

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

本プロジェクトは、現在橋梁が無いためにフェリーによりサンファン川を渡河している現状を改善し、「ニ」国及び隣国間の交通と交流の促進、国際幹線道路の機能発現、地域経済の発展に資するため、サンタフェ橋及び取付道路の建設を実施するものであり、「ニ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画する。

#### 3-2-1-1 基本方針

基本設計を行う上での設計方針は以下のとおりである。

##### (1) 協力対象範囲

本案件に関わる正式な無償資金協力要請は、ニカラグア共和国（以下「ニ」国）から2005年7月に日本大使館へ提出された。当該要請書では、サンファン川に架かる全長230mのサンタフェ橋の建設とコスタリカ国境沿いのアコヤパーサン・カルロス街道における全長75mのエル・トゥーレ橋の架け替え工事であった。しかし、その後2007年3月に実施された予備調査の段階において、エル・トゥーレ橋の架け替え工事は、IDBプロジェクトにおいて実施することとなり、同橋梁にかかる協力要請は取り下げられた。

今回の準備調査は、主に要請内容を再確認すると共に、主に架橋位置、航路限界、幅員構成、取付道路の協力範囲、IDBプロジェクトの進捗状況、環境関連手続き、自然条件等を確認することを目的として実施されたが、「ニ」国との協議の結果、最終的に確認され、討議議事録（M/D）に記載された日本の無償資金協力に対する要請の主な内容は、下記のとおりである。

- ① サンファン川に架かるサンタフェ橋の建設
  - ・ 橋長：約260m
  - ・ 幅員：車道（3.6m×2車線）＋路肩＋歩道
  - ・ クリアランス：最大12m
- ② 取付道路の建設
  - ・ 約170m（アコヤパ側）＋約60m（コスタリカ側）

##### (2) 架橋位置

架橋位置に関しては、予備調査時に、船着場より下流側150mの位置（代替案1）が適正であるとして選定していたが、主に下記の理由により現道沿いのルート（代替案2）が最適であると判断し、代替案2を架橋位置として選定した。

- ・ 橋台及び盛土を構築するには、現場及びその周辺の地盤はドライな状態が必要とされるが、代替案1の地盤は水深が1m以上もあり、橋台及び高盛土の建設が極めて困難であること。
- ・ 代替案1のルートから現道に近づくほど、水深が浅くなっていること。
- ・ 代替案1のルートで橋梁及び取付道路を建設する場合、工事用道路を新たに設置しなくてはならないが、現道沿いのルート（代替案2）では、現道を工事用道路として利用できること。

- ・ 代替案1のルートに橋梁を建設するより現道沿いのルート（代替案2）に建設する方が、総工事費が経済的となること。

### (3) 規模等

#### 1) 航路限界

サンファン川を現在航行している貨物船エル・グラン・スルターナ（水面上高さ9.98m）を基準にし、水位変動による余裕高2mを考慮して航路限界の最大を12mとすることでMTIは了解した。なお、その後の詳細な検討により、当貨物船のマストは折り畳むことが可能であり、その場合の最大船舶高は8.0mとなる。したがって、当貨物船がサンタフェ橋下を往来する時は、マストを折り畳むこととし、航路限界の最大は10m（最大船舶高8.0m＋水位変動余裕高2.0m）とする。

#### 2) 径間長

径間長は下記の事項の内、長い方を満足するものとする。

- ① 計画高水流量（Q）から次式により求まる径間長（L）

$$\text{径間長 } L = 20 + 0.005Q = 20 + 0.005 \times 500 = 22.5\text{m}$$

ここに、計画高水流量  $Q = 500\text{m}^3/\text{sec}$  である(図 3-2-2)。

- ② 貨物船エル・グラン・スルターナが横向きになった場合の全長から求まる径間長（L）

$$\text{径間長 } L = \text{貨物船の全長} = 48.3\text{m}$$

したがって、径間長は48.3m以上とする。

#### 3) 取付道路の協力範囲

取付道路は、IDB 及び OPEC の道路整備プロジェクトに含まれるものであるが、サンタフェ橋の橋台背後は高盛土となり、且つ軟弱地盤が想定されるため、その区間に関しては設計及び工事に高度な技術が要求される。したがって、盛土高が5m以上となる取付道路区間に関しては、日本の無償資金協力の範囲とする。

#### 4) 軟弱地盤対策

航路限界を確保するためには取付道路区間において高い盛土が必要になるが、同区間、特にアコヤパ側には非常に軟弱な粘性土が堆積している。軟弱地盤対策が必要になる場合、建設費に大きく影響することが考えられるため、自然条件調査により対策が必要な範囲・規模を特定した上で、最も経済的な対策工、施工計画を検討する。

当該箇所の地質調査結果によると、軟弱地盤は左岸(アコヤパ側)一帯に広がっており、その深さは取付道路範囲(河岸より内陸側170m程度までの範囲)では概ね6~7mである。一方、右岸(コスタリカ側)には軟弱地盤は存在しない。土質試験結果によれば、当該地盤は黒色を呈する有機質粘土層である。有機質粘土層の場合は通常の粘性土地盤に比べて圧縮性が非常に大きく、通常の処理(脱水等)では長期間にわたり沈下が継続する。

軟弱地盤対策としては、圧密促進工法、プレロード工法、サンドコンパクション工法、深層混

合処理工法、軽量盛土工法、高架橋工法等があるが、当該地盤は圧縮性の高い有機質粘土層であることから以下の点に考慮して、検討を実施する。

- ① 現道に隣接して盛土が構築されることから、盛土構築による現道の引き込み沈下を防止する必要がある。同時に盛土構築による側方移動を防止する必要がある。
- ② 橋梁との接続部での供用後の継続的な沈下は避ける必要がある。特に一定の縦断勾配の縦断線形において一部沈下による局所的な縦断勾配の増大は円滑な交通を阻害することになる。

#### (4) 要請内容と協議・確認事項

両国および調査団で相互確認した条件の下に基本設計を進めるが、要請内容と予備調査時及び準備調査時の協議・確認事項を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 要請内容と協議・確認事項

項目	要請内容	協議・確認事項	
		予備調査時	準備調査時
対象橋梁	サンタフェ橋の新設及びエル・トゥーレ橋の架け替え	サンタフェ橋の新設 (エル・トゥーレ橋は取り下げ)	サンタフェ橋の新設
架橋位置	現船着場下流 18m	現船着場下流 150m	現道沿い (現船着場下流 40m 以内)
航路限界		高さ 15m×幅 25m	高さ 10m×幅 48.3m
橋 長	約 230m	約 230m	約 250m
幅員	総幅員	10.4m	11.8m
	車道		3.6m×2
	路肩		0.9m×2
	歩道		1.0m×2
車線数		2 車線	2 車線
設計速度			80km/h
設計活荷重		AASHTO HS20-44 の 25%増し	AASHTO HS20-44 の 25%増し
取付道路			盛土高 5m 以上となる取付道路は協力対象範囲に含める

### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

#### (1) 気象

##### 1) 気温・湿度・風速

架橋地点に近いサン・カルロスにおける月平均気温は、12月、1月が最も低く24°C程度、4月、5月が最も高く27°C前後である。また、各月の最高気温は年間を通して30°Cから34°Cで推移しており、4月の気温が最も高く10年間平均で35°Cである。最低気温は20度を下回ることはなく、年間の気温較差は15°C前後である。

また、湿度は、年間を通して高く、80~90%である。乾期である1月から4月にかけては80%程度まで下がるが、その後、雨期となる5月以降は90%前後である。このように、架橋地点はかなり高温・多湿な地域であるため、設計では部材の温度変化、施工ではコンクリートの打設及び養生に細心の注意が必要である。また、鋼橋の場合は高温・多湿な地域では特に腐食の問題があり、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。

風速に関しては、乾期である1月から3月が5~6m/s、雨期が3m/s前後であり、風荷重は無視できるものと思われる。なお、風向は、年間を通じて東からの風が卓越している。

##### 2) 雨量・降雨パターン

サン・カルロス気象観測所における過去5年間の年間平均降水量は2,000mm前後である。また、1月から4月までは降雨量が100mmを切っており、この間4ヶ月が乾期であるといえる。5月から降雨量が増え7~8月をピークに12月まで降雨量が減少する。月最大降雨量は6月から8月にかけて約300mmである。

架橋地域では雨期・乾期の区分が明確であり、その降雨の殆どが雨期（5月から10月）に集中している。これらの気象記録は、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、この気象条件に配慮することとする。特に、橋脚の下部工、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ものとする。

##### 3) 河道特性

サンフアン川のニカラグア湖からサンタフェの間では、瀬や州は確認されず、河川勾配は非常に緩い。河岸は単年草の湿地帯および樹林帯が連続している。部分的に複数の小高い丘が接岸している箇所があり、現在のサンフアン川の河道位置はこれらの地形により形成されたものと想定される。また、河岸の樹林帯は、河川により運搬された土砂が堆積し、一旦樹林帯が形成されると、河岸が浸食されずに残り、発達したものと考えられる。一方、土砂の堆積が進行していない湿地帯については、年間と通じた冠水により樹林帯が発達していない。

架橋地点の左岸側は、広大な湿地帯となっており、その範囲は河川から0.5~1km近く離れた場所まで及ぶ。湿地帯の植生は単年草が支配的であること、樹木の生育はほとんどみられないことから、雨期には広大な範囲が冠水するものと推定される。

右岸側は、小高い丘となっており、河岸に多少浸食作用がみられるものの、樹林帯が発達しているため、浸食はあまり多くないと考えられる。

架橋地点の選定に当たっては、これらの河道特性を十分考慮して検討するものとする。

#### 4) 洪水

サンファン川は、広大な面積を有するニカラグア湖の湛水機能により、一降雨による水位上昇や洪水の発生はみられず、急激な流速の増加もないものと考えられる。一方、年間を通じた水位変動が卓越して、過去における最大水位差は 2m 近くにおよぶものと想定される。架橋地点の水位は、雨期の始まりとともに上昇し始め、10 月から 12 月にかけてピークを迎える。その後、降雨の減少により、徐々に水位が下がり始め、乾期の 5 月から 6 月にかけて最も水位が下がる。

#### 5) 計画高水位

河川を渡河する橋梁の縦断計画は、一般的に計画高水位(HWL)から決定される。しかし、サンタフェ橋の場合は、現在、サンファン川を貨物船及び遊覧船が航行している。したがって、橋梁の縦断計画は、計画高水位(HWL)の他に、これら船舶のサイズで決定される可能性が高いため、その航路限界の検討が重大な課題である。

水理・水文解析を実施し、計画高水位 (HWL) の検討を行なった結果、降雨による急激な水位の上昇、洪水の発生は確認されなかった。

一方、河川水位は年間を通じて大きな変動をしており、雨期と乾期で大きく異なる。過去 15 年間の水位観測記録から、30.43m から 32.36m の範囲で変化しており、聞き取り調査の結果からも、既往最高水位はほぼこの水位と一致する(ただし、観測記録は欠測期間があるため、あくまでも観測された記録の結果から得た判断である)。

したがって、新橋計画地点における水位もほぼこれと同様に 2m 前後の水位差が想定されるとともに、計画高水位は、32.4m 程度であると考えられる。

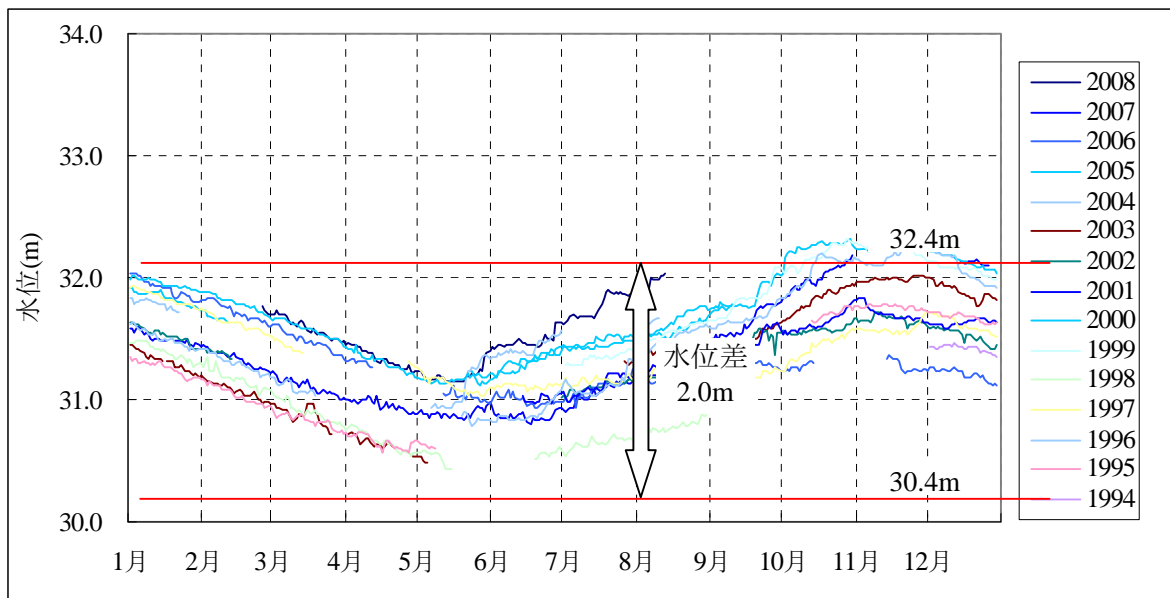


図 3-2-1 過去 15 年間の水位変化

これらの資料及び調査結果を道路線形検討及び橋梁計画・設計の検討等の実施に資するものとする。

## 6) 計画高水流量

水位観測施設から架橋計画地点までのおおよその距離は9km前後であると推察される（地形図より計測）。実際には河川の水面勾配により架橋計画地点の水位は、水位観測施設水位より低くなることが考えられる。しかし、当該河川の場合、①河川勾配は非常に緩く水面勾配が水位差に与える影響が非常に小さいと考えられること、②架橋計画地点での水位観測が行われていないため、水位観測施設から架橋計画地点までの水面勾配の算定が困難であること、③観測施設が架橋計画地点の上流にあることから、観測施設水位により計画高水位の設定をすることにより架橋計画水位設定が安全側とあること、④流入河川や洪水時の溢水の状況など洪水時には予測困難な状況が想定されるため、より安全側での計画がもとめられること、から水位観測施設の水位を採用するものとした。

計画流量の算定は、河川横断の変化が少なくほぼ一様であること、河川勾配が緩やかであること、流入する支川が少ないこと、水位データが得られていることなどを勘案し、等流を前提とした計算手法を用いることとし、測量調査による河川横断資料から架橋計画地点の水位-流量曲線を作成し、計画高水位時の流量を算定した。

その結果、計画高水位 32.4m 時の流量は約 500m<sup>3</sup>/s であると算定できる。

ただし、以下の点に留意が必要である。

- ① 当該河川は、洪水時に左右岸の氾濫域に氾濫することが予想され、実際の洪水流量を算定することは困難である。
- ② 架橋計画地点より上流で氾濫した場合、氾濫流量の算定が困難であることから、当該地点には実際の流量より少ない流量が流下する可能性がある。
- ③ 洪水時の氾濫流量は、水深が非常にすくなく地殻による粗度の影響を大きく受けるため、流速が非常に低く、河道断面内の流量、流速が卓越するため、橋梁計画においては、河道断面内における水理量が問題となると考えられる。

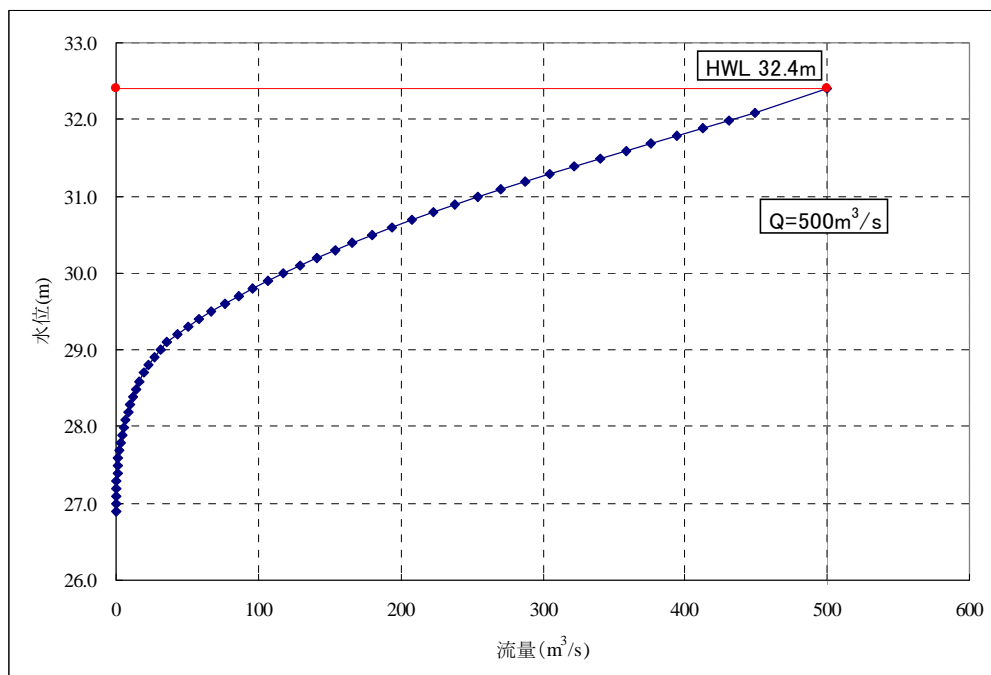


図 3-2-2 架橋計画地点の水位-流量曲線

## 7) 洗掘と基礎構造設置深さ

橋脚基礎の高さは、橋脚による洗掘に考慮して決定する。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 2.0m 以上の洗掘深を確保することと規定している。したがって、本プロジェクトでは、橋脚フーチングの根入れを最深河床から 2.0m 以上または岩盤内に根入れすることとする。橋台については、直接基礎の場合、フーチング底面を岩盤、土丹、砂礫等の良質な支持層に十分根入れすることとする。また、必要に応じて根固め工を設ける。

## 8) 耐震設計

「ニ」国では、首都マナグアの中心地域が 1972 年に発生した大地震で完全に崩壊したのを初めとして、1992 年にも大地震が発生するなど、地震国であり、構造物の設計に際しては耐震設計を考慮することが必須である。対象橋梁の位置するアコヤパ～サンカルロス街道は、国道 25 号線と呼ばれる幹線道路であり、PPP において大西洋輸送回廊に位置付けられている国際幹線道路である。同回廊は、太平洋岸を中心に整備されてきた首都マナグア～首都サンホセ（コスタリカ）間を結ぶ太平洋輸送回廊が、万が一地震等により被災した場合の救助・医療・消火活動及び被災地への緊急物資輸送路としての代替・補完道路として、非常に重要な役割を担っている。このため、対象橋梁は、地震により社会生活に支障を与えるような機能の低下を防ぐ耐震性能の確保が重要である。従って、対象橋梁の設計に際しては、多径間連続構造や不静定構造を用い、橋梁全体として耐震性の向上を目指すことを基本方針とする。

