡河時間」である 2～5 分を基準値とした¹⁶。基準値に対し、2016 年の実績値はラス・バンデラス橋 26 秒、テコロ

¹⁵ 本事後評価で実施した受益者調査（ドライバー）の詳細は次の通り。①調査実施期間：2017年3月8日～12日。②サンプルサイズ：各橋梁でドライバー50名（合計150名）。③男女比：ラス・バンデラス橋 男性94%/女性6%、テコロストーテ橋 男性90%/女性10%、ラ・トンガ橋 男性98%/女性2%。④年齢：いずれの橋梁も30代・40代が約70%を占めた。⑤利用している橋梁：ラス・バンデラス橋で聞き取りをしたドライバーは「3橋梁全て」74%、「ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋」26%であった。同様にテコロストーテ橋では「3橋梁全て」33%、「テコロストーテ橋のみ」36%、「ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋」26%であり、ラ・トンガ橋の調査では「3橋梁全て」66%、「ラ・トンガ橋のみ」33%であった。

¹⁶ 受益者調査（ドライバー）の結果では、事業前の平均渡河時間は2～5分であったが、旧橋梁は全て一車線であったため、橋梁を渡るため渋滞が発生し、交通のボトルネックとなっていたことが課題であった。

ストーテ橋 24 秒、ラ・トンガ橋 16 秒であり、基準値から 78%~97%の大幅な改善がみられる。事後評価時においては、減速帯によってスピードを落とすことがあるものの、それによって渋滞が発生することはない。従って、橋梁上を通過する時間も短縮し、事後評価時の交通はスムーズである。

② 補助指標

- ① 橋梁通過交通量 (年平均日交通量 台/日) の増加: 実施機関が記録している交通量は、準備調査及び本事後評価において各橋梁で実施した交通量調査¹⁷とは異なる。実施機関の交通量は実施機関によって設置されたモニタリングポイントのデータであることに加えて、そのモニタリングポイントの位置が橋梁近隣に設置されていない。例えば、ラス・バンデラス橋やテコロストーテ橋はモニタリングポイントが市内にはあるものの、橋梁から若干離れている。他方、ラ・トンガ橋のモニタリングポイントは市街地から離れた農村地域にある。そのため、実施機関提供の交通量は、厳密には計画値と比較できるデータではない。しかし、実施機関から公的データとして本事後評価で用いてほしいとの要請があったため、表 4 には実施機関提供データと、事後評価の現地調査において計画時と同様の方法を用いて行った交通量調査の両方を提示した。実施機関のデータではラ・トンガ橋の小型車のみ、上記の理由から目標未達成という結果となったが、計画時と同様の方法を用いて行った交通量調査に基づいた場合、いずれの橋梁でも基準値と比べて 2017 年の交通量が大幅に増えていることが確認できた。
- ② 年間交通途絶回数 (河川増水による): 事業前の河川増水による年間交通途絶回数の情報はなく、最後に記録されたのはハリケーン・ミッチの際の河川増水による交通途絶である。事業完了後の 3 年間では一度も河川増水による交通途絶は発生していない。
- ③ 交通事故絶対数: ニカラグア警察統計に基づく、交通事故絶対数は計画時と比べ 2015 年時には大きな変化はなく、事業完了後の経年統計からも明確な傾向はない。さらに各橋梁の交通量を考慮した場合、交通事故の発生率は低いといえる。ニカラグア警察は、これらの交通事故 (接触や衝突) の理由として、車間距離不保持、追い越し、歩行者や動物の横断をあげている。端的にはドライバーと歩行者、双方の交通教育・交通マナー不足である。事業完了後は渋滞がなくなった代わりに速度が増加したことによる事故が発生しており、交通教育の必要性が浮き彫りになったといえる。なお、減速帯がなければ交通事故はより一層増加した可能性が高い。

例えば雨季などは、さらに渋滞が深刻となり、橋梁の大分手前から渋滞が発生し、橋にたどり着くまでの時間を含めた場合の平均渡河時間は最高で 3 時間かかることもあったとのことである。

¹⁷ 本事後評価では連続 12 時間の交通量調査を合計 5 日間 (2017 年 3 月 8 日~12 日)、各橋梁で実施した。得られた日交通量は、実施機関が保有する国道 7 号線の定点観測所のデータを用いて年平均日交通量に変換した。

表 4 補助指標の達成度合い

		基準値 2010年	目標値・目標と する改善状況 2016年 事業完成3年後	実績値 2016年 事業完成3年後 (目標達成率、達成の有無)	
① 橋梁通過交通量（年平均日交通量 台/日）の増加*					
ラス・バンデラス	実施機関 データ	小型 大型	2,186 台 1,256 台	事業完成後、 増加している	3,352 台 (基準値比 154%) 1,583 台 (基準値比 126%)
	事後評価時 交通量調査 結果	小型 大型			3,613 台 (基準値比 165%) 3,062 台 (基準値比 248%)
テコロストーテ	実施機関 データ	小型 大型	1,858 台 699 台	事業完成後、 増加している	2,173 台 (基準値比 117%) 983 台 (基準値比 141%)
	事後評価時 交通量調査 結果	小型 大型			2,218 台 (基準値比 119%) 1,101 台 (基準値比 157%)
ラ・トンガ	実施機関 データ	小型 大型	4,369 台 784 台	事業完成後、 増加している	2,036 台 (基準値比 47%) 786 台 (基準値比 100%)
	事後評価時 交通量調査 結果	小型 大型			11,376 台 (基準値比 260%) 2,753 台 (基準値比 351%)
② 年間交通途絶回数（河川増水による）					
ラス・バンデラス		5年に1日	なし	なし (100%達成)	
テコロストーテ		5年に1日	なし	なし (100%達成)	
ラ・トンガ		5年に1日	なし	なし (100%達成)	
③ 事故絶対数					
ラス・バンデラス		2件 (2011年)	事業完成後、 低下している	2013年1件 2014年7件 2015年3件 (事業完成直後は低下したもの の、その後は悪化)	
テコロストーテ		3件	事業完成後、 低下している	2013年2件 2014年0件 2015年1件 (事業完成後、低下している)	
ラ・トンガ		9件	事業完成後、 低下している	2013年7件 2014年3件 2015年9件 (事業完成後、低下したもの の明確な改善なし)	
④ 落橋による人命損失					
ラス・バンデラス		—	なし	なし (100%達成)	
テコロストーテ		—	なし	なし (100%達成)	
ラ・トンガ		—	なし	なし (100%達成)	

