

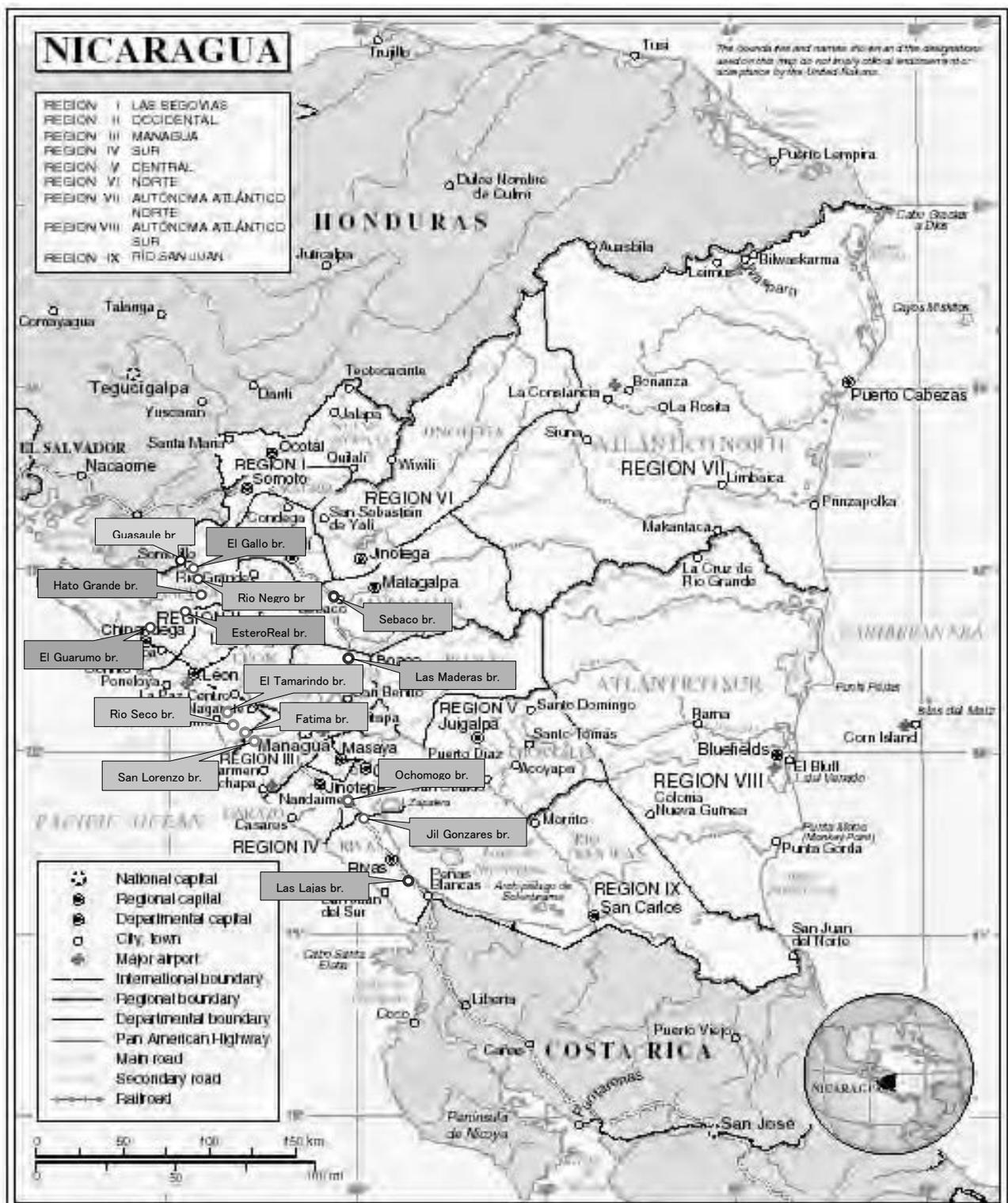
ニカラグア共和国
橋梁案件現況基礎調査

報告書

平成 17 年 4 月
(2005 年)

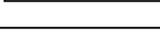
独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部

無償
J R
05-229

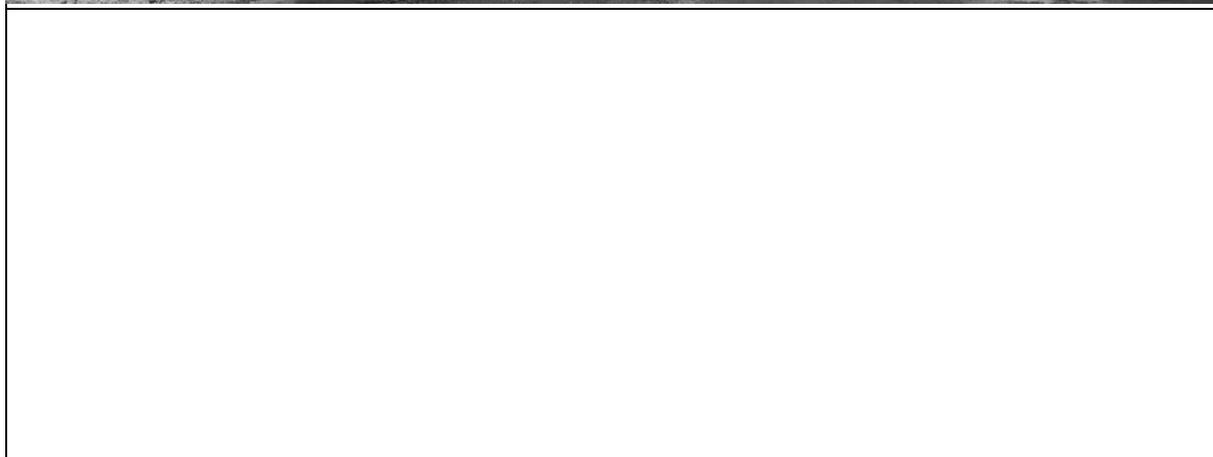


Map No. 2622 Rev. 2 UNITED NATIONS
May 2004

Department of Peacekeeping Operations
Cartographic Section

-  : Informe del estudio del diseño basio del proyecto para la reconstruccion de puentes en la carretera nacional entre nejapa e izapa (1993)
-  : Informe del estudio de diseno basico para el proyecto de la reconstruccion de los puentes en carreteras principales (1994)
-  : Informe del estudio de diseno basico para el proyecto de la reconstruccion de los puentes en carreteras principales ; 2da. fase. (1997)
-  : Informe del estudio de diseno basico para el proyecto de reconstruccion de los puentes en carretera Chinandega-Guasaule (2000)
-  : Informe del estudio de diseno basico del proyecto de reconstruccion del Puente Guasaule entre la Republica de Honduras y la Republica de Nicaragua (2000)

