

パプアニューギニア独立国

ニューブリテン国道橋梁架け替え計画 準備調査報告書

平成 27 年 1 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先

株式会社 長 大
株式会社 アンジェロセック

序 文

独立行政法人国際協力機構は、パプアニューギニア独立国のニューブリテン国道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、同調査を株式会社長大および株式会社アンジェロセックで構成する共同企業体に委託しました。

調査団は、平成 26 年 5 月 26 日から平成 26 年 10 月 18 日までパプアニューギニア独立国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調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、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 27 年 1 月

独立行政法人国際協力機構
社会基盤・平和構築部
部長 中村 明

要 約

1. 国の概要

パプアニューギニア独立国（以下「パ」国）は、日本の 1.25 倍の国土面積と約 716 万人の人口を擁する大洋州の大国であるが、国内の道路網（総延長：約 30,000km）は未開通区間が多く、主要都市を結ぶ道路は分断状態にある。また「パ」国の道路構造は脆弱で、雨季の豪雨等による地滑りや斜面崩壊、河川氾濫等に伴い道路や橋梁が通行不能となった際には、経済や住民生活等に与える影響が大きく、災害に強い幹線道路の整備が当面の重要な課題となっている。

西ニューブリテン州のニューブリテン国道は、東ニューブリテン州境に近い「パームオイルジャンクション」から州都キンベ近郊の「マイジャンクション」までの延長 203km（舗装道路 133 km, 未舗装道路 70km）で主要渡河地点 38 箇所に橋梁が設置されている。

「パ」国の 2013 年の名目 GDP（IMF による 2014 年 4 推計値）は、15,970 百万 USD、1 人当たりの名目 GDP は、2,283 USD（同上）で各々世界 188 国中 113 位、131 位である。また、2007 年以後の実質 GDP の平均伸び率は 7.1%であるが、2014 年 5 月に開始された液化天然ガス（LNG）の輸出が経済成長を押し上げ、2015 年の GDP 成長率は、20%を超える見込みと推計されている（IMF,2013 年）。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「パ」国は、国家開発計画として、2050 年までの長期的な国のあり方（目標）を掲げた「パプアニューギニア・ビジョン 2050(PAPUA NEW GUINEA VISION 2050)」、VISION2050 を踏まえより具体的な戦略を掲げた「パプアニューギニア・開発戦略計画(DSP: Development Strategic Plan 2010-2030)」及び、DSP2010-2030 を達成するための 5 年計画であり、投資のための明確な根拠を与える「中期開発計画(MTDP: Medium Term Development Plan2011-2015)」を策定している。開発計画における運輸セクター道路分野では、「道路ネットワークは、国民が市場やサービスを利用するためのライフラインであるとの認識に立ち、8,460km の国道網(2010 年)を 2030 年に 25,000km に延長し、そのすべてを良好な状態に維持する」という目標を掲げると共に、5 年ごとの目標値（2015 年では、国道延長 10,000km で良好な道路は 65%）を設定している。また、道路網構築の戦略として、優先すべき 16 の国道の改良とその他国道の補修、16 国道のミッシングリンクの構築、8 箇所の経済回廊の構築、地方道の構築と既存国道の補修、交通安全の強化と周知を挙げている。

優先 16 国道の一つであるニューブリテン国道沿線の主要な産業は、オイルヤシ産業と林業でこれらは、唯一の輸送施設（ライフライン）であるニューブリテン国道を利用して、海外に輸出されている。これらオイルヤシ産業及び林業では、直接雇用・間接雇用を含め 18 万人以上の生活が支えられており、落橋などによる国道の不通が生じた場合は、これらの産業が大きな損害を被り、沿線住民の生活が脅かされることになる。

上記背景のもと、2013 年 3 月「パ」国政府は、ニューブリテン国道の整備の一環として、損傷したカピウラ橋、アウム橋を架替え対象とする「ニューブリテン国道橋梁架替計画」に係る無償資金協力を我が国に要請した。当該国道では、別途 ADB 資金による橋梁架替プロジェクトも進行中であり、これらと協働することで、地域間の人・物資の輸送速度の増加、洪水災害に

強い移動ルートの確保、安全性の高い国道の実現がなされ、ニューブリテン国道の整備効果も増大するものと考えられる。なお、対象橋梁であるカピウラ橋、アウム橋は、我が国と関係の深い企業が、1980年代初めに木材産出用道路構築の一環として架設したものであり日本製の橋梁である。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「パ」国の要請を受け、独立行政法人国際協力機構（以下、JICA と称する）は、「ニューブリテン国道橋梁架け替え計画」にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成 26 年 5 月～7 月にかけて同調査団を現地に派遣した。

調査の結果、要請内容である被災・老朽化した、「カピウラ橋及びアウム橋の架替」の必要性の他、調査期間中に要請を受けた「既設両橋の撤去」の必要性を確認した。

基本設計調査の結果、経済性、構造的性、施工性、維持管理、資材調達等の検討を行い要請 2 橋について以下様な橋梁架替を実施することが、推奨された。

表 1-1 協力準備調査（基本設計）における道路・橋梁諸元

		カピウラ橋		アウム橋	
		既設橋	新設橋梁	既設橋	新設橋梁
設計速度			60km/h		60km/h
平面線形			橋梁部は直線		R=115m
橋梁形式		下路式補剛アーチ (ランガー桁)	3 径間連続鈹桁	下路式鋼トラス	2 径間連続鈹桁
橋長（支間割）		116m(114.8m)	45.65+46.00+45.65	50.0m(49.0m)	38.0+38.0
有効幅員		5.8m	7.50(車道)+1.2(歩道)	5.8m	7.50(車道)+1.2(歩道)
上部 工	主桁高	補剛桁 1.8m ライズ 16.0m	2.1m	主構高 7.0m	1.9m
	主桁本数	-	4 主桁(3×2.5m)	-	5 主桁(4×1.8m～4×3.0m)
	RC 床版	160mm	220mm	鋼床版	240mm
	架設工法	撤去：栈橋+CC	栈橋+ベント+CC	撤去：栈橋+CC	栈橋+ベント+CC
橋台	形式	逆 T 式 5.5m 逆 T 式 4.0m	逆 T 式 13.0m 逆 T 式 11.5m	逆 T 式 4.5m 逆 T 式 6.0m	逆 T 式 7.5m 逆 T 式 8.0m
	基礎工	杭基礎	鋼管杭 φ 800 L=37m, 37m	杭基礎	鋼管杭 φ 800 L=53m, 63.5m
橋脚	形式	-	張出式橋脚 H=17.5m (P1,P2)	-	張出式橋脚 H=14m
	基礎工	-	鋼管杭 φ 800 L=30m(P1, P2)	-	鋼管杭 φ 800 L=43m

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、実施設計に 7 ヶ月、施設施工に 22 ヶ月を予定している。また、事業実施に必要な概算事業費は、27.45 億円（日本側負担 27.27 億円、「パ」国側負担 1800 万円）と見積もられた。

5. プロジェクトの評価

1) プロジェクトの妥当性

「パ」国の開発計画では、道路ネットワークは、国民が市場やサービスを利用するためのライフラインであるとの認識に立ち、2011 年に 8,460km の国道網を 2030 年までに 25,000km に延長し、そのすべてを良好な状態に保つという目標を掲げている。

開発計画では優先的に整備すべき 16 国道を定めており、対象橋梁が存在するニューブリテン国道はその一つである。現在、耐荷力不足で通行規制が行われているカピウラ橋、車両衝突で落橋し丸太橋で仮復旧しているアウム橋を再構築し、円滑、安全で災害に強い道路交通を確保することは、開発計画に合致するものである。

カピウラ橋、アウム橋ともに橋梁規模が大きく「パ」国技術では建設が困難であり、また、河川水中に堅固な橋脚を安全に構築するには高度な締切技術を要するため、日本の技術を用いることが必要である。

2) プロジェクトの有効性

協力対象事業の実施により期待される定量的なアウトプットは、以下の様である。

- **橋梁耐荷力の増加**：既設橋は、1 車線で T33 荷重及び特殊トレーラー荷重（44t）により設計されていた。新設橋梁は、2 車線 T44 荷重で 88t の重量に耐えられる橋梁となる。
- **平均走行速度の増加**：アウム橋の迂回路を走行する車両の平均走行速度の測定値は 11.0km/h であり、既設カピウラ橋を走行する車両の平均走行速度の測定値はゲートで一旦停止する影響があり、18.4km/h であった。新設橋梁が完成すると、両橋とも設計速度 60km/h で走行することが可能となる。
- **年平均日交通量**：ニューブリテン国道の現地調査から算出した年平均日交通量は、493 台/日であった。GDP 比で交通量が増えると仮定すると、事業完了 3 年後（2020 年）の日交通量は 772 台/日となる。

また、定性的なアウトプットは、以下の様である。

- **橋梁の性能と安全性の向上**：アウム橋とカピウラ橋が新設され、耐荷力が向上するとともに、主構造が道路面よりも下に位置する上路形式を採用したため、車両が主構造に衝突する可能性が低くなり安全性が向上する。

- **物流の促進と円滑化**：現状のアウム橋は、仮設の木橋を設けた迂回路を走行しており、既設カピウラ橋はゲートで一旦停止するため、円滑な走行ができないが、両橋が新設されることにより瞬時に通過することになり、ニューブリテン国道の物流の促進に寄与する。
- **災害発生時の交通の確保**：現在のアウム橋は迂回路が既設橋よりも低い位置に設けられているため、洪水時には迂回路が浸水し通行不能となる可能性が高い。新橋完成後は、洪水時においても通行が可能となる交通が確保される。
- **歩行者の安全の確保**：アウム橋の迂回路には歩道が無く、カピウラ橋も歩道が設けられていない。新設橋には歩道が設けられているため、歩行者の安全が確保できる

協力準備調査報告書

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 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1 当該セクターの現状と課題	1-1
1.1.1 現状と課題	1-1
1.1.2 開発計画	1-1
1.1.3 社会経済状況	1-2
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-3
1.3 我が国の援助動向	1-4
1.4 他ドナーの援助動向	1-5
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1 組織・人員	2-1
2.1.2 財政・予算	2-2
2.1.3 技術水準	2-3
2.1.4 既存施設・機材	2-3
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-7
2.2.1 関連インフラの整備状況	2-7
(1) 道路	2-7
(2) 電力・水道	2-8
(3) 通信	2-8
2.2.2 自然条件	2-8
(1) 気温	2-8
(2) 湿度	2-9
(3) 降水量	2-9
1) 年間降水量	2-9
2) 流域平均雨量	2-9
3) 月別降水量	2-10

4)	年最大日降水量.....	2-10
5)	日降水量 10mm 以上の月別日数.....	2-11
(4)	地震調査.....	2-11
(5)	地形測量、地質・地盤調査.....	2-12
1)	地形測量.....	2-13
2)	地質調査.....	2-16
3)	地盤調査.....	2-18
2.2.3	環境社会配慮.....	2-23
(1)	環境影響を与える事業コンポーネントの概要.....	2-23
1)	目的.....	2-23
2)	調査地域.....	2-23
3)	プロジェクトのコンポーネント.....	2-24
4)	プロジェクトの合理性（理由づけ）.....	2-24
(2)	相手国の環境社会配慮制度の状況.....	2-24
1)	JICA の環境社会配慮方針と手続き.....	2-24
2)	JICA 環境社会スクリーニングの要求事項.....	2-26
3)	「パ」国で要求される環境法（2000）.....	2-26
4)	THE DEPARTMENT OF WORKS (DOW).....	2-27
5)	その他の法令.....	2-27
(3)	ベースとなる環境社会の状況.....	2-27
1)	経済.....	2-27
2)	社会環境.....	2-29
3)	土地利用.....	2-31
4)	土地所有状況の確認.....	2-31
5)	自然環境.....	2-31
(4)	環境影響評価.....	2-35
1)	スコーピング.....	2-35
2)	緩和策.....	2-40
(5)	環境管理計画.....	2-42
1)	環境影響と緩和策.....	2-42
2)	環境モニタリング.....	2-43
3)	実施体制.....	2-48
4)	ステークホルダー協議.....	2-49
5)	プロジェクトの実施スケジュール.....	2-50
2.2.4	交通量調査と将来交通量推定.....	2-53
(1)	交通量調査.....	2-53
1)	調査概要.....	2-53
2)	調査内容.....	2-54
3)	実施結果.....	2-54

(2) 将来交通量推計	2-56
1) 自動車登録台数.....	2-56
2) 将来交通量推計.....	2-57
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3.1 プロジェクトの概要	3-1
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標	3-1
3.1.2 プロジェクトの概要	3-1
3.2 協力対象事業の概略設計	3-3
3.2.1 設計方針	3-3
(1) 基本方針	3-3
1) 設計基準.....	3-4
2) 道路幅員、橋梁幅員	3-4
3) 設計活荷重.....	3-5
4) 耐震設計.....	3-5
(2) 自然環境条件に対する方針	3-6
1) 河川特性.....	3-6
2) 水理・水文特性.....	3-8
3) 耐震設計.....	3-9
4) 液状化の検討	3-10
(3) 社会経済条件に関する方針	3-11
1) 設計活荷重.....	3-11
(4) 建設事情/調達事情に関する方針.....	3-12
1) 労務計画.....	3-12
2) 資材計画.....	3-13
3) 工事中建設機械.....	3-13
4) 輸送梱包計画	3-13
5) コンサルタントの設計・施工監理計画	3-13
(5) 現地業者の活用方針	3-14
(6) 運営・維持管理に対する対応方針	3-14
(7) 施設のグレードの設定に係わる方針.....	3-14
1) 定量的な効果	3-14
2) 定性的な効果	3-15
(8) 工法、工期に係る方針	3-16
1) 工法について	3-16
2) 工期について	3-16
3.2.2 基本計画	3-17
(1) 全体計画	3-17
1) カピウラ橋 架橋位置の検討.....	3-17
2) アウム橋 架橋位置の検討.....	3-20

3)	堤防・護岸・階段工計画	3-26
(2)	道路計画	3-28
1)	基本事項.....	3-28
2)	適用規準.....	3-28
3)	幅員構成.....	3-28
4)	幾何構造.....	3-29
5)	交通安全対策	3-30
6)	3次元画像による走行安全性の照査.....	3-31
7)	舗装	3-32
8)	排水計画.....	3-35
9)	工事中の迂回路.....	3-38
10)	線形計画.....	3-38
11)	数量計算.....	3-38
(3)	橋梁計画	3-39
1)	設計条件.....	3-39
2)	橋長・支間割の決定方針	3-41
3)	橋長・支間割の決定（カピウラ橋）	3-42
4)	橋長・支間割の決定（アウム橋）	3-44
5)	橋梁形式の選定.....	3-45
6)	橋梁基本設計	3-62
7)	既設橋の撤去	3-81
3.2.3	概略設計図.....	3-84
(1)	カピウラ橋.....	3-84
1)	一般図	3-84
2)	平面図	3-85
3)	縦断図	3-86
(2)	アウム橋	3-89
1)	一般図	3-89
2)	平面図	3-90
3)	縦断図	3-91
3.2.4	施工計画/調達計画.....	3-93
(1)	施工方針/調達方針.....	3-93
1)	施工方針について	3-93
2)	調達方針について	3-96
(2)	施工上/調達上の留意事項.....	3-98
(3)	施工区分/調達・据付区分.....	3-99
(4)	施工監理計画/調達監理計画	3-99
1)	調査・設計体制.....	3-99
2)	施工監理体制	3-100

3)	施工業者の施工管理計画	3-100
4)	工程計画の策定	3-101
(5)	品質管理計画	3-102
(6)	資機材等調達計画	3-103
1)	工事用資材	3-103
2)	工事用機械	3-103
(7)	初期操作指導・運用指導等計画	3-104
(8)	ソフトコンポーネント計画	3-104
(9)	実施工程	3-104
3.3	相手国分担事業の概要	3-105
3.3.1	相手国分担事業の内容	3-105
(1)	工事開始までに実施される事項	3-105
(2)	プロジェクト実施中に為される事項	3-105
(3)	プロジェクト実施後に為される事項	3-105
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-105
3.5	プロジェクトの概略事業費	3-106
3.5.1	協力対象事業の概略事業費	3-106
(1)	日本側負担経費	3-106
(2)	「パ」国側負担経費	3-107
(3)	積算条件	3-107
3.5.2	運営・維持管理費	3-107
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4.1	事業実施のための前提条件	4-1
(1)	リース用地の返却	4-1
(2)	プロジェクトの実施意向書の環境省への提出	4-1
(3)	既設カピウラ橋とアウム橋迂回路の維持管理	4-1
4.2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
(1)	建設された施設の維持・管理・保全	4-1
(2)	資機材の免税措置の確実な実施	4-1
4.3	外部条件	4-2
(1)	ニューブリテン国道及びキンベ道路の整備	4-2
4.4	プロジェクトの評価	4-2
4.4.1	妥当性	4-2
(1)	プロジェクトの裨益対象	4-2
(2)	プロジェクトの目標と緊急性	4-2
(3)	中長期的開発計画の目標達成	4-2
(4)	日本の技術を用いる必要性・有意性	4-2
4.4.2	有効性	4-3
(1)	定量的効果	4-3

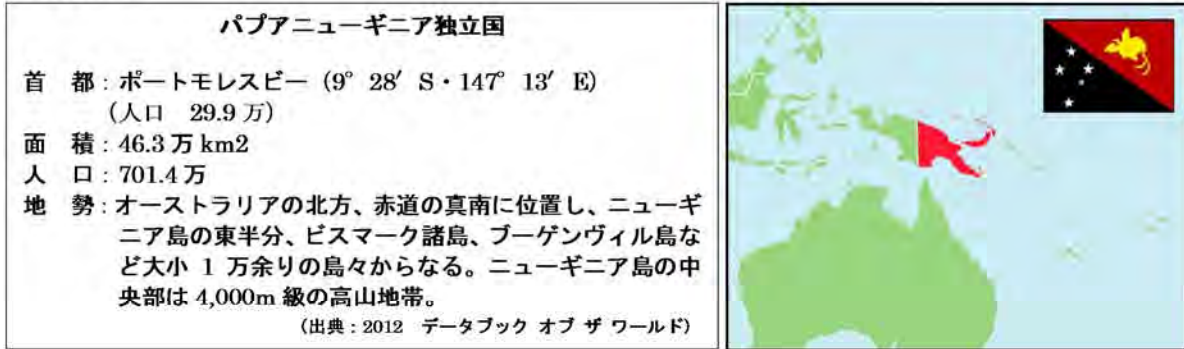
1)	橋梁耐荷力の増加	4-3
2)	平均走行速度の増加	4-3
3)	年平均日交通量.....	4-3
(2)	定性的効果.....	4-3
1)	橋梁の性能と安全性の向上	4-3
2)	物流の促進と円滑化	4-4
3)	災害発生時の交通の確保	4-4
4)	歩行者の安全の確保	4-4
5)	河川水の有効利用	4-4

[資 料]

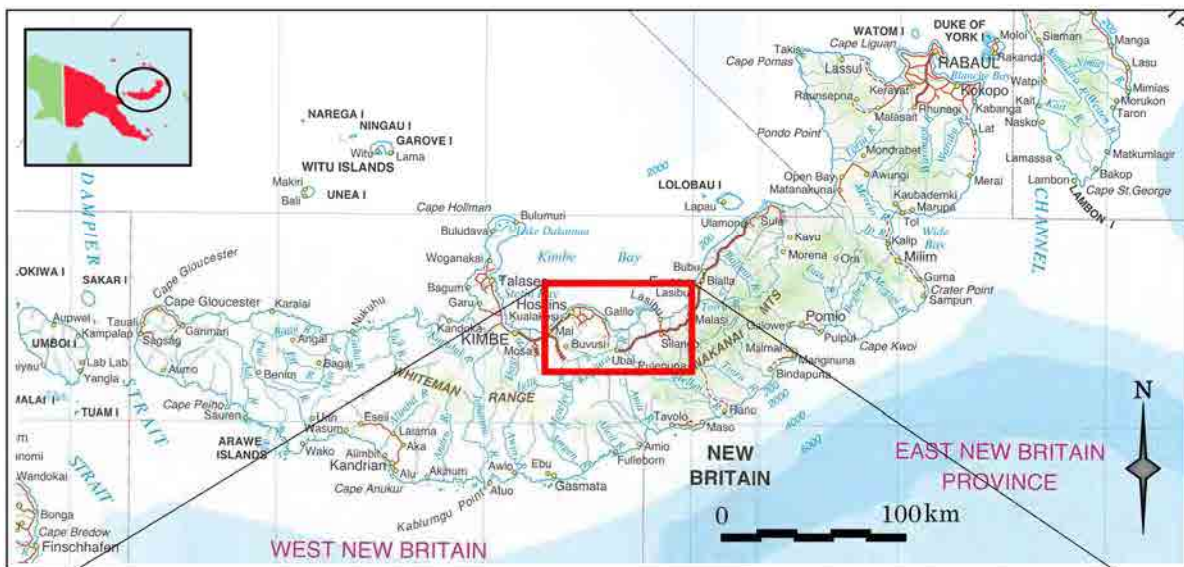
1. 調査団員・氏名
 2. 調査行程
 3. 関係者（面会者）リスト
 4. 討議議事録（M/D）
 5. 参考資料
 6. その他の資料・情報
 - 6.1 第1次調査時 Minutes of Understanding
 - 6.2 交通調査
 - 6.3 道路構造検討
 - 6.4 水理・水文解析結果
 - 6.5 地形測量結果
 - 6.6 地質調査結果 ボーリング柱状図
 - 6.7 概略設計図
-

プロジェクト位置図

■全体位置図



■計画地位置図(ニューブリテン島)

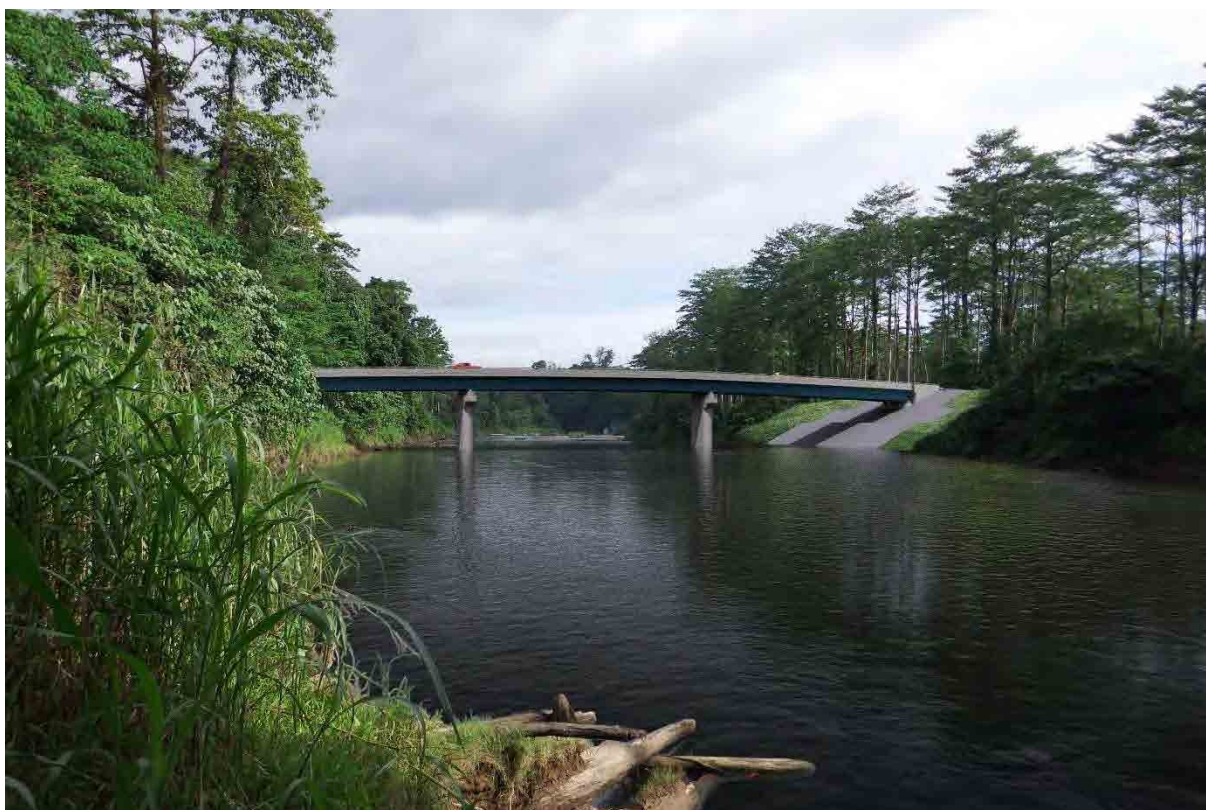


完成予想図

(1) Aum 橋



(2) Kapiura 橋



写真

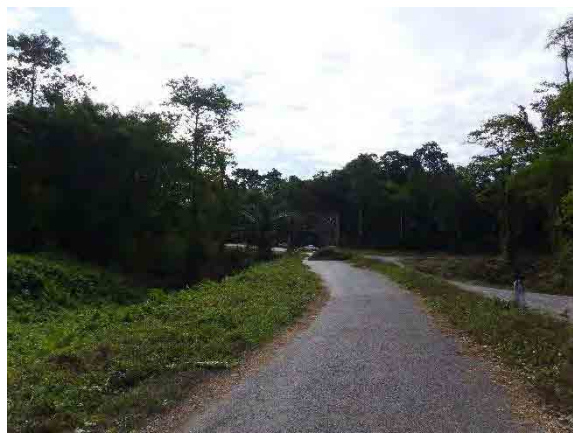
(1) Aum 橋



1. 既設橋の現況



2. 橋梁左岸側へのアプローチ部



3. 橋梁右岸側へのアプローチ部



4. 既設橋破損箇所



5. 既設橋破損箇所 側面



6. 既設橋と迂回道路

写真

(2) Kapiura 橋



1. 既設橋の現況



2. 橋梁左岸側へのアプローチ部



3. 桁下の状況



4. RC床版の状況 貫通クラック多数あり



5. 既設橋桁 流木と衝突の痕跡有り



6. 鉛直材ガセットの亀裂補修・補強

図表リスト

(図)

図 1.1.1	実質 GDP の推移	1-3
図 2.1.1	DOW 本省組織図	2-1
図 2.1.2	ニューブリテン DOW の組織図	2-2
図 2.2.1	月間平均最高気温及び最低気温	2-8
図 2.2.2	月間平均湿度	2-9
図 2.2.3	年間降水量	2-9
図 2.2.4	「パ」国の等雨量曲線図	2-10
図 2.2.5	月別降水量	2-10
図 2.2.6	年最大日降水量	2-11
図 2.2.7	日降水量 10mm 以上の月別日数	2-11
図 2.2.8	「パ」国の地震分布図	2-12
図 2.2.9	アウム橋地形図	2-14
図 2.2.10	カピウラ橋地形図	2-15
図 2.2.11	想定地層断面図 アウム橋	2-17
図 2.2.12	想定地層断面図 カピウラ橋	2-17
図 2.2.13	試料採取位置図	2-18
図 2.2.14	ニューブリテン州の位置	2-23
図 2.2.15	プロジェクトサイトの位置	2-24
図 2.2.16	WNB の州伐採権免許	2-28
図 2.2.17	Indicative number of tourist travelling into the Province	2-28
図 2.2.18	Comparative Migration by Region	2-29
図 2.2.19	Major local tribal groups and languages found in WNB 州	2-30
図 2.2.20	プロジェクトサイト周辺の土地所有状況 (出典: NBPOL、SBLC)	2-31
図 2.2.21	ホスキンスの月間最低気温と月間最高気温	2-32
図 2.2.22	ダニステーションにおける月間平均、最低及び最高降水量	2-32
図 2.2.23	WNB の地勢と岩の種類	2-33
図 2.2.24	推定される土地の利用状況	2-34
図 2.2.25	調査位置図	2-53
図 2.2.26	方向別交通量(平日 12 時間:二輪車を除く)	2-54
図 2.2.27	方向別交通量(休日 12 時間:二輪車を除く)	2-55
図 2.2.28	方向別交通量(平日 12 時間:二輪車を除く)	2-55
図 2.2.29	方向別交通量(休日 12 時間:二輪車を除く)	2-55
図 2.2.30	WNB 州の自動車台数 (出典: Motor Vehicle Insurance Limited)	2-56
図 2.2.31	WNB 州の新車登録台数 (出典: Motor Vehicle Insurance Limited)	2-57
図 2.2.32	GCP の将来推計値	2-57

図 3.1.1	対象構造物位置図.....	3-2
図 3.2.1	道路の標準幅員	3-4
図 3.2.2	橋梁の標準幅員	3-5
図 3.2.3	流域図	3-6
図 3.2.4	カピウラ橋周辺の河道状況	3-7
図 3.2.5	アウム橋周辺の河道状況.....	3-7
図 3.2.6	プレート境界と橋梁位置.....	3-9
図 3.2.7	地震応答スペクトルの比較	3-10
図 3.2.8	活荷重効果の比較.....	3-12
図 3.2.9	新橋と既設橋の離隔説明図	3-17
図 3.2.10	橋の設置に伴い必要となる堤防護岸の高さ.....	3-27
図 3.2.11	標準部幅員構成.....	3-29
図 3.2.12	3次元画像による確認位置.....	3-31
図 3.2.13	起点側からアウム橋方向（橋梁まで 70m）	3-31
図 3.2.14	終点側からアウム橋方向（橋梁まで 70m）	3-32
図 3.2.15	路肩舗装構造	3-36
図 3.2.16	排水構造物.....	3-37
図 3.2.17	アウム橋の施工に係る迂回道路切り回し手順.....	3-38
図 3.2.18	B 活荷重.....	3-39
図 3.2.19	橋長決定のフローチャート	3-41
図 3.2.20	橋梁計画の制約事項	3-42
図 3.2.21	カピウラ橋の橋長・支間割説明図	3-42
図 3.2.22	アウム橋の橋長・支間割説明図.....	3-44
図 3.2.23	想定地層断面図 アウム橋	3-49
図 3.2.24	想定地層断面図 カピウラ橋	3-49
図 3.2.25	橋台の位置.....	3-57
図 3.2.26	堤防と地盤の区分.....	3-57
図 3.2.27	桁高と鋼重の関係.....	3-62
図 3.2.28	カピウラ橋の主桁配置	3-62
図 3.2.29	アウム橋の橋梁幅員の変化	3-63
図 3.2.30	曲線橋における床版の張出し長.....	3-63
図 3.2.31	アウム橋の橋梁部拡幅の方法	3-64
図 3.2.32	アウム橋の主桁配置図（その 1）	3-64
図 3.2.33	アウム橋の主桁配置図（その 2）	3-65
図 3.2.34	桁端部の構造	3-68
図 3.2.35	中間橋脚部の構造.....	3-68
図 3.2.36	上部工検査路設置位置	3-69
図 3.2.37	吊り金具	3-69
図 3.2.38	鋼道路橋の防食法.....	3-70

図 3.2.39	耐候性鋼材の適用判定フローチャート	3-72
図 3.2.40	桁かかり長（道路橋示方書V耐震設計編より抜粋）	3-77
図 3.2.41	斜橋、曲線橋が回転できる条件（道路橋示方書V耐震設計編より抜粋）	3-79
図 3.2.42	上部構造が回転できる条件（道路橋示方書V耐震設計編より抜粋）	3-79
図 3.2.43	アウム橋 橋台の影響を受けずに回転できるかどうかの照査	3-80
図 3.2.44	カピウラ橋撤去図（その1）	3-81
図 3.2.45	カピウラ橋撤去図（その2）	3-82
図 3.2.46	アウム橋撤去図	3-83

（表）

表 1.1.1	MTDP における DOW の投資計画	1-2
表 1.3.1	「パ」国、運輸・交通分野に対する日本国の援助実績	1-4
表 1.4.1	DOW West New Britain における他ドナーのプロジェクト	1-5
表 2.1.1	政府の歳出・歳入	2-2
表 2.1.2	DOW の予算内訳	2-3
表 2.2.1	ニューブリテン国道の橋梁一覧	2-7
表 2.2.2	「パ」国における近年の地震記録	2-12
表 2.2.3	測量調査内容一覧表	2-13
表 2.2.4	地質調査内容一覧表	2-16
表 2.2.5	地盤調査内容一覧表	2-18
表 2.2.6	DCPT 結果一覧	2-22
表 2.2.7	人口予測	2-29
表 2.2.8	地域ごとの人口予測	2-29
表 2.2.9	Cash Crop Suitability and Level of Performance	2-34
表 2.2.10	スコアリング結果	2-35
表 2.2.11	環境社会配慮の TOR	2-37
表 2.2.12	環境社会配慮の結果	2-38
表 2.2.13	作業別の環境影響と緩和策のまとめ	2-40
表 2.2.14	モニタリング計画	2-43
表 2.2.15	環境モニタリングフォーム	2-44
表 2.2.16	環境モニタリングチェックリスト	2-46
表 2.2.17	Summary of Consultation Explanation of the Project & Hearing of Opinion at Kapiura, Aum Bridge.	2-49
表 2.2.18	プロジェクトの工程と環境社会配慮手続き	2-50
表 2.2.19	実質 GDP	2-57
表 2.2.20	交通量推計値	2-58
表 3.2.1	パプアニューギニア発行の設計標準・マニュアル	3-4
表 3.2.2	ADB プロジェクトにおけるその他の参照基準	3-4

表 3.2.3	カピウラ川流域及びアウム川流域の確率日雨量	3-8
表 3.2.4	カピウラ川流域及びアウム川流域の確率規模別流出量	3-8
表 3.2.5	「パ」国の設計活荷重	3-11
表 3.2.6	架け替え橋梁のグレード	3-15
表 3.2.7	アプローチ道路のグレード	3-16
表 3.2.8	架橋位置比較表（カピウラ橋）	3-18
表 3.2.9	架橋位置道路比較表（アウム橋）	3-22
表 3.2.10	架橋位置橋梁比較表（アウム橋）	3-24
表 3.2.11	堤防の高さにしかるべき余裕高	3-26
表 3.2.12	上下流にそれぞれの護岸長	3-27
表 3.2.13	Traffic Category and Cross Section Details(DOW).....	3-29
表 3.2.14	Geometric Design Standards (DOW).....	3-29
表 3.2.15	車両区分別平日 12 時間交通量	3-33
表 3.2.16	T _A 法による舗装構成	3-34
表 3.2.17	概算工事費の比較.....	3-34
表 3.2.18	施工面積別単価	3-35
表 3.2.19	T _A 法による舗装構成	3-35
表 3.2.20	主要使用材料.....	3-39
表 3.2.21	橋梁設計に必要な水理・水文に関する諸元.....	3-40
表 3.2.22	温度変化の範囲	3-40
表 3.2.23	径間数の比較（カピウラ橋）	3-43
表 3.2.24	径間数の比較表	3-45
表 3.2.25	採用可能な橋梁形式一覧.....	3-46
表 3.2.26	上部工標準適用支間（鋼橋）	3-47
表 3.2.27	上部工標準適用支間（コンクリート橋）	3-48
表 3.2.28	土質定数一覧.....	3-50
表 3.2.29	杭基礎形式の標準選定表.....	3-51
表 3.2.30	採用可能な杭基礎形式の比較	3-52
表 3.2.31	杭種比較検討一覧表（カピウラ橋 A1 橋台）	3-53
表 3.2.32	杭径比較検討一覧表（カピウラ橋 A1 橋台）	3-54
表 3.2.33	橋台形式選定表	3-55
表 3.2.34	橋脚形式選定表	3-56
表 3.2.35	橋梁形式比較表（カピウラ橋）	3-58
表 3.2.36	橋梁形式比較表（アウム橋）	3-60
表 3.2.37	大型車の将来予想交通量.....	3-65
表 3.2.38	支承形式の違いによる地震時の応答値と橋脚基礎形状の比較（カピウラ橋）	3-67
表 3.2.39	伸縮装置のライフサイクルコスト比較.....	3-76
表 3.2.40	本橋に設置する落橋防止システム一覧.....	3-80
表 3.2.41	工事用資材調達計画.....	3-103

表 3.2.42	工事用機械調達計画	3-103
表 3.4.1	点検・維持管理作業項目	3-106
表 3.5.1	概算事業費	3-106
表 3.5.2	維持管理予算	3-107
表 4.4.1	定量的効果	4-3

(写真)

写真 2.1.1	カピウラ橋全景	2-4
写真 2.1.2	補剛桁損傷部	2-4
写真 2.1.3	高欄の流失	2-4
写真 2.1.4	カピウラ橋のゲート	2-4
写真 2.1.5	吊材の疲労クラック補強	2-4
写真 2.1.6	コンクリート庄版の損傷状況	2-5
写真 2.1.7	支承部の状況（清掃が必要）	2-5
写真 2.1.8	アウム橋全景	2-5
写真 2.1.9	損傷した橋門溝と仮支柱	2-5
写真 2.1.10	迂回路の丸太橋	2-5
写真 2.1.11	Rotaovei 橋の被災状況	2-6
写真 2.1.12	Warakapis 橋の被災状況	2-6
写真 2.1.13	Retaovei 橋復旧状況	2-6
写真 2.1.14	Warakapis 橋復旧状況	2-6
写真 2.2.1	カピウラ左岸ボーリング	2-16
写真 2.2.2	カピウラ右岸ボーリング	2-16
写真 2.2.3	試料採取状況および採取試料 アウムピット	2-19
写真 2.2.4	試料採取状況および採取試料 カピウラピット	2-20
写真 2.2.5	使用機器（Dynamic Cone Penetration）	2-21
写真 2.2.6	調査実施状況	2-21
写真 3.2.1	水路破損による路側の浸食崩落	3-35
写真 3.2.2	舗装端部の破損状況	3-36

略語集

ABG	Autonomous Bougainville Government	ブーゲンビル自治政府
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
AUSAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
BRIRAP	Bridge Replacement for Improved Rural Access Project	地方アクセス改善のための橋梁架け替えプロジェクト
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
CEMP	Contractor's Environmental Management Plan	請負業者の環境管理計画
CBR	California Bearing Ratio	路床支持力を求める試験
DBST	Double Bitumineux Surface Treatment	二層瀝青表面処理
DCPT	Dynamic Cone Penetration Test	動的コーン貫入試験
DEC	Department of Environment and Conservation	環境保全省
DNPM	Department of National Planning and Monitoring	国家計画モニタリング省
DOW	Department of Works	公共事業省
DSP	Development Strategic Plan	開発戦略計画
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HOPL	Hargy Oil Palms Limited	ニューブリテン島のパームオイル会社
HMA	Hot Mix Asphalt	加熱混合アスファルト
HWL	High Water Line	計画高水位
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響調査
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
M/D	Minutes of Discussions	会議議事録
MTDP	Medium Term Development Plan	中期開発計画
NBPOL	New Britain Palm Oil Limited	ニューブリテン島のパームオイル会社
NEXCO	Nippon Expressway Company Limited	日本高速道路株式会社
PNG	Papua New Guinea	パプアニューギニア
PMU	Project Management Unit	事業管理部
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転実施計画
SBLC	Stettin Bay Lumber Company Limited	ニューブリテン島の木材輸出会社
TOR	Terms of Reference	業務指示書
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USGS	United States Geological Survey	米国地質調査所
WNB	West New Britain	西ニューブリテン(州)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

パプアニューギニア独立国（以下「パ」国）は、日本の 1.25 倍の国土面積と約 716 万人の人口を擁する大洋州の大国であるが、国内の道路網（総延長：約 30,000km）は未開通区間が多く、主要都市を結ぶ道路は分断状態にある。また「パ」国の道路構造は脆弱で、雨季の豪雨等による地滑りや斜面崩壊、河川氾濫等に伴い道路や橋梁が通行不能となった際には、経済や住民生活等に与える影響が大きく、災害に強い幹線道路の整備が当面の重要な課題となっている。

西ニューブリテン州のニューブリテン国道は、延長 203km（舗装道路 133km、未舗装道路 70km）で、主要渡河地点 38 箇所に橋梁が設置されている。本国道は、東ニューブリテンとの州境付近（オイルパームジャンクション）から州都キンベ近郊に位置するマイジャンクションに至る幹線で、島の北側の海岸線沿いに位置する路線である。この路線には代替道路が存在しないため、沿線住民にとっては唯一の輸送施設（ライフライン）となっている。沿線の主要な産業は、オイルヤシ産業と木材産業で、オイルヤシ産業の New Britain Palm Oil Limited (NBPOL)では、直接雇用者 11,000 人、小作農家 7,500 軒と契約を結び、120,000 人の生活を担っている。また、Hargy Oil Palms Limited (HOPL) では、直接雇用者 4,150 人、小作農家 3,500 軒と契約を結び、60,000 人の生活を担っている。さらに、木材産業の Stettin Bay Lumber Company Limited (SBLC)では、850 人を雇用している。これらの産業は、パームヤシや木材の収穫にニューブリテン国道を利用しており、万一橋梁が落橋するなどにより国道が通行止めになった場合には木材産業、オイルヤシ産業が大きな損害を被り、18 万人以上の沿線住民の生活に影響を与えることになる。

ニューブリテン国道の課題は、河川に架かる橋梁の大多数が比較的小さな耐荷力（T33）しか有しない 1 車線のベアリー橋または老朽化が顕著な橋梁であり、対面交通が可能な 2 車線化と耐荷力向上（T44）が喫緊の課題である。中でも SBLC が 30 年以上前に架設した日本製のカピウラ橋、アウム橋（落橋）は橋梁規模が大きく、「パ」国政府が独自で架替えることは、資金的にも技術的にも困難な状況にある。

1.1.2 開発計画

パプアニューギニアが策定した開発計画としては、パプアニューギニア・ビジョン 2050(PAPUA NEW GUINEA VISION 2050)、パプアニューギニア・開発戦略計画(DSP: Development Strategic Plan 2010-2030)及び、中期開発計画(MTDP: Medium Term Development Plan 2011-2015)が存在する。

VISION2050 は、2050 年までの長期的な国のあり方（目標）を掲げたもので、社会経済

の発展を通して知的、公平、そして幸せな社会を築くことを目標としている。それを実現するための手段として、「資源開発を含む富の創生、制度改革やサービス提供、安全な国際関係の構築、持続可能な環境と気象変動への対応、精神文化共同体の構築、戦略の立案・統合・制御」を挙げ、具体的な手法として「道路ネットワーク、港・栈橋、通信設備、金融制度、電気設備の構築」を挙げている。なお、達成度を測る指標として UNDP の人間開発指数を挙げ、2011年の132位を50位以内にすることを目標としている。

DSP2010-2030は、VISION2050を踏まえ2030年の目標を「生活の質の向上」とし、「2030年までに中進国」となる構想を掲げている。その中では、セクターごとに戦略と目標を掲げているが、運輸セクターの道路分野では、「道路ネットワークは、国民が市場やサービスを利用するためのライフラインであるとの認識に立ち、8,460kmの国道網(2010年)を2030年に25,000kmに延長し、そのすべてを良好な状態に維持する」という目標を掲げている。

MTDP2011-2015は、DSP2010-2030を達成するための5年計画であり、投資のための明確な根拠を与える役割を有している。運輸セクター道路分野については、上記25,000kmの道路網構築に対して、5年ごとの目標値(2015年では、国道延長10,000kmで良好な道路は65%)を与えている。また、そのための戦略として、優先すべき16の国道の改良とその他の国道の補修、16国道のミッシングリンクの構築、8箇所の経済回廊の構築、地方道の構築と既存国道の補修、交通安全の強化と周知を挙げている。MTDPによるDOWの予定投資額(2011年から2015年)は、表1.1.1の様である。

表 1.1.1 MTDPにおけるDOWの投資計画

担当組織	公共事業省:DOW						
	2011	2012	2013	2014	2015	2011-2015	資金
投資予定額 (百万キナ)	1,569.8	3,832.6	4,922.3	5,267.6	5,764.9	21,357.2	政府/ドナー

1.1.3 社会経済状況

「パ」国の2013年の名目GDP(IMFによる2014年4推計値)は、15,970百万USD、1人当たりの名目GDPは、2,283USD(同上)で各々世界188国中113位、131位である。

2000年以後の「パ」国の実質GDPの推移を図1.1.1に示す。図は2007年以後の平均伸び率が、7.1%であることを示している。「パ」国の主要産業は、コプラ、パーム油加工、合板や鋳業であり、GDP構成比は、1次産業(農林水産)28.2%、2次産業(鋳業、電力を含む)で38.9%、3次産業(通信・金融・小売・サービス関連)32.9%となっている。しかし、最近では2014年5月に「パ」国初の液化天然ガス(LNG)プロジェクトによる生産が開始され、6月3日には日本への第一便となるLNGタンカーが到着している。LNGの本格輸出の開始により、「パ」国の2015年GDP成長率は、20%を超える見込みと推計されている(IMF,2013年)。

「パ」国は、豊富な資源を背景に経済が活況を呈する一方、基礎インフラの整備、産業人材の育成、鋳物輸出依存型経済からの脱却、森林保全や気候変動対策など、克服すべき課題

も多い。また、国内地方部では、伝統的な自給自足生活を営む人々も多く、急激に都市化した首都ポートモレスビーとの間で二重経済が形成されている。また、伝統的価値観や慣習的土地制度も残っており、これらが各種開発事業に影響を及ぼしている。

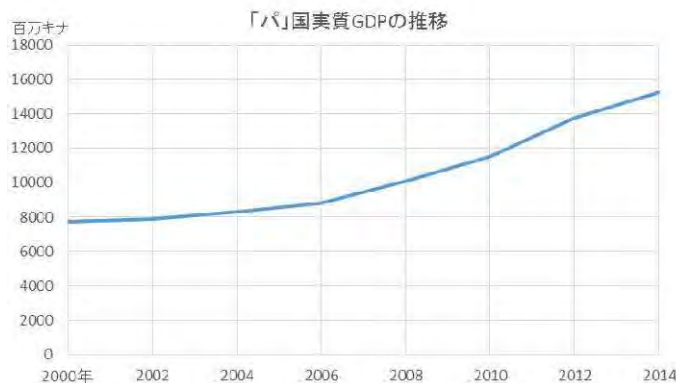


図 1.1.1 実質 GDP の推移

出典：SNA(国民経済計算マニュアル)に基づくデータを JICA 調査団がグラフ化

1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

西ニューブリテン州は、世界 6 位の生産量を誇る「パ」国パーム油の 7 割を生産しており、そのパームヤシ・プランテーションは、ニューブリテン国道を中心として配置されている。パームヤシの収穫、集積、精油所への輸送や港への運搬は、全てニューブリテン国道を通じて行われているばかりでなく、州の東側半分を形成するタラシー地区(Talasea District), 20 万の住民生活を支える生命線でもある。また、インフラ整備を手段として「知的で公平、そして幸せな社会を築く」ことが、目標として掲げられており、優先 16 国道の一つであるニューブリテン国道の整備は、国の重要な施策の一つでもある。このような背景のもと、「パ」国政府は、損傷したカピウラ橋、アウム橋を架替え対象とする「ニューブリテン国道橋梁架替計画」に係る無償資金協力を 2013 年 3 月に、我が国に要請した。

当該国道では、別途 ADB ファンドの橋梁架替プロジェクトも進行中であり、これらと協働することで、地域間の人・物資の輸送速度の増加、洪水災害に強い移動ルートの確保、安全性の高い国道の実現がなされ、ニューブリテン国道の整備効果も増大するものと考えられる。なお、対象橋梁であるカピウラ橋、アウム橋は、我が国とも関係の深い SBLC 社が、1980 年代初めに木材産出用道路構築の一環として架設したものであり、日本製の橋梁である。

1.3 我が国の援助動向

過去の我が国による運輸交通分野に関する援助（技協・無償・優勝）実績を表 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 「パ」国、運輸・交通分野に対する日本国の援助実績

実施年度	案件名	供与限度額	概要
1989-1999 年 (無償)	ハイランド国道ウミ橋架替計画	9.72 億円	モロベ州のハイランド国道に位置する老朽化したウミ橋の架替。橋長 :160m, 橋梁形式 : 3 径間連続鉄桁
2000-2003 年 (無償)	ハイランド国道レロン橋・ビティジャ橋架替計画	9.49 億円	モロベ州のハイランド国道に位置する老朽化したレロン橋の架替(橋長 : 168m, 橋梁形式 : 3 径間連続鉄桁), ビティジャ橋の架替(橋長 : 50m, 橋梁形式 : 2 径間連続鉄桁)
2004-2006 年 (無償)	ハイランド橋梁改修計画・フェーズ 1	4.11 億円	東ハイランド州のハイランド国道に位置する 5 橋(オロンパカ橋 : 21.1m、ノノンピカ橋 : 14.9m、ホネランカ橋 : 18.1m、オフィガ橋 : 24.1m、ウンバカ橋 : 12.0m) の架替。
2009-2012 年 (無償)	マーカム橋緊急改修計画	9.96 億円	洪水災害で損傷した、レイ市郊外のマーカム橋の橋脚・橋台補修・補強工事を実施した。
2009-2013 (無償)	ブーゲンビル海岸幹線道路橋梁整備計画	31.54 億円	ブーゲンビル島ココパウ・アラワ間の国道が河川と交わる 15 箇所に橋梁(合成鉄桁)を新設した。
2013-2015 年 (無償)	道路補修機材整備計画	8.64 億円	地方道路 4 州の公共事業省事務所に砂利道路の維持・補修・災害復旧の工事に必要なモータグレーダ等の機材整備を支援した。
2013-2017 年 (技術協力)	道路整備能力強化プロジェクト		上記機材の運転等の実習や実際の維持管理実習を通じ、必要な能力向上を支援する

1.4 他ドナーの援助動向

ウエストニューブリテン DOW が現在行っている他ドナーによる道路・橋梁関係プロジェクトは表 1.4.1 に示す 3 件である。

表 1.4.1 DOW West New Britain における他ドナーのプロジェクト

ドナー名	プロジェクト名	Summary
ADB	「地方アクセス改善のための橋梁架け替えプロジェクト」(Bridge Replacement for Improved Rural Access Project (BRIRAP))	Hiritano Highway, Magi Highway, New Britain Highway, Ramu Highway, Sepik Highway の 5 路線に架かる 27 橋 (小規模橋梁) の架け替えプロジェクト。West New Britain Highway では、12 橋梁の架け替えが対象となっている。
ADB	「主要橋梁調査」(Major Bridge Study)	BRIRAP と同じ 5 路線に関して、BRIRAP では選ばれなかった橋梁の架け替え必要性、架け替え方法等を検討する Technical Assistance 業務である。West New Britain Highway では、8 橋梁が選定されている。
AUSAID	Transport Sector Support Program (TSSP)	Major Works Contract: West New Britain Highway の Ruma から Area 7 間未舗装区間の舗装化及び Aliai 橋から Tiauru 橋間の再舗装を行う工事。Minor Works Contracts: West New Britain Highway の舗装状況の確認パトロール、ポットホール補修、植生管理、排水溝・カルバート清掃、排水溝設置、橋梁・護岸維持管理

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は、国家計画モニタリング省 (Department of National Planning and Monitoring(DNPM))で、実施機関は公共事業省 (Depart of Works (DOW))となる。カウンターパートは、DOW の West New Britain Provincial Works Office である。DOW と West New Britain Provincial Works Office の組織図を図 2.1.1 および図 2.1.2 に示す。

DOW West New Britain Provincial Works Office は、日本の無償資金協力プロジェクトの経験はないが、DNPM, DOW 本省は、経験があり、DOW の First Assistant Secretary は、ブーゲンビルプロジェクトを担当しており、無償資金協力プロジェクトに精通しているため相手国負担事項等の実施に際して問題が起ることはないと考えられる。

カウンターパートの West New Britain Provincial Works Office では、Civil Engineer のグループが担当することになるが、Works Manager の下で、エンジニアが 9名のメンバーを指揮して業務を行う体制である。

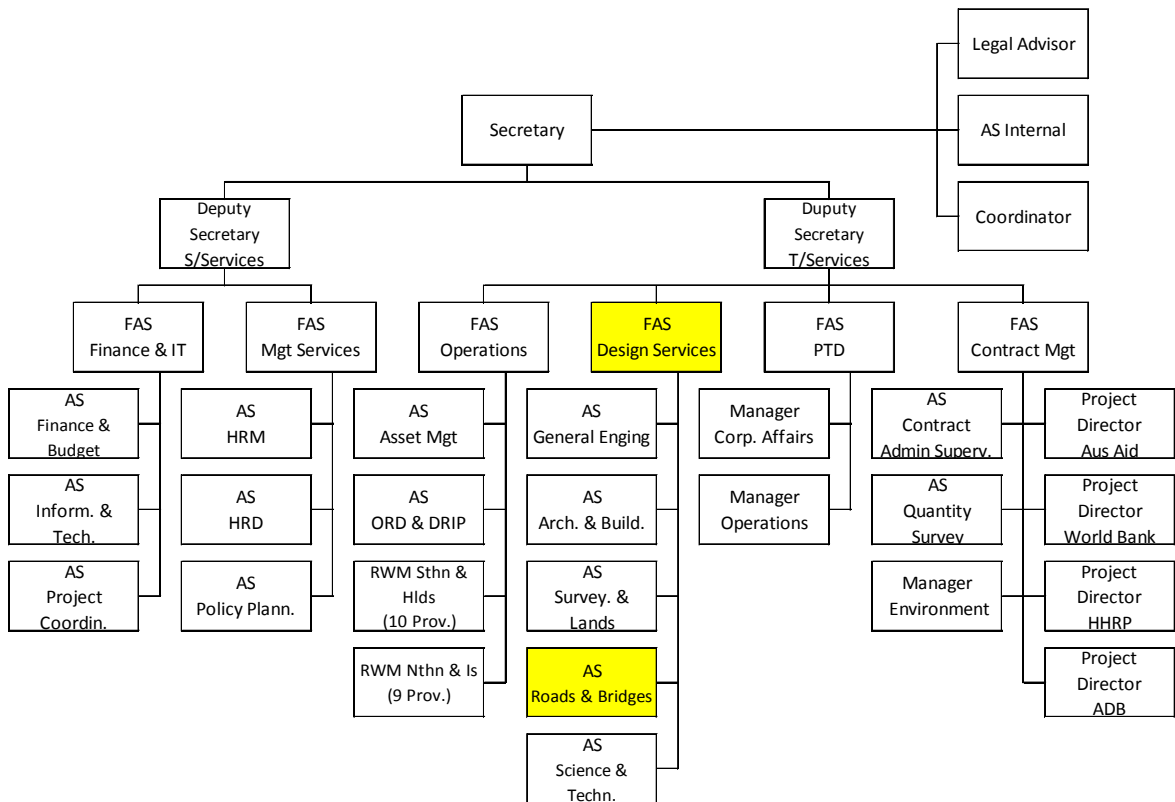


図 2.1.1 DOW 本省組織図

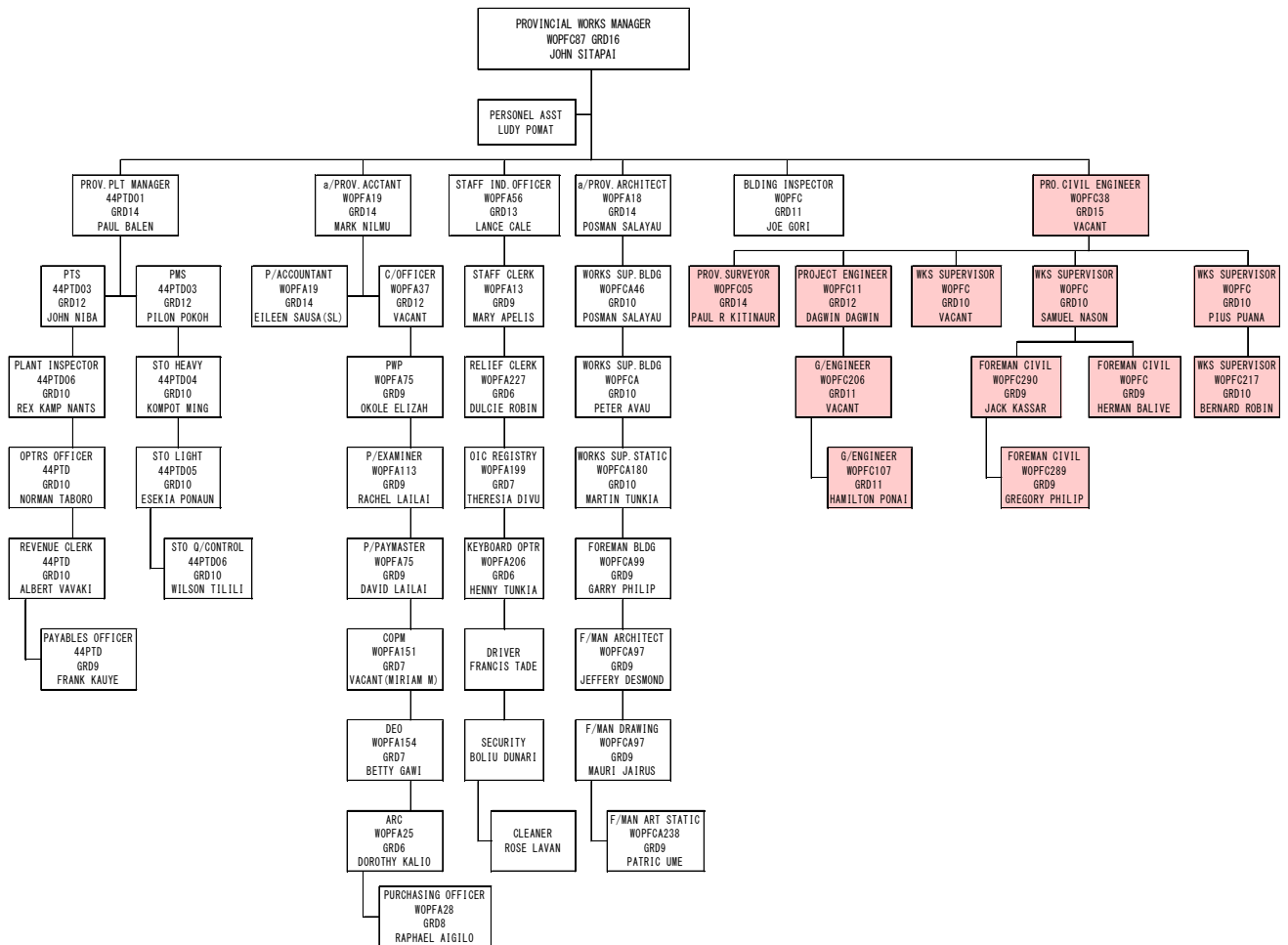


図 2.1.2 ニューブリテン DOW の組織図

2.1.2 財政・予算

本橋を含めニューブリテン国道の管理は、West New Britain Provincial Works Office が担当する。以下に「パ」国政府の歳入・歳出を表 2.1.1 に、運輸・維持補修分野の予算を表 2.1.2 示す。

表 2.1.1 政府の歳出・歳入

単位：百万キナ

		2011 (確定)	2012 (確定)	2013 (予算)
政府予算	歳入	9,304.9	10,157.7	10,481.9
	歳出	9,370.6	10,560.3	13,030.8
合計		-65.7	-402.6	-2,548.9
GDP 比		-0.3%	-1.2%	-7.2%

出典：2013 NATIONAL BUDGET, Volume 1 Economic and Development Policies 31st December, 2013,
 HON. DON POMB POLYE MP MINISTER FOR TREASURY

表 2.1.2 DOW の予算内訳

単位：百万キナ

年	経常予算 (Recurrent)			開発予算 Development	合計 Total
	維持管理	その他	計		
2012	96	69	165	710	875
2013	96	74	170	878	1,048
2014	96	-	-	-	1,635

出典：2013 RECURRENT BUDGET ESTIMATES OF REVENUE AND EXPENDITURE FOR NATIONAL GOVERNMENT DEPARTMENTS, VOLUME-2, HON. DON POMB POLYE MP MINISTER FOR TREASURY 及び DEPARTMENT OF WORKS AND IMPLEMENTATION, QUARTERLY ROAD REVIEW REPORT, 01 August, 2014

支出の確定している 2013 年の DOW の予算は、1,048 百万キナで、その内、道路維持管理費は、96 百万キナである。本プロジェクトの年平均維持管理費は、0.103 百万キナであり、この負担は十分可能と考えられる。

2.1.3 技術水準

西ニューブリテン国道の維持管理は、州の DOW の土木技術部署が行っており、地域住民への委託による除草、地元業者への委託による道路舗装や施設の維持補修を実施している。また、パームオイル会社による税額控除事業として道路維持管理も行われている。キンベ DOW の土木技術職員は 10 名程度であるが、委託システムを活用した道路維持管理で、国道が良好な状態に保たれるよう努力がなされている。しかし、予算人員の関係から良好な維持管理がなされているとは言い難い。橋梁について言えば、清掃等の基本的な維持管理もなされておらず、災害などの対症療法で橋梁の補修・補強が行われているのが実態である。ただし、本年 4 月のニューブリテン国道カルバート流失災害（2 箇所）では、流失後速やかに迂回路（丸太橋）が構築され、現橋交通が支障なく確保されており、道路維持管理に関するマネジメント能力が高いことが推察される。また、大河川でたびたび丸太橋が流出していたニューブリテン国道上にある Ivle 橋も、地元業者への委託により昨年ベリー橋に架替が行われた。これらの状況を見ると、橋梁の維持管理に関しても潜在的な能力は高く、本プロジェクトの実施により維持管理の理念や具体的な手法の技術移転が行われれば、適切な橋梁の管理が可能となるものと期待できる。また、本プロジェクトの実施により、日本の建設業者から地元業者への技術移転が行われ、現地業者の技術水準が向上することも期待される。

2.1.4 既存施設・機材

架替対象のカピウラ橋、アウム橋は 1980 年代初頭、当時日系の木材輸出会社であった SBLC が、木材切り出し道路の構築の一環として架橋したものであり、日本の技術を用いて製作・架設がなされている。なお、両橋とも設計は 45 ton トレーラー 1 台で為されている。

カピウラ橋は、度重なる連行トレーラーの偏載で橋梁全体が振じられ、大きなたわみが繰

り返し生じたことが原因で、吊材の下端に疲労クラックが生じている。2000年代中ごろ、鉄筋の溶接補強で疲労クラック対策を行うとともに、支点上補剛材の追加、下横構の補強などが行われている。また、連行载荷を防止するため、橋梁の前後にゲートを設け通過交通を制御している。カピウラ橋は、また、洪水災害に見舞われている。洪水被害の状況としては、流木の補剛桁への衝突による補剛桁の変形、高欄の流失が挙げられる。



写真 2.1.1 カピウラ橋全景



写真 2.1.2 補剛桁損傷部



写真 2.1.3 高欄の流失



写真 2.1.4 カピウラ橋のゲート



写真 2.1.5 吊材の疲労クラック補強



写真 2.1.6 コンクリート庄版の損傷状況



写真 2.1.7 支承部の状況（清掃が必要）

アウム橋は、キンベ側の橋門構に大型車両が衝突し橋門構が破壊されている。崩壊を止めるため、仮支柱が設置されており、現在は安定した状態にある。迂回路は、既設橋の下流側に丸太橋が設置されているが、低い位置に設置されているため、洪水被害を受ける可能性が高い。



