

**パプアニューギニア国
ハイランド橋梁改修計画基本設計調査**

基本設計調査報告書

平成16年7月

**独立行政法人国際協力機構
日本工営株式会社**

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、同国のハイランド橋梁改修計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 16 年 1 月 15 日から 2 月 12 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

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しました。帰国後の国内作業の後、平成 16 年 5 月 20 日から 5 月 30 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。

最後に、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 16 年 7 月

独立行政法人国際協力機構

理事 松井 靖夫

伝達状

今般、パプアニューギニア国におけるハイランド橋梁改修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、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 16 年 1 月 9 日より平成 16 年 7 月 23 日までの 6.5 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 16 年 7 月 23 日

日 本 工 営 株 式 会 社
パ プ ア ニ ュ ー ギ ニ ア 国
ハイランド橋梁改修計画基本設計調査団
業 務 主 任 中 川 哲



凡例
 赤枠：対象橋梁 (1/2期)
 青枠：対象橋梁 (2/2期)



パプアニューギニア国
 ハイランド橋梁改修計画基本設計調査

調査対象位置図



パプアニューギニア国
ハイランド橋梁改修計画基本設計調査







完成予想図
(バナバナ橋)



パプアニューギニア国
ハイランド橋梁改修計画基本設計調査

完成予想図
(ウンバカ橋)

写真集(1/4)

<p>写真 - 1: オロンパカ橋</p> 	<p>写真 - 2: オロンパカ橋</p> 
<p>ゴロカ側より見た路面及び取付道路の状況。</p>	<p>床版下面の甚大なクラック。</p>
<p>写真 - 3: ノンピンカ橋</p> 	<p>写真 - 4: ノンピンカ橋</p> 
<p>レイ側から見た路面及び取付道路の状況。</p>	<p>床版下面に見られる遊離石灰。</p>
<p>写真 - 5: ホネランカ橋</p> 	<p>写真 - 6: ホネランカ橋</p> 
<p>レイ側より見た橋面及び取付道路の現況。</p>	<p>多様なクラックが見られる床版下面。</p>

写真集(2/4)

写真 - 7: オフィガ橋



ゴロカ側より見た橋面及び取付道路の現況。

写真 - 8: オフィガ橋



土砂が堆積した沓座。

写真 - 9: ウンバカ橋



ゴロカ側より見た橋面及び取付道路の現況。

写真 - 10: ウンバカ橋



著しいクラックが見られるパイルベント式橋台。

写真 - 11: キングキオ橋



レイ側より見た橋面及び取付道路の現況。

写真 - 12: キングキオ橋



甚大なクラックが生じている橋台。

写真集(3/4)

写真 - 13:ダーティウォーター橋



レイ側より見た橋面の現況。

写真 - 14:ダーティウォーター橋



車両の衝突により変形したトラス部材。

写真 - 15:シグヤ橋



レイ側より見た橋面及び取付道路の現況。

写真 - 16:シグヤ橋



床版下面に見られる2方向性クラック。

写真 - 17:ヤシフォ橋



ゴロカ側より見た橋梁側面。

写真 - 18:ヤシフォ橋



床版下面に見られる甚大なクラック。

写真集(4/4)

<p>写真 - 19: パリロサイ橋</p> 	<p>写真 - 20: パリロサイ橋</p> 
<p>レイ側より見た橋面及び取付道路の現況。</p>	<p>1 方向性クラックが見られる床版下面。</p>
<p>写真 - 21: ベナベナ橋</p> 	<p>写真 - 22: ベナベナ橋</p> 
<p>狭幅員のベナベナ橋の路面状況。</p>	<p>耐震性能が劣る既設下部工。</p>
<p>写真 - 23: スヌファム橋</p> 	<p>写真 - 24: スヌファム橋</p> 
<p>比較的良好な取付道路の線形。</p>	<p>桁下空間不足に起因する流木による閉塞。</p>

図表リスト

図 2-1	公共事業省の組織図	7
図 2-2	DOW 東ハイランド州事務所の組織図	8
図 2-3	月間平均降雨量および降雨日数	16
図 2-4	月間平均気温および湿度	17
図 2-5	環境・保全省の組織図	19
図 3-1	既存 1 車線橋の補修・補強と新規 1 車線橋梁の併設による改修代替案 (その 1)	43
図 3-2	既存 1 車線橋の補修・補強と新規 1 車線橋梁の併設による改修代替案 (その 2)	44
図 3-3	橋梁標準断面	47
図 3-4	道路標準断面	47
図 3-5	計画橋長と水位 / 流速の関係	50
図 3-6	護岸工の設置範囲	54
表 1-1	2004 年度公共事業省の開発予算	3
表 1-2	2001 年 GDP の産業別内訳	4
表 1-3	PNG の産業別輸出額の内訳 (単位: 百万キナ)	4
表 1-4	我が国無償資金協力による援助	6
表 1-5	他ドナーによる援助プロジェクト	6
表 2-1	国家の歳入歳出と DOW の予算	8
表 2-2	過去 5 年間の DOW 東ハイランド州事務所の予算	8
表 2-3	調査対象 23 橋梁の概要	9
表 2-4	レイ港の概要	10
表 2-5	レイ港の貨物取り扱い量	10
表 2-6	ライフラインの現況調査結果概要	11
表 2-7	ウミ橋調査結果	12
表 2-8	レロン橋調査結果	12
表 2-9	ビテイジャ橋調査結果	13
表 2-10	協力対象橋梁ごとの地形概要	14

表 2-11	協力対象橋梁ごとの地質概要.....	15
表 2-12	調査対象地域周辺の気象記録.....	16
表 2-13	環境分野における課題と対策.....	18
表 2-14	PNG の加盟する条約・協定リスト.....	20
表 2-15	社会環境の現状.....	20
表 2-16	自然環境の現状.....	21
表 2-17	初期環境評価結果.....	22
表 2-18	道路開発に伴う土地取得・登記の略史.....	23
表 2-19	軸重調査結果.....	25
表 3-1	ハイランド国道改修計画に対する援助プロジェクト.....	27
表 3-2	評価配点基準.....	28
表 3-3	調査対象橋梁の選定表.....	30
表 3-4	協力対象橋梁の選定.....	31
表 3-5	評価基準.....	32
表 3-6	協力対象橋梁の優先度評価表.....	32
表 3-7	調査対象地域周辺の地震履歴.....	34
表 3-8	計画流量に対する計画水位と流速、現橋桁下余裕.....	35
表 3-9	車頭間距離および所要離合時間の算定.....	39
表 3-10	橋梁通過時間調査.....	39
表 3-11	既存橋梁の耐荷力および桁下余裕の検討結果.....	41
表 3-12	ベナベナ橋の改修計画代替案の比較検討.....	42
表 3-13	ダーティウォーター橋の改修計画代替案の比較検討.....	42
表 3-14	スヌファム橋の改修計画代替案の比較検討.....	43
表 3-15	工事中の交通迂回方針.....	45
表 3-16	道路設計条件.....	46
表 3-17	橋梁設計条件.....	46
表 3-18	協力対象橋梁の改修方法.....	48
表 3-19	ダーティウォーター橋の上部工代替案の比較検討.....	51
表 3-20	ベナベナ橋の上部工代替案の比較検討.....	51

表 3-21	スヌファム橋の改修計画代替案の比較検討.....	52
表 3-22	小規模橋梁の改修内容	53
表 3-23	協力対象 12 橋梁の施設規模概要一覧	55
表 3-24	日本および PNG 両国政府それぞれの負担事項	58
表 3-25	品質管理項目一覧表（案）	60
表 3-26	主要建設資材の可能調達先	61
表 3-27	主要建設機械の調達	61
表 3-28	業務実施工程表	62
表 3-29	概算事業費	65
表 3-30	概算事業費	65
表 3-31	PNG 国側負担経費.....	65
表 3-32	主な維持管理項目と費用.....	66
表 3-33	協力対象事業実施に当たっての留意事項	66

略語集

A\$	Australian Dollar	オーストラリアドル
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIDS	Acquired Immuno-Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
AS	Standards Australia	オーストラリア規格
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験・材料学会
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発機構
B/A	Banking Arrangement	銀行取決め
BWR	Beauro of Water Resources	水資源局
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約」(ワシントン条約)
DA	Deed of Attestation	売却証明
DBST	Double Bituminous Surface Treatment	2層アスファルト表面処理
DoW	Department of Works	公共事業省
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	ヨーロッパ投資銀行
EIU	Economist Intelligence Unit	エコノミスト・インテリジェンス・ユニット社
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
E U	European Unit	欧州連合
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
H.W.L	High Water Level	計画高水位
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
M/D	Minutes of Discussions	協議議事録
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NLD	Native Land Dealing	慣習的土地取引
NWS	National Weather Service	気象局
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Overseas Economic Cooperation Fund	海外経済協力基金
OJT	On the Job Training	実務訓練
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PNG	Papua New Guinea	パプアニューギニア国
SMEC	Snowy Mountains Engineering Corporation	SMEC 社
UAL	Unregistered Administration Lands	不登記土地管理
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate	気候変動枠組条約

Change

USGS

United States Geological Survey

米国地震研究所

WB

World Bank

世界銀行

要約

要 約

パプアニューギニア(以下 PNG という)国(国土面積:462 千 km²)は、中央部の険峻な山脈や南部の広範な湿地帯等多様な地勢を反映して全人口 519 万人のうち首都圏地区にはわずか 4.8%に当たる人口約 25 万人が居住し、全人口の 65%は同島中部に位置するハイランド地方に居住している。このような分散した人口および経済活動のため、首都ポートモレスビーと地方都市とは海運、航空路のみで結ばれ、国家経済を支えるべき道路網が未発達の状態にある。

同国の道路総延長は 26,962km であるが、そのうち公共事業省が管轄する国道は 7,397km で、その舗装率は約 28%(2,053km)に過ぎない。しかも、これら国道の現状は、PNG 政府の継続的な緊縮財政の結果、十分な維持管理が行われず路面の劣化、地滑りや法面崩壊等を招き、頻繁な通行止めや輸送・交通コスト高をもたらしている。

PNG 政府は“安全で信頼できる輸送・交通サービスの提供”を目標に、陸上、水上および航空を含む総合的な国家運輸開発 10 年計画(2001-2010)を 2000 年に策定し、計画期間 10 年間で 3,405 百万キナ(約 1,020 百万ドル)の投資を計画している。そのうち、約 90%は陸上交通分野に配分され、その大半を道路整備に充当する計画である。道路整備計画の目標は、脆弱な国道を改修することにより陸上交通の安全性と信頼性を改善することである。特に、PNG の経済活動を支える最も重要な幹線道路であるハイランド国道の改修は最優先プロジェクトとして位置づけられている。

ハイランド国道は PNG 国最大の貿易港であるレイ市からゴロカ、マウントハーゲンを経由しメンディに至る延長 605km の幹線道路であるが、路面の損傷に加え洪水による橋梁や盛土の流出、地滑り、法面崩壊等によって通行止めが頻発している。特に、大型貨物車の多い同国道において老朽化した橋梁は、耐荷力不足のため深刻な交通の隘路となり、また、歩道のない 1 車線橋は歩行者にとっても危険な状況となっている。このような状況を改善するため、PNG 国政府は同国道の改修とともに 1 車線橋の 2 車線化プロジェクトを推進している。このハイランド国道改修プロジェクトには、世銀、ADB およびオーストラリアが資金援助を実施しており、区間別に改修計画が進行中である。

上記背景を勘案して、PNG 政府は同国道改修計画に係わるプロジェクトの一環として 2002 年 7 月カイナントゥ～ゴロカ間にある 1 車線橋梁の内ゴロカ側の 11 橋および我が国が前回無償資金協力として実施し、交通量の視点から 1 車線橋梁として建設された新ビテイジャ橋の脇に位置する旧ビテイジャ橋の計 12 橋に対して 2 車線橋による架け替え計画を要請した。本要請はハイランド国道改修計画延長 605km のうち橋梁数が多いため改修コストの高いカイナントゥ～ゴロカ間 80km の橋梁改修を支援するものであり、同国道の安全な通行、信頼性の向上に資するに必要な計画である。

PNG 国からの要請を請けた日本国政府はパプアニューギニア国「ハイランド橋梁改修計画」に係る基本設計調査の実施を決め、平成 16 年 1 月 15 日から 2 月 12 日にかけて独立行政法人国際協力機構(JICA)による基本設計調査団を派遣した。第一次現地調査では、調査対象橋梁を 23 橋に拡大しこの中から改修の優先度が高い 12 橋を選定、これら 12 橋を協力対象橋梁とすることで PNG 側と合意した。その後、日本国内作業による結果をもって基本設計概要書の説明を平成 15 年 5 月 20 日から 5 月 30

日まで実施し、その内容とともに主に本計画に関わる相手国負担事項に関して平成 15 年 5 月 27 日に先方と確認・合意した。

PNG 側の当初要請はハイランド国道ゴロカ～カイントゥ間のゴロカ近傍の老朽化した 1 車線幅の 11 橋梁と旧ビティジャ橋の計 12 橋梁を架け替えによって 2 車線化する要請であった。しかし、同区間にはこの他にも改修の必要性のある 11 橋があること、および架け替えではなく補修・補強することにより再活用できる橋梁もあることから、これら 23 橋の損傷度、桁下の流下能力等を主眼とした目視調査を実施して優先度の高い 12 橋梁を選定した。PNG 側が当初架け替えを要請した橋梁と本基本設計調査により最終的に選定された協力対象橋梁とその改修方法は下記のとおりである。

当初要請の内容と基本設計調査結果の対象表

呼称	調査橋梁名	橋長 (m)	建設年	当初の要請橋梁	基本設計調査の結果		
					改修の 緊急性	他ドナーの 協力予定	協力対象橋梁と 改修方法の選定
1	ビティジャ(旧橋)	49.2	1967	(架け替え)	低い	無し	-
2	ウンドノ	21.2	1967	-	低い	英国	-
3	タブリルナ	27.3	1968	-	低い	英国	-
4	ダラシンビ	27.2	1968	-	低い	英国	-
5	ルウィン	9.1	1967	-	低い	英国	-
6	ナムピンバ	18.3	1967	-	中	英国	-
7	バネバ	37.0	1970	-	高い	オーストラリア	-
8	オロンパカ	21.1	1968	-	中	世銀から変更	(補修・拡幅)
9	ノンピンカ	14.9	1967	-	高い	世銀から変更	(補修・拡幅)
10	ホネランカ	18.1	1967	-	中	世銀から変更	(補修・拡幅)
11	オフィガ	24.1	1967	-	中	世銀から変更	(補修・拡幅)
12	ウンパカ	12.0	1967	-	中	世銀から変更	(補修・拡幅)
13	キングキオ	15.0	1967	(架け替え)	中	無し	(補修・拡幅)
14	アバニ	18.0	1967	(架け替え)	低い	無し	-
15	カマノティナ	24.0	1967	(架け替え)	低い	無し	-
16	クロンカ	18.0	1967	(架け替え)	低い	無し	-
17	ベレフィ	24.0	1967	(架け替え)	低い	無し	-
18	ダーティウォーター	49.0	1967	(架け替え)	高い	無し	(架け替え)
19	シグヤ	18.0	1967	(架け替え)	中	無し	(補修・拡幅)
20	ヤシフォ	18.0	1968	(架け替え)	中	無し	(補修・拡幅)
21	パリロサイ	24.0	1968	(架け替え)	中	無し	(補修・拡幅)
22	ベナベナ	96.0	1970	(架け替え)	高い	無し	(架け替え)
23	スヌファミ	12.0	1968	(架け替え)	高い	無し	(架け替え)

本計画は、世銀資金を活用し実施されたハイランド国道改修計画の計画概要および PNG で準用されているオーストラリア基準や、その基準の一部を日本の道路橋設計基準で補完した設計基準に準拠して基本設計を実施した。洪水量および洪水位算定については、PNG 基準に基づく 100 年確率の採用となるが、対象橋梁の規模が小さいことを勘案し、本基本設計では日本で一般的に採用されている 50 年確率を採用した。基本設計の結果である施設概要は次のとおりである。

施設概要

呼称 (橋梁番号)	橋梁名	改修 方法	改修内容・規模				
			橋長/ 支間長 (m)	上部工形式	下部工形式 橋台/橋脚	取付道路(m) レイ側/ ゴロカ側	
1/2期	8(1)	オロンパカ	補修・ 拡幅	21.4/ 20.8	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 4.5m、12 本)/なし	35.0/ 38.6
	9(2)	ノンピнка	補修・ 拡幅	15.3/ 14.7	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 5.5m、6 本)/なし	60.0/ 34.7
	10(3)	ホネランカ	補修・ 拡幅	18.6/ 18.0	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 10.5m、10 本)/な し	40.0/ 41.4
	11(4)	オフィガ	補修・ 拡幅	24.5/ 23.9	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 2.5m、22 本)/なし	40.0/ 25.5
	12(5)	ウンパカ	補修・ 拡幅	12.3/ 11.7	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 7.0m、22 本)/なし	20.0/ 17.7
2/2期	13(6)	キングキオ	補修・ 拡幅	15.3/ 14.7	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 8.0m、12 本)/なし	20.0/ 44.7
	18(7)	ダーティ ウォーター	架替	60.0/ 2@29.62	2 径間 連続鋼板桁	鋼管パイルベント(径 600、長 さ 8.0m、10 本)/T型橋脚、鋼 管杭(径 600、長さ 7.0 m、12 本)	131.5/ 118.5
	19(8)	シグヤ	補修・ 拡幅	18.3/ 17.7	合成 H 鋼桁	直接基礎/なし	25.0/ 41.7
	20(9)	ヤシフォ	補修・ 拡幅	18.4/ 17.8	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 3.5m、12 本)/なし	35.0/ 26.6
	21(10)	パリロサイ	補修・ 拡幅	24.0/ 23.8	合成 H 鋼桁	直接基礎/なし	50.0/ 31.0
	22(11)	ベナベナ	架替	120.0/ 28.62+ 2@29.0+ 32.62	4 径間連続 鋼板桁	鋼管パイルベント(径 600、長 さ 12.0m、8~10 本)/T型橋 脚、鋼管杭(径 600、長さ 10.0 m、12 本)	110.5/ 109.5
	23(12)	スヌファミ	架替	18.0/ 17.34	合成 H 鋼桁	H 鋼パイルベント(サイズ 250、長さ 6.0m、10 本)/なし	72.0/ 105.0

本計画の実施計画立案に際しては、本計画は対象橋梁が 12ヶ所と多いこと、これら 12 橋がハイランド国道上の 80km 区間に分散していることを勘案し、カインントウ側の 5 橋(オロンパカ橋、ノンピнка橋、ホネランカ橋、オフィガ橋、ウンパカ橋)と残り 7 橋(キングキオ橋、ダーティウォーター橋、シグヤ橋、ヤシフォ橋、パリロサイ橋、ベナベナ橋、スヌファミ橋)との 2 期に分け実施を計画した。

本計画の全ての施設完成までの工期は、E/N 締結後、約 33ヶ月と見込まれ、この内訳は実施設計・入札等に 9ヶ月と工事に 24ヶ月を想定している。

本計画の概算事業費は、12.98 億円(無償資金協力 12.78 億円、PNG 国側負担事業 0.20 億円)である。

本事業を実施することによる具体的な効果としては以下のようなことが期待される。

(1) 直接効果

裨益地域人口は、2,511 千人(PNG 全体 5,190 千人の 48%)である。ただし、裨益地域はハイランド 6 州、即ちモロベ州、東ハイランド州、チンブウ州、西ハイランド州、南ハイランド州およびエンガ州である。

協力対象 12 橋は、歩道なしの狭幅員 3.65m なので、歩行者に対して危険な状況かつ交通流に対して隘路となっている。この現状を本計画によって歩車道分離して片側 1.0m の歩道を設け、2 車線車道幅員 7.5m に改修することによって隘路が解消され、輸送時間の短縮、走行費用の節約および交通事故の減少が期待される。

既設橋の設計荷重は T33 トンで、現行活荷重(T44 トン)と乖離があり一部の部材は耐荷力不足である。従って、本改修計画では現行活荷重と同等の日本の B 活荷重を採用し、かつ冠水する橋梁は嵩上げを見込んで計画を策定した。これにより、今後クラックの補修等の修繕作業が減るため維持管理費の縮減および落橋確率の低減の効果が期待される。

現橋は全て歩道が無く歩行者に対して危険な状況である。したがって、本計画では歩車道を分離し片側 1.0m の歩道を設けた。この結果、人身事故の減少が期待される。

(2) 間接効果

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、市場圏の拡大に貢献する。

人口の分散、計画地域における医療・教育施設へのアクセスの向上が見込まれる。

本計画は、PNG 経済を支えるハイランド国道の重要な位置付け、緊急性があるにも拘わらず PNG 国の緊縮財政および技術力下ではその実現が困難であるという現状を勘案すると、日本の無償資金協力の枠組みで PNG 国を支援することは意義のある事業と言える。

本施設完成後の維持管理は DoW 東ハイランド州事務所が所管し、必要な毎年の維持管理概算経費は 119,800 キナ(公共事業省の通年の維持管理予算 31 百万キナの 0.38%に相当する)である。また、維持管理作業内容は従来実施している労働集約型なので、本施設の維持管理は財政的、技術的に問題なく実施されるものと思われる。

なお、本計画を円滑かつ効率的に推進するためには、PNG 側によって工事着工前までに工事の支障となる電柱・配電線の移設、道路用地内に沿道住民が作物を耕作している箇所の事前撤去とその補償金の支払い、工事中の工事関係者の安全確保等警備体制の提供、工事完了後の速やかな既設 2 橋(ベナベナ橋とダーティウォーター橋)の撤去および適切な維持管理の実施が望まれる。

パプアニューギニア国
ハイランド橋梁改修計画基本設計調査

序文
伝達文
調査対象位置図 / 完成予想図 / 写真
図表リスト / 略語集
要約

目次

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1
1-1-1 現状と課題.....	1
1-1-2 開発計画.....	2
1-1-3 社会経済状況.....	3
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	5
1-3 我が国の援助動向.....	5
1-4 他ドナーの援助動向.....	6
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	7
2-1 プロジェクトの実施体制.....	7
2-1-1 組織・人員.....	7
2-1-2 財政・予算.....	8
2-1-3 技術水準.....	9
2-1-4 既存の施設・機材.....	9
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	10
2-2-1 関係インフラの整備状況.....	10
2-2-2 自然条件.....	14
2-2-3 その他.....	17
第3章 プロジェクトの内容	27
3-1 プロジェクトの概要.....	27
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標.....	27
3-1-2 プロジェクトの概要.....	27
3-1-3 協力対象橋梁の選定経緯と改修優先度判定.....	28
3-2 協力対象事業の基本設計.....	33
3-2-1 設計方針.....	33
3-2-1-1 基本方針.....	33
3-2-1-2 自然条件に係わる方針.....	33

3-2-1-3	社会条件等に対する方針	35
3-2-1-4	建設事情に対する方針	36
3-2-1-5	現地業者の活用に係わる方針	37
3-2-1-6	実施機関の運営・維持管理能力に対する方針	37
3-2-1-7	施設のグレードの設定に対する方針.....	38
3-2-1-8	工法・工期に係る方針	44
3-2-2	基本計画.....	46
3-2-2-1	全体計画	46
3-2-2-2	施設計画	49
3-2-3	基本設計図.....	55
3-2-4	施工計画.....	56
3-2-4-1	施工方針	56
3-2-4-2	施工上の留意事項.....	56
3-2-4-3	施工区分	58
3-2-4-4	施工監理計画	58
3-2-4-5	品質管理計画	60
3-2-4-6	資機材調達計画.....	60
3-2-4-7	実施工程	62
3-3	相手国分担事業の概要	63
3-3-1	我が国の無償資金協力事業における一般事項	63
3-3-2	本計画固有の事項	63
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	64
3-5	プロジェクトの概算事業費	65
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	65
3-5-2	運営・維持管理費	66
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	66
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	67
4-1	プロジェクトの効果.....	67
4-2	課題と提言	67
4-3	プロジェクトの妥当性	68
4-4	結論.....	68

[資 料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査工程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 当該国の社会経済状況（国別基本情報抜粋）
5. 討議議事録（M/D）
6. 基本設計概要表
7. 参考資料／入手資料リスト
8. 基本設計図

第1章 プロジェクトの背景・経緯

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(以下 PNG と略す)は、ニューギニア島中部に位置する峻峻なオーエンスタンレー山脈(3,000-4,000m)や、南部の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に代表されるように多様な地勢を有する。また 2000 年国勢調査に基づく、PNG 全人口 519 万人のうち首都ポートモレスビーを含む首都圏地区にはわずか 4.8%に当たる人口約 25 万が居住し、全人口の 65%は同島中部に位置するハイランド地方に居住している。海岸地域の人口は希薄で、いまだ集落が散在するのみである。このような分散した人口および厳しい地勢のため、首都ポートモレスビーと地方都市とは海運、航空路で結ばれており、PNG の道路網は非常に未発達である。

PNG の全道路延長は 26,962km、この内公共事業省(以下 DoW と略す)が管轄する国道の延長は 7,397km である。この内 2,053km(27%)は舗装道路で、5,343km(73%)は未舗装である。しかし、既存の数少ないハイランド国道も含めた主要道路は、政府予算の縮減に伴う DoW 維持管理費の欠如が原因で維持管理が不十分であり、道路現況は概ね劣悪な状況にある。これにより高い事故率や輸送費率、土石流、地滑り、法面崩壊等、自然環境への負荷が問題となっている。

