

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3.1 プロジェクトの概要

#### (1) 上位目標とプロジェクト目標

「ホ」国は、ハリケーン・ミッチ災害からの復興のために策定した「国家再建計画」(PMRTN)で、2001年～2005年の国家ビジョンを示すとともに、社会基盤の復旧を実施してきた。また、2001年に国際通貨基金と世界銀行により承認された「貧困削減戦略ペーパー」(PRSP)にしたがって、経済成長の促進と安定を基にした貧困削減を目指して、2015年までの下記  
の長期目標を掲げている。

- ・ 均衡のある経済成長
- ・ 地方及び都市部の貧困削減を目指した融資枠の拡大
- ・ 就学率の増大と保健・栄養対策の強化に基づいた人的資源の拡充・向上
- ・ 孤児等の社会的弱者や少数民族等に対する保護の強化
- ・ 行政の強化、公共資源の管理、男女平等、環境の持続性の保持、危機管理及び貧困対策戦略のモニタリングとフォローアップに基づく、戦略の持続性の確保

これらの国家再建計画及び貧困削減戦略に対応して公共事業運輸住宅省(SOPTRAVI)は、道路開発計画である、「ロジスティック回廊整備計画」を策定した。この整備計画は、2001年に中米8ヶ国(メキシコ含む)の首脳会談において承認されたメキシコのプエブラとパナマを高規格の道路で結ぶプエブラ・パナマ計画(PPP)に連動して策定された。PPPの目的は、下記のとおりである。

- ・ 持続可能な形での経済的・地域的比較優位性の確保
- ・ 長年放置されている社会基盤の欠陥の是正
- ・ 貧困削減
- ・ 自然災害に対する脆弱性の是正
- ・ 上記の達成による地域協力の活性化

PPPの中で中米道路の顕著な欠陥(幹線道路の70%が劣悪な状態にあり、道路による輸送コストは米国の2倍以上とされている)が、中米経済の競争力を阻害していると結論付け、2002年にメソアメリカ国際道路網(RICAM)を提唱した。これは、プエブラとパナマを結ぶ太平洋沿線道路を軸として大西洋沿線道路と副次接続道路とで構成される合計延長8,977kmの国際道路ネットワークである。このネットワークの延長のなかで「ホ」国内では、713kmがRICAMに指定されており、これをロジスティック回廊と位置づけている。

本プロジェクトはいずれもロジスティック回廊に位置し、上記の国家再建計画、貧困削減戦略ペーパーの目標及びSOPTRAVIの道路整備計画に寄与するものとして「ホ」国政府の

要請を受けて実施するものである。本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標は、次のとおりである。

- ・上位目標：「ホ」国経済が活性化する。
- ・プロジェクト目標：ロジスティック回廊の整備において安定した人員・物資の輸送が確保される。

## (2) プロジェクト概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、CA-3号線に位置するラス・オルミガス橋の架け替え及びCA-1号線に位置するアグア・カリエンテ橋の上部工と橋脚の取替えを実施するものである。

## 3.2 協力対象事業の基本設計

### 3.2.1 設計方針

#### (1) 協力対象範囲

協力対象橋梁とその主な協力内容は下記のとおりである。

- ・ラス・オルミガス橋（CA-3号線上）：全面架け替え
- ・アグア・カリエンテ橋（CA-1号線上）：上部工及び橋脚の取替え

#### (2) 橋梁規格

架け替え対象橋梁は幹線国道上の橋梁であるので、それに相応しい規格のものとする必要がある。近年建設された幹線国道上の橋梁規格を参考として、設計速度、幅員構成を次のとおり設定する。

- ・設計荷重：40.9トントレーラー相当；  
AASHTO HS20-44（32.7トン）の25%増し：「ホ」国で使用している設計基準
- ・設計速度：80km/時（メソアメリカ幾何構造基準に準拠）
- ・車線数：2車線（幹線国道の標準値）
- ・車道幅員：3.6m/車線（幹線国道の標準値）
- ・側帯：1.3mの両側側帯（側方余裕）を歩道・自転車道と兼用

### (3) 自然条件に対する対処方針

気象条件は、施工計画及び各河川の洪水時の流速・流量と洗掘深の推定に活用し、河川条件は、護岸の必要性の有無や規模、洗掘深の推定、橋台位置の計画及び橋梁高さの設定に反映する。地形・地質条件は、橋梁位置と橋台位置（橋長）の計画、支持層の深さ、橋梁基礎の支持力の推定、基礎形式の選定及び施工計画に活用する。また、地震は、橋梁形式の選定及び下部工・基礎規模の決定に影響する。

設計高水位は、堤防がないこと等から計算で推定することは困難であり、聞き取り調査によるハリケーン・ミッチ以外の既往最大水位とする。桁下クリアランスは、既往の無償資金協力で設定した高さ等を考慮して1.0m以上を設定する。また、最小スパン長は、洪水流量を考慮した日本の河川管理施設等構造令に準拠した最低支間長を目安とする。

#### 1) 設計洪水確率年及び桁下クリアランス

- ・設計洪水確率年：50年（設計高水位の設定は、聞き取り調査によるハリケーン・ミッチ以外の最大高水位を50年確率に相当する水位とする。）
- ・桁下クリアランス：1.0m以上とする。

#### 2) 最小スパン長

聞き取り調査によると洪水時に流木等の流下物があることから、日本の河川構造基準を参考として、流量に応じた最小スパン長（流量が流下物の規模に影響する）を目安とする。

- ・最小スパン長(L)： $L(m) \geq 20 + 0.005 \cdot Q(m^3/s)$  (Q：50年確率高水流量)

### (4) 準拠基準及び設計条件

下記の基準に準拠する。この中で、幅員構成や車道幅、線形要素は、メソアメリカの幾何構造基準、上部工設計はAASHTO、下部工設計（耐震設計含む）は日本の示方書に基づく。上部工をAASHTOで設計する理由は、活荷重が基本的にアメリカの基準に基づいていることによる。

- ・メソアメリカ幾何構造基準
- ・AASHTO：道路橋設計ガイドライン(2002年版)
- ・AASHTO：舗装設計ガイドライン(1993年版)
- ・道路橋示方書(日本)

主な設計条件を次のとおり設定する。

#### ① 設計荷重

- ・活荷重：HS20-44の25%増し（40.9トン）
- ・温度変化：20℃～39℃（チョルテカ市の気象観測所の気温データに基づく）
- ・設計震度：0.115（既往の無償資金協力橋梁の設計震度）

## ② 設計基準強度

- ・コンクリート

PC 桁：設計基準強度 36N/mm<sup>2</sup>

RC 桁：設計基準強度 24N/mm<sup>2</sup>(現橋は 28N/mm<sup>2</sup>であるが日本の標準強度を用いて、桁の剛性を高めた方が交通荷重による振動を抑制できる)

橋脚・橋台：設計基準強度 24N/mm<sup>2</sup>

- ・鉄筋

SD295 (JIS 規格)

最大径： 32mm

## (5) 環境社会配慮方針

本プロジェクトは、既存橋の架け替えを行うものであり、プロジェクトの実施によって、社会環境及び自然環境を改変するものではないが、計画、設計及び施工にあたり次の点に留意して、環境・社会への影響を最小限に抑える。

- ・住民移転の発生を回避する。
- ・サイトが市街地の場合は、振動、騒音のできるだけ小さい工法を採用する。
- ・工事中の迂回路を確保し、交通安全に留意する。
- ・工事中の河川水質汚濁を極力少なくする。
- ・工事廃棄物の処理を適切に行う。

## (6) 現地業者の活用に係る方針

現地調査の結果、資材及び技術者を含む労務のほとんどが現地調達可能と判断されたため、施工を行う日本の建設業者は、可能な限り「ホ」国内調達で工事を賄う。ただチョルテカ地域内の現地建設業者の規模は非常に小さなもので、橋梁工事の施工実績がほとんど無いため、本件の工事施工への参画は労務供給が主体とならざるを得ない。したがって、工事の施工体制は、日本の建設業者による直営方式となる。