調査対象橋梁の写真



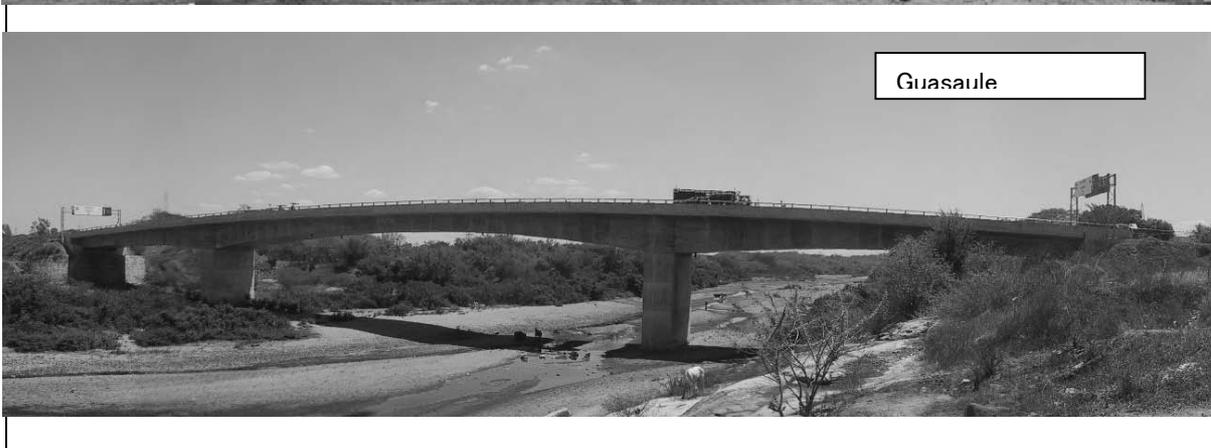
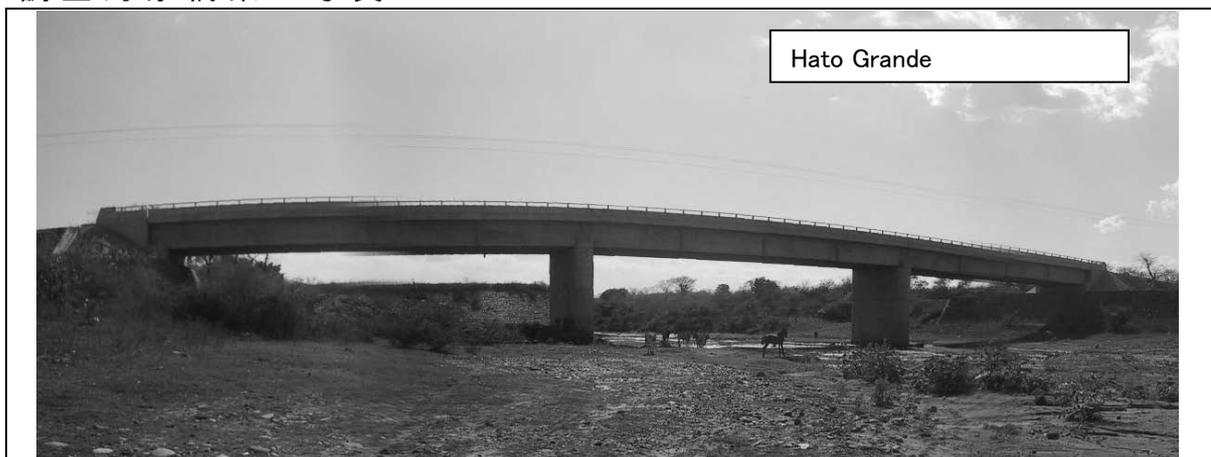
調査対象橋梁の写真



調査対象橋梁の写真



調査対象橋梁の写真



略 語 集

AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials (アメリカ道路・運輸技術者協会)
A/P	:	Autorización de Pago (Authorization to Pay)
CABEI, BCIE	:	Central American Bank for Economic Integration, Banco Centro-americano de Integración Económica (中米経済統合銀行)
CA-*	:	中米道路網 路線番号
COERCO	:	Corporación de Empresas de la Construcción (Corporation of Enterprise of Construction)
COSEP	:	Consejo Superior de la Empresa Privada (上級民間企業審議会)
DANIDA	:	Danish International Development Agency (デンマーク国際開発庁)
DGTAN	:	Dirección General de Transporte Acuático (Maritime Administration)
EA	:	Environmental Analysis (環境分析書)
EIA	:	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
E/N, C/N	:	Exchange of Notes, Canje de Notas (交換公文)
EPN	:	Empresa Portuaria Nacional (National Port Authority)
ESE	:	Environmental and Social Evaluation (環境社会評価)
FIV	:	Venezuelan Investment Fund (ヴェネズエラ投資基金)
FOMAV	:	Fondo de Mantenimiento Vial (道路維持管理基金)
GDP	:	Gross Domestic Product (国内総生産)
GIS	:	Geographical Information System (地理情報システム)
GPS	:	Global Positioning System (全地球測位システム)
IDA, AIF-BM	:	International Development Association - World Bank, Asociación Internacional de Fomento - Banco Mundial (国際開発協会、世界銀行)
IDB, BID	:	Inter-American Development Bank, Banco Inter-americano de Desarrollo (米州開発銀行)
IEE	:	Initial Environmental Examination (初期環境調査)

INATEC	:	Instituto Nacional Tecnológico (国家技術院)
INIFOM	:	Instituto Nicaraguense de Fomento Municipal (ニカラグア 市町村振興研究所)
INETER	:	Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales (国土調査院)
JICA	:	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
OPEC	:	Organization of Petroleum Exporting Countries (石油輸出国機構)
PND	:	Plan Nacional de Desarrollo (ニカラグア国 国家開発計画)
PNT	:	Plan Nacional de Transporte (ニカラグア国 国家運輸計画)
PPP	:	Plan Puebla-Panamá (プラン・プエブラ・パナマ)
RICAM	:	Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas (メソアメリカ国際道路網)
TOR, T/R	:	Terms of Reference (業務指示書)
MECD	:	Ministerio de Educacion, Cultura y Deportes (教育・文化・スポーツ省)
MERENA	:	The Ministry of Natural Resources and Environment (環境資源省)
MINREX	:	Ministerio de Relaciones Exteriores (ニカラグア国 外務省)
MIFIC	:	Ministerio de Fomento Industria y Comercio (ニカラグア国 貿易産業振興省)
MTI	:	The Ministry of Transport and Infrastructure (ニカラグア国 運輸インフラストラクチャー省、運輸インフラ省)
NIC-*	:	ニカラグア国 国道番号
PC	:	Pre-stressed 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)
ROW	:	Right of Way (道路用地)
RAAS	:	Region Autonoma Atlantico Sur (大西洋自治区南部)
WB	:	World Bank (世界銀行)

