

ニカラグア国  
運輸インフラ省

ニカラグア国  
マナグア～エル・ラマ間  
橋梁架け替え計画  
準備調査報告書

平成 22 年 9 月  
(2010 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

|        |
|--------|
| 基盤     |
| JR(先)  |
| 10-170 |

**ニカラグア国  
運輸インフラ省**

**ニカラグア国  
マナグア～エル・ラマ間  
橋梁架け替え計画  
準備調査報告書**

**平成 22 年 9 月  
(2010 年)**

**独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)**

**株式会社 建設技研インターナショナル**

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ニカラグア共和国のマナグア～エル・ラマ間橋梁架け替え計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成 22 年 1 月から平成 22 年 9 月まで、株式会社建設技研インターナショナルの五瀬伸吾氏を業務主任とする調査団を組織しました。

調査団は、ニカラグアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 9 月

独立行政法人国際協力機構  
経済基盤開発部  
部長 小西 淳文

## 要 約

### ① 国の概要

ニカラグア共和国（以下「ニ」国という）は、東をカリブ海と大西洋、西を太平洋に挟まれた中央アメリカ地峡に位置し、北西にホンジュラス国、南にコスタリカ国と国境を接しており、総面積 13 万 km<sup>2</sup>、人口 560 万人（2007 年）である。

気候は、西部がサバンナ気候、東部は熱帯雨林気候、中央北部は温暖湿潤気候で、一年が乾期（11 月～4 月）と雨期（5 月～10 月）と明確に分かれている。年間の全国平均降雨量は約 1,200mm、降水量が特に多い東部のカリブ沿岸地方は 3,800mm となっている。降水量の 95%が雨期に集中することから、雨期には通行不能になる道路が多い。協力対象橋梁の周辺の降雨量は、過去 5 年間平均（2004～2008 年）で約 1,100～1,650mm であり、最も降雨量が多い地域では日本の平均降雨量の 90%である。

「ニ」国は、中南米カリブ海諸国の中でハイチに続く貧困国である。1980 年代には内戦の激化により経済が低迷し、同時にハイパーインフレーションにも見舞われ、対外債務は大幅に増大した。1990 年 4 月に発足したチャモロ政権は、経済の再建のため、経済安定化、構造調整政策（財政・金融政策の改善、価格統制の原則撤廃、為替レート及び貿易制度の自由化等）、累積債務削減に重点を置く政策を講じた。この結果、経済成長率は 1992 年にプラスに転じ、1997 年には 5.5%を記録した。また、1990 年に 13,490%を記録したインフレ率は、1997 年には 7.3%にまで減少した。

2001 年 7 月には成長強化・貧困削減戦略（A Strengthened Growth and Poverty Reduction Strategy : SGPRS）を策定し、ニカラグア貧困削減戦略文書（Poverty Reduction Strategy Paper : PRSP）として、同年 9 月に世界銀行及び国際通貨基金（International Monetary Fund : IMF）の承認を受けた。この PRSP に基づいた構造改革、財政規律の促進の結果、2004 年 1 月、「ニ」国は HIPC（Heavily Indebted Poor Country : 重債務貧困国）イニシアティブにより 80%以上の対外債務免除が達成された。

このような背景のもと、「ニ」国の経済成長率は 3.7%（2007 年）の伸び率を示しており、堅調な成長を続けている。国民一人当たりの国民総所得は 1,122.8 ドル（2008 年）である。「ニ」国の産業構造は第一次産業 32%、第二次産業 23%、第三次産業 45%である（2003 年）。貧困層の割合は全国で 45.1%（1990～2005 年）であり、都市部と地方部の格差は顕著である。

### ② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ニ」国において主要な国際幹線道路となっている「大西洋輸送回廊」は、「太平洋輸送回廊」を補完・代替し、北はホンジュラス国の首都テグシガルパから南の隣国コスタリカ国の首都サンホセまで通ずるものである。また、本協力対象事業は、太平洋側の首都マナグアと大西洋側へ通じる拠点であるエル・ラマ港とを結ぶ国道 7 号線にも位置し、「ニ」国の地域経済開発に欠かせない重要な要衝になっている。しかしながら、対象橋梁は 1940 年代に建設され、既に 60 年以上が経過していることに加え、ハリケーン・ミッチ（1998 年）による損害もあり、近年、老朽化が進んでいる。また、幅員は狭く、トラック等の大型車輛は橋梁上ですれ違うことができず、円滑な交通を阻害していることから、これらの橋梁の架け替えが求められている。

このような背景から、「ニ」国政府は本件 4 橋の架け替えにつき、2008 年 7 月に我が国無償資金協力を要請した。要請を受け、2009 年 10 月に国際協力機構による準備調査（予備調査）が実施され、2010 年 1 月我が国政府は本計画に係る準備調査（概略設計）を実施した。

本件プロジェクトは、貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化の観点から、マナグア～エル・ラマ間の対象 3 橋について、現行基準を満足する橋梁と取付道路の建設によって、大西洋輸送回廊の安全で円滑な交通流を確保し、「ニ」国の経済発展を支援することを目的とする。

### ③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

国際協力機構は、2010 年 2 月 17 日から 3 月 26 日まで概略設計調査団を現地に派遣した。帰国後の国内作業の後、2010 年 7 月 29 日から 8 月 7 日まで協力準備調査報告書（案）の現地説明を行った。

本無償資金協力は、貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化を目的とする「ニ」国側の幹線道路輸送ネットワークの強化プログラムの実施に資するため、ティピタパ市、サン・ロレンソ市、フィガルバ市において、以下に示す橋梁 3 橋（橋長それぞれ約 100m）の建設を行うために、「ニ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、表-1 に示す方針に基づいて計画を行う

こととした。

なお、2008年7月の要請時点では、クイサラ橋の2車線橋への架け替えが要請されていたものの、クイサラ橋は、構造安全面及び交通機能面からみて整備の緊急性が低く、また、他の3橋梁を整備することでプロジェクトによる開発効果が発現されることから、同橋は本無償資金協力の対象から除外することで「ニ」国側と合意した。

- ・ ラ・トンガ橋の全面架け替え（橋長：約100m）及び取付道路
- ・ ラス・バンデラス橋の全面架け替え（橋長：約100m）及び取付道路
- ・ テコロストーテ橋の1車線橋の新設（橋長：約100m）及び取付道路

表-1 施設概要

| 橋 梁 名       |           | ラス・バンデラス橋                    | テコロストーテ橋                     | ラ・トンガ橋                       |
|-------------|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 道 路 規 格     |           | 幹線道路                         | 幹線道路                         | 幹線道路                         |
| 設 計 速 度     |           | 80 (km/h)                    | 80 (km/h)                    | 80 (km/h)                    |
| 設 計 活 荷 重   |           | HS20-44 の 25%増し相当<br>(B 活荷重) | HS20-44 の 25%増し相当<br>(B 活荷重) | HS20-44 の 25%増し相当<br>(B 活荷重) |
| 橋 長         |           | 100.5 (m)                    | 100.8 (m)                    | 99.7 (m)                     |
| 支 間 長       |           | 48.9+24.3+24.3 (m)           | 25.0+50.0+25.0 (m)           | 32.3+32.3+32.3 (m)           |
| 幅 員         |           | 12.330 (m)                   | 7.130 (m)                    | 12.330 (m)                   |
| 上 部 構 造 形 式 |           | 鋼単純下路式トラス橋/PC2<br>径間連続I 桁橋   | 鋼 3 径間連続鈑桁橋                  | PC3 径間連続I 桁橋                 |
| 下 部 構 造 形 式 |           | 逆 T 式橋台<br>小半型壁式橋脚           | 逆 T 式橋台<br>小半型壁式橋脚           | 逆 T 式橋台<br>小半型壁式橋脚           |
| 基 礎 形 式     |           | 直接基礎                         | 直接基礎                         | 直接基礎・深礎杭                     |
| 取 付<br>道 路  | 起 点 側 延 長 | 144.0 (m)                    | 241.0 (m)                    | 168.8 (m)                    |
|             | 終 点 側 延 長 | 155.5 (m)                    | 298.2 (m)                    | 371.5 (m)                    |

#### ④ プロジェクトの工期及び概略事業費

プロジェクトの工期は、実施設計約10.0ヶ月、施設建設約21.5ヶ月である。

概算総事業費は、

【施工業者契約認証まで非公開】

#### ⑤ プロジェクトの評価

本プロジェクトの実施により、マナグア〜エル・ラマ間の対象3橋について、現行基準を満足する橋梁と取付道路が建設されるとともに、大西洋輸送回廊の安全で円滑な交通流を確保される。その結果、「ニ」国の貧困格差が是正され、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークが強化され、「ニ」国の経済発展に寄与する。また、本プロジェクトで建設される橋梁は、耐久性・対候性が高いため、当面、大規模な補修は不要であり、必要な日常の維持管理業務を実施するにあたり技術的・財政的に困難な問題は無い。

以上より本協力対象事業を我が国の無償資金協力で実施するのは妥当であると判断する。

## 目 次

序文

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

|         |                        |    |
|---------|------------------------|----|
| 第1章     | プロジェクトの概要              | 1  |
| 1-1     | 当該セクターの現状と課題           | 1  |
| 1-1-1   | 現状と課題                  | 1  |
| 1-1-2   | 開発計画                   | 1  |
| 1-1-3   | 社会経済状況                 | 2  |
| 1-2     | 無償資金協力の背景・経緯及び概要       | 2  |
| 1-3     | 我が国の援助動向               | 3  |
| 1-4     | 他ドナーの援助動向              | 3  |
| 第2章     | プロジェクトを取り巻く状況          | 4  |
| 2-1     | プロジェクトの実施体制            | 4  |
| 2-1-1   | 組織・人員                  | 4  |
| 2-1-2   | 財政・予算                  | 4  |
| 2-1-3   | 技術水準                   | 5  |
| 2-1-4   | 既存施設・機材                | 5  |
| 2-2     | プロジェクトサイト及び周辺の状況       | 5  |
| 2-2-1   | 関連インフラの整備状況            | 5  |
| 2-2-2   | 自然条件                   | 7  |
| 2-2-3   | 環境社会配慮                 | 7  |
| 2-3     | その他（グローバルイシュー等）        | 7  |
| 第3章     | プロジェクトの内容              | 8  |
| 3-1     | プロジェクト概要               | 8  |
| 3-2     | 協力対象事業の概略設計            | 9  |
| 3-2-1   | 設計方針                   | 9  |
| 3-2-1-1 | 協力対象範囲の検討              | 9  |
| 3-2-1-2 | 自然条件に対する方針             | 10 |
| 3-2-1-3 | 自然環境・社会環境への影響に対する方針    | 11 |
| 3-2-1-4 | 準拠基準に対する方針             | 12 |
| 3-2-1-5 | 現地業者の活用に対する方針          | 12 |
| 3-2-1-6 | 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針 | 12 |
| 3-2-1-7 | 施工方法に係る方針              | 13 |
| 3-2-1-8 | 橋梁形式の選定に係る方針           | 13 |
| 3-2-1-9 | 工期に対する方針               | 13 |

|         |                            |    |
|---------|----------------------------|----|
| 3-2-2   | 基本計画 .....                 | 14 |
| 3-2-2-1 | 全体計画及び計画範囲 .....           | 14 |
| 3-2-2-2 | 橋梁計画（共通事項） .....           | 16 |
| 3-2-2-3 | ラス・バンデラス橋の橋梁計画 .....       | 39 |
| 3-2-2-4 | テコロストーテ橋の橋梁計画 .....        | 47 |
| 3-2-2-5 | ラ・トンガ橋の橋梁計画 .....          | 53 |
| 3-2-3   | 概略設計図 .....                | 59 |
| 3-2-4   | 施工計画／調達計画 .....            | 62 |
| 3-2-4-1 | 施工方針／調達方針 .....            | 62 |
| 3-2-4-2 | 施工上の留意事項 .....             | 62 |
| 3-2-4-3 | 施工区分／調達区分 .....            | 66 |
| 3-2-4-4 | 施工監理計画 .....               | 66 |
| 3-2-4-5 | 品質管理計画 .....               | 67 |
| 3-2-4-6 | 資機材等調達計画 .....             | 69 |
| 3-2-4-7 | 実施工程 .....                 | 73 |
| 3-3     | 相手国側負担事業の概要 .....          | 74 |
| 3-4     | プロジェクトの運営・維持管理計画 .....     | 76 |
| 3-5     | プロジェクトの概略事業費 .....         | 79 |
| 3-5-1   | 協力対象事業の概略事業費 .....         | 79 |
| 3-5-2   | 運営・維持管理費 .....             | 81 |
| 3-6     | 協力対象事業実施に当たっての留意事項 .....   | 85 |
| 第4章     | プロジェクトの評価 .....            | 86 |
| 4-1     | プロジェクトの前提条件 .....          | 86 |
| 4-1-1   | 事業実施のための前提条件 .....         | 86 |
| 4-1-2   | プロジェクト全体計画達成のための外部条件 ..... | 86 |
| 4-2     | プロジェクトの評価 .....            | 87 |
| 4-2-1   | 妥当性 .....                  | 87 |
| 4-2-2   | 有効性 .....                  | 88 |
| 資料1.    | 調査団員・氏名                    |    |
| 資料2.    | 調査工程                       |    |
| 資料3.    | 関係者（面会者）リスト                |    |
| 資料4.(1) | 討議議事録（M/D）2010年2月26日       |    |
| 資料4.(2) | 討議議事録（M/D）2010年8月4日        |    |
| 資料4.(3) | テクニカルノート 2010年3月12日        |    |
| 資料5.    | 参考資料（収集資料リスト）              |    |
| 別添1：    | 概略設計図                      |    |
| 別添2：    | モニタリングフォーム                 |    |



位置図





完成予想図（ラス・バンデラス橋）





注) 手前の橋梁が無償資金協力対象橋

完成予想図 (テコロストーテ橋)





完成予想図（ラ・トンガ橋）



写真（関係機関の表敬訪問および協議）



写真-1：討議議事録の署名



写真-2：運輸インフラ省大臣表敬訪問



写真-3：外務省表敬訪問



写真-4：運輸インフラ省計画局長表敬訪問



写真-5：用地確保、環境社会配慮に係る現場立会い・協議



写真-6：Technical Noteに係る協議

## 写真 (ラス・バンデラス橋)



写真-7：道路幅員が1車線しかないため、渋滞が発生している。



写真-8：上流側の下弦材はハリケーン・ミッチ（1998年）の際に流木の衝突で変形している。



写真-9：マナグア側の橋門構は大型車の衝突により変形している。



写真-10：大型車輛の衝突によって変形したは弦材も進行している。



写真-11：P1 橋脚は洪水による局所洗堀がみられる。



写真-12：A1 橋台支点部には、腐食による鋼部材の欠損がみられる。



## 写真 (テコロストーテ橋)



写真-13: 道路幅員が 1 車線しかないため、渋滞が発生している。



写真-14: 橋門構は大型車輛の衝突により変形している。



写真-15: 支承部は腐食による機能不全がみられ、橋台コンクリートは強度不足で剥落がみられる。



写真-16: コンクリート床版に遊離石灰及び錆汁がみられる。



写真-17: A2 側の床版張出し部のブラケットは腐食により機能していない状況である。



写真-18: P2 鉚桁部の鋼材は腐食により断面欠損している。

## 写真 (クイサラ橋)



写真-19：橋梁幅員は6.1m、橋門構下面（中央）のクリアランスは4.8mである。渋滞は発生していない。



写真-20：大型車両の衝突によりトラス橋門構斜め部材が変形している。



写真-21：床版コンクリート表面には損傷および補修が見られる。



写真-22：床版コンクリートの下面にひび割れ、鋼材の腐食が見られる。



写真-23：橋梁上流側の河川・河道は乾季には水位がなく、一部で露呈している岩盤が見受けられる。



写真-24：橋梁下流側の河川・河道は湾曲しており、一部で岩盤が露呈している。周辺住民の洗濯場でもある。



写真（ラ・トンガ橋）



写真-25：道路幅員が1車線しかないため、渋滞が発生している。



写真-26：マナグア側の橋門構は大型車輛の衝突により大きく変形している。



写真-27：マナグア側橋門構は部材が破断し剛性低下がみられる。



写真-28：スウェイフレームにも大型車輛の衝突による部材の破断がみられる。



写真-29：コンクリート床版の一部は抜け落ちており、応急的な補修の跡がみられる。



写真-30：舗装表面は多くのひびわれが発生している。



## 図表リスト

|              |                                           |    |
|--------------|-------------------------------------------|----|
| 表 1-3.1      | 我が国無償資金協力実績（運輸交通分野）                       | 3  |
| 表 1-3.2      | 我が国の開発調査の実績（運輸交通分野）                       | 3  |
| 表 1-4.1      | 他ドナー国・国際機関による援助実績（運輸交通分野）                 | 3  |
| 表 2-1-2.1    | 「ニ」国運輸インフラ省の予算                            | 5  |
| 表 3-2-1-1.1  | 構造上の危険性及び交通機能面への悪影響の深刻度                   | 9  |
| 表 3-2-1-2.1  | 計画流量と桁下余裕高                                | 11 |
| 表 3-2-2-1.1  | 本協力対象事業の計画範囲                              | 14 |
| 表 3-2-2-1.2  | 橋梁基本計画                                    | 15 |
| 表 3-2-2-1.3  | 取付道路基本計画                                  | 15 |
| 表 3-2-2-2.1  | 現地調査実施内容                                  | 16 |
| 表 3-2-2-2.2  | 現地調査手法                                    | 17 |
| 表 3-2-2-2.3  | 調査結果概要                                    | 22 |
| 表 3-2-2-2.4  | 対象橋梁が位置する路線に係る交通量                         | 23 |
| 表 3-2-2-2.5  | 各橋梁位置における将来交通量予想結果                        | 26 |
| 表 3-2-2-2.6  | 歩道設置及び歩道幅員に係る計画                           | 27 |
| 表 3-2-2-2.7  | 舗装設計に用いる設計条件                              | 29 |
| 表 3-2-2-2.8  | 各区間の舗装構成の計算結果                             | 29 |
| 表 3-2-2-2.9  | 対象橋梁上流域の流域面積                              | 30 |
| 表 3-2-2-2.10 | ラス・カノアス・ダム設計流量                            | 34 |
| 表 3-2-2-2.11 | 確率規模 1/50 年の計画流量（ダム地点）                    | 34 |
| 表 3-2-2-2.12 | 各対象橋の確率規模 1/50 年の計画流量                     | 35 |
| 表 3-2-2-2.13 | 河川特性より決定される橋梁諸元                           | 38 |
| 表 3-2-2-2.14 | 桁下余裕高                                     | 38 |
| 表 3-2-2-2.15 | 設計荷重に係る計画                                 | 38 |
| 表 3-2-2-3.1  | 架橋位置の比較結果（ラス・バンデラス橋）                      | 40 |
| 表 3-2-2-3.2  | 橋梁形式の比較結果（ラス・バンデラス橋）                      | 41 |
| 表 3-2-2-3.3  | 下部工形式の比較結果<br>（ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋、ラ・トンガ橋） | 43 |
| 表 3-2-2-3.4  | 支承形式及び支承境界条件（ラス・バンデラス橋）                   | 44 |
| 表 3-2-2-3.5  | 伸縮装置（ラス・バンデラス橋）                           | 45 |
| 表 3-2-2-3.6  | 落橋防止構造（ラス・バンデラス橋）                         | 45 |
| 表 3-2-2-4.1  | 架橋位置の比較結果（テコロストーテ橋）                       | 48 |
| 表 3-2-2-4.2  | 橋梁形式の比較結果（テコロストーテ橋）                       | 49 |
| 表 3-2-2-4.3  | 支承形式及び支承境界条件（テコロストーテ橋）                    | 50 |
| 表 3-2-2-4.4  | 伸縮装置（テコロストーテ橋）                            | 51 |
| 表 3-2-2-4.5  | 落橋防止構造（テコロストーテ橋）                          | 51 |
| 表 3-2-2-5.1  | 架橋位置の比較結果（ラ・トンガ橋）                         | 54 |
| 表 3-2-2-5.2  | 橋梁形式の比較結果（ラ・トンガ橋）                         | 55 |
| 表 3-2-2-5.3  | 支承形式及び支承境界条件（ラ・トンガ橋）                      | 56 |
| 表 3-2-2-5.4  | 伸縮装置（ラ・トンガ橋）                              | 57 |

|             |                                 |    |
|-------------|---------------------------------|----|
| 表 3-2-2-5.5 | 落橋防止構造（ラ・トンガ橋）                  | 57 |
| 表 3-2-3.1   | 概略設計図目次（ラス・バンデラス橋）              | 59 |
| 表 3-2-3.2   | 概略設計図目次（テコロストーテ橋）               | 60 |
| 表 3-2-3.3   | 概略設計図目次（ラ・トンガ橋）                 | 61 |
| 表 3-2-4-2.1 | 各対象橋の降雨量                        | 63 |
| 表 3-2-4-2.2 | ステークホルダー協議の実施状況                 | 64 |
| 表 3-2-4-2.3 | 用地取得及び家屋移転に係る現地政府の進捗状況          | 65 |
| 表 3-2-4-3.1 | 両国政府の負担区分                       | 66 |
| 表 3-2-4-5.1 | コンクリート工の品質管理計画                  | 68 |
| 表 3-2-4-5.2 | 土工及び舗装工の品質管理計画                  | 68 |
| 表 3-2-4-6.1 | 主要建設資材調達区分表                     | 69 |
| 表 3-2-4-6.1 | 工事用建設機械調達区分整理表                  | 72 |
| 表 3-2-4-7.1 | 業務実施工程表                         | 73 |
| 表 3-3.1     | 既設テコロストーテ橋の補修・補強項目推奨案           | 75 |
| 表 3-3.2     | 既設クイサラ橋の補修・補強項目推奨案              | 75 |
| 表 3-4.1     | COERCO-EICMEP の予算（2003～2008 年）  | 77 |
| 表 3-4.2     | FOMAV の予算（2007～2010 年）          | 78 |
| 表 3-5-2.1   | 橋梁維持管理費用                        | 81 |
| 表 3-5-2.2   | 取付道路維持管理費用                      | 81 |
| 表 3-5-2.3   | 橋梁の主要な維持管理項目及び年間費用（ラス・バンデラス橋）   | 82 |
| 表 3-5-2.4   | 取付道路の主要な維持管理項目及び年間費用（ラス・バンデラス橋） | 82 |
| 表 3-5-2.5   | 橋梁の主要な維持管理項目及び年間費用（テコロストーテ橋）    | 83 |
| 表 3-5-2.6   | 取付道路の主要な維持管理項目及び年間費用（テコロストーテ橋）  | 83 |
| 表 3-5-2.7   | 橋梁の主要な維持管理項目及び年間費用（ラ・トンガ橋）      | 84 |
| 表 3-5-2.8   | 取付道路の主要な維持管理項目及び年間費用（ラ・トンガ橋）    | 84 |
| 表 4-2-2.1   | 定量的効果                           | 88 |



|              |                                          |    |
|--------------|------------------------------------------|----|
| 図 2-1-1.1    | 「ニ」国運輸インフラ省の組織図 .....                    | 4  |
| 図 2-2-1.1    | 大西洋輸送回廊および国道 7 号線の道路・橋梁整備状況図 .....       | 6  |
| 図 3-2-2.1    | 基本計画策定のフロー図 .....                        | 14 |
| 図 3-2-2-2.1  | 緊急度・重要度が高い主要な損傷状況 .....                  | 18 |
| 図 3-2-2-2.2  | コンクリート強度推定結果 .....                       | 19 |
| 図 3-2-2-2.3  | 現在の中性化深さと中性化が鉄筋に至るまでの期間の推定 .....         | 20 |
| 図 3-2-2-2.4  | 無次元化したフーリエ・スペクトル .....                   | 21 |
| 図 3-2-2-2.5  | 交通量の伸びと GDP の伸びとの関係（1996 年の交通量を基準） ..... | 24 |
| 図 3-2-2-2.6  | 対象橋梁が位置する路線に関する交通量 .....                 | 25 |
| 図 3-2-2-2.7  | 標準断面 .....                               | 28 |
| 図 3-2-2-2.8  | 対象橋梁上流域の流域図 .....                        | 30 |
| 図 3-2-2-2.9  | ラス・バンデラス橋のハリケーン・ミッチ来襲時の最高水位 .....        | 31 |
| 図 3-2-2-2.10 | ラス・カノアス・ダム洪水吐の状況 .....                   | 32 |
| 図 3-2-2-2.11 | ラス・カノアス・ダム洪水吐の $\angle H-Q$ 図 .....      | 33 |
| 図 3-2-2-2.12 | ラス・カノアス・ダムの使用状況 .....                    | 33 |
| 図 3-2-2-2.13 | ラス・バンデラス橋の計画高水位 .....                    | 35 |
| 図 3-2-2-2.14 | テコロストーテ橋の計画高水位 .....                     | 36 |
| 図 3-2-2-2.15 | クイサラ橋の計画高水位 .....                        | 37 |
| 図 3-2-2-2.16 | ラ・トンガ橋の計画高水位 .....                       | 37 |
| 図 3-2-2-3.1  | 橋梁形式による必要用地幅と影響家屋等（ラス・バンデラス橋） .....      | 42 |
| 図 3-4.1      | COERCO-EICMEP 組織図 .....                  | 77 |
| 図 3-4.2      | FOMAV 組織図 .....                          | 78 |

## **略語集**

|               |   |                                                                                        |
|---------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|
| AASHTO        | : | American Association of State Highway and Transportation Officials<br>(アメリカ道路・運輸技術者協会) |
| ASTEM         | : | American Society for Testing and Materials<br>(米国材料試験協会)                               |
| COERCO        | : | Corporación de Empresas de la Construcción<br>(地域建設公社)                                 |
| COERCO-EICMEP | : | Empresa Integral De La Construcción Manuel Escobar Pereira<br>(マナグア県南東1事業所)            |
| EIA           | : | Environmental Impact Assessment<br>(環境影響評価)                                            |
| E/N           | : | Exchange of Notes<br>(交換公文)                                                            |
| ESAL          | : | Equivalent Single Axle Loadings<br>(等値換算通過軸数)                                          |
| FOMAV         | : | Fondo de Mantenimiento Vial<br>(道路維持管理基金)                                              |
| G/A           | : | Grant Agreement<br>(贈与契約)                                                              |
| GDP           | : | Gross Domestic Product<br>(国内総生産)                                                      |
| HIPC          | : | Heavily Indebted Poor Country<br>(重債務貧困国)                                              |
| IDB, BID      | : | Inter-American Development Bank, Banco Interamericano de Desarrollo<br>(米州開発銀行)        |
| IEE           | : | Initial Environmental Examination<br>(初期環境調査)                                          |
| IMF           | : | International Monetary Fund<br>(国際通貨基金)                                                |
| INETER        | : | Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales<br>(国土調査院)                            |
| JICA          | : | Japan International Cooperation Agency<br>(国際協力機構)                                     |
| LOS           | : | Level of Service<br>(サービスレベル)                                                          |
| PND           | : | Plan Nacional de Desarrollo<br>(ニカラグア国 国家開発計画)                                         |
| PNDH          | : | Plan Nacional de Desarrollo Humano<br>(国家人間開発計画)                                       |

|        |   |                                                                                 |
|--------|---|---------------------------------------------------------------------------------|
| PPP    | : | Plan Puebla-Panamá<br>(プラン・プエブラ・パナマ)                                            |
| PRSP   | : | Poverty Reduction Strategy Paper<br>(貧困削減戦略文書)                                  |
| MARENA | : | The Ministry of Natural Resources and Environment<br>(環境資源省)                    |
| MTI    | : | The Ministry of Transport and Infrastructure<br>(ニカラグア国 運輸インフラストラクチャー省、運輸インフラ省) |
| PC     | : | Pre-stressed Concrete<br>(プレストレストコンクリート)                                        |
| ROW    | : | Right of Way<br>(道路用地)                                                          |
| SGPRS  | : | A Strengthened Growth and Poverty Reduction Strategy<br>(成長強化・貧困削減戦略)           |



# 第1章 プロジェクトの概要

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

ニカラグア共和国（以下「ニ」国という）の運輸交通インフラ整備を所管する運輸インフラ省（Ministry of Transport and Infrastructure: MTI）は、国家開発計画のうち、「幹線道路輸送ネットワークの強化」という主要プログラムを実施している。MTI は、貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化の観点から、特に「太平洋輸送回廊」及び「大西洋輸送回廊」の整備を重要視している。

本プロジェクトの対象橋梁が位置する国道 7 号線は、国際幹線道路である大西洋輸送回廊の一部を構成し、さらに、首都マナグアと多くの貧困層が居住するカリブ海側のエル・ラマ港を東西に結ぶ道路である。同路線は円滑で安全な国際・国内物流を確保する上で重要な役割を担っている。

我が国も無償資金協力により、これまでに国道 7 号線上の 4 橋を含む 20 橋の橋梁整備を実施している。これらの整備によって幹線道路輸送ネットワーク整備が進められてきたものの、依然、狭幅員橋梁がボトルネックとなっており、洪水による被害、車輦衝突による損傷等の問題を抱える橋梁が残っている状況である。

協力対象橋梁は 1 車線分の道路幅員しかないため、通行車両は橋梁の前後で一時停車を余儀なくされており、円滑な物流を確保できていない。また、1998 年のハリケーン・ミッチでは、ラス・バンデラス橋が冠水し、通行止めを余儀なくされただけでなく、流木が橋の主要部材である下弦材に衝突し、大きな変形を伴う損傷を受けた。さらに、大型車輦が橋門構に衝突することで主要部材が変形しており、これらの損傷を存置したまま供用し続けた場合には、使用状況によっては部材が破断し、橋全体が崩壊する危険性がある。このように、経済発展の観点のみならず、安全面の確保からも橋梁整備の必要性は高い。

### 1-1-2 開発計画

「ニ」国は 2004 年 9 月に「オペレーショナル国家開発計画」を発表し、この提案に国会、市民社会、民間セクター、ドナー等からの意見、提言を反映させた「国家開発計画」（第 2 次 PRSP、Plan Nacional de Desarrollo: PND）が 2005 年 11 月に策定された。第 2 次 PRSP である PND は基本的に第 1 次 PRSP の政策を踏まえたものであり、重点分野は、(1) 経済発展、(2) 人的資源開発及び社会保護、(3) 社会・生産部門インフラ整備、(4) ガバナンスの向上及び公共セクターの近代化の 4 点である。上記の(1) 経済発展及び(3) 社会・生産部門のインフラ整備に対応し、道路・港湾・空港分野等の整備が挙げられており、特に効率的な物流の促進で域内、地域間を結ぶ幹線道路輸送ネットワークの強化に重点が置かれている。引き続き 2008 年 4 月に策定された「国家人間開発計画」（PNDH; Plan Nacional de Desarrollo Humano）においても、特に貧困の削減が重要な課題となっており、道路や橋梁等の基盤整備に重点が置かれている。

一方、2001 年 6 月に策定された中米経済・社会統合の実現を目指した広域開発計画「プラン・

プエブラ・パナマ（Plan Puebla-Panamá: PPP）」（現在は、「プロジェクト・メソアメリカ）」において、中米地域の物流活性化のため、国際幹線道路ネットワーク整備の促進が謳われており、「ニ」国では「太平洋輸送回廊」及び「大西洋輸送回廊」が主要な国際幹線道路となっている。

### 1-1-3 社会経済状況

「ニ」国は、中南米カリブ海諸国の中でハイチに続く貧困国である。1980年代には内戦の激化により経済が低迷し、同時にハイパーインフレーションにも見舞われ、対外債務は大幅に増大した。1990年4月に発足したチャモロ政権は、経済の再建のため、経済安定化、構造調整政策（財政・金融政策の改善、価格統制の原則撤廃、為替レート及び貿易制度の自由化等）、累積債務削減に重点を置く政策を講じた。この結果、経済成長率は1992年にプラスに転じ、1997年には5.5%を記録した。また、1990年に13,490%を記録したインフレ率は、1997年には7.3%にまで減少した。

2001年7月には成長強化・貧困削減戦略（A Strengthened Growth and Poverty Reduction Strategy: SGPRS）を策定し、ニカラグア貧困削減戦略文書（Poverty Reduction Strategy Paper: PRSP）として、同年9月に世界銀行及び国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）の承認を受けた。このPRSPに基づいた構造改革、財政規律の促進の結果、2004年1月、「ニ」国はHIPC（Heavily Indebted Poor Country: 重債務貧困国）イニシアティブにより80%以上の対外債務免除が達成された。

このような背景のもと、「ニ」国の経済成長率は3.7%（2007年）の伸び率を示しており、堅調な成長を続けている。国民一人当たりの国民総所得は1,122.8ドル（2008年）である。「ニ」国の産業構造は第一次産業32%、第二次産業23%、第三次産業45%である（2003年）。貧困層の割合は全国で45.1%（1990～2005年）であり、都市部と地方部の格差は顕著である。

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「ニ」国において主要な国際幹線道路となっている「大西洋輸送回廊」は、「太平洋輸送回廊」を補完・代替し、北はホンジュラス国の首都テグシガルパから南の隣国コスタリカ国の首都サンホセまで通ずるものである。また、本協力対象事業は、太平洋側の首都マナグアと大西洋側へ通じる拠点であるエル・ラマ港とを結ぶ国道7号線にも位置し、「ニ」国の地域経済開発に欠かせない重要な要衝になっている。しかしながら、対象橋梁は1940年代に建設され、既に60年以上が経過していることに加え、ハリケーン・ミッチ（1998年）による損害もあり、近年、老朽化が進んでいる。また、幅員は狭く、トラック等の大型車輛は橋梁上ですれ違ふことができず、円滑な交通を阻害していることから、これらの橋梁の架け替えが求められている。

