

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

ニカラグア共和国(面積12万9,541km²、人口500万人)は、中米地域の中央部に位置する農牧業主体の国家である。1980年代の内戦後、1990年以降に民主化が推進され、経済再建に取り組んでいるが、依然、膨大な対外債務を抱え、高い失業率、貧困層の増加など解決すべき課題も多い。

一方、ニカラグア共和国(以下、「ニカラグア国」と記す)政府は、国内経済の回復を目的として、インフラ整備を急務としているが、自然災害の多発国である当国は、1998年10月に発生したハリケーンミッチにおいても、舗装道路が約1,500km、未舗装道路が約6,000km程度寸断され、橋梁では全壊が22橋、半壊が46橋に及ぶなど多大な被害を受けた。これら度重なる自然災害の影響もあり、国家基盤整備の進捗は思わしくない状況にある。

こうした状況のなか、ニカラグア国政府は2001年2月に道路網整備を含めた国家運輸計画を策定しているが、防災分野について明確に計画されておらず、悪天候時などの通行信頼性が低い状態にある。主要幹線道路網は、緊急時の重要なライフラインとなるため、十分な防災計画が必要である。

上記背景の下、2000年9月ニカラグア国政府は、我が国に対し、主要道路網の災害に対する脆弱性調査、道路防災計画の策定、緊急性を要する危険箇所の防災対策の策定に係る開発調査を要請してきた。

1-2 調査目的

本事前調査の目的は、ニカラグア国政府関係機関との協議、現地踏査及び資料収集を行い、調査の要請背景、目的、内容、ニカラグア国側の受入体制などを確認し、Scope of Work(S/W)、Minutes of Meeting(M/M)を署名・交換することである。

1-3 調査団の構成

担当分野	氏名	所属
総括	平井 敏雄	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課長
道路防災行政	広瀬 鉄夫	阪神高速道路公団保全施設部保全企画課保全管理係長
道路維持管理	永田 佳文	首都高速道路公団東東京管理局保全部保全管理課点検企画班長
調査企画／事前評価	善本 隆典	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課
道路・橋梁設計	研谷 明義	広建コンサルタンツ株式会社設計二部長
自然条件／環境	中村 哲	個人コンサルタント
通訳	石井 裕子	財団法人 日本国際協力センター研修監理部 研修監理員

1-4 調査日程

日順	月日	曜日	調 査 行 程
1	9/2	日	東京 15:55→ヒューストン 13:55 (C0006) ヒューストン 17:42→マナグア 19:54 (C01263)
2	9/3	月	(1) JICA 事務所との打合せ (2) 日本大使館へ表敬訪問 (3) 外務省経済関係協力庁へ表敬訪問 (4) MTI へ表敬訪問及び打合せ
3	9/4	火	《現地調査》 1. Managua~San Benito 2. San Benito~Sébaco~San Isidro~Yalaguina~El Espino 3. Yalaguina~Las Manos
4	9/5	水	《現地調査》 1. Managua~Lapaz Centro~Telica~Chinandega 2. Chinandega~Guasaule 3. Telica~San Isidro
5	9/6	木	(1) MTI との S/W 及び M/M 協議
6	9/7	金	(1) MTI との S/W 及び M/M 協議 (2) JICA 事務所へ中間報告 (3) 日本大使館へ中間報告
7	9/8	土	《現地調査》 1. Managua~Jinotepe~Nandaime 2. Nandaime~Penas Blancas 3. Nandaime~Masaya~Managua
8	9/9	日	(1) 書類整理及び現地調査報告書作成
9	9/10	月	(1) MTI との S/W 及び M/M 協議 (2) 世界銀行との打合せ (3) IDB との打合せ
10	9/11	火	(1) MTI との S/W 及び M/M 協議
11	9/12	水	(1) S/W、M/M 協議及び署名 (2) JICA 事務所へ報告 (3) 日本大使館へ報告
12	9/13	木	A. 官団員 帰国 13日 マナグア 17:00→サン・サルバドル 17:50 (TA314) サン・サルバドル 18:30→メキシコシティ 22:30 (TA960) ※米国テロ事件による空港閉鎖の影響を受け 13日から 17日までメキシコシティに緊急滞在 17日 メキシコシティ 8:50→ダラス 11:29 (AA1782) ダラス 13:00→ 18日 →東京着 16:20 (JL045) B. 役務提供団員 資料収集
13	9/14	金	(1) 役務提供団員による資料収集及び現地調査
14	9/15	土	〃
15	9/16	日	〃
16	9/17	月	〃
17	9/18	火	〃
18	9/19	水	〃
19	9/20	木	マナグア 6:35→グアテマラ・シティ 8:55 (TA440) グアテマラ・シティ 9:55→メキシコ 12:50 (TA210)
20	9/21	金	メキシコ10:30→
21	9/22	土	→東京 16:50 (JL011)

