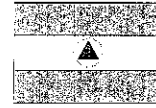




国際協力事業団 (JICA)



ニカラグア共和国
運輸インフラ省

ニカラグア国

主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断 及び道路防災計画調査



ファイナルレポート

要約編

JICA LIBRARY



1172070(3)

平成15年1月



株式会社 オリエンタルコンサルタンツ



日本技術開発 株式会社

社調一

JR

03-11

7
4
F



国際協力事業団 (JICA)



ニカラグア共和国
運輸インフラ省

**ニカラグア国
主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断
及び道路防災計画調査**

ファイナルレポート

要約編

平成15年1月



株式会社 オリエンタルコンサルタンツ



日本技術開発 株式会社



1172070【3】

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、同国の主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断及び道路防災計画調査に係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いたしました。

当事業団は平成14年1月から平成15年1月まで、(株)オリエンタルコンサルタンツの今野啓悟氏を団長とし、同(株)オリエンタルコンサルタンツ及び日本技術開発(株)から構成される調査団を現地に派遣しました。

また平成14年1月から平成15年1月の間、阪神高速道路公団保全施設部の広瀬鉄夫保全管理係長及び首都高速道路公団総務部の永田佳文広報第一班長から構成される作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

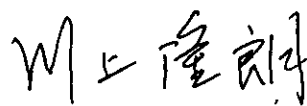
調査団は、ニカラグァ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本調査報告書完成の運びとなりました。

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各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成15年1月

国際協力事業団



総裁 川上 隆朗

伝 達 文

平成 15 年 1 月

国際協力事業団

総裁 川上隆朗 殿

今般、ニカラグア共和国における主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断及び道路防災計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が平成 14 年 1 月から平成 15 年 1 月まで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、ニカラグア国の現状を十分に踏まえ、本計画調査成果の有効性を検証するとともに、ニカラグア国の公共事業の現状に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、国土交通省、阪神高速道路公団、首都高速道路公団、その他各関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。また、ニカラグア国における現地調査期間中は、JICA ニカラグア駐在員事務所、在ニカラグア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付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。

今野啓悟

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ

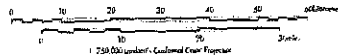
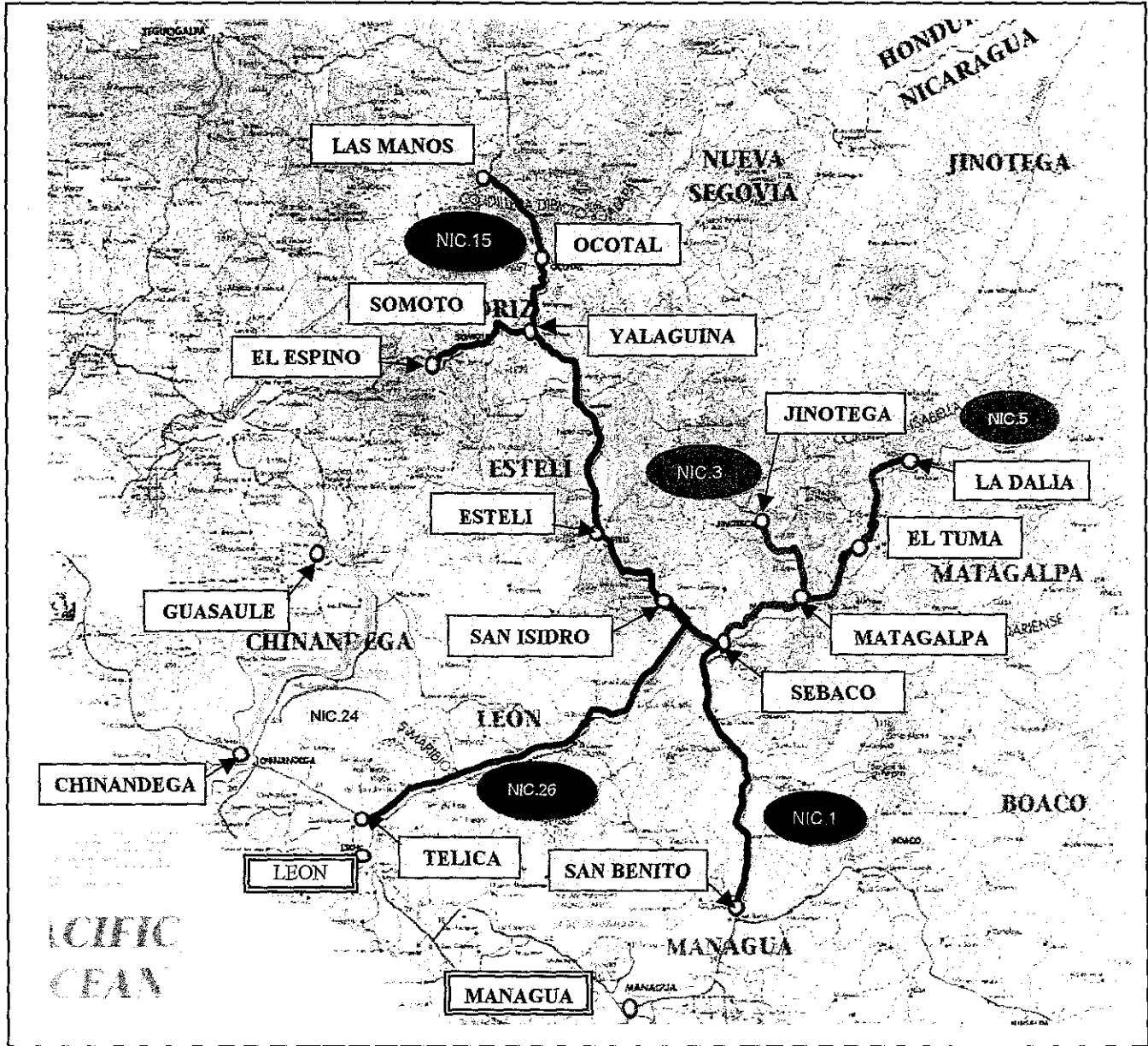
ニカラグア共和国

主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断
及び道路防災計画調査団

団長 今野 啓悟

LOCATION MAP

THE STUDY ON VULNERABILITY REDUCTION FOR MAJOR ROADS IN THE REPUBLIC OF NICARAGUA



Legend	
NIC. 1	El Espino~San Benito
NIC. 3	Sebaco~Jinotega
NIC.5	Matagalpa~La Dalia
NIC.15	Yalaguina~Las Manos
NIC.24	Chinandega~Guasaule
NIC.26	Telica~San Isidro
Route No.	NIC.26

プロジェクト概要表

1. 国名	ニカラグア共和国
2. 調査名称	ニカラグア国 主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断及び道路防災計画調査
3. 受入機関	ニカラグア国 運輸インフラ省
4. 調査目的	主要道路の脆弱性箇所について災害危険箇所を特定し、緊急的に整備が必要な防災整備箇所についてフィジビリティ・スタディの実施と道路防災整備計画の策定、道路防災マニュアルの作成。

1. 調査対象地域 : 主要道路のうち、NIC1、NIC3、NIC5、NIC15、NIC24、NIC26 の6道路

2. 道路防災計画方針

- 1) 全体方針：脆弱性箇所（のり面不安定、橋梁基礎洗掘）の問題解消、維持管理体制の強化、沿道環境の保全、BHN・PRSP への配慮
- 2) 脆弱性診断計画：脆弱箇所の点検方法、点検評価方法、災害危険箇所/災害危険箇所/防災整備箇所の特定方法
- 3) 対策工計画：現地資機材の利用計画、対策工形式計画
- 4) 道路維持計画：道路維持管理担当部局の強化、道路維持管理の効率化（地方事務所の設置、諸データの効率的な管理）、データベースの構築計画

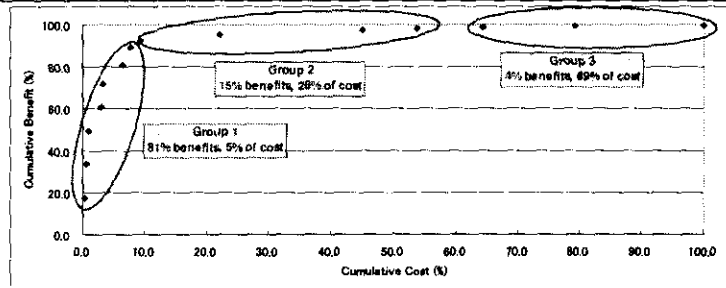
3. 事業費算出

パッケージNo.	脆弱性箇所No.	脆弱性箇所名	工種	数量	単価(CS/F)	パッケージNo.	脆弱性箇所No.	脆弱性箇所名	工種	数量	単価(CS/F)	パッケージNo.	脆弱性箇所No.	脆弱性箇所名	工種	数量	単価(CS/F)	
1	1a	2	ND01A20	Nc1	12,309		2	2a	1	ND01A20	Nc1	43,370	3	3a	5	Las Ovejas	Nc1	233,215
		3	Jiriquial	Nc1	51,825				11	ND01B170	Nc1	1,981,895						
		4	San Nicolas	Nc1	30,949				13	ND01B120	Nc1	1,024,427						
		6	San Ramon	Nc1	11,105			18	Polinal	Nc1	1,021,702							
		7	ND01A240	Nc1	32,082			19	Ro Tapach	Nc1	347,971							
		8	ND01B220	Nc1	7,404			脆弱性箇所No.3費用		230,094		19		Ro Tapach	Nc1	347,971		
	12	ND01B150	Nc1	33,316		脆弱性箇所No.2費用		493,073		28	ND01C200	Nc3	404,732					
	脆弱性箇所No.1a費用					178,921	脆弱性箇所No.2費用		493,073	3b		32	ND01C150	Nc3	1,132,757			
	1b	24	ND03B400	Nc3	46,059		2d	45	La Barcenas	Nc26	35,282	3c		33	ND03C140	Nc3	924,221	
		27	ND03B320	Nc3	294,912			46	Sala	Nc26	81,440	脆弱性箇所No.3費用		44	ND03A000	Nc26	399,925	
		脆弱性箇所No.1b費用						340,971	脆弱性箇所No.2費用		119,892	48		ND03B40	Nc26	1,115,482		
	1c	51	ND25A100	Nc26	16,041		パッケージ費用		3,313,129	50		ND03A150	Nc26	238,127				
52		San Juan de Dio	Nc26	6,170		パッケージ費用		8,765,529	脆弱性箇所No.3費用				1,764,594					
54		Papaton	Nc26	82,931		パッケージ費用		12,776,999										
脆弱性箇所No.1c費用					85,142	パッケージ費用		8,765,529										
パッケージ費用					608,333	パッケージ費用		12,776,999										

30 箇所の防災整備箇所を3つのグループに仕分けし、投資の優先順位付けと防災対策工実施計画の組み合わせ指標とする。

4. プロジェクト外実施による便益

費用を最小化する一方で、便益を最大化する対策工の優先的パッケージに仕分けする。各グループの優先順位はグループ1、グループ2、グループ3の順となり、全便益に対する各グループの比は81%、15%、4%となる。



5. 実施計画ならびに提言

1) 事業パッケージ

- グループ1（工事期間：2年間）：NIC1（7箇所）、NIC3（2箇所）、NIC26（3箇所）＝計12箇所
- グループ2（工事期間：2年間）：NIC1（1箇所）、NIC3（3箇所）、NIC5（1箇所）、NIC26（2箇所）＝計7箇所
- グループ3（工事期間：2年間）：NIC1（5箇所）、NIC3（3箇所）、NIC26（3箇所）＝計11箇所

2) 事業実施に向けての運輸インフラ省への提言、勧告

① 提言

- 防災整備箇所の早期着工：道路利用者の安全と交通の安定性および経済性の確保

② 勧告

- 点検の実施：主要道路、地方道路の日常点検・定期点検・臨時点検の継続的な実施
- 担当部局の強化：維持管理の継続的な実施のために運輸インフラ省の維持管理部の強化
- 地方事務所の設立：効果的な点検調査の実施
- 特別予算の確保：道路の安全性と道路災害防止のための特別予算枠の確保

略語表
(アルファベット順)

AADT	: Annual Average Daily Traffic
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
AHP	: Analytic Hierarchy Process
ASTM	American Society for Testing and Materials
B/C	: Benefit to Cost ratio
BH	Boring Hole
BHN	: Basic Human Needs
BIT	Central American Development Bank
DID	Densely Inhabitant District
EIA	: Environmental Impact Assessment
GDP	: Gross Domestic Product
GRN	: The Government of Republic of Nicaragua
ID	Identification
IDF	: Rainfall Intensity Duration Frequency
IEE	: Initial Environmental Examination
INETER	: Institution of National Territorial Study
IRR	: Internal Rate of Return
JICA	Japan International Cooperation Agency
MARENA	: The Ministry of Natural Resources and Environment
MTI	: The Ministry of Transport and Infrastructure
OD	: Origin and Destination
PRSP	: Poverty Reduction Strategy paper
QV	: Volume capacity
ROW	: Right of Way
STRADA	System for Traffic Demand Analysis
VAT	Value Added Tax
VOC	: Vehicle Operation Cost
WB	World Bank
pcu	: Passenger Car Unit

本報告書で用いた外貨交換率は次のとおりである。

1 US ドル = 14.40 コルドバ = 125.00 円 (2002年10月)

または、1 コルドバ = 8.68 円

調査概要

1. プロジェクトの背景と調査の目的

ニカラグア国では、自然災害が頻繁に発生しており、その結果として、インフラ復旧活動が繰り返して行われている。1998年10月に発生したハリケーン“ミッチ(Mitch)”では、おおよそ1,500kmの舗装道路と6,000kmの未舗装道路が寸断され、また22橋梁が全壊し、46橋梁が半壊した。

このような状況の中で、ニカラグア共和国（以下「ニ」国）政府は、2001年2月に国家運輸計画を策定し、その中で道路網の改良が取り上げられた。しかしながらこの国家運輸計画の中では道路防災計画が明確に定められておらず、雨季やハリケーンによる豪雨時には交通の信頼性は低いものとなっている。

このような背景のもと、「ニ」国政府は日本政府に対して、「ニ」国における主要道路の脆弱性診断調査を実施するための援助を要請した。

「ニ」国の主要道路の防災に対する改善要請に答え、日本政府は「ニカラグア国主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断及び道路防災計画調査」を通じて、防災整備箇所を特定して、フィージビリティ・スタディを実施することを決定した。

