

独立行政法人 国際協力機構

エルサルバドル国
経済インフラ復旧支援プロジェクト
(ファスト・トラック制度適用案件)

ファイナル・レポート
(要約編)

2013年2月

日本工営株式会社
中南米工営株式会社

基盤
JR
13-077

独立行政法人 国際協力機構

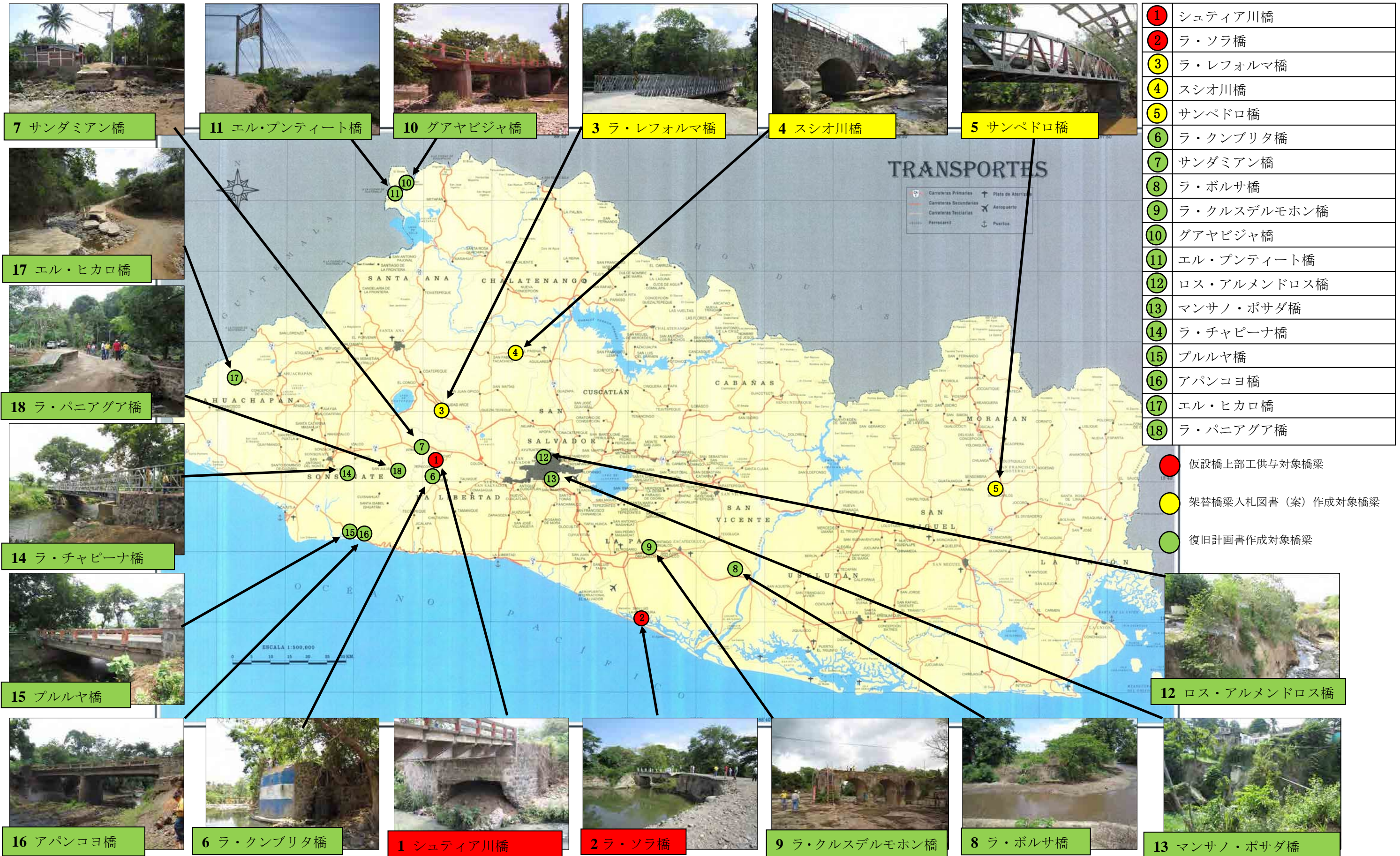
エルサルバドル国
経済インフラ復旧支援プロジェクト
(ファスト・トラック制度適用案件)

ファイナル・レポート
(要約編)

2013年2月

日本工営株式会社
中南米工営株式会社

エルサルバドル国 経済インフラ復旧支援プロジェクト(ファスト・トラック制度適用案件) プロジェクト位置図



目次

第1章	プロジェクトの背景と目的	1-1
1.1	プロジェクトの背景	1-1
1.2	プロジェクトの目的と成果	1-2
1.3	「エ」国側プロジェクト関係者	1-2
第2章	プロジェクトを取り巻く環境	2-1
2.1	エルサルバドル国	2-1
2.2	自然災害	2-1
2.3	「エ」国政府による災害対策	2-1
2.4	プロジェクトの関連組織	2-2
2.5	国内の自然条件	2-3
第3章	対象橋梁の選定	3-1
3.1	選定の経緯	3-1
3.2	仮設橋上部工調達に係る対象橋梁の選定	3-3
3.3	架け替え橋梁の入札図書（案）作成に係る対象橋梁の選定	3-6
3.4	橋梁復旧計画書作成に係る対象橋梁の選定	3-10
第4章	仮設橋上部工の調達	4-1
4.1	対象橋梁	4-1
4.2	現地調査	4-1
4.3	設計基準及び仕様	4-1
4.4	橋梁計画条件	4-2
4.5	基本設計	4-3
4.6	仮設橋上部工調達	4-8
4.7	今後予想される事項	4-10
第5章	橋梁架け替え3橋に係る詳細設計と入札図書（案）の作成	5-1
5.1	概要	5-1
5.2	設計基準	5-1
5.3	橋梁計画の要件と条件	5-5
5.4	対象橋梁の設計洪水位を決定するための水文・気象調査の実施	5-6
5.5	サイトの状況と基本設計	5-13
5.6	詳細設計	5-22
5.7	施工数量	5-31
5.8	施工上の留意事項	5-32
5.9	架け替え対象3橋梁の入札図書（案）	5-33
第6章	復旧計画書	6-1
6.1	概要	6-1
6.2	復旧計画の優先度	6-1
6.3	基本的な復旧方法	6-2
第7章	環境社会配慮	7-1
第8章	結論と提言	8-1
8.1	結論	8-1
8.2	提言	8-4

－ 目 次 －

図 1.1.1	過去 50 年間の台風や低気圧による降雨記録	1-1
図 2.4.1	MOP 組織図	2-2
図 3.2.1	仮設橋上部工調達候補橋梁の現況写真	3-4
図 3.3.1	架け替え対象候補橋梁の現況写真	3-8
図 4.5.1	シュティア川橋左岸側橋台位置図	4-4
図 4.5.2	ラ・ソラ橋新設橋台代替案及び位置図	4-5
図 4.5.3	シュティア川橋必要橋長及び新規橋台位置	4-6
図 4.5.4	ラ・ソラ橋必要橋長及び新規橋台位置	4-6
図 4.5.6	MOP が実施する護岸工概略案	4-7
図 4.6.1	仮設橋上部工調達及び施工工程表	4-10
図 5.2.1	道路標準横断	5-1
図 5.2.2	架け替え対象 3 橋の標準横断図	5-3
図 5.2.3	「エ」国における地震強度地域区分と対象橋梁位置	5-4
図 5.4.1	設計洪水位の検討フロー	5-6
図 5.4.2	対象橋梁地点における流域図	5-7
図 5.4.3	12E ハイδροグラフ（流出解析結果）	5-10
図 5.4.4	ハイδροグラフ（1/200 年、計画降雨波形）	5-11
図 5.5.1	ラ・レフォルマ橋周辺の地形図	5-13
図 5.5.2	スシオ川橋周辺の地形図	5-14
図 5.5.3	サンペドロ橋周辺の地形図	5-14
図 5.5.4	「エ」国における一般的な上部工形式と適用支間長	5-16
図 5.5.5	ラ・レフォルマ橋の代替案比較	5-17
図 5.5.6	スシオ川橋の代替案比較	5-18
図 5.5.7	サンペドロ橋の代替案比較	5-19
図 5.6.2	スシオ川橋標準断面	5-23
図 5.6.3	サンペドロ橋標準断面	5-23
図 5.6.4	護岸工（かごマット張り式）	5-24
図 5.6.5	護岸工（重力式擁壁）	5-25
図 5.6.6	護岸工（ギャビオン擁壁）	5-25
図 5.6.7	護岸工（かご積み式）	5-26
図 5.6.8	工事中の迂回路（ラ・レフォルマ橋）	5-26
図 5.6.9	工事中の迂回路（スシオ川橋）	5-27
図 5.6.10	工事中の迂回路（サンペドロ橋）	5-27
図 5.6.11	ラ・レフォルマ橋一般図	5-28
図 5.6.12	スシオ川橋一般図	5-29
図 5.6.13	サンペドロ橋一般図	5-30
図 5.8.1	ラ・レフォルマ橋から約 900m 下流の国道横断構造物	5-33
図 8.1.1	技術移転の様子	8-4

－ 表 目 次 －

表 1.3.1	「エ」国側プロジェクト関係者	1-2
表 2.2.1	「エ」国における近年の自然災害による被害	2-1
表 2.5.1	「エ」国の主要な河川水系	2-3
表 3.1.1	橋梁選定の経緯	3-2
表 3.2.1	仮設橋上部工調達橋梁選定における評価基準	3-5
表 3.2.2	仮設上部工調達候補橋梁の評価・比較表	3-6
表 3.3.1	架け替え対象橋梁選定における評価基準	3-9
表 3.3.2	架け替え対象候補橋梁の評価・比較表	3-10
表 3.4.1	対象橋梁選定の評価基準	3-11
表 3.4.2	橋梁の評価結果の概要	3-12
表 4.3.1	設計基準及び仕様一覧表	4-1
表 4.5.1	ラ・ソラ橋新設橋台位置代替案比較結果	4-4
表 5.2.1	道路及び橋梁における最小幅員の規格	5-1
表 5.2.2	各橋梁に求められる規格上の最小幅員	5-2
表 5.2.3	既存道路幅員と MOP 道路規格の比較表	5-2
表 5.2.4	橋梁幅員の選定	5-2
表 5.2.5	道路構造物の歩道最小幅員	5-2
表 5.3.1	設計洪水流量と桁下余裕高との関係	5-5
表 5.4.1	架け替え橋梁の入札図書（案）の対象橋梁	5-6
表 5.4.2	データ収集結果	5-8
表 5.4.3	12E 洪水時ヒアリング調査の概要	5-8
表 5.4.4	12E 洪水時ヒアリング調査結果（12E 時の河川水位）	5-8
表 5.4.5	12E 洪水雨量の確率評価結果	5-9
表 5.4.6	各指標における 12E 洪水雨量の確率評価結果	5-9
表 5.4.7	12E 実績洪水の流出計算結果	5-10
表 5.4.8	確率規模別流量の流出計算結果	5-11
表 5.4.9	水理解析計算条件	5-12
表 5.4.10	水理解析結果（計算洪水水位）	5-12
表 5.4.11	設計洪水水位の設定	5-12
表 5.5.1	橋梁支間長	5-16
表 5.6.1	基礎工の設計結果	5-23
表 5.6.2	下部工の設計結果	5-24
表 5.7.1	架替対象 3 橋梁の施工数量一覧	5-31
表 5.9.1	入札図書（案）構成	5-34
表 5.9.2	入札図書（案）Part:IV の技術条件構成	5-34
表 6.3.1	短期計画の復旧方法の概要	6-3
表 6.3.2	長期計画の復旧方法の概要	6-4
表 8.1.1	復旧支援方法の概要	8-1
表 8.1.3	入札図書（案）作成対象橋梁の概要	8-2
表 8.1.4	セミナーのプログラム	8-3

－ 略 語 集 －

12E	Tropical Cyclone 12E	熱帯低気圧 12E
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国全州道路交通運輸行政官協会
ADT	Average Daily Traffic	平均日交通量
DACGER	Department of Climate Change Adaptation and Strategic Risk Management	気候変動・リスク管理戦略局
DGOA *1	General Directorate of Environmental Monitoring	環境モニタリング総局
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LRFD	Load and Resistance Factor Design	荷重抵抗係数設計法
MARN	Ministry of the Environment and National Resources	環境資源省
MOP	Ministry of Public Works, Transportation, Housing and Urban Development	公共事業・運輸・住宅都市開発省
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
SAP	Bridge Management System	橋梁管理システム
SNET *2	National Service for Territorial Studies	経済省 国土地理院
PC	Prestressed Concrete	プレストレストコンクリート
SIECA	The Secretary for Economic Integration of Central America	中米経済統合事務局
UPV	Road Planning Division	道路計画局

注 SNET（注 2）は組織名が変更され、現在は DGOA（注 1）とされている。本プロジェクトで該当組織より収集した資料は SNET 時代のものであるため、報告書中の図表の出典には SNET と表記した。

第1章 プロジェクトの背景と目的

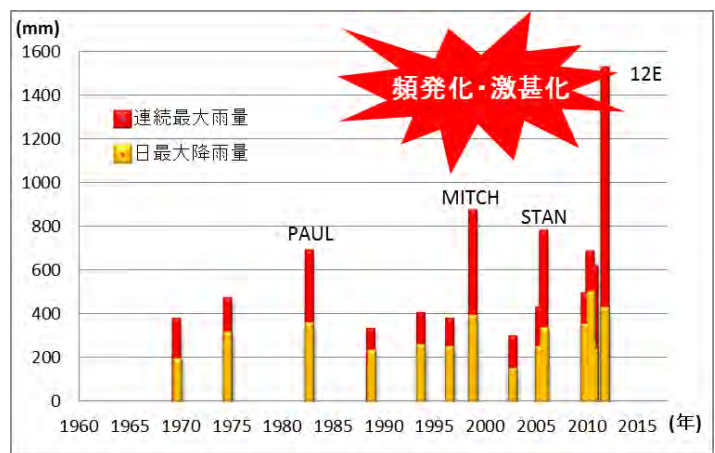
1.1 プロジェクトの背景

エルサルバドル国（以下「エ」国）で 2011 年 10 月に発生した熱帯低気圧 12E（以下 12E）は、観測史上最大の連続降雨量を記録し、全国の社会・経済インフラに甚大な被害をもたらした。主要道路を含む道路網の各所で、のり面崩壊や地すべり被害が発生し、橋梁に関しては 12 橋が崩落、37 橋が破損する等の被害が出た。「エ」国における大雨被害は近年頻発化、激甚化する傾向にあり、2009 年以降だけでも連続降雨量が 300mm を超えた例が 5 回ある。

公共事業・運輸・住宅都市開発省（以下 MOP）は 2008 年に、全国主要道路（市道を除く）の橋梁のインベントリ調査とデータベースの作成を行った。また、2009 年には気候変動・リスク管理戦略局（以下 DACGER）を大臣直轄で組織し、中米地域の中で最も迅速に自然災害の激甚化への対応に取り組んでいる。

これら政府の取り組みは 12E の復旧作業において一定の成果を上げており、2010 年に日本国政府によって無償供与された重機も有効に活用されている。

以上のように、災害復興に対して一定の成果を実現した「エ」国政府だが、多大な経済損失をもたらした 12E による被害からいち早く復旧するため、我が国政府に対して経済インフラ（橋梁）の緊急復旧支援を要請した。これに応えた日本国政府は、プロジェクトの緊急性を考慮し、ファスト・トラック制度を適用した経済インフラ復旧支援プロジェクト（以下本プロジェクト）の実施を決定した。独立行政法人国際協力機構（以下 JICA）は調査団を派遣し、2012 年 4 月 9 日より現地調査を開始した。



出典：環境自然資源省 HP データから作成

図 1.1.1 過去 50 年間の台風や低気圧による降雨記録

1.2 プロジェクトの目的と成果

(1) プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、熱帯低気圧 12E により被害を受けた経済インフラ（橋梁）の復旧促進である。

(2) プロジェクトの主要な成果及び成果品

本プロジェクトでは、MOP により選定された架け替えや復旧が必要とされる 23 橋の候補を基にプロジェクト対象橋梁を選定し、以下の復旧支援を行った。

- 1) JICA による MOP への仮設橋上部工資材 2 橋分の供与（2013 年 2 月 12 日、13 日に納入済み）
- 2) 図面を含む 3 橋分の橋梁架け替えの入札図書（案）の作成（ラ・レフォルマ橋、スシオ川橋、サンペドロ橋）
- 3) 橋梁復旧計画書の作成（計 15 橋の短期・長期復旧計画）
- 4) 合同現場調査、セミナー（2012 年 9 月 10 日実施）、ワークショップ等を通じた MOP 職員への技術移転

1.3 「エ」国側プロジェクト関係者

「エ」国側政府のプロジェクト関係者を表 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 「エ」国側プロジェクト関係者

組織・ポジション	担当者
合同調整委員会 (議長:MOP 大臣)	MOP 大臣 道路計画局 (UPV) 局長 横断構造物及び道路インベントリー管理課長 社会管理局 環境天然資源省代表者 農業畜産省代表者 裨益地域の市役所 外務省代表者 (オブザーバー)
プロジェクト・ダイレクター	MOP 大臣
副プロジェクト・ダイレクター	道路計画局 (UPV) 局長
プロジェクト・マネージャー	道路インベントリー課長、UPV
カウンターパート	緊急時動的投資局 (UEDI) 技術調整役 道路インベントリー課長 (UPV-GIV) ロジスティクス調整役 (MOP) 横断構造物及び道路インベントリー管理課長

出典：2012 年 1 月 26 日開催の MOP-JICA 協議議事録

第2章 プロジェクトを取り巻く環境

2.1 エルサルバドル国

「エ」国は中央アメリカに位置し、人口 6.2 百万、国土 21,041 km²を有する。

近年、国内の経済活動はかつての中心であった農業から製造業とサービス業に移り変わっている。主な産業は、繊維・衣料、医薬品、食品加工、化学製品、石油製品、電化製品、コールセンターであり、主要輸出品目は、繊維・衣料、エチルアルコール、コーヒー、砂糖、医薬品、鉄鋼製品、マグロ、軽工業、紙製品である。

「エ」国内にはマキエラと呼ばれる自由貿易ゾーンが数箇所設けられており、特に繊維工業はこの制度により発達し 9 万人以上の雇用を創出している。

「エ」国の主要な交通手段は道路網であり、工業製品や農産物は主要消費地である首都サンサルバドルやアカフトラ港にトラックで運ばれている。一方で、メソアメリカ・プロジェクトと呼ばれる中央アメリカ諸国の経済統合構想の下、国際道路網としての強化も進められている。

2.2 自然災害

「エ」国は環太平洋火山帯に位置するうえにハリケーンの通過経路でもあり、ジャーマンウォッチの世界の気候危機インデックス 2012 年版によれば、世界で 23 番目に脆弱な国とされている。なお、同インデックスでは隣国のホンジュラスとニカラグアはそれぞれ 2 位と 3 位に位置づけられている。表 2.2.1 に近年の主要な自然災害による被害を示す。

表 2.2.1 「エ」国における近年の自然災害による被害

災害	年	死者 (人)	被害額（百万米ドル）		
			損害	損失	合計
洪水	1982	-	218.1	67.6	285.7
地震	1986	1400	1,351.3	429.8	1,788.1
ハリケーン・ミッチ	1998	10,000	219.9	283.8	503.7
地震	2001	1000	1,137.6	805.8	1,943.4
干ばつ	2001	-	-	38.1	38.1
ハリケーン・スタン	2005	67	177.4	217.4	394.8
熱帯低気圧 Ida	2009	199	210.7	104.12	314.82
熱帯低気圧 12E	2011	34	478.3	362.1	840.4

出典: Disaster Risk Management in Central America: GFDRR Country Notes – El Salvador

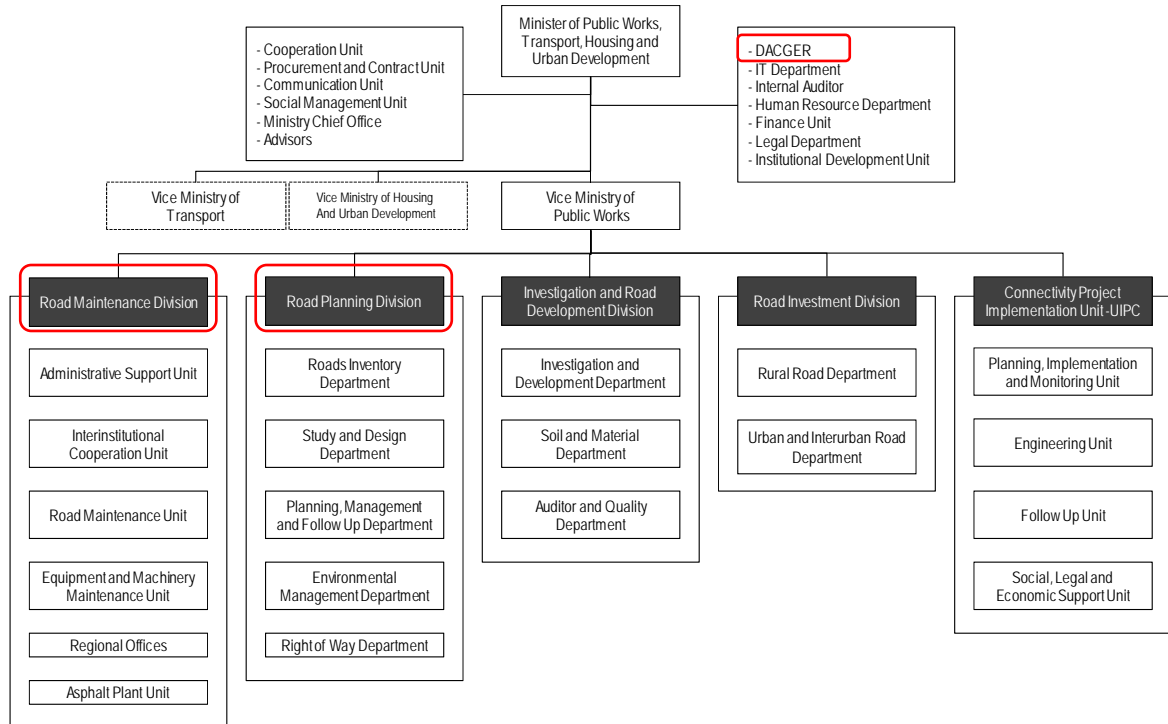
2.3 「エ」国政府による災害対策

「エ」国政府は自然災害への対策を積極的に推進している。近年では国連防災世界会議による「災害に強い国・コミュニティの構築：兵庫行動枠組 2005－2015」の下、災害リスクの軽減への取り組みを強化し、法整備や政府組織改変、国家プログラムの策定を行った。

2.4 プロジェクトの関連組織

2.4.1 道路建設・維持管理組織

公共事業・運輸・住宅都市開発省（以下 MOP）は国内の道路網を管理する主要な組織である。MOP は「エ」国の道路網のうち、a) 中米道路、b) 国道、c) 県道の建設、維持管理を担当している。MOP の組織図を図 2.4.1 に示す。災害が発生すると、MOP は予算を配分し復旧にあたる。災害時においては、DACGER、Road Maintenance Division（道路維持管理局）、Road Planning Division（道路計画局：以下 UPV）の三部局が主要な役割を果たす。



出典: MOP

図 2.4.1 MOP 組織図

2.4.2 気候変動・リスク管理戦略局（DACGER）

DACGER は近年の気候変動に伴う災害の予測・予防に焦点を向けた新しい組織として、2010年11月にMOP内に設立された。DACGERは科学技術的アプローチから気候変動に対応しうるインフラの整備を実現し、戦略的な災害リスク管理を行うことを目的としている。

2.4.3 道路計画局（UPV）及び橋梁データベース

道路計画局（以下 UPV）は MOP の災害管理政策において道路インフラの計画、設計面で重要な役割を担う。UPV は橋梁やカルバートといった河川横断構造物のデータベースを管理しており、それらの修復、復旧及び改良に対する予算措置を行っている。よって、UPV は限られた予算の中で効果的な投資を行うために復旧対策の優先度を検討する責務がある。UPV は横断構造物を管理するツールとして橋梁管理システム（以下 SAP）を保有しており、MOP が管理する道路上の 1449 の横断構造物（橋梁及びカルバート）が登録されている。SAP は各橋梁の諸元、状況、水理・水文情報、現地調査結果、写真といった橋梁のデータベースとして必要な情報を管理できる仕様となっているが、現状では未登録の情報が多いため今後の充実が期待される。

2.4.4 道路維持管理局

道路維持管理局は建設機械とオペレータを保有しており、これらには日本政府から 2011 年に供与された機材を含む。当局の主な役割は道路の保守であるが、災害発生時の緊急復旧工事も重要な責務である。

2.5 国内の自然条件

2.5.1 天候

「エ」国は熱帯地域に位置し雨期（5 月～10 月）と乾期（11 月～4 月）がある。ハリケーンによる降雨が特徴的である一方で、エル・ニーニョ現象の影響も受けやすく、その場合は統計的に雨期が遅れ降雨量も減少する。また、国土は小さいながら海岸部と山岳部の標高差が大きいため、地域により気候が異なる。

2.5.2 河川水系

「エ」国は太平洋に注ぐ 4 つの主要な河川水系（レンパ川水系、ゴアスコラン川水系、グランデ川水系、ラパス川水系）に分割される。表 2.5.1 にこれらの水系の特徴を示す。

