

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

#### 第2巻

#### フィージビリティスタディ



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

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  
第2巻  
フィージビリティスタディ  
平成6年7月

日本工営

617  
614  
SSF  
BRARY  
94-091

為替レート

1 USドル=6.15コロンビア

1993年7月

27452

JICA LIBRARY



1118901(6)

国際協力事業団

27462

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

第2巻

フィージビリティスタディ

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



# 目 次

## フィージビリティ調査

### 第1章 序

1.1 調査の背景	1 - 1
1.2 調査の目的	1 - 1
1.3 調査の基本的なアプローチ	1 - 1
1.4 報告書の構成	1 - 3
1.5 調査体制	1 - 6

### 第2章 プロジェクト道路の現状

2.1 概要	2 - 1
2.2 プロジェクト道路の機能	2 - 2
2.3 道路調査	2 - 3
2.3.1 調査手法	2 - 3
2.3.2 調査結果	2 - 5
2.3.3 総合評価	2 - 6
2.4 地質及び土質調査	2 - 9
2.4.1 概説	2 - 9
2.4.2 対象区域の地質概要	2 - 9
2.4.3 実施された地質及び土質調査	2 - 12
2.4.4 調査結果とその解析	2 - 16
2.5 水文調査	2 - 53
2.5.1 設計降雨強度の設定	2 - 53
2.5.2 確率洪水の検討	2 - 55
2.6 測量調査	2 - 58
2.6.1 概要	2 - 58
2.6.2 測量調査実施内容	2 - 58
2.6.3 使用機器	2 - 58
2.6.4 測量手法	2 - 58

### 第3章 交通の現況と将来

3.1 序	3-1
3.1.1 ゾーン分割	3-2
3.1.2 OD表分割	3-2
3.1.3 交差点交通量カウント調査	3-8
3.2 将来の交通量配分	3-10

### 第4章 環境影響評価

4.1 はじめに	4-1
4.1.1 概要	4-1
4.1.2 法制度	4-1
4.1.3 環境調査	4-2
4.2 環境項目の設定	4-4
4.2.1 環境要素	4-4
4.2.2 環境項目の設定	4-4
4.2.3 テックリスト	4-6
4.3 環境基準及び環境保全目標	4-7
4.4 環境現況調査及び調査方法	4-9
4.4.1 環境現況調査	4-9
4.4.2 調査方法	4-9
4.5 調査結果	4-10
4.6 環境管理計画	4-18
4.6.1 交通状況	4-18
4.6.2 大気質	4-18
4.6.3 水質	4-19
4.6.4 騒音・振動	4-19
4.6.5 土壌	4-20
4.6.6 地象	4-20
4.6.7 水象	4-20
4.6.8 植物	4-21
4.6.9 景観	4-21
4.6.10 社会状況	4-21
4.6.11 総合環境評価	4-23
4.7 モニタリング計画	4-24

4.8 結論及び提言	4 - 25
4.8.1 結論	4 - 25
4.8.2 提言	4 - 25

## 第5章 概略設計

5.1 道路改良計画	5 - 1
5.1.1 基本方針	5 - 1
5.1.2 道路等級及び車線数の設定	5 - 2
5.1.3 設計基準の設定	5 - 3
5.2 概略設計	5 - 6
5.2.1 概要	5 - 6
5.2.2 幾何構造設計	5 - 6
5.2.3 舗装設計	5 - 26
5.2.4 排水設計	5 - 33
5.2.5 橋梁設計	5 - 40
5.2.6 その他構造物設計	5 - 44
5.3 施工計画	5 - 44
5.3.1 概要	5 - 44
5.3.2 施工法の施設	5 - 44
5.3.3 建設工期の設定	5 - 45
5.4 維持管理計画	5 - 45
5.4.1 ニカラグァ国における維持管理の現状	5 - 45
5.4.2 維持管理事業への提案	5 - 47
5.5 プロジェクトコストの算定	5 - 47
5.5.1 コスト算定条件	5 - 47
5.5.2 建設費	5 - 48
5.5.3 設計、施工監理費	5 - 49
5.5.4 維持管理費	5 - 49
5.5.5 オーバーレイコスト	5 - 49
5.5.6 プロジェクトコスト	5 - 54

## 第6章 経済評価

6.1 序	6 - 1
6.2 基本的仮定と評価方法	6 - 1

6.3 "With - case" と "Without - case" の概念	6 - 2
6.4 プロジェクトの便益	6 - 2
6.5 便益の推定	6 - 3
6.6 経済費用	6 - 8
6.7 経済評価	6 - 9
6.8 感度分析	6 - 9
6.9 プロジェクトのインパクト	6 - 11
6.10 プロジェクトの資金調査	6 - 11

## 第7章 結論と提言

7.1 結論	7 - 1
7.1.1 プロジェクトの必要性	7 - 1
7.1.2 将来の交通量	7 - 1
7.1.3 技術的検討結果	7 - 2
7.1.4 環境評価	7 - 3
7.1.5 プロジェクト費用	7 - 3
7.1.6 経済分析の結果	7 - 4
7.2 提言	7 - 4
7.2.1 プロジェクトの実施	7 - 4
7.2.2 今後の留意事項	7 - 4

# 表 目 次

## フィージビリティ調査

表1-1 調査対象プロジェクト道路	1-2
表1-2 調査報告書の作成	1-3
表2-1 プロジェクト道路の機能	2-2
表2-2 路面評価基準	2-2
表2-3 排水状況の評価基準	2-3
表2-4 横断面の評価基準	2-3
表2-5 路面状況	2-5
表2-6 排水、法面、横断面の状況	2-5
表2-7 平面、縦断線形状況	2-6
表2-8 対象区域の層序	2-10
表2-9 ニカラグァ国主要地質区の層序対比表	2-11
表2-10 マナグア-マサヤ道路上の橋梁地点における作業の総括	2-12
表2-11 ナンダイメ-グアナカステ道路の 橋梁地点における作業の総括	2-13
表2-12 地質調査ボーリング作業の総括	2-14
表2-13 室内試験の概要	2-16
表2-14 ラ・モリタ橋地点資料の室内試験結果	2-17
表2-15 エル・ミラドル橋地点資料の室内試験結果	2-20
表2-16 エル・アロージョ橋地点資料の室内試験結果	2-21
表2-17 ラ・リュイスィオン橋地点資料の室内試験結果	2-24
表2-18 マヤリ橋地点資料の室内試験結果	2-28
表2-19 サン・カラランピオ橋地点資料の室内試験結果	2-29
表2-20 アグリア河堤防、サンタ・マルタ地点資料の室内試験結果	2-31
表2-21 PROINCO 社骨材資料の吸水・すり減り試験結果	2-44
表2-22 コスマパ採石場資料の吸水・すり減り試験結果	2-44
表2-23 サン・ルイス採土場資料の室内試験結果	2-45
表2-24 サン・フスイント採土場資料の室内試験結果	2-46
表2-25 各道路区間で行われた路盤・路床断面調査の数	2-46
表2-26 現道路で行われたCBR試験の総括表	2-48

表2-27	ラス・コリナスーマサヤ拡幅プロジェクトで MCTにより行われたCBR試験	2-50
表2-28	現道路各区間の舗装厚さの予測	2-52
表2-29	降雨強度ーラス・メルセデス	2-53
表2-30	降雨強度ーナンダイメ	2-53
表2-31	降雨強度ーレオン	2-53
表2-32	適用降雨強度	2-55
表2-33	洪水推計地点	2-56
表2-34	確率洪水	2-57
表3-1	分割ゾーン	3-2
表3-2	内々交通量の割合	3-4
表3-3	分割ゾーンの発生・集中量	3-4
表3-4	分割OD表(1993年)	3-5
表3-5	分割OD表(2000年)	3-6
表3-6	分割OD表(2010年)	3-7
表3-7	セントロ・アメリカとマナグアーマサヤ交差点 における交通量カウント調査結果	3-8
表3-8	セントロ・アメリカとマナグアーマサヤ道路の交差点 における時間帯別交通量	3-9
表3-9	対象道路の交通量	3-11
表4-1	環境関連法規	4-1
表4-2	環境項目の選定	4-6
表4-3	大気質の環境基準	4-7
表4-4	水質環境基準	4-7
表4-5	騒音環境基準	4-8
表4-6	振動環境基準	4-8
表4-7	環境調査	4-9
表4-8	予測方法の内容	4-9
表4-9	環境影響評価結果(マナグアーマサヤ道路区間)	4-11
表4-10	環境影響評価結果(マナグアーティピタパ道路・ ナンダイメーサンベニト道路)	4-13
表4-11	環境影響評価結果(テリカーサンインドロ道路)	4-15



表4-12	環境総合評価	4-17
表4-13	環境管理計画	4-18
表4-14	総合環境評価	4-23
表4-15	モニタリングの内容	4-24
表4-16	環境項目への影響	4-24
表5-1	道路等級及び車線数の設定	5-2
表5-2	設計交通容量及び設計時間交通量の解析	5-3
表5-3	幾何構造基準	5-5
表5-4	法面防護工の適用	5-6
表5-5	歩道の設置	5-11
表5-6	バスベイの設置	5-14
表5-7	コロニア・セントロアメリカ交差点改良代替案の評価結果	5-16
表5-8	Est.21 + 860の鉄道との交差点改良代替案の評価結果	5-17
表5-9	Est.68 + 200 - Est.71 + 100間の改良代替案	5-26
表5-10	たわみ性舗装と剛性舗装の比較	5-29
表5-11	区間別交通量予測結果	5-30
表5-12	区間別単軸換算結果	5-31
表5-13	設計CBRの設定	5-33
表5-14	舗装厚の算定結果	5-33
表5-15	流出係数の設定	5-34
表5-16	流出算定結果	5-36
表5-17	新設パイプカルバートの設置間隔	5-38
表5-18	各ボックスカルバートにおける流出量	5-39
表5-19	橋梁の標準スパンと概算コスト	5-42
表5-20	上部工のタイプ	5-42
表5-21	構造用鋼材の仕様	5-44
表5-22	鉄筋の許容引張応力	5-44
表5-23	構造用鋼材の許容応力	5-44
表5-24	既存パイプカルバートをボックスカルバートにすべき箇所	5-45
表5-25	土取場候補地	5-46
表5-25	道路維持管理事業の概要	5-48
表5-26	労務単価	5-51
表5-27	材料単価	5-52

表5-28	機械単価	5-52
表5-29	建設費	5-54
表5-30	設計、施工監理費	5-56
表5-31	プロジェクトコスト	5-57
表5-32	年次別プロジェクトコスト (マナグアーマサヤ第1区間)	5-58
表5-33	年次別プロジェクトコスト (マナグアーマサヤ第2区間)	5-59
表5-34	年次別プロジェクトコスト (マナグアータピタバ)	5-59
表5-35	年次別プロジェクトコスト (ナンダイメーサンベニト)	5-60
表5-36	年次別プロジェクトコスト (テリカーサンイシドロ)	5-60
表6-1	F/S対象道路プロジェクト	6-1
表6-2	With-caseとWithout-caseの比較	6-2
表6-3	走行費用推定のための基本的情報	6-4
表6-4	車輛、燃料、オイル、タイヤの経済価格	6-5
表6-5	走行費用の原単位	6-5
表6-6	走行費用節約便益 (2000年と2010年)	6-6
表6-7	走行時間節約便益 (2000年と2010年)	6-7
表6-8	"Without-case"における維持費の財務費用	6-7
表6-9	"Without-case"における維持費の経済費用	6-7
表6-10	税率	6-8
表6-11	経済費用 (プロジェクトコスト、 維持費、オーバーレイコスト)	6-8
表6-12	経済評価結果	6-9
表6-13	プロジェクト-6、プロジェクト-7の概要	6-9
表6-14	感度分析	6-11
表6-15	各年の借入返済額	6-13
表7-1	将来交通量予測	7-2
表7-2	プロジェクトコスト	7-4

## 目 次

### フィージビリティ調査

図1-1	プロジェクト道路区間の位置図	1-4
図1-2	調査体制	1-6
図2-1	コロニア・セントロアメリカ交差点の現状	2-7
図2-2	地質・土質調査位置図	2-15
図2-3	マナグア-マサヤ道路、ラ・モリタ橋地点ボーリング位置図	2-17
図2-4	マナグア-マサヤ道路、ラ・モリタ橋地点土質断面図	2-18
図2-5	マナグア-マサヤ道路、エル・ミラドール橋 地点ボーリング位置図	2-19
図2-6	マナグア-マサヤ道路、エル・ミラドール橋地点土質断面図	2-20
図2-7	マナグア-マサヤ道路、エル・アロージョ橋 地点ボーリング位置図	2-22
図2-8	マナグア-マサヤ道路、エル・アロージョ橋地点土質断面図	2-23
図2-9	ナンダイメ、ラ・リュイスイオン橋地点ボーリング位置図	2-25
図2-10	ナンダイメ、ラ・リュイスイオン橋地点土質断面図	2-26
図2-12	ナンダイメ、マヤリ橋地点ボーリング位置図	2-28
図2-13	ナンダイメ、マヤリ橋地点土質断面図	2-29
図2-14	ナンダイメ、サン・カラランピオ橋地点ボーリング位置図	2-30
図2-15	ナンダイメ、サン・カラランピオ橋地点土質断面図	2-30
図2-16	ナンダイメ、サンタマルタの河岸堤防ボーリング位置図	2-32
図2-17	ナンダイメ、サンタマルタの河岸堤防土質断面図	2-33
図2-18	マナグア-マサヤ道路、エル・アロージョ橋 北側切り割りの地質断面位置図	2-35
図2-19	マナグア-マサヤ道路、エル・アロージョ橋北 標高198.65m地点地質断面図	2-36
図2-20	テリカーサン・イシドロ道路、 Km172地点周辺ボーリング位置図	2-37
図2-21	テリカーサン・イシドロ道路、Km172地点地質断面図	2-38



図5-7 セントロ・アメリカ交差点改良計画案（立体交差案）	5-19
図5-8 ラ・モリタ橋付近線形改良計画	5-20
図5-9 エル・アロージョ橋付近線形改良計画	5-21
図5-11 Est.21 + 860での鉄道との交差点改良計画案（平面交差案）	5-23
図5-12 Est.21 + 860での鉄道との交差点改良計画案（立体交差案）	5-24
図5-13 Est.63 + 600前後の線形改良計画	5-26
図5-14 Est.68 + 200 - Est.71 + 100間の改良計画	5-28
図5-15 軸重モデル	5-32
図5-16 路肩設計	5-34
図5-17 降雨強度に対する補正值	5-35
図5-18 その他排水構造物	5-38
図5-19 橋台標準構造	5-41
図5-20 架け替え橋梁断面図（ラ・モリタ橋）	5-43
図5-21 架け替え橋梁断面図（エル・アロージョ橋）	5-43
図5-22 架け替え橋梁断面図（エル・アロージョ No 1橋）	5-43
図5-23 各プロジェクト道路の建設期間	5-48



## 第1章 序





# 第1章 序

## 1.1 調査の背景

ニカラグァ国と日本の間の技術協力に基づき、「ニカラグァ国ニカラグァ道路網整備計画調査」が1993年の2月以来行われてきた。本調査は第1フェーズ（マスタープランの立案）と第2フェーズ（フィージビリティ調査）の二つのフェーズに分かれている。

第1フェーズは1993年の8月に完了し、インテリムレポートが提出された。第1フェーズの主要な目的は以下のとおりであった。

- a. 道路ネットワーク検討
- b. プロジェクトの優先順位付け
- c. 第2フェーズのフィージビリティ調査の対象プロジェクトの選択

第1フェーズの提案に従い第2フェーズが1993年9月から開始され、選択された4つの道路区間に対しプロジェクトの実施可能性が検討された。

## 1.2 調査の目的

第2ステージの調査の目的は、選択されたプロジェクトに対し技術的・経済的評価を与えることである。

## 1.3 調査の基本的なアプローチ

第2フェーズで検討すべき選択された道路区間が図1-1と表1-1に示されている。各プロジェクト道路区間は以下のとおりである。

### マナグア-マサヤ (NIC-4)

マナグア（コロニア・セントロアメリカの交差点）- ティクアンテペ入口（マサヤに至るNIC-4）とベラクルスに至る道路との交差点）- エル・コヨテペ（NIC-4とティピタパに至るNIC-11との交差点）- マサヤ（NIC-4とカタリーナに至るNIC-11との交差点）

### マナグア-ティピタパ (NIC-1)

リオ・パナマ（NIC-1とNIC-11の提案したバイパスとの交差点）- サン・クリストバル（マナグアのセントロから4車線道路が終りになる地点）

### ナンダイメ-サン・ベニト (NIC-4/NIC-18/NIC-11/NIC-1)

マサヤ（カタリーナに至るNIC-11とグラナダに至るNIC-4との交差点）- カタリーナ（NIC-11とNIC-18との交差点）- エル・グァナカステ（NIC-18とNIC-4との交差点）- ナンダイメ（NIC-4とNIC-2との交差点）- エル・コヨテペ（ティピタパに至るNIC-11とNIC-4との交差点）- リオ・パナマ（NIC-11の提案されているバイパスとNIC-1との交差点）- サン・ベニト（NIC-1とNIC-7との交差点）

テリカーサン・イシドロ (NIC - 26)

テリカ (NIC - 26とNIC - 12との交差点 - マルパインジョーエル・ヒカラルーラ・ウニオン - サン・イシドロ (NIC - 26とNIC - 1との交差点))

表1-1 調査対象プロジェクト道路

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	Río 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

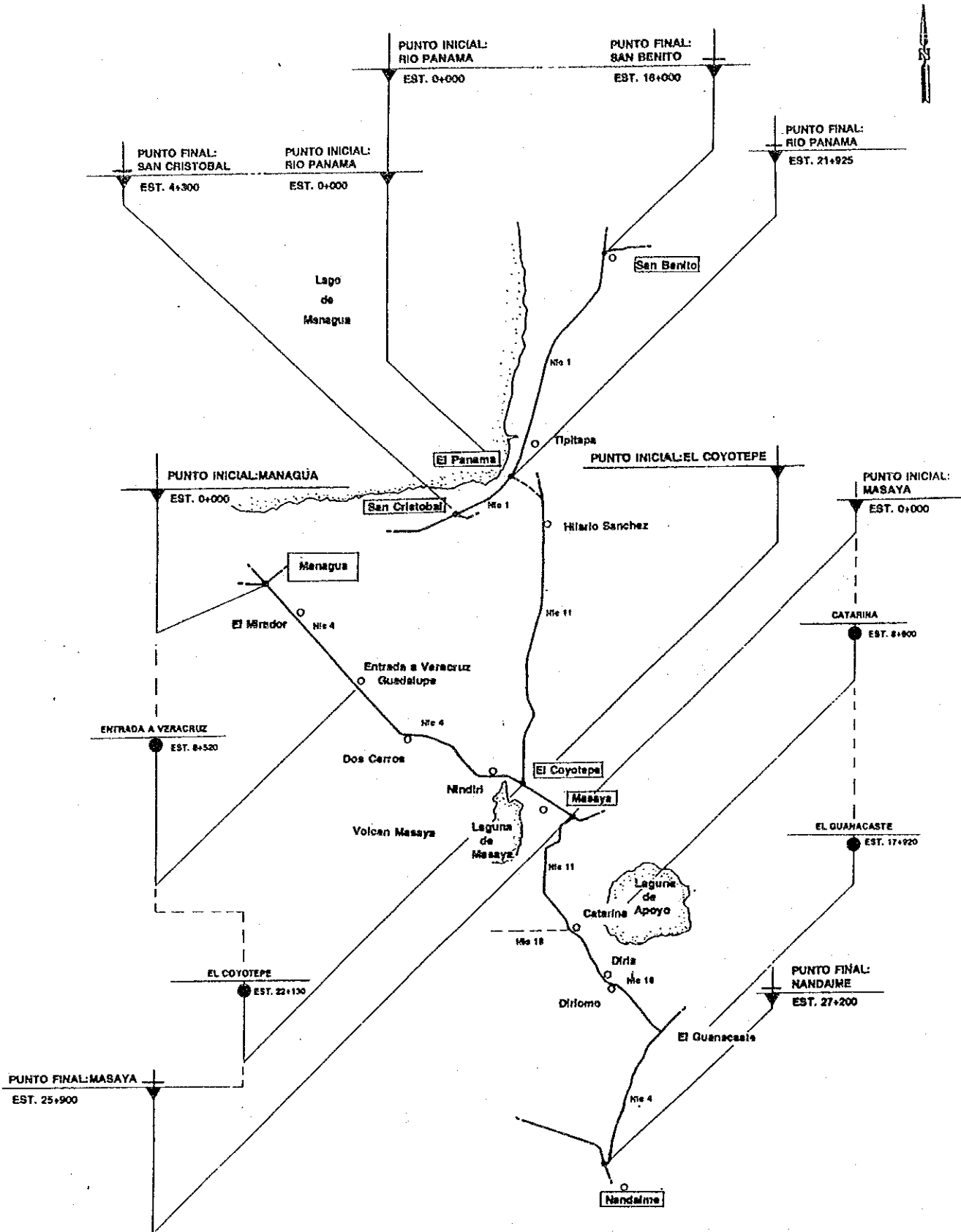
プロジェクト対象道路のフィージビリティ調査は通常の手順で行われた。第1フェーズでの評価は概略的になされたが、ここでは第1フェーズ以上の詳細な現地調査に基づき、評価が行われている。概略設計は測量調査、土質・土壌調査、水文調査、その他、詳細なインベントリー調査結果を踏まえてなされた。環境影響評価は公害、自然環境、社会環境の点から行われた。国際貸出機関等からプロジェクト資金の調達可能性を考慮し、チェックリスト法が適用されている。建設費用は1993年9月の最新の建設単位当たりコストを用いて積算されている。走行費用は最新のVOCデータを収集し推計されている。経済費用と便益は1993年価格で推定され、2000年から20年間のプロジェクトライフを仮定し、内部収益率等の経済評価指標の値を計算し、プロジェクトの経済的実行可能性の判断を行っている。

#### 1.4 報告書の構成

本調査全体のレポートの構成を表1-2に示した。本報告書はフィージビリティ調査の最終報告書である。

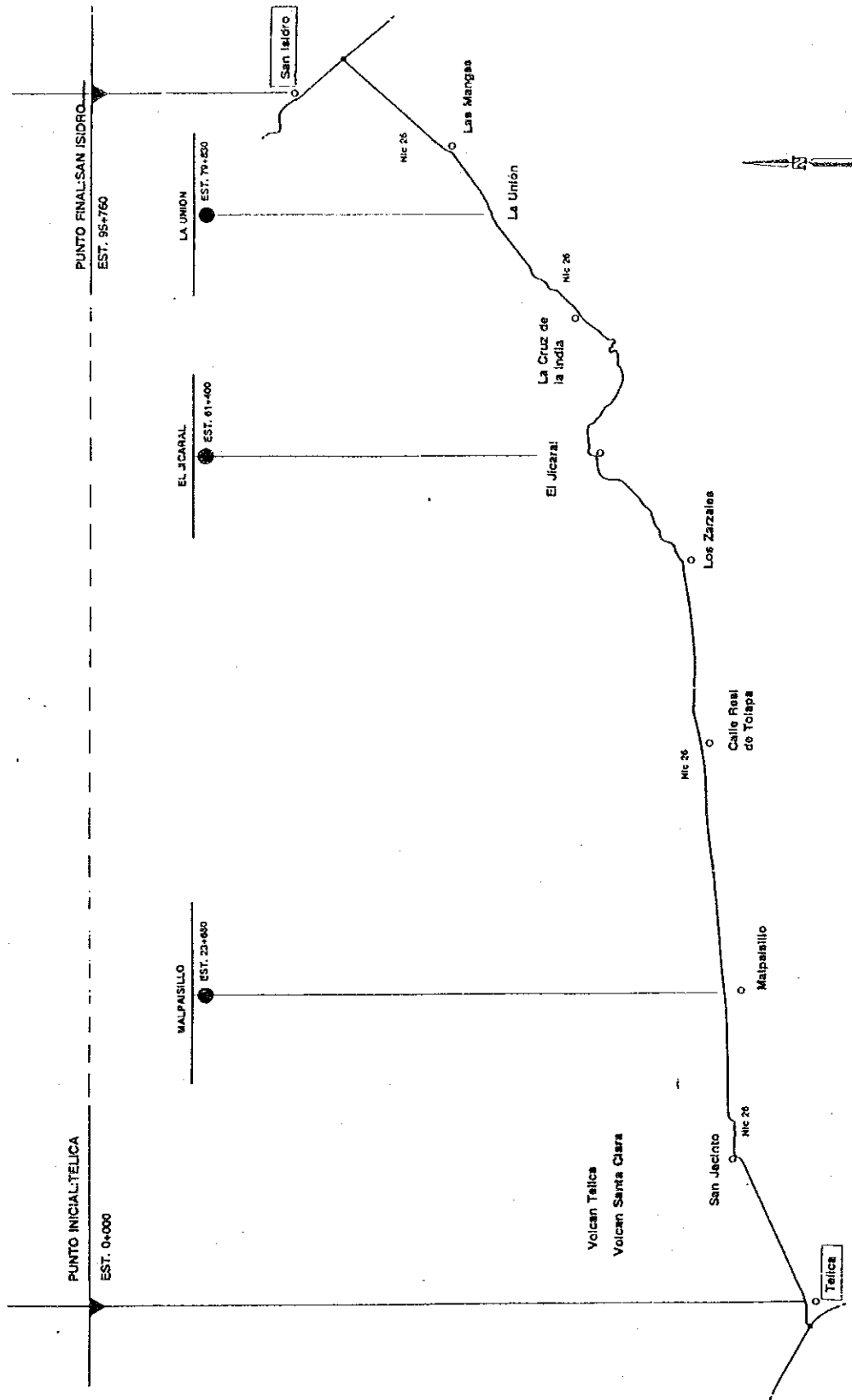
表1-2 調査報告書の構成

段 階	レポ ー ト	内 容	提出時期
第一段階	インセプションレポート	調査内容とスケジュール	1993年3月上旬
	プロGRESSレポート(I)	マスタープラン結果の一部	1993年5月下旬
	イテリムレポート	マスタープランの結果全部	1993年8月下旬
第二段階	プロGRESSレポート(II)	F/S結果の一部	1993年11月下旬
	ドラフト・ファイナルレポート	全調査結果	1994年2月下旬
	ファイナルレポート	ニカラグア政府のコメントに基づきDF/Rを修正	1994年7月下旬