写真 2.1.8 アウム橋全景



写真 2.1.9 損傷した橋門溝と仮支柱



写真 2.1.10 迂回路の丸太橋

我が国の過去の無償資金協力案件としては、1989年から2006年までにハイランドの8橋梁改修が行われている、その後2009年から2013年にマーカム橋の改修および2009年から2013年には、ブーゲンビル海岸幹線道路橋梁整備が行われている。また、機材案件として2013年から道路補修機材整備計画が進行中である。

ハイランドの橋梁およびマーカム橋は、健全な状態で交通の便に供されており、「パ」国の経済活動を担っている。ブーゲンビル幹線道路の15橋については、本年1月31日2橋が洪水で被害を受けたが、その後ブーゲンビル自治政府の手で復旧が行われている。復旧に当たっては、建設中に日本の建設会社とともに工事に参加した現地経験者の技術力が十分発揮された。ブーゲンビル幹線道路の15橋は、現在全ての橋梁が健全な状態で保たれ、地域経済を担う幹線国道としてその役割を果たしている。



写真 2.1.11 Rotaovei 橋の被災状況



写真 2.1.12 Warakapis 橋の被災状況



写真 2.1.13 Retaovei 橋復旧状況



写真 2.1.14 Warakapis 橋復旧状況

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

(1) 道路

ニューブリテン国道 229km のうち舗装区間が 106km、未舗装区間が 123km であり、橋梁 38 橋が確認されている。表 2.2.1 に橋梁の一覧表を示す。

表 2.2.1 ニューブリテン国道の橋梁一覧

STRUCTURAL ID	CHANAGE(m)	TYPE	NAME	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	BR. LENGTH	BR. WIDTH	Nos of Lane	BRIRAP	MB		
B_NRD010*49	10	0.00	Bailey Br. (Std)	Nuau Br.	S 04 58.080	E 151 18.973	23	21.3	3.4	1	22		
B_NRD010*49	20	8350.00	Log Br.	Ulamona Br.	S 04 59.185	E 151 15.331	23	16.0	3.5	1	8	BRIRAP	
B_NRD010*49	30	20000.00	Bailey Br. (C200)	Ibaha Br.	S 05 05.408	E 151 13.968	63	33.5	3.4 + 0.7	1	12	BRIRAP	
B_NRD010*49	40	20200.00	カルバートに改修	Little Navo	S 05 05.440	E 151 13.867	60	16.5	3.5	1	-	改修済み	
B_NRD010*49	60	20350.00	Bailey Br. (Std)	Big Navo	S 05 05.437	E 151 13.779	49	39.8	4.3	1	24	低リスク	
B_NRD010*49	60	25700.00	Bailey Br. (C200)	Sabala Br.	S 05 05.877	E 151 11.037	39	24.6	4.3	1	25	低リスク	
B_NRD010*49	70	27250.00	Bailey Br. (C200)	Kabaya Br.	S 05 06.282	E 151 10.347	43	18.5	4.3	1	28	低リスク	
B_NRD010*49	80	30700.00	River Bed	Pika Br.	S 05 07.735	E 151 09.240	54	-	-	1	1	BRIRAP	
B_NRD010*49	90	35300.00	Bailey Br. (Std)	Soi Br.	S 05 09.496	E 151 07.791	54	24.4	3.3	1	9	BRIRAP	
B_NRD010*49	100	38750.00	Bailey Br. (C200)	Bamus Br.	S 05 11.118	E 151 07.918	37	36.6	4.3	1	23	低リスク	
B_NRD010*49	110	44500.00	Truss Br.	Balima #1 Br.	S 05 13.830	E 151 08.806	86	80.8	1.0+3.6+1.0	1	-	-	比較的健全
B_NRD010*49	120	45500.00	Bailey Br. (C200)	Balima #2 Br. (Pehan)	S 05 13.416	E 151 08.417	56	21.6	3.4 + 0.7	1	15	健全	
B_NRD010*49	130	49050.00	Bailey Br. (Std)	Koloi Br.	S 05 13.220	E 151 07.061	41	39.6	3.4	1	3	BRIRAP	
B_NRD010*49	140	52500.00	Bailey Br. (C200)	Lobu Br.	S 05 14.768	E 151 06.727	105	39.8	4.3	1	14	BRIRAP	
			Log Br.	不明	2014.4の洪水でカルバートが流失								
B_NRD010*49	150	65900.00	Beam & Slab	Area 8 Br.	S 05 17.859	E 151 03.279	111	8.3	7.7	1	-	2車線 健全	
			Log Br.	不明	2014.4の洪水でカルバートが流失								
B_NRD010*49	160	78650.00	Bailey Br. (Std)	Silai Br.	S 05 23.237	E 151 01.503	34	21.3	3.4	1	-	なぜ傾位がないか	
B_NRD010*49	170	85200.00	Bailey Br. (C200)	Tiauru Bailey Br. 1	S 05 24.285	E 151 02.722	51	33.5	4.3	1	-	MB	
B_NRD010*49	180	85400.00	Bailey Br.	Tiauru Bailey Br. 2	S 05 24.373	E 151 02.734	32	37+37=74	7.0	1	4	MB	
B_NRD010*49	190	88180.00	Bailey Br. (Std)	Kiava Br.	S 05 25.964	E 151 02.777	36	24.4	3.5	1	10	BRIRAP	
B_NRD010*49	200	93300.00	Bailey Br. (Std)	Aliai Br.	S 05 27.793	E 151 01.502	38	24.4	3.4	1	27	MB	
B_NRD010*49	210	94150.00	Bailey Br. (C100)	Aleuu Br.	S 05 28.210	E 151 01.329	38	15.2	3.4	1	11	BRIRAP	
B_NRD010*49	220	96100.00	Log Br.	Ivuie Br.	S 05 29.120	E 151 00.853	61	37	4.0	1	5	MB	
B_NRD010*49	230	101050.00	Bailey Br. (C200)	Yamule Br. 1	S 05 30.833	E 150 58.707	86	30.5	4.3	1	6	MB	
B_NRD010*49	240	101150.00	Bailey Br. (C200)	Yamule Br. 2	S 05 30.829	E 150 58.675	100	54.9	4.3	1	6	MB	
B_NRD010*49	250	107140.00	Bailey Br. (Std)	Chutabu Br.	S 05 31.561	E 150 56.624	103	36.6	33.4	1	16	BRIRAP	
B_NRD010*49	260	118010.00	Bailey Br. (Std)	Ala Br.	S 05 33.517	E 150 52.711	83	3 x 38=114	3.4	1	19	MB	
B_NRD010*49	270	129620.00	Bailey Br. (Std)	Kai Br.	S 05 33.801	E 150 48.099	53	21.3	3.1	1	21	低リスク	
B_NRD010*49	280	133170.00	Girder Br.	Gavuvu Br.	S 05 34.533	E 150 46.557	40	5 x 20=100	4.3+1.2	1	-	鋼桁橋 健全	
B_NRD010*49	290	135120.00	Bailey Br. (C100)	Marapu Br.	S 05 35.129	E 150 45.720	44	15.2	3.2	1	13	BRIRAP	
B_NRD010*49	300	141200.00	Bailey Br. (C200)	Kuremu Br.	S 05 35.988	E 150 42.872	34	21.3	4.3	1	17	低リスク	
B_NRD010*49	310	143260.00	Truss Br.	Blomi Br.	S 05 36.539	E 150 41.998	26	46.9	4.8+0.8	1	-	-	
B_NRD010*49	320	147600.00	Bailey Br. (C200)	Ginti Br.	S 05 37.980	E 150 40.205	45	24.4	4.8	1	18	低リスク	
B_NRD010*49	330	150650.00	Bailey Br. (C200)	Ubal Br.	S 05 38.848	E 150 38.999	31	15.2	0.7+3.4+0.7	1	7	BRIRAP	
B_NRD010*49	340	157190.00	Log Br.	Korori Br.	S 05 39.858	E 150 35.627	25	-	-	1	2	BRIRAP	
B_NRD010*49	350	158600.00	Bailey Br. (C200)	Galuku Br.	S 05 39.393	E 150 35.238	33	27.2	0.7+3.3+0.7	1	20	低リスク	
B_NRD010*49	360	167310.00	Girder Br.	Pasi Br.	S 05 41.066	E 150 31.259	39	26	5.2+0.7	1	-	鋼桁 健全	
B_NRD010*49	370	177380.00	Arch Br.	Kapilura Br.	S 05 41.487	E 150 26.939	-	116	4.5+1.2	1	-	今回対象	
B_NRD010*49	380	179620.00	Truss Br.	Aum Br.	S 05 40.484	E 150 26.645	-	50	4.2	1	-	今回対象	
B_NRD010*49	390	207790.00	Beam & Slab	Ganuka Br.	S 05 35.391	E 150 15.760	28	3 x 10.6=31.9	7.6	2	-	Kimbe-Mai JCT 間	
B_NRD010*49	400	211890.00	Beam & Slab	Henderson Br.	S 05 35.703	E 150 13.760	-	3 x 23.6=70.8	1.1+7.5+1.1	2	-	Kimbe-Mai JCT 間	

Bailey 橋でC200は、新しいシリーズで耐荷力が高い
 Bailey 橋でSTDは、古いシリーズで耐荷力が低い
 BRIRAPの欄は、BRIRAPのTA業務で、示された改修必要性的の優先順位である。

表中の水色で着色されたものは、日本製の橋梁であり、本プロジェクトで対象としたカピウラ橋、アウム橋の他には、ピシ橋、ビロミ橋がある。黄色で着色された橋梁は、ADB のプロジェクトで取り扱われているものであり、その内 12 橋は、すでに工事入札が進行中である。無着色の橋梁は、比較的新しいベアリー橋かベアリー橋以外の形式の橋梁であり、比較的健全と考えられる橋梁である。赤字でコメントが書かれているのは、本年 4 月にパイプカルバートが、流失し、丸太橋で迂回路が構築されている箇所である。橋梁全体を概観すると、カピウラ、アウム橋は、規模が大きく州都キンベに最も近く最重要な位置を占めていることが分かる。また、路線中の多くの橋梁が 2 車線化と耐荷力の増加を果たす予定であり、カピウラ、アウムが同様に 2 車線化と耐荷力の向上を果たせば、路線としての有用性はより高まる

ことになる。

(2) 電力・水道

ニューブリテン国道は、パームヤシ・プランテーションに囲まれた国道であり、その従業員が居住地では電気・水道等の設備が整い、比較的文化的な生活を営んでいる集落も存在する。しかし、工事対象のサイトでは、電力設備、給水設備は無く、建設時には、自家発電設備の利用、河川水、あるいは地下水の利用が必要である。

(3) 通信

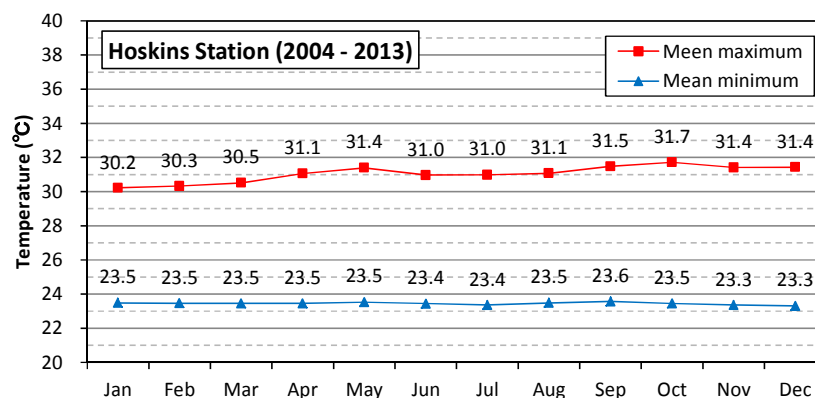
携帯電話の普及により、現場付近でも音声電話通信が可能である。インターネットの利用もホテルなどの限られた施設で可能で、モバイルルータを所有すれば、国道前線でインターネットが利用できる。しかし、ニューブリテン州に限らないが、そのスピードと安定性は決して満足できるレベルにはない。

2.2.2 自然条件

(1) 気温

「パ」国の気候は、一部の山岳地帯を除き国土のほとんどが熱帯気候でモンスーンの影響下にあり、北西モンスーン（12～3月）と南東モンスーン（5～10月）の影響を受ける地域に分類される。対象橋梁のあるニューブリテン島の気候は、ホスキンス空港がある北部地域は北西モンスーンの影響を受けるが、南部地域は南東モンスーンの影響を受けるため年間の降雨パターンが異なる。

ホスキンス観測所における過去10年間の月間平均最高気温及び平均最低気温を図2.2.1に示す。最高気温は年間を通じて31°C前後、最低気温は23°C程度であり、気温差は7°C程度である。年間を通じた月別の気温差は顕著ではない。

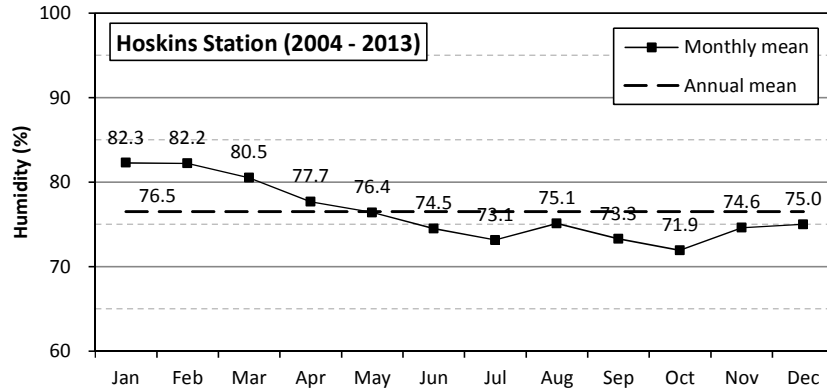


出典：National Weather Service

図 2.2.1 月間平均最高気温及び最低気温

(2) 湿度

ホスキンス観測所における過去 10 年間の月間平均湿度を図 2.2.2 に示す。平均湿度は年間を通じて 70%~85%であり、年平均は 76.5%である。北西モンスーンの影響を受ける 1 月~3 月は年間を通じて最も湿度が高くなり 80%以上となる。



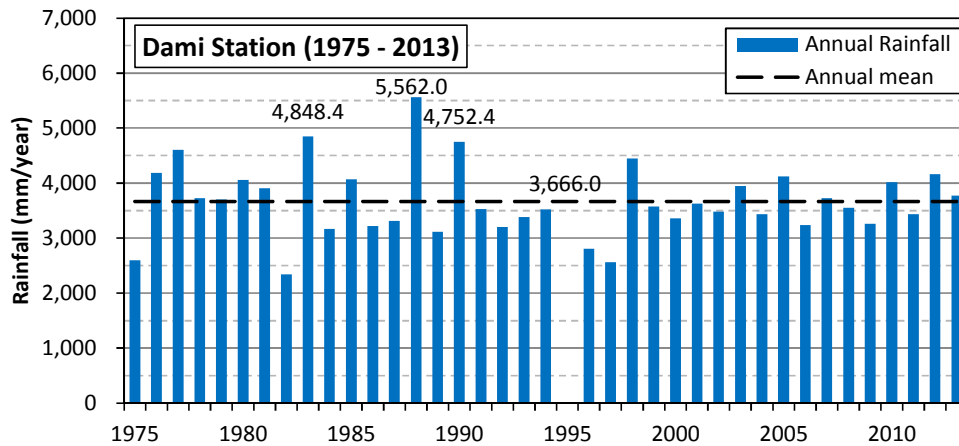
出典：National Weather Service

図 2.2.2 月間平均湿度

(3) 降水量

1) 年間降水量

ダミ観測所における過去 39 年間の年間降水量を図 2.2.3 に示す。年間降水量は平均で約 3,670mm であり、多い年では 5,500mm、少ない年でも 2,500mm 程度と降水量は多い。



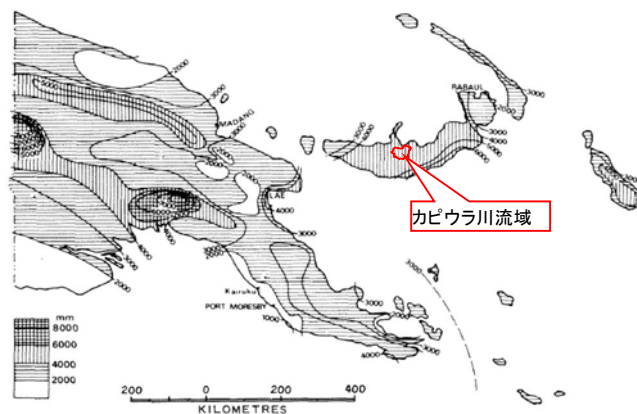
出典：National Weather Service

図 2.2.3 年間降水量

2) 流域平均雨量

① カピウラ川流域

カピウラ川流域の年平均雨量は、図 2.2.4 に示すニューブリテン島の等雨量曲線図から読み取ると 4,000mm から 5,000mm の範囲内であり、平均すると 4,500mm である。そこで、計画流量の算定で用いるカピウラ川流域の年最大日雨量は、ダミ観測所の年平均雨量 3,670mm に等雨量曲線図から読み取った流域の年平均雨量とダミ観測所の年平均雨量の比 1.23 (=4,500mm/3,670mm) を乗じた値とする。



出典：「Hydrology in Tropical Australia and Papua New Guinea, A. J. Hall, 1984」に調査団加筆

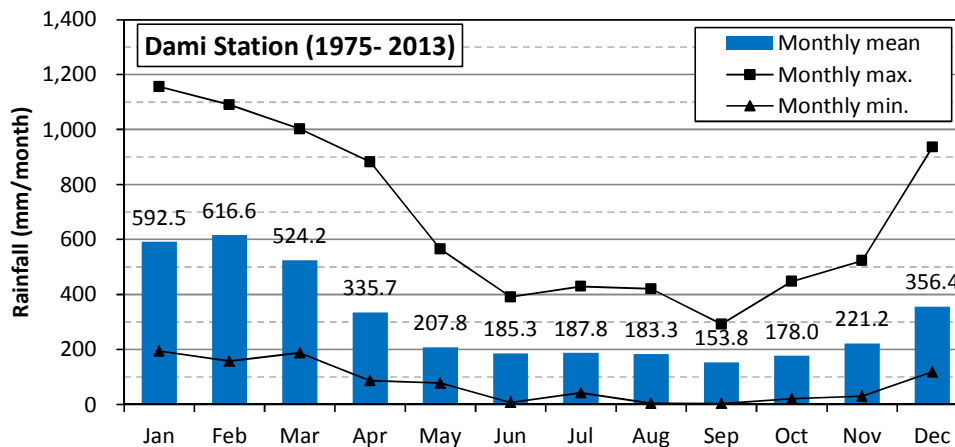
図 2.2.4 「パ」国の等雨量曲線図

② アウム川流域

アウム川流域の年平均雨量については、ダム観測所の年平均雨量とほぼ同じ範囲であることが調査で確認できた。したがって、年最大日雨量の補正は行わない。

3) 月別降水量

ダム観測所の日降水量を月別に整理したものを図 2.2.5 に示す。ホスキンスの雨期は北西モンスーンの影響を受ける 12 月から翌年 4 月までであり、乾期は 5 月から 11 月である。1 月から 3 月の月別降水量が 500mm 以上と多いが、乾期でも 150mm 以上の降水量がある。

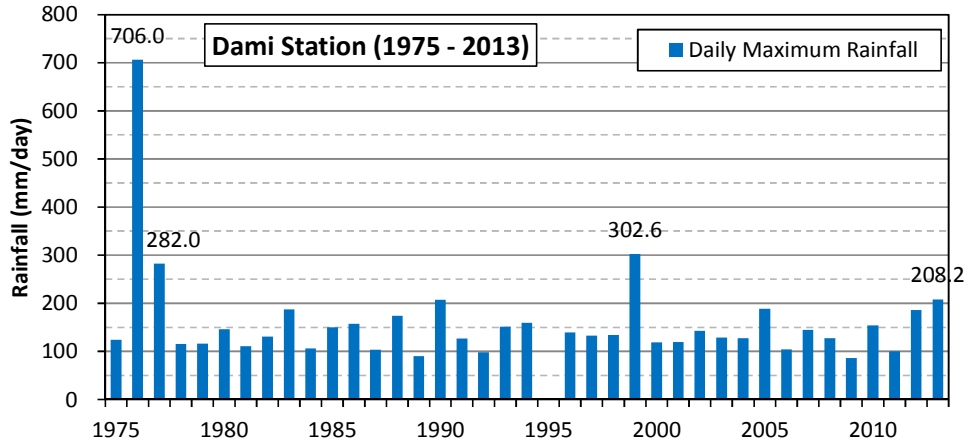


出典：National Weather Service

図 2.2.5 月別降水量

4) 年最大日降水量

ダム観測所の年最大日降水量を図 2.2.6 に示す。平均で 160mm 程度であるが、月間降水量規模の降雨が発生することもある。近年では、1999 年 2 月に 302.6mm/day、2013 年 3 月に 208.2mm/day を記録した。

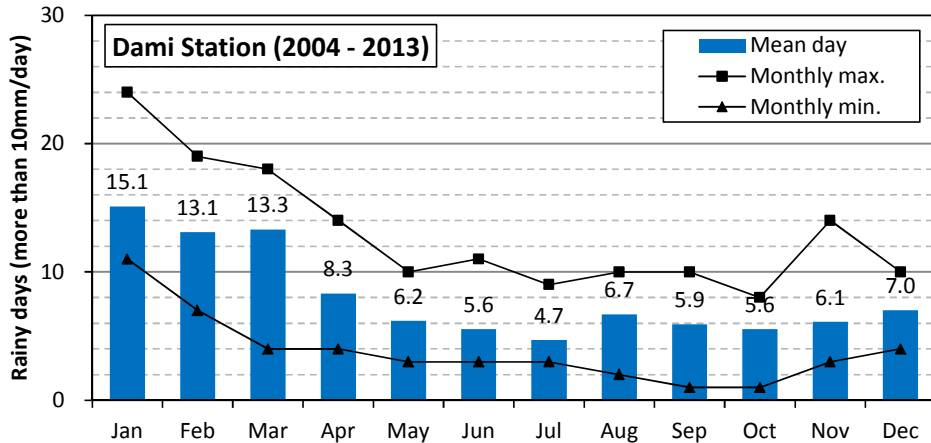


出典：National Weather Service

図 2.2.6 年最大日降水量

5) 日降水量 10mm 以上の月別日数

ダミ観測所における過去 10 年間の日雨量 10mm 以上の月別日数を図 2.2.7 に示す。月別降水量が多い 1 月から 3 月は 1 ヶ月の半分程度となるが、乾期においても平均で 5 日程度は日降水量 10mm 以上を記録している。また、日降水量 10mm 以上の年間日数は平均 96.4 日で、年間の 3 割程度である。

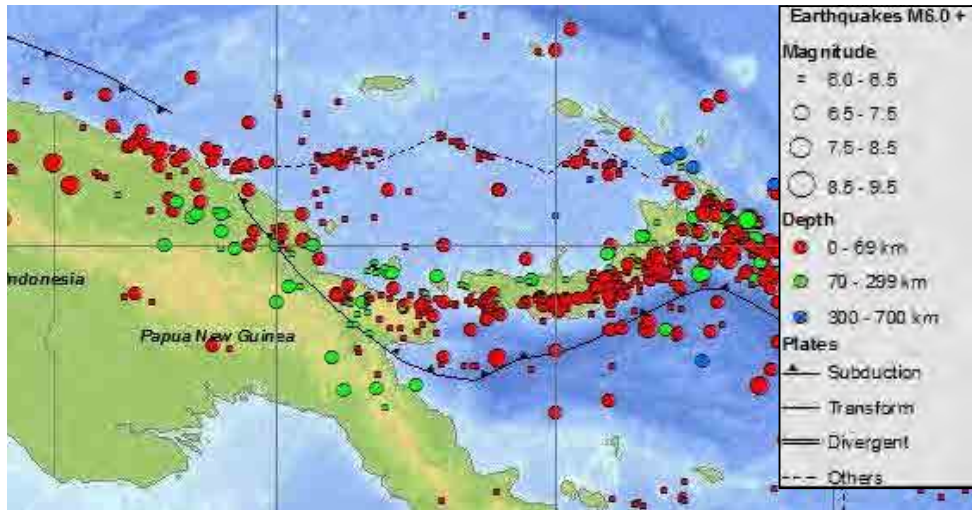


出典：National Weather Service

図 2.2.7 日降水量 10mm 以上の月別日数

(4) 地震調査

「パ」国は世界有数の地震国であり、ニューブリテン島を含むニューギニア島北部からブーゲンビル島にかけての一带は地震活動が活発な地域である（図 2.2.8）。「パ」国における過去の地震記録を米国地質調査所（USGS）から入手した。表 2.2.2 に「パ」国を震源地として近年発生した地震記録を示す。ニューブリテン島では 1998 年以降で合計 7 回発生しており、震源の深さは 70km 未満と浅い地震が多いことが特徴である。



出典：Seismicity Map of Papua New Guinea, USGS

図 2.2.8 「パ」国の地震分布図

表 2.2.2 「パ」国における近年の地震記録

発生日	発生地域	震央位置		震源の深さ	マグニチュード
		緯度	経度		
17/July/1998	North Coast of New Guinea	2.960° S	141.920° E	10.0km	7.0
10/May/1999	New Britain	5.150° S	150.880° E	103.0km	7.1
16/May/1999	New Britain	4.750° S	152.480° E	74.0km	7.1
16/Nov/2000	New Ireland	3.980° S	152.160° E	33.0km	8.0
16/Nov/2000	New Ireland	5.230° S	153.100° E	30.0km	7.6
17/Nov/2000	New Britain	5.490° S	151.780° E	33.0km	7.6
8/Sep/2002	Coast of New Guinea	3.228° S	142.870° E	33.0km	7.6
10/Jan/2003	New Ireland	5.211° S	153.502° E	67.5km	6.7
11/Mar/2003	New Ireland	4.699° S	153.135° E	37.0km	6.6
7/Jun/2003	New Britain	5.080° S	152.380° E	33.0km	6.6
9/Sep/2005	New Ireland	4.539° S	153.445° E	91.3km	7.7
29/Sep/2005	New Britain	5.437° S	151.816° E	25.0km	6.7
11/Nov/2005	New Britain	6.594° S	152.208° E	10.0km	6.6
1/Sep.2006	Bougainville	6.822° S	155.535° E	45.7km	6.8
17/Oct/2006	New Britain	5.846° S	151.010° E	32.0km	6.7
28/Jun/2007	Bougainville	7.938° S	154.616° E	10.0km	6.7
26/Sep/2007	New Ireland	4.880° S	153.402° E	10.0km	6.8
22/Nov/2007	Eastern New Guinea	5.795° S	147.113° E	72.7km	6.8
23/Jun/2009	New Ireland	5.153° S	153.794° E	64.0km	6.7

出典：Historical Earthquakes in Papua New Guinea, USGS

(5) 地形測量、地質・地盤調査

地形測量、地質・地盤調査は現地再委託により実施した。弊共同企業体の既往プロジェクトでの経験より「パ」国の現地調査業者は費用がかなり高いことが予想されるため、第三国からの調査業者を投入し、対象施設計画・設計のための情報の取得に必要な技術レベルを確保しつつ経済性も考慮した。

1) 地形測量

本準備調査を行う上で必要な精度を確保するために、対象橋梁付近において地形測量調査を実施した。この結果を利用して、プロジェクトサイトの地形条件を的確に把握し、対象施設の構造及び規模を決定し、設計・施工計画・積算への資料とした。

測量調査内容を表 2.2.3 に示す。またアウム橋、カピウラ橋の平面図を図 2.2.9、図 2.2.10 に示す。

地形測量結果の詳細については、巻末資料『地形測量結果』に示す。

表 2.2.3 測量調査内容一覧表

種別	縮尺・仕様	単位	数量
地形測量	<u>平板測量</u> ・アウム橋 : 長さ 300m×幅 200m×2 (河川右岸・左岸) =120,000 m ² ・カピウラ橋 : 長さ 300m×幅 200m×2 (河川右岸・左岸) =120,000 m ²	m ²	240,000
	<u>縦断地形測量</u> ・アウム橋 : L=500m ・カピウラ橋 : L=782m	m	1,282
	<u>横断地形測量</u> ・アウム橋 : 道路中心線上 20m 間隔、26 断面 ・カピウラ橋 : 道路中心線上 20m 間隔、41 断面	断面	67
河川測量	<u>平板測量</u> ・アウム橋 : 長さ 400m×幅 90m =36,000 m ² ・カピウラ橋 : 長さ 400m×幅 156m = 62,400 m ²	m	98,400
	<u>河川縦断測量</u> ・アウム橋 : L=500m ・カピウラ橋 : L=400m	m ²	900
	<u>河川横断測量</u> ・アウム橋 : 河川中心線上 50m 間隔、11 断面 ・カピウラ橋 : 河川中心線上 50m 間隔、9 断面	断面	20

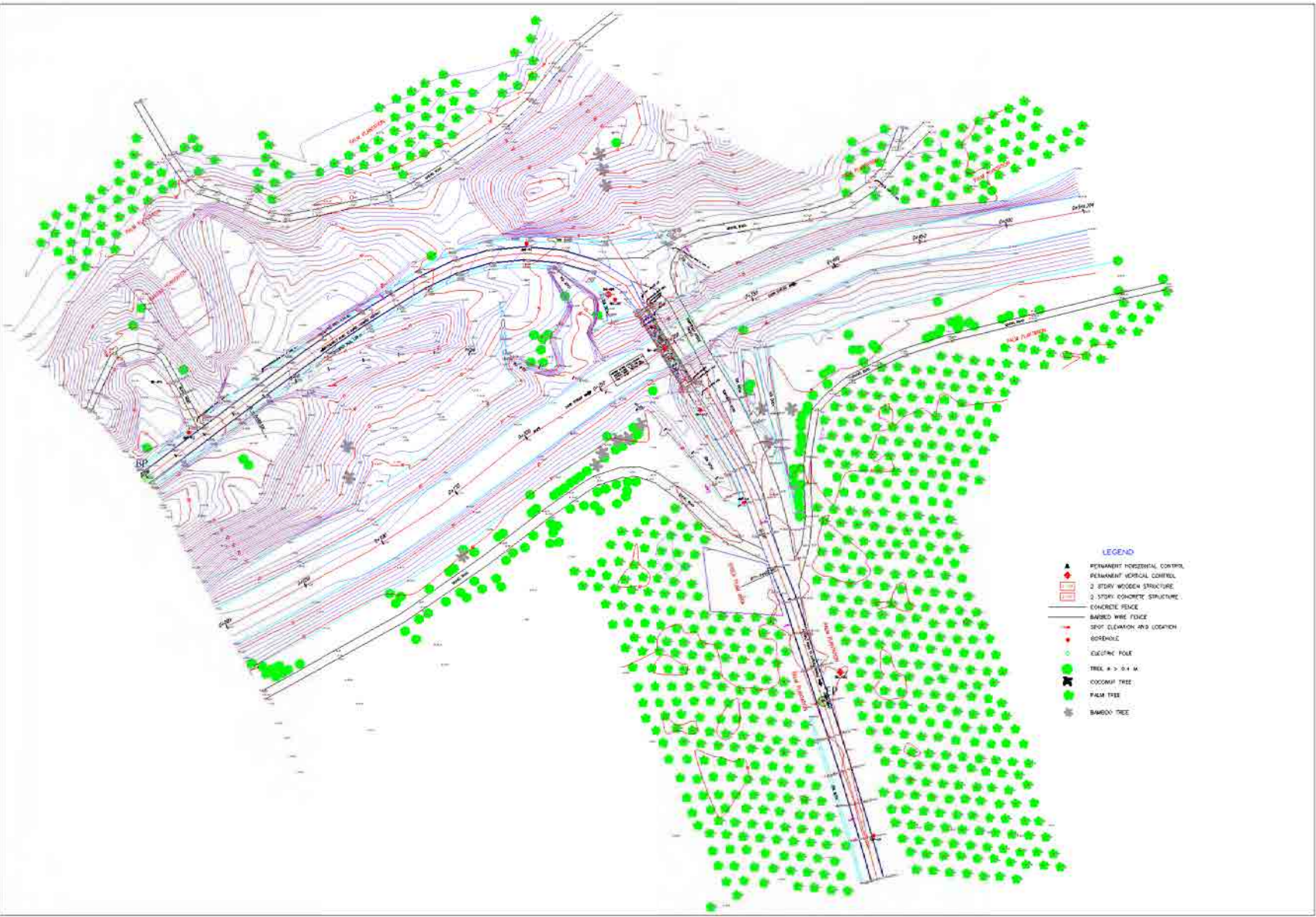


図 2.2.9 アラウ橋地形図

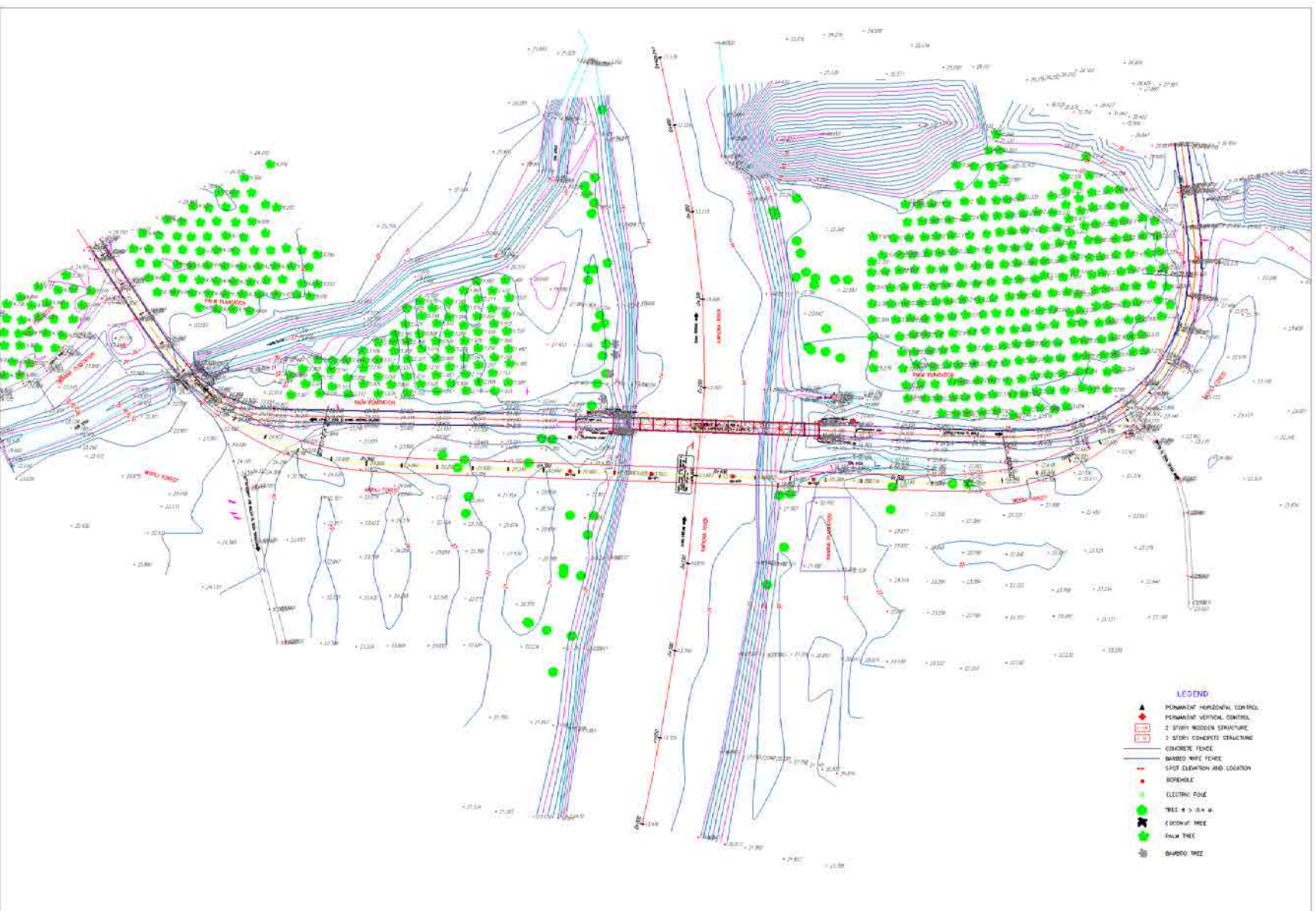


図 2.2.10 カピアラ橋地形図

2) 地質調査

① 調査概要

地質調査はアウム橋、カピウラ橋の橋梁架け替え位置における橋台／橋脚位置において実施した。地質調査の実施内容を表 2.2.4 に示す。

表 2.2.4 地質調査内容一覧

調査	項目	内容	目的
地質調査 (再委託)	地表踏査	<ul style="list-style-type: none"> 既存橋梁2橋 (アウム橋、カピウラ橋) 周辺 	<ul style="list-style-type: none"> 調査位置の決定 施設建設位置の想定 地盤状況の想定
	ボーリング	<ul style="list-style-type: none"> 地上部：4箇所 (アウム橋2、カピウラ橋2) 水中部：3箇所 (アウム橋1、カピウラ橋2) 	<ul style="list-style-type: none"> 柱状図、地質図の作成 室内試験供試体の取得 施設建設位置の決定 支持層位置の確認→基礎形式の検討
	標準貫入試験	<ul style="list-style-type: none"> ボーリング孔を用いて堆積層にて 1m 間隔で実施。 	<ul style="list-style-type: none"> N 値の取得 柱状図、地質図の作成
	室内試験	<ul style="list-style-type: none"> 比重、液性限界、塑性限界、粒度、含水比等。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤定数の取得 柱状図、地質図の作成



写真 2.2.1 カピウラ左岸ボーリング



写真 2.2.2 カピウラ右岸ボーリング

② ボーリング調査結果

ボーリング調査結果の詳細は、巻末資料の『地質調査結果 ボーリング柱状図』に示す。当該地域は、河床堆積物が厚く分布している。特に、カピウラ橋は雨期の河川流量が非常に大きくなることから、運ばれてくる土砂が多く、GL-60m 以深まで掘削したが明確な支持層を確認できなかった。橋梁の支持層としては、平均 N 値 30 以上が連続している層を支持層とした。

アウム橋、カピウラ橋の想定地層断面図を、図 2.2.11、図 2.2.12 に示す。

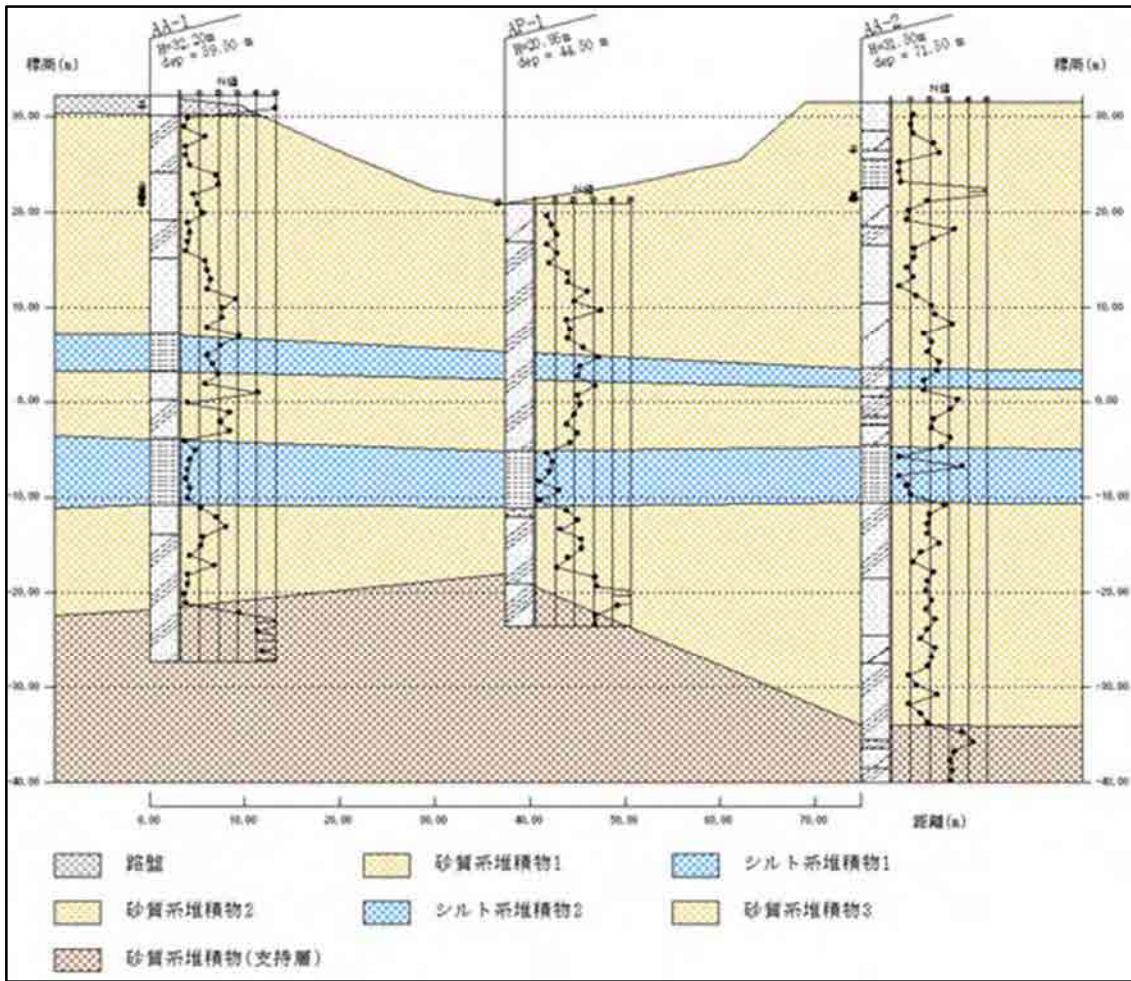


図 2.2.11 想定地層断面図 アウム橋

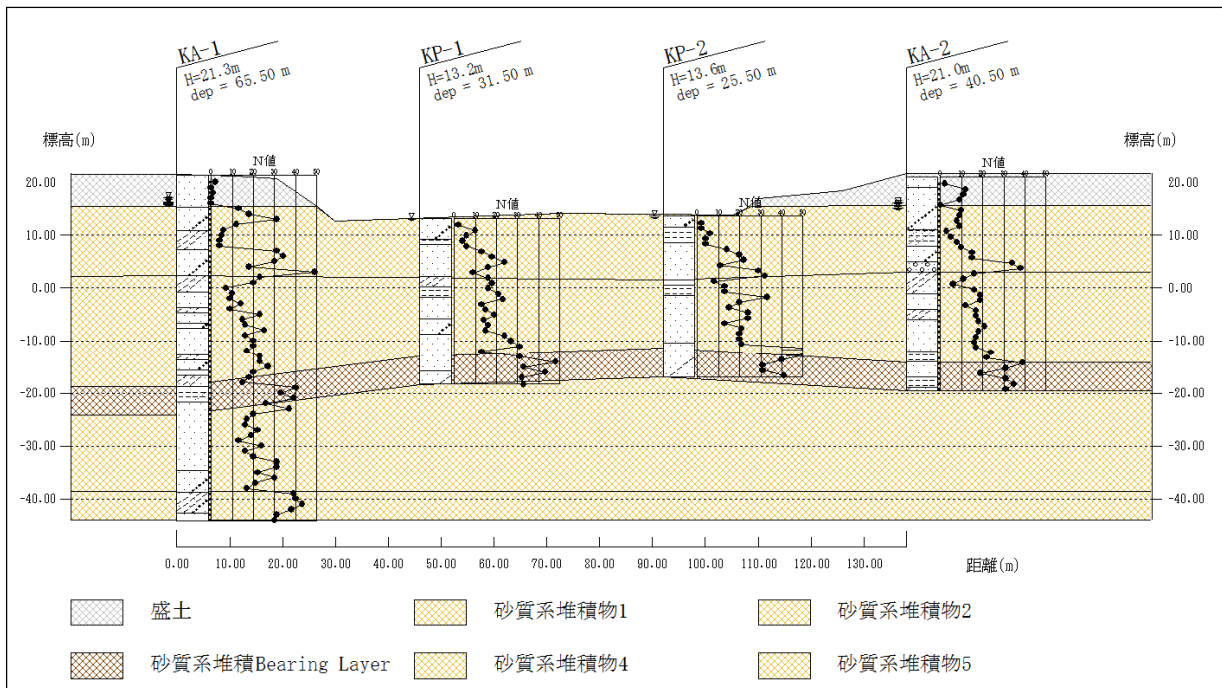


図 2.2.12 想定地層断面図 カピウラ橋

3) 地盤調査

地盤調査は、既設道路の舗装構成、地耐力および盛土材料としての特性を把握することを目的として実施し、路体・路床・路盤を検討するための資料とした。地盤調査内容を表 2.2.5 に示す。

表 2.2.5 地盤調査内容一覧表

調査	項目	内容	目的
地盤調査 (再委託)	地耐力試験	<ul style="list-style-type: none"> DCP 試験：8 箇所（アウム橋 4 箇所、カピウラ橋 4 箇所） 	<ul style="list-style-type: none"> 道路舗装の構成（種類、厚さ）、区間等の検討に必要な CBR 値の取得
	室内試験	<ul style="list-style-type: none"> DCP 試験箇所の土質試験（分類、含水量、コンシステンシー限界、比重、粒度分布、最適含水比、CBR 等） 	<ul style="list-style-type: none"> 現地の盛土材料としての特性値を取得→路体、路床、路盤等の検討

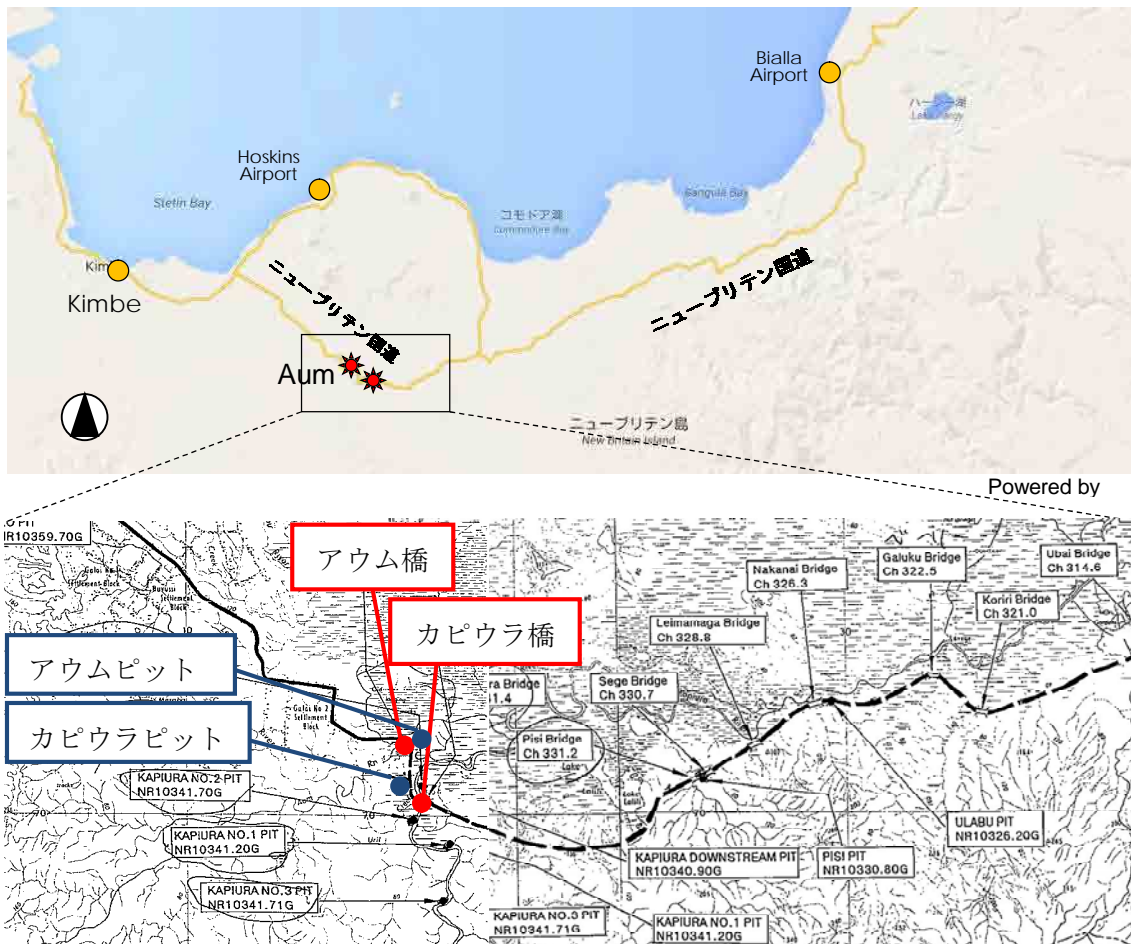


図 2.2.13 試料採取位置図



写真 2.2.3 試料採取状況および採取試料 アウムピット



写真 2.2.4 試料採取状況および採取試料 カピウラピット

① 既設道路の舗装構成、地耐力

既設道路の舗装構成及び、地耐力を把握するため、アウム橋、カピウラ橋にてそれぞれ 4ヶ所ずつ計 8ヶ所において、簡易動的コーン貫入試験—Dynamic cone penetration test（以下 DCPT）を実施した。使用機器および調査実施状況写真を、写真 2.2.5、写真 2.2.6 に示す。

また、各地点の DCPT の結果を、表 2.2.6 に示す。アウム橋周辺の既設道路の CBR 値は平均 38 程度である。一方、カピウラ橋周辺の既設道路の CBR 値は平均 21 程度であった。



写真 2.2.5 使用機器 (Dynamic Cone Penetration)



写真 2.2.6 調査実施状況

表 2.2.6 DCPT 結果一覧

Pit No.	Moisture content %	Atterberg Limits				CBR soaked	Specific Gravity
		LL	PL	PI	LS		
AMP-K1	33.3	40	36	4	2	50	2.39
AMP-K2	40.2	42	33	9	5	15	2.28
AMP-U1	30.6	36	33	3	2	40	2.45
AMP-U2	21.0	38	34	5	2	50	2.38
KPP-K1	27.5	42	38	3	1	18	2.19
KPP-K2	23.6	41	33	9	5	17	2.59
KPP-U1	35.0	54	36	17	7	20	2.52
KPP-U2	23.0	49	43	6	3	30	2.54

2.2.3 環境社会配慮

(1) 環境影響を与える事業コンポーネントの概要

「パ」国政府の要望に基づき JICA は日本政府と協議し「パプアニューギニア国ニューブリテン国道橋梁架け替え計画事前調査」を実施することを決定した。

事前調査のスタディチームは「パ」国当局と協議を持ちプロジェクト地域で現地調査を実施した。

1) 目的

JICA と PNG 当局はプロジェクトの目的がカピウラ橋とアウム橋を架け替え円滑で安全な交通を確保することを確認した。

2) 調査地域

ニューブリテン州の位置を図 2.2.14 に示した。

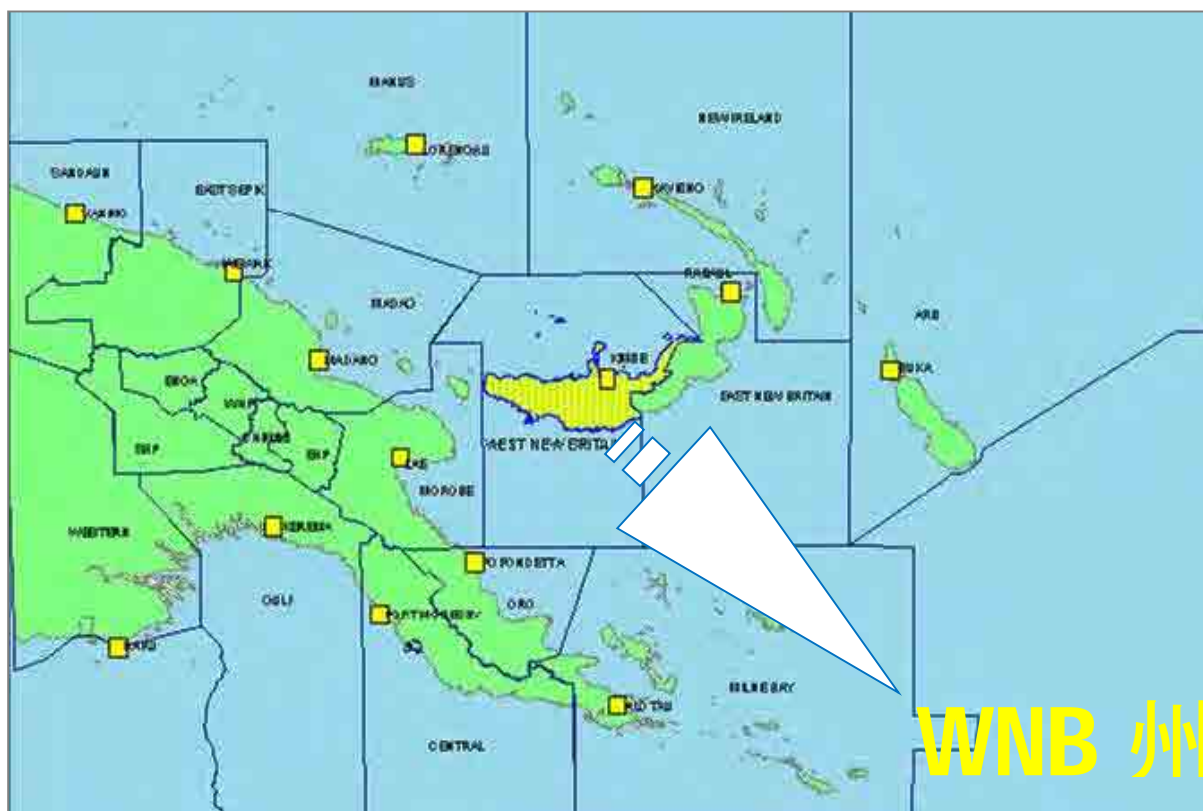


図 2.2.14 ニューブリテン州の位置

出典：WEST NEW BRITAIN INTEGRATED PROVINCIAL DEVELOPMENT PLAN 2012-2015
(WEST NEW BRITAIN PROVINCIAL ADMINISTRATION 2011)

プロジェクトの橋梁架け替え位置はニューブリテン国道のにあり、アウム橋は Talasea LLG、カピウラ橋は Bialla Rulal LLG に位置している。架け替え対象の橋梁位置を図 2.2.15 に示した。

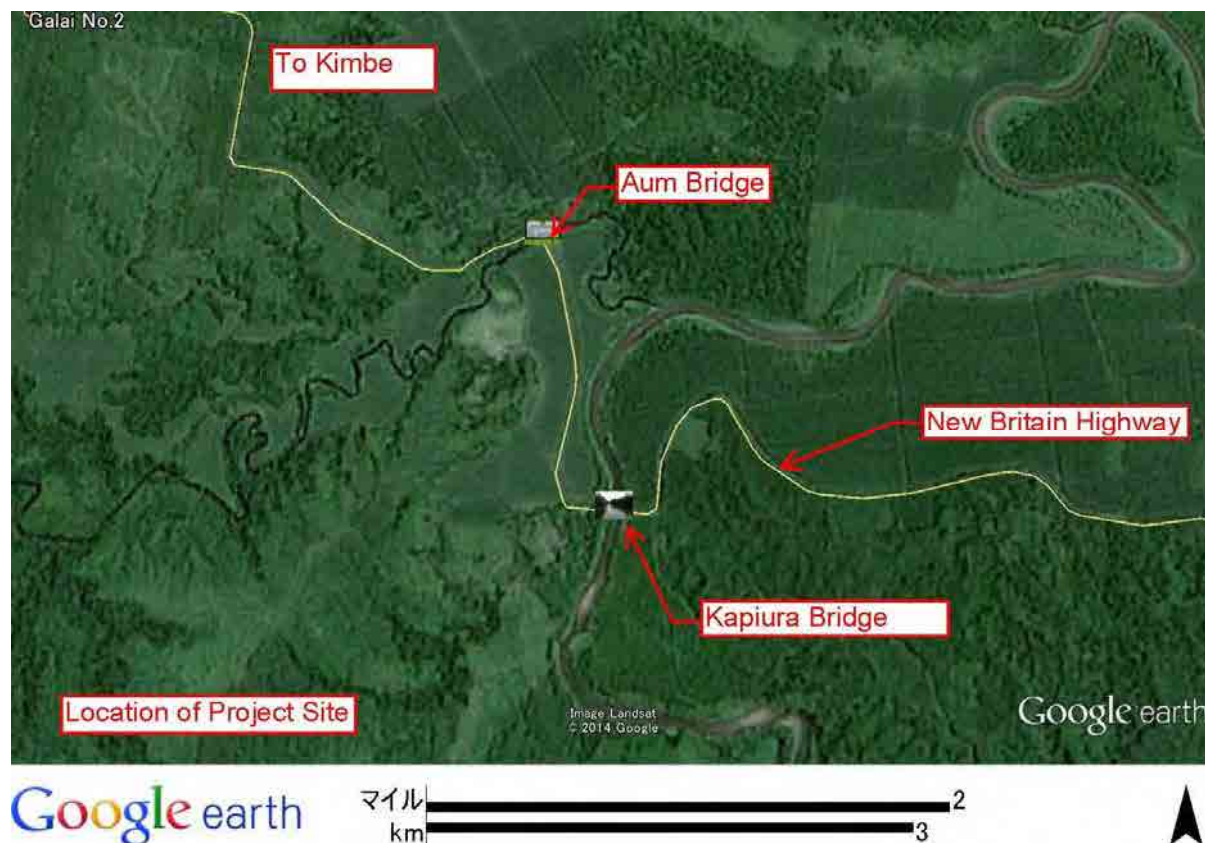


図 2.2.15 プロジェクトサイトの位置

3) プロジェクトのコンポーネント

プロジェクトは以下のコンポーネントを含む。

- ・ 2車線道路と歩道を含む2橋梁の建設
- ・ アプローチ道路の建設
- ・ 仮橋の建設及び撤去
- ・ 新橋建設後に既設橋の解体・撤去
- ・ 新橋の洗掘・浸食防止施設

新橋は耐震と洪水時の高水位並びにアプローチ道路の直線性について十分配慮する。

4) プロジェクトの合理性（理由づけ）

提案されたプロジェクトはスクリーニング調査で補修若しくは架け替えとして選択された橋梁である。アウム橋は1983年に鋼トラス橋として建設され交通事故で落橋した。カピウラ橋は1984年に鋼アーチ橋として建設されたが度重なる過積載交通により橋梁支持力の損傷をうけた。本プロジェクトを実施しない場合、ニューブリテン国道の他区間が改修された時点でカピウラ橋及びアウム橋がボトルネックとなることから、ニューブリテン国道の健全な交通を維持するために不可欠である。

(2) 相手国の環境社会配慮制度の状況

1) JICAの環境社会配慮方針と手続き

開発途上国で実施される持続可能なプロジェクトでJICAは重要な役割を担う。JICAは

環境社会配慮コストがプロジェクトの費用に含まれていることや JICA の社会環境方針に合致していることを確認している。

JICA が支援しているプロジェクトで事業者が環境社会配慮結果や計画と意思決定に関与していることが要求される。この方針は、ローン、無償資金援助事前調査、技術協力にも適用される。JICA は環境と社会配慮面で地域及び国際的な外部専門家からなる第三者機関である環境社会配慮助言委員会を設けている。

国際援助機関と同様に、JICA はプロジェクトを4つのカテゴリに分類している。

カテゴリ A：環境社会に対して望ましくなく影響の大きいプロジェクトで影響が複雑であったり先例がなく影響の予測が困難である場合や影響範囲が大きかったり不可逆的なものも含まれる。

カテゴリ B：環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリ A に比して小さいと考えられるプロジェクト。一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できる。

カテゴリ C：環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられるプロジェクト。

カテゴリ FI：JICA の融資等が、金融仲介者等に対して行われ、JICA の融資承諾後に、金融仲介者等が具体的なサブプロジェクトの選定や審査を実質的に行い、JICA の融資承諾（或いはプロジェクト審査）前にサブプロジェクトが特定できない場合であり、かつ、そのようなサブプロジェクトが環境への影響を持つことが想定される場合、カテゴリ FI に分類される。

- ▶ 有償資金協力、無償資金協力と技術協力プロジェクトで JICA は合意文書締結がなされる時に環境レビューを実施する。適切な環境社会配慮が補償されない時 JICA は有償、無償資金協力、及び技術協力を実施しない。
- ▶ プロジェクト実施者は環境社会配慮に係る対策やモニタリングについて JICA へ報告すること。環境社会配慮上の要件が達成できないおそれがある場合は、その旨 JICA に報告すること。
- ▶ プロジェクト実施者は環境社会配慮に関する問題が生じた場合には、相手国等と当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーとの間での協議が行われるよう努力すること。
- ▶ 相手国等が、本ガイドラインに基づき JICA が要求する事項を満たしていないことが明らかになった場合、あるいは、環境レビューに際して相手国等より正しい情報が提供されなかったことにより環境に望ましくない影響が及ぶことが合意文書締結後に明らかになった場合に、JICA は、合意文書に基づき、有償資金協力、無償資金協力、技術協力プロジェクトの変更（停止及び期限前償還を含む）を求めることがある。

本プロジェクトは、JICA の環境社会配慮ガイドラインのカテゴリ分類「B」に該当する。

2) JICA 環境社会スクリーニングの要求事項

環境社会影響の把握は提案されたプロジェクトの要求事項である。このプロセスは JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）に基づき、以下の作業と方針が環境社会配慮面での評価に考慮されなければならない。：

- データと情報の収集分析
- スコーピング
- 橋梁架け替え工事に伴う環境社会影響の予測
- 代替案の検討
- 環境緩和策の検討
- 環境管理計画の検討
- ステークホルダー協議の支援
- 必要であれば住民移転計画 RAP の作成支援

環境チェックリストの結果を付録に示した。

3) 「パ」国で要求される環境法（2000）

「パ」国の環境影響評価は環境省により制定された環境法（2000）とその関連法令やガイドラインにより実施される。環境法は、水や空気など生物と物理的な国土の持続可能な運営を規定している。

その他関連法令は、動物相法(1966)、保護区域法(1978)、動植物の貿易に関する国際条約(1978)（ワシントン条約）、クロコダイル貿易保護法(1978)、国立公園法(1984)がある。

環境法令 2002 はプロジェクトをその影響度合いにより規定している。インフラ整備プロジェクトに関してはレベル 2 として扱われ、影響の比較的大きいレベル 2B と影響の小さいレベル 2A に分類している。

レベル 2B として扱われるインフラ事業には、河川の堰止め・放水、5ha 以上の住宅施設群の建設、飛行場の建設、国道の新規建設等が該当する。それ以外のレベル 2A のインフラ事業では、事業者がプロジェクトの実施意向を DEC に申請し、申請内容の審査のみで申請内容の広報・公聴会の開催は必要とされていない。DEC におけるレベル 2A 事業の手続きは 30 日以内となっている。したがって、本プロジェクトの橋梁の架け替え事業はレベル 2A に該当し環境承認の手続きは求められない。

環境法令の運用上、DEC は国道の新規建設を所管事項として扱っているが、道路・橋梁の維持管理に関する事項は DOW の所管事項として扱っている。国道の新規建設は、レベル 2B 事業となり、IEE が DOW 内の環境部局に提出され、レビューとコピーが DEC に送られる様に求めている。橋梁の架け替え事業は、レベル 2A に該当するため、IEE の作成・提出は求められていない。