表 2.5.1 「エ」国の主要な河川水系

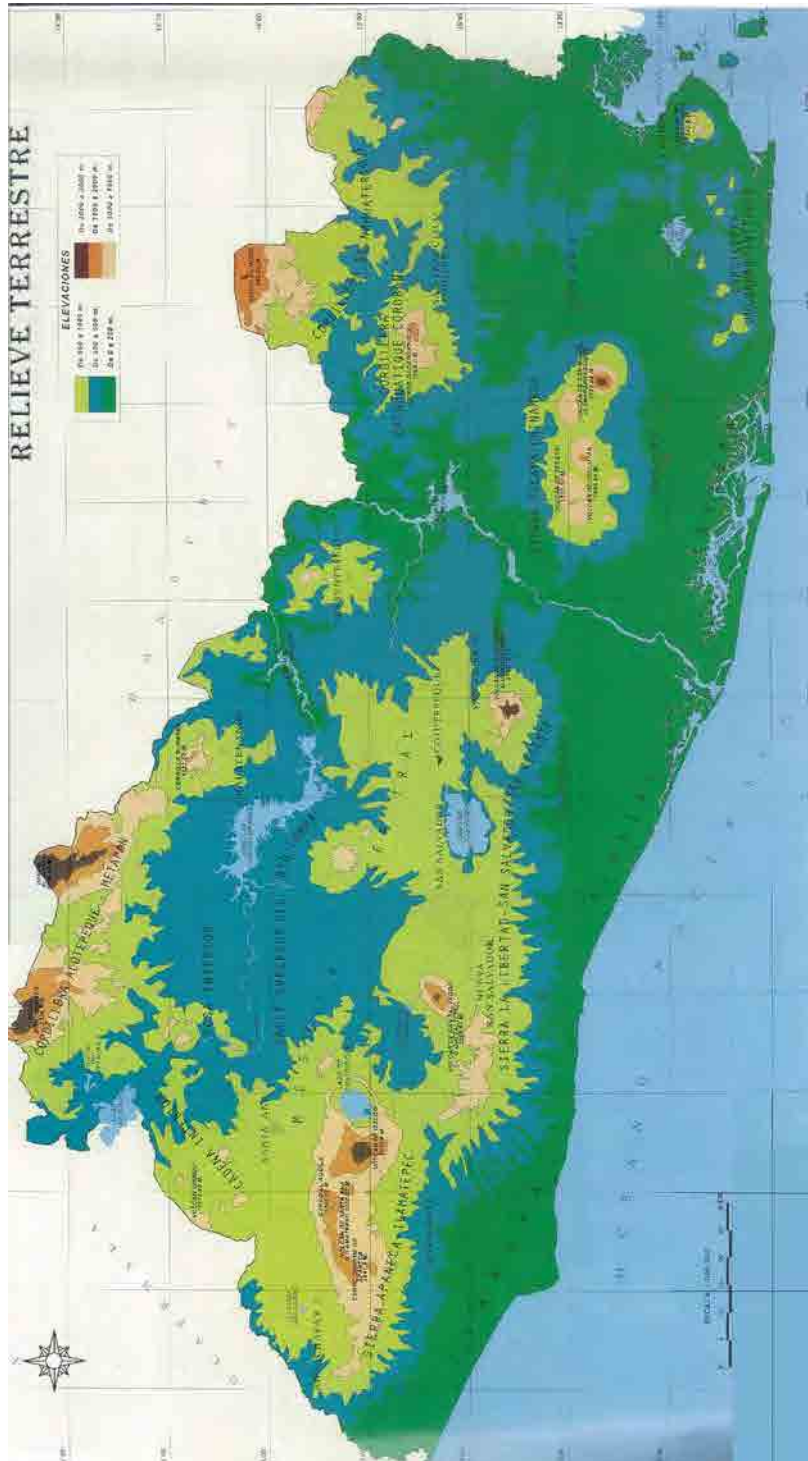
No.	河川名	流出先	流域面積*1 (km ²)	年間降雨量 (m ³ /s)	平均流量 (m ³ /s)
1	レンパ川	太平洋	10,255	33,320	7,071
2	ゴアスコラン川	太平洋	1,315	5,660	1,040
3	グランデ川 (サンミゲル)	太平洋	2,250	3,741	740
4	ラパス川	太平洋	929	3,050	535
合計			14,749	45,771	9,386

*1 「エ」国領土内のみ

出典: Disaster Protection Center, CEPRODE

2.5.3 地形

「エ」国は地殻変動と火山活動の影響により地形の起伏が激しい。最も特徴的な地質的活動は、更新世の終期にもたらされた南部の火山帯である。地形的な特徴としては沿岸部の氾濫原、沿岸部の山脈、中部の峡谷及び台地、内陸部の山脈、国境部の山脈があげられる。図 2.5.1に「エ」国の地形概略図を示す。



出典：SNET

図 2.5.1 「エ」国の地形概略図

2.5.4 地質

「エ」国の国土の約90%は火山物質と沖積層により覆われており、ジュラ紀、白亜紀の堆積岩は5%以下にすぎない。図 2.5.2に「エ」国の地質概略図を示す。



出典：SNET

図 2.5.2 「エ」国の地質概略図

第3章 対象橋梁の選定

本章では、仮設橋上部工資材供与（2 橋）、架け替え橋梁入札図書（案）作成（3 橋）、橋梁復旧計画書作成（15 橋）それぞれの対象橋梁の選定について記述する。

3.1 選定の経緯

予備選定リストを基に、MOP との協議によって新たに要望があった点を反映し、対象橋梁リストを最終化した。対象橋梁を最終決定するまでの経緯を、表 3.1.1 に示す。

3.1.1 予備選定

MOP と JICA による事前協議（2012 年 1 月 26 日）によって対象となる橋梁の候補が選定された。調査団は、JICA より提供されたこれらの事前情報を基に現地調査開始前に対象橋梁をとりまとめ、インセプション・レポート（IC/R）に予備選定リスト（表 3.1.1 中の“当初（IC/R）での対象橋梁候補”）を示した。

3.1.2 MOP による要望

対象橋梁のリストについてカウンターパートである UPV や DACGER と協議を行った結果、仮設橋上部工供与の対象として 4 橋、橋梁架け替え入札図書（案）として 5 橋を候補とし、これらからそれぞれ 2 橋、3 橋に絞り込みたいとの要望があった。これら仮設橋と架け替えの対象橋梁を選定し MOP と合意した後、復旧計画書の対象橋梁について、MOP からの追加要請で加えた候補 5 橋も含めて、対象橋梁 15 橋の絞り込みを行った。

表 3.1.1 橋梁選定の経緯

当初(IC/R)での対象橋梁候補

ID	橋梁名
1	ラ・クンプリタ橋
2	サン・ダミアン橋
3	ラ・レフォルマ橋
4	スシオ川橋
5	ラ・ソラ橋
6	ブルルヤ橋
7	グアヤビジャ橋
8	エル・フンティート橋
9	ロス・アルメンドロス橋
10	サン・アグスティン橋
11	クトウマヨ橋
12	サン・ペドロ橋
13	オブラ・デ・パソ1
14	シュティア川橋
15	アバンコヨ橋
16	マンサノ・ボサダ橋
17	セパキアバ橋
18	ラ・クルス・デル・モホン橋
19	ラ・ボルサ橋
20	ラス・アスセナス橋

4/13のMOPによる要請

ID	橋梁名	ID in IC/R
1	シュティア川橋	14
2	ラ・ソラ橋	5
3	ラ・クンプリタ橋	1
4	サン・ダミアン橋	2
5	ラ・レフォルマ橋	3
6	スシオ川橋	4
7	サン・ペドロ橋	12
8	ラ・ボルサ橋	19
9	ラ・クルス・デル・モホン橋	18
10	グアヤビジャ橋	7
11	エル・フンティート橋	8
12	ロス・アルメンドロス橋	9
13	マンサノ・ボサダ橋	16
14	クトウマヨ橋	11
15	ラス・アスセナス橋	20
16	ラ・チャビーナ橋	4/13
17	ブルルヤ橋	6
18	アバンコヨ橋	15
19	サン・アグスティン橋	10
20	オブラ・デ・パソ1	13
21	セパキアバ橋	17

4/27のJCCでの合意

ID	橋梁名	ID in IC/R
1	シュティア川橋	14
2	ラ・ソラ橋	5
3	ラ・レフォルマ橋	3
4	スシオ川橋	4
5	サン・ペドロ橋	12
6	ラ・クンプリタ橋	1
7	サン・ダミアン橋	2
8	ラ・ボルサ橋	19
9	ラ・クルス・デル・モホン橋	18
10	グアヤビジャ橋	7
11	エル・フンティート橋	8
12	ロス・アルメンドロス橋	9
13	マンサノ・ボサダ橋	16
14	クトウマヨ橋	11
15	ラス・アスセナス橋	20
16	ラ・チャビーナ橋	4/13
17	ブルルヤ橋	6
18	アバンコヨ橋	15
19	サン・アグスティン橋	10
20	オブラ・デ・パソ1	13
21	セパキアバ橋	17

5/14の調査団による提案(最終案)

ID	橋梁名	ID in IC/R
1	シュティア川橋	14
2	ラ・ソラ橋	5
3	ラ・レフォルマ橋	3
4	スシオ川橋	4
5	サン・ペドロ橋	12
6	ラ・クンプリタ橋	1
7	サン・ダミアン橋	2
8	ラ・ボルサ橋	19
9	ラ・クルス・デル・モホン橋	18
10	グアヤビジャ橋	7
11	エル・フンティート橋	8
12	ロス・アルメンドロス橋	9
13	マンサノ・ボサダ橋	16
14	ラ・チャビーナ橋	4/13
15	ブルルヤ橋	6
16	アバンコヨ橋	15
17	エル・ヒカロ橋	5/7
18	ラ・バニアグア橋	5/7
14	クトウマヨ橋	11
15	ラス・アスセナス橋	20
19	サン・アグスティン橋	10
20	オブラ・デ・パソ1	13
21	セパキアバ橋	17
22	イロバンゴ湖放水路橋	5/7
23	プエノス・アイレス橋	5/7

■ 仮設橋供与対象橋梁
■ 入札図書案作成対象橋梁
■ 復旧計画書対象橋梁
■ 追加日 MOPによる追加候補橋梁

出典：JICA 調査団

3.2 仮設橋上部工調達に係る対象橋梁の選定

3.2.1 選定の概要

2012年4月13日時点のMOPによる要請候補であるシュティア川橋、ラ・ソラ橋、ラ・クンプリタ橋、サンダミアン橋の4橋から、2橋を選定した。各橋梁における現地調査はカウンターパート同行で行い、橋梁選定の妥当性、優先度、緊急度を計るために、橋梁の利用状況についての聞き取り調査、及び現況橋梁や周辺状況の目視調査を行った。

3.2.2 候補橋梁の概況

以下に各橋梁の概要を記す。

(1) シュティア川橋

シュティア川橋は国道 CA08 と Jayaque 市を結ぶ県道 LIB06S がシュティア川を横断する橋梁である。右岸側（東側）は工業地帯であり養鶏場、中小工場、発電所等がある一方で、左岸側（西側）は住宅地となっている。既設橋は支間長 16m、幅員 6m（2車線）の単純鋼桁橋である。12E 時に左岸側練り石積み橋台の前面が崩壊し、衝撃が加われば崩壊する可能性が非常に高い状態にある。裏込め土が流出しているため、取り付け道路の橋台背部の陥没も懸念される。

(2) ラ・ソラ橋

ラ・ソラ橋は La Paz 県 San Luis 市に位置し、Jaloponga 川（Amago 川とも呼ばれる）を横断する橋梁である。右岸側（西側）約 3km に市街地（Herradura 市）があり、左岸側はサトウキビ生産を中心とした農業を営む 5 つのコミュニティが存在する。既設橋は支間長 15m、幅員 4.5m（1車線）の鉄筋コンクリート（以下 RC）桁橋である。下部工は高さ約 2m の石積み（一部 RC）橋台である。大型車の橋梁への進入を容易にするため、床版の左岸側端部は下流側に拡幅されている。

12E 時に左岸下流側の既設橋ウイングが崩壊し、取付道路並びに河岸が約 45m に亘って大きく浸食された。現地調査開始後の 2012 年 4 月から 5 月の約 1 ヶ月の間にも浸食範囲は拡大している。右岸側橋台も下流側のウイングが洗掘により崩壊している。橋台周辺の河床は局部的に洗掘されており、沈下・転倒も危惧される。

(3) ラ・クンプリタ橋

ラ・クンプリタ橋は La Libertad 県 Jayaque 市に位置し、シュティア川を横断する橋梁である。右岸側は市街地に接続でき人口密度が高い一方で、左岸側は農地、集落の他、低所得者のセトルメントが存在する。上部工と左岸側橋台が 12E の洪水により崩壊、流失した。流失した橋は長さ約 12m、幅員 4.5m の RC 床版橋であったと推察される。洪水時には流木が橋梁開口部を塞いだため、堰上げにより洪水位は橋面を 4m 以上越えていたとの報告がある。左岸側下流側の川に沿った道路も橋台の崩壊に伴い一部が損失・浸食された。

(4) サンダミアン橋

サンダミアン橋は Sonsonate 県 Armenia 市南東部のサンダミアン地区に位置し、Agua Caliente 川を横断する橋梁である。左岸側が町の中心であり国道 CA08 が接続している。右岸側は住居と小規模な工場が点在する。既設橋は延長約 20m 幅員 3.7m の 6 連続石積みアーチ橋 (一部煉瓦) である。12E による洪水時に橋梁の左半分が崩壊、流失した。土砂と流木が上流部に堆積し、通水断面が極端に減少したことが崩壊の発端となったとの報告がある。

図 3.2.1 に各橋梁の現況写真を示す。



出典：JICA 調査団

図 3.2.1 仮設橋上部工調達候補橋梁の現況写真

3.2.3 評価項目・評価基準

対象橋梁選定に係る評価は表 3.2.1 に示す項目と評価基準に従い行った。評点付けは各項目について相対的な比較を行うことを目的とし、便宜的に定めたものである。

表 3.2.1 仮設橋上部工調達橋梁選定における評価基準

No	評価項目	評価の基準				
		1	2	3	4	5
1	損傷度	軽度	損傷はあるが 通行可能	軽車両のみ通行 可	非常に危険	崩落／通行不可
		1	2	3	4	5
2	交通量 T (台/日)	T<10	10<T<100	100<T<500	500<T<1000	T>1000
		1	2	3	4	5
3	橋梁周辺地区の 経済活動への影 響	低い	経済的活動は少 なく、代替路あり	いくつかの産業 が利用している	重要な産業があ り、代替路がある	重要な産業があ り、代替路がない
		1	2	3	4	5
4	広域な経済への 影響	通過交通なし	隣接都市に接続 する地方道	複数の都市に接 続する地方道	県道	国道
		1	2	3	4	5
5	住民への影響 (重要度)	重要でない	重要であるが、一 年を通じて渡河 可能	重要であるが、乾 季なら渡河可能	日常生活に重要 で、渡河は困難	日常生活に重要 で、渡河困難な上 代替路はない
		1	2	3	4	5
6	影響を受ける 人口(P)	0<P<500	500<P<1,000	1,000<P<5,000	5,000<P<10,000	P>10,000
		1	2	3	4	5
7	迂回路（代替路 までの距離D)	D<1km	1km<D<5km	5km<D<10km	10km<D<20km	D>20 km もしく は迂回路なし
		1	2	3	4	5

出典：JICA 調査団

3.2.4 選定の結論

表 3.2.2 に選定評価結果をまとめた。本プロジェクトの目的である「経済インフラ（橋梁）への復旧促進」の観点から評価して、最も優先順位が高いのは工業地帯に位置するシュティア川橋であると判断した。ラ・ソラ橋は年間を通じて一定の流量があり、既設橋以外では車両による渡河が不可能であることから、左岸側地区の主要産業であるサトウキビを中心とした農作物の出荷のために必要不可欠な橋梁である。ラ・クンプリタ橋も作物の出荷のために必要ではあるが、その収穫量は限られており、また低水位時であれば渡河することができる浅瀬が確認できた。サンダミアン橋は、雨季でも渡河可能な代替路が付近にあることが認められた。

特に、シュティア川橋とラ・ソラ橋においては、住民が損傷の大きい橋梁構造物を使用し続けているため、次の洪水で崩壊する危険に晒されていると言える。したがって、これらの2橋を仮設橋上部工調達の対象として選択した。この結論は2012年4月27日に開催されたJCC（合同調整委員会）において、MOP、JICA及び調査団との間で合意され、MOP側は大臣によってミニッツへの調印がなされた。

表 3.2.2 仮設上部工調達候補橋梁の評価・比較表

評価項目	シュティア川橋	ラ・ソラ橋	ラ・クンプリタ橋	サンダミアン橋
損傷度	両橋台の崩壊の危険性大(通行止め)	左側橋台の崩壊の危険性大(通行止め)	左側橋台、上部工の崩壊	橋梁左半分の崩壊
	5	5	5	5
交通量	1354 台 (2 車線)	データ無し(1 車線)	データ無し(1 車線)	データ無し(1 車線)
	5	2	2	2
橋梁周辺地区の経済活動への影響	鶏肉、卵工場、発電所 他工場等多数	村の主幹産業であるサ トウキビ積載の大型車 が渡河する	農産物の出荷(小規模)	鶏肉工場 1 件、小規模 煉瓦工場
	4	5	3	4
広域な経済への影響	国道 CA08～Jayaque 市の通過交通有り	通過交通無し	通過交通無し	通過交通無し
	4	1	1	1
住民への影響	工場への通勤に影響	公共サービス、日常の 買い物に影響	対岸の農地、工場への 通勤、買い物等に影響	徒歩であれば渡河可 能
	3	5	4	2
影響を受ける人口	2662 人 (左岸側近隣の住 民)	5499 人	6600 人 (1220 世帯)	3250 人 (650 世帯)
	3	4	4	3
迂回路	対岸へは約 10km の迂 回を要する	車両の迂回路は無し	浅瀬の渡り場(雨期は 利用不可)	雨期でも小型車両が通 行可能な迂回路がある
	3	5	3	2
優先度 総合評価 (順位)	高	高	中	中
	(1)	(2)	(3)	(4)

出典：JICA 調査団

3.3 架け替え橋梁の入札図書（案）作成に係る対象橋梁の選定

3.3.1 選定の概要

架け替え橋梁入札図書（案）作成の候補は、MOP との協議を通じ、ラ・レフォルマ橋、スシオ川橋、サンペドロ橋、ラ・ボルサ橋、クルス・デル・モホン橋の 5 橋梁の内から選定した。選定においては、仮設橋上部工調達対象橋梁のケースと同様に現地調査を行い、利用状況についての聞き取り調査及び現地周辺の状況確認を行ったうえで、順位付けを行った。

3.3.2 現地状況の概況

以下に各橋梁の概要を記す。

(1) ラ・レフォルマ橋

ラ・レフォルマ橋は La Libertad 県 Arce 市に位置し、国際路線であるパンアメリカン・ハイウェイ（国道 CA01）と Arce 市を結ぶ県道 LIB23W が La Joya 川を横断する橋梁である。Arce 市には自由貿易ゾーンがあり、外国資本の工場が進出している。既設橋は支間長約 5m、幅員約 5.6m の単純 RC 床版橋であったが、12E 時に右岸側橋台裏が浸食され、取付道路が崩壊した。橋台は以前よりひび割れが確認されており、MOP は既設橋を取り壊して橋長 33m、1 車線のベイリー橋を架設した。

(2) スシオ川橋

スシオ川橋はサンサルバドル県 El Paisnal 市と La Libertad 県 San Pablo Tacachico 市を結ぶ県道上にあり、両県の県境となっているスシオ川を横断している。既設橋は橋長約 40m、幅員約 3.8m の練石積み 4 連続アーチ橋である。12E により右岸側橋台の裏側が浸食され、橋台部のアーチが崩壊した。現在は橋長 39m のベイリー橋が崩壊した橋台を跨いで架設されている。現場踏査時も多数の流木がアーチを塞いでおり、これらによる橋梁開口部の閉塞が橋台周辺の河岸浸食に影響したと考えられる。

(3) サンペドロ橋

サンペドロ橋は Morazan 県 San Carlos 市に位置し、「エ」国東部最大の都市サンミゲルと San Francisco Gotera 市、更に同国北部を繋ぐ国道 CA07 上にあり、Seco 川を横断している。既設橋は橋長約 31.7m、幅員約 5.7m の下路トラス橋であり、建設後 80 年以上が経過している。12E 時に後付けの補強支柱が流失し、また、車両の衝突によると思われる主桁の大きなゆがみが見られる。腐食が激しい鋼材も散見され、ガセットプレート、ボルト、リベットの多くも消失している。

(4) ラ・ボルサ橋

ラ・ボルサ橋は San Vicente 県 Tecoluca 市に位置し、Tecoluca 市と San Nicolas 市を結ぶ、県道 SAV26N がラ・ボルサ川を横断する橋梁である。既設橋は、2002 年に架設された約 31m のベイリー橋であったが、2010 年 9 月の洪水により流失した。下部工は練石積みの橋台で、両岸ともに無事であったが、パラペット部は一部が損傷を受けている。乾期はトラック、四輪駆動車、また歩行者も河床部を渡ることができるが、雨期は通行がより困難になる。

(5) クルス・デル・モホン橋

クルス・デル・モホン橋は La Paz 県 Santiago Nonualco 市に位置し、Santiago Nonualco 市から西へ伸びる地方道が Jalponga 川を横断する橋梁である。既設橋は、練石積みのアーチ橋が左岸から河川のおよそ中央まで架かっている状態で、その先は 1 スパンの床版橋が架かっていたが 2009 年 11 月のハリケーン・イダで流失した。現在はアーチ橋の先端から下流側の河床へ降りる階段が取り付けられており、住民は乾期には河床を歩いて対岸へ渡っている。

図 3.3.1に各橋梁の現況写真を示す。



出典：JICA 調査団

図 3.3.1 架け替え対象候補橋梁の現況写真

3.3.3 評価項目・評価基準

対象橋梁選定に係る評価は表 3.3.1 に示す項目と評価基準に従い行った。評点付けは各項目について相対的な比較を行うことを目的とし、便宜的に定めたものである。

表 3.3.1 架け替え対象橋梁選定における評価基準

No	評価項目	評価の基準				
		12E 以外の要因		12E		
1	被災要因	12E 以外の要因		12E		
2	損傷度	軽度	損傷はあるが 通行可能	軽車両のみ通行 可	非常に危険	崩落／通行不可
		1	2	3	4	5
3	交通量 T (台/日)	T<100	100<T<500	500<T<1000	1000<T<3000	T>3000
		1	2	3	4	5
4	橋梁周辺地区 の経済活動へ の影響	低い	経済的活動は少 なく、代替路あり	いくつかの産業 が利用している	重要な産業があ り、代替路がある	重要な産業があ り、代替路がない
		1	2	3	4	5
5	広域な経済へ の影響	通過交通なし	隣接都市に接続 する地方道	複数の都市に接 続する地方道	県道	国道
		1	2	3	4	5
6	住民への影響 (重要度)	重要でない	重要であるが、 一年を通じて渡 河可能	重要であるが、乾 季なら渡河可能	日常生活に重要 で、渡河は困難	日常生活に重要 で、渡河困難な上 代替路はない
		1	2	3	4	5
7	迂回路(代替路 までの距離 D)	D<1km	1km<D<5km	5km<D<10km	10km<D<20km	D>20 km もしく は迂回路なし
		1	2	3	4	5

出典：JICA 調査団

3.3.4 選定の結論

表 3.3.2 に選定評価結果をまとめた。仮設橋のケースと同様に、損傷度合いだけでなく本プロジェクトの趣旨である「経済インフラ」への影響という観点に最も注目して評価を行った。この結果、ラ・レフォルマ橋、スシオ川橋、サンペドロ橋を架け替え優先度が最も高い橋梁として選定した。これらは、他の 2 橋梁（ラ・ボルサ橋、クルス・デル・モホン橋）と比較して重要な路線上に位置しており、かつ最近の 12E によって損傷していることが選定要因である。それに加えて、ラ・レフォルマ橋とスシオ川橋は、被災後ただちに仮設橋が架設されていることから、非常に重要な橋梁に位置づけられていることが窺い知れる。サンペドロ橋は落橋こそしていないものの、老朽化が著しいうえ交通量が非常に多いため、最優先橋梁として評価した。

この結論は 2012 年 4 月 27 日に開催された JCC (合同調整委員会) において、MOP、JICA 及び調査団との間で合意され、MOP 側は大臣によってミニッツへの調印がなされた。

表 3.3.2 架け替え対象候補橋梁の評価・比較表

評価項目	ラ・レフォルマ橋	スシオ川橋	サンペドロ橋	ラ・ボルサ橋	クルス・デル・モホン橋
被災要因	12E	12E	12E	2010年9月の豪雨	2010年9月の豪雨
損傷度	右橋台アプローチの崩壊 (Acrow 橋架橋済み)	右橋台部の崩壊 (Acrow 橋架橋済み)	補強サポートの流失、老朽化	ベイリー橋の流失	橋梁左半分の崩壊
	5	5	4	5	5
交通量	1469 台/日	515 台/日	3791 台/日	388 台/日	データ無し
	4	3	5	2	2
橋梁周辺地区の経済活動への影響	工場等多数	El Paisnal 市と San Pablo Tacachico 市を結ぶ県道上	サンミゲル市と San Francisco Gotera 市を結ぶ国道上	右岸側住民の農作物の出荷	右岸側住民の農作物の出荷
	5	5	3	2	2
広域な経済への影響	パンアメリカン・ハイウェイ～Arce 市を超えて北部への通過交通有り	国の道路ネットワークの一部	北部縦貫道やホンジュラス国境に繋がる	重要な通過交通は無い	重要な通過交通は無い
	4	5	5	1	1
住民への影響	幹線道路へのアクセス	都市間の住民のバス移動に影響	都市間の住民のバス移動、対岸の農地、工場への通勤、買い物等に影響	学校、公共サービス、マーケット等へのアクセス	学校、公共サービス、マーケット等へのアクセス
	5	5	5	4	3
迂回路	対岸へは約 5km の迂回を要する	数十 km の迂回を要する	約 10km の迂回を要する	約 10km の迂回を要する	約 3km の迂回を要する
	3	5	4	4	2
優先度 総合評価 (順位)	高	高	高	中	中
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

出典：JICA 調査団

3.4 橋梁復旧計画書作成に係る対象橋梁の選定

3.4.1 選定の概要

復旧計画の対象となる橋梁の現地調査は MOP 同行のもとで実施し、洪水前後の様子に関する聞き取り調査や現況の目視調査等を通じ、各橋梁の重要性や必要性を評価した。

対象となる橋梁の数は、2012年4月27日に取り交わされたミニッツで最大15橋までと取り決めた。仮設橋上部工資材供与対象として選定された2橋（シュティア川橋、ラ・ソラ橋）については、仮設橋は緊急復旧（短期計画）という位置付けであり、架け替え（長期計画）の検討が必要となるため、復旧計画の対象に含むこととした。また、仮設

橋供与と架け替え橋梁の選定から漏れた4橋（ラ・クンプリタ橋、サンダミアン橋、ラ・ボルサ橋、クルス・デル・モホン橋）も、損傷度合いや重要度、MOPの要望等を鑑みて、復旧計画に含むこととした。更に、その他の候補である13橋のうちから9橋を選択することにより、橋梁復旧計画の対象橋梁を合計15橋とした。

3.4.2 評価項目・評価基準

対象橋梁選定に係る評価はMOPからの要望、12Eによる被災の有無、損傷レベル（緊急性）、経済への影響を評価項目とした。損傷レベルと経済への影響に関しては表3.4.1に示す基準に従い評価した。これらの評点付けは各項目について相対的な比較を行うことを目的とし、便宜的に定めたものである。

表 3.4.1 対象橋梁選定の評価基準

No	評価項目	評価基準				
		軽度の損傷	損傷はあるが通行可能	通行可能だが、規制あり	危険な状況	落橋している／非常に危険な状況
1	損傷レベル（緊急性）	1	2	3	4	5
2	経済への影響	経済活動に影響なし	橋梁を必要とする経済活動は少ない／	橋梁の有無が影響を及ぼす産業がある	経済活動に支障がある	重要な経済活動が橋梁の有無に依存している
		1	2	3	4	5

出典：JICA 調査団

3.4.3 選定の結論

選定結果は表3.4.2に示す通りであり、4橋（クトゥマヨ橋、ラス・アスセナス橋、イロパング湖放水路橋、ブエノス・アイレス橋）が除外された。これらの理由は、クトゥマヨ橋は落橋後3年が経過しているうえ経済活動への影響は少ないためであり、ラス・アスセナス橋は歩道橋として利用されているものの本来は鉄道橋であるためである。イロパング湖放水路橋は国道の線形改良といった抜本的な解決策が必要であるが、多大なコストを要する。現在の仮設橋を維持するためには、護岸工の整備や浚渫などを行って架橋部の堆積量をコントロールすることが必要である。また、ブエノス・アイレス橋は橋梁本体に目立った損傷はなく、浸食や洗掘が認められるがMOPによる補修工事が実施中である。

