

No. 1

パプア・ニューギニア国  
ハイランド国道ウミ橋架け替え計画

基本設計調査報告書

平成10年1月

JICA LIBRARY



J 1140812 (7)

国際協力事業団  
日本正営株式会社

調 無 二  
CR (3)  
98-023

パプア・ニューギニア国  
ハイランド国道ウミ橋架け替え計画

基本設計調査報告書

平成10年1月

田中工務

06  
115  
RT

④



パプア・ニューギニア国  
ハイランド国道ウミ橋架け替え計画

基本設計調査報告書

平成10年1月

国際協力事業団  
日本工営株式会社



1140812 [7]

## 序文

日本国政府は、パプア・ニューギニア国政府の要請に基づき、同国のハイランド国道ウミ橋架け替え計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年8月12日から9月5日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団はパプア・ニューギニア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いたしました。帰国後の国内作業の後、平成9年10月20日から10月31日まで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10年1月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

## 伝達状

今般、パプア・ニューギニア国におけるハイランド国道ウミ橋架け替え計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき日本工営株式会社が平成9年7月25日より平成10年1月16日までの5.5ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、パプア・ニューギニアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年1月  
日本工営株式会社  
パプア・ニューギニア国  
ハイランド国道ウミ橋架け替え計画  
基本設計調査団  
業務主任 大島 久



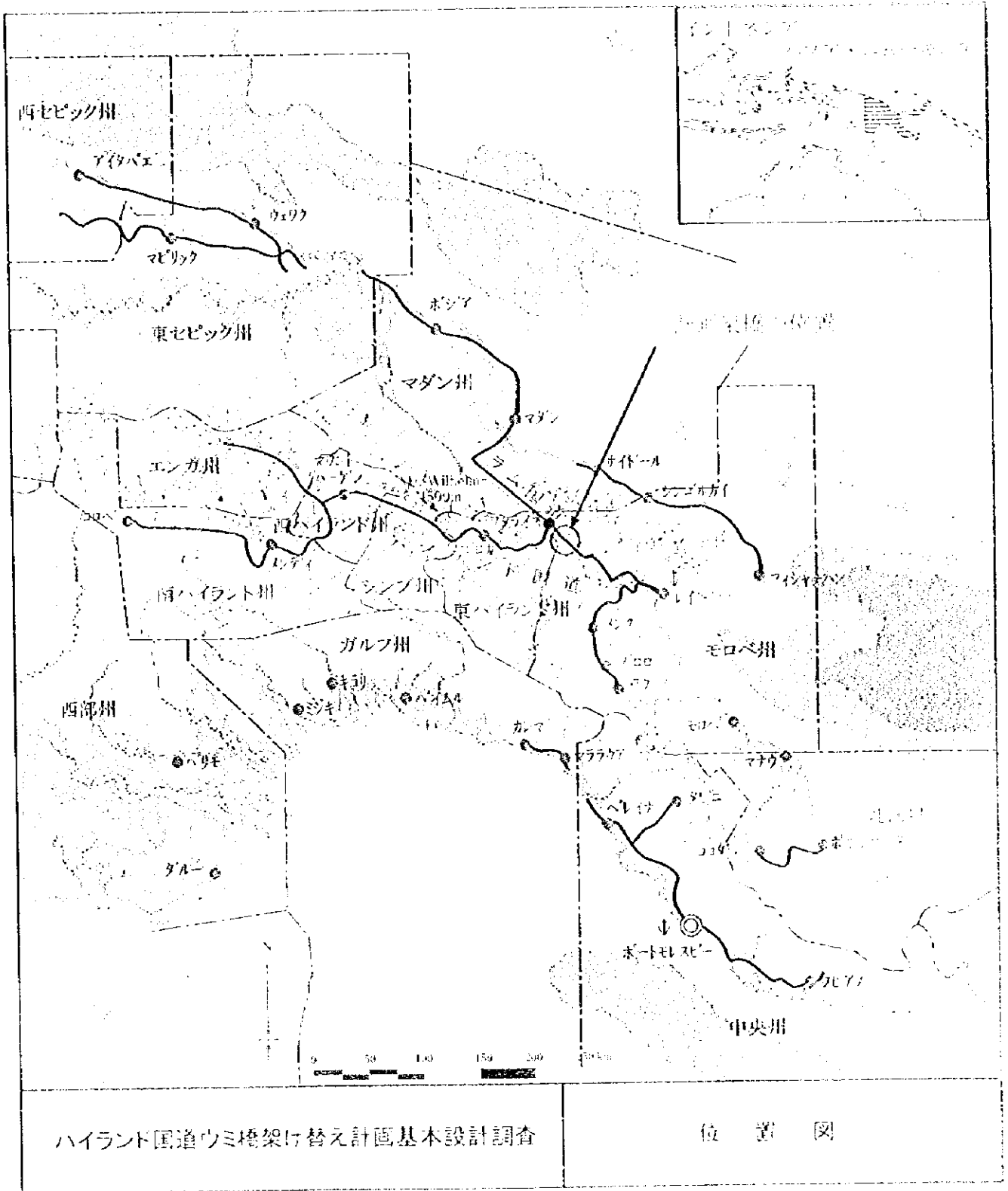
計画架橋の位置

北部州  
ポントック

N

ハイランド国道ウミ橋架け替え計画基本設計調査

位置図



ハイランド国道ウミ橋架け替え計画基本設計調査

位置図





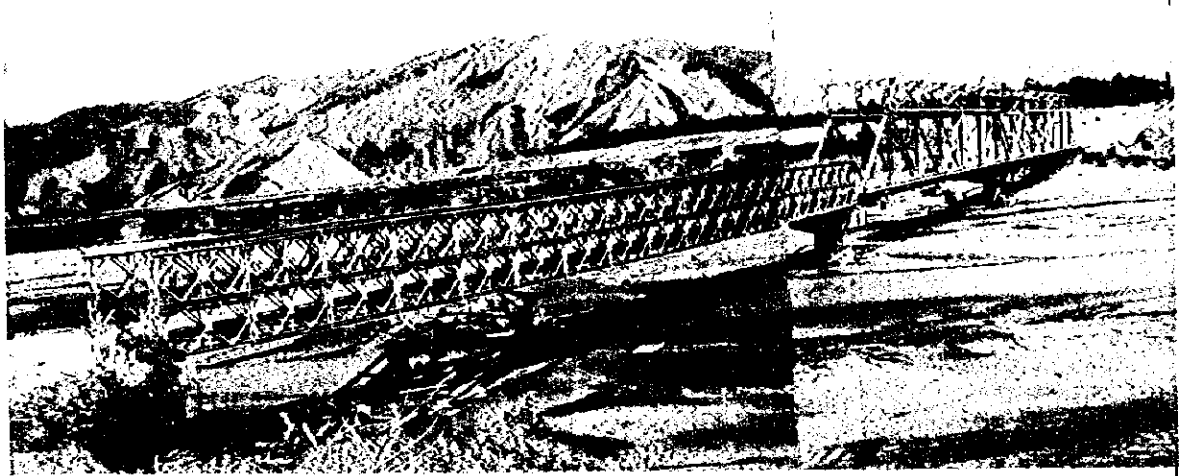
新ウミ橋完成予想図



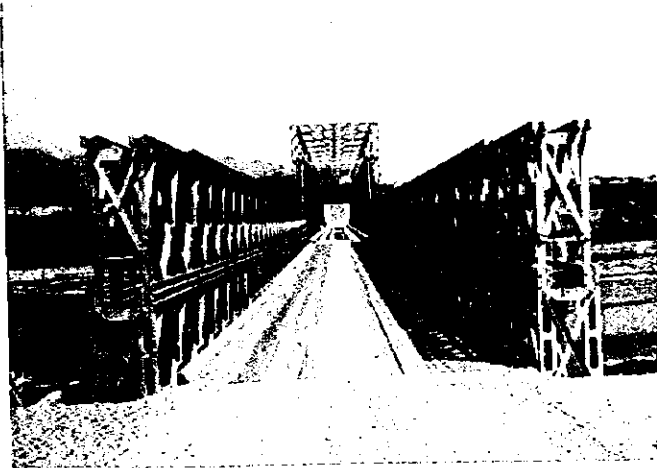
レイ側

ウミ川上流より見た既設ウミ橋の全景

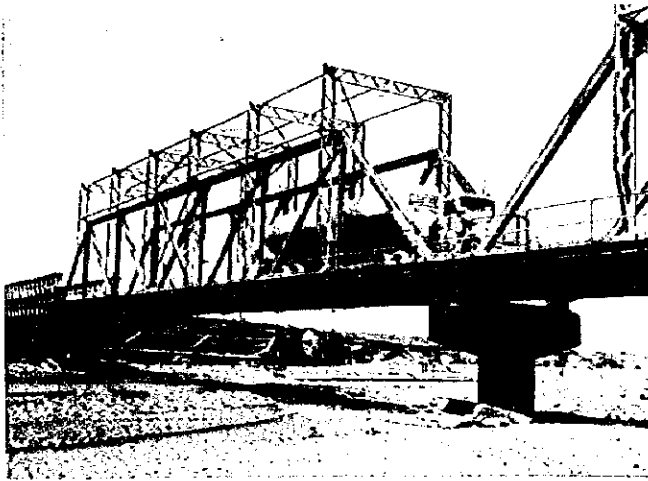
ワタラエス側



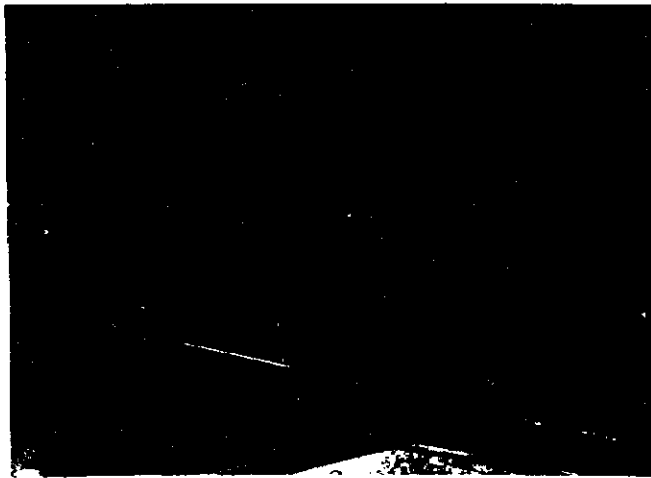
既設ウミ橋を左岸（レイ側）上流側より望む。第1径間（ペイリー橋部）直下に落橋した旧橋部材が確認できる。



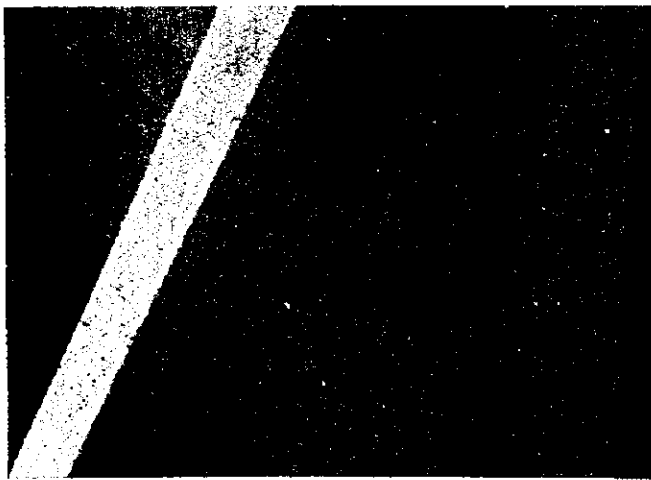
既設ウミ橋は、幅員  $W = 3.2 \text{ m}$  と狭い為、減速通行を強いられ、又朝夕のピーク時には渡河待ちを強いられている。



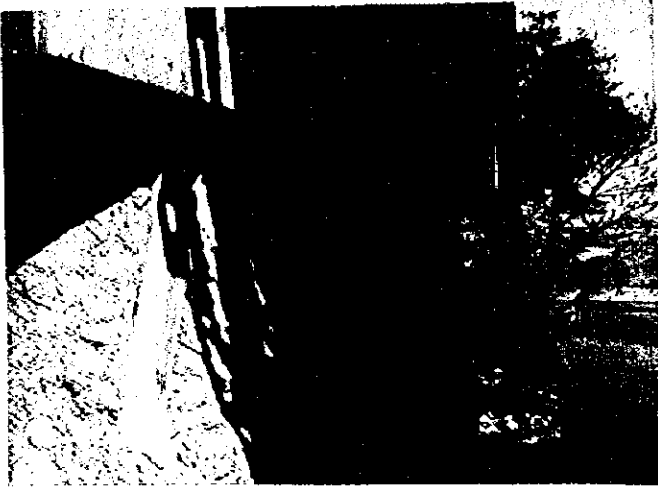
ハイランド地方へ生活物資を運ぶ大型トレーラーの通行が顕著である。



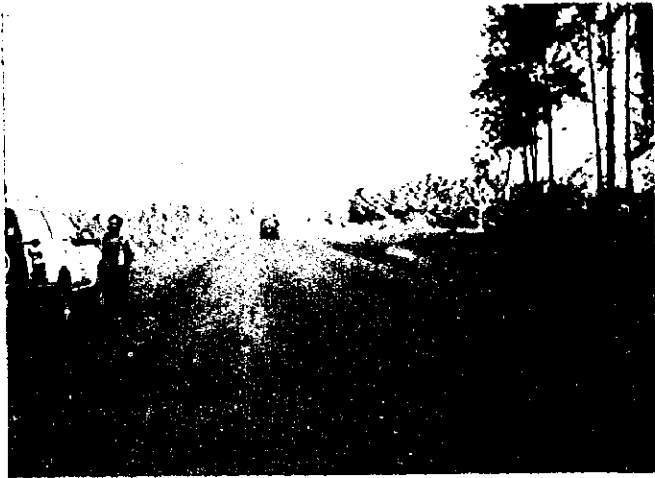
トラス部床組みの腐食状況、特にジョイント部の腐食は著しい。



トラス部下端より見た床版の亀甲状で幅の広いクラックの現況。



既設ウミ橋のレイ側橋台はパイルベント形式であり、耐震性に劣る。



レイ市より 32 km 地点のハイランド国道の現況。



レイ市より 16 km 地点のハイランド国道の現況。  
写真中央は軸重計測所（但し、調査時には故障中）



レイ市内にある民営のクラッシング  
プラント。



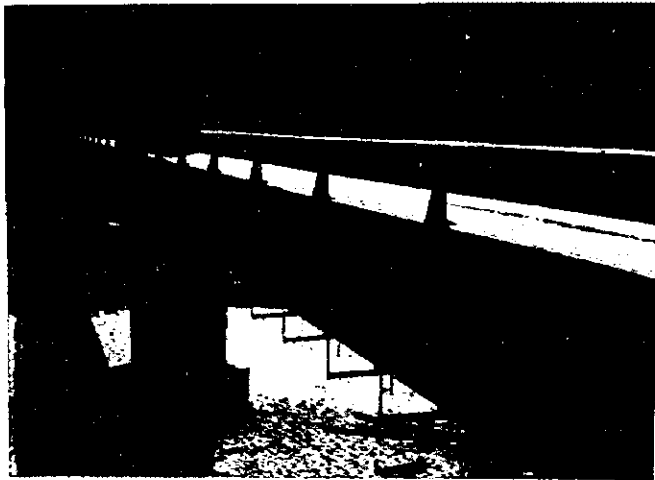
レイ港の北側に位置  
するハラセメントの  
パース（注：セメン  
トの原材料は韓国よ  
り輸入している）



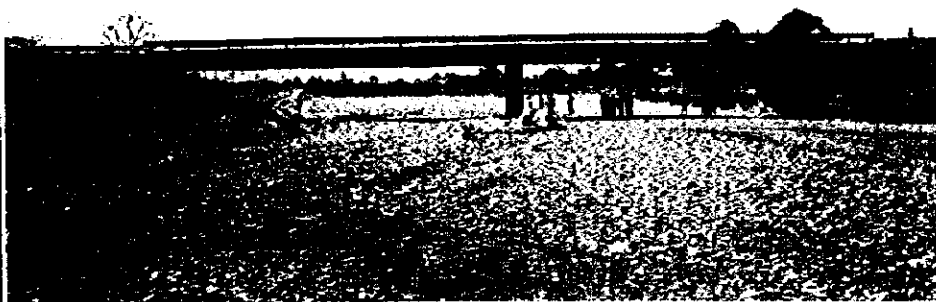
レイ港の現況、荷役機械がない  
ため外部から調達したクレーン  
で荷下ろしを行っている。



既設レロン橋を下流側から望む。



既設レロン橋は狭幅員の為、減速通行、渡河待ちを強いられている。



ビティジャ橋の現況を下流より望む。

## 略語集

ADB	(Ascan Development Fund)	アジア開発銀行
Aus Aid	(Australian Aid)	オーストラリア国援助局
DA	(Department of Agriculture)	農業省
DEC	(Department of Environment & Conservation)	環境・保全省
DNPI	(Department of National Planning & Implementation, Former NPO)	国家計画・実施省 (旧国家計画局)
DOTW	(Department of Transport & Works)	運輸・公共事業省
EU	(European Union)	ヨーロッパ共同体
GDP	(Gross Domestic Products)	国内総生産
JICA	(Japan International Cooperation Agency)	国際協力事業団
KN	(Kilonewton)	キロニュートン
NMB	(National Mapping Bureau)	国家地図局
OECF	(Overseas Economic Cooperation Fund)	海外経済協力基金
P.C.	(Prestressed Concrete)	プレストレス・コンクリート
PNG	(Papua New Guinea)	パプア・ニューギニア
POM	(Port Moresby)	ポートモレスビー
ROW	(Right of Way)	道路用地幅
WD	(Wold Bank)	世界銀行

## 要 約

パプア・ニューギニア国(PNG)は急峻な山岳、広大な湿地帯、散在する島々等の地理的制約から、小規模な都市や集落が全国各地に散在しており、それらを結ぶ交通ネットワーク、特に道路網は未発達である。そのため、人の移動や物資の輸送が不活発で輸送コストが高く、国内産業の発達を妨げている。1995年に於ける道路総延長は約 30,900km(6.6km/1,000 人、50.3km/1,000km<sup>2</sup>)であり、この内国道延長は 8,970km で、その舗装率は僅か 20%である。これら国道の大半は主要都市地域内の道路或いはその周辺道路であり、都市間道路の形成は非常に遅れており、未だ南北横断道路は存在しない。

このような現状を踏まえ、PNG 政府は1996年「経済開発政策」及び1996年12月の「中期開発計画1997-2002年」の中で社会基盤の整備・維持管理を重点課題として掲げており、この施策に沿って運輸部門ではハイランド国道の改修と維持修繕を最優先課題としている。ハイランド国道は PNG 最大の貿易港湾都市であるレイ市と、PNG 全人口の約半分が住みかつ農産物の生産や鉱物資源の中心であるハイランド地方を結ぶ PNG で最も重要でかつ又交通量の多い延長約 520km の都市間幹線道路である。しかし、ハイランド国道上の一部の橋梁群は、その道路幅員が2車線にも拘わらず1車線橋梁であり、また老朽化も進み、交通量・耐荷力の観点から交通の隘路となっている。

これら橋梁群の内、ハイランド国道の起点であるレイ市から 138km に位置するウミ橋は老朽化が進んだ1橋であり危険な状況にある。既設ウミ橋は、支間 49m の鋼単純トラス 3 連、幅員 3.2m、設計荷重33トンの橋として 1960 年代前半に完成した。その後、1993 年 10 月にウミ川上流域を震源とする地震(マグニチュード 7.1)に伴う地滑り・斜面崩壊が発生し、それに伴いウミ川に大量の土砂が流出し現在まで河床が 2.5m 上昇し、河川断面(河積)の減少を招いている。また、1994 年7月にはトレーラーがトラスの端弦材に衝突、レイ側トラス1径間が落橋し、仮橋としてベイヤ橋が落橋部に仮設され現在に至っている。