## (7) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

道路整備に関しては、2000 年に道路維持部門を独立させ、道路局(DGC)及び道路基金維持管理局(FV)の 2 つの部門で統括されている。道路局は、主として新設・大規模補修を、道路基金維持管理局は保守・点検等維持管理を担当している。協力対象橋梁建設後の維持管理はこの道路基金維持管理局が担うことになる。維持管理能力は、技術レベル、予算とも必ずしも高いとはいえないのが現状である点を考慮し、できるだけ維持管理が容易な構造を採用する。

## (8) 施工方法に係る方針

現在日本国内及び国際的に広く用いられている技術と工法を採用することにより、高品質な橋梁が建設される。また、品質保証に必要な材料試験及び出来形検査の手順・基準を設計図書及び仕様書で明確に記述する。工事が常に周辺住民及び工事従事者の安全並びに環境への配慮を行いながら実施されるよう施工計画を立案する。また、対象橋梁は「ホ」国の物流における重要道路に位置しているため、工事中の迂回路を確保し、経済活動への影響を最小限にする。

## (9) 橋梁形式の選定に係る方針

経済性、施工性、維持管理の難易度、環境への影響、縦断線形、耐久性等を総合的に評価した上、最適な橋梁形式を選定する。

- ・ 経 済 性 : 費用対効果を高めるため、橋梁建設費・補修費・維持管理費ができるだけ安価であること。
- ・ 施 工 性 : 容易で安全・確実に施工できること。
- ・ 維持管理 : 維持管理が容易かつ安価であること。この観点から上部工は、基本的にメンテナンスフリーのコンクリート製が望ましい。
- ・ 環境影響 : 付近住民に配慮し、粉塵の発生・振動騒音及び自然環境への影響を極力小さくする。
- ・ 耐 久 性 : 十分な耐久性を有すること。特に、護岸工は破損しやすいので耐久性を重視する。

## (10) 工期設定に係る方針

実施工程は2期分け(第1期:ラス・オルミガス橋、第2期:アグア・カリエンテ橋)とし、工期は、下記のように設定する。

- ・ 実施設計 : 2.5ヶ月(2橋)
- ・ 入札業務 : 各橋梁3.5ヶ月(入札図書、PQ・公示、入札、業者契約)
- ・ 施 工 : 14ヶ月(ラス・オルミガス橋)、15.5ヶ月(アグア・カリエンテ橋)

### 3.2.2 基本計画

#### 3.2.2.1 既存橋梁の健全度評価

##### (1) ラス・オルミガス橋

###### 全体系の安定

図 3.2.2.1-1 に示すように、A1 橋台が大きく沈下し、上流側に傾斜している。A2 橋台に沈下傾斜が認められず、A1 橋台の上流側が大きく傾斜しながら沈下していることから、変状の際、上部工に大きなねじり力が作用したと考えられる。同図には、ハリケーン・ミッチ、これ以外の最大洪水水位(50年確率高水位)及び通常年の最大高水位を示している。

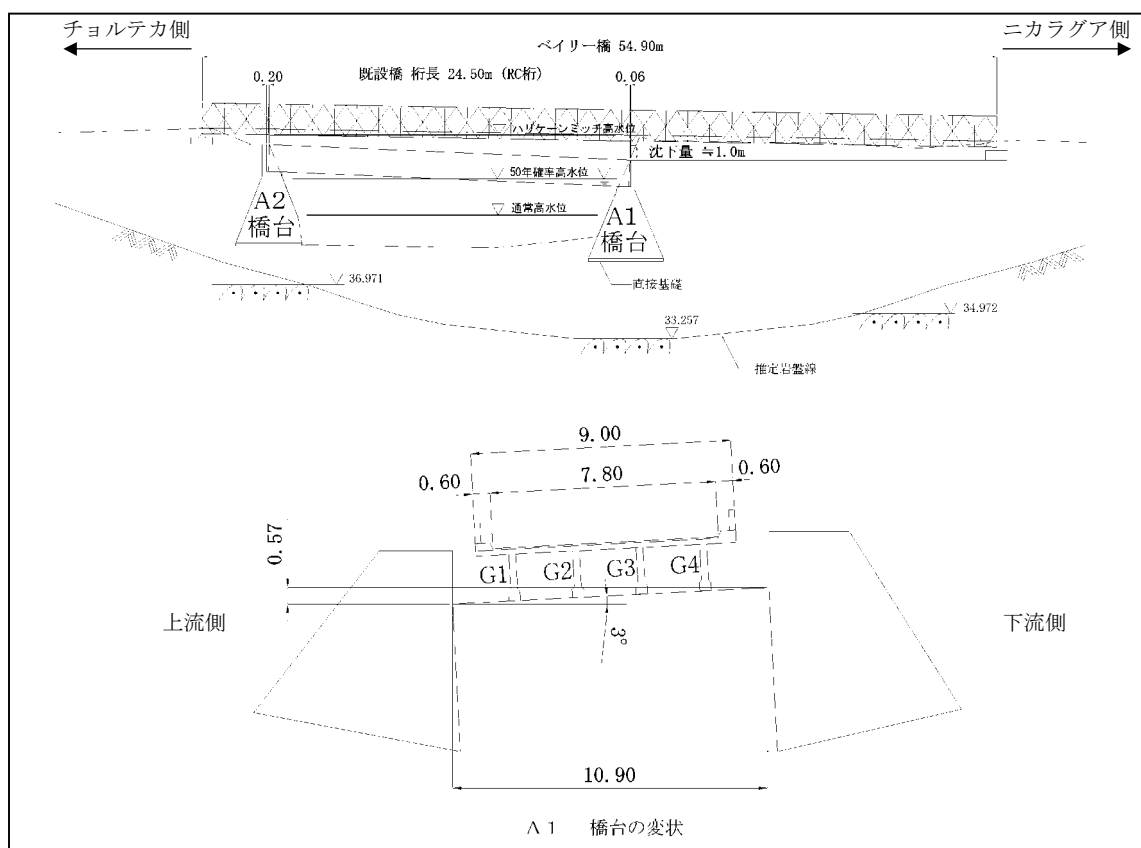


図 3.2.2.1-1 既存ラス・オルミガス橋全体系の変状状況

###### 上部工

橋台の変状によって生じたと考えられる損傷が、桁端及び上流側外桁に認められる。写真 3.2.2.1-1 に示すように、桁端は破壊しており、外桁の中央に十文字のひび割れが観察される。これらの損傷は、橋梁全体系の変状が単純な沈下ではなく、ねじれ現象を伴った変状であることから生じたものと判断される。



写真 3.2.2.1-1 上部工桁の損傷状況

### 下部工

下部工の損傷は、洗掘による A1 橋台の剛体沈下と傾斜である。躯体そのものに大きな損傷は観察されなかった。A2 橋台に変状は観察されなかったが、写真 3.2.2.1-2 に示すように、基礎の根入れ深さが浅く（洗掘によって底面が浮いたような状態）、将来的には洗掘による変状が懸念される状態である。



写真 3.2.2.1-2 A2 橋台の基礎の根入れ

### 橋梁位置の通水断面

図 3.2.2.1-2 は、既存ラス・オルミガス橋付近の平面図である。橋梁の上流側 175m の位置で河川-1 と河川-2 が合流している。河川-2 は、ハリケーン・ミッチ時に新しくできた河川である。河川-2 の川幅は河川-1 の約 1.5 倍ある。既存橋位置での通水断面は、河川-1 に対しては十分な流下能力を有していたと考えられるが、新河川の誕生によって明らかに現橋の橋長では不足することが判る。同図に上・下流の河川断面を考慮した必要橋長を示

した。さらに、河川-2 の影響で洪水時の流心は同図に示した方向になると判断され(聞き取り調査でも確認した)、新橋梁を防護するために左岸上流側に護岸工等の設置が必要と考えられる。