1-5 主要面談者リスト

(1) 外務省 経済関係協力庁

Ms. Isolda Frixiono	二国間協力局長
Ms. María Auxiliadora Vindel	日本担当官
Mr. Minoru Arimoto	日本人専門家
Mr. Alejandro Maltez Montiel	無償資金協力アドバイザー

(2) 運輸インフラ省(MTI)

Mr. Edgard Bohórquez Ocampo	運輸インフラ省大臣
Mr. Ernesto Barrantes	計画局局長
Ms. Anabelt Ortega	計画局投資計画部長
Ms. Thelma Zambrano	計画局監督技師
Ms. Jacqueline Rojas Collado	計画局監督技師
Mr. Octavio Joaquín Rocha	計画局運輸エコノミスト
Mr. Joaquín Guevara	計画局技師
Mr. Jorgue Urbina	計画局技師
Mr. Fabio Guerrero Osorio	技術環境管理局技師
Mr. Amadeo Santana Rodríguez	道路局世界銀行担当コーディネーター
Mr. Carlos Pérez Padilla	道路局道路建設部長
Mr. José Ernesto Téllez Castellón	道路局道路保全部長

(3) 米州開発銀行(IDB)

Mr. Eduardo Soto	セクタースペシャリスト
------------------	-------------

(4) 日本大使館

Mr. Kunio Shmizu	大使
Mr. Yasuhisa Suzuki	参事官
Mr. Naohito Watanabe	参事官
Ms. Mayumi Hashimoto	専門調整員

(5) JICA事務所

Mr. Shigeru Takagi	所長
Mr. Tetsuya Oda	企画調査員

1-6 協議概要

(1) 事前調査団による確認事項

1) 調査名について

調査名を以下のとおりとすることで双方合意した。

The Study on Vulnerability Reduction for Major Roads in the Republic of Nicaragua

2) 調査対象範囲について

調査区間については、要請書には2,800kmとあったが、他ドナーの道路リハビリとの調整、路線の重要度、危険度、技術移転による対応などを考慮し、対象路線を以下のとおりとした。

- ① El Espino～San Benito(NIC. 1)
- ② Sébaco～Jinotega(NIC. 3)
- ③ Yalaguina～Las Manos(NIC. 15)
- ④ Chinandega～Guasaule(NIC. 24)
- ⑤ Telica～San Isidro(NIC. 26)

しかしながら、ニカラグア国側から以下の路線についての調査要望があり、事前調査団は追加路線の現地調査を実施し、その結果をJICA本部へ伝える旨、約束した。

- ⑥ Matagalpa～La Dalia(NIC. 5)
- ⑦ San Benito～El Rama(NIC. 7)

3) ステアリングコミッティについて

ステアリングコミッティを以下のメンバーで組織するものとし、MTI計画局が調整することで合意した。

- ① MTI計画局長
- ② MTI道路局長
- ③ MTI技術環境管理局长
- ④ INETER防災局長
- ⑤ 外務省経済関係協力庁二国間協力局長

4) レポートについて

人材育成、技術移転の重要性から、スペイン語レポート作成の強い要望があったため、すべてのレポート及びマニュアルのスペイン語版を作成することで合意した。

5) 調査用車両の提供について

事前調査団は、ニカラグア国側へ3台の車両提供を要望したが、経費などの問題から困難とのことであった。なお、ニカラグア国側から、車両については本格調査団の方で用意する

よう要望があり、事前調査団はその旨をJICA本部へ伝えると約束した。

6) 技術移転セミナーについて

レポート提出時に技術移転セミナーを実施することとした。

(2) 事前調査団長による所感

今回の事前調査を通じた所感、主たる確認事項及び本格調査実施に向けた留意点などについて次のとおりである。

1) 所 感

ニカラグア国政府のカウンターパート機関である運輸インフラ省、政府関係機関、国際機関との協議及び現地調査の結果から、ハリケーンミッチ被災時のように基幹道路が寸断された場合、経済及び社会活動にも大きな打撃を与えることから、適切な防災対策を行い自然災害から基幹道路としての機能を守ることにより得られる便益は極めて大きく、本開発調査が目的としている主要道路網の自然災害危険度の診断を行い災害危険箇所に対し適切な防災計画を策定する意義は十分にあることを確認した。