目 次

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査の内容	1
1-3-1 調査対象案件の概要	1
1-3-2 調査項目・方法	2
1-3-3 過去の調査項目との比較	3
1-4 現況基礎調査結果概要	4
1-4-1 橋梁の利用状況調査	4
1-4-2 橋梁の維持管理状況の調査	7
1-5 施設活用による事業効果	11
1-6 施設有効活用への提言概要	13
1-6-1 プロジェクト効果の阻害要因	13
1-6-2 施設有効活用の方策	13
1-6-3 施設有効活用に必要な概略経費	14
1-7 道路・橋梁案件に有効な成果指標の考察	15
第 2 章 現況基礎調査	17
2-1 調査項目・方法	17
2-1-1 交通調査	18
2-1-2 住民意識調査（現地再委託）	19
2-1-3 道路・橋梁維持管理の調査	20
2-1-4 橋梁現況調査	20
2-2 調査結果	21
2-2-1 交通調査	21
2-2-2 周辺環境調査	30
2-2-3 道路・橋梁維持管理状況調査	40
2-2-4 橋梁現況調査（橋梁目視調査結果）	48
第 3 章 施設活用による事業効果	53
3-1 事業効果の評価方法	53
3-2 調査対象案件の効果発現状況	55
3-2-1 交通調査	55
3-2-2 周辺環境調査（地域住民へのプロジェクト効果）	60
3-2-3 橋梁維持管理調査	60
3-3 事業効果の分析及び考察	61
3-3-1 橋梁建設時に期待された効果の分析	61
3-3-2 事業効果の考察	63
第 4 章 施設有効活用のための提言	65
4-1 プロジェクト効果の阻害要因の分析と解決策	65

4-1-1	プロジェクト効果発現が十分でない原因	65
4-2	施設有効活用の解決策	65
4-2-1	技術面での提言	65
4-2-2	運用面での提言	68
4-3	施設有効活用に必要な概略経費	69
4-3-1	橋梁維持管理	69
4-4	道路・橋梁案件に有効な成果指標の考察	74

第 1 章 調査概要

本調査の概要を示す。

1-1 調査の背景

ニカラグア国（以下「ニ」国）では、パナマ・プエブラ・プラン（PPP）に基づく主要幹線道路のインフラ整備やハリケーン・ミッチ災害支援に基づくインフラ復旧支援のため、我が国の無償資金協力によって現在までに 15 橋梁を整備している。また、2004 年度においても国道 7 号線上にある 4 橋梁の架替計画の要請に基づき予備調査を行うなど、他国にない集中的な橋梁整備支援を行っている。

しかしながら、このように日本の無償資金協力によって整備された橋梁の中には、旧橋撤去及び維持管理費用の予算確保等の先方負担事項が適切に履行されないために事業効果の発現が阻害されている事例が確認されている。

十分な維持管理予算が確保されていないために整備不良・劣化による損傷等が見られるケースが増えており、施設寿命を延ばすためにも早期に実施機関が維持管理体制を改善することが重要となっている。

1-2 調査の目的

1) 日本の無償資金協力で整備された橋梁の利用状況、維持管理状況を調査し、B/D 時に想定された成果の発現状況の確認を行う。さらに、効果発現が十分でない案件に対しては、その原因を解明し、効果の発現を実現するための技術支援、提言を行う。

2) 1)における技術支援策・対応策の提言により、ニカラグア側が施設の有効活用のために必要な予算措置を図り、道路・橋梁整備による効果が継続的に現れるよう自主的な取り組みを促す。

1-3 調査の内容

1-3-1 調査対象案件の概要

今回、調査対象とした橋梁案件は、1993 年以降日本の無償資金協力により実施された橋梁である。対象橋梁の橋梁諸元は表－ 1.1 に示すとおりである。

表－ 1.1 橋梁諸元

案件名	橋梁名	橋長	幅員	橋梁形式	下部工形式
ネハパバイサバ間橋梁建設計画 (平成 5年12月(1993.12))	① サン ロレンソ橋	40.0m	9.2m	PC2径間単純T桁橋	逆T式橋台:2基,張出式橋脚:1基
	② ファティマ橋	40.0m	9.2m	PC2径間単純T桁橋	逆T式橋台:2基,張出式橋脚:1基
	③ リオ・セコ橋	25.0m	9.2m	PC単純T桁橋	逆T式橋台:2基
	④ エル・タマリンド橋	40.0m	9.2m	PC2径間単純T桁橋	逆T式橋台:2基,張出式橋脚:1基
主要国道橋梁架け替え計画 (平成 6年11月(1994.11))	⑤ ラス・ラハス橋	50.0m	10.9m	鋼単純トラス橋	逆T式橋台:2基
	⑥ ラス・マデラス橋	40.0m	10.9m	PC単純T桁橋	逆T式橋台:2基
	⑦ セバコ橋	40.0m	12.9m	PC単純T桁橋	逆T式橋台:2基
第2次主要国道橋梁架け替え計画 (平成 9年12月(1997.12))	⑧ オチョモゴ橋	60.0m	9.9m	PC2径間連続T桁橋	逆T式橋台:2基,張出式橋脚:1基
	⑨ ヒル・ゴンザレス橋	36.0m	9.2m	PC単純T桁橋	逆T式橋台:2基
	⑩ リオ・ネグロ橋	120.0m	9.2m	PC4径間連続T桁橋	逆T式橋台:2基,張出式橋脚:3基
主要幹線道橋梁架替計画 (平成12年1月(2001.1))	⑪ エル・ガアルモ橋	66.0m	11.9m	PC2径間連続T桁橋	逆T式橋台:2基,壁式橋脚:1基
	⑫ エステロ・レアル橋	57.0m	10.7m	RC5径間連続床版橋	橋梁補強工事
	⑬ アト・グランデ橋	121.0m	9.9m	PC4径間連続T桁橋	逆T式橋台:2基,壁式橋脚:3基
	⑭ エル・ガジョ橋	81.0m	12.9m	PC2径間連続T桁橋	逆T式橋台:2基,壁式橋脚:1基
グアサウレ橋架け替え計画 (平成12年1月(2001.1))	⑮ グアサウレ橋	171.2m	13.9m	PC3径間連続箱桁 ラーメン橋	逆T式橋台:2基,壁式橋脚:2基