本調査の目的は、主要道路の脆弱性箇所について災害危険箇所を特定し、緊急的に整備が必要な防災整備箇所についてフィージビリティ・スタディの実施と道路防災整備計画の策定、道路防災マニュアルの作成を行い、優先事業プロジェクトに係る提言を、「ニ」国に行うものである。

なお、調査対象道路は、以下のとおりである。

- 1) El Espino・San Benito (NIC. 1)
- 2) Sebaco・Jinotega (NIC. 3)
- 3) Matagalpa - Da Lida (NIC. 5)
- 4) Yalaguina・Las Manos (NIC. 15)
- 5) Chinandega・Guasaule (NIC. 24)
- 6) Telica・San Isidro (NIC. 26)

2. 調査の実施手順

調査実施にあたっては、以下に示す手順で実施する。

- ① 対象地域の自然条件、環境条件ならびに現状の開発計画を整理し、道路災害箇所との関連を検討する。

- ② 対象道路上の災害が予測されるのり面や橋梁基礎の洗掘状況について現地調査を実施し、整備を必要とする災害箇所について災害予測箇所の選定を行い、さらにより危険性が高い災害危険箇所の特定を行う。
- ③ フィージビリティ・スタディ（目標年次 2020 年）を行うにあたって、災害危険箇所に対して災害安定度、将来交通予測、環境評価、自然環境、開発状況、経済効果、復旧度、について評価し、防災整備箇所を特定する。
- ④ 特定された防災整備箇所について対策工の検討を行い、環境面、経済面、技術面にわたって効果の妥当性を検証し、道路防災整備計画を策定する。
- ⑤ 道路防災を実施していく上で、今後必要となる防災マニュアルの作成を行う。

なお、本調査の手順は以下の通りである。

I. 調査対象箇所の特定

- 1) 対象地域の自然条件、開発計画に係るデータのレビュー
- 2) 道路防災箇所の評価方法の検討
- 3) 現地調査による災害予測箇所、災害危険箇所の特定
- 4) 対策工と概略費用算出
- 5) 自然条件調査、環境調査
- 6) 社会経済フレームの設定
- 7) 将来交通量の予測
- 8) 防災整備箇所の特定

II. フィージビリティ・スタディ（目標年次 2020 年）

- 1) 設計基準の整理
- 2) 対策工の精査
- 3) 施工計画および工事費算出
- 4) 環境影響評価
- 5) プロジェクト評価
- 6) プロジェクトの実施計画
- 7) 維持管理及び運営計画
- 8) 提言と勧告

3. 調査対象地域の地形・地質現状

「二」国の国土は地形的特徴から、以下の 3 つに分けられる。

- 太平洋沿岸平地地域（火山活動が活発な地域を含む）
- 中央山岳地域
- 大西洋岸地域

太平洋沿岸平地地域の土地は、非常に肥沃であり、風化火山灰土もしくは沖積層に覆われている。「ニ」国の地溝帯は火山活動地帯と中央山岳地域の間にはさまれており、主に沈下地帯からなっている。太平洋側の低地地帯には、火山活動地帯が海岸線と平行に伸びている。

本調査対象地域に分布している火山溶岩の主成分は、玄武岩、安山岩質玄武岩、安山岩、流紋岩、その他の溶岩（凝灰角礫岩、暁新世紀の集塊岩、第四期安山岩溶岩層、火山碎屑岩、始新世紀に属する溶結凝灰岩といった火山岩）である。これらの地質は、NIC. 1、NIC. 3 および NIC. 26 に沿って、後半に分布している。これらの溶岩流が凝灰岩と組み合わせたり、浸食が発生している。高台では、頂上部が溶岩、下部が凝灰岩で構成されているが、この高台は、いつ風化されて鋭角な斜面になっていってもおかしくない状況にある。NIC. 1 はこの地質学的特徴をよく表している。NIC. 24 沿いでは、白色の更新世凝灰岩、集塊岩、軽石の混じった凝灰岩、石英岩および安山岩、流紋岩が見られることから、更新世の火山岩が分布していることがわかる。比較的新しい凝固していない火山灰がこれらの上に覆い被さっている。

4. 環境影響要因

本調査で想定されるプロジェクトは、「ニ」国において環境アセスメント法に示されるアセス対象事業とはなっていないが、プロジェクトの大小に係わらず、すべての事業は MARENA の許可を必要とする。許可の申請方法は、民間プロジェクトの場合は民間業者が行い、公共事業の場合は関係省庁が実施することとなっている。

なお、環境影響要因として選定される項目は住民移転、経済活動、交通・生活施設、廃棄物、地下水、湖沼・河川流況、動植物、景観、水質汚濁、騒音震動の10項目であり、これらの項目について対策工に対する検討を行う。

5. 災害整備箇所の特定

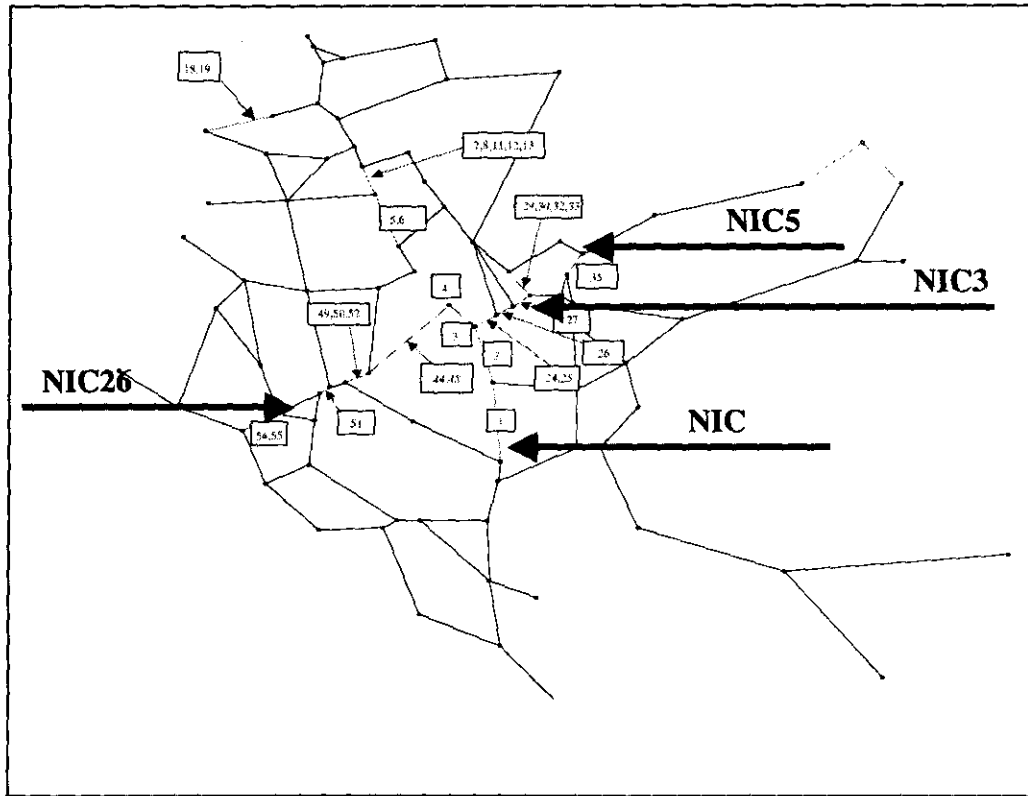
災害危険箇所として特定された箇所が、緊急性や一時的あるいは永久的な防災整備箇所として必要かどうかの特定を、種々の要因項目をもとに特定するものとする。災害危険箇所の幹線輸送経路としての位置づけや、災害発生時の緊急輸送経路としての位置づけなど、道路評価の視点は経済指標のみでは判断することが難しい。このため、路線およびその区間の評価は、特定箇所における危険度、将来交通需要（路線・区間の重要度）、防災整備の緊急度、地域の開発状況、その他の位置づけなども評価指標として考慮すべきである。

災害危険箇所を評価する上で、各々の評価項目に対して、重要度を加味し、全体と

して評価する必要がある。本調査では、これらの各指標による防災整備箇所の特定を階層分析法 (AHP) によって行うものとする。AHP は、不確定な状況や多様な評価基準に対する意志決定を数値で表す手法である。55 箇所の災害危険箇所に対して、緊急的で「ニ」国の防災整備の基本となる 30 箇所を防災整備箇所として選ぶ。

6. 優先整備箇所プロジェクトの内容および実施スケジュール

対象道路上の防災整備箇所を以下に図示する。



各防災整備整備箇所の内容を以下の表に示す。

NIC1 のり面崩壊対策工内容

No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千 US ドル)
1	N001A290	R.F	浮石・転石除去 + 落石防止網 + 排水 : T	m ²	23,286	335
2	N001A280	R.F	水平ドレーン : P	m	100	10
7	N001A240	R.F	浮石・転石除去 + 落石防止網 : T	m ²	950	26
8	N001B230	R.C	浮石・転石除去 + 落石防止網 : T	m ²	228	6
11	N001B170	R.C	切り直し + 排水 : P	m ³	36,028	1,590
12	N001B150	R.C	切り直し + 吹き付けコンクリート + 排水 : P	m ²	252	27
13	N001B120	R.C	切り直し + 排水 : P	m ³	10,655	814
合 計						2,808

注) R.F: 落石、; R.C: 岩石崩壊、; P: 永久構造物による対策工、; T: 仮設工による対策工

NIC1 橋梁基礎洗掘対策工内容

No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千 US ドル)
3	Junquillal	Bridge	蛇籠敷き	T	m ³	435 42
4	San Nicolas	Bridge	蛇籠敷き	T	m ³	114 25
5	Las Chanillas	Bridge	コンクリートブロック	T	m ³	288 189
6	San Ramon	Bridge	蛇籠敷き	T	m ³	86 9
18	Inali	Bridge	蛇籠敷き 護岸 + 石積み工	T	m ³ m ²	1,138 1,758 828
19	Tapascoli	Bridge	蛇籠敷き 護岸	T	m ³ m ²	238 640 282
合 計						1,375

注) Bridge: 橋梁基礎の洗掘、 ; T: 仮設工による対策工

NIC3 のり面崩壊対策工内容

No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千 US ドル)
24	N003B400	R.C	切り直し + 排水	P	m ³	290 40
25	N003B370	R.C	切り直し + 排水	P	m ³	1,676 175
27	N003B320	R.C	逆 T 式擁壁 + 再盛土工 + 植生工 + 排水	P	m ³	3,168 239
29	N003C230	S.S + R.C	切り直し + 砕工 + 植生工 + 排水 盛土工 + 植生工 + 排水	P	m ² m ³	638 4,934 328
30	N003E170	D.F + R.C	ダム + カルバート 切り直し + 排水	P	m m ³	20 2,670 310
32	N003C150	S.S + R.C	切り直し + 排水 盛土工 + 植生工 + 排水	P	m ³	9,221 16,076 918
33	N003C140	S.S + R.C	切り直し + 水平排水 + 排水 盛土工 + 逆 T 式擁壁 + 植生工 + 排水	P	m ³	5,408 3,176 749
合 計						2,759

注) R.C: 岩石崩壊、 ; S.S: 地すべり、 ; D.F: 土石流、 ; P: 永久構造物による対策工

NIC3 橋梁基礎洗掘対策工内容

No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千 US ドル)
26	El Guayacan	B.F.S	新橋架け替え	P	m ²	500 1,379

注) Bridge: 橋梁基礎の洗掘、 ; P: 永久構造物による対策工

NIC5 のり面崩壊対策工内容

No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千 US ドル)
35	N005A010	R.F	切り直し + 排水	P	m ³	10,760 389

注) R.F: 落石、 ; P: 永久構造物による対策工

NIC26 のり面崩壊対策工内容

No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千USドル)	
44	N026A060	R.F	切り直し + 吹き付けコンクリート + 排水	P	m ²	3,604	316
33	N026A140	R.C	切り直し + 水平排水 + 排水	P	m ³	11,495	904
50	N026A150	R.F	切り直し + 排水	P	m ³	2,113	210
49	N026B160	R.C	浮石・転石除去 + 落石防止網 + 排水	T	m ²	1,568	13
合計						1,443	

注) R.F: 落石; R.C: 岩石崩壊、 ; P: 永久構造物による対策工、 ; T: 仮設工による対策工

NIC26 橋梁基礎洗掘対策工内容

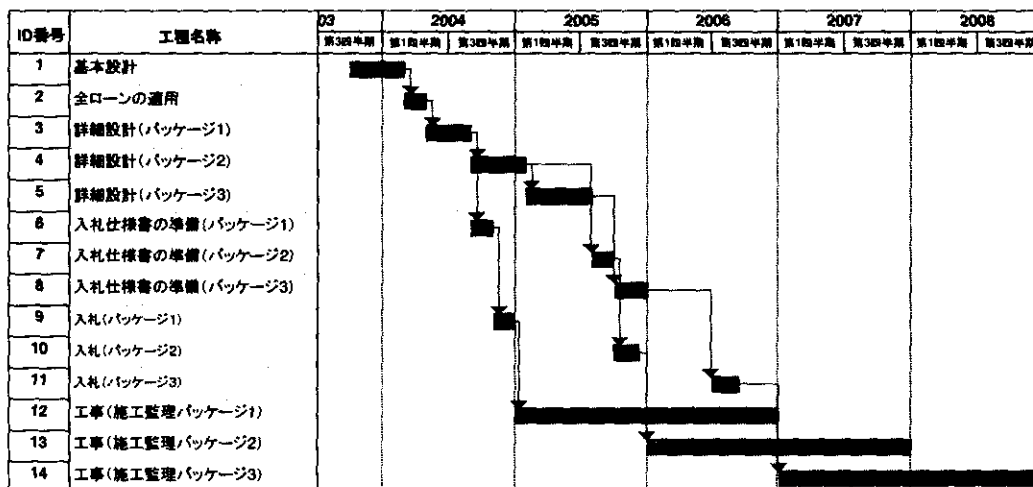
No.	識別番号	災害種別	対策工種別	単位	数量	費用(直接費) (千USドル)	
55	Solis	Bridge	練り石積み工 + 蛇籠敷き	T	m ³	72	66
54	Papalon	Bridge	練り石積み工 + 蛇籠敷き	T	m ³	50	51
52	San Juan de Dios	Bridge	蛇籠敷き	T	m ³	115	5
45	La Banderita	Bridge	捨て石壁 蛇籠敷き	T	m ² m ³	162 375	31
合計						153	