現ウミ橋は車両の衝突による部材の変形や鋼材の腐食、過積載車両の通行による床版のクラックや部材の過度な撓等の損傷が観察されており、PNG 国の現行設計荷重が 44 トンのトラック荷重であることを考慮すれば明らかに耐荷力が不足している。更にウミ橋は一車線橋梁でありベイヤ橋部に歩道がないので、減速走行を強いられ、歩行者の安全な渡河が脅かされている。更に河床は現在も上昇を続けていることから、将来洪水時には橋梁が冠水し、流出する可能性もある。

上記ウミ橋改修の緊急性、優先度及び上位計画での位置づけを踏まえて、PNG 政府は1997年4月に既設ウミ橋の架け替えに関わる無償資金協力を日本国政府に要請した。要請の内訳は、下記の通りである。

- 2車線の新ウミ橋の建設
- 新ウミ橋保護の為の最低限の護岸工及び河道制御工の設置
- 最低限の取り付け道路の建設

PNG 政府の要請に基づき、日本国政府は、同国のハイランド国道ウミ橋架け替え計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団(JICA)が同調査を実施した。

JICA は、1997 年 8 月 12 日から 9 月 5 日まで基本設計調査団を現地に派遣し、調査団は PNG 政府



関係者と協議を行うと共に、計画対象地域における自然条件調査、施工関連及び調達事情調査、実施体制調査等の現地調査を実施した。帰国後国内で基本構想の構築、基本設計、事業実施計画、積算等の作業実施後、1997年10月20日から10月31日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、本最終報告書を作成した。

本計画の基本構想の骨子は下記のとおりである。

- 新橋は架橋位置の種々な自然条件に対応できるものとする。
- 新橋の交通容量及び耐荷力はハイランド国道上の標準的橋梁のそれらと同等なものとする。
- 本事業の中の取り付け道路、護岸工等の付帯設備は必要最低限度のものとする。

但し、PNG 政府の要請にあった河道制御工の設置は、ウミ川の河床上昇のためその長期的効果は期待できないこと、又その建設費は膨大な金額になることにより、本計画の対象外とした。

本調査の橋梁計画高決定の特徴は、1993年ウミ川上流域に発生した大規模地滑りに起因するウミ川河床の今後の上昇量を考慮して、通常の洪水深、桁下余裕高、構造高のみならず現河床からの将来堆砂深を反映する必要があることである。

但し本調査では将来起こるであろう 93 年地震以上の地震による再現大規模地滑りに起因する河床上昇は下記理由により考慮しなかった。

- 新ウミ橋の耐用年数は50年とする。
- ウミ橋の位置するフーオン(Huon)地震帯のマグニチュード7以上の地震再現周期は81年である。

これら検討を踏まえ本計画の施設規模は下記のように決定された。

—架橋位置	新橋の中心線は既設橋と平行で既設橋の中心から15m下流側に位置する。
—橋長	160.0m
—橋梁形式	鋼3径間連続非合成鉄桁、構造高:H=3.0m
—支間割り	54.5m+50.0m+54.5m
—橋台形式	矩形壁式、H=8.6m
—橋脚形式	小判型壁式、H=8.8m
—基礎工形式	小判型ケーソン、橋脚基礎 10.0m*7.0m*10.5m(深さ) 橋台基礎 13.0m*7.0m*11.0m(深さ)
—適用活荷重	B 活荷重
—取り付け道路長	レイ側285m、ワタラエス側285m
—橋梁幅員	全幅9.8m(車道幅7.5m、歩道幅1.5m)
—道路幅員	総幅10.5m(車道幅6.5m、路肩幅2.0m)
—舗装構造	DBST 舗装
—計画高(標高)	375.100m(既設橋路面より3.8m高い)

本計画の全体工期は実施設計も含め3年3ヶ月が必要であり、これを実施するには国債が望ましい。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費は日本側 9.73 億円、PNG 側 2百万円と見積られた。なお、相手側が負担すべき維持管理費は 5.4 百万円/年であり、先方予算の中で充分措置できる範囲にある。

本計画の実施機関は運輸・公共事業省(DOTW)であり、実質的には同省の技術局道路・橋梁部が実務を担当する。近々両部門が独立し運輸省と公共事業省となる予定であるが、この場合、以後の実施機関は公共事業省の技術局道路・橋梁部になる。

ウミ橋を含むハイランド国道は運輸・公共事業省モロベ州事務所下のハイランド国道課が担当している。ウミ橋の維持管理はこのモロベ州事務所ハイランド国道課のワザフキャンプ(ウミ橋からレイ側へ3kmの地点)が実施する。

本計画によって建設される施設の維持・管理内容は、橋梁、河川構造物及び取り付け道路の点検・維持1回/年、河川構造物の定期修繕1回/5年並びに鋼橋の定期修繕1回/10年であり、現在の維持・管理技術で十分に対応可能であることから、維持・管理上の問題はないと判断される。

本計画実施による直接効果は次の通りである。

現状と問題点	本計画での対策	計画実施による効果
1. 既設ウミ橋は2連のトラス橋及び1連のベイヤ橋(仮橋)共に主要部材の損傷が著しく、既設橋の適用設計活荷重は現行活荷重に比べて小さい。従って、既設ウミ橋は現通行車両重量に対して明らかに耐荷力不足であり危険な状況にある。	PNG 国の活荷重基準とほぼ同等の日本のB活荷重を適用して近代的な橋梁に架け替える。	—既設ウミ橋は今後とも相当の維持修繕費用が必要になるが、新橋の架け替えに拠って比較的安い維持修繕費で済む。よってこれら差額を維持修繕費用の節約として見込む事が出来る。 —落橋確率の低減によりハイランド地方及びレイ市地域の社会・経済活動が安定する。
2. 既設ウミ橋は有効幅員 3.2m の1車線橋梁のため、朝夕のピーク時には渡河待ちを又それ以外の時間帯でも減速通行を強いられており、ハイランド国道の交通流の隘路となっている。	ハイランド国道上の標準的橋梁幅員である車道幅員 7.5m の2車線を適用した。	—本計画の実施で渡河待ち、減速走行が解消され、輸送時間の短縮、走行費用の節約が可能となる。
3. 既設ウミ橋はベイヤ橋部には歩道がないため、歩行者の渡河通行は非常に危険な状況である。	歩車道を分離して片側に1.5mの歩道を設ける。	—人身事故の減少が期待される。
4. 現ウミ橋は上流域からの土砂流出に伴った河床上昇により河積が計画洪水流量に対して不足するため洪水により流失の可能性を有している。	新橋の計画高の決定に際しては、堆砂深 1.8m、50年確率の洪水深 2.3m、桁下余裕高 1.5m 及び新橋の構造高 3.0m を考慮し決定した。	—橋梁流失確率の低減により、ハイランド地域の社会・経済活動が安定する。

本計画の実施に際しては下記の課題があるので PNG 側はこれらの対応を着実に実施する必要がある。

一治安の問題

現在 PNG の治安状況は極めて悪く改善の兆しはない。PNG 政府にはミッツの中で本計画の実施に関わる要員の安全確保及び建設資機材の輸送中を含めた盗難防止を確実なものにする為に PNG 政府による特別警備の提供を要請している。従ってこれら警備の確実な履行が必要である。

一不法な土地利用或いは補償費の要求

PNG では国土の 97%が習慣的土地所有形態の基で登記されており、近代的な土地所有権は確立していない為、新たな用地買収は非常に難しい。この現状を踏まえ本計画では全ての永久施設は既存用地幅内で納めまた仮施設も国有地内で計画した。しかし、本計画が公表されると本計画予定地内を不法に占拠し補償費を要求する住民が出てくる可能性があるので、PNG 側は早急に計画敷地をフェンス等で囲う等の適切な対応をとる必要がある。

## 和文報告書目次

序文	
伝達状	
位置図／透視図／写真	
略語集	
要約	
第1章 要請の背景.....	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況.....	2-1
2-1 当該セクターの開発計画.....	2-1
2-1-1 上位計画.....	2-1
2-1-2 財政事情.....	2-2
2-2 他の援助国、国際機関などの計画.....	2-2
2-3 我が国の援助実施状況.....	2-3
2-3-1 技術協力との関係.....	2-3
2-3-2 過去の関連援助.....	2-3
2-4 プロジェクト・サイトの状況.....	2-3
2-4-1 自然条件.....	2-4
2-4-2 社会基盤整備状況.....	2-4
2-4-3 既存施設の現状.....	2-5
2-5 環境への影響.....	2-6
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3-1 プロジェクトの目的.....	3-1
3-2 プロジェクトの基本構想.....	3-1
3-2-1 要請の概要.....	3-1
3-2-2 計画概要構築の骨子.....	3-1
3-2-3 新橋の架橋位置.....	3-1
3-2-4 橋梁形式の選定.....	3-2
3-2-5 橋梁計画高.....	3-3
3-2-6 取り付け道路.....	3-4
3-2-7 幅員構成.....	3-4
3-2-8 河川構造物.....	3-5
3-3 基本設計.....	3-5
3-3-1 設計方針.....	3-5
3-3-2 基本計画.....	3-9
3-4 プロジェクトの実施体制.....	3-17
3-4-1 組織.....	3-17
3-4-2 予算.....	3-18
3-4-3 要員・技術レベル.....	3-18
第4章 事業計画.....	4-1
4-1 施工計画.....	4-1
4-1-1 施工方針.....	4-1
4-1-2 施工上の留意事項.....	4-1
4-1-3 施工区分.....	4-2
4-1-4 施工監理計画.....	4-3
4-1-5 資機材調達計画.....	4-7
4-1-6 実施計画.....	4-8

4-1-7	相手国側負担事項 .....	4-8
4-2	概算事業費 .....	4-10
4-2-1	概算事業費 .....	4-10
4-2-2	運営維持・管理計画 .....	4-10
第5章	プロジェクトの評価と提案 .....	5-1
5-1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果 .....	5-1
5-2	技術協力・他ドナーとの連携 .....	5-2
5-3	課題 .....	5-3

**〔資料〕**

1. 調査団員氏名・所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 相手国の社会・経済事情
5. 崩壊土砂量の検討
6. 参考資料リスト

## 第1章 要請の背景

パプア・ニューギニア(PNG)国はオーストラリア大陸の北方に位置し、世界第2位の面積の島として知られており、かつ国土の85%を占めるニューギニア本島の東側半分とニューブリテン島、ニューアイランド島、北ソロモン島(旧ブーゲンビル島)、マヌス島と大小約600の島々から構成されており、南緯1°20'~11°40'、東経141°~155°に広がる南太平洋の中で最大の国家である。

PNGの地勢はニューギニア島中部の険峻なビスマルク山脈(最高峰ウィルヘルム山4,509m)やオーエンスタンレー山脈(3,000~4,000m)や海岸線に沿った世界最大と言われている広範囲な湿地帯と変化に富んでいる。気候は概ね南東及び北西の貿易風の影響を受け熱帯性の高温・多湿であり、本島のハイランド地域の気温が12°C~23°Cであるのを除くと大半の地域の年平均気温は24°C~28°Cであり、年間平均降雨量は2,000mm(一部の沿岸地域は5,000mm以上)である。

人口約20万を有するPNGの首都ポートモレスビーは南部海岸の国家首都圏地区に位置している。海岸線に沿った地域の人口は一般的に希薄で未だ散在する集落にのみに集中しており、PNG全人口421万の約半分はハイランド地方に住んでいる。首都ポートモレスビーと地方都市は主に海運、航空路で結ばれている。PNGの道路網は非常に未発達で、交通手段が空路のみである地区、郡が未だ数多く存在している。

PNGの経済発展を阻害する主要因は上記のような急峻な山岳、広大な湿地帯、散在する島々等の地理的制約から、小規模な都市や集落が全国各地に散在しており、それらを結ぶ交通ネットワーク、特に道路網は未発達で、人の移動や物資の輸送が不活発で輸送コストが高く、国内産業の発達を妨げていることである。1995年に於ける道路総延長は約30,900km(6.6km/1,000人、50.3km/1,000km<sup>2</sup>)であり、この内国道延長は8,970kmで、その舗装率は僅か20%である。これら国道の大半は主要都市地域内の道路或いはその周辺道路であり、都市間道路の形成は非常に遅れており、未だ南北横断道路は存在しない。

このような社会基盤の現状を踏まえて、PNG政府は社会基盤の整備・維持管理を重点課題として掲げており、この施策に沿って運輸部門ではハイランド国道の改修と維持修繕を最優先課題としてあげている。ハイランド国道はPNG最大の貿易港湾都市であるレイ市とPNG全人口の約半分が住みかつ農産物や鉱物資源の中心的な産地であるハイランド地方を結ぶPNGで最も重要でかつ又交通量の多い延長約520kmの都市間幹線道路である。しかし、ハイランド国道上の一部の橋梁群(レロン橋、ピティジャ橋及びウミ橋)は1車線で、老朽化が進み、交通量・耐荷力の面から交通流の隘路となっている。これら橋梁群の内、ハイランド国道の起点であるレイ市から138kmに位置するウミ橋は老朽化が進んだ1橋であり、危険な状況にある。

既設の橋は、支間49mの鋼単純トラス3連、幅員3.2m、設計荷重33トンの橋として1960年代前半に完成した。その後、1993年10月にウミ川上流域を震源とする地震(マグニチュード7.1)に伴う地滑り・斜面崩壊が発生し、それに伴いウミ川に大量の土砂が流出し現在まで河床が2.5m上昇し、河川断面(河積)の減少を招いている。また、1994年7月にはトレーラーがトラスの端弦材に衝突、レイ側トラス1径間が落橋し、仮橋としてペイリ橋が落橋部に仮設され現在に至っている。

現ウミ橋は車両の衝突による部材の変形や鋼材の腐食、過積載車両の通行による床版のクラックや部材の過度な撓等の損傷が観察されており、PNG 国の現行設計荷重が 44 トンのトラック荷重であることを考慮すれば明らかに耐荷力が不足している。更にウミ橋は一車線橋梁でありペイリー橋部に歩道がないので、減速走行を強いられ、歩行者の安全な渡河が脅かされている。更に河床は現在も上昇を続けていることから、将来洪水時には橋梁が冠水し、流出する可能性もある。

このウミ橋の緊急性、優先度及び位置付けを踏まえ、PNG 政府(運輸・公共事業省)は1997年4月ウミ橋の架け替え計画に対して日本国政府へ無償資金協力を要請したものである。

## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

PNG 政府は1996年の予算編成に向けて「経済開発政策」を策定し、それに拠れば、基本開発目標として下記6項目を掲げている。

- 成長の伴うマクロ経済の安定化
- 民間部門の成長を促す開発
- 公共のサービスの質の向上
- 雇用機会の改善
- 地方に於ける生産拡大の機会の創出
- サービス及び機会の公平な分配

この中で社会基盤整備に関わる開発目標は物資・サービスの効果的な分配及び生産向上に資する全産業の経済活動の支援を考慮した既存インフラの維持・改善と新規インフラの整備を掲げており、具体的には下記主要インフラ事業に重点を置いている。

- ボレポレフリーウェーの建設
- ハイランド国道の維持・改善
- ジャクソン空港の建設
- 空港維持・改善計画
- ベレイラ〜マララウア道路建設

更にその後、PNG 政府は1996年12月に「中期開発計画1997-2002年」を発表し、その中で運輸セクターの短中期開発目標として下記の4項目を掲げている。

- 既存インフラの再生と定期的な維持・管理の実施
- 適切な新規事業の計画・建設
- 現行政府組織の合理化
- 各組織の責任の明確化

この「中期開発計画1997-2002年」でも既設道路網の整備を最重要課題としており、その中でも最重要事業としてハイランド国道の維持・修繕を掲げている。

本プロジェクトは、ハイランド国道上の老朽化し、交通流の隘路となっているウミ橋の架け替え事業である。従って、本プロジェクトは、PNG 政府の掲げた上記施策に沿った位置づけであると確認される。



## 2-1-2 財政事情

PNGの一人当たりGDPは1,160米ドル(94年世銀アトラス)で、開発途上国の中程に位置している。しかし、PNG経済は自給自足経済と貨幣経済が混在する二重構造であり、全人口の約85%は両者の中間的な半自給経済に属していることから、一般に国民の生活水準は後発開発途上国と同じ程度にとどまっている。

PNG経済は農業を始めとする第一次産業が主体であり、金、銅等の鉱物資源とコーヒー、ココア、材木等の農産物の輸出を重要な外貨収入源としている。従って、世界経済の動向を始めとして一次産品の国際価格動向や天候等の外部要因による影響を受けやすく、その経済基盤は必ずしも強固とは言えない。更に、国内ではブーゲンビル島に於ける独立運動に起因した紛争による主要な銅鉱山の操業停止(1989年5月)、年率約20%のインフレ、通貨の切り下げ等により、この10年間の経済は不安定な状況が続いた。このため世銀による構造調整が現在進められている。これらの経済状況に対し、政府はマクロ財政政策を重視し、民間投資や社会基盤整備に重点を置いた政策を実施している。

PNGのGDPの推移

(単位:百万キナ)

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
2,388	2,458	2,423	2,333	2,574	2,878	3,366	3,546	3,427	3,437
対前年%	103	98	96	110	112	117	105	97	100

## 2-2 他の援助国、国際機関などの計画

DAC諸国は98年にPNGへ総額466百万キナの開発援助を予定しており、その内訳は無償資金協力277百万キナ、有償資金協力189百万キナである。無償援助の76%をオーストラリアが占めており、一方有償援助の45%をOECD、30%をADBが占めている。

PNGへの援助の内訳

無償資金(単位:百万キナ)			有償資金(単位:百万キナ)		
オーストラリア	211.0	76.0%	OECD	85.9	45.4%
EU	47.1	17.0%	ADB	56.1	29.7%
日本	13.3	4.8%	WB	23.5	12.4%
NZ	0.8	0.3%	その他	23.5	12.4%
その他	5.3	1.9%			
合計	277.5	100.0%	合計	189.0	100.0%

1998年の公共投資計画に基づく運輸・公共事業省関連の案件別外国援助の内容は次の通りである。

種別	案件名	援助機関	金額(千キナ)
有償	道路修繕計画(ハイランド国道、カサム峠等)	ADB	19,310
	国道改修計画	OECF	31,565
	ペレイナ―マラワウ道路建設計画	OECF	26,526
	ラム国道改修計画	EU	17,306
	道路維持計画	WB	12,328
	航行援助施設改良	ADB	1,440
	ジャクソン空港改良計画	OECF	23,829
無償	道路改修計画(レイ市内、国道再舗装等)	AUS	29,708
	橋梁改修計画	AUS	9,218
	ラム国道改修計画	EU	6,293
	アロクワ―ガーネリ―橋梁	EU	1,500
	トクア空港改修計画	JICA	6,300
	航空・航行援助施設改良計画	AUS	15,248

凡例:ADB:アジア開発銀行、WB:世界銀行、EU:ヨーロッパ共同体、AUS:オーストラリア援助

但し、上記 AUS 援助の橋梁改修計画は本計画とは重複しない。

## 2-3 我が国の援助実施状況

### 2-3-1 技術協力との関係

本計画の業務的管理を所管する国家計画・実施省に 1995 年4月より 1998 年4月まで1名の長期開発計画専門家が派遣されている。

### 2-3-2 過去の関連援助

運輸・公共事業省に関連する過去の関連援助は次の通りである。

年度	案件名	金額 (百万円)	概要
96	新ラバウル(トクア)空港緊急整備計画	60	実施設計
96	新ラバウル(トクア)空港緊急整備計画	2,537	施工監理及び建設 滑走路、誘導路、エプロン造成約 7.3 万 m <sup>3</sup> 、舗装工事約13万 m <sup>3</sup> 旅客ターミナルビル:1,300m <sup>2</sup> 、管理棟・管制塔:780m <sup>2</sup> 、消火救難施設:462m <sup>2</sup> 航空保安施設:一式

## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

ウミ橋の位置するプロジェクトサイトは PNG 最大の港湾都市レイ市を起点とするハイランド国道上にレイ市から 138 km の地点に位置する。レイ市からハイランド国道はマ―カム河と概ね平行に位置し、マ―カム河の支川のなだらかな扇状地形を通過しウミ橋プロジェクトサイトに至り、架橋地点の地形は概ね平坦な丘陵地である。

## 2-4-1 自然条件

### (1) 気象・水文

ウミ川流域の年間降雨量は約2500 mmであり、降雨量の多い月は12～4月であり、特に12月は多く350 mm以上である。降雨量の少ない月は6、7月であり、90 mm程度である。因みに、ウミ川流域付近の既往最大日降雨量は199 mmである。年平均気温は29°C、最低22°C～最高32°Cである。又架橋地点に於けるウミ川の100年及び2年再現期間洪水流量はそれぞれ1200 m<sup>3</sup>/secと500 m<sup>3</sup>/secである。

### (2) ウミ川の河相

ウミ川の流域面積は約700 km<sup>2</sup>であり、河川延長は約60 kmで、ヤチ川と合流してマーカム川となる。河川勾配は下流のヤチ川との合流地点からウミ橋を経て上流の支川合流地点までは約1/110である。ウミ川は河道が激しく変化する性質を有し砂礫層の河岸の浸食がいたる所で進行中である。下流のヤチ川との合流地点からウミ橋を経て上流の支川合流地点までは河岸段丘が続き、その高さは約8～10 mである。

### (3) 地質

本地域の地質上の骨格を成すものは幅約150 km、長さ約350 kmで北西から南東へ延びるフィニステール山脈である。この山脈は梁帯構造を成し、これら地形を岩種別に見ると、主として砂岩、泥岩、粘板岩、チャート、変成岩から成り、一部玄武岩質火山岩、石灰岩あるいは膨潤粘性を含む泥岩などが含まれる。架橋位置はこれら後背地域の浸食谷から発生する土砂の堆積により扇状地形が形成され、その扇状地の中央部に位置しており、地質の種別は玉石混じりの砂礫が主な構成物質である。又架橋地点は両岸に現河床より比高平均8～10mの段丘が発達し、それを侵食、下刻する様に現河床が浅瀬状に幅150 m～200 mで存在する。川地形の横断形状は両岸が垂直に落ち箱型をしている。

### (4) 地震

PNGは太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートが相互に衝突し、前者が後者に潜り込む地域の真上に位置するので、世界有数の地震国である。架橋位置はマグニチュード7.2以上の地震再現周期が81年と言われているホーン地震帯に属している。近年同地震帯では、1993年にフィニステール山脈の中央部を震源とするマグニチュード7.0の地震が発生している。

## 2-4-2 社会基盤整備状況

架橋位置近傍の主要な社会基盤はレイ市にあるレイ港、レイ市から東に43km(即ちウミ橋より95km)に位置するナザブ空港(レイ空港)及びウミ橋の位置するハイランド国道であり、架橋位置には電気、通信に係わる施設は無い。

### (1) レイ港

レイ港は、外貿港としてはPNG第一位の実績を有しているが、埠頭にはクレーン等の荷役設備を有しておらず、船舶側からの重量物の荷卸しは、船舶に装備されたクレーン又は外部

から借り上げたクレーンを使って実施している。当港の主要貨物はコンテナであるが、この移動用の大型フォークリフトはあり、荷役用地も混雑がみられずスペース的には余裕がある。

## (2) ナザブ空港

ナザブ空港は国際入国空港として位置付けられており、離発着量、貨物取扱量及び利用乗客数共にポートモレスビーのジャクソン空港に次ぐ PNG 第二の空港である。ナザブ空港の滑走路は 2,438m×30m で管制・保安施設は整っているが公共投資計画 95-99 には同空港の改修計画が掲げられている。

## (3) ハイランド国道

ウミ橋前後のハイランド国道は2車線(舗装幅 6.5m+平均路肩幅2@2.0m)で浸透式簡易舗装が施されており道路線形も比較的良好である。1995年の実測に拠ればレイ軸重計(レイ市より10マイル)地点に於ける12時間交通量は2600台、ワクラエス分岐点では390台である。本調査で実施したウミ橋地点での24時間交通量は550台でその内22%は大型車である。

### 2-4-3 既存施設の現状

本調査の架け替え対象橋梁はウミ橋であるが、同じハイランド国道に位置するレオン橋及びビティンヤ橋対しても本調査内で現況確認調査を実施した。その調査結果概要も併せて以下に記す。

#### (1) ウミ橋の現況

現ウミ橋は橋長148.8m、幅員3.2mの3径間単純下路式鋼トラス橋で1960年前半に完成した。その後、1993年10月の地震により大量の土砂が流出し河床が上昇傾向にあり又1994年7月トレーラーに積んであったブルドーザーのブレードが端弦材に衝突し、レイ側の1径間が落橋した。落橋部には5週間後仮橋であるベイリー橋が架設され現在に至っている。

目視調査結果に拠れば、トラス部には車両衝突による斜材及び鉛直トラス部材の変形、下弦材の一部の著しい腐食、コンクリート床版の亀甲状のクラック及びベイリー橋部には、ピン等の欠損・緩み、部材の変形等の損傷が観察された。更に、河床上昇により河床から桁下端までの桁下空間が平均約3.2mしかない。

従って現ウミ橋には下記のような問題がある。

- 一 当初建設されたトラス部は老朽化が進んでおり、また落橋により架け替えられたベイリー橋の寿命は2年と言われている。更に、現ウミ橋の適用設計活荷重はT33トンであるが、現行の PNG 国道橋のそれはT43トンである。しかし、実際には総重量50-60トンの重車両が通行しており又老朽化した現橋部材の損傷・変形が著しい現状を考慮すると、現橋の耐荷力不足は否めない。
- 一 ハイランド国道は2車線道路(W=6.5m)であるが、ウミ橋は1車線橋梁であり交通流の隘路となっている。

- 一 ベイリー橋部には歩道がなく、歩行者の安全な渡河に問題がある。
- 一 河床上昇による河積の減少に伴い、洪水による橋梁の冠水や流失の可能性や河道変動が著しいことによるレイ側橋台の洗掘・流失が懸念される。

(2) レロン橋の現況

レロン橋はレイ市より 98.7kmのハイランド国道上に位置し、1960年前半に建設されたレロン川に架かる橋長 130m の鋼3径間連続2主桁鉄桁(支間長 40+50+40m)であり、その幅員は 3.4mの1車線橋梁である。目視調査結果によれば上部工の主桁には過度の活荷重クミが目測された。床版には過積載車両が原因と思われる亀甲上のクラックが観察された。一方2基の橋脚は河床低下により基礎工(ケーソン)が洗掘され、転石の衝突による躯体の損傷及び鉄筋の露出が観測された。よって、レロン橋は1車線のため交通流の隘路であり、また建設後約40年が経過していることから老朽化に伴って耐荷力の不足及び、河床低下により耐震上脆弱な状況と思料される。

(3) ビティジャ橋の現況

ビティジャ橋はレイ市から 138.8kmのハイランド国道上に位置し、1960年代前半に建設され支間 24.5m の単純合成鉄桁2連、橋長 49m の1車線橋梁(幅員 3.4m)である。主桁は比較的健全であると観察されたが、床版には亀甲状のクラック、橋台周りの著しい局部洗掘、不十分な沓座幅、河床低下に抱るH鋼杭の露呈等の損傷が観察された。よって、レロン橋も交通量の隘路であり、老朽化が進んでおり構造上問題があると考えられる。

2-5 環境への影響

PNG には環境・保全省の“道路橋梁分野の環境ガイドライン”(1996年11月発行)がある。よって、このガイドラインに沿って本計画実施に伴う環境への影響評価を行い、その結果を下記に示す。

ガイドラインに沿った環境評価項目	本計画実施に伴う影響
住民移転	本計画の施設は既存道路用地幅及び国有地内に計画したので、この問題は無い。
地域分断	本計画は既設橋の架け替えであり、この問題は無い。
土壌浸食	橋台設置地点に土壌浸食が予想されるが、蛇籠を使った護岸工を設置し、本計画の中で対策を講じているので、この問題は無い。
水質汚濁	工事中、特に基礎工施工時、川砂利の採取及び河川の切り回し時に水質汚濁が予想される。しかし、基礎工施工時の残土は陸上の土捨て場まで運搬・投棄する計画であり、川砂利の採取及び河川の切り回しは短期間で終了する計画である。よって水質汚濁は最小限に抑える配慮がなされている。
土壌汚染	架橋位置周辺には農地、民家は無いので、土壌汚染問題は無い。
騒音・振動	工事中には多少の騒音・振動は発生するが、周辺には民家が無く、牧場等もないので、この問題は無いに等しい。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

PNG 政府は、1996 年策定した「経済開発政策」及び「短・中期開発計画 1997-2002 年」に拠れば、運輸セクターの目標として既存インフラの再生と維持・管理の実施を最優先課題として掲げている。本プロジェクトは、これら課題の中で最優先事業と位置づけられているハイランド国道の維持・修繕に沿って、同国道上に位置するウミ橋の架け替えを実施する事により、同国道の維持・修繕の一端を担う事業の実施を目的とするものである。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

#### 3-2-1 要請の概要

PNG 政府は既設ウミ橋の緊急度、優先度を勘案して同橋の架け替えに関わる無償資金協力を日本政府に要請し、その内訳は下記の通りである。

- 2車線の新ウミ橋の建設
- 新ウミ橋保護の為に最低限の護岸工及び河道制御工の設置
- 最低限の取り付け道路の建設

#### 3-2-2 計画概要構築の骨子

本調査では下記骨子を基に計画概要を構築することを原則とする。

- 新橋の規模は既設橋のそれと同等なものを原則とするが、新橋は架橋位置の種々な自然条件には対応できるものとする。
- 新橋の交通容量及び耐荷力はハイランド国道上の標準橋梁のそれらと同等なものとする。
- 本事業の中の取り付け道路、護岸工等の付帯設備は最低限度とする。
- 本事業は日本政府の無償資金協力の枠組内で実施できる範囲内とする。

#### 3-2-3 新橋の架橋位置

新ウミ橋は下記の理由に基づき現橋と平行にかつ現橋の中心から15m下流に建設するものとする。

- 左岸上流部は下記航空写真が示すようにウミ川の水衝部で広範囲に渡り浸食されている。この地形状況下では、新橋を上流に計画した場合、レイ側橋台保護工に多大な工費が必要になる。
- 既設用地幅として片側30m、合計60mが確保されている。



### 3-2-4 橋梁形式の選定

#### (1) 橋梁長の検討

架橋位置のウミ川洪水流量を勘案し、2つの経験式を用い望ましい橋長として約 145-165m が算定された。更に架橋位置の川幅を考慮して新橋の橋長は約160mと決定した。最低支間長は流木径及びその長さを考慮し、日本の経験式に基づき36mと算定された。これら検討結果及び既設支間長が50mである事に基づき、新橋の支間長は36m以上で50m以下が望ましいものと決定した。

#### (2) 橋梁代替案

上記橋梁基本長及び PNG 耐震設計指針の推奨事項(耐震構造物(靱性及び一体化)を勘案し、下記5案の橋梁代替案を作成した。

代替案	橋梁形式	支間割り
A	鋼3径間連続非合成箱桁	55.0m+50.0m+55.0m=160.0m
B	鋼3径間連続非合成桁	55.0m+50.0m+55.0m=160.0m
C	鋼3径間連続トラス桁	55.0m+50.0m+55.0m=160.0m
D	3径間PC連続箱桁	55.0m+50.0m+55.0m=160.0m
E	4径間PC連結I桁	4@40.0m=160.0m

上記5案の評価結果要約を下記に示す。

代替案	橋梁形式	構造性	工費	工期	現場管理	維持管理	耐震性	水工特性	総合評価
A	鋼3径間連続非合成箱桁	優	不可	優	優	良	優	優	良
B	鋼3径間連続非合成桁	良	優	優	優	良	優	優	優
C	鋼3径間連続トラス桁	優	良	良	優	可	優	優	良
D	3径間PC連続箱桁	優	不可	不可	不可	優	優	優	不可
E	4径間PC連結I桁	良	優	良	不可	優	優	不可	不可

ここで付言すると、現ウミ橋と同形式の C 案はトラス桁の塗装面積が桁形式に比べて大きいので、維持・管理の観点から A 及び B 案に比べ劣る。また C 案は建設限界を超えた過積載車輛の通行が原因で弦材の変形・損傷を被る可能性があり望ましくない。

### (3) 橋梁形式の選定

PNG に於ける既設橋の現況及び橋梁建設事情は下記の通りである。

- PNG 唯一のセメント工場(但し一貫生産ではなくシリカは韓国から輸入しており混合攪拌のみによるセメントの生産工場)がレイ市にあるが、ポルトランドセメントのみしか生産していない。しかし、その品質はばらつきが大きい。
- 橋梁建設に必要な主要建設材料は全て輸入である。
- PNG の現橋の大半は鋼橋である。
- PC 橋建設経験を有する現地業者はいない。

#### 1) 上部工の選定

上記橋梁代替案の評価結果及び PNG の橋梁建設事情を踏まえ、代替案B—鋼3径間連続非合成桁を新ウミ橋の最適上部工案として選定した。

#### 2) 基礎工の選定

最適基礎工案として下記理由によりオープンケーソンを選定した。

- 土質は全て径 30-40cm の玉石混じりの密な砂礫層である(N 値50以上)。
- 大幅な河床変動(今後2m程度上昇しその後4.5m下降する見込み)
- 厳しい局部洗掘

### 3-2-5 橋梁計画高

1993年10月のマグニチュード 7.1 フィニステリー地震によりウミ川上流域に発生した大規模地滑りに起因して、ウミ川の河床は上昇を続けている。従って、新ウミ橋の計画高決定に際しては、通常の洪水深、桁下余裕高、構造高のみならず現河床からの堆砂深を考慮する必要がある。

洪水位の算定には、下記堆砂深の変動が 15-30 年以内に終息する状況を勘案し、本調査では PNG 標準の 100 年確率洪水深ではなく50年確率の洪水深を採用する。即ち、100年確率の洪水深と最長約 30 年で終息予定の堆砂深共に同時に考慮すると構造物が過大設計となる故である。50年確率の洪水量は PNG 洪水算定マニュアルに基づき 1,085m<sup>3</sup>/sec と見積もられその水深は 2.3m である。

桁下余裕高は堰上げ高 0.8m と架橋位置で観察された最大流木径(1.5m 程度)の半分(0.7m)を加算して 1.5m とした。

構造高は床版厚 0.21m、ハチ高0.09m、腹板高 2.70m を加算して 3.00m とした。



堆砂深は動的河床高算定方式(カリス・ブラウンの式)を適用して 1.8m と算定された。但し、河床上昇は流入土砂量が流出土砂量を上回る間続くが、流入土砂量が流出土砂量を下回れば河床低下に転じ、河床は安定河床に向かう。本調査では今後約 5-10 年間で河床上昇後、河床低下に転じその後約 10--20 年で安定河床に達すると予測された。更に本調査では将来起こるであろう 93 年地震以上の地震による再現大規模地滑りに起因する河床上昇は下記理由により考慮しない。

— 新ウミ橋の寿命は 50 年とする。

— ウミ橋の位置するフーオン(Huon)地震帯のマグニチュード 7 以上の地震再現周期は 81 年である。

### 3-2-6 取り付け道路

新ウミ橋の取り付け道路は公共事業省(旧実施機関名)の道路設計マニュアルに準拠した幾可構造基準に基づき最低取り付け長で既設道路に接続するものとする。またその舗装構成は既設道路のそれと同一の構成を採用する。

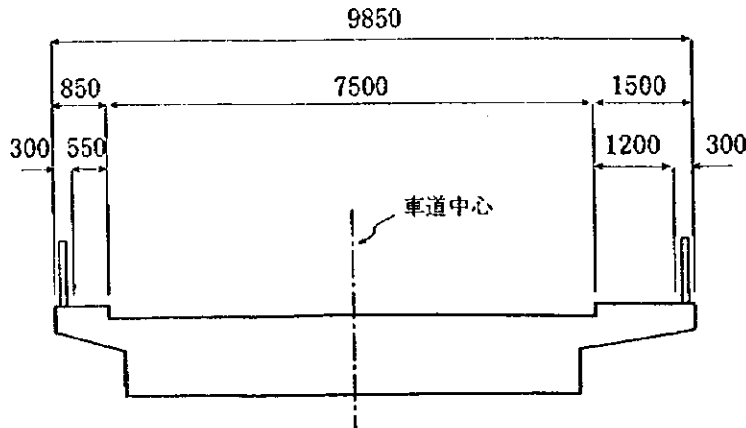
### 3-2-7 幅員構成

#### (1) 道路幅員

ウミ橋前後のハイランド国道の道路標準幅員は 6.5m の車道幅(2車線)、平均片側 2.0m の路肩で構成されている。従って、本計画の取り付け道路幅員はこれと同一な幅員構成を採用する。因みに、この幅員構成は公共事業省の道路設計マニュアルに準拠したものである。

#### (2) 橋梁幅員

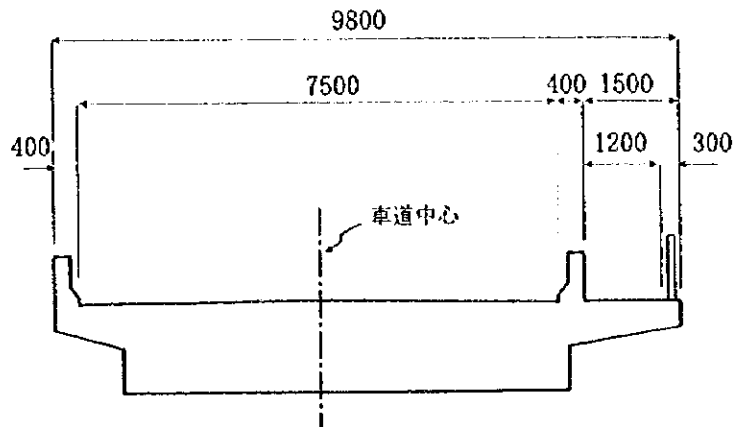
ハイランド国道上の既設橋標準幅員構成を下記に示す。



上記事実に加え、下記2項目を考慮し新橋の幅員構成を決定した。

- 実施中及び計画中の橋梁幅員は歩行者の保護及び車両の転落防止の為車道端部に幅 40cm のコンクリート壁高欄を設けている。
- 架橋位置に於ける昼間 12 時間歩行者数は 131 人と少ないので、歩道の設置は片側のみとする。

決定された橋梁幅員構成を下記に示す。



### 3-2-8 河川構造物

現場調査結果に基づくと、河川構造物として新橋橋台の保護としての河川護岸工の設置及び流心の変更を目的とする水制工の設置が考えられていた。この内新橋橋台近傍の護岸工の設置は新橋の安全を左右する必須なものなので本計画に盛り込む。しかし、水制工の設置は、下記理由に基づき本計画では実施しないものとする。

- 今後河床上昇が予測されるので水制工設置による長期的効果は期待できない。
- 河岸浸食が広範囲なので効果的な河道制御を目的とした水制工の設置も広範囲に及ぶ。よって、その建設費が膨大な金額となる。