エル・プンティート橋やマンサノ・ポサダ橋は12Eによる損傷が認められなかったが、MOPの要望及び迂回路が近傍に無いこと等によりその重要性を鑑みて復旧計画書に含むこととした。

グアヤビジャ橋とロス・アルメンドロス橋の構造的な問題は12E以前から発生していたが、12Eにより更なる損傷や河岸浸食の進行があったため、復旧計画に含むべきであると判断した。

仮設橋上部工調達や架け替え橋梁の対象選定で除外された4つの橋に関しても、その他の候補橋梁と比較を行い、復旧計画に含まれるべきであることを確認した。

選定の結果は、文書で MOP に確認された。これら 15 橋に関する優先順位付けについては、本報告書の 6 章に記載している。

表 3.4.2 橋梁の評価結果の概要

No	橋梁名	MOP の 要望	12E によっ て落橋また は損傷	12E 以前から 損傷を受けて いたが、12E で被害が進 行した	損傷レベル (緊急性)	経済への 影響	選定 結果	備考
					5 (重度) - 1 (軽度)			
1	ラ・クンプリタ 橋	○	○		5	3	○	落橋
2	サンダミアン 橋	○	○		5	3	○	落橋
3	ラ・ボルサ橋	○			5	3	○	仮設橋が設置 される予定
4	ラ・クルス・ デル・モホン橋	○			5	2	○	落橋
5	グアヤビジャ 橋			○	5	3	○	落橋
6	エル・ブン ティート橋	○			5	4	○	落橋
7	ロス・アルメン ドロス橋			○	5	2	○	落橋
8	マンサノ・ ポサダ橋	○			5	2	○	落橋
9	ラ・チャピーナ 橋		○		3	2	○	落橋後、仮設橋 が設置された
10	プルルヤ橋		○		2	3	○	浸水
11	アパンコヨ橋		○		2	3	○	損傷
12	エル・ヒカロ橋		○		5	5	○	落橋
13	ラ・パニアグア 橋		○		3	2	○	落橋
14	クトゥマヨ橋				5	2	×	落橋
15	ラス・アスセナ ス橋				3	1	×	鉄道橋
16	イロパング湖 放水路橋		○		3	2	×	損壊後、仮設橋 が設置された
17	ブエノス・ アイレス橋		○		2	1	×	浸食

出典：JICA 調査団

第4章 仮設橋上部工の調達

4.1 対象橋梁

本報告書 3.2 節に示す通り、仮設橋上部工供与の対象橋梁はシュティア川橋及びラ・ソラ橋とする。

4.2 現地調査

(1) MOP による地形測量

対象橋梁周辺の地形測量は、MOP 自身が詳細設計を実施することを鑑みて同省内の測量部門が実施した。この結果、詳細な地形図を元に橋梁計画（設計洪水位の設定、平面架橋位置の検討、最小橋長の検討等）の早期検討開始が可能となった。

(2) 既設ユーティリティー

シュティア川橋には、直径 10cm 程度の送水管が添架されていたため、MOP が仮設橋上部工施工時に仮移設し、完成後に再添架予定となっている。

(3) MOP の仮設橋上部工の架設施工能力

MOP は ACROW 社及び Mabey 社の仮設橋上部工架設資材を保有しており、約 30 橋の架設経験を有している。

4.3 設計基準及び仕様

4.3.1 設計基準及び仕様

(1) 仮設橋上部工

MOP との協議の結果、表 4.3.1 に示す設計基準及び仕様を決定した。

表 4.3.1 設計基準及び仕様一覧表

項目	基準/仕様
上部工形式	トラスパネルタイプ
設計基準	Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition 2002, AASHTO Allowable Stress Design
設計手法	構造計算: 片側パネルを単純支間とする。荷重分配等を行わない。外側歩道設置の際には、反対側のパネルに荷重分配を行わない。
最小車線幅	1 車線: 地覆間 3.66 m (12 ft) 以上
	2 車線: 地覆間 7.32 m (24 ft) 以上
	歩道幅: 1.2m 以上
設計荷重	活荷重 (車線) : HS20-44+25% (HS25-44)
	活荷重 (歩道) : 3.5 kN/m ²
	死荷重: 片側の外側歩道のみ
許容たわみ	HS20-44 載荷時: たわみ ≤ 支間長/800

出典: JICA 調査団及び MOP

(2) 歩道の設置

MOP は、仮設橋を含めた新設橋梁に歩道の設置を義務づけているため、これを調査団に要請した。この結果、仮設橋上部工の片側に最小 1.2m 幅の歩道の設置を調達仕様とした。

(3) 車線数

「エ」国の基準によると、シュティア川橋の交通量では 2 車線が適用されることとなり、大型車混入率も 38% と高い。また、路線上には、ディーゼル火力発電所及び工場が存在するため長距離トレーラー等が夜間に通行するうえ、前後道路が 2 車線で直線区間である。このため、仮設橋上部工が 1 車線の場合、仮設橋区間のみボトルネック形状となることから、仮設橋入り口での衝突事故の発生・破損が懸念された。仮設橋上部工はパネルタイプのため、車両の衝突は落橋に繋がり、また破損の際の修理も困難である。これらの状況より安全性を優先し 2 車線を採用することとした。

ラ・ソラ橋は、交通量が少なく前後道路も 1 車線であるため、1 車線橋とした。

4.4 橋梁計画条件

以下に仮設橋の計画条件を示す。これらは調査団と MOP 間の合同現場調査・技術検討を通じて合意された。

4.4.1 仮設橋上部工架設実施手順

以下に仮設橋上部工調達から架橋完成までの手順及び責任分担を示す。

- ✓ 仮設橋上部工は、調査団が作成した入札図書（案）を使用し JICA が調達する。
- ✓ 調達された仮設橋上部工は架橋地点にて JICA から MOP に委譲される。また、このための用地を MOP は確保する。なお、MOP は、委譲後から完成まで現場にて盗難・損傷の無い様に保管する。
- ✓ MOP は、建設に伴う既存樹木伐採補償・用地取得等による環境負荷低減措置を行う。
- ✓ MOP は、仮設橋の下部工及び取付道路の設計・施工を行う。
- ✓ MOP は、可及的速やかに供与された仮設橋上部工の架橋を完成させる。
- ✓ MOP は、完成後、JICA に報告を行う。

4.4.2 河川内への橋脚設置についての検討

現場状況から、河川内の橋脚建設には最低でも 2 ヶ月を要し、MOP 自身による施工は技術的に困難であることが想定された。仮に入札により施工業者を調達する場合は、さらに数ヶ月を要し、仮設橋の架橋が遅れることとなる。また MOP の財源が十分に確保出来ていないことから、タイムリーな実施も危ぶまれる。よって、仮設橋の早期架橋により経済的損失を軽減するため、河川内への橋脚の設置を行わないこととした。

4.4.3 既設橋台

シュティリア川橋：既設橋台は練石積であり、既設左岸橋台は洗掘・吸出により損傷を受けている。このため、既設左岸橋台は撤去することとする。右岸橋台は洗掘を受けていないため、当面は新設橋台の護岸として利用することが可能である。

ラ・ソラ橋：激しく洗掘を受けており、利用することは出来ない。

4.4.4 用地取得

(1) シュティリア川橋

既設橋梁の上下流部はともに私有地であり、用地取得を伴う計画は実現困難であると判断された。このため、仮設橋上部工は既設橋梁中心と同位置に設置し、既存の用地幅内に収めることとした。

(2) ラ・ソラ橋

両岸ともに取得済み用地幅の外側は現地の農業協同組合の名義であるが、仮設橋上部工建設に関する用地の無償提供が同組合から提案された。しかし、法律により無償提供が出来ないことが判明したため、MOP が安価（約 3,500m²で 350 米ドル）にて買い取ることで同組合と合意した。

4.4.5 水文・水理

(1) シュティリア川橋

既往最大洪水水位は 12E の時に観測されており、12E 以前には大きな洪水は発生しておらず、流域も狭い。このため、50 年確率洪水水位を設計洪水水位とし、この高さから、設計余裕高 1.0m を加味することとした。

(2) ラ・ソラ橋

架橋位置は平野部にあり、上流下流ともに直線である。護岸の高さも低く、ほぼ一定であるため、20 年確率洪水水位はこの護岸よりも高く、この前後の護岸から外側に流出する。このため、設計洪水水位もこの護岸の高さと同等とした。この高さから、設計余裕高 1.0m を加味することとした。

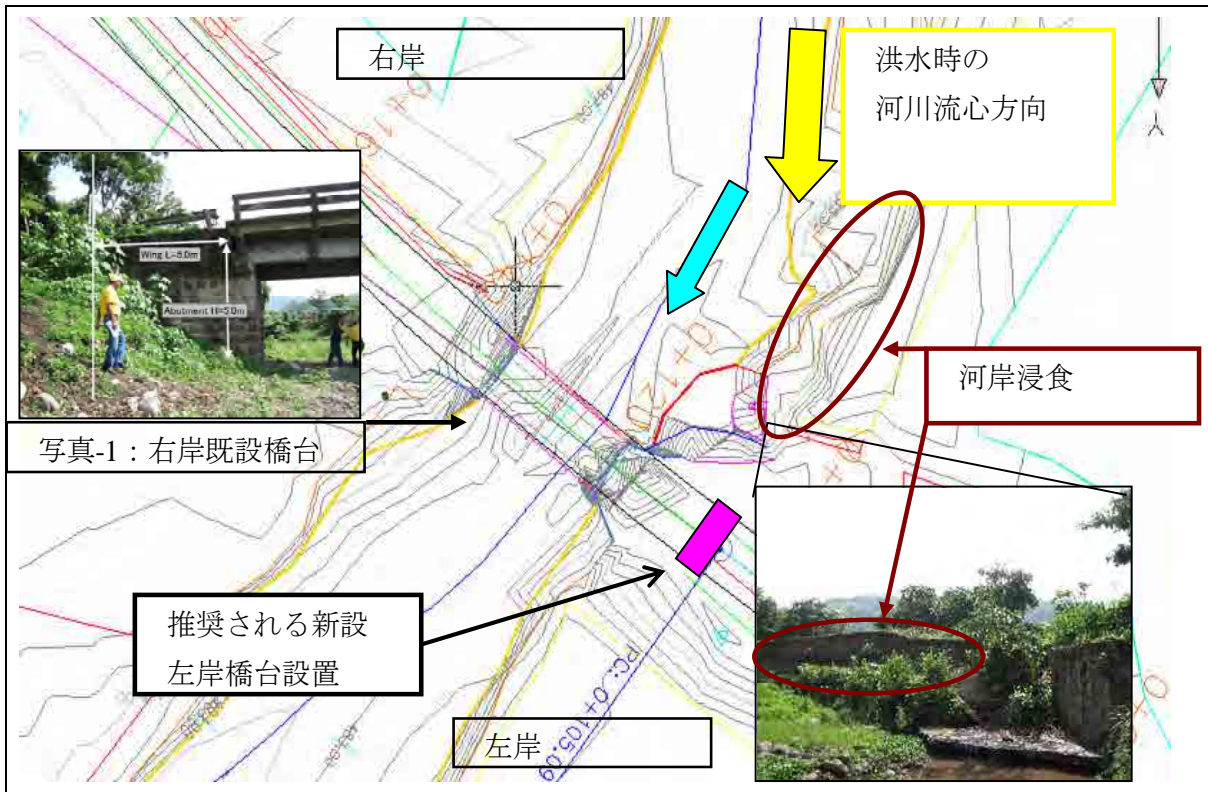
4.5 基本設計

4.5.1 新設橋台位置及び架橋地点

(1) シュティリア川橋

12E の洪水時には、既設橋梁の左岸上流部が水衝部となり浸食を受けている。このため、仮設橋上部工のための新設橋台は既存左岸橋台よりも外側に設置する必要がある。

図 4.5.1 に、新設左岸橋台の推奨位置を示す。



出典：JICA 調査団

図 4.5.1 シュティア川橋左岸側橋台位置図

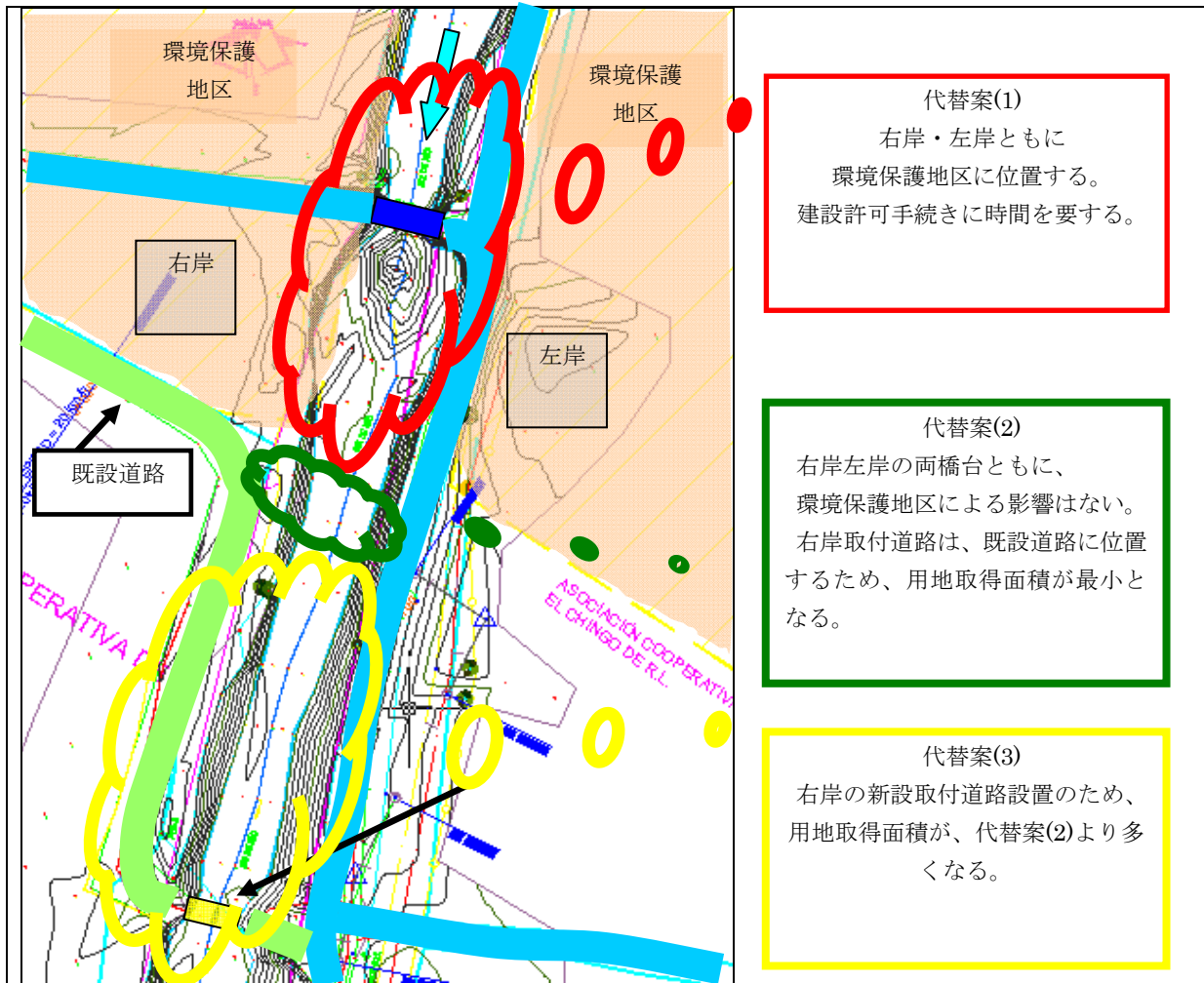
(2) ラ・ソラ橋

表 4.5.1 と図 4.5.2 に、仮設橋上部工のための橋台設置位置の代替案比較結果及び位置図を示す。

表 4.5.1 ラ・ソラ橋新設橋台位置代替案比較結果

項目	代替案(1)	代替案(2)	代替案(3)
位置	上流側	中間	下流側
環境保護地区の影響	申請が必要	影響なし	影響なし
右岸用地取得	既設道路あり	既設道路あり	既設道路なし
比較結果	上記申請に長期間を要する。	最適案	用地取得が代替案(2)より多く必要

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.5.2 ラ・ソラ橋新設橋台代替案及び位置図

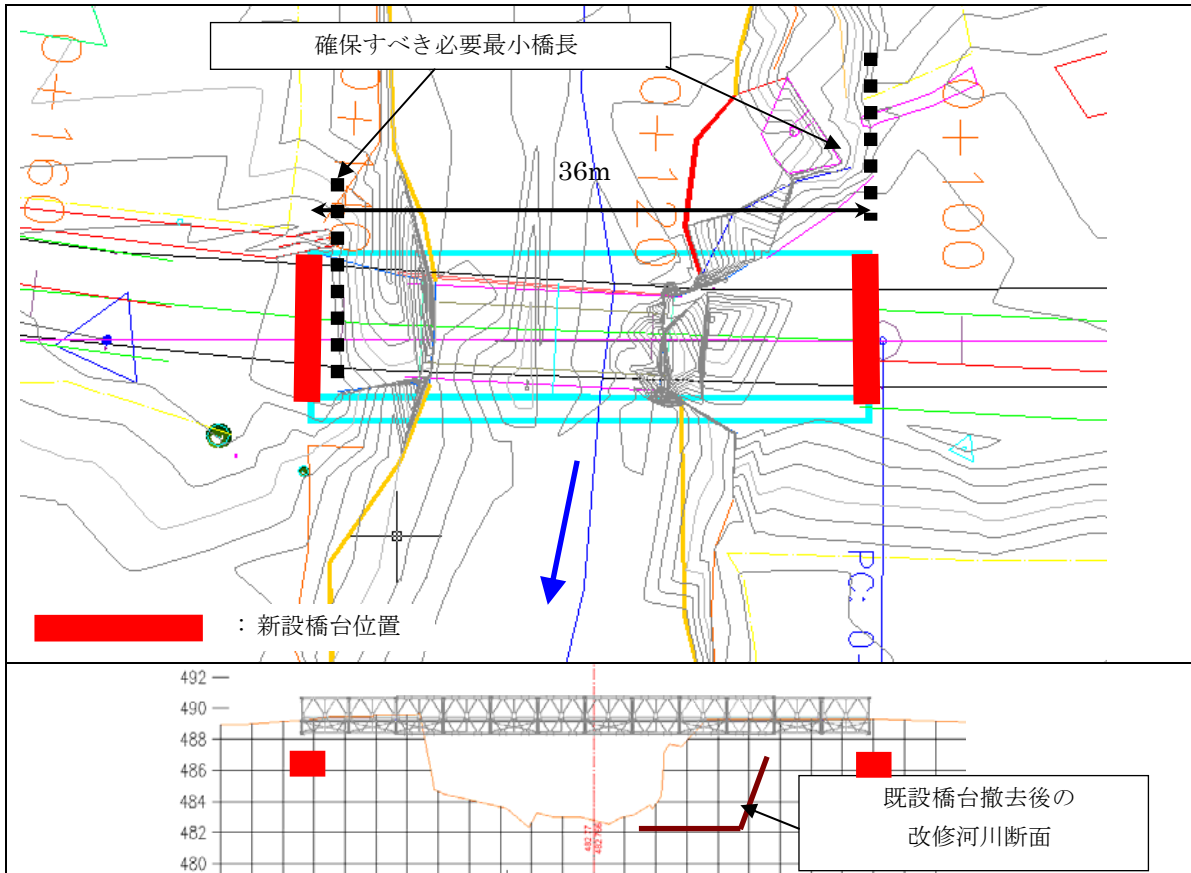
4.5.2 最小支間

(1) シュティア川橋

図 4.5.1 の架橋線形において検討した結果、最低限確保すべき支間長を図 4.5.3 に示す。仮設橋上部工はパネル形式であり、支間長は 3m ピッチとなることから、36m を最小橋長とした。

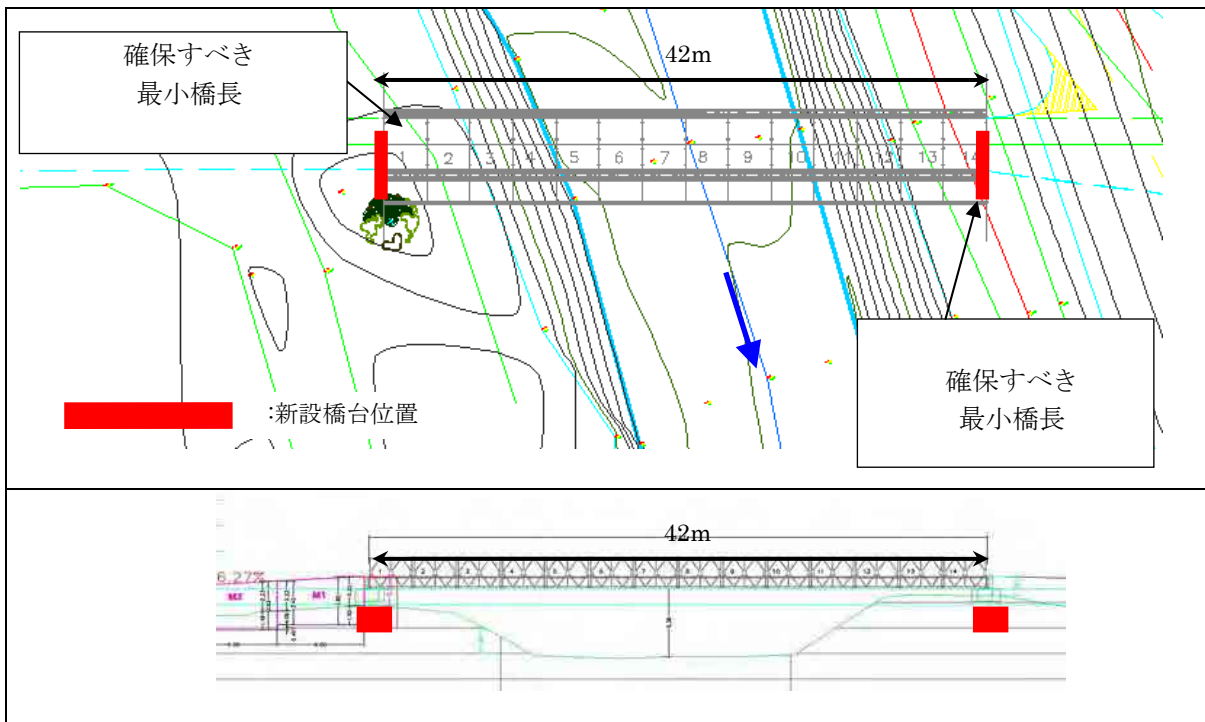
(2) ラ・ソラ橋

既存護岸は人工的に嵩上げされたものであり、現況は顕著な損傷が見られない。このため、将来の堤防の漏水・破堤を避けるため、橋台を護岸に設置せず、既存堤防を掘削により乱さないこととした。また、図 4.5.2 に示す代替案(2)の架橋位置において検討した結果、新規橋台位置は図 4.5.4 の通りである。仮設橋上部工はパネル形式であり、支間長は 3m ピッチとなることから、42m を最小橋長とした。



出典：JICA 調査団

図 4.5.3 シュティア川橋必要橋長及び新規橋台位置



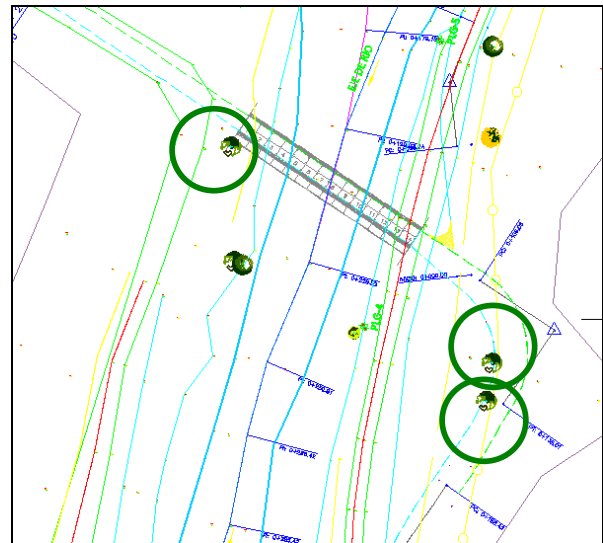
出典：JICA 調査団

図 4.5.4 ラ・ソラ橋必要橋長及び新規橋台位置

4.5.3 MOP による環境対策

シュティア川橋においては影響のあるような樹木は認められない。

ラ・ソラ橋の建設に際しては、右図の通り 3 本の樹木の移設もしくは伐採が必要となる。移設が不可能な場合、伐採樹木 1 本に対して 10 本の補償植林が必要となるが、MOP により実施される予定である。

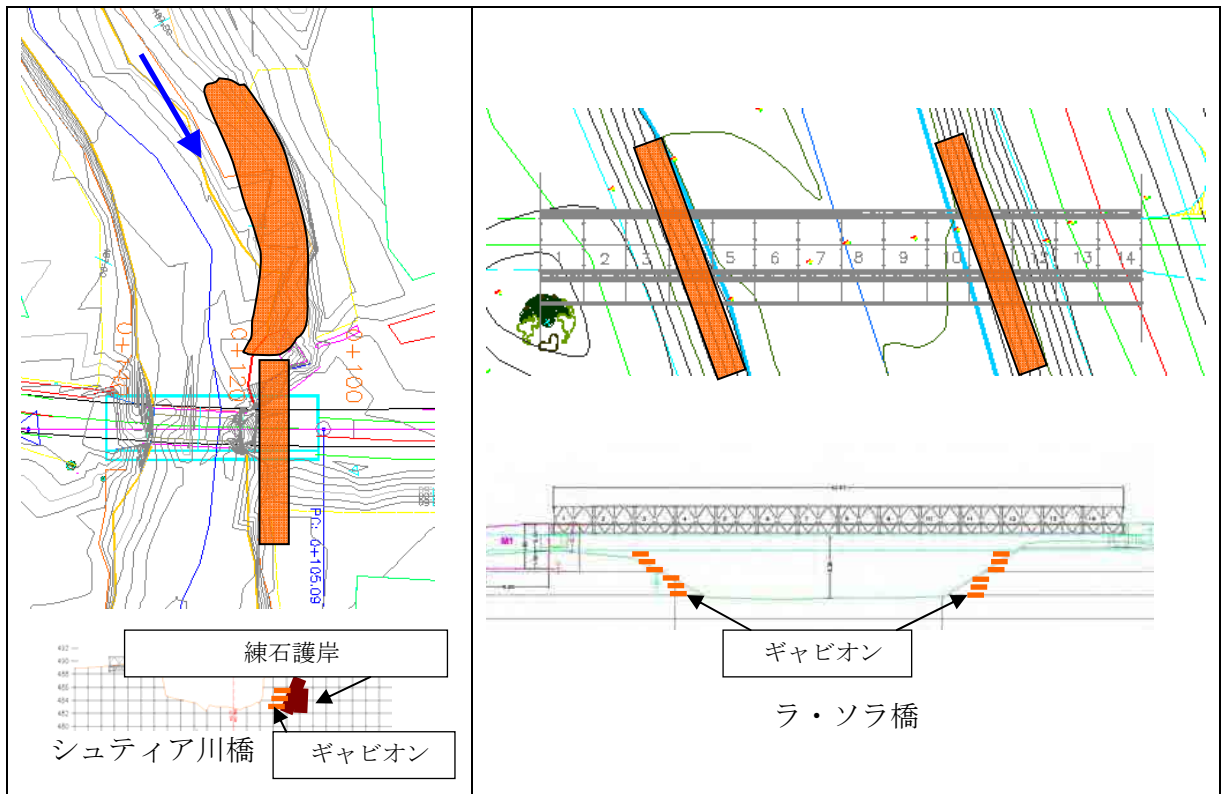


出典：JICA 調査団

図 4.5.5 ラ・ソラ橋の移設すべき樹木位置図

4.5.4 MOP 実施による河川護岸

MOP と協議の結果、図 4.5.6 の通り橋梁建設後に MOP が護岸工を設置することになった。



出典：JICA 調査団

図 4.5.6 MOP が実施する護岸工概略案

4.6 仮設橋上部工調達

仮設橋上部工はJICAが一般競争入札により調達すること、並びに各架橋現場にてMOPに委譲されること等を考慮し、調査団が入札図書（案）を作成した。調達の主な条件は以下の通りである。

