

**パプアニューギニア国
マーカム橋緊急改修計画
予備調査報告書**

平成 17 年 9 月
(2005 年)

**独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部**

序文

日本国政府は、パプアニューギニア国の要請に基づき、同国のマーカム橋の緊急改修計画にかかる予備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 17 年 7 月 30 日から 8 月 21 日まで予備調査団を現地に派遣しました。

この報告書が、今後予定されている基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

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

平成 17 年 10 月

独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部
部長 中川 和夫



調査対象位置図



マーカム橋全景 1 (右岸ワウ側から撮影)



マーカム橋全景 2 (右岸ワウ側から撮影)



左岸レイ側上流の河岸侵食部分
応急処置を行ったが現在はその効果が見られない



左岸レイ側の補修された橋脚
撮影時(8/16)の水位の約 1m 上にフラッド・マークが見られる



1970 年代に利用されていた旧マーカム橋の跡



右岸ワウ側上流の AusAID による護岸工事



左岸レイ側の橋台補修状況
橋台の裏側が流出したため仮橋(30m)を仮設している



左岸レイ側の仮橋



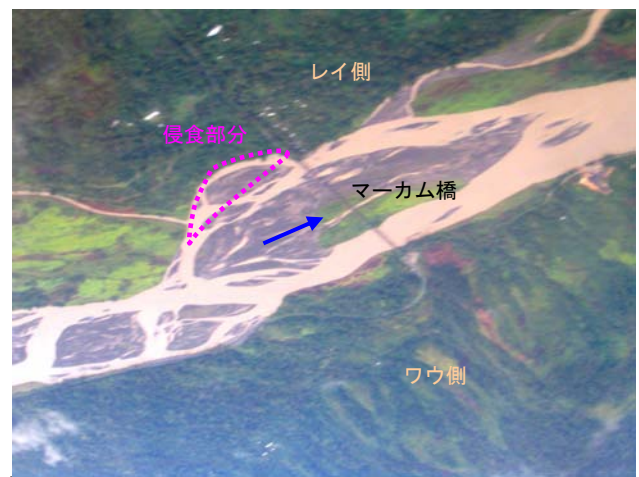
第1橋脚補修状況



第2橋脚補修状況



1971年撮影のマーカム橋周辺の航空写真



2005年8月撮影のマーカム橋周辺の航空写真



右岸ワウ側よりマーカム橋の全景 対岸（レイ側）は熱帯雨林が発達している



マーカム橋の上流側（右岸ワウ側から撮影）



左岸レイ側（下流側）の村落（旧道路に沿って18世帯、72人が居住している）



右岸ワウ側（上流側）の住居群（5世帯、31人が居住している）

略語一覧

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発機構
BMS	Bridge Management System	橋梁維持管理データベースシステム
DEC	Department of Environment and Conservation	環境保全省
DLPP	Department of Lands and Physical Planning	土地計画省
DNP	Department of National Planning & Rural Development	国家計画地方開発省
DOW	Department of Works	公共事業省
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
GPS	Global Positioning System	全世界衛星測位システム
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
NDL	Native Land Dealing	慣習的土地取引
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
RAMS	Road Asset Management System	道路維持管理データベースシステム
WB	World Bank	世界銀行

目 次

調査対象位置図 / 現地写真集 / 略語一覧

第 1 章 調査概要	1
1.1 要請内容	1
1.2 調査目的・内容	1
(1) 調査目的.....	1
(2) 要請の背景、目的、内容の確認	1
(3) 橋梁計画に係る調査事項	1
(4) 環境社会配慮に係る調査事項	2
(5) 帰国後の国内調査	2
1.3 調査団員の構成	2
1.4 調査日程	3
1.5 主要面談者	4
1.6 調査結果概要	5
(1) 現地調査結果	5
(2) 先方との協議結果	6
(3) 結論要約.....	7
第 2 章 要請の確認.....	8
2.1 要請の経緯	8
2.2 要請の背景	8
2.3 サイトの状況と問題点.....	9
(1) 実施機関の組織体制、人員構成、既存施設・保有機材、予算	9
(2) 維持管理状況等.....	11
(3) 他ドナーの援助動向	11
2.4 要請内容の妥当性の検討	12
(1) ワウ道路の重要性に係る調査	12
(2) 開発計画に係る調査	13
(3) 交通量に係る調査	13
(4) 上部工（床版、鋼桁）に係る調査.....	15
(5) 河岸浸食に係る調査	17
(6) 下部工（橋台・橋脚）に係る調査.....	18
(7) ガードレイルと手すりに係る調査.....	21
(8) 仮設橋に係る調査	22
(9) 取り付け道路に係る調査	22
(10) 事業実施の妥当性及び裨益効果	22

第3章 環境社会配慮調査	23
3.1 環境社会配慮調査必要性の有無	23
(1) 環境許認可制度	23
(2) 環境監督官庁	24
(3) 環境影響評価の手続き	25
(4) マーカム橋計画に係る環境許認可手続き	27
(5) 用地取得の手続き	27
(6) 用地確保上の課題	28
(7) マーカム橋両岸の用地確保状況	29
3.2 環境社会配慮調査のスコーピング	30
(1) プロジェクトの立地環境	30
(2) 代替案の検討	34
3.3 初期環境調査レベルの環境社会配慮調査結果	36
(1) 初期環境調査（IEE）結果	36
(2) 環境管理計画	37
第4章 結論・提言	38
4.1 協力内容スクリーニング	38
4.2 基本設計調査に際し留意すべき事項	38
(1) 調査内容（案）	38
(2) 調査工程（案）	39
(3) 調査団員構成（案）	40
(4) 調査実施上の留意事項	40

