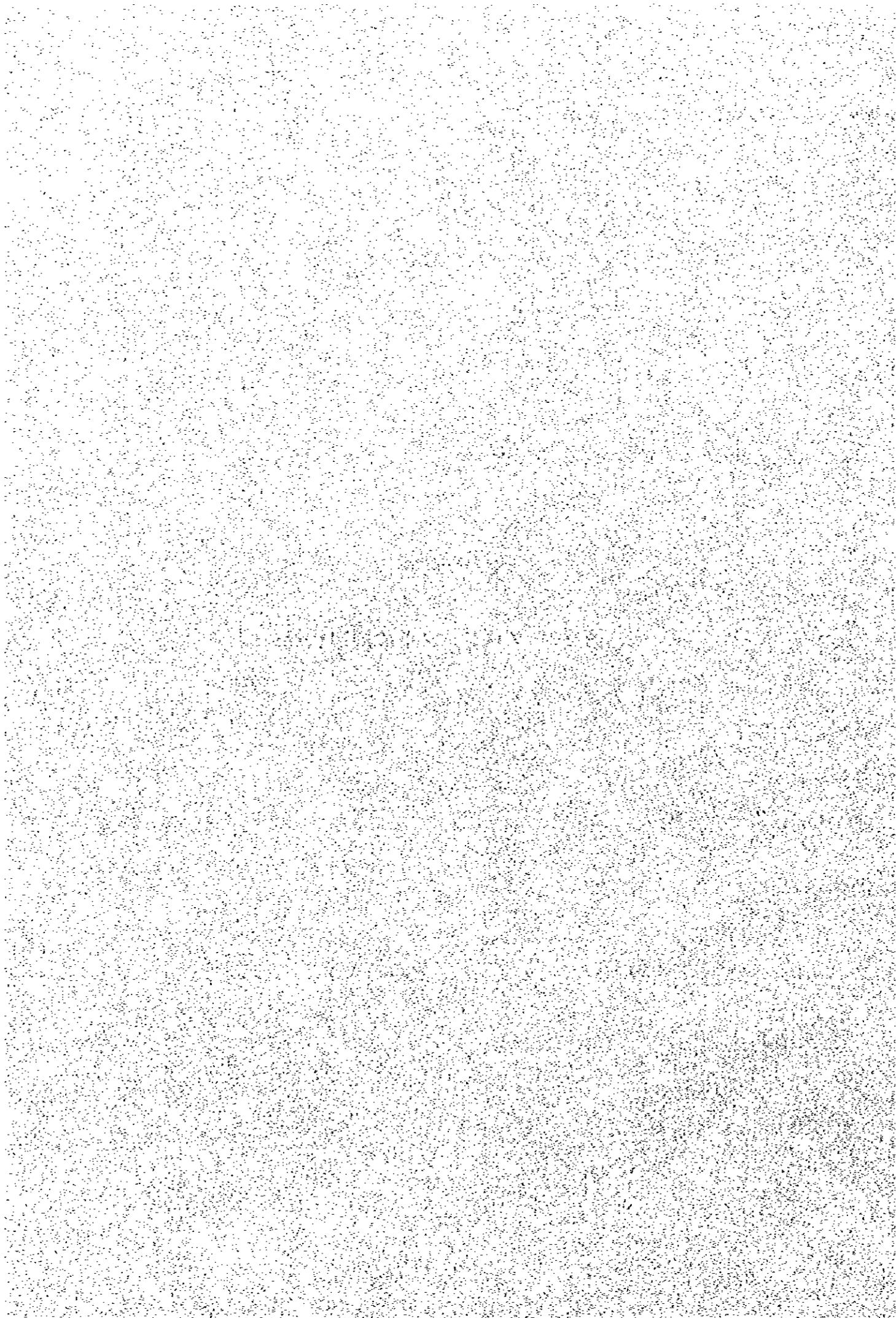


第2章 プロジェクトの周辺状況



第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

2-1-1 上位計画

1990年からの前チャモロ政権、1997年からの現アレマン政権は共に、我が国における経済関連白書、全国総合開発計画或いは道路整備5ヶ年計画のような閣議または国会の賛同を経た明確な位置づけを持った上位計画を策定していない。しかしながら、折に触れて公表される大統領の statement では、国内産業の育成・地方の振興・貧富格差の解消・雇用機会の創出等、懸案事項への取り組みの前提として、インフラストラクチャーの整備、特に道路整備の重要性にしばしば言及し、それに高い優先度を与えることを表明してきている。

1990年以降の主要債権国の友好的な対応と、それを背景とした多国籍金融機関との関係の好転から、運輸セクター（主に、道路整備）への外資の導入も急激に増加してきている。次の表2-1、及び、図2-1は、最近の運輸セクターへの投資実績の動向を示すものである。ここで明らかなように、1993年以降は、運輸セクターへの投資総額の過半を外国からの資金協力に依存するまでになった。

表2-1 運輸セクターへの公共投資実績 (1,000 \$)

	国内資金	外国資金	投資総額	外資割合(%)
1990	6,252	0	6,252	0.0
1991	18,420	134	18,554	0.7
1992	19,728	8,627	28,355	30.4
1993	7,973	11,659	19,632	59.4
1994	11,403	33,136	44,539	74.4
1995	11,185	49,146	60,331	81.5
1996	18,380	31,780	50,160	63.4
計	93,341	134,482	227,823	59.0

出典:MCT, Dirección General de Seguimiento

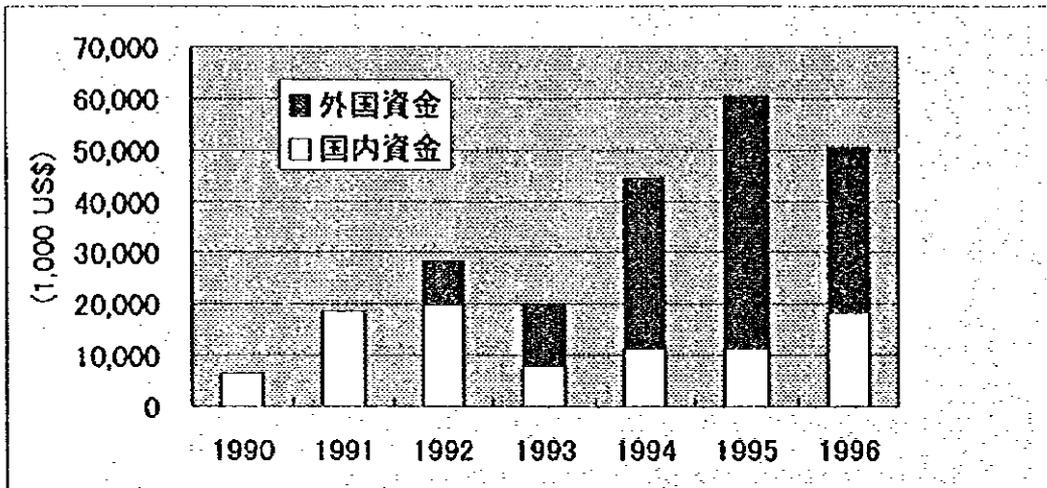


図 2-1 運輸セクターへの公共投資実績

道路を中心とした運輸セクターを管轄する建設・運輸省 (MCT) は、毎年、前年からの継続案件を含めて当該年の実施予定プロジェクトのリストを作成しているが、上記のような状況の下で、外国資金の導入が最終決定をみると、そのリストの内容は大きく変更され、国内予算はその外国資金の対象とされた案件の内貨分へ振り替えられるといった現象が起こっている。(外国からの資金協力の形態にはセクターローンが多く、その場合、対象個別案件—道路整備の場合は対象区間—は、借款契約の後に何回かに分けて確定されることになるが、これが上記の状況を作り出す一因であろう。)

従って、ニカラグア国での道路整備の大きな流れは、融資された外国資金の傾向を見ることで把握できると言えよう。

次節、2-2に1996年の外資融資案件が記述されている(表2-4、図2-2参照)が、これらの表・図から以下のような道路整備に対するニカラグア政府の現在の姿勢を読みとることができる。

- 1) 従来から進めてきた、国際道路としてのパンアメリカンハイウェイ3号線の整備は、未だ終了しておらず、現在も道路整備の最優先事項である。
- 2) 上記路線に次ぐものとして、カリブ海へ向かうサンベニート・エルラマ間道路、及びマタガルパからプエルトカベサスへの道路の整備を本格化しようとしている。
- 3) 北部高地は、ニカラグア国の中でも最も生産性の高い地域であるにも拘わらず、内戦の後遺症としての治安問題を抱えていた為に地域振興とそれを支える道路整備が立ち後れていた。治安の安定化を背景に、この地域の支線道路の整備にかなりの資金を投入しようとしている。

本プロジェクトの対象である橋梁は、前述のように全て上記の1)項の路線上

に位置し、本プロジェクトが、当国の中で最も優先度の高い道路整備事業の一部をなすものであることは明らかである。

2-1-2 財政事情

ニカラグア国では、内戦時には軍事支出が国家予算のおよそ 50%にまで膨張し、1988 年の財政赤字は、GDP のおよそ 26.6%に達するまでになっていたが、チャモロ政権になってからの財政支出の削減、補助金打ち切り及び経済政策の成功等により、近年の各年の財政赤字は、概ね GDP の 10%以下に収まっている。1992 年以降の国家予算の推移が表 2-2 に示されている。

表 2-2 政府の財政の推移 (1992 年～1996 年)

	歳入		歳出		過不足	
	百万コルドバ	対 GDP	百万コルドバ	対 GDP	百万コルドバ	対 GDP
1992	1,893.1	21%	2,595.9	28%	-702.8	-7%
1993	2,221.9	20	3,033.7	27	-811.8	-7
1994	2,529.7	20	3,767.9	30	-1,238.2	-10
1995	3,136.4	22	4,396.0	30	-1,259.6	-8
1996	3,301.7*	19**	4,685.2*	27**	-1,380.5*	-8**

注) *: 予算額、 **: 暫定値、 出典: 1992-1995 中央銀行経済指標報告書 (1997 年 4 月)
1996 大蔵省予算総局

上表の歳出額には、外資の償還は含まれていない。1996 年の過不足分、1,380.5 百万コルドバは、予算上で次のように補填されとしている。

— 外国からの無償資金	701.1 百万コルドバ
— 外国からの借款 (償還分を差し引いた借入額)	
	679.4 百万コルドバ
	過不足補填 1,380.5 百万コルドバ

1996 年の歳出の各省庁別の割り振りは、表 2-3 に示す通りとなっている。

運輸セクターを総括する MCT の予算は約 488.9 百万コルドバであり、同年政府予算総額 (外資償還分を除く) の 10.4%を占め、教育省と並んで、保健省に次ぐ規模となっている。

また、出典が異なるために数字の細部は一致しないが、表 2-1 での運輸セクターの投資計画での 1996 年の導入外資は、31,780 千ドル (約 295.6 百万コルドバ) であって、これは政府の導入外国資金総額 (1,380.5 百万コルドバ) の 20%強が運輸セクターへ振り向けられていることになる。導入外国資金は全て投資予算に組み入れられていると考えてよいので、建設・運輸省の予算に占める外国資金の割合は、1996 年には約 60%と見なしてよい。

表 2-3 ニカラグア政府省庁別支出予算 1996 年 (単位: コルドバ)

省庁名	予算額	省庁名	予算額
国会	66,094,746	農牧省	143,864,500
選挙最高審議会	227,449,053	外務省	99,438,748
最高裁判所	99,142,119	対外協力省	8,665,594
国家会計監査局	15,500,000	防衛省	239,818,483
大統領府	35,505,152	内務省	261,248,853
社会活動省	117,617,028	国家法務局	15,269,656
保健省	700,021,686	市町村振興協会	113,184,279
教育省	489,471,634	農業改良協会	29,142,411
労働省	11,942,391	文化協会	20,568,828
大蔵省	58,403,971	環境天然資源省	79,333,300
経済開発省	41,376,037	交付金・出資金	1,317,215,332
建設運輸省	488,897,066	臨時費	6,022,529
		歳出予算総額	4,685,183,396

出典: 国家予算支出入予算書 1996 年大蔵省予算総局

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

これまで述べてきたように、運輸セクターにおける諸外国機関の経済・技術援助は、非常に重要な位置づけにある。1996 年 6 月現在で確定、または、実施中の外国機関による運輸セクターの諸計画は次の表 2-4 に示すとおりである。

また、表中のプロジェクトの中で金額の最も大きい BID の融資案件である REMECAR、及び REMEVIAL に含まれる対象道路区間を表 2-5 に示した。図 2-2 には、1997 年実施予定の道路整備案件のプロジェクトサイトが図示されている。

各ドナーの借款条件の一例を以下に記す。案件毎に若干の違いがあるが、各機関共に、ニカラグアに対して相当ソフトな姿勢をとっていることが窺える。

*米州開発銀行借款: 40 年償還、据え置き期間 10 年、

金利 1%/年 (最初の 10 年) 及び 2%/年 (11 年目以降)

*世銀借款 : 40 年償還、据え置き期間なし、金利 2%/年

*ヴェネズエラ借款: 10 年償還、据え置き期間 2.5 年、金利 6%/年

表2-4 実施中の外国機関等の諸計画 (1996年6月現在)

資金源	プロジェクト名	総額 (1,000 \$)	プロジェクトの内容	区間 (km)
[無償資金協力案件]				
1 日本政府	主要国道橋梁架け替え計画	11,395	- "Las Lajas" - "Las Maderas" y "Sebaco"	**** ****
2 DANIDA	主要国道改良計画	12,638	- "Nandaime - Penas Blancas"	83.0
3 UE	Managua、Jinotega 県道路改良計画	4,956	- "Matagalpa - Jinotega - Cuyali" - "Matagalpa - San Francisco - El Chonito - Santa Emilia"	49.3
4	地方道94橋梁改良計画	3,221	- Bombana: "Pia" y "Pia2" - Coperma: "Yaoya" y "Reparacion Spuentes"	**** ****
	無償案件合計	32,210		
[借款案件]				
5 B/M	道路維持・改良計画	25,000	- Rehab. "Izapa - Leon - Chinandega"(18,200) - Manteni. con Microempresas(900) - Entrenamiento en Diversas Etapas(5,900)	**** ****
6 BID	地方道改良計画 (通称: REMECAR)	46,000	表2-5参照	373.2
7	道路網改良計画 (通称: REMEVIAL)	75,000	表2-5参照	513.7
8	Izapa - Guasaule間道路改良再設計	123	- "Izapa - Chinandega - Guasaule" (再設計)	****
9 FDN	REMECAR	5,000	表2-5参照、BIDとの協調融資	****
10 OPEP	REMEVIAL	5,000	表2-5参照、BIDとの協調融資	****
11 FIV	Boaco - Rio Blanco間道路改良計画	30,948	- "Boaco - Muy Muy - Matiguas - Rio Blanco"	
	借款案件合計	187,071		
	総計	219,281		

注1) DANIDA : (Bi-) : デンマーク
 FDN : (Bi-) : ノルウェー
 FIV : (Bi-) : ヴェネズエラ
 注2) 多セクターに亘る借款案件を含まず。

UE : (Multi-) : ヨーロッパ連合
 B/M : (Multi-) : 世界銀行
 BID : (Multi-) : 米州開発銀行

表2-5 REMECAR,REMEVIALに含まれるプロジェクト (1997/7現在)

REMECAR

No.	区	間	県	区間延長(km)
[砂利道]				
1	Pueblo Nuevo	- La Pava	Esteli	9.8
2	Camoapa	- Las Lajas	Boaco	14.4
3	Sto. Tomas	- El Jicarito	Chontales	10.4
4	Somoto	- Icalupe	Madriz	28.7
5	Sta. Emilia	- El Roblar	Matagalpa	19.1
6	Tuma	- El Guapotal	Matagalpa	21.8
7	La Mora	- San Jose de Bocay	Jinotega	58.8
8	Nueva Guinea	- La Fonseca	Zelaya	28.0
9	Jalapa	- Teotacacinte	Nva. Segovia	24.5
10	Jesus Maria	- El Almendro	Rio San Juan	20.7
11	Teustepe	- San Jose de los Remates	Boaco	24.5
12	Sta. Pancha	- Rio Grande	Esteli	12.0
13	Las Lajitas	- Cuapa	Chontales	19.6
14	San Rafael de Norte	- La Concordia	Jinotega	7.8
15	San Rafael de Norte	- Loma Azul	Jinotega	18.7
16	San Sebastian de Yali	- La Rica	Jinotega	25.9
17	La Concordia	- Esteli	Jintega	28.3
			総計	373.0

REMEVIAL

No.	区	間	県	区間延長(km)
[砂利道 (地方道)]				
1	El Jobo	- Cerro Colorado Brasilia	Matagalpa	23.2
2	San Jose Remates	- Esquipulas	Boa-Mat	12.3
3	Sta. Rosa	- Camoapa	Boa-Chon	26.6
4	Telpaneca	- Wiwili	Nva. Segovia	84.0
5	Ciudad Sandino	- Murra	Nva. Segovia	27.0
6	La Dalia	- Waslala	Matagalpa	66.2
7	La Colonia	- Sta. Rosa	Jin-Mat	18.6
10	Rio Blanco	- Bocana de Paiwas	Matagalpa	21.5
11	Empalme Wanawana	- Copalar	Matagalpa	37.4
12	San Carlos	- Front. Costa Rica	Rio San Juan	26.8
14	Empalme Betulia	- Betulia	Chontales	17.9
16	El Almendro	- El Triunfo	R S. J. Zel Sur	19.6
			砂利道小計	381.1
[舗装道 (幹線道路)]				
8	La Gatcada	- Nueva Guinea	Chon-Zel Sur	58.0
9	Sta. Emilia	- La Dalia	Matagalpa	31.0
13	Carretera Rama km178	- km 200	Chontales	22.0
17	Jinotega	- San Rafael Norte	Jinotega	21.6
			舗装道小計	132.6
			総計	513.7
[その他]				
15	Managua湖管理計画		Managua	*****



2-3 我が国の援助実施状況

ニカラグア国に対する我が国の経済協力は、内戦が終結した 1990 年から再開された。運輸セクターに対する援助プロジェクトとしては（表 2-6 参照）、いくつかの機材案件の実施の後、1992 年に基本設計調査を始めた「ネハパーイサバ間橋梁建設計画」（無償資金協力）が実施された。1993 年には開発調査として「全国道路網整備計画調査」が実施され、そこでは全国の 10 万人以上の都市地域を結ぶ道路（約 3,000km）を調査対象道路とした道路整備のマスタープランの策定と、早急に実施すべき約 200km の道路整備計画のフィージビリティ調査を行った。これには国際援助機関や他の援助国の道路改良に関しコミットしている道路は除外されているため、同調査の対象区間がそれらの他のドナーの道路改善プロジェクトと重複はしていない。また、同調査では一部区間で橋梁現況調査も実施され、その中で 20 橋については、老朽化、設計荷重不足、幅員不足、交通量等から、早急に修復または架け替えが必要と提言されている。

この調査結果を踏まえてニカラグア政府から要請されたラスラハス、ラスマデラス、セバコの 3 橋梁の架け替えへの無償資金協力は、1994 年から「主要国道橋梁架け替え計画」として実施された。

