

国際協力事業団

ニカラグァ共和国建設運輸省

ニカラグァ共和国

ニカラグァ道路網整備計画調査

最終報告書

要約版

国際協力事業団
ニカラグァ共和国
ニカラグァ道路網整備計画調査
最終報告書
要約版



平成6年7月

セントラルコンサルタント株式会社
日本工営株式会社

社調一
CR(3)
94-091

平成6年7月

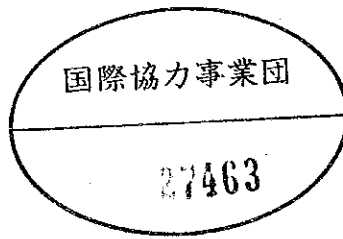


27463

JICA LIBRARY



1118902[4]



為替レート

1 USドル=6.15コロンビア

1993年7月

国際協力事業団

ニカラグァ共和国建設運輸省

ニカラグァ共和国

ニカラグァ道路網整備計画調査

最終報告書

要約版

平成6年7月

セントラルコンサルタント株式会社
日本工営株式会社

序 文

日本国政府は、ニカラグァ共和国政府の要請に基づき、同国のニカラグァ道路網整備計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、1992年2月から1994年2月までの間3回にわたり、セントラルコンサルタント株式会社の立川 孝氏を団長とし、セントラルコンサルタント株式会社及び日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ニカラグァ国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年7月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ニカラグァ共和国のニカラグァ道路網整備計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約により、セントラルコンサルタント株式会社と日本工営株式会社より構成されましたニカラグァ共和国ニカラグァ道路網整備計画調査共同企業体が平成5年2月より平成6年7月までの15ヶ月余りにわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ニカラグァ共和国の現状を十分に踏まえ、ニカラグァ共和国全域に関する道路網整備マスタープランを作成するとともに、優先度の高い4路線につきましてフィージビリティ調査を実施いたしました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼申し上げます。また、ニカラグァ共和国における現地調査期間中は、建設運輸省、在ニカラグァ日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったこともつけ加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成6年7月

ニカラグァ共和国

ニカラグァ道路網整備計画調査共同企業体

代表者 セントラルコンサルタント株式会社

業 務 主 任 立 川 孝

ニカラグァ共和国ニカラグァ道路網整備計画調査 計画概要

マスタープラン

1. 背景

ニカラグァ国政府は地震、ハリケーン、内戦等により疲弊した経済の再建の一環として、全国の道路ネットワーク改善を実現するために、日本政府に技術援助を要請した。ニカラグァ国政府のこの要請に応じて、日本国政府はニカラグァ道路網整備計画調査を実施することとなった。

2. 調査の目的

ニカラグァ国全域の幹線ならびに準幹線（およそ 3,000 km）の改善のため、2010年を目標年次とした全国道路網整備のマスタープランを策定し、その中から緊急に整備を必要とする道路（約 200 km）の選定を行い、フィージビリティ調査を実施する。

3. 計画の概要

1990年の現政権樹立以降、それまで低下し続けてきた経済成長がようやく上昇傾向に転じた。これに伴い交通量も徐々に増加してきている。しかも、車両が近年大型化してきているため、維持・管理が不十分な道路の損傷が益々激しくなっている。このため道路の現況調査結果、予測将来交通量、道路の役割等を勘案し、人口1万人以上の都市を結ぶ道路を本調査の対象道路とした。

(1) 社会・経済フレーム

GDP

将来のGDP成長率は、新政権発足（1990年）以降の成長率、政府の予測成長率、BIDやCABEIのスタッフとのインタビュー結果を踏まえ、2.5%と設定した

人口

将来人口としては、INECの予測値6,676千人（2010年）を採用した。

自動車登録台数

将来の自動車登録台数はGDP、人口等を従属変数とした回帰モデルを用いて予測した。2010年の登録台数は、1993年の約1.5倍（208千台）に達すると予測された。

(2) 将来交通量

将来の交通量は現在OD表をベースに、生成モデル及び発生集中モデルを用いて予測された将来OD表を対象道路に配分することにより求めた。主要道路区間における予測交通量は表1に示されている。

表1 主要道路区間交通量 (台/日)

プロジェクト道路	1993	2010
Managua - Masaya	11,624	22,219
Managua - Tipitapa	4,708	9,531
Managua - León	2,605	5,123
Managua - Rivas	2,058	4,344
San Benito - Sébaco	2,588	4,469
León - Chinandega	4,292	9,295
Nandaime - San Benito	560	2,025
Telica - San Isidro	337	1,024

(3) 道路改良計画

将来の道路改良計画を策定するために、道路区分は8分類、道路機能は4タイプ、サービスコンディションは5段階とし、それぞれにウェイトを付与した。そのウェイトをもとに作成された評価指標をもとにサブネットワークのウェイトを加味し、各対象道路区間ごとに優先値を算出し道路改良計画マスタープランを策定した。それに道路の役割等を勘案してF/S実施対象道路区間の選定を行った。この結果F/S対象道路区間として表2に示される192.8 kmを選定した。

表2 F/S対象道路区間

プロジェクト道路	延長距離 (km)
Managua - Masaya	29.0
Managua - Tipitapa	4.5
Nandaime - San Benito	62.5
Telica - San Isidro	96.8
合計	192.8

(4) 橋梁

全国の幹線道路上の既存橋梁のほとんどが1930-1940年代にかけて建設されたもので、そのうちのいくつかは交通の荷重や設計容量が現実と比べ小さく設計されているため、かなり損傷をきたしてきている。また、橋梁幅員が道路幅員と比べ狭くなっているため、交通流のボトルネックとなっている橋梁もみられる。したがって、表3に掲げた橋梁については、できるだけ補修、掛け替えが必要と判断された。

(5) 初期環境影響評価 (IEE)

初期環境影響評価は、環境項目と環境要因との関係を統合するマトリックス手法によって行われた。

調査の結果、小さな影響が大気質、水質、騒音・振動、地盤沈下、悪臭、地象、土壌、水象、海、動・植物、景観、廃棄物、歴史・文化記念物、交通、災害、社会・経済的状況、安全、レクリエーション施設及び水利権・入会権の項目にみられた。

結論として、フィージビリティ調査の段階において環境影響評価の実施の必要性があると判断された。

表3 架け替えを必要とする橋梁

Route No.	Bridge Name	Width(m)	Length(m)	Structure
Group I				
NIC-4	La Morita	7.0	9.0	RC-slab
NIC-4	El Arroyo	7.0	24.3	PCI
NIC-4	Mayaris	7.4	20.4	Simple Steel II Beam
NIC-4	El Arroyo No.1	7.0	20.0	PCI
NIC-26	Estero Real	7.0	58.0	RCT
NIC-26	El Guarumo	7.0	60.0	Two RC Slab +Two Girder
Group II				
NIC-2	Ochomogo	7.4	54.0	Truss
NIC-2	Gil Gonzales	7.4	37.0	Variable RCT
NIC-2	Las Lajas	7.4	47.0	Truss
NIC-7	Las Banderas	6.3	119.0	Truss+Five RCT
NIC-7	La Tonga	6.1	87.0	Truss+Two Plate Girder
NIC-12	Río Leona	7.4	18.5	Simple RC Two Girder
NIC-12	Telica	8.9	25.5	Simple RC Two Girder
NIC-12	Las Lanos	7.4	29.5	Three RC Slab
NIC-12	Cinco Cruces	7.5	26.7	Two RC Slab
NIC-24	La Pavona	7.4	16.2	Simple Two Girder
NIC-24	Río Negro 1	7.4	64.6	Four RCT Beam
NIC-24	Río Negro 2	7.4	60.0	Three RCT Beam
Group III				
NIC-1	Las Maderas	6.0	30.0	Truss
NIC-1	Sébaco	6.0	37.2	Tied Arch
NIC-1	El Venado	9.5	72.3	Simple Three PCT Beam

Note : RCT - Reinforced Concret T Section

PCT - Prestressed Concrete T Section Beam

PCI - Prestressed Concrete I Section Beam

フィージビリティ調査

1. 計画の概要

マスタープランで選定された4つの道路区間について、技術的、経済的、環境的側面から実施可能性の検討を行った。まず、道路の等級と車線数を表4に示すように設定した。

表4 道路の等級及び車線数

Project Road	Road Class	Design Capacity (veh./hr/lane)	Directional Design Hourly Volume (veh./hr)	Number of Lanes
Managua-Masaya	TP-I (S)	1,400	2,600	4
Managua-Tipitapa	TP-I	800	900	2
Nandaime-San Benito	TP-I	700	800	2
Telica-San Isidro	TS-I	300	100	2

2. 設計基準

ニカラグァ国の既存基準を極力採用し、これにカバーされていないものについてはAASHTOでの提言、日本における基準、1989年の"Dianostico de la Infraestructura Vial del Pais"における提言等を参照した。

舗装タイプの選定においては、耐用年数、経済性、軟弱地盤地帯の問題、内国材の有効利用、

過載車両への対応等を検討するとともに、かつ、より低い初期投資、短い工事期間、より快適な走行、ニカラグァ国の現在の経済状態等を判断し、たわみ性舗装を採用した。

フィージビリティ調査対象道路区間に設置されている橋梁のうち、3橋についてかけ替えが必要であると判断されたため、その設計条件は“AASHTO Standard Specification for Highway Bridges”を参照して設定した。

3. 実施スケジュール

対象道路プロジェクトの実実施スケジュールは図1のとおりである。

図1 実施スケジュール

対象道路	区間	1997	1998	1999
MANAGUA - MASAYA	MANAGUA - ENT. TICUANTEPE	■	■	
	ENT. TICUANTEPE - EL COYOTEPE	■	■	
	EL COYOTEPE - MASAYA			■
MANAGUA - TIPITAPA			■	
NANDAIME - SAN BENITO	MASAYA - CATARINA	■	■	
	CATARINA - EL GUANACASTE	■	■	
	EL GUANACASTE - NANDAIME		■	■
	EL COYOTEPE RIO PANAMA	■	■	
	RIO PANAMA - SAN BENTO	■	■	
TELICA - SAN ISIDRO	TELICA - SAN ISIDRO	■	■	
	MALPAISILLO - EL JICARAL	■	■	
	EL JICARAL - LA UNION	■	■	
	LA UNION - SAN ISIDRO			■

4. コスト

プロジェクトコストは表5に示されているように総額で7.8億ドルで、そのうち外貨ポーションは44%の3.4億ドルである。ニカラグァ国の財政状況を考えると、このプロジェクト費用を自国で調達することは困難であるため、政府は資金をCABEL、BID等の低金利融資により調達することを考えている。マナグァーマサヤの第一セクションについては本調査結果をもってCABELから融資を受ける段取りとなっている。

表5 対象道路別プロジェクトコスト

Unit : 1,000C \$

		MANAGUA - MASAYA		MANAGUA -	NANDAIME -	TELICA -
		1ST SECTION	2ND SECTION	TIPITAPA	SAN BENITO	SAN ISIDRO
CONSTRUCTION COST	Local	41,524	52,247	7,734	118,685	131,435
	Foreign	35,624	44,785	5,322	91,258	99,014
	Total	77,148	97,032	13,056	209,943	230,449
ENGINEERING COST	Local	5,465	6,876	1,018	15,620	17,298
	Foreign	4,688	5,894	700	12,011	13,031
	Total	10,153	12,770	1,718	27,631	30,329
SUB - TOTAL	Local	46,989	59,123	8,752	134,305	148,733
	Foreign	40,312	50,679	6,022	103,269	112,045
	Total	87,301	109,802	14,774	237,574	260,778
CONTINGENCY	Local	4,699	5,912	875	13,431	14,873
	Foreign	4,031	5,068	602	10,327	11,205
	Total	8,730	10,980	1,477	23,758	26,078
TOTAL	Local	51,688	65,035	9,627	147,736	163,606
	Foreign	44,343	55,747	6,624	113,596	123,250
	Total	96,031	120,782	16,251	261,332	286,856

5. 評価

本プロジェクトは技術的、経済的、環境的側面から十分フィージブルであると判断された。

5.1 経済分析

F/S対象プロジェクトとして表6に示すプロジェクトに対し経済評価を行った。

表6 F/S対象プロジェクト

対象道路	プロジェクト	距離 (KM)	区間・内容等
MANAGUA - MASAYA	プロジェクト-1	8.52	MANAGUA - ENTRADA A TICUANTEPE コロニア セントロアメリカは平面交差
	プロジェクト-2	8.52	MANAGUA - ENTRADA A TICUANTEPE コロニア セントロアメリカは立体交差
	プロジェクト-3	17.38	ENTRADA A TICUANTEPE - MASAYA
MANAGUA - TIPITAPA	プロジェクト-4	4.30	
NANDAIME - SAN BENITO	プロジェクト-5	62.13	
TELICA - SAN ISIDRO	プロジェクト-6	95.76	2ヶ所の線形改良を含む全線改良
	プロジェクト-7	95.76	線形改良は含まず、路肩、排水施設等是一部区間のみ実施

上記の各プロジェクトはその便益と費用を比較することにより評価された。プロジェクトの便益としては、走行費用の節約、旅行時間費用の節約、維持費用の節約を定量的便益として計算した。各プロジェクトの内部収益率 (IRR)、純現在価値 (NPV) 及び費用便益比 (B/C) は、表7に示すとおりである。

表7 経済評価結果

	プロジェクト-1	プロジェクト-2	プロジェクト-3	プロジェクト-4	プロジェクト-5	プロジェクト-6	プロジェクト-7
IRR (%)	46.00	41.97	38.43	31.90	21.07	4.42	12.24
NPV (1000C \$)	256,409	235,530	213,505	11,909	120,358	-73,239	1,392
B/C	5.56	4.48	4.10	2.38	1.80	0.53	1.02

(割引率: 12%)

プロジェクト-6を除く他のプロジェクトは経済評価指数の高い値を得、フィージブルと判断された。マナグアーマサヤ間については、コロニア・セントロアメリカの交差点を平面交差にする方が、経済評価の観点からよりフィージブルであり推奨される。テリカーサン・インドロ区間については、舗装は全線にわたり実施するものの、線形改良は実施せず、拡幅、路肩整備、排水施設整備に関しては一部区間にとどめること（プロジェクト-7）によりフィージブルとなる。

5.2 環境影響評価

各環境項目について、2000年及び2010年での予測・評価の検討が行われた。評価の結果、交通状況、大気質、水質、騒音・振動、地象、土壌、植物、景観及び社会状況にわずかな影響が抽出された。

地象、土壌、植物、景観及び社会状況の環境項目への影響は、環境管理計画により極めて軽微あるいは最小限にとどまると思われる。しかし、大気質、水質及び、騒音は、数ヶ所で現況より悪化すると予想されたため、モニタリング・システムを設置し、モニタリングの結果に基づいて交通規制を行う必要がある。従って、大気質、水質、及び騒音についてのモニタリングが、道路建設及び供用時の環境の保全のために必要である。

6. 提言

(1) 本調査の結果は、テリカ・サン・インドロ道路区間を高規格化する場合を除き、建設に関する技術的困難性はなく、また経済的にも非常にフィージブルであることを示していることから、旅行時間などの定量的便益の他、直接あるいは、間接的な地域開発便益を考えると、プロジェクトはできるだけ早い時期に実施されるべきである。

(2) 環境インパクトに対するモニタリング・システムの設立

プロジェクトの実施に当り、環境保全を行うために特に大気汚染、水質、騒音・振動に対しモニタリングを行うことが必要である。本目的を達成するために、プロジェクトの詳細設計時までには、このシステムを確立することが必要である。

(3) 既存の公益施設の建設時の移設

建設時における地下導水管、電話、電線のような公益施設の移設については、本調査では検討されていない。従い、プロジェクトの詳細設計時においてこれらの詳細な調査ならびに関連当局との十分な協議が必要である。

(4) 2010年以降におけるマナグアーマサヤ道路改修の必要性

本調査では、交通量の予測は2010年まで行われているが、予備的設計ならびに経済評価の必要性から2010年以降の交通量の予測も簡略に行なわれている。この結果から判断すると、2014年時点においては、舗装のオーバーレイが必要である。

(5) 維持管理システム

ニカラグア国では道路の維持管理システムが非常に不備であるため、維持管理事業は、ルーティンメンテナンス、ペリオディックメンテナンス、インシデンタルメンテナンスの3つに分けて実施する必要がある。

(6) テリカーサン・インドロ道路区間のフィージビリティ

テリカーサン・インドロ道路区間のプロジェクトは、線形の改良を含めた全線の道路規格の向上を目的とすると、そのプロジェクトはフィージブルではない。しかし、必要最小限の改良という観点から、部分的な拡幅、路肩の整備、排水施設の整備にとどめる場合はフィージブルとなる。従って、2010年までは、部分的な道路の改良を行い、2010年以降に、交通量の増加を考慮し、道路の全体的な規格向上を図るプロジェクトを実施することが提言される。

目 次

序文
伝達文
計画概要

I. マスタープラン

I. 1 背景と目的	1
I. 2 調査対象地域の現状	3
I. 3 道路網の現状	6
I. 4 交通の状況	7
I. 5 地質	8
I. 6 気象・水文	8
I. 7 初期環境調査 (IEE)	9
I. 8 社会・経済の将来フレーム	13
I. 9 将来交通需要	15
I. 10 道路網改良計画	17