4.6.1 仮設橋上部工の要求仕様

(1) 技術仕様

MOPとの協議の結果、特に将来の永久橋施工後に他サイトへ転用・再利用することを考慮し、以下の技術仕様を入札図書（案）に反映させた。

- ✓ 人力もしくは軽資機材で架設可能なパネルの選定
- ✓ 現場溶接の不適用
- ✓ MOPの適用する設計基準仕様（AASHTO 2002, 許容応力度版）の適用
- ✓ すべての部材の亜鉛メッキ仕様
- ✓ 仮設橋上部工部材すべて転用可能であること
- ✓ 架設及び撤去には、同じ架設資機材を使用すること
- ✓ 架設ノーズ及びローラーを使用した張り出し架設の適用、クレーンの不使用、及び中間支保工設置不可とすること

(2) 調達条件

JICA エルサルバドル事務所の調達規則によると、調達先は、「エ」国に登録されている企業であることが必要となる。上記の技術仕様も考慮した結果、3社からの調達が可能であり、各社から見積もりを取得することが出来た。

(3) 調達内容

調達される仮設橋上部工は、製品であり、各社の架設方法・条件は、多少なりとも異なる。このため、MOPが安全に架設を完了するためには、仮設橋上部工部材の調達に加え、架設現場におけるMOPへの技術指導が必要と判断し、調達内容に加えることとした。また、メンテナンスマニュアルの提供も条件とした。

4.6.2 調達仮設橋上部工仕様

調達される仮設橋上部工の主要な諸元は表 4.6.1の通りである。

表 4.6.1 仮設橋上部工の諸元

橋名	最小橋長	最小車線数	最小幅員	歩道	最小歩道幅員
シュティア川橋	36 m	2 車線	7.32 m (24ft)	片側	1.2 m
ラ・ソラ橋	42 m	1 車線	3.66 m (12 ft)	片側	1.2 m

出典：JICA 調査団

これら仮設橋上部工の架設に使用する架設資機材も同時に調達することとしたが、4.2(3)節で述べた通り、MOPはACROW社及びMabey社の架設資機材を保有している。このため、MOP保有資機材の有効活用によるコスト縮減を目的とし、架設資機材の低減が可能な仕様書とした。

4.6.3 入札図書（案）の技術仕様

(1) 品質管理・検査

調達先は海外から仮設橋上部工を輸入するため、船積み前の第三者による検査、現場受領時の検査及び完成時の最終検査を規定し、すべての検査費用は調達先負担とした。

(2) 輸送・受領

JICAは、MOPが用意し安全が確保された各架橋現場付近の資材置き場にて調達先から資材を受領し、その後MOPに委譲する。引き渡しまでの輸送・保険・現場でのコンテナからの荷卸しの費用は全て調達先負担とした。なお、JICAへの引き渡しは期限は、海外からの輸送を考慮し契約後90日とした。

(3) 支払い条件

前渡金銀行保証受領時、現場での受領検査合格時及び架設完了後検査合格時の3回を支払い時期とした。

4.6.4 入札図書（案）の構成

入札図書（案）は、入札指示書、契約書（案）及び技術仕様書から構成される。入札指示書及び契約書（案）は、JICAエルサルバドル事務所より提供されたものを基に最終化し、技術仕様書は、前述した調査・協議内容を踏まえて作成した。

4.6.5 調達及び施工工程

本件調達に関する実績及び予定を図 4.6.1 に示す。

JICA の調達契約成立後、MOP は下部工の施工を開始した。JICA により調達された仮設橋上部工資材は、JICA、MOP 及び調査団による受領検査及び JICA から MOP への委譲が 2 月 12 日、13 日の両日に行われた。仮設橋上部工は、同 3 月中に MOP により架設される予定である。

年		2012					2013		
月		8	9	10	11	12	1	2	3
入札図書（案）作成	JICA	■							
入札図書配布	JICA			■					
開札	JICA			▼	10月26日				
交渉・契約	JICA				■ 11月14日				
輸送期間	JICA				■				
受領検査	JICA				2月12日、13日		▼		
JICA から MOP へ委譲	MOP				2月12日、13日		▼		
下部工建設	MOP						■		
仮設橋上部工架設	MOP							■	

出典：JICA 調査団

図 4.6.1 仮設橋上部工調達及び施工工程表

4.7 今後予想される事項

MOP は、供与された仮設橋上部工が損傷を受けて適切に使用できなくなった場合や、利用されなくなった場合には JICA に報告する必要がある。また、JICA は 3 年後に事後調査を実施するため、MOP はこれに協力する必要がある。

第5章 橋梁架け替え 3 橋に係る詳細設計と入札図書 (案) の作成

5.1 概要

第 3 章で述べたとおり、橋梁架け替えに係る入札図書(案)作成対象橋梁として、ラ・レフォルマ橋、スシオ川橋、サンペドロ橋が選定された。本章ではこれら 3 橋に係る詳細設計と入札図書 (案) の作成について述べる。

5.2 設計基準

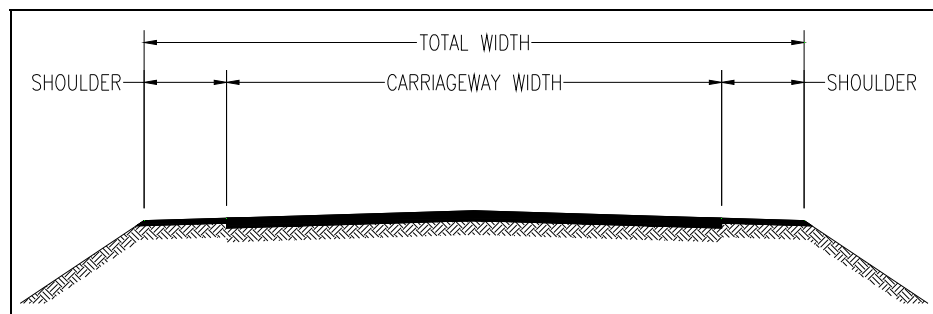
5.2.1 道路計画

橋梁及び取付道路の幅員は表 5.2.1及び図 5.2.1に示す MOP により定められた道路区分に従い、それぞれの道路規格を適用することとした。

表 5.2.1 道路及び橋梁における最小幅員の規格

道路区分	道路幅員			橋梁最小幅員
	幅員	路肩	計	
第 1 級	7.30 m	2.35 m	12.00 m	7.90 m
第 2 級	6.50 m	1.50 m	9.50 m	7.40 m
修正第 3 級	6.00 m	1.00 m	8.00 m	7.40 m
第 3 級	6.00 m	0.00 m	6.00 m	6.50 m
地方/修正地方	5.00 m	0.00 m	5.00 m	3.00 m
地区	5.00 m	0.00 m	5.00 m	3.00 m

出典:道路設計基準 (Normas de Diseño de Carreteras), MOP



出典:道路設計基準 (Normas de Diseño de Carreteras), MOP

図 5.2.1 道路標準横断

各橋梁が位置する道路の道路区分、及びそれらの区分において要求される橋梁の最小幅員を表 5.2.2に示す。

表 5.2.2 各橋梁に求められる規格上の最小幅員

橋梁名	道路名	MOP 道路規格	
		道路区分	橋梁最小幅員
ラ・レフォルマ橋	LIB23W	修正地方道路	3.00 m
スシオ川橋	SAL29-LIB30	修正第3級道路	7.40 m
サンペドロ橋	CA07	第2級道路	7.40 m

出典:道路設計基準 (Normas de Diseño de Carreteras), MOP

MOP の道路規格と比較するため、各橋梁位置における既存道路幅員の測定を行った結果、ラ・レフォルマ橋、スシオ川橋の幅員は道路規格より大きく、サンペドロ橋の幅員は道路規格に0.40m満たなかった。既存道路幅員とMOPの道路規格の比較表を表5.2.3に示す。

表 5.2.3 既存道路幅員とMOP道路規格の比較表

橋梁名	MOP 道路規格		既存道路(現場測定)	
	幅員 (路肩を含む)	幅員	既存道路幅員 (路肩を含む)	既存道路幅員
ラ・レフォルマ橋	5.00 m	5.00 m	5.60 m	5.60 m
スシオ川橋	8.00 m	6.00 m	8.00 m	6.40 m
サンペドロ橋	9.50 m	6.50 m	9.50 m	6.10 m

出典:MOP 及び JICA 調査団

これらの条件より、各橋の幅員を決定した。選定した各橋梁幅員を表5.2.4に示す。

表 5.2.4 橋梁幅員の選定

橋梁名	既存道路幅員	橋梁最小幅員 (MOP 道路規格)	既存道路幅員 (路肩を含む)	適用橋梁幅員
ラ・レフォルマ橋	5.60 m	3.00 m	5.60 m	6.00 m
スシオ川橋	6.40 m	7.40 m	8.00 m	7.40 m
サンペドロ橋	6.10 m	7.40 m	9.50 m	7.40 m

出典:MOP 及び JICA 調査団

歩道に関しては、表5.2.5に示すMOPが使用する基準による道路構造物の歩道最小幅員を適用した。平均日交通量(ADT)が10,000台より多い場合の幅員は、最小1.25m必要である。3橋はADTが10,000台を下回っているが、将来のADT増加を考慮し、幅員は1.25mとした。

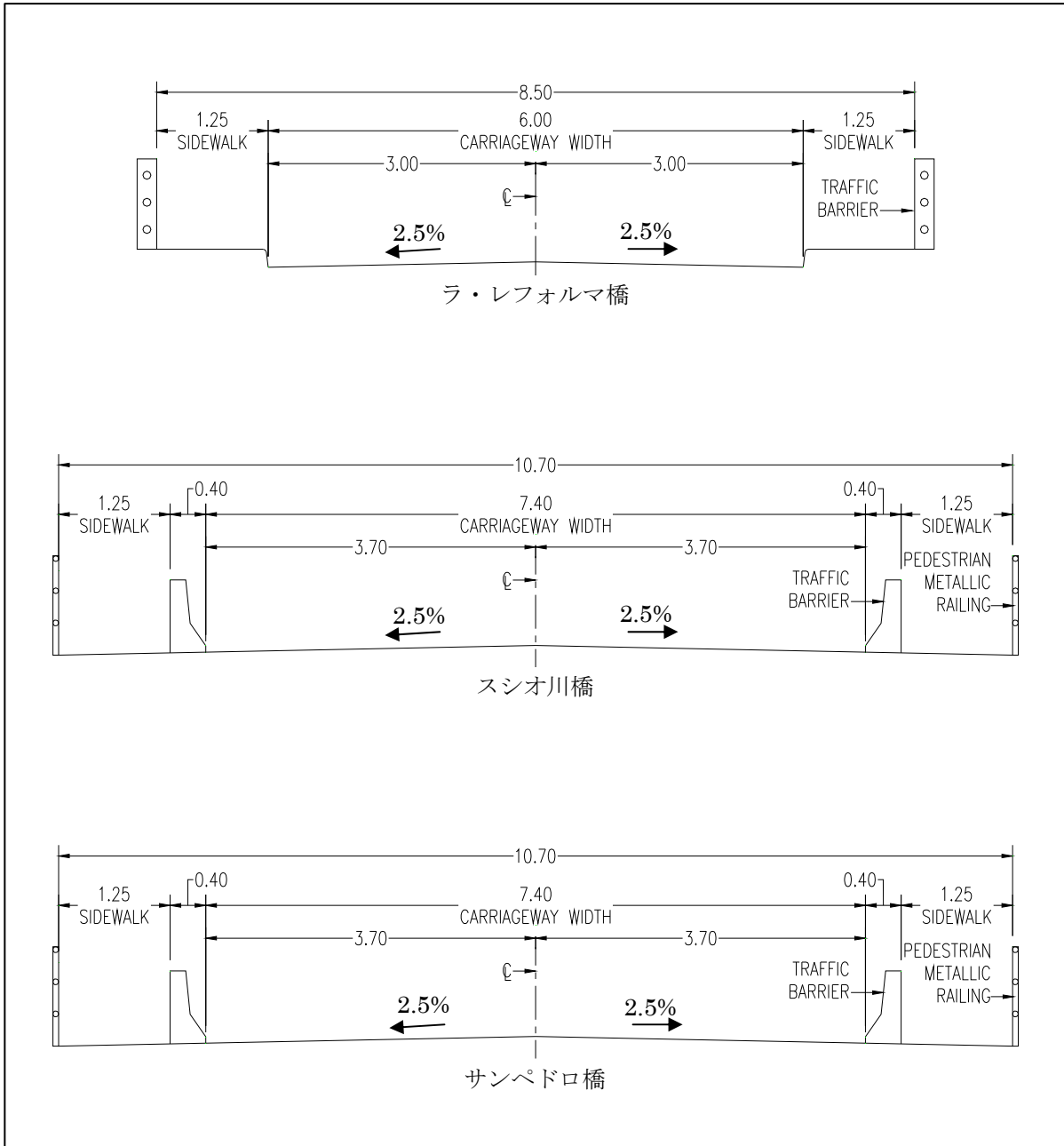
表 5.2.5 道路構造物の歩道最小幅員

日平均交通量	20,000 台以上	10,000 台以上
外側歩道幅員	1.25 m	1.25 m
側道幅員	1.00 m	1.00 m
内側歩道幅員	1.00 m	1.00 m

出典:MOP: SIECA Standard for Geometric Design of Regional Highways

スシオ川橋、サンペドロ橋には車道と歩道の間に安全のため壁高欄を設けるが、地方道路上にあるラ・レフォルマ橋はマウントアップ式の歩道とする。

対象 3 橋の標準横断図を図 5.2.2 に示す。橋面の横断排水勾配は、「エ」国における標準的な値を適用し 2.5% とした。



出典: JICA 調査団

図 5.2.2 架け替え対象 3 橋の標準横断図

5.2.2 構造設計基準

橋梁の設計基準としては、MOP に承認されている以下の基準類を適用した。

- 橋梁設計基準：American Association of State Highway and Transportation Officials,

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Thrid Edition, 2004 (以下“**AASHTO LRFD**”).

- 構造用コンクリート基準 : American Concrete Institute, ACI-318.
- 耐震設計基準 : Technical Standard of Seismic Design for the Republic of El Salvador, MOP, 1997.

5.2.3 設計荷重

主要な設計荷重は以下の通りである。

(1) 死荷重

標準的な死荷重を下記に示す。

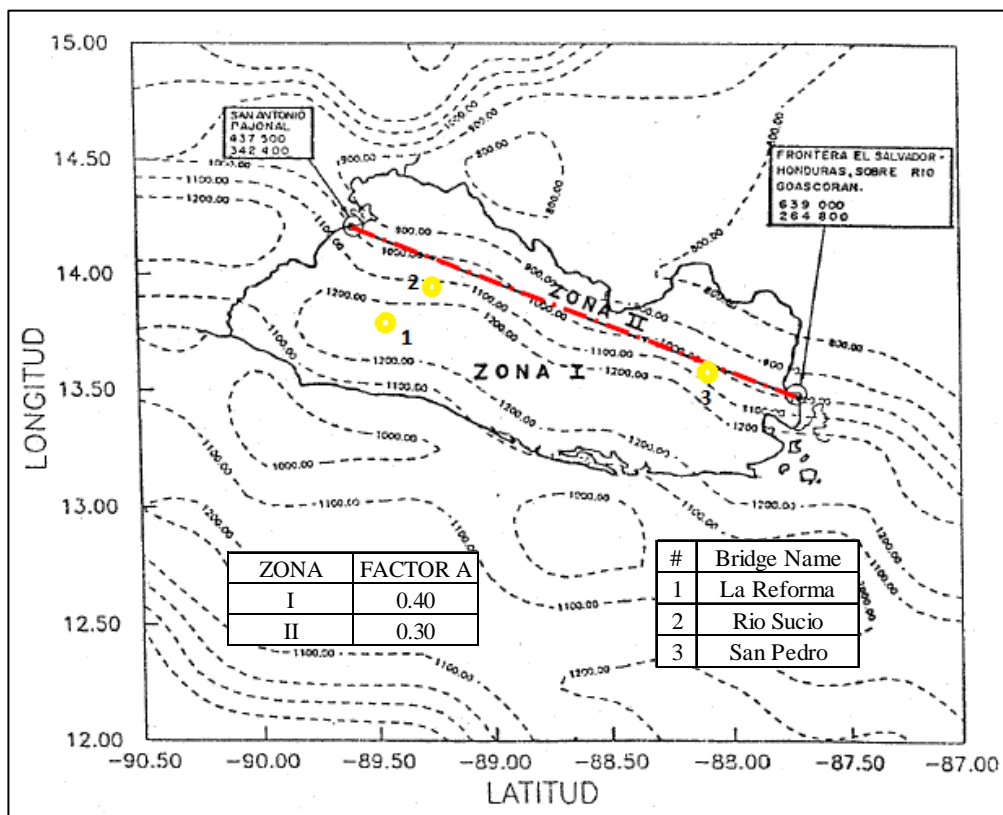
- 鉄筋コンクリート : 2,400 kgf/m³
- 鋼材 : 7,800 kgf/m³
- 土 (裏込め) : 1,600 kgf/m³ (地質データにより決定)
- アスファルト舗装 (厚さ 5.00 cm) : 120 kgf/m²

(2) 活荷重

構造物設計用の活荷重は AASHTO LRFD の仕様に従い、HL-93 とした。

(3) 地震時荷重

耐震設計は「エ」国の地震特性を考慮し、「エ」国の耐震設計基準(Norma Técnica para Diseño por Sismo de la Republica de El Salvador, 1997)をもとに実施した。地域区分は基準に従い、3 橋共に加速度係数 $A=0.40$ (Zone I)を採用した(図 5.2.3参照)。



出典: Technical Standard of Seismic Design for the Republic of El Salvador, 1997

図 5.2.3 「エ」国における地震強度地域区分と対象橋梁位置

5.3 橋梁計画の要件と条件

5.3.1 水理条件

(1) 高水位設計再現期間と河川流量

「エ」国内において、橋梁を含む最近の主要プロジェクトである北部縦貫道路 ("Longitudinal del Norte") では、主要な橋梁の設計に際し 200 年確率の設計洪水量が MOP によって規定された。本件対象 3 橋も重要路線上に位置しているため、同じく 200 年の設計洪水量を適用することとした。洗掘深の検討も北部縦貫道の設計仕様に従い、500 年確率の設計洪水を計算に用いることとした。

(2) 桁下余裕高

北部縦貫道路ではすべての橋梁に計画高水位に余裕高 1.50 m を加えた値が最小桁下クリアランスとして採用されている。一方、日本の河川管理施設等構造令によると表 5.3.1 に示すとおり設計流量に応じて余裕高を設定する。本件ではこれら二つの条件を満たす余裕高を適用するものとした。

表 5.3.1 設計洪水流量と桁下余裕高との関係

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

出典：河川管理施設等構造令

(3) 必要な橋長及び橋台位置

橋長は、水理解析、地形などの現場の条件に基づくものとし、以下の基準を適用した。

- 1) 200 年確率の設計洪水もしくは 12E 時の再現洪水のうち、より大きな流量を用いて、橋長と高さを決定する。
- 2) 橋長は、架橋位置の地形だけでなく、同河川の衛星写真等から得られた上下流の河川幅と同等かそれ以上の長さとする。
- 3) 橋台前面の位置は、既存護岸と高水位の交点より外側とする。

(4) 最小径間長

各橋梁の最小径間長は、河川管理施設等構造令を参照し日本の経験式を満たすこととした。日本の一般的な橋梁では、河川橋の基準径間長は以下の式により決定される。

$$L_s = 20 + 0.005 Q$$

L_s = 基準径間長(m)

Q = 設計流量(m³/s)

5.4 対象橋梁の設計洪水位を決定するための水文・気象調査の実施

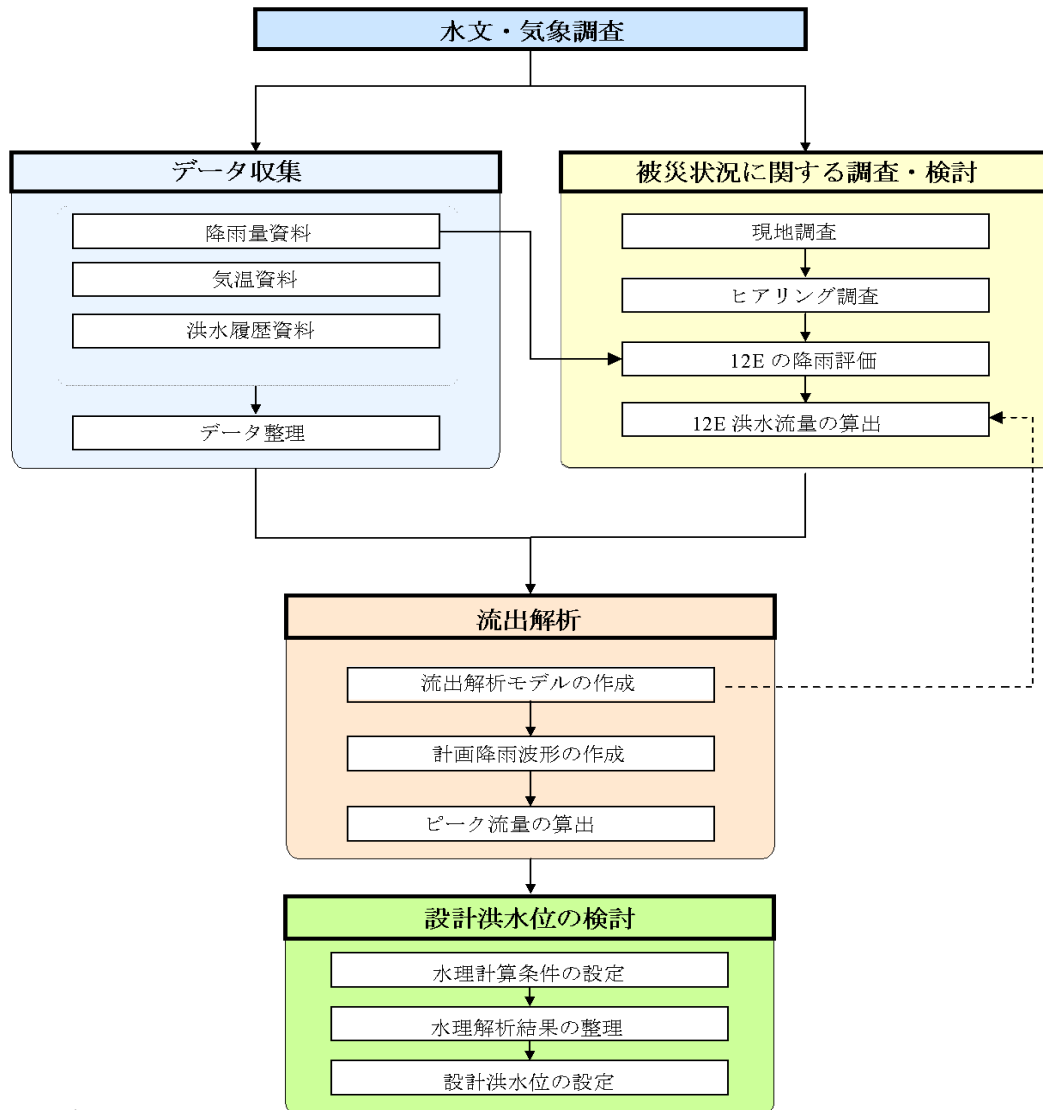
5.4.1 はじめに

架け替え橋梁の入札図書（案）作成の対象橋梁（表 5.4.1参照）について、架橋位置における河川の設計洪水位を設定することを目的として、水文・気象調査（図 5.4.1フロー参照）を実施した。対象橋梁地点における流域図を図 5.4.2 に示す。

表 5.4.1 架け替え橋梁の入札図書（案）の対象橋梁

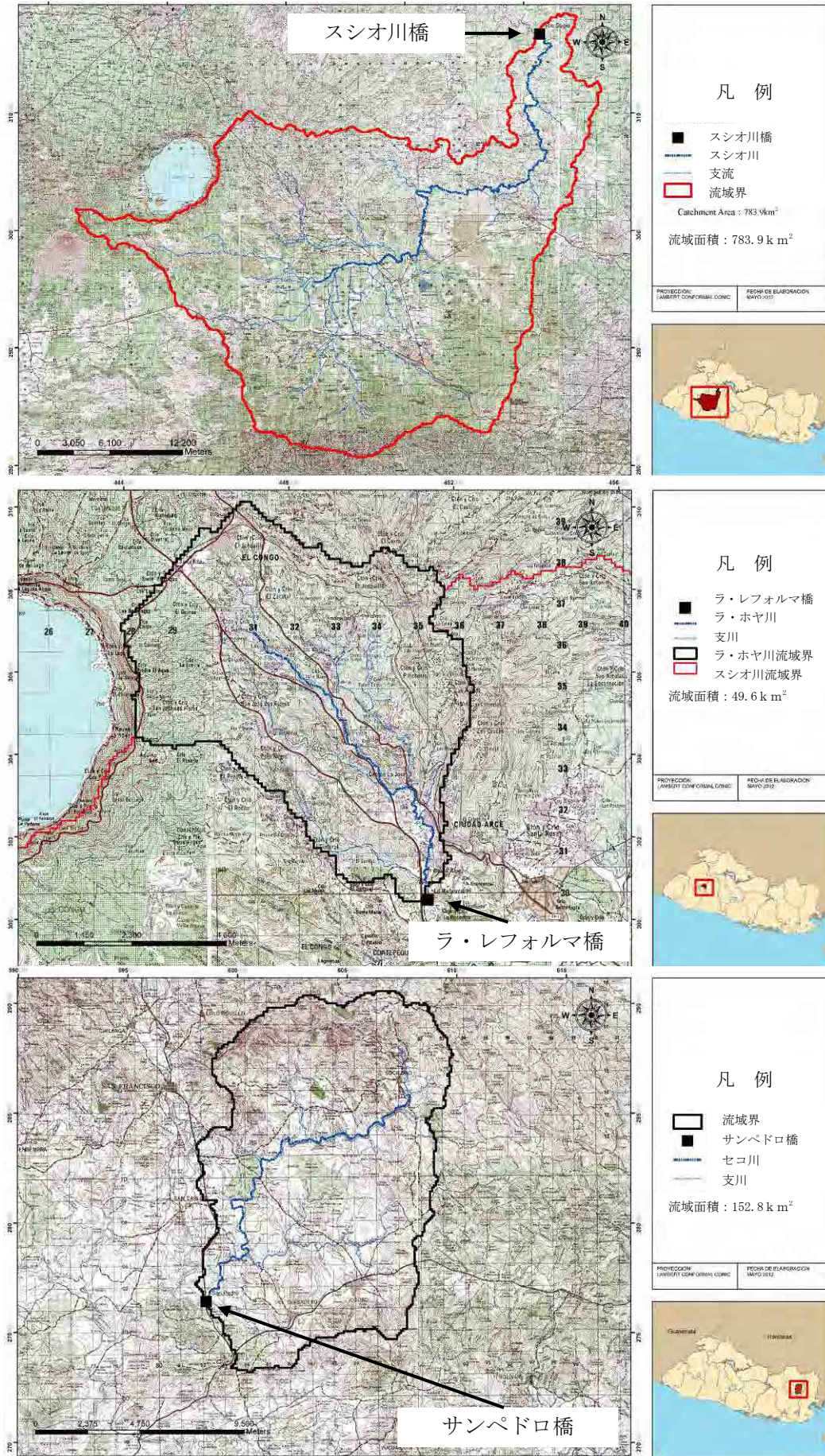
	対象橋梁	河川名	備考
①	スシオ川橋	スシオ川	
②	ラ・レフォルマ橋	ラ・ホヤ川	スシオ川の一次支川
③	サンペドロ橋	セコ川	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.4.1 設計洪水位の検討フロー



