

第3章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「エ」国と「ペ」国は 19 世紀より国境策定に起因して軍事衝突・紛争を長期にわたり行ってきたが、1998 年 10 月に両国間で平和合意が調印された。これを受けて二国間国境開発委員会の設立、国境地域開発協定の締結等が行われ両国は開発から取り残された国境地域の不十分な社会基盤の改善、高い貧困問題の解消に着手した。

二国間国境開発委員会は国境地域の統合と開発を目的とした 10 年計画を策定し、その中で 4 つの主要施策を掲げた。その 1 つが計画 B “国境の通行・交易の活性化のため国境施設等を含むサービスの提供の実施”である。具体的には国境を跨ぐ下記 5 路線の整備、これら 5 路線のうち 4 路線に位置する国際橋の建設と、現在両国各々にある国境施設を一元化する国境施設の建設である。

表 3-1 二国間国境地域道路整備計画の重点対象路線

幹線番号	路線	延長	国境橋
1	グアヤキル-ピウラ(パンアメリカン幹線)	538 km	アグアス・ベルデス橋
2	アレニアス-スジャーナ	244 km	エル・アラモール橋
3	ロハ-スジャーナ(パンアメリカン幹線)	319 km	マカラ橋
4	ロハ-サラミンサ	690 km	バルサ橋
5	メンデス-サラミンサ	385 km	-

注： 路線番号3に協力対象事業であるマカラ橋が位置する。

これら路線の整備、特に現行基準に準拠した国際橋の建設と国境の通過を一元化した国境施設の建設に伴って、交易及び地域経済の活性化、生活水準の向上即ち貧困の解消等の達成を目標としている。

3-1-2 プロジェクトの概要

上記幹線番号 1~4 にて、国境を跨ぐ国際橋の建設と国境通過を一元化した国境施設の建設が、各国の支援を受け計画されており、これら 4 箇所における計画の現況・概要を表 3-2 に示す。

これら計画の実施による直接的成果として、国境通過時間の短縮、走行費用の節約、隘路解消等があげられる。この結果輸送コストの低減、生産・輸送計画の向上、経済活動の活性化、地域格差の是正、民政の向上、公共施設へのアクセスの向上等が期待されている。

上記国境地域開発協定に基づく 10 年計画の主要施策の計画 B に準拠した、4 カ所の国境を跨ぐ国際橋及び一元化した国境施設の建設計画に沿い、「エ」国・「ペ」国は 1999 年 8 月に幹線番号 3 ロハ〜スジャーナを結ぶ路線に位置する既設マカラ橋の架け替え計画に対する無償資金協力を、我が国政府に要請した。既設マカラ橋は、損傷も目立ち、老朽化が著しい。

また水工的視点からは人工的に河川の狭窄部を形成している。さらに「ペ」国側取付道路は急カーブがあり交通流の隘路となっており、増大する交通荷重や地震・洪水等の自然災害に

対しては強度・機能不足が懸念されている。よって、「エ」国・「ペ」国は現行設計基準に準拠した新橋梁への架け替えの要請による、新マカラ国際橋建設計画の実施は、本プロジェクトの実施促進に貢献することになる。ちなみに、既設マカラ橋の両側に位置する両国の出入国管理事務所等の国境施設は、一元化されワンストップ国境施設として「エ」国側に「エ」国側の負担で「エ」国によって計画・建設が予定されている。

表 3-2 「エ」国・「ペ」国間の国際橋建設計画の現況

橋梁名	アグアス・ベルデス橋	エル・アラモール橋	マカラ橋	バルサ橋
国境を跨ぐ渡河地点の現況	2車線の既設橋があるが歩行者・交通量に対して容量不足	渡河構造物無	老朽化した2車線の既設橋あり	以前渡河構造物は無かったが、近年橋が建設された。
既設国境施設	2ストップ出入国管理施設あり	出入国管理施設なし	2ストップ出入国管理施設あり	出入国管理施設なし
実施担当国	ペルー	エクアドル	エクアドル	ペルー
新橋建設計画の現状	詳細設計実施中	未定	本調査対象計画	新橋は2003年3月完成済み
国境施設計画の現状	1ストップ国境施設の詳細設計実施中	未定	「エ」国により1ストップ国境施設の基本設計完了	無
援助機関	EU（無償）	未定	日本（無償）	一部ブラジル（無償）

3-1-3 現マカラ橋の検証

現マカラ橋は1964年「ペ」国によって建設されたマカラ河を渡河するRCラーメン橋である。現況部材には、著しい損傷が観察され、桁下空間が不十分であり、マカラ河の狭窄部と成っている。よって、これら不十分と思われる耐久性に関して定量的に構造的および水工学的視点から検証を行った。

(1) 構造的視点からの検証

構造的視点からの既設マカラ橋の検証は、①損傷度からの耐荷力と②設計荷重に対する耐荷力とに大別して検証する。

a) 損傷度からの耐荷力

本橋の主桁・方杖にひび割れは見られるものの甚大な損傷ではない。しかし、床版はひび割れが多く、それらの中には貫通ひび割れも数箇所観察される。その表面は、すりへりやコンクリートが砕けて3～5cm程度床版厚さが減少、鉄筋露出・破断が生じており、車両荷重を直接受ける床版の耐荷力は大きく低下しているものと考えられる。

b) 設計荷重に対する耐荷力

既設橋の耐荷力は、竣工図に基づき鉄筋径や配筋状態を把握し、それにパンアメリカンハイウェイの設計荷重であるAASHTO HS-20の25%増し荷重(以下、HS-25と称す)を載荷して

応力照査を行った。その結果、表 3-3 に示すように、支点部及び中央部断面において鉄筋の応力が許容値を超え、ほぼ降伏点応力度に達している。また、コンクリートにおいても中央部断面で許容値を超過する結果となった。この結果を踏まえ、本橋は現行設計荷重に対して明らかに耐荷力不足であると言える。

表 3-3 耐荷力照査結果

照査位置		断面力 (kN・m,KN)	鉄筋量 (cm ²)	応力度 (Mpa)	許容量 (Mpa)		判定 結果
支点部	コンクリート	Mmax=3670.7	58.904	7.2	<	8.3	○
	鉄筋	Smax=862.6		277.5	>	137.9 {275.8}	×
中央部	コンクリート	Mmin=909.7	58.904	13.7	>	8.3	×
	鉄筋	Smax=404.6		270.7	>	137.9 {275.8}	×

注) { }内は、鉄筋の降伏点応力度を示す。○:許容値内、×:許容値超過

(2) 水工的視点からの検証

水工的視点からの既設マカラ橋の検証は、①河道変動履歴の視点からの検証と②水文解析に基づく水位変動の視点からの検証に大別される。検証内容の詳細は資料 7-1 を参照。

a) 河道変動の履歴による検証

既設マカラ橋建設前(1962 年)後(1972 年)の架橋位置の航空写真から読みとれる河道幅、土地利用状況と今回実施した現地踏査結果を比較検討した結果、下記事項が確認された。

- マカラ橋建設後、上流部右岸の浸食が進行し、河道幅が大きく変化した。
- 河道幅の増幅は上流部に限定される。
- マカラ橋建設後、上流部右岸で耕作地の流出等の具体的な被害が発生している。

b) 水位変動に基づく検証

マカラ川のマカラ橋における既往最大洪水量 833 m³/sec、50 年確率計画洪水流量 1,250 m³/sec、粗度係数 n=0.040 を考慮して、既設橋がある場合と既設橋を撤去した場合の水理計算を不等計算に基づいて実施した。その結果、下記事項が確認された。

- 現況下で既往最大洪水量 833 m³/sec 流下の場合、既設橋の上流側水位と下流側水位との差が 3.5 m あり、狭窄による堰上げ現象が水理計算で確認された。
- 上記流況下での上流側水位は上流右岸の耕作地の標高より 1.5 m 高く、既往最大洪水で耕作地は冠水することが確認された。
- 現況下で計画洪水流量 1,250 m³/sec 流下の場合、上下流の水位差は約 5 m となり、上流水位は既設マカラ橋の路面より高い。即ち計画洪水流量では既設マカラ橋は冠水する。
- 既設マカラ橋を撤去した場合、この堰上げ現象は解消する。

(3) 結論

上記構造的視点からの検証及び水工的視点からの検証結果を踏まえ、下記結論が導かれる。

- 既設マカラ橋は現行設計荷重に対して耐荷力不足であり、50年確率計画洪水流量下では冠水、流出の可能性がある。よって、既設マカラ橋は速やかに現行設計基準を満足する新橋によって架け替えられるべきである。
- 新マカラ橋が現架橋位置以外の場所に計画される場合は、現マカラ橋及び洪水敷きに建設されたカルバートを伴う取付道路は、新橋完成後速やかに撤去されるべきである。その理由としては①現橋は人工的な狭窄部を創生し、その結果堰上げ現象が発生し上流の冠水域及び河岸浸食の拡大や耕地の流出が発生している、②計画洪水流量下では現マカラ橋は流出の可能性がある。この状況下で新橋が現橋の下流に建設された場合、流出した現橋の橋梁部位が新橋へ衝突し悪影響を及ぼす結果を招く。

3-2 協力対象事業の基本方針

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 要求事項を最低限反映した橋梁計画に係わる方針

本基本設計調査では予備調査時合意に至らなかった懸案事項も含め、その要請内容及び架橋位置の自然条件に起因した要求事項を吟味する。無償資金協力の援助骨子を考慮し、要求事項を最低限満たす計画内容とする事を基本方針とする。

具体的には予備調査時に橋梁幅員の路肩幅に関する「エ」国・「ペ」国の要請は、2.4 mと過大なため合意に至らなかった。本調査では当計画の適用幾何構造基準はAASHTOの幾何構造基準であることを勘案し、AASHTOに準拠した最低限の路肩幅を提言する。

一方、現橋は自然地形の狭窄部近傍に位置するが、現橋はさらに人工的に狭窄部を悪化させている。そのため洪水期には現橋の上流域の水位が上昇し、広域的に耕作地が冠水する悪影響を及ぼしている。さらに、「エ」国・「ペ」国が位置する南米太平洋沿岸は、ナスカプレートが南アメリカプレートの下に潜り込んでいる地域であり、巨大海溝型地震多発地帯である。よって調査対象地域のこれら自然条件を橋梁計画に最低限反映する方針とする。

(2) 社会自然環境への配慮に係わる方針

既存マカラ橋は、「エ」国・「ペ」国の国境となっているマカラ河を渡河する国際橋である。よって、その両側の取付道路には出入国管理事務所等の国境施設や商店、露天及びこれに関連した住宅が現道に沿って建ち並んでいる。これらの現況を勘案し、新橋建設位置はこれら既存施設の撤去・移転等の悪影響を極力最小限に抑え、社会環境での配慮を重視した方針とする。一方自然環境への配慮すべき事項としては、施工中の建設廃材の廃棄場所、土取り場及び採石場での土砂流出や塵灰拡散防止、コンクリートドラムの洗浄水の処理、橋脚基礎施工中の水質汚濁防止等が懸念事項として想定される。従ってこれら懸念事項に関しては、自然環境への影響を最小限とする対策を工事仕様書に盛り込み、それら費用を適切に積算で考慮し、確実に実行する方針とする。

3-2-1-2 自然条件に係わる方針

(1) 気象条件

調査対象地域の標高は概ね海拔440 mであり、年間平均降雨量は約800 mm、最大降雨月は3月で月間降雨量1,092 mm、雨期は12月から5月、最小降雨月は7月でその月間降雨量は3 mm、乾期は6月から11月である。年平均気温は24.9度、平均湿度67.0%、平均風速2.1 m/secであり、これら数値の変動は比較的小さい。従って、これら気象記録を、作業可能日数の算定、コンクリート打設時の要件(暑中コンクリート対策の必要性の有無)、コンクリート養生手法の検討等に資するものとする。

(2) 耐震設計

南米の太平洋岸は世界有数の地震多発地帯で、調査対象地域もその地域に属す。従って、

新マカラ橋の設計ではこれら厳しい地震状況を勘案し、適切な耐震設計を実施する方針とする。

調査対象地域の応答加速度の算定を目的に、同地域の半径 300 km 以内の過去の地震記録を入手し、これら記録を基に架橋地点の最大加速度を算定した。その結果、架橋地点で最大加速度を生じる地震は 1953 年 12 月に震央カボインガ (Cabo Inga) 北部で発生したマグニチュード 6.7 で、その時の架橋地点での最大加速度は、ばらつき度 1.7 及び構造物の重要度 1.2 を見込み 180 Gal (水平震度 0.18) と算定された。

一方、「エ」国の耐震設計基準に基づき水平震度を算定すると、以下に示す①式、あるいは②式のうち大きい震度を用いて設計することになる。計算の結果、①式が $H=0.19$ 、②式が $H=0.15$ となることから、①を用いて水平力を算出することにした。

$$H=0.48 \times Z \times I \dots\dots\dots \text{①式}$$

$$H=1.14 \times Z \times I \times 1/R \dots\dots\dots \text{②式}$$

ここに H: 水平震度
 Z: Valor Factor
 Z Z 地域係数(=0.3)
 I: Tipo de uso ,destino e importancia
 構造物の重要度:常時使用/運営している構造物 (=1.3)
 R: Factor de Reduccion de respuesta
 応答低減係数=3

故に、「エ」国設計基準に沿って算定された水平震度=0.19 は地震履歴から算定される水平震度 0.18 より大きいので、本計画では「エ」国設計基準に沿って算定された水平震度=0.19 を設計水平震度として採用する。

(3) 水文・河川条件

現マカラ橋は自然狭窄部に人工の構造物を構築して狭窄状況をさらに悪化させている。洪水時には現橋の上流部に堰上げ現象により広範囲にわたり冠水が生じ、表土の流出、河岸浸食等の悪影響が生じている。よって、新橋の計画に際してはこれら計画洪水流量に対して水工上の悪影響を解消する十分な桁下空間、適切な橋長の決定が求められる。また、橋脚基礎工施工時等の仮設構造物は、水位データに基づき過大となることを避けた適切な諸元とする方針である。

マカラ川の流域面積は 2,899 km² である。流域内降雨分布の地域差が大きく、また河道の貯留効果が大きいため、降雨データに基づいた洪水流出解析手法は精度が著しく低くなる懸念される。従って、本調査では洪水流量計測データを確率処理により計画洪水流量を算定する手法を採用する。計測データは既設橋左岸にて 1973 年～2004 年の 31 年間の観測・解析結果をチラ・カタマヨ流域開発事務所 (Chira Catamayo Project Office)¹ より入手した。観測されたピーク流量を確率処理して得られた計画 50 年確率及び 10 年確率の計画洪水流量は表 3-4 のとおり。計画 50 年確率は、橋の規模を決める基礎データであり、10 年確率は仮設工の規模・諸元決定の基礎となる。

¹ 二国間委員会がスペインの支援を受け推進している、チラ・カタマヨ流域の水資源開発計画を所管する開発事務所。

表 3-4 計画洪水流量(単位: m³/sec)

	計画洪水流量	類似調査での算定値/1
10年確率	900	899
50年確率	1,250	1,210

注: /1Proyecto Binational Catamayo-Chira で算定されたマカラ橋に於ける洪水流量

一方、上記観測記録で観測された月間最高水位、最低水位、平均水位は図 3-1 に示す。それら水位データを橋脚基礎工時の仮締切工の天端高施工時期を決める基礎データとする。

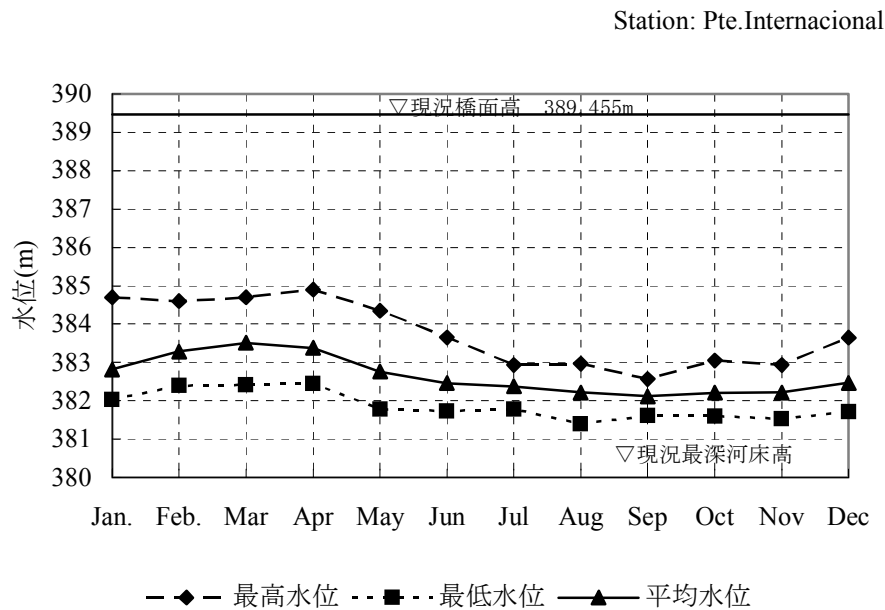


図 3-1 月別観測水位

3-2-1-3 社会条件等に対する方針

(1) 社会環境への影響の最小化を勘案した計画の立案

既設マカラ橋の取付道路に沿って、両国の国境施設や道路を不法に占有した露天商やレストラン及び住居が建ち並んでいる。新橋計画に際して、不法占有ではあるがこれら既存施設の移転・撤去の必要性が最小限となるよう社会環境への影響を最小化し、架橋位置及び取付道路を計画することが肝要である。これら施設の一部に撤去や移転及び追加用地買収等が必要となった場合は相手国政府が対応することとなるが、影響を受ける住民・地主と十分な協議を行い納得のいく補償であること及び移転後も現在と同等の生計が営まれる移転計画である事等を本調査で確認する。さらに、移転が工事着工前までに相手国によって確実に実施されることを確認する。

既設道路の用地幅は「エ」国側は道路中心から 30 m、「ペ」国側は 25 m との報告があったがそれを確認できる用地杭や地積図等は入手できなかった。しかし、計画に際して新施設は可能な限り用地幅内に入るように計画することを基本とする。

(2) 新国境施設建設計画との連携

新国境施設建設計画の主管官庁は、内務省の国家運輸・陸上交通局である。国境施設の基本設計はロハ大学が既に実施しており、この設計に基づくと 13 ha の用地買収と建設費として 5.5 百万ドルが必要であると見積もられている。今後国家運輸・陸上交通局は本計画の基本設計を基に CEBAF の基本設計を修正し、その後修正された CEBAF 及び新マカラ橋の「エ」国側取付道路の建設の影響を受ける家屋の補償と用地買収を行う予定である。

よって、本計画の「エ」国側取付道路の計画に際し、CEBAF の計画も勘案した計画立案が求められており、本計画の実施に際しても CEBAF との緊密な連携が必要となる。ちなみに、CEBAF 建設計画は、順調に進めば 2007 年 5 月には竣工予定である。

(3) 安全対策

計画対象地域は、国境のため密輸等違法な取引が横行しているとの報告があり、これら取引の関係者が往来している。よってマカラ市の犯罪発生率は、ロハ州のその他地域に比べて高いと報告されている。

従って、工事中の現行交通の安全確保のために相手国負担事項として交通警察を配置する。協力対象事業の工事業者の仮設（宿舎、資機材）ヤード及び橋梁サイトの安全確保のための安全対策費（柵、照明、警備員の配置等）を計上すると共に、相手国の負担で警察官をこれらサイトに派遣・常駐して貰う必要があると考える。

3-2-1-4 建設事情に対する方針

(1) 労務及び資機材の主要調達先

マカラ橋は「ペ」国の首都リマから 1,420 km と離れている「エ」国第 2 の都市グアヤキルまで 402 km、首都キトまで 837 km と比較的「エ」国の主要都市に隣接している。また「エ」国と「ペ」国の首都圏に於ける物価を比較した場合、「エ」国の方が多少「ペ」国に比べ安い現況である。さらにマカラ橋の計画・建設は二国間合意に基づき「エ」国が担当することが決まっている。

これら事情を勘案すると、品質及び納期が確保されれば、輸送費を含む価格が安価な「エ」国側からの調達が優位であると考えられる。よって、これらの事情を両国に説明し議事録に「本計画の実施に際して、現地入手可能な労務・資機材は要求する品質を満足すれば、価格の安い方の調達を優先することができる」旨記載し、両国の合意をえたので、この方針で労務及び資機材を調達する。

(2) 建設資材・機材の調達状況

本案件において必要とされる資材の多くは、「エ」国・「ペ」国産又は中南米諸国からの輸入品で現地に流通しているため、橋梁付属品等、一部の特殊な資材を除いて大半が現地調達可能である。以下に主要資材の調達事情を記す。

a) セメント

「エ」国グアヤキルには世界的なシェアを持つ Holcim のセメント工場があり、同工場内でクリンカー¹から生産している。年間 270 万トンの生産能力を持ち 2004 年の年間生産実績は 195

¹ 石灰石、粘度、ケイ石などのセメントの原料を窯(キルン:kiln)で焼成してから急冷してできた砂利状のもの

万吨であった。「エ」国内では 60%以上のシェアを持ち、品質・供給能力ともに安定していると判断する。

「ペ」国では、Cementos Lima、Cemento Andino、Cementos Pacasmayo 等の主要セメントメーカーがあり、現地生コン企業はこれらセメントメーカーと提携して生コンを販売している。「ペ」国最大の生コン企業 UNICON は「エ」国内で空港建設の実施経験を有し、品質・供給能力とも問題ない。

b) 鉄筋

ANDEC は「エ」国グアヤキルに工場を有する同国最大の鉄筋メーカーであり、原材料となる粗鋼の 50%は自社で屑鉄から生産している(残りの 50%はブラジル、ベネズエラ等からの輸入)。リサイクル鉄筋であることから品質には注意が必要であるが、品質管理には米国 ASTM 及び「エ」国 INEN の基準を使用し、ISO9001:2000 を取得済みであり、材料試験結果を見ても管理体制は十分であると判断する。adelca もグアヤキルに工場をもつ大手鉄筋メーカーであり、粗鋼を輸入し同様な品質管理で鉄筋を生産している。「ペ」国では Comercial del Acero、Corporación Aceros Arequipa 等、大手の鉄筋メーカーが存在する。よって、鉄筋の現地調達も問題はない。

c) 鋼製品

「エ」国では IPAC が鋼材の最大販売業者であり、ブラジル、ベネズエラ、ウクライナ、ヨーロッパ諸国等から鋼板、型钢、鋼管等の鋼製品を輸入し、ロール鋼の加工品も生産している。品質管理は米国 ASTM、英国 BS、我が国 JIS 等を適用しており、在庫も常時確保している。「ペ」国では最大の Comercial del Acero を始めとし、「エ」国と同様に各国から鋼製品を輸入し販売を行っているが製作は請け負っていない。

d) アスファルトコンクリート

現場近傍のアスファルトプラントは、「ペ」国側に現場から約 150 km のスジャナ(Sullana)に存在し、このプラントはマカラ空港の滑走路建設の際にアスファルト合材を提供した実績を有す。骨材は近隣の業者が提供している。よって本計画ではこのプラントから供給するのが現実的であると考える。ちなみに「エ」国側の現場近傍にはアスファルトプラントは存在しない。

e) PC 鋼材

「エ」国では UNIDECO が独ディビダーク社の代理店として、ドイツ、アメリカ、ブラジルより PC ケーブル、アンカー、シース管等の資材を輸入販売している。「ペ」国においても同様な代理店が存在する。よって、PC 鋼材は現地にて調達可能であるが、我が国から輸入した場合と比較しても価格に大きな差異はない。

f) 建設機械

「エ」国では建機を扱うリース業者が存在し、建設業者保有の機械を含め一般的な機材は台数も豊富でリースが可能である。クローラクレーンやクラムシェル等の特殊な機械は数が少ないものの現地調達は可能である。上部工片持架設移動作業車のみ現地調達が不可能であり我が国調達を考慮する。また、下部工基礎部には大きな玉石が多数存在していることがボーリング調査より判明しているが、この条件下で場所打ち杭を施工するために必要な掘削機の数はいくつか少なく、また現地業者は機械のみのリースを拒否するため、場所打ち杭工は専門業者による請負工事とするのが現実的である。

(3) 道路・橋梁の設計・施工基準

「エ」国・「ペ」国両国の道路幾何構造基準は AASHTO の “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” を準用している。また、マカラ橋が位置するパンアメリカンハイウェイに対しても、この AASHTO を踏襲した基準を適用している。一方「エ」国の橋梁の設計基準は、AASHTO の “Standard Specifications for Highway Bridges” を準用している。「ペ」国では、橋梁設計マニュアルがあるが、AASHTO の設計基準と概ねその内容は同じである。よって、本調査の適用設計基準として AASHTO 道路幾何構造基準及び橋梁設計基準を適用基準とする。ただし、温度変化、地震による影響等の地域特性値は現地の条件に則した「エ」国の基準に準拠する。