出所：基準値及び目標値は事前評価表及び準備調査報告書。実績値は実施機関提供資料、橋梁通過交通量は実施機関のデータに加えて事後評価時に実施した交通量調査結果を提示。交通事故数はニカラグア警察。

④ 落橋による人命損失（死亡者人数）：いずれの橋梁も構造的に何ら問題もなく、維持管理も適切に行われているため（詳細は「3.5.4 運営維持管理状況」を参照）、落橋のリスクは極めて少なく目標は100%達成したと判断できる。

以上、主要効果指標については、「平均走行速度の向上」は改善したものの、本事業実施後にニカラグア政府により別途設置された減速帯により、一定程度に抑えられている。「橋

梁手前での一時停止の解消」「車両による渡河時間の短縮」については基準値から 80%以上の改善が見られる。補助指標については明確な傾向が認められなかった「事故絶対数」以外の指標は目標達成、もしくは改善傾向にあり、総合して、本事業は「安全で円滑な交通の確保」に寄与していることが認められる。

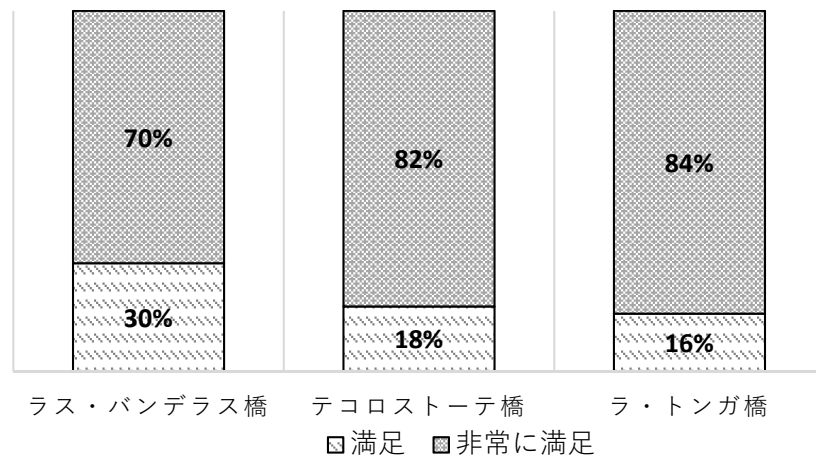
3.3.2 定性的効果（その他の効果）

- ① 劣化・老朽化による構造的に危険な橋梁の落橋防止（人命損失の回避）：事業前の問題は劣化・老朽化ではあったものの、橋梁の落橋にまでは至らなかった。なお、2010年時点の3つの橋梁の年平均日交通量の合計が7,252台に達することに加え、歩行者も多い地域であったことを考慮すると、本事業は人命損失の回避に大きく貢献していると思われる。地域住民へのグループ・インタビュー¹⁸では「事業前は橋梁の幅が狭いことや揺れがひどく、劣化や老朽化による危険を常にかけていたが、事業により安全面が大幅に改善した」「いずれの橋梁でもこれらが位置する地域には小学校や中学校、病院などもあり、事業前は反対岸から通学や通院することも一苦労だったが、事業後は歩行者の安全が確保された」といった意見が聞かれた。以上から、本事業は地域住民の生活環境改善に多いに寄与していると考えられる。
- ② 事業への満足度・意見：受益者調査（ドライバー）の調査からは、減速帯の設置によりタイヤやサスペンションのメンテナンスや買い替え頻度が増えたといった不満な意見も聞かれたが、橋梁そのものの品質、利便性、効率性、安全性等を総合的に評価した満足度は非常に高かった。図2に示す通り、事業満足度について4段階評価を行ったところ、いずれの橋梁でも「満足」もしくは「非常に満足」という高い評価であり、「やや不満」「不満」という回答は皆無であった。同様に、地域住民及び物流業者¹⁹への聞き取り調査からも、本事業への満足度が非常に高いことが明らかとなった。共通して聞かれた要望としては、ラス・バンデラス橋とラ・トンガ橋については、安全性を高めるため、架け替え前の橋梁にはあった照明を再度取り付けてほしいという点と、今後は減

¹⁸ 本事後評価で実施した地域住民へのグループ・インタビューの詳細は次の通り。①調査実施期間：2017年2月21日～27日。②サンプルサイズと男女比：ラス・バンデラス橋（ティピタバ市）15名（男性7名、女性：8名）テコロストーテ橋（サン・ロレンソ市）29名（男性：8名 女性：21名）、ラ・トンガ橋（フィガルパ市）18名（男性：9名 女性：9名）。③サンプリング方法：市役所が指名した住民代表が地域住民に事前に声をかけ、指定した日時に集会所に集まれる住民を対象とした。なお、同サンプリング方法では、事業に対しプラスの意見を持つ住民のみが収集され、結果にバイアスが生じる可能性があるが、市役所及び住民代表に対し、調査の趣旨を事前に説明し可能な限りランダムサンプリングを心がけるよう要請した。

¹⁹ ニカラグアの大手物流会社の一部はニカラグア運輸協会に所属している。同協会には50台以上の大型車両（トラック、バス、タンクローリー等）を所有する企業は185社、15台以上のトラックを所有する企業80社、そのほか15台以下のトラックを所有する個人事業主が1300社所属している。他方、本事業の利用者には地方都市の小規模組合に所属している企業（主に個人経営）が多い。本事後評価では大手・中堅企業の意見としてニカラグア運輸協会への聞き取りを行い、よりローカルな意見を知るために本事業の橋梁が位置する市の組合や個人事業者合計10社への聞き取りを行った。