添付資料

1. 予備調査 M/D
2. 詳細協議議事録
3. PNG 国の現状及び地域の現状
4. 収集資料リスト

表リスト

表 1.1	調査団員構成及び調査期間	3
表 1.2	調査日程（2005年7月30日～8月21日）	4
表 1.3	主要面談者	5
表 2.1	DOW 予算	10
表 2.2	他ドナーによる援助プロジェクト	12
表 2.3	モロベ州 車両登録台数	14
表 2.4	パプアニューギニアの人口、人口増加率、人口密度	14
表 2.5	橋脚改修の事例	20
表 3.1	代替案の予備的スクリーニング結果	35
表 3.2	IEE 結果総括表	38
表 4.1	概略工程表	39

図リスト

図 2.1	道路網図	9
図 2.2	DOW 組織図	10
図 2.3	2003年国道維持管理予算	11
図 2.4	マーカム橋現況図（側面）	16
図 2.5	マーカム橋平面図	17
図 2.6	橋脚と流れ	19
図 2.7	橋脚改修方法（案）	21
図 3.1	環境保全省組織図	24
図 3.2	環境影響評価の手続き	26
図 3.3	道路用地取得の流れ	28
図 3.4	左岸レイ側の土地所有状況図	29
図 3.5	右岸ワウ側の土地所有状況図	30
図 3.6	マーカム川下流域植生図	31
図 3.7	マーカム川下流域図	32
図 3.8	マーカム橋周辺概略図	34
図 3.9	マーカム橋計画代替案	35

第1章 調査概要

1.1 要請内容

マーカム橋はパプアニューギニア国（以下 PNG 国）最長の橋(560m、1車線)で、2004年3月の洪水で橋脚が損傷し、またアクセス道路の一部も決壊し、一時は車両による通行が不可能な状態となった。その後 PNG 国により、応急措置が施されたが、河岸浸食、橋脚周りの洗掘、落橋の危険要因を現在も抱えているため、PNG 国政府はマーカム橋の一車線から二車線への拡幅拡張を含め、架け替えに関し、我が国に無償資金協力を要請した。

1.2 調査目的・内容

(1) 調査目的

要請書だけでは、明らかに以下の情報が不足している。

- 洗掘・河岸浸食は今後も進行する可能性がある中で、現橋付近に架け替えざるを得ない状況の背景情報
- 環境社会配慮に関する情報
- 二車線橋を要請している（現橋は一車線）ものの、交通量（現在、将来）等その拡幅の必要性についての情報

要請書の不足情報及び追加情報を収集し、PNG 国側との協議および現地調査を通じ、無償資金協力としての妥当性、必要性を確認するとともに、PNG 国の実施体制、運営・維持管理能力を検証し、本格調査を実施する場合の課題・提言をとりまとめることが本予備調査の目的である。

(2) 要請の背景、目的、内容の確認

- 1) PNG 国運輸セクターにおけるマーカム橋の位置付けの確認
- 2) 他ドナーとの重複の有無を確認
- 3) 現橋付近以外の代替地の可能性について PNG 国側の検討状況を確認

(3) 橋梁計画に係る調査事項

1) サイト状況調査

- a 現橋付近が架け替えサイトとして現橋付近が適当であると決定された場合、その背景を調査する。
- b 対象橋の橋脚洗掘、床版損傷、橋脚の強度等を調査する。
- c 交通量及び渋滞、渡河待ち時間に関する情報収集を行い、路線上の隘路となっている可能性を検証し、拡幅の妥当性に関し、検討を行う。
- d 架橋予定及び周辺の地点の河道特性（河床変動、河道変化の有無、河床材料、洪水履歴、過去の高水位、河川流量、流速、流域面積等）地質等に関する情報収集を行い、基本設計で必要となる自然条件調査の仕様を検討する。

2) 実施・維持管理体制の確認

- a 先方実施機関のプロジェクト実施体制、維持管理体制（組織・予算）、技術レベルを確認する。
- b 過去の無償資金協力及び他ドナーによる橋梁について維持管理体制・予算等を確認する。

3) 他ドナーによる類似案件の調査

橋梁本体のみならず護岸工、水制工についても調査し、その設計基準及び維持管理状況を確認する。

4) 本格調査の実施に必要となる情報の調査

関連法規、諸基準、調達事情、設計・概算・施工状況等を調査・検討する。

(4) 環境社会配慮に係る調査事項

- 1) PNG 国の環境法令を確認し、環境ライセンス等取得に関する一連の法規、必要手続き、実施スケジュールの詳細について把握する
- 2) JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った IEE レベルの調査を PNG 国側と共同で実施、本プロジェクトにおける環境社会面での問題点を整理・分析する。
- 3) 国内で作成したスコーピング(案)を現地の状況を踏まえ修正し、他団員のコメントを受け、スコーピング(案)を作成する。
- 4) 非自発的住民移転が発生する場合、PNG 国側が基本設計調査実施前に実施する必要があるステークホルダー・ミーティング等につき PNG 国側に説明の上、一連の業務、スケジュール確認を行い、必要に応じて JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った実施方法を指導する。
- 5) 用地確保及び非自発的住民移転に関する PNG 国側実施体制及び予算措置を確認する。

(5) 帰国後の国内調査

上記(1)～(4)の結果を踏まえて、日本国内で分析され、外務省及び関係機関との協議を経て、基本設計調査の実施の可否が決定される。基本設計調査の構成要素は以下の判定基準に基づき決定する。

- ・ 本件について協力実施の緊急性・妥当性及び適切な内容、規模、範囲に関する検討
- ・ 想定される改修内容、施工計画、仮設橋の位置等の技術的検討
- ・ 基本設計調査の調査計画策定の助言
- ・ 住民移転、用地確保制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの整合性の確認
- ・ 環境・社会への影響を最小限に抑える基本設計調査の調査計画策定へ提言