DEC は環境法(2000)と関連法の施行に責任を有している。政府の環境管理機関として、PNG の自然資源の維持、国民の快適な暮らしと生活水準の向上を使命としている。環境省は、環境保護、持続可能な環境管理と政策作成の 3 部門からなっている。現在 200 のポジションの内 170 人が選任されている。

DEC は以下のガイドラインを発行している。

- ・ Guideline for submission of an application for an environmental permit to discharge waste. *GL-Env/03/2004*.
- ・ Noise discharges. *IB-ENV/03/2004*
- ・ Air discharges. *IB-ENV/02/2004*
- ・ Water and Land Discharges. *IB-ENV/04/2004*

4) THE DEPARTMENT OF WORKS (DOW)

世界銀行プロジェクトの実施に伴い DOW 内にコントラクト部局内に環境支部の設置を求められた。支部には、環境マネージャーの下に二人のモニタリングスタッフが配置され道路・橋梁建設に関わる環境ガイドラインが作成され、環境影響評価図書の作成及び環境管理計画の運営等の指導を行っている。

5) その他の法令

以下の「パ」国の法令がプロジェクトの実施に適用される。

- (i) The Employment Act, 1978.
- (ii) The National Cultural Property (Preservation) Act 1965.
- (iii) The Public Health Act (1978)
- (iv) Drinking water quality standards for raw (untreated) water

(3) ベースとなる環境社会の状況

環境の現況の出典：

WEST NEW BRITAIN INTEGRATED PROVINCIAL DEVELOPMENT PLAN 2012-2015
(WEST NEW BRITAIN PROVINCIAL ADMINISTRATION 2011)

1) 経済

州の経済活動は主なセクターである、農業、漁業、林業に依っている。

農業

オイルパームの生産はプライベートセクターによる州の最大の工業セクターであり、人々に現金収入源を提供し、州政府による税額控除によりインフラ維持に大きく貢献している。

伝統的なココア・コブラ生産は州民が現金収入を得る最大の商品であった。南部の海岸地帯では現在も主要産品となっている。北部海岸沿いではオイルパーム生産が以前ココアやココナッツ生産を行っていた土地を引き継いだ。

森林

WNB 州の林業部門は林業生産が最大であった 80 年代と 90 年代初頭において県道ネットワークの形成に大きく貢献してきた。Talasea 地区のオイルパーム生産の成功は古典的な例である。州の約三分の一の森林はまだら状に伐採され Whiteman や Nakanai 地区に残されている地形的に切り出し出来ない 30 度以上の斜面だけである。

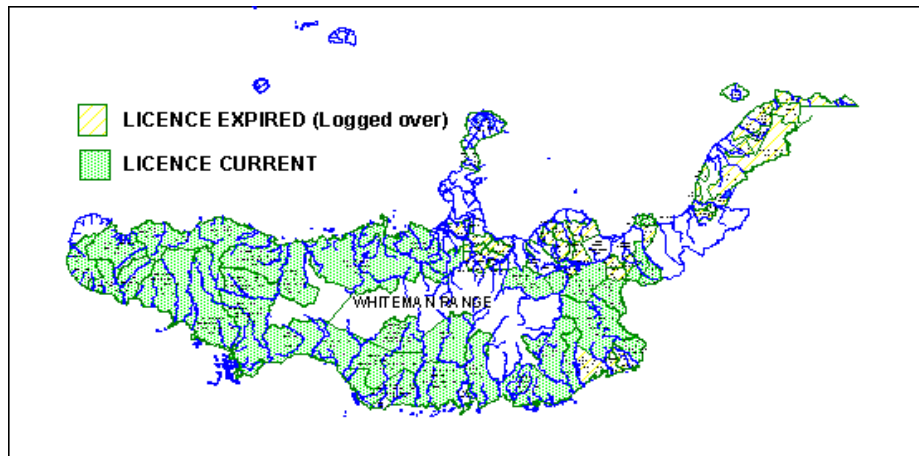


図 2.2.16 WNB の州伐採権免許

漁業

地方の漁業活動は潜在的な漁獲量の可能性にもかかわらず家内消費か時々地方の市場に出回る程度である。オイルパーム生産の著しい影響も漁業セクターには及んでいない。

商業

WNB 州特に、首都のキンベの商業活動は外国人に限られ、地域に根差す産業の展開に至っていない。若者たちは建設業やタクシー業に挑戦している。地方部における商業活動は商店や酒類と燃料販売に限られている。

観光業

観光業は法律や治安の問題と旅行費用の高コストにより未だ未開発である。

2007 年から 2010 年のキンベ周辺への旅行者数を図 2.2.17 に示した。

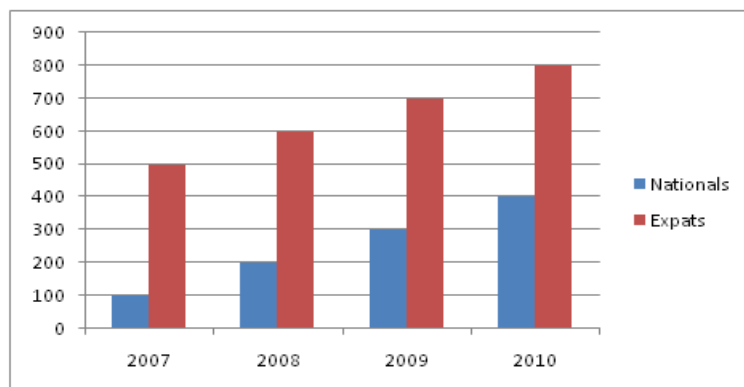


図 2.2.17 Indicative number of tourist travelling into the Province

MINING PROSPECTS 鉱山関係

鉱山関係の活動はひどく遅い。しかし、2011 年の開発により Mt. Naku と Simuku で金と銅の埋蔵可能性が明らかとなっている。これらの鉱山開発は経済活動と道路ネットワークの発展に寄与する。

INFORMAL SECTOR インフォーマルセクター

WNB 州に流入する人の流れは増加しており彼らはインフォーマルセクターで冒険的事業をし生活を維持するか職を得ようとしている。生計のため非先住民がこのセクターを支配し

ていたが先住民も増加傾向にある。

2) 社会環境

人口動態

2000年の人口センサス以降 WNB 州は著しく増加し州の資源の不足により深刻な問題を暗示している。多くの人々がオイルパーム産業で職を求めて WNB 州に流入した。

農業生産政策の下で「パ」国の他地域の人々がオイルパームとコプラ産業に流入した。

オイルパームは経済的に大きな利益をもたらした。しかし、WNB 州の開発を妨げる極めて重要な社会悪を暗示している。最初の移住者が到着してから 40 年後人口は 2 代から 3 代にわたり増加し単位当たり 3 ヘクタールの移住地を圧迫している。大家族の流入は人口密度の増加と社会悪を引き起こしている。

NBPOL の州外からのオイルパーム産業への人材募集は同様に経済的機会を求める放浪者の流入可能性を増大させた。WNB 州は所得の得られる土地と見なされ定住する土地所有者に適正な価格が支払われる。制御されない計測されない人口流入は州の非定住居住者の保健・教育・法令施行の行政サービスを圧迫している。

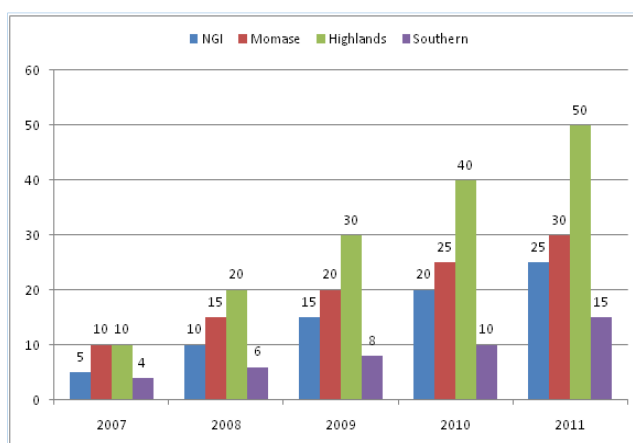


図 2.2.18 Comparative Migration by Region

表 2.2.7 人口予測

Demography 人口統計	
人口	324,916
年間増加率	3.6 %
男女比 (男/女)	116
2000 年センサスの中央値の年齢	18.1

表 2.2.8 地域ごとの人口予測

地域	2000 年センサス人口			2016 予測人口			面積(km ²)	人口密度 (人/km ²)
	男	女	計	男	女	計		
West New Britain								
Kandrian Gloucester Dist.	28,907	26,809	55,716	50,905	47,210	98,115	13,253	7.40324
Gasmata	4,858	4,154	9,012	8,555	7,315	15,870	3,429	4.628175
Kandrian Inland	5,109	4,905	10,014	8,997	8,638	17,635	2,534	6.959164

地域	2000 年センサス人口			2016 予測人口				
Kandrian Coastal	6,611	5,985	12,596	11,642	10,540	22,181	2,274	9.754349
Gloucester	4,792	4,511	9,303	8,439	7,944	16,382	1,417	11.56137
Kaliai Kove	7,537	7,254	14,791	13,273	12,774	26,047	3,599	7.23722
Talasea District	70,108	58,684	128,792	123,459	103,342	226,801	7,708	29.42411
Bali Witu	7,183	6,551	13,734	12,649	11,536	24,185	96	251.9574
Hoskins	10,135	9,192	19,327	17,848	16,187	34,035	584	58.29837
Talasea	11,343	9,174	20,522	19,975	16,155	36,139	2,184	16.54715
Mosa	13,610	11,227	24,837	23,967	19,771	43,738	1,748	25.02153
Bialla	20,099	16,089	36,188	35,394	28,333	63,727	2,585	24.65245
Kimbe Urban	7,738	6,446	14,184	13,627	11,351	24,978	511	• 48.88987

出典: WNB州 2000 National Census Report.

主な種族と言語

WNB は 10 の種族 25 の言語からなり土地とその所有は一族の移転歴史に関係している。種族の特徴は日常生活の衣装・技術・文化に良く表れている。9 部族を除いては他州からのオイルパーム入植者である。職を求めて移住してくる人々はキンベ周辺に不法居住しそして土地所有者から購入した土地に住み着く。彼らが話している言語はかつて同一であったが時を経て近隣部族間の方言になった。

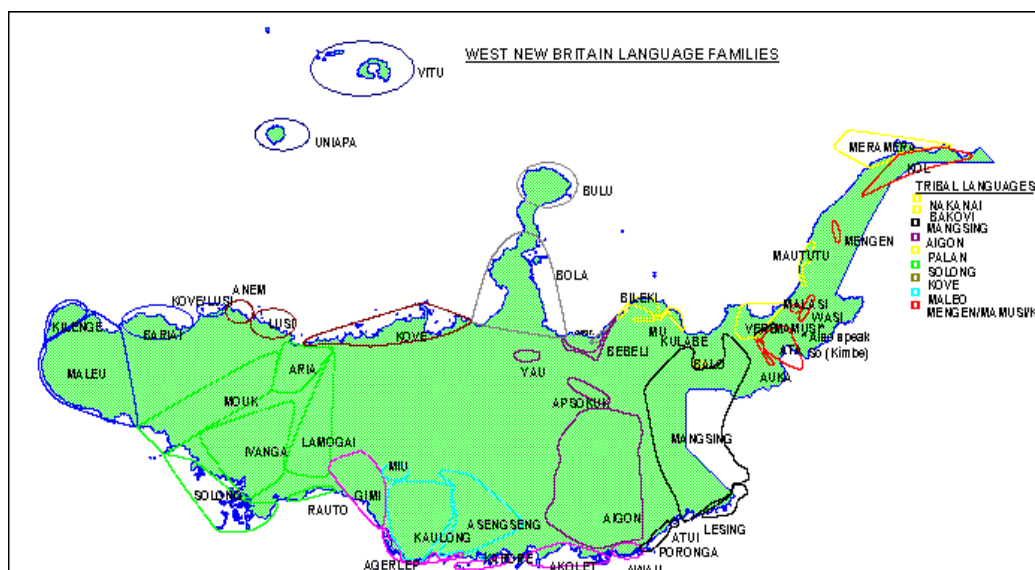


図 2.2.19 Major local tribal groups and languages found in WNB 州

LAND TENURE AND RESOURCES OWNERSHIP

土地所有権 WNB ではオイルパームとココナッツプランテーションを除いてカスタマリーランドである。一方政府は伝統的な土地所有者からの購入記録を持っているが、地方は逆にそのようなデータはなく土地の境界は無関係である。部族間の土地の境界は部族の移住の歴史に基づき世代から世代に引き継がれる。母系父兄による土地所有権の紛争がある。

母系社会は Nakanai and the Mangsing tribes. 父系社会者 The Paternal societies are

the Aikon, the Bakovi, the Kove, the Kalia, Maleo, Solong and the Ambul tribe.

3) 土地利用

Aum 橋、Kapiura 橋の沿道はパーム椰子やユーカリ林業のプランテーションとなっており、両橋梁の周辺には一般の住居やプライベートの耕作地、建造物は存在しない。現地調査のヒアリングでは、Aum 橋から数キロ地点（直線距離で 1 km）にプランテーション管理者用の居住地（worker's compound）、Kapiura 橋から直線距離で 600m 程度の所に SBLC の従業員宿舎があるが、最も近い住人は Kapiura 橋から 5 キロ以上先にある Evisohul, Nakisi の clan であるという。

4) 土地所有状況の確認

対象橋梁周辺の NB ハイウェイには、幅 40m の ROW が確保されており、プロジェクト対象個所の Aum 橋、Kapiura 橋の沿道は、New Britain Palm Oil Ltd.(NBPOL)及び Stettin Bay Lumber Company(SBLC)の Lease Land となっている。また、Lease Land の内、河川（Aum River、Kapiura River）から約 50m の範囲は Logging Code of Practice で Buffe Zone として保護されており、プランテーションの栽培は行われていない。Aum 川、Kapiura 川周辺の土地所有者を図 2.2.20 に示した。

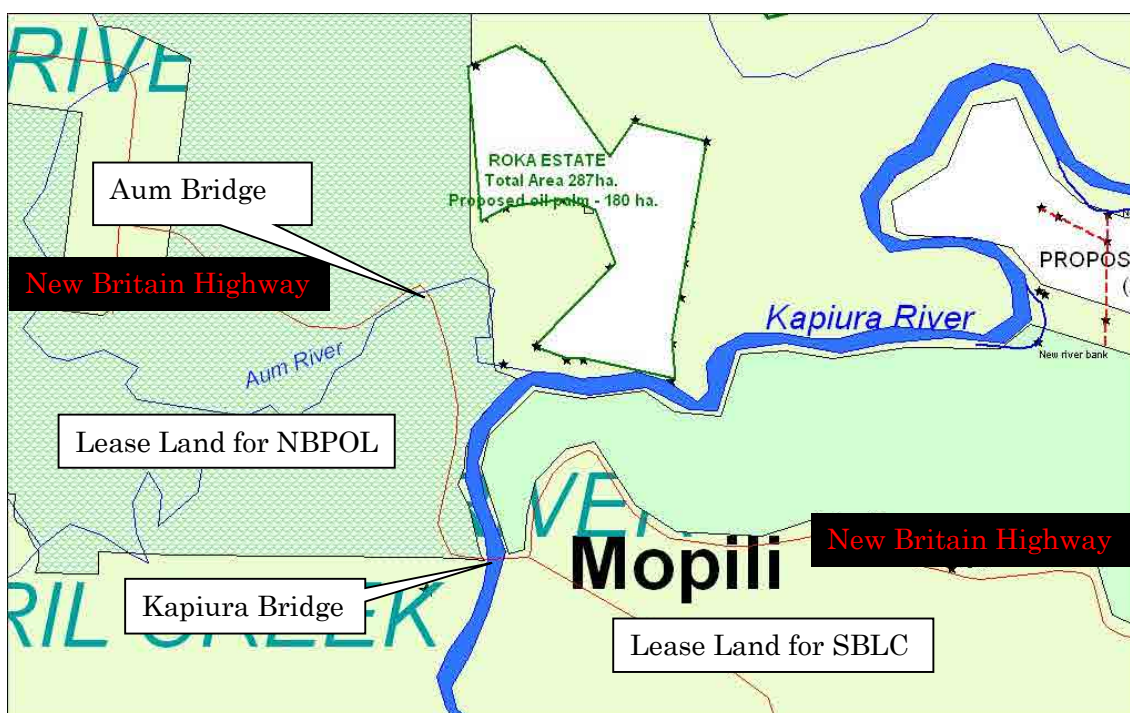


図 2.2.20 プロジェクトサイト周辺の土地所有状況（出典：NBPOL、SBLC）

5) 自然環境

気象

WNB 州は南緯 6 度に位置し湿度の高い熱帯気候にある。気候パターンは南東の貿易風の影響を強く受ける。地域の気候区分は低地の高湿度熱帯地域に該当し乾季・雨季の 2 パターンを持つ。北部地域は 11 月~5 月にかけての雨季、12 月~4 月が乾季となる。年間降雨量は

一様に 3600mm 程度で、南部特に Gasmata 地区では場所により 5000mm となり「パ」国内で最多降雨地帯である。降水量が同じ地域は気温も 23~31 度 C の範囲にある。

ホスキンスの月間最低気温と月間最高気温を図 2.2.21 に示した。

ダニステーションにおける月間平均、最低及び最高降水量を図 2.2.22 に示した。

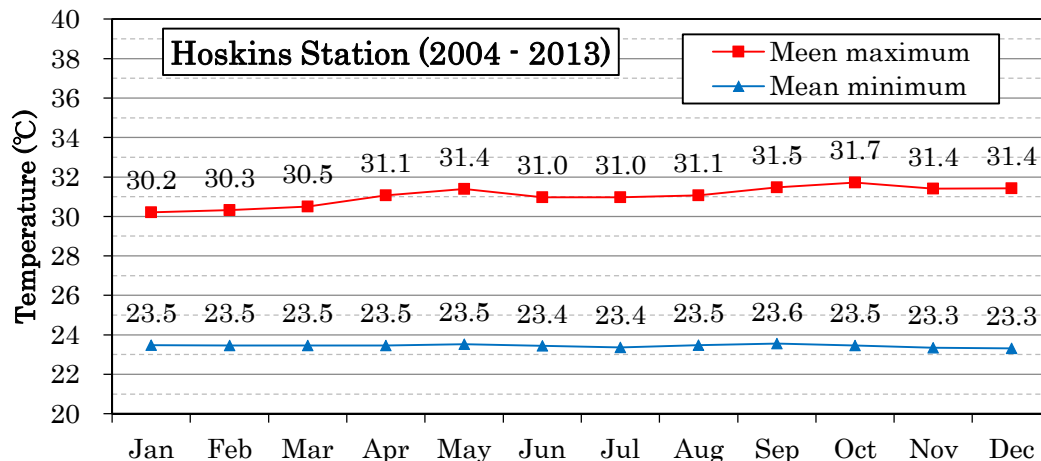


図 2.2.21 ホスキンスの月間最低気温と月間最高気温

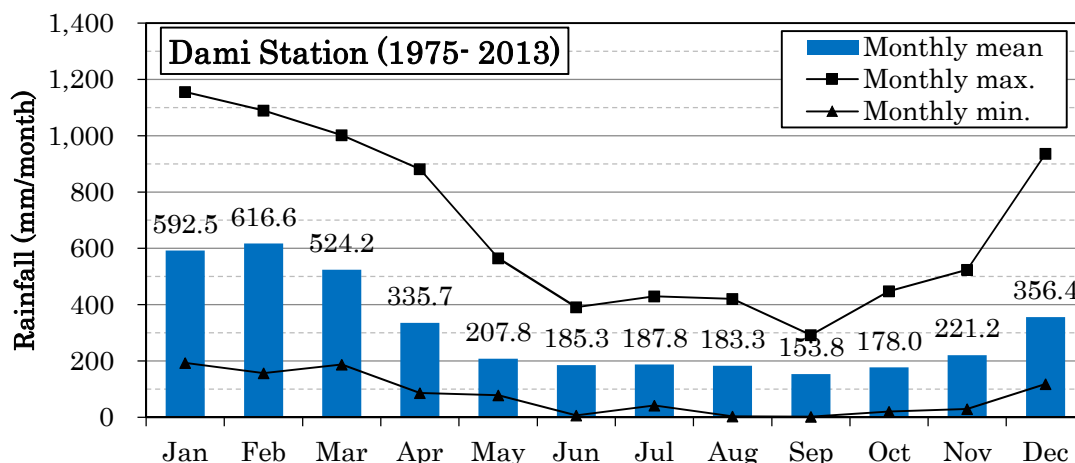


図 2.2.22 ダニステーションにおける月間平均、最低及び最高降水量
 (出典：Study Team)

地形・地質

州内の地勢は起伏が激しく脊梁が ENB から 2600m の Ulawan 山に続いている。2185m の Nakanai 山と White man 地域はドリーネと呼ばれる

White man 地域の Arrakis 洞窟は Willanmez 半島から続く一連の火口である。

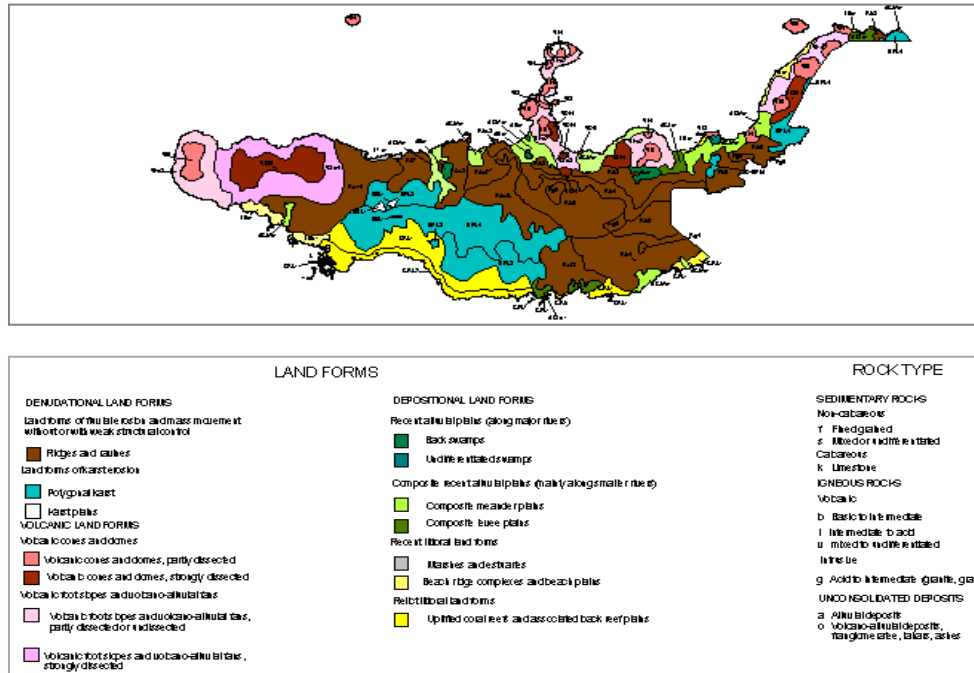


図 2.2.23 WNBの地勢と岩の種類

広域植生分類 と植生

WNB 州の広域的な植生は植生は低地氾濫原森林、丘陵雨林、モンタナ森林、湿地林、草原林及び二次林に分類される。

大樹幹林は低地氾濫原と丘陵林に特徴づけられる低地雨林のバリエーションを持つ。これらの林冠は 30~40m に達する。商品価値の高い *Homalium foetidum*, *pometia pinnata*, *calophyllum* spp, *Canarium* spp, *Manifera minor*, *planchonell* spp, *Octomeles sumatrana*, *Amberoi* spp の樹木は樹高 50m で胸高直径で平均 80cm 最大で 120cm に達する。

この 2 つのタイプの森林は容易に見分けられる。これらの植生は推定 85% が平地、残りが Nakanai と Whiteman 山地の山麓に位置している。高地の森林は成長が止まり森林床のコケに特徴づけられる。

湿地林は主に海岸沿いの水中に見られるマングローブとパンダナス (タコノキ) からなる。

二次林は村落周辺で見られ栽培の変更やオイルパーム林の後に発生する。二次林には非商品品の *Macaranga*, *Tetrameles nudiflora* and *Trema orientalis* が一般的である。長期間放棄された旧耕林では *Antocephalus chinensis* and *Octomeles sumatrana* and *Albizia procera* が見られる。

州の大部分はかつて低地林と熱帯雨林に覆われていた。人口増加と北部海岸沿いの農地化により南部海岸沿いにのみ熱帯雨林が残っている。草原地域は Gloucester の一部を除いて一般には見られない。

土壌

火山灰性の肥沃な土壌がオイルパームに繁栄をもたらしている。火山活動から離れた地域では土壌は風化前の母材の影響を受ける。熱帯の土壌は若い沖積堆積物の影響を受け、黒い表土のシルト質埴壤土が卓越し、きめ細かく水はけが良い。

動物相

－Bishop と Broome (1980) 及び Mercer (1989)の種々の分野の研究成果－

動物相の密度と分布は人間活動の生息域への侵入度合いによる。オイルパーム林、道路建設、鉱山開発、木材や現金植物の採集、猟銃活動が固有種を含む動物相の分布と密度に影響を及ぼした。自然界の隙間への侵入に伴い動物相は未開林に移動した為内陸部で密度が高くなった。しかしこれらの動物相の多くは生息環境の急激な崩壊により数を減らしてきている。

土地利用

大まかな土地利用はオイルパーム林、人工林、居留地と自然植生に分類される。これらの分類は地形、排水、地質や土壌条件により細分される。一般に土地利用は土壌とその肥沃度、市場へのアクセス性により決定される。図 2.2.24 に推定される土地利用状況を示した。

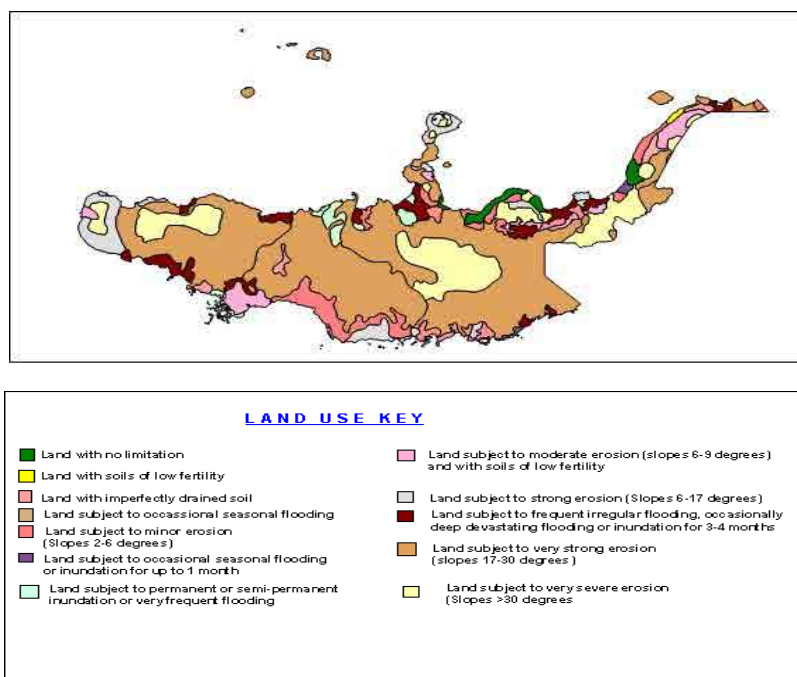


図 2.2.24 推定される土地の利用状況

表 2.2.9 Cash Crop Suitability and Level of Performance

地域	現金作物	適合性
Talasea District Bialla, Hoskins, Kimbe, Talasea, Bali/Vitu	ココア、ココナッツ、パームオイル	高い
Kandrian Gloucester District Gloucester, Gasmata, Kandrian Coastal, Kandrian Inland Kalia-Kove	ココア、ココナッツ	高い
	スパイス、コーヒー	中程度

野生動物管理区域

WNB には次の 4 つの野生動物管理区域が有るが、プロジェクトサイトはこれに含まれない。

- a) Pokili WMA – Hoskins LLG 9,840 Ha
- b) Garu WMA - Talasea LLG 8,700 Ha
- c) Kurtavele Bird Century – Gloucester LLG

d) Loroko National Park – Hoskins 100 Ha

リーフと島

WNB は航行に障害を起こすリーフが卓越している。125 の島で 130,000 km²、延長 869km の海岸線に 1,370 km²の浅いリーフがある。

火山

WNB には 40 の火山が有りそのうち 11 は活火山、5 つは休火山で、残りの 24 は死火山である。ホスキンスの Witori 山は 3500 年前に噴火し数千キロメートルの範囲を覆った、一方 Pago 山は 2002 年の 8 月に噴火した。Witori 山の噴火は人類史に残る最大級のもので知られている。活火山は Bialla の Mt. Ulawun, Mt Lolobau, Hulu Crater, Giwu Peak, Mt. Hargy, Sulu Range and Mt. Ruckenbergl、Hoskins の Mt. Langla in Gloucester, Mt. Pago、そして Talasea の Mt. Gabuna, Mt. Malala and Mt. Gulu がある。また Lolobau 島の西には海中火山がある。その他火山活動をしめす間欠泉が Hoskins、Talasea、Nakanai にある。地震活動はビスマルク海に沿って頻繁に発生している。

WNB には Dakataua Lake in Williamez Peninsula, Hargy Lake in Bialla, Humbuli Lake in Talasea, Lalili Lake and Namor Lake in Bialla の良く知られた湖沼がある。さらに Talasea から Hoskins 岬、Bialla に続く海岸に沿って温泉が知られている。Gabuna の山岳地域には大きな硫黄噴出物が空中に見られ、Talasea 国道沿いの Pataga 近辺の海岸と Garu の沿岸の村から南で独特の匂いが感じられる。

環境の現況の出典：

WEST NEW BRITAIN INTEGRATED PROVINCIAL DEVELOPMENT PLAN 2012-2015
 (WEST NEW BRITAIN PROVINCIAL ADMINISTRATION 2011)

(4) 環境影響評価

1) スコーピング

スコーピング結果を表 2.2.10 に示した。

表 2.2.10 スコーピング結果

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B	C	工事中： 建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時： 交通量の増加の程度によっては、走行車両の排出ガスによる大気質への負の影響が見込まれる。一方、未舗装道路が舗装されることにより、粉塵等の影響が緩和される。
	2	水質汚濁	B	B	工事中： 工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性がある。 供用時： 降雨時の路面上の粉塵や油の流出が想定される。
	3	廃棄物	B	D	工事中： 建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時： 周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
	4	土壌汚染	B	D	工事中 ：建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。
	5	騒音・振動	D	D	工事中 ： 供用時 ：対象道路周辺に影響を受けやすい地域(住居、学校、医療施設等)は存在しない。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境	9	保護区	B	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。Aum 橋、Kapiura 橋はパーム椰子やユーカリの一種を育成する林業地にあるが、河川の両脇は 50m 幅で Buffer zone として既存林が河川保護目的と合わせて動植物の採集も規制されている。
	10	生態系	D	D	本事業は既存道路の改修・橋梁の架け替えであること、及び事業対象地に希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	D	C	工事中 ：河川等の水流や河床の変化を引き起こすような作業は想定されていない。 供用時 ：湖沼、河川を通過する際、橋脚を水中に建設する場合には、構造物により流況が変化する可能性がある。
	12	地形、地質	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、大規模な切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
社会環境	13	住民移転	D	D	工事前 ：橋梁周辺はプランテーションの植林地であり住民移転はない。
	14	貧困層	D	D	工事前 ：移転対象者に貧困層が含まれる可能性がある。 供用時 ：既存の未舗装道路が舗装されることにより、貧困層にとっても、学校・病院等への社会サービスや市場へのアクセスが容易になる等、正の影響が見込まれる。
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	本事業は、既存道路の改修であり、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	18	水利用	D	D	工事中 ：アウム、カピウラ川の水は飲料には利用されておらず、釣りや水浴びにのみ利用されている。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	工事中 ：う回路が設置され影響はない。 供用時 ：橋梁周辺に住居や公共施設はなく、交通量の増加や走行速度が速くなることによる交通事故の懸念は小さい。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。
	21	被害と便益の偏在	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはほとんどないと考えられる。
	22	地域内の利害対立	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
	23	文化遺産	D	D	事業対象地及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、景観への影響はほとんどないと考えられる。
	25	ジェンダー	D	D	橋梁周辺に住居等はなく、本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されないが、現地調査時に実施機関等へ聞き取りを行い現地の状況を確認した上で、歩道等の設計で配慮する。
	26	子どもの権利	D	D	橋梁周辺に住居等はなく、本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS等の感染症	B	D	工事中： 大規模な工事は想定されないが、工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
	28	労働環境(労働安全を含む)	B	D	工事中： 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時： 供用段階で労働者への負の影響が想定されるような作業は計画されていない。
その他	29	事故	B	B	工事中： 工事中の事故に対する配慮が必要である。 供用時： 交通量の増加や走行速度が速くなることによる交通事故の増加が懸念される。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	本事業は、既存橋梁の架け替えであり、規模も大きくないことから、越境の影響や気候変動にかかる影響等はほとんどないと考えられる。

A: Significant negative impact is expected.

B: Negative impact is expected to some extent.

C: Extent of negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

① 環境社会配慮の TOR

スコーピング結果に基づく、環境社会配慮の TOR を表 2.2.11 に示した。

表 2.2.11 環境社会配慮の TOR

環境項目	調査項目	調査手法
代替案の検討	① アライメントの検討 ② 工法の検討	① 河川沿いのバッファゾーンへの用地取得を最小化&円滑な通行の為に線形検討 ② 環境影響、工事中の交通渋滞等を軽減するための工法検討
大気	① 環境基準等の確認(日本の環境基準、WHO基準等) ② 大気質現況把握 ③ 交通需要予測に基づく供用時の交通量増加の程度の把握 ④ 事業対象地近隣の住居、学校、病院等の確認 ⑤ 工事中の影響	① 既存資料調査 ② 交通需要予測結果を踏まえた影響予測 ③ 現地踏査及びヒアリング ④ 工事の内容、工法、期間、位置、範囲、建設機械の種類、稼働位置、稼働期間、建設車両の走行台数、期間、走行経路等の確認
水質	① 河川水質 ② 河川水の生活利用の状況	① 既存資料調査、関連機関での情報収集 ② 現地踏査、事業対象地近隣でのヒアリング
廃棄物	① 建設廃棄物の処理方法	① 関連機関へのヒアリング、類似事例調査
土壌汚染	① 工事中のオイル漏れ防止策	① 工事の内容、工法、期間、建設機械・機材等の種類、稼働・保管位置等の確認
騒音・振動	① 環境基準等の確認(日本の環境基準、WHO基準等)	① 既存資料調査 ② 現地踏査及びヒアリング

環境項目	調査項目	調査手法
	② 発生源から居住エリアや病院、学校までの距離 ③ 工事中的の影響	③ 工事の内容、工法、期間、位置、範囲、建設機械の種類、稼働位置、稼働期間、建設車両の走行台数、期間、走行経路等の確認
用地取得・住民移転	① 用地取得の規模の確認	① 関連法制度及び関連する事例等 ② 対象地域の衛生写真 ③ 現地踏査による対象道路周辺の建物の有無、種類(住居、学校、医療施設等)等の確認 ④ 土地利用図及び現地踏査時のインタビューによる対象道路周辺の土地利用状況の確認 ⑤ 「パ」国のLands Act、及びJICA環境社会配慮ガイドライン、世銀Operational Policy 4.12等に基づく住民移転計画(要約版)の作成
既存の社会インフラや社会サービス	① 事業対象地周辺の住居、学校、医療施設等の有無	① 既存資料調査、関連機関への聞き取り、現地踏査
HIV/AIDS等の感染症	① 事業対象地近隣のHIV/AIDS罹患率 ② 関連の活動を行っている機関	① 既存資料調査、関連機関への聞き取り ② 関連機関への聞き取り
労働環境(労働安全を含む)	① 労働安全対策	① 類似事例調査(他の類似案件における工事請負業者との契約内容等)
事故	① 供用時の交通事故増加(住居や各種施設の分布状況、人の移動と予定される交通施設との距離や位置関係)	① 既存資料調査、現地踏査、
ステークホルダー協議(SHM)	2段階で実施 ① スコーピング案段階	① 個別訪問、グループインタビュー 開催時期：2014年5-6月頃 対象：キンベ市担当職員、MOW、NBPOL、SBLC等道路の主な利用者 協議内容：調査目的、スケジュール、スコーピング案説明、スコーピング案にかかる協議

現地踏査及び関係機関へのヒアリング及び資料収集結果に基づく社会環境配慮の調査結果を表 2.2.12 に示した。

表 2.2.12 環境社会配慮の結果

	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
1	大気汚染	B	C	B	C	現地踏査時の大気環境は良好であるが、工事中的の建設機械の稼働による影響がある。供用後の交通量の増加による変化は小さい。
2	水質汚濁	B	B	C	N/A	キンベ州政府担当者へのヒアリングでは、プロジェクトサイト周辺には住民は存在しないが、地域の居住者は近くの井戸または天水を水源として利用しており、釣り以外には河川水を利用していないとの事である。 橋梁直下の河川において、パックテスト等を用いた河川水の簡易水質測定を実施したところ、測定項目については概ね良好な状況を示している。また、橋梁の下部工工事

	影響項目	スーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
						では掘削に締切工法を採用することから、顕著な水質の悪化は確認されておらず、本事業による著しい水質悪化は考えにくい。
3	廃棄物	B	D	C	N/A	建設工事に伴う廃棄物の適切な処理が必要となる。
4	土壌汚染	B	D	B	N/A	工事中の建設機械からのオイル流出等を防ぐ十分な管理方法が必要となる。
5	騒音・振動	D	D	N/A	N/A	プロジェクトサイト周辺に住民や安静を世する建物は無い。
6	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	
7	悪臭	D	D	N/A	N/A	
8	底質	D	D	N/A	N/A	
9	保護区	B	D	C	C	建設工事、道路線形の変化によるバッファゾーンへの影響は限定的であり、河川保護や生物の生息環境への影響も小さい。
10	生態系	D	D	N/A	N/A	
11	水象	D	C	N/A	C	水文解析結果を考慮し橋脚の設計を実施するため流動変化等の影響はないと想定される。
12	地形、地質	D	D	N/A	N/A	
13	住民移転	D	D	N/A	N/A	プロジェクトサイト周辺のプランテーションはリースランドであり、住民の居住もなく住民の移転は発生しない。
14	貧困層	D	D	N/A	N/A	
15	少数民族・先住民	D	D	N/A	N/A	
16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	N/A	N/A	
17	土地利用や地域資源利用	D	D	N/A	N/A	
18	水利用	D	D	N/A	N/A	
19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	N/A	N/A	周辺に住民、社会インフラは存在しない。
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	
21	被害と便益の偏在	D	D	N/A	N/A	
22	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	
23	文化遺産	D	D	N/A	N/A	
24	景観	D	D	N/A	N/A	
25	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	
26	子どもの権利	D	D	N/A	N/A	
27	HIV/AIDS等の感染症	B	D	B	N/A	工事中労働者の流入による影響防止の対策をEMPで策定する必要がある。
28	労働環境(労働安全を含む)	B	D	B	N/A	
29	事故	B	B	B	B	工事中のEMPや供用後の交通安全教育が必要となる。
30	越境の影響、及び気候変動	D	D	N/A	N/A	

A+/-: Significant negative impact is expected.

B+/-: Negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified)

as the study progresses)
 D: No impact is expected.

2) 緩和策

プロジェクトの実施による予測される環境への影響と緩和策の詳細を表 2.2.13 に示した。

表 2.2.13 作業別の環境影響と緩和策のまとめ

影響要素	環境影響	環境緩和策
土地取得、ROW 内のクリアランス、住民移転と社会問題	<ul style="list-style-type: none"> 生計手段と財産の損失 住民共同体への部分的な影響・損失 建設活動による影響 安全上の問題 文化的、考古学上の損失 	住民参加によるコンサルテーションの開催、早期の調査による住民移転計画等の立案と実施
橋梁建設工事 基礎工事 上部工工事	<ul style="list-style-type: none"> 基礎工の掘削に伴う土砂流出 水質汚濁 騒音・振動 	a. 締切工法の採用 b. 沈砂池の設置 c. 低騒音・振動型機械の導入
1. 土工事 a. 平坦地の切盛り b. 斜面等不安定地における切盛り c. 住宅周辺での土砂移動 d. 土取り場 e. 粉じん、騒音対策 f. 採石場、石切り場 g. 川砂利の採集	<ul style="list-style-type: none"> 斜面崩壊、地滑りによる樹木、草の損失、表土の除去、自然排水システムの破壊 表流水の汚濁と堆積物の沈殿 地勢と植生の破壊による土壌侵食、自然排水システムの崩壊、排水の溜まり、池、水質汚濁、植生の破壊 騒音・振動、粉じんの発生 交通安全、交通渋滞、道路脇植生への影響 自然地形への影響による土壌侵食の進行と堆積、地滑り・斜面崩壊、騒音振動と交通事故 河道の変更、堆積物の沈殿による水生生物への影響 	d. センシティブエリアでの積み上げ禁止、積み上げ資材の崩壊防止策 e. 標準土木資材の使用、排水路の設置による土壌浸食防止 f. 地元共同体との協議に基づく裸地緑化 g. 土のうと柵工による土砂流出防止工設置 h. 工事完了時の排水溝の設置、地盤の安定化、及び地元共同体との協議に基づく修景と緑化 i. 道路及び採石場の適切な散水による管理、消音機の設置、住居周辺における作業時間の制限 j. 洪水時の安全を確保する河道管理
2. 舗装工 (基盤、路盤工)	<ul style="list-style-type: none"> 騒音・振動 粉じんの発生 交通事故、安全 路側の植生へ影響 	a. 資材の適切な管理（カバー、工程管理に基づく適切な貯蔵量の管理）による河川への流出を防止
3. 排水工	<ul style="list-style-type: none"> サグ点洗掘による地滑り 樹木・植生・表土撤去による自然排水システムの損傷 表流水の汚濁と堆積物の増加 	a. 適切な排水設備の設置
4. 舗装工（アスファルト） a. アスファルトプラント b. オーバーレイ	<ul style="list-style-type: none"> アスファルトの環境への放出と流出による表流水の汚染 アスファルト加熱に木材を使用による森林伐採 	a. 住宅地から離れたプラントの適切な配置、晴天日のみのアスファルト使用、アスファルト缶の土盛で囲う、工事終了後の清掃実施

影響要素	環境影響	環境緩和策
	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気汚染と悪臭 ● アスファルト用ドラム缶の飲料水貯蔵使用等による健康被害 	<ul style="list-style-type: none"> b. 適切な砂利サイズの準備とアスファルト管理による施行 c. 使用後のアスファルトドラム缶を飲料貯蔵用に使用しないことを指導
5. 自然保護区等の工事	<ul style="list-style-type: none"> ● 植生の破壊と都市化による定住 ● プロジェクトサイト内の自然資源の野放しの搾取 ● ロードキル等の事故を誘発する交通速度の増加 	<ul style="list-style-type: none"> a. 保護区域の範囲、動植物の生育・生息状況を把握し、影響を最小化するプロジェクトの実施内容を計画する
6. キャンプサイト管理 a. 器材の搬入・搬出 b. 労働者の流入 c. 労働者宿舎 d. 建設基地 e. 資材の輸送 f. 交通量の増加と運航速度 g. 火薬、燃料、毒物	<ul style="list-style-type: none"> ● 騒音・振動、粉じんの発生、交通安全、植生破壊 ● 建設労働者の流入によるHIV/AIDS等の感染症、木材燃料使用による森林伐採、貧しい資源の争奪、非衛生的な廃棄物の投棄習慣による表流水、地下水の汚染、流入労働者による非合法的な猟銃や漁業 ● 道路沿道の計画外の定住と部落 ● プロジェクトエリアにおける管理外の自然資源の搾取 ● 交通事故を招く速度超過 ● 火災及び爆発性危険物、不適切なオイルや燃料の廃棄や燃料漏れ・流出による表流水及び地下水の汚染、 	<ul style="list-style-type: none"> ① 骨材、充填剤等の輸送は周辺住民と環境への負荷を最小化する ② 地元労働者の採用と訓練及び外部者との融和を実施するためのルール作り ③ 労働者キャンプは住宅地から離し飲料水に影響を与えない様良好な廃棄物管理を実施 ④ 適切に建てられた倉庫、良好な廃棄物管理の実施、工事終了時の廃棄物撤去と敷地の原状復帰 ⑤ 骨材、化成品や建設機材は環境に悪影響を与えないものに限定される。 ⑥ 道路改良による旅行時間の短縮と工事中の適切な信号やランプ設置 ⑦ キャンプ内の人的影響を避ける指定地域内での危険物貯蔵管理 ⑧ 適切な衛生備品の支給

(5) 環境管理計画

1) 環境影響と緩和策

工事中の環境対策

大気汚染

砕石・砂等の骨材置き場周辺、大型トラック、建設機械の稼働により粉じん等が発生するところでは、シートカバー、散水による防塵対策、走行速度の制限遵守、建設機材の適切なメンテナンス、定期的な道路やオープンスペースへの散水などを行う必要がある。

コンクリートプラント、アスファルトプラントは住宅地域や文教地域から 1km 以遠に配置する。

また、住宅地周辺では、必要に応じて工所用仮囲いや防塵壁を設置し、大気質の環境基準遵守に努める。工事中は、定期的に大気質のモニタリングを実施し、環境対策の適切な運用に配慮する。

水質汚濁

川にかかる橋梁の掘削工事では、掘削水の排水による水質への影響が考えられる。掘削中の排水については、沈砂池を設置し排水処理を行うと共に排水の水質が「パ」国の排水基準を超えている場合には、凝縮剤の投入など必要な対策を実施し、排水基準を遵守するものとする。コンクリートプラントの排水についても、必要十分な処理を実施する。

クライアント、エンジニア、およびコントラクターの事務所、宿舎から発生するし尿については浄化槽を設置し排水基準をクリアーして排水する。

また、燃料および凝集剤等の薬剤は、洪水時等の流出防止、火災による引火に留意して保管する。

残土処理および建設廃棄物

建設廃棄物は、極力回収しリサイクルに努める。コントラクターは、衛生班を組織し、周辺自治体と協力し建設作業員宿舎からの廃棄物回収と適切な処理を行う。

騒音・振動

工事中の掘削作業や大型トラック、建設機械の稼働による騒音、振動が発生する。建設機械及び車両は不必要な騒音、振動を防止するため適切なメンテナンスが必要である。

破碎作業を伴うコンクリートプラントの作業は病院・学校などの静穏を求められる施設から 1km 以遠に配置し、日中のみの作業とする。仮に、夜間工事を実施する場合は地方自治体に事前に許可を得て、住民に通報する必要がある。

掘削作業や振動を伴う打撃作業により家屋財産に被害を及ぼさないよう、定期的に振動のモニタリングを実施する。

また、住宅地周辺では、必要に応じて工所用仮囲いや防音壁を設置し、騒音の環境基準遵守に努める。工事中は、定期的に騒音のモニタリングを実施し、環境対策の適切な運用に配慮する。

工事実施時間の厳守、交通安全、法定速度の厳守、交通安全員の配置等、工事中の環境保全に関する留意事項については工事契約書に盛り込む。

既往の道路事業等で使用された採石場や土取り場は、工事終了後に無秩序に放置され深い水溜りになっているため子供や牛などの家畜の事故が発生している。本事業においては、工

事契約で管理責任を徹底し適切な修復を行うように努める。

コントラクターは工事開始前に、環境管理責任者を任命し適切な環境管理の実施に努める。環境管理計画は、以下のものを含むものとする。

- 土取場、採石場、資材置き場、アスファルトプラントなどの適切な選定
- 材料輸送計画（経路、時間帯）
- 残土、廃棄物処理場の計画
- 残土処理場における土壌流出防止策、安定化策
- 污水収集処理施設
- 建設労働者宿泊施設の管理
- 交通管理、交通安全管理
- 架設防音壁等の騒音対策
- 防塵対策
- 燃料などの危険物取り扱いと貯蔵方法
- 糞尿収集とその処理
- 水路などの公共施設の修復
- 採石場、土取り場の適切な修復

2) 環境モニタリング

① 目的

工事期間中のプロジェクトエリア周辺の環境の状況を確認し EMP で示した法令順守を確認するため環境モニタリングの為に環境パトロールを実施する。

② 組織

プロジェクトマネジャーの下、施工管理エンジニアは、環境管理者、コンサルタントエンジニア、コントラクターのマネージャーと環境管理者からなる環境パトロールチームを組織する。

③ 実施方法

環境パトロールは、環境チェックリストに基づき各項目ごとに環境の状況や緩和策の実施状況を確認する。環境パトロールチェックリストを表 2.2.14 に示した。

表 2.2.14 モニタリング計画

環境項目	項目（測定・判定方法）	地点	頻度 (供用時は継続 期間も明記)	責任機関
【工事中】				
大気質	目視	工事現場近隣	1回/月	工事請負業者
騒音	簡易騒音メーター 指定建設機械の使用状況	工事現場近隣	1回/月	工事請負業者
水質 地形・地質	pH, 濁度（目視若しくは簡易計測計）、目視による水流の変化、土砂の浸食及び流出状況など	架橋地点の上流、下流	1回/月	工事請負業者
周辺植生及び生物相の変化有無	周辺植生及び生物相の変化の有無確認（パトロールによる目視）	工事現場近隣	1回/月	工事請負業者

苦情確認	通行者及び周辺住民等からの苦情の有無確認	工事現場近隣 キャンパード 土取り場等の工事関連施設周辺	1回/月	工事請負業者
【工事後】				
水質	pH, 濁度, 水温	架橋地点の上流、下流	1回/月	DOW

環境モニタリングフォームを表 2.2.15 に示す。

表 2.2.15 環境モニタリングフォーム

コントラクターが契約図書に基づき作成する CEMP (Contractor's Environmental Management Plan) に記載及び実施する。

1. 汚染対策

－大気質（排出ガス測定値および周辺大気環境測定値）

項目（単位）	測定値（平均値）	測定値（最大値）	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度、方法等）
粉塵	-	-	-	-	建設工事現場周辺で、毎日、目視で確認する。 （必要に応じて、散水等対策の実施状況を確認）

－水質（排水測定値および周辺水域環境測定値）

項目（単位）	測定値（平均値）	測定値（最大値）	現地基準	参照した国際的基準	備考（測定場所、頻度、方法等）
pH		-	上流と下流の差異	-	下部工工事中の毎日
濁度	-	-	上流と下流で 25NTU 以上の差異がないこと	-	橋梁工事地点の上流、下流 50m 地点で、下部工工事中の毎日、電気伝導度を用いた簡易濁度メーターにより確認。
水温	-	-	上流と下流で 2 度 C 以上の変化有無	-	濁度測定時

－廃棄物

モニタリング項目	報告期間中の状況
工事箇所周辺の建設廃棄物、キャンプ周辺の生活廃棄物の処理状況	工事期間中、原則毎日観測し、月報等で報告、必要に応じて緩和策の徹底

一騒音・振動

項目（単位）	測定値 （平均値）	測定値 （最大値）	現地基準	参照した 国際的基準	備考 （測定場所、頻 度、方法等）
騒音レベル					工事個所周辺で騒音を発生する工事中の毎日、簡易レベル計で計測

2. 自然環境

一生態系

モニタリング項目	報告期間中の状況
工事個所周辺の植生と生物相の状況	工事期間中、原則毎日、目視で観察し変化の有無を記録し必要に応じて報告

3. 社会環境

一生活・生計、その他

モニタリング項目	報告期間中の状況
工事の実施に伴う、通行者等ステークホルダーからの苦情内容	必要に応じて監理コンサルを通じてクライアントに報告

施工後のモニタリングは、DOWにより約1年間、サンプリング及び目視検査に基づき実施され、モニタリングの結果はJICAへ報告される。

1. 汚染対策

一水質（排水測定値および周辺水域環境測定値）

項目（単位）	測定値 （平均値）	測定値 （最大値）	現地基準	参照した 国際的基準	備考 （測定場所、頻 度、方法等）
pH		-	上流と下流の差異	-	毎月
濁度	-	-	上流と下流で25NTU以上の差異がないこと	-	毎月、電気伝導度を用いた簡易濁度メーターにより確認。
水温	-	-	上流と下流で2度C以上の変化有無	-	濁度測定時

2. 自然環境

一生態系

モニタリング項目	報告期間中の状況
工事個所周辺の植生と生物相の状況	毎月、目視で観察し変化の有無を記録し必要に応じて報告

3. 社会環境 -生活・生計、その他	
モニタリング項目	報告期間中の状況
交通事故、アスファルト舗装のクラックなどの施設被害、コンクリート構造、盛土の侵食など。 通行人や他の利害関係者からの苦情内容	必要に応じて JICA に報告

DOW のガイドラインに示されている環境モニタリングのチェックリストを表 2.2.16 に示した。

表 2.2.16 環境モニタリングチェックリスト

ENVIRONMENTAL MONITORING PATROL CHECKLIST			
(The engineer shall monitor the following parameters)		DATE & TIME:	
		Weather Condition	
		Observer and Name of Responsibility Person	
ISSUE	Parameters	Indicator	Check Result
EMG 1: LAND ACQUISITION, CLEARING OF RIGHT OF WAY, RESETTLEMENT AND SOCIAL ISSUES (The engineer in liaison with the DOW PMU and the Provincial Lands Office shall monitor)	The process of land acquisition	Ensure that affected parties are satisfied	
	and compensation:	and receive payments promptly (before commencement of works)	
	Legal requirements:	Ensure that legal requirements are being fulfilled.	
	Grievances	Ensure grievances are dealt with promptly.	
EMG 2: EARTH MOVEMENTS RELATING TO CUT AND FILL ACTIVITIES IN FLAT AREA	Stability of spoil area	Presence of slides, scouring, erosion or destruction of property in valleys, disruption of water supply systems and irrigation systems, complaints from local residents	
	Vegetative cover is maintained.	Survival rate of plants. Watchman on site.	
EMG 3: EARTH MOVEMENTS RELATING TO CUT AND FILL ACTIVITIES IN STEEP, HILLY OR UNSTABLE AREAS	Vegetative cover is maintained:	Survival rate of plants	
	Slope is stable	No evidence of mass earth movement	
EMG 4: EARTH MOVEMENTS IN THE VICINITY OF SETTLEMENTS ALONG THE ROADSIDE (SEE EMG2)	Site location:	Review location to ensure that the quarry is properly located and that material removal is being removed from approved areas only.	
EMG 5: BORROW PITS	Site is closed and stabilized:	Site landscaped, drainage lines reinstated, site re-vegetated and any compaction in access roads removed.	
	Implementation of erosion control:	No presence of fresh gullies or increased turbidity, no other evidence of	

ENVIRONMENTAL MONITORING PATROL CHECKLIST			
		erosion	
	Proper site closure:	Natural contours and vegetation restored.	
EMG 6:DUST NOISE AND VIBRATION CONTROL	Compliance with requirements:	Noise, dust and vibration control procedures implemented. No visible dust generation during construction phase. Dust is acceptable within communities where contractor's vehicles are required to pass through. Noise is acceptable at the work site and within surrounding communities. Heavy compactor rollers not being used close to communities. Use is not permitted inside assessed vibration zone.	
EMG 7:OPERATION OF EXISTING QUARRY SITES (TERRESTRIAL AND RIVER)	Proper site location:	Review location to ensure that the quarry is properly located and that material removal is being done in approved areas only	
	Implementation of erosion control:	No presence of fresh gullies or increased turbidity, no other evidence of erosion.	
	Proper site closure:	Natural contours and vegetation restored.	
	Safety:	During blasting, ensure that adequate warning is given to the workers and surrounding communities.	
EMG 8: ESTABLISHMENT AND OPERATION OF STONE CRUSHING PLANTS (refer to EMG 6 & 7)			
EMG 9: CONSTRUCTION OF BASE OR SUB - BASE COURSE, REGRAVELLING (refer to EMG 6)			
EMG 10: DRAINAGE WORKS (refer to EMG 2)			
EMG 11: ESTABLISHMENT AND OPERATION OF ASPHALT PLANTS OR ASPHALT PREPARATION AREAS	Compliance with requirements:	No use of fuel wood, proper management of site.	
EMG 12: Bitumen Overlay (refer to EMG 11)			
EMG 13:PROTECTION OF NATURAL AREAS AND SENSITIVE ECOLOGICAL SITES	Compliance with requirements:	Sensitive areas avoided or measures taken to avoid impacts	

ENVIRONMENTAL MONITORING PATROL CHECKLIST			
	Water Quality:	Baseline water quality to be established prior to commencement of works. This will be undertaken in all major rivers and tributary crossings to ensure that there is no compensation claim for water impacts from the project.	
CAMPSITE MANAGEMENT			
EMG 14: EQUIPMENT MOBILISATION (refer to EMG 6) EMG 15: MOBILISATION OF THE LABOUR FORCE (refer to EMG 16) EMG 16: ESTABLISHMENT AND OPERATIONS OF LABOUR CAMPS	Camp is self-sufficient in food, water and fuel:	No complaints from residents, local prices remain stable	
	Provision of water and sanitation facilities:	Latrines constructed no disruption in local water supplies.	
	Waste disposal:	Upon completion, camp site is neat and clean and no rubbish and materials remain.	
MG 17: ESTABLISHMENT AND OPERATIONS OF BASE (CONSTRUCTION) CAMPS	Provision of water and sanitation facilities:	Latrines constructed, no disruptions in local water supplies	
	Proper site closure:	Natural contours and site appearances restored. Engineer's report testifying to the restoration of the site.	
EMG 18: MATERIAL TRANSPORT (REFER TO EMG 6) EMG 19: INCREASED TRAFFIC AND OPERATING SPEEDS (refer to EMG 13) EMG 20: EXPLOSIVES, COMBUSTIBLES AND TOXIC MATERIAL MANAGEMENT	Compliance with requirements:	Hazardous materials management procedures implemented. No visible puddles of oil or oil contaminated soil.	

出典 : Guidelines for the Environmental Assessment of Road and Bridge Infrastructure Projects
 (Department of Works , September 2013) より編集

④ 報告

環境パトロールの報告はコントラクターが作成し、施工管理コンサルタンツの確認後クライアントに報告される。

3) 実施体制

① DOW

プロジェクト実施者である DOW (PMU) は EMP の環境要求事項を満足するプロジェクトの運営とその為の組織構築に責任を持たなければならない。PMU はプロジェクトマネジャーの下に EMP を実施する施工管理技術者 (The Engineer) を雇用し、コントラクターの組織に Environmental and Social Officer 及び Community Liaison Officer を配置する。

② コントラクターの役目

コントラクターは建設工事中の EMP 実施に関わる主な役目を負う。

- i. 入札時にコントラクターは EMP をレビューすることを要求される。
- ii. コントラクターは入札図書に施工管理実績とプロジェクト規模による EMP 実施担当者の役職を記載する。
- iii. コントラクターは、工事開始前に CEMP をレビューし再提出し、EMP に示された工事実施計画と環境緩和策を計画する。緩和策実施組織を構築し、環境モニタリングを実施する。CEMP は事前に DOW に提出され承認を得る。承認された CEMP に基づき工事を実施する。CEMP のコピーは DEC にも提出される。
- iv. 工事期間中コントラクターはモニタリング及び CEMP の実施に責任を持つ。
- v. コントラクターは CEMP の実施状況並びに環境の状況をモニタリングし月報で DOW に報告しなければならない。

③ 報告とレビュー

コントラクターはCEMPの実施結果をモニタリング結果と一緒に月報でDOWに報告する。DOW は月報の纏めとコメントを四半期ごとに JICA、DEC に報告することが求められる。

4) ステークホルダー協議

ステークホルダーミーティングの結果を表 2.2.17 に示した。

表 2.2.17 Summary of Consultation Explanation of the Project & Hearing of Opinion at Kapiura, Aum Bridge.