### 3-3 基本設計

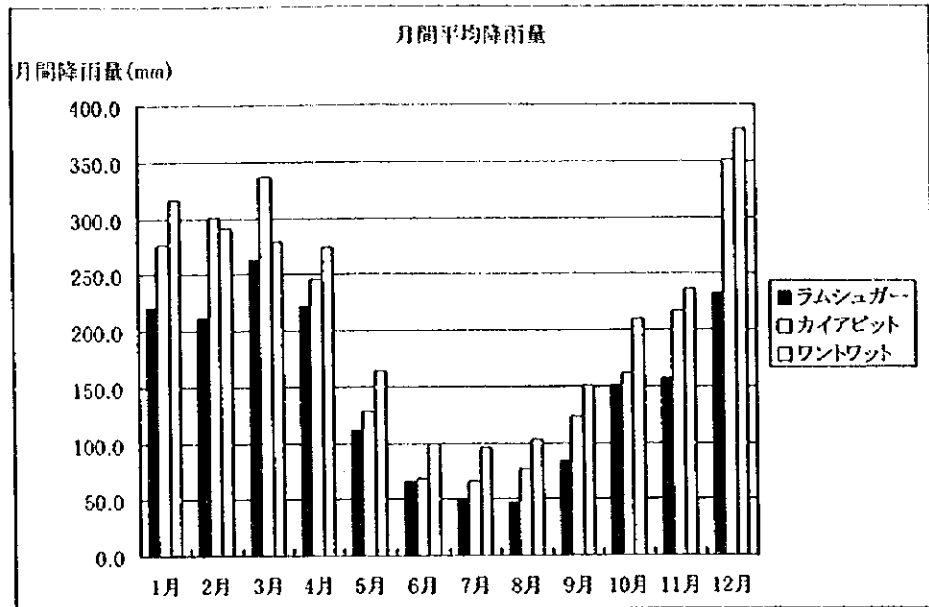
#### 3-3-1 設計方針

##### (1) 自然条件

##### 1) 降雨状況

下記降雨データに基づき12月より4月は雨期で5月より11月は乾期と判定した。

- カイアピットに於ける年間及び月間降雨量(1953-1971)(架橋位置より南東約10 km地点、標高303m)
- ワントワットに於ける年間及び月間降雨量(1953-1973)(架橋位置より北東約30 km 地点、標高1158m)
- ラム製糖工場に於ける年間、月間及び日降雨量(1980-1996)(架橋位置より北西に約60km 地点)



## 2) 予測河床上昇

1993年のフィニステリ地震によるウミ川上流域の大規模地滑りはウミ川河床上昇の原因である多量の土砂を生産した。PNG 鉱山石油省・地質調査局は航空写真及びランドサット写真を使って崩壊地の調査を実施し、93年地震によるウミ川流域内の崩壊面積は $20\text{km}^2$ に達し、崩壊土砂量は $5\text{億m}^3$ と算定した。本調査では衛星リモートセンシング解析システム及び地図情報システムを使って解析を行い、崩壊面積 $21.5\text{km}^2$ で崩壊土砂量 $1.25\text{億m}^3$ と見積もられた。

一方、過去実施された架橋位置に於ける河床高実測結果に基づくと、地震後1年で河床は平均 $1\text{m}$ 上昇し、その後3年間で約 $1.5\text{m}$ 上昇した。即ち地震後現在に至るまで河床は約 $2.5\text{m}$ 上昇したことになる。この結果に基づくと河床上昇率は今後漸次減衰するものと考えられる。

本調査に於ける予測堆砂深の算定には動的河床高算定方式(カリンズ・ブラウンの式)を採用し、同式に基づき堆砂深は架橋位置で $1.8\text{m}$ と推算した。また横方向の河床変動は $1.0\text{m}$ と算定された。

## 3) 洪水深及び桁下余裕高

PNGの洪水算定マニュアルに基づき、架橋位置に於ける50年確率の洪水流量は $1,085\text{m}^3/\text{sec}$ ( $N=0.045$ ,  $S=0.075$ )と算定され、その時の洪水深は $2.3\text{m}$ と見積もられた。桁下余裕高、即ち桁下端から計画洪水位までの高さは、堰上げ高 $0.8\text{m}$ と流木径の半分を考慮し $1.5\text{m}$ と決定した。

## 4) 局部洗掘深

各種算定式を使って局部洗掘深を算定しその比較検討の結果、妥当と考えられる局部洗掘深 $3.2\text{m}$ を本計画に採用した。

## (2) 社会条件

### 1) 土地所有制度

PNG では土地に関する近代的所有権は確立されていないため、個人所有や国有地は国土の3%にすぎず、大部分の土地(国土の97%)は各部族の共同所有地となっている。このような習慣的土地所有形態は公共事業の用地買収を難しくしている。従って、本計画施設は既存用地幅、即ち道路中心線から片側30m内で計画するものとした。

### 2) 治安の問題

PNG は都市部を中心に凶悪犯罪が増加しており治安状況は極めて悪い。従って、PNG 政府には本計画に従事する日本人の安全の確保及び暴動、暴徒、騒乱等に対する保護を要請し又建設時に必要となる仮設事務所及び宿舍等には厳重な警備及び安全施設等を計画した。

## (3) 建設事情

### 1) 労務状況

PNG に於ける賃金及び就業規定は民間労働者に関しては労働雇用省のポートモレスビー共通規約に、一方公務員に関しては一般規定にそれぞれ取り決められており、本計画でもこれらに準拠する。また、工事中の現場において作業員の技術水準の確認を行った結果、大半の現場では現場監督に外国人を配し、オペレーター及び一般労務者には PNG 人をあてた編成が標準的な要員配置であったのでこれら現状と同様の要員配置を本計画の中でも考慮する。

### 2) 建設資材の調達

#### ーレイ港の能力

レイ港の一般雑貨取扱量は152万トンで PNG 第1位であるが荷役機械は装備されていない。従って、本計画に関連する輸入建設資機材は船舶に装備されたクレーンで荷下ろしを行うか外部調達のクレーンを使って行う予定である。

#### ーセメント

PNG 唯一のセメント工場がレイ市にあるが生産しているセメントは普通ポルトランドセメントのみであり、PNG 政府はこの工場育成を考慮してセメントの輸入を全面的に禁止している。従って、PNG 産セメントを本計画で使用する。

#### ー構造用鋼材及び鉄筋

構造用鋼材、鉄筋及び鋼材2次製品である鋼管、鋼線、コルゲートパイプ、形鋼等全てオーストラリア或いはニュージーランドからの輸入である現状を考慮し、鋼橋及び鉄筋等はオーストラリア或いはニュージーランドの第三国調達とする。

一砂利、ベニヤ板、木材

型枠工、支保工に必要なベニヤ板や木材はレイ市で調達出来また砂利はウミ川及び現場近傍の河川で採取できるので現地調達とする。

3) 建設機械の調達

PNG には建設機械のレンタルは無いが現地建設業者の所有する汎用性のある機械即ちブルドーザー、タンクトラック、クレーン、発電機等は短期間は借り入れ可能である。しかし、長期間借り入れる場合の費用は公表されていない。一方、調達可能なコンクリートプラント、採石プラントは現地には無い。この現状を考慮し機械調達計画を立案した。

(4) 現地業者の活用

運輸・公共事業省が推薦する代表的な建設業者数社について聞き取りを行った結果、業務経験、会社規模、DOTW の実績評価結果に基づき下記 3 社を選定した。

SHORN CLIFF 社(本社所在地 レイ市)

FLETCHER 社(本社所在地 ポートモレスビー市)

HEBOU 社(本社所在地 ポートモレスビー市)

上記 3 社は、本計画の一部をサブコンとして参加する業者としては、いずれも十分な能力を有するものと判断する。

(5) 実施機関の維持・管理能力に対する対処方針

運輸・公共事業省は国道の管理・維持を管轄しており、同省は本計画の実施に対して C/P である。運輸・公共事業省は不十分な建設・維持予算及び中堅技術者数の不足等の問題を抱えているが、本計画の維持・管理能力は有しているものと思料される。しかし、運輸・公共事業省が施設完成後定期的な維持管理の必要性を十分認識し、現地技術者の技術・管理能力の向上に資する為の技術移転を本計画の実施を通じて行う事が望ましい。

(6) 工期に対する方針

工期算定に際して下記要素を十分考慮する。

降雨パターン  
資機材調達に要する期間  
レイ港に於ける通関手続き状況  
雨期に於ける可能な作業項目  
安全対策

本計画の工事は日本の2会計年度に跨り実施され各年度毎の工事内容は次の通りである。

第1年度(1998年)

準備工  
旧橋の撤去  
橋台1及び橋脚1の施工  
構造用鋼材の調達

鋼橋の製作  
レイ側護岸工の設置

第2年度(1999年)

橋台2及び橋脚2の施工  
鋼橋の輸送  
鋼橋の架設  
床版工  
現場塗装工  
付帯工  
取り付け道路工  
ワタラエス側護岸工の設置  
既設橋の撤去

### 3-3-2 基本計画

#### (1) 全体計画

立案された施設の全体計画概要を下記に示す。

一 架橋位置	新橋の中心線は既設橋と平行に既設橋の中心から15m下流側に計画する。
一 橋長	160.0m
一 橋梁形式	鋼3径間連続非合成鈹桁
一 支間割り	54.5m+50.0m+54.5m
一 橋台形式	矩形壁式、H=8.6m
一 橋脚形式	小判型壁式、H=8.8m
一 基礎工形式	小判型ケーソン、橋脚基礎 10.0m*7.0m*10.5m(深さ) 橋台基礎 13.0m*7.0m*11.0m(深さ)
一 取り付け道路	レイ側285m、ワタラエス側285m
一 橋梁幅員	全幅9.8m(車道幅7.5m、歩道幅1.5m)
一 道路幅員	総幅10.5m(車道幅6.5m、路肩幅2.0m)
一 計画高 構造高	375.100(標高)(既設橋路面より3.8m高い) 3.0m
一 桁下端高 桁下余裕	372.100 1.5m
一 設計洪水位 洪水深	370.600 2.3m
一 予測堆砂高 予測堆砂深	368.300 1.8m
一 平均現河床高 地震後の堆砂深	366.500 2.5m
一 平均安定河床高	364.000

#### (2) 設計条件

##### 1) 適用設計基準

原則として日本道路協会発行の道路橋示方書を本計画の適用設計基準とする。但し、温度、地震に拠る影響は現地基準に準拠する。

##### 2) 幾可構造基準

公共事業省の道路設計マニュアル、パート2に準拠した下記幾可構造基準を本道

路設計に適用する。

幾可構造要素	適用基準	備考
道路区分	国道	
設計速度	80km/hr	交通量400vpd以上
平面曲線	最小R=250m	
最小曲線長	L=140m	
縦断勾配	最大値6%	
横断勾配	3%	表面処理の場合
車線数	2車線	
車線幅	3.25m	
路肩幅	2.0m	既設と同一

3) 設計洪水位、予測堆砂深及び桁下空間

- 設計洪水位は50年確率の洪水流量である 1,085m<sup>3</sup>/sec に基づき2.3m と算定された。
- 予測堆砂深は1.3.1項で算定した1.8mを使用する。
- 桁下空間は1.5mとする。

4) 適用活荷重

PNG の活荷重である T44 及び L44 と日本の活荷重である A 荷重及びB荷重による断面力を比較検討の結果、B荷重が妥当であると確認されたので本設計の適用活荷重は日本のB荷重とする。但し、PNG 基準の特認荷重は考慮しない。

5) 地震荷重

PNG の耐震設計指針に基づき算定された水平震度0.25を本計画の設計震度とする。

6) 局部洗掘深

3.2mの局部洗掘深を考慮する。

7) 温度変化

PNG 設計基準に準拠し設計温度変化は±10℃とする。

8) 流木衝突荷重

PNG 設計基準の 2.10.6 項に準拠して算定する。

9) 材料の単位重量

設計に使用する材料の単位体積重量は以下の通りとする。

構造用鋼材	77KN/m <sup>3</sup> (7,850kgf/m <sup>3</sup> )
鉄筋コンクリート	27KN/m <sup>3</sup> (2,500kgf/m <sup>3</sup> )
無筋コンクリート	27KN/m <sup>3</sup> (2,500kgf/m <sup>3</sup> )
アスファルト舗装	22KN/m <sup>3</sup> (2,300kgf/m <sup>3</sup> )

10) 材料強度

本設計で使用する主要材料の強度は次の通りである。

一 上部工

構造用鋼材	降伏点	引張強さ
SS400(t<16mm)	245N/mm <sup>2</sup>	400-510N/mm <sup>2</sup>
SS400(16<t<40mm)	235N/mm <sup>2</sup>	400-510N/mm <sup>2</sup>
SM490Y(t<16mm)	365N/mm <sup>2</sup>	490-610N/mm <sup>2</sup>
SM490Y(16<t<40mm)	355N/mm <sup>2</sup>	490-610N/mm <sup>2</sup>
SM520(t<16mm)	365N/mm <sup>2</sup>	520-640N/mm <sup>2</sup>
SM520(16<t<40mm)	355N/mm <sup>2</sup>	520-640N/mm <sup>2</sup>
鉄筋(SD295A)	295N/mm <sup>2</sup>	440-600N/mm <sup>2</sup>
コンクリート(28日強度)	23,500N/cm <sup>2</sup> (240kgf/cm <sup>2</sup> )	

一 下部工

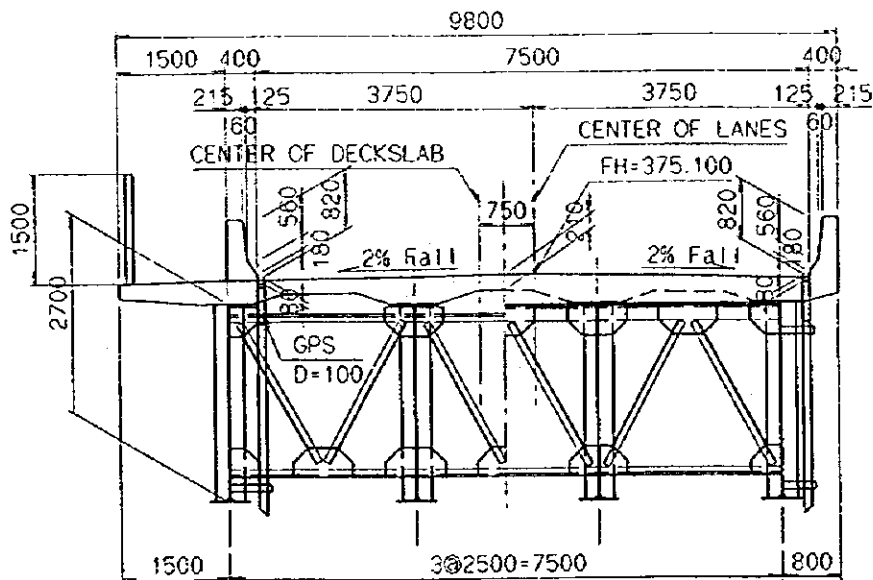
鉄筋	降伏点	引張強さ
柱(SD345)	345-400N/mm <sup>2</sup>	490N/mm <sup>2</sup>
フーチングその他(SD295A)	295N/mm <sup>2</sup>	440-600N/mm <sup>2</sup>
コンクリート(28日強度)	20,600KN/cm <sup>2</sup> (210kgf/cm <sup>2</sup> )	

(3) 基本設計の内容

上記全体計画概要及び設計条件に基づき、上部工、下部工、取り付け道路、護岸工の基本設計を実施しその結果を下記に示す。

1) 上部工

外桁及び中桁各々の均一化を考慮し桁配置を検討した。その結果、歩道部の張出を 1.5m、車道部の張出を 0.8mとし桁間隔は 2.5m を最適桁配置とした。基本設計に基づく上部工の形状を下記に示す。

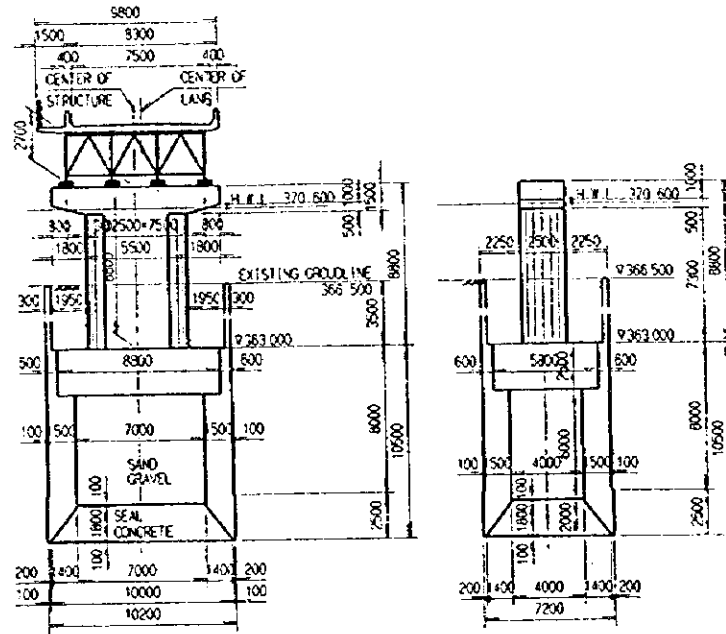




2) 下部工

一 橋脚の設計

河川縦断方向の河床変動は最終的に安定河床である標高 364.000 に帰着する事及び横断方向の河床変動が 1m ある事を踏まえて、ケーソン天端の標高は安定河床より 1m 低い或いは現河床より 3.5m 低い標高 363.000 に設定した。ケーソンの安定計算では、設計地盤面を安定河床から 3.2m(洗掘深と同等値)下に設定し検討を行った。基本設計に基づく橋脚の形状を下記に示す。

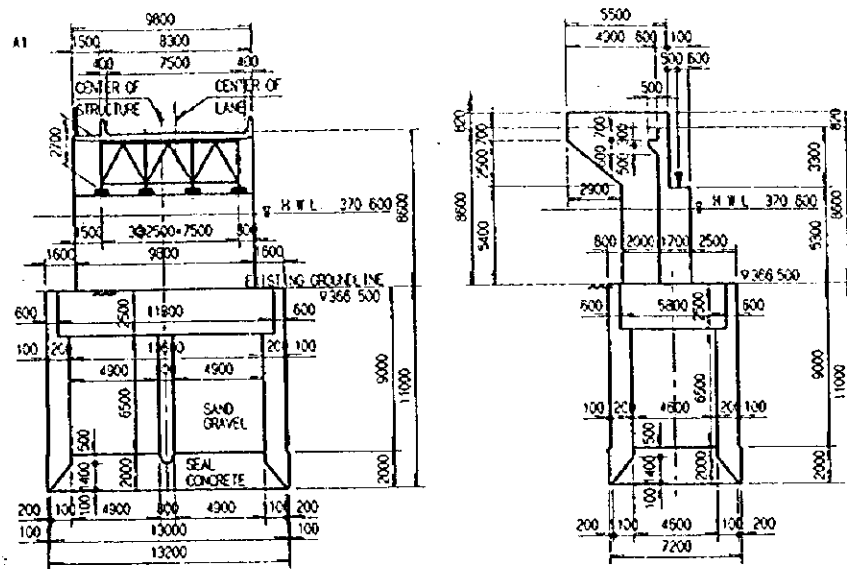


一 橋台の設計

橋台設計では下記理由に基づきケーソンの天端を原河床高と同じ標高 366.500 に設定した。

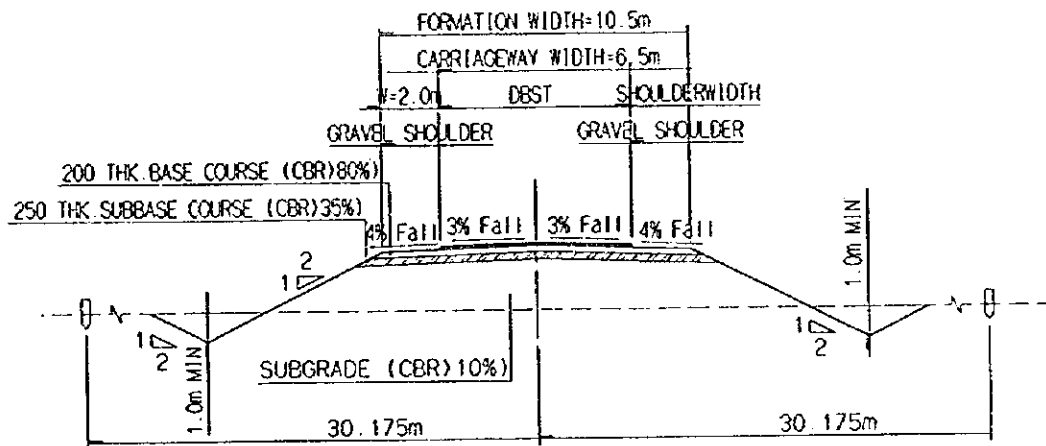
- 一 橋台は蛇籠を使用した護岸工で保護されているので基本的に極端な洗掘は考えない。
- 一 河床が低下した場合屈撓性に富む蛇籠は河床低下と共に沈下するものとする。