なお、「ニ」国には耐震設計基準として、「国家建設基準」(Reglamento Nacional de Construcción Junio 2005)があり、その中で設計震度が規定されているため、耐震設計に当たっては、当該基準を準拠するものとする。

### 3-2-1-3 橋梁幅員に係る方針

車道幅員に関しては、IDB プロジェクトによる取付道路の車道幅員との整合性及び SIECA の基準に準拠し、3.6m を採用した。路肩幅員に関しては、SIECA の基準では 1.0m であるが、これは道路部における幅員であり、AASHTO においては長さ 60m 以上の橋では所定の路肩幅員を最大 1.2m の範囲で縮小することができる。また、日本の基準では長さ 50m 以上の橋においては、路肩幅員を最大 0.5m の範囲で縮小できると言う縮小規定がある。したがって、サンタフェ橋は全長 362m（主橋梁部 250m、高架橋部 112m）の長大橋であるため、路肩幅員の縮小規定により、0.9m を採用した。

一方、歩道に関しては、歩行者の占有幅（0.75m）と縁石の幅（0.18m）を考慮し、さらに橋梁上の歩行者数 202 人/日を加味し、歩道幅員は 1.0m を採用した。

以上の結果、高架橋部を含むサンタフェ橋の幅員構成は、車道幅員  $3.6\text{m} \times 2 = 7.2\text{m}$ 、路肩幅員  $0.9\text{m} \times 2 = 1.8\text{m}$ 、歩道幅員  $1.0\text{m} \times 2 = 2.0\text{m}$ 、地覆  $0.4\text{m} \times 2 = 0.8\text{m}$ 、計 11.8m（有効幅員=11.0m）とする。

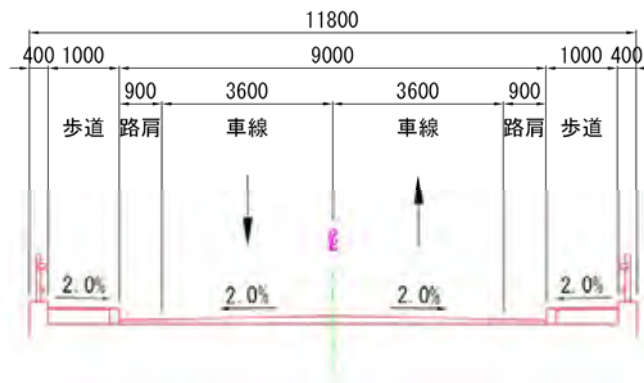


図 3-2-3 サンタフェ橋幅員構成図

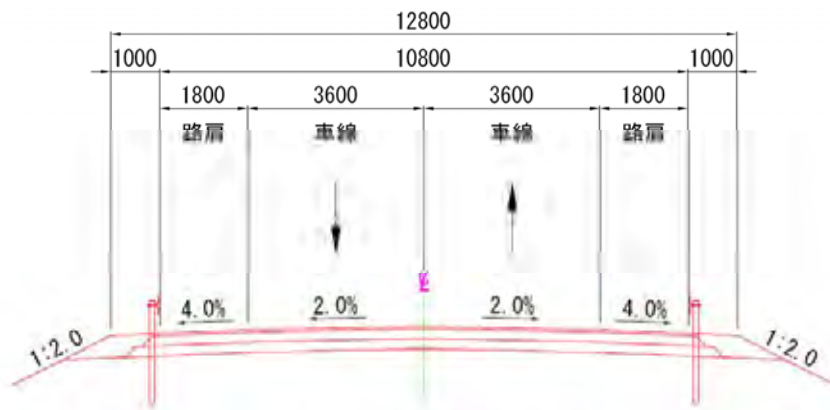


図 3-2-4 取付道路標準幅員構成図

### 3-2-1-4 設計活荷重に係る方針

中米域内での共同市場・経済統合を目指して発足した中米統合機構（SICA）における事務局である SIECA（中米経済統合常設事務局）は、増大する大型トレーラーの荷重に対応するため、橋梁の設計活荷重を AASHTO の HS20-44 の 25% 増しの荷重を採用することを提案し、SICA の加盟国である中米諸国はそれに合意している。従って、PPP の国際幹線道路網である「大西洋輸送回廊」上にあるサンタフェ橋の設計活荷重は、AASHTO の HS20-44 の 25% 増しとして設計する。



### 3-2-1-5 社会経済条件に対する方針

協力対象橋梁の計画、設計及び施工に当たり、配慮すべき事項及び対策は下記の通りである。

- ① 建設時における粉塵の発生：散水等粉塵防止対策を実施する。
- ② 建設時の騒音、振動の発生：騒音、振動の出来るだけ小さい工法を採用する。
- ③ 汚染物質の流出（オイルの流出等）：汚染物質の流出防止措置を実施する。
- ④ 土壌流出と河川への汚染：土壌汚染、河川への汚濁防止措置を実施する。
- ⑤ 一般交通の障害：工事用車両への安全教育の実施及び既存渡し船への配慮を行う。
- ⑥ 土採場、砕石場対策：土採場の選定に当たり、環境負荷の少ない場所を選定する。また、砕石場は出来る限り既存の砕石場を活用し、新たな場所からの砕石採取を回避する。
- ⑦ 事故の発生：工事関係者への安全・衛生教育を徹底し、事故の発生を防止する。

なお、本プロジェクトの範囲内では、住民移転は発生しないことを確認している

### 3-2-1-6 建設事情に対する方針

#### (1) 労務状況

建設会社からの聞き取り調査によれば、過去に実施された無償案件同様、マナグアにおける作業員の調達が可能であるが、PC 橋建設等高度な技術能力は有していない。なお、職種別の賃金水準は現在、上昇傾向にあることがわかった。

#### (2) 資材調達状況

##### 1) 鉄筋、鋼製品、PC 鋼材

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、鉄筋のふし形状が異なるものが確認されたので、調達時には注意する必要がある。

鋼板、形鋼等の鉄鋼製品は「ニ」国では製造していないので、日本や第三国（コスタリカ等）からの調達とする。また、PC 鋼材は一般市場ではほとんど調達不可能であると同時に、それらの製品を加工する信頼のおける技術を持った施設も「ニ」国にはない。したがって、本プロジェクトに使用する PC 鋼材は、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、日本又は第三国からの調達を考えることとする。

##### 2) 橋梁付属物

橋梁付属物は、過去に実施された無償案件と同様に近隣諸国から調達できるものもあるが、品質等に問題があるものが多く、日本及び第三国からの調達が望ましい。

##### 3) セメント

「ニ」国では、セメントが生産されており、十分な供給が可能である。しかし、不純物が混入されている混合セメントタイプであるため、高強度コンクリートの場合、セメント量が多くなり、

フレッシュコンクリートの温度が高くなるため、十分に留意する必要がある。

また、入荷する品質管理はもとより、現場でのセメントの最適な保管方法や劣化を防ぐため保管期間を定める等の対策を講じることが重要である。

#### 4) アスファルトコンクリート

「ニ」国のマナグア近郊においては、アスファルトコンクリートの品質及び供給には問題がないことを確認した。しかし、本プロジェクト近郊ではアスファルト舗装がされている道路の確認はできず、現地ではアスファルトプラントからの供給は不可能である。したがって、アスファルトプラントと材料をマナグア近郊から調達し、現地生産する。

#### 5) 骨材

コンクリート用骨材は、その調達先、供給量、品質確保の観点から、過去に無償案件で使用したマナグア近郊の骨材プラントからの供給が望ましい。

#### (3) 建設機械調達状況

「ニ」国での機材リース会社では、コマツ、キャタピラー等の建設機械を扱うリース業者が多く存在し、一般的な汎用的機材はリースが可能であるが、大型クローラ・クレーンや特殊機械となるクラムシェルなどは現地ではリースされていないため、国外調達とする。一方、基礎工関連の機械は基礎工専門業者が保有しているが、機材のみのリースはされていないため、これら業者が対応可能であれば外注工事として取り扱うものとする。

#### (4) 道路・橋梁の設計・施工基準

##### 1) 道路設計・施工基準

「ニ」国は、米国の基準に準じた設計基準書を有している。近年、中米経済統合事務局による各種仕様書の整備が進んでいるが、基本的には米国基準の AASHTO を基にして作成しているため幹線道路の設計・建設においては国によって大きく異なる点はない。ただし、舗装設計に用いる設計車両（軸荷重）と交通標識に関しては異なる箇所があるため SIECA を参考に設計作業を進める。なお、舗装設計で用いられる設計車両（軸荷重）は以下のとおりである。

表 3-2-2 舗装設計用車両（軸荷重）

設計車両	SIECA 基準	軸荷重 (ton)
自動車	AUTO	前軸 (1.00) + 駆動軸 (1.00)
ピックアップトラック	PICK UP	前軸 (1.00) + 駆動軸 (2.50)
バス	BUSES	前軸 (5.00) + 駆動軸 (9.00)
2 軸トラック	C2	前軸 (5.00) + 駆動軸 (10.00)
3 軸トラック	C3	前軸 (5.00) + 駆動軸 (16.50)
トレーラ	TRAILER / T3-S2	前軸 (5.00) + 駆動軸 (16.00) + 後軸 (16.00)

道路設計に用いる設計基準は以下とする。

- ・ 道路幾何構造設計：AASHTO A Policy on Geometric Design of Highway and Streets 2004

- ・ 舗装設計：AASHTO Pavement Design Guide 1993
- ・ Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

#### 参考／補完資料

- ・ SIECA Manual Centroamericano para Diseño de Pavimento
- ・ SIECA Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales
- ・ 日本道路協会 道路構造令の解説と運用

## 2) 橋梁設計・施工基準

「ニ」国では、近年米国の AASHTO に基づき、独自に道路建設及び建設標準仕様書 (Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes) が策定されている。従って、橋梁の幅員構成、設計活荷重、現地材料を使用した場合の材料基準強度、地震荷重等については「ニ」国の設計基準を使用する。一方、それ以外の項目に関しては、MTI との協議を通じて日本の基準・指針「道路橋示方書・同解説」（平成 14 年 3 月、(社) 日本道路協会) を採用することとする。

### 3-2-1-7 現地業者の活用に係る方針

「ニ」国には、これまでの無償資金協力による橋梁工事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、ディビダーク工法による PC 橋建設に関する施工技術や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。

また、現地コンサルタントに聞き取り調査をした結果、現地コンサルタントの技術力は低く、業務としては測量、地質調査、交通量調査、環境調査等に限られている模様である。

### 3-2-1-8 実施機関の維持管理能力に対する方針

「ニ」国における道路・橋梁の維持管理は、MTI と、MTI から独立した FOMAV (道路維持管理基金) が行っている。現時点で MTI は、新規に改良された道路の維持管理を行い、FOMAV は、メンテナンスを含めたりハビリ重視の道路改良、橋梁補強・補修工事を行っている。

従来、MTI が道路・橋梁の計画から建設・維持管理のすべてを行ってきたが、「ニ」国における道路インフラ整備水準の低さから建設が主となり、維持管理は不十分になっていた。そこで、世銀及び IDB の勧告により、MTI から維持管理部門を独立させ、道路インフラ整備における維持管理の重要性について利用者から理解を得た上で道路維持管理を進めるように、道路維持管理基金による機関が設立された。設立にあたって、2000 年 6 月に法律を制定し、2003 年 4 月に認可され、2003 年 5 月から業務を開始している。また、2003 年 7 月にエル・サルバドルで行われた第 1 回 道路基金地方会議の結果、設立された中央アメリカ道路基金 (COCAVIAL) にも中米 5 カ国の代表が参画し、中米諸国と協調し、技術並びに整備水準の統一を図っている。

運営方針は運営協議会(Consejo Directivo)により決定される。総裁の下に技術部、総務・財務部、

調達部、人事部が置かれ、技術部は計画課とプロジェクト課の2つに分かれている。

2008年現在のFOMAVの職員総数は46名であり、部長は4人、道路・橋梁の技術者は13名、総務部13人、助手・スタッフが18人である。維持管理についてはすべて建設会社との契約により実施しており、現場管理についてはコンサルタントを雇用している。

協力対象橋梁建設後の維持管理は、FOMAVが担うことになると思われるが、FOMAVには維持管理の実績があり、予算もガソリンから徴収できるように法整備が確立されており、対象橋梁の維持管理に特段の問題はないと思われるが、できるだけ維持管理が容易な構造を採用する。

### 3-2-1-9 施設のグレードの設定に係る方針

協力対象橋梁であるサンタフェ橋は、PPPにおける大西洋輸送回廊上にあり、また「コ」国との国境に近く、国際物流の重要拠点でもあることから、以下のグレードを採用する。

#### ① 設計基準：

- ・道路設計：AASHTO基準に準拠。
- ・橋梁設計：橋梁の幅員構成、設計活荷重、現地材料を使用した場合の材料基準強度、地震荷重等については「ニ」国の設計基準（AASHTO基準を準用）を適用する。一方、それ以外の項目に関しては、日本の基準・指針「道路橋示方書・同解説」（平成14年3月、（社）日本道路協会）を適用する。

#### ② 設計活荷重：AASHTOのHS20-44の25%増しの荷重を採用する。

#### ③ 幅員：

- ・橋梁部幅員：車道幅員 $3.6\text{m}\times 2=7.2\text{m}$ 、路肩 $0.9\text{m}\times 2=1.8\text{m}$ 、歩道 $1.0\text{m}\times 2=2.0\text{m}$   
計11.0m
- ・取付道路部幅員：車道幅員 $3.6\text{m}\times 2=7.2\text{m}$ 、路肩 $1.8\text{m}\times 2=3.6\text{m}$ 、保護路肩 $1.0\text{m}\times 2=2.0\text{m}$   
計12.8m

#### ④ 道路種別：国際幹線道路（国道）

#### ⑤ 設計速度：80km/h

### 3-2-1-10 工法、工期に係る方針

#### (1) 工法に係る方針

サンカルロス気象観測所における降雨量から判断すると、サンタフェ橋建設地域の乾期は1月から4月までの4ヶ月間であり、雨期は5月から12月までの8ヶ月間である。ただし、サンファン川にはニカラグア湖からの水が流入していることもあり、サンファン川の水位変動はニカラグア湖の水位変動に大きく影響される。しかし、ニカラグア湖は非常に広大であるため、その水位変動は小さい。そのため、サンファン川の水位変動はニカラグア国の他の河川に比べて小さく、過去15年間で最大2.5mである。

従って、1月から4月までの4ヶ月間は乾期ではあるが、サンファン川の水位はさほど下がらず、雨季と同様に水量は豊富である。そのため、通常は水量が殆ど無い乾期に河川内の下部工（橋脚、橋台）の工事を実施するが、サンタフェ橋の場合は、水量が豊富にある乾期に河川内工事を

せざるを得ない。従って、橋脚の基礎工及び下部工の工事に当たっては、特に締め切り工、掘削工等に細心の注意が必要である。

また、サンカルロス側の地盤は軟弱地盤であり、且つ地下水位が高いため、河川内工事と同様に、特に締め切り工、掘削工等に細心の注意が必要である。

## (2) 工期に係る方針

上述したように、サンタフェ橋建設地域は乾期が短く、また乾期と雖も日に数回降雨がある。従って、このような乾期の状況と「ニ」国内の他の地域と比べて雨期が長いことを考慮した効率の良い作業計画を立てる必要がある。また、高架橋の A1 橋台（サンカルロス側）及び A2 橋台（コスタリカ側）の背後には IDB プロジェクトにより実施される取付道路が施工されることになっており、この取付道路の工事工程を考慮したサンタフェ橋の工事工程を立案することとする。

## 3-2-2 基本計画

### 3-2-2-1 基本計画の作業フロー

基本計画では、現況調査、橋梁架橋位置の選定、橋梁縦断計画の検討、軟弱地盤の検討、橋梁規模の設定、橋梁形式の検討等、本事業を実施するために必要な検討を行い、橋梁形式を決定する。下図に基本計画の作業フローを示す。

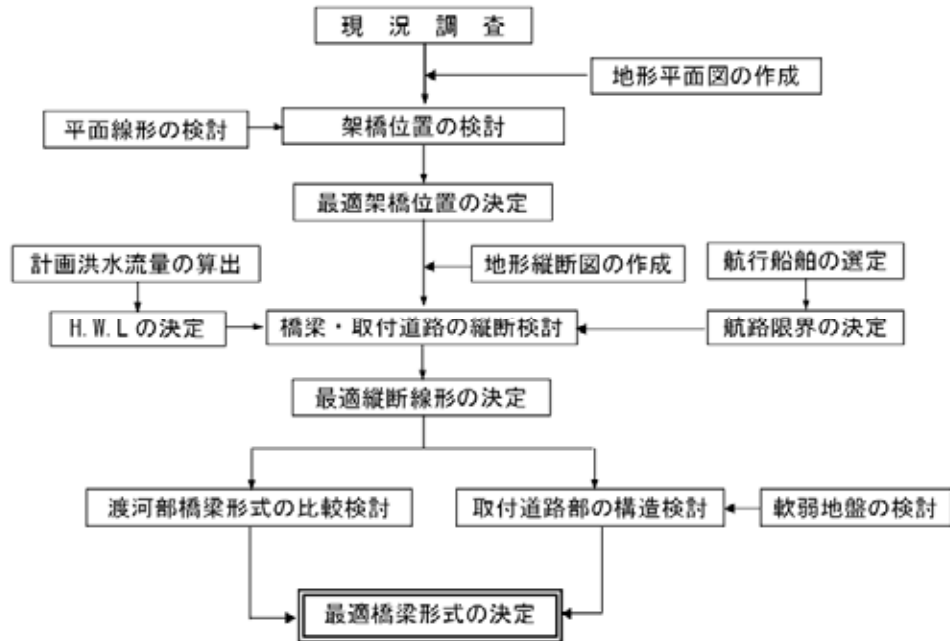


図 3-2-5 基本計画作業フロー

### 3-2-2-2 架橋位置の選定

#### (1) 架橋位置の現況

サンタフェ橋の架かるサンファン川は、「コ」国との国境近くを流れており、面積 8029km<sup>2</sup> のニカラグア湖に約 25 の主要な河川が流入し、サンカルロスから大西洋に流れている流路延長約 200km の大河川であり、その流域はニカラグア国及びコスタリカ国にまたがっている。河床勾配は小さいため、流れは非常に緩やかである。「コ」国方面側の河岸は勾配が急で、山地状を呈しているため水際線が明瞭であるが、「ニ」国側の河岸はなだらかな湿原地帯であり、湛水により水際線が明瞭でなく、自然堤防が形成されていない。

架橋予定地であるサンファン川の川幅は、標識では 230m と書かれているが、実際は水位が高く、250m 以上はある。架橋予定地には橋梁は無く、車両等はポンツーンで移動し、人・自転車等はエンジン付きボートで渡河している。兩岸の船着場には、乗り合いタクシー及びバス等が待機しており、歩行者が船着場と目的地へ行くために利用されている。

「ニ」国側の河岸付近は、上流側は牧草地が広がっており、小屋も含め民家が 4 軒あるが、下流側はかなり水位の高い湿原地帯となっているため、人家も全く無く、土地利用もされていない。河岸から離れて川の水が全く浸透してこないところでは、オレンジ畑が広がっている。