注) Bridge: 橋梁基礎の洗掘、 ; P: 永久構造物による対策工

対象道路別の費用総額 (直接費)

対象道路	費用(千USドル)		
	のり面	橋梁	合計
NIC.1	2,808	1,375	4,183
NIC.3	2,759	1,379	4,138
NIC.5	389	0	389
NIC.26	1,443	153	1,596
合計	7,399	2,907	10,306

防災整備箇所を優先事業パッケージ毎に整理した実施スケジュールは次図に示す。



目 次

序 文

伝達文

調査位置図

プロジェクト概要表

略語表／外貨交換率

調査概要

第 1 章 はじめに

1.1	調査の背景-----	1-1
1.2	調査の目的-----	1-1
1.3	調査対象地域-----	1-1
1.4	本調査の調査工程計画と実施体制-----	1-2

<PART A: 調査対象箇所の特定>

第 2 章 調査対象地域における自然条件

2.1	地形-----	A-1
2.2	地質-----	A-1
2.3	気象-----	A-2
2.4	水文-----	A-3

第 3 章 国家開発計画

3.1	開発計画の現状-----	A-4
3.2	将来展望-----	A-4

第 4 章 道路防災箇所の評価

4.1	道路防災の評価手順-----	A-7
4.2	スクリーニング-----	A-7
4.3	安定度調査-----	A-8
4.4	災害予測箇所の評価-----	A-9
4.5	災害危険箇所の選定-----	A-11
4.6	防災整備箇所の選定に考慮する事項-----	A-11

第 5 章	危険予測箇所の選定	
5.1	総論-----	A-16
5.2	危険予測箇所-----	A-16
第 6 章	災害危険箇所の選定結果	
6.1	災害危険箇所-----	A-22
6.2	NIC.15 に対する斜面勾配の提案-----	A-22
第 7 章	対策工と概算費用積算	
7.1	一般-----	A-24
7.2	目的-----	A-24
7.3	対策工の基本方針-----	A-25
7.4	対策工の分類-----	A-27
7.5	概算工費算出-----	A-33
第 8 章	自然条件調査	
8.1	調査目的-----	A-37
8.2	水文調査-----	A-37
8.3	地質調査-----	A-40
第 9 章	環境調査	
9.1	環境アセスメント法-----	A-47
9.2	自然及び社会環境の状況-----	A-47
9.3	環境影響要因の把握-----	A-48
第 10 章	交通量調査	
10.1	調査方法-----	A-50
10.2	交通量計測結果-----	A-50
10.3	インタビュー結果-----	A-52
第 11 章	社会経済フレーム	
11.1	目的-----	A-53
11.2	データの背景や予測-----	A-53
11.3	走行費用-----	A-55
11.4	交通成長要因-----	A-55
第 12 章	交通需要予測	
12.1	一般-----	A-57

12.2	道路網-----	A-57
12.3	基準年（2002年）の交通-----	A-58
12.4	予測年（2003年、2010年、2020年）の交通流-----	A-59
第13章 交通予測評価		
13.1	一般-----	A-60
13.2	交通モデルによる災害危険箇所へのシミュレーション-----	A-61
第14章 防災整備箇所の特定		
14.1	災害危険箇所の評価-----	A-62
14.2	災害危険箇所の特徴-----	A-62
14.3	災害整備箇所の特定手法-----	A-62
14.4	災害整備箇所の特定-----	A-65
<PART B: フィージビリティ・スタディ>		
第15章 フィージビリティ・スタディの概要		
15.1	一般-----	B-1
15.2	防災整備箇所に対するフィージビリティ・スタディ-----	B-1
第16章 設計基準		
16.1	道路幾何構造基準-----	B-3
16.2	設計基準-----	B-3
16.3	標準横断および道路用地幅-----	B-7
第17章 対策工の精査		
17.1	一般-----	B-9
17.2	防災整備箇所の状況確認-----	B-9
17.3	斜面安定の検討-----	B-11
17.4	橋梁基礎の洗掘の検討-----	B-19
17.5	各対策工の選定-----	B-22
第18章 施工計画と工事費積算		
18.1	一般-----	B-23
18.2	費用積算時の前提条件-----	B-23
18.3	費用単価-----	B-24
18.4	箇所別施工計画-----	B-25
18.5	箇所別・工種別の数量及び積算の概要-----	B-26

第 19 章	環境影響評価	
19.1	環境影響評価の方法-----	B-29
19.2	環境配慮の評価-----	B-29
19.3	次ステップ（施工）における留意事項-----	B-32
19.4	現時点での評価-----	B-32
第 20 章	プロジェクト評価	
20.1	一般-----	B-34
20.2	経済分析-----	B-35
20.3	予算確保の優先順位-----	B-39
第 21 章	実施計画	
21.1	実施機関-----	B-44
21.2	事業パッケージの策定-----	B-44
21.3	各対策工の妥当性評価-----	B-44
21.4	事業パッケージ毎の工期-----	B-46
21.5	コンサルティング業務-----	B-48
21.6	実施工程-----	B-48
21.7	投資プログラム-----	B-48
21.8	財政面の調整-----	B-49
第 22 章	業務管理及び運営体制	
22.1	業務管理及び運営体制の一般-----	B-51
22.2	維持管理部の組織体制-----	B-51
22.3	点検及び維持管理業務の方法-----	B-54
22.4	補修・復旧工の方法-----	B-55
22.5	調達計画-----	B-56
22.6	データベースシステムの計画-----	B-56
第 23 章	提言及び勧告	
23.1	防災整備箇所の早期対処-----	B-58
23.2	勧告-----	B-59

第1章 はじめに

1.1 調査の背景

ニカラグア国では、自然災害が頻繁に発生しており、その結果として、インフラ復旧活動が繰り返して行われている。1998年10月に発生したハリケーン“ミッチ(Mitch)”では、おおよそ1,500kmの舗装道路と6,000kmの未舗装道路が寸断され、また22橋梁が全壊し、46橋梁が半壊した。

このような状況の中で、ニカラグア共和国（以下「ニ」国）政府は、2001年2月に国家運輸計画を策定し、その中で道路網の改良が取り上げられた。しかしながらこの国家運輸計画の中では道路防災計画が明確に定められておらず、雨季やハリケーンによる豪雨時には交通の信頼性が低いものとなっている。

このような状況の下、「ニ」国政府は日本政府に対して、「ニ」国における主要道路の脆弱性診断調査を実施するための援助を要請した。

1.2 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである。

- 1) 「ニ」国における主要道路の脆弱性診断計画の策定
- 2) 優先順位が高い道路に対する対策工の計画
- 3) 道路脆弱性診断マニュアルの作成
- 4) 調査期間中のカウンターパート要員に対する技術移転の実施

1.3 調査対象地域

本調査は、「ニ」国における主要道路のうち、以下を対象道路とする。

- 1) El Espino - San Benito (NIC. 1)
- 2) Sebaco - Jinotega (NIC. 3)
- 3) Matagalpa - La Dalia (NIC. 5)
- 4) Yalaguina - Las Manos (NIC. 15)
- 5) Chinandega - Guasaule (NIC. 24)
- 6) Telica - San Isidro (NIC. 26)

1.4 本調査の調査工程計画と実施体制

本調査は2002年2月より開始され、2002年12月初旬のドラフトファイナルレポート作成・提出に向けて実施されてきた。本調査の全体的な関連は図1.4.1に示す。本調査実施体制（本調査団、JICA 作業監理委員会、「ニ」国政府ステアリング・コミッティ、そしてカウンターパート要員が含まれる）を、図1.4.2に整理する。

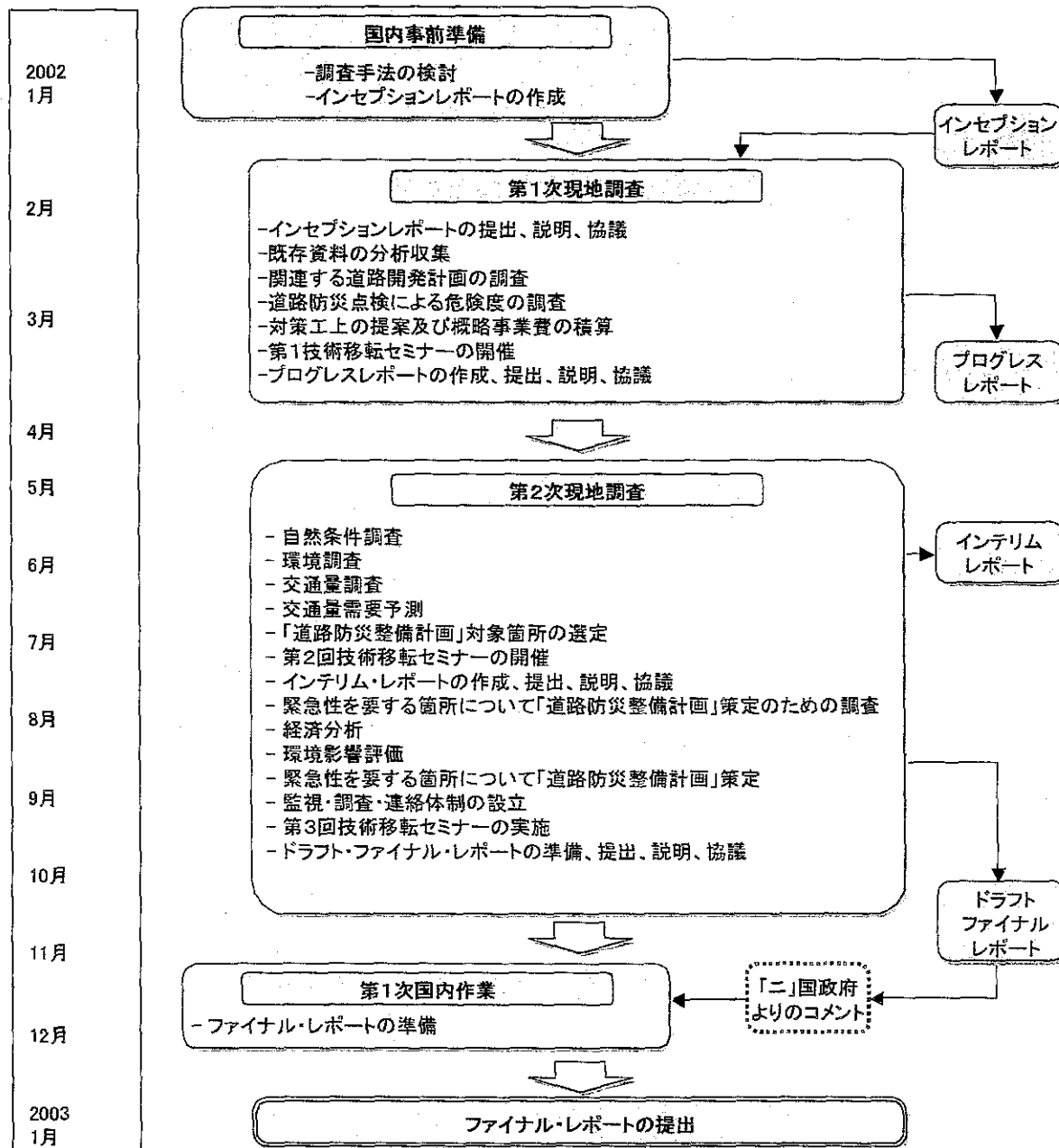


図 1.4.1 作業フローチャート

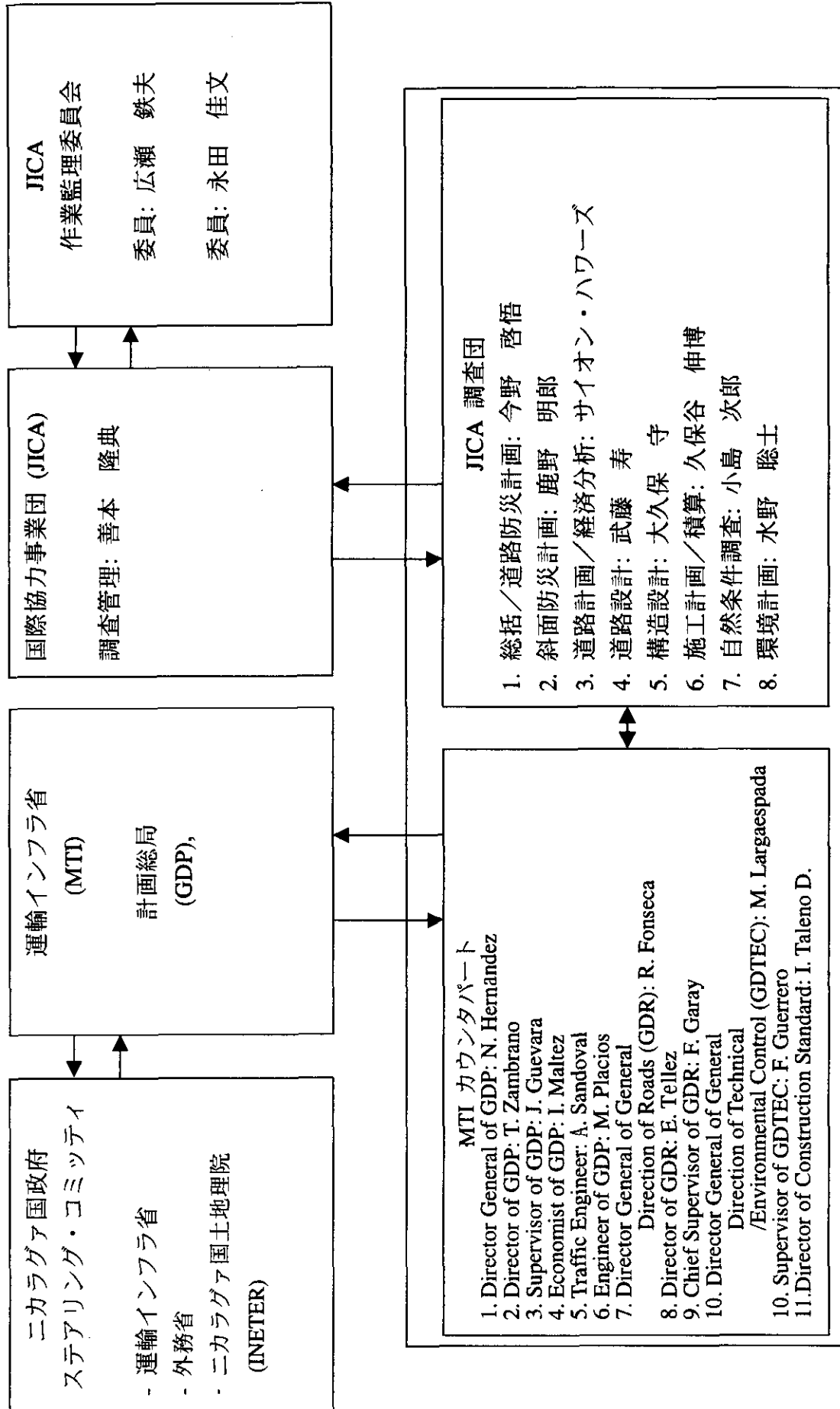


図 1.4.2 本調査実施体制図

PART A

調査対象箇所の特

第2章 調査対象地域における自然条件

2.1 地形

「二」国の国土は、地形的特徴から、以下の3つに分けられる。

- 太平洋沿岸平地地域（火山活動が活発な地域を含む）
- 中央山岳地域
- 大西洋岸地域

太平洋沿岸平地地域の土地は、非常に肥沃であり、風化火山灰土もしくは沖積層に覆われている。地溝帯は火山活動地帯と中央山岳地域の間にはさまれており、主に沈下地帯からなっている。太平洋側の低地地帯には、火山活動地帯が海岸線と平行に伸びている。