表 2-6 に対ニカラグアのこれまでの日本の援助実績を示す。

表 2-6 日本政府の対ニカラグア援助実績 (1991-1996年)

(単位: 億円)

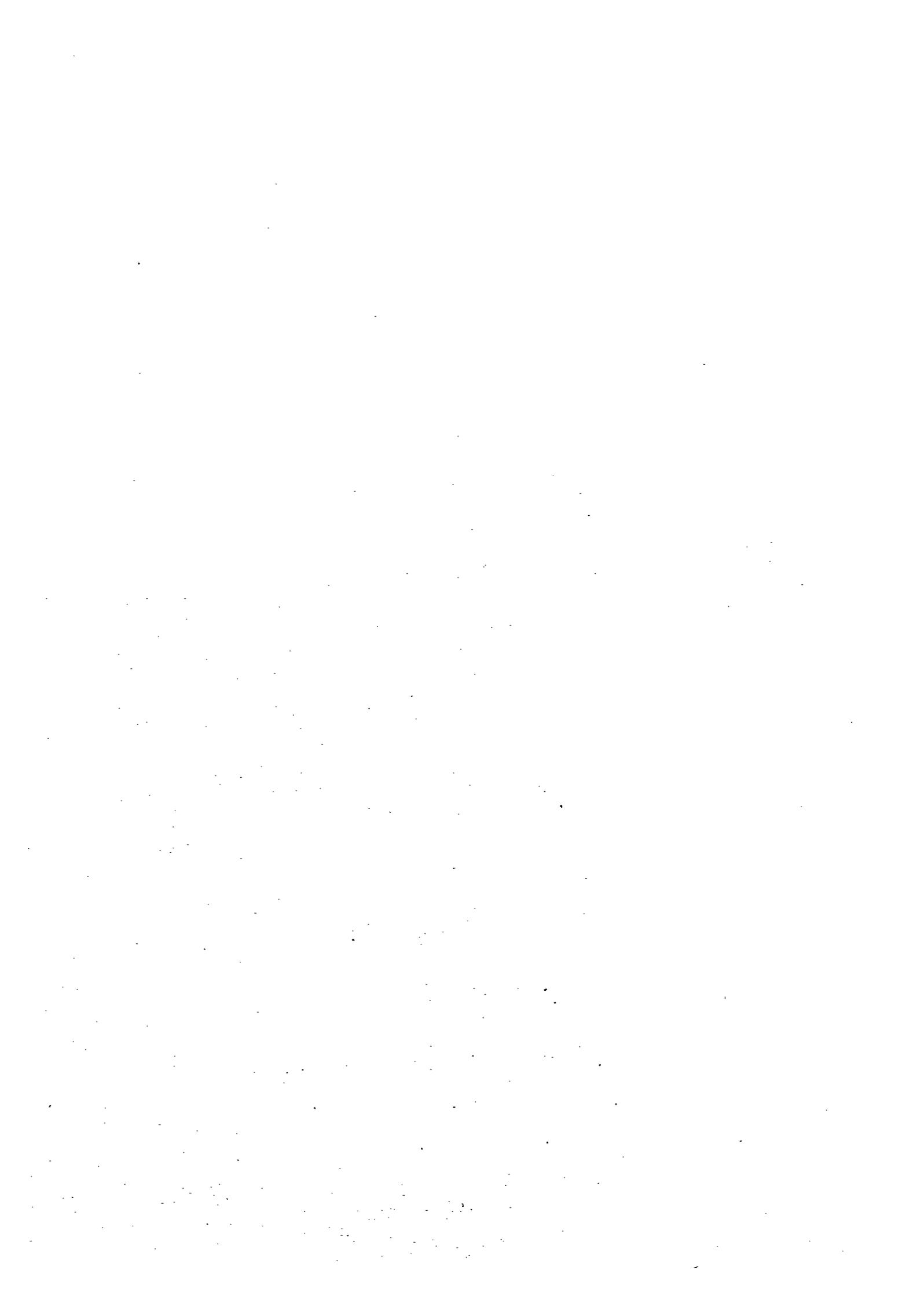
実施年	案 件 名	区 分	金 額
1991	医療器材整備計画(1/2)	一般無償	4.53
91	道路保守整備計画(2/2)	一般無償	*4.77
91	低所得者住宅建設計画	一般無償	2.00
91	マナグア市ゴミ収集機材整備計画	一般無償	4.03
91	食糧増産援助	食糧増産援助	5.00
91	文化庁青年楽団への楽器供与	文化無償	0.49
91	構造調整計画	円借款	97.0
91	マナグア市上水道整備開発計画	開発調査	2.67
92	医療器材整備計画(2/2)	一般無償	5.40
92	低所得者住宅建設計画	一般無償	2.00
92	道路保守整備計画	一般無償	*2.80
92	食糧増産援助	食糧増産援助	5.00
92	印刷機材供与	文化無償	0.48
92	全国道路網整備計画調査	開発調査	*2.86
93	レオン市地方道基盤復旧計画	一般無償	*3.81
93	カラソ台地地下水開発計画	一般無償	11.16
93	食糧増産援助	食糧増産援助	4.00
93	マナグア市廃棄物処理計画	開発調査	2.88
94	カラソ台地地下水開発計画(2/3)	一般無償	5.76
94	経済復興計画	円借款	38.78
94	ネハパーイザバ間橋梁建設計画(1/2)	一般無償	*4.34
94	主要国道橋梁架け替え計画	一般無償	*5.18
94	マナグア市上水道施設整備計画(0/0)	一般無償	0.84
94	生活困窮者支援計画	一般無償	3.14
94	大西洋北部零細漁業開発計画	水産無償	3.98
94	食糧増産援助	食糧増産援助	5.00
94	体育器材供与	文化無償	0.49
95	初等学校建設計画	一般無償	0.24
95	主要国道橋梁架け替え計画 II(1/2)	一般無償	*2.60
95	ネハパーイザバ間橋梁建設計画(2/2)	一般無償	*5.53
95	農業生産基盤改善用機材整備計画	一般無償	6.23
95	カラソ台地地下水開発計画(3/3)	一般無償	5.54
95	マナグア市上水道施設整備計画(1/3)	一般無償	15.16
95	食糧増産援助	食糧増産援助	5.00
95	フィルム修復・保存用機材供与	文化無償	0.46
96	マナグア市上水道施設整備計画(2/3)	一般無償	13.93
96	主要国道橋梁架け替え計画 II(2/2)	一般無償	*4.01
96	初等学校建設計画 II(1/2)	一般無償	2.84
96	グラナダ病院建設計画	一般無償	8.23
96	食糧増産援助	食糧増産援助	5.00

注) 1. 草の根無償・緊急援助・ノンプロジェクト援助・専門家派遣・研修員受入を除く。

2. 開発調査は、開始年度にのみ記載。

3. 金額欄*印は、本件と同じ運輸交通分野への協力案件。

これまでに、日本政府による無償資金協力で架け替えが実施された、中米地域のパンアメリカンハイウェイ上の既存橋梁のリスト及び位置を示した図2-3を添付する。



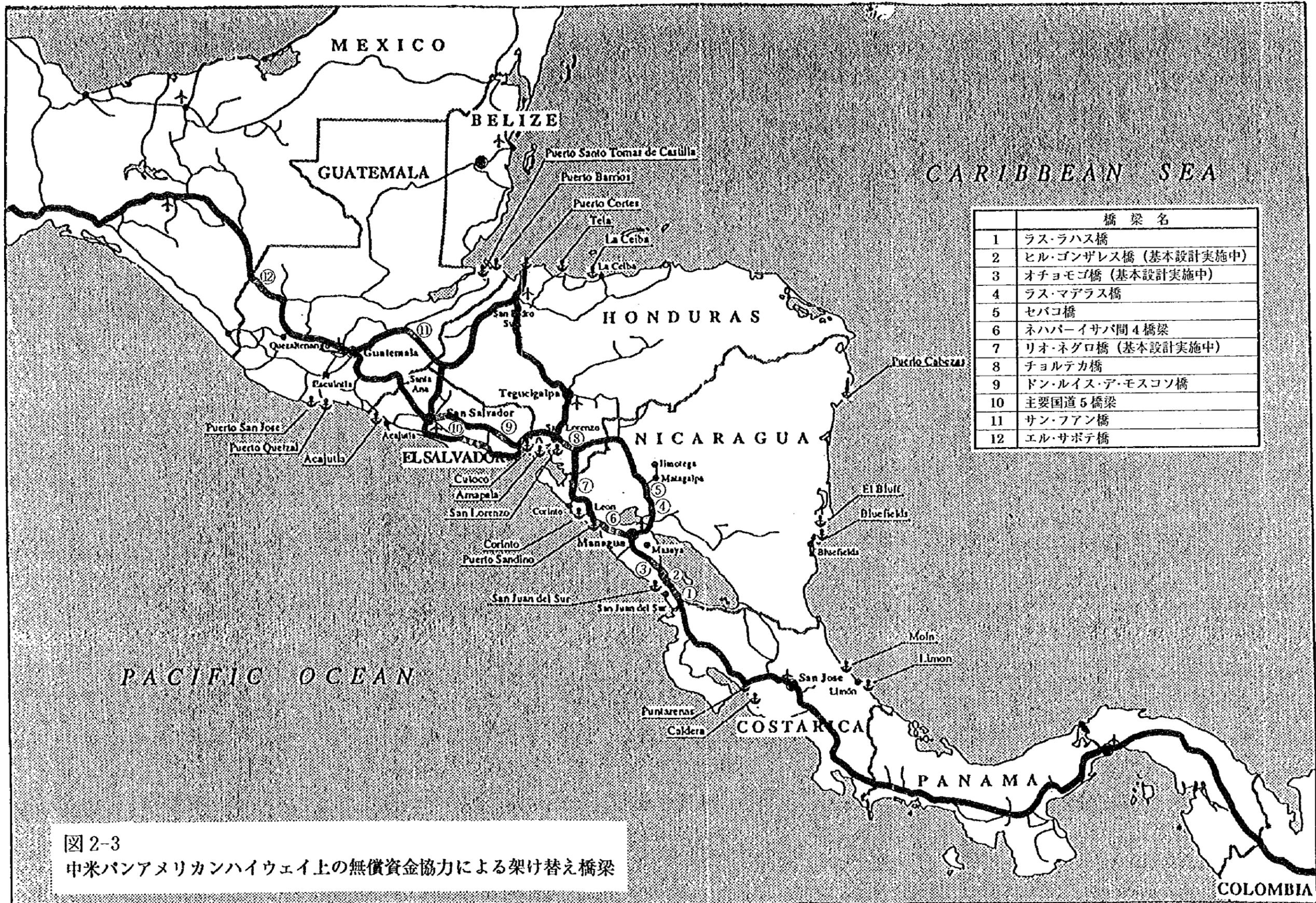


図2-3
中米パンアメリカンハイウェイ上の無償資金協力による架け替え橋梁

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 自然条件

自然条件の調査結果・解析結果の詳細は、本報告書の巻末に[参考資料]として各要素毎に取りまとめた。

① 気温・湿度・降雨量……[参考資料-A]

調査対象の3橋梁（リオネグロ橋を1橋と数える）のうち、オチョモゴとヒルゴンザレス両橋は近接して国の南東部に、リオネグロ橋がこの2橋の位置から首都マナグアを挟んで約300km離れた北西部に位置している。しかしながら、この両地区の気温・湿度に大きな違いはない。調査対象3橋梁それぞれの上流側流域における年間降雨量は、およそ1,300-1,400mmであるが、雨期・乾期が明確に分かれているのが特徴である。即ち、5月から10月までが雨期で、この6ヶ月間に年間降雨量の85-90%が集中する。この雨期6ヶ月間の平均月間降雨量は200-220mmであるが、雨期の最初と最後、5-6月と9-10月の4ヶ月の降雨量は特に多く、月平均雨量は、230-280mmに達している。

② 河川水位及び水文解析結果……[参考資料-B]

対象3橋梁の全ての地点で河川水位観測データはない。周辺の故老住民からの聞き取り調査によると、雨期の期間、オチョモゴ橋で既存橋梁の桁下約2.2m、ヒルゴンザレス橋で桁下約1m、が過去数十年での既往最高水位であった。リオネグロ橋は、3-2(3)に記すように、これまでに何回か橋の架け替えが為されており、現在の橋が建設された1988年以降では、桁下約2.4mが既往最高水位であった。

これら聞き取り調査の結果は、水文計算の結果とほぼ一致する。

③ 橋梁設計に適用すべき耐震設計水平震度……[参考資料-C]

ニカラグアは1972年のマナグア地震で知られるように、世界でも有数の地震国である。これはニカラグア国が環太平洋地震帯近くに位置しているためであり、主として国内の太平洋側地域に大きな被害をもたらした地震の記録が多い。このような地震国であるため、1500年代からの地震記録が可成り整理された形で残されており、1975年以降のそれは更に詳細なものとしてINETER（地理院）に記録されている。これらの地震記録をもとに建築物・構造物を対象にした設計コード「Reglamento Nacional de Construcción-1983」が決められている。このうちの本プロジェクトに関係のある部分の抜粋を[参考資料-C]に示した。

④ 地質調査結果……[参考資料-D]

ボーリング調査の結果、オチョモゴ橋（既存道路路面高 E.L.61.5m）では E.L.50m 付近で構造物支持層となり得る岩盤（砂岩）層が確認された。岩盤層が両岸ではほぼ同じ標高で確認されたことと、河床部分（E.L.50m 付近）で岩盤が露出していることを考え合わせると、この層が河川横断方向ではほぼ水平に分布しているものと考えられる。

ヒルゴンザレス橋（既存道路路面高 E.L.65.0m）では、左岸側で E.L.57.0m のシルト層（その下には岩盤層がある）、右岸側で E.L.54.0m の岩盤（砂岩）層が支持層になり得ると考えられた。

リオネグロ橋（既存道路路面高 E.L.41.5m）では、①河道部では、およそ E.L.21-22m に安山岩系の岩盤層がある。②この岩盤層は、左岸側自然堤防部では E.L.33m まで上がっている。③河道部では、この岩盤層の上に玉石層・シルト層・砂混じり玉石層等が堆積していて、それらの E.L.25-27m 以深は、構造物支持層となり得るに十分な、強固で安定した地層であることが確認された。これらの結果を基にした各地点の基礎地盤地質柱状図を、[参考資料-D]として纏めた。リオネグロ橋近傍の地質柱状図には、既存のボーリング結果を併記した。

2-4-2 社会基盤整備状況

(1) 道路の整備状況

本計画に最も関係の深い道路の整備状況について、全国レベルでの概観を以下に記す。

まず、これまでの約 50 年の当国の道路の整備過程を表 2-7 に示す。各年代によって出典が異なり、それぞれの調査方法等が異なると考えられるので、厳密な対比に耐えられるデータでは無いと思われるが、少なくともこの表から以下を読みとることが出来る。

- ①全国の道路総延長は約 16,000km であり、その舗装率は 10% 程である。
- ②（現在の道路整備動向をも考慮すると）この 10 年は、殆ど新設道路の建設は為されておらず、既存の舗装道路のグレードアップや未舗装道路の舗装化が実施されてきたのみである。
- ③現在の舗装道路 1,700km の内の約 550km がパンアメリカンハイウェイであって、これの舗装化が終了したのがおよそ 40 年前である。

表 2-7 道路網の整備経過 (単位 : km)

年	舗装道路	未舗装道路	合計
1940	52	149	201
1945	206	252	458
1950	235	355	590
1955	280	3,407	3,687
1960	669	5,468	6,137
1965	811	5,664	6,475
1970	1,235	11,742	12,977
1975	1,505	15,448	16,953
1980	1,560	16,577	18,137
1985	1,569	13,428	14,997
1988	1,598	13,689	15,287
1992	1,641	13,370	15,011
1996	1,717	15,429 (8,277)	17,146

注) : () 内は雨季通行不能道路の延長。内数。

出典 : Boletín Vial 1989, Inventario de la Red Vial 1993,
及び Dirección General de Vialidad 資料 (1996) , MCT

地区別・舗装種別をより細かく分類された 1992 年のデータを表 2-8 に纏めた。
この表から更に、以下を読みとることが出来る。

- ④ (1996 年のデータをあわせて考慮すると) 表 2-8 で土道に分類された全ての区間と、砂利道の約半分、道路総延長 15,000km の 50% は、雨期には通行不能となると推定される。
- ⑤他よりも広大な面積を有するにも拘わらず、カリブ海側の VII, VIII, IX の 3 地域の道路延長は、相対的に極端に少ない。

表 2-8 地域別・舗装タイプ別の道路延長 (1992 年) (単位 : km)

地域	アスファルト舗装	敷石等	砂利道	土道	合計
I	169.6	384.7	697.5	709.5	1,961.3
II	398.2	158.9	938.4	978.1	2,473.6
III	324.3	180.3	234.1	765.2	1,503.9
IV	312.2	118.0	724.7	1,363.7	2,518.6
V	258.6	568.5	648.4	796.4	2,271.9
VI	178.4	602.0	1,276.1	878.2	2,934.7
VII	0.0	686.7	307.0	130.0	1,123.7
VIII	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IX	0.0	72.8	71.5	79.2	223.5
合計	1,641.3	2,771.9	4,897.7	5,700.3	15,011.2

出典 : Boletín Vial 1993, Ministerio de la Construcción y Transporte

(2) 架橋地点の基盤施設

調査対象橋梁の架橋地点における（工事实施のための）基盤施設の現況は以下の通りである。

表 2-9 架橋地点の諸施設の現況

地点	電力	電話	上水道	必要用地	住居移転
オチョモゴ橋	給電可能	架設可能	無し	工事中 400m ² の民地を借用	不要
ヒルゴンザレス橋	同上	同上	同上	工事中 150m ² の民地を借用	同上
リオネグロ橋	同上	同上	同上	道路用地として 10,730m ² を取得	同上

- 注) 1. 給電可能、架設可能は、若干の引き込み工事で、橋梁工事中の一般電力の受給、電話の利用が可能となることを指す。
 2. 用地の手当は、新規に取得、及び、工事期間中の迂回路等の為に借地を要する用地の全てについて、既に各地主から提供に同意する旨の文書を得ている。

対象3橋梁はともに全面的に舗装されているパンアメリカンハイウェイ上に位置しており、本プロジェクトの実施地点へのアクセスに支障を来すことはない。

なお、本基本設計調査期間中にリオネグロ橋周辺に地雷が埋設されていることが確認された。調査団からの通知を受け、ニカラグア政府は、直ちに周辺一帯の調査と地雷撤去作業に入った。この作業は、1997年7月に開始され、同年11月に終了した。撤去作業を実施したニカラグア国防省からの撤去作業の終了と周辺の安全を保障する通知を受けた MCT 大臣は、日本政府に対し当該地域の安全を保障する旨の公式書簡を提出した。

同書簡のコピーは、「資料 6」として巻末に添付されている。

2-4-3 既存施設の現状

オチョモゴ橋

オチョモゴ既設橋は、建設後 50 年以上を経た鋼トラス橋（橋長=54m）である。構造体そのものの老朽化が著しい。1980 年以降は、全く定期的な維持補修工事がなされていない。また、河川形状から洗堀を受けやすい右岸側橋台付近は、緊急避難的な補修が繰り返されているが、それらは今後の危険性を軽減する対策とはなっていない。