1.3 調査団員の構成

本予備調査の調査団員構成及び調査期間は、表 1.1 のとおりである。

表 1.1 調査団員構成及び調査期間

No	Name 氏名	Job Title 担当	Occupation 所属	Period 期間
1	Mr. Yuki ARATSU 荒津 有紀	Leader 総括	Team Director, Transportation and Electric Power Team Project Management Group I Grant Aid Management Department JICA 無償資金協力部業務第 1 グループ 運輸交通・電力チーム チーム長	Aug.6 ~ Aug.12
2	Mr. Ken IMAI 今井 健	Project Coordinator 計画管理	Officer, Transportation and Electric Power Team Project Management Group I Grant Aid Management Department JICA 無償資金協力部業務第 1 グループ 運輸交通・電力チーム	Aug.6 ~ Aug.12
3	Mr.Kazuyuki HIRAOKA 平岡 一幸	Bridge Planner 橋梁計画	KATAHIRA & Engineers International 株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル	Jul.31 ~ Aug.21
4	Mr. Kanji WATANABE 渡辺 幹治	Environmental and Social Consideration Analyst 環境社会配慮	CONSTRUCTION PROOJECT CONSULTANT, INC. 株式会社 建設企画コンサルタント	Jul.31 ~ Aug.21

1.4 調査日程

調査は、2005 年 7 月 31 日から 8 月 21 日まで実施された。このうち 8 月 6 日から 8 月 12 日までは JICA 団員が参加した。予備調査の調査日程を表 1.2 に示す。

表 1.2 調査日程 (2005年7月30日～8月21日)

日順	月・日	JICA	コンサルタント	宿泊地
		荒津、今井	平岡、渡辺	
1	7月30日(土)		成田(20:55) ケアズ (05:25+1) JL5141	
2	7月31日(日)		ケアズ (12:00) ホートエルズ (13:25) PX093	ホートエルズ -
3	8月1日(月)		JICA 現地事務所と打合せ DOW と協議	ホートエルズ -
4	8月2日(火)		ホートエルズ (06:00) レイ(06:45) PX100 EPA 州 DOW と協議、現地調査	レイ
5	8月3日(水)		現地調査	レイ
6	8月4日(木)		現地調査	レイ
7	8月5日(金)		成田(20:55) ケアズ (05:25+1) JL5141	EPA 州 DOW と協議、現地調査
8	8月6日(土)	ケアズ (12:00) ホートエルズ (13:25) PX093 ホートエルズ (12:00) レイ(12:45) PX102、現地調査	現地調査、資料整理	レイ
9	8月7日(日)	現地調査 レイ(16:40) ホートエルズ - (17:25) PX109		ホートエルズ -
10	8月8日(月)	JICA 事務所と打合せ、大使館表敬、DOW 表敬		ホートエルズ -
11	8月9日(火)	国家計画・地域開発省表敬、DOW と協議、環境省と打合せ		ホートエルズ -
12	8月10日(水)	DOW と協議		ホートエルズ -
13	8月11日(木)	国家計画・地域開発省、DOW とのミニッツ署名 大使館、JICA 事務所への報告		ホートエルズ -
14	8月12日(金)	ホートエルズ (09:15) Yomon (ホニア) (12:35) PX082	資料収集・整理	ホートエルズ -
15	8月13日(土)		資料整理	ホートエルズ -
16	8月14日(日)		資料整理	ホートエルズ -
17	8月15日(月)		ホートエルズ (06:00) レイ(06:45) PX100 EPA DOW と協議 AusAID の図面受領	レイ
18	8月16日(火)		現地調査、資料収集	レイ
19	8月17日(水)		レイ (16:40) ホートエルズ - (17:25) PX109	ホートエルズ -
20	8月18日(木)		資料収集・整理	ホートエルズ -
21	8月19日(金)		国家計画・地域開発省表敬、DOW と 協議	ホートエルズ -
22	8月20日(土)		資料整理	ホートエルズ -
23	8月21日(日)		ホートエルズ -(09:25) ケアズ (10:50) QF167、ケアズ (12:10) 成田(18:45) JL5142	

1.5 主要面談者

主要面談者を表 1.3 に示す。

表 1.3 主要面談者

所 属	氏 名	役 職
Department of National Planning & Rural Development (国家計画・地方開発省)	Mr. Mosilayola Kwayaila	Deputy Secretary
	Mr. Paul Enny	First Assistant Secretary
	Mr. Tony Miva	Snr. Program Officer
	Mr. Noel Geti	Snr. Aid Co-ordination Officer
	Mr. Adnren Livingstone	Snr. Planner
	Ms. Jenny Tumun	Aid Coordinator
Department Of Works (公共事業省)	Mr. Roy Harry Mumu	Deputy Secretary (Technical)
	Mr. Rupa Kalamo	First Assistant Secretary (Technical Service)
	Mr. Mekelen Silip	Assistant Secretary (Roads & Bridge Design)
	Mr. Michake Sirabis	Assistant Secretary (Land & Survey)
	Mr. John Wakma	Morobe Provincial Works Manager
	Mr. Willie Asigau	Environmental Officer
Department of Environment & Conservation (環境保全省)	Mr. Kelly Gawi	Environmental Council
在パプアニューギニア 日本大使館	山下 勝男	特命全権大使
	大川 幸樹	一等書記官
	真下 智紀	三等書記官
JICA パプアニューギニア事務所	喜多村 裕介	事務所所長
	糸山 大志	職員
	岡部 浩一	企画調査員
JICA インドネシア事務所	重里 輝夫	無償資金協力調査員