3-2-1-5 現地業者の活用に係わる方針

現地を代表する建設会社への聞き取り調査及び公共事業省が推薦する建設会社をリストアップし、会社規模、類似業務経験、所有機械等の問い合わせを行い、各社の本プロジェクトへの参加の可能性を評価した。その結果下記の建設会社は道路・橋梁案件に関して豊富な経験を有しており、本プロジェクトのサブコンとして参加する能力を有すると判断した。

表 3-5 「エ」国・「ペ」国の主要建設業者

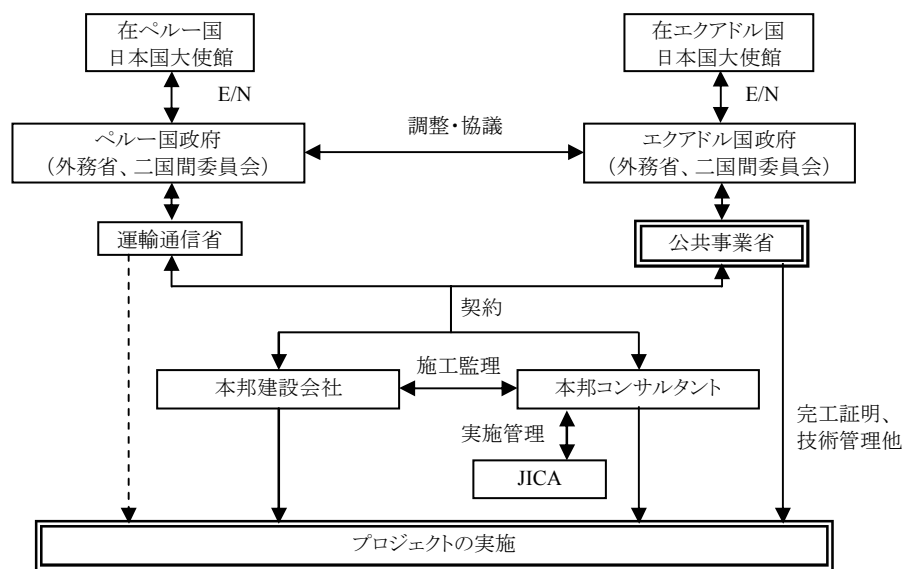
エクアドル国	ペルー国
- Azul	- Energoprojekt
- Cuerpo de Ingenieros del Ejercito	- GYM S.A
- Constructora Foreca S.A.	- JJC Constratistas
- Hidalgo e Hidalgos A	- Incot
- Constructora Hidrobo Estrada Cialtda	- Comargo Correa
- Semaica	- Cosapi

よって、協力対象事業の一部をこれら現地建設業者に委託することによって現地業者を活用する可能性は十分あると考える。

3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

二国間協定により本計画の建設・維持管理は「エ」国主管と決められている。一方、本計画に資する我が国の無償資金は広域無償の枠組みで供与される予定であるが、「ペ」国及び「エ」国に均等に分けられ各国と E/N が締結される計画である。この計画下で協力対象事業を円滑に推進するためには、「ペ」国、「エ」国へ供与された資金は実施機関である「ペ」国運輸通信省、「エ」国公共事業省に実行管理が移譲され、両国政府は、それぞれ銀行取極締結、銀行口座開設、支払授權書発給を行わなければならない。具体的には両国間で E/N 締結後、「ペ」国二国間委員会/運輸通信省及び「エ」国二国間委員会/公共事業省と我が国のコンサルタント間で詳細設計に係わる契約（二国間代表者は同一契約書に両者が署名）締結し、詳細設計が実施される。詳細設計を踏まえて、再度本体・施工監理に係わる E/N 締結後、同様の手法でコンサルタント契約、土木工事を請け負う本邦建設会社との契約が同様の手法で実施され工事に着手する。ただし、発注者は「エ」国公共事業省に代表され、支払い請求書の承認、

完工証明の発行、瑕疵検査証明の発行等に対しては両国を代表して「エ」国公共事業省が実施する計画である。



*1 ペルー側取付道路部のみ担当

図 3-2 想定されるプロジェクトの実施体制(案)

上記実施体制でプロジェクトが実施された場合、プロジェクトが円滑に推進されるよう「ペ」国及び「エ」国関係機関にこれらシステムを理解して貰い、諸手続に遅れが生じないように依頼する。これら機関は我が国の無償資金協力案件は不慣れであると想定されるため、相手国負担事項に係わる内容及び費用、実施時期、実施手法等を文書でもって通知し、その後緻密なフォローアップを徹底し、手続及び相手国負担事項の確実な履行を促す。施設完成後の維持管理に関し、「エ」国公共事業省及び「ペ」国運輸通信省は、外国資金援助の案件を含め多くのプロジェクトを実施した実績があり、また既存国道の維持管理を適切に実施している現状を把握したため、特段の問題は無いと思慮する。

3-2-1-7 施設のグレードの設定に対する方針

(1) 協力対象事業範囲の検討

3-1-1 及び 3-1-2 に記述したように本計画の上位目標は、既設マカラ橋を現行基準に準拠した新橋に架け替えることによって交通流の円滑化を図り、地域経済の活性化、地域格差の是正、貧困削減に寄与する事である。現マカラ橋の有する不具合・欠陥、それに伴う問題点及びその対応策を表 3-6 に取りまとめた。

対応策を取りまとめると協力対象事業は、①現行設計基準に準拠した新橋の建設、②その取付道路の建設に大別される。①に対しては下節(2)道路・橋梁幅員の決定及び(3)橋長の検討での検討結果を踏まえ規模が決定される。一方、②に対しては新橋の取付道路の平面線形及び縦断線形が適用幾何構造基準を満たし、平面及び縦断線形共に現道に摺り付く最低限の区間を計画する。さらにこの条件に加え直近の既存平面線形が適用幾何構造基準以下の

区間は、改善のため新たに適用する線形が現道に摺り付く最低限の区間を追加するものとする。具体的に「エ」国側には標準以下の平面曲線半径を用いた道路区間は既設橋近傍に無いので、取付道路延長は平面線形及び縦断線形が共に現道に摺り付く最低限の区間約 140 m をとる。しかし、「ペ」国側には現マカラ橋に直結する現取付道路の平面曲線半径 R=50 m があり、それに続いて R=60 m である。よって「ペ」国側の取付道路はこれら 2 カ所の既存平面線形の改善が必要であり、かつ平面線形及び縦断線形が共に現道に摺り付く最低限の区間となりその延長は約 290 m となる。

表 3-6 既存施設の欠陥、問題点及び対応策

不具合・欠陥	問題点	対応策
✓ 耐荷力不足(現行設計荷重の下では一部部材の許容応力を超過する)	✓ 許容荷重は 20 トンであるが総重量 40 トンの通行を黙認している。しかし、40 トン車両の通行は危険である。	✓ 現行活加重である HS25 を適用した新橋と架け替える。
✓ 交通容量不足(現橋の車道幅 8.0m は橋上駐車車両のため円滑な通行に支障をきたし、歩道幅 1.5m 両側もピーク時には十分とは言えない)	✓ 渡河待ち、渋滞、歩行者の車道通行が見受けられる。	✓ 広幅員の新橋と架け替える。
✓ 桁下空間不足(現橋によって人工的な狭窄部が構築され、桁下空間が不足する)	✓ 狭窄部に起因した堰上げ現象のため上流部の水位上昇によって冠水域が拡大。	✓ 現橋を撤去し計画洪水量に見合った新橋の桁下空間を確保する。
✓ 現マカラ橋の「ペ」国側取り付け道路は、視距不足、急カーブのため減速を余儀なくされる。	✓ 減速、渋滞、交通事故の発生が報告されている。	✓ 適切な平面線形を適用し現況を改善する。

(2) 道路・橋梁幅員の決定

二国間委員会が計画している「エ」国・「ペ」国を跨ぐ 4 カ所の国際橋の幅員構成は、車道幅 3.65 m、路肩幅 2.5 m、歩道 2.0 m(両側)の計 16.1 m を提言している。しかし、本調査では「エ」国・「ペ」国両国の道路幾何構造基準は AASHTO の “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” を準用しているため、本調査では同基準に準拠して道路・橋梁幅員を決定する方針とする。

(3) 架橋位置の決定

「エ」国・「ペ」国の当初要請 1999 年 8 月付けでは、現橋の下流約 50 m に新橋を計画する要請内容であったが、その後両国は独自に架橋位置の検討を実施し 2001 年には下流約 200 m に新橋を計画する案を作成した。これら当初要請内容、既存調査結果及び本調査の計画方針である社会環境への影響を最小化する事を考慮して、架橋位置に係わる 3 つの代替案(表 3-7 参照)を準備し、各案を施工性、経済性、環境負荷等の視点から評価し最適案を選定する。

第 1 案は第 2、3 案に比し家屋移転件数が多く、新橋建設前に迂回路の建設・現橋撤去が必要であり、工期も長く経済性に劣る。また撤去を相手国負担とした場合、工事着手時期が遅れる可能性がある。第 3 案は家屋移転件数が少ないものの、自然環境への負荷が大きく、橋長が長いので工期・経済性に劣る。よって、架橋位置は、家屋移転件数が若干多いものの、工期・経済性

を重視し、第2案下流約50m案が最適位置であると考えます。

上記検討結果を踏まえ実測地形図縮尺1/500に基づき家屋移転数が最も少なくなるような最適架橋位置を選定するための検討を行った。その結果、既設橋下流50mの家屋移転件数が12軒と最も少なくなり、既存橋梁から下流への離れが約40m以下の位置は、家屋移転件数が15軒と多くなった。一方、下流約58mの位置まで離れた場合も同様に、家屋移転件数が15軒となり、それ以上離れた場合に道路線形上、大きな腹付け盛土が発生し、不経済な線形となる。よって、最適架橋位置として、既設橋の下流50m、河川との交角63度を最適架橋位置として選定した。

表 3-7 架橋位置の比較検討

評価項目	第1案 現況位置	第2案 約50m下流位置	第3案 約200m下流位置
計画概要	現橋脇に仮橋を建設し新橋を現橋と同じ位置に建設する。新橋の概要は下記のとおり。 橋長：100m 幅員：14.5m 取付道路長： 「エ」国=20m 「ペ」国=40m	現橋を仮橋として利用し新橋を現橋の下流約50mに建設し、その後現橋を撤去する。 橋長：100m 幅員：14.5m 取付道路長： 「エ」国=20m 「ペ」国=290m	現橋を仮橋として利用し新橋を現橋の下流約50mに建設し、その後現橋を撤去する。 橋長：100m 幅員：14.5m 取付道路長： 「エ」国=200m 「ペ」国=40m
社会環境への影響度	影響を受ける家屋・国境施設の数が最も多く、着工前に移転が必要である。 「エ」国側：3家屋 「ペ」国側：16家屋	影響を受ける家屋の数が少ないものの、着工前に移転が必要である。 「エ」国側：3家屋 「ペ」国側：12家屋	影響を受ける家屋の数が最も少ないものの、着工前に移転が必要である。 「エ」国側：0家屋 「ペ」国側：7家屋
自然環境への影響度	架橋位置は既に開発済みなので影響度は3案に比べれば軽微である。	架橋位置は既に開発済みなので影響度は3案に比べれば軽微である。	渡河地点及び「エ」国側取付道路計画域は未開発地域故、本計画の実施は自然環境への影響度は大きい。
施工性	本案は施工時に仮橋の建設及び国境施設の仮移転が必要であり、また施工ヤードの確保が難しく施工性は悪い	仮橋は不要であり、河川内高水敷が施工ヤードとして使用可能であり施工性は良い	仮橋は不要であり、河川内高水敷が施工ヤードとして使用可能であるが、両国側河川内の工事用道路が必要であり、施工性は良いとはいえない
工期	迂回路建設及び既設橋撤去後に本体工事となるため、第2案に比し工期が長い	工事を開始する際に、迂回路建設及び既設橋の撤去が不要であり、3案中最も工期が短い	第2案同様、迂回路建設及び既設橋撤去が不要であるが、橋長が長く橋脚も高いことから、工期は長くなる
利便性	道路線形は改善されない。 設計速度：30～40KPH程度	改善される。 設計速度：60KPH	大幅に改善される。 設計速度：60KPH以上
経済性	1.26	1.00	3.00
総合評価	不採用	採用	不採用

(4) 橋長の検討

既設マカラ橋撤去後の架橋位置近傍における洪水時自然河道幅の変化、橋台の構築によって河道幅を強制的に狭窄した状況下で橋台位置を変動した場合の流況の変化を水理解析によって把握し、望ましい橋長を決定するものとする。なお、これら検討結果を踏まえ各々の橋長時の計画洪水水位も併せて算定を行う。

a) 洪水時河道幅変化の把握

現橋位置から上流50m、下流250mの範囲の河川横断図を基に50年確率計画洪水流量の流下時川幅変動及び低水路幅変化の確認をした。その結果を図3-3に示す。

図 3-3 が示すように現橋は下流域の狭窄部幅約 70m に比べても明らかに極端に川幅を狭めており人工狭窄部であると言え、撤去の必要性は明確である。計画橋梁架橋位置近傍の洪水時河道幅変化に注目すると、50 年確率洪水時において、自然河川として川幅 70m 前後が確保されているため、橋長も最低限 70m 以上確保することが望ましいことが判断できる。

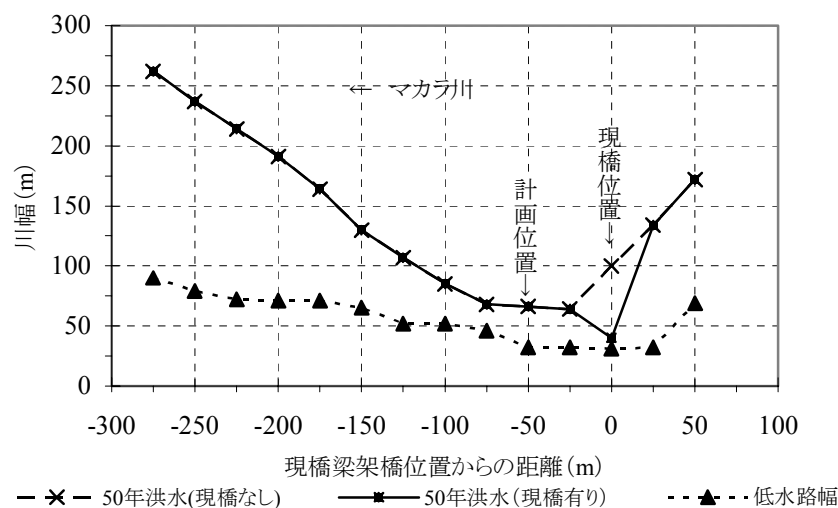


図 3-3 洪水時の川幅の変化

b) 橋台位置変動に伴う流況の変化

計画洪水流量下で橋台位置を変動し、橋長(川幅)を 30 m から 90 m 程度まで変化させ、各橋長下の流況の変化を把握する目的で水理解析を実施した。その結果を踏まえ望ましい橋長の決定根拠とする。水理解析結果を図 3-4 に示す。

その結果、川幅 60 m 程度までは流況は常流域で推移するが、川幅を狭窄部より狭い 60 m 以下にした場合には流れが射流域となる。射流域では掃流力が大きく、激しい河岸浸食及び河床洗掘が発生する。また、射流は下流で跳水を伴い、跳水発生箇所では渦や流れの乱れ、流況の急変、流速の変化が生じる。跳水は激しいエネルギーの損失とともに、激しい河床洗掘を発生させるとともに、流量や水位の状況によっては発生形態や発生位置が大きく変化するため、大規模な対策工が必要となる。従って、図 3-4 のとおり架橋位置での河道幅は常流域となる 60 m 以上を確保する事が望ましい。

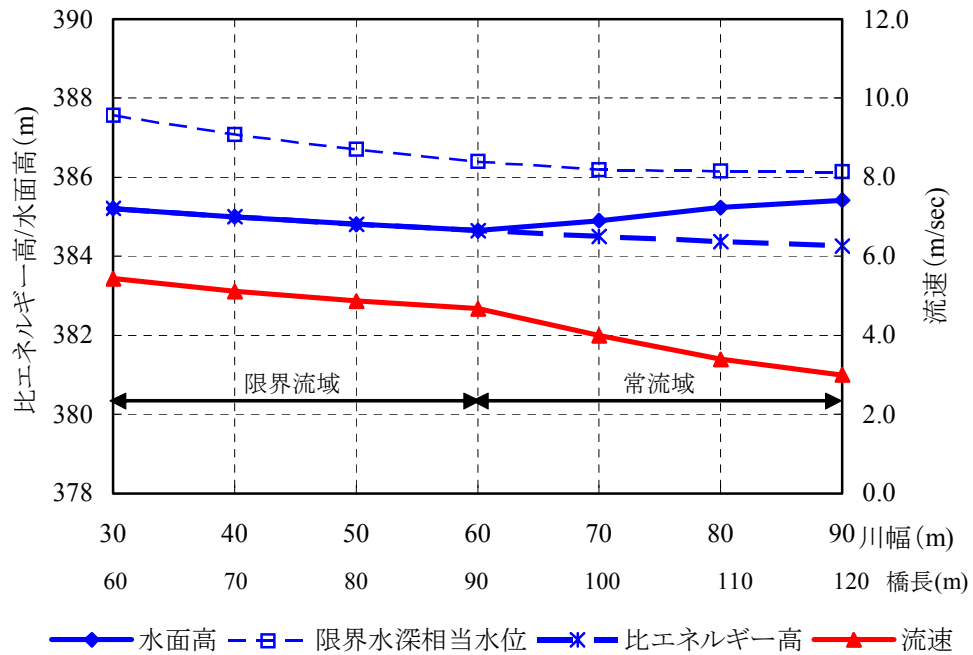


図 3-4 川幅と流況の変化

c) 最低橋長の決定

計画架橋近傍の自然狭窄部の幅が約 70 m 程度であること及び架橋位置における川幅を 60 m 以下にした場合、洪水時に射流が発生し、流れの状況が安定しない可能性があることから、架橋位置における河道幅を 70 m 以上確保する事が望ましい。この 2 項目を踏まえ、架橋位置の洪水直角方向の川幅 60 m に対し橋梁と河川の交差角 63 度を考慮すると、橋長方向の幅は約 90 m 程度と算定されるため、計画洪水天端位置で橋長を 90 m 以上確保することが望ましい。

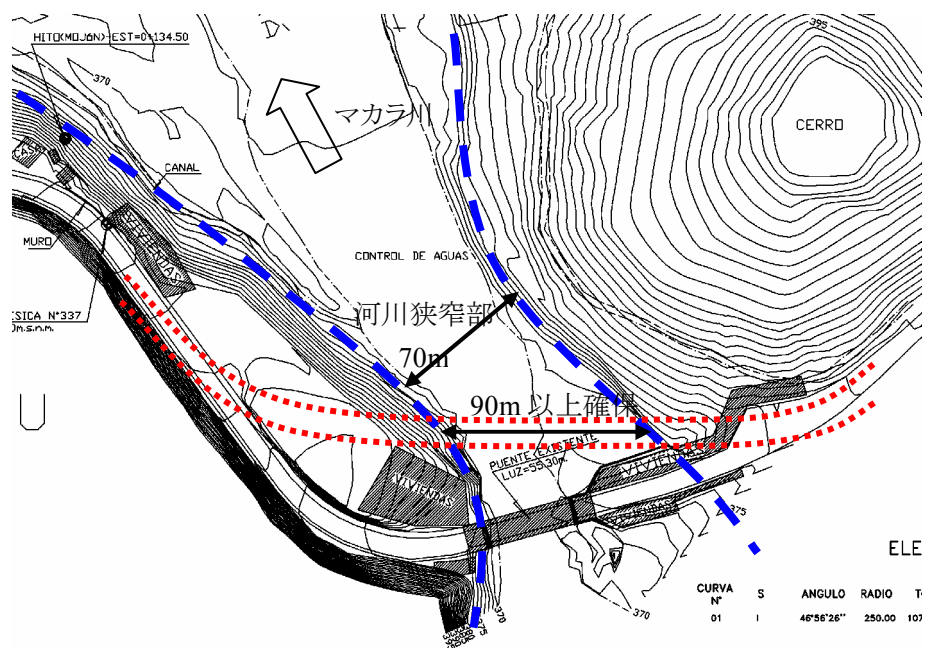


図 3-5 最低川幅と望ましい橋長の関係図

d) 計画洪水位の検討

既設マカラ橋を撤去したものととして 50 年確率計画洪水流量を $1,250 \text{ m}^3/\text{sec}$ とし、計画架橋位置に於ける不等流計算し、計画洪水位、計画流速を求めた。その結果を図 3-6 に示す。

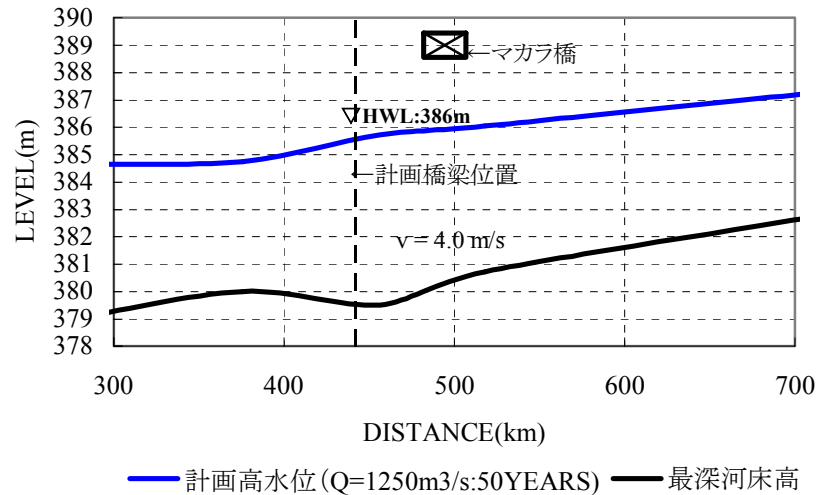


図 3-6 計画水位

設計計画流量	: $1,250 \text{ m}^3/\text{s}$
計画高水位	: 386 m (計算水位: 385.75 m)
計画流速	: 4.0 m/s

3-2-1-8 工法・工期に係る方針

(1) 工法に係る方針

新マカラ橋は現橋の下流約 50 m の位置に斜角約 63 度で計画されているため、新橋建設中は既設マカラ橋を迂回路として活用し新橋を施工するものとする。ただし新取付道路と現道が重複する箇所の施工は片側通行下で反復施工する。現橋は新橋完成後直ちに相手国負担事項として撤去されるものとする。

取付道路建設の際に、「エ」国側及び「ペ」国側共に道路幅の拡幅のため山側掘削が必要となる。特に「ペ」国側の地山は硬岩であり、谷側には民家が張り付いているため掘削に際しては特殊な掘削手法を採用する。即ち静的発破を使用しかつ安全ネットで掘削面を覆い民家への被災に最新細心の注意を払い工事計画を立案する方針とする。

架橋位置の降雨期録及び水位記録に基づけば架橋位置は比較的降雨量が少なく、水位変動も少ない。しかし、新橋の施工法に関しては、降雨記録及び水位記録に基づき 12 月から 4 月までを雨期・増水期と位置づけ、河川内の工事はこの期間を避けた 5 月～11 月の時期に実施を計画する。即ち、橋脚の基礎工、躯体本体、護岸工、護床工等は同期間に行い、橋台、上部工、橋面工の施工は 12 月～4 月に実施することを基本に施工計画を作成する。

(2) 工期に係る方針

工期・工程に関しては、橋梁の規模・内容、降雨パターン、雨期における可能な作業項目及び稼働日数、無償資金協力手続き・システム等を考慮して設定する。一方、本協力対象事業は「ペ」国側取付道路 L=約 290 m、橋長=110 m、「エ」国側取付道路 L=約 140 m である。これらの内容を勘案すると、本事業のクリティカルパスは橋梁工であり、橋梁工のクリティカルパスは準備工→橋台工(左右同時施工)→橋脚工→上部工(張り出し架設)→橋面工・取付道路の手順で工事が行われ、工期は概ね 23 ヶ月程度と見込まれる。

上記事業は分割が出来ないのに加え工期が1年以上で23ヶ月を要する。従って、無償資金協力の枠組みを勘案し、本協力対象事業は多年度に跨り実行可能な国債枠で実施するのが適切と考える。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体計画