この橋を通らずに迂回できる代替路線はない。

ヒルゴンザレス橋

既存橋梁は、4 径間のコンクリート桁橋（橋長=36m）である。南側 1 径間は内戦時に破壊され、新たに桁をかけ直して補修した経緯がある。しかし、

既存橋梁はこの径間のみではなく全体的に構造物としての強度不足が原因の損傷が著しい。また、橋脚の河川に対する阻害も大きく、橋の上流側には流木や土石の堆積が見られ、それらが与えた橋脚への損傷も見られる。

ここも代替路線はない。

リオネグロ橋

既存橋梁は、橋脚・桁・床板がコンクリート部材の組立式で建設された3径間（橋長=60m）と、同じく4径間（橋長=65m）の2橋からなり、それらが中州状の築島の前後に架設されて、リオネグロ川を渡河している。組立式とはいえ、桁と床板等の緊結がなされておらず、そのため、地震等の横力に弱く、複数の桁への荷重分散も不十分な、構造的に非常に不完全な橋梁である。このような構造上の欠陥を原因の一つとして、桁・床板の殆ど全てに強度不足によるクラックが多数発生している。また、部分的なコンクリートの剥離、欠落が見られる。この既存2橋梁が建設されるまでの歴史的経緯は、第3章3-2、(3)に記述する。

この橋が通行不能となったときに代わるべき代替路線はない。

上記の各既存橋梁の構造的損傷は、第一に現在の実際交通車輻が設計時の想定を大きく上回る重量を持っていることが原因と考えられる。即ち、これら既存の4橋梁（リオネグロ2橋）の設計計算書は現存しないが、MCTによるとこれら全てがAASHTOのHS-15を活荷重として設計された、とのことである。第1章に記したようにHS-15は、総重量約25トンのトラックに相当する荷重である。一方、現在の車輻には、さらに大型で重いものが多く含まれている。ニカラグア政府は、各車輻形式ごとに最大重量を定め、それに基づいて過載車輻の規制と取り締まりを行っている。この規制値（セミトレーラーの場合、35.3トン以下）と実交通車輻の重量からMCTは、本プロジェクトによる架け替え橋梁では、HS-20（AASHTOによる総重量32.6トンのセミトレーラーに対応する荷重）の125%を設計活荷重とすることを要請し、第3章、第4章に記述した本プロジェクトの基本設計では、これが妥当であるとしてそれを設計条件としている。（詳細は、巻末の[参考資料-G]を参照）

2-5 環境への影響

新橋梁建設の各サイト周辺はその殆どが、現在、畑や牧場として利用されている。また、本基本設計で計画された橋梁形式は、対象3橋梁ともにコンクリート桁橋であって（第3章参照）、この形式の橋梁は、車両走行時の振動・騒音の発生が非常に小さく、上記の周辺の土地利用状況のもとでは、全体的に環境への影

響は少ないと考えてよい。

第3章、第4章に記述された本プロジェクトの基本設計、施工計画の内容で架け替え橋梁が建設される時、その工事期間中の周辺地域への影響として、次の様な事項が予想されるが、これらはいずれも軽微なものであって、本プロジェクトの実施の可否に影響を及ぼすものではない。

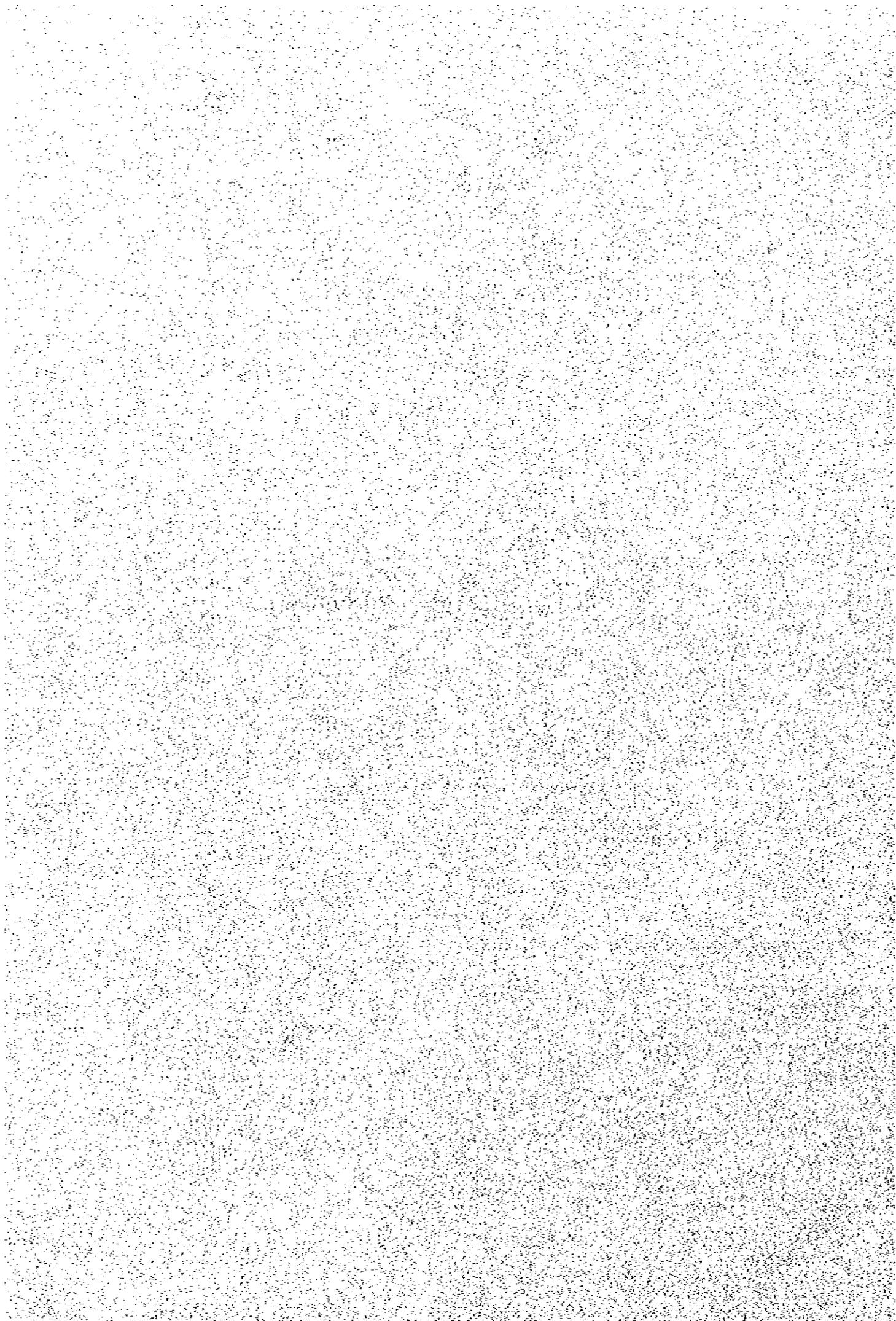
- ①通行車輛を仮設道路に迂回させる必要のあるオチョモゴ橋及びヒルゴンザレス橋では、これら車輛に不便を強いることとなる。
- ②迂回路の建設及び工事用地の確保の為に、周辺現状の変更が避けられない。本基本設計では、周辺樹木の保全・河川への影響を最小化するような配慮が為されている。
- ③取り付け道路の新たな建設が含まれるリオネグロ橋では、その切土・盛土斜面の緑化を本プロジェクトに含めることで、周辺環境の保全への配慮が為されている。
- ④各サイトともに下部工建設時には、掘削の為の機械騒音の発生が避けられないが、周辺に若干の人家が点在するオチョモゴ橋以外ではこの影響は、無視できる。オチョモゴ橋では、機械稼働時間を制限する等の建設時の配慮が為されるべきである。

ヒルゴンザレス橋再建のための迂回路の設置は、サイト周辺に適地があつて、住宅も近傍にはないことから樹木の保全等への配慮のみで問題はない。オチョモゴ橋の迂回路については、住宅の移転を避け、現状の変更と環境への影響を最小化するために架橋地点の下流側約 200mに仮橋を仮設し、現道とその地点は既存の地方道路と農道を利用して連絡して迂回路とする計画とした。この計画に基づく必要用地に関しては、表 2-9 に記したように MCT は、既にすべての関係地主とオチョモゴ橋についての関係地方自治体から用地提供を了解する旨の書面を得ている。

同じく表 2-9 に記したように本プロジェクトの実施では、住民の移転を必要とすることはない。

オチョモゴ橋の脇の既存の警察官詰所 (約 10m²) 及び農作物検疫官詰所 (約 4m²) の移設が必要となるが、MCT はこれについて問題が生ずることではないことを保証している。

第3章 プロジェクトの内容



第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、ニカラグアでの最重要道路上で、損傷が激しく、一度落橋した場合の代替道路がなく、緊急対策も困難と思われる橋梁を架け替え、幹線道路としての交通上の機能と安全を確保し、ニカラグア国の内戦後の国土復興・経済の活性化及び市民生活の向上に貢献することを目的とするものである。

3-2 プロジェクトの基本構想

(1) 関連する諸計画との関連

ニカラグア国内のパンアメリカンハイウェイの整備に対しては日本以外のドナーも高い優先度を以て援助しており、これまでに実施してきた日本の無償資金協力「ネハパーイサバ間4橋梁架け替え計画」、「主要国道橋梁架け替え計画」は、これら他のドナーによる事業と組合わさり、相乗的に高い効果を上げていると評価されている。

本プロジェクトも同様の効果が期待されている。即ち、対象橋梁のうちのオチョモゴ及びヒルゴンザレス橋は、デンマークの資金によって一般道路部（資金量の関係から、橋梁の改修は対象外）の改良が、高い水準で進められている区間に位置し、本プロジェクトの実施によって同区間の緊急的課題は、全て解消することになる。リオネグロ橋は、コスタリカからホンデュラスに至るパンアメリカンハイウェイの中で、改良資金の調達が未だ決まっていない最後の区間、チナンデカ-グアサウレ間に位置している。当該橋梁は、既に危機的な状況にあるとの認識から、その架け替えが本計画に含められたと理解される。

(2) プロジェクトの枠組みの検討

プロジェクトの基本的枠組みの検討過程と結果は、下表の通りである。

表 3-1 各橋梁の基本構想の検討

	オチョモゴ橋	ヒルゴンザレス橋	リオネグロ橋
交通量	2010年予測4,344台/日 1997年実測： 1,150台/12時間 大型車混入率=32% 自転車・歩行者数 =53人/時	同左 自転車・ 歩行者数<20人/時	2010年予測2,332台/日 1997年実測： 670台/12時間 大型車混入率=49% 自転車・歩行者数 =60人/時
架け替えの必要性	構造体の損傷が著しく、 架け替えが不可避	同左	同左

架橋位置	既存道路線形、関連する他の計画、用地取得の難易度から、 既存橋梁と同一地点	同左 既存橋梁と同一地点	既存道路線形、用地取得の容易さ、迂回路と取付道路建設費の比較から、 既存橋梁の下流側
迂回路・取付道路及び既存道路舗装改良	迂回路建設が必要。当国側から仮橋用資材の貸与が約束されたことにより、迂回路上の仮橋にそれを使用。また、本橋前後約800mの既存道路の舗装改良を本プロジェクトに含める。	迂回路建設が必要	約700mの取付道路建設を本プロジェクトに含める。迂回路建設に比し、工費・工期の面での有利性が確認された。
橋長	「50年確率洪水流量・水位」「過去の洪水時流況」「架橋地点周辺の河川形状」から、必要最小橋長を求めた。 流域面積:234.1km ² 50年確率流量:850m ³ /s 架橋地点計画水位:56.9m 必要最小橋長:60m (橋脚1本として) 架橋地点は、上流側の堰の影響で下流側よりも約20m川幅が広い。流量のみからは、川幅を狭め、橋長を40m(その時の計画水位=57.9m)とする案があるが、これは周辺住居の浸水、河川形状の急激な絞り込みによる流路上の弊害の生ずる危険性があり採用できない。	流域面積:49.2km ² 50年確率流量:400m ³ /s 架橋地点計画水位:62.1m 必要最小橋長:36m (橋脚なしとして)	流域面積:813.2km ² 50年確率流量:2,250m ³ /s 架橋地点計画水位:39.2m 必要最小橋長:120m (橋脚3本として)
橋梁幅員	当国の道路構造設計基準に準拠し、且つ、同一路線上の架け替え済み橋梁との整合性を考慮して決定。歩道(地覆)幅は、各橋梁の歩行者数により決定(但し、基準により最小値=0.65m)。 車道: 3.35x2=6.70m 側帯: 0.60x2=1.20 地覆: 1.00x2=2.00 高欄: 0.25x2=0.50 全幅員 = 10.40m	車道: 同左 側帯: 同左 地覆: 0.65x2=1.30 高欄: 同左 全幅員 = 9.70m	車道: 同左 側帯: 同左 地覆: 杆 ^コ 橋に同じ 高欄: 同左 全幅員 = 10.40m
桁下余裕高	日本の河川構造令に定められた計画洪水流量に対応した計画水位上の桁下余裕高を確保する。これに橋梁形式から決まる構造高を加えて、橋面計画高を決める。 所要桁下余裕高:1.00m	所要桁下余裕高:0.80m	所要桁下余裕高:1.20m
橋梁形式	各橋梁に対し3-4案の橋梁タイプを選び出し、以下の要因について各々の優劣を比較検討し、下記橋梁形式が各架橋地点に最適なものとして選定された。 *構造特性 *維持管理の容易さ (比較検討の詳細は、次節1-3-2参照)	*施工方法と所要工期 *技術移転効果	*経済性(所要工費) *雇用機会創出効果
	上部工: 2径間PC連結T桁橋 (30mx2=60m) 下部工: 直接基礎逆T橋台2基 直接基礎橋脚1基	上部工: PC単純T桁橋(36m) 下部工: 直接基礎逆T橋台2基	上部工: 4径間PC連結T桁橋 (30mx4=120m) 下部工: 直接基礎逆T橋台2基 直接基礎橋脚1基 (1橋案採用として。2橋案との比較は、下記参照)

注) 交通量の2010年の予測値は、「ニカラグア国道網整備計画調査」(1994)による。

(3) リオネグロ橋の2橋案 (A案) と1橋案 (B案) の比較

1) リオネグロ橋の歴史

MCTの橋梁台帳、1971年撮影の航空写真、及び、現地での聞き取り調査等から、リオネグロ橋の現在に至る経緯は以下であると推定される。

- ①1964年に長さ約65mの橋梁が建設された。(MCT橋梁台帳より)
- ②1970年頃洪水により橋梁が流失。(1971年撮影の航空写真より)
- ③その後、当初と同じ位置に同じ長さの橋梁を再建設。
- ④1982年3月内戦により落橋。落下した橋梁の残骸が川の流れをせき止めたところへ、同年5月台風Alletaが来襲し、現在の第2橋梁部分へ河道が分岐・拡大。この台風の時の雨量は、10日間で1,494mm(Chinandega)であった。
- ⑤1982年のうちに、橋は再建されたというが、その規模・構造は不明。
- ⑥1988年、あるがままの河道、即ち、④で分岐した2本の河道の上に中州状に残った島部を挟んで二つの橋が建設され、現在に至っている。第1橋梁 (Chinandega側) は4径間、橋長65mであり、第2橋梁 (Guasauro側) は3径間、橋長60mである。

1982年の河道の分岐・拡大により、右岸側の耕作地・牧場が幅70-80mにわたって流失している。通常時の流水は、第1橋梁の下のみで、第2橋梁下は高水敷として増水時のみ流水があるが、それによる耕作地等の浸食・崩落は現在も続いている。

橋梁上・下流の川幅は、概ね100m前後であり、このことから

*橋梁付近でのみそれが約170mにまで膨らんでいるのが現状であるが、これは上記の④の非定常状況で生じた結果をそのまま放置してきた結果である。

*上記の①の当初の橋梁の橋長65mは、降雨量や地形を考慮すると、水文学的に短かすぎた。

と考えられる。

2) 必要橋長

水理解析の結果、50年確率雨量強度に対応する必要橋長は、120mであると推計された。(詳細は、次節、3-3-2参照)

3) 2橋案と1橋案の比較

既存橋梁が二つの橋と中間の島で構成されているリオネグロ橋については、その架け替え橋梁を、既存橋梁のように河道の現状に即して2橋とするか (A案)、河道の分岐を解消させて1橋とするか (B案) の、二つの案がある。これら2案の架け替え工事の内容と施工順序は、表3-2のようになる。

また、両案を既存橋梁とともに図示したのが図3-1である。表3-2に示されているように架け替え橋梁と取り付け道路が完成して、初めて交通の切り替えが可能であり、既存橋梁の撤去に取りかかることを念頭に置くと、B案では既存橋梁撤去までの相当期間、河道の流下断面積が絞り込まれた状態が続くであろうことが、図3-1から読みとれる。A案では、橋台と橋脚を加えた下部工の総数が、1基多くなることも図から明らかである。これらを含めたより詳細な両案の比較の結果が表3-3に纏められている。

比較検討での最も重要な要素である工事費を見ると、既存橋梁の撤去費を含めたB案の費用がA案の橋梁建設費とほぼ同額で、全体ではB案の方が低廉であることは明らかである。これは、下部工の基数が少ないのが最大の原因である。その他、河道を整え洪水時の流路を安定化することのメリットと、それによって河岸部の浸食、崩落の解消を期待できることは、B案の大きな長所である。また、架け替え橋梁建設工事では、A案の場合、高さの異なる桁の製作、1橋の桁架設が終わるまでに島部の土工を終了させておくこと、島部での桁運搬のレールの設置等々、多数の工種が幅横した施工となる。これは即ち、工程の遅れを引き起こす可能性がより高いことを意味し、この点でもB案より劣ると評価される。

B案の場合の最も重要な点は、既存橋梁の撤去を河川の増水時以前に終了させることであるが、この撤去作業を本プロジェクトに含めることとした今回の計画では、この点は確実に遵守されるものであると考えてよい。