日時および会場	参加者	要求事項と収集情報	懸念および問題事項
2014年5月26日 DOW 本省	DOW: Mr. Peko, Mr. Keith	既設橋の撤去については、West New Britain Provincial Office の人員不足等もあり日本側で行ってほしいとの要請があった。M/D に記載する。	
2014年5月27日 DOW West New Britain Division	Mr. John Sitapai (Provincial Works Acting Manager)	West Britain Highway は唯一の生活道路であり、橋が通行不能となると病院、学校、買い物に行くことができなくなる。	
2014年5月28日 NBPOL SBLC	Mr. Ashley Barnes (Head of Mini Estates) Mr. Peter SC Yiu (General Manager/Director), Mr. Reginald Ovasui (Admin Manager)	アウム橋の上下流とも NBPOL が国から借りている土地である。カピウラ橋の下流は、NBPOL が国から借りている土地である。カピウラ橋の上流側は、SBLC が国から借りている土地であり、協力する。	Buffer Zone とは、川に沿って 50m の範囲を Private で利用しないように規定したものである。Public で利用することは禁じていない。
2014年5月28日 JICA Office at POM	DOW : Mr. Sikam	既設橋の撤去については、ベアリー橋等では行えるが、本件調査の対象橋梁は大型であり技術者の経験不足と機材の不足により行えない。よって日本側で行ってほしい。	

日時および会場	参加者	要求事項と収集情報	懸念および問題事項
2014年6月30日 Provincial Office Planning Division	Mr. Bill Michael Kiangua (Head of Planning Division)	WNBにおける一般的な統計データ。 WNBの将来計画図書。 通常、河川水は洗濯、入浴および水泳や釣りなどのレクリエーションに使用されているが、飲用には使用されていない。	人々のためにコネクションの整合は必要である。
2014年6月30日 Statin Bay Lumber Company	Mr. Reginald Ovasul (Admini. Manager)	プランテーションの地籍マップ。 2橋は木材の運搬に非常に重要である。	洪水時は流木、洗掘、浸水などがローカルマーケット周辺で頻繁に起こる。 1999年、2013年3月にKapiuraで大洪水が発生。 洪水エリアはジャンクション近くのマーケットまで達し、水流はアウム橋の仮橋以上であった。 砂礫はKapiura上流からは採取されていないが、たまにボローピットとして使用する。
2014年6月30日、7月2日 New Britain Palm Oil Limited	Mr. Ashley Barnes (Head of Mini Estate)	地籍マップ 2橋は果実、パームオイル、作業員の運搬に絶対に必要である。	Kapiura川の水位は1年に1度、橋梁周辺へオーバーフローする。 WNBの火山により時々地震が起きる。
2014年7月1日 現地踏査	Mr. Dagwin (Dow Provincial civil Engineer) Kiangua (Head of Planning Division) Local Guard man of Kapiura Bridge Local Peoples	2橋周辺にはカスタマーランドや私有地はない。 一番近い住居エリアはKapiura橋から5~6km離れている。	連続した交通に使用されない。 最高水位。 一番近い住居場所。

出典：Study Team

5) プロジェクトの実施スケジュール

プロジェクトの実施スケジュールを表 2.2.18 に示した。

表 2.2.18 プロジェクトの工程と環境社会配慮手続き

Item	Months	Sep-14	Oct-14	Nov-14	Dec-14	Jan-15	Feb-15	Mar-15	Apr-15	May-15	Jun-15	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	Remarks
Project Planning (Object, Project sites, Component, Proponent, Organization, Foundation and etc.)		■														
Application of the Project to DEC		■														
Basic Design		■	■													
IEE if necessary		■	■													
Environmental Certificate					■	■										
Grant Aid Agreement						■	■	■	■							
Detailed Design							■	■	■	■						
Land Acquisition Procedure								■	■	■						
Contractor's Bidding												■	■			
Land Clearance												■	■	■		
Commencement of Contract														■	■	to be continued
Contractor's EMP														■	■	

付録

環境チェックリスト

環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
(1) EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIAレポート)等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) Y (d) N	(a) プロジェクトの内容が確定した段階で、事業予定者のDOWからDECにプロジェクト提案書を提出する。 (b) (c) 橋梁架け替えプロジェクトは、環境ガイドラインでカテゴリ 2 Aに相当し、プロジェクトの実施が承認される。DOW内のDEC支部から工事中のCEMPの作成が義務付けられる。 (d)
(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) ステークホルダーのWNB Province Office、橋梁利用者のNBPOL、SBLCに面接し事業の説明と要望をヒアリングしている。 (b) 概略設計結果等を必要に応じてステークホルダーに、情報公開をする。橋梁のユーザー情報と要望に基づき高水位時の桁下クリアランスを設計条件に考慮した。
(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 橋梁の架け替えを実施しないゼロオプションは代替路線が無く不可である。既存橋梁であるAum、Kapiura橋の架設位置を変更するための道路線形検討、河川改修計画はプランテーションやカスターマリーランドの土地取得問題が発生し、河川沿いにあるBuffer zoneの大幅な変更を伴うことから実施は難しいと判断された。最終的に、既設橋梁位置での架け替えが選択された。
(1) 大気質	(a) 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はあるか。当該国の環境基準等と整合するか。 (b) ルート付近において大気汚染状況が既に環境基準を上回っている場合、プロジェクトが更に大気汚染を悪化させるか。大気質に対する対策は取られるか。	(a) Y (b) N	(a) 橋梁を通過する通行車両等による大気汚染物質の発生が想定されるが、通過交通量は僅かでありWNB全域におけるDUSTや汚染物質の発生総量はプロジェクト実施前後で大きな変化はないと予測される。 (b) 通行車両等の排出ガスによる大気汚染物質は橋梁上で拡散されやすい為、ルート付近において大気汚染状況を悪化させることはないと予測される。
(2) 水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流域の水質が悪化するか。 (b) プロジェクトによる周辺の井戸等の水源への影響はあるか。	(a) N (b) N	(a) 計画されている橋梁のアプローチ道路は洪水時の高水位等の制約から既存道路より高い盛土構造等が想定される。盛土構造が適用される場合には、法面の早期緑化等の土壌流出防止対策を実施することにより工事中を含めて土壌流出による水質 (pH、濁度) の悪化は起こらないと予測された。 (b) 橋梁基礎工事中の掘削は、締切り工法を用いることにより周辺への影響を最小限とする。
(3) 騒音・振動	(a) 通行車両や鉄道による騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。 (b) 通行車両や鉄道による低周波音は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y (b) Y	(a) 橋梁における通過車両による振動・騒音の影響は平面道路に比べ影響が小さい。仮に、基準値を超える騒音が発生しても周辺に保全対象施設はない。 (b) 対象橋梁の周辺に住宅等は存在しないため低周波振動の影響は考えられない。
(1) 保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) プロジェクト実施区域および周辺には、Logging Code Practiceで規定されるBuffer zoneがある。同区域内での植物採集や猟銃は禁止されているが、道路・橋梁の整備による影響は工事中のCEMPを実施することで生態系への影響を最小化出来るとして許可される。
(2) 生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地 (珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等) を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断、動物の交通事故等に対する対策はなされるか。 (e) 橋梁・道路が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種 (従来その地域に生息していなかった)、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れがあるか。これらに対する対策は用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N (d) N (e) N	(a) Aum橋、Kapiura橋はバーム椰子やユーカリの一種を育成する林業地にあるが、河川の両脇は50m幅でBuffer zoneとして既存林が河川保護目的と合わせて動植物の採集も規制されている。 (b) 貴重種の生育地および生息地は確認されていない。 (c) 橋梁の架け替えプロジェクト実施による生態系への重大な影響は想定されない。 (d) プロジェクト実施区域では、大型の野生生物及び家畜の存在は確認されていない。 (e) プロジェクトの実施により既存の湿地が喪失することが予想されないが、乗り面緑化等を実施する場合には外来種や病害虫の移入が無い在来植物の植え付けなどの計画を実施する。
(3) 水象	(a) 構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) アウム橋2径間、カピウラ橋3径間の予定。橋脚設置によるHWLの上昇は、100mm以内に制限し、河川断面に比べ橋脚断面はわずかであり、上流側に及ぼす水位上昇影響は殆どない。
(4) 地形・地質	(a) ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。ある場合は工法等で適切な処置がなされるか。 (b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策がなされるか。 (c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(a) N (b) N (c) N	(a) プロジェクト実施区域は、既存道路線形に隣接し土砂崩壊や地滑りが生じる地形にない。また、大規模な地形改変を生じさせる掘削工事も実施しない。 (b) 橋梁のアプローチ道路は基本的に高盛土構造を想定しており、設計段階で土砂崩壊や地滑りを生じない検討を行い、施工する。具体的には、盛土に際しては、PNGの土工基準を適用し、我が国の基準も参照して、設計を実施する。100年確率で計算した洪水水位 (HWL) までは、蛇籠で盛土を構成する (擁壁) か盛土表面を蛇籠で覆う法面保護を実施する。HWLより高い面は、在来種の植物 (草) により法面保護を実施する。 (c) 土捨て場、土砂採取場の設置・運営に当たっては、運搬車両通行道路への安全管理員の配等安全対策を徹底させるCEMPの作成を行い、実施する。

(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a) Aum Kapiura橋梁は、State Landのリースランドであり、プランテーションとなっているため周辺数キロの範囲に住民や住居等の建物は存在していない。 (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N
(2) 生活・生計	(a) 新規開発により橋梁・アクセス道路が設置される場合、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響はあるか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じるか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。 (b) プロジェクトによりその他の住民の生活に対し悪影響を及ぼすか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (c) 他の地域からの人口流入により病気の発生 (HIV等の感染症を含む)の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。 (d) プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響を及ぼすか (渋滞、交通事故の増加等)。 (e) プロジェクトによって住民の移動に障害が生じるか。 (f) 陸橋等による日照障害、電波障害は生じるか。	(a) N (b) N (c) Y (d) N (e) N (f) N	(a) 工事中の作業員として数キロ先の周辺住民の雇用機会が創出される。 (b) 住民は存在しない。 (c) 必要に応じて、工事中の作業員等の人口流入に伴うHIV等の感染症発生に関しては、CEMPで講習等による防止策を計画し・実施する。 (d) 工事中も交通量が少なく既存道路が確保されるため、基本的に周辺交通の影響はないが、必要に応じて作業や工事車両による渋滞緩等の対策は、CEMPの中で検討・実施される。 (e) N (f) N
(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損う恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) プロジェクト実施区域周辺で、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等および、当該国の国内法上定められた区域はない。
(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) Aum橋、Kapiura橋ともプランテーション内を通過する国道で橋桁の塗装等の色などについては景観との調和を考慮する。
(5) 少数民族、先住民	(a) 当該国の少数民族、先住民の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) Y	(a) プロジェクト実施区域周辺で少数民族、先住民の定住は確認されていない。 (b) 法令等に基づき、少数民族、先住民への諸権利は尊重される。
(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育 (交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 労働時間・休憩時間および労働安全・労働衛生に関する労働法の規定する政令に基づき労働者の環境が遵守される。 (b) D/D時に、作成される工事中のCEMPで安全対策が考慮される。 (c) 工事契約書に置いて、安全管理者の任命等安全管理対策を含む安全管理計画の作成を義務づけ実施を徹底する。 (d) プロジェクトの実施に当たりステークホルダーとの協議を頻繁に実施するとともに、工事契約書でPNG環境ガイドラインに準拠した Environmental, Health and Safety Officer, Community Liaison Officer等の配置を義務づけ、対応する。
(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染 (騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等) に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境 (生態系) に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N	(a) D/D時に、PNG国内基準並びに国際水準の基準に基づき、必要な工事中の汚染緩和策を検討し、CEMPに記述し実施を担保する。 (b) Kapiura川上流Buffer zoneにある樹木伐採を生じる場合には、必要に応じて再生の植林等を実施する。 (c) D/D時に、工事中の交通渋滞、利益の偏在等の可能性について検討し、必要に応じてRAP若しくはCEMPに記述し実施を担保する。
(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等どのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制 (組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性) は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 工事中の大気質、騒音、水質等の自然環境に関するモニタリングをCEMPで計画し、実施する。 (b) 大気質、騒音、表流水の水質、植生など自然環境の変化の有無について、サンプリング分析、環境パトロール中の目視により、工事中及び工事終了後1年を目安に、実施することをCEMP/MDで定める。 (c) モニタリングの実施体制案をCEMPで作成し、工事契約書に盛り込む。 (d) 緊急の場合を除き、工事中及び工事終了後1回とすることをCEMP/MDで約束する。
他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、道路、鉄道、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること (大規模な伐採を伴う場合等)。 (b) 必要な場合には送変電・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること (送変電・配電施設の建設を伴う場合等)。	(a) N (b) N	(a) 架替のための新設橋梁を既存道路隣接地へ建設するため、大規模な森林伐採は生じない。 (b) N
環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する (廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等)。	(a) N	(a) 小規模事業であり影響は考えられない。

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。
当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外 (日本における経験も含めて) の適切な基準との比較により検討を行う。
注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

2.2.4 交通量調査と将来交通量推定

(1) 交通量調査

プロジェクトサイトの現況交通状況の把握し、橋梁設計及び道路規格の決定に係る将来交通量の推定、設計交通量及び設計荷重の設定を行う目的で、交通量調査を行った。

1) 調査概要

① 実施日時

- 2014年6月15日(日) 6:00~18:00 : 交通量調査・OD調査(休日12時間)
- 2014年6月16日(月) 6:00~18:00 : 交通量調査・OD調査(平日12時間)
- 2014年6月17日(火) 8:00~16:00 : 軸重調査

② 調査場所

- 交通量調査2箇所 : Mai JCT, Shilanga Town
- OD調査 2箇所 : Mai JCT, Shilanga Town
- 軸重調査 3箇所 : Kimbe Port, Kumbango Mill (NEBOL), SBLC 本社前

JICA Study for Aum Kapiura Bridge replacement
- Traffic Survey Location Map -

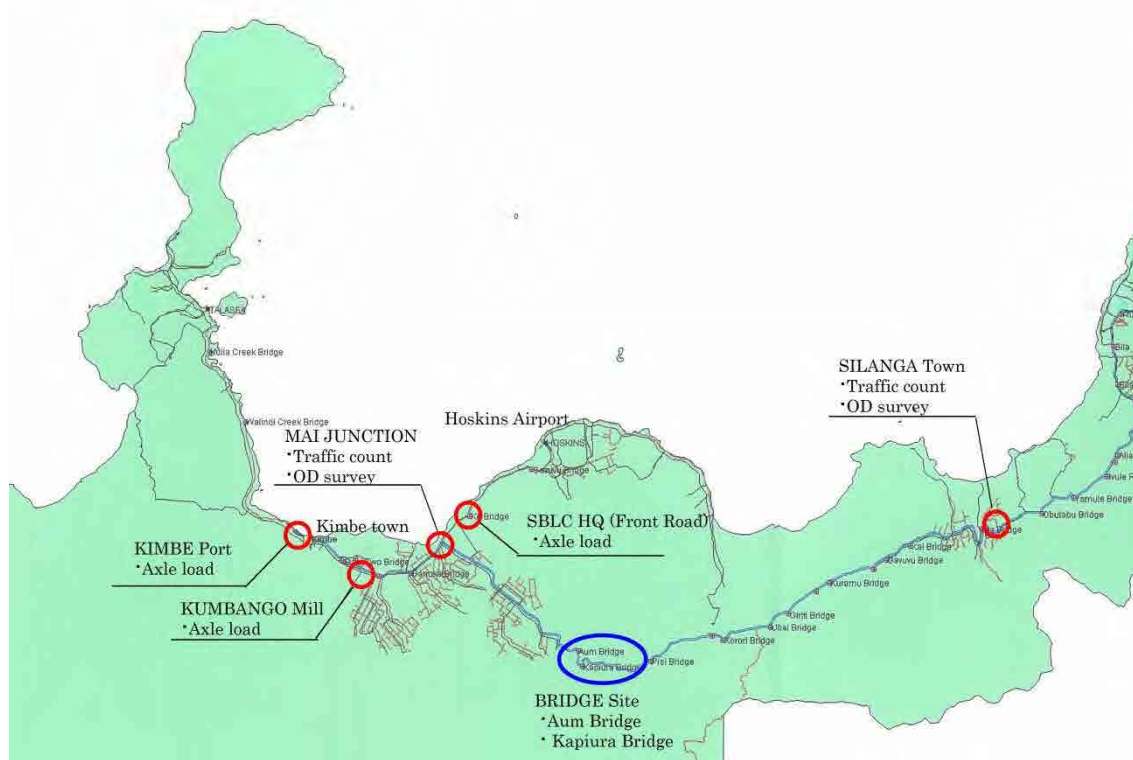


図 2.2.25 調査位置図

2) 調査内容

① 交通量調査/OD 調査

交通量調査は、各調査地点において、車種別、時間別、方向別の車両走行台数を計測した。また、交通量調査と同時に、調査対象車両の全てのドライバーを対象とした、直接インタビューによる OD 調査を実施した。

インタビュー内容は、車種、所有者区分（個人または業務）、出発地点住所及び出発施設（区分）、目的地点住所及び目的施設（区分）、走行目的、乗車人数、貨物内容（貨物車の場合）等とした。

調査時間は、6:00～18:00 の 12 時間の連続調査とした。

② 軸重調査

交通事故や渋滞を避けるため、NBPOL、SBLC の両社の協力の下、以下の 3 地点で実施した。

- Kimbe Port
- Kumbango Mill (NBPOL)
- SBLC 本社前（前面道路）

3) 実施結果

① 交通量調査

i) Mai JCT

- 平日（2014 年 6 月 16 日）

平日の二輪車を除く交通量は、ホスキンスーキンベ方面の交通量が最も多く、両方向の合計は 920 台である。カピウラ橋及びアウム橋方面となるビアラ方向に対しては、キンベ方面との両方向合計値は 483 台、ホスキンス方面との両方向合計値は 88 台となっており、それぞれの交通量は、キンベーホスキンス間交通量の約 53%と約 10%程度に留まっている。

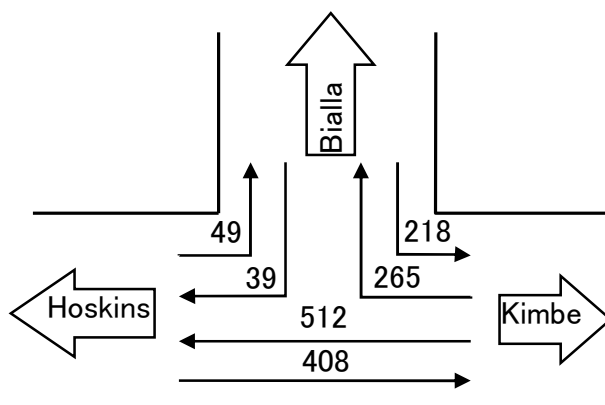


図 2.2.26 方向別交通量(平日 12 時間:二輪車を除く)

➤ 休日 (2014年6月15日)

休日の二輪車を除く交通量は、全体交通量が731台となっており、平日の約49%である。路線方向別には、平日と同様にホスキンスーキンベ方面の交通量が最も多く、両方向の合計は433台である。また、カピウラ及びアウム橋方面となるビアラ方向に対しては、キンベ方面との両方向合計値は183台、ホスキンス方面との両方向合計値は116台となっており、それぞれの交通量は、キンベーホスキンス間交通量の約42%と約27%程度に留まっている。

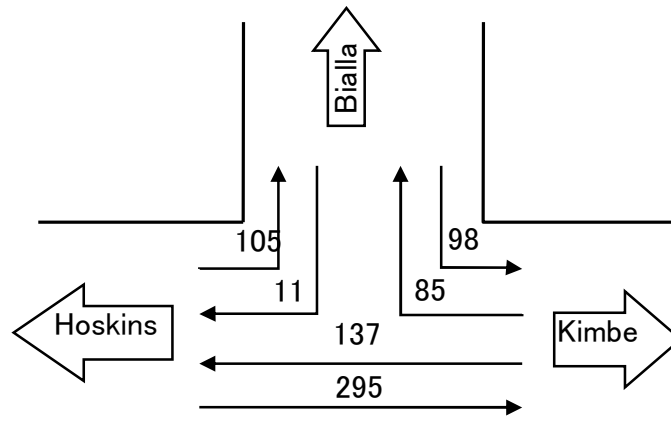


図 2.2.27 方向別交通量(休日 12 時間:二輪車を除く)

ii)Silanga

➤ 平日 (2014年6月16日)

両方向の二輪車を除く 12 時間合計値で 142 台であり交通量は非常に少ない。

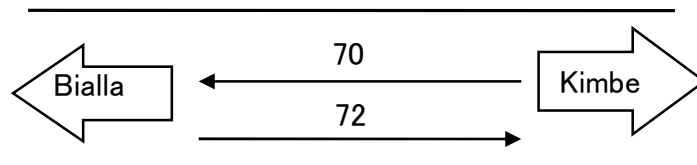


図 2.2.28 方向別交通量(平日 12 時間:二輪車を除く)

➤ 休日 (2014年6月15日)

両方向の二輪車を除く交通量の 12 時間合計値は 86 台と非常に少なく、平日の 61%となっている。

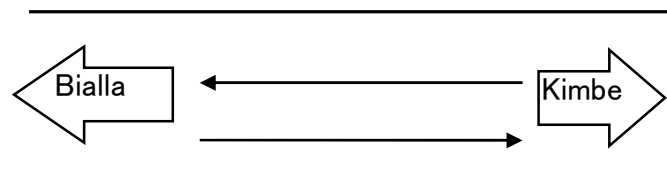


図 2.2.29 方向別交通量(休日 12 時間:二輪車を除く)

② OD 調査

OD 調査は、交通量調査と同様に Mai JCT と Silanga の 2 箇所において実施した。調査は、事前に準備した OD 調査シートを用いて、出発地、目的地のほか、移動目的、同乗者数、貨物種別及び積載量等について、ドライバーに直接聞き取りを行った。

調査結果では、Mai JCT 及び Silanga とも平日は業務目的が 90%以上を占めており、休日は業務目的が約 70%、個人目的が約 30%の比率となることが分かった。

③ 軸重調査

最大軸重の車両は、SBLC 所有の木材運搬車（5 軸）で 14.97 t、また、全重量が最大の車両は、同車種で 60.58 t の車両が確認された。

一方、NBPOL の保有車両は、パームオイル運搬車（6 軸タンクローリー）の最大軸重が 10.4 t、全重量の最大は 51.99 t、同様に、果実運搬車（3 軸&4 軸トラック）の最大軸重は、3 軸車両 11.92 t、4 軸車両 11.36 t、全重量の最大車両は、3 軸車両 31.50 t、4 軸車両 35.44 t であった。

なお、軸重調査結果は交通量調査結果とともに、道路の舗装厚の設計用いる「標準軸重または輪荷重」に換算することで考慮している。具体的には、DBST の舗装厚を Road Note31 に従い算定する場合に、等価標準軸重(8.16t)の交通量(esa)に換算され、舗装厚の算定に影響を及ぼしている。また、加熱アスファルト舗装厚では、TA 法における N49 輪荷重数へ換算することで舗装厚決定に関与している。

また、橋梁設計では、T44 及び T66(過載荷重)が「パ」国の設計活荷重と考えられ、66 t 車の通過は、考慮済みである。今回の調査では、最大軸重 14.97t (≒T66 の軸重 14.7t)、最大重量 60.58t (<T66 車重 66t)であり、この荷重設定の妥当性が確認されたものと考えられる。

(2) 将来交通量推計

1) 自動車登録台数

現地の将来交通量を推計するに当たり、自動車登録台数について調査を実施した。

WNB 州政府の協力により入手した自動車統計情報を確認した結果では、WNB 州における直近 10 年間（2004 年～2013 年）の総登録台数は、2004 年から 2011 年までの間は着実に増加していたが、2011 年の 3,145 台をピークとして、最近は若干の減少傾向にあり、2013 年は 2,832 台まで減少している。（図 2.2.30）

VEHICLE STATISTICS FOR 10 YEARS										
Province	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WEST NEW BRITIAN	2028	2081	2231	2330	2700	2892	2989	3,145	2,885	2,832
	2028	2081	2231	2330	2700	2892	2989	3,145	2,885	2,832

図 2.2.30 WNB 州の自動車台数（出典：Motor Vehicle Insurance Limited）

同様に入手した直近 5 年間（2009 年～2013 年）の新車登録台数のトレンドでは、直近 5 年間において徐々に減少している傾向であり、自動車需要の増加はみられない。（図 2.2.31）

なお、データ出展者は減少の理由として、以下の2点を提示している。

- 現状の所有者が更新を行わないケースがみられる
- 2013年にPNG税関によって80%の輸入関税が課されたため輸入が減少した

New Vehicles Growth for 5 years					
Province	2009	2010	2011	2012	2013
WEST NEW BRITIAN	2,071	997	753	610	469
	2,071	997	753	610	469

図 2.2.31 WNB州の新車登録台数 (出典: Motor Vehicle Insurance Limited)

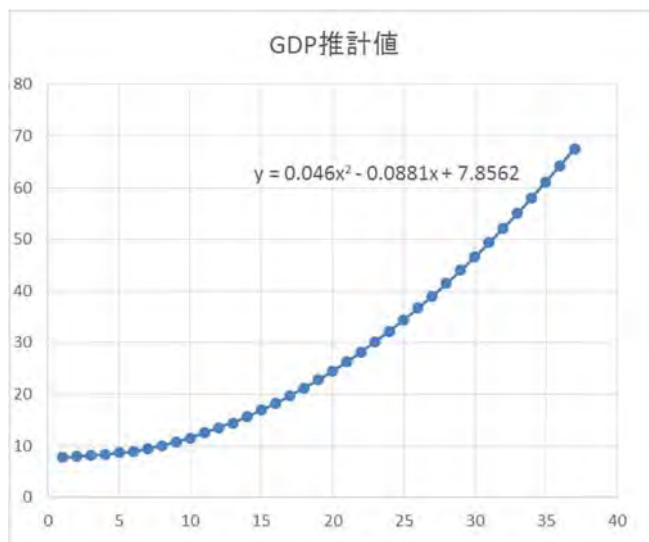
2) 将来交通量推計

自動車登録台数の調査結果からは、現時点での将来交通量の増加傾向は確認できなかった。しかしながら、対象路線が地域唯一の主要幹線道路であり、PNG政府直轄での整備プロジェクトが進められていることを考慮し、本プロジェクトでは、同路線で先行するBRIRAPプロジェクトと同様に、同国の経済成長率を指標とした交通量の増加を想定し、道路の幾何構造を決定するための基本条件となる計画交通量は、20年後の交通量を使用するものとした。

表 2.2.19 実質 GDP

Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Kina (×10 ⁶)	7.75	7.91	8.25	8.30	8.63	8.82	9.45	10.08	10.70	11.51	12.53	13.49

※BRIRAPプロジェクトレポートに基づき作成



年次	GDP推計値 Kina (×10 ⁶)	対2014年比	年次	GDP推計値 Kina (×10 ⁶)	対2014年比
2014	15.6402	1.0000	2024	32.2402	2.0614
2015	16.8862	1.0797	2025	34.4062	2.1999
2016	18.2242	1.1652	2026	36.6642	2.3442
2017	19.6542	1.2566	2027	39.0142	2.4945
2018	21.1762	1.3540	2028	41.4562	2.6506
2019	22.7902	1.4572	2029	43.9902	2.8126
2020	24.4962	1.5662	2030	46.6162	2.9805
2021	26.2942	1.6812	2031	49.3342	3.1543
2022	28.1842	1.8020	2032	52.1442	3.3340
2023	30.1662	1.9288	2033	55.0462	3.5195
			2034	58.0402	3.7110

※BRIRAPプロジェクトレポートに基づき作成

図 2.2.32 GCPの将来推計値

交通量調査および現地調査の結果、対象路線区間の沿道地域は都市化されておらず、夜間の交通量が極端に少ない状況にあることから、MAI JCTにおいて計測した昼間12時間交通量（BIALLA断面）を日交通量と同等とみなすことが可能と判断された。

MAI JCT の昼間 12 時間交通量に基づき算出した年平均日交通量及び将来交通量 (2034 年) を表 2.2.20 に示す。

表 2.2.20 交通量推計値

種別	交通量(台)		備考
	平日	休日	
交通量調査結果	571	299	
平休別合計交通量	148,868	31,181	365 日を平日 5/7, 休日 2/7 の比率で算出
年間合計交通量	180,049		
年平均日交通量(2014 年)	493		180,049/365
将来交通量(2034 年)	1,830		GDP 伸び率(対 2014 年)=3.7111

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 上位目標とプロジェクト目標

「パ」国は、2050年での国家の姿を描いた「パプアニューギニア・ビジョン 2050(PAPUA NEW GUINEA VISION 2050)」、それを実現するため目標を具体化した「パプアニューギニア・開発戦略計画(DSP: Development Strategic Plan 2010-2030)」及び、DSPに整合し直近5年の施策に直結する中期開発計画(MTDP: Medium Term Development Plan 2011-2015)を策定している。MTDPにおける運輸セクター道路分野の目標は、2010年に8,460km(良好な道路の割合29%)であった国道延長を2015年までに10,000km(良好な道路の割合65%)とする目標を掲げている。ここで、良好な道路とは、道路は舗装されており、道路構造を守る排水施設が整備され、橋梁が健全な状態で維持されていることを意味している。この目標を達成する戦略としては、「優先16国道の改良・改築とその他国道の補修」、「16国道のミッシングリンク構築」、「8か所の経済回廊の整備」、「地方道路の新設と補修」および「交通安全の強化と教育」としている。

ニューブリテン国道は、上記の優先16国道の1つで、38の主要橋梁を含む、延長229km(舗装区間106km,未舗装区間123km)の重要路線であり、州都キンベから東ニューブリテン州境近傍のウラモナまでを結んでいる。沿線には、主要産業であるオイルヤシ・プランテーションが広がっており、もう一つの基幹産業である木材産業とともに、これらを支える産業基盤として位置づけられている。ニューブリテン国道は、別途実施されている「BRIRAP: 地方国道橋梁架替プロジェクト(ADB)」で、12橋の1車線老朽化ベイリー橋を2車線の 신설橋梁に架替えるプロジェクトが進行中である。この改良によりニューブリテン国道は、耐荷力の改善、片側通行の排除と走行時間の短縮が図られ、その機能は大きく改善されるものと考えられている。

本プロジェクトの目標は、BRIRAPの対象外とされた大型橋梁のうち交通障害となっているカピウラ橋、アウム橋を架替え、耐荷力の改善、2車線化による走行時間短縮と交通安全の確保を図ることで、市場へのアクセス性を高め、西ニューブリテン州のみならず「パ」国の経済発展に繋げようとするものである。

3.1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、ニューブリテン国道改良の一環として、洪水災害や老朽化で損傷したカピウラ橋および、大型車両の衝突により落橋したアウム橋を架替えるものである。

これらの橋梁を架替えることにより、以下の便益が得られる。

- a) 大型車両の安全な通過(橋梁耐荷力の向上: T33→T44)
- b) 輸送時間の短縮(片側通行の解消による走行速度の上昇)
- c) 洪水災害のリスク軽減(アウム仮橋の廃止)

- d) 交通事故のリスク軽減（アウム橋線形改良、2車線化）
- e) 交通制御作業の軽減（カピウラ橋のゲート廃止）
- f) 河川利用の促進（河川への階段路を設置）
- g) 物流の増加



出典：JICA 調査団

注) 橋名の赤表示は当該協力対象橋梁、青表示は BRIRAP 及びメジャーブリッジ調査 (ADB) の対象橋梁

図 3.1.1 対象構造物位置図

3.2 協力対象事業の概略設計

3.2.1 設計方針

(1) 基本方針

本基本設計に対する「パ」国政府の要請は、ニューブリテン国道に架かるカピウラ橋、アウム橋の架替である。カピウラ橋は度重なる重車両の連行通過が橋梁全体のねじれ振動を引き起こし、その結果として吊材部の疲労亀裂発生を確認している。「パ」国政府は、これらへの対策として、2004年に亀裂部分の補強、ねじれ剛性を高めるため下横構の補強などの処置とともに、橋梁入口にゲートを設け重車両の連行載荷を防止する措置を行っている。カピウラ橋はまた、洪水時の流木衝突により補剛桁の変形損傷や高欄の流出被害を被っている。

アウム橋は、下りの急勾配で急カーブの国道が谷底を流れるアウム川を渡る箇所に架けられた下路トラス橋である。アウム橋は、カーブを曲がり切れなかった大型車両の衝突を受け、橋門構及び端柱を損傷し、現在、仮支柱で支えられた落橋状態にある。

損傷を受けた両橋の架け替えに当たって、損傷の原因を取り除くとともに、架設当時から30数年を経た現代の技術水準を踏まえ架替対象2橋の橋梁計画を行うものとする。具体的な設計基本方針を挙げると以下の様である。

基本方針-1 安全走行の確保

アウム橋への車両の衝突を踏まえ、安全走行が可能な道路線形の設置を目指す。また、下路形式の橋梁を避け、上路橋の採用を優先する。

基本方針-2 洪水被害のリスクを軽減した橋梁計画

水理検討に裏付けられた洪水時高水高（H.W.L）の設定を行うとともに、日本の河川管理施設等構造令を参考に洪水時の被災リスクを下げる計画を行う。また、予測河床洗掘深を算定し、これを設計に見込むほか、オーストラリア基準を参考に、再現期間 2000 年の洪水による流木荷重を設計の対象として取り扱う。

基本方針-3 経済的な橋梁の実現

対象橋梁は1支間で河川を渡っているため、橋梁規模と地形条件から下路橋形式で建設されている。現在の技術的視点にたてば、経済性を悪化させずに河川内へ橋脚を構築することが可能であると判断できるため、橋脚の設置を前提とした支間 50m 以下の一般的で経済的な上路橋を選定する方針とする。

基本方針-4 他ドナー事業との整合性の確保

ADB 資金で実施されている「地方アクセス改善のための橋梁架替プロジェクト（Bridge Replacement for Improved Rural Access Project: BRIRAP）」では、ニューブリテン国道上の12橋の架け替えを実施する計画で、現在、詳細設計が終了し施工業者の選定中である。また、同じくADB資金で実施された「主要橋梁調査(Major Bridge Study)」では、ニューブリ

テン国道に係る 8 橋の架け替えを計画している。これらのプロジェクトでは、交互通行を強いられている 1 車線橋梁の撤廃と現状耐荷力 T33 から T44 への耐荷力の向上が主要なテーマとなっており、本準備調査でもこれら事業と整合性を確保する必要がある。積極的に整合を図る項目としては、以下のものが挙げられる。

1) 設計基準

BRIRAP(ADB)で用いられている設計基準類を表 3.2.1 および表 3.2.2 に示す。橋梁設計では、日本規定を採用した耐震設計を除き、オーストラリア基準が優先されたが、本準備調査では、日本産品の使用が主になることも考慮し、DOW と協議の上 JIS をベースとした日本道路橋示方書の適用を行うことで合意している。また、設計活荷重についても、「パ」国の設計活荷重 (BRIRAP で使用) と日本道路橋示方書の B 活荷重を比較の上、B 活荷重を採用するものとした。

表 3.2.1 パプアニューギニア発行の設計標準・マニュアル

No	名称・内容	発行年月	摘要
1	Specification for Road and Bridge Works	1995.8	
2	Road Design Manual	1994.6	
3	Goods Procurement Manual Ver.3	2005.3	
4	Flood Estimation Manual	1990.12	Published by PNG DOE, CBOW
5	Earthquake Engineering for Bridge in Papua New Guinea	1985 Revision	DOW
6	River Training Manual	1987	DOW
7	Standard Engineering Drawings Bridge/Road	2008	DOW

表 3.2.2 ADB プロジェクトにおけるその他の参照基準

No	名称・内容	発行年月	摘要
1	道路橋示方書	平成 24 年	日本
2	AS5100 and supplements	2004~2007	オーストラリア橋梁設計基準

2) 道路幅員、橋梁幅員

路線の統一を重視し、ADB プロジェクトと同様の図 3.2.1 及び図 3.2.2 の幅員を採用する。

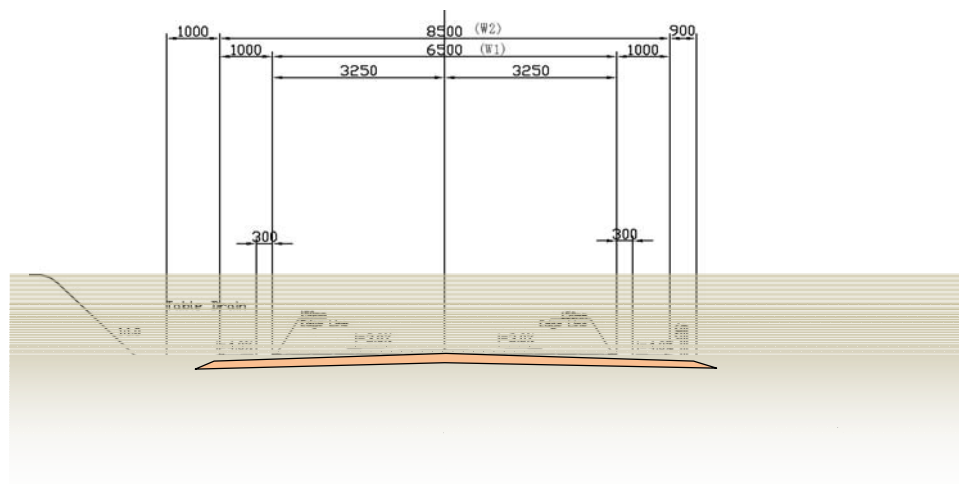


図 3.2.1 道路の標準幅員

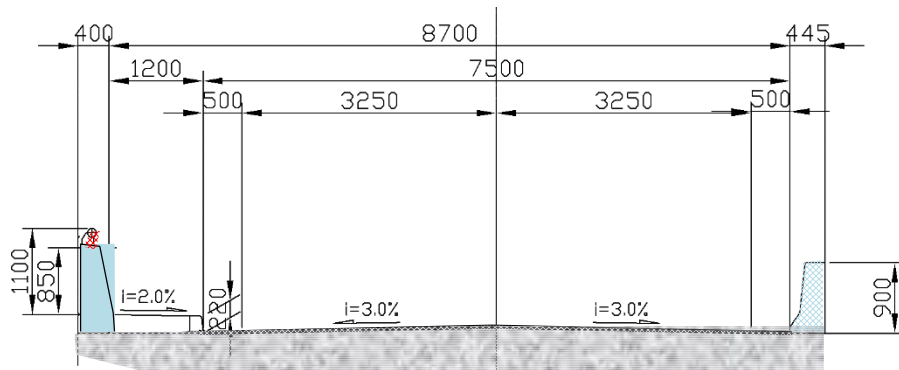


図 3.2.2 橋梁の標準幅員

3) 設計活荷重

日本の道路橋示方書に定義される B 活荷重を使用する。→ 3.2.1(3)1)参照

4) 耐震設計

日本の道路橋示方書 V 耐震編を適用する。→ 3.2.1(2)3)参照

(2) 自然環境条件に対する方針

1) 河川特性

① 流域の概要

i) カピウラ川

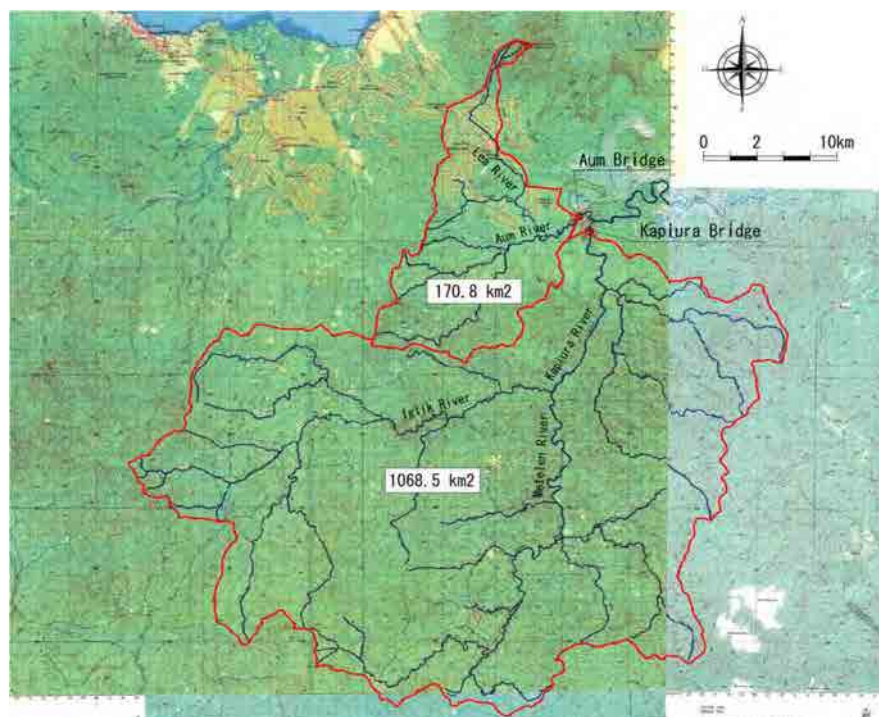
カピウラ川はニューブリテン島の中央山林をその水源として、流域の西側より Igluk 川、南側より Metelen 川が合流してカピウラ川となる。北へ向かって流下し西側よりアウム川を合流した後、北東方向に流路を変える。さらに、Laeuru 川などの支川を合流しながら氾濫原を流下し Commodore 湾に達する。流域の大部分は自然の山林 (Montane forest) である。ニューブリテン国道が交差するカピウラ橋地点については、東西方向に約 45km、南北方向に約 35km に広がる流域を有しており、その流域面積は 1,068.5km² である。(図 3.2.3)

河床勾配は、山地部で 1/50 から 1/100 と急勾配であるが、Igluk 川と Metelen 川の合流後の下流側では 1/330 と緩くなる。

ii) アウム川

アウム川はカピウラ川の支川のひとつで、東西方向に約 15km、南北方向に約 20km に広がる流域を有しており、その流域面積は 170.8km² である(図 3.2.3)。東に向かって流下する途中で北側から Lea 川を合流した後、カピウラ橋の下流側でカピウラ川に合流する。流域の土地利用はカピウラ川流域と異なり、プランテーションや農地 (Agriculture ecosystem) の占める割合が多い。

河床勾配は、山地部で 1/40 と急勾配であるが、下流側では 1/300 程度である。



出典：10 万分の 1 地形図より調査団作成

図 3.2.3 流域図

② 架橋地点の河道特性

i)カピウラ橋

カピウラ橋周辺の河道断面は、河岸高が約 8m で河道幅が 100m 以上と大きい。河岸には植生が繁茂し、目視調査では河岸浸食や洗掘の痕跡は確認できなかったが、ヒアリング調査では、カピウラ橋上流側の数ヶ所で洗掘や河岸浸食の痕跡があることが確認された。河床材料は、河岸を目視調査した限りでは数 cm 程度の礫が多い。また、付近に大きな流木が漂着していることも確認された。架橋区間の河床勾配は 1/500 である。

既往洪水について、カピウラ橋の守衛と DOW にヒアリングした結果は以下の通り。

- 近年では 1999 年と 2013 年 3 月に大きな洪水が発生した
- 2013 年 3 月洪水では橋面が冠水し、周辺が浸水した。
- 2007 年の洪水で流木が橋に衝突して、欄干の転落防止柵が壊れた。



図 3.2.4 カピウラ橋周辺の河道状況

ii)アウム橋

アウム橋周辺の河道断面は、河岸高が約 7~8m で河道幅が 50m 程度であり、カピウラ橋周辺に比べて比高は高い。目視調査やヒアリング調査では河岸浸食や洗掘の痕跡は確認されなかった。河床材料は砂礫が多くて粒径はカピウラ橋よりも小さい。架橋区間の河床勾配は 1/400 である。アウム橋の直下流に盛土構造の仮橋が設けられており、その影響で仮橋の上流と下流とで河岸勾配が異なる。また、堰上げを起こしているため、架け替えに伴い仮橋を撤去することが望ましいが、仮橋撤去後の流況の変化に留意する必要がある。

既往洪水について、DOW や NBPOL にヒアリングした結果、アウム橋が冠水した実績はないが、2013 年 3 月洪水で仮橋を越流する程度まで増水したことが確認された。



図 3.2.5 アウム橋周辺の河道状況

2) 水理・水文特性

① 降雨解析

ダミ観測所の日雨量データを用いて降雨解析を行い確率規模別の日雨量を算定した。降雨解析は、年最大日雨量（毎年値）と観測期間の上位最大日雨量（非毎年値）の両方について行い、安全側となる値を採用した。なお、カピウラ川流域の確率日雨量はダミ観測所の確率日雨量に補正値 1.23 を乗じた。降雨解析の結果を表 3.2.3 に示す。

近年で最も規模が大きい2013年3月洪水時におけるダミ観測所の日雨量は208.2mm/dayであり、6年～7年規模の降雨であったことが伺える。

表 3.2.3 カピウラ川流域及びアウム川流域の確率日雨量

Return Period	Daily Rainfall (mm)		
	Dami Station	Kapiura River Basin	Aum River Basin
2-year	142.4	175.2	142.4
5-year	196.1	241.2	196.1
10-year	245.0	301.4	245.0
20-year	305.3	375.5	305.3
50-year	428.9	527.5	428.9
100-year	572.8	704.5	572.8

② 流出解析

カピウラ川及びアウム川では流量観測はされていないため、架橋地点における流出量を「パ」国の洪水評価マニュアル（Flood Estimation Manual, 1990）に基づき算定した。確率規模別の流出量を表 3.2.4 に示す。

表 3.2.4 カピウラ川流域及びアウム川流域の確率規模別流出量

Return Period	Discharge (m ³ /s)		Remark
	Kapiura Bridge	Aum Bridge	
2-year	1,250 (1,203)	300 (265)	Serviceability loading
5-year	1,500 (1,478)	350 (341)	
10-year	1,700 (1,661)	400 (391)	
20-year	1,850 (1,835)	450 (439)	Revetment
50-year	2,050 (2,049)	500 (499)	
100-year	2,250 (2,222)	550 (547)	Bridge clearance
2000-year	3,750 (3,713)	950 (908)	Ultimate loading

3) 耐震設計

「パ」国は、フィリピン海プレート、オーストラリアプレート及び太平洋プレートの境界に位置し地震活動が活発な領域で、被災確率が比較的高い国（地域）である。

現在パプアニューギニア国で使用されている耐震基準を参照し、橋梁の崩壊を照査する地震時加速度応答スペクトル（再現期間 600 年）と日本の道路橋示方書耐震編「L1、Type 1 スペクトル」の比較を行った。その結果を図 3.2.7 に示す。

図 3.2.7 からわかるように、道路橋示方書の応答スペクトルは、「パ」国基準よりやや大きいものの、ほぼ同等と判断できる。しかし、「パ」国基準は 1985 年に改定された比較的古い基準であり、設計のための規定や手法の参照先も当時のものとなるため、この規準を設計に適用することは、設計実務上不都合が生じる。一方、近年の大地震の経験をもとに改定された日本の耐震基準は信頼性も高く設計手法も確立されているため、地震国である「パ」国の橋梁に適用することは、妥当であると判断できる。

以上より、本準備調査では、「パ」国 DOW 担当者と協議の上、日本の道路橋示方書 V 耐震設計編を用いて設計を行うものとした。

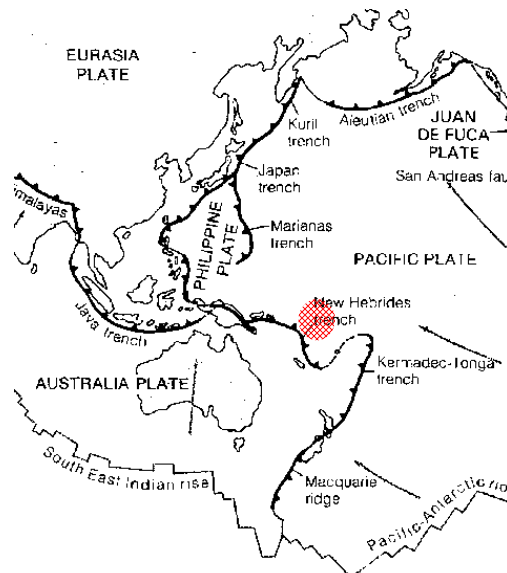


図 3.2.6 プレート境界と橋梁位置

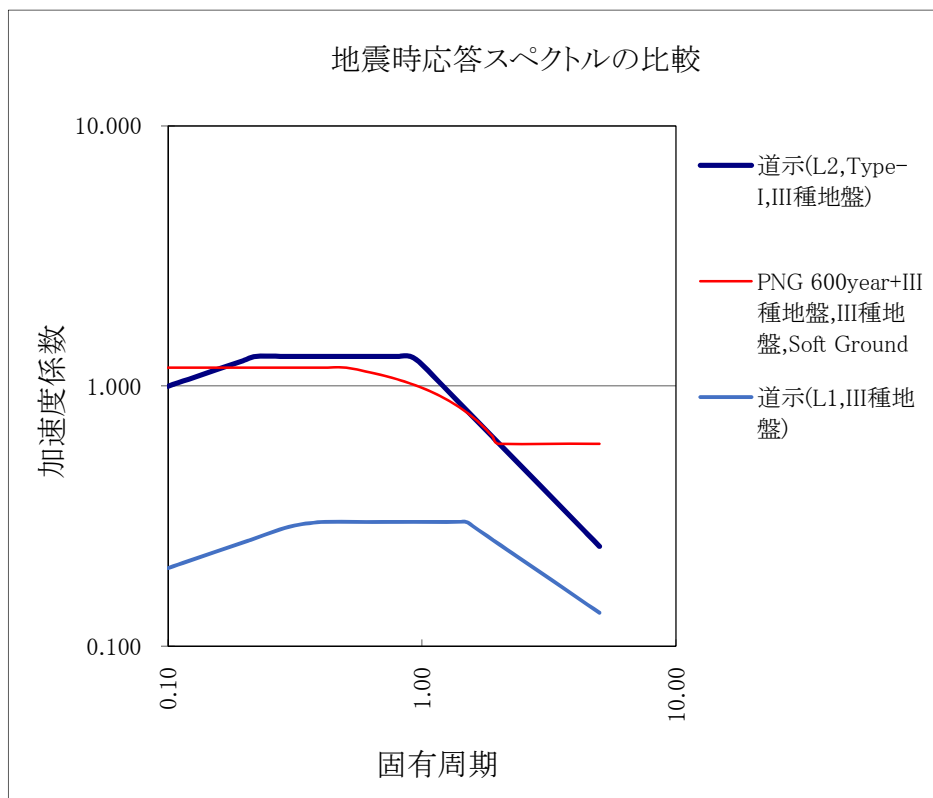


図 3.2.7 地震応答スペクトルの比較

4) 液状化の検討

—道路橋示方書による液状化計算

「道路橋示方書・同解説（耐震設計編）：日本道路協会 H24.3」に規定されている液状化検討条件及び、計算方法に基づき当該地盤に対し、レベル 2 地震動タイプ I についての液状化検討を行った。

当該地は、液状化検討すべき GL-20m まで全て砂質土系の河床堆積物が分布している。また、雨期の河川水位が非常に高いため、安全側を考慮し、GL-20m まで全ての地層を液状化検討の対象層とした。

液状化判定の結果、当該地では FL 値が 1 以下となり、液状化すると判断される。

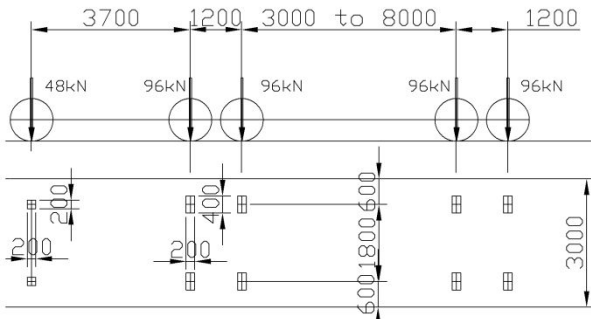
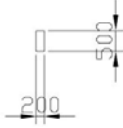
(3) 社会経済条件に関する方針

1) 設計活荷重

「パ」国では、オーストラリアで定義された T44 トレーラー荷重、及び過載荷重である T66 荷重を用いているが、同時に載荷すべき分布荷重を考慮しないなど、オーストラリアと異なる運用を行っている。また、設計手法が荷重係数法であり、我が国の設計手法とは異なっている。本業務では、設計手法の違いを考慮した上で我が国の設計荷重である B 活荷重と荷重効果の比較を実施した。その結果、支間長が 30m を超えると B 活荷重が大きな荷重効果をあたえるものの、両者はほぼ同等の設計荷重であると判断できる。したがって、設計基準類の整った我が国の設計施工システムを利用する上で、B 活荷重で設計を行う方針とする。

進行中の橋梁架替プロジェクト BRIRAP(ADBファンド)で用いている活荷重を表 3.2.5 に示す。

表 3.2.5 「パ」国の設計活荷重

No	項目	説明	摘要
1	T44 truck loading (The L44 lane loading shall not apply.)	 <p>Multiple lane factor: $m=1.0(1\text{-Lane}), 0.9(2\text{-Lane})$ γ_{LL}: SLS=1.0, ULS=2.0 Dynamic load allowance: $\alpha=0.4$</p>	
2	W7 wheel load	 <p>70kN γ_{LL}: SLS=1.0, ULS=2.0 Dynamic load allowance: $\alpha=0.25$</p>	
3	T66 Truck over load	T44 x 1.5	
4	Footway loading	5kPa (他の活荷重と同時載荷しない)	

活荷重の比較結果の概要

B 活荷重と T44 (T66) の荷重効果を 4 主桁 (G1~G4) を有する単純鋼鉄桁を対象に、支間中央の曲げモーメントの比較を実施した。比較結果を図 3.2.8 に示す。

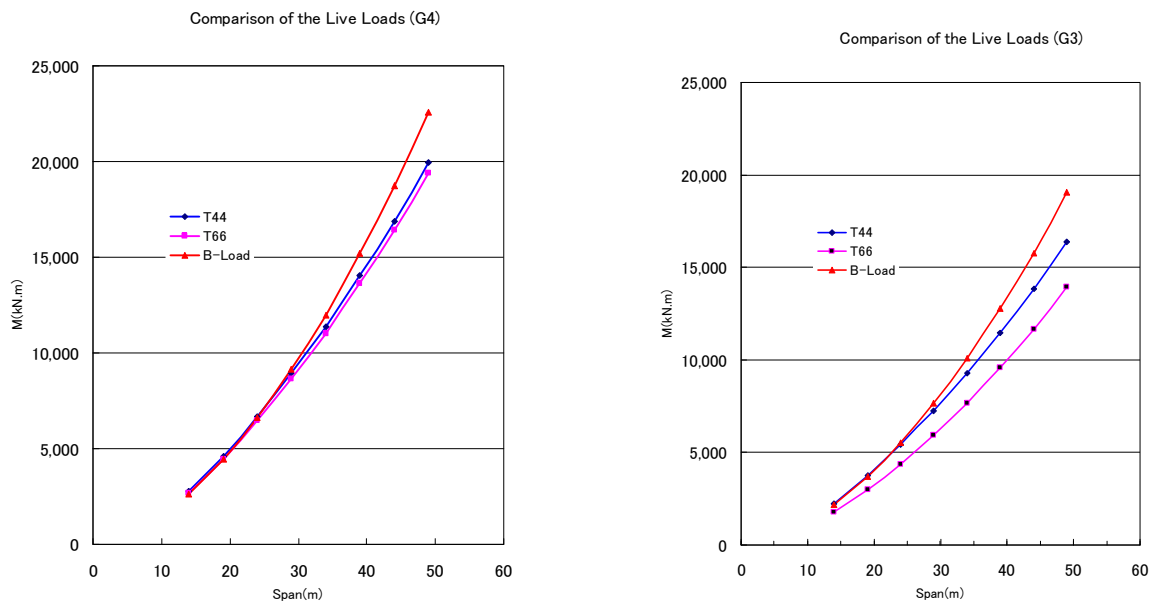


図 3.2.8 活荷重効果の比較

図を参照すると中桁 (G3)、外桁 (G4)とも支間 30m 程度までは、ほぼ同一の荷重効果を示し、支間長が大きくなるに従い、B 活荷重が卓越することを示している。したがって、本業務では、我が国と同等の品質を確保できる、B 活荷重を用いて設計を行うものとする。

(4) 建設事情/調達事情に関する方針

資源保有国である「パ」国は世界的な資源の需要増に伴い、鉱物等の天然資源の輸出が好調であり、国民一人当たり GDP もここ数年は 6%以上で推移している。最近は道路等の公共工事だけでなく、国内の民間ビルやホテル等の建設工事も急増しており、建設業は好景気のまま推移している。

ただし「パ」国内の建設業者はもともと数が少なく、治安の問題もあることから海外から進出してくる建設業者は皆無といった状況であり、したがって同国内の建設業界においては競争原理が働いていないといっても過言ではない。このため、現地で調達する労務、および資機材単価は「強気」の設定となり、高額な金額を提示してくることが予測される。

本計画では現地単価と日本調達の場合の輸送費を含めた単価を比較検討し、経済的に有利となるケースを選択することとした。

1) 労務計画

① 技術者、労働者の調達事情

本計画においては技能労働者の調達事情として類似案件を参考とした。現地で労働者を指導する立場にある橋梁世話役、橋梁特殊工は「パ」国人では調達できないため、第三人や日本人の採用を検討する必要がある。その他の大部分の技能工と単純労働については「パ」国での調達とする。

② 労働基準法等の関係法令による規制、労働条件等

「パ」国の労働関連法規にて規定されている主な項目は以下の通りである。

標準労働時間：8時～17時、12時～13時休憩、8時間労働/日

週休：土曜日、日曜日、祭日

普通残業手当：150%割増

休日残業手当：200%割増

最低賃金：約7キナ/日

National Public Service: General Orders より

2) 資材計画

① 資材の調達事情

コンクリートや道路に使用する骨材、石材は政府が所有する土取場(アウム橋から約1km)から調達する。鋼材(型钢等)、鋼矢板は「パ」国内では製造されていないため、日本からの調達とする。橋桁の製作は日本にて行うため鋼材、および高力ボルト、金属支承等の部材については日本国内での調達とする。

コンクリートについてはキンベ市にて安定した生コンクリートを製造販売しているプラントがあるため、本プロジェクトにおいては同コンクリートプラントを使用する。

アスファルトについては移動式アスファルトプラント等の資機材を日本国からの調達とする。

3) 工事中建設機械

「パ」国内ではバックホウ、ブルドーザ、タイヤローラ等の一般的な建設機械は現地の建設業者からの調達とする。アスファルト・プラント、アスファルト・フィニッシャ、およびトラッククレーン、クローラクレーン等については「パ」国内での調達が困難であることから、日本調達とする。

4) 輸送梱包計画

資機材、鋼材、建設機械は横浜からレイを經由しキンベ港までを海上輸送とする。キンベ港から現場までを陸上輸送とする。

5) コンサルタントの設計・施工監理計画

① 調査・設計体制

実施設計をはじめるとに当たり、事前に現地調査を行う。ここでは基本設計時から更新されている情報や、新たに反映すべき条件(法律、設計基準の改定等)などを、実施設計に反映するための調査となる。調査終了後は速やかにこれらの情報を反映させて設計作業を行う。

(5) 現地業者の活用方針

「パ」国内の建設会社は、小規模な、もしくは特殊な構造を有しない橋梁構造であれば、現地業者で十分に施工できる水準に達している。ただし「パ」国内の橋梁工事は他国のプロジェクトにより建設されてきたため、独自に橋梁を建設できる業者は少なく、橋梁にかかわる技術者は非常に少ない。従って、現地で労働者を指導する立場にある橋梁世話役、橋梁特殊工は「パ」国人では調達できないため、橋梁架設等の上部工にかかわる工種は現地以外の建設会社で施工し、その他の工種については現地の業者を採用する。

竣工後の維持管理活動については、現地の業者にて、橋梁周りの草刈り、清掃活動、および小規模な道路補修等を行う。

また本案件においては「パ」国内のコンサルタントは使用しない。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

西ニューブリテン国道の維持管理は、州の DOW の土木技術部署が行っている。DOW の土木技術職員は 10 名程度であるが、地域住民や地元業者への委託システムを活用した道路維持管理で、国道が良好な状態に保たれるよう努力がなされている。しかし、予算人員の関係から良好な維持管理がなされているとは言い難い。

橋梁について言えば、清掃等の基本的な維持管理もなされておらず、災害などの対症療法で橋梁の補修・補強が行われているのが実態である。ただし、本年 4 月のニューブリテン国道カルバート流失災害（2 箇所）では、流失後速やかに迂回路（丸太橋）が構築され、現橋交通が支障なく確保されており、道路維持管理に関するマネジメント能力が高いことが推察される。

これらの状況を見ると、橋梁の維持管理に関しても潜在的な能力は高く、本プロジェクトの実施により、日本の建設業者から地元業者へ維持管理の理念や具体的な手法の技術移転が行われれば、現地業者の技術水準も向上し、適切な橋梁の管理が可能となるものと考えている。

(7) 施設のグレードの設定に係わる方針

本プロジェクトは、ニューブリテン国道改良の一環として、洪水災害や老朽化で損傷したカピウラ橋および、大型車両の衝突により落橋したアウム橋を架替えることで以下の定量的および定性的な効果を得ることを目標としている。

1) 定量的な効果

① 橋梁耐荷力の増加

既設橋は、1 車線で T33 荷重及び特殊トレーラー荷重（44t）により設計されていた。

新設橋梁は、2 車線 T44 荷重で 88t の重量に耐えられる橋梁となる。

② 平均走行速度の増加

アウム橋の迂回路を走行する車両の平均走行速度の測定値は 11.0km/h であり、既設カピウラ橋を走行する車両の平均走行速度の測定値はゲートで一旦停止する影響があり、18.4km/h であった。新設橋梁が完成すると、両橋とも設計速度 60km/h で走行すること

が可能となる。

③ 年平均日交通量

ニューブリテン国道の現地調査における日交通量は、493 台/日であった。GDP 比で交通量が増えると仮定すると、事業完成 3 年後の日交通量は 772 台/日となる。

2) 定性的な効果

① 橋梁の性能と安全性の向上

アウム橋とカピウラ橋が新設され、耐荷力が向上するとともに、主構造が道路面よりも下に位置する上路形式を採用したため、車両が主構造に衝突する可能性が低くなり安全性が向上する。

② 物流の促進と円滑化

現状のアウム橋は、仮設の木橋を設けた迂回路を走行しており、既設カピウラ橋はゲートで一旦停止するため、円滑な走行ができないが、両橋が新設されることにより瞬時に通過することになり、ニューブリテン国道の物流の促進に寄与する。

③ 災害発生時の交通の確保

現在のアウム橋は迂回路が既設橋よりも低い位置に設けられているため、洪水時には迂回路が浸水し通行不能となる可能性が高い。新橋完成後は、洪水時においても通行が可能となる交通が確保される。

④ 歩行者の安全の確保

アウム橋の迂回路には歩道が無く、カピウラ橋も歩道が設けられていない。新設橋には歩道が設けられているため、歩行者の安全が確保できる。

⑤ 河川水の有効利用

ニューブリテン島では、洗濯、水遊び、魚捕りなど河川の利用が活発であるが、アウム橋、カピウラ橋には河川に接近する明確な通路がなく、河川の利用が限られている。一方、他ドナープロジェクト、BRIRAP では、河川水利用者として女性が多いことに着目し、河川水利用をジェンダー問題ととらえ、階段を設置することを標準としている。

アウム橋、カピウラ橋も、同様の方針をとるとともに、護岸の管理用通路を兼ねて水際まで階段工を設置するため、河川水の有効利用が可能となる。

上記の目標を達成するため、架け替え橋梁およびアプローチ道路について経済性、施工性、耐久性、資材調達、輸送性、維持管理について比較検討し、経済性に優れる橋梁形式、舗装構成を採用するものとした。対象施設のグレードを表 3.2.6、表 3.2.7 に示す。

表 3.2.6 架け替え橋梁のグレード

橋 梁 名	アウム橋	カピウラ橋
設 計 速 度	60 km/h	60 km/h
設 計 活 荷 重	B 活荷重	B 活荷重
橋 長	76.0 m	137.3 m
幅員	有 効 幅 員	8.7 ~ 13.191 m
	車 線	3.25×2=6.5 m
	路 肩	0.5×2=1.0 m
		8.7 m
		3.25×2=6.5 m
		0.5×2=1.0 m

橋 梁 名	アウム橋	カピウラ橋
歩 道	1.2 m	1.2 m
上 部 構 造 形 式	鋼 2 径間連続鉄桁橋	鋼 3 径間連続鉄桁橋
下 部 構 造 形 式	逆 T 式橋台/壁式橋脚 (小判型)	逆 T 式橋台/壁式橋脚 (小判型)
基 礎 構 造 形 式	鋼管杭基礎	鋼管杭基礎
護 岸 工	橋台幅+(上流)12.0m+(下流)12.0m	橋台幅+(上流)16.0m+(下流)16.0m

表 3.2.7 アプローチ道路のグレード

橋 梁 名	アウム橋	カピウラ橋	
設 計 速 度	60 km/h	60 km/h	
幾何構造	最小曲線半径	R=115 m(視距拡幅 2.65 m)	R=125 m(視距拡幅 2.25 m)
	曲線長	L=125.8 m(R=115 m)	L=269.1 m(R=125 m)
	緩和区間長	L=52.1 m(R=300 m)	L=51.2 m(R=125 m)
	最急縦断勾配	I=6.0%	I=5.0%
最急片勾配 合成勾配	9.5%	9.0%	
	I=11.1%	I=10.8%	
計 画 延 長	L=600 m	L=710 m	
標準幅員	全幅員	8.5 m	8.5 m
	車 線	3.25×2=6.5 m	3.25×2=6.5 m
	路 肩	1.0×2=2.0 m	1.0×2=2.0 m
舗 装 設 計 基 準	舗装設計便覧		
舗装構成	表 層	HMA: 5 cm	
	基 層	HMA: 5 cm	
	上 層 路 盤	粒度調整碎石: 15 cm	
	下 層 路 盤	RC40: 30 cm	

(8) 工法、工期に係る方針

1) 工法について

- ① 基礎工：油圧ハンマによる打込み（鋼管杭基礎：φ800）
- ② 下部工：小判型張出式（橋脚）、逆 T 式（橋台）
- ③ 上部工：クレーン架設（構造形式：連続鉄桁橋）

2) 工期について

① 稼働率の考え方

現地状況にあわせ、一定量以上の降雨がある日を作業不能日と設定する。

② 工期設定の考え方

対象地の天候は熱帯雨林気候であり、一年を通して降水量が多く、河川の水量が豊富である。よって、基礎工および橋梁下部工の施工時には、鋼矢板等による締切を行う必要がある。併せて作業用足場確保の観点から仮設栈橋を設置することが望ましい。