しかし、護岸工の流出或いは過度な局部洗掘も考えられるので安定計算時の設計地盤面は安定河床の標高である 364.000 を考慮した。基本設計に基づく橋台の形状を下記に示す。



### 3) 取り付け道路

本計画の幅員及び舗装構成は既設のそれらと同一を原則とする。本計画では規模が最小となるように道路長として設計速度 80 km/hr に対する最小曲線長  $L = 140$  m を採用した。これに対する曲線半径は最小 1,290 m、最大 1,910 m であり、最小曲線半径  $R = 250$  m よりも大きい。本計画で採用した最急縦断勾配は3%である。取り付け道路の標準横断を下記に示す。

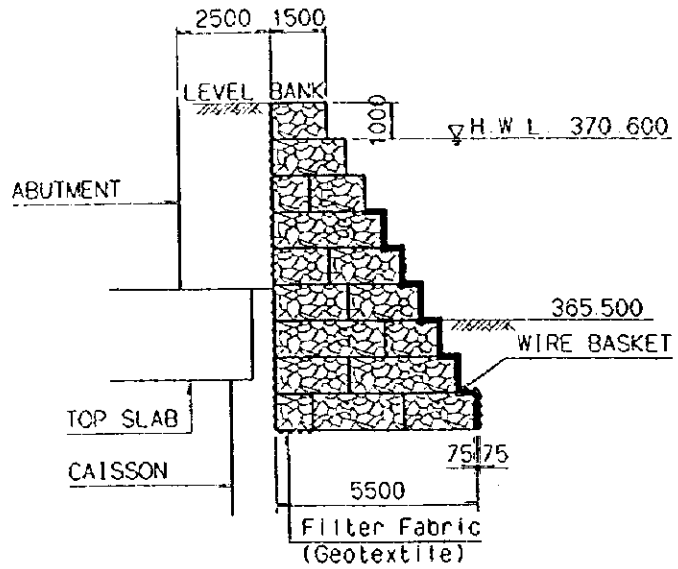


### 4) 河川護岸工

公共事業省の河川改修マニュアルに沿って橋台周りの護岸工の設計を実施し、使用材料は下記理由に基づき蛇籠を採用した。

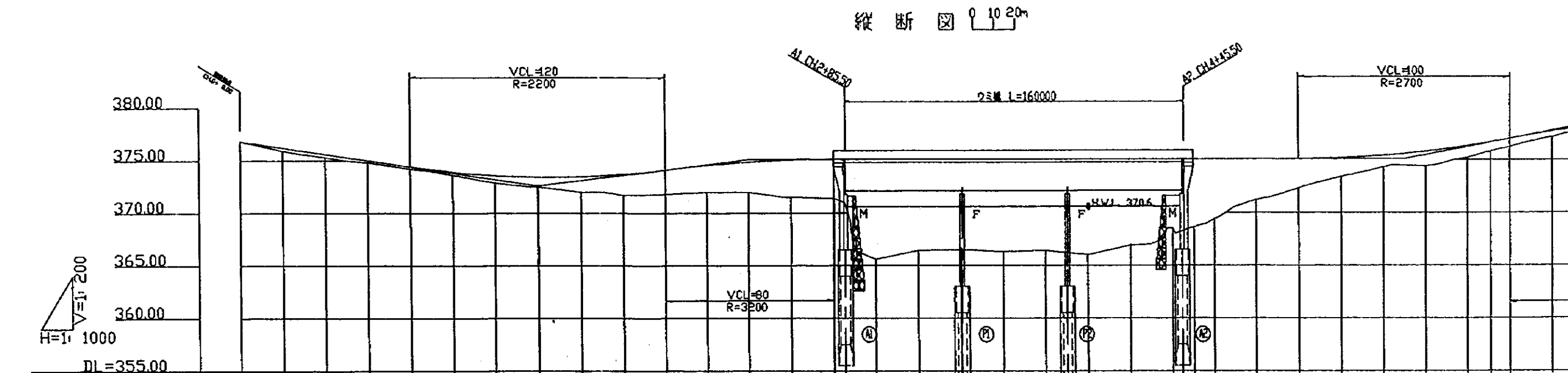
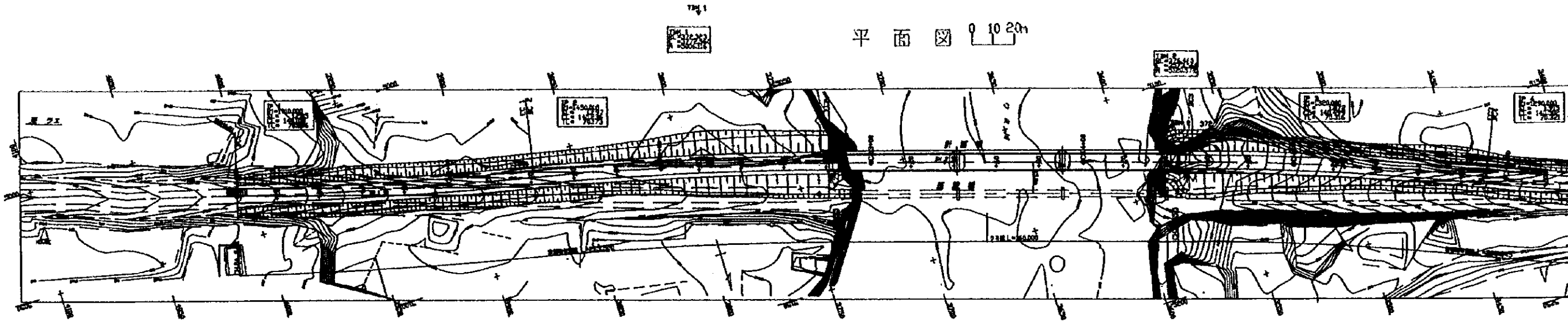
- 蛇籠はPNGに於いて幅広く使用されている。
- 屈撓性に富む蛇籠は河床低下に対応可能である。

基本設計では蛇籠の弱点である磨り減りに因る鋼線の破断、裏込め材の流出を防ぐため蛇籠の表面にコンクリート保護工を敷設し、蛇籠背面には吸い出し防止シートを敷設する。



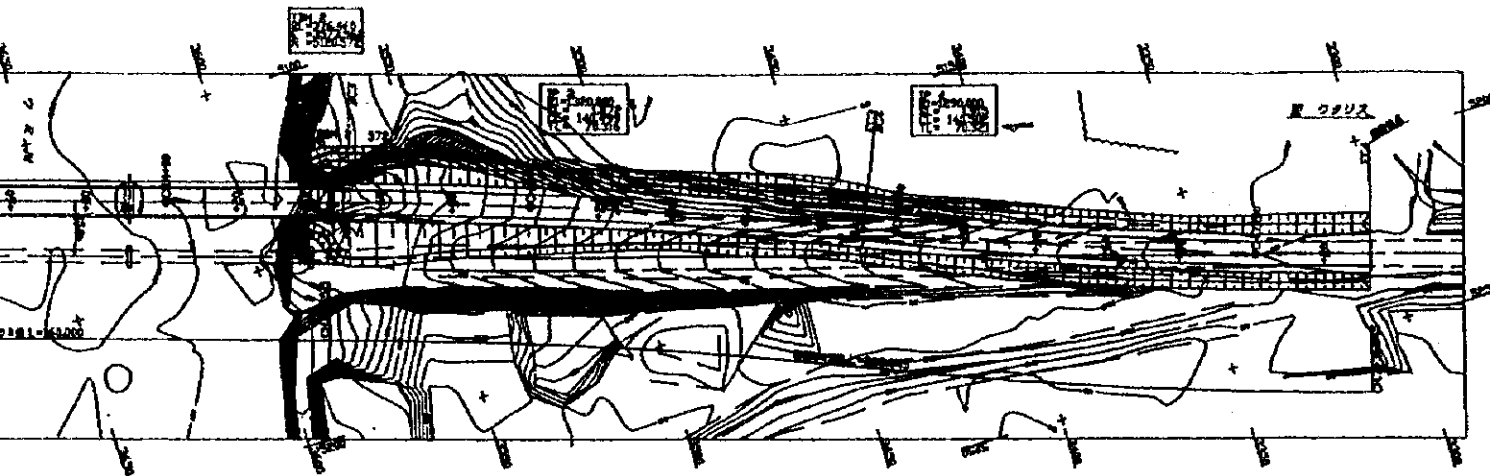
基本設計図である橋梁一般図、道路平面・縦断図を次頁に添付する。





測点	計画高	地盤高	平面線形曲率図	勾配	片勾配すりつけ図
376.80	376.800	376.80	R=140.108	1/308	1/308
375.90	376.200	375.90	R=140.108	1/308	1/308
375.30	375.600	375.30	R=140.108	1/308	1/308
374.80	375.000	374.80	R=140.108	1/308	1/308
374.20	374.400	374.20	R=140.108	1/308	1/308
373.60	373.800	373.60	R=140.108	1/308	1/308
372.90	373.567	372.90	R=140.108	1/308	1/308
372.50	373.455	372.50	R=140.108	1/308	1/308
372.00	373.467	372.00	R=140.108	1/308	1/308
371.70	373.692	371.70	R=140.108	1/308	1/308
371.80	374.100	371.80	R=140.108	1/308	1/308
372.00	374.538	372.00	R=140.108	1/308	1/308
371.50	375.038	371.50	R=140.108	1/308	1/308
371.40	375.180	371.40	R=140.108	1/308	1/308
365.60	375.100	365.60	R=170.000	level	level
366.40	375.100	366.40	R=170.000	level	level
366.50	375.100	366.50	R=170.000	level	level
366.30	375.100	366.30	R=170.000	level	level
366.40	375.100	366.40	R=170.000	level	level
366.00	375.100	366.00	R=170.000	level	level
366.90	375.100	366.90	R=170.000	level	level
366.50	375.100	366.50	R=170.000	level	level
369.40	375.100	369.40	R=140.499	level	level
371.20	375.100	371.20	R=140.499	level	level
372.30	375.100	372.30	R=140.499	level	level
373.40	375.175	373.40	R=140.499	level	level
374.30	375.400	374.30	R=140.499	level	level
374.40	375.774	374.40	R=140.499	level	level
375.20	376.298	375.20	R=140.499	level	level
376.645	376.645	376.645	R=140.499	level	level
376.20	376.973	376.20	R=140.499	level	level
377.10	377.655	377.10	R=140.499	level	level

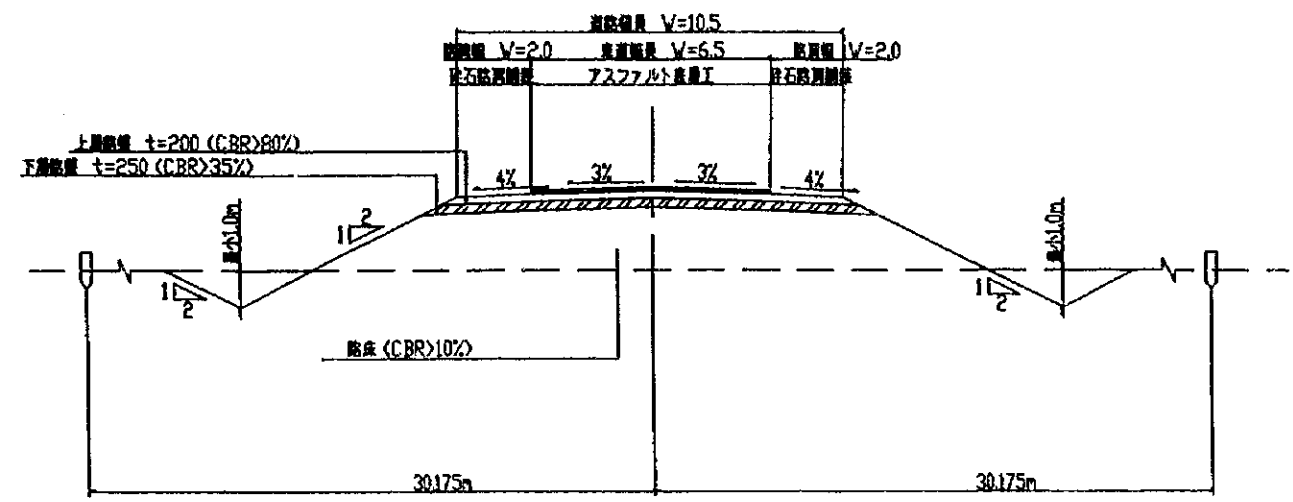
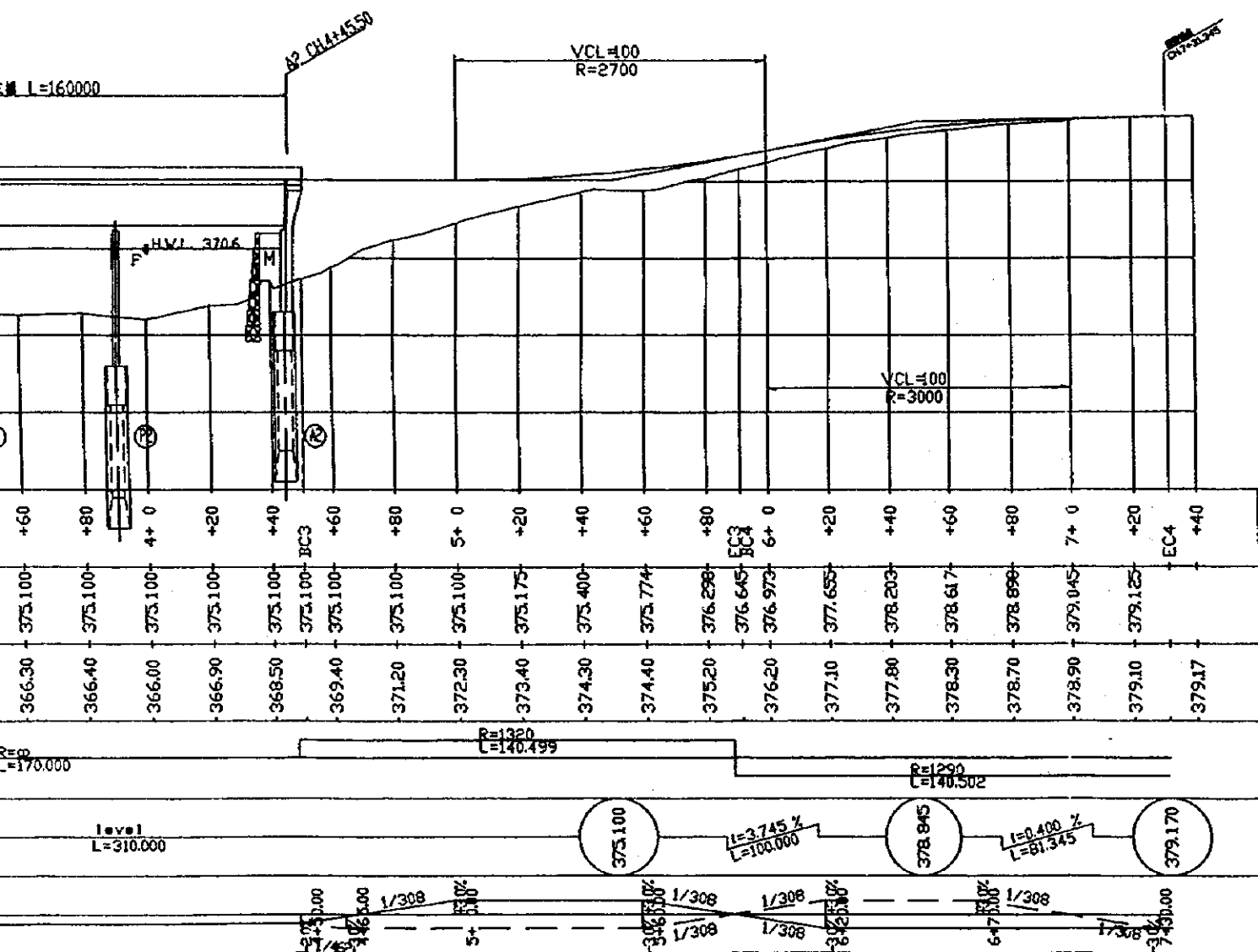
0 20m



名称	X	Y
B.P	5029.176143	4006.720531
IP 1	5046.969091	3938.931157
IP 2	5072.538655	3801.023478
IP 3	5158.356842	3502.630242
IP 4	5211.367303	3372.366865
E.P	5230.636213	3304.737768

横断図 0 1 2m

0 20m



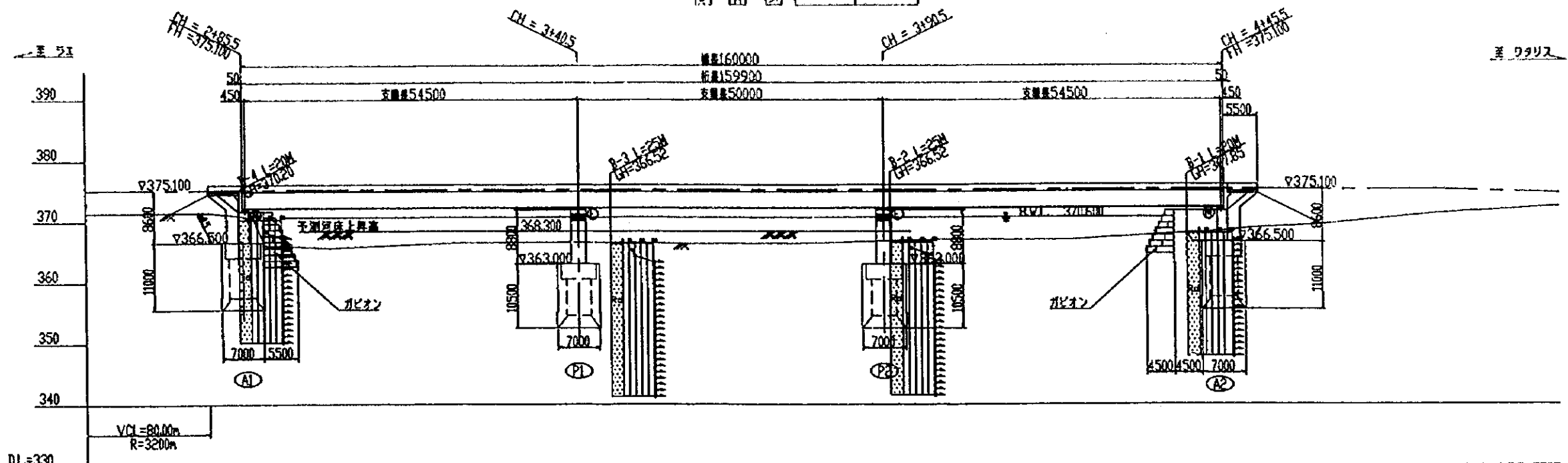
国際協力事業団

ハイランド国道ウミ橋架け替え計画

一般図

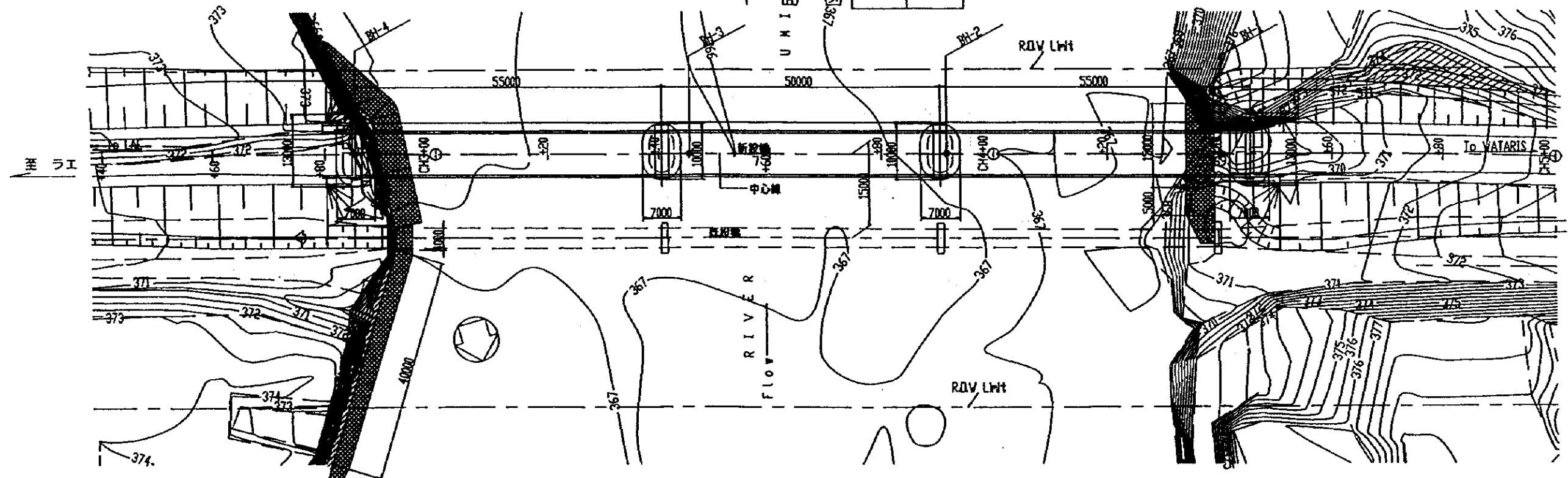
SCALE AS SHOWN  
DVG.No.