NANDAIME-SAN BENITO, MANAGUA-MASAYA

図1-1 プロジェクト道路区間の位置図(1)



TELICA - SAN ISIDRO

図 1-1 プロジェクト道路区間の位置図 (2)

## 1.5 調査体制

調査体制は図1-2のとおりである。

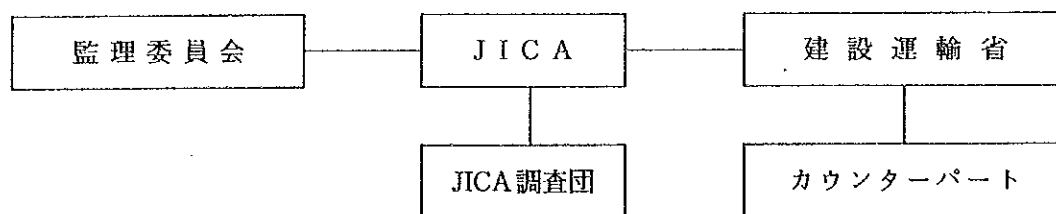


図1-2 調査体制

監理委員会のメンバーは以下のとおりである。

委員長	山中鷹志	本州四国連絡橋公団工務部技術管理課長
	服部利周	建設省中部地方建設局道路部計画調査課課長補佐
	吉田 武	建設省土木研究所舗装研究室主任研究員
JICA (コーディネーター)		
	石川文夫	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課
	椎井和文	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課

調査団員は以下のとおりである。

担 当	氏 名
総括	立川 孝
道路計画 (副総括)	大隅秀憲
交通計画/需要予測	山根敬生
地域開発/社会経済	樋口吉隆
環境影響評価	梶間幹雄
水文調査	荻野正之
交通調査	實原恒禎
土質/地質	井上正昭
測量	青柳勝行 (大徳吉明)
道路設計 (1)	ラファエル・モンターニョ
道路設計 (2)	土田善次
構造物設計	藤川岑生
施工計画/積算	矢野信太郎
経済分析	古谷浩行

## 第2章 プロジェクト道路の現状





## 第2章 プロジェクト道路の現状

### 2.1 概要

本章では、次の観点からプロジェクト道路の現状について述べている。

- 1) プロジェクト道路の機能
- 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

## 2.2 プロジェクト道路の機能

プロジェクト道路は表2-1に示されているように国道の一環であり、かつその機能面から主要幹線道路ないし幹線道路として位置付けられる。また、ニカラグァ国道路網の中で南北ないし東西幹線道路として機能している。

表2-1 プロジェクト道路の機能

Project Road	Functional Classification	Road Class	Basic Function
Managua-Masaya	Troncal Principal	National Road NIC-4	North-South Trunk Road
Managua-Tipitapa	Troncal Principal	National Road NIC-1	North-South Trunk Road
Nandaimé-San Benito	Troncal Principal	National Road NIC-4, 18, 11, 1	North-South Trunk Road
Telica-San Isidro	Troncal Secundaria	National Road NIC-26	East-West Trunk Road

上記のようにプロジェクト道路はニカラグァ国道路網の中で重要な役割をはたしているにもかかわらず、各プロジェクト道路には以下の種々の問題点が存在している。

### マナグアーマサヤ道路

マナグアーマサヤ道路は2つの主要都市を結ぶ郊外部道路として機能しており、Carretera Norte及びマサヤからの交通が集中する”コロニア・セントロアメリカ”と称する主要交差点が含まれている。近年の急激な人口、交通量の増加によって、特にピーク時には当該交差点のみならず道路本線部においても顕著な交通渋滞が見られる。

### マナグアータピタパ道路

マナグアータピタパ道路は中部地域で生産されている農産物を大消費地であるマナグア市へ輸送するための主要輸送手段として機能する国道1号線 (NIC-1) の一環である。

### ナンダイメーサン・ベニト道路

ナンダイメーサン・ベニト道路はその機能上の観点からナンダイメーマサヤ、マサヤータピタパ及びティピタパーサン・ベニトの3つの区間に分けられる。ナンダイメーマサヤ区間は国道2号線 (NIC-2) より主要都市マサヤ、グラナダへのアクセス道路として機能している。マサヤータピタパ区間はマナグアーマサヤ首都圏道路の一環としての機能を持っている。マナグアータピタパ道路に接続するティピタパーサン・ベニト区間は、中部地域の農産物を大消費地であるマナグア市へ運搬するための主要輸送手段として機能している。

### テリカーサン・インドロ道路

テリカーサン・インドロ道路は中部地域で生産される農産物を主要輸出港湾であるコリントへ運搬するための輸送手段として機能している。

## 2.3 道路調査

### 2.3.1 調査手法

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。道路調査には以下の項目を含めた。

- 1) 路面
- 2) 排水
- 3) 法面
- 4) 横断面
- 5) 平面及び縦断線形
- 6) 橋梁
- 7) 排水構造物

#### (1) 路面

表2-2に示す評価基準を各プロジェクト道路に適用した。それによって、各プロジェクト道路は路面状況によっていくつかの区間に分けられた。

表2-2 路面評価基準

Rank	Definition	Distress Type	Degree of Damage
A	Critical	Alligator cracking, Corrugation, Streaking cracks, Depressions, Potholes, Patch deterioration. Lane/ Shoulder drop-off or joint separation. Pumping and water bleeding	Almost the whole road section is damaged. Damage greatly affects traffic.
B	Progressive	Block cracking, Transversal and longitudinal cracking. Slight depressions. Small potholes. Partial patching deterioration. Partial lane/ shoulder drop-off or joint expansion. Partial pumping, raveling, polished aggregate, joint reflection cracking from the PCC slab.	Large areas of the road section are damaged. Damage reduces traffic speed
C	Slightly Progressive	Partial block cracking. Partial and small potholes. Short and partial transverse and/or longitudinal cracking. Bleeding.	Partial damage. Risk of accident is higher.
D	Fair	Partial bleeding, partial transverse and/or longitudinal crackings	Damage is observed, but doesn't affect traffic
E	Good	No distress	Normal traffic conditions

#### (2) 排水

表2-3に示す評価基準に従って排水状況を調査した。

表2-3 排水状況の評価基準

Rank	Definition	Description
A	Poor conditions	Drainage is completely deteriorated and obstructed
B	Poor-Fair conditions	Partial drainage obstruction and deterioration
C	Fair conditions	Partial drainage deterioration and obstruction is in progress
D	Fair-Good conditions	Obstruction is observed
E	Good conditions	Drainage system works properly

(3) 法面

法面の不安定な箇所の把握のために道路沿いの法面を順次チェックした。

(4) 横断面

横断面の有効性を判断するため、その幅員を計測するとともに路肩の状況をもチェックし、表2-4に示す評価基準を適用した。

表2-4 横断面の評価基準

Rank	Definition	Description
A	Poor conditions	Effective roadway is critically reduced. Traffic conditions are seriously affected.
B	Poor-Fair conditions	Shoulders and travel lanes (roadway) are insufficient. Shoulder and pavement deterioration reduces the effective roadway width.
C	Fair conditions	Shoulder base and pavement base courses are affected because of a lack of proper drainage or slopes. Shoulder width is not appropriate.
D	Fair-Good conditions	Shoulder surfacing is not provided. Crown and shoulder slopes are not appropriate.
E	Good Conditions	Cross section is performed in accordance with the standards.

(5) 平面及び縦断線形

調査団の作成した1万分の1地形図を使用し、第5章で設定した幾何構造基準を適用することにより問題箇所の拾い出しを行った。

(6) 橋梁

プロジェクト道路内の全ての橋梁に対し下記の項目を調査した。

- ・橋長
- ・幅員構成
- ・斜角
- ・道路線形
- ・橋台、橋脚、主桁、横桁、床版、舗装等の材料及び現状
- ・高水位

(7) 排水構造物

プロジェクト道路内の全てのボックス、パイプカルバートの下記の項目について調査した。

- ・車道幅員
- ・延長
- ・横断面
- ・川床幅
- ・斜角
- ・高水位

### 2.3.2 調査結果

表2-5に路面状況の調査結果の概要を示す。また、詳細については付録A2.1に示した。

表2-5 路面状況

Project Road	Road Section	Existing Pavement	Existing Conditions
Managua-Masaya	Managua-Entrada a Ticuantepe	Asphalt Concrete Pavement	C
	Entrada a Ticuantepe-El Coyotepe	- do -	C
	El Coyotepe-Masaya	- do -	A
Managua-Tipitapa		Asphalt Concrete Pavement	B
Nandaime-San Benito	Masaya-Catarina	Asphalt Concrete Pavement	A
	Catarina-El Guanacaste	- do -	A
	El Guanacaste-Nandaime	Asphalt Double Treatment	B
	El Coyotepe-Río Panamá	Asphalt Treatment	D
	Río Panamá-San Benito	Asphalt Double Treatment	B
Telica-San Isidro	Telica-Malpaisillo	Asphalt Treatment	B
	Malpaisillo-El Jicaral	- do -	C
	El Jicaral-La Unión	- do -	D
	La Unión-San Isidro	- do -	C

Note : Existing conditions A - Critical, B - Progressive, C - Slightly Progressive, D - Fair

排水、法面、横断面についての調査結果は表2-6のようである。

表2-6 排水、法面、横断面の状況

Project Road	Road Section	Drainage Conditions	Slope	Cross Section
Managua-Masaya		A	D	A
Managua-Tipitapa		B	C	C
Nandaime-San Benito	Masaya-Catarina	B	D	B
	Catarina-Guanacaste	B	C	C
	Guanacaste-Nandaime	B	B	B
	El Coyotepe-Río Panamá	C	B	B
	Río Panamá-San Benito	C	C	C
Telica-San Isidro	Telica-Malpaisillo	B	B	B
	Malpaisillo-El Jicaral	C	C	B
	El Jicaral-La Unión	C	B	C
	La Unión-San Isidro	B	B	B

Note : Conditions A - Poor, B - Poor-Fair, C - Fair, D - Fair-Good

平面及び縦断線形に関する問題箇所については、2.3.1にて述べた手法によってチェックした。結果を表2-7に示す。

表 2-7 平面、縦断線形状況

Project Road	Road Section	Length of Substandard Section		Ratio of Substandard Section	
		Horizontal (km)	Vertical (km)	Horizontal (%)	Vertical (%)
Managua-Masaya		0.0	0.0	0.0	0.0
Managua-Tipitapa		0.0	0.0	0.0	0.0
Nandaime-San Benito	Masaya-Catarina	0.0	1.7	0.0	19.8
	Catarina-Guanacaste	0.0	1.4	0.0	15.0
	Guanacaste-Nandaime	0.0	0.0	0.0	0.0
	El Coyotepe-Río Panamá	0.0	0.4	0.0	1.8
	Río Panamá-San Benito	0.0	0.0	0.0	0.0
Telica-San Isidro	Telica-Malpaisillo	0.0	0.0	0.0	0.0
	Malpaisillo-El Jicaral	0.0	0.0	0.0	0.0
	El Jicaral-La Unión	1.5	1.1	8.4	6.2
	La Unión-San Isidro	0.0	0.0	0.0	0.0

Note : Horizontal Alignment - The adequacy of the present radius curvatures was checked by comparing it to the proposed criteria stated in Chapter 5.

Vertical Alignment - The adequacy of the present vertical gradients was checked by comparing it to the proposed criteria stated in Chapter 5.

既存橋梁及び排水構造物の現状は概ね良好であるが、パイプカルバートについては充分なメンテナンスがなされていない箇所が見られる。調査結果については付録 A2.2 に詳述している。

### 2.3.3 総合評価

道路調査の結果、プロジェクト道路はその現況特性から以下のような区間に分けられる。

① マナグア-マサヤ :

- ・ マナグア-エントラーダ・ア・ティクアンテペーエル・コヨテペ
- ・ エル・コヨテペーマサヤ

② マナグア-ティピタパ :

- ・ リオ・パナマーサン・クリストバル

③ ナンダイメーサン・ベニト :

- ・ マサヤーカタリーナーエル・グアナカステ
- ・ エル・グアナカステーナンダイメ
- ・ エル・コヨテペーリオ・パナマ
- ・ リオ・パナマーサン・ベニト

④ テリカーサン・イシドロ :

- ・テリカーマルバスィージョ
- ・マルバスィージョーエル・ヒカラル
- ・エル・ヒカラルーラ・ウンオン
- ・ラ・ウンオンーサン・イシドロ

各区間の現況特性は下記のとおりである。

マナグアーエントラーダ・ア・ティクアンテペーエル・コヨテペ

マナグアーマサヤ道路の始点にあるコロニア・セントロアメリカ交差点はマナグア市の主要交差点となっている。当交差点には Carretera Norte 及びマサヤからの交通が集中しており、ピーク時の午前7時から8時には著しい交通渋滞を引き起こしている。当交差点は図2-1にあるように信号交差点となっているが、次のような種々の問題点がある。

- ・右折専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。
- ・左折専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。

本区間ではあらゆる箇所で交通渋滞を引き起こしており、横断面の現状を“A” (poor conditions) と評価している。

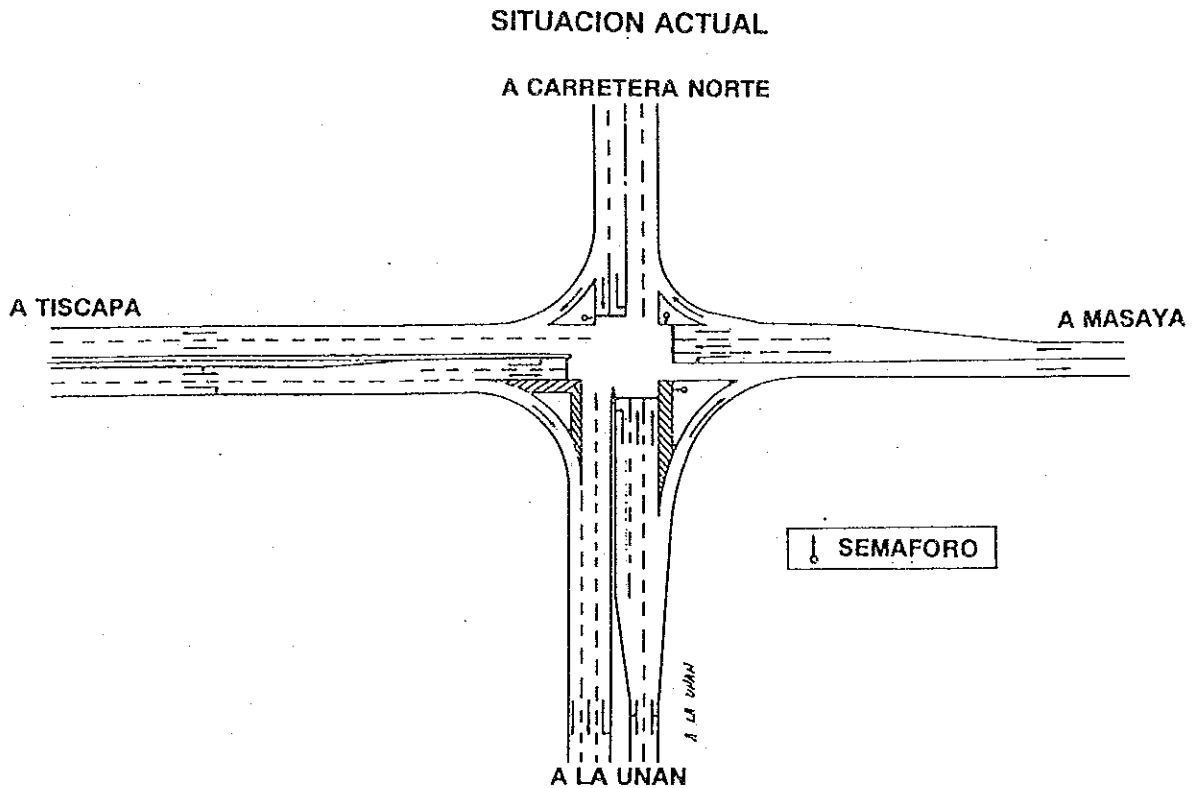


図2-1 コロニア・セントロアメリカ交差点の現状

エル・コヨテペーマサヤ

本区間の路面は多くの箇所非常に損傷している。また、あらゆる箇所で交通渋滞を引き起こしていることから、横断面の現状を”A” (poor conditions) と評価している。

リオ・パナマサン・クリストバル

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。

マサヤーカタリーナーエル・グアナカステ

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おり、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ず劣化が進行しているため、非常に損傷している。

グアナカステーナンダイメ

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

エル・コヨテペーリオ・パナマ

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 (Double Bituminous Surface Treatment) 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。

リオ・パナマサン・ベニト

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。

テリカーマルパスイージョ

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。

マルパスイージョーエル・ヒカラル

テリカーマルパスイージョ区間と同様の理由から路面の損傷が若干進行している。

エル・ヒカラルーラ・ウニオン

当区間の内、ラス・ピラスークリスタリスト間は山岳部にある為、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。

ラ・ウニオンーサン・イシドロ

テリカーマルパスイージョ区間と同様の理由から路面の損傷が若干進んでいる。



## 2.4 地質及び土質調査

### 2.4.1 概説

地質及び土質調査の計画は、1993年8月末に終了した本調査のマスタープラン調査時点に作ったため、その後の土木技術者の要望で、かなり修正された。その上、交通局がマナグアーマサヤ道路の北部8.52キロメートルを別個に、早急に提出して欲しいとの要求があったため、調査の工程はこれに合わせて作成された。このレポートは、これらを含めたF/S調査の総ての地質及び土質調査を対象としている。

調査は、9月15日、コントラクター (IMS : Ingenieria de Materiales y Suelos) によって、マナグアーマサヤ区間の橋から開始された。コントラクターに対して行われた最終的な作業遂行上の指示は次の通り :

- |                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| イ) 橋脚及び護岸擁壁の基礎のための<br>物性調査ボーリングと貫入試験 | 7箇所、385.08m |
| ロ) 切り・盛り土及び護岸地点の地質<br>調査及び地質調査ボーリング  | 3箇所、123.16m |
| ハ) 路盤材サンプリング                         | 2箇所 (2個/箇所) |
| ニ) 路床盛り土材サンプリング                      | 2箇所 (2個/箇所) |
| ホ) 現道路断面からのCBR試験資料採取                 | 20箇所*1      |
| ヘ) 上記資料の室内試験                         |             |

\*1 マナグアーマサヤ道路の現道路断面のCBR試験は、1992年にMCTによって行われた資料があるので、今回の調査では除外した。コントラクターに与えられた仕様書は、実際の工事の進捗に応じて最も適切なものに改善するべきであるとの考えから、特に、橋脚の基礎の調査の一部が改められた。

この報告書には、1993年の9月15日から10月31日の間に行われた地質・土質調査他の総てを含む。

### 2.4.2 対象区域の地質概要

対象道路は、その殆どがニカラグァ沈降帯の中に存在する。ニカラグァ沈降帯は、ニカラグァ地溝とも呼ばれ、南の太平洋沿岸地域と北の内陸高地との間に挟まれている。テリカーサン・イシドロ道路の北の47Kmだけが内陸高地に含まれる。

ニカラグァ沈降帯は、西及び東のニカラグァ分節に属する沢山の活火山や南から北に連なる二つの大きな湖 (ニカラグァ湖及びマナグァ湖) によって特徴づけられている。平野部や丘陵地帯では、これら現世の噴出物や堆積物の下に更新世の火山性層が発達している。更新世の火山性層の下には、鮮新-更新世のLas Sierras層群が発達している。

マナグアーマサヤ地区、ナンダイメ地区及びテリカからLos Zarzales間の平原地区は、地質的にも構造的にもニカラグァ沈降帯に属しており、表2-8に示すように、上から基

盤に火砕堆積物を伴う現世の火山の噴出物、最上部更新世の火山溶岩や火砕堆積物、更新世のマサヤ火山群及び鮮新-更新世のLas Sierras層群からなる。

表2-8 対象区域の層序

Geologic Age		Geologic Units	Lithology
Quaternary	Holocene	Alluvium (QaL)	Sand and clay with pyroclastic materials
		Holocene Volcanic (QvH)	Basalt-Andesitic lava Pyroclastic flow and pyroclastic deposits
	Pleistocene	Pleistocene Volcanic (QvP)	Pyroclastic deposits with pyroclastic flow and lava
		Masaya Volcanic Group (QvM)	Basaltic lava (Hard, porous and autobrecciated) Pyroclastic flow and fallen materials
Tertiary	Plio-Pleistocene	Upper Las Sierras Group (TQps-S)	Basalt-Andesitic agglomerate, tuff breccia, tuff, mudstone with fossils and sandstone
		Middle Las Sierras Group (TQps-M)	Basalt-Andesitic agglomerate, compact tuffaceous breccia and tuff

上部Las Sierras層群の露頭は、マナグア市街の南からマナグア-マサヤ道路上ベラクルス分岐の南2Km地点にかけて分布している。同道路の残りの部分は、主に更新世のマサヤ火山層群に属する火砕流や玄武岩溶岩によって占められている。したがって、5m程度の厚さの沖積堆積物が覆っていないところでは、軟らかい表層の被りは厚さ約2~3mと薄いことが多い。ナンダイメの北では、道路に平行に流れているアグリア河に沿って、上部Las Sierras層群の一部が分布している。この地区では、同層群は殆ど水平に近く、火山岩滓や軽石を含んだ火山砂、凝灰質砂質泥岩、凝灰岩、層灰岩等の一連の火山堆積物からなっている。一般に、この地区の岩石は、マナグア-マサヤ道路地区のものに比べて固結度が低い。これは軽石をふくんだ緩い火山砂が多いためと思われる。表土の厚さは約1~2mである。

内陸高地の西の地区のテリカーサン・イシドロ道路には、低い緩やかな起伏のある丘陵が存在しており、主に上部Las Sierras層群に属する"Cantera"と呼ばれる塊状の固結した凝灰岩からなっている。地形的に低地をなしている所では、沖積層が覆っているが、概して薄く、現道路との関係は少ない。

内陸高地の中で対象道路が通っているところは、第三紀火山性層群からなっており、その内訳は、下から漸新-下部中新世のMatagalpa層群、上部中新世の下部Coyol層群及び鮮新世の上部Coyol層群である。

Matagalpa層群は、いくらかの安山岩質及び玄武岩質溶岩や破碎溶岩を伴った流紋岩質-流紋-石英安山岩質凝灰岩、安山岩質-石英安山岩質集塊岩性凝灰岩、凝灰岩質砂岩や砂質-粘土質角礫岩等からなる広域の中性-酸性火砕岩類からなっていて、それらはカルロス・フォンセカ分岐からラ・クルス・デ・ラ・インディアの南約5Kmを通る断層までの間に露出している。