このような背景から、「ニ」国政府は本件4橋の架け替えにつき、2008年7月に我が国無償資金協力を要請した。要請を受け、2009年10月に国際協力機構による準備調査（予備調査）が実施され、2010年1月我が国政府は本計画に係る準備調査（概略設計）を実施した。

### 1-3 我が国の援助動向

我が国の運輸交通分野における無償資金協力の実績を表 1-3.1、開発調査を表 1-3.2 に示す。

表 1-3.1 我が国無償資金協力実績（運輸交通分野）

（単位：億円）

| 実施年度   | 案件名             | 供与限度額 | 概要                                  |
|--------|-----------------|-------|-------------------------------------|
| 2007 年 | 国道七号線主要橋梁架け替え計画 | 9.61  | 4 橋梁(ラス・リマス橋、オコングア橋、キナマ橋、ムアン橋)の架け替え |
| 2009 年 | 道路維持管理能力強化計画    | 6.55  | 地方を始めとする道路整備のための道路整備機材の調達           |
| 2010 年 | サンタフェ橋建設計画      | 27.53 | サンタフェ橋の建設                           |

表 1-3.2 我が国の開発調査の実績（運輸交通分野）

| 協力内容 | 実施年度   | 案件名/その他                       | 概要                                               |
|------|--------|-------------------------------|--------------------------------------------------|
| 開発調査 | 1992 年 | 道路整備計画調査                      | 内戦終結後の道路復興に向けての全国道路マスタープラン策定調査及び優先道路整備区間の F/S 調査 |
| 開発調査 | 2001 年 | 主要道路網の自然災害に対する脆弱性診断及び道路防災計画調査 | 法面崩壊等の自然災害が多発するニカラグアの山岳部地域における道路防災計画立案のための開発調査   |

### 1-4 他ドナーの援助動向

本協力対象事業に係る他ドナー国・国際機関による援助実績を表 1-4.1 に示す。

表 1-4.1 他ドナー国・国際機関による援助実績（運輸交通分野）

（単位：千 US ドル）

| 実施年度              | 機関名             | 案件名                  | 金額     | 援助形態 | 概要                                   |
|-------------------|-----------------|----------------------|--------|------|--------------------------------------|
| 1999 年<br>～2003 年 | デンマーク<br>政府開発機構 | サン・ベニート～サン・ロレンソ間道路改修 | 22,000 | 有償   | 国道 7 号線サン・ベニート～サン・ロレンソ間 79.6km の道路整備 |
| 2002 年<br>～2003 年 | 世界銀行            | ムアン～エル・ラマ間道路改修       | 14,000 | 有償   | 国道 7 号線ムアン～エル・ラマ間 90.3km の道路整備       |
| 2003 年<br>～2005 年 | 米州開発銀行          | サン・ロレンソ～ムアン間道路改修     | 21,800 | 有償   | 国道 7 号線サン・ロレンソ～ムアン間 88.80km の道路整備    |





表 2-1-2.1 「ニ」国運輸インフラ省の予算

| 年 度  | 承認予算(コルドバ)    | 実施支出(コルドバ)    |
|------|---------------|---------------|
| 2000 | 1,891,827,851 | 1,649,621,506 |
| 2001 | 1,510,014,293 | 1,227,724,979 |
| 2002 | 1,050,762,137 | 937,347,528   |
| 2003 | 1,128,296,008 | 1,056,147,307 |
| 2004 | 1,482,872,412 | 1,281,521,971 |
| 2005 | 1,718,836,063 | 1,433,678,437 |
| 2006 | 1,416,365,816 | 898,373,156   |
| 2007 | 1,860,461,929 | 1,584,018,763 |
| 2008 | 1,988,730,145 | 1,788,387,348 |
| 2009 | 2,349,220,995 | 1,488,931,271 |

注) 予算年度は1月から12月

出典: 「ニ」国運輸インフラ省、2009年時点

### 2-1-3 技術水準

「ニ」国側の主管官庁及び実施機関となる運輸インフラ省は、日本をはじめとする外国からの援助による道路・橋梁整備事業を数多く実施した実績を有していることから、本プロジェクトの実施も問題ないと考えられる。

### 2-1-4 既存施設・機材

「ニ」国側の主管官庁及び実施機関となる運輸インフラ省は、工事、維持管理を全て外部機関や民間会社に委託するため、既存施設・機材は有していない。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

「ニ」国内の大西洋回廊及び国道7号線の整備状況を図2-2-1.1に示す。「ニ」国内の大西洋輸送回廊は、国道1号線、国道7号線及び国道25号線のルートであり、道路は他ドナーの支援、橋梁3橋梁は我が国の支援により整備が完了している。未整備であったアコヤパ～サンカルロス及びコスタリカ国国境までの整備は米州開発銀行（Inter-American Development Bank: IDB）の支援により着手、国境近くのサンタフェ橋も我が国の無償資金協力により建設が計画されている。国道7号線では、大西洋輸送回廊である国道25号線との分岐点ロバコからエル・ラマ間において我が国の支援3橋梁を含む整備が完了している。

国道1号線の分岐点サンベニートから国道25号線の分岐点アコヤパ間には86橋梁が架橋されている。



## 2-2-2 自然条件

「ニ」国は、東をカリブ海と大西洋、西を太平洋に挟まれた中央アメリカ地峡に位置し、北西にホンジュラス国、南にコスタリカ国と国境を接しており、総面積 13 万 km<sup>2</sup>、人口 560 万人（2007 年）である。

気候は、西部がサバンナ気候、東部は熱帯雨林気候、中央北部は温暖湿潤気候で、一年が乾期（11 月～4 月）と雨期（5 月～10 月）と明確に分かれている。年間の全国平均降雨量は約 1,200mm、降水量が特に多い東部のカリブ沿岸地方は 3,800mm となっている。降水量の 95%が雨期に集中することから、雨期には通行不能になる道路が多い。協力対象橋梁の周辺の降雨量は過去 5 年間平均（2004～2008 年）で約 1,100mm（ラス・バンデラス橋）から 1,650mm（テコロストーテ橋）であり、最も降雨量が多いテコロストーテ橋では日本の平均降雨量の 90%である。

## 2-2-3 環境社会配慮

2009 年 9 月に実施された予備調査の際に、初期環境調査 (Initial Environmental Examination :IEE:)が実施されている。本調査においては、この結果をレビューし、負の環境影響をおよぼすと見られる項目について軽減措置を講じ、施工計画に反映させるものとする。

社会環境面で最も影響が大きい項目として、規模は小さいもののラス・バンデラスの住民移転が挙げられる。次に用地取得、店舗の移転等が考えられるが、いずれも対象となる住民の数は少ない。また、河川はその地域に住む女性の洗濯場として利用されているため、こうした日常生活習慣や社交場としての役割に配慮した施工方法が求められる。

自然環境面では、橋脚による河積阻害や流心の変化等が生じる恐れがあり、結果として河川の地形に影響をおよぼすことも考えられる。対象河川は乾期には厳しい渇水が続き、乾いた河床が露出される場所も散見される。環境資源省 (The Ministry of Natural Resources and Environment: MARENA) の情報では、この地域には稀少生物や植物が存在しないため、重大な生態系への影響はないものと判断される。

建設期間中は、重機や車輛等が多く投入されるため、埃や排ガスによる大気の汚染や、騒音、振動等により一部の住民に対し公害の発生も懸念される。また、河川内の工事や作業所からの排水、廃棄物等による水質汚染も考えられるため、これらの対策を十分講じた施工方法、現場監理方法が求められる。さらに、工事関係の車輛類の往来が激しくなるため、住民や工事関係者が事故を起こさないよう万全な安全管理態勢で臨む必要がある。

## 2-3 その他（グローバルイシュー等）

「ニ」国の貧困層の割合は全国で 45.1%（1990～2005 年）であり、都市部と地方部の格差は顕著である。貧困層の多くは大西洋側の農村地域に居住しており、太平洋側の首都マナグアと大西洋側へ通じる拠点であるエル・ラマ港とを結ぶ国道 7 号線は、「ニ」国の地域経済開発・貧困削減に欠かせない重要な路線になっている。



## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクト概要

本件プロジェクトは、貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化の観点から、マナグア～エル・ラマ間の対象3橋について、現行基準を満足する橋梁と取付道路の建設によって、大西洋輸送回廊の安全で円滑な交通流を確保し、「ニ」国の経済発展を支援することを目的とする。

本無償資金協力は、貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化を目的とする「ニ」国側の幹線道路輸送ネットワークの強化プログラムの実施に資するため、ティピタパ市、サン・ロレンソ市、フィガルパ市において、橋梁3橋（橋長それぞれ約100m）の建設を行うために、「ニ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画することとした。

2008年7月の要請時点では、ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋、クイサラ橋、ラ・トンガ橋の4橋梁の2車線橋への架け替えが要請されていた。2009年10月の予備調査時点で、この要請は変更され、要請4橋梁の内、ラス・バンデラス橋については2車線橋への全面架け替え、他の3橋梁については隣接する1車線橋を新設する内容で「ニ」国側と合意された。

しかし、準備調査（概略設計）における現地調査の結果、2009年10月の予備調査以降に発生した車輦衝突によって状況が変化し、ラス・バンデラス橋に加え、ラ・トンガ橋に主部材の損傷・変形等の構造安全性に大きな問題があり、しかも、この変形が進行していることが判明した。このため、構造的危険性の深刻度及び交通ボトルネックの深刻度を調査・評価し、協力対象事業の優先順位を下記のように設定した。クイサラ橋は、構造安全面及び交通機能面からみて整備の緊急性が低く、また、他の3橋梁を整備することでプロジェクトによる開発効果が発現されることから、協力対象事業を下記優先順位の第3位までとし、クイサラ橋は本無償資金協力の対象から除外することで「ニ」国側と合意した。

- 第1位 ラ・トンガ橋の全面架け替え（橋長：約100m）及び取付道路
- 第2位 ラス・バンデラス橋の全面架け替え（橋長：約100m）及び取付道路
- 第3位 テコロストーテ橋の1車線橋の新設（橋長：約100m）及び取付道路
- 第4位 クイサラ橋の1車線橋の新設（橋長：約50m）及び取付道路

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 協力対象範囲の検討

現地調査結果及び国内解析結果によると既存橋の構造的危険性及び交通機能面への悪影響の深刻度の順位は表 3-2-1-1.1 のように判断された。

表 3-2-1-1.1 構造上の危険性及び交通機能面への悪影響の深刻度

| 橋梁名                   | 構造的危険性の深刻度                                                                                                                                                             | 交通ボトルネックの深刻度                                                 |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ラス・バンデラス橋<br>(L=100m) | 2 <ul style="list-style-type: none"><li>主部材の局部座屈による変形</li><li>沓座の激しい損傷・劣化</li><li>50 年確率高水位に対して冠水する。</li></ul>                                                         | 3 AADT：5,425pcu/d(36%)<br>自転車：107 台／12 時間<br>歩行者 492 人／12 時間 |
| テコロストーテ橋<br>(L=100m)  | 3 <ul style="list-style-type: none"><li>主部材と 2 次部材の接合部や 2 次部材の著しい腐食</li><li>沓座の激しい損傷・劣化</li></ul>                                                                      | 2 AADT：3,596pcu/d(27%)<br>自転車：354 台／12 時間<br>歩行者：868 人／12 時間 |
| クイサラ橋<br>(L=50m)      | 4 <ul style="list-style-type: none"><li>主部材と 2 次部材の接合部の軽微な腐食</li><li>沓座の軽微な損傷・劣化</li></ul>                                                                             | 4 AADT：2,955pcu/d(33%)<br>自転車：34 台／12 時間<br>歩行者：10 人／12 時間   |
| ラ・トンガ橋<br>(L=100m)    | 1 <ul style="list-style-type: none"><li>主部材と斜材の座屈変形</li><li>斜材の破断、橋門構の端柱からの剥離</li></ul>                                                                                | 1 AADT：6,210pcu/d(15%)<br>自転車：533 台／12 時間<br>歩行者：773 人／12 時間 |
| 備考                    | 交通ボトルネックへの対処の優先順位は、いずれも大型車にとって 1 車線であるため、橋梁位置における交通量の大小及び橋長の長・短を考慮した。(( )内%は大型車混入率)<br>PCU：乗用車換算係数 (Passenger Car Unit)<br>AADT：年平均日交通量 (Average Annual Daily Traffic) |                                                              |

上表から各橋梁の状況が下記のように総括された。

#### ラス・バンデラス橋及びラ・トンガ橋

- 両橋とも主部材に致命的な損傷が認められ、橋梁構造の全体的安全性に大きな欠陥があり、2 車線橋への全面架け替えが必要である。
- ラス・バンデラス橋は、50 年確率高水位に対して橋面が冠水しており、50 年確率洪水に対して安全性が確保されていない。
- 車両が橋梁の手前で一旦停止し、対向車を待つことが度々であり、明らかに交通上のボトルネックとなっている。
- 2 車線橋への全面架け替えによって両橋梁上での安全な交通が確保されると同時に交通ボトルネックの問題も解消される。

#### テコロストーテ橋

- 既存橋の劣化・損傷は、いずれも 2 次部材であり、直ちに構造安全性に影響を与える状態

ではなく、適切な維持・補修を行うことによって一定の構造安全性を確保できる。

- 車両が橋梁の手前で一旦停止し、対向車を待つことが度々であり、明らかに交通上のボトルネックとなっている。
- したがって、適切な補修を実施することにより既存橋の構造安全性を確保し、1車線の橋梁を既存橋と平行して建設することにより交通ボトルネックへの対処を図ることが妥当と認められた。

### **クイサラ橋**

- 既存橋の劣化・損傷は軽微であること、歩行者・自転車も含めた交通量が他橋梁に比べて少ないこと、及び橋長が他橋梁に比べて半分の長さ（50m）であることも原因し、橋梁手前で一旦停止する車両が認められなかった。
- 交通量が少ないため、実質上は、交通のボトルネックとはなっていないと判断された。
- 構造安全性及び交通機能面のボトルネックの両面から無償資金協力案件としての妥当性、緊急性、必要性に照らして1車線橋の新設は時期尚早と判断された。

上記の判断から、協力の範囲は上述した優先順位第3位までの橋梁が協力対象となった。

ただし、既存のテコロストーテ橋とクイサラ橋は橋門構の高さが現況で4.2～4.8mしか確保されていないため、大型車の通過は可能であるが、現行基準の交通建築限界（5.2m）に対して適合していないことに留意する必要がある。また、この既存2橋の地震時安全性は最新の耐震設計に準拠していない、地震時落橋防止などの設置が次善の策として推奨される、さらに、橋門構隅角部に多くの大型車両の接触跡が認められることから既存橋車道内を通行するような誘導策が交通機能面における次善の策として必要であり、既存橋の補修・地震時落橋防止装置の設置も含めて本調査において「二」国側に推奨するものである。

### **3-2-1-2 自然条件に対する方針**

自然条件の構造物設計への反映は直接的に構造物の規模と安全性に影響する非常に重要な要素である。その反映の基本的考え方は下記のとおりである。

- 気象条件は、施工計画・実施工程及び河川の洪水時の流速・流量と洗掘深の推定、及び橋梁の最小支間長の設定の目安に活用する。
- 河川条件は、橋台を防護するための護岸の必要性の有無やその規模・延長の設定、洗掘深の推定、橋台位置の計画及び橋梁高さ、最小支間長の設定に反映する。
- 地形・地質条件は、橋梁位置と橋台位置（橋長）の計画、支持層の深さ、橋梁基礎の支持力の推定、基礎形式の選定及び施工計画に活用する。
- 地形図は、流量設定上における各橋梁上流域の流域界（流域面積）の設定に用いる。
- 地震条件は、橋梁形式の選定及び下部工・基礎規模の設定に反映する。
- 50年確率設計高水位は、現河川に堤防がないこと等から計算で推定することには限界があり、聞き取り調査によるハリケーン・ミッチ以外の既往最大水位と計算値とを総合的に評価して決定し、桁下面高さの設定（桁下余裕高）に反映する。

自然条件に関連する橋梁計画上の対処は下記の方針とする。

### **計画高水位・計画流量(Q)の設定方針**

- 50年確率の高水位とする。
  - 比流量（単位面積当たりの流量）は、ラス・バンデラス橋の上流にあるラス・カノアス・ダム地点での流量<sup>\*1)</sup>（966m<sup>3</sup>/s）に基づき設定し、各橋梁位置が架かる河川の流量を推定する（対象4橋梁が架かる河川は、流域が隣接し、地形も類似していることから降雨特性とその流出特性に有意義な差はないと推測できる）。
- <sup>\*1)</sup>：ラス・カノアス・ダムについては、1952年～1969年の18年間の最大流量を基本に、Gumbel法で確率年とその流量が推定されており、この解析結果に基づき推定した。
- 計画高水位の設定は、聞き取り調査結果及び水理解析結果の両者を比較し、適切に設定する（ハリケーン・ミッチは数百年に一度の洪水であり、この洪水位を計画高水位とすることは過大設計となる可能性がある。そのため、聞き取り調査によって既往の最大高水位を推定し（ハリケーン・ミッチを除く）、これを50年確率高水位とした。）。
  - 計画高水位からの桁下余裕高さの目安は、日本の河川管理施設等構造令に基づき表3-2-1-2.1のとおり設定する。

表 3-2-1-2.1 計画流量と桁下余裕高

| 計画流量 Q (m <sup>3</sup> /s) | 200 未満 | 200～500 | 500～2000 | 2000～5000 |
|----------------------------|--------|---------|----------|-----------|
| 桁下余裕高さ (m)                 | 0.6    | 0.8     | 1.0      | 1.2       |

- 最小支間長の目安は、日本の河川管理施設等構造令により、下記の基準径間長（L(m)）と既存橋の支間長及び流況を考慮して設定する。ここにQは計画流量（m<sup>3</sup>/s）である。

$$L(m)=20+0.005\times Q(m^3/s)$$

### **支持層の設定**

- 橋梁基礎の支持層は、標準貫入試験において砂・砂礫層で標準貫入試験値（N 値）が 30 から 50 以上、粘性土で 20 以上の地層とする。
- 砂礫層においては、礫を叩いている可能性や洗掘の難易、構造規模等を考慮して、支持層を慎重に検討する（単純に N 値 30 を支持層としない）。

### **地震力及び温度変化**

- 地震力及び温度変化については、安全性を同一とするため、同一路線でその他の環境条件が同一と考えられる橋梁建設プロジェクトにおいて、無償資金協力案件で用いた地震力及び温度変化を参考にする。

### **3-2-1-3 自然環境・社会環境への影響に対する方針**

本協力対象事業は、既存橋の架け替え、あるいは近接して1車線橋を新設するものであり、社会環境及び自然環境を大きく改変するものではないが、計画、設計及び施工にあたり次の点に留意して、自然・社会環境への影響を最小限に抑える。



- 私有地への道路用地の侵食が最小限となる計画とする。特に、ラス・バンデラス橋は既存橋桁下面位置より約 2.5m 高くする必要がある、極力桁高の低い橋梁形式を選定し、取付道路盛土による周辺用地への侵食を小さくするよう配慮する。
- サイト周辺には住居・学校・レストラン等があり、振動、騒音のできるだけ小さい工法を採用する。
- 工事中の迂回路を確保し、交通安全に留意するとともに円滑な交通の確保に努める。
- 工事中の河川水質汚濁を極力少なくする。
- 工事廃棄物の処理を適切に行う。

#### **3-2-1-4 準拠基準に対する方針**

下記の基準に準拠する。この中で、幅員構成や車道幅、線形要素、活荷重は、中央アメリカの幾何構造基準及び AASHTO 設計基準、構造設計（耐震設計含む）は日本の道路橋示方書に基づく。舗装設計は AASHTO 舗装設計基準に基づく。

- 中米道路幾何設計指針（2004 年）
- Standard Specifications for Highway Bridges (American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO) (米国、2002 年)
- Design of Pavement Structures (AASHTO) (米国、1993 年)
- Highway Capacity Manual (Transportation Research Board) (米国、2000 年)
- 道路構造令（日本、1983 年）
- 河川管理施設等構造令（日本、1978 年）
- 道路橋示方書（日本、2002 年）
- 「ニ」国建設基準

#### **3-2-1-5 現地業者の活用に対する方針**

現地調査の結果、鋼材を除いて資材及び技術者を含む労務のほとんどが現地調達可能と判断されたため、施工を行う日本の建設業者は、鋼材を除き可能な限り「ニ」国内調達で工事を賄う。ただし、現地業者はトラス橋や PC 橋梁工事は外国企業の下請けとして参画しており、本件の工事施工への参画は労務供給が主体とならざるを得ない。したがって、工事の施工体制は、日本の建設業者による直営方式となる。

#### **3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針**

本協力対象事業完了後の維持管理は、本プロジェクトの実施機関（Ministerio De Transporte e Infraestructura：MTI）の下部組織である地域建設公社（Corporación de Empresas Regionales de la Construcción：COERCO）が橋梁、燃料税で道路維持管理を運営している道路維持管理基金（Fondo De Mantenimiento Vial：FOMAV）が取付道路の維持管理を行う。上記機関は、これまでに本邦無償資金協力により建設された橋梁・取付道路の維持管理も維持管理していることから、本協力対象事業で建設される橋梁・取付道路の維持管理も可能であると考え。なお、今後の維持管理に

対する負担を軽減するために、本協力対象事業は、できる限り維持管理が容易な構造の採用に留意する。

### 3-2-1-7 施工方法に係る方針

現在、日本国内及び国際的に広く用いられている技術と工法を採用することにより、高品質な橋梁が建設される。また、品質保証に必要な材料試験及び出来形検査の手順・基準を設計図書及び仕様書で明確に記述する。工事が常に周辺住民及び工事従事者の安全並びに環境への配慮を行いながら実施されるよう施工計画を立案する。また、対象橋梁は「二」国の物流における重要幹線道路に位置しているため、工事中の迂回路を確保し、経済活動への影響を最小限にする。

### 3-2-1-8 橋梁形式の選定に係る方針

道路使用性、構造性・施工性、維持管理性、経済性、環境への影響等を総合的に評価したうえで最適な橋梁形式を選定する。

- 道路使用性・河川流下性 : 道路の平面・縦断線形及び河川の流下特性が良好であること
- 構造性・施工性 : 容易で安全・確実に施工できること。
- 維持管理性 : 維持管理が容易かつ安価であること。  
また、十分な耐久性を有すること。ただし、護岸工は橋台を防護するとの観点から計画し、過大なものとせず維持補修を行いながら供用していくこと。
- 経済性 : 費用対効果を高めるため、橋梁建設費・補修費・維持管理費ができるだけ安価であること。
- 環境影響 : 沿道住民に配慮し、粉塵の発生・振動騒音及び自然環境への影響を極力小さくすること。

### 3-2-1-9 工期に対する方針

サイトの年間降雨量は、最も多いテコロストーテ橋で約 1,650mm、最も少ないラス・バンデラス橋で年間約 1,100mm、3 橋の平均は約 1,330mm（東京の約 90%）である。また雨季は 5 月～10 月で、降雨量の約 85%が雨季に集中する。

このような気象条件から、対象 3 橋梁のクリティカルパスを検討し工事工程を立案する。

### 3-2-2 基本計画

基本計画策定にあたって、設計方針との関連を図 3-2-2.1 のフロー図に示す。

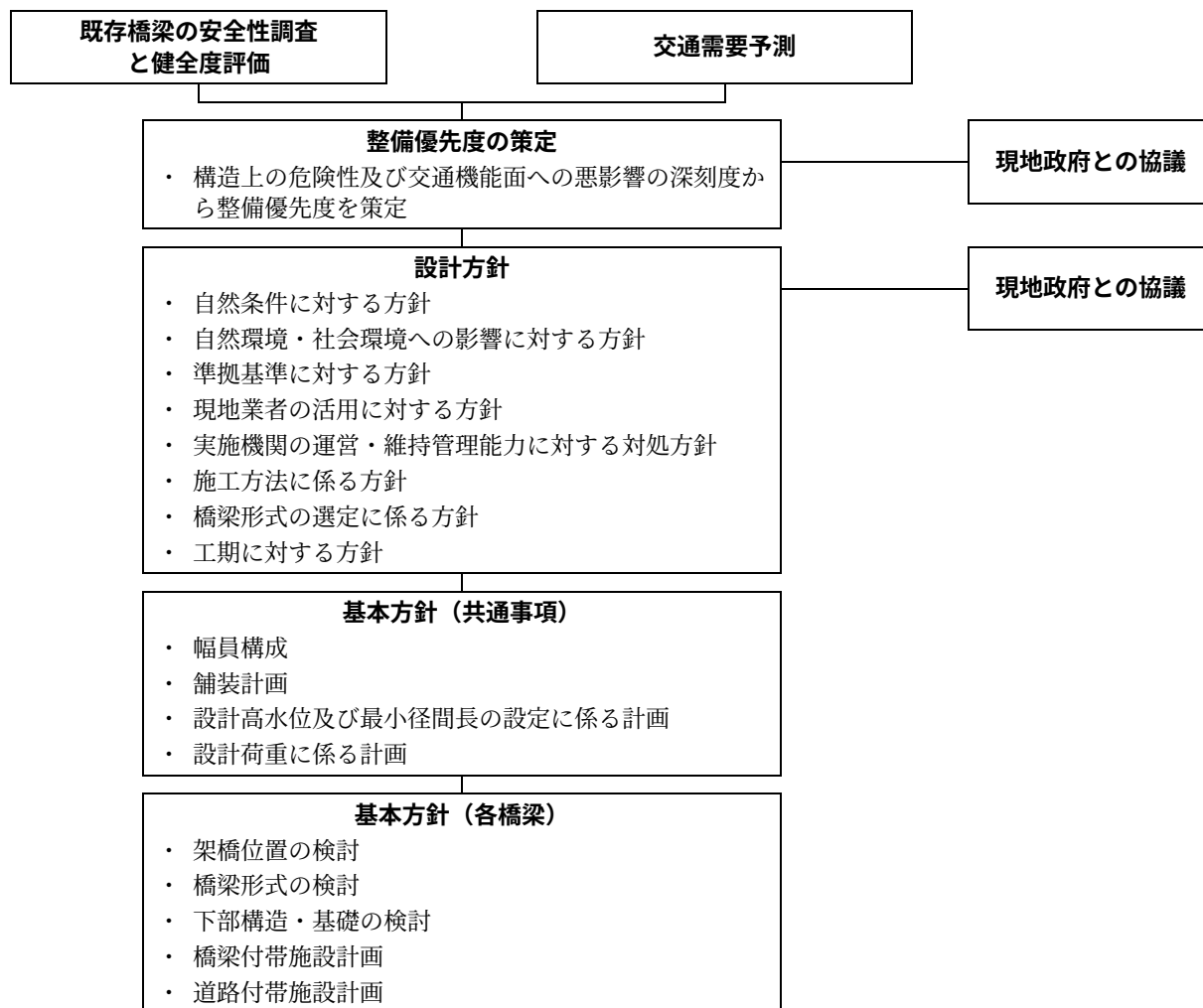


図 3-2-2.1 基本計画策定のフロー図

#### 3-2-2-1 全体計画及び計画範囲

本協力対象事業の計画範囲を表 3-2-2-1.1、橋梁の基本計画を表 3-2-2-1.2、取付道路の基本計画を表 3-2-2-1.3 に示す。

表 3-2-2-1.1 本協力対象事業の計画範囲

| 橋 梁 名            | ラス・バンデラス橋                          | テコロストーテ橋                             | ラ・トンガ橋                               |
|------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 取 付 道 路<br>起 点 側 | 144.0 (m)<br>STA.45+710.0～45+854.0 | 241.0 (m)<br>STA.101+380.0～101+621.0 | 168.8 (m)<br>STA.141+700.0～141+868.8 |
| 橋 梁              | 100.5 (m)<br>STA.45+854.0～45+954.5 | 100.8 (m)<br>STA.101+621.0～101+721.8 | 99.7 (m)<br>STA.141+868.8～141+968.5  |
| 取 付 道 路<br>終 点 側 | 155.5 (m)<br>STA.45+954.5～46+110.0 | 298.2 (m)<br>STA.101+721.8～102+020.0 | 371.5 (m)<br>STA.141+968.5～142+340.0 |
| 総 延 長            | 400.0 (m)                          | 640.0 (m)                            | 640.0 (m)                            |

表 3-2-2-1.2 橋梁基本計画

| 橋 梁 名            |                  |        |                                     | ラス・バンデラス橋                                                                                                                                             | テコロストーテ橋                             | ラ・トンガ橋                               |
|------------------|------------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 道 路 規 格          |                  |        |                                     | 幹線道路                                                                                                                                                  | 幹線道路                                 | 幹線道路                                 |
| 設 計 速 度          |                  |        |                                     | 80 (km/h)                                                                                                                                             | 80 (km/h)                            | 80 (km/h)                            |
| 設 計 活 荷 重        |                  |        |                                     | HS20-44 の 25%増し相当<br>(B 活荷重)                                                                                                                          | HS20-44 の 25%増し相当<br>(B 活荷重)         | HS20-44 の 25%増し相当<br>(B 活荷重)         |
| 橋 長              |                  |        |                                     | 100.5 (m)                                                                                                                                             | 100.8 (m)                            | 99.7 (m)                             |
| 支 間 長            |                  |        |                                     | 48.9+24.3+24.3 (m)                                                                                                                                    | 25.0+50.0+25.0 (m)                   | 32.3+32.3+32.3 (m)                   |
| 幅 員              |                  |        |                                     | 12.330 (m)                                                                                                                                            | 7.130 (m)                            | 12.330 (m)                           |
| 斜 角              |                  |        |                                     | 0 度                                                                                                                                                   | 0 度                                  | 0 度                                  |
| 曲 線 半 径          |                  |        |                                     | ∞                                                                                                                                                     | ∞                                    | ∞                                    |
| 縦 断 勾 配          |                  |        |                                     | 0.6%↘                                                                                                                                                 | Level                                | Level                                |
| 設 計 震 度          |                  |        |                                     | 0.3                                                                                                                                                   | 0.2                                  | 0.2                                  |
| 上<br>部<br>構<br>造 | 形 式              |        |                                     | 鋼単純下路式トラス橋<br>/PC2 径間連続 I 桁橋                                                                                                                          | 鋼 3 径間連続鉄桁橋                          | PC3 径間連続 I 桁橋                        |
|                  | 使<br>用<br>材<br>料 | 主<br>桁 | 鉄 筋                                 | Grade 60 相当 (SD345)                                                                                                                                   | Grade 60 相当 (SD345)                  | Grade 60 相当 (SD345)                  |
|                  |                  |        | P C 鋼 材                             | SWPR7BL (12T12.7)相当                                                                                                                                   | —                                    | SWPR7BL (12T12.7)相当                  |
|                  |                  |        | コ ン ク リ ー ト                         | σ <sub>ck</sub> =40N/mm <sup>2</sup>                                                                                                                  | —                                    | σ <sub>ck</sub> =40N/mm <sup>2</sup> |
|                  |                  |        | 鋼 材                                 | SMA400W, SMA490W,<br>S10TW                                                                                                                            | SMA400W, SMA490W,<br>S10TW           | —                                    |
|                  |                  | 床<br>版 | 鉄 筋                                 | Grade 60 相当 ((SD345)                                                                                                                                  | Grade 60 相当 (SD345)                  | Grade 60 相当 (SD345)                  |
|                  |                  |        | コ ン ク リ ー ト                         | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup>                                                                                                                  | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup> | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup> |
|                  | 支 承 形 式          |        |                                     | BP-B 支承 (鋼橋)<br>ゴム支承 (PC 橋)                                                                                                                           | BP-B 支承                              | ゴム支承                                 |
| 落 橋 防 止 構 造      |                  |        | 緩衝チェーン (鋼橋)<br>コンクリートブロック (PC<br>橋) | コンクリートブロック                                                                                                                                            | 緩衝チェーン                               |                                      |
| 下<br>部<br>構<br>造 | 型 式              | 軀 体    |                                     | 逆 T 式橋台<br>小判型壁式橋脚                                                                                                                                    | 逆 T 式橋台<br>小判型壁式橋脚                   | 逆 T 式橋台<br>小判型壁式橋脚                   |
|                  |                  | 基 礎    |                                     | 直接基礎                                                                                                                                                  | 直接基礎                                 | 直接基礎・深礎杭                             |
|                  | 使<br>用<br>材<br>料 | 軀<br>体 | 鉄 筋                                 | Grade 60 相当 (SD345)                                                                                                                                   | Grade 60 相当 (SD345)                  | Grade 60 相当 (SD345)                  |
|                  |                  |        | コ ン ク リ ー ト                         | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup>                                                                                                                  | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup> | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup> |
|                  |                  | 基<br>礎 | 鉄 筋                                 | —                                                                                                                                                     | —                                    | Grade 60 相当 (SD345)                  |
|                  |                  |        | コ ン ク リ ー ト                         | —                                                                                                                                                     | —                                    | σ <sub>ck</sub> =24N/mm <sup>2</sup> |
|                  | 支 持 地 盤          |        |                                     | 岩盤                                                                                                                                                    | 岩盤                                   | 岩盤                                   |
| 河 積 阻 害 率        |                  |        | 3.6 (%)                             | 3.2 (%)                                                                                                                                               | 4.0 (%)                              |                                      |
| 適 用 基 準          |                  |        |                                     | － Standard Specifications for Highway Bridges, American Association of State<br>Highway and Transportation Officials (AASHTO)<br>－ 道路橋示方書・同解説, 日本道路協会 |                                      |                                      |