さらに、本計画の実施機関であり国道を所管する DoW は、過去 10 年間の間に数回に渡って運輸省(Department of Transport)と合併・分離を繰り返しており、現在の組織は 2000 年 6 月に構築され現在に至っている。その負の影響として、運輸分野では開発施策、計画の一貫性の欠如、専門家等人材の流出、技術の不十分な継承、作業モラルの低下を招いている。特に、現公共事業省の組織の脆弱な点として、道路資産の維持管理計画・施策立案、効果的な資金管理、人的資産の管理、効率的な手続き等の欠如・欠陥が報告されている。

これらの現況を踏まえて、既存社会基盤を対象とした維持管理の充実、事業原資の確保、交通安全対策の徹底と取り締まりの強化および道路災害に起因した環境負荷の低減が喫緊の課題である。

特に調査対象橋梁の位置するハイランド国道は、PNG 第二の都市レイを起点として中間地点であるゴロカ、農・鉱産物の集積地であるマウントハーゲンを経由し、メンディに至る延長 605km の PNG 唯一の幹線道路である。その影響面積は、モロベ州、東ハイランド州(本計画の調査対象地域)、チンブウ州、西ハイランド州、南ハイランド州、エンガ州の 6 州に及び、総計は 96.9 千 km²(PNG 全体 462 千 km² の 21%)である。その裨益人口は 2,511 千人(PNG 全体 5,190 千人の 48%)に達する。

レイ港は PNG 国の全輸出貨物の約 69%を取り扱う PNG 国で最も重要な港湾施設であり、2003 年の資料に基づく、外国貨物総計 1,231 千トン(輸入 984 千トン、輸出 247 千トン)、内国貨物 684 千トン(積み荷 542 千トン、受け荷 142 千トン)を取り扱っている。これら輸入貨物および受け荷の 90%はハイランド国道を経由してハイランド地方へ輸送されており、逆に、PNG 国の主要輸出品であるコーヒー

は、全てハイランド国道を經由してレイ港へ運ばれる。このことから、ハイランド国道は PNG の社会・経済を支える最も重要な幹線道路と位置付けられるが、維持管理が不十分なため路面の損傷箇所、法面崩壊・地滑り区間、洪水による盛土崩壊箇所等が散在し、円滑な交通流を阻害している。一方、同国道上に位置する 86 橋のうち 37 橋は 1 車線で老朽化した橋梁である。重車両が多いという特徴を有する同国道の隘路であり、かつ事故多発の原因ともなっている。

上記ハイランド国道の位置付けを踏まえ、PNG 政府はハイランド国道の改修を最優先課題と位置付けている。

1-1-2 開発計画

(1) 国家運輸開発計画:2001-2010

2000 年 10 月に発効された運輸開発 10 年計画 (National Transport Development Plan:2001-2010) の目的は、費用対効果を考慮して PNG 全土に渡って安全かつ信頼できる運輸サービスの提供と位置付けている。この目的達成のための戦略として既存インフラの改善・改良を掲げており、その重点課題として、運輸社会基盤の維持管理の強化、既設インフラの改善・改修および必要な新規インフラの建設、安全基準および水準の徹底を掲げている。

主要課題の概要は、下記の通りである。

- 維持管理：本 10 年計画で計画されている運輸資産の維持管理に必要な資金は 2,600 百万キナである。この額は当計画の達成に必要な全予算(6,000 百万キナ)の 43% に相当する。維持管理に必要な資金調達は、受益者負担原則の導入によって確保する。
- 開発予算：運輸施設の調査・設計費も含めて改修、修繕、再構築、新設等に必要の開発予算は 3,400 百万キナと見積られる。これら予算の 90% は道路分野に投資される計画である。ただし、このうち 48% は国際機関からの借款や援助国からの無償資金を見込む。
- 安全対策：特に道路上で頻発かつ重度化する交通事故の削減対策が重視されており、水運・航空分野では最低限の安全基準・法規の徹底に注力する。
- 運輸関連の全ての開発計画は、それに伴う環境負荷軽減策を講じる必要がある。運輸サービスからの公害の監視に対しては手続き、基準類の徹底を図る。

なお、道路分野の最優先課題としてハイランド国道の自然災害からの保全と損壊区間の改修、橋梁分野では国道上の 1 車線橋梁の 2 車線化を掲げている。

(2) 2004 年経済と開発政策

2004 年度の国家予算編成の際に作成された経済と開発政策(2003 年 11 月発行)によれば、PNG の経済は過去 3 年間のマイナス成長から改善され、経済活動の活性化、新規投資の増加、雇用の改善が見られると報告されている。非鉱工業の国内総生産(GDP)は、2000 年(-0.5%)、2001 年(-4.1%)とマイナス成長であったが、2002 年はプラス 4.5%を記録し、2003 年は 1.7%の伸びを見込んでいる。

運輸分野の主要な施策は、運輸サービスの改善によって地方開発を促進し、農業分野の拡大に資することである。小規模農家や大資本生産者が常にマーケットへ容易にアクセスできることにより農業分野の成長を達成可能と位置付けている。

この位置付けを踏まえて、ハイランド国道の改修・維持管理はPNG政府にとって喫緊の課題として掲げている。2004年度の予算には、PNG政府は既存道路、特にハイランド国道の維持管理・改良に必要な十分な原資の確保に努め、実施中のADB道路改修計画および世銀の道路維持管理計画の2案件を2004年度の最優先案件としている。

2004年度の道路・橋梁開発予算を表1-1に示す。

表 1-1 2004年度公共事業省の開発予算

単位:千キナ

主要計画	事業名	予算配分			
		援助	内貨	無償資金	合計
地方運輸開発計画	地方橋梁架け替え計画	26,900	3,250	0	30,150
国道維持管理	国道維持管理	0	12,000	0	12,000
	世銀道路維持管理事業(6州)	21,900	10,000	4,580	36,480
	ADBハイランド州道路維持管理事業	46,664	20,000	0	66,664
	AusAIDハイランド国道維持管理	24,936	0	0	24,936
	AusAID道路・橋梁改修	87,738	4,220	0	91,958
州道支援計画	州道改修	0	25,025	0	25,025
国道の改修・建設	道路資産管理システム	0	200	0	200
	設計・調査	0	2,000	0	2,000
	AusAID国道再舗装事業	13,055	0	0	13,055
	ケレマ-マララウワ道路改修		1,000	0	1,000
	世銀ハイランド国道改修	3,347	2,000	0	5,347
	インフラ開発	446	0	0	446
	ラム国道	0	250	0	250
橋梁改修・建設	レロン・ピティジャ橋撤去	0	600	0	600
	AusAID橋梁改修事業	11,738	0	0	11,738
	ハイランド橋梁改修計画(本プロジェクト)	38,461	1,000	0	39,461
合計		275,185	81,545	4,580	361,310

出典:2004年公共事業省開発予算書

表1-1の特記事項として、過去、我が国の無償資金協力案件として実施されたレロン・ピティジャ橋架け替え計画において、PNG国側の負担事項であったが未実施となっていた旧橋撤去の予算として600千キナ、および本計画の実施の際に必要な相手国負担事項に対する予算として1,000千キナが2004年度予算に計上されている。

1-1-3 社会経済状況

PNGは南太平洋地域の開発途上国で、2001年の一人当たりのGDPは614ドル(Country Profile 2003, EIU)である。一時期開発途上国の中でも中所得に位置していたが、近年経済の疲弊に伴って低所得グループに下がった。このことが原因で、現在でも一国の中に都市部に代表される近代的な生活と未開の奥地で営まれている原始的生活とが併存している。近代的な国家システムも同様に国全体へは行き届いておらず、自給自足経済と貨幣経済が混在しており、商品経済は人口の30%程度しかカバーしていない。GDPに比べて一般国民の生活水準は決して高いとは言えない。

PNG は豊富な天然資源を有しているが、急峻な地形のため交通網の発展が著しく妨げられており、高い関連インフラ整備費や高い輸送コストが資源開発の障害となっている。これに加え、多くの物資をオーストラリア等からの輸入に依存しているため、国内の物価高と高賃金を生み出し、結果的に国内産業の発展を妨げている。

過去 20 年間の PNG 経済の実績は、低迷かつ不安定な GDP 成長率、非鉱業分野の GDP の低下に要約される。しかし 2003 年上半期の経済指標に基づけば、近年の状況は 2002 年の同時期の指標と比べて、多少改善の兆しがある。特に鉱工業分野は、石油を除く金、銅の増産、これらの価格の高騰が寄与している。非工業分野もコプラを除く木材、コーヒー等の主要輸出品の生産性の向上に伴い上向き傾向にある。高いインフレ率と民間融資に関してはいまだ改善が見られないが、その他の経済指標(貿易収支超過やキナ高)は改善傾向にある。

2003 年 PNG 年報に基づく、PNG の GDP 産業構成の内訳を表 1-2 に、PNG の輸出品目別内訳を表 1-3 に示す。

表 1-2 2001 年 GDP の産業別内訳

業種	金額 (百万キナ)	割合 (%)
農業・林業・水産業	1,122.1	31.3
鉱業	778.8	21.7
製造業	288.5	8.0
電気・ガス・給水	50.4	1.4
建設	133.5	3.7
卸・小売り業	346.4	9.7
運輸・通信	171.6	4.8
金融・不動産業	159.4	4.4
サービス業	533.9	14.9
合計	3,584.6	100.0

表 1-3 PNG の産業別輸出額の内訳(単位:百万キナ)

年度	農業	林業	水産業	鉱業	総額
1997	821.2	433.6	9.6	1,838.9	3,103.3
1998	1,058.5	173.2	42.2	2,452.1	3,726.0
1999	1,196.0	265.9	30.4	3,524.0	5,016.3
2000	1,001.2	308.8	33.7	4,494.6	5,838.3
2001	801.1	310.9	77.2	4,895.6	6,084.8

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

PNG 国の経済を支える農業および鉱業の中心地であるハイランド地方と PNG 最大の貨物取扱港であるレイ港を結ぶハイランド国道は PNG の屋台骨である。しかし、丘陵部に位置するレイ～ワタライス区間は、維持管理不足による路面の悪化に加え、土石流による橋梁の流出や河床上昇による桁下の流下能力の不足により一部の橋梁は頻繁に冠水している。ワタライス以降の同国道は厳しい山岳地形部を通過しているが、排水施設や維持管理が徹底されていないため、路面の一部は劣悪で、山岳部では河側盛土の崩壊や切り土斜面の損壊がたびたび生じる。その度に通行止めが強いられており、PNG 経済は甚大な損害を招いている。

上記ハイランド国道の位置付け・役割を踏まえて、PNG 政府はハイランド国道の維持管理および同国道上の 1 車線橋梁の 2 車線化を最優先課題と掲げており、国際機関および各国援助機関もこの優先施策を支援している。

上記位置付けを勘案して、PNG 政府は 2002 年 7 月にワタライスとゴロカ間にある 22 橋の 1 車線橋梁の内、ゴロカ側の 11 橋と、我が国が過去無償資金橋梁案件として実施し交通量の視点から 1 車線橋梁として建設されたビテイジャ橋に隣接する旧ビテイジャ橋の計 12 橋に対して、2 車線橋による架け替え計画を要請した。

PNG 国からの要請を請けた日本国政府は「パプアニューギニア国ハイランド橋梁改修計画」に係る基本設計調査の実施を採択した。日本国政府および国際協力機構(JICA)は、基本設計調査団の派遣前会議において要請内容を見直した結果、調査内容に 要請のあった 12 橋に加えワタライス側の 11 橋を加えた 23 橋を調査対象橋梁と位置付け、これら橋梁の目視調査を実施して優先順位の高い 12 橋を本計画での協力対象橋梁として選定する事、 要請書には 2 車線での架け替えとなっているが必要車線数および改修方法はその妥当性を十分に検討する、とした対処方針を決定した。

この対処方針を踏まえて、国際協力機構(JICA)は平成 15 年 1 月 15 日から 2 月 12 日にかけて基本設計調査団を派遣した。第一次現地調査の際に実施した上記 23 橋を対象にした目視調査結果を踏まえて改修優先度の高い 12 橋を選定し、これら 12 橋を協力対象橋梁とすることで PNG 側と合意、M/D に署名した。その後、日本国内でこれら 12 橋に関する基本設計を実施し、その結果をもって概要説明を平成 16 年 5 月 20 日から 5 月 30 日まで実施し、主に本計画に関わる相手国負担事項に関して確認・合意、M/D の署名を平成 16 年 5 月 27 日に行った。

なお、当初要請にはなかったが協力対象橋梁として追加された 5 橋に関しては、PNG 側から追加要請が平成 16 年 2 月 12 日に PNG 日本大使館へ提出された。(資料 5-3 を参照)

1-3 我が国の援助動向

我が国にとって PNG は大洋州地域での最大の被援助国であり、我が国から PNG に対する ODA の実績は 1998 年までの累計は 957.96 億円である。この内訳は、有償資金協力 568.35 億円、無償資金協力 243.24 億円、技術協力 146.37 億円である。我が国からの援助の背景には、PNG が域内最大国

として指導的な地位にあり、日本にとっての南太平洋地域外交の基軸と考えられることから、独立以来一貫して友好的な関係を維持している。1998 年以降の我が国からの無償資金援助実績を下表に示す。

表 1-4 我が国無償資金協力による援助

実施年度	案件名	金額
平成 11 年度	ハイランド国道ウミ橋架け替え計画	4.79 億円
	放送教育用教材開発センター整備計画	4.31 億円
平成 12 年度	女子保健サービス計画	1.13 億円
平成 13 年度	地方都市給水計画	10.22 億円
	ハイランド国道レロン橋・ピティジャ橋架け替え計画	9.49 億円
平成 14 年度	火山噴火災害に対する 国際緊急援助	0.40 億円
	国立美術博物館 に対する文化無償協力	0.37 億円
	津波災害に対する国際緊急援助	0.09 億円
	ウエワク地震緊急援助	0.60 億円
平成 15 年度	国立ラジオ放送局機材整備計画	8.20 億円
		計 39.60 億円

1-4 他ドナーの援助動向

PNG への 2 国間援助はオーストラリアを中心に日本、EU、ニュージーランド、また、国際機関からの援助は WB、ADB 等が中心に行っている。これらの他ドナーによる現在実施中または実施が確約されているプロジェクトを表 1-5 に示す。

表 1-5 他ドナーによる援助プロジェクト

援助機関	プロジェクト名	案件概要	備考
AusAID	National Roads and Bridge Maintenance	6 州 (Milne Bay, Madang, West New Britain, Sandaun, Central, New Ireland) の選定された道路および橋梁の維持修繕・改修	無償資金協力 (A\$55M/5 年間)
	Highlands Highway Maintenance	ハイランド国道の維持修繕	無償資金協力 (A\$60M/5 年間)
	National Roads Regravelling & Sealing	3 州 (Central, Morobe, Eastern Highlands) の道路の再砂利・簡易舗装	無償資金協力 (A\$116M/5 年間)
	Bridge Replacement & Rehabilitation	国道上の既存橋梁の改修・架替計画	無償資金協力 (A\$50M/5 年間)
WB	Road Maintenance Project	6 州 (Central, Oro, Morobe, Manus, East and West New Britain) の道路維持修繕・改修	借款 (US\$40M)
	Highlands Highway Rehabilitation	ハイランド国道の維持・改修	借款の予定であるが L/A は未締結 (US\$25M 程度)
ADB	5 Highlands Provinces Road Maintenance	5 州 (Enga, Southern, Western, Eastern Highlands Chimbu) の国道・州道の維持・修繕	事業費 114.6 百万ドル (借款額 60 百万ドル)
UK	Rural Transport Development Program (Yumi Yet Bridge Project)	接近性の悪い地方部を中心にして簡易橋梁および道路の建設	2004 年度分借款 (26.9 百万キナ) GoPNG(3.2 百万キナ)
MEXIM BANK	Kerema Malalaua Road Upgrading and Sealing Project	横断道路の一部である Kerema Malalaua 道路の舗装を含めた改修	未定

注記) AusAID : オーストラリア国際開発機構
WB : 世界銀行
ADB : アジア開発銀行
UK : 英国
MEXIM BANK : マレーシア輸出・輸入銀行

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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

(1) プロジェクトの実施体制

本計画の実施機関は、公共事業の執行および維持管理を所管する公共事業省 (DoW) である。同省の法令上の機能は下記の通りである。

- 公共事業に関連した施策の展開
- 公共事業の計画、設計、実施、管理、維持修繕
- 給水や地方・州政府の事業に対する技術支援の提供
- 公共資産の建設・管理の責務
- 公共事業省に関連する建築委員会、中央建築機関等への技術支援

同省の総職員数は 2,526 人であり、その組織図は図 2-1 に示す通りである。本計画の担当部局は技術担当次官補を総括責任者とし、実務は道路橋梁部 (職員数 16 人) である。また土地問題に関しては測量・用地部が担当する。

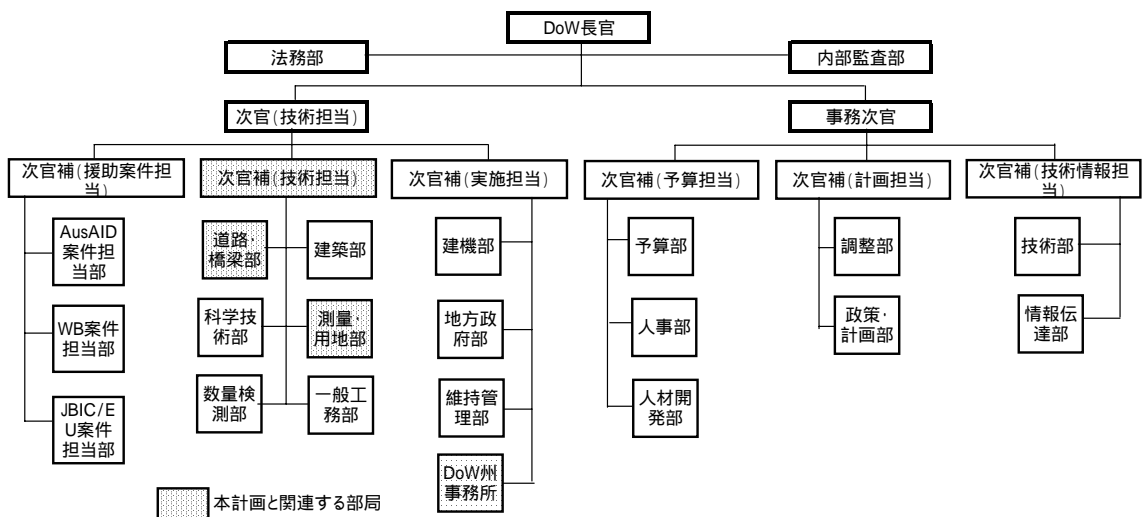


図 2-1 公共事業省の組織図

本計画の施設完成後は、DoW 東ハイランド州事務所が維持管理を担当する。同事務所の所員は総員 90 名で、その組織は図 2-2 の通りである。



図 2-2 DoW 東ハイランド州事務所の組織図

同事務所には出先維持管理事務所として Kassam Pass(レイから 165 km)と Watabung(レイから 325 km)の両事務所があり、日常維持管理である側溝やカルバートの排土、路肩の草刈り、ポットホールの補修等を実施していたが現在は民間に委託している。

なお、DoW 東ハイランド州事務所が所有する建機は、2000 年度に我が国無償資金協力で供与したショベルローダー (Komatsu250) 1 台のみである。ハイランド国道上の法面崩壊等の緊急復旧時に活用されている。

2-1-2 財政・予算

過去 5 年間(1998-2002)の PNG 政府の歳入・歳出および DoW の経常支出と開発費の実績と 2003 年および 2004 年のこれら予算額を表 2-1 に示す。なお、DoW は本計画に対して 1 百万キナを 2004 年度の予算に計上している。

表 2-1 国家の歳入歳出と DoW の予算

単位: 百万キナ

項目		1999	2000	2001	2002	2003	2004
国家予算	歳入	2,569.2	2,975.8	3,184.8	3,231.2	3,682.0	3,837.0
	歳出(含む開発予算)	2,801.3	3,206.2	3,544.2	3,681.3	3,879.5	4,032.6
DoW の予算	経常支出	16.2	41.4	27.7	7.1	28.2	35.6
	開発予算	191.6	88.8	38.7	0.0	240.8	361.8
	合計	207.8	130.2	66.4	7.1	269.0	397.4
	国家歳出に対する割合	7.4	4.1	1.9	0.2	6.9	9.9

注記: :実績 :予算

出典: Revenue & Expenditure of National Government Department from 2000 to 2004 by Ministry of Finance

本計画の施設完成後は、DoW 東ハイランド州事務所が維持管理を担当する。同事務所の過去 5 年間の予算を表 2-2 に示す。

表 2-2 過去 5 年間の DoW 東ハイランド州事務所の予算

単位: キナ

項目		1999	2000	2001	2002	2003
政府予算	経常支出	63,900	86,450	95,470	140,500	97,500
	国道維持管理	1,195,000	660,000	3,045,000	2,665,000	8,247,010
	州政府から補助金	0	0	1,100,000	1,095,800	1,001,800
ドナーからの支援事業		1,715,000	350,000	1,000,000	19,223,396	11,805,729
合計		2,973,900	1,096,450	5,240,470	23,124,696	21,152,039

2-1-3 技術水準

本計画の実施機関である公共事業省の職員は、その大半が地元の大学を卒業した PNG 人であるが、中にはオーストラリア等へ留学して修士・博士課程を修了した高学歴の技術者も存在する。しかし、これら技術者は実務経験が乏しく、現実にはプロジェクトの計画・設計・管理を対象にプロジェクトベースで多くの外国人技術者をコンサルタントとして雇用することで、技術・管理業務を補完しつつプロジェクトを遂行しているのが現状である。

一方、各州に配置されている公共事業省州事務所は予算不足が起因し、維持管理用の建設機械が不足している。直営で技術を必要とする維持管理業務を実施する機会も少ないので、草刈りや土砂排土等の労働集約型の作業のみが実施されており、技術水準が高いとは言い難い。

2-1-4 既存の施設・機材

調査対象橋梁である 23 橋梁は全て 1960 年代後半に建設されたもので、代表的な橋梁構造は支間 20m 前後の 2 主桁 H 型鋼橋梁である。これら 23 橋の概要を表 2-3 に示す。

表 2-3 調査対象 23 橋梁の概要

番号	橋梁名	橋長 (m)	竣工年	構造形式	現況
1	ビテイジャ(旧橋)	49.2	1967	鋼鈹桁	既存橋と平行に 1 車線幅の新設橋が 2003 年に竣工。既存橋は閉鎖中。
2	ウンドノ	21.2	1967	H 鋼桁	比較的良好。
3	タブリルナ	27.3	1968	H 鋼桁	比較的良好。
4	ダラシンピ	27.2	1968	H 鋼桁	比較的良好だが耐震補強が必要。
5	ルウィン	9.1	1967	H 鋼桁	比較的良好。
6	ナムピンバ	18.3	1967	H 鋼桁	比較的良好。
7	パネバ	37.0	1970	2 径間 H 鋼桁	護岸浸食および桁下余裕高の不足。
8	オロンバカ	21.1	1968	H 鋼桁	床版下面に遊離石灰あり。
9	ノンピンカ	14.9	1967	H 鋼桁	旧橋台が河川の狭窄部となり、冠水の可能性あり。
10	ホネランカ	18.1	1967	H 鋼桁	冠水の可能性あり。
11	オフィガ	24.1	1967	H 鋼桁	耐震性に問題あり。
12	ウンバカ	12.0	1967	H 鋼桁	床版にクラックあり。耐震性に問題あり。
13	キングキオ	15.0	1967	H 鋼桁	橋台に大きなクラックあり。
14	アバニ	18.0	1967	H 鋼桁	比較的良好。
15	カマノティナ	24.0	1967	H 鋼桁	比較的良好。歩行者が多い。
16	クロンカ	18.0	1967	H 鋼桁	比較的良好。歩行者が多い。
17	ベレフィ	24.0	1967	H 鋼桁	比較的良好。
18	ダーティウォーター	49.0	1967	鋼トラス	床版下面に遊離石灰とクラックあり。主構造部材に変形あり。
19	シグヤ	18.0	1967	H 鋼桁	取り付け道路の線形が悪い。耐震補強が必要。
20	ヤシフォ	18.0	1968	H 鋼桁	床版下面にクラックあり。
21	パリロサイ	24.0	1968	H 鋼桁	桁下余裕高の不足の可能性あり。
22	ベナベナ	96.0	1970	4 径間 H 鋼桁	橋脚の耐震性に問題あり。桁下余裕高の不足。
23	スヌファミ	12.0	1968	H 鋼桁	冠水する。

これら 23 橋梁を対象として目視調査を実施し、改修の優先度、他ドナーのコミットメントを考慮して、協力対象橋梁 12 橋を選定した。選定の基準・経緯は 3-1-3 に示す。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関係インフラの整備状況

プロジェクトの実施に関連するまたはプロジェクトサイト近傍の既存インフラとしては、レイ市内に位置する PNG 最大規模のレイ港、レイ市近傍とゴロカの各々に位置する空港と、レイから 183.5km のハイランド国道沿線に位置するヨンキーダムである。これら主要インフラの概要を下記に示す。

(1) 港湾施設(レイ港)

レイ港は PNG の輸入貨物の 69%を取り扱っており、ハイランド地方で生産された農産物は全てレイ港から輸出されている。レイ港の概要は表 2-4 の通り。

表 2-4 レイ港の概要

バース名	バース長(m)	バース幅(m)	水深(m)
バース1(外洋船)	123	12	11.0
バース2(外洋船)	123	12	11.0
バース3(外洋船)	184	37	11.0
バース4(内国船)	54	13	4.9
バース5(内国船)	35	13	2.7