ニカラグア国運輸インフラ省の道路整備に関連する予算は規模が小さく、日常的な最低限の維持管理及び地方道路の小規模な改修工事以外はすべて外国の援助機関が地方道路網の整備や幹線道路網の舗装を中心としたリハビリテーション工事を実施している。

今般、現地調査でホンデュラス、コスタ・リカをつなぐ南北の幹線道路を中心に1,000km以上を踏破したが、これらの区間は輸送網上の重要な位置づけからこれまでIDB、世界銀行が中心となり道路舗装を中心とした改修整備を実施してきた。これらの区間は全体的に舗装状態は良く、十分な路肩幅を有した2車線道路として整備されている。

一方、山間部の道路法面に関しては土砂崩れ、斜面崩壊、落石、地すべりなどが発生する危険性がある箇所、また橋梁の基礎部分に関しては洗掘対策の必要と思われる箇所が相当数確認された。

これまで道路本体についてはニカラグア国政府により制定された基準に則り設計・施工が行われており、上述のとおり幹線道路においては品質的には良質の舗装道路が整備されている。しかしながら、山間部の道路法面及び橋梁の基礎部分など、災害に対して脆弱性を有する箇所についてはニカラグア国政府の防災対策に関する基礎整備が十分でないことから必ずしも適切な道路防災対策が講じられていない現状が見られた。ニカラグア国においては毎年のようにハリケーンが襲来するため、今後大雨により道路法面の土砂崩れや橋梁の流出などの災害の起きる危険性の高い箇所も確認されており、幹線道路においては早急に適切な防災対策を行い、社会・経済面において貴重な役割を担う道路を自然災害から守ることは非常に重要と考える。

2) 道路整備の現況

1998年10月に中米地域を襲ったハリケーンミッチはニカラグァ国内の特に北西部地域の道路・橋梁のインフラに大きな打撃を与えたが、今回の現地調査を通じ、ニカラグァ国政府及び多数の援助機関の支援の下で被災箇所の大半の復旧が終了している様子が確認できた。

現在、北部のホンデュラス国境地域においては我が国の無償資金協力により5か所の橋梁の架け替え工事が進行中であり、橋梁の完成に伴い北部地域のみならず国境を通過する車両の交通利便性の大幅な向上が期待されている。

3) 調査対象地域

ニカラグァ国政府は2020年を目標年次とした「運輸交通マスタープラン」を策定済みであり、今後はマスタープランによる道路網の整備が進むものと考えられる。

本調査における道路防災計画策定の対象地域は、マスタープランにおいて将来の交通需要の大きいとされる幹線道路のなかから、特に自然災害の危険性のある、①パンアメリカン道路、②海岸部を走る中米諸国間道路、③両道路を結ぶ東西道路などを調査対象路線として選定した。

これらの幹線道路はホンデュラス、コスタ・リカにつながっており南北アメリカを結ぶ物流上重要な基幹道路として大型の貨物トラックが走り、国内幹線道路としての機能に加え中米地域内道路としての重要な役割を担っている。自然災害により道路が寸断された場合、経済、社会活動にも大きな打撃を与える区間であることから、適切な防災対策を行う優先度は非常に高いと考えられる。

4) 本格調査に向けた留意点

① 調査対象地域の治安状況及び安全対策

本件調査において対象地域とした北部山岳地帯の一部(マダガルパ、エステリ、マドリス県)は「危険度2」の指定地域となっている。このため、本格調査の実施においては在ニカラグァ日本大使館、JICA現地事務所と事前に十分な協議を行い最新の治安情報の入手、連絡手段の確保など適切な対策を取ることに十分留意する必要がある。

当方から、カウンターパート機関である運輸インフラ省に対し現地調査実施時における十分な安全確保を強く要請するとともに、ボホルケス運輸インフラ大臣からは日本人調査団の安全確保について責任を持って対応する旨の発言があった。

なお、参考情報として、1992年以来ニカラグァ国北部で幹線・地方道路網を実施中してきたIDB訪問時に当該地域の治安状況について確認したところ、現在まで事件などの発生報告はない旨の説明があった。