II. フィージビリティ調査

II. 1 序	26
II. 2 調査対象道路の現状	29
II. 3 交通需要	33
II. 4 環境影響評価	33
II. 5 概略設計	37
II. 6 経済評価	47
II. 7 結論と提言	49

1. マスタープラン

1.1 背景と目的

(1) 背景

ニカラグァ国政府は地震、ハリケーン、内戦等により疲弊した経済の再建に鋭意努力している。このような努力の中で政府は経済の発展をおしすすめる目的で、道路ネットワークの改善を特に強調している。その中でも以下の3点が道路ネットワーク改善計画にとって重要なものとして考えられている。

- ・ 中米経済統合プログラムで提案された中米ハイウエーの発展に歩調を合わせ、国内の主要道路ネットワークの改善を促進する。
- ・ 農業や工業地域へのアクセスを確保するため補助幹線道路の改善を行う。
- ・ 西海岸と東海岸を繋ぐアクセス道路の改善ならびに建設を行う。

この様な状況の下で、ニカラグァ国政府は道路ネットワーク改善の実現のため、日本政府に技術援助を要請してきた。ニカラグァ国政府の要請に応じて、日本国政府は全国道路網整備計画調査を実施することとなった。

(2) 目的

上記の背景に従い、調査は以下の目的のもとに行われた。

- ・ ニカラグァ国全域の幹線ならびに準幹線道路（およそ 3,000 km）の改善のためのマスタープランを策定する
- ・ 上記で検討された道路の中から緊急に整備を必要とする道路を選定し（約 200km）、フィージビリティ調査を行う。
- ・ 調査の期間中はニカラグァ国のカウンターパートに対し技術移転を図る。

(3) 調査の基本的な手順

調査は第一段階としてのマスタープランと第二段階としてのフィージビリティ調査から構成されている。上記の目的を達成するために、調査は図 I-1 に示したフローチャートに従って行われた。

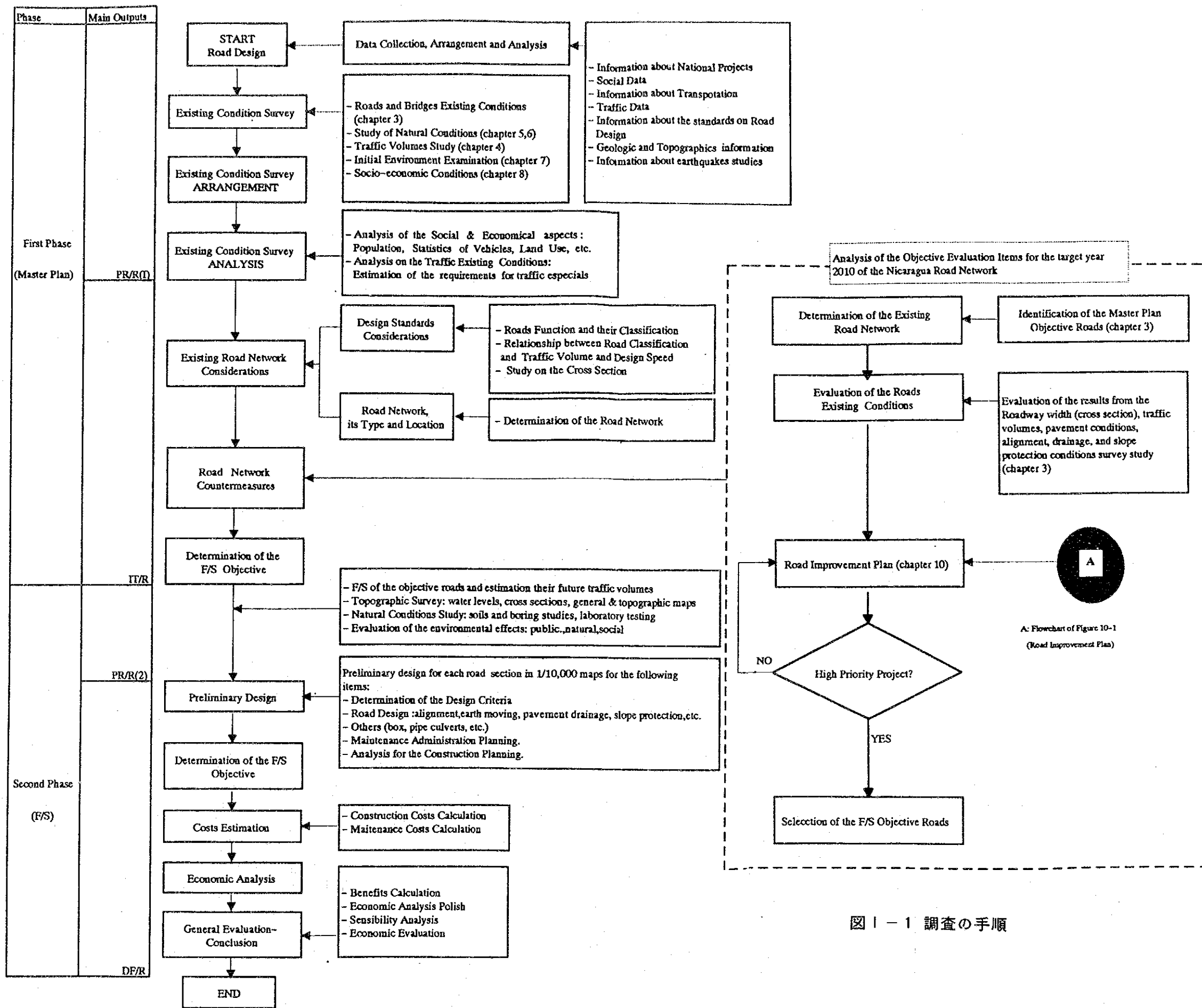


図 1 - 1 調査の手順

(4) 調査の体制

調査は図 I - 2 に示された体制のもとで行われた。

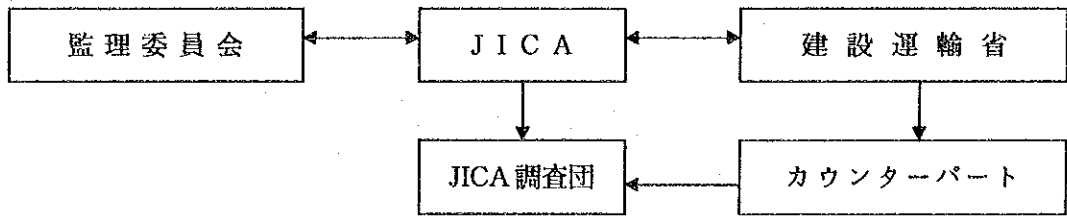


図 I - 2 調査の体制

1.2 調査対象地域の現状

(1) ニカラグァ国の経済

1993年現在、ニカラグァ国のGDPは105億2千コルドバであるが、表 I - 1 に示されているように、消費がGDPを8億コルドバ上回っている。他方、投資は消費の僅か20%に過ぎない。また、輸入は輸出の2.5倍にも達している。1992年現在の国民一人当たりの所得は459ドルであるが、この額は1970年代より徐々に低下してきている。(1970年代のはじめの国民一人当たりの所得は1,503ドルであった。)以上の事実からニカラグァの経済は外国からの援助にかなり大きく依存していることがわかる。

表 I - 1 ニカラグァ国の経済

(単位：100万コルドバ)

年	1990	1991	1992	1993*
G D P	1,564.4	6,940.7	8,428.8	10,520.8
消 費	1,551.6	7,648.6	9,971.0	11,335.4
投 資	301.3	1,452.5	1,707.8	2,395.6
輸 出	390.4	1,552.5	1,518.0	2,185.7
輸 入	678.9	3,713.0	4,768.0	5,396.0
国民一人当たり所得 (1987年 ドル)	645	513	459	

*：推計

出典：ニカラグァ中央銀行

(ただし一人当たり所得は世銀資料による。)

1981年から1984年における年平均インフレ率は28.7%であったが、それ以降表 I - 2 に示されているように、インフレ率は急速に高まってきた。特に、1988年にはインフレ率はニカラグァ国で過去最高の33,647.3%にも達した。1990年時点においてもインフレ率は依然として13,490.3%を記録していたが、新政府が樹立されて以降、政府の緊縮政策のもとでインフレーションは徐々に収束しはじめ、近年では月平均1.8%のインフレ率にまで落ち着いてきている。

表1-2 中米諸国のインフレ率

(単位：%)

国	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
グアテマラ	11.5	10.7	11.4	0.2	4.7	5.2	31.5	25.7	10.1	10.0	17.9	59.6
エルサルバドル	8.0	17.4	14.7	11.7	13.1	9.8	31.9	30.3	19.6	18.2	23.5	19.3
ホンジュラス	8.8	18.8	9.4	9.0	8.3	3.7	4.3	3.2	2.9	4.5	9.8	36.4
ニカラグア	48.2	-7.7	23.9	22.2	32.9	50.2	334.3	747.5	1347.2	33647.3	1689.1	13490.3
コスタリカ	9.2	18.1	37.1	90.1	32.6	17.3	10.9	15.4	16.4	25.3	9.9	27.3

出典：各国の中央銀行

(2) 地形

ニカラグア国は地質構造を反映して概ね以下の4地形区に区分される。

1) ニカラグア地溝帯

沈降域で、ニカラグア湖とマナグア湖の巨大湖及び連続する沖積平野が特徴的である。

2) 大太平洋中央平原区

マナグア南部で最大800m近くまでの隆起部があり、また、大太平洋海岸部で海水面に至る沈降部がある。

3) 中央山岳区

標高200mから2,000mに至る山岳地帯であり、国土の45%を占めている。

4) 大西洋海岸平原区

国土の約30%を占め、標高100m以下の低地およびラグーン地帯からなる。

(3) 気候

ニカラグアの気候はW.Koppen手法に従えば以下の4タイプに分類できる。

1) 熱帯サバンナ (Aw)

地域：中央山岳地帯の太平洋側の山麓地域

温度：21℃～30℃

乾季：11月～4月

雨量：700～2,000mm

2) 高地熱帯サバンナ (AwH)

地域：Aw地帯のうち北部山岳地帯

温度：20℃

雨量：1,200～1,600mm

3) 熱帯モンスーン (Am)

地域：東部低地および山岳地帯の東部斜面地域

温度：25℃～30℃

雨量：1,800～2,000mm、特に山岳地帯の東部斜面においては3,000mm

4) 熱帯雨林 (Ati)

地域：東部および東南部の低地地域

温度：37℃以下

雨量：4,000～6,000mm

(3) 運輸システムの現状

道路

1992年の総道路延長は表I-3に示されているように15,011.2km、そのうち舗装道路はわずか10.9%を占めるにすぎない。

表I-3 地域別・舗装別タイプ別道路延長(1992)

(単位: km)

地 域	アスファルト	簡易舗装	砂 利	土	計
I	169.6	384.7	697.5	709.5	1,961.3
II	398.2	158.9	938.4	978.1	2,473.6
III	324.3	180.3	234.1	765.2	1,503.9
IV	312.2	118.0	724.7	1,363.7	2,518.6
V	258.6	568.5	648.4	976.4	2,271.9
VI	178.4	602.0	1,276.1	878.2	2,934.7
VII	0.0	686.7	307.0	130.0	1,123.7
VIII	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IX	0.0	72.8	71.5	79.2	223.5
計	1,641.3	2,771.9	4,897.7	5,700.3	15,011.2

出典: MCT

鉄道

ニカラグアの鉄道は太平洋岸に343.5km敷設されていたが、1994年はじめに全線が廃止となった。

航空

ニカラグアでは国際空港が1ヶ所、国内空港として12ヶ所が運営されている。国内空港の12ヶ所のうち8ヶ所は大西洋側地域に位置している。しかし、ジェット機の発着可能な滑走路を持つ空港は、August C. Sandino、MasayaおよびPuerto Cabezasの3空港だけである。

国内便は主にマナグアと大西洋岸を結んでいる。

表I-4に示されているように、国内便の貨客の輸送は減少しているが、マナグアとアメリカ合衆国や近隣諸国とを結ぶ国際便は増加してきている。

表I-4 航空輸送量の推移

年	国 内 便			国 際 便		
	旅 客 (人)	貨 物 (Lbs)	郵便物 (Kgs)	旅 客 (人)	貨 物 (Lbs)	郵便物 (Kgs)
1988	45,683	4,112,360	3,606	233,628	10,873,713	205,105
1989	39,796	2,385,435	7,306	237,427	6,252,621	202,826
1990	48,004	1,703,585	4,997	290,208	6,769,354	112,236
1991	38,914	2,014,504	3,776	354,523	11,593,852	57,204
1992	24,426	374,658	546	353,637	15,465,771	105,442

出典: MCT

海運

ニカラグア国における主要港は太平洋岸のCorinto、Puerto、Sandino、San Juan Del Surならびに大西洋岸のEl Bluff、Arlen Siu、Puerto Cabezasである。CorintoとPuerto Sandino港における輸出入取扱高はニカラグア国の総搬出入取扱高の50%以上を占めている。大西洋岸の3つの港は他地域へのアクセスが十分でないため取扱高は非常に少ない。

内陸水運

大西洋岸地域においては近年の Matagalpa - Puerto Cabezas 間の道路改良を行なったものの、相対的道路密度の低さから依然として内陸水運は南地地域を結ぶ主要な交通手段としての役割を果たしている。

1.3 道路網の現状

(1) ニカラグァ国の道路網の現状

a) 道路ネットワークの推移

ニカラグァ国の道路網は1980年までは発展してきたが、それ以降は自然災害や内戦等により、道路網の発達は見られない。大西洋岸の道路密度は、その地域が主として内陸水運に依存しているため、他の地域と比べると極端に低くなっている。

b) 道路網の機能分離

ニカラグァにおける道路の機能分類は1976年に実施された National Transportation Study における提案に基づいており、以下に示すように5つのカテゴリーに分類されている。

①主要幹線道路 (Troncal Principal)

地域間等の長距離交通のための回廊として機能。人口5万人以上の都市を結ぶ道路。

交通量 : 1,000 台/日

運用速度 : 100km/hr

②幹線道路 (Troncal Secundaria)

人口1万人から5万人の都市を結ぶ道路。

交通量 : 平均500台/日

運用速度 : 80km/hr

③準幹線道路

人口4千人から1万人の都市を結ぶ道路。

交通量 : 平均250台/日

運用速度 : 40から60km/hr

④補助幹線道路 (Colectora Secundaria)

人口4千人以下の地区より上級道路へのアクセス道路。

交通量 : 100から200台/日

運用速度 : 30から50km/hr

⑤アクセス道路 (Caminos Vecinales)

人口1千人以下の地区へのアクセス道路。

交通量 : 50台/日

運用速度 : 5から40km/hr

建設運輸省による最新の道路網機能分類によると、主要幹線に比し幹線および準幹線道路の延長が非常に短いことがわかる。

(2) 対象道路網の確定

対象道路は人口1万人以上の都市を結ぶ現道を1991年作成の最新道路網図より拾い出すこと

によって確定した。

(3) 対象道路網の現況評価

対象道路は以下の項目のもとに評価が行われた。

- ・ 路面状況
- ・ 排水状況
- ・ 法面状況
- ・ 横断図
- ・ 平面および縦断線形

各項目の評価は以下の評価ランキングを適用した。

ランク	定 義
A	非常に悪い
B	破損等がかなり進行している状況
C	破損等がやや進行している状況
D	通常の状況
E	良好

評価の結果、対象道路の総延長距離3,126.6kmの41%に当る1,296.3kmが”非常に悪い(ランクA)”状態にあり、32%の1,002.4kmが”破損等がかなり進行している状況(ランクB)”であることがわかった。

1.4 交通の状況

マスタープランにおける対象道路上の将来交通量を予測し、道路幅員、設計速度、道路容量等道路規格を定めるために、路側OD調査、交通量カウント調査、走行速度調査ならびに軸重調査が実施された。

上記の交通調査をもとに現在のOD表が作成された。対象地域の交通ゾーンは域外の2つの外国ゾーンを含め33ゾーンとした。域内交通量を除く総トリップ数は30,868トリップであった。その他のトリップ数や二輪車を除く車種分担率は表I-5に示されている。

表I-5 車種別トリップと分担率

車 種	トリップ数(台/日)	分担率 (%)
Passenger Car	10,486	34.0
Micro Bus	1,492	4.8
Large Bus	2,176	7.0
Pick-up	9,500	30.8
Truck	4,732	15.3
Trailer	2,253	7.3
Tractor	229	0.7
計	30,868	100.0

各道路区間の交通量をみると、マナグア-マサヤ区間が最も交通量が多く(11,624台/日)、レオン-チナンデガ間がそれに続いている(9,295台/日)。図I-4には各道路区間の交通量が将来交通量とともに示されている。

1.5 地質

ニカラグア国は、地理的に、太平洋沿岸平原、Nicaragua沈降帯、内陸高原及び大西洋沿岸平原の四つに大別される。これらの地理的区分は、この国の地質区分にもよく反映している。即ち、太平洋沿岸平原は太平洋に面する瀕海性堆積地域である。Nicaragua沈降帯は、太平洋沿岸平原と内陸高原とに挟まれた地溝帯であり、沖積平野に囲まれた無数の火山を擁する。内陸高原は、イ) Nicaragua沈降帯の北東に位置する内陸第三紀火山区域、ロ) 中央北部の先第三紀変成基盤岩、ハ) 先第三紀変成基盤岩の南西に存在するIyas地溝帯、及びニ) Iyas地溝帯の南東に隣接しているNicaragua中央高原、の四つの構造ユニットに分けられる。大西洋沿岸平原はMosquito峡谷あるいはBluefield地区と呼ばれる第四紀沖積層堆積地域に相当する。