出典: Papua New Guinea Harbours Board

なお、レイ港には荷役機械としてクレーンはなく、船舶に設置されたクレーンを使用しており、移動用にフォークリフトのみが常設されている。日本からは共和海運が定期便を運行している。過去 5 年間の出入港別、品目別レイ港の貨物取扱量を表 2-5 に示す。

表 2-5 レイ港の貨物取り扱い量

項目		1999	2000	2001	2002	2003		
入港貨物	内国向	一般貨物	146,385	150,747	116,302	146,673	139,122	
		コブラ	670	170	0	372	1,255	
		ココア	1,191	1,500	559	1,402	1,293	
		コーヒー	221	342	332	893	347	
		燃料	0	740	650	80	280	
		小計	148,467	153,499	117,843	149,420	142,297	
	外国向	一般貨物	682,789	694,324	731,660	770,852	688,768	
		燃料	332,337	264,294	270,068	210,855	190,889	
		穀類	108,397	121,995	110,099	102,644	104,811	
		小計	1,123,523	1,080,613	1,111,827	1,084,351	984,468	
	総計		1,271,990	1,234,112	1,229,670	1,233,771	1,126,765	
	出港貨物	内国向	一般貨物	380,045	389,512	368,286	516,785	471,019
			セメント	30,111	25,548	22,489	26,572	21,921
ココア			11	0	0	0	388	
コーヒー			2,436	0	0	0	0	
燃料			90,716	79,584	63,449	45,882	43,521	
オニオン			196	253	178	232	242	
ポテト			3,720	3,838	7,409	6,880	4,256	
野菜			2,655	1,953	1,715	1,535	1,454	
小計			509,890	500,688	463,526	597,886	542,801	
外国向		一般貨物	74,431	96,972	132,877	129,793	121,535	
		コブラ	4,148	4,399	1,386	1,021	2,272	
		ココア	2,978	5,513	3,241	4,214	1,678	
		コーヒー	78,031	60,637	64,897	59,217	64,536	
		茶	14,825	15,329	12,855	10,182	9,925	
		燃料	7,842	7,042	5,455	7,942	4,239	
		セメント	10,930	11,661	23,056	25,430	36,604	
		砂糖	0	0	0	0	7,076	
		小計	193,185	201,553	243,767	237,799	247,865	
		総計		703,075	702,241	707,293	835,685	790,666

出典: PNG Harbours Board Lae

(2) 空港施設(ナザブ空港およびゴロカ空港)

レイ市の空港施設であるナザブ空港は、レイ市から 37.6km のハイランド国道沿線に位置する。その概要は下記の通りである。

項目	諸元	項目	諸元
位置	06° 34' 11.38"S、146° 43' 34.47"E	滑走路	2,440 × 30m
標高	73m	表層	アスファルト

出典: World Aero Data. Com

一方、ゴロカ空港はゴロカ市内に位置しており、施設の概要は下記の通りである。

項目	諸元	項目	諸元
位置	06° 04' 54.08"S、145° 23' 30.77"E	滑走路	1,646 × 30m
標高	1,610m	表層	アスファルト

出典: World Aero Data. Com

(3) ダム(ヨンキーダム)

ヨンキーダムは、レイから 183.5km のハイランド国道沿線に位置し、WB(世銀)、EIB(ヨーロッパ投資銀行)、OECF(海外経済協力基金)の共同融資によって総事業費 140 百万ドルで 1991 年 8 月に完成した。同ダムの諸元は下記の通りである。

項目	諸元	項目	諸元
形式	アースダム	貯水量	332 × 106 m3
ダム高	60m	発電能力	30MW

(4) ライフラインの現況

キャンパード候補地の選定を視野に入れ、プロジェクトサイト付近の国有地として登録済の地区のライフラインの現況調査を実施した。調査手法は各地域の District officer、Council officer および住民に対する聞き取りである。

調査の結果、水道および通信については地域間の格差は否めないが、電気に関しては各地域共にヨンキーダム水力発電所から安定して供給されていることが確認された。表 2-6 にライフラインの現況調査結果概要を示す。

表 2-6 ライフラインの現況調査結果概要

項目	Goroka	Kamaliiki	Henganofi	Kainantu
水道	水源	Zokozoi creek、他	無	Bazamate creek 1 Tapa creek
	浄水場	有	-	無 有 2
	供給機関	Goroka capital authority	-	Henganofi council Kainantu council
	常時性	安定している	-	安定している 安定している
電気	電力源	ヨンキーダム水力発電所		
	供給機関	PNG Power Ltd. (旧 Elecom)		
	常時性	安定している (停電が少なく、丸 1 日続く規模の停電も年に 1~2 回程度)		
通信	定置電話	有	有	無 3 有
	供給機関	Telikom		
	携帯電話	圏内	圏内	圏外 圏外

1: 水道管敷設地域はハイランド国道を挟んだ北側の一部のみ

2: 故障により機能しておらず、現在 EU に改修案件を要請中

3: 住民の悪戯による故障が度重なり、5 年前に Telikom が受信機および送信機を撤去済

(5) 我が国の類似案件の現況

我が国が過去、類似案件として実施したハイランド国道上のウミ橋(2000年6月竣工、上部工:2車線3径間連続非合成鈹桁、下部工:オープンケーソン)と、2003年10月に竣工したレロン橋(上部工:2車線3径間連続非合成鈹桁、下部工:オープンケーソン)、ピテイジャ橋(上部工:1車線2径間連続非合成鈹桁、下部工:H鋼杭基礎)がある。本調査ではこれら橋梁の活用状況を含めた現況調査を実施し、その結果を下記に示す。

1) ウミ橋

ウミ橋に関しては、基本設計時に河床上昇が懸念され堆砂深を考慮して計画高を決定した経緯があるのでこの河床高の確認、竣工後床版に乾燥収縮によると思われるクラックが観察され、その補修を実施した経緯があるのでその効果検証、瑕疵検査時に設計・施工の瑕疵ではないがレイ側下流に軽微な護岸浸食が発生し、この浸食被害を相手国負担で対策工を実施することが文書で確認されたのでこの実施の有無の確認、および施設の現況および活用状況の確認、を主な調査項目とした。その調査結果は下記の通りである。

表 2-7 ウミ橋調査結果

調査項目	課題	調査結果
河床高の確認	1.8mの堆砂深(現況の河床上に将来予想される堆砂の厚さ)を考慮した。	橋脚位置で最大0.73m、最小0.43mの河床上昇を確認した。
床版補修の検証	2000年10月に実施した床版補修は2001年6月の瑕疵検査時に効果検証報告をJICAへ行ったが今回再度その効果を検証した。	床版下面には新たなクラック、遊離石灰は発見されず、補修の効果は再度確認された。
護岸浸食	対策工の実施有無の確認	実施されておらず、浸食はさらに下流側へ進行していた。
活用状況	1997年8月に実施した24時間交通量は550台であった。	2004年1月実施した24時間交通量は690台(12時間交通量を1.43倍して補正した)で、7年間で25%増(単純平均で年率3.5%増)である。
維持管理状況	現状の確認	排水柵の詰まり、車道端に土砂の堆積等が見うけられ維持管理は十分とは言えない。

2) レロン橋

2003年に竣工した新橋であり確認事項は、相手国負担行為となっていた旧橋の撤去が竣工時点では実施されなかったなのでその後の進捗状況の確認、施設の現状、維持管理状況の確認が主眼である。調査結果は下記の通りである。

表 2-8 レロン橋調査結果

調査項目	課題	調査結果
旧橋の撤去	旧橋撤去の有無確認。	今回調査時にも撤去されていなかったが、DoWの2004年度予算に撤去費として500千キナが計上されているのを確認し、現在業者選定手続きを実施中との事
活用状況	2000年7月(ちなみににコーヒーの出荷時期)に実施した24時間交通量は857台であった。	2004年1月実施した24時間交通量は740台(12時間交通量を1.43倍して補正した)で14%減となっているがこの原因は季節変動と推察する。
維持管理状況	現況の確認	竣工後3ヶ月しか経過していないので維持管理が必要と思われる項目はなかった。しかし、路面にアスファルトのブリージングが散見された。

3) ビテイジャ橋

旧橋に隣接して 1 車線の新橋を併設した本橋に関する確認事項は、旧橋の取り扱いとその後の状況の確認、施設の現状、維持管理状況の確認が主眼である。調査結果は下記の通りである。

表 2-9 ビテイジャ橋調査結果

調査項目	課題	調査結果
旧橋の取り扱い	旧橋の現況確認。	1 車線の新橋は相互交通下で使用され、旧橋には、前後に土砂を積んで通行止め規制がなされ現在歩道として利用されている。ちなみに DoW の予算に撤去費 100 千キナが計上されていた。
活用状況	2000 年 7 月に実施した 24 時間交通量は 730 台であった。	2004 年 1 月実施した 24 時間交通量は 652 台 (12 時間交通量を 1.43 倍して補正した) で 11%減となっているがこの原因は季節変動と推察する。
維持管理状況	現況の確認	竣工後 3 ヶ月しか経過していないので維持管理が必要と思われる項目はなかった。

2-2-2 自然条件

(1) 地形

1) 調査対象地域の地形概要

対象地域は PNG 本島に位置する背梁山脈(Bismarck Range、標高 2,500m～3,000m、最高峰 Mt.Otto 標高 3,545m)の裾野に帯状に開けた盆地および丘陵性山地で、その標高は 1,300m～1,600m である。褶曲構造を反映するひだ状の尾根地形が特徴的である。一方、水系的にみると、主要河川であるアサロ川(ゴロカ盆地を東流しプラー川へと合流、最終的にパプア湾に注ぐ)およびその支流(ベナ川、ダーティウォーター川)と数多くの溪流が分布し、その流域に沿って段丘や盆地あるいは緩傾斜の崖すい斜面が形成されている。

2) 協力対象橋梁毎の地形概要

調査対象橋梁ごとの地形概要を表 2-10 に示す。

表 2-10 協力対象橋梁ごとの地形概要

橋梁名	地形概要
オロンバカ	小さな U 字谷で、河道幅 7m。左岸に平尾根が存在、右岸側に低位の段丘と氾濫面が広がる。川岸に沿ってコーヒー畑が作られ、また上流左岸側には民家が存在し、その庭が道路に近接している。
ノンピカ	溝状小渓流で河道幅 3.5m。橋の直下流で二つの川が合流し、崖すい緩斜面(傾斜 10°)および平坦な氾濫原が広がり、そこに砂金採集のために掘った穴が散在する。周囲は雑草畑および藪である。左岸下流側の道路盛土の法尻が沈下、ひび割れを生じている。
ホネランカ	小さな U 字渓流で河道幅 6m。左岸側に丸尾根、右岸側に段丘平坦面(比高河床より 4m)形成。左岸上流の尾根部は牧草地であるが、下流側は道路沿いにコーヒーが栽培されている。一方右岸側は雑草藪地である。
オフィガ	小さな U 字渓流で河道幅 3m、橋の 10m 下流で 2 つの川が合流する。右岸側は平尾根、一方左岸側は、緩い崖すい斜面(傾斜 15°)が存在する。右岸尾根部は牧草地、一方左岸側は石切場への入り口で裸地になっている。
ウンバカ	崖すい斜面下の小渓流で河道幅 3.5m、両岸は傾斜 25°～35°の斜面である。斜面の上部は牧草地であるが、下部(川岸に近い部分)は雑草藪地となっている。道路線形が並びにその勾配が急で、見通しの悪い地形となっている。
キングキオ	溝状の小渓流で河道幅 3m。河岸部は崖すい斜面および小規模の段丘面(比高河床より 4m)である。周囲は平坦地形を利用してコーヒー畑が広く作られている。
ダーティウォーター	山間 U 字谷、河道幅やや広く 18m。後背地は、傾斜約 25°～30°の斜面であるが、川の両岸には崖すいおよび段丘の平坦地形(河床より比高 7m)が広く形成されている。左岸側には松林が残存しコーヒー畑が広く作られている。一方右岸側は草地および野菜畑となっている。道路の線形および勾配がレイ側で急になり、見通しが悪いのが特徴である。
シグヤ	函状の急流渓流で河道幅 7.5m、上流には滑滝が形成されている。左岸側には急傾斜の尾根が(傾斜 45°～50°)張り出しているが右岸側は比較的緩い斜面と成っている。周囲は広い牧草地で見通しが良いが、ゴロカ方向上流側の橋のたもとが民家並びに村道への入り口でその幅数mの裸地になっており、車両が直進してそのまま、川へ墜落してしまうような危険な地形状況にある。
ヤシフォ	崖すい斜面低地部の小渓流、河道幅 6.5m。河床部河岸部ともに、ほぼ平坦な斜面となっている。周囲は広い牧草地で見通しが良く、さらに道路の勾配が急なため車両は速度の出し過ぎが多い。
パリロサイ	盆地の中央低地部を流下する溪流、河道幅 6.5 m、両岸に緩い尾根(傾斜 15°)が分布する。周囲はその大部分が牧草地であるが、一部に野菜畑が点在している。
ベナベナ	河道幅 35m、広い範囲に河川の氾濫原が分布し、中央部には砂州(幅 15m 長さ 20m)が存在する。下流で蛇行し右岸側に段丘面(比高河床より 5m)が形成されている。左右両岸の川に近接して民家が数件存在し、コーヒーや各種の野菜を耕作している。
スヌファミ	溝状の小渓流で河道幅 3.5 m、両岸はともに崖すいの緩斜面(傾斜 15°)から成る。上流側に松林が残存し、その中で、コーヒー畑が作られている。一方右岸側は学校および資材置き場の入り口で道路沿いに小広場(芝生並びに裸地)が作られている。

(2) 地質

1) 調査対象地域の地質概要

調査地域の基盤岩は PNG 本島の背梁褶曲山脈(Bismarck 造山帯)から連続する第三紀の地層(火山岩、堆積岩類)から構成されている。一方、地域毎に見ていくと、表層の地質には河川の営力および斜面崩壊(人為的山焼きによる森林の消失が崩壊を加速)に起因する第四紀層が深く関与している。この第四紀層はいわゆる扇状地、段丘、崖すいあるいは土石流の堆積層であり、当地域の主要河川であるアサロ川とその支流(ベナ川、ダーティウォーター川等)および数多くの付随溪流の流域に沿って各所にその堆積物が分布している。

2) 協力対象橋梁毎の地質概要

現地踏査における露岩分布と岩質の観察およびボーリング結果に基づき、各橋梁地点の地質概要を表 2-11 に示す。

表 2-11 協力対象橋梁ごとの地質概要

橋梁名	地質概要
オロンパカ	崖すいおよび段丘堆積物に覆われる。橋の 10m 下流に風化泥岩(軟質であるが十分に堅固で支持層になり得る)が露岩する。アバット地点におけるその深度は約 5m 程度と見込まれる。
ノンピンカ	崖すいおよび川の氾濫堆積物が地表に広く分布。アバットの支持層は風化泥岩で(軟質で粘土化が進んでいるがN値 = 50 が測定される)その深度は約 10m 以下と推定される。
ホネランカ	表層は崖すいおよび土砂化した風化泥岩層に広く覆われる。この風化泥岩層は深度が増すにつれて岩組織が明瞭になり、堅固さも増大する。アバット地点における支持層の深度 10m 程度と推定される。
オフィガ	橋の下流に塊状で硬質の流紋岩質火山岩が露岩する。アバット地点においては上部が風化して砂礫状を呈し、着岩深度は左右両岸共に約 5m 程度と見込まれる。
ウンパカ	表層には崖すいおよび風化泥岩起源の礫混じり粘土が厚く分布する。この粘土層は深さが増すにつれ漸次堅固になり、深度約 10m 以下では支持層と予見される。
キングキオ	河川の氾濫堆積物が地表を被覆。橋の上流 10m に強風化岩の露岩(その性状は軟質で土砂化している)が見られる。アバット地点においては支持層とみなされる状態は深度約 7m 以下に設定される。
ダーティウォーター	段丘堆積物(玉石混じりの礫質土)が広範囲に地表を被覆する。左岸側道路の切土法面に風化泥岩が露岩する。アバット地点においては段丘堆積物に続き風化泥岩層が存在し、深度 15m で支持層と見込まれる。
シグヤ	河床部全体に塊状かつ硬質の玄武岩質火山岩が露岩し滑滝を形成している。両岸アバット部の着岩深度は左岸部で 4m、また右岸部では 5m 程度である。
ヤシフォ	崖すい堆積物が広範囲に分布するが、右岸側河床部に風化した玄武岩質火山岩が露出している。その性状は軟質であるが塊状でかなり堅固であり、支持層としてきたいできる。アバット地点における支持層の分布深度は両岸共に約 5m 以下に見込まれる。
パリロサイ	河床部に塊状かつ硬質の玄武岩質火山岩が露岩する。両岸アバット部の地表部は風化が進み土砂化しており、その着岩深度は約 5m 程度である。
ベナベナ	河床部は氾濫原堆積物(玉石砂礫)、河岸部は段丘堆積物(礫質土)に広く覆われる。その下に硬質粘土(平均N値 = 30、部分的に固結して泥岩状を呈する)が存在する。この硬質粘土層は古期の湖沼堆積物で地史的に見ると、かつてベナ川がアサロ川との合流点付近でせきとめられ湖が形成されていた時期があった事を物語る。支持層になりうる深度は左右アバット部でそれぞれ 10m、16m、および河床部で 16m に設定される。アバット部では約 20m 程度に想定される。
スヌファミ	崖すいおよび風化岩起源の礫質土が表層を被覆する。アバットの支持層は風化泥岩でその深度は両岸共に 5m 程度に設定される。

(3) 気象

PNG の気象観測記録は、National Weather Service (以下、NWS)、および Beaurou of Water Resources (以下、BWR) から入手した。調査対象地域付近の観測地点と利用可能な気象記録を表 2-12 にまとめた。

表 2-12 調査対象地域周辺の気象記録

観測地点 項目	NWS				BWR
	ゴロカ 6° 04 S 145° 23 E	ヘンガノフィ 6° 15 S 145° 38 E	カイナントゥ 6° 17 S 145° 52 E	アユラ 6° 19 S 145° 55 E	ソノフィ 6° 21 S 145° 45 E
降雨	日雨量 (1999-2003)	平均月間雨量* 平均月降雨日数* (1955-1970)	平均月間雨量* 平均月降雨日数* (1950-1970)	日雨量 (1983-2002) 1991年欠落	日雨量 (1963-1984)
気温	最高/低気温*	平均月間気温* 最高/低気温*	平均月間気温* 最高/低気温*	-	-
湿度	平均月間湿度*	平均月間湿度*	平均月間湿度*	-	-

Note) * Data adopted from Climatic Tables for Papua New Guinea

また、1956 年から 1970 年までの PNG 全域にわたる気象記録を取りまとめた「Climatic Tables for Papua New Guinea (1975, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)」を入手し、データの不足箇所を補完した。

気象記録の集計は NWS が行っているが、維持管理が不十分なことから現在も稼働している観測所は主要都市周辺に限られている。また、データの管理についても一括的な管理が徹底されていないため、過去のデータが不明なものも見受けられた。上表の 1970 年以降のヘンガノフィ、カイナントゥのデータは不明とのことであった。

以下に、ゴロカおよびアユラにおける月間降雨量、またゴロカおよびカイナントゥにおける気温、湿度の概況について示す。

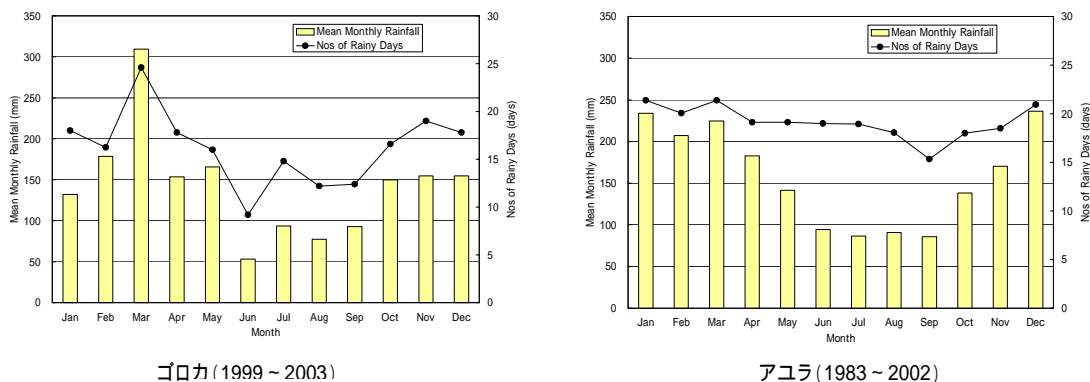


図 2-3 月間平均降雨量および降雨日数

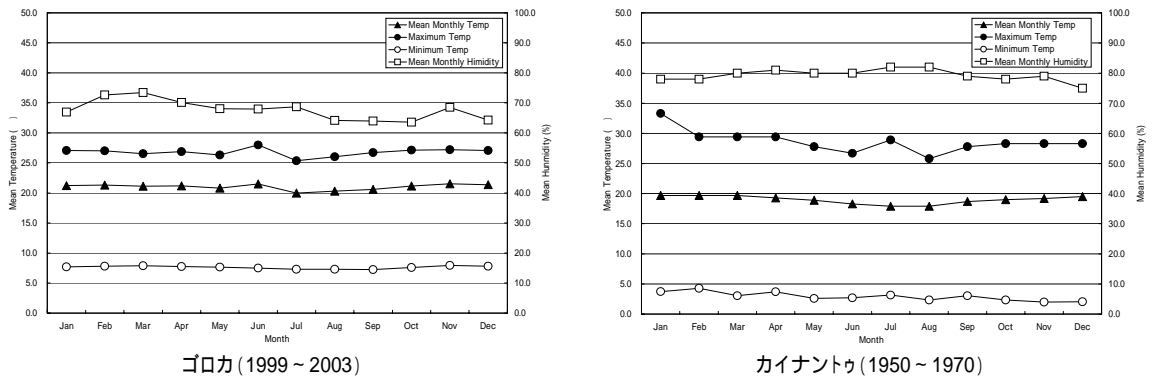


図 2-4 月間平均気温および湿度

これらの記録から、調査対象地域における年間降雨量は 1,700mm～1,900mm 程度の幅を有している。雨期にあたる 10 月から翌 4 月にかけては月平均で 15 日以上降雨が発生している。カインantu 寄りのアユラでは年間を通して降雨日数が月 15 日以上もある結果となっているが、これは乾期の間もにわか雨等の短時間降雨が発生しているためと推測される。

一方、気温については、年間を通じて平均気温が 20 前後であるものの、盆地特有の昼夜での寒暖が大きい。また、湿度は年間を通じて 70～80%程度である。

2-2-3 その他

(1) IEE レベルの調査

1) PNG 国の環境概要

PNG の土地と水は数千年の昔からそこに住む人々に暮らしの基盤および庇護を提供し、住民と環境は精神的にも感情的にも深い関係にある。大半の伝統文化はこれらの関係を象徴している。

PNG は広範囲にわたる生態系に覆われている。氷河に覆われた高山から湿潤な熱帯雨林、また湿地/湿原から全く汚染されていない珊瑚礁と幅広い。これら生態系はいずれも比較的良好に保全されており、特に広大な湿原は今だ人口密度は非常に低く、わずか 1～2 人/km² である。

しかし、一部のこれら原始環境は脅威にさらされている。特に、森林資源は商業ベースの乱伐により枯渇に瀕しており、さらに農業・鉱山開発によっても森林伐採は行われている。

一部地域の淡水の生態系は、鉱山の廃棄物投棄や農業・都市廃棄物による悪影響を受けている。この影響は漁業や汚染による海洋生態系にも及んでおり、環境の悪化へ拍車をかけている。PNG の環境の課題と対策は表 2-13 に要約される。

表 2-13 環境分野における課題と対策

分野	課題	対策
土地と住民 PNG の人口は 5.2 百万人でこれら人々は下記のような資産を保有している。 - 20,000 の植物種 - 600 の魚種 - 800 の珊瑚種 - 304 の動物種 - 733 の鳥種 - 298 の爬虫類種 - 228 の両生類種 - 45 種類の森林/湿地 - 豊富な淡水 - 汚染のない大気 - 広範囲な鉱物/石油	- 生物学的多様性はその住民に帰属し、伝統的な土地所有形態によって管理されている。 - PNG 全人口の 80% は地方の地域社会に住み、彼らの生計および文化的生活は森林に依存している。 - 森林および海からの食材供給は中心的な食糧と成っている。 - PNG 経済は 1 次産品の輸出に依存している。 - PNG 経済は近年マクロ経済の影響を体験している。	土地と人々の伝統的な関係を尊重しつつ、天然資源の活用は持続可能な手法で実施されるべきである。そのためには： - 地主の伝統的な立場を尊重して地主と共同作業に臨む。 - 主要な利害関係者である地主、政府、NGO、民間企業間に強力な協力関係を構築する。 - 信頼できるデータ・情報収集システムの構築と利害関係者に現実的かつ有益な情報を提供する。 - 正しい政策骨子の構築
森林と生物学的多様性 - PNG 国の全森林面積 (36 百万ヘクタール) の約 77% はいまだ自然林である。 - 世界中の全動植物品種の 5~7% は PNG で発見されている。	- 1975 年から 1996 年まで高い森林伐採率、10% の森林面積の減少。その後伐採は減少したとの情報もあるが定量的な数値はない。 - 希少な昆虫、鳥類、動物の種の増加が脅威にさらされている。 - 非合法的な野生生物の取引の増加 - 生物学的多様性の保全のための予算が 1998 年から 2002 年にかけて 60% 削減された。	- 現状の伐採が続けば PNG の伐採資源は今後 25 年間で枯渇すると見込まれている。 - 希少種の数の調査の実施や生息地の変更をしなければ、これら種のあるものは永久に滅亡することになる。
鉱山 - 鉱業と石油は PNG の GDP の 27% を占めている。	- ここ数十年間で鉱山からの廃物投棄によって河川、海の汚染が発生している。 - 有害物質の投棄の結果、淡水および海水魚の損失や減少、土地および珊瑚礁等の損失。	- より責任体制を明確にした鉱山開発、インパクトの理解、環境負荷低減および便益の管理の必要性 - 政府による徹底した監視・強化
水産資源 - 水産資源は比較的良好に保全されている。	- 鉱業、伐採、過剰な捕獲の結果、水産・沿岸資源は減少傾向にある。 - マングローブの減少	- 水産資源調査は十分実施されていないので、データ収集・管理が必要である。
飲料可能水 - PNG は一人当たり 170,258 m ³ 以上の飲料可能水を保有しており、この数字は世界的に最も高水準である。	- 地方人口の 29% のみが水源へアクセス出来る。 - 水源の汚染は鉱業や無浄化によるたれ流しまたは特殊地域での汚染 - 下痢等の水に起因した病気の高い発生率	- 給水システムの改善によって下痢による死亡率を 40% 減少することが可能になり、健康改善に貢献する。