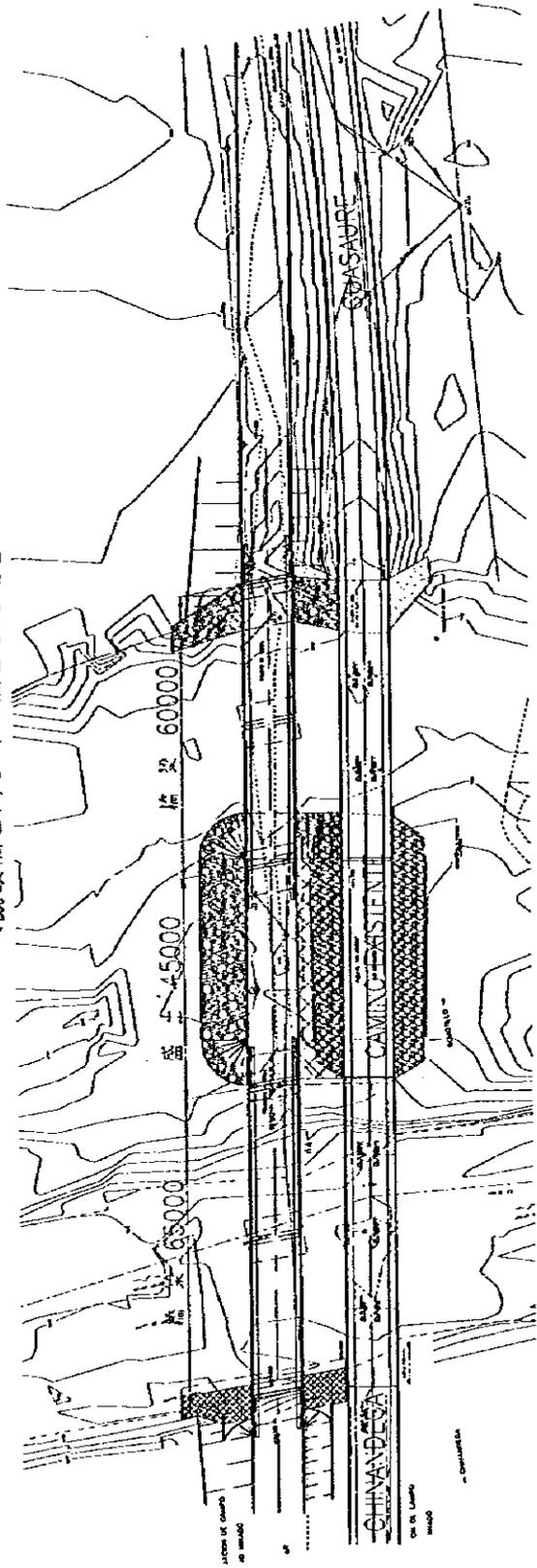
以上の諸点の比較・評価の結果、B案を採用すべきであるとの結論を得た。

表 3-2 リオネグロ橋における1橋案と2橋案の比較

	2橋案 (A案)	1橋案 (B案)
1 架け替え橋梁完成後の既存橋梁	上部工と橋脚のみを撤去	上・下部工、島部を速やかに撤去 両端の橋台1基ずつは撤去せず
2 必要橋長	65+60=125m (島が残り、新旧の橋台位置を合わせるので)	120m (水文解析より)
3 工事施工順序	<pre> graph TD A[4橋台・2橋脚の建設] --> B[2橋の上部工併行建設] C[中間島部(10m)の盛土施工] --> B B --> D[交通切り替え] D --> E[既存橋上部工5橋脚撤去] </pre>	<pre> graph TD F[2橋台・3橋脚の建設] --> G[1橋上部工片押し建設] H[取付道路の河川敷内、盛土部(50m)建設 食防護工建設] --> G G --> I[交通切り替え] I --> J[既存橋上部工5橋脚、島部及び橋台撤去] </pre>

A 案 平 面 図

(既設橋と同じく2橋とした場合)



B 案 平 面 図

(2橋を連続させて1橋とした場合)

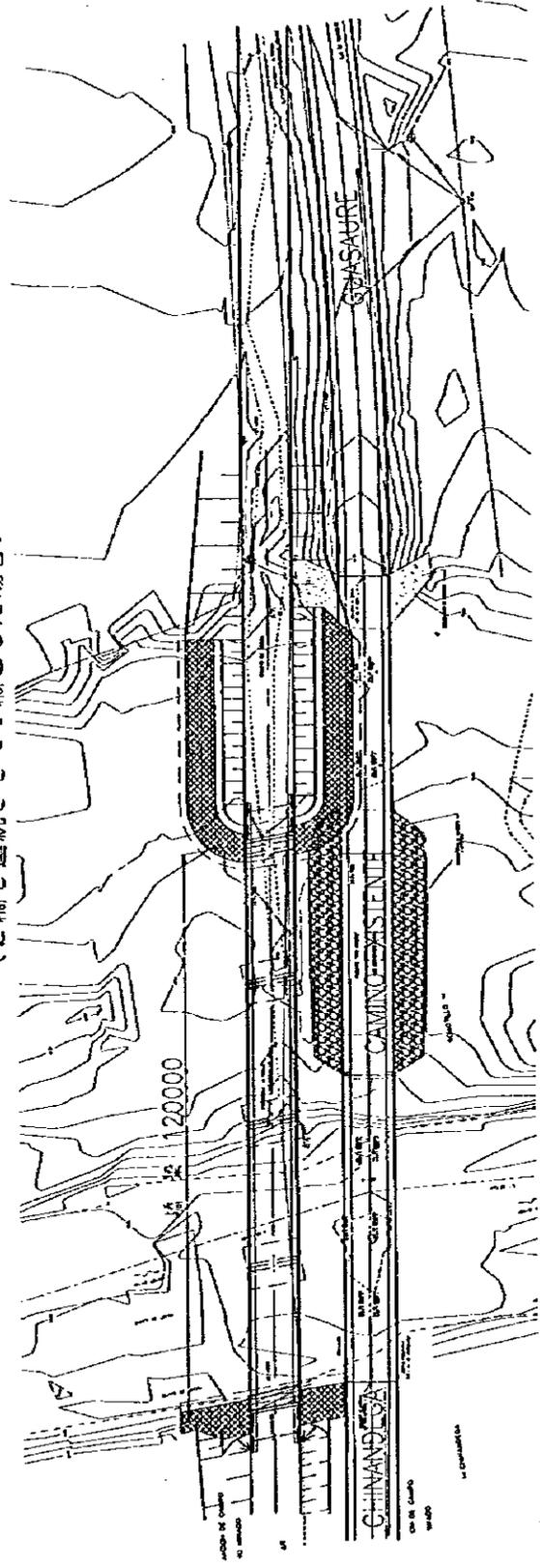
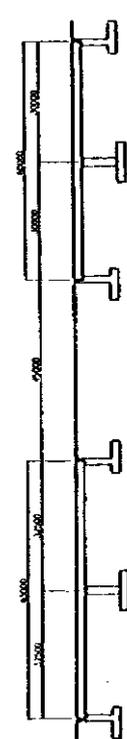
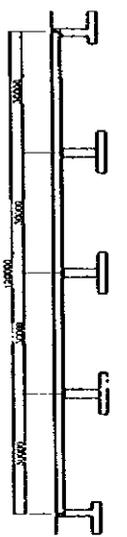


図.3-1 1橋案と2橋案の平面図

表 3-3 リオネグロ橋の1橋案と2橋案の比較

種	第A案 既存橋梁と同様に2橋梁とした場合	第B案 2橋梁を連続させて1橋梁とした場合												
概略図														
上部構造形式	PC2径間連続T桁橋(2連) ; 32.5m×2 + 30.0m×2 = 125.0m	PC4径間連続T桁橋 ; 30.0m×4 = 120.0m												
下部構造形式	逆丁式橋台(4基)、張り出し式橋脚(2基)	逆丁式橋台(2基)、張り出し式橋脚(3基)												
架設工法	架設桁による架設	架設桁による架設												
流水	<ul style="list-style-type: none"> ・既設橋は、水文解析で算出された流下断面(最大流量2250m³)を満足している。 ・既設橋の橋脚は、橋梁建設後橋脚が林立することになり、撤去すべきである。 ・橋台は、河川の流れを阻害しないように既設橋台と同じ位置とすべきである。 ・橋台は、既設橋と同じようにコンクリートによる保護工を行う必要がある。 ・流路が中の島の右岸に遷移することにより、右岸側河床洗堀が進行し河岸崩壊につながる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水文解析が必要とされる橋長は120mである。 ・既設橋の橋脚および中の島の島は、橋梁建設後河川の流れを阻害するため撤去すべきである。 ・右岸側橋台が既設橋梁中の島の橋台付近になることから、護岸工を施す必要がある。 ・平常な河道状態となることにより洪水時の流路の安定化が図れ、河岸の侵食を防ぐことが可能である。 												
利害得失	<ul style="list-style-type: none"> ・B案より下部工が1基増える。 ・下部工・中の島橋梁・桁製作・架設組立等の工種が増加し工事が複雑になることから、工程が遅れる可能性がある。 ・主桁は桁長が異なるため2種類製作する必要がある。桁架設は雨期になるため架設桁架設で行うが、中の島に桁高と同じレベル台が必要である。 ・既設橋は、上部工および橋脚を撤去する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・A案より下部工が1基少ない。 ・全体的に工種の連続がなく工事が容易である。 ・主桁は1種類製作すればよく、桁架設(雨期)は径間が連続しているため容易である。 ・既設橋は、上部工、橋脚に加え中の島(橋台を含む)の速やかな撤去が必要である。撤去は乾期中に終了させる必要がある。 ・右岸側の道路盛土後から中の島撤去までの約4ヶ月間、流下断面の約1/2を遮断する。 												
工期	橋梁建設 ; 19.0ヶ月 (現橋撤去を含んだ場合 ; 20.5ヶ月)	橋梁建設 ; 17.5ヶ月 (現橋撤去を含んだ場合 ; 20.0ヶ月)												
工事費	<table border="1"> <tr> <td>橋梁建設費</td> <td>661,000,000円(1.08)</td> </tr> <tr> <td>既設橋撤去費</td> <td>16,000,000円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>677,000,000円(1.04)</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁建設費で8%、撤去費を含めた全工事費で4%B案より劣る。 	橋梁建設費	661,000,000円(1.08)	既設橋撤去費	16,000,000円	合計	677,000,000円(1.04)	<table border="1"> <tr> <td>橋梁建設費</td> <td>613,000,000円(1.00)</td> </tr> <tr> <td>既設橋撤去費</td> <td>37,000,000円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>650,000,000円(1.00)</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁建設費で8%、撤去費を含めた全工事費で4%有利である。 ・既設橋撤去費を含めた工事費がA案の橋梁建設費と同じである。 	橋梁建設費	613,000,000円(1.00)	既設橋撤去費	37,000,000円	合計	650,000,000円(1.00)
橋梁建設費	661,000,000円(1.08)													
既設橋撤去費	16,000,000円													
合計	677,000,000円(1.04)													
橋梁建設費	613,000,000円(1.00)													
既設橋撤去費	37,000,000円													
合計	650,000,000円(1.00)													
総合評価	B案は、乾期における流下断面の遮断があるものの、流水・施工性・経済性において優れており、本案を推奨する。但し、既設橋、中の島の速やかな撤去が絶対的条件である。													

(4) プロジェクト内容の概要と基本構想

上記の枠組みの検討を経て、本プロジェクトの内容は、以下の様に決定された。

「オチョモゴ橋の架け替え」

- * 2径間 PC-T 桁橋（橋長 $30 \times 2 = 60\text{m}$ 、幅員 10.4m ）の建設
- * 建設期間中のための迂回路の建設
- * 橋台・橋脚防護工、浸食防護工の建設
- * 橋前後の既存道路 800m の舗装改良

「ヒルゴンザレス橋の架け替え」

- * 1径間 PC-T 桁橋（橋長 36m 、幅員 9.7m ）の建設
- * 建設期間中のための迂回路の建設
- * 橋台・橋脚防護工の建設
- * 必要な場合の取り付け道路の舗装整備

「リオネグロ橋の架け替え」

- * 4径間 PC-T 桁橋（橋長 $30 \times 4 = 120\text{m}$ 、幅員 10.4m ）の建設
- * 取付道路（約 750m ）の建設（うち、 50m は、河川敷内）
- * 橋台・橋脚防護工及び河川敷内盛土部の浸食防護工の建設
- * 既存橋梁及び島部の撤去

本プロジェクトの基本構想は、上記内容を実施することにより、当国での最重要路線であるパンアメリカンハイウェイ上の交通隘路・危険箇所を解消して、道路本来の機能と安全性を確保し、架橋地点で1997年現在、 $700 - 1,300$ 台/日（2010年時点： $2,000 - 4,000$ 台/日…「全国道路網整備計画調査報告書」より）と予測される交通需要に対して、安全且つ快適なサービスを提供しようとするものである。

3-3 基本設計

3-3-1 設計方針

(1) 自然条件に関わる方針

① 気温・湿度

2-4-1 及び[参考資料-A]に記されているように、対象橋梁架橋地点は、高温・多湿な亜熱帯気候で、この自然条件は、鋼橋の場合の将来の維持管理には、かなりの影響を及ぼすであろうことを念頭に置いておかなければならない（「3-3-2 基本設計、(2)6」橋梁形式の比較検討」に、この点への配慮が記されている。）。また、コンクリート構造物の場合、その打設後の養生には細心の注意が必要である。これらに留意して設

計・施工計画の立案を進めた。

②降雨量及び河川水位

降雨量の大きく異なる雨期と乾期では、工事の施工効率にも大きな差が生ずることは明らかである。これは、特に下部工施工（河川内作業）において著しい。作業効率の低下のみならず、雨期の河川内工事では作業中の安全対策も大きな問題となる。これらは、施工計画・工程計画に大きく影響する要素であり、各橋梁の計画立案に当たっては十分、この点に配慮した。特に、各架橋サイトでの橋脚基礎工等の河川内工事及びリオネグロ橋の既存橋梁の撤去を乾期の間に完了させることを、施工計画・工程計画立案での重要なチェックポイントとした。

また、聞き取り調査と水文解析から得られた河川の増水時の予想水位を念頭に置き、安全確保と工程遵守の視点から無理のない施工計画の立案に努めた。

③地震

当国には建築物・構造物を対象にした設計コード「Reglamento Nacional de Construcción-1983」（[参考資料-C]参照）がある。今回の基本設計にもこれに準拠した地震荷重を取り込んで設計した。

④基礎地盤

[参考資料-D]に纏められたボーリング結果の評価・判定は、各橋梁の基礎形式・規模・施工方法を決める重要な要因であり、その実施に際しては、各地点毎の地層の特質に十分配慮し、正確な評価結果を得るように万全を期した。リオネグロ橋では、本基本設計調査でのボーリング実施でカバーしきれなかった基本設計後の橋台・橋脚位置において、実施設計時に再度、ボーリングを行ってその基礎地盤の確認をすることとする。

(2) 現地資機材・労働力の活用に関する方針

①鉄筋・鉄鋼材料

径32mmまでのコンクリート用鉄筋は、当国又は近隣諸国の製品を市場で調達できるが、調達の容易さ等、市場性は径25mmまでとそれ以上で大きく異なる。又、その品質の信頼性を保証するシステムが全く存在しない。形鋼等の鉄鋼製品は一般市場ではほとんど調達不可能である。それら製品を加工する信頼のおける技術を持った施設も当国にはない。

従って、本プロジェクトでは、径25mmまでの鉄筋のみの使用を目指し、

それら資材は、輸入先・メーカーを指定する等、品質確認の出来る措置を講じた上で発注することとし、やむを得ず他の規格の製品を必要とするときは、日本又は第3国からの輸入で対応することとした。

②コンクリート用材料

PCを含むコンクリート用資材及び石材は、すべて現地調達とした。但し、リオネグロ橋についての石材は、ホンデュラスからの輸入が自国内での輸送費を含む調達費用より安価になる可能性があったのでその比較検討を行い、その結果、ホンデュラスからの材料を使用することとした。

当国では日本の無償資金協力によるいくつかのPC構造物（橋梁）の建設では、セメントを含めすべてのコンクリート用材料は現地調達されており、これら資材の現地調達の妥当性は明らかと考えてよい。しかしながら、同時に、ニカラグアで調達されるセメント・骨材に対する通常以上の緻密な品質管理の必要性も指摘されており、これを十分に意識しつつ設計・工事実施計画立案を進めた。

③工事用機械・設備

当国にある工事用大型機械については、その機種・数量共に非常に限られている。特殊機械は調達不能である。本計画では、道路建設用機械を除き、PC用機械・設備を含む全ての橋梁建設のための、プラント・機械・設備は、日本または第3国から調達するものとした。

④現地建設会社・技術者・労務者

前節3-2に記した本プロジェクトの最適案（詳細な橋梁タイプの比較は3-3-2参照）の場合、建設技術としては、これまでの当国での無償資金協力による橋梁工事でのそれと殆ど類似した技術のみが必要とされることになる。即ち、これまでの類似工事で、ある程度の経験をつんだ建設会社・技術者・労務者がいるので、本プロジェクトの実施に際しては、出来るだけこれら経験を有する現地の技術力・労働力を活用することを基本方針とした。但し、単純労務者を除く経験者は、すべてマナグア周辺にいたので、そこから建設サイトまでの移動を積算上で考慮した。

(3) 基本設計の適用基準についての方針

当国には、道路設計幾何構造基準（Especificaciones Generales para Proyecto Geometrico de Caminos - 1983）及び耐震設計コード（Reglamento Nacional de Construcción）があるが、前者はその名の通り道路一般の幾何構造を規定して

いるのみで、橋梁等構造物の設計に関わる記述は含まれていない。又、後者は地震の設計震度を規定しているのみで、その他の事項、特に、構造物設計に関する基準はない。

本プロジェクトでは、取付道路の設計を上記の幾何構造基準に準拠して行い、橋梁本体の設計やその他、当国に基準が定められていない部分は、必要に応じて日本の基準・指針、または米国の AASHTO を適用することとし、同時にこれまでの橋梁架け替え案件での取り扱いとの整合を確認しつつ進めた。

(4) 交通量・交通荷重に関わる方針

調査対象橋梁地点での、現在交通量及び将来交通量推定値は、[参考資料－E]に示されている。大型車・重車輛の混入率が高いことが明確な特徴であり、これは将来も同様と推定されている。

ニカラグア国では車輛重量の制限が規定されているが、それを遵守させるための体制は、幹線道路上の数カ所に車輛重量計測所が設置されているものの、この規定を越える過載車輛の走行を完全には排除できずにいる。ニカラグア国政府は、このような現状を改善すべく、計測所の増設の為に投資や体制整備の為に計画を立案中である。([参考資料－G]参照)

本調査では、このような将来の改善努力を念頭に置きつつも、これまでに得られている計測データから、現状の走行車輛の重量を推定し、その結果から適正な交通荷重を求め橋梁設計に盛り込んだ。([参考資料－G]参照)

また、合わせて同一路線上で、これまでに日本の無償資金協力として建設された他の橋梁の設計条件との整合にも配慮した。

(5) 工期に関する方針

雨期・乾期の差が明白なニカラグア国での建設工事では、その着工時期によって、完成までの所要工期が異なってくる。全体の所要工期の長さが事業金額に及ぼす影響は、非常に大きいことを考え合わせ、全体工期がもっとも短期となるような着工時期の設定を目指した。