1.6 気象・水文

(1) 気象情報

降雨

年間降雨パターンからをみると雨期と乾期が明瞭に分かれていることがわかり、雨期は5月から10月の間、乾期は11月から4月の間となっている。降雨の季節変動(雨期/乾期)は非常におおきく、雨期の間の降雨量は年間降雨量の90%に達する。年間降雨量が2,000mmを越す大西洋岸地域においても、降雨の季節変動パターンは他の地域と類似している。大西洋岸地域の内、南東地区はニカラグア国の中で最も降雨量の多い地区であり、年間雨量が4,000mmから6,000mmにも達する。

気温

年間平均気温は中部地域において20℃から25℃、太平洋地域において25℃から28℃、大西洋地域において25℃から26℃である。月平均気温の季節変動は年間を通じて4℃程度でさほど大きくない。乾期の終わり(3月~4月)に年間最高気温となり、乾期の始め(12月~1月)に年間最低気温となる。

蒸発量

中部地域および太平洋岸地域では年間蒸発量が年間降雨量を上回っている。

日照時間

年間日照時間は地域により2,000時間から2,700時間の範囲にある。Ocotal, Chinandega, Managuaで2,500時間を越す高い値を示しており、Puerto Cabezas, Muy Muyで2,200時間を下回る低い値を示している。乾期と雨期の間の差異は100から130時間となっている。

(2) 水文

ニカラグア国は大きく2つの水系に分けられる。すなわち、流域面積12,072km²の太平洋側水系、流域面積116,882km²の大西洋側水系である。大西洋側水系にあるSan Juan川流域にはManagua湖及びNicaragua湖の2大湖が含まれる。これら2つの水系には21の河川がある。

太平洋側水系には8つの河川があり、Estero Real川を除き大半の河川の流域は比較的小さく、かつまた延長は20km以下である。特徴としては、河川流が不連続で河床幅が狭いこと、乾期と雨期の降雨量が大きく異なることがあげられる。大西洋側水系は比較的大きな流域面積をもつ13の河川からなり、中部地域の高地にある水源から南東方向に流れている。

(3) 洪水冠水地域

過去の冠水区域は大西洋岸の北東部に集中している。これらの区域は低地にあり河床勾配が非常に小さいことから頻繁に洪水を引き起こすと考えられる。しかしながら、この区域は開発が進んでいないこと、人口密度が低いことから、洪水災害はさほど大きなものとなっていない。従って対象道路のある地域については、洪水による影響は少ない。

1.7 初期環境調査 (IEE)

(1) 環境調査項目の設定

本章の目的は自然、生活および社会環境を保全することならびに次の段階であるフィージビリティ調査での環境影響評価の必要性について検討することである。

IEEのための環境項目の選択は、環境項目と環境要因との関係を統合するマトリックス手法によってなされた。結果として以下の環境項目が選択された。

・生活環境

- 1) 大気質
- 2) 水質
- 3) 土壌汚染
- 4) 振動および騒音
- 5) 地盤沈下
- 6) 悪臭

・自然環境

- 7) 地象
- 8) 土壌
- 9) 水象
- 10) 地下水
- 11) 海・海岸
- 12) 動・植物
- 13) 景観

・社会環境

- 14) 廃棄物
- 15) 史跡・文化財

- 16) 交通状況
- 17) 災害
- 18) 住民移転
- 19) 社会経済状況
- 20) 地域分断
- 21) 安全
- 22) レクリエーション
- 23) 水利権、入会権

(2) ニカラグァ国の環境問題

ニカラグァ国の環境問題は主に表 I - 6 に示されているように大気汚染、水質汚濁、動・植物、土壌浸食、水等に表れる。

自動車による大気汚染、地下水の汚染、道路や工場からの騒音・振動、工場や湖からの悪臭、汚水、廃棄物等は、将来経済活動が活発になるに従い増大するものと予想される。

表 I - 6 環境問題

項 目	問 題 点
1. 大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1980年代化学工場からの排気ガス公害、汚染物質は塩素であった。操業は、1990年に停止された。 ・ 自動車の排気ガス。
2. 水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生活排水及び工場排水による湖及び河川の水質汚濁、富栄養化問題。
3. 動・植物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 開墾及び林業による伐採、年間10万haと推定。 ・ 森林伐採による動・植物の貴重種の消滅及び生態系の破壊。
4. 土壌浸食	<ul style="list-style-type: none"> ・ 森林伐採による土壌浸食
5. 水	<ul style="list-style-type: none"> ・ 南東部地域、地方区ⅠⅨ、サンファン川流域における森林伐採による砂漠化現象。 ・ 森林伐採、揚水等による地下水位の低下。 ・ 河川での洪水、浸食及び堆積作用、森林伐採と関連。
6. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車、工場からの騒音・振動 ・ 地下水汚染 ・ 一般、産業廃棄物の増加 ・ 廃棄物及び富栄養化した湖からの悪臭

(3) 環境基準

大気質環境基準には米国の環境基準が使用されている。水質基準については、ニカラグァ国では現在検討中であることから、本調査の評価に当っては、日本の排水基準を準用することと

する。また、騒音・振動および土壌汚染については、その基準がニカラグァ国に存在しないことから日本の環境基準を準用する。

その他の環境項目（地盤沈下、悪臭、廃棄物、地象、水象、動・植物、景観、災害、交通安全および社会経済問題）については、プロジェクト地域の環境へ著しい影響を与えないことを条件とする。

(4) 評価

環境要素に基づいた初期環境調査のための環境チェックリストおよびその結果を表I-7に示す。チェックリストは現在の環境状況を検討するために環境項目およびその細目からなる。環境評価は本調査での野外調査で得られた資料に基づいたチェックリストに記述することにより実施した。

上記のチェックリストを使用し、環境検討はフィージビリティ調査地域内の4路線について実施した。

フィージビリティ調査用仮設定道路区間

F/S路線	区 間	名 称	距離
路線 1	Managua - Masaya	国道4号線	26.0
路線 2	Masaya - San Benito	国道11, 1号線	37.6
路線 3	Masaya - Nandaimé	国道11, 18, 4, 2号線	32.8
路線 4	Telica - San Ishidro	国道26号線	97.1
合計			193.5km

上記の分析結果から得られた対象地域での主要な環境問題は以下の通りである。

- 1) 工場及び自動車による大気汚染
- 2) 生活排水及び工場排水による湖及び河川の水質汚濁、富栄養化問題
- 3) 森林伐採、砂漠化現象、動・植物の貴重種の消滅及び生態系の破壊
- 4) 森林伐採による土壌浸食
- 5) 砂漠化現象、洪水等
- 6) その他

- ・ 自動車、工場からの騒音・振動
- ・ 地下水汚染
- ・ 一般、産業廃棄物の増加
- ・ 下水による表流水、地下水汚染及び富栄養化
- ・ 廃棄物及び富栄養化した湖からの悪臭

(5) 環境影響評価 (EIA) の必要性

プロジェクトによる環境影響の主な要因は道路の建設と供用である。環境項目として、大気質、水質、土壌汚染、騒音・振動、地盤沈下、悪臭、地象、土壌、水象、海、動・植物、景観、廃棄物、歴史・文化記念物、交通、災害、住民移転、社会経済的状況、地域分断、安全、レクリエーション施設及び水利権・入会権が選定された。

表 1-7 環境評価

環境項目	評 価				
	区間-1	区間-2	区間-3	区間-4	総 合
1) 大気質	2*1	2	2-3	2-3	2
2) 水質	2	2-3	2-3	2-3	2
3) 土壌汚染	3	3	3	3	3
4) 騒音・振動	1-2	3	2-3	2-3	1-3
5) 地盤沈下	3	2-3	3	3	2-3
6) 悪臭	3	2-3	2-3	3	2-3
7) 地象	1-2	3	2	2-3	1-3
8) 土壌	2-3	2-3	2	2-3	2-3
9) 水象	2	2-3	2	2-3	2
10) 地下水	3	3	3	3	3
11) 海・海岸	3	3	3	3	3
12) 動・植物	2	4	2-3	2-3	2
13) 景観	3	3	3	3	3
14) 廃棄物	3	2-3	2-3	2-3	2-3
15) 史跡・文化財	3	3	3	3	3
16) 交通	3	2-3	2-3	2-3	2-3
17) 災害	3	2-3	2-3	2-3	2-3
18) 住民移転	3	3	3	3	3
19) 社会経済状況	3	3	3	3	3
20) 地域分断	2	2-3	2-3	2	2-3
21) 安全	2	2-3	2-3	2-3	2-3
22) レクリエーション施設	3	2-3	2-3	2-3	2-3
23) 水利権・入会権	3	4	4	4	4

総合評価

2*2

*1 1: 影響大, 2: 影響小, 3: 影響極小または無, 4: 不明

*2 2: 環境影響評価が必要

調査の結果、小さな影響が大気質、水質、騒音・振動、地盤沈下、悪臭、地象、土壌、水象、海、動・植物、景観、廃棄物、歴史・文化記念物、交通、災害、社会経済的状況、安全、レクリエーション施設及び水利権・入会権が初期として評価された。

結論として、フィージビリティ調査の段階において環境影響評価の実施の必要性があると判断された。

1.8 社会・経済の将来フレーム

GDP

政府発表のGDP成長シナリオによると1994年及び1995年のGDP成長率は5%と想定されている。しかし、現在の経済状態や不安定な政治状況、ならびにBIDやCABEIのスタッフとのインタビュー等を検討した結果、将来のGDP平均成長率は、政府発表の5%ではなく、1993年の成長率2.1%より少し高めの2.5%と仮定した。

人口

INECによって予測された地域別の将来人口をもとに、ゾーン別の将来人口を予測した。2010年の各ゾーンの人口は平均で1.6倍に増加すると予測された。ゾーン別人口予測結果を表1-8に示す。

自動車登録台数

車種別の将来の自動車登録台数はGDP、人口等を従属変数とした回帰モデルを用いて予測した。2010年の自動車登録台数は1993年のおよそ1.5倍に達すると予測された。将来の自動車登録台数の予測を表1-9に示す。

再開発による農業生産物の増加

綿花、コーヒー、砂糖、バナナ、米、とうもろこし、ソルガム、豆などの主要農産物の生産量が政府の農業再開発戦略を基にして予測された(表1-10参照)。再開発戦略による農産物の増分が交通量に変換され、開発交通量として予測された。

表1-8 ゾーン別人口予測 (1995 - 2025)

Zone	Area (km ²)	No of Municipality	1995	2000	2005	2010
1	5,711	5	48,233	56,202	64,605	73,218
2	1,557	9	134,986	157,236	180,691	204,741
3	598	1	17,626	20,532	23,595	26,736
4	929	4	170,473	198,572	228,195	258,564
5	6,378	8	154,960	180,637	207,699	235,445
6	4,244	6	132,958	154,994	178,214	202,024
7	11,261	4	125,500	146,289	168,205	190,672
8	1,050	8	170,556	198,669	228,298	258,682
9	209	6	82,489	96,083	110,415	125,109
10	381	3	149,841	174,539	200,575	227,269
11	683	1	1,039,030	1,209,300	1,388,847	1,572,924
12	1,637	2	88,535	103,044	118,345	134,032
13	1,520	4	91,896	107,027	122,979	139,335
14	7,003	9	294,020	342,426	393,460	445,784
15	11,986	4	78,991	92,004	105,720	119,787
16	12,040	2	37,618	43,817	50,350	57,050
17	3,375	6	318,163	370,610	425,898	482,581
18	1,732	4	67,261	78,349	90,038	102,022
19	2,335	6	186,789	217,816	250,513	284,035
20	9,755	7	196,131	228,422	262,467	297,372
21	49	1	25,252	29,416	33,805	38,306
22	2,697	6	268,405	312,649	359,288	407,108
23	2,180	6	75,616	88,080	101,221	114,695
24	1,602	9	107,715	125,606	144,462	163,793
25	3,123	11	135,996	158,585	182,394	206,799
26	1,762	1	659	767	881	997
27	4,648	2	47,080	54,883	63,107	71,538
28	11,498	3	27,626	32,205	37,030	41,978
29	8,133	1	27,855	32,444	37,283	42,243
30	0	0	0	0	0	0
31	1,352	4	100,345	116,793	134,134	151,916
32	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0
Total	121,428	143	4,402,605	5,127,996	5,892,714	6,676,755

Source : Estimation of Total - INEC "Projection of Population 1950-2025", December 1992
 Estimation by zone - The JICA Study Team

表1-9 将来の自動車登録台数の予測 (2000年、2010年)

Vehicle Type	1993	2000	2010	2000/1993	2010/1993
Passenger Car	70,030	79,146	91,953	1.130	1.313
Mini Bus	2,072	1,649	1,622	0.796	0.783
Large Bus	3,408	3,724	5,502	1.093	1.614
Pick-up	43,712	47,417	54,825	1.085	1.254
Medium-size Truck	15,680	24,339	41,234	1.552	2.630
Heavy Truck	1,024	1,686	2,930	1.646	2.861
Others	3,914	6,340	9,812	1.620	2.507
Total	139,840	164,301	207,878	1.175	1.487

表 1 - 10 農業生産物の予測

Production	1993	2000 Target	2000 Normal	2010 Target	2010 Normal
Coffee	974.0	1,344.2	1,157.8	2,128.0	1,482.1
Cotton	2,700.0	3,673.0	3,209.0	5,700.0	4,108.0
Sugar	2,828.0	2,666.9	2,856.9	2,452.5	2,898.7
Banana	3,840.0	5,409.1	3,879.2	8,824.7	3,936.0
Rice	2,280.0	2,543.0	2,710.0	2,973.0	3,469.0
Maize	6,846.0	7,573.9	6,916.0	8,750.0	7,017.2
Sorghum	2,365.2	2,785.6	2,389.4	3,519.0	2,424.3
Beans	1,596.0	1,802.3	1,612.3	2,144.0	1,635.9

Note : Normal - Projection with a GDP growth rate of 2.5%.
Target - Projection with the government's modified target