「コ」国方面側の河岸付近は、山地状を呈しており、上流側にペラス氏の豪邸とオレンジ畑があり、下流側は山地の上に放牧場とオレンジ畑が広がっている（図 3-2-6）。

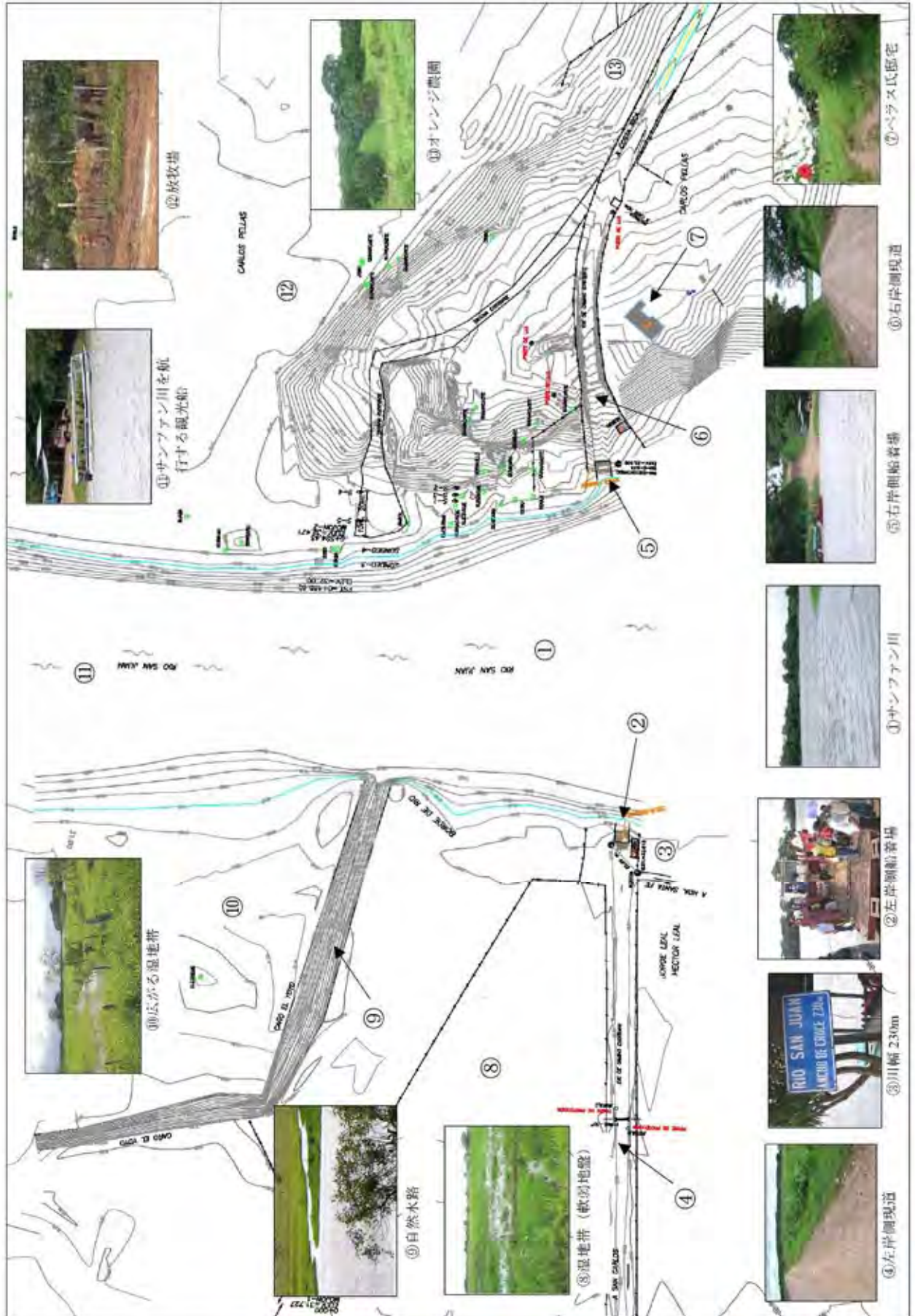


図 3-2-6 架橋位置の現況図



## (2) 架橋位置の検討

### 1) 第1次架橋位置案の選定

プラン・プエブロ・パナマ (PPP) において大西洋輸送回廊と位置づけられているアコヤパ～サンカルロス街道は、サンファン川を越えて、隣国コスタリカに通じているが、サンファン川を渡河する橋梁が設置されていない。本調査対象橋梁であるサンタフェ橋に関しては、新規の架橋位置として、下記の3案を第1次比較検討案として選定した。

- ・ 代替案1(船着場下流約150m)：予備調査報告書において最適案として推奨されている案。
- ・ 代替案2(船着場下流約18m)：MTIが当初計画していた案。
- ・ 代替案3(船着場下流約250m)：川幅が最も狭い架橋位置として提案された案。

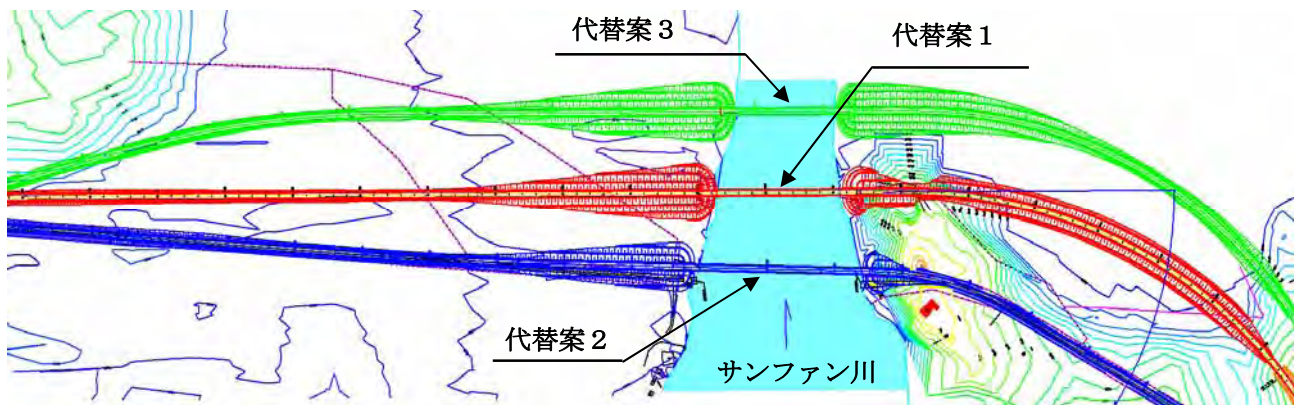


図 3-2-7 第1次架橋位置案

### 2) 第2次架橋位置案の選定

代替案1が予備調査報告書において最適案として推奨されていたが、この架橋位置及び代替案2について現地調査をした結果、A1橋台位置及びその背後の用地（左岸側）の状況に関して下記のことが明らかとなった。

- ① 橋台及び盛土を構築するには、現場及びその周辺の地盤はドライな状態が必要とされるが、代替案1の地盤は水深が1m以上もあること（図3-2-8）。
- ② 代替案1のルート上に橋台を建設するには、地盤が冠水していない位置が望ましく、そのためには橋台位置を河川よりかなり離れた所にする必要があること。
- ③ 代替案1のルートから現道に近づくほど、水深が浅くなっていること（図3-2-8）。
- ④ 代替案1のルートでは、大規模な止水矢板締め切りが必要となること及び工事用道路を新たに設置しなくてはならないこと。
- ⑤ 代替案2では、船着場に近いため、船着場を解体撤去しなくてはならないこと。

以上の理由により、船着場下流18mとした代替案2を船着場40mに変更した案を新たに代替案2として選定する。

### 3) 架橋位置の比較検討

第2次架橋位置案として選定された3つの代替案について、比較検討をした結果を図3-2-9に示す。図3-2-9より、代替案2が最適であったため、当案を採用する。図3-2-10に選定架橋位置図を示す。



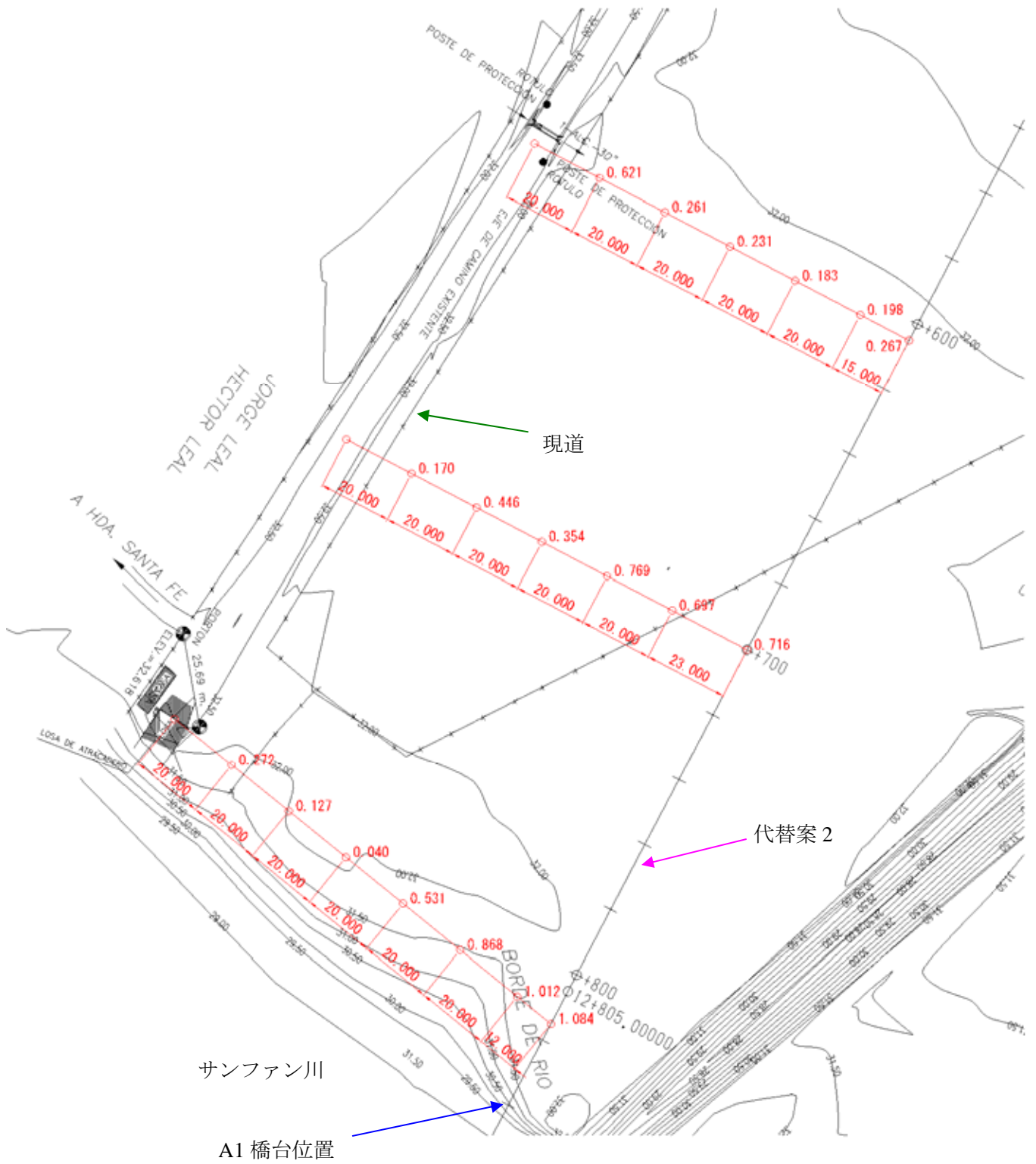


図 3-2-8 A1 橋台側水深図

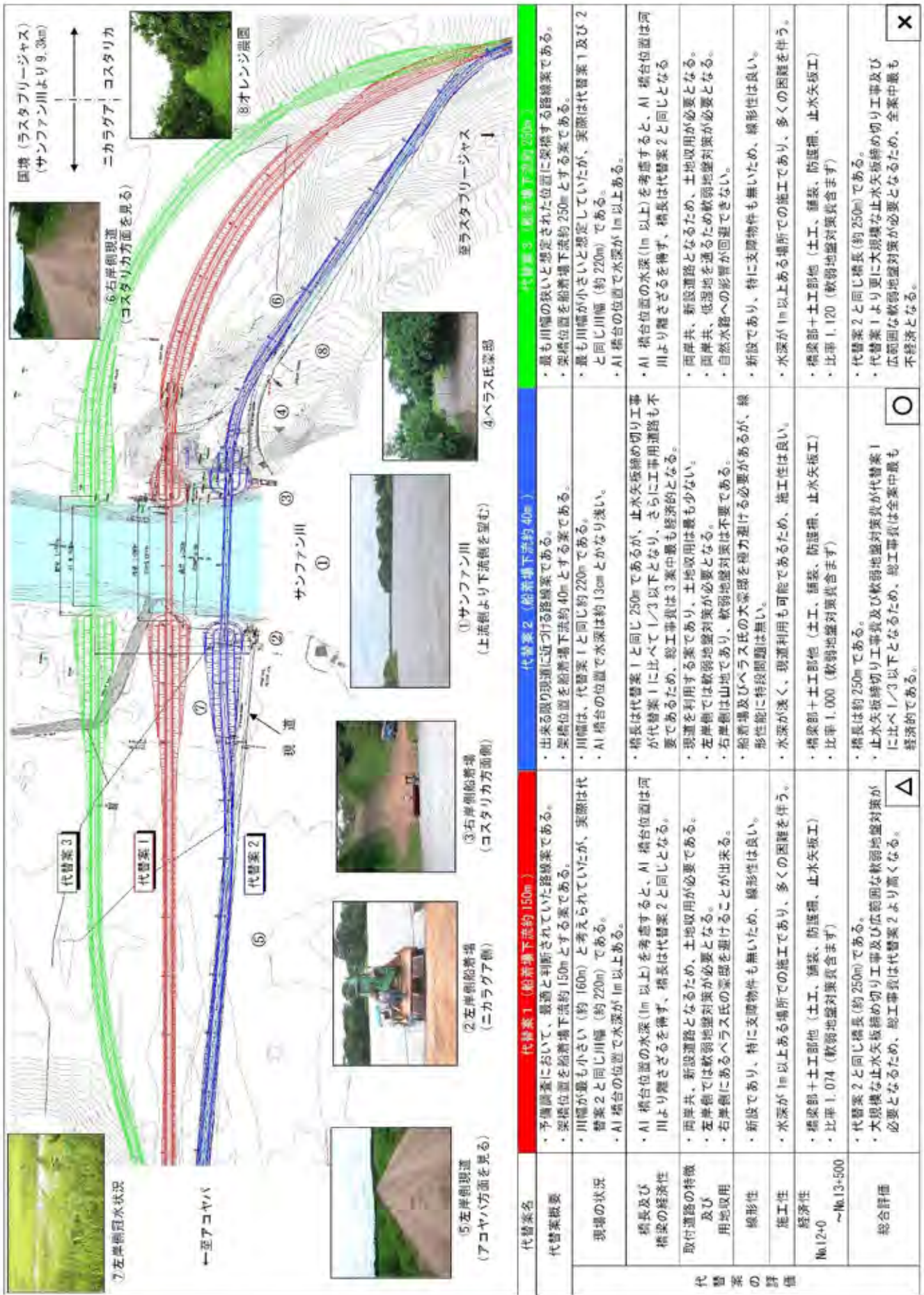


図 3-2-9 架橋位置検討比較表



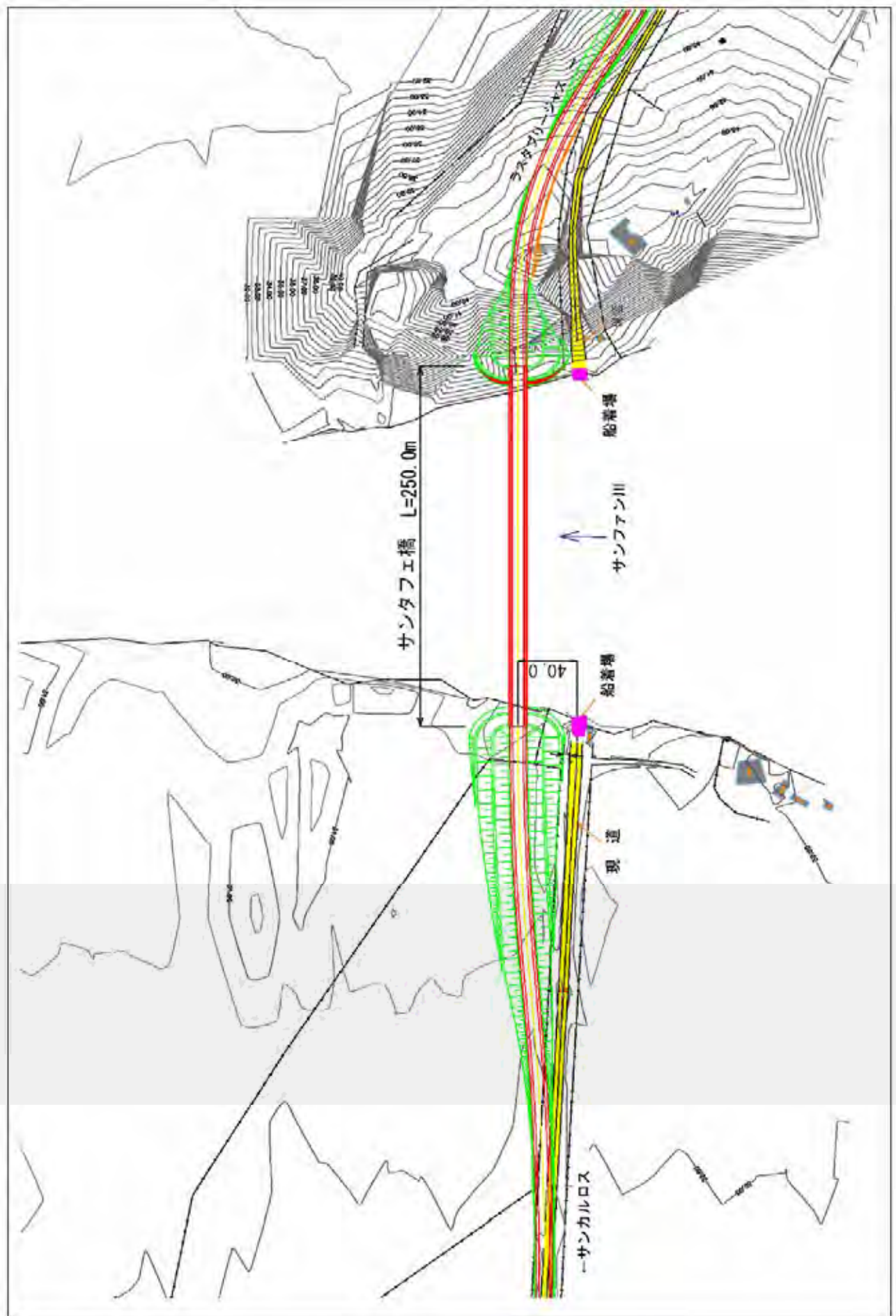


図 3-2-10 選定架橋位置図

### 3-2-2-3 橋梁及び道路縦断計画

#### (1) 縦断比較検討案

サンタフェ橋の縦断計画は、船舶の航行を考慮するか否か、また、船舶の航行を考慮する場合は、航路限界をいくらに設定するかが重要なコントロールポイントとなってくる。準備調査では、これらの点に着目し、航路限界として以下の3つの案を想定し、比較検討を実施する。