側面図 0 10 20m

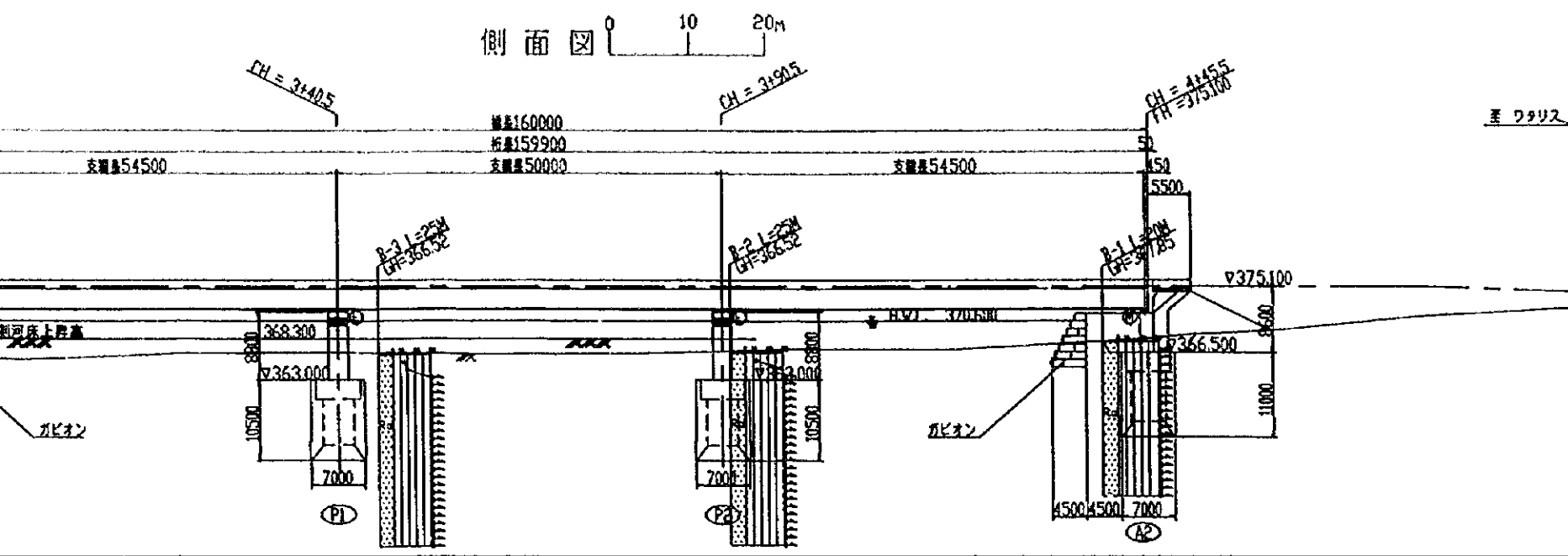


勾配	LEVEL 235.00m											
計画高	-375.008	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100	-375.100
地盤高	-371.4	-371.4	-370.855	-366.6	-366.4	-366.3	-366.4	-366.715	-366.0	-366.9	-368.3	-369.3
測点	+60	+80	P+85.5	+CHC+00	+20	3440.5	+60	+80	3490.5	CH+00	+20	+40
平面曲線	R=1450			R=0						R=1320		
片勾配 すり付図	-											

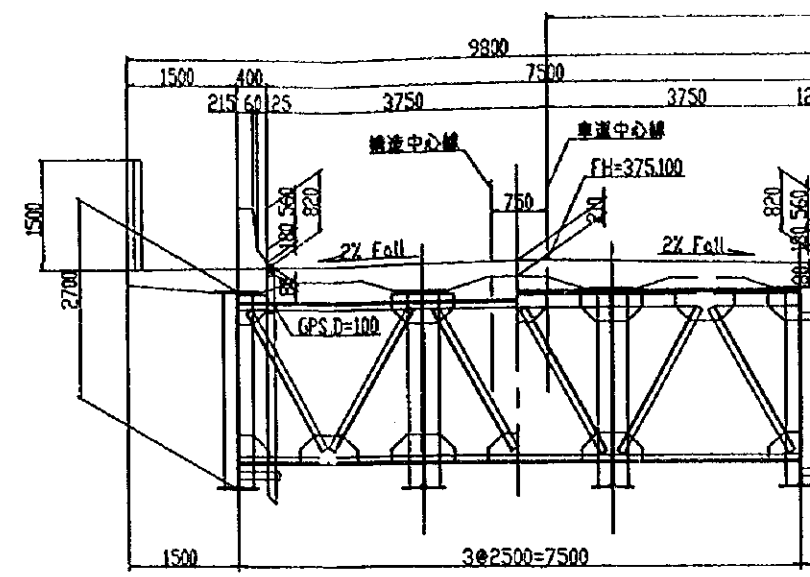
平面 0 10 20m



# ウミ橋 全体一般図

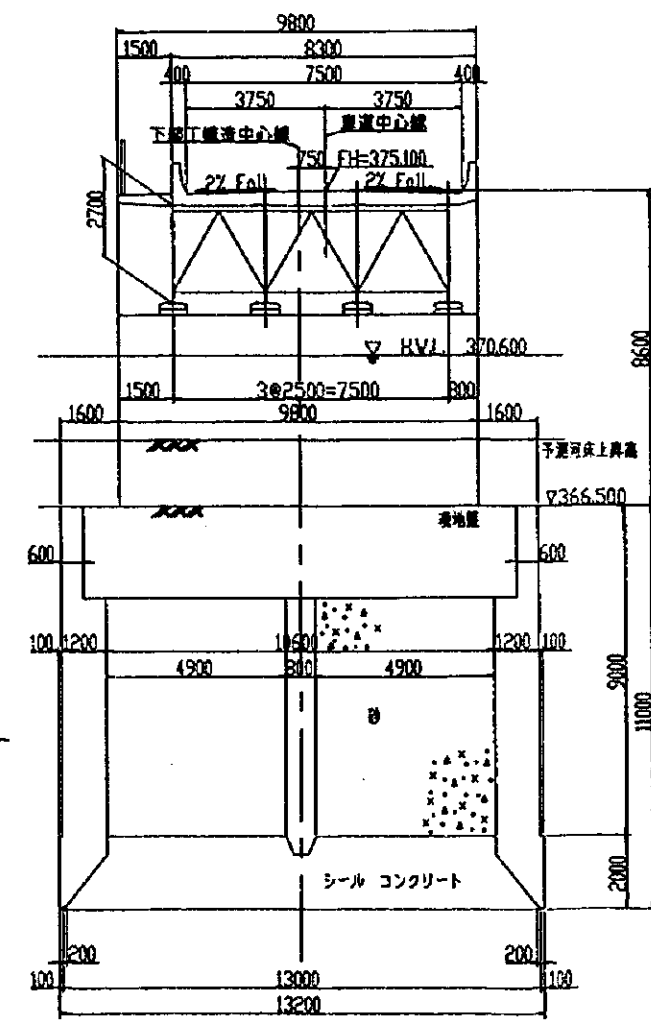


断面図 0 10 20m

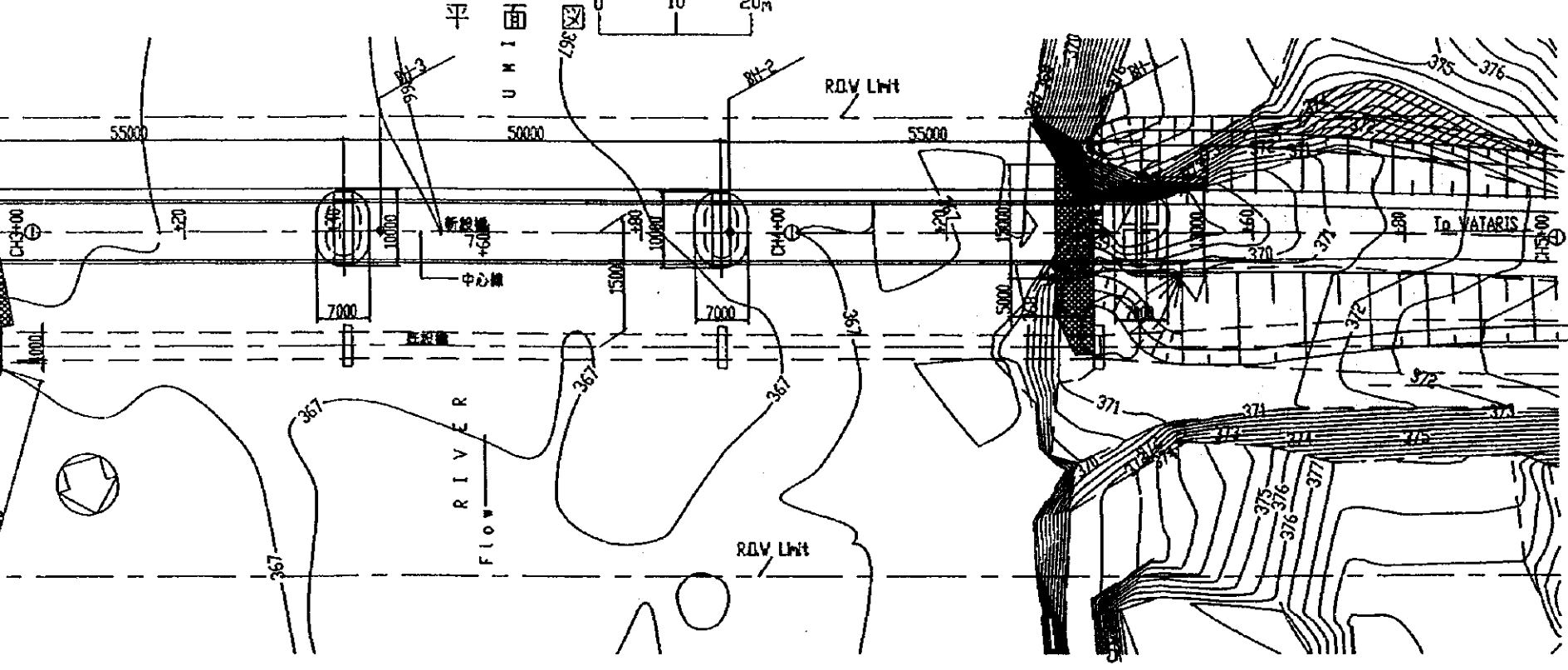
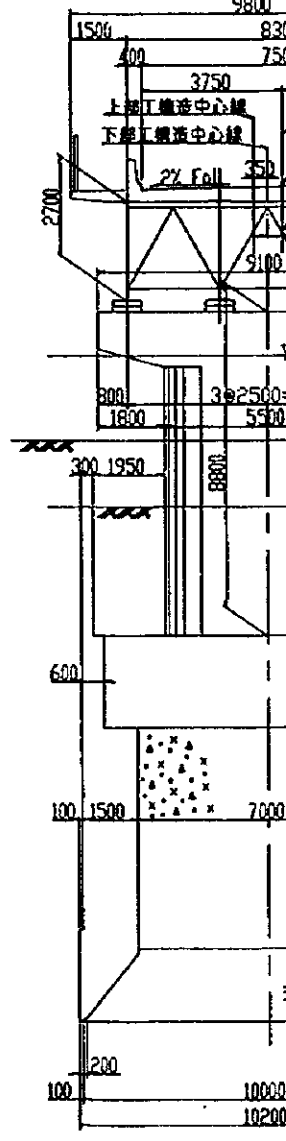


Station	Level	Station	Level	Station	Level
+C+3+40	+365.6	+20	+366.4	+34+0.5	+366.5
		+60	+366.3		
		+80	+366.4		
		+3+90.5	+366.715		
		CH+40	+366.0		
		+20	+366.9		
		+40	+368.0		
		+4+45.5	+368.3		
		+60	+369.3		
		+80	+371.2		

正面図(橋台) 0 5m



正面図(橋台)

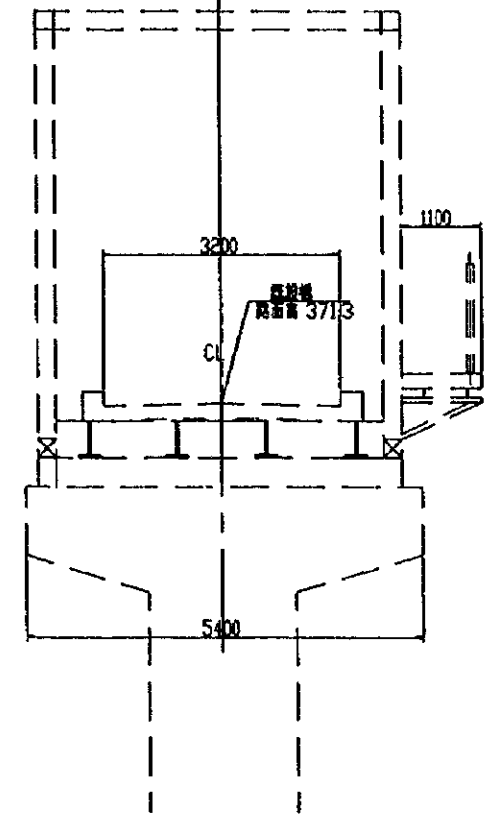
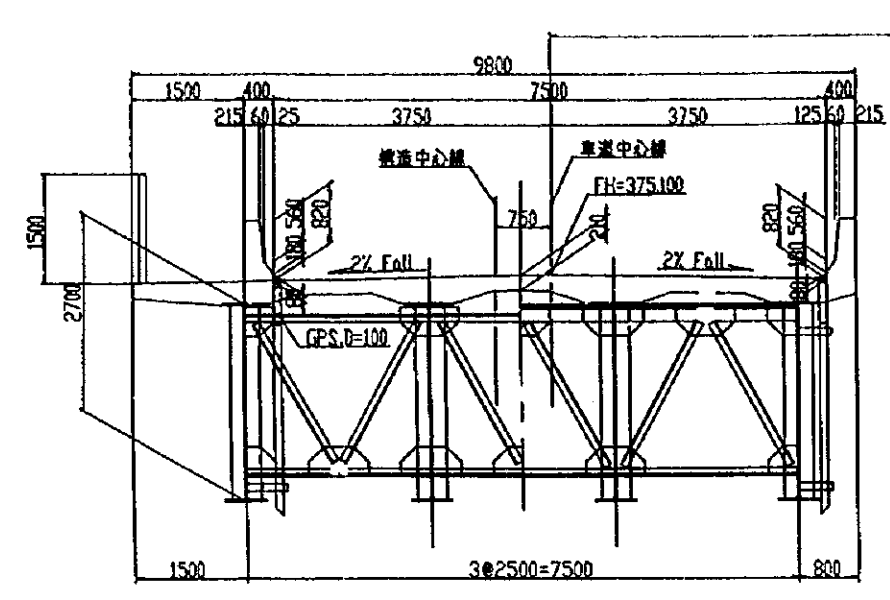