Matagalpa層群に属する岩石は、部分的に地域的な沈降性沈積変質によって変質して

おり、下部Coyol層群の塩基性溶岩によって不整合に覆われている。

下部Coyol層群は、玄武岩や安山岩—玄武岩質溶岩、安山岩—石英安山岩質あるいは流紋岩—石英安山岩質凝灰岩及び凝灰角礫岩、流紋岩質及び石英安山岩質集塊岩等よりなり、Matagalpa層群の西、上記断層とカルロス・フォンセカ分岐から45Km地点の間に分布している。

内陸高地の西端1.5Kmは、上部Coyol層群の流紋岩質凝灰岩の薄層互層によって覆われている。この層群は酸性の熔結凝灰岩からなっており、下位の下部Coyol層群と共に、対象地区内で、残留岩台を形成している。

ニカラグァ国における主要地質区の層序の対比を表2-9に示す。

表2-9 ニカラグァ国主要地質区の層序対比表

EDAD		OESTE	CENTRO	ESTE	NORESTE
Q.	Holoceno	Volcanico y Aluvión	Aluvión	Aluvial y depositos Residuales	
	Pleistoceno	Grupo Las Sierras	Volcanicos Indistintos		
Terciario	Plioceno	Fm. El Salto	Grupo Coyol	Fm. Bluefields	Grupo Coyol
	Mioceno	Fm. El Fraile      Fm. Tamarindo			
	Oligoceno	Fm. Masachapa	Grupo Matagalpa	Fm. Cukra	Grupo Matagalpa
	Eoceno	Fm. Brito			
	Paleoceno				
	Cretaceo	Superior	Fm. Rivas	Grupo Pre-Matagalpa	
Inferior		Complejo Nicoya en Costa Rica	? - - - - ?		Fm. Metapán

(ORIGINAL: Dr. M. DARCE Y OTROS 1989)

### 2.4.3 実施された地質及び土質調査

#### (1) 物性調査ボーリング

物性調査ボーリングはマナグアーマサヤ区間では3地点で、ナンダイメーグアナカステ区間では4地点で行われた。

##### 1) マナグアーマサヤ区間

標準貫入試験 (SPT) を伴う物性ボーリングは、ラ・モリタ橋 (地点、0+490)、エル・ミラドル橋 (地点、2+250) 及びエル・アロージョ橋 (地点、8+170) において、新しく架け替える橋の基礎調査のために行われた。

これらの内、エル・ミラドル橋は、コンクリートスラブ製である。各地点で行われた作業を表2-10に示す。

表2-10 マナグアーマサヤ道路上の橋梁地点における作業の総括

Name of Site	No.	Depth (m)	SPT (Times)	Date Completed
1. La Mora bridge (km 6.3 bridge)	1	15.24	9	23/09/93
	2	15.24	4	29/09/93
	3	15.00	6	28/09/93
	4	15.00	6	29/09/93
2. El Mirador bridge (km 8.0 concrete slab)	1	15.12	23	24/09/93
	2	15.42	23	26/09/93
3. El Arroyo bridge (km 13.9 bridge)	1	18.00	4	24/09/93
	2	18.00	6	25/09/93
	3	9.52	7	26/09/93
	4	20.00	4	24/09/93
Total	10	156.54	92	29/09/93

標準貫入試験は、アメリカ高速道路・交通協会試験規格 (AASHTO) の指定、T 206-81, 1986 に従って行われた。コア採取はNサイズ (孔径: 約89mm; コア径: 約50mm) の二重コア採取管 (1.5m長) を用いて行われた。コアの回収率は、極度に破碎された箇所を除き、ほぼ100%であった。

全量49の資料が単位体積と水分分析のため請負会社のラボに送られた。

##### 2) ナンダイメーグアナカステ区間

三つの橋脚基礎調査地点と一つの河岸堤防基礎調査地点よりなる四つの地点で、SPTを含む物性調査ボーリングが行われた。

橋脚基礎調査としては、

- イ) ラ・リュイスイオン橋地点では、エル・アロージョ河の上流側でSPTを含む4本のボーリング、
- ロ) マヤリ橋地点では、橋より上流側のエル・アグリア河河床でSPTを含む2本のボーリング、
- ハ) サン・カラランピオ橋地点では、SPTを含む1本のボーリング、が行われた。また、河岸堤防基礎調査として、サンタ・マルタのアグリア河河床において、3本

のボーリングが行われた。各地点での作業の内容を表2-11に示す。

全量59の資料が、単位体積及び水分分析のため、請負会社のラボに送られた。

表2-11 ナンダイメーグアナカステ道路の橋梁地点における作業の総括

Name of Site	No.	Depth (m)	SPT (Times)	Date Completed
1. La Ilusion Bridge	1	25.05	25	29/09/93
	2	25.25	31	03/10/93
	3	35.05	61	09/10/93
	4	35.05	53	06/10/93
2. Mayari Bridge	1	15.18	17	03/10/93
	2	15.19	21	02/10/93
3. San Caralampio Bridge	1	20.18	35	09/10/93
4. River Bank of the Agua Agria River	1	10.01	18	05/10/93
	2	10.42	19	06/10/93
	3	10.16	22	07/10/93
Total	10	201.54	302	09/10/93

## (2) 地質調査ボーリング

地質の状況と岩石の硬さを調査するため、下記の箇所で調査が行われた。

- イ) マナグアーマサヤ道路上、エル・アロージョ橋北側切り割りの地質調査、
- ロ) テリカーサン・インドロ道路のKm 172地点における地質調査ボーリングと地質調査、
- ハ) テリカーサン・インドロ道路のKm 166地点における地質調査ボーリングと地質調査。

### 1) マナグアーマサヤ道路上、エル・アロージョ橋北側切り割りの地質調査

比較的規模の大きい切り土が計画されているエル・アロージョ橋北側の切り割りで、地質の状況や岩石の硬さを知るために、JICA チームにより地質踏査が行われた。

2千分の1の地形図上における標高198.65地点(エル・アロージョ橋の北約95m)で、切り土計画立案のための模式的な地質断面を作成した。

### 2) テリカーサン・インドロ道路上Km 172地点における地質調査ボーリングと地質踏査

Km 171.568からKm 172.994地点間で現存の強いカーブの大規模な改善計画があり、3地点、計4孔、総延長56.46mの調査ボーリングが、また、これらの地点を結ぶ地質踏査が、切り土岩石の硬さや盛り土への使用可能性等調査のため行われた。

### 3) テリカーサン・インドロ道路上Km 166地点における地質調査ボーリングと地表踏査

この付近の崖が急傾斜であり、岩石が非常に堅そうなので、3地点で、計5本、総延長66.7mの調査ボーリングが実施された。この内1本(20.18m)は河岸堤防の基礎調査のためのものである。

地質調査ボーリング作業の総括を表2-12に示す。

表2-12 地質調査ボーリング作業の総括

Name of Site	No.	Depth(m)	Date Completed	Remarks
2. Km-172 site	1	15.00	12/10/93	-
	2	10.00	11/10/93	-
	3	15.00	16/10/93	-
	4	16.46	14/10/93	-
3. Km-166 site	1	15.73	08/10/93	-
	2	10.06	04/10/93	-
	3	10.24	09/10/93	-
	4	10.67	11/10/93	-
	5	20.00	16/10/93	River Bank

(3) 路盤材調査

路盤材の供給源としては、マナグアーマサヤ区間では、ベラクレスにあるPROINCO社の採石場が、また、テリカーサン・インドロ区間については、チナンデガ市にある建設省傘下のEOCに属するコスマバ採石場が選ばれ、各々の採石場から50Kgの資料2個づつが採取され、粒度、吸水及びLos Angelesすり減り等の試験が行われた。両地点は図2-2に示してある。

(4) 路床材調査

路床材の供給源としては、マナグアーマサヤ区間では、サン・ルイス東にある既存の採土場（サン・ルイス採土場）を、また、テリカーサン・インドロ区間については、テリカ東方の旧サン・ハスイント採土場を選んだ。各々30Kgのサンプル2個づつがピット掘りて採取され、自然含水率、Atterberg限界、粒度、4日浸水CBR及び締め固め等の試験が行われた。各地点は図2-2に示す。

(5) 現道路の路盤・路床断面調査

現道路の路盤・路床調査のために、図2-2に示すように、計20箇所が選択されピット掘りによる調査が行われた。但し、マナグアーマサヤ区間は1992年にMCTで行ったCBR試験結果があるので、これを使うこととし、調査を省略した。

資料は路盤及び路床から採取され、舗装を含めたこれらの厚さのスケッチと粒度、Atterberg限界、自然含水率、HRB分類、CBR他の試験が行われた。

(6) 室内試験

室内試験は、表2-13に示すように請負会社の試験場で行われたが、各試験はアメリカ高速道路・交通協会試験規格（AASHTO）またはアメリカ工業試験規格（ASTM）に基づいて行われた。

ボーリング資料の室内試験結果を表2-13に示す。

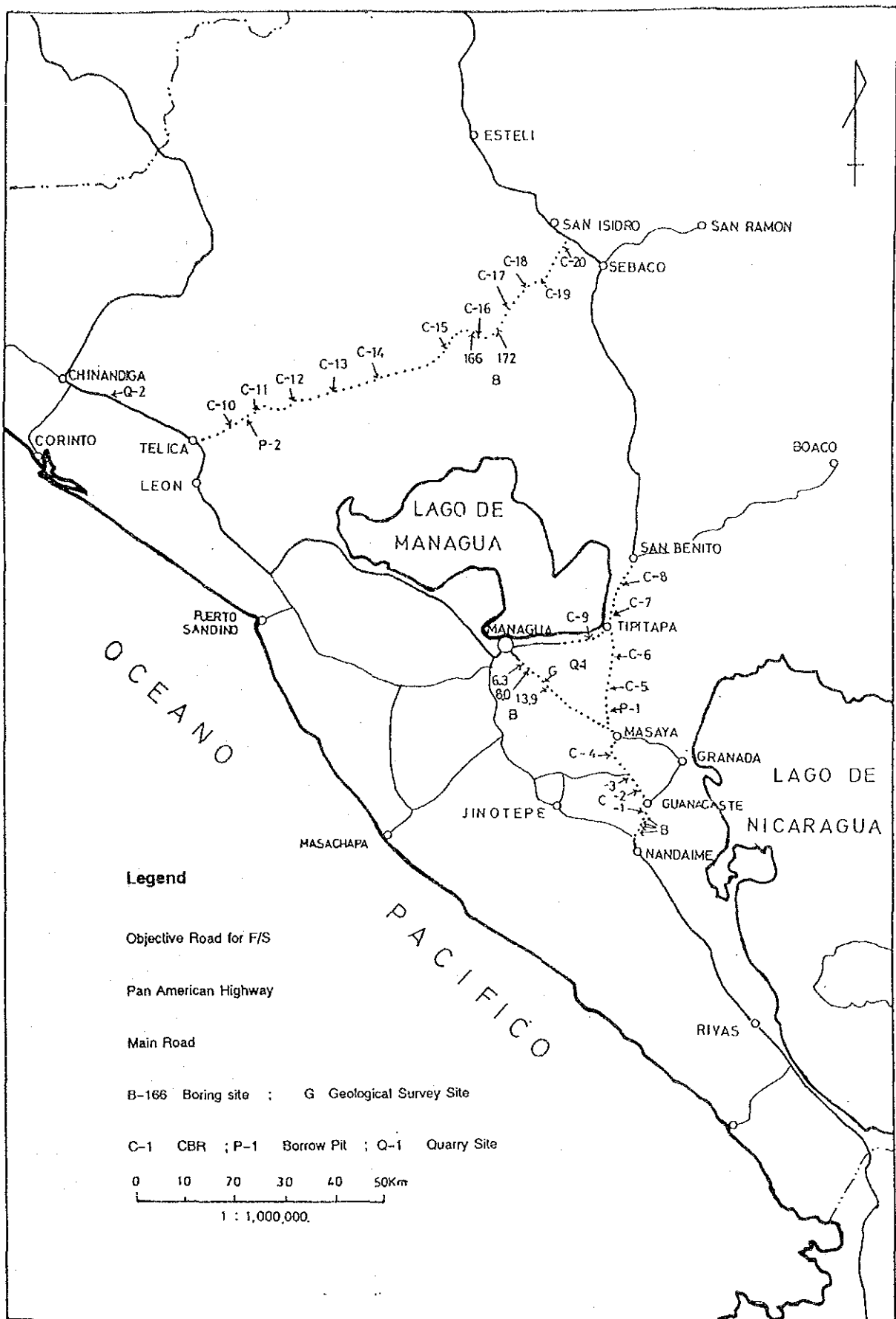


図2-2 地質・土質調査位置図

表 2 - 13 室内試験の概要

Analysis Items	Boring	Quarry (Rock)	Borrow-pit	Sub-soil	Remarks
*Unit Weight	95	4	-	-	AASHTO:T-100-86; ASTM:C-97
*Water Content	146	-	4	20	AASHTO:T-93-86; ASTM:D-2216
*Atterberg Limits	-	-	4	20	AASHTO:T-89-86; ASTM:D-423 AASHTO:T-90-86; ASTM:D-424
*Size Analysis	-	4	4	20	AASHTO:T-88-86; ASTM:D-422 AASHTO:T-27-84; ASTM:C-136
*CBR (4 days soak)	-	-	4	20	AASHTO:T-193-81; ASTM:D-1883
*Compaction	-	-	4	20	AASHTO:T-99-86
*Water Absorption	-	4	-	-	AASHTO:T-85-85; ASTM:C-127
*Los Angeles Test	-	4	-	-	AASHTO:T-96-83; ASTM:C-131

#### 2.4.4 調査結果とその解析

##### (1) 橋脚基礎の調査結果

##### 1) マナグアーマサヤ区間

##### a) ラ・モリタ橋地点

図2-3に示すように、総計60.48mの貫入試験を含めた物性調査ボーリングが行われた。

調査地点の露頭は、橋の上流右岸にあり、厚さ約1mの暗褐色ローム質表層の下に、現世のものと思われる厚さ約0.9mの褐色細礫質火山砂層が存在している。さらに、その下に不整合で黒色岩滓層(0.4m)と褐色凝灰質泥岩層(0.3m)とが見らる。

4本のボーリングは道路の下約4mの河床から掘削された。図2-4に示すように、表層土は1.4-2.31mの範囲で、その下には上部Las Sierras層群に属する強く固結した層灰岩や岩滓に富む火山砂を挟む砂質層灰岩が存在する。したがって、N値は各孔共、急に30-50に上昇する。第1孔及び3孔で見られる緩い岩滓に富んだ砂層ですら30以上のN値を示している。強く固結した凝灰質泥岩は50以上のN値を示す。これら上部Las Sierras層群の火山性層は十分にベタ基礎に耐えうる。

この地点からの資料の室内試験結果を表2-14に示す。



表2-14 ラ・モリタ橋地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth(m)	Type of Soil and Rock	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	0.00-2.31	Surf. soil	1,514	23.0	1,231
1	2	2.31-3.66	Scor. bed	-	11.9	-
1	3	3.66-5.48	Tfite	1,862	29.3	1,440
1	4	5.48-13.29	Tfite	1,932	24.1	1,557
1	5	13.29-14.63	Tfite w/scor	1,683	44.6	1,164
1	6	14.63-15.24	"	1,682	28.5	1,309
2	1	0.00-0.40	Surf. soil	1,854	26.2	1,469
2	2	0.40-2.31	Tf-md	1,952	33.8	1,459
2	3	2.31-9.75	Tfite w/scor	2,046	23.5	1,657
2	4	9.75-11.58	Tfite w/pum	1,517	43.9	1,054
2	5	11.58-15.24	Tfite	1,677	24.6	1,346
3	1	0.00-0.45	Surf. soil	1,578	23.1	1,282
3	2	0.45-0.75	"	1,997	33.7	1,494
3	3	1.65-2.10	Scor. bed	1,821	28.5	1,417
3	4	2.10-2.55	"	1,982	25.2	1,583
3	5	3.95-4.35	Tfite	1,787	20.4	1,484
3	6	4.35-4.95	"	2,124	34.8	1,576
4	1	0.90-1.36	Surf. soil	-	19.5	-
4	2	2.08-2.54	Tf-md	1,721	27.5	1,350
4	3	3.00-3.40	Vol-sd	1,890	26.6	1,493
4	4	4.10-5.00	Tfite	1,740	18.3	1,471

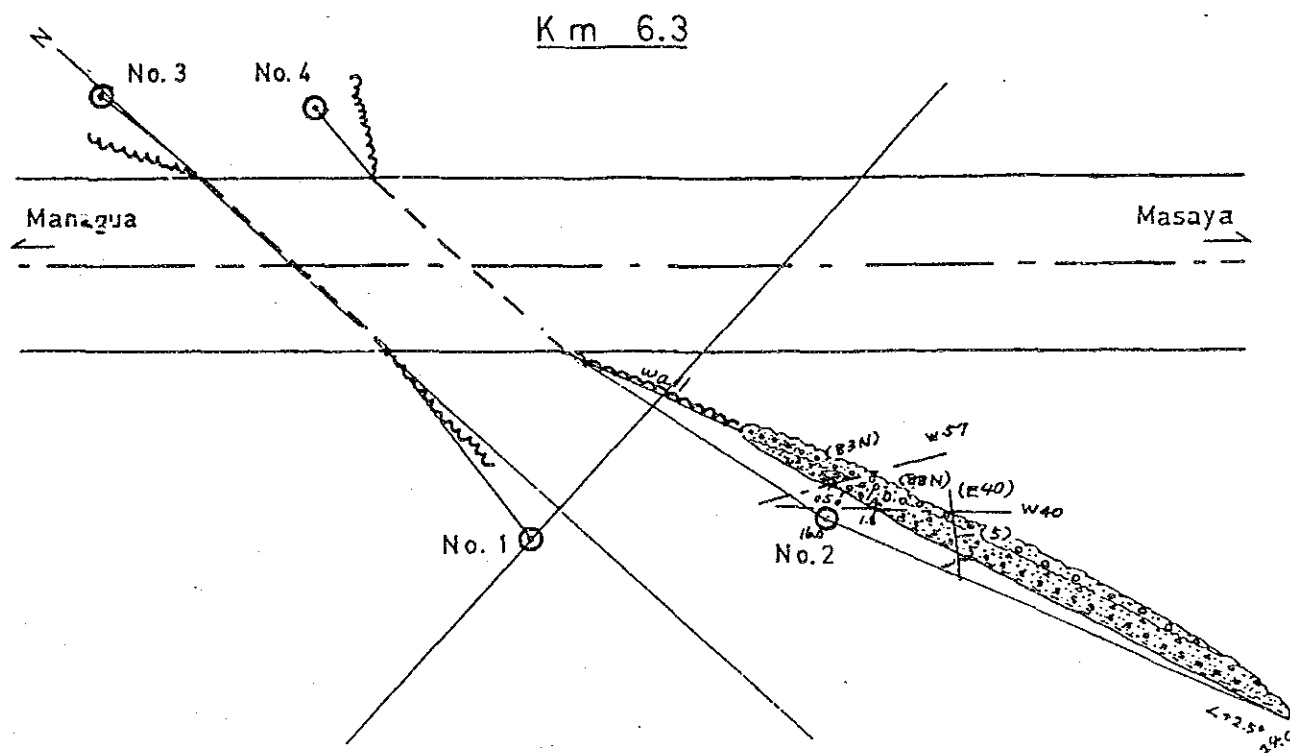
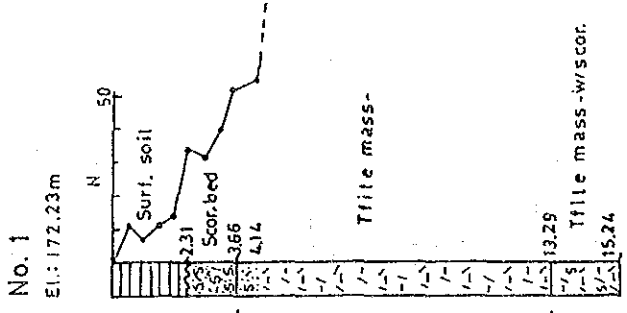
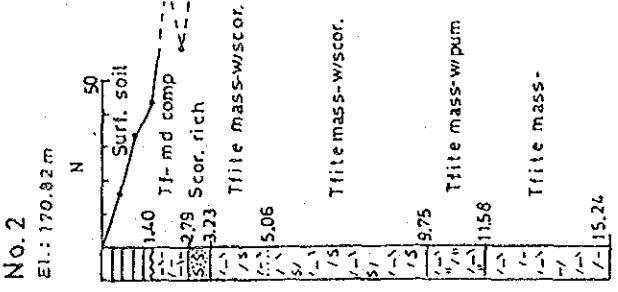


図2-3 マナグア-マサヤ道路、ラ・モリタ橋地点ボーリング位置図

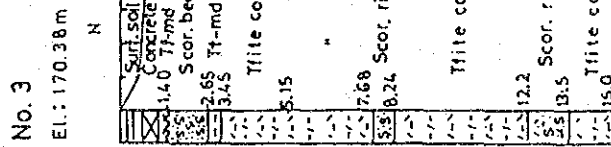
No. 3-1 Section



No. 2



No. 3



No. 4-2 Section

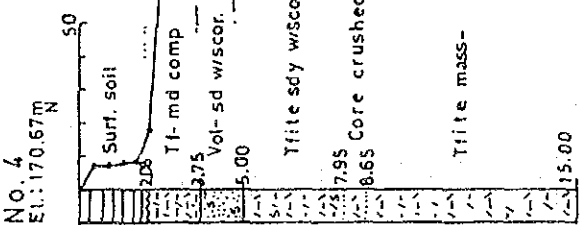


図2-4 マナグアーマサヤ道路、ラ・モリタ橋地点土質断面図

b) エル・ミラドル橋地点

図2-5に示したように、2本、総計30.54mの貫入試験を含む物性調査ボーリングが実施された。

ボーリング孔の高さは、河床より少し高く、道路より約3.5m低い。両孔共、45cmの表層土の下は、漸移的に、厚さ5-5.5mの平均N値9の軟らかめの岩滓や軽石粒を含む凝灰質砂質泥岩に、更に、厚さ約2.25m、N値36以上の粗い岩滓粒を含む固い火山性砂岩及びその下の厚さ2.5-3m、N値37以上の砂質凝灰質泥岩に推移する。更に、その下の塊状、堅硬火山性砂岩は固すぎて貫入試験ができなかった。(図2-6参照)

橋の基礎の上端はボーリング地点の下約5.5mに置きうるが、その場合道路面からの高さは約10mとなり、基礎のタイプをパイルにするか平基礎にするかの決定については、詳細設計段階での比較調査の実施が好ましい。