出典: PNG Environment Monitor 2002 by the World Bank Group

2) 環境法令・基準類および PNG 国の監督官庁

a) 適用環境・基準類

本調査は下記の PNG 環境基準・ガイドラインおよび JICA 環境社会配慮ガイドラインに準拠して実施した。

環境法令 2002 (Environment Act 2002)

本法令は従来分野別に法令化されていた環境計画法令 (1978 年)、水資源法令 (1982 年)、環境汚染物質法令 (1978 年)、国土文化財保全法令 (1974 年)、保護地区法令 (1971 年)、土地法令 (1962 年) を統合した法令である。

本法令に準拠すると、本計画は最も環境負荷が少ないとされる Level 1 に分類され、本計画に対しては環境許可の取得は不要である。

道路・橋梁に関わる環境ガイドライン 1999 年 (DoW)

本ガイドラインは DoW が事業主体として実施する道路・橋梁案件に対する環境ガイドラインである。本ガイドラインに準拠すれば、本計画は橋梁の改修計画であるので DoW 内の EIA および簡素な環境管理計画が必要と記載されている。

上記に加え JICA 発行の下記ガイドラインを参照し、IEE を実施した。

JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)2003 年 12 月

JICA 開発調査環境配慮ガイドライン 1994 年 1 月

b) PNG の監督官庁

PNG の環境に関する監督官庁は環境・保全省である。同省は環境局、保全局、総務の 3 部門に分かれており、同省の組織を図 2-5 に示す。

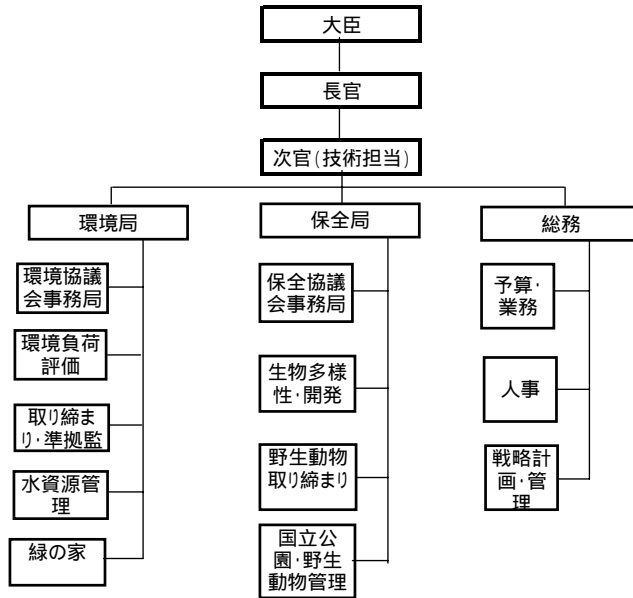


図 2-5 環境・保全省の組織図

DoW には環境保全室が設けられており、環境・保全省と調整・連携を担当している。

c) PNG の国際協定への加盟状況

PNG は世界的かつ包括的な環境課題を取り上げた多くの国際的環境保全協定の条約加盟国である。PNG が加盟しているこれら協定を表 2-14 に示す。

表 2-14 PNG の加盟する条約・協定リスト

条約・協定名	加盟年月	批准/施行年月
生物学的多様性条約	1992年6月13日	1993年3月16日
気候変動枠組条約(UNFCCC)	1992年6月13日	1993年3月16日
京都議定書	1999年3月2日	
ウィーン条約(オゾン層保全)		1992年10月27日 1993年5月4日
モントリオール議定書		1992年10月27日
ストックホルム条約	2001年5月23日	
砂漠化防止国連協定		2000年12月 2001年3月6日
ラムサール条約(湿原保全)		1993年7月16日
ワシントン条約(CITES)	1975年12月12日	1976年3月11日
世界遺産条約		1997年7月28日
南極条約		1981年3月16日

出典:WB PNG Environment Monitor 2002

3) 調査対象地域の社会・環境の現況

調査対象橋梁の位置するハイランド国道は、東ハイランド州のカイナントゥ郡、ヘンガノフィ郡、ウンガイ/ベナ郡、ゴロカ郡を通過する。これら調査対象地域の社会・自然環境の現況は下記の通りである。

a) 社会環境

表 2-15 社会環境の現状

項目	現状
a)行政区画と人口	調査対象橋梁は東ハイランド州のカイナントゥ郡、ヘンガノフィ郡、ウンガイ/ベナ郡、ゴロカ郡に位置する。2000年国勢調査に基づけば東ハイランド州の人口は431千人(男性222百万人、女性209百万人)で国道が通過する4郡合計の人口は261千人であり、これは60%に相当する。
b)宗教	東ハイランド州全人口の95%がキリスト教徒であり、この内38%が Seventh Day Adventist Church(SDA)、30%が Evangelical Lutherans、12% Pentecostals、6% Evangelical Alliance である。
c)移住状況	東ハイランド州の人口43万人の内16%(68千人)は他州からの入植者である。この内22%は都市部に居住する。ゴロカ地区は全市民の39%を占める。
d)就学状況	全体として5歳以上の東ハイランド全人口の39%は過去(90千人)または現在(55千人)に就学した経験を有する。5歳以上の男性就学対象人口の16%は就学しており、女性は13%である。
e)識字率	PNGには700以上の異なった言語があることが確認されているが、代表的な言語は Pidgin である。東ハイランド州の識字率は44%である。Pidgin 語の識字率が最も高く39%である。英語は29%、Toples は29%である。
f)就業状況	10歳以上の東ハイランド州人口310千人の内、77%(224千人)は労働力として分類される。この内217千人は雇用形態がある。さらにこの内の22%(49千人)が労働の対価として報酬を受けているが、残りは家庭内の労働に従事し無報酬形態である。
g)産業	コーヒー、穀類、野菜、根菜類の栽培が東ハイランド州の主産業である。全所帯の88%がコーヒー栽培に従事しており、77%は穀類、野菜、根菜類の栽培を行っている。コーヒー栽培農家の97%は現金収入目的に栽培を行っている。
h)収入源	大半の東ハイランド州民の現金を得る手段は、市場や道路脇で野菜、穀類、料理や肉類の販売である。64%の所帯が穀類、料理を、19%が肉類の販売を市場や道路脇にて行っている。
e)住居形式	東ハイランド州の住民の大半は持ち家である。95%の所帯は自分の住宅を所有している。その内約90%の住居は伝統的な建家である。その部屋数の48%は1部屋で平均4名が居住しており、2部屋を有する住居は27%である。
f)土地利用	急峻な山岳部を除き、緩勾配の地形を利用して草原にて牧場、農耕地(コーヒー園、菜園)等に利用されている。
g)土地所有形態	土地は伝統的に住民の資産であり、慣習的に異なった氏族が所有し継承されて来ている。

出典:Eastern Highlands Provincial Report 2000年

b) 自然環境

表 2-16 自然環境の現状

項目	現状
a)気象	東ハイランド州の気候は熱帯・多湿に分類される。ゴロカの年間降雨量は 2,879mm で、10 月～4 月は雨期、5 月～9 月は乾期と区分され年平均気温は 23.7 である。
b)地形	始点部のカイナントゥから中間地点であるヘンガノフィの標高は 1,800～2,000m で溪谷、尾根地形が目立つが、その後ベナベナ橋を経て終点であるゴロカまでは標高 2,000～2,200m で扇状地地形が顕著である。
c)地質	脊梁褶曲山脈(ピスマルク造山帯)から連続する第三紀の地層(火山岩、堆積岩類)が基盤を構成する。地域毎に見ていくと、河川の氾濫および斜面崩壊(樹木の伐採、山焼きにより崩壊多発)に起因する段丘、崖すいおよび土石流の堆積物が散在している。
d)土壌	当地域の主要土壌は、熱帯地方特有の赤色風化土、いわゆるラテライトである。人為的山焼きによる森林の消失とともに地山の風化が加速され、広範囲にかつ深層までラテライトが分布している。粒度的には細粒土(砂質シルト、粘土)である。化学成分的に酸性が強いため、植物栽培には限度があり(バナナ、タロ芋類に限られる)、耕作地よりはむしろ牛の放牧草地として使用されている。植生が草類に限られるため雨水による浸食、流失が起こりやすく、土地自体も荒地になりやすいのが特徴である。ラテライト以外の土壌としては、腐植土(黒色土)が所々に散在する(分布範囲は狭い)。この黒色土(粒度的には粘土およびシルト)は河川および溪流付近の段丘、あるいは、盆地、斜面裾野部の低地集水域に分布する。その地域にはわずかではあるが森林が残存し植生が豊かで土壌の生成およびその保存条件は良い。黒色土は保水性も良好であり、植物栽培に適しているので商品作物となる野菜類、コーヒー、ピーナッツ等が栽培されている。
e)河川	カイナントゥからヘンガノフィまでの6橋はラム河水系に属し最終的には北へ流れるが、ヘンガノフィからゴロカまでの6橋はツア水系(ブラリ水系の支川)で南に流れ込む。総じて急流河川であり、蛇行は比較的に見られない。
g)地震	PNG は日本と同様にプレートの衝突する箇所の上に位置するため世界有数の地震国である。しかし、調査対象地域はニューギニア島北部の強震地帯に比べると比較的中位の地震帯に属す。
h)植物相	調査対象地域の植物は菜園と草原に大別され、前者はポテト、コーヒー、バナナ、コーン、サトウキビに加え茅、Casuarina(both papuana & yar)、竹等が卓越している。後者は多様な草、Casuarina、現地の樹木・灌木が卓越している。なお、Casuarina equisetifolia, Casuarina papuana はハイランド地方に共通的に見られ、前者は硬質木材として価値が高い。
i)動物相	ハイランド国道沿いは長年の間定置的に農業、狩り、商業活動が行われた結果、人間中心の環境が作られてきたので動物の種類は非常に少ない。しかし、昆虫類は多様であるが、関連する資料は現時点ではない。
j)水質	調査対象地域の河川(支川も含めて)に沿って工業汚染源はないので人工的な汚染はない。しかし、大半の河川の上流域での地滑り、河岸浸食のため土砂の混入率は非常に高い。一方、これら河川水は一部の地域住民の洗濯・炊事等に使用されている。
k)水生動物	流れが速く土砂混入率が高いので水生動物は少ないと言われていたが、ベナベナ川には鯉、ナマズが観察されている。
l)水生植物	上記理由により水生植物も少ないと報告されている。

出典: Social & Environmental Impact Assessment Report for Highlands Highway Rehabilitation Project by DoW 2001.

4) 初期環境影響評価結果

調査対象地域の自然環境・社会環境の現況および本計画で実施予定の工事概要を考慮して初期環境影響評価を実施した。その結果を表 2-17 に示す。

表 2-17 初期環境評価結果

環境項目	評価結果	記述	
社会環境	住民移転	B	住民移転はなく、道路用地も公用地として購入済みである。しかし、過去行われた用地補償に対する不満の再燃の可能性が懸念される。また、既得権益保護の視点から用地幅内に植えられたコーヒー等を含む菜園が工事の影響を受ける場合でも十分な補償が必要である。本件に関しては環境負荷低減のため十分な対策・準備が必要である。
	経済活動	D	工事中に迂回路への通行等不便が発生するが、一時的なものでこれによる経済活動に対する影響は軽微である。
	交通・生活施設	B	工事中に迂回路の利用、一時的な通行止め等が発生し交通流、渡河する歩行者に不便が生じる。したがって、事前に住民・ドライバーへの広報活動を行い、負荷低減策を講じる必要がある。
	地域分断	D	環境負荷への影響はない。
	遺跡・文化財	D	環境負荷への影響はない。
	水利権・入会権	D	工事の中で転流等は考えていないので環境負荷への影響はない。
	保健衛生	B	工事中に仮宿舍で生活する関係者および地元建設労務者に対して衛生管理、特に蚊等が媒介するマラリア、および HIV/AIDS などへの予防措置・啓蒙活動が必要である。
	廃棄物	B	建設廃材および旧橋撤去の際発生する廃材管理は、環境負荷低減のため適切な計画・監視が必要である。
災害(リスク)	B	工事中の事故および既存交通による交通事故等の発生が予見されるので、適切な予防措置が必要である。	
自然環境	地形・地質	D	大幅な変更はないので、環境負荷への影響はない。
	土壌浸食	D	橋台新設箇所では河岸浸食が予見されるので、適切な護岸工を設置する予定であり環境負荷は軽減される。
	地下水	D	地下水に影響を及ぼす工事はなく環境負荷への影響はない。
	湖沼・河川流況	D	新設の場合、橋脚の設置によって流況の変化が予見されるが、阻害率を 5%程度以下に抑え橋脚を計画するので環境負荷への影響はない。
	海岸・海域	D	海岸・海域はない。
	動植物	D	架橋位置近傍には保護・希少種はなく、環境負荷への影響はない。
	気象	D	本計画は大規模開発ではなく、環境負荷への影響はない。
公害	景観	D	架橋位置近傍には特に保全の必要な景観はないので、環境負荷への影響はない。
	大気汚染	B	工事中、特に取り付け道路施工中および採石場にて粉塵の発生が考えられ、環境負荷低減のために対策・監視が必要である。
	水質汚濁	B	河川にて一部住民は洗濯・炊事を行っている。橋脚・橋台施工に際しては水質汚濁が生じ、これら住民への影響が懸念される。したがって、工事の際には汚濁防止フェンス等の設置を行い、環境負荷低減策を講じる必要がある。
	土壌汚染	D	廃油、アスファルトの漏れにより土壌汚染が懸念されるので環境管理は必要であるが、非常に軽微である。
	騒音・振動	B	工事中に振動ハンマーや振動ローラーの使用が考えられ騒音・振動により影響が考えられる。
	地盤沈下	D	本工事による地盤沈下が予見される工事はなく環境負荷への影響はない。
悪臭	D	著しい悪臭の発生はないが、一時的にアスファルト工事の際に異臭は発生するが非常に短期間であり軽微であるので環境負荷への影響はないと考える。	
総合評価	B	“B”と評価された上記項目に対して、特に住民への菜園・作物補償、建設労務者への HIV/AIDS に対する啓蒙活動、建設廃材処理、工事中の交通事故対策、河川工事の際の水質汚濁、杭打ち作業時の振動に対しては十分な環境管理計画が必要である。また道路・橋梁に関わる環境ガイドライン 1999 年 (DoW) に準拠して DoW 内の EIA の実施が必要である。	

注: 評定区分

- A : 重大なインパクトが見込まれる C : 不明
 B : 多少のインパクトが見込まれる D : 殆どインパクトは見込まれず IEE あるいは EIA の対象としない

(2) 用地確保の現況

PNG の土地所有形態は国土の 96%が慣習的所有形態である。残り 4%が土地法 1996 年に準拠して購入またはリース、あるいは土地所有権変更法 1996 年に沿って譲渡されたものである。

ちなみに、PNG における道路開発に伴う土地取得・登記の略史は下記の通りである。

表 2-18 道路開発に伴う土地取得・登記の略史

年代	記述
1950 年以前	道路開発は非常に限られていた。
1950 年初期	ニューギニアの信託統治を行っていたオーストラリア政府は、道路開発に伴う便益を地権者に提供する見返りとして地権者に土地と労働力の提供を求め開発を進めた。しかし、約束された便益享受はなく地権者は統治政府への不信感として醸成された。この延長線上に現在も土地取引に対する地権者の政府へ不信感があるとされている。
1950 年中期	ニューギニア信託統治区では Unregistered Administration Lands(UAL)方式による土地収用、パプア統治区では Deed of Attestation(DA)に沿って土地登記を行った。しかし、これら手法は十分な調査を実施せずに、また現場に境界杭も設けないで行ったために、これら登記書と現状の道路幅とを確認することは不可能である。
1960 年以降	1962 年の土地法の成立に伴って慣習的に所有されていた土地は Native Land Dealing(NLD)に沿って取得された。登記に際しては地権者グループのみならず第三者の意見聴取、土地の測量・境界杭の打設も行い、現在最も有効な土地台帳として土地省に保管されている。

協力対象橋梁の位置するハイランド国道のカイナントゥからゴロカまでの道路に沿った測量図(1965年に実施)を入手した。同区間の土地登記に関しては、NLD 沿いの道路用地は幅 40m で、全線に沿って State Land として取得されており、DoW の測量・土地部長からはすでに登記済みとの報告がなされた。

この登記状況を確認するため土地売買証書の写しを入手し、協力対象橋梁の用地はすべて State Land であることを確認した。

(3) 交通量調査

1) ベースライン調査

事業効果検証の一つの指標として所要走行時間調査を実施した。結果は下記の通りである。

測定日時	天候	車種	起点	終点	距離(km)	方向	所要時間(hrs)	速度(km/h)
1月20日 火曜日 9:00～15:00	晴れ	4WD ピックアップ	ワタライス 交差点 Km165.8	ゴロカ市 入口 Km296.1	130.3	ゴロカへ (下り)	2.33	55.9
						レイへ (上り)	2.12	61.6

2) 交通量調査

交通量調査は協力対象橋梁の改修計画立案に資するため、調査地域で 24 時間車種別・方向別・時間帯別断面交通量調査を平日と休日の 2 日にわたって実施した。これに加えて、事業効果検証を

目的とし、ウミ橋、レロン橋、ピテイジャ橋にて 12 時間交通量調査を各 1 回実施した。その結果を下記に示す。

a) 24 時間交通量調査

調査地点: Henganofi 町 Kamanotina 橋地点 (Km243.3)

調査日時: 平日 2004 年 1 月 27 日 (火) AM6:00 ~ AM6:00、休日 2004 年 1 月 25 日 (日) AM6:00 ~ AM6:00

調査結果 次表に要約される。

平日 24 時間交通量: (普通車両 + 重車両) は 851 台

方向	人	普通車両、乗用車、ミニバス等	重車両、大型トラック、トレーラー等
レイヘ	707	361	62
ゴロカヘ	785	333	95
Total	1492	694	157

休日 24 時間交通量: (普通車両 + 重車両) は 532 台

方向	人	普通車両、乗用車、ミニバス等	重車両、大型トラック、トレーラー等
レイヘ	801	212	58
ゴロカヘ	704	214	48
Total	1505	426	106

b) 12 時間交通量調査

レロン橋、

平日 12 時間交通量 (調査日時: 2004 年 1 月 23 日 (金) 06:00 ~ 18:00): 12 時間交通量 518 台

方向	人	普通車両	重車両
レイヘ	98	239	41
ゴロカヘ	138	222	16
合計	236	461	57

ウミ橋、

平日 12 時間交通量 (調査日時: 2004 年 1 月 22 日 (木) 06:00 ~ 18:00): 12 時間交通量 483 台

方向	人	普通車両	重車両
レイヘ	260	214	26
ゴロカヘ	213	222	21
合計	473	436	47

ピテイジャ橋、

平日 12 時間交通量 (調査日時: 2004 年 1 月 21 日 (水) 06:00 ~ 18:00): 12 時間交通量 458 台

方向	人	普通車両	重車両
レイヘ	105	212	44
ゴロカヘ	304	183	19
合計	409	395	63

(4) 軸重調査

AusAID が実施した PNG Key Roads for Growth Maintenance Project の「Project Design Document」(June 2003)によると、ハイランド国道上の交通量の内 40%は重車両である。これら重車両の法定荷重

が 10%超過すると道路の損傷が 50%増加するとの報告がある。よって、過積載車両の実態を把握するため、軸重調査を実施した。軸重計はハイランド国道上 9 マイルの定置式軸重計(運輸省陸運局所有)を貸与してもらい実施した。ただし、上り線(ゴロカ方面)の定置式軸重計は故障および可動式軸重計はバッテリー不足のため使用できず、結果として下り線(レイ方面)の定置式のみを使って実施した。調査結果は表 2-19 の通り。

表 2-19 軸重調査結果

日時:2004 年 1 月 29 日 14:00 ~ 16:30(安全上警察の警備が必要であり、警察の都合上この時間帯となった)

サンプル数	車両形式	計測車両総重量 (トン)	登録車両重量 (トン)	法定総重量 (トン)	過積載率	備考 (積み荷、方向)
1	トレーラー	18.00	17.5	41.5	0	空荷、レイ
2	タンクローリー	18.15	16.0	41.5	0	空荷、レイ
3	トレーラー	42.47	17.5	41.5	2%	鋼材、ゴロカ
4	トレーラー	35.43	15.63	41.5	0	飼料、ゴロカ
5	トレーラー	20.35	16.5	40.0	0	オイル、ゴロカ
6	トレーラー	19.08	17.5	41.5	0	空荷、ゴロカ
7	トレーラー	52.92	16.0	41.5	27%	オイル、ゴロカ

注 : 0 過積載なし

本調査結果の結論は下記の通りである。

- 調査時間帯に走行した両方向の重車両は 8 台でありサンプル数は 7 台。したがって、抽出率 88%である。この内、空荷車両 3 台、法定総重量内の車両 2 台、わずかな過積載車両 1 台、明らかな過積載車両 1 台であった。この結果を踏まえると、重車両の約 12%(1/8)程度は重度の過積載である可能性がある。また、下りゴロカ方面の車両は上りレイ方面よりも重度過積載の可能性は高く、約 20%(1/5)程度と推算される。
- 表 2-19 にも示した通り、今回の調査で確認された過積載車両は 2 台、その過積載率は 2%(42.47/41.5) および 27%(52.92/41.5) である。上述の過積載車両の割合と併せて考慮すると、過積載による道路の過剰な損傷が生じている可能性は十分にある。
- 今後は車両の登録強化、車検証の携行義務化、過積載車両の計測を継続的に実施し、警察と連携した取り締まり強化策を実施することを PNG 陸運局に提言する。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

PNG 政府は PNG 全土に渡って“安全で信頼できる輸送・交通サービスの提供”を目標として、陸上交通、水上交通および航空分野にわたる国家運輸開発計画 10 年計画 (2001-2010) を 2000 年に策定した。それに基づくと、計画期間 10 年間で 3,405 百万キナ (約 110 百万ドル) の投資を計画している。その内、約 90% は陸上交通分野に配分される予定であり、その大半は道路整備に充てられる計画である。

道路整備の中心目標は、同国の国道網上の隘路の解消と輸送・交通コストの低減である。特に、同国の経済活動を支える代表的な交通インフラであるハイランド国道の改修は、道路整備計画の中で最優先プロジェクトとして位置付けられている。

ハイランド国道は、同国で最大の貨物量を扱うレイ港と農業および鉱業の中心地であるマウントハーゲンを経由し、メンディに至る延長 605km の同国唯一の幹線道路である。しかし、現状は維持管理の不足による路面の劣化、河床上昇による橋梁の冠水、洪水による盛土の流出、切土法面の崩壊・地滑りの発生等のために円滑な交通が阻害され高い輸送・交通コストを招いている。

3-1-2 プロジェクトの概要

ハイランド国道の改修計画に対しては、世銀、ADB およびオーストラリア AID が資金援助を実施しており、表 3-1 に示す援助プロジェクトが進行中である。

表 3-1 ハイランド国道改修計画に対する援助プロジェクト

援助機関・国	事業名	事業概要	備考
オーストラリア	ハイランド国道維持管理事業	ハイランド国道の維持管理・補修	5 年間を通じて 60 百万オーストラリアドルの無償援助
世界銀行	ハイランド国道改修事業	道路改修および一車線橋梁の拡幅	L/A は未締結 (25 百万 US ドル程度)
アジア開発銀行	ハイランド州道路維持管理事業	ハイランド州における国道・地方道の維持管理	事業費 114.6 百万 US ドル (60 百万 US ドルは有償資金)

PNG 政府は同国道改修事業の実施により、交通の隘路解消や輸送コストの低減だけでなく、交通事故の減少、経済活動の活性化、民政の向上、さらには沿道の治安改善にも期待している。

上記のハイランド国道改修計画に係わるプロジェクトの一環として、PNG 政府は 2003 年、同国道上の橋梁 12 箇所の架け替え計画に対する無償資金協力を日本国政府に要請した。要請された 12 橋梁はゴロカ地区に位置し、いずれも建設後約 40 年を経過し老朽化と幅員が 1 車線のため交通流の隘路となっている。増大する交通荷重や地震・洪水等の自然災害に対しては強度・機能不足が懸念されていた。日本に協力要請されたこの橋梁架け替え計画が実施されると、同国道改修計画延長 605km のうち橋梁が多いため改修コストの高いカイナトゥ〜ゴロカ間の 80km の改修に貢献することになる。

