

4.3.2 予算

過去3年間の道路総局の予算・支出は以下のとおりである。(道路総局職員給与を含まず)

表-15 道路総局予算

(単位:万コルドバ)

年	予 算	支 出
1991	19,572.9	16,162.3
1992	16,332.5	14,862.0
1993	16,121.8	10,814.9

期の当初に予算額が決められるものの、実際には資金手当てができず、そのため支出が予算額に達しないことが多い。

1992年の実績をみると、道路総局全体支出14,862万コルドバのうち9,300万コルドバが道路維持補修費用であった。更に、そのうちの1,700万コルドバが、小規模橋梁の補修・架け替えのために充当された。

4.3.3 維持管理計画

(1) 組織

道路維持管理局は、計画部、技術管理部および工務部からなっており、道路・橋梁の維持補修は道路維持局が国営会社である建設公社に委託して実施することが原則となっている。建設公社は、その下に各地域別に独立した実施部隊を有しており、そこが維持補修を行っている。なお、Ⅱ地区は民間の建設会社に維持補修を委託することとしており、建設公社は関与しない。

本計画に含まれるラス・ラハス橋はⅢ地区のECONSが、ラス・マデラス橋はⅠ地区のEMCOSEが、セバコ橋はⅥ地区のENICが、架け替え完了後の維持補修を担当することとなる。

(組織は図-6を参照)

(2) 維持管理計画

橋梁の維持管理は、通常維持点検と維持補修に分けることができる。通常の維持点検は、損傷の早期発見を目的として、定期的に実施する目視点検と排水管や支承周りの清掃等の簡単な維持作業である。維持補修は、通常の維持点検により発見された損傷箇所や異常箇所を早急に修復し、施設の機能維持や二次災害を防止する目的で行う。

本計画では、できる限り維持補修の作業が少なくなるように施設計画を行うものとするが、建設後の施設にとって不可欠な維持補修作業として、以下のような作業が考えられる。

- ・ 支承、排水管等の清掃 (通常点検時)
- ・ 橋面舗装の修復 (損傷を受けた場合)
- ・ 伸縮継手の補修 (約10年おき)
- ・ 護岸工の修復 (異常出水等で損傷を受けた場合)
- ・ 塗装の塗り替え (約5~10年おき)

本計画の対象3橋の建設後の維持補修費用は、表-16に示すとおり10年間に約227万コルドバ、年平均22.7万コルドバと概算される。

1992年の道路維持補修費のうち、橋梁の改良に充当された費用は1,700万コルドバであった。上記22.7万コルドバはこの1.3%にすぎないことから、対象3橋に対する維持補修の予算は十分確保できるものと判断される。

表-16 維持補修費用 (10年間)

維持補修作業項目	(単位：コルドバ)		
	ラス・ラハス橋	ラス・マデラス橋 セバコ橋	合 計
支承、排水管等の清掃	3,400	6,800	10,200
橋面舗装の修復	70,000	140,000	210,000
伸縮継手の補修	63,000	200,000	263,000
護岸工の修復	0	300,000	
塗装の塗り替え	1,490,000	0	1,626,400
合 計	1,626,400	646,800	2,273,200

4.4 プロジェクトの最適案に係る基本設計

4.4.1 設計方針

本計画の基本設計に際して、架橋位置の自然条件、橋梁規模、ニカラグアの建設事情、現地で調達可能な資機材、将来の維持管理等を勘案して、下記事項を設計の基本方針とする。

- ①ラス・マデラス橋およびセバコ橋は山岳地帯の河川に位置しており、雨期には瞬間的な増水や土石流のような流れを呈する。また、ラス・ラハス橋も湖に近く、その河川は常時3.5m程度の水位があり、雨期にはさらに2.0m程増水する。橋梁施設はこうした河川条件を考慮した形式とし、その施工方法と時期についても十分検討する。
- ②ニカラグアは中米で随一の地震国であり、地震の影響を十分に考慮した設計（耐震設計）とする。
- ③主要な建設材料であるセメント、砂、砂利、鉄筋はニカラグアで調達可能であることから、諸条件の許容範囲内でコンクリート構造を基本とした橋梁施設とする。
- ④上部工形式については、工期、経済性、維持管理、技術移転効果等様々な観点から比較し、計画するものとする。
- ⑤山岳地帯の橋梁は河川条件を考慮し、橋台を保護するための護岸を計画に含める。その範囲は、道路用地内とする。
- ⑥既設橋位置に橋梁を建設する場合は、迂回路を設け工事中の交通路を確保するとともに、既設橋に添架されている水道管があるので周辺住民の生活に支障のないような施工計画を立案する。
- ⑦建設後の維持管理費用の低減は、ニカラグアにとって重要であり、本計画の橋梁は、できるだけメンテナンスフリーを基本とした計画とする。

- ⑧日本政府の無償資金協力の枠組みに沿って、可能な限り短い期間で工事が終了するように、設計、施工計画立案に際して十分な配慮をする。

4.4.2 設計条件・基準の設定

基本設計を進めるに当たっての基本条件を運輸建設省・道路総局と協議して、次のように設定した。

(1) 橋梁の最小幅員構成

車道	-----	$3.35(\text{m}) \times 2 = 6.70(\text{m})$
側帯	-----	$0.60(\text{m}) \times 2 = 1.20(\text{m})$
歩道	-----	$0.65(\text{m}) \times 2 = 1.30(\text{m})$
高欄	-----	$0.25(\text{m}) \times 2 = 0.50(\text{m})$

計9.70(m)

この幅員構成を最小とする。これは、国際協力事業団が平成5年12月に実施した「ネハバーイサバ間橋梁建設計画基本設計調査」（以下、ネハバーイサバ計画という）と同じ幅員構成である。

(2) 設計活荷重

橋梁の設計活荷重は、国道2級の道路幾何構造基準(ESPECIFICACIONES GENERAL PARA PROYECTO GEOMETRICO DE CAMINOS;1983)を適用し、HS20-44(AASHTO)とするが、道路総局は通行車輛に対する積載重量の法的規制を行っていないことから、橋梁設計に際して活荷重の25%増で運用している。そのため、本計画においてもHS20荷重の25%増を適用することとした。なお、ネハバーイサバ計画でも同様に、HS20-44の25%増を設計荷重としている。

(3) 地震荷重

ニカラグア国は日本と同様に地震国であり、地震荷重を考慮する。地震荷重を求めるための算定式は、ニカラグア国の建設コード"REGURAMENNTO NACIONAL DE CONSTRUCCION; 1983"に定められており、この基準を準用して算出する。

(4) 設計基準

橋梁およびその他構造物の設計に関するニカラグア国の基準・指針等は、上記以外ではなく、必要に応じて日本の基準・指針を適用することで合意を得た。

4.4.3 基本計画

(1) 基本設計検討

(a) 橋梁架設位置の選定

ラス・ラハス橋

ラス・ラハス橋は、S字形道路線形のほぼ中央に位置しており、架橋位置としては、既設橋位

置、既設橋の下流側および上流側の3箇所での建設が可能である。既設橋の上流側での建設は、下流側に比べ新たに取得すべき土地の面積が大きくなることから、明らかに下流側に建設する場合より不利である。従って、既設橋位置と既設橋の下流側の2案についての得失を以下で検討する。

1) 既設橋位置に新橋を建設する案（A案）

既設橋の約25m下流側に迂回路を建設し、既設橋を撤去したのち、新設橋を既設橋と同じ位置に建設する。

本案では、架橋位置の前後の道路線形は現状のままである。迂回路の延長は、約350mで、河川部の横断には、常時3.5m以上の水位があることから既設橋と同じ長さ(47m)の仮設橋が必要である。

本案の場合、建設に必要な工期は、迂回路の建設、既設橋撤去および新橋の建設で約16.5ヶ月になる。

2) 既設橋の下流側に新橋を建設する案（B案）

本案は、既設橋の下流側に新設橋を建設する。この場合、建設工事期間中も従来通り、既設橋を交通に供するので、迂回路の建設は不要となる。しかしながら、新設橋の完成までに取付道路を完成させておく必要がある。

取付道路は、現道線形がS字形をしていることから、その前後の曲線要素を変更することで既設道路と同じような形状の道路となり得る。取付道路の延長は約850m（新規建設450m、現道拡幅400m）になる。

工期は、新橋および取付道路の建設で約12ヶ月必要である。

3) 経済比較

両案について概算工事費を比較すると以下のようになる（新橋建設費は、両案とも同じものとする）。

表一17 概算費用比較

項 目	A 案		B 案	
迂回路建設費	350m	49,900千円	0m	0
既設橋撤去費	橋長 47m	23,000千円	橋長 47m	*23,000千円
取付道路建設費	20×2=40m	2,800千円	0m	0
新設道路建設費	0m	0	1,000m	25,000千円
新橋建設費	橋長 50m	-	橋長 50m	-
合 計	75,700千円		48,000千円	

注) *は、ニカラグァ国が負担する。

4) 検討結果

両案についての検討結果をまとめると以下のようになり、本橋は、工期、経済性において、既設橋の下流側（B案）での橋梁計画が優れている結果となった。

	道路線形	工 期	経済性
既設橋位置案（A案）	現況維持	劣	劣
既設橋の下流案（B案）	現況と同程度	優	優

ラス・マデラス橋

ラス・マデラス橋は町の北部に位置し、道路線形は、マナグア側が直線で、セバコ側では北西に大きくカーブしている。

架橋位置は、現道沿いに民家が立ち並んでおり、既設橋の上・下流側での新橋および取付道路の用地確保が難しいため、既設橋位置での新橋建設とする。

また、迂回路についても同様に道路用地内（片側20m,全幅40m）に建設することになる。

セバコ橋

セバコ橋は、マナグアからエステリに向かって、セバコ市の入口に位置する。

道路線形は、マナグア側が3km以上の直線区間で、エステリ側は既設橋より約0.5kmの直線区間を経て、エステリ方面、マタガルパ方面への分岐点に至る。

架橋位置は、道路線形が直線であることや市内の現道沿いに民家、商店等が密集していることから、既設橋位置での新橋建設が望ましい。

既設橋の約130m下流に比較的容易に渡河できる場所があり、そこからは、市街地の広い街路を利用することで迂回路は確保できる。

(b) 橋長の検討

ラス・ラハス橋

架橋位置付近での河川の河床勾配はゆるく、また、マナグア湖から僅か0.5km程度離れているだけで、湖面水位の影響を多く受けるため、河川の流速はゆるやかで流れによる侵食はほとんどないと考える。したがって、橋長は自然堤防の間隔を確保することに留意して計画し、既設橋とほぼ同じ50mとする。

ラス・マデラス橋

既設橋は、橋台が川幅に対して右岸側で約2.0m、左岸側で約5.5m～7.5m程せり出ているため、橋台付近の堤防の侵食が激しい。したがって、新設橋は、橋台を自然堤防までひくこととし、橋長は現在の29.4mを40mとすることとして計画する。

セバコ橋

既設橋は、河川の湾曲部に位置しており、右岸側は石積みによる護岸工を施している。市街地が近接していることから、河道の変更等は困難であるため、新設橋は既設橋と同じ位置で橋長も既設橋とほぼ同じ40mとする。

(c) 桁下空間（桁下余裕および流下断面）

ラス・ラハス橋

ラス・ラハス橋付近の調査時の水位は、路面より3～4m下がった位のところであり、ヒヤリングによる既往最高水位は、桁下面0.5m程度とのことから、既設橋と同じ桁下空間を確保することとして桁下面を既設橋と同じ高さにする。

ラス・マデラス橋

ラス・マデラス橋は、ヒヤリングによると1982年に既設橋の下弦材まで水位が上昇したとのことであり、既設橋の流下断面（桁下面より下方の面積206㎡）以上を確保するように計画することとする。

新設橋の橋長を40m、桁下面を既設橋と同じ高さで仮定し、流木、流石等の為の桁下余裕を1.0m確保するものとする、新設橋の流下断面は、約220 m²確保できる。以上より、新設橋の桁下面を既設橋と同じ高さとする。

セバコ橋

セバコ橋の水位は、ヒヤリングによると過去の最高水位が路面より3.3m下がった位置（10年に1度位）で、年に1度の水位は路面より4.3mの位置であり、既存橋の桁下空間は十分である。したがって、前後の道路高は現状を維持することが好ましいので、新設橋の路面高は既設橋と同じ高さを確保することとする。

これらの桁下空間については、建設運輸省と協議を行い上記のとりの合意を得ている。

(d) 各橋梁における幅員構成

建設運輸省・道路総局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、各橋梁の幅員構成を決定した。

ラス・ラハス橋は、農牧地帯に位置し歩行者数が少ないため、最小幅員構成でよいと考える。

ラス・マデラス橋とセバコ橋は、市街地の出入口にあり、周辺住民の歩行者・自転車の通行が多いことから、建設運輸省との協議にもとづく最小歩道幅（65cm）では狭いと考えられるため必要歩道幅の検討を行う。