② 人材育成

内戦終了後の1990年以降、我が国をはじめ他の援助機関により着実にインフラ部門が整

備されつつある。一方、道路・橋梁の整備事業が拡大するなかで、これまで援助機関が主導的にこれらの整備事業を実施してきたことから、運輸インフラ省の技術者が必ずしも十分育成されてきておらず、道路行政の実施官庁としての事業実施管理能力の向上が大きな課題となっている。将来に向けて適切な道路行政を実施していくためにもインフラの整備とともに人材育成を重視すべきと考える。今回の協議を通して提出された報告書・資料の大半が援助機関が作成したものであり、外部機関にかなり依存している様子がみられた。

さらには運輸インフラ省の人材のみならず施工業者、コンサルタントを含む民間部門の人材育成の重要性が指摘されており、本格調査実施時の報告書提出ごとに予定しているセミナー・ワークショップの開催時にはこれら民間部門の関係者にも幅広く参加を募り、技術移転と人材育成に配慮すべきと考える。

③ 援助機関との協調

ニカラグア国ではインフラ分野において世界銀行、IDB、デンマーク、スウェーデンなど多くの国際機関及び援助国が協力を実施しており、本調査の対象地域においてもこれら援助機関が道路整備を実施中、実施済みの区間が含まれていることから、調査に際してはこれら援助機関と十分に情報交換を行うよう留意が必要と思われる。

④ ステアリングコミッティ

カウンターパートは運輸インフラ省の道路行政の計画策定及び予算管理を所掌する計画局ではあるが、防災工事を施工する道路工事部局や日常的な道路メンテナンスを行う維持管理部局とも密接な連携を図りながら、調査の成果が適切に活用されるようステアリングコミッティの機能を十分に発揮すべく留意が必要と考える。

1-7 現地調査結果

(1) 概要

1) 第1日(9月4日)

マナグアを7:15に出発し、「NIC. 1」をManagua→Tipitapa→San Benito→Sébaco→San Isidoro→Estelí→Yalaguina→Somoto→El Espino(ホンデュラス国境)まで北上し、さらに「NIC. 15」をYalaguina→Ocotalの先まで足を伸ばし調査し、ホンデュラス国境に至らず引き返した。マナグアには21:00に帰り、全走行距離は550kmであった。

「NIC. 1」は、通過した市街部などの一部区間において工事中又は未整備であるが、ほとんどの区間において、現在のリハビリで舗装整備が終了していた。「NIC. 15」は整備中であった。調査区間のうち、San Benitoの先まで平地部であるが、その後、丘陵部から山岳部となる。この路線では、危険箇所として、切土法面崩壊が6か所、落石岩石崩壊が6か所、地滑り及び土石流が各1か所、橋台・護岸・取付道路の洗掘5か所、合計19か所が確認

された。

2) 第2日(9月5日)

マナグアを7:20に出発し、「NIC. 28」をManagua→Mateare→La Paz Centro→Emp. Izapa、続いて、「NIC. 24」をEmp. Izapa→Leon→Telica→Chinantega→Guasaule(ホンデュラス国境)まで北上し、引き返し、「NIC. 26」をTelica→Malpaisillo→El Jicaral→San Isidoro(NIC. 1の交点)を調査した。マナグアには20:30に帰り、全走行距離は550kmであった。Emp. Izapa→Leon→Chinantegaは現在のリハビリで舗装整備が終了していたが、「NIC. 28」及びChinantega→Guasaule、「NIC. 26」は未着工であった。

この路線における「NIC. 28」は最初丘陵地であるが、「NIC. 24」の沿岸部になるとほとんどが平地である。「NIC. 26」のEl Jicaral→San Isidoroは山岳部である。この路線では、危険箇所として、切土法面崩壊が1か所、落石岩石崩壊が7か所、橋台・護岸・取付道路の洗掘1か所、合計9か所が確認された。

3) 第3日(9月8日)

マナグアを7:30に出発し、「NIC. 20」と「NIC. 2」をManagua→Diriamba→Jinotepe→Nandaime→Rivas→Penas Blancas(コスタ・リカ国境)まで南下し、引き返し「NIC. 4」と「NIC. 41」をNandaime→Granada→Masaya→Managuaを調査した。全走行距離は320kmで18:00に帰着した。Managua→Nandaime区間は往路も復路も丘陵地帯であるが、Nandaime→Penas Blancasは平地である。この区間ではMasaya近くで火山灰堆積地帯の切土法面を1か所点検したが危険箇所とはしなかった。

4) 第4日(9月13日)