3-1-3 協力対象橋梁の選定経緯と改修優先度判定

(1) 協力対象橋梁の選定経緯

PNG 政府の当初の無償資金協力要請は、ハイランド国道上のゴロカ側にある1車線幅で老朽化している11橋梁に、旧ビテイジャ橋を加えた計12橋梁を2車線幅の新設橋梁に改修する内容であった。しかし、事前の現地調査の結果、要請に含まれていなかった同国道のワタライス側にもさらに11箇所の老朽橋梁の存在することが判明した。調査団は、同国道の改修目的を達成するためには全橋梁の点検が必要であると判断し、PNG側の同意を得て、調査の対象橋梁を要請された12橋梁からその後判明した11橋梁を加えた合計23橋梁へと拡大した。

したがって、本基本設計調査ではこれらの23橋梁全てを点検し、損傷の状況・程度から改修の優先順位を評価した上で新たに無償資金協力対象候補の橋梁12橋梁を選定した。PNG政府は当初の要請書になかったものの協力対象候補橋梁として選定された追加5橋梁に対して、追加の要請書を改めて日本政府に提出した。

(2) 調査対象橋梁の点検調査の結果と協力対象橋梁の選定

調査対象の23橋梁について、「橋梁本体の損傷度」、「洪水流下機能」および「取り付け道路線形の良否」の技術的観点から目視により点検調査を実施した。調査結果に対する評価の方法は、上記の技術的観点に対してそれぞれ50、35、15点の配点を行い、総合点が高い橋梁ほど改修の緊急性(優先度)が高いと判定した。採用した評価の配点基準を表3-2に示す。

表 3-2 評価配点基準

評価項目	細目/基準	評点区分		
		A	B	C
1 既設橋梁の損傷度	主桁	8	4	0
	床版	13	7	0
	ハラハット/防護柵	0.5	0.3	0
	舗装	0.5	0.3	0
	伸縮継手	0.5	0.3	0
	排水装置	0.5	0.3	0
	橋台	13	7	0
	橋脚	13	7	0
	ウイング	0.5	0.3	0
	護岸	0.5	0.3	0
	小計	50	26.8	0
2 河積の満足度	桁下余裕<0m	35		0
	桁下余裕<0.5m		18	
	桁下余裕>0.5m			0
3 取付道路の線形の良否	R<100m:始点、終点が停止線以内	15		
	R<100m:始点、終点が停止線以外		8	
	100m<R<200m:始点、終点が停止線以内			0
4 合計		100	52.8	0

「橋梁本体の損傷度」は橋梁構造を主要 10 部材に分類し、部材毎の損傷度を以下の 3 段階で評価した。部材評価の合計点で橋梁全体の損傷度を判定する。

- A: 緊急に補修を必要とする重大な損傷が見られる。
- B: 継続点検を必要とする損傷、あるいは 5～10 年以内に補修が必要になる中位の損傷が見られる。
- C: 継続点検や補修を必要としない軽度の損傷が見られる、あるいは損傷は見られない。

「洪水流下機能」は、地元住民に対する既往の洪水時水位の聞き取り調査の結果から以下の 3 段階評価を行った。

- A: 洪水時に桁が冠水した、すなわち桁下余裕高がマイナス値の橋梁。
- B: 洪水時の桁下余裕高が 0.5m 以下の橋梁。
- C: 洪水時の桁下余裕高が 0.5m 以上の橋梁。

「取り付け道路線形の良否」は平面曲線半径の大きさ、および平面曲線の始点・終点から橋梁までの直線距離から以下の 3 段階評価を行った。

- A: 平面曲線の半径が 100m 以下で、曲線の始点・終点が車両停止線より橋梁側にある取り付け道路。
- B: 平面曲線の半径が 100m 以下で、曲線の始点・終点が車両停止線より手前にある取り付け道路。あるいは、半径が 100m 以上 200m 以下で、曲線の始点・終点が車両停止線より橋梁側にある取り付け道路。
- C: その他 A、B に該当しない取り付け道路。

以上の基準に沿って実施した各調査対象橋梁の点検調査・評価の結果を表 3-3 に示す。

表3-3 調査対象橋梁の選定表

番号	橋梁名	評価項目														優先順位			優先度			他ドナーによる協力予定					
		既設橋梁の損傷度														合計	高い	中位	低い								
		主桁	床版	パラベット/防護柵	舗装	伸縮装置	排水装置	橋台	橋脚	ウイング	護岸	小計	河積の満足度	取付道路の線形の良否													
1	ヒライシヤ	C	13	C	0.5	C	0.5	C	0.5	C	0.5	C	13	C	0.5	C	15	100									
2	カトノ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0	0								
3	カトリナ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							Yumi Yet
4	カラタシ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							Yumi Yet
5	ルカウ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							Yumi Yet
6	ナカペンバ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							Yumi Yet
7	ハネバ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	6							Yumi Yet
8	和印ルカ	C	B	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7.5	7.5	12							AusAID
9	ノノベツカ	C	B	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7.5	7.5	12							
10	赤ネツカ	C	B	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7.5	7.5	9							
11	オズカ	C	B	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7.5	7.5	4							
12	カンルカ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7.5	7.5	12							
13	キノギキ	C	C	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	13.5	13.5	11							
14	アハニ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							
15	カマノイ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							
16	カワツカ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							
17	ハシヤ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	0.5	15							
18	ターチノオ-ター	A	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	8.5	41.5	2							
19	ツガヤ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	15.5	9							
20	ツシオ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	18.5	6							
21	ハリヨイ	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	18.5	6							
22	ハナナ	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	7.6	25.6	5							
23	スツアム	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0.5	35.5	3							

■:選定橋梁

これらの橋梁点検調査と平行して、本基本設計の調査対象橋梁に対する他ドナーからの協力予定の有無について、DoW に聞き取り調査を行った。無償資金協力対象となる橋梁は表 3-4 に示すように、橋梁点検調査・評価の結果だけでなく、他ドナーからの援助動向も確認した上で最終的な協力対象橋梁を選定した。

表 3-4 協力対象橋梁の選定

調査橋梁名	位置 (レイからの距離) (km)	当初の 要請橋梁	目視点検調査・ 評価の結果	他ドナーによる 協力予定	協力対象橋 梁の選定
ピティジャ	155.0		C	無し	-
ウンドノ	176.5	-	C	Y umi Yet	-
タブリルナ	178.2	-	C	Y umi Yet	-
ダラシンピ	196.7	-	C	Y umi Yet	-
ルウィン	198.4	-	C	Y umi Yet	-
ナムピンバ	203.8	-	B	Y umi Yet	-
バネバ	208.6	-	A	オーストラリア援助 決定済み	-
オロンパカ	218.8	-	B	世銀から日本政府に 変更	
ノンピンカ	219.0	-	A	世銀から日本政府に 変更	
ホネランカ	221.0	-	B	世銀から日本政府に 変更	
オフィガ	221.3	-	B	世銀から日本政府に 変更	
ウンパカ	222.2	-	B	世銀から日本政府に 変更	
キングキオ	232.3		B	無し	
アバニ	234.9		C	無し	-
カマノティナ	246.6		C	無し	-
クロンカ	246.8		C	無し	-
ベレフィ	248.1		C	無し	-
ダーティ ウォーター	255.4		A	無し	
シグヤ	263.6		B	無し	
ヤシフォ	269.0		B	無し	
パリロサイ	269.9		B	無し	
ベナベナ	277.9		A	無し	
スヌファミ	282.8		A	無し	

注) : 該当橋梁
 - : 対象外
 A: 優先度高い
 B: 優先度は中位
 C: 優先度は低い

なお、当初の要請書になかったが協力対象橋梁として選定された 5 橋に対して、PNG 政府は日本政府へ追加要請を行った。また、これら 5 橋は世界銀行資金で改修計画が予定されていたが、PNG 政府は日本の無償資金援助で実施する事に対して世界銀行の合意を得た。(資料 5-4 参照)

(3) 協力対象橋梁の改修優先度の検討

協力対象 12 橋の詳細調査結果に基づき各橋の改修の優先順位の検討を行った。優先順位の検討は、耐久性、耐荷性、機能性および社会的影響の 4 項目の視点から各橋梁の現状に対する点検調査結果を点数で評価し、総合点の高い橋梁ほど改修優先度が高いと定義した。この改修優先度の評価基準を表 3-5 に示す。

表 3-5 評価基準

評価項目	評価内容	基準	評価配点		
			配点	重要度係数	総合点
耐久性	1)構造物部材の損傷・欠陥度 (主要部材:主桁、床版、橋台、橋脚)	A)危険状態で速やかに補修/補強/架替を必要とする。 <1次評価で主要部材にA評価があるもの>	5	4	20
		B)損傷が大いので当面補修/補強を行うが点検調査を頻繁に行い時期をみて架替を行う。 <1次評価で主要部材にB評価があるもの>	1.5	4	6
		C)定期点検を必要とする。損傷はあるが小さい。損傷なし。 <1次評価で主要部材にA,B評価がないもの>	0	4	0
耐荷性	2)主桁の耐荷力	現行設計基準を満足しない。	5	2	10
		現行設計基準を満足する。	0	2	0
	3)床版の耐荷力	現行設計基準を満足しない。	5	2	10
		現行設計基準を満足する。	0	2	0
	4)橋台の耐荷力	現行設計基準を満足しない。	5	2	10
		現行設計基準を満足する。	0	2	0
5)橋脚の耐荷力	現行設計基準を満足しない。	5	2	10	
小計	現行設計基準を満足する。	0	2	0	
機能性	6)洪水流下能力	桁下余裕 < 0m	5	4	20
		桁下余裕 < 0.5m	1.5	4	6
		桁下余裕 > 0.5m	0	4	0
	7)橋梁通過時間比率 Q (2車線化の優先度)	Q > 1.0	5	1	5
		Q < 1.0	0	1	0
	8)歩道の有無	歩道有り	5	1	5
歩道無し		0	1	0	
小計				30	
社会的影響	9)橋梁利用者数	1000人以上	5	1	5
		500人以上	2.5	1	2.5
		500人未満	0	1	0
	10)橋長	100m以上	5	1	5
		50m以上	2.5	1	2.5
		50m未満	0	1	0
小計				10	
合計	最大	(協力対象橋梁としての優先順位が上位である)			100

上記基準に基づく各橋梁の評価結果と優先順位を表 3-6 に示す。

表 3-6 協力対象橋梁の優先度評価表

橋梁整理番号	橋梁名	評価点										優先順位		
		耐久性<20>		耐荷性<40>				機能性<30>			社会的影響<10>		合計	
		損傷度		主桁	床版	橋台	橋脚	河槽	渡河時間	歩道	利用者数			構造物長
1	オロンバカ	6	0	10	10	10	0	20	5	5	5	5	100.0	4
2	ノンピンカ	6	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	26.0	7
3	ホネランカ	6	0	10	0	0	20	0	0	0	0	0	36.0	4
4	オフィガ	6	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	26.0	7
5	ウンバカ	6	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	26.0	7
6	キングキオ	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	30.0	6
7	ダーティウォーター	20	10	0	0	0	0	5	0	2.5	2.5	40.0	3	
8	シグヤ	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10.0	11	
9	ヤシフォ	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10.0	11	
10	バリロサイ	0	0	10	0	0	0	0	0	2.5	0	12.5	10	
11	ペナペナ	6	0	10	0	10	10	0	5	2.5	5	48.5	1	
12	スヌファミ	6	0	10	0	0	20	0	0	5	0	41.0	2	

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 協力対象橋梁と改修方法に関わる方針

本基本設計調査では PNG 政府の要請内容を吟味し調査対象範囲を広げ、調査団による現地調査を基に協力対象橋梁を選定した。

また、PNG 側の改修要請内容は 2 車線化による架け替えであるが、本調査では既設橋の耐荷力の検討結果を踏まえ、補修・補強で対処可能な橋梁部材は可能な限り活用する改修工法を代替案として検討し、経済的な案を選定する方針とする。

さらに、調査対象橋梁の規模を勘案し、工費縮減を考慮した低価格形式、低価格工法を積極的に採用する方針とする。

(2) サイトの社会自然環境への配慮に関わる方針

DoW は調査対象区間のハイランド国道の道路敷地について、道路中心から両側へそれぞれ 20m (総幅 40m)内の土地は道路用地として買収済みであると報告している。しかし、同地域は我が国が過去に実施したウミ橋、レロン橋およびビティジャ橋の地域に比べ人家が多く、沿道には多くの換金作物が栽培されている。協力事業の円滑な実施には沿道住民とのトラブルの回避が重要であることから、橋梁の改修計画は原則として追加の用地買収を伴わない方法で行う方針である。また、道路用地内に栽培されている作物に対しても、工事の影響を最小限度に抑える方向で橋梁改修を計画する。

3-2-1-2 自然条件に係わる方針

(1) 気象条件

調査対象地域の西側端に位置するゴロカにおける年間降雨量は 1,700 ~ 1,900mm 程度である。最大降雨月は 3 月、最小降雨月は 6 月であり、概ね 5 月から 10 月までが乾期で、10 月から 4 月までが雨期である。

河川内の橋脚工事や小規模橋梁の改修の際に迂回路を設ける場合には、仮設施設の規模縮減を考慮し、これら工事が乾期内で完了するように工事工程に反映させる。

(2) 耐震設計

PNG は世界有数の地震国であることから、調査対象地域の応答加速度の算定を目的に、同地域の半径 30km 以内の過去の地震記録を米国地震研究所 (USGS) から入手した。表 3-7 に調査対象地域周辺半径 200km 以内において発生した地震を強度順に第 10 位までを示す。

表 3-7 調査対象地域周辺の地震履歴

順位	発生年月日	震央位置		震央の深さ(km)	マグニチュード
		緯度	経度		
1	1993/10/13	5° 89 S	146° 02 E	25	7.20
2	1992/05/15	6° 07 S	147° 57 E	58	7.10
2	1993/10/25	5° 91 S	145° 99 E	30	7.10
4	1984/03/27	4° 65 S	145° 80 E	27	6.80
5	1993/10/13	5° 93 S	146° 15 E	33	6.70
5	2000/03/03	6° 82 S	143° 81 E	10	6.70
7	1992/02/27	6° 19 S	147° 19 E	38	6.60
8	1993/10/16	5° 90 S	146° 20 E	27	6.50
8	1997/04/05	6° 49 S	147° 41 E	69	6.50
10	1981/10/04	4° 57 S	146° 12 E	33	6.40
10	1999/04/06	6° 53 S	147° 01 E	33	6.40
10	2001/06/05	6° 88 S	146° 39 E	10	6.40

Source: USGS Earthquake Data Base

上記地震記録から算定される調査対象地域の最大加速度は 100 年確率で 120 ガル(水平震度 0.12)と算定された。

一方、PNG の耐震設計基準(EARTHQUAKE ENGINEERING FOR BRIDGES IN PAPUA NEW GUINEA, 1985 REVISION)に基づき水平震度 Kh を算定した。

$$Kh=C \cdot I \cdot M$$

Kh	: Seismic Coefficient	水平震度=0.17
C	:Basic Seismic Coefficient	基本地震係数=0.14(Zone3)
I	:Important Factor	重量度係数=1.2(主要幹線道路)
M	:Material Factor	材料係数=1.0 (塑性ヒンジ部材料、コンクリート)

上記基準に基づくと基本地震係数 C は 0.14 が採用されているが、地震履歴に基づくと 0.12 となる。安全側での設計を実現するため、水平震度は PNG 設計基準に基づく基本地震係数=0.14 を採用し、これより算出される設計水平震度 0.17 を得た。

(3) 水文・河川条件

調査対象橋梁の架橋位置における洪水流量は、各河川における洪水流量データが乏しいため、PNG“Flood Estimation Manual”(1990 年 SMEC)に基づき算定した。計画洪水流量算定の際に適用する洪水発生確率年、構造物の重要度を考慮して 50 年とした。ただし、仮設構造物の検討については 5 年確率を採用した。

上記マニュアルに沿って算定された架橋位置の 50 年確率洪水量、流速および現橋河川断面における洪水位および桁下余裕を表 3-8 に示す。

表 3-8 計画流量に対する計画水位と流速、現橋桁下余裕

	橋梁名	河川名	流域面積 (km ²)	50年確率洪水流量 (m ³ /sec)	流速 (m/s)	洪水位 (m)	現橋桁下高 (m)	桁下余裕 (m)
1	オロンパカ	ナムラ川	70	180	4.5	1742.7	1742.5	-0.2
2	ノンピカ	ナムラ川支流	12	50	2.4	1742.7	1742.8	0.1
3	ホネランカ	ナムラ川	47	130	4.1	1761.6	1761.9	-0.3
4	オフィガ	ナムラ川	9	40	1.4	1765.0	1768.2	3.2
5	ウンパカ	ウンパカ川	8	40	3.0	1779.1	1780.8	1.7
6	キングキオ	ガフティノ川支流	4	25	2.8	1637.1	1639.4	2.3
7	ダーティウォーター	ドゥナンチナ川	300	650	5.6	1553.7	1555.5	1.8
8	シグヤ	ドゥナンチナ川支流	21	70	3.7	1545.0	1548.0	3.0
9	ヤシフォ	ドゥナンチナ川支流	9	40	3.5	1507.6	1509.2	1.6
10	パリロサイ	ドゥナンチナ川支流	22	75	6.1	1495.7	1499.3	3.6
11	ベナベナ	ベナベナ川	370	950	4.5	1371.8	1372.1	0.3
12	スヌファム	アサロ川支流	17	60	2.9	1373.5	1372.5	-1.0

表3-9に基づけば、オロンパカ橋、ホネランカ橋、スヌファム橋は50年確率洪水量に対して桁が冠水しており、ベナベナ橋では桁下余裕が不十分である。これら橋梁については嵩上げをする必要がある。ノンピカ橋の桁下余裕は0.1mと洪水に対して十分であるとは言えないが、本橋梁は小規模であり、洪水流量も50m³/secと小さいので、本橋は嵩上げ対象から外すものとする。

3-2-1-3 社会条件等に対する方針

(1) 道路用地対策

PNG は近代的な個人の土地所有権が普及していない。個人所有地や国有地の割合は国土面積の3%にすぎず、97%は部族が所有する。このような伝統的な土地所有形態は用地買収を伴う公共事業の実施を難しくしている。例えば、DoW が道路用地として取得・登記を済ませた土地でさえ、部族内における土地売却代金の分配に対する不満から、住民の間に土地問題が事業実施の際に再燃したことがある。このような用地取得の難しさに配慮し、橋梁改修計画、特に取り付け道路の改修ではDoWよりすでに買収・登記済みと報告されている用地（現在の道路中心から両側にそれぞれ20mまで）の範囲内に抑え、追加の用地買収を出来るだけ避ける方針で計画する。

しかし、過去の類似案件の経験から、用地問題の他にも住民に対する農作物等の補償問題は必ず発生すると予想されるので、このような用地・補償問題が発生した場合に PNG 政府は直ちに対応できるように州政府から住民対策専門員 (Community liaison officer) を協力事業の現場に派遣し、常駐させることも有効な対策として考えられる。

(2) 治安対策

PNG 国内は都市部を中心に凶悪犯罪が増加傾向にあり、治安状況は極めて悪い。特に協力対象地域では、坂道で減速した車両に対する路上強盗や都市内のスーパーマーケットを狙った強盗事件が頻繁に発生している。このような危険な治安状況を考慮し、協力事業の工事契約業者に対して仮設（宿舎、資機材）ヤードおよび各橋梁サイトの警備経費（柵、照明、警備員の配置等）の計上を認める。また PNG 側の負担で警察官を工事現場へ派遣・常駐させることも必要である。

3-2-1-4 建設事情に対する方針

(1) 労務状況

PNGでは最低賃金が法律で規定されているが、更新されておらず、加えて近年の同国における高いインフレ傾向も重なり、現実には適用されていない。建設労務者は一部の特殊技能工を除き PNG 国内での雇用が可能であるが、インフレの影響で過去の類似工事と比較しても賃金相場が多少上昇している。また、PNG における建設会社に共通した状況であるが、エンジニア、橋梁工事の現場監督等の高度な技術力を要する職種は近隣諸国(オーストラリア等)からの外国人が担当している。一般労務者はもちろんのこと、エンジニア・技能工も出来るだけ PNG 国内で雇用し、OJT(実務訓練)を施しながら活用する方針ではあるが、不足するエンジニア・技能工は日本から派遣することとする。

(2) 建設資材・機材の調達状況

1) セメント

レイ市内には PNG 唯一のセメント会社である PNG - Taiheiyo Cement Limited がある。この会社は日本の太平洋セメントが 100%出資した現地子会社で、材料は日本で焼成したセメントクリンカーの状態で購入し PNG 国内でセメントに粉砕し販売している。生産量は年間 9 万トン(設備は最大 20 万トンまで増産可能)で品質も ASTM-C150 で管理されているので供給能力、品質共に問題ないと判断し、この PNG 国産セメントの使用を考慮する。

2) 鉄筋

鉄筋は国内生産こそされていないが、レイ市内には近隣諸国(オーストラリア等)からの輸入鉄筋を扱う輸入業者が、Atlas Steel Pty. Ltd.をはじめ数社ある。鉄筋の品質管理には各社共に AS(オーストラリア)規格を適用しており品質面の問題はないと思われるので、これら輸入鉄筋の使用を考慮する。その場合、設計・工事仕様書には AS 規格を規定しておかなければならない。

3) 鋼材

NGI Steel Ltd.、Niugini Steel Corporation Limited.、Markham Culverts Ltd.(ニュージーランド Esatbridge 社の代理店)は PNG 国内での鋼橋の桁製作、架設の経験を有している。これら 3 社と近隣諸国(特にインドネシア)の会社の価格・製作能力等を比較し、最終的な調達計画を決定する。

4) その他鋼材2次製品

レイ市内にある、Atlas Steel Pty. Ltd.、Markham Culverts Ltd.をはじめ、国内の数社が近隣諸国(オーストラリア等)からの輸入品を取り扱っており、PNG 国内での調達が可能である。

5) アスファルトコンクリート

調査対象地域を含むニューギニア島北部には、現在、アスファルトプラントは存在しない。したがって、本案件の橋面舗装のアスファルトコンクリート舗装は、首都ポートモレスビーの Shornclief (PNG) Ltd から常温アスファルトコンクリートを調達する計画とする。

(3) 道路・橋梁の設計・施工基準

DoW には道路に関する設計基準として道路幾何構造を簡便に規定した道路設計マニュアルがあるが、橋梁の設計・施工については DoW 制定の基準はない。したがって、プロジェクト毎に異なる援助国・機関の基準が適用されている。橋梁は AusAID(オーストラリア援助)によるプロジェクトが多いのでオーストラリアの基準で設計・施工される例が多い。本調査では上記 DoW の道路設計マニュアルおよびオーストラリアの設計基準を原則として適用し、これらの基準・規格で不十分な設計項目については日本の道路構造令や橋梁設計基準で補完する。

3-2-1-5 現地業者の活用に係わる方針

我が国が PNG において過去に実施した無償資金協力に従事した経験を持つ現地建設会社および公共事業省が推薦する会社をリストアップし、会社規模、類似業務経験、所有機械等の問い合わせを行った。これら情報が得られた数社を評価した結果、下記の建設会社は道路・橋梁案件に関して豊富な経験を有しており、本プロジェクトにサブコンとして参加する能力を有すると判断した。

- Curtain Bros Papua New Guinea Limited
- Dekenai Constructions Limited
- Global Constructions Limited
- Flecher Morobe Construction Limited

PNG の建設会社の大半は外資系(特にオーストラリア)であり、会社のトップおよび現場代理人、世話役までがオーストラリア人で占められている。また、熟練工不足を考慮して工事のプレキャスト化が進み工費は概ね高価格となる傾向がある。

3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

本計画の実施機関である DoW は、過去 10 年間の間に数回に渡って運輸省(Department of Transport)と合併・分離を繰り返しており、現在の組織は 2000 年 6 月に構築されて現在に至っている。度重なる組織改革による負の影響として、開発施策、計画の一貫性の欠如、専門家等人材の流出、技術の不十分な継承、作業モラルの低下を招いている。これらに加えて国家財政の窮迫に伴い、DoW は恒常的に予算不足に陥っている。

このような状況下で、組織としては最低限の機能は維持されているものの、いまだ不十分な予算、人員、技術レベル等を考慮して、相手国負担事項の確実な履行のために文書でもってこれら項目の費用、実施時期、実施手法等を通知し、その後緻密な作業進捗管理を徹底する方針とする。

3-2-1-7 施設のグレードの設定に対する方針

(1) 改修方法・範囲の選定方針

1) 既存橋梁の再利用によるコスト抑制

PNG における現行の設計基準を適用し、既存橋梁の機能(特に幅員)と耐荷力を照査した上で、既存橋梁の再利用の可能性を判断する。補修・補強により再利用が可能と判断された橋梁については、必要な補修・補強コストと架け替える場合のコストを比較し、より経済的な方を選択する。

2) 経済的な架け替え計画

協力対象の橋梁はベナベナ橋(96m)とダーティウォーター橋(49m)以外は橋長 24m 以下の規模である。これらの小規模橋梁を架け替える場合は経済性を優先し低コストの橋梁形式と施工方法の採用に努める。