1) ラス・マデラス・セバコ両橋の歩道幅の検討

ラス・マデラス橋

ラス・マデラス橋は学童の通学に利用されており、過去20年間にこの橋の近辺で起きた事故により、15人の学童が死亡している（2つの小学校での調査）とのことである。

本橋の歩道幅は、学童の通学路との観点から1.5m（日本の歩道の最小幅）を確保するのが望ましい。

セバコ橋

セバコ橋は、ラス・マデラス橋より多くの歩行者・自転車の交通需要がある。現地調査において実施した歩行者・自転車等の通行調査によると歩行者が866名/日、自転車が662台/日であった。（調査は火曜日のAM6:00～PM7:00まで行った）

2車線道路では、自転車が路肩を走行した場合に自動車に自転車の追従して走行したり、避走動作により走行速度の低下や走行容量の減少などの影響を及ぼすことになる。日本の道路構造令によれば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。

セバコ橋は、自動車交通量が2,700台/日以上であり、一日当たりの歩行者数や自転車台数が日本の道路構造令の値以上になることは明かであり、自転車歩行者を自動車と分離することが望まれる。セバコ市内の主要街路は、自動車と自転車歩行者を分離した幅員構成となっている。

橋梁の歩道は、通勤や退社時間帯において自転車交通量が1方向36～56台/時、2方向で76～82台/時になることから車道の両側に設けるものとし、その幅員は、自転車道の必要最小幅1.0mと歩道の最小幅1.5mを確保し片側あたり2.5mとする。

表一18 セバコ橋での歩行者・自転車交通量調査結果

	平日調査	土曜日調査
歩行者	866人/日 (106人/時)	571人/日 (75人/時)
自転車	662台/日 (82台/時)	866人/台 (91台/時)

() 内は、時間当り最大交通量 (2方向) を示す。

2) 各橋梁の幅員構成

各橋梁の幅員構成を図一7に示すようにする。

(e) 径間割の検討

ラス・ラハス橋

本橋は橋長が50mである。ラス・ラハス川は、常時深さ3.5m以上の水位があり、河川内（橋脚位置付近）の地層は、1m程度の軟弱な砂質シルトと頁岩よりなっている。

本橋の径間割は以下の理由から1径間がよいと考える。

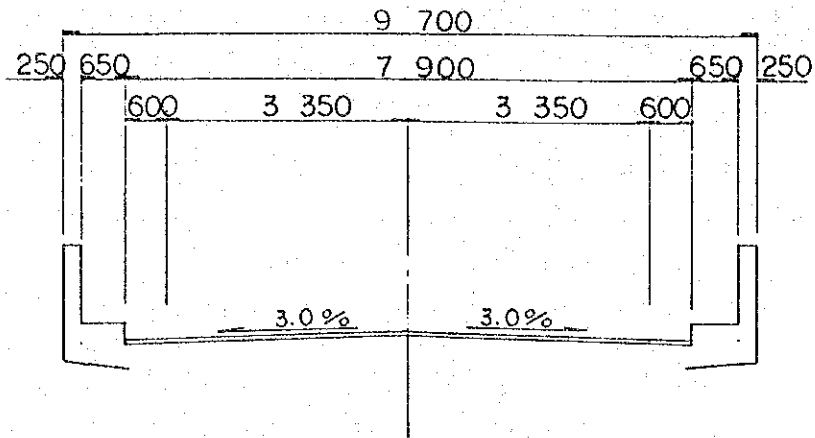
- ①2径間とした場合は、橋脚施工時に二重締切、作業構台、栈橋等が必要になること。
- ②これらの仮設構造物は、頁岩に根入れするため、特殊な機械が必要になること。
- ③仮設構造物の資材は、当該国での入手が不可能であり日本または第3国調達になること。
- ④工期は、1径間に比べ約5ヶ月ほど長くなること。
- ⑤以上のことより、2径間は、1径間に比べ経済的に不利になるのは明らかであること。

ラス・マデラス橋

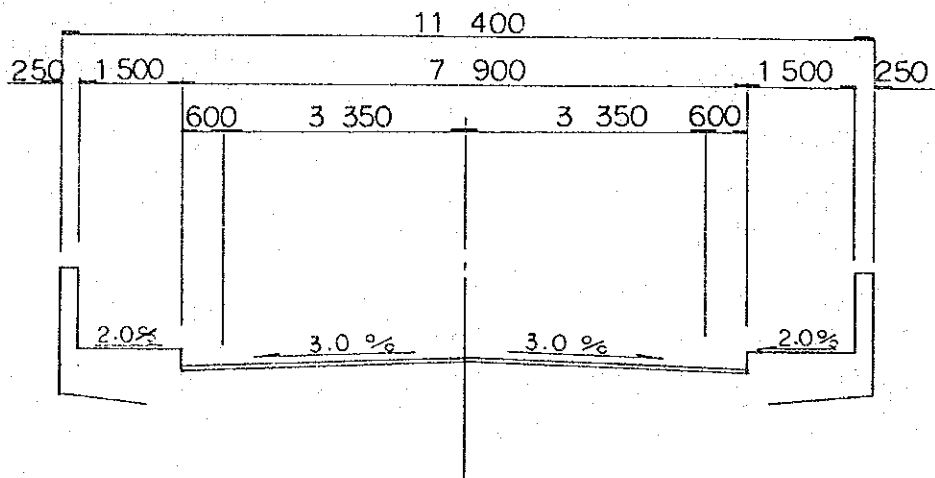
本橋は橋長を40mで計画している。ラス・マデラス川は、ヒヤリングによると雨期に土石流のような流れを呈し、洪水時には、河川沿いの住民が避難するとのことである。また、河道状態や既設橋台および護岸の玉石衝突痕跡から判断して、流石（玉石や巨礫）、流木等が多いのは明かである。このような状況下では以下のようなことが考えられ、河道内に橋脚を設けるべきではないと考える。

- ①河床勾配から流速が大きいと判断され、橋脚の付近での渦流による洗掘が発生する。

ラス・ラハス橋



ラス・マデラス橋



セバコ橋

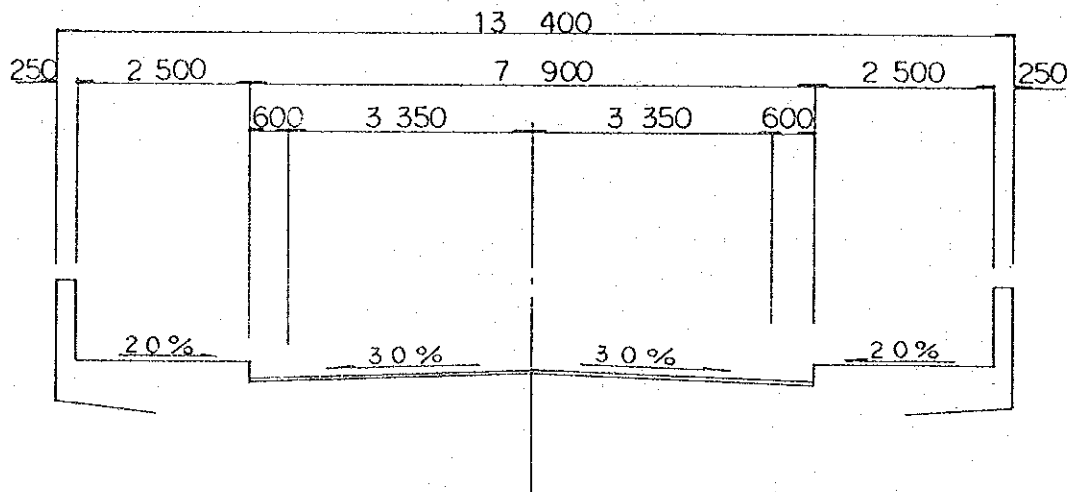


図-7 各橋梁の幅員構成

- ②橋脚を流石から保護するために橋脚幅を片側50cm程度大きくする必要があり、河積阻害率が6.5%になる。これは、治水上好ましくない。（日本の場合、河積阻害率は治水上から原則として5.0%以下としている）
- ③橋脚に衝突した玉石や巨礫が方向を変えて護岸や自然堤防等に衝突するため、それらの崩壊につながる。
- ④工事工程上、下部工工事を乾期内に完了することが難しい。

セバコ橋

以下の理由により、セバコ橋もラス・マデラス橋同様、河道内に橋脚を設けるのは好ましくないと考える。

- ①ラス・マデラス川ほどではないが、流石・流木があり、橋脚があると護岸等の崩壊を促進する可能性がある。
- ②架橋位置の約200m上流で河川が合流しているため、架橋位置付近の河川湾曲部での流心方向が定まらない。ここでの橋脚は円形断面としなければならないため、河積阻害率は6.5～7.0%になって治水上、好ましくない。
- ③円形橋脚は渦流を起こしやすく、洪水時に橋脚付近の局部洗掘が発生しやすい。
- ④流心の定まらない流れの中の橋脚は、流石、流木等による護岸堤防の破壊を促進しかねない。
- ⑤工事工程上、橋脚工事は雨期にかかるため、締切工や栈橋が必要になる。

ラス・マデラス川とグランデ川の架橋位置より上流は、流石や流木および土石流等から判断して山岳部の急傾斜危険地帯（日本の砂防指定地域と同じ）であると考えられ、治水や砂防上の対策を施せない原始河川であることから、既設橋と同じように河積を阻害しない上記のような径間割がよいと考える。

(f) 橋梁形式の選定

1) 比較形式案の選定（1次選定）

橋梁の比較形式案選定にあたっては、架橋地点の自然条件、当該国の実績、施工性、経済性を考慮するものとする。

比較形式案の選定に先立ち、各橋梁の諸条件を整理すると表－19に示すようになる。

表一19 各橋梁の形式案選定条件

橋 名	ラス・ラハス橋	ラス・マデラス橋	セバコ橋
橋梁位置	既設橋の下流側	既設橋と同位置	既設橋と同位置
道路線形	$R=\infty$	$R=\infty$	$R=\infty$
橋 長	$L=50.0\text{m}$	$L=40.0\text{m}$	$L=40.0\text{m}$
支 間 長	$l=48.8\text{m}$	$l=39.0\text{m}$	$l=39.0\text{m}$
幅員構成	$B=7.90+0.65 \times 2+0.25 \times 2=9.70\text{m}$ 有効幅員 $b=9.20\text{m}$	$B=7.90+1.50 \times 2+0.25 \times 2=11.40\text{m}$ 有効幅員 $b=10.90\text{m}$	$B=7.90+2.50 \times 2+0.25 \times 2=13.40\text{m}$ 有効幅員 $b=12.90\text{m}$
斜 角	$\theta=90^{\circ} 00' 00''$	$\theta=90^{\circ} 00' 00''$	$\theta=90^{\circ} 00' 00''$
設計荷重	HS20-44(AASHTO)の25%増	HS20-44(AASHTO)の25%増	HS20-44(AASHTO)の25%増
水 位	H.W.L=路面より-1.70m 常時3.5m以上の水位がある	H.W.L=路面より-1.20m 乾期は水量が極少、 雨期は土石流が発生	H.W.L=路面より-4.30m 乾期は水量少、雨期は HWL-1.0mまで水位上昇
地 形	平坦	平坦	平坦
支 持 層	路面より7.5m～13.0mの深さの頁岩	路面より7.0～8.0mの深さの非常に硬いシルトや玉石混り砂礫層	河床より続く玉石混り砂礫層
施工ヤード	橋台背面に確保可能	橋台背面の既設道路上に確保可能	橋台背面の既設道路上(マナグア側)に確保可能
雨 期	一般に5月～10月 雨量は特に雨期の始めと終わりに多い		

以上の条件を踏まえ、既往資料を参考に各橋梁について2～3案の橋梁形式案を抽出する。

2) 上部構造形式

ラス・ラハス橋

本橋は、橋長50mの単純桁で計画されている。この規模でのPC橋梁は、一般的にPC箱桁が選定されるが、PC箱桁は、河川の水位が常時3.5m以上あり、支保工、ベント等による施工ができないことから、押し出し工法による架設となり、工期が長く、経済的にも不利である。したがって、鋼橋を比較形式案の対象とする。

既往資料より比較形式案を選定すると以下の3案が抽出される。

- ①鋼単純鉸桁橋（送り出し架設）
- ②鋼単純トラス橋（ケーブルエレクションによる架設）
- ③ランガー橋（ケーブルエレクションによる架設）

ラス・マデラス橋

本橋の橋梁規模、施工性から以下の3案が選定される。

- ①鋼単純鉸桁橋（トラッククレーン架設または架設桁架設）
- ②PC単純T桁橋（トラッククレーン架設または架設桁架設）
- ③PC単純合成桁橋（トラッククレーン架設または架設桁架設）

セバコ橋

橋梁規模は、ラス・マデラス橋と同じであり、同様の形式案が選定されるが、本橋は、セバコ市のシンボルでもあることから、シンボリックな上部工形式案として鋼単弦ローゼ橋を加えることとする。よって、比較形式案は以下の4案になる。

- ①鋼単純鉸桁橋（トラッククレーン架設または架設桁架設）

②鋼単弦ローゼ橋（トラッククレーンまたはケーブルエレクションによる架設）

③PC単純T桁橋（トラッククレーン架設または架設桁架設）

④PC単純合成桁橋（トラッククレーン架設または架設桁架設）

3) 下部構造および基礎形式

下部構造形式は、上部構造形式、荷重、地形および地質等の諸条件に適合するとともに、施工性に優れ、構造的に安定したものを選定するものとする。

基礎形式は、本調査において実施した地質調査により、各橋梁とも比較的浅い位置に良質の支持層が確認されていることから、直接基礎を採用する。下部構造（橋台）は、支持層に0.5m～1.0m程度の根入れをすると8.5～14.0mの躯体高になる。