表 3-2-2-1.3 取付道路基本計画

| 項目     | 基準値         | 特例値     | 本設計で適用した値 |
|--------|-------------|---------|-----------|
| 設計車両   | WB-20       | —       | WB-20     |
| 車道標準幅員 | 3.6 (m)     | —       | 3.6 (m)   |
| 標準横断勾配 | 1.5～3.0 (%) | —       | 2.5 (%)   |
| 最小曲線半径 | 250 (m)     | 135 (m) | 250 (m)   |
| 最大縦断勾配 | 8.0 (%)     | —       | 5.4 (%)   |
| 最大片勾配  | 6.0 (%)     | —       | 6.0 (%)   |



### 3-2-2-2 橋梁計画（共通事項）

#### (1) 既存橋梁の安全性調査と健全度評価

##### 1) 調査方法

既存橋梁の健全度を評価するため基礎情報を得ることを目的として、調査対象4橋（ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋、クイサラ橋、ラ・トンガ橋）に対して、既存設計図書収集、形状測定に加え各種損傷調査を実施した。

##### 2) 調査部位及び調査項目

本調査において、実施した損傷調査を橋毎・部位毎に表3-2-2-2.1に示す。

表 3-2-2-2.1 現地調査実施内容

| 橋梁名       | 部位    |         | 形状・外観<br>目視調査 | コンクリート強度 | 中性化<br>深さ | 振動測定 | 備考 |
|-----------|-------|---------|---------------|----------|-----------|------|----|
| ラス・バンデラス橋 | 上部工   | コンクリート桁 | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | 鋼トラス    | 1             | 1        | －         | 1    |    |
|           |       | コンクリート桁 | 1             | －        | －         | －    |    |
|           | 下部工   | A1 橋台   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | P1 橋脚   | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | P2 橋脚   | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | P3 橋脚   | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | P4 橋脚   | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | P5 橋脚   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | A2 橋台   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           | 橋梁付属物 |         | 1             | －        | －         | －    |    |
| 取付道路      |       | 1       | －             | －        | －         |      |    |
| テコロストーテ橋  | 上部工   | 鋼鈑桁     | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | 鋼トラス    | 1             | 1        | －         | 1    |    |
|           |       | 鋼鈑桁     | 1             | －        | －         | －    |    |
|           | 下部工   | A1 橋台   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | P1 橋脚   | 1             | －        | 1         | －    |    |
|           |       | P2 橋脚   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | A2 橋台   | 1             | 2        | 1         | －    |    |
|           | 橋梁付属物 |         | 1             | －        | －         | －    |    |
|           | 取付道路  |         | 1             | －        | －         | －    |    |
| クイサラ橋     | 上部工   | 鋼トラス橋   | 1             | 1        | －         | 1    |    |
|           | 下部工   | A1 橋台   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | A2 橋台   | 1             | 1        | 1         | －    |    |
|           | 橋梁付属物 |         | 1             | －        | －         | －    |    |
|           | 取付道路  |         | 1             | －        | －         | －    |    |
| ラ・トンガ橋    | 上部工   | 鋼鈑桁     | 1             | －        | －         | －    |    |
|           |       | 鋼トラス    | 1             | 1        | －         | 1    |    |
|           |       | 鋼鈑桁     | 1             |          | －         | －    |    |
|           |       | A1 橋台   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | P1 橋脚   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           |       | P2 橋脚   | 1             | －        | 1         | －    |    |
|           |       | A2 橋台   | 1             | 1        | －         | －    |    |
|           | 橋梁付属物 |         | 1             | －        | －         | －    |    |
|           | 取付道路  |         | 1             | －        | －         | －    |    |
| 合計        |       |         | －             | 16       | 4         | 4    |    |

### 3) 調査手法

各種損傷調査の調査手法を表 3-2-2-2.2 に示す。

表 3-2-2-2.2 現地調査手法

| 調査名      | 調査目的                                                                                                                                                                                                | 調査方法                                                                                                                                     | 実施状況                                                                                                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 形状測定調査   | 既設橋梁の主要部材の形状寸法を把握し、各種調査に必要な情報及び諸寸法を得る。<br>また、撤去数量算出の根拠となる。                                                                                                                                          | 既存の設計図書がある場合は、その図面を元に寸法を得る。また、ない場合は現地にて形状を測定する。                                                                                          | <br>形状測定           |
| 外観目視調査   | 主要部材の変形・変状の状況や鋼材の腐食状況、コンクリートのひびわれ等の損傷状況を目視にて確認し、損傷の程度を評価する。<br>【コンクリート部材】<br>ひびわれ・遊離石灰・錆汁・鉄筋の錆・剥落・ジャンカ等<br>【鋼部材】<br>変形・脱落・錆・腐食・塗装等<br>【下部構造・基礎】<br>変形・変状・局所洗堀等<br>【橋梁付属物】<br>支承・伸縮装置・高欄・排水・照明等の損傷状況 | 主要部材の変形・変状の状況や鋼材の腐食状況、コンクリートのひびわれ等の損傷状況を目視にて確認しデジタルカメラにて撮影し、部位毎に損傷位置・状況を整理する。                                                            | <br>部材の変形状況調査      |
| コンクリート強度 | コンクリートテストハンマー（シュミットハンマー）により、代表的なコンクリート部材の表面反発度を測定しコンクリート強度の推計を行うことにより、対象部位が、十分なコンクリート強度を有しているか確認する。                                                                                                 | テストハンマーで測定されたコンクリート表面の反発度から材料学会提案の換算値を使用しコンクリート強度の推計を行う。なお、対象橋は全て材令 65 年と建設からかなりの時間が経過しているため、推定強度は測定強度-10N/mm <sup>2</sup> 程度を目安として評価する。 | <br>テストハンマーによる測定 |
| 中性化深さ    | 現在のコンクリートの中性化深さを測定し、その進行状況を把握する。<br>また、この中性化の進行予測式から中性化がコンクリート内部の鉄筋位置にまで到る期間を推定する。                                                                                                                  | 主要部位の一部（5cm×10cm 程度）をコンクリートカッター及びブレードではつり、内部の鉄筋の一部を露呈させる。鉄筋かぶりを確認したうえで、フェノールフタレイン溶液を噴霧し、中性化深さを測定する。                                      | <br>中性化深さ測定      |
| 振動測定     | 主要構造の鉛直方向の加速度を測定し、これを高速フーリエ変換することにより、橋梁の鉛直方向の固有振動数を算定する。<br>対象橋 4 橋の相対的な差異を評価する。                                                                                                                    | 主要構造（トラス橋）の支間中央に加速度計を設置し、鉛直成分の自由振動を測定しデータレコーダーに記録する。高速フーリエ変換することにより、橋梁の鉛直方向の固有振動数を算定する。                                                  | <br>振動測定         |

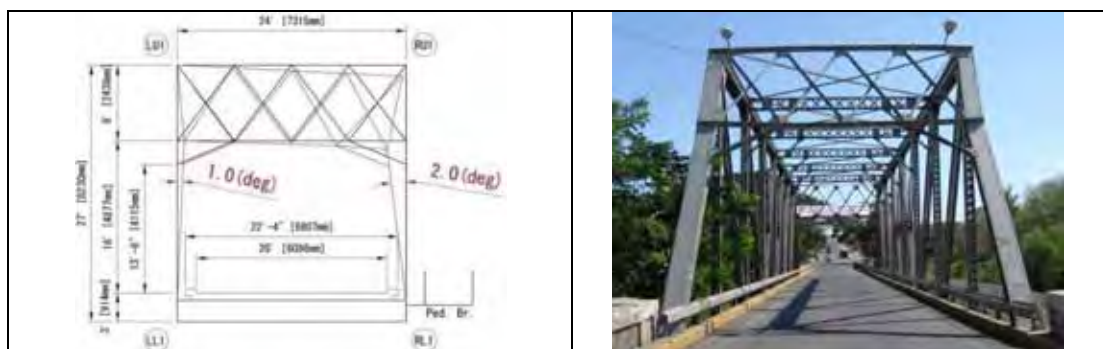
#### 4) 各種損傷調査の結果概要

##### a) 外観目視調査

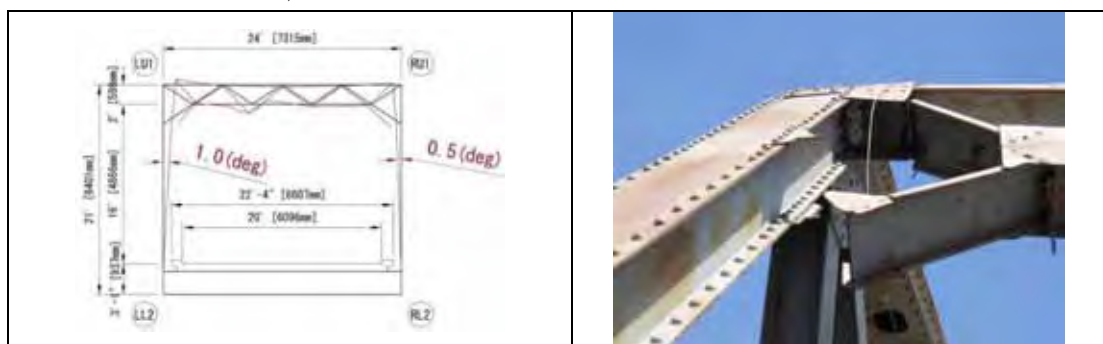
ラス・バンデラス橋及びラ・トンガ橋においては、主構造であるトラスが変形している箇所が確認された。これらは車両の橋門構への衝突に伴う変形である。損傷の補修は非常に困難であり、緊急度が高い。そのため、これらの2橋については大規模補修あるいは架け替えが推奨される。

また、全ての対象橋においてコンクリートのひびわれや鋼材の腐食及び支承の機能不全が確認された。これらの損傷は比較的小規模な補修工事や再塗装で機能回復・延命化できるものである。

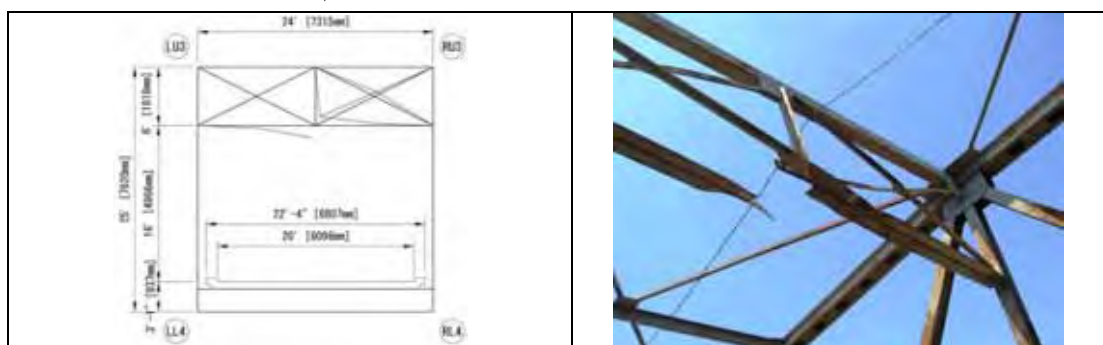
ラス・バンデラス橋及びラ・トンガ橋の主要な損傷を図3-2-2-2.1に示す。



1) ラス・バンデラス橋の橋門構及び主構の変形状況



2) ラ・トンガ橋の橋門構及び主構の変形状況



3) ラ・トンガ橋のスウェイフレームの破断・変形状況

図3-2-2-2.1 緊急度・重要度が高い主要な損傷状況

## b) コンクリート強度

コンクリート・テスト・ハンマー（シュミット・ハンマー）によるコンクリート強度推定の結果を図 3-2-2-2.2 に示す。コンクリート強度の推定にあたっては、材令の経過を考慮し、シュミットハンマーにより計測された表面の反発強度に対して下式のように  $10\text{N/mm}^2$  を減じた値を採用した。

$$\text{コンクリート強度推定式： } F_c = -18.0 + 1.27R_o - 10$$

全ての橋梁において推定されたコンクリート強度は、想定されるコンクリート設計強度 ( $21\text{N/mm}^2$ ) を満足している。しかしながら、テコロストーテ橋の一部コンクリートでは劣化が認められ、 $10\sim 18\text{N/mm}^2$  程度の強度しか発現していない箇所もある。これらの箇所については補修が必要である。

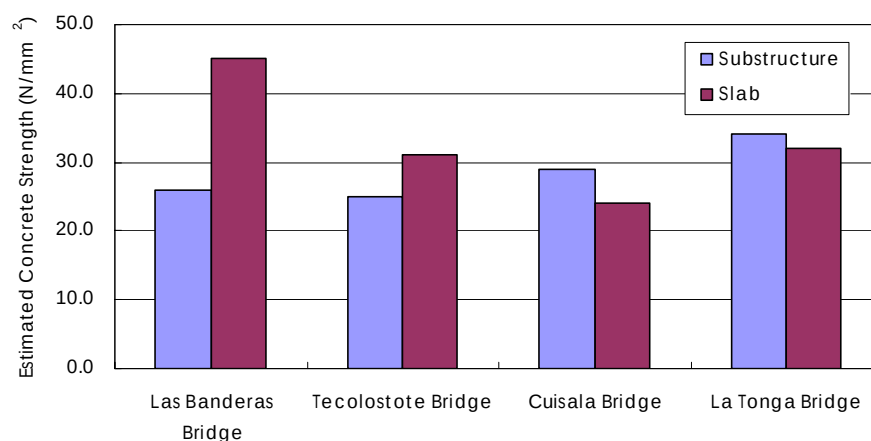


図 3-2-2-2.2 コンクリート強度推定結果

## c) コンクリートの中性化試験

主要部位の一部 ( $5\text{cm} \times 10\text{cm}$  程度) をコンクリートカッター及びブレイカーではつり、内部の鉄筋の一部を露呈させる。鉄筋かぶりを確認したうえで、フェノールフタレイン溶液を噴霧し、中性化深さを測定した。この中性化の進行予測式から中性化がコンクリート内部の鉄筋位置にまで到る期間を推定した。

各橋の中性化深さ及び中性化が内部の鉄筋に到るまでの期間を図 3-2-2-2.3 に示す。対象橋の使用環境は良好であり、現時点での中性化深さは  $27\sim 40\text{mm}$  と比較的浅く、現在の中性化進行速度から予測される鉄筋までの中性化期間は  $230\sim 490$  年である。

ただし、この結果は中性化試験のサンプリングの数が少なく中性化深さにばらつきがあること、鉄筋のかぶりが設計図面とおり確保されていないこと等を勘案するとある程度の目安としてしか評価できない。

なお、ラス・バンデラス橋の下部構造は石積みの無筋構造であるため、コンクリートの中性化試験は実施しなかった。



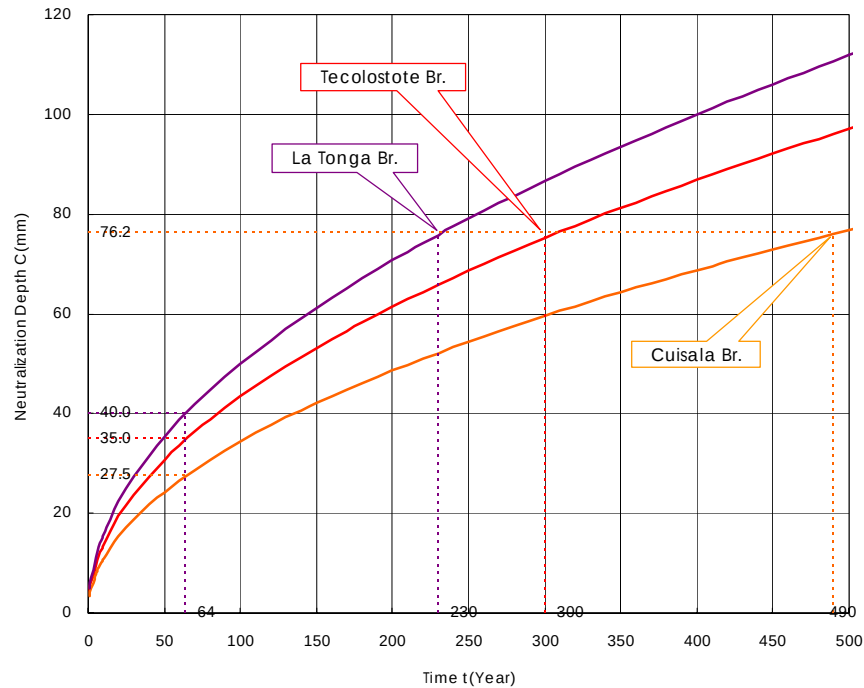


図 3-2-2-2.3 現在の中性化深さと中性化が鉄筋に至るまでの期間の推定

#### d) 振動測定

主要構造（トラス橋）の鉛直方向の時刻歴加速度を測定し、これを高速フーリエ変換することにより、橋梁の鉛直方向の固有振動数を算定する。対象橋 4 橋の差異を評価することにより、各橋の相対的な剛度の差異を評価した。

無次元化した各橋のフーリエ・スペクトルを図 3-2-2-2.4 に示す。ラ・トンガ橋を除いた 3 橋のトラス部は同一構造形式であり（ラス・バンデラス橋とテコロストーテ橋は歩道橋が添架されている）、固有振動数の差異は剛性の低下を示している。剛性が低下した橋梁は固有振動数が小さくなることから、3 橋の相対的な剛度はテコロストーテ橋が最も低く、次いでラス・バンデラス橋、クイサラ橋となっている。これらの結果は目視調査結果とも概ね一致している。ラス・バンデラス橋では主構の変形が確認されたが、この変形が固有振動数に与える影響はそれほど大きくはない。むしろテコロストーテ橋のように部材の局所的な腐食等の方が固有振動数に与える影響が大きく振動数が低下していることが分かる。また、ラ・トンガ橋では 1 次振動数（4.0Hz）に近接したピーク（4.4Hz）が確認できる。これはねじれ振動と考えられる。橋門構及びスウェイフレームの破断により、ねじれ剛性が著しく低下し、ねじれモードが卓越したと考えられる。この現象はラ・トンガ橋特有のもので他の 3 橋では生じておらず、ラ・トンガ橋の改良の緊急度を示している。

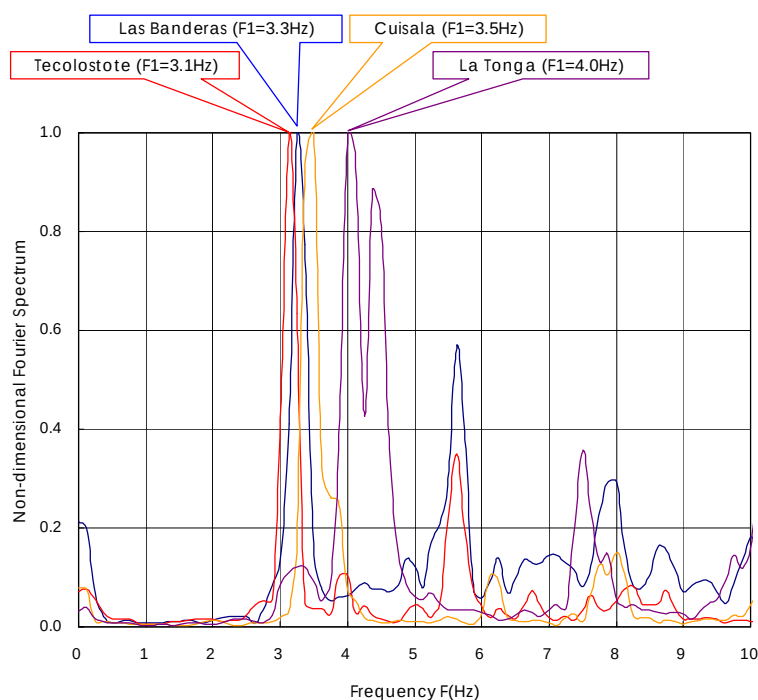


図 3-2-2.4 無次元化したフーリエ・スペクトル

## 5) 既存橋の健全度評価結果

既設橋の現況調査結果より以下の事項が明らかになった。また、各種の損傷状況調査の結果を表 3-2-2.3 にまとめる。

### a) ラス・バンデラス橋

本橋周辺の道路縦断は、マナグア側、エル・ラマ側ともに橋梁部に向かって下がる線形となっており、本橋はハリケーン・ミッチの際に越流するとともに、流木が下弦材に衝突した痕跡がみられる。また、橋門構に車両が衝突し主構が変形している。さらに P1 橋脚には局所洗堀の形跡もみられる。以上より橋梁改良の緊急度は高いといえる。

### b) テコロストーテ橋

本橋は床版コンクリートのひびわれ・遊離石灰、鋼材の錆・腐食及び橋台コンクリートのひびわれ・剥落がみられるものの、トラス主構に大きな損傷はない。そのため、橋梁改良の緊急度は低いといえる。既設橋の維持管理を適切に実施することによって供用可能である。

### c) クイサラ橋

本橋は床版コンクリートのひびわれ・遊離石灰、鋼材の錆・腐食がみられるものの、トラス主構に大きな損傷はない。そのため、橋梁改良の緊急度は低いといえる。既設橋の維持管理を適切に実施することによって供用可能である。

### d) ラ・トンガ橋

本橋周辺の道路縦断は、橋門構への車両の衝突に伴い部材の破断がみられる。また、

橋門構の変形に伴い主構までが変形している。以上より橋梁改良の緊急度は非常に高いといえる。

表 3-2-2-2.3 調査結果概要

|          | ラス・バンデラス橋                                                                                                                                                                                                                                     | テコロストーテ橋                                                                                                                                                                                                                                            | クイサラ橋                                                                                                                                                                                | ラ・トンガ橋                                                                                                                                                                               |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 外観目視調査   | <ul style="list-style-type: none"> <li>大型車の衝突により橋門構が大きく変形し、これに伴いトラス主構が面外に変形している。</li> <li>洪水時の流木衝突によりトラス主構が変形している。</li> <li>P1 橋脚に局所洗堀がみられる。</li> </ul> <p><b>評価 2</b></p>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラス主構に大きな損傷はない。</li> <li>床版のひびわれ・遊離石灰がみられる。</li> <li>鋼材の錆・腐食がみられる。</li> <li>橋台コンクリートのひびわれ・剥落がある。</li> </ul> <p><b>評価 3</b></p>                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラス主構に大きな損傷はない。</li> <li>床版のひびわれ・遊離石灰がみられる。</li> <li>塗装の劣化がみられる。</li> </ul> <p><b>評価 4</b></p>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>大型車の衝突により橋門構が大きく変形し、これに伴いトラス主構が面外に変形している。</li> <li>また一部に部材が破断している。</li> <li>塗装の劣化がみられる。</li> </ul> <p><b>評価 1</b></p>                         |
| コンクリート強度 | 床版：45N/mm <sup>2</sup><br>下部：26N/mm <sup>2</sup><br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>下部工コンクリート部材は概ね設計強度（想定 21N/mm<sup>2</sup>）は満足している。</li> <li>下部構造は石積み橋台・橋脚（無筋構造物）の可能性が高く測定不能である。</li> </ul> <p><b>評価 2</b><br/>（下部工）</p> | 床版：31N/mm <sup>2</sup><br>下部：25N/mm <sup>2</sup><br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>概ね設計強度（想定 21N/mm<sup>2</sup>）は満足している。</li> <li>A2 橋台は著しくコンクリート強度が低下している可能性がある（8～18N/mm<sup>2</sup>）。</li> </ul> <p><b>評価 1</b><br/>（下部工）</p> | 床版：24N/mm <sup>2</sup><br>下部：29N/mm <sup>2</sup><br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>概ね設計強度（想定 21N/mm<sup>2</sup>）は満足している。</li> </ul> <p><b>評価 3</b><br/>（下部工）</p> | 床版：32N/mm <sup>2</sup><br>下部：34N/mm <sup>2</sup><br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>概ね設計強度（想定 21N/mm<sup>2</sup>）は満足している。</li> </ul> <p><b>評価 4</b><br/>（下部工）</p> |
| 中性化深さ    | 中性化深さ：--mm<br>鉄筋まで到達：供用後---年<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>下部構造は石積み橋台・橋脚（無筋構造物）の可能性が高く測定不能。</li> </ul> <p><b>評価 ー</b></p>                                                                                             | 中性化深さ：35.0mm<br>鉄筋まで到達：供用後 300 年<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの中性化の進行速度は遅く良好である。</li> </ul> <p><b>評価 2</b></p>                                                                                                       | 中性化深さ：27.5mm<br>鉄筋まで到達：供用後 490 年<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの中性化の進行速度は遅く良好である。</li> </ul> <p><b>評価 3</b></p>                                        | 中性化深さ：40.0mm<br>鉄筋まで到達：供用後 230 年<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの中性化が比較的進んでいる。</li> </ul> <p><b>評価 1</b></p>                                            |
| 振動測定     | 固有振動数：3.3Hz<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>テコロストーテに比べ振動数が小さい。</li> </ul> <p><b>評価 ー</b></p>                                                                                                                            | 固有振動数：3.1Hz<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ラス・バンデラスに比べ振動数が大きい。</li> </ul> <p><b>評価 ー</b></p>                                                                                                                                 | 固有振動数：3.5Hz<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>歩道が添架されていないため、振動数はラス・バンデラス、テコロストーテに比べ大きい。</li> </ul> <p><b>評価 ー</b></p>                                            | 固有振動数：4.0Hz<br><b>【評価】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>本橋は他橋と構造形式・橋長が異なる。振動数は大きい。</li> <li>橋門構の損傷により顕著なねじれ振動がみられる。</li> </ul> <p><b>評価 ー</b></p>                          |
| 総合評価     | <b>整備優先度が 2 番目に高い。</b> <p><b>2</b></p>                                                                                                                                                                                                        | <b>整備優先度が 3 番目に高い。</b> <p><b>3</b></p>                                                                                                                                                                                                              | <b>整備優先度が最も低い。</b> <p><b>4</b></p>                                                                                                                                                   | <b>整備優先度が最も高い。</b> <p><b>1</b></p>                                                                                                                                                   |

注) 評価の順位は、各調査項目について、相対的に健全度が悪いものを「1」、良好なものを「4」とした。振動測定結果については、直接的な健全度評価指標とはしない。

## (2) 交通需要予測

### 1) 対象橋梁が位置する路線に関する交通量

表 3-2-2-2.4 及び図 3-2-2-2.6 に調査団が実施した交通量調査結果及び「ニ」国運輸インフラ省（MTI）が定点観測している交通量調査結果を示す。

表 3-2-2-2.4 対象橋梁が位置する路線に関する交通量

| 測定箇所     | 調査年  | AADT  |       |       | PCU<br>交通量 | 2輪車<br>混入率 | 大型車両<br>混入率 | その他 |     |
|----------|------|-------|-------|-------|------------|------------|-------------|-----|-----|
|          |      | 小型車両  | 大型車両  | 合計    |            |            |             | 自転車 | 歩行者 |
| 国道1号線 ①  | 2009 | 5,840 | 2,236 | 8,076 | 10,090     | 4%         | 28%         | —   | —   |
| 国道1号線 ②  | 2007 | -     | -     | 3,813 | -          | -          | -           | —   | —   |
| 国道7号線 ①  | 2009 | 2,288 | 1,108 | 3,396 | 4,403      | 4%         | 33%         | —   | —   |
| 国道7号線 ②  | 2009 | 1,463 | 628   | 2,091 | 2,635      | 6%         | 30%         | —   | —   |
| ラスバンデラス橋 | 2010 | 2,186 | 1,256 | 3,442 | 5,425      | 4%         | 36%         | 107 | 492 |
| テコロストーテ橋 | 2010 | 1,858 | 699   | 2,557 | 3,596      | 11%        | 27%         | 354 | 868 |
| クイサラ橋    | 2010 | 1,310 | 653   | 1,963 | 2,955      | 8%         | 33%         | 34  | 10  |
| ラ・トンガ橋   | 2010 | 4,369 | 784   | 5,153 | 6,210      | 19%        | 15%         | 533 | 773 |
| 国道28号線   | 2009 | 5,268 | 1,627 | 6,895 | 9,314      | 4%         | 24%         | —   | —   |
| 国道2号線    | 2009 | 5,519 | 870   | 6,389 | 8,321      | 6%         | 14%         | —   | —   |

なお、調査団が実施した各橋梁位置での交通量調査は 12 時間交通量であり、これに季節変動を考慮した年平均日交通量（AADT）に変換する係数は MTI からのデータ・情報により設定した。大型車の乗用車換算係数は、対象道路が平均的にほぼ平坦であることから AASHTO 基準を参照し 2.0 とした。

- 24 時間交通量への変換係数（昼夜率）：1.32（小型車）、1.55（大型車）
- 季節変動係数：0.85

上記の図、表から下記のことが認められる。

- MTI の定点観測による交通量は都市間の通過交通に相当し、本調査団の橋梁位置における交通量は通過交通と都市内のみで動く交通量（内々交通量）の双方に相当している（クイサラ橋の交通量は都市間にあるため都市間交通量と考えられる）。
- 大型車の混入率は、ラス・バンデラス橋上が最も大きく（36%）、ラ・トンガ橋が最も小さい（15%）。
- しかし、ラ・トンガ橋上の交通量は最も多く、大型車両台数そのものはラス・バンデラス橋に続いて多い。
- ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋及びラ・トンガ橋を利用する歩行者・自転車は多く、適切な歩道設置の必要性を示唆している。
- クイサラ橋については歩道を必要としないと考えられる。
- 協力対象 4 橋梁付近の V/C 比（通過交通量と交通容量の比）は 0.12 から 0.23 であり、中米基準のサービスレベルでは B から C の間にある。
- このサービスレベルは 2 車線であれば円滑かつ設計速度での通行が確保できるレベルである。

なお、対象道路の交通容量は、中米基準を参考に下記のように設定した。

$$\text{交通容量} = \text{基本交通容量} \times \gamma_T \times \gamma_S$$

ここに、

基本交通容量=2,800/K

$\gamma_T=1.3$ （大型車混入率による補正（大型車混入率を交通調査から 30%と仮定））

$\gamma_S=0.97$ （路肩幅（1.2m）による補正（車線幅 3.6m を想定））

K 値=0.15（年平均日交通量（AADT）に対する日交通容量の割合（日本の標準を採用））

上記から対象道路の交通容量は約 24,000PCU/日とした。

## 2) 将来交通量の伸び率の設定

対象橋梁が位置する路線の将来交通量の増加量は、将来交通の伸び率の設定と太平洋回廊からの交通の転換量の推定による。

### a) 将来交通の伸び率の設定

将来交通量の伸びを予測には、他に有用なデータがないため国内総生産（Gross Domestic Product: GDP）の伸び率を使用する。図 3-2-2-2.5 は確認のため、MTI が過去に実施した各測定点における交通量の伸びと名目・実質 GDP の伸び率との関係を示したものである。名目 GDP の伸びにはインフレの影響も加味されること、及びグラフの傾向から判断して国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）による将来の実質 GDP の伸び率を 2010 年以降の交通量の伸び率として考慮する（2008 年から過去 5 年間平均：4.1%）。