また、年間を通して、気温が低く多雨の「雨期」と、気温が高く比較的雨量の少ない「乾期」に分けられる。本工事においては、原則として乾期である 5 月～11 月に基礎工、橋梁下部工、護岸工を施工し、雨期の 12 月～4 月に橋梁上部を行うこととする。

その他、アウム橋については現橋の下流側に仮設として木橋が設置されており、居住

者の生活手段として利用されているが、耐荷重等の安全性について信頼性の観点から、本工事においては作業、資機材の輸送について仮設栈橋を使用することを原則とする。

3.2.2 基本計画

(1) 全体計画

1) カピウラ橋 架橋位置の検討

カピウラ川は、西ニューブリテン州で比較的大きな流域面積を有する大河であり、既設橋は、橋長 116m の下路式鋼補剛アーチで、支間 100m を超える長大橋梁である。

新橋構築に当たり確保すべき迂回路は、仮橋の工事費削減と工期短縮を達成するため、既設橋を利用するものとする。したがって、新橋は、既設橋に隣接する上流側または、下流側に設置する。

① 新橋と既設橋の離隔距離：

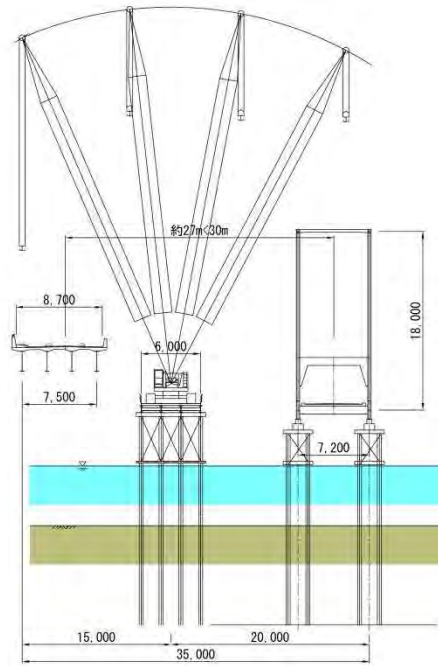


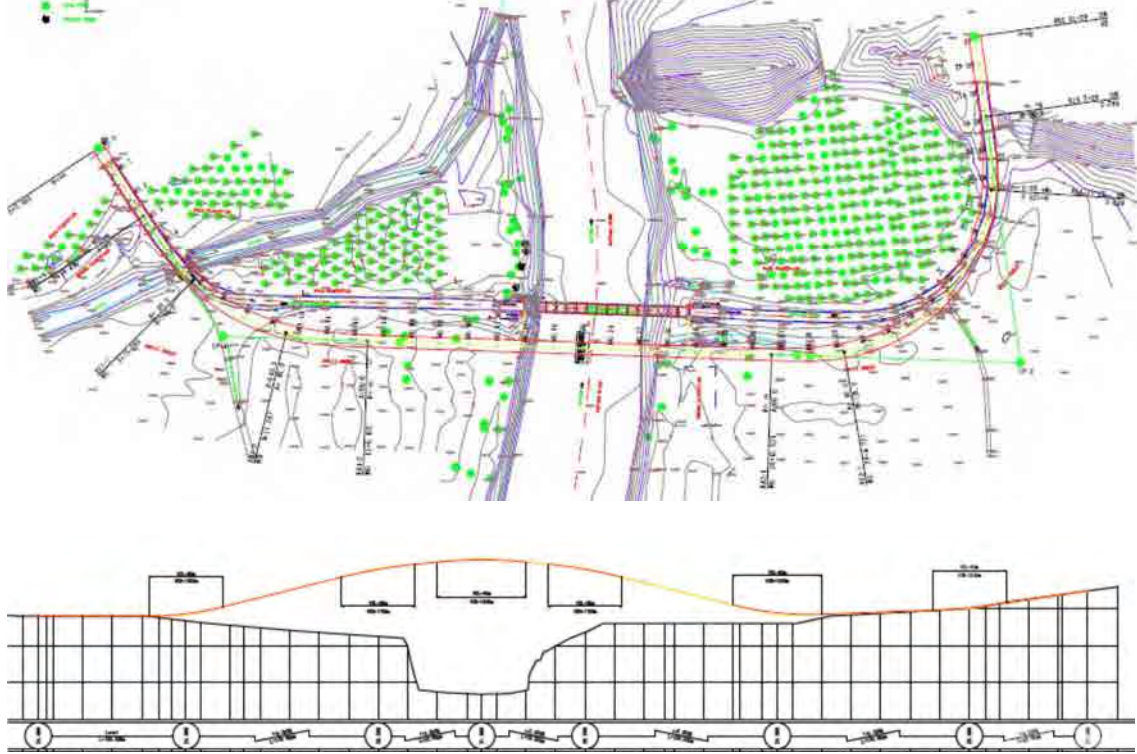
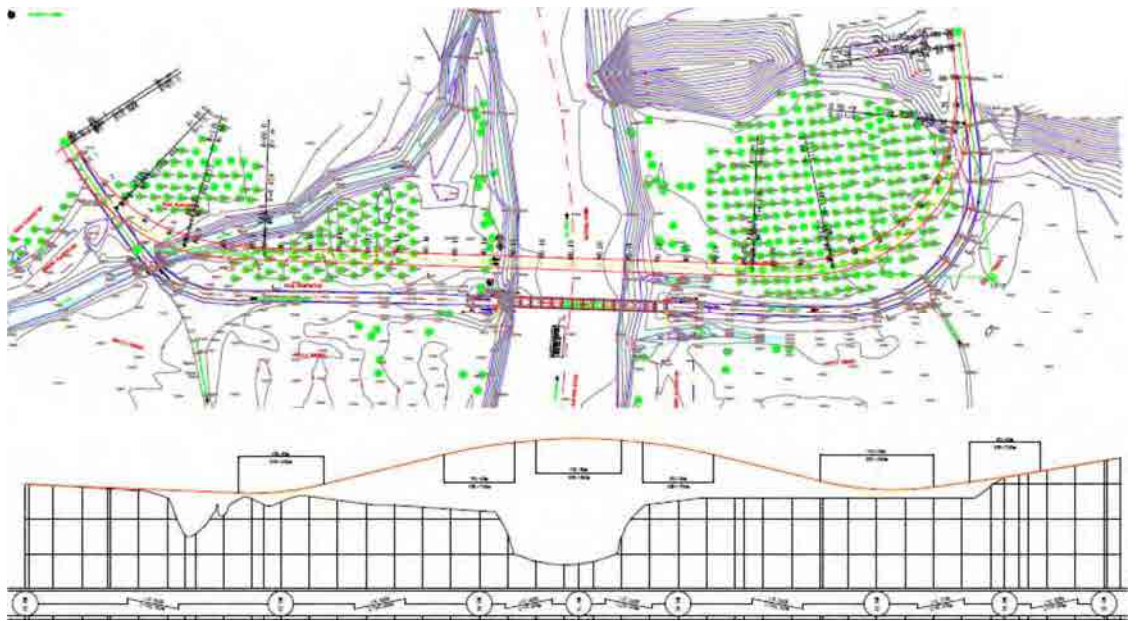
図 3.2.9 新橋と既設橋の離隔説明図

施工用栈橋を新橋構築と既設橋撤去に兼用するものとし、両者の離隔距離（道路中心線間距離）を図のように 30m とする。離隔距離を検討した前提条件は、以下のようである。

- 新設橋梁の主桁架設時クレーン作業半径を 15m と設定する（80t 吊クローラークレーン、吊能力 10t≒架設部材重量 10t を想定）
- 既設橋解体時の作業半径 20m と設定する（80t 吊クローラークレーン、吊能力 7t≒架設部材重量 7t 以下を想定）
- 既設橋解体時のベント杭設置、作業半径 21m で（杭重量+バイブロハンマー）≒6t を設置

② 架橋位置の選定：架橋位置の比較表を表 3.2.6 に示す。

表 3.2.8 架橋位置比較表（カピウラ橋）

案	説明図
第1案 上流案	 <p>The drawing for Case 1 consists of two parts. The upper part is a plan view showing the proposed bridge location (indicated by a red line) crossing a river. The river is shown with blue lines and flow arrows. The surrounding terrain is depicted with purple contour lines. Green dots are scattered across the plan view, possibly representing vegetation or specific site markers. The lower part is a cross-section of the bridge structure, showing a grid of piers and spans. A curved line above the grid represents the bridge deck profile, which is higher in the center and lower at the ends. The ground level is also indicated by a line at the bottom of the cross-section.</p>
第2案 下流案	 <p>The drawing for Case 2 is similar to Case 1, showing a plan view and a cross-section of the bridge. The plan view shows the bridge location (red line) crossing the river (blue lines) with purple contour lines and green dots. The cross-section below shows the bridge structure with a grid of piers and spans, and a curved line representing the bridge deck profile. The ground level is shown at the bottom of the cross-section.</p>

案	特性比較					
第1案 上流案	設計速度	V=60km/h	計画延長	L=710m 第2案より短い		
	幾何構造	最小曲線半径	R=125m (視距拡幅=2.25m) 第2案より大きな半径を設置できる			
		曲線長/緩和区間長	L=269.1m (R=125m) / L=51.2m (R=125m)			
		最急縦断勾配	I=5.0%			
		最急片勾配/合成勾配	9.0% (BRIRAP では最大 6.0%で計画) / I=10.3%			
	土工部	土工費 (切土+盛土)	0.26%	橋梁部	上部工	31.73%
		舗装費(路盤+舗装)	18.25%		下部工	9.62%
		路外排水工	1.76%		基礎工	38.38%
		合計	20.27%		合計	79.73%
	合計工事費	100%				
	起点側暗渠の取り扱い	・現在の暗渠をそのまま利用するため、施工性・経済性で有利				
	施工性/工期	・主要工事に大きな差が無く、有意差はない				
	地形改変	・自然水路の埋土処理と代替排水処理の確保が必要 ・盛土法面により現道と接するため残地による土地分断の影響は殆ど生じない				
	環境への影響	・特筆すべき保護対象物は見られない				
交通安全性	・第2案も同様であるが、橋梁部の縦断勾配は大きくなるものの、拡幅と平面線形の緩和により安全性は向上する					
用地取得	・SBLC の管理地域であり、土地取得の問題はない					
沿道アクセス性	・現況のアクセス性に影響はなく第2案と差異はない					
評価	第1位					
第2案 下流案	設計速度	V=60km/h	計画延長	L=760m 第2案より長い		
	幾何構造	最小曲線半径	R=115m(視距拡幅=2.65m) 第1案より曲線半径は、小さくなる			
		曲線長/緩和区間長	L=165.6m(R=115m) / L=55.7m(R=115m)			
		最急縦断勾配	I=5.0%			
		最急片勾配/合成勾配	9.5% (BRIRAP では最大 6.0%で計画) / I=10.7%			
	土工部	土工費 (切土+盛土)	0.35%	橋梁部	上部工	31.79%
		舗装費(路盤+舗装)	19.68%		下部工	9.67%
		路外排水工	2.14%		基礎工	38.37%
		合計	22.17%		合計	79.83%
	合計工事費	102% (第1案より 2%割高)				
	起点側暗渠の取り扱い	・起点側に暗渠の新設が必要で、その分、経済性、施工性が劣る				
	施工性/工期	・主要工種に大きな差が無く、両案とも有意差はない				
	地形改変	・自然水路の埋土処理と代替排水処理の確保が必要 ・起点及び終点付近にヤシ畑の残地による土地分断が生じる				
	環境への影響	・特筆すべき保護対象物は見られない				
交通安全性	・第1案も同様であるが、橋梁部の縦断勾配は大きくなるものの、拡幅により安全性は向上する。					
沿道アクセス性	・現況のアクセス性に影響はなく第1案と差異はない					
用地取得	・NBPOL の管理地域であり、土地取得の問題はない					
評価	第2位					

既設橋の上下流の地盤高は、河岸付近ので $EL \approx 22.0$ 、河岸より 100m 程度離れると $EL \approx 23.5m$ で、既設橋の上下流とも同様の傾向を示し、両者に有意差はない。また、比較項目である、道路幾何構造、施工性、地形改変、環境的側面、交通安全性においても、大差がない。

大きく差が得るのは、起点側の水路を通過する部分であり、「上流側案」では既存のパイプカルバートを利用するが、「下流側案」では小さな角度で水路を横切るつことになり、新たな横断構造物が必要となる。したがって、道路延長が短くでき、新たな水路横断構造物の設置が避けられ、結果的に経済的となる「上流側案」を選定する。

2) アウム橋 架橋位置の検討

アウム橋は、大型トレーラーの衝突により橋門構（トラス斜材）が破損し通行不能になっている。衝突を引き起こす誘因として、1車線への幅員減に加え、急勾配、急カーブの道路線形が挙げられ、架け替えに当たってこの道路線形をどれだけ改良できるかが重要となる。

ここでは、架橋位置を既設橋の上流側（第1案）、既設橋位置（第2案）および、下流側（愛3案）として道路線形および橋梁計画を実施し、その結果を比較表、表 3.2.7 表 3.2.8 に取りまとめた。

- ① 各案の概要：3案とも、設計速度 $V=60km/h$ を満たす線形であるが、第1案上流案は、設計速度 $V=80km/h$ 相当の $R210m$ 、第2案、第3案は、 $R115m$ で計画している。第1案に対しては、視距拡幅が不要であるが、設計速度 $60km$ に対する最小曲線半径 $115m$ を用いた、第2案、愛3案については、視距拡幅が必要となる。
- ② 線形改良効果：現状の平面線形は、 $R80m$ （設計速度 $50km/h$ ）、縦断勾配 $7\sim 8\%$ である。今回提案した3案とも2車線の幅員を有し、設計速度 $V=60km/h$ 、 6% 以下と線形改良がなされている。特に、第1案の平面曲線は、 $V=80km/h$ に対応している。
- ③ 橋梁計画：第1案は、地形条件より橋長 $105m$ 、3径間の橋梁で計画した。第2案、第3案は、橋長 $60m\sim 70m$ 、2径間の橋梁とした。全ての案で、橋梁位置に平面曲線が設置されるが、第1案（ $R210m$ ）、第2案（ $A80+R115m$ ）は、支点上で主桁を折り曲げた橋梁で計画可能である。第3案は、橋梁上に $R115m$ の円曲線が位置するため、構造本体を曲線とした曲線橋とする必要がある。
工事費は、橋長の長い第1案が最も割高で、曲線橋を採用する第3案がそれに続き、現橋位置に架設する第2案が最も経済的になる。最も経済的な第2案と最も工事費の高い第1案との差異は、約 25% である。
- ④ 経済性：道路部は、改良延長の短い順で経済的となり、工事費は、第1案 < 第2案 < 第3案の順位となる。第1案と第2案の差は、約 34% である。橋梁工事費との合計では、第2案が最も経済的で、第1案、第2案とは、約 23% の差が生じている。

この頁は白紙

- ⑤ 架橋位置の選定:線形改良の点では、第1案が優れているが、橋梁工事費が割高なため、第2案に比べ、全体工事費で約10% (8千万円) 増加する。したがって、最も経済的な第2案を選定するものとする。

表 3.2.9 架橋位置道路比較表 (アウム橋)

案	説明図	
第1案 上流案		
第2案 現橋位置案		
第3案 下流案		

新設道路設計の視点からの経済比較

案		第1案 上流案	第2案 現橋位置案	第3案 下流案	
設計速度		V=60km/h	V=60km/h	V=60km/h	
計画延長		L=500m	L=600m	L=700m	
幾何構造	最小曲線半径	R=210 m (視距拡幅 = 0.20m)	R = 115m(視距拡幅 = 2.65m)	R=115m(視距拡幅=2.65m)	
	曲線長 緩和区間長	L=485.0m L=74.4m	L=125.8m(R=115m) L=52.1m (R=300m)	L=293.9m(R=115m) L=55.7m (R=115m)	
	最急縦断勾配	l=5.5%	l=6.0%	l=6.0%	
	最急片勾配 合成勾配	6.0% l=8.1%	9.5% (BRIRAP では最大 6.0%計画) l=11.1%	9.5% (BRIRAP では最大 6.0%で計画) l=10.8%	
土工工費	土工費	切土	0.00%	0.39%	1.71%
		盛土	2.36%	4.06%	3.56%
	舗装費	路盤	2.70%	3.68%	4.30%
		舗装	3.69%	5.41%	6.26%
	路外排水工	2.04%	3.33%	3.93%	
合計	11.19%	16.87%	19.75%		
橋梁工費	上部工	39.38%	29.39%	31.74%	
	下部工	13.01%	9.71%	10.49%	
	基礎工	59.42%	44.03%	48.02%	
	合計	111.81%	83.13%	90.25%	
合計工事費		123% (第2案より 23%割高)	100%	110% (第2案より 10%割高)	
施工性/工期		<ul style="list-style-type: none"> ・施工時の現道交通に対する影響は3案中最少である ・新橋工事に当たり既設橋梁の撤去及び付替え道路を必要としない ・現橋撤去用の仮栈橋を新設工事とは別に構築する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・現道交通確保のため、左岸山側に仮設道路 (I>10%要舗装) が必要 ・既設橋の先行撤去が必要でその分工期は長くなる ・原則として通行止めを伴わずに施工が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・現道交通確保のため、施工時の切り回しが必要 ・新設橋の工事に当たり、既設橋の撤去は不要 ・現橋撤去用の仮栈橋を新設工事とは別に構築する必要がある 	
地形改変		<ul style="list-style-type: none"> ・窪地の埋土処理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁部で高盛土が生じる ・窪地の埋土処理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・左岸側山腹斜面の大規模切土、橋台部で高盛土が生じる 	
環境への影響					
3案とも環境への影響は限定的であり、優劣は認められない。					
交通安全性		<ul style="list-style-type: none"> ・平面線形 (80km/h 対応曲線半径) 及び縦断線形の改良効果が最も高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・平面線形及び縦断線形の改良効果は第1案より低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・平面線形及び縦断線形の改良効果は第1案より低い 	
用地取得		NBPOLの管理国有地と河川に沿ったバッファゾーン (国有地) で用地取得に問題はない			
評価		<p>道路線形の改良効果は、第1案が優れているが、橋長が長くなり経済性では、第2案より不利である。第3案の道路線形改良効果は第2案と同等であるが、経済性で、第2案より劣っている。</p> <p>設計速度 V=60km/h としての道路幾何構造基準を満たした上で、最も経済的な第2案を推奨する。</p>			

表 3.2.10 架橋位置橋梁比較表 (アウム橋)

案	説明図
第1案 上流案	
第2案 現橋位置案	
第3案 下流案	

架け替え橋梁設計の視点からの経済比較

案	第1案 上流案	第2案 現橋位置案	第3案 下流案	
構造的性	<ul style="list-style-type: none"> ・地形条件より、橋台は河川より 30m 程度離れた位置に設置する必要がある、その分橋長が長くなる。 ・上部構造形式は、支点上で主桁を折り曲げた 3 径間連続 鋼桁（平面線形 R210m） ・下部工形式は、逆 T 式橋台、張り出し式橋脚で基礎工形式は、鋼管杭である。 ・河川中に橋脚を 1 基設置し、全体で 3 径間の橋梁とした。 ・上路橋であり、車両が橋体に直接衝突する恐れはない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・河川堤防位置に橋台を設置し、橋長を最短とした案。既設橋の橋台位置の後ろに新橋橋台を構築する。 ・上部構造形式は、支点上で主桁を折り曲げた 2 径間連続 鋼桁（平面線形 A80+R115m） ・下部工形式は、逆 T 式橋台、張り出し式橋脚で基礎工形式は、鋼管杭である。 ・河川中に橋脚を 1 基設置する案で計画し、全体を 2 径間の橋梁とした。 ・上路橋であり、車両が橋体に直接衝突する恐れはない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現迂回路の下流に橋梁を計画した案。平面線形は R115m と小さいため曲線鋼桁で計画した。 ・上部構造形式は、2 径間連続鋼桁とした。 ・下部工形式は、逆 T 式橋台、張り出し式橋脚で基礎工形式は、鋼管杭である。 ・河川中に橋脚を、1 基設置する案で計画し、全体を 2 径間とした。 ・上路橋であり、車両が橋体に直接衝突する恐れはない。 	
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・現橋との離隔が大きく、新橋の工事用 鋼桁と既設橋撤去の兼用は困難である。 ・下部工の基数が多く、橋長も長いため、現場工期は他案より長くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設橋を撤去後、新橋を構築する。既設橋の杭基礎は、平面位置がずれているため、残置することが可能。 ・既設橋撤去用 鋼桁と新設橋工事用 鋼桁の兼用が可能 ・橋梁規模が第 1 案より小さく施工工期はその分短くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設橋との離隔が大きいため、新橋の工事用 鋼桁と既設橋撤去の兼用は困難。 ・橋梁規模が第 1 案より小さく施工工期はその分短くなる。 ・曲線鋼桁であるが、施工性は良好 	
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・長期防錆型のフッ素樹脂塗装を用いれば、50 年程度の耐久性が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	
工事費	上部工	47.37%	35.35%	38.18%
	下部工	15.65%	11.68%	12.62%
	基礎工	70.98%	52.97%	57.20%
	合計	134.00%	100.00%	108.00%
評価	(第 2 案より 34%割高)	1 位	(第 2 案より 8%割高)	<p>3 案とも設計速度 60km/h で設計されているが、平面線形としては第 1 案の曲線半径が大きく走行性に優れると評価できる。しかし、工事費が 30%以上も高くなるため採用を控えるものとする。第 2 案、第 3 案を比較すると、施工時の現道への影響、完成時の盛土高など構造的性、施工性及び経済性で第 2 案が優れている。以上より、橋梁計画の立場で比較すると、現橋位置案が最適と考えられる。</p>

3) 堤防・護岸・階段工計画

架橋地点のアウム川、カピウラ川は、河川の状況と 30 年前に架設された橋梁を観察する限り、比較的安定した河道を有しているものと考えられる。したがって、両橋は、河川にかかる橋梁として、我が国の河川管理施設等構造令を適用して堤防・護岸計画を行うものとする。

① 堤防計画

堤防は土堤が原則であるので、一般的には、越水に対して極めて弱い構造である。したがって、堤防は計画高水流量以下の流水を越流させないように設けるべきものであり、洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対し、堤防の高さにしかるべき余裕を取る必要がある。

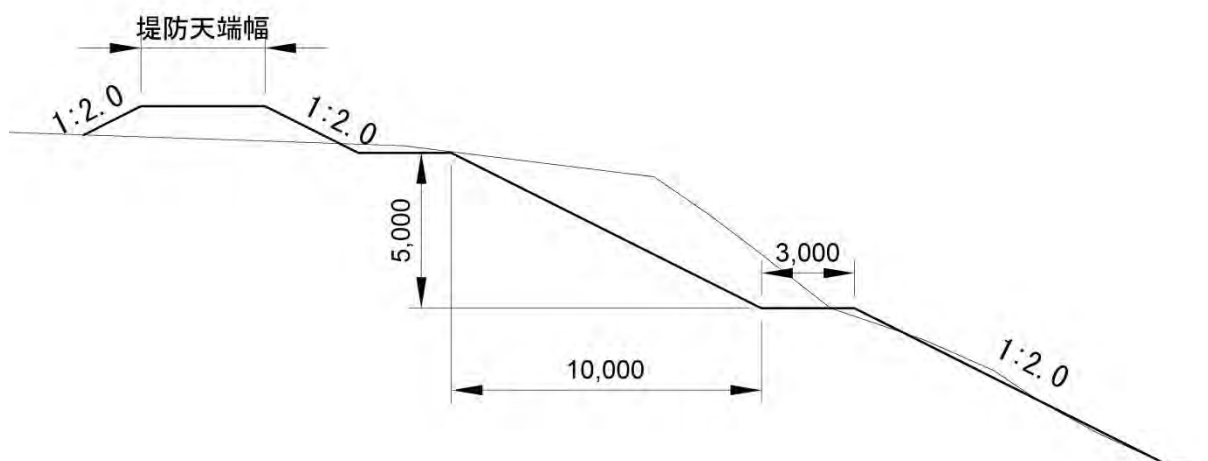
堤防の天端は、浸透水に対して必要な堤防断面幅を確保するためにしかるべき幅が必要であることのほか、常時の河川巡視又は洪水時の水防活動等のためにもしかるべき幅が必要である。

河川管理施設等構造令により、堤防の高さと天端幅を表 3.2.9 に示す値とする。

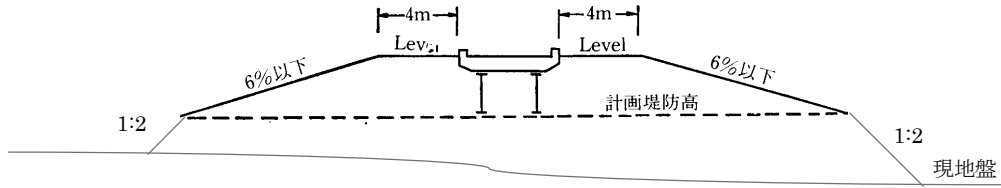
表 3.2.11 堤防の高さにしかるべき余裕高

	堤防高 (m)	天端幅 (m)
アウム橋	計画高水位+1.0	4.0
カピウラ橋	計画高水位+1.2	5.0

堤防の法勾配について、本プロジェクトの現況河岸は概ね 1 : 2.0 の勾配であるため、下図に示すように現況河岸に合わせて堤防法面の勾配が 1 : 2.0 とする。また、堤防法面の利用に配慮し、鉛直高 5m ごとに幅 3m の小段を設けるものとする。また、堤防法面が降雨及び流水等によるのり崩れ又は洗掘に対して安全となるよう、護岸を設けない部分は芝等によって覆う必要がある。



堤防の延長について、下図に示すように橋から堤防への取り付けは、橋の幅員の両端から 4m のレベル区間を設け、当該地点より 6% の勾配で計画堤防高まで取り付け、さらに 2% の勾配で現地盤まで取り付けるものとする。



② 護岸計画

流水の作用から堤防を保護するために堤防の表法面又は表小段に護岸を設けるものとする。本プロジェクトにおいては、橋台の両端から上流及び下流にそれぞれ基準径間長の2分の1の距離の地点を結ぶ区間に護岸工を設けることとする。

表 3.2.12 上下流にそれぞれの護岸長

	流量 (m ³ /s)	上下流にそれぞれの護岸長 (m)
アウム橋	550	12.0
カピウラ橋	2250	16.0

注) 基準径間長 $L_{req} = 20 + 0.005Q$ (Q : 流量)

護岸の高さについて、図 3.2.10 に示すように橋台の両端から上下流にそれぞれ 10m の区間を「橋の設置に伴い流水が著しく変化することとなる区間」として、取付通路高までに護岸工を設け、残り区間には計画堤防高までに護岸工を設けることとする。

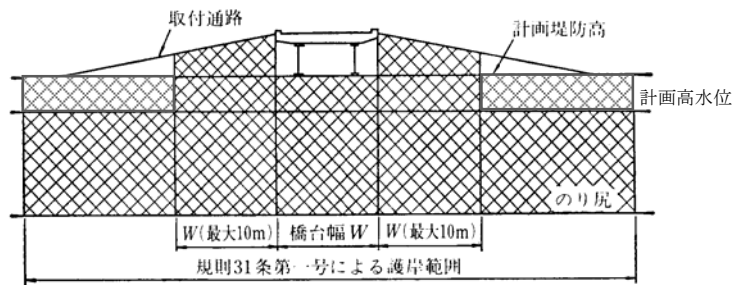


図 3.2.10 橋の設置に伴い必要となる堤防護岸の高さ

パプアニューギニアの地方部で施工されている護岸・擁壁工は、蛇籠によるものが一般的である。これらは、洪水などの災害時、特殊重機などを用いず、擁壁や護岸を復旧できる点で現地状況に即した構造といえる。本業務でも、これらの状況を踏まえ護岸や盛土の擁壁には、蛇籠を用いるものとする。蛇籠としては、日本の「高耐食性蛇籠」を用いるものとする。

③ 階段工計画

階段工の計画は AS1657 の要求事項に従うものとする。本プロジェクトのように直線階段が計画された場合に、踊り場間の最大段数は 18 段とし、これ以上の場合には踊り場を追加する必要がある。また、人の転落等を配慮し踊り場が 2m 以下の場合には、一つの階段で 36 段以上の直線階段が禁止される。36 段を超えるような長い階段の場合は階段の方向を変えなければならない。ただし、踊り場が 2m 以上の場合には上記の規定が除外される。

(2) 道路計画

1) 基本事項

既設のアウム橋が、車両衝突による落橋により通行不能になっている現況から、アウム橋の道路線形改良検討では、幾何構造の適正化による走行安全性の向上を最重要課題とした。特に、左岸側では橋梁への進入方向が下り勾配かつ外カーブの複合に加え、路外の山林による視認性の悪化が事故誘発の要因と考えられることから、CG 技術を用いた 3 次元画像化による検討を行い、ドライバー視点での走行安全性を確認した。

さらに、左岸側の橋梁直近において下流側から本線に合流するプランテーションへの出入り道路が存在することから、本線道路の改築と合わせて、安全性を確保するための取付け形状の変更と交差点予告標識の設置、本線への視線誘導標の設置など、交通安全に考慮したアイテムを設置するものとした。

カピウラ橋は、周辺地形も比較的平坦で前後の取付け区間の道路線形に問題はなく、既設橋も直線橋であり視認性の問題はない。しかしながら、既設橋梁の本体が洪水による損傷を受けているため、現地の聞き取り調査や水理・水文解析の結果に基づき、洪水時に支障のない橋梁計画と道路計画高さを確保するものとした。

また、現道は、雨水の侵入による舗装端部の破損がみられること、60t を超過する超重量車両の走行がみられることなどから、現地および日本の各基準に基づく舗装構造の検討とともに、現地状況に合わせた系統的な雨水排水処理の計画を実施した。

2) 適用規準

現地の一般車両に対する走行安全性を考慮し、現地の適用基準を満足するとともに、現地の基準にて網羅されていない箇所では、走行安全性の確保、道路機能の保全、管理水準の確保に必要と考えられる部分については、道路構造令をはじめとする日本の各種基準を採用するものとした。

使用した主要な基準は、以下の通りである。

- ① 現地
 - a) ROAD DESIGN MANUAL (PNG : DEPARTMENT OF WORKS)
 - b) OVERSEAS ROAD NOTE (UK : DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT)
- ② 日本
 - a) 道路構造令の解説と運用 (社団法人 日本道路協会)
 - b) 道路土工指針 (社団法人 日本道路協会)
 - c) 舗装設計便覧 (社団法人 日本道路協会)

3) 幅員構成

幅員構成は、PNG の設計基準である「ROAD DESIGN MANUAL」に準拠し、設計道路は交通量 400 台/日以上主要国道であり、比較的平坦な地形に位置することから、標準の車線幅員 6.5m(2 車線)、路肩を含む車道幅員 8.5m とした。

なお、本幅員は、本路線の先行事業である BRIRAP プロジェクトにおける採用値と合致している。

表 3.2.13 Traffic Category and Cross Section Details(DOW)

Traffic Category	Volume Range(v/d)	Terrain Type	Design Speed(km/h)	Width of Pavement(m)	Width of Formation(m)
Heavy	400	Flat/Rolling	80	6.5	8.5
		Hilly	50	6.5	8.0
		Mountainous	30	6.0	7.5
Medium	100-400	Flat/Rolling	70	6.5	7.5
		Hilly	50	6.0	7.0
		Mountainous	25	5.5	6.5
Light	<100	Flat/Rolling	60	N/A	6.5
		Hilly	40	N/A	6.0
		Mountainous	25	N/A	5.5

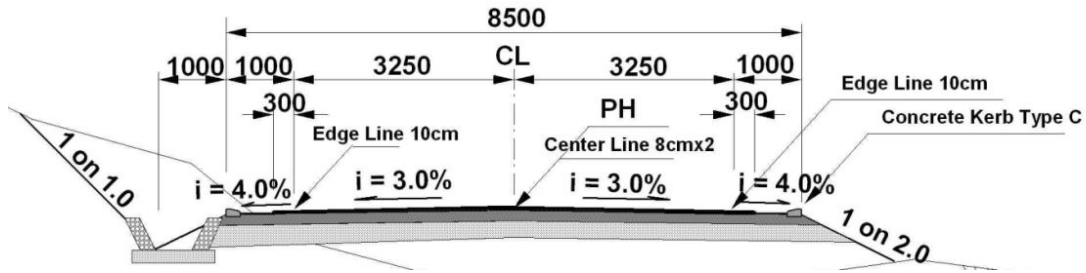


図 3.2.11 標準部幅員構成

4) 幾何構造

幾何構造は、PNG の設計基準である「ROAD DESIGN MANUAL」に準拠した。

表 3.2.11 における基本的设计速度は 80 km/h であるが、本区間は、地形上の制約があり、周辺環境の保護及びコスト削減の観点で橋梁計画を含めた全体計画での比較検討を実施したうえで、最適速度として 60km/h を採用するものとした。

また、現地では少数であるが自転車の通行が確認されており、本路線では自転車道が別途設置されないため、自転車の走行安全性を考慮するために日本の道路構造令第 16 条に準拠し、曲線部の片勾配の最大値は 6 % とした。

なお、地形条件による設計速度の低減及び最大方勾配 6 % での打ち切りについては、関連プロジェクトである BRIRAP において同様の制限措置がなされている。


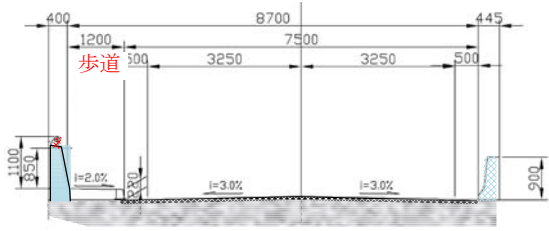



「ROAD DESIGN MANUAL」における、設計速度に係る幾何構造基準を表 3.2.14 に示す。

表 3.2.14 Geometric Design Standards (DOW)

Design Speed	Sight Distance				Horizontal Radius (e=0.10)		Gradients			
	Gravel		Seal		Gravel	Seal	General Max		Absolute Max	
	Stopping	Over-taking	Stopping	Over-taking			%	Length	%	Length
100	-	-	170	800	-	340	5	-	7	750
80	135	480	115	480	250	210	6	-	8	1000
70	105	350	90	350	185	155	6	-	8	700
60	80	300	70	300	130	115	7	1100	9	400
50	60	200	55	200	85	75	8	600	10	300
40	45	160	40	160	55	45	10	500	12	250
30	30	90	30	90	27	25	10	500	12	250
25	25	75	-	-	-	-	12	300	14	150

5) 交通安全対策

交通安全対策では、カピウラ橋とアウム橋の取付け道路区間の現況線形（パプアニューギニア基準の設計速度 50km/h 相当）を、同基準で 60 km/h に適合する平面線形及び縦断線形に改良し、大幅に走行性および視認性を向上させるとともに、以下の設備を計画した。

1	レーンマーク (中心線及び外側線) ➤ 上下線分離 ➤ 車線逸脱防止	 設置例：ウエストニューブリテン国道
2	歩道（橋梁部） ➤ 歩行者保護	 橋梁部標準断面図
3	ガードレール ➤ 車両路外逸脱防止	 設置例：オーストラリア
4	ガイドポスト(視線誘導標) ➤ 車両路外逸脱防止 ➤ 夜間視認性向上	 設置例：オーストラリア
5	警戒標識 (曲線内取付け道路有) ➤ 注意喚起 ➤ 出会頭事故防止	 出典：Australian Standard

6) 3次元画像による走行安全性の照査

アウム橋の道路線形計画について、ドライバー視点での視認性を確認するために道路の平面線形、縦断線形、横断構成に基づき3次元画像を作成した。

走行視認性は、終点方向(下り勾配)、起点方向(上り勾配)の2方向について、橋梁進入時の2箇所で確認した。(図 3.2.12)

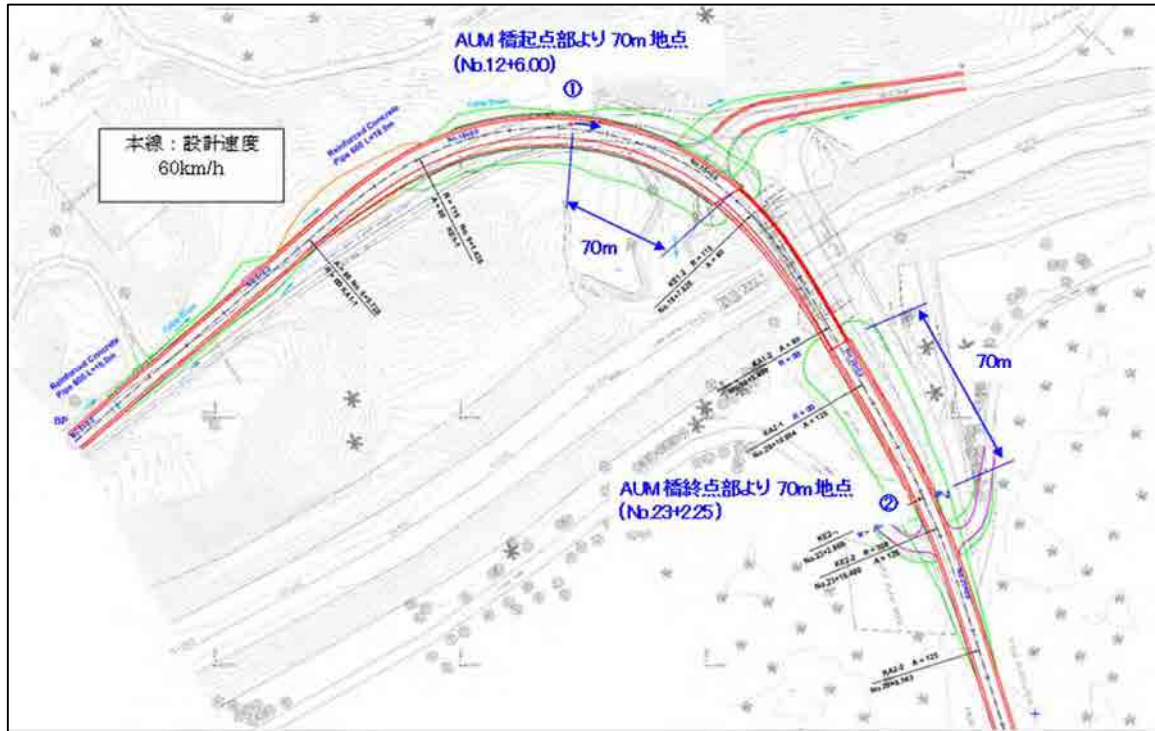


図 3.2.12 3次元画像による確認位置

① アウム橋左岸側 (No.12+6.0)

図 3.2.13 は、アウム橋接続位置まで 70m (60 km/h 時の必要停止視距) の位置から、終点方向に進行するドライバーの視覚状況である。(下り勾配 6%)

本画像から、停止視距位置の視認性に問題はなく、奥行き方向にもなめらかな形状であることが確認でき、ドライバーは安心して走行が可能である。



図 3.2.13 起点側からアウム橋方向 (橋梁まで 70m)

② 終点側 (No.23+2.25)

図 3.2.14 は、アウム橋接続位置まで 70m (60 km/h 時の必要停止視距) の位置から、起
点方向に進行するドライバーの視覚状況である。(上り勾配 6%)

本画像から、停止視距位置の視認性に問題はない。また、上り勾配の後に橋梁接続部より
緩勾配に変化するが、奥行き方向への壁高欄の連続状況から進行方向が容易に把握できるた
め、ドライバーは、安心して進行が可能である。



図 3.2.14 終点側からアウム橋方向 (橋梁まで 70m)

7) 舗装

ニューブリテン国道の現況の舗装は、全線において 2 層瀝青表面処理 (以下、「DBST」と称す) が使用されており、簡便な施工で早期かつ安価に供用可能であるが、薄層かつ舗装強度が脆弱のため、側端部からの剥離消失がみられ、また、特に河川周辺部など洪水時の浸水区間や、雨水排水機能が弱い区間などで、水没の影響による剥離が進み舗装寿命が著しく低減している状況にある。

また、交通量調査及び軸重調査の結果からは、1 軸あたり 11 t 超のパームヤシ運搬車両が日常的に走行しており、さらに、走行台数は数台/日程度ではあるが、最大 15 t 近い荷重を生じている木材運搬車等の走行も確認されていることから、超重量車両による負荷も高い状況にある。これらの状況を踏まえ、日本国内で一般的に利用されており、舗装強度が高く長寿命化が期待できる加熱アスファルト混合物による舗装 (以下、「HMA」と称す) の現地適合性の調査を行った。

① 舗装構成の検討

舗装構造は、現地で実施した交通量調査と軸重調査の結果に基づき決定した。

i) 設計基準交通量及び設計軸重

設計基準交通量は、現地の夜間交通量が非常に少なく、特に大型車の走行が殆どみられないため、Mai JCT における Bialla 方面の 12 時間交通量とした。

② 設計期間と設計対象交通量

舗装の設計期間は、パプアニューギニア及び日本の両国ともに 10 年～20 年が一般的な検討期間とされており、今回は最も一般的に使用されている 10 年とした。設計対象交通量は、

設定した設計期間に含まれる交通量の累積合計値であり、「2.2.4(2)2 将来交通量推計」において算出した将来交通量の伸び率を考慮して算出した。（表 3.2.15）

表 3.2.15 車両区分別平日 12 時間交通量

車種	現在			10 年間合計		
	Kinbe	Bialla	合計	Kinbe	Bialla	合計
A	52	95	147	771	1,408	2,179
B	153	165	318	2,268	2,446	4,713
C	16	15	31	237	222	459
D	5	5	10	74	74	148
E	25	19	44	371	282	652
F	6	15	21	89	222	311

③ 舗装構成の検討

舗装構成の検討に当たっては、海外におけるアスファルト舗装の施工及び材料調達等について、日本国内において、舗装施工業者及び瀝青材料業者の海外担当部門に対するヒアリングを行い、日本の舗装施工技術とパプアニューギニアにおける舗装工事の問題点等について確認した。

➤ 橋梁部

橋梁部における舗装は、走行性の確保とともに床板に対する防水機能の確保が劣化防止と長寿命化の必須条件として重要であり、ひび割れ等による浸透水の発生が生じない舗装構成が必要とされる。

舗装施工業者及び瀝青材料業者に対するヒアリングの結果、現地で舗装面として通常採用されている DBST は、加熱プラントを必要としない常温施工であり瀝青材と骨材との接着力が HMA に比して劣ることから、車両走行による振動や変位による骨材離脱が発生し防水層が剥離するリスクが高く、橋梁部への適用は不相当との回答を得た。

また、一般の橋梁等で使用される床板と一体化したコンクリート舗装は、連続桁構造の橋梁では上面側に引張力が加わることから舗装面にひび割れが発生し、雨水の浸透による床板の劣化が避けられないことから、橋梁部の舗装は防水性能に優れた HMA を採用する必要があるとの結論を得た。

➤ 一般部

橋梁部を除く一般部の舗装構成は、現地での施工性を考慮し、現地基準（OVERSEAS ROAD NOTE 31、以下「ORN31」とする）に基づき設定することを基本とし、比較案として、日本の舗装設計便覧に準拠した場合についても検討を実施した。

なお、このときの設計 CBR は、路床を盛土により構築することが前提となるため、現地採取土など入手が比較的容易であり、一般的な盛土材料において標準的に得られる強度を想定し 6%を採用するものとした。

なお、最終的な舗装構成については、実際に現地で確保できる材料を確認して決定する。ORN31 に準拠した舗装構成は下記の通りである。

舗装厚 52.5cm+DBST（表層：DBST、上層路盤：200 mm（Crushed Rock）、下層路盤

325 mm (Natural gravel)

なお、同条件において、日本の舗装設計便覧により決定された舗装構成は以下の通りとなる。

必要等値換算厚 $T_A : 3.84N^{0.16} / CBR^{0.3} = 22.55\text{cm}$ (信頼度 90%, 設計 CBR=6%)

表 3.2.16 T_A 法による舗装構成

区分	材料・工法	等値換算係数	舗装厚(cm)	T_A 値(cm)
表層+基層	HMA(5cm×2層)	1.00	10	10
上層路盤	粒調碎石	0.35	15	5.25
下層路盤	RC40	0.25	30	7.50
合計			55	22.55 < 22.75

④ 概算工事費の検討

概算工事費の算出においては、DBST は施工時の資機材を現地調達することが可能であるが、HMA の施工に必要な施設 (AS プラント及び施工機械) は、現地に存在しないため、日本もしくは近隣諸国からの調達コストを工事費に加算する必要がある。

AS プラント等の導入に際して、日本の舗装施工事業者に対するヒアリング調査によれば、移動式を含む小規模の AS プラントを設置する場合は、導入のためのイニシャルコストが施工コストに大きく影響するため、施工面積が大きいほど単位面積当たりの施工コストは逆に低減され、より経済的となる。

これを踏まえ、以下の 2 ケースについて経済性の比較検討を行うものとした。

- CASE 1. 橋梁区間：HMA+土工区間：DBST
- CASE 2. 全区間 HMA

検討の結果、本プロジェクトの施工規模においては CASE 2. が約 7% 経済性に勝ることが確認された。(表 3.2.17)

また、機能面及び構造面でも、橋梁部、土工部とも HMA は DBST より優れており、安全かつ高品質な走行性を提供することが可能と考えられるため、本プロジェクトでは、土工部も含めた全区間について HMA の採用が望ましいとの結果を得た。

表 3.2.17 概算工事費の比較

区分	CASE 1		CASE 2	
	橋梁部	土工部	橋梁部	土工部
舗装形式	HMA	DBST	HMA	HMA
施工面積	2,000	9,000	2,000	9,000
単価 (円/㎡)	92,000	3,400	18,200	18,200
工事費(円)	184,000,000	30,600,000	36,400,000	163,800,000
概算工事費	214,600,000(1.07)		200,200,000(1.00)	

表 3.2.18 施工面積別単価

施工面積 2000 m²の場合

種別	施工費(2,000m ² 当り)			機材			輸送費 (円/一式)	合計 (円)	施工単価 (円/m ²)	摘 要
	材料費	作業費	小計	プラント	施工機械	試験機				
HMA	3,419,149	92,000	3,511,149	27,400,000	58,020,000	15,000,000	80,000,000	183,931,149	91,966	
DBST	—	—	6,720,000					6,720,000	3,360	Dekenai見積

施工面積 11,000 m²の場合

種別	施工費(11,000m ² 当り)			機材			輸送費 (円/一式)	合計 (円)	施工単価 (円/m ²)	摘 要
	材料費	作業費	小計	プラント	施工機械	試験機				
HMA	18,805,322	506,000	19,311,322	27,400,000	58,020,000	15,000,000	80,000,000	199,731,322	18,157	

⑤ 舗装構成の決定

比較検討の結果、本プロジェクトにおける土工部の舗装は HMA を採用するものとし、舗装構成は表 3.2.19 の通りとする。

表 3.2.19 TA法による舗装構成

区分	材料・工法	等価換算係数	舗装厚(cm)	TA 値(cm)
表層+基層	HMA(5cm×2層)	1.00	10	10
上層路盤	粒調碎石	0.35	15	5.25
下層路盤	RC40	0.25	30	7.50
合計			55	22.55 < 22.75

8) 排水計画

① 現地状況

アウム橋周辺部では、既設水路の破損に伴う路側の崩落がみられることから(写真 3.2.1)、集中的な降雨による路体及び舗装の破壊を防ぐため、路外山腹からの流入水を防ぎ、道路敷地内の雨水を速やかに排出するための路側排水施設の復旧あるいは新設が必要と考えられる。



写真 3.2.1 水路破損による路側の浸食崩落

さらに、現況のDBSTにおいては、降雨時の流下水や路外逸脱車両などの影響により端部に発生した破損が時間経過とともに拡大している状況にある。



写真 3.2.2 舗装端部の破損状況

上記を踏まえ、舗装端部の保護が舗装の長寿命化に重要と考えられるため、HMA 基層による路肩保護と舗装端部の保護と排水機能強化のためのコンクリートカーブの設置を行うものとした。

なお、路肩部及び視距拡幅部分に基層を施工した場合、防草効果による維持管理費用の低減にも寄与する。

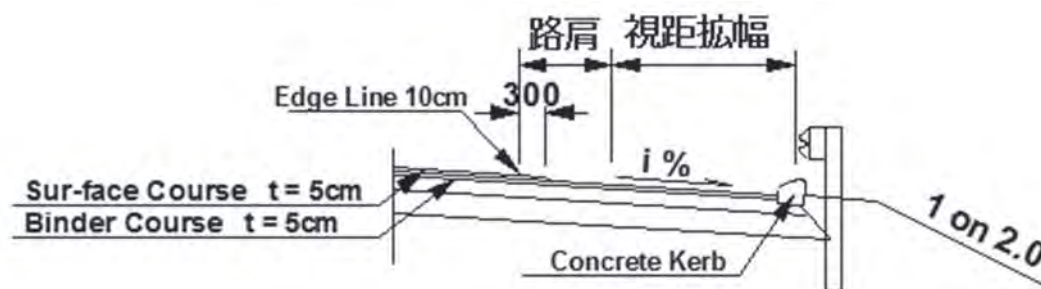


図 3.2.15 路肩舗装構造

② 排水構造物の計画

排水構造物は、排水量及び許容最大流速に基づき断面形状を決定する。

計画排水量は、河川流量計算と同様に近傍観測所となるダミ観測所の降雨量データを用いて確率日雨量を決定した。

排水構造物の断面形状は、日本道路協会の指針である道路土工要領および DOW の道路排水構造物マニュアル (MANUAL FOR THE DESIGN OF DRAINAGE STRUCTURES FOR RURAL ROADS) に基づき決定する。

許容最大流速は、以下の通りとする。

- a) 道路横断用コンクリート管 = 3.0m/s(道路土工要領)
- b) 石張水路 (コンクリート底面) = 4.6m/s (DOW 道路排水構造物マニュアル)

上記条件に従い、次の通り各地点の計画断面を決定した。

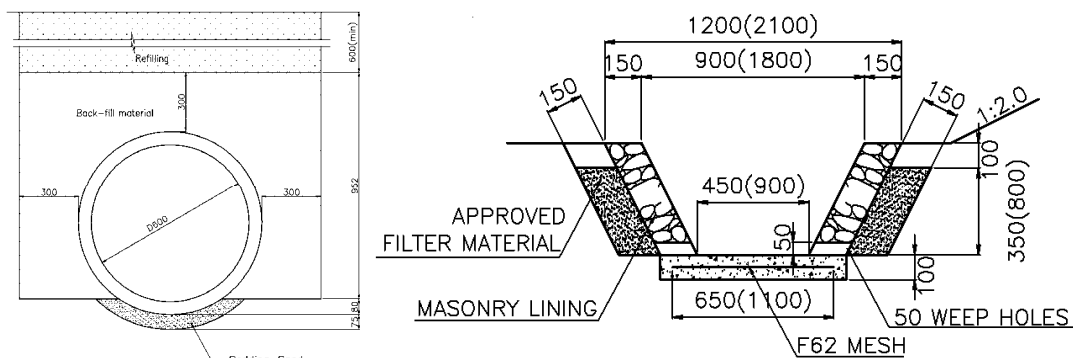


図 3.2.16 排水構造物

➤ アウム橋左岸山側

測点	場所	計画流量 (m^3/s)	構造形式	必要断面積 (m^2)	計画断面積 (m^2)	備考
No.15+16	道路 左側	0.251	石張水路 W=900	0.055	0.227	80% 水深時
同上	同上	0.251	CON管 (D600)	0.084	0.243	同上

➤ アウム橋左岸川側

測点	場所	計画流量 (m^3/s)	構造形式	必要断面積 (m^2)	計画断面積 (m^2)	備考
No.1+15	道路 左側	0.215	石張水路 W=900	0.047	0.227	80% 水深時
同上	同上	0.215	CON管 (D600)	0.072	0.243	同上
No.9+7	道路 左側	0.032	石張水路 W=900	0.007	0.227	同上
同上	同上	0.032	CON管 (D600)	0.011	0.243	同上
No.15+16	道路 右側	0.824	石張水路 W=1800	0.179	0.907	同上

➤ アウム橋右岸

測点	場所	計画流量 (m^3/s)	構造形式	必要断面積 (m^2)	計画断面積 (m^2)	備考
No.19+12	道路 左側	0.039	石張水路 W=900	0.008	0.227	80% 水深時
No.19+12	道路 右側	0.050	石張水路 W=900	0.011	0.227	同上

➤ カピウラ橋左岸

測点	場所	計画流量 (m^3/s)	構造形式	必要断面積 (m^2)	計画断面積 (m^2)	備考
No.15+15	道路 左側	0.075	石張水路 W=900	0.016	0.227	80% 水深時
No.15+15	道路 右側	0.075	石張水路 W=900	0.016	0.227	同上

➤ カピウラ橋右岸

測点	場所	計画流量 (m ³ /s)	構造形式	必要断面積 (m ²)	計画断面積 (m ²)	備考
No.22+13	道路 左側	0.147	石張水路 W=900	0.032	0.227	80% 水深時
No.22+13	道路 右側	0.064	石張水路 W=900	0.014	0.227	同上

9) 工事中の迂回路

アウム橋は現況位置での架け替えとなるため、工事期間中に現道を封鎖する必要があり、工事用道路による切り回しが必要となるため、工事段階に応じた迂回路の計画を実施する。なお、カピウラ橋の架け替え位置は現在の橋梁の上流側であり、工事期間中も現在の橋梁が利用できるため、工事に伴う現道の切り回しは必要とならない。

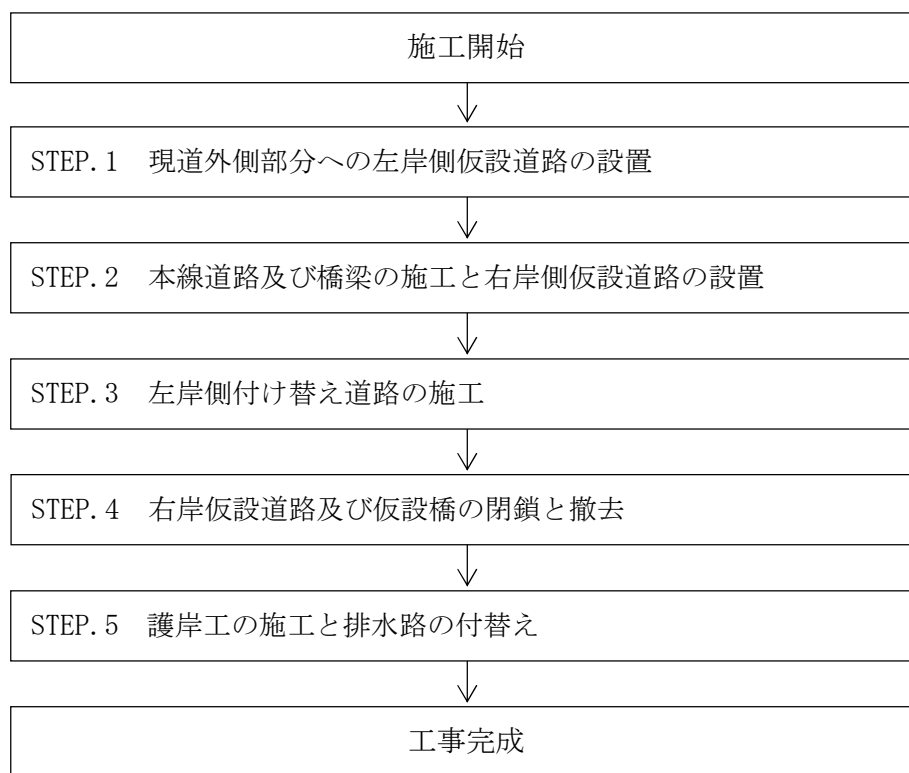


図 3.2.17 アウム橋の施工に係る迂回道路切り回し手順

10) 線形計画

計画道路に係る線形計算書は巻末資料として添付する。

11) 数量計算

道路に係る数量計算書は巻末資料として添付する。

(3) 橋梁計画

1) 設計条件

① 適用基準

対象構造物の設計に用いる設計基準は、DOW 担当技術者と協議した結果、「パ」国基準を基本とするものの、具体的な設計手法としては、日本の「道路橋示方書」を用いるものとした。なお、「パ」国で参照される頻度の高いオーストラリア基準も参考基準として取り扱う。

② 設計活荷重

道路橋示方書の B 活荷重を適用する。

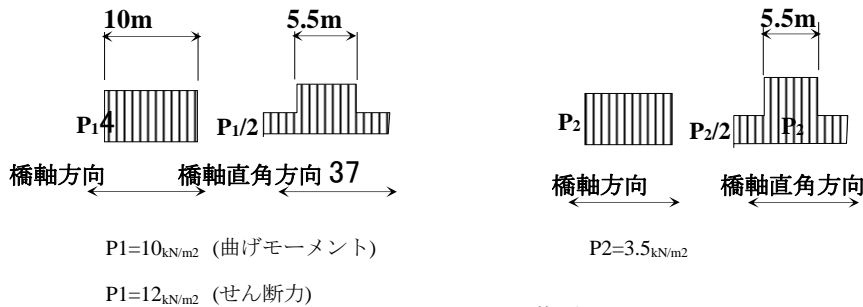


図 3.2.18 B 活荷重

③ 地震荷重

道路橋示方書 V 耐震設計編を適用する。

④ 河床洗掘の考慮

予想洗掘深を設計に考慮する。ただし、L2 地震荷重との組合せは行わない。

⑤ 洪水による残骸・流木荷重

オーストラリア基準では、再現期間 2000 年の洪水に対する残骸・流木荷重を考慮することになっており、当該設計でもこれを準用する。

⑥ 使用材料

建設材料は、「パ」国内調達あるいは、日本からの輸入が主流と考えられるため、JIS を基本とした下記材料を前提に設計を行う。

表 3.2.20 主要使用材料

種別	材料仕様	摘要
コンクリート	下部工用 設計基準強度：30N/mm ² (橋台、橋脚) 上部工床版用設計基準強度：30N/mm ²	
鉄筋	SD345 :降伏点 345~440N/mm ² SD390 :降伏点 390~510N/mm ²	
鋼材	SM400 :降伏点/板厚により 245~215N/mm ² 以上 SM490Y(SM520):降伏点/板厚により 365~325N/mm ² 以上 SM570 :降伏点/板厚により 460~420N/mm ² 以上	
鋼管杭	SKK400 :降伏点 235N/mm ² 以上	

⑦ 水理・水文解析結果

橋梁設計に必要な水理・水文に関する諸元は以下の通りである。なお、詳細な検討内容は巻末資料に示す。

i) 計画高水位

計画高水位は 100 年確立での計算水位と現地での聞き取り調査による既往最大水位から安全側を考慮し、カピウラ橋で 26.20m、アウム橋で 32.50m と決定した。100 年確立とした根拠は、ニューブリテン国道における他橋梁の計画規模が 100 年確立であり、道路ネットワーク全体の治水安全度と整合を図る必要があるため、カピウラ橋、アウム橋についても 100 年確立とした。

ii) 設計流速

設計流速は、架橋地点上下流における計算流速の最大値を採用し、カピウラ橋で 2.60m/s、アウム橋で 2.33m/s とした。

iii) 計画河床高

架橋地点では経年的な河川測量が実施されていない。砂利採取等の河床低下を引き起こす要因は確認されていないため、河床は安定傾向にあると考えられる。

したがって、計画河床高は現況河道の最深河床高とし、カピウラ橋で+13.00m、アウム橋で+20.80m とした。

表 3.2.21 橋梁設計に必要な水理・水文に関する諸元

項目		カピウラ橋	アウム橋
計画時 (100 年確率)	計画流量	2,250m ³ /s	550m ³ /s
	H.W.L.	EL+26.20m	EL+32.50m
	設計流速	2.60m/s	2.33m/s
	計画河床高	EL+13.00m	EL+20.80m
	計画河床勾配	1/500	1/450
	橋脚による水位堰上げ量	46mm	21mm
	橋脚周り洗掘深	2.50m	2.50m
	橋脚防護工の敷設範囲	5.00m	5.00m
施工時 (2 年確率程度)	流量	1,200m ³ /s	290m ³ /s
	水位	EL+20.82m	EL+26.99m
	流速	2.17m/s	1.95m/s
極限荷重時 (2000 年確率)	流量	3,750m ³ /s	950m ³ /s
	水位	EL+26.86m	EL+31.68m
	流速	3.09m/s	2.71m/s

※H.W.L は 100 年確立での計算水位より現地での聞き取り調査による既往最大水位の方が高いため、安全側を考慮し、聞き取り調査による既往最大水位を採用した。

⑧ 温度変化

BRIRAP/ADB プロジェクトと同一の以下の値を用いる。

表 3.2.22 温度変化の範囲

項目	最大 (°C)	最小(°C)	摘要
気温	46	0	
橋梁構造物の平均温度	50	6	
橋梁の温度	60	1	
施工時温度	30		
温度変化	30	-29	Δ T=59

出典：ADB プロジェクト BRIRAP の TOR

2) 橋長・支間割の決定方針

アウム川、カピウラ川の架橋地点付近は、橋梁と地形との関係が建設時の図書から確認できるものと変化が無く、30年以上に渡り安定した河道を保持しているものと考えられる。両橋の橋長・支間割の決定は、日本における河川橋梁の計画手法である、河川管理施設等構造令に従った橋梁計画を行うものとする。