注) 案件名に続く()内は、基本設計 完了時期を示す。

1-3-2 調査項目・方法

(1) 現地における作業内容

- 1) 橋梁の利用状況調査
 - a. 交通量調査
 - b. 住民インタビュー調査
- 2) 橋梁の維持管理状況の調査
 - a. 各橋梁の維持管理状況調査
 - b. 橋梁及び道路維持管理の予算、組織、実施体制の調査
- 3) 橋梁架け替えによる事業効果の分析
- 4) 当初想定された効果の発現が十分でない原因の分析
- 5) 施設有効活用のための技術支援策の検討
- 6) 施設有効活用のための提言案の検討

(2) 国内における作業内容

- 1) 橋梁の利用状況分析
- 2) 橋梁の維持管理状況の調査
 - a. 各橋梁の維持管理作業項目の設定
 - b. 各橋梁の維持管理にかかる費用の算定
- 3) 橋梁架け替えによる事業効果の分析
 - a. 橋梁架け替え事前事後比較 (基本設計時において期待された効果、その他)
 - b. 住民インタビュー調査
- 4) 当初想定された効果の発現が十分でない原因の分析、解決策の検討
 - a. ニカラグア側負担事項の整理とその不履行による効果発現の阻害についての検討
 - b. 効果発現、あるいは施設有効活用のための解決策検討
 - c. 事業効果のニカラグア側への提示と施設有効活用のためのニカラグア側の自主的な取り組みを促すための提言書の作成

1-3-3 過去の調査項目との比較

JICA では、2001 年度「インドシナ地域道路・橋梁案件現況基礎調査」、2002 年度「アフリカ・インドシナ地域道路・橋梁現況基礎調査」、2003 年度「バングラデシュ国 道路・橋梁現況基礎研究」において調査を行い、インドシナ地域ではラオス国、カンボジア国、ベトナム国、アフリカ地域ではタンザニア国、ケニア国の無償資金協力で実施された案件を対象に実施された。

本調査では、過去に実施された調査項目を踏まえ、表－ 1.2 に示す調査を実施した。

表－ 1.2 調査項目比較

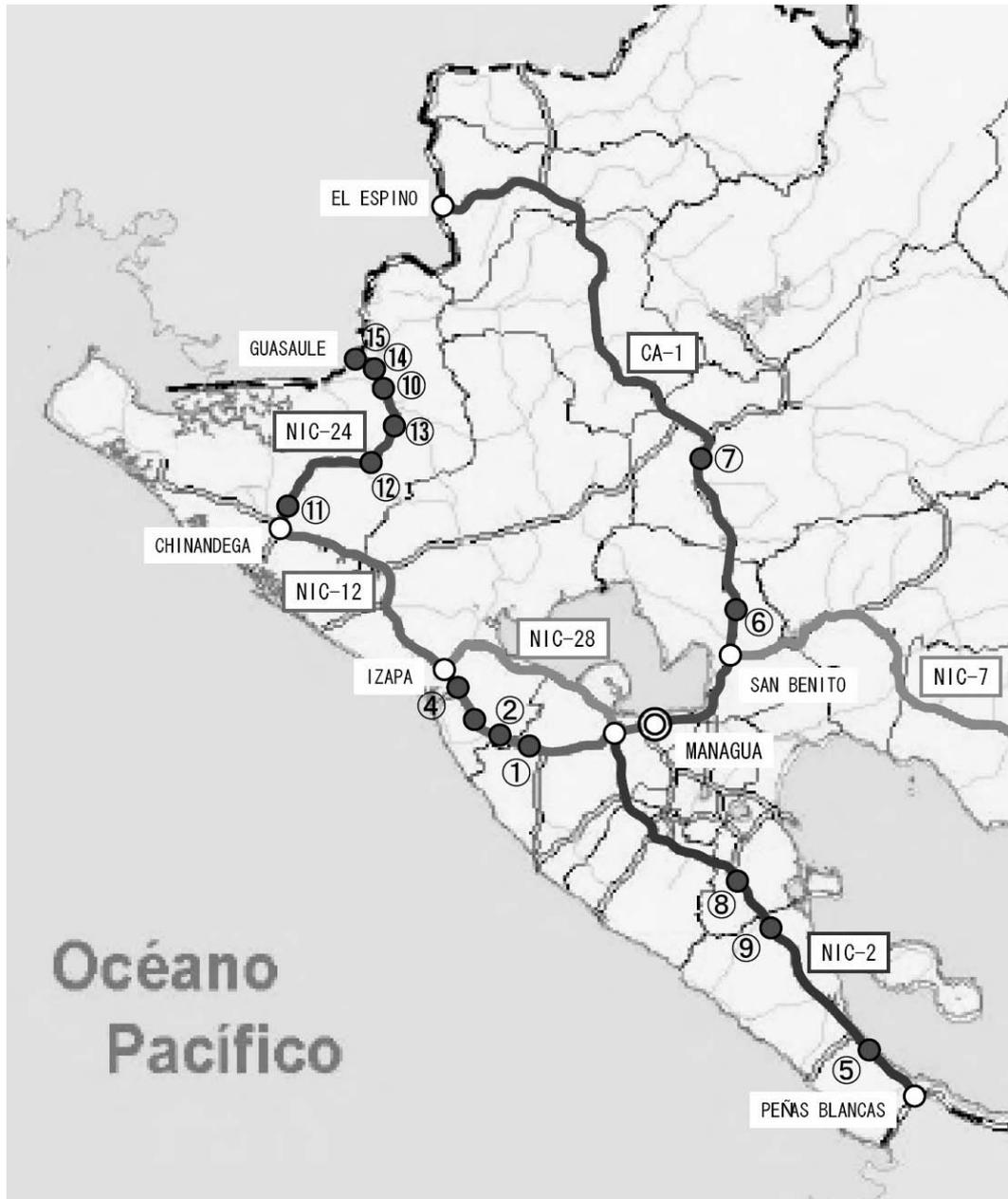
調査項目	2001年度 インドシナ地域 道路・橋梁現況基礎調査	2002年度 アフリカ・インドシナ地域 道路・橋梁現況基礎調査		2003年度 バングラデシュ国 道路・橋梁現況基礎研究	2004年度 ニカラグア国 道路・橋梁現況基礎調査
		アフリカ	インドシナ		
路側 交通量観測調査	○	○	○	○	○
旅行速度	○	○	○	○	○
ODAインタビュー調査	×	×	○	×	×
住民意識調査	○	○	×	○	○
関係機関聞き取り調査	×	○	×	○	○
交通事故調査	○	○	×	○	×
交通運輸企業意識調査	×	○	×	○	×
社会経済意識調査	×	○	×	○	○
社会経済資料収集	×	○	×	○	○
橋梁目視調査	×	×	×	○	○
軸重調査	×	×	×	○	×