速帯のデザインを車両への負荷が少ないものにしてほしい、という2点であった。総合して全受益者の満足度が高く、本事業の効果が認められる。



出所：受益者調査結果。

N=150

図 2 事業の満足度：ドライバー

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

事業の想定されたインパクトは、①街道沿道地域の地域経済振興の促進、及び②国内・国際物流の活性化である。本事後評価ではドライバーへの受益者調査、地域住民へのグループ・インタビュー、物流業者への聞き取りを実施し、その結果に基づき上記についての本事業のインパクトを分析した。

- ① 街道沿道地域の地域経済振興の促進：表 5 に示すとおり、本事業が国道 7 号線沿いの経済の活性化、地域住民の生活改善に寄与したことが伺える。各橋梁が位置する集落では、本事業に伴い、それぞれの地域産業が新たな投資等やビジネス拡大により活性化している。住民は商品の種類が増えたことでより選択肢が広がり、商業施設が増えたことで生活が便利になったと考えている。総合的に、本事業は「街道沿道地域の地域経済振興」に大きく寄与していると考えられる。

表 5 インパクト：街道沿道地域の地域経済振興の促進

調査対象	結果
ドライバー (150名)	<ul style="list-style-type: none"> ● 90%が「本事業はマナグア～エルラマ間の国道7号線沿いの経済の活性化に寄与した」と回答した。 ● 94%が「本事業はマナグア～エルラマ間の集落や住民の生活改善に寄与した」と回答した。
地域住民／ 物流業者	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>3 橋梁共通の意見</u>：国道7号線沿いに食堂、ガソリンスタンド、大型スーパーマーケット、薬局、観光業等、多様な商業施設が増えた。扱われている生活物資の種類も価格帯も多様化し、住民としては選択肢が増えた。ただし、品物によっては需要が増えたことで物価が上下しているものもあるため総合して物価が安定したとは言えない。地域の貧困格差是正への効果はまだ目に見えてはいないが、現在の地域経済の活性化が進めば中長期的に格差も是正されるだろう。 ● <u>ラス・バンデラス橋</u>：地場産業の採石は、事業後、国内外の中堅企業が合計8社移転してきており、雇用も増えた。特に企業で雇用されている地域住民は安定した賃金と健康保険に加入できるようになった。 ● <u>テコロストーテ橋</u>：サン・ロレンソ市の産業は農業（国内最大の米生産企業アルタミラ社がある）と牧畜、採石産業である。本事業により、これらの産業の物流がより効率的に行えるようになり、人口も増え、地域経済が確実に活性化している。 ● <u>ラ・トンガ橋</u>：地域産業（農業と牧畜）が活性化したことに加えて、特にエルラマ方面に向け、ラ・トンガ橋を渡ったサンアントニオ地区には、事業前はガソリンスタンドしか存在しなかったが、事後評価時、大型スーパー、銀行、医療機関、大型金物屋、多国籍飲料会社の大型倉庫、観光施設等が出来てにぎわっている。これに伴い、事業前は国道沿いの地価が1平方バラ（0.70 ha）80米ドルだったのが、事後評価時は120米ドルまで上昇した。

出所：受益者調査結果及び評価者によるグループ・インタビュー、聞き取り結果。

- ② **国内・国際物流の活性化**：本事後評価で実施した交通調査結果から、本事業のドライバーの主な起点はマナグアであり、最終点はフィガルパ、次いでエルラマであることが明らかとなった。現在マナグア～エルラマ間を接続しているのは国道7号線のみであるため、本事業が位置する国道7号線はマナグア～エルラマ間の国内物流のほとんどを担っていると考えられる。ドライバーや物流業者からも、本事業は国内物流の活性化に大きく寄与したとの見解が示された（表6）。他方、エルラマ市で国際物流の一部を担うアルレン・シウ港の貨物取引量も2010年の3.2万トンから2015年には4.8万トンまで増加している。物流業者への聞き取り調査からは、本事業を含む国道7号線の整備によって大西洋側の国際貨物物流がより効率的になり、少なからず活性化されたとのことであった。さらなる道路整備及び地域経済の活性化が進むにつれ、本事業もさらに国際物流の活性化にも寄与することが期待できる²⁰。

²⁰ 本事業の国際物流の活性化に関しては、同じく「大西洋回廊」に位置し、本事業と補完関係にあるサンタフェ橋（JICAの無償資金協力事業「サンタフェ橋建設計画（2010年）」）におけるコスタリカとの国際物流開始や、現在実施中、もしくは実施が予定されている他ドナーによる国道7号線の整備が進むことで、さらなる国際物流の活性化につながることを期待される。

表 6 インパクト：国内・国際物流の活性化

調査対象	結果
ドライバー (150名)	<ul style="list-style-type: none"> ●84%が「本事業は地場産業の流通に寄与した」と回答した。 ●83%が「本事業は東部地域・国際流通に寄与した」と回答した。
物流業者	<ul style="list-style-type: none"> ●本事業により国道7号線の利用がより安全且つ効率的になり、現在は主に国内物流に特化しているため、本事業は国内物流の活性化に多いに寄与している。具体的には、橋を渡る時間が3~4時間から最大でも5分に減少したこともあり、マナグア~エルラマ間の通行時間が事業前の8時間から事業後は6時間に短縮された。これにより納品の遅れも減り、ガソリンの消費も減少し、家畜や貨物へのダメージが非常に少なくなり、商品の品質確保につながっている。今後、サンタフェ橋の開通等によりコスタリカ市場も視野に入れており、国際物流の活性化も期待している。 ●減速帯については、車両への負荷が大きいため、事業前と比べると部品交換費が平均して3割程度増えている、売上増加及び燃料費削減で総合的に収益は上がっている²¹。