至ワタリス

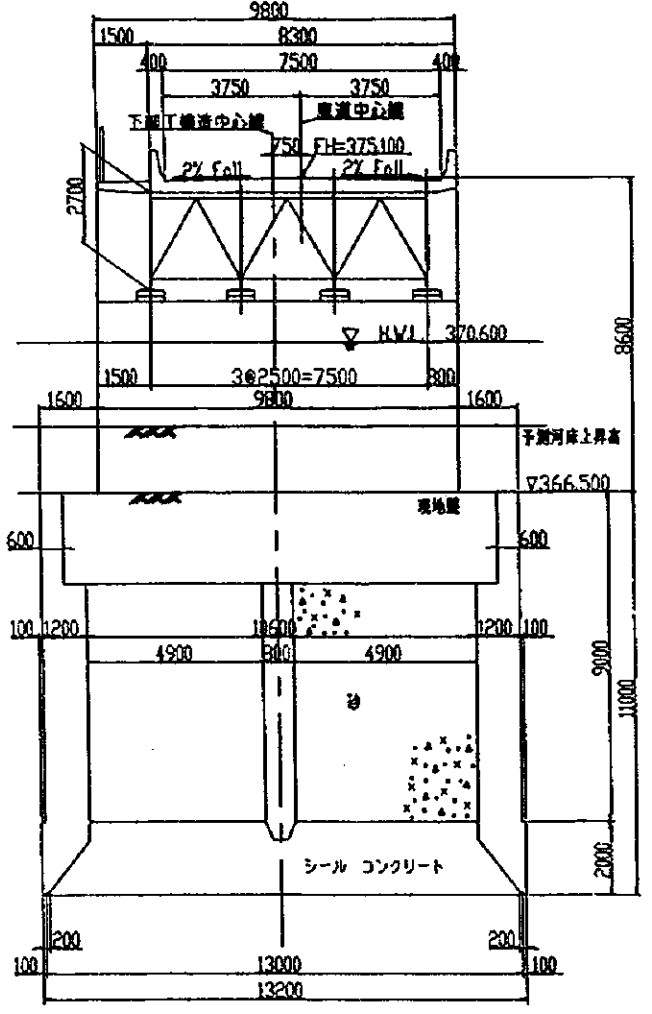


三橋 全体一般図

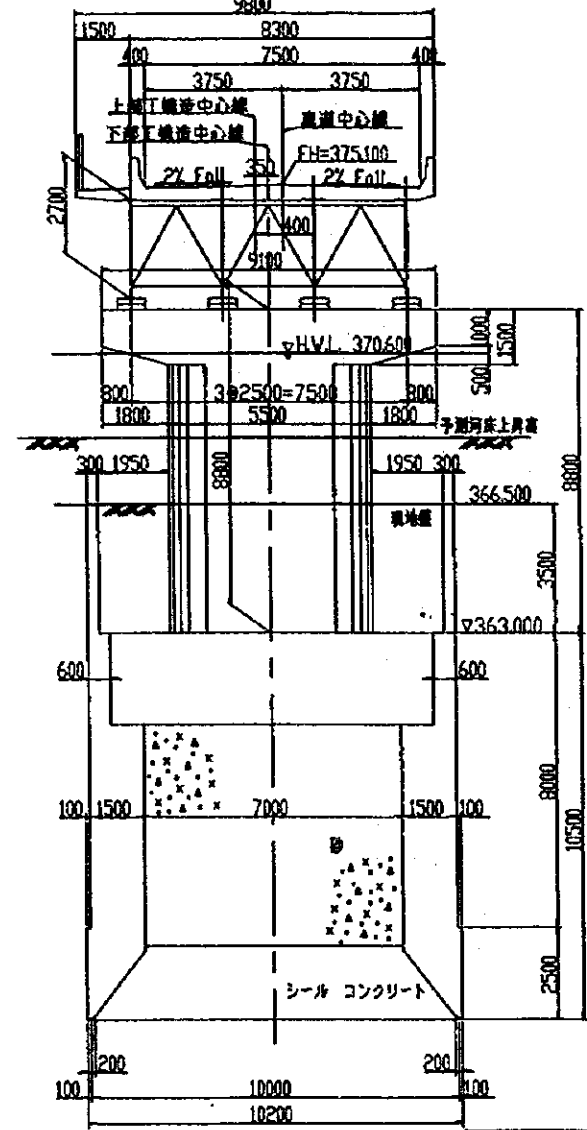
断面図 0 10 20m



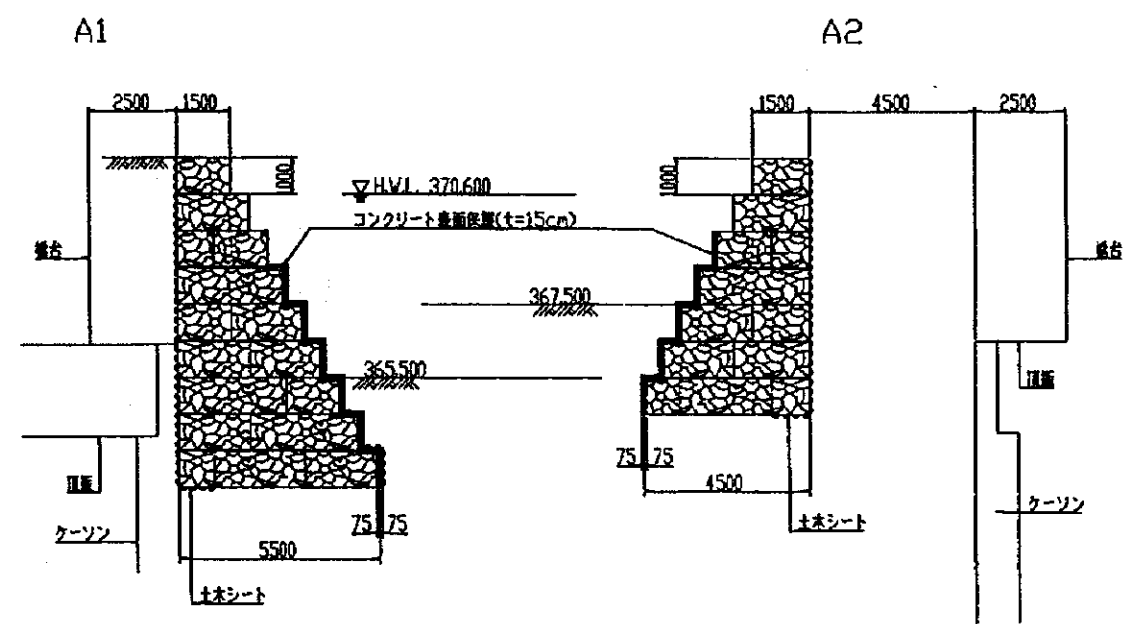
正面図(橋台) 0 5m



正面図(橋脚) 0 5m



護岸工詳細図 0 1 2m



至 ワタリス

国際協力事業団

ハイランド国道ウミ橋架け替え計画

一般図

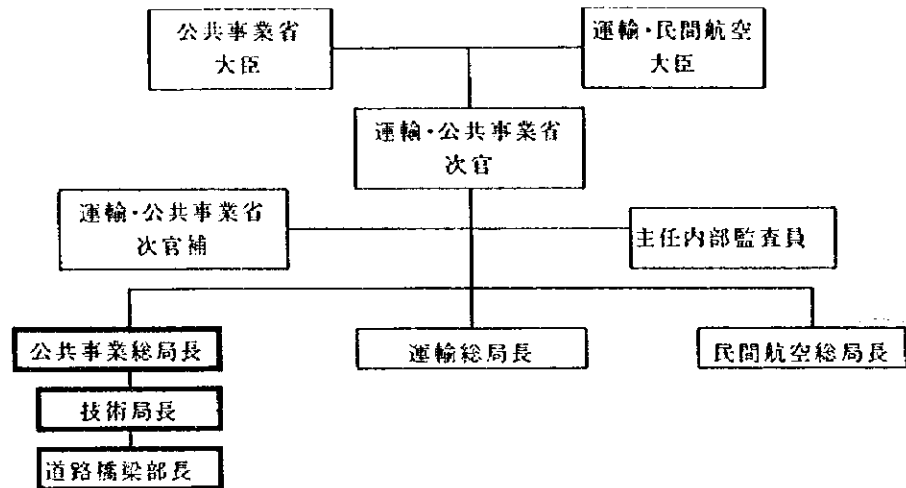
SCALE AS SHOWN DVGNO.

### 3-4 プロジェクトの実施体制

#### 3-4-1 組織

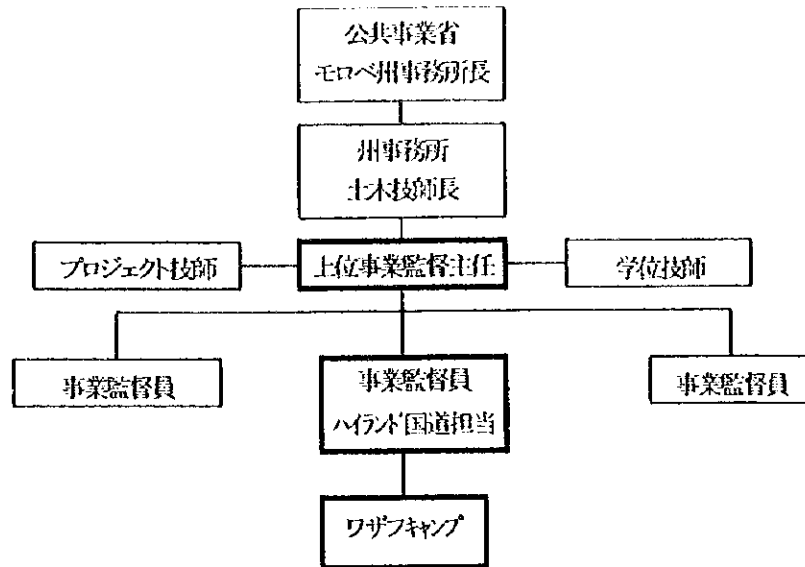
##### (1) 実施体制

現時点での本件の実施機関は運輸・公共事業省(DOTW)であり、実質的には同省の技術局道路・橋梁部が実務を担当する。近々両部門が独立し運輸省と公共事業省となる予定であるが、この場合、以後の実施機関は公共事業省の技術局道路・橋梁部になる。技術局道路・橋梁部は道路・橋梁全般に関わる計画立案、基準類の策定、設計審査・承認、実施中プロジェクトの管理・監視を分掌している。現時点での実施体制を下記に示す。



##### (2) 維持管理体制

国道の維持管理は運輸・公共事業省直轄の州事務所が所管している。ウミ橋を含むハイランド国道は運輸・公共事業省モロベ州事務所下のハイランド国道課、ワザフキャンプ(ウミ橋からレイ側へ3kmの地点)が担当している。



### 3-4-2 予算

PNG 政府の過去 5 年間の歳入及び歳出と公共事業省の各年の予算を下記に示す。国家歳出に対する同省の予算の占める割合は平均約 7.6%である。しかし、予算額及びその割合は年度毎に漸減傾向にあり又維持管理予算の占める割合も減少している。

単位:百万キナ

項目		1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年
PNG 政府	歳入	1,125.5	1,308.7	1,447.6	1,571.7	1,646.8
	歳出	1,483.5	1,750.8	1,778.0	1,854.5	1,838.2
公共事業省の予算	建設一般	88.5	89.3	93.2	86.0	91.2
	維持管理	49.0	52.2	39.5	32.5	30.4
	合計	137.5	141.5	132.7	118.5	121.6
同省の国家予算に占める割合		9.3%	8.1%	7.5%	6.4%	6.6%

(US\$1=1.41 キナ)(1997 年 5 月～10 月平均)

### 3-4-3 要員・技術レベル

技術局の道路・橋梁部は、部長を除き10技師のポジション(道路5人及び橋梁5人)があるが、現在3人の技師(道路担当2名、1名は橋梁担当)が配置されているのみである。その内1名は、プロジェクト資金機関からの出向であり、残り1名は契約ベースの外国人職員で、現地人職員は僅か1名である。部長を含めた2名の現地人技師は、外国で教育を受けておりその教育水準は高いものと評価されるが、実務経験に乏しいものと思料される。これら技師の他には、5名の製図工と4名のサポート要員のみの要員配置である。

一方、本プロジェクト完成後の維持管理に関わる全職員は11名でこの内3名は管理技術者であり、実質的には1名のハイランド国道監督責任者、1名の現場監督と6名の労務者である。現在直営で実施している具体的な作業は、草刈り、路肩整形、ポットホールの補修、レーンマークの再塗装等で、これ以上の規模の作業は全て業者に委託して実施している。

## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

本計画の業務的管理は国家計画・実施省が担当し、技術的な事項は運輸・公共事業省が担当する。従って、2国間で合意した無償資金及び技術協力に関わる業務的協力、調整、準備等の作業は国家計画・実施省が実施する。一方、運輸・公共事業省は本計画の技術面の管理、監督、維持管理を所管する。

本計画実施に際してPNG政府はその代行技師として日本のコンサルタントを調達し、コンサルタントは無償資金協力事業に於けるコンサルタントの役割を十分理解し以下の役務を遂行する。

- 入札書類の作成を含めた詳細設計
- 業者資格審査及び入札・契約に関わる補助業務
- 施工監理

日本政府の無償資金協力の制度に従って選定された日本の建設業者は、効率的且つ適切に資機材を調達し作業工程に従って計画施設の建設を行うものとする。

#### 4-1-1 施工方針

本計画は日本国の無償資金協力の枠組みで実施される事を想定して、施工方針として下記事項を考慮する。

- 雇用機会の創出、技術移転の促進、地域経済の活性化に資するため現地に於ける労務者、資機材を最大限に活用する。
- 本計画が出来るだけ円滑に運ぶように PNG 政府、コンサルタント、建設業者間に緊密な連絡体制を確立する。
- 現場の降雨形態、資機材調達に必要な期間、適切な施工方法の採用等を考慮し現実的な施工計画を立案する。
- PNG に於ける悪い治安状況を勘案し実施工程の確実な履行を主眼に安全な仮設施設を設営する。

#### 4-1-2 施工上の留意事項

計画実施に際しての留意すべき事項は、以下の通りである。

- 労働基準の尊重  
建設業者は PNG の現行建設関連法規に準拠し、雇用に伴う適切な労働条件や制約を尊重し労働者との紛争を防止すると共に安全を確保するものとする。
- 現場の嚴重な警備の必要性  
本計画の実施に関わる要員の安全及び資材盗難防止を確実なものにする為には、PNG 政府による特別警備の提供は不可欠である。

-- 現地慣習の尊重

現地には宗教上又は現地慣習に沿った特別な祝祭日がある。作業日数の算定等にはこれら現地慣習を十分考慮する必要がある。

-- 通関事情

日本或いは第三国から輸入される全ての建設資機材はレイ港に荷下ろしされる。従って、本計画を円滑に進めるために荷下ろし及び通関の際にはレイ港湾局の協力が不可欠である。

-- ケーソン掘削

本計画の中で最も困難が予想される工種は水中下の密な玉石混じりの砂礫を対象にしたケーソン掘削工である。建設業者は建設工程を確実に履行するためクラムシェル、バックホウ、水中ポンプ等十分な建設機械の準備と釜場の設置を考慮すべきである。

-- 旧橋及び現橋の撤去

既に落橋した旧ウミ橋のトラス部材が新橋予定建設位置直下の河床に散在しており又それには多数の流木が堆積して河川水位の上昇を招いている。よって、これらは新橋工事に支障をきたすので工事開始前までに撤去する必要がある。また、現ウミ橋は流失或いは崩壊の可能性があり、新橋に悪影響を及ぼす事が考えられるので、新橋完成後速やかに撤去する必要がある。

本来撤去は先方負担事項であるが、PNG 国政府は早魃に対処するため撤去に必要な十分な予算が無い故、日本側で撤去することとした。

#### 4-1-3 施工区分

本事業実施に関する日本及び PNG 両国政府の負担工事区分の概要は以下の通りである。

(1) 日本側負担工事

- 現橋及び旧橋の撤去
- 排水装置、伸縮継手、高欄等の付帯施設を含む新ウミ橋の建設
- 交通標識、排水装置、レンマーク等の付帯工を含む取り付け道路の建設
- 蛇籠を使った護岸工の建設
- 仮設施設、仮設道路等の設営
- 日本及び第三国からの資機材の輸送
- コンサルタント業務

(2) PNG 側負担工事

- 現橋確保の安全対策として現橋の前後に速度制限・荷重制限の標識および車高・車幅制限のバリアの設置
- 仮設施設周りの警備
- 銀行手数料
- 作物補償費
- 地目変更登記料

#### 4-1-4 施工監理計画

##### (1) コンサルタント業務の実施工程

本事業は日本及び PNG 政府間で本計画の詳細設計に関わる交換公文の締結後公式に開始する。公文締結後、日本の無償資金協力の範囲及び実施手順に従い PNG の実施機関である運輸・公共事業省と日本のコンサルタントの間で詳細設計に関わるコンサルタント業務契約を結ぶ。コンサルタント契約に含まれる主な業務内容は以下の通りである。

##### 1) 詳細設計段階

コンサルタントは基本設計調査結果の仕様に従い、橋梁及び取り付け道路の詳細設計を実施し、工事仕様書、入札図書一式を作成し、運輸・公共事業省の承認を得るものとする。

- 設計基準
- 設計報告書
- 設計図
- 数量計算及び積算
- 施工計画
- 入札図書

##### 2) 建設業者選定段階

本計画の工事及び施工監理に関わる新たな交換公文の締結後、運輸・公共事業省は公開入札で日本の工事業者の選定をコンサルタントの補佐を伴い実施する。コンサルタントは次の役務に関し運輸・公共事業省を補佐するものとする。

- 入札公示
- 事前資格審査
- 入札説明会及び現場説明
- 入札評価
- 契約交渉

##### 3) 施工監理段階

コンサルタントは運輸・公共事業省によって発行される工事着工命令を受けて、施工監理業務に着手する。施工監理業務では工事進捗状況を運輸・公共事業省へ直接報告すると共に施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる改善、提案等を行う。

##### (2) 実施体制

##### 1) 詳細設計の実施体制

コンサルタントによる詳細設計と入札図書の作成には、下記に示す日本人技術者が必要である。

- 一主任技師
- 一橋梁設計技師(上部工)
- 一橋梁設計技師(下部工)
- 一河川・道路設計
- 一施工計画・積算
- 一入札図書作成

2) 施工監理の実施体制

コンサルタントの施工管理体制として下記技術者が必要である。

- 一主任技師
- 一駐在技師
- 一基礎工専門家
- 一材料専門家

(3) 工事施工計画

1) 仮設工事

一 仮設ヤード

建設業者は着工命令受領後直ちに建設機械、資材、要員の動員に着手する。その後、現場には図4.1に示すような仮設施設、資機材置き場、採石プラント等を設営する。

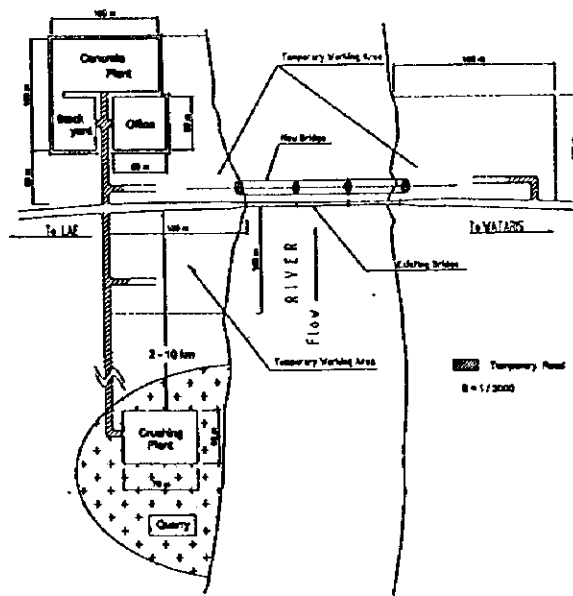


図 4.1 架設ヤード図

工事用電力は発電機を使用する。飲料水は井戸を掘り確保し、コンクリート用用水は河川水を使用する。

— 旧橋の撤去

新橋予定建設位置直下の河床に散在している旧橋を準備工完了後直ちに撤去する。

— 河川の切り回し

橋台 A1及び橋脚 P1 近傍をドライ施工する為仮設堰堤を作って河川の主流をレイ側からワタラエス側に切り回す。

— 河川内仮設道路の敷設

左岸より橋脚 P1 までの幅員8mの仮設道路を既設橋より下流側約26mに仮棧橋及び盛土を併用して敷設する。

2) 下部工の施工

— ケーソンの施工

橋脚、橋台の基礎工であるケーソンは分割して施工する。1ロット長は 2.5m-3.0m で1ロットの施工手順は下記の通り。

地山整形(製作台の整形)→型枠設置→鉄筋敷設→コンクリート打設→コンクリート養生→ケーソン掘削→沈下

ケーソン掘削工では排水仮設備(釜場を含む)を伴いドライな状態で施工できるものと考えている。全てのロットが沈下後、水中コンクリートを底板部に打設し残りの部分は砂礫で埋め戻す。

— 橋台及び橋脚壁の施工

橋台及び橋脚の壁は3リフトで施工する。第1リフトはケーソンの頂版上に足場・支保工を型枠と共に設置し、曲げ加工済みの鉄筋を敷設する。その後  $210\text{kgf/cm}^2$  のコンクリートをポンプを使って打設しその後養生を行う。最終リフトのコンクリート打設完了後、コンクリートの実強度が設計強度の70%以上出たことを強度試験に基づき確認して足場・支保工、型枠の解体を行う。

橋脚P1及び橋台 A1 の完成後、仮棧橋を撤去し、仮設堰堤を使って河川の主流を上記の場合と逆にワタラエス側からレイ側に切り回し、右岸から橋脚P2まで仮棧橋を設置する。その後橋脚P1及び橋台 A1 と同じ作業手順で橋台 A2及び橋脚P2を施工する。

3) 上部工の施工

上部工は下記の手順で施工する。



--- 構造用鋼材の調達

鋼橋製作者が提出する製作図のコンサルタントの承認を踏まえて、製作者は使用する構造用鋼材を発注し、鋼橋の製作に着手する。

--- 鋼橋の工場製作

原寸作業を踏まえて、工作(板取り、けがき、切断、せん工)、溶接等の工程を経て鋼橋部材、即ち主桁、横桁、対傾構の工場製作を行う。各部材製作後、工場にて仮組を行いコンサルタントの仮組検査完了後、製作者は部材の荷造りを実施する。