中央高地地帯は、Isabelia、Dariense、Chontalenaの3つの山系から成っており、標高1,500m以下の高原や谷を伴って、放射線状にあらゆる方角に伸びている。中央高原地帯の標高は、西部に行く程、下がっていき、低地である沖積層平野に連続している。

大西洋沿岸地域は、標高は大体100mであり、おおよそ150km²の広がりを持っている。大西洋沿岸地域には、Segovia川、San Juan川、Coco川、Laguun de Perlas川、Grande川、Wawa川などの多くの大河川が流れている。大西洋沿岸地域の南部は熱帯湿潤地帯となっている。

調査対象道路のうち、NIC.1、NIC.3、NIC.5およびNIC.15は中央山岳地域に位置している。またNIC.24およびNIC.26の一部は太平洋沿岸の平地地帯に位置している。

2.2 地質

「二」国の大部分の岩盤は、中生代の堆積岩から成っており、ジュラ紀のマタガルパ層・Rivas層と白亜紀層の2つに大別される。これらの岩は、後の第三紀に噴出した火山岩によって広範に覆われている。これらは変成岩のIyas不毛地帯の南東に分布している。

本調査対象地域に分布している火山溶岩の主成分は、玄武岩、安山岩質玄武岩、安山岩、流紋岩、その他の溶岩（凝灰角礫岩、暁新世紀の集塊岩、第四紀安山岩溶岩層、火山砕屑岩、始新世紀に属する溶結凝灰岩といった火山岩）である。これら

の地質は、NIC.1、NIC.3 および NIC.26 に沿って、広く分布している。これらの溶岩流は凝灰岩と互層し、一部では溶岩台地になっている。台地では、頂上部が溶岩、下部が凝灰岩で構成されているが、この台地は、風化、浸食により急な斜面になっている。NIC.1 はこの地質学的特徴をよく表している。

NIC.24 沿いでは、白色の凝灰岩、集塊岩、軽石の混じった凝灰岩、石英岩および安山岩、流紋岩が見られることから、更新世の火山岩が分布していることがわかる。比較的新しい凝固していない火山灰がこれらの上に覆い被さっている。

これらの火山活動に基づいて公式に火山防災マップが出版されている。このことから、NIC.24 および NIC.26 は「ニ」国西部断層から引き起こされる火山活動の影響を最も被りやすいことは明白である。1992 年から 1998 年にかけての全ての震度及び震央の分布の記録も入手可能である。震度 4.0 以上の震央の分布を図 2.2.1 に示す。図 2.2.1 上には断層は示されていないが、プレートの沈下する周辺に震央が集中している。

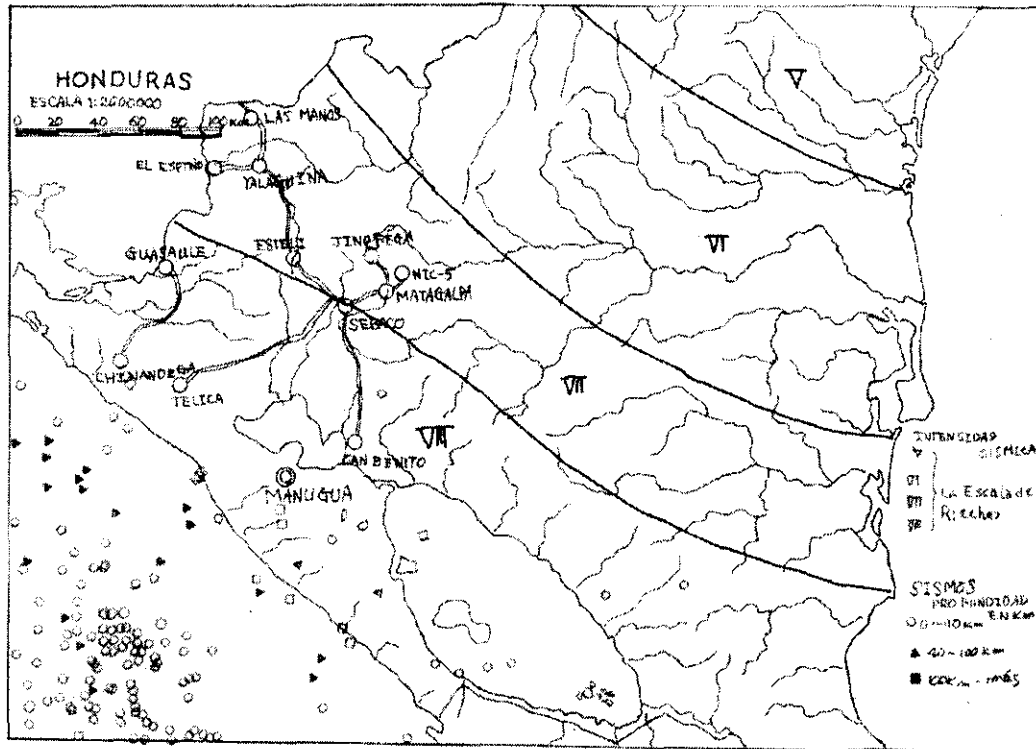
2.3 気象

「ニ」国は熱帯及び亜熱帯に属し、雨季（4 月から 10 月）と乾季（12 月から 3 月）が存在する。表 2.3.1 に調査対象地域における降雨量と年間平均気温の特色をまとめた。

表 2.3.1 年間平均気温と降水量

地域	面積 (km ²)	年間平均気温 (度)	年間平均降水量 (mm)	標高平均 (m)
Chinandega	4,926	27	800 - 1,500	144
Esteli	2,335	20	800 - 1,500	645
Jinotenga	9,755	20	1,000 - 2,000	736
Leon	5,107	26	800 - 1,300	134
Matagalpa	8,523	18	700 - 1,700	490
Nueva Segovia	3,123	20	1,000 - 1,700	688
Madriz	1,602	20	800 - 1,500	700

出所：ニカラグァ国国土地理院 (INTER)



凡例 (震度の解説)

V	大抵の人が地震を感知し、多くの人々が目覚める。 不安定なものは倒れる。	加速度地震計: 10 - 21
VI	全ての人々が地震を感知し、多くの人々が驚いて屋外に飛び出す。	加速度地震計: 21 - 44
VII	大抵の人が屋外に飛び出し、作りがしっかりしていないものは 損害を受ける。	加速度地震計: 44 - 94
VIII	しっかりした建物が被害を受ける。煙突、記念碑、壁が倒れ、 家具は横転する。土砂が流出し、井戸水が変化する。	加速度地震計: 94 - 202

出所：ニカラグア国国土地理院 (INTER)

図 2.2.1 震度分布内容

2.4 水文

「二」国の河川・水文は、太平洋沿岸流域と大西洋沿岸流域の2つに大きく分けられる。太平洋沿岸の流域は、さらに8つの地域に分けられ、大西洋沿岸の流域は、さらに13の地域に分けられる。太平洋沿岸流域の河川は、Estero Real川を除いて、概して狭隘で、河川長は20km以下である。それら河川の流れは、不連続的であり、河川幅は狭い。調査対象道路のNIC.1、NIC.3、NIC.5およびNIC.15は大西洋沿岸流域を通過しており、一方、NIC.24およびNIC.26は、その大部分の延長が太平洋沿岸流域を通過している。

第3章 国家開発計画

3.1 開発計画の現状

政府の国家計画は5年周期で実施されている。さらに、運輸インフラ省は2001年に国家運輸計画を策定した。この調査結果は、2002年1月に運輸インフラ省を通じて「二」国政府に報告されている。なお、この調査は、以下の項目を含んでいた。

- 第1巻 : 調査概要
- 第2巻 : 運輸に対する需要
- 第3巻 : 道路網詳細目録
- 第4巻 : 道路網局
- 第5巻 : 水系
- 第6巻 : 大気系
- 第7巻 : 道路診断
- 第8巻 : 道路交通モデル
- 第9巻 : インフラストラクチャー計画
- 第10巻 : 制度的側面
- 第11巻 : アクションプラン

3.2 将来展望

3.2.1 2000年～2020年にかけての経済予測

「二」国における2000年～2020年にかけてのマクロ経済予測は、経済成長率が2010年までは年6%に抑えられ、続く10年間は年5.0～5.5%であるという仮定に基づいている。「二」国政府のねらいは、成長を抑えることにより、インフレ率を最初の10年間では年率6.5%に、続く10年間では3.7%に維持することである。GDPに占める年間平均投資総額割合は、2010年までの間に33.2%にまで増大し、その後、30.2%に減少することが予測されている。

公共部門負債のほぼ80%が多国籍機関やパリ・クラブ（Paris Club）によって処理されている。「二」国では債務がGDPのほぼ3倍にまでふくれあがっている。2000年から2010年の間にかけて、年間およそ4億USドルの貸付および寄付の実施が予想されている。またその後の続く10年間では、年間5.9億USドルが外的資源より供給されることが予想されており、それら外的資源には、移転、外国投資、港湾・空港・道路・エネルギー・上水道・通信の民営化によってもたらされる収益が含まれている。

3.2.2 生産予測

GDP は 2000 年度の 2,516.2 百万 US ドルから 2010 年度には 4,613.5 百万 US ドルに成長することが予測されている。それに続く 10 年間には成長率が減少し 2020 年度には、7,695.3US ドルになるとと思われる (以上、表 3.2.1 を参照)。

GDP 生産額内訳で見ると、農業・家畜・手工業・建設・商業・運輸・通信部門が主要部門となっている。一人当たり GDP は 2000 年の 491.7US ドルから 2010 年には 656.5US ドルにまで増加し、2020 年までには 800US ドル水準にまで到達することが予測されている。

表 3.2.1 生産予測 (2000~2020 年度) (単位: 百万 US ドル)

内 訳	2000	2005	2010	2015	2020
GDP (実質)	2,516.2	3,447.4	4,613.5	6,029.5	7,695.3
一次産業	737.2	1,013.5	1,370.2	1,802.8	2,324.0
農業及び畜産	681.9	951.5	1,301.0	1,718.4	2,231.6
二次産業	676.8	937.7	1,259.4	1,658.1	2,108.5
手工業	503.2	706.7	955.0	1,254.1	1,608.3
建設	130.8	179.3	244.5	331.6	423.2
三次産業	1,102.2	1,496.2	1,983.9	2,568.6	3,262.8
商業	451.7	620.5	830.4	1,085.3	1,369.8
一般政府	161.0	206.8	267.6	331.6	423.2
運輸・通信	122.0	168.9	226.1	295.4	377.1
一人当たりGDP	491.7	574.1	656.2	732.1	797.4

出典：国家運輸計画

3.2.3 財政予測

政府によると、貯蓄率は 2000 年から 2020 年にかけて、GDP の約 10% にまで上ると予想されている。公共投資と債務軽減が合わさって財政赤字を、GDP 比で 2000 年の 2.2% から 2020 年の 1.0% にまで削減することが考えられる。これらの予測は表 3.2.2 にも掲載されている。

3.2.4 金融展望

経済成長を支える金融システムの再生面では、一次産業に対して 2000 年には GDP の 44%、2010 年には 54.2%、2020 年には 60% の貸付が実施されることが予測されている。

3.2.5 経済的安定性

過去3年間の強化構造調整計画 (ESAF) は、IMF、世銀および国際財政支援共同体に依存していた。将来、「二」国は、国家政策概要報告 (PPF) の中で上記多国籍機関によって承認された構造改革総合計画を実施することが必要である。

1994年以降、「二」国は強化構造調整計画を実施している国の一つとして認められている。1998年には、第2次強化構造調整計画がサインされた。

「二」国経済は、1994年以降、いくらかの持続性と安定性を維持してきた。財政赤字の削減が達成されることが望まれている。

表 3.2.2 財政予測 (単位: 百万 US ドル)

項目	2000	2005	2010	2015	2020
非金融公的部門の現貯蓄 対GDP比 (%)	256,1 10,0	339,3 10,0	435,2 10,0	544,8 10,0	668,9 10,0
公共部門の一般赤字 対GDP比 (%)	-56,1 -2,2	-50,6 -1,5	-64,8 -1,0	-56,1 -1,0	-68,9 -1,0
非金融公的部門の一般収入 対GDP比 (%)	953,9 37,3	1229,9 36,3	1533,9 35,3	1920,4 35,3	2358,0 35,3
非金融公的部門の一般支出 対GDP比 (%)	989,5 38,6	1280,5 37,7	1598,7 36,7	1976,5 36,3	2426,9 36,3
公共投資 対GDP比 (%)	221,2 8,6	296,5 8,7	380,3 8,7	451,1 8,3	553,9 8,3

出典: 国家運輸計画

表 3.2.3 金融予測 (単位: 百万 US ドル)