#### 1) 第1案（予備調査案）

##### i) 対象船舶

予備調査報告書で示している、ニカラグア湖で運航している観光船を対象船舶とする。

##### ii) 航路限界

予備調査報告書で示している、観光船の高さ（水面上高さ 13.2m）を基に、航路限界を 15m と設定する。

#### 2) 第2案（IDB案）

##### i) 対象船舶

IDB の F/S 報告書では船舶の航行は考慮していない。

##### ii) 航路限界

船舶の航行は考慮していないため、航路限界は設定されていない。

#### 3) 第3案（準備調査案）

##### i) 対象船舶

現在ニカラグア湖で周航している大型船舶の諸元は、下記の通りである。この中で、当該プロジェクト地点のサンファン川への周航実績はラ・グラン・スルターナ（貨物船）のみである。

なお、当該船舶以外に、他船舶が将来当該河川に周航する計画は現在のところ明らかにされていない。

表 3-2-3 対象船舶の諸元表

No	船名	長さ (m)	幅 (m)	喫水 (m)	総高 (m)	固定高 (m)	所有者
1	ラ・グラン・スルターナ	48.30	8.00	1.20	9.98	8.00	港湾公社
2	イラリオ・サンチェス	33.65	8.00	1.68	9.98		港湾公社
3	グスタボ・オロスコ	33.25	8.00	1.65	9.98	8.15	港湾公社
4	レイデル・コシボルカ	48.60	8.80	1.4	11.00	10.8	アルタグラシア市
5	フェリー・オメテペ	47.37	8.00	1.30	9.00		ミルトンアルシア

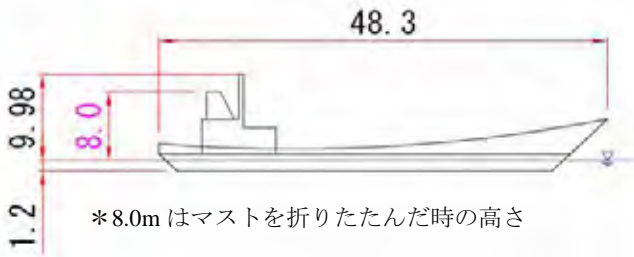


図 3-2-11 ラ・グラン・スルターナの諸元



写真 3-2-1 ラ・グラン・スルターナ

**ii) 航路限界**

航路限界(クリアランス)は橋梁の建設費用に大きな影響を及ぼすことから、本プロジェクトの必要かつ最小限の整備方針を考慮し、クリアランス検討の対象船舶をラ・グラン・スルターナとする。上記諸元表から明らかなように、ラ・グラン・スルターナの水面からマスト天端までの総高は 9.98m である。しかし、マストは折りたたむことが可能であり、マストを折りたたんだ時の水面から固定物までの高さは 8:00m である。したがって、本プロジェクトでクリアランスとして考慮する最大船舶高さ(水面上)は 8.00m とする。

なお、水平方向の航路限界(幅)は、船舶が事故、災害、故障等で真っ直ぐに航行出来なくなった場合でも橋脚と衝突しないような航路限界を設定する。即ち、船舶が真横に航行しても衝突しないように、航路限界(幅)は船舶の長さ以上とする。したがって、本プロジェクトにおける水平方向の航路限界は、ラ・グラン・スルターナの長さ 48.3m とする。

**iii) 水位変動高**

前項 2-1-2、5) 計画高水位で記述しているように、サンタフェ橋架橋位置でのサンファン川の過去 15 年間での乾期の既往最低水位は 30.4m であり、雨期の既往最高水位は 32.4m であった。したがって、航路限界として考慮するサンファン川の水位変動高は 2.0m とする。

なお、第 1 案及び第 2 案とも同様とする。

**iv) 就航実績**

ラ・グラン・スルターナの就航実績は下図の通りである。この表から判断すると、ラ・グラン・スルターナがサンファン川を航行する回数は、2007 年は 36 回(平均 3 回/月)、2008 年は 19 回(平均 1.6 回/月)であった。今後、就航状況に大きな変化は無いと推定すると、ラ・グラン・スルターナがサンファン川を就航するのは、月数回であると考えられる。



図 3-2-12 ラ・グラン・スルターナの就航実績

**(2) 縦断比較検討結果**

上記 3 案に関して比較検討を実施した結果を表 3-2-4 に示す。

表 3-2-4 縦断比較検討表

比較案	第1案 (予備調査案：航路限界15m)	第2案 (DB案：航路限界なし)	第3案 (準備調査案：航路限界3m)
概 要	<ul style="list-style-type: none"> <li>予備調査報告書で示している、ニコラグア側で運航している観光船の高さ(水面上高さ13.2m)を基に、縦断高を設定した案である。</li> <li>航路限界を15mとする案である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DBのF/S報告書で示している、船舶の航行を考慮しないで縦断高を設定した案である。</li> <li>航路限界は設定しない案である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在、サンフアン川で運航している貨物船の高さ(固定高8.0m)を基に、縦断高を設定した案である。</li> <li>航路限界を3mとする案である。</li> </ul>
航行船舶への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来結核予定の最大の船舶を対象として航路限界を設定しており、航行船舶への影響は全く無い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在航行中の船舶も含め、殆どの船舶が通過できなくなるため、問題が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在運航している中で最大の船舶を対象としており、将来的にも十分な高さであり、問題は無い。</li> </ul>
盛土高(盛土量)	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土高の最大は16mである(盛土量約16.2万m<sup>3</sup>)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土高の最大は4mである。</li> <li>盛土量は約3.7万m<sup>3</sup>である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土高の最大は10mである。</li> <li>盛土量は約5.9万m<sup>3</sup>である。</li> </ul>
取付道路への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土高が16mとなり、周辺地盤の対策工が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常の盛土高であり問題は少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>約10mの高盛土となるが、第1案に比べ影響は小さい。</li> </ul>
景観性	<ul style="list-style-type: none"> <li>平らな河川低地に16mもの盛土が生じることから景観性に著しく劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形に沿った線形であり、景観性に優れる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平らな河川低地に10mもの盛土が生じることから景観性に劣る。</li> </ul>
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>法面による影響範囲が大きく、環境上の問題がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>与えるインパクトは最も小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>法面による影響範囲が大きく、環境上の問題がある。</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>航路限界から縦断が高くなるため、工事費は最も不経済となる。</li> <li>概算工事費の比率：1.00</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事費は最も安価となる。</li> <li>概算工事費の比率：0.81</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事費は第1案と第2案の中間となる。</li> <li>概算工事費の比率：0.89</li> </ul>
総合評価	△	×	○



### 3-2-2-4 取付道路部構造形式の比較検討

#### (1) サンカルロス側の構造検討

##### 1) 軟弱地盤対策検討

航路限界を確保するためには取り付け道路区間において高い盛土が必要になるが、同区間、特にサンカルロス側には非常に軟弱な粘性土が堆積している。軟弱地盤対策が必要になる場合、建設費に大きく影響することが考えられるため、自然条件調査により対策が必要な範囲・規模を特定した上で、最も経済的な対策工、施工計画を検討する。

##### i) 地盤の状況

当該箇所の地質調査結果によると、軟弱地盤は左岸(アコヤパ側)一带に広がっており、その深さは取付道路範囲(河岸より内陸側 170m 程度までの範囲)では概ね 6~7m であることが判明した。一方、右岸(コスタリカ側)には軟弱地盤は存在しない。

土質試験結果によれば、軟弱地盤の土質性状は黒色を呈する有機質粘土である。有機質粘土層の場合は通常の粘性土地盤に比べて圧縮性が非常に大きく、通常の処理(脱水等)では長期間にわたり沈下が継続する。

##### ii) 一般的な軟弱地盤処理対策

一般的な粘性土地盤を対象とした軟弱地盤対策について述べると次の通りである。軟弱地盤の深さが浅い場合(3m 程度以内)は良質土に置き換える方法がある。また無処理でも沈下が短期間に終了するのであまり問題とならない。しかしながら、当該現場のように軟弱地盤の深さが深くなると以下の対策が考えられる。一般的に対策を工費の安い順序で並べると次の通りである。

##### a) 無対策の場合

無対策の場合は限界盛土高(土質によるがおよそ 3m 程度の例が多い)が存在し、盛土高さがこれを越えると地盤破壊を伴い、盛土不可能となる。

##### b) 緩速施工法の場合

盛土の施工速度に見合う地盤の強度増加を期待する工法である。沈下が終了するまで時間がかかる。90%沈下までに約 2 年を要し、さらに道路供用後に残留沈下としての沈下継続が見込まれる。盛土施工速度管理に留意する必要がある。

##### c) 圧密促進工法

連続した排水材(砂柱、カードボード等)を地盤深さ方向に設置することによって、地盤の沈下を促進する工法である。緩速施工法よりも沈下を早めることができる。ただし、特殊機械や技術者を第三国あるいは日本より調達する必要がある。

**d) プレロード併用工法**

上記圧密促進工法における沈下を促進すると共に、沈下の継続量を少なくする工法である。プレロードは通常 2m 程度(放置期間 6 ヶ月以上)の盛土嵩上げが用いられるが、大量の盛土材が得られることおよびプレロード除去後の材料の用途の手当てがなければ不経済な工法となる。

**e) 砂柱造成工法**

サンドコンパクション工法として普及しているもので、軟弱地盤中に大量の砂柱を強制的に貫入し、砂と現地盤との複合地盤を造成する方法である。地盤の強度が増加することにより、すべり破壊の安定性が増加し沈下量も少なくすることができる。特殊機械や技術者を第三国あるいは日本より調達する必要がある。良質の砂を大量に用意する必要がある。また、環境面からは施工時の騒音・振動の発生及び対策に留意する必要がある。

**f) 深層混合処理工法**

セメント等の固化剤を用いて地盤中に柱状改良体を造成する工法である。改良体の強度や配置により、すべり破壊の安定性や沈下量を制御することができる。原理的に、地盤中に構造物を設置することに近いので施工後の沈下の継続はない。日本では即効性のある工法として一般に普及している。施工時の騒音・振動が少ない。環境面からは、セメントを地中で攪拌することによる排水水質のモニタリングが必要である。特殊機械や技術者を日本より調達する必要がある。

**g) 軽量盛土工法**

重量のある盛土材を使わず、軽量材を盛土部に使う工法である。軽量材としては現地土に発泡セメントを混合する方法、発泡セメントの使用、軽量骨材、発泡スチロール製品の利用がある。軽量材、特殊機械や技術者を日本より調達する必要がある。一般に材料単価は高い。なお、重量バランスのため、一定深さ(2m 程度)の原地盤掘削が必要である。

**h) 高架橋工法**

杭基礎を用いた高架橋構造である。軟弱地盤に起因する安定性や沈下の問題は発生しない。橋梁工事の一環として容易に構築できる。一般的には軟弱地盤処理工法よりも経済的に不利であることが多い。

**iii) 本プロジェクトにおける対策工法の検討**

当該地盤は圧縮性の高い有機質粘土層であることから以下の点を特に考慮しなければならない。

- ・ 現道に隣接して盛土が構築されることから、盛土構築による現道の引き込み沈下を防止する必要がある。同時に、盛土構築による側方移動を防止する必要がある。
- ・ 供用後において、橋梁と盛土の接続部における継続的な沈下は避ける必要がある。特に、一定の縦断勾配を有する縦断線形において、一部沈下による局所的な縦断勾配の増大は円滑な交通を阻害することになる。

このことから、本プロジェクトの制約条件を考慮した工法選定を行うと次表に示す通りである



が、盛土構築時に側方地盤の沈下や移動を起こさせないこと、また供用後の沈下を起こさせないことを制約条件とした場合、それらの条件を満たす工法としては深層混合処理工法および高架工法がある。なお、軽量盛土工法は材料が特殊で高価なこと及び地盤掘削を伴うことから広範囲にわたる対策には適さない。

表 3-2-5 各軟弱地盤対策工法の当該現場における適用性比較

工法	適用性		経済性			技術特性			総合評価
	安定	沈下	工費	材料調達	機材調達	技術	沈下継続	環境面	適用性
無処理	×	×	安い	問題なし	問題なし	容易	大	無し	×
緩速施工法	△	△	安い	問題なし	問題なし	中位	大	無し	×
圧密促進	△	△	普通	外国調達	外国調達	中位	中	無し	×
プレロード	○	○	普通	入手難	問題なし	中位	有り	残余土処分	×
砂柱造成	○	○	高い	入手難	外国調達	高度	有り	騒音・振動	×
深層混合処理	◎	◎	高い	問題なし	外国調達	高度	無し	水質監視	○
軽量盛土	◎	◎	高い	外国調達	外国調達	高度	無し	残余土処分	△
高架工法	◎	◎	高い	問題なし	問題なし	高度	無し	無し	○

## 2) 構造形式比較検討

サンカルロス側の軟弱地盤地帯における取付道路の構造形式として、以下の3案の比較検討を行う。

- ・ 第1案：盛土案（盛土+深層混合処理工法）
- ・ 第2案：高架橋案
- ・ 第3案：盛土+高架橋案

上記3案に関して比較検討を実施した結果を表 3-2-6 に示す。

表 3-2-6 より、サンカルロス側の取付道路部の構造形式は、総合的に「高架橋案」が望ましいことが確認できたため、「高架橋案」を採用することに決定した。

表 3-2-6 構造形式比較検討表 (サンカルロス側)

比較案	第1案：盛土案	第2案：高架橋案	第3案：盛土・高架橋案
比較案図	<p>側面図</p>	<p>側面図</p>	<p>側面図</p>
比較案図	<p>平面図</p>	<p>平面図</p>	<p>平面図</p>
経済性	<p>軟弱地盤厚が厚く、且つ盛土高が高いので、最も不経済となる (1.03)</p>	<p>軟弱地盤厚及び盛土高の影響を受けないので、最も経済的である (1.00)</p>	<p>第1案と第2案の中間的な経済性となる (1.01)</p>
環境社会配慮	<p>水の滞留、水棲動植物の移動阻害、盛土材の大量採取の問題がある</p>	<p>影響はほとんど生じない</p>	<p>高架橋を一部とり入れることにより影響を緩和できる</p>
取得用地面積	<p>取得面積は大である</p>	<p>取得面積は小さい</p>	<p>取得面積は中位である</p>
景観性	<p>圧迫感がある</p>	<p>良好</p>	<p>良好</p>
技術的課題	<p>高盛土による地震時安定、水際構造物としての安定に留意する</p>	<p>特になし</p>	<p>特になし</p>
維持管理性	<p>地震、洪水、車両荷重等により崩壊、沈下の危険性が高い</p>	<p>コンクリート橋であり、メンテナンスフリーである</p>	<p>盛土部は地震、洪水、車両荷重等により崩壊、沈下の危険性が高い</p>
総合評価	<p>高盛土による土量が大きく、経済的にも不利である</p>	<p>最も推薦できる</p>	<p>盛土高が低くなれば経済的に成立する</p>
	△	◎	○

(2) コスタリカ側の構造検討

コスタリカ側には、サンカルロス側のような軟弱地盤は存在しない。しかし、航路限界を確保するために渡河部の橋梁の縦断を高く設定しなくてはならないため、橋台背後の取付道路部の縦断がかなり高くなる。そのために、コスタリカ側にも高盛土が生ずるため、盛土案と橋梁案の比較検討を行う。構造形式として下記に示す4案を選定し、これらの形式について主に経済性に着目して比較検討を行う。

- ・ 第1案（盛土案）（道路延長 L=41.0m）
- ・ 第2案（橋梁案 A）：PC2 径間連結 T 桁橋（橋長 L=2×21.5m=43.0m）
- ・ 第3案（橋梁案 B）：PC 単純 T 桁橋（橋長 L=43.0m）
- ・ 第4案（橋梁案 C）：PC 単純 T 桁橋＋盛土（橋長 L=30.0m＋道路延長 L=21.0m）

上記4案に関して比較検討を実施した結果を表 3-2-7 に示す。

比較検討の結果、コスタリカ側も橋梁案が望ましく、その中でも橋梁案 A が最も経済的であったので、橋梁案 A を採用することに決定した。

表 3-2-7 構造形式比較検討表（コスタリカ側）

案	側面図	経済性
第1案：盛土案 （道路延長 L=41.0m）		1.65
第2案：橋梁案 A （PC2 径間連結 T 桁橋） （橋長 L=2×21.5m=43.0m）		1.00
第3案：橋梁案 B （PC 単純 T 桁橋） （橋長 L=43.0m）		1.18
第4案：橋梁案 C （PC 単純 T 桁橋＋盛土） （橋長 L=30.0m＋道路延長 長 L=21.0m）		1.19

### 3-2-2-5 全体計画

#### (1) 最終平面線形

サンカルロス側及びコスタリカ側共、高架橋案が選定されたため、取付道路部の盛土が不要となった。その結果、盛土法面が構築されなくなったため、船着場に影響を与えない範囲で、可能な限り現道に近づけるように平面線形を修正した。その結果、船着場より 40m 下流側であった当初案が船着場より 28m 下流側に修正となった。最終平面線形を図 3-2-13 に示す。