マナグアを7:20に出発し、「NIC. 1」をManagua→San Benito→Sébacoと第1日と同じ路線を北上し、「NIC. 3」のSébaco→Matagalpa→Jinotegaを調査し、さらに「NIC. 5」のMatagalpa→La Daliaを調査した。帰路San Isidoro以西を再調査した。マナグアには19:00に帰り、全走行距離は530kmであった。「NIC. 3」「NIC. 5」とともに道路線形が厳しい山岳道路で、まだ舗装整備に着手していないが、比較的維持管理が行き届き、特に「NIC. 5」では法尻排水溝の整備など防災対策は良好であった。

この路線では、危険箇所として、切土法面崩壊が8か所、落石岩石崩壊が4か所、橋台・護岸・取付道路の洗掘1か所、合計13か所が確認された。

5) 第5日(9月14日)

マナグアを7:30に出発し、「NIC. 7」をSan Benito→San Lorenzo→Juigalpa→Santo Tomas→La Gateadaを調査した。マナグアには19:30に帰り、全走行距離は480kmであった。

San Benitoから80kmは今回のリハビリで舗装整備が終了し、さらに東に向けて工事中で

あるが、その他は未整備の状態で、従来の悪路である。地形としては山岳部→丘陵部→山岳部と変化するが、道路線形は特に厳しくはない。

この路線では、危険箇所として、切土法面崩壊が2か所、地滑りが7か所、合計9か所が確認された。IDB資金でリハビリ中である前半の工事区間において、地滑りが発生した部分の法尻を部分撤去して、高さ約1.2mの蛇籠を設置する地滑り対策工を既に実施していた。

(2) 現地調査結果一覧表

1) San Benito~Sébaco~San Isidro~Yalaguina~El Espino区間(NIC. 1)

番号	地名 (MTIからの距離)	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
A-1	Maderas (52 km)	切土法面崩壊	500mw×15mh	やや軟質な凝灰岩、砂岩などの互層、浸食発生	法面保護
A-2	El Coyol (54 km)	切土法面崩壊	200mw×10mh	やや軟質な凝灰岩、砂岩などの互層、浸食発生	法面保護
A-3	El Coyol (60 km)	地滑り	300mw×30mh	やや軟質な凝灰岩、砂岩などの互層、崩土部分に大型地滑りで道路が動いている	排水路設置、土質調査、滑り計算、補強盛土
A-4	El Coyol (62 km)	切土法面崩壊 盛土法面崩壊	300mw×20mh	土砂を谷側斜面へ投棄し、未処置	山側・谷側ともに法面保護
A-5	El Venado (85 km)	橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘		ミッチで橋台基礎・護岸・河川敷内の取付道路が洗掘され、補修した、川幅が狭い	橋台基礎・周辺護岸・取付道路への洗掘対策
A-6	Sébaco (104 km)	橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘		ミッチで橋台基礎・護岸・河川敷内の取付道路が洗掘され、補修した、川幅が広い	橋台基礎・周辺護岸・取付道路への洗掘対策
A-7	Sanjon Negro	土石流	300mw×1,000mh	ミッチで土石流発生、道路流出、直径1 m程度の落石が多く存在、大規模土石流の再発生を予想、人家 200 軒あり	山の中腹に砂防堤・落石防止柵の設置が必要
A-8	La Canas	落石岩石崩壊 盛土法面崩壊	300mw×20mh	溶岩の上に風化した亀裂の多い凝灰岩が堆積、土砂を谷側斜面へ投棄し、未処置	山側・谷側ともに法面保護
A-9	Las Lajitas/ La Gavilana	同上	300mw×15mh	同上	同上
A-10	"	同上	300mw×15mh	同上	同上
A-11	Estelí/ Kukamonoga	落石岩石崩壊	200mw×20mh	ミッチで落石崩壊発生、風化凝灰岩に縦亀裂が多く発生、現在危険な状態、固い岩盤の間に軟弱な土石が混在	落石の除去、岩盤一部の撤去、落石防護網の設置、岩盤の保護
A-12	"	落石岩石崩壊	300mw×20mh	同上	同上
A-13	La Sirena/ Condega	落石岩石崩壊	500mw×25mh	本調査で最大規模の落石崩壊箇所、落石の塊が途中にとまり、今にも落下しそう、軟弱層と硬い層が混在、風化凝灰岩が主体	同上
A-14	Piedra Large/ Ducuali	切土法面崩壊	200mw×15mh	風化凝灰岩の切土面の崩壊	山側の法面保護
A-15	"	切土法面崩壊	200mw×15mh	風化凝灰岩の切土面の崩壊	山側の法面保護