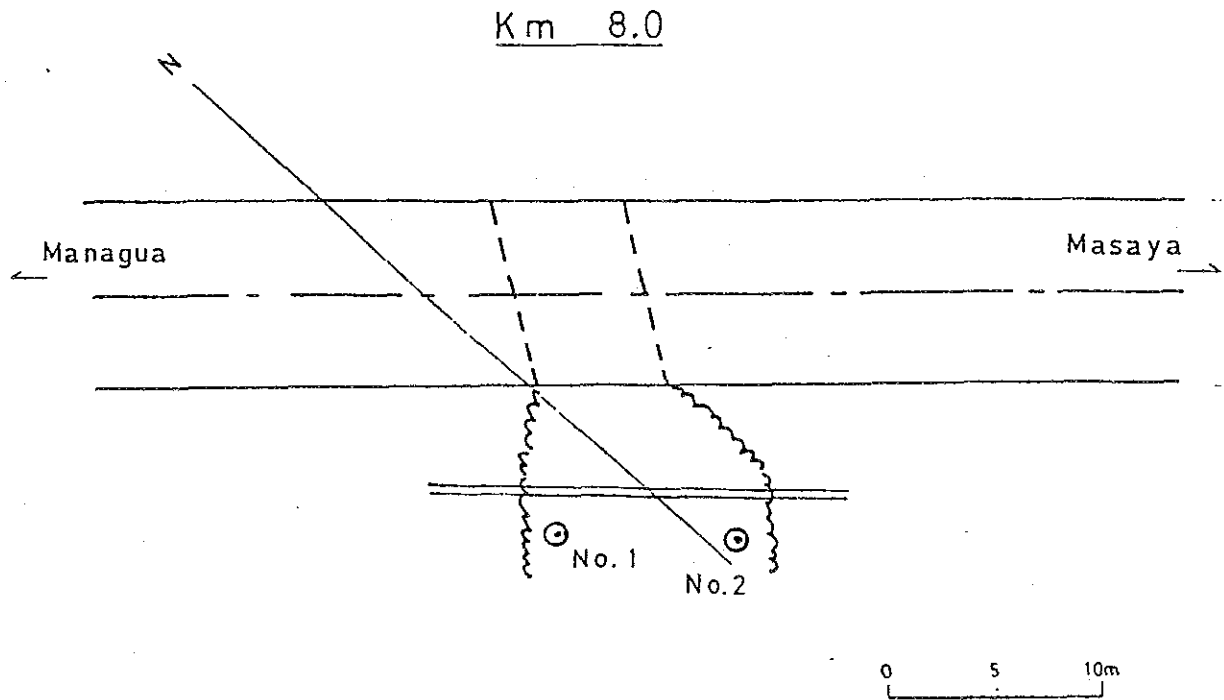


図2-5 マナグア-マサヤ道路、エル・ミラドル橋地点ボーリング位置図

採取資料の室内試験結果を表2-15に示す。

表2-15 エル・ミラドル橋地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth (m)	Type of Soil and Rock	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	0.00-3.60	Tf-md, sdy	1,816	27.7	1,422
1	2	6.40-8.23	Vol-sd	1,763	24.3	1,418
1	3	8.23-9.63	Tf-md w/scor	1,972	36.2	1,448
1	4	9.63-10.06	Tf-md, sdy	2,047	14.8	1,783
1	5	10.06-10.97	Tf-md, mass-	1,785	34.2	1,330
1	6	11.46-15.12	Vol-sd	2,388	28.1	1,864
2	1	0.00-1.40	Surf. soil	1,789	30.6	1,370
2	2	1.40-4.57	Tf-sdy md	1,804	39.2	1,396
2	3	4.57-5.48	"	1,583	22.7	1,290
2	4	5.48-7.80	Vol-sd w/scor	-	29.2	-
2	5	7.80-10.06	Tf-md, sdy	1,462	10.2	1,327
2	6	10.06-11.46	Tf-md, mass	1,872	27.9	1,464
2	7	11.46-15.42	"	2,214	21.6	1,821

No. 1-2 Section

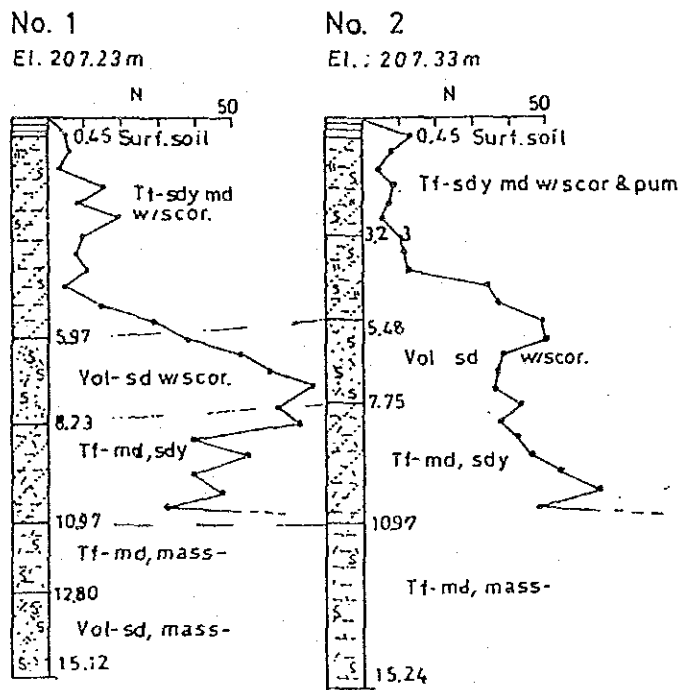


図2-6 マナグア-マサヤ道路、エル・ミラドル橋地点土質断面図

c) エル・アロージョ橋

図2-7に示すように、4本、総延65.52mの貫入試験を含めた物性調査ボーリングが行われた。第3孔の脇に一連の火山性層の露頭があり、河床から道路面の下1.6mまでの間に、下から、1mの固い緻密な凝灰角礫岩、1.6mの緩い岩滓砂、1.1mの固い緻密な泥質細礫混じり火山性砂岩、2.3mの緩い細礫混じり岩滓質火山性砂岩及び1.4mの堅硬緻密熔結凝灰岩が累重している。

各孔は、道路面の下約10mの河床から錐進しており、表面の河川堆積物はいずれも厚さ約45cmであった。その下には、厚さ約1.5-2.5mでN値が10-20を示す火山岩礫質砂岩があり、更に下位の厚い塊状堅硬な熔結凝灰岩層に推移する。この熔結凝灰岩のトップは河床から約2-3mに位置しており、非常によい平基礎面となる。

採取資料の室内試験結果を表2-16に示す。

表2-16 エル・アロージョ橋地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth(m)	Type of Soil and Rocks	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	0.90-1.35	Vol-sd	1,758	11.7	1,574
1	2	2.35-2.60	Vol-pb-sd	2,346	4.5	2,246
1	3	2.80-3.10	Welded tf	1,312	6.9	1,227
1*	4	7.10-7.80	"	1,864	25.5	1,485
2*	1	8.50-9.40	"	1,681	3.8	1,619
2*	2	15.40-18.00	"	1,668	6.2	1,571
3	1	0.46-0.92	Vol-sd	1,715	12.3	1,527
3	2	1.38-1.84	"	-	15.0	-
3	3	2.30-2.76	Vol-pb-sd	-	30.1	-
3	4	2.91-3.06	Welded tf	1,496	3.9	1,439
3*	5	8.52-9.52	"	1,706	5.1	1,623
4	1	1.15-1.35	Vol-pb-sd	-	13.2	-
4	2	1.83-2.00	"	-	12.4	-
4	3	2.90-3.90	Welded tf	1,717	3.3	1,662
4	4	19.50-20.00	"	1,531	4.0	1,472

Note - \*: Samples analyzed with Moisture and Unit Weight

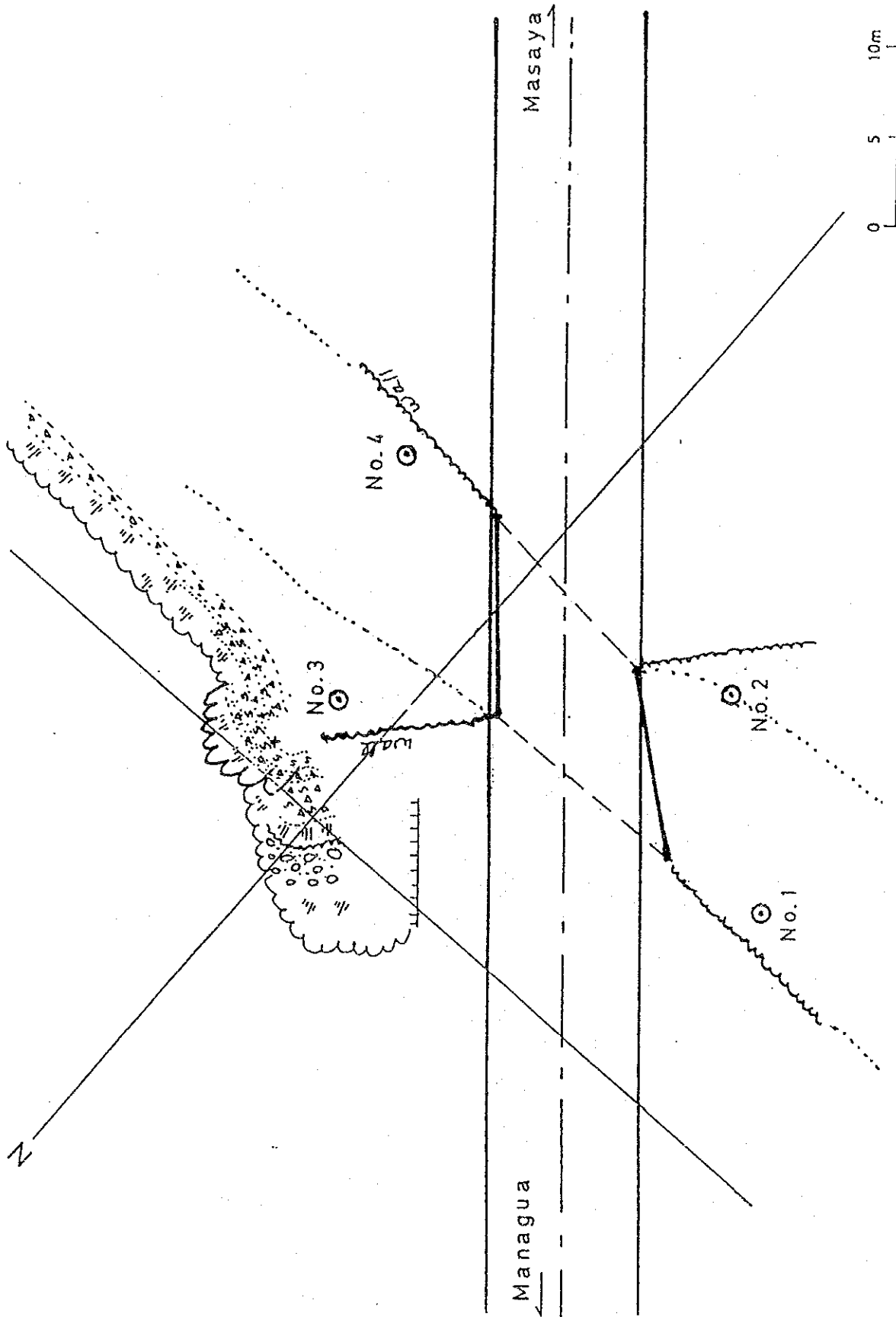
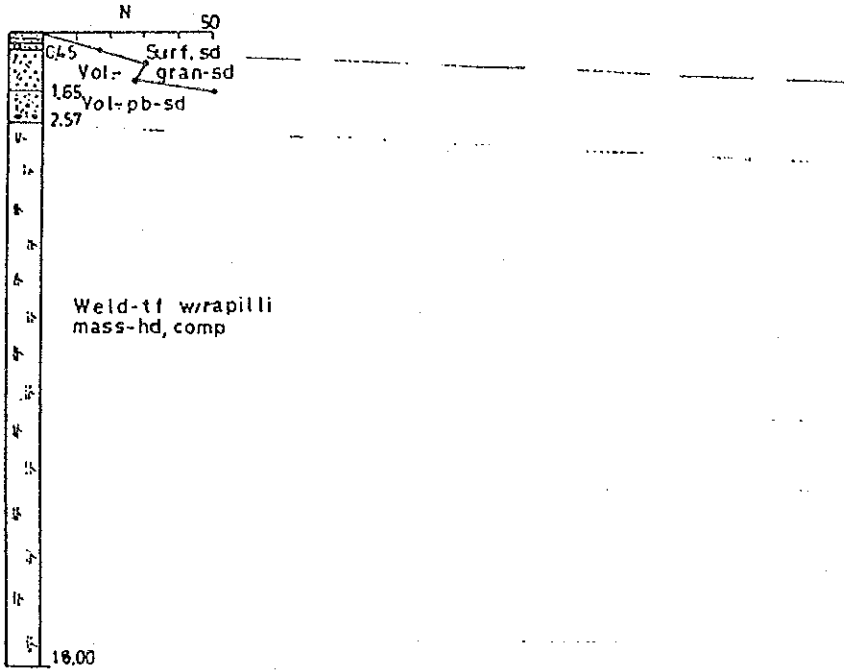


図2-7 マナグア-マサヤ道路、エル・アロージョ橋地点ボーリング位置図

No. 1-3 Section

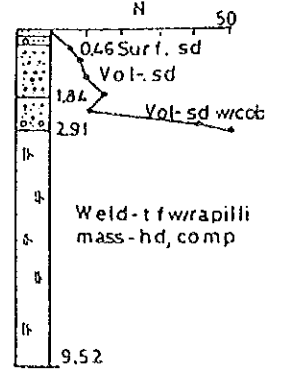
No. 1

El.: 185.61m



No. 3

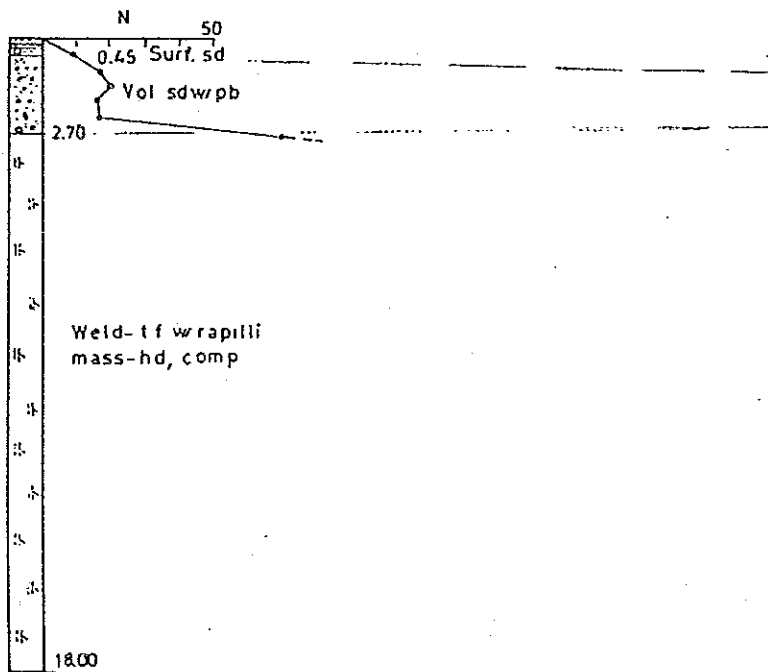
El.: 185.39m



No. 2-4 Section

No. 2

El.: 185.70m



No. 4

El.: 185.28m

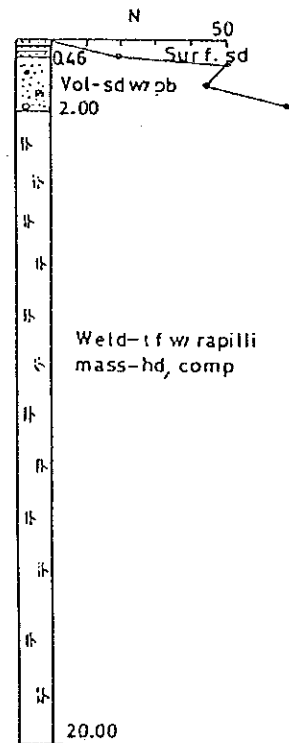


図2-8 マナグアーマサヤ道路、エル・アロージョ橋地点土質断面図

2) ナンダイメージアナカステ区間

a) ラ・リュイスイオン橋

図2-9に示すように、4孔、総延120.4mの物性調査ボーリングが第実施された。第1孔と第2孔は河床から、第3孔と第4孔は道路面から錐進された。両者の高低差は4.8mである。

道路面から錐進されたボーリングでは、最初に約2-2.8mのローム質の表層土が見られた。河床からのボーリングでは、深さ約2.2-2.7mから下方約5-7mに、N値が50を越す緻密な中粒一極粗粒火山砂岩層が存在している。この層はよい平基礎となる。但し、第4孔では、この層に相当する部分がはっきりせず、深さ6.30-7.80m間の1.5mにN値が50を越す固い細砂質細礫混じり凝灰岩層が認められる他は、全体にN値が30より少し低い。これは岩相の側方変化によるものと思われ、今後、チェックが必要である。(図2-10及び図2-11参照)

採取資料の室内試験結果を表2-17に示す。

表2-17 ラ・リュイスイオン橋地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth (m)	Type of Soil and Rocks	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	0.90-1.35	Sd, v-c-g	-	16.7	-
1	2	2.25-2.70	Vol-sd, comp	1,943	23.4	1,574
1	3	6.45-6.70	Fine tf, comp	1,764	30.5	1,351
1	4	8.00-8.70	Tfite	1,708	31.7	1,297
1	5	11.60-11.80	Tfite	1,870	26.4	1,480
1	6	16.00-16.20	Tf, comp	1,706	41.5	1,206
1	7	24.10-24.30	Tfite, sdy	1,606	56.7	1,025
2	1	1.80-2.25	Vol-sd	1,670	33.2	1,254
2	2	2.80-2.90	Vol-sd,vc	2,070	17.9	1,756
2	3	11.00-11.10	Tfite	1,855	25.2	1,482
2	4	21.30-21.40	Tfite	1,648	48.3	1,111
2	5	24.40-24.50	Tfite	1,713	45.5	1,177
3	1	1.40-1.50	Surf-soil	1,708	29.1	1,324
3	2	3.20-3.30	Vol-sd	1,780	28.5	1,385
3	3	14.00-14.10	Tf, comp	1,578	26.0	1,253
3	4	32.60-32.70	Fine tf	1,843	34.6	1,369
4	1	1.40-1.50	Surf-soil	1,729	31.0	1,320
4	2	2.50-2.60	Loam-md	1,710	32.5	1,290
4	3	3.15-3.60	Vol-sd	-	8.0	-
4	4	4.50-4.95	Vol-sd	-	4.9	-
4	5	8.25-8.70	Vol-sd	-	16.0	-
4	6	25.80-25.90	Fine tf	1,588	52.9	1,039
4	7	33.60-33.70	Tfite	1,707	48.3	1,151





No. 3-1 Section

No. 3

EL.: 173.67m

No. 1

EL.: 168.95m

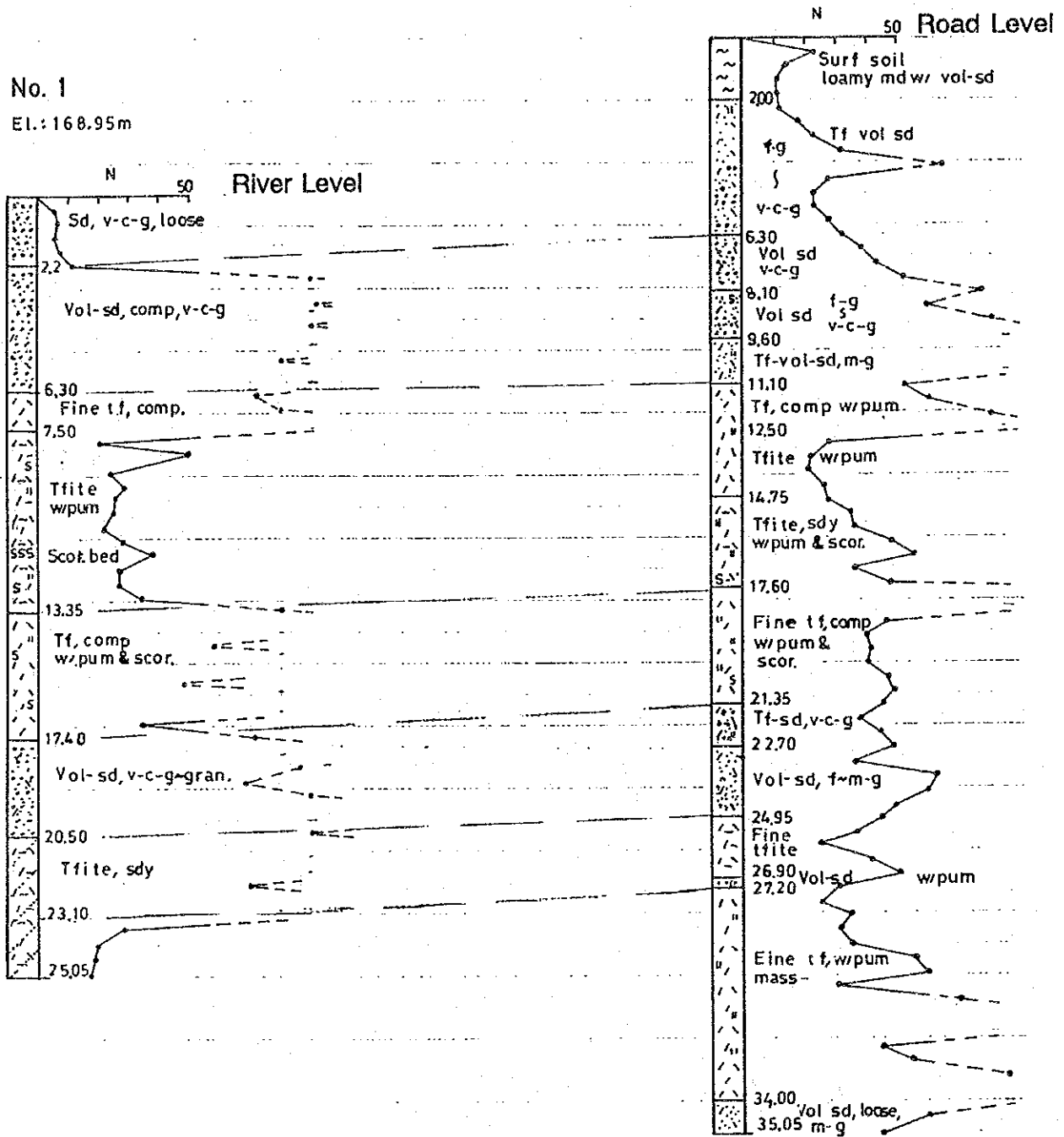


図2-10 ナンダイメ、ラ・リュイスイオン橋地点土質断面 (1)

No. 2-4 Section

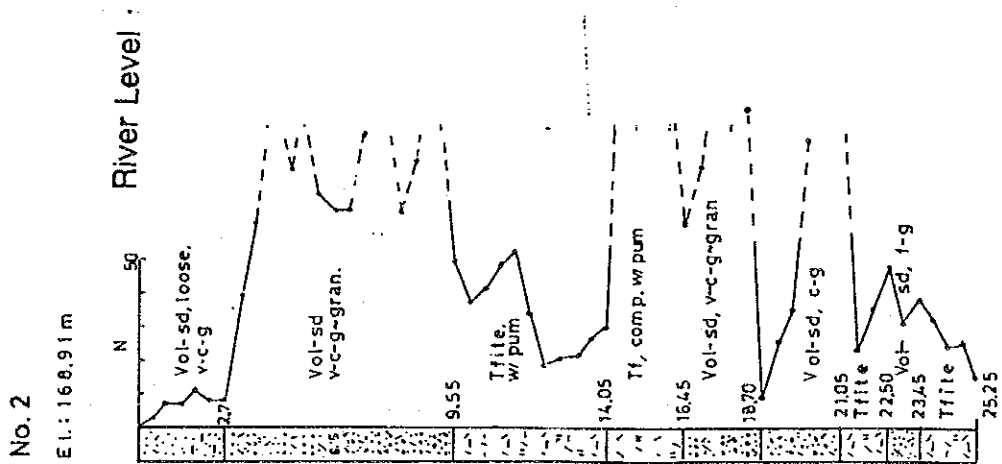
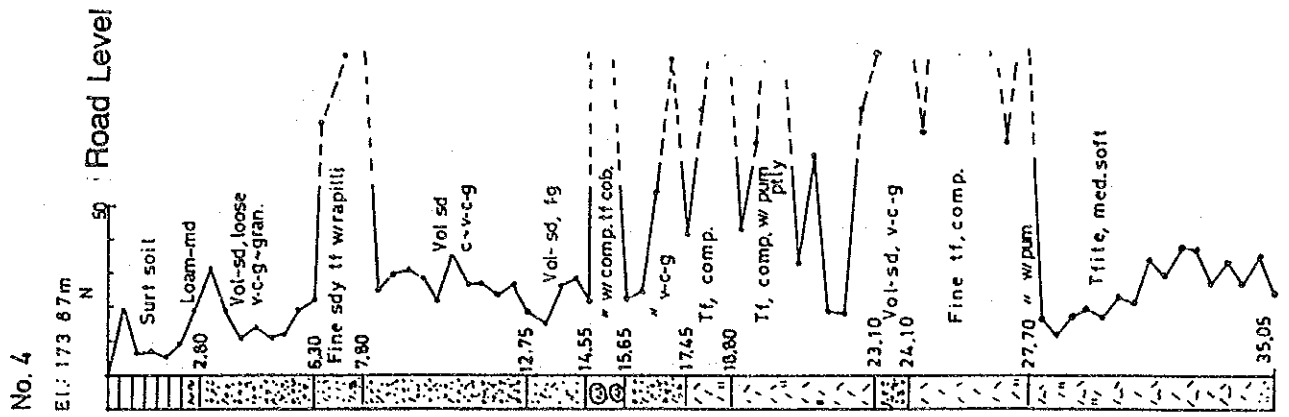