1.6 調査結果概要

(1) 現地調査結果

1) 要請の理由

マーカム橋の位置するワウ道路は、沿線の約 20 万人にとって、州都レイに到る唯一の道路であるとともに、農産物（コーヒー）や木材、金といった主要生産物の運搬を担う産業道路といった性格を持っている。また、石油を含む生活物資を同州各地域に輸送する上で欠かすことができない唯一の陸上ルートでもある。

マーカム橋は 2004 年 3 月の洪水で橋脚が損傷し、またアクセス道路の一部も決壊し、一時は車両による通行が不可能な状態となった。損傷した橋脚とともに、洗掘が特に進んでいた 3 橋脚を合わせた 4 橋脚については PNG 国により、応急措置が施された。しかし、今後河岸浸食が進む恐れがあり、また同橋自体も耐震設計が考慮されていないこと、洪水発生時の河川流量増加による橋脚周りの洗掘等、落橋の危険要因を現在も抱えている。

近年、建設された本格的な橋梁は、我が国の無償援助による 3 橋しかない。係る状況を踏まえ、PNG 国はマーカム橋架け替えに関し、我が国に無償資金協力を要請した。

2) 現地調査結果

現地調査を行い、架替えの必要性、緊急性、妥当性を検証した。

目視による構造的健全度

- ・床版、上部工（鋼桁）：健全である。
- ・下部工：緊急補修されている左岸橋台、第1～4橋脚は改修が必要であるが、残りの10橋脚と1橋台は健全である。

河岸浸食

- ・左岸側は30年間に約80m浸食され、橋の下流側住民に被害が及ぶ恐れもあり、緊急に改修が必要である。

取り付け道路

- ・平面線形、縦断線形とも良好、左岸改修部45mを除き瀝青表面処理されている。

交通量

- ・調査期間中の交通量は、数台/時間～30台/時間で平均10台/時間以下で、現在の1車線で十分な交通容量を有する。将来もあまり増加しないと予測される。

上記より、当初要請の内容であったマーカム橋の「架け替え」から「緊急改修」に変更し、護岸工と橋脚の改修等を緊急に実施することが妥当であると判断した。

3) 環境社会配慮について

プロジェクトが、「架け替え」から「現橋の緊急改修」と変わったため、環境・社会的影響は当初想定していた程度よりも軽微になった。

(2) 先方との協議結果

8月9日と10日の2日間の協議を経て、8月11日にPNG国家計画・地方開発省及び公共事業省と合意形成しミニッツに署名した。以下に先方政府との主な協議内容を示す。また、署名ミニッツを添付資料に示す。

現地調査の結果を踏まえて協議した結果、プロジェクトの基本構想を、「マーカム橋の架け替え(Reconstruction of Markham Bridge)」から「マーカム橋の緊急改修(Urgent Rehabilitation of Markham Bridge)」とすることで合意を得た。

主な協議内容は次のとおりである。

- 1) 調査団は、PNG国側との協議および現地調査を行い、計画対象サイトの現状を理解し、PNG国側の要請の背景を確認した。
- 2) 調査団は、マーカム橋の上部工は、腐食の進行もわずかで、また、緊急補修が適切になされているため健全であり、上部工の架け替えの必要ないことを説明し、合意を得た。
- 3) 調査団は、1971年撮影のマーカム橋近傍の航空写真と調査団が作成した現況平面図を比較し、河岸浸食の深刻さと護岸工の緊急性を説明し、合意を得た。
- 4) 橋を通過する交通量は少なく(平均10台/時程度)、将来の鉱山開発が行われても、交通量の増加はわずかで、現橋の1車線でも十分な交通容量を有する旨を説明し、合意を得た。

5) 損傷を受けた下部工の改修方法については、橋の設計図書、図面がないため今後の調査により詳細な検討が必要であるが、目視結果を踏まえた具体的な改修方法の例を示し、現実的に対応可能であることを説明した。

(3) 結論要約

現地調査の結果を踏まえて、PNG 国政府と案件の妥当性・緊急性・必要性を協議した結果、要請のあったマーカム橋の架替えを、以下のコンポーネントからなるマーカム橋の緊急改修とすることで合意を得た。

レイ側（左岸）の護岸工

レイ側 3 橋脚の改修

手すり、ガードレイルの改修

仮設橋の撤去

取付け道路の改修

但し、議事録合意後の 8 月 15 日、モロベ州の DOW より AusAID の図面（マーカム橋護岸工及び整流工）を受領し、上記 との重複が判明した。8 月 19 日の国家計画・地方開発省及び DOW との会議において、両省とも AusAID の計画を知らなかったことが分かった。

今後、重複のない基本構想（ ～ ）で基本設計調査を行う。

第2章 要請の確認

2.1 要請の経緯

2004年3月、ワウ道路上のマーカム橋が洪水により損傷を受けた。2004年5月PNG国政府は、マーカム橋の重要性に鑑みマーカム橋の架け替えにつき、我が国に無償資金協力を要請した。

日本国政府は計画の実施可能性の調査について、日本の技術協力に実施及び無償資金協力実施促進機関である独立行政法人国際協力機構（JICA）に調査の実施を委託した。

要請に基づき、JICAは予備調査の実施を決定し、JICA無償資金協力部 業務第一グループ 運輸交通・電力チーム チーム長 荒津有紀を団長とする予備調査団をPNG国に派遣した。

2.2 要請の背景

PNG国は、南緯10°以内に位置し、太平洋島嶼国中最も広い国土（46.3万km²）と5.2百万の人口を有し、かつ資源にも恵まれ、1975年の独立以来、域内における中心的国家の一つである。