A-16	Condega	橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘		河川敷内の取り付け道路は洗掘対策が必要	橋台基礎・周辺護岸・取付道路への洗掘対策
A-17	Valle Ducuali	同上		ミッチで橋梁崩壊、橋梁新設、河川敷内の取付道路は洗掘対策が必要	同上
A-18	Somoto／Encuentros	同上		同上	同上

2) Yalaguina~Ocota~Las Manos区間(NIC. 15)

番号	地 名	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
B-1	Ocotál	切土法面崩壊	30mw×15mh	強風化安山岩の切土法面にガリ発生	法面保護

3) Chinandega~Guasaule区間(NIC. 24)

番号	地 名	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
C-1	Israel	落石岩石崩壊	200mw×10mh	節理の発達した玄武岩の落石	浮石除去、落石ネット
C-2	Israel	落石岩石崩壊	300mw×10mh	強風化凝灰岩の斜面崩壊	斜面保護
C-3	Villa Nueva	落石岩石崩壊	300mw×15mh	凝灰岩土砂状斜面の小崩壊	斜面保護

4) San Isidro~Telica区間(NIC. 26)

番号	地 名 (San Isidro の距離)	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
D-1	Las Mangas (8 km)	橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘		40mスパンの橋梁基礎など洗掘を予想	橋台基礎・周辺護岸・取付道路への洗掘対策
D-2	Las Mangas (8 km)	落石岩石崩壊	150mw×20mh	巨大な凝灰角レキ岩があり、今にも崩れ落ちそう	巨岩撤去、斜面保護
D-3	Properoido (12 km)	落石岩石崩壊	300mw×15mh	風化凝灰角レキ岩に法面縦亀裂発生、落石多量	法面保護、落石ネット他
D-4	Cruz de India (21 km)	落石岩石崩壊	200mw×10mh	亀裂の多い凝灰岩、安山岩の落石	法面保護、落石ネット他
D-5	St. Rosa (23 km)	切土法面崩壊	200mw×10mh	亀裂の多い凝灰岩の落石	落石ネット
D-6	El Coyolito (32 km)	落石岩石崩壊	500mw×20mh	長大法面の風化凝灰岩の崩壊、乾期でも崩壊多発	法面保護、擁壁、落石ネット

5) Sébaco~Matagalpa~Jinotega区間(NIC. 3)

番号	地 名 (Sébaco からの距離)	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
E-1	Las Palomas (7 km)	切土法面崩壊	400mw×15mh	山側法面の崩れ、落石あり、亀裂多い凝灰角レキ岩	法面保護と道路の移動
E-2	Puenje Wasuwali (19 km)	切土法面崩壊	200mw×10mh	山側法面の崩れ、道路が狭い、上に人家あり、泥岩で小さな亀裂が多くある	法面保護
E-3	同上	橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘		40mスパン鋼橋、日本無償 50%、橋梁基礎及び取付道路保護不十分	橋台基礎・周辺護岸・取付道路への洗掘対策
E-4	Las Tejas (21 km)	切土法面崩壊	300mw×20mh	Top で小ホテル建設中、安山岩が強風化し、落石多量	法面保護、落石ネット他
E-5	Los Lipés (30 km)	切土法面崩壊 盛土法面崩壊	300mw×20mh	凝灰岩の風化激しく滑り破壊発生、谷側法面も滑り危険	山側、谷側ともに法面保護

E-6	同上 (31 km)	切土法面崩壊	200mw×15mh	同様な法面	法面保護
E-7	同上 (32 km)	切土法面崩壊	200mw×15mh	同様な法面、表面に流水あり、落石あり、道路曲線部	法面保護
E-8	La Vuelta Del Diablo (33 km)	落石岩石崩壊 切土法面崩壊 盛土法面崩壊	600mw×20mh	道路曲線部、谷水により道路が流され 取替え工事中、排水カルバート工事中、 コルゲートカバー取付中、工事停止中	法面保護、道路改修、排水工事必要
E-9	Santa La Tenia (48 km)	切土法面崩壊	50mw×10mh, 30mw×10mh	小規模、風化凝灰角レキ岩の落石多量	法面保護
E-10	Limito (51 km)	落石岩石崩壊 切土法面崩壊 盛土法面崩壊	400mw×20mh	道路曲線部、山側法面の地質は未固結の砂礫で軟弱、落石崩壊と谷側崩壊が発生	山側／谷側法面保護

6) Matagalpa~La Dalia区間(NIC. 5)