1.9 将来の交通需要

(1) 将来の交通需要予測の手順

将来の交通需要は図 I - 3 の手順に従って予測された。

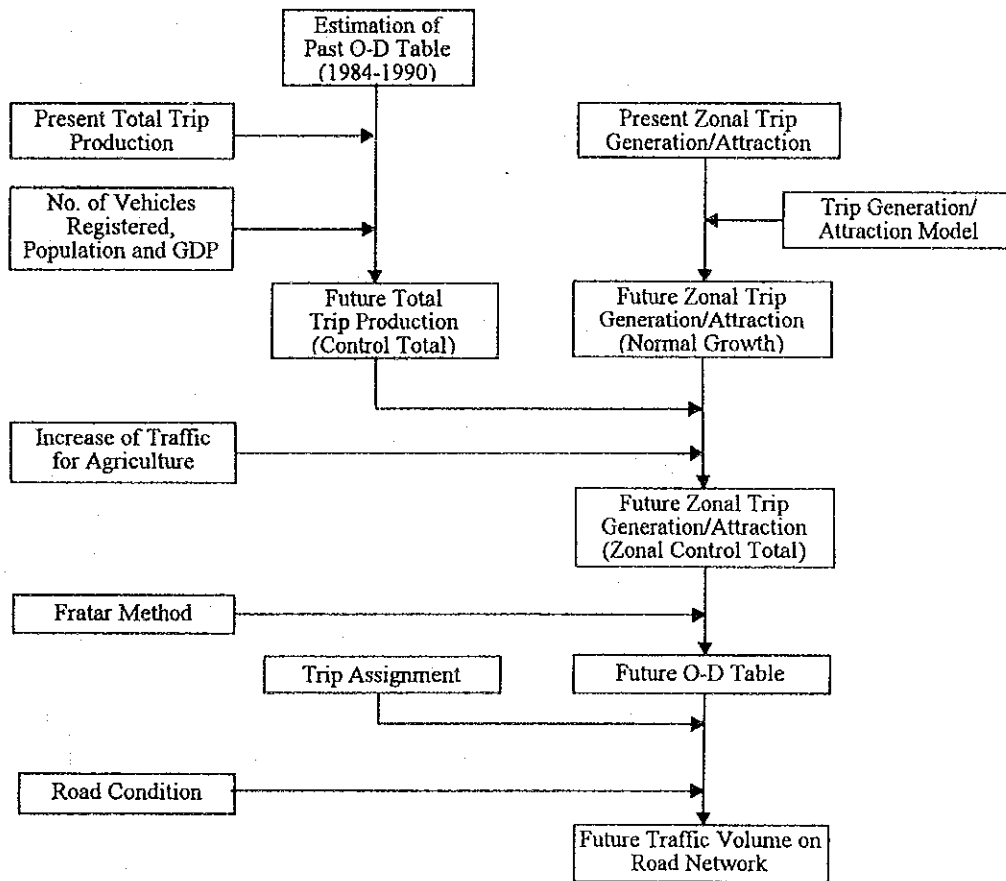
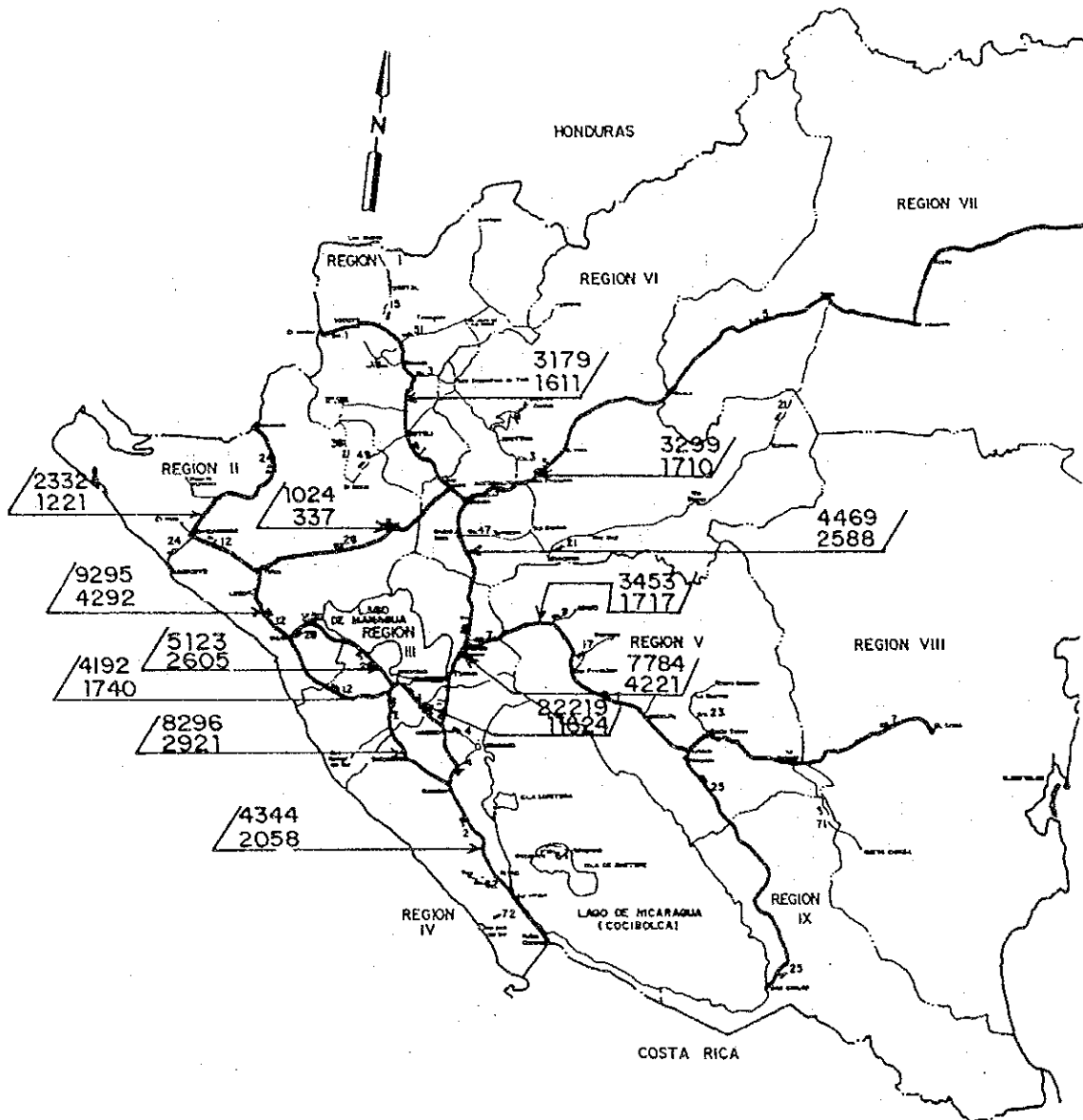


図 I - 3 将来の交通需要の予測フロー

(2) 将来交通量の配分

生成交通量ならびにゾーンの発生・集中量は回帰モデルを用いて予測された。2010年の総トリップ数は1993年の30,825トリップから65,164トリップへと2.1倍増加している。このトリップに前述の農業再開戦略によるトリップの増加分が付与され、将来OD表が作成された。この将来OD表を用いて道路ネットワーク上に交通量がQV法でもって配分された。対象道路上の交通量は図I-4に示されている。マナグアー-マサヤ間は、1993年の11,624台/日から、2010年には22,219台/日へと増加すると予測された。



図I-4 将来交通量

1.10 道路網改良計画

(1) 道路網改良の基本方針

マスタープラン策定は図I-5に示されている手順に従っておこなわれた。調査の目的を達成するために、道路区分、道路機能、サービスコンディションの3つの基本方針のもとで、マスタープランが策定された。

道路区分

対象幹線道路を規格の高い順にT.P.-I、T.P.-II、T.S.-I、T.S.-II、C.P.-I、C.P.-II、C.S.、C.V.の8つに分類することとした。設定した各道路等級の規格を表I-11に示す。

表I-11 道路区分

Classification	Description	Urban Towns and Population	Traffic flow ADT(veh/day)	Distance of Travel	Design Speed			Remarks
					Flat	Hilly	Mountainous	
T.P.-I	Troncal	More than 100,000	More than 5,000	Long	100	80	60	
T.P.-II	Principal	50,000-100,000	1,500-5,000	Distance	80	60	40	National
T.S.-I	Troncal	25,000-50,000	500-1,500	Significant	80	60	40	
T.S.-II	Secundaria	10,000-25,000		Distance	60	50	30	Department
C.P.-I	Colectora	5,000-10,000	250-500	Short	60	50	30	
C.P.-II	Principal			Distance	50	40	30	Department
C.S.	Colectora	Until 5,000	100-250	Relatively Short	50	40	30	
	Secundaria			Distance				
C.V.	Camino	Less than 1,000	Less than 100	Very short	40	30	20	
	Venales			Distance				

道路機能ランキング

対象道路はその道路機能の観点から以下の4ランクに分けた。

ランク a: 南北幹線道路

ランク b: 東西幹線道路

ランク c: 商工業地区ないし港へのアクセス道路

ランク d: その他の道路

サービスコンディション

道路の快適性、利便性といった要素の総称としての”サービスコンディション”が調査され、AASHTO基準に準じ各対象道路のサービスコンディションが5段階で評価された。

上記3つの改良基本方針に基づき道路網内の各道路の改良レベルが各リンク間の距離、都市人口、交通量、基本機能及びサービスレベルを勘案して検討された。

(2) 道路ネットワーク評価の前提

道路ネットワークの評価は”サブネットワーク”の概念を導入し、そのもとで行われた。サブネットワークは以下の7つである。

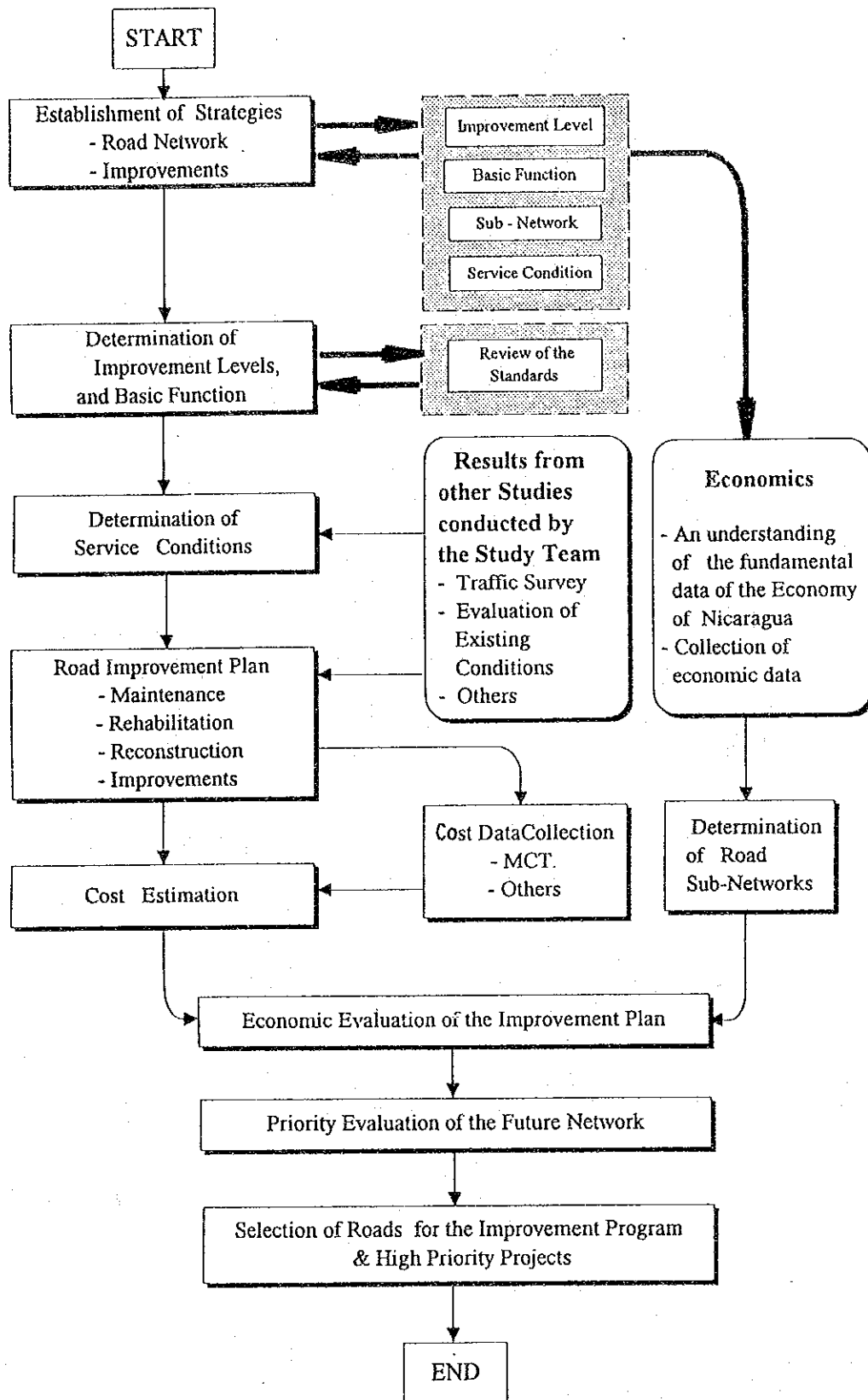


図 1-5 マスタープランの策定手順

表I-12 サブネットワーク

サブネットワーク	含まれる主要都市
1	Managua
2	Rivas
3	Leon, Chinandega
4	Esteli, Jinotega
5	Telica, Sebaco
6	San Benito, El Lama
7	Matagalpa, Puerto Cabezas

(3) 費用の積算

策定された改善計画をもとにサブネットワークごとに費用の積算を行った。サブネットワーク別の費用は表I-13のとおりである。

表I-13 サブネットワーク別の費用

サブネットワーク	道路費用	橋梁費用	合計 (1,000C \$)
1	354,979	10,500	365,479
2	93,615	56,700	150,315
3	503,298	50,000	553,298
4	481,280	118,000	599,280
5	132,982	0	132,982
6	615,801	22,000	637,801
7	507,496	0	507,496
合計	2,659,451	257,200	2,946,651

(4) 経済評価

ネットワーク別の経済評価の結果は表I-14に示してある。サブネットワーク1がIRR、NPV、B/Cの3つの経済指標のすべてに対して最も高い値を示した。

表I-14 サブネットワーク経済評価

サブネットワーク	IRR (%)	NPV (1,000C \$)	B/C
1	28.1	507,596	3.03
2	25.7	106,192	2.61
3	19.1	300,371	1.76
4	2.5	-249,428	0.38
5	8.7	-23,150	0.74
6	-	-346,450	0.17
7	-	-317,808	0.04

(5) 将来の道路網の優先順位

将来の道路網は以下のサブネットワークのウェイトや関連する要因に対するウェイトによって優先順位付けがおこなわれた。

サブネットワーク	ウェイト
1	30
2	15
3	15
4	15
5	15
6	5
7	5

要 因	ウ ェ イ ト
等級機能	30
機 能	50
サービス コンディション	20

各道路区間は下記の式により得られた優先値をもって評価された。

$$Pri_j = W_t X C_i / C T_j$$

ここで、

- Pri_j : サブネットワーク j 内、道路区間 i の優先値
- W_t : トータルウェイト
- C_i : 道路区間 i の km 当りのコスト
- $C T_j$: サブネットワーク j の km 当り平均コスト

$$W_t = W_c + W_f + W_s$$

ここで、

- W_t : トータルウェイト
- W_c : 道路区分のウェイト
- W_f : 道路機能ランキングのウェイト
- W_s : サービスコンディションのウェイト

上記の優先値により各道路区間は以下のように評価された。この結果を図 I-6 に示した。

(6) マスタープランの策定

道路網改良計画の評価結果をもとに、次のような短期, 中期, 長期の期別実施計画を策定した。

1) 短期計画

上記評価が"Middle - High" 以上の道路区間の改修/改良を極力早い時期に実施する。

2) 中期計画

上記評価が"Middle" 以上の道路区間の改修/改良を西暦 2000 年までに実施する。

3) 長期計画

上記評価が"Low" である道路区間の改修/改良を西暦 2010 年までに実施する。

各期の改修/改良延長及びコストは表 1-15 のとおりとなった。

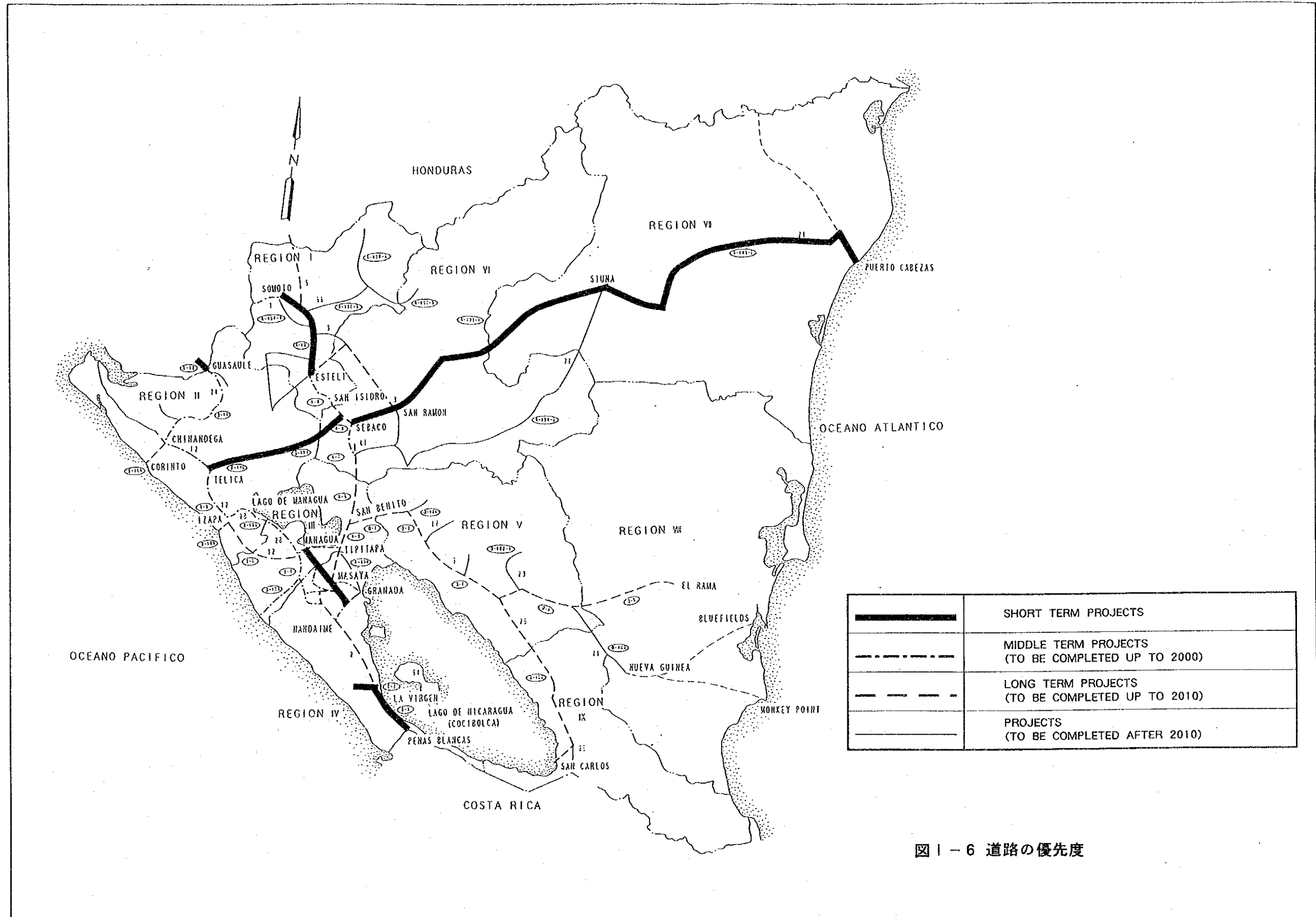


図1-6 道路の優先度

表I-15 短期、中期、長期計画概要

期間	道路延長(km)	費用(千コロン)	km 当りコスト(千コロン)
短期	708.5	1,209,264	1,707
中期	383.8	480,408	1,252
長期	858.3	1,256,979	1,464
合計	1,950.6	2,946,651	1,511