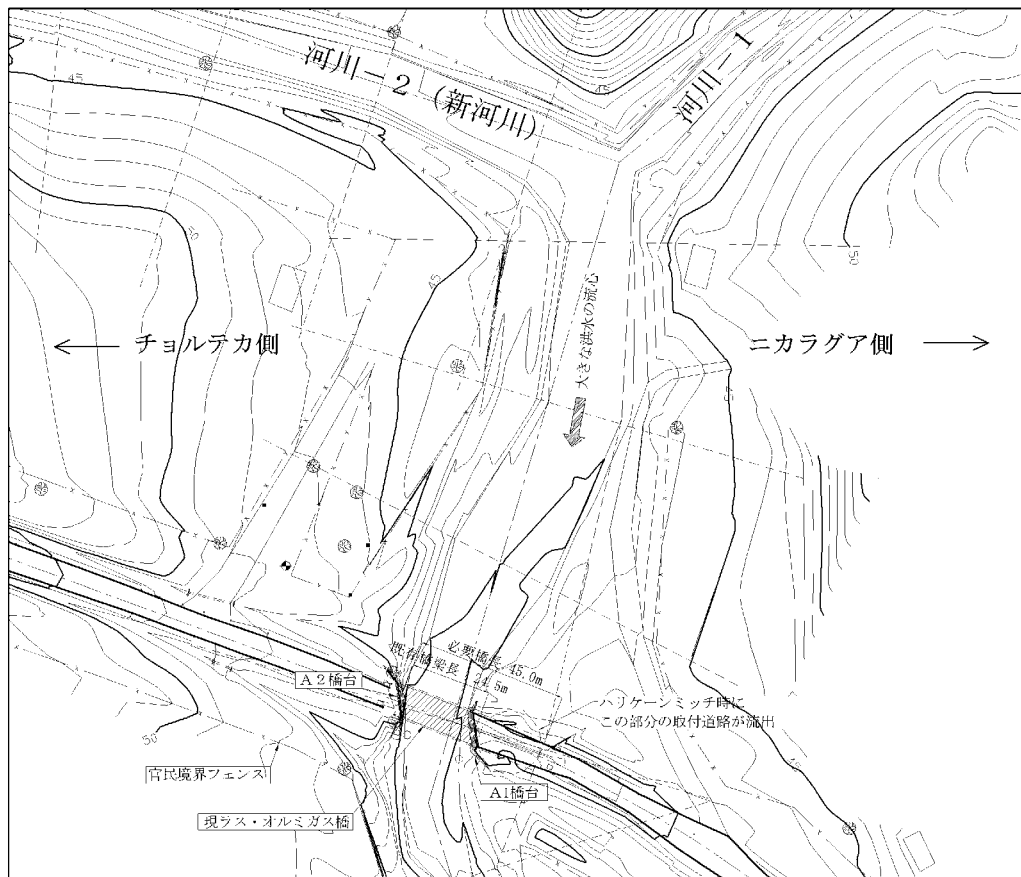


図 3.2.2.1-2 既存ラス・オルミガス橋付近の状況

### 取付道路

変状した既存橋(24.5m)の上にベアリー橋(54.9m)が建設されている。この際、橋長が長くなったことによる道路線形が修正されていないため、ニカラグア側取付道路の平面線形がベアリー橋手前で急変しており(写真 3.2.2.1-3 参照)、聞き取り調査によるとこの箇所ですら月に2~3回自損事故が発生している。橋長を既存橋より長くする場合は、取付道路の線形の修正が必要である。



写真 3.2.2.1-3 ベアリー橋南側取付平面線形の急変

### 自然社会環境関係

現橋の位置に新橋を建設すると用地買収は発生しないが、施工中の用地借り上げが必要となる。



## 健全度評価結果

下記の理由から全面的な架け替えが必要である。

- ・ 上部工桁が破壊している。また、修復が困難な大きなひび割れが桁に発生している。
- ・ A1 橋台が沈下・傾斜し、直接基礎が良好な支持層に根入れされていないことからさらに変状する可能性がある。
- ・ A2 橋台は健全であるが、直接基礎の根入れが洗掘に対して十分でないこと及び良好な支持層に根入れされていないため、近い将来、洗掘により沈下・傾斜する可能性が高い。
- ・ 橋長が不足しており、新河川の影響を考慮した橋長とすることが必要である。

## (2) アグア・カリエンテ橋

### 全体系の安定

図 3.2.2.1-3 に橋梁縦断面図及びボーリング調査結果に基づいた推定岩盤線を示した。同図には形状・寸法調査結果と設計図との違い及び各洪水の水位を含めて示している。橋脚の基礎の根入れは、設計より浅く、良質な支持層に達していない。洗掘によって足元をすくわれ、大規模な倒壊に至る可能性がある。橋長は、50 年確率高水位(聞き取り調査によるハリケーン・ミッチ以外の最大洪水位)に対して 1.4m 程度の桁下余裕があり、現状の橋長で十分な流下能力を有すると判断される。

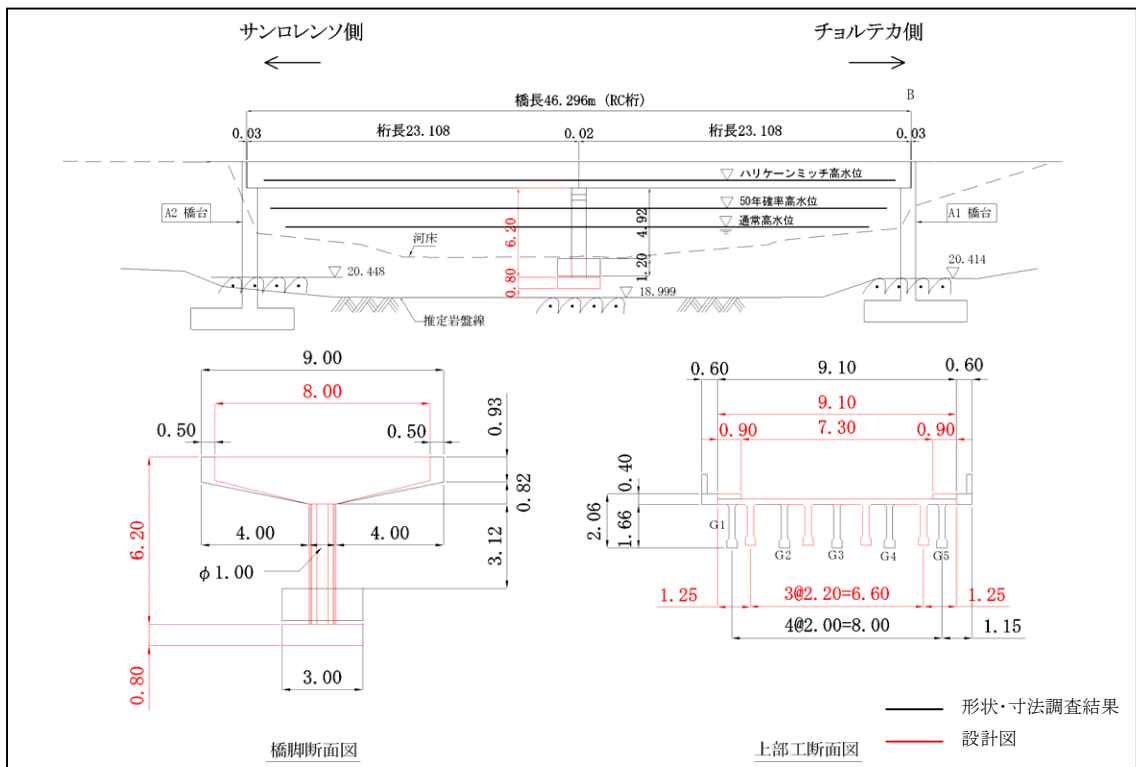
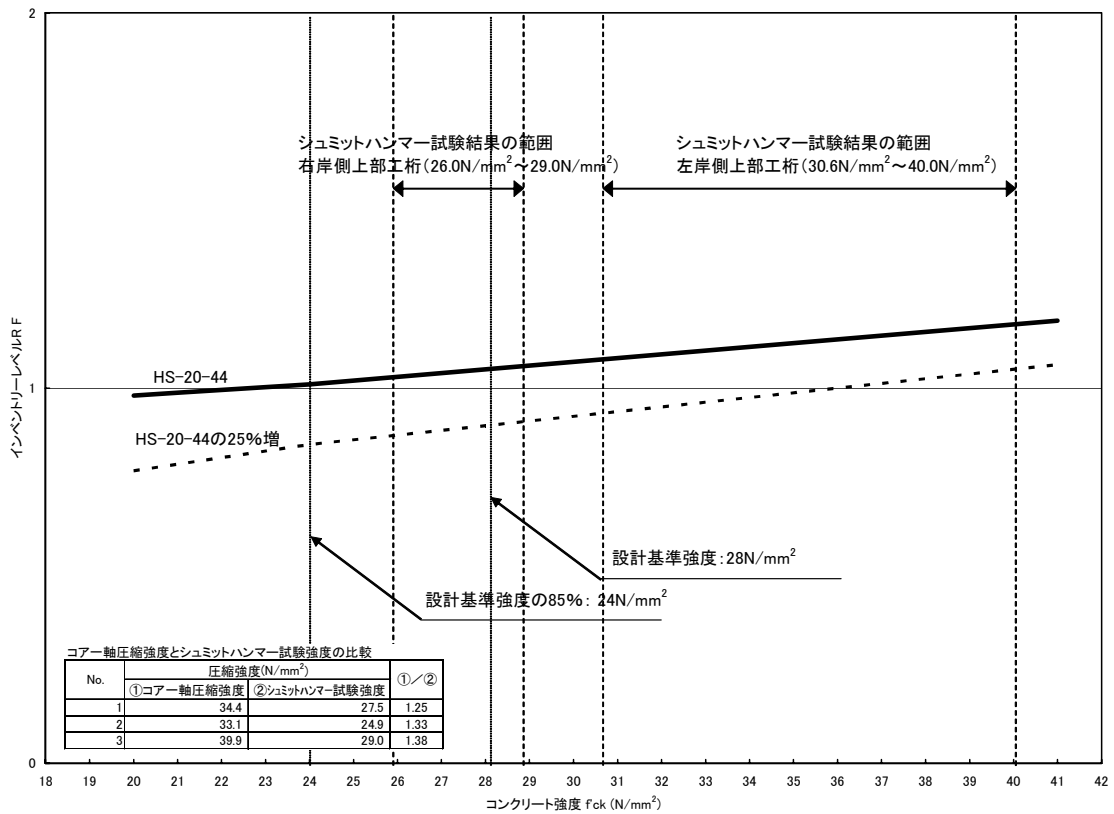