出所：受益者調査結果及び評価者によるグループ・インタビュー、聞き取り結果。

以上のように、橋梁を通過する事後評価時の主な物流は国内物流ではあるが、アルレン・シウ港の活用や国道7号線の整備による国際物流の活性化も期待でき、総合して「円滑で安全な国内・国際物流の活性化」については十分インパクトが認められる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

① 自然環境へのインパクト

本事業では環境資源省の判断により、環境影響評価よりも簡易な「環境管理計画及び環境モニタリング計画」が実施された。環境資源省は橋梁が位置する各自治体からの環境許認可を得るよう実施機関に通知し、ラス・バンデラス橋は2010年6月25日、テコロストーテ橋は同6月29日、ラ・トンガ橋7月12日に取得している²²。土取り場の採掘許可及び樹木伐採の許可は環境資源省及び国家林業庁から2010年11月に取得している。事業実施中の環境対策及びモニタリングについては、環境資源省、各市政府、実施機関、コントラクター立会による「環境管理計画及び環境モニタリング計画」の実施状況に関する定期モニタリングが行われ、適宜必要な指示を下している²³。森林伐採については、テコロストーテ橋ではテ

²¹ ニカラグア運輸協会への聞き取りによれば、マナグア~エルラマの総貨物量は事業前の2千トン/日から、事後評価時には約6千トン/日に上昇した。主な貨物はマナグア→エルラマの場合、砂糖、鉄、セメント、加工食品、穀物。エルラマ→マナグアは、野菜、乳製品、家畜、建設材、パーム油等である。

²² 2009年9月に初期環境調査が実施された。国家公共投資システム(Sistema Nacional de Inversión Pública)への登録は2011年1月に完了した。

²³ 施工中は次の環境対策が実施された。①粉じん・排ガスについては、道路や工事エリア(特に粉砕機)で定期的に散水処理を行い、車両の定期的メンテナンスを徹底した。②騒音・振動については、低騒音、低振動の工法(ノイズサプレッサー等)を採用。学校が近いテコロストーテ橋の場合は、授業時間を避けて工事を行うなどの対応も行った。③汚水(河川への影響)についてはポータブルトイレを設置し、処理後、下水管に排出した。施工時、土砂崩れ等が発生し河川に影響がないよう事前に必要な埋立てや植林を行った。受益者調査では本事業の施工中の社会経済・環境インパクトについて回答者の79%が「全くなかった」、15%が「なんらかのインパクトがあった」、6%は回答なしであった。なお、「なんらかのインパクトがあった」と回答した住民について、これらのインパクトが許容範囲であったことから、市政府等に対しクレームや緩和策を求めた住民は皆無であった。住民へのインタビューでも、粉じん等ある程度あったが許容範囲内であり、安全対策等も適切に行われたといった肯定的な意見が大半を占めた。

コロストーテ中学校と公約した植林 200 本、ラ・トンガ橋は 550 本の植林が計画通り行われた²⁴。事業完了にあたっては、2013 年 2 月に環境資源省による最終的な視察が行われ、その後 8 月に環境管理計画及び環境モニタリング計画が完了したことが確認・承認され、その結果を受けて、事業による自然環境へのインパクトが最小限にとどめられたことが確認できた。

② 住民移転・用地取得

本事業では、下記に示す不法占拠していた商業施設の移動及び用地取得が発生した。これらは全て事業の入札手続きの開始までにニカラグア国内手続きに沿って進められ、2011 年 4 月に完了した。計画と実績は以下の通りであった。

表 7 住民移転・用地取得*：計画と実績

橋梁名	計画	実績
ラス・バンデラス橋	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を不法占拠している雑貨店・カフェ 3 カ所の移転、物置小屋 1 カ所の移転、雨量観測所 1 カ所の移転 用地取得：必要なし 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を不法占拠していた商業施設 3 カ所、物置小屋 1 カ所の移動は、市政府が土地を提供し移動完了した。雨量観測所 1 カ所の移転は国土調査院が 2011 年 3 月に実施した 用地取得：なし
テコロストローテ橋	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：必要なし 用地取得：右岸下流側 1,170m²、左右岸下流側 1,490m²の用地取得 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を部分的に不法占拠していた 8 世帯について、該当部分の退去が行われた。補償金はニカラグアの法律に基づき査定人による評価を基に退去分のみについて支払われた 用地取得：予定通り実施された。市政府立会のもと、地権者（1 名）との協議が行われ補償金が支払われた
ラ・トンガ橋	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：必要なし 用地取得：右岸下流側 900m²、左右岸下流側 2,715m²の用地取得 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転：建設用地を不法占拠していた 1 世帯について、不法占拠している部分についての退去。補償金はニカラグアの法律に基づき査定人による評価を基に退去分のみについて支払われた。建設用地を不法占拠していた商業施設 7 カ所の移動 用地取得：計画通り。市政府立会のもと、地権者（1 名）との協議が行われ補償金が支払われた

出所：計画は準備調査報告書。実績は実施機関提供資料。

*：用地取得の対象となった用地は、個人や企業等の正式な所有者から取得した土地であり、不法占拠されていた土地は含まれない。

用地取得については実施機関と所有者との間で直接交渉が行われたが、移転については、2011 年に実施機関と各橋梁が位置する市政府、及び対象住民の間で協議会が開催され、協議で合意された内容に基づき、移転は滞りなく完了した。市や国の所有地を不法占拠していた住民の移転については、ニカラグアの法律に基づき査定人による評価が行われ、退去分の補償金が支払われた。取得対象となった用地についてはいずれも生産活動や住居として使用されてはいなかったため、社会経済・環境インパクトはなかった。