(1) 適用設計基準条件

本基本設計調査に適用する主要な道路・橋梁設計条件を表 3-8、表 3-9 に示す。

a) 道路設計条件

表 3-8 道路設計条件

幾何構造項目	適用値
道路規格	地方幹線道路
計画交通量	2,000 台/日
車線数	2 車線
車線幅	2×3.65 m=7.30 m
道路路肩幅	2.40 m
保護路肩	1.00 m
橋梁路肩幅	1.20 m
橋梁部歩道幅	2.00 m
設計速度	60 KPH
平面曲線半径	Rmin=135 m
縦断勾配	Imax=6.0%
横断勾配	2.0%
片勾配	6.0%

b) 橋梁設計条件

表 3-9 橋梁設計条件

設計項目	設定条件	設定根拠
設計洪水流量・水位算定の降雨強度再現期間	設計計画流量:1,250 m ³ /sec、計画高水位:386 m、再現確率:50年	「エ」国・「ペ」国には河川基準がないことから日本の基準を適用
桁下余裕高	1.0 m (洪水流量 500 m ³ /秒以上 2000 m ³ /秒未満)	日本の河川構造令に基づく
設計荷重	活荷重	HS-25 活荷重 パンアメリカン・ハイウェイの設計活荷重である HS-20 の 25% 増し (HS-25) を採用
	地震荷重	水平震度=0.190 3-2-1-2(2)参照
	温度荷重	+10℃～-10℃
	死荷重	鋼材 :77.0kN/m ³ 鉄筋コンクリート :24.5kN/m ³ アスファルトコンクリート: 22.5kN/m ³
局部洗掘	別途検討参照	
コンクリートの設計基準強度	上部工(PC) :40N/mm ² 下部工(RC) :24N/mm ² 場所打ち杭 :30N/mm ²	
添架物	無	

(2) 幅員計画

適用幅員構成に関しては、「エ」国・「ペ」国共通の幾何構造基準である AASHTO の “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” 及び「ペ」国の道路幾何構造設計マニュアル (Manual de Diseño Geometrico de Carreteras DG-2001) に準拠し決定した。なお、当初「エ」国・「ペ」国が要請した路肩幅 2.4 m に対しては、AASHTO の「橋長 60 m 以上の橋梁幅員に於いて路肩幅を規定の 1/2 に縮小可能である」との条項を適用し 1.2 m を採用した。

- 橋梁幅員構成

橋梁の幅員構成は車道幅員 9.7 m (車線幅 3.65 m + 路肩幅 1.2 m の 2 車線分)、有効歩道幅 2.0 m、高欄幅 0.4 m 総幅員 14.5 m とする。

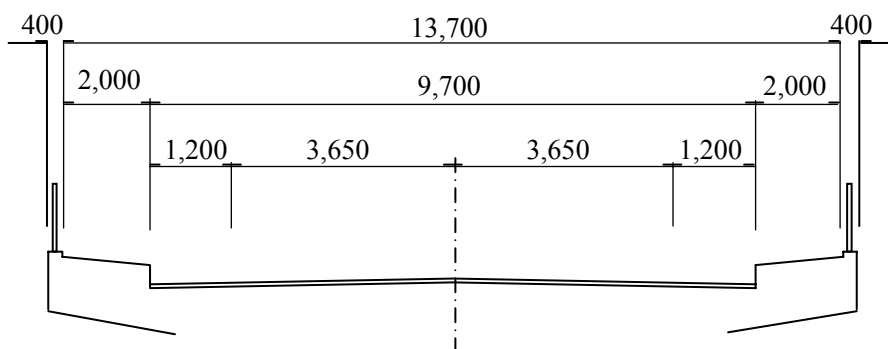


図 3-7 橋梁部標準幅員

- 取付道路幅員構成

取付道路幅員構成は、車線幅 3.65 m + 路肩幅 2.4 m + 保護路肩 1.0 m の 2 車線分、総幅員 14.1 m とする。

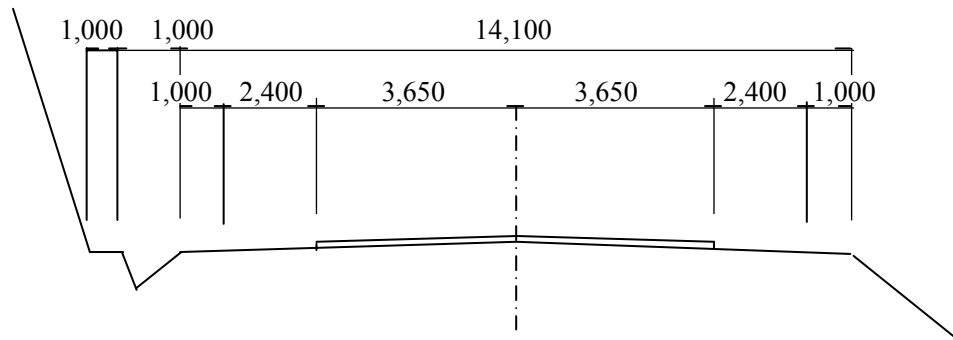


図 3-8 取付道路部標準幅員

(3) 最適橋長の検討

橋梁計画位置の下流側は河川狭窄部となっているため、洪水流量の通水に必要な橋長及び最小径間長を、我が国の国土交通省砂防基準や河川構造令及び Lacey の式に基づいて計画することは不適切である。よって、本計画では水文解析で示された狭窄部の河川幅を侵さないよう下記根拠に基づき橋長を 110 m に設定した。(図 3-9 参照)

- ① 既設道路の河川内盛土により死地となっている部分に、狭窄部の河川幅 (70 m) 以上でかつ狭窄部河川幅の接線方向に護岸線を設定。
- ② その護岸線に接するように右岸側橋台の上流側側面を設置する。その際、橋軸方向の河川幅が水文解析で算定した幅 90 m 以上であることを確認。
- ③ 左岸側橋台は下流側側面が狭窄部の河川幅 70 m を確保するように配置し、同様に、橋軸方向の河川幅が 90 m 以上であることを確認。
- ④ 橋台は躯体が高く大きいことから、できるだけ掘削量が少なくなるように上記②、③で設定した点から道路中心線に対し右 75° 方向に設置。
- ⑤ その時の橋台間距離 110 m を橋長として設定。

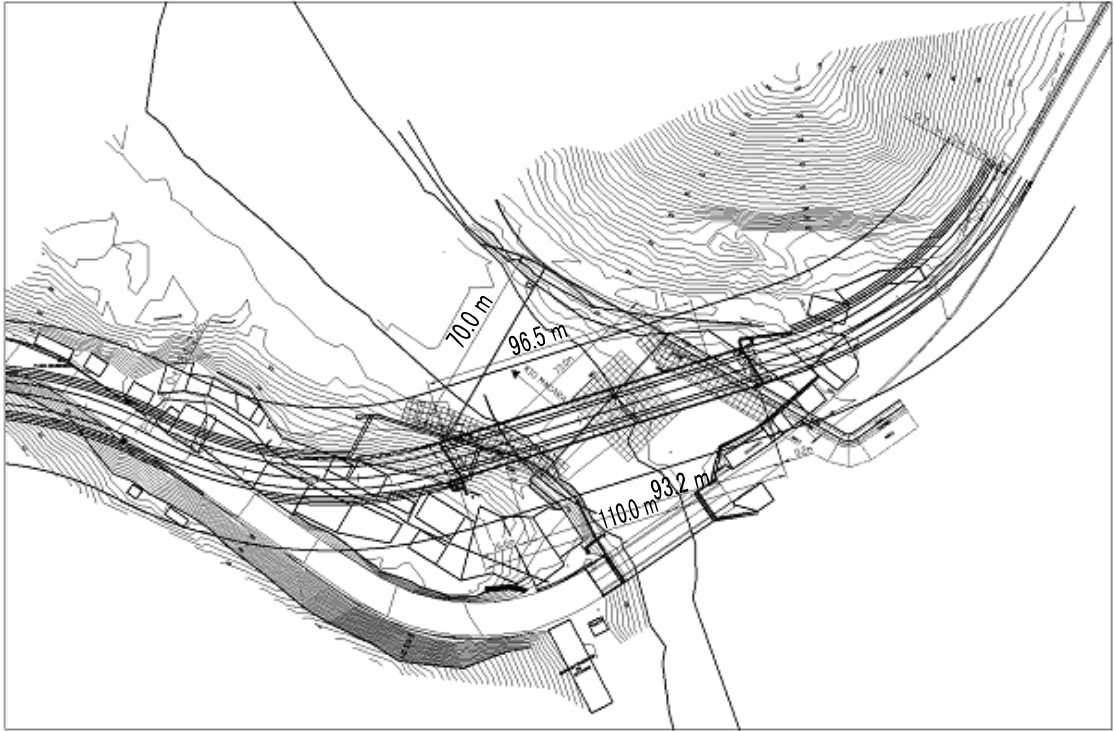


図 3-9 橋長の設定

(4) 取付道路延長の検討

本橋梁への取付道路延長は、平面線形及び縦断線形が共に現道に摺り付く最少限の区間とする。ただし、「ペ」国側には既存マカラ橋に接続する道路に平面曲線半径 $R=50\text{ m}$ と $R=60\text{ m}$ があり、現行の 2-Stop 方式の国境施設であっても通行のボトルネックとなっている。新マカラ国際橋建設に伴い 1-Stop 方式の新たな国境施設が計画されており、さらにボトルネックとなることは明白である。したがって、この曲線を最小平面曲線半径 ($R=135\text{ m}$) に改善することが円滑な通行及び物流を確保するうえで必要不可欠である。よって検討の結果、現道に摺り付く最少限の取付道路延長は次のようになる。

「エ」国側(右岸側)の取付道路延長	L=約 160.00m
「ペ」国側(左岸側)の取付道路延長	L=約 290.00m

3-2-2-2 施設計画

(1) 最適橋種の選定

a) 比較代替案の選定

橋梁の比較代替案は、流量から決まる最小径間長を参考に径間数を求め、標準的な橋梁形式と適用径間長、及び「エ」国、「ペ」国での使用実績を考慮し、構造的・施工的・経済性に優れた形式を抽出した。本橋の最小径間長は約 30.0 m となることから 2 径間及び 3 径間を対象とし、以下の 4 案を比較代替案として選定した。

表 3-10 比較代替案

	比較代替案	径間数	径間長
PC 橋	第 1 案 PC3 径間連結 T 桁橋	3	36.6 m
	第 2 案 T ラーメン橋(等径間)	2	550 m
	第 3 案 T ラーメン橋(不等径間)	2	46.0~63.0 m
鋼橋	第 4 案 少数主桁連続 I 桁橋	2	46.0~63.0 m

b) 上部工形式の検討

上記で選定した代替案に対して、既往資料や概略計算による概算工事費の算出、工事工程の検討を行い、これに構造的、施工性(工期)、現地調達等、維持管理、経済性(ライフサイクルコスト)等の項目に評価を加えて比較検討を行った。その結果、主として以下の理由により第 3 案の PC 不等径間 T ラーメン橋が最適であるとの結論に至った。

表 3-11 に 4 案の代替案比較表を添付する

- 鋼橋形式と PC 橋形式の比較では、鋼橋形式が材料調達や製作を第三国に委託するため、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こと。施工期間が短く施工性に若干優れるものの、経済性では上部工の製作・組立を第三国に委託することや維持管理費等を含めたライフサイクルコストにおいて不経済な結果となった。
- PC 橋形式である第 1, 2, 3 案の比較では、構造的においては差がないものの、橋脚数が少なく、河川主流部での仮締切・築島等が発生しないことや河川への影響が最も少なく施工性(工期)に優れ、経済性においても若干優れていることから第 3 案の PC 不等径間 T ラーメン橋を最適橋梁案として選定した。

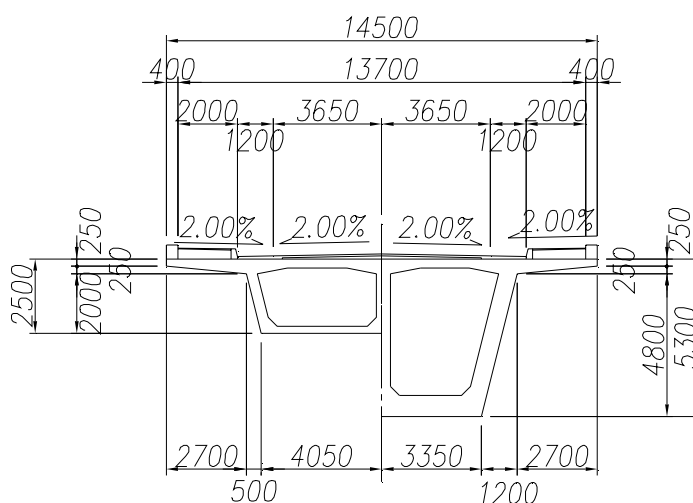


図 3-10 選定された上部工の構造断面図

表 3-11 新マカラ国際橋梁の代替案比較表

案	側面図	断面図	構造諸元	特性	評価									
PC3径間連続コンポジット桁橋 第1案			<p>上部工： PCコンポジット桁 (連結構造)</p> <p>橋長 L1=110.00m 桁長 L2=3@36.60m 支間長 L3=36.60m -36.20m</p> <p>下部工： 張出し式橋脚 (円形断面)</p> <p>橋台構造高 A1=12.50m A2=12.00m 橋脚構造高 P1=14.80m P2=14.30m</p> <table border="1"> <tr> <td>上部工</td> <td>下部工</td> <td>仮設工</td> </tr> <tr> <td>コンクリート: 792m³</td> <td>コンクリート: 1,555m³</td> <td>鋼鉄板: 976m²</td> </tr> <tr> <td colspan="3">±I: 4.836m³</td> </tr> </table>	上部工	下部工	仮設工	コンクリート: 792m ³	コンクリート: 1,555m ³	鋼鉄板: 976m ²	±I: 4.836m ³			<p>構造性: 連結構造で中間支点部の伸縮装置が不要のため、走行性や耐震安定性に優れた構造である。</p> <p>施工性: 架橋位置周辺は急峻地形のため桁製作ヤードはSEBAP用地に確保可能。架設は、エ国側から架設桁架設で行うが、組立ヤードの確保が難しい。また、河川内橋脚の仮締切にはロックオーガーが必要となる。主流部を締め切るため、岩に十分根入れする必要がある。更に、ロックオーガー施工時に築島が必要となる。河川内で2橋脚を1基づつ施工するため、工期が長くなる。(施工期間: 22ヶ月)</p> <p>維持管理: コンクリート橋のため基本的に維持管理は不要である。</p> <p>経済性 (比率): 1.04</p>	×
上部工	下部工	仮設工												
コンクリート: 792m ³	コンクリート: 1,555m ³	鋼鉄板: 976m ²												
±I: 4.836m ³														
PC2径間ラーメン橋 第2案			<p>上部工: PC箱桁 (剛結構造)</p> <p>橋長 L1=110.00m 桁長 L2=109.80m 支間長 L3=54.50m</p> <p>下部工: 壁式橋脚 (小判形断面)</p> <p>橋台構造高 A1=12.50m A2=12.00m 橋脚構造高 P1=12.30m</p> <table border="1"> <tr> <td>上部工</td> <td>下部工</td> <td>仮設工</td> </tr> <tr> <td>コンクリート: 1,363m³</td> <td>コンクリート: 1,232m³</td> <td>鋼鉄板: 620m²</td> </tr> <tr> <td colspan="3">±I: 3,683m³</td> </tr> </table>	上部工	下部工	仮設工	コンクリート: 1,363m ³	コンクリート: 1,232m ³	鋼鉄板: 620m ²	±I: 3,683m ³			<p>構造性: 上下部工が剛結されたラーメン構造のため、耐震安定性に優れた構造である。主桁は第3案に比し、若干小さくなる。</p> <p>施工性: ワーゲンによる張り出し架設のため、上部工の施工性は急峻地形に左右されない。仮締め切りや柱頭部施工時に築島が必要となり、河川断面を大きく阻害する。ただし、河川内橋脚の仮締切にはロックオーガーが必要である。(施工期間: 25ヶ月)</p> <p>維持管理: コンクリート橋のため基本的に維持管理は不要である。</p> <p>経済性 (比率): 1.02</p>	×
上部工	下部工	仮設工												
コンクリート: 1,363m ³	コンクリート: 1,232m ³	鋼鉄板: 620m ²												
±I: 3,683m ³														
PC2径間ラーメン橋 (不等径間) 第3案			<p>上部工: PC箱桁 (剛結構造)</p> <p>橋長 L1=110.00m 桁長 L2=109.80m 支間長 L3=63.00m -46.00m</p> <p>下部工: 壁式橋脚 (小判形断面)</p> <p>橋台構造高 A1=12.50m A2=12.00m 橋脚構造高 P1=12.00m</p> <table border="1"> <tr> <td>上部工</td> <td>下部工</td> <td>仮設工</td> </tr> <tr> <td>コンクリート: 1,440m³</td> <td>コンクリート: 1,294m³</td> <td>鋼鉄板: 695m²</td> </tr> <tr> <td colspan="3">±I: 4,502m³</td> </tr> </table>	上部工	下部工	仮設工	コンクリート: 1,440m ³	コンクリート: 1,294m ³	鋼鉄板: 695m ²	±I: 4,502m ³			<p>構造性: 上下部工が剛結されたラーメン構造のため、耐震安定性に優れた構造であるが、不等径間のためアンバランスモーメントが作用する。主桁は第2案に比し、若干大きくなる。</p> <p>施工性: ワーゲンによる張り出し架設のため、架設時に急峻地形に左右されない。また橋脚を河川から極力離し、鋼矢板による止水を行って、築島により施工する。橋脚が偏心しているため、河川水際の第1案・第2案に比し流下断面の阻害が少ない。(施工期間: 23ヶ月)</p> <p>維持管理: コンクリート橋のため基本的に維持管理は不要である。</p> <p>経済性 (比率): 1.00</p>	○
上部工	下部工	仮設工												
コンクリート: 1,440m ³	コンクリート: 1,294m ³	鋼鉄板: 695m ²												
±I: 4,502m ³														
鋼2径間連続鋼桁橋 (小主桁) 第4案			<p>上部工: 鋼連続鋼桁橋 (小主桁)</p> <p>橋長 L1=110.00m 桁長 L2=109.80m 支間長 L3=63.00m -46.00m</p> <p>下部工: 張出し式橋脚 (小判形断面)</p> <p>橋台構造高 H1=12.50m (A1) =12.00m (A2) 橋脚構造高 H2=13.40m</p> <table border="1"> <tr> <td>上部工</td> <td>下部工</td> <td>仮設工</td> </tr> <tr> <td>鋼重: 618ton (411kg/m²)</td> <td>コンクリート: 1,239m³</td> <td>鋼鉄板: 602m²</td> </tr> <tr> <td colspan="3">±I: 3,620m³</td> </tr> </table>	上部工	下部工	仮設工	鋼重: 618ton (411kg/m ²)	コンクリート: 1,239m ³	鋼鉄板: 602m ²	±I: 3,620m ³			<p>構造性: 他案同様、走行性や耐震安定性に優れた構造である。</p> <p>施工性: 鋼製部材の製作は第三国へ材料調達・製作・組立まで委託するため、工期を守らせるのが難しい。また、ウェブとフラッグの大きな接合部は検査が行われないのが通例であり、溶接部に不安が残る。プレキャストPC床版は、エ国側からの片押しであるため施工期間が長くなる。河川内の桁架設は、組立ヤードがないため、架設時に河川内にベントが必要となる。(施工期間: 19ヶ月)</p> <p>維持管理: 定期的なメンテナンス (塗装) が必要となる。</p> <p>経済性 (比率): 1.14</p>	×
上部工	下部工	仮設工												
鋼重: 618ton (411kg/m ²)	コンクリート: 1,239m ³	鋼鉄板: 602m ²												
±I: 3,620m ³														

c) 下部工形式の検討

- 支持層の選定

地質調査によると、既存橋梁付近では岩が露出しており、架橋付近では岩盤が地表面から 7.0～10.0 m の深さまで落ち込んでいる。その上層部の地層は、「エ」国側の河川内は、玉石交じり砂、砂礫等の河岸堆積物であり、ペルー国側は、転石や玉石交じりの粘性土である。これら上層部の地層は比較的新しく、支持層にはなりえない。よって、支持層は、標高 375.0～380.0 m の深さにある岩盤と想定する。

- 橋脚の土被り

河川内に配置される橋脚は、局部洗掘対策として我が国の河川構造令に準拠し、最深河床より 2.0 m の土被りを確保するものとする。水文学解析でも述べられているように、高水敷の上部河川堆積物(砂、砂礫)は既存橋梁撤去後、最大で現在の最深河床高まで流失すると考える。

- 下部構造及び基礎形式

橋台の床付け位置は最深河床より深い位置とし、橋脚の床付け位置は、上述したように最深河床より局部洗掘深さ(土被り 2.0 m)及び底版厚を考慮して決めることとする。

基礎形式は、底版床付け位置(底版下面高)と支持層位置(深さ)より決まり、表 3-12 に示すように「ペ」国側橋台(A1)と河川内橋脚(P1)は、支持層が最低河床高より高い位置にあることから直接基礎を採用した。

「エ」国側橋台(A2)は、最深河床と支持層との差が約 3.3 m と大きいことから、直接基礎以外の基礎を選定することとし、次の理由から場所打ち杭を採用することとした。なお、基礎形式の選定は、我が国の道路橋示方書・同解説、IV 下部構造編(日本道路協会)の基礎形式選定表に準拠して選定した。

- 中間層に礫径 10～50 cm の礫層がある
- 支持層の深度が 8.70 m と比較的浅い(杭長約 50 m)
- 支持層面の変化(凹凸)が激しい
- 橋台は橋脚に比し、鉛直荷重・水平荷重が小さい

下部構造形式は、構造高さより選定するものとし、できるだけ単純な構造形式を選定する。橋台の構造高は、道路計画高が 392.0～392.4 m と想定すると約 12.0 m～12.9 m の範囲にあり、逆 T 式橋台の範疇より若干逸脱するものの、構造が単純で施工性に優れることから逆 T 式橋台を採用した。

橋脚は、河川内に配置されること、鉛直荷重及び水平荷重が大きくなること、及び流下障害が少ない小判形断面を有する壁式橋脚を採用した。

表 3-12 下部構造及び基礎形式

(単位: m)

	「べ」国側橋台(A1)	河川内橋脚(P1)	「エ」国側橋台(A2)	備考
Prog. No	No.0+293.0	No.0+356.0	No.0+403.0	
地質調査 No	PRF-3	PRF-1	PRF-2	
地盤高(GH)	389.600	382.391	384.867	
岩盤高(支持層:GG) (支持層の深さ)	380.000 (9.600 m)	375.541 (6.850 m)	376.167 (8.700 m)	
底板設置位置	最深河床高以深	最低河床-(土被+底板厚)	最深河床高以深	
最深河床高	379.500	379.500	379.500	
橋脚の土被り	—	2.000	—	河川構造令に準拠
想定底板厚(D)	—	2.500	—	
底板下面高(Pf)	379.500	375.500	379.500	
支持層と床付の差	-0.500	-0.041	3.333	“-”は支持層が高い
基礎形式	直接基礎	直接基礎	杭基礎	
支持層根入れ(Df)	0.500	0.500	1.200	
底板床付け位置(F)	379.500	375.041	379.500	
A2 橋台杭長(L)	—	—	(4.533≒)5000	
計画高(PH)	392.389	392.200(平均)	392.059	
上部構造高(hs)	—	2.400~5.200	—	
下部構造高(H)	12.899 ≒12.900	14.759~11.959 ≒14.800~12.000	12.559 ≒12.500	
下部構造形式	逆 T 式橋台	壁式橋脚	逆 T 式橋台	