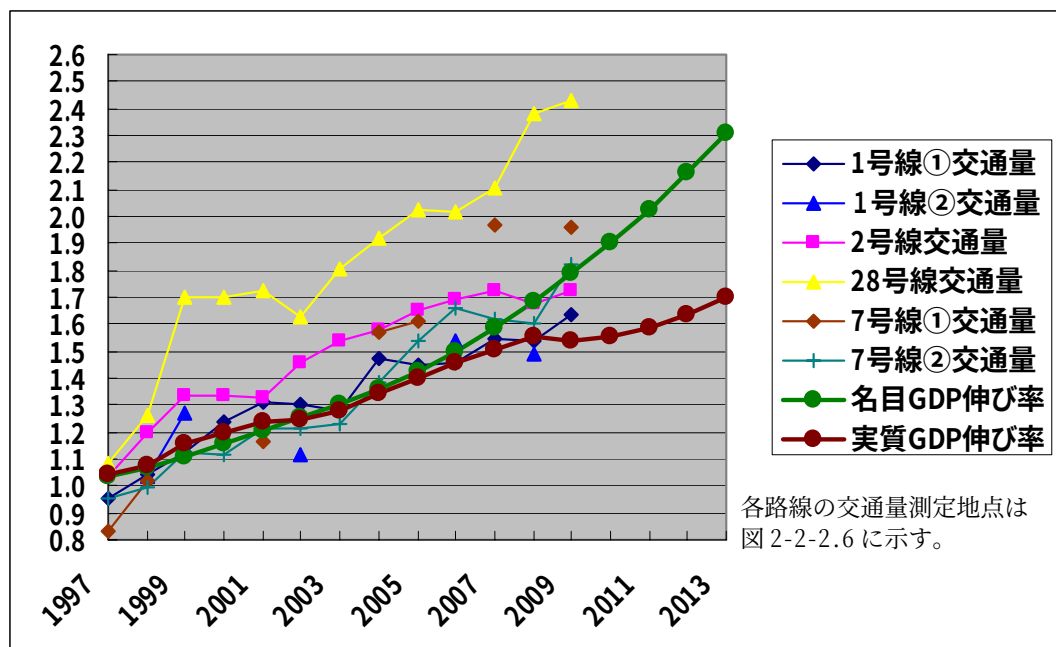


図 3-2-2-2.5 交通量の伸びと GDP の伸びとの関係（1996 年の交通量を基準）



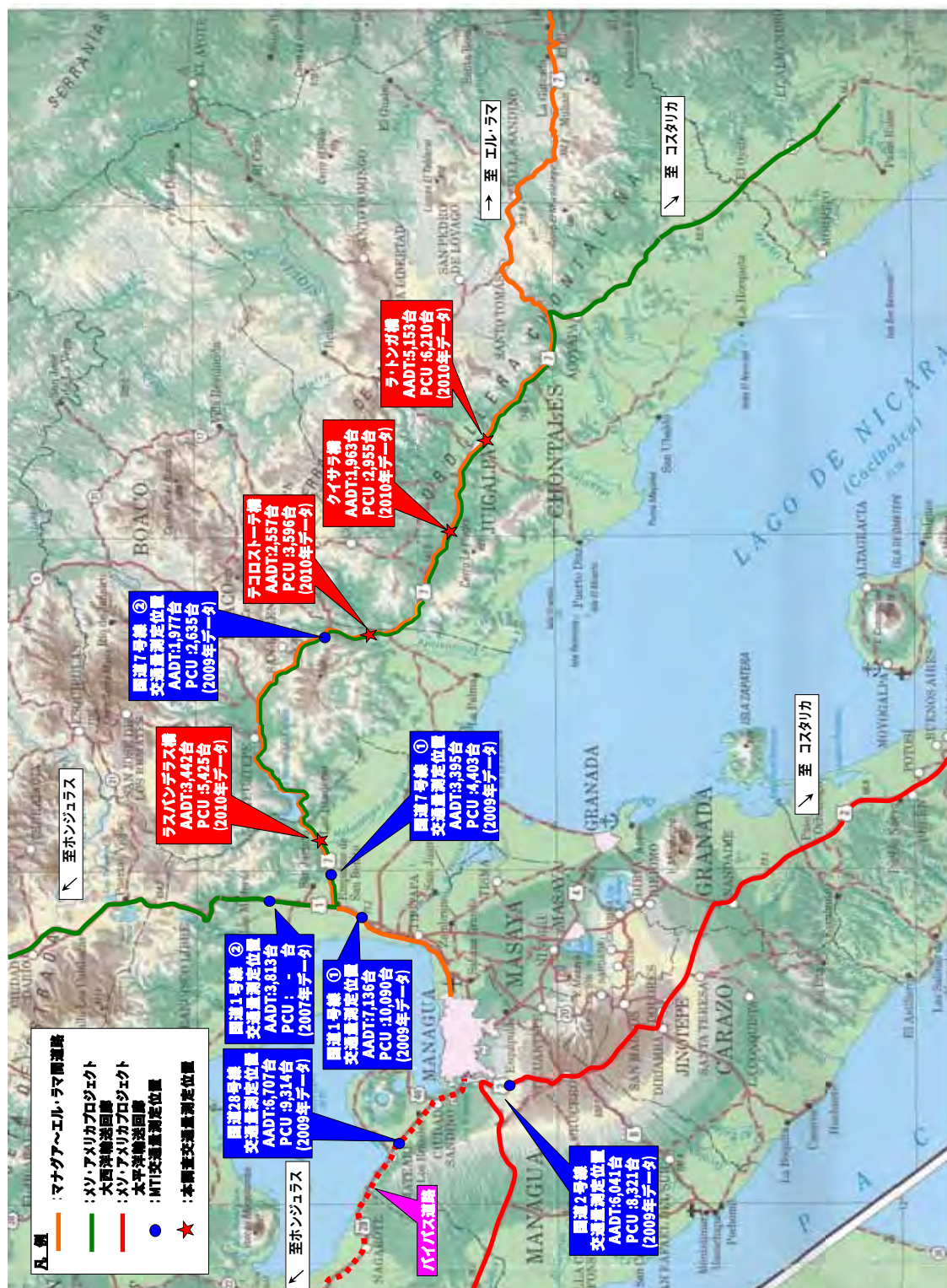


図 3-2-2-2.6 対象橋梁が位置する路線に関する交通量

### b) 7号線に関連する路線（1号線、2号線）からの転換量の推定

有効な OD (Origin-Destination) データが無いため転換量として推定値を用いる。転換対象路線としては大西洋回廊（国道7号線及びアコヤパ〜サン・カルロス街道）と平行して走る太平洋街道の国道2号線の交通量とする。推定する際の前提条件は下記のとおりとする。

- 国道2号線上の大型車が大西洋回廊に転換する割合(転換率)を10%、20%、30%と仮定する。
- したがって、国道2号線上の大型交通量(V)の具体的転換量 (Vc: PCU換算) は、大型車の転換率に対応して、 $Vc=(0.1、0.2、0.3) \times V \times 1.55$  (大型車の乗用車換算係数) とする。

### 3) 将来交通量推定結果

国道7号線の交通量の伸び量を算出する基本交通量として、都市間交通を捕らえていると考えられる本調査団が実施したクイサラ橋の交通量を用いる。表3-2-2-2.5に予測結果を示す。中米基準によると幹線道路の目標とするサービスレベル (Level of Service: LOS) はC~Dである。2016年頃以降は2車線の目標サービスレベルとなっており、2車線の橋梁の必要性を示している。2030年まで4車線道路・橋梁は必要としない。

なお、舗装設計に用いる国道2号線からの転換量は、過大設計とならないように、既往の舗装構成も参照しながら、適切に設定する。

表 3-2-2-2.5 各橋梁位置における将来交通量予想結果

| 対象橋梁        | 転換率 | 2015年 |      |     | 2020年 |      |     | 2025年 |      |     | 2030年  |      |     |
|-------------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|--------|------|-----|
|             |     | AADT  | V/C  | LOS | AADT  | V/C  | LOS | AADT  | V/C  | LOS | AADT   | V/C  | LOS |
| 1.ラス・バンデラス橋 | 10% | 6,254 | 0.26 | C   | 7,096 | 0.30 | C   | 8,126 | 0.34 | D   | 9,384  | 0.39 | D   |
|             | 20% | 6,426 | 0.27 | C   | 7,306 | 0.30 | C   | 8,382 | 0.35 | D   | 9,698  | 0.40 | D   |
|             | 30% | 6,597 | 0.27 | C   | 7,516 | 0.31 | C   | 8,639 | 0.36 | D   | 10,011 | 0.42 | D   |
| 2.テコロストーテ橋  | 10% | 4,425 | 0.18 | C   | 5,267 | 0.22 | C   | 6,297 | 0.26 | C   | 7,555  | 0.31 | C   |
|             | 20% | 4,597 | 0.19 | C   | 5,477 | 0.23 | C   | 6,553 | 0.27 | C   | 7,869  | 0.33 | D   |
|             | 30% | 4,768 | 0.20 | C   | 5,687 | 0.24 | C   | 6,810 | 0.28 | C   | 8,182  | 0.34 | D   |
| 3.クイサラ橋     | 10% | 3,784 | 0.16 | B   | 4,626 | 0.19 | C   | 5,656 | 0.24 | C   | 6,914  | 0.29 | C   |
|             | 20% | 3,956 | 0.17 | C   | 4,836 | 0.20 | C   | 5,912 | 0.25 | C   | 7,228  | 0.30 | C   |
|             | 30% | 4,127 | 0.17 | C   | 5,046 | 0.21 | C   | 6,169 | 0.26 | C   | 7,541  | 0.31 | C   |
| 4.ラ・トンガ橋    | 10% | 7,039 | 0.29 | C   | 7,881 | 0.33 | D   | 8,911 | 0.37 | D   | 10,169 | 0.42 | D   |
|             | 20% | 7,211 | 0.30 | C   | 8,091 | 0.34 | D   | 9,167 | 0.38 | D   | 10,483 | 0.44 | D   |
|             | 30% | 7,382 | 0.31 | C   | 8,301 | 0.35 | D   | 9,424 | 0.39 | D   | 10,796 | 0.45 | D   |

### (3) 幅員構成

道路及び橋梁設計において、幅員構成の設定は工事費に大きく影響する要因であるとともに、通過車両、歩行者、自転車等の利用者の安全性や道路の交通容量にも直接的に影響する設計上の重要事項である。また、路肩幅については、日本の道路構造令では50m（米国 AASHTO 橋梁設計基準では60m）を超える橋梁の場合、工費縮減に配慮して橋梁の路肩幅は、取付道路の路肩幅をより狭く縮小した特例値を設けている。一方、道路の車道幅・路肩幅はその道路の機能面（幹線道路、準幹線道路、一般道など）

から設計速度に対応して規定される。上記を考慮し、幅員構成は下記の方針で設定する。

- 対象橋梁が架かる道路は国際幹線道路である。したがって、車道幅員、路肩幅及び内側側帯幅は中米幾何構造設計基準の幹線道路に準じる。
- 橋梁上の歩道は、自転車、車椅子利用者などハンディキャップを持った住民や老人に配慮し、橋面高さと同程度のバリアフリー構造とする。マウントアップ形式よりコンクリート量を低減でき、死荷重の軽減に寄与することから経済的な構造となる。
- 歩道の要否及び歩道幅は自転車、歩行者の利用状況及び既存道路の設置状況によって決定する。
- 日本の地方公共団体では通過車両が 1,000～4,000 台／日の場合、歩行者が 40 人／日以上では 2.0m 以上の歩道を設置している。

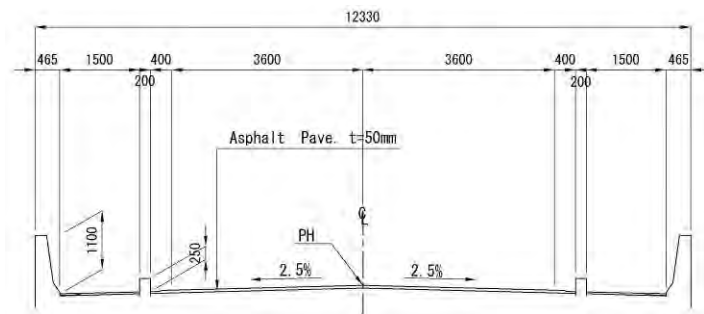
上記方針に基づき各橋梁及び取付道路の幅員構成を設定した。歩道の設置及び幅員に関する計画は表 3-2-2-2.6 のとおりである。また、各橋梁及び取付道路の幅員構成は図 3-2-2-2.7 のとおりである。

なお、取付道路は、通常、路肩を歩行者、自転車等は利用しているため、既存道路が既にマウントアップ歩道を整備していない箇所については、路肩を歩道として使用することとし、既存取付道路に歩道がある場合は、既存歩道と同じ仕様の歩道を設置する。また、当該橋梁前後の既存道路の歩道幅員が 1.0～1.5m であることに留意し、既設歩道へ連続的にすり付く歩道幅を採用する。

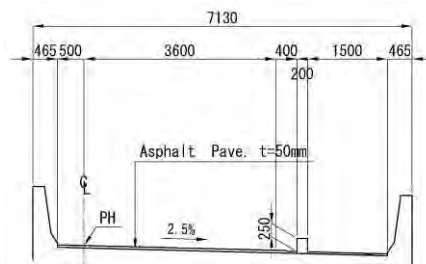
表 3-2-2-2.6 歩道設置及び歩道幅員に係る計画

| 橋梁名       | 通過車両<br>(台／日) | 歩行者数<br>(人／12 時間) | 歩道幅員計画 (m) |     |
|-----------|---------------|-------------------|------------|-----|
|           |               |                   | 左          | 右   |
| ラス・バンデラス橋 | 3,442         | 494               | 1.5        | 1.5 |
| テコロストーテ橋  | 2,557         | 868               | —          | 1.5 |
| ラ・トンガ橋    | 5,153         | 773               | 1.5        | 1.5 |

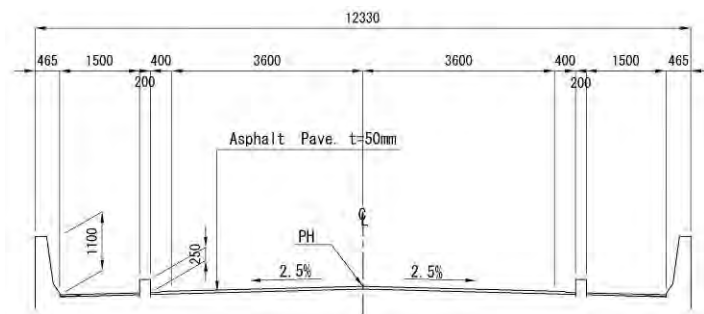
注) 通過交通量及び歩行者数は 2010 年調査団調査に基づく



1) ラス・バンデラス橋



2) テコロストーテ橋



3) ラ・トンガ橋

図 3-2-2-2.7 標準断面

#### (4) 舗装計画

##### 1) 舗装タイプ及び構造

表層は「ニ」国で一般的に使用され、また補修に適したアスファルトコンクリート舗装とし、基層にもアスファルトコンクリート系を用いる。

上層路盤は、現場近郊の原石山の材料を使用する粒調碎石とする。また、下層路盤は、現場近郊の土取場から調達した土砂に、下層路盤材の規定値（CBR（California Bearing Ratio）値 30 以上）を満足するように上層路盤で使用する粒調碎石を混合し使用する。

##### 2) 舗装構造計算条件

舗装設計は米国の「AASHTO Guide for Design of Pavement Structure 1993」に準拠する。舗装設計に使用した設計条件は表 3-2-2-2.7 のとおりである。

表 3-2-2-2.7 舗装設計に用いる設計条件

|                |                                                                                                                                                                                            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 供用期間           | : 2013 年～2022 年の 10 年間<br>(工事完成後供用開始より耐用期間 10 年間)                                                                                                                                          |
| 交通荷重 (W18)     | : 供用期間の 18kip 等価換算短軸荷重 (ESAL) 載荷数 (将来交通量の推計 (国道 2 号からの転換交通量 30%) により算出する)                                                                                                                  |
| 信頼性 (R)        | : 交通荷重及び舗装強度が仮定した範囲内となる確率を 80% とする (標準偏差 $Z_R = -0.841$ 、荷重及び舗装強度の標準偏差 $S_0 = 0.45$ )                                                                                                      |
| 供用性基準          | : 初期供用性指数 $P_0 = 4.2$ (AASHTO 道路試験結果)<br>供用性指数 $\Delta \text{Psi} = P_0 - P_t = 4.2 - 2.5 = 1.7$<br>終局供用性指数 $R_t = 2.5$ (幹線道路の AASHTO 標準値)                                                 |
| 路床土復元弾性係数 (MR) | : 地質調査により得られた CBR 値を基に、 $MR = 1,500 \times CBR$ により算出する                                                                                                                                    |
| 舗装の層係数         | : アスコン表層 (弾性係数 400,000Psi より) 層係数 $\alpha_1 = 0.42$<br>アスコン基層 (弾性係数 350,000Psi より) 層係数 $\alpha_2 = 0.39$<br>上層路盤 (CBR=80) の層係数 $\alpha_3 = 0.133$<br>下層路盤 (CBR=30) の層係数 $\alpha_4 = 0.108$ |
| 排水係数           | : 上層路盤 $m = 1.0$<br>下層路盤 $m = 1.0$                                                                                                                                                         |

交通荷重 (W18) と CBR 試験で得られた結果を基に各橋梁取付道路について、舗装厚の計算を行う。なお、アスファルト舗装に対する SN (全体の舗装厚に必要とされる構造指数) の計算式は AASHTO 舗装設計指針に準拠し下式のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(W_{18}) = & Z_R \times S_0 + 9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\{\Delta \text{Psi} / (4.2 - 1.5)\}}{0.40 + \{1094 / (\text{SN} + 1)^{5.19}\}} \\ & + 2.32 \times \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07 \end{aligned}$$

(出典：AASHTO 基準)

### 3) 舗装構造計算結果

各橋梁取付道路に対して、前項で求められた 18kip 等価換算短軸荷重 (ESAL 値) と設計 CBR 値を基に各区間の舗装構成の計算を実施した結果を表 3-2-2-2.8 に示す。

表 3-2-2-2.8 各区間の舗装構成の計算結果

| 橋梁名       | 累積荷重<br>$W_{18}$ | 必要舗装<br>強度(SN) | 計画舗装厚 (cm) |            |          |          | 計画舗装<br>強度(SN) | 判定 |
|-----------|------------------|----------------|------------|------------|----------|----------|----------------|----|
|           |                  |                | アスコン<br>表層 | アスコン<br>基層 | 上層<br>路盤 | 下層<br>路盤 |                |    |
| ラス・バンデラス橋 | 10,300,691       | 3.629          | 5          | 5          | 20       | 30       | 3.760          | OK |
| テコロストーテ橋  | 6,581,192        | 3.373          | 5          | 5          | 15       | 30       | 3.496          | OK |
| ラ・トンガ橋    | 6,332,798        | 3.351          | 5          | 5          | 15       | 30       | 3.496          | OK |

注)  $W_{18}$ =10 年間の自動車累積等価荷重=18kip 換算短軸荷重 (ESAL) 載荷数 (1 車線当たり 1 台当りの自動車等価換算荷重は、「ニ」国の舗装設計基準に準じ以下の値を適用した。  
自動車等価換算荷重: 普通乗用車 0.0002 / 小型バス 0.0004 / ピックアップ 0.0004 / 大型バス 1.1005 / 2 軸トラック 1.5720 / 3 軸トラック 1.8760 / トレーラー 4.5370  
交通の伸び率は 4.1%、国道 2 号からの転換交通量は 30%とした。



## (5) 設計高水位及び最小径間長の設定に係る計画

### 1) 架橋地点の流域面積

現地にて収集した 1/250,000 地形図は等高線が記入されており、これに基づいて対象 4 橋地点上流域の流域界を設定すると、図 3-2-2-2.8 となる。

ラス・バンデラス橋の約 5km 上流には、ラス・カノアス・ダムが 1985 年に建設されており、その流域面積は既知である。下流 5km の架橋地点に至る間に小支川を含む残流域があり、他の 3 橋地点も含めて整理すれば表 3-2-2-2.9 に示す流域面積となる。



図 3-2-2-2.8 対象橋梁上流域の流域図

表 3-2-2-2.9 対象橋梁上流域の流域面積 (km<sup>2</sup>)

| ラス・バンデラス橋 |       | テコロストーテ橋 | クイサラ橋 | ラ・トンガ橋 |
|-----------|-------|----------|-------|--------|
| B-1       | 828.3 | 322.7    | 242.7 | 391.7  |
| B-2       | 74.3  |          |       |        |
| 計         | 902.6 |          |       |        |

### 2) 洪水に関する現地聞き取り調査結果

2010 年 2 月 27 日～3 月 5 日にかけて、現地聞き取り調査を実施した。対象者は架橋地点近隣のレストラン従業員、歩道通行人、河川で洗濯や水浴びをしている人々、居住者等、接触できる限り複数人である。複数が一致する状況を確認した結果は、ラス・バンデラス橋を除く、テコロストーテ橋、クイサラ橋、ラ・トンガ橋における洪水時の流下状況に越流等の問題がないこ

とが判明した。聞き取り調査の結果は以下のとおりである。

**a) ラス・バンデラス橋**

1998 年に発生したハリケーン・ミッチ来襲時には、約 1 日間浸水が継続し最高水位が図 3-2-2-2.9 に示すように橋面から約 2m まで冠水したとのことである。



図 3-2-2-2.9 ラス・バンデラス橋のハリケーン・ミッチ来襲時の最高水位

また、3 年前には、雨期に橋面まで冠水したとのことであったことから、計画洪水位の設定が重要となる。

**b) テコロストーテ橋**

聞き取り調査によると、ハリケーン・ミッチ来襲時には、最高水位が既設橋の桁下数 m の位置まで到達したとのことであるが、橋梁の桁下までは、余裕がある状況となっている。

なお、通常の雨期における最高水位でも、大きな水位上昇は無いとのことであり、現況の桁下高さは、洪水に対して相応の余裕があるものと推定される。

**c) クイサラ橋**

現地調査時はわずかな溜まり水が見受けられる程度で、流水はない状況であった。流域面積も 4 橋中最小であり、現況の桁下高さは、洪水に対して相応の余裕があるものと推定される。

**d) ラ・トンガ橋**

橋梁近傍では河岸へのアクセス路はなく、直上流側右岸のレストランにおける聞き取り調査では、洪水時に橋梁が冠水することではなく、水位上昇について問題がないとのことであった。

流域面積もラス・バンデラス橋の 45%程度であり、現況の桁下高さは、洪水に対して相応の余裕があるものと推定される。

### 3) ラス・バンデラス橋の上流ダムからの洪水流量に関する分析

ラス・カノアス・ダムは 1985 年にラス・バンデラス橋上流約 5km の地点に発電、灌漑用水の取水目的で建設されたダムである。洪水調節機能は有していない。洪水時は右岸に設置されている洪水吐から自然越流方式で下流へ放流する構造である。「ニ」国運輸インフラ省より提供された下記資料を参考に洪水時の放流量に関する部分を整理して以下に示す。

- Estudio del Potencial Hidroelectrico del Rio Malacatoya las Canoas.pdf, 運輸インフラ省
- Malaca\_2003.ppt, 運輸インフラ省
- NIVEL\_DEL\_EMBALSE\_2008-9(1).xls, 運輸インフラ省

#### a) ラス・カノアス・ダムの洪水調節について

洪水時は右岸に設置されている洪水吐から自然越流方式で自然調節されることとなる。ラス・カノアス・ダムの洪水吐及びその越流時の状況を図 3-2-2-2.10 に示す。



図 3-2-2-2.10 ラス・カノアス・ダムの洪水吐の状況

#### b) 洪水吐の放流特性

ラス・カノアス・ダムの洪水吐は、 $L$ （越流幅）＝120m の洪水吐であり、その流出特性（流量と越流水深の関係）は図 3-2-2-2.11 に示すとおりであり、次式にて算出される。

$$Q = C_d \times L (H - H_0)^{3/2}$$

ここに、 $C_d$ （流量係数）＝2.15、 $H_0$ （越流頂部高）＝120.0 m



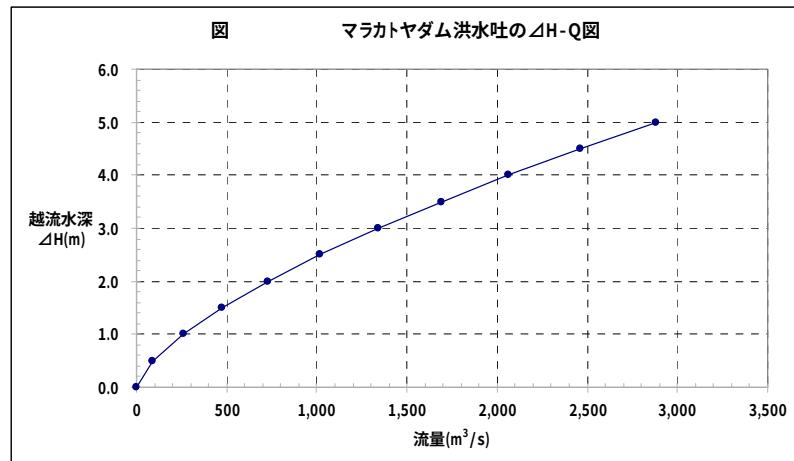


図 3-2-2-2.11 ラス・カノアス・ダム洪水吐の $\Delta H$ -Q 図

### c) 常時使用水量

ラス・カノアス・ダムは、図 3-2-2-2.12 に示すように、発電、灌漑用水の取水目的で建設されている。発電用水： $2\text{m}^3/\text{s}$ 、灌漑用水： $6\text{m}^3/\text{s}$ 、合計で  $8\text{m}^3/\text{s}$  が取水されており、洪水時にはこれらの流量は無視できるものの、渇水期における施工時には最大でこの放流量に伴う水位上昇があるものとして、その水位変動を想定しておく必要がある。

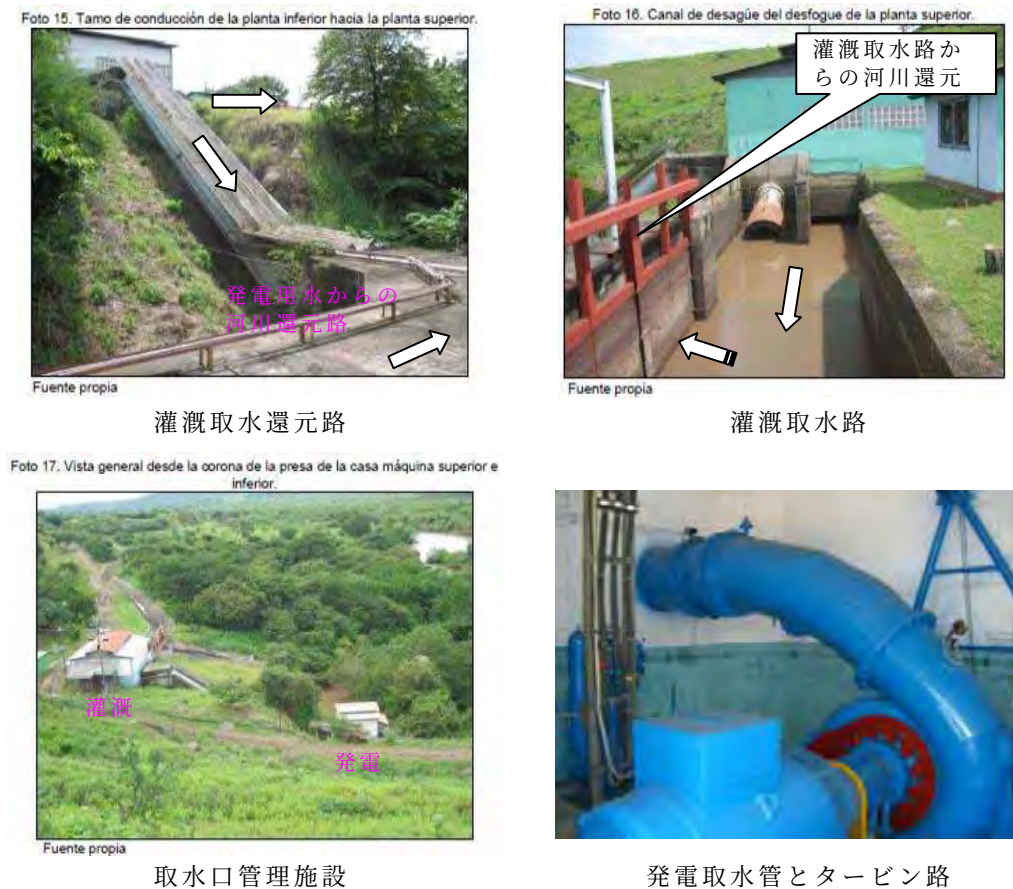


図 3-2-2-2.12 ラス・カノアス・ダムの使用状況

#### 4) 50 年確率洪水流量の設定

##### a) 基本方針

計画規模は、過去の無償資金協力による既往事例や橋梁の耐用年数を考慮して 50 年確率とする。

調査対象の 4 橋は、流域が隣接し、地形も類似していることから、降雨特性とその流出特性に大きな相違はないものと推測できる。そこで、相対的にその流域面積も最大となっているラス・カノアス・ダム解析結果を適用し、その他の橋梁については、流域面積比率（比流量）を用いて 50 年確率流量を設定する。

##### b) 既往解析結果（ラス・カノアス・ダム）

ラス・カノアス・ダムの計画においては、1952～1969 年の 18 年間の年最大流量を基本に、下式のとおり Gumbel 法にて確率年とその流量が推算され、ダム設計流量 1,412m<sup>3</sup>/s（確率年：500）が設定されている（表 3-2-2-2.10 参照）。

$$X = \beta - 1/\alpha \ln[\ln(T/(T-1))]$$

ここに、X：確率流量、T：確率年

S=201.8（標準偏差）

$\alpha = 0.00518(\sigma_y/S)$

$\beta = 213.4(X - \mu_y/\alpha)$

$\sigma_y = 1.04592$ （Gumbel 法の確率分布値）

$\mu_y = 0.51928$ （同上）

表 3-2-2-2.10 ラス・カノアス・ダムの設計流量

|         |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T（確率年）  | 100   | 150   | 200   | 500   | 1,000 |
| Q（確率流量） | 1,101 | 1,180 | 1,235 | 1,412 | 1,546 |

本計画の計画規模 T（確率年）：50 に対する Q（確率流量）を上式にて推算すれば、ラス・カノアス・ダム地点で 966m<sup>3</sup>/s となり、その比流量は 1,166.2m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>となる（表 3-2-2-2.11 参照）。

表 3-2-2-2.11 確率規模 1/50 年の計画流量（ダム地点）

| 計画流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 比流量<br>(m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|
| 966                         | 823.3                      | 1,166.2                                     |

#### 5) 50 年確率洪水流量

上述の比流量に基づいて、対象 4 橋の架橋地点における 50 年確率規模の設計流量を算定し、端数を丸めれば、表 3-2-2-2.12 に示す計画流量となる。



表 3-2-2-2.12 各対象橋の確率規模 1/50 年の計画流量

|                  | ラス・バンデラス橋 | テコロスト<br>ーテ橋 | クイサラ橋 | ラ・トンガ<br>橋 |
|------------------|-----------|--------------|-------|------------|
| 流域面積             | 902.6     | 322.7        | 241.7 | 391.7      |
| 確率規模 1/50 年の計画流量 | 1,053     | 376          | 282   | 457        |
| 計画流量             | 1,060     | 380          | 290   | 460        |

## 6) 計画高水位（50 年確率）の設定

### a) ラス・バンデラス橋

ラス・バンデラス橋の架橋位置は、河道線形に対して約 30 度傾斜し、流下方向に緩やかに左へ湾曲している地点である。左岸側の一部は洪水時に主流部が流下しない死水域が形成されている。また、左岸側は、約 10m 間隔で既設橋脚が複数設置されており、現状では、洪水時には流下河積を阻害している状況にある。

架橋地点の河川横断測量成果に基づいて、死水域除去、角度補正を行い、洪水時の有効流下断面を作成し、この有効断面に対する流下能力を検討した結果は次のとおりである。すなわち、各水位別に、断面積、径深を作成し、マンニングの平均流速公式を適用して流速を計算し、当該水位の断面積を乗じて流量を計算する。その際、平均流速算定時の粗度係数は、周辺状況から  $N=0.035$ 、水面勾配は河床縦断測量成果及び 1/50,000 地形図を参考に  $I=1/1,600$  とした。

その結果、図 3-2-2-2.13 に示すように、 $1,060\text{m}^3/\text{s}$  の計画流量に対して、その計画設計高水位は 79.2m となる。この計画高水位は、現況橋面高よりわずかに低い高さに相当する。

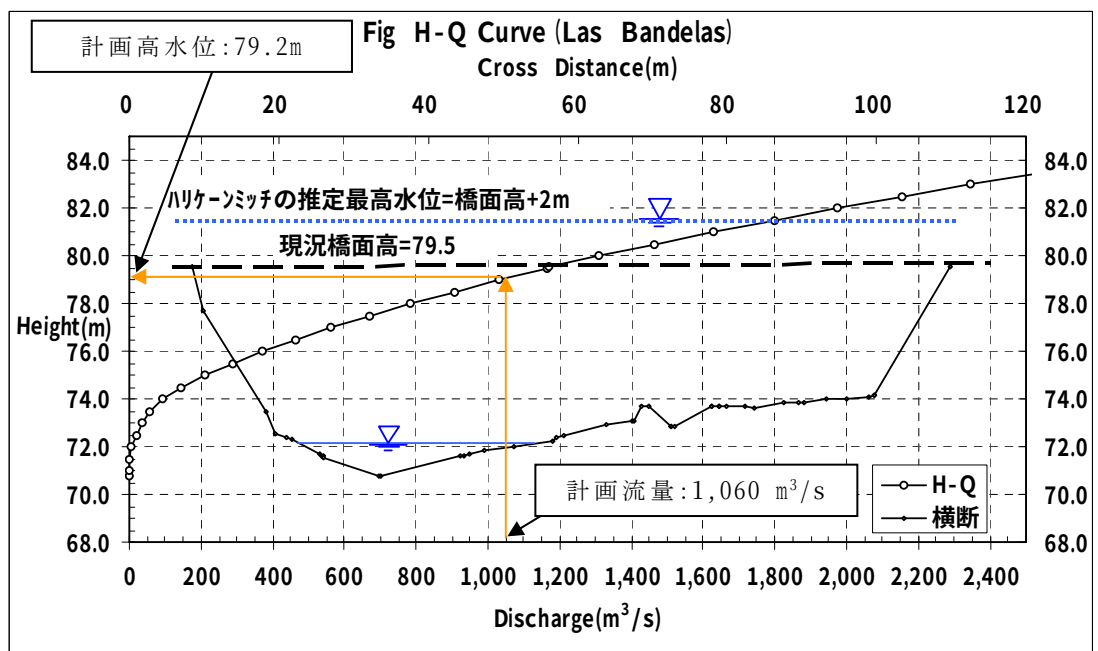


図 3-2-2-2.13 ラス・バンデラス橋の計画高水位

### b) テコロストーテ橋

テコロストーテ橋架橋地点は、河道線形に対してほぼ直角であり、ラス・バンデラス橋のように、洪水時の有効流下断面を補正する必要のない。架橋地点の横断測量成果とマンニングの平均流速公式を適用して流下能力を算定した結果は図 3-2-2-2.14 のとおりである。

なお、平均流速算定時の粗度係数は、周辺状況から  $N=0.035$  とし、水面勾配は、河床縦断測量成果、1/50,000 地形図を参考に 1/1,100 とした。

結果、計画流量： $380\text{m}^3/\text{s}$  に対して、その計画設計高水位は 88.4m となり、現況橋面高は十分に余裕のある高さであるといえる。