橋台形式は、躯体高より選定すると12m以下が逆T式橋台、12m以上が逆T式橋台と控壁式または箱式橋台が考えられるが、逆T式橋台は、施工性が良く、構造が単純であることから12m以上の橋台についても逆T式橋台を採用する。ちなみに、日本においても躯体高15mまでは逆T式橋台を多用している。

採用された下部工・基礎の形式・規模は、表-25にまとめられている。

4) 橋梁形式の選定

上記において選定した各橋梁の比較形式案について、概略設計計算や既往資料より建設費算出するとともに、当該国の建設事情を考慮して施工性、工期、維持管理および技術移転等について比較検討を行い、各架橋位置に最も適した橋梁形式を選定する。

各橋梁の形式比較表を表-20～表-22に示す。

5) 検討結果

ラス・ラハス橋

ラス・ラハス橋の比較形式は3案とも鋼橋であり、建設費以外の比較項目は、ほとんど同じであること、鋼橋の材料調達および製作は、日本になること等から建設費に着目して橋梁形式を選定する。（表-20を参照）

第1案の単純鋼鈑桁は、桁高が2.8mと大きいこと、架設に必要な手延べ機（一般にトラス桁）も同程度の高さが必要なこと等から、他案に比べ建設費のうちの架設費（輸送費含む）の占める割合が大きく、建設費が高価である。

第3案のランガー橋は、建築限界の関係から構造高が高く、結果的に鋼重が多くなり建設費が高価になる。したがって、3案中最も経済的となった第2案の鋼単純トラス橋を本橋の橋梁形式として推奨する。

ラス・マデラス橋

比較検討の結果、経済的には鋼橋よりコンクリート橋が有利である。（表-21を参照）

施工に関しては、3案とも同程度の工期となり、下部工、護岸工および架設工等の工程には、差異が認められない。しかし、第2案を除く他の形式は、上部工で最も弱点になり易い床版が、雨期での施工となるため、大きなリスクを負うことになる。このリスクを避けるため、床版工を

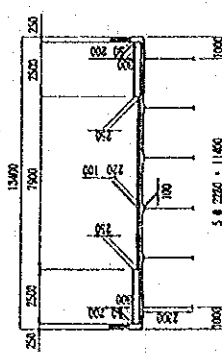
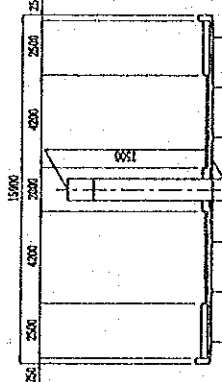
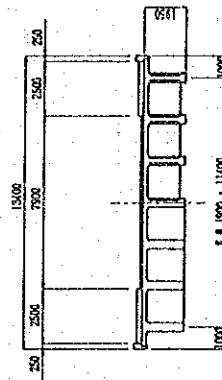
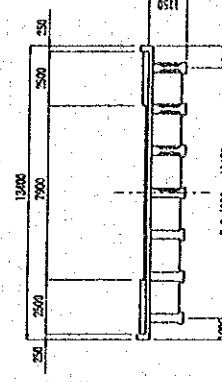
表-20 ラス・ラハス橋形式比較表

橋 種	第1案 鋼単純鉋桁橋	第2案 鋼単純トラス橋	第3案 ランガー橋
一 般 形 状 図			
架 設 工 法	送出し工法による架設	ケーブルエレクション工法による架設	ケーブルエレクション工法による架設
材 料	鋼重130t(282kg/m ³)、コンクリート150m ³	鋼重129t(280kg/m ³)、コンクリート130m ³	鋼重162t(341kg/m ³)、コンクリート130m ³
下 部 工	コンクリート723m ³ 、鉄筋36.1t、掘削2254m ³	コンクリート1704m ³ 、鉄筋35.2t、掘削2,535m ³	コンクリート1704m ³ 、鉄筋35.2t、掘削2,535m ³
建設費(比率)	104	100	120
構 造 性 及 び 施 工 性	・3案中最も活荷重たわみが大きい ・軌条や地組ヤードは十分確保できるが、盛土を行って軌条の敷設、地組、架設となるため、工期が最も長い。また、架設設備が大がかりになり、架設費が高くなる。	・平行弦であるため部材に無駄がない ・アンカー設置、鉄塔組立に多くの日数を必要とするが、橋台との同時施工が可能であり、工期は3案中最も短い。また、架設設備は、第1案に比べ軽微である。	・建築限界との関係から主桁高が高くなる ・アンカー設置、鉄塔組立に多くの日数を必要とするが、下部工と同時施工が可能であり、工期は第1案より短い。また、架設設備は、第1案に比べ軽微である。
工 進 持 管 理	130ヶ月	120ヶ月	12.5ヶ月
施 工 機 会	上階橋であり、耐候性鋼材を使用するのでメンテナンスフリーである。	下階橋であり景観的にも塗装するのが望ましく、定期的な塗り替えが必要である。	下階橋であり景観的にも塗装するのが望ましく、定期的な塗り替えが必要である。
雇 用 機 会	雇用機会は少ない(鋼材がすべて日本調達)	雇用機会は少ない(鋼材がすべて日本調達)	雇用機会は少ない(鋼材がすべて日本調達)
技 術 移 転	架設工法の習熟程度であまり期待できない	架設工法の習熟程度であまり期待できない	架設工法の習熟程度であまり期待できない
総 合 評 価	第2案は維持管理を必要とするが、経済的に最も有利で、工期が短いことから本案を最優先案として推薦する。	○	

表-21 ラス・マデラス橋形式比較表

橋 種	第1案 鋼単純板桁橋	第2案 PC単純T桁橋	第3案 PC単純合成橋
断面図			
架設工法	架設桁による架設 (架設工は雨期になる)	架設桁による架設	架設桁による架設
上部材料	鋼重117t(268kg/m³)、コンクリート152m³	コンクリート328m³、鉄筋38.8t、PC鋼材15.1t	コンクリート382m³、鉄筋53.5t、PC鋼材12.6t
下部材料	コンクリート753m³、鉄筋37.6t、掘削4,661m³	コンクリート762m³、鉄筋38.1t、掘削4,971m³	コンクリート762m³、鉄筋38.1t、掘削4,971m³
建設費(比率)	136	100	96
構造性及び施工性	・3案中、最もたわみ易い ・全体工期は第2案より長い ・床版工が雨期になるため、その影響を受け易く工期が延びる可能性がある。	・コンクリート強度の発現がやや遅いため桁製作に時間を要す(通常の7日/桁長い) ・全体工期は若干短い。第1.3案に比べ桁架設後(雨期)の工種が少なく、雨期の影響を受けないため最も望ましい	・コンクリート強度の発現がやや遅いため桁製作に時間を要す(通常の7日/桁長い) ・全体工期は、第1案と同じ床版工が雨期になるため、その影響を受け易く、工期が延びる可能性がある
工期	15.5ヶ月	14.5ヶ月	15.5ヶ月
維持管理	耐候性鋼材を使用することでメンテナンスフリーになる	コンクリート橋であり、特別な維持管理を必要としない	コンクリート橋であり、特別な維持管理を必要としない
雇用機会	雇用機会は少ない(鋼材はすべて日本調達)	ほとんど現場製作であり雇用促進が図れる	ほとんど現場製作であり雇用促進が図れる
技術移転	架設工法の習熟程度であまり期待できない	PC桁製作から架設まで技術修得が可能	PC桁製作から架設まで技術修得が可能
総合評価	第2案と第3案が、経済性ではほぼ同じであることから、施工性に重点を置き、工期が短く、雨期の影響を受けない第2案を最優先として推薦する。	○	

表-22 セバコ橋形式比較表

橋 種	第1案 鋼単純鋼桁橋	第2案 鋼単純ローゼ橋	第3案 PC単純I桁橋	第4案 PC単純合成橋
断面図				
架 設 工 法	架設桁による架設 (架設が雨期になる)	ケーブルエレクションによる架設	架設桁による架設	架設桁による架設
材 上 部	鋼重128t(268kg/m ²)、コングリート199m ³	鋼重169t(327kg/m ²)、コングリート179m ³	コングリート1384m ³ 、鉄筋49.5t、PC鋼材17.4t	コングリート1425m ³ 、鉄筋68.0t、PC鋼材15.1t
材 下 部	コングリート1865m ³ 、鉄筋43.3t、掘削3,715m ³	コングリート1994m ³ 、鉄筋49.7t、掘削4,231m ³	コングリート1899m ³ 、鉄筋45.0t、掘削3,974m ³	コングリート1899m ³ 、鉄筋45.0t、掘削3,974m ³
建 設 費 (比 率)	131	160	100	96
構 造 性 及 び 施 工 性	- 一般的な構造であり特に問題ないが、4案中、最もたわみ易い。 - 全体工期は、中位であるが、床版工が雨期になるため、その影響を受け易く工期が延びる可能性がある	- 橋梁部分のみ中央分離帯を有することになるため、走行上好ましくない (道路がセパレートになる) - 全体工期は、4案中最も長い床版工が雨期になるため、その影響を受け易く工期が延びる可能性がある	- 一般的な構造であり特に問題なし - コングリート強度の発現がやや遅いため桁製作に時間を要す - 全体工期は4案中最も短く、他案に比べ架設後の工種が少なく、雨期の影響を受けにくい	- 中雨米で多用される構造で有り問題なし - コングリート強度の発現がやや遅いため桁製作に時間を要す - 全体工期は第1案と同じ程度、1案同様に床版工が雨期になるため、その影響を受け易く、工期が延びる可能性がある
工 持 管 理	16.0ヶ月 耐候性鋼材を使用のでメンテナンスフリーになる	18.0ヶ月 景観的にも塗装をするのが望ましく、定期的な塗替えが必要。自由な色調が選定可能	15.5ヶ月 コングリート橋であり、特別な維持管理を必要としない。	16.5ヶ月 コングリート橋であり、特別な維持管理を必要としない。
景 観	ランドマーク的要素なく、工夫が必要	ランドマーク的要素あり4案中最も優れる	ランドマーク的要素なく、工夫が必要	ランドマーク的要素なく、工夫が必要
雇 用 機 会	雇用機会は少ない (鋼桁はすべて日本調達)	雇用機会は少ない (鋼桁はすべて日本調達)	促進できる (PC鋼材付属品以外現地調達)	促進できる (PC鋼材付属品以外現地調達)
技 術 移 転	架設手法の習熟が可能	架設手法の習熟が可能	PC桁製作から架設までの技術習得が可能	PC桁製作から架設までの技術習得が可能
総 合 評 価	第3案と第4案は、経済性がほぼ同じであることから施工性に重点を置き、工期が最も短く、雨期の影響を受けない第3案を最優先案として推奨する。			

必要としない第2案のPC単純T桁橋を採用する。なお、この形式を採用することにより、技術移転や雇用の促進が図れる。

(資料VIに降雨データを添付する。)

セバコ橋

セバコ橋においても、ラス・マデラス橋と同様の理由から、第3案のPC単純T桁橋を採用する。また、事業費の面からも同じ橋梁形式にする方が経済的に有利である。

セバコ橋の形式比較表を表-22に示す。

なお、形式比較表の建設費は、各橋梁の以下の項目について計上している。

- ・上部工の建設
- ・下部工の建設（締切工を含む）

(2) 基本設計

設計に用いる荷重は、作用の仕方、載荷頻度、橋に与える影響度等の観点から主荷重、従荷重および特殊荷重の3つに区分される。

①主荷重

橋梁の主要部分を設計する場合において、常に作用すると考えなければならない荷重

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------|
| a. 死荷重 | b. 活荷重 | c. 衝撃 |
| d. コンクリートのクリープの影響 | e. コンクリートの乾燥収縮の影響 | |
| f. 土圧 | g. 水圧 | h. 浮力 |

②従荷重

主荷重と組み合わせて考慮する荷重

- | | | |
|--------|------------|---------|
| a. 風荷重 | b. 温度変化の影響 | c. 地震荷重 |
|--------|------------|---------|

③特殊荷重

- | | | |
|------------|---------|----------|
| a. 支点移動の影響 | b. 制動荷重 | c. 施工時荷重 |
| d. 衝突荷重 | e. その他 | |

④死荷重

死荷重は、橋梁の自重および添架物の重量であり、表-23に示す単位体積重量にもとづき算定する。

表-23 材料の単位体積重量

材 料	単位体積重量 kg/m ³	材 料	単位体積重量 kg/m ³
銅、 鋳 鋼、 鍛 鋼	7,850	無 筋 コ ン ク リ ー ト	2,350
鋳 鉄	7,250	セ メ ン ト モ ル タ ル	2,150
ア ル ミ ニ ウ ム	2,800	舗 装 用 ア ス フ ェ ル ト コ ン ク リ ー ト	2,300
鉄 筋 コ ン ク リ ー ト	2,500	舗 装 用 セ メ ン ト コ ン ク リ ー ト	2,350
プ レ ス ト レ ス ト ・ コ ン ク リ ー ト	2,500	木 材	800