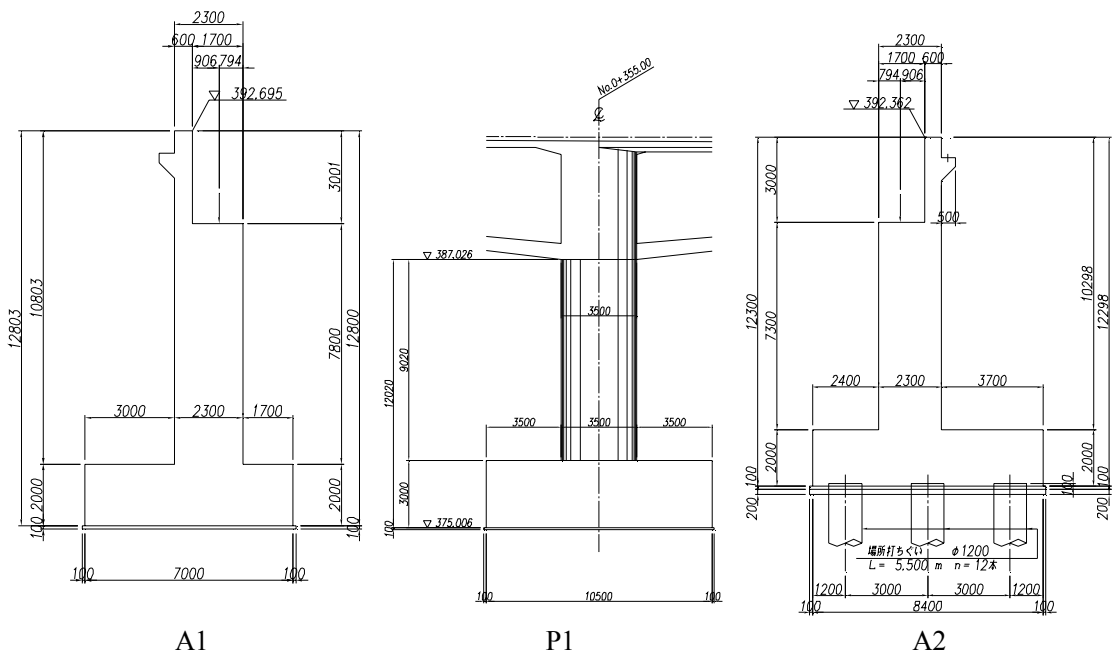


図 3-11 下部工断面図

(2) 護岸工・護床工の検討

本計画の護岸工・護床工は、現マカラ橋が新マカラ橋完成後直ちに撤去されると想定して計画した。即ち、現橋撤去後、右岸側の橋台付近は河道が屈曲し流れが集中するため、洗掘を生じる可能性が高い。また、洪水の流れは直接右岸側の現堆積部分を通過することとなり、堆積土砂が流出し河床低下が発生する可能性がある。一方、橋脚を右岸堆積部に設置する計画であるため、橋脚周りの洗掘が発生することが考えられる。従って、流れの変化や河床低下や局所洗掘等河道の変化に対応した対策工として、護岸工・護床工の設置が必要となる。護岸工及び護床工は、橋台、橋脚設置の影響による流水の乱れ及び流木等に対して河岸、河床を保護すると共に、これら構造物の設置による弱体化に対する補強措置、橋梁による日照阻害により植生の生育不能に代わる覆工として機能する。

a) 護岸工の設置範囲と構造形式の検討

護岸工は、左岸側は河岸の法線に沿い、橋台の洗掘を防ぐ範囲とする。右岸側は橋台の上流側の旧橋堤防範囲までを保護し、下流側は下流岩盤間での法面を防護する範囲とする。延長は、橋台の上下流 47 m の範囲となる。護岸の構造案としては、コンクリート張り護岸、石張りコンクリート護岸、ふとん籠護岸等が考えられる。機能面、すなわち河岸や盛土を保護する面から、いずれの構造であっても十分な機能を有するが、洪水流速が速く、水衝部にあたるため、転石による被災に対応する必要がある。従って、護岸工は対摩耗性を確保する必要性と現地発生石を表面に配した石張りコンクリート構造とする。

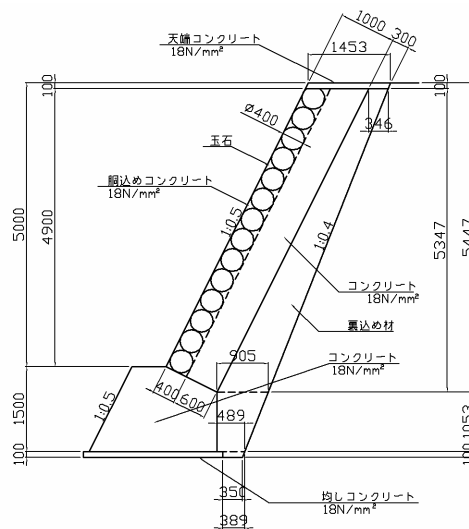


図 3-12 護岸工の断面図

b) 護床工の設置範囲と構造形式の検討

護床工は、橋脚周りの局所洗掘防止と護岸全面の河床低下対策のために設置する。洪水時の流速が速いため、護床工は単体で流体力、掃流力及び揚圧力に耐えうる厚さ、重量を有することが重要である。また設置範囲については、橋脚周りは局所洗掘範囲を防止する範囲とし、護岸全面は河床低下に追従できる十分な幅に設置するものとする。

構造は、護岸工と同様、転石等の摩耗に耐え、十分な重量を有する石張りコンクリート構造

とし、構造諸元は水理計算から流体力、掃流力、揚圧力を算定し重量及び厚さを決定すると共に、河床低下量及び橋脚周りの局所洗掘範囲から設置範囲を決定した。

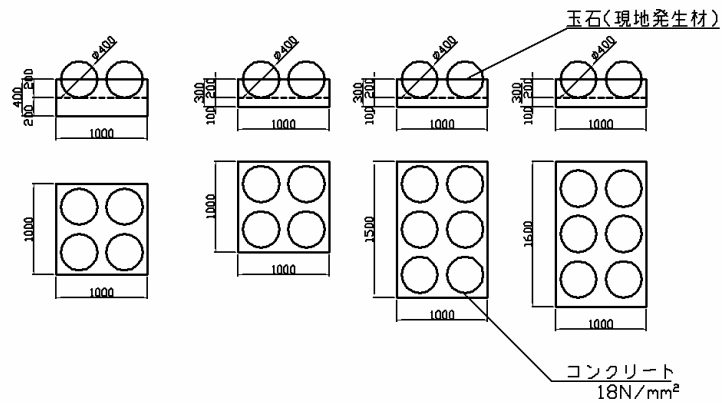


図 3-13 護床工構造図(石張りコンクリート構造)

護床工の設置範囲は、橋脚周りの洗掘深と河床低下の想定高さから、洗掘深及び洗掘の範囲の算定結果を踏まえて決定した。その結果、護床工の設置範囲は、護岸工前面 9.0 m と橋脚周りに 29.6 m×25.5 m の計画とした。

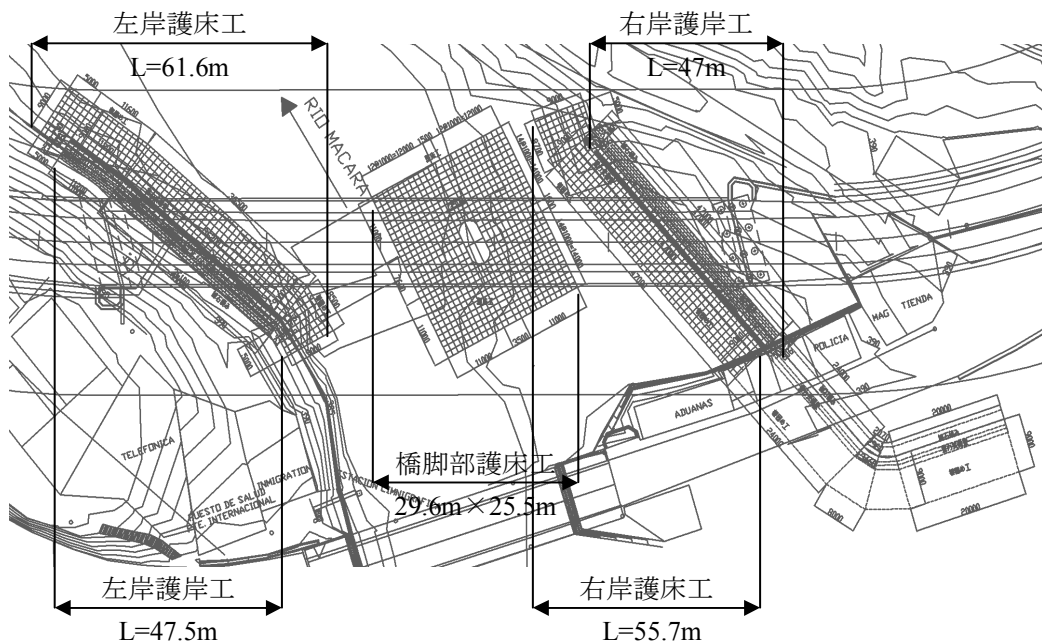


図 3-14 護岸工・護床工の設置範囲

(3) 取付道路の検討

取付道路の検討では舗装構成と法面工の検討を行った。

a) 舗装構成の検討

取り付け道路の舗装構成は、既設橋付近における既存の舗装構成を調査した結果(下層路盤 T=40 cm、上層路盤 T=20 cm、アスファルト舗装 T=2.50 cm)、表層が薄く、下層路盤が厚いと考えられる。そこで、表層を 5 cm として等値換算計数を用いて試算し、図 3-15 のような総厚 55 cm の舗装構成を採用することにした。ただし、岩盤が露出している区間は、図 3-16 に示すように岩盤上面にレベリング層としてアスファルト舗装 3 cm を設け、その上に表層 5 cm を敷設することにした。

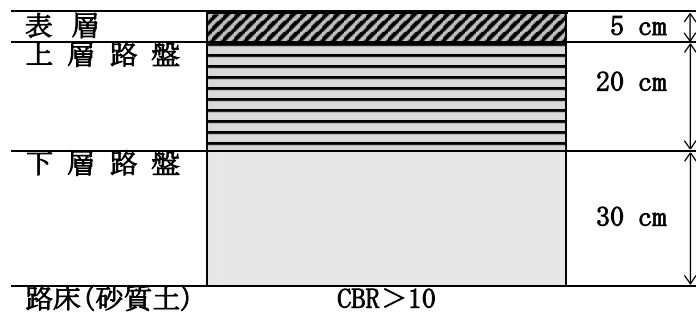


図 3-15 舗装構成(一般部)



図 3-16 舗装構成(岩盤部)

b) 法面工の検討

自然環境の保全・配慮、切り土盛土斜面の土砂災害の防止、交通流に対する安全確保等の視点から切土法面及び盛土法面に対して法面工・斜面安定工を行う。

切り土法面に対しては、地山の分類、硬度、風化の難易度、湧水の有無等を勘案し、「ペ」国側 Sta. 00+000 から Sta. 00+180 の切り土に対しては金網ネット張り工、「ペ」国側 Sta. 00+220 から Sta. 00+270 及び「エ」国 Sta. 00+470 から Sta. 00+540 に対しては種子吹きつけ工を適用する。

一方、盛土法面に関しては全て張り芝工を行うものとする。

(4) 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表 3-13 に要約される。

表 3-13 施設概要

施設要素	形式・諸元
架橋位置	既設マカラ橋の 50 m 下流
橋梁型式	2 径間連続 PC 箱桁
橋長	110 m
支間割り	62.6 m+45.6 m
ペ側橋台(A1) :形式	逆T橋台
:構造高	12.8 m
:基礎工	直接基礎
エ側橋台(A2) :形式	逆T橋台
:構造高	12.3 m
:基礎工	杭基礎(場所打ち杭径 1.2 m)
橋脚(P1) :形式	壁式
:構造高	12.02 m
:基礎工	直接基礎
橋梁幅員	車道:3.65 m、路肩幅:1.2 m、歩道幅:2.0 m
取付道路「エ」国道路延長	138.0 m
「ペ」国道路延長	291.0 m
幅員構成	車道:3.65 m、路肩幅:2.4 m、保護路肩:1.00 m
護岸工 「エ」国側	石張りコンクリート護岸、延長 47.0 m
「ペ」国側	石張りコンクリート護岸、延長 47.5 m
護床工 「エ」国護岸工前	石張りコンクリート根固め工、延長 61 m
「ペ」国護岸工前	石張りコンクリート根固め工、延長 55 m
橋脚	石張りコンクリート護床工(29 m x 25 m)

3-2-3 基本設計図

以上の基本計画に基づいて作成した以下の基本設計図面を次頁より掲載する。

- 図 3-17 計画平面図
- 図 3-18 道路縦断図
- 図 3-19 橋梁一般図
- 図 3-20 A1 橋台構造図(その 1)
- 図 3-21 A1 橋台構造図(その 2)
- 図 3-22 A2 橋台構造図(その 1)
- 図 3-23 A2 橋台構造図(その 2)
- 図 3-24 P1 橋脚構造図
- 図 3-25 上部工構造図
- 図 3-26 道路標準横断図

取付道路平面図 S=1:1500

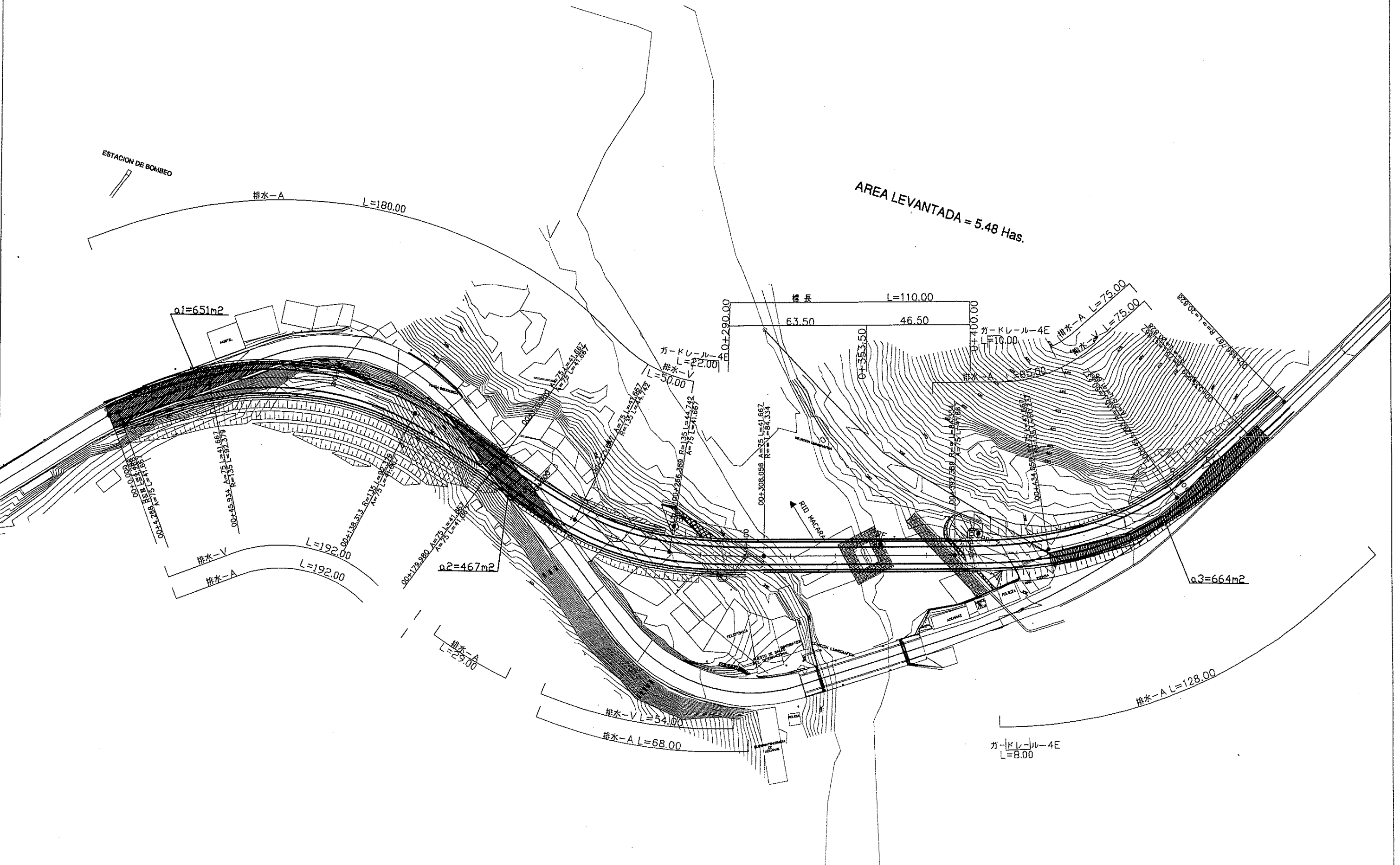


図 3-17 計画平面図

取付道路縦断図

縮尺 H=1:2,000 V=1:400

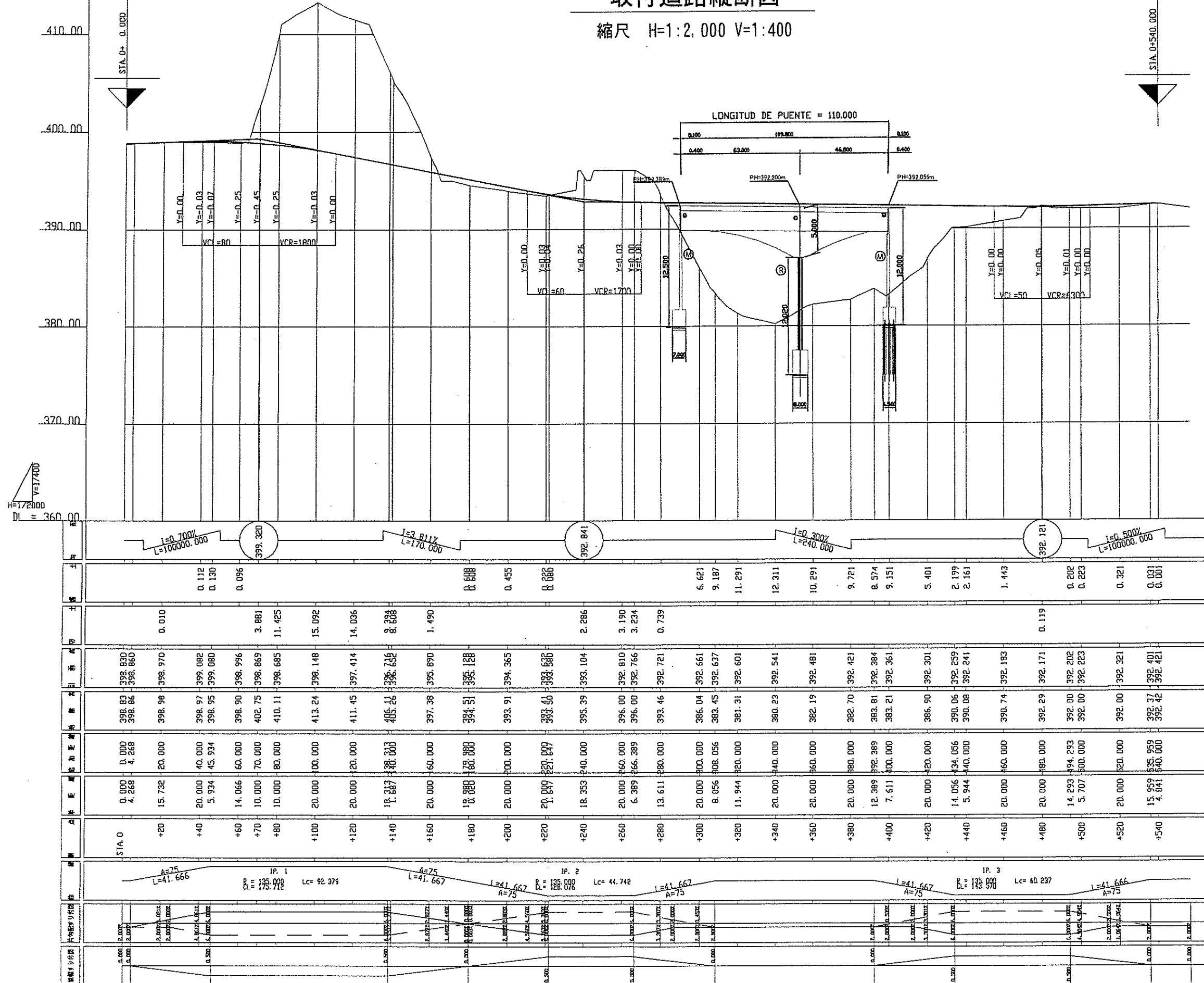
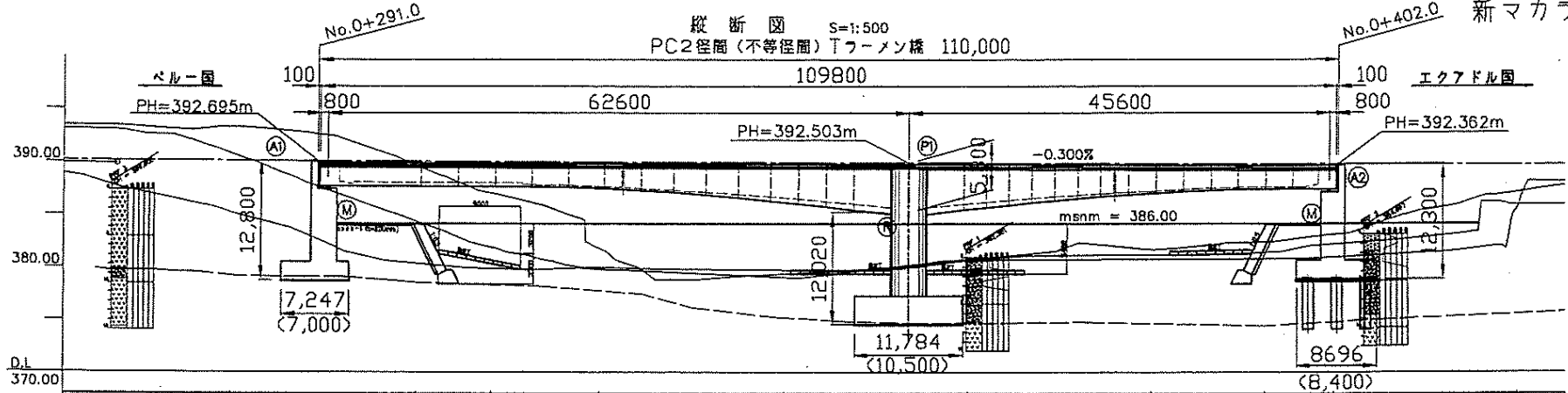


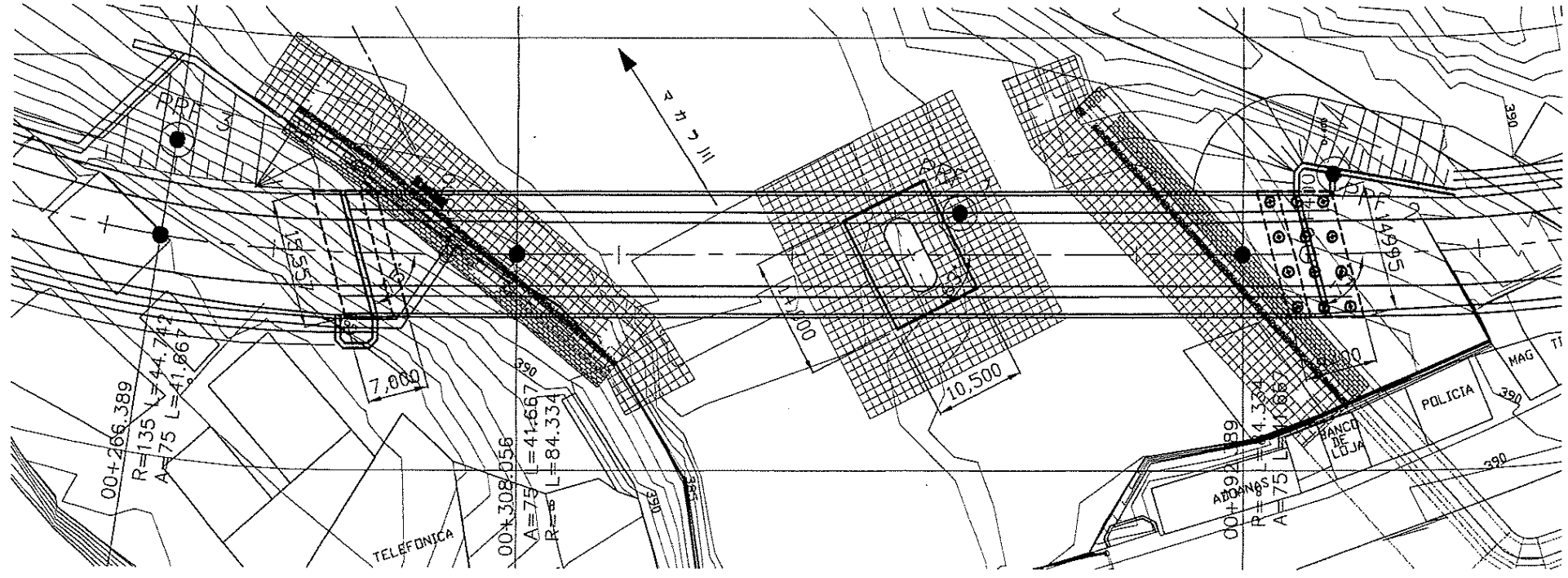
图 3-18 道路縦断図

新マカラ国際橋 全体一般図

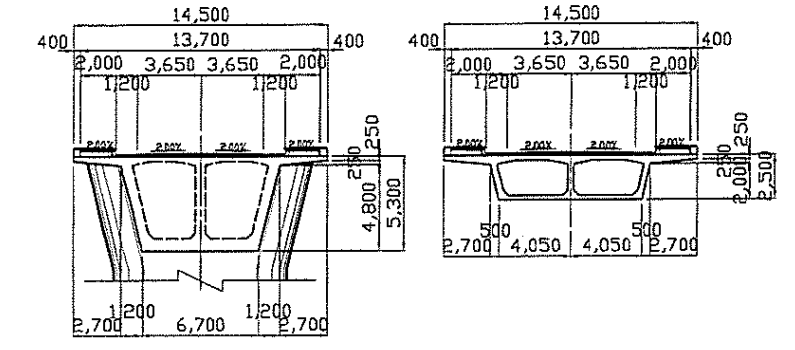


勾配										
計画橋	392.721	392.891	392.815	392.817	392.801	392.541	392.203	392.421	392.251	392.301
地盤高	393.415	393.001	392.815	392.817	392.801	392.541	392.203	392.421	392.251	392.301
累積距離	0+291.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00
橋台高	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20
橋脚										
橋脚										