図2-11 ナンダイメ、ラ・リュスイオン地点土質断面図 (2)

b) マヤリ橋

図2-12に示すように、2本、総延30.37mの物性調査ボーリングが実施された。2本共河床から錐進された。第1孔は、図2-13に示すように、深さ1.8mから9mの間で、N値が30を越える堅硬な細礫質砂岩層に遭遇している。しかし、第2孔ではN値が30を越える層は、約1.2m深くなっている。したがって、平基礎のトップは深さ約3mにする方が安全である。採取資料の室内試験結果を表2-18に示す。

表2-18 マヤリ橋地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth (m)	Type of Soil and Rocks	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	0.92-1.38	Gran.	-	8.4	-
1	2	2.76-3.22	Vol-sd	1,610	10.7	1,454
1	3	5.06-5.98	Tf, comp	-	43.6	-
1	4	6.88-7.34	Tf, sdy	-	26.6	-
1	5	8.72-9.18	Tf, sdy	1,520	39.7	1,088
1	6	9.58-9.93	Tf, comp	-	21.3	-
1	7	10.93-11.53	Fine tf	-	33.7	-
2	1	0.92-1.38	Sdy md	-	20.8	-
2	2	1.84-2.30	Sdy md	1,686	34.9	1,250
2	3	2.30-3.15	Vol-sd	-	28.0	-
2	4	3.99-4.45	Vol-sd	-	17.5	-
2	5	4.90-5.20	Tf, comp	-	10.9	-
2	6	6.10-6.65	Vol-sd	-	20.4	-
2	7	7.28-7.74	Vol-sd	-	28.3	-
2	8	8.09-8.34	Tf, sdy	-	31.0	-
2	9	9.30-9.76	Tf, sdy	1,990	33.3	1,493
2	10	12.37-12.82	Tf, sdy	-	30.6	-

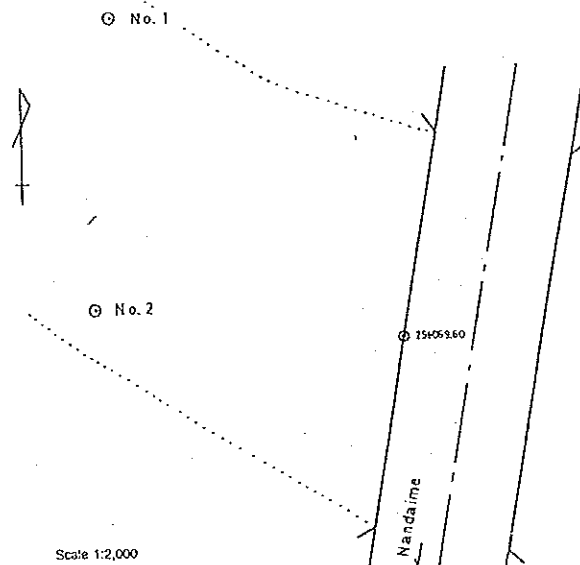


図2-12 ナンダイメ、マヤリ橋地点ボーリング位置図

No. 2-1 Section

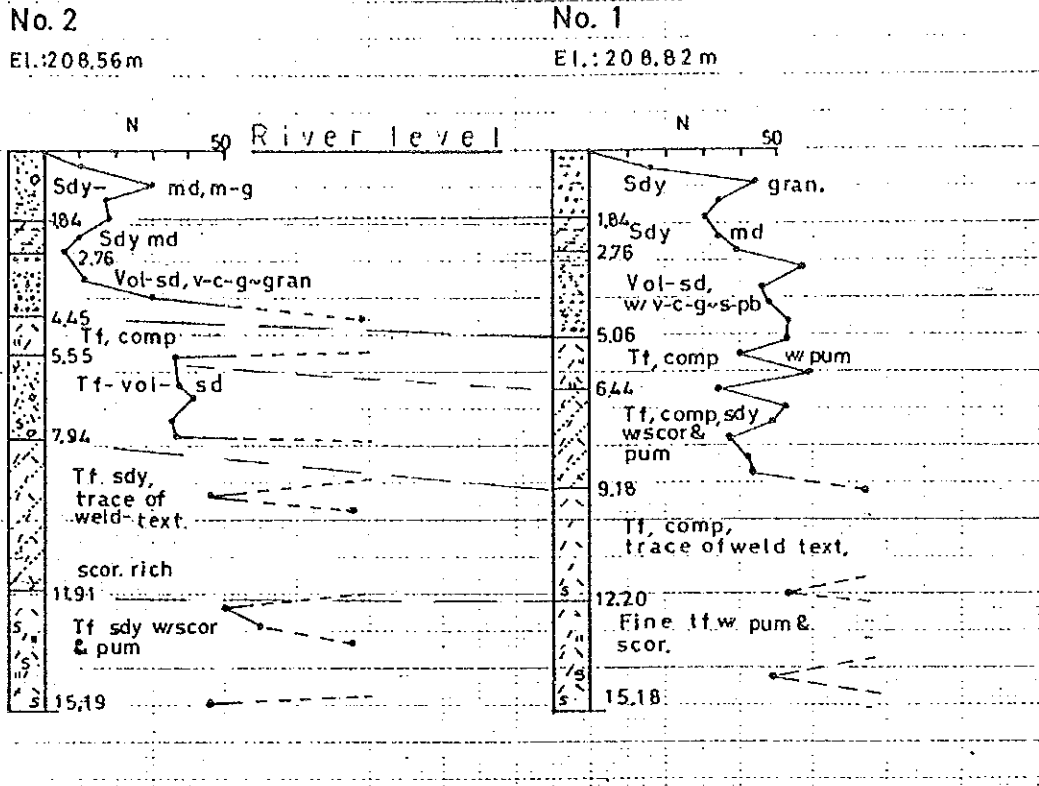


図2-13 ナンダイメ、マヤリ橋地点土質断面図

c) サン・カラランピオ橋

この地点は、ナンダイメの北約3.7kmに位置する。図2-14に示したように、深さ20.18mの物性調査ボーリング1本が橋の脇に実施された。このボーリングの目的は、道路の下の土壌と岩石の構成状況を調べるためであった。というのは、付近の地層が緩い物質からできていて、脇を流れる河の侵食を誘発する可能性があるからである。

上部4.05mは玄武岩の転石の混ざった盛り土からなっている。その下に盛り土前の表層土と思われる厚さ1.8mの砂質ローム層が存在する。更にその下位に一連の火山性地層、即ち、上から軽石混じり砂質層灰岩、岩滓混じり層灰岩、軽石及び岩滓混じり凝灰岩等が累重している。N値は深さ4.05mから12mの間で10-20から20-30と緩やかに増し、深度12mで50を越す固い岩滓に富んだ凝灰岩(約1.5m)に達する。この凝灰岩は基礎の上限としうる。というのは、この層の下では、一旦、N値が30-40の軽石混じりの層灰岩になるが、深度約19mからは再びN値50以上の固い層灰岩になるので、問題はない。(図2-15参照)

採取資料の室内試験結果を表2-19に示す。

表2-19 サン・カラランピオ橋地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth(m)	Type of Soil and Rock	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	0.46-0.92	Fill' mat.	-	27.2	-
1	2	3.30-3.60	"	1,458	59.3	915
1	3	5.88-5.98	Tfite, sdy w/ pum.	-	50.7	-
1	4	9.11-9.57	Tfite, sdy	-	26.2	-
1	5	12.63-13.09	Tfite w/abd. scor.	1,470	10.9	1,326

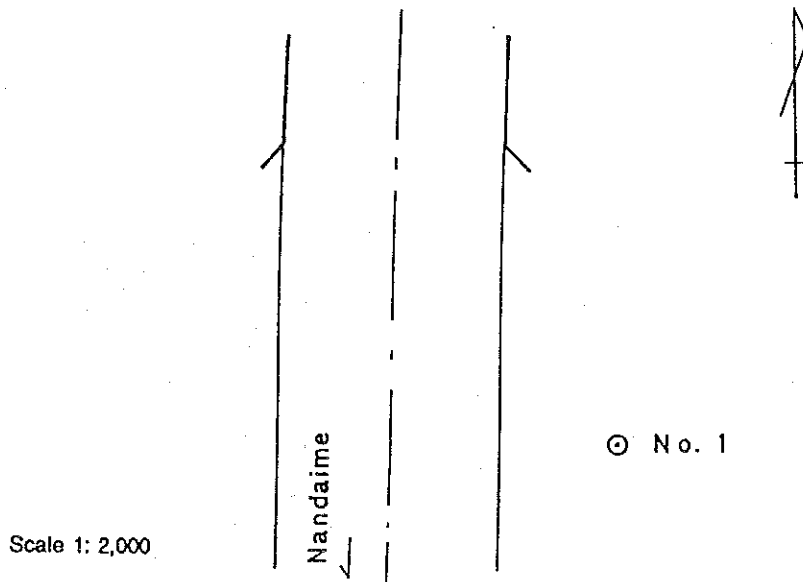


図2-14 ナンダイメ、サン・カラランピオ橋地点ボーリング位置図

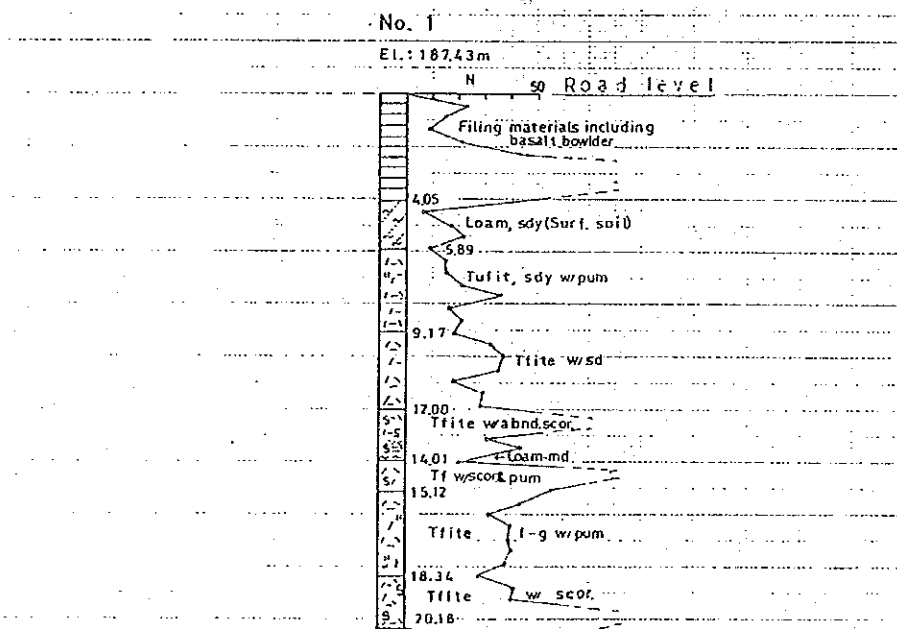


図2-15 ナンダイメ、サン・カラランピオ橋地点土質断面図

d) サンタ・マルタにおけるアグリア河堤防

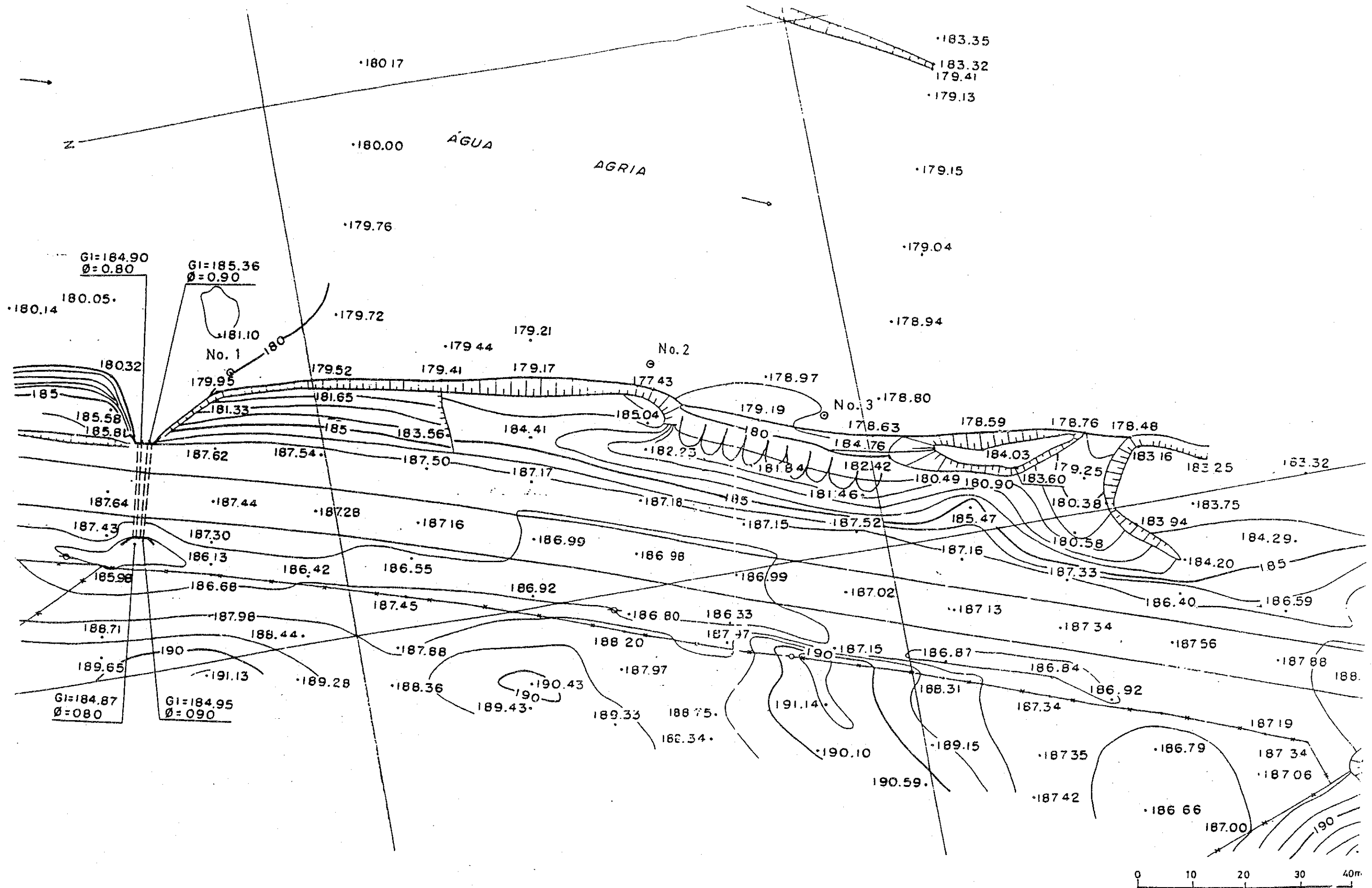
この地点は、ナンダイメ北のサンタ・アナ分岐の北約3.4kmに位置する。計3本、層延30.59mの物性調査ボーリングが、顕著な河岸の侵食が認められる箇所の河床で行われた。(図2-16参照)

図2-17に示すように、各孔は河床から1m以内でN値が30-50を示す厚さ1.5-4mの堅硬な層に遭遇している。この内、第1孔は堅硬な層の厚さが2m以下である。したがって、この部分の築堤については、杭工法の適用を考慮する必要がある。

採取資料の室内試験結果を表2-20に示す。

表2-20 アグリア河堤防、サンタ・マルタ地点資料の室内試験結果

Boring No.	Sample No.	Depth (m)	Type of Soil and Rock	Natural Unit Weight $\gamma_m$ (kg/m <sup>3</sup> )	Moisture (%)	Unit Weight Dry $\gamma_d$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	1.38-1.84	Sdy md	-	21.0	-
1	2	3.22-3.68	Tf-md	-	42.3	-
1	3	5.87-6.33	Tf-sdy md	-	29.2	-
1	4	7.25-7.71	"	-	29.9	-
2	1	0.46-0.92	Surf. sd	2,015	16.9	1,723
2	2	3.22-3.68	Tfite	1,666	38.9	1,199
2	3	4.60-5.06	Sdy md	-	17.1	-
2	4	9.04-9.50	Tfite	1,614	23.0	1,312
3	1	0.46-0.92	Surf. sd	-	11.1	-
3	2	1.84-2.30	Vol-sd	-	31.5	-
3	3	3.22-3.68	Vol-sd	-	31.9	-
3	4	4.60-5.06	Tf-md, sdy	-	30.7	-
3	5	5.98-6.48	"	1,768	34.5	1,315



- 16 ナンダイメ、サンタ・マルタの河岸堤防ボーリング位置図





No. 3-2-1 Section

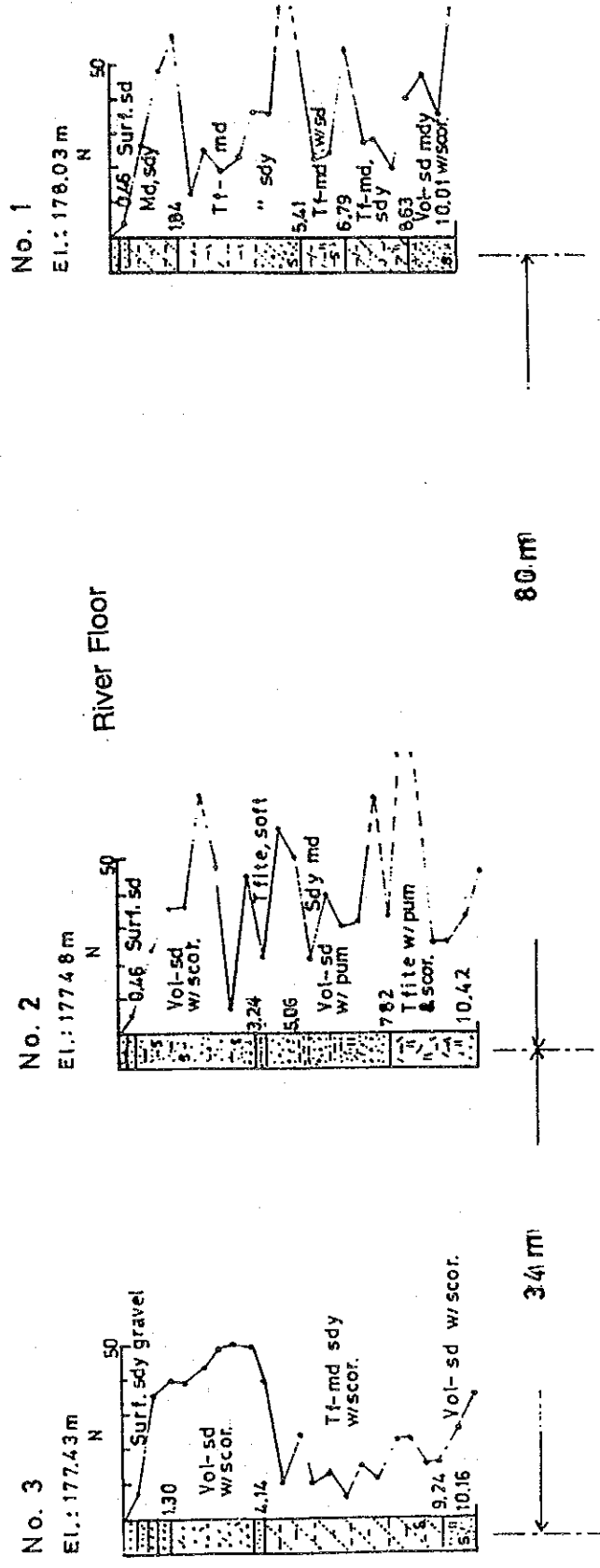


図2-17 ナンダイメ、サント・マルタの河岸堤防土質断面図

## (2) 地質調査ボーリングの結果

### 1) マナグアーマサヤ道路上エル・アロージョ橋北部の地質調査

図2-18に示すように、マナグアーマサヤ道路上のエル・アロージョ橋北側の坂で、長さ約20mにわたって現存切り割りの拡幅が計画されている。最初、ボーリングを考えたが、現切り割りに沿って上部Las Sierras層群の良好な連続露頭が見られるので、調査団員による地質調査に切り替えた。

露頭は一連の凝灰質堆積物からなっており、上から、A) 厚さ約3mのやや風化した中硬質の暗灰色凝灰質泥岩、B) 厚さ約2mの中硬～硬質緻密暗灰色凝灰質泥岩、C) 厚さ約2.4mのB)にはほぼ同じ凝灰質泥岩、D) 厚さ約1.5mの塊状の硬質緻密黒灰色岩滓混じり凝灰岩よりなる。(図2-19参照) D)の硬質凝灰岩の一部は熔結していると思われ、上方に向かって漸次硬さを減じる。全体に最上部のA)を除いてかなり硬質であるが、切り取られ大気に晒されると脆くなる。

高圧線の鉄塔が西側の切り割りの上に立っており、拡幅は東側に限られる。切り土法面の勾配は、岩の硬さから、0.5:1.0にとりうる。仕上げは裏ごめした石垣造りが適している。

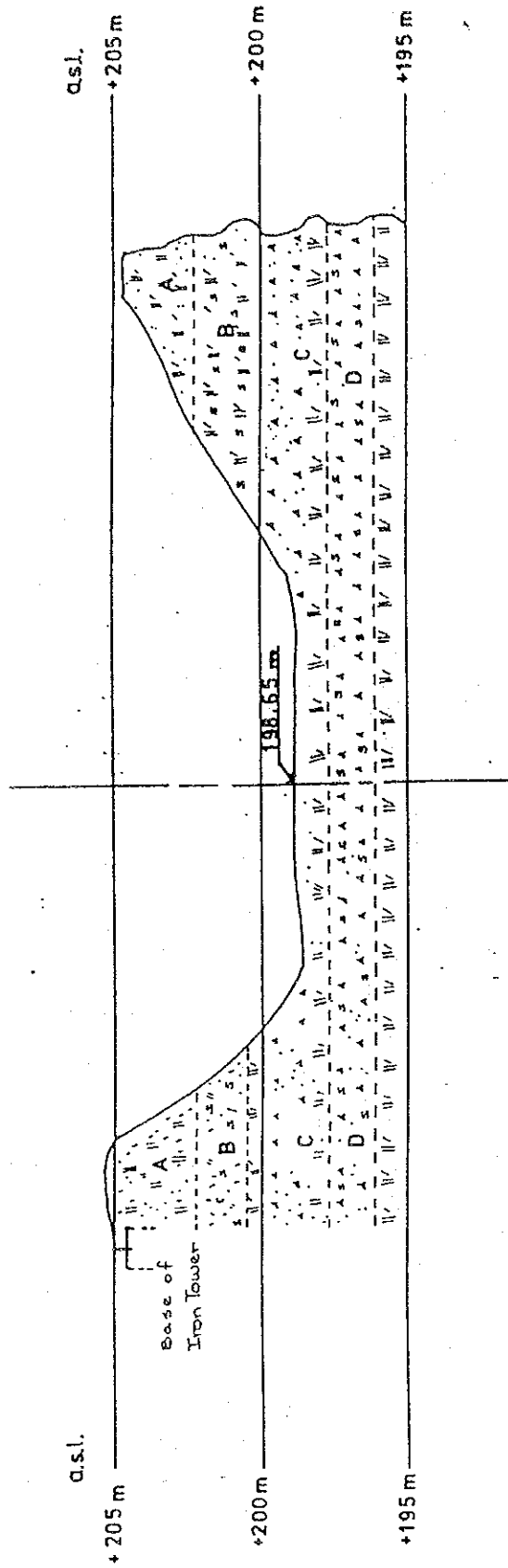
### 2) テリカーサン・イシドロ道路上Km172地点における地質調査ボーリング

同道路上Km172地点には、約1.5kmにわたって、傾斜が急でカーブが強い箇所があり、図2-20に示すように、大規模な切り土や盛り土が予想される3地点で、計4本、総延56.46mのボーリングが行われた。同時に、これら3地点を結ぶ地質踏査を行った。

調査地は、漸新-中新世のMatagalpa層群の上部に属する一連の火山性層に覆われており、上から、a) 上部石英安山岩質溶岩、b) 中部火砕層、c) 下部安山岩-石英安山岩質層からなる。全体の走向は、北東70°から東西で、傾斜は南から南東に約15-20°である。(図2-21参照)

大規模の盛り土が計画されている地質断面図の第1断面では、盛り土の基盤は石英安山岩体で、その表面に1-2mの風化部を有する。盛り土の法面勾配を1.5:1に採れば滑走の心配は少ない。





- A
Dark grey, tuffaceous mud stone  
compac, medium hard, weathered.
- B<sub>III</sub>
Dark grey tuffaceous mud stone  
upper part; medium hard with  
lower part; hard compact.
- C<sub>IV</sub>
Dark grey, tuffaceous mud stone  
upper part; medium hard, with  
scoria lower part, hard compact.
- D<sub>IV</sub>
Dark grey tuff with scoria,  
hard compact, massive.