項目	2000	2005	2010	2015	2020
民間部門への貸付 対GDP比 (%)	1125,5 44,0	1736,6 52,0	2357,0 54,2	3106,6 57,0	4036,1 60,3
手持ち現金 (M3A) * 対GDP比 (%)	1868,3 73,0	3081,4 90,8	4399,9 101,1	5836,7 107,1	7376,0 110,3
金融的流通 対GDP比 (%)	303,5 11,9	554,4 16,3	911,2 20,9	1391,6 25,5	2011,1 30,1
準通貨 対GDP比 (%)	332,1 13,0	547,7 16,1	782,1 18,0	1037,4 19,0	1311,0 19,6
外貨建て預金 対GDP比 (%)	1232,8 48,1	1979,3 58,3	2706,7 62,2	3407,7 62,6	4053,9 60,6

* 公共部門預金を含む

出典: 国家運輸計画

第4章 道路防災整備箇所の評価

4.1 道路防災の分類と整備箇所の評価手順

道路災害は、主に以下の5つに分類される。

- 落石・崩壊
- 岩石崩壊
- 地すべり
- 土石流
- 橋梁基礎の洗掘

最も効果的な道路防災を実施し、道路の安全を確保するために、道路防災計画は以下の手順で実施される。

- ① スクリーニングによる対象箇所の抽出（4.2 参照）
- ② 対象箇所に対する安定度調査の実施（4.3 参照）
- ③ 安定度調査結果による災害予測箇所の評価（4.4 及び5章参照）
- ④ 災害危険箇所の選定（4.5 及び6章参照）
- ⑤ 道路防災整備箇所の選定（4.6 及び14章参照）
- ⑥ 道路防災整備箇所に対する対策工の検討（フィージビリティ・スタディ）
- ⑦ 各対策工の妥当性評価（フィージビリティ・スタディ）

本章では①スクリーニング、②安定度調査、③災害予測箇所および④災害危険箇所の選定⑤道路防災整備箇所の特定方法について述べる。

4.2 スクリーニング

スクリーニングの目的は以下の通りである。

- 全ての潜在的な脆弱性箇所の調査
- 脆弱箇所の早期発見
- 脆弱箇所の特徴把握

スクリーニングでは、点検箇所について客観的な評価で実施しなければならない。また、調査箇所には以下の箇所も含まれる。

- 明らかに災害の危険性が確認される箇所
- 過去の災害記録を調査する必要がある箇所

以下にスクリーニングにおける評価項目を示す。

<落石・崩壊>

- 高さ 15m 以上もしくは勾配が 45 度以上ののり面・自然斜面がある箇所
- のり面に浮石・転石が存在する箇所
- 脆弱的なメカニズムの土質や岩質の箇所
- 既設対策工が老朽化している箇所や対策工の効果を点検する必要がある箇所

<岩盤崩壊>

- 高さ 7m 以上の切土もしくは自然斜面がある箇所

<地すべり>

- 災害危険箇所
- 災害が予測できる場所
- 防災対策工を要する場所

<土石流>

- 当該道路が橋、ボックスカルバート、洗い越などで溪流を横切っている場合（但し、(a)トンネルで溪流を横断している箇所、(b)桁下高さ 10m 以上で、かつ流路幅 20m 以上の橋梁箇所は除く）。
- 流域面積 0.01km² 以上。
- 上流の最急溪床勾配 10° 以上。
- 横断地点の河床勾配 2° 以上。

<橋梁基礎の洗掘>

下記の条件に当てはまらない全橋梁が選定されるものとする。

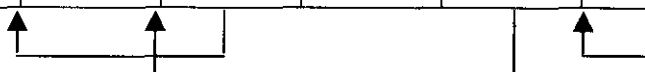
- 停滞した水域などで明らかに洗掘のおそれのないもの。
- 1 径間の橋梁で橋脚が無く、上下流の河川改修が済み、護岸が堅固なもの。
- 適切な洗掘防止工が十分な範囲に渡って施されており、洗掘防止工に変状がないもの。
- 杭、ケーソン、鋼管矢板基礎で、現在の最深河床または計画河床の低い方を基準として根入れ（河床から支持層までの深さ）が十分（15m 以上、かつ河川直角方向の橋脚幅の 8 倍以上）なもの。
- 橋長が 15m 未満のもの。ただし、橋長が 15m 未満であっても、過去の災害履歴、河川の状況、橋梁の構造などから被災の可能性が高いと考えられるものはこの限りではない。

4.3 安定度調査

スクリーニング実施後、調査対象箇所の安定度調査を行い、調査結果を安定度調

査用紙に記入し整理する。複数の調査チームで安定度調査を実施した場合は、安定度調査用紙へ結果を記入した後、各調査チームにおける評価のばらつきを補正するため、評価点の調整 (キャリブレーション) を行う。調整方法の一例を以下に示す。

順位	1	2	3	4	5	6	7
調査箇所名 (点数)	A (80)	F (80)	G (60)	B (55)	D (50)	C (40)	E (30)
調整結果 (点数付け直し)	同上	同上	同上	B (70)	同上	C (60)	E (40)



相方の技術者が調査結果をチェックしてお互い議論した後で、安定度調査結果の順位は以下のように変更される。

順位	1	2	3	4	5	6	7
調査箇所名 (点数)	A (80)	F (80)	B (70)	G (60)	C (60)	D (50)	E (40)

4.4 災害予測箇所の評価

キャリブレーション後の安定度調査結果から、以下の事項に着目して災害予測箇所の評価を実施する。

- 地形的な要因、土質・岩質、のり面状態、のり面の形状と変形
- 既設対策工
- 災害履歴

なお、調査対象路線によって交通量の差が大きく、また 2020 年までには増大することが予想されている。したがって、災害予測箇所の評価時点においては、交通量は考慮せず、災害危険箇所が特定された段階で必要に応じて交通量調査を実施し、道路防災整備箇所の評価に反映させるものとする。

各調査箇所の評価点数は災害の種類によって異なる。このため、ある箇所の点数が、以下に示すような災害種別毎に設定された選定基準値を超える場合、その箇所を災害予測箇所とみなし、高い点数から順番に災害予測箇所として選定するものとする。また、以下の現象が確認された場合も災害予測箇所として評価する

- 斜面に岩やレキが露出している
- 節理が発達している

- のり面の下に落石が見られる
- 過去に落石や岩石崩壊、斜面崩壊、橋梁基礎の洗掘などの被災がある

重要：安定度調査表に基づく災害種別毎の評価点数の合計は、災害種別ごとに異なっているため、異なる防災種別間で対象箇所安定度を比較可能にするために、各災害種別ごとに換算率を設定し、合計点数が100点になるように、換算する。

橋梁（災害予測箇所選定のための基準値：70以上）

橋梁に関する災害予測箇所を選定する際には、以下の評価項目に着目してその合計点で評価するものとする。

護岸の勾配(15)、橋梁の位置(20)、最小の径間長(15)、

橋脚による河川流の阻害率(15)、桁下余裕(10)

橋梁に関連する安定度調査の最高評価点数は75点である。また、全評価項目の合計は100点であるため、評価点数の合計が70点以上の箇所を災害予測箇所として評価する。しかしながら、評価点数が70点以下の橋梁についても、橋梁が河川の湾曲部に位置している場合や、橋台が河川内に突き出ている場合、パイルベント型式の場合は、災害予測箇所として選定するものとする。

切土・盛土のり面（災害予測箇所選定のための基準値：60以上）

落石・崩壊

以下の項目に着目して、落石・崩壊に関連する災害予測箇所を評価選定する。

土質及び岩質(8点ないしは12点)、崩壊性の構造(14)、

表土及び浮石及び転石の状況(12)、斜面の勾配及び高さ(18)、

のり面の変状(12)。

落石・崩壊に関連する災害予測箇所選定段階での最高評価点数は64点もしくは68点になる。また、全評価項目の合計は100点となるため、評価点数の合計が60点以上のものを災害予測箇所として評価する。

岩石崩壊

以下の項目に着目して、岩石崩壊に関連する災害予測箇所を評価選定する。

開口亀裂の規模(30)、連続する水平系亀裂の目の方向(10)、

軟い岩・硬い岩の状況(11点ないしは15点)、

岩盤の形状（流れ盤・受け盤）(15)

岩石崩壊に関連する災害予測箇所選定段階での最高評価点数は66点もしくは70点になる。また、全評価項目の合計は126点となるため、合計点数を100点に補正するために、評価点数に0.79を掛けて補正する。その結果、補正後の最高評価点数は60点もしくは63点となったため、補正後の評価点数の合計が60点以上のものを災

害予測箇所として評価する。

土石流（災害予測箇所選定のための基準値：60 以上）

土石流に関連する災害予測箇所を選定する際には、以下の評価項目に着目して評価点数をつけるものとする。

流域面積(10)、最急溪床勾配(10)、斜面勾配が 30° 以上の斜面の面積(8)、
草地及び灌木の占める面積(8)

土石流に関連する災害予測箇所選定段階での最高評価点数は 36 点になる

また、全評価項目の合計は 56 点となるため、100 点に補正するために、評価点数に 1.78 を掛けて補正する。その結果、補正後の最高評価点数は 64 点となる。したがって、評価点数の合計が 60 点以上のものを災害予測箇所として評価する。

4.5 災害危険箇所の選定に考慮する事項

選定された災害予測箇所に対して、以下の事項に着目して災害危険箇所を選定する。(第 5 章参照)

- 調査箇所における災害の規模と災害記録
- 応急対策の必要性
- 第三者への影響の度合い
- 事前地形調査によって得られた地形データ
- 現地状況のスケッチ等

ページ A-11～A-15 に災害予測箇所、災害危険箇所の評価事項と評価点の組み合わせを示す。

4.6 防災整備箇所の選定に考慮する事項

防災整備箇所の選定に対して、以下の事項に着目して防災整備箇所を評価・選定を実施する。(第 14 章参照)

- 損傷箇所の安定性
- 対象道路の交通量
- 環境影響評価
- 自然条件（地質・地形、流速・流量等）
- 便益
- 復旧の難易度
- 開発計画

1) 落石・崩壊の定義

[要因 Ai]

項目	要因	のり面		災害予測箇所	災害危険箇所	
		評価区分	配点			
地形	崩壊性要因を持つ地形	G1: 崖鏡地形	G1に該当する	3		
		G2: 崩壊跡地				
		遷急線明瞭	G1に該当せず	0		
		G3: 台地の裾部、脚部浸食	G2,3の内 複数地形該当	3		
		オーバーハング、集水型斜面				
		土石流跡地など	G2,3には該当せず	0		
G4: 尾根先端など凸型斜面、オーバーハング	G4に該当する		(6)	(6)		
土質・地質・構造	崩壊性の土質	浸食に弱い土質	顕著	8	8	8
		水を含むと強度低下しやすい土質	やや顕著	4		
		その他	該当せず	0		
	崩壊性の岩質	割れ目や弱層の密度が高い 浸食に弱い軟岩 風化が速い岩質 その他	顕著	12	12	12
			やや顕著	6		
			該当せず	0		
	崩壊性の構造	崩壊性の構造 崩壊性の構造 崩壊性の構造 その他	顕著	8	8	14
			やや顕著	4		
			該当せず	0		
	表層の状況	表土及び浮き石・転石の状況	不安定	12	12	12
			やや不安定	6		
			安定	0		
湧水状況		浮石・転石が不安定 ~ やや不安定	該当する			
		湧水あり	8	8	8	
		しみ出し程度	4			
なし		0				
表面の被覆状況		表面の被覆状況	裸地 ~ 植生主体	5	5	5
			複合(植生・構造物)	3		
			構造物主体	1		
形状	勾配(i)、高さ	土砂	H>30m	18	18	18
			H≤30、i>標準	15		
			i≤標準	10		
			15≤H<30m			
			i≤標準、H<15	5		
		岩	H≥50m	18		
			30≤H<50m	16		
			15≤H<30m	12		
			H<15m	10		
変状	当該のり面斜面の変状 (肌落ち・小落石・ガリ浸食・洗掘・パイピング孔・陥没・はらみ出し・根曲り・倒木・亀裂・開口亀裂・その他対策工の変状)	複数該当・明瞭なものあり	12	12	12	
		あり・不明瞭なもの	8			
		なし	0			(12)
	隣接するのり面・斜面などの変状 (落石・崩壊・亀裂・はらみ出し・その他の変状)	複数該当・明瞭なものあり	5	5	5	
		あり・不明瞭なもの	3			
		なし	0			(5)
合計		のり面	62	76		
		評点合計	(A1)	(A1)		

黄色に網掛けされた項目は災害予測箇所を選定する上で、考慮される項目である。これら黄色の項目の合計が60点以上である時、その箇所は災害予測箇所として選定される。
 赤色に網掛けされた項目は災害危険箇所を選定する上で、考慮される項目である。赤色と黄色の項目の合計が70点以上である時、その箇所は災害危険箇所として選定される。

2) 岩石崩壊

[要因 A]

項目	要因	評点区分	配点	災害予測箇所	災害危険箇所	
現象・前兆	開口亀裂の規模	大	30			
		小	15	30	30	
		なし	0	(30)	(30)	
	連続する水平系亀裂の目の方向	流れ目方向	10			
		受け目方向	5	10	10	
		なし	0	(10)	(10)	
小崩壊・落石	有り	7				
	なし	0	(7)	(7)		
亀裂等の状況	硬い岩	規則的で間隔が1m以上	15			
		規則的で間隔が1m未満	11			
		不規則	7	15	15	
		なし	0	(15)	(15)	
	軟い岩	規則的で間隔が1m以上	11			
		規則的で間隔が1m未満	7			
		不規則	4			
		なし	0	(11)	(11)	
岩質の組合せ	上部硬質/下部軟質	7				
	上部軟質/下部硬質	5				
	全体が軟質	2				
	全体が硬質	0	(7)	(7)		
流れ盤 受け盤	流れ盤	15				
	受け盤	5	15	15		
	なし	0	(15)	(15)		
地形	のり面 斜面の傾斜	オーバーハング	4			
		60° 以上	2			
		60° 以下	0	(4)	(4)	
	崖壁の高さ	100m以上	10			
		50~100m.	7			
		30~50m.	4	10	10	
		30m以下	2	(10)	(10)	
		斜面型	尾根型斜面	4		
		崖錐堆積斜面	3			
		谷型斜面	1		4	
	尾根型・谷型の中間斜面	0	(4)	(4)		
選急線	明瞭	7				
	どちらとも言えない	4				
	不明瞭	0	(7)	(7)		
地下水・降雨	湧水(1)	平時湧水有り	4			
		降雨後湧水有り	2		4	
		湧水なし	0	(4)	(4)	
	湧水(2)	垂直亀裂間	2			
		水平系地層境界	1			
		ほとんど認めず	0	(2)	(2)	
合計			(A)	80	88	
				(126)	(126)	