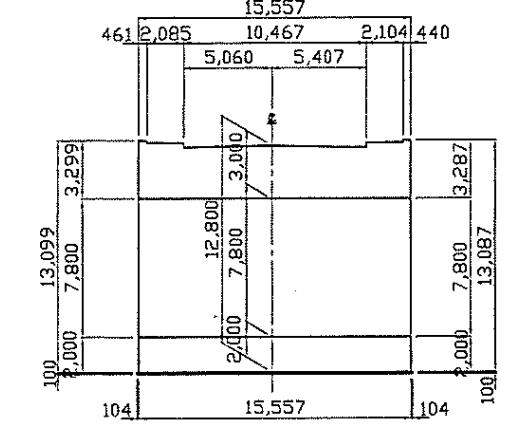
平面図 S=1:500



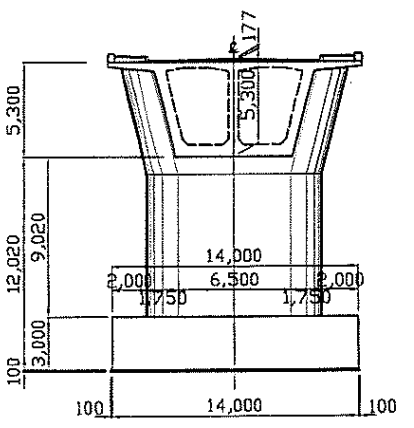
標準断面図 S=1:300



A1橋台 S=1:300



P1橋脚 S=1:300



A2橋脚 S=1:300

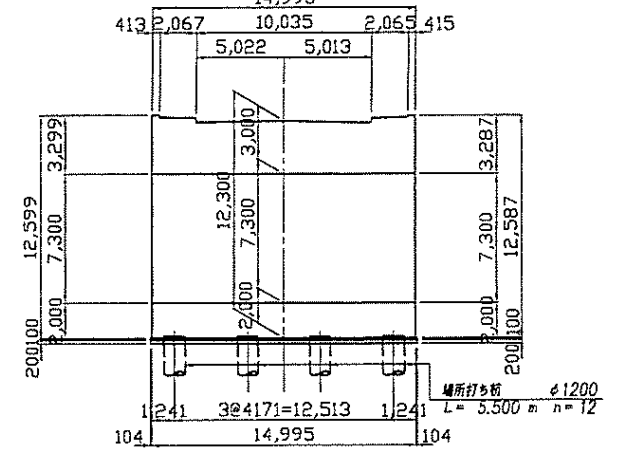
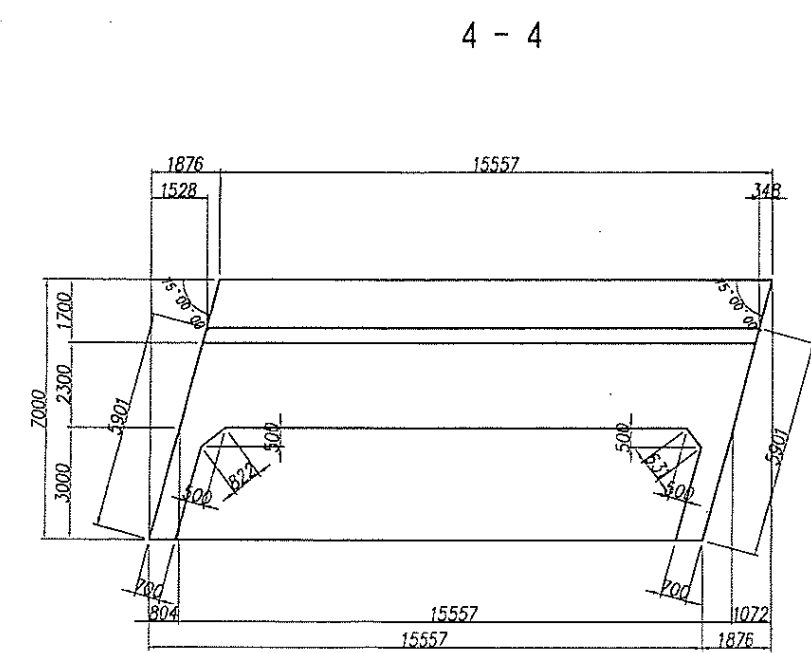
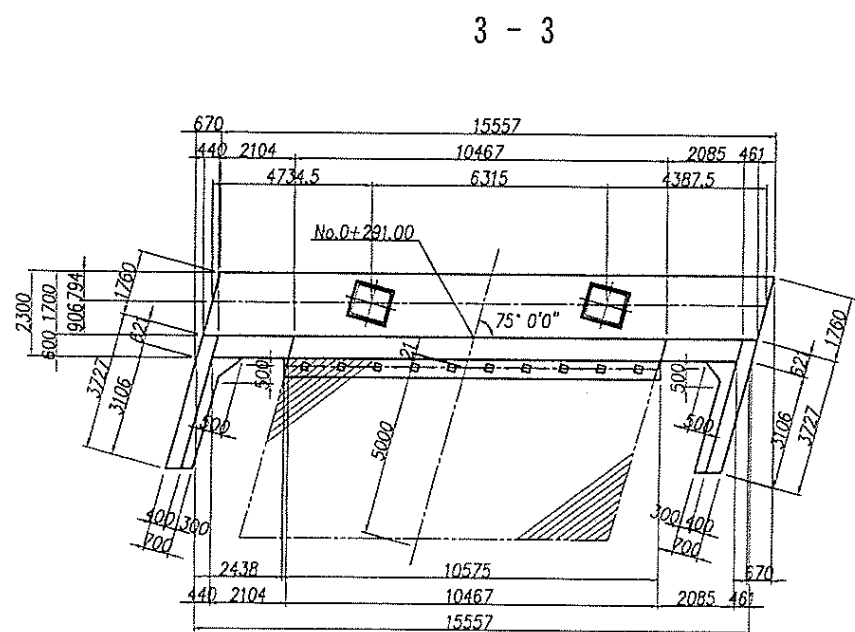
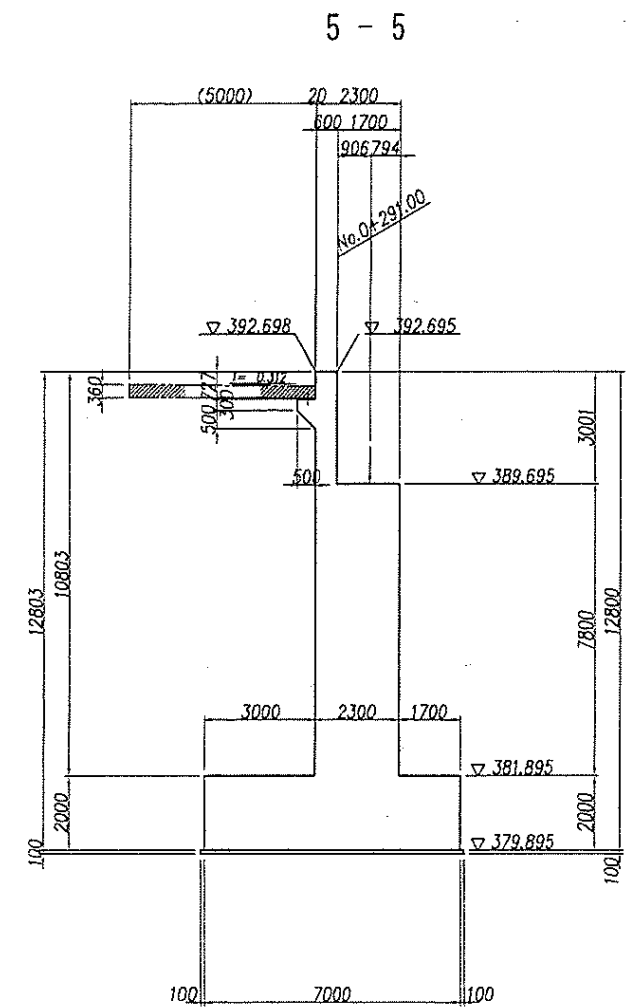
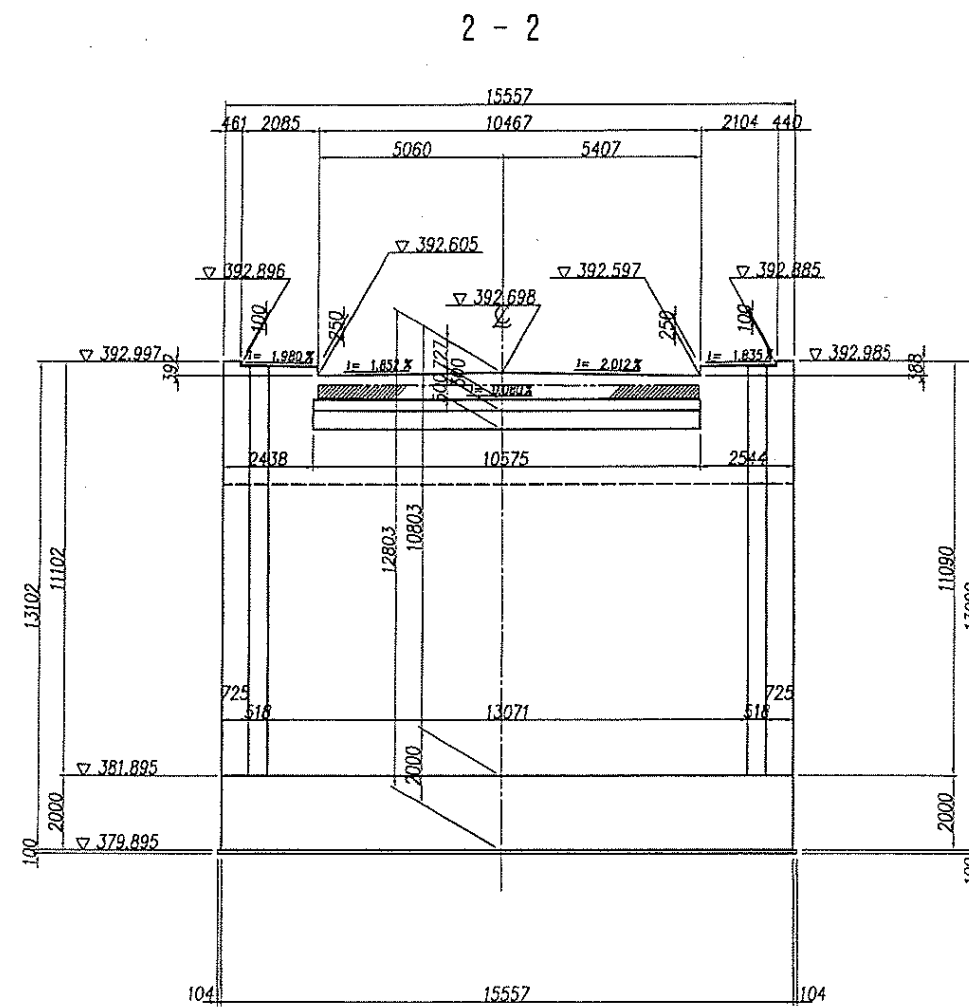
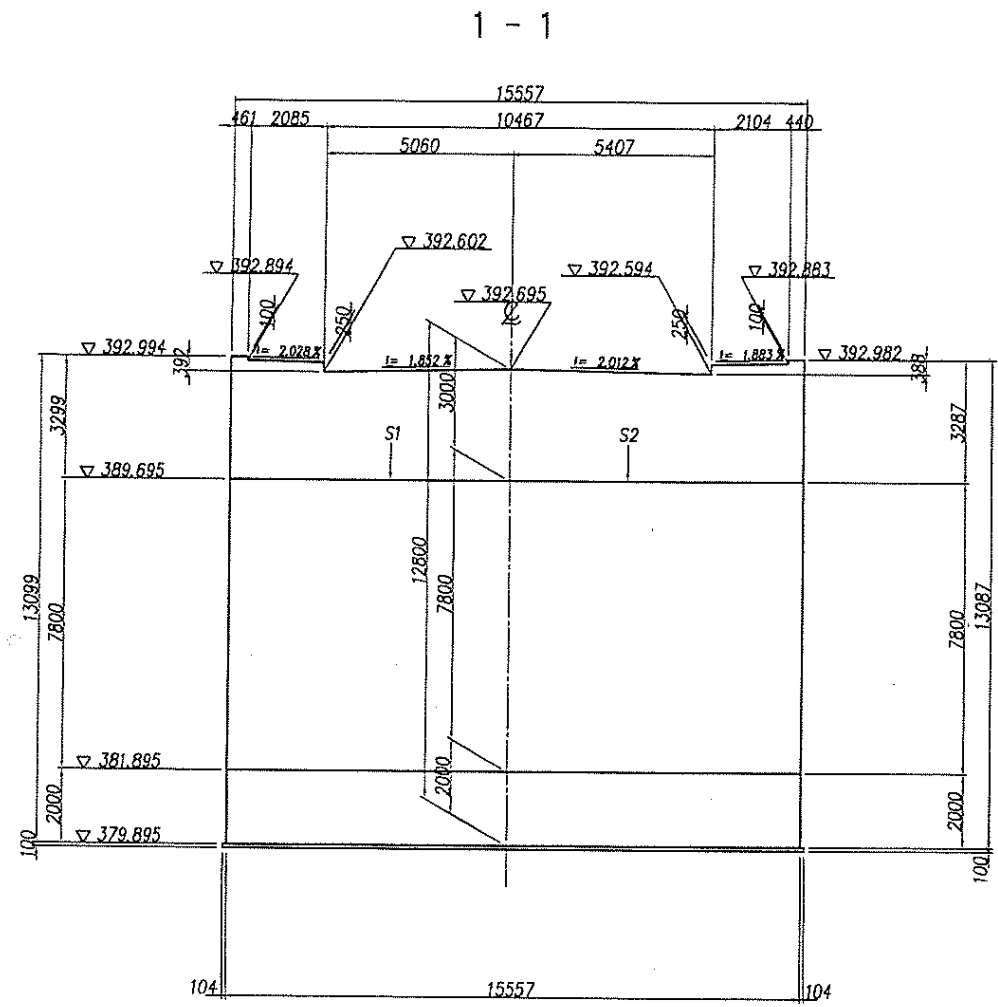


図 3-19 橋梁一般図

A1 橋台構造図 (その1) S=1:200



マーク図

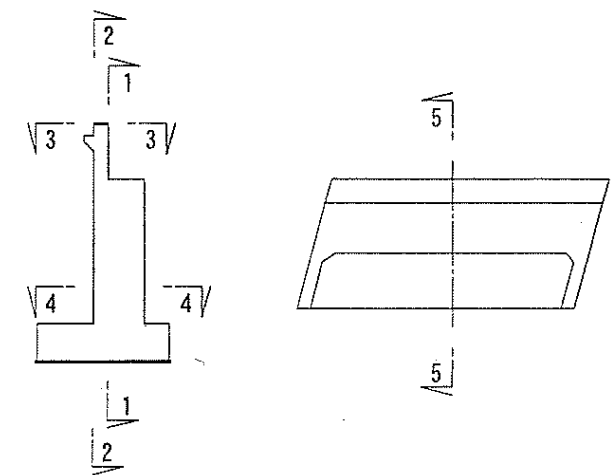


図 3-20 A1 橋台構造図(その1)

A1 橋台構造図 (その2) S=1:200

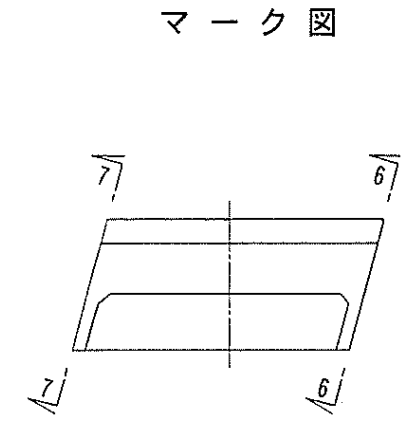
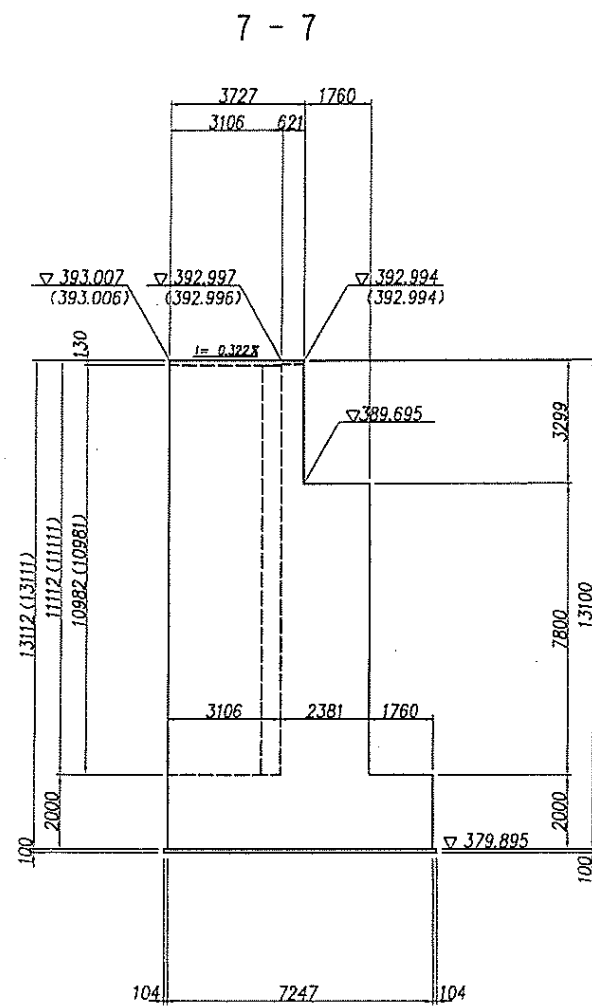
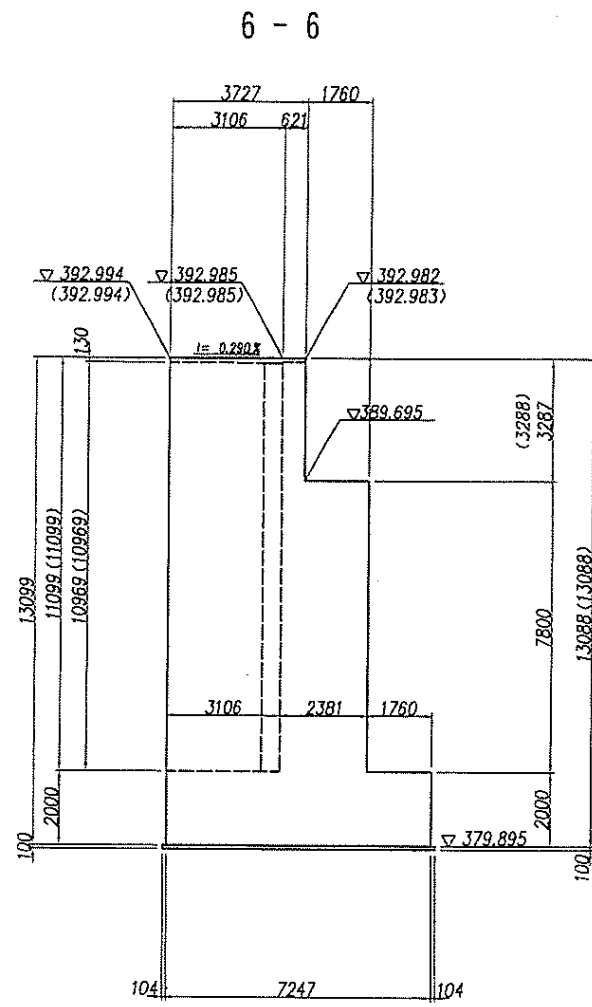


図 3-21 A1 橋台構造図(その2)