図 3.2.2.1-3 既存アグア・カリエンテ橋の現況

## 上部工耐荷力

図 3.2.2.1-4 に上部工の耐荷力を示す。縦軸は、作用活荷重を正規化したもので、HS20-44(32.7 トン)の活荷重を 1.0 としている。横軸は、上部工桁の強度を示している。例えば、インベントリーレベルが 1.2 の場合は、39.2 トン(32.7x1.2)、0.8 の場合は 26.2 トン(32.7 x 0.8)の車両に対して安全性を有することを意味する。オペレーションレベルは、最大許容通過車両重量を意味し、満載荷は許容されない(1 台で通過するのは許容される)。同図にはシュミットハンマー試験で得られた上部工桁の強度の範囲を、左岸側桁と右岸側桁に分けて示している。同図から、元々の設計活荷重 HS20-44 に対しては耐荷力を有しているが、ロジスティック回廊としての機能が期待されている活荷重 HS20-44 の 25%増し(40.9 トン)の活荷重に対しては、耐荷力が不足していることが判る。また、右岸側上部工桁と左岸側上部工桁のコンクリート強度が大きく異なり、結果として耐荷力に大きな差があることがわかる。しかし、いずれの側の桁も活荷重 HS20-44 の 25%増しに対しては耐荷力を有していない。



コンクリート強度 fck(N/mm <sup>2</sup> )	活荷重	インベントリーレベル*		オペレーションレベル**	
		RF***	換算活荷重(tons)****	RF***	換算活荷重(tons)****
20	HS-20-44	0.98	31.9	1.41	46.0
	HS-20-44の25%増	0.78	31.8	1.14	46.5
21	HS-20-44	0.99	32.3	1.44	46.9
	HS-20-44の25%増	0.80	32.6	1.16	47.3
24	HS-20-44	1.01	32.9	1.53	49.9
	HS-20-44の25%増	0.85	34.7	1.23	50.2
28	HS-20-44	1.05	34.2	1.63	53.1
	HS-20-44の25%増	0.90	36.7	1.31	53.4
41	HS-20-44	1.18	38.5	1.96	63.9
	HS-20-44の25%増	1.06	43.2	1.57	64.1

注)\*インベントリーレベル  
満載荷が許容される。  
\*\*オペレーションレベル  
最大通過車両重量で、満載荷が許容されない。  
\*\*\*RF  
RF = 有効活荷重による応力/設計活荷重による応力  
= (R - Qd)/(Ql + Qi)  
ここに、R: 構造部材の抵抗力  
Qd: 死荷重  
Ql: 活荷重  
Qi: 衝撃の影響  
\*\*\*\*換算活荷重(Lp)  
Lp = RF \* W  
ここに、W: 設計車両の重量

図 3.2.2.1-4 既存アグア・カリエンテ橋の上部工主桁の耐荷力

床版のコンクリート強度の分布を図 3. 2. 2. 1-5 に示す。これから右岸側床版コンクリートの強度は、小さいところで  $17.2\text{N/mm}^2$  であり、元設計強度 ( $28\text{N/mm}^2$ ) の 60%程度であり、取替えが必要である。上部工と床版は RC の一体構造であることから床版の取替えは、結果として桁の取替えとなる。

上記の状況から、上部工に関しては、HS20-44 の活荷重に対する安全性の観点に立てば、右岸側上部工は取り替える必要がある。また、パンアメリカンハイウェイあるいはロジスティック回廊としての機能に求められている HS20-44 の 25%増しの活荷重に対しての安全性の確保との観点に立てば、上部工全体の取替えが必要である。補強を選択する余地もあるが、竣工図が紛失しており、実際の配筋状況が明らかでないこと並びにこれを補う信頼性のある定量的な評価が事実上できないことから補強の選択は、建設後の安全性の面から避けるべきである。

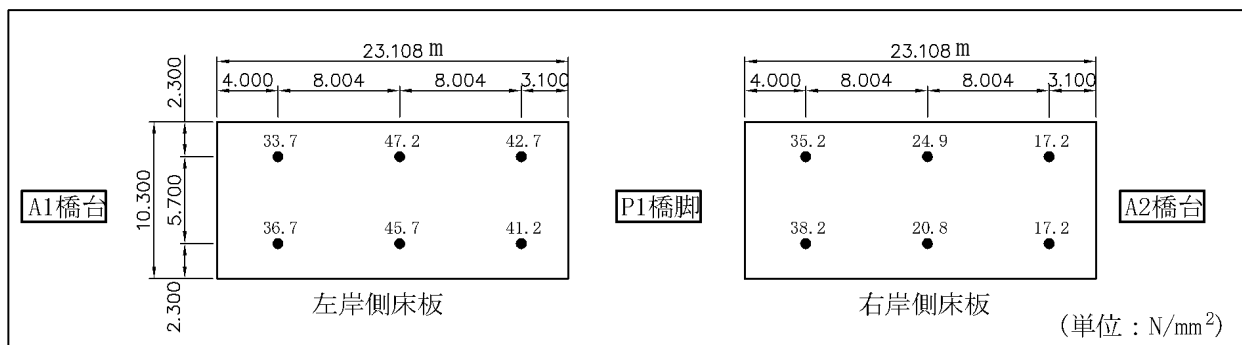


図 3. 2. 2. 1-5 既存アグア・カリエンテ橋の床版のコンクリート強度

### 橋脚の安全性

図 3. 2. 2. 1-6 に橋脚の梁のひび割れ状況を示す。また、表 3. 2. 2. 1-1 に梁、柱の応力度の照査結果及び基礎の安定に関する安全性照査結果を示す。梁は、図 3. 2. 2. 1-3 に示したように、実際に出来上がっている梁の長さが設計より長くなっており、明らかに予想される発生応力が許容応力度を上回っており、補強が必要