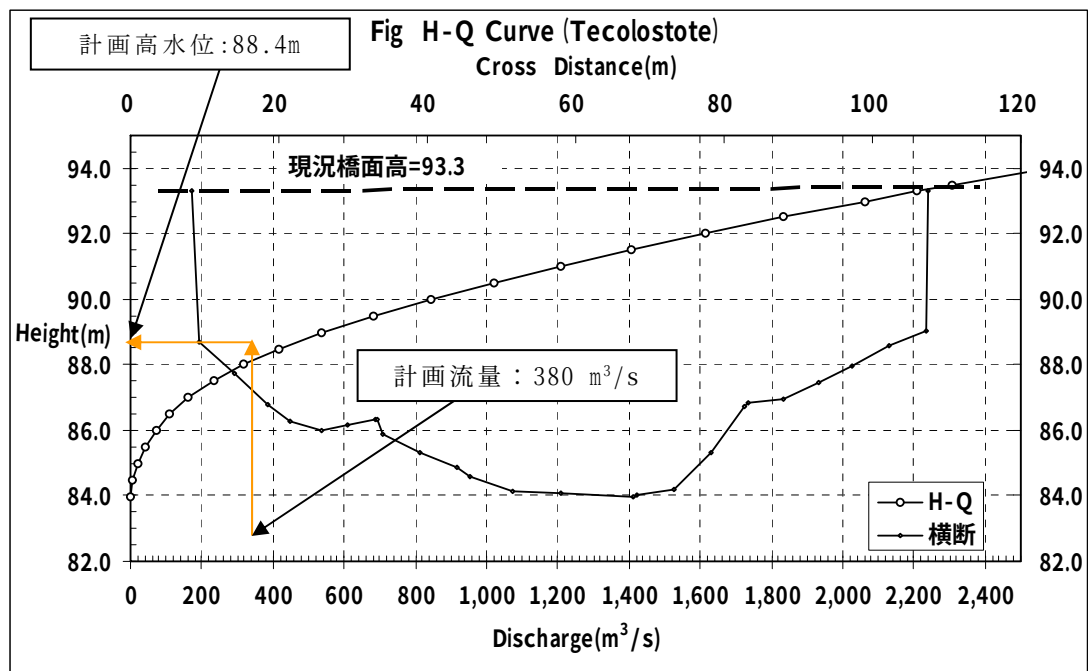


図 3-2-2-2.14 テコロストーテ橋の計画高水位

### c) クイサラ橋

クイサラ橋架橋地点は、河道線形に対してほぼ直角である。架橋地点の横断測量成果とマンニングの平均流速公式を適用して流下能力を算定した結果は図 3-2-2-2.15 のとおりである。

なお、平均流速算定時の粗度係数は、周辺状況から  $N=0.035$  とし、水面勾配は、河床縦断測量成果、1/50,000 地形図を参考に 1/550 とした。

結果、計画流量： $290\text{m}^3/\text{s}$  に対して、その計画設計高水位は 111.5m となり、現況橋面高は十分に余裕のある高さであるといえる。

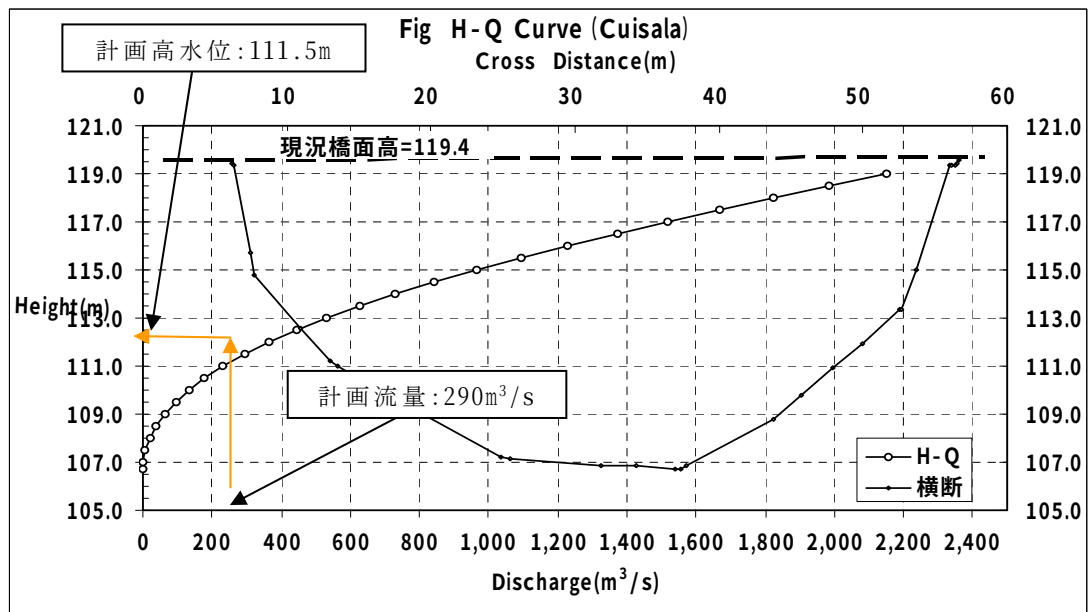


図 3-2-2-2.15 クイサラ橋の計画高水位

#### d) ラ・トンガ橋

ラ・トンガ橋架橋地点は、河道線形に対してほぼ直角である。架橋地点の横断測量成果とマンニングの平均流速公式を適用して流下能力を算定した結果は図 3-2-2-2.16 のとおりである。

なお、平均流速算定時の粗度係数は、周辺状況から  $N=0.035$  とし、水面勾配は、河床縦断測量成果、1/50,000 地形図を参考に 1/1,300 とした。

結果、計画流量：460m³/s に対して、その計画設計高水位は 59.0m となり、現況橋面高は十分に余裕のある高さであるといえる。

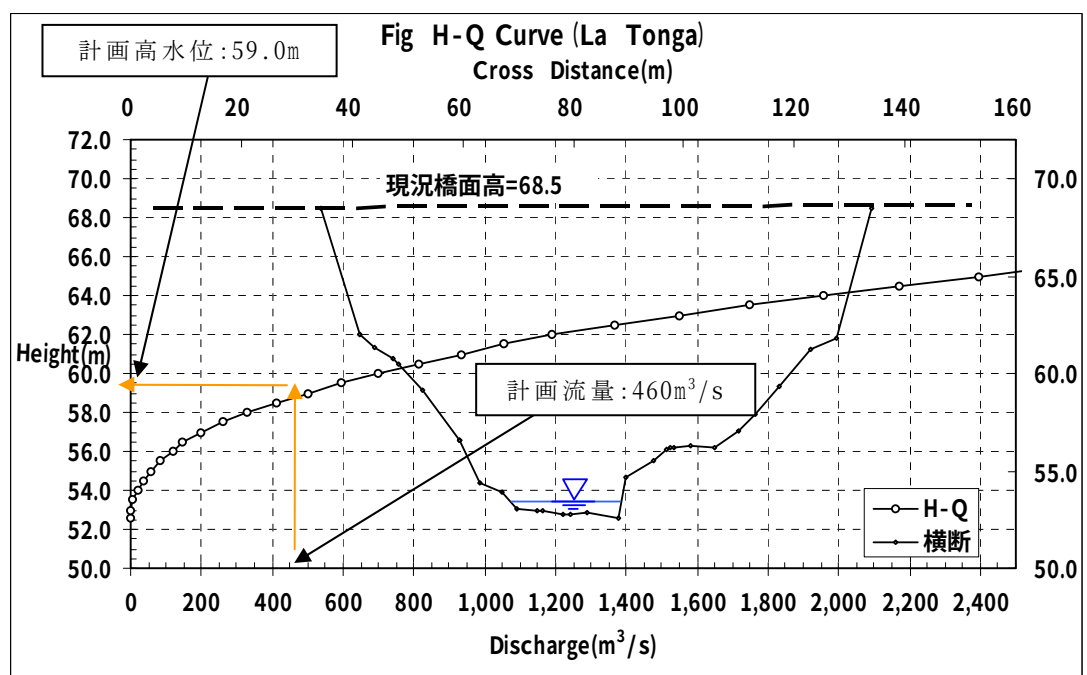


図 3-2-2-2.16 ラ・トンガ橋の計画高水位

## 7) 水理条件による設計条件まとめ

橋梁の桁下高さ及び径間長等の橋梁諸元の設定にあたって、表 3-2-2-2.13 のとおり河川条件を整理した。桁下余裕高は表 3-2-2-2.14 に示すように日本の河川管理施設等構造令を参考に計画流量に応じて 0.8～1.0m とした。

また、最小径間長は同構造令に示される基準径間長を満足する値を採用することとした。なお、橋梁計画における橋台・橋脚位置の選定にあたっては、地形や河川の流心位置や流速等の河川流下特性に配慮することとした。

表 3-2-2-2.13 河川特性より決定される橋梁諸元

| 対象橋                    | ラス・バン<br>デラス橋 | テコロス<br>トーテ橋 | クイサラ橋 | ラ・トンガ橋  |
|------------------------|---------------|--------------|-------|---------|
| 流域面積 km <sup>2</sup>   | 902.6         | 322.7        | 241.7 | 391.7   |
| 河床勾配 ー                 | 1/1,600       | 1/1,100      | 1/550 | 1/1,300 |
| 計画高水位 m                | 79.2          | 88.4         | 111.5 | 59.0    |
| 計画流量 m <sup>3</sup> /s | 1,060         | 380          | 290   | 460     |
| 桁下余裕高 m                | 1.0           | 0.8          | 0.8   | 0.8     |
| 桁下高 m                  | 80.2          | 89.2         | 112.3 | 59.8    |
| 基準径間長* m               | 26.0          | 22.0         | 22.0  | 23.0    |

\* 基準径間長 (m) :  $L=20+0.005Q$  (Q:計画流量(m<sup>3</sup>/s))、河川管理施設等構造令

表 3-2-2-2.14 桁下余裕高

| 計画流量(m <sup>3</sup> /s) | 200 未満 | 200 以上<br>500 未満 | 500 以上<br>2,000 未満 | 2,000 以上 |
|-------------------------|--------|------------------|--------------------|----------|
| 桁下余裕高(m)                | 0.6    | 0.8              | 1.0                | 1.2      |

## (6) 設計荷重に係る計画

主要な設計荷重に係る計画を表 3-2-2-2.15 に示す。地震力及び温度変化については、安全性を同一とするため、同一路線でその他の環境条件が同一と考えられる橋梁建設プロジェクトにおいて、無償資金協力案件で用いた地震力及び温度変化を参考にする。

表 3-2-2-2.15 設計荷重に係る計画

| 設計荷重  | 内容                                                              |                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 設計活荷重 | AASHTO の HS25 (HS20-44 の 25% 増し) 相当<br>(日本の B 活荷重 (道路橋示方書) に該当) |                                                                       |
| 温度変化  | 鋼橋                                                              | -20～50 °C (70 °C 変化)<br>AASHTO の橋梁設計基準 : 0～120 °F (-17.8～48.9 °C) に相当 |
|       | コンクリート橋                                                         | 40 °C 変化<br>AASHTO の橋梁設計基準 : 上昇 30 °F、下降 40 °F に相当                    |
| 設計震度  | 0.2～0.3 (「ニ」国建設基準)                                              |                                                                       |

### 3-2-2-3 ラス・バンデラス橋の橋梁計画

#### (1) 架橋位置の検討

3-2-1-8 節で示した整備方針に対して架橋位置の選定を行った。

架橋位置の選定にあたって、以下に示す 3 つの代替案に対して、取付道路線形、取付道路延長、用地取得・住民移転及び環境社会に対する影響を比較検討した。表 3-2-2-3.1 に示す比較検討の結果、第 1 案を選定する。

第 1 案 現況位置（既存橋を撤去し、同位置に 2 車線橋を架け替える）

第 2 案 上流側（既存橋の上流側に 2 車線橋を新設する）

第 3 案 下流側（既存橋の上流側に 2 車線橋を新設する）

#### (2) 橋梁形式の検討

橋梁形式の選定にあたって、以下に示す 4 つの代替案に対して、道路使用性（環境性）・河川流下性、構造性・施工性、維持管理性、経済性を比較検討した。表 3-2-2-3.2 に示す比較検討の結果、第 1 案を選定する。

第 1 案 鋼トラス橋＋PC2 径間連続 I 桁橋

第 2 案 鋼鈑桁橋＋PC2 径間連続 I 桁橋

第 3 案 鋼 2 径間トラス橋

第 4 案 PC2 径間連続箱桁橋

また、桁高の低い鋼トラス形式と高い鋼鈑桁形式に対して、それぞれどの程度の用地確保が必要になるかを比較した結果を図 2-2-3.1 に示す。

#### (3) 下部構造・基礎の検討

下部構造・基礎の選定にあたって、以下に示す 3 つの代替案に対して、構造性、河川水理上の特性、施工性、経済性、維持管理性を比較検討した。表 3-2-2-3.3 に示す比較検討の結果、第 3 案を選定する。

第 1 案 コンクリート単柱式橋脚（直接基礎）

第 2 案 コンクリート 2 柱式橋脚（直接基礎）

第 3 案 コンクリート壁式橋脚（直接基礎）



表 3-2-2-3.1 架橋位置の比較結果（ラス・バンデラス橋）

|                        |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                                                                                                                   |                        |                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 比較概要図                  |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                                                                                                                   |                        |                                                                                                                                                                                                                    |
|                        |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                                                                                                                   |                        |                                                                                                                                                                                                                    |
| 項目                     | 案-1 現況位置                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 案-2 上流側            |                                                                                                                                                                                                                   | 案-3 下流側                |                                                                                                                                                                                                                    |
| 概要                     | 現況の既存橋を撤去し、同位置に2車線橋梁を架け替える。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 既存橋の上流側に2車線橋を新設する。 |                                                                                                                                                                                                                   | 既存橋から5mほど下流に2車線橋を新設する。 |                                                                                                                                                                                                                    |
| 取付道路線形                 | ○                           | ほぼ直線である                                                                                                                                                                                                                                                                            | ×                  | 橋梁前後でS-字曲線になる                                                                                                                                                                                                     | ×                      | 橋梁前後でS-字曲線となる                                                                                                                                                                                                      |
| 取付道路延長                 | ○                           | 約265m（左岸：約165m、右岸：約100m）                                                                                                                                                                                                                                                           | △                  | 約636m（左岸：約272m、右岸：約364m）                                                                                                                                                                                          | ×                      | 約689m（左岸：約313m、右岸：約376m）                                                                                                                                                                                           |
| 用地取得、住民移転および環境社会に対する影響 | ○                           | <p><u>用地取得</u><br/>現況位置で架け替えるため用地取得は必要ない。</p> <p><u>住民移転</u><br/>路面高を高くするために道路盛土を建設する必要があり、これに伴い5件の住民移転が必要となる。</p> <p><u>工事中の交通確保</u><br/>工事中は下流側に約875mの迂回路（仮設橋含む）が必要となる。</p> <p>迂回路が必要となる期間は工事中1年程度と限定的である。また幅員の狭い区間が数箇所にあるものの、基本的に住民移転が必要ない。植木の伐採も3本程度必要となるだけで、社会環境への影響は小さい。</p> | ×                  | <p><u>用地取得</u><br/>約5,200m<sup>2</sup>の用地取得が必要である。</p> <p><u>住民移転</u><br/>19件の住民移転が発生する。</p> <p><u>工事中の交通確保</u><br/>工事中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。</p> <p>用地は住宅地が主であり、社会環境への影響が大きいとともに、電柱、看板等の移設を多く必要となる。</p> | △                      | <p><u>用地取得</u><br/>約6,500m<sup>2</sup>の用地取得が必要である。</p> <p><u>住民移転</u><br/>16件の住民移転が必要となる。</p> <p><u>工事中の交通確保</u><br/>工事中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。</p> <p>用地は住宅地が主であり、社会環境への影響が大きいとともに、電柱、看板等の移設を多く必要となる。</p> |
| 総合評価                   | ○                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ×                  |                                                                                                                                                                                                                   | △                      |                                                                                                                                                                                                                    |

表 3-2-2-3.2 橋梁形式の比較結果（ラス・バンデラス橋）

| 比較案                       | 道路使用性(環境性)<br>・河川流下性                                                   | 構造的・施工性                           | 維持管理性                                             | 経済性                                     | 評価                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 第 1 案 鋼トラス橋+PC-I 桁橋×2<br> | ○ 取付道路が 3.0m 程度高くなる(取付道路延長 265m)。周辺家屋への影響を最も小さくできる。<br>○ 河川流下は良好である。   | ○ トラスは格点構造のため施工に時間を要する。           | △ 格点構造のため、維持管理が必要である。耐侯性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。 | ○ 経済性に優れる。(採用案に対する比率 1.00)              | ◎ 【採用】周辺環境へ与える影響が小さく、最も優れている                  |
| 第 2 案 鋼桁橋+PC-I 桁橋×2<br>   | △ 取付道路が 4.8m 程度高くなる。周辺家屋への影響が大きい(取付道路延長 365m)。<br>○ 河川流下は良好である。        | ◎ クレーン架設のため、工期が短い。                | ○ 鋼部材については、耐侯性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。           | ◎ 経済性に最も優れる。(採用案に対する比率 0.92)            | ○ 経済性に最も優れるものの、第 1 案に比べ取付道路が高く周辺環境へ与える影響が大きい。 |
| 第 3 案 鋼 2 径間トラス橋<br>      | ○ 取付道路が 3.0m 程度高くなる。周辺家屋への影響を最も小さくできる(取付道路延長 265m)。<br>◎ 河川流下は最も良好である。 | ○ トラスは格点構造のため施工に時間を要する。           | △ 格点構造のため、維持管理が必要である。耐侯性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。 | △ 第 1 案、第 2 案に比べ経済性に劣る。(採用案に対する比率 1.11) | △ 周辺環境へ与える影響は小さいものの、経済性に劣る。                   |
| 第 4 案 PC2 径間連続箱桁橋<br>     | × 取付道路が 6.2m 程度高くなる。周辺家屋への影響が大きい(取付道路延長 400m)。<br>◎ 河川流下は最も良好である。      | △ オールステーミングあるいは張り出し施工のため、工期が長くなる。 | ◎ PC 橋のためメンテナンスフリーである。                            | △ 第 1 案、第 2 案に比べ経済性に劣る。(採用案に対する比率 1.15) | × 取付道路が高く周辺環境へ与える影響が大きい、望ましくない。               |

評価) ◎最も優れている、○優れている、△中位、×劣っている

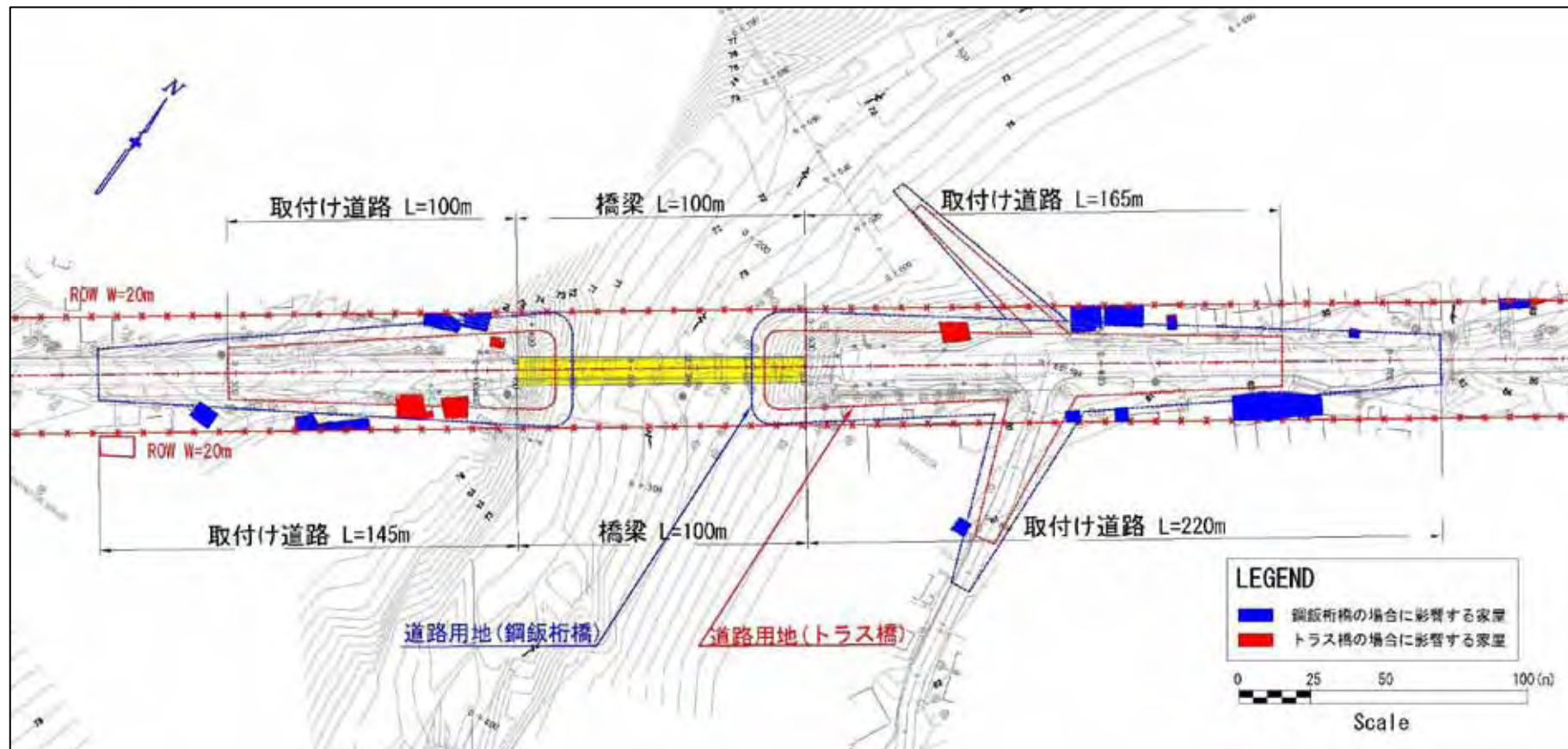


図 3-2-2-3.1 橋梁形式による必要用地幅と影響家屋等（ラス・バンデラス橋）

表 3-2-2-3.3 下部工形式の比較結果（ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋、ラ・トンガ橋）

| 構造概念図    | 第1案 コンクリート単柱式橋脚(直接基礎)                                                                                | 第2案 コンクリート2柱式橋脚(直接基礎)                                                                    | 第3案 コンクリート壁式橋脚(直接基礎)                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                      |                                                                                          |                                                                                                 |
| 構 造 性    | ○ 構造:上部構造の荷重を1本の太径コンクリート柱及び直接基礎で支える構造。<br>特徴:河床より深い位置に基礎を建設するため、局所洗掘の影響を受けにくく、耐震性は良好である。<br>工事実績は多い。 | △ 構造:上部構造の荷重を2本のコンクリート柱及び直接基礎で支える構造。<br>特徴:2柱間で渦流が発生しやすく局所洗掘の原因になり得る。<br>工事実績は少ない。       | ○ 構造:上部構造の荷重をコンクリート壁及び直接基礎で支える構造。<br>特徴:河床より深い位置に基礎を建設するため、局所洗掘の影響を受けにくく、耐震性は良好である。<br>工事実績は多い。 |
| 河川水理上の特性 | × 円形橋脚のため、流向の変化に対応できる。<br>局所洗掘による影響が小さい。<br>橋脚幅が厚いため河積阻害率が高い(8.0%:ラス・バンデラスの場合)。                      | △ 柱が2本のため、流向の変化に対応しにくい。<br>2柱式のため局所洗掘が発生する可能性がある。<br>橋脚幅が厚いため河積阻害率が高い(6.0%:ラス・バンデラスの場合)。 | ◎ 小判型であるため、流向の変化に影響を受ける。<br>局所洗掘への影響が小さい。<br>壁が薄く河積阻害率は小さい(4.0%:ラス・バンデラスの場合)。                   |
| 施 工 性    | △ 締め切りが必要であり、河川水位上昇時に被災する可能性がある。<br>特殊掘削のため工期は長い。                                                    | △ 締め切りが必要であり、河川水位上昇時に被災する可能性がある。<br>特殊掘削のため工期は長い。                                        | △ 締め切りが必要であり、河川水位上昇時に被災する可能性がある。<br>特殊掘削のため工期は長い。                                               |
| 経 済 性    | × 締め切り・構台の建設・撤去が必要のため非常に高価である(採用案に対する比率1.05倍/基)。                                                     | △ 工事費は最も安価である(採用案に対する比率1.05倍/基)。                                                         | ◎ 工事費は最も安価である(採用案に対する比率1.00倍/基)。                                                                |
| 維持管理性    | ○ 維持管理はほとんど必要ない。                                                                                     | △ 2柱間の流木除去や局所洗掘に対する維持管理が必要である。                                                           | ○ 維持管理はほとんど必要ない。                                                                                |
| 総 合 評 価  | × 河積阻害が大きく、また、経済性より総合的に劣る。                                                                           | △ 河積阻害が大きく、また、経済性より総合的に劣る。                                                               | ○ 【採用】河川流下性、構造的性、施工性、経済性、維持管理性より総合的に優れる。                                                        |

評価) ◎最も優れている、○優れている、△中位、×劣っている

#### (4) 橋梁付帯施設計画

##### 1) 舗装工

コンクリート床版上に既存道路と同様にアスファルトコンクリート舗装（表層 5cm）を敷設する。路肩及び歩道は 3.5cm（表層の 2/3）とする。

##### 2) 壁高欄工

「ニ」国で一般的に採用されているコンクリート壁高欄（フロリダ型）を採用する。本形式は、維持管理性、車両の衝突エネルギーの緩和、誘導性に優れる。

##### 3) 歩車道境界工

車両と歩行者を分離するために、歩車道の境界に幅 200mm、長さ 1,000mm、高さ 250mm のコンクリートブロックを 1,500mm 間隔で配置する。

##### 4) 排水工

路面排水のために歩道端部（横断勾配の下流側）に直径 100mm の鋼製排水管を 7.0～7.5m 間隔で設置する。排水管は、橋梁上部構造の汚れや腐食を誘発しないように、その流末を桁下面より下に設定する。

##### 5) 支承工

鋼トラス橋においては、鋼製支承（BP-B 支承）を採用する。また、PC-I 桁橋ではゴム支承を採用する。表 3-2-2-3.4 に各支点で使用する支承形式、支承境界条件、鉛直反力及び形状を示す。

表 3-2-2-3.4 支承形式及び支承境界条件（ラス・バンデラス橋）

|                     | A1 橋台   | P1 橋脚   |                              | P2 橋脚                        |                              | A2 橋台                        |
|---------------------|---------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 上部構造形式              | 鋼トラス橋   |         | PC-I 桁橋                      |                              | PC-I 桁橋                      |                              |
| 支承形式                | BP-B 支承 | BP-B 支承 | ゴム支承                         | ゴム支承                         | ゴム支承                         | ゴム支承                         |
| 境界条件                | 固定      | 可動      | 可動                           | 固定                           | 固定                           | 可動                           |
| 設計反力(kN)<br>／形状(mm) | 3,000kN | 3,000kN | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 56 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 44 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 44 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 56 |
| 数量(個)               | 2       | 2       | 6                            | 6                            | 6                            | 6                            |

##### 6) 伸縮装置工

伸縮装置は、伸縮量や橋梁形式に対して適用範囲が広く、低騒音性・走行性や維持管理性、止水性、施工性、経済性に優れる荷重支持型を採用する。桁遊間及び伸縮量を表 3-2-2-3.5 に示す。

また、P2 橋脚上の PC-I 桁の掛け違い部は、桁を連続化することにより伸縮装置を省略する。



表 3-2-2-3.5 伸縮装置（ラス・バンデラス橋）

|         | A1 橋台 | P1 橋脚 | P2 橋脚      | A2 橋台   |
|---------|-------|-------|------------|---------|
| 上部構造形式  | 鋼トラス橋 |       | PC-I 桁橋    | PC-I 桁橋 |
| 伸縮装置形式  | 荷重支持型 | 荷重支持型 | (連続桁のため省略) | 荷重支持型   |
| 桁遊間(mm) | 50    | 100   | (300)      | 100     |
| 伸縮量(mm) | 30    | 80    | —          | 30      |

## 7) 落橋防止構造

地震や洪水の際に下部構造や支承の破壊された場合に、上部構造の落下を防止するために落橋防止構造を設置する。鋼橋部には、維持管理性・施工性・経済性に優れる緩衝チェーン形式、PC-I 桁部では維持管理性・施工性・経済性に優れるコンクリートブロック形式を採用する。

各支点における落橋防止構造の形式を表 3-2-2-3.6 に示す。また、P2 橋脚上の PC-I 桁の掛け違い部は、桁を連続化されるため落橋防止構造は省略する。

表 3-2-2-3.6 落橋防止構造（ラス・バンデラス橋）

|                     | A1 橋台   | P1 橋脚   | P2 橋脚                          | A2 橋台    |
|---------------------|---------|---------|--------------------------------|----------|
| 上部構造形式              | 鋼トラス橋   |         | PC-I 桁橋                        | PC-I 桁橋  |
| 落橋防止構造              | 緩衝チェーン  | 緩衝チェーン  | コンクリートブロック                     | 連続化のため省略 |
| 設計反力(kN)<br>／形状(mm) | 1,030kN | 1,030kN | 橋軸： 300<br>直角：1,000<br>高さ： 400 | —        |
| 数量                  | 4(本)    | 4(本)    | 5(基)                           | —        |

## 8) 踏掛版

橋台背面盛土の沈下防止対策として、両橋台背面に踏掛盤を設置する。踏掛盤の長さは 5.0m、幅は車道 3.6m と路肩 0.4m に片側 0.5cm ずつ加え総幅 9.0m とする。

## 9) その他

各橋の起点側及び終点側に 1 箇所ずつ計 2 箇所に橋名版を設置する。橋名版はコンクリート壁高欄に埋込む形式とする。

また、照明装置は設置しないものとする。

## (5) 道路付帯施設計画

### 1) 法面保護工

取付道路の盛土はその勾配を 1:1.5 とし、表面には法肩まで張芝を施工する。また、設計高水位以下については、練石張工（勾配 1:1.5）を施工する。

## **2) 排水計画**

排水施設は既存の排水系統を基本に計画するものとする。

## **3) 安全施設・ユーティリティ**

安全施設として道路標識工、路面標示工、ハンプ設置工、横断歩道、ガードレール・ガイドポストを設置する。これらの安全施設は現況復旧を基本として計画する。

また、エル・ラマ側下流の既存バス停留所は、同一箇所に新たなバス停留所を設置する。バス停留所の建屋は現地負担事項として整備する。

既存の電力、水道等の橋梁添架物・架線・地下埋設物等のユーティリティ施設は工事期間中に一時移設した後、現況復旧するものとする。また、ユーティリティの移設・復旧は現地負担事項である。

また、現況復旧を基本とし、マナグア側下流及びエル・ラマ側上下流には、橋梁取付部から河川へのアクセスのための階段工を設置する。

## **4) 接続道路・近隣家屋への接続**

主な接続道路は、エル・ラマ側下流の市街地へのアクセス道路である。本線の嵩上げに伴い取付部の路面高さ 80cm 程度高くなるため、6%の縦断勾配でアクセス道路に擦り付ける計画とする。

また、近接家屋への接続にあたって、現況接続道路と同程度の縦断勾配及び間口幅の確保等、車両の出入に配慮した計画とする。

## **5) その他**

道路照明は現況で整備されていないため、本プロジェクトから除外する。また、工事によって一時撤去されるキロ・ポストを復旧する。

エル・ラマ側下流には、ステークホルダーミーティングの際に周辺住民より要望があったため、簡易洗濯場を整備する。

### **3-2-2-4 テコロストーテ橋の橋梁計画**

#### **(1) 架橋位置の検討**

3-2-1-8 節で示した整備方針に対して架橋位置の選定を行った。

架橋位置の選定にあたって、以下に示す 2 つの代替案に対して、取付道路線形、取付道路延長、用地取得・住民移転及び環境社会に対する影響を比較検討した。表 3-2-2-4.1 に示す比較検討の結果、第 2 案を選定する。

第 1 案 上流側（既存橋を 1 車線橋として利用し、新たな 1 車線橋を既設橋の上流側に増設する。

第 2 案 下流側（既存橋を 1 車線橋として利用し、新たな 1 車線橋を既設橋の下流側に増設する。

#### **(2) 橋梁形式の検討**

橋梁形式の選定にあたって、以下に示す 3 つの代替案に対して、道路使用性（環境性）・河川流下性、構造性・施工性、維持管理性、経済性を比較検討した。表 3-2-2-4.2 に示す比較検討の結果、第 2 案を選定する。

第 1 案 PC-I 桁橋＋鋼トラス橋＋PC-I 桁橋

第 2 案 鋼 3 径間連続鈑桁橋

第 3 案 PC3 径間連続箱桁橋

#### **(3) 下部構造・基礎の検討**

下部構造・基礎の選定にあたって、以下に示す 3 つの代替案に対して、構造性、河川水理上の特性、施工性、経済性、維持管理性を比較検討した。

検討結果はラス・バンデラス橋と同様である。

第 1 案 コンクリート単柱式橋脚（直接基礎）

第 2 案 コンクリート 2 柱式橋脚（直接基礎）

第 3 案 コンクリート壁式橋脚（直接基礎）

表 3-2-2-4.1 架橋位置の比較結果（テコロストーテ橋）

比較概要図

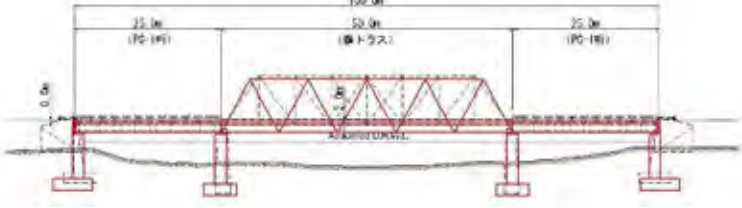
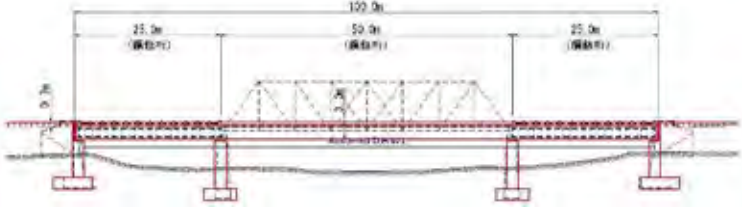
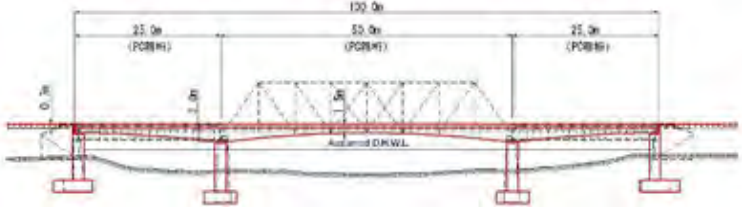
LEGEND