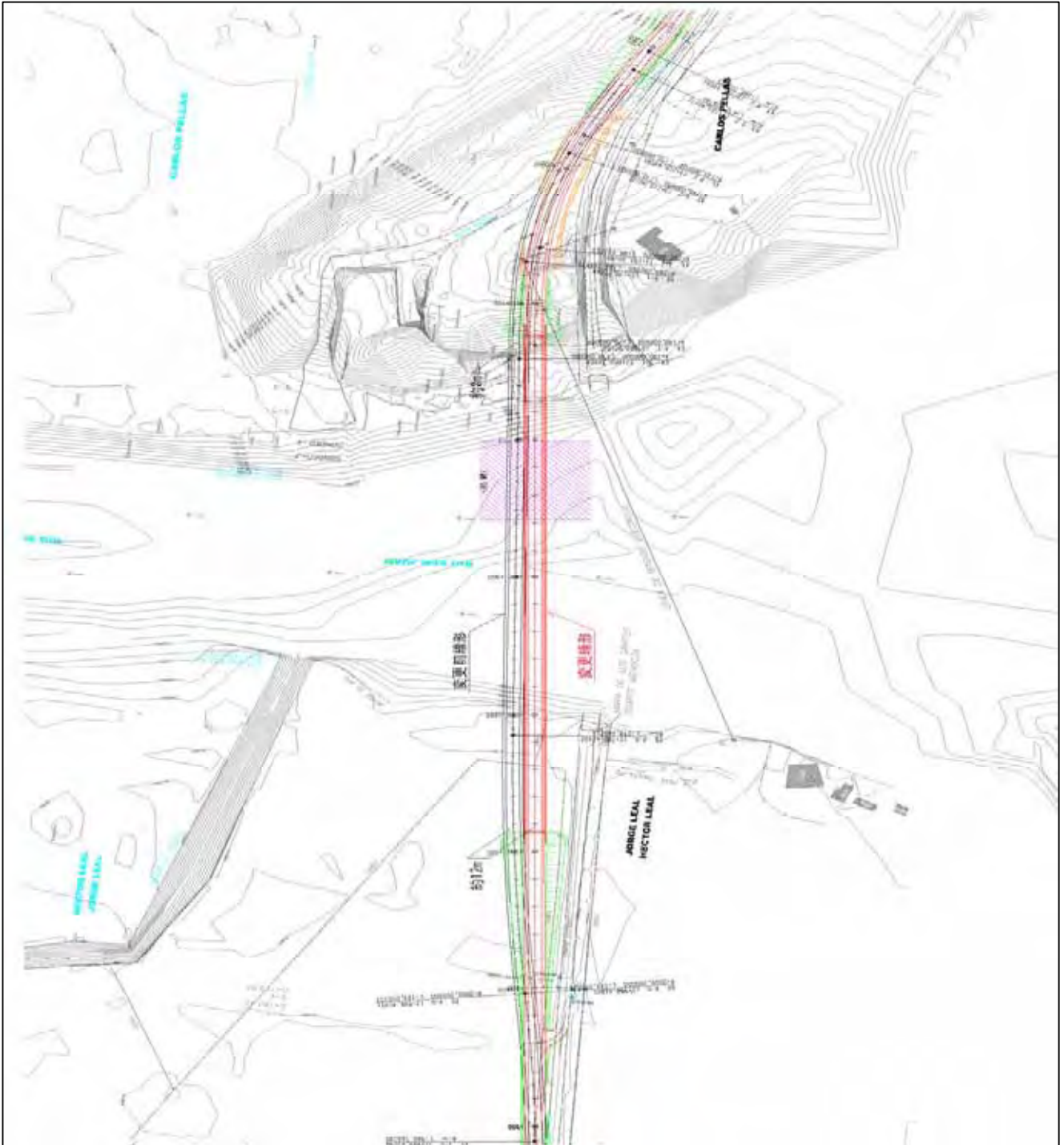


図 3-2-13 最終平面線形図



## (2) 最終縦断線形

前項 3-2-2-3 橋梁及び道路縦断計画において選定された第3案（準備調査案：航路限界 8m）に関して、下記の条件から決まるコントロールポイントを設定し、PC3 径間と PC5 径間の場合の最終の縦断線形を計画する。

- ・ 基準水位：H.W.L=32.4m
- ・ 航路限界：H=8.0m（マストを折りたたんだ船の最大構造高）
- ・ 航路限界位置：船舶の航路内にある橋脚の桁下位置
- ・ コントロール点： $H = H.W.L + \text{航路限界} + \text{桁高} + \text{舗装厚}$
- ・ PC3 径間の場合： $H = 32.4\text{m} + 8.0\text{m} + 7.5\text{m} + 0.2\text{m} = 48.1\text{m}$
- ・ PC5 径間の場合： $H = 32.4\text{m} + 8.0\text{m} + 3.8\text{m} + 0.2\text{m} = 44.4\text{m}$
- ・ 最大縦断勾配：3.5%

上記の条件を基に、PC3 径間と PC5 径間の場合の最終の縦断線形図を図 3-2-14 に示す。図 3-2-14 より、5 径間案（航路端部径間案）が縦断を最も低く出来るため、当案を採用することとした。

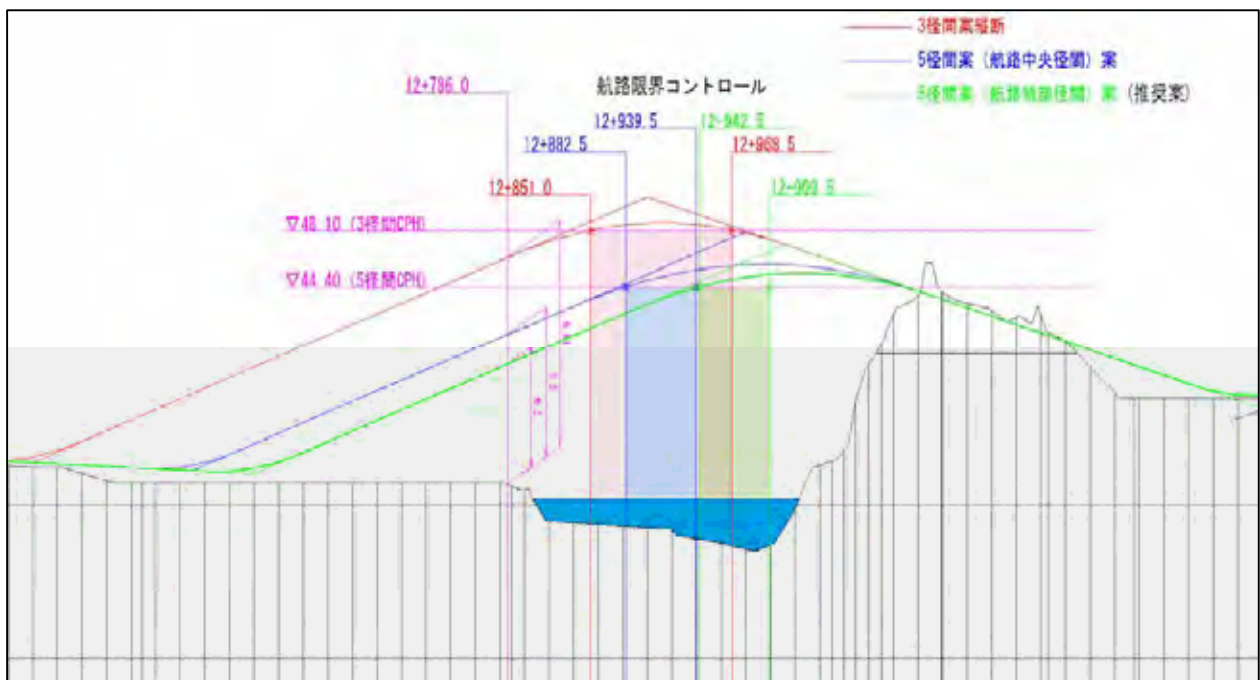


図 3-2-14 最終縦断線形比較検討図

## (3) 適用設計基準条件

## 1) 道路設計条件

道路設計に関しては、「ニ」国は、米国の基準（AASHTO）に準じた設計基準書（SIECA）を有している。近年、中米経済統合事務局による各種仕様書の整備が進んでいるが、基本的には米国基準の AASHTO を基にして作成しているため幹線道路の設計・建設においては国によって大きく異なる点はない。従って、「ニ」国内で制定されている基準（SIECA）及び AASHTO に準拠し、不足している部分に関しては、日本の基準（道路構造令）に準拠する。表 3-2-8 に道路設計条件を示す。

表 3-2-8 道路設計条件表

項 目		「ニ」国基準 (SIECA)	AASHTO	道路構造令	採用基準値
道路種別		地方主要道路	地方主要道路	地方部一般道 (第3種)	地方主要道路
地形種別 (平地/丘陵地/山地)		丘陵地 (Ondulado)	丘陵地 (Rolling)	平地	丘陵地 (Rolling)
設計速度	km/h	70	80 - 100	80	80
設計車両		WB-20	N. A	セミトレーラ	WB-20
車線幅員	m	3.6 x 2	7.2	3.5 x 2	3.6 x 2
路肩幅員 (外側)	m	1.2 - 1.8	2.4	1.75	1.8
最大縦断勾配	%	5.0	5.0	4.0	3.5
最大片勾配	%	8.0	10.0	10.0	9.0
標準横断勾配	%	2.0	2.0	2.0	2.0
制動停止視距	m	85 - 140	130	110	140
最小平面曲線半径 (絶対値)	m	135 - 250	250	230-280	280
最小縦断曲線半径 (K値) (凸)	m	200m/%	2,600	3,000	3,800
最小縦断曲線半径 (K値) (凹)	m	203m/%	3,000	2,000	2,000
緩和曲線最小パラ メータ (A値)	-	-	-	140	140
緩和曲線最小長	m	60	44	70	70

## 2) 橋梁設計条件

### i) 水理条件

#### a) 計画高水流量

水位観測施設から架橋計画地点までのおおよその距離は9km前後であると推察される(地形図より計測)。実際には河川の水面勾配により架橋計画地点の水位は、水位観測施設水位より低くなることが考えられる。しかし、当該河川の場合、①河川勾配は非常に緩く水面勾配が水位差に与える影響が非常に小さいと考えられること、②架橋計画地点での水位観測が行われていないため、水位観測施設から架橋計画地点までの水面勾配の算定が困難であること、③観測施設が架橋計画地点の上流にあることから、観測施設水位により計画高水位の設定をすることにより架橋計画水位設定が安全側とあること、④流入河川や洪水時の溢水の状況など洪水時には予測困難な状況が想定されるため、より安全側での計画がもとめられること、から水位観測施設の水位を採用するものとした。

計画流量の算定は、河川横断の変化が少なくほぼ一様であること、河川勾配が緩やかであること、流入する支川が少ないこと、水位データが得られていることなどを勘案し、等流を前提とした計算手法を用いることとし、測量調査による河川横断資料から架橋計画地点の水位-流量曲線を作成し、計画高水位時の流量を算定した。

その結果、計画高水位 32.4m 時の流量は約 500m<sup>3</sup>/s であると算定できる。

#### b) 計画高水位

河川を渡河する橋梁の縦断計画は、一般的に計画高水位(HWL)から決定される。しかし、サンタフェ橋の場合は、現在、サンファン川を貨物船及び遊覧船が航行している。したがって、橋梁の縦断計画は、計画高水位(HWL)の他に、これら船舶のサイズで決定される可能性が高いため、その航路限界の検討が重大な課題である。

水理・水文解析を実施し、計画高水位 (HWL) の検討を行なった結果、降雨による急激な水位の上昇、洪水の発生は確認されなかった。

一方、河川水位は年間を通じて大きな変動をしており、雨期と乾期で大きく異なる。過去15年間の水位観測記録から、30.43m から 32.36m の範囲で変化しており、聞き取り調査の結果からも、既往最高水位はほぼこの水位と一致する(ただし、観測記録は欠測期間があるため、あくまでも観測された記録の結果から得た判断である)。

したがって、新橋計画地点における水位もほぼこれと同様に2m前後の水位差が想定されるとともに、計画高水位は、32.4m程度であると考えられる。

#### c) 洗掘深

橋脚基礎の高さは、橋脚による洗掘に考慮して決定する。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2.0m以上の洗掘深を確保することと規定している。したがって、本プロジェクトでは、橋脚フーチングの根入れを最深河床から2.0m以上または岩盤内に根入れすることとする。橋台については、直接基礎の場合、フーチング底面を岩盤、土丹、砂礫等の良質な支持層に十分根入れすることとする。また、必要に応じて根固め工を設ける。

#### d) 護岸

サンファン川の架橋計画位置は、ニカラグア湖の下流部にあり比較的流速が遅く、洪水による高流速が発生する可能性は低い。周辺地盤は、サンファン川により運搬されたシルトや粘土を中

心とした土砂が堆積しており、軟弱な地盤である。上流にニカラグア湖が位置していることから、供給土砂はウォッシュロードが中心となり、転石など見られない。

以上の点から、捨石工の材料が入手困難なこと、コンクリートブロック工の施工性が悪いこと、河床の変化に追随し、施工も用意であることから、フトン籠工による対策を採用する。

### ii) 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。

- ・ MTIとしては、国道25号線の道路上の橋梁についてもHS20-44の25%増しを設計活荷重として採用することをJICAに対して要請している
- ・ 中米諸国においては、大型トレーラーによる輸送路上の構造物の設計活荷重は、HS20-44の25%増しとすることで合意されている
- ・ 「ニ」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 3-2-15参照)
- ・ 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基本設計調査において、通行車輛の軸重測定結果から設計活荷重をHS20-44の25%増しとする妥当性が検証されたこと。

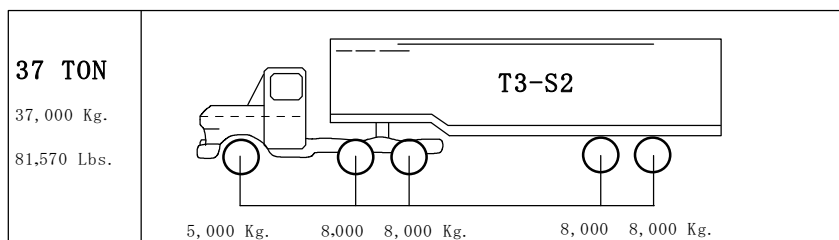


図 3-2-15 「ニ」国における許容最大荷重及び軸重

### iii) 地震荷重

「ニ」国における耐震設計用の水平震度の標準値は、「ニ」国の「国家建設基準」(Reglamento Nacional de Construcción Junio 2005)により設定されている。この基準の中にニカラグア全土の設計水平震度を定めた図があり(図 3-2-16)、この図によれば、サンタフェ橋の架橋位置では0.20であるため、耐震設計においては、 $K_h=0.20$ を採用するのが妥当と考えられる。

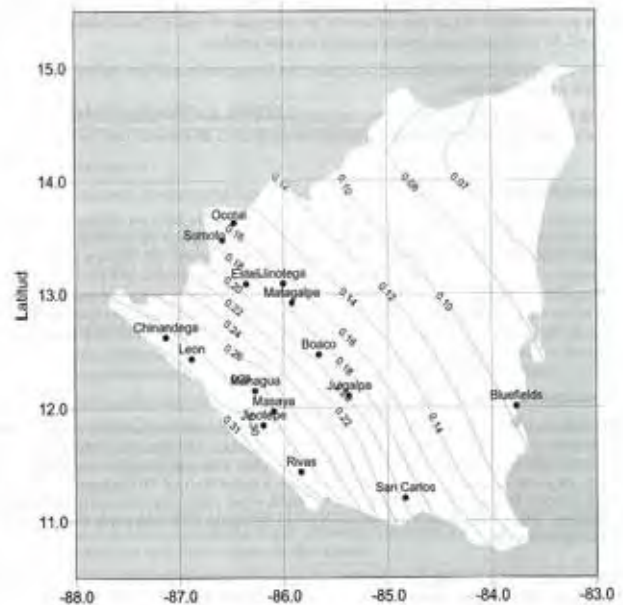


図 3-2-16 「ニ」国の水平震度マップ



## iv) 材料強度

## ① 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  $\sigma_{ck}=35 \text{ N/mm}^2$  とする。

## ② 鉄筋コンクリートの設計基準強度

下部工、基礎工および地覆、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  $\sigma_{ck}=24 \text{ N/mm}^2$  とする。

## ③ 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  $\sigma_{ck}=18 \text{ N/mm}^2$  とする。

## ④ 鉄筋

本プロジェクトに使用する鉄筋の仕様は SD345 とする。

なお、鉄筋の降伏応力度は  $\sigma_{sy}=345 \text{ N/mm}^2$  とする。

## ⑤ PC 鋼材

- ・ 内ケーブル：PC 鋼より線 12S12.7(SWPR7BL)

- ・ 横締め：PC 鋼より線 1S28.6(SWPR19L)

- ・

## (4) 幅員計画

歩道部の幅員構成として、下記の4案について比較検討を行う。

- ・ 第1案：両側歩道案（歩道幅員 1.0m）
- ・ 第2案：両側歩道案（歩道幅員 1.5m）
- ・ 第3案：両側歩道案（歩道幅員 2.0m）
- ・ 第4案：片側歩道案（歩道幅員 2.0m）

上記4案に関して比較検討した結果を表 3-2-9 に示す。表 3-2-9 より、第1案が最も望ましいことが確認できたため、歩道部の幅員構成は、両側歩道案（歩道幅員 1.0m）を採用することに決定した。

従って、前述 3-2-1-3 橋梁幅員に係る方針の通り、橋梁部の標準道路横断面構成は、車道幅員  $3.6\text{m}\times 2=7.2\text{m}$ 、路肩幅員  $0.9\text{m}\times 2=1.8 \text{ m}$ 、歩道幅員  $1.0\text{m}\times 2=2.0\text{m}$ 、計 11.0m（有効幅員）とする。

表 3-2-9 歩道部幅員構成比較表

案	第1案	第2案	第3案	第4案
幅員構成図				
歩道幅員概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩道を両側に設ける。</li> <li>歩道幅員は1.0mとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩道を両側に設ける。</li> <li>歩道幅員は1.5mとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩道を両側に設ける。</li> <li>歩道幅員は2.0mとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩道を片側に設ける。</li> <li>歩道幅員は2.0mとする。</li> </ul>
幅員の根拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者の占有幅(有効幅員)は0.75mであり、縁石の幅(0.18m)を考慮して、1.0mの歩道幅員とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者の占有幅は0.75mであり、歩行者のすれ違いを考慮して1.5mとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者の占有幅0.75mと自転車の占有幅1.0mを考慮し、両者がすれ違える幅員として2.0mとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者の占有幅0.75mと自転車の占有幅1.0mを考慮し、両者がすれ違える幅員として2.0mとする。</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、歩行者は車道を横断する必要が無く、歩行者の安全性が確保できる。</li> <li>橋長が約250mの長大橋となるが、両側に歩道を設けることにより、橋梁上で車道を横断する必要が無く、歩行者の安全性が確保できる。</li> </ul>	<p>同左</p>	<p>同左</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>片側にしか歩道がないため、歩行者は車道を横断することになり、歩行者の安全性が確保できない。</li> <li>橋長が約250mの長大橋となるため、片側にしか歩道が無い場合、歩行者は橋梁上で車道を横断する可能性が高く、歩行者の安全性が確保できない。</li> <li>歩行者は橋梁上で車道を横断しない場合、総淵を通行する可能性があり、交通事故が生ずる危険性が高い。</li> </ul>
利便性	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、歩行者の利便性は良い。</li> <li>歩道幅員が1.0mしかないため、歩行者のすれ違いが多少困難である。</li> <li>自転車は車道前部を走行する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、歩行者の利便性は良い。</li> <li>歩道幅員が2.0mあるため、歩行者と自転車のすれ違いが可能である。</li> <li>自転車は歩道部を走行出来る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、歩行者の利便性は良い。</li> <li>歩道幅員が2.0mあるため、歩行者と自転車のすれ違いが可能である。</li> <li>自転車は歩道部を走行出来る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>片側にしか歩道がないため、歩行者の利便性は悪い。</li> <li>歩道幅員が2.0mあるため、歩行者と自転車のすれ違いが可能である。</li> <li>自転車は歩道部を走行出来る。</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>総幅員は11.8mと最小であり、最も経済性が良い。</li> <li>比率1.00</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>総幅員は第1案より1.0m広い12.8mであり、経済性は中位である。</li> <li>比率1.09</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>総幅員は全案中で一番広い13.0m、経済性は最も劣る。</li> <li>比率1.17</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>総幅員は第1案より0.2m広い12.0m、経済性は第1案より僅かに劣る。</li> <li>比率1.02</li> </ul>
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、安全性及び利便性に優れている。</li> <li>歩道幅員が1.0mしかないため、歩行者のすれ違いに多少の難がある。</li> <li>総幅員が最小であるため、最も経済性が良い。</li> </ul> <p>◎</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、安全性及び利便性に優れている。</li> <li>歩道幅員が1.5mあるため、歩行者のすれ違いが可能である。</li> <li>総幅員が第1案より1.0m広く、経済性は中位である。</li> </ul> <p>○</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に歩道があるため、安全性及び利便性に優れている。</li> <li>歩道幅員が2.0mあるため、歩行者と自転車のすれ違いが可能である。</li> <li>総幅員が一番広い13.0m、経済性は最も劣る。</li> </ul> <p>△</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>片側にしか歩道がないため、安全性及び利便性に劣る。</li> <li>歩道幅員が2.0mあるため、歩行者と自転車のすれ違いが可能である。</li> <li>総幅員は第1案より0.2m広い12.0m、経済性は第1案より僅かに劣る。</li> </ul> <p>△</p>