起伏に富んだ険しい地形の国土に加えて、旧宗主国であるオーストラリアの影響により陸上交通網の開発よりも航空路の開発に力が注がれてきたため、道路に対する投資は少なく、骨格となる全国的道路網が未だに構築されていない（図2.1 道路網図参照）。その結果、道路交通が極めて非効率である。逆に、既存道路の重要性は極めて高い。

現地実施機関であるDOWによると、2005年現在もPNG国は、国家運輸開発計画（2001-2010）を見直し中で、今後、内閣の承認を経て、公式に発表される予定である。DOWの主たる活動と重点目標が国道の改良、維持管理であることから明らかに、近隣諸国と比較しても大幅に立ち遅れている輸送インフラの改善・維持管理を国家開発の重点分野としている。

しかし、主要な道路は国道（DOWが管理）8,522kmと州道7,950kmで計16,472kmとわずかであり、現状の維持管理しか成されていないため、この5年間で33kmしか道路延長が伸びていない。

PNG国の橋梁は、主要なカルバートを含わせても、わずか1,800橋程度（日本の1%以下）とDOWは推定している。しかも、DOWが管理状況を把握しているのは、6つの州の255橋で、その中でも82橋（32%）がベイリー橋（仮設橋）で2橋が木橋というように、橋梁整備のレベルは極めて低い。近年、PNG国において建設された本格的な橋梁は、5橋しかなく、そのうちの3橋が我が国の無償援助である。現在、橋梁建設が進められているのは、Yumi Yet Bridge Program（英国援助）の下でのベイリー橋（仮設橋）建設と我が国の援助で進められているハイランド橋梁の改修のみである。

PNG国最大の港を持つモロベ州都レイとその主要都市プロロ、ワウを結ぶワウ道路上に位置し、PNG国独立前の1970年代に建設された本格的な橋梁、マーカム橋が2004年3月2日、増水したマーカム川の流れによって損傷し、応急措置がDOWによって施された。このような状況の中、マーカム橋の設計図書、施工図等が全くないため、損傷の原因、設計内容（設計荷重、洗掘防止工、耐震性、耐久性等）検討が十分なされないまま、2車線化（現橋は1車線）を含め、マーカム橋架替えの要請を我が国に行った。

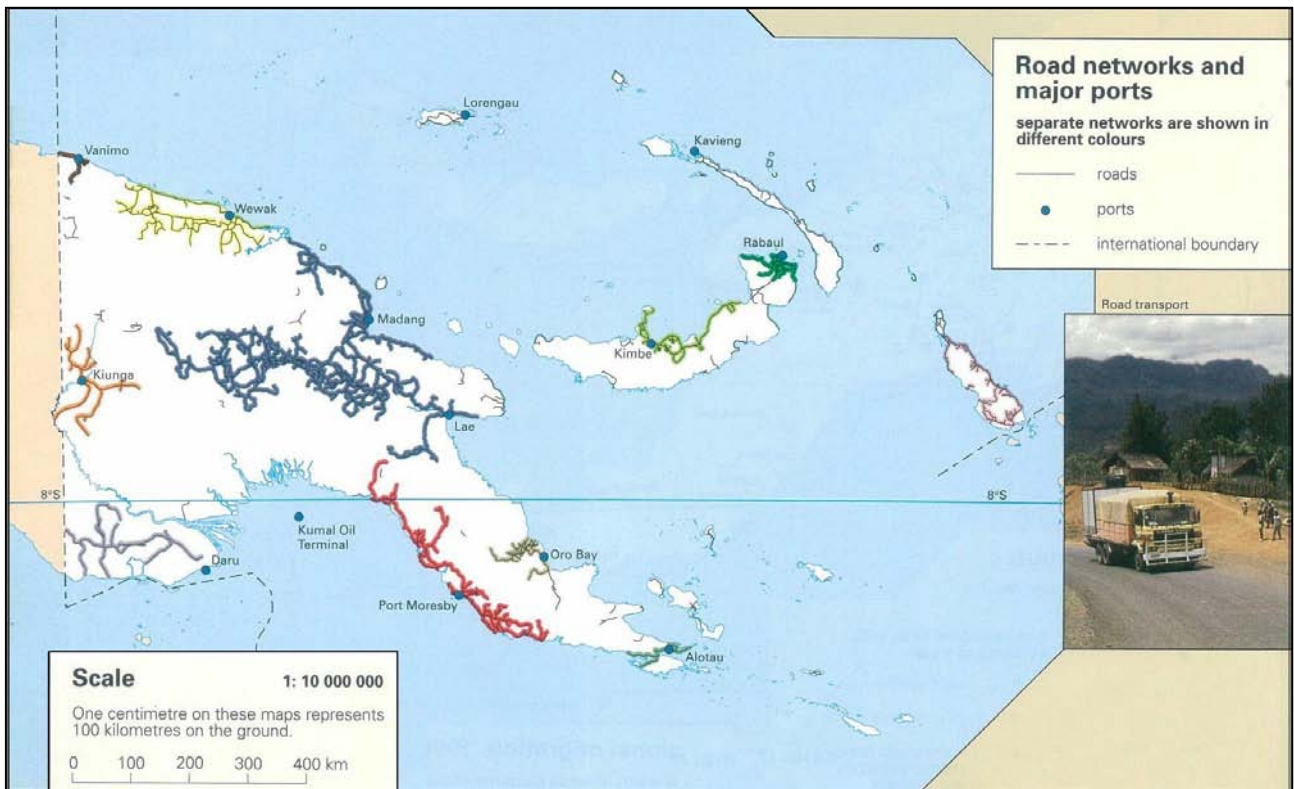


図 2.1 道路網図

2.3 サイトの状況と問題点

(1) 実施機関の組織体制、人員構成、既存施設・保有機材、予算

本案件の実施機関は PNG 国公共事業省 (Department of Works: DOW) である。同省の法令上の機能はつぎのとおりである。

- 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、維持補修
- 給水や地方・州政府の事業に対する技術支援
- 公共施設の建設監理
- 公共事業省に関連する建築委員会等への技術支援