橋長・支間割の決定手順を図 3.2.18 に示す。

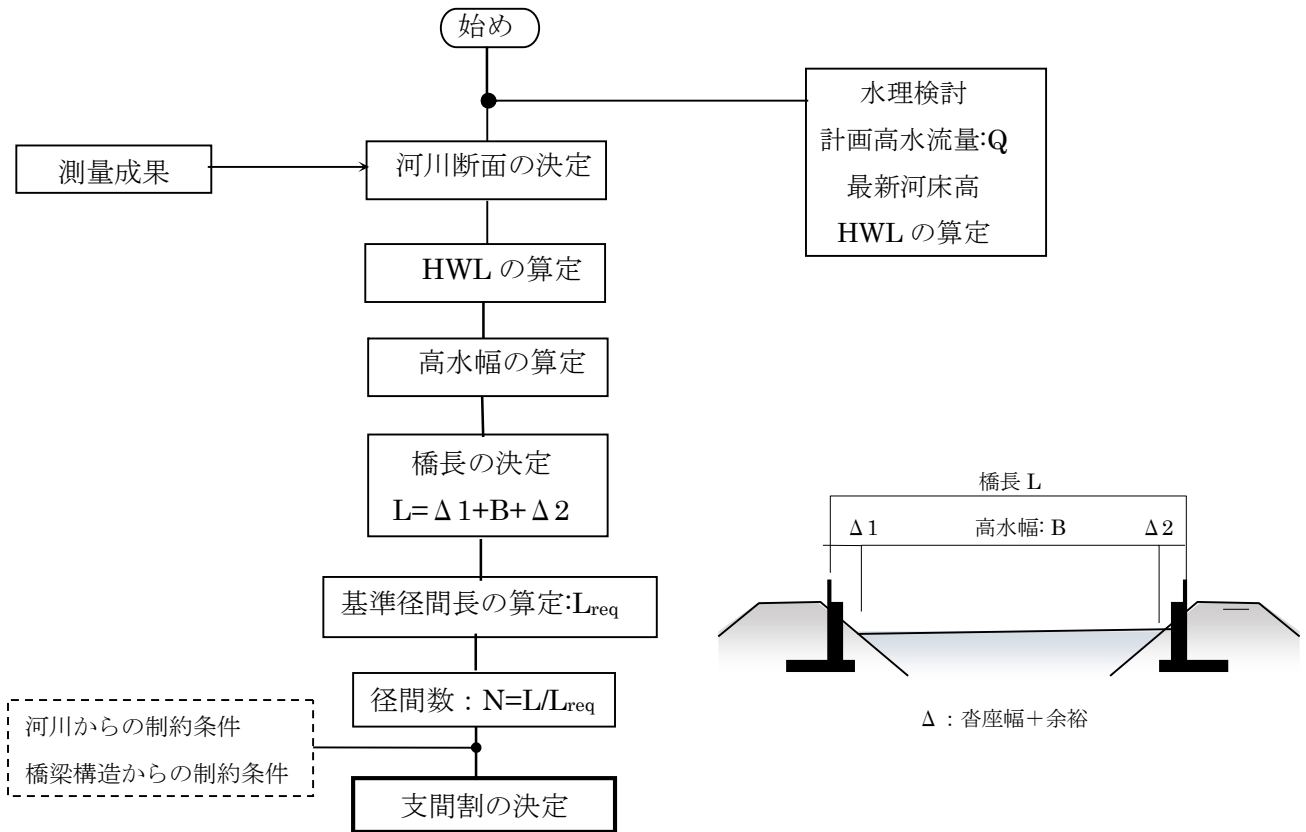


図 3.2.19 橋長決定のフローチャート

橋長・支間割にかかわる具体的な条件は、以下のようである。

- ① 現況河岸は、概ね 1:2.0 の斜面を形成しており、この勾配を用いて架橋位置の計画河川断面を定義する。
 その際、盛土の安定と堤防法面の利用に配慮し、鉛直高 5m ごとに、幅 3m の小段を設ける。
- ② HWL は、水理・水文解析により算定したものをを用いる（表 3.2.21 参照）。
- ③ 橋台は、堤内地盤と河川底面を結ぶ線より下に床付する。
- ④ 橋台は、HWL と堤防の交点より後方に設置する。

- ⑤ 橋脚は、架橋位置の河川断面における最深河床より、0.5m以上根入れする。ただし、河床が予想洗掘深まで洗掘されても、橋脚の安定が保てるように設計する。
- ⑥ 支間長は、基準径間長 $L=0.005Q+20$ 以上とする。
- ⑦ 桁下余裕高は、最小 1.0m（アウム橋）以上とし、高水流量 Q_{100} が $2000\text{m}^3/\text{s}$ 以上の場合、河川管理施設等構造令を準用し 1.2m（カピウラ橋）とする。
- ⑧ 橋脚設置による HWL の上昇量（堰上げ量）は、100mm 以下とする（ADB プロジェクトの条件を適用）

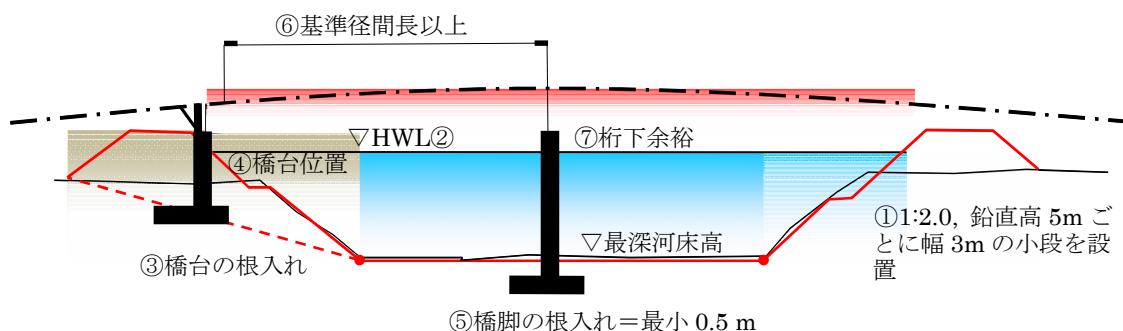


図 3.2.20 橋梁計画の制約事項

3) 橋長・支間割の決定（カピウラ橋）

① 橋長の決定

前項の手法により橋長を決定する。

- 最深河床高 $EL=13.0\text{m}$ を基準として、計画堤防断面を決定する（勾配 1:2.0、鉛直高 5m ごとに 3m の小段を設置）
- $HWL=EL\ 26.2\text{m}$ とし、計画堤防と HWL 交点間距離（高水幅）を求める。
- 高水幅を橋台前面が侵さないように、橋長を定める（沓座幅を 1.5m と仮定する）
- 結果は、図 3.2.20 に示すように、高水幅=134.165m で橋長は、 $L=137.3\text{m}$ となる。

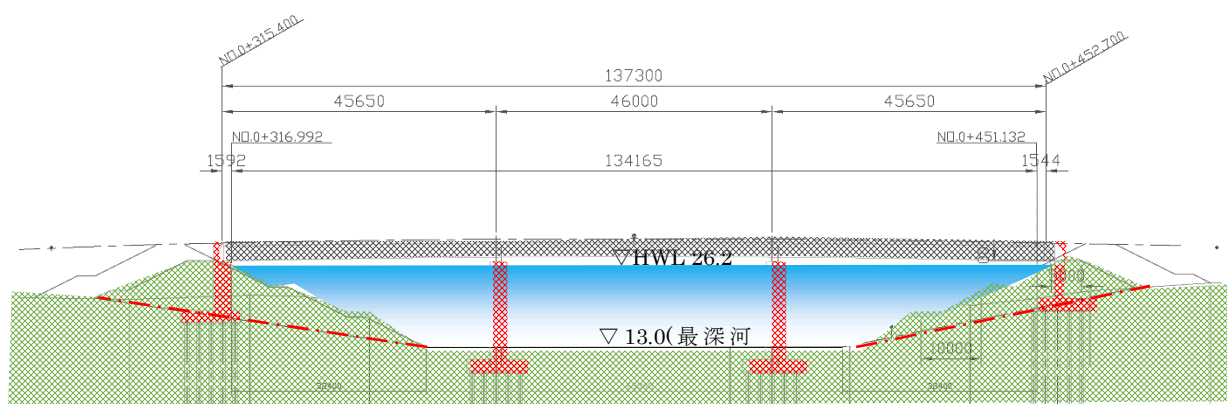


図 3.2.21 カピウラ橋の橋長・支間割説明図

橋長 = 137.3m

② 支間割の決定

基準径間長 $L_{req}=31.25m$ を用いると；

$N = (\text{橋長}) / L_{req} = 137.3 / 31.25 = 4.39 > (4 \text{ 径間以下})$ となり、4 径間が可能である。

表 3.2.23 径間数の比較 (カピウラ橋)

案		4 径間案	3 径間案
工事費	上部	40%	40%
	下部	12%	12%
	基礎	49%	48%
	計	101%	100%
河川への適合性	橋脚が堤防法先に位置するため、護岸への悪影響を与える恐れがある。	橋脚位置は、護岸から 10m 以上離れており、護岸に与える影響は、4 径間案より小さい。	
構造的性	平均支間 35m で、一般的な桁橋の範囲であり、3 径間案と構造的性に大きな違いは無い。	平均支間 45m で、一般的な桁橋の範囲であり、4 径間案と比較して構造的性に大きな違いは無い。	
施工性	水中施工する橋脚数が 3 基で、3 径間案より、施工性に劣る	水中施工する橋脚数が 2 基で 4 径間案より少なく、施工性に優れる。	
判定		採用	

※工事費は直接工事費を示す。

両者の比較を表 3.2.23 に示す。

4 径間案に比べ 3 径間案の方が、経済性で優位である。

一方、設計要領第 2 集 (NEXCO) を参考にすると、経済的に優位な支間長 (最適支間長) の目安は、以下のようである。

$$L=(1.0 \sim 1.5) \times H'$$

$$H'=\text{橋脚高}+ 1/3 \times (\text{基礎構造の根入れ深さ})$$

これに従えば、カピウラ橋の最適支間長は、 $L=(1.0 \sim 1.5) \times (20+1/3 \times 45)=35 \sim 52m$ と算定される。したがって、既設の下路ランガー形式 (カピウラ橋) のように橋脚を設置せず 1 支間 (支間 140m 級) で橋梁を計画する場合や 2 径間として支間 70m 級の橋梁を計画することは、経済的に不利となる。

以上より、カピウラ橋は 3 径間の橋梁として計画する。

支間割は、等径間を基本とするが、中央径間を m 単位に丸め、以下のよう決定する。

$$\text{支間割： 3 径間 (L=45.65m+46.0m+45.65m)}$$

4) 橋長・支間割の決定 (アウム橋)

① 橋長の決定

前項の手法により、橋長の決定を行う。

- 最深河床高を EL=20.8m とし、計画堤防を決定する (勾配 1:2.0、鉛直高 5m ごとに 3m の小段を設置)
- HWL=EL 32.5 m とし、計画堤防と HWL 交点間距離 (高水幅) を求める。
- 高水幅を橋台前面が侵さないように、橋長を定める (沓座幅を 1.5m と仮定する)
- 結果は図 3.2.21 に示すように、高水幅=71.355m(河川直角方向)で橋長は、L=76.0 m (道路中心線上) となる。

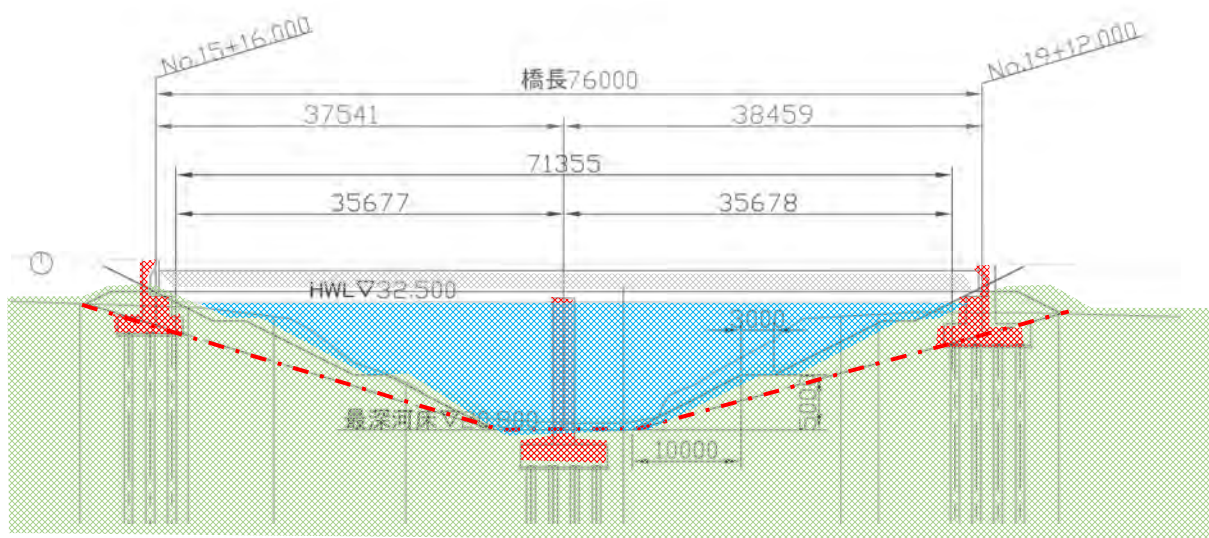


図 3.2.22 アウム橋の橋長・支間割説明図

橋長=76.0m

② 支間割の決定

- 基準径間長 $L_{req}=22.75$ m (表 3.2.18 参照) を用いると ;
- $N=(橋長) / L_{req} = 74.80 / 22.75 = 3.28 > (3 径間以下)$ となり、3 径間、および 2 径間の橋梁が可能である。
- 両者の比較を表 3.2.24 に示す。

表 3.2.24 径間数の比較表

案		2 径間案	3 径間案
工 事 費	上部	35%	37%
	下部	12%	12%
	基礎	53%	55%
	計	100%	104%
河川への 適合性	橋脚幅 2.0m で河積阻害率 2.8%<5.0% で余裕がある。	橋脚幅 1.5m で河積阻害率 4.2%<5.0%と 比較的大きい	
構造的性	上部工：支点上折桁で平面曲線に対応 させるが、支間が大きいので 3 径間よ りやや不利	上部工：平面曲線への対応は、2 径間案よ り容易	
施工性	水中施工する橋脚数が 1 基のみで、3 径間案より、施工性に優れる	水中施工する橋脚数が 2 基あり施工時期 に制約を受けるため、2 径間案より施工性 に劣る。	
判定	採用		

※工事費は直接工事費を示す。

2 径間案と 3 径間案では、2 径間案が、経済性で 4%優位である。また川に与える影響（河積阻害率）や施工性の点でも 2 径間案が優位である。

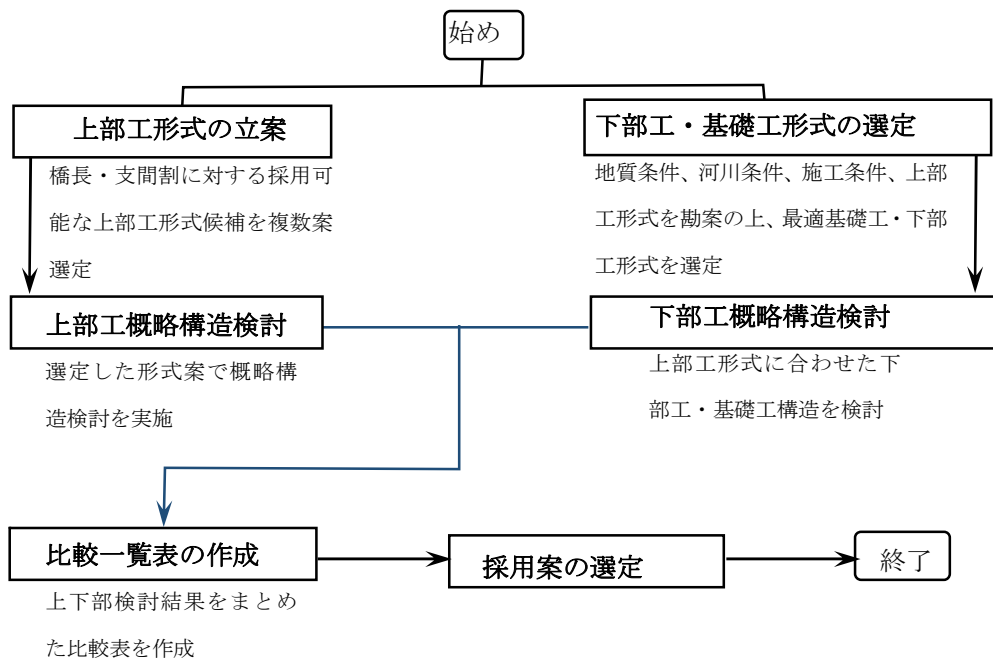
また、1 径間案については、平面線形が曲線であり合理的な計画が困難なため、除外するものとする。

以上より、アウム橋の支間割は、橋脚を河川中心に設けるものとするれば、A1 橋台 (No.15+16.0), P1 橋脚 (No.17+14.429), A2 橋台 (No.19+12.0) となり、L=38.429m+37.571m となる。

支間割：2 径間 (L=38.429m+37.571m)

5) 橋梁形式の選定

橋梁形式の選定は、次の手順で行う。



① 上部工形式の立案

表 3.2.23 及び、表 3.2.24 に上部工形式の標準適用支間表を示す。

カピウラ橋の支間を、L=46m、アウム橋の支間長を L=38m とすると、「適用支間表」より、以下の橋梁形式が、採用形式の候補として挙げられる。これらに対するコメントを、表 3.2.22 に示す。

表 3.2.25 採用可能な橋梁形式一覧

種別	形式案	コメント	判断
鋼橋	単純鈹桁橋	単純形式は、耐震性を考慮し不採用	×
	単純箱桁橋	〃	×
	連続鈹桁橋	中小橋梁形式では、最も一般的な形式である。	○
	連続箱桁橋	中規模橋梁では、最も一般的な形式である。	○
	鋼床版橋	中小支間にこの形式を用いるのは、桁高制限を受け、鉄筋コンクリート床版を有する鈹桁、箱桁形式が成立しない場合、あるいは上部工の軽量化が重要な場合に限られる。鈹桁、箱桁に比べ、経済的に劣る。	×
PC橋	単純ポステンT	単純形式は、耐震性を考慮し不採用	×
	単純PCコンポ橋	〃	×
	連続ポステンT	中小規模の橋梁では一般的な橋梁形式であり、適用可能であるが、連続PCコンポ橋と類似形式であり、コンポ橋より経済的に劣るため、不採用とする。	×
	連続PCコンポ橋	中小規模の橋梁では、一般的な軽視であり適用可能。ポステンTとの経済比較では、床版横締めが無いこの形式が有利であり、形式案として採用するものとする。	○
	支保工/単純箱桁	河川橋梁のため、固定支保工による施工は避けるべきである	×
	支保工/連続箱桁	〃	×
	π型ラーメン	地形に適合しない	×
コンクリートアーチ	地形に適合しない	×	

以上より、鋼橋では、連続鈹桁、連続箱桁、PC橋では、PCコンポ橋（連続桁）が適用可能である。これらを比較の上、最適橋梁形式を選定する。

比較検討の対象とする構造形式：

第1案 連続鈹桁
第2案 連続箱桁
愛3案 PCコンポ橋（連続桁）

表 3.2.26 上部工標準適用支間（鋼橋）

橋梁形式		支間長(m)																桁高 スパンの 目安	備 考	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150			
鋼 橋	プレートガーダー系	H形鋼橋			■													-		
		単純形式	■															1/18		
		箱桁橋			■													1/22		
		連続形式	■			■													1/17	
			■				■												1/23	
		■				■												■	■	
	ラーメン橋				■													-		
	トラス系	単純トラス橋					■												1/9	
		連続(ゲルバー)トラス橋						■											1/10	
		逆ランガー桁橋							■										1/6.5	
	アーチ系	逆ローゼ桁橋								■									1/6.5	
		ランガー桁橋							■										1/6.5	
		トラスランガー桁橋								■									1/6.5	
		ローゼ桁橋									■								1/6.5	
		ニールセンローゼ桁橋										■							1/6.5	
	アーチ橋										■							1/6.5		
	斜張橋															■		-		
	吊橋																■	-		

出典：国土交通省 設計施工要領

カビウラ橋 L=46m

アウム橋 L=38m

表 3.2.27 上部工標準適用支間 (コンクリート橋)

橋梁形式			支間長(m)														桁高 スパンの 目安	備考		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140			150	
PC 橋	プレキャスト 桁架設	プレテンション	単純	中空床版	■													1/24		
			単純	T桁		■												1/18		
			連続	T桁		■												1/18		
		ポストテンション	単純	T桁			■	■											1/18	
			単純	PC コンポ 橋			■	■											1/15	
			連続	T桁			■	■											1/18	
	支保工架設	単純桁	中空床版		■													1/22		
			箱桁			■	■											1/20		
			連続	箱桁			■	■										1/20		
		張出架設	連続 ラーメン	箱桁					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1/18	
			その他	π型 ラーメン	中空床版			■	■										-	
				斜張橋	T(版)桁					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-
RC 橋	中空床版			■												1/18				
コンクリートアーチ						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-			

(注) 1.トラス、アーチ形式の桁高は、主構高またはアーチライズを表す。
 2.曲線適否・○印は、主構を曲線に沿って曲げられるもの。
 ・×印は、主構を曲線に沿って、曲げられないもの。

出典：国土交通省、設計施工要領

カビウラ橋 L=46m

アウム橋 L=38m

② 基礎工形式の選定

i) 支持層の検討

地質調査の結果、本路線上に分布する土質は、河床堆積物のみで構成され、基盤岩の出現は確認されていない。本調査では明確な基盤層が確認されなかった。従って、橋梁の支持層として、平均N値 30 以上が連続している層を支持層とした。支持層の深度については、架橋位置毎に多少のばらつきはあるものの、概ねアウム橋、カピウラ橋ともに EL-20.0m 付近に存在する。アウム橋、カピウラ橋の想定地層断面図を図 3.2.22、図 3.2.23 に示す。

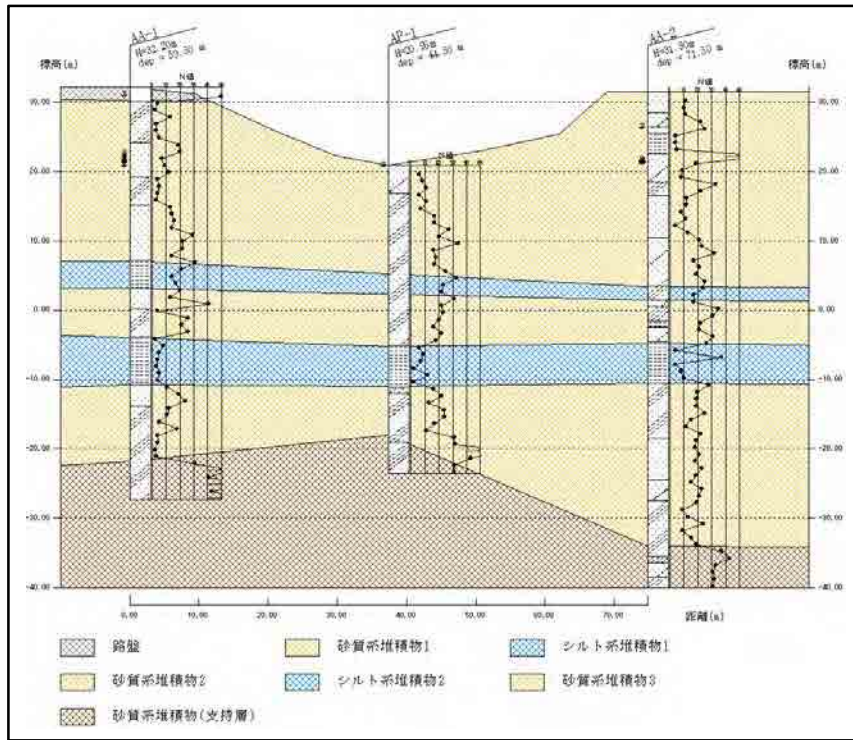


図 3.2.23 想定地層断面図 アウム橋

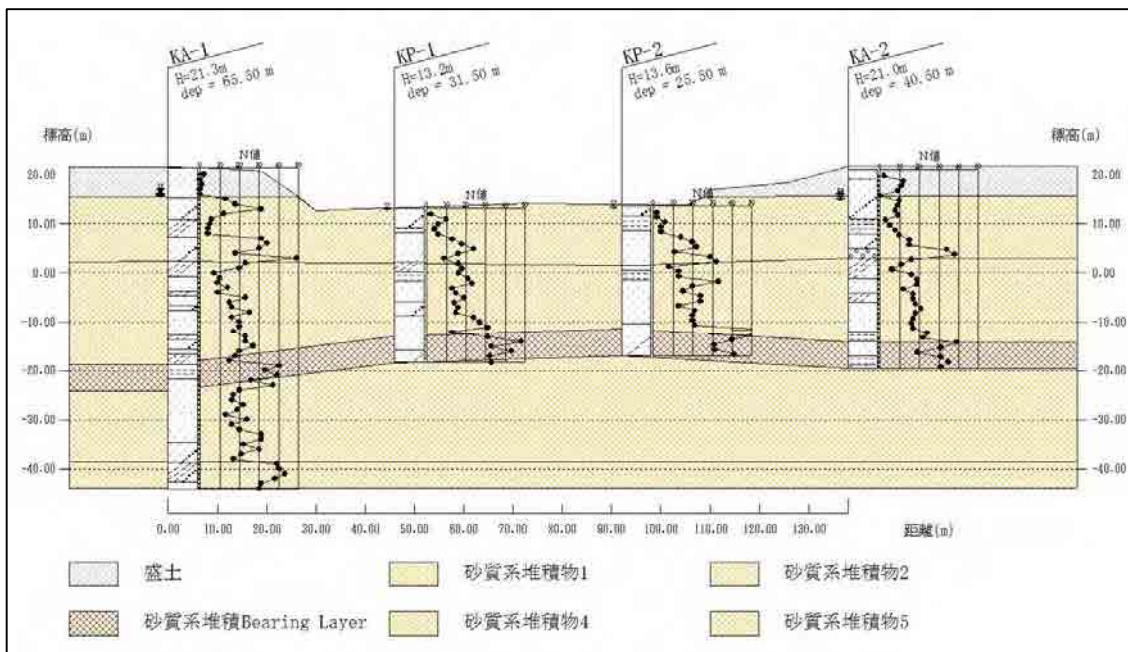


図 3.2.24 想定地層断面図 カピウラ橋

ii)地盤定数の検討

ー地盤定数の設定方針

基礎工の設計計算に用いる地盤定数は以下の方針に基づき設定する。

- 土の単位体積重量 γ (kN/m³) : 土砂については、室内土質試験結果及び、NEXCO の設計要領に基づき設定する。
- せん断抵抗角 ϕ (deg) : 砂質土については、標準貫入試験結果(以下、N 値)による推定値を用いる。N>5 の砂質土については、道路橋示方書(平成 8 年)の推定式 $\phi=15+\sqrt{15N}$ を用いて推定する。N<5 の砂質土については、NEXCO 設計要領の土質定数標準値を用いる。
- 粘着力 c (kN/m²) : 粘性土、シルトについては N 値からの推定値を用いる。道路橋示方書では、 $c=6\sim 10N$ と示されており、今回は安全側を考慮して $c=6N$ として用いる。
- 変形係数 E_0 (kN/m²) : 土の変形係数は、道路橋示方書に示される推定式 $E_0=700N$ を用いる。

ー地盤定数検討結果

設計に用いる地盤定数を、表 3.2.28 に示す。

表 3.2.28 土質定数一覧

Boring No.	Soil Type	N blow	Unit wight γ (kN/m ³)	Angle of Shear Resistance ϕ (deg)	Adhesion c (kN/m ²)	Elastic Modulus E_0 (kN/m ²)
Kapiura	砂質土 1	9	17.0	27.0	0.0	6,300
	砂質土 2	17	17.0	31.0	0.0	11,900
	砂質土 3	22	17.0	33.0	0.0	15,400
	砂質土 4	32	19.0	37.0	0.0	22,400
	砂質土 5	22	18.0	33.0	0.0	15,400
	砂質土 6	36	19.0	38.0	0.0	25,200
Aum	砂質土 1	15	17.0	30.0	0.0	10,500
	シルト 1	19	17.0	32.0	0.0	13,300
	砂質土 2	23	17.0	34.0	0.0	16,100
	シルト 2	8	16.0	26.0	0.0	5,600
	砂質土 3	16	17.0	30.0	0.0	11,200
	砂質土 4	41	19.0	40.0	0.0	28,700

iii)基礎工の検討

－基礎工形式の分類

橋梁の基礎工形式は支持層深度により直接基礎形式と杭基礎形式を使い分けることが多い。一般的には支持層の深さが地表から 5m程度までは直接基礎形式が経済性に優れ、それを超える場合は杭基礎形式が経済性で優位となる傾向にある。

これを踏まえて本プロジェクトにおける支持層が深いため、基礎工形式は杭基礎を採用する。

－杭種の選定

表 3.2.29 に杭基礎形式の標準選定表を示す。

表 3.2.29 杭基礎形式の標準選定表

基礎形式		杭基礎																	
		打込み杭工法		中 掘 り 杭 工 法				鋼管ソイルセメント杭工法		場所打ち杭工法			鋼管回転圧入杭工法						
		P H C 杭 ・ S C 杭	鋼管杭	PHC杭・SC杭		鋼管杭		鋼管ソイルセメント杭工法		場所打ち杭工法			鋼管回転圧入杭工法						
適用条件	適用条件	打込み杭工法	鋼管杭	PHC杭・SC杭	鋼管杭	鋼管ソイルセメント杭工法	鋼管ソイルセメント杭工法	場所打ち杭工法	場所打ち杭工法	場所打ち杭工法	鋼管回転圧入杭工法	鋼管回転圧入杭工法	鋼管回転圧入杭工法	鋼管回転圧入杭工法					
		打撃工法	バシマ工法	最終打撃方式	噴出攪拌方式	打コンクリート	最終打撃方式	噴出攪拌方式	打コンクリート	最終打撃方式	噴出攪拌方式	打コンクリート	最終打撃方式	噴出攪拌方式	打コンクリート				
地盤条件	支持層までの状態	表層近傍又は中間層にごく軟弱層がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		中間層にごく硬い層がある	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		中間層にれき径 50mm以下	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		中間層にれき径 50～100mm	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	中間層にれき径 100～500mm	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	液状化する地盤がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	支持層の深さ	5m未満	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		5～15m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		15～25m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		25～40m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
40～60m		△	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
60m以上	×	△	△	×	×	×	×	×	×	×	△	△	×	△	×	○	○		
土質	砂・砂れき (30 ≤ N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	粘性土 (20 ≤ N)	○	○	○	△	×	○	△	×	△	×	△	△	○	○	○	△	△	
	軟岩・土丹	×	○	△	○	△	×	○	△	×	△	△	○	○	○	△	△	×	
硬岩	硬岩	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	×	×	
	傾斜が大きい、層面の凹凸が激しい等、支持層の位置が同一深度では無い可能性が高い	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	
地下水の状態	地下水位が地表に近い	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	
	湧水量が極めて多い	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	○	
	地表より2m以上の被圧地下水	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	
支持形式	地下水流速 3m/min 以上	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	
	支持層の摩擦	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
施工条件	水深 5m 未満	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	×	×	○	△	○	○	
	水深 5m 以上	△	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×	×	△	×	○	
	作業空間が狭い	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	杭の施工の影響	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	
周辺環境	有害ガスの影響	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	振動騒音対策	×	×	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
周辺環境	振動騒音対策	×	×	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	隣接構造物に対する影響	×	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○：適合性が高い △：適合性がある ×：適合性が低い

アウムとカピウラ橋は、共に河川内に橋脚が計画されているため、河川内での締切りを前提に「水深 5m未満」の条件で優れる基礎形式に着目し、採用可能な基礎形式とそのコメントを表 3.2.30 に示す。

表 3.2.30 採用可能な杭基礎形式の比較

基礎形式	コメント	判断
PHC 杭・SC 杭	搬入中や打撃中の杭の損傷が懸念され、PNG での施工実績が無いため不採用。	×
鋼管杭（打撃工法）	施工性に優れ工期も短い。また、PNG での施工実績も最も多い。	○
鋼管杭（パイプロハンマ工法）	パイプロハンマによる打込み止め管理が容易ではなく、PNG での施工実績も無いため不採用。	×
場所打ち杭（リバース工法）	支持層の確認や、安定液の管理、さらに施工者により杭本体の品質に差異が生じるなど施工管理は容易ではない。さらに、PNG での施工実績も僅かだがある。	○
鋼管回転圧入杭	PNG での施工実績はないが、回転トルクの抵抗値より、支持層の確認が可能で、硬質層に対しても確実な施工が可能で施工性に優れ、工期も最も短くなる。	○

以上より、基礎形式候補としては、鋼管杭（打撃工法）、場所打ち杭（リバース工法）、鋼管回転圧入杭が挙げられる。これらの基礎形式を比較検討の上、最適基礎形式の選定を行う。

比較検討の対象とする基礎形式：

- 第 1 案 鋼管杭（打撃工法）
- 第 2 案 場所打ち杭（リバース工法）
- 第 3 案 鋼管回転圧入杭

カピウラ橋 A1 橋台を対象に行った比較検討のうち、杭種検討結果を表 3.2.31、杭径の比較検討結果を表 3.2.32 に示す。

比較検討の結果、最も経済的で施工性に優れる、第 1 案鋼管杭、φ 800 を選定する。

表 3.2.31 杭種比較検討一覧表 (カピウラ橋 A1 橋台)

杭種		鋼管杭 (Dia.800, t=16mm)			場所打ち杭 (Dia.1500)			鋼管回転杭(羽根外径=15D) (Dia.700, t=16mm)				
形状寸法												
		杭長 $l=$ 37.0 m 本数 $n=$ 30 本			杭長 $l=$ 37.5 m 本数 $n=$ 16 本			杭長 $l=$ 36.5 m 本数 $n=$ 30 本				
概算工費	項目	単位	数量	概算工費率	数量	概算工費率	数量	概算工費率	数量	概算工費率		
	コンクリート工	m ³	535	10.3%	662	12.7%	278	5.3%				
	鉄筋工	t	54	1.6%	100	2.9%	41	1.2%				
	掘削工	m ³	1373	0.3%	2221	0.5%	1119	0.3%				
	杭基礎	m	1110	87.8%	600	122.6%	1095	108.9%				
合計	-	-	-	100.0%	-	138.8%	-	115.7%				
比率	-	-	100%	○	139%	△	116%	△				
施工工期	項目	単位	数量	施工速度	施工日数	数量	施工速度	施工日数	数量	施工速度	施工日数	
	パイルキャップ	m ³ 日	302	2.25	134.22	659	2.25	292.89	277	2.25	123.11	
	掘削工	m ³ 日	1373	132.00	10.40	2221	132.00	16.83	1119	132.00	8.48	
	杭基礎	本 日	30	0.78	38.46	16	0.75	21.33	30	0.75	40.00	
	合計	- 日	-	-	184.00	-	-	332.00	-	-	172.00	
比率	-	-	107%	△	193%	△	100%	○				
構造的性	- 杭体の剛性が低く、杭の水平変位が大きい。 - 杭先端は閉端となり、杭の先端支持力がやや小さい。			△	- 杭体の剛性が高く、杭の水平変位が小さい。 - 杭先端は閉端となり、鋼管杭より杭の先端支持力が大きい。			○	- 鋼管の先端に杭径1.5倍又は2.0倍の羽根を取り付けた鋼管杭である。 - 先端羽根は、供用時には大きな底面積で押し込みや引き抜き荷重を支える役割を持つ。			○
施工性	- 杭は工場製作される既製品であり、杭の品質は優れる。 - 杭ごとに打撃により支持力を確認しながら打ち止め管理を行うことが可能である。 - 残土が発生しない。 - PNGでの施工実績も最も多い。			○	- 支持層の確認や、安定液の管理、さらに施工者により杭本体の品質に差異が生じるなど高度な施工技術が必要となる。 - 泥水処理、排土処理が必要である。 - PNGでの施工実績が殆ど無い。			△	- 回転抵抗値より、支持層の確認が可能で、硬質層に対しても確実な施工が可能で施工性に優れる。 - 残土が発生しない。 - 全旋回機が必要となり、PNGでの施工実績が無い。			△
総合評価	経済性と施工性に最も優れる。			○	経済性と施工性に劣る。			△	経済性及び現地での施工性に劣る。			△

表 3.2.32 杭径比較検討一覧表 (カピウラ橋 A1 橋台)

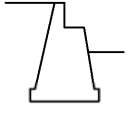

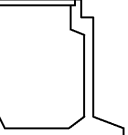
杭径		鋼管杭 (Dia.600, t=16mm)			鋼管杭 (Dia.800, t=16mm)			鋼管杭 (Dia.1000, t=19mm)				
形状寸法		<p>杭長l= 37.0 m 本数n= 42 本</p>			<p>杭長l= 37.0 m 本数n= 30 本</p>			<p>杭長l= 37.5 m 本数n= 24 本</p>				
概 算 工 費	項目	単位	数量	概算工費	数量	概算工費	数量	概算工費	数量	概算工費		
	コンクリート工	m ³	426	8.2%	535	10.3%	548	10.5%				
	鉄筋工	t	44	1.3%	54	1.6%	57	1.6%				
	掘削工	m ³	1152	0.3%	1373	0.3%	1400	0.3%				
	杭基礎	m	1554	123.0%	1110	87.8%	888	70.3%				
	合計	-	-	132.7%	-	100.0%	-	82.8%				
比率	-	-	133%	△	100%	○	83%	△				
施 工 工 期	項目	単位	数量	施工速度	施工日数	数量	施工速度	施工日数	数量	施工速度	施工日数	
	パイルキャップ	m ³ 日	240	2.25	106.67	302	2.25	134.22	371	2.25	164.89	
	掘削工	m ³ 日	1152	132.00	8.73	1373	132.00	10.40	1400	132.00	10.61	
	杭基礎	本 日	42	0.75	56.00	30	0.75	38.46	24	0.78	30.77	
	合計	- 日	-	-	172.00	-	-	184.00	-	-	207.00	
	比率	-	-	93%	△	100%	△	113%	○			
構 造 性	- 杭支持力の安全率(最大杭頭反力/許容支持力)=0.898 - 水平変位の安全率(最大水平変位/許容変位量)=0.800 - 杭断面の応力度安全率(最大応力度/許容応力度)=0.898			○	- 杭支持力の安全率(最大杭頭反力/許容支持力)=0.877 - 水平変位の安全率(最大水平変位/許容変位量)=0.851 - 杭断面の応力度安全率(最大応力度/許容応力度)=0.899			○	- 杭支持力の安全率(最大杭頭反力/許容支持力)=0.892 - 水平変位の安全率(最大水平変位/許容変位量)=0.913 - 杭断面の応力度安全率(最大応力度/許容応力度)=0.811			△
施 工 性	- 杭本数が最も多く、施工性に劣る。			△	- 杭本数が多く、施工性に劣る。			△	- 杭本数が最も少なく、施工性に優れる。			○
総 合 評 価	構造的に優れるが、経済性と施工性に劣る。			△	施工性は最適ではないが、経済性と構造的に優れる。			○	施工性に最も優れるが、経済性と構造的に劣る。			△

③ 下部工形式の選定

i) 橋台形式の選定

橋台は構造高及び橋梁規模を考慮して逆 T 式橋台を採用する。たて壁背面の形状については、施工性を配慮して控え壁の設置や断面変化は行わず、直線的な形状で計画する。

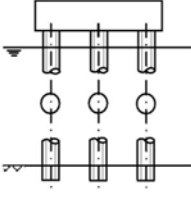



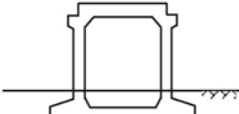
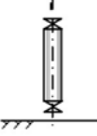
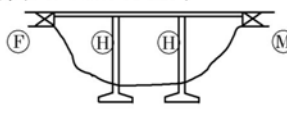
表 3.2.33 橋台形式選定表

形 式	適用高さ	特 徴
重力式 	$H \leq 4 \sim 5m$	<ul style="list-style-type: none"> 本体自重を大きくし、躯体断面には圧縮応力のみ働くように設計する。 構造が簡単で施工も容易であるが、躯体重量が大きいためそれだけ基礎地盤に与える影響も大きい。
逆 T 式 	$5m \leq H \leq 15m$	<ul style="list-style-type: none"> 施工性が良くしかも構造が単純となるので $H=15m$ 程度まで用いられる。 躯体は単位幅に軸方向力(偏心)と曲げモーメントを受ける矩形 RC 断面として設計する。 自重を少なくし、背面土砂の自重で安定を保つ。 立地条件によっては、L 形橋台を採用する場合もある。
控え壁式 	$12m \leq H \leq 15m$	<ul style="list-style-type: none"> 前壁は連続版として、控え壁は T 空梁として断面設計を行う。 断面に比べて鉄筋量が多くなるためコンクリートの打設は入念に行う。 控え壁囲の裏込土砂の転圧に注意を要する。
箱 式 	$13m \leq H \leq 20m$	<ul style="list-style-type: none"> 中空とすることにより地震時慣性力が小さくなることから、杭基礎とする場合には、経済的な形式となる場合がある。 直接基礎の場合は、滑動において不利となるので、中空部に土を入れることが多い。
ラーメン式 		<ul style="list-style-type: none"> 躯体が高くなると、裏込め土砂の鉛直力及び地震時慣性力が大きくなるためその軽減を図る。 上部工からの大きい水平力に抵抗する場合に用いられることが多い。 ラーメン形式として背面に通路を設ける場合に用いられる。 その他、ラーメン形式とする方が、他案に比べて経済的、構造的に有利となる場合。
その他	中抜き式橋台(前壁中間部の省略) 	盛りこぼし橋台(盛土法肩上の小橋台)  注) 側方流動に対し注意すること。

ii) 橋脚形式の選定

橋脚は一般的な形式である逆 T 式を採用する。橋脚の水平断面形状は設置位置が河川内となるため、流水が作用する部分については流心方向に細長い楕円形を採用することとする。

表 3.2.34 橋脚形式選定表

形 式	適 用 条 件	特 徴
パイルベント又は多柱 	<ul style="list-style-type: none"> 山留、縮切が可能な湖沼や海岸部。(河川部では許可が必要) 	<ul style="list-style-type: none"> 杭基礎頂部を横梁で結合したラーメン構造(計算上はヒンジ) 隅角部の補強が構造的に困難。 橋軸方向へはフレキシブルなため落橋防止に、橋座幅を十分に確保する必要がある。 仮設工が不用なため施工が簡単で、安価である。
壁 式: 矩型(1) 小判型(2) 張出し式: 円柱(3) 角柱(4) 二本柱(5) 矩型(6) 小判型(7)		<ul style="list-style-type: none"> 一般的な形式で、躯体に生ずる引張力を鉄筋によって補強する。 橋軸直角方向は、両端張出し梁形式が多い(桁下空間の利用)。 流水中に張出しを設ける場合は、張出し部下面をHWL面以下にする。 (2) (7) 流心方向が一定の河川部に多い。 (3) 流心が定まらない河川部、交差点付近の高架橋で視距を問題とする場合などに用いられる。美観は良いが、施工性、経済性において角柱よりやや劣る。 (5) 橋軸方向にはラーメン形式となる。
T		<ul style="list-style-type: none"> (2) (7) 流心方向が一定の河川部に多い。 (3) 流心が定まらない河川部、交差点付近の高架橋で視距を問題とする場合などに用いられる。美観は良いが、施工性、経済性において角柱よりやや劣る。 (5) 橋軸方向にはラーメン形式となる。
式		<ul style="list-style-type: none"> (2) (7) 流心方向が一定の河川部に多い。 (3) 流心が定まらない河川部、交差点付近の高架橋で視距を問題とする場合などに用いられる。美観は良いが、施工性、経済性において角柱よりやや劣る。 (5) 橋軸方向にはラーメン形式となる。
ラーメン式		<ul style="list-style-type: none"> 構造寸法を小さくする場合 鉄道橋に多い構造で上・下部一体であり、橋軸、直角方向ともにラーメン構造(温度変化応力などから、3~4 径間が限度) 市街地における異形ラーメンでは、立地・施工条件を考えて、鋼製脚とする場合が多い。
柱式		<ul style="list-style-type: none"> ロッカー式、固定式
その他	高橋脚(フレキシブルピア)  H: ヒンジ査 M: 可動査 F: 固定査	<ul style="list-style-type: none"> 25~30m 以上の高橋脚は、橋脚自体の地震時水平力を分散 軽減する目的で、ある程度の変位を許したフレキシブルタイプとする方が有利な場合が多い。

iii)構造高の検討

➤ 橋台構造高

堤防に設ける橋台の底面を堤防の地盤高以下とするものである。ここに「堤防の地盤高」とは、実務上の取り扱いとして、下図に示すように堤防の表のり尻と裏のり尻とを結ぶ線とみなしている。ただし、同図において高水敷幅が狭く、当該部分をむしろ表小段と考えることが適当である時は、それも含めて堤防と考えなければならない。

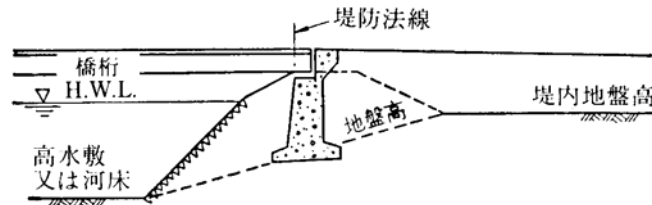
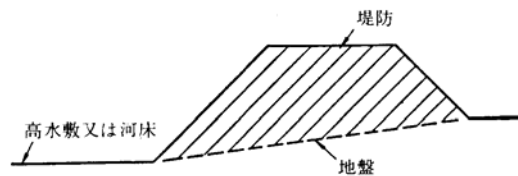


図 3.2.25 橋台の位置



(b) 堤防と地盤とが明確に区分できない場合

図 3.2.26 堤防と地盤の区分

➤ 橋脚構造高

橋脚の底版が河川の通水断面を阻害することを避けるため、橋脚底版の天端は河床より深い位置に置くことを基本とする。

河床は土砂であり、橋脚底版の天端は現況河床から土かぶり 0.5m程度を確保した高さとする。

➤ 杭長

杭長は次の方針で決定する。

－支持地盤への根入れ長

支持地盤が土砂の場合、最小根入れ長は杭径 (D) 以上とする。

－底版への埋め込み長

杭頭の底版内への埋め込み長は 0.1mを基本とする。

－杭全長

杭長は底版内の埋め込み長を含んだ長さとし、0.5m単位で設定する。

④ 橋梁形式の選定

上部工形式の立案で選定した橋梁形式について、検討を行った結果を比較表に示す。

i)カピウラ橋

表 3.2.35 橋梁形式比較表 (カピウラ橋)

	側面図	桁断面図
第1案 連続 鋼桁		
第2案 連続 箱桁		
第3案 PC コンポ 橋連続 桁		

		特性比較			
第1案 連続 鋼桁	経済性	上部工 39.9%	下部工 12.1%	基礎工 48.0%	合計 100.0% (○)
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製の I 断面の主桁と RC 床版により構成される最もシンプルな構造形式である。 上部工が軽いため、基礎工の数量も少ない。(○) 			
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> 桁重量が最も軽いことから、栈橋上よりクレーンにより桁架設が可能となることで、施工性が最も優れ工期も最短となる。(○) 			
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼重が最も軽く、連続桁とすることで耐震性に最も優れ、基礎工への影響も小さい。(○) 			
	維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 本橋では、耐候性鋼材の腐食環境の維持と安定さびの生成までの維持管理が困難なことから、定期的な塗装による防食が必要である。(△) 			
	評価	<ul style="list-style-type: none"> 経済性、施工性、及び耐震性に最も優れ、「パ」国で最も施工実績が多いことから、本橋には最適だと考えられる。(○) 			
第2案 連続 箱桁	経済性	上部工 48.0%	下部工 14.4%	基礎工 57.6%	合計 120.0% (△)
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製の箱断面の主桁と RC 床版により構成された構造形式で、第1案より、曲げやねじれ剛性は高く、床組や横構も省略できる。(○) 			
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> 桁重量が第1案より重く、クレーンによる桁架設が不可能なことから、架設桁、もしくはベントを用いた桁架設が必要であり施工性に劣る。(△) 			
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼重が第1案より重く、当該地盤が地震時に液状化する可能性が高いことから、上部工は軽い形式が適しており耐震性にやや劣る。(△) 			
	維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 本橋では、耐候性鋼材の腐食環境の維持と安定さびの生成までの維持管理が困難なことから、定期的な塗装による防食が必要である。(△) 			
	評価	<ul style="list-style-type: none"> 構造的性に優れるものの、経済性、施工性、耐震性、及び維持管理特性に劣ることから、本橋には適さない。(△) 			
第3案 PC コン ポ 橋 連 結 桁	経済性	上部工 50.4%	下部工 15.1%	基礎工 60.5%	合計 126.0% (△)
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> 主桁および中間横桁を少数化し、P C 板を使用した合成床版を採用した構造である。 従来の多主桁橋に比べ、構造の合理化が図れ、床版の耐久性向上により L C C が低減されるが、他案に比べ重量が最も重く基礎の数量も多い。(○) 			
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> 大型のプレスキャスト桁の架設には、門型クレーン併用による架設桁架設が必要であり、現場への機器の持ち込みも含め施工性に劣る。(△) 			
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 従来のプレキャスト桁より、桁本数が低減することで耐震性は向上させているものの、他案の鋼製桁と比べ桁重量は重く、耐震性は他案と比べ劣り基礎工への影響も大きい。(△) 			
	維持管理	<ul style="list-style-type: none"> PC コンポ橋は、工場製作により、高強度、高品質のコンクリートを打設できることから、塩害に対する耐久性に優れる。(○) 			
	評価	<ul style="list-style-type: none"> 構造的性、及び維持管理特性に優れるものの、経済性、施工性、耐震性に劣ることから、本橋には適さない。(△) 			

ii) アウム橋

表 3.2.36 橋梁形式比較表 (アウム橋)

案	側面図	桁断面図
第1案 連続鋼桁		
第2案 連続箱桁		
第3案 PCコンポ橋 連結桁		

		特性比較			
第1案 連続 鋼桁	経済性	上部工 35.3%	下部工 11.7%	基礎工 53.0%	合計 100.0% (○)
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製の I 断面の主桁と RC 床版により構成される最もシンプルな構造形式である。 上部工が軽いため、基礎工の数量も少ない。 (○) 			
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> 桁重量が最も軽いことから、栈橋上よりクレーンにより桁架設が可能となることで、施工性が最も優れ工期も最短となる。 (○) 			
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼重が最も軽く、連続桁とすることで耐震性に最も優れ、基礎工への影響も小さい。 (○) 			
	維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 本橋では、耐候性鋼材の腐食環境の維持と安定さびの生成までの維持管理が困難なことから、定期的な塗装による防食が必要である。 (△) 			
	評価	<ul style="list-style-type: none"> 経済性、施工性、及び耐震性に最も優れ、「パ」国で最も施工実績が多いことから、本橋には最適だと考えられる。 (○) 			
第2案 連続 箱桁	経済性	上部工 41.7%	下部工 13.6%	基礎工 61.7%	合計 117.0% (△)
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製の箱断面の主桁と RC 床版により構成された構造形式で、第1案より、曲げやねじれ剛性は高く、床組や横構も省略できる。 (○) 			
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> 桁重量が第1案より重く、クレーンによる桁架設が不可能なことから、架設桁、もしくはベントを用いた桁架設が必要であり施工性に劣る。(△) 			
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 鋼重が第1案より重く、当該地盤が地震時に液化化する可能性が高いことから、上部工は軽い形式が適しており耐震性にやや劣る。 (△) 			
	維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 本橋では、耐候性鋼材の腐食環境の維持と安定さびの生成までの維持管理が困難なことから、定期的な塗装による防食が必要である。 (△) 			
	評価	<ul style="list-style-type: none"> 構造的性に優れるものの、経済性、施工性、耐震性、及び維持管理特性に劣ることから、本橋には適さない。 (△) 			
第3案 PC コンポ 橋 連続 結 桁	経済性	上部工 51.3%	下部工 16.8%	基礎工 76.9%	合計 145.0% (△)
	構造的性	<ul style="list-style-type: none"> 主桁および中間横桁を少数化し、PC板を使用した合成床版を採用した構造である。 従来の多主桁橋に比べ、構造の合理化が図れ、床版の耐久性向上によりLCCが低減されるが、他案に比べ重量が最も重く基礎の数量も多い。(○) 			
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> 大型のプレキャスト桁の架設には、門型クレーン併用による架設桁架設が必要であり、現場への機器の持ち込みも含め施工性に劣る。(△) 			
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 従来のプレキャスト桁より、桁本数が低減することで耐震性は向上させているものの、他案の鋼製桁と比べ桁重量は重く、耐震性は他案と比べ劣り基礎工への影響も大きい。(△) 			
	維持管理	<ul style="list-style-type: none"> PCコンポ橋は、工場製作により、高強度、高品質のコンクリートを打設できることから、塩害に対する耐久性に優れる。(○) 			
	評価	<ul style="list-style-type: none"> 構造的性、及び維持管理特性に優れるものの、経済性、施工性、耐震性に劣ることから、本橋には適さない。(△) 			

6) 橋梁基本設計

① 桁高・桁配置

i) 桁高

経済的な桁高を選定するため、カピウラ橋とアウム橋について桁高を変化させて概略計算を実施して鋼重を比較した。

以下に示す通り、カピウラ橋では桁高が 2.1m、アウム橋では桁高が 1.9m で鋼重が最も少なくなる。

よって、カピウラ橋の桁高を 2.1m、アウム橋の桁高を 1.9m とする。

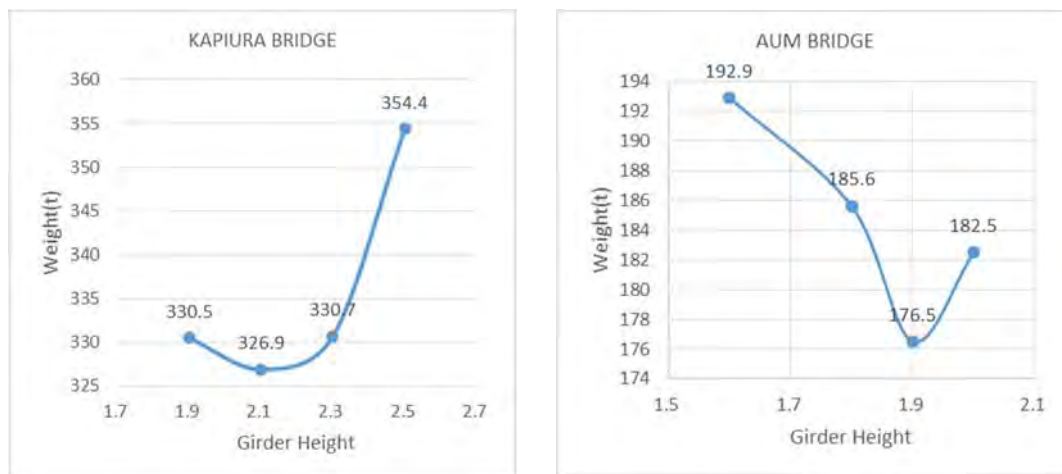


図 3.2.27 桁高と鋼重の関係

ii) 桁配置

主桁配置は、床版張出し長で 1.0m 程度を目安とし、床版支間即ち主桁間隔で 3.0m 以下とする。

a) カピウラ橋

主桁本数を 4 本配置し、主桁間隔を 3.0m 以下となる 2.5m とする。桁配置図を次図に示す。

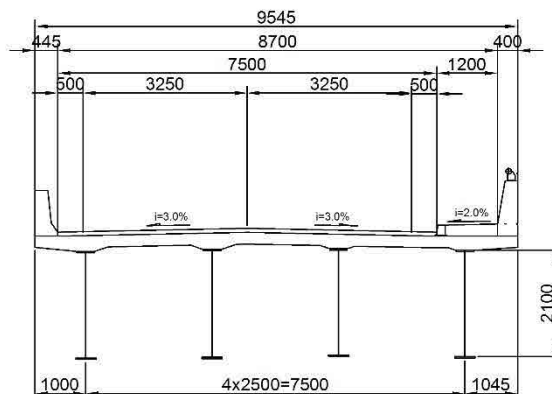


図 3.2.28 カピウラ橋の主桁配置

b) アウム橋

アウム橋の平面線形は、橋梁区間内で円曲線からクロソイド、直線へと変化している。また、幅員も視距を確保するため下図に示すようにクロソイド区間で変化させている。

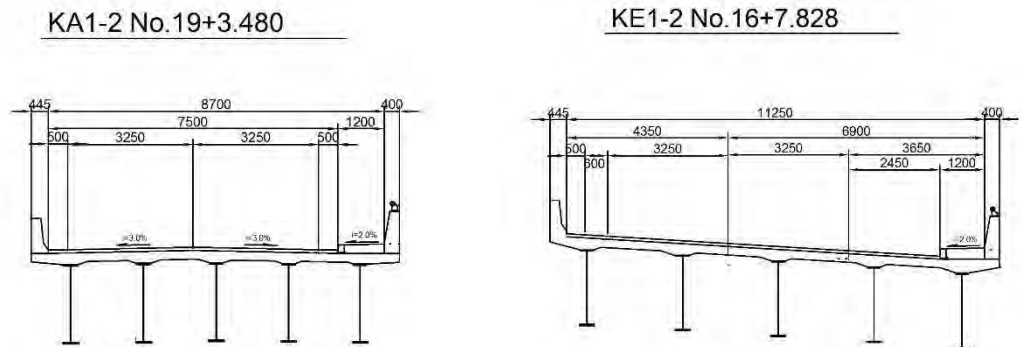


図 3.2.29 アウム橋の橋梁幅員の変化

主桁を1径間内で直線とし、中間支点で折り曲げた連続鈹桁とする。一般に平面曲線内に直線桁を計画する場合、床版の張り出し長は、最大張出長 $L_{max} \leq 1.5m$ 程度、 $L_{min} \geq 0.6m$ 程度とする場合が多い。本橋の場合、平面線形と支間割の関係より、この制限値を満たすことができないため、対策が必要となる。

対策としては、主桁を曲線状に配置する曲線鈹桁を採用するか、路面を拡幅して対応する方法がある。前者は、橋梁に剛性を付与するための上横構の追加や、桁が曲がることにより発生する2次応力（そり応力）への対応などが必要になる。これらは、構造的に好ましくなく、不経済でもある。したがって、路面を必要最小限拡幅するものとした。

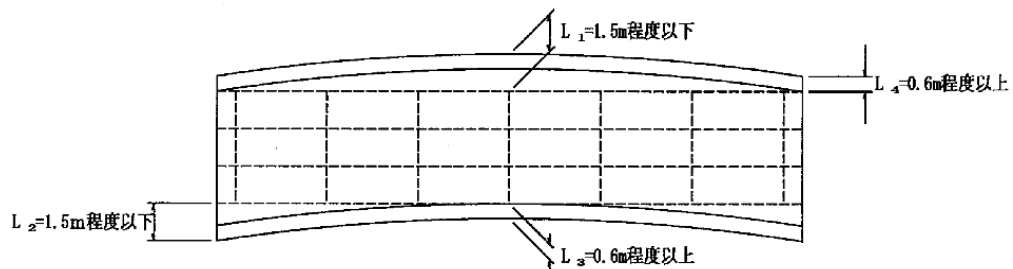


図 3.2.30 曲線橋における床版の張出し長

拡幅の方法を図 3.2.31 に示す。

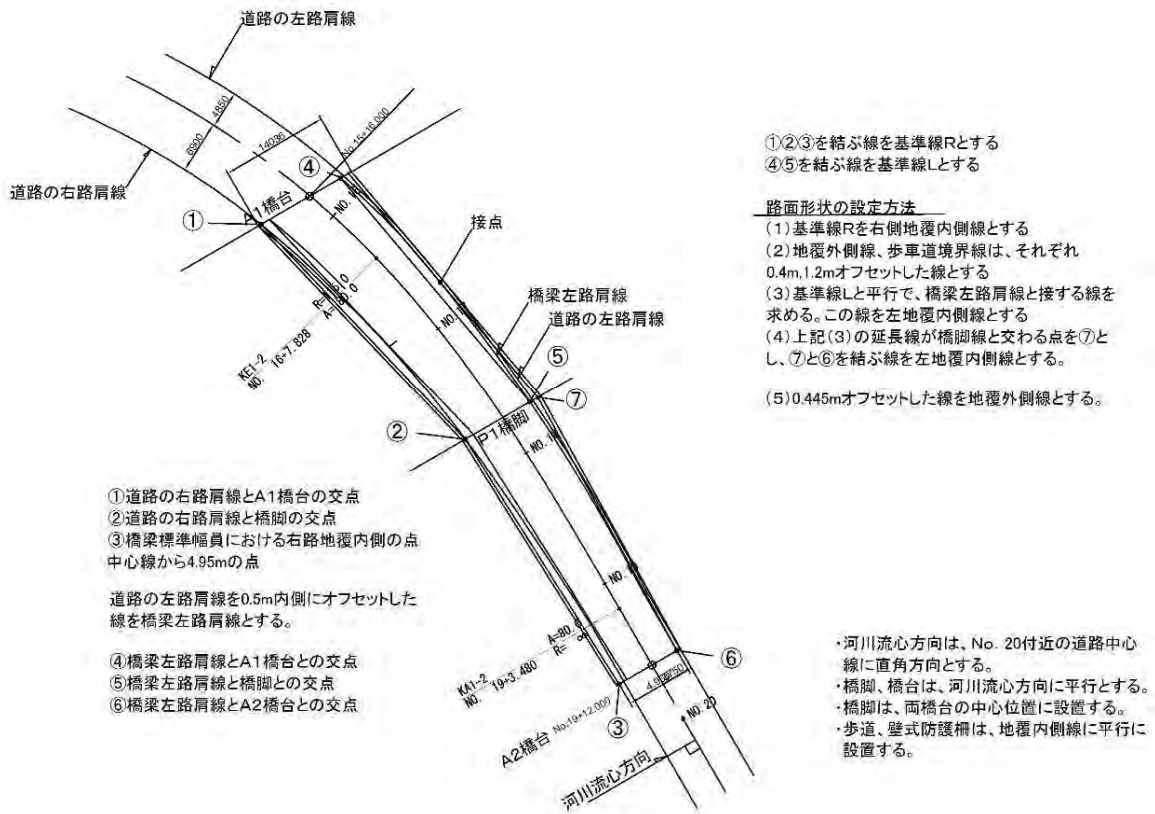


図 3.2.31 アウム橋の橋梁部拡幅の方法

道路幅員が広い A1 橋台部で主桁間隔が 3.0m 以下となるように 5 本の主桁を配置する。
 アウム橋の主桁配置を図 3.2.32 に示す。

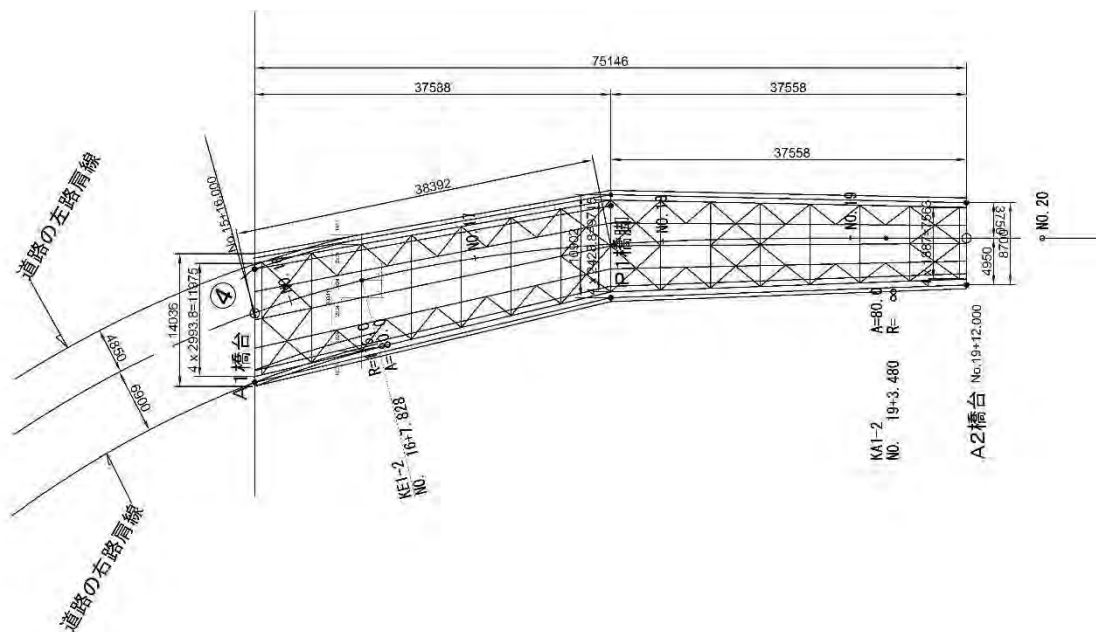


図 3.2.32 アウム橋の主桁配置図 (その 1)