このような考え方に立って、本プロジェクトは、3橋ともに雨期の終わる10月に着工することを前提として計画された。

原則として、3橋を併行して建設することとするが、施工方法の検討段階では、資機材の転用等、全体工期を短くすることを第一の目標として検討を進めた。

3-3-2 基本計画

(1) 全体計画

本プロジェクトの全体計画と対象橋梁の現状は、下表のようにまとめられる。

表 3-4 オチヨモゴ橋概要

		現 状	本 計 画
上部工	上部工形式	鋼単純トラス橋	P C 2 径間連結 T 桁
	橋長	51.0m	60.0m
	橋梁総幅員	9.10m (高欄 0.25×2=0.5m 含む)	10.4m (高欄 0.25×2=0.5m 含む)
	車道幅員	7.40m	0.6+3.35+3.35+0.6=7.90m
	歩道幅員	0.6+0.6=1.2m	1.0+1.0=2.0m
	橋面舗装	橋体コンクリート露出	加熱アスファルト舗装 (t=5cm)
下部工	橋台構造	逆 T 式 : 2 基	逆 T 式 : 2 基 : 高さ ≒ 12m
	基礎構造	直接基礎	直接基礎
アセス道路	工事延長	—————	左岸側 : 392.0m、右岸側 : 447.0m
	幅員構成	0.85+3.35+3.35+0.85=8.4m	0.85+3.35+3.35+0.85=8.4m
	路盤	上層路盤 (t=17.5cm) 下層路盤 (t=15.0cm)	上層路盤 (t=17.5cm) 下層路盤 (t=15.0cm)
	舗装	車道=加熱アスファルト舗装 (t=5cm) 路肩=アスファルト簡易舗装 (t=3cm)	車道=加熱アスファルト舗装 (t=5cm) 肩=アスファルト簡易舗装 (t=3cm)
護岸工	位置・構造	橋台周り : 張りコンクリート	左岸側橋台周り : 布団(蛇)籠 右岸側橋上流 : もたれ式擁壁
既存橋撤去		—————	上部工・橋台撤去

表 3-5 ヒルゴンザレス橋概要

		現 状	本 計 画
上部工	上部工形式	3 径間連続 RC 桁 + 単純 H 鋼桁	P C 単純 T 桁
	橋長	36.0m	36.0m
	橋梁総幅員	9.10m (高欄 0.25×2=0.5m 含む)	9.70m (高欄 0.25×2=0.5m 含む)
	車道幅員	7.40m	0.6+3.35+3.35+0.6=7.90m
	歩道幅員	0.6+0.6=1.2m	0.65+0.65=1.3m
	橋面舗装	橋体コンクリート露出	加熱アスファルト舗装 (t=5cm)
下部工	橋台構造	逆 T 式 : 2 基	逆 T 式 : 2 基 : 高さ ≒ 12m
	基礎構造	直接基礎	直接基礎
アセス道路	工事延長	—————	左岸側 : 81.0m、右岸側 : 81.0m
	幅員構成	0.85+3.35+3.35+0.85=8.4m	0.85+3.35+3.35+0.85=8.4m
	路盤	上層路盤 (t=17.5cm) 下層路盤 (t=15.0cm)	上層路盤 (t=17.5cm) 下層路盤 (t=15.0cm)
	舗装	車道=加熱アスファルト舗装 (t=5cm) 路肩=アスファルト簡易舗装 (t=3cm)	車道=加熱アスファルト舗装 (t=5cm) 肩=アスファルト簡易舗装 (t=3cm)
護岸工	位置・構造	橋台周り : 張りコンクリート	橋台周り : 布団(蛇)籠
既存橋撤去		—————	上部工・橋台・橋脚撤去

表 3-6 リオネグロ橋概要

		現 状	本 計 画
上部工	上部工形式	RC4 径間連続桁+RC3 径間連続桁	P C 4 径間連結 T 桁
	橋長	65.0m + 60.0m	120.0m
	橋梁総幅員	10.0m (高欄 0.2×2=0.4m 含む)	9.70m (高欄 0.25×2=0.5m 含む)
	車道幅員	7.30m	0.6+3.35+3.35+0.6=7.90m
	歩道幅員	1.15+1.15=2.3m	1.0+1.0=2.0m
	橋面舗装	橋体コンクリート露出	加熱アスファルト舗装 (t=5cm)
下部工	橋台構造	逆 T 式 : 2 基、重力式 : 2 基	逆 T 式 : 2 基 : 高さ ≒ 12m
	橋脚構造	プレキャストコンクリート橋脚 : 5 基	壁式橋脚 : 3 基
	基礎構造	直接基礎	直接基礎
アス道路	工事延長	-----	左岸側 : 351.0m、右岸側 : 411.0m
	幅員構成	0.8+3.20+3.20+0.8=8.0m	1.65+3.35+3.35+1.65=10.0m
	路盤	不明	上層路盤 (t=20.0cm) 下層路盤 (t=25.0cm)
	舗装	車道=常温アスファルト舗装 (t=5cm) 路肩=なし	車道=常温アスファルト舗装 (t=3+5cm) 肩=アスファルト簡易舗装 (t=3cm)
護岸工	位置・構造	橋台周り : 張りコンクリート	橋台周り : 布団(蛇)籠
		中間部盛土 : 張りコンクリート	道路盛土 : 布団(蛇)籠
既存橋撤去		-----	2 橋梁の上部工・中間島部盛土・盛土部 2 橋台撤去

表 3-7 主要工事数量

施 設	内 容	単 位	概 路 数 量		
			オチヨモゴ橋	ヒルゴザレス橋	リオネゾロ橋
新橋梁	コンクリート (350 kg f/cm ²)	m ³	266	186	557
	同上 (300 kg f/cm ²)	m ³	69	31	152
	同上 (210 kg f/cm ²)		36	48	187
	型枠工	m ²	2060	1390	4105
	P C 鋼線・鋼棒	ton	14.7	10.2	29.9
	鉄筋	ton	43.1	28.0	93.0
	橋面舗装工 (アスファルト)	m ²	473	284	946
	下部工	m ³	1430	730	1946
		m ²	1438.2	912	1910
		ton	143.0	73.0	194.6
アセス道路	裏込め工	m ³	2373	-	-
	盛土工	m ³	-	968	11516
	切土	m ³	-	474	8783
	路盤工 (上層・下層)	m ³	2594	608	3671
	踏み掛け版工 (コンクリート)	m ³	58	58	58
	アスファルト舗装工	m ²	8136	1740	7640
	もたれ式擁壁	m ³	496	-	-
	布団 (蛇) 籠工	m ³	357	338	1263

(2) 施設（橋梁・取付道路・護岸の建設、既存道路の舗装改良）計画

1) 設計条件

①適用基準

前節の設計方針に記したように、ニカラグアの基準、道路設計幾何構造基準（Especificaciones Generales para Proyecto Geométrico de Caminos）及び地震設計コード（Reglamento Nacional de Construcción）に規定されていない部分は、主として、日本の基準・指針を適用した。

②設計活荷重

以下の事実に着目し、設計活荷重は HS20-44（AASHTO）の 25%増しとすることとした。

* 同一路線のパンアメリカンハイウェイ上でこれまでに無償資金協力により架け替えられた橋梁（隣国のホンデュラスも含む）が、HS20-44（AASHTO）の 25%増で設計されており、それらとの整合性をはかる必要がある。

* ニカラグアでの車輛重量規制値は、HS20-44 を上回る値であり、当国側から HS20-44 の 125%での設計を強く要請されたこと。

* 現在の通行車輛重量の測定結果から、上記設計活荷重の採用の妥当性が検証されたこと。（[参考資料-G]参照）

③地震荷重

ニカラグア国の地震設計コードを準用する。（[参考資料-C]参照）水平設計震度（C）は、以下の通り。

* オチョモゴ橋・ヒルゴンザレス橋 $C=0.252$

* リオネグロ橋 $C=0.220$

④材料強度

* PC 上部工用コンクリート設計基準強度

PC 上部工に用いるコンクリートの設計基準強度は、

$$\sigma_{ck}=350\text{kgf/cm}^2$$

とする。

* 鉄筋コンクリート設計基準強度

下部工及び壁高欄等鉄筋コンクリート部材に用いる設計基準強度は、

$$\sigma_{ck}=210\text{kgf/cm}^2$$

とする。

＊ 無筋コンクリート設計基準強度

均しコンクリート及び歩道部間詰コンクリート等無筋コンクリート部材に用いる設計基準強度は、

$$\sigma_{ck} = 160 \text{ kgf/cm}^2$$

とする。

＊ 鉄筋降伏応力度

本プロジェクトに使用する鉄筋仕様については、調達の容易な Grade 40 とする。材料強度は、以下の通りである。

降伏応力度 : 2,814 kgf/cm²(40,000 psi) ----- (SD295 相当)

＊ 許容応力度

上記現地調達材料を用いた場合の許容応力度については、設計手法と材料安全率との整合を図るため、すべて日本の基準・指針によって設定する。

2) 計画洪水量

調査対象の各橋梁の架橋地点上流側の流域の降雨データ(INETER より収集)から、架橋地点における 50 年確率洪水量を推計し、それを計画洪水量とした。

表 3-8 各架橋地点における計画洪水流量

	オチョモゴ橋	ヒルゴンザレス橋	リオネグロ橋	備考
流域面積 (km ²)	234.1	49.2	813.2	
流路長(m)	37,895	18,931	80,532	
流域内雨量観測所	Nandaime	Rivas	S. J. de Cusmapa, S. J. de Limay, Somotollo	
降雨データ集積年	1970-1995	1982-1995	1972-1995	データ欠落多し
確率降雨量 (mm/day)	2年	90	100	推計の詳細は [参考資料-B] 参照
	20年	150	180	
	50年	170	220	
	100年	190	240	
計画洪水量(m ³ /s) (50年確率洪水流量)	850 (845)	400 (392)	2,250 (2,214)	
既往最高水位(EL.)	56.6	63.0	37.8	(注) 参照
その時の洪水流量 (m ³ /s)	761	300	1,772	

(注) 現地住民から、記憶のなかの架橋地点での既往最高水位を聞き取り、既存の橋梁下の河川断面・河床勾配・流路状況等から、その水位に対応する流量を推計したもの。

3) 計画高水位と橋長の決定

各架橋地点での河川断面等、測量結果を基に、各々の計画洪水量に対する水位と橋長の関係を推計した。(後述する径間数を持った橋梁として、その橋脚の影響も考慮されている。)

①オチヨモゴ橋

表 3-9 オチヨモゴ橋の計画水位と橋長

	単位	架け替え橋梁	
		既存橋梁	架け替え橋梁
橋長	m	57	38 60
橋梁下有効河川幅*	m	55.0	36.0 55.2
計画洪水流量	m ³ /s	(760)	850
計画洪水量時の水位	E.L.	(56.6)	57.89 56.91
同上、流速	m/s	(2.41)	2.81 2.46
流下断面積	m ²	(331.8)	302.6 345.7
既存橋梁桁下 59.46m からのクリアランス	m	(2.9)	1.57 2.55
最低桁下高**	m	—	≥1.0

- (注) 1. () 内は、聞き取り調査による既往最高水位 56.6m からの推計値。
 2. * : 橋梁長から、沓座幅及び橋脚幅を引いた実河川幅。
 3. ** : 最低桁下高は、日本の基準によって (流量に対応して) 定められた桁と計画水位の間に維持すべき最低クリアランス。

オチヨモゴ橋の架橋地点は、上流側の堰の影響で下流側よりも約 20m 川幅が広い。川幅を堰の影響を受けない下流側と同じにまで狭め、橋長を約 40m とした場合、計画洪水量に対する水位は、下表のように 57.9m となって、これは既存道路への影響は少ないものの、周辺住居への浸水等の被害が避けられない。また、この場合、河川形状の急激な絞り込みによる流路上の弊害、即ち、橋台及びその周辺の洗掘・浸食の危険性が現状以上に高まることは明らかで、この案を採用することは出来ない。

従って、本橋梁の橋長は、流量・計画高水位等からではなく、少なくとも既存橋梁と同じ長さを確保するという視点に立ち、現地の流路形状・周辺の地形や土地利用状況にも配慮して決められると考えるべきである。

既存橋梁の東側橋台は、河川内に約 3-4m 突出しており、これが流路を阻害し、その為に橋台周辺の洗掘・浸食が著しく、度重なる緊急補修を余儀なくされている。この分の余裕を見込み、架け替え橋梁の橋長は、L=60m と決定した。

②ヒルゴンザレス橋

表 3-10 ヒルゴンザレス橋の計画水位と橋長

	単位	既存橋梁	架け替え橋梁				
			34	35	36	37	38
橋長	m	37	34	35	36	37	38
橋梁下有効河川幅*	m	34.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0
計画洪水流量	m ³ /s	(300)	400				
計画洪水量時の水位	E.L.	(63.0)	62.19	62.15	62.12	62.07	62.06
同上、流速	m/s	(2.23)	2.53	2.52	2.50	2.48	2.46
流下断面積	m ²	(134.3)	158.2	159.0	160.1	161.4	162.6
既存橋梁桁下 62.92m からのクリアランス	m	(0.0)	0.73	0.77	0.80	0.85	0.86
最低桁下高**	m	-	≥0.8				

- (注) 1. () 内は、聞き取り調査による既往最高水位 56.6m からの推計値。
 2. * : 橋梁長から、沓座幅及び橋脚幅を引いた実河川幅。
 3. ** : 最低桁下高は、日本の基準によって (流量に対応して) 定められた桁と計画水位の間に維持すべき最低クリアランス。

本橋梁と次の③リオネグロ橋については、ニカラグア側からも架け替え橋梁の桁下空間は、既存橋梁のそれと同じかそれ以上とするようとの要望が出されている。

架け替え橋梁は、その桁下高を既存橋梁と同一(62.92m)として計画を進めることとし、その場合、その桁下高と洪水時水位の差 (橋長 36m の場合、 $62.92 - 62.12 = 0.8\text{m}$) が日本の基準の最低値 (最低桁下高 = 0.8m、流量 = 400 m³/s の場合) より小さくはないと条件から、必要な橋長が求められる。この考え方のもとに、上表から橋長は、L=36m とすべきとの結論を得た。結果的には、この場合の有効な橋梁下河川幅も既存橋梁のそれと同じとなった。

③リオネグロ橋

表 3-11 リオネグロ橋の計画水位と橋長

	単位	既存橋梁	架け替え橋梁				
			100	110	120	125	130
橋長	m	65+60	100	110	120	125	130
橋梁下有効河川幅*	m	-	92.9	102.9	112.9	117.9	122.9
計画洪水流量	m ³ /s	(1,772)	2,250				
計画洪水量時の水位	E.L.	(37.8)	39.58	39.50	39.24	39.14	39.01
同上、流速	m/s	(4.34)	4.58	4.05	3.46	3.42	3.36
流下断面積	m ²	(450.0)	635.0	644.9	665.2	677.7	684.8
既存橋梁桁下 40.46m からのクリアランス	m	(2.5)	0.88	0.96	1.22	1.32	1.45
最低桁下高**	m	-	≥1.2				

- (注) 1. () 内は、聞き取り調査による既往最高水位 56.6m からの推計値。
 2. * : 橋梁長から、沓座幅及び橋脚幅を引いた実河川幅。
 3. ** : 最低桁下高は、日本の基準によって (流量に対応して) 定められた桁と計画水位の間に維持すべき最低クリアランス。

ヒルゴンザレス橋と同様に、最低桁下高を確保できる橋長を上表から求

めると、橋長=120m 以上との結論を得る。更に、ここでは洪水時の流速についての検討が必要である。即ち、日本の河川砂防技術基準（案）では、河川の流速を 4.0m/s 以下とすることを推奨しており、この条件を満たすのは、同じく、橋長 120m 以上であることが判る。この両者から、架け替え橋梁の橋長は、120m とするのが妥当であるとの結論が得られた。

「架け替え橋梁の桁下高（従って、路面高）を上げることができる」とし、「4.0m/s を越える流速には河川に護床工等で対応する」こととすれば、橋長を短くすることも可能であろう。参考として、この前提のもとに、橋長=100m、120m、140m の三ケースについての工事費・工期等の比較検討結果を[参考資料-H]に示した。

4) 径間数の設定

日本の河川構造令では、流木等の流下を妨げないよう橋脚数を制限するとの考え方から計画洪水流量Qに応じた最低径間長を定めている。

この基準では、河川の重要度や被災時の影響度等により、いくつかの制限式を決めているが、今回の場合、全ての対象橋梁で、

$$P=20+0.005Q \quad (P:\text{最低径間長(m)}, Q:\text{計画流量(m}^3/\text{s)})$$

を適用すればよいことになる。但し、同構造令には、「5m緩和規定」と呼ばれる、「上式で求められたPをもとに径間割をした時、径間長が(P+5)m以上となる場合、Pを(P-5)m以上の範囲内で減じ、径間数を増やすことが出来る」とする付帯規定がある。これをもとに各橋梁の径間数を以下のように求めたが、リオネグロに対しては、上記の付帯規定を適用した。

*オチョモゴ橋 : $P=20+0.005 \times 850=24.25\text{m}$

橋長 L=60m, $L/P=60/24.25=2.4$,

上流側に堰があつて、流木・土石流等の心配は少ない。

河川内に橋脚を設けることに問題はないが、現地の状況・施工計画上3径間は好ましくない。

30+30=60m の2径間とする。

*ヒルゴンザレス橋 : $P=20+0.005 \times 400=22.0\text{m}$

橋長 L=36m, $L/P=30/22.0=1.3$,

流木・土石の流下が多く、河川幅も狭いので、橋脚の設置は好ましくない。水文解析の結果・施工計画の上からも単径間とすることが望ましい。

36m の単径間とする。

*リオネグロ橋 : $P=20+0.005 \times 2,250=31.25\text{m}$

橋長 L=120m, $L/P=120/31.25=3.8$,

径間長 40m の場合、桁高が高くなり、施工設備が大型
となって全体工事費が過大になることが過去の実績
に照らして明らかである。付帯規定を適用。

30x4=120m の 4 径間とする。(3 径間とした場合、径
間長=40m となって、 $40 \geq (31.25 + 5)m$ となる。)

5) 橋梁幅員

当国の道路幾何構造基準に準拠して、道路各要素の幅を以下の通りとする。

これらは、これまでの日本の無償資金協力による同一路線上の架け替え橋梁と
同一である。

* 車道幅員 = $3.35 \times 2 = 6.70m$

* 側帯幅 = $0.60 \times 2 = 1.20m$

* 高欄幅 = $0.25 \times 2 = 0.50m$

歩道を兼ねる地覆の幅について同基準は、片側 0.65m 以上と定めている。

歩行者の少ないヒルゴンザレス橋では、この最小幅として、

* 地覆幅 = $0.65 \times 2 = 1.30m$

とし、他の 2 橋では、[参考資料-E]に記された交通量調査結果の歩行者数、即
ち、20-30 人/時を考慮して、地覆幅を 1.0m とする。

* 地覆幅 = $1.00 \times 2 = 2.00m$

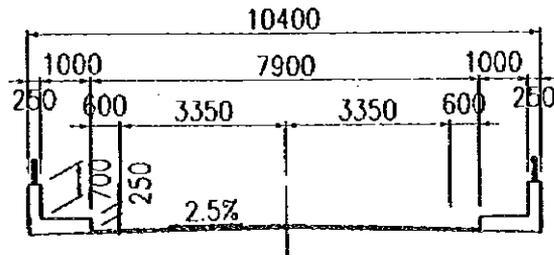
各橋梁の全幅員は、

* オチヨモゴ橋 = $6.70 + 1.20 + 0.50 + 2.00 = 10.40m$

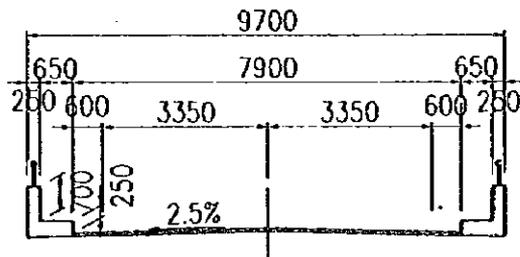
* ヒルゴンザレス橋 = $6.70 + 1.20 + 0.50 + 1.30 = 9.70m$