3-2-2-6 施設計画

(1) 上部工形式の検討

1) 渡河部橋梁形式比較検討

図 3-2-10 選定架橋位置図より、渡河部の橋長は 250m となるので、下表を参考に橋梁の適用径間を選定する。

表 3-2-10 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	
	36m	50m	100m	120m	150m	主構造	橋面		
鋼橋	単純合成鈹桁		50m				○	○	1/18
	単純鈹桁						○	○	1/17
	連続鈹桁						○	○	1/18
	単純箱桁						○	○	1/22
	連続箱桁						○	○	1/23
	単純トラス						×	○	1/9
	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
P C 橋	プレテン桁	—					×	○	1/15
	中空床版						○	○	1/22
	単純T桁						×	○	1/17.5
	単純合成桁						×	○	1/15
	連結T桁、合成桁						×	○	1/15
	連続合成桁						×	○	1/16
	単純箱桁						○	○	1/20
	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
	π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	




上表を参考に、橋梁形式として、下記の3案を選定し、比較検討を行った。

なお、鋼橋形式と PC 橋形式の比較では、鋼橋形式は施工期間が多少短く施工性に若干優れるものの、経済性では上部工の材料調達や製作・組立を日本または第三国に委託することで不経済となる。また、製作・組立を第三国に委託した場合、部材接合部の溶接等必要な検査がなされない可能性があり、品質に不安が残る。さらに、腐食等の問題があり、維持管理において不利となる。このように、鋼橋案は PC 橋案に比べ、主に経済性および維持管理の面で劣るため、鋼橋案は不採用とした。

- ・ 第1案：PC7 径間連結合成 I 桁橋 (7@36.0m=252.0m)
- ・ 第2案：PC5 径間連続ラーメン箱桁橋 (35.0+60.0+60.0+60.0+35.0=250.0m)
- ・ 第3案：PC3 径間連続ラーメン箱桁橋(65.0+120.0+65.0=250.0m)

上記3案に関して比較検討を行った結果を表 3-2-11 に示す。表 3-2-11 より、第2案 PC5 径間連続ラーメン箱桁橋が最も優位であったため、渡河部の橋梁形式として当案を選定した。

表 3-2-11 渡河部橋梁形式比較検討表

橋梁形式	特 性
<p>第1案：P.C.7径間連続橋</p> 	<p>構造性及び耐震性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PC桁形式の一般的な構造である。</li> <li>連続形式としているが、単純桁であること、また、径間数が最も多いことから、耐震性は3案中最も劣る。</li> </ul> <p>河川特性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>橋脚数が多く、河積阻害率が8%以上となるため、洪水時の安全確保が課題となる。</li> <li>径間長は35mであるが、現在、運航している貨物船の長さ48.3mであり、船が真横になった場合の航行幅が確保できない。</li> <li>橋脚数が多いため、河川内運工及び水環境への影響が他家に比べて大きい。</li> </ul> <p>施工性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>主桁は架設桁架設となるため、河川の水位変動の影響を受けずに施工が可能である。</li> <li>桁製作ヤードを設けることにより、桁架設は下部工事と並行して進めることができる。</li> <li>概算工期【約2ヶ月】</li> </ul> <p>維持管理性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート橋であるため、メンテナンスは不要である。</li> <li>但し、単純桁形式であるため支保が必要となり、且つ橋脚数が多いため、数多くの支保を設置することになり、支保部のメンテナンスが必要となる。</li> </ul> <p>経済性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>上部工は最も経済的であるが、下部工（含む基礎工）は橋脚数が最も多くなるため、下部工の工事費は最も高くなる。但し、上、下部工を合わせた全体工事費は最も経済的となる。</li> <li>概算工事費の比率【1.00】</li> </ul> <p>総合評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>最も経済的な橋梁形式である。</li> <li>ただし、航路限界(幅)、河積阻害率、耐震性、支保部のメンテナンスが課題である。</li> </ul>
<p>第2案：P.C.5径間連続ラーメン橋</p> 	<p>構造性及び耐震性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ラーメン構造を有するPC連続橋形式である。</li> <li>連続ラーメン構造であるため耐震性及び走行性に優れている。</li> </ul> <p>河川特性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>河積阻害率は6~7%であり、特に問題はない。</li> <li>径間長が60mであるため、貨物船（長さ48.3m）が横向きに流下しても航路限界は十分に確保できる。</li> <li>橋脚数が少ないため、河川内施工及び水環境への影響は、第1案に比べて小さい。</li> </ul> <p>施工性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>主桁は、移動式作業車（ワーゲン）による張出し架設となるため、河川の水位変動の影響を受けず、且つ同期にも施工が可能である。</li> <li>取付道路の盛土工事は、架設と並行して施工することができる。</li> <li>概算工期【約1ヶ月】</li> </ul> <p>維持管理性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート橋であるため、メンテナンスは不要である。</li> <li>上部工と橋脚は剛結構造であるため支保は無く、橋脚部の維持管理は不要となる。</li> </ul> <p>経済性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>上部工は第1案より高くなるが、下部工（含む基礎工）は第1案より経済的となる。</li> <li>上、下部工を合わせた全体工事費は、第1案とほぼ同等である。</li> <li>概算工事費の比率【1.03】</li> </ul> <p>総合評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>耐震性、走行性、河川特性、施工性及び維持管理に優れた橋梁形式である。</li> <li>工事費は第1案とほぼ同等であり、経済的な案である。</li> </ul>
<p>第3案：P.C.3径間連続ラーメン橋</p> 	<p>構造性及び耐震性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ラーメン構造を有するPC連続橋形式である。</li> <li>連続ラーメン構造であるため耐震性及び走行性に優れている。</li> </ul> <p>河川特性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>河積阻害率は5%程度であり、他家に比べて洪水に対する安全度が高い。</li> <li>径間長は70mと最も長く、十分な航路が確保できるため、船舶が橋脚に衝突するリスクは最も低い。</li> <li>橋脚数が最も少ないため、河川内施工及び水環境への影響は、3案中最も小さい。</li> </ul> <p>施工性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>主桁は、移動式作業車（ワーゲン）による張出し架設となるため、河川の水位変動の影響を受けず、且つ同期にも施工が可能である。</li> <li>取付道路の盛土工事は、架設と並行して施工することができる。</li> <li>概算工期【約1ヶ月】</li> </ul> <p>維持管理性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート橋であるため、メンテナンスは不要である。</li> <li>上部工と橋脚は剛結構造であるため支保は無く、橋脚部の維持管理は不要となる。</li> </ul> <p>経済性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>下部工（含む基礎工）は3案中最も経済的となるが、上部工は3案中最も不経済となり、上、下部工を合わせた全体工事費は、3案中最も不経済となる。</li> <li>概算工事費の比率【1.17】</li> </ul> <p>総合評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>耐震性、走行性、河川特性、施工性及び維持管理に優れた橋梁形式である。</li> <li>工事費は、3案中最も不経済となる。</li> </ul>

2) 取付部橋梁形式比較検討

i) サンカルロス側

3-2-2-4(1)2)構造形式比較検討において、高架橋案が経済的であるため、高架橋案を採用することに決定したが、ここでは高架橋案の橋梁形式を検討する。橋梁形式案としては、下記の2案を設定する。

- ・ 第1案：PC3径間連結ポステンT桁橋
- ・ 第2案：PC2径間連結ポステンT桁橋

上記2案の経済性の比較検討をした結果を表 3-2-12 エラー! 参照元が見つかりません。に示す。表 3-2-12 より、第1案（PC3径間連結ポステンT桁橋）が最も経済的であったため、サンカルロス側の高架部の橋梁形式は、PC3径間連結ポステンT桁橋を採用することに決定した。

表 3-2-12 構造形式最終比較検討表（サンカルロス側）

案	側面図	経済性
<p>第1案 PC3径間連結ポステンT桁橋 (橋長 L=3×24.0m=72.0m)</p>		<p>1.00</p>
<p>第2案 PC2径間連結ポステンT桁橋 (橋長 L=2×36.0m=72.0m)</p>		<p>1.36</p>

ii) コスタリカ側

コスタリカ側は、前項 3-2-2-4(2)コスタリカ側の構造検討において、第2案橋梁案 A（PC2径間連結T桁橋）が最適であり、採用された。



(2) 下部工形式の検討

1) 支持層の選定

地質調査によると、サンカルロス側（左岸側）では有機質粘土から成る軟弱地盤が一带に広がっている。有機質粘土層の暑さは6~11mであり、その下にN値50以上の粘性土層があり、この層が支持層である。河川部は、河床から3~12mの深さは有機質粘土及びシルト質砂であり、その下にN値50以上の粘性土層があり、この層が支持層である。

コスタリカ側（右岸側）には軟弱地盤は無く、N値20前後の粘質土が有り、その深さは10~12mである。その下にN値50以上の粘性土層があり、この層が支持層である。また、A2橋台位置では、現地盤から約4mの位置に岩盤があり、この岩盤を支持層とする。

2) 橋脚の土被り

河川内（低水路）における橋脚フーチングの根入れは、最深河床から2.0m以上とする。また、高水敷における橋脚フーチングの根入れは、現地盤面から1.0m以上とする。

3) 下部工及び基礎形式

下部工の形式選定表をエラー! 参照元が見つかりません。に、基礎工の形式選定表を表 3-2-13 に示す。

橋台形式は、本橋位置での計画高、支持地盤への根入れ（50cm程度支持層に根入れ）等から高さを12mとして計画する。したがって、下表より、本橋の橋台形式は逆T式橋台を採用する。橋脚については、河川内橋脚となることから、小判型形式を採用する。

表 3-2-13 下部工形式選定表

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。

表 3-2-14 基礎工形式選定表

選定条件		基礎形式		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			
		RCC杭	PHC杭	鋼管杭	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	コンクリート打撃方式	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				
地盤条件	支持層までの状態	中間層に軟弱地盤がある	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		中間層に極堅い層がある	○	×	△	△	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○	△	△	○	
		中間層に礫がある	礫径 5 cm 以下	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			礫径 5 cm~10 cm	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	○	○	△	○
			礫径 10 cm~50 cm	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	○	○	△	×
	液状化する地盤がある	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	支持層の状態	支持層の深度	5 m 未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
			5~15 m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	△
			15~25 m	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			25~40 m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○
			40~60 m	×	×	△	○	△	△	△	○	○	○	△	○	×	×	△	○	○
		60 m 以上	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	△	△	
		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)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	△	△	
	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	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	×		
	地下水流速 3 m/分以上	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	×		
構造物の特性	荷重規模	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)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	
		鉛直荷重に比べ水平荷重が小さい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	
		鉛直荷重に比べ水平荷重が大きい	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
支持形式	支持杭	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△		
	摩擦杭	△	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
施工条件	水上施工	水深 5 m 未満	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×	○	△	×	△	△	○	×
		水深 5 m 以上	×	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	×	△	×	×	△	△	○
	作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	×	△
	斜杭の施工	△	△	○	○	×	×	×	△	△	△	△	△	×	×	×	△	△	△	△
	有毒ガスの影響	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	
周辺環境	振動騒音対策	○	×	×	×	△	○	○	△	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	
	隣接構造物に対する影響	○	×	×	△	△	○	○	△	○	○	○	○	○	△	△	△	△	○	

### (3) 護岸工の検討

#### 1) 護岸工法の選定

護岸の工法としては、捨石、フトンかご、コンクリートブロックなどによる工法が考えられる。それらの特徴は以下の通りである。

##### ① 捨石工

法面及び根固めを河川の掃流力に対抗できるある一定以上の石材で形成する護岸工法であり、施工費が安く、施工が容易であるとともに維持管理がしやすい。一方で、材料のかみ合わせが弱く、ある一定以上の重量がないと流水に対する抵抗が弱い。また、地域によっては材料の入手が困難な場合や、河道特性と著しくそぐわない場合など環境面での影響も懸念される。

##### ② フトンかご工

先の捨石工について材料のかみ合わせをより強固なものとするため、石材を全て鉄線かごで覆う工法である。石材通しのかみ合わせを外側のかご工で補うことができるため、使用する材料を小さくできる利点がある。施工費が安く施工も用意であり、維持管理しやすい。

一方、流水の激しい箇所では、かごの中の材料が偏り、著しく不安定になる場合がある。屈撓性であり、地盤が軟弱な場合でも河床の変化に追従し機能を維持する。鉄線は、土砂や河川流下物の衝撃で切断されないよう十分な強度と耐久性が必要となる。

##### ③ コンクリートブロック工

コンクリートブロックを連結し、護岸工とするもの。連結の方法により練りブロック工や連結ブロック工法などがある。フトンかご工や捨て石工に比べ施工性が悪く、維持管理が必要となる。また全て人工物となるため環境や景観上の問題が生じやすい。

サンフアン川の架橋計画位置は、ニカラグア湖の下流部にあり比較的流速が遅く、洪水による高流速が発生する可能性は低い。周辺地盤は、サンフアン川により運搬されたシルトや粘土を中心とした土砂が堆積しており、軟弱な地盤である。上流にニカラグア湖が位置していることから、供給土砂はウォッシュロードが中心となり、転石など見られない。

以上の点から、捨石工の材料が入手困難なこと、コンクリートブロック工の施工性が悪いこと、河床の変化に追従し、施工も用意であることから、フトンかご工による対策を採用する。

#### 2) 護岸工の設置範囲

水観測記録を確認した結果から、架橋計画位置は雨による急激な水位の上昇、洪水の発生は見られず、年間を通して乾期と雨期で大きく水位が変動している。河床勾配が緩く早い流速が発生する可能性は低いものと考えられる。一方、サンフアン川は大西洋とニカラグア湖を結ぶ海上交通の要衝でもあることから、船の航行が多く、航走波の発生による法面の浸食が発生する。

左岸橋台は取付道路の盛土となるため、年間を通じた航走波の浸食対策として、計画高水位までを盛土形状に合わせて半円状に護岸工を設置する。

右岸橋台は計画高水位より高い位置にあるため、護岸工の必要はない。



(4) 取付道路の舗装検討

1) 舗装種別

今回計画される、サンタフェ橋は「アコヤパーサンカルロス街道」の一部として建設されるものであり、橋梁前後の取付道路については、線形計画と同様に上記計画の全体と整合を図った構造とすることが必要である。「アコヤパーサンカルロス街道」の計画概要は表 3-2-15 に示すとおりであり、これによれば、道路舗装としては「アスファルト舗装」が計画されている。よって、サンタフェ橋前後の取付道路についても、「アスファルト舗装」を基本として計画することとした。

表 3-2-15 アコヤパーサンカルロス街道計画概要

	Section 1	Section 2		Section 3
		Section 2-1	Section 2-2	
道路舗装	アスファルト舗装とする	アスファルト舗装とする	アスファルト舗装とする	アスファルト舗装とする
橋梁	リハビリを行う。	リハビリを行う。 エルトゥレ橋を新設。	11ヶ所の木橋をカルバートとする。	サンタフェ橋を新設する。
車道幅員	3.6m × 2 = 7.2m	3.6m × 2 = 7.2m	3.3m × 2 = 6.6m	3.6m × 2 = 7.2m
路肩幅員	1.8m × 2	1.8m × 2	1.8m × 2	1.8m × 2
ROW	40m	40m (2区間のみ ROWが確保できないためバイパスを設ける)	30m	40m
設計速度	80km/hr	80km/hr	50km/hr	80km/hr
最小曲線半径	230m	230m	230m	230m
最大縦断勾配	7.15%	7.15%	10%	5%
最大片勾配	8%	8%	8%	8%
資金源	全区間 IDB による	全区間 IDB による	全区間 IDB による	IDB: 9.0km OPEC: 12.0km 日本: サンタフェ橋

2) 取付道路の舗装構成

「アコヤパーサンカルロス街道」の舗装構成は図 3-2-17 に示す通りである。サンタフェ橋については、図 3-2-18 に示す通り Section3 に含まれるため、前後の取付道路区間については下記のアスファルト舗装構成を基本とする。