出典 : JICA 調査団

図 5.4.2 対象橋梁地点における流域図

5.4.2 データ収集

設計洪水位の決定や詳細設計及び施工上必要な気象・水文条件を把握するため、データ収集を行った。データ収集項目と収集結果を表 5.4.2 に示す。

表 5.4.2 データ収集結果

項目	収集先	収集結果
降雨量	SNET	<ul style="list-style-type: none"> 1953年から2011年までの日雨量データを収集した。 12Eでの10分雨量を収集出来たが、これ以外は収集出来なかった。 エルサルバドル国内における雨量資料の管理はSNETが行っており、日雨量は整理されているものの時間雨量等はデータ化されていない (SNET ヒアリング結果)。
水位、流量	〃	12E時以前の洪水で水位・流量観測所が流出したため、収集出来なかった。
潮位	〃	2箇所の検潮所を対象に1954年から2011年までの10分データを収集した。
風向、風速	〃	2003年から2011年までの10分データを収集した。
気温	〃	1970年から2011年までの日平均データを収集した。
洪水履歴	〃	SNETのウェブページに整理されている履歴資料を収集した。
地震履歴	〃	〃
降雨強度式	〃	内戦前に作成された降雨強度式を収集した (1982年までの雨量資料を用いて作成)。
地形図	IGN	エルサルバドル国全土をカバーする1/50,000地形図を収集した。
土地利用図	MOP	エルサルバドル国全土をカバーする土壌区分別のGISデータを収集した。
災害情報	〃	災害時の状況を検証するための基礎情報を収集した。

出典：JICA 調査団

5.4.3 被災状況に関する調査

12E洪水時の状況について、対象橋梁周辺の住民に対してヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査の概要を表 5.4.3 に、結果 (12E時の河川水位) を表 5.4.4 に示す。

表 5.4.3 12E洪水時ヒアリング調査の概要

項目	概要
調査日時	2012年5月15日、17日
調査対象者数	計9人
調査状況	右記写真参照
調査内容	河川水位、氾濫状況、被害状況等




出典：JICA 調査団

表 5.4.4 12E洪水時ヒアリング調査結果 (12E時の河川水位)

対象橋梁	12E時の河川水位
スシオ川橋	橋面高+1.0~2.0m
ラ・レフォルマ橋	橋面高+0.5m
サンペドロ橋	桁下高程度もしくは桁下高-1.0m

出典：JICA 調査団

5.4.4 12E 洪水雨量の確率評価

降雨解析より得られる確率雨量と以下に示す各指標の雨量を照らし合わせて、12E 洪水降雨の確率評価を行った。

- ①洪水到達時間内雨量
- ②12E 実績洪水降雨継続時間内雨量
- ③計画降雨継続時間内雨量

上記雨量の中でも、洪水時のピーク流量に大きく影響する「①洪水到達時間内雨量」による評価を重要視する必要があるが、12E の降雨では長期間に渡って降り続けていることから、「②12E 実績洪水降雨継続時間内雨量」も総合的に勘案した上で、12E の降雨評価を行った。また、既往洪水の降雨継続時間を踏まえて設定した「③計画降雨継続時間内雨量」を対象に、計画流量等の河川計画諸元を設定することが一般的であるため、計画降雨継続時間内による評価も合わせて表 5.4.6 に整理した。

対象河川毎における 12E の降雨評価の結果、洪水到達時間内雨量による評価では降雨量が少ないことから生起確率が小さい傾向となり、12E の降雨評価としては十分でないと判断し、「12E 実績洪水降雨継続時間内雨量」により生起確率を選定した。この降雨評価結果を表 5.4.5 に示す。

表 5.4.5 12E 洪水雨量の確率評価結果

対象橋梁	河川名	生起確率
スシオ川橋	スシオ川	1/400 年以上
ラ・レフォルマ橋	ラ・ホヤ川	1/30 年～1/50 年
サンペドロ橋	セコ川	1/3 年～1/5 年

出典: JICA 調査団

表 5.4.6 各指標における 12E 洪水雨量の確率評価結果

	評価指標	項目	河川名		
			スシオ川	ラ・ホヤ川	セコ川
①	洪水到達 時間内雨量	洪水到達時間	13 時間	3 時間	5 時間
		洪水到達 時間内雨量	150mm	43mm	41mm
		生起確率	1/150 年～1/200 年	1/3 年	1/2 年以下
②	12E 実績洪水 降雨継続時間 内雨量	降雨継続時間	18 日 (10/3-20)	10 日 (10/11-20)	11 日 (10/10-20)
		実績降雨継続 時間内雨量	745mm	412mm	333mm
		生起確率	1/400 年以上	1/30 年～1/50 年	1/3 年～1/5 年
③	計画降雨 継続時間 内雨量	計画降雨 継続時間	10 日	10 日	11 日 (10/10-20)
		計画降雨継続 時間内雨量	594mm	412mm	333mm
		生起確率	1/400 年以上	1/30 年～1/50 年	1/3 年～1/5 年
総合評価		生起確率	1/400 年以上	1/30 年～1/50 年	1/3 年～1/5 年

出典: JICA 調査団

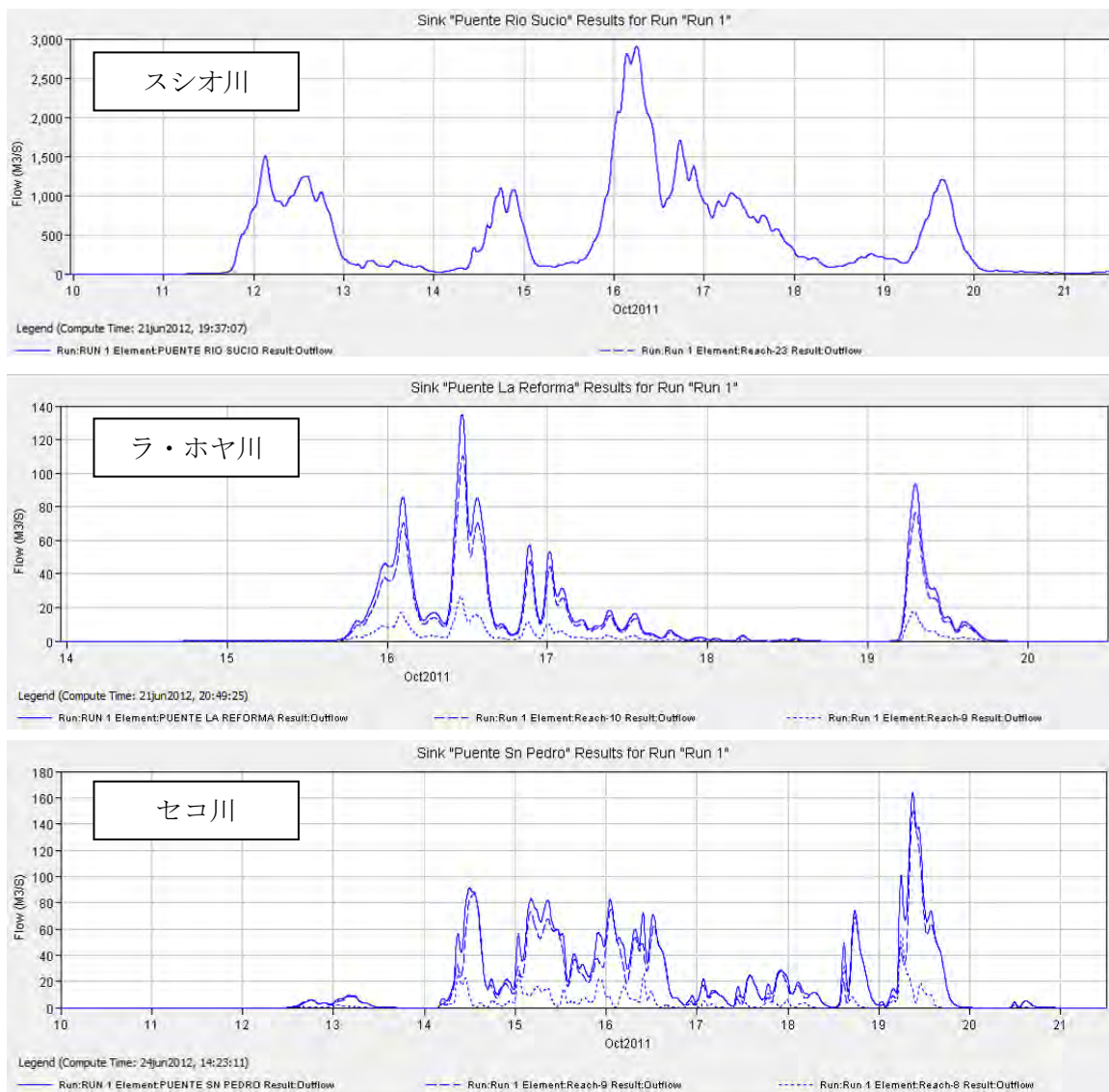
5.4.5 12E 洪水流量の算出

後述する5.4.6節で構築する流出解析モデル（単位図法）、12Eの実績降雨（時間雨量）を用いて流出解析を行い（図5.4.3参照）、対象橋梁地点における12E洪水流量を算出した。12E実績洪水の流出計算結果を表5.4.7に示す。

表 5.4.7 12E 実績洪水の流出計算結果

	対象橋梁	河川名	降雨継続時間 内雨量 (時間雨量評価)	12E 実績洪水流量
①	スシオ川橋	スシオ川	661mm	2899.0m ³ /s
②	ラ・レフォルマ橋	ラ・ホヤ川	210mm	134.8m ³ /s
③	サンペドロ橋	セコ川	319mm	163.5m ³ /s

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 5.4.3 12E ハイドログラフ（流出解析結果）

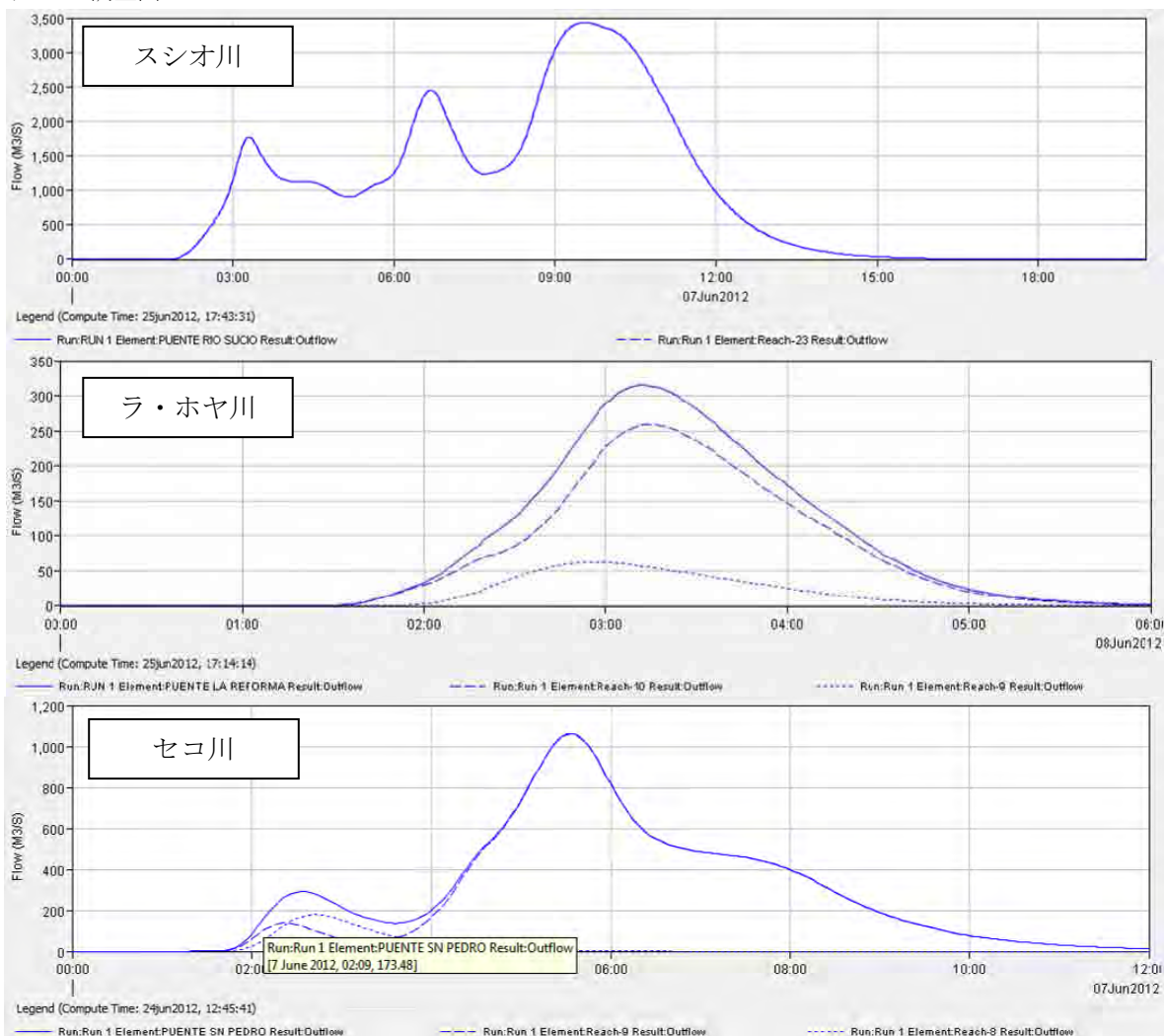
5.4.6 流出解析

流出解析では、対象橋梁地点での設計洪水位の検討に必要な確率規模別流量を算出した。流出解析手法は単位図法を採用し、降雨損失モデル定数等の設定により流出解析モデルを構築した。この流出解析モデルと計画降雨波形（図 5.4.4 参照）を用いて、確率規模別流量を算出した。確率規模別流量の流出計算結果を表 5.4.8 に示す。

表 5.4.8 確率規模別流量の流出計算結果

河川名		スシオ川	ラ・ホヤ川	セコ川
算出地点		スシオ川橋	ラ・レフォルマ橋	サンペドロ橋
確率規模別流量	1/20年	1,718.8 m ³ /s	178.6 m ³ /s	690.9 m ³ /s
	1/50年	2,360.8 m ³ /s	231.7 m ³ /s	828.2 m ³ /s
	1/100年	2,809.9 m ³ /s	273.7 m ³ /s	951.6 m ³ /s
	1/200年	3,433.9 m ³ /s	314.7 m ³ /s	1,063.0 m ³ /s

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 5.4.4 ハイドログラフ (1/200年、計画降雨波形)

5.4.7 設計洪水位の検討

(1) 水理解析

対象橋梁における架橋位置の断面に対して、流出解析より得られた確率規模別流量及び 12E 洪水流量流下時の計算水位を算出するために水理解析を行った。水理解析における計算条件を表 5.4.9 に、計算結果を表 5.4.10 に示す。

表 5.4.9 水理解析計算条件

	スシオ川橋	ラ・レフォルマ橋	サン・ペドロ橋	備考
計算ツール	HEC-RAS ver4.1			米陸軍工兵隊開発
対象流量	・確率規模別流量(1/20年、1/50年、1/100年、1/200年) ・12E実績洪水流量 5ケース			・流出解析結果より
計算断面	新設橋架橋断面			・新設橋架橋断面の川幅は、前後断面の河道幅と同等とした。 ・新設橋架橋断面の河床高は、現況程度とした。
粗度係数	河床部:0.030 護岸部:0.035 ピア:0.013	河床部:0.030 護岸部:0.035	河床部:0.030 護岸部:0.035	・粗度係数は、現況の河道状況を踏まえ設定した。
河床勾配	1/200	1/180	1/470	・測量成果より

出典: JICA 調査団

表 5.4.10 水理解析結果 (計算洪水位)

河川名	スシオ川	ラ・ホヤ川	セコ川
算出地点	スシオ川橋	ラ・レフォルマ橋	サンペドロ橋
12E	309.87m	495.20m	172.66m
1/20年	308.01m	495.47m	175.91m
1/50年	309.06m	495.75m	176.54m
1/100年	309.75m	495.96m	177.08m
1/200年	310.63m	496.15m	177.54m

出典: JICA 調査団

(2) 設計洪水位の設定

設計洪水位は、災害の再発防止の観点から熱帯低気圧 12E と 1/200 年の計算水位を比較して高い方を採用した。検討の結果、対象橋梁の 3 橋全てにおいて、熱帯低気圧 12E に比べ、1/200 年の計算水位の方が高くなったため、1/200 年の計算水位を採用した。

表 5.4.11 設計洪水位の設定

	対象橋梁	河川名	設計洪水位
①	スシオ川橋	スシオ川	310.63m
②	ラ・レフォルマ橋	ラ・ホヤ川	496.15m
③	サンペドロ橋	セコ川	177.54m

出典: JICA 調査団

5.5 サイトの状況と基本設計

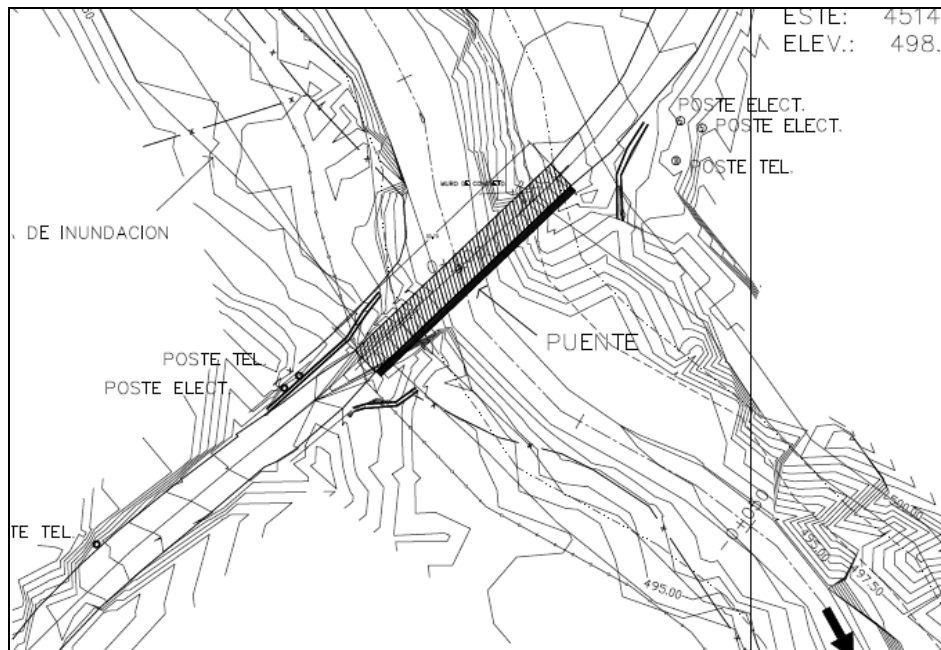
5.5.1 サイトの自然条件

(1) 地形

1) ラ・レフォルマ橋

ラ・レフォルマ橋サイトは、沿岸地域と国境地域間の比較的平坦な台地・中央溝部にあり、レンパ川上流域に含まれる。

河川は北から南へ流れており、橋梁は河川がやや左にカーブした後の短い直線区間の端に位置している。橋梁周辺の川幅は約 30m である。



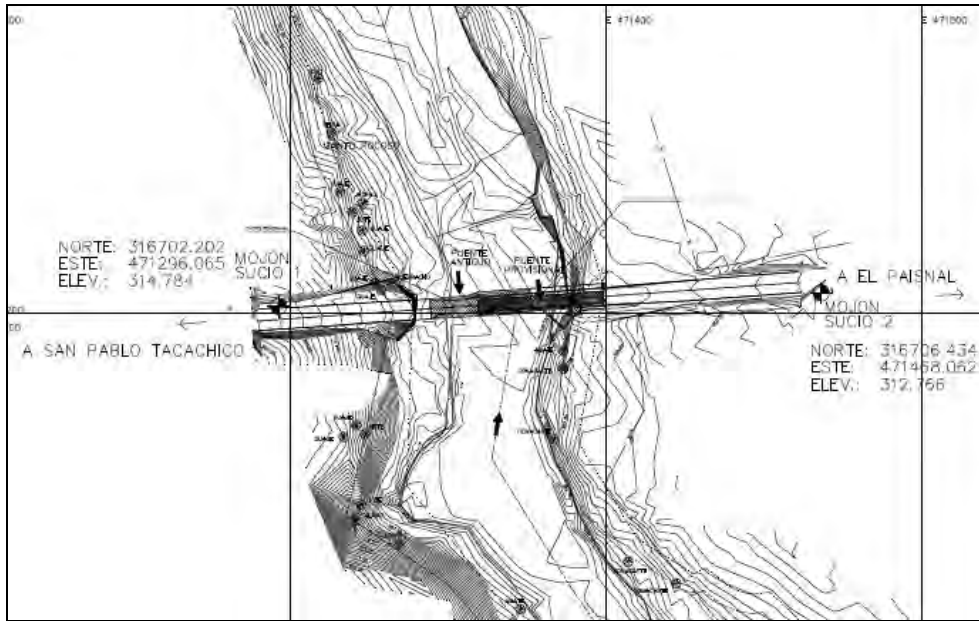
出典:JICA 調査団

図 5.5.1 ラ・レフォルマ橋周辺の地形図

2) スシオ川橋

スシオ川橋サイトは、沿岸地域と国境地域間の比較的平坦な台地・中央溝部にあり、レンパ川上流域に含まれる。

河川は南から北へ流れており、右へカーブした後、左のカーブに向かう直線区間に橋梁は位置している。



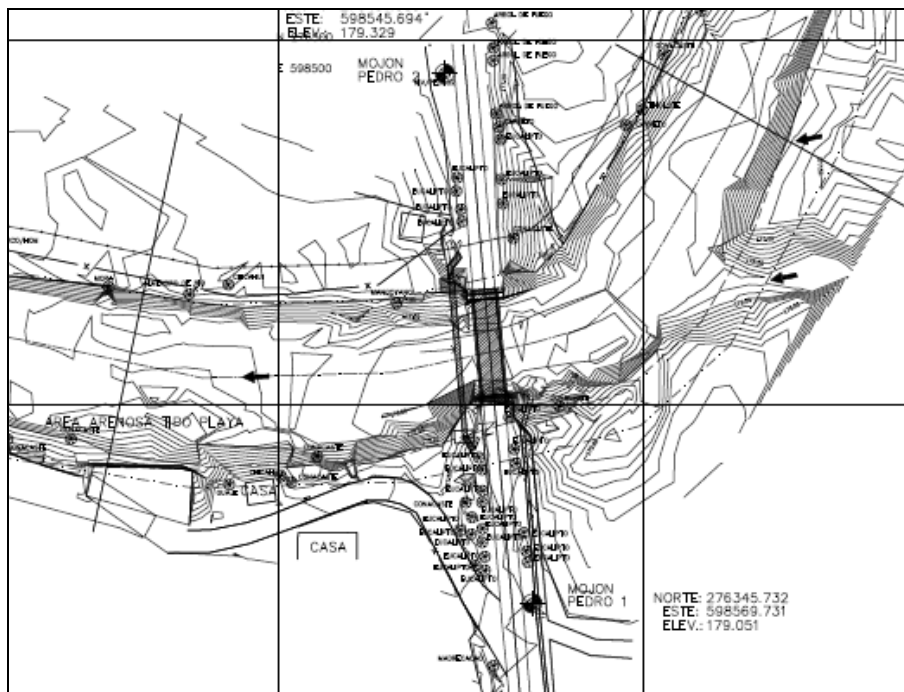
出典:JICA 調査団

図 5.5.2 スシオ川橋周辺の地形図

3) サンペドロ橋

サンペドロ橋は、太平洋岸と沿岸山脈との間に広がる氾濫原の沖積土地帯に位置している。

河川は東から西へ流れており、南向きから西向きに差し掛かるカーブ上に橋梁は位置している。



出典:JICA 調査団

図 5.5.3 サンペドロ橋周辺の地形図

(2) 地質

以下に本プロジェクトで実施した地質調査結果の概要を示す。

1) ラ・レフォルマ橋

ラ・ホヤ川の河床は岩屑性沖積堆積物で覆われている。厚さ約 8m の堆積層の下部は少なくとも調査した深度 30m まで軽石流の層であった。軽石流層の内部に挟まれた堆積層も観察された。架橋部の地盤は河床低下または局部洗掘の可能性があり、N 値が高くとも浸食を受けやすい特性がある。

2) スシオ川橋

西岸の河床は、火山角礫岩の地層から成る岩盤で構成されている。既設橋の橋台が崩壊した東岸は 9.25m の深さまで低粘着性の緩い粒上物質であるが、その下層は構造物の支持層として十分な岩盤が認められた。

3) サンペドロ橋

北側の橋台位置は、河床高まで砂壤土と砂質粘土の層であり、その下は支持層として十分な強度を持つ火山角礫岩の層が認められた。南側の橋台位置も、北側と同様に河床レベルで支持層となる火山岩層が認められた。

5.5.2 上部工形式の選定

(1) 「エ」国における一般的な構造形式

「エ」国内においては、一部の主要河川の下流域に位置する橋梁を除いて、ほとんどは 5m~40m の中小支間による橋である。これは、過去に建設された橋梁のほとんどが古くからある主要幹線道路上に位置しており、技術力が乏しい時代に作られたためである。従い、上部構造形式も RC 床版、RC 桁、プレストレストコンクリート（以下 PC）桁、鋼鈹桁といった簡便な形式が用いられている。

図 5.5.4 に「エ」国における一般的な上部工形式と適用支間長を示す。

上部工形式		適用支間長														
		7m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	50m	55m	60m	65m	70m	100m	150m
RC橋	場所打ち床版橋	■	■	■												
	単純場所打ちRC桁橋			■	■											
	連続場所打ちRC桁橋			■	■	■										
PC橋	単純桁(プレテン桁)			■	■	■	■									
	単純T桁(プレテン桁)			■	■	■	■									
	単純桁(ポステン桁)					■	■	■	■							
	連続桁(ポステン桁)					■	■	■	■	■						
	PCアーチ橋							■	■	■	■	■				
	連続PC箱桁(カンチレバー工法)											■	■	■	■	■
	連続PC箱桁(送り出し工法)											■	■	■	■	■
	単純合成鋼桁				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
鋼橋	アーチ橋								■	■	■	■	■	■	■	■
	単純トラス橋												■	■	■	■
	連続トラス橋												■	■	■	■
													■	■	■	■