A2橋台構造図(その1) S=1:200

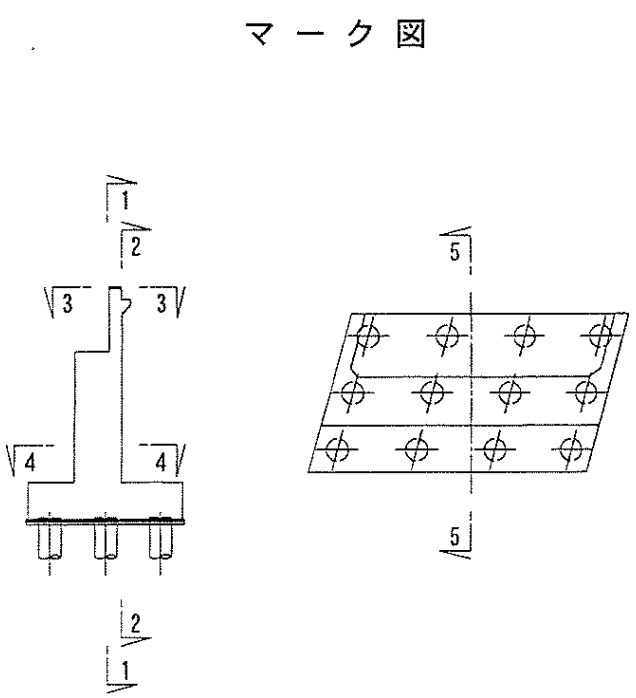
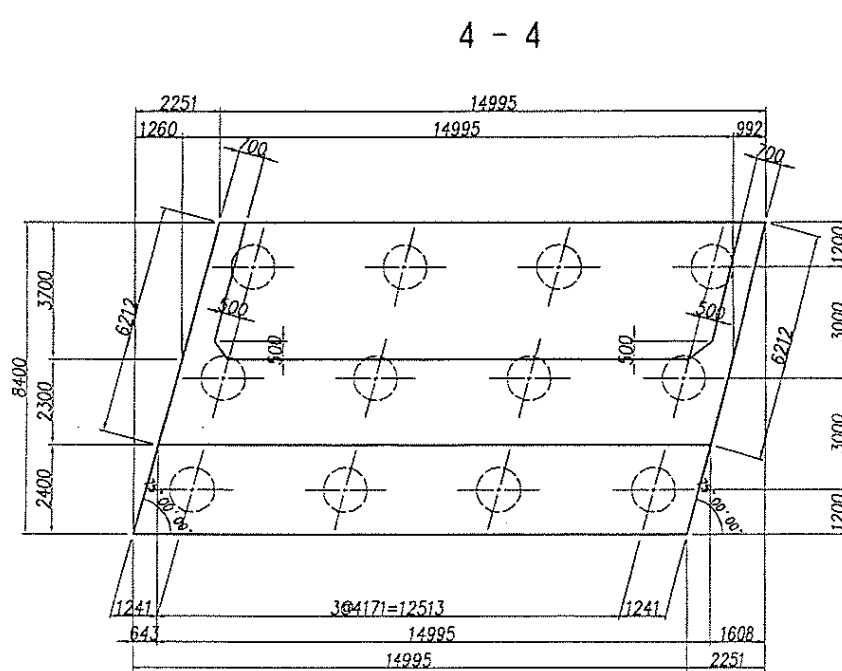
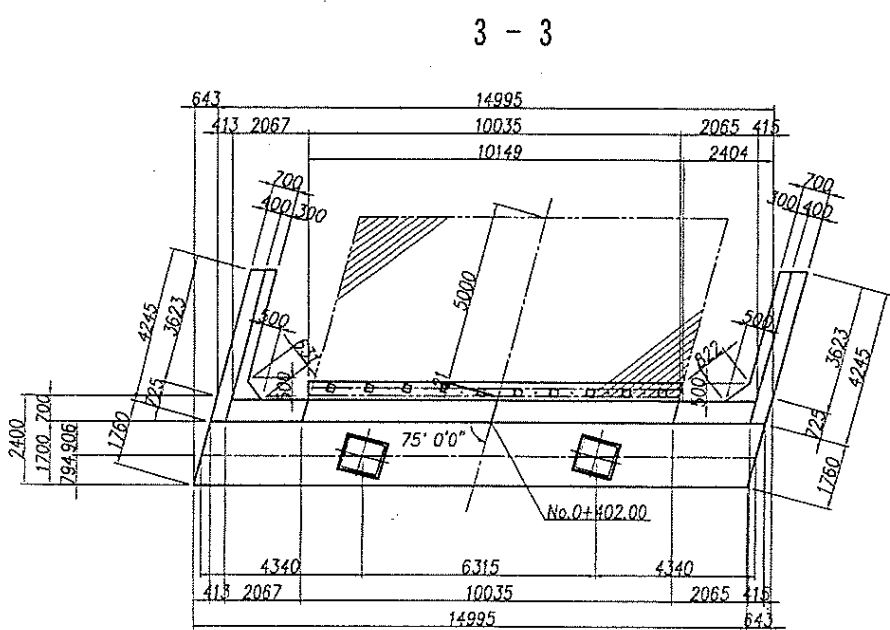
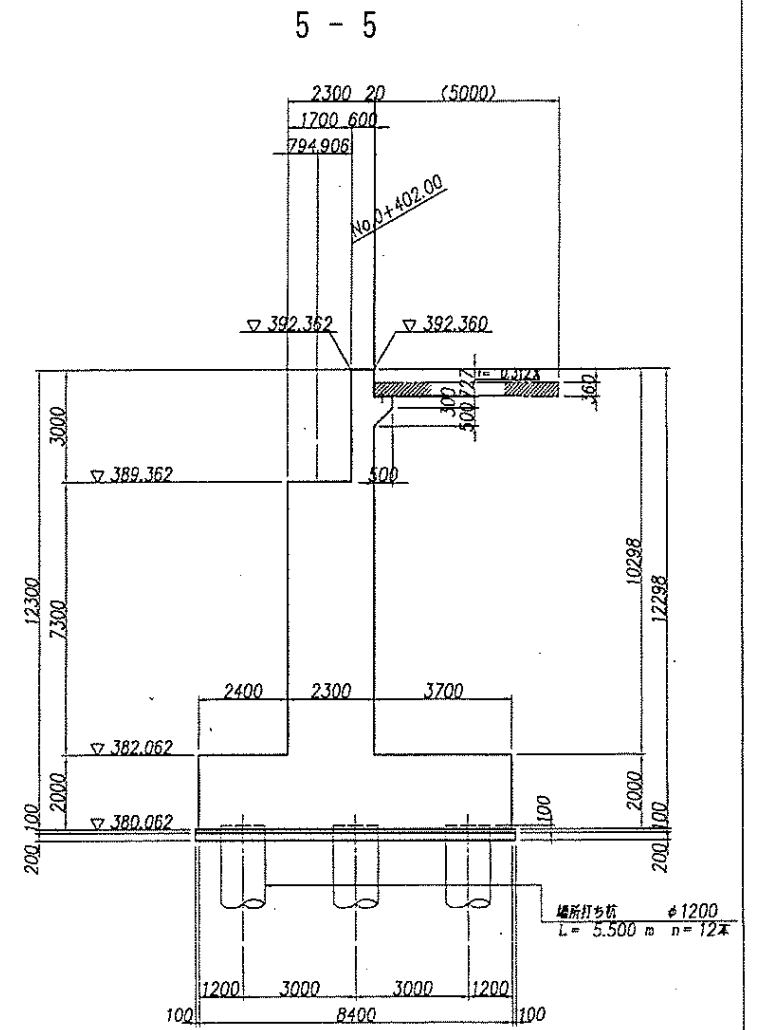
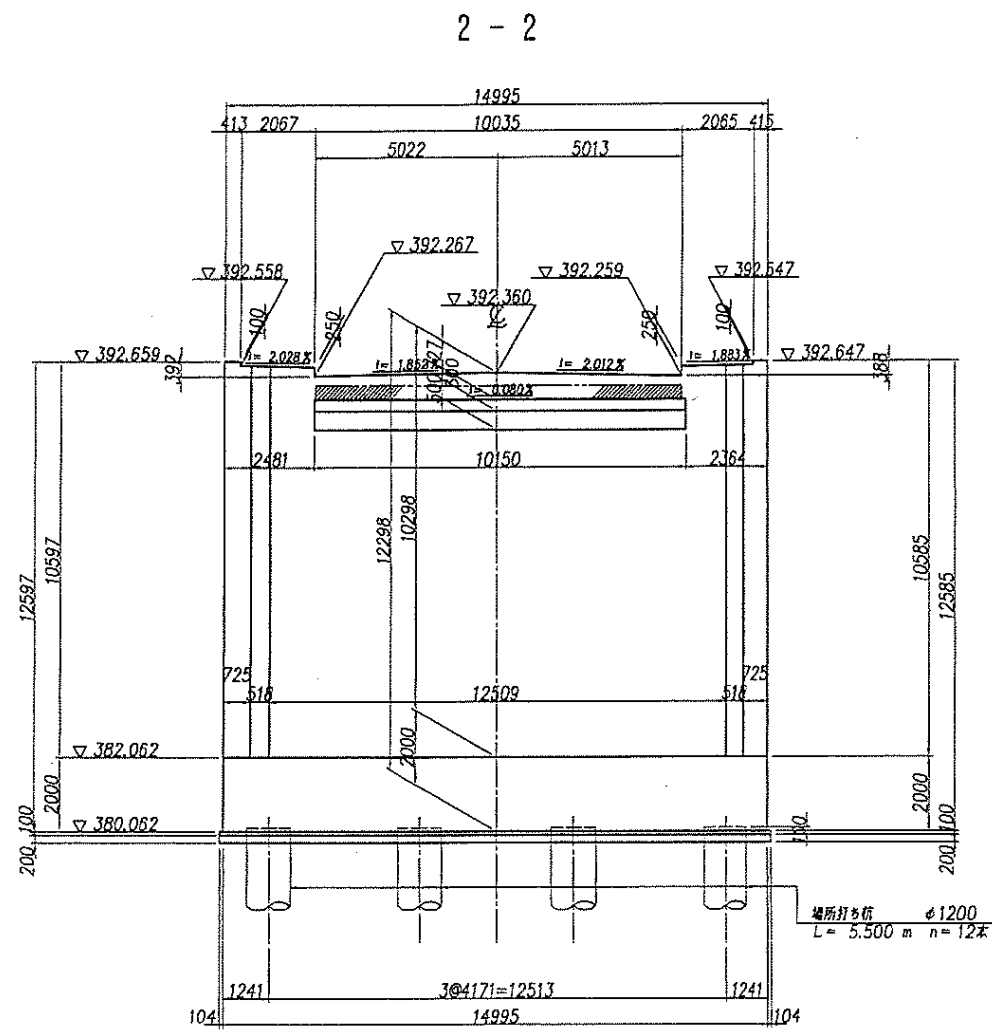
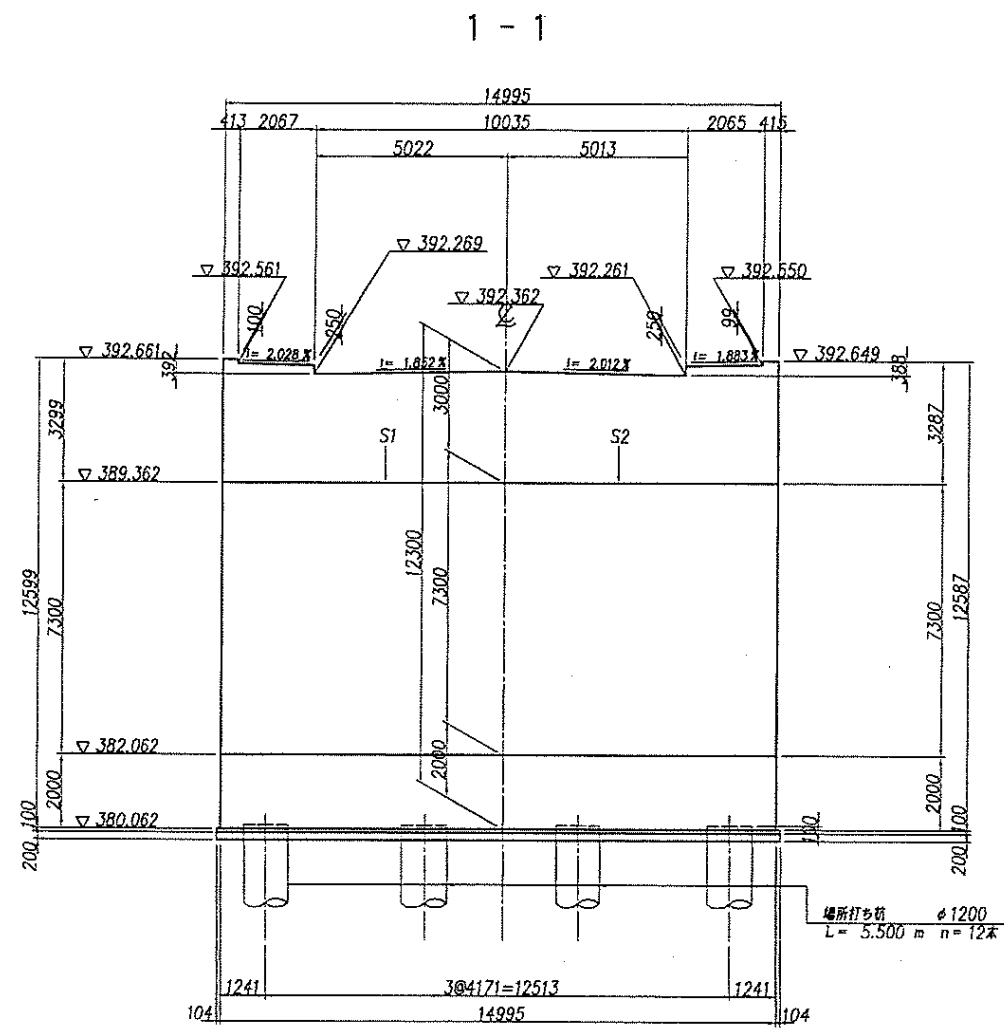
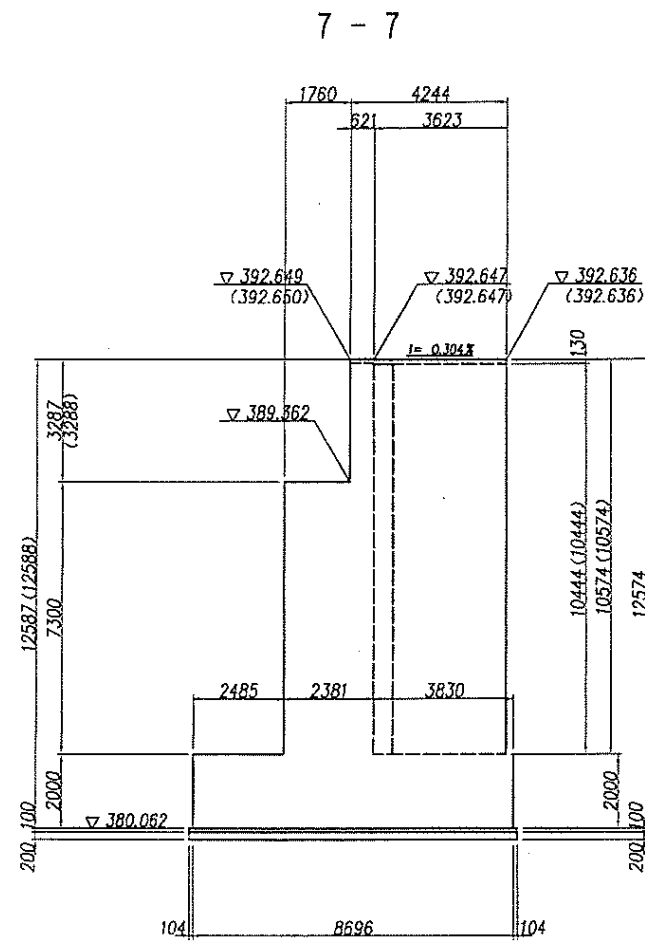
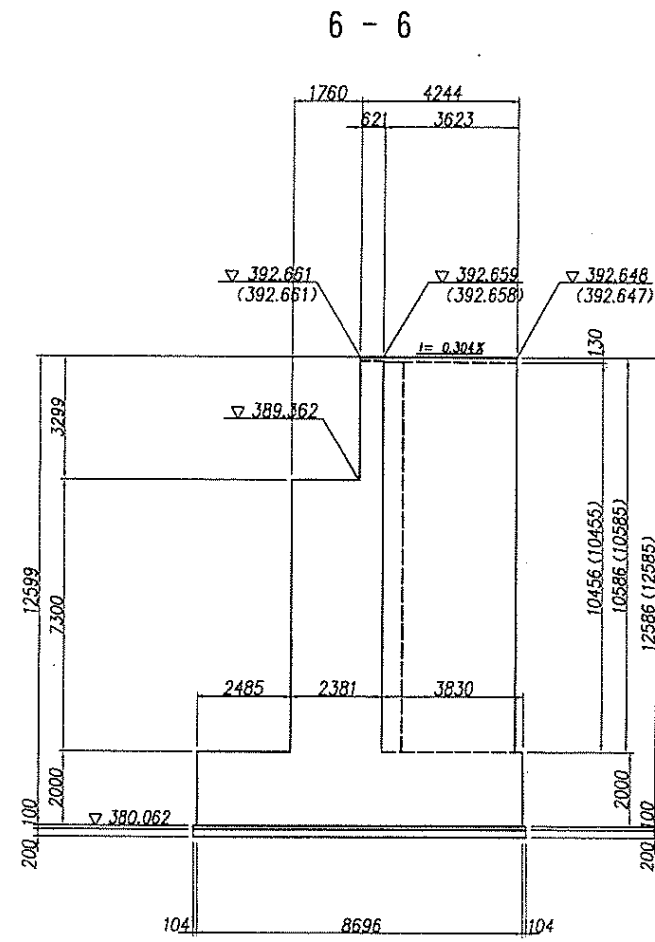
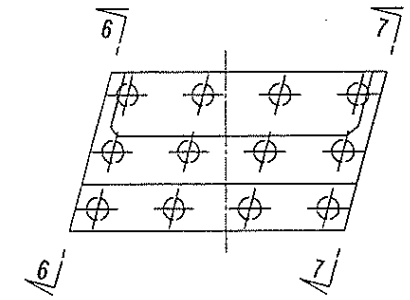


図 3-22 A2橋台構造図(その1)

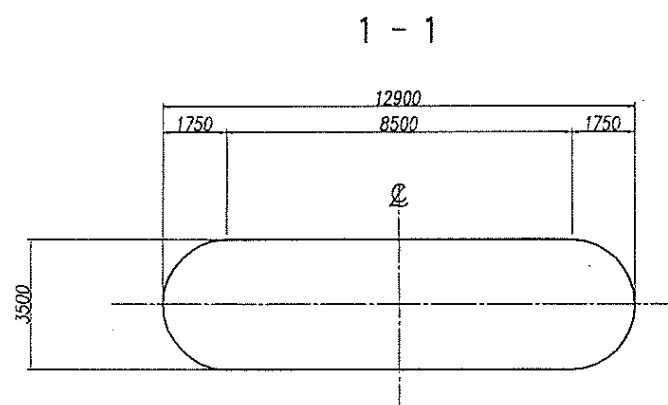
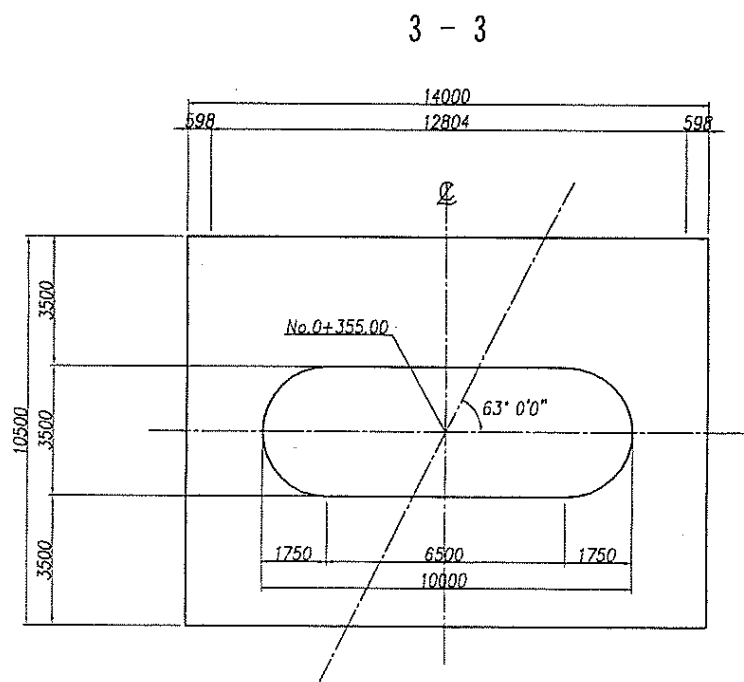
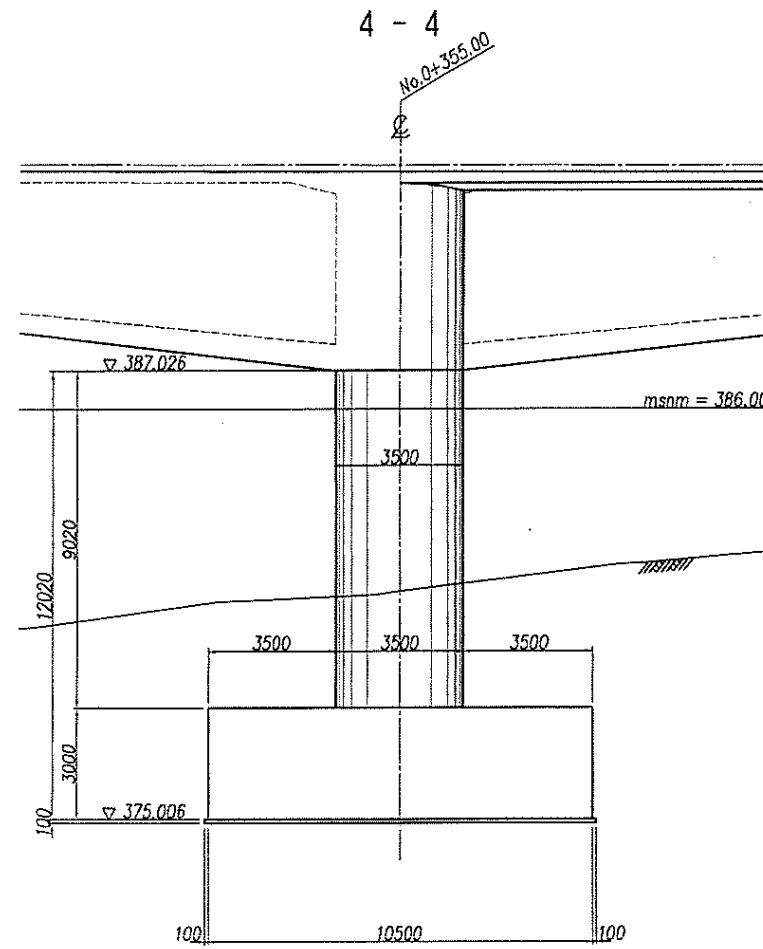
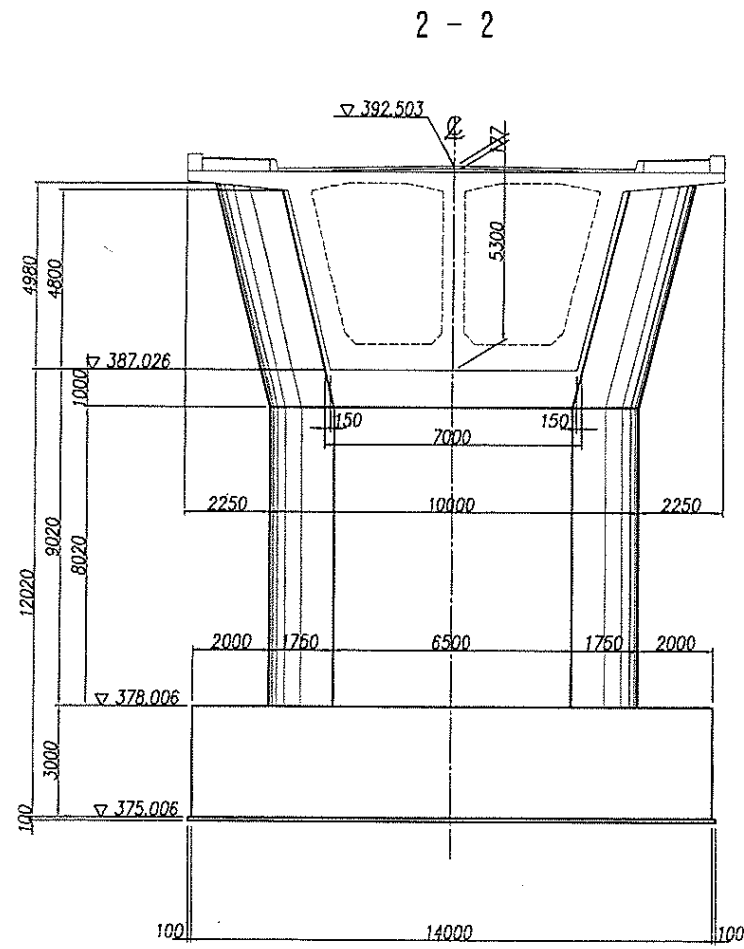
A 2 橋台構造図 (その 2) S=1:200



マーク図



P 1 橋脚構造図 S=1:200



マーク図

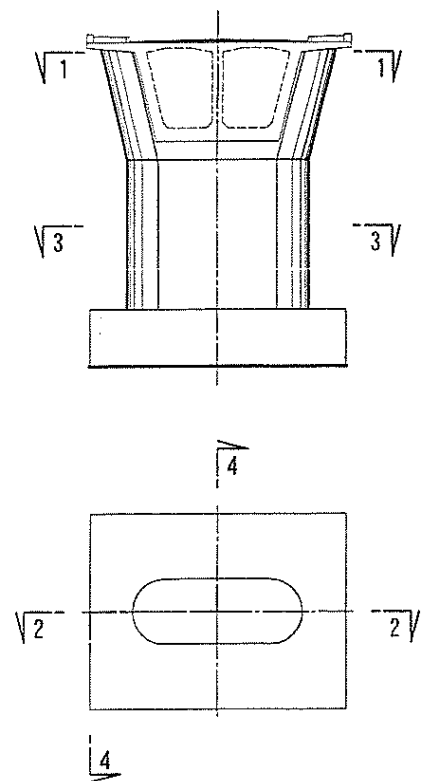
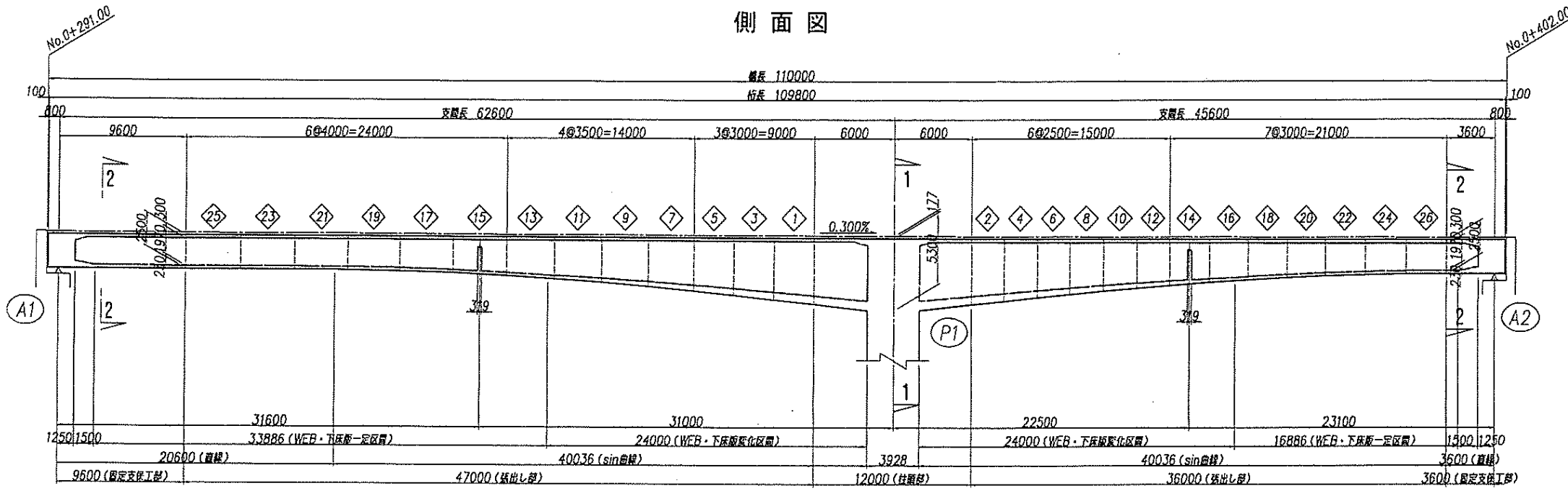


