

### 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、ハリケーン「ミッチ」により甚大な被害を受けたニカラグア共和国北西部国道 24 号線上の橋梁の復旧計画である。国道 24 号線は、ニカラグア共和国とホンデュラス共和国を結ぶ最も重要な路線（国際道路）であり、国際貨物輸送の約 50%を担っていることから、その復旧に高い優先順位が与えられている。

ニカラグア共和国政府は、その災害復旧のための「緊急復旧計画」を立案し、その実施に向けて「道路橋梁復旧プログラム 1999-2000 ; MTI」が作成された。

本基本設計調査の対象橋梁は、この「道路橋梁復旧プログラム」の中の「被災橋梁の再建」に位置づけられている。なお、被災が小さいものの老朽化し安全な交通の不安要因となっている橋梁が含まれる。

本プロジェクトの対象橋梁は以下の通りである。

- エル・グアルモ橋（チナンデカ市内）
- エステロ・レアル橋
- アト・グランデ橋
- エル・ガジョ橋（ソモティージョ市内）

上記、国道 24 号線上の 4 橋梁の復旧(再建及び補強)を内容とする本プロジェクトは、国際道路としての機能を回復し、「チナンデガ～グアサウレ間の円滑かつ安全な交通(物資の輸出入、国内輸送および旅客輸送)を確保すること」を目的としている。

### 3 - 2 プロジェクトの基本構想

#### (1) 目標整備水準

本プロジェクトは、主要幹線道路の国道 24 号線(パンアメリカンハイウェイ CA - 3)上における被災橋梁 2 橋を復旧すると共に、老朽化した 2 橋梁の架け替えと補強を行うことにより、同国道の円滑かつ安全な交通を確保し、国際道路として機能を回復することを目標とする。

これを踏まえて、本基本設計調査では以下の 2 点を整備水準の目標とした。

既往洪水第 2 位アレータ（ほぼ 50 年に 1 度の確率）を計画洪水として、これに十分に耐え得る橋梁構造とすること

上記、計画洪水を超える超過洪水に対しても可能な限りの対応策を講じること

なお、整備水準の決定にあたっては、特にアト・グランデ橋を例として、資料 11 にあるように、コーズウェイ、潜水橋および排水橋それぞれについて洪水時の交通遮断、橋梁・取付道路の維持管理等の観点から比較検討を行った。

## (2) 残存施設の再利用

対象橋梁では、被災後にも既存橋の全部または一部が残存している。これらを永久橋の一部として今後も利用できるかどうかの可能性を調査した。結果として、エステロ・リアル橋の既設橋が再利用可能であるとの結論を得た。エステロ・リアル橋は、版構造であり主版の増厚、増杭等の補強を実施することで耐荷力・耐震性の向上が図れることが確認されたことから、既存する5径間の補修・補強工事を施すこととした。(資料 12)

エル・グアルモ橋は主桁の応力がオーバーし危険な状態であるが、耐荷力を向上させる有効な手段がない。アト・グランデ橋とエル・ガジョ橋は、水文上橋長が不足すること、計画高が既設橋の約2~2.5m高くなること、残存施設が体力的に限界状態にあること等から再利用が不可能であると判断した。

## (3) 架橋位置

新設橋の架橋地点は以下の理由から既設橋と同じ位置とする。

国道24号線は、すでに道路改良のための設計が完了していること

調査対象橋梁4橋のうち、3橋は橋梁建設中の迂回路を必要としないこと

エステロ・リアル橋は既設橋の補修・補強であること。

なお、エステロ・リアル橋については、1車線の迂回路が必要である。

## (4) 幅員

ニカラグア共和国 MTI との協議により設定した橋梁の最小幅員構成をもとに歩道幅の検討を行って、対象橋梁の幅員構成を決定した。

歩道は、歩行者及び自転車の安全な通行空間を提供し併せて自動車交通の安全性と円滑性を高めるものである。日本の構造令によれば、2方向の自転車交通量が500~700台/日(1方向40台/時)を超える場合に自転車のために車道とは別のレーンを用意することとしている。また、歩行者についても自動車交通量が500台以上で歩行者が100人/日以上の場合に歩道を設けることとしている。

対象橋梁においては、自動車交通量が500台/日以上、大型交通量混入率も25%以上と多く、道路の効率を考慮し、自動車交通と自転車及び歩行者を分離することとした。そして、各橋梁における歩道幅員は、交通量調査結果に基づき下記の通り決定した。

### a) エル・グアルモ橋

エル・グアルモ橋は、チナンデガ市の市街地に位置し、左岸側に学校があることから歩行者・自転車の通行が多い。既設橋梁の歩道幅1.125mでは、自転車と歩行者のすれ違いが不可能であり、自転車の車道通行が見られる。また、大型車混入率も25.4%と高いため、非常に危険な状態である。

したがって、新設橋の歩道幅は歩行者と自転車がすれ違い可能な最小幅員 2.0m を確保することとする。

b) アト・グランデ橋及びエステロ・レアル橋

アト・グランデ橋は丘陵地、エステロ・レアル橋は人里離れた平原低地に位置し両橋ともに歩行者・自転車の通行が非常に少ない。しかし、自動車の走行速度が速く、大型車混入率がアト・グランデ橋 50.6%、エステロ・レアル橋 49.8%と高いため歩道を設置することが望ましいと判断された。

歩道幅員に関しては、現地調査結果より、自転車の通行可能な最小幅 1.0m を確保することとした。

c) エル・ガジヨ橋

エル・ガジヨ橋は、ソモティーゴ市の市街地に位置し、歩行者・自転車の通行が非常に多い。既設橋梁の歩道幅 1.0m では、自転車と歩行者のすれ違いが不可能であり、自転車及び三輪車の車道通行が見られ、大型車混入率も 37.2%と高いため、非常に危険な状態である。

したがって、新設橋の歩道幅は 2 列の歩行者と自転車がすれ違い可能な最小幅員 2.5m (自転車 1.0m、歩行者 1.0m (2 列)、側方余裕 0.5m) を確保し、三輪車と歩行者のすれ違いにも対応できるようにした。

以上の結果を踏まえ決定した各対象橋梁の幅員構成を表 - 1 3 に示す。

表 - 1 3 対象橋梁の幅員構成

橋梁名	交通量 (台/12hr)	計画幅員構成 (m)					備考
		車道	側帯	歩道	地覆	全幅員	
エル・グアルモ橋	3,438	2@3.25= 6.50	2@0.70= 1.40	2@2.0= 4.0	2@0.25= 0.50	12.4	チナンデガ市内 最大自転車台数 71 台/hr 最大歩行者数 30 人/hr
エステロ・レアル橋	879	2@3.25= 6.50	2@0.70= 1.40	2@1.0= 2.0	2@(0.4+ 0.2)=1.20	11.1	最大自転車台数 10 台/hr 最大歩行者数 0 人/hr
アト・グランデ橋	1,042	2@3.25= 6.50	2@0.70= 1.40	2@1.0= 2.0	2@0.25= 0.50	10.4	最大自転車台数 17 台/hr 最大歩行者数 27 人/hr
エル・ガジヨ橋	1,771	2@3.25= 6.50	2@0.70= 1.40	2@2.5= 5.0	2@0.25= 0.50	13.4	ソモティーゴ市内 最大自転車台数 194 台/hr 最大歩行者数 201 人/hr

(5) 橋長・径間割・橋面計画高

橋長は、各架橋地点の状況と水文解析から求められた確保・維持すべき河川幅を考慮して決めた。また、計画洪水量から基準径間長を求め、先に決められた橋長に対する最適な径間割を決定した。橋面計画高は、橋長、計画洪水量から求められる計画洪水位 (既往第 2 位のハリケーン「アレタ」時の水位に相当)、径間長から求められる桁高、必要とされる桁下高さ、取付道路部を含む道路縦断計画等から決められた。ここで必要な桁下高と

しては、日本の「河川構造物設計基準（案）」で決められた所定の余裕高を計画洪水水位上  
に持つことを満たすこととした。また、アト・グランデ橋及びエル・ガジヨ橋について、  
超過洪水への配慮として、ハリケーン「ミッチ」来襲時の水位が取付道路を含め越流しな  
いことを満たすこととした。

アト・グランデ橋及びエル・ガジヨ橋では、ハリケーン「ミッチ」相当の超過洪水時に  
橋梁の主桁下面が流水の水位以下になり流水圧を受けることになる。このような状況に対  
しては、上部工設計上で次項に記すような対策を講ずることによって対処することとした。

#### （ 6 ）越流対策

上記のようにアト・グランデ橋及びエル・ガジヨ橋では、上部工主桁下面が超過洪水位  
以下になることが想定される。このような状況に対しても橋梁構造物が損傷することなく、  
その安全・安定を保つように設計上で以下の対策を講ずる。

- 上部工（上流側主桁）に流水圧、流木衝突力を外力とした計算を行う。
- 横桁の配置（本数）を増やし、且つ、桁高を十分にとって上部工の剛性を増す。
- 上・下部工の緊結を強固にする。
- 横桁に主桁間の空気の抜ける孔を設置する。
- 橋台、橋脚上に主桁の横移動を防ぐ突起を設ける。
- 地覆、高欄は、被圧を軽減するような単純な構造とする。

また、潜水橋となるエステロ・レアル橋では、地震の危険がある地域であるにもかかわらず耐震設計がなされていないこと、実際の交通荷重より小さい設計活荷重で設計されて  
いることが判っている。再利用に対しては、上記の越流対策に加えて、これらの点をも補  
うような補修・補強工事を施すこととする。

以上の各項目を検討して纏められた対象各橋梁の設計諸元は、表 - 1 4 に示す通りであ  
る。また、これらの各橋梁毎の詳細は「 3 - 3 - 2 基本計画」に記す。

以上の検討の結果、本プロジェクトの基本構想は、国道 24 号線上の 4 渡河地点におい  
て、国際幹線としての道路機能を回復・実現するため、洪水、地震等に配慮された永久橋  
を提供しようとするものである。

表 - 14 設計諸元

項目	単位	エル・グアルモ橋	エステロ・レアル橋	アト・グランデ橋	エル・ガジョ橋	備考	
河川計画	計画高水位	m	61.548	8.650	31.600	39.725	アルタ相当
	計画流量	m <sup>3</sup> /s	830	1,580	3,440	2,970	
	計画流速	m/s	5.0	0.5	3.6	3.6	
	桁下余裕高	m	1.0	-	1.2	1.2	
	桁下標高	m	62.548	既設橋と同じ	32.800	40.925	
	基準径間長	m	20.0	20.0	37.2	34.85	
	超過洪水水位	m	61.40	9.70	33.00	41.80	ミッチ相当
橋梁計画	架橋位置	m	原位置	原位置	原位置	原位置	
	橋長	m	66.000	57.000	121.000	81.000	
	支間割	m	2@31.900	2@10+16+2@10	3@39.300	2@39.400	
	最低桁下標高	m	65.244	既設橋と同じ	32.800	40.925	
	構造高	m	2.050	0.650	2.550	2.550	
	路面高	m	67.294	7.610	35.350	43.475	
	全幅員	m	12.400	10.400	10.400	13.400	
迂回路の設置	必要性	-	無	有	無	無	
	位置	-	-	15m 下流側	-	-	
	材料	-	-	既存材料活用	-	-	
用地	買収の必要性	-	無	無	無	無	
	迂回路用借地	-	-	無	-	-	
超過洪水対策	-	無	有	有	有		

### 3 - 3 基本設計

#### 3 - 3 - 1 設計方針

##### (1) 自然条件に関わる方針

###### a) 気温・湿度

対象橋梁4橋の建設サイトは、高温・多湿な亜熱帯気候である。この自然条件は、鋼橋の場合、将来の維持管理に最も影響することを念頭に置いておかなければならない。

また、コンクリート橋の場合、コンクリートの養生に細心の注意が必要である。

###### b) 降雨量及び河川水位

建設サイト周辺での年間降雨量は、およそ 1,200～2,600mm であり、ハリケーン「ミッチ」が来襲した 1998 年は年間 3,780mm の降雨量であった。当国では雨期・乾期の区分が明確であり、その降雨のほとんどが雨期に集中している。

また、水文解析の結果も各橋梁地点での河川の流況がそれぞれ異なっていることを示しているが、データが不十分であることもあって、この解析結果には相当な幅があるものと考えなければならない。水位の上昇速度等、現地での聞き取り調査の結果を踏まえて、個々の河川の状況を総括的に把握しておく必要がある。

このような現地の状況は、施工計画・工程計画に大きく影響する要素であり、これらの計画の立案に当たっては十分、この現況に配慮することとする。特に、橋脚基礎工等の河川内工事を乾期の間に完了させることを目指す。

c) 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 Construccion-1983」（資料 13 参照）がある。今回の基本設計にもこれに準拠した設計震度を定め、すべての橋に対して耐震設計を行うこととする。

d) 洗堀と基礎構造設置深さ

ハリケーン「ミッチ」による災害では、橋梁基礎構造が洗堀を受けて橋梁が破壊・流失した例が多い。この事実に着目し、洪水時の基礎構造周辺での洗堀に十分対応できるよう、その設置深さを慎重に検討して決定する。

(2) 交通量・交通荷重に関わる方針

対象橋梁地点での現在の交通量調査結果を資料 10 に示す。この路線における交通の特徴は、大型車・重車輛の混入率が高いことであり、将来も同様であると推定される。

これらの重量車輛については、車輛タイプ毎に重量の制限が規定され、そのコントロールのための計量所や可搬式計量器が設置されているものの、実際にはこの規定を超える過載車輛の走行を完全に排除できないのが現状である。本プロジェクトでは、現実の通行車両に即した条件を設定するものとする。また、同一路線でこれまでに日本の無償資金協力で建設された他の橋梁の設計条件との整合を図ることとする。

この方針は、現地調査時のニカラグァ共和国側との協議の中で合意・確認されている。

(3) 現地資機材・労働力の活用に関する方針

a) 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、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。また、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と同時に、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。

したがって、本プロジェクトに使用するこれら資材は、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して、日本又は第3国からの輸入を考えることとする。

b) コンクリート用材料

これまでの日本の無償資金協力による橋梁（PC）の建設では、セメントを含むすべてのコンクリート用材料が現地調達で建設され、その実績も多い。しかしながら、対象橋梁は当国の北部に位置し、自国内での輸送費を含む調達費用より隣国ホンデュラス共和国（チオルテカ）から輸入調達がより安価になる可能性があることから、その比較検討を行った。その結果、ホンデュラス共和国（チオルテカ）から輸入骨材を使用することとした。

なお、今回の洪水により採取場を含む高水敷一帯に土砂が混入したとの情報があり、細骨材（砂）の調達については、緻密な品質管理の必要性が指摘されている。このような現状を認識し、十分な検査および対策（細骨材の水洗い）を行うとした上で、セメントを現地調達、骨材を第三国調達とする。

c) 工事中機械・設備

工事中機械・設備のリースのシステムはあるものの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。本プロジェクトでは、掘削用一般重機および道路建設用機械は現地調達とし、その他のPC用機械・設備、杭製作機械、排水機械、及び、コンクリートプラント等、特殊機械・設備は、日本からの調達と考えることとする。特に、本プロジェクトは、災害復旧であってすべてのサイトで同時に工事に着手して早期完成を目指すべきことに留意し、現地調達の機械の種類・数量の特定には慎重を期す。

d) 現地建設会社・技術者・労務者

当国には、これまでの無償資金協力による橋梁工事（現在、実施中のコンクリート橋を含む）で経験を積んだ建設会社・技術者・労務者がいる。しかしながら、PC部材に関する施工技術や大口径の杭基礎施工などの施工経験は非常に少ない。これら高度な技術を必要とする工種や施工実績の少ない工種に対しては日本から技術者を派遣するものとし、それら以外は出来るだけ現地の技術力・労働力を活用することを基本方針とする。

(4) 設計・施工上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）および耐震設計コード（Reglamento Nacional de Construcción-1983）があるが、前者は道路一般の幾何構造を規定し、後者は地震の設計震度を規定しているのみであり、橋梁・その他構造物の設計・施工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幾何構造基準に従うものとし、橋梁・その他構造物等当国に基準がない場合の設計は、日本の基準・指針、またはアメリカのAASHTOの規定を適用することとする。これは現地調査時に、ニカラグア共和国側と合意されている。

(5) 施工区分

国道24号線については道路改良計画が策定されてBIDにより道路設計が完了していた。今回のハリケーン「ミッチ」により被災した橋梁については、道路計画高が変更され、現在世銀に融資申請中である。本プロジェクトの施工範囲は、対象橋梁が既設道路の路線上に建設されることから、橋梁計画によって生ずる取付道路の変更が既設道路に摺り付くま

での範囲とし、道路改良の計画高までの嵩上げは、上記道路改良工事でおこなうものとする。

#### (6) 工期及び実施形態に関する方針

本プロジェクトの各橋梁の建設工事には、1.5～2年の工期が必要と考えられる。また、本プロジェクトが災害復旧であることから、すべての対象橋梁において早期の完工が望まれている。これらを踏まえて、本プロジェクトの工程計画は、各橋梁ともに9月または10月に同時に工事着工することを前提として立案することとする。更に、これは乾期の始まる少し前にあたるので、河川内工事（橋脚工事等）を最初の乾期内に終了させるという技術的要請も満足させることを目標に計画する。

### 3 - 3 - 2 基本計画

#### (1) 設計条件と設計法

##### a) 水理条件

過去の降雨を収集した上で確率降雨を決定し、測量結果から得られた河川断面と過去の洪水痕跡から流量を想定し、それらに関係づけて計画諸元を決定した。計画規模は今までの同国における無償資金協力による橋梁設計の規模や橋梁耐用年数などを考慮して1/50年とした。

##### 計画流量

計画洪水流量を、流域面積が50km<sup>2</sup>より小さい場合には合理式、大きい場合にはいくつかの手法を併用し計画流量を設定した。具体的には現地の聞き込みによる過去の洪水時の水位とその時の流量と日降雨量との関係、気象や地形条件の類似な流域での流量と流域面積の関係(比流量)をもとに推定した。

##### 計画高水位

計画断面に対して計画流量に対する水位は水理計算を実施することで計画高水位を推計する手法が一般的であるが、上下流の河床縦断が特定できないこと、過去の洪水痕跡が得られたことなどから、既設の洪水位を計画高水位とした。その際に、ハリケーン「ミッチ」は降雨規模が大きく計画規模の1/50年を大きく上廻ると考えられるため、ミッチを除く最大洪水である既往第二位のアレータ(1982)の洪水痕跡を計画高水位とした。(表15を参照)

桁下余裕高は日本の基準(河川管理施設等構造令)に従い、計画流量によって表16に示すように各々設定する。但し、エステロ・リアル橋については潜水橋構造とするため、桁下余裕高は必要ない。

表 - 15 水文条件表

項目	エル・グアルモ橋	エステロ・レアル橋	アト・グランデ橋	エル・ガジョ橋
対象降雨	1982 (アレタ)	1982 (アレタ)	1982 (アレタ)	1982 (アレタ)
日雨量	570.3 mm/day	213.1 mm/day	224.2 mm/day	-
最高水位	61.40 m	8.65 m	31.60 m	39.72 m
最大流量	779 m <sup>3</sup> /s	1,795 m <sup>3</sup> /s	3,400 m <sup>3</sup> /s	1,903 m <sup>3</sup> /s
対象降雨	1998 (ミッチ)	1998 (ミッチ)	1998 (ミッチ)	1998 (ミッチ)
日雨量	484.8 mm/day	-	-	380.1 mm/day
最高水位	61.60 m	9.70 m	33.00 m	41.80 m
最大流量	820 m <sup>3</sup> /s	3,400 m <sup>3</sup> /s	4,589 m <sup>3</sup> /s	5,605 m <sup>3</sup> /s
計画降雨	50年確率降雨	50年確率降雨	50年確率降雨	50年確率降雨
計画高水位	61.548 m	8.650 m	31.600 m	39.720 m
計画流量	830 m <sup>3</sup> /s	1,580 m <sup>3</sup> /s	3,440 m <sup>3</sup> /s	2,970 m <sup>3</sup> /s
計画流速	5.0 m/s	0.5 m/s	3.6 m/s	3.6 m/s
桁下余裕高	0.8 m	-	2.0 m	2.0 m
河幅	60 m	60 m	110 m	70 m
河床勾配	1/86	1/7921	1/1103	1/348
平均河床高	58.13 m	-0.23 m	23.47 m	32.88 m
最深河床高	56.49 m	-2.95 m	22.59 m	32.60 m
基準径間長	20.0 m	20.0 m	37.2 m	34.85 m