²⁴ ラス・バンデラスでは 36 本の伐採が行われたが、環境資源省及び国家林業庁が調査を行った結果、これらはすでに枯れつつあったことから植林は不要とされた。

③ その他インパクト

事業計画時には想定されていなかった事業実施による副次的なインパクトとして、実施機関とテコロストーテ中学校の間に正式合意したにもかかわらず、実施されていない項目が残っており、これにより学校側の不満が生じていることがあげられる。両者の合意内容は「3.2.1 アウトプット」に記載している通り、テコロストーテ橋の取り付け道路を整備する際、同橋梁の横に位置するテコロストーテ中学校の境界を移動する必要が生じ、その見返りとして同学校と実施機関との間で学校の敷地内の植林や学校の柵の設置等の整備を行うことであった。これらの項目はほぼ全て実施されたことをサイト視察でも確認できたが、教室（2室）と守衛室の整備が未整備であり、学校側としては、橋梁整備を実現するために合意したにもかかわらず、その内容を全て守ってもらえていないという不満が生じている。実施機関は整備が必要なものについては2018年度予算に含む方向で、まずは現状把握・同校との協議を行う方向で調整している。

以上より、本事業の実施によりおおむね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。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

道路インフラの維持管理に関する計画策定、実施モニタリングを行うニカラグアの最高責任機関はMTIの道路総局である。事後評価時MTI全体で1,117名の職員がいる。うち284名が道路保全部に所属し、橋梁の維持管理を監督するエンジニアが2名いる。MTIは直接、道路や橋梁の維持管理は実施せず、監督機関である。

実際の道路及び橋梁の維持管理業務は、これらの業務についてMTIとは協調しながらも独立性を持つ機関である道路保全基金（Fondo de Mantenimiento Vial、以下「FOMAV」という）及び、MTIの下部組織である地域建設業協同組合（Corporación de Empresas Regionales de la Construcción、以下「COERCO」という）が行っている。MTIの評価基準に基づき、比較的状態が「良い」もしくは「普通」に分類される道路及び橋梁の日常保全と定期保守（舗装の初期修理、側溝の清掃、舗装面の修理、その他道路交通標識やバス停の移動・設置等）はFOMAVが実担当し、状態が悪く、より大規模な補修を要する道路や橋梁の修理・補修はCOERCOが担当している。

FOMAVの場合、独立行政法人であるため、MTIと年間協定を取り交わし、前述の日常保全と定期保守を実施している。本事業については橋梁及び取付道路部分の日常保全と定期保守を担当している。



テコロストーテ橋付近で清掃作業を行うFOMVの作業員

FOMAV の職員は約 50 名（うち本事業の橋梁に直接携わっているのはエンジニア 3 名）である。FOMAV は道路区間ごとに地域住民による小規模企業²⁵と道路保全契約を結び、これらの小規模企業が実施する維持管理作業を毎月モニタリングしている。2016 年度は 54 社の小規模企業（総人員数 846 名）と契約した。なお、小規模企業が担当する道路は、その企業に属する作業員が住む地域の道路でもあるため、オーナーシップも比較的高い。現地調査中に視察した小規模企業による橋梁及び取付道路部分の清掃状況は良く、近隣住民への聞き取り調査や受益者調査結果からも、その頻度や仕事の内容について非常に評価及び満足度が高かった。FOMAV の組織、指示系統、小規模企業との契約、管理・モニタリング手順も明確である。

他方、COERCO は MTI の下部組織として 1988 年に創設された。地域別に 4 つの事業所があり、本事業を管轄しているのはマナグア県南東 1 事務所「マヌエル・エスコバル・ペレイラ総合建設会社」（COERCO-EICMEP Manuel Escobar Pereira Integral Construction Enterprise 以下「COERCO-EICMEP」という）である。その人員は約 400 名（うち本事業の 3 橋梁のメンテナンスに直接関わっているのはエンジニア 1 名と作業員 9 名）、保有する保全機材は約 105 台である。本事業については特に橋梁部分について重機等を必要とするような規模の大きい維持管理を担当している。COERCO の組織体制や指示系統も明確である。

以上、本事業の維持管理体制については、MTI、及びその下部組織としての COERCO、独立行政法人の FOMAV の 3 機関とも、組織体制、指示系統、役割分担等がすべて明確であり、維持管理が確実に実施される総合的な体制が整っていることが確認できた。

3.5.2 運営・維持管理の技術

事後評価時、MTI、FOMAV、COERCO 内には制度化された人材育成制度は無く、下記に示す単発的な研修がドナーや MTI 予算により不定期に実施されている。

- ・ MTI による研修：事後評価時確定されていた MTI による 2017 年度における橋梁に関する研修は「橋梁構造の基礎」（延べ 8 カ月）のみであり、本事業を担当する人員の参加は MTI から 18 名、FOMAV から 2 名、COERCO-EICMEP から 5 名である。FOMAV も COERCO もそれぞれが維持管理の際に取り扱う機材については必要に応じて、不定期にトレーニングを行ってはいるが、いずれにしても確立された研修ではない。3 機関とも、今後人材育成・強化を最も望む分野としては、「橋梁点検」「橋梁構造評価」「新技術を用いた橋梁メンテナンス方法」をあげた。
- ・ 他ドナーによる技術支援及び研修：ドナーの研修は運営強化に重点を置いたものもあれば、維持管理技術等様々な分野を含む。事後評価時においては、世界銀行や米

²⁵ 道路の日常及び定期メンテナンスを担う組織として FOMAV が小規模企業を活用する方式は、1997 年に世界銀行によるプログラムとして導入された。小規模企業は最低 12 名の地域住民から構成され、各地域の貧困層の雇用創出およびジェンダー平等（総人員数 846 名のうち 1 割が女性）にも貢献している。この方式は地域住民からの評価も高く、日常及び定期メンテナンスが行われている道路のキロメートル数も年々着実に伸びており高い成果をあげている（出所：FOMAV 提供資料）。

州開発銀行（International Development Bank, 以下「IDB」という）による合計8つの運営・維持管理体制及び技術に関する研修支援が実施もしくは予定されていた。長期の技術協力は2012年から2017年まで北欧開発基金（Nordic Development Fund, 以下「NDR」という）が実施している「道路セクター支援プログラム：気候変動に対する対応能力の開発」である。その他の支援は短期の研修等であり、いずれもMTIの運営・維持管理体制・技術の強化に寄与している。