KE1-2 近傍

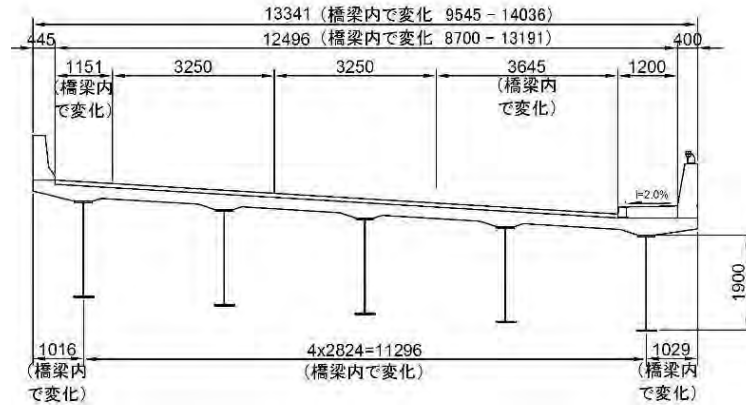


図 3.2.33 アウム橋の主桁配置図 (その 2)

iii)床版厚

床版厚は主桁間隔及び大型車の交通量による係数を考慮して決定する。
 大型車の計画交通量として 20 年後のものを用い、1 方向あたりの大型車の計画交通量を 1,000 台以上、2,000 台未満とし、大型車交通量による係数を $k=1.2$ とする。

床版の最少厚(mm) $d_0 = 30 \times L + 110$ L :主桁間隔(m)

床版厚(mm) $d = d_0 \times k$ k :大型車の交通量による係数 $k=1.2$ とする。

表 3.2.37 大型車の将来予想交通量

Direction (Kimbe to Bialla)	Design Period		
	2014	2024	2034
Medium Bus/Large Bus,	126	327	848
2-axle Truck	39	101	262
3-axle Truck	15	39	101
4-axle Truck	5	13	34
5-axle Truck	19	49	127
6-axle Truck	15	39	101
TOTAL	219	568	1,473

出典：JICA 調査団作成/ 年間増加率 10%、交通量調査結果(2014 年 Mai-Junction、1 方向大型車走行台数)を用いて推計

a) カピウラ橋

$$d_0 = 30 \times L + 110 = 30 \times 2.5 + 110 = 185 \text{ mm}$$

$$d = d_0 \times 1.2 = 185 \times 1.2 = 222 \text{ mm} \rightarrow 220 \text{ mm}$$

b) アウム橋

$$d_0 = 30 \times L + 110 = 30 \times 3.0 + 110 = 200 \text{ mm}$$

$$d = d_0 \times 1.2 = 200 \times 1.2 = 240 \text{ mm} \rightarrow 240 \text{ mm}$$

c) 床版厚

床版厚は、カピウラ橋で 220mm、アウム橋で 240mm とする

② 支承条件

i) 支承部に求められる機能

支承部は、上部工と下部工の接点に設けられる構造であり、上部工からの鉛直荷重や水平荷重を確実に下部工に伝達する機能が求められる。同時に、上部工の水平移動やたわみによる回転変位に対しても、十分に追従できることが必要である。さらに、地震時には橋梁全体の耐震性能を高める目的で減衰やアイソレート機能を担う場合もある。

ii) 支承部の分類

支承部を適用別に分類すると、以下のように整理できる。

a. 水平力の支持方法による分類

水平力の支持方法による分類は、「ii) 支承の種類」において比較検討の上、選定を行なう。

b. 機能構成による分類

「機能一体型」とは、支承部で必要となる複数の機能（変位追従、荷重伝達）を、構造的に一体化させて単体の支承部に集約させたもので、最も一般的なものである。対する「機能分離型」とは、支承部として必要な機能を、機能ごとに独立させて設け、これらの集合体として構成された支承部である。

本橋では、維持管理の容易性を考慮し、「機能一体型」を選定する。

c. 耐震設計における支承部のタイプ

「タイプ B」の支承とは、地震時の水平力や鉛直力に対して、支承部のみで性能を満足させるタイプの支承部を示す。また、「タイプ A」とは、地震時の荷重に対して、支承部のみではなく別構造の変位制限構造と補完し合い抵抗するタイプの支承部である。

本橋では、上記と同様に維持管理の容易性より、「タイプ B」を選定する。

iii) 支承の種類

支承の種類は、橋梁形式や求められる橋梁の耐震性能等より安全で確実かつ、合理的に選定を行う必要がある。

次頁に、ゴム沓（分散支承と可動支承）と鋼製支承（面接触支承、支承板支承）の比較を、カピウラ橋の橋脚に対して地震時の時刻歴解析を行い、桁端最大変位量、橋脚天端残留変位量、基礎形状、及び経済性等に対して行った検討結果を示す。

比較検討の結果、本橋の支承タイプは、経済性に優れ、桁端部の最大変位量の小さい鋼製支承を選定する。

表 3.2.38 支承形式の違いによる地震時の応答値と橋脚基礎形状の比較 (カピウラ橋)

		ゴム支承(水平力分散ゴム支承)		鋼製支承 (BP・B)	
支承イメージ図					
解析モデル	着目方向	橋軸方向	橋軸直角方向	橋軸方向	橋軸直角方向
	橋台 (A1,A2)	弾性	固定	可動	固定
	橋脚 (P1,P2)	弾性	固定	固定	固定
解析結果 (L2,橋軸方向)	地震動	タイプ I	タイプ II	タイプ I	タイプ II
	桁端最大変位	237	299	180	226
	脚天端残留変位	1.6	31.0	19.6	49.7
基礎形状概念図		 杭 径 : 800mm 杭本数 : 30 本 杭 長 : 30m (t=14mm*8m, t=16mm*22m)		 杭 径 : 800mm 杭本数 : 30 本 杭 長 : 30m (t=16mm*8m, t=16mm*22m)	
概算工費 比率比較	支 承	1.87		1.00	
	軀 体	0.95		1.00	
	鋼管杭	0.98		1.00	
	合 計	1.09		1.00	
維持管理特性		維持管理特性は鋼製沓より、やや優れる。		定期的に塗装等の維持管理が必要であり、維持管理特性にやや劣る。	
評 価		減衰効果は若干大きいものの、杭本数が減るほどの効果は期待できないため経済性に劣る。また、ゴム沓の変形も大きく、桁端部での変位量も大きい。 △		減衰効果は若干小さいものの、上部工が軽量なことから、基礎形状に与える影響が低く、経済性に優れる。桁端部での変形量も小さい。 ◎	

*Pile Cap 下面での地震時応答水平力

③ 維持管理施設

将来の維持管理に配慮した構造とする、あるいは施設を設ける。

i) 桁端部

桁端部と橋台パラペット間に空間を設け、維持管理ができる構造とする。

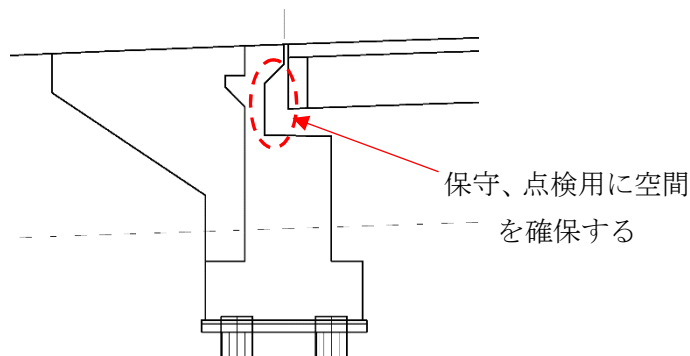


図 3.2.34 桁端部の構造

ii) 中間橋脚部

中間橋脚部の維持管理が出来るよう主桁下端と橋脚天端間に空間を設けて通れる構造とする。支承部に台座を設けることで主桁下端と橋脚天端間に 60cm 程の空間を確保する。また、点検時の安全対策として検査用手摺を設置する。

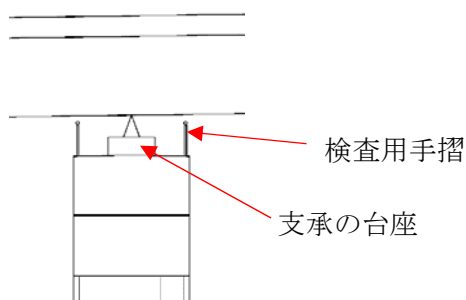


図 3.2.35 中間橋脚部の構造

iii) 上部工検査路

キンベ方面へ向かう大型車は、生産物（パーム油や木材）を港から積み出すため満載している場合が多く、車両重量が大きい傾向がある。床版に着目すると、この走行車線下の床版が損傷し易いものと考えられるため、歩道側の走行車線付近に上部工検査路を 1 列設置する。具体的には、カピウラ橋では G3-G4 間に、アウム橋では G3-G4 間に設置する。なお、検査路下面はフランジ下面より突出させないものとする。

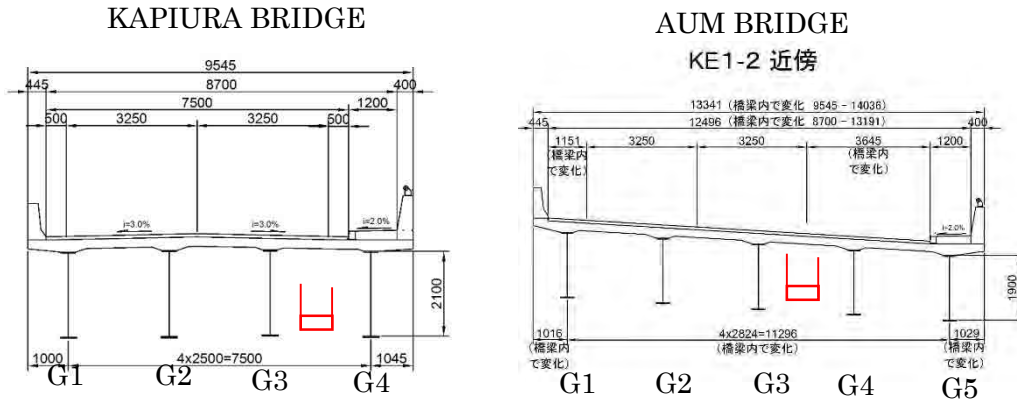


図 3.2.36 上部工検査路設置位置

iv)吊り金具

将来の維持管理のみならず施工時にも有効であるため、吊り金具を工場製作の段階で設置する。吊り金具は用途に応じ次の2タイプとし、設置間隔は、Aタイプで1.8m以下、Bタイプで1m以下とする。

Aタイプ：床版打設時および塗装時の足場用

Bタイプ：塗装足場用とRC床版の打設時に用いる型枠支保工に兼用するもので外桁に設置する。

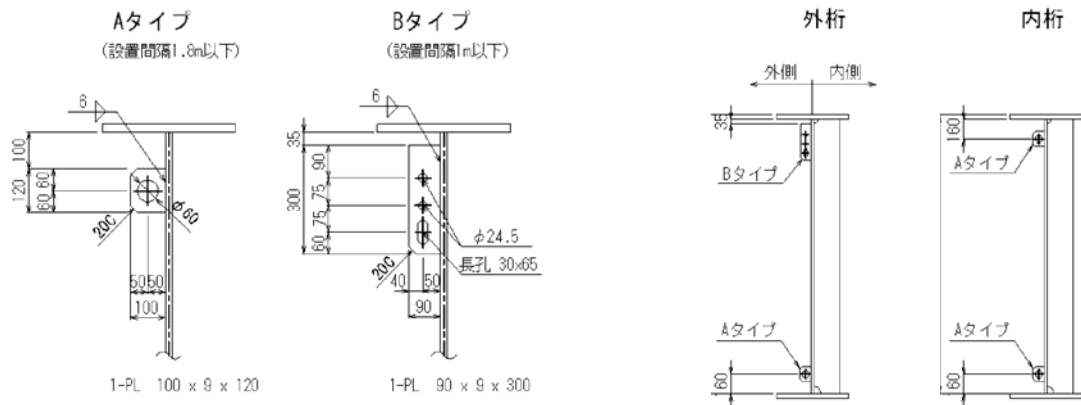


図 3.2.37 吊り金具

④ 桁の防食方法

鋼橋の防食方法は、以下のものが考えられる。

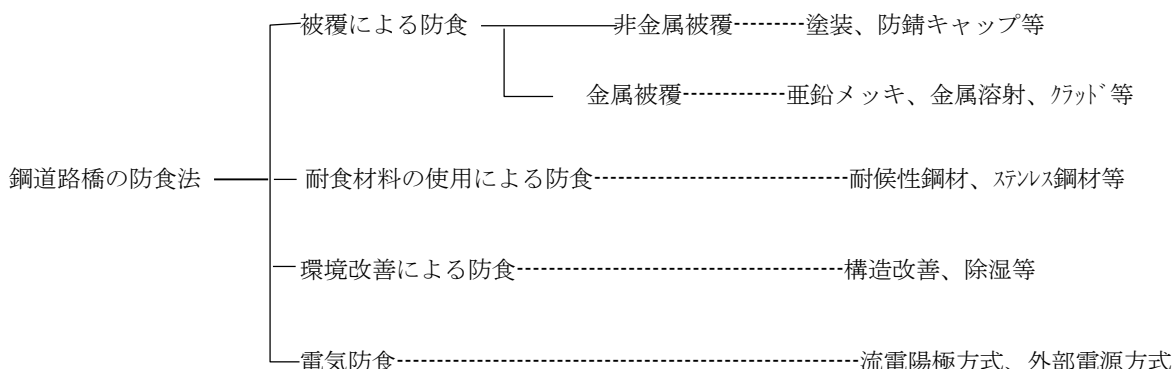


図 3.2.38 鋼道路橋の防食法

出典：鋼道路橋塗装・防食便覧（日本道路協会）

通常用いられるのは、被覆による防食/塗装である。亜鉛メッキや金属溶射も防食性が高く優れた防食法であるが、亜鉛メッキは、メッキ層による部材の大きさの制約、熱を加えることによる部材の変形や材料の変質の問題がある。金属溶射は、細部構造に工夫が必要で狭隘部の施工などに留意する必要がある。金属被覆については、一般に塗装によるものより、割高である。

耐食材料の使用による防食のうち、耐候性鋼材によるものは最も一般的で経済的なものであるが、保護性さびが生成され得る環境かどうか確認する必要がある。このような目的のため、簡易な現地鋼材暴露試験（ワッペン式暴露試験）が開発されているが、試験期間として、1年間が必要となる。また、耐候性鋼材の適用が可能と判断される場合でも、橋梁完成後は、保護性さびの生成を妨げぬよう、橋梁の良好な腐食環境を維持する（清掃や通風の管理）ことや、保護性さびの生成を確認するための点検が必要になる。

防錆法の選定：

環境改善による防食や電気防食は、鋼桁防食法として対象外とすれば、本橋の場合、塗装か耐候性鋼材の利用が考えられる。

耐候性鋼材については、架橋地が高温多雨で相対湿度が年間を通して 80%程度と高い地域であり、無塗装使用に適しているかどうかの確認が必要である。「パ」国では、耐候性鋼材の暴露試験が行われていないため、文献により耐候性鋼材の適用判定を実施した。適用可否の判定は、「100年後の板厚減耗量が 0.5mm 以下であれば、耐候性鋼材の使用に適する」というものである。この条件を満たすのは、年間ぬれ時間（相対湿度 80%以上の年間時間）が 4,800 時間程度のカピウラ、アウム架橋地点では、飛来塩分量が 0.02mdd 以下であることが必要である。我が国の測定結果を参照すると、海岸からの離隔距離がカピウラ、アウム橋と同等の 22km では、0.01mdd（瀬戸内海）、0.012mdd(太平洋)～0.05mdd（日本海）あり、必ずしも 0.02mdd 以下であるとの推定は困難である。日本の従来の基準では、ぬれ時間に関

係なく飛来塩分量 0.05mdd 以下で耐候性鋼材の裸使用が可能としているが、より湿度の高い（ぬれ時間が長い）架橋地点では、耐候性鋼材の置かれる環境は、より厳しいといえる。このような状況の中で、耐候性鋼材裸使用を採用することは、保護性さびの生成に対して大きなリスクを負うことになるため、今回の採用は、見送るものとする。

以上より、本プロジェクトでは、耐候性鋼材の保護性さび生成のリスクを避け、より確実な塗装による防食を選定することを推奨する。

使用する塗装系（一般外面塗装）は、「鋼道路橋塗装・防食便覧」に規定されるC-5 塗装系（フッ素樹脂）とする。この塗装系は長期防錆塗装で、我が国の新設橋梁での標準塗装系であり、一般環境における塗膜の期待耐用年数は、50年（社 日本鋼構造協会）と言われている。

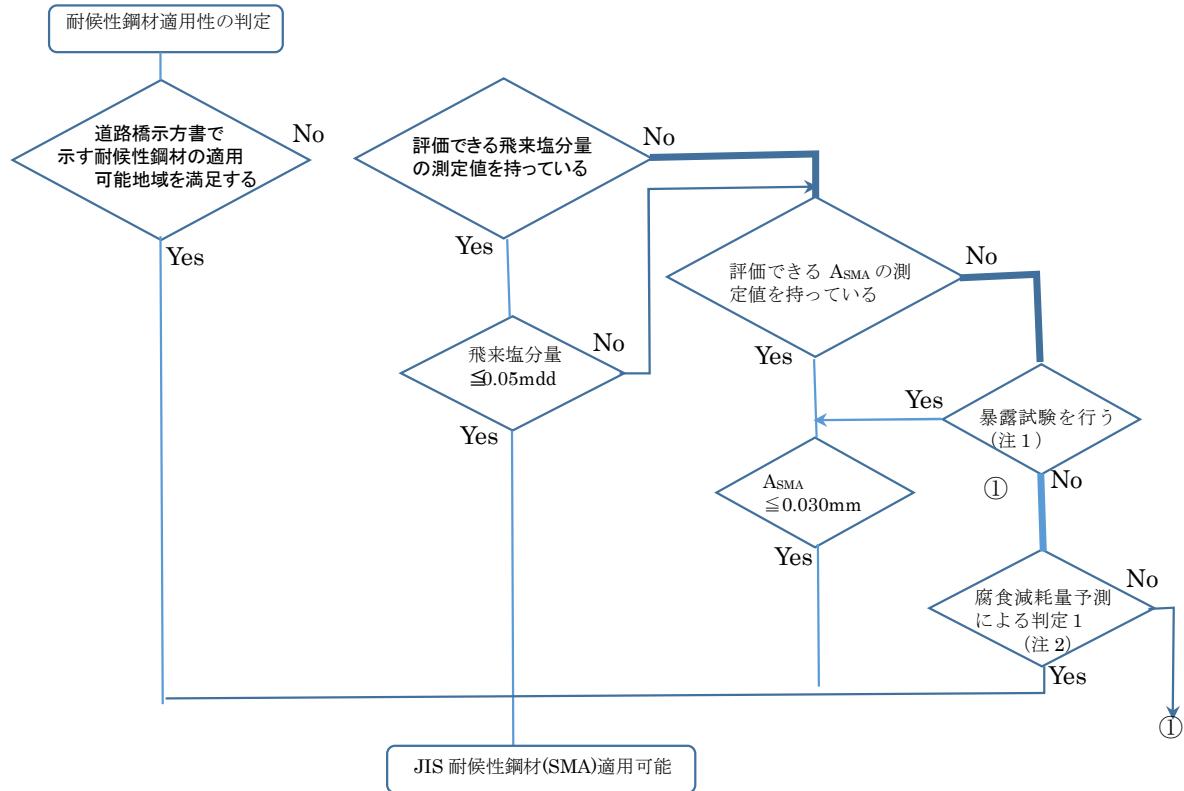
補足説明：文献を利用した耐候性鋼材の適用判定

本橋への耐候性鋼材の適用可否を以下の文献を参考に試みる。

参照文献：

- 1)「耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防保全(JSSC テクニカルレポート NO.86,2009)」
- 2)「耐候性鋼の防食摩耗予測モデルに関する研究（土木学会論文集 NO.780/I-70,71-86,2005.1）」

文献1には、耐候性鋼材の適用判定フローチャートが示されており、これに従い判定を試みる。その際、設計上腐食代を考慮しないで良い条件として、板厚の腐食摩耗量が100年間で片面当り0.5mm以下とする。



注 1 検討期間が 1 年以上ある、暴露試験を行う準備がある

注 2 施主の判断が必要、専門的な知識による判定が必要

① ニッケル系耐候性鋼材の適用を検討する

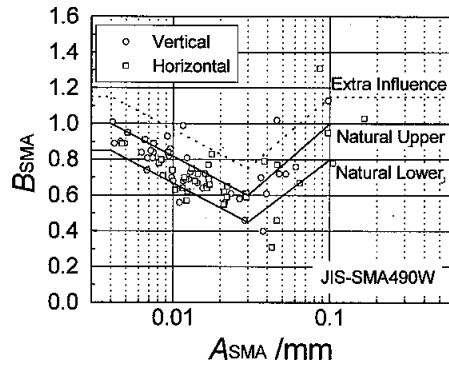
出典：「耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防保全（JSSC テクニカルレポート N0.86,2009）」

図 3.2.39 耐候性鋼材の適用判定フローチャート

腐食減耗量の予測（100年）

腐食減耗量： $Y = A_{SMA} \cdot X^{B_{SMA}}$

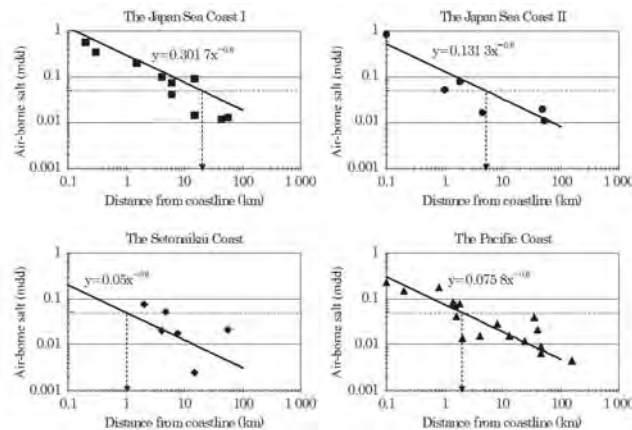
- X=100年
- $A_{SMA} = 0.10517 \cdot Z + 0.008672$: SMA 水平暴露材に対する初年度1年間の腐食慮
- B_{SMA} と A_{SMA} の関係は、日本全国 41 暴露データに基づき図のように定式化されている
 ここでは、図中の Natural Upper の値を用いて腐食減耗量を試算する。



➤ $Z = \alpha \cdot TOW \cdot \exp(-\kappa \cdot W) \cdot (C + \delta \cdot S) / (1 + \varepsilon \cdot C \cdot S) \cdot \exp(-Ea/R/T)$

ここに、

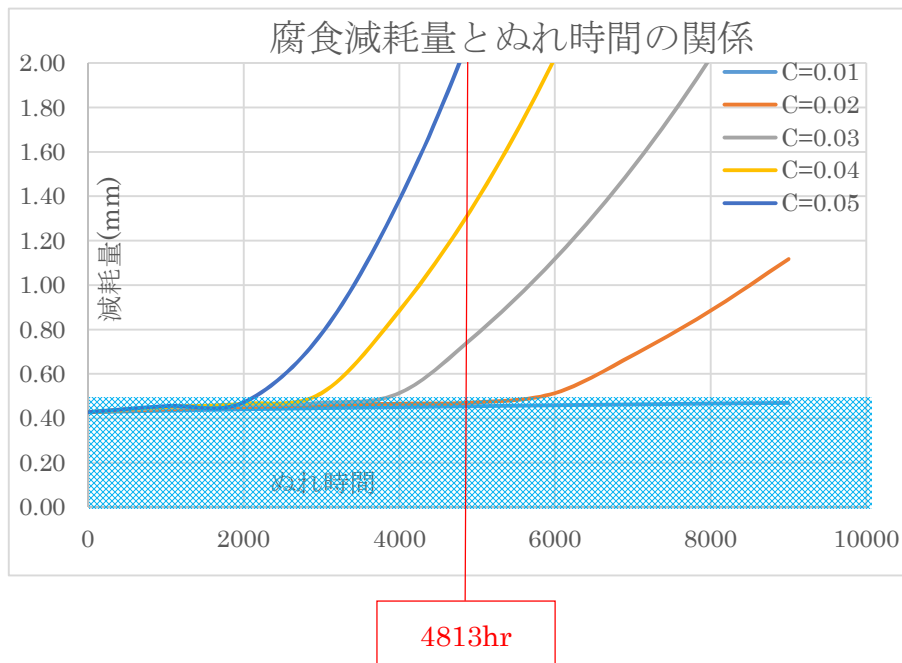
- $\alpha = 1 \times 10^6$ 係数
- TOW:年間ぬれ時間 = $8766 \cdot P1(\text{rh}) \cdot P2(T)$ 気温 0°C 以上、湿度 80% 以上を満たす時間で、平均気温 27°C 、年平均湿度 77% で、4813 時間と推計される(国内では、平均湿度 70%、平均気温 15°C のとき、ぬれ時間は、3,238 時間)
- $\kappa = 0.1$
- W(m/s) 年平均風速 1.0m とする
- C : 飛来塩分量(mdd) : 海岸からの離隔距離は、約 22km で下図を参照すると $C = 0.01 \sim 0.05$ に相当する。



- $\delta = 0.05$
- $\varepsilon = 10$
- S : 硫酸化物量=0 とする

- ・ $E_a=50\text{kJ/mol} \cdot \text{K}$: 活性化エネルギー
- ・ R 気体定数= $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ・ T 年平均気温(K)

➤ 試算結果



算定結果では、飛来塩分濃度 C が、 0.02md 以下であれば、板厚減耗限度 100 年で 0.5mm を満すことを示している。これは、想定塩分濃度としては、低い方であり耐候性鋼材の使用に当たっては、飛来塩分調査が必要になる。

また、従来飛来塩分濃度のみで、耐候性鋼材の使用可否を判断していたが、上記グラフは、ぬれ時間の影響も無視できないことを示している。

ただし、算定に用いた A_{SMA} と B_{SMA} の関係は、我が国の暴露試験結果をベースにしているため、必ずしもパプアニューギニアに当てはまるとは限らない。

⑤ 伸縮装置

伸縮装置は次の性能を確保するよう、適切な形式、構造および材料を選定するものとする。

- a) 桁の温度変化、活荷重などによる橋の変形が生じた場合にも、車両が支障なく通行できる路面の平坦性を確保できること。
- b) 車両の通行に対して必要な耐久性を有すること。
- c) 雨水等の侵入に対して水密性を有すること。
- d) 車両の通行による騒音、振動が極力発生しないように配慮した構造であること。
- e) 施工、維持管理および補修の容易さに配慮した構造であること。

i)設計伸縮量

橋梁構造物の平均温度が最大 50℃、最小 6℃であることから、温度変化量は 44℃であるが、安全側に 50℃とする。

カピウラ橋の設計伸縮量

$$\begin{aligned} \text{伸縮桁長} &: L = 45.650 \text{ m} + 46.0 \text{ m} / 2 = 68.650 \text{ m} \\ \text{基本伸縮量} &: 1.2 \times 10^{-5} \times 50^\circ\text{C} \times 68650 \text{ mm} = 41.2 \text{ mm} \\ \text{余裕量} &: 20\% \text{ で } 8.2 \text{ mm} \quad \rightarrow 10.0 \text{ mm} \\ \text{設計伸縮量} &: 41.2 \text{ mm} + 10.0 \text{ mm} = 51.2 \text{ mm} \quad \rightarrow \mathbf{60 \text{ mm}(\pm 30\text{mm})} \end{aligned}$$

アウム橋の設計伸縮量

$$\begin{aligned} \text{伸縮桁長} &: L = 38.540 \text{ m} \\ \text{基本伸縮量} &: 1.2 \times 10^{-5} \times 50^\circ\text{C} \times 38540 \text{ mm} = 23.1 \text{ mm} \\ \text{余裕量} &: 20\% \text{ で } 4.6 \text{ mm} \quad \rightarrow 10.0 \text{ mm} \\ \text{設計伸縮量} &: 23.1 \text{ mm} + 10.0 \text{ mm} = 33.1 \text{ mm} \quad \rightarrow \mathbf{40 \text{ mm}(\pm 20\text{mm})} \end{aligned}$$

ii)伸縮装置の形式

伸縮装置の形式には大別すると次の 3 種類の形式がある。

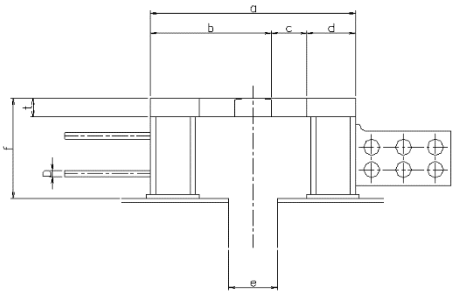
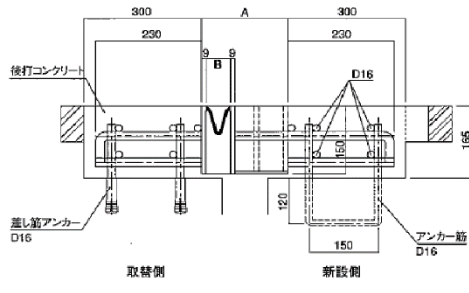
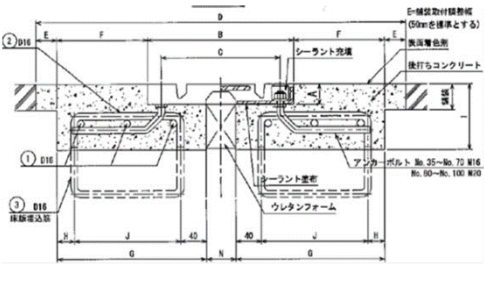
伸縮装置 ----- a) 埋設型、b) 突合せ型、c) 荷重支持型

a)埋設型、b)突合せ型は伸縮量が小さい橋梁に用いられるものであり、本橋は鋼桁で連続桁であるため伸縮桁長も長く伸縮量が 40mm、60mm あるため、c) 荷重支持型を採用するものとする。

c)の荷重支持型には、鋼製（鋼製フィンガー）、鋼製+ゴム製、ゴム製の 3 種類がある。伸縮量が 80mm を超えるような場合は鋼製フィンガーの採用になるが、伸縮量が 40mm、60mm であるため、鋼製+ゴム製、ゴム製も採用候補に挙げられる。

防水性、維持管理性、施工性、走行性は各形式で優劣はつけ難い。ここで、鋼製フィンガー（非排水型）と鋼製+ゴム製、ゴム製の中から 1 製品を抽出し、ライフサイクルコストを考慮した経済性を比較した。比較表を表 3.2.35 に示す。

表 3.2.39 伸縮装置のライフサイクルコスト比較

伸縮装置の形式	ライフサイクルコスト
<p>荷重支持型（鋼製フィンガー）</p>  <p>非排水型（弾性シール+止水ゴム）とする。</p>	<p>初期投資費 ¥595,000 /m 材料費：¥554,000 /m 施工費：¥ 41,000 /m 取替工事費 ¥812,000 /m 材料費：¥554,000 /m 施工費：¥258,000 /m 耐用年数 30年とする。 ライフサイクルコスト $¥595,000 + 812,000 \times 3 \text{回}$ $= ¥ 3,031,000 /m$</p>
<p>荷重支持型（鋼製+ゴム製）</p> 	<p>初期投資費 ¥134,100 /m 材料費：¥103,000 /m 施工費：¥ 31,100 /m 取替工事費 ¥210,000 /m 材料費：¥103,000 /m 施工費：¥107,000 /m 耐用年数 20年とする。 ライフサイクルコスト $¥134,100 + 210,000 \times 4 \text{回}$ $= ¥ 974,100 /m$</p>
<p>荷重支持型（ゴム製）</p> 	<p>初期投資費 ¥195,100 /m 材料費：¥164,000 /m 施工費：¥ 31,100 /m 取替工事費 ¥271,000 /m 材料費：¥164,000 /m 施工費：¥107,000 /m 耐用年数 15年とする。 ライフサイクルコスト $¥195,100 + 271,000 \times 6 \text{回}$ $= ¥ 1,821,100 /m$</p>

iii)伸縮装置の形式選定

a) 鋼製フィンガー

鋼製フィンガーは路面部が全て金属製であり耐用年数が最も長いと推定されるが(30年と推定)、ライフサイクルコストが高い。この形式には排水型（桶式）と非排水型（弾性シール+止水ゴム）があるが、排水型では桁端部の腐食、支承の腐食などの原因となることから、本橋では排水型とする。

b) 鋼製+ゴム製

鋼製+ゴム製では、ゴム部自体は輪荷重を直接支持しないがゴムの剥離、脱落が考えられるため鋼製フィンガー形式より耐用年数は劣ると考えられる。耐用年数を 20 年と仮定したが、ライフサイクルコストを考慮した経済性では 3 案中最も優れる。

本橋の伸縮装置の形式として、荷重支持型（鋼製+ゴム製）を基本に考える。

c) ゴム製

輪荷重をゴム面で支持するため、耐久性は低く、耐用年数は 15 年程と考えられる。頻繁に取替工事が発生し、ライフサイクルコストも鋼製+ゴム製に劣る。

以上より、荷重支持型（鋼製+ゴム製）の伸縮装置を選定する。

⑥ 落橋防止システム

上部構造の落下防止対策としての落橋防止システムには、以下に示す a) 桁かかり長、b) 落橋防止構造および c) 横変位拘束構造がある。これら 3 項目において、a) 桁かかり長は必ず確保すべきものであるが、b) 落橋防止構造と c) 横変位拘束構造については落橋の可能性が少ない場合は省略可能である。ここでは、本橋に対して b) 落橋防止構造と c) 横変位拘束構造を設置する必要があるかどうかを判定し、設置すべき落橋防止システムを決定する。

a) 桁かかり長

支承部が破損したときに、上部構造が下部構造の頂部から逸脱することを防止する機能

b) 落橋防止構造

支承部が破損したときに、橋軸方向の上下部構造間の相対変位が桁かかり長を超えないようにする機能（橋軸方向の落橋防止対策）

c) 横変位拘束構造

支承部が破損したときに、橋の構造的要因等によって上部構造が橋軸直角方向に変位することを拘束する機能（橋軸直角方向の落橋防止対策）

i) 桁かかり長

桁かかり長は、次式により算出される値以上とする。

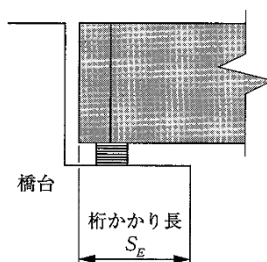


図 3.2.40 桁かかり長（道路橋示方書V耐震設計編より抜粋）
本橋では橋台部が該当

$$S_{ER} = U_R + U_G$$

$$S_{EM} = 0.7 + 0.005 \cdot l$$

$$U_G = \varepsilon_G \cdot L$$

S_{ER} : 必要桁かかり長(m)

U_R : レベル 2 地震動により生じる支承部の最大応答変形量(m)

U_G : 地震時お地盤ひずみによって生ずる地盤の相対変位(m)

S_{EM} : 桁かかり長の最小値(m)

ε_G : 地震時地盤ひずみで、地盤種別が I 種、II 種、III 種に対して、それぞれ 0.0025、0.00375、0.005 とする。

L : 必要桁かかり長に影響を及ぼす下部構造間の距離(m)

l : 支間長(m)

カピウラ橋とアウム橋で桁端部が存在する橋台部での桁かかり長の最小値は以下のようである。

カピウラ橋

$$S_{EM} = 0.7 + 0.005 \times 45 = 0.925\text{m} \rightarrow 0.95\text{m}$$

アウム橋

$$S_{EM} = 0.7 + 0.005 \times 38 = 0.890\text{m} \rightarrow 0.90\text{m}$$

ii) 落橋防止構造の省略可否

次の条件のいずれかに該当する場合には橋軸方向に大きな変位が生じにくい構造特性の橋であり、橋軸方向の落橋防止構造を省略できる。

- a) 両端が橋台に支持された一連の上部構造を有する橋
- b) 橋軸方向に 4 基以上の下部構造において弾性支持又は固定支持される一連の上部構造を有する橋
- c) 2 基以上の下部構造が剛結される上部構造を有するラーメン橋

カピウラ橋、アウム橋とも両端が橋台に支持されており、かつ連続桁であるため一連の上部構造を有する橋であり、a) に該当する。

従って、カピウラ橋、アウム橋とも、橋軸方向の落橋防止構造を省略できる。

iii) 横変位拘束構造の省略可否

次の条件のうちのいずれかに該当する橋は、上部構造の橋軸直角方向への移動により落橋する可能性のある橋であり、横変位拘束構造を設置しなければならない。

- a) 上部構造の構造条件や幾何学的条件から、支承部の破壊後に上部構造が隣接桁や橋台の拘束を受けずに回転できる橋で、かつ径間数が 1 径間又は 2 径間の一連の上部構造を有する橋
- b) 下部構造の頂部幅が狭い橋（ランプ橋のように 1 支承線上の支承数が少なく、下部構

造の頂部幅が少ない橋)

上記 a) の上部構造が隣接桁や橋台の拘束を受けずに回転できるのは、次のように斜角を有する橋や曲線橋の場合である。また、この条件に当てはまる橋であっても、径間数が 3 径間以上の一連の上部構造を有する橋では全ての支承が破壊して回転する可能性は低いいため横変位拘束構造を設置する必要はない。

① 斜橋が回転できる条件

$$\frac{\sin 2\theta}{2} > \frac{b}{L} \dots\dots\dots (\text{解16.1.2})$$

② 曲線橋が回転できる条件

$$\cos \theta' > \frac{b}{L} \dots\dots\dots (\text{解16.1.3})$$

ここに、

L : 一連の上部構造の長さ (m)

b : 上部構造の全幅員 (m)

θ : 斜角 (°)

θ' : 曲線橋の回転条件を評価するための斜角 (°) (図-解16.1.5参照)

図 3.2.41 斜橋、曲線橋が回転できる条件 (道路橋示方書V耐震設計編より抜粋)

カピウラ橋は直橋であり、上部構造が回転する橋には該当しない。

アウム橋は斜橋及び曲線橋であり、また、連続径間数も 2 径間であるため、上部構造が回転できる条件にあてはまるかどうか判定する必要がある。アウム橋では橋梁内で上部構造の幅員、曲率が変化していることから、上記の条件式を用いるのではなく、下図のように幾何学的条件から判断する。

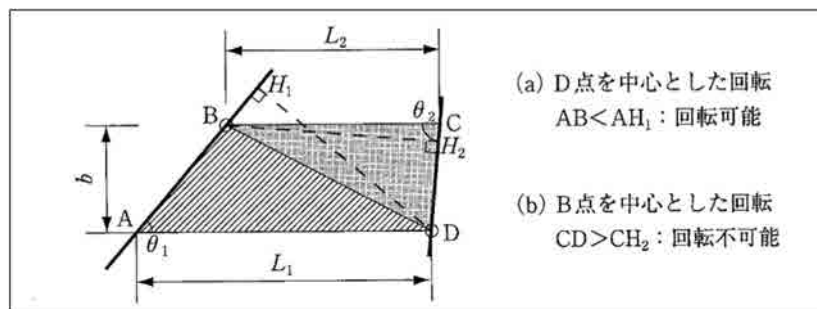


図 3.2.42 上部構造が回転できる条件 (道路橋示方書V耐震設計編より抜粋)

アウム橋での検討結果を次図に示す。上部構造の 4 隅を A 点、B 点、C 点及び D 点とすると、斜角、曲線の影響で上部構造が回転する可能性が考えられるのは、D 点を中心として B 点から A 点の方向に向かって上部構造が移動するケースである。

D 点から CAD 上で AB 線に引いた垂線が DH である。AB > AH (DB > DH) であり、上部構造は回転不可能である。

よって、アウム橋は斜橋、曲線橋であるが、上部構造が回転する橋に該当しない。

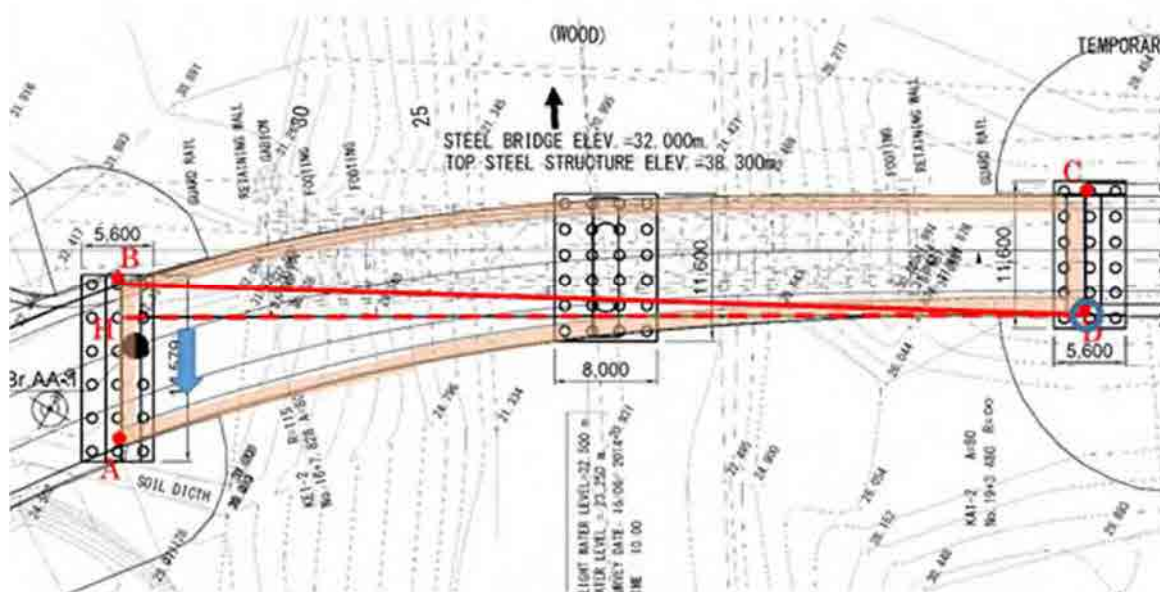


図 3.2.43 アウム橋 橋台の影響を受けずに回転できるかどうかの照査

次に b) の下部構造の頂部幅が狭い橋に該当するかどうかであるが、カピウラ橋では 1 支承線の支承数が 4 個、アウム橋では 5 個であるため、該当しない。

カピウラ橋、アウム橋とも、下部構造の頂部幅が狭い橋に該当しない。

従って、カピウラ橋、アウム橋とも、横変位拘束構造を省略できる。

iv) 落橋防止システム一覧

本橋で設置する落橋防止システムを次表に示す。

表 3.2.40 本橋に設置する落橋防止システム一覧

	カピウラ橋	アウム橋
桁かかり長	0.95 m 以上	0.90 m 以上
落橋防止構造	不要	不要
横変位拘束構造	不要	不要

7) 既設橋の撤去

① カピウラ橋

既設のカピウラ橋は、新橋工事中の迂回路として運用し、新橋完成後に上部工の撤去を行う。既設橋は、流木の衝突や近年の冠水履歴でわかる通り、洪水流量を安全に流下させるための障害になっており新橋完成後は、速やかに撤去する必要がある。また、この種の大型橋梁の撤去は、「パ」国では、技術、人材、設備が不足しているため、一連の工事に含めるよう要請を受けている。撤去は、新橋と既設橋の間に設置した栈橋を利用してクローラークレーンで撤去する。撤去要領を図 3.2.43 及び図 3.2.44 に示す。

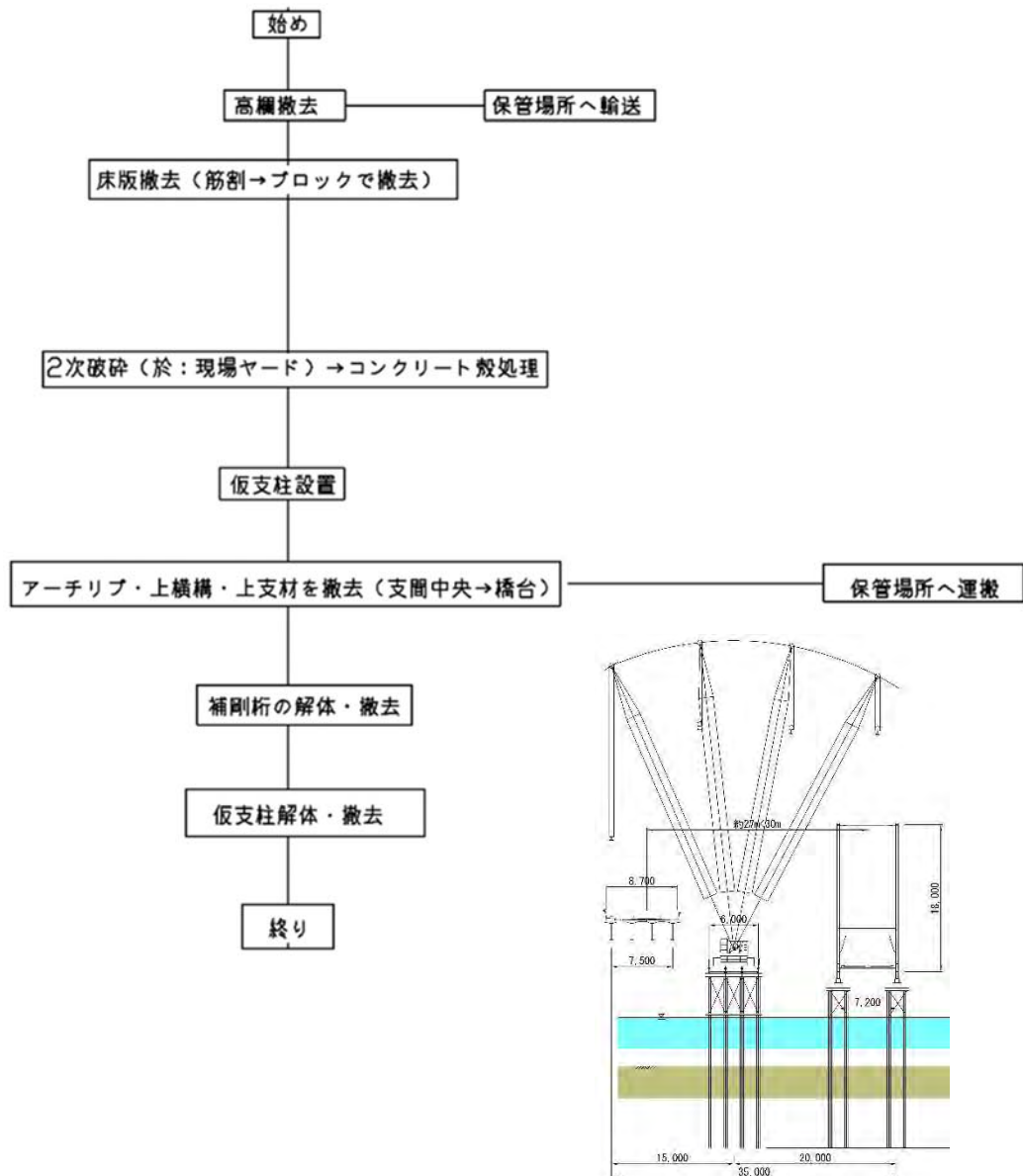
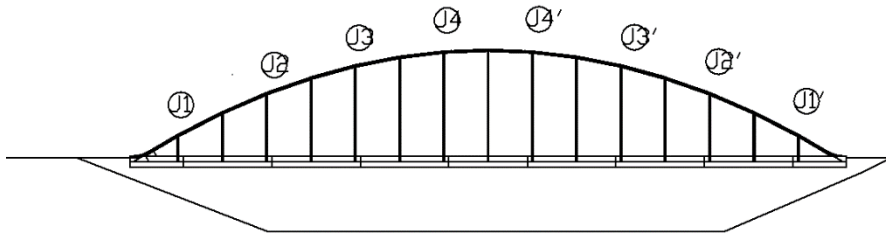
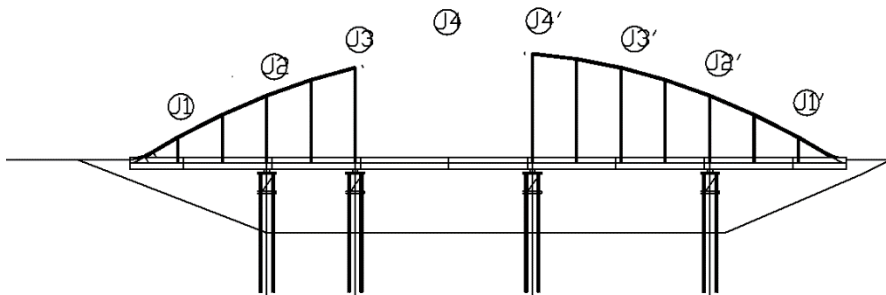


図 3.2.44 カピウラ橋撤去図 (その1)

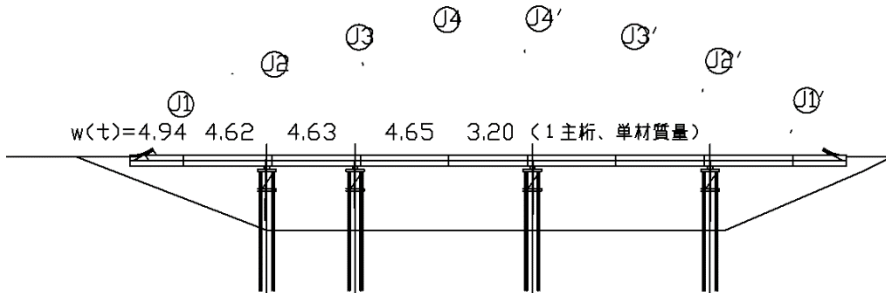
STEP-I 高欄・床版撤去



STEP-II 仮支柱設置・橋上部材撤去



STEP-III 縦桁・横構撤去



STEP-IV 主桁・横桁撤去

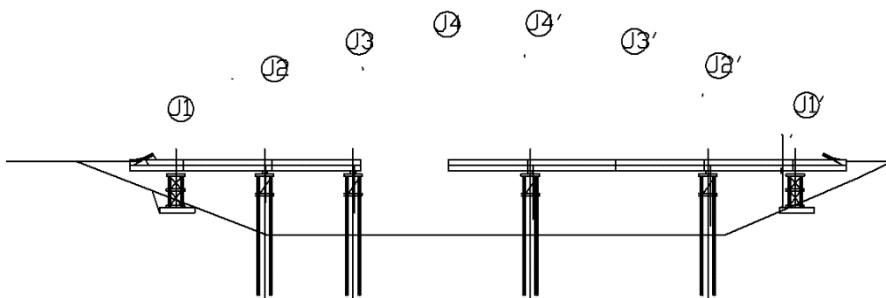


図 3.2.45 カピウラ橋撤去図 (その2)

② アウム橋

アウム橋は、既設橋位置に架設するため、工事着工後、速やかに撤去する必要がある。撤去は、新橋施工で用いる栈橋を利用して、クローラークレーンで行う。橋台についても護

岸工と干渉するため撤去対象とする。なお、迂回路として用いる現在の丸太製仮橋の撤去は、「パ」国側の負担事項である。既設橋の撤去要領を図 3.2.45 に示す。

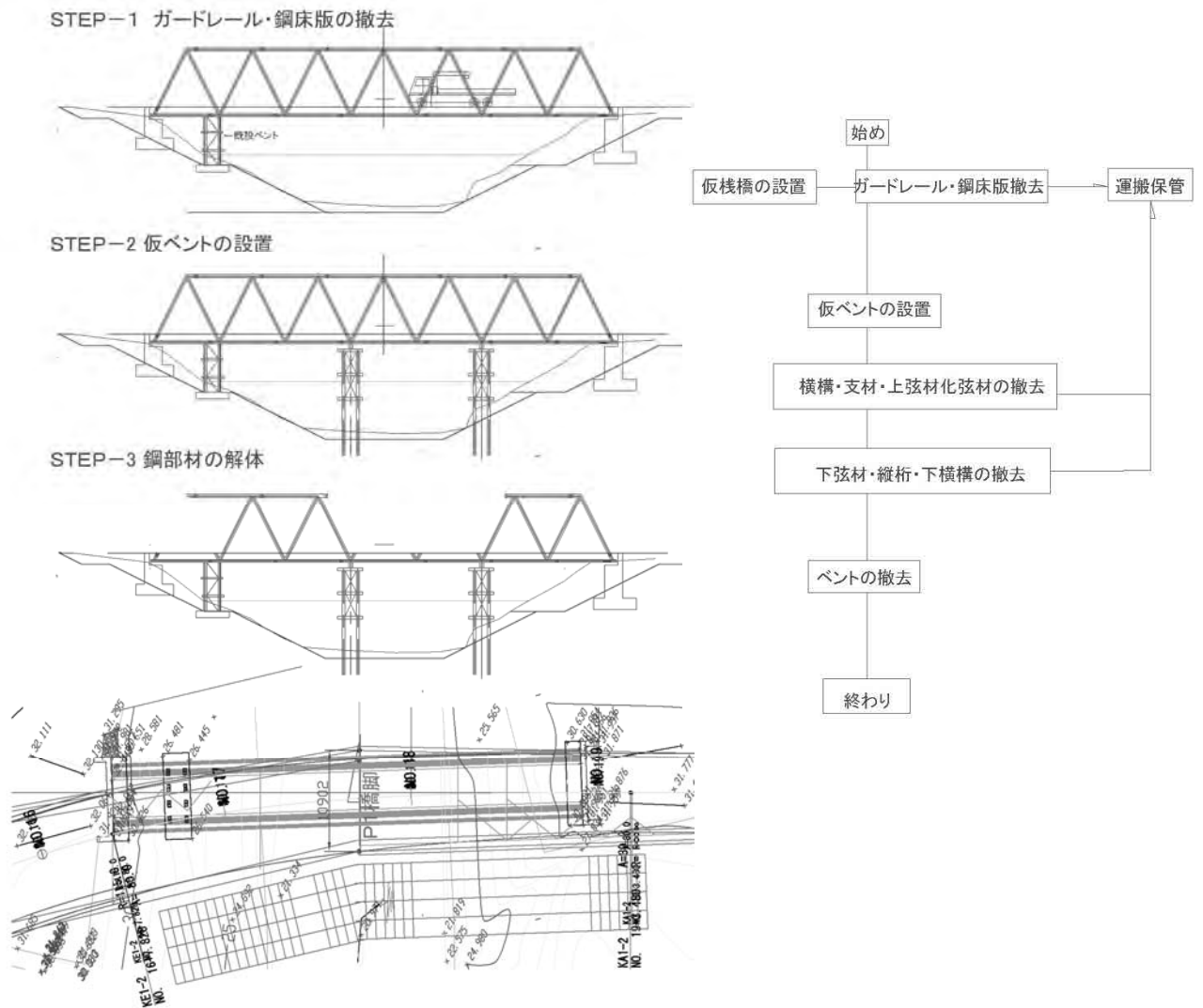
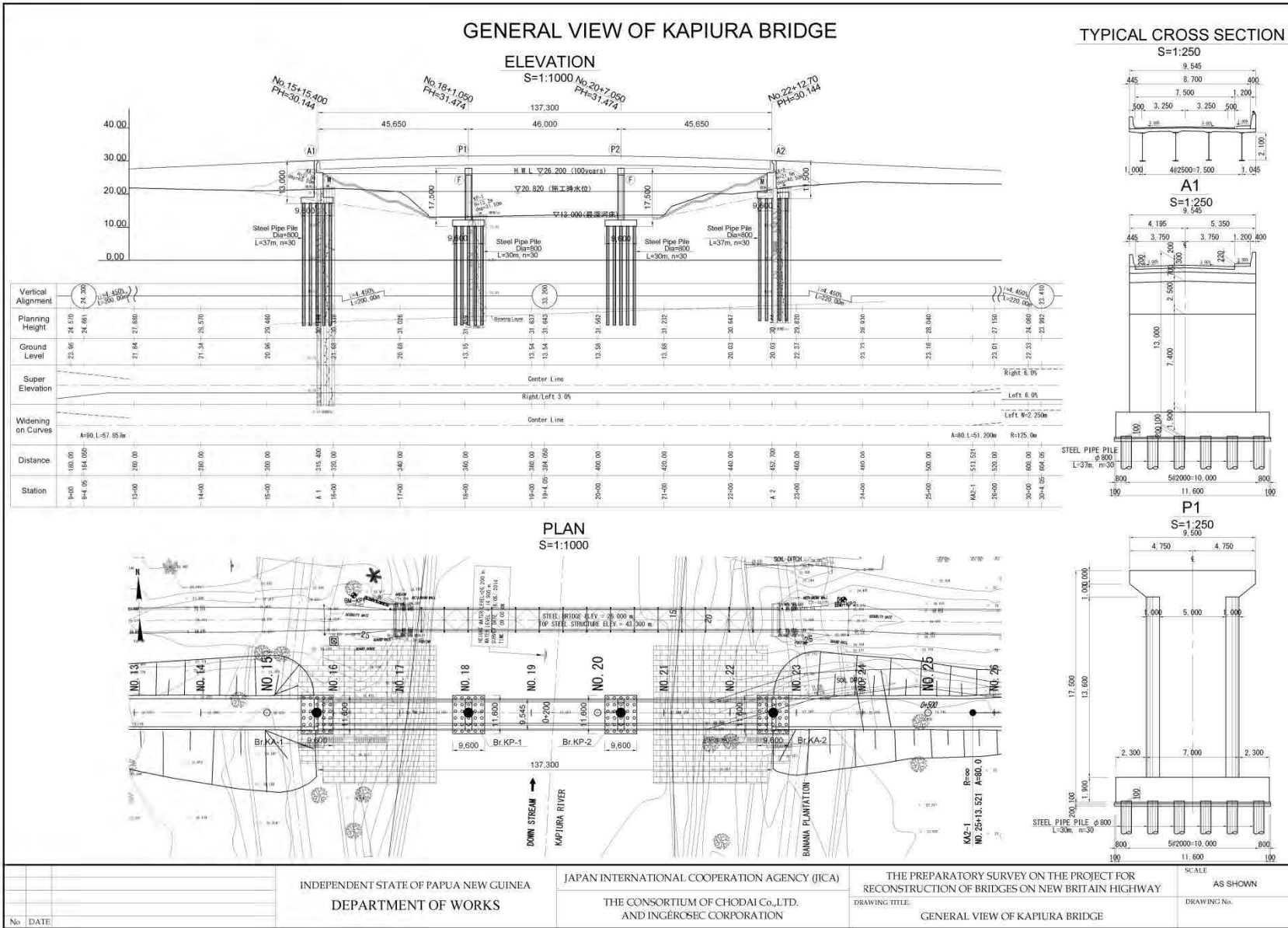


図 3.2.46 アウム橋撤去図

3.2.3 概略設計図

(1) カピラ橋
 1) 一般図



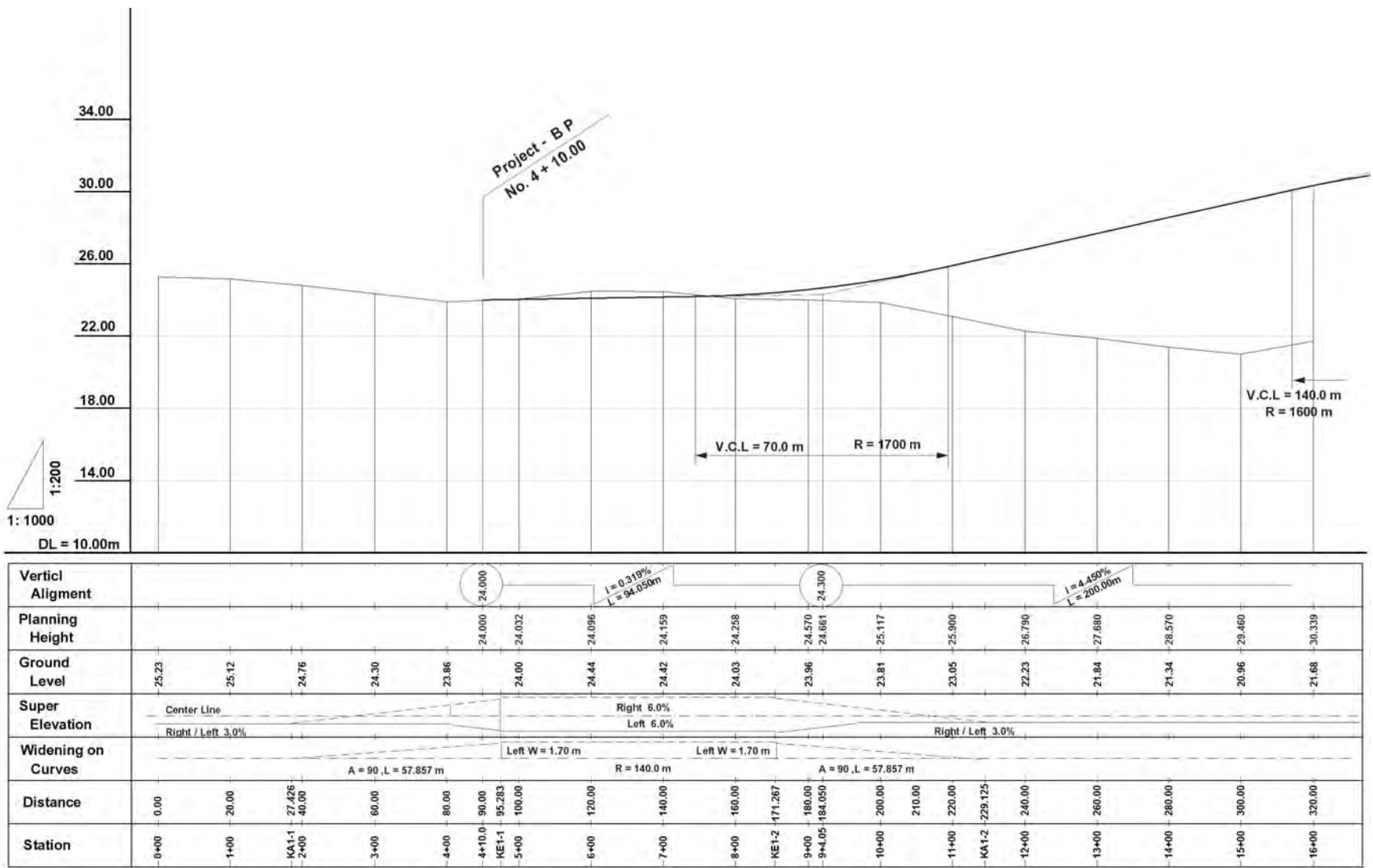
No. DATE	INDEPENDENT STATE OF PAPUA NEW GUINEA DEPARTMENT OF WORKS	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) THE CONSORTIUM OF CHODAI Co.,LTD. AND INGÉROSEC CORPORATION	THE PREPARATORY SURVEY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES ON NEW BRITAIN HIGHWAY DRAWING TITLE: GENERAL VIEW OF KAPIURA BRIDGE	SCALE AS SHOWN DRAWING No.