(7) 優先プロジェクトの選定 (フィージビリティスタディ実施対象区間の選定)

上記で策定された短期計画に包括された道路区間の中から優先プロジェクトを選定し、フィージビリティスタディを実施することとする。優先プロジェクトは次の条件にて選定した。

- 1) 国際機関ないし他国の援助にて実施予定のプロジェクトに包括される道路区間を除外する
- 2) 在ニカラグア日本大使館の設定した立入り禁止区域に包括される道路区間を除外する
- 3) 幹線道路内の区間を優先する

上記1) 及び2) に該当する道路区間を除外すると、表I-16に示す道路区間に絞られる。

表I-16 フィージビリティスタディ実施候補区間

1) Nandaime - Guanacaste	(A - 1)
2) Guanacaste - Catarina	(A - 2)
3) Catarina - Masaya	(A - 3)
4) Masaya - Managua	(C - 2)
5) Rivas - Tola	(B - 103)
6) Telica - La Cruz de la India	(B - 110)
7) La Cruz de la India - San Ishidro	(B - 111)
8) Chinandega - El Viejo	(B - 115)

さらに3) のフィルターによって、“Rivas - Tola” および“Chinandega - El Viejo” は準幹線道路とみなされるため除外した。

他方、幹線道路(セントラルアメリカンハイウェイもしくは国道1号線)の連続性の観点から、上記区間に接続する以下の道路区間についても同時に改良を実施する(フィージビリティスタディを実施する)ことが望ましいと考えられる。

- 1) Tipitapa - San Cristobal 交差点
(Tipitapa - Managua、往復2車線区間)
- 2) Masaya - Tipitapa
- 3) Tipitapa - San Benito

結論として、次のようにF/S実施対象区間を表I-17に示す4つのプロジェクト道路としてまとめ、F/Sを実施することとする。また、当該プロジェクトの位置を図I-7に示す。

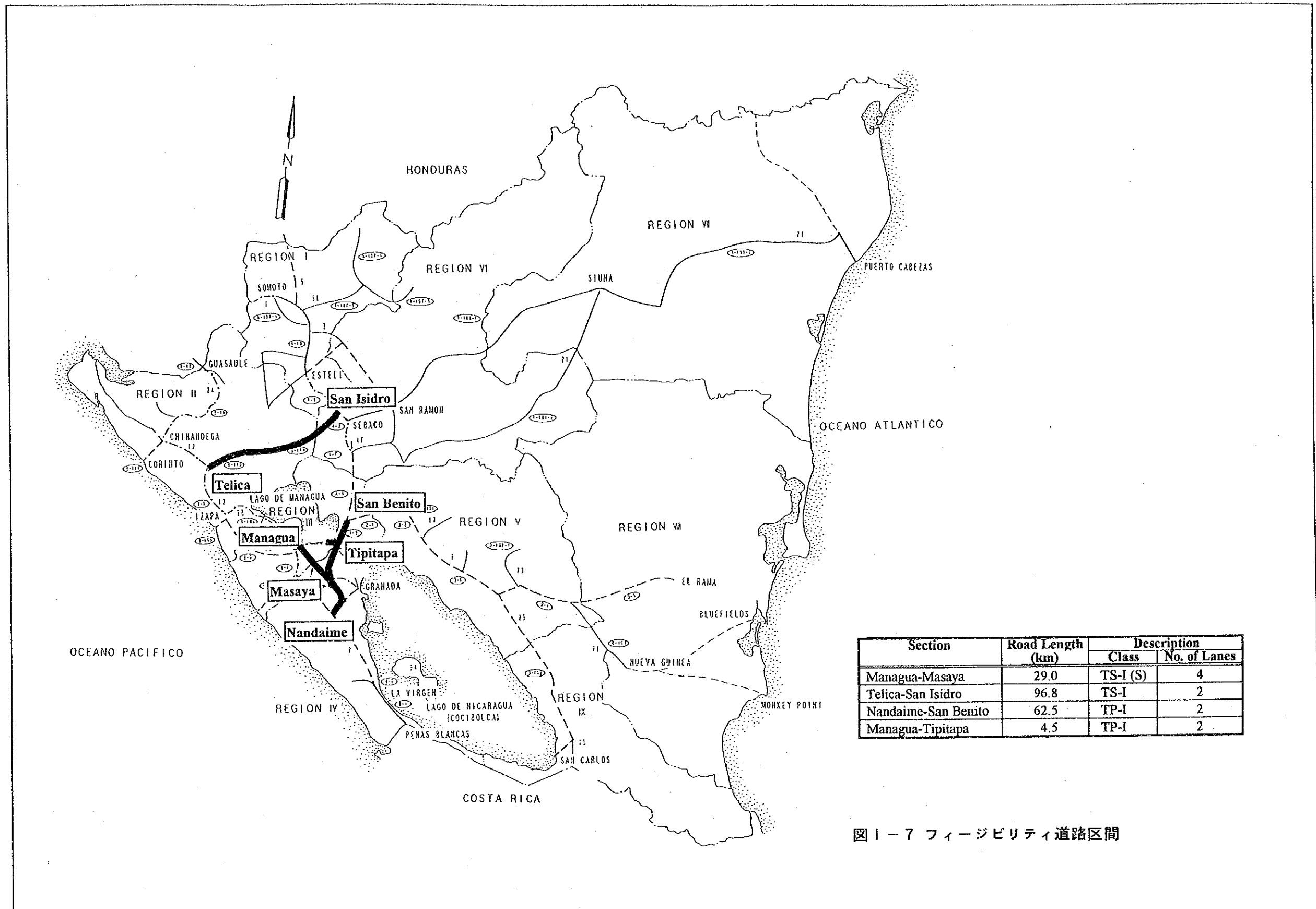


図1-7 フィージビリティ道路区間

表I-17 F/S実施対象区間

プロジェクト道路	延長 (km)
Masaya - Managua	29.0
Telica - San Isidro	96.8
Nandaime - San Benito	62.5
Tipitapa - Managua	4.5
合計	192.8

(8) 道路網内の既存橋梁に対する考察

前節で選択された道路改良ならびにリハビリプロジェクトは、緊急に実施されることが要求されている。しかし、道路上の既存橋梁に対しては、以下の考慮が払われることが望まれる。

一般的に言えば、既存橋梁のほとんどが1930年代後半から1940年代の前半にかけて建設されたもので、そのうちのいくつかは、交通の荷重や設計容量が現実と比べ小さく設計されているため、かなり損傷をきたしてきている。また橋梁幅員が道路幅員と比べ狭くなっているため、交通流のボトルネックとなっている橋も多く見られる。

この観点から表I-18に掲げた橋梁については、補修、架け替えが必要と考えられた。

表I-18 架け替えを必要とする橋梁

Route No.	Bridge Name	Width(m)	Length(m)	Structure
Group I				
NIC-4	La Morita	7.0	9.0	RC-slab
NIC-4	El Arroyo	7.0	24.3	PCI
NIC-4	Mayaris	7.4	20.4	Simple Steel H Beam
NIC-4	El Arroyo No.1	7.0	20.0	PCI
NIC-26	Estero Real	7.0	58.0	RCT
NIC-26	El Guarumo	7.0	60.0	Two RC Slab + Two Girder
Group II				
NIC-2	Ochomogo	7.4	54.0	Truss
NIC-2	Gil Gonzales	7.4	37.0	Variable RCT
NIC-2	Las Lajas	7.4	47.0	Truss
NIC-7	Las Banderas	6.3	119.0	Truss+Five RCT
NIC-7	La Tonga	6.1	87.0	Truss+Two Plate Girder
NIC-12	Río Leona	7.4	18.5	Simple RC Two Girder
NIC-12	Telica	8.9	25.5	Simple RC Two Girder
NIC-12	Las Lanos	7.4	29.5	Three RC Slab
NIC-12	Cinco Cruces	7.5	26.7	Two RC Slab
NIC-24	La Pavona	7.4	16.2	Simple Two Girder
NIC-24	Río Negro 1	7.4	64.6	Four RCT Beam
NIC-24	Río Negro 2	7.4	60.0	Three RCT Beam
Group III				
NIC-1	Las Maderas	6.0	30.0	Truss
NIC-1	Sébaco	6.0	37.2	Tied Arch
NIC-1	El Venado	9.5	72.3	Simple Three PCT Beam

Note: RCT - Reinforced Concret T Section

PCT - Prestressed Concrete T Section Beam

PCI - Prestressed Concrete I Section Beam

上記の表におけるグループの意味は次のとおりである。

グループⅠ：

F/S対象区間にある橋梁

グループⅡ

国際機関ないし他国の援助にて実施予定のプロジェクトに包括される道路区間にある橋梁

グループⅢ

グループⅠ、Ⅱのいずれにも該当しない橋梁

グループⅢに関しては、より詳細な調査が必要である。ニカラグァ国において国際機関や他の援助国が実施する道路の改良プロジェクトやリハビリプロジェクトをみると、資金の制約から橋梁はこれらのプロジェクトから除外され、他の国や機関に委ねられる傾向が見られる。グループⅡの橋が位置する道路を改善するプロジェクトが今後実施される時は、限られた資金を有効に利用する意味から、橋梁は他の資金供給機関や資金供給国のプロジェクトとすることを考慮するよう提言する。

II. フィージビリティ調査

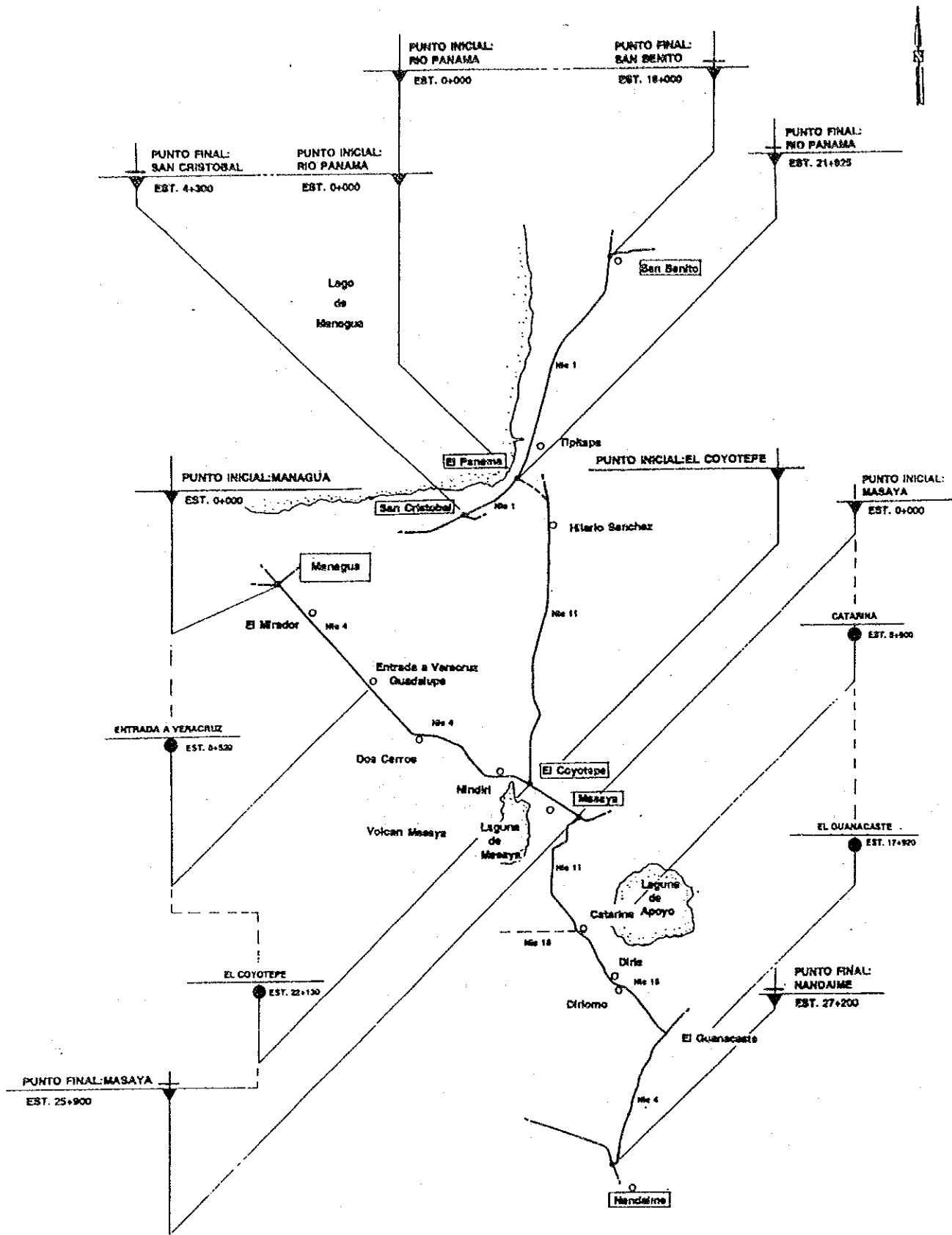
II.1 序

(1) 調査の目的

フィージビリティ調査の目的はマスタープランステージで選択された道路に対し、技術的・経済的・社会的な観点からプロジェクトの実施可能性について評価することである。対象道路を表II-1および図II-1に示す。

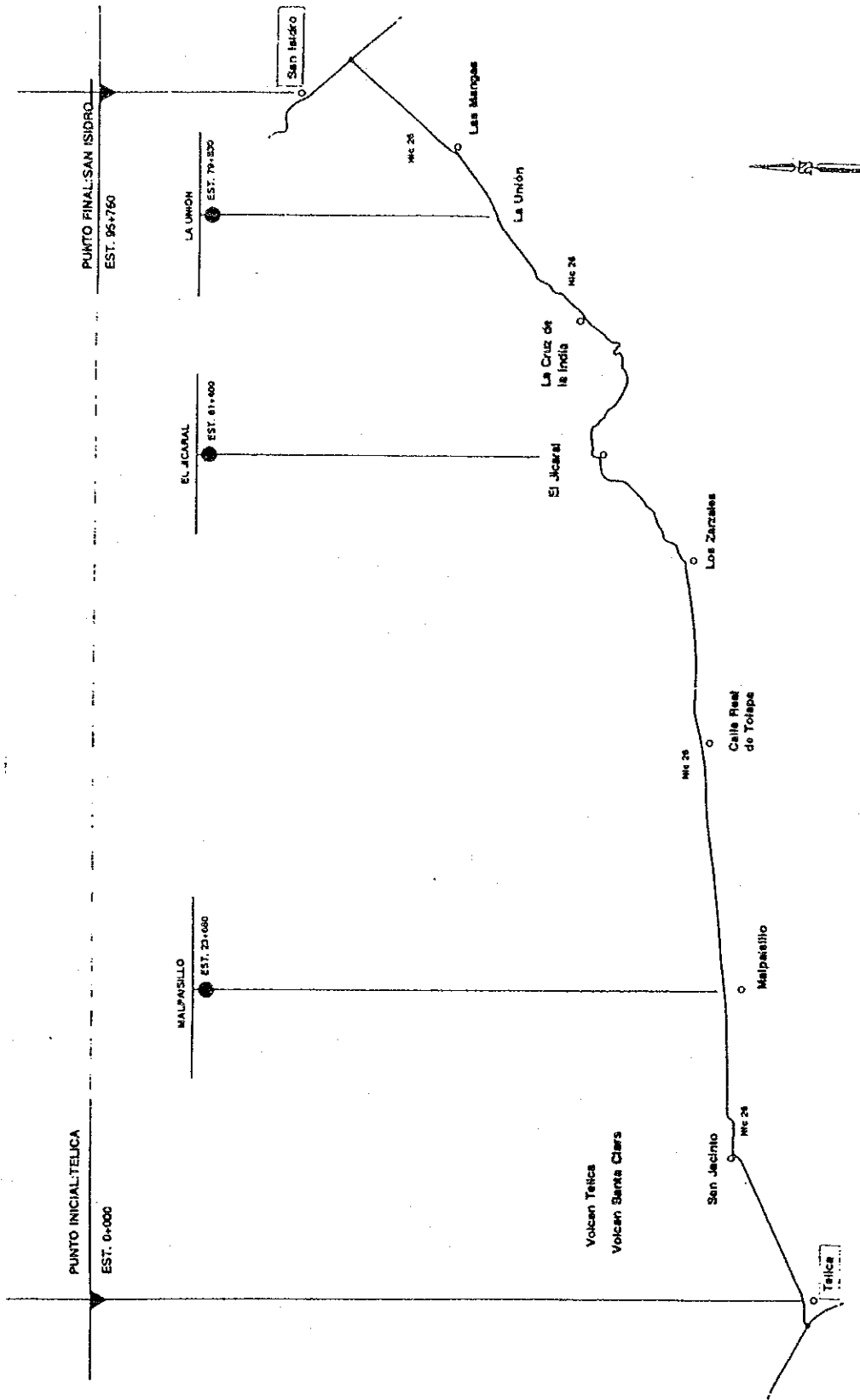
表II.1 フィージビリティ調査における調査対象道路

Project Road	Section	Length (km)
Managua - Masaya	Managua(Est.0+0) - Entrada a Ticuantepe (Est.8+520)	8.520
	Entrada a Ticuantepe (Est.8+520) - El Coyotepe (Est.22+130)	13.610
	El Coyotepe (Est.22+130) - Masaya (Est.25+900)	3.770
	Total	25.900
Managua - Tipitapa	Rio Panamá (Est.0+0) - San Cristobal (Est.4+300)	4.300
Nandaime - San Benito	Masaya (Est.0+0) - Catarina (Est.8+600)	8.600
	Catarina (Est.8+600) - El Guanacaste (Est.17+920)	9.320
	El Guanacaste (Est.17+920) - Nandaime (Est.27+200)	9.280
	El Coyotepe (Est.0+0) - Río Panamá (Est.21+295)	21.295
	Río Panamá (Est.0+0) - San Benito (Est.16+0)	16.000
	Total	65.125
Telica - San Isidro	Telica (Est.0+0) - Malpaisillo (Est.23+680)	23.680
	Malpaisillo (Est.23+680) - El Jicaral (Est.61+400)	37.720
	El Jicaral (Est.61+400) - La Unión (Est.79+830)	18.430
	La Unión (Est.79+830) - San Isidro (Est.95+760)	15.930
	Total	95.760
Total Length of the Project Roads		191.085