黄色に網掛けされた項目は災害予測箇所を選定する上で、考慮される項目である。これら黄色の項目の合計が60点以上である時、その箇所は災害予測箇所として選定される。
赤色に網掛けされた項目は災害危険箇所を選定する上で、考慮される項目である。赤色と黄色の項目の合計が70点以上である時、その箇所は災害危険箇所として選定される。

3) 地すべり

[要因 A]

項目		評点区分	配点	災害予測箇所	災害危険箇所
地すべり形		明瞭	30	30 (30)	30 (30)
		やや明瞭	15		
		不明瞭	7		
地質等	地質構造等	崩落帯、破砕帯	18	18 (18)	18 (18)
		火山変質帯、温泉余土	18		
		流れ盤	14		
		受け盤	7		
		塊状(貫入岩構造、キャップ・ロック構造)	3		
		その他	0		
	年代及び母岩の岩質	中・古世層(結晶片岩、堆積岩)	7	7 3 0 (7)	7 (7)
		第三紀層(堆積岩)	7		
		第四紀層(未固結堆積物または堆積岩)	3		
		その他(火山岩、火成岩など)	0		
	湧水	有り(痕跡程度も含む)	10	10	10
		なし	0	(10)	(10)
	合計			(A)	40 (65)

黄色に網掛けされた項目は災害予測箇所を選定する上で、考慮される項目である。これら黄色の項目の合計が60点以上である時、その箇所は災害予測箇所として選定される。
赤色に網掛けされた項目は災害危険箇所を選定する上で、考慮される項目である。赤色と黄色の項目の合計が70点以上である時、その箇所は災害危険箇所として選定される。

4) 土石流

[要因 A]

項目	要因	評点区分	配点	災害予測箇所	災害危険箇所
溪流の特性	発生流域面積渓床勾配15°以上の流域面積	0.50km ² 以上	10	10 (10)	10 (10)
		0.15km ² 以上 0.50km ² 未満	8		
		0.15km ² 未満	4		
	最急渓床勾配	40°以上	10	10 (10)	10 (10)
		30°以上 40°未満	5		
		30°未満	0		
斜面の特性	斜面勾配が30°以上の斜面の面積	0.20km ² 以上	8	8 (8)	8 (8)
		0.08km ² 以上 0.20km ² 未満	6		
		0.08km ² 未満	2		
	草地及び灌木(樹高10m程度以下)の占める面積	0.20km ² 以上	8	8 (8)	8 (8)
		0.02km ² 以上 0.20km ² 未満	4		
		0.02km ² 未満	0		
	不安定な土砂を伴う土工事の有無	有り	5	5 (5)	5 (5)
		なし	0		
	新しい亀裂、滑落崖の有無	有り	5	5 (5)	5 (5)
		なし	0		
	土砂の崩壊の大きさ、回数	有り	10	10 (10)	10 (10)
		なし	0		
合計			(A)	36 (56)	46 (56)

黄色に網掛けされた項目は災害予測箇所を選定する上で、考慮される項目である。これら黄色の項目の合計が60点以上である時、その箇所は災害予測箇所として選定される。
赤色に網掛けされた項目は災害危険箇所を選定する上で、考慮される項目である。赤色と黄色の項目の合計が70点以上である時、その箇所は災害危険箇所として選定される。

5) 橋梁基礎の洗掘

項目	要因	評点区分	配点	災害予測箇所	災害危険箇所
河床の特性と橋梁の構造	河床勾配(急流河川である)	1/100以上	15	15	15
		1/100未満 1/250以上	10		
		1/250未満	0		
	架橋位置(水衝部または深掘れ部に橋台・橋脚がある)	該当する	20	20	20
		該当しない	0		
			0		
	架設年代	1945年以前	10	5 (5)	5 (5)
		1946~1965年	5		
		1966年以后	0		
	最小径間長	10m以下	15	15	15
		10m超 20以下	10		
		20m超	0		
河積阻害率	7%以上	15	15	15	
	5%以上 7%未満	10			
	5%未満	0			
桁下高	30cm以下	10	10	10	
	30cm超 60cm以下	5			
	60cm超	0			
発生頻度(平均)	発生頻度(平均)	点数(α)	小計	(A)	(100~0)
	当該河川で平均して10年に1回以上災害が生じる	10	15		
	当該河川で平均して5年に1回以上災害が生じる	5			
	上記以外の場合	0			
合計					75

黄色に網掛けされた項目は災害予測箇所を選定する上で、考慮される項目である。これら黄色の項目の合計が70点以上である時、その箇所は災害予測箇所として選定される。
赤色に網掛けされた項目は災害危険箇所を選定する上で、考慮される項目である。赤色と黄色の項目の合計が90点以上である時、その箇所は災害危険箇所として選定される。

第5章 災害予測箇所の選定

5.1 総論

スクリーニングの結果に基づき、167の対象箇所について安定度調査が実施された。調査の結果、全体で災害予測箇所として90箇所が選定された。対象道路区間内におけるこれら選定された災害予測箇所を表5.2.1～表5.2.10に示す。

5.2 危険予測箇所

5.2.1 NIC.1

1) 脆弱性斜面

表 5.2.1 NIC.1 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された斜面

番号	マナグアからの距離 (Km)	連番	災害種別	延長 (m)	高さ (m)	角度 (度)	評価点数	災害予測箇所	災害危険箇所
1	50.0	30	R.F.	230	64	43°	61	*	
2	52.4		R.F.				59		
3	54.0		R.C.				54		
4	55.7		R.F.				57		
5	57.4		R.C.				57		
6	59.3		R.C.				59		
7	60.5		R.C.				45		
8	60.9	29	R.F.	890	24	56°	70	*	*
9	71.6		R.C.				42		
10	73.2	28	R.F.	350	8	40°	78	*	*
11	84.0		R.C.				50		
12	129.1		R.C.				42		
13	142.7	27	R.C.	370	50	63°	68	*	
14	157.0	26	R.C.	110	12	63°	68	*	
15	167.2	25	R.C.	280	8	66°	55		
16	168.4	24	R.F.	600	30	66°	84	*	*
17	168.6	23	R.C.	280	30	70°	72	*	*
18	169.0	22	R.F.	120	50	70°	69	*	
19	169.8	20	R.C.	200	28	60°	72	*	*
20	170.7	19	R.C.	440	64	60°	72	*	*
21	171.3	17	R.C.	460	30	63°	78	*	*
22	173.9	16	R.F.	500	30	43°	67	*	
23	175.0	15	R.C.	130	15	60°	76	*	*
24	176.2	12	R.C.	360	40	60°	74	*	*
25	178.7	11	R.F.	240	28	60°	76	*	*
26	183.5		R.F.				39		
27	184.3		R.C.				47		
28	187.3	10	R.C.	220	10	60°	73	*	*
29	195.8	8	R.C.	120	8	60°	68	*	
30	204.7	7	R.C.	120	16	63°	73	*	*
31	206.4		R.C.				56		
32	214.7	5	R.F.	110	12	43°	70	*	*
33	231.9	4	R.C.	400	50	60°	66	*	
34	232.5	3	R.C.	200	50	60°	75	*	*
35	233.7	2	R.F.	230	28	50°	73	*	*
36	235.6	1	R.F.	145	9	80°	73	*	*
合 計								23	16

	災害予測箇所	災害危険箇所
R.F. : Rockfall / Collapsing (落石・崩壊)	: 10	: 7
R.C. : Rock Collapsing (岩石崩壊)	: 13	: 9
S.S. : Slope Slide (地すべり)	: 0	: 0
D.F. : Debris Flow (土石流)	: 0	: 0

2) 崩壊性橋梁基礎

表 5.2.2 NIC. 1 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された橋梁

番号	測点 (km)	橋梁名	橋長 (m)	径間長 (m)	建設年次	評価点数		災害箇所	
						橋台	橋脚	災害予測	災害危険
1	35+190	Los Novios	6.70	5.60	1938	50	--		
2	39+868	La Estatua	8.70	7.50	1938	50	--		
3	40+960	Qda. Honda	7.00	5.00	1938	45	--		
4	42+433	El Matadero	14.30	13.50	1938	35	--		
5	84+430	El Venado	72.50	19+29+19	1973	30	25		
6	87+437	Qda. La Chingastosa	21.00	19.50	1973	30	--		
7	107+992	Zajón Negro	21.70	20.70	1957	20	--		
8	108+980	Río Viejo	99.00	26.8+(3)22.6	1953	55	55		
9	113+190	Zanjón Blanco	29.30	9+9+9	1956	75	90	*	*
10	125+220	La Trinidad	63.80	18.7+23.4+18.7	1957	70	60	*	*
11	135+640	San Nicolas	18.60	17.60	1957	100	--	*	*
12	135+860	El Hatillo	15.50	14.50	1957	70	--	*	*
13	150+330	Las Chanillas (R.Esteli)	62.00	17.8+24+17.8	1958	70	90	*	*
14	150+925	El Rastro	19.00	18.00	1957	30	--	*	*
15	151+850	San Ramón	15.50	13.80	1957	100	--	*	*
16	158+650	La Sirena	54.00	14.4+21.8+14.4	1956	60	65		
17	159+470	Río El Tular	56.00	14.5+20.8+14.5*	1956	80	85	*	*
18	184+670	Condega (Río Pire)	63.60	18.6+23.4+18.6	1954	70	60	*	*
19	191+680	Ducuali(Río Pueblo Nuevo)*	82.00	19.3+39.3+19.3	2000	45	50	*	*
20	192+033	Qda. Ducuali	7.45	6.50	1954	60	--		
21	226+890	Río Inalf	64.0	19+24+19	1954	90	100	*	*
22	233+245	Río Tapascalí	109.0	17.8+21.3+28.7+21.3+17.8	1954	75	90	*	*
合 計								11	6

※ Ducuali橋の橋長は河川幅よりも短い。

5.2.2 NIC. 3

1) 脆弱性斜面

表 5.2.3 NIC. 3 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された斜面

番号	マナグアからの距離 (Km)	連番	災害種別	延長 (m)	高さ (m)	角度 (度)	評価点数	災害予測箇所	災害危険箇所
1	3.9	42	R.C.	130	13	55°	74	*	*
2	5.4	41	R.C.	60	15		57		
3	6.9	40	R.C.	170	20	46°	72	*	*
4	7.4	37	R.C.	90	20	48°	80	*	*
5	7.8	36	R.F.	93	23	46°	61	*	
6	8.3	35	R.C.	60	15		74	*	
7	9.3	34	R.C.	90	20+20		42		
8	9.6	33	R.C.	30	7+20		42		
9	22.1	32	R.C.	150	14	76°	74	*	*
10	23.5	31	R.C.	170	13	55°	69	*	
11	24.8	30	R.C.	55	12	53°	64	*	
12	26	29	R.C.	220	20	51°	69	*	
13	26.8	28	R.F.	50	12+20		54		
14	27.3	27	R.F.	80	7+20		54		
15	28.8	26	R.C.	60	10		59		
16	30.8	25	R.F.	140	23	40°	62	*	
17	32.7	24	R.C.	110	14	57°	70	*	*
18	32.9	23	S.S.	180	26	40°	73	*	*
19	33.8	22	R.F.	80	15	37°	64	*	
20	34	21	R.F.	50	15		53		
21	34.4	20	R.F.	68	12	43°	69	*	
22	34.8	19	R.F.	55	15	48°	67	*	
23	35	18	R.F.	125	21	49°	61	*	
24	35.2	17	D.F.	150	30	43°	83	*	*
25	35.9	16	S.S.	140	26	52°	71	*	*
26	38.9	15	S.S.	192	30	34°	90	*	*
27	39.4	14	S.S.	45	9	62°	90	*	*
28	39.8	13	R.F.	90	30		58		
29	40	12	R.C.	180	28	67°	81	*	*
30	40.7	11	R.F.	70	25		50		
31	45.9	10	R.F.	50	20		56		
32	49.5	9	R.F.	20	15		46		
33	51.2	8	R.F.	60	12	56°	57		
34	51.6	7	R.F.	20	15		56		
35	51.9	6	R.F.	40	15		59		
36	54.9	5	R.F.	90	16	50°	63	*	
37	55.3	4	R.F.	86	20	64°	63	*	
38	55.6	3	R.F.	60	15		56		
39	57.1	2	R.F.	150	10		49		
40	57.5	1	R.C.	90	15		52		
合 計								23	11

災害予測箇所 災害危険箇所

R.F. :Rockfall / Collapsing (落石・崩壊) : 8 : 0

R.C. :Rock Collapsing (岩石崩壊) : 10 : 6

S.S. :Slope Slide (地すべり) : 4 : 4

D.F. :Debris Flow (土石流) : 1 : 1

2) 脆弱性橋梁基礎

表 5.2.4 NIC. 3 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された橋梁

番号	測点 (km)	橋梁名	橋長 (m)	径間長 (m)	建設年次	評価点数		災害箇所	
						橋台	橋脚	災害予測	災害危険
1	119+050	El Guayacan	17.5	3.3	1945	100	100	*	*
2	122+053	Los Cocos	7.0	3.3	1945	70	---	*	*
合計								2	1

5.2.3 NIC. 5

表 5.2.5 NIC. 5 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された斜面

番号	マナグアからの距離 (Km)	連番	災害種別	延長 (m)	高さ (m)	角度 (度)	評価点数	災害予測箇所	災害危険箇所
1	24.6	1	R.F.	200	87	50°	76	*	*
合計								1	1

災害予測箇所 災害危険箇所

R.F. :Rockfall / Collapsimg (落石・崩壊) :1 :1
 R.C. :Rock Collapsimg (岩石崩壊) :0 :0
 S.S. :Slope Slide (地すべり) :0 :0
 D.F. :Debris Flow (土石流) :0 :0