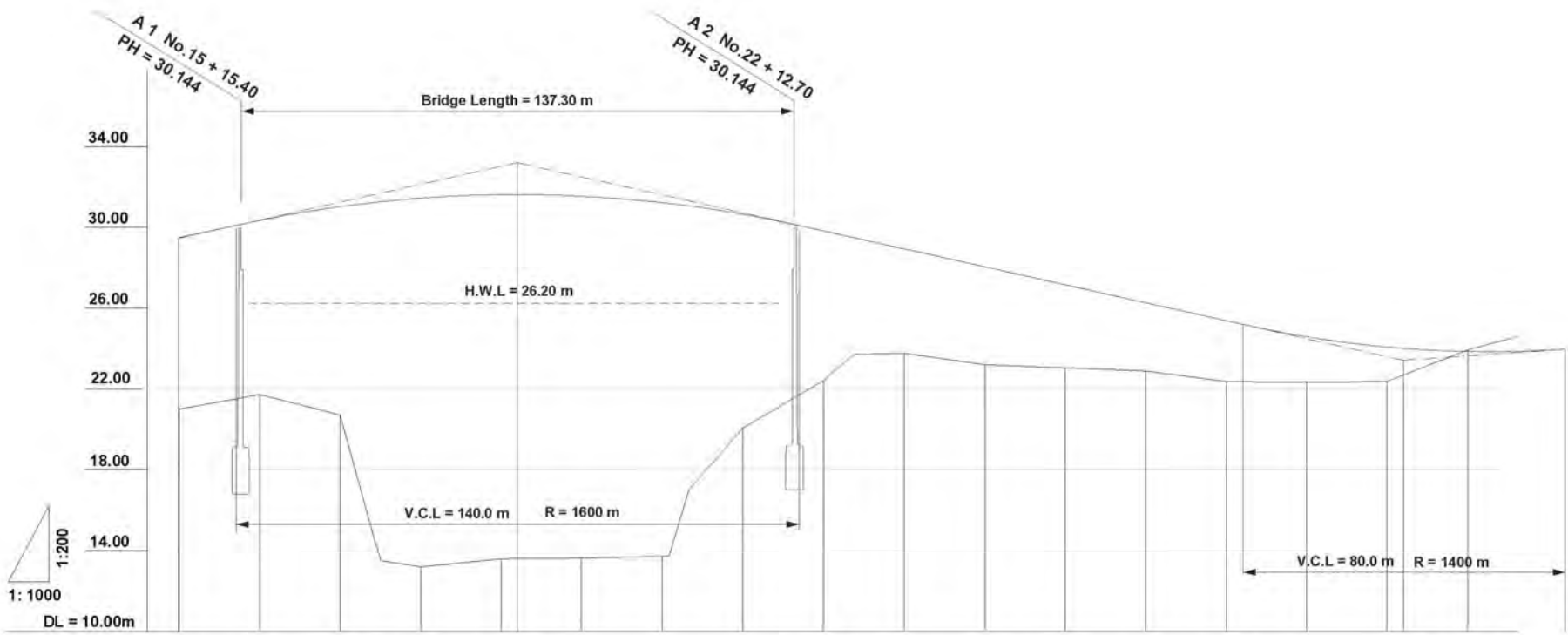
2) 平面図



No	DATE	INDEPENDENT STATE OF PAPUA NEW GUINEA	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	THE PREPARATORY SURVEY ON THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF BRIDGES ON NEW BRITAIN HIGHWAY	SCALE 1 : 2000
		DEPARTMENT OF WORKS	THE CONSORTIUM OF CHODAI Co.,LTD. AND INGÉROSEC CORPORATION	DRAWING TITLE: KAPIURA PLAN	DRAWING No.

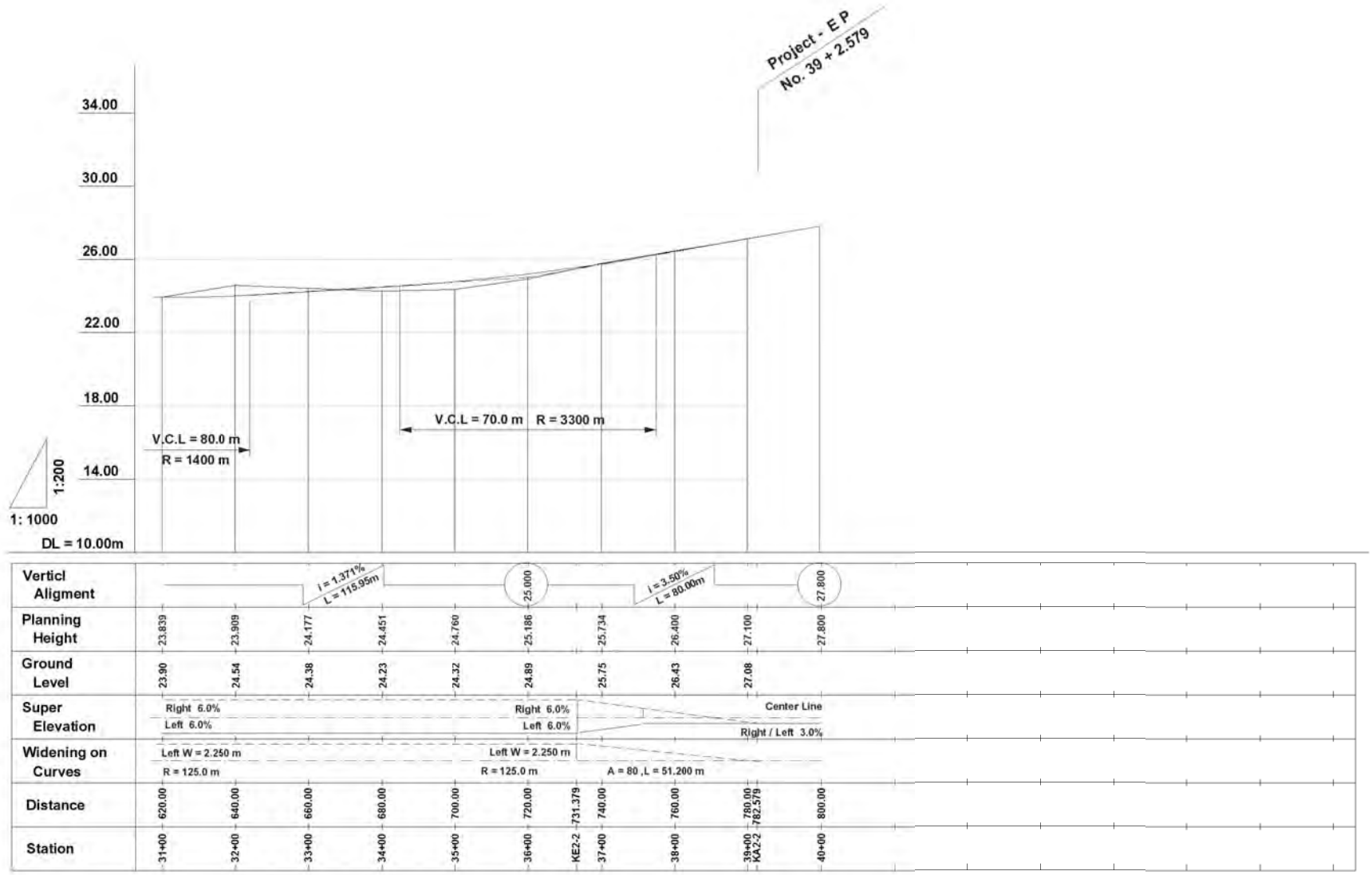
3) 縦断面図



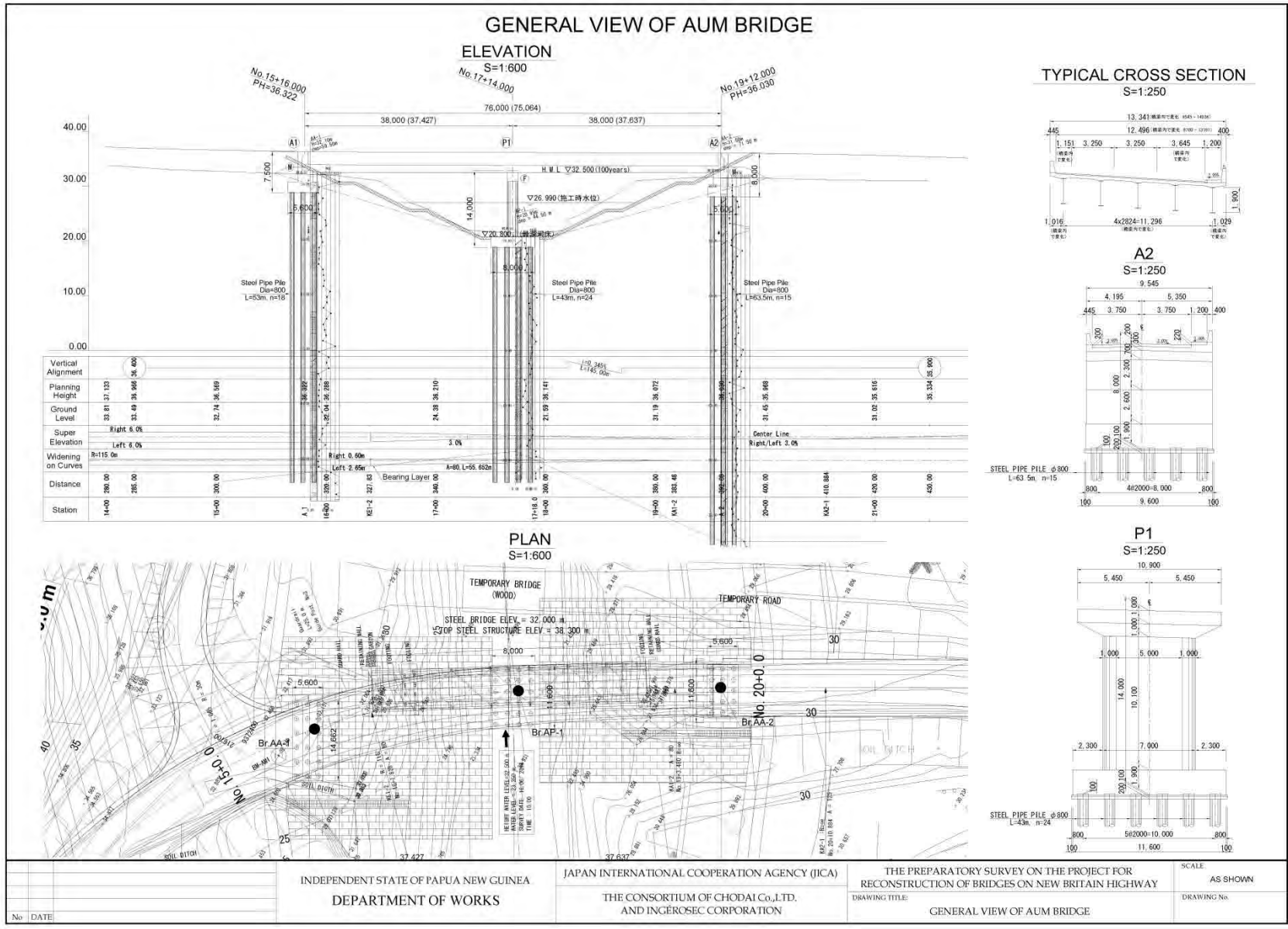


Vertic Aligment																						
Planning Height	29.460	30.144	30.339	31.026	31.459	31.638	31.642	31.561	31.231	30.647	30.144	29.820	28.930	28.040	27.150	26.260	25.370	24.573	24.060	23.992	23.893	
Ground Level	20.96	21.68	20.68	13.15	13.54	13.54	13.58	13.68	20.03	20.03	22.37	23.73	23.16	23.01	22.85	22.33	22.29	22.33	22.33	23.90		
Super Elevation	Center Line Right / Left 3.0% Right 6.0% Left 6.0%																					
Widening on Curves	Center Line Left W = 2.250 m A = 80, L = 51.200 m R = 125.0 m																					
Distance	300.00	315.400	320.00	340.00	360.00	380.00	384.050	400.00	420.00	440.00	452.700	460.00	480.00	500.00	513.521	520.00	540.00	560.00	584.721	600.00	604.05	620.00
Station	15+00	A 1 16+00	17+00	18+00	19+00	19+4.05	20+00	21+00	22+00	A 2 23+00	24+00	25+00	KA2-1 26+00	27+00	28+00	KE2-1 29+00	30+00	30+4.05	31+00			

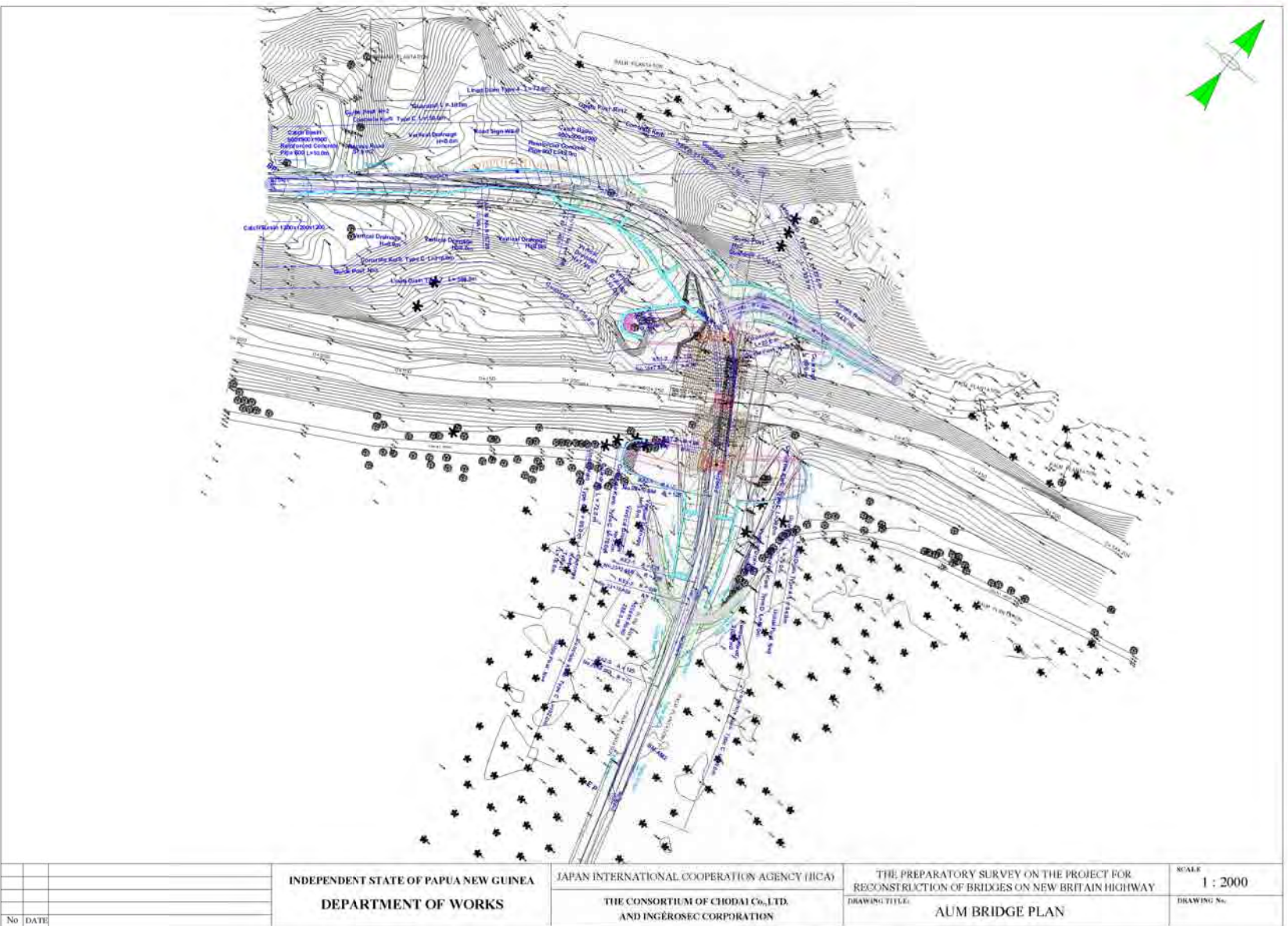
H = 1000
V = 200



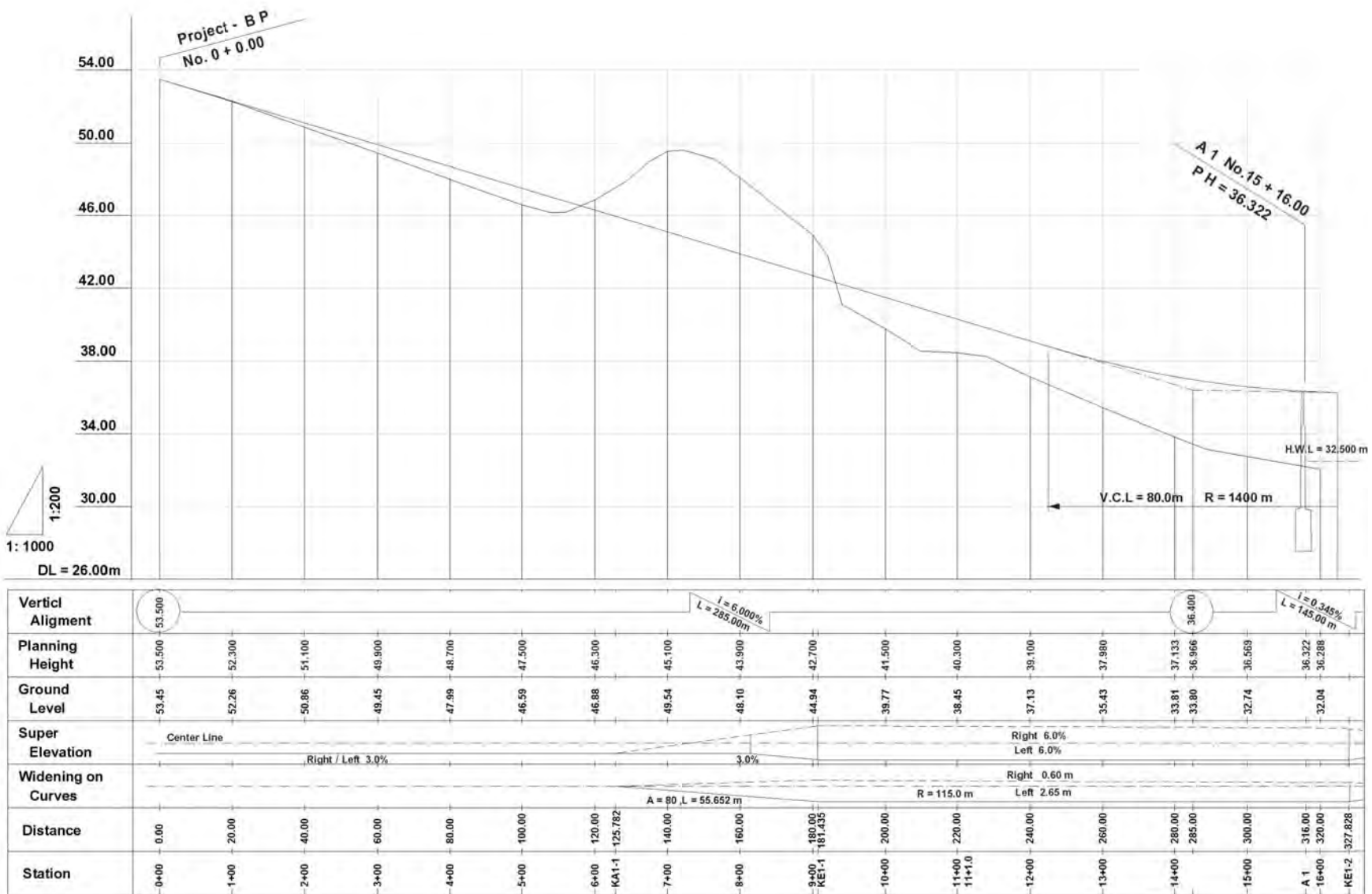
(2) アラム橋
1) 一般図

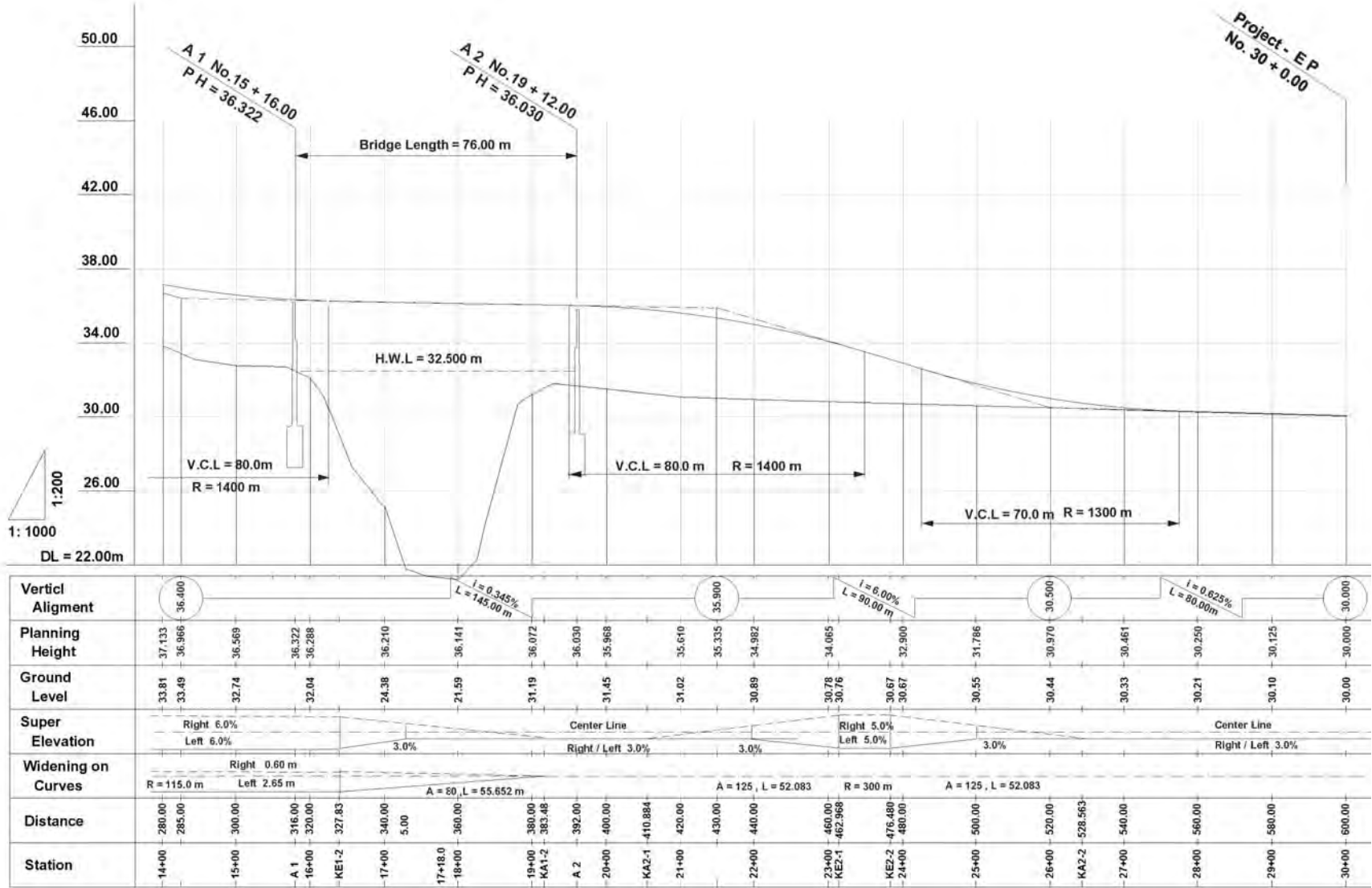


2) 平面図



3) 縦断面図





3.2.4 施工計画/調達計画

(1) 施工方針/調達方針

1) 施工方針について

① 仮設工

i) 伐木、除根工

アウム、カピウラ両橋において、現橋の上流側に仮栈橋を設置するために、現道より栈橋までの取付道路を設置する。工事用道路の計画導線上において伐木、除根を行う。

ii) 工事用道路工

河岸、河川上の橋台、橋脚施工エリアへのアクセスのため、現況の道路より工事用道路を仮設する。工事用道路はアウム橋近辺の土取場(約 1.0km)より運搬した土砂を用いる。土壌性状によっては転圧と並行して改良工を行い、地耐力の確保に務める。

iii) 仮栈橋工

架設位置に並行して河川上に工事用栈橋を構築する。栈橋は H-350 杭をバイプロハンマにて建てこみ、施工は東西両岸から行う。栈橋の幅員は 6m とし、各橋脚設置位置には張出し構台を設置する。

仮栈橋の設置位置についてはアウム橋、カピウラ橋とも現橋の上流側に設置し、下部工事だけでなく、桁架設工事、撤去工事に使用できる位置を選定する。

アウム橋については最初にキンベ側から P1 までの栈橋を架設し、現橋の撤去、仮締切工、及び杭打設工を行い、基礎工、橋脚工と併行してビエラ側からの栈橋の架設を行う。

カピウラ橋については新橋の下流側、現橋の上流側にて、桁架設工事、撤去工事の両工事に使用できる位置に架設する。

施工はキンベ側より、P1 橋脚までの栈橋を架設し、仮締切工、及び杭打設工を経て、P1 橋脚の施工を行うこととする。続いてビエラ側より P2 橋脚までの栈橋を架設し、仮締切工、及び杭打設工を経て、P2 橋脚の施工を行うこととする。

P1 橋脚、P2 橋脚施工と並行して両橋脚間の栈橋を架設し、桁架設を行う。カピウラ橋においては基礎工施工から上部工架設に至るまで橋梁と平行に設置した栈橋上から施工を行う。

iv) 仮締切工

アウム橋については床付面が施工時水位より高くなることから、橋台の排水のための仮締切工は行わない。カピウラ橋の橋台部分については、降雨状態、水位等の現地状況に合わせて、土堤による締切、釜場排水を検討する。

橋脚部における仮締切工は鋼矢板（切梁式）により行う。併せて釜場により、鋼矢板隙間からの流入水を排水する。また鋼矢板打設にあわせ、降雨時の流量増加、急激な水位の上昇への対処として河川横断面積確保が必要と考えられた場合は河川拡幅のために河床掘削を行うことも検討する。

v)既設橋梁撤去工

アウム橋においては既設橋が設置されている位置に新橋を架設する計画であるため、本体工事に先立って既存橋の撤去を行う。カピウラ橋については現在も使用されていることから、新橋開通後に撤去する。なお、撤去した鋼材等については DOW 指定の仮置場に移動する。(5.0km 以内を想定)

② 橋梁下部工

橋台部分の施工については取付道路上より鋼管杭打設工、基礎工、橋台工の施工を行う。橋台位置は水上ではなく、上述した工事用道路により取り囲まれた陸上施工として計画を行う。また東西第二橋脚までは橋梁上部工幅員の3倍である30m程度の平場を施工時滞留ヤード兼橋台施工ヤードを設けることとし、橋脚施工時と並行して作業をおこなう。水上施工となる橋脚工のうち鋼管杭打設工については、栈橋上から油圧ハンマーにて杭の打設を行う。

i)鋼管杭打設工

地質調査結果より両橋梁とも鋼管杭基礎形式にて施工する。鋼管杭の施工は50tクローラークレーン、油圧ハンマーバイプロハンマにて行い、すべての杭に対して先端支持力の確認を行う。橋脚部の施工については乾季に行うことが望ましい。

ii)掘削工

打設した杭と橋脚、および橋台基礎部分を鉄筋コンクリートにて接合するために杭頭処理を行う。そのため杭打設箇所において掘削を行う。橋台部分はオープン掘削、橋脚は小型バックホウによる掘削とする。バックホウにて掘削した土壌はダンプカーに積み込み、土捨場に運搬する。

iii)基礎工

掘削により露出した杭頭と橋脚、および橋台基礎部分を鉄筋コンクリートにて接合するために均しコンクリートを打設し、鉄筋加工組立を行う。

なお橋脚施工のための仮締切内においては釜場を設け、水中ポンプにて24時間(常時)排水を行うことで施工性を保つこととする。

iv)躯体工

橋台の形式は、逆T式橋台、橋脚は躯体部が小判型の張り出し式橋脚である。材料(鉄筋・型枠材・足場)は、トラック(4t~10t)により、仮設ヤードから現場へ、現場では、クレーンにより、設置個所へ移動させる。橋台・橋脚ともにコンクリート打設は、ポンプ車打設を基本とする。橋台背面部は、良質土による埋め戻しを行い、含水比等により管理を行う。

v)コンクリート工

「パ」国内においては良質なセメントを生産できる施設(PNG 太平洋セメント(株))が存在しており、良質な骨材も現地業者において生産、管理されている。本橋梁架設地域より40km

ほど離れたキンベ市においてコンクリートプラント(NIVANI 社、キンベコンクリート社)が存在しており、本プロジェクトにおいては同コンクリートプラントの使用を考える。なおコンクリートは栈橋上より、コンクリートポンプ車にて打設する。

③ 橋梁上部工

上部工は、鋼桁を採用する。桁製作は日本国内において行うこととする。製作期間は 9 か月程度かかると考えられるため、製作工場および現場ヤードにおけるストック状態を管理する。

i) 支承設置工

橋台および橋脚において鉄筋加工、型枠設置時に支承設置用のアンカーボルト孔を設置しておく。

ii) 鋼桁架設工

鋼桁架設は新橋に平行に設置した栈橋上より行う。鋼桁は架設前に新橋架設位置近くの地組ヤードにて仮組する。接合部については架設後に本締めを行った後に塗装を行う。なお、主桁 1 本は最大 13t であることから、桁架設は 80t クローラクレーンでの施工とする。

iii) 橋梁床版工

架設した橋桁上にコンクリート床版を設置する。栈橋および橋桁架設と併行して設置した足場を用いて鉄筋、型枠を設置する。鉄筋、型枠設置と併せ、排水柵を設置する。なおコンクリートは栈橋上より、コンクリートポンプ車にて打設する。

iv) 壁式防護柵設置工

コンクリート床版打設、壁式防護柵を設置する。壁式防護柵についてもコンクリート製のため鉄筋加工、型枠を設置後、コンクリートを打設する。なおコンクリートはコンクリート床版上より、コンクリートポンプ車にて打設する。

v) 橋面防水工

橋上の舗装に先立って橋面の防水工を設置する。防水材はシート防水とする。防水工施工時に排水パイプ等の設置も行う。

④ 土工

本線道路、取付道路の路体盛土、および路床工として土工を行う。盛土材はアウム橋近辺の土取場(約 1.0km)より運搬した土砂を用いることとするが、既設橋梁の橋台撤去時に発生したコンクリート殻を再生し、再生砕石として用いることも検討する。施工はブルドーザを用いて敷き均し、転圧を同時施工にて行う。また盛土材の土壌性状、施工期間、工程、天候によっては転圧と並行して改良を行い、地耐力の確保に務める。

⑤ 路盤工

本体道路においては下層路盤、上層路盤の順で施工する。路盤材については粒度管理を行い、材質にムラの生じないように施工する。路盤工についてはモータグレーダにより敷き均した後、ロードローラ、タイヤローラにより締め固めを行う。

⑥ 舗装工

ニューブリテン島においては国道のみならず、同島の道路舗装の全てが DBST(Double Bituminous Surface Treatment)により舗装されている。本プロジェクトにおいては橋上のコンクリート床版において DBST での施工が不適当なため、加熱式アスファルトでの施工を行う。移動式アスファルトプラント、アスファルト・フィニッシャ等の資機材については日本国内から調達し、施工する。

一般道路部分については基層(50mm)、表層(50mm)とし、橋上部分については基層(40mm)、表層(40mm)とする。

⑦ 道路付属物工

路面標識工、ガードレール、標識等の付属物については舗設後、すみやかに施工できるように舗装工程と調整しておく。

⑧ 植生工

道路線形にあわせて施工した切土部および盛土部においては植生を行い、法面の保護に務める。

⑨ 護岸工

橋台部および橋脚部については将来の洗掘に備え、ふとんかごによる護岸工を行う。河床掘削および盛土を行ったうえで、ふとんかごを設置するため、一部においては仮締切を行ったうえで施工する必要がある。

2) 調達方針について

資源保有国である「パ」国は世界的な資源の需要増に伴い、鉱物等の天然資源の輸出が好調であり、国民一人当たり GDP もここ数年は6%以上で推移している。最近では道路等の公共工事だけでなく、国内の民間ビルやホテル等の建設工事も急増しており、建設業は好景気のまま推移している。

ただし「パ」国内の建設業者はもともと数が少なく、治安の問題もあることから海外から進出してくる建設業者は皆無といった状況で、同国内の建設業界には競争原理が働いていない。このため、現地で調達する労務、および資機材単価は「強気」の設定となり、高額な金額を提示してくることが多い。

本計画では現地単価と日本から調達場合の輸送費を含めた単価を比較検討し、経済的に有利となるケースを選択することとした。

① 労務計画

i)技術者、労働者の調達事情

本計画においては技能労働者の調達事情として類似案件を参考とした。参照プロジェクトはマーカム橋補修工事、ブーゲンビル海岸幹線橋梁建設計画である。マーカム橋補修工事は補修・補強工事であり、現地見積り先から経験豊富な技術者を調達した結果、非常に高額な見積もりとなり、日本人技能工を派遣した方が有利となった。ブーゲンビル海岸幹線橋梁建設計画は、新設橋梁の建設工事で、一般的な技能工に対する見積りが、日本から派遣した技能工より安くなったため、「パ」国人による単価を採用することとした。

ただし「パ」国内の橋梁工事は他国のプロジェクトにより建設されてきたため、独自に橋梁を建設できる業者は少なく、橋梁にかかわる技術者は非常に少ない。現地で労働者を指導する立場にある橋梁世話役、橋梁特殊工は「パ」国人では調達できないため、第三人や日本人の採用を検討する必要がある。

ii)労働基準法等の関係法令による規制、労働条件等

「パ」国の労働関連法規にて規定されている主な項目は以下の通りである。

標準労働時間：8時～17時、12時～13時休憩、8時間労働/日

週休：土曜日、日曜日、祭日

普通残業手当：150%割増

休日残業手当：200%割増

最低賃金：約7キナ/日

National Public Service: General Orders (Papua New Guinea. Department of Personnel Management, 2002) より

② 工事中建設機械

「パ」国内での建設機械の調達は建設会社からのリースとなる。リース会社からの調達の可能性について調べたところ、同国内では相互信用による取引は浸透しておらず、縁故等ごく限られたケースにおいてしかリース契約は成立しないとのことであった。その他、治安が安定していないこと、十分なメンテナンスが行われていないことから、「パ」国内ではリースは難しい状況であると考えられる。

よってバックホウ、ブルドーザ、タイヤローラ等の一般的な建設機械は現地の建設業者からの調達とする。アスファルトプラント、アスファルト・フィニッシャ、およびトラッククレーン、クローラクレーン等については「パ」国内での調達が困難であることから、日本調達とする。

③ 輸送梱包計画

i)輸送ルート工事用資機材は「パ」国、日本からの調達となり、各調達先からの輸送ルートを下記に示す。

調達先	調達地	海上輸送	陸上輸送
「パ」国	ポートモレスビー港	キンベ港	各現場まで
日本	横浜港	キンベ港(レイ経由)	各現場まで

ii)資機材、鋼材、建設機械は横浜からラエを経由しキンベ港までを海上輸送とする。キンベ港から現場までを陸上輸送とする。



iii)輸送日数

日本からキンベ港までは海上輸送であり、キンベ港から現場までは陸上輸送となる。

(2) 施工上/調達上の留意事項

1) 施工ヤード

施工管理事務所、および地組ヤード等設置のために用地が必要となるが、先方政府が保有する土地を利用することを基本とする。

2) 施工時水位

各橋梁においては、集中的な降雨が発生すると急激に水位が上昇する状況にある。よって施工時には、適切な施工時水位を検討し安全な施工計画とすることが必要である。

3) 治安の確保

ニューブリテン島では、治安が安定しておらず、警察官の人員も不足しているため、十分な安全対策が必要である。現場事務所は盗難や事故防止のため立ち入り防止柵を設け、事務所の出入り口には警備員を24時間体制で配置し盗難防止、要員の安全確保を図るものとする。

(3) 施工区分/調達・据付区分

本プロジェクトにおける日本と「パ」国の施工区分を下表に示す。

日本側負担事項	「パ」国側負担事項
-「基本計画」に示された対象2橋の建設及び取り付け道路、護岸の設置 -河床の整備 -既設橋の撤去 -現場事務所、管理事務所の仮施設の建設・撤去 -工事期間中における区域内を通過する一般交通の安全対策 -「資機材等調達計画」で示された建設資機材の調達、輸入及び輸送、調達国への再輸出 -「施工監理計画」で示された実施設計、入札図書の作成、入札補助および施工監理	-建設用地におけるリース契約の解除 -建設用施工ヤードの借り上げ -環境管理計画の策定と承認 -道路・橋梁の維持管理 -銀行手数料(銀行口座(B/A)開設、支払授權書(A/P)の手続き) -工事に関連する資機材の輸入・購入に対する「パ」国政府が課す諸税の免税処置と還付

(4) 施工監理計画/調達監理計画

1) 調査・設計体制

実施設計をはじめると同時に、事前に現地調査を行う。ここでは基本設計時から更新されている情報や、新たに反映すべき条件（法律、設計基準の改定等）などを、実施設計に反映するための調査となる。調査終了後は速やかにこれらの情報を反映させて設計作業を行う。

本事業は橋梁の整備であるため、業務主任、橋梁上部工設計担当者、施工計画・積算担当者の計3名で現地調査を行い、情報を収集する。情報の収集には、現地政府の道路整備実施機関であるDOW及びABGからの協力を受けて行う。

実施設計は現地調査を行った技術者を中心に、橋梁設計（上部工、下部工）、道路設計、設計図面、数量計算書、積算および工事契約書等の担当者による作業が進められ、設計報告書、設計図面、数量計算書、事業費積算資料、契約書を作成する。

実施設計及び入札補助業務内容は下記に示す項目がある。

- ① アウム橋、カピウラ橋の上部工設計計算書作成
- ② アウム橋、カピウラ橋の下部工設計計算書作成
- ③ アウム橋、カピウラ橋の道路設計計画書作成
- ④ アウム橋、カピウラ橋の橋梁、道路工図面作成
- ⑤ アウム橋、カピウラ橋の橋梁、道路工数量計算書作成
- ⑥ アウム橋、カピウラ橋の事業費積算資料の作成
- ⑦ 入札手順書、工事契約書、特記仕様書、技術仕様書の作成
- ⑧ 入札図書の承認
- ⑨ 事前審査広告の配布、評価、通知
- ⑩ 入札会準備、実施
- ⑪ 入札書類配布、評価、通知、契約

2) 施工監理体制

本事業では日本人技術者が1人によりすべての現場を統括する監理技術者として常駐する。鋼管杭の打ち込み工事は、杭本数が多く、その延長も長い。また、地質条件として硬質中間層があり、工期及び技術的に困難な施工となることも想定されるため、日本人基礎工技術者を派遣する計画とする。

施工監理業務の内容は下記に示す項目がある。

- ① 事務所管理：ISO書類管理、予算管理、原価管理
- ② 安全管理：安全設備管理
- ③ 地域住民説明：地域コーディネーターによる地域住民への工事進捗説明管理
- ④ 工程管理：作業実施工程管理
- ⑤ 雇用管理：現地雇用者管理（雇用契約、給与、その他）
- ⑥ 計画書類審査：施工計画書、各工事計画書、竣工式計画書、引き渡し計画書、維持管理計画書、施工図面、安全計画書、環境管理計画書、品質管理計画書、出来高管理書、検査結果報告書、日常作業計画書・日常作業報告書、試験結果報告書、資材品質書
- ⑦ 材料検査：土、骨材、コンクリート、水質、アスファルト、鉄筋の検査
- ⑧ 現場検査：埋め戻し土の締め固め、杭打ち込み、鋼管杭溶接、生コンクリート、型枠出来型、鉄筋径・本数・出来型・被り、コンクリート打設、杭工事出来型、橋台躯体出来型、踏み掛け板出来型、壁高欄出来型、橋脚工出来型、足場工、支保工、地組工、ボルト締め付け工、材料のミルシート、塗装工、支承据え付け工、床版工、養生工、橋梁排水工、伸縮装置工、舗装工、のり面工、路盤工、排水処理工、護岸工、竣工検査等。

➤ 交通手段

管理事務所から架橋地点までは最大で2km離れており、その間に公共交通機関も存在しないため、交通手段は自動車となる。現地の道路状況は、舗装道路ではあるが降雨後の路面状態は悪いため、使用する車は大型四輪駆動車とする。

➤ 宿舎

キンベは、小さな町であるため借り上げ宿舎となる物件が非常に少ない。したがって、現地でのホテルを宿舎として計画する。

3) 施工業者の施工管理計画

現場が2箇所同時に稼働することから、2パーティーで施工を行う体制が必要となる。

土木技術者は、現場での作業が多い現場検査の準備及び実施において、アウム橋、カピウラ橋それぞれを主体的に担当する。「パ」国では、材料検査を実施できる技術者は非常に少ないため、日常的に試験が必要な項目について現場管理事務所内の材料試験室内で作業を行い、材料検査技術者を配置する計画とした。

日本からの調達品目として、工事用機械、鋼材等を計画しており、スムーズな通関手続および還付手続きが必要となる。

この他、測量士、測量補助、事務員2名、オフィスボーイ2名、運転手が3名を雇用する

計画とする。下記に施工業者の想定される業務内容を示し、これらの作業がスムーズに実施されるよう、作業担当者を想定し、スタッフ計画を行った。

- ① 調達管理：レイ港での通関管理、キンベ港での荷下ろし管理
- ② 事務所管理：ISO書類管理、予算管理、原価管理
- ③ 安全管理：安全設備管理、機械の保守・点検
- ④ 地域住民説明：地域コーディネーターによる地域住民への工事進捗説明管理
- ⑤ 工程管理：作業実施工程管理
- ⑥ 雇用管理：現地雇用者管理（雇用契約、給与、その他）
- ⑦ 計画書類審査：施工計画書、各工事計画書、竣工式計画書、引き渡し計画書、維持管理計画書、工事写真作成、施工図面、工事工程表、安全計画書、環境管理計画書、品質管理計画書、出来高管理書、
- ⑧ 現場管理：作業指示書、検査結果報告書、日常作業計画書・日常作業報告書、試験結果報告書、資材品質書、資機材調達管理
- ⑨ 材料数量管理、各材料の入庫管理、在庫管理
- ⑩ 材料検査：土、骨材、コンクリート、水質、アスファルト、鉄筋の検査
- ⑪ 現場検査：埋め戻し土の締め固め、杭打ち込み、鋼管杭溶接、生コンクリート、型枠出来型、鉄筋径・本数・出来型・被り、コンクリート打設、杭工事出来型、橋台躯体出来型、踏み掛け板出来型、壁高欄出来型、橋脚工出来型、足場工、支保工、地組工、ボルト締め付け工、材料のミルシート、塗装工、支承据え付け工、床版工、養生工、橋梁排水工、伸縮装置工、舗装工、のり面工、路盤工、排水処理工、護岸工、竣工検査等。

4) 工程計画の策定

2014年12月閣議決定後、E/N締結、コンサルタント契約および詳細設計と続き、2015年2月に入札・施工会社との契約を行い、8月より工事が開始される計画としている。

ニューブリテン島は熱帯気候に属しており、1年を通じて降雨が多く、作業が困難となる日が多い。また、激しい降雨後に河川が増水し河川の渡河が困難となるため、資機材の搬入、建設現場までの通勤等に影響を及ぼす場合がある。このような条件より適切な作業効率を設定する必要がある。

① 工事施工順序

対象橋梁は2橋で現場は複数が同時に稼働することになる。資機材のほとんどが海上輸送によりキンベ港からの荷揚げとなる。以下に各施工現場での施工順序を示す。

- a) 現場管理事務所の建設：現場管理事務所および宿舎を建設する。
- b) 現場事務所の建設：現場事務所および資材ヤードを整備する。
- c) 資機材の搬入：各現場に資機材を輸送する。
- d) 準備工：工事用道路、迂回路、締め切り工を整備する。
- e) 基礎工・下部工：基礎、下部工工事の施工と併行して、地組ヤードにて桁仮組を行う。
- f) 上部工：桁架設→床版コンクリート→付属工の順番で上部工を構築する。

- g) 取付道路工・舗装工・護岸工
- h) 後片づけ

② 工期設定の条件

i)機械・諸設備の規格・規模・パーティー編成等の設定根拠

工事に使用する機械は「国土交通省土木工事積算基準」で規定されているものを選定する。ただし、同一の工種内で規格の違う同種機械を使用する場合や他の現場からの転用が可能な場合などについては、標準ではない機械を使用することもあり得る。約 2km 離れている 2 橋の工事を効率よく施工するために、2 パーティーに分けて施工を行う。

ii)実作業日数の算定

工種毎の一般世話役、その工種の主たる作業員または主たる機械の作業時間と施工量の比から単位施工量当たりの作業日数を算定する。

iii)機械能力計算

工種毎の主要な使用機械の使用時間と施工量の比から単位施工量当たりの機械使用時間を求める。

③ 施工工期の算定

i)作業休止係数の設定

ニューブリテン島のキンベ周辺の天候は熱帯雨林気候(tropical rain forest climate)であり、降雨量に応じて作業不能日を設定する。

(5) 品質管理計画

受注者は、品質を品質管理基準に定める試験項目、試験方法及び試験基準により管理するものとする。

その詳細については「土木工事施工管理基準及び規格値(案)平成 25 年 3 月 国土交通省」に準ずるものとする。なおこの品質管理基準の適用は、試験区分で「必須」となっている試験項目は、全面的に実施すること。また、試験区分で「その他」となっている試験項目は、特記仕様書で指定するものを実施すること。

規格値については「出来形管理基準及び品質管理基準」により測定した各実測（試験・検査・計測）値は、すべて規格値を満足しなければならない。

本工事においては品質管理基準に則り、全ての工程において立会、確認することが望ましいが、2 橋同時施工であること、繁忙期が重なることが考えられることから、工事写真を施工管理の手段として、各工事の施工段階及び工事完成後明視できない箇所の施工状況、出来形寸法、品質管理状況、工事中の災害写真等を写真管理基準(案)により撮影し、適切な管理のもとに保管し、施工監理員の請求に対し速やかに提示するとともに、工事完成時に提出する。

(6) 資機材等調達計画

1) 工事用資材

主要資材の調達先を表 3.2.41 に示す。仮設用鋼材（H 型鋼、鋼矢板等）は「パ」国内では製造されていないため、日本からの調達とする。橋桁の製作は日本にて行うため鋼材、および高力ボルト、金属支承等の部材については日本国内での調達とする。

コンクリート用資材である採石場および砂については、工事対象地近傍（アウム橋から約 1km）において良質な資材が供給されていることが現地調査において明らかとなっている。

日本から調達予定のアスファルト混合物、鉄筋、仮設用鋼材、型枠、コンクリート二次製品、鋼管杭、伸縮装置、支承等については各工種に合わせ、輸送期間、通関手続期間等を考慮した計画とする。

表 3.2.41 工事用資材調達計画

設資材名	現地調達	日本調達	摘要
セメント	○		
コンクリート混和剤	○		
アスファルト混合物		○	日本製
鉄筋		○	日本製
仮設用鋼材		○	日本製
採石・砂・土	○		
型枠関係		○	日本製
足場関係	○		
コンクリート 2 次製品		○	日本製
鋼管杭		○	日本製
伸縮装置・支承		○	日本製

2) 工事用機械

主要機械の調達先を表 3.2.42 に示す。本案件において、タイヤローラ、ロードローラ、モータグレーダ、ダンプトラック等の一般的な建設機械は現地の建設業者からの調達とする。アスファルトプラント、アスファルト・フィニッシャ、およびバイブロハンマ杭打機、コンクリートポンプ車等についてはパ国内での調達が困難であることから、日本調達とする。

前述の日本から調達する建設機械についても各工種に合わせ、輸送期間、通関手続期間等を考慮した計画とする。

表 3.2.42 工事用機械調達計画

工事用機械名	現地調達	日本調達	摘要
バックホウ		○	
ブルドーザ		○	
トラクタショベル		○	
振動ローラ		○	
タイヤローラ	○		
ロードローラ	○		
スタビライザ		○	
モータグレーダ	○		
クローラ式杭打機		○	

工所用機械名	現地調達	日本調達	摘要
電動式バイプロハンマ杭打機		○	
クラムシェル		○	
工用水中モーターポンプ		○	
発動発電機		○	
コンクリートカッタ		○	
コンクリートポンプ車		○	
アスファルトフィニッシャ		○	
アスファルトプラント		○	
ダンプトラック 10t	○		
ダンプトラック 2t	○		

(7) 初期操作指導・運用指導等計画

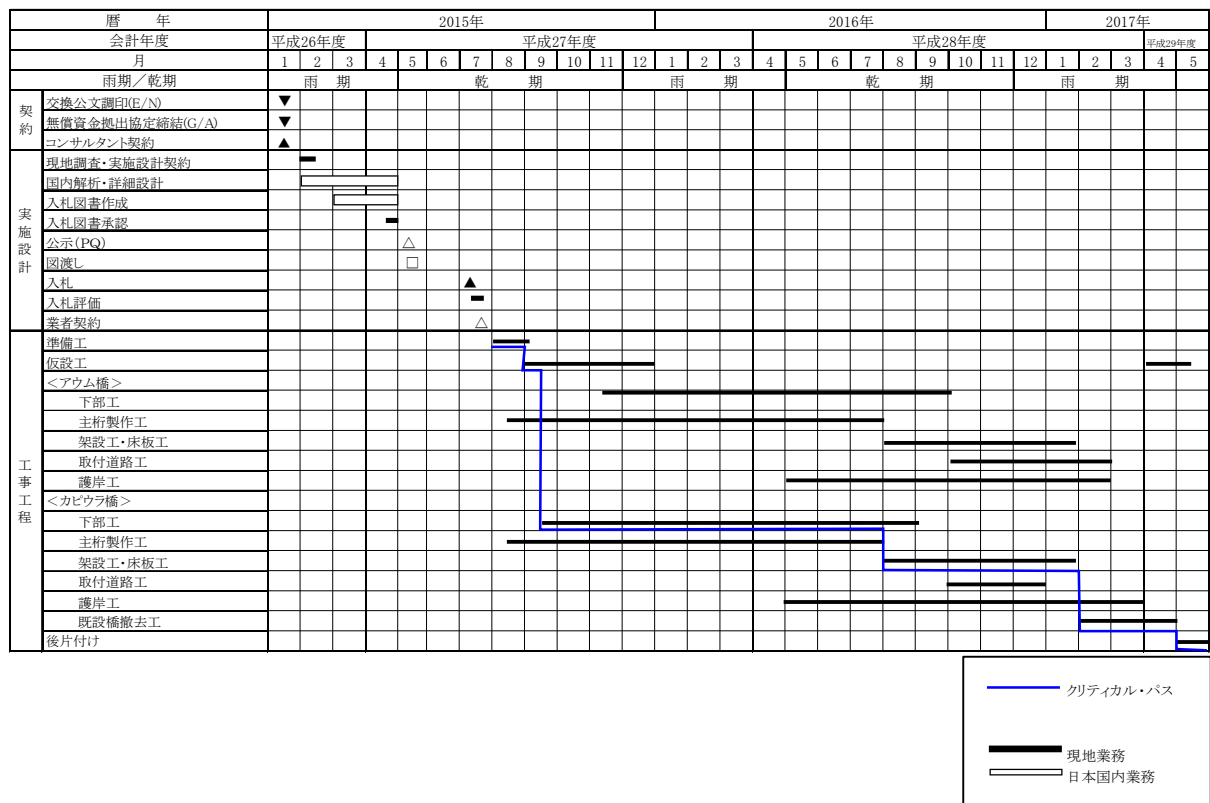
該当なし。

(8) ソフトコンポーネント計画

該当なし。

(9) 実施工程

事業実施工程表
 国名:パプアニューギニア国 案件名:ニューブリテン国道橋梁架け替え計画準備調査



3.3 相手国分担事業の概要

3.3.1 相手国分担事業の内容

(1) 工事開始までに実施される事項

- －本計画に必要な用地のリース契約の解除
- －施工ヤード用地の借り上げ
- －プロジェクトの実施意向申請書の環境省（DEC）への提出
- －銀行取り決め（B/A）、支払授權書（A/P）の発行手続及び費用負担

(2) プロジェクト実施中に為される事項

- －本計画に係る日本企業によって「パ」国に搬入される資材、機材等に関する免税措置、関税手続の支援
- －本計画に係る日本企業によって供給される業務、生産物に対して発生する関税、国内税等の免税措置
- －土捨て場、土砂・砕石採取場の確保

(3) プロジェクト実施後に為される事項

- －アウム橋迂回路（丸太橋）の撤去
- －本計画によって建設された施設の維持・管理・保全

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

PNG 側は、M/D で橋梁完成後の維持管理に関して、人的・予算的な措置を約束している。

実際に維持管理を行うのは、キンベにある DOW 西ニューブリテン支局（総勢約 40 名）で、シビル・エンジニアに統括されるプロジェクト・エンジニアおよびスーパーバイザーの部署（10 名程度）が維持管理を担当する。この部署は、洪水災害時の迂回路の整備、道路舗装の補修など、現時点では道路中心の業務を実施しており、一定の成果を上げている。しかし、橋梁に対する維持管理活動については、例えば、カピウラ橋のガセット疲労クラックへの対応のように、大きな損傷が生じた後、緊急対応しているのが現状である。維持管理活動は、損傷が大きくならないうちに手当てする予防保全の手法が効果的であり、点検作業を通じてこれらを実現することが必要である。ただし、DOW においても人員の関係より、実際の維持管理活動は、民間会社への委託または、住民組織の直接雇用により実施されるものと考えられる。

ニューブリテン国道で必要な橋梁点検・維持管理活動を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 点検・維持管理作業項目

項目	内容	頻度	点検者
日常点検	道路	1回/週	DOW 直営
	橋梁		
	護岸		
維持作業 (清掃等)	道路	2回/年	外部委託
	橋梁		
	護岸		
異常時点検 (予備調査/ 詳細調査)	道路	災害時 不定期	DOW 直営 専門家
	橋梁		
	護岸		
補修・補強	道路	適宜 20年/回 適宜	外部委託
	橋梁	20年/回	外部委託
	護岸	適宜	外部委託

これらのうち、重要なのは通常点検とそれに基づく維持作業（主に清掃・草刈りなど）である。

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

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、27.44億円となり、日本と「パ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次のように見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。概算事業費を表3.5.1に示す。

(1) 日本側負担経費

表 3.5.1 概算事業費

事業費区分		概算事業費（百万円）
建設費	橋梁・道路	2,503
実施設計・施工監理費		224
計		2,727

(2) 「パ」国側負担経費

建設ヤード借地費	:	400,000 キナ
B/A、A/P 開設手数料	:	50,000 キナ
計	:	450,000 キナ (18 百万円)

(3) 積算条件

- 1) 積算時点：平成 26 年 7 月
- 2) 為替交換レート：1US\$=102.88 円
：1 キナ=41.46 円
- 3) 工事施工期間：詳細設計、工事期間は施工工程に示したとおり。
- 4) その他：本計画は日本政府の無償資金協力ガイドラインに従い実施される。上記概算金額は交換公文上 (E/N) の供与限度額を示すものではなく、E/N 前に日本政府によって見直される。

3.5.2 運営・維持管理費

前項で示した維持管理作業を行うための予算を表 3.5.2 に示す。

表 3.5.2 維持管理予算

維持管理項目	頻度	年間予算 (キナ/年)	摘要	
日常点検	道路	1 回/週	2,160	
	橋梁		4,320	
	護岸		2,160	
	計	-	8,640	
維持作業 (清掃等)	道路	2 回/年	17,900	
	橋梁		1,200	
	護岸		-	
	計	-	19,100	
補修 補強	道路	1 回/2 年	—	舗装の小規模補修
		1 回/20 年	48,750	舗装打ち替え
	橋梁	1 回/20 年	10,500	伸縮装置取り換え
	護岸	1 回/月	4,800	補修
	計	-	64,050	
合計			91,790	

DOW の道路・橋梁維持管理年間予算は、約 40 億円 (2013 年) であることから、本事業の橋梁 (取付道路・護岸含む) の想定平均年間維持管理費約 367 万円の負担は可能である。

第4章 プロジェクトの評価

4.1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトの事業実施の前提となる事項は、以下が考えられる。

(1) リース用地の返却

現況のアウム橋周辺の用地は、国有地を NBPOL にリースされており、カピウラ橋周辺の用地は、上流側が SBLC に、下流側が NBPOL にリースされている。本プロジェクトに必要な用地について、NBPOL や SBLC からリース契約を解除し、国有地として返還してもらう手続きを工事が開始される前までに行う必要がある。

(2) プロジェクトの実施意向書の環境省への提出

本プロジェクトは、既設橋梁の架け替え事業にあたるため、「パ」国の環境法のレベル 2 A 事業に分類される。レベル 2 A 事業では、環境承認の手続きは求められないものの、事業者がプロジェクトの実施意向書を環境省（DEC）に申請し、申請内容の審査を受けなければならない。

(3) 既設カピウラ橋とアウム橋迂回路の維持管理

既設のカピウラ橋及びアウム橋迂回路は、新設カピウラ橋、新設アウム橋の建設中も一般車両の通行に供用するとともに、工事車両も利用する。このため、工事中も「パ」国により既設橋の維持管理を継続する必要がある。カピウラ橋の車両通行制限を引き続き継続する。

4.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するための前提条件として「パ」国が取り組むべき課題は、以下が考えられる。

(1) 建設された施設の維持・管理・保全

新設された橋梁、道路について、長期間に渡り良好な状態で使用するためには、適切な維持管理が実施される必要がある。そのためには、「パ」国が十分な維持管理予算を確保し、通常点検、定期点検、必要な補修を実施することが重要である。

(2) 資機材の免税措置の確実な実施

日本の無償資金協力事業においては、資機材は無税で「パ」国に持ち込むことで建設費が算定されている。このため、「パ」国による無税措置の確実な実施が行われないと、工程通りに工事が完了しない可能性がある。

4.3 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として「パ」国が取り組むべき課題は、以下が考えられる。

(1) ニューブリテン国道及びキンベ道路の整備

アウム橋、カピウラ橋は、ニューブリテン国道上に位置するが、両橋の現場まで資機材を運ぶためには、キンベ港又はホスキンス空港からの輸送路であるキンベ道路、ニューブリテン国道の道路状況が良好に保たれていなければならない。そのためにはこれら道路の維持管理費を確保する必要がある。

4.4 プロジェクトの評価

4.4.1 妥当性

(1) プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトは、ニューブリテン国道のキンベ寄りの2橋梁を改修するものであり、直接的な裨益効果は、ニューブリテン国道 203km の沿線住民約 18 万人であり、将来的にはニューブリテン国道が東ニューブリテンまでつながる予定であり、これが達成した暁にはラバウルまでの沿線住民に裨益効果をもたらすことになる。

(2) プロジェクトの目標と緊急性

本プロジェクトの目標は、アウム橋とカピウラ橋を整備して、ニューブリテン国道上において円滑で安定的な交通を確保することである。既設のアウム橋は大型車用の衝突により通行止めとなり迂回路により交通を確保している状況である。また、カピウラ橋は耐荷力不足から通行制限を実施している状況である。他に代替道路が存在しないことから、両橋の状況を改善することは「パ」国にとって緊急の課題となっており、本プロジェクトの緊急性は高い。

(3) 中長期的開発計画の目標達成

「パ」国の長期開発計画 VISION2050 や開発戦略計画 DSP2010-2030 では、道路ネットワークは、国民が市場やサービスを利用するためのライフラインであるとの認識に立ち、8,460km の国道網を 2030 年に 25,000km に延長し、そのすべてを良好な状態に維持するという目標を掲げている。本プロジェクトは、この開発計画の目標達成に貢献するものである。

(4) 日本の技術を用いる必要性・有意性

既設のアウム橋は橋長 50m、カピウラ橋は橋長 116m であり、ニューブリテン国道の橋梁としては、橋長の長い橋梁であり、ADB プロジェクトでは対象とならなかった橋梁である。「パ」国政府では、このような橋長の橋梁を建設した経験が無く、日本に建設の要請を行っ

た経緯がある。河川内に橋脚を設ける計画としたため、連続鋼板桁を採用することで大型橋梁ではなく対応できるが、河川内の締め切りを行い橋脚を施工することは、日本の技術力を用いた計画により、経済性の高い橋梁を建設することになる。

4.4.2 有効性

(1) 定量的効果

協力対象事業の実施により期待される定量的なアウトプットを以下に示す。

1) 橋梁耐荷力の増加

既設橋は、1車線で T33 荷重及び特殊車両ジंगा-荷重 (44t) により設計されていた。新設橋梁は、2車線 T44 荷重で 88t の重量に耐えられる橋梁となる。

2) 平均走行速度の増加

アウム橋の迂回路を走行する車両の平均走行速度の測定値は 11.0km/h であり、既設カピウラ橋を走行する車両の平均走行速度の測定値はゲートで一旦停止する影響があり、18.4km/h であった。新設橋梁が完成すると、両橋とも設計速度 60km/h で走行することが可能となる。

3) 年平均日交通量

ニューブリテン国道の現地調査における日交通量は、493 台/日であった。GDP 比で交通量が増えると仮定すると、事業完成 3 年後 (2020 年) の日交通量は 772 台/日となる。

表 4.4.1 定量的効果

指標名		基準値 (2014 年実績値)	目標値 (2020 年) 【事業完成 3 年後】
橋梁耐荷力の増加 (t)	アウム橋	44	88
	カピウラ橋	44	88
平均走行速度の増加 (km/h)	アウム橋	11.0	60
	カピウラ橋	18.4	60
年平均日交通量		493 台/日	772 台/日

(2) 定性的効果

協力対象事業の実施により期待される定性的なアウトプットを以下に示す。

1) 橋梁の性能と安全性の向上

アウム橋とカピウラ橋が新設され、耐荷力が向上するとともに、主構造が道路面よりも下に位置する上路形式を採用したため、車両が主構造に衝突する可能性が低くなり安全性が向上する。

2) 物流の促進と円滑化

現状のアウム橋は、仮設の木橋を設けた迂回路を走行しており、既設カピウラ橋はゲートで一旦停止するため、円滑な走行ができないが、両橋が新設されることにより瞬時に通過することになり、ニューブリテン国道の物流の促進に寄与する。

3) 災害発生時の交通の確保

現在のアウム橋は迂回路が既設橋よりも低い位置に設けられているため、洪水時には迂回路が浸水し通行不能となる可能性が高い。新橋完成後は、洪水時においても通行が可能となる交通が確保される。

4) 歩行者の安全の確保

アウム橋の迂回路には歩道が無く、カピウラ橋も歩道が設けられていない。新設橋には歩道が設けられているため、歩行者の安全が確保できる。

5) 河川水の有効利用

ニューブリテン島では、洗濯、水遊び、魚捕りなど河川の利用が活発であるが、アウム橋、カピウラ橋には河川に接近する明確な通路がなく、河川の利用が限られている。一方、他ドナープロジェクト、BRIRAP では、河川水利用者として女性が多いことに着目し、河川水利利用をジェンダー問題ととらえ、階段を設置することを標準としている。

アウム橋、カピウラ橋も、同様の方針をとるとともに、護岸の管理用通路を兼ねて水際まで階段工を設置するため、河川水の有効利用が可能となる。