出典:JICA 調査団

図 5.5.4 「エ」国における一般的な上部工形式と適用支間長

(2) 上部工形式の選定

5.3.1 節で述べた日本の河川管理施設等構造令による基準径間長と実際の河川幅を考慮し、各橋の支間長を表 5.5.1のとおり設定した。

表 5.5.1 橋梁支間長

橋梁	基準径間長	支間数	支間長		橋長
			1	2	
ラ・レフォルマ橋	21.6m	1	38.5m	---	38.0m
スシオ川橋	37.2m	2	33.4m ¹	33.4m ¹	65.0m
サンペドロ橋	25.3m	1	40.0m	---	40.0m

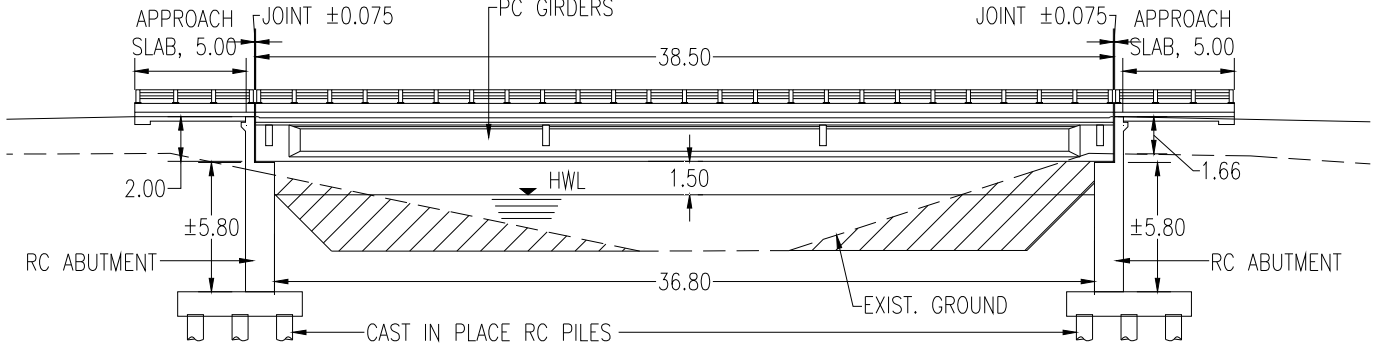
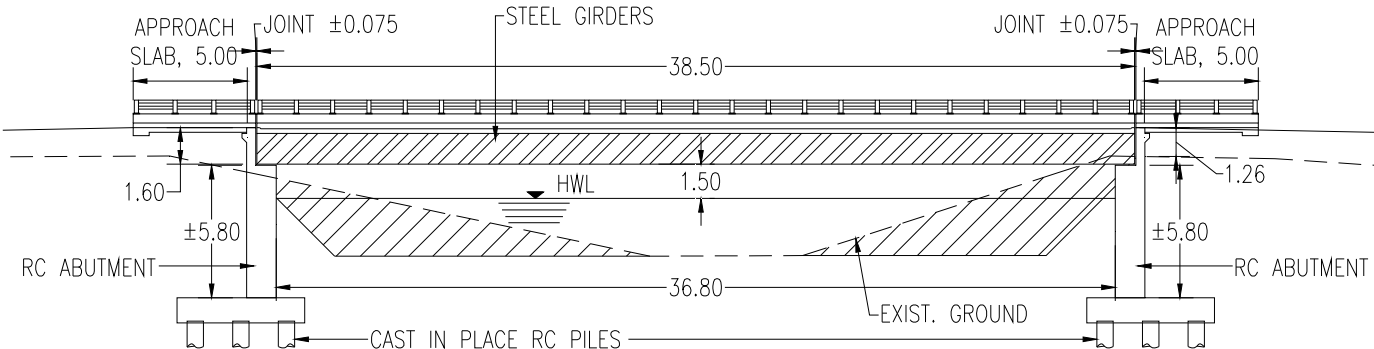
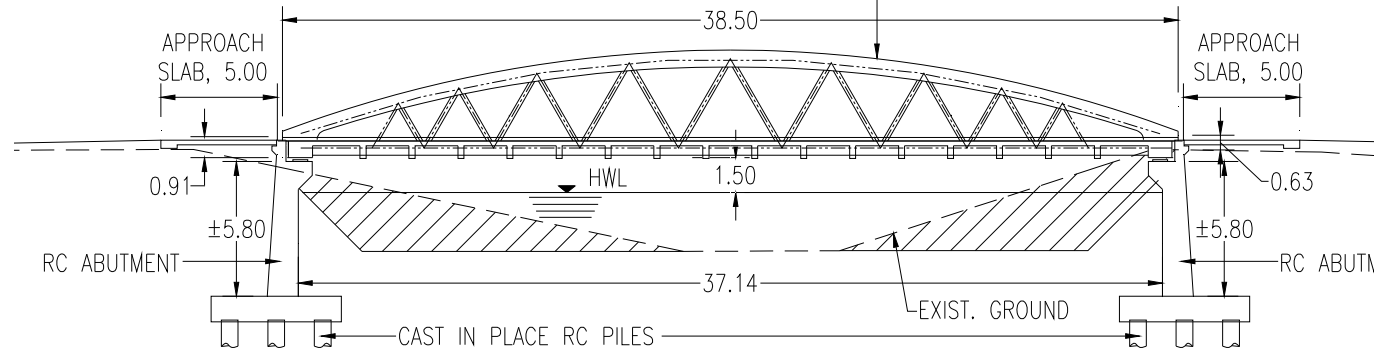
出典:JICA 調査団

註: ¹ 基準径間長より小さいが、実際の河川幅を超えるため 5m 緩和の例外規定が適用される。

橋梁構造形式の選定に際しては、MOP の資金により現地施工業者が実施することを前提とするため、「エ」国内で実績のある形式を採用することが肝要である。

これらの条件より、図 5.5.5~図 5.5.7に示す代替案の比較を行った結果、それぞれの橋梁の代替案 1 である次の橋梁形式が最適案として選択された。

- ラ・レフォルマ橋： 1 径間 単純 PC 桁橋
- スシオ川橋： 2 径間 単純 PC 桁橋
- サンペドロ橋： 1 径間 単純鋼鋼桁橋

<p>代替案 1: 1 径間 単純 PC 桁</p> 	<p>施工 施工の難易度は低い。取付盛土高が最も高い。</p> <p>維持管理 コンクリート橋であり、維持管理は最小限。</p> <p>建設費比率 1.00 (代替案 2 と同じ)</p> <p>総合評価 他の代替案に比べ最も優れており、流木に対する許容度も高い。</p>
<p>代替案 1: 1 径間 単純鋼桁</p> 	<p>施工 施工の難易度は低い。取付盛土高は代替案 1 より低い。</p> <p>維持管理 鋼橋であり、塗装等の維持管理が必要。</p> <p>建設費比率 1.00 (代替案 1 と同じ)</p> <p>総合評価 鋼桁のため維持管理が必要であり、流木の衝突に対する耐久性が低い。</p>
<p>代替案 1: 1 径間 単純 PC アーチ</p> 	<p>施工 施工は最も困難。取付盛土高は代替案の中で最も低い。</p> <p>維持管理 コンクリート橋であり、維持管理は最小限。</p> <p>建設費比率 1.03 (代替案 1 との比較)</p> <p>総合評価 流木の衝突に対する許容度は代替案 1 より低く、国内で建設できる施工業者も限られる。</p>

出典: JICA 調査団

図 5.5.5 ラ・レフォルマ橋の代替案比較

<p>代替案1: 2径間 単純PC桁</p>	<p>施工 施工の難易度は低い。河川の切り回しが必要。</p> <p>維持管理 コンクリート橋であり、維持管理は最小限。</p> <p>建設費比率 1.00 (最も経済的)</p> <p>総合評価 他の代替案に比べ最も優れており、工期も短い。</p>
<p>代替案2: 2径間 単純鋼桁</p>	<p>施工 施工の難易度は低い。河川の切り回しが必要。</p> <p>維持管理 鋼橋であり、塗装等の維持管理が必要。</p> <p>建設費比率 1.05 (代替案1より若干高い)</p> <p>総合評価 代替案3に比べると工期が短い、建設費は代替案1に劣る。</p>
<p>代替案3: 3径間 単純PC桁</p>	<p>施工 橋脚が2つ存在するため、施工期間が長くなる。</p> <p>維持管理 コンクリート橋であり、維持管理は最小限。</p> <p>建設費比率 1.05 (代替案1より若干高い)</p> <p>総合評価 施工期間が長く、コストも代替案1より高い。</p>

出典: JICA 調査団

図 5.5.6 スシオ川橋の代替案比較

<p>代替案 1 : 1 径間 単純鋼桁</p>	<p>施工 施工の難易度は低い。取付道路盛土高が高い。</p> <p>維持管理 鋼橋であり、塗装等の維持管理が必要。</p> <p>建設費比率 1.00 (最も経済的)</p> <p>総合評価 他の代替案に比べ経済的で、施工性も高い。</p>
<p>代替案 2 : 1 径間 単純鋼アーチ橋</p>	<p>施工 施工の難易度は高い。取付道路盛土高は代替案 1 より低い。</p> <p>維持管理 鋼橋であり、塗装等の維持管理が必要。</p> <p>建設費比率 1.05 (代替案 1 より高い)</p> <p>総合評価 流木の衝突に対する許容度は代替案 1 より低く、最も高価で国内で建設できる施工業者も限られる。</p>
<p>代替案 3 : 1 径間 単純 PC アーチ橋</p>	<p>施工 施工の難易度は高い。取付道路盛土高を最も低くできる。</p> <p>維持管理 コンクリート橋であり、維持管理は最小限。</p> <p>建設費比率 1.03 (代替案 1 より若干高い)</p> <p>総合評価 国内で建設できる施工業者が限られる。</p>

出典:JICA 調査団

図 5.5.7 サンペドロ橋の代替案比較

5.5.3 下部工形式の選定

(1) 「エ」国における一般的な構造形式

以下に「エ」国内で一般的に採用される構造形式をまとめる。

1) 基礎工

- 直接基礎： 「エ」国では最も一般的である。
- 打ち込み杭： 支持層深さが 10m より深い場合に多く用いられる。円杭と角杭があり、サイズは 40cm～50cm が一般的である。
- 場所打ち杭： 支持層深さが 5m～30m の場合に多く用いられる。杭径は 0.4m～1.2m が一般的に用いられる。

2) 橋台

- 石積み橋台： かつては小規模な橋梁に多く用いられたが、水平方向の荷重に弱い
ため、採用すべきでない。
- 逆 T 式橋台： 最も多く適用されており、構造高さが 5m～12m の場合に適している。
- 重力式橋台： 構造高が 12m を超える場合に用いられるが、国内で適用された例は少ない。

3) 橋脚

- RC 小判型壁式橋脚： 近年、河川橋では最も一般的に採用されている。
- RC 円柱橋脚： 幾何学的制約を受ける場合に採用される。
- RC ラーメン橋脚： 幾何学的制約を受ける場合に採用される。

(2) 構造形式の選定

1) 基礎工

● ラ・レフォルマ橋

地質調査の結果、本橋架橋位置では、支持層が深く直接基礎の採用に適さないこと、また打ち込み杭は軽石層のため施工困難なことが確認されたため、場所打ち杭基礎とした。フーチング頂部を河床最深部とし、杭長は AASHTO LRFD の推奨値（最小根入れ 6m）と地盤特性を考慮し「エ」国地質技術者の経験から約 12m とした。

● スシオ川橋

東側橋台部と橋脚部は河床レベルよりやや低い深度で、西側橋台部では更に上方に支持層として適切な岩盤が認められたため、直接基礎とする。確実に岩着させるため十分な根入れを考慮することとした。

● サンペドロ橋

南側橋台部、北側橋台部ともに河床レベル付近で支持層として適切な岩盤が認められたため、直接基礎とする。確実に岩着させるため十分な根入れを考慮することとした。

2) 橋台

3 橋ともに橋台の構造高は 5m~10m であるため、逆 T 式橋台を適用する。

3) 橋脚

橋脚はスシオ川橋のみに必要である。河川内の橋脚であり、高さも 10m 程度のため、最も一般的な RC 小判型壁式橋脚を適用する。

5.5.4 護岸工形式の選定

(1) 「エ」国における一般的な護岸工形式

以下に「エ」国内で一般的に採用される護岸工形式をまとめる。

- かご工（ギャビオン）： 近年最も多く採用されている。積み式の箱型と張り式のマット型がある。
- 石積み擁壁： 切り立った斜面の保護に用いられ強固であるが、近年では石工の手配が困難である。
- コンクリート擁壁： 強固であり様々な状況に対応が可能である反面、高価であり、地山の変形に対する柔軟性に乏しい。
- コンクリートパネル： アンカーを併用し、切り立った斜面の保護に用いられる。
- 捨石（リップラップ）： 施工が容易で一般的に用いられているが、設計流速に対応できる大きさの岩石を選択する必要がある。

(2) 護岸工形式の選定

表 5.5.2 に護岸形式の検討に係る条件と選択結果をまとめる。

表 5.5.2 護岸工の検討条件と形式選択

	ラ・レフォルマ橋	スシオ川橋	サンペドロ橋
流速	4.47 m/s	8.24 m/s	5.14 m/s
河床材料	砂と小型の玉石	砂と少量の玉石	砂と少量の玉石
代表的な河岸の勾配	1:2-1:3	1:0.5-1:1.5	1:0.5-1:1
その他	左岸下流側に私設の盛土道路を保護する石積み擁壁が存在する。	左岸（西側）は岩盤が露出している。	左岸（南側）は岩盤が露出している。
適用護岸工	かごマット張り式	かご積み式（ギャビオン）	かご積み式（ギャビオン）
洗掘	計算の結果河床洗掘は無視出来るレベルであったが、根固めとしてかごマットを配置する	浅い深度に岩盤があるため、護岸工を岩着させる	浅い深度に岩盤があるため、護岸工を岩着させる
備考	盛土道路の保護はコンクリート重力式擁壁とする。	設計流速に対応するためにはコンクリート擁壁が必要だが、経済的でないためギャビオンとした。左岸側は橋台周辺のみ護岸とする。	盛土まで設計洪水水位が達するため、法面をかごマット張り工で保護する。

出典: JICA 調査団

5.6 詳細設計

5.5 節で行った基本設計に基づき、詳細設計を行った。

5.6.1 上部工

上部工の概要を以下に記し、断面図を図 5.6.1～図 5.6.3に示す。

- ラ・レフォルマ橋

支間長 38.50 m (1 径間)、幅員 9.1 m に対し、上部工は 4 本の AASHTO-VI タイプの PC 桁 (高さ 1.75 m) 及び厚さ 20cm の RC 床版とした。

- スシオ川橋

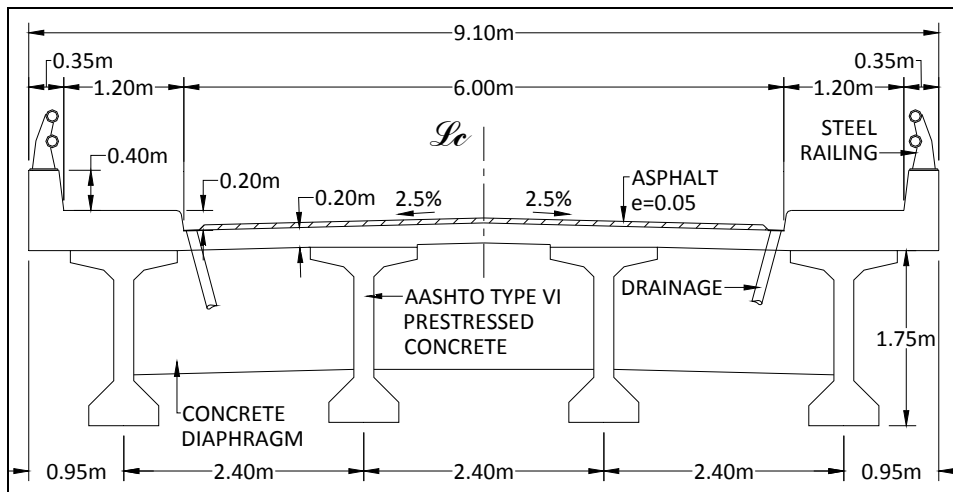
支間長 33.40 m (2 径間)、幅員 11.0 m に対し、上部工は 4 本の AASHTO-V タイプの PC 桁 (高さ 1.65 m) 及び厚さ 20cm の RC 床版とした。

- サンペドロ橋

支間長 40.00 m (1 径間)、幅員 11.0 m に対し、上部工は 5 本の鋼鉄桁 (高さ 1.30 m) 及び厚さ 20cm の RC 床版とした。

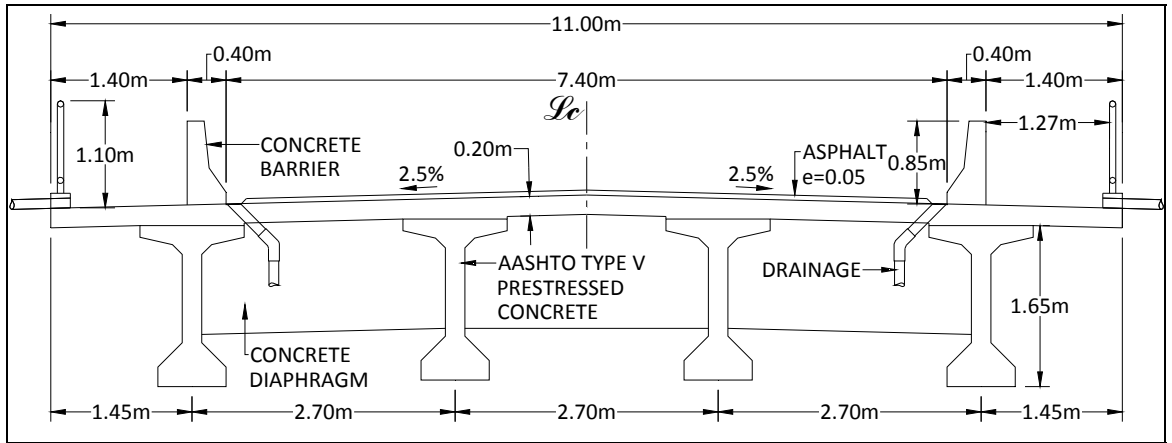
床版の設計は AASHTO LRFD の経験的方法に従った。壁高欄の衝突荷重は同じく AASHTO LRFD の TL-2 荷重を適用した。

橋面排水は、「エ」国で一般的な事例に従い車道両端及び歩道外側に排水枘を橋軸方向 5m 間隔で設置した。また、RC 床版の耐久性向上を目的とし、舗装と床版の間に防水層を設けることとした。



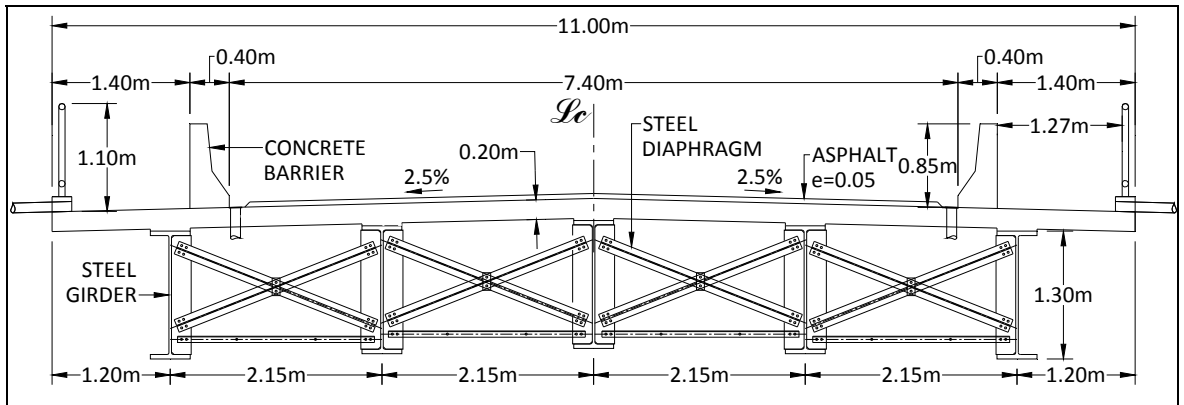
出典: JICA 調査団

図 5.6.1 ラ・レフォルマ橋標準断面



出典: JICA 調査団

図 5.6.2 スシオ川橋標準断面



出典: JICA 調査団

図 5.6.3 サンペドロ橋標準断面

5.6.2 下部工

基本設計で決定した基礎の形式に従い、基礎工は表 5.6.1のとおり、下部工の躯体については表 5.6.2のとおり詳細を決定した。

表 5.6.1 基礎工の設計結果

橋梁	下部工	基礎工形式	基礎深さ (*)	基礎工下端の深度	河床最深部の標高
ラ・レフォルマ橋	橋台 (北)	径 1.20 m の場所 打ち杭	20.07 m	479.73 m	493.6 m
	橋台 (南)		20.07 m	479.73 m	
スシオ川橋	橋台 (東)	直接基礎	13.53 m	300.64 m	301.8 m
	橋脚		12.32 m	299.83 m	
	橋台 (西)		7.80 m	306.38 m	
サンペドロ橋	橋台 (北)	直接基礎	11.11 m	169.53 m	170.1 m
	橋台 (南)		11.11 m	169.53 m	

(*) 躯体頂部からの深さ

出典: JICA 調査団

表 5.6.2 下部工の設計結果

橋梁	支間長	下部工	構造高	壁の寸法		
				幅	厚さ	高さ
ラ・レフォルマ橋	38.50 m	橋台（北）	7.72 m	9.10 m	1.30 m-1.50 m	6.22 m
		橋台（南）	7.72 m	9.10 m	1.30 m-1.50 m	6.22 m
スシオ川橋	第1支間： 33.40 m	橋台（東）	13.53 m	11.00 m	1.30 m-2.30 m	11.53 m
		橋脚	12.32 m	11.00 m	2.00 m	10.32 m
	第2支間： 33.40 m	橋台（東）	7.80 m	11.00 m	1.30 m-1.73 m	6.60 m
サンペドロ橋	40 m	橋台（北）	11.11 m	11.00 m	1.30 m-2.00 m	9.11 m
		橋台（南）	11.11 m	11.00 m	1.30 m-2.00 m	9.11 m

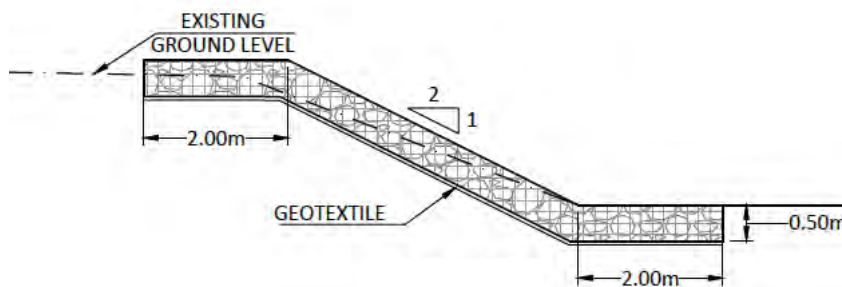
出典: JICA 調査団

5.6.3 護岸工

基本設計で決定した護岸工の形式に従い、以下のとおり詳細を決定した。設置範囲は、延長で上下流方向にそれぞれ橋長の2分の1、高さは設計高水位以上とすることを基本とした。護岸工の端部は弱点となりうるので、蛇かごを配して滑らかな法線形を形成することとした。

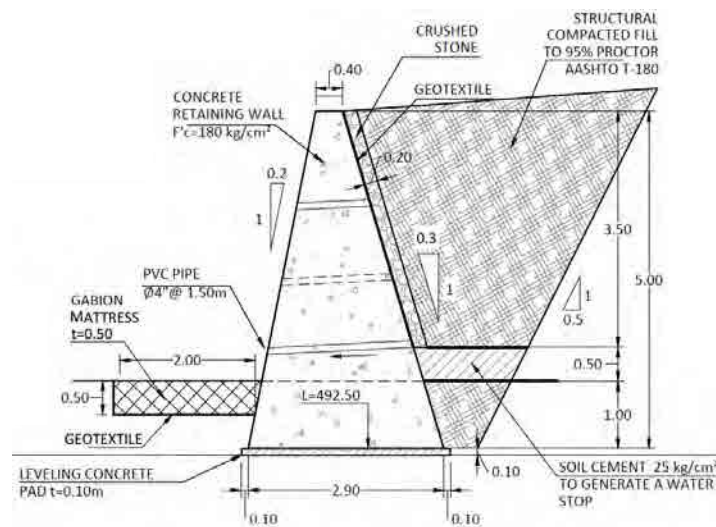
(1) ラ・レフォルマ橋

図 5.6.4 に示すとおり、河岸法面は厚さ 50cm のかごマット張りとし、根固工として河床部において水平に幅 2m 延長した。下流部左岸側の私道に対しては図 5.6.5 に示す無筋コンクリート重力式擁壁を配し、私有地への影響を最小化した。



出典: JICA 調査団

図 5.6.4 護岸工（かごマット張り式）

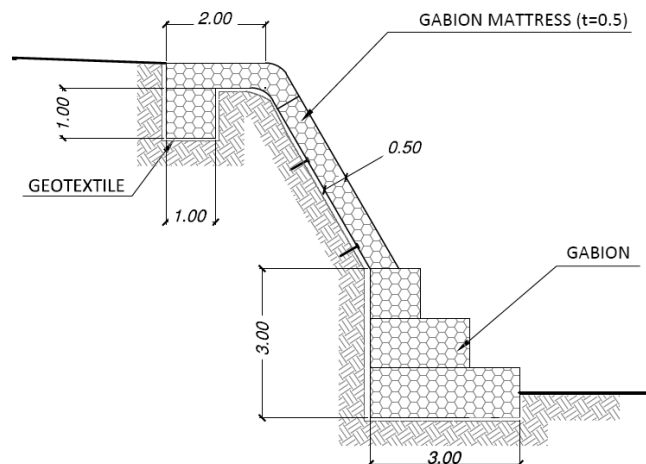


出典: JICA 調査団

図 5.6.5 護岸工 (重力式擁壁)

(2) スシオ川橋

前述のとおり、左岸側は露岩が観察されており、12E 時の被害も認められなかったため護岸工は橋台周りのみに留めた。右側の河岸は堆積土で形成されているため護岸が必要であり、8 m/s 以上の洪水時の流速に耐えうる形式としてはコンクリート式が日本では一般的である。しかし、構造高が 10m に達し非常に大きな規模の擁壁となり不経済であるため、本プロジェクトでは洪水後の MOP による維持修繕を前提として、当該国でも実績のある図 5.6.6 に示すギャビオン擁壁を計画した。