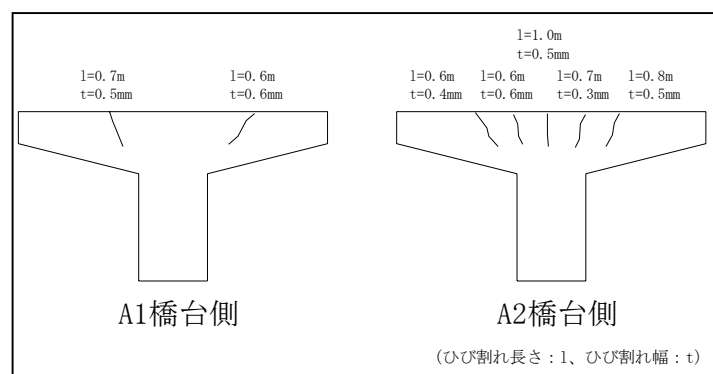


図 3. 2. 2. 1-6 橋脚梁のひび割れ状況

である。柱の断面安全性及び基礎の安定性は、常時・地震時共に許容値を下回っている。これらの状況から、橋脚は取替えが必要である。補強の選択は、上部工と同様な理由及び基礎が直接基礎で岩着されていないことから施工時の安全性確保に大きな費用を必要とすることから避けるべきである。

表 3.2.2.1-1 橋脚の安全性照査結果

	コンクリートに対する安全性	鉄筋に対する安全性
梁	常 時：31.7(発生応力度) ]9.0N/mm <sup>2</sup> (許容応力度) : <b>out</b>	常 時：499.5(発生応力度) ]250N/mm <sup>2</sup> (許容応力度) : <b>out</b>
柱	地震時：17.0(発生応力度) ]14.0N/mm <sup>2</sup> (許容応力度) : <b>out</b>	地震時：281.0(発生応力度) *375N/mm <sup>2</sup> (許容応力度) : <b>ok</b>
基礎	常 時：6.0(地盤反力度)]4.0N/mm <sup>2</sup> (許容地盤反力度) : <b>out</b> 地震時：11.8(地盤反力度)]6.0N/mm <sup>2</sup> (許容地盤反力度) : <b>out</b>	

### 橋台

一部ひび割れやジャンカが認められるが、コンクリート強度及び安定性に問題は無い。したがって、ひび割れ箇所のシーリングや一部損傷箇所を補修することによって再使用が可能である。また、橋台に対する外力は、土圧が主であり、活荷重の影響はほとんど無視してよい。したがって、HS20-44 の 25%増しの活荷重に対して橋台は十分な安定性・安全性を有していると判断される。

左岸側橋台盛土は、ハリケーン・ミッチの洪水により損傷しており、蛇籠で応急的な補強がされている(写真 3.2.2.1-3 参照)。洪水時の流心は左岸側寄りと考えられ、左岸側橋台が水衝部となっていると判断される。したがって、コンクリート擁壁等により、左岸側橋台盛土を防護する必要がある。



写真 3.2.2.1-3 蛇籠による橋台盛土の応急補強

### 取付道路

橋梁前後の取付道路の線形は良好であり、特に線形の修正は必要ない。ただし、踏掛け板のコンクリートが損壊し、鉄筋が露出している箇所があるため、橋梁前後 18m ずつ基礎地盤の改良、踏掛け板の取替え及び再舗装が必要である。

### 自然社会環境

右岸側(サンロレンソ側)橋台前面に温泉がある。この温泉は、付近住民が鶏や豚等の屠殺場として活用している。また、ボーリング中に温泉が噴出したことから、施工中にトラブルを起こす可能性があると同時に施工後に従来どおり付近住民が活用できるようにする必要があるので等留意する必要がある。

迂回路として活用予定のスピルウェイの前後の道路は砂利道路であり、沿線に民家が点在している。迂回交通による粉塵発生の防護策が必要である。

### 健全度評価結果

現地調査の結果、アグア・カリエンテ橋の健全度は、次のようにまとめられる。

- ・右岸側上部工床版のコンクリート強度は小さく、主桁と共に取り替える必要がある。

- ・左岸側上部工は、元設計の活荷重 HS20-44 に対しては安全性を有するが、パンアメリカンハイウェイとして求められる活荷重 HS20 - 44 の 25%増しについては、耐荷力を有していない。
- ・橋脚は、躯体断面安全性及び基礎の安定性共に確保されていないため、取り替える必要がある。
- ・橋台は健全であり、ひび割れ箇所のシーリングや一部弱点部を補修する程度で再使用できる。
- ・洪水時に左岸側橋台盛土が損傷しており、蛇籠によって応急的な補強が実施されている。この部分は洪水時に水衝部となる可能性があり、コンクリート擁壁等によって防護する必要がある。

### 3.2.2.2 計画の範囲

#### (1) ラス・オルミガス橋

既存橋の状況から、全面架け替えが必要であり、計画の範囲は次のとおりである。

- ・既存橋の撤去
- ・新橋の建設(橋長 45m)
- ・護岸工、護床工
- ・橋長が既存橋より 2 倍近く長くなることによる橋梁前後取付道路の線形の修正

#### (2) アグア・カリエンテ橋

現橋の健全度診断結果から、表 3.2.2.2-1 に示すように協力対象事業案として 3 案挙げることができる。同表の比較検討結果から、下記の理由で第 2 案(既存橋台を残して他は取替え)を協力対象事業とする。

- ・パンアメリカンハイウェイの要求活荷重 HS20-44 の 25%増しを満足する。
- ・全体工事費は、第 1 案と変わらず、第 3 案より安価である。
- ・既存橋台を活用することから温泉の変動の懸念や施工中のトラブルを回避できる。すなわち、自然社会環境に対して最も影響が小さい。
- ・構造的安全性と工費縮減の両者を同時に満足する。

したがって、計画の範囲は次のとおりである。

- ・既存上部工、橋脚の撤去
- ・上部工、橋脚の建設
- ・既存橋台のひび割れ箇所のシーリング及び微細な損傷箇所の補修
- ・左岸側橋台盛土のコンクリート擁壁等による防護

表 3.2.2.2-1 アグア・カリエンテ橋協力対象事業案比較表

	第 1 案	第 2 案	第 3 案
主構造の 予想余寿命	<p>左岸側：60年 右岸側：70年</p> <p>37年 37年 100年</p> <p>A1橋台 A2橋台</p> <p>RC桁 PC桁</p> <p>■：取替え</p>	<p>左岸側：70年 右岸側：70年</p> <p>37年 37年 100年</p> <p>A1橋台 A2橋台</p> <p>PC桁 PC桁</p> <p>■：取替え</p>	<p>左岸側：70年 右岸側：70年</p> <p>100年 100年 100年</p> <p>A1橋台 A2橋台</p> <p>PC桁 PC桁</p> <p>■：取替え</p>
事業案	<p>上部工：左岸側上部工の補修、右岸側上部工の取替え</p> <p>下部工：橋台の補修、橋脚の取替え</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HS20-44 (32.7 トン) の活荷重に対して耐荷力を有する。</li> <li>橋脚の取替えは、既存上部工(左岸側)を仮支えしながらの施工となり、施工中の安全面への配慮が必要である。</li> <li>特に、橋脚基礎は、岩着されていないことから仮支えの基礎を設置するために周辺地盤を掘削する場合、既存橋脚が安定を損なう恐れがあり、安全対策が必要である。</li> <li>「ホ」国側の構造物と日本側の構造物が混在することになり、完成した橋梁に対する責任の範囲・分担が明確でない。</li> <li>全体工事費は、第2案と変わらない。</li> </ul>	<p>上部工：2径間上部工の取替え</p> <p>下部工：橋台の補修、橋脚の取替え</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HS20-44+25% (40.9 トン) の活荷重に対して耐荷力を有する。</li> <li>橋台は、土圧が作用荷重のほとんどを占めるため活荷重の25%増しに対して安定上の悪影響は無いと判断される。基礎が岩着した健全な橋台であり、60年余りにわたり健全な状態で安定している。</li> <li>活荷重に対する耐荷力が、既往の無償資金協力案件と整合し、パンアメリカンハイウェイで求められている活荷重に対応する。</li> <li>第1案に比べ左岸側上部工の取替え工事費が必要であるが、全体の工事費は同程度である。理由は、第1案では安全に上部工を仮支えするための費用が増大するためである。</li> <li>橋台をそのまま残すため、温泉に対する影響を最小限に抑えられる。</li> </ul>	<p>全面架け替え</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HS20-44+25% (40.9 トン) の活荷重に対して耐荷力を有する。</li> <li>活荷重に対する耐荷力が、第2案と同様に既往の無償資金協力案件と整合し、パンアメリカンハイウェイで求められている活荷重に対応する。</li> <li>橋梁全体系として3案の中で最も余寿命が長い。</li> <li>3案の中で最も工事費が高い。</li> <li>右岸側橋台(A2)の取替えに大規模な掘削が必要であり、橋台前面の温泉(被圧水)に対する対策が必要である。</li> </ul>
評価	△	◎	○