○:実施、×:未実施

1-4 現況基礎調査結果概要

1-4-1 橋梁の利用状況調査

橋梁の利用状況を把握するため、各橋梁で交通量調査と各ルートにおける走行速度調査を実施した。調査位置は、図－ 1.1 のとおり。



注) 図上の番号は、橋梁位置を示し、橋梁名は表-1.3 を参照

図－ 1.1 調査位置

(1) 交通量調査

NIC-12 のリオ・セコ橋の周辺には集落がないため、ファティマ橋とエル・タマリンド橋の交通量調査結果をもとに推測しても問題がないと判断し、交通量の調査を省略した。

現地で開催した交通量調査および検討結果を表－ 1.3 各橋梁位置における交通量に示す。

表－ 1.3 各橋梁位置における交通量

単位：台

案件名	橋梁名	路線名	今回調査 (12 時間)	昼夜率	日交通量 (24 時間)	大型車両 混入率	BD 時	
							日交通量 (24 時間)	大型車両 混入率
ネハパ～イサパ間 橋梁建設計画	① サンロレンソ	NIC-12	412	1.16	477	36%	580	49%
	② ファティマ		1,624	1.16	1,883	21%	580	—
	④ エル・タマリンド		471	1.16	546	45%	473	58%
主要国道橋梁 架け替え計画	⑤ ラス・ラハス	NIC-2	4,363	1.30	5,667	35%	776	25%
	⑥ セバコ	CA-1	4,000	1.30	5,195	28%	2,756	29%
	⑦ ラス マデラス		—	1.30	3,895	39%	2,655	35%
第 2 次主要国道 橋梁架け替え計画	⑧ オチョモゴ	NIC-2	2,492	1.30	3,236	42%	1,507	32%
	⑨ ヒル・ゴンザレス	NIC-24	2,544	1.30	3,304	42%	1,507	—
	⑩ リオ・ネグロ		1,191	1.30	1,429	56%	804	—
主要幹線道 橋梁架替計画	⑪ エル・ガジョ	NIC-24	1,454	1.20	1,745	36%	1,771	—
	⑫ アト・グランデ		1,345	1.20	1,613	61%	1,042	—
	⑬ エステロ・レアル		781	1.20	937	73%	879	—
	⑭ エル・グアルモ		4,836	1.20	5,803	21%	3,438	16%
グアサウレ橋 架け替え計画	⑮ グアサウレ	NIC-24	440	1.20	527	71%	527	—

CA-1、NIC-2における日交通量は、今回の24時間調査結果から計算された昼夜率1.30により日交通量の算出を行った。NIC-12、NIC-24については、道路状況が悪く夜間走行が危険になっている交通状況を考慮し、基本設計時の報告書で採用した昼夜率の値、1.20および1.16をそれぞれ適用し、日交通量の算出を行った。

1996-2004年にMTIが実施した定点観測における交通量を基に本調査団が、橋梁架け替え後の各地点における交通量の年平均伸び率を算出したところ、年3.2%の伸び率で推移しているものと推定される。(以下、交通量の年平均伸び率と示す)

NIC-12、NIC-28：ネハパ～イサパ間のNIC-12とイサパ～ナガロテ～マナグア間を通るNIC-28の交通量は、1996年から2004年までの年平均伸び率は約3.8%であり、本調査団が推定した交通量の年平均伸び率に比べ0.6%高かった。しかし、橋梁整備されたネハパ～イサパ間に着目するとファティマ橋の交通量は増加しているが、他の三橋の交通量は横ばい状態で、NIC-12における交通量は年平均10.4%と本調査団が推定した伸び率より低かった。

NIC-2：ラス・ラハス橋では、交通量が基本設計時(1994年)に比べ3倍増、オチョモゴ橋とヒル・ゴンザレス橋では、交通量が基本設計時(1997年)に比べ6割～7割増を示し、ペニャブランカ～ナンダイメ間の伸び率は年平均5.5%と本調査団が推定した交通量の年平均伸び率より高かった。

CA-1：ラス・マデラス橋とセバコ橋では交通量が基本設計時（1994年）に比べ4割増を示し、マナグア～エル・エスピノ間のCA-1での伸び率は年平均5.8%と本調査団が推定した伸び率より高かった。

NIC-24：リオ・ネグロ橋では、基本設計時（1997年）に比べ、交通量は5割増、エル・グアルモ橋とアト・グランデ橋では、基本設計時（1999年）に比べ、交通量はそれぞれ4割、3割の増加を示したが、他の橋梁は基本設計時（1999年）と比べ、交通量はエル・ガジョ橋2割減、エステロ・レアル橋1割減、グアサウレ橋3割減であった。チナンデガ～グアサウレ間のNIC-24では、交通量の年平均伸び率が2001年までは平均7.6%増であったが、2002年以降減少に転じ、17%減であった。

(2) 走行速度調査

マナグア～ペニャスブランカス間(NIC-2)は、全線舗装が比較的良い水準である割には平均速度が41.9km/hと多少低めである。走行速度の計測は4回実施し、34.4km/hから54.7km/hと結果が異なり、当日の交通事情が影響した可能性が高いと考えられる。

マナグア～エル・エスピーノ間(CA-1)は、全線舗装が2002年に完成し、舗装状態は良好で走行性も良いことから、平均走行速度は52.3km/hであった。

マナグア～グアサウレ間(NIC-28,24)は、マナグアから途中のチナンデガまでは舗装状態の良い道路であったが、チナンデガ～グアサウレ間は改良工事中の影響でやむを得ず路面状態の悪い迂回路への通行となり、平均走行速度は41.4km/hと低かった。

ネハパ～イサパ間(NIC-12)は、舗装部分はわずかしかなかった劣悪な状況であり、平均走行速度は35.5km/hと低かった。

マナグア～イサパ間(NIC-28)は曲線部が比較的多いが、舗装状態が非常に良かったことから、平均走行速度は52.6km/hと今回の調査では、最も高い水準であった。

(3) 住民インタビュー調査結果

本調査対象の橋梁の架け替えについて、架け替えの前後による変化についてのヒアリングによると、全体としては、徒歩、自動車交通の安全性、自動車走行性の安定化、交通事故、大雨時の通過の安全性、景観、振動、生活環境のそれぞれの面で効果があったと判断される。また、架け替えによって、生活環境の面における住民のコミュニケーションが改善されたとする見方が多い点が特徴的であった。

1-4-2 橋梁の維持管理状況の調査

(1) 各橋梁の維持管理状況調査

橋梁は建設後 3 年から 10 年経過しており、部分的には補修が必要な箇所も見受けられたが、各橋梁ともに一般供用においては特に支障がない結果であった。ただし、今後、実施しなければならない維持管理に必要な資料作成が進められていないことから、その基礎資料を作成のアドバイスを実施した。