表 - 16 計画流量と桁下余裕高

計画洪水流量 (m <sup>3</sup> /s)	桁下余裕高 (m)
200 未満	0.6
200 以上 500 未満	0.8
500 以上 2,000 未満	1.0
2,000 以上 5,000 未満	1.2
5,000 以上 10,000 未満	1.5
10,000 以上	2.0

#### 川幅

川幅については、常水路については流量、河床勾配、河床の粒径などにより維持される幅がある程度定まっており、いくつかの式が提案されている。一般には常水路は2年に1回発生する洪水が流下する断面といわれており、この条件で川幅を求めることが可能である。従って、架橋地点における川幅については上下流の川幅の連続性を保持しつつ計画流量の流過に必要な断面を確保できる川幅とした。

具体的には過去と近年の航空写真を用いて、架橋地点の上下流についてその幅を調査した。川幅の決定にあたっては航空写真からでは河畔林によって河岸が見えない区間も多いため、河畔林を含めた範囲を川幅として設定し、上下流 10km についてその幅を計測した。

#### 洗掘深

橋脚基礎の高さは、橋脚による洗掘に考慮して設定する。洗掘深としては、日本の基準では計画河床または最深河床のうち低いものから 2m 以上洗掘深を確保することと規定している。しかし、ニカラグアの河川は、自然河川で河道・護岸等の整備がなされていないことから、橋脚幅から洗掘深を求めることとする。一般に、洗掘深は橋脚幅を D とす

ると  $1.5 \times D$  となる。橋脚幅から求めた洗掘深が 3m 以上となり、掘削量が多く施工が困難な場合には、橋脚基礎の周囲に洗掘対策を行う。また計画河床高は上下流 500m 以内における最深河床を計画河床高とした。

橋台については、橋台底面を周辺の地盤面より 1m 以上深く設定する。また、必要に応じて根固め工を設ける。

#### 護岸

護岸については、橋梁周辺の河岸保護のために、流量規模により河岸方向には橋梁上下流それぞれ 15m から 20m の範囲に設置する。護岸の深さとしては、最深河床高より  $1.5 \times D$  (橋脚幅) 以深まで護岸の基礎を入れるか、これより浅い場合には根固め工を設置する。高さについては、計画高水位以下の範囲は玉石張り等による護岸、計画高水位以上については張り芝や植栽による保護工を設ける。また、橋台付近の取付道路についても同様に、護岸を設ける。

#### b) 設計速度

国道 24 号線は、BID により道路改良のため道路設計およびミッチ後の修正設計が完了している。よって、各個所の橋梁を含む道路設計では、道路改良計画と同じ設計速度 (80km/h) とする。

#### c) 設計活荷重

以下の事実に着目し、現実の交通荷重に対応した設計荷重とすることとして、設計活荷重は HS20-44 (AASHTO) の 25% 増しとする。

- ニカラグア共和国における車両軸重制限値は車種毎に決められているが、その最大荷重が HS20-44 (AASHTO) を上回る値で設定されていること。(図 4 参照)
- 実際には、上記車両軸重制限を上回る車両が通行していること。
- 第2次主要国道橋梁架け替え計画において、通行車輛の測定結果から設計活荷重を HS20-44 (AASHTO) の 25% 増しとする妥当性が検証されたこと。
- 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 (ホンデュラス共和国を含む) が、HS20-44 (AASHTO) の 25% 増で設計されており、それらとの整合性を図る必要があること

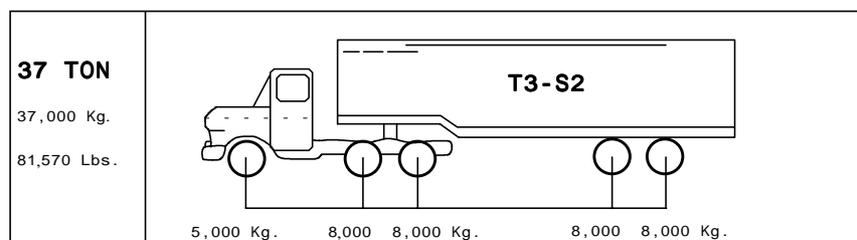


図 - 4 最大軸重上限値

#### d) 地震荷重

ニカラグア共和国には建築物・構造物を対象にした設計コード「Regimento Nacional de Construcción-1983」（資料 13 参照）がある。本基本設計においても、これに準拠した地震荷重を取り込んで設計する。

設計水平震度は各橋梁に以下の値を使用する。

$$k_h = 0.220$$

e) 安定計算上の安全率等

超過水位であるミッチ水位を対象にした下部構造の安定計算上の安全率は、地震時相当の値とする。杭基礎の安全率を以下に示す。

表 - 17 杭基礎の安全率

	鉛直支持力	引き抜き力
ミッチに対する安全率	1.5	1.5

水平変位量の制限値 4.0 cm

f) 材料強度

PC 上部工用コンクリートの設計基準強度

PC 上部工に用いるコンクリートの設計基準強度は以下の値とする。

$$c_k = 360 \text{kgf/cm}^2$$

鉄筋コンクリートの設計基準強度

下部工、基礎工および壁高欄等鉄筋コンクリート部材に用いる鉄筋コンクリートの設計基準強度は以下の値とする。

$$c_k = 240 \text{kgf/cm}^2$$

無筋コンクリートの設計基準強度

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コンクリートの設計基準強度は以下の値とする。

$$c_k = 180 \text{kgf/cm}^2$$

鉄筋

本プロジェクトに使用する鉄筋の仕様は SD345 (Gread60) とする。なお、鉄筋の降伏応力度は以下の値とする。

$$s_y = 3000 \text{kgf/cm}^2$$

PC 鋼材

鋼より線 12T12.7

g) 径間長の設定手順

径間長の設定手順を図 - 5 に示す。

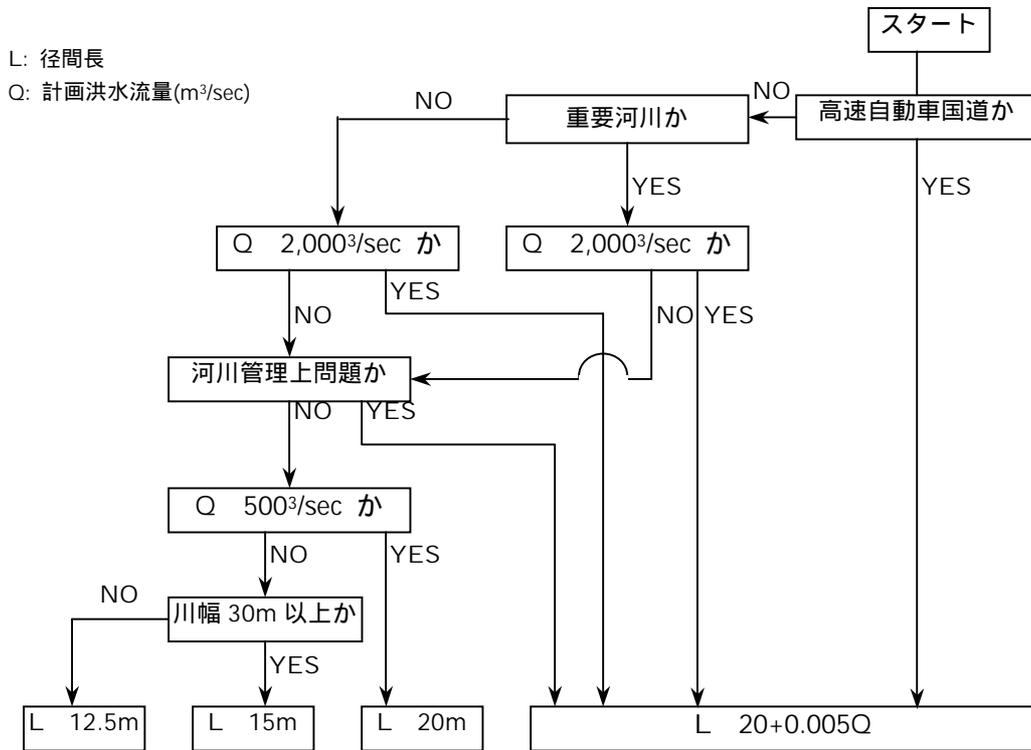


図 - 5 径間長の設定手順

h) 橋梁形式選定表

上部工形式選定表

上部工の形式選定表として、標準適用径間を表 - 18 に示す。

表 - 18 標準適用径間

上部工形式	推奨適用径間						曲線適否		桁高・ 径間比	
	50 m		100 m		150 m		主構造	橋面		
鋼	単純合成鉄桁	—	—	—	—	—			1/18	
	単純鉄桁	—	—	—	—	—			1/17	
	連続鉄桁	—	—	—	—	—			1/18	
	単純箱桁	—	—	—	—	—			1/22	
	連続箱桁	—	—	—	—	—			1/23	
	単純トラス	—	—	—	—	—	×		1/9	
橋	連続トラス	—	—	—	—	—	×		1/10	
	逆ランガー桁	—	—	—	—	—	×		1/6,5	
	逆ローゼ桁	—	—	—	—	—	×		1/6,5	
	アーチ	—	—	—	—	—	×		1/6,5	
	プレテン桁	—	—	—	—	—	×		1/15	
P C	中空床版	—	—	—	—	—			1/22	
	単純T桁	—	—	—	—	—	×		1/17,5	
	単純合成桁	—	—	—	—	—	×		1/15	
	連結合成桁	—	—	—	—	—	×		1/15	
	連続合成桁	—	—	—	—	—	×		1/16	
	単純箱桁	—	—	—	—	—			1/20	
	橋	連続箱桁（片持工法）	—	—	—	—	—			1/18
		連続箱桁（押し出し または支持工法）	—	—	—	—	—			1/18
		形ラーメン	—	—	—	—	—	×		1/32
	R C 橋	中空床版	—	—	—	—	—			1/20
連続充腹式アーチ		—	—	—	—	—			1/2	

下部工形式選定表

下部工の形式選定表を表 - 19 に示す。

表 - 19 下部工の選定表

種類	形式	適用高さ (m)			適用条件
		10	20	30	
橋台	1. 重力式	■			支持地盤が浅く、直接基礎の場合に適する。
	2. 逆T式	■			適用例の多い形式であり、直接基礎杭基礎に適する。
	3. 控壁式		■		橋台が高い場合に適する。使用材料は少ないが工期が長い。
	4. 箱式		■		高橋台用に開発された形式である。工期が若干長い。
橋脚	1. 柱式	■			低い橋脚、交差条件の厳しい場合、河川中等に適する。
	2. ラーメン式		■		比較的高い橋脚で広幅員の橋梁に適する。河川中では洪水時流下を阻害することがある。
	3. パイルベント式	■			最も経済的な形式であるが、水平力の大きい橋梁には適さない。また、河川中では洪水時流下を阻害する。
	4. 小判形		■	■	高橋脚、外力の大きい橋梁に適する形式である。

基礎工形式選定表

基礎工の形式選定表を表 - 20 に示す。

i) 超過洪水水位対策

今回対象とする橋梁においては、上部工桁下が超過洪水水位より下回る橋梁となるものがある。それらの超過洪水水位対策として、洪水時の流水に係わる荷重とし以下の3点を考慮する。

- 橋脚に作用する流水圧
- 橋梁上部工に作用する流水圧
- 洪水時に上部工に作用する流木の衝撃力

3項目の内、橋脚に作用する流水圧については、通常の設計時に考慮される荷重である。橋梁上部工に作用する流水圧は、ミッチ相当の水位に対し上部工の桁下が下回る場合、上部工が水中に没する面積に対し流水圧を加味するものである。更に、ニカラグア共和国の河川の殆どが自然堤防であり、そのため洪水時に堤防が流失しそれに伴い多くの流木が発生する。この流木が、橋梁に衝突するケースがある。特に水位が桁下端以上となった場合、直接主桁に作用することになり、併せて主桁への流木の衝突を検討することとする。

これらについては、日本の道路橋示方書に準拠する。作用力は次の通りである。

表 - 20 基礎工の形式選定表

基礎形式 選定条件		直接基礎	打込杭基礎			中掘り杭基礎				場所打ち杭基礎			ケーソン基礎		鋼管矢板基礎	地中連続壁基礎		
			R C 杭	P H C 杭	鋼管杭	PHC 杭		鋼管杭		オールケーシング	リバース	アースドリル	深礎	ニューマチック			オープン	
						最終打撃方法	噴出攪拌方式	コンクリート打撃方式	最終打撃方法									噴出攪拌方式
地盤条件	支持層までの状態	中間層に軟弱地盤がある																
		中間層に極強い層がある	x															
		中間層に礫がある																
		礫径 5 cm 以下																
		礫径 5 cm ~ 10 cm	x															
		礫径 10 cm ~ 50 cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	
		液状化する地盤がある																
		支持層の深度																
		5 m 未満	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		5 ~ 15 m																
	15 ~ 25 m	x																
	25 ~ 40 m	x	x															
	40 ~ 60 m	x	x										x	x				
	60 m 以上	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	支持層の土質																	
	粘性土 (20 N)																	
	砂・砂礫 (30 N)																	
	傾斜が大きい (30° 以上)	x																
	支持層面の凹凸が激しい																	
地下水の状態	地下水位が地表面近い																	
	湧水量が極めて多い																	
	地表より 2 m 以上の被圧地下水	x																
構造物の特性	鉛直荷重が小さい(支間 20 m 以下)																	
	鉛直荷重が普通(支間 20 m ~ 50 m)																	
	鉛直荷重が大きい(支間 50 m)	x																
	鉛直荷重に比べ水平荷重が小さい																	
施工条件	支持形式																	
	摩擦杭																	
	水上																	
	水深 5 m 未満																	
	水深 5 m 以上	x																
周辺環境	作業空間が狭い																	
	斜杭の施工																	
	有毒ガスの影響																	
	振動騒音対策	x	x	x														
隣接構造物に対する影響	x	x																

注： - 適合性が高い、 - 適合性がある、x - 適合性が低い

#### 流水圧の算定

流水圧は流水方向に対する上部工及び橋脚の鉛直投影面積に対する水平荷重とし、次式により算出する。

$$p = k \times v^2 \times A$$

ここに、

p : 流水圧 (tf)

k : 形状によって定まる係数で、矩形の場合 0.07、円弧を有する場合 0.04

v : 最大流速 (m/s)

A : 上部工及び橋脚の鉛直投影面積 (m<sup>2</sup>)

ミッチ水位で水没するエステロ・レアル橋は上部工の全面積を考慮する。この場合、高欄の投影面積の 50%を付加することとする。アト・グランデ橋及びエル・ガジョ橋は上部工の水没面積を考慮する。

橋脚の場合、現地の状況から流木による影響を考慮し、鉛直投影面積は橋脚幅の 2 倍として求めるものとする。

#### 流木の衝撃荷重

衝突荷重は日本の道路橋示方書[H.2]より算出するものとする。流木その他の流送物の衝突の影響を考える場合には、次式によって衝突力を計算する。その作用高さは水面とする。

$$P = 0.1 \times W \times V \quad (\text{tf})$$

作用高さは水面とする。

P : 衝突力 (tf)

W : 流送物の重量 (tf)

V : 表面流速

#### j) 取付道路・舗装

取付道路は、河床材料を利用した盛土とし、両国の既設道路に摺り付けることとする。舗装については、運搬可能な範囲に加熱アスファルトプラントがないことから、常温アスファルト舗装とする。

#### k) 洗掘対策・護岸

洗掘深さは、流水方向の橋脚投影幅の 1.5 倍とする。橋脚基礎がこの深さより浅い場合は、洗掘防止工を橋脚の周囲に施す。

また、橋台周囲には、練り石積みによる護岸を設置し、橋台および周辺の盛土を保護する。なお、石積みの高さは、取付道路端部（既設橋摺り付け部）が冠水することから路面までとする。

l) 設計法

橋梁の設計は原則として許容応力度法で行う。上記現地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。

許容応力度法

橋梁の設計は原則として許容応力度法で行う。上記現地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。

終局強度設計法

エスレロ・レアル橋の補強や異常超過水位であるミッチ水位によって生じる応力に対する鉄筋コンクリート部材の設計法として破壊抵抗曲線による設計法を採用することとする。

(2) エル・グアルモ橋

a) 全体計画

表 - 2 1 エル・グアルモ橋のプロジェクト概要

項目	細目	内容又は数量	摘要
プロジェクトの範囲		エル・グアルモ橋の設計・建設 取付道路・護岸工の建設	
線形	平面	直線	
	縦断	橋梁西側道路勾配 = 3.7% 橋梁縦断勾配 = 0% 橋梁東側道路勾配 = 2.7%	
構造・内容	新橋梁	延長 L = 66 m 総幅員 W = 12.4 m 橋面積 A = 818 m <sup>2</sup> 上部工形式 = PC2 径間連結 T 桁橋 上部工架設 = 架設桁架設 橋台 = 逆 T 式 : 2 基 : 高さ 14.0、11.5m 橋脚数 = 1 基 : 高さ 14 m 基礎 = 直接基礎 橋面舗装 = 521m <sup>2</sup>	
	取付道路	総幅員 = 12.4m 延長 : A1 橋台背後 = 50 m、A2 橋台背後 = 30 m 車道 = 常温アスファルト舗装 (t=5.0cm) 路肩 = アスファルト簡易舗装 (t=3.0cm)	アスファルト舗装要綱 簡易舗装要綱準拠
	護岸工	位置 = 橋台周辺法面及び自然堤防 構造 = 練り石積み	

表 - 2 2 エル・グアルモ橋の概略数量

施設		内容	単位	概略数量	備考
新橋梁	上部工	コンクリート (360kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	506	
		同上 (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	119	
		型枠工	m <sup>2</sup>	2,944	
		PC 鋼線・鋼棒	ton	20	
		鉄筋	ton	67.3	
		橋面舗装工 (常温アスファルト)	m <sup>2</sup>	521.4	t=50mm
		高欄	m	132.0	
	下部工	基礎掘削	m <sup>3</sup>	14,735	
		躯体コンクリート (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	1,888	
		同上型枠工	m <sup>2</sup>	2,015	
		鉄筋	ton	188.8	
取付道路	裏込工	m <sup>3</sup>	1,017		
	盛土工	m <sup>3</sup>	-		
	路盤工 (上層・下層)	m <sup>2</sup>	944		
	踏み掛け版工 (コンクリート)	m <sup>3</sup>	46		
	アスファルト舗装工 (常温)	m <sup>2</sup>	800		
	法面植生工	m <sup>2</sup>			
護岸工	法面準備工	m <sup>2</sup>	847		
	練り石積み工	m <sup>3</sup>			

b) 施設 (橋梁・取付道路・護岸) 計画

計画水位・桁下余裕高・橋面計画高

架橋地点での河川幅、次項に記した橋台設置適地等から決まる橋長に対する計画洪水水位、超過洪水水位、及び、計画流量から求められる桁下余裕高は、表 - 1 4 に示された通りである。本橋は市街地にあつて橋梁前後の街路との取付から、橋面の計画高が決定される。よつて、計画高は既設橋と同じである。

橋台位置と橋長の決定

1) 左岸側橋台 A1

左岸側橋台 A1 は旧橋台とほぼ同じ位置とする。

架橋地点付近の河川断面は、台地を大きく削り込んだ谷底を川が流れている状態となつており、周辺地盤高は一様で河床面に比べ著しく高く、掘割河川の様相を呈している。左岸側 A1 橋台は、架橋地点の上下流において左岸側の自然堤防が緩やかな S 字形を形成し比較的安定していることから、その護岸線形に合わせることにした。

\* 橋台 A1 の位置 0+050.0

2) 右岸側橋台 A2

右岸側橋台 A2 は水文計算上、必要河川幅が 60m であることから、余裕高と橋座幅を考慮すると橋長は 66m となる。従つて、右岸側橋台 A2 は、既設橋台の背面に設けるものとする。

\* 橋台 A2 の位置 0+116.0

縦断的には既設道路との取付けから決まり、桁下余裕高さは約 3.70m となり、河川流

量から決まる必要余裕高さ 1.0mを十分クリアーする。

以上の結果を図 - 7 の基本設計図に示す。

#### 橋梁幅員

表 - 13 参照。

#### 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に橋脚数を制限するという考え方から計画洪水流量 Q に応じた基準径間長を定めている。

この基準の要約は(1)設計条件と設計法の図 - 5 に示す通りであり、結果は、表 - 14 の設計緒元に示されている。本橋梁の場合、2 径間の橋梁とすることが許される。