3) 取り付け道路および護岸工の改修範囲

橋梁に続く取り付け道路の改修は、道路線形の設計基準を満足する最短距離で計画する。護岸工は架け替え橋梁の保護に必要な最低限の範囲のみに計画する。

(2) 2車線化改修の方針

現在1車線幅の橋梁を2車線幅に拡幅する必要性については、現在の交通量が橋梁通過に要する時間の定量分析、DoW の国道上の橋梁2車線化方針、他ドナーによる改修橋梁の車線数・幅員、およびハイランド国道の1車線幅橋梁付近における交通事故発生状況に基づいて総合的に検討した。検討の結果を踏まえて、全ての協力対象橋梁は2車線幅で改修する方針である。下記に橋梁2車線幅改修の妥当性の検討経緯を記す。

a) 交通量および橋梁通過時間に基づく分析

ハイランド国道は PNG 国唯一の幹線道路であるので、1車線橋梁上の通過の際に待ち時間が発生しない原則を適用して検討を行った。

本調査で実施した24時間交通量調査結果に基づく所要離合時間(対向車と出くわすまでの時間)と実測の橋梁通過時間を比較して必要性の判定を行った。24時間交通量調査結果に基づき15.8%のピーク率(車両が最も多く通行する1時間当たりの車両台数/24時間当たりの総車両台数)、50.0%のピーク時方向別車両台数比(実測値)を用いて、一方向当たりのピーク時の時間交通量を66.9台/時間と算定し、想定された走行速度から車頭間距離(対向車両間の距離)、所要離合時間を算定した。その結果を表3-9に示す。

表 3-9 車頭間距離および所要離合時間の算定

交通量調査結果による日交通量	847.0	台
ピーク率	15.8	%
重方向率	50.0	%
時間交通量/一方向	66.9	台
平均走行速度	35.0	Km/hr
秒速	9.7	m/秒
平均車頭距離	523.1	m
所要時間	53.8	秒
所要離合時間(所要時間/2)	26.9	秒

上記の結果、橋梁通過時間が 26.9 秒以下ならば待ち時間なく車両は通過できることになる。

一方、調査対象橋梁サイトにおいて、トレーラーを対象車両とする 1 車線橋梁上の通過時間(取り付け道路上の停止線から対岸の停止線までの走行時間)を方向別(各 3 サンプル)に計測し、最も遅い車両の通過時間を採用した。この通過時間と所要離合時間を比較し、通過時間が上回れば待ち時間が生じていることを示しており、これを解消するには車線数を増やす必要がある。逆に下回る場合は交通量的には現在の車線数で問題ないことを示している。各橋梁の調査結果を表 3-10 に示す。

表 3-10 橋梁通過時間調査

No.	橋梁名	距離程	橋梁型式	停止線間距離	橋長	方向	渡河時間(秒)	速度(m/秒)	所要離合時間	比率
1	オロンバカ	218.8	H steel girder bridge	89.0	21.1	下り	15.0	5.9	20.1	0.8
						上り	16.0	5.6		
2	ノンピンカ	219.0	H steel girder bridge	89.0	14.9	下り	15.0	5.9	20.1	0.8
						上り	16.0	5.6		
3	ホネランカ	221.0	H steel girder bridge	74.0	18.1	下り	10.0	7.4	20.1	0.6
						上り	12.0	6.2		
4	オフィガ	221.3	H steel girder bridge	74.0	24.1	下り	10.0	7.4	20.1	0.6
						上り	12.0	6.2		
5	ウンバカ	222.2	H steel girder bridge	82.0	12.0	下り	12.0	6.8	20.1	0.7
						上り	14.0	5.9		
6	キングキオ	232.3	H steel girder bridge	85.0	15.0	下り	12.0	7.1	20.1	0.6
						上り	12.0	7.1		
7	ダーティウオーター	255.4	Through truss bridge	105.0	49.0	下り	38.0	2.8	20.1	1.9
						上り	19.0	5.5		
8	シグヤ	263.6	H steel girder bridge	73.0	18.0	下り	9.0	8.1	20.1	0.5
						上り	10.0	7.3		
9	ヤシフォ	269.0	H steel girder bridge	45.0	18.0	下り	8.0	5.6	20.1	0.4
						上り	7.0	6.4		
10	バリロサイ	269.9	H steel girder bridge	74.0	24.0	下り	8.0	9.3	20.1	0.5
						上り	11.0	6.7		
11	ベナベナ	277.9	H steel girder bridge	165.0	96.0	下り	24.0	6.9	20.1	1.2
						上り	18.0	9.2		
12	スヌファミ	282.8	H steel girder bridge	64.0	12.0	下り	9.0	7.1	20.1	0.5
						上り	10.0	6.4		

比率(= 渡河時間/所要離合時間)は上り(レイ方面)と下り(ゴロカ方面)で道路の平面線形、縦断線形が違うので、上り・下り各々で対象車両を抽出し、その中で条件の悪い方を採用した。表 3-11 にて示した現在交通量の橋梁通過時間調査の結果によると、ダーティウオーター橋とベナベナ橋の 2 車線化の優先度は高いが、ヤシフォ橋をはじめ他の橋梁は低い。

なお、協力対象に選ばれなかったピティジャ橋の分析結果は、通過時間 10 秒に対して交通量から決まる所要離合時間が 36.8 秒と計算され、通過時間/所要離合時間比は 0.2 となる。このことから、2 車線化の必要性は低いと判断できる。

b) DoW の橋梁 2 車線化方針と他ドナーによる改修橋梁の車線数・幅員の状況

PNG 政府は 2001-2010 年運輸開発 10 カ年計画において国道上の 1 車線幅橋梁の 2 車線への改修を最優先課題の 1 つと位置付けており、オーストラリアおよび英国はすでにハイランド国道上の 1 車線幅橋梁の 2 車線化事業に対する援助を開始している。今後、実施が予定されている世銀支援のハイランド国道維持改修事業、英国によるコミエット橋梁架け替え事業、およびオーストラリアによる橋梁架け替え事業においても 1 車線幅橋梁の 2 車線化改修が計画されている。

c) ハイランド国道の 1 車線幅の橋梁付近の交通事故発生状況

ゴロカのハイウェイパトロール本部から入手したハイランド国道上の過去 5 年間の交通事故記録によると、1 車線幅の橋梁付近では死傷事故発生が多いことが判明している。

d) 2 車線幅による橋梁改修の妥当性

現在交通量の橋梁通過時間の分析から、ダーティウォーター橋とベナベナ橋を除く他の協力対象橋梁は交通容量的に現在の 1 車線幅で充足している結果を得た。しかし、DoW の国道上の橋梁 2 車線化方針、他ドナーによるハイランド国道上の橋梁改修が既に 2 車線幅で実施されていること、および 1 車線幅の橋梁は道路交通の隘路となりその近辺では死傷事故が多発している事実等を考慮して、全ての協力対象橋梁は 2 車線幅で改修する必要があると判断する。

(3) 協力対象橋梁の改修計画の検討

1) 協力対象橋梁の耐荷力・機能調査

協力対象 12 橋梁の改修内容・方法を選定する目的でこれらの橋梁の耐荷力と機能を詳細に調査し、その結果を踏まえて既存橋の耐荷力算定を実施した。調査内容は、構造寸法等の計測調査、代表的な橋梁部材の配筋状況確認のための配筋調査および材料強度調査である。構造計測調査は、耐荷力の算出に必要な部材の基本寸法を計測した。配筋調査では、ベナベナ橋の上部工床版および橋脚について、鉄筋探査計を併用しながら鉄筋をはつりだし、上部工床版の主鉄筋径 D16mm、ピッチ 150mm、被り 40mm、橋脚の柱の主鉄筋径 16mm、ピッチ 150mm、被り 75mm を確認した。

材料強度調査ではシュミットハンマーによるコンクリートの圧縮強度の推定を行ったもので、対象部材は上部工床版および橋台を対象とした。12 橋のコンクリートの平均圧縮強度は上部工床版 26N/mm²、橋台 21N/mm² を得た。鋼材の引張強度は、DoW が保管している橋梁台帳、および建設当時の設計基準より異形鉄筋の降伏点は 300N/mm²、丸棒鋼の降伏点は 240N/mm²、H 形鋼桁の降伏点は 350N/mm² とした。

上記調査結果に基づき、現行設計基準を適用して主要部材の発生応力度を算出し、許容応力度との比である安全率を表 3-11 に示す。即ち、安全率(= 許容応力度/発生応力度) > 1 であれば現行の設計基準を満足しており、安全率 < 1 であれば満足していないことを意味する。

表 3-11 既存橋梁の耐荷力および桁下余裕の検討結果

橋梁 整理 番号	橋梁名	上部工				下部工			橋台 杭本数	水文解析による 桁下余裕(m)
		床版	H形鋼 主桁	トラス		橋台 基礎工	橋脚			
				弦材	斜材		柱	杭		
1	オロンパカ	0.44	1.02	-	-	1.68	-	-	4	-0.2
2	ノンピンカ	0.44	1.03	-	-	1.43	-	-	3	0.1
3	ホネランカ	0.44	1.13	-	-	2.22	-	-	4	-0.3
4	オフィガ	0.44	1.19	-	-	0.22	-	-	2	3.2
5	ウンパカ	0.44	1.59	-	-	0.22	-	-	2	1.7
6	キングキオ	0.44	1.03	-	-	1.68	-	-	4	2.3
7	ダーティウォーター	1.11	-	0.85	0.55	1.54	-	-	8	1.8
8	シグヤ	0.44	1.13	-	-	1.03	-	-	直接基礎	3.0
9	ヤシフォ	0.44	1.13	-	-	1.68	-	-	4	1.6
10	パリロサイ	0.44	1.15	-	-	1.03	-	-	直接基礎	3.6
11	ベナベナ	0.44	1.19	-	-	1.54	0.70	0.91	4	0.3
12	スヌファミ	0.44	1.59	-	-	1.43	-	-	3	-1.0

注) 0.44 : 不十分な部材/機能を示す。

表 3-11 に示すように、現行設計基準に対してダーティウォーター橋を除く全ての床版、ダーティウォーター橋の主構、ベナベナ橋の橋脚が耐荷力の不足を示している。また、オロンパカ橋、ノンピンカ橋、ホネランカ橋、ベナベナ橋、スヌファミ橋では既存桁下空間が不十分との結果が出ている。これら不十分な部位および機能を改善する対策が必要である。

2) 改修方法の検討

上記 1) 協力対象橋梁の耐荷力・機能調査によって判明した橋梁の耐荷力・機能の欠陥を改善するとともに、協力対象の全 12 橋梁を 2 車線幅に拡幅する方向で改修内容・方法を検討する。

ダーティウォーター橋、ベナベナ橋、スヌファミ橋は著しく耐久性・耐荷性が劣っているか、または桁下の流下能力が明らかに不足しているため、これら橋梁は大規模な改修が必要となる。橋梁毎に新橋建設と改修の代替案比較検討を行い、最適改修案を選定した。一方、残りの協力対象 9 橋梁は規模が小さく、一部部材のみの耐荷性、損傷度または桁下の流下能力の不十分度も軽微なので、既存橋の補修・補強を行い、これに併設して新設 1 車線橋梁を建設して一体化する構造を中心に検討を行った。

a) ベナベナ橋の改修計画の検討

既存ベナベナ橋の欠陥は、現行設計基準に対して床版、橋脚の柱、基礎杭の耐荷力不足と水工的問題(狭窄部による堰上げと不十分な桁下余裕)であることを勘案して、第 1 案:架け替え案と第 2 案:拡幅・補修案の比較検討を行った。その結果、表 3-12 に示すように第 1 案:架け替え案を最適案として採用する。

表 3-12 ベナベナ橋の改修計画代替案の比較検討

代替案		評価項目							総合評価 (100)
		工事費 (60)	構造的性 (5)	施工性 (10)	工期 (10)	水工特性 (5)	道路線形 (5)	維持管理 (5)	
第1案	架け替え案 既存橋の下流側に近接して橋長120mの2車線幅の新設橋梁を建設する。	標準的な工事内容で2案と比べて安価である。	計画路面は1.3m高くなるが耐震性、構造的性は優れる。	通常の工事で施工性は良い。	14ヶ月程度	狭窄部による堰上げ等は概ね解消され流れは常流となる。	反肯曲線が入る。	2案と比べて大幅に軽微である。	採用
	評点	60	5	10	10	5	2	5	97
第2案	拡幅・補修案 既存橋の高上げ、20m程度の延長、橋脚、橋台、基礎工の補強と1車線橋の併設	工事内容が煩雑で3割程度高価となる。	下部工は全て補強を行い、上部工は桁のみ再利用可能であるが構造的の信頼性および耐震性は劣る。	段階施工で大規模な補修工事で施工性は極端に悪い。	煩雑な工事内容でかつ段階施工のため18ヶ月程度。	堰上げの影響は多少解消されるが、橋脚数が多いので水工的な問題は残る。	現状と同じ直線。	局部洗掘対策、伸縮継手の維持管理が必要。	不採用
	評点	45	0	2	7	2	5	2	63

注：()数値は評価項目の配点を示す。

b) ダーティウォーター橋の改修計画の検討

既存ダーティウォーター橋は、現行設計基準に対して主構部材の耐荷力不足が欠陥なので、第1案：架け替え案と第2案：拡幅・補修案の比較検討を行った。その結果、表 3-13 に示すように第1案：架け替え案を最適案として採用する。

表 3-13 ダーティウォーター橋の改修計画代替案の比較検討

代替案		評価項目							総合評価 (100)
		工事費 (60)	構造的性 (5)	施工性 (10)	工期 (10)	水工特性 (5)	道路線形 (5)	維持管理 (5)	
第1案	架け替え案 既存橋の上流側に近接して橋長60mの2車線橋を建設する。	通常の工事内容で2案と比べて安価である。	耐震性、構造的性は優れる。	通常の工事で施工性は良い。	12ヶ月程度	河川中央部に橋脚を設置するので桁したの流下能力は2案に比べて低い。	レイ側の急カーブは改善される。	2案と比べて大幅に軽微である。	採用
	評点	60	5	10	10	3	5	5	93
第2案	拡幅・補修案 既存トラス橋の補強と1車線トラス橋の併設	トラス部材の取替は煩雑でかつ分離して1車線トラス橋を建設するので5割程度高価となる。	分離型下路橋であり、今後とも弦材が損傷を受ける可能性が高く構造的性は劣る。	旧橋トラスの補修は無応力状態で実施するため施工性は極端に悪い。	煩雑な工事内容でかつ段階施工のため16ヶ月程度。	単支間橋で水工的問題はない。	分離型で線形改良はなく現状と同じで急カーブは残る。	塗装面積も大きく維持管理の負担は増加する。	不採用
	評点	45	2	2	8	5	3	2	62

注：()数値は評価項目の配点を示す。

c) スヌファム橋の改修計画の検討

既存橋長 12mのスヌファム橋は、現行の設計基準に対して床版の耐荷力不足と桁下の流下能力の不足が確認されており、第1案:架け替え案(橋長 18m 程度)と第2案:拡幅・補修案の比較検討を行った。その結果、表 3-14 に示すように第1案:架け替え案を採用する。

表 3-14 スヌファム橋の改修計画代替案の比較検討

代替案		評価項目								
		工事費 (60)	構造的性 (5)	施工性 (10)	工期 (10)	水工特性 (5)	道路線形 (5)	維持管理 (5)	総合 評価 (100)	
第1案	架け替え案 迂回路を建設して既存橋位置に橋長 18m の 2 車線橋を建設する。	評価	通常の工事内容で 2 案と比べて安価である。	耐震性、構造的性は優れる。	通常の工事で施工性は良い。	9ヶ月程度	単支間のため問題なし。	現況と同じ。	2案と比べて軽微である。	採用
		評点	60	5	10	10	5	5	5	100
第2案	拡幅・補修案 既存部の高上げと両サイド 4 m 程度橋の延長と橋長 18m の 1 車線橋の併設	評価	再利用可能な部材は既存主桁のみであり、分離型となるので結果的に 3 割程度高価となる。	上り線 (3m+12m+3m) と下り線 (18m) とで支間割に相違が生じ、路面は分離型となり構造的性は劣る。	旧橋の高上げ・延長および段階施工は極端に施工性が悪い。	段階施工のため 11ヶ月程度	旧橋部は 3 径間のため阻害率が高い。	現況と同じ。	維持管理の負担は増加する	不採用
		評点	40	2	2	8	2	3	3	60

注: () 数値は評価項目の配点を示す。

d) その他小規模橋梁の改修計画の検討

小規模橋梁の欠陥は、概ね既存床版のみが適用設計荷重に対して耐荷力不足である。したがって小規模橋梁に対しては既存橋の改修と 1 車線橋梁の併設を改修計画の基本とする。この改修計画では、併設する 1 車線新橋と既存 1 車線との接合方法によって(a)分離案と(b)非分離案の 2 ケースに大別される。

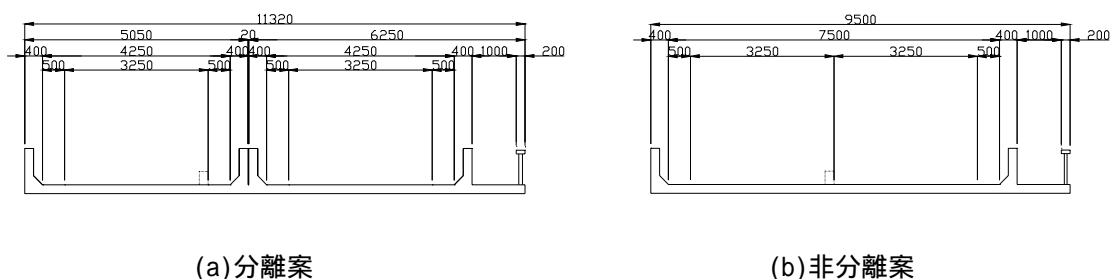


図 3-1 既存 1 車線橋の補修・補強と新規 1 車線橋梁の併設による改修代替案(その 1)

上記代替案で(a)分離案と(b)非分離案を比較すると、工費の面から分離案は約 2 割高額となるので本調査では非分離案を採用する。非分離案はさらに(c)床版一体化案と(d)目地設置案

に大別される。後者は目地が破損する可能性があり、破損した場合、車両の安全通行に支障をきたし維持管理が必要となり、かつ(d)目地設置案は(c)床版一体化案より3割程度割高である。よって本調査では床版一体化案を採用する。

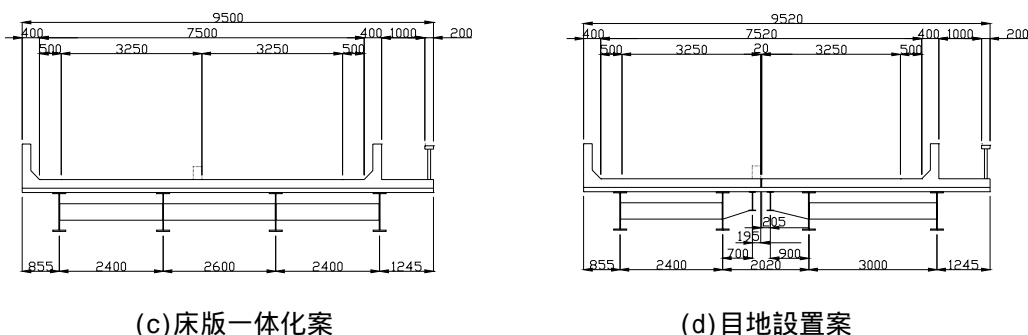


図 3-2 既存 1 車線橋の補修・補強と新規 1 車線橋梁の併設による改修代替案(その 2)

3-2-1-8 工法・工期に係る方針

(1) 工法に係る方針

協力対象 12 橋は、改修内容により架け替えが必要なダーティウォーター橋、ベナベナ橋およびスヌファム橋と拡幅・補修で対応できる他 9 橋に大別される。

架け替えによる改修方法は既存橋の上流または下流に既存橋と平行に 2 車線幅の新設橋梁を建設するもので、既存橋は工事中の交通迂回路として使用し、工事完了後 PNG 側により撤去されるものと計画する。ただし、スヌファム橋は既設橋と同地点に新橋を架設するため、新橋建設前に旧橋を撤去する必要がある。そのため、工程上、旧橋撤去は重要な要素となるため、日本国側の負担でこれを撤去するものとする。

これに対して、拡幅・補修による改修方法はコスト面を考慮して反復施工を基本とする。本工法は、まず既存橋に隣接して 1 車線幅の拡幅橋梁を建設する。その後、交通を既存橋から拡幅橋梁に移し、既存橋を再利用するために補修する。補修完了後、既存橋の路面を拡幅橋梁の路面と一体化させる。路面の一体化工事は交通量の少ない深夜に超早硬セメントコンクリートを使用して行う。

工事中の交通迂回路の計画に際しては、用地問題および沿道の農作物に対する補償問題を最小化するために道路用地内における計画を基本とする。表 3-15 に各橋梁の工事中における交通迂回方針を示す。

表 3-15 工事中の交通迂回方針

橋梁名	工事中の交通迂回方針
オロンパカ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
ノンピンカ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
ホネランカ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
オフィガ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
ウンバカ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
キングキオ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
ダーティウォーター	既存橋を迂回路として利用。
シグヤ	盛土とパイプカルバートによる仮設迂回路の建設。工事完了後、撤去。
ヤシフォ	反復施工による既存橋から拡幅橋梁への交通切り廻し。
バリロサイ	盛土とパイプカルバートによる仮設迂回路の建設。工事完了後、撤去。
ベナベナ	既存橋を迂回路として利用。
スヌファミ	盛土とパイプカルバートによる仮設迂回路の建設。工事完了後、撤去。

シグヤ橋、バリロサイ橋およびスヌファミ橋については他の橋梁に比べて下部工の掘削範囲が大きく、現道の交通を維持して工事を行う場合、大規模な土留め工が必要となる。また、これら橋梁の河川規模は小さいことから迂回路は土留め工に比べ安価に建設できるため、迂回路案を採用する。

(2) 工期に係る方針

工期・工程に関しては、改修の規模・内容、降雨パターン、雨期における可能な作業項目および稼働日数、無償資金協力手続き・システム等を考慮して設定する。小規模橋梁の改修は 1 橋当たり 7 ヶ月程度の工期が必要である。12 橋の中で最も規模が大きいベナベナ橋の架け替えには 14 ヶ月程度の工期が必要である。これら 12 橋は全てカインントゥとゴロカの間に位置しているが、オロンパカ橋からウンバカ橋まで連続する 5 橋は全て規模が小さくカインントゥとバロジャ峠の間に在る。一方、残りの 7 橋はバロジャ峠とゴロカの間に分散している。したがって、工期はこれらグループ別に分け、前者の 5 橋は 12 ヶ月、残りの 7 橋は 18 ヶ月程度の工期で計画する。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体計画

(1) 適用設計基準条件

本基本設計調査に適用する主要な道路・橋梁設計条件を表 3-16、表 3-17 に示す。

1) 道路設計条件

表 3-16 道路設計条件

設計項目	設定条件	設定根拠
道路区分	地方国道	DoW 道路設計マニュアル
設計速度	50km/h	交通量:400 台以上、地形:丘陵地
平面曲線半径	R=160m	最小値 R=100m
縦断勾配	最大 6%	DoW 道路設計マニュアル
横断勾配	3%	表面処理の場合
車線数	2 車線	本報告書 3-2-1-7 (2) 参照
車道幅	2 × 3.25m=6.5m	DoW 道路設計マニュアル/世銀の改修計画に準拠
路肩幅	1.5m	既存の路肩幅/世銀の改修計画に準拠
歩道幅	有効幅 1.0m	世銀の改修計画に準拠

2) 橋梁設計条件

表 3-17 橋梁設計条件

設計項目	設定条件	設定根拠	
設計洪水流量・水位算定の降雨強度再現期間	50 年	DoW の河川基準は 100 年と規定しているが、橋梁規模が小さいことを勘案して日本の基準を適用。	
桁下余裕高	0.5m (洪水流量 200m ³ / 秒未満) 1.0m (洪水流量 500m ³ / 秒以上 2000m ³ / 秒未満)	日本の河川構造令に基づく。ただし、洪水流量 200m ³ / 秒未満は 0.6m と規程してあるが大半の流量が 40-60m ³ / 秒と少ないので 0.5m を採用した。	
設計荷重	活荷重	B 活荷重	オーストラリア基準の活荷重である TL-44 と日本の B 活荷重を比較した結果、B 活荷重の方が 1 割程度厳しいので過積載車両の多い PNG の現況を勘案して B 活荷重を採用する。
	地震荷重	水平震度=0.17	3-2-1-2 (2) 参照
	温度荷重	+ 10 ~ - 10	オーストラリア基準
	死荷重	鋼材 : 77.0kN/m ³ 鉄筋コンクリート : 24.5kN/m ³ アスファルトコンクリート : 22.5kN/m ³	オーストラリア基準
局部洗掘	ベナベナ橋 : 2.1m ダーティウォーター橋 : 2.3m	須賀 堯三の式	
コンクリートの設計基準強度	下部工 : 24N/mm ² 非合成桁の床版 : 24N/mm ² 合成桁の床版 : 30N/mm ²	オーストラリア基準	
添架物	なし		

(2) 幅員計画

協力対象の 12 橋梁は全て 2 車線幅員の橋梁に改修する。幅員構成は上記の道路設計条件に基づき、以下のように決定した。これは世銀の支援するハイランド国道ワタライス - ゴロカ間道路・橋梁改修計画と同じ幅員構成である。

- 橋梁幅員構成

橋梁の幅員構成は、車道幅員 7.5m(車線幅 3.25m + 路肩幅 0.5m の 2 車線分)、有効歩道幅 1.0m、車道高欄幅 0.4m、歩道端高欄幅 0.2m の総幅員 9.5m とする。ただし、歩道設置の必要性および有効幅は、架橋位置近傍における集落・公共施設の有無・規模を考慮して決定した。