⑤活荷重

活荷重は、AASHTOのHS20-44の125%、および群集荷重を載荷する。

⑥地震荷重

地震荷重は、ニカラグアの建設コードより地震荷重を求めるための設計水平震度（C）を求め、下式を用いて算出する。

$$\text{地震荷重 } S = C \times W \quad (W \text{ は構造物の自重等})$$

設計水平震度（C）は、上記コードの表より以下の条件で求める。

施工グレード : A（高品位）

構造形式 : タイプ3

グループ : I（公共性の高い重要構造物）

地震強度の地域区分 : 2、3、4

設 計 震 度

	ラス・ラハス橋	ラス・マアラス橋	セバコ橋
地域区分	3	4	2
設計震度	0.220	0.252	0.115

(a) 上部工の設計

本計画橋梁の基本設計の対象となる上部工形式・諸元は以下のとおりである。

表-24 橋梁仕様

橋 名	ラス・ラハス橋	ラス・マアラス橋	セバコ橋
上部工形式	鋼単純トラス橋	P C単純T桁橋	P C単純T桁橋
橋 長	50.00m	40.00m	40.00m
支 間 長	48.80m	39.00m	39.00m
全 幅 員	9.70m	11.40m	13.40m
車 道 幅 員	7.90m	7.90m	7.90m
歩 道 幅 員	0.65m×2	1.50m×2	2.50m×2

ラス・ラハス橋のトラス形式は、部材配置が最も単純であり、外観的にも優れているワーレントラスを採用する。主構高は、単純トラス橋で最も経済的とされる支間長の1/7(=7.0m)とし、主構間隔は、塗装の塗替え時に必要な幅25cmを確保し、10.5m（全幅員9.7m+0.25m×2+部材幅0.30m）で計画する。格間数は最適格間数7を採用し、格間長を8.15mする。

その他詳細は、以下に示すとおりである。

①使用鋼材は、50キロ鋼を主体とする。

②橋門構は、建築限界(4.25m)に舗装のオーバーレイ(5.0cm)と塗装の塗替え時の足場設置余裕(50cm)を考慮し、高さ4.80cmとする。

③支承は、鋼製支承（高力支承板支承;BP）とし、塗装は、メンテナンスフリーとなるように溶解亜鉛メッキを使用する。

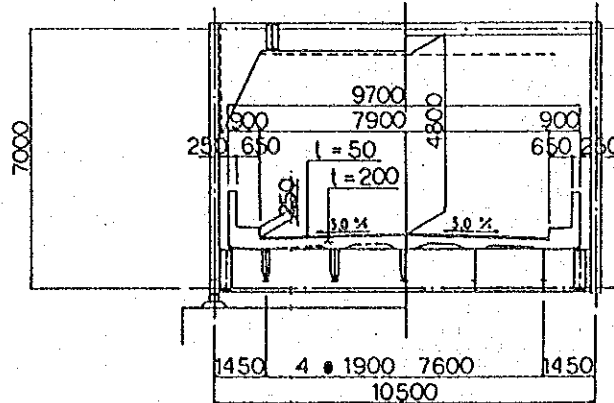
④伸縮装置は、交通量が多いことから支持型タイプを使用し、維持管理をほとんど必要としな

いゴム製の伸縮装置とする。

⑤高欄は、既設橋に用いられているものと同じ鋼製高欄とする。

⑥舗装は、50mm厚のアスファルトコンクリートとする。

図－8に鋼単純トラス橋の上部工断面を示す。



図－8 上部工断面（ワーレントラス）

ラス・マデラス橋およびセバコ橋に用いられるPC単純T桁の主桁断面は、日本における標準設計例を準用し、フランジ幅を1.50m、フランジ厚を20cm、桁高を支間長の1/18(2.10m)で計画する。中間横桁は、間隔が10m以下となるように3本配置とする。その他詳細は以下のとおりである。

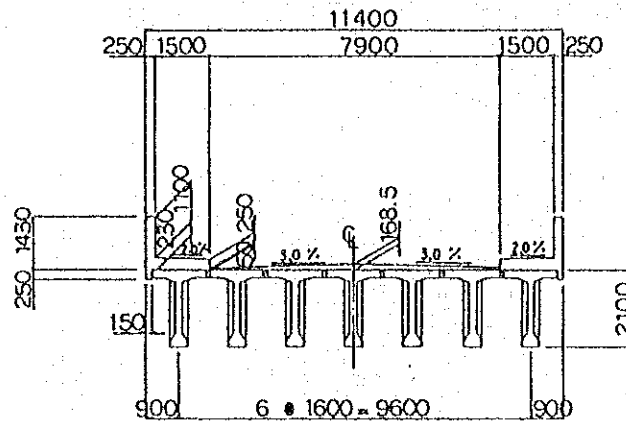
- ①主桁のPC鋼材はPC鋼より線(12.4mm)を採用し、12S12.4を5本使用する。
- ②床版の横締め工はPC鋼線(12φ7)を使用し、60cm間隔で配置する。
- ③支承は、維持管理をほとんど必要としないゴム支承を使用する。
- ④伸縮装置は、支承と同様にゴム製の伸縮装置を使用し、支持型タイプとする。
- ⑤舗装は50mm厚のアスファルトコンクリートとする。

図－9に上部工断面を示す。

(b) 下部工の設計

下部工は、各橋梁サイトの地形・地質、上部工の構造・荷重および施工条件からその規模が決定される。下部工の基本的な考え方は、以下に示すとおりである。

- ①底版の土被りは、支持層の深さによって異なるが、最小2.0mを確保する。
- ②下部工の部材厚は、主鉄筋の直径が25mm以下になるように計画する。
- ③鉄筋の配置は最大125mmピッチ2段までとする。
- ④均しコンクリートは、支持層が岩または玉石混じり砂礫層であることから20cmとする。
- ⑤裏込め材は、現場発生材を使用する。



図一 9 上部工断面 (P C単純T桁)

表一25に下部工の形式・規模を示す

表一25 下部工の形式・規模

橋 梁	形 式	構 造 高 (m)		基礎形式	支 持 層
		左岸側(A1)	右岸側(A2)		
ラス・ラハス	逆T式橋台	14.000	8.500	直接基礎	頁 岩
ラス・マデラス	逆T式橋台	12.500	12.500	直接基礎	玉石混り砂礫層
セ バ コ	逆T式橋台	12.500	12.500	直接基礎	玉石混り砂礫層

(c) 護岸工

ラス・マデラス橋とセバコ橋は、流石、流木が多く自然堤防が侵食されていることから、橋台を保護するために護岸工を施す。護岸工の設置長さは、道路用地内（道路中心から左右20mの範囲）とし、玉石が現場で容易に調達できることから石積みとする。

ラス・ラハス橋は、ニカラグァ湖に近く流れがほとんどないことから、護岸の必要がないと判断した。

(d) 取付道路

ラス・ラハスは、既設橋の下流側に新橋を建設するため、取付道路が必要である。取付道路は、現道線形がS形状をしていることから、その前後の曲線要素を変更し、既設道路とほぼ同じような線形で取り付けることとする。取付道路の延長は836mである。

ラス・マデラス橋は、計画高が約1.0m高くなることから縦断線形の摺り付けが必要である。既設橋は、縦断線形の低いところに位置しており、計画高が高くなることによって縦断線形が改善される方向にある。その摺り付け延長は約160mである。

セバコ橋は、計画高が既設橋と同じであることから取付道路は必要ないが、工事完了後の既設道路を再舗装する必要がある。また、セバコ橋の歩道を既設道路の側道に摺り付ける必要があり、その長さは、約58mになる。