維持管理マニュアルについては、ニカラグアにおける道路の点検には中米経済統合一般条約事務局（Secretaría de Integración Económica Centroamericana 以下、「SIECA」という）の「道路メンテナンスマニュアル」が用いられ、橋梁の点検については「道路・橋梁建設のための一般仕様 NIC-2000」が用いられている。なお、後者には維持管理に必要な実施人員、使用資機材は明示されているが、具体的な頻度は明示されていないため、準備調査報告書（2010年）で提案されている維持管理業務を実施することが望ましいとされている（表8）。日常維持管理と定期点検はFOMAV及びCOERCOによって実施されており、職員は目視で橋梁の状態を確認し、維持管理ニーズに優先順位をつけ、これに沿って維持管理の頻度を決め維持管理を行っており、職員の技術レベルについて大きな問題はない。

以上、本事業の運営・維持管理の技術面では、FOMAV担当の維持管理作業は高い技術や専門性を要するものではなく大きな問題はないが、MTI、FOMAV、COERCOには確立した研修計画や人材育成制度はなく、資格制度もないため、今後は人材育成制度を形成し、毎年予算を確保し、計画的に行うことが望まれる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

A) MTI：事後評価時におけるMTIの予算は増加しているものの、道路・橋梁の大規模メンテナンス予算は減少傾向にある。理由としては、全国の道路網（橋梁含む）が整備されるにつれ、大規模修繕の必要性が下がっているためである。2014年7月に実施された本事業の瑕疵検査では「緊急事故や大規模補修などは資金不足分をIDBや中米統合銀行からの借款で実施しており、次年度に繰り越しになることも少なくない。維持管理に必要な予測額に対する十分な資金調達計画が立っておらず、改善が必要である」との指摘があった。事後評価時において、このような状況は改善されてはいない。ただし、緊急時の対応システムとしてMTIが財務省に特別予算申請を行う手続きは明確化されている。

表 8 MTI の予算に占める道路・橋梁維持管理予算

(単位：百万コルドバ)

	2010年	2014年	2015年	2016年
予算	2,622	3,883	4,470	6,023
うち橋梁を含めた道路維持管理	303	338	206	168
省予算に占める割合	11.6%	8.7%	4.6%	2.8%

出所：MTI

表 9 FOMAV の支出入

(単位：百万コルドバ)

		2014年	2015年	2016年**
収入	IEFOMAV*	1,028	1,207	1,211
	IDB、世銀	18	26	25
	その他	221	170	213
	小計	1,267	1,403	1,449
支出	管理・人事	18	12	13
	事務・財務局	16	15	13
	調達局	4	3	3
	技術局（維持管理）	19	17	17
	小計	57	47	46
営業利益		1,210	1,356	1,403
その他支出及びプロジェクト経費		962	1,189	773
利益		246	167	630

出所：MTI、FOMAV。2016年は11月まで。

*：IEFOMAV：FOMAVに充てられる燃料税。

表 10 COERCO の支出入

(単位：百万コルドバ)

		2014年	2015年
収入	道路維持管理	288	297
	その他サービス等	8	9
	小計	296	306
支出	道路維持管理	221	237
	その他機材維持管理	50	50
	管理費	16	16
	小計	287	303
営業利益		10	3
その他支出入		(2)	(1)
利益		8	2

出所：COERCO

- B) FOMAV：日常及び定期維持管理が確実に行われれば、本事業の耐用年数は50年とされているため、FOMAVの予算確保の重要性は高い。FOMAVの予算はガソリンや軽油などに課せられた燃料税を主にしており、0.16米ドル/ガロン（2016年時点）がFOMAVの予算として充てられている。下記に示す通り、FOMAVは過去3年黒字経営を継続しており、本事業でFOMAVが担当している対象橋梁の取付道路部分の維持管理費が年間71万コルドバであることを考慮すると、2015年で総利益の4%と、日常及び定期維持管理が十分行える状況にある。

C) COERCO-EICMEP: COERCO-EICMEP が担当する本事業の対象橋梁（橋梁部）の維持管理費は年間 48 万コルドバであり、2015 年の収入の約 16%である。基本的には MTI から各年度の道路・橋梁維持管理計画に基づき予算が割り当てられるため当面財務面での大きな問題はない。

以上、MTI の緊急時の修繕のための予算確保については今後も改善が必要であるが、日常及び定期維持管理を行っている FOMAV や橋梁部分の維持管理を行う COERCO-EICMEP については維持管理費用を十分カバーできる財務状況にあるといえる。

3.5.4 運営・維持管理の状況^{26・27}

対象橋梁は完了して 3 年と間もないこと、日常維持管理と定期点検は FOMAV 及び COERCO-EICMEP によって概ね適切に実施されていることで、維持管理状況は良好であった。表 11 に示すとおり、点検の頻度は必ずしも準備調査報告書の提案通りに実施できていないが、現在の維持管理方法でも事後評価時において大きな問題は生じていない。

表 11 準備調査報告書で提案されている維持管理内容・頻度及び担当機関の実績

	準備調査報告書の維持管理内容と頻度の提案	FOMAV の実績	COERCO-EICMEP の実績
日常維持管理	側溝、舗装、伸縮装置、路肩、橋梁の清掃：4 回／年、2 日／回	<ul style="list-style-type: none"> 交通標識清掃、取付道路の清掃作業：2 回／年 路肩、側溝、歩道の清掃、雑草除去：4 回／年、2 日／回 歩道の手すり部分の塗装：1 回／年 道路交通標識やバス停の移動・設置等：不定期 	担当外
定期点検	橋梁及び取付道路の定期点検（ひび割れ、不陸、欠損等）：12 回／年、1 日／回	<ul style="list-style-type: none"> 取付道路の定期点検：12 回／年 	事業完了から事後評価までの具体的なメンテナンスとしては高圧水による橋梁洗浄、塗装、道路標示・道路標識の維持管理を不定期に行っている。
補修	舗装、側溝、躯体、橋梁施設、路肩・法面等の補修：1 回／年、4 日／回	担当外	供用開始から日が浅く、日常及び定期点検が概ね適切に行われているため、事業完了から事後評価時点までに補修の必要は生じていない。