注) 主構造の予想余寿命の年数は予想余寿命(TSC：交通システムセンター、アメリカ)：構造物年齢と交通量が関数

### 3.2.2.3 橋梁計画

#### (1) 橋梁位置

##### ラス・オルミガス橋

新設橋の橋梁位置は、次の理由から現橋位置とする。

- ・ 新たな用地買収を必要としない。
- ・ 近接して上流側又は下流側に建設し、既存道路(既存ベアリー橋位置)を迂回路として活用する案より割安である。理由は、橋台掘削時に既存盛土の安定を図るために大規模な土留め工を必要とする(既存橋撤去費用より高くなる)。さらに、新たな用地買収を必要とする。
- ・ 前後の取付道路とのすり付けが最も滑らかである。
- ・ 迂回路として使うベアリー橋を「ホ」国が提供することを確約している。
- ・ 既存のベアリー橋建設時の迂回路があり、上記と合わせて迂回路の建設に長い期間と多くの費用を要しない。
- ・ 「ホ」国による既存橋の撤去の必要性がない(新設橋が既存橋と離れて建設された場合、既存橋の撤去の遅れは洪水時に既存橋が流失する可能性があり、新設橋の安全性に重大な影響を及ぼす)。

##### アグア・カリエンテ橋

橋梁位置は、既存の橋台を活用することから、現橋位置とする。迂回路は、上流側の既存迂回路を利用する。

#### (2) 橋台位置と橋長

##### ラス・オルミガス橋

橋長は、橋台位置によって決定される。右岸側橋台(A2 橋台)は、既存橋台位置とする。左岸側橋台(A1 橋台)は、前後の河道断面を満足する位置とする。したがって、橋長は約 45m となる。

##### アグア・カリエンテ橋

橋台位置と橋長は、橋台を残すことから既存橋と同じである。50 年確率の高水位に対して 1.0m 以上の桁下クリアランスがある。

#### (3) 桁下クリアランス

桁下クリアランスは、1.0m 以上とする。

#### (4) 幅員構成

CA-1 及び CA-3 号線に架かる橋梁及び既往の無償資金協力案件に照らすと図 3.2.2.3-1 に示す 3 案が、幅員構成として挙げられる。この中で、第 1 案を下記の理由で本協力対象橋梁の標準幅員とする。

- ・ 自転車の通行も多く、歩道はマウンドアップしないで自転車・歩行者の供用とする。
- ・ 30cm の側帯は SOPTRAVI の要望である。また、調査団も大型車両の混入率が高いことから妥当と判断した。
- ・ 3.6m の車線幅はメソアメリカの幾何構造基準に沿ったものである。
- ・ 歩道をマウンドアップしないことから、上部工重量が小さくなり、他案に比べ桁及び下部工の設計が経済的になる。
- ・ 車道と歩道の間に境界を設けることで、歩行者・自転車の安全性が図れる。
- ・ CA-1 及び CA-3 号線上の橋梁の幅員幅と整合する。

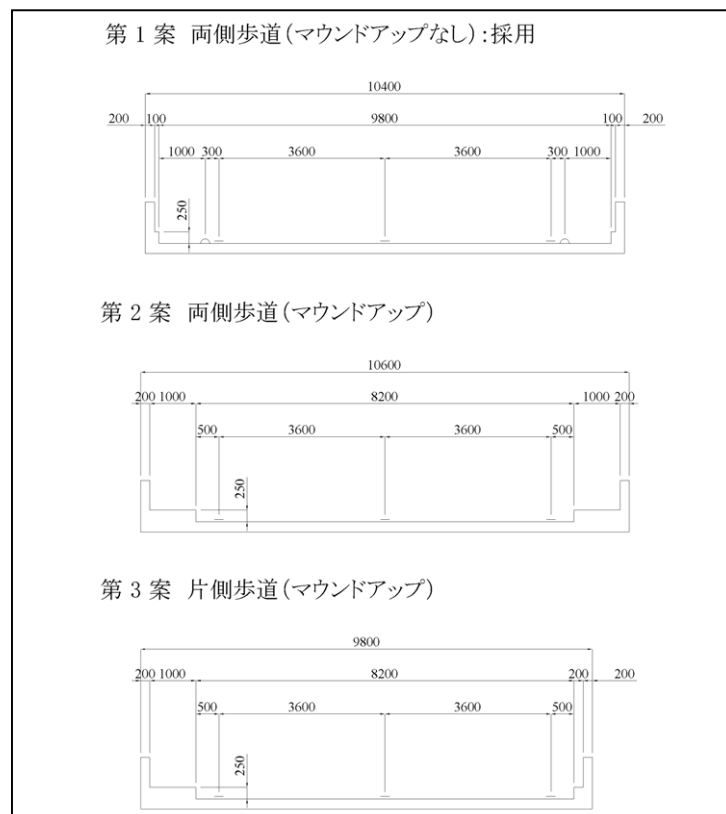


図 3.2.2.3-1 橋梁の標準幅員案 (単位: mm)

#### (5) 最小スパン長

聞き取り調査によると流木等の流下物があることから、日本の河川構造基準を参考として流量に応じた最小スパン長を目安とする。

- ・ 最小スパン長  $L$  (m)  $\geq 20 + 0.005 \times Q$  ( $Q$ :50 年確率高水流量)



上式に従うと、最小スパン長の目安は下記のとおりである。ただし、これはあくまでも目安であり、これ以上確保するとの意味ではない。

- ・ラス・オルミガス橋 : L = 22.3m (Q=448m<sup>3</sup>/s)
- ・アグア・カリエンテ橋 : L = 22.6m (Q=504m<sup>3</sup>/s)

#### (6) フーチングの最小土被り深さ

土被り深さは1.5m以上確保する。ただし、護床工等洗掘防止策を実施する場合は、1.0m程度とする。

#### (7) 橋梁上部工形式

表 3.2.2.3-1 に上部工の形式比較を示す(橋長はラス・オルミガス橋を例とした)。同表に示す比較検討の結果、橋梁上部工形式は、PC 桁橋とする。両橋梁の支間長及び橋長は、ほとんど違いが無いことから両橋梁とも同一の上部工形式となる。

- ・ラス・オルミガス橋 : 2 径間 PC 単純桁橋 (橋長 : 45.00m、支間長 : 21.84m x 2=43.68m)
- ・アグア・カリエンテ橋 : 2 径間 PC 単純桁橋 (橋長 : 46.27m、支間長 : 22.50m x 2=45.00m)