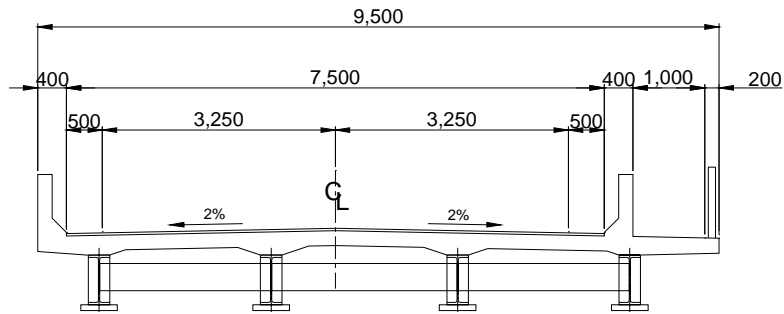


図 3-3 橋梁標準断面

- 取り付け道路幅員構成

車道だけの総幅員 9.5m(車線幅 3.25m + 路肩幅 1.5m の 2 車線分)とする。

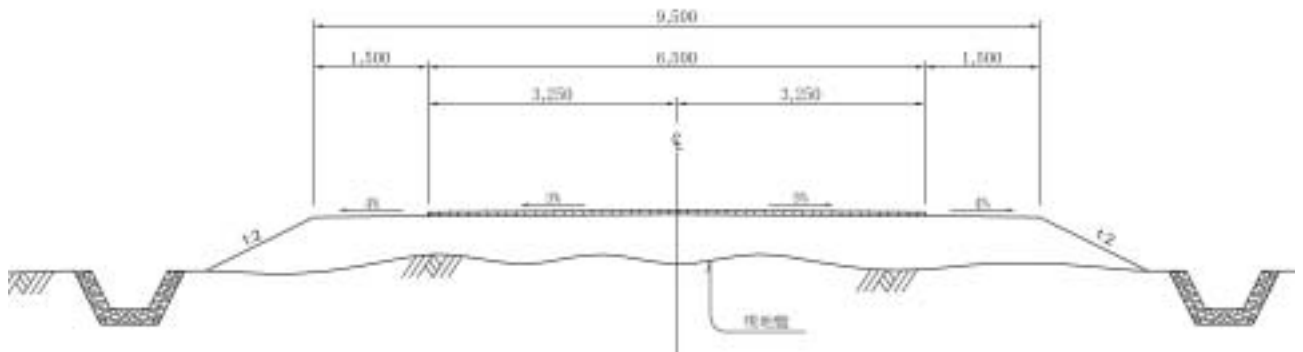


図 3-4 道路標準断面

(3) 改修方法の概要

協力対象橋梁の基本方針および施設のグレードの設定に関わる検討を踏まえて、各橋の改修方法を表 3-18 に示す。

表 3-18 協力対象橋梁の改修方法

橋梁番号	橋梁名	改修内容	施工法/架橋位置
1	オロンバカ	既存橋の嵩上げと補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の嵩上げと一部新設	既存橋を活用した反復施工
2	ノンピンカ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋を活用した反復施工
3	ホネランカ	既存橋の嵩上げと補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の嵩上げと一部新設	既存橋を活用した反復施工
4	オフィガ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋を活用した反復施工
5	ウンバカ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋を活用した反復施工
6	キングキオ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋を活用した反復施工
7	ダーティウォーター	上流側に2車線幅の新橋を建設し、既存橋は迂回路として活用し、新橋完成後に PNG によって撤去する。	既存橋が下流側に位置しており用地の制約から新橋上流側に計画する。
8	シグヤ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋台が直接基礎のため、新橋橋台施工時に必要となる土留めが大規模となる。よって、パイカルバートの設置を伴う盛土で仮設迂回路を構築し、オープンカットにて橋台施工を行う。
9	ヤシフォ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋を活用した反復施工
10	バリロサイ	既存橋の補修、1車線新橋の併設、取り付け道路の改修	既存橋台が直接基礎のため、新橋橋台施工時に必要となる土留めが大規模となる。よって、パイカルバートの設置を伴う盛土で仮設迂回路を構築し、オープンカットにて橋台施工を行う。
11	ベナベナ	下流側に2車線の新橋を建設し、既存橋は迂回路として活用し、新橋完成後に PNG によって撤去する。	既存橋が上流側に位置しており用地の制約から新橋は下流側に計画する。
12	スヌファム	現橋を撤去して現位置に2車線の新橋を建設する。	既存線形が緩やかな曲線で、取り付け道路には民家が散在しているので、パイカルバートの設置を伴う盛土で仮設迂回路を構築し、現橋位置に2車線橋を建設する。

3-2-2-2 施設計画

本計画における施設(橋梁)の改修内容は、採用する改修方法により 1)架け替えと 2)補修・拡幅に大別される。取り付け道路と護岸・護床工は、改修方法にかかわらず各橋梁に必要な付帯施設である。これらの施設の改修方法は下記のように計画する。

(1) 架け替えによる改修(ダーティウォーター橋、ベナベナ橋、スヌファム橋)

1) 橋長、径間長の検討

架け替えを計画するダーティウォーター橋、ベナベナ橋およびスヌファム橋に対して、新設橋梁の橋長と径間長は下記の基準を基に計画した。

- 基準橋長

$$L=0.5^{/1} \sim 0.8^{/2} \times Q^{0.75} \text{ ----- 建設省砂防}$$

$$L=3.3^{/1} \sim 4.9^{/2} \times Q^{0.5} \text{ ----- Lacey の式}$$

ここで Q:計画洪水流量(m³/s)、L:橋長(m)

/1:河道が安定している河川に適用

/2:河道変動を繰り返す河川に適用

- 最小径間長

$$L=20+0.005 \times Q$$

ここで Q:計画洪水流量(m³/s)、L:最小径間長(m)

上記基準に沿って算定した各橋梁の望ましい橋長および最小径間長は下記の通り。

項目		ダーティ ウォーター橋	ベナベナ橋	スヌファム橋
基準橋長 (m)	建設省砂防	64.3 ~ 102.9	85.3 ~ 136.8	10.7 ~ 17.2
	Lacey の式	84.1 ~ 124.9	101.6 ~ 150.9	25.5 ~ 37.9
最小径間長 (m)		23	24	20.3

既存のダーティウォーター橋は橋長 49m の単径間トラス橋であるが、河川の湾曲部に位置しているため左岸橋台部に浸食が見られる。したがって新橋ではより長い橋長とし、新設橋梁の左岸橋台の位置については侵食を避けると同時に、上記の基準橋長を補うため、周辺状況が許す限り既存橋台を後退させるものとする。これにより新設橋梁は橋長 60m 程度、支間長 23m 以上の規模となる。一方、右岸橋台は既存橋台と並ぶ位置で十分である。

既存のベナベナ橋の橋長は約 100m であるが、橋の上下流には幅が 200m 以上の氾濫源が広がっている。現橋梁は河道上の人工的な狭窄部であるといえる。水理計算の結果からも、洪水下において同架橋地点では射流が発生していることが確認され、上流側での堰上げ現象に加え、著しい局所洗掘の発生が予見される。現地調査においては、現橋脚のフーチング下面付近まで洗掘を受けていることが確認された。このため、局所洗掘等の橋梁本体への直接的な悪影響を及ぼす射流の発生を極力抑制するよう、橋長を延長すべきであると判断した。

したがって、橋長を変化させて各ケースの架橋位置における流況を不等流計算により求め、射流が発生しない範囲でベナベナ橋の計画橋長を決定することとした。

計算結果として、各ケースにおける架橋位置での水位 / 流速の関係を図 3-5 に示す。

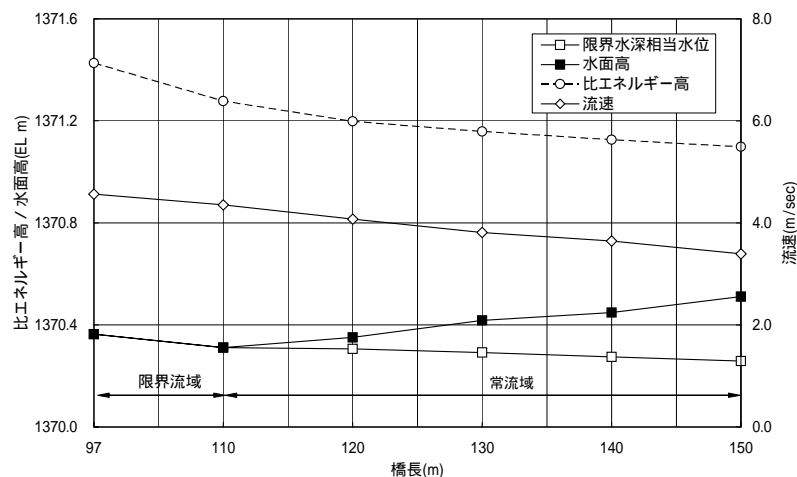


図 3-5 計画橋長と水位 / 流速の関係

検討結果に基づき、橋長 110m 以上において流況は常流となり安定傾向に向かう。また、流れの比エネルギーについては橋長 110 ~ 120m を境に変化が緩やかになってくることが分かる。したがって、新ベナベナ橋の計画橋長は、120m が適切であると判断した。

スヌファム橋の現橋は洪水期には常時冠水し、流木も多い。および上記橋長・最低支間長を勘案し、最低限橋長 18m 程度が必要であると判断した。

2) 上部工形式の検討

上部工の形式選定に際しては、PNG は世界有数の地震国なので上部構造は軽量でかつ靱性（粘り強さ）に富む鋼連続桁が望ましいこと、また、現地には PC 桁製作・架設技術・実績がないこと、熟練工が非常に少ないので現場作業の削減が必要であることを勘案して、鋼橋を中心として代替案を作成し検討を行うものとする。

a) ダーティウォーター橋の上部工形式の検討

新ダーティウォーター橋の規模決定の要件である橋長 60m 程度、支間長 23m 以上であることを勘案し、第 1 案：鋼鈹桁 2@30m = 60m と第 2 案：鋼トラス橋 1@60m = 60m の比較を行った。その結果、表 3-19 に示すように第 1 案：鋼鈹桁 2@30m = 60m を最適案として採用する。

表 3-19 ダーティウォーター橋の上部工代替案の比較検討

代替案		評価項目							
		工事費 (60)	構造的性 (5)	施工性 (10)	工期 (10)	水工特性 (5)	維持管理 (10)	総合評価 (100)	
第1案	2径間 連続鋼鈑桁 2@30m = 60m	評価	単位当たり鋼重は170kg/m ² 程度で2案と比べて3割程度安価である。	連続構造なので耐震性、構造的性は優れる。	通常の工事ではあるが、河川内に橋脚が有るのが難点である。	16ヶ月程度	河川中央部に橋脚を設置すると桁下の流下能力は2案に比べて低い。	2案と比べて大幅に軽微である。	採用
	評点	60	5	8	8	3	5	89	
第2案	単径間 鋼トラス橋 1@60m = 60m	評価	単位当たり鋼重は、350kg/m ² で1案に比べて高価である。	単純支持構造となり耐震性は劣り、下路式なので、現状と同じように車両の衝突による部材の変形の可能性が高く構造的性は劣る。	部材数が多いので架設が煩雑であるが、河川内に橋脚がないので下部工の施工性は良い。	河川内に橋脚がないので15ヶ月程度	単支間橋で水工的問題はない。	塗装面積も大きく維持管理の負担は増加する	不採用
	評点	42	0	6	10	5	2	65	

注：() 数値は評価項目の配点を示す。

b) ベナベナ橋の上部工形式の検討

新ベナベナ橋の要件は、橋長 120m、最小径間長 24m 以上であることを考慮して、第1案:4径間連続鋼鈑桁と第2案:3径間連続鋼鈑桁の比較検討を行った。その結果、表 3-20 に示すように第1案:4径間連続鋼鈑桁を最適案として採用する。

表 3-20 ベナベナ橋の上部工代替案の比較検討

代替案		評価項目							
		工事費 (60)	構造的性 (5)	施工性 (10)	工期 (10)	水工特性 (5)	維持管理 (10)	総合評価 (100)	
第1案	4径間 連続鋼鈑桁 4@30m=120 m	評価	鋼重は約160kg/m ² と軽いが橋脚が1基多い。しかし、全体工事費で約15%程度2案に比べて安価である	耐震性、構造的性は優れる。	最も一般的なベント併用トラス架設。	18ヶ月程度	狭窄部による堰上げ等は概ね解消され流れは常流となる。	概ね2案と同じ	採用
	評点	60	5	10	10	3	10	98	
第2案	3径間 連続鋼鈑桁 3@40m=120 m	評価	1案に比べて割高となる。	1案と同等である。	1案と同じ	概ね1案と同じ	1案に比べて橋脚が1基少ないので、水工的状况は良い。	1案と同じ	不採用
	評点	50	5	10	10	5	10	90	

注：() 数値は評価項目の配点を示す。

実際の支間配置は既存橋脚を考慮して決定するので多少変更となる。

c) スヌファム橋の上部工形式の検討

新スヌファム橋の要件は単径間橋長 18mである事を考慮して、第 1 案:単径間鋼合成鈹桁と第 2 案:単径間非合成鈹桁の比較検討を行った。その結果、表 3-21 に示すように第 1 案:単径間鋼合成鈹桁を最適案として採用する。

表 3-21 スヌファム橋の改修計画代替案の比較検討

代替案		評価項目						総合評価 (100)	
		工事費 (60)	構造的性 (5)	施工性 (10)	工期 (10)	水工特性 (5)	維持管理 (10)		
第 1 案	単径間 鋼合成鈹桁 1@18m = 18m	評価	2案に比べて 2割程度鋼 重が軽くなる ので2案に比 べて安価とな る。	耐震性、構 造性は優れ る。	両案と同じ	6ヶ月程度	単支間のた め問題なし。	床版の補修 が必要な場 合は迂回路 が必要。そ 他項目は2案 と同じ。	採用
	評点	60	5	10	10	5	8	98	
第 2 案	単径間 鋼非合成鈹 桁 1@18m = 18m	評価	鋼重分 2 割 程度高価とな る。	耐震性は同 じと言えるが 構造的性はた わみが大き くなる。	両案と同じ	1案と同じ	1案と同じ	1案に比べ優 る。	不採用
	評点	48	4	10	10	5	10	87	

注:() 数値は評価項目の配点を示す。

3) 基礎工形式の検討

地質調査結果および上部工反力規模に基づき、最適な基礎工形式の選定を行った。想定される代替案は H 鋼打ち込み杭、鋼管杭、オールケーシング場所打ち杭、オープンケーソンである。

ダーティウォーター橋とベナベナ橋は共に荷重規模、地質条件が類似している。荷重規模は支間 20m ~ 50m 以下であること、地質条件は概ね砂礫層、礫径 20cm 以下、支持層 15m 未満であることを考慮し、経済性を重視して最適案として鋼管杭を選定する。

スヌファム橋の地質条件は概ねダーティウォーター橋やベナベナ橋等と同じであるが、荷重規模はダーティウォーター橋、ベナベナ橋に比べて小さいので、経済性を重視し H 鋼打ち込み杭を最適案として採用する。

(2) 既存橋の補修・再利用と1車線橋梁の拡幅

既設1車線橋梁に対する改修計画は非分離型の床版一体化案を基本とし、計画内容は既設橋の不十分な耐荷力・機能の改修と1車線橋の併設である。具体的な各橋の改修内容は表3-22の通り。

表3-22 小規模橋梁の改修内容

橋梁名	改修すべき不具合	改修内容	
		既設橋	拡幅部
オロンバカ橋	1車線拡幅 桁下空間不十分なので嵩上げが必要 基礎杭の耐荷力不足 沓座縁短距離不足 床版の耐荷力不足	嵩上げ 床版打ち換え 増杭 沓座の拡幅 桁の修繕・塗装	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
ノンピカ橋	1車線拡幅 沓座縁短距離不足 床版の耐荷力不足	沓座の拡幅 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
ホネランカ橋	1車線拡幅 桁下空間不十分なので嵩上げが必要 沓座縁短距離不足 床版の耐荷力不足	嵩上げ 沓座の拡幅 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
オフィガ橋	1車線拡幅 基礎杭の耐荷力不足 沓座縁短距離不足 床版の耐荷力不足	増杭 沓座の拡幅 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
ウンバカ橋	1車線拡幅 橋台の著しい損傷 床版の耐荷力不足	橋台の取り壊し 増杭 橋台の新規構築 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
キングキオ橋	1車線拡幅 橋台の著しい損傷 床版の耐荷力不足	橋台の取り壊し 増杭 橋台の新規構築 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
シグヤ橋	1車線拡幅 橋台の著しい損傷 床版の耐荷力不足	沓座の拡幅 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
ヤシフォ橋	1車線拡幅 沓座縁短距離不足 床版の耐荷力不足	沓座の拡幅 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化
バリロサイ橋	1車線拡幅 沓座縁短距離不足 桁の耐力不足 床版の耐荷力不足	沓座の拡幅 桁の修繕・塗装 床版打ち換え	橋台の新設と一体化 上部工の新設と床版の一体化

(3) 護岸工・護床工の検討

護岸工および護床工設置は、橋台や橋脚設置の影響による流水の乱れおよび流木などに対して河岸、河床を保護すると共に、これら構造物の設置による弱体化に対する補強措置として有効な形式を選定する。また、橋梁設置による日照障害、植生の生育不能に代わる覆工として、橋の付近の河岸・河床には護岸・護床を設ける。本計画では、河川構造物としてPNGで最も多用され、かつ安価な蛇籠を導入するものとし、設置範囲は下記の通りとする。

1) 護岸工の設置範囲

護岸工設置の範囲は下図に示すように洪水位と現地盤との接点の区間に護岸工を設置する方針とする。ただし、護岸工はその背面に裏込め土の吸い出し防止シートを伴って敷設する。

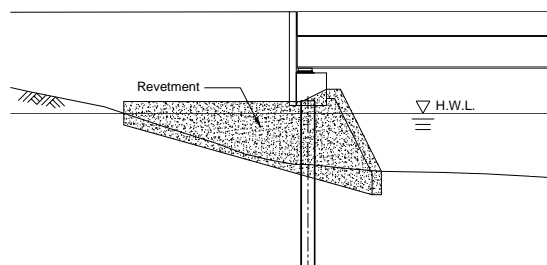


図 3-6 護岸工の設置範囲

2) 護床工の設置範囲

護床工の設置範囲は、須賀堯三らの研究により作成された橋脚周りの洗掘深推定図をもとに、各橋梁の洗掘深および洗掘の範囲を算定し、その結果を踏まえ決定した。

(4) 取り付け道路の検討

取り付け道路の舗装構成は、ハイランド国道の標準的かつ世銀の計画でも使用されている下層路盤 T=25cm、上層路盤 T=20cm、簡易舗装 (DBST) とする。法勾配は 1:2 とし、法尻に側溝 (練り石積) を設ける。

(5) 施設規模概要

上記結果を踏まえ、各橋の施設規模概要を表 3-23 に示す。

表 3-23 協力対象 12 橋梁の施設規模概要一覧

橋梁名	改修内容	施設延長 (m)	橋長 (m)	支間割り (m)	上部工形式	橋台形式 ()は既存杭	橋脚形式	取り付け道路長 (m)
オロンパカ	既存橋の改修・拡幅	95.0	21.4	20.8	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台、H 杭 250×250、L=4.5、n=12(4)	適用外	レイ側:35.0 ゴロカ側:38.6
ノンピンカ	既存橋の改修・拡幅	110.0	15.3	14.7	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台、H 杭 250×250、L=5.5、n=6(2)	適用外	レイ側:60.0 ゴロカ側:34.7
ホネランカ	既存橋の改修・拡幅	100.0	18.6	18.0	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台、H 杭 250×250、L=10.5、n=10(4)	適用外	レイ側:40.0 ゴロカ側:41.4
オフィガ	既存橋の改修・拡幅	90.0	24.5	23.9	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台 H 杭 250×250、L=2.5、n=22(2)	適用外	レイ側:40.0 ゴロカ側:25.5
ウンパカ	既存橋の改修・拡幅	50.0	12.3	11.7	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台 H 杭 250×250、L=7.0、n=22(2)	適用外	レイ側:20.0 ゴロカ側:17.7
キングキオ	既存橋の改修・拡幅	80.0	15.3	14.7	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台 H 杭 250×250、L=8.0、n=12(4)	適用外	レイ側:20.0 ゴロカ側:44.7
ダーティーウォーター	2 車線橋による架替	310.0	60.0	2@29.62	2 径間連続非合成鋼桁	パイルベント橋台 鋼管杭径 600、L=8.0、n=10	T 型橋脚 1 基礎杭:鋼管径 600、L=7.0、n=12	レイ側:131.5.0 ゴロカ側:118.5
シグヤ	既存橋の改修・拡幅	85.0	18.3	17.7	単支間合成 H 鋼桁	直接基礎	適用外	レイ側:25.0 ゴロカ側:41.7
ヤシフォ	既存橋の改修・拡幅	80.0	18.4	17.8	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台 H 杭 250×250、L=3.5、n=12(4)	適用外	レイ側:35.0 ゴロカ側:26.6
バリロサイ	既存橋の改修・拡幅	105.0	24.0	23.8	単支間合成 H 鋼桁	直接基礎	適用外	レイ側:50.0 ゴロカ側:31.0
ベナベナ	2 車線橋による架替	340.0	120.0	28.62+2@29.0+32.62	4 径間連続非合成鋼桁	パイルベント橋台 鋼管杭径 600、L=12.0、n=10~8	壁式橋脚 3 基礎杭:鋼管径 600、L=10.0、n=12	レイ側:110.5 ゴロカ側:109.5
スヌファム	2 車線橋による架替	195.0	18.0	17.34	単支間合成 H 鋼桁	パイルベント橋台 H 杭 250×250、L=6.0、n=10	適用外	レイ側:72.0 ゴロカ側:105.0

3-2-3 基本設計図

以上の基本計画に基づいて作成した基本設計図面を資料 8 に掲載する。

3-2-4 施工計画

3-2-4-1 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ことを想定し、施工方針として以下の事項を考慮する。

- 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、現地の技術者、労務者、資機材を最大限に活用する。
- 施設計画では既存道路用地幅内に施設を配置したが、用地買収時に問題があった場合はこの問題が本計画実施の際に再燃する可能性や、工事によって影響を受ける作物補償等に起因する工事妨害が予見される。十分な事前対応と住民との調整役の常時配置を PNG 側に依頼する。
- 現地の治安状況は非常に悪いので PNG 政府、日本国大使館、JICA-PNG 事務所、コンサルタント、建設業者間に緊密な連絡体制を確立し、緊急時に備える。
- PNG 側負担事項の確実な履行を図るため、緻密な監視を実施し、実施の遅れ、不履行の回避策の徹底を図る。
- 本計画の一部工事は既存構造物の補修・補強であり、それら既存構造物の寸法の一部は復元設計を基に推定している。工事中にこれら推定寸法に乖離が判明する可能性もあるので、乖離が判明した段階で迅速な設計変更、報告が出来る体制を整える。
- 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。
- 現況交通流を遮断せず、不都合が生じないような現場作業工程を立案する。
- 工事完了後の保守補修の手法・時期および運用面での方策を提案し、その一環として PNG 技術者の研修等ソフト面の強化も本計画に含める。

3-2-4-2 施工上の留意事項

計画実施に際しての留意すべき事項を以下に示す。

(1) 現地慣習の尊重

PNG の人々は、習慣的土地所有形態や住民は現金収入の機会が少ないので、換金作物への関心が非常に高い。したがって、円滑な計画の実施のために建設業者は現行建設関連法規を遵守し、雇用に伴う適切な労働条件や慣習を尊重し、労働者および地域住民との紛争を防止する事を最優先として位置付け、計画の推進を図るものとする。

(2) 工事期間中の環境保全

PNG 側が実施した環境影響評価(EIA)および環境管理計画(EMP)に沿って、工事中の環境管理を環境専門家によって定期的実施する必要がある。環境管理の結果施工上の不具合が見つかったら、施工業者には是正措置の実施を依頼し改善に努める。

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

さらに、PNG においては AIDS が社会問題化している。この現況を考慮して、建設労務者および関係者への AIDS 啓蒙活動を環境専門家によって定期的の実施し、AIDS の拡散防止に寄与する。

(3) 現場の厳重な警備の必要性

本計画は、過去我が国の無償資金協力で実施した類似案件のプロジェクトサイトに比べ人家が密集しており、ラスカルの出没頻度が高いと報告されている。したがって、工事に関わる要員の安全確保および夜間における資機材の盗難防止を確実なものにするため、キャンプサイト、各橋梁の仮設ヤード、輸送中の警備に対して PNG 国政府による特別警備の無償提供を要請する。

(4) 通関事情

日本ある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。したがって、本計画を円滑に進めるため、荷下ろしおよび通関手続き等の所要日数を十分に考慮した施工計画を立案する。

(5) 乾期の最大限の活用

河川内の橋脚工事の実施時期、カルバートの併設を伴う盛土工による仮設迂回路の供用期間は、コスト縮減を視野に入れて乾期での施工を計画した。これらの条件が入札の際に応札者へ遺漏なく伝わるよう、入札書類にはこれら事項を十分に記載すると共に、実施の際にも建設業者へ乾期の最大限の活用を指導する。

(6) 工事における交通規制

本工事は既存橋梁の改修であるため、既存橋を迂回路として使用して 2 車線橋の施工、カルバート敷設を伴って盛土により仮設迂回路を構築し架け替え・改修工事、既存 1 車線橋を活用して交通を切り回し段階施工によって工事の実施と、工事内容は多義に分かれる。いずれの場合も片側交互通行で現交通に対応することになる。