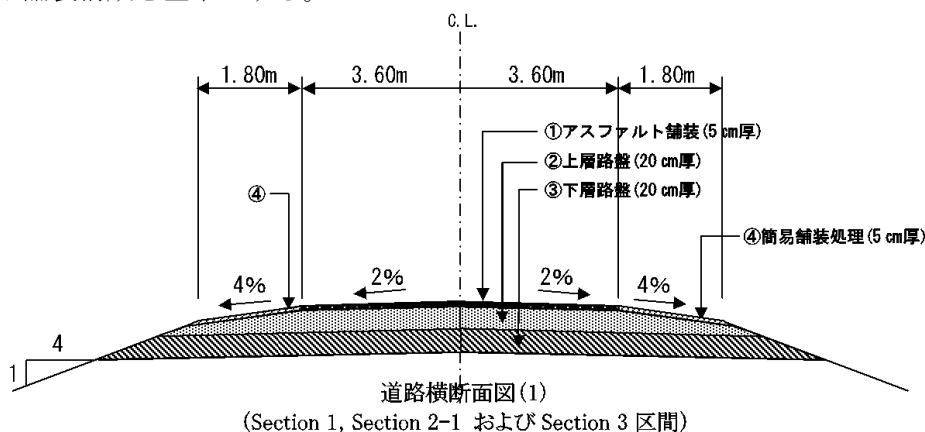


図 3-2-17 「ア」街道舗装構成

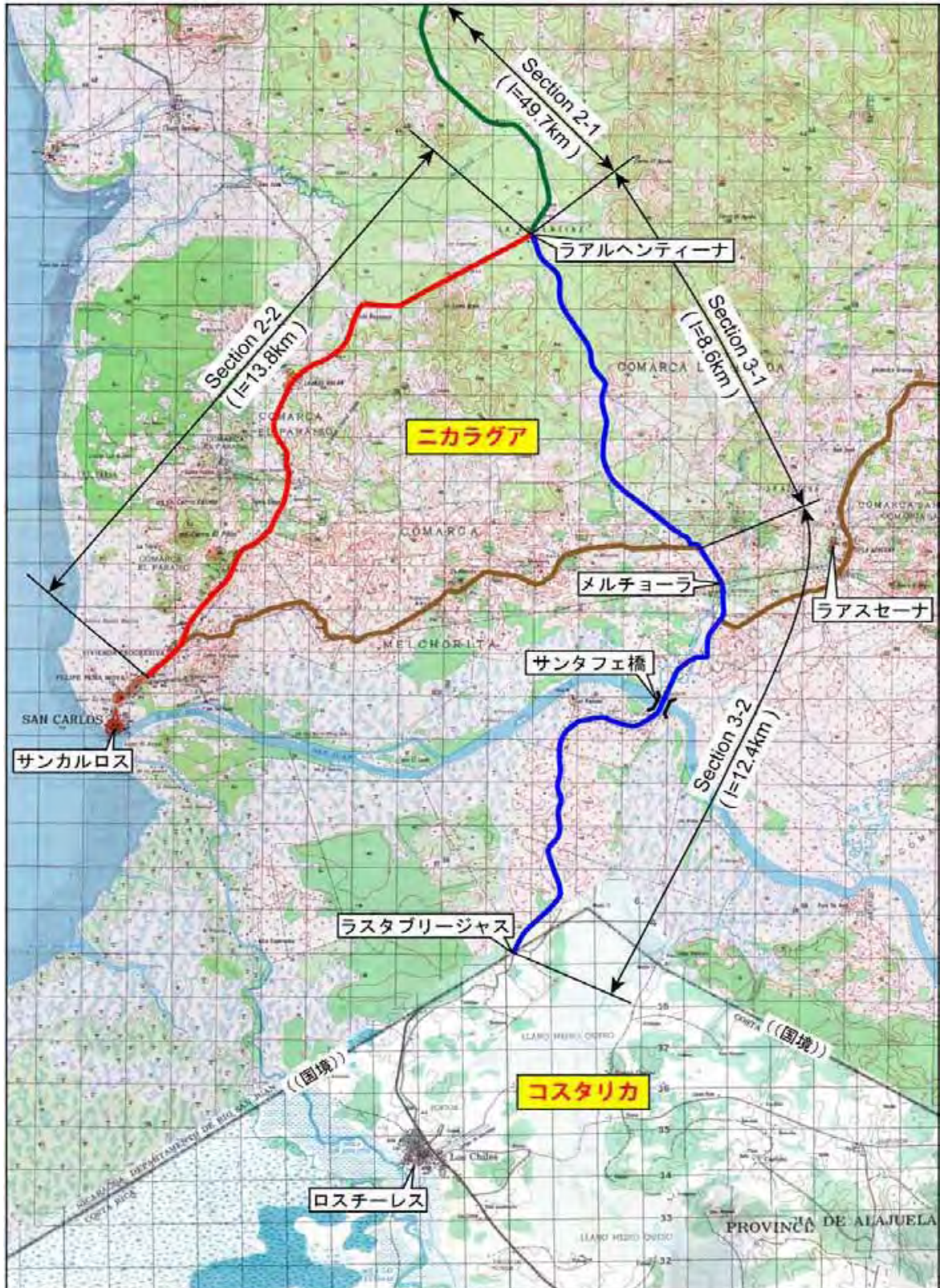


図 3-2-18 Section 3 工区及びサンタフェ橋付近位置図

## (5) 施設概要

上記検討を踏まえ決定された本計画の施設の概要は下表に要約される。

表 3-2-16 施設概要

項 目		形 式・諸 元	
架 橋 位 置		船着場の下流側約 40m の位置	
幅 員	橋梁部	車道幅員 3.6m × 2=7.2m、 路肩幅員 0.9m × 2=1.8m、 歩道幅員 1.0m × 2=2.0m、計 11.0m (有効幅員) 地覆 0.4m × 2=0.8m 計 11.8m (総幅員)	
橋梁形式	主橋梁部	渡河部	PC5 径間連続ラーメン箱桁橋 (35.0+3@60+35.0=250.0m)
	高架橋部	サンカルロス側	PC3 径間連結ポステン T 桁橋 (3@24.0=72.0m)
		コスタリカ側	PC2 径間連結ポステン T 桁橋 (2@20.0=40.0m)
A1 橋台 (サンカルロス側)	形 式	逆 T 式橋台	
	構造高	8.5m	
	基礎工	杭基礎 (場所打ち杭、Φ1.2m)	
A2 橋台 (コスタリカ側)	形 式	逆 T 式橋台	
	構造高	12.5m	
	基礎工	直接基礎	
P1、P2 橋脚	形 式	小判形型式	
	構造高	P1=7.0m P2=8.0m	
	基礎工	杭基礎 (場所打ち杭、Φ1.2m)	
P3、4 橋脚	形 式	小判形型式	
	構造高	P3=12.5m P4=15.0m	
	基礎工	直接基礎	
P5~7 橋脚	形 式	ラーメン型式	
	構造高	P5=22.5m P6=19.0m P7=20.0m	
	基礎工	直接基礎	
P8、9 橋脚	形 式	小判形型式	
	構造高	P8=14.5m P9=13.5m	
	基礎工	杭基礎 (場所打ち杭、Φ1.2m)	
取付道路	延長	A1 橋台側 34m、A2 橋台側 24m 計 58m	
	舗装構成	アスファルト舗装 8cm	
護岸工	左岸	フトン籠 64 個 (1 個の形状:長さ 2.0m × 幅 1.0m × 高さ 1.0m)	

## 3-2-3 概略設計図

以上の基本計画に基づいて作成した概略設計図面を次頁より掲載する。

- ・ 図 3-2-19 取付道路平面図
- ・ 図 3-2-20 取付道路縦断図
- ・ 図 3-2-21 取付道路横断図
- ・ 図 3-2-22 橋梁全体一般図



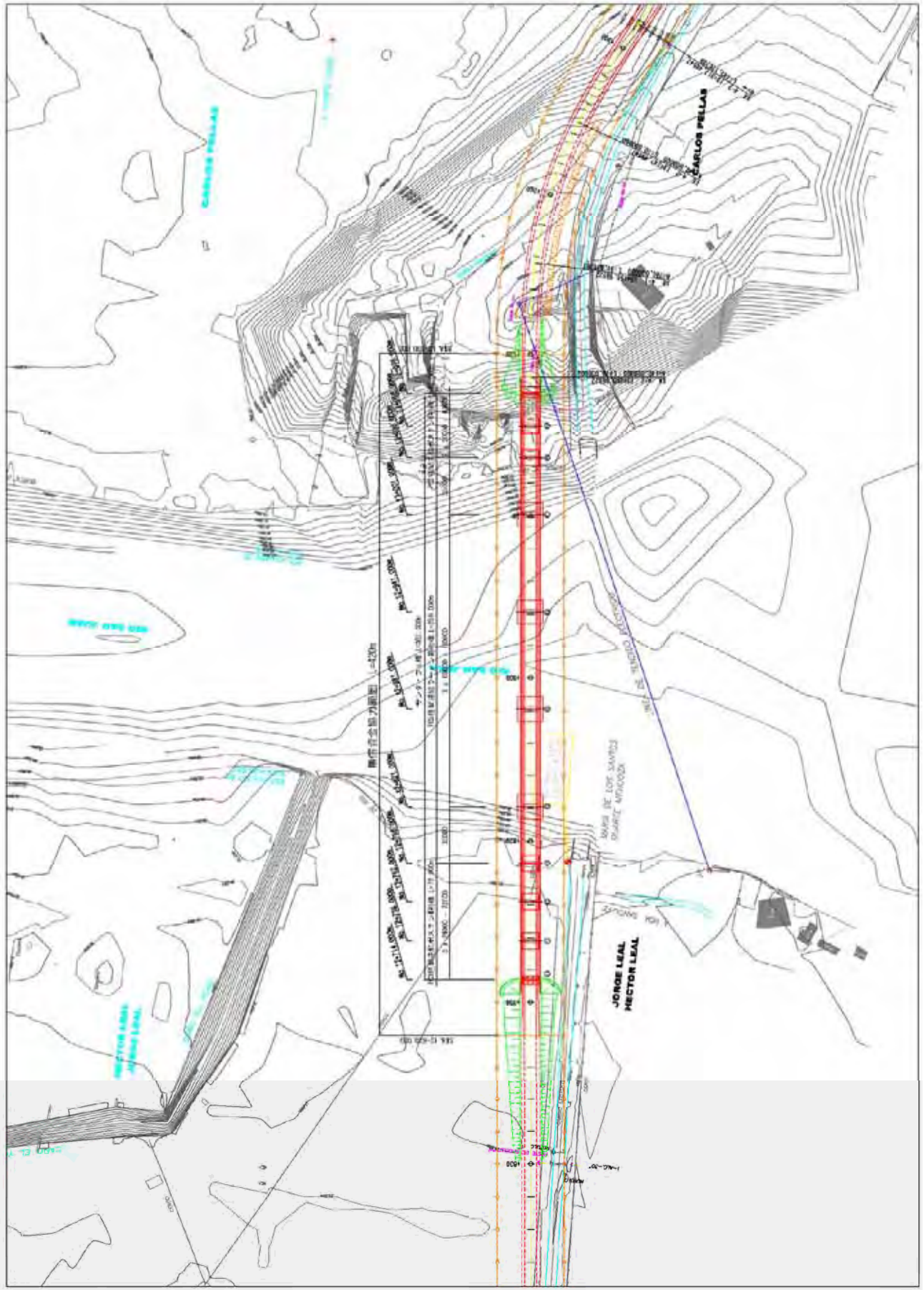


図 3-2-19 取付道路平面図

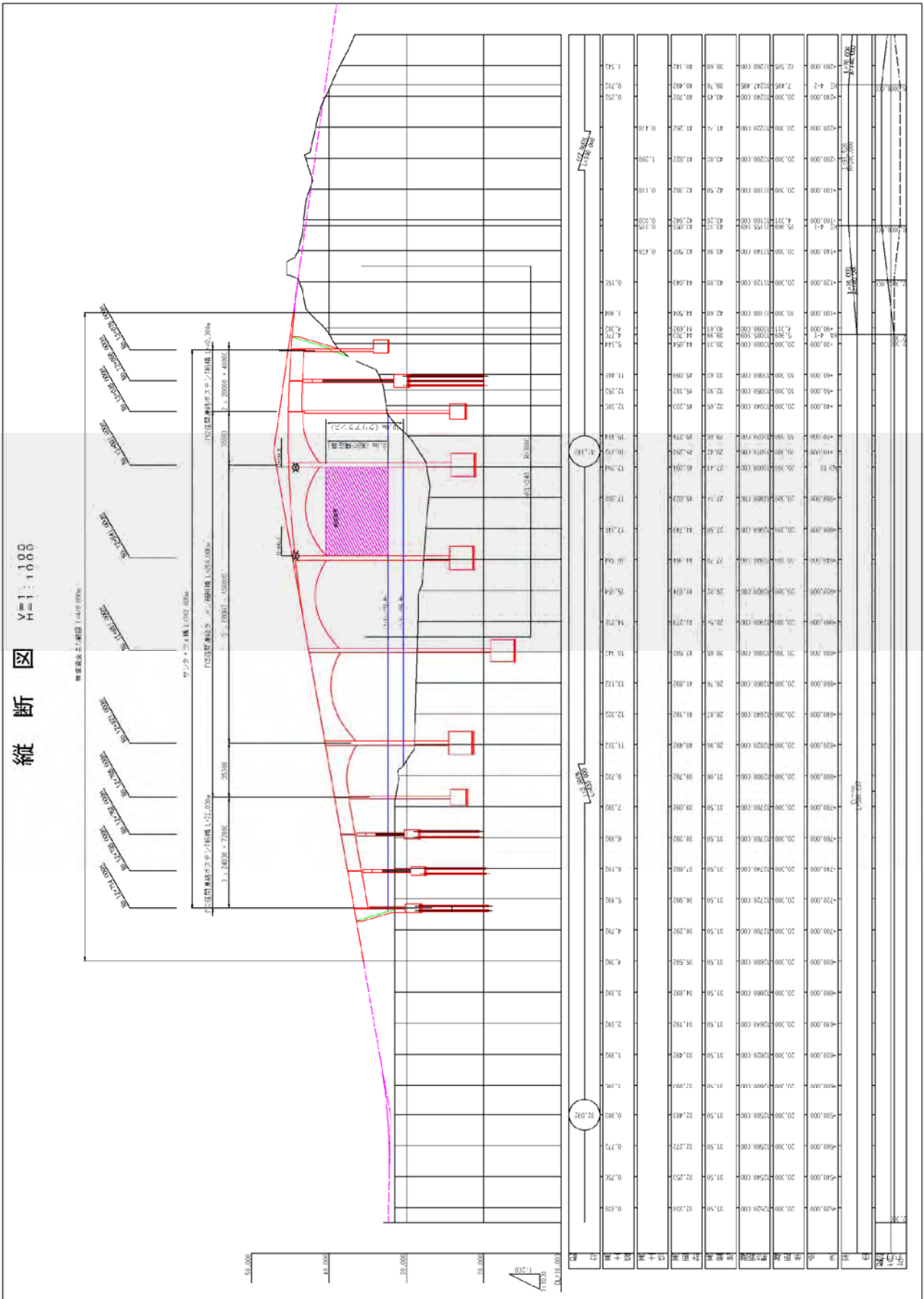


図 3-2-20 取付道路縦断面図

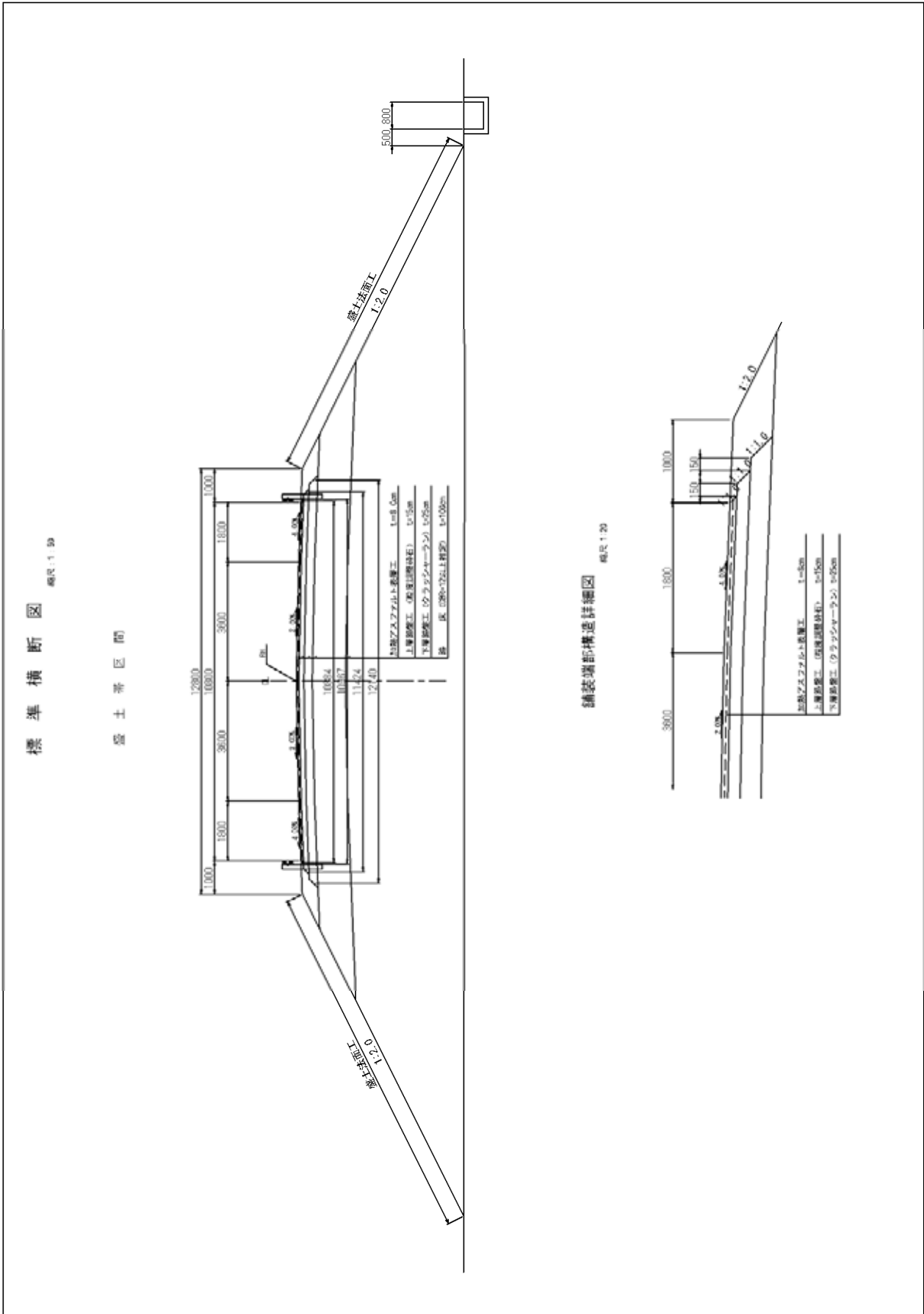


図 3-2-21 取付道路横断面図



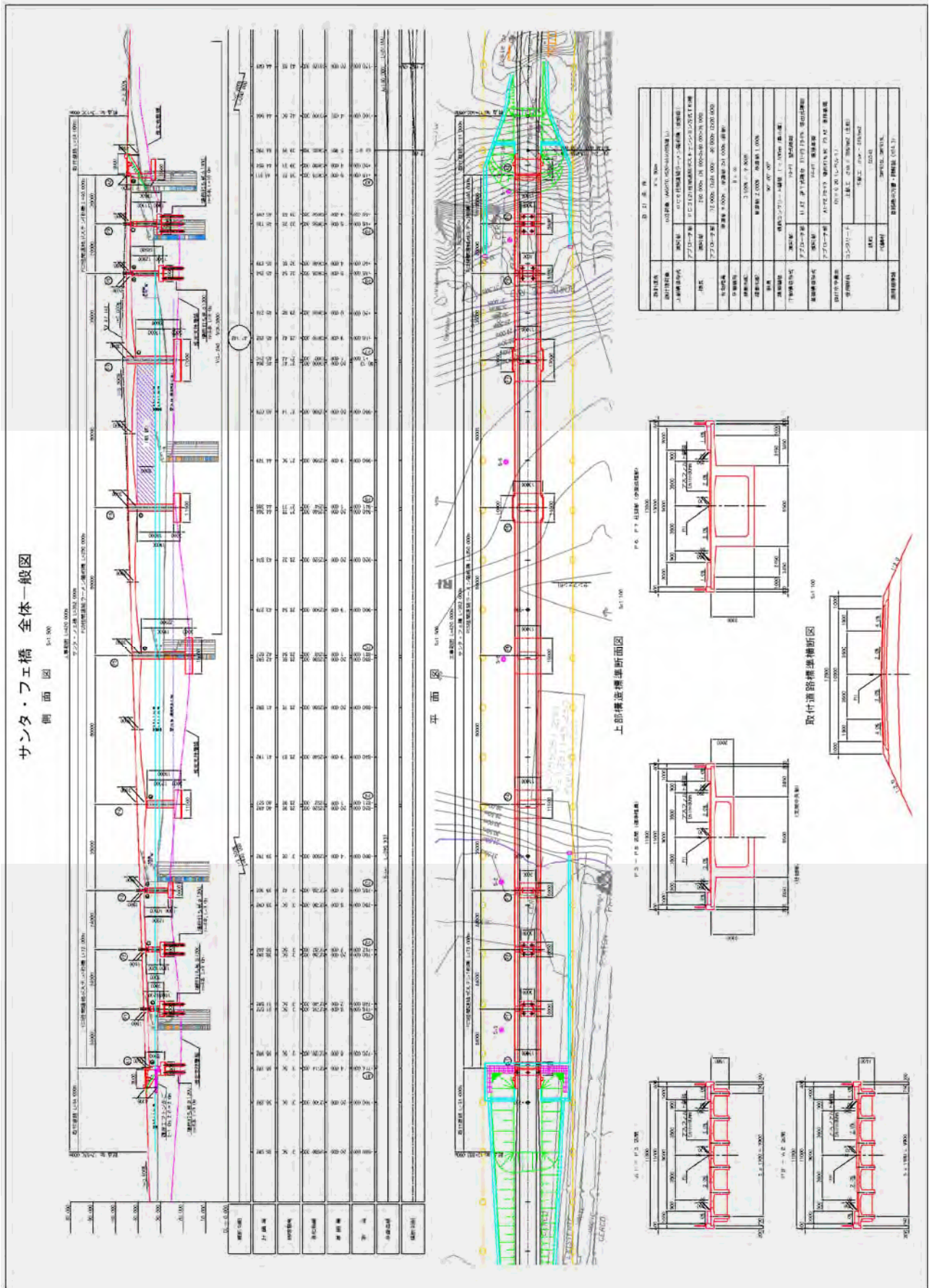


図 3-2-22 橋梁全体一般図



### 3-2-4 施工計画

#### 3-2-4-1 施工方針

本計画は日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工方針として以下の事項を考慮する。

- ① 地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進に資するため、本計画の実施に際しては現地の技術者、労務者、資機材を最大限に活用する。
- ② 本計画実施に必要な用地確保（家屋移転及び土地収用）を本計画開始までに、相手国負担として実施することを「ニ」国へ要請する。
- ③ 工事に関連する資機材の調達・輸入を含めて本事業に関連して、「ニ」国にて賦課される関税、国内税、付加価値税等に対して全て「ニ」国によって免税措置が取られることを要請する。
- ④ 本計画実施関係者の出入国にかかる便宜供与を図ることを「ニ」国に要請する。
- ⑤ 既存道路を工事関係車両が通過する場合は、スムーズな通過と安全な通行を図ることを「ニ」国に要請する。
- ⑥ 基礎工施工時には実際の地質状況を確認し、直接基礎の床付面の確認等緻密な監理を実施し、施工の確実性を期す。
- ⑦ 降雨形態及び水位変動を勘案して適切且つ無理のない施工方法を採用し、現実的且つ確実な施工計画を立案する。
- ⑧ 工事完了後の保守補修の手法・時期および運用面での方策を提案し、その一環として今後の維持管理を担当する「ニ」国技術者の研修等ソフト面の強化も本計画に含める。