案-1 (上流側)    案-2 (下流側)

Dimensions: 319m, 100m, 281m, 283m, 100m, 304m

| 項目                         | 案-1 上流側                              |                                                                                                                                                                                               | 案-2 下流側                              |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要                         | 既存橋を1車線橋として利用し、新たな1車線橋を既存橋の上流側に増設する。 |                                                                                                                                                                                               | 既存橋を1車線橋として利用し、新たな1車線橋を既存橋の下流側に増設する。 |                                                                                                                                                                  |
| 取付道路線形                     | △                                    | 橋梁前後にS-字曲線となる                                                                                                                                                                                 | △                                    | 橋梁前後にS-字曲線となる                                                                                                                                                    |
| 取付道路延長                     | ×                                    | 約600m (左岸：約281m、右岸：約319m)                                                                                                                                                                     | ○                                    | 約587m (左岸：約304m、右岸：約283m)                                                                                                                                        |
| 用地取得、住民移転<br>および環境社会に対する影響 | ×                                    | <u>用地取得</u><br>道路用地内に整備が可能であるため用地取得は必要ない。<br><u>住民移転</u><br>4件の住民移転が発生する。<br><u>工事中の交通確保</u><br>工事中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。<br><br>用地取得は必要ないが、道路に近接するため、アクセスが困難になる家屋が多数あり、社会環境の影響は大きい。 | ○                                    | <u>用地取得</u><br>道路用地内に整備が可能であるため用地取得は必要ない。<br><u>住民移転</u><br>発生しない。<br><u>工事中の交通確保</u><br>工事中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。<br><br>案-1に比べて沿道に家屋が少なく、アクセスの問題は小さい。 |
| 総合評価                       | ×                                    |                                                                                                                                                                                               | ○                                    |                                                                                                                                                                  |

表 3-2-2-4.2 橋梁形式の比較結果（テコロストーテ橋）

| 比較案                                                                                                            | 道路使用性（環境性）<br>・河川流下性                                  | 構造性・施工性                           | 維持管理性                                             | 経済性                                     | 評価                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 第1案 PC-I 桁橋+鋼トラス橋+PC-I 桁橋<br> | ◎ 取付道路は現道と同じ高さとなる。周辺家屋への影響を最も小さくできる。<br>○ 河川流下は良好である。 | △ トラスは格点構造のため施工に時間を要する。           | △ 格点構造のため、維持管理が必要である。耐候性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。 | ○ 経済性に優れる。<br>（採用案に対する比率 1.06）          | ○ 周辺環境へ与える影響が最も小さいものの、第2案に比べ経済性に劣る。 |
| 第2案 鋼3径間連続鈑桁橋<br>             | ○ 取付道路が0.7m程度高くなるものの、周辺家屋への影響は小さい。<br>○ 河川流下は良好である。   | ○ クレーン・ベント架設のため、施工は短い。            | ○ 鋼部材については、耐候性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。           | ◎ 経済性に最も優れる。<br>（採用案に対する比率 1.00）        | ◎ 【採用】経済性に最も優れ、周辺環境への影響も小さい。        |
| 第3案 PC3 径間連続箱桁橋<br>         | ○ 取付道路が0.7m程度高くなるものの、周辺家屋への影響は小さい。<br>○ 河川流下は良好である。   | △ オールステーミングあるいは張り出し施工のため、工期が長くなる。 | ◎ PC橋のためメンテナンスフリーである。                             | △ 第1案、第2案に比べ経済性に劣る。<br>（採用案に対する比率 1.21） | △ 維持管理性に最も優れるものの、第2案に比べ経済性に劣る。      |

評価) ◎最も優れている、○優れている、△中位、×劣っている



#### (4) 橋梁付帯施設計画

##### 1) 舗装工

コンクリート床版上に既存道路と同様にアスファルトコンクリート舗装（表層 5cm）を敷設する。路肩及び歩道は 3.5cm（表層の 2/3）とする。

##### 2) 壁高欄工

「ニ」国で一般的に採用されているコンクリート壁高欄（フロリダ型）を採用する。本形式は、維持管理性、車両の衝突エネルギーの緩和、誘導性に優れる。

##### 3) 歩車道境界工

車両と歩行者を分離するために、歩車道の境界に幅 200mm、長さ 1,000mm、高さ 250mm のコンクリートブロックを 1,500mm 間隔で配置する。

##### 4) 排水工

路面排水のために歩道端部（横断勾配の下流側）に直径 100mm の鋼製排水管を 7.0m 間隔で設置する。排水管は、橋梁上部構造の汚れや腐食を誘発しないように、その流末を桁下面より下に設定する。

##### 5) 支承工

鋼鈑桁橋においては、鋼製支承（BP-B 支承）を採用する。表 3-2-2-4.3 に各支点で使用する支承形式、支承境界条件及び形状を示す。

表 3-2-2-4.3 支承形式及び支承境界条件（テコロストーテ橋）

|                     | A1 橋台   | P1 橋脚   | P2 橋脚   | A2 橋台   |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| 上部構造形式              | 鋼鈑桁橋    |         | 鋼鈑桁橋    |         |
| 支承形式                | BP-B 支承 | BP-B 支承 | BP-B 支承 | BP-B 支承 |
| 境界条件                | 固定      | 可動      | 可動      | 可動      |
| 設計反力(kN)<br>／形状(mm) | 1,000kN | 2,500kN | 2,500kN | 1,000kN |
| 数量(個)               | 3       | 3       | 3       | 3       |

##### 6) 伸縮装置工

伸縮装置は、伸縮量や橋梁形式に対して適用範囲が広く、低騒音性・走行性や維持管理性、止水性、施工性、経済性に優れる荷重支持型を採用する。桁遊間及び伸縮量を表 3-2-2-4.4 に示す。

また、P1 及び P2 橋脚上は、連続桁であることから伸縮装置を省略する。

表 3-2-2-4.4 伸縮装置（テコロストレーテ橋）

|         | A1 橋台 | P1 橋脚      | P2 橋脚      | A2 橋台 |
|---------|-------|------------|------------|-------|
| 上部構造形式  | 鋼鈑桁橋  |            | 鋼鈑桁橋       | 鋼鈑桁橋  |
| 伸縮装置形式  | 荷重支持型 | （連続桁のため省略） | （連続桁のため省略） | 荷重支持型 |
| 桁遊間(mm) | 100   | —          | —          | 100   |
| 伸縮量(mm) | 30    | —          | —          | 100   |

**7) 落橋防止構造**

地震や洪水の際に下部構造や支承の破壊された場合に、上部構造の落下を防止するために落橋防止構造を設置する。維持管理性・施工性・経済性に優れる緩衝チェーン形式を採用する。

各支点における落橋防止構造の形式を表 3-2-2-4.5 に示す。また、P1 及び P2 橋脚上は連続桁のため落橋防止構造は省略する。

表 3-2-2-4.5 落橋防止構造（テコロストレーテ橋）

|          | A1 橋台  | P1 橋脚      | P2 橋脚      | A2 橋台  |
|----------|--------|------------|------------|--------|
| 上部構造形式   | 鋼鈑桁橋   |            | 鋼鈑桁橋       | 鋼鈑桁橋   |
| 落橋防止構造   | 緩衝チェーン | （連続桁のため省略） | （連続桁のため省略） | 緩衝チェーン |
| 設計反力(kN) | 150kN  | —          | —          | 150kN  |
| 数量       | 4(本)   | —          | —          | 4(本)   |

**8) 踏掛版**

橋台背面盛土の沈下防止対策として、両橋台背面に踏掛盤を設置する。踏掛盤の長さは 5.0m、設置幅は左右の翼壁間とし 6.09m とする。

**9) その他**

各橋の起点側及び終点側に 1 箇所ずつ計 2 箇所に橋名版を設置する。橋名版はコンクリート壁高欄に埋込む形式とする。

また、照明装置は設置しないものとする。

**(5) 道路付帯施設計画****1) 法面保護工**

取付道路の盛土はその勾配を 1:1.5 とし、表面には法肩まで張芝を施工する。

**2) 排水計画**

排水施設は既存の排水系統を基本に計画するものとする。

**3) 安全施設・ユーティリティ**

安全施設として道路標識工、路面標示工、ハンプ設置工、横断歩道、ガイ

ドポストを設置する。これらの安全施設は現況復旧を基本として計画する。

また、エル・ラマ側下流の既存バス停留所は、同一箇所に新たなバス停留所を設置する。バス停留所の建屋は現地負担事項として整備する。

既存の電力、水道等の橋梁添架物・架線・地下埋設物等のユーティリティ施設は工事期間中に一時移設した後、現況復旧するものとする。また、ユーティリティの移設・復旧は現地負担事項である。

また、現況復旧を基本とし、エル・ラマ側下流の学校へのアクセスのための階段工を設置する。

#### **4) 接続道路・近隣家屋への接続**

主な接続道路は、エル・ラマ側上流の市街地へのアクセス道路である。上流側は既設取付道路を利用するものであり、下流側の新設道路からこの接続道路へ出入が可能なように接続道路を整備する。

また、近接家屋への接続にあたって、現況接続道路と同程度の縦断勾配及び間口幅の確保等、車両の出入に配慮した計画とする。

#### **5) その他**

道路照明は現況で整備されていないため、本プロジェクトから除外する。また、工事によって一時撤去されるキロ・ポストを復旧する。

### **3-2-2-5 ラ・トンガ橋の橋梁計画**

#### **(1) 架橋位置の検討**

3-2-1-8 節で示した整備方針に対して架橋位置の選定を行った。

架橋位置の選定にあたって、以下に示す 3 つの代替案に対して、取付道路線形、取付道路延長、用地取得・住民移転及び環境社会に対する影響を比較検討した。表 3-2-2-5.1 に示す比較検討の結果、第 3 案を選定する。

第 1 案 現況位置（既設橋を撤去し、現況位置に 2 車線橋を新設する）

第 2 案 上流側（既存橋の上流側に 2 車線橋を新設する）

第 3 案 下流側（既存橋の下流側に 2 車線橋を新設する）

#### **(2) 橋梁形式の検討**

橋梁形式の選定にあたって、以下に示す 4 つの代替案に対して、道路使用性（環境性）・河川流下性、構造性・施工性、維持管理性、経済性を比較検討した。表 3-2-2-5.2 に示す比較検討の結果、第 4 案を選定する。

第 1 案 PC-I 桁橋＋鋼トラス橋＋PC-I 桁橋

第 2 案 鋼 3 径間連続鈑桁橋

第 3 案 PC3 径間連続箱桁橋

第 4 案 PC3 径間連続 I 桁橋

#### **(3) 下部構造・基礎の検討**

下部構造・基礎の選定にあたって、以下に示す 3 つの代替案に対して、構造性、河川水理上の特性、施工性、経済性、維持管理性を比較検討した。

検討結果はラス・バンデラス橋と同様である。

第 1 案 コンクリート単柱式橋脚（直接基礎）

第 2 案 コンクリート 2 柱式橋脚（直接基礎）

第 3 案 コンクリート壁式橋脚（直接基礎）

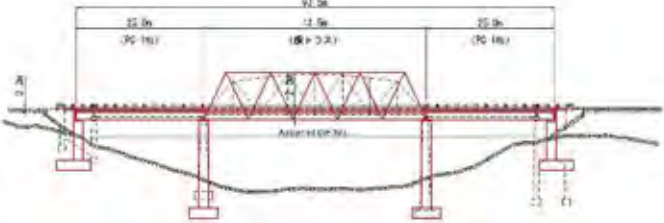
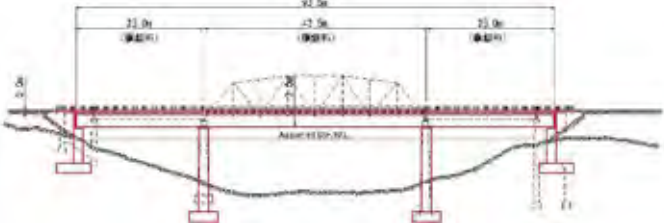
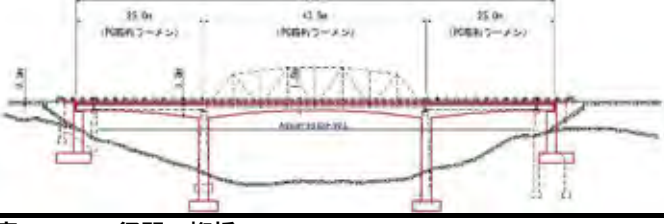
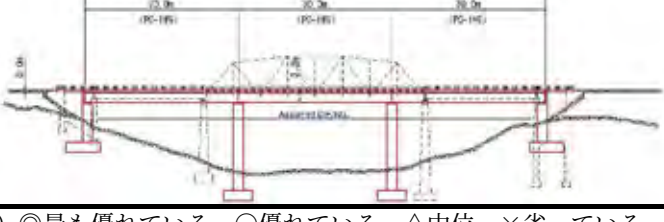
表 3-2-2-5.1 架橋位置の比較結果（ラ・トンガ橋）

比較概要図

| 項目                         | 案-1 現況位置                |                                                                                                                                                                                 | 案-2 上流側            |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 案-3 下流側            |                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要                         | 既存橋を撤去し、現橋位置に2車線橋を新設する。 |                                                                                                                                                                                 | 既存橋の上流側に2車線橋を新設する。 |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 既存橋の下流側に2車線橋を新設する。 |                                                                                                                                                                                                         |
| 取付道路線形                     | ○                       | 橋梁前後は直線であるが、全体としてS-字曲線である。                                                                                                                                                      | ○                  | 橋梁前後は直線であるが、全体としてS-字曲線である。                                                                                                                                                                                                                                          | ○                  | 橋梁前後は直線であるが、全体としてS-字曲線である。                                                                                                                                                                              |
| 取付道路延長                     | ○                       | 橋台掘削範囲に必要な延長<br>(左岸：約15m、右岸：約15m)                                                                                                                                               | ×                  | 約595m (左岸：約275m、右岸約320m)                                                                                                                                                                                                                                            | △                  | 約460m (左岸：約300m、右岸約160m)                                                                                                                                                                                |
| 用地取得、住民移転<br>および環境社会に対する影響 | ○                       | <div>用地取得<br/>現況位置で架け替えるため用地取得は必要ない。</div> <div>住民移転<br/>発生しない。</div> <div>工事中の交通確保<br/>工事中は下流側に約3.5kmの迂回路もしくは、既存橋下流側に仮設橋が必要となる。</div> <div>用地、住民移転ともに必要がないため社会環境への影響はない。</div> | ×                  | <div>用地取得<br/>約4,900m<sup>2</sup>の用地取得が必要である。工事中の迂回路として、約2,800m<sup>2</sup>の用地取得が必要である。</div> <div>住民移転<br/>6件の住民移転が必要となる。</div> <div>工事中の交通確保<br/>工事中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。</div> <div>用地は、住宅地、レストラン等であるとともに、ヤシやマンゴーの植樹林などの伐採もひつようであり、社会環境への影響は大きい。</div> | ○                  | <div>用地取得<br/>約3,400m<sup>2</sup>の用地取得が必要である。</div> <div>住民移転<br/>1件（鉄のリサイクルガレージ）の住民移転が必要となる。</div> <div>工事中の交通確保<br/>工事中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。</div> <div>用地は、雑木林であり、伐採による社会環境への影響は小さい。</div> |
| 工費                         | ×                       | 1.02 (案-3の工費を1.0とした場合)                                                                                                                                                          | ×                  | 対象外 (住民移転が多いため)                                                                                                                                                                                                                                                     | ○                  | 1.0                                                                                                                                                                                                     |
| 総合評価                       | △                       |                                                                                                                                                                                 | ×                  |                                                                                                                                                                                                                                                                     | ○                  |                                                                                                                                                                                                         |



表 3-2-2-5.2 橋梁形式の比較結果（ラ・トンガ橋）

| 比較案                                                                                                                   | 道路使用性（環境性）<br>・河川流下性                                           | 構造的・施工性                       | 維持管理性                                             | 経済性                                | 評価                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>第1案 PC-I 桁橋+鋼トラス橋+PC-I 桁橋</b><br> | ◎ 取付道路高は現道と同じため、周辺家屋への影響は小さい。<br>◎ 河川流下は良好である。                 | ○ トラスは格点構造のため施工に時間を要する。       | △ 格点構造のため、維持管理が必要である。耐候性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。 | ○ 経済性に優れる。<br>（採用案に対する比率 1.15）     | ◎ 第4案に比べ、維持管理性、経済性にやや劣る。                    |
| <b>第2案 鋼3径間連続鈑桁橋</b><br>             | ◎ 取付道路高は現道と同じため、周辺家屋への影響は小さい。<br>◎ 河川流下は良好である。                 | ◎ クレーン・ベント架設のため、工期が短い。        | ○ 鋼部材については、耐候性鋼材を使用することによりメンテナンスフリーとなる。           | ○ 経済性に優れる。<br>（採用案に対する比率 1.11）     | ◎ 第4案に比べ、維持管理性、経済性にやや劣る。                    |
| <b>第3案 PC3 径間連続箱桁橋</b><br>          | ◎ 取付道路高は現道と同じため、周辺家屋への影響は小さい。<br>◎ 河川流下は良好である。                 | △ オールステー징あるいは張り出し施工のため、工期が長い。 | ◎ PC 橋のためメンテナンスフリーである。                            | △ 他案に比べ経済性に劣る。<br>（採用案に対する比率 1.34） | △ 他案に比べ、経済性に劣る。                             |
| <b>第4案 PC3 径間I桁橋</b><br>           | ◎ 取付道路高は現道と同じため、周辺家屋への影響は小さい。<br>○ 河川流下は他案に比べ若干劣るものの、流心は確保される。 | ◎ クレーン架設あるいは架設桁架設のため、工期は短い。   | ◎ PC 橋のためメンテナンスフリーである。                            | ◎ 経済性に最も優れる。<br>（採用案に対する比率 1.00）   | ◎ 【採用】最も経済的で望ましい。河川流下に劣るが流心の河積は確保されており問題ない。 |

評価) ◎最も優れている、○優れている、△中位、×劣っている

#### (4) 橋梁付帯施設計画

##### 1) 舗装工

コンクリート床版上に既存道路と同様にアスファルトコンクリート舗装（表層 5cm）を敷設する。路肩及び歩道は 3.5cm（表層の 2/3）とする。

##### 2) 壁高欄工

「ニ」国で一般的に採用されているコンクリート壁高欄（フロリダ型）を採用する。本形式は、維持管理性、車両の衝突エネルギーの緩和、誘導性に優れる。

##### 3) 歩車道境界工

車両と歩行者を分離するために、歩車道の境界に幅 200mm、長さ 1,000mm、高さ 250mm のコンクリートブロックを 1,500mm 間隔で配置する。

##### 4) 排水工

路面排水のために歩道端部（横断勾配の下流側）に直径 100mm の鋼製排水管を 7.0～7.5m 間隔で設置する。排水管は、橋梁上部構造の汚れや腐食を誘発しないように、その流末を桁下面より下に設定する。

##### 5) 支承工

PC-I 桁橋においては、ゴム支承を採用する。表 3-2-2-5.3 に各支点で使用する支承形式、支承境界条件及び形状を示す。

表 3-2-2-5.3 支承形式及び支承境界条件（ラ・トンガ橋）

|                     | A1 橋台                        | P1 橋脚                        |                              | P2 橋脚                        |                              | A2 橋台                        |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 上部構造形式              | PC-I 桁橋                      |                              | PC-I 桁橋                      |                              | PC-I 桁橋                      |                              |
| 支承形式                | ゴム支承                         | ゴム支承                         | ゴム支承                         | ゴム支承                         | ゴム支承                         | ゴム支承                         |
| 境界条件                | 可動                           | 固定                           | 固定                           | 固定                           | 固定                           | 可動                           |
| 設計反力(kN)<br>／形状(mm) | 橋軸： 360<br>直角： 560<br>高さ： 62 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 44 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 44 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 44 | 橋軸： 310<br>直角： 560<br>高さ： 44 | 橋軸： 360<br>直角： 560<br>高さ： 62 |
| 数量(個)               | 6                            | 6                            | 6                            | 6                            | 6                            | 6                            |

##### 6) 伸縮装置工

伸縮装置は、伸縮量や橋梁形式に対して適用範囲が広く、低騒音性・走行性や維持管理性、止水性、施工性、経済性に優れる荷重支持型を採用する。桁遊間及び伸縮量を表 3-2-2-5.4 に示す。

また、P1 及び P2 橋脚上は、連続桁であることから伸縮装置を省略する。

表 3-2-2-5.4 伸縮装置（ラ・トンガ橋）

|         | A1 橋台   | P1 橋脚      | P2 橋脚      | A2 橋台   |
|---------|---------|------------|------------|---------|
| 上部構造形式  | PC-I 桁橋 |            | PC-I 桁橋    | PC-I 桁橋 |
| 伸縮装置形式  | 荷重支持型   | (連続桁のため省略) | (連続桁のため省略) | 荷重支持型   |
| 桁遊間(mm) | 50      | 300(連続桁)   | 300(連続桁)   | 50      |
| 伸縮量(mm) | 50      | —          | —          | 50      |

## 7) 落橋防止構造

地震や洪水の際に下部構造や支承の破壊された場合に、上部構造の落下を防止するために落橋防止構造を設置する。維持管理性・施工性・経済性に優れるコンクリートブロック形式を採用する。

各支点における落橋防止構造の形式を表 3-2-2-5.5 に示す。また、P1 及び P2 橋脚上は連続桁のため落橋防止構造は省略する。

表 3-2-2-5.5 落橋防止構造（ラ・トンガ橋）

|          | A1 橋台                          | P1 橋脚      | P2 橋脚      | A2 橋台                          |
|----------|--------------------------------|------------|------------|--------------------------------|
| 上部構造形式   | PC-I 桁橋                        |            | PC-I 桁橋    | PC-I 桁橋                        |
| 落橋防止構造   | コンクリートブロック                     | (連続桁のため省略) | (連続桁のため省略) | コンクリートブロック                     |
| 設計反力(kN) | 橋軸： 300<br>直角：1,000<br>高さ： 350 | —          | —          | 橋軸： 300<br>直角：1,000<br>高さ： 350 |
| 数量       | 5(基)                           | —          | —          | 5(基)                           |

## 8) 踏掛版

橋台背面盛土の沈下防止対策として、両橋台背面に踏掛盤を設置する。踏掛盤の長さは 5.0m、幅は車道 3.6m と路肩 0.4m に片側 0.5cm ずつ加え総幅 9.0m とする。

## 9) その他

各橋の起点側及び終点側に 1 箇所ずつ計 2 箇所に橋名版を設置する。橋名版はコンクリート壁高欄に埋込む形式とする。

また、照明装置は設置しないものとする。

## (5) 道路付帯施設計画

### 1) 法面保護工

取付道路の盛土はその勾配を 1:1.5 とし、表面には法肩まで張芝を施工する。

### 2) 排水計画

排水施設は既存の排水系統を基本に計画するものとする。

### **3) 安全施設・ユーティリティ**

安全施設として道路標識工、路面標示工、ガードレールを設置する。これらの安全施設は現況復旧を基本として計画する。

既存の電力、水道等の橋梁添架物・架線・地下埋設物等のユーティリティ施設は工事期間中に一時移設した後、現況復旧するものとする。また、ユーティリティの移設・復旧は現地負担事項である。

### **4) 接続道路・近隣家屋への接続**

主な接続道路は、エル・ラマ側下流の道路である。本線の嵩上げに伴い取付部の路面高さ 1.1m 程度高くなるため、6%の縦断勾配でアクセス道路に擦り付ける計画とする。

また、近接家屋への接続にあたって、現況接続道路と同程度の縦断勾配及び間口幅の確保等、車両の出入に配慮した計画とする。

### **5) その他**

道路照明は現況で整備されていないため、本プロジェクトから除外する。また、工事によって一時撤去されるキロ・ポストを復旧する。

### 3-2-3 概略設計図

表 3-2-3.1～3 に各橋の概略設計図の目次を示す。また、概略設計図は別添に添付する。

表 3-2-3.1 概略設計図目次（ラス・バンデラス橋）

| No. | 図面名                                                         | 枚数 | 図番       |
|-----|-------------------------------------------------------------|----|----------|
| 1   | LOCATION MAP (位置図)                                          | 1  | LB-01    |
| 2   | GENERAL PLAN AND PROFILE OF APPROACH ROAD (取付道路平面・縦断図)      | 1  | LB-02    |
| 3   | GENERAL VIEW OF BRIDGE (橋梁一般図)                              | 1  | LB-03    |
| 4   | STRUCTURAL DRAWING OF SUPERSTRUCTURE (橋梁上部工構造図)             | 1  | LB-04    |
| 5   | STRUCTURAL DRAWING OF A1 AND A2 ABUTMENTS (橋台構造図)           | 2  | LB-05～06 |
| 6   | STRUCTURAL DRAWING OF P1 AND P2 BRIDGE PIERS (橋脚構造図)        | 2  | LB-07～08 |
| 7   | PLAN OF APPROACH ROAD (DRAINAGE FACILITIES) (取付道路排水施設平面図)   | 1  | LB-09    |
| 8   | PLAN OF APPROACH ROAD (ROAD ANCILLARY WORKS) (取付道路附帯工施設平面図) | 1  | LB-10    |
| 9   | TYPICAL CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (取付道路標準横断図)          | 1  | LB-11    |
| 10  | CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (取付道路横断図)                    | 3  | LB-12～14 |
| 11  | GENERAL PLAN AND PROFILE OF DETOUR (迂回路平面・縦断図)              | 2  | LB-15～16 |
| 12  | TYPICAL CROSS SECTION OF DETOUR (迂回路標準横断図)                  | 1  | LB-17    |
| 13  | CROSS SECTION OF DETOUR (迂回路横断図)                            | 3  | LB-18～20 |
| 14  | STRUCTURES OF DRAINAGE FACILITIES (排水構造図(1)～(2))            | 2  | LB-21～22 |
| 15  | STRUCUTRES OF SIDE WALK & BUSBAY (歩道・バス停構造図)                | 1  | LB-23    |
| 16  | ANCILLARY WORK (付属施設構造図)                                    | 1  | LB-24    |
| 17  | STANDARD TREATMENT OF ACCESS ROAD (アクセス道路構造図)               | 1  | LB-25    |
| 18  | EMBANKMENT PROTECTION WORKS (護岸工構造図)                        | 1  | LB-26    |
| 19  | STAIRWAY & RIVER APPROACH (階段工構造図)                          | 1  | LB-27    |
| 20  | STANDARD PAVEMENT AND PEDESTRIAN MARKINGS (路面表示工構造図)        | 1  | LB-28    |
| 21  | REGULATORY/PROHIBITORY ROAD SIGNS (道路標識構造図)                 | 1  | LB-29    |



表 3-2-3.2 概略設計図目次（テコロストーテ橋）

| No. | 図面名                                                         | 枚数 | 図番       |
|-----|-------------------------------------------------------------|----|----------|
| 1   | LOCATION MAP (位置図)                                          | 1  | TE-01    |
| 2   | GENERAL PLAN AND PROFILE OF APPROACH ROAD (取付道路平面・縦断図)      | 1  | TE-02    |
| 3   | GENERAL VIEW OF BRIDGE (橋梁一般図)                              | 1  | TE-03    |
| 4   | STRUCTURAL DRAWING OF SUPERSTRUCTURE (橋梁上部工構造図)             | 1  | TE-04    |
| 5   | STRUCTURAL DRAWING OF A1 AND A2 ABUTMENTS (橋台構造図)           | 2  | TE-05～06 |
| 6   | STRUCTURAL DRAWING OF P1 AND P2 BRIDGE PIERS (橋脚構造図)        | 1  | TE-07    |
| 7   | PLAN OF APPROACH ROAD (DRAINAGE FACILITIES) (取付道路排水施設平面図)   | 1  | TE-08    |
| 8   | PLAN OF APPROACH ROAD (ROAD ANCILLARY WORKS) (取付道路附帯工施設平面図) | 1  | TE-09    |
| 9   | TYPICAL CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (取付道路標準横断図)          | 1  | TE-10    |
| 10  | CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (取付道路横断図)                    | 4  | TE-11～14 |
| 11  | STRUCTURES OF DRAINAGE FACILITIES (排水構造図)                   | 1  | TE-15    |
| 12  | STRUCUTRES OF SIDE WALK & BUSBAY (歩道・バス停構造図)                | 1  | TE-16    |
| 13  | ANCILLARY WORK (付属施設構造図)                                    | 1  | TE-17    |
| 14  | STANDARD TREATMENT OF ACCESS ROAD (アクセス道路構造図)               | 1  | TE-18    |
| 15  | SCHOOL APPROACH (階段工構造図)                                    | 1  | TE-19    |
| 16  | STANDARD PAVEMENT AND PEDESTRIAN MARKINGS (路面表示工構造図)        | 1  | TE-20    |
| 17  | REGULATORY/PROHIBITORY ROAD SIGNS (道路標識構造図)                 | 1  | TE-21    |

表 3-2-3.3 概略設計図目次（ラ・トンガ橋）

| No. | 図面名                                                        | 枚数 | 図番        |
|-----|------------------------------------------------------------|----|-----------|
| 1   | LOCATION MAP (位置図)                                         | 1  | LT-01     |
| 2   | GENERAL PLAN AND PROFILE OF APPROACH ROAD (取付道路平面・縦断図)     | 1  | LT-02     |
| 3   | GENERAL VIEW OF BRIDGE (橋梁一般図)                             | 1  | LT-03     |
| 4   | STRUCTURAL DRAWING OF SUPERSTRUCTURE (橋梁上部工構造図)            | 1  | LT-04     |
| 5   | STRUCTURAL DRAWING OF A1 AND A2 ABUTMENTS (橋台構造図)          | 2  | LT-05～06  |
| 6   | STRUCTURAL DRAWING OF P1 AND P2 BRIDGE PIERS (橋脚構造図)       | 2  | LT-07～07' |
| 7   | PLAN OF APPROACH ROAD (DRAINAGE AND ANCILLARY) (取付道路施設平面図) | 1  | LT-08     |
| 8   | TYPICAL CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (取付道路標準横断図)         | 1  | LT-09     |
| 9   | CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (取付道路横断図)                   | 4  | LT-10～13  |
| 10  | STRUCTURES OF DRAINAGE FACILITIES (排水構造図)                  | 1  | LT-14     |
| 11  | ANCILLARY WORK (付属施設構造図)                                   | 1  | LT-15     |
| 12  | STANDARD TREATMENT OF ACCESS ROAD (アクセス道路構造図)              | 1  | LT-16     |
| 13  | STANDARD PAVEMENT AND PEDESTRIAN MARKINGS (路面表示工構造図)       | 1  | LT-17     |

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画が実施される場合の基本事項は次のとおりである。

- 本計画は、日本政府と「ニ」国政府間で本計画に係る無償資金協力の交換公文（Exchange of Notes: E/N）、贈与契約（Grant Agreement G/A）が締結された後、日本政府の無償資金協力の制度にしたがって実施される。
- 本計画の実施機関は「ニ」国運輸インフラ省である。
- 本計画の詳細設計、入札関連業務及び施工監理業務に係るコンサルタント業務は、日本のコンサルタントが「ニ」国政府とのコンサルタント契約に基づき実施される。
- 本計画の橋梁架け替えは、入札参加資格審査合格者による入札の結果選定された日本の建設業者により、「ニ」国政府との工事契約に基づき実施される。

本計画の施工にあたっての基本方針は次のとおりである。

- 建設資機材及び労務は、可能な限り現地調達とする。現地で調達できない場合は、所要の品質、供給能力が確保される範囲で最も確実かつ経済的となる第三国または日本からの調達とする。
- 施工方法及び工事工程は、現地の気象、地形、地質等及び各橋梁が架かる河川特性等の自然条件に合致したものとする。
- 可能な限り特殊な機材や技術を必要としない一般的で容易な工法を計画する。
- 適切な工事仕様及び施工管理基準を設定するとともに、この基準を満足する建設業者の現場管理組織、コンサルタントの施工監理組織を計画する。
- 工事中の交通路確保と交通安全のための施設（迂回路、仮橋、工事案内板、保安要員等）を設置する。
- 工事による河川の水質汚濁や増水時期の土砂の流出を防止するとともに、土取場、土捨て場、廃棄物処理場は「ニ」国から指定された場所を選定する等、環境影響を低減し環境保全に努める。

#### 3-2-4-2 施工上の留意事項

##### (1) 自然条件に対する留意事項

対象サイトの雨季は5月から10月であり、過去5年間（2004年～2008年）の年間降雨量と雨季降雨量率は表3-2-4-2.1のとおりである。河川も雨季とほぼ同時期に増水することから河川水位の低い乾季に河川内での工事（下部工、迂回路の仮設橋等）を完成させ、工事の安全性、円滑性を確保するとともに、建設に必要となる仮設を低減し経済性を図る計画とする。