Scale 1:200.

図2-19 マナグアーマサヤ道路、エル・アロージョ橋北、標高198.65m 地点地質断面図



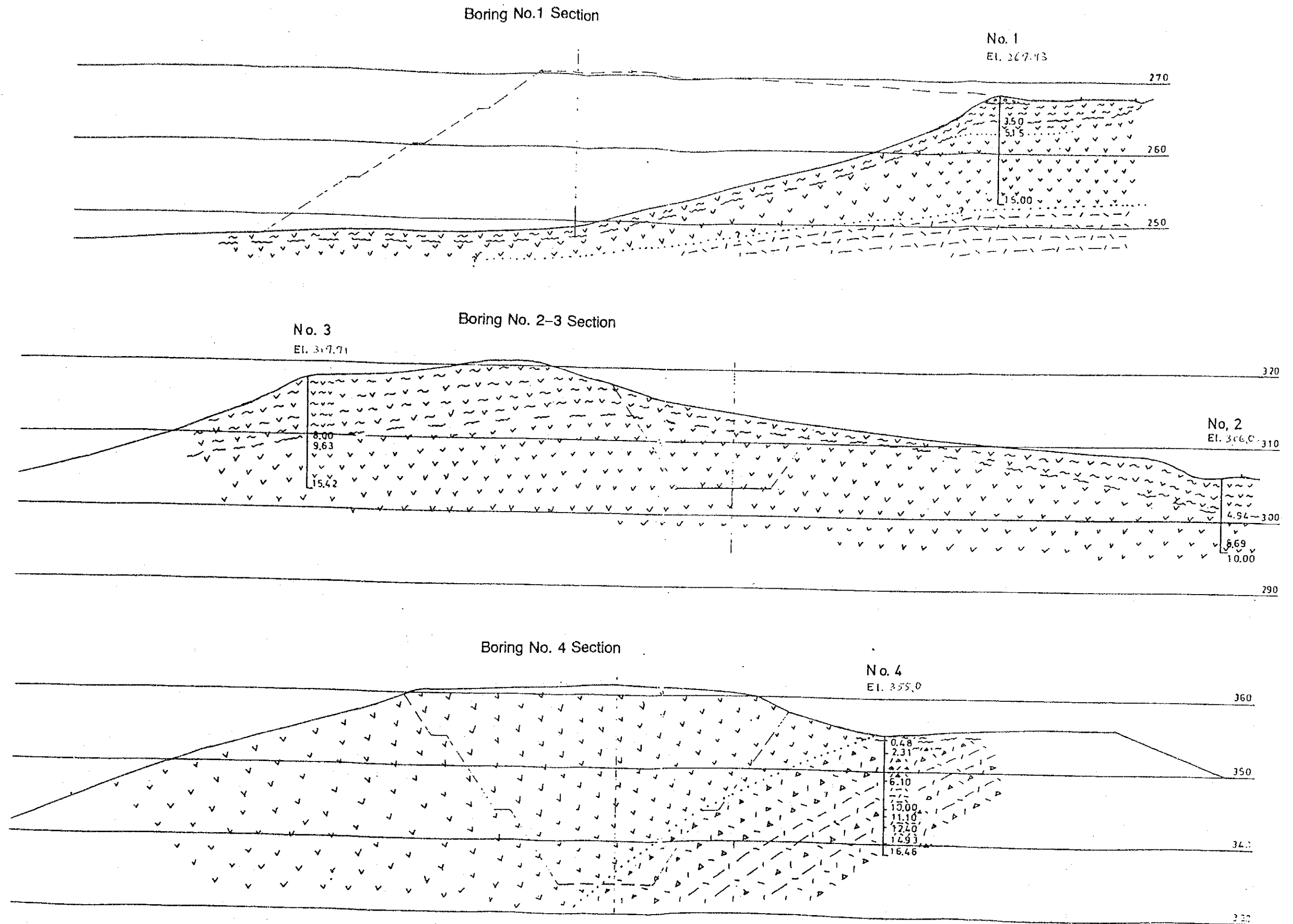


図2-20 テリカーサン・イシドロ道路、Km 172地点周辺ボーリング位置図

Scale 1: 500







第2及び第3断面では、中規模の切り土が計画されている。最上部の1-2mは石英安山岩の風化帯で軟らかいが、その下7-10mは硬い石英安山岩溶岩からなっており、ダイナマイトによる発破が必要となろう。切り土法面の勾配は1:1.5に採りうる。

第4断面では、大規模な切り土が計画されているが、大半は石英安山岩体を切ることになり、ダイナマイトによる発破が必要である。法面勾配は1:1.5に採りうる。唯一心配なのは、図2-21に見られるように、北側の法面上部の石英安山岩体に三角形のブロックが残ることで、あり、適切な防護策を講じる必要がある。

4本のボーリングの岩芯を見る限りでは、この区域内の岩石は全般に節理に富んでおり、且つ部分的に変質している。したがって、切り土を盛り土材として使う場合には、軟らかい土の中に極端に硬い岩石が混ざったものを使うことになり、土砂処理に特別の配慮を要する。

### 3) テリカーサン・インドロ道路上 Km 166 地点における地質調査ボーリング

図2-22に示すように、Km 166地点で3箇所、計5本、総延66.70mの地質調査ボーリングを実施した。その内、第5孔は道路脇が約70mにわたって侵食されている箇所について護岸基礎の調査を兼ねて行われた。これら3箇所のボーリング間をつなぐため、地質踏査を実施した。

調査地は中新世の下部Coyol層群に属する一連の酸性火砕岩層により覆われている。層序は大まかに4つに分けられ、上から、a) 最上部塊状凝灰角礫岩(30m+)、b) 最上部に厚さ約2-3mの黒曜石縞入り層灰岩層を伴う白色塊状堅硬ガラス質凝灰岩(約15m)、c) 基底部に黒曜石縞入り帯を伴う白色板状層灰岩(約15m)、d) 赤褐色塊状層灰岩(約35m)の順に累重している。地質構造は、第1孔の南東に存在が推定される断層を境に変わっている。南東のブロックは、走向がほぼ東西で15-45°南に傾斜している。北西ブロックは、北東-南西の走向を保ちながら緩く褶曲している。模式的な地質構造の状況を図2-23に示す。

図2-24に示すように、3つの各ボーリングを通る断面を作成した。現存崖の勾配はほとんどの場所で約40°であった。岩石が硬いので、拡幅には発破が必要で、法面勾配は1:4に採りうると思われる。

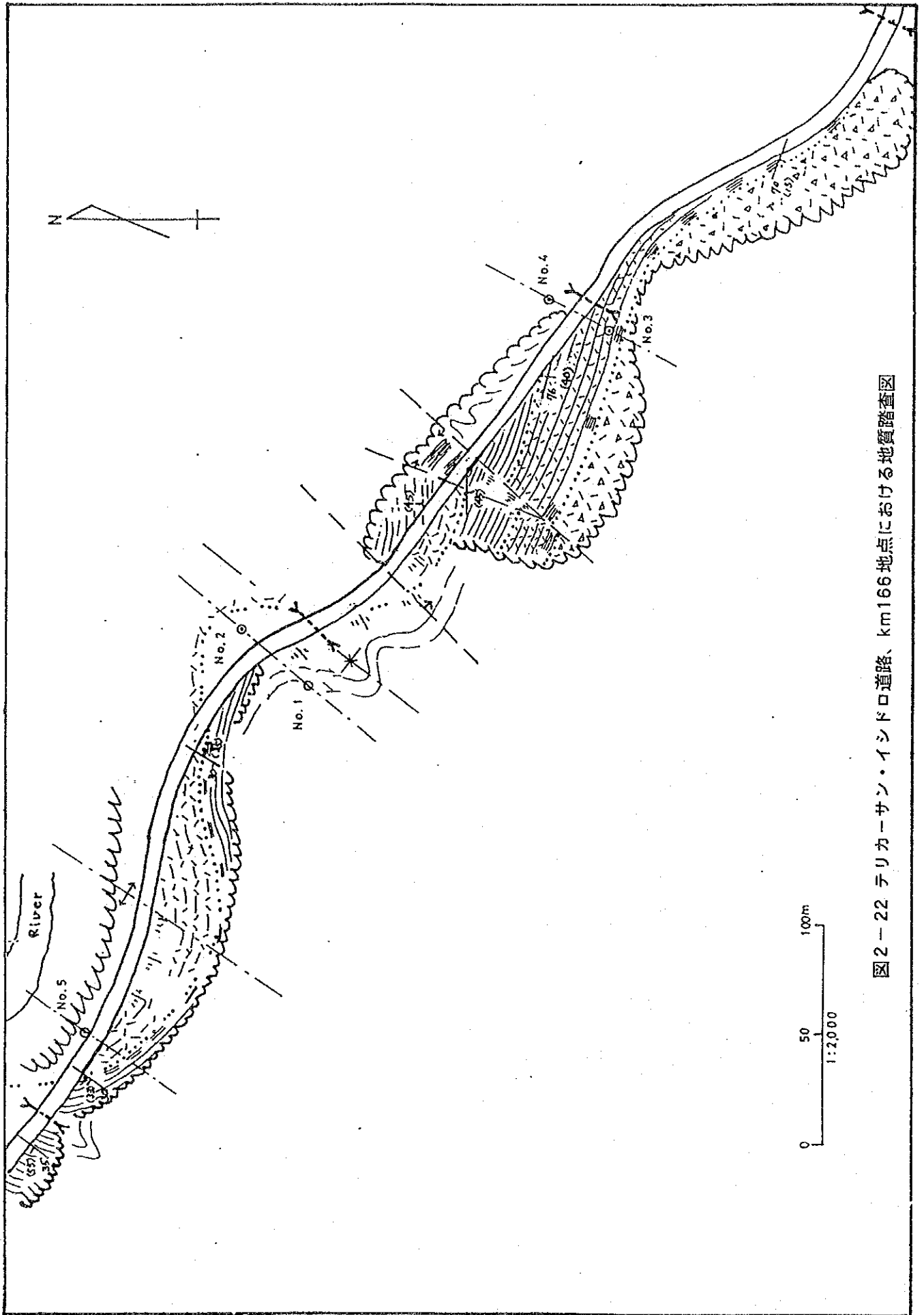
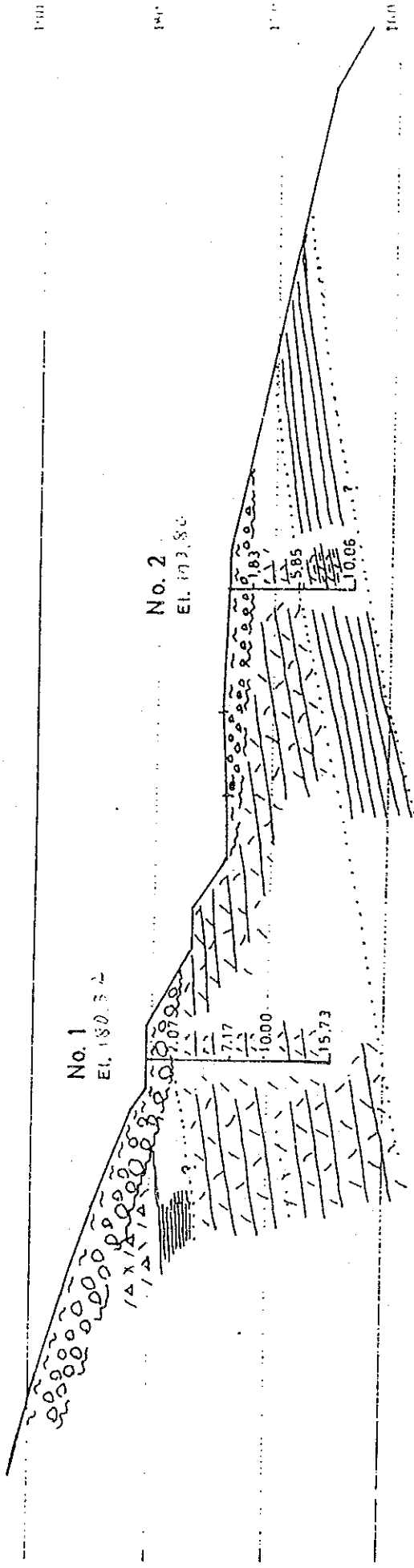


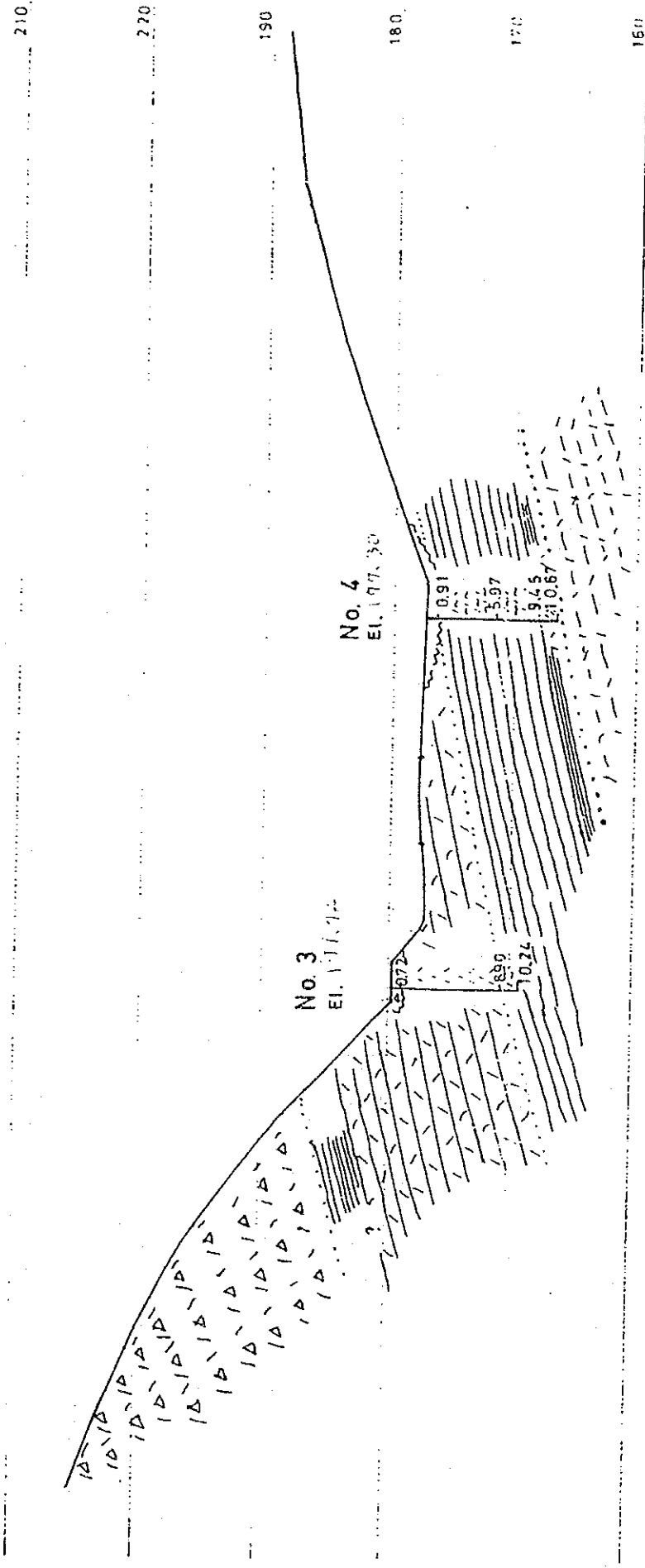
図2-22 テリカーサン・イシドロ道路、km166地点における地質踏査図



Section at Boring No. 1-2



Section at Boring No. 3-4



Section at Boring No. 5

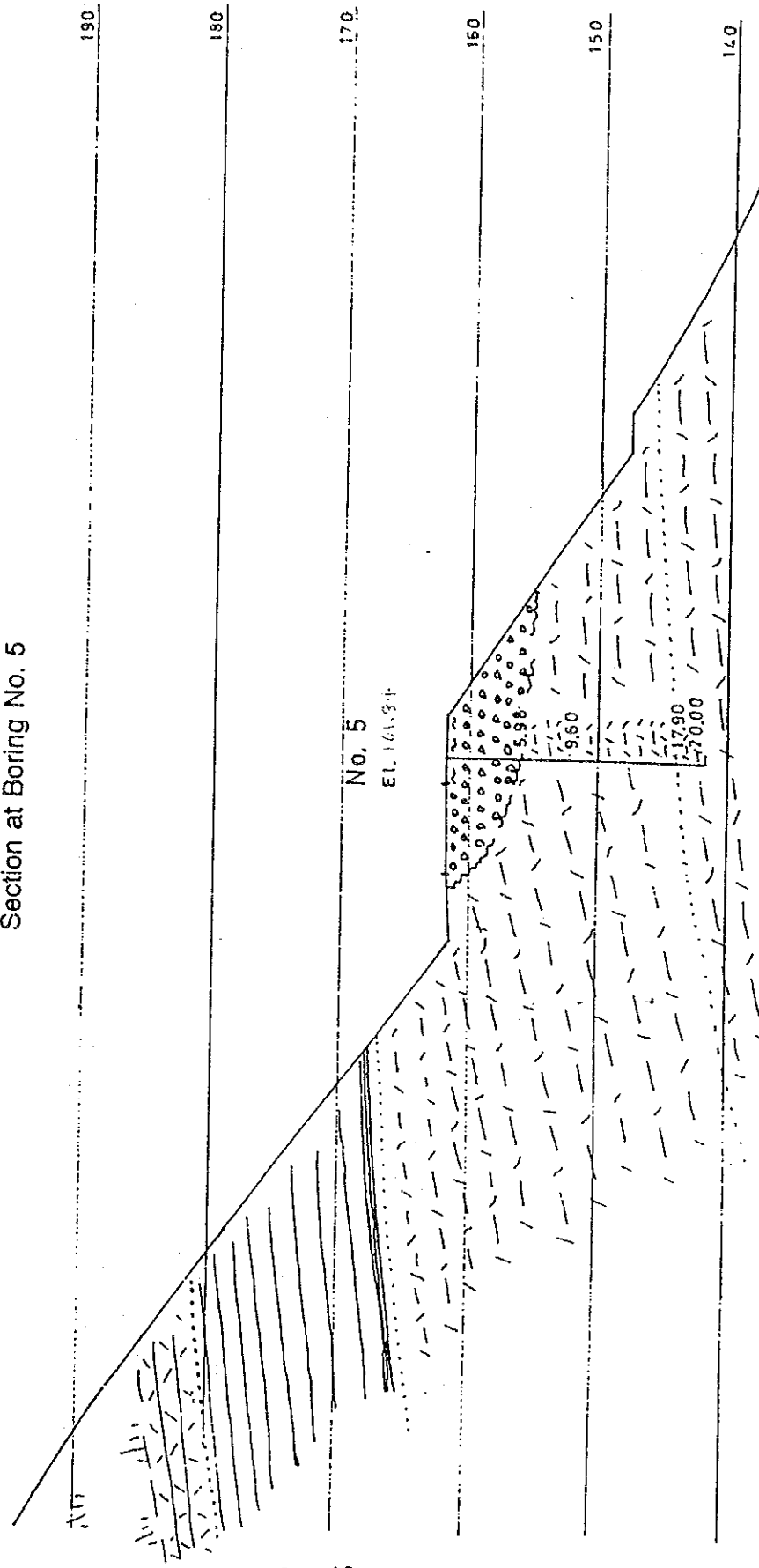


図2-24 テリカーサン・イシドロ道路、Km166地点における地質断面図



### (3) 路盤材調査結果

マナグアー・マサヤ、マナグアー・ティピタパ、ナンダイメーサン・ベニトの各道路のためにベラクルスにある PROINCO 社の採石場と、テリカーサン・インドロ道路のためにチナンデガにある EOC のコスマパ採石場の2箇所が、舗装材及び路盤材となる碎石の供給源候補地として選ばれた。

#### 1) PROINCO 社採石場

PROINCO 社採石場では、マサヤ火山からの玄武岩溶岩が採石、破碎され、建設用碎石として売られている。発破により得られた原石の内42吋径以下（発破による全量の80%）が破碎され、3/4吋及び1/2吋製品（56%）として生産されている。この他、全量の30%の砂が採れる。

現生産量は1プラントによる年産9万6千立方メートルであるが、3つのプラントの公称年生産量は24万立方メートルである。3/4吋製品の価格は、1993年6月時点でC\$ 0.71/m<sup>3</sup>であった。原岩がいくらか多孔質であるため製品に肉眼で孔けきが認められるが、硬度は十分で、コンクリートにした場合、ASTM コンクリート強度試験に合格しうる製品を作りうる。採石場の寿命は50年以上である。

粒度試験結果では、3/4吋製品はASTM D-1139 スペックに対して良好な粒度分布を示しているが、1/2吋製品はNIC-80のGraduation "C" に対してやや細粒よりの結果を示している。クラシャーラン ("O") はASTM D-1139 スペックに対して極端に細粒よりの結果を示している。

Los Angeles 試験の結果では、3/4吋、1/2吋製品共、36%を示しており、45%の限度以内にある。

吸水試験結果では、総て設計限界の2%以下であり、舗装材として用いうる。

製品はアスファルトに対する粘着力がやや低いので、これを補うために適切な薬剤の添加が必要であろう。

粒度試験、吸水試験及びLos Angeles 試験の結果を表2-21に示す。

#### 2) コスマパ採石場

コスマパ採石場では、San Cristobal火山からの玄武岩溶岩が採石され、破碎されている。場所はチナンデガ市の南約6kmに位置しており、道路から東に約300m入ったところにある。この採石場は建設省に属するCERC傘下のEOCに属する。

表2-21 PROINCO社骨材資料の吸水・すり減り試験結果

Size : 3/4"			Size : 1/2"			Size : "0"		
Sieve	%	SPEC: ASTM D- 1139 Ag-No.6	Sieve	%	SPEC: NIC-80 Graduat" "C"	Sieve	%	SPEC: ASTM D-1139 Ag-No.9
1"	100	100	1"	-	-	3/8"	-	100
3/4"	86	90-100	3/4"	100	100	No.4	100	85-100
1/2"	12	20-55	1/2"	95	90-100	No.8	83	10-40
3/8"	4	0-15	3/8"	70	40-70	No.16	61	0-10
No.4	1	0-5	No.4	30	0-15	No.30	44	-
			No.8	13	0-3	No.50	33	0-5
						No.100	23	-
						No.200	17	-
Los Angeles Abrasion (%) : 36.0			Los Angeles Abrasion (%) : 36.0			Los Angeles Abrasion (%) : -		
Specific Gravity : 2.72			Specific Gravity : 2.76			Specific Gravity : 2.82		
Water Absorption (%) : 1.88			Water Absorption (%) : 1.81			Water Absorption (%) : 1.98		

原石は橄欖石玄武岩で、PROINCO社のものに比べてやや多孔質である。砕石プラントはブラジル製で、公称能力は25m<sup>3</sup>/日という。製品は3種あり、それぞれの生産割合は、3/4吋が45%、3/8吋が22%、砂が最大33%である。

Los Angeles試験の結果は3/4吋が45.2%、3/8吋が47.0%で、限界値の45%に等しいかやや大きい。しかし、両者とも舗装材として使用する。吸水試験結果は3/4吋、3/8吋共に2%以下であるが、砂については細粒分が多い関係で2.16%あり、今後細粒分除去処理について工夫を要する。

PROINCO社の製品同様、アスファルトに対しやや粘着力が低いので、これを補うために適切な薬剤の添加が必要である。

粒度分析、吸水試験及びLos Angeles試験の結果を表2-22に示す。

表2-22 コスマパ採石場資料の吸水・すり減り試験結果

Size : 3/4"			Size : 3/8"			Size : "0"		
Sieve	%	SPEC: ASTM D- 1139 Ag-No.6	Sieve	%	SPEC: NIC-80 Graduat" "C"	Sieve	%	SPEC: ASTM D 1139 Ag-No.9
1"	100	100	1"	-	-	3/8"	100	100
3/4"	99	90-100	1/2"	100	100	No.4	95	85-100
1/2"	39	20-55	3/8"	98	85-100	No.8	69	10-40
3/8"	10	0-15	No.4	2	10-30	No.16	51	0-10
No.4	0	0-5	No.8	1	0-10	No.30	35	-
			No.16	0	0-5	No.50	24	0-5
						No.100	16	-
						No.200	11	-
Los Angeles Abrasion (%) : 45.2			Los Angeles Abrasion (%) : 47.0			Los Angeles Abrasion (%) : -		
Specific Gravity : 2.70			Specific Gravity : 2.74			Specific Gravity : 2.78		
Water Absorption (%) : 1.78			Water Absorption (%) : 2.00			Water Absorption (%) : 2.16		