#### 上部工形式の選定

本橋は河川が S 字形であること、流速 (5.0m/s) が大きいこと等から、河床や自然護岸への影響を考慮し、できるだけ橋脚を少なくすることとする。

上部工形式とその適用支間の関係をまとめた(1)設計条件と設計法の表 - 18 を参考に以下の形式を選定し比較検討した。

第 1 案 PC2 径間連結 T 桁橋 (架設桁架設)

第 2 案 鋼単純トラス橋 (ベント併用クレーン架設)

第 3 案 PC 単純箱桁橋 (張出し架設)

上記の上部工比較案に対して、既往資料や概略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、構造特性、施工性 (工期)、現地調達等、維持管理、技術移転、経済性等の項目毎に評価を加えてを比較検討を行った (表 - 23 に比較一覧表を示す)。

比較検討の結果、主として以下の理由により第 1 案の PC2 径間連結 T 桁橋が最適であるとの結論に至った。

- 鋼橋形式と PC 橋形式の比較では、鋼橋 (トラス) 形式は構造特性、施工性 (工期)、現地調達等、維持管理、技術移転、経済性の面で劣っていることから、PC 桁形式により高い評価点を与えた。
- PC 形式である第 1、第 3 案の比較では、構造特性、施工性 (工期)、経済性の面で優れている第 1 案 PC 単純 T 桁橋を最適橋梁案として選定する。

#### 橋台・橋脚形式の選定

##### 1) 橋台床付け位置

橋台 A1 のフーチングの床付け位置は河床最深部より深く、軟質凝灰岩に根入れすることとし、最深河床から 1.0m 確保することとする。

##### 2) 橋台形式

前項で決定した床付け位置と路面計画高さから、橋台の高さは以下の通りとなる。

橋台 A1 : H = 14.0m

表-23 エル・グアルモ橋の橋梁形式比較表

橋種	第1案 PC2径間連結T桁橋	第2案 鋼単純トラス橋	第3案 PC単純ラーメン桁橋
概略設計図			
河川への影響	<p>掃流梁を検討した上で、橋脚基礎の根入れを家つ治す必要がある。また、橋脚断面は河川に対して抵抗の少ない小判型とする必要がある。</p>	<p>橋脚がなく河川への影響がまったくない。</p>	
架設工法	架設桁による架設（ブロック桁）	ベント併用トラッククレーン架設	片持ち張り出し架設
材料	<p>上部工 コンクリート615m<sup>3</sup>、鉄筋59.6t、PC鋼材32.8t</p> <p>下部工 コンクリート931m<sup>3</sup>、鉄筋65.1t、掘削2197m<sup>3</sup></p>	<p>鋼重243t (326 kg/m<sup>2</sup>)、コンクリート223m<sup>3</sup>、鉄筋40.2t</p> <p>コンクリート670m<sup>3</sup>、鉄筋33.5t、掘削1897m<sup>3</sup></p>	<p>コンクリート900m<sup>3</sup>、鉄筋72.0t、PC鋼材54.8t</p> <p>コンクリート3020m<sup>3</sup>、鉄筋60.4t、掘削4530m<sup>3</sup></p>
建設費比率	1.000	1.523	1.197
構造性および施工性	<ol style="list-style-type: none"> <li>上フランジを床版として使用できるため、床版施工の工期を短縮できる</li> <li>下部工施工中に桁を製作できるものの、円形柱の橋脚を建設するため他案に比較し長くなる</li> <li>流速が早く洗掘され易い河床であるが、掃流梁を推定し橋脚基礎の根入れを十分確保すれば対応可能である。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>最も多用されているトラス形式で構造性がよい。</li> <li>ベントを併用することから既設橋脚を利用して行う必要がある</li> <li>主桁製作・輸送等に約8ヶ月必要である</li> <li>床版の工事が雨期になることから工期・品質等に影響を及ぼす可能性がある。</li> <li>橋脚が無いいため護床・護岸工の範囲が小さい</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>橋脚がない分下部工の工期を短縮できる。</li> <li>張り出し施工であり雨期に関係無く上部工が施工でき、全体工期が短縮できる。</li> <li>流れを阻害するものがないことから周辺への影響がない</li> <li>第1案に比し橋脚が無いいため護床・護岸工の範囲が小さい</li> </ol>
工期	14ヶ月	14.5ヶ月	14ヶ月
維持管理費	コンクリート橋であるため、特別の維持管理を必要としない。	耐候性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。(気象条件の厳しい当国では十分な検討が必要)	コンクリート橋であるため、特別の維持管理を必要としない。
雇用機会	殆ど現場製作のため雇用が促進される。	鋼桁製作が日本または第三国となるため、雇用機会が少なくなる。	殆ど現場製作のため雇用が促進される。
技術移転	PC桁製作から架設までの技術移転が可能である。	架設技術が高度で技術移転があまり期待できない。	PC桁製作から架設までの技術移転が可能である。
総合評価	○	○	○
本橋の橋梁形式は、河川への影響が抑えられ、施工性、経済性に優れる第1案のPC2径間連結T桁橋を推奨する。			

橋台 A2 : H = 11.5m

日本国内における橋台高さと同用橋台形式の係は、(1)設計条件と設計法の表 - 19 下部工の選定表によれば、上記橋台の高さから、逆 T 式橋台、箱式橋台、控え式橋台等が適当であるが、施工性(工期)、経済性で優れていることから橋台 A1、A2 共に逆 T 式橋台とする。

### 3) 橋脚床付け位置

中間橋脚は河川中央部にある。地質調査の結果から河床には岩盤が露出している。この地域の岩盤は軟質凝灰岩であり、現在も河床洗掘が進行していることを考え併せると、 $1.5 \times D$  (D: 橋脚幅) の洗掘深を確保して橋脚床付け位置を設定する。したがって、橋脚付近の洗掘深標高および橋脚床付け位置は

$$\text{洗掘深標高} = \text{最深河床高} - 1.5 \times D = 56.49 - 1.5 \times 1.9 = 53.59\text{m}$$

$$\text{橋脚床付け位置} = \text{洗掘深標高} - \text{底版厚} = 53.59 - 2.00 = 51.59\text{m}$$

となる。

その結果、フーチングの土被りは約 2.9m となる。

### 4) 橋脚形式

橋脚の高さは約 14m と高く、また、河川内の橋脚であることから(1)設計条件と設計法、表 - 20 の下部工の選定表を参考に壁式橋脚とする。

脚柱の断面形状は小判形とし、過流の発生、流水圧、流木による影響を極力少なくする。基礎形式の選定

本橋梁の橋台位置付近で 2 本の地盤調査を実施した(地質調査結果を資料 - 8 に添付する)。地盤は盛土、砂質土、岩盤(軟質凝灰岩)等から構成されている。橋梁の様な重要構造物の基礎は安定した地盤に十分な根入れを必要とすることから、本橋梁では河床に露出している軟質凝灰岩を支持層とする。この軟質凝灰岩は路面から約 10m 付近の比較的浅い位置(河床)に広がっており、橋台・橋脚の底版を岩盤内に根入れし直接基礎とする。

桁下空間と橋脚の阻害率

の計画水位で示したように、本橋の計画高は橋梁前後の道路との取付から決定され、桁下空間として 3.7m 確保されている。

一方、橋脚の阻害率は橋脚の流路方向の投影幅 1.9m であり、河川幅 60.0m の関係から 3.2% である。許容される日本の基準での阻害率 5% をクリアしており問題ない。

施工区分とアクセス道路部の舗装

本橋梁への取付道路の建設範囲は、左岸側は、最初の街路交差点まで、右岸側は既設取付道路を施工ヤードとして使用することから、その範囲までとする。

左岸側では、近接する交差点から橋台 A1 迄の区間長

$$0 - 2.0 \sim 0 + 50.0 \quad L = 52.00\text{m}$$

右岸側では、橋台 A2 から施工ヤードの範囲

0+116 ~ 0+141.0 L = 35.00m

上記アクセス道路部の路面は橋台背面に長さ 8 m の踏み掛け板（厚さ 35 cm）を日本の指針に準拠して建設し、この踏み掛け版上と橋梁上はアスファルトコンクリートの表層のみとし、残りの部分に路盤からのアスファルト舗装を施工する。

舗装構造は、前後の取付道路の既存舗装と同一とすることを原則として下図のように定めた。

A/C 表層 : 5cm
A/C レベリング層 : 3cm
採石ベースコース : 20cm
現地発生材のサブベースコース : 25cm
路床 CBR > 6

図 - 6 エル・グアルモ橋の舗装断面図

#### 護岸工・橋台保護工

河川の流下に支障のないように、河川幅を維持しつつ既設護岸の連続性を計れるように橋梁上下流および橋台前面の護岸の整備を行う。当地区の護岸は練り石積み式護岸とする。

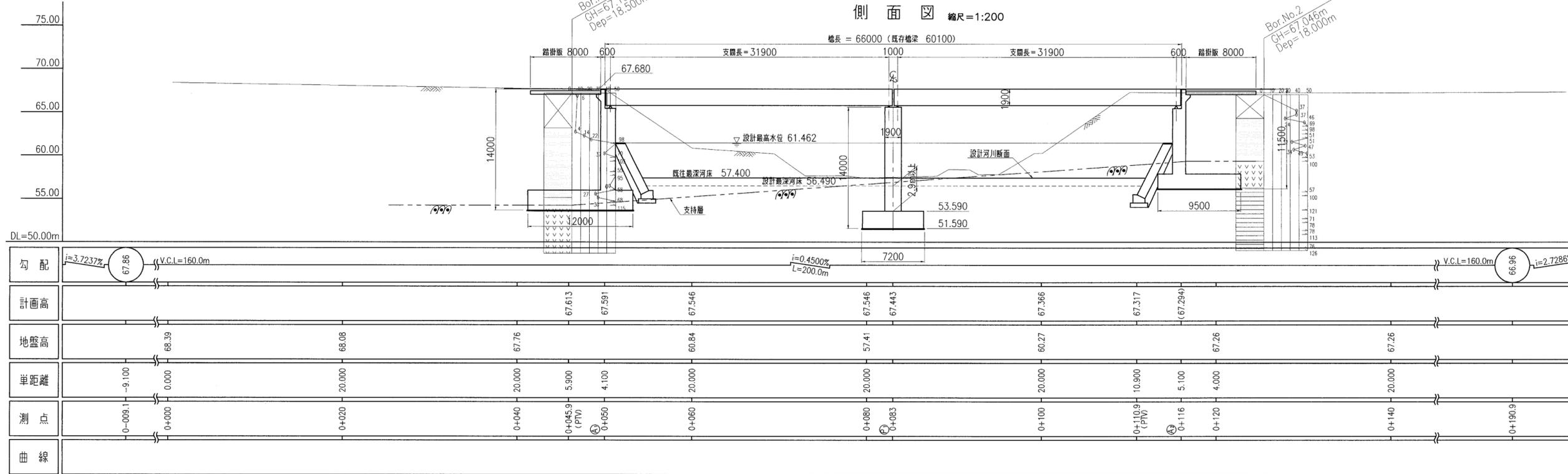
#### c) 基本設計図（一般図、断面図）

エル・グアルモ橋の基本設計図を図 - 7 に示す。

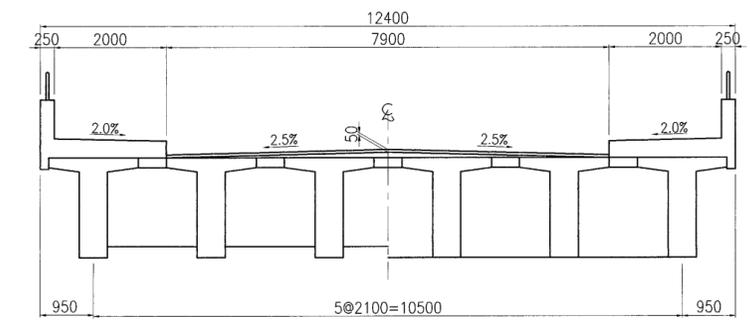
エル グアルモ橋

全体一般図

側面図 縮尺=1:200

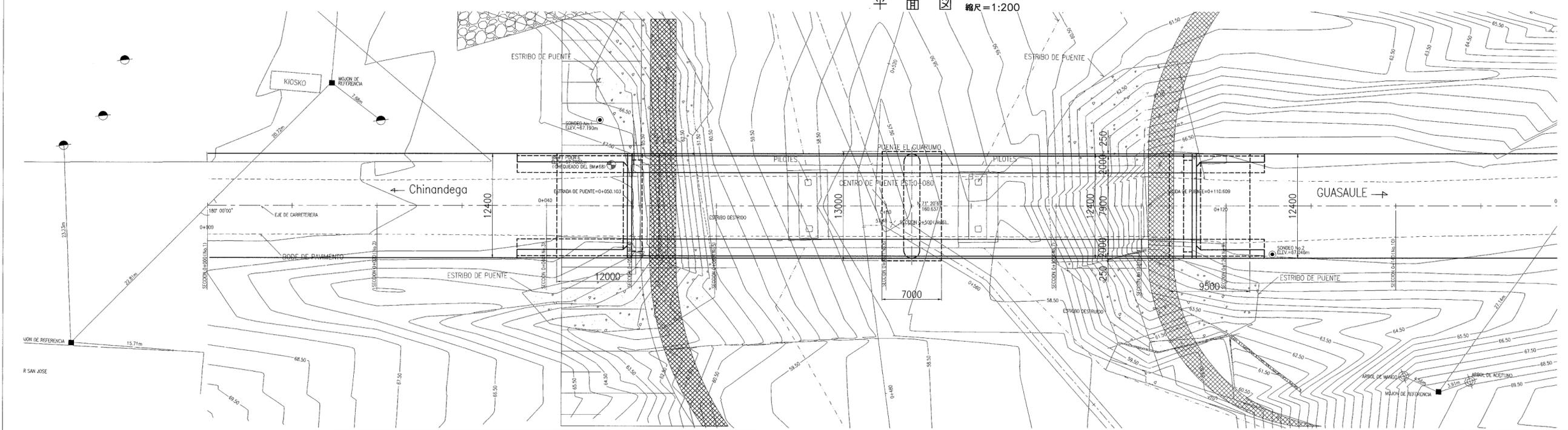


上部工標準断面図 縮尺=1:50

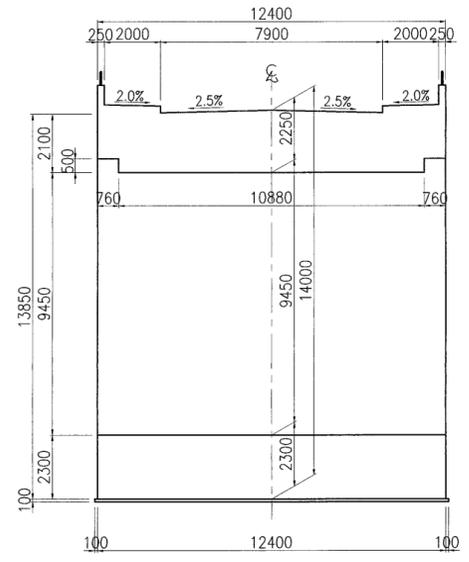


勾配	i=3.7237% (V.C.L=160.0m)		i=0.4500% (L=200.0m)										V.C.L=160.0m (i=2.7286%)		
計画高			67.613	67.591	67.546	67.443	67.366	67.317	67.294						
地盤高	68.39	66.08	67.76	67.546	67.41	67.366	67.27	67.26							
橋脚間	9.100	0.000	20.000	5.900	4.100	20.000	20.000	10.900	5.100	4.000	20.000				
測点	0+008.1	0+000	0+020	0+040	0+045.9 (PVI)	0+050	0+060	0+080	0+083	0+100	0+110.9 (PVI)	0+116	0+120	0+140	0+190.9
曲線															

平面図 縮尺=1:200



A1 橋台 縮尺=1:100



P1 橋脚 縮尺=1:100

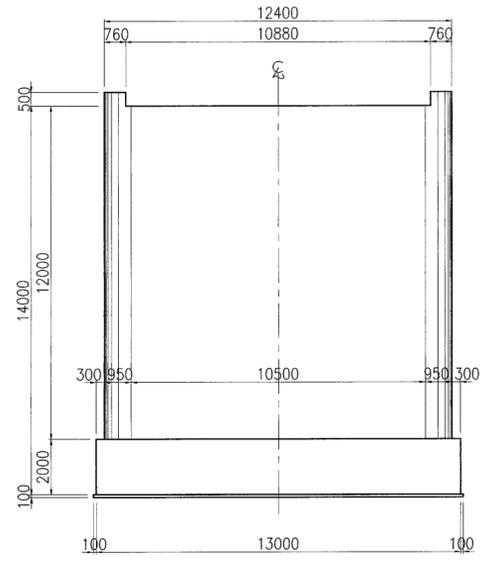


図-7 エル・グアルモ橋の基本設計図

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA			
EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE LOS PUENTES EN CARRETERAS CHINANDEGA-GUASAULE			
PLANO GENERAL ( EL GUARUMO )			
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR:	NO. PLANO	
	PLANO POR:		
FECHA:	Enero, 2000		
ESCALA:			
CONSORCIO DE CENTRAL CONSULTANT INC. DEL JAPON, Y KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL CO., LTD., JAPON			

(3) エステロ・レアル橋

a) 全体計画

表 - 24 エステロ・レアル橋のプロジェクト概要

項目	細目	内容又は数量	摘要
プロジェクトの範囲		エステロ・レアル橋の設計、補修、補強 取付道路の舗装	
線形	平面	直線	
	縦断	橋梁縦断勾配 = 0.035%	
構造・内容	新橋梁	延長 L = 57m 総幅員 W = 11.10m 橋面積 A = 593m <sup>2</sup> 上部工形式 = RC 単純・連続床版橋 上部工架設 = 張出し部支保工施工 橋台 = パイルベント 2 基の増し杭 (径 1.2m) 基礎 = 場所打ち杭 橋台 = 20m × 2、2 本 / 基 橋面舗装 = 450m <sup>2</sup> 橋脚 = 既設橋脚	
	取付道路	総幅員 = 10.0m 延長：橋台 A1 背後 = 20m, 橋台 A2 背後 = 20m 車道 = 常温アスファルト舗装 (t=5.0cm) 路肩 = 常温アスファルト簡易舗装 (t=3.0cm)	アスファルト舗装要綱 簡易舗装要綱準拠

表 - 25 エステロ・レアル橋の概略数量

施設	内容	単位	概略数量	備考	
新橋梁	上部工	ファイバーコンクリート (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	143	
		コンクリート (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	12.5	
		型枠工	m <sup>2</sup>	372	
		鉄筋	ton	21	
		炭素繊維	m <sup>2</sup>	1,792	2 層
		橋面舗装工 (常温アスファルト)	m <sup>2</sup>	450	t=50mm
	下部工	基礎杭 (D=1.2m、L=20m、n=4 本)	m	80	
		同上コンクリート	m <sup>3</sup>	90	
		同上鉄筋	ton	14.5	
		基礎掘削	m <sup>3</sup>	80	
		躯体コンクリート (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	125	
		同上型枠工	m <sup>2</sup>	70.5	
		鉄筋	ton	12.6	
		裏込工	m <sup>3</sup>		
取付道路	アスファルト舗装	m <sup>3</sup>	400		
	オーバーレイ	m <sup>2</sup>			

b) 施設 (橋梁・取付道路) 計画

計画高水位と計画高

表 - 14 の設計緒元参照。本橋は他の他の 3 橋と異なり、5 年～10 年に 1 度の割合で既設橋の前後約 3km が冠水することから、既設橋を再利用し潜水橋として計画する。よって、計画高は既設橋と同じ高さになり、潜水橋であることから、桁下余裕高を確保しない。また、超過洪水時には路面より約 2.20m の越流が起こることが想定されるため、設計上の越流体策が必要である。

## 橋台位置と橋長の決定

橋台（A1、A2）は現橋梁の橋台と同じ位置とするが、橋台の背後に増杭を行い、既設橋台と一体化する。したがって、橋長は既設橋と同じ 57.0m とする。

## 橋梁幅員

既設橋の車道部は 7.3m であるが、歩道部分（張出し部）の補修を行うことから、車道部幅員を他の橋梁とあわせることとした。表 - 13 参照。

## 径間数の設定

計画洪水流量から算出される基準径間長は 20m となる。（表 - 15 参照）

既設橋梁は橋長 57m の 5 径間であり、平均径間長が 11.4m で基準径間長を満足しないが、以下の理由から、既存の径間長・パイルベント橋脚で問題ないと判断した。