このような状況下において、交通規制、通行車両および歩行者の円滑な誘導、工事現場の安全性確保のために PNG 側に交通管理のために交通警察の配置を要請すると共に建設業者との契約に交通安全板、迂回路案内板、夜間照明等の提供を規定する。これら片側交互通行箇所毎の交通安全仮施設を充実させ、交通事故等の発生を抑止する。

(7) 桁の輸送に関する配慮

本工事では、鋼桁および鉄筋のような長尺物の輸送が必要となる。桁の製作に際しては、輸送路の幾何線形に留意し桁長を適正なものとする。

3-2-4-3 施工区分

本無償資金協力事業を実施する場合、日本および PNG 両国政府それぞれの負担事項の概要は以下の通りである。

表 3-24 日本および PNG 両国政府それぞれの負担事項

日本側負担事項	PNG 側負担事項
<p>「基本計画」に示された協力対象 12 橋梁とその取り付け道路および護岸・護床工の改修工事(補修、補強、拡幅、架け替え、および新設)。</p> <p>仮施設 (資機材ヤード、事務所、宿舍等)の建設・撤去。</p> <p>既存スヌファム橋の撤去および廃材運搬。ただし、スヌファム橋の撤去鋼桁は DoW 州事務所まで運搬。</p> <p>工事期間中における工事および工事区域内を通過する一般交通の安全対策。</p> <p>工事期間中における工事による環境汚染防止対策。</p> <p>「資機材調達計画」に示された建設資機材の調達、輸入および輸送。輸入機材については調達国への再輸出。</p> <p>「施工監理計画」で示された実施設計、入札・契約書の作成、入札補助および工事の施工監理。環境管理計画の監視を含む。</p>	<p>本協力事業工事に必要な工事サイトおよび仮施設用地の無償提供。</p> <p>本協力事業工事に支障する既存施設の撤去・移設工事(電力線、通信線等)。</p> <p>既存ダーティウォーター橋とベナベナ橋の上下部工およびベナベナ橋の取り付け道路の一部の撤去</p> <p>本協力事業工事に必要な廃材処分場の提供</p> <p>本協力事業工事から影響を受ける農作物の損害補償。</p> <p>工事サイトおよび仮施設の警備(警察官の無償配置)。</p> <p>住民対応専従者の配置。</p> <p>本協力事業工事に関連して PNG 政府が課す関税、国内税、その他税政上の課徴金等の免除。</p> <p>本協力事業に関係する日本人および第三人の入国、滞在等に対する便宜供与。</p> <p>銀行手数料の負担(銀行口座(B/A)開設、支払授權書(A/P)の手続き)</p>

3-2-4-4 施工監理計画

(1) コンサルタントの施工監理業務

コンサルタント契約に含まれる主な業務内容を以下に示す。

1) 入札図書作成段階

基本設計調査報告書の結果に従い、各施設の実実施設計を行う。次に工事契約図書の作成を行い、PNG 政府の公共事業省の承認を得る。

- 設計報告書
- 設計図
- 入札図書

2) 工事入札段階

PNG 政府の公共事業省はコンサルタント補佐の下、公開入札により日本国籍の工事業者を選定する。また、この公開入札およびその後の工事契約に参加する PNG 国政府により人選された代理人は、工事契約に係わる全ての承認権を持つ者とする。コンサルタントは以下の役務に関し PNG 国公共事業省を補佐する。

- 入札公示
- 事前資格審査

- 入札および入札評価
- 契約交渉

3) 施工監理段階

日本国政府による工事契約の認証を受け、コンサルタントは工事業者に対し工事着工命令を発行し、施工監理業務に着手する。施工監理業務では工事進捗状況を公共事業省、現地日本大使館および JICA-PNG 事務所に直接報告するとともに、施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる事務行為および技術的に工事に関する改善策、提案等の業務を行う。

また、施工監理の完了から 1 年後、瑕疵検査を行う。これをもってコンサルタントサービスを完了する。

(2) 要員計画

詳細設計、工事入札、施工監理段階にそれぞれ必要とされる要員、役割は下記の通りである。

1) 詳細設計段階

- 業務主任 : 詳細設計における技術面および業務調整全般を監督する。
- 橋梁技術者（上部工） : 上部工設計に係る現地調査、構造計算、設計図作成、数量算出を行う。
- 橋梁技術者（下部工） : 下部工設計に係る現地調査、構造計算、安定計算、設計図作成、数量算出を行う。
- 施工計画・積算 : 施工計画の作成、および詳細設計成果からの設計数量・工事単価を用いた積算作業を行う。
- 入札図書 : 入札図書作成を行う。

2) 工事入札段階

事前資格審査図書および入札図書の作成、事前資格審査の実施、工事入札評価において、PNG 政府の補助を行う。

- 業務主任 : 入札作業全般を通して、上記コンサルタントサービスを監督する。

3) 工事監理段階

- 業務主任 : 工事監理におけるコンサルタントサービス全般を監督する。
- 駐在技師 : 現地における工事監理、および DoW、日本大使館、JICA-PNG 事務所への工事進捗報告および調整を行う。
- 橋梁技術者 : 下部工等の現場調整における修正設計を担当する。
- 環境専門家 : 環境モニタリング計画の監視、およびエイズ拡散防止の啓蒙運動。

3-2-4-5 品質管理計画

PNG には土木工事標準仕様書はあるが品質管理基準の細目まで規定されていない。このため、本プロジェクトの品質管理は土木工事標準仕様書を補完する形で、表 3-25 に示す品質管理計画に従って行うものとした。

表 3-25 品質管理項目一覧表(案)

項目		試験方法	試験頻度	
路盤(碎石)	配合材料	液性限界、塑性指数(フルイ No.4)	配合毎	
		粒度分布(配合)		
		骨材すり減り減量試験		
		骨材密度試験		
		最大乾燥密度(締固め試験)		
敷設	密度試験(締固め率)	1回/日		
プライムコート ・タックコート	材料	瀝青材	品質証明書	
		散布量	500m ² 毎	
アスファルト	材料	瀝青材	品質保証書・成分分析表	
		骨材	粒度分布(配合)	配合毎、1回/月
			吸水率	材料毎
			骨材すり減り減量試験	
	配合試験	安定度	配合毎	
		フロー値		
		空隙率		
		骨材空隙率		
		引張強度(Indirect)		
		残留安定度		
	設計アスファルト量			
DBST	材料	瀝青材	散布量	500m ² 毎
		骨材	散布量	500m ² 毎
コンクリート	材料	セメント	品質証明書、化学・物理試験結果	材料毎
		水	成分試験結果	材料毎
		混和剤	品質証明書、成分分析表	材料毎
		細骨材	絶乾比重	材料毎
			粒度分布、粗粒率	
			粘土塊と軟質微片率	
		粗骨材	絶乾比重	材料毎
	薄片含有率			
	粒度分布(混合)			
	硫化ナトリウム診断(損失質量)			
	配合試験時	圧縮強度試験	配合毎	
打設時	スランプ	1回/パッチ		
	温度	1回/日		
強度	圧縮強度試験(7日,28日)	1回/日 or 50m ³ 以上		
鉄筋	材料	品質証明書、引張試験結果	ロット単位	
構造用鋼材	材料	ミルシート	ロット単位	
突合せ溶接		X線検査	部材各部	
高力ボルト	材料	品質証明書、引張試験、トルク値	ロット単位	
塗装	材料	品質証明書、成分表	ロット単位	
支承	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位	

3-2-4-6 資機材調達計画

(1) 建設資材調達

PNG 国内において橋梁、道路工事に関わる資材の大半が輸入材ではあるが、ほとんどが調達可能である。しかし、本計画で使用が見込まれる支承、伸縮継手、超速硬セメント、セメント用添加材、試験

器具等は PNG において入手が困難な上、品質確保を重視して日本からの調達で計画した。鋼桁(H形鋼)、鋼桁(ビルドアップ)、高欄製品は PNG 国内で入手は可能だが、日本から調達する場合と同様に高価である。その一方、インドネシアからは高品質で安価な資材が調達可能である。したがって、鋼桁(H形鋼)、鋼桁(ビルドアップ)、高欄製品は第三国からの調達で計画した。表 3-26 に主要建設資材の調達可能先を示す。

表 3-26 主要建設資材の可能調達先

項目	PNG	日本国	第三国
鋼桁(H形鋼)			
鋼桁(ビルドアップ)			
高力ボルト			
鋼材塗装			
高欄製品			
支承			
排水桝、ガスパイプ			
仮設支保工			
アスファルト			
骨材			
アスファルト混合物(常温)			
普通セメント			
伸縮継手			
超速硬セメント			
セメント用添加材			
鉄筋(構造用)			
型枠用木材			
マーキング用ペイント			
軽油			
ガソリン			
試験器具			

(2) 建設機械

PNG 国内に建設機械のレンタル会社としては小規模な会社が 1 社あるが、レンタル対象機種が非常に少ない。その他に建設機械の調達先として現地建設会社が所有する建設機械のレンタルの可能性はあるが、レンタル料は一般的に高い。したがって、日本調達の場合とレンタル料を比較、使用頻度・期間を考慮して積算上はより経済性を重視して調達先を決めた。表 3-27 に主要建設機械の調達可能先を示す。

表 3-27 主要建設機械の調達

項目	能力	PNG 国	日本国
ブルドーザ	15t		
ショベル	1.4 m ³		
ダンプトラック	10.0t		
バックホウ	0.6 m ³		
トラックレーン	35.0t		
大型ブレーカー	600-800kg 級		
振動ローラ	0.8t ~ 1.1t		
ロードローラ	10.0t		
モータグレーダ	3.1m		
クローラ杭打ち機	ディーゼルハンマ 2.5t		
乳剤散布車	4,000 ltr		
強制練りコンクリートミキサ	0.5m ³		
計量コンクリートプラント	30m ³ /hr		
レーンマーカ	2.0ltr/min		
アスファルトフィニッシャー	2.4 ~ 4.5m		

3-2-4-7 実施工程

本計画の実施工程は対象橋梁が 12 橋と多く、また各橋の工期にばらつきがある事、および日本政府の無償資金協力のシステムを勘案すると、期分けでの実施が望ましい。すなわち、カインントゥ側の小橋梁 5 橋(オロンパカ橋、ノンピンカ橋、ホネランカ橋、オフィガ橋、ウンバカ橋)の改修を単年度(繰り越し案件)案件の枠組みで実施、一方ヘンガノフィ〜ゴロカ間に位置する残り 7 橋(キングキオ橋、ダーティウォーター橋、シグヤ橋、ヤシフォ橋、パリロサイ橋、ベナベナ橋、スヌファミ橋)の改修・架け替えを多年度にまたがる国債案件の枠組みで実施することを提案する。したがって、コンサルタント業務は、第 1 期 5 橋の詳細設計、入札補助業務、施工監理業務および本体工事に関わる交換公文(E/N)締結後、PNG 政府との間でコンサルタント業務の契約を締結し、本事業を公式に無償資金協力事業として着手する。コンサルタントはまず詳細設計のための現地調査を 2 週間程度実施し、その後国内で詳細設計、入札書類の作成を実施する。引き続き PNG 政府の行う入札業務の補助作業として、建設業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に関わる一連の業務を行い、この業務は約 3ヶ月を要する。入札を経て工事請負業者は PNG 政府と工事契約をとり交わし、日本国政府に工事契約の認証を得た後、工事請負業者はコンサルタントより発給される工事の着工命令書を受け工事に着手する。建設工期は 12 ヶ月を見込む。

一方、2 期 7 橋に関しては、詳細設計のみに関わる交換公文締結後、直ちにコンサルタントは PNG 政府との間でコンサルタント業務の契約を締結し、本計画を無償資金協力事業として着手する。詳細設計は現地調査を含めて 5ヶ月を要する。詳細設計半ばで施工監理、本体工事に関わる交換公文が 2 国間で別途交わされ、詳細設計の完了を受けて建設業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に関わる一連の業務を実施しこれに約 3ヶ月を要する。その後 7 橋の完成まで 18 ヶ月が必要となる。

上記実施スケジュールは表 3-28 に示す通りである。

表 3-28 業務実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
実施設計	1 期工事	(現地調査)		(国内作業)			(入札)																		
	2 期工事	(現地調査)		(国内作業)			(入札)		(計 11 ヶ月)																
施工	1 期工事	(工事準備)			(鋼桁製作・輸送)						(橋梁・取り付け道路工事)														
	2 期工事							(工事準備)						(鋼桁製作・輸送)			(橋梁・取り付け道路工事)								
						(計 24 ヶ月)																			

3-3 相手国分担事業の概要

本事業計画の実施に当たり、PNG 政府が負担すべき事項は以下の通りである。

3-3-1 我が国の無償資金協力事業における一般事項

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

3-3-2 本計画固有の事項

- 工事の影響を受ける作物補償：関係する住民との基本的合意 2004 年 7 月まで、1 期対象橋梁 2005 年 1 月まで、2 期対象橋梁 2005 年 8 月まで
- 工事の影響を受ける配電線の移設：1 期対象橋梁 2005 年 1 月まで、2 期対象橋梁 2005 年 8 月まで
- メイン仮設ヤードの提供と整地および各対象橋梁毎の仮設ヤードの提供・整地：メイン仮設ヤードおよび 1 期対象橋梁の仮設ヤード 2005 年 1 月まで、2 期対象橋梁ヤード 2005 年 8 月まで
- 土捨て場および廃材処分場の提供：1 期対象橋梁 2005 年 1 月まで、2 期対象橋梁 2005 年 8 月まで
- 住民対策専従者の配置：2005 年 2 月～2007 年 3 月まで
- 橋梁工事期間中の切回し道路、迂回路（既存主要道路で車両が迂回できる路線）を含めた交通マネジメント対応の警官の配置：1 期対象橋梁 5 名 2005 年 2 月～2006 年 3 月まで、2 期対象橋梁 7 名 2005 年 9 月～2007 年 3 月まで
- 工事期間中仮設キャンプヤードの警備のための警官の配置 4 名：2005 年 2 月～2007 年 3 月まで
- 既存ダーティウォーター橋およびベナベナ橋の撤去：2007 年 3 月以降

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

道路と橋梁の維持管理は、DoW の州事務所が所管しており、本計画の場合は DoW 東ハイランド州事務所が担当する。

維持管理作業は、かつて州事務所の出先機関である Kassam Pass 維持管理事務所(レイから 165km)と Watabung 維持管理事務所(レイから 325km)が日常管理である側溝やカルバートの清掃、路肩の草刈り、ポットホールの補修等軽微な作業を直営で実施していたが、現在はこれら作業も民間会社に委託している。

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

毎年必要な点検・維持管理

- 橋面の排水管、支承周り、側溝等の排水溝に溜まった砂、ゴミの除去と清掃
- レーンマークの再塗布、ガードレール補修に代表される交通安全工の維持管理
- 護岸工・護床工の洪水後の点検・補修
- 路肩・法面の除草

数年単位で行う維持管理

- 概ね 5 年毎に行う橋面と取り付け道路の舗装のパッチングあるいはオーバーレイ
- 概ね 10 年毎の頻度で実施する鋼桁・鋼製高欄の再塗装。

本計画では護岸工・護床工に蛇籠を使用しているが、蛇籠はワイヤーの摩耗・切断によって崩壊の可能性があり永久構造物とは言えない。したがって、洪水後は DoW によって点検作業を行い、蛇籠に損傷・崩壊等が確認され場合は直ちに補修を実施するよう DoW から要請する。蛇籠の損傷や崩壊を放置すると、最悪の場合、橋台背面の裏込め土砂が流出し、橋台背面の陥没、通行止めまでに発展する事が予見される。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる日本側負担額は1期5橋分の概算総事業費:約3.75億円、2期7橋分の概算事業費:約9.03億円、総額:約12.8億円となり、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以下に示す通りである。

(1) 概算事業費

1期分概算総事業費:約375百万円、5橋(オロンパカ橋、ノンピンカ橋、ホネランカ橋、オフィガ橋、ウンバカ橋)(総橋梁延長92.1m)

表 3-29 概算事業費

費 用		概算事業費(百万円)		
施設	橋梁工 (橋長:92.1m)	上部工	100	313
		下部工	85	
		護岸工	59	
		取付道路工	69	
実施設計・施工監理			62	

2期分概算総事業費:約903百万円、7橋(キングキオ橋、ダーティウォーター橋、シグヤ橋、ヤシフォ橋、バリロサイ橋、ベナベナ橋、スヌファム橋)(総橋梁延長274m)

表 3-30 概算事業費

費 用		概算事業費(百万円)		
施設	橋梁工 (橋長:274m)	上部工	316	792
		下部工	226	
		護岸工	104	
		取付道路工	146	
		旧橋撤去工	0.4	
実施設計・施工監理			111	

(2) PNG 国側負担経費

表 3-31 PNG 国側負担経費

事業費区分	金額(キナ)	円貨換算(円)
(1) 作物補償	58,700	1,940,600
(2) 配電線の移設	56,000	1,851,360
(3) メイン仮設ヤードおよび仮設ヤードの整地	2,340	77,360
(4) 既存ダーティウォーター橋およびベナベナ橋の撤去	490,100	16,202,700
合 計	607,140	20,072,020

(3) 積算条件

- 積算時期 : 平成 16 年 2 月 29 日までの過去 6 ヶ月間平均
- キナ為替交換レート : 1.0 キナ = 33.06 円 = 0.3 US\$
- 米ドル為替交換レート : 1.0 US\$ = 110.21 円
- 工事施工期間 : 一期 12 ヶ月、二期 18 ヶ月
- その他 : 本計画は日本政府の無償資金協力ガイドラインに従い実施される。上記概算事業費は、E/N 前に日本政府によって見直される。

3-5-2 運営・維持管理費

維持管理作業に毎年必要な金額は約 30,300 キナ (約 1,001 千円) である。一方、2 年毎に見込む護岸の補修費は約 165,000 キナ (5,455 千円)、5 年毎に行う舗装のオーバーレイ等の舗装補修費は約 30,000 キナ (約 992 千円)、10 年毎の鋼桁および高欄の塗装作業は約 10,000 キナ (約 331 千円) と見積られる。これらを年平均に換算すると毎年約 89,500 キナ (約 2,959 千円) となる。この金額に毎年必要な費用を合計すると、約 120,000 キナ (約 3,960 千円) で、公共事業省の通年の維持管理予算 31 百万キナ (約 1,024 百万円) の 0.38% に相当し、この金額は十分な維持管理が対応可能と判断される。

表 3-32 主な維持管理項目と費用

分類	頻度	点検部位	作業内容	概算費用		備考
				キナ	千円 (相当額)	
排水溝等の維持・管理	年 2 回	橋面排水	堆砂除去	5,200	172	
		側溝	堆砂除去	1,400	46	
交通安全工の維持・管理	年 1 回	マーキング	再塗布	20,000	661	
道路の維持管理	年 2 回	路肩・法面	除草	3,700	122	
毎年必要な維持管理費の合計				30,300	1,001	
護岸工・護床工の点検・補修	洪水時 (2 年に一回を想定)	護岸・護床	損傷箇所の修理	165,000	5,455	設計数量の 10% の復旧を見込む
舗装の維持補修	5 年に 1 回	舗装表面	オーバーレイ、舗装クラック、ポットホール等の補修	30,000	992	設計数量の 20% の復旧を見込む
鋼桁、高欄の塗装	10 年に 1 回	鋼部材表面	現場塗装	10,000	331	手塗り

(注) 交換レート 1.0 キナ=33.06 円、間接費は直接工事費の 30% を見込む。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

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

表 3-33 協力対象事業実施に当たっての留意事項

日本側の留意事項	PNG 側の留意事項
<p>PNG 側が作成した環境管理計画の内容を工事仕様書に反映し、工事が環境管理計画を遵守することを監視する必要がある。</p> <p>特に、PNG では現在 AIDS の蔓延化が社会問題となっているので、工事関係者には AIDS 蔓延を予防するため十分な啓蒙活動を実施する。</p>	<p>工事着工前までに工事の支障となる電柱・配電線の移設、道路用地内に沿道住民が作物を耕作している箇所がありこの一部が工事の影響を受けるので事前撤去とその補償金の支払い。</p> <p>工事中は工事関係者の安全確保等警備の提供。</p> <p>工事完了後は速やかな既設 2 橋 (ベナベナ橋およびダーティウォーター橋) の撤去と適切な維持管理の実施</p>

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

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

1) 直接効果

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果・改善の程度
全ての既設 12 橋は 1 車線でその幅員は 3.65m と狭いので、車両は渡河時に減速通行を強いられおり交通流の隘路となっている。	ハイランド国道上の標準橋梁幅員である 2 車線で車道幅員 7.5m を採用した。	本計画の実施によって交通流の隘路が解消され、輸送時間の短縮、走行費用の節約が可能となる。 1 車線橋梁において年間 1.65 件(死亡者 1.31 人/年、負傷者 7.12 人/年)の交通事故が発生しているがこれが減少する。
全ての既設 12 橋は古い設計荷重である T33 トンで設計されているため一部部材は耐荷力不足であり、さらに一部の橋梁は洪水時冠水しているため、これら橋梁の損壊、流失の可能性が高い。	本計画では PNG 現行設計荷重(T44 トン)と同等の日本の B 活加重を採用し、かつ冠水する橋梁は 50 年確率の洪水に対して安全となるように嵩上げも改修計画に考慮した。	橋梁寿命が 50 年延長し、今後の維持管理費の縮減および落橋確率の低減によりハイランド地域の社会・経済活動の安定化に寄与する。
全ての既設 12 橋は歩道がなく渡河する歩行者に対して危険な状態である。	本計画では歩車道を分離し片側 1.0m の歩道を設けた。	人身事故の減少が期待される。

裨益を受ける対象の範囲およびその規模は、ハイランド 6 州、即ちモロベ州、東ハイランド州、チンブ州、西ハイランド州、南ハイランド州およびエンガ州であり、その裨益人口は 2,511 千人(PNG 全体 5,190 千人の 48%)である。注:人口統計は 2000 年の国勢調査に基づく

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、計画地域に於ける医療・教育施設へのアクセスの向上等が考えられる。

4-2 課題と提言

プロジェクト効果の発現・持続のために、本工事完了後、PNG 側によって速やかに既設 2 橋(ベナベナ橋およびダーティウォーター橋)の撤去と適切な維持管理の実施が望まれる。これに加えて下記 3 項目の提言を行う。

交通法規の遵守を主眼とした交通取り締まりの強化: 1 車線橋の 2 車線化によって、交通流の隘路の解消となるが、反面通行車両の高速化によって重大事故の発生も予見される。したがって、施設完了後には交通警察による法定速度以上の速度で通行する車両の取り締まりと、架橋する歩行者に対しては歩道利用の指導と道路横断時の注意喚起等の啓蒙活動の実施が望まれる。

十分な維持管理財政の確保: PNG 政府は慢性的な緊縮財政に陥っており自前で十分な維持管理

予算が確保されていない。したがって、世銀主導の構造調整を早期に完了し、十分な維持管理予算確保のための税制改革と税収確保のための政策の実行が望まれる。

ドナー間の連携強化：ハイランド国道は PNG 経済を支える屋台骨であり、JICA、世銀、アジア銀、オーストラリア等多くの援助機関が支援を行っている。しかし、今後のプロジェクトに対する各援助機関による実施時期、実施内容が確定していない場合が多く、プロジェクト全体の効果発現の時期が特定できないので、今後はドナー間の連携を強化し、援助方針の協議、確実な実施が望まれる。

道路占有幅の早期確保：PNG の社会基盤整備の遅れ、即ち開発の遅れの原因として、PNG 独特の習慣的な土地所有形態がある。この形態は長い歴史を経て現在に至っているが、少なくとも現在の国道に沿った道路占有幅の国有地としての登記は速やかに実施される事が不可欠である。

4-3 プロジェクトの妥当性

ハイランド国道は PNG 経済を支える屋台骨として位置付けられるが、その損傷状況を勘案すると本プロジェクトの緊急性は高く、PNG 国の運輸開発計画でも本プロジェクトは最優先として位置付けられている。しかし、PNG 国の緊縮財政および改修計画策定に必要な技術力を勘案するとその実現は困難が予想されるので、日本の無償資金協力の枠組みで資金および技術の視点から PNG 国を支援することは意義のある事業であると考えられる。

本計画実施による直接効果は、輸送時間の短縮、走行費用の節約、交通事故の減少が見込まれ、その裨益を受ける対象の範囲およびその規模はハイランド6州と広範囲であり、その裨益人口は PNG 全体 5,190 千人の 48% に当たる 2,511 千人と多く民生の安定にも貢献するものである。これら直接効果を勘案すると本プロジェクトの実施は妥当であると考えられる。

本施設完成後の維持管理は DoW 東ハイランド州事務所が所管、必要な毎年の維持管理費は 119,800 キナと見積もられる。この額は公共事業省の通年の維持管理予算である 31 百万キナの 0.38% にあたる。また、維持管理作業内容は従来実施している労働集約型なので、本施設の維持管理は財政的、技術的に問題なく実施されるものと考えられる。

4-4 結論

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本プロジェクトが広く民生の安定にも寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに本プロジェクトの維持管理についても PNG 側の人員・資金共に十分であり、問題はないと考えられる。

なお、本計画を円滑かつ効率的に推進するためには、PNG 側によって工事着工前までに、工事の支障となる電柱・配電線の移設、道路用地内に沿道住民が作物を耕作している箇所の事前撤去とその補償金の支払い、工事中の工事関係者の安全確保等警備体制の提供、工事完了後の速やかな既設 2 橋（バナバナ橋とダーティウォーター橋）の撤去および適切な維持管理の実施が望まれる。