図-10にラス・ラハス橋とラス・マデラス橋の取付道路の横断面図を示す。

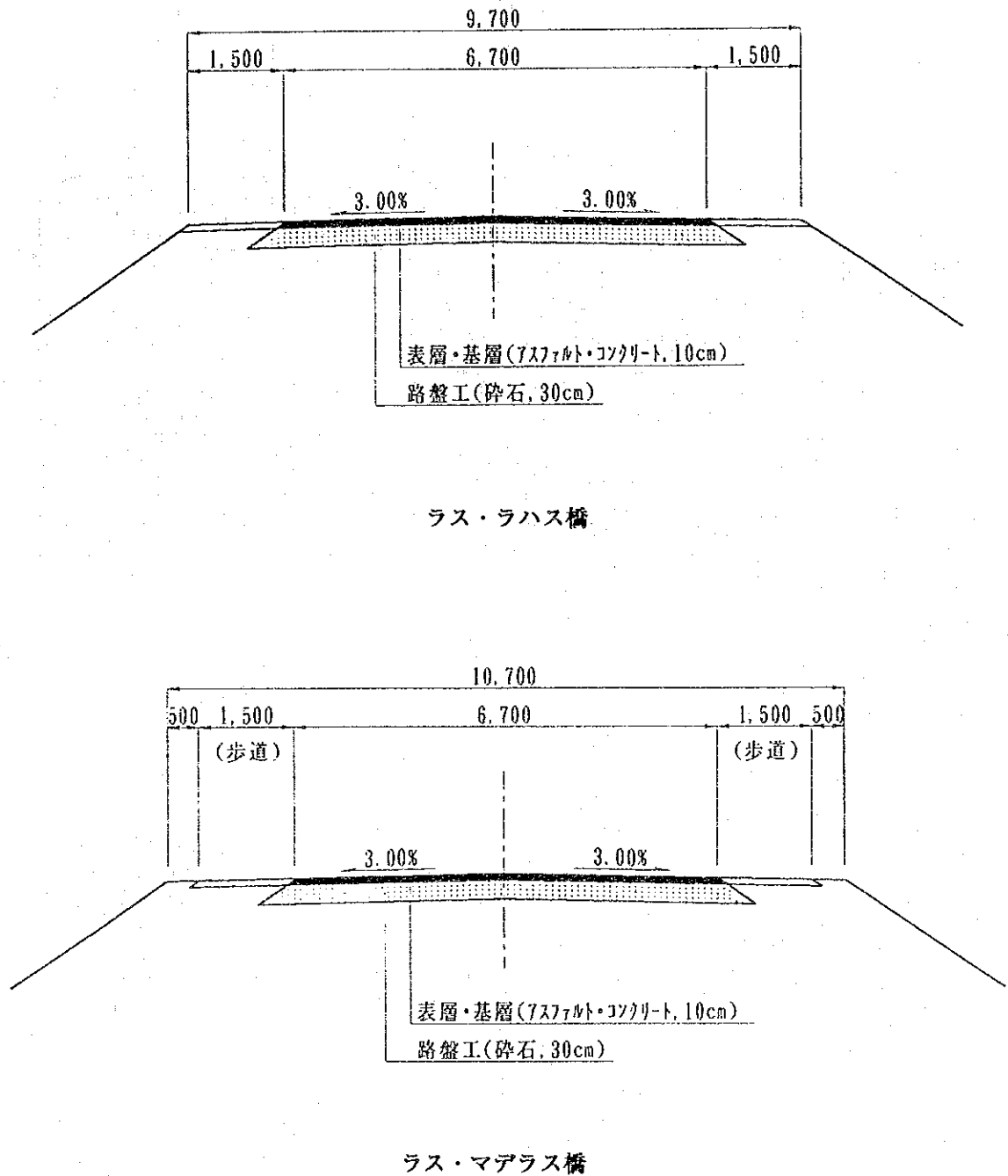


図-10 取付道路横断面図

(3) 基本設計図

これまでの検討結果をまとめた対象3橋梁の一般図を図-11～13に示す。また、構造図を資料編に添付する。

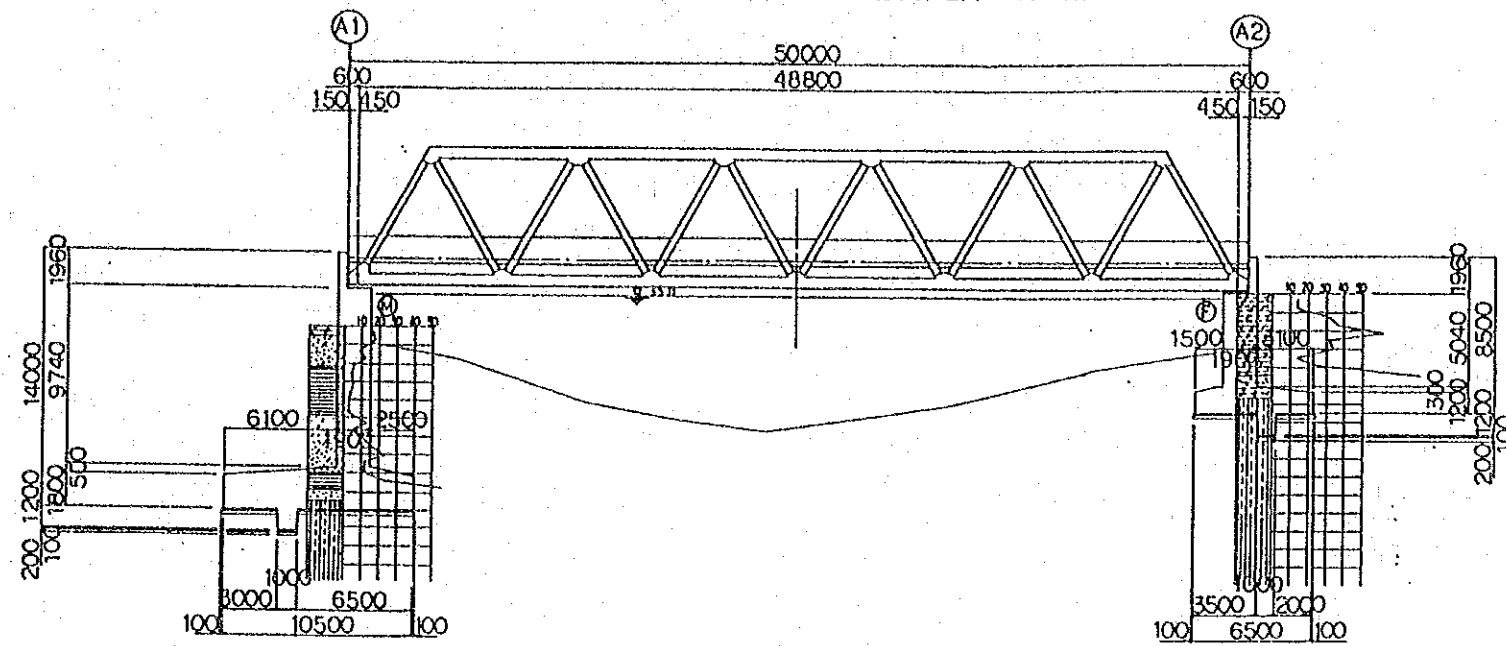
(4) 概算工事数量

基本設計図にもとづいて算定した主要な工事数量は以下のとおりである。

表-26 概算工事数量

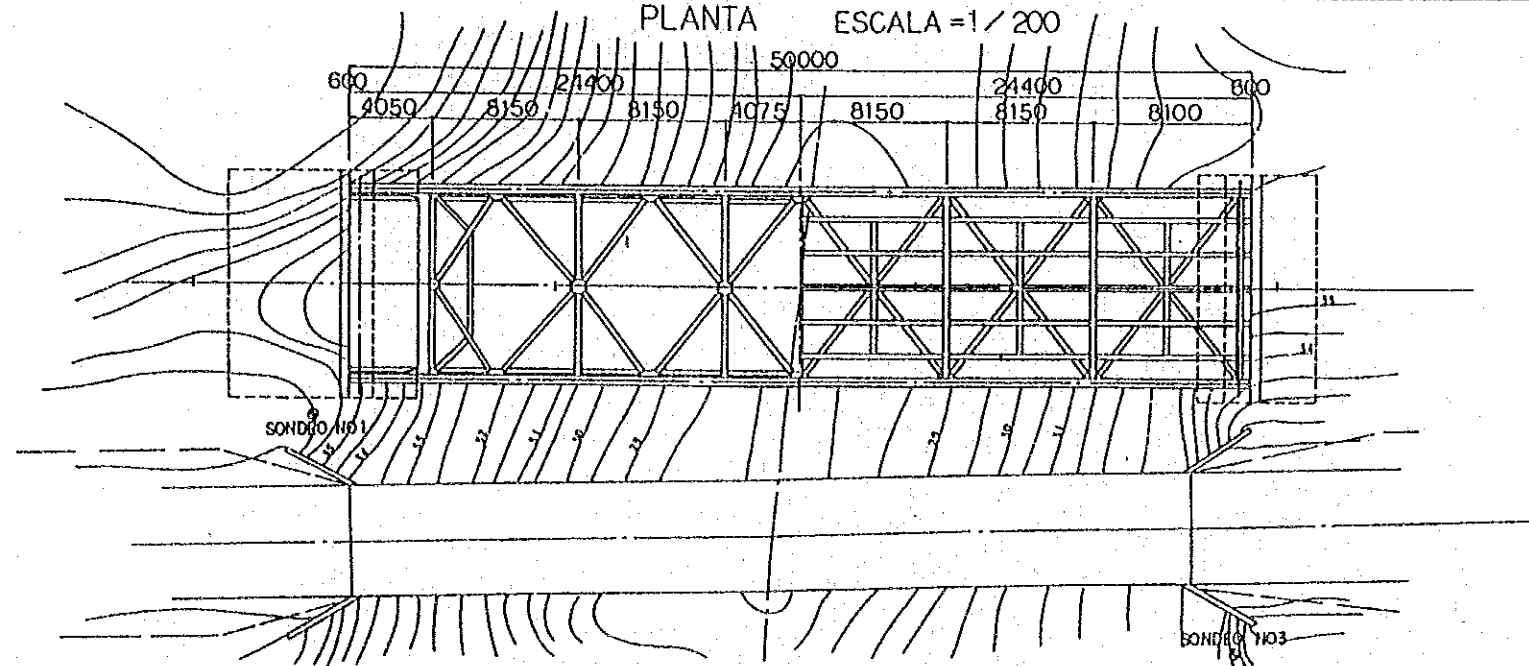
		単位	ラス・ラハス橋	ラス・マデラス橋	セバコ橋
上	部 構 造		鋼単純トラス橋	P C単純T桁橋	P C単純T桁橋
下	部 構 造		逆T式橋台	逆T式橋台	逆T式橋台
基	礎 形 式		直接基礎	直接基礎	直接基礎
橋	面 積	m ²	460.0	436.0	516.0
上 部 工	鋼 材	t	142	-	-
	コンクリート	m ³	120	344	416
	鉄 筋	kg	24,661	42,814	52,161
	P Cケーブル	kg	-	15,910	18,251
下 部 工	コンクリート	m ³	717	632	642
	鉄 筋	kg	32,833	21,715	22,164
	掘 削	m ³	2,703	2,309	1,841
取付道路延長		m	836	160	-

LAS LAJAS ELEVACION ESCALA = 1 / 200



ALINEACION VERTICAL...	HmEL				
ALTURA PROPUESTA					
NIVEL DEL SUELOS					
DISTANCIA					
ESTACION					
ALINEACION HORIZONTAL					

PLANTA ESCALA = 1 / 200



SECCION TRANSVERSAL ESCALA=1/100

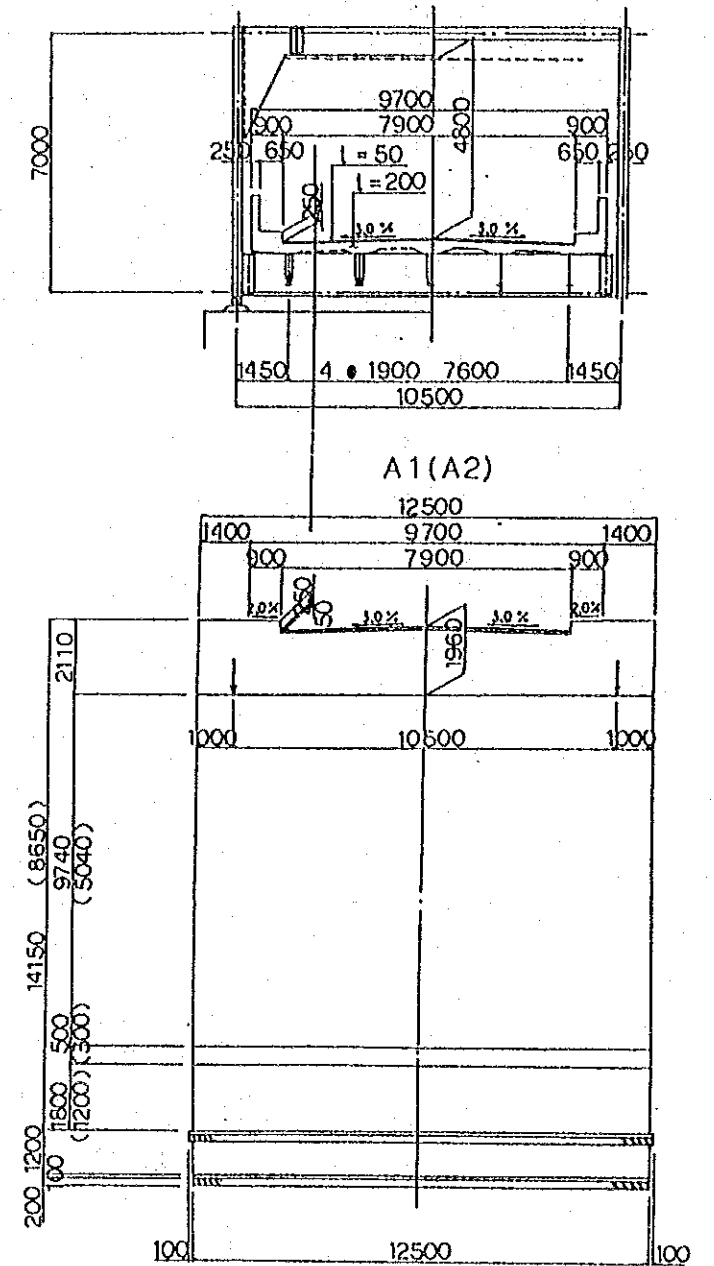
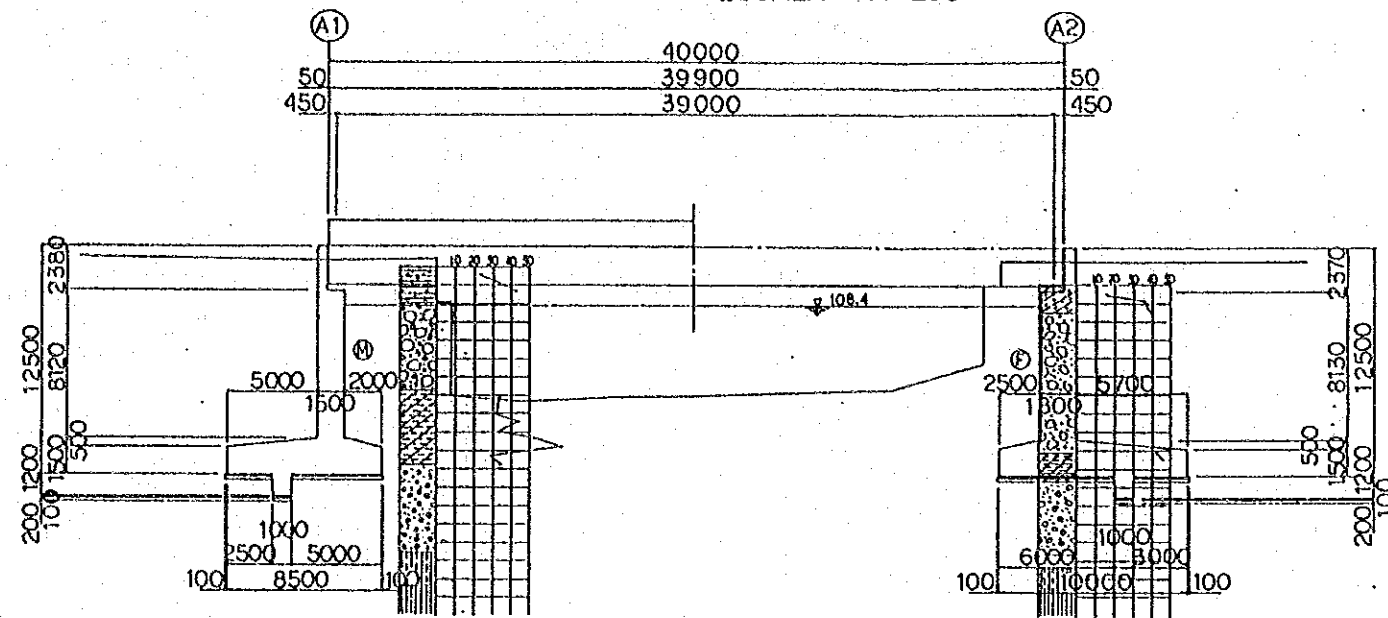