#### 3-2-4-2 施工上の留意事項

プロジェクト実施に際しての留意すべき事項を以下に示す。

##### (1) 工事期間中の安全確保

工事期間中の安全確保として、主に下記の配慮を行う。

- ・ 工事用関係車両の出入口は、現道との交差点となるが、現道は船着場への乗降客及び物資の輸送のためにバスやトラック等の大型車の交通量があるため、出入口には警備員を配置するとともに、交通警察官の配置を要請する。
- ・ 日本から調達する資機材のコリント港から現場への輸送時の注意と大型車両通行時における先方政府のサポート等により、安全を確保する。
- ・ 河川内を通行する船舶の安全確保と工事船舶及び車両の注意喚起を行う。
- ・ 河川内での作業になるため、河川増水に対する十分な監視体制、連絡体制を構築し、増水による事故が生じないように安全を図る。

工事期間中は、地元自治体、地元警察、建設業者及びコンサルタントで合同の安全対策会議を開催し、建設関連車両の安全運行規定、ならびに一般車両の規制方策を共同で作成し、交通事故防止対策を講じる。

## (2) 工事期間中の環境保全

工事中の環境保全として下記の配慮を行う。実施体制としては施工業者が実施する下記の環境項目と緩和策を施工監理において確認し、月報にて報告する。

表 3-2-17 環境項目と緩和策/モニタリング手法

環境項目	影響内容	緩和策	モニタリング手法
廃棄物	工事中の廃棄物	ごみ置き場の設置および分別の実施	施工計画の確認及び実施状況の確認/月報
騒音・振動	工事による騒音・振動の発生	早朝(6時以前)及び夜間工事(20時以降)の回避	施工計画の確認及び実施状況の確認/月報
水質汚濁	工事による水質汚濁の発生、油脂類の漏洩	予備タンク・ポンプ等による放流水質の保全、	施工計画の確認及び実施状況の確認 SS濃度測定/月報
大気汚染 (粉塵)	工事車両走行による粉塵の発生	散水やスピード規制による粉塵発生の抑制	施工計画の確認及び実施状況の確認/月報

## (3) 労働基準法の遵守

本プロジェクトは、「ニ」国主管プロジェクトであり、適用すべき労働法規や労働安全衛生法は「ニ」国のそれと規定する。「ニ」国の労働法規に基づくと、基礎労働時間は週40時間、基礎労働日は月～金曜日の週5日制であり、この労働法規にしたがって、工事計画を行うこととする。

## (4) 乾期、雨期を考慮した河川内での施工

河川内及びサンカルロス側の下部工工事では、工事中の河川水位、軟弱地盤の影響等を極力抑えられる止水締め切り矢板工法を採用している。過去に「ニ」国で実施された橋梁工事では、乾季内に河川内工事を完了させていたが、乾期でも水位低下が期待できない河川条件、本プロジェクトでは下部工の基数が多く、規模が大きいため、1乾期内で工事の完了ができない。したがって、雨季の施工条件を考慮した下部工の施工計画を行うことが重要である。

従って、これら条件が入札の際、応札者へ遺漏無く伝わるように入札書類に十分に記載すると共に、実施の際にも建設業者へ乾期、雨期を考慮した河川内での安全な施工を指導する。

## (5) コンクリートの品質管理の重視

本プロジェクトで建設される主要な構造物は、コンクリート製であり、品質管理方法はすべて同じ方法となる。よって、骨材、水、セメント等の材料管理はもとより、耐久性に影響を与える水セメント比の管理、コンクリート混合プラントの仕様規定、コンクリートの運搬規定、コンクリートの打設管理、養生管理等コンクリートの品質管理を最重点項目として施工を行うこととする。

特に、ニカラグアでは粗骨材の良否によりコンクリートの品質劣化を招くことがあること、熱帯気候である地域での施工となることから暑中コンクリート対策を講じ、技術仕様書に明記した品質が確保できるように行うこととする。

### 3-2-4-3 施工区分

本無償資金協力事業を実施する場合、日本および「ニ」国政府それぞれの負担事項の概要は以下の通りである。

表 3-2-18 日本及び「ニ」国政府それぞれの負担事項

日本側負担事項	「ニ」国側負担事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・「基本計画」に示された協力対象事業であるサンタフェ橋（全橋長 m）の建設と取付道路 58m 及び護岸工等の建設。</li> <li>・仮施設（資機材ヤード、事務所等）の建設・撤去。</li> <li>・工事期間中における工事及び工事区域内を通過する一般交通の安全対策。</li> <li>・工事期間中における工事による環境汚染防止対策。</li> <li>・「資機材調達計画」に示された建設資機材の調達、輸入および輸送。輸入機材については調達国への再輸出。</li> <li>・「施工監理計画」で示された実施設計、入札・契約書の作成、入札補助および工事の施工監理。環境管理計画の監視を含む。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本計画に必要な土地収用と影響を受ける施設・家屋の撤去、住民の円滑な移転の実施。</li> <li>・本協力対象事業に必要な仮施設用地の無償提供。</li> <li>・工事関係者に ID と工事関係車両にステッカーの発給。</li> <li>・本協力事業工事に必要な廃材処分場の提供。</li> <li>・工事サイトに交通警察の配置。</li> <li>・「ニ」国政府が課す関税、国内税、その他税政上の課徴金等の免除。</li> <li>・本協力事業に関係する日本人および第三人の入国、滞在等に対する便宜供与。</li> <li>・銀行手数料の負担（銀行口座（B/A）開設、支払授權書（AP）の手続き）。</li> </ul>

### 3-2-4-4 施工管理計画

#### (1) 施工監理業務の基本方針

本プロジェクトは、日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工管理業務の基本方針として下記事項を掲げる。

- ・ 工事の品質は完成した施設の寿命・耐久性に大きく影響を及ぼすので、品質監理を最優先課題として掲げ、施工監理業務を遂行する。特にコンクリート工事、基礎工事、河川工事となる護岸工事には注視する。
- ・ 品質監理に続く監理項目として進捗監理、安全監理、支払い監理を重視する。
- ・ これら課題を達成するために、週 1 回の間隔で建設業者とコンサルタントとで合同現場点検と定例会議を開催し、問題点の確認と対処方針を協議する。
- ・ これに加え、月 1 回顧客である MTI の代表と建設業者、コンサルタントとで定例会議を開催し、問題点の確認と対処方針を協議する。
- ・ インスペクターとして現地技術者を雇用し、施工監理技術である品質監理、進捗監理、安全

監理手法等に関して技術移転に努める。

- ・ 建設業者への指示、全ての会議の記録、顧客への報告等は文書で残し、文書でもって報告するものとする。

## (2) コンサルタントの施工監理業務

コンサルタント契約に含まれる主な業務内容を以下に示す。

### 1) 入札図書作成段階

準備調査報告書の結果に従い、各施設の実施設計を行う。次に工事契約図書の作成を行い、下記成果品に対し「ニ」国政府の MTI の承認を得る。

- ・ 設計報告書
- ・ 設計図
- ・ 入札図書

### 2) 工事入札段階

MTI はコンサルタントの補佐の下、公開入札により日本国籍の工事業者を選定する。また、この公開入札およびその後の工事契約に参加する「ニ」国により人選された代理人は、工事契約に係わる全ての承認権を持つ者とする。コンサルタントは以下の役務に関し、MTI を補佐する。

- ・ 入札公示
- ・ 事前資格審査
- ・ 入札および入札評価

### 3) 施工監理段階

入札の結果選定された建設業者と「ニ」国の代表者である MTI との工事契約調印を経て、コンサルタントは工事業者に対し工事着工命令を発行し、施工監理業務に着手する。施工監理業務では工事進捗状況を MTI、在「ニ」国の日本大使館及び JICA へ直接報告するとともに、その他関係者には必要に応じて月報を郵送にて報告する。施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる事務行為および技術的に工事に関する改善策、提案等の監理業務を行う。

また、施工監理の完了から 1 年後、瑕疵検査を行う。これをもってコンサルタントサービスを完了する。

## (3) 要員計画

詳細設計、工事入札、施工監理段階にそれぞれ必要とされる要員、役割は下記の通りである。

### 1) 詳細設計段階

- ・ 業務主任：詳細設計における技術面及び業務調整全般の監督及び顧客への主対応責任

- ・ 橋梁技術者（上部工）：上部工設計に係る現地調査、構造計算、架設設計、設計図作成、数量算出を行う。
- ・ 橋梁技術者（下部工）：下部工設計に係る現地調査、構造計算、安定計算、設計図作成、数量算出を行う。
- ・ 道路技術者：道路設計として線形の確定計算、標準断面の確定、法面工の検討、道路排水設計、設計図作成及び数量計算を行う。
- ・ 仮設技術者：仮設設計に係る現地調査、構造計算、安定計算、設計図作成、数量算出を行う。
- ・ 施工計画・積算：施工計画の作成及び詳細設計成果からの設計数量・工事単価を用いた積算作業を行う。
- ・ 入札図書：入札図書作成を行う。

## 2) 工事入札段階

事前資格審査図書及び入札図書の最終化、事前資格審査の実施、工事入札評価において、MTIの補助を行う。

- ・ 業務主任：入札作業全般を通して、上記コンサルタントサービスを監督する。
- ・ 橋梁技術者：入札図書の承認及び入札評価の補助を行う。

## 3) 工事監理段階

- ・ 業務主任：工事監理におけるコンサルタントサービス全般を監督する。
- ・ 常駐技師：現地における工事監理の総括及び「ニ」国関係機関への工事進捗報告及び調整を行う。
- ・ 構造技術者：橋梁及び護岸工の施工計画見直し、コンクリート工事、上部工 PC 緊張監理等を担当する。また、基礎工事において、掘削後判明する床付け面を確認し、必要があれば基礎工の現場調整の対応を担当する

## 3-2-4-5 品質管理計画

表 3-2-19 品質管理項目一覧表 (案)

項目		試験方法	試験頻度	
路盤(碎石)	配合材料	液性限界、塑性指数 (くフルイ No. 4)	配合毎	
		粒度分布 (配合)	"	
		骨材すり減り減量試験	"	
		骨材密度試験	"	
		最大乾燥密度 (締固め試験)	"	
	敷設	密度試験 (締固め率)	1回/日	
プライムコート ・タックコート	材料	瀝青材	品質証明書	
		散布量	500m <sup>2</sup> 毎	
アスファルト	材料	瀝青材	品質保証書・成分分析表	
		骨材	粒度分布 (配合)	配合毎、1回/月
			吸水率	材料毎
			骨材すり減り減量試験	"
	配合試験		安定度	配合毎
			フロー値	"
			空隙率	"
			骨材空隙率	"
			引張強度 (Indirect)	"
			残留安定度	"
			設計アスファルト量	"
舗設		混合時の温度	適宜	
		敷き均し時の温度	運搬毎	
		マーシャルテスト	1回/日程度	
コンクリート	材料	セメント	品質証明書、化学・物理試験結果	
		水	成分試験結果	
		混和剤	品質証明書、成分分析表	
		細骨材	絶乾比重	材料毎
			粒度分布、粗粒率	"
			粘土塊と軟質微片率	"
		粗骨材	絶乾比重	材料毎
			薄片含有率	"
	粒度分布 (混合)		"	
			硫化ナトリウム診断 (損失質量)	"
	配合試験時		圧縮強度試験	配合毎
打設時		スランプ	1回/バッチ	
		温度	1回/日	
強度		圧縮強度試験 (7日, 28日)	1回/日 or 50m <sup>3</sup> 以上	
鉄筋	材料	品質証明書、引張試験結果	ロット単位	
構造用鋼材	材料	ミルシート	ロット単位	
塗装	材料	品質証明書、成分表	ロット単位	
支承	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位	
照明装置	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位	

注) : 基本的に使用開始前1回を原則とするが、材料が変更となった場合はそのたび毎に試験するものとする。



## 3-2-4-6 資機材等調達計画

## (1) 建設資材調達

現地で生産できる材料は砂、骨材、路盤材、木材等で、その他は輸入品である。

資材調達方針は次のとおりである。

- ・ 恒常的に輸入品が市場に提供されており、且つ十分な品質を備えている場合は、これを調達する。
- ・ 現地調達できない製品は、日本または第三国から調達する。調達先は価格、品質、通関に要する期間等を比較し、決定する。

主要建設資材の可能調達先を下表に示す。

表 3-2-20 主要建設資材の可能調達先

項目	調達先			日本調達とする理由
	現地	日本	第三国	
PC 鋼材		○		対象国には流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、スペックを満足することが明確でない。
鋼製高欄		○		高欄は通行者の目につきやすい材料であるので、周辺第三国の製品では品質のばらつき、出来上がりの不具合が生じる可能性がある。
仮設・架設用鋼材		○		現地調達できないリース製品は日本調達とする。
ゴム支承		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、材料（ゴム）の品質にばらつきがあり、本件の仕様を満足しない可能性がある。
形鋼		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、仕様を満足しない可能性がある。
瀝青材	○			
骨材	○			
アスファルト瀝青材	○			
ポルトランドセメント (混合セメント)	○			
伸縮装置		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、品質に大きなばらつきがあり、本件の仕様を満足しない可能性がある。
セメント用添加剤		○		品質の面から日本調達とする。
鉄筋	○	○		太径鉄筋（D29 以上）は日本調達とする。
型枠用木材	○			
軽油	○			
ガソリン	○			
橋面防水材		○		現地及び周辺国では調達が困難であり、現地で使用される場合は一般的に日本もしくは欧米より輸入される。

## (2) 建設機械

「ニ」国での機材リース会社では、コマツ、キャタピラー等の建設機械を扱うリース業者が多く存在し、一般的な汎用的機材はリースが可能であるが、大型クローラ・クレーンや特殊機械となるクラムシェルなどは現地ではリースされていないため、国外調達とする。一方、基礎工関連の機械は基礎工専門業者が保有しているが、機材のみのリースはされていないため、これら業者が対応可能であれば外注工事として取り扱うものとする。

主要建設機械の調達可能先と我が国調達とする理由を下表に示す。

表 3-2-21 主要建設機械の調達可能先

機種	調達先			日本調達とする理由
	「ニ」国	日本	第三国	
ブルドーザ	○			
トラクタショベル	○			
ダンプトラック	○			
バックホウ	○			
クローラ・クレーン		○	○	ニカラグアでは、クローラ クレーンの所有台数は少なく、リース料金が高い。
クラムシェル (アタッチメント)	○			
トラック・クレーン	○			
桁架設用架設桁		○		メキシコに架設桁があるものの、台数が少ないため工事期間中に確保できるかどうか不明確であり、日本からの調達を考慮する。
上部架設用移動作業車 (上部工張出架設)		○		ニカラグアの業者により、張出架設の実績はなく、調達機材も確認されていない。施工の精度、作業性から日本調達とする。
大型ブレーカ (アタッチメント)	○		○	
パイプロハンマ (アタッチメント)		○		現地では、日本以外の業者による施工実績はなく、機材の確認は出来なかった。
ウォータージェット		○		現地では、日本以外の業者による施工実績はなく、機材の確認は出来なかった。
コンクリート・ミキサー	○			
コンクリート・プラント		○		現地の業者が所有しているものがあるが、移設可能なものは確認できなかった。現地購入と日本調達を比較し、安価ものを採用した。
コンクリートチラー		○		現地では、使用実績が確認出来なかった。コンクリートの品質確保のためには重要な機材であり、日本調達とする。
コンクリートポンプ車	○			
振動ローラ	○			
ロードローラ	○			
モータグレーダ	○			
アスファルト・フィニッシャー	○			
アスファルト・ディストリビュータ	○			
発動発電機	○	○		現地調達の場合、高価となるため、日本調達とした。

3-2-4-7 実施工程

コンサルタントは、本事業の実施設計に係る交換公文（E/N）及び無償資金拠出協定（G/A）締結後、「ニ」国政府との間でコンサルタント業務の契約を締結し、本事業の実施設計業務を無償資金協力事業として着手する。業務着手後、コンサルタントは、実施設計のための現地調査を2週間程度実施し、その後国内で詳細設計、入札書類の作成を実施する。

その後、入札補助業務、施工監理業務及び本体工事に関わる交換公文（E/N）及び無償資金拠出協定（G/A）締結後、コンサルタントは、「ニ」国政府が行う入札業務の補助作業として、入札書類の準備、業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に関わる業務を補助する。

入札を経て、工事請負業者は「ニ」国政府と工事契約を取り交わし、日本国政府による工事契約の認証を得た後、工事請負業者はコンサルタントより発給される工事着工命令書を受けて工事に着手する。

上記実施スケジュールは表 3-2-22 に示す通りである。

表 3-2-22 業務実施工程表