NANDAIME-SAN BENITO, MANAGUA-MASAYA

図 II - 1 (1) 調査対象道路



TELICA - SAN ISIDRO

图 11-1 (2) 调查对象道路

II.2 調査対象道路の現状

F/S対象道路について以下の調査・検討を行った。

- 1) 道路の機能の検討
- 2) 道路調査（問題点の把握）
- 3) 地質・土質調査
- 4) 水文調査
- 5) 測量調査

(1) 道路の機能

調査対象道路のニカラグァ国道路網の中での機能は次表に示されているとおりである。

調査対象道路の機能

道 路	道路の分類	道路区分	主 要 機 能
マナグア－マサヤ	主要幹線	国道4号	南北幹線道路
マナグア－ティピタオパ	主要幹線	国道1号	南北幹線道路
ナグダイメ－サンベニト	主要幹線	国道1,4,11,8号	南北幹線道路
テリカー－サンイシドロ	準幹線	国道26号	東西幹線道路

(2) 道路調査

適切な改良計画の策定のため、種々の観点から道路調査を実施した。道路調査の項目は路面、排水、法面、横断面、平面及び縦断線形、橋梁、排水構造物である。

調査の結果、対象道路の各区間は以下の現況特性をもつことが判明した。

1) Managua – Masaya

Managua – Entrada a Ticuantepe – El Coyotepe

Managua – Masaya道路の始点にあるColonia Centro America交差点はManagua市の主要交差点となっている。ピーク時の午前7時から8時には顕著な交通渋滞を引き起こし、次のような種々の問題点がある。

- ・右折車用減速車線が確保されていないことから、交通流にしばしば支障が生じている。
- ・歩行者のための考慮がなされていない。
- ・左折用車線が確保されていないことから、交差点の信号処理が充分機能していない。

El Coyotepe – Masaya

本区間の路面は多くの箇所非常に損傷しているため、その区間で交通渋滞を引き起こしている。

2) Managua – Tipitapa

Rio Panama – San Cristobal

本区間の路面の損傷がかなり進行しており、特に縦断方向の”わだち掘れ”が多くの箇所で見られる。

3) Nandaime – San Benito

Masaya – Catarina – El Guanacaste

本区間は全線にわたり縦断、平面線形に問題のある箇所が連続している。路面はアスファルトコンクリートで施工されているにもかかわらず、十分な維持・管理がなされていないため劣化が進行し、非常に損傷している。

Guanacaste – Nandaime

本区間には現道に並行して Agua Agria 川が蛇行しており、そのため法面侵食が多くの箇所に見られる。

El Coyotepe – Rio Panama

路面状況は現在のところ特に問題がないと判断されるが、本区間は2層式表層処理で施工されているため、近い将来、損傷していくことが考えられる。

Rio Panama – San Benito

本区間は2層式表層処理で施工されているため、路面の損傷が進行している。

4) Telica – San Isidro

Telica – Malpaisillo

本区間は比較的交通量が少ないにもかかわらず、1層式表層処理で施工されていることから路面の損傷が進行している。

Malpaisillo – El Jicaral

Telica – Malpaisillo 区間と同様の理由から路面の損傷が若干進行している。

El Jicaral – La Union

当区間の内、Las Pilas – Cristalito 間は山岳部にあるため平面、縦断線形上、問題のある箇所、法面崩壊箇所が点在している。

La Union – San Isidro

Telica – Malpaisillo 区間と同様の理由から路面の損傷が若干進行している。

(3) 地質・土質調査の要約

地質・土質調査は、1993年の9月13日から10月31日の間に行われた。野外作業の概要は、

イ) 橋脚及び護岸擁壁の基礎のための標準貫入試験を伴った物性調査ボーリング

ロ) 切り・盛り土（含む護岸）地点の地質調査及び地質調査ボーリング

ハ) 路盤材調査・サンプリング

ニ) 路床盛り土材調査・サンプリング

ホ) 現道路路盤・路床調査（断面スケッチ及び試料の採取）

それぞれの目的に応じて採取された試料は、必要項目について室内試験を実施した。

物性調査ボーリングは、Managua-Masaya区間については、3箇所10本、総延べ156.54m（貫入計92回）が橋脚基礎調査のため、Guanacaste-Nandaime区間については、4箇所10本、総延べ201.54m（貫入計302回）が橋脚基礎及び護岸擁壁基礎のため実施された。

切り・盛り土地点の調査については、Managua-Masaya道路上のEl Arroyo橋北側切り割りでは地表地質調査が、また、Telica-San Isidro道路のKm 172地点では、3箇所4本、総延べ56.46m

の地質ボーリングと地表地質踏査が、同道路のKm 166地点では、3箇所5本、総延べ66.70mの地質ボーリング（内1本は護岸基礎調査を兼ねる）と地表地質踏査が、それぞれ行われた。調査結果に基づきそれぞれの箇所における切り・盛り土の難易性、法面安定のための勾配の決定等が行われた。

路盤材調査地点としては、Managua以東についてVeracruzのPROINCO社採石場が、Telica-San Isidro道路についてChinandega東方の建設省傘下BOCのCosmapa採石場（いずれも玄武岩）がそれぞれ選ばれ、試料の採取（各50Kg2個）と単位体積重量、粒度、吸水率、Los Angelesすり減り試験を実施した。その結果いずれの材料も舗装及び路盤材として使用可能である。

路床材調査地点としては、Managua以東についてTipitapa-Masaya道路脇のSan Luis採土場が、Telica-San Isidro道路では、Telica東方約10KmのSan Jacinto採土場が、それぞれ選ばれ、穴掘りによる試料の採取（各30Kg2個）とそれらの室内試験（Atterverg限界、粒度分布、CBR試験）が行われた。いずれの試料共CBR試験値が使用規格限界ぎりぎりの最低値をしめしており、限られた材料しか使用できないと思われる。

現路盤・路床の調査のため、すでにMCTで調査が終わっているManagua-Masaya区間を除き、総計20箇所が選ばれた。調査は、縦・横各1m、深さ1.5mの手掘りピットにより行われた。路盤・路床材の採取と共にピット断面のスケッチと材料別の計測が行われた。試料はラボに送られ、自然含水率、Atterverg限界、粒度分布及びCBR試験を実施した。試料の内、Tipitapa-Masaya区間で1箇所、Telica-San Isidro区間で2箇所がCBR値で5%以下を示した。その他はグループ・インデックスで18-20を示している。従って、軟弱地盤等の問題はないと判断した。

(4) 水文調査

設計流出量は下記の合理式で推計した。

$$Q = 1/3.6CIA$$

ここで、

- Q : 設計流出量 (m³/sec)
- C : 流出係数
- I : 設計降雨強度 (mm/hr)
- A : 集水面積 (km²)

設計降雨強度は各地の降雨強度曲線より導き、流出係数及び流達時間は各流域の流出特性より推計した。

確率洪水の推計は既存橋梁の開口部が充分であるかのチェック、修復対策へのデータ提供を目的として行なった。

洪水推計は比較的広い集水面積を持つ河川と交差する地点（橋梁部）、El Guanacaste - Nandaime 区間の侵食部について行なった。

また、洪水確率年は50年と設定した。上記洪水推計地点には洪水記録が存在しないため、El Tamarindo 水位観測所のデータを参照の上、推計した。

各地点の50年確率洪水推計の結果を表Ⅱ-2に示す。

表Ⅱ-2 各地点の50年確率洪水の推計

(Unit: m³/sec)

Project Road	Location	Drainage Area (km ²)	Probable 50-year Flood Peaks (m ³ /sec)
Managua-Masaya	Sta. 8+170	86	406
Nandaime-San Benito (El Guanacaste-Nandaime)	Sta. 21+350	60	358
	Sta. 25+200	93	396
	Eroded Section	94	477
Telica-San Isidro	Sta. 23+200	8	76
	Sta. 45+970	38	246
	Sta. 54+480	10	100
	Sta. 61+430	424	1,592
	Sta. 66+810	7	65
	Sta. 68+180	52	328
	Sta. 94+205	47	269

* Sta. __+__ は、観測地点の位置を意味する。

(5) 測量調査

本フィージビリティスタディに必要なデータ、特に道路幾何構造設計のため測量調査を実施した。

実施内容は下記のとおりである。

- 1) 縦断及び横断測量
 - ・ 中心線測量 200 km
 - ・ 主要点水準測量 200 km
 - ・ 横断測量
- 2) 1万分の1地形図編纂 40 km²
- 3) 地形測量 (縮尺: 1千分の1) 100 ha
- 4) 既設排水構造物調査
- 5) Colonia Centroamerica 交差点部横断測量

その詳細は以下のとおりである。

1) 縦断及び横断測量

中心線測量

27点のGPSコントロールポイントを設定、これらGPSポイントをトラバース測量で結節し、それをベースに現道上で実施した。

主要点水準測量

既存のベンチマークを参照して現道中心線上で200m毎に実施した。

横断測量

平坦部で500m毎、丘陵部で200m毎に120m幅にて実施した。

2) 1万分の1地形図編纂

1万分の1地形図は既存5万分の1地形図の拡大図をベースに作成、編纂した。等高線については上記横断測量結果で修正するとともに、縦断測量、既設排水構造物調査といった他の地上

測量結果をも反映させた。

3) 地形測量 (縮尺: 1千分の1)

上記1万分の1地形図に加え、Telica - San Isidro道路の内、山岳部のLas Pilas - Cristalito間について別途地形測量を実施し、1千分の1地形図を作成した。

4) 既設排水構造物調査

5箇所の既存橋梁部,1箇所の河川堤防侵食部について当該調査を実施、同時に河川横断測量を3河川,河川縦断測量を1河川について実施した。

5) Colonia Centroamerica交差点部横断測量

当該交差点へのアプローチ部で100m毎に横断測量を実施した。

II.3 交通需要

マスタープランで作成された現在と将来のOD表は、F/S調査対象道路の交通量を把握するために分割された。対象道路沿のゾーンは2~4ゾーンに分割したために、OD表は33ゾーンから54ゾーンとなった。

上記のOD表を用いて、対象道路上に交通量の配分を行った。コロニア・セントロアメリカの交差点とそこから2.5km地点 (Est.02 + 410) までの区間の交通量は2010年には43,492台/日と予測された。各対象道路の配分交通量は表II-3と図II-2に示されている。

II.4 環境影響評価

プロジェクト対象地域の環境影響評価は、フィージビリティ調査の段階で実施された。各環境項目について環境現況調査が実施され、2000年及び2010年での予測・評価の検討が行われた。検討の結果、交通状況、大気質、水質、騒音・振動、地象、土壌、植物、景観及び社会状況に僅かな影響が表II-4に示すとおり抽出された。

地象、土壌、植物、景観及び社会状況の環境項目への影響は、環境管理計画の実施により極めて軽微あるいは最小限に留まることが期待できる。しかし、大気質、水質及び騒音は、数カ所で現況より悪化すると予想されるため、モニタリング・システムを設置し、モニタリングの結果に基づいて交通規制を行う必要がある。従って、モニタリングが道路建設及び供用時の環境の保全のために必要であることが提言される。モニタリングの環境項目は大気質、水質、及び騒音からなる。モニタリングの内容を表II-5に示す。

表 II - 3 対象道路の交通量

(Unit :Vehicles/day)

SECTION	YEAR	SMALL VEHICLES	LARGE VEHICLES	TOTAL	RATE OF LARGE LARGE VEHICLES
Managua-Masaya					
Managua	1993	20,307	1,769	22,076	8.0
↕	2000	26,435	2,050	28,486	7.2
↕	2010	40,532	2,960	43,492	6.8
Ent.02+410	1993	8,568	3,056	11,624	26.3
↕	2000	11,178	3,543	14,721	24.1
↕	2010	17,107	5,112	22,219	23.0
Entrada a Veracruz	1993	8,568	3,056	11,624	26.3
↕	2000	11,178	3,543	14,721	24.1
↕	2010	17,107	5,112	22,219	23.0
El Coyotepe	1993	8,914	3,270	12,184	26.8
↕	2000	12,632	4,049	16,681	24.3
↕	2010	18,340	5,621	23,961	23.5
Masaya					
Managua-Tipitapa					
Rio Panama	1993	2,899	1,809	4,708	38.4
↕	2000	4,860	2,489	7,349	33.9
↕	2010	6,218	3,313	9,531	34.8
San Cristobal					
Nandaime-San Benito					
Masaya	1993	1,973	1,362	3,335	40.8
↕	2000	2,624	1,569	4,193	37.4
↕	2010	4,828	2,493	7,321	34.1
Catarina	1993	1,205	785	1,990	39.4
↕	2000	1,629	895	2,524	35.5
↕	2010	3,117	1,482	4,599	32.2
El Guanacaste	1993	1,259	799	2,058	38.8
↕	2000	1,668	899	2,567	35.0
↕	2010	2,606	1,301	3,907	33.3
Nandaime					
El Coyotepe	1993	346	214	560	38.2
↕	2000	1,233	444	1,677	26.5
↕	2010	1,454	571	2,025	28.2
Rio Panama	1993	2,424	1,797	4,221	42.6%
↕	2000	3,134	2,198	5,332	41.2
↕	2010	4,540	3,200	7,740	41.3
San Benito					
Telica-San Isidro					
Telica	1993	173	104	277	37.5
↕	2000	433	265	698	38.0
↕	2010	662	411	1,073	38.3
San Isidro					

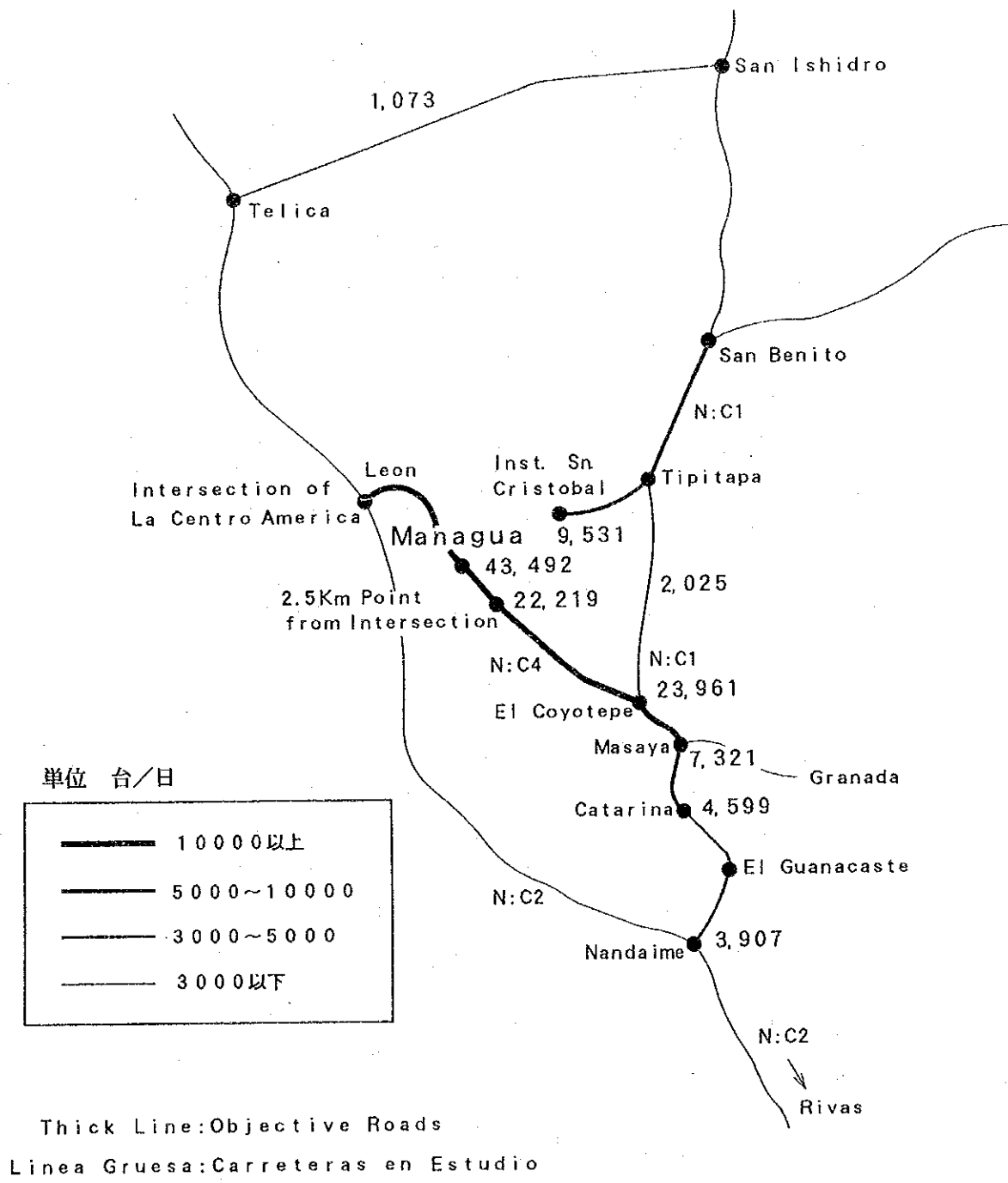


図 II - 2 対象道路の交通量

表 II - 4 総合環境影響評価

Environmental items	: Evaluation		: Countermeasures and monitoring
	: E-1*2	E-2*3	
1. Traffic conditions	: 3 * 1	: 3	: Sidewalk, bus stop, parking area, traffic sign
2. Air quality	: 2 - 3	: 3	: Traffic and speed control, Monitoring system for air pollution
3. Water quality	: 2 - 3	: 3	: Drainage, settling pond for suspended solid
4. Noise and Vibration	: 2 - 3	: 3	: Traffic and speed control, Monitoring system for noise and vibration
5. Land	: 2 - 3	: 3	: Slope protection, planting, sodding, drainage
6. Soil	: 2 - 3	: 3	: Drainage, bank protection
7. Water	: 2 - 3	: 3	: Drainage
8. Flora	: 2 - 3	: 3	: Plantation
9. Landscape	: 3	: 3	: Plantation
10. Social conditions * 4	: 2 - 3	: 3	: Waste disposal, communication, soil dump areas, sidewalk, bus stop