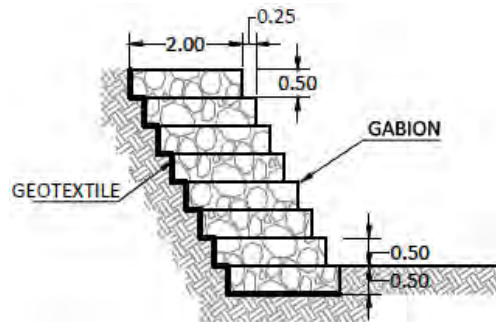


出典: JICA 調査団

図 5.6.6 護岸工 (ギャビオン擁壁)

(3) サンペドロ橋

サンペドロ橋の河岸の傾斜は比較的大きく、洪水時流速も 5m/s を超えるため、図 5.6.7 に示すかご積み式とした。



出典: JICA 調査団

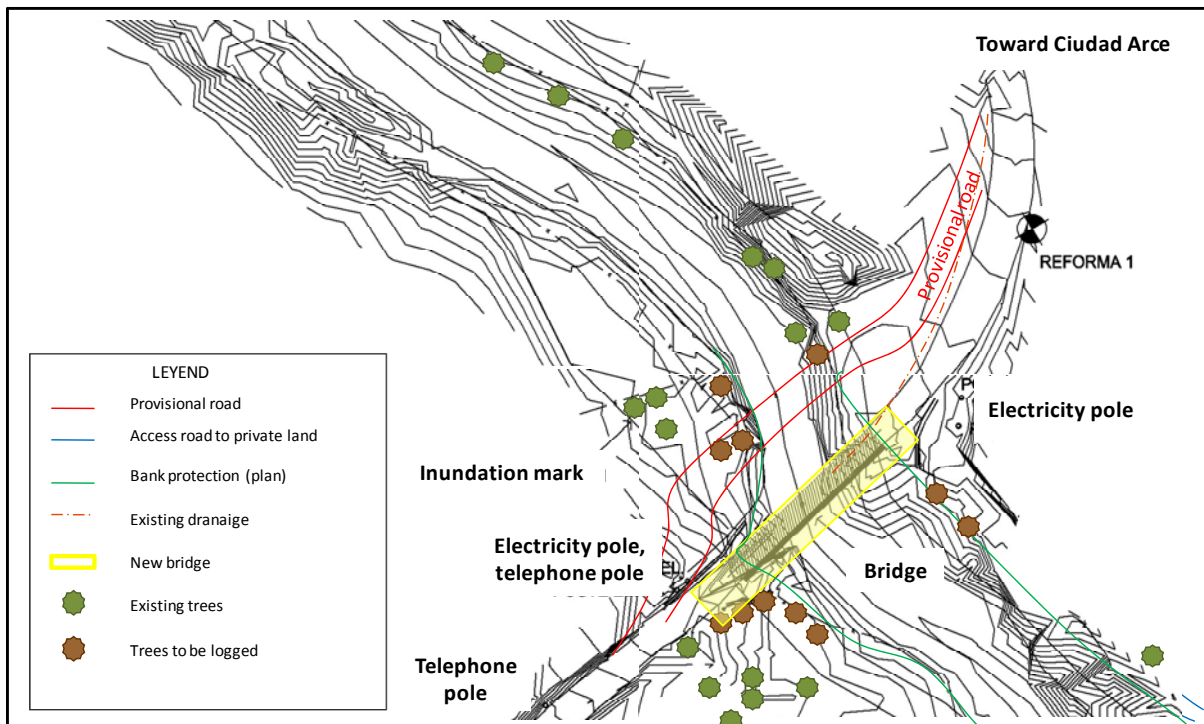
図 5.6.7 護岸工（かご積み式）

5.6.4 取付道路

取付道路は基本設計で決定した道路設計基準に従い実施した。盛土法面は植生で保護することとし、法尻には側溝を設けた。舗装構成については、既存道路に顕著な不具合が認められないため施工時に既存道路の舗装構成を調査し、これに準じて施工することとした。

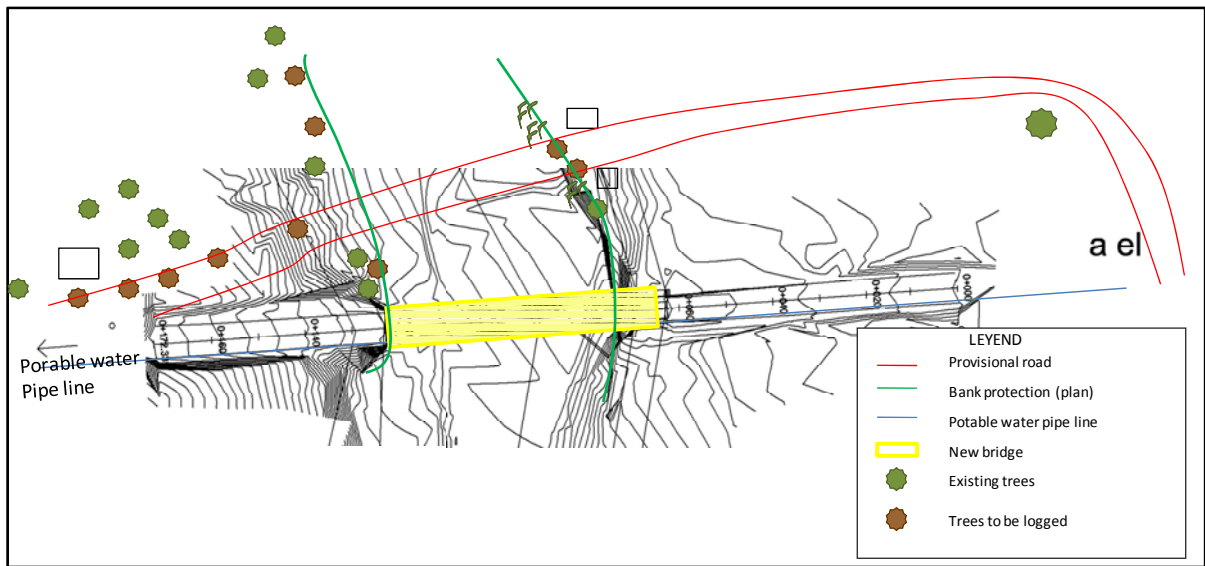
5.6.5 施工時の迂回路

対象3橋は既設橋を取り壊した後に同じ位置に架け替えられるため、施工時の迂回路が必要となる。調査団は現場踏査を通じ住民や環境に対する影響が少ない迂回路として図 5.6.8～図 5.6.10に示す路線を提案した。なお、これら3橋の渡河部には仮設橋が必要であり、ラ・レフォルマ橋とスシオ川橋については既設の仮設橋（ベイリー橋）を転用する計画とした。



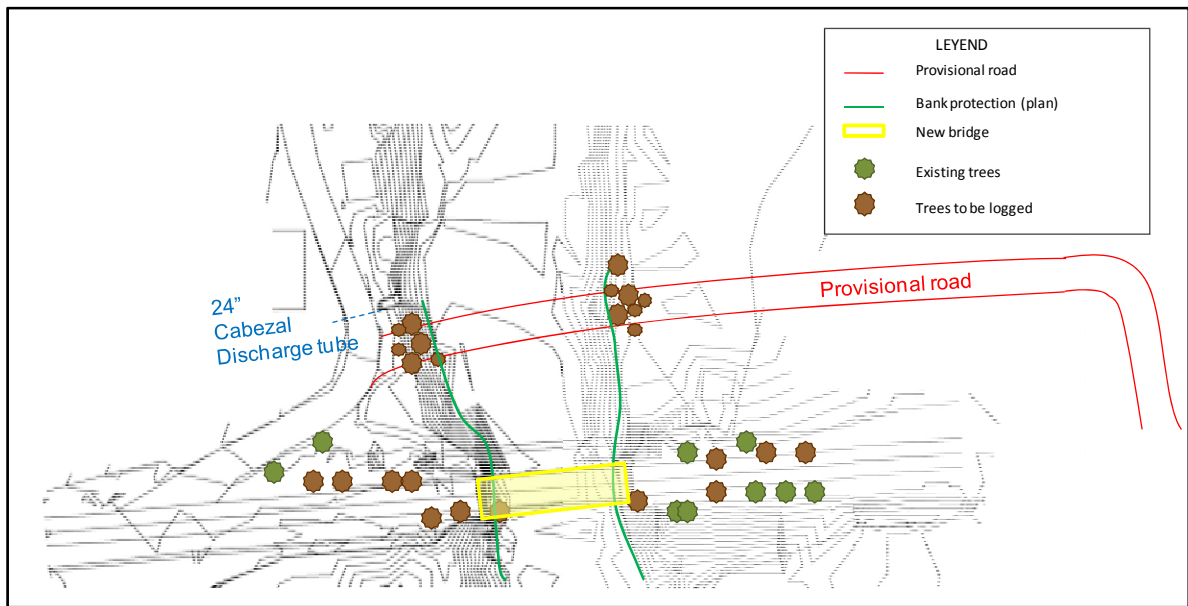
出典: JICA 調査団

図 5.6.8 工事中の迂回路（ラ・レフォルマ橋）



出典: JICA 調査団

図 5.6.9 工事中の迂回路 (スシオ川橋)

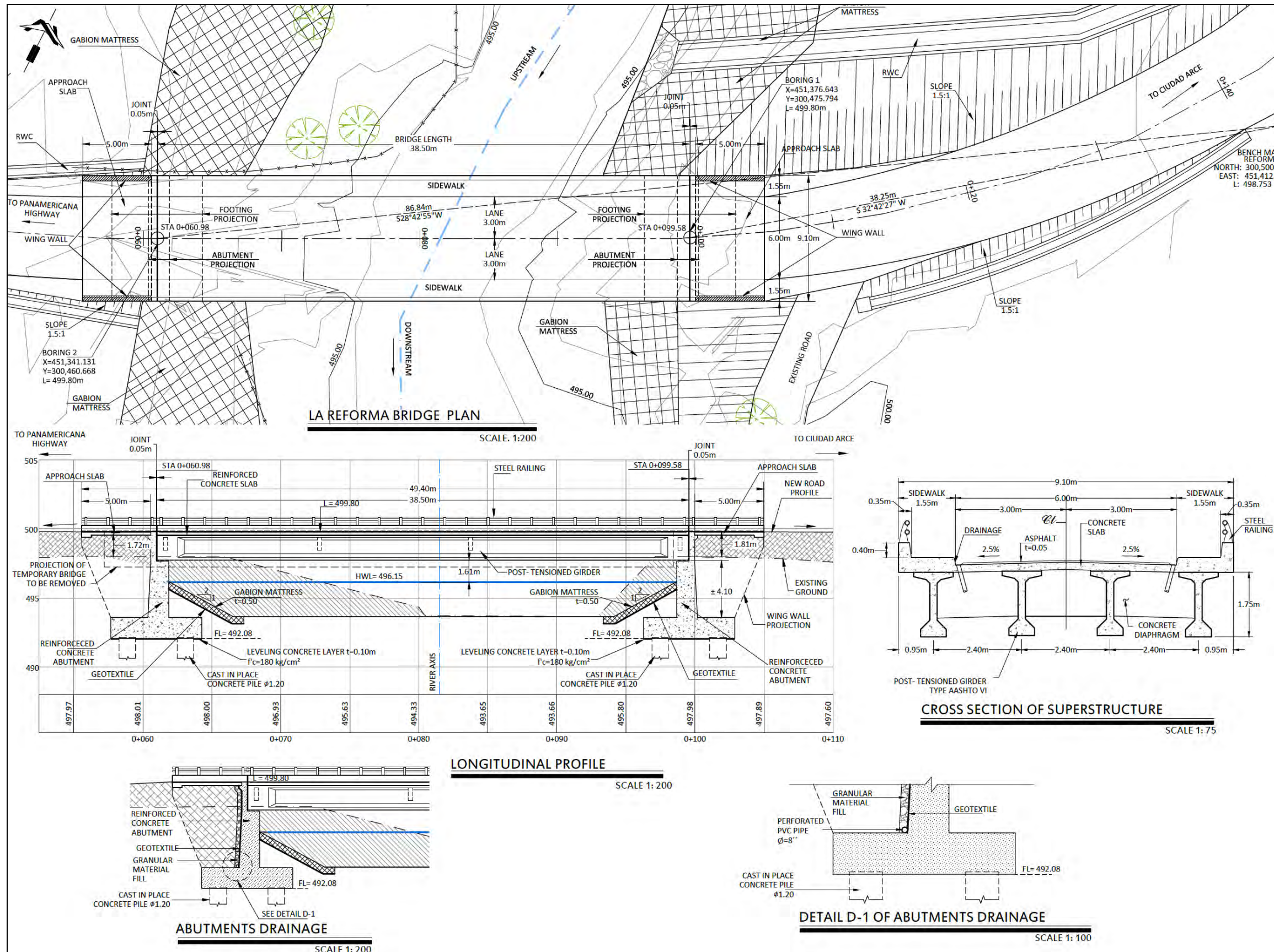


出典: JICA 調査団

図 5.6.10 工事中の迂回路 (サンペドロ橋)

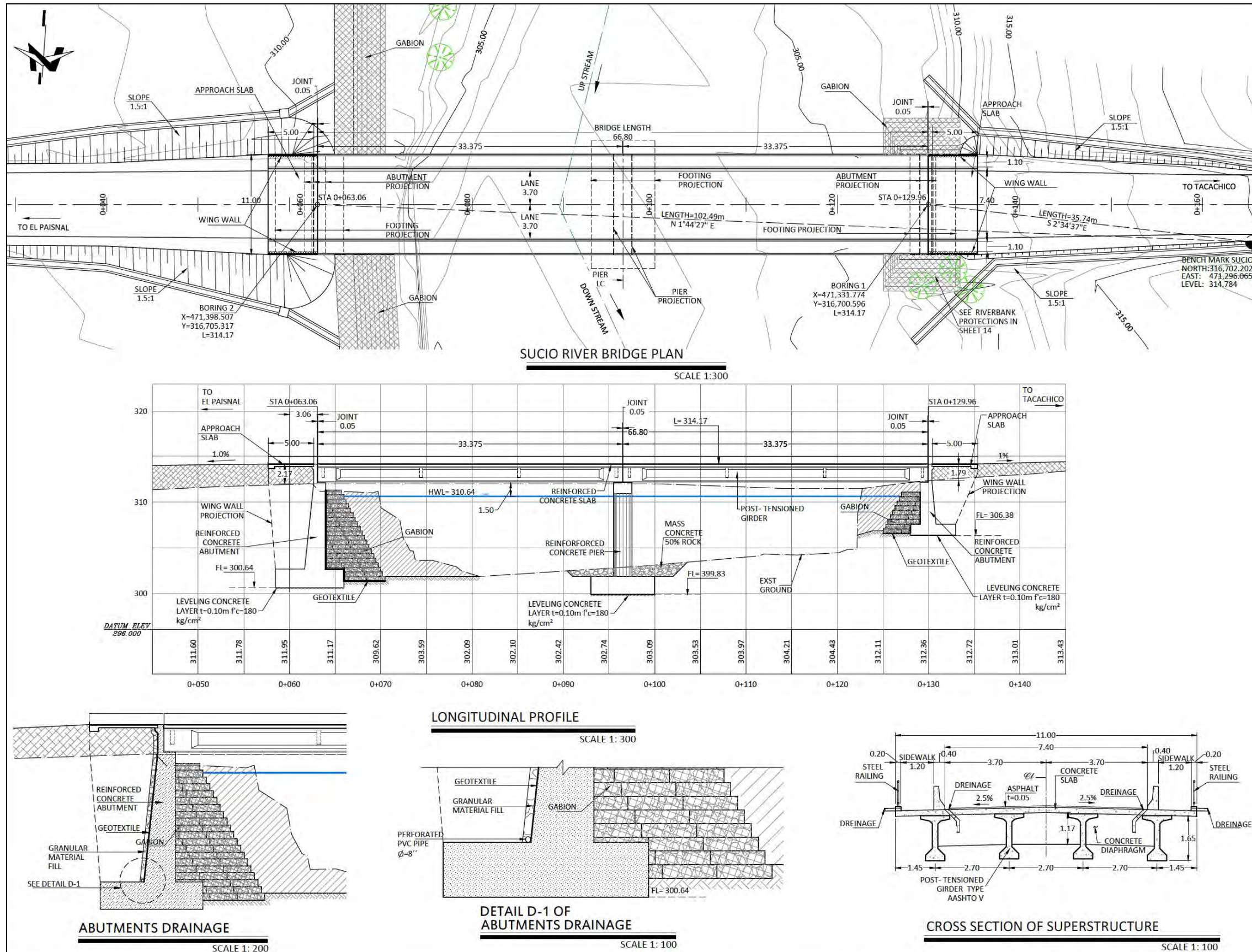
5.6.6 一般図

図 5.6.11~図 5.6.13に対象3橋の一般図を示す。



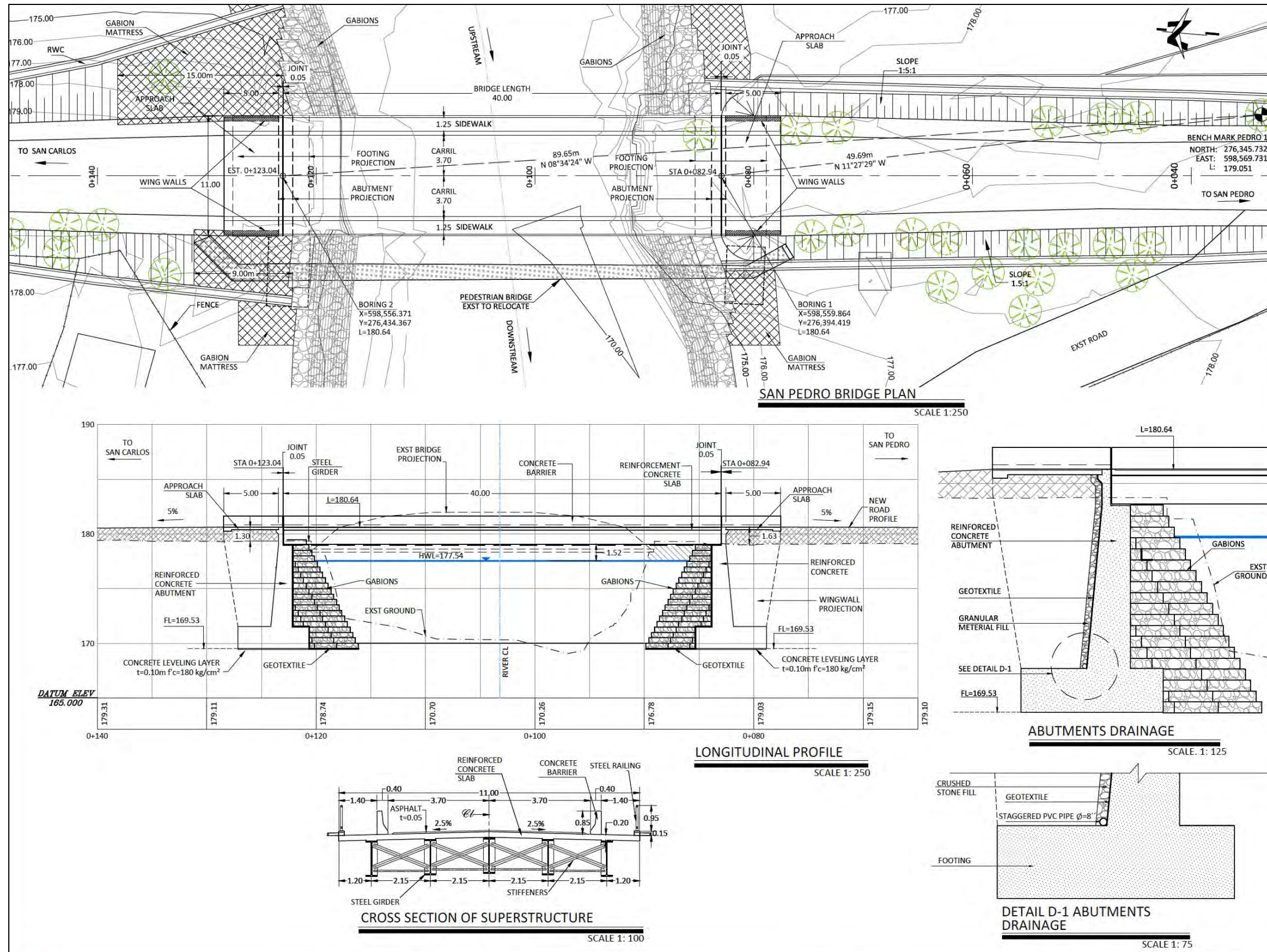
出典: JICA 調査団

図 5.6.11 ラ・レフォルマ橋一般図



出典: JICA 調査団

図 5.6.12 スシオ川橋一般図



出典: JICA 調査団

図 5.6.13 サンペドロ橋一般図

5.7 施工数量

架替対象 3 橋梁の施工数量を表 5.7.1に示す。

表 5.7.1 架替対象 3 橋梁の施工数量一覧

直接工事費項目	単位	数量		
		ラ・レフォルマ	スシオ川	サンペドロ
準備工事				
資機材運搬設置	式	1	1	1
既存ユーティリティ(水道管、電気線)移設	式	1	1	1
工事測量	式	1	1	1
迂回路および仮設橋梁	式	1	1	1
伐開除根・撤去工				
伐開除根	m ²	2,595	2,228	3,226
既設構造物取り壊し	m ³	-	658	298
既設構造物撤去・運搬	m ³	-	854	387
既設鋼橋取り壊し・撤去・運搬	式	-	-	1
上部工				
コンクリート クラスA 床版, f'c=280 kg/cm ²	m ³	72	152	90
コンクリート クラスA 横桁, f'c=280 kg/cm ²	m ³	14	21	-
コンクリート クラスA 歩道、バリア・壁高欄, f'c=280 kg/cm ²	m ³	44	40	26
コンクリート クラスA 踏掛版, f'c=280 kg/cm ²	m ³	21	26	26
桁製作工、プレキャスト PC-T桁, L=38.50m H=1.75m	本	4	-	-
桁製作工、プレキャスト PC-T桁, L=33.30m H=1.65m	本	-	8	-
架設工、プレキャスト PC-T桁, L=38.50m H=1.75m	式	1	-	-
架設工、プレキャスト PC-T桁, L=33.30m H=1.65m	式	-	1	-
架設工、鋼橋L=40m	式	-	-	1
桁製作工、鋼主桁	kg	-	-	106,590
桁製作工、鋼横桁、添接板等	kg	-	-	7,470
車両用鋼製高欄	l.m	99	-	-
歩道用鋼製高欄	l.m	-	155	102
鉄筋工、床版・横桁・歩道・壁高欄	kg	14,611	26,304	14,722
鉄筋工、踏掛版	kg	3,219	3,477	3,477
ゴム沓 50x30x7.62 cm 鋼板四層	個	-	-	10
ゴム沓 60x30x8.26 cm 鋼板五層	個	8	16	-
伸縮継手	l.m	18	33	22
橋面床版防水層	m ²	424	735	440
橋面舗装 アスファルト舗装 t=5cm	m ³	64	101	66
橋面排水パイプ	l.m	34	30	23
下部工				
構造物掘削	m ³	1,279	2,323	2,115
構造物埋戻し	m ³	1,324	1,821	1,005
場所打ち杭、直径1.2m	l.m	296.4	-	-
コンクリート クラスA フーチング, f'c=280 kg/cm ²	m ³	180	385	286
コンクリート クラスA 堅壁・ウイング, f'c=280 kg/cm ²	m ³	157	536	350
コンクリート クラスB 均しコンクリート, f'c=180 kg/cm ²	m ³	8	27	18
鉄筋工	kg	26,942	82,931	52,261
道路工				
道路掘削工	m ³	697	1,516	2,023
道路盛土工	m ³	155	142	141
アスファルト舗装、車道、t=10m	m ³	81	79	113
アスファルト舗装、路肩、t=3m	m ³	7	6	15
プライムコート	m ²	1,053	997	1,635
タックコート	m ²	811	794	1,133
上層路盤 t=24cm	m ³	197	189	280
排水工コンクリート, f'c=180 kg/cm ²	m ³	85	79	110
芝張り、盛土法面保護	m ²	284	352	683
ガードレール	m	58	64	64
ガードレール端部	個	8	8	8
反射板標識	個	4	4	4
護岸工				
ガビオン ボックス 0.5x1.0x2.0m	m ³	-	617	1,747
ガビオン ボックス1.0x1.0x2.0m	m ³	-	420	-
ガビオン マット t=0.5m	m ²	1,070	540	541
ガビオン 袋形状	個	38	41	29
吸出防止工、不織布	m ²	1,503	1,508	1,875
石混じりコンクリート	m ³	-	161	-
コンクリート工(重力式擁壁), f'c=180 kg/cm ²	m ³	413	-	-
ソイルセメント、擁壁背面埋戻し	m ³	38	-	-
砕石、擁壁背面排水	m ³	35	-	-
その他				
樹木移設および伐採補償植林	個	100	100	100
施工箇所境界フェンス	式	1	1	1
安全・健康管理	式	1	1	1
工事中の交通標識・安全管理	式	1	1	1
現場仮設備	月	9	10.5	10.5

出典：JICA 調査団

5.8 施工上の留意事項

対象3橋梁は、MOPが設計及び施工監理の経験を有する形式であるが、実施段階においてMOPが留意すべき事項について以下に示す。

5.8.1 迂回路上の仮設橋梁

5.6.5節で述べた通り、すべての橋梁において、本体工事開始前に既存交通の迂回路及び仮設橋の設置が必要となる。仮設橋の設計洪水位は50年確率とする。洪水時には、橋台の洗掘や流木等によって仮設橋が流失する可能性があるため、スシオ川橋及びサンペドロ橋の迂回路は既設橋の下流側に設置し、流出した際も施工中の橋梁に損傷を与えないよう配慮する。ラ・レフォルマ橋は用地・地形に困難な制約があるため、上流側で計画した。

なお、MOPとの協議の結果、仮設橋梁はMOPが所持している資機材を施工業者に貸与し、架け替え時の入札対象には含めないこととした。

5.8.2 流木対策

ラ・レフォルマ橋やスシオ川橋は、洪水時の流下物や流木が河川断面を閉塞したことによる洗掘・損傷によって、橋梁が流出した。このため、施工中においては、架橋位置から河川の上流側に堆積している流木に対し、定期的な調査・撤去等が求められる。

5.8.3 施工中の水位上昇

スシオ川橋は、架橋地点での集水面積が783km²と他橋梁に比較して広く、架橋地点の降雨量と上流域での降雨量に違いがある。このため、上流域での降水量を適宜把握し、急な水位上昇等から労務者及び資機材を守ることを目的とした、安全管理計画の提出を施工業者に求める必要がある。

5.8.4 施工後の下流側既設施設

対象3橋梁共に、施工後の橋梁位置での河川断面積が広くなり、それに伴い流下能力が向上する。これにより下流側の河床の洗掘や河床変動が懸念されるため、下流側にある最も近い橋梁をMOPによる維持管理点検の対象とすることが必要である。