同省の総職員数は 2,526 人、その組織図は、図 2.2 に示すとおりである。

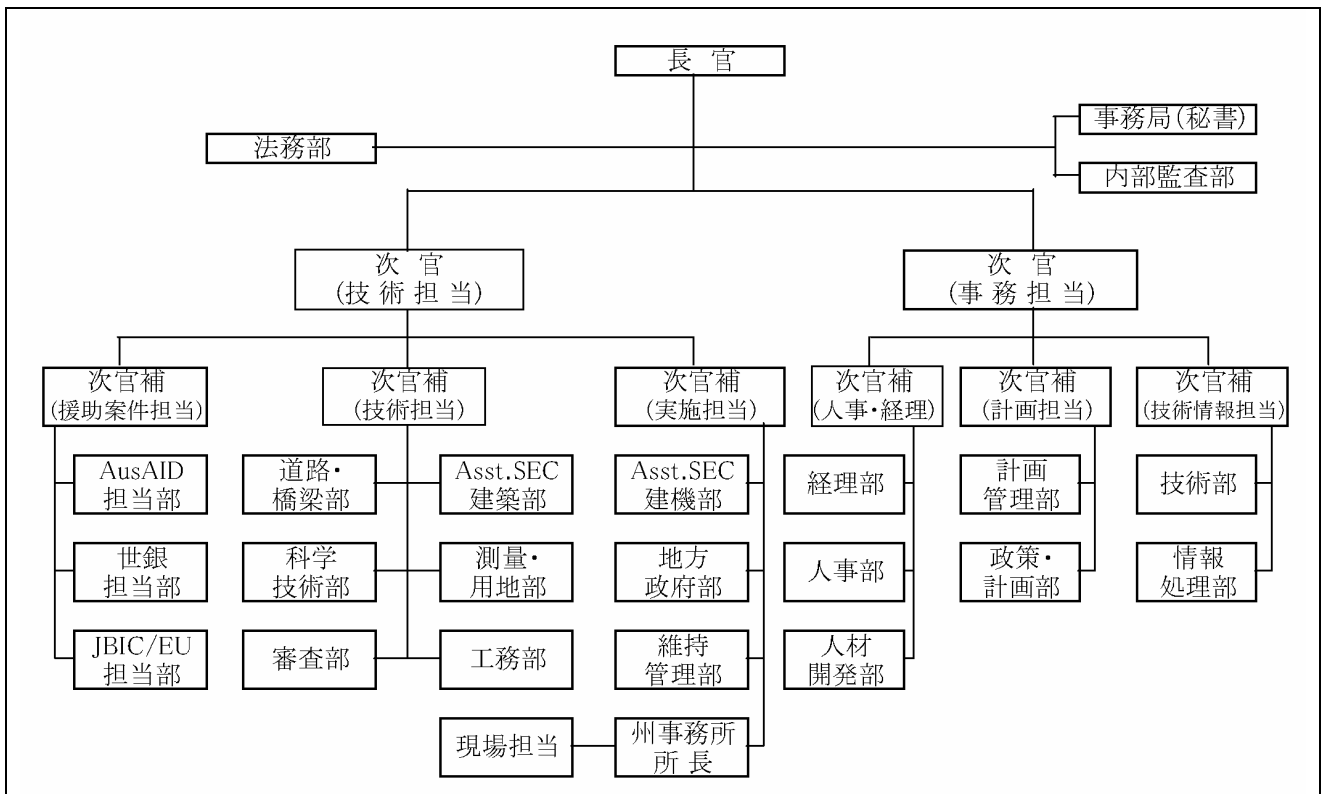


図 2.2 DOW 組織図

現在、DOW は維持管理作業を含め直営での作業は行っておらず、全て、請負方式で請負業者や周辺住民へ外注・委託している。そのため、モロベ州 DOW 事務所も維持管理用機材を所有していない。表 2.1 に過去 5 年間 DOW の予算を示す。

表 2.1 DOW 予算

年度	金額(百万キナ)
2001	66.4
2002	7.1
2003	269.0
2004	397.4
2005	577.0

1 キナ = 約 40 円 (2005 年 8 月時点)

出典 : Mr.Mekelen N Silip, Act.Assist. Secretary, Roads & Bridges Design Branch, DOW