表 3-2-4-2.1 各対象橋の降雨量

| 橋梁名       | 年間降雨量   | 雨季降雨量   | 雨季降雨量率 |
|-----------|---------|---------|--------|
| ラス・バンデラス橋 | 1,114mm | 1,058mm | 95%    |
| テコロストーテ橋  | 1,665mm | 1,506mm | 90%    |
| ラ・トンガ橋    | 1,321mm | 1,222mm | 93%    |

## (2) 道路利用者の交通の確保

本プロジェクトは車両及び歩行者の交通量が多い幹線国道に架かる既存橋の架け替えである。したがって、工事中は道路利用者の安全な交通を確保する必要がある。

対象となる 3 橋梁の整備概要は、3-2-2-3 節、3-2-2-4 節、3-2-2-5 節に示すとおり、ラス・バンデラス橋は既存橋と同位置に 2 車線橋梁を新設、テコロストーテ橋は既存橋梁の下流側に 1 車線橋梁を新設（既存橋梁を上り車線として供用）、ラ・トンガ橋は、既存橋の下流側に 2 車線橋梁を新設する計画である。ラス・バンデラス橋は既存橋と同位置への架け替えとなることから、下流側の既存道路を迂回路（延長約 800m）として交通を確保する計画とする。河川渡河部については、「ニ」国側が保有する仮橋（ベイリー橋）を無償貸与で利用する。また歩行者、二輪車については、800m の長距離を迂回させることを避けるため、既存橋に添加されている歩道橋を新橋架橋位置の直下流に移設し、現状と同様の交通を確保する計画とする。他の 2 橋の交通確保は、既存橋を利用する計画とする。

## (3) 工事関係者及び第三者への安全配慮

工事は第三者に近接しての施工となることから、カラーコーン、バリケード等により工事占用帯を明示し、第三者の立ち入り、工事車両及び資機材が占用帯の外に出ないよう安全配慮を行う。工事関係者については、狹隘作業時の重機との接触防止、高所作業時の墜落防止及び資材等の飛来落下防止について十分な配慮する。また仮設ヤードは周囲を仮囲いで囲い第三者の立ち入り禁止等を行う。

## (4) 環境社会配慮

本協力対象事業の施工範囲は架橋地点周囲に限定されており、各河川ともに水産重要種や絶滅危惧種は存在しない。また河川では沿道住民が釣りをを行っているが、漁業の専門者はなく、漁業権も存在しない。以上のように、各橋とも生態系への影響はないと思われるものの、工事中の水質保持には十分に考慮する計画とする。特に河川内の築堤時の水質汚濁については、下流側に堤を設け沈砂させ上澄みを流す等の配慮を行う。また、橋脚建設時に懸念されるアルカリ性水の流出は釜場排水にて貯水槽へ配送・貯水し中性処理後に放流する。また、汚泥・残土・廃棄物は現地政府より指定された場所で処分することとする。

また各河川は沿道住民の洗濯場として利用されていることから、工事中は現場下流側に仮設洗濯場を設け住民への配慮を行う。

工事中は工事車両の通行等により粉塵の発生が想定されることから、定期的な散水を実施し、粉塵発生防止対策を行う。乾季には工事開始時、昼休憩後及び工事終了前

の3回程度、雨季は状況により散水を実施する。

サイトは沿道家屋、商業施設が近接していることから、騒音・振動を可能な限り低減する工法を採用する。下部工施工に必要となる止水矢板の打設には、無騒音・無振動の圧入工法を採用した。また、ラ・トンガ橋の杭は、騒音・振動が極めて少ない深礎杭を採用する。

居住地域に近接しての工事に対して考慮し、早朝・夜間の作業を避け沿道住民に配慮する。

「ニ」国側ステークホルダー協議の実施状況は表 2-4-2.2 のとおりである。用地取得・家屋移転及び環境許可取得について、表 3-2-4-2.3 のとおり現地政府と進捗を確認している。

表 3-2-4-2.2 ステークホルダー協議の実施状況

| 対照橋       | 実施場所          | 実施日                       | 主な出席者                                                                                     | 主な内容                                              |
|-----------|---------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ラス・バンデラス橋 | Tipitapa 市    | 2009 年 9 月 7 日<br>(予備調査時) | MTI 計画局、<br>MTI 環境ユニット、<br>移転対象住民、<br>移転店舗オーナー、<br>地域一般住民、<br>住民代表、<br>NGO、<br>市職員 計 41 名 | プロジェクト概要説明及び意見交換                                  |
|           |               | 2010 年 3 月 18 日           | Tipitapa 市:5 名、<br>MTI:2 名、<br>JICA Term:2 名、<br>住民:14 名                                  | 移転が想定される住民に対する説明会                                 |
|           |               | 2010 年 4 月 14 日           | Tipitapa 市:4 名、<br>MTI:1 名、<br>住民:33 名                                                    | 架橋位置の沿道住民を対象とした説明会                                |
|           |               | 2010 年 4 月 22 日           | 住民:16 名                                                                                   | 建設に伴う迂回路沿道の住民を対象とした説明会                            |
| テコロストーテ橋  | San Lorenzo 市 | 2009 年 9 月 4 日<br>(予備調査時) | MTI 計画局、<br>MTI 環境ユニット、<br>MARENA、<br>ボアコ県支所員、<br>地域一般住民、<br>市職員、<br>医療関係者 計 43 名         | プロジェクト概要説明及び意見交換                                  |
| ラ・トンガ橋    | Juigalpa 市    | 2010 年 3 月 17 日           | Juigalpa 市:7 名、<br>MTI:2 名、<br>JICA Term:2 名                                              | MTI から市側にプロジェクト説明(予備調査を通して今回が初めてのプロジェクト説明会であったため) |
|           |               | 2010 年 4 月 27 日           | Tipitapa 市:7 名、<br>MTI:3 名、<br>住民:19 名                                                    | 架橋位置の沿道住民を対象とした説明会                                |

表 3-2-4-2.3 用地取得及び家屋移転に係る現地政府の進捗状況

| 年月日             | 進捗状況                                                                                    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2010 年 5 月 17 日 | プロジェクト実施に必要となる用地確保及び家屋移転の図面を MTI、JICA ニカラグア事務所に送付した。「ニ」国側からは、DBD 協議までに基本合意を取得すると連絡を受けた。 |
| 2010 年 7 月 15 日 | 各市の環境許可取得に必要となるプロジェクト概要、図面等を MTI 及び JICA 事務所に送付した。市の環境許可は申請後 1 ヶ月程度で取得できるとのことである。       |
| 2010 年 6 月 30 日 | ラス・バンデラス橋を管轄するティピタパ市より環境許可を取得した。                                                        |
| 2010 年 6 月 28 日 | テコロストーテ橋を管轄するサン・ロレンソ市より環境許可を取得した。                                                       |
| 2010 年 7 月 12 日 | ラ・トンガ橋を管轄するフィガルバ市より環境許可を取得した。                                                           |

「ニ」国の環境評価システムは以下のとおり 3 つのカテゴリーに分類されている。

カテゴリー1： 環境に重大な負の影響を与える可能性のある事業

カテゴリー2： カテゴリー1 よりも比較的規模の小さい事業であるものの、環境に重大な影響をおよぼす可能性のある事業

カテゴリー3： カテゴリー2 よりもさらに小さな規模の事業

上記、カテゴリー1 と 2 は事業者に環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）の実施を義務付けている。また、カテゴリー3 は、EIA よりも簡易な環境管理計画（Programa de Gestion Ambiental）を作成することが求められている。

本件は橋梁の架け替え事業であることから、環境省（MARENA）は特に周辺の自然や社会環境面に大きな影響を及ぼすものではなく、上記いずれのカテゴリーにも当てはまらないと判断し、本件実施にあたっては、関連自治体（市）の環境許可を求めるよう事業実施体（MTI）に通知を出し、上表のとおり各関係市より環境許可を取得した。

用地取得および家屋移転については、8 月末までに関係者より基本合意を取得した。また、土取り場の採掘許可および樹木伐採については、9 月末までに許可を取得する予定である。

環境影響が予想される事項について、別添にモニタリングフォームを添付する。



### 3-2-4-3 施工区分／調達区分

日本と「ニ」国の両国政府が分担すべき事項は、表 3-2-4-3.1 のとおりである。

表 3-2-4-3.1 両国政府の負担区分

| 項 目         | 内 容         | 負担区分 |      | 備 考              |
|-------------|-------------|------|------|------------------|
|             |             | 日本国  | 「ニ」国 |                  |
| 用地取得、家屋移転   | 建設用地取得・家屋移転 |      | ○    |                  |
| 資機材調達       | 資機材の調達・搬入   | ○    |      |                  |
|             | 資機材の通関手続    |      | ○    |                  |
| 準備工         | 工事に必要な用地の確保 |      | ○    | 現場事務所、資機材置場、作業場等 |
|             | 上記以外の準備工    | ○    |      |                  |
| 工事障害物の移設・撤去 | 障害物の移設      |      | ○    | 電柱・電線、水道、通信等     |
| 本工事         | 橋梁工事        | ○    |      | 橋梁、取付道路、護岸       |

### 3-2-4-4 施工監理計画

日本のコンサルタントが「ニ」国政府とのコンサルタント業務契約に基づき、実施設計業務、入札関連業務及び施工監理業務の実施にあたる。

#### (1) 実施設計業務

コンサルタントが実施する実施設計業務の主要内容は次のとおりである。

- 「ニ」国実施機関との着手協議、現地調査
- 詳細設計、図面作成
- 事業費積算

実施設計業務の所要期間は、約 6.0 ヶ月である。

#### (2) 入札関連業務

入札公示から工事契約までの期間に行う業務の主要項目は次のとおりである。

- 入札図書の作成（上記、実施設計と並行して作成）
- 入札公示
- 入札業者の事前資格審査
- 入札実施
- 応札書類の評価
- 契約促進業務

入札関連業務の所要期間は、約 4.0 ヶ月である。

### **(3) 施工監理業務**

コンサルタントは、施工業者が工事契約及び施工計画に基づき実施する工事の施工監理を行う。その主要項目は次のとおりである。

- 測量関係の照査・承認
- 施工計画の照査・承認
- 品質管理
- 工程管理
- 出来形管理
- 安全管理
- 出来高検査及び引き渡し業務

施工の所要期間は、ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋、ラ・トンガ橋の3橋で約21.5ヶ月であると見込まれる。

施工監理業務は、日本人常駐監理技術者1名、工事技術者（現地人）1名、雑役（現地人）1名を配置する計画とする。また、主任技術者は着工支援、竣工検査等を担当するとともに、瑕疵検査時には技師を派遣する。

工事期間中一部の道路占用を行いながら施工する必要があるため、安全管理に特に留意し、施工業者の安全管理者と協議、協力しながら事故の発生を未然に防ぐよう監理を行う。

#### **3-2-4-5 品質管理計画**

工事期間中に品質管理が必要な主な項目は、以下のとおりである。

- コンクリート工
- 鉄筋工及び型枠工
- 土工
- 舗装工
- 構造物の出来形
- 伸縮装置・支承等の据付検査

上記のうち、代表的な品質管理項目であるコンクリート工の品質管理計画を表3-2-4-5.1、土工及び舗装工の品質管理計画を表3-2-4-5.1に示す。

表 3-2-4-5.1 コンクリート工の品質管理計画

| 項 目    | 試験項目                        | 試験方法<br>(仕様書) | 試験頻度                                                                             |
|--------|-----------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| セメント   | セメントの物性試験                   | AASHTO M85    | 試験練り前に 1 回、その後コンクリート 500m <sup>3</sup> 打設毎に 1 回あるいは原材料が変わった時点 (ミルシート)            |
| 骨 材    | コンクリート用細骨材の物性試験             | AASHTO M6     | 試験練り前に 1 回、その後 500m <sup>3</sup> 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のデータ確認)              |
|        | コンクリート用粗骨材の物性試験             | AASHTO M80    | 試験練り前に 1 回、その後 500m <sup>3</sup> 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のデータ確認)              |
|        | ふるい分け試験                     | AASHTO T27    | 毎月 1 回                                                                           |
|        | 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (モルタルバー法) | ASTM C1260    | 試験練り前に 1 回、その後供給場所が変わった時点                                                        |
|        | 骨材に含まれる鉱物組成の検査              | ASTM C295     | 試験練り前に 1 回、その後供給場所が変わった時点                                                        |
| 水      | 水質基準試験                      | AASHTO T26    | 試験練り前に 1 回、その後必要と判断されるごと                                                         |
| 混和材    | 品質試験                        | ASTM C494     | 試験練り前に 1 回、その後必要と判断されるごと (ミルシート)                                                 |
| コンクリート | スランプ試験                      | AASHTO T119   | 1 回/75m <sup>3</sup> または 1 打設区画                                                  |
|        | エアリー量試験                     | AASHTO T121   | 1 回/75m <sup>3</sup> または 1 打設区画                                                  |
|        | 圧縮強度試験                      | AASHTO T22    | 打設毎に 6 本の供試体、1 回の打設数量が大きい場合には 75m <sup>3</sup> 毎に 6 本の供試体 (7 日強度:3 本、28 日強度:3 本) |
|        | 温度                          | ASTM C1064    | 1 回/75m <sup>3</sup> または 1 打設区画                                                  |

表 3-2-4-5.2 土工及び舗装工の品質管理計画

| 項 目 | 試験項目           | 試験方法<br>(仕様書) | 試験頻度                                                   |
|-----|----------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| 盛土工 | 密度試験 (締固め)     | AASHTO T191   | 500m <sup>2</sup> 毎                                    |
| 路盤工 | 材料試験 (ふるい分け試験) | AASHTO T27    | 使用前に 1 回、その後 1,500m <sup>3</sup> 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 |
|     | 材料試験 (CBR 試験)  | AASHTO T193   | 使用前に 1 回、その後 1,500m <sup>3</sup> 毎に 1 回あるいは供給場所が変わった時点 |
|     | 乾燥密度試験 (締固め)   | AASHTO T180   | 使用前に 1 回、その後 1,500m <sup>3</sup> 毎に 2 回あるいは供給場所が変わった時点 |
|     | 現場密度試験 (締固め)   | AASHTO T191   | 500m <sup>2</sup> 毎                                    |

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 主要工事資材の調達

主要工事資材は、特殊資材である鋼桁材、支承、伸縮継手、PC 鋼材、深礎杭用ライナープレート等を除き現地調達（輸入品を含む）が可能である。現地調達資材は首都マナグアからの調達となる。主要建設資材の調達区分を表 3-2-4-6.1 に示す。

表 3-2-4-6.1 主要建設資材調達区分表

| 項 目           |               | 調 達 区 分 |       |       | 調 達 理 由             | 調 達 ル ー ト        |
|---------------|---------------|---------|-------|-------|---------------------|------------------|
| 品 名           | 仕 様           | 現 地     | 日 本 国 | 第 三 国 |                     |                  |
| <b>構造物用資材</b> |               |         |       |       |                     |                  |
| セメント          | 40kg 袋入       | ○       |       |       |                     | マナグア             |
| セメント          | Bulk          | ○       |       |       |                     | 同上               |
| 鉄筋            | D6～D32        | ○       |       |       |                     | 同上               |
| コンクリート用粗骨材    | 砕石 3/4”～3/8”  | ○       |       |       |                     | 現場周辺の砕石場         |
| コンクリート用細骨材    | 砕石ダスト, 2/8”   | ○       |       |       |                     | 現場周辺の砕石場         |
| 混和材           |               | ○       |       |       |                     | マナグア             |
| 玉石            | 350mm～500mm   | ○       |       |       |                     | 現場周辺の砕石場         |
| 玉石            | 250mm～500mm   | ○       |       |       |                     | 現場周辺の砕石場         |
| PVC パイプ       | φ 2”～φ 6”     | ○       |       |       |                     | マナグア             |
| PVC パイプ       | φ 2”～φ 6”, 耐圧 | ○       |       |       |                     | 同上               |
| PC 鋼線         | 12T12.7       |         | ○     |       | 品質及び納期確保の為          | 日本               |
| PC 固定具        |               |         | ○     |       | 同上                  | 同上               |
| シース           | φ 65, φ 38    |         | ○     |       | 同上                  | 同上               |
| 鋼矢板           | Ⅲ型            |         | ○     |       | 賃料が明確で納期確保が容易な為     | 同上               |
| ゴム支承          | 610×360×44    |         | ○     |       | 品質及び納期確保の為          | 日本               |
| 伸縮継手          |               |         | ○     |       | 同上                  | 同上               |
| 鋼桁            | 鉋桁, トラス材      |         | ○     |       | 同上                  | 同上               |
| RC パイプ        | φ 600～φ 900   | ○       |       |       |                     | マナグア             |
| アスファルト合材      | 表層、歴青安定処理用    | ○       |       |       |                     | 同上               |
| 上層路盤材         | 粒調砕石          | ○       |       |       |                     | 現場周辺の砕石場         |
| 下層路盤材         |               | ○       |       |       |                     | 現場周辺の土取場の土に砕石を混合 |
| 盛土材           | 良質土           | ○       |       |       |                     | 現場周辺の土取場         |
| <b>仮設用資材</b>  |               |         |       |       |                     |                  |
| 燃料、油脂類        |               | ○       |       |       |                     | 現場周辺             |
| 型枠用木材         |               | ○       |       |       |                     | マナグア             |
| 型枠用合板         |               | ○       |       |       |                     | 同上               |
| 仮設用鋼材         | H 型鋼等         | ○       |       |       |                     | 同上               |
| PC 桁架設桁       | 1 組桁架設用機材 1 式 |         | ○     |       | 損料、整備料が明確で納期確保が容易な為 | 日本               |
| ライナープレート      | φ 3000、2.7mm  |         | ○     |       | 品質及び納期確保の為          | 同上               |
| 仮設路盤材         | 切込砂利          | ○       |       |       |                     | 現場周辺の砕石場         |
| 支保工用鋼材        | 型钢, パイプサポート等  | ○       |       |       |                     | マナグア             |

## **(2) 特殊資材の調達**

本協力対象事業で使用する「ニ」国で調達できない特殊資材は、鋼桁材、支承、伸縮継手、PC 鋼材、深礎基礎用ライナープレート、PC 桁架設桁等である。これらの資材の調達先は以下の理由により日本調達が妥当と判断する。

### **1) 鋼桁（鋼版桁、トラス）**

「ニ」国では鋼材の生産は行われてなく輸入に依存している。鋼桁は製作精度、鋼材品質が要求される。また本協力対象事業は我が国の無償資金協力で行われることから、調達の確実性及び納期が非常に肝要となる。この状況の下、第三国からの調達とした場合、品質、納期等のリスクがあることから、日本調達が適切と判断する。

### **2) 支承及び伸縮継手**

支承は桁からの荷重を下部工へ伝達するものである。伸縮継手は、温度変化による伸縮を制御するとともに、車両の通行からジョイント部を保護する構造物である。これらは、橋梁の耐久性に大きくかかわる重要な構造物である。

「ニ」国においてこれらは、外国から輸入されているが、品質の確保及び納期のリスク解消のため日本調達が適切と判断する。

### **3) PC 鋼材**

PC 鋼材は「ニ」国では生産していないため、外国から調達されている。PC 鋼材は PC 桁の品質及び耐久性に大きく影響する材料である。品質、納期及び調達の確実性から日本調達が妥当と判断する。なお中南米地域の我が国の無償資金協力案件においても、上記の理由から日本調達で実施されている。

### **4) ライナープレート**

ライナープレートは深礎、小口径立坑用の山留め用に使用される特殊波型鋼板である。日本では径及び鋼板の肉厚等、多種の規格品が整っており少数でも調達可能である。本協力対象事業においてはラ・トンガ橋の A2 橋台の深礎杭 2 本に使用するのはみ少数であり、調達の容易性、確実性から日本調達が妥当と判断する。

### **5) PC 桁架設桁（門型クレーン含む）**

架設桁については「ニ」国内では調達できない。架設桁は鋼材を加工し PC 桁架設用に製作された特殊鋼材である。架設桁は架設桁本体と桁を吊る門構、軌道、横引き用器具等から構成されている。日本では桁重量に適応したこれらの機材が整っており過剰な設備とならず適正な桁架設備が選択可能であることから、日本調達が妥当と判断する。

## **6) 鋼矢板**

「ニ」国では調達ができない。日本では在庫が十分であり確実な調達納期が確保できることから日本調達として積算する。

### **(3) 工事用機械**

工事用機械のほとんどはマナグアの現地コントラクターが所有している。また、バックホーやブルドーザーのように汎用性の高い一般機械はリースもあり、調達が容易である。一方で、圧入式パイラーや桁架設のために門型クレーンや横取り装置のような特殊機械は「ニ」国での調達は不可である。クレーンについては、保有しているコントラクターも少なく、リースも極めて少ないため、調達は困難である。また、50tを超える大型クレーンの「ニ」国内での調達は不可である。本協力対象事業では、PC桁の製作のように可能な限り「ニ」国内で調達可能な建設機械で施工可能な計画を立案する。なお桁製作に必要となる緊張器具については「ニ」国では調達不可である。これらも架設桁と同様の理由から日本調達が妥当と判断する。

工事用建設機械の調達区分整理表を表 3-2-4-6.1 に示す。



表 3-2-4-6.1 工事用建設機械調達区分整理表

| 項 目                 |                            | 賃貸/<br>購入  | 調達区分 |       |       | 調達理由         | 調達ルート           |
|---------------------|----------------------------|------------|------|-------|-------|--------------|-----------------|
| 機 械 名               | 仕 様                        |            | 現 地  | 日 本 国 | 第 三 国 |              |                 |
| バックホー               | 0.8m <sup>3</sup>          | 賃貸         | ○    |       |       |              | マナグアから陸送        |
| バックホー               | 0.6m <sup>3</sup>          | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| ダンプトラック             | 10t 積                      | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| ダンプトラック             | 4t 積                       | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| ブルドーザー              | 21t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| ブルドーザー              | 15t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| タイヤローラ              | 8～20t                      | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| ロードローラ              | 10～12t                     | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| モーターグレーダ            | W=3.1m                     | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 散水車                 | 5,500～6,500ℓ               | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トラッククレーン            | 20～22t                     | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トラッククレーン            | 50t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トラックミキサー            | 4.4m <sup>3</sup>          | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トラクタショベル            | ホイール型 2.4m <sup>3</sup>    | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トラクタショベル            | ホイール型 3.1m <sup>3</sup>    | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 圧入式パイラー<br>(ユニット含む) | 110～160t級                  | 損料         |      | ○     |       | 調達の確実性と損料が明確 | 日本→コリント港<br>→現場 |
| ウォータージェット           | 325L/mini                  | 損料         |      | ○     |       | 同上           | 同上              |
| ディーゼル発電機            | 10KVA                      | 賃貸         | ○    |       |       |              | マナグアから陸送        |
| ディーゼル発電機            | 60KVA                      | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| ディーゼル発電機            | 200KVA                     | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 潜水ポンプ               | φ100mm, 揚程 10m             | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 潜水ポンプ               | φ150mm, 揚程 10m             | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| コンプレッサー             | 3.5～3.7m <sup>3</sup> /min | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| コンクリートプラント<br>モバイル  | 60m <sup>3</sup> /h        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 大型ブレーカー             | 油圧式 1,300kg 級              | 賃貸         | ○    |       |       |              | マナグアから陸送        |
| 振動ローラ               | ハンドガイド式,<br>0.8～1.1t       | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| タンバ                 | 60～100kg                   | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 振動ローラ               | 搭乗式・コンバインド<br>型            | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| クレーン付トラック           | 4.0t 種, 2.9t 吊             | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| 門型クレーン              | 3.0t 吊り                    | 購入<br>(損料) |      | ○     |       | 調達の確実性と容易性   | 日本→コリント港<br>→現場 |
| 油圧ジャッキ              | 20t                        | 購入<br>(損料) |      | ○     |       | 同上           | 日本→コリント港<br>→現場 |
| 横取り装置               | 20t                        | 購入<br>(損料) |      | ○     |       | 同上           | 日本→コリント港<br>→現場 |
| トレーラ                | 20t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | マナグアから陸送        |
| トレーラ                | 30t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トレーラ                | 40t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |
| トレーラ                | 50t                        | 賃貸         | ○    |       |       |              | 同上              |

### 3-2-4-7 実施工程

ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋、ラ・トンガ橋の実施設計及び施工の業務実施工程を表 3-2-4-7.1 に示す。

表 3-2-4-7.1 業務実施工程表

|      | 1 | 2      | 3 | 4 | 5 | 6 | 7      | 8 | 9 | 10 | 11       | 12 | 13        | 14 | 15 |
|------|---|--------|---|---|---|---|--------|---|---|----|----------|----|-----------|----|----|
| 実施設計 | ■ | (現地調査) |   |   |   |   |        |   |   |    |          |    |           |    |    |
|      |   |        |   |   |   |   | (国内解析) |   |   |    |          |    |           |    |    |
|      |   |        |   |   |   |   |        |   |   |    | (入札関連業務) |    |           |    |    |
|      |   |        |   |   |   |   |        |   |   |    |          |    | (計10.0ヶ月) |    |    |

|        | 1         | 2     | 3     | 4 | 5 | 6     | 7 | 8       | 9     | 10    | 11      | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17        | 18 | 19             | 20 | 21         | 22 | 23    | 24    | 25        | 26      |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|-----------|-------|-------|---|---|-------|---|---------|-------|-------|---------|----|----|----|----|----|-----------|----|----------------|----|------------|----|-------|-------|-----------|---------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 施<br>工 | ■         | (準備工) |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | ラス・バンデラス橋 |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | ■         |       |       |   |   | (仮設工) |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   | ■ |       |   |         |       | (下部工) |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       | ■ |         |       |       | (PC桁製作) |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       | ■       |    |    |    |    |    | (PC上部工施工) |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    | ■  |    |           |    |                |    | (トラス上部工施工) |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    | ■         |    |                |    |            |    |       |       |           |         | (護岸工・取付道路・付帯工) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            | ■  |       | (片付け) |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | テコロストーテ橋  |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | ■         |       | (仮設工) |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       | ■ |   |       |   |         | (下部工) |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    | ■  |    |           |    |                |    | (上部工施工)    |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    | ■         |    |                |    |            |    |       |       |           |         | (護岸工・取付道路・付帯工) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    | ■          |    | (片付け) |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | ラ・トンガ橋    |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | ■         |       | (仮設工) |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ■      |           |       | ■     |   |   |       |   | (下部工)   |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ■      |           |       | ■     |   |   |       |   | (PC桁製作) |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   | ■       |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       |           | (上部工施工) |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    | ■  |    |           |    | (護岸工・取付道路・付帯工) |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    | ■         |    | (片付け)          |    |            |    |       |       |           |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |           |       |       |   |   |       |   |         |       |       |         |    |    |    |    |    |           |    |                |    |            |    |       |       | (計21.5ヶ月) |         |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注) ■ : 着色部は雨期を示す。

### 3-3 相手国側負担事業の概要

本計画が実施される場合の「ニ」国政府の分担事項は以下のとおりである。

- 本計画の実施上必要な資料及び情報の提供
- 建設用地の取得及び家屋移転
- 工事のために必要な施工ヤード、資材置き場、現場事務所、主桁製作ヤード、迂回路等の用地の確保
- 工事に必要な土取場、土捨場、産業廃棄物処分場用地の確保
- 現場事務所への受電設備の設置
- 工事に支障となる電柱・水道管・通信施設の移設及び水道管の添架
- 本計画に関し日本に口座を開設する銀行の手数料及び支払い手数料の負担（アドバイジング・コミッション、ペイメント・コミッション）
- 本計画の資機材輸入の免税措置、通関手続き及び速やかな国内輸送のための措置
- 本計画に従事する日本人及び実施に必要な物品／サービス購入の際の課税免除
- 本計画に従事する日本人が「ニ」国へ入国及び滞在するために必要な法的措置
- 本計画を実施するために必要な許認可証明書等の発行、環境に係る承認、橋梁建設許可、河川内工事許可、土工事許可、工事中の交通規制許可、電線・水道管・通信施設の移設許可等
- 建設後の橋梁及び取付道路等の適切な使用及び維持管理
- ラス・バンデラス橋、テコロストーテ橋のバス停留所の建屋の復旧
- ラ・トンガ橋の既設橋撤去
- 既設テコロストーテ橋の補修・補強（コンサルタントが推奨する補修・補強項目及びその優先度を表 3-3.1 に示す）
- 既設クイサラ橋の補修・補強（コンサルタントが推奨する補修・補強項目及びその優先度を表 3-3.2 に示す）
- 本計画実施において住民または第三者と問題が生じた場合、その解決への協力
- 本計画実施上必要となる経費のうち、日本国の無償資金協力によるもの以外の経費の負担

表 3-3.1 既設テコロストーテ橋の補修・補強項目推奨案

| 優先度 | 項目               | 内容                                                         | 数量                 | 備考   |
|-----|------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|------|
| 中   | 1) 床版コンクリート打換え   | トラス部、鈑桁部全体の床版コンクリートを除去し新設する。                               | 690 m <sup>2</sup> |      |
| 中   | 2) 橋門構取替え        | トラス部 P1、P2 の橋門構を取り替える。                                     | 2 箇所               |      |
| 高   | 3) 下横構取替え        | 鈑桁部 P1 側の 2 箇所、P2 側の 2 箇所、A2 側の 2 箇所の下横構を取り替える。            | 6 箇所               |      |
| 高   | 4) 張り出しブラケット取替え  | 鈑桁部 A1 の 1 箇所、A2 の 1 箇所の張り出しブラケットを取り替える。                   | 2 箇所               |      |
| 高   | 5) 横桁補修          | 鈑桁部 A1 の端横桁 1 箇所、A2 の端横桁 1 箇所を取り替える。                       | 2 箇所               |      |
| 高   | 6) 主桁補修          | 鈑桁部の A1 支点部 1 箇所、P1 支点部 2 箇所、P2 支点部 2 箇所の腐食部分を補強鋼板により補修する。 | 5 箇所               |      |
| 高   | 7) 鋼橋塗装          | トラス部、鈑桁部の再塗装を実施する。                                         | 1 式                |      |
| 中   | 8) 伸縮装置取替え       | A1 部及び P2 部の伸縮装置を取り替える。                                    | 2 箇所               |      |
| 中   | 9) 支承取替え         | トラス部及び鈑桁部の支承を全て取り替える。                                      | 12 箇所              |      |
| 中   | 10) 橋台コンクリート打換え  | 橋台の劣化コンクリートを打ち替える。                                         | 2 箇所               |      |
| 高   | 11) 樹木の除去        | P1 に植生している樹木を除去する。                                         | 1 箇所               |      |
| 低   | 12) 沓座拡幅         | 沓座縁端距離を確保するために鋼製ブラケットを設置する。                                | 12 箇所              | 耐震補強 |
| 低   | 13) 落橋防止装置設置     | A1、P1、P2、A2 に落橋防止のための緩衝チェーンを設置する。                          | 4 箇所               | 耐震補強 |
| 低   | 14) 橋脚耐震補強       | P1、P2 をコンクリート巻き立てあるいは鋼板巻き立てにより耐震補強を実施する。                   | 2 箇所               | 耐震補強 |
| 高   | 15) 車輛衝突防止橋門構の設置 | 橋梁前後に車輛衝突防止のための橋門構を設置する。                                   | 2 箇所               |      |
| －   | 16) 補修工事に伴うベント建設 | 床版打ち替え、鋼部材の取替えに伴い仮設ベントを建設する。                               | 1 式                | 仮設工  |
| －   | 17) 補修工事に伴う迂回路建設 | 補修工事期間中の交通を迂回させるために迂回路を建設する。あるいは、新設の付加車線建設後に補修工事を実施する。     | 1 式                | 仮設工  |

注) 優先度：高（優先度が高い）、中（優先度が中位）、低（優先度が低い）

表 3-3.2 既設クイサラ橋の補修・補強項目推奨案

| 優先度 | 項目            | 内容                          | 数量   | 備考   |
|-----|---------------|-----------------------------|------|------|
| 低   | 1) 床版コンクリート補修 | 床版コンクリートの損傷部を部分的に補修する。      | 6 箇所 |      |
| 中   | 2) 橋門構補修      | 変形した鋼部材を部分的に補修する。           | 2 箇所 |      |
| 中   | 3) 鋼橋塗装       | 鋼部材の再塗装を実施する。               | 1 式  |      |
| 低   | 4) 沓座拡幅       | 沓座縁端距離を確保するために鋼製ブラケットを設置する。 | 4 箇所 | 耐震補強 |
| 低   | 5) 落橋防止装置設置   | A1、A2 に落橋防止のための緩衝チェーンを設置する。 | 2 箇所 | 耐震補強 |

注) 優先度：高（優先度が高い）、中（優先度が中位）、低（優先度が低い）

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本協力対象事業完了後の維持管理は、二つの異なる維持管理組織によって実施される。橋梁部については、本プロジェクトの実施機関（MTI）の下部組織である地域建設公社（Corporación de Empresas Regionales de la Construcción：COERCO）が、取付道路部については、燃料税で道路維持管理を運営している道路維持管理基金（Fondo De Mantenimiento Vial：FOMAV）が維持管理を行う。

#### 1) COERCO

COERCO は橋梁及び FOMAV の年間協定の対象とはならない道路等の維持管理を行う。COERCO は、太平洋岸事業所（ECONOS-III）、マナグア県から北東部を 2 事業所（ENIC、EMOSE）、マナグア県南東 1 事業所（Empresa Integral De La Construcción Manuel Escobar Pereira：EICMEP）で実施している。