以下に、路線毎に各橋梁の維持管理における調査の結果を記す。

1) NIC-12 (ネハパーイサパ間) : サンロレンソ橋、ファティマ橋、リオ・セコ橋、エル・タマリンド橋

本区間に供用されている橋梁は建設後約 10 年が経過し、供用状況によっては何らかの補修が必要となる時期に来ているが、今回の調査では、利用者への支障となる問題は見られなかった。しかし、全般的に舗装の劣化が進行しており、路面上にひび割れが多数確認されるため、橋面のアスファルト舗装改修時には床版上面に防水層を設置することが望ましい。一部の橋梁では、白濁痕が上部工の端横桁部で見られた。この現象は、タマリンド橋以外の橋梁で、常時水が流れている橋梁に見られたことから、河面からの湿度の影響が原因ではないかと推測されるが、発生理由を究明し、対策および補修が必要である。橋梁の維持・安全管理上、大きな問題がないが、高欄は、コンクリート製の高欄と鋼製高欄の複合剛性タイプを採用しており、端部に設置されたキャップの紛失、ボルトの緩み、親柱に設置された橋銘版は、4 橋梁 8 枚中 1 枚を除きすべての橋梁で紛失していることが確認された。

2) NIC-2 : ラス・ラハス橋、ヒル・ゴンザレス橋、オチョモゴ橋

本区間に供用されている橋梁のラス・ラハス橋は建設後約 8 年、ヒル・ゴンザレス橋、オチョモゴ橋は建設後約 6 年が経過している。

ラス・ラハス橋 : 車両衝突により、マナグア方面右岸側の親柱部の損傷と鋼製高欄の 6 パネル分の消失、主構への傷が確認された。また、高欄の 2 パネル分が人為的な盗難で欠損しており、通行車両の誘導、歩行者の河川への転落防止の観点から早急な改修が必要である。

ヒル・ゴンザレス橋 : 今回の調査では、利用者には支障となる問題は見られなかった。しかし、先方政府負担事項である上流側迂回路が撤去されておらず、河川の障害となっている。また、橋梁の上流側に仮設構造物があり、現在は問題ないが、将来は、洗掘による橋梁への影響が懸念され、撤去が望ましい。

オチョモゴ橋 : 橋面の舗装は改修痕を確認したが、概ね良好な状態であった。

3) NIC-24 : エル・グアルモ橋、エステロ・レアル橋、アト・グランデ橋、

エル・ガジョ橋、リオ・ネグロ橋、グアサウレ橋

本区間に供用されている橋梁は建設後約3年が経過し、今回の調査では、利用者への支障となる問題は見られなかったが、各橋梁における留意点は以下のとおりである。

アト・グランデ橋 : ハリケーン ミッチ直後、草の根無償で下流側迂回路に設置された左岸側橋台の盛土が撤去されずに残された状態である。約1径間分の流下断面を阻害しており、早急な撤去が必要である。道路改修が現在行われているが、取付け部盛土法面の施工に不備があり、雨季の降雨により流失の可能性が高い。また、取付け道路の路面補修を行っているが、橋梁接続部に施工不良が原因で段差が生じている。

リオ・ネグロ橋 : 両橋台のウィング部の路面排水による法面の侵食が発生している。法面の植生および、路面排水の端部処理を改良することが望ましい。

エル・ガジョ橋 : 取付け道路部に設置された横断管の下流部に洗掘痕があり、路肩部分への影響が懸念され、雨季前の補修が望ましい。

グアサウレ橋 : 橋面舗装の状態は、入国する側の伸縮装置手前が悪く、大型車両がゲート看板手前で停止することが主因と考えられる。橋面上での車両の停止を避け、アスファルトの配合見直しと定期的な補修が望ましい。

4) CA - 1 : ラス・マデラス橋、セバコ橋

ラス・マデラス橋 : 橋面舗装の状態は、概ね良好で部分的に補修した部分を確認したが、重車両通行による轍部があるので、定期的な補修が望ましい。

セバコ橋 : 橋面舗装のメンテナンスを行っているが、施工方法が不適切である。舗装改修時には旧舗装部を撤去し、新規舗装をすることが望ましい。(オーバーレイのため伸縮装置部に不具合が生じ、橋面荷重増の影響がある。)

(2) 橋梁及び道路維持管理の組織、実施体制、予算

1) 維持管理の実施体制

「ニ」国における道路・橋梁の維持管理は、ニカラグア国 運輸インフラ省(以下、MTI)と MTI から独立した道路維持管理基金(以下、FOMAV)が行っている。主に MTI は、メンテナンスを含めたリハビリ重視の道路改良、橋梁補強・補修工事を行い、FOMAV は、クラック、ポットホール等の路面補修を行っている。

(a) MTI

a) 組織・実施体制

道路・橋梁のインフラ整備は、企画総局と道路局が連携して、ニカラグア国における道路・橋梁の計画、設計、建設、維持管理までを行っている。道路・橋梁の維持管理は、道路局の道路保全部が実施している。

b) 予算および資金

MTI の 2001 年から 2004 年までの予算及び支出は表－ 1.4 運輸インフラ省の予算及び支出と調査対象路線維持管理費のとおりである。一時予算確保が難しかったようだが、2004 年には 2001 年レベルまで回復した。調査対象路線の維持管理費が 2003 年以降大きく減少しているが、これは MTI から独立した FOMAV へ維持管理費の予算が移行したためである。資金は、主に税金および、過積載車両から徴収する反則金を財源にしている。

表－ 1.4 運輸インフラ省の予算及び支出と調査対象路線維持管理費

単位：C\$

年度	承認予算	実施支出	維持管理費 ^(注)
2001	1,510,014,293	1,227,724,979	5,343,658.60
2002	1,050,762,137	937,347,528	6,879,910.50
2003	1,073,003,839	975,587,326	575,609.56
2004	1,482,872,411	—	1,188,000.00

注) 調査対象路線の維持管理費を示す。

c) 道路・橋梁維持管理

MTI が行う道路・橋梁の維持管理方法は、各県から補修・改良の要請が上がったものについて MTI のスクリーニングにより、要請内容の優先順位を決め、MTI の技術者が現場における点検調査を行い、その結果、補修・補強が必要であるかどうかを判断している。補修・補強が必要であると判断された場合、コンサルタントに補修・補強箇所のインベントリー作成からその施工方法および、積算までを発注し、予算申請後に予算化されたものから工事を行っている。