#### (8) 基礎形式

ラス・オルミガス橋の両橋台及びアグア・カリエンテ橋の基礎は、岩層が浅いところにあることから直接基礎が有利である。ラス・オルミガス橋の橋脚基礎は、岩層が比較的深いため直接基礎と杭基礎が競合する。表 3.2.2.3-2 に基礎形式比較を示す。同表に示す比較検討の結果、施工性及び工費の面でパイルベント (ラーメン) 形式が有利である。この形式は流下方向に対してはラーメン構造となり、洗掘時の横抵抗が側面地盤の横抵抗のみならず回転モードに対する鉛直支持力の寄与も期待できることから、洗掘時の安定性が高い。

#### (9) その他

ハリケーン・ミッチ級の洪水に対しては、洪水水位が桁に達する。このような大洪水時を想定して、上部工の流失対策を実施する。また、地震時の落橋防止対策を実施する。鋼棒で上部工と下部工を連結し、1 つの対策で両者 (流失対策と落橋防止対策) に対して有効な対策工を講じることが経済的である。

表 3.2.2.3-1 上部工形式比較表

橋梁形式	2径間			単径間		
	RC桁橋 3@15.0=45.0m	PC桁橋 2@22.5=45.0m	鋼版桁橋 2@22.5=45.0m	単純PC箱桁橋	単純鋼トラス橋	
概略構造	側面図 	側面図 	側面図 	側面図 	側面図 	
	断面図 	断面図 	断面図 	断面図 	断面図 	
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>短いスパンで下部1の荷重を軽減</li> <li>連続橋で耐震性を高める</li> <li>AASHTOの標準断面適用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>短いスパンで下部1の荷重軽減</li> <li>連続橋で耐震性を高める</li> <li>AASHTOの標準断面適用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自重軽く、下部1への荷重軽減</li> <li>前震的に有利</li> <li>曲げモーメント、ねじりモーメントに強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成部材は軽量</li> <li>耐震的に有利</li> <li>少ない鋼材で大スパンの橋梁構築</li> </ul>		
水文特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>50年洪水に対し桁下空間確保</li> <li>最小スパンの規定を満足していない</li> <li>河川阻害率5%を超過、6.7%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>50年洪水に対し桁下空間確保</li> <li>最小スパンの規定をほぼ満足</li> <li>河川阻害率5%を満足、4.0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>50年洪水に対し桁下空間確保のため</li> <li>橋高が1.8mアップ</li> <li>河川阻害率0%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>50年洪水に対し桁下空間確保</li> <li>河川阻害率0%</li> </ul>		
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>固定支保工法</li> <li>雨季の架設は困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トラックレーンによるベント工法</li> <li>雨季の架設が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>固定支保工法</li> <li>雨季の架設が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トラックレーンによるベント工法</li> <li>架設設備は小規模、運搬施設容易</li> <li>現場での組み立て作業多い</li> </ul>		
調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートは現地調達</li> <li>鉄筋は日本又は第3国調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートは現地調達</li> <li>PC鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートは現地調達</li> <li>鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートは現地調達</li> <li>鋼材及び鉄筋は日本又は第3国調達</li> </ul>		
迂回路等環境影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工時は迂回路(ベントリー橋)を設置</li> <li>自然環境への影響小</li> <li>住民移動無し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工時は迂回路(ベントリー橋)を設置</li> <li>自然環境への影響小</li> <li>住民移動無し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工時は迂回路(ベントリー橋)を設置</li> <li>自然環境への影響小</li> <li>住民移動無し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工時は迂回路(ベントリー橋)を設置</li> <li>自然環境への影響小</li> <li>住民移動無し</li> </ul>		
工期	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的短い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的短い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的長い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的長い</li> </ul>		
工費	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も安価である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2径間PC桁橋より高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高価である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高価である</li> </ul>		
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート構造であり、メンテナンスフリー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート構造であり、メンテナンスフリー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート構造であり、メンテナンスフリー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼材に耐食性塗料の塗布する必要がある</li> </ul>		
総合評価	×	◎	○	×	△	

表 3. 2. 2. 3-2 ラス・オルミガス橋橋脚基礎形式比較表

	第1案 場所打ち杭基礎	第2案 深礎基礎	第3案 パイルベント
概要図			
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組み杭であるので基礎の構造安定性が高い。</li> <li>・直径1~1.2m程度の汎用性ある杭径である。</li> <li>・鉛直支持力及び水平抵抗力が大きい。</li> <li>・杭の品質は、施工能力に依存する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単杭であることから横力の抵抗安定性は側面地盤に依存、安定性確保には岩盤中への大きな根入が必要となる。</li> <li>・直径3mの大口径の杭である</li> <li>・鉛直支持力及び水平抵抗力が大きい。</li> <li>・人力施工であるので地層の変化、支持層の目視確認可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・脚柱と杭が連続構造のため、フーチングが不要である。</li> <li>・鉛直支持力は、先端支持地盤にのみ依存する。</li> <li>・杭の品質は施工能力に依存する。</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨期施工のため、標高44.0mの高さまで土盛し施工基礎とする。</li> <li>・施工機械が大きく、広い施工スペースが必要。</li> <li>・施工管理が重要である。</li> <li>・仮設備及び鉄筋籠の製作ヤードが必要である。</li> <li>・施工実績が多く、安全性が高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨期施工のため、標高44.0mの高さまで土盛し施工基礎とする。</li> <li>・人力掘削とラムメル排土で施工、1案に比べ設備は小規模となる。</li> <li>・地下水が高い場合や坑内への湧水がある場合は採用できない施工法である(採用にはアイソバルなどの地下水・湧水処理が必要)</li> <li>・施工基礎面からの掘削長が1.2m程度と深くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨期施工のため、標高44.0mの高さまで土盛し施工基礎とする。</li> <li>・開削工が不要なため、仮設工が最も小規模となる。</li> </ul>
調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭掘削機及び施工設備は日本又は第3国より調達。</li> <li>・コンクリートは現地調達可能である。</li> <li>・鉄筋は輸入となる。</li> <li>・仮締切・土留め用鋼矢板は日本調達。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小規模な施工設備を日本又は第3国より調達。</li> <li>・コンクリートは現地調達可能である。</li> <li>・鉄筋は輸入となる。</li> <li>・仮締切・土留め用鋼矢板は日本調達。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭掘削機及び施工設備は日本又は第3国より調達。</li> <li>・コンクリートは現地調達可能である。</li> <li>・鉄筋は輸入となる。</li> <li>・仮締切・土留め用鋼矢板は日本調達。</li> </ul>
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削に伴う水質汚濁、工事廃棄物等の処理が必要(対応可能)</li> <li>・施工時の騒音・振動が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂の掘削があり工事廃棄物等の処理が必要(対応可能)</li> <li>・施工時の騒音・振動が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フーチングが無く、土砂の掘削が比較案中最小のため、環境への影響が最も少ない。</li> <li>・施工時の騒音・振動が少ない。</li> </ul>
工期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭本数が少ないので工期は短く、1乾期中に施工可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭本数が少ないので工期は短く、1乾期中に施工可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・杭本数が少ないので工期は短く、1乾期中に施工可能。</li> </ul>
工費	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較案のうち中程度。(1.10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較案のうち最も高価。(1.15)</li> <li>&lt;アイソバル等坑内水処理費用含まず&gt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較案のうち最も安価。(1.00)</li> </ul>
総合評価	○	△	◎

## (10) 設計条件

### 1) 適用仕様書

- ・メソアメリカ幾何構造基準
- ・AASHTO：道路橋設計ガイドライン（2002年版）
- ・AASHTO：舗装設計ガイドライン（1993年版）
- ・道路橋示方書（日本）

### 2) 設計速度

80km/h（メソアメリカ幾何構造基準に準拠）

### 3) 設計荷重

- ・活荷重：HS-20-44（32.7トン）の25%増し（40.9トン）
- ・温度変化：19℃（チョルテカ県の最低気温20℃、最高気温39℃）
- ・設計震度：0.115（既往の無償資金協力橋梁の設計震度）