* リオネグロ橋 = $6.70 + 1.20 + 0.50 + 2.00 = 10.40m$

となる。(図 3-2 参照)



オチヨモゴ橋及びリオネグロ橋



ヒルゴンザレス橋

図 3-2 橋梁横断構成図

6) 上部工型式の選定

対象3橋梁それぞれについて、径間長に適應した上部工型式の代替案を4ないし5案選定し、それらの本プロジェクトの場合の得失を比較検討した。オチヨモゴ橋は、既存橋梁と同一の鋼トラス橋も比較の対象とした。比較検討の結果は、表 3-12、3-13、3-14 に纏められている。

上記の上部工比較案に対して、既応資料や概略設計計算による概算工事費の算出、工事工程の検討を行い、これに施工性、維持管理、雇用機会、景観性、走行性等の項目毎に評価を加えた。

比較検討の結果、主として以下の理由により対象3橋梁全てに対して、PC-T桁橋が最適であるとの結論に至った。

*オチヨモゴ橋 : PC 2径間連結T桁橋

*ヒルゴンザレス橋 : PC 単径間T桁橋

*リオネグロ橋 : PC 4径間連結T桁橋

- ① 鋼桁及び鋼トラス型式とPC桁型式の比較では、鋼桁型式は各案とも経済性、維持管理費、技術移転効果、雇用創出効果の評価でPC桁型式より明らかに劣っており、また、他の評価項目においても決定的優位性が見い出せないことか

らPC桁型式に、より高い評価点を与えた。(部材を日本又は第3国で製作し、架設技術者の多くを当国以外から調達しなければならない鋼桁形式では、技術移転・雇用創出機会は少ない。高温・多湿な自然環境から鋼桁形式の場合、普通構造用鋼材で7-8年毎の、耐候性鋼材でもなにがしかの再塗装の費用を維持管理費に計上しておく必要がある。)

- ② PC桁型式のT桁とI型合成桁の比較では、いずれの橋の場合でも、経済性において5-6%程度、T桁案が優れているとの結果となったが、本検討の精度を考えればここに有意の差はないと考えるべきである。
- ③しかしながら、I型合成桁の場合は、工事末期に実施する床版工の作業がT桁の場合よりも複雑で、より長い施工期間を必要とする。表3-12,3-13,3-14に記された必要工期の両者の差は、主にこの部分の作業から生じている。更に、この床版工の作業は、降雨の影響を受けやすいにも拘わらず、工程上、雨期にかかる可能性が高いこともI型合成桁の不利な要因である。これらの点と、T桁の方が桁高が低くできること等から、総合的なT桁、I型合成桁の比較では、T桁に明らかな優位性があると判断できる。
- ④結果として、3橋ともにT桁橋が最適となったが、これは、使用資・機材の転用、労務者・技術者の熟練の意味で、本計画全体の実施の視点から、可成りの長所といえる。

表3-13 橋梁型式代替案の比較検討（ヒルゴンザレス橋梁）

橋 号	第1案 鋼桁橋	第2案 鋼桁橋	第3案 PC単軌桁橋	第4案 PC単軌合成橋
概 略 図				
架 設 工 法	吊橋への架設	吊橋への架設	架設桁による架設	架設桁による架設
材 料	鋼材 66t(200kg/m ²), コンクリート 117m ³ , 鉄筋 21t	鋼材 91t(275kg/m ²), コンクリート 117m ³ , 鉄筋 21t	鋼材 91t(275kg/m ²), コンクリート 117m ³ , 鉄筋 21t	コンクリート 199m ³ , 鉄筋 31t, PC鋼材 7.0t
建 設 費 比 率	上部工 27%、下部工 73%	上部工 27%、下部工 73%	上部工 48%、下部工 52%	上部工 48%、下部工 52%
構 造 性 能 及 び 施 工 性	<p>1 鋼桁形式の中で最も一般的な形式であり、構造上特に向かない。</p> <p>2 構造高(=2.3m)は4案中最も高く、取り付け道路幅方向の用地占有幅も大きくなる。なお、鋼桁の割合構造高を低くすることは比較的容易に可能であるが経済的に不利となる。</p> <p>3 大半を工場で作成する型式であるが、下部工を含めた全体工期はPC桁と比べ長くなる。工期・品質等に影響を受け易い。</p>	<p>1 曲線桁や大支間(60m以上)の場合に構造形式であり木橋に適用した場合、経済的にも構造的にも優位性がない。</p> <p>2 構造高(=1.9m)は4案中最も低い。同様な鋼材を用いれば第1案においても同じ構造高の確保は可能であり構造のメリットとは言い難い。</p> <p>3 第1案-3同様</p> <p>4 第1案-4同様</p>	<p>1 1 1形断面の正桁(PC)を製作架設し、床版(RC)を易形打ちする形式で、縦断面の配りや平面形状への適用性のよい形式である。</p> <p>2 構造高(=2.0m)が大きくなり、取り付け道路の横断方向の用地占有幅が第3案より大きくなり、第3案-3同様の形式であるが床版施工間隔が異なる。</p> <p>4 第1案-4同様</p>	<p>1 1 1形断面の正桁(PC)を製作架設し、床版(RC)を易形打ちする形式で、縦断面の配りや平面形状への適用性のよい形式である。</p> <p>2 構造高(=2.0m)が大きくなり、取り付け道路の横断方向の用地占有幅が第3案より大きくなり、第3案-3同様の形式であるが床版施工間隔が異なる。</p> <p>4 第1案-4同様</p>
工 期	16.5ヶ月	16.5ヶ月	16.5ヶ月	16.0ヶ月
維 持 管 理	耐食性鋼材を使用することでメンテナンスフリーになる(気象条件の厳しい当国では十分な検討が必要)	第1案同様	第1案同様	第3案同様
雇 用 機 会	鋼橋製作が日本または第3国となるため、現地の雇用機会は少ない。	第1案同様	第1案同様	第3案同様
技 術 移 転	架設工事は構造高が高く技術習得はあまり期待できない。	第1案同様	第1案同様	第3案同様
総 合 評 価	木橋の橋梁形式は、施工性・経済性を重視し第3案のPC単軌桁橋を推奨する。			

表3-14 橋梁型式代替案の比較検討（リオネグロ橋梁）

橋 種	第1案 鋼4径間単純梁橋	第2案 鋼4径間連続桁橋	第3案 PC4径間連続丁桁橋	第4案 PC4径間連続合流橋
概 略 図				
架 設 工 法	手置べりによる架設	手置べりによる架設	架設桁による架設	架設桁による架設
材 料	鋼重195t(164kg/m ²)、コンクリート402m ³ 、鉄筋72.4t コンクリート926m ³ 、鉄筋46.3t、鋼材1490m ³	鋼重274t(231kg/m ²)、コンクリート402m ³ 、鉄筋72.4t コンクリート926m ³ 、鉄筋46.3t、鋼材1490m ³	鋼重62t、鉄筋62t、PC鋼材28.8t コンクリート998m ³ 、鉄筋49.9t、鋼材1510m ³	鋼重102t、鉄筋102t、PC鋼材20.2t コンクリート998m ³ 、鉄筋49.9t、鋼材1510m ³
建設費比率	1.22	1.39	1.00	1.06
構造的および 施工性	<p>1 鋼桁型式の中で最も一般的な形式であり、構造上特異に問題ない。</p> <p>2 構造高(h=2.3m)は4案中最も高く、取り付け道路幅方向の用地占有幅も大きくなる。なお、鋼桁の場合構造高を低くすることは比較的容易に可能である。</p> <p>3 大半を工場で作成する形式であるが、下部工を含め全架設工事はPC桁と比べ低くなっている。</p> <p>4 架設工事は、施工が雨期になるため、工期・品質等に影響を受け易い。</p>	<p>1 鋼桁や大支間(50m以上)の場合に優位な形式であり本橋に適用した場合、経済的にも構造的にも優位性がない。</p> <p>2 構造高(h=1.9m)は4案中最も低いが、同様な鋼材を用いれば第1案においても同じ構造高の確保は可能であり構造のメリットとは言い難い。</p> <p>3 第1案-3同様</p> <p>4 第1案-4同様</p>	<p>1 架取と正桁を一体化した丁形断面の正桁を製作架設し、鉄締めPC鋼材で結合する形式で、第4案と比べ床版工がない分工期及び施工性に優れた形式である。</p> <p>2 構造高(h=2.1m)は第2案を除き最も低く、取り付け道路幅方向の用地占有幅を合理的に小さくできる形式といえる。</p> <p>3 現場工事全体の形式であるが、下部工施工中に桁製作が可能であり、全体工期は鋼桁と比べ短くなっている。</p> <p>4 床版工亦が無く、両側の影響をあまり受けにくい。</p>	<p>1 1階断面の正桁(巾)を製作架設し、床版(PC)を場所打ちする形式で、縦断方向に平面形状への適用性のよい形式である。</p> <p>2 構造高(h=2.2m)が火きく、取り付け道路の縦断方向の用地占有幅が第3案より火きい。</p> <p>3 第3案-3同様であるが床版施工期間分工期が長くなっている。</p> <p>4 第1案-4同様</p>
工 期	20.5ヶ月	20.5ヶ月	17.5ヶ月	19.5ヶ月
維持管理	鋼桁鋼材を使用することでメンテナンスフリーになる(気象条件の厳しい当国では十分な検討が必要)	第1案同様	コンクリート橋であり、特別な維持管理を必要としない	第3案同様
取 引 機 会	鋼桁製作が日本または第3国となるため、現地での雇用機会は少ない。	第1案同様	ほとんど現場製作であり雇用促進が図れる。	第3案同様
使 命 移 転	架設工事は難易度が高く技術習得にはあまり期待できない。	第1案同様	PC鋼材から架設まで段階的習得が可能。	第3案同様
総 合 評 価	○			
	本橋の橋梁形式は、施工性・経済性を重視し第3案のPC4径間連続丁桁橋を推奨する。			

7) 橋台・橋脚・基礎形式の選定

地形測量・地質調査の結果をもとに、各橋梁の橋台・橋脚の規模、形式、基礎の形式を検討した。結果は、次表に纏められている。

表中、橋台A・橋脚Pの番号は、マナグア側から1、2と付けている。(河川左岸側を1とすることに等しい。)

表 3-15 橋台・橋脚・基礎形式の選定

	オチョモゴ			ヒルゴンザレス		リオネグロ				
	A 1	P 1	A 2	A 1	A 2	A 1	P 1	P 2	P 3	A 2
現橋橋高	EL.6096	同左	同左	EL.6442	同左	EL.4166	同左	同左	同左	同左
新橋橋高	EL.6096	同左	同左	EL.6539	EL.6530	EL.4255	EL.4266	EL.4285	EL.4266	EL.4255
支持幅	EL.4906	≒ 500	EL.4933	EL.5455	EL.5690	EL.3140	≒ 30.0	≒ 31.3	≒ 34.0	≒ 31.7
底面高	対岸から0.5m下部(土質が十分な)	マナグア上流を河川の>10m下流とする *1	A1と同じ	対岸から>2m下部(土質が十分に)	同左	流しに近いの(河床より2m下部)	マナグア上流を河川の20m下流とする *2	同左	P1-P2との間の部分(土質が十分な)	対岸から0.5m下部(土質が十分な)
河床高	-	EL.482	-	EL.560 *3	-	-	EL.322	同左	EL.355	-
底面高	EL.4796	EL.4512	EL.4796	EL.5389	EL.5380	EL.2955	EL.2791	EL.2795	EL.3041	EL.3105
基礎形式	直壁型	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
構造形式	逆T	壁式	逆T	逆T	同左	逆T	壁式	同左	同左	逆T
構造高	1300	1350	1300	1150	1150	1300	1250	1250	1000	1150
掘削高	≒ 9.0	≒ 3.0	≒ 9.0	≒ 9.0	≒ 9.0	≒ 6.0	≒ 6.0 *4	≒ 7.0	≒ 5.0	≒ 5.0

注) *1: 河床に岩の露頭が散見されるので、床付けはこのようにして、埋戻しは、玉石コンクリートとする。

*2: 橋脚の床付け深さについては、日本の基準が定めている。それに準拠した。

*3: 両橋台中間の流心部分の河床高。

*4: 掘削に先立ち、築島する。築島上面からの掘削深さ。

8) 桁下空間と架け替え橋梁の路面高

表 3-10, 3-11 に示されているように、ヒルゴンザレスとリオネグロ橋では、橋長をそれぞれ 36m、120m として、日本の基準に準拠して計画水位までの桁下余裕高 (各々、0.8m、1.2m) を確保するならば、丁度、架け替え橋梁の桁下端は、既存橋梁の桁下端と同じ高さにすればよいことが確認された。従って、この 2 橋については、架け替え後の橋面高は、既存橋梁の桁下端高さに必要な架け替え橋梁の桁高・床版厚を加えて決められる。

その結果は、前項の表 3-15 に示されている。

ヒルゴンザレス橋では架け替え橋梁の路面高は、0.9-1.0m 既存橋梁のそれより高くなる。これの調整のために、橋梁の前後のアクセス部分、各約 80 m の既存道路の路面面の嵩上げが必要になる。

リオネグロ橋も同じく架け替え橋梁の橋面は、既存橋梁より 0.9-1.2m 高くなる。橋梁の位置による高さの違いは、架け替え橋梁には、雨水排水の為

の縦断勾配を付けたためである。既存橋梁との高さの違いは、新たに建設されるアクセス道路で調整されるので、何ら問題はない。

表3-9に明らかなように、オチョモゴの既存橋梁の桁下空間は、十分な余裕を持っている。従って、ここでは、架け替え橋梁の橋面高を既存橋梁のそれと同一とすることとする。架け替え橋梁の桁高は、既存橋梁の桁高よりも約0.5m高くなるので、それだけ、桁下余裕は少なくなるが、それでも余裕高の基準を十分に満たし、何ら問題はない。

9) アクセス道路部の舗装構造

①オチョモゴ、ヒルゴンザレス橋のアクセス部（取り付け道路）

両橋のある国道2号線(CA-1)のナンダイメ・ペニャスブランカス間は、現在デンマークの資金で舗装の改良工事が進められている。本計画が日本の無償資金協力として実施された場合、橋梁本体の完成後、橋の取り付け部の既存道路及びオチョモゴ橋の両側の舗装改良が為されていない部分の既存道路の舗装の仕上げは本計画に含まれるものとなる。

このときの舗装構造は、上記の背景・経緯からデンマーク資金の工事内容と同一とするのが妥当である。

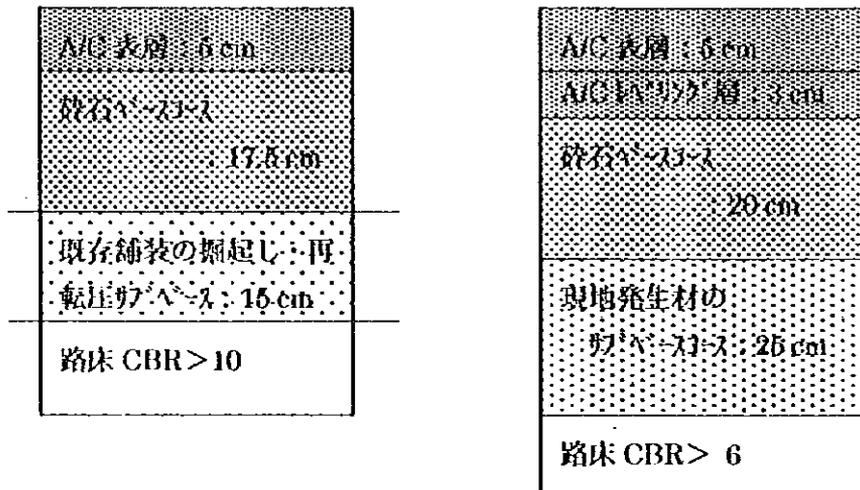
②リオネグロ橋の取り付け道路

リオネグロ橋は、架け替え橋梁を既存橋梁の横に建設する計画であることから、その架け替え橋梁と既存道路の取り付け部分が新たに建設されることになる。この区間、即ち、チナンデガ・グアサウレ間は、工事実施資金の調達は未だ決まっていないが、舗装改良を目的とした改良設計は完了している。取り付け部の舗装構造は、この設計内容と同じとする。

但し、本計画実施時に、本橋梁周辺でアスファルトコンクリートの入手が不可能な場合、舗装の表層は、常温アスファルトコンクリートとすることがあり得る。

以上の考え方に基づく舗装構造は、図3-3に示されている。

図中の路床のCBR値は、両地点での将来交通量予測値と下層路盤以上の各層厚から、日本のアスファルト舗装要綱に準拠するように逆算し、最小値を求めたものである。



オチョモゴ・ヒルゴンザレス橋

リオネグロ橋

図 3-3 橋梁取付部道路舗装断面図

10) 護岸工・橋台保護工

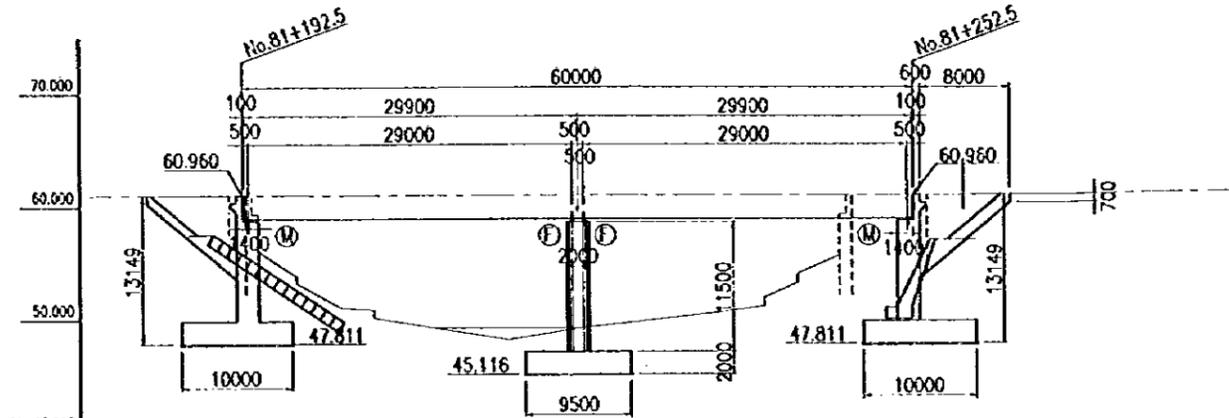
各橋梁ともに、架け替え橋梁の橋台・取り付け道路の法面を保護するための保護工を実施する。保護工は、当国で施工経験が多く、現地での材料入手の容易な布団籠（蛇籠）によるものを中心とする。また、河川堤防に保護工を施工する場合、本計画に含まれるのは、道路敷の範囲内のみとする。