- 架橋地点の河床勾配は 1/7,900 と非常に緩い
- 河床高が低く（標高 0.50m）海が近いので、潮の干満の影響を受けている
- デルタ河道であるため流速 (0.5m/s) が遅く、パイルベント橋脚による過流や洪水時の異常洗掘が起こりにくい
- 超過洪水時の氾濫区間が約 3.0km にもおよび、その水位は現道より 2.20m の高さになると予想されるため、流木による河道閉塞の可能性が低いと判断される

## 上部工形式の補修範囲および補強方法

### 1) 上部工形式の補修範囲

既設橋梁の上部工形式は RC 床版橋（単純橋 + 3 径間連続橋 + 単純橋）である。本橋梁は、実際の交通荷重より小さい設計活荷重 (HS-15) で設計されていることから、RC 床版橋の耐荷力を向上させると共に、損傷の著しい張出し床版部（歩道部）を打ち替え補修し、高欄を取り替えることとする。

### 2) 補強方法

RC 床版部の補強は、極力補強による自重増加を少なくして耐荷力を向上させる必要があること、日本における補強実績から、以下のような補強方法を比較対象案とした。なお、連続床版部の支点部（上側引張）は上面増厚工法を採用することとし、ここでは、床版下面の補強方法を比較する。

第 1 案 鋼鈹接着工法

第 2 案 炭素繊維補強工法

第 3 案 下面増厚工法（PSR 工法）

以上の補強方法について、比較項目に沿って検討し、総合的に評価するものとする。比較項目としては、実績、施工性、維持管理、経済性等の 5 項目について比較検討している。補強法比較表を表 - 26 に添付する。

表-26 エステロ・リアル橋補強法比較表

工法	第1案 炭素繊維シート補強	第2案 鋼板接着補強	第3案 下面増厚補強
施工概要	下地処理したコンクリート表面に樹脂を用いて炭素繊維シートを貼付ける	下地処理したコンクリート表面に鋼板を接着する	はつり処理したコンクリート表面に鉄筋コンクリートを増厚補強する
主要材料	炭素繊維シート 接着剤樹脂 仕上げ材	鋼板 注入材（樹脂等） アンカーボルト	ポリマーモルタル 鉄筋
工法の特徴	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 躯体重量・躯体断面が殆ど増加しない</li> <li>2. 耐久性に優れている</li> <li>3. 耐火性・耐衝撃性を確保するために被覆が必要</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 躯体重量・躯体断面がやや増加する</li> <li>2. 耐火性、耐衝撃性に優れている</li> <li>3. 塗装などの防錆対策が必要</li> <li>4. 近年、鉄板とコンクリートを接着する樹脂の未充填による不具合が指摘されている</li> <li>5. 施工実績は多い</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 躯体重量・躯体断面が増加する。近年、PPモルタル、吹き付けモルタルなどコンクリート厚を小さく押さえる工法が主流である</li> <li>2. 耐火性、耐久性、耐衝撃性に優れている</li> <li>3. 施工実績は多い</li> </ol>
施工性	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工時に重機が不要である。人力で施工できるため狭い空間での作業が可能</li> <li>2. 躯体表面の平滑化、出隅部の面取りが必要</li> <li>3. 材料の取扱いに経験のある技術者が必要</li> <li>4. 材料が軽量であり、取り扱いが容易である</li> <li>5. 接着剤の温度管理が必要</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 材料搬入・設備に重機とスペースが必要</li> <li>2. 現存する構造物の寸法に合わせた加工が必要</li> <li>3. 鋼板とコンクリートの間に接着剤を注入する場合には、確実に全面に充填される様に注意深く施工するとともに、注入圧による鉄板のたわみの発生に注意が必要である</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 作業スペースが必要</li> <li>2. 躯体断面が増加するため、施工上の制約が発生する場がある</li> <li>3. 床版幅部のコンクリートを養生する期間として約3ヶ月必要である</li> </ol>
工期	16ヶ月	16.5ヶ月	20ヶ月
経済性	1.000	1.005	1.110
維持管理	不要	定期的に塗装が必要	ひび割れ発生時以外は不要
総合評価	○	×	△

比較検討の結果は、比較表に示すように、第2案の炭素繊維補強工法を最適案とする。

なお、張出し床版部の補修（打ち替え）は、越流時の抵抗が少なくなるように図-8のような構造とした。歩道部は自重を少なくするためマウントアップしないことにし、高欄は抵抗を少なくするため、笠木や桟木に円形パイプ等を使用することとした。

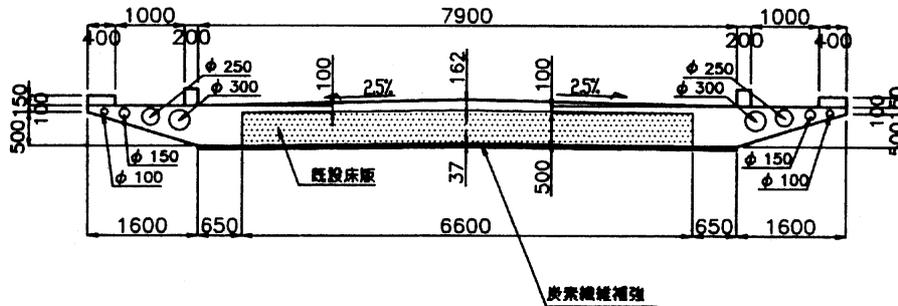


図-8 エステロ・リアル橋の張出し床版部補修構造（打ち替え）

#### 橋台の補強

地震の危険がある地域であるにもかかわらず耐震設計がなされていないことから、耐震検討を行った。その結果、橋台の補強が必要であるとの結論を得た。

橋台形式は既設橋台と同じパイルベント橋台とし、補強方法は、橋台背後に杭を打設して横方向の剛性を大きくし、躯体を既設橋台と剛結することとした。

#### 基礎形式の選定

エステロ・リアル橋を対象とした地質調査は両橋台に1本実施している。その結果、地盤は全体の粘土層で一部砂層を狭在しており、その下部に支持基盤層がある。よって、既設橋同様、GLより約18mを支持基盤層とする。

杭種は、1)杭の増設本数が限られ、かつ、所定の剛性を確保する必要があること、2)片側通行での施工となることから施工幅が狭いこと、3)杭本数が少なく、極力、現地調達資材を使用するのが望ましいこと等から、場所打ちコンクリート杭を採用する。

杭径は検討結果より1.2mとし、本数は橋台あたり2本配置する。

#### 施工区分とアクセス道路部の舗装

本橋の施工範囲は、左右岸側とも橋台掘削範囲+オーバーレイ(10m)とする。

取り付け道路部の舗装構成は図-9に示すようにする。但し、オーバーレイは常温アスファルト舗装のみとする。

#### 護岸工・橋台保護

エステロ・リアル橋の河川は、河道勾配が緩く洪水時の流速が遅いこと、現地において測岸の浸食がほとんどみられないことから、護岸は必要ないと判断した。

A/C 表層 : 5cm
A/C レベリング層 : 3cm
採石ベースコース : 20cm
現地発生材のサブベースコース : 25cm
路床 CBR > 6

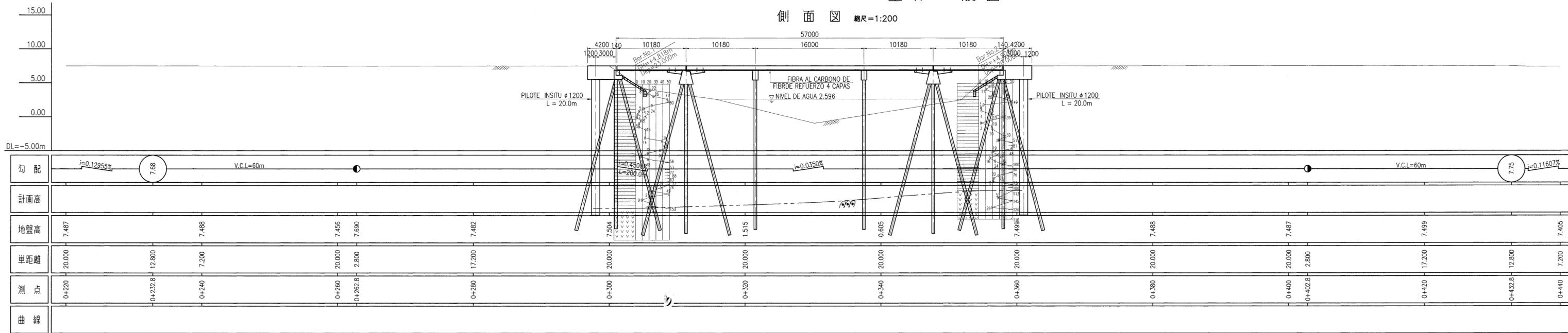
図 - 9 エステロ・レアル橋の舗装断面図

c) 基本設計図（一般図、断面図）

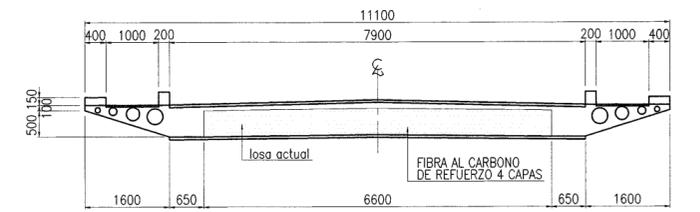
エステロ・レアル橋の基本設計図を図 - 10 に示す。

エステロ レアル橋

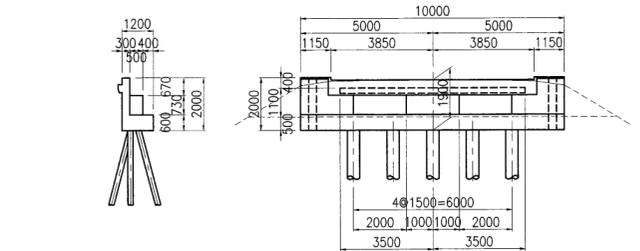
全体一般図



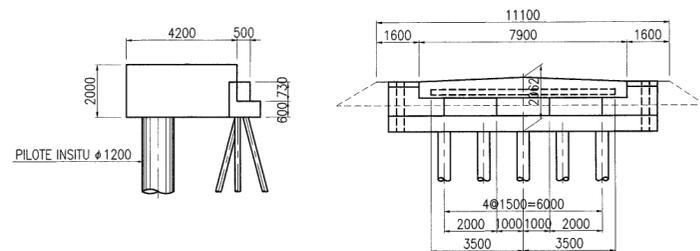
改築後上部工標準断面図 縮尺=1:50



改築前橋台 縮尺=1:100



改築後橋台 縮尺=1:100



平面図 縮尺=1:200

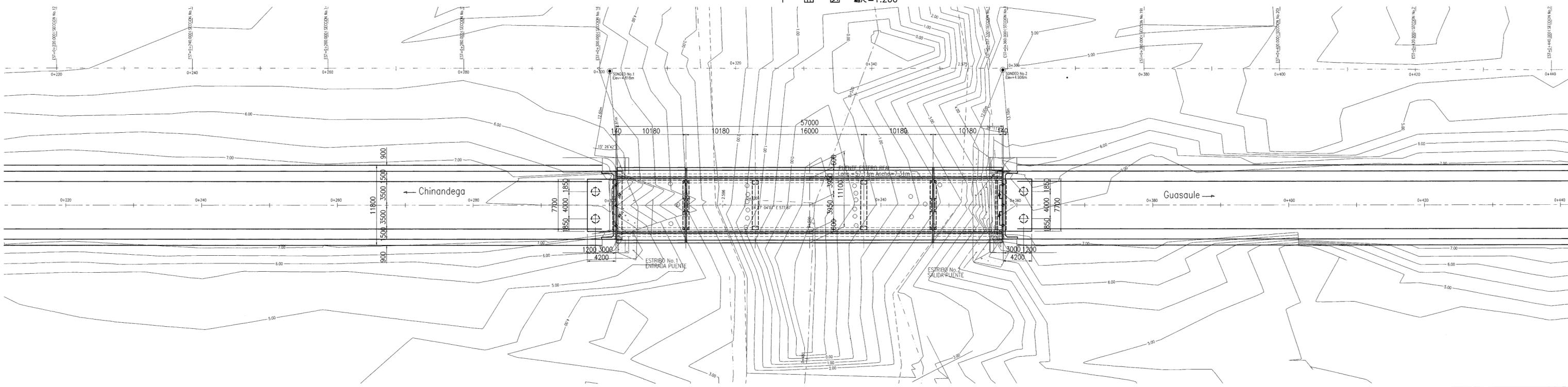


図-10 エステロ・レアル橋の基本設計図

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA			
EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE LOS PUENTES EN CARRETERAS CHINANDEGA-GUASALE			
PLANO GENERAL ( ESTERO REAL )			
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR: PLANO PDR:	ND. PLANO	
	FECHA: ESCALA:	Enero, 2000	
CONSORCIO DE CENTRAL CONSULTANT INC. DEL JAPON, Y KATAHIRA&ENGINEERS INTERNATIONAL CO.,LTD., JAPON			

(4) アト・グランデ橋

a) 全体計画

表 - 27 アト・グランデ橋のプロジェクト概要

項目	細目	内容又は数量	摘要
プロジェクトの範囲		アト・グランデ橋の設計、建設 取付道路、護岸工の建設	
線形	平面	直線	
	縦断	橋梁縦断勾配 = 0%	
構造・内容	新橋梁	延長 L = 121m 総幅員 W = 10.4m 橋面積 A = 1258m <sup>2</sup> 上部工形式 = PC3 径間連結 T 桁橋 上部工架設 = 架設桁架設 橋台 = 逆 T 式橋台 2 基 : 高さ h1=15.5 m、 h2=11.5m 橋脚 = 2 基 : 高さ.P1 ~ P4=13m 基礎 = 直接基礎 橋面舗装 = 948m <sup>2</sup>	
	取付道路	総幅員 = 10.0m 延長 : 橋台 A1 背後 = 151m、橋台 A2 背後 = 168m 平均盛土高 = 2.3m、法勾配 = 1 / 1.5 車道 = 常温アスファルト舗装 ( t=5cm ) 路肩 = 常温アスファルト簡易舗装 ( t=3cm )	アスファルト舗装要綱 簡易舗装要綱準拠
	護岸工	位置 = 橋台周辺法面 構造 = 練り石積み	

表 - 28 アト・グランデ橋の概略数量

施設		内 容	単 位	概略数量	備考
新橋梁	上部工	コンクリート ( 360kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	876	
		同上 ( 240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	144	
		型枠工	m <sup>2</sup>	5,055	
		PC 鋼線・鋼棒	ton	36	
		鉄筋	ton	113	
		橋面舗装工 ( 常温アスファルト )	m <sup>2</sup>	956	t=50mm
	下部工	基礎掘削	m <sup>3</sup>	8,515	
		躯体コンクリート ( 240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	1,806	
		同上型枠工	m <sup>2</sup>	1,517	
		鉄筋	ton	188	
取付道路	裏込工	m <sup>3</sup>	642		
	盛土工	m <sup>3</sup>	7,144		
	路盤工 ( 上層・下層 )	m <sup>2</sup>	947		
	踏み掛け版工 ( コンクリート )	m <sup>3</sup>	46		
護岸工	アスファルト舗装工 ( 常温 )	m <sup>2</sup>	3,338		
	法面準備工	m <sup>2</sup>	879		
		練り石積み工	m <sup>3</sup>		

b) 施設 ( 橋梁・アクセス道路・護岸 ) 計画

計画高水位と計画高

架橋地点での河川幅、次項に記した橋台設置適地等から決まる橋長に対する計画洪水水位、

超過洪水位、及び、計画流量から求められる桁下余裕高は、表 - 1 4 の設計緒元に示された通りである。本橋は主桁下面が超過洪水位以下となることから、下部構造の安定計算上の安全率は地震時相当の値とする。

#### 橋長と橋台位置の決定

##### 1) 右岸側 A2 橋台

既設橋は上部工・橋脚が流失し橋台だけが残っている。架橋位置は河川がグアサウレ側に大きく湾曲した曲線部に位置し、右岸側既設 A2 橋台背面の取付道路が流出し岩盤が露出している。よって、右岸側 A2 橋台は、河川の主流が右岸側にあることから、河川内取付道路を極端に小さくするように既設橋台背面で、かつ、岩盤が露出している位置に設置する。

右岸側 A2 橋台位置 = 0+173.5

##### 2) 左岸側 A1 橋台

上記の項で示した位置に A2 橋台所定の設置し、水文解析より導かれた河道幅 (110m) を確保して余裕高と橋座幅を考慮すると橋長は 121.0m となる。よって、左岸側 A1 橋台位置は、0+050.5 となる。

#### 橋梁幅員

表 - 1 3 参照。

#### 径間数の設定

径間数の設定は、計画洪水流量から算出される基準径間長によるものとする (表 - 1 5 参照)。その結果、基準径間長は 34.9m であり、本橋の場合は 3 径間の橋梁となり、径間長が約 40m になる。

#### 上部工形式の選定

本橋梁は、上部工形式と適用支間長 (径間長) から以下の形式を比較対象案とした (表 - 1 8 参照)。なお、地震の多いニカラグア共和国においては、耐震性を向上させるため、連続構造とする。

第 1 案 鋼単純非合成 I 桁 (トラック・クレーン架設)

第 2 案 PC 単純 T 桁橋 (架設桁架設)

第 3 案 PC 単純 I 桁橋 (架設桁架設)

以上の橋種について、比較項目に沿って検討し、総合的に評価した。比較項目としては対象橋梁共通としているが、構造的、施工性、現地調達等、維持管理、技術移転、経済性等の 8 項目について比較検討している比較検討の内訳に関しては、表 - 2 9 に示す。

比較検討の結果、比較項目のいずれにおいても優れた特性を示す第 2 案の PC3 径間連結 T 桁橋を選定した。

表-29 アト・グランデ橋の橋梁形式比較表

橋種	第1案 鋼3径間連続桁橋	第2案 PC3径間連結T桁橋	第3案 PC3径間連続合成桁橋
概略図			
架設工法	手延べ桁による送り出し架設。	架設桁による架設（ブロック工法）	架設桁による架設（ブロック工法）
材料	<p>上部工 鋼重 232 t (195 kg/m<sup>2</sup>)、コンクリート 379m<sup>3</sup>、鉄筋 70.9t</p> <p>下部工 コンクリート 1298m<sup>3</sup>、鉄筋 51.9t、掘削 1338m<sup>3</sup></p>	<p>コンクリート 709m<sup>3</sup>、鉄筋 68.8t、PC 鋼材 37.8t</p> <p>コンクリート 1344m<sup>3</sup>、鉄筋 53.7t、掘削 1438m<sup>3</sup></p>	<p>コンクリート 749m<sup>3</sup>、鉄筋 80.9t、PC 鋼材 28.2t</p> <p>コンクリート 1161m<sup>3</sup>、鉄筋 58.1t、掘削 1438m<sup>3</sup></p>
建設費比率	1.195	1.000	1.030
構造性および施工性	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼桁形式中最も一般的で構造的な性能がよい</li> <li>2. 工場製作が大半を占めるため、現場での工期を短縮できる</li> <li>3. 構造高(h=2.80m)が第3案中最も大きく、取り付け道路の延長が長くなる</li> <li>4. 床版工事が雨期になるため、工期・品質等に影響を受けやすい</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上フランジを床版として使用できるため、現場での床版施工の工期を短縮できる</li> <li>2. 下部工施工中に桁を製作できるため、全体工期は鋼桁に比較し短くできる。</li> <li>3. 桁が分割されるため、架設に大型の重機を必要としない</li> <li>4. 床版工が無く、雨期の影響を受けない</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 場所打ちで床版を作成するため、縦横断線形の変化に柔軟に対応できる</li> <li>2. 第2案より床版施工分の工期が長くなる</li> <li>3. 第2案-3と同様</li> <li>4. 桁高が第2案より大きい</li> <li>5. 第1案-4と同様</li> </ol>
工期	18.0ヶ月	16.0ヶ月	17.5ヶ月
維持管理費	耐候性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる（気象条件の厳しい当国では十分な検討が必要）	コンクリート橋であるため、特別の維持管理を必要としない	第2案と同様
雇用機会	鋼桁製作が日本または第三国となるため、雇用機会が少ない。	殆ど現場製作のため雇用が促進される	第2案と同様
技術移転	架設技術が高度で技術移転があまり期待できない。	PC 桁製作から架設までの技術移転が可能である	第2案と同様
総合評価	本橋の橋梁形式は、施工性、経済性を重視し、第2案のPC3径間連結T桁橋を推奨する。		