* 1 : 1 : Major influence

2 : Minor influence

3 : Very small or non influence

* 2 : Evaluation of the whole area

* 3 : Integrated evaluation

* 4 : Including wastes, relocation, traffic safety and hazards

表 II - 5 モニタリング

Environmental item	: Components	: Location	: Remarks
Air quality	: NOx, CO, SPM, SOx, HC, O ₃	: Managua - Masaya	: Air pollution monitoring
Noise and Vibration	: dB (A), dB (B)	: Managua - Masaya	: Noise and vibration monitoring
Water quality	: SS	: Construction field	: SS measurement

II.5 概略設計

(1) 基本設計

道路改良計画の基本方針として考慮した事項は以下のとおりである。

1) プロジェクト道路の機能

プロジェクト道路はニカラグァ国道路網内において南北あるいは東西幹線道路として機能させる。Managua - Masaya 道路についてはさらに、郊外部道路としての機能をも考慮した。

2) 設計基準設定での考慮

改良計画策定のための設計基準については、ニカラグァ国での既存基準及びAASHTOでの提言の双方を参照した。

3) 適切な幾何構造設計

設定した設計速度に従って最小平面曲線半径、最大縦断勾配、縦断曲線長等を含めた幾何構造基準を検討した。車線幅員、路肩幅員、中央分離帯幅、歩道幅員等、横断構成要素についてはニカラグァ国既存基準及びAASHTOでの提言を参照した。

平面及び縦断線形については、幾何構造、構造物、排水、土質条件等多岐にわたる観点から検討し、特に下記の点に留意した。

- ・適切な道路線形によって設定した設計速度における安全かつ効率的な交通流を達成する。
- ・平面線形と縦断線形の適切な組合せを考慮する。
- ・プロジェクト道路と交差する現況河川、道路、鉄道等の機能を維持するための対策を考慮する。

4) 路面改良

耐用年数、建設での経済性、内国材の有効利用等を考慮して適切な舗装構造を選定した。

5) 既存橋梁の改良

既存橋梁については新規設計荷重 (HS - 20) に適合すべく改築を考慮することとし、種々の橋梁形式を検討した。

6) 排水施設の復旧・改良

良好な排水処理を目的として、切土部のみならず盛土部の法尻にも側溝を設置することとし、また適切な間隔にてパイプもしくはボックスカルバートの設置を考慮した。

7) 歩道及びバス停留所の考慮

歩行者の安全上の観点から人口密集地区及び学校の付近には歩道を設置することとした。プロジェクト道路沿いの町、集落及び主要交差点にはバス停留所の設置を考慮した。

8) プロジェクトライフ

プロジェクト道路の供用開始は次の条件のもとに2000年と設定した。

- ・融資申請手続等 : 1994 - 1996
- ・入札 : 1996 - 1997
- ・建設 : 1997 - 1999

プロジェクトライフについては供用開始年の2000年より2020年までの20年間とした。

9) 現況道路の拡幅

目標年次2010年における交通需要予測から現況道路は現在の往復2車線道路のままとするが、マナグア-マサヤ区間に関しては、交通容量が不足するため4車線道路に拡幅する。

10) 現況交差点の改良

Managua - Masaya道路の始点には"Colonia Centroamerica" と称する主要交差点があり、Carretera Norte及びMasayaからの交通が集中し、頻繁な交通渋滞を引起こしている。将来交通需要に対応すべく、信号処理のアップグレード、立体交差化といった交差点改良について検討した。

道路等級及び車線数の設定

各プロジェクト道路の等級についてはマスタープランでの検討結果に基づいて設定し、車線数はAASHTO及び日本の"Highway Capacity Manual"での手法にて設定した。その結果を表II-6に示す。

表II-6 道路等級及び車線数の設定

Project Road	Road Class	Design Capacity (veh./hr/lane)	Directional Design Hourly Volume (veh./hr)	Number of Lanes
Managua-Masaya	TP-I (S)	1,400	2,600	4
Managua-Tipitapa	TP-I	800	900	2
Nandaime-San Benito	TP-I	700	800	2
Telica-San Isidro	TS-I	300	100	2

設計基準の設定

設計基準については、ニカラグァ国の既存基準を極力採用することとし、それにカバーされていないものについてはAASHTOでの提言、日本における基準、1989年に実施された"Diagnostic de la Infraestructura Vial del Pais" (以後、1989スタディと称する)における提言等を参照した。

提案した幾何構造基準を表II-7に示す。

表 II - 7 幾何構造基準

Item	Unit	Application							Remarks	
		Managua Masaya	Managua Tiptapa	Nandayma San Benito		Telica San Isidro				
				Masaya Nandayma	El Coyotepe San Benito	Telica El Jicaral	La Unión La Unión	San Isidro San Isidro		
Minimum Right-of-way Width	m	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		
Design speed	Km/hr	80.0	100.0	80.0	100.0	80.0	80.0	80.0	Discussed above	
Lane Width	m	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	-ditto-	
Median	Raised Width	3.0	-	-	-	-	-	-	-ditto-	
	Inner Shoulder Width	0.5x2 sides	-	-	-	-	-	-	-ditto-	
	Median Width	4.0	-	-	-	-	-	-	-ditto-	
Outer Shoulder Width	m	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	-ditto-	
Sidewalk Width	m	5.0	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	-ditto-	
Minimum Stopping Sight Distance	m	120.0	160.0	120.0	160.0	120.0	80.0	120.0	Referred to sight distance for wet pavement on AASHTO recommendation	
Minimum Radius Curvatures	m	255(210)	415(375)	255(210)	415(375)	255(210)	135(115)	255(210)	Referred to AASHTO recommendation	
Maximum Vertical Gradient	%	4(7)	3(5)	4(7)	3(5)	4(7)	6(8)	4(7)	The value of the existing design criteria in Nicaragua was referred from the practical view points, and the parenthesized figure referred to the recommendation on the 1989 Study.	
Rate of Vertical Curvature (K-Value)	Crest	-	48(33)	94(57)	48(33)	94(57)	48(33)	24(18)	48(33)	Referred to AASHTO recommendation
	Sag	-	33(27)	48(38)	33(27)	48(38)	33(27)	21(18)	33(27)	
Crossfall	%	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
Maximum Superlevation	%	6.0(10.0)	6.0(10.0)	6.0(10.0)	6.0(10.0)	6.0(10.0)	6.0(10.0)	6.0(10.0)		

なお、舗装設計については、“AASHTO Guide for Design of Pavement Structure 1986”の手法を適用した。

(2) 幾何構造

道路標準横断は前記で設定された設計基準を勘案して、図 II - 3 (1) ~ II - 3 (3) に示す標準横断を提案した。

また、歩道とバスベイが表 II - 8 に示された道路に設置されるよう提案した。

表 II - 8 プロジェクト対象道路の歩道とバスベイ

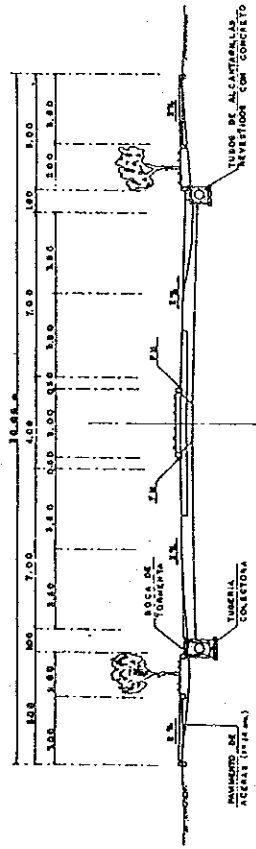
プロジェクト対象道路	歩道 (m)	バスベイ (箇所)
マナグア-マサヤ	14,440	19
マナグア-ティピタパ	-	2
ナンドイメ-サンベニト	16,930	26
テリカーサン・イシドロ	4,230	35
合計	35,600	82

(3) 舗装設計

舗装タイプの選定

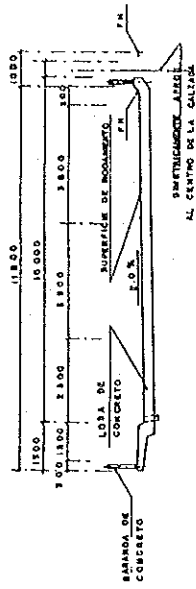
舗装タイプの選定においては、耐用年数、経済性、軟弱地盤地帯の問題、内国材の有効利用、過載車輛への対応等を検討すると共に、かつ、より低い初期投資、短い工事期間、より快適な走行、ニカラグァ国の現在の経済状態等を判断し、たわみ性舗装を採用した。

MANAGUA — MASAYA

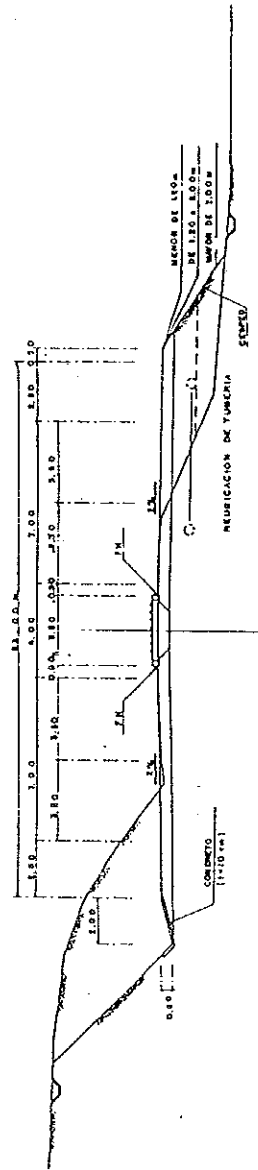


NOTA: INSTALACION DE Bocas DE
FORNENTA A CADA 50M.

SECCION TIPICA CON ACERA
ESCALA 1:100



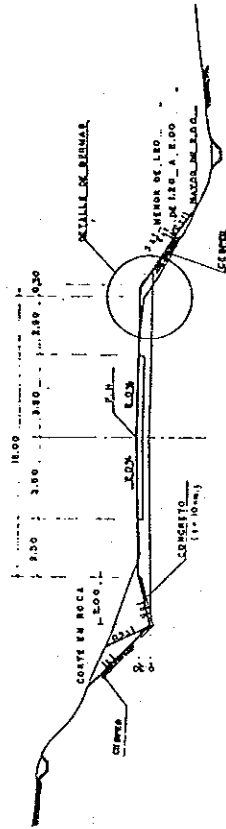
SECCION DE PUENTE
ESCALA 1:100



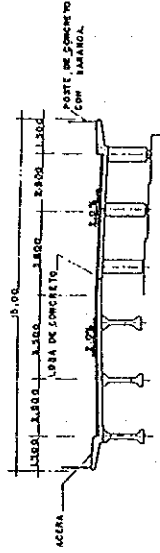
SECCION TIPICA SIN ACERA
ESCALA 1:100

图 II - 3 (1) 道路標準横断

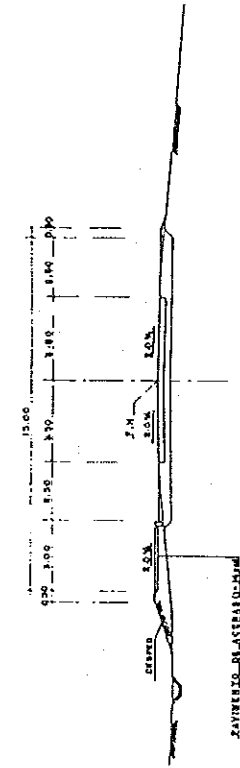
NANDAIME-MASAYA-TIPTAPA-SAN BENITO, TIPTAPA-SAN CRISTOBAL



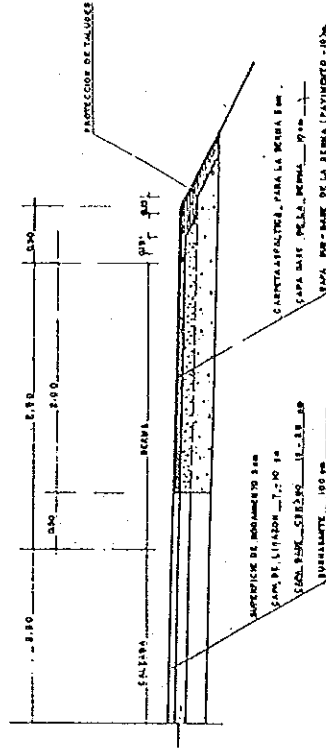
SECCION TIPICA
ESCALA 1:1000



SECCION DE PUENTE
ESCALA 1:100



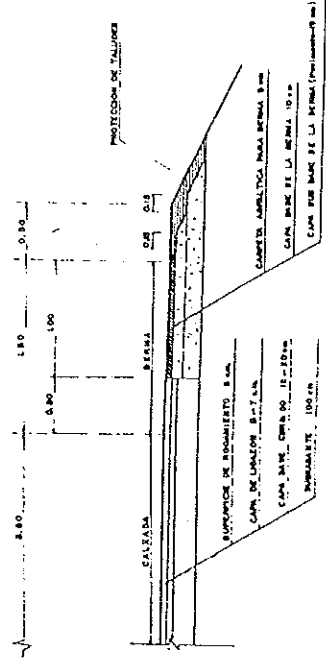
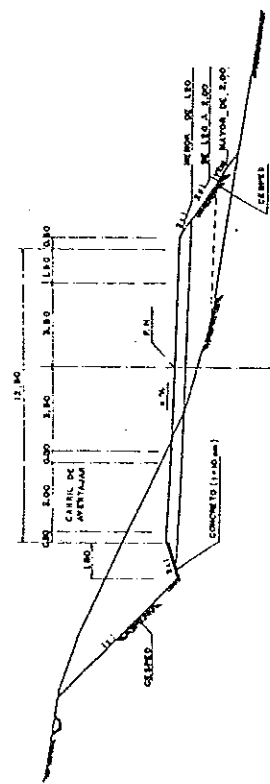
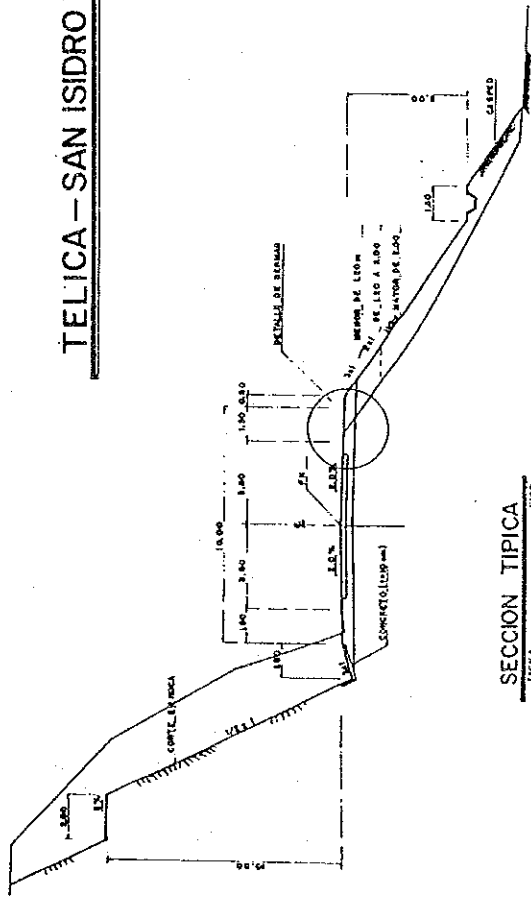
SECCION CON UNA ACERA
ESCALA 1:100