番号	地 名 (Matagalpa からの距離)	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
F-1	El Tuma (23 km)	切土法面崩壊 盛土法面崩壊	200mw×20mh	法面に多量の浮石あり、落石発生、谷側の傾斜が厳しい、凝灰岩と強風化の安山岩	法面保護
F-2	El Tuma (23 km)	落石岩石崩壊	100mw×15mh	斜面崩壊、1 m立方以上の落石が多量に存在、凝灰岩と強風化の安山岩	斜面保護
F-3	El Tuma (38 km)	落石岩石崩壊	50mw×10mh	同上	斜面保護

7) San Benito~Juigalpa~La Gateada区間(NIC. 7)

番号	地 名 (San Benito からの距離)	災害の種類	災害の規模	補 足 説 明	対策工の提案
G-1	Canoas (31 km)	切土法面崩壊	150mw×15mh	Top に人家あり、落石多量、法面縦亀裂、強風化凝灰岩、硬軟地質混在	斜面角度緩やかにして、法面保護
G-2	El Poltillo (50 km)	地滑り 切土法面崩壊 盛土法面崩壊	200mw×20mh	未固結の砂礫（旧扇状地堆積物）の地滑り、樹木傾斜、すべりの規模は不明	大型工事が必要、斜面角度緩やかにして、法面保護
G-3	Tecolostote (61 km)	地滑り 切土法面崩壊	250mw×15mh	未固結砂礫の地滑り、崩壊法面の法尻部を撤去し、緊急工事として前面を1.2mh の蛇籠で保護	同上、大型土工が必要
G-4	Tecolostote (62 km)	地滑り 切土法面崩壊 盛土法面崩壊	400mw×20mh	同上	同上、大型土工必要、谷側の法面保護が必要
G-5	Tecolostote (63 km)	地滑り 切土法面崩壊	150mw×15mh	同上	斜面角度緩やかにして、法面保護
G-6	Tecolostote (64 km)	地滑り 切土法面崩壊	150mw×15mh	風化安山岩の上に未固結の砂礫（旧扇状地堆積物）、落石、崩壊発生	斜面角度緩やかにして、法面保護
G-7	Santo Tomas (145 km)	切土法面崩壊	100mw×15mh	溶岩の巨大岩塊が路肩に転落	法面保護
G-8	Muhan (183 km)	地滑り	400m長	1 か月前の大雨で道路面が 40 cm沈下、現在土盛り中、凝灰岩の崩積土が地滑り、流水が問題	土質調査、滑り計算、排水路設置、補強盛土
G-9	Gateada (189 km)	地滑り	100m長	1 か月前の大雨で道路面が 3 m沈下、現在土盛り中	土質調査、滑り計算、排水路設置、補強盛土

(3) 現地調査結果の考察

1) 切土法面

今回の調査では災害の種類として、切土法面崩壊が最も多く、24か所が確認された。丘陵部、山岳部においては道路線形を確保するために、一定の傾斜角度をもって法面を形成するように工事が行われている。しかし、現場における実際の切土法面は土質や法面高さに応じた適正な傾斜角度とは認められず、小段の排水溝も法肩背後の排水溝も全く存在せず、最も重要な法尻の排水溝ですら存在しないところもある。すなわち、法面・排水溝の維持管理がなされず、道路を開設した当時の状態のまま放置され、一切の法面保護対策も考慮されていない。多くの区間において、路肩部からの崩れ落ちが目立ち、今後、小規模の雨で浸食・崩壊が発生する状態にある。

法面最上層の状況は調査できなかったが、切土法面の平均的な高さは20m程度であり、幅は200mから500mに至り、一部ではこれ以上の広範囲のものも存在する。小段の排水溝は全く存在せず、人工的な植生は考慮されていないため、法面の風化が進み、リル浸食やガリ侵食が発達しているところもあり、全面的な法面の膨れ、浸食、崩落も存在し、崩壊土は道路排水溝を詰まらせ、流水を阻止し、ひいては崩積土と一緒にあって、谷側の法面を浸食している。

全路線の調査を通じて、植生、コンクリート吹き付けなどの法面保護対策工は一切見受けることができなかつたが、このまま放置すれば、大型のハリケーンや地震でなくとも通常の降雨でも大規模な災害発生の原因となりうることが予想される。

2) 盛土法面

今回の調査では、スウェーデンの無償によるOcotal以北の工区において、谷側法面の保護工が実施されている箇所を見出したが、その他の区間では一切配慮が認められず、今回の長距離に及ぶIDB、世界銀行の有償によるリハビリ舗装の工区においては、すべて既存の谷側法面に対して舗装基盤の土砂を直接投棄しており、その法面は未処置のまま放置されている。これは、既存の盛土法面の脆弱化を助長することとなり、通常の降雨でも大型の法面崩壊に至る可能性がある。その他にも以下の問題が考えられる。