## 橋台・橋脚形式の選定

### 1) 橋台・橋脚床付け位置

地質調査結果より、架橋位置付近では、河床から浅い位置に岩盤があり、橋台・橋脚の底版を岩盤に十分根入れさせるものとする。岩盤への根入れは強風化帯や岩盤の不陸を考慮して岩盤上面から最小 50cm とする。よって、橋台・橋脚の床付け高さは以下のようになる。

- 左岸側A1橋台 = 19.85m
- 右岸側A2橋台 = 18.69m
- 左岸側P1橋脚 = 19.39m
- 右岸側P2橋脚 = 23.85m

### 2) 橋台・橋脚形式

縦断計画と床付け高さより、橋台 A1 の高さは 15.5m と 11.5m となる。この規模の橋台の構造形式は経済性、施工性の良さから逆 T 式橋台が最適であり、これを採用する。

橋脚は、橋脚の高さが約 13m ~ 14m と高く、また、河川内の橋脚であることから ( 1 ) 設計条件と設計法、表 - 19 の下部工の選定表を参考に壁式橋脚とする。

脚柱の断面形状は小判形とし、河川の阻害率を小さくし、過流の発生、流水圧、流木による影響を極力少なくする。

## 基礎形式の選定

地質調査は、河川内地質調査資料があったことから左右岸で実施した。調査の結果、地層は砂混じり粘土、砂礫層および岩盤 ( 凝灰岩 ) 等で構成され、河床から浅い位置に岩盤が広がっており、右岸側では露出し、最も深い岩盤層でも最深河床から 3.5m の深さである。よって、基礎形式は直接基礎とする。

## 桁下空間と橋脚の阻害率

本橋梁の路面高は設計水位より決定され、その設計水位は 31.6m と推定されている。よって、設計水位より桁下余裕高 ( 1.2m ) および必要構造高 ( 約 2.55m ) を確保すると路面縦断計画における最低高さは 35.35m となる。

橋脚の阻害率について試算すると、110m の河川幅に対し橋脚 2 基となる。その橋脚厚さは 1.9m と想定しており、その結果、阻害率は 3.3% となる。阻害率は最大 5% を目処にされることから、この値以下となり問題とはならない。

## 施工区分とアクセス道路部の舗装

本案件の施工範囲は、現道までの縦断線形摺り付け点までとし、左岸 L=約 151m、右岸 L=約 168m を対象とする。

この取り付け道路部の路面は、橋台背面に長さ 8m の踏み掛け板 ( 厚さ 35cm ) を日本の指針に準拠して建設し、この踏み掛け版上と橋梁上はアスファルトコンクリートの表層

のみとし、残りの部分に路盤からのアスファルト舗装を施工する。舗装構造は、前後の道路改良計画の舗装構成と同一として図 - 1 1 に示すように定めた。

A/C 表層 : 5cm
A/C レベリング層 : 3cm
採石ベースコース : 20cm
現地発生材のサブベースコース : 25cm
路床 CBR > 6

図 - 1 1 アト・グランデ橋の舗装断面図

#### 護岸工・橋台保護

護岸工の設置高さは、計画高水位である 31.600m までとする。また護岸深さは左右岸ともに岩盤まで護岸を入れ、基礎は設けず岩着させることとする。設置範囲は河岸保護のため橋梁上下流に基準径間長の 1/2 以上を設置することを基本とする。

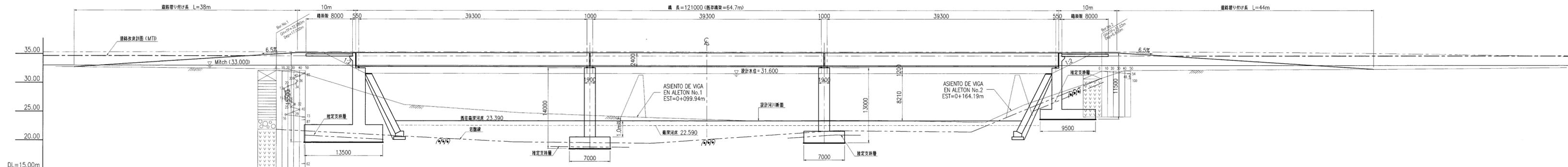
$$\text{護岸設置範囲} = 1/2 \times \text{基準径間長} = 1/2 \times 39.300 = 20\text{m 以上}$$

しかし、左岸は周辺地形に対して橋台付近が突出した形状になることから、橋台を取り巻くように護岸を設置することとする。右岸は岩盤が露出していることから、橋台付近の掘削範囲を保護するために最小限の護岸とし、河川方向先端部は自然地盤に食い込ませることとする。

護岸形式は、計画高水以下は練り石積護岸とし、計画高水位以上は植栽による保護工を設ける。

#### c) 基本設計図（一般図、断面図）

アト・グランデ橋の基本設計図を図 - 1 2 に示す



勾配	i=0.600% L=71.000m		35.349		Level		35.349		V.C.L=70m V.C.R=3730m		i=1.8766% L=77.000m																
計画高																											
地盤高	32.73		32.56		32.35		26.21		24.79		23.39		23.50		23.13		30.80		32.21		32.29		32.42		32.63		
単距離	0.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		20.00		
測点	0+00		0+020		0+040		0+060		0+080		0+100		0+120		0+140		0+160		0+180		0+200		0+220		0+240		0+260
曲線																											

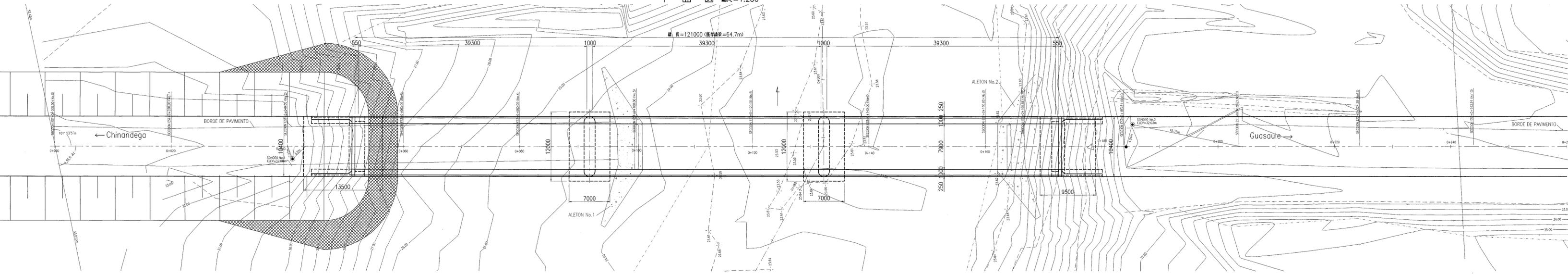
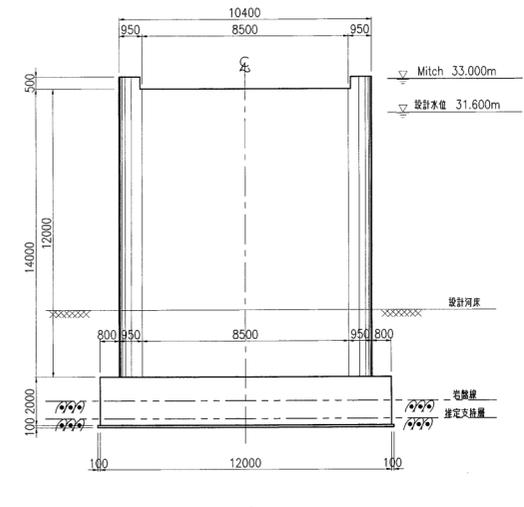
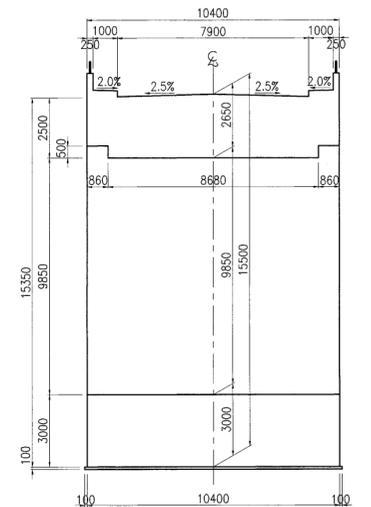
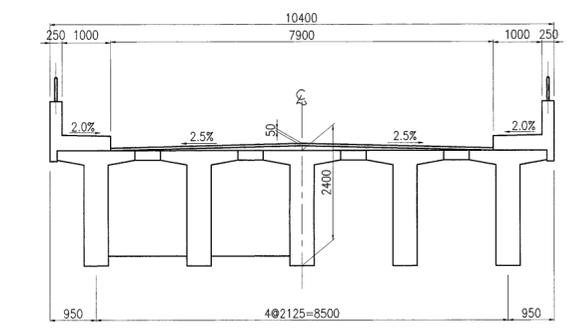


図-12 アト・グランデ橋の基本設計図

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA			
EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE LOS PUENTES EN CARRETERAS CHINANDEGA-GUASAULE			
PLANO GENERAL ( HATO GRANDE )			
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR	NO. PLANO	
FECHA:	Enero, 2000	-	
ESCALA:			
CONSORCIO DE CENTRAL CONSULTANT INC. DEL JAPON, Y KATAHIRA&ENGINEERS INTERNATIONAL CO.,LTD.,JAPON			

(5) エル・ガジヨ橋

a) 全体計画

表 - 30 エル・ガジヨ橋のプロジェクト概要

項目	細目	内容又は数量	摘要
プロジェクトの範囲		エル・ガジヨ橋の設計、建設 取付道路、護岸工の建設	
線形	平面	直線	
	縦断	橋梁縦断勾配 = 0%	
構造・内容	新橋梁	延長 L = 81m 総幅員 W = 13.4m 橋面積 A = 1085m <sup>2</sup> 上部工形式 = PC2 径間連結 T 桁橋 上部工架設 = 架設桁架設 橋台 = 逆 T 式橋台 2 基 : 高さ h1=12m、h2=12m 橋脚 = 1 基 : 高さ P1 = 13.5m 基礎 = 直接基礎 橋面舗装 = 640m <sup>2</sup>	
	取付道路	総幅員 = 12.9m 延長 : 橋台 A1 背後 = 200m、橋台 A2 背後 = 232m 平均盛土高 = 4m、法勾配 = 1 / 2 車道 = 常温アスファルト舗装 (t=5cm) 路肩 = 常温アスファルト簡易舗装 (t=3cm)	アスファルト舗装要綱 簡易舗装要綱準拠
	護岸工	位置 = 橋台周辺法面 構造 = 練り石積み	

表 - 31 エル・ガジヨ橋の概略数量

施設		内容	単位	概略数量	備考
新橋梁	上部工	コンクリート (360kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	733	
		同上 (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	170	
		型枠工	m <sup>2</sup>	4,111	
		PC 鋼線・鋼棒	ton	29	
		鉄筋	ton	97	
		橋面舗装工 (常温アスファルト)	m <sup>2</sup>	956	t=50mm
	下部工	基礎掘削	m <sup>3</sup>	5,747	
		躯体コンクリート (240kgf/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	1,806	
		同上型枠工	m <sup>2</sup>	1,517 (72)	( )内は曲面型枠
		鉄筋	ton	155	
取付道路	裏込工	m <sup>3</sup>	377		
	盛土工	m <sup>3</sup>	20,667		
	路盤工 (上層・下層)	m <sup>2</sup>	4,908		
	踏み掛け版工 (コンクリート)	m <sup>3</sup>	64.4		
護岸工	アスファルト舗装工 (常温)	m <sup>2</sup>	4,324		
	法面準備工	m <sup>2</sup>	1,967		
	練り石積み工	m <sup>3</sup>			

b) 施設 (橋梁・アクセス道路・護岸) 計画

計画高水位と計画高

架橋地点での河川幅、次項に記した橋台設置適地等から決まる橋長に対する計画洪水水位、超過洪水水位、及び、計画流量から求められる桁下余裕高は、表 - 14 の設計緒元に示され

た通りである。本橋は主桁下面が超過洪水水位以下となることから、下部構造の安定計算上の安全率は地震時相当の値とする。

#### 橋長と橋台位置の決定

##### 1) 右岸側 A2 橋台

既設橋は取付道路が流出し、上部工・橋脚橋台は損傷したものの流失を免れた。架橋位置付近の河川はグアサウレ側に大きく湾曲し、右岸側が水衝部になっている。右岸側既設 A2 橋台付近の自然護岸は、桁下閉塞による河道断面阻害を起こし大きくえぐられており、上下流の河岸線が後退していることから、洪水前の河岸線位置に A2 橋台を設置することとする。

右岸側 A2 橋台位置 = 0+155.5

##### 2) 橋台 A1

上記の項で示した位置に A2 橋台所定の設置し、水文解析より導かれた河道幅（70m）を確保して余裕高と橋座幅を考慮すると橋長は 81m となる。よって、左岸側 A1 橋台位置は、0+074.5 となる。

#### 橋梁幅員

表 - 13 参照。

#### 径間数の設定

径間数の設定は、計画洪水流量から算出される基準径間長によるものとする（表 - 15 参照）。その結果、基準径間長は 34.9m であり、本橋の場合は 2 径間の橋梁となり、径間長が約 40m になる。

#### 上部工形式の選定

本橋梁は、上部工形式と適用支間長（径間長）から以下の形式を比較対象案とした（表 - 18 参照）。なお、地震の多いニカラグア共和国においては、耐震性を向上させるため、連続構造とする。

第 1 案 鋼 2 径間連続非合成 I 桁（トラック・クレーン架設）

第 2 案 PC2 径間連結 T 桁橋（架設桁架設）

第 3 案 PC2 径間連結 I 桁橋（架設桁架設）

以上の橋種について、比較項目に沿って検討し、総合的に評価するものとする。比較項目としては対象橋梁共通としているが、構造的、施工性、現地調達等、維持管理、技術移転、経済性等の 8 項目について比較検討している比較検討の内訳に関しては、表 - 32 に示す。

比較検討の結果、アト・グランデ橋と同じく、比較項目のいずれにおいても優れた特性を示す第 2 案の PC3 径間連結 T 桁橋を選定した。



## 橋台・橋脚形式の選定

### 1) 橋台・橋脚床付け位置

地質調査結果より、架橋位置付近では、河床から約 7.0mの深さに岩盤があるが、その上層部に締まった砂礫層があることから、これを支持層し、橋台の支持層への根入れは最深河床から最小 1.0m以上確保するものとした。橋脚の支持層への根入れは、掃流深より決まる洗掘深さを確保した。よって、橋台・橋脚の床付け高さは以下ようになる。

- 左岸側A1橋台 = 31.475m
- 右岸側A2橋台 = 31.475m
- 左岸側P1橋脚 = 27.354m

### 2) 橋台・橋脚形式

縦断計画と床付け高さより、橋台 A1 の高さは 12.0mとなる。この規模の橋台の構造形式は経済性、施工性の良さから逆 T 式橋台が最適であり、これを採用した。

橋脚は、橋脚の高さが約 13.5m と高く、また、河川内の橋脚であることから ( 1 ) 設計条件と設計法、表 - 1 9 の下部工の選定表を参考に壁式橋脚とした。

脚柱の断面形状は小判形とし、河川の阻害率を小さくし、過流の発生、流水圧、流木による影響を極力少なくした。

### 基礎形式の選定

地質調査は、橋脚位置付近と左右岸で実施した。調査の結果、地層は砂層、砂礫層および岩盤 ( 凝灰岩 ) 等で構成されている。支持層は、岩盤が河床から約 7.0mの深さにあること、岩盤上部には締まった砂礫層があることから、これを支持層とした。よって、基礎形式は直接基礎とした。

### 桁下空間と橋脚の阻害率

本橋梁の路面高は設計水位より決定され、その設計水位は 39.7mと推定されている。よって、設計水位より桁下余裕高 ( 1.2m ) および必要構造高 ( 約 2.55m ) を確保すると路面縦断計画における最低高さは 35.5mとなる。

橋脚の阻害率については、70mの河川幅に対し橋脚 1 基となる。その橋脚厚さは 1.9m と想定しており、その結果、阻害率は 2.7% となる。阻害率は、最大 5%を目処にされることから、この値以下となり問題とはならない。

### 施工区分とアクセス道路部の舗装

本案件の施工範囲は、現道までの縦断線形摺り付け点までとし、左岸 L=約 200m、右岸 L=約 232mを対象とする。

この取り付け道路部の路面は、橋台背面に長さ 8 mの踏み掛け板 ( 厚さ 35cm ) を日本の指針に準拠して建設し、この踏み掛け版上と橋梁上はアスファルトコンクリートの表層のみとし、残りの部分に路盤からのアスファルト舗装を施工する。舗装構造は、前後の道

路改良計画の舗装構成と同一として、図 - 1 3 に示す通りとした。

A/C 表層 : 5cm
A/C レベリング層 : 3cm
採石ベースコース : 20cm
現地発生材のサブベースコース : 25cm
路床 CBR > 6

図 - 1 3 エル・ガジヨ橋の舗装断面図

#### 護岸工・橋台保護

護岸工の設置高さは、計画高水位である 39.720m までとする。また、護岸深さは左右岸ともに最深河床高より 1.0m 下まで入れることとする。設置範囲は河岸保護のため橋梁上下流に基準径間長の 1/2 以上を設置することを基本とする。

$$\text{護岸設置範囲} = 1/2 \times \text{基準径間長} = 1/2 \times 39.400 = 20\text{m 以上}$$

しかし、左岸は周辺地形に対して橋台付近が突出した形状になることから、橋台を取り巻くように護岸を設置することとする。一方、右岸は橋台上下流部が大きくえぐられており、上下流の河岸線より大きく後退していることから、この部分を埋め戻し、元の河岸線の位置に護岸を設置する事とする。

護岸形式は、計画高水以下は練り石積護岸とし、計画高水位以上は植栽による保護工を設ける。

#### c) 基本設計図（一般図、断面図）

エル・ガジヨ橋の基本設計図を図 - 1 4 に示す



### 3 - 4 プロジェクトの実施体制

#### 3 - 4 - 1 組織

本プロジェクトのニカラグア共和国側の担当主務官庁は運輸インフラ省（Ministerio de Transporte e Infraestructura - MTI）である。本プロジェクトの実施設計段階は、計画総局（Dirección General de Planificación）が道路総局（Dirección General de Vialidad）の補佐のもとに担当し、その後、建設工事完了までは道路総局建設部（Dirección de Construcción de Carreteras）が、完了後の橋梁の維持・管理は道路総局維持部（Dirección de Mantenimiento de Caminos）の担当となる。この体制は、過去の無償資金協力による橋梁架け替え案件の場合と全く同じである。