出所：日常維持管理、取付道路の点検を委託されている小規模企業は毎月 FOMAV に維持管理報告書を提出することが義務付けられており、同様に COERCO-EICMEP も維持管理記録を毎月作成しており MTI に提出している。表の内容はこれらの小規模企業（組合）作成の 2013 年～2016 年の報告書及び COERCO の報告書に基づく。



²⁶ 事後評価時の対象橋梁の維持管理状況の評価を行うにあたっては「中米橋梁リスク管理マニュアル 2010 年度版（Manual Centroamericano de Gestión del Reiso en Puentes, 2010）」を用いた。

²⁷ なお、基本設計調査、準備調査、瑕疵検査報告書では、コンサルタントから実施機関に対し補修補強を含む、4 点の勧告・提言（①既存テコロストーテ橋の補修補強、②既存ラ・トンガ橋の解体撤去、③ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋のバスシェルターの復旧、④既存クイサラ橋の補修補強）が行われており、これらは全て事後評価には完了していることを確認した。

また、2014年の瑕疵検査報告書で報告されていたゴミによる取付道路の排水施設のつまりや、施設の破損については、事後評価時の現地視察では確認されなかった。なお、ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋は耐候性鋼材を²⁸使用した鋼桁橋であり、設置時すでに耐久性の高い特殊塗料が施されていた。しかし、事後評価時、同塗料が不足しており、その入手先が不明であることが実施機関から課題として指摘された²⁹。その他、維持管理に必要な機材やそのスペアパーツについてはFOMAVやCOERCOへの聞き取りや、サイト視察からは特に問題は見受けられなかった。

事後評価時の維持管理状況と、今後維持管理について対応が望まれる点を以下に示す。

表 12 事後評価時の維持管理状況と、今後対応が望まれる点

維持管理状況と今後対応が必要な項目	
<p>【ラス・バンデラス橋】</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ● 概ね良好。 ● 上部構造の鋼桁と取付材、ボルトとナット部分に錆が見受けられる。これらの錆を分析したうえで、腐食による錆である場合は、汚れを落とし、乾燥状態を保ち、これ以上の浸食が進まないようグアテマラから特殊塗料を取り寄せ対応する*。上部構造と下部構造を繋ぐ一部油圧シリンダーのネオプレンカバーに鳥の糞がこびりついているため、定期メンテナンスで清掃する。 ● 橋と取付道路のジョイントに近い舗装部分に表面的な亀裂が見受けられる。緊急を要するものではないが、定期メンテナンスに含めることが望ましい。 ● マナグアからラ・トンガに向かう橋梁の上部構造に鋭利な刃物による落書きとペンキの落書きがある。これらの部分からの侵食が進まないよう、特殊塗料をグアテマラから取り寄せ補修する。 ● 夜間の安全確保のため、事業前は整備されていた照明の取付が必要である。
<p>【テコロストーテ橋】</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ● 概ね良好。 ● 上部構造：縦・横桁、斜材、さらに取付材、ボルトとナット部分に錆が見受けられる。これらの錆を分析したうえで、腐食による錆である場合は浸食が進まないように汚れを落とし、乾燥状態を保ち、これ以上の浸食が進まないようグアテマラから特殊塗料を取り寄せ、対応する*。 ● 鋼の橋台部分で用を足すドライバーが多く、侵食が他の部分より進んでいる。悪臭もするため、定期的な清掃及び看板を設置する等の対策が必要。 ● 橋と取付道路のジョイントに近い舗装部分に表面的な亀裂が見受けられる。緊急を要する亀裂ではないが、必要に応じ定期メンテナンスに含める。

²⁸ 耐候性鋼材は、大気中での適度な乾湿の繰り返しにより鋼材表面に緻密な「保護性さび」を形成する鋼材である（出所：一般社団法人日本鉄鋼連盟）。通常は塗装せずに使用するが、見た目に配慮し、本事業では事前に特殊塗料で塗装し、設置された。同特殊塗料は、耐候性鋼材の錆安定化処理に用いられる樹脂塗料であり、初期の錆を抑え、周囲に錆が広がることを防止する効果を持つ。

²⁹ ただし、第1次現地調査後には、コンサルタントからの情報提供が進み実施機関はグアテマラで特殊塗料が入手可能であるとの情報を入手していた。

【ラ・トンガ橋】



- 概ね良好。
- 上部・後部とも鋼構造がないため他の橋梁のような錆による問題がなく、状態がよい。
- コンクリートの橋脚部分で用を足すドライバーが多いため、定期的な清掃は勿論のこと、立ち入り禁止の看板を設置するなどの対策が求められる。
- 夜間の安全確保のため、事業前は整備されていた照明の取付が必要である。

*：ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋については、2014年の瑕疵検査報告書にすでに「新設2橋梁は耐候性鋼材を使用した鋼桁橋であるが、部材が長期間にわたり湿った状態に置かれると品質的に良好な状況は望めないため、定期管理で鋼桁についてゴミや泥の汚れを落とし、乾燥状態を保つことが必要である」と指摘されていた（瑕疵検査報告書、2014年）。

以上、対象橋梁の維持管理状態は概ね良好であることが確認できた。なお、ラス・バンデラスの落書きによる浸食を防ぐため、グアテマラから特殊塗料を取り寄せ対応し、ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋の錆については分析を行ったうえで、必要な対応を検討・実施することが望ましい。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