橋梁の維持管理は、2001 年から DANIDA の技術移転により、2003 年に完成した NICASAP (Nicaragua Sistema de Administracion Puente) を使い、全国橋梁のデータベース化を開始している。このシステムの導入により、橋梁維持管理の効率化を図り、将来的には、地理情報システム (GIS) やハザードマップも導入する計画である。

(b) FOMAV

a) 設立および、組織・実施体制

MTI はこれまで道路・橋梁の計画から建設・維持管理を行ってきたが、「ニ」国における道路インフラ整備水準の低さから建設重視となったため、結果として維持管理が不十分となっていた。このため、MTI から維持部門を独立させ、道路インフラ整備におけ

る維持管理の重要性について利用者から理解を得た上で進められるように、道路維持管理基金による機関を設立した。設立にあたっては、2000年6月の法律制定を行って、業務は2003年4月に認可され、2003年5月から開始している。

また、本機関は2003年7月に中米5カ国の代表がエル・サルバドルで行われた第1回道路基金地方会議で設立された中央アメリカ道路基金(COCAVIAL)にも参画し、中米諸国と協調し、技術並びに整備水準の統一を図っている。

組織は、MTI、INIFOM、MIFIC、COSEP、運輸業者、道路利用者から構成され、運営方針は運営協議会(Concejo Directivo)により決定される。総裁の下に技術局と総務・財務局が置かれ、技術局は調達・契約部、計画部、監督・検査部(Depto. Supervision Control y Seguimiento)の3つの部に分かれている。

2005年3月現在のFOMAVの職員は15名で、道路・橋梁の技術者は7名で、維持管理を実施し、現場管理についてはコンサルタントを雇用している。

FOMAVによる維持管理はMTIによって道路改良された区間が移管され、路面の維持管理を中心に実施している。まだ、「ニ」国による予算確保が十分でないため、MTIから移管された道路の一部について維持管理を行っている状況であり、主に、道路の路面メンテナンスを実施している。今後、実行予算を確保したのちに、メンテナンス範囲を広げて行く計画である。

b) 予算および資金

FOMAVの運営は、本来ガソリン税を主な財源としてニカラグアの一般会計とは別に独立して実施されることになっている。しかしながら、現時点ではガソリン税からの調達は未実施であり、国内予算による資金の割り当ても十分ではない。2005年現在のFOMAVの活動は、実際にはBID、世銀、国内資金の3つの資金から成り立っている。

c) 整備対象路線

FOMAVが実施する整備対象路線は、BID、世銀、国内資金の資金毎に決められており、それぞれ舗装道路、簡易舗装道路、未舗装道路区間を有している。国内資金による整備対象路線は、舗装道路160.7km、土道70.68km、石畳道168.84kmの合計となっている。また、BIDの道路整備プロジェクト(Plan Vial de la Copetitividad)は、チナンデガ、レオンなどを中心にRegion-IIの道路237.72kmを対象としている。

1-5 施設活用による事業効果

各案件の基本設計時に想定した事業効果について、それぞれ検証を実施することにより、施設活用による事業効果を評価した。今回、調査の事業効果の評価指標は基本設計時の事業評価を踏まえ、以下のように定義した。

- ① 建設時, 雇用の創出
- ② 技術移転
- ③ 橋梁通過時の安全性の向上、効率的・安定的輸送
- ④ 維持補修費の削減（軽減）
- ⑤ 自然災害の被害回避

各評価指標に対して、表－ 1.5 評価指標の評価項目に示す各項目について基本設計時に期待された効果が発現されているかを評価することで各事業の評価を実施した。

表－ 1.5 評価指標の評価項目

評価指標	評価方法
I 建設時における雇用の創出	① 建設時、現地作業員の雇用
II 技術移転	②カウンターパートの現場への派遣 ③月間報告の実施 ④日本での技術研修
III 橋梁通過時の安全性の向上、効率的・安定的輸送	安全性の向上 ⇒⑤幅員構成、⑥視認性、⑦交通事故数 効率的・安定的輸送⇒⑧交通量の比較
IV 維持補修費の削減（軽減）	⑨架替え前の橋梁との比較
V 自然災害の被害回避	⑩洪水対応の有無、⑪耐震構造の有無

各橋梁における事業の評価結果は表－ 1.6 各橋梁における事業の評価結果に、各事業における評価結果を表－ 1.7 各事業の評価結果に示す。

表－ 1.6 各橋梁における事業の評価結果

案件名	橋梁名	路線名	期待された事業効果				
			I	II	III	IV	V
ネハパーイサパ間橋梁建設計画 (平成 5年12月 (1993. 12))	サンロレンソ橋	NIC-12	○	○	×	○	○
	ファティマ橋		○	○	○	○	○
	リオ・セコ橋		○	○	△	○	○
	エル・タマリンド橋		○	○	△	○	○
主要国道橋梁架け替え計画 (平成 6年11月 (1994. 11))	ラス・ラハス橋	NIC- 2	○	○	○	○	○
	ラス・マデラス橋	CA - 1	○	○	○	○	○
	セバコ橋		○	○	○	○	○
第2次 主要国道橋梁架け替え計画 (平成 9年12月 (1997. 12))	オチョモゴ橋	NIC- 2	○	○	○	○	○
	ヒル・ゴンザレス橋	NIC-24	○	○	○	○	○
	リオ・ネグロ橋		○	○	○	○	○
主要幹線道橋梁架け替え計画 (平成12年1月 (2001. 1))	エル・グアルモ橋	NIC-24	○	○	○	○	○
	エステロ・レアル橋		○	○	△	○	○
	アト・グランデ橋		○	○	○	○	○
	エル・ガジョ橋		○	○	△	○	○
グアサウレ橋架け替え計画 (平成12年1月 (2001. 1))	グアサウレ橋	NIC-24	○	○	△	○	○

○：期待された効果を発現 △：期待された効果が少ない ×：期待された効果が発現されていない

表－ 1.7 各事業の評価結果

案件名	期待された事業効果				
	I	II	III	IV	V
ネハパーイサバ間橋梁建設計画	○	○	×	○	○
主要国道橋梁架け替え計画	○	○	○	○	○
第2次 主要国道橋梁架け替え計画	○	○	○	○	○
主要幹線道橋梁架替計画	○	○	△	○	○
グアサウレ橋架け替え計画	○	○	△	○	○

○：期待された効果を発現 △：期待された効果が少ない ×：期待された効果が発現されていない

建設時、雇用の創出については、全案件で現地作業員を採用していたことから、期待された効果の発現があったと判断した。

技術移転については、各事業の計画から施工監理までを MTI 所属のカウンターパートと共に実施していること、日本国内における専門技術の研修に参加し、技術の習得も行われていることから十分な技術支援は行われたと判断できる。また、日本の技術者のもとで施工の指導を受けた現地雇用の作業員への技術供与も評価できる。