(3) 基本設計図（全体一般図）

ここまで述べた考え方に立って実施された各橋梁の基本設計の全体一般図が、図 3-4、3-5、3-6 に示されている。

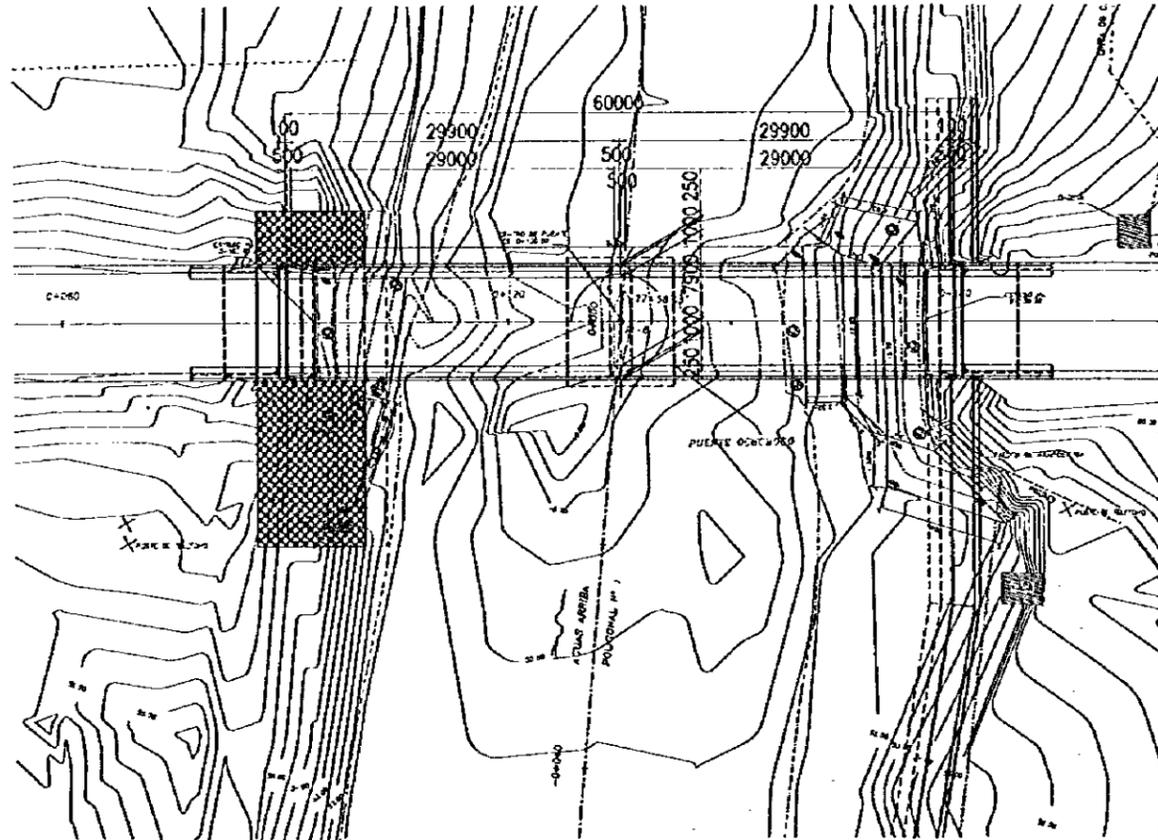
図3-4 オチヨモゴ桥梁全体一般図

側面図 縮尺 1:300

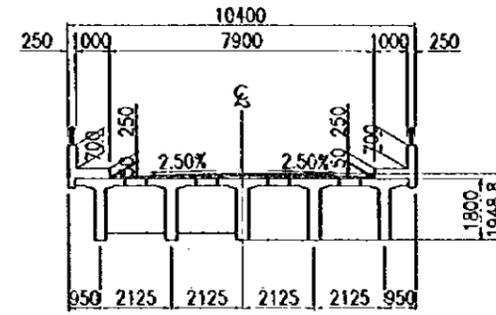


為配	LEVEL									
計画高	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800
地盤高	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800	80.800
給水距離	81+192.5-81+252.5	81+200-81+260.0	81+220-81+280.0	81+222.5-81+282.5	81+240-81+300.0	81+252.5-81+312.5	81+260-81+320.0	81+280-81+340.0	81+282.5-81+342.5	81+300-81+360.0
基点	81+192.5	81+200	81+220	81+222.5	81+240	81+252.5	81+260	81+280	81+282.5	81+300
平面線形	R=∞									

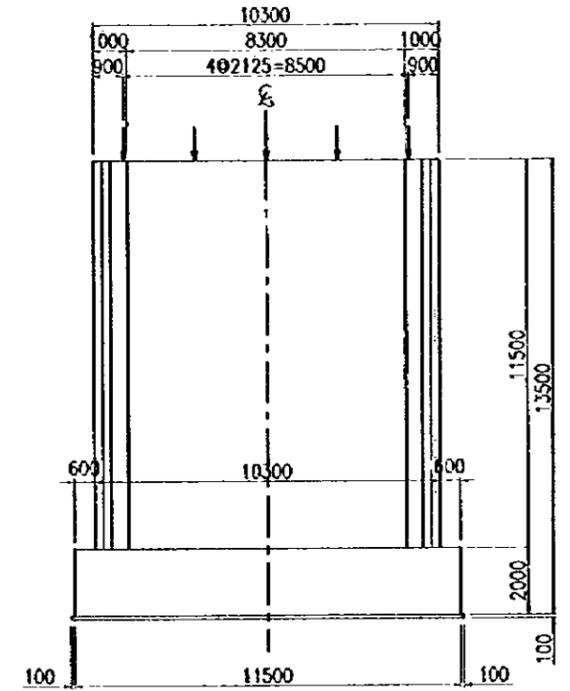
平面図 縮尺 1:300



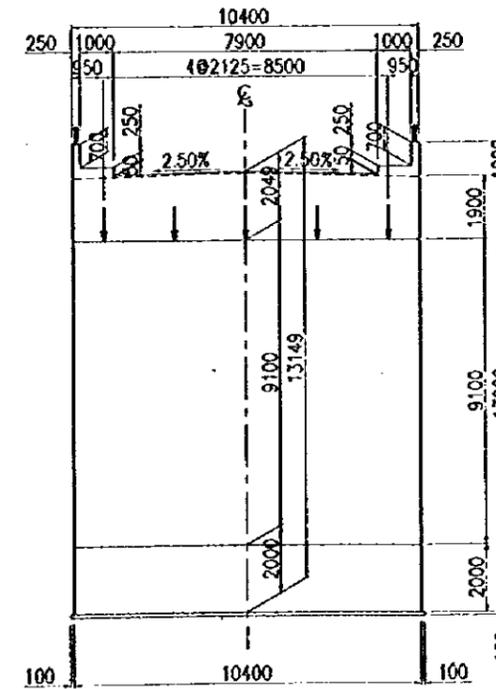
標準断面図 縮尺 1:100



P1橋脚正面図 縮尺 1:100



A1橋台正面図 縮尺 1:100



A2橋台正面図 縮尺 1:100

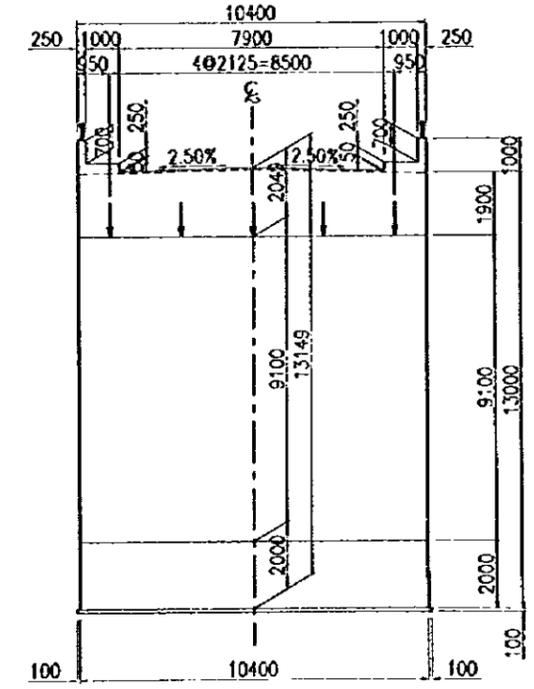
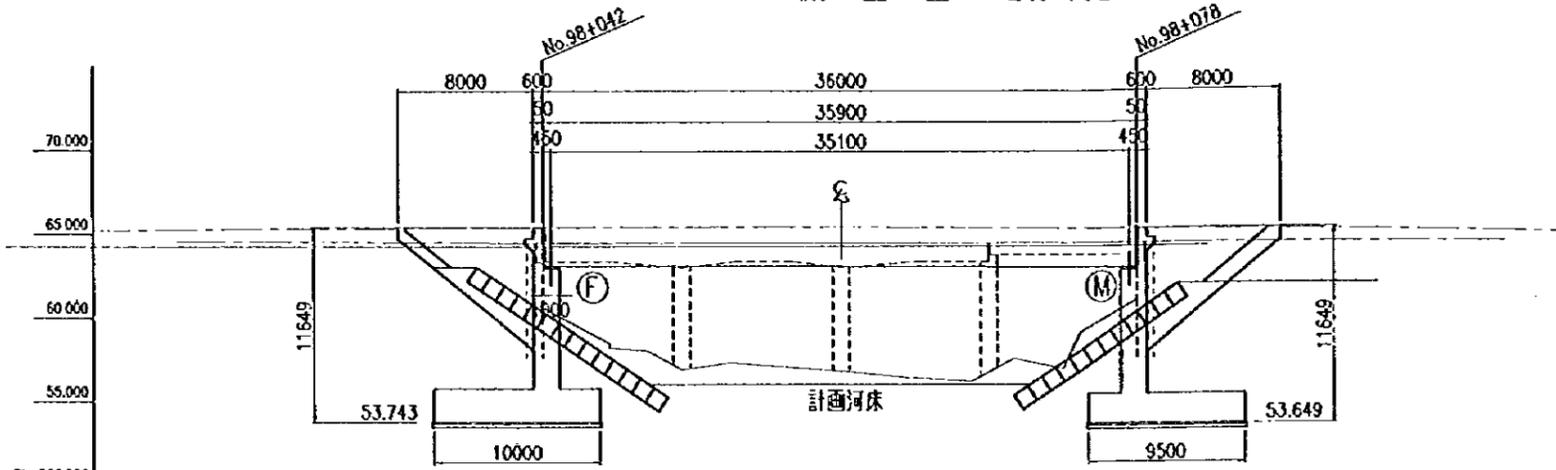
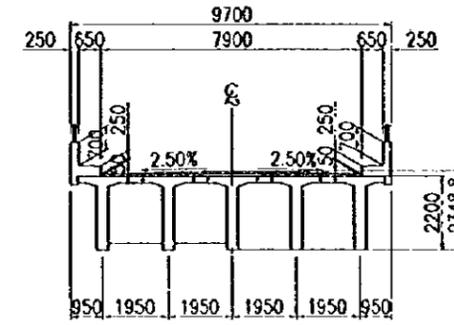


図3-5 ゴンザレス橋梁全体一般図

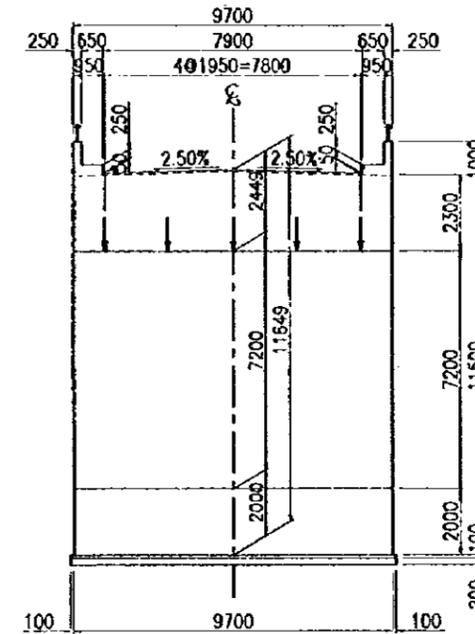
側面図 縮尺 1:200



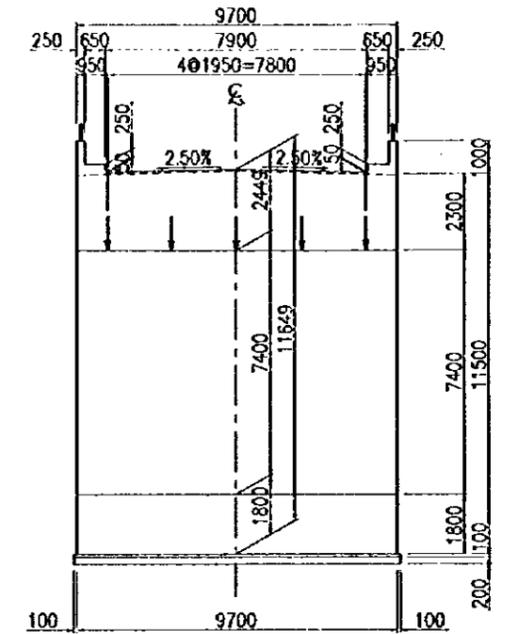
標準断面図 縮尺 1:100



A1 橋台正面図 縮尺 1:100



A2 橋台正面図 縮尺 1:100



勾配	L=117.7 (1:200)		VCL=90.000 (0.7%)	VCR=3.363	L=117.7 (1:200)
計画高	65.254	65.250	65.297	65.297	65.294
総橋高	64.510	64.530	64.440	64.440	64.430
給取距離	964.020	964.020	964.020	964.020	964.020
測点	98+020	98+040	98+042	98+078	98+100
平面線形	R=00				

平面図 縮尺 1:200

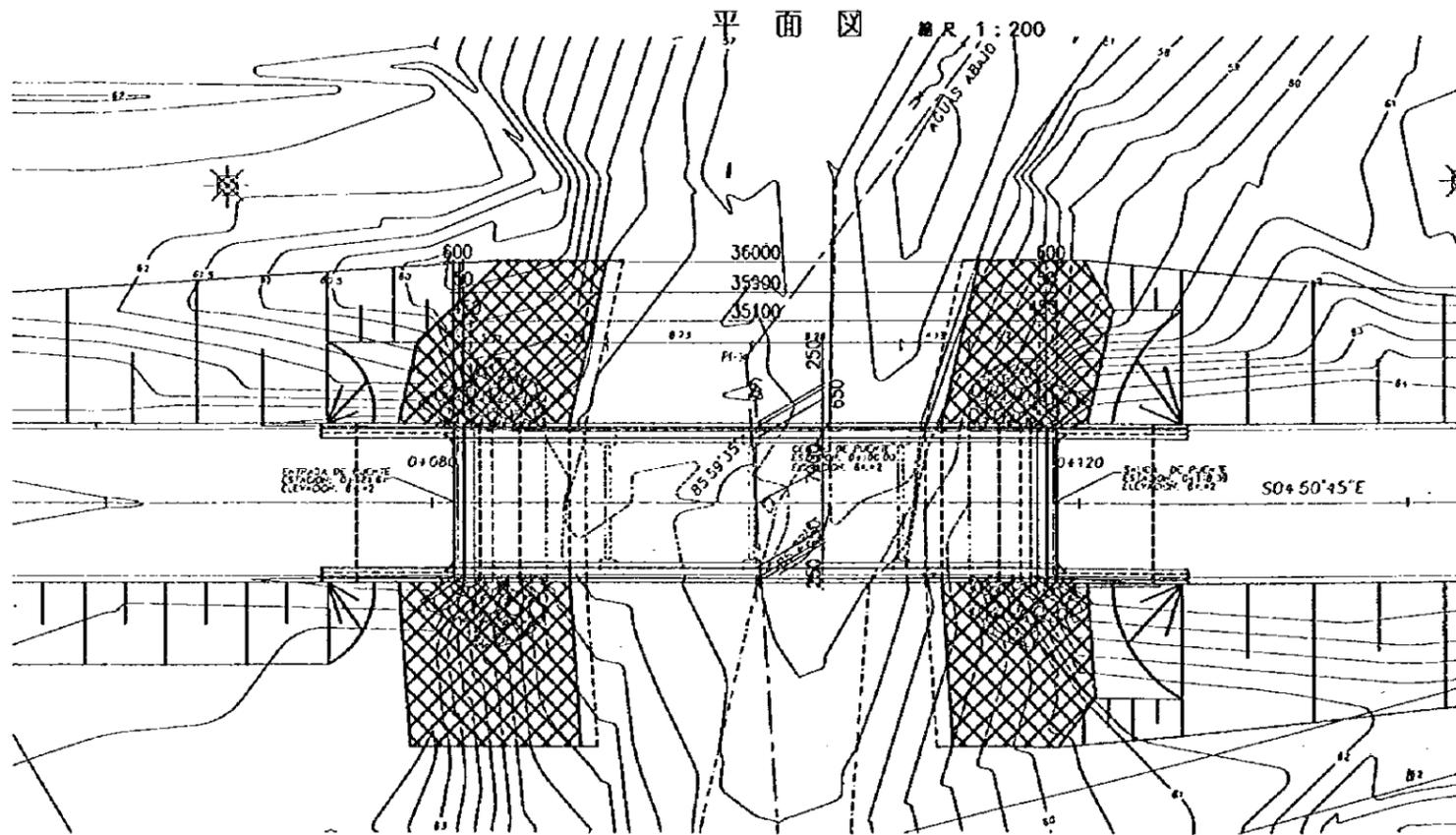
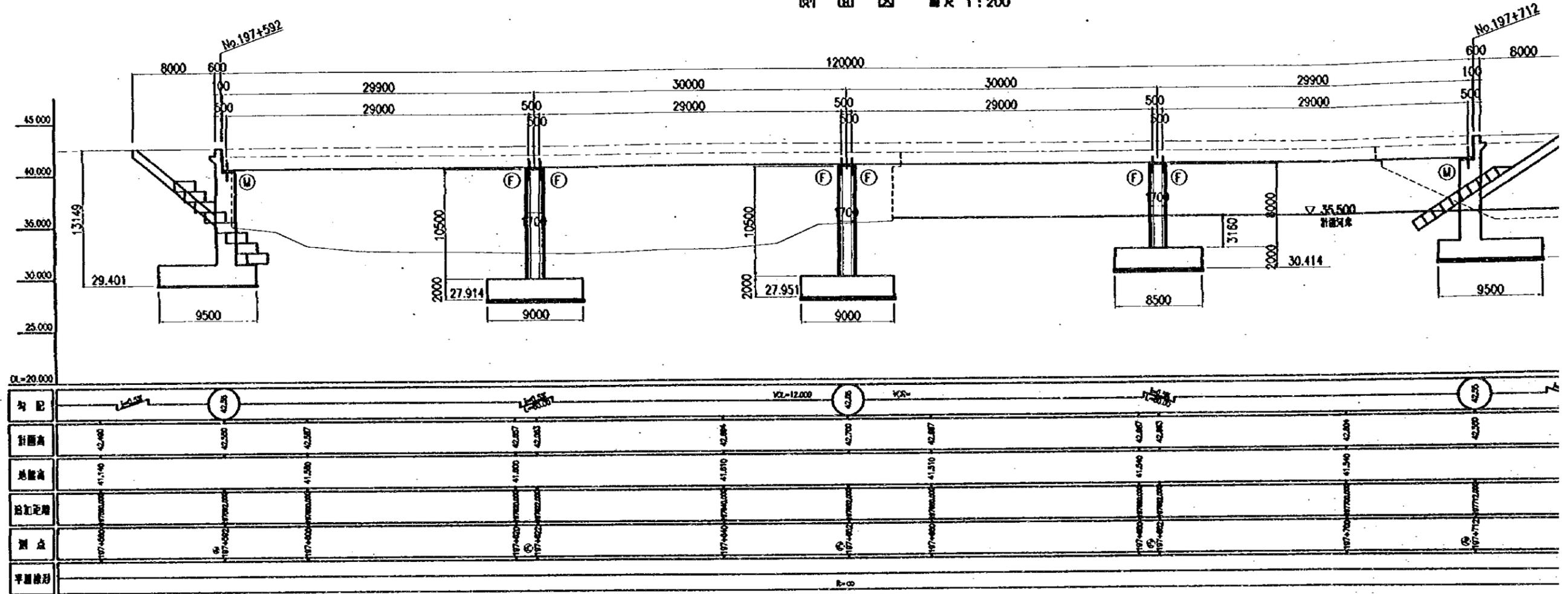