「マナグアーエルラマ間橋梁架け替え計画」（以下、「本事業」という）はニカラグアを通過する国際幹線道路である国道7号線のマナグアーエルラマ間において、3つの橋梁をかけ替えることにより、安全で円滑な交通の確保を図り、もって国内・国際物流の活性化及び沿道地域の地域経済振興に寄与することを目的として実施された。本事業は計画時、事後評価時のニカラグア国家開発計画、運輸セクター政策、開発ニーズ、及び計画時の日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。アウトプットは概ね計画通りであり、総事業費と事業期間は計画内に収まったため、効率性は高い。本事業の効果として期待されていた橋梁手前での渋滞、及び車両による渡河時間は大幅に改善した。他方、橋梁手前での一時停止、及び橋梁上の平均走行速度も大幅な改善が認められるものの、事業完成後、道路を横断する住民の安全に配慮して、事業対象橋梁の手前に減速帯がニカラグア政府によって設置されたことにより計画時に想定されていた完全な解消には至らなかった。また、老朽化による落橋の危険性は除去された。さらに、街道沿道地域の地域経済振興の促進及び国内・国際物流の活性化について想定されたインパクトが確認できる。よって、本事業の実施によりおおむね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。本事業の運営・維持管理を担う運輸インフラ省、道路保全基金、地域建設業協同組合のいずれの体制、技術、財務、維持管理状況も概ね良好であり本事業によって発現した効果の持続性は高い。

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

- MTI の管理のもと、FOMAV による持続性（表 12：維持管理状況と今後対応が必要な項目）に記載している維持管理の内容をその通り実施することが望まれる。特にラス・バンデラス橋、及びテコロストーテ橋の錆については分析を行ったうえで対応の必要性を検討・実施することが望ましい。ラス・バンデラスの落書きによる浸食防止については、これらの部分から浸食が進むリスクが懸念されるため、遅くとも 2018 年度の予算に組み込み、グアテマラから特殊塗料を取り寄せ対応することが望まれる。
- 交通及び歩行者の安全強化のため、ラス・バンデラス橋とラ・トンガ橋の照明取付を MTI と FOMAV で検討し、遅くとも 2018 年度の予算に組み込み早急に実施することが望ましい。
- 瑕疵検査報告書でもすでに提言として記載されていたとおり、緊急事故や大規模補修等に必要な予測額に対する十分な資金調達計画がない。特別予算申請手続きはあるものの、ニカラグアは特にハリケーン等の自然災害が多い国でもあるため、MTI は現実的な期間を検討した結果、2 年後には予算確保ができるよう準備を進める意思表示をしているため、その第一歩として必要な予測額を推計することが望ましい。
- ニカラグア警察によれば、同国における主な死亡原因として交通事故があげられており、深刻な社会問題となっている。本事業でも、事業完了約 1 年後におきた交通事故がきっかけとなり減速帯が設置され、走行速度が限定された経緯がある。道路インフラが整備された後も期待された効果が十分発現し、且つ安全な利用を確保するためにも、実施機関は交通教育を強化することが必要である。具体的には「3.1.1 妥当性：国家開発計画との整合性」に記載しているとおり「ニカラグア国家運輸計画」の「道路交通安全計画」で提案されている道路交通安全 5 ヵ年アクションプランの 14 のアクションを教育省、警察、市政府、NGO、研究機関との連携を早急に呼びかけ国民の交通教育を徹底・強化、意識改革にむけて継続した交通教育の徹底・強化が急務である。

4.2.2 JICA への提言

事業効果の持続性を担保するためにも、持続性（表 12：維持管理状況と今後対応が必要な項目）に記載している維持管理の実施状況を定期的にモニタリングし、必要な助言を行うことが望ましい。

4.3 教訓

計画時における橋梁と周辺集落にとっての橋梁の位置づけの確認、及び効果指標の目標値の設定

本事業では、国際幹線道路としての機能を果たすことに重点が置かれたため、効果指標の目標値も同基準を基に設定された。しかし、事業完了後に発生した事故により全橋梁の前後に減速帯が設置された。これにより、一部主要効果指標は目標達成率が 8 割に届かなかった。ニカラグアでは法的には本事業のような国道の走行スピードは最高 80km/h であるが、本事業のように国道 7 号線と河川を挟んで、それぞれの橋梁にティピタパ市、サン・ロレンソ市、フィガルパ市のような中規模な集落が存在する場合、橋梁は車両のみならず歩行者も頻繁に利用する。特に地域住民は一日に何度も橋梁を利用し、同様に何度も国道を横断しており生活の一部となっている。対象橋梁周辺に集落があることや交通マナーが徹底していないことは計画時に把握されていたため、これらを考慮した計画および指標設定が必要であったといえる。類似案件の場合、事業計画時に、①対象橋梁の周辺集落の有無と、②ドライバー及び住民の交通マナーについてどの程度厳守する文化が根付いているのかを確認し、橋梁とその橋梁が位置する国道が住民の生活の一部として活用されている場合は、歩道橋の設置、もしくは車両にとっても衝撃が少ないデザインの減速帯の設置を事業計画に含み、並行して国民への交通安全・交通マナー教育を強化・徹底する意識改革に向けた対策を実施機関と相談し事業に組み込むことが望ましい。

計画時における橋梁の維持管理に必要な塗料や機材やスペアパーツの国内市場、もしくは地域市場での入手可能の検討と選択

本事業で使用された塗料は日常の維持管理を最小限に留め、劣化を防ぐ耐久性の高い特殊塗料であり、ニカラグア国内では入手できない塗料であることが判明した。事後評価時、在庫がない状況であり、そのため、特にラス・バンデラス橋のペンキ及び鋭利な刃物による落書きからの浸食を防ぐための維持管理作業ができずにいた。同特殊塗料はグアテマラで入手可能であることが事後評価時に確認されたが、類似案件では、橋梁の維持管理に必要な塗料や機材のスペアパーツは、国内もしくは地域内の市場で入手可能であることを確認し、それらの情報を実施機関に提供し、事業の効果の持続性を確保することが必要である。

以上