橋梁通過時の安全性の向上、効率的・安定的輸送については、全橋でパン・アメリカンハイウェイの規格・基準を満足していなかった幅員、荷重は改善され、評価できる。また、予測された交通量に対して輸送に障害がないことから安定輸送の効果も評価できる。ただし、現時点での交通量による事業効果はサン・ロレンソ橋、エル・ガジョ橋、エステロ・レアル橋、グアサウレ橋は基本設計時より、交通量が減少していることから事業効果の評価は難しい。

橋梁の維持管理費の削減（軽減）については、基本設計で維持管理費の抑えられる橋梁形式を選定していること、供用されている橋梁が建設後 3 年から 10 年しか経過していないため、現時点では全橋梁が経年変化による維持管理を必要としないことから検証に至っていない。ただし、事故により損傷し、補修が必要なものも確認されている。

自然災害による被害の回避については、計画段階で 50 年確率の洪水に対して十分耐えうる水理検討がなされた構造計画となっており、評価ができる。また、1998 年以前に建設された橋梁は、1998 年のハリケーン・ミッチ後、通行に支障がなかった点では十分評価できる。

橋梁は建設後 3 年から 10 年が経過し、各橋梁ともに健全で交通に支障がなく、橋梁架け替え計画時に期待された効果の発現を阻害していないと判断はできるが、N-12、NIC-24 では道路の維持管理不足により舗装が劣化し、円滑な通行に支障が生じ、架け替えられた橋梁による期待された事業効果の評価は難しかった。

1-6 施設有効活用への提言概要

本調査の結果、プロジェクトの阻害要因を明確にし、今後、施設有効活用のための解決策を提言した。

1-6-1 プロジェクト効果の阻害要因

(1) プロジェクト効果発現が十分でない原因

本案件の各橋梁においてはプロジェクト効果を阻害しているものはないが、一部の道路区間では舗装の維持管理が不十分なため、通行に支障を来し、本プロジェクトの効果を阻害している路線があった。プロジェクト効果を阻害する要因は、道路・橋梁の維持管理であることが明確となった。

本調査の結果、プロジェクト効果の阻害要因として次の2項目が挙げられる。

- ◆ 技術面（維持管理）
- ◆ 運用面（組織、人員、予算）

1-6-2 施設有効活用の方策

今後、施設有効活用のための解決策として、橋梁の維持管理はもとより、道路路線全体の維持管理を実施することが重要である。従って、対象橋梁を含めた幹線道路の有効活用策の方策として、道路・橋梁の維持管理について、技術面と運用面で提言を行う。

(1) 技術面

1) 橋梁

(a) 橋梁点検

2003年度にノルウェーの援助で橋梁のデータベース化のプログラムが完成し、昨年より実施したばかりで、維持管理に十分役立てるまでに至っていない。今後、データベース化を進め、維持管理実施計画を明確にする必要がある。また、現在の点検手法では限られた技術者、外部への委託になるため、点検の技能者を育成する必要がある。また、劣化予測等のできる技術者、点検技術員の養成、点検マニュアルの整備、補修・補強技術のデータベース化への一連のシステム構築が急務である。

(b) 補修・補強

橋梁の補修・補強は実施され、現地で見えた鋼桁の補強工事の状況から技術レベルが低いとはいえないが、補強・補修の技術レベルの向上が必要である。橋梁の補修・補強には、施工技術と品質・安全管理が重要であり、不適切な管理の下では危険性が増すばかりでなく、経済的・資金的にも非効率となる。橋梁の維持管理に関わる計画から施工監理までの技術移転の実施が必要である。

2) 道路

(a) 道路点検

道路点検は、路線によっては点検実施が行われている。通常、点検は外部への委託を行い、補修のインベントリーを作成している。

(b) 補修・補強

路面上にできたポットホール、ひび割れ等の補修は、頻繁に行われているが、補修時の品質・施工管理が悪く、技術的な改善が必要と思われる。

3) その他

補修の施工管理において、瑕疵期間中の不備については保険等で再工事されるようだが、数年にわたる不備については防ぎようがない状態である。例えば、設計どおりに施工されたかどうかをアスファルト舗装厚のコア抜きピッチを密にした仕様規定で管理し、手抜き施工を防ぐのも改善策の一つと考えられる。

また、大型車交通量の増加に伴い、大型車のスピード低下を招く上り勾配や曲線カーブ区間における問題を解消する目的で設計基準の見直しや登坂車線の設置等、道路を改良することが利用効果を上げる方策として挙げられる。

(2) 運用面

1) 維持管理費

道路維持管理機関として、FOMAV が設立され、ガソリン税により予算確保されるように法律整備を進め、実施する必要がある。また、この法律が成立し、維持管理が持続できるように、道路・橋梁の維持管理費の重要性をより判りやすい形で認知度を上げ、維持管理の不備による輸送効率の低下について情報公開を行い、一般市民からの理解を得ることが重要である。

2) 組織

維持管理に必要な組織の構成と人員確保が必要である。

3) その他

維持管理におけるデータベース化を図り、中米 5 カ国と連携し、積極的に補修・補強技術を取り入れ、「二」国に適した効率的な維持管理システムを構築することが望ましい。

1-6-3 施設有効活用に必要な概略経費

「二」国においては、昨年より橋梁データベース化を実施し、その維持管理に役立てる目的で整備を行っているところであるが、まだ橋梁維持管理システムまでは整備されていない。そこで、今回調査した橋梁のライフ・サイクル・コスト（以下、L.C.C.）を算出し、その維持管理による概算工事費、橋梁の耐用年数、今後の維持管理への重要性を提言する根拠とした。

- ◆ ケース 1：現地で行われてきた維持管理方法（支障が生じた時点で改修）
- ◆ ケース 2：推奨する維持管理方法（劣化予測を基に改修）

維持管理を算出する工事費は、現地での見積りを基に算出するのが望ましいが、実状を踏まえ、これまでの基本設計で採用された積算手法をもとに概略工事費を設定し、維持管理費の算出を行った。

各橋梁ともに、劣化予測を基に維持管理を行った場合、耐用年数が40年から50年に伸び、維持管理費では20年以降急激なコスト増となる結果が得られた。

1-7 道路・橋梁案件に有効な成果指標の考察

基本設計時における事業効果の成果指標について、新規に追加する項目はないと考えるが、成果指標として具体的に設定されていないものが大半であることから、交通量以外の項目は定量的に表すのは難しいと考えられる。

今後、道路・橋梁案件に有効な成果指標として、各案件の実施目的を把握した上で、その事業効果をより具体化し、そのチェックシステムまでを提案することが望ましい。