図3-6 リオネグロ橋梁全体一般図

側面図 縮尺 1:200



平面図 縮尺 1:200

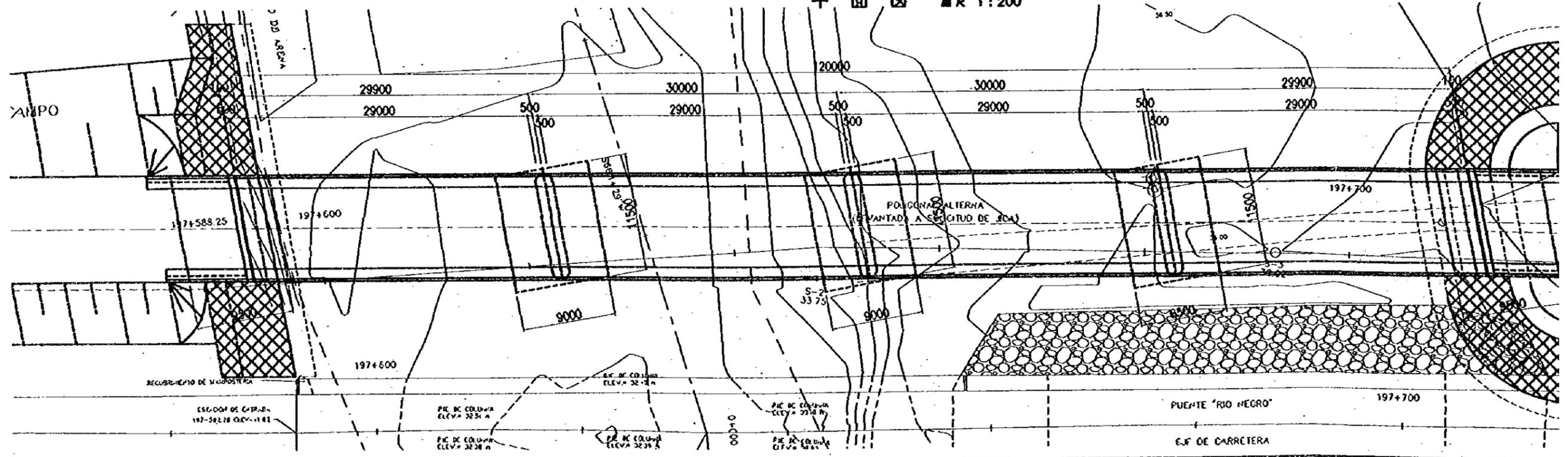
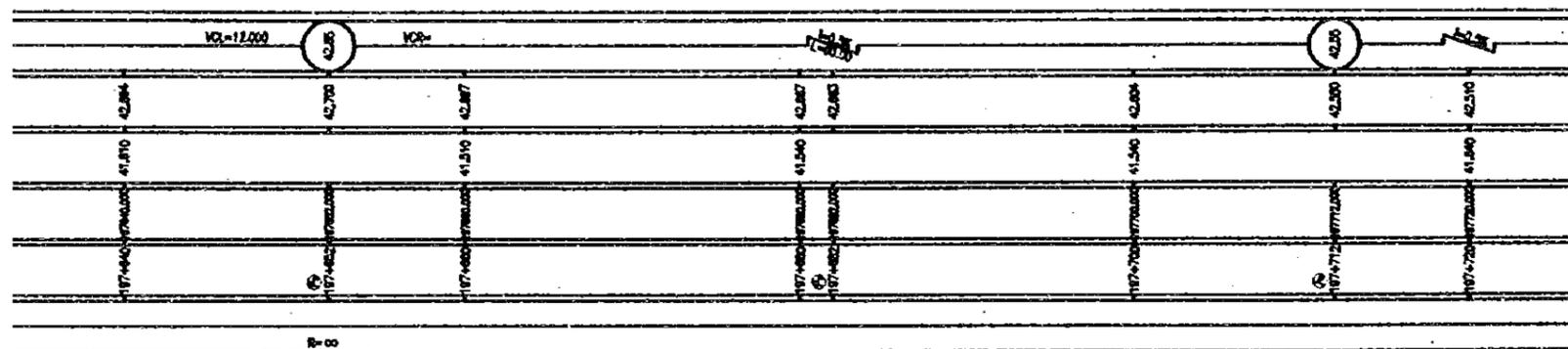
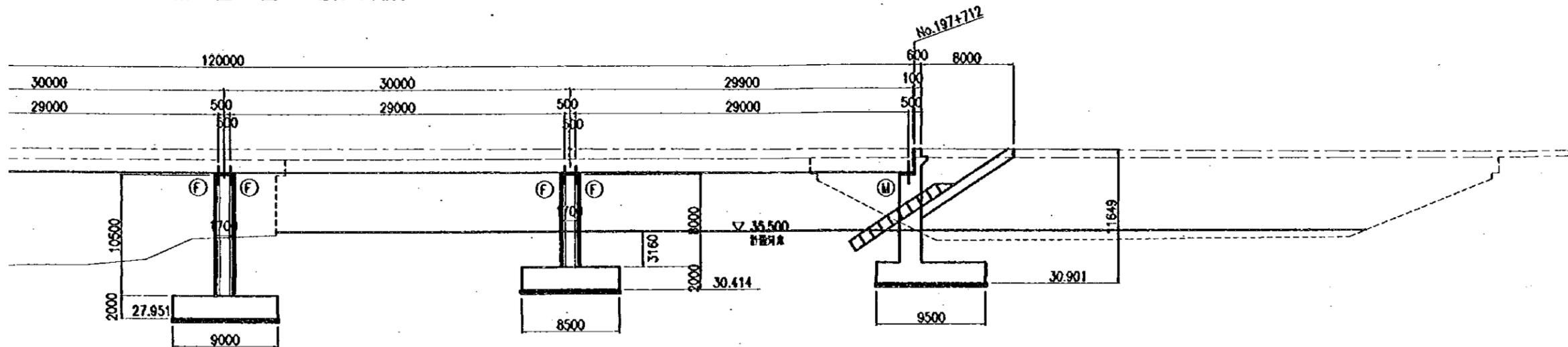
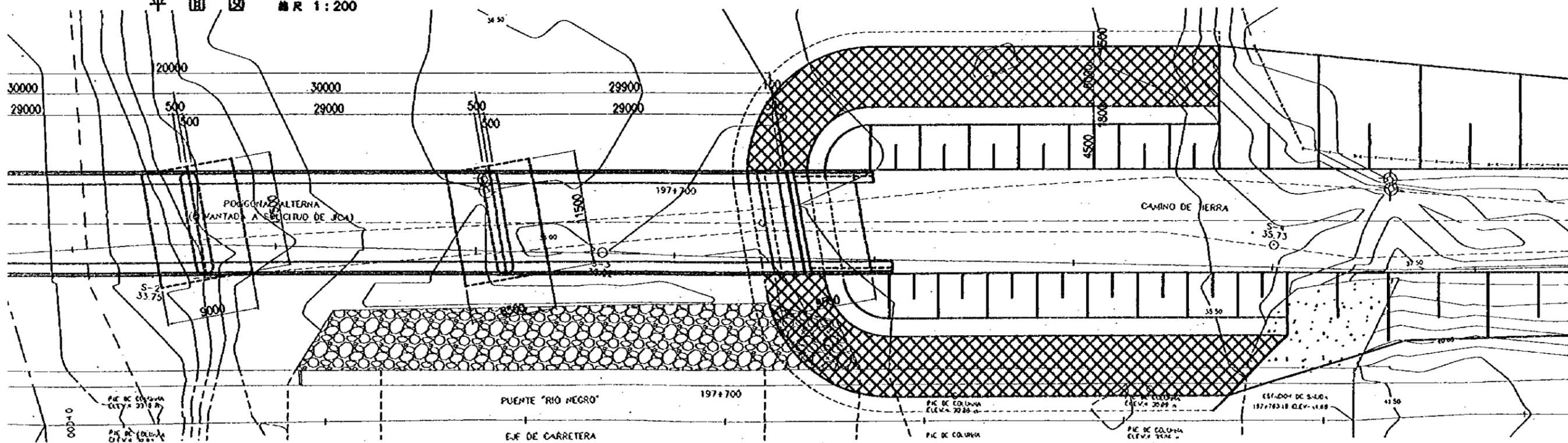


図 3-6 リオネグロ橋梁全体一般図

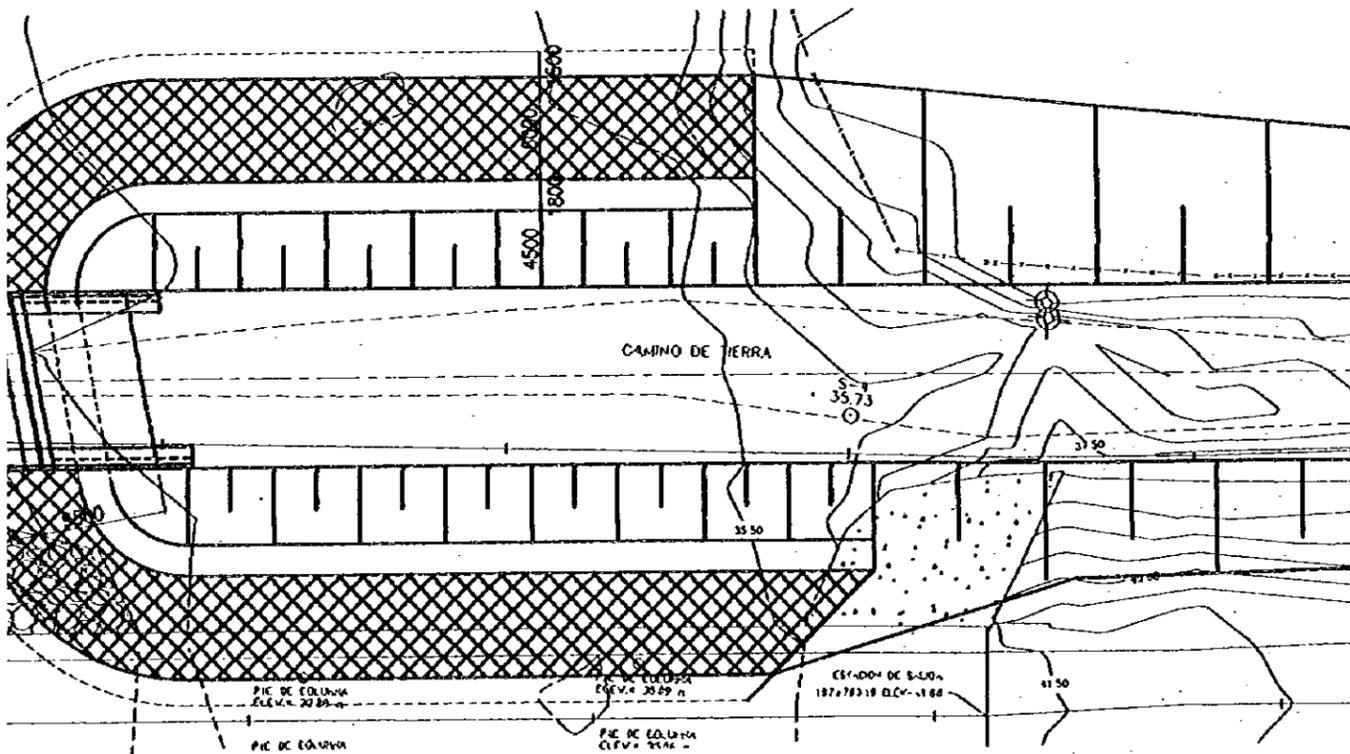
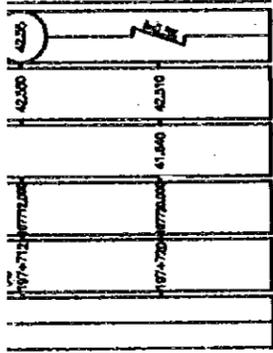
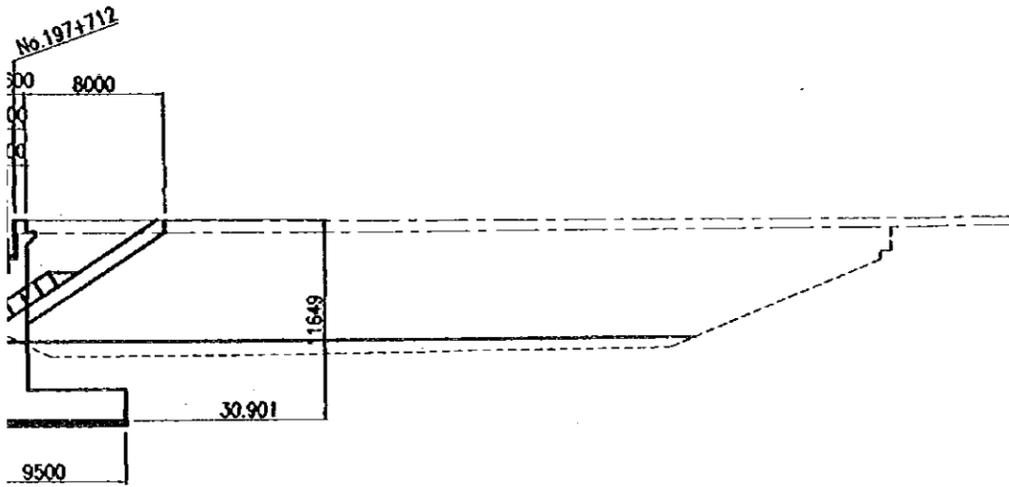
側面図 縮尺 1:200



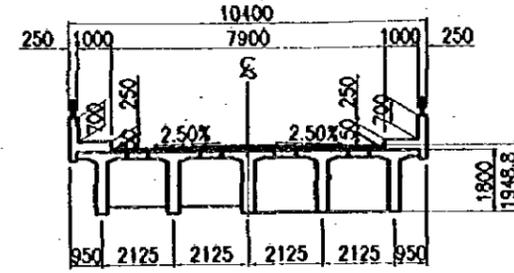
平面図 縮尺 1:200



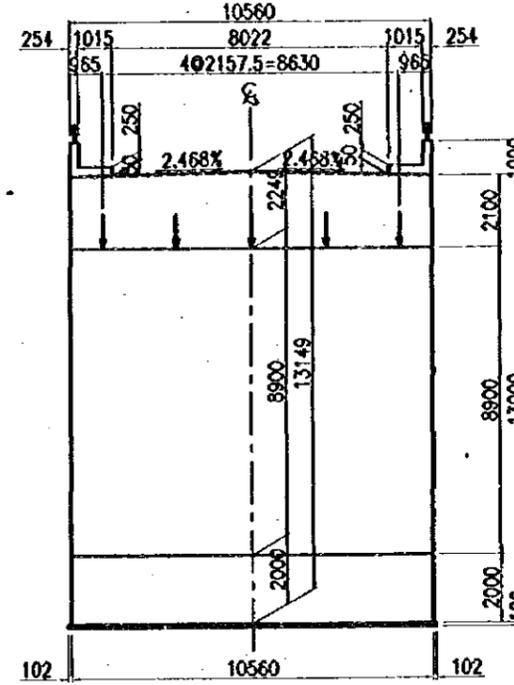
一般図



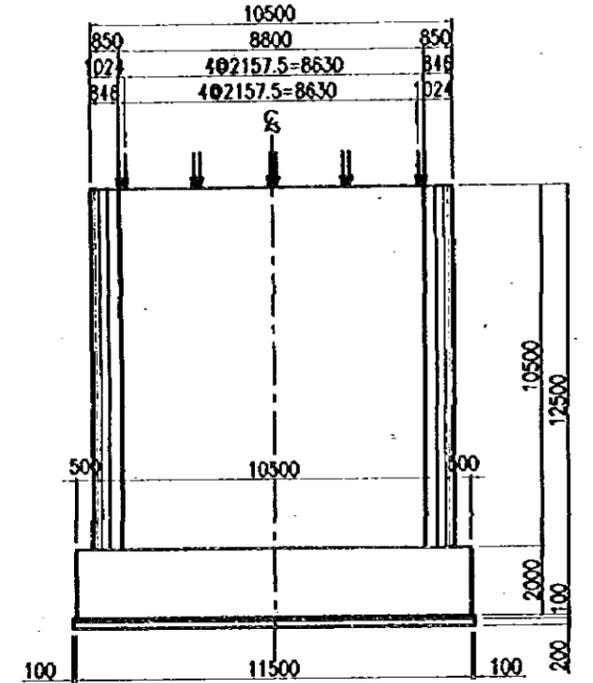
標準断面図 縮尺 1:100



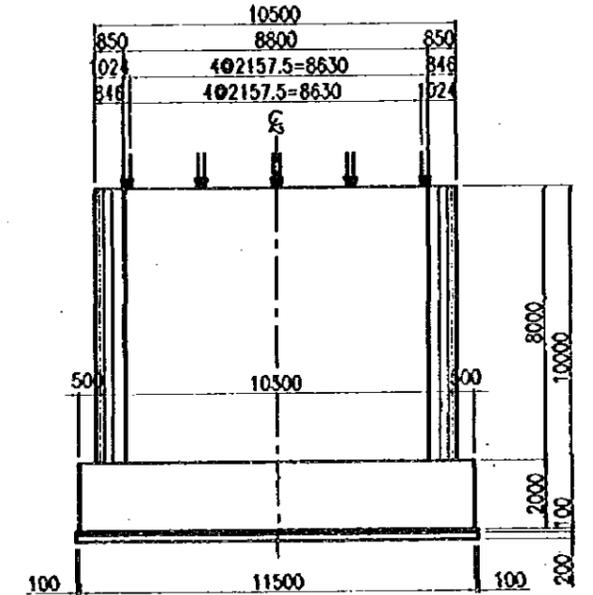
A1 橋台正面図 縮尺 1:100



P1・P2 橋脚正面図 縮尺 1:100



P3 橋脚正面図 縮尺 1:100



A2 橋台正面図 縮尺 1:100