図-11 ラス・ラハス橋一般図

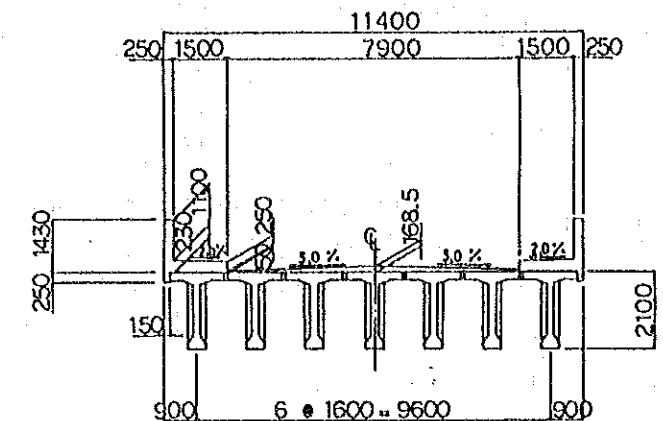
· LAS MADERAS

ELEVACION

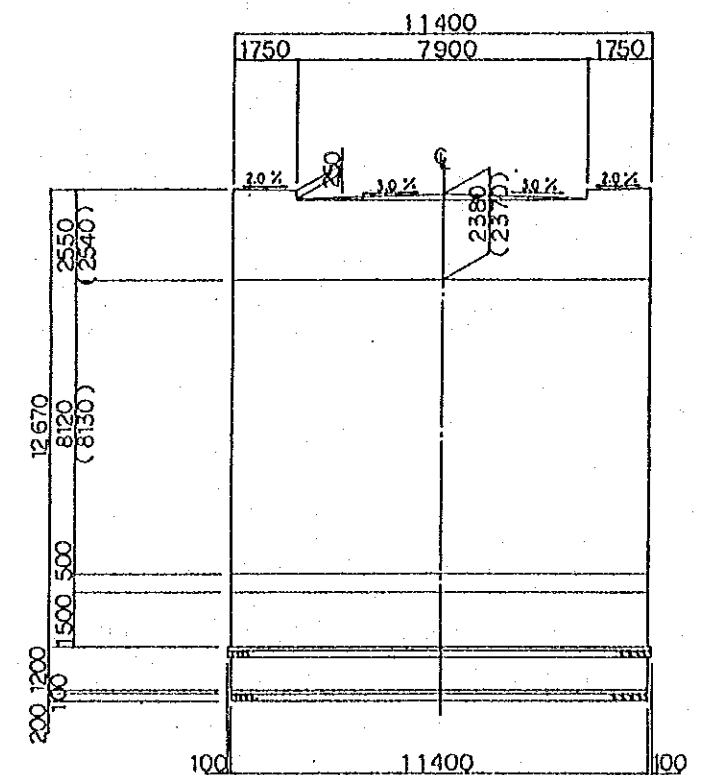
ESCALA = 1/200



SECCION TRANSVERSAL . ESCALA=1/100



A1 (A2)



ALINEACION VERTICAL	RIVER		
ALTURA PROPUESTA	111.600	111.600	111.600
NIVEL DEL SUELOS	111.000	111.000	111.000
DISTANCIA	20.000	19.700	20.000
ESTACION	49+740	49+760	49+786
ALINEACION HORIZONTAL			

PLANTA

ESCALA=1/200

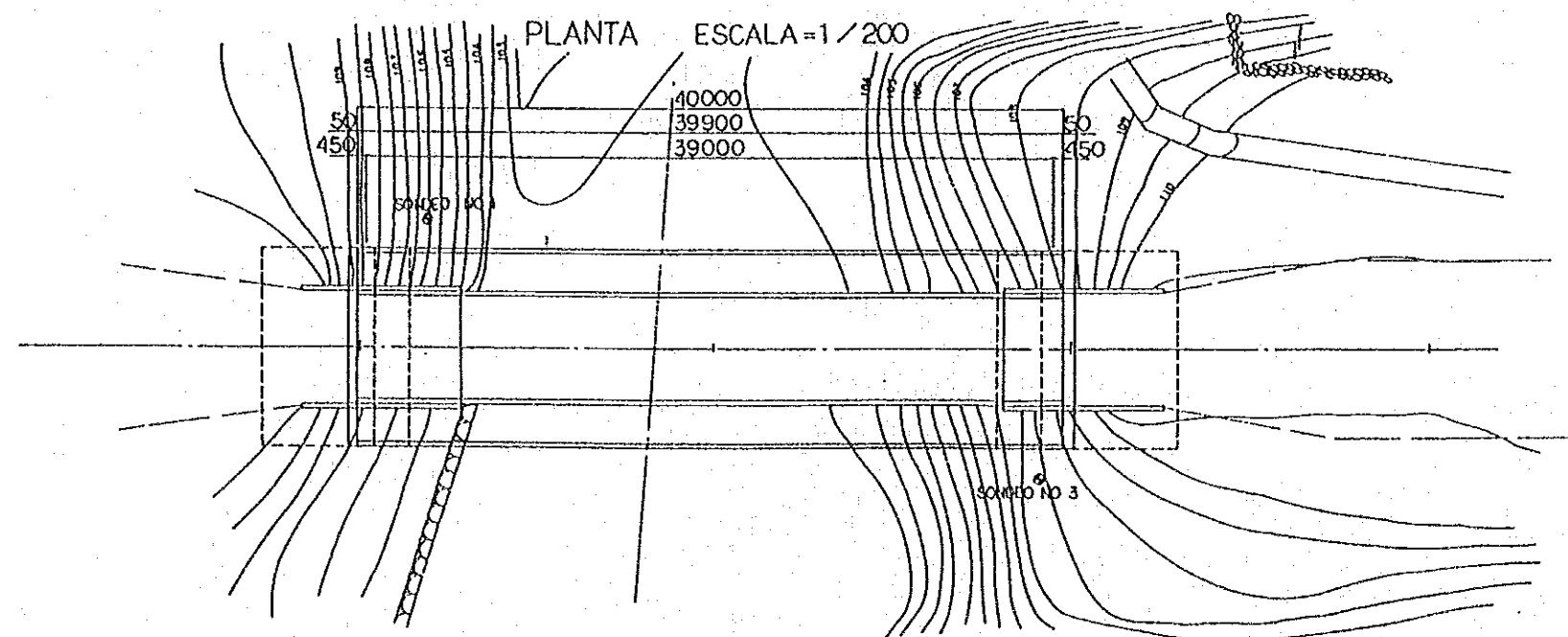
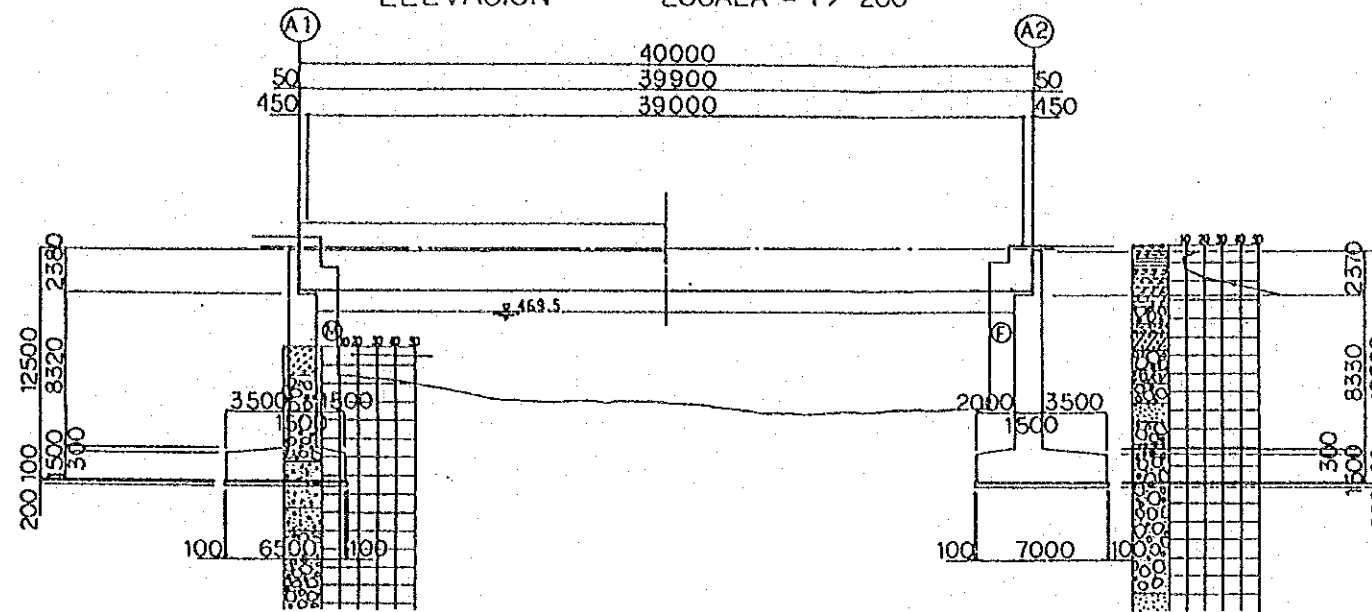


図-12 ラス・マデラス橋一般図

SEBACO

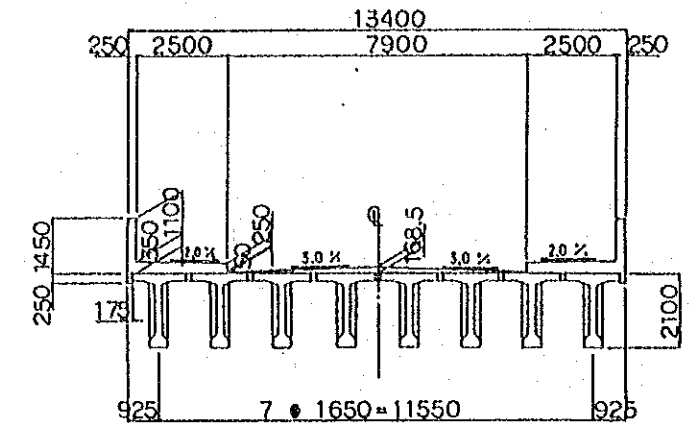
ELEVACION

ESCALA = 1 / 200

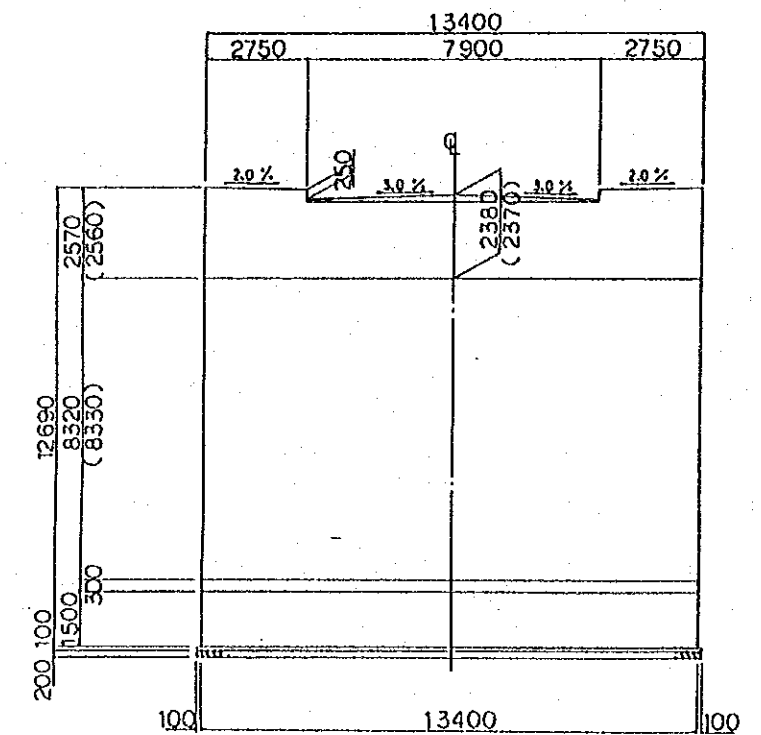


SECCION TRANSVERSAL

ESCALA = 1 / 100



A1 (A2)



ALINEACION VERTICAL	NIVEL			
ALTURA PROPUESTA				
NIVEL DEL SUELOS				
DISTANCIA				
ESTACION				
ALINEACION HORIZONTAL				

PLANTA

ESCALA = 1 / 200

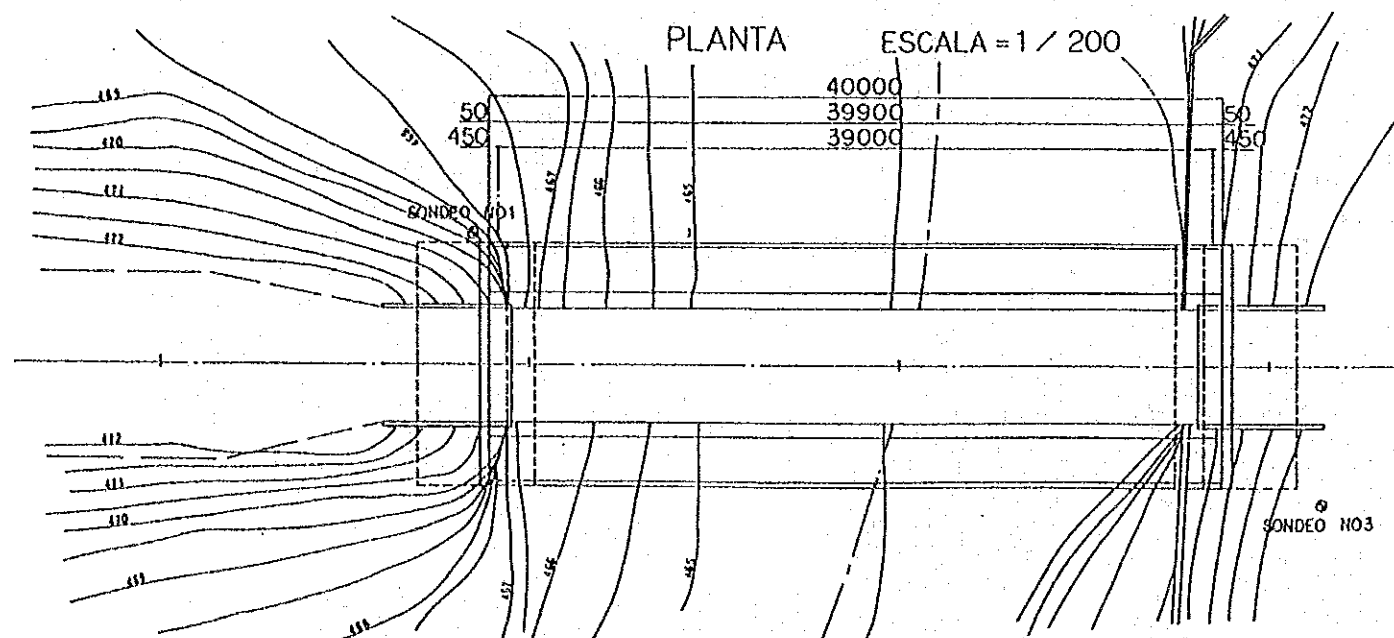


図-13 セバコ橋一般図

4.5 施工計画

4.5.1 施工方針

本計画は、日本政府の無償資金協力による事業であることを考慮し、以下に示す事項を施工計画上の基本方針とする。

- ①建設用資機材はできるだけ現地調達とする。
- ②橋梁施設の建設は、技術移転や雇用の増大に配慮した計画とする。
- ③ニカラグアの社会事情、関連法規等を考慮した適切な条件下で、工期内に工事が完了するような工程計画とする。