(4) 路床材調査結果

路床材の採取場として、マナグアーマサヤ、マナグアータピタパ、ナンガイメーサン・ベニトの各道路に対しては、ティピタパーマサヤ道路上でマナグアーマサヤ道路との交点から北約3.2Kmに位置するサン・ルイス採土場が、また、テリカーサン・インドロ道路については、同道路上テリカから約10Kmに位置するサン・ハスイント採土場が選ばれた。各採土場では、資料は穴掘りにより採取され、室内試験に回された。

1) サン・ルイス採土場

この採土場は、マサヤータピタパ道路から約320m東に入ったところにある。採土場は2つのベンチからなっており、土砂は上のベンチから採取されている。対象層は最上部の茶褐色のローム質表層土(数m)の下にある鮮新-更新世の上部Las Sierras層群に属する細粒火山砂(5-6m)で、暗灰色火山灰質で岩滓を含む。

採取資料の室内分析結果を表2-23に示す。

表2-23 サン・ルイス採土場資料の室内試験結果

Sample No.												
Size Analysis	Sample passed 3/4"						Sample passed 3/4"					
Sieve	3/4	3/8	4	10	40	200	3/4	3/8	4	10	40	200
%	100	97	91	81	53	25	100	98	92	84	56	24
H.R.B.	A-2-4(0)						A-2-4(0)					
Tests	Unit Weight(Max.dry) 1,676 kg/m <sup>3</sup>						Unit Weight (Max.dry) 1,607 kg/m <sup>3</sup>					
	Max. Moisture 18.3%						Max. Moisture 22.2%					
	Natural Moisture 9.0%						Natural Moisture 9.7%					
	Standard CBR Test						Standard CBR Test					
Compaction	90%		95%		100%		90%		95%		100%	
Volumetric weight, dry (kg/m <sup>3</sup> )	1,508		1,592		1,676		1,446		1,527		1,607	
CBR	20		40		62		12		27		42	
Swell'	0.031%		0.039%		0.031%		0.031%		0.024%		0.031%	
Saturation time (Hrs)	96		96		96		96		96		96	

粒度試験の結果では、No.40篩通過分が多く、H.R.B.分類でA-2-4(0)に属する。

4日浸水飽和後のCBR試験結果では、両資料共100%締固め資料でそれぞれ62及び42を示しているが、90%締固め資料についてはそれぞれ20及び12を示している。この値は路床材基準としては最低の値であり、限られた良い部分しか使用できないだろう。

2) サン・フスイント採土場

本採土場はテリカーサン・インドロ道路脇にあり、現世の火山溶岩の裾野に堆積した崖下堆積物を採取している。したがって、土砂の中にはかなりの量の玄武岩の転石が混ざっている。穴掘りによる資料はこれらの転石を除いて採取され、粒度、Atterberg限界及びCBR等の室内試験に回された。これらの試験結果を表2-24に示す。

表 2 - 24 サン・フスイント採土場資料の室内試験結果

Sample No.	No. 1						No. 2					
Size Analysis	Sample passed 3/4"						Sample passed 3/4"					
Sieve	3/4	3/8	4	10	40	200	3/4	3/8	4	10	40	200
%	72	62	51	42	24	11	90	78	65	53	33	18
H.R.B.	A-1-a(0)						A-1-b(0)					
Tests	Unit Weight(Max.dry) 1,764 kg/m <sup>3</sup>						Unit Weight (Max.dry) 1,607 kg/m <sup>3</sup>					
	Max. Moisture 16.3%						Max. Moisture 20.8%					
	Natural Moisture 10.7%						Natural Moisture 8.4%					
	Standard CBR Test						Standard CBR Test					
Compaction	90%		95%		100%		90%		95%		100%	
Volumetric weight, dry (kg/m <sup>3</sup> )	1,588		1,676		1,764		1,445		1,525		1,605	
CBR	15		28		40		16		37		58	
Swell'	0.016%		0.024%		0.016%		0.043%		0.039%		0.063%	
Saturation time (Hrs)	96		96		96		96		96		96	

粒度試験結果では、No.1資料では50%以上がNo.4篩を通過しているのに対し、No.2資料ではNo.10篩で53%が通過している。これは、ここの資料がサン・ルイスのものに対してより粗い成分に富んでいることを示している。H.R.B.分類ではA-1-a(0)またはA-1-b(0)に属する。

4日浸水飽和状態のCBR試験の結果では、No.1及びNo.2資料共、100%締固め資料でそれぞれ40及び58、90%締固め資料では15及び16となる。したがって、この材料もサン・ルイスの材料と同様、限られた良好な部分しか利用できない。テリカから東に約22.2Kmのマルパスイーゴの町の南約3KmにLas Joyas採土場があり、厚さ約5mの暗灰色細一中粒火山砂を採取できる。これにサン・フスイント採土場からの粘土分に富む材料を混ぜればより良い材料となる可能性があり、今後検討を要する。

(5) 現道路の路盤・路床断面調査結果

総計20箇所が選ばれ、幅1m、奥行き1m、深さ1.5mの手掘りピットによる表層・路盤・路床の調査が行われた。各層の厚さと状況を記録すると共に、各箇所30kgの採取資料については自然含水率、Atterberg限界、粒度分析及びCBR試験が行われた。

調査ピットの箇所は図2-25に示してある。また、各道路区間における調査の個数を表2-25に示す。

表 2 - 25 各道路区間で行われた路盤・路床断面調査の数

Road Section	Distance (km)	No. of CBR	Remarks
* Nandaim-Guanacaste	9.28	1	
* Guanacaste-Catarina	9.32	2	
* Catarina-Masaya	8.60	1	
* Masaya-Tipitapa	25.695	2	21.925 from El Coyotepe junction
* Tipitapa-San Benito	16.0	2	
* Tipitapa-Managua	4.3	1	
* Managua-Masaya	25.9	22 * <sup>1</sup>	Las Colinas-Masaya Expansion Project (Jan., 1992)
* Telica-La Cruz de la India	73.8	7	
* La Cruz de la India-San Isidro	21.96	4	

Note: \*<sup>1</sup> - MCT data

室内試験結果は付録 A 2.8に添付した。また、各ピットにおける各層の厚さ、H.R. B.分類、CBR値は表2-26に示した。また、1992年1月にMCTによって行われたCBR試験の結果を表2-27に示す。

今回実施した路盤・路床調査結果に基づく舗装厚についての試算を表2-28に示した。

表 2 - 26 現道路で行われた CBR 試験の総括表 (1)

No.	Location	Type of Layer	Thickness (cm)	Classification H.R.B.	CBR (%)
1	Nandaim-Guanacaste	Asphalt	3	-	-
		Base	27	A-1-b(0)	-
		Sub-base	50	A-2-4(0)	-
		Terrace	70	A-5(2)	12
2	Guanacaste-Catarina	Asphalt	5	-	-
		Base	20	A-1-b(0)	-
		Sub-base	50	A-2-4(0)	-
		Terrace	75	A-4(8)	27
3	"	Asphalt	5	-	-
		Base	15	A-1-b(0)	-
		Sub-base	70	A-2-4(0)	-
		Terrace	60	A-2-4(0)	29
4	Catarina-Masaya	Asphalt	3	-	-
		Base	22	A-1-b(0)	-
		Sub-base	30	A-1-b(0)	-
		Terrace	95	A-4(0)	25
5	Masaya-Tipitapa	Asphalt	4	-	-
		Base	26	A-1-b(0)	-
		Sub-base	35	A-2-4(0)	-
		Terrace	85	A-5(1)	13
6	"	Asphalt	7	-	-
		Base	20	A-1-b(0)	-
		Sub-base	53	A-1-b(0)	-
		Terrace	70	A-7-5(20)	2
7	Tipitapa-San Benito	Asphalt	2	-	-
		Base	18	A-1-a(0)	-
		Sub-base	98	A-1-b(0)	-
		Terrace	32	A-2-5(0)	14
8	"	Asphalt	5	-	-
		Base	20	A-1-a(0)	-
		Sub-base	55	A-2-4(0)	-
		Terrace	70	A-2-4(0)	25
9	Tipitapa-Managua	Asphalt	3	-	-
		Base	17	A-1-a(0)	-
		Sub-base	-	-	-
		Terrace	130	A-2-5(0)	36
10	Telica-La Cruz de la India	Asphalt	4	-	-
		Base	20	A-1-a(0)	-
		Sub-base	-	-	-
		Terrace	126	A-2-5(0)	34
11	"	Asphalt	6	-	-
		Base	16	A-1-b(0)	-
		Sub-base	16	A-1-b(0)	-
		Terrace	112	A-7-6(12)	4.8
12	"	Asphalt	5	-	-
		Base	18	A-1-a(0)	-
		Sub-base	24	A-2-4(0)	-
		Terrace	103	A-2-4(0)	34
13	"	Asphalt	6	-	-
		Base	16	A-1-a(0)	-
		Sub-base	-	-	-
		Terrace	128	A-4(0)	40

表 2 - 26 現道路で行われた CBR 試験の総括表 (2)

No.	Location	Type of Layer	Thickness (cm)	Classification I.R.B.	CBR (%)
14	Telica-La Cruz de la India	Asphalt	5	-	-
		Base	15	A-1-a(0)	-
		Sub-base	-	-	-
		Terrace	130	A-4(0)	31
15	"	Asphalt	5	-	-
		Base *1	30	A-2-6(0)	-
		Sub-base *1	25	A-2-6(0)	-
		Terrace	90	A-2-7(0)	25
16	"	Asphalt	4	-	-
		Base	32	A-1-b(0)	-
		Sub-base	-	-	-
		Terrace	114	A-2-6(0)	28
17	La Cruz de la India-San Isidro	Asphalt	4	-	-
		Base	24	A-1-a(0)	-
		Sub-base	40	A-2-4(0)	-
		Terrace	82	A-7-5(12)	5
18	"	Asphalt	5	-	-
		Base	20	A-1-a(0)	-
		Sub-base *1	25	A-2-7(0)	-
		Terrace	100	A-2-6(0)	22
19	"	Asphalt	4	-	-
		Base	25	A-1-a(0)	-
		Sub-base	34	A-1-b(0)	-
		Upper Terrace	57	A-2-6(0)	-
		Terrace	40	A-2-6(1)	14
20	"	Asphalt	5	-	-
		Base	12	A-1-a(0)	-
		Sub-base	-	-	-
		Terrace	133	A-2-4(0)	37

Note : \*1 - Poor quality

表2-27 ラス・コリナス-マサヤ拡幅プロジェクトでMCTにより行われたCBR試験 (1)

No.	Location	Kind of Layer	Thickness (cm)	Classification H.R.B.	CBR (%)
1	Km-8.0	Asphalt	7	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	18	A-1-a(0)	40
		Terrace (A)	13	A-4(0)	20
		Terrace (B)	52	A-4(0)	20
2	Km-8.5	Asphalt	10	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	20	A-1-a(0)	40
		Terrace (A)	10	A-4(0)	20
		Terrace (B)	50	A-5(0)	20
3	Km-9.0	Asphalt	7	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	13	A-1-a(0)	40
		Terrace (A)	18	A-4(0)	29
		Terrace (B)	52	A-5(0)	40
4	Km-10.0	Asphalt	5	-	-
		Sub-base	37	A-1-a(0)	30
		Terrace	58	A-1-a(0)	40
5	Km-11.0	Asphalt	5	-	-
		Base	8	A-1-a(0)	30
		Sub-base	20	A-1-a(0)	40
		Terrace (A)	13	A-2-4(0)	29
		Terrace (B)	54	A-5(0)	20
6	Km-12.0	Asphalt	5	-	-
		Base	5	A-1-b(0)	30
		Sub-base	23	A-1-b(0)	40
		Terrace (A)	12	A-5(0)	20
		Terrace (B)	55	A-7-5(2)	12
7	Km-13.0 (7+270)	Asphalt	3	-	-
		Base	11	A-1-a(0)	30
		Sub-base	14	A-4(0)	20
		Terrace (A)	20	A-7-5(0)	12
		Terrace (B)	52	A-7-5(0)	12
8	Km-14.0 (8+270)	Asphalt	5	-	-
		Sub-base	21	A-1-a(0)	30
		Terrace	74	A-4(0)	20
9	Km-15.0 (9+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	18	A-1-a(0)	30
		Sub-base	12	A-4(0)	20
		Terrace	65	A-7-5(5)	12
10	Km-16.0 (10+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	10	A-2-4(0)	29
		Terrace	75	A-7-5(5)	12
11	Km-17.0 (11+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	5	A-1-a(0)	30
		Sub-base	16	A-1-b(0)	40
		Terrace (A)	34	A-2-4(0)	29
		Terrace (B)	30	A-7-5(4)	12
12	Km-18.0 (12+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	20	A-1-b(0)	30
		Sub-base	15	A-1-a(0)	40
		Terrace	60	A-2-4(0)	29

表2-27 ラス・コリナス-マサヤ拡幅プロジェクトでMCTにより行われたCBR試験 (2)

No.	Location	Kind of Layer	Thickness (cm)	Classification H.R.B.	CBR (%)
13	Km-19.0 (13+270)	Asphalt	4	-	-
		Base	13	A-1-a(0)	30
		Sub-base	13	A-1-a(0)	40
		Terrace	70	A-1-a(0)	40
14	Km-20.0 (14+270)	Asphalt	8	-	-
		Base	22	A-1-b(0)	30
		Terrace	70	A-5(0)	20
15	Km-21.0 (15+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	25	A-1-a(0)	30
		Sub-base	13	A-2-4(0)	29
		Terrace	22	A-(0)	20
16	Km-22.0 (16+270)	Asphalt	3	-	-
		Base	17	A-1-a(0)	30
		Terrace	70	A-1-a(0)	40
17	Km-23.0 (17+270)	Asphalt	3	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	13	A-1-a(0)	40
		Terrace	74	A-2-4(0)	29
18	Km-24.0 (18+270)	Asphalt	4	-	-
		Base	12	A-1-a(0)	30
		Sub-base	18	A-1-b(0)	40
		Terrace	66	A-2-4(0)	29
19	Km-25.0 (19+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	15	A-1-a(0)	30
		Sub-base	20	A-2-4(0)	29
		Terrace	60	A-4(0)	20
20	Km-26.0 (20+270)	Asphalt	5	-	-
		Base	20	A-2-4(0)	30
		Sub-base	20	A-2-4(0)	29
		Terrace	55	A-2-4(0)	29
21	Km-27.0	Asphalt	5	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	8	A-1-b(0)	40
		Terrace (A)	27	A-2-4(0)	29
		Terrace (B)	50	A-2-4(0)	29
22	Km-28.0	Asphalt	5	-	-
		Base	10	A-1-a(0)	30
		Sub-base	14	A-1-b(0)	40
		Terrace	71	A-2-4(0)	29

表 2 - 28 現道路各区間の舗装厚さの予測

No.	Location	Group Index (I.G.)	CBR (%)	Supporting Index (I.G.)	Necessary Thickness (cm)
1	Nandaimé-Guanacaste	20	12	12	35
2	Guanacaste-Catarina	20	27	23	25
3	"	20	29	24	25
4	Catarina-Masaya	20	25	22	25
5	Masaya-Tipitapa	18	13	13	33
6	"	2	2	2	91
7	Tipitapa-San Benito	20	14	14	31
8	"	20	25	22	25
9	Tipitapa-Managua	20	36	28	25
10	Telica-La Cruz de la India	20	54	37	25
11	"	5	4.8	5	55
12	"	20	34	27	25
13	"	20	40	30	25
14	"	20	31	25	25
15	"	20	25	22	25
16	"	20	28	24	25
17	La Cruz de la India-San Isidro	5	5	5	55
18	"	20	22	21	25
19	"	18	14	14	25
20	"	20	37	28	31



## 2.5 水文調査

### 2.5.1 設計降雨強度の設定

設計流出量は下記の合理式で推計することとする。

$$Q = 1/3.6CIA$$

ここに、

- Q: 設計流出量 (m<sup>3</sup>/sec)
- C: 流出係数
- I: 設計降雨強度 (mm/時)
- A: 集水面積 (km<sup>2</sup>)

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するものとする。

降雨強度データは各プロジェクト道路の付近にある雨量観測所から収集した。

ラス・メルセデス、ナンダイメ、レオンの各観測所の降雨強度を表2-29、2-30、2-31に、降雨強度曲線を図2-25、2-26、2-27に示す。なお、ラス・メルセデス及びナンダイメの降雨強度についてはINETERで設定した公式より直接引出し、レオンの降雨強度については年間最大降雨量の集積データより引出した。各降雨確率年の降雨強度の推計はガンベルの手法を採用した。

表2-29 降雨強度-ラス・メルセデス

(Unit : mm/hour)

Duration (minutes)	Return Period (years)					
	2	5	10	25	50	100
5	145.9	176.0	196.1	221.2	239.4	258.0
10	123.1	150.3	168.6	191.5	208.1	225.2
15	106.3	131.4	148.4	169.6	184.9	200.8
30	75.1	96.1	110.2	127.9	140.7	153.9
60	46.9	63.4	74.4	88.2	98.1	108.3
120	26.4	38.5	46.6	56.6	63.9	71.3

表2-30 降雨強度-ナンダイメ

(Unit : mm/hour)

Duration (minutes)	Return Period (years)					
	2	5	10	25	50	100
5	117.7	151.0	172.6	184.7	199.6	214.3
10	101.4	124.5	139.3	156.6	170.5	184.0
15	89.1	107.4	119.7	138.1	151.1	163.7
30	65.5	79.3	89.1	106.4	117.6	128.6
60	43.1	55.6	64.2	78.3	87.7	96.8
120	25.8	37.7	45.5	56.0	63.6	70.9

表2-31 降雨強度-レオン

(Unit: mm/hour)

Duration (minutes)	Return Period (years)					
	2	5	10	25	50	100
5	164.6	211.9	243.2	282.8	312.1	341.2
10	135.3	164.1	183.2	207.6	225.1	242.9
15	114.4	137.5	152.8	172.2	186.4	200.7
30	79.7	97.6	109.6	124.6	135.6	146.7
60	55.5	69.3	78.6	90.1	98.7	107.3
120	33.2	43.9	51.0	60.0	66.6	73.2

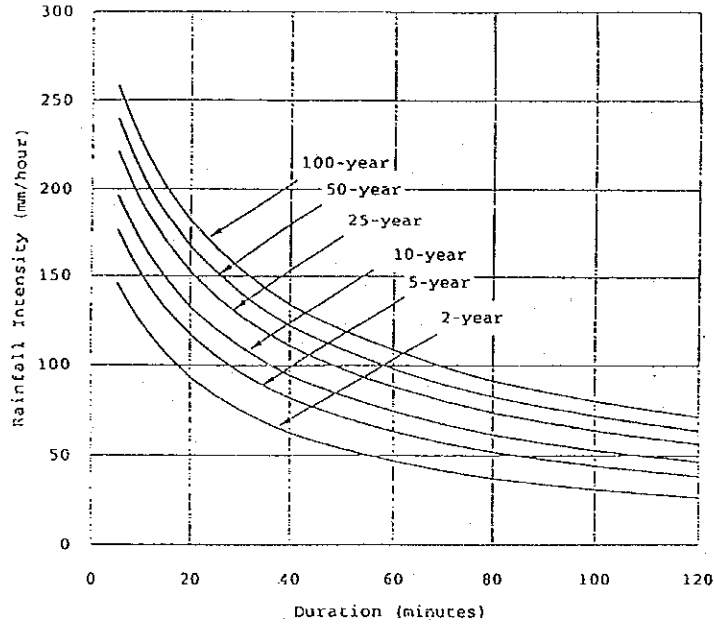


図2-25 降雨強度曲線-ラス・メルセデス

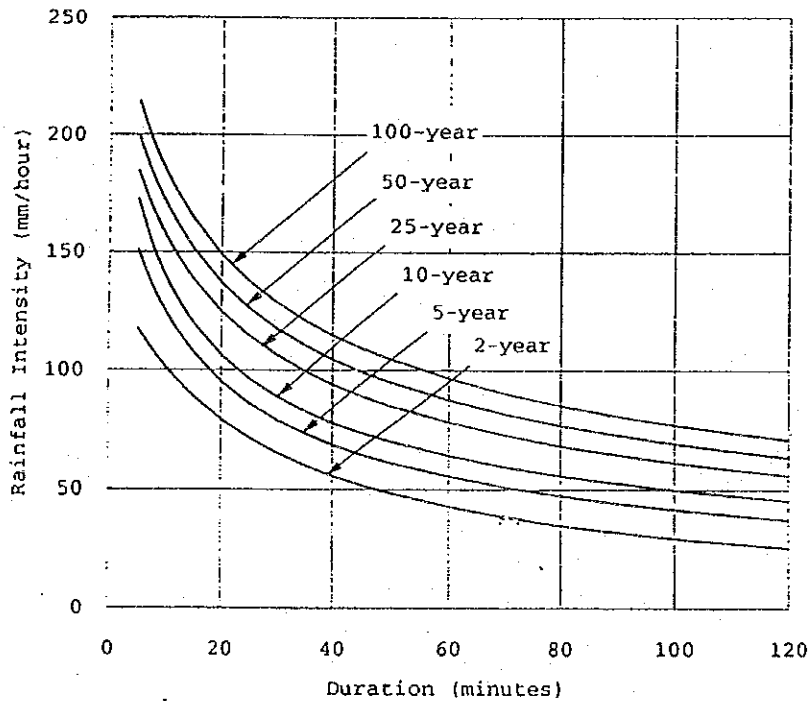


図2-26 降雨強度曲線-ナンダイメ

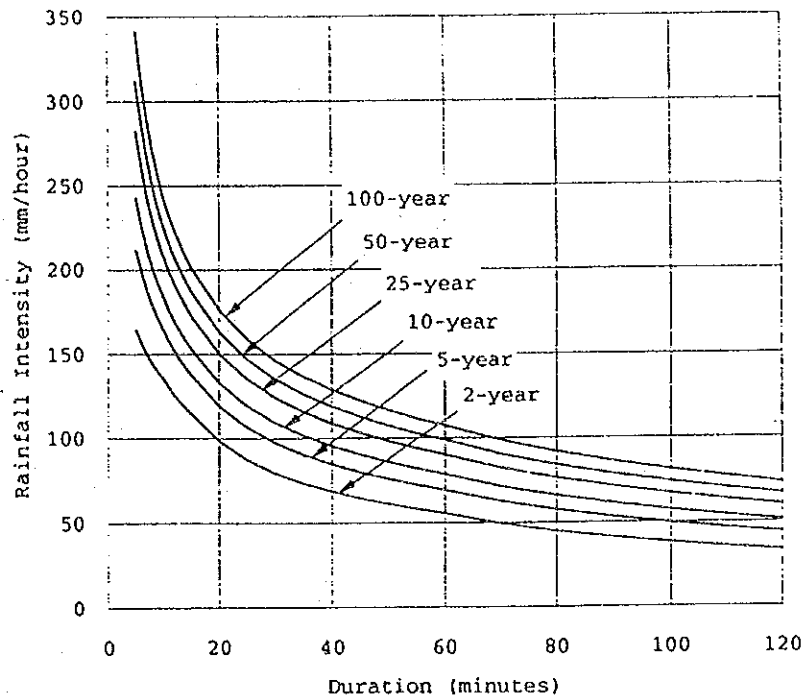


図2-27 降雨強度曲線-レオン

上記各地の降雨強度の各プロジェクト道路への適用は次のとおりとした。

表2-32 適用降雨強度

Project Road	Rainfall Intensity Applied
Managua-Masaya	Las Mercedes
Managua -Tipitapa	Las Mercedes
Nandaime-San Benito	Nandaime
- Masaya-Nandaime	Las Mercedes
- El Coyotepe-San Benito	Las Mercedes
Telica - San Isidro	León

### 2.5.2 確率洪水の検討

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。

エル・グアナカステーナンダイメ区間（ナンダイメーサン・ベネト道路）のナンダイメから北2kmにある道路沿いの堤防が延長100mにわたって浸食している。浸食防止対策へのデータ提供のため浸食部の河川洪水流量の推計が必要である。