5.2.4 NIC. 15

表 5.2.6 NIC. 15 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された斜面

番号	マナグアからの距離 (Km)	連番	災害種別	延長 (m)	高さ (m)	角度 (度)	評価点数	災害予測箇所	災害危険箇所
1	9.9	1	D.F.	45	7		70	*	*
2	11.1	2	D.F.	65	8		70	*	*
3	11.2	3	R.F.	135	50	44°	67	*	*
4	11.5	4	R.F.	80	24	45°	65	*	*
5	11.7	5	D.F.	70	3		70	*	*
6	13.6	6	D.F.	100	1		70	*	*
7	21.1						50		
8	26.2						58		
9	26.6						50		
10	27.6						49		
11	28.0						46		
12	28.8						43		
13	29.5						56		
14	31.3						56		
15	32.7						43		
16	34.9						51		
17	41.7						54		
18	42.1						48		
合計								6	4

災害予測箇所 災害危険箇所

R.F. :Rockfall / Collapsimg (落石・崩壊) :2 :0
 R.C. :Rock Collapsimg (岩石崩壊) :0 :0
 S.S. :Slope Slide (地すべり) :0 :0
 D.F. :Debris Flow (土石流) :4 :4

5.2.5 NIC. 24

1) 脆弱性斜面

表 5.2.7 NIC. 24 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された斜面

番号	マナグアからの距離 (Km)	連番	災害種別	延長 (m)	高さ (m)	角度 (度)	評価点数	災害予測箇所	災害危険箇所
1	17.5	1	R.F.	190	21	44°	55		
2	28.5	2	R.C.	140	16	55°	63	*	
合計								1	0

災害予測箇所 災害危険箇所

R.F. :Rockfall / Collapsing (落石・崩壊) : 1 : 0
 R.C. :Rock Collapsing (岩石崩壊) : 1 : 0
 S.S. :Slope Slide (地すべり) : 0 : 0
 D.F. :Debris Flow (土石流) : 0 : 0

2) 脆弱性橋梁基礎

表 5.2.8 NIC. 24 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された橋梁

番号	測点 (km)	橋梁名	橋長 (m)	径間長 (m)	建設年次	評価点数		災害箇所		
						橋台	橋脚	災害予測	災害危険	
1	132+055	El Hogar (La Mora)	5.6	4.5		20	--			
2	143+000	San Ramón1	20.5	20.0	2001	70	55	*		
3	183+988	Chocolatero	8.6	7.7		50	--			
4	189+111	La Culebra	14.4	13.0		70	--	*		
5	197+929	Rio Negro	64.8	29+2(30)+29	2001	50	40			
6	198+675	San Antonio	10.3	9.0	1968	35	--			
7	201+520	Tecomapa	16.3	15.0	1968	40	--			
合計									2	0

5.2.6 NIC. 26

1) 脆弱性斜面

表 5.2.9 NIC. 26 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された斜面

番号	マナグアからの距離 (Km)	連番	災害種別	延長 (m)	高さ (m)	角度 (度)	評価点数	災害予測箇所	災害危険箇所
1	9.0	1	R.F.	105	18	43°	71	*	*
2	12.7	2	R.F.	235	13	62°	70	*	*
3	19.9	3	R.F.	160	20	53°	71	*	*
4	20.9	4	R.F.	115	19	65°	72	*	*
5	22.7	5	R.F.				64	*	
6	24.7	6	R.F.	160	16	55°	70	*	*
7	26.6	7	R.F.				37		
8	28.5	8	R.F.	65	12	50°	67	*	
9	29.1	9	R.F.				59		
10	29.3	10	R.F.	77	19	41°	76	*	*
11	29.8	11	R.C.	110	13	58°	73	*	*
12	30.0	12	R.C.	100	16	66°	68	*	
13	33.6	13	R.F.	60	11	58°	72	*	*
14	34.0	14	R.C.	300	16	65°	80	*	*
15	34.2	15	R.F.	150	52	54°	85	*	*
16	37.0	16	R.C.	90	24	76°	86	*	*
17	39.1	17	R.F.				41		
18	39.8	18	R.F.				40		
19	40.3	19	R.F.				50		
20	40.8	20	R.F.				53		
21	45.5	21	R.C.	280	32	52°	71	*	*
合計								15	12

災害予測箇所 災害危険箇所

R.F. :Rockfall / Collapsing (落石・崩壊) : 10 : 8
 R.C. :Rock Collapsing (岩石崩壊) : 5 : 4
 S.S. :Slope Slide (地すべり) : 0 : 0
 D.F. :Debris Flow (土石流) : 0 : 0

2) 脆弱性橋梁基礎

表 5.2.10 NIC. 26 において災害予測箇所・災害危険箇所として選定された橋梁

番号	測点 (km)	橋梁名	橋長 (m)	径間長 (m)	建設年次	評価点数		災害箇所	
						橋台	橋脚	災害予測	災害危険
1	104+182	La Cotorra	8.6	7.0	1963	40	--		
2	104+657	Figueroa	9.4	5.5	1963	40	--		
3	105+300	Santa Ana	8.2	5.5	1963	55	--		
4	106+020	Los Pedrones	6.4	3.7	1963	60	--		
5	106+687	Quimera	17.7	5+5+5	1964	65	65		
6	107+533	Solis	7.2	4.6	1963	100	--	*	*
7	108+154	Papalón	5.1	3.5	1963	90	--	*	*
8	108+784	La Higuera	9.5	5.8	1963	55	--		
9	114+044	San Jacinto	7.6	6.9	1964	50	--		
10	119+963	La Milagrosa	8.6	7.0	1964	60	--		
11	125+674	Santa Amalia (Malpaisillo)	16.5	15.4	1964	30	--		
12	145+617	El Cairito	31.8	10+10.2+10	1966	55	45		
13	148+051	Tionoste	19	18.0	1966	30	--		
14	156+785	San Juan de Dios	17.9	7.5+7.5	1965	90	70	*	*
15	164+125	El Jicaral	130	4(32.5)	2001	70	55	*	*
16	169+544	Las Pilas	8.5	8.0	1966	70	--	*	*
17	170+952	La Banderita	31.6	6.6+15.4+6.6	1966	100	65	*	*
18	190+265	La Manga No. 1	10.6	9.3	1966	55	--		
合計								6	4

第6章 災害危険箇所の選定結果

6.1 災害危険箇所

安定度調査結果に基づいて選定された災害予測箇所に対して、道路防災上の観点から必須である評価項目 (A-11 参照) の合計点数が基準値を超えた箇所を災害危険箇所として選定した。対象道路毎の災害危険箇所選定結果を表 5.2.1～表 5.2.10 に示す。また表 6.1.1 に路線ごとの集計を示す。対象道路全区間に存在する災害危険箇所の総数は 55 箇所であり、そのうち岩石崩壊の危険があるのが 20 箇所(36%)、落石・崩壊の危険があるのが 15 箇所(27%)、橋梁基礎の洗掘の危険があるのが 11 箇所(20%)、土石流の危険があるのが 5 箇所(9%)、地すべりの危険があるのが 4 箇所(7%)となっている。

表 6.1.1 災害危険箇所の総数

路線名	災害種別					災害危険箇所数	延長 (km)	キロ当たり災害危険箇所数
	落石・崩壊	岩石崩壊	地すべり	土石流	橋梁基礎の洗掘			
NIC. 1	7	9	0	0	6	22 (40%)	237	0.09
NIC. 3	0	6	4	1	1	12 (22%)	60	0.20
NIC. 5	1	0	0	0	0	1 (2%)	48	0.02
NIC. 15	0	0	0	4	0	4 (7%)	43	0.09
NIC. 24	0	0	0	0	0	0 (0%)	77	0
NIC. 26	7	5	0	0	4	16 (29%)	99	0.16
計	15 (27.3%)	20 (36.4%)	4 (7.2%)	5 (9.1%)	11 (20.0%)	55 (100%)	564	0.10

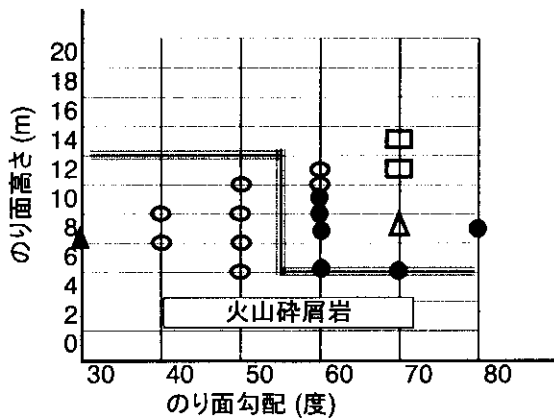
NIC 1 における災害危険箇所総数は 22 箇所 (全災害危険箇所数の 40%)、NIC 26 では 16 箇所(29%)、NIC 3 では 12 箇所(22%)、NIC 15 では 4 箇所(7%)、NIC 5 では 1 箇所(2%)、それぞれ存在し、NIC 24 では全く存在しない。

道路利用のリスクをキロメートル当たりの災害危険箇所数で考えた場合、最も高い値を示すのは NIC 3 (0.2 箇所/km)、次いで NIC 26 (0.16 箇所/km)、NIC 1 及び NIC 15 (0.09 箇所/km) となっている。

6.2 NIC.15 に対する斜面勾配の提案

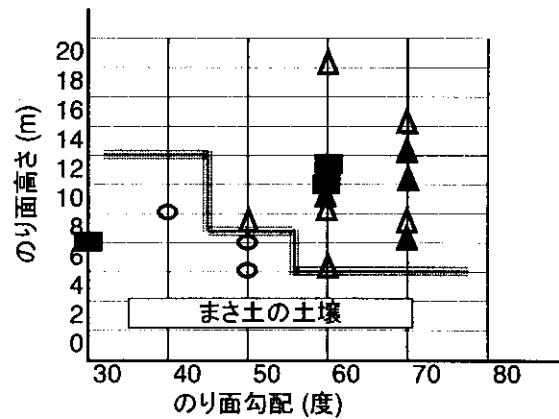
NIC.15 の全斜面を調査した結果、のり面勾配に統一性が見られず、表 6.2.1 に示すように、60%以上ののり面が災害危険箇所として評価された。しかしながら、NIC15 は現在、改修工事が行われているため、本調査においては、以下のように考察すると共に、図 6.2.1 と図 6.2.2 に示すような斜面勾配を提案した。

- 地質的特性として、Yalaguina-Ocotal 間には主に火山碎屑岩が見られる。
- 地質的特性として、Octal および Los Manos 間には花崗岩が見られる。
- 切土斜面にすることによって、まさ土がさらにもろくなっている。
- 火山碎屑岩が存在するため、3m 以上の厚さを持つ風化層やのり面勾配のきつい箇所が崩壊する危険性が増している。
- 落石・崩壊は、のり面高さとのり面勾配の関係に左右される。一概に言って、のり面高さが高くなる程、落石・崩壊発生危険性は高まる。のり面勾配が高くなる程、落石・崩壊が発生するのり面高さは低くなる傾向が見られる。
- まさ土から成るのり面を安定させるためには、最も安全な対策工が必要である。
- のり面を安全に保つ上で最も重要なことは、のり面高さとのり面勾配の組合せを安全なものに納めることである。安全なのり面高さとのり面勾配の組合せ基準は、岩質によって異なる。



- : 安定している (火山碎屑岩)
- : 落石・崩壊 (黒色片岩)
- ▲ : 落石・崩壊 (火山碎屑岩)
- ▲ : 第四紀砂礫層
- : 安山岩
- ≡ : のり面高さとのり面勾配の比率の境界線

図 6.2.1 火山碎屑岩



- : 切り直し後、安定
- △ : ガリ浸食
- ▲ : 崩壊
- : 切り直し後、崩壊
- ≡ : のり面高さとのり面勾配の比率の境界線

図 6.2.2 まさ土

第7章 対策工と概算費用積算

7.1 一般

道路防災のための対策工を検討する際には、自然・環境条件、「二」国における建設資機材、そして運輸インフラ省の維持管理費を考慮に入れる必要がある。

7.2 目的

7.2.1 対策工の目的

道路防災対策工の目的は、以下の通りである。

- 予期せぬ災害が発生することを予防する。
- 交通を円滑にするために、災害によって発生した障害物が車両や人の通行を妨げることを防止する。
- 公共及び私有の財産を守る。
- 道路維持管理費及び道路復旧費を削減する。

7.2.2 対策工の定義

各災害危険箇所の安定状況は様々である。災害危険箇所に対する対策工は、災害の特徴に応じて以下の3つに分類される。

- 永久構造物としての対策工
- 仮設工としての対策工
- 緊急対策工

1) 永久構造物としての対策工

永久構造物としての対策工は、以下のようなものを指す。

- 維持管理が実施されており、対策工の寿命が最低20年であるもの。
- 永久構造物の対策工に割り当てられる予算が、常に十分確保されていること。

2) 仮設工としての対策工

仮設工としての対策工は、以下のようなものを指す。

- 維持管理が実施されており、対策工の寿命が最低10年であるもの。

3) 緊急対策工

緊急対策工とは、以下のようなものを指す。

- 直ちに改良が必要な危険箇所に対して行われるもの。
- 対策工の寿命が、次の雨期までかもしくは半年以下であるようなもの。
- 対策工実施後、比較的短期間の寿命を考慮して、同じ箇所に対する仮設工や永久構造物への移行工事の実施が必要であるようなもの。

7.3 対策工の基本方針

7.3.1 基本方針

対策工の基本方針を決める際には、以下の事項を考慮しなければならない。

- 建設資材の殆どが、「二」国内より調達できること。
- 特殊な建設資材が有る場合、隣国から簡単に輸入できること。
- 建設費が比較的安いこと。
- 建設資材だけでなく、必要な技能を備えた技能者・技術者が存在していること。

7.3.2 建設資機材の調達

「二」国およびその隣国で調達可能な建設資材を、表 7.3.1 及び表 7.3.2 に示す。さらに、「二」国で適用可能な対策工の工種を表 7.3.3 に示す。

表 7.3.1 建設資材の調達

項目	ニカラグア	ニカラグア隣国	摘要
ポルトランドセメント	○		
粗骨材	○		
細骨材	○		
合板性型枠パネル	○		
鋼製型枠	○		
鉄筋	○		
混和剤		○	
PC 棒(PC bar)		○	