(1) 工期の設定

ラス・ラハス橋

本橋が位置する国道2号線は、マナグアとコスタリカのサンホセを結ぶ唯一の幹線道路である。本橋の架橋位置は、既設橋の下流側に計画しており、既設橋を迂回路として使用することから、一般交通の確保が容易である。よって、工事内容は、工程順に準備工、取付道路工、下部工、上部工、橋面工、雑工、跡片付けとなり、本橋の工事期間は、12ヶ月と見積られる。

ラス・マデラス橋およびセバコ橋

ラス・マデラス橋とセバコ橋が位置する国道1号線は、マナグアとホンデュラスの Cholteca を結ぶ国際道路の北路線として重要であると同時に、北部穀倉地帯と大消費地であるマナグアやマサヤを結ぶ重要な幹線道路である。ラス・マデラス橋とセバコ橋の架橋位置は、市街地に隣接していることから、既設橋位置に計画している。したがって、工事期間中においても一般交通の確保が必要であり、各橋梁サイトに迂回路を建設する。この2橋は、橋梁規模や形式が同じであり、架設機械や重機械等の転用を考慮した工事工程とする必要がある。

本工事の内容を大別すると工程順に準備工、迂回路の建設、既設橋の撤去工、下部工、上部工、取付道路工、護岸工、跡片付けとなり、工事期間は、16ヶ月と見積られる。

(2) 施工方法

本計画の施工方法は以下のように想定した。

(a) 準備工事

1) 仮設事務所、コンクリートプラント、鉄筋・型枠加工場

施工業社およびコンサルタントの事務所、コンクリートプラントおよび鉄筋・型枠加工場は、ラス・ラハス橋建設現場付近とラス・マデラス橋（中央事務所）に設置し工程管理や材料手配等を行う。セバコ橋には、鉄筋・型枠加工場、資材置場等を設けた現場事務所を設置する。

2) 用水計画

建設現場付近のリバス市、ラス・マデラス市およびセバコ市には、上水道が整備されており飲料水やコンクリート練り混ぜ用水は、この水道水を使用し、洗車等の雑用水は、河川水をポンプアップして使用する。

3) 工事用電力

電力会社より受電可能であるが頻繁に停電するため、作業に支障をきたすことからコンクリートプラント、鉄筋・型枠加工場および現場事務所の電力は、発動発電機を使用するものとする。

(b) 下部工工事

橋台は、止水性の高い鋼矢板により締切り、掘削深さが深いことや玉石混じり砂礫層があることから油圧式クラムシェルを用いて掘削する。コンクリートは、ラス・ラハス橋とラス・マデラス橋に設置したコンクリートプラントより運搬しクレーンによるバケット打設とする。

(c) 上部工工事

ラス・ラハス橋

トラス橋の架設は、ラス・ラハス川の水深が深くベントの設置が難しいことから、ケーブルエレクションとし、現場に搬入した部材を直吊り工法で順次架設する。床版コンクリートは、コンクリートプラントより運搬しコンクリートポンプ車で打設する。

ラス・マデラス橋およびセバコ橋

PCT桁橋は、橋台背面の製作ヤードで桁を製作し、架設桁を用いて架設する。床版コンクリートは、コンクリートプラントより運搬しコンクリートポンプ車で打設する。

(d) 取付道路

ラス・ラハス橋は、既設橋の下流側に建設するため約840mの道路建設が必要ある。路床は、現地発生材およびサイドボローにより盛土する。路盤材(20cm)は、サボア側へ約6kmのところにある土取り場(砂利混り砂)より搬入する。路面は、アスファルト合材を購入しアスファルト舗装仕上げとする。

ラス・マデラス橋の取付道路は、橋梁前後約80mで既設道路に摺り付ける。取付道路の路床と路盤材は、現地発生材およびラス・マデラス川の河床より調達する。路面はアスファルト合材を購入しアスファルト舗装仕上げとする。

セバコ橋は、工事完了後に橋梁付近の既設道路の再舗装を行う。歩道の側道への摺り付けは、現地発生材により盛土(腹付け)を行い、コンクリートタイル仕上げとする。

(e) 迂回路

ラス・ラハス橋は既設橋を迂回路として使用する。ラス・マデラス橋は、既設橋の上流側(道路用地内)に仮橋を含む迂回路を建設する。セバコ橋は既設橋の下流側約200mの位置に建設し、河川はコルゲートパイプにより渡河する計画とする。

(3) 技術者の派遣

トラスのケーブルエレクションによる架設やP C桁の製作および架設桁による架設は、特殊な技術を要することからP C桁製作や架設時の上部工担当技術者の現地派遣が必要である。

4.5.2 建設事情および施工上の留意点

(1) 技能工の確保

ニカラグアは、建設業に携わる土木技術者、技能工が不足している。特にP C橋建設の経験をもつ技術者はほとんどいない。本計画では、優秀な技術者や技能工の確保が、橋梁の仕上がりや工程に大きく影響することから、人材の確保に務める必要がある。

(2) 仮設計画

ニカラグアは、雨期(5月～10月)と乾期(11月～4月)がはっきりしており、下部工工事の大部分を乾期に実施するような工程を計画するとともに、下部工の仮設については、掘削深さが10～12 mと深いことから安全性に十分配慮した仮設計画とする必要がある。

(3) 降雨の影響

降雨は、雨期の始めと終りに多く、ラス・マデラス川やグランデ川(セバコ)は、水位が急激に増水したり、土石流のような流れを呈することから、河川内での作業に対する注意や対策が必要である。

(4) 一般車両に対する配慮

工事期間中は、各工事現場に迂回路が設けられているが、夜間において一般車両が現場内に進入しないように完全封鎖する必要がある。特に工事箇所と隣接しているラス・マデラス橋の迂回路では、作業中の一般車両に対する安全にも配慮する必要がある。

4.5.3 施工監理計画

コンサルタント契約後、実施設計、入札図書作成、入札までは、日本人スタッフで構成される業務主任、上部工担当、下部工担当、施工計画・積算担当および入札・契約担当が作業にあたる。建設工事期間は、コンサルタントから日本人の常駐技術者と主要工事の監理・指導のための要員を現地に派遣する。

4.5.4 資機材等調達計画

(1) 労務状況

ニカラグアでは、内戦終結後、1970年後半から続いた内戦によって国外に流出した技術者や熟練労働者が帰国している。現在は、小規模橋梁の架替えや橋梁の補強・補修工事を実施しており、現地建設業者には、技術者や熟練労働者が増えつつある。

ニカラグアにおける現地建設業者は、RC橋や鋼橋の施工経験が多く、PC橋建設はほとんど実施されていないため施工経験がない。したがって、鋼橋の技術者や熟練労働者は、比較的容易に確保することは可能であると考えられるが、PC橋の橋梁技術者や熟練労働者の確保は困難であり、日本から派遣する必要がある。

なお、PC橋の建設は、我が国無償資金協力によりネハパーイサバ間の4橋梁建設が実施される予定であり、PC技術者や熟練労働者の育成が期待される。

一般労働者は、総じて余剰気味であり、建設現場近辺からの採用が容易である。

(2) 資機材調達状況

橋梁建設の実施に必要な資機材の調達方法については、次に示す基本的な考え方に基づいて計画した。

①品質・工期に支障がなく、供給が確保される場合、また、輸入品であっても、現地で広く普及しており、量的に調達可能なものを現地調達で計画する。

②品質・納期等に問題のあるもの、あるいは現地調達が不可能な資機材については日本あるいは第3国からの調達を検討し、経済性、品質および納期等を比較検討のうえ、有利で、かつ確実な調達先を採用する。

以下に本計画に要する主要材料および機材の調達状況を述べる。

(a) セメント、生コンクリート

ニカラグアで唯一のセメントメーカー、CANAL社が米国の基準ASTM(C-150)の試験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。年間生産量は最大350,000tにも達し、当計画の調達に十分な生産能力を持っている。

生コンクリートは、マナグア市のPROINCO社が生産しており、生産量は、150~200m³/日(30m³/hr.)があり、本計画に必要とする生産能力を十分持っている。供給は、5m³のミキサー車10台によっている。また、品質管理は、ASTMに従って検査を実施している。

(b) 骨材(碎石、砂)

粗骨材(碎石)は、マナグア~マサヤ間のベラクルスで、細骨材(砂)がマナグア市内のモスタテペで容易に調達できる。ベラクルスの碎石は、PROINCO社が生産しており、生産量が96,000m³/年で国内碎石生産量の90%を占めている。碎石の岩質は火成火山岩の玄武岩で、火山地帯特有のポーラスな骨材が若干混在している。モスタテペの砂は山砂であるが、品質および生産量とも特に問題ない。

(c) 鉄筋

鉄筋は、INCA,S.A.社が輸入粗鋼を加工し、異形鉄筋を3/8"~1" (最大径D25)まで生産している。製造規格は、ASTM規格(GRADE40)またはJIS規格を適用しており、生産能力は年間

2,400tと本計画の調達に十分な生産量である。なお、1"（最大径 D25）以上の鉄筋および発注が10t以下の場合は、特別注文となり単価が割増しになる。

(d) 鋼板および製作等

鋼板はニカラグアで生産されておらず、すべて輸入している。輸入先は、ブラジルやベネズエラが多く、単価により日本からも輸入している。INDUMETASA社は、鋼桁、鋼管およびタワー等の製作販売を行っており、年間最大生産能力は20,000t可能である。しかし、鋼構造物の製作において品質管理上、最も重要な溶接の検査は、実施されておらず、また検査体制・器械も整っていないのが現状である。またボルトやリベットはすべて輸入しているとのことである。

なお、仮設に多用される鋼矢板、H形鋼、C形鋼等やPC桁橋に必要なPC鋼線およびPC鋼棒は、輸入品を含めニカラグアで調達できないので、日本または第三国から輸入する必要がある。

(e) アスファルト合材

アスファルト合材は、ベラクルスのECONES-Ⅲ社やグラナダのECODIN社等がアスファルト混合プラントを所有し、アスファルト合材を供給している。2社の最大生産能力は 25m³/hr.であり、本計画の調達には十分である。

(f) 建設機械

建設機械について調査の結果は以下のようである。ニカラグア国内で調達可能な建設機械は、総じて古くまた絶対数が少ない。特に現有している機械は旧ソビエト製の機械が多く、老朽化したものが少なくない。また、その能力も小さく、大きな能力のある建設機械を必要とする場合は日本または第三国から搬入する必要がある。建設機械の調達状況を以下の表に示す。

表-27 建設機械調達

名 称	仕 様	ニカラグア	日本or第三国
ブルドーザー	15 ton	○	
トラクターショベル	1.8 m ³	○	
モーターグレーダー	3.1 m	○	
バックホウ	0.6 m ³	○	
タイヤローラー	10 ton	○	
振動ローラー	0.8 ton	○	
散水車	5,500 l	○	
ダンプトラック	6 ton	○	
ダンプトラック	11 ton	○	
トラック	6 ton	○	
生コン車	4.4 m ³	○	
トラッククレーン	20 ton	○	
トラッククレーン	100 ton		○
トレーラ	20 ton	○	
コンプレッサー	5 m ³ /min		○
コンプレッサー	10 m ³ /min		○
ジェネレーター	50 kva		○

(3) 関連法規

ニカラグアでは、労働基準法および最低賃金法が定められており、労働時間は平日8時間／日、土曜日4時間／日であり、最低賃金が500C\$／月（都市部）である。所得税はC\$5,000／月以上の所得者に課せられ、年齢および所得に応じた料率の社会保険料を支払うことが義務づけられている。