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）、上記エル・グアナカステーナンダイメ区間の侵食部について行なった。当該地点を表2-33に示す。

表 2 - 33 洪水推計地点

Project Road	Location	Bridge Length (m)	Drainage Area (km <sup>2</sup> )
Managua - Masaya	Sta. 8+170	12	86
Nandaime - San Benito (El Guanacaste-Nandaime)	Sta. 21+350	20	60
	Sta. 25+200	26	93
	Eroded Section	-	94
Telica - San Isidro	Sta. 23+200	13	8
	Sta. 43+050	32	215
	Sta. 45+970	18	38
	Sta. 54+480	18	10
	Sta. 61+430	75	424
	Sta. 66+810	10	7
	Sta. 68+180	25	52
	Sta. 94+205	18	47

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、エル・タマリンド水位観測所のデータを参照の上、推計することとした。洪水推計の過程を下記に示す。

1) エル・タマリンドにおける確率洪水

当該観測所の年間最大洪水量データからガンベル手法で当該地での確率洪水量を推計した結果、736 m<sup>3</sup>/secとなった。

2) 各地点の確率洪水

各地点の確率洪水を下記の式にて推計した。

$$Q_o = Q_t \times R_o / R_t \times A_o / A_t$$

ここに、

Q<sub>o</sub> : 各地点の確率洪水 (m<sup>3</sup>/sec)

Q : エル・タマリンドにおける確率洪水 (m<sup>3</sup>/sec)

R<sub>o</sub> : 各地点の集水域での降雨強度 (mm/時)

R<sub>t</sub> : エル・タマリンドの集水域での降雨強度 (mm/時)

A<sub>o</sub> : 各地点の集水面積 (k m<sup>2</sup>)

A<sub>t</sub> : エル・タマリンドの集水面積 (k m<sup>2</sup>)

降雨継続時間は雨水流達時間に等しいと考え、雨水流達時間を下記の公式にて算定した。

$$T_c = (0.87L^3/H) 0.385$$

ここに、

T<sub>c</sub> : 流達時間 (時)

L : 流路長 (km)

H : 流路両端部の高低差 (km)

各地点の50年確率洪水推計の結果を表2-34に示す。

表2-34 確率洪水

(Unit: m<sup>3</sup>/sec)

Project Road	Location	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Probable 50-year Flood Peaks (m <sup>3</sup> /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

ニカラグァ国における最大洪水記録と比較した結果、上記推計確率洪水値は妥当な範囲にあることが確認された (図2-28参照)

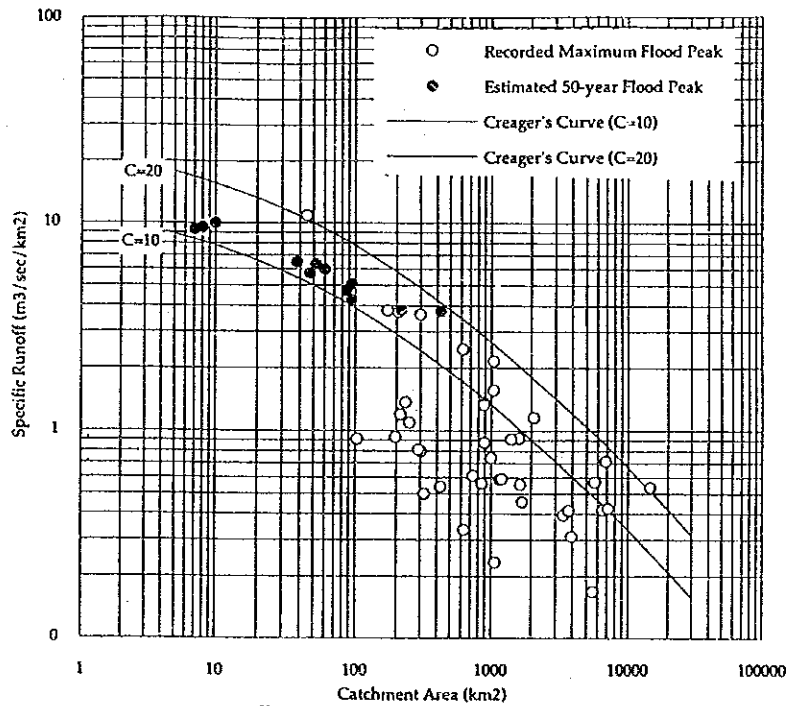


図2-28 推計確率洪水値の最大洪水記録との比較

## 2.6 測量調査

### 2.6.1 概要

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に必要なデータを  
を得るため測量調査を実施した。

### 2.6.2 測量調査実施内容

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 km<sup>2</sup>

#### 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) コロニア・セントロアメリカ交差点部横断測量

### 2.6.3 使用機器

主な使用機器は次のとおりである。

- 1) G.P.S. - (2) 4000SE及び4000ST - トリンプル
- 2) セオドライト - T2及びT16 - ワイルド
- 3) E.D.M. - DI3000及びDI1000 - ワイルド
- 4) レベル - (3) NA2 - ワイルド
- 5) マイクロコンピューター - 386

### 2.6.4 測量手法

#### (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（図2-29及び図2-30参照）。

(3) 地形測量（縮尺：1千分の1）

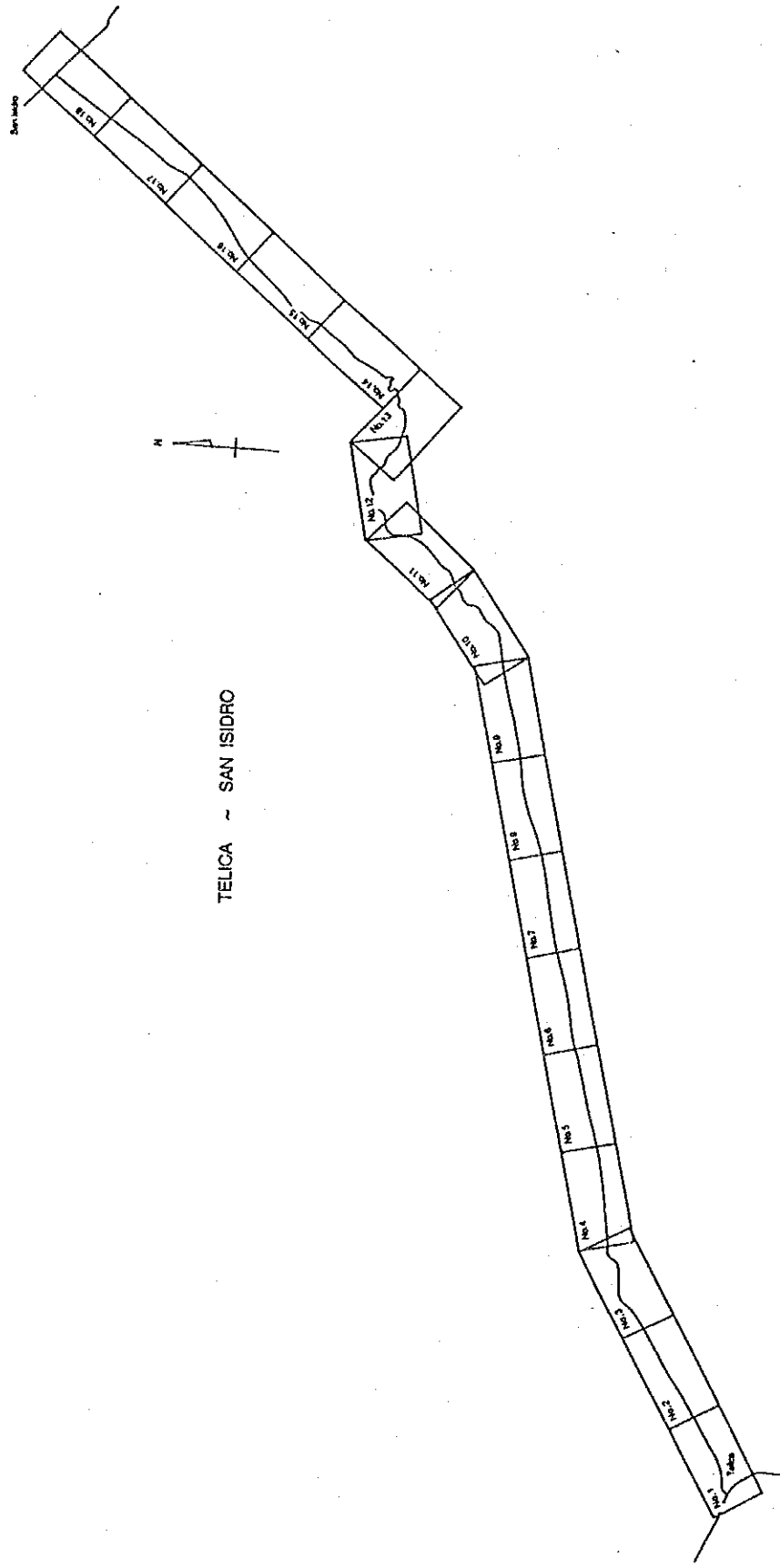
上記1万分の1地形図に加え、テリカーサン・イシドロ道路の内、山岳部のラス・ピラスークリスタリト間について別途地形測量を実施し、1千分の1地形図を作成した（図2-31参照）。

(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（図2-32、2-33参照）。

(5) コロニア・セントロアメリカ交差点部横断測量

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。



TELICA ~ SAN ISIDRO

図2-29 1/10,000地形図インデックス (テリカーサン・イシドロ道路)



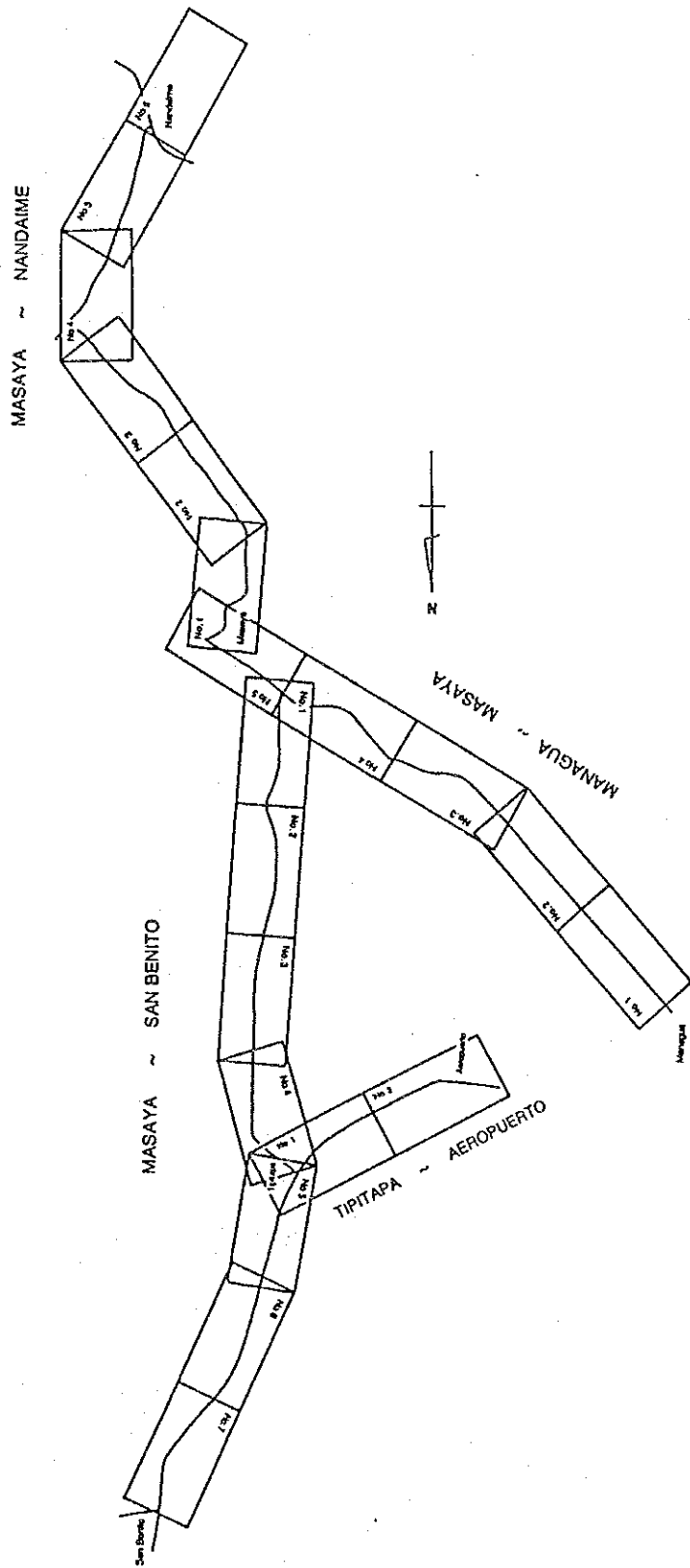


図 2-30 1/10,000 地形図インデックス (その他のプロジェクトプロジェクト道路)

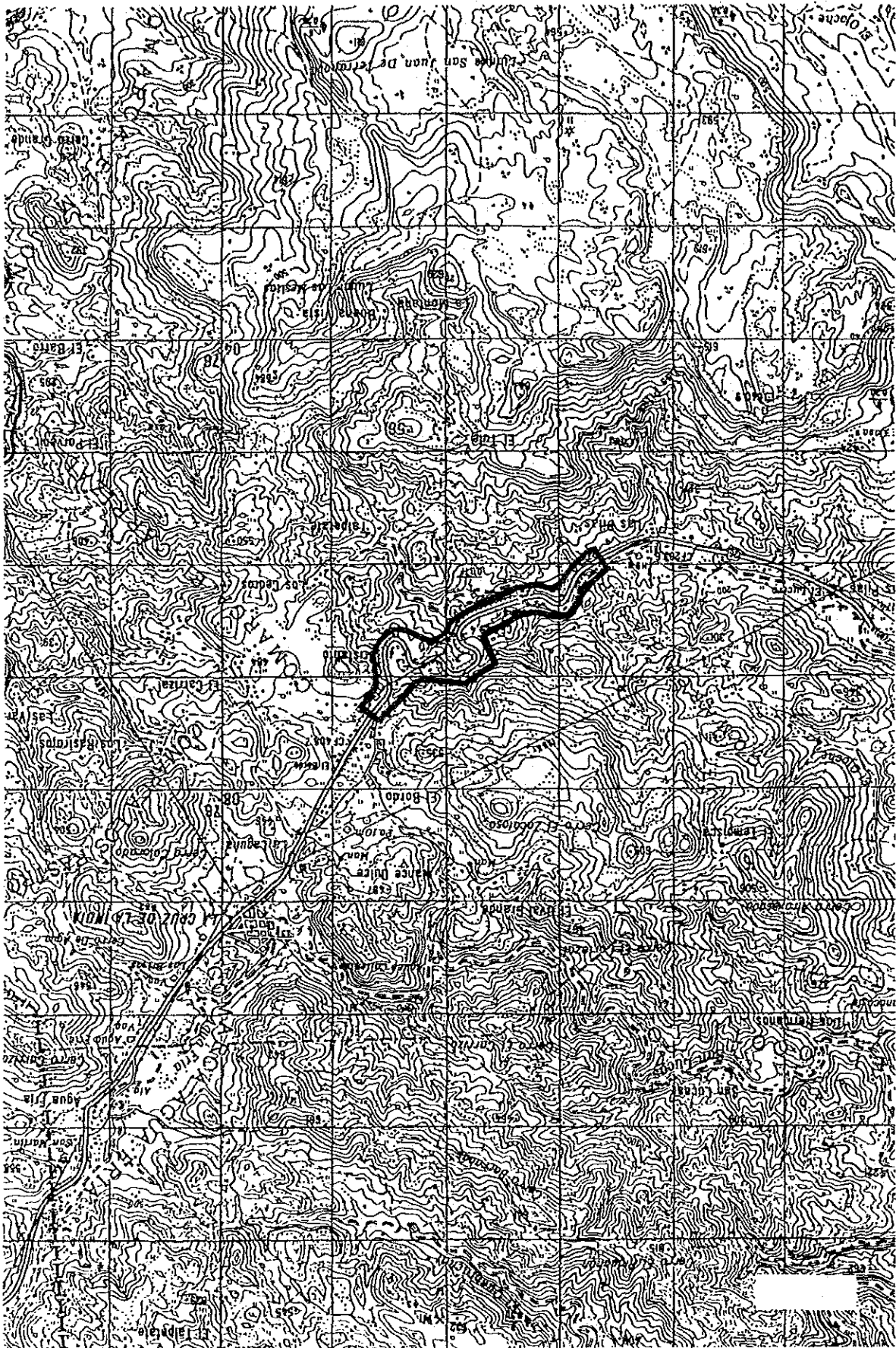


図 2 - 31 地形測量位置図 (テリカーサン・イシドロ道路)

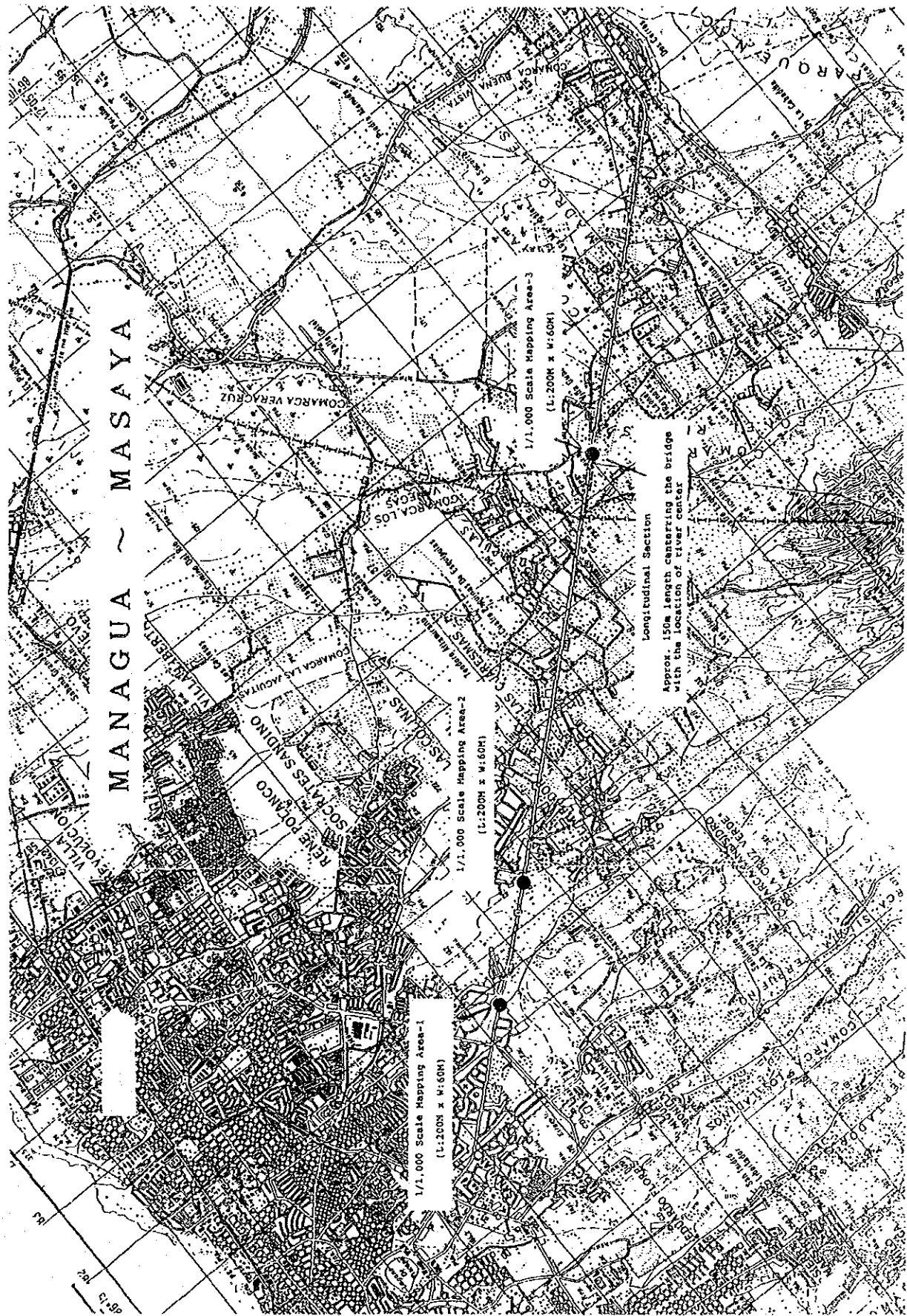


図 2-32 既設排水構造物位置図 (マナグア～マサヤ道路)

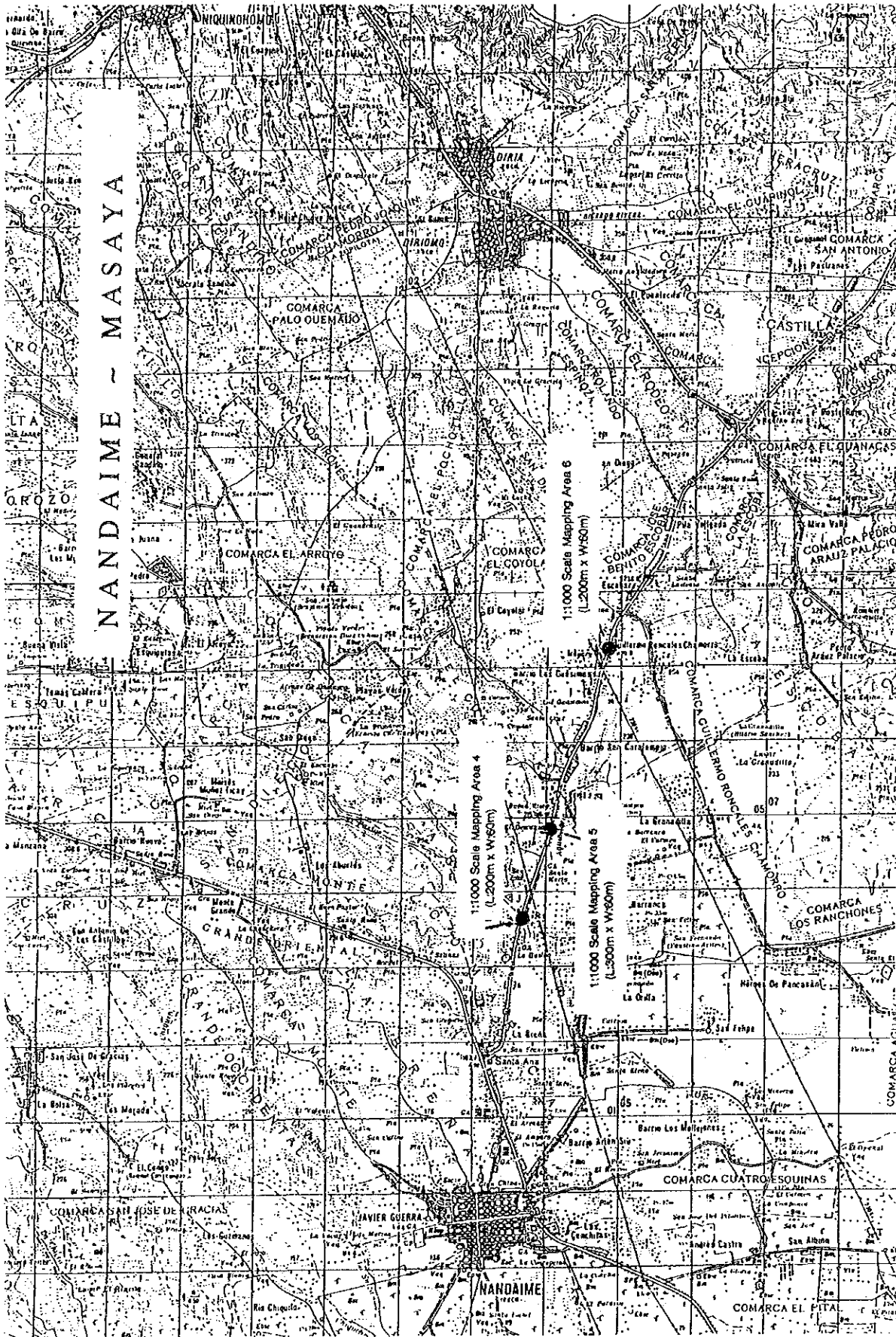


図 2-33 既設排水構造物位置図 (ナンダイメ-マサヤ区間)