- ① 道路沿い川谷の流水断面の減少
- ② 道路谷側斜面の浸食及び自然植生の破壊
- ③ 道路沿い河川の汚濁、湖水及び海水の汚染
- ④ 肥沃な谷底耕地の損傷及び減少
- ⑤ 谷底に土砂が滑落し、水をせき止め、鉄砲水の原因となる

3) 盛土工

今回の調査では、橋梁の取付道路と道路の一部で盛土工が適用されていることを確認した

が、その施工状態から、以下のことが考えられる。

- ① 緩い状態で施工されている
- ② 裸法面がほとんどで、表面水の流下及び浸透水などにより盛土が浸食される
- ③ 植生も植生筋工も見受けられず、盛土への保護に配慮が欠ける
- ④ 一部では蛇籠による法尻保護が見受けられるが、一定の基準が適用されていない

4) 排水工

調査した7区間のうち、山岳部であるMatagalpa~La Daliaにおいては法尻の排水溝が全線にわたり整備され、維持管理も適切と判断されたが、その他の区間では、ほとんどの場所において法尻の排水溝が適切に整備されていない。今回のリハビリによる整備区間においても、法面の排水工のみならず、ボックスカルバートや配管による道路横断排水工への設計的な配慮が欠如しており、特に山岳部・曲線部に対する再検討が必要である。

適切な法面及び道路横断における排水工は法面の浸食・崩壊防止並びに道路及び法面全体の地滑り防止に不可欠であり、舗装及び道路基盤の耐久性向上、自動車の走行性向上においても重要な役割を果たす。現地調査の問題点は以下のとおりである。

- ① 最上段肩及び小段における排水工の欠如があり、表面水が法面を浸食している
- ② 横断排水工の断面不足が流水を阻害し、道路盛土を浸食している
- ③ 横断排水工の入り口における土砂溜まり、崩壊土止めが欠如し、あっても清掃不足により、道路がダム化し、流水が盛土上を越流あるいは盛土を押し流して鉄砲水の発生原因となる
- ④ 横断排水工の水が谷底に適切に誘導されず、斜面を浸食している
- ⑤ 地滑りが発生している箇所には道路横断排水工が存在していない

5) 落石岩石崩壊

今回の調査では、落石岩石崩壊が17か所確認された。高さは一般的に10m~20m程度であるが、長さは200m~500mと大規模である。調査対象の全路線を通じて、落石岩石崩壊が発生している箇所は地山を掘削して道路を開設した当時の状態がそのまま手を加えず、現在まで放置されていたものであり、コンクリート吹付工や落石防止の金網設置などのような対策工も認められなかった。

今にも転倒落下しそうな巨岩の存在、斜面の途中で堆積している大量の落石、多量な岩盤の縦亀裂発生、硬い火成岩と軟弱な水成土質層との不安定な混在、強く風化した岩の斜面崩壊など災害の形態は種々雑多である。これらは、通常の降雨でも現状維持が困難となり、何らかの変化が発生すると考えられるが、ハリケーンや地震では甚大な災害となって被害をもたらすことは確実と予想される。

6) 地滑り

今回の調査では、地滑りが8か所確認された。ほとんどが軟弱な土質盛土か、砂利混じりの水成土質において、切土角度の厳しい法面で発生している。最近の大雨で発生した地滑りは排水工の不備で水が浸透し、円弧滑りを起こしたと考えられる。土質、法面傾斜角度、排水工などへの配慮不足が原因である。

7) 土石流

1か所ハリケーンミッチで発生した大型の土石流が確認された。土石流は道路を押し流して破壊し、下流の田畑、人家へも影響を及ぼした。現在道路は修復されているが、土石流発生の原因を排除する対策工は何ら行われていない。

8) 橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘

今回の調査では、橋台基礎・護岸・取付道路の洗掘が予測される箇所が7か所確認された。ニカラグア国では、平地部で川幅が広い場合、経済的な理由で橋長を川幅の半分以下に削減し、取付道路を河川敷内に盛土で建設している箇所が多く存在する。ハリケーンミッチの際には、これらの箇所において、水位の上昇に伴って取付道路・護岸が冠水して崩壊したため、橋台の転倒とともに橋桁が転落するという大型の災害に発展した。それぞれの箇所は既に修復されているが、同様な水位の上昇にともなって橋台・護岸・取付道路それぞれに洗掘が発生しないように防護策が必要になっている。