図 3-24 P1 橋脚構造図

上部工構造図 S=1:400

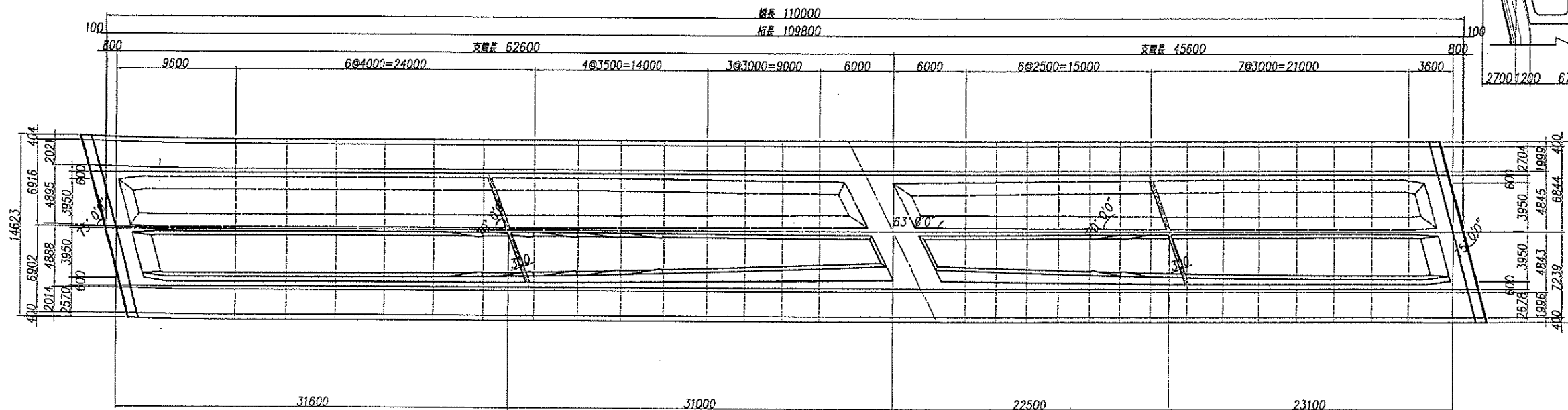
側面図



* ◇ 中の数字は、架設ブロックの施工順序を示す

下床版厚	2.1.2.厚	底 高
500	600	2500
500	600	2500
230	360	2500
230	360	2500
230	360	2500
230	360	2500
230	360	2502
230	360	2554
230	360	2673
230	360	2856
239	365	3067
308	400	3319
376	435	3608
445	470	3930
503	500	4226
562	530	4537
621	560	4858
700	600	5300
700	600	5300
621	560	4858
572	535	4590
523	510	4328
474	485	4076
425	460	3835
376	435	3608
327	410	3398
268	380	3170
230	360	2971
230	360	2805
230	360	2673
230	360	2577
230	360	2519
500	600	2500
500	600	2500

平面図



設計条件

種 別	プレストレスコンクリート道路橋
構造形式	ポストテンション方式PC2径間ラーメン箱桁橋
工 法	片持架設 (橋出し施工)
橋 長	110.000m
桁 長	109.800m
支 間	62.600m + 45.600m
有効幅員	2.000 + 9.700 + 2.000
斜 角	63° 00' 00" ~ 75° 00' 00"
活荷重	HS20 × 1.25 (HS25)
衝撃係数	1 = 1.0 / (2.5 + L)

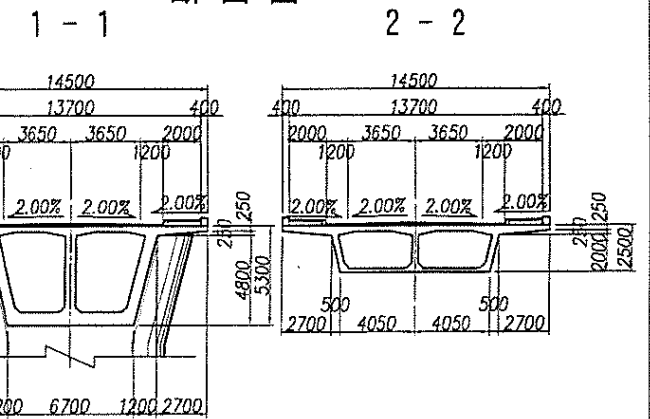
材料表および許容応力度

コンクリート (N/mm ²)		主桁
設計基準強度		36.00
許容曲げ圧縮応力度	プレストレス導入直後	16.40
	全死荷重作用時	12.80
	設計荷重時	12.80
許容曲げ引張応力度	プレストレス導入直後	-1.38
	全死荷重作用時	0.00
	設計荷重時 (上縁)	0.00
許容せん断応力度	設計荷重時 (下縁)	-1.38
	終局荷重時	0.51
許容斜引張応力度	死荷重時	4.78
	設計荷重時	0.92
		1.88

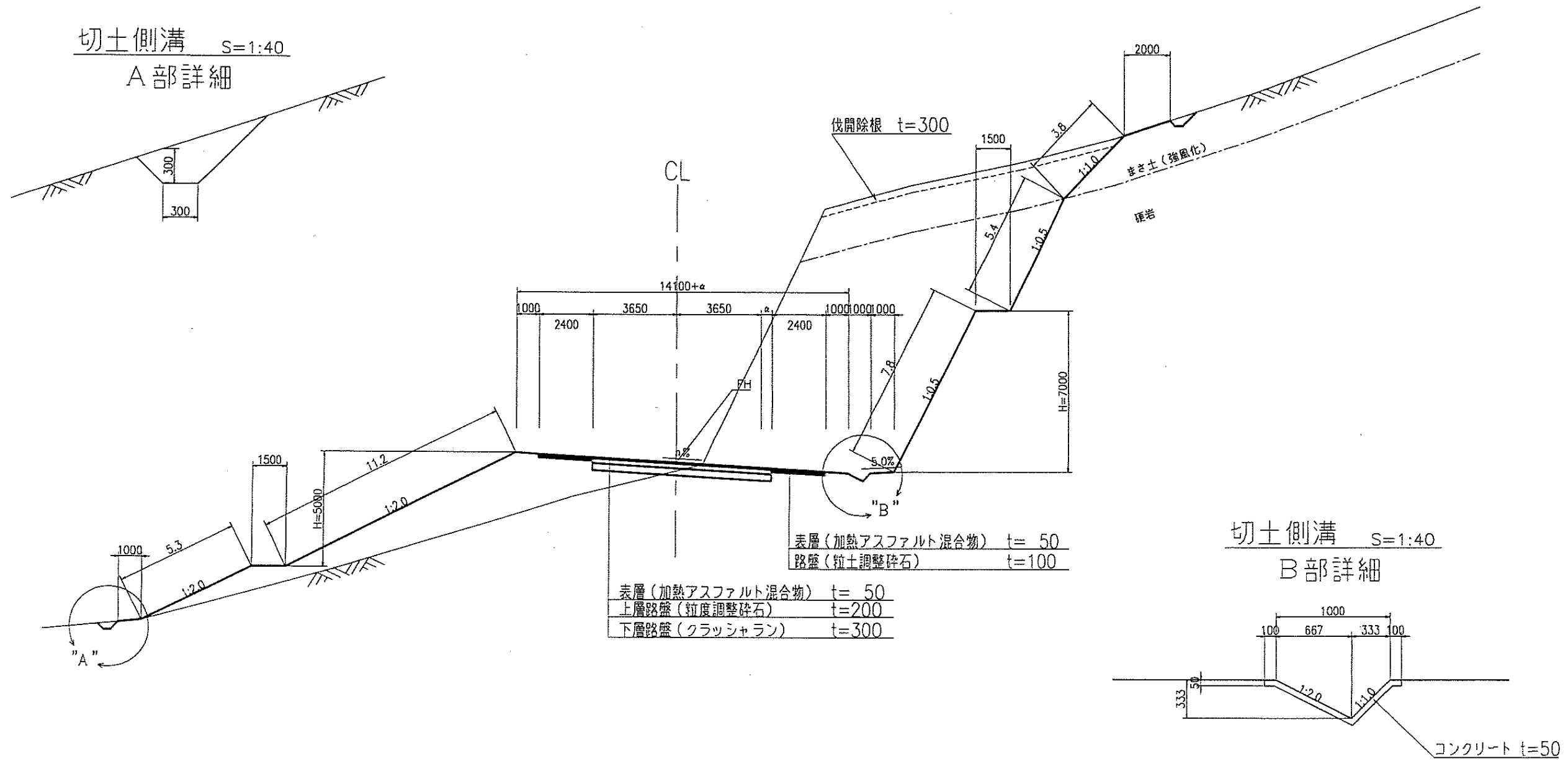
P C 鋼材 (N/mm ²)		SWPR7B 12S12.7B
引張強度		1850
降伏点応力度		1600
許容引張応力度	プレストレス導入時	1440
	プレストレス導入直後 設計荷重時	1295 1110

鉄 筋 (N/mm ²)		SD345A
降伏点応力度		345
許容引張応力度	死荷重時	100
	設計荷重時	180 140 (床版)

断面図



標準横断面図 S=1:200



注) α : 曲線部の拡幅量

図 3-26 道路標準横断面図

3-2-4 施工計画

3-2-4-1 施工方針

本計画は我が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。

- 調査対象地域は「エ」国・「ペ」国の他地域に比べ開発が遅れている地域であり、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。
- 施設計画では既存施設・家屋への影響を最低限に止めることに留意して計画を策定したが、「ペ」国・「エ」国共に移転を強いられる家屋が生じた。特に「ペ」国側は 12 家屋と多い。これら家屋とは移転の口頭合意は出来ているが、工事開始前である 2006 年 8 月までには相手国負担としてこれら家屋は移転が完了することを「エ」国・「ペ」国へ要請する。
- 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、「ペ」国・「エ」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両国によって免税措置が取られることを要請する。
- 現マカラ橋は「エ」国・「ペ」国の国境を跨ぐ国際橋のため、橋梁の前後に於いて両国の出入国管理が行われている。これら管理を工事中も厳格に実施されると工事の進捗に著しい影響を及ぼすため、工事開始に際して工事関係者及びその資機材の円滑な国境の出入を許容する特別な対策を講じる。
- 調査対象地域の治安は概ね良好であるとの報告もあるが、国境と言う土地柄、非合法的取引に関連する人物の往来等に起因した事件の発生も懸念され、かつ首都からかなり離れた僻地であるため、万一の緊急時に備え「エ」国・「ペ」国政府、二国間委員会、両国日本国大使館、「ペ」国 JICA 事務所、「エ」国 JICA ボランティア調整員事務所、コンサルタント、建設業者間に緊密な連絡体制を確立する。
- 地盤の変化が予見しがたい現地の地質条件を勘察し、実施設計では各基礎工毎にボーリング調査を実施しその結果を踏まえて基本設計を精査する必要がある。さらに施工時も基礎工施工時には実際の地質状況を確認し、杭の打ち止め、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。
- 降雨形態及び水位変動を勘察して適切かつ無理のない施工方法を採用し、現実的かつ確実な施工計画を立案する。
- 現マカラ橋は両国にとって交通の要衝であり、また既設橋近傍には多くの国境関連施設・民家が存在する。これら現況を勘察し、工事中は現況交通流を遮断せず、かつ不都合が生じないような現場作業工程を立案すると共に、施工法の選定に対しても既存施設への影響を最低限に抑える対策を講じるものとする。
- 工事完了後の保守補修の手法・時期及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「エ」国・「ペ」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

計画実施に際しての留意すべき事項を以下に示す。

(1) 国境施設建設計画との緊密な連携

国境施設の計画が順調に推移すれば、建設工期は2006年1月から2007年5月の17ヶ月間を見込んでいます。一方、本計画は予定とおり推移すると2006年10月に着工となり約8ヶ月間この二つのプロジェクトは同時平行して工事が行われることになる。

この可能性を考慮して本計画の実施に際しては、労務者の奪い合いや価格の高騰を阻止するために①労務者等の現地採用時の雇用条件は国境施設計画の場合との格差が無いように配慮する、②セメント、鉄筋、骨材、砂利等の共通的な資材は値上がりを抑えるべく国境施設担当業者と情報の交換に努める、③月に1度程度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を共同で作成し準拠・指導に努め事故防止対策を講じる。

(2) 工事期間中の環境保全

「エ」国・「ペ」国各々で本計画に対する環境影響評価(EIA)を既に実施しており、同報告書には公聴会の開催記録、着工前の住民移転計画、施工中の環境管理計画(EMP)等が取りまとめられている。従って今後は環境影響評価(EIA)の提言及び環境管理計画(EMP)に沿って、工事中に環境専門家を配し環境管理を定期的実施する必要がある。環境管理の結果施工上の不備が見つかり次第、施工業者には是正措置の実施を要請し改善に努める必要がある。

既存構造物撤去に伴う廃材処分、残土処理、河川内掘削工事、舗装工事等の行為で発生する粉塵、濁水等の公害要因は、工事仕様書にその対策を規定しておき、その規定に準拠して工事を実施するものとする。

(3) 「エ」国の労働法規の遵守

本計画は、「エ」国主管プロジェクトであり適用すべき労働法規は「エ」国のそれと規定する。「エ」国の労働法規に基づく、基礎労働時間は週40時間、基礎労働日は月～金曜日の週5日制である。これら条件に降雨による作業不能日、祝祭日を加算し稼働日数率を算定すると稼働可能日数が低減するため、工期延伸となり間接費の増加となる。従って、本計画では休日割り増し賃金(通常賃金の100%増し)を計上し土曜日は稼働日扱いとして稼働日数率を高くし、工期の短縮による間接費の縮減効果を優先させ作業工程を立案する。よって、これら稼働条件は入札図書に記載し実際の工事工程に反映される。

(4) 工事関係者・車両の国境の自由な往来

基本設計時に相手国との協議議事録において、本計画の実施に際して工事関係者及び資機材の越境・出入の簡素化したシステムの導入が合意されており、工事実施までに「エ」国・「ペ」国及び二国間委員会で具体的な策の立案が望まれる。現時点で想定されている具体策として、工事関係者へのIDカードの発給・携行、工事車両にはステッカーの貼付を義務づける等がある。しかし、この便宜供与の乱用・悪用を防止するため下記管理を周知徹底する必要がある。

- ✓ 移動範囲を「エ」国側はロハマまで、「ペ」国側はピウラまでに限定する。
- ✓ ID カードの発給記録を発給者(二国間委員会)と工事関係者(建設業者とコンサルタント)相互で管理し、解雇時には返納管理を徹底する。車両に貼付を予定しているステッカーに関しても同様の措置を講じる。

(5) 低水位期の最大限の活用

河川内の橋脚工事の仮締め切り工法はその実施時期によってその工費が大きく増減する。よって、本計画の橋脚基礎工施工のための仮締め切り工法はコスト縮減を重視し、これら工事を乾期の間で実施する計画とした。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の最大限の活用を指導する。

(6) 工事中における交通規制

本工事は、橋梁本体工と取付道路工とに大別される。本体工工事に際しては仮設道路を両岸から河川内へ構築し施工に資する計画とする。よって、既設道路から仮設道路への入り口には警備員を配置し工事車両の安全誘導と関係者以外の立ち入りを取り締まる計画である。

一方、取付道路の工事は、既存2車線道路を一車線規制の片側交互通行で現交通に対応して山側拡幅工を実施し、その後も一車線規制の下、反復施工によって舗装工を施工することになる。

このような状況下において、交通規制、通行車両及び歩行者の円滑な誘導、工事現場の安全性確保のために「エ」国側には「エ」国の交通警察、「ペ」国側には「ペ」国の交通警察の配置を要請する。建設業者との契約に交通安全版、迂回路案内板、夜間照明等の設置を規定し、これら片側交互通行ヶ所毎の交通安全仮施設を充実させ、交通事故等の発生を防止する計画とする。

(7) コンクリートの品質管理の重視

本計画の主要工事は、下部工として「エ」国側の基礎工である現場打ちコンクリート杭を伴う橋台1基、「ペ」国側直接基礎の橋台1基及び直接基礎の橋脚1基と上部工としてコンクリート箱桁の工事であり、主要工はコンクリート工であると言える。よって、骨材、砂、水、セメント等の材料管理、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必要がある。

3-2-4-3 施工区分

本無償資金協力事業を実施する場合、我が国及び「エ」国・「ペ」国両国政府それぞれの負担事項の概要は以下のとおりである。

表 3-14 我が国及び「エ」国・「ペ」国両国政府それぞれの負担事項

日本側負担事項	「エ」国・「ペ」国側負担事項
<ul style="list-style-type: none"> - 「基本計画」に示された協力対象事業である新マカラ橋橋長 110m、「エ」国側の取付道路 164m 及び「ペ」国側の取付道路 291m、及び護岸工、護床工の建設 - 仮施設（資機材ヤード、事務所等）の建設・撤去 - 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 - 工事期間中における工事による環境汚染防止対策 - 「資機材調達計画」に示された建設資機材の調達、輸入及び輸送。輸入機材については調達国への再輸出 - 「施工監理計画」で示された実施設計、入札・契約書の作成、入札補助及び工事の施工監理。環境管理計画の監視を含む 	<ul style="list-style-type: none"> - 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（「エ」国及び「ペ」国） - 本協力対象事業に必要な仮施設用地の無償提供（「エ」国） - 本協力対象事業の実施によって影響を受ける電力線、通信線の撤去・移設工事（「エ」国及び「ペ」国） - 建設を請け負う日本の業者に代わって MOP は、環境省へ環境保全保険金及び保証金を支払う（「エ」国） - 本協力対象事業の実施によって影響を受ける水道管の移設（「ペ」国） - 工事関係者に ID と工事関係車両にステッカーの発給 - 既設マカラ橋及び高水敷きに建設された「エ」国側取付道路の撤去と撤去後の護岸工の建設（担当国未定） - 本協力事業工事に必要な廃材処分場の提供（「エ」国） - 工事サイトに交通警察の配置（「エ」国及び「ペ」国） - 「エ」国・「ペ」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 - 本協力事業に関係する日本人及び第三人の入国、滞在等に対する便宜供与 - 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）（「エ」国及び「ペ」国）

3-2-4-4 施工監理計画

(1) 施工監理業務の基本方針

本計画は我が国の無償資金協力の枠組みで実施することを想定し、施工監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、品質管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・護床工工事には注視する。
- 品質管理に続く管理項目として進捗管理、安全管理、支払い管理を重視する。
- これら課題を達成するために週1回の頻度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回顧客である二国間委員会及び MOP 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管理、進捗管理、安全管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。

a) 入札図書作成段階

基本設計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「エ」国政府の公共事業省の承認を得る。

- 設計報告書
- 設計図
- 入札図書

b) 工事入札段階

E/N 締結を踏まえ、「エ」国公共事業省・「ペ」国運輸通信省(発注者)はコンサルタントと契約を行い、コンサルタントは工事入札支援を行う。発注者は「エ」国公共事業省に代表される。「エ」国・「ペ」国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。この公開入札及びその後の工事契約に参加する「エ」国・「ペ」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「エ」国公共事業省を補佐する。

- 入札公示
- 事前資格審査
- 入札及び入札評価
- 契約交渉

c) 施工監理段階

入札の結果選定された建設業者と「エ」国・「ペ」国の代表者である「エ」国公共事業省及び「ペ」国運輸通信省との間で工事契約締結を経て、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「エ」国二国間委員会及び「エ」国公共事業省、在「エ」国日本大使館、在「ペ」国日本大使、JICA ペルー事務所、及び「ペ」国運輸通信省へ報告するとともに、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、支払いに係わる事務行為及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、役割は下記のとおりである。

a) 詳細設計段階

- 業務主任 : 実施設計における技術面及び業務調整全般を監督及び顧客への主対応責任者。
- 橋梁技術者(上部工) : 上部工設計に係る現地調査、構造計算、設計図作成、数量算出を行う。
- 橋梁技術者(下部工) : 下部工及び河川構造物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、及び設計図作成及び数量計算を行う。
- 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。

b) 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、「エ」国二国間委員会及び「エ」国公共事業省の補助を行う。

- 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担当する。
- 橋梁技術者(上部工) : 入札図書の承認、及び入札評価の補助を行う。

c) 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担当する。
- 駐在技師 : 現地における工事監理の総括及び「エ」国及び「ペ」国関係機関への工事進捗報告及び調整を行う。
- 橋梁技術者(上部工) : 上部工の施工計画見直し、上部コンクリート、PC 緊張監理等を担当する。
- 橋梁技術者(下部工) : 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
- 環境専門家 : 環境モニタリング計画の監視と是正措置の提言。

3-2-4-5 品質管理計画

「エ」国・「ペ」国共に土木工事標準仕様書はあるが品質管理基準の細目まで規定されていない。このため、本プロジェクトの品質管理は、これら土木工事標準仕様書を補完する形で表3-15に示す品質管理計画に従って行うものとした。

表 3-15 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(<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	材料毎
			散布量	500m2 毎
アスファルト	材料	瀝青材	品質保証書・成分分析表	材料毎
			骨材	粒度分布(配合)
		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	
	舗設		設計アスファルト量	
			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	材料毎
		水	成分試験結果	材料毎
		混和剤	品質証明書、成分分析表	材料毎
		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 50m3 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: 材料毎: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 資機材調達計画

(1) 建設資材調達

「エ」国・「ペ」国内において、橋梁、道路工事用資材は、大半が現地にて生産又は輸入材として流通しているため、多くの資材は現地調達可能であり、工場製品の大半がグアヤキルからの調達となる。しかし、本計画で使用が見込まれる支承、伸縮継手、試験器具等は「エ」国においても、ブラジル製が入手可能との情報もあるが品質確保に懸念があるため、これら資材は品質確保を優先して我が国からの調達で計画した。表 3-16 に主要建設資材の調達可能先と我が国調達とする理由を個別に示す。

表 3-16 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
	エクアドル・ペルー	日本	第三国	
PC 鋼材	○	○		現地では主にドイツからの輸入品が流通している。輸送梱包費を考慮した日本での見積金額と比較した結果、PC ケーブルは現地調達、PC アンカーは日本調達が安価という結果となった
鋼製高欄	○			
仮設・架設用鋼材	○			
ゴム支承		○		対象国には流通していない。周辺第3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高いため
鋼管	○			
仮設支保工	○			
瀝青材	○			
骨材	○			
アスファルト混合物	○			
ポルトランドセメント	○			
伸縮装置		○		対象国には流通していない。周辺第3国からの調達は可能であるが、材料(ゴム)の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高いため
セメント用添加剤	○			
鉄筋	○			
型枠用木材	○			
マーキング用塗料	○			
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。また、品質の安定性及び施工性を考慮したため
落石防護網		○		対象国には流通しておらず、また周辺国でもほとんど使用されていないため、日本調達が現実的である
静的破砕材		○		対象国には流通しておらず、また周辺国においても絶対数が少ないため、日本調達が現実的である

(2) 建設機械

「エ」国での機材リース会社としては、同国最大の MAMUT を始め、コマツ、CATAPPILAR 等の建機を扱うリース業者が多く存在し、一般的な汎用的機材は台数も豊富でリースが可能である。しかし、大型クローラクレーンや特殊機械となるクラムシェル等は現地になく、これらはコントラクターの所有でありためリースが不可能であり、輸入が必要となる。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ため現地でリースはないが、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のが適切と考えた。表 3-17 に主要建設機械の調達可能先と我が国調達とする理由を個別に示す。

表 3-17 主要建設機械の調達

機種	調達先			日本調達とする理由
	エクアドル・ペルー	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	○			
クラムシェル (アタッチメント)	○			
トラックレーン	○			
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)	○			
振動ローラ	○			
ロードローラ	○			
モータグレーダ	○			
場所打ち杭施工機	○			
アスファルト ディストリビュータ	○			
コンクリートミキサ	○			
コンクリートプラント	○			
ラインマーカ	○			
アスファルトフィニッシャ	○			
片持架設用移動作業車		○		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ため。

3-2-4-7 実施工程

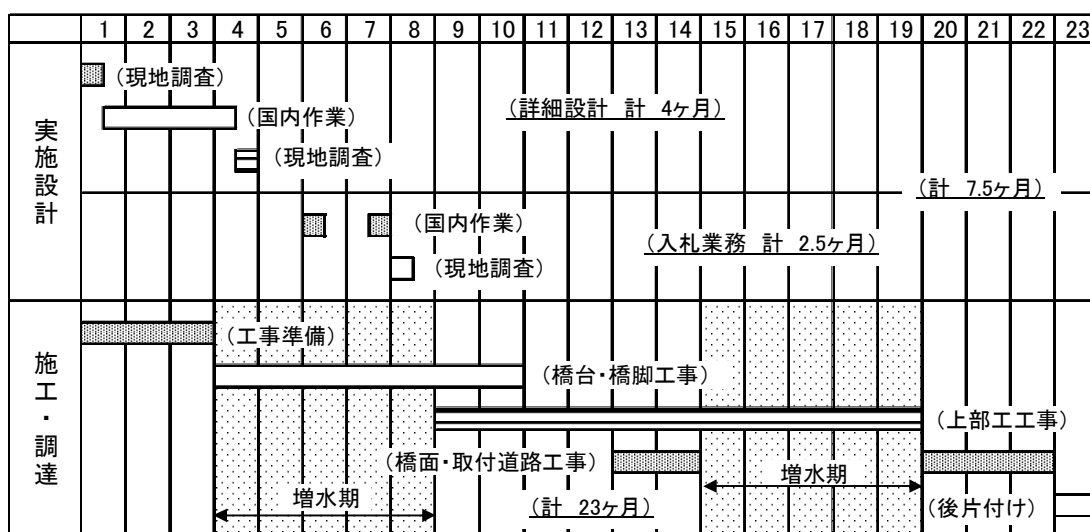
本計画の工事期間は作業効率が落ちる増水期を見込むと着工から完成まで約 23 ヶ月と見込まれる。この工期を考慮し、本協力対象事業を日本国の無償資金協力の枠組みで実施する事を想定すると、会計上の実施形態は国債が望ましいと考える。即ち実施設計の E/N と土木工事及び施工監理に係わる E/N を締結して無償資金協力事業として着手する。