注: ○: 調達可能

表 7.3.2 建設機械の調達

項目	容量	ニカラグア	ニカラグア隣国	摘要
ブルドーザー	15t	○		
バックホウ	0.6m ³	○		
タイヤローラー	10t	○		
ロードローラー	10t	○		
振動ローラー	10t	○		
ダンプトラック	11t	○		
トラック	10t	○		
溶接機	300A	○		
トラッククレーン	20t	○		
トラッククレーン	45t		○	
トレーラー	20t	○		
油圧式ブレーカー	1300kg		○	
トラックミキサー	4.5 m ³		○	
ジャンボブレーカー	1300kg		○	
圧縮機	5 m ³ /min		○	
発電機	25kvA-150kvA		○	

注: ○: 調達可能

表 7.3.3 ニカラグァ国における対策工と工事の実績

分類	対策工の工種	工事記録	施工能力
(1) 土工	浮石・転石の除去	○	--
	切り直し工	○	--
	岩石割工	○	--
	盛土工	○	--
(2) 植生工	種子吹付工	×	□
	植生工	○	--
(3) 路面排水	のり肩排水工	○	--
	小段排水工	○	--
	のり尻排水工	○	--
(4) 構造物	石張工	○	--
	コンクリート吹き付け	×	□
	吹き付けコンクリート枠工	×	△
	蛇籠壁工	○	--
	練り石積み工	○	--
	重力式擁壁	○	--
	逆 T 型擁壁	○	--
	杭工	○	--
(5) 防護工	落石防止網	×	△
	防護柵	×	□
	コンクリート土留め工	×	□
	ロックボルト	×	□
	ロックシェド	○	--
	コンクリートダム	○	--
(6) 橋梁の防護	コンクリート護岸	○	--
	石積み工	○	--
	橋脚に対する蛇籠工	○	--
	捨て石工	○	--

注： ○：施工実績有り、 ×：施工実績無し、 --：施工実績有り、 □：施工可能
 △：資機材の扱いに関して技術的アドバイスが必要である

7.4 対策工の分類

7.4.1 適用可能な対策工

のり面崩壊に対して適用可能な対策工を表 7.4.1 に、橋梁基礎の洗掘に対して適用可能な対策工を表 7.4.2 に示す。災害種別毎の対策工選定のフロー図は、報告書本編の第 7 章に示す。

表 7.4.1 のり面崩壊に適用可能な対策工

分類	対策工の工種	のり面破壊の種別											
		落石・崩壊			岩石崩壊			地すべり			土石流		
		E	T	P	E	T	P	E	T	P	E	T	P
(1) 土工	浮石・転石の除去	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	切り直し工	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	岩石割工	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○
	盛土工	○	○	○	×	×	×	○	○	○	△	△	×
(2) 植生工	種子吹付工	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○
	植生工	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○
(3) 路面排水	のり肩排水工	○	○	○	△	△	○	○	○	○	×	×	×
	小段排水工	△	○	○	△	○	○	△	○	○	×	×	×
	のり尻排水工	△	○	○	△	○	○	△	○	○	×	×	×
(4) 構造物	石張工	○	○	△	×	×	×	○	○	△	×	×	×
	コンクリート吹き付け	△	○	○	△	○	○	△	△	△	△	○	○
	吹き付けコンクリート枠工	×	△	○	×	△	○	×	△	○	×	△	○
	蛇籠壁工	○	○	△	○	○	△	○	○	△	○	○	△
	練り石積み工	△	○	○	△	○	○	△	○	○	△	△	△
	重力式擁壁	△	○	○	△	○	○	△	○	○	△	△	△
	T型擁壁	×	△	○	×	△	○	×	△	○	×	△	△
	杭工	×	×	×	×	×	×	△	○	○	×	×	×
(5) 防護工	落石防止網	△	△	×	△	○	○	×	×	×	×	×	×
	防護柵	×	△	○	△	○	○	×	×	×	×	×	×
	コンクリート土留め工	×	△	○	△	○	○	×	×	×	×	×	×
	ロックボルト	△	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
	ロックシェド	×	×	△	×	△	○	×	×	×	×	△	○
	コンクリートダム	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○

注： E：応急対策工、 T：仮設工による対策工、 P：永久構造物による対策工
 ○：最適、 △：適用可能、 ×：適用不可能

表 7.4.2 橋梁基礎の洗掘に適用可能な対策工

分類	対策工の工種	橋台			橋脚		
		E	T	P	E	T	M
橋梁の防護	コンクリート護岸	×	○	○	×	○	○
	石積み工	△	○	○	○	○	○
	橋脚に対する蛇籠工	×	×	×	○	○	△
	捨て石工	○	×	×	○	×	×

注： E：応急対策工、 T：仮設工による対策工、 P：永久構造物による対策工
 ○：最適、 △：適用可能、 ×：適用不可能

7.4.2 対策工の区分

災害危険箇所の対策工は、その目的と適用可能性に応じて6つのグループに分類される。図7.4.1に防災対策の目的と工種間の関係を示す。

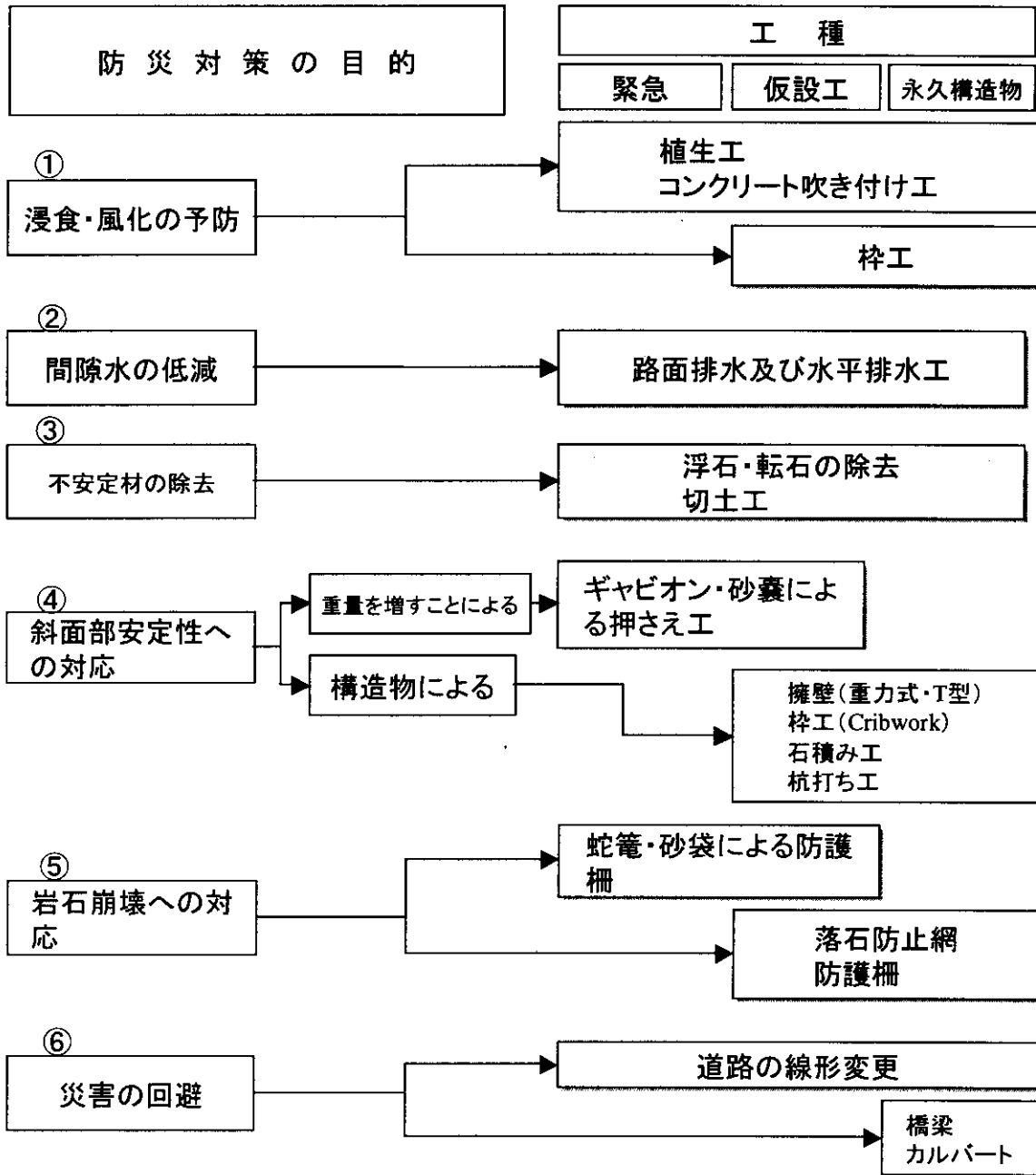


図 7.4.1 防災対策工の目的と工種の関係

7.4.3 対象道路の対策工

対象道路の各災害危険箇所における対策工を、以下の表に示す。以下の表に示されている対策工は、報告書本編の7.4.3節～7.4.10節において検討されている。

1) NIC.1

表 7.4.3 NIC.1 災害危険箇所（のり面崩壊）の対策工工種

No	距離程	道路災害区分	点数	対策工の工種		数量 (m ²)
1	60.9	落石	70	ギャピオン壁による防護柵	T	440(m)
2	73.2	落石	78	落石防止網	T	7,000
3	168.4	落石	84	落石防止網	T	19,703
4	168.6	岩石崩壊	72	落石防止網	T	5,363
5	169.8	岩石崩壊	72	落石防止網	T	6,466
6	170.7	岩石崩壊	72	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	15,242
7	171.3	岩石崩壊	78	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	8,754
8	175.0	岩石崩壊	76	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	2,252
9	176.2	岩石崩壊	74	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	4,988
10	178.7	落石	76	落石防止網	T	7,760
11	187.3	岩石崩壊	73	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	2,540
12	204.7	岩石崩壊	73	落石防止網	T	2,217
13	214.7	落石	70	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	1,935
14	232.5	岩石崩壊	75	落石防止網	T	3,695
15	233.7	落石	73	切り直し工 + 路面排水 + 植生工	T	8,407
16	235.6	落石	73	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	1,389

注: E; 緊急対策工、T; 仮設工としての対策工、P; 永久構造物としての対策工

表 7.4.4 NIC.1 災害危険箇所（橋梁基礎の洗掘）の対策工工種

No	Location	道路防災区分	評点	対策工の工種		数量 (m ²)
1	113+190	橋梁基礎の洗掘	90	蛇籠設置	T	252
2	135+640	橋梁基礎の洗掘	100	蛇籠設置	T	18
3	150+330	橋梁基礎の洗掘	90	蛇籠設置	T	666
4	151+850	橋梁基礎の洗掘	100	蛇籠設置	T	117
5	226+890	橋梁基礎の洗掘	100	蛇籠設置	T	41
6	233+245	橋梁基礎の洗掘	100	蛇籠設置	T	18

2) NIC.3

表 7.4.5 NIC.3 災害危険箇所 (のり面崩壊) の対策工工種

No	距離程 (km)	道路防災区分	評点	対策工の工種	数量 (m ²)
1	3.9	岩石崩壊	74	切り直し工 T	1,046
2	6.9	岩石崩壊	72	切り直し工 T	1,369
3	7.4	岩石崩壊	80	切り直し工 T	1,049
4	22.1	岩石崩壊	74	切り直し工 T	5,287
5	32.7	岩石崩壊	70	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	1,836
6	32.9	のり面崩壊	73	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工 P	3,460
7	35.2	土石流	83	ダム P	100(m)
8	35.9	のり面崩壊	71	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工 P	4,352
9	38.9	のり面崩壊	90	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工 P	4,526
10	39.4	のり面崩壊	90	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工 P	284
11	40.0	岩石崩壊	81	切り直し工 + 落石防止網 P	2,272

表 7.4.6 NIC.3 災害危険箇所 (橋梁基礎の洗掘) の対策工工種

No	Location	道路防災区分	評点	対策工の工種	数量 (m ²)
1	119+050	橋梁基礎の洗掘	100	翼壁の構築 P	8

3) NIC.5

表 7.4.7 NIC.5 NIC.3 災害危険箇所 (のり面崩壊) の対策工工種

No	距離程 (km)	道路防災区分	評点	対策工の工種	数量 (m ²)
1	24.6	落石・崩壊	76	切り直し工 + 法面排水 + 植生工 T	55,600

4) NIC.15

表 7.4.8 NIC.15 災害危険箇所 (のり面崩壊) の対策工工種

No	距離程 (km)	道路防災区分	評点	対策工の工種	数量 (m)
1	13.6	土石流	70	蛇籠壁工 T	100
2	11.7	土石流	70	蛇籠壁工 T	70
3	11.1	土石流	70	ダム構築 T	65
4	9.9	土石流	70	ダム構築 T	45

5) NIC.26

表 7.4.9 NIC.26 災害危険箇所（のり面崩壊）の対策工工種

No	距離程 (km)	道路防災区分	評点	対策工の工種	数量 (m ²)
1	9.0	落石	71	切り直し工 T	841
2	12.7	落石	70	切り直し工 T	2,724
3	19.9	落石	71	切り直し工 T	6,683
4	20.9	落石	72	切り直し工 T	1,595
5	24.7	落石	70	切り直し工 + コンクリート吹き付け T	2,050
6	29.3	落石	76	蛇籠による防護 T	77(m)
7	29.8	岩石崩壊	73	落石防止網 T	956
8	33.6	落石	72	切り直し工 + コンクリート吹き付け T	780
9	34.0	岩石崩壊	80	切り直し工 T	2,472
10	34.2	落石	85	切り直し工 + コンクリート吹き付け T	9,641
11	37.0	岩石崩壊	86	落石防止網 T	2,226
12	45.5	岩石崩壊	71	落石防止網 T	6,472

表 7.4.10 NIC.26 災害危険箇所（橋梁基礎の洗掘）の対策工工種

No	Location	道路防災区分	評点	対策工の工種	数量 (m ²)
1	107+533	橋梁基礎の洗掘	100	蛇籠設置 T	90
2	108+154	橋梁基礎の洗掘	90	蛇籠設置 T	54
3	155+785	橋梁基礎の洗掘	90	蛇籠設置 T	248
4	170+952	橋梁基礎の洗掘	100	蛇籠設置 T	369