①残業の割増し料率 : 100%

②年間の祝祭日（日曜以外の休日） : 11.5日

4.5.5 実施工程

本計画は、第1期ラス・ラハス橋の建設、第2期ラス・マデラス橋とセバコ橋の建設に分けて実施される。以下に第1期、第2期の実施工程について述べる。

第1期ラス・ラハス橋の建設における実施工程は、交換公文の締結後、実施設計および入札図書作成に3ヶ月を予定し、その後入札、業者契約を経て工事を開始するが、本橋の建設工事には、12ヶ月を必要とする。第1期ラス・ラハス橋建設の実施工程表を図-14に示す。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
実施設計	(現地調査)			(国内作業)			(現地確認)									
第1期 建設工事				(準備工)												
				(取付道路)						(下部工)						
	(桁製作)						(輸送)						(舗装工)			
													(上部工)			

図-14 ラス・ラハス橋実施工程表

第2期ラス・マデラス橋とセバコ橋の建設における実施工程は、第1期ラス・ラハス橋と同様に交換公文の締結後、実施設計および入札図書作成に3ヶ月を予定し、その後入札、業者契約を経て工事を開始するが、第2期建設工事には、16ヶ月を必要とする。第2期建設工事の実施工程表を図-15に示す。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
実施設計		(現地調査)			(国内作業) (現地確認)											
第 2 期 建設工事			(準備工) (迂回路)			(撤去工)					(下部工)					
						(上部工)				(護岸工)						
											(取付道路) (桁製作)					

図-15 ラス・マデラス橋・セバコ橋実施工程表

4.6 概算事業費

本計画はラス・ラハス橋の橋梁建設（1期）とラス・マデラス橋およびセバコ橋の橋梁建設（2期）に分けて実施される。

本計画の概算事業費総額は、約12.06億円（日本国側負担11.81億円、ニカラグア共和国側負担0.25億円）と見込まれる。

橋梁建設の実施に関する概算事業費は、用地費、橋梁と取付道路の建設費および設計監理費より構成され、日本国とニカラグア共和国の負担区分にもとづく双方の事業費内訳は、以下のように見積もられる。

(1) 日本国側負担経費

事業費区分		金 額（億円）		
		I 期	II 期	合 計
(1) 建設費	ア.直接費	2.24	2.54	4.78
	イ.間接費	2.12	3.13	5.25
	ウ.一般管理費	0.15	0.30	0.45
(2)	機材費	0.00	0.00	0.00
(3)	設計・監理費	0.65	0.68	1.33
合 計		5.16	6.65	11.81

(2) ニカラグァ共和国側負担経費

①用地買収費	:	200 C\$
②用地借り上げ費	:	0 C\$
③電気電話支柱の移設復旧費	:	10,000 C\$
④既設橋および迂回路撤去費	:	1,594,500 C\$
⑤工事に関する道路および迂回路の維持管理	:	2,500 C\$

計 1,607,200 C\$

(3) 積算条件

- ①積算時点 平成6年 7月
- ②為替交換レート
 - 1米ドル = 100.8 円
 - 1米ドル = 6.5742 コルドバ(C\$)
 - コルドバ(C\$)= 15.33 円

4.7 技術協力

本計画の実施機関である建設運輸省道路総局は、橋梁の維持・補修に関し十分な経験と技術・人員を要しており、本計画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。

第5章 事業の評価と提言

第5章 事業の評価と提言

5.1 裨益効果

ニカラグア政府は、経済の活性化を図る目的で社会基盤の整備・復旧を重点目標とする政策を進めている。特に、近隣諸国と深く関わっている。ニカラグア経済の大動脈である主要幹線道路（パンアメリカンハイウェイ）の改良整備は、緊急かつ最重要目標と位置づけられている。

ニカラグアにおけるパンアメリカンハイウェイは、太平洋岸を通過する南路線(CA-3)と中部山岳地帯を通過する北路線(CA-1)があり、二国間援助や国際援助機関より資金を導入し、南路線より道路整備が徐々に進めているが、道路整備に橋梁整備が除外されている場合が多く、このため整備後に橋梁が車両通行のボトルネックとなることが懸念される。

本計画の対象橋梁3橋は、建設後45年～57年を経過しており、パンアメリカンハイウェイ上の早急に架け替えの必要な12橋のうち最も老朽化し、通行荷重の増大もあって落橋の危険性が最も高い。さらに、3橋共にその幅員が狭く、相互交通が不可能なことから交通上のボトルネックとなっている。

このような状況のもとで、本計画が無償資金協力として実施された場合、以下の表に示されたような多大な裨益効果が期待できる。

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果・改善
1.国際陸上輸送を担う主要幹線道路上に落橋、交通不能の危険性の高い橋梁が存在する。 交通不能に陥った場合の代替路線がない。	左記問題点を有する橋梁のうち、最も優先度の高い3橋梁を十分な強度を持った新橋に架け替える。	少なくとも本計画の対象橋梁地点での危険が回避され安全な陸上輸送が可能になる。 国際物資のみならず、国内消費物資（特にラス・マデラス、セバコ両橋）の効率的・安定的輸送が期待できる。
2.既存橋梁は幅員が狭く、相互交通が不可能で、交通上のボトルネックとなっている。	架け替えによる新橋は十分な幅員を有し、橋上での車輛のすれ違いも可能なものとした。	一般道路部分と走行速度を変えることなく通行が可能となり、ボトルネックが解消され、輸送コストの低減をもたらす。
3.既存橋の狭い幅員が原因で、歩行者の交通事故発生の危険性が高い。そのため、しばしば歩行者は橋を渡らず、河川内を横断歩行している。	歩行者が多いと予測されるラス・マデラス、セバコ両橋の架け替えでは十分な幅の歩道を併置する。	ラス・マデラス、セバコ両橋周辺住民の安全性が格段に向上し、事故による直接損害の解消と民生の安定に貢献する。
4.経済活動の低迷から雇用機会が少なく、失業率が高い。	本計画の実施に際しては、現地資機材の活用をはかり現地労働者の雇用を積極的にすすめる。	本計画の実施に伴う建設工事に従事する労働者、技能工等、雇用機会の創出効果がある。

と、を考えると、本計画の実施による輸送手段の安定化、効率化は一般国民の生活改善に直接的に寄与することが明らかである。更にその裨益対象は、全国民の4分の3、290万人に達すると推定される。

また、本計画は既存橋梁の架け替えであって、現状を大きく変更するものではない。従って、本計画の実施によって、現状の環境を悪化させる要因はない。市街地に近いラス・マデラス橋、セバコ橋の架け替えは、橋梁周辺の景観、交通の安全性の飛躍的向上等、生活環境の大幅な改善をもたらすものと期待できる。

また、本計画の実施後の新しい橋梁の維持管理は、建設運輸省に委ねられるが、同省がこれまで実施してきた類似橋梁の維持・補修の実績から、組織、人員、予算のいずれの面においても充分それに対応できるものと考えられる。

以上の諸点から、本計画を日本の無償資金協力によって実施することは、充分妥当性のあるものと判断された。

5.3 提言

本計画は主要幹線道路（パンアメリカンハイウェイ）上の問題のあるいくつかの橋梁のうちの、緊急度の高い三つの橋梁の架け替え計画であるが、本計画の実施後も同様橋梁整備事業が押し進められる必要がある。このためには、3.5.2に示されたような既存橋梁の現状を踏まえた、今後の幹線道路上の橋梁整備のマスタープランの立案、優先度の評価により引き続き橋梁の架け替えが望まれる。また、今後我が国で道路・橋梁部門の社会基盤整備を実施するにあたっては、相乗効果が見込まれるため他ドナーによる道路整備計画と連携を図ることが望まれる。

付 属 資 料

付 属 資 料

- 資料Ⅰ 調査団および調査工程
- 資料Ⅱ 現地調査団協議議事録及び和訳文
- 資料Ⅲ D F 説明調査団協議議事録及び和訳文
- 資料Ⅳ 打ち合わせ内容の確認レター
- 資料Ⅴ 当該国の社会・経済事情
- 資料Ⅵ 降雨データ
- 資料Ⅶ 橋梁調査結果一覧表
- 資料Ⅷ 地形地質調査結果（柱状図）
- 資料Ⅸ 設計水平震度（C）
- 資料Ⅹ 上・下部工構造図
- 資料ⅩⅠ ラスラハスの取付道路計画図

資料Ⅰ 調査団および調査工程

1. 調査団員の構成

(現地調査団)

業 務 担 当	氏 名	現 職
総 括 (団長)	阿 部 英 樹	国際協力事業団無償資金協力調査部部長
橋 梁 計 画	清 水 建 二	国際協力事業団国際協力専門家
無償資金協力	小 林 茂 紀	外務省経済協力局無償資金協力課
業 務 主 任	立 川 孝	セントラルコンサルタント株式会社
橋 梁 設 計	五 月 女 正 治	セントラルコンサルタント株式会社
自然条件調査	相 沢 正 雄	(株) 片平エンジニアリング インターナショナル
施工計画積算	村 上 脩 二	セントラルコンサルタント株式会社
通 訳	青 砥 清 一	セントラルコンサルタント株式会社

(DF説明調査団)

業 務 担 当	氏 名	現 職
総 括 (団長)	清 水 建 二	国際協力事業団国際協力専門家
無償資金協力	渡 部 義太郎	J I C S 総務部企画調整課長
業 務 主 任	立 川 孝	セントラルコンサルタント株式会社

2. 現地調査実工程表

日順	月 日	曜日	調 査 内 容	測 量	地質調査
1	6 / 21	月	成田発		
2	22	水	マカ7着 団員5名、再委託見積依頼		
3	23	木	官団員2名着、日本大使館表敬、現地調査		
4	24	金	対外協力省訪問、建設運輸省訪問、協議、20橋調査		
5	25	土	現地調査、測量地質調査の監督、20橋調査		
6	26	日	同 上		
7	27	月	建設運輸省協議、測量地質調査の監督、20橋調査		
8	28	火	同 上、資料収集／解析		
9	29	水	阿部団長到着、対外協力省訪問、日本大使館表敬 調査団内打ち合わせ、橋梁予備検討	準備作業	準備作業
10	30	木	建設運輸省表敬協議、現地(セバ)調査、橋梁予備検討	契 約	契 約
11	7 / 1	金	小林官団員出発、建設運輸省協議、資料収集／解析	ミサハス橋 ミサハス橋 作業開始	ミサハス橋 ミサハス橋 作業開始
12	2	土	現地調査、測量地質の監督、資料解析、橋梁予備検討		
13	3	日	同 上	同 上	同 上
14	4	月	DANIDA訪問、議事録(案)協議、資料収集／解析	セバ橋追加	セバ橋追加
15	5	火	議事録締結、日本大使館報告、資料収集／解析	現場作業	現場作業
16	6	水	官団員(阿部、清水)出発、建設公社訪問協議	同 上	同 上
17	7	木	日本大使館帰国報告、資料収集／解析	同 上	同 上
18	8	金	団員2名(立川、村上)マカ7発、道路建設局協議	同 上	同 上
19	9	土	現地調査(セバ)、資料収集、地質調査(セバ)の監督	同上、作図	同 上
20	10	日	20橋調査、地質調査(セバ)の監督	同 上	同 上
21	11	月	橋梁予備検討、資料収集、測量図(ミサハス)照査	同 上	同 上
22	12	火	同 上	同 上	同 上
23	13	水	資料収集／解析、測量図(ミサハス)照査	図面作成	同 上
24	14	木	同 上	同 上	同 上
25	15	金	日本大使館帰国報告、資料収集・整理	同 上	同 上
26	16	土	資料収集・整理、セバの測量図照査、地質調査監督	同 上	ミサハス橋と ミサハス橋 報告書受取
27	17	日	資料整理、地質調査(セバ)の監督	成果品受取	
28	18	月	団員3名マカ7発		セバ作業中
29	19	火	ワカバ泊		同 上
30	20	水	成田着		同 上

3. DF説明調査団行程表

日順	月 日	曜日	調 査 内 容
1	9 /26	月	成田発
2	27	水	マナグァ着、日本大使館表敬
3	28	水	ドラフト報告書協議（公共事業省）
4	29	木	ドラフト報告書協議（公共事業省）
5	30	金	ミニッツ協議
6	10/ 1	土	サイト調査（3 橋梁）
7	2	日	資料収集、団内打ち合わせ
8	3	月	ミニッツ署名、日本大使館報告
9	4	火	官団員マナグァ発 業務主任 追加調査、協議
10	5	水	追加調査、協議
11	6	木	追加調査、協議
12	7	金	マナグァ発
13	8	土	
14	9	日	成田着

4. 主要面会者リスト（ニカラグァ側）

所 属 および 氏 名	地 位
在ニカラグァ日本大使館 鈴木 邦 治 植 松 諭	公使 二等書記官
建設通信省（M C T） Ing. Raul Leclair Ing. Edmundo Zunigo Garcia lic. Carmen Sotomayor	次官 次官 事務次官
建設通信省道路総局（D G V） Ing. Guillermo Calero Murillo Ing. Rafael Urbina M Ing. Carlos Perez Padilla Ing. Lupdones Cortes Nrinda Ing. Carlos Tercero Coronado Ing. Juakin Gevara Lic. Nelda Hernandez	道路総局長 技術部長 プロジェクト担当部長（中米開発 銀行融資） 道路建設局技師 道路建設局技師 技術部技師 技術部経済担当課長
建設公社（C E R C） Ing. Oswaldo Chaves	
対外協力省（M C E） 下 田 道 敬	JICA専門家
市役所 Guillermo Vega Cruz	セバコ市長