即ち、実施設計のみに係わる E/N 締結後、直ちにコンサルタントは「エ」国公共事業省・「ペ」国運輸通信省との間でコンサルタント業務に係わる契約を締結し、実施設計業務を開始する。コンサルタントは先ず詳細設計のための追加ボーリング等を含む現地調査を 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。実施設計は現地調査を含めて4ヶ月を要する。実施設計の終盤に施工監理、本体工事に係わるE/Nが別途交わされ、詳細設計の完了を受けて建設業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に係わる一連の入札業務の実施に約2.5ヶ月を要する。入札を経て工事請負業者は「エ」国公共事業省及び「ペ」国運輸通信省と工事契約をとり交わし、その後工事請負業者はコンサルタントより発給される工事の着工命令書を受け工事に着手する。取付道路を含む新マカラ橋の完成まで工期は23ヶ月を見込む。

上記実施スケジュールは表3-18に示すとおりである。

表3-18 業務実施工程表



3-3 相手国分担事業の概要

本事業の実施に当たり、「エ」国・「ペ」国政府が負担すべき事項は以下のとおりである。

3-3-1 我が国の無償資金協力事業における一般事項

- 事業計画の実施に必要なデータ、情報の提供
- 事業計画の実施に必要な用地の確保(道路用地、作業用地、キャンプヤード、資機材保管用地)
- 工事着工前の各工事サイトの整地
- 日本国内の銀行に「エ」国政府及び「ペ」国政府名義の口座を開設し、支払授權書を発行する。
- 「エ」国・「ペ」国への荷役積み下ろし地点での速やかな積み下ろし作業、免税措置及び関税免除を確実に実施すること。
- 認証された契約に対して生産物あるいはサービスの供給に関して、「エ」国・「ペ」国内で課せられる関税、国内税金、あるいはその他の税金の免除を本計画に関与する日本法人又は日本人に提供する。
- 認証された契約に基づいて、あるいはサービスの供給に関係し、日本国籍を有する国民に「エ」国・「ペ」国への入国及び作業の実施のために同国の滞在を許可する。
- 必要ならば、プロジェクトの実施に際しての許可、その他の権限を付与する。
- プロジェクトによって建設される施設を正しくかつ効果的に維持・管理・保全する。
- プロジェクトの作業範囲内で我が国の無償資金協力によって負担される費用以外のすべての費用を負担する。

3-3-2 本計画固有の事項

- 工事の影響を受ける施設・家屋の撤去と住民の移転(「エ」国・「ペ」国):2006年8月迄
- 既存道路用地外で本計画に必要な追加用地の確保(「エ」国・「ペ」国):2006年8月迄
- 工事の支障となる電柱・配電線の移設(「エ」国・「ペ」国):2006年8月迄
- 工事の支障となる水道管の移設(「ペ」国):2006年8月迄
- 仮設ヤードの提供と整地(「エ」国、図3-27参照):2006年8月迄
- 土捨て場及び廃材処分場の提供(「エ」国):2006年8月迄
- 我が国建設業者に代わって公共事業省は、環境省へ環境保全保険金及び保証金を支払う(「エ」国:2006年8月迄)
- 工事関係者へのID及び工事車両へのステッカーの発給(「エ」国):2006年10月～2008年8月迄
- 工事期間中の交通警察の配置(「エ」国・「ペ」国):2006年10月～2008年8月迄
- 既存マカラ橋及び高水敷内の「エ」国側取付道路の一部の撤去、並びに撤去後の護岸工の設置(「エ」国側新橋上流部)(担当国未定):2008年9～10月

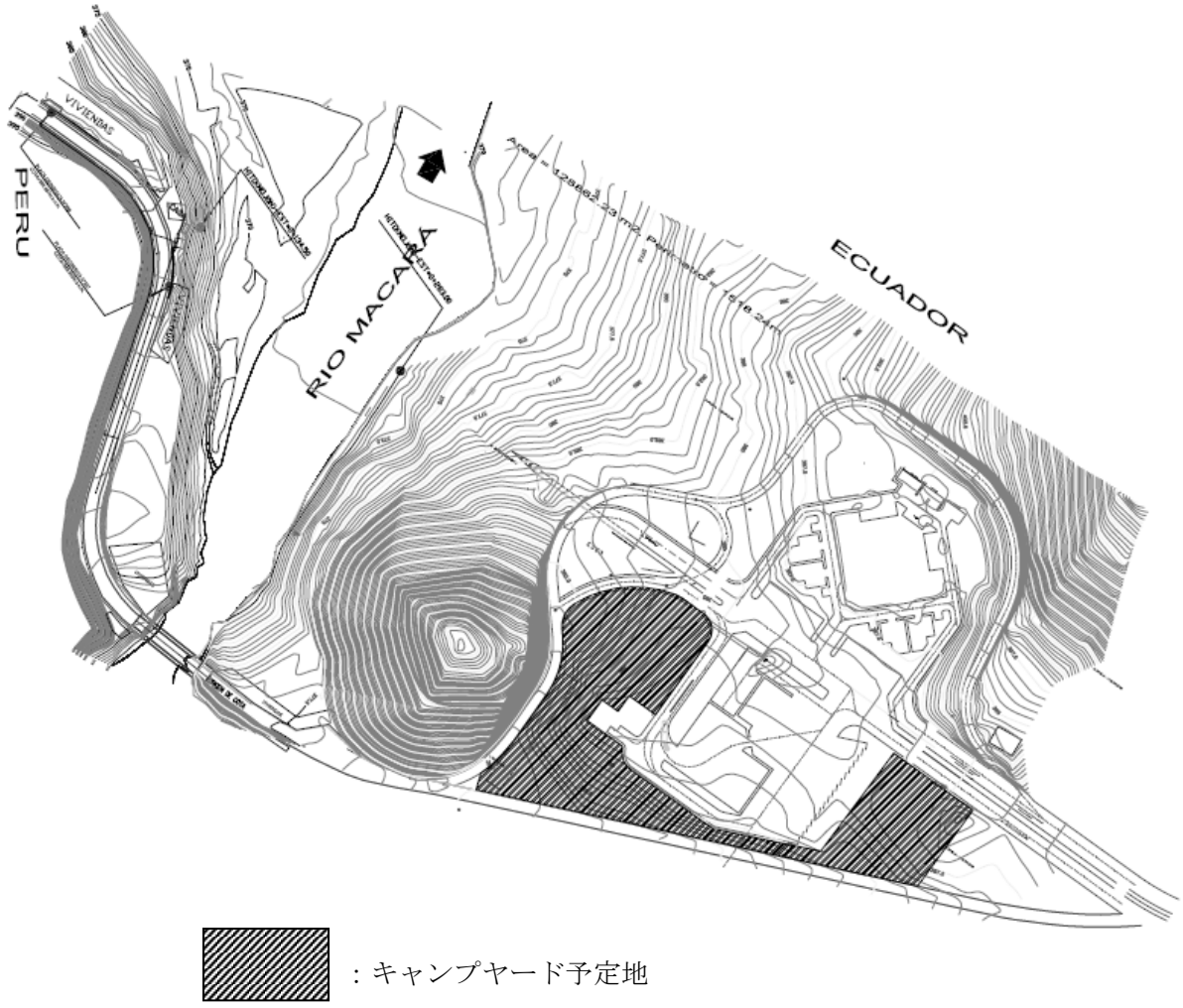


図 3-27 キャンプヤード予定地

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本計画の実施・維持管理は「エ」国主管と二国間委員会で基本合意がなされているが、本計画は「エ」国・「ペ」国に跨る計画であることを勘案し、維持管理に関しては「ペ」国側取付道路は「ペ」国による維持管理、新マカラ橋及び「エ」国側取付道路は「エ」国による維持管理と取り決めることを提案する。即ち、本計画の維持管理を下記のように「エ」国・「ペ」国に分担する事を提案する。

表 3-19 維持管理における「エ」国・「ペ」国の分担事項

測点	施設内容	担当国
Sta0+000～Sta0+290.400	「ペ」国領内の取付道路	「ペ」国
Sta0+290.400～Sta0+540.000	両側の橋台及び橋脚部の護岸工及び護床工を含む新マカラ橋と「エ」国側取付道路	「エ」国

「ペ」国側の取付道路はマカラスジャーナ間 (Macara-Sullana) 道路の一部であり行政区分としてはピウラ (Piura) 州に帰属するが、これら施設の維持管理は MTC の国道局の国道維持管理部下の 18 維持管理事務所の中のトンプス維持管理事務所 (Tu mbes Unidad Zonal) が担当しているため、「ペ」国側取付道路はトンプス維持管理事務所が所管する。一方、「エ」国側取付道路は E35 号線の一部を構成し同路線は MOP のロハ (Loja) 事務所が所管しているため、同事務所が本計画の本橋及び取付道路を所管する。

本計画竣工後の維持管理作業は、毎年定期的に行うものと数年単位で行うものに大別される。本プロジェクトでは、以下に示す作業が必要である。

毎年必要な点検・維持管理

- 橋面の排水管、支承周り、側溝等の排水溝に溜まった砂、ゴミの除去と清掃
- レーンマークの再塗布、ガードレール補修、照明ランプ交換等の交通安全工の維持管理
- 洪水後の護岸工・護床工の点検・補修
- 路肩・法面の除草

数年単位で行う維持管理

- 概ね 5 年毎に行う橋面と取り付け道路の舗装のパッチング或いはオーバーレイ
- 概ね 10 年毎の頻度で実施する鋼製高欄の再塗装と伸縮継手の取り替え。

本計画では橋梁の保全に護岸工・護床工が重要であるため、これら構造物は 50 年確率の設計洪水量を基に計画されている。しかし、これら構造物は予見しがたい局部浸食、適用確率以上の洪水に遭遇すると崩壊・流出の可能性もある。従って、洪水後 MOP によって点検作業を行いこれら構造物に損傷・崩壊等が確認されたら、直ちに MOP は補修を実施することを要請する。この状態を放置すると最悪の場合橋台背面の裏込め土砂が流出し、橋脚の陥没、通行止めまでに発展する事が予見される。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合、必要となる日本側負担額の概算総事業費：総額：約 10.50 億円となり、先に述べた我が国と「エ」国・「ペ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は以下に示すとおりである。

(1) 概算事業費

新マカラ国際橋建設 概算総事業費：約 10.50 億円

表 3-20 概算事業費

費用		概算事業費(百万円)		
施設	橋梁工 (橋長:110.0m)	上部工	351	918
		下部工	113	
		護岸工	38	
		取付道路工(「エ」国)	18	
		取付道路工(「ペ」国)	398	
実施設計・施工監理			132	

(2) 「エ」国・「ペ」国側負担経費

表 3-21 「エ」国・「ペ」国側負担経費

事業費区分	① 「ペ」国金額 (US\$)	② 「エ」国金額 (US\$)	①+② 円貨換算 (千円)
(1) 環境配慮費用 (うち住民移転・用地取得費用分)	334,850 (270,900)	158,967 (130,389)	52,917 (43,002)
(2) 追加用地の確保	(1)に含む		
(3) 電柱・配電線の移設	16,000	8,000	2,568
(4) 水道管の移設	5,300	-	567
(5) 仮設ヤードの整地	-	6,400	685
(6) 環境保全保険金・保証金の支払い	-	36,700	3,933
(7) ID 及びステッカーの発給	-	700	75
(8) 既存マカラ橋及び洪水敷内の取付道路の一部の撤去	280,000		29,960
(9) 護岸工の設置	85,000		9,095
合計 (既存橋撤去及び護岸工の設置費用を 両国で折半した場合)	538,650	393,267	99,800

(3) 積算条件

- 積算時期 : 平成 17 年 6 月 30 日から過去 6 ヶ月間平均
- ソル為替交換レート : 1.0 ソル = 0.3075 US\$
- 米ドル為替交換レート : 1.0 US\$ = 107.16 円
- 工事施工期間 : 23 ヶ月

- その他 : 本計画は日本政府の無償資金協力ガイドラインに従い実施される。上記概算事業費は、E/N 前に日本政府によって見直される。

3-5-2 運営・維持管理費

維持管理作業に毎年必要な金額は約 9,980ドル(約 1,069 千円)である。一方、2 年毎に見込む護岸の補修費は約 8,500ドル(911 千円)、5 年毎に行う舗装のオーバーレイ等の舗装補修費は約 3,500ドル(約 370 千円)、10 年毎の高欄の塗装作業及び伸縮継手の交換は約 6 万 8,800ドル(約 7,373 千円)と見積られる。これらを年平均に換算すると毎年約 2 万 1800ドル(約 2,336 千円)となる。この金額の国別内訳は「エ」国約1万 3820ドル(約 1,481 千円)、「ペ」国約 7,990ドル(約 856 千円)であり、これら金額は「エ」国 MOP の通年の維持管理予算 28.8 百万ドル(約 3,086 百万円)の 0.04%及び「ペ」国 MTC の国道局の維持管理予算 59.0 百万ドル(約 6,322 百万円)の 0.013%に相当し、この金額は十分な維持管理が対応可能と判断される。

表 3-22 主な維持管理項目と費用

分類	頻度	点検部位	作業内容	概算費用			備考
				「エ」国	「ペ」国	千円 (相当額)	
				米ドル			
排水溝等の維持・管理	年 2 回	橋面排水	堆砂除去	200	-	21	
		側溝	堆砂除去	600	1,300	203	
交通安全工の維持・管理	年 1 回	マーキング	再塗布	3,200	3,800	749	
道路の維持管理	年 2 回	路肩・法面	除草	440	440	94	
毎年必要な維持管理費の合計				4,440	5,540	1,068	
護岸工・護床工の点検・補修	洪水時 (2年に1回を想定)	護岸・護床	損傷箇所修理	4,200	4,300	910	設計数量の2%の復旧を見込む
舗装の維持補修	5年に1回	舗装表面	オーバーレイ、舗装クラック、ポットホール等の補修	2,000	1,500	375	設計数量の10%の復旧を見込む
高欄の塗装	10年に1回	鋼部材表面	現場塗装	800	-	86	手塗り
伸縮継手の交換	10年に1回			68,000	-	7,276	

(注) 交換レート 1.0ドル=107円、間接費は直接工事費の30%を見込む。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接的な影響が懸念される留意事項は、下記のように取り纏められる。

表 3-23 協力対象事業実施に当たっての留意事項

日本側の留意事項	「エ」国・「ペ」国側の留意事項
<ul style="list-style-type: none"> - 「エ」国・「ペ」国が実施した EIA および基本設計に基づき環境負荷軽減を目的に新たな環境管理計画を作成し、それを工事仕様書に反映する必要がある。さらに工事中は工事内容がこの環境管理計画を遵守していることを監視する必要がある。 - 架橋位置の河床に露出している岩の分布から推察して基礎地盤面は平坦ではなく大きく変化していることが予見される。よって、実施設計では橋台・橋脚の計画位置にて追加ボーリングを実施し基礎工形状を再検討する必要がある。さらに工事中掘削後に真の岩盤面が確認されるのでその結果を踏まえてフーチングの岩着位置を調整する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> - 本計画の実施機関となる「エ」国公共事業省および「ペ」国運輸通信省は、無償資金協力の実施には不慣れである。よって、E/N 締結後の銀行口座開設、支払い授權書の発給等に関して詳細な説明を行う必要がある。（「エ」国・「ペ」国共通） - 「ペ」国側には「エ」国側の比ベ多くの家屋・住民の移転が必要である。基本設計概要書説明時には移転計画は予定通り進捗しているとの「ペ」国側からの報告であったが、今後ともフォローアップが必要である。（「ペ」国） - 「ペ」国の SNIP(国家公共投資制度法:Ley del Sistema Nacional de Inversion Publica) に関しては MTC から 2006 年 1 月までに関係機関から認可を取得するとの確約を取り付けたが、今後ともフォローアップが必要である。（「ペ」国） - 現橋撤去に関して基本設計概要説明時に担当国、予算手当等に対して「エ」国からは 2006 年 2 月、「ペ」国からは 2006 年 3 月迄に回答を貰う確約を取り付けているが、今後ともフォローアップが必要である。さらに工事完了後直ちに実施されることを施工監理中に確認する必要がある。（「ペ」国・「エ」国）

第4章

プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本調査の中で実施した社会・経済調査及び技術調査結果を踏まえて、本計画実施による効果は下記のように考えられる。

a) 直接効果

表 4-1 計画の問題点と効果

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果・改善の程度
現マカラ橋は主要部材に著しい損傷が見受けられ、さらに設計荷重がHS20-44のため現在通行許容荷重を20トンに制限しており耐荷力が不十分である。かつ車道幅員が8.0m、歩道幅員が1.5m(両側)と狭い上、橋上駐車車両が多い為車両および歩行者の円滑な通行に支障を来しており、交通流の隘路となっている。	本計画では「エ」国・「ペ」国の現行設計荷重であるHS25(総重量40トン)の採用し、AASHTO基準に準拠した車道幅員9.7m、歩道幅員2.0m(両側)を適用した新橋と架け替える。	本計画の実施および「エ」国主導で実施される国境施設の建設によって交通流の隘路が解消され、輸送時間の短縮、走行費用の節約および交通事故の減少が可能となる。 橋梁寿命が50年に延長し、今後の維持管理費の縮減及び落橋確率の低減により国境地域の社会・経済活動の安定化に寄与する。
現マカラ橋は河川管理の視点から人工的な狭窄部と成っているため上流域に堰上げ現象が発生している。また桁下空間が著しく不足しているため、現橋は流失の可能性が高い。	本計画では50年確率の洪水流量に見合った十分な桁下空間を確保した新橋と架け替える。かつ、現橋は新橋完成後「エ」国・「ペ」国の負担で撤去する計画である。	橋梁流失確率の低減により交通流の安定に寄与する。 湛水地域の縮減、河岸浸食、土壌の流出防止、耕地面積の拡大等地域環境の改善に寄与する。
現在の「ペ」国側取付道路の平面線形は、基準値以下の急カーブのため視距が不足しており減速を強いられ、円滑な交通流を阻害している。また、交通事故の誘因とも成っている。	本計画ではAASHTO基準に沿って設計速度60KPM、最小平面曲線半径R=135mを採用し「ペ」国側の取付道路の改良を盛り込んだ。	円滑な交通流の確保と交通事故の低減が期待される。

裨益を受ける対象範囲及びその規模は、マカラ橋に隣接する「エ」国のロハ州および「ペ」国のピウラ州であり、その裨益人口はロハ州404千人(2001年統計で「エ」国全体の3.0%)およびピウラ州1,636千人(2002年統計「ペ」国全体の5.9%)計2,040千人である。

b) 間接効果

本計画の実施によって期待される間接効果は、両国の国境地域の農業・鉱山開発の促進、生産・輸送計画の安定度の向上、地域格差の是正、市場圏の拡大、さらに同地域の民生の安定及び計画地域に於ける貧困削減、医療・教育施設への接近性の向上等が考えられる。

4-2 課題・提言

プロジェクト効果の発現・持続のために、本工事完了後、速やかに「エ」国・「ペ」国共同で現マカラ橋の撤去と新マカラ橋の適切な維持管理の実施が望まれる。これに加えて下記 4 項目の提言を行う。

- 国境施設建設の円滑な実施：
現在「エ」国主導で進められている 1-Stop 方式を導入した新たな国境施設建設計画は、本計画の実施に伴う効果を増幅させる相乗効果がある。よって、国境施設建設計画が予定通りの工程で実施されることを期待する。
- 十分な維持管理体制の構築：
マクロ的視点で見るとロハ～マカラ間はマカラ橋の取付道路の一部であるが、本区間は地形的に極めて厳しい山岳地形を通過する道路であるにも拘わらず十分な切り土法面対策や流末処理が施されていない。従って、豪雨や軽微な地震等の際に表土浸食や斜面の崩壊の発生が懸念され、これら損壊が発生するとマカラ橋へのロハからのアクセスは不通となる。よって、これら事象を未然に防止するため、「エ」国側には、危険な法面の通常点検、定期的な維持管理の実施、かつ斜面崩壊・地滑り等が発生した場合を想定し速やかに復旧できる維持管理体制の構築が望まれる。
- 二国間委員会の組織・権限の強化：
二国間委員会は国境地域の開発・発展のために主導的な役割を担うべき重要な機関と位置づけられるが、本計画の実施機関である「エ」国の MOP や「ペ」国 MTC に比べると権限、組織、職員数の規模から言って未だ不十分であると見受けられる。よって、長期間に渡る紛争によって開発から取り残された国境地域で持続可能な開発を推進するため、「エ」国・「ペ」国の二国間委員会のより一層の連携・組織・権限の強化および指導力の発揮が期待される。
- エル・アラモール橋建設計画の早期着手：
二国間委員会が策定した運輸交通分野の国境地域復興支援策である 4 国際橋の建設のうち、「エ」国担当であるエル・アラモール橋のみが未だ具体的な実施計画が作成されていない。エル・アラモール橋の架橋位置は現在渡河手段がなく車両・歩行者共に低水期のみ河床を通行している。これら現状を勘案すると、プロジェクトの上位目標である国境地域の不十分な社会基盤の改善、高い貧困問題の解消に沿って早期の実施計画の立案が望まれ、エル・アラモール橋の実施は国境地域の更なる開発に繋がる。その為に二国間委員会が中心となって可能性のあるドナーとの早期協議が必要であると思慮する。

4-3 プロジェクトの妥当性

アメリカ大陸を縦貫するパンアメリカンハイウェイは「エ」国・「ペ」国の経済を支える屋台骨として位置づけられ、マカラ橋はそのパンアメリカンハイウェイ上で「エ」国と「ペ」国の国境を跨ぐ位置にある。その損傷状況、不十分な耐荷力を勘案すると本プロジェクトの重要性、緊急性は高く、国境地域の開発を主管する二国間委員会でも本プロジェクトは最優先課題として位置づけられている。しかし、本プロジェクトを担当する「エ」国の緊縮財政及び橋梁架け替え計画に必要となる技術力を勘案すると、その実現は困難と予見されるため、日本の無償資金協力の枠組みで資金及び技術の観点から「エ」国・「ペ」国の両国を支援することは意義ある事業であると考えられる。

本計画実施に際し、「エ」国・「ペ」国が実施したEIA調査結果を踏まえ環境管理計画を作成する。それを工事仕様書に反映し、工事中の環境負荷の低減を徹底する。また本プロジェクト実施による直接効果は、輸送時間の短縮、走行費用の節約、交通事故の減少、地域経済の活性化に伴い貧困削減が見込まれる。その裨益を受ける対象範囲及びその規模はマカラ橋に隣接する「エ」国のロハ州および「ペ」国のピウラ州であり、その裨益人口はロハ州 404 千人およびピウラ州 1,636 千人の計 2,040 千人である。これら直接効果を勘案すると本プロジェクトの実施は妥当であると考えられる。

本施設完成後の維持管理は、マカラ橋本体及び「エ」国領内の取付道路についてはMOPのロハ事務所が、「ペ」国領内の取付道路はMTC国道局傘下のトンプス維持管理事務所が所管する。維持管理に必要な毎年の費用は「エ」国側負担 13,820ドル、「ペ」国側負担 7,990ドルと見積もられ、これらの額は「エ」国公共事業省の通年の維持管理予算である 28.8 百万ドルの 0.04%、「ペ」国MTC国道局の維持管理予算である 59.0 百万ドルの 0.013%にあたる。また、「エ」国および「ペ」国の保有する維持管理技術水準は比較的高いので、本施設の維持管理は財政的、技術的に問題なく実施されるものと考えられる。

4-4 結論

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、国境地帯の貧困削減にも寄与することから、本プロジェクトの一部に我が国の無償資金協力を実施することは妥当であると確信する。さらに本プロジェクトの維持管理についても「エ」国・「ペ」国の人員・資金共に十分であり、問題ないものと考えられる。

尚、本計画を円滑かつ効率的に推進する為に、「エ」国・「ペ」国の両国は現橋撤去の担当国・分担および予算処置に関する協議を行う。また「ペ」国は国家公共投資制度法(SNIP)に沿って本プロジェクト実施の認可を財務省から取得し日本国に速やかに通知することが望まれる。さらに工事着工前までに、工事の支障となる住民・家屋の移転、水道管・電柱・配電線の移設、必要な追加用地の確保、仮設ヤードの整地と土捨て場の確保、工事関係者へ ID および工事車両へのステッカーの発給、交通警察の配置、工事完了後の速やかな現橋撤去、必要な護岸工の敷設、適切な維持管理の実施が望まれる。