特にラ・レフォルマ橋については、MOPと合同調査の結果、以下の状況が確認された。



図 5.8.1 ラ・レフォルマ橋から約 900m 下流の国道横断構造物

ラ・レフォルマ橋が渡河するラ・ホヤ川は、架替橋梁地点から下流側約 900m の地点で国道 CA01 を横断しており、既設の横断構造物は図 5.8.1 に示すボックスカルバートである。流下可能断面は 1.5m x 1.5m の 2 連ボックスであり、上流側のラ・レフォルマ橋に比較すると非常に小さい。MOP との合同調査時の聞き取り調査によれば、洪水時はオーバーフローして国道上を流下していることが確認された。従って、ラ・レフォルマ橋建設によって上流域の流下能力が向上し、上図の横断構造物周辺の洗掘・堆積、流量・流速の増大による盛土浸食、並びに流下物による閉塞が懸念される。現時点では、顕著な損傷は認められないが、ラ・レフォルマ橋建設完成までに MOP による点検・管理を開始する必要がある。

5.9 架け替え対象 3 橋梁の入札図書 (案)

5.9.1 構成

架け替え対象 3 橋梁の入札図書 (案) は、本プロジェクトの成果のひとつとして作成した。MOP との協議の結果、MOP の自己資金による実施を想定し、MOP の入札図書仕様に準拠することとした。自己資金の場合、契約紛争解決手段として、仲裁・調停ではなく裁判による早期決着することを MOP は規定している。さらに、施工監理についてもコンサルタントを雇用せず MOP 自身が直接行うこととなっている。

入札図書 (案) の構成は表 5.9.1 の通りである。なお、架け替え 3 橋梁は、MOP との協議の結果、資金確保の問題から 3 橋まとめて調達する可能性は低く、それぞれ独立した時期における調達が想定されているため、3 橋分の図書についてそれぞれ独立して作成した。

表 5.9.1 入札図書（案）構成

Part	内容	作成者
I	入札指示書	調査団
II	一般契約条件	
III	標準契約書及び補償	
IV	技術条件	
V	施工中の既存交通に対する安全マニュアル：MOP 発行最新版	
VI	入札評価基準	

出典：MOP

上記表の内、Part:IV の技術条件の構成は以下の通りである。

表 5.9.2 入札図書（案）Part:IV の技術条件構成

番号	内容	作成者
I	概要	調査団
II	目的	
III.	工事概要	
IV	工事内容	
IV 1	MOP 提供のデータと業務	
IV 2	品質管理	
IV 3	道路用地取得管理及び既設交通管理	
IV 4	技術仕様	
IV 5	図面	
V	環境管理計画	
VI	技術要員計画	
VII	提出物	
Annex-1	工事実施要求事項	
Annex-2	技術仕様書	
Annex-3	入札価格明細	
Annex-4	環境管理計画工程	
Annex-4.1	環境決議（環境省発行）	

出典：MOP

なお上記の内、Annex-2 の技術仕様書は、MOP との協議を通じ、MOP 自己資金を想定して、中米経済統合事務局（SIECA：The Secretary for Economic Integration of Central America）発行の Central American Manual Specifications for Construction Regional Roads and Bridges 2004（スペイン語版）に準拠し、MOP 自身が適宜修正を加えた仕様書を採用した。

第6章 復旧計画書

6.1 概要

復旧計画書は本プロジェクトの成果の一つとして作成された。3章で述べたとおり、主に2011年10月に発生した熱帯低気圧12Eにより被災した橋梁から15橋を選定し、それぞれの橋梁に対して概略の短・長期復旧計画を策定した。短期計画は現在通行が不可もしくは危険である横断構造物に対して、通常の降雨時に耐えうる渡河手段を提供するものであり、長期計画では各サイトにおいて橋梁に求められる性能・機能を有し、設計洪水（100年～200年確率）並びに12E時レベルの洪水にも耐えうる構造物を建設することを目的とした。なお、各橋梁の計画は概略設計レベルであり、以下の情報、調査結果を基にした。よって、実施にあたってはより詳細な調査が求められる。

- 本プロジェクトで実施した現地調査
 - ✓ 概略地形測量
 - ✓ 既設橋の寸法調査
 - ✓ 既設橋の損傷調査
 - ✓ 既設橋に対する非破壊試験調査（シュミットハンマーを用いたコンクリート圧縮強度推定、鉄筋探査、鉄筋腐食試験、コンクリート中性化試験）
 - ✓ 洪水状況等の聞き取り調査
- 既存地形図（縮尺 1:25,000 及び 1:50,000）
- 雨量データ

上記の非破壊試験調査に用いたシュミットハンマー、鉄筋探査機、鉄筋腐食試験機は、実施中の JICA の技術協力プロジェクト「公共インフラ強化のための気候変動・リスク管理戦略局支援プロジェクト」により DACGER に供与された機材を活用した。試験の実施にあたっては、MOP 職員及び DACGER の参加のもとで実際の既設橋を用いたデモンストラーションを通じて、指導及び技術移転を行った。

6.2 復旧計画の優先度

6.2.1 優先順位付けの前提条件

短期計画、長期計画それぞれの復旧計画の対象橋梁の優先順位付けを行うために、技術面、社会、経済の各側面から評価を行った。評価は12の項目に対して行ったが、本プロジェクトの目的が「経済インフラ」であることに注目し、経済活動に対する影響に重みを付けて評価した。なお、本プロジェクトにおいては包括的な経済調査を実施していないため、評価は定性的かつ相対的なものに留まる。

6.2.2 優先順位及び復旧計画

短期計画としては、エル・ヒカロ橋、エル・プンティート橋、アパンコヨ橋、グアヤビ

ジャ橋、及びラ・クンブリタ橋に高い優先度が与えられた。

エル・ヒカロ橋とラ・クンブリタ橋は12E時の洪水による既設渡河構造物の流失により、雨季は歩行者の渡河が不可能である。エル・プンティート橋とグアヤビジャ橋は既設橋が損傷により非常に危険な状態にあるうえ、他の代替渡河ルートが存在しない。アパンコヨ橋は非常に重要な国道上に位置しており、侵食された橋台周辺の保護工が急務であると判断された。

長期計画（新橋への架け替え）に関しては、アパンコヨ橋、ラ・クンブリタ橋、エル・プンティート橋、サンダミアン橋の優先度が高いと判定された。アパンコヨ橋は高さ6mの石積み橋脚の地震や衝突に対する脆弱性が高い優先順位につながった。ラ・クンブリタ橋とサンダミアン橋は短期計画で歩道橋新設を提案したのに対し、長期計画として道路橋の再建を推奨したものである。

本プロジェクトで実施した復旧計画の優先順位付けは、MOPが予め選定した橋梁から抽出した対象15橋に限っており、「エ」国内に存在するその他の老朽化した橋梁、損傷を受けた橋梁等は含まれていない。よって、「エ」国内の橋梁すべてを対象とした包括的な調査、定量的な分析による復旧計画の策定が望まれる。

6.3 基本的な復旧方法

6.3.1 短期計画の復旧方法

短期計画としては以下の復旧方法が適用された。

- 部材の補修
- カルバートの建設
- 仮設橋の設置
- 護岸工の復旧・建設

6.3.2 長期計画の復旧方法

長期計画は新橋の建設とした。橋梁形式の選択は本報告書の5.5節で述べた方法を踏襲した。

6.3.3 復旧方法の概要

短期計画及び長期計画の復旧方法をそれぞれ表6.3.1及び表6.3.2にまとめる。

表 6.3.1 短期計画の復旧方法の概要

優先順位	橋梁名	支間数	橋長	構造物形式	備考
1	エル・ヒカロ	-	17.40 m	ボックスカルバート	5連 (3 m x 3 m)
1	エル・プンティート	-	-	-	現橋の補修
3	アパンコヨ	-	-	-	現橋の補修
4	グアヤビジャ	1	45.70 m	仮設橋	車両及び歩行者向け
4	ラ・クンプリタ	1	28.00 m	鋼製歩道橋	車両横断用の浅瀬の整備（補修）を実施
6	ラ・パニアグア	-	8.20 m	パイプカルバート	
7	サンダミアン	1	22.00 m	鋼製歩道橋	車両横断用の横断路を維持
8	ブルルヤ	-	-	-	現橋の補修
9	ラ・クルス・デル・モホン	1	34.00 m	鋼製歩道橋	車両は下流の既存橋を利用
10	ロス・アルメンドロス	-	-	-	既設の歩道橋と迂回路を維持
11	マンサノ・ポサダ	1	15.00 m	鋼製歩道橋	車両は下流の既存橋を利用
-	シュティア川	1	36.60 m	仮設橋	JICAによる仮設橋の供与対象
-	ラ・ソラ	1	42.70 m	仮設橋	JICAによる仮設橋の供与対象
-	ラ・ボルサ	1	36.58 m	仮設橋	MOPにより仮設橋（ACROW社）設置予定
-	ラ・チャピーナ	1	24.40 m	仮設橋	既設仮設橋（ACROW社）の維持

出典：JICA 調査団

表 6.3.2 長期計画の復旧方法の概要

優先順位	橋梁名	支間数	支間長 (m)	橋長 (m)	設計流量 (m ³ /sec)	最小余裕高	上部工形式	上部工形式選択理由
1	ラ・クンプリタ	1	28	28	200.0	1.0 m	鋼鈹桁	盛土高を低く抑えることができ (桁高が小さい) 架設が容易
1	アパンコヨ	1	40	40	623.4	1.5 m	PC 桁	最も一般的な形式であり、維持管理が容易かつ経済的
3	エル・ブンテイト	3	35+35+35	105	709.1	1.0 m	PC 桁	最も一般的な形式であり、維持管理が容易かつ経済的
3	サンダミアン	1	21	21	37.1	1.0 m	鋼鈹桁	盛土高を低く抑えることができ (桁高が小さい) 架設が容易
5	ラ・チャピーナ	1	35	35	29.4	1.0 m	鋼鈹桁	盛土高を低く抑えることができ (桁高が小さい) 架設が容易
5	シュティア川	1	34	34	376.3	1.5 m	PC 桁	最も一般的な形式であり、維持管理が容易かつ経済的
7	ラ・ソラ	1	38	38	570.9	1.0 m	PC アーチ橋	盛土高を低くし (桁高が小さい) 用地幅を抑えることができ、沿岸部の維持管理にも有利
8	プルルヤ	1	25	25	385.9	1.5 m	PC アーチ橋	盛土高を低くし (桁高が小さい) 用地幅を抑えることができ、沿岸部の維持管理にも有利
9	ラ・ボルサ	2	24+24	48	393.1	1.5 m	PC 桁	最も一般的な形式であり、維持管理が容易かつ経済的
10	エル・ヒカロ	1	40	40	249.2	1.0 m	鋼鈹桁	上部工が軽く、架設が容易
10	ラ・パニアグア	1	10	10	22.5	1.0 m	RC 床版橋	この程度の短い支間長で一般的 (経済的)。維持管理が容易
10	グアヤビジャ	3	25+25+25	75	705.4	1.0 m	PC 桁	最も一般的な形式であり、維持管理が容易かつ経済的
13	ラ・クルス・デル・モホン	2	30+30	60	364.8	1.0 m	PC 桁	最も一般的な形式であり、維持管理が容易かつ経済的
14	ロス・アルメンドロス	1	42	42	840.6	1.0 m	鋼鈹桁	盛土高を低く抑えることができ (桁高が小さい) 架設が容易
15	マンサノ・ポサダ	1	13	13	4.6	1.0 m	RC 床版橋	この程度の短い支間長で一般的 (経済的)。維持管理が容易

出典：JICA 調査団

第7章 環境社会配慮

本案件は、2011年10月の熱帯低気圧 E12 の影響で被害を受けた既存橋梁の復旧プロジェクトであり、主要な工事内容が既存橋梁の復旧である。「JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）」（以下、「JICA ガイドライン」）に基づき、環境や社会への望ましくない影響がカテゴリ A に比して小さいと考えられるプロジェクトである「カテゴリ B」に本プロジェクトは分類された。本プロジェクトが対象とする「仮設橋上部工資材供与橋梁」（対象 2 橋）、「架け替え橋梁の入札図書（案）作成橋梁」（対象 3 橋）、「復旧計画作成橋梁」（対象 15 橋）の全てについて、本調査団は JICA ガイドライン及び「エ」国の法制度で定められた環境社会配慮に関する初期環境影響評価、及び「エ」国における手続きの支援を行った。

「エ」国では環境資源省（以下 MARN）が環境行政に責任を持つ。環境法 19 条及び 20 条では、全ての道路建設事業（橋梁含む）の事業実施主体が MARN が発行する環境承認を工事開始前までに取得することを義務付けている。なお、本プロジェクトは問題の緊急性に鑑み、「ファスト・トラック制度」が適用されたが、「エ」国の環境承認取得のプロセスについては、緊急を要するプロジェクトに適用されるような（手続き期間を短縮する等）特別プロセスは整備されていない。

本プロジェクトの対象橋梁の中でも「仮設橋上部工資材供与橋梁」（2 橋）については、JICA が調達する橋梁を「エ」国側（MOP）が設置することになっているため、上記に基づき、環境承認取得の支援を行った。シュティア川橋については、2012年11月27日付けで環境承認（EIA の実施を必要としない「グループ B カテゴリ 1」に分類）が MARN から発行されている。ラ・ソラ橋については、環境承認取得に必要な書類は 2012年12月に MARN に提出しており、現在 MARN 内での手続き中である。なお、「架け替え橋梁の入札図書（案）作成橋梁」（対象 3 橋）及び「復旧計画作成橋梁」（対象 15 橋）の環境承認については、今後「エ」国側が工事を実施するに至った場合にそれぞれについて手続きを行い、取得することとなっている。

「仮設橋上部工資材供与」及び「架け替え橋梁の入札図書（案）作成」の対象である計 5 橋については、現地踏査及び聞き取り調査に基づき、各橋梁及びその周辺の自然環境や社会環境の現状確認、スコーピングを実施、影響の予測を行い、環境管理計画を策定した。その結果、仮設橋の設置もしくは計画されている既存橋梁の復旧工事によって、自然環境及び社会環境に著しく負の影響が与えられないことが確認された。また予測される負の影響に対しては、MOP が環境管理計画を実施することにより影響は予防・緩和・補償されることが確認されている。

「復旧計画作成」の対象である 15 橋については、現地踏査及び聞き取り調査に基づき、各橋梁及びその周辺の自然環境や社会環境の現状確認及びプレ・スコーピングを実施し、今後の復旧計画策定及び工事の実施に際し、特に配慮すべき項目についてまとめた。

第8章 結論と提言

8.1 結論

8.1.1 対象橋梁の選定

現地調査開始時に、調査団と MOP 共同でプロジェクト対象橋梁の選定を行った。MOP より事前に選定された 23 橋の中より、プロジェクトに含まれる三種類の復旧支援業務である、1) 仮設橋上部工資材供与、2) 架け替え橋梁の入札図書（案）作成、3) 橋梁復旧計画書作成の対象橋梁計 15 橋を表 8.1.1 のとおり選定した。

表 8.1.1 復旧支援方法の概要

復旧支援方法	No.	橋梁名	位置
仮設橋上部工資材供与	1	シュティア川	Tepecoyo, La Libertad
	2	ラ・ソラ	San Luis La Herradura, La Paz
入札図書（案）の作成	3	ラ・レフォルマ	Arce City, La Libertad
	4	スシオ川	San Pablo Tacachico -El Paisnal , La Libertad-San Salvador
	5	サンペドロ	San Carlos, La Morazan
復旧計画書の作成	6	ラ・クンプリタ	Jayaque, La Libertad
	7	サンダミアン	Armenia, Sonsonate
	8	ラ・ボルサ	Tecoluca, San Vicente
	9	ラ・クルス・デル・モホン	Santiago Nonualco, La Paz
	10	グアヤビジャ	Metapan, Santa Ana
	11	エル・ブンティート	Metapan, Santa Ana
	12	ロス・アルメンドロス	Delgado, San Salvador
	13	マンサノ・ポサダ	Las Conchas, San Salvador.
	14	ラ・チャピーナ	Izalco-Caluco, Sonsonate
	15	プルルヤ	Sonsonate, Sonsonate
	16	アパンコヨ	Sonsonate, Sonsonate
	17	エル・ヒカロ	Tacuba, Ahuachapan,
	18	ラ・パニアグア	San Julian, Sonsonate

出典：JICA 調査団

8.1.2 仮設橋上部工資材の供与

JICA エルサルバドル事務所は MOP に対し、シュティア川橋とラ・ソラ橋に向けた仮設橋上部工資材の供与を行った。

仮設橋上部工資材調達の入札図書（案）は調査団が作成し、入札は JICA エルサルバドル事務所により 2012 年 10 月 26 日に実施された。調達された仮設橋上部工資材は 2013 年 2 月 12 日、13 日に両現場に納入され、受入検査は JICA エルサルバドル事務所、MOP 及び調査団が合同で実施した。供与された仮設橋資材の概要を表 8.1.2 に示す。

表 8.1.2 供与された仮設橋資材の概要

		シュティア川橋	ラ・ソラ橋
位置	河川名	シュティア川	ハルボンガ川
	路線	県道 LIB06S	県道 PAZ03 とグアダルペ町を結ぶ地方道
	市	Tepecoyo	San Luis La Herradura
	県	La Libertad	La Paz
銘柄		Acrow 700XS Panel Bridge	Acrow 700XS Panel Bridge
橋長		36 m	42 m
車線数		2 車線	1 車線
幅員		7.35 m	3.67 m
歩道（幅員）		片側（1.2 m）	片側（1.2 m）

出典：JICA 調査団

8.1.3 橋梁架け替え入札図書（案）の作成

調査団はラ・レフォルマ橋、スシオ川橋、サンペドロ橋の 3 橋について入札図書（案）を作成した。詳細設計にあたっては、地形測量、地質調査、水理・水文調査を実施した。橋梁形式の選定に際しては代替案比較を行い、MOP 自身が予算を調達し「エ」国内の建設業者が施工するという前提で最適な橋種を選定した。3 橋の概要を表 8.1.3 に示す。

表 8.1.3 入札図書（案）作成対象橋梁の概要

		ラ・レフォルマ橋	スシオ川橋	サンペドロ橋
位置	河川名	ラ・ホヤ川	スシオ川	セコ（サンペドロ）川
	路線	県道 LIB34W	県道 LIB30-SAL29	国道 CA07N
	市	Arce City	San Pablo Tacachico - El Paisnal	San Carlos
	県	La Libertad	La Libertad-San Salvador	Morazan
橋長		38.5 m	66.8 m	40.0 m
幅員		9.1 m (1.55+3.0x2+1.55)	11.0 m (1.8+3.70x2+1.8)	11.0 m (1.8+3.70x2+1.8)
橋種		単純 PC 桁	2 径間単純 PC 桁	単純鋼鈹桁
橋脚		-	RC 壁式橋脚（小判型）	-
橋台		逆 T 式橋台	逆 T 式橋台	逆 T 式橋台
基礎		RC 場所打ち杭	直接基礎	直接基礎
護岸工		かごマット張り式 及び重力式擁壁	かご積み式 （ギャビオン）	かご積み式 （ギャビオン）

出典：JICA 調査団

なお、本入札図書（案）は MOP が工事発注を行う際に最終化して使用するため、調査団には瑕疵担保責任が生じないことが、JICA と MOP により合意されている。

8.1.4 橋梁復旧計画書の作成

選定した 15 橋に対し、短期計画、長期計画を含む復旧計画書を作成した。短期計画は現在通行が不可もしくは危険である横断構造物に対して、通常の降雨時に耐えうる渡河手段を提供するものであり、長期計画では各橋梁に求められる性能・機能を有し、設計洪水（100 年～200 年確率）並びに 12E 時レベルの洪水にも耐えうる構造物を建設することを目的とした。なお、各橋梁の計画は概略設計レベルであり、本プロジェクト内で実施した橋梁の損傷度調査、概略の自然条件調査を基にした。各橋梁の復旧計画の内容は表 6.3.1 及び表 6.3.2 を参照とする。

8.1.5 技術移転

(1) セミナー

セミナーは2012年9月10日に、同国で実施中のJICA技術協力プロジェクトである「公共インフラ強化のための気候変動・リスク管理戦略局支援プロジェクト」と合同で実施した。両プロジェクトの専門家、カウンターパートによる発表に加え、京都大学の福岡教授やJICA専門家を特別講演者として招き、災害対策に関する講義を行った。セミナーには100人を超える関係者が出席した。表8.1.4にセミナーのプログラムを示す。

表 8.1.4 セミナーのプログラム

Venue: Crowne Plaza Hotel, San Salvador, Salon Caribe				
Start	End	Duration	Presentation	Speaker
8:00	8:30	0:30	Reception	
8:30	8:35	0:05	National Anthem of El Salvador and Japan	
8:35	8:50	0:15	Opening address	Minister of Public Works, Transportation, Housing and Urban Development
8:50	9:00	0:10	Welcoming Remarks	Ambassador of Japan
9:00	9:10	0:10	Speech	Resident representative of JICA El Salvador
9:10	9:20	0:10	Introduction of DACGER	Ing. Yuri Rodriguez, Subdirector of Technical Studies, DACGER
9:20	9:50	0:30	Recommendable risk management practice	Mr. Mori, JICA DACGER Team (Team leader/Disaster management)
9:50	10:05	0:15	Introduction of UPV	Ing. Dionisio Ramirez, Manager of Crossing Structures and Road Inventories, UPV
10:05	10:45	0:40	Presentation on the bridge rehab project	Mr. Okuno, JICA Bridge Team (Team leader/Bridge rehabilitation plan)
10:45	11:00	0:15	Coffee break	
11:00	12:00	1:00	Infrastructure enhancement and management	Mr. Horigome, Senior Advisor, JICA Headquarter
12:00	12:15	0:15	Questions and answers	
12:15	13:15	1:00	Lunch break	
13:15	14:15	1:00	Landslide management	Dr. Fukuoka, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.
14:15	14:30	0:15	Questions and answers	
14:30	14:50	0:20	Definition of Geo-Slope hazard in El Salvador	Ing. Aleyda Margarita, Subdirector de Geotécnica, DACGER
14:50	15:10	0:20	Slope risk assessment and groundwater drainage measure	Dr. Kuraoka, JICA DACGER Team (Slope protection)
15:10	15:25	0:15	Coffee break	
15:25	15:45	0:20	Implemented solution for reconstruction of three bridges	Mr. Ueyama, JICA Bridge Team (Procurement plan)
15:45	16:05	0:20	FOVIAL's damage assessment and restoration works	Ing. Medardo Calderon, FOVIAL (Technical manager)
16:05	16:25	0:20	Emergency restoration works for bridges	Ing. Emilio Ventura, Subdirector of Bridge and Crossing Structures, DACGER
16:25	16:45	0:20	Urban drainage and river management	Mr. Tanabe, JICA DACGER Team (Urban drainage)
16:45	17:05	0:20	Drainage and slope protection structures	Mr. Shimosaka, JICA DACGER Team (Infrastructure enhancement)
17:05	17:15	0:10	General Comment	Director, DACGER
17:15	17:25	0:10	Closing address	Director, UPV

出典：JICA 調査団

(2) 合同現場調査

現場踏査は基本的に MOP 職員と同行して実施し、非破壊試験を含む橋梁の維持管理や橋梁計画について技術移転を行った。

(3) ワークショップ

カウンターパートを中心とした MOP 職員に対し、調査団員によるワークショップを実施した。本調査をケーススタディーとし、本プロジェクトの重要なポイントである水理・水文調査や橋梁計画を中心に行った。



現場非破壊試験調査



ワークショップ

図 8.1.1 技術移転の様子

8.2 提言

8.2.1 橋梁管理

前述のとおり、本プロジェクトでは 23 橋梁を調査の対象とし、計 18 橋を復旧支援の対象とした。しかし、「エ」国には MOP が管理する橋梁だけで約 1500 橋存在し、更に地方自治体によって管理されている橋梁がそれ以上に存在する。よって、本プロジェクトではカバーしきれなかった、社会・経済的な側面を含む包括的な調査の実施による橋梁維持管理計画の立案が望まれる。その中で、本プロジェクトで紹介された橋梁の診断技術、非破壊試験法が活用されることを期待する。

一方、UPV が管理する SAP（橋梁管理システム）や DACGER が作成中の橋梁評価システムが適切に活用されることによって、橋梁管理が効率的に実施されることが期待される。また、MOP の維持管理局と FOVIAL との活発な情報共有と更なる連携の強化は道路・橋梁の維持管理にとって有益である。

8.2.2 橋梁計画

本プロジェクトで調査した橋梁は、河川断面積が不十分なことが原因となり損傷を受けた例がほとんどである。例えば、河道内に設置された橋台や小さなアーチが河道を阻害し、これらにより、河岸、河床の異常な侵食・洗掘が生じたり、また、流木等の流下物が橋梁に引っかかることでさらに河道の障害となったりしている。流下物が橋梁に衝突することで直接的に損傷や落橋につながった例も見られた。本プロジェクトでは、これらの対処として、以下に記すような橋梁計画の基本事項や、日本の河川管理施設等構造令に記された橋梁計画の際に満たすべき事項を参考に、橋梁計画を行った。これらの項目は「エ」国における今後の橋梁計画の際に考慮すべきであることを提言する。

- 橋台は河道の外側に設置すべきである
- 橋長を決定する際には、架橋位置のみならず上下流の河道の状況を確認し、将来的な河床変動を考慮する
- 支間長の決定の際には、日本の河川管理施設等構造令に記された基準径間長の式を

採用する

- 以下の様な箇所への新橋の架橋は避けるべきである。
 - ✓ 河道の狭隘部
 - ✓ 河川の湾曲部、水衝部
 - ✓ 支派川の分合流点付近
 - ✓ 河川勾配の変化点

8.2.3 河川管理

(1) 河川管理の必要性

前述のとおり、河川横断構造物の設置に起因した河川断面の縮減が上流部の水位を上昇させ、更には流木等が河道に停滞し状況を悪化させている。

これらの橋梁に起因する災害を低減し、橋梁の機能を維持するためには、橋梁の計画、設計、施工品質の最適化に加え、河川流域全体の管理が重要な役割を担う。「エ」国には河川を管理する責務を負った組織が明確に存在しないため、構造物以外の河川管理は行われていないのが実情である。本プロジェクトでは、以下の様な項目について日本における河川管理の目的、管理方法等について紹介し、今後の組織づくりに向けた提言の一つとする。

- 河川管理の目的：治水（洪水）管理、利水管理、河川環境の保全・保護
- 河川管理の主要な業務：
 - ✓ 河川構造物（ダム、堰、水門、堤防、遊水地等）の管理
 - ✓ 水質管理
 - ✓ 洪水管理（治水）
 - ✓ 河川利用の許認可手続き
 - ✓ 広報業務

(2) 流木問題の軽減化

「エ」国の橋梁災害の主要因の一つである流木の管理も河川管理の責務に含まれる。本プロジェクトでは流木対策として以下を提言する。

- 政府内に河川管理組織を設立し、国内の河川を効果的に管理し、利用し、保護する。
- 流木災害の軽減のためには、流木の発生、流下、堆積、再移動の機構、流木による被災機構、流木の処理実態を踏まえ、水系一貫の視点でハード及びソフト対策を組合せ効率的に実施する必要がある。
- 種々の防災対策、自然環境保全対策、土地利用計画、人々の住まい方と調整、統合化されたコストパフォーマンスの良いものであるべきである。
- 河川急流部では、治水及び環境上の観点から樹林を適切に管理し、伐採、間引き等を計画的に実施し、河岸侵食防止対策を含めて護岸を適切に配置し河岬林の流出を軽減する。
- 流木流下対策の一環として、流木捕捉施設の設置促進を図り、下流保全対象区域における流木被害を防止、軽減する。