図 - 15 及び図 - 16 に運輸インフラ省及び道路総局の組織図を示す。

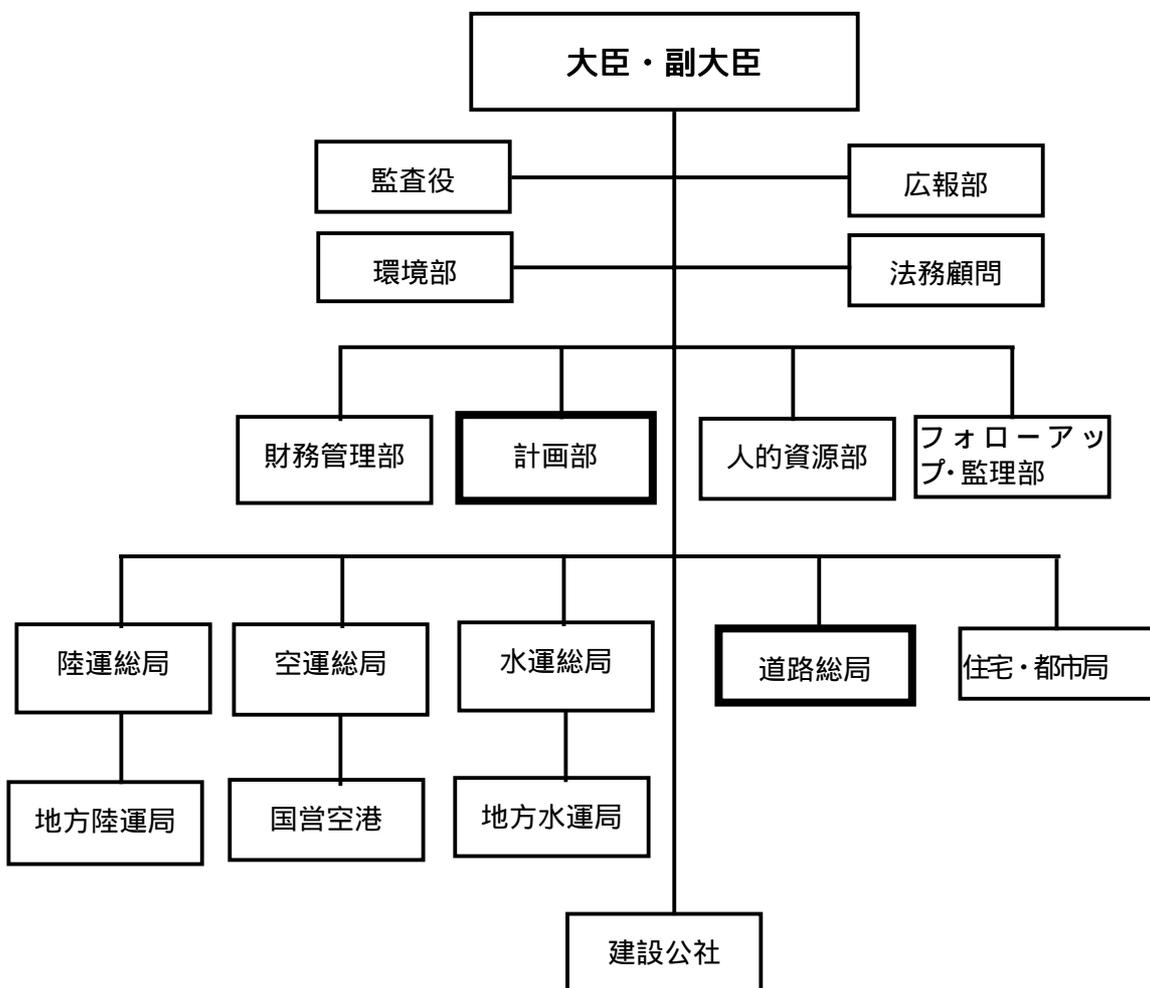


図 - 15 ニカラグア共和国運輸インフラ省組織図

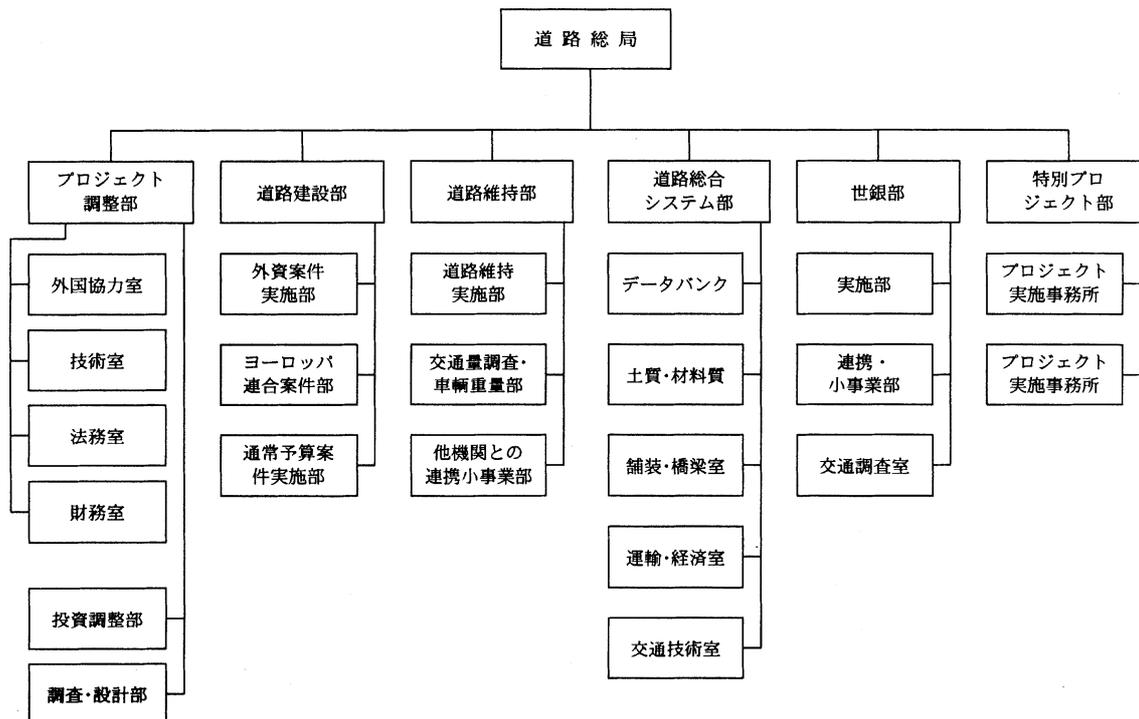


図 - 16 道路総局 (D.G.V.) 組織図

### 3 - 4 - 2 予算

ニカラグア共和国運輸インフラ省 (MTI) 全体及び本計画の実施、維持管理を担当する道路総局 (DGV) の年次予算の推移を表 - 33 に示す。ここで承認額とは予算であり、実際に使われた額を費消額として表している。

表 - 33 ニカラグア共和国運輸インフラ省予算

単位：1,000 コルドバ

年度	MTI 全体承認額	MTI 全体費消額(A)	道路総局費消額(B)	(B)/(A) %
1994	274,572	290,327	27,170	9.4
1995	227,681	300,359	25,096	8.4
1996	488,337	436,049	14,200	3.3
1997	461,196	464,070	23,123	5.2
1998	477,410	477,410	-	-

出典：運輸インフラ省

なお、上記予算には、個別のプロジェクトとして実施される事業のためのプロジェクト予算は含まれていない。又、MTI の正規職員 (臨時雇用を除く) の給与も含まれていない。

### 3 - 4 - 3 要員・技術レベル

ニカラグア共和国運輸インフラ省 (MTI) 全体及び本計画に関係のある道路総局、計画総局の 1999 年現在の職員数を表 - 3 4 に示す。

表 - 3 4 ニカラグア共和国運輸インフラ省の1999年現在職員数

項目	高級職	技術職	技能職	事務職	労務者	その他	合計
MTI 全体	56	276	204	66	40	75	717
(内) 道路総局	4	44	102	110	25	11	296
計画総局	4	11	10	14	0	2	41

出典：運輸インフラ省

上表の高級職、技術職は全て大学卒業以上の学歴を有している。当国では、日本の無償資金協力によるこれまでに 3 件の橋梁架け替え建設の実施経験があり、さらに、現在工事中の主要国道橋梁架け替え計画 (第 2 次) も担当組織は本計画と同じく MTI である。これらの実績から、本計画についても MTI は、ニカラグア共和国側のカウンターパート組織としての業務を遺漏なく果たすことが出来ると考えてよい。

## 第 4 章 事業計画

## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

#### 4-1-1 施工方針

##### (1) 施工計画立案の基本方針

本プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力による事業であることを考慮し、次の各項を施工計画上の基本方針とする。

建設資機材はできるだけ現地調達とする。

工事施工中においてもニカラグア共和国運輸インフラ省(MTI)と十分な意見の交換を行い、工事の円滑な推進を目指す。

ニカラグア共和国の社会事情、関係法規を考慮した適切な労働条件下での施工を計画する。

建設サイトの自然条件、特に雨期・乾期の特徴をよく認識し、その時期に施工する工事内容を詳細に検討して、工期短縮と経済性の面で最適の施工・工程計画を立案する。

工事中の安全管理に万全を期す。

##### (2) 工事の分割

本プロジェクトは、機材転用を考慮し架設地域毎に以下の2地区に分割して施工計画を立案した。

チナンデガ地区

- エル・グアルモ橋
- エステロ・レアル橋

ソモティージョ地区

- アト・グランデ橋
- エル・ガージョ橋

##### (3) 施工方法

それぞれの施工方法を、以下のように想定した。

###### a) 準備工

現場事務所等

チナンデガ地区の橋梁建設サイトは、エル・グアルモ橋がチナンデガ市内に位置し、エステロ・レアル橋は、エル・グアルモ橋から約35km グアサウレ側に位置する。

ソモティージョ地区の架橋位置は、エル・ガージョ橋がソモティージョ市内に位置し、アト・グランデ橋がエル・ガージョ橋より約 13km チナンデガ側に位置する。

チナンデガ地区とソモティージョ地区では約 70km 離れていること、工事は同時並行で進めることになることから、現場事務所等をエル・グアルモ橋とアト・グランデ橋の 2 箇所に設置し、エステロ・レアル橋とエル・ガージョ橋は現場詰所を設けることとする。敷地の規模は、現場事務所が約 80 × 80m 程度を確保し、現場詰所は 50 × 25m 程度を確保するものとする。敷地は伐開除根した後、表土を剥ぎとり、砂利を敷きつめる。また、周囲には木柵（有刺鉄線）を巡らし、入り口には、ゲートと守衛小屋を設置する。敷地内には以下の施設を設ける。

表 - 3 5 工専用施設

施設	エル・グアルモ橋現場事務所	エステロ・レアル橋現場詰所	アト・グランデ橋現場事務所	エル・ガージョ橋現場詰所
コンサルタント事務所				
建設会社事務所				
労務者用宿舎				
資材倉庫				
資材置き場				
型枠加工場				
鉄筋加工場				
建機駐機場				
機械修理工場				
コンクリートプラント				
駐車場				

#### コンクリートプラント

コンクリートプラントは、現場事務所と同じ敷地内に設置し、下部工、上部工および護岸等、必要なコンクリートを供給するものとする。エステロ・レアル橋およびエル・ガージョ橋のコンクリートは、それぞれエル・グアルモおよびアト・グランデのコンクリートプラントで配合・練り混ぜてミキサー車で運搬・供給する。

#### 給電計画

現場事務所および宿舎の電力は電力会社より買電し、コンクリートプラントや鉄筋の切断・曲げ加工機等の必要電力には、買電では容量不足の懸念があるためジェネレーターを使用する。

#### 迂回路

##### 1) エル・グアルモ橋

エル・グアルモ橋はチナンデガ市内を迂回する道路があり、工事期間中における一般交通のための仮橋や迂回路等を建設する必要はない。エル・グアルモ橋への一般車の交通は遮断する。

##### 2) エステロ・レアル橋

エステロ・リアル橋は補強工事期間中は同橋を片側通行として、一車線走行が可能であるが、大統領令で主要幹線道路、特に中米道路においては、仮設橋であっても2車線を確保することとしており、本橋でも更に一車線の仮設橋を架ける必要がある。迂回路は既設橋の上流側が河川の合流地点であることから既設橋の約20m下流側に仮橋(40m)を設けて渡河するものとする。仮橋は日本の見返り資金で購入し、現在、オチョモゴ橋建設に使用しているベアリー橋をMTIより借用するものとし、下部工(橋台)を建設することとする。

### 3) アト・グランデ橋、エル・ガジヨ橋

アト・グランデ橋及びエル・ガジヨ橋は、ハリケーン「ミッチ」後、日本の見返り資金で架設地点の下流に2車線の仮設橋が架けられており迂回路は設けない。しかし、今回施工する橋梁の路面高さは現在の道路より3mから5m高くなるため、道路上に盛土をしなければならぬ。この盛土施工区間外に仮設橋へアクセスする道路を造成する。

#### 旧橋撤去

##### 1) エル・グアルモ橋

既設エル・グアルモ橋は、施工開始前に撤去しなければならない。コンクリート製の橋台・橋脚・主桁・床版をジャイアントブレイカーではつり、ダンプトラックでコンクリート塊を搬出する。

##### 2) アト・グランデ橋

アト・グランデ橋の架設位置にはハリケーン「ミッチ」で流失した橋梁の橋台が残っている。この橋台は練り石積みで高さ8m程の大きなものである。工事の開始に先立ちこの旧橋橋台を撤去する。撤去にはジャイアントブレイカーを使用する。

##### 3) エル・ガジヨ橋

既設エル・ガジヨ橋は橋台、スラブともに現存しており、新設橋の施工開始前に撤去しなければならない。このコンクリート製の橋台・RCスラブをジャイアントブレイカーではつり、ダンプトラックでコンクリート塊を搬出する。

#### b) 下部工工事

本プロジェクトは、橋台・橋脚等の下部工工事を乾期期間中に完了させる必要がある。特に河川内工事となる橋脚の施工を最優先させる。

#### 橋脚部の築堤・盛土

##### 1) エル・グアルモ橋

橋脚部に築島し、河川の流れを右岸に瀬変えする。築島の天端高さは高水敷に合わせ+55.8mとする。

##### 2) アト・グランデ橋

- 左右岸からP1、P2にむけて土砂を撒きだし、橋脚施工位置に築島する。

- 左右岸から築島部へまき出された土砂は工事中道路として使用する。左岸から P 1 橋脚への工事中道路にはコンクリート管を埋設して造成する。
- 河川の流れを橋脚間および A 1 橋台 ~ P 1 橋脚間に誘導する。河床幅が狭くなるため新設橋から下流の河床を掘削する。工事中道路の天端高さは高水敷に合わせ + 27.5m とする。

### 3) エル・ガジヨ橋

橋脚施工位置に築島するため、左岸側上流から工事中道路を造成する。この工事中道路にはコンクリートパイプまたはコルゲート管を埋設し、河川の流れを阻害しないようにする。河川の流れは橋脚の築島の両側に誘導する。盛土の天端高さは高水敷に合わせ + 36.0 m とする。

#### 場所打ち杭

エステロ・レアル橋は、耐震性向上を図るため、既設橋台の背後に場所打ちコンクリート杭を打設し一体化する。施工は、場所打ち機を第 3 国から調達し、現道を片側通行させながら 1 橋台当たり 2 本の杭を施工する。

#### 掘削

##### 1) エル・グアルモ橋

- 橋台は隣接する民家への影響もないことからオープン掘削で施工する。
- 橋脚の掘削は岩盤線が浅いため鋼矢板を打設できないことからオープン掘削とする。
- 橋脚基礎の掘削時には掘削土または土嚢で築堤し、河川水の流入を防ぐこととする。

##### 2) エステロ・レアル橋

橋台は道路一車線を開放しながら施工するため、道路中心付近に自立式鋼矢板を打設しオープン掘削とする。

##### 3) アト・グランデ橋

橋台は隣接する民家もないことからオープン掘削により施工する。橋脚の掘削は岩盤線が浅いため鋼矢板は打設できないオープン掘削とする。

橋脚基礎の掘削時には掘削土または土嚢で築堤し、河川水の流入を防ぐ。

##### 4) エル・ガジヨ橋

橋台はオープンで掘削する。橋脚は、橋脚位置に造成した築島上から鋼矢板を掘削範囲の周囲に打設し、橋脚基礎を掘削する。掘削作業中は水中ポンプを稼働させて排水する。

#### 型枠及び鉄筋

下部工底版型枠は、現地調達の合板を使用し、現地事務所内ヤードにて型枠パネルを製作する。地表にでる橋脚、橋台の躯体型枠に使用する合板は日本から調達する。

鉄筋の加工はエル・グアルモ橋、アト・グランデ橋の現場事務所内の鉄筋加工場で加工し、工事現場へ運搬する。

#### コンクリート打設

現場事務所に隣接するプラントからのコンクリートは、ミキサー車により運搬され、トラッククレーンによるバケットまたはコンクリートポンプ車で打設する。

#### c) 上部工工事

##### 1) エル・グアルモ橋、アト・グランデ橋、エル・ガジョ橋

- 上記3橋の上部工形式はすべてポストテンション方式PCT桁（ブロック工法）であり、PC桁を5または7のセグメント（ブロック）に分割して製作する。
- セグメントはアトグランデ橋、エルグアルモ橋の現場事務所内の桁製作ヤードで製作し、架設現場に運搬する。桁製作に必要な鋼製型枠、桁架設に必要な機材は日本より調達するものとする。
- 架設現場でセグメントを接合し、緊張、グラウト充填後に架設桁を使用して主桁を架設する。主桁架設完了後に横桁、床版間詰および支点上の連結鉄筋を配置し、コンクリートポンプ車にてコンクリートを打設する。養生は、直射日光や風等によって表面だけが乾燥し、ひび割れが発生しないように養生マットを付設し湿潤養生を行う。

##### 2) エステロ・レアル橋

- 本橋は張出し部の補修（打ち替え）と床版の補強である。補修は、既設橋の側面に作業構台および下面に足場を構築し、張出し部のはつり、支保工の設置を行う。支保工上に張出し部の型枠を設置し、配筋・コンクリートを打設する。
- コンクリートは、新旧コンクリートの材令差によるひびわれが発生しないようにファイバーコンクリートを使用する。施工は片側ずつ行うこととする。
- 床版の補強は床版下面を清掃し、新旧下床版全体に炭素繊維シートを貼り付ける。炭素繊維は2層とする。

#### d) 護岸工

各橋梁付近の自然堤防は雨期の水位上昇時に浸食及び洗掘を受けている形跡があり、橋台保護のために、この自然堤防および橋台付近の取付道路（盛土法面）に防護工を設けることとする。

##### 1) エル・グアルモ橋

- 設置高さは、計画高水位である61.462mまでとする。また、護岸深さは左右がともに最深河床高より1m下（53.49m）で護岸の基礎を根入れする。
- 護岸は上下流の現地形を考慮し、以下の範囲で施工する。
- 右岸上流：既設のコンクリート構造物があるため、これを利用し、ここまでを護岸範囲とする。（約20m）

- 右岸下流：川底までのアプローチ道路がありここまでを保護する。（約16m）
- 左岸上流：上流側の測岸洗掘を防止するために、20m護岸を設置する。
- 左岸下流：基本通り16m護岸を設置する。
- 護岸形式は、計画高水以下は練り石積護岸とし、計画高水位以上は植栽による保護工を施す。

#### 2) エステロ・レアル橋

本橋は河道勾配が緩く洪水時の流速が遅いこと、現地調査において測岸の浸食がほとんどみられないことから、護岸は必要ない。

#### 3) アト・グランデ橋

設置高さは、計画高水位である 31.600mまでとする。また、護岸深さは左右岸ともに岩盤まで護岸を入れ、基礎を設けず岸着させることとする。左岸橋台は周辺地形に対して突出した形状になることから、橋台を取り巻くように護岸を設置することとする。右岸橋台は岩盤が露出していることから、橋台付近の掘削作業範囲を保護するために最小限の護岸とする。護岸形式は、計画高水以下は玉石積護岸とし、計画高水位以上は植栽による保護工を設ける。

#### 4) エル・ガジヨ橋

- 設置高さは、計画高水位である39.720mまでとする。また、護岸深さは左右岸ともに計画河床高より1.0m下まで入れることとする。
- 左岸橋台は周辺地形に対して突出した形状になることから、橋台を取り巻くように護岸を設置することとする。右岸橋台は上下流部が大きくえぐられており、上下流の河岸線より大きく後退していることから、この部分を埋め戻し、元の河岸線の位置に護岸を設置することとする。
- 護岸形式は、計画高水以下は玉石積護岸とし、計画高水位以上は植栽による保護工を設ける。

#### e) 取付道路工

国道 24 号線は、IDB 等の資金により既に舗装の改良工事の設計が済んでいる。

アプローチ道路の舗装構成は、この設計を準用するものとする。舗装は、常温アスファルト仕上げとする。

##### 1) エル・グアルモ橋、エステロ・レアル橋)

エル・グアルモ橋とエステロ・レアル橋の道路計画高は、既設道路と同じであることから、取付道路の範囲を橋台施工時の掘削範囲 + 10m (オーバーレイ) とする。

エルグアルモ橋 = 橋梁の前後約 40m

エステロ・レアル橋 = 橋梁の前後約 20m

##### 2) アト・グランデ橋、エル・ガジヨ橋

本橋の取付道路工は、橋梁の路面高が高くなることによる現道高までの摺付け区間に

ついて実施する。なお、橋梁から改良計画高までの据付けはニカラグァ共和国が実施する。

アト・グランデ橋 = 橋梁の前後約 160m

エル・ガジヨ橋 = 橋梁の前後約 210m

舗装構成は、国道 24 号線チナンデガ～グアサウレ間道路改良設計を準用する。舗装は、常温アスファルト仕上げとする。

#### (4) 特殊技能者の派遣

ニカラグァ共和国内では、過去の無償資金協力の橋梁工事で本プロジェクトと同じ形式を経験し、配筋・コンクリート打設・養生等コンクリート橋に対するある程度の技術は移転されたものと思われるが、技術を習得した技能工の数は少ない。桁製作・PC工（ブロック工法）・桁架設等の特殊技術については、まだレベルが低いものと考えざるを得ない。よって、これらの工種の着手時には日本から当該工事技能者を短期派遣し、技術指導を含めて、遺漏なき施工を期することとする。