本プロジェクトの橋梁維持管理は、COERCO-EICMEP が管轄する。EICMEP 事業所の組織図を図 3-4.1 に示す。また、2003～2008 年の EICMEP の予算を表 3-4.1 に示す。

#### 2) FOMAV

FOMAV は MTI と交わした年間協定に基づき、国内の道路を良好な状態に保つための保全を行っている。FOMAV の組織図を図 3-4.2 に示す。また、2007～2010 年の FOMAV の予算を表 3-4.2 に示す。燃料税による収入のうち 20% を市税として支払い、残りの 80% が道路インフラ向け予算として使用される。

必要な橋梁及び取付道路の維持管理業務は次のとおりである。

定 期 点 検：橋梁及び取付道路の定期点検

日常維持管理：排水施設、舗装、伸縮装置、路肩、橋梁の清掃等

補 修：舗装、排水施設、躯体、橋梁施設、路肩・法面等の補修

本協力対象事業で建設される橋梁は、耐久性・耐候性が高いのため、当面、大規模な補修は不要であり、必要な日常の維持管理業務を実施するに当たり技術的に困難な問題はない。

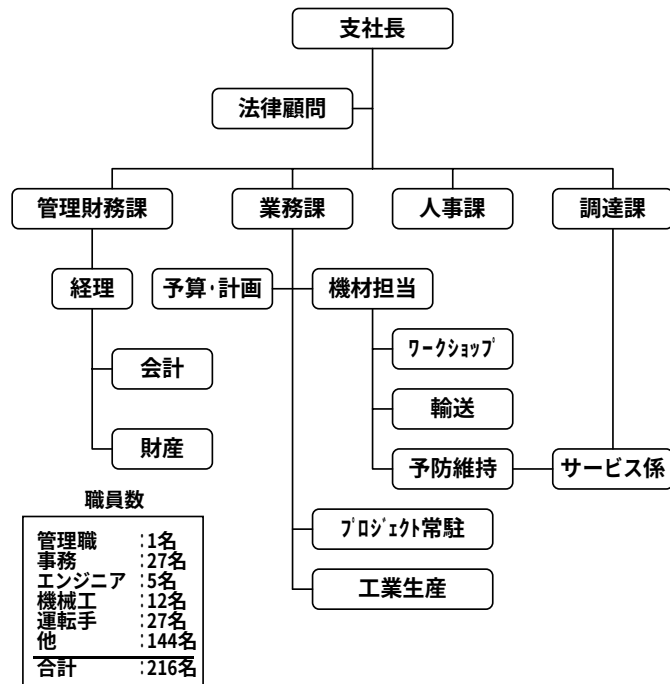


図 3-4.1 COERCO-EICMEP 組織図

表 3-4.1 COERCO-EICMEP の予算（2003～2008 年）

| 年        |         | 2003    | 2004       | 2005       | 2006       | 2007       | 2008       |
|----------|---------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 本部支出     | 人件費     | 72,222  | 908,960    | 2,656,952  | 2,110,897  | 941,504    | 3,540,169  |
|          | 事務費     | 12,500  | 157,320    | 2,045,582  | 423,946    | 724,862    | 629,373    |
|          | その他     | 54,166  | 681,720    | 7,443,797  | 1,225,635  | 2,637,746  | 2,690,310  |
|          | 計       | 138,888 | 1,747,999  | 12,146,331 | 3,760,478  | 4,304,112  | 6,859,852  |
| プロジェクト支出 | 人件費     | 122,973 | 1,492,249  | 3,317,676  | 8,154,606  | 4,825,499  | 11,742,318 |
|          | 消耗品     | 114,775 | 1,392,766  | 2,158,904  | 3,002,919  | 3,738,147  | 11,094,401 |
|          | 機材支出計   | 163,964 | 1,989,665  | 4,082,361  | 3,916,813  | 7,160,545  | 16,102,287 |
|          | 減価償却費   | 8,198   | 99,483     | 232,391    | 193,873    | 383,578    | 265,095    |
|          | 燃料・潤滑油費 | 121,973 | 1,560,250  | 3,816,935  | 5,971,546  | 6,842,816  | 12,107,915 |
|          | 部品費     | 16,396  | 130,867    | 1,049,099  | 790,151    | 1,731,618  | 1,341,392  |
|          | 修理費     | 17,396  | 198,967    | 1,145,072  | 164,872    | 1,890,028  | 717,982    |
|          | 輸送費     | 7,948   | 99,582     | 855,644    | 624,255    | 1,412,305  | 540,722    |
|          | その他     | 246,196 | 2,984,498  | 3,111,322  | 10,870,071 | 4,646,363  | 24,635,869 |
|          | 計       | 819,818 | 9,948,326  | 19,769,404 | 33,689,106 | 32,630,898 | 78,547,981 |
| 総計       |         | 958,706 | 11,696,325 | 31,915,735 | 37,449,584 | 36,935,010 | 85,407,833 |

出典) 「ニ」国運輸インフラ省

単位) ニカラグア・コルドバ



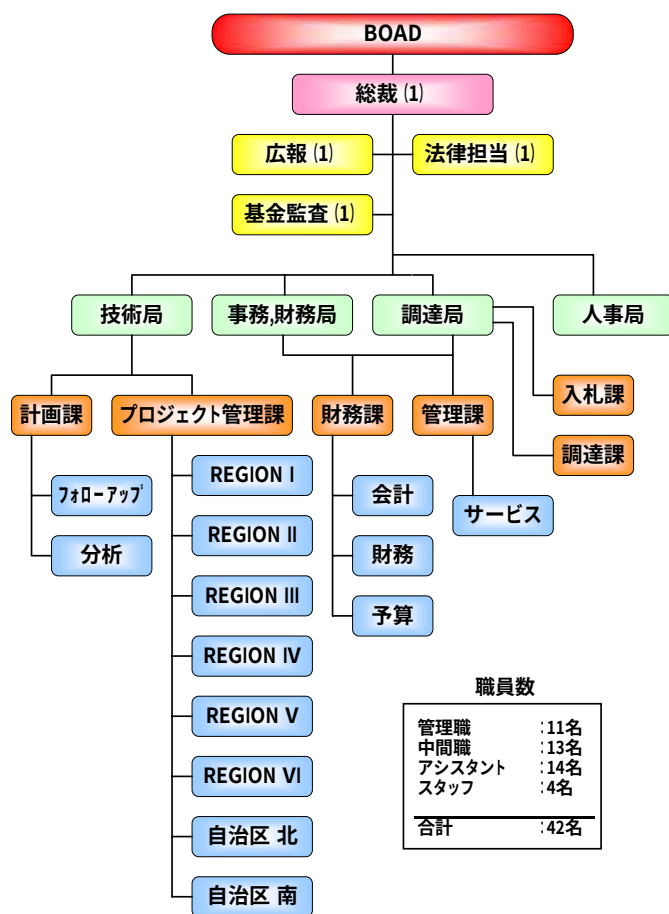


図 3-4.2 FOMAV 組織図

表 3-4.2 FOMAV の予算（2007～2010 年）

| 年                  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| 燃料税率               | 8%    | 12%   | 15%   | 16%   |
| 年間税収入(百万コルドバ)      | 315.4 | 473.1 | 591.4 | 630.8 |
| 市税支払(20%)(百万コルドバ)  | 63.1  | 94.6  | 118.3 | 126.2 |
| 道路インフラ向け予算(百万コルドバ) | 252.3 | 378.5 | 473.1 | 504.6 |

出典) 「ニ」国運輸インフラ省

### **3-5 プロジェクトの概略事業費**

#### **3-5-1 協力対象事業の概略事業費**

【施工業者契約認証まで非公開】

**【施工業者契約認証まで非公開】**

### 3-5-2 運営・維持管理費

2010年のCOERC0-EICMEPのプロジェクト予算は7,800万コルドバである。対象橋3橋（橋梁部）の維持管理費は表3-5-2.1に示すように年間48万コルドバであり、全体予算の1%未満である。また、2010年のFOMAVの道路インフラ向け予算は総額5億コルドバである。このうち、舗装道路の維持管理に使用される事業費は3億1千万コルドバである。対象橋3橋（取付道路）の維持管理費は表3-5-2.2に示すとおり年間71万コルドバであり、舗装道路の維持管理費用予算の0.2%程度である。よって、各自治体の現在の予算・体制で運営・維持管理を行うことは可能であると判断される。

表 3-5-2.1 橋梁維持管理費用

| 項目     | 頻度          | 金額(コルドバ)  |          |         |
|--------|-------------|-----------|----------|---------|
|        |             | ラス・バンデラス橋 | テコロストーテ橋 | ラ・トンガ橋  |
| 定期点検   | 12回/年(1日/回) | 53,535    | 53,535   | 53,535  |
| 日常維持管理 | 4回/年(2日/回)  | 56,440    | 56,440   | 56,440  |
| 補修     | 1回/年(4日/回)  | 49,697    | 49,697   | 49,697  |
| 小計     |             | 159,672   | 159,672  | 159,672 |
| 合計     |             | 479,160   |          |         |

注) 各橋の維持管理費(橋梁部)は表3-5-2.3、表3-5-2.5、表3-5-2.7のとおりである。

表 3-5-2.2 取付道路維持管理費用

| 項目     | 頻度          | 金額(コルドバ)  |          |         |
|--------|-------------|-----------|----------|---------|
|        |             | ラス・バンデラス橋 | テコロストーテ橋 | ラ・トンガ橋  |
| 定期点検   | 12回/年(1日/回) | 53,535    | 53,535   | 53,535  |
| 日常維持管理 | 4回/年(2日/回)  | 56,440    | 56,440   | 56,440  |
| 補修     | 1回/年(4日/回)  | 110,390   | 110,390  | 161,124 |
| 小計     |             | 220,365   | 220,365  | 271,099 |
| 合計     |             | 711,829   |          |         |

注) 各橋の維持管理費(橋梁部)は表3-5-2.4、表3-5-2.6、表3-5-2.8のとおりである。

表 3-5-2.3 橋梁の主要な維持管理項目及び年間費用（ラス・バンデラス橋）

| 定期<br>点<br>検   | 施設名  | 点検項目          | 実施頻度             | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                 | 金額<br>(コルト'ハ') |
|----------------|------|---------------|------------------|----------|-----------------------|----------------------|----------------|
|                | 舗装   | ひびわれ、不陸、欠損等   | 12回/年            | 2名       | スコップ、ハンマー、カマ、バリケード    | 延24人日/年              | 17,430         |
|                | 排水施設 | 土砂、障害物の有無     | 所要日数1日/回         |          |                       |                      |                |
|                | 躯体   | 損傷、変形、汚れ、剥離等  |                  |          |                       |                      |                |
|                | 護岸   | ひびわれ、損傷、崩壊等   |                  |          | ビックアップ                | 延12台日/年              | 36,105         |
| 日常<br>維持<br>管理 | 橋梁施設 | 添架物・高欄の損傷等    |                  |          |                       |                      |                |
|                | 小計   |               |                  |          |                       |                      | 53,535         |
|                | 施設名  | 実施項目          | 実施頻度             | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                 | 金額<br>(コルト'ハ') |
|                | 舗装   | 清掃            | 4回/年             | 5名       | スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具 | 延40人日/年              | 29,050         |
|                | 排水施設 | 土砂、障害物の除去、清掃  | 所要日数2日/回         |          |                       |                      |                |
| 補<br>修         | 伸縮装置 | 土砂、障害物の除去、清掃  |                  |          |                       |                      |                |
|                | 橋梁   | 清掃            |                  |          | 小型トラック                | 延8台日/年               | 27,390         |
|                | 小計   |               |                  |          |                       |                      | 56,440         |
|                | 施設名  | 実施項目          | 実施頻度             | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                 | 金額<br>(コルト'ハ') |
|                | 舗装   | ひびわれシール、欠損の補修 | 1回/年<br>所要日数4日/回 | 6名       |                       | 延24人日/年              | 17,430         |
|                | 排水施設 | 破損部分の補修       |                  |          |                       |                      |                |
|                | 躯体   | 破損部分の補修       |                  |          | プレートコンパクター            | 延4台日/年               | 6,225          |
|                | 橋梁施設 | 高欄破損部分の補修等    |                  |          |                       |                      |                |
|                | 路面標示 | レーンマークの補修     |                  |          | 小型トラック                | 延4台日/年               | 13,695         |
|                |      |               |                  |          | アスファルト                | 1.0m <sup>3</sup> /年 | 6,640          |
|                |      |               |                  |          | コンクリート                | 1.0m <sup>3</sup> /年 | 5,603          |
|                |      |               |                  |          | 路線区画線                 | 5.0m/年               | 104            |
|                | 小計   |               |                  |          |                       |                      | 49,697         |
|                | 合計   |               |                  |          |                       |                      | 159,672        |

表 3-5-2.4 取付道路の主要な維持管理項目及び年間費用（ラス・バンデラス橋）

| 定期<br>点<br>検   | 施設名   | 点検項目         | 実施頻度             | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                  | 金額<br>(コルト'ハ') |
|----------------|-------|--------------|------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------------|
|                | 舗装    | ひびわれ、不陸、欠損等  | 12回/年            | 2名       | スコップ、ハンマー、カマ、バリケード    | 延24人日/年               | 17,430         |
|                | 路肩・法面 | 侵食、変状、崩壊等    | 所要日数1日/回         |          |                       |                       |                |
|                | 排水施設  | 土砂、障害物の有無    |                  |          | ビックアップ                | 延12台日/年               | 36,105         |
|                | 小計    |              |                  |          |                       |                       | 53,535         |
| 日常<br>維持<br>管理 | 施設名   | 実施項目         | 実施頻度             | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                  | 金額<br>(コルト'ハ') |
|                | 路肩・法面 | 草刈り、清掃       | 4回/年<br>所要日数2日/回 | 5名       | スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具 | 延40人日/年               | 29,050         |
|                |       |              |                  |          | 小型トラック                | 延8台日/年                | 27,390         |
|                | 小計    |              |                  |          |                       |                       | 56,440         |
|                | 施設名   | 実施項目         | 実施頻度             | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                  | 金額<br>(コルト'ハ') |
| 補<br>修         | 舗装    | ひびわれシール、欠損補修 | 1回/年<br>所要日数4日/回 | 6名       |                       | 延24人日/年               | 17,430         |
|                | 路肩・法面 | 損傷部分の補修      |                  |          | タンパ                   | 延4台日/年                | 6,225          |
|                | 道路付帯工 | 破損部分の補修      |                  |          | プレートコンパクター            | 延4台日/年                | 6,225          |
|                |       |              |                  |          | 小型トラック                | 延4台日/年                | 13,695         |
|                |       |              |                  |          | アスファルト                | 4.0m <sup>3</sup> /年  | 26,560         |
|                |       |              |                  |          | 路盤材                   | 35.0m <sup>3</sup> /年 | 39,944         |
|                |       |              |                  |          | レーン塗料                 | 15.0m/年               | 311            |
|                | 小計    |              |                  |          |                       |                       | 110,390        |
|                | 合計    |              |                  |          |                       |                       | 220,365        |

表 3-5-2.5 橋梁の主要な維持管理項目及び年間費用（テコロストーテ橋）

|        |      |               |            |      |                       |           |                |
|--------|------|---------------|------------|------|-----------------------|-----------|----------------|
| 定期点検   | 施設名  | 点検項目          | 実施頻度       | 実施人員 | 使用資機材                 | 所要数量      | 金額<br>(コルト'ハ') |
|        | 舗装   | ひびわれ、不陸、欠損等   | 12 回/年     | 2 名  | スコップ、ハンマー、カマ、バリケード    | 延 24 人日/年 | 17,430         |
|        | 排水施設 | 土砂、障害物の有無     | 所要日数 1 日/回 |      |                       |           |                |
|        | 躯体   | 損傷、変形、汚れ、剥離等  |            |      |                       |           |                |
|        | 護岸   | ひびわれ、損傷、崩壊等   |            |      | ピックアップ                | 延 12 台日/年 | 36,105         |
|        | 橋梁施設 | 添架物・高欄の損傷等    |            |      |                       |           |                |
|        | 小計   |               |            |      |                       |           | 53,535         |
| 日常維持管理 | 施設名  | 実施項目          | 実施頻度       | 実施人員 | 使用資機材                 | 所要数量      | 金額<br>(コルト'ハ') |
|        | 舗装   | 清掃            | 4 回/年      | 5 名  | スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具 | 延 40 人日/年 | 29,050         |
|        | 排水施設 | 土砂、障害物の除去、清掃  | 所要日数 2 日/回 |      |                       |           |                |
|        | 伸縮装置 | 土砂、障害物の除去、清掃  |            |      |                       |           |                |
|        | 橋梁   | 清掃            |            |      | 小型トラック                | 延 8 台日/年  | 27,390         |
|        | 小計   |               |            |      |                       |           | 56,440         |
| 補修     | 施設名  | 実施項目          | 実施頻度       | 実施人員 | 使用資機材                 | 所要数量      | 金額<br>(コルト'ハ') |
|        | 舗装   | ひびわれシール、欠損の補修 | 1 回/年      | 6 名  |                       | 延 24 人日/年 | 17,430         |
|        | 排水施設 | 破損部分の補修       | 所要日数 4 日/回 |      |                       |           |                |
|        | 躯体   | 破損部分の補修       |            |      | プレートコンパクター            | 延 4 台日/年  | 6,225          |
|        | 橋梁施設 | 高欄破損部分の補修等    |            |      | 小型トラック                | 延 4 台日/年  | 13,695         |
|        | 路面標示 | レーンマークの補修     |            |      | アスファルト                | 1.0m³/年   | 6,640          |
|        |      |               |            |      | コンクリート                | 1.0m³/年   | 5,603          |
|        |      |               |            |      | 路線区画線                 | 5.0m/年    | 104            |
|        | 小計   |               |            |      |                       |           | 49,697         |
| 合計     |      |               |            |      |                       |           | 159,672        |

表 3-5-2.6 取付道路の主要な維持管理項目及び年間費用（テコロストーテ橋）

|        |                      |                                       |                      |      |                       |           |                |
|--------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|------|-----------------------|-----------|----------------|
| 定期点検   | 施設名                  | 点検項目                                  | 実施頻度                 | 実施人員 | 使用資機材                 | 所要数量      | 金額<br>(コルト'ハ') |
|        | 舗装<br>路肩・法面<br>排水施設  | ひびわれ、不陸、欠損等<br>侵食、変状、崩壊等<br>土砂、障害物の有無 | 12 回/年<br>所要日数 1 日/回 | 2 名  | スコップ、ハンマー、カマ、バリケード    | 延 24 人日/年 | 17,430         |
|        |                      |                                       |                      |      | ピックアップ                | 延 12 台日/年 | 36,105         |
|        | 小計                   |                                       |                      |      |                       |           |                |
| 日常維持管理 | 施設名                  | 実施項目                                  | 実施頻度                 | 実施人員 | 使用資機材                 | 所要数量      | 金額<br>(コルト'ハ') |
|        | 路肩・法面                | 草刈り、清掃                                | 4 回/年<br>所要日数 2 日/回  | 5 名  | スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具 | 延 40 人日/年 | 29,050         |
|        |                      |                                       |                      |      | 小型トラック                | 延 8 台日/年  | 27,390         |
|        | 小計                   |                                       |                      |      |                       |           |                |
| 補修     | 施設名                  | 実施項目                                  | 実施頻度                 | 実施人員 | 使用資機材                 | 所要数量      | 金額<br>(コルト'ハ') |
|        | 舗装<br>路肩・法面<br>道路付帯工 | ひびわれシール、欠損補修<br>損傷部分の補修<br>破損部分の補修    | 1 回/年<br>所要日数 4 日/回  | 6 名  |                       | 延 24 人日/年 | 17,430         |
|        |                      |                                       |                      |      |                       | 延 4 台日/年  | 6,225          |
|        |                      |                                       |                      |      |                       | 延 4 台日/年  | 6,225          |
|        |                      |                                       |                      |      |                       | 延 4 台日/年  | 13,695         |
|        |                      |                                       |                      |      |                       | 4.0m³/年   | 26,560         |
|        |                      |                                       |                      |      |                       | 35.0m³/年  | 39,94          |
|        | 15.0m/年              | 311                                   |                      |      |                       |           |                |
| 小計     |                      |                                       |                      |      |                       |           | 110,390        |
| 合計     |                      |                                       |                      |      |                       |           | 220,365        |



表 3-5-2.7 橋梁の主要な維持管理項目及び年間費用（ラ・トンガ橋）

| 定期<br>点<br>検   | 施設名  | 点検項目          | 実施頻度                | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                 | 金額<br>(コルト'ハ') |
|----------------|------|---------------|---------------------|----------|-----------------------|----------------------|----------------|
|                | 舗装   | ひびわれ、不陸、欠損等   | 12 回/年              | 2 名      | スコップ、ハンマー、カマ、バリケード    | 延 24 人日/年            | 17,430         |
|                | 排水施設 | 土砂、障害物の有無     | 所要日数 1 日/回          |          |                       |                      |                |
|                | 躯体   | 損傷、変形、汚れ、剥離等  |                     |          |                       |                      |                |
|                | 護岸   | ひびわれ、損傷、崩壊等   |                     |          | ピックアップ                | 延 12 台日/年            | 36,105         |
| 日常<br>維持<br>管理 | 橋梁施設 | 添架物・高欄の損傷等    |                     |          |                       |                      |                |
|                | 小計   |               |                     |          |                       |                      | 53,535         |
|                | 施設名  | 実施項目          | 実施頻度                | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                 | 金額<br>(コルト'ハ') |
|                | 舗装   | 清掃            | 4 回/年               | 5 名      | スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具 | 延 40 人日/年            | 29,050         |
|                | 排水施設 | 土砂、障害物の除去、清掃  | 所要日数 2 日/回          |          |                       |                      |                |
| 補<br>修         | 伸縮装置 | 土砂、障害物の除去、清掃  |                     |          |                       |                      |                |
|                | 橋梁   | 清掃            |                     |          | 小型トラック                | 延 8 台日/年             | 27,390         |
|                | 小計   |               |                     |          |                       |                      | 56,440         |
|                | 施設名  | 実施項目          | 実施頻度                | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                 | 金額<br>(コルト'ハ') |
|                | 舗装   | ひびわれシール、欠損の補修 | 1 回/年<br>所要日数 4 日/回 | 6 名      |                       | 延 24 人日/年            | 17,430         |
|                | 排水施設 | 破損部分の補修       |                     |          | プレートコンパクター            | 延 4 台日/年             | 6,225          |
|                | 躯体   | 破損部分の補修       |                     |          |                       |                      |                |
|                | 橋梁施設 | 高欄破損部分の補修等    |                     |          | 小型トラック                | 延 4 台日/年             | 6,225          |
|                | 路面標示 | レーンマークの補修     |                     |          | アスファルト                | 1.0m <sup>3</sup> /年 | 13,695         |
|                |      |               |                     |          | コンクリート                | 1.0m <sup>3</sup> /年 | 6,640          |
|                |      |               |                     |          | 路線区画線                 | 5.0m/年               | 104            |
|                | 小計   |               |                     |          |                       |                      | 49,697         |
|                | 合計   |               |                     |          |                       |                      | 159,672        |

表 3-5-2.8 取付道路の主要な維持管理項目及び年間費用（ラ・トンガ橋）

| 定期<br>点<br>検   | 施設名   | 点検項目         | 実施頻度                | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                  | 金額<br>(コルト'ハ') |
|----------------|-------|--------------|---------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------------|
|                | 舗装    | ひびわれ、不陸、欠損等  | 12 回/年              | 2 名      | スコップ、ハンマー、カマ、バリケード    | 延 24 人日/年             | 17,430         |
|                | 路肩・法面 | 侵食、変状、崩壊等    | 所要日数 1 日/回          |          |                       |                       |                |
|                | 排水施設  | 土砂、障害物の有無    |                     |          | ピックアップ                | 延 12 台日/年             | 36,105         |
|                | 小計    |              |                     |          |                       |                       | 53,535         |
| 日常<br>維持<br>管理 | 施設名   | 実施項目         | 実施頻度                | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                  | 金額<br>(コルト'ハ') |
|                | 路肩・法面 | 草刈り、清掃       | 4 回/年<br>所要日数 2 日/回 | 5 名      | スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具 | 延 40 人日/年             | 29,050         |
|                |       |              |                     |          | 小型トラック                | 延 8 台日/年              | 27,390         |
|                | 小計    |              |                     |          |                       |                       | 56,440         |
|                | 施設名   | 実施項目         | 実施頻度                | 実施<br>人員 | 使用資機材                 | 所要数量                  | 金額<br>(コルト'ハ') |
| 補<br>修         | 舗装    | ひびわれシール、欠損補修 | 1 回/年<br>所要日数 4 日/回 | 6 名      |                       | 延 24 人日/年             | 17,430         |
|                | 路肩・法面 | 損傷部分の補修      |                     |          | タンパ                   | 延 4 台日/年              | 6,225          |
|                | 道路付帯工 | 破損部分の補修      |                     |          | プレートコンパクター            | 延 4 台日/年              | 6,225          |
|                |       |              |                     |          | 小型トラック                | 延 4 台日/年              | 13,695         |
|                |       |              |                     |          | アスファルト                | 7.0m <sup>3</sup> /年  | 46,480         |
|                |       |              |                     |          | 路盤材                   | 62.0m <sup>3</sup> /年 | 70,758         |
|                |       |              |                     |          | レーン塗料                 | 15.0m/年               | 311            |
|                | 小計    |              |                     |          |                       |                       | 161,124        |
|                | 合計    |              |                     |          |                       |                       | 271,099        |

### 3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の実施に当たって留意事項を以下に列記する。

- 相手国負担事業の実施
- ラス・バンデラス橋建設に係る建設用地内の店舗等の移転
- テコロストーテ橋建設に係る用地確保
- ラ・トンガ橋建設に係る用地確保
- 橋梁建設地点のティピタパ市（ラス・バンデラス橋）、サン・ロレンソ市（テコロストーテ橋）、フィガルパ市（ラ・トンガ橋）からの環境に係る許認可取得
- 土取り場の採掘許可
- 樹木伐採の許可
- 各橋梁建設に支障となる電線、水道および通信線の移設
- 「ニ」国の SNIP（公共投資システム）の許可取得
- 本協力対象事業における橋梁建設完了後の既存ラ・トンガ橋の撤去

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 プロジェクトの前提条件

#### 4-1-1 事業実施のための前提条件

プロジェクトの実施のための前提条件は次のとおりである。

- ・ ラス・バンデラス橋建設には、建設用地（Right of Way: ROW）を不法占拠している雑貨店・カフェ 3 箇所、物置小屋 1 箇所、雨量観測所 1 箇所の計 5 箇所の移転が必要となる。また、これらの移転はプロジェクトの入札手続きの開始前までに完了することが必要である。
- ・ テコロストーテ橋の建設には、右岸下流側 1,170m<sup>2</sup>、左岸下流側 1,490m<sup>2</sup>、計 2,660m<sup>2</sup> の用地確保が必要となる。用地確保はプロジェクトの入札手続きの開始前までに完了することが必要である。
- ・ ラ・トンガ橋の建設には、右岸下流側 900m<sup>2</sup>、左岸下流側 2,715m<sup>2</sup>、計 3,615m<sup>2</sup> の用地確保が必要となる。プロジェクトの入札手続きの開始前までに完了することが必要である。
- ・ 橋梁が位置するティピタパ市（ラス・バンデラス橋）、サン・ロレンソ市（テコロストーテ橋）、フィガルパ市（ラ・トンガ橋）からの環境に係る許認可が必要となる。なお、この許認可はそれぞれ、2010 年 6 月 25 日、6 月 29 日、7 月 12 日に取得済みである。
- ・ 土取り場の採掘許可及び樹木伐採の許可が必要となる。
- ・ 各橋梁建設に支障となる電線、水道および通信線の移設が必要となる。なお移設はプロジェクトの入札手続きの開始前までに完了することが必要である。
- ・ 「ニ」国の SNIP（公共投資システム）の許可取得が必要となる。
- ・ 既存ラ・トンガ橋については、設計条件の河積阻害率を確保するため、新橋梁建設完了後に「ニ」国側により撤去することが必要となる。

#### 4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための外部条件

##### (1) 前提条件

整備完了後は、円滑な交通を保つだけでなく、構造物や取付道路の舗装の耐用期間を伸ばすための維持管理が必要となる。維持管理業務では、日常維持管理において、障害物除去、清掃等を実施するとともに、定期点検を確実にを行い構造物および舗装等に損傷が見られた場合は早期に適切な補修を行うことが肝要となる。したがって、維持管理および補修に必要と試算される年間予算（橋梁：479,160 コルドバ、取付道路：711,829 コルドバ）を確保し、継続的に維持管理を実施することが条件である。なお、

前節 運営・維持管理費で述べたとおり、「ニ」国にとってこの予算確保は可能であると考えられる。

## **(2) 外部条件**

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件を以下に列記する。

- ① 本プロジェクトでは、テコロストーテ橋の整備は、既存橋梁を上り車線専用の橋梁として引き続き供用する計画である。既存橋梁を引き続き供用するには、構造安全性の確保を確保するため、3-3 節、表 3-3.1 に示す補修・補強が必要となる。また、既存橋に対しては橋門構等への車両の接触を防止するため、車両通行を橋梁中心へ誘導する路面標示、橋梁手前にゲートを設置する等の措置が必要である。
- ② 本協力対象事業で協力対象外となったクイサラ橋については、構造安全性を確保するため、3-3 節、表 3-3.2 に示す補修・補強が必要となる。また、将来、交通量が増加し交通のボトルネックとなった場合、交通の安全および円滑性を確保するため、2 車線化（既存橋梁を供用し 1 車線橋梁を新設または、2 車線橋梁への架け替え）を検討する必要がある。
- ③ 本プロジェクトは、「ニ」国の首都マナグアと東海岸唯一の国際港であるエル・ラマ港を繋ぐ国道 7 号線およびメソアメリカプロジェクトの大西洋輸送回廊上に架かる橋梁の架け替えおよび維持管理である。現在、大西洋輸送回廊となる国道 25 号線の整備は BID（米州開発銀行）、コスタリカ国境付近のサンファン川に架かるサンタフェ橋の建設は、我が国の無償資金協力事業として実施されており、本協力対象事業とほぼ同時に完了する予定である。同回廊の整備完了後は、交通量の増加が見込まれ、本プロジェクトの効果が十分に発現されることとなる。

## **4-2 プロジェクトの評価**

### **4-2-1 妥当性**

- ① プロジェクトの裨益対象が、「ニ」国内の東部地域農村部の貧困層を含む一般国民であり、その数が相当多数である。
- ② プロジェクトは、貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化に寄与し、民生の安定や住民の生活改善のために緊急的に求められる。
- ③ 「ニ」国は、整備される橋梁・取付道路の運営・維持管理を独自の資金と人材・技術で実施することができ、過度に高度な技術を必要としない。
- ④ 「ニ」国の国家開発計画目標・方針に共通する貧困格差の是正、また、国際幹線道路を含めた幹線道路輸送ネットワークの強化に資するプロジェクトである。

- ⑤ 収益性の高いプロジェクトではない。
- ⑦ 環境社会面での負の影響はほとんどない。
- ⑧ 我が国の橋梁建設技術を用いる必要性・優位性があるとともに、我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難なくプロジェクトの実施が可能である。

## 4-2-2 有効性

### (1) 定量的効果

対象橋梁は劣化・老朽化が進み構造的に危険な状況にあるため、同橋梁の架け替えは落橋防止（人命損失の回避）等の直接効果が認められる。また、幅員増加、耐荷重の増加により、国際幹線道路として求められる交通の円滑性・安全性が確保される。

協力対象事業の実施により期待される定量的効果を表 4-2-2.1 に示す。プロジェクト実施前の基準年とプロジェクト完成後約3年を目処とした目標年のそれぞれの基準値及び目標値を設定する。

表 4-2-2.1 定量的効果

| 指標名                        | 基準値<br>(2010 年)     | 目標値<br>(2016 年) |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| 通行時間の改善<br>(橋梁手前での一時停止の解消) | 平均停車時間 1 橋当たり 2.5 分 | なし              |
| 通行時間の改善<br>(橋梁の前後の通行速度の改善) | 10～20km/h 程度        | 60～80km/h 程度    |

### (2) 定性的効果

協力対象事業による定量的効果は以下のとおりである。

（交通途絶の解消）

- ① 河川増水による 5 年に 1 日程度の交通途絶がなくなり、道路の通年利用が可能となる。

（交通量の増加）

- ② 物流の定時性が確保されることにより、主要都市及び主要港湾施設間のアクセスが向上、また誘発交通が発生し、対象地域での交通量の増加が期待される。

（生活物資物価の安定）

- ③ 周辺の農地～市場へのアクセスが安定することにより、物資の安定輸送が確保され、輸送コストが低減される結果、物価の安定に寄与する。

（観光客の増加）

- ④ 洪水災害による被害の軽減により、安全で快適な観光を提供できるようになり、マナグア首都圏及び周辺地域からニカラグア東部及びニカラグア湖

東岸地域を訪れる観光客の増加に寄与する。

（交通事故率の減少）

- ⑤ 車道及び歩道が分離されることにより安全で円滑な渡河交通が確保され、車輦及び歩行者の交通事故率の減少が期待できる。

（貧困格差是正への寄与）

- ⑥ マナグア〜エル・ラマを結ぶ道路が整備されることにより、東部地域の経済発展が促進され、「ニ」国東西の貧困格差の是正に寄与する。

（幹線道路輸送ネットワーク強化による経済発展への寄与）

- ⑦ 国際幹線道路である大西洋輸送回廊が整備されることにより、「ニ」国と周辺国との陸上貿易利用交通が活発化し、「ニ」国の経済発展に寄与する。