### 4) 使用材料

- ・コンクリート  
PC桁：設計基準強度 36N/mm<sup>2</sup>  
RC桁：設計基準強度 24N/mm<sup>2</sup>  
橋台、橋脚、踏掛け板：設計基準強度 24N/mm<sup>2</sup>
- ・鉄筋  
仕様：SD295（JIS規格）  
最大径：32mm

### 5) 落橋防止工

地震時及び大洪水時の横方向荷重による落橋防止のため、桁のずれ防止装置を設置する。

### 6) 大洪水時流出防止策

大洪水時の浮力による浮き上がり防止のため、横桁に空気抜け穴を設置する。

## 3.2.2.4 取付道路及び付帯工

### (1) ラス・オルミガス橋

#### 1) 取付道路工

- ・取付道路の工事範囲

現道へのすり付け区間（チョルテカ側 212.3m、ニカラグア側 148.4m）を工事範囲とする。

図 3.2.2.4-1 に改良後の平面線形を示す。

- ・取付道路の舗装構造

舗装設計は、AASHTO：舗装設計ガイドライン（1993年版）に準拠して行う。



図 3.2.2.4-1 ラス・ホルミガス橋取付道路平面線形

設計条件

初期性能期間：2007～2016年の10年間

交通荷重

初年度(2007年)：ピックアップ 614台/日、バス 196台/日、トラック 170台/日、大型トラック 8台/日、トレーラー 314台/日(2方向)

交通量伸び率：年4.8%

所要舗装構造指数(SN)

AASHTO：舗装設計ガイドライン(1993年版)のたわみ性舗装の基本公式による(SN=2.796)

舗装構造

舗装構造	舗装構造指数				
	層	厚さ D (インチ)	層係数 a	排水係数 m	構造指数 SN=Dam
アスコン表層：5cm	アスコン表層 5cm	1.968	0.390	—	0.768
アスコン表層：3cm	アスコン基層 3cm	1.181	0.370	—	0.437
上層路盤：15cm	上層路盤 15cm	5.905	0.135	1.0	0.797
下層路盤：20cm	下層路盤 20cm	7.873	0.110	1.0	0.866
	合計				2.868

舗装構造指数は、所要値 2.796 を上回っている。

取付道路標準断面を図 3.2.2.4-2 に示す。

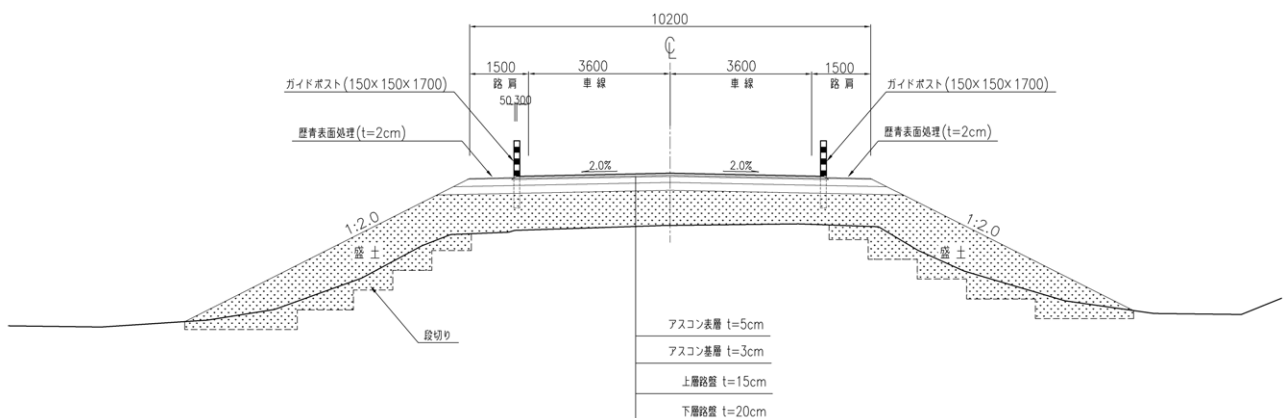


図 3.2.2.4-2 ラス・オルミガス橋取付道路標準断面

- ・取付道路付帯施設

#### 道路排水施設

取付道路の接続道路横断排水管を付け替える。

- ・  $\phi$  450mm 排水管 : 9.7m

#### 路面表示

中央線及び中央線道路鋸、側線を設ける。以下に設置数量を示す。

- ・ 中央線（破線） : 360.7m（取付道路施工区間）
- ・ 側線（実線） : 721.4m（取付道路施工区間）

#### ガイドポスト

橋梁前後 20m の範囲にコンクリート製ガイドポストを 2.0m 間隔で設置する。

- ・ 幾何構造設計条件

設計速度 : 80 km/時（メソアメリカ幾何構造基準）

車線数 : 2 車線

車線幅員 : 3.6 m（現道と同じ）

路肩幅員 : 1.5 m（現道と同じ）

横断勾配 : 2 %（現道と同じ）

最大片勾配(e) : 4 %（AASHTO に準拠）

最小平面曲線半径 : 280 m（AASHTO に準拠、e=4%）

最大縦断勾配 : 4 %（AASHTO に準拠）

### 2) 護岸工・水制工

各橋台周りに練石積護岸を設置する。また、水衝部となる左岸上流側練石積護岸の前面に、布団籠を設置する。掘削した河川の底面に捨石を設置する。付け替えた左岸側小河川の左岸法面（本河川下流側法面）には、練石積護岸を設置する。

表 3.2.2.4-1 及び表 3.2.2.4-2 に護岸工及び護床工の比較表を示す。

### 3) 橋梁付帯施設

- ・ 路面表示

以下の路面表示を設ける。

- ・ 中央線（破線） : 45.0m
- ・ 道路鋸 : 46 個

## (2) アグア・カリエンテ橋

### 1) 取付道路工

- ・取付道路の工事範囲

新橋は既設橋の橋台を使用し、現況と同じ位置に設置されるため、取付道路の改良は、踏掛け板設置箇所（ Cholteca側 18.0m、ニカラグア側 18.0m）の路床盛土の改良、踏掛け板設置及び舗装のみとする。

- ・取付道路附帯施設

- ガイドポスト

橋梁前後 20m の範囲にコンクリート製ガイドポストを 2.0m 間隔で設置する。

### 2) 護岸工・水制工

水衝部となる左岸上流側 A1 橋台背面の取付道路法面に、コンクリート擁壁を設置する。表 3.2.2.4-3 に護岸形式の比較表を示す。

### 3) 橋梁付帯施設

- ・公益施設設置設備

既存橋梁に設置されている通信回線管（ $\phi$  150mm）と水道管（ $\phi$  100mm）を新設橋梁に設置するための設置設備を設ける。

- ・道路鋸：48 個



表 3.2.2.4-1 ラス・オルミガス橋護岸工比較表

	空石積	練石積	布団籠
コスト	1.0	1.4	1.8
工期	1.0	1.8	1.7
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粒径が大きくそろった石が必要。</li> <li>・出来形管理が難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後背土の沈下に追従できないので十分な転圧管理が必要。</li> <li>・雨季の施工は難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工実績が多く、出来形管理が容易。</li> </ul>
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・積石の移動による破損が生じやすい</li> <li>・減水時に後背土の吸出しのおそれ大きい。</li> <li>・耐久性に問題がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後背土の崩壊の可能性が小さく、最も堅固。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・減水時に後背土の吸出しの恐れあり。</li> <li>・雨季と乾季で乾湿があるため、鉄線が腐食しやすい。</li> <li>・後背土の沈下・変形に追従し安定する。</li> <li>・耐久性に問題がある。</li> <li>・特段の問題なし。</li> </ul>
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多孔質であるため、変化に富んだ生物の生育が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後背地と川の生物の移動が制限されるが、部分的であり問題ではない。</li> </ul>	
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後背土の吸出し、積石の移動・欠損、吸出し防止マットの健全度。</li> <li>・整形・補修。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ、剥落、滑りなどの変状。</li> <li>・変状部撤去・再築。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後背土の吸出し・籠の変形、中詰石の欠損、鉄線の腐食。</li> <li>・整形・補修。</li> </ul>
適用性	×	○	△