### 4 - 1 - 2 施工上の留意事項

#### (1) 降雨・河川水位への配慮

当国の雨期は5月から10月であり、雨期と乾期は非常に明瞭に分かれていることは表-8の降雨量のデータから読みとれる。一般的に雨期の初期と末期には降雨量が多く、時には集中豪雨的な降り方をする。この様なとき、建設サイトの河川水位は上昇し、自然堤防天端に達することがある。

工程計画では、河川内作業を乾期内に終了するよう特段の配慮をしたが、上部工工事であっても上記の降雨、河川水位の状況は建設作業に多大な影響を与える。特に、桁製作や横組工（横桁・間詰床版）では、コンクリート打設中に降雨があっても中断せずに作業を完了できるように、十分な準備や対策が必要である。

#### (2) 現地調達セメントの使用

現地調達するセメントを使用したコンクリートの場合、所要強度に必要なセメント量は、日本におけるセメント量に比べより多くを必要とする。多量のセメントを使用した場合、クリープ・乾燥収縮、さらに硬化時の発熱を大きくし、乾燥収縮クラックが発生するおそれがあることから、十分注意する必要がある。

#### (3) 養生について

養生は、乾燥・急激な温度変化等の有害な影響を受けないために行うものであり、湿潤状態を保つことが原則である。コンクリート橋（桁・床版）は、一般に部材寸法が小さく、

外気温や風による温度変化の影響を受け易い。当国の平均気温は 25 以上もあり、日中の気温が高いときにコンクリートを打設することから、コンクリート温度の上昇を抑えるように骨材の散水、氷水による練り混ぜ等を行うとともに、養生マットで覆い、十分に散水養生する必要がある。

#### 4 - 1 - 3 施工区分

##### ( 1 ) エル・グアルモ橋

###### a) 本案件に含まれる工事範囲

- 橋梁上下部工の建設
- 橋台施工時の掘削範囲 + 10m ( オーバーレイ ) の範囲の取付道路
- 既設橋梁上下部工の撤去
- 護岸の撤去・復旧
- 支障物件 ( コンクリート塊 ) の撤去

###### b) ニカラグア共和国負担事項

- 現場事務用地の借地
- 既設橋梁の添加上水道管の移設
- 下流側電線の移設
- 迂回路の整備および維持管理

##### ( 2 ) エステロ・レアル橋

###### a) 本案件に含まれる工事範囲

- 既設橋梁上部工の補強および歩道部の補修 ( 打ち替え )
- 橋台の増杭
- 橋台施工時の掘削範囲 + 10m ( オーバーレイ ) の範囲の取付道路
- 既設橋梁歩道部の撤去
- 迂回路および仮設橋台の建設
- 仮設橋上部工の運搬、架設 ( オチヨモゴ橋仮橋解体含む )

###### b) ニカラグア共和国負担事項

- 現場詰用地の借地
- 下流側電線の移設
- 迂回路の維持管理

##### ( 3 ) アト・グランデ橋

###### a) 本案件に含まれる工事範囲

- 橋梁上下部工の建設

- 道路縦断線形摺り付け点までの取付道路
- 迂回路の移設（本橋取付道路盛土との重複範囲）
- 護岸の設置

b) ニカラグア共和国負担事項

- 迂回路移設用地および現場事務用地の借地
- 既設橋梁の添加上水道管の移設
- 上流側電線の移設
- 迂回路の維持管理

( 3 ) エル・ガジョ橋

a) 本案件に含まれる工事範囲

- 橋梁上下部工の建設
- 道路縦断線形摺り付け点までの取付道路
- 迂回路の移設（本橋取付道路盛土との重複範囲）
- 護岸の設置

b) ニカラグア共和国負担事項

- 迂回路移設用地および現場事務用地の借地
- 既設橋梁の添加上水道管の移設
- 上流側電線の移設
- 迂回路の維持管理

**4 - 1 - 4 施工監理計画**

( 1 ) 施工管理の基本方針

現地に派遣される施工管理技術者は、主として以下の業務を実施する。

工事計画・施工図の承認：施工業者より提出される工事計画・施工図・工程表が契約図書・仕様書等に適合しているかを審査し、承認をする。

工程管理：施工業者より工事の進捗状況の報告を受け、工期内に工事が完了するよう必要な指示を与える。

品質管理：現場において工事材料および施工の品質が、契約図書・仕様書等に適合しているかを検査し、承認をする。

出来形検査：完成断面・平面形状等を検査し、出来形が管理基準を満足しているか検査するとともに数量の確認をする。

証明書の発行：施工業者への支払い・工事の完了・瑕疵担保期間の終了にあたって、必要な証明書を発行する。

その他：安全管理上、労務管理上等で MTI との協議が必要となった場合、その協

議の場の準備、協議内容の調整を行う。

## (2) 施工管理体制

施工監理に携わる日本人技術者の配置・体制は、工事内容および工期を勘案して以下のように計画する。

### 総括

総括は、工事の立ち上がる着工時と完成時の2回のスポット派遣とする。

### 主任橋梁技師

主任橋梁技師は、工期全期間にわたり現地に常駐し、工事全体の監督指導と上記の施工監理業務全般を行う。対象橋梁が4橋であり、全橋梁がほぼ同時期に着工され、同時進行すること、1乾期内で下部工(特に河川内)を完成させる必要があること等から、各現場を地域的に下記の2地区に分割し、工事全般にわたる現地駐在する主任橋梁技術者を1名、着工から下部工工事完了までの橋梁技師(下部工)を1名配置することとする。

- チナンデガ地区 : エル・グアルモ橋、エステロ・レアル橋
- ソモティージョ地区 : アト・グランデ橋、エル・ガジョ橋

### 橋梁技師(上部工)

橋梁技師は、上部工施工期間中現地に派遣され、主任橋梁技師のもとで主に橋梁上部工架設工事に関わる施工監理を行う。

### 道路技師

道路技師は、本プロジェクトの施工区分に含まれる道路部の施工期間中スポット派遣され、道路土工および舗装工事の監督指導を行う。

## 4 - 1 - 5 資機材調達計画

### (1) 資材調達

#### a) セメント・骨材・生コンクリート

ニカラグア共和国で唯一のセメントメーカー(CANAL社)が米国の基準ASTM C-150等による品質管理のもとで普通ポルトランドセメントを生産している。

品質は今までに実施された無償資金協力案件(PC橋等)で実証されており問題はない。年間生産量は最大350,000t/年に達し、本プロジェクトに必要な量の調達に十分な生産量がある。

構造物コンクリートに使用する骨材は、マナグア周辺より運搬する(運搬距離=約180~250km)と輸送費が高価になることから、隣国ホンデュラス共和国の Cholteca 市(運搬距離=約100km)で生産されている骨材を使用することとする。

生コンクリートはマナグア市で PROINCO 社が供給しているが、ミキサー車が10台し

がなく建設サイトへの遠距離輸送は不可能である。本プロジェクトでは、現場事務所敷地内にコンクリートプラントを設置し、必要なコンクリートのすべてを供給するものとする。

b) 鉄筋

鉄筋はニカラグァ共和国内で製造していないため、日本または第3国からの調達となる。しかし、ニカラグァ共和国内における無償資金協力による橋梁建設時において、また、隣国ホンデュラス共和国の新 Cholteca 橋建設時においても、請負業社は、すべて日本から鉄筋を輸入している。

調査の結果、この原因については、以下の点が挙げられた。

- 粗悪品の流通が多い（曲げ加工時に破断）
- ミルシート不整備または偽造の疑いがある
- 第3国調達の場合、調達に時間がかかり工事工程に合致しない
- 輸入先が常時変化しており各種の規格が混在、同一の鉄筋径でも断面積が異なる鉄筋が存在する等不確定要素が多い

以上より、ニカラグァ共和国内で流通する鉄筋を使用するのは工程的、材質的にも危険であり、本案件では鉄筋を日本から調達することとする。

c) 鋼板および形鋼とその製作

鋼板および形鋼（小型）は、ニカラグァ共和国内で生産されておらず、すべてブラジルやベネズエラ等からの輸入に頼っている。また、これら鋼材の加工、製作をする会社があるが、最も重要な溶接の検査が実施されておらず品質管理上問題がある。本工事において、下部工の仮設工事に鋼矢板、H形鋼等を多用するが、リース材となるため日本から調達する（リース材の第3国調達は不可能と判断した）。

d) P C 鋼線

P C 桁橋に必要となる P C 鋼線、鋼棒および定着金具はニカラグァ共和国内で生産しておらず、設計で仮定した P C 鋼材を使用する必要があるため日本より調達する。

e) アスファルト舗装材

アスファルト舗装材は、ベラクルスの ECONES- 社とグラナダの ECODIN 社がアスファルト混合プラントを所有し、常温および加熱アスファルト合材を供給している。2社の最大生産量は 25m<sup>3</sup>/hr の能力があり、本計画の調達には十分である。

主要建設資材の調達方法を表 - 36 にまとめた。

表 - 3 6 建設資材等の調達

資 材	調 達 区 分			摘 要
	ニカラグア	日 本	第三国	
普通セメント				国内生産品使用
粗骨材			*	国内生産品使用
細骨材			*	国内生産品使用
合板型枠材				国内生産品使用
鋼製型枠				品質確保・安定供給
異形鉄筋(～D19)				品質確保・価格
〃 (～D32)				品質確保・価格
コンクリート混和材				品質確保・安定供給
PC鋼線				品質確保・安定供給
PC定着具				品質確保・安定供給
伸縮継手				品質確保・安定供給
沓(ゴム系 ct)				品質確保・安定供給
木材				国内生産品使用
補強材(炭素繊維)				品質確保
高欄				品質確保

注) \*印は構造物コンクリートに使用する骨材で、ホンデュラス共和国 Cholteca 市近郊より調達する

### (2) 工事中建設機械

一般に道路関係の建設機械の現地調達は可能であり、現地調達とする方が経済的に有利である。一方、現地調達が困難な特殊機械は、搬入時期が確実な日本からの調達とする。建設機械等の調達状況を表 - 3 7 に示す。

### (3) 労務調達

1990 年以降、現地技術者および技能工は、小規模橋梁(鋼橋)建設や橋梁の補修・補強工事の経験をしている。また、日本の無償資金協力で建設された橋梁工事に従事した技術者や技能工も増えている。したがって、本プロジェクトの PCT 桁の製作・PCI・桁架設・基礎杭施工等の特殊技能工を除けば現地採用の技能工で工事施工は可能であろう。経験豊富な技能工はマナグアやその近郊で雇用する必要があるが、一般労務者は、比較的現場近辺からの雇用が容易である。

表 - 37 建設機械調達

名 称	仕 様	調 達 区 分		摘 要
		ニカラグア	日 本	
ブルドーザー	15 t			
ブルドーザー	21 t			
バックホー	0.6 m <sup>3</sup>			
タイヤローラー	10 t			
ロードローラー	10 t			
振動ローラー	8-10 t			
タンパー/ランマー	60-100 kg			
ダンプトラック	11 t			
トラック	10 t			
アスファルトフィニッシャー	4.5 m			
散水車	7.5-8.0 kl			
コンクリートブレイカー	0.53 kw			
溶接機	300 A			
トラッククレーン	20 t			
トラッククレーン	45 t			
クローラクレーン	40 t			
油圧ブレイカー	1,300 kg			
トラックミキサー	4.5 m <sup>3</sup>			
クラムシェル	0.6 m <sup>3</sup>			
コンクリートポンプ車	55-60 m <sup>3</sup> /h			
コンクリートプラント	45 m <sup>3</sup> /h			
ブレイカー	20 kg			
ピックハンマー				
クレーン付トラック	4t			
架設桁設備				
桁吊り装置				
横取り設備	40, 50 t			
水中ポンプ	2"- 6"			
コンプレッサー	5 m <sup>3</sup> /min			
ジェネレーター	25 kva-150kva			
ウォータージェット	325 l/min			

#### 4 - 1 - 6 実施工程

我が国の無償資金協力制度に基づき表 - 38 のとおりの業務実施工程表とした。



#### 4 - 1 - 7 相手国側負担事項

本計画に関するニカラグア共和国側の負担事項は、以下の通りである。

本プロジェクトの実実施設計及び施工に必要な情報とデータの提供

エステロ・レアル橋の迂回路用ベアリー橋の貸与

本プロジェクトの実実施に必要な用地及び建設工事のための仮設用地取得または提供  
工事期間中の工事サイトまでの道路の維持・補修等

本プロジェクトの実実施に必要な銀行手数料の支払い

本プロジェクトの実実施に係わる日本の会社及び日本人に対してニカラグア共和国国内  
で課せられる税金等の免除

本プロジェクトの実実施に必要な輸入機械・材料の速やかな通関及び国内輸送への支  
援

本プロジェクトの実実施に係わる日本人のニカラグア共和国への入出国及び滞在の許  
可

日本の無償資金協力の範囲外で、本プロジェクトに係わる必要資金の調達

本プロジェクトの実実施により建設された橋梁及び道路の適切で十分な維持管理

現場事務所建設地までの電気・電話線の引き込み

本プロジェクトの実実施に支障となる添加物及び空中架線等の着工前移設と復旧  
エル・グアルモ橋における迂回路の整備および維持管理

#### 4 - 2 概算事業費

##### 4 - 2 - 1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約 24.47 億円となり、先に記した日本とニカラグア共和国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次のように見積もられる。

##### ( 1 ) 日本側負担経費

表 - 3 9 日本側負担経費

事業費区分	
(1) 建設費	22.39 億円
ア. 直接工事費	12.62
イ. 現場経費	3.39
ウ. 共通仮設費等	6.38
(2) 機材費	0 億円
(3) 設計・監理費	1.94 億円
合 計	24.33 億円

(2) ニカラグァ共和国負担経費

a) 土地借上げ費	53,550 コルドバ (約 53.6 万円)
b) 水道管の移設	603,230 コルドバ (約 603.3 万円)
c) 電線 (電気・電話) 移設費	350,000 コルドバ (約 350.0 万円)
d) 電気・電話引き込み費	356,000 コルドバ (約 356.0 万円)
総計	1,362,780 コルドバ (約 1,362.8 万円)

(3) 積算条件

a) 積算時点	平成 11 年 7 月
b) 為替交換レート	1 US \$ = 115 円 1 コルドバ = 10.001 円
c) 施工期間	実施設計及び工事に要する期間は、施工工程表 (表 - 38) に示した通り。

4 - 2 - 2 維持・管理計画

本橋梁はコンクリート橋で計画されたため、以下のような定期的な維持作業以外の大規模な維持管理を必要としないメンテナンスフリーと考えて良い。

伸縮継ぎ手 (L = 92.8m)	約 20 年毎に交換
門型標識柱 (4 基)	約 7-8 年ごとの塗装
集水管・集水枿	半年毎に清掃

これらの他には、舗装、沓周り、伸縮継ぎ手及び橋体の目視点検を、1 回/年を行うことが必要である。

上記の維持・管理は、MTI の道路総局道路維持部が担当する。また、これに要する費用を各年に平均化すると、58,160 コルドバ/年と見積もられたが、この額は、道路維持部の通常の予算規模に対して微少 (約 1.5%) である。(資料 - 5 参照)

また、最も高額な維持作業である「伸縮継ぎ手の交換」時には、約 1.08 百万コルドバを要するが、これをすべて単年度の予算から支出したとしても、道路維持部の年間予算の 7% 以下である。従って、本計画実施後の維持管理について、費用面から問題が生ずることはないと考える。

## 第5章 プロジェクトの評価と提言

## 第5章 プロジェクトの評価と提言

### 5 - 1 妥当性にかかる実証、検証及び裨益効果

#### (1) 妥当性の実証、検証

調査対象橋梁はすべてこれまでの日本政府の無償資金協力による橋梁架け替え案件と同様、パンアメリカンハイウェイ上に位置し、その重要性については既に検証されていると言える。

このパンアメリカンハイウェイの現在の整備水準は、その役割に見合うレベルに達しておらず、特に老朽化と損傷の著しい橋梁の速やかな改善の必要性が指摘されていた。これは、落橋等により通行不能となった場合代替路がないこと、通行可能とするための緊急復旧には相当の期間を要することから社会経済的にその影響が甚大であるとの認識がもとになっている。

本計画の対象である4橋梁は、すべてホンデュラス共和国との国境へ繋がり貿易物流を担う国道24号線上(パンアメリカンハイウェイの一部)に位置し、技術的・資金的にニカラグア共和国では独自に対応が出来ないとの判断がなされた相対的に大規模の橋梁である。対象4橋梁の現状を個別にみると次の通りである。

- エル・グアルモ橋 : 老朽化大、耐荷力不足、不適切な構造形式
- エステロ・レアル橋 : 耐荷力不足、洗掘の進行
- アト・グランデ橋 : ハリケーン・ミッチにより上部工流出
- エル・ガジョ橋 : ハリケーン・ミッチにより上部工移動

(2)に記した計画実施による効果から、本計画はニカラグア共和国の多くの国民の生活・民生に直接的に寄与するものであり、政府の国家開発政策にも合致し、さらに本計画の運営・管理については運輸インフラ省の現在の体制で十分対応可能と判断されることから、日本の無償資金協力によって実施することが妥当な案件であると判断できる。

#### (2) 本計画の実施による裨益効果

本計画実施の効果を列挙し、その各々の裨益の範囲を概略推計した結果は、表-40の通りである。

本対象橋梁は直接にはチナンデガ州の幹線道路としてその物流に寄与するが、表-41のニカラグア共和国の通関統計(1998)に示すように、グアサウレの輸出入取扱い量は全国の約3割に達しており、ホンデュラス共和国との国境の町グアサウレから首都マナグアに向けての国際物資の輸送の任を担っている。安定した交通の確保はチナンデガ州のみならず、レオン州、マナグア首都圏の社会経済の維持に大きく貢献しており、ニカラグア共和国全人口430万人の4割強の人口に直接的な影響を及ぼしている。

また、交通量の内、トレ - ラ - を中心とした大型車の占める割合が高く、表 - 40 の調査結果から分かるように、本計画橋梁区間を通過しグアサウレからマナグア方面に向かう大型車は日に 500 台程度に登ることが知られる。本計画により安定的輸送の確保が図られる他、十分な幅員と走行性を持つことにより歩行者や自転車への交通事故の危険性を減少させることができる。特にエル・ガジヨ橋においては自転車や人力三輪車が多くその効果は大きい。

表 - 40 裨益効果とその範囲

期待される効果 対象橋梁	国内・国際輸送を担う幹線道路の安全・安定した輸送が保証される	十分な幅員と走行性を確保した橋梁となることにより歩行者・通行車両の交通事故を減少させる
エル・グアルモ橋	裨益人口 ・ マナグア地域 1,094 千人 ・ レオン県 337 千人	裨益者数 通行車両：3,488 台 / 日 自転車：681 台 / 日 歩行者：243 人 / 日 [大型車混入率：25% (474 台)]
エステロ・レアル橋	・ チナンデガ県 350 千人 小計 1,781 千人	裨益者数 通行車両：879 台 / 日 自転車：54 台 / 日 歩行者：0 人 / 日 [大型車混入率：50% (438 台)]
アト・グランデ橋		裨益者数 通行車両：1,042 台 / 日 自転車：98 台 / 日 歩行者：149 人 / 日 [大型車混入率：51% (527 台)]
エル・ガジヨ橋		裨益者数 通行車両：1,771 台 / 日 自転車：1,173 台 / 日 歩行者：1,170 人 / 日 [大型車混入率：25% (474 台)]

- 注：1) 交通量に係る裨益者数は、午前 6 時～午後 6 時までの 12 時間交通量調査（1999 年 6 月 11 日（金）調査）の結果による。  
2) 自転車通行量には人力三輪車（エル・ガジヨ橋で 359 台）を含む。  
3) 大型車の内、約半数はトレ - ラ - である。