DOW の予算は増加傾向にはあるが、常に予算不足に悩まされており、予算の約 60%がドナーからの資金である (図 2.3 2003 年国道維持管理予算参照)。

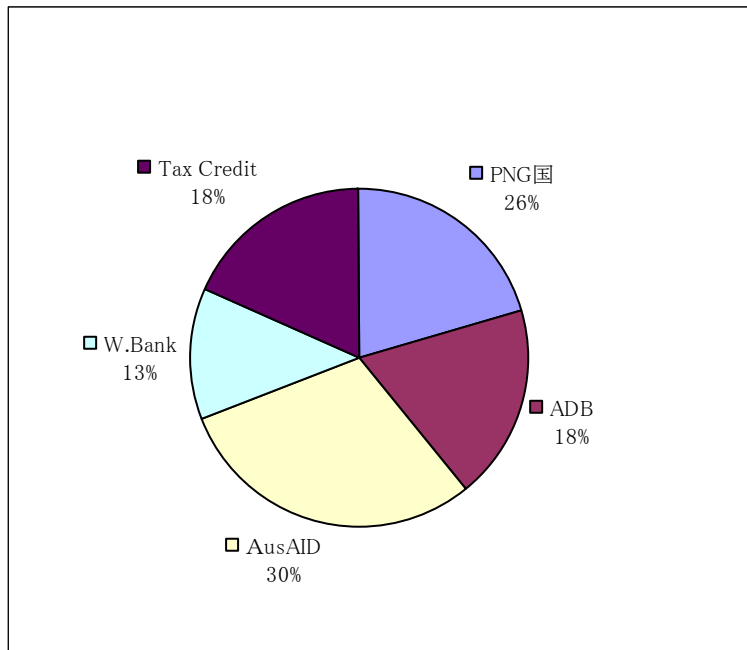


図 2.3 2003 年国道維持管理予算

(2) 維持管理状況等

2000 年より DOW はフィンランドの技術援助(Finnroad)と ADB の支援を受けて、RAMS(Road Asset Management System) と呼ばれる道路維持管理データベースシステムを構築し、道路維持管理を行っている。また、RAMS のサブコンポーネントシステムとして BMS (Bridge Management System) と呼ばれる橋梁維持管理データベースシステムを開発中である。

DOW は、それらのシステムを用い費用を算出し、破損の度合いや緊急性に応じて優先順位を付け、道路、橋梁の維持管理を効率的に行っていくとしている。

また、協議を行った一部の DOW の職員は、高学歴であるが実務経験に乏しく、プロジェクトの設計・計画・監理等の実務は外国人技術者に頼っている。

ワウ道路において、現地調査実施時に、瀝青表面処理部の補修が、外国人技術者の管理の下に行われているのが見受けられた。ワウ道路は全体に良好な状態に維持管理されていたが、マーカム橋の維持管理は実施されていなかった。

(3) 他ドナーの援助動向

他ドナーによる援助プロジェクトを表 2.2 に示す。

表 2.2 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	概要	備考
AusAID	National Roads and Bridge Maintenance	6州(Milne Bay, Madang, West New Britain, Sandaun, Central, New Ireland)の選定された道路及び橋梁の維持補修	無償資金協力 (A\$55M/5年間)
	Highlands Highway Maintenance	ハイランド国道の維持補修	無償資金協力 (A\$60M/5年間)
	National Roads Regravelling & Sealing	3州(Central, Morobe, Eastern Highland)の道路の再砂利敷、瀝青表面処理	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・架替え	無償資金協力 (A\$50M/5年間)
WB	Road Maintenance Projects	6州(Central, Oro, Morobe, East and West New Britain)の道路維持補修	借款(US\$40m)
	Highlands Highway Rehabilitation	ハイランド国道の補修	借款(US\$25m)
ADB	5 Highlands Provinces Road Maintenance	5州(Enga, Southern, Western, Eastern Highlands, Chimbu)の国道・州道の維持補修	事業費(US\$114.6M), 借款額(US\$60M)
UK (英国)	Rural Transport Development Program (Yumi Yet Bridge Program)	辺鄙な地方部で簡易橋梁・道路建設	2004年度分(26.9M 村) GoPNG(3.2M 村)
MEXIM BANK (マレーシア輸出・輸入銀行)	Kerena Malalau Road Upgarding and Sealing Project	Korema-Malalau 道路及び橋の改修および舗装	借款(US\$25M)

2.4 要請内容の妥当性の検討

(1) ワウ道路の重要性に係る調査

マーカム橋は PNG 国最大の港を持つ、モロベ州都レイからハイランド地方に通じるハイランド国道とプロロ、ワウ等のモロベ州内の主要都市を結ぶワウ道路の分岐点に位置する PNG 国最長の橋である。

モロベ州では鉱業、林業及び農業が主たる産業であり、特に中央部に位置するプロロ県は、コーヒー、木材及び金の生産地を抱えており、同州の経済拠点の一つである。

PNG 国を縦断する 4,000m 級のスタンレイ山脈の北側の谷間に点在する各都市を結ぶワウ道路は、沿線の約 20 万人にとって、州都レイに到る唯一の道路であるとともに、農産物（コーヒー）や木材、金といった主要生産物の運搬を担う産業道路といった性格を持っている。また、石油を含む生活物資を同州各地域に輸送する上で欠かすことができない唯一の陸上ルートでもある。

マーカム橋は 2004 年 3 月の洪水で橋脚が損傷し、またアクセス道路の一部も決壊し、一時は車両による通行が不可能な状態となった。

ワウ道路がモロベ州内への唯一の道路であるにもかかわらず、同橋が通行不能になったことから、貨物輸送は橋の手前でトラックから荷物を下ろし、人力で橋の上を移動して対岸へ運び、対岸で待機していたトラックに荷物を積み込み、荷物の輸送を行った。

燃料は、ガードレールにパイプを設置し、ポンプで対岸に待機したタンク車に送りこみ、輸送した。緊急措置が終わるまで、このような状態が約4ヶ月続いた。

同州地域住民にとっては、生命線とも言えるワウ道路の交通をより確実なものとする必要性は高い。

(2) 開発計画に係る調査

ワウ道路に位置するプロロを州都レイに次ぐ機能を持つ中核都市とする計画があるとされている。

プロロでは、世界的な鉱山会社であるプラサー・ドーム社(Placer Dome Inc.)が、子会社を設立して1932年～1965年の間、漂砂金鉱床^{注)}を開発、金を採取した。金採取のため、広い範囲で樹木は伐採され、表土が掘りかえされた結果、現在でも土石流が発生しやすい環境となっている。国道、橋梁、県事務所、警察署等も土石流の被害を受けて、橋梁は仮復旧の状態、県事務所、警察署は移転し、人口も減少しているのが現状である。