--- 鋼橋の輸送

海上輸送後、鋼橋部材は全てレイ港で荷揚げされ、その後トレーラーで現場まで輸送される。運搬路の線形は概ねトレーラー走行に問題はない。

--- 鋼橋の架設

鋼橋の架設はベント併用トラッククレーンによる架設法で実施する。

--- 床版工

下フランジを利用して支保工を設置し、それを利用して型枠を敷設する。その後、鉄筋はスペーサーを使って正しい位置に保持し鉄筋位置に狂いを生じないように配置するものとする。

鉄筋検査を踏まえてコンクリートは3段階に分けて打設する。手順は中央径間部、側径間、中間支点上の順に行う。

--- 現場塗装

現場塗装は2層仕様とする。現場塗装に先立ち、工場塗装を行った部材表面、特に継手部付近は入念に清掃しなければならない。

--- 付帯工

床版工終了後伸縮継手、排水管、高欄工等の付帯工を行って作業を終了する。

4) 河川保護工

橋台施工と同時期に護岸工を行う。掘削及び蛇籠設置時には十分な排水仮設備を併用し実施するものとする。

5) 取り付け道路

下層路盤、上層路盤材及び浸透式アスファルト舗装の骨材は採石プラントヤードで予め仕様書に規定された配合に沿って準備しておく。路体は川砂利を使用し施工層厚を20cmで締め固める。

6) 現橋の撤去

新橋完成後、現交通を新橋に切り回した後、現橋、即ちトラス2連、ベイリー橋1連を撤去する。その後、既設橋脚2基をブレイカー等を使って解体・撤去する。

#### 4-1-5 資機材調達計画

##### (1) 建設資材調達

コンクリート用の砂利、簡易舗装用の骨材及び支保工・型枠工用のベニヤ板、角材等は PNG 現地で調達可能である。しかし、ゴム支承、試験機器の日本調達を除くと残り全てはオーストラリア、ニュージーランドなど第三国からの調達となる。建設資材の調達先を表4.1に示す。

表4.1 建設資材の調達

項目	PNG 調達	第三国調達	日本調達
セメント	○		
鉄筋		○	
鋼材		○	
ガス管		○	
形鋼		○	
ペイント		○	
アスファルト		○	
添加剤		○	
ゴム支承			○
溶接棒		○	
砂利	○		
材木	○		
ベニヤ板	○		
ガソリン	○		
試験器材			○

##### (2) 建設機械の調達

建設機械のレンタル会社は PNG にはないが、現地建設業者の所有する建設機械のレンタルは可能である。しかし、その貸出料は高く長期貸し出しレートは事例が無くコストとなる。本計画に必要な建設機械及びその調達先を表4.2に示す。

表4.2 建設機械の調達

項目	能力	PNG 調達	日本調達
ブルドーザー	15 t		○
ジョベル	1.4 m <sup>3</sup>	○	
ダンプトラック	8 t	○	
バックホウ	0.6 m <sup>3</sup>		○
振動ローラー	3 - 4 t	○	
ロードローラー	10 t	○	
グレーダー	3.1 m	○	
クラムシェル	0.6 m <sup>3</sup>		○
アスファルト散布車	2,000 lit	○	
クローラークレーン	50 t		○
トラッククレーン	50 t		○
ミキサー車	3 m <sup>3</sup>		○
トレーラ	40 t	○	
発電機	75 kVA	○	
発電機	100 kVA	○	
コンプレッサー	7 m <sup>3</sup> /min		○
溶接機	300 A		○
ジャッキ	100 t		○
ダンパー	60 - 100 kg	○	

ポンプ	4" dia., 30 m	○
ポンプ	6" dia., 30 m	○
パイプレーター	45 mm	○
レーンマーク	2 lit/min.	○
パイプロ	60 kW	○
クラッシングプラント	80 m <sup>3</sup> /h	○
コンクリートプラント	50 m <sup>3</sup> /h	○

#### 4-1-6 実施計画

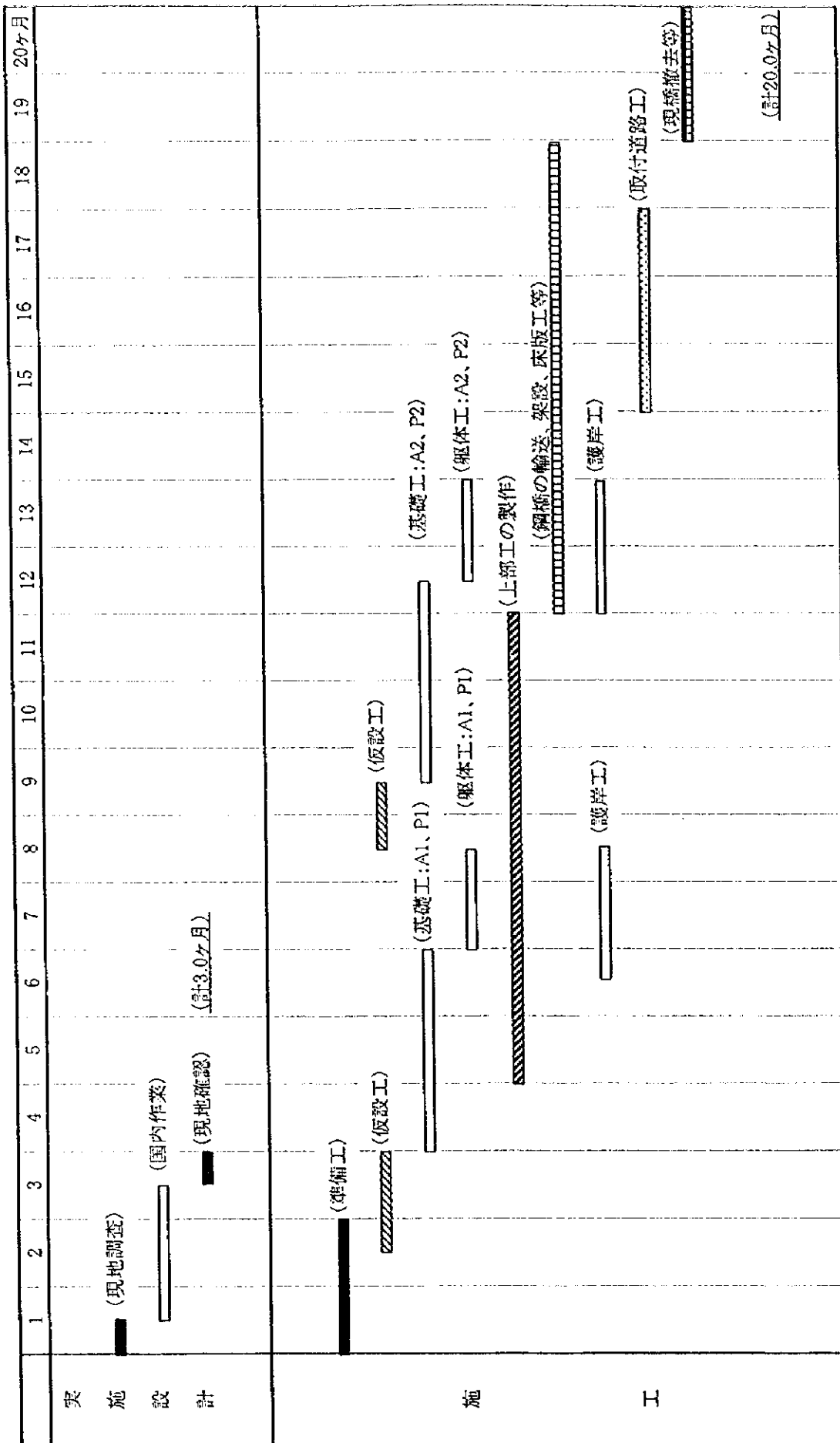
詳細設計に関わる交換公文締結後、直ちにコンサルタントは運輸・公共事業省との間で詳細設計に関わる契約を締結し、本計画は公式に無償資金協力事業として着手する。詳細設計は前後2週間の現場調査を含め業務完了まで3ヶ月を要する。詳細設計完了後、施工監理、工事に関わる交換公文が2国間で締結され建設業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に関わる一連の業務を実施しこれには約4ヶ月を要する。その後、工事を着工し施設完成までに 20 ヶ月を要する。従って、全体工期は即ち詳細設計着手から工事完了までには表4. 3に示すように 27 ヶ月を要する。

#### 4-1-7 相手国側負担事項

本計画の実施にあたって、PNG 政府側が負担すべき事項は以下の通りである。

- 計画の実施に必要なデータ、情報を供与すること。
- 計画の実施に必要な用地を確保(道路用地、橋梁用地、作業用地及び材料保管用地など)すること。
- 工事着工前にサイトを整地すること。
- 日本国内の外国為替公認銀行に口座を開設し、支払授權書を発行すること。
- PNG 国の荷役積み下ろし地点での速やかな積み下ろし作業、免税措置及び関税免除を確実に実施すること。また、無償援助によって購入される必要な材料・機材に関する円滑な内陸輸送を実施すること。
- 認証された契約に対して生産物或いはサービスの供給に関して、PNG 国内で課せられる関税、国内税金或いはその他の税金の免除を本計画に関与する日本法人または日本人に行うこと。
- 承認された契約に基づいて或いはサービスの供給に関係し、日本国籍を有する国民に PNG への入国及び作業実施のために同国の滞在を許可すること。
- 必要ならば、プロジェクトの実施に際しての許可、その他の権限を付与すること。
- プロジェクトによって建設される施設を正しくかつ効果的に維持・監理・保全すること。
- プロジェクトの作業範囲内で日本国の無償援助によって負担される費用以外のすべての費用を負担すること。
- 暴動、反乱、市民騒動、謀反等に対してプロジェクトに従事する日本人の安全を確保すること。
- プロジェクト実施中、プロジェクト内の住民あるいは第三者が原因のプロジェクトに関連する問題に対して調整・解決の努力をすること。

表4.3 業務実施工程表



#### 4-2 概算事業費

##### 4-2-1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約 9.72 億円となり、先に述べた日本と PNG 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、次のとおりと見積られる。

##### (1) 日本側負担経費

事業費区分	金額
(1)建設費	8.73 億円
ア.直接工事費	(5.10)
イ.現場経費	(1.44)
ウ.共通仮設費等	(2.19)
(2)機材費	0.00 億円
(3)設計・監理費	0.99 億円
合計	9.72 億円

##### (2) PNG 国負担経費

(1)既設ウミ橋の安全確保施設	6,900 キナ	(580 千円)
(2)作物補償費	20,000 キナ	(1,688 千円)
合計	26,900 キナ	(2,268 千円)

##### (3) 積算条件

(1)積算時点	平成9年9月
(2)為替交換レート	1 US\$ = 119.0 円 = 1.41 キナ
(3)施工期間	2年国債工事
(4)その他	本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

##### 4-2-2 運営維持・管理計画

##### (1) ウミ橋の維持管理計画

施設完成後、施設を健全に維持するために必要な維持・管理作業の内容とその頻度は次の通りである。

分類	頻度	点検部位	作業内容
橋梁の維持・管理	年1回	伸縮継手	伸縮継手部分の清掃、損傷があればその写真撮影と経年記録
		排水管装置	排水管の清掃、損傷があればその写真撮影と経年記録
		支承	支承周りの清掃、ゴム沓の劣化状況の確認
		壁高欄・鋼製高欄	損傷度合いの確認及び経年記録と写真撮影
河川構造物の維持・管理	年1回 (洪水後)	河床	河川横断を実測し、河床変動を記録する
		護岸構造物	局部洗掘及び構造物の沈下の有無を確認する
取り付け道路の維持・管理	年1回	舗装	ポットホールがあれば修繕する。
		路肩	除草及び不陸整形
		法面	法面浸食があれば修繕する。
		側溝	堆砂除去
河川構造物の定期的修繕	5年に1回 或いは必要時	河川構造物	過度の河床低下が観測されたら河床保護工を設置する。又護岸工に不具があれば修繕する。
橋梁の定期的修繕	10年に1回	鋼部材	再塗装

ウミ川の河床は今後幅広く変動する事実は明確であるが、その変動量を橋梁寿命内の時間経過と共に正確に算定する事は難しい。河床上昇は今後数年間続き、その後河床は供給土砂不足に伴って下降に転ずる。従って土砂供給量の不確定要素の認識を踏まえれば今後下記に示す様な過度な現象の発生する可能性があり、それらが確認された場合早急な対応が必要となる。

想定される過度な現象	対策工
標高 364.000 を下回る過度な河床低下	橋脚周りに河床保護工の設置
大洪水或いは過度な局部洗掘に拠る護岸工の流出或いは著しい沈下	護岸工の再構築

本計画の護岸工に蛇籠を使用しているが、一般的に蛇籠は永久構造物ではない。従って蛇籠に損傷・不具・流出等が目視された場合、直ちに運輸・公共事業省はそれを修繕すべきである。さもなくば、新ウミ橋は健全に維持されない事を注記する。

## (2) 維持・管理費

上記維持・管理作業に必要な維持・管理費は1年毎に 63,700 キナ、5年或いはそれ未満の頻度に 259,400 キナ、10年或いはそれ未満の頻度に 138,800 キナ必要となる。これらの内訳は下記に示す。

作業項目	頻度	概算維持・管理費
橋梁の点検・維持	年1回	3,500 キナ
河川構造物の点検・維持	年1回	1,200 キナ
取付道路の点検・維持	年1回	59,000 キナ
河川構造物の定期修繕	最悪の場合5年に1回或いは必要時	259,400 キナ
鋼橋の定期修繕	10年に1回	138,800 キナ

3-4-2 に示したように公共事業省の維持・管理費は漸減傾向にあるものの、上記維持・管理費は先方にとって負担可能と考えられる。

## 第5章 プロジェクトの評価と提案

### 5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果

#### (1) 本計画実施による効果

本調査の中で実施した社会・経済・交通調査及び技術調査の結果より、本計画実施による効果は次の通りである。

#### 1) 直接効果

現状と問題点	本計画での対策	計画実施による効果
1. 既設の橋は2連のトラス橋及び1連のベイヤ橋(仮橋)共に主要部材の損傷が著しく、同橋の適用設計活荷重は現行のそれに比べて小さい。従って、既設の橋は現通行車両重量に対して耐荷力不足であり危険な状況である。	PNG 国の活荷重基準とほぼ同等の日本のB活荷重を適用して近代的な橋梁に架け替える。	—既設の橋は今後とも相当の維持修繕費用が必要になるが、新橋の架け替えに拠って比較的安い維持修繕費で済む。よってこれら差額を維持修繕費用の節約として見込む事が出来る。 —落橋確率の低減によりハイランド地方及びレイ市地域の社会・経済活動が安定する。
2. 既設の橋は有効幅員3.2mの1車線橋梁のため、ハイランド国道の交通流の隘路となっている。現在、朝夕のピーク時には渡河の為通行車両は待たされており又狭幅員の為減速通行を強いられている。	ハイランド国道上の標準的橋梁幅員である車道幅員7.5mの2車線を適用した。	—本計画で交通流の隘路が解消され、輸送時間の短縮、走行費用の節約が可能となる。 —交通事故の減少、交通快適度の増大及び運転手の疲労度の低減が見込まれる。
3. 既設の橋はベイヤ橋部には歩道がないため、歩行者の渡河通行は非常に危険な状況である。	歩車道を分離して片側に1.5mの歩道を設ける。	—人身事故の減少が期待される。
4. 現橋は上流域からの土砂流出に伴った河床上昇により河積が計画洪水流量に対して不足するため洪水により流失の可能性を有している。	新橋の計画高の決定に際しては堆砂深 1.8m、50年確率の洪水深 2.3m、桁下余裕高 1.5m 及び新橋の構造高 3.0m を考慮し決定した。	—橋梁流失確率の低減により、ハイランド地域の社会・経済活動が安定する。

#### 2) 間接効果

本計画の実施によって期待される間接効果は、ハイランド地域の農業・鉱山開発の促進、生産・輸送計画の安定度の向上、地域格差の是正、市場圏の拡大、人口の分散、更に治安の悪化が進んでいる同地域の民生の安定及び国家意識の向上、計画地域に於ける医療・教育施設への接近性の向上等が考えられる。



## (2) 妥当性の検証の方法

ハイランド国道は PNG 全人口の約半分が住んでおりかつ同国の農業・鉱業の中心拠点であるハイランド地方と PNG 最大の輸入貨物取り扱い港のあるレイ市を結ぶ最重要都市間幹線道路(延長約 520km)であり、架橋はレイ市より 138km 地点の同国道上に位置する。1994年7月発生した架橋落橋事故では復旧まで5週間を要し、その間ハイランド地方では輸入物資の供給が途絶え、農産物・鉱物が滞荷し同時にレイ港では膨大な輸入貨物が滞荷したと報告されている。従って、一車線で一方通行を強いられまた老朽化した既設架橋の架け替え計画は 1) 輸送の安定化、即ち社会・経済活動の安定化、2) 輸送時間の短縮及び走行費用の節約、3) 交通事故の減少等が期待できるものである。

本計画の直接裨益効果は交通量及び裨益人口で測られこれらは次の通りである。

### 1) 交通量

本調査の中で実施された交通量調査に拠れば架橋位置に於ける日交通量は 549 台(その内 22%はトレーラーを含む大型車)である。ハイランド国道の交通量の伸び率は 6%であるので、架橋位置の将来交通量は10年後の 2007 年には 983 台、20年後の 2017 年には 1760 台と予測される。

### 2) 裨益人口

プロジェクトの裨益人口はハイランド国道沿線6州の人口約 169 万人と推定され、その内訳は次の通り。

州名	人口(1990年)
モロベ	380,117
マダン	253,195
東ハイランド	300,648
シンプ	183,849
西ハイランド	336,178
エンガ	235,561
合計	1,689,548

## 5-2 技術協力・他ドナーとの連携

### 技術協力の必要性

PNG 国では、各分野で PNG 人の中堅技術者数が絶対的に不足しており、これを補うために外国人技師を雇用している。この現象は道路橋梁分野でも例外ではない。従って、本プロジェクトの実施段階で実施機関である運輸・公共事業省、道路・橋梁部の PNG 人幹部職員を研修生として日本に招聘し、橋梁建設・維持管理に関わる研修を実施するよう提案する。研修結果は新ウミ橋の維持管理のみならず PNG 国の現橋梁資産を健全に維持する事に資するものと確信する。

### 他ドナーとの連携

有償資金協力の枠内で ADB 及び WB はハイランド国道の改修に関する援助、無償資金協力では

オーストラリアが橋梁改修計画を実施しているが、これらの計画と本計画とは重複しない。

### 5-3 課題

既存の橋は落橋・流失の可能性が高く早急に架け替えるべきである。さらに本計画の実施は無償資金協力の枠組みの中で特別の問題なく実施可能と思料される。これらに加え上記裨益効果を勘案すれば、本計画を日本の無償資金協力により実施する事は有意義であり、本計画の早期実現が望まれる。

しかし、本計画の実施に際しては下記課題があるので常に PNG 側の対応を監視する必要がある。

#### 一治安の問題

現在 PNG の治安状況は極めて悪く改善の兆しはない。PNG 政府にはミツの中で本計画の実施に関わる要員の安全確保及び建設資機材の輸送中を含めた盗難防止を確実なものにする為に PNG 政府による特別警備の提供を要請している。従ってこれら警備の確実な履行を監視する必要がある。

#### 一不法な土地利用或いは補償費の要求

PNG では国土の 97%が習慣的土地所有形態の基で登記されており、近代的な土地所有権は確立していない為、新たな用地買収は非常に難しい。この現状を踏まえ本計画では全ての永久施設は既存用地幅内で納めまた仮設施設も国有地内で計画した。しかし、本計画が公表されると本計画予定地内を不法に占拠し補償費を要求する住民が出てくる可能性がある為、PNG 側には早急に計画敷地をフェンス等で囲う様に要請した。従って、これに対する PNG 側の対応も監視する必要がある。