DETALLE DE BERMAS
ESCALA 1:50

图 II - 3 (2) 道路標準横断

TELICA - SAN ISIDRO



DETALLE DEL CARRIL DE AVENTAJAR

DETALLE DE BERMAS

图 II - 3 (3) 道路標準横断

舗装厚の算定

耐用年数は20年を設定する。初期の建設を15年耐用とし、残りの5年間をオーバーレイで対応することとする。また、供用開始年を2000年と設定した。また、交通量予測結果を舗装厚の算定に使った舗装厚の算定結果は表Ⅱ-9のとおりである。

(4) 排水設計

切土や盛土部分に側溝を設置した。また、セラミック・パイプやカルバート・ボックスを適当な間隔で設置した。

(5) 橋梁設計

Managua - Masaya 道路には、La Morita, Est.2 + 250, El Arroyo の3橋があるが、いずれも本道路の拡幅にともない架け替えを要する。

Nandaime - San Benito 道路にある"El Arroyo No.1" 橋は、現況の河床が洗掘されていること、河道の変動により現在の架橋位置が適切でないことから、架け替えを要する。

表Ⅱ-9 舗装厚の算定結果

Design Section	Existing Pavement	Subgrade CBR (%)	New Pavement Thickness (cm)			
			Wearing Course		Base Course (CBR>80%)	Overlay (after 15years)
			Surface	Binder		
MANAGUA-MASAYA						
00+000-25+900	Asphalt Concrete	20	5	10	30	5
MASAYA-NANDAIME						
00+000-15+300	Asphalt Concrete	25	5	10	15	5
15+300-27+200	A. Double Treatment	12	5	10	20	5
MASAYA-TIPITAPA						
00+000-21+925	Asphalt Treatment	13	5	7	20	6
TIPITAPA-SAN BENITO						
00+000-16+000	A. Double Treatment	20	5	10	25	5
TIPITAPA-MANAGUA						
00+000-04+300	Asphalt Concrete	35	5	10	25	5
TELICA-SAN ISIDRO						
00+000-16+800	Asphalt Treatment	54	5	5	15	5
16+800-30+400	Asphalt Treatment	34	5	5	20	5
30+400-32+500	Asphalt Treatment	40	5	5	20	5
32+500-41+800	Asphalt Treatment	31	5	5	20	5
41+800-56+400	Asphalt Treatment	25	5	5	25	6
56+400-92+500	Asphalt Treatment	14	5	5	25	6
92+500-95+760	Asphalt Treatment	37	5	5	20	5

a. 橋梁幅員

橋梁部の幅員は、前後の道路一般部と同様とする。

b. 設計荷重

将来需要に対応すべく、設計荷重は“HS - 20”とする。

c. 下部工

橋台の設計条件は“AASHTO Standard Specification for Highway Bridges”を参照のうえ、設定した。

d. 上部工

橋長については、流出量の検討結果をもとに設定した。床版橋、単純合成桁橋は短スパンに適しており、コストもさほど差はない。これらのタイプはニカラグァ国において多くの実績がある。一方、PCガーダ橋は長スパンに適していると言える。以上のことから、プロジェクト道路上で架け替えを要する橋梁のタイプは次のように設定した。

La Morita 橋 (Managua - Masaya)	: コンクリート床版橋
El Arroyo 橋 (Managua - Masaya)	: 合成桁橋
El Arroyo No.1 橋 (Nandaime - San Benito)	: PCコンクリートガーダー橋

設計条件は“AASHTO Standard Specification for Highway Bridges”を参照して設定した。

(6) 施工計画

施工計画についての検討内容は主として次のものから成る。

- ・ 施工法の設定
- ・ 建設工期の設定

施工法の設定

経済的な施工、短い工期でのプロジェクトの実現のため機械化施工を適用することとした。

土工

盛土工については、部分拡幅（路肩部分の拡幅）の場合、サイドボロウ法を採用し、2車線から4車線への拡幅の場合には、客土を考えるとともに前後区間から発生する掘削土をも極力利用することとした。

舗装工

舗装材については次のように考えることとした。

材料 : 下層路盤 : 砂混じり砂利
上層路盤 : 粒度調整採石

調達先 : Managua - Masaya,
Managua - Tipitapa,

Nandaime - San Benito : PROINCO 採石場, Veracruz

Telica - San Isidro : Cosmapa 採石場

アスファルト混合物については、各プロジェクト道路沿いにアスファルトプラントを設置し調達することとした。

Managua - Masaya 道路拡幅工事

当該拡幅工事は切り廻し施工による段階施工を考えた。

(7) 建設工期の設定

当該建設規模及び必要建設機械、プラント数等を勘案して最大建設工期を3年と考え、図II-3に示すように各プロジェクト道路の建設工期を設定した。

図II-3 対象道路プロジェクトの実施スケジュール

対象道路	区間	1997	1998	1999
MANAGUA - MASAYA	MANAGUA - ENT. TICUANTEPE			
	ENT. TICUANTEPE - EL COYOTEPE			
	EL COYOTEPE - MASAYA			
MANAGUA - TIPITAPA				
NANDAIME - SAN BENITO	MASAYA - CATARINA			
	CATARINA - EL GUANACASTE			
	EL GUANACASTE - NANDAIME			
	EL COYOTEPE RIO PANAMA			
	RIO PANAMA - SAN BENITO			
TELICA - SAN ISIDRO	TELICA - SAN ISIDRO			
	MALPAISILLO - EL JCARAL			
	EL JCARAL - LA UNION			
	LA UNION - SAN ISIDRO			

(8) 維持管理計画

ニカラグァ国においては、道路の維持補修を実施期間や実施規模に区分して実施していない。このため、道路の損傷をきたす原因となっている。適切な維持管理を行なうことにより、道路の損傷度は軽減される。従ってプロジェクト道路の維持管理事業はルーティンメンテナンス、ペリオディックメンテナンス、インシデンタルメンテナンスの3つに分離して行なうべきことを提言した。

1) ルーティンメンテナンス

ルーティンメンテナンスは日常の路面、法面、排水施設、橋梁等の状況の検査、モニターをもとに行なう。当該検査、モニターは1日毎、少なくとも1週間毎に実施されるものとする。

2) ペリオディックメンテナンス

ペリオディックメンテナンスは週間、月間ないし年間ベースの詳細な検査、各種試験に基づき1年から3年毎に行なう。概ね次のようなプログラムにて実施することが望ましい。

1年毎：

舗装の清掃

植樹帯のメンテナンス

側溝、カルバートの清掃

舗装修復

2年～3年毎：

舗装のパッチング

法面の修復

橋梁のエクステンションジョイント等の修繕

15年目（供用開始から）以降：

オーバーレイ、拡幅等

3) インシデンタルメンテナンス

インシデンタルメンテナンスは交通事故、自然災害等で損傷した道路を現状に復旧するために実施する。

この維持管理体制を実施するために、道路維持局のスタッフ・予算を拡充することが望まれる。

(9) プロジェクトコストの算定

1) コスト算定条件

プロジェクトコストの算定は、概略設計、各工種の数量算定、施工法の検討及びプロジェクト道路の維持管理の検討のそれぞれの結果をもとに行なった。

本節で検討したプロジェクトコストは次の項目からなる。

- ・建設費
- ・設計及び施工監理費
- ・維持監理費
- ・オーバーレイコスト

プロジェクトコスト算定の前提は次のとおりとした。

- a. すべての工事は請負契約にてコントラクターが行なう。
- b. すべての工事単価は1993年の経済条件をもとに設定した。
- c. プロジェクトコストは内貨と外貨に分けて算定することとした。輸入材及び建設機械（当国では輸入）は外貨に組入れることとした。
- d. すべての建設費及び設計、施工監理費にはニカラグァ国の税金が課せられるものとした。
- e. フィジカルコンティンジェンシーは建設費及び設計、施工監理費の10%とした。

2) 設計、施工監理費

設計費は直接工事費の5%、施工監理費は建設費の10%で算定することとした。税金については、印紙税、市税はそれぞれ設計、施工監理費の2%、売上税は設計、施工監理費及び印紙税、市税の合計額の10%で算定した。

3) 維持管理費

年間維持費および年間管理費は、ニカラグァ国における過去の実績や(7)の維持管理体制を実現するための費用等を勘案してそれぞれ10,000コルドバ/km、2,600コルドバ/kmと算定した。

4) オーバーレイコスト

オーバーレイ（5cmないし6cm）は道路共用開始後15年目以降（2015年以降）の舗装の耐用性を保つために必要となる。そのため、2014年から2015年の間に実施するべきである。オーバーレイコストはオーバーレイ、マーキング及び間接工事費からなるものとする。

5) プロジェクトコスト

プロジェクトコストの算定結果を表Ⅱ-10に示す。

表Ⅱ-10 プロジェクトコスト

(Unit : 1,000 Córdoba)

Item		Managua-Masaya		Managua-Tipitapa	Nandaime-San Benito	Telica-San Isidro
		1st Section	2nd Section			
Construction Cost	Local	41,524	52,247	7,734	118,685	131,435
	Foreign	35,624	44,785	5,322	91,258	99,014
	Total	77,148	97,032	13,056	209,943	230,449
Engineering Cost	Local	5,465	6,876	1,018	15,620	17,298
	Foreign	4,688	5,894	700	12,011	13,031
	Total	10,153	12,770	1,718	27,631	30,329
Subtotal	Local	46,989	59,123	8,752	134,305	148,733
	Foreign	40,312	50,679	6,022	103,269	112,045
	Total	87,301	109,802	14,774	237,574	260,778
Contingency	Local	4,699	5,912	875	13,431	14,873
	Foreign	4,031	5,068	602	10,327	11,205
	Total	8,730	10,980	1,477	23,758	26,078
Total	Local	51,688	65,035	9,627	147,736	163,606
	Foreign	44,343	55,747	6,624	113,596	123,250
	Total	96,031	120,782	16,251	261,332	286,856
Annual Operation and Maintenance Cost	Local	107	219	54	821	1,207
	Foreign	0	0	0	0	0
	Total	107	219	54	821	1,207
Overlay Cost	Local	3,727	6,302	851	15,421	20,289
	Foreign	4,532	7,655	1,038	18,941	24,818
	Total	8,259	13,957	1,889	34,362	45,107

Note: 1st Section - Managua-Entrada Ticuantepe
2nd Section - Entrada Ticuantepe-Masaya

Ⅱ.6 経済評価

(1) 経済分析の前提

F/S対象の以下の道路区間に対し、経済評価を行った。

1) Managua - Masaya

Managua - Entrada de Veracruz

平面交差

プロジェクト-1

立体交差

プロジェクト-2

Entrada de Veracruz - Masaya

プロジェクト-3

2) Managua - Tipitapa

プロジェクト-4

3) Nandaime - San Benito

プロジェクト-5

4) Telica - San Isidro

線形等の改善を含む道路の高規格化

プロジェクト-6

舗装整備及び一部区間路肩、排水施設等改良

プロジェクト-7

上記の各プロジェクトはその便益と費用を比較することにより評価された。プロジェクトの評価期間はプロジェクトの建設期間(1997年-1999年)を含む23年間と設定した。評価方法としては、割引キャッシュフロー法を採用した。評価の指標として内部収益率(IRR)、純現在価値(NPV)、および費用便益比(B/C)を採用した。後者の二つの指標の計算に対しては主要な国際貸出機関の利率を参考とし12%を割引率として計算してある。評価の基本的な前提条件は次のとおりである。

建設期間	1997年－1999年
プロジェクトライフ	1997年から2019年までの23年間
基準価格	1993年価格
残存価値	なし

プロジェクトの便益としては

- ・ 走行費用の節約
- ・ 旅行時間費用の節約
- ・ 維持費用の節約

が定量的便益として計算された。

(2) プロジェクトの経済費用

プロジェクトの費用は市場価格で評価されているため、プロジェクトの評価を行うためには、この市場価格のもとで積算された費用（財務費用）を経済費用に変換しなければならない。まず、費用の積算にあたっては、プロジェクトのコストは二つの部分、つまり内貨分と外貨分に分けて積算する。外貨分の70%は、建設機材の輸入、残りの30%はガソリン、オイル、アスファルトの輸入に当てられる。内貨分の経済コストはもろもろの国内税を控除して得られる。外貨分の経済コストはそれに加えるに輸入税を控除して得られる。経済費用に変換されたプロジェクト費用、維持費用、定期的なオーバーレイの費用は表II-11のとおりである。

表II-11 経済的プロジェクト費用、維持費用、オーバーレイ費用

(1000 コルドバ)

	財務費用			経済費用	維持費/年	オーバーレイ費
	内貨分	外貨分	計			
プロジェクト-1	46,989	40,313	87,302	67,563	89	6,255
プロジェクト-2	52,389	55,612	108,001	82,754	89	6,225
プロジェクト-3	59,124	35,475	109,803	84,981	183	10,571
プロジェクト-4	8,752	6,022	14,774	11,549	45	1,431
プロジェクト-5	134,305	103,269	237,574	184,787	686	26,012
プロジェクト-6	148,734	112,045	260,779	203,027	1,009	34,152
プロジェクト-7	77,856	58,651	136,507	106,276	1,009	34,152

(3) 経済評価

各年の経済費用と経済便益を用い、内部収益率 (IRR)、純現在価値 (NPV) および費用便益比 (B/C) を各プロジェクトごとに計算した。表II-12は上記の評価結果を示している。プロジェクト-6を除く他のすべてのプロジェクトは経済評価指数の高い値を得た。それゆえに、これらのプロジェクトは非常にフィージブルであると判断される。しかし、Managua - Entrada de Ticuantepe区間のプロジェクトにおいて、Colonia Centro America交差点を平面にする

か（プロジェクト-1）立体交差にするか（プロジェクト-2）に関しては、経済評価の観点から平面交差が進められる。他方Telica - San Isidro区間については、線形の改善までを含めて道路規格を向上させるプロジェクト（プロジェクト-6）は、経済分析の観点からは進められない。しかし、部分的な拡幅工事、舗装、排水工事を実施し道路を改善するプロジェクト（プロジェクト-7）は、経済的観点からフィージブルである。

表 II - 12 評価の結果

	プロジェクト-1	プロジェクト-2	プロジェクト-3	プロジェクト-4	プロジェクト-5	プロジェクト-6	プロジェクト-7
IRR (%)	46.00	41.97	38.43	31.90	21.07	4.42	12.24
NPV (1000 CBS)	256,409	235,530	213,505	11,909	120,358	- 73,239	1,392
B/C	5.56	4.48	4.10	2.38	1.80	0.53	1.02

(4) 資金調達に関する考察

プロジェクトの実施に対しては、資金の調達について考慮しておくことが大切である。プロジェクト資金の調達はプロジェクト実施機関であるMCTにとっては、現在の財務状況を考えると容易でないように思われる。従って、プロジェクトコストは国際貸出機関や援助国からできるだけ利率の安い資金が調達されることが望ましい。

道路の建設および維持費用は一般的に以下のソースから調達されている。

- 1) 道路予算の拡大
- 2) 都市計画税
- 3) 開発税
- 4) 燃料消費税（ガソリン税）
- 5) 自動車重量税

しかし、ニカラグァ国の現在の政治的、経済的状況を考えると上記のような方策を導入することは困難である。従って、国内の政治・経済状況が安定する度合いに従い、これらの方策ができるだけ早い時期に導入されることが望まれる。

II - 7 結論と提言

- (1) 本調査の結果はテリカーサン・インドロ道路区間を高規格化する場合を除き、建設における技術的困難性はなく、また経済的にも非常にフィージブルであることを示していることから、旅行時間の節約などの定量的便益の他、直接あるいは間接的な地域開発便益を考えると、プロジェクトはできるだけ早い機会に実施されるべきである。
- (2) 環境インパクトに対するモニタリング・システムの設立
プロジェクトの実施にあたり、環境保全を行うために特に大気汚染、水質、騒音・振動に対しモニタリングを行うことが必要である。本目的を達成するために、プロジェクトの詳細設計時までにこのシステムを確立が必要である。
- (3) 既存の公益施設の建設時の移設
地下導水管、電話、電線等のような公益施設の移設については、本調査では検討されていない。

従ってプロジェクトの詳細設計時において、これらの詳細な調査ならびに関連当局との十分な協議が必要である。

(4) 2010年以降におけるマナグァーマサヤ道路の改修の必要性

本調査では交通量の予測は2010年まで行われているが、予備的設計ならびに経済評価の必要性から2010年以降の交通量の予測も簡略行われている。この結果から判断すると、2014年時点においては舗装のオーバーレイが必要である。

(5) 維持管理システム

ニカラグア国では道路の維持管理システムが非常に不備であるため、維持管理事業は、ルーティンメンテナンス、ペリオディックメンテナンス、インシデンタルメンテナンスの3つに分けて実施する必要がある。

(6) テリカーサン・インドロ道路区間のフィージビリティ

テリカーサン・インドロ道路区間のプロジェクトはII-6で述べたように線形の改善を含めた道路規格の向上を目的とすると、そのプロジェクトはフィージブルではない。しかし必要最小限の改良という観点から、道路の部分的な拡幅、舗装及び排水工事のみを行う場合には十分フィージブルとなる。従って、2010年までは、部分的な道路の改善を行い、2010年以降に、交通量の増加を考慮し、道路の規格向上を図るプロジェクトを実施することが提言される。

JICA