表 - 41 ニカラグア共和国の通関状況（1998）

税関名	輸入量 (CIF (US\$))		輸出量 (CIF (US\$))		備考
	金額	割合	金額	割合	
エスピーノ	17,979	4.1%	14,953	4.1%	ホンデュラスとの国境
グアサウレ	140,941	32.4%	75,150	24.2%	ホンデュラスとの国境
ラス・manos	0.1	0.0%	16,320	5.3%	ホンデュラスとの国境
ペニャス・ブランカス	95,304	21.9%	23,709	7.6%	コスタ・リカとの国境
コリント港	181,218	41.6%	179,993	58.0%	太平洋岸の港
合計	453,443	100.0%	310,125	100.0%	

## 5 - 2 技術協力・他ドナーとの連携

### 5 - 2 - 1 技術協力

本プロジェクトの実施機関である運輸インフラ省 (MTI) は、橋梁の建設・維持・補修に必要な技術者・人員を擁しており、これまでの類似の無償資金協力案件の実施実績から、本プロジェクトの実施に関わる専門家派遣等の技術協力は必要としない。

MTI は、本プロジェクトのカウンターパートの日本での研修の実施を望んでいる。より良い維持管理・補修のため可能な限りこの要請に応えることが望ましい。

### 5 - 2 - 2 他ドナーとの連携

#### (1) 接続道路との関係

本対象4橋のあるチナンデガ～グアサウレ間にチナンデガにて接続するイサパ～レオン～チナンデガ間の道路改良工事は BID 資金で調査・設計がなされ、世銀融資で改良工事(橋梁を含む)がなされている。イサパ～レオン間は1999年6月に完成し、現在レオン～チナンデガ間の舗装改良工事の実施中である。

#### (2) チナンデガ～グアサウレ間

この区間の道路改良の調査・設計は(1)の区間と併せて BID 資金で実施された。現在設計内容の見直しを世銀に申請中でまもなく受理されコンサルタント契約の手続きに入る見通しである。なお、改良工事についての融資先は未定である。

この区間の道路改良工事に関する今後の資金手当てから着工までに要する期間を予測すると、橋梁架け替え工事と同時期に道路改良工事を実施することになることは無いと考えられる。即ち、本対象橋梁の架け替え・補強の実施中に工事に関する調整が生ずることはない。

## 5 - 3 課題

本計画の実施は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、広くニカラグア共和国国民の生活の向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性は、十分に確認された。さらに、本計画の運営・管理についても、これに対するニカラグア共和国側体制は人員・資金ともに問題ないと考えられた。しかしながら、本計画を、効率的・効果的に実施するために、以下の諸点に十分に配慮することが重要である。

工事着工後の早い時期に、施工業者及びコンサルタントは、工事のための立ち入り範囲を確定し、ニカラグア共和国側はその範囲内には地雷のないこと、安全性が確

保されていることを再確認する。

MTI は、エル・グアルモ橋着工に先立ち、チナンデガ市中を通過する迂回路がトレ  
- ラ - 等大型車通行に支障ないよう整備する。

本計画の工事実施のためのニカラグァ共和国の技術者・技能者の確保について MTI  
は、他の公共事業との調整を計る等の措置をとる。

上記の に記した安全の再確認作業で地雷が発見された場合、ニカラグァ共和国側にお  
いて撤去・解決されることとなるが、その作業実施者・作業方法・実施工程及び本プロジ  
ェクト実施への影響等を MTI、コンサルタント、建設会社の協議のもとに事前に明らか  
にし、それらを直ちに日本大使館及び国際協力事業団に連絡・通知するものとする。

資 料

## 資料リスト

資料 - 1	調査団員氏名、所属 .....	A- 1
資料 - 2	調査日程 .....	A- 2
資料 - 3	相手国関係者リスト .....	A- 4
資料 - 4	当該国の社会・経済事情 .....	A- 5
資料 - 5	相手国側負担事項 費用見積 .....	A- 7
資料 - 6	基本設計図 .....	A- 9
資料 - 7	地雷安全証明文書 .....	A-27
資料 - 8	日降雨量データ及び降雨強度曲線 .....	A-37
資料 - 9	地質調査結果 .....	A-39
資料 - 10	交通調査結果 .....	A-42
資料 - 11	渡河形式の検討 .....	A-45
資料 - 12	エステロ・リアル橋の検証 .....	A-48
資料 - 13	ニカラグァ共和国の設計水平震度 .....	A-50

## 資料 - 1 調査団員氏名、所属

### ( 1 ) 現地調査

清水 建二	総括	国際協力事業団国際協力専門員
中村 秀規	計画管理	国際協力事業団無償資金協力調査部調査第二課
嶋津 晃臣	業務主任 / 道路交通計画	セントラルコンサルタント株式会社
五月女正治	橋梁設計 I	セントラルコンサルタント株式会社
千田 信次	橋梁設計 II	(株)片平エンジニアリングインターナショナル
相良 秀孝	自然条件調査 I (測量・地形調査)	(株)片平エンジニアリングインターナショナル
増子 学	自然条件調査 II (水文)	セントラルコンサルタント株式会社
高山 博文	施工計画・積算	セントラルコンサルタント株式会社
山川 清利	通訳	セントラルコンサルタント株式会社

### ( 2 ) 基本設計概要説明

梅永 哲	総括	国際協力事業団無償資金協力調査部調査第二課
嶋津 晃臣	業務主任 / 道路交通計画	セントラルコンサルタント株式会社
五月女正治	橋梁設計 I	セントラルコンサルタント株式会社
立川 孝	橋梁計画	セントラルコンサルタント株式会社
山川 清利	通訳	セントラルコンサルタント株式会社

## 資料 - 2 調査日程

### (1) 現地調査

No.	日付	曜日	内 容	備 考
1	5/26	木	調査団日本発	
2	27	木	団長他3名ホンデュラス到着、調査団(5名)ニカラグア到着	マナグア
3	28	金	測量・地質調査準備/現地調査	同上
4	29	土	団長他3名の調査団到着	同上
5	30	日	団内打合せ	同上
6	31	月	日本大使館・JICA事務所表敬、MCE・MTI訪問、MTIで協議、インセプションレポートの説明	同上
7	6/1	火	現場調査：簡易測量実施	マナグア チナンデガ
8	2	水	同上/収集資料分析、M/M草案準備	同上
9	3	木	MTIで協議、M/Mの打合せ：再委託契約交渉	マナグア
10	4	金	M/M調印、日本大使館・JICA報告	同上
11	5	土	官団員帰国、資料収集：再委託契約交渉	同上
12	6	日	団内打合せ	同上
13	7	月	同上：測量・地質調査契約・調査開始/再委託契約交渉	マナグア チナンデガ
14	8	火	同上：再委託業務現場での指示・確認/資料収集	同上
15	9	水	同上/地雷除去の対象橋梁範囲、工程打合せ：水文解析	同上
16	10	木	同上/水文データ収集および水文解析	同上
17	11	金	同上：交通量調査/水文データ収集および水文解析	同上
18	12	土	同上、/水文解析、収集資料整理	マナグア
19	13	日	水文解析、収集資料整理、工事工程の検討	同上
20	14	月	現場調査/質問書回答への質疑、情報資料収集	マナグア チナンデガ
21	15	火	同上/資料整理と分析、	同上
22	16	水	水文解析、橋梁予備設計・比較設計	同上
23	17	木	MTIとの確認事項の整理、交通調査実施	同上
24	18	金	MTIとの確認事項の整理	同上
25	19	土	MTIとの確認事項の整理、橋梁予備設計、収集資料のとりまとめ	同上
26	20	日	MTEとの確認事項の整理、現地調査結果概要作成	同上
27	21	月	日本大使館・JICA事務所・MTI訪問	同上
28	22	火	一部調査員帰国	同上、ニューヨーク
29	23	水	再委託業務の検査・まとめ、現地調査結果概要作成	同上
30	24	木	再委託業務の検査・まとめ、現地調査結果概要作成、再委託先(測量)とのスケジュール打ち合わせ	同上
31	25	金	MTIとの会見、日本大使館及びJICAへ報告	同上
32	26	土	現地調査結果概要作成、測量成果一部・地質調査結果の検収と照査、再指示、地雷撤去作業の完了確認	同上
33	27	日	残調査員の帰着	ニューヨーク
34	28	月	移動	
35	29	火	調査団日本着	

( 2 ) 基本設計概要説明

No.	日付	曜日	内 容	備 考
1	10/11	月	調査団日本発	
2	12	火	団長他調査団(4名)ニカラグア到着	マナグア
3	13	水	「ニ」国日本大使館・JICA 事務所表敬、MCE・MTI 訪問	同上
4	14	木	MTI で協議、M/M 草案準備	同上
5	15	金	ミニッツ署名、日本大使館・JICA 事務所報告	同上
6	16	土	ホンデュラスへ移動	テグシガルパ
7	17	日	現場調査	同上
8	18	月	「ホ」国日本大使館・JICA 事務所表敬、SETCO・SOPTRAVI 訪問	同上
9	19	火	SOPTRAVI で協議、M/M の打合せ	同上
10	20	水	グアサウレ橋 M/M 調印、	同上
11	21	木	ニカラグアへ移動	マナグア
12	22	金	日本大使館・JICA 事務所グアサウレ橋について報告	同上
13	23	土	ニカラグア出発	ニューヨーク
14	24	日	ニューヨーク	機中泊
15	25	月	成田着	

### 資料 - 3 相手国関係者リスト

#### ( 1 ) ニカラグァ共和国対外協力庁

1	Ricardo Amador Molina	Director General de Gestion Bilateral Fondos de Contravalory ONG's
2	Alejandro Maltez Montiel	Consultor, Programa de Cooperación Financiera No Reembolsable y Estudios de Desarrollo Japón – Nicaragua
3	Minoru Arimoto	Asesor Especial de Cooperación Externa, Asistencia Oficial de Japón para el Desarrollo

#### ( 2 ) ニカラグァ共和国運輸インフラ省

1	Alejandro Fiallos Navarro	Vice Ministro
2	Daniel Arauz C.	Secretario General
3	Rafael Urbina M.	Director General de Planificación
4	Nelda Hernandez M.	Rsp.oficier Est.Econ., DGP
5	Joaqun Guevara Arce	Rsp.oficier, DGP
6	Juana Miranda G.	Asistente del Director

## 資料 - 4 当該国の社会・経済事情

国名	ニカラグア共和国
	Republic of Nicaragua

一般指標				
政体	共和制	1	首都	マナグア (Managua) *2
元首	大統領 / ホセ・アルノルド・アレマン・ラカヨ	1, 3	主要都市名	レオン、グラナダ、マサヤ *3
独立年月日	1821年9月15日	3, 4	雇用総数	1,824千人(1997年) *6
主要民族 / 部族名	インディオとの混血 74%、白人 17%	1, 3	義務教育年数	6年間(1997年) *13
主要言語	スペイン語	1, 3	初等教育就学率	102.6%(1996年) *6
宗教	カトリック教	1, 3	中等教育就学率	43.9%(1996年) *6
国連加盟年	1945年10月24日	12	成人非識字率	34.3%(1995年) *13
世銀加盟年	1946年3月	7	人口密度	37.48人/km <sup>2</sup> (1996年) *6
IMF加盟年	1964年7月	7	人口増加率	2.8%(1980年) *6
国土面積	121.40千km <sup>2</sup>	6	平均寿命	平均 67.72 男 65.34 女 70.22 *6
総人口	4,677千人(1997年)	6	5歳児未満死亡率	57 / 1000(1997年) *6
			カロリー供給量	2,308.0cal/日/人(1995年) *10

経済指標				
通貨単位	コルドバ (Cordoba)	*3	貿易量	(1997年)
為替レート	1 US\$=11.97 (1999年8月)	*8	商品輸出	708.6百万ドル *15
会計年度	Dec.31	*6	商品輸入	-1,450.4百万ドル *15
国家予算	(1995年)		輸入カバー率	1.5(月) 1996年 *14
歳入総額	3,682.74百万コルドバ	*9	主要輸出品目	牛肉(及び肉牛)、コーヒー、海産物、金 *1
歳出総額	4,726.7百万コルドバ	*9	主要輸入品目	原料・中間財、消費財、工業・資本財 *1
総合収支	-152.80百万ドル(1997年)	*15	日本への輸出	8.0百万ドル(1997年) *16
ODA受取額	954.00百万ドル(1996年)	*18	日本からの輸入	50.0百万ドル(1997年) *16
国内総生産(GDP)	1,970.60百万ドル(1997年)	*6		
一人当たりGNP	410.0ドル(1997年)	*6	粗外貨準備額	377.9百万ドル(1997年) *6
GDP産業別構成	農業 34.2% (1997年)	*6	対外債務残高	0.0百万ドル(1997年) *6
	鉱工業 21.9% (1997年)	*6	対外債務返済率(DSR)	31.7% (1997年) *6
	サービス業 43.9% (1997年)	*6	インフレ率(消費者 価格物価上昇率)	62.9% (1990-97年) *6
産業別雇用	農業 男 37.9% 女 8.8%(1990年)	*6	国家開発計画	中期開発政策(1994~97年) *11
	鉱工業 28.3% 22.6%(1990年)	*6		
	サービス業 33.8% 68.6%(1990年)	*6		
実質GDP成長率	4.1% (1990年)	*6		

気象 (196年~199年平均) 観測地: マナグア (北緯 12度 09分、西経 86度 10分、標高 56m)													
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均 / 計
降水量	2.0	3.6	4.3	3.3	144.8	218.9	131.4	115.9	216.4	318.6	38.4	10.3	1,207.6mm
平均気温	26.1	26.8	28.0	28.8	28.6	27.1	26.8	27.2	27.0	26.3	26.5	26.5	27.2

- \*1 各国概況(外務省)
- \*2 世界の国々一覧表(外務省)
- \*3 世界年鑑 1998(共同通信社)
- \*4 最新世界各国要覧 9訂版(東京書籍)
- \*5 理科年表 1998(国立天文台編)
- \*6 World Development Indicators 1998
- \*7 The World Bank Public Information Center, International financial Statistics Yearbook 1998
- \*8 Universal Currency Converter
- \*9 Government Finances Statistics Yearbook 1997(IMF)
- \*10 Human Development Report 1998(UNDP)
- \*11 JCIF, JICA 報告書、開発途上国別経済協力シリーズ
- \*12 United Nations Member States
- \*13 UNESCO 文化統計年鑑 1997
- \*14 Global Development Finance 1998(WB)
- \*15 International Financial Statistics 11998(IMF)
- \*16 世界各国経済情報ファイル 1998(日本貿易振興会)
- 注 商品輸入については複式簿記の計上方式を採用しているため

国名	ニカラグァ共和国
	Republic of Nicaragua

項目	1994	1995	1996	1997
技術協力	7.87	7.37	6.90	10.38
無償資金協力	40.99	41.44	50.82	28.56
有償資金協力	38.78	0.00	0.00	0.00
総額	87.64	48.81	57.72	38.94

項目	1994	1995	1996	1997
技術協力	9.48	8.24	6.92	7.00
無償資金協力	25.31	43.64	46.66	42.03
有償資金協力	19.90		16.95	
総額	54.68	51.87	70.52	49.02

	贈与 ( 1 ) (無償資金協力・ 技術協力)	有償資金協力 ( 2 )	政府開発援助 (ODA) (1)+(2)=(3)	その他政府資金及 び民間資金 ( 4 )	経済協力総額 (3)+(4)
2 国間援助 (主要供与国)	676.20	87.80	764.00	200.20	964.20
1. Germany	379.30	23.70	403.00	218.50	621.50
2. Japan	53.60	16.90	70.50	-0.20	70.30
3. Sweden	49.40	0.00	49.40	0.00	49.40
4. Netherlands	42.00	-3.90	38.10	-2.30	35.80
多国間援助 (主要援助機関)	78.90	111.10	190.00	-4.00	186.00
1. IDA			67.40	0.00	67.40
2. IDB			47.50	12.40	59.90
その他					
合計	755.10	198.90	954.00	196.20	1,150.20

技術協力	: 大統領府対外協力庁
無償	: 大統領府対外協力庁
協力隊	: 大統領府対外協力庁

\*17 我が国の政府開発援助 1998 (国際協力推進協会)

\*18 Geographical Distribution of Financial Flows to Aid Recipients 1998 (OECD)

\*19 JICA 企画部地域課

## 資料 - 5 相手国側負担事項 費用見積

( 1 ) ニカラグァ共和国側負担経費内訳 ( 単位 C\$=コルドバ )

### a) 土地借り上げ費

・エル・グアルモ橋 ( 事務所 ) 6,400m <sup>2</sup> × 3.5 C\$/m <sup>2</sup>	= 22,400 C\$ ( 約 22.4 万円 )
・エステロ・レアル橋 ( 詰所 ) 1,250m <sup>2</sup> × 3.5 C\$/m <sup>2</sup>	= 4,375 C\$ ( 約 4.4 万円 )
・アト・グランデ橋 ( 事務所 ) 6,400m <sup>2</sup> × 3.5 C\$/m <sup>2</sup>	= 22,400 C\$ ( 約 22.4 万円 )
・エル・ガジヨ橋 ( 詰所 ) 1,250m <sup>2</sup> × 3.5 C\$/m <sup>2</sup>	= 4,375 C\$ ( 約 4.4 万円 )
合 計	53,550 C\$ ( 約 53.6 万円 )

### b) 水道管移設費

・エル・グアルモ橋 ( 100, 移設延長 300m ) ( 労務費 ) 300m × 50 US\$/m × 11.49 C\$/US\$	= 172,350 C\$ ( 約 172.3 万円 )
( 機材費 ) 300m × 25 US\$/m × 11.49 C\$/US\$	= 86,180 C\$ ( 約 86.2 万円 )
・エル・ガジヨ橋 ( 50, 移設延長 400m ) ( 労務費 ) 400m × 50 US\$/m × 11.49 C\$/US\$	= 229,800 C\$ ( 約 229.8 万円 )
( 機材費 ) 400m × 15 US\$/m × 11.49 C\$/US\$	= 114,900 C\$ ( 約 114.9 万円 )
合 計	603,230 C\$ ( 約 603.2 万円 )

### c) 電線 ( 電気・電話 ) 移設費

・個所数 = エル・グアルモ橋 2 箇所 + エステロ・レアル橋 1 箇所 + アト・グランデ橋 1 箇所 + エル・ガジヨ橋 1 箇所 = 5 箇所	
( 電柱 ) 8 本 × 2,500 C\$/本 × 5	= 100,000 C\$ ( 約 100.0 万円 )
( 電線 ) 1,000m × 50 C\$/m × 5	= 250,000 C\$ ( 約 250.0 万円 )
合 計	350,000 C\$ ( 約 350.0 万円 )

### d) 電気引き込み費

( トランス ) 2 個 × 35,000 C\$/個 × 4 箇所	= 280,000 C\$ ( 約 280.0 万円 )
( 電柱 ) 1 本 × 2,500 C\$/本 × 4 箇所	= 10,000 C\$ ( 約 10.0 万円 )
( 電線 ) 200m × 50 C\$/m × 4 箇所	= 40,000 C\$ ( 約 40.0 万円 )
( 手続き費用他 ) 一式	= 26,000 C\$ ( 約 26.0 万円 )
合 計	356,000 C\$ ( 約 356.0 万円 )

( 2 ) 橋梁完成後の維持・管理作業費用見積もり

維持・管理作業	内 訳 (本文 4 - 2 - 2 参照)				費用 / 年
伸縮継ぎ手	伸縮量	延長(m)	単価(円/m)	金額(円)	(コルドバ)
	50mm	45.6	89,100	4,062,960	
	60mm	26.8	103,200	2,765,760	
	90mm	20.4	194,500	3,967,800	
	合 計			10,796,520	
	10.8 百万円 /10.001=1.08 百万コルドバ/回 1.08 百万コルドバ/20 年=54,000 コルドバ/年				54,000
標識柱(5 基)	塗装面積=26m <sup>2</sup> : 費用=2,500 円/m <sup>2</sup> 26 × 2,500 × 4 個所/10.001=26,000 コルドバ/回/7 年				3,700
集水管・柵	作業員 2 名=100 コルドバ : 車両=130.4 コルドバ 100+130.4=230.4 コルドバ/回 × 2/年				460
維持・管理平均年間費用					58,160

**概算費用 58,160 コルドバ / 年**