また、ワウのHidden Valley & Hamataにおいて金銀鉱山が発見され、事業化調査が実施された(2002年完了)。事業化調査によると、露天採掘によって開発は行われ、操業期間は9年、生産量は金9.3ton、銀162tonとされている。しかし、酸性排水対策、電力供給等の課題が指摘されており、追加調査等により、事業化まで18～24か月を要すると見られている。Hidden Valley & Hamataの金銀鉱山とマウント・ハーゲンより西130kmにて、1989年以来操業中のプルゲラ鉱山と比較すると、小規模な鉱山で、生産量において5%以下(1.1t/年と28.6t/年)、操業期間で50%以下(9年と20年以上)である。鉱山開発により土地が掘りかえされ、土石流の発生の可能性が高まることを考慮すると、地域開発計画の実施は制約を受ける。

ワウ地区の現状、鉱山開発計画の規模と期間、地域開発計画の制約等を考慮すると、開発計画がマーカム橋に及ぼす影響は少ないと判断する。

注) 風化・浸食作用により生じた岩石・鉱物の破片が現地から運搬され、風水の淘汰作用により機械的に濃集堆積した砂礫質の鉱床。

出典：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構ホームページ

(3) 交通量に係る調査

DOWに、マーカム橋の交通量調査データはなかったので、現地調査において、昼間の交通量の多い時間帯で、時間当たりマーカム橋の通過交通量を計測した。結果は、8月4日(木):10台/時、8月16日(火):34台/時であった。観察結果より、曜日や、季節的変動はあるものの、平均10台/時程度と推定される。なお、観測された車両の橋梁通過時間は、約50秒(=40km/時)、同じく最大待ち時間は約3分であった。

一般に、橋梁等の限られた場所での将来交通量は、関係する地域の農産物の生産量、車両登録台数、人口等の伸びにより推定される。

表2.3に年毎のモロベ州の車両登録台数を示す。表2.4にPNG国の人口、人口増加率、人口密度を示す。

表 2.3 モロベ州 車両登録台数

単位：台

年 月	2000	2001	2002	2003	2004
1	632	511	633	582	559
2	586	639	605	547	518
3	595	693	619	547	673
4	662	639	734	733	723
5	808	757	853	757	623
6	675	689	599	655	759
7	606	590	722	644	590
8	862	758	724	779	855
9	629	738	706	661	763
10	632	731	757	1,169	598
11	659	681	626	465	637
12	569	765	791	881	784
計	7,915	8,191	8,369	8,420	8,082

出典：Department of Morobe Land Transport Board Motor Traffic Registry

表 2.4 パプアニューギニアの人口、人口増加率、人口密度

州 名	人口			増加率 (90～02)	面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)
	2002年	1990年	1980年			
Southern Region	1,041,820	754,000	575,000	2.7	198,200	5.26
Western	153,304	103,000	78,000	3.4	97,000	1.58
Gulf	106,898	68,000	64,000	3.4	13,500	7.92
Central	183,983	141,000	116,000	2.2	29,900	6.15
National Capital District	254,158	188,000	112,000	2.5	240	1,059
Milne Bay	210,412	158,000	128,000	2.4	14,100	14.92
Oro	133,065	96,000	77,000	2.8	43,700	3.04
Highland Region	1,973,996	1,401,000	1,116,000	2.9	63,400	5.26
Southern Highlands	546,265	317,000	235,000	4.6	25,700	21.26
Enga	295,031	235,000	164,000	1.9	11,800	25.00
Western Highlands	440,025	366,000	264,000	1.5	8,900	49.44
Chimbu	259,703	184,000	178,000	2.9	6,000	43.28
Eastern Highlands	432,972	299,000	275,000	3.1	11,000	49.44
Northern Region	1,433,432	1,023,000	850,000	2.7	141,225	5.26
Morobe	539,404	378,000	305,000	3.0	33,525	16.09
Madang	365,106	252,000	210,000	3.1	28,000	13.04
East Sepik	343,181	254,000	221,000	2.5	43,700	7.85
West Sepik	185,741	139,000	114,000	2.4	36,000	5.16
Island Region	741,528	588,000	437,000	4.6	56,800	13.06
Manus	43,377	33,000	26,000	2.3	2,000	21.69
New Island	118,350	87,000	66,000	2.6	9,600	12.33
East New Britain	220,133	184,000	131,000	1.5	15,100	14.58
West New Britain	184,508	130,000	88,000	3.0	20,800	8.87
North Solomons	175,160	154,000	126,000	1.1	9,300	18.83
Total	5,190,776	3,766,000	2,978,000	3.1	459,625	12.95

出典：DOW Road Status Report 2004

車両登録台数は、ほぼ一定しており、人口増加率は 3.0%である。この 3.0%を交通量の伸び率とすると、20 年後でも現在交通量の 1.81 倍と計算される。

マーカム橋と同じ幅員 3.7m の 1 車線道路の可能交通容量は、50 台/時程度であり（日本道路協会 道路の交通容量 参照）、(2)の開発計画等を考え合わせても現橋 2 車線とする必要性・緊急性は低い。

(4) 上部工（床版、鋼桁）に係る調査

マーカム橋の上部工は 5 径間連続鋼桁橋 3 橋で構成されている（図 2.4 マーカム橋現況図（側面）参照）。

目視により、床版、鋼桁の構造的健全度を調査した。

床版コンクリートにおいては、建設後 30 年以上経過しているために経年劣化によるクラックはあるが、全体的に施工品質もよく健全である。ひび割れ、さび汁、剥離は見られない。車両の接触による損傷が 2 箇所あった。

コンクリートに致命的な損傷を与える塩害、中性化、アルカリ骨材反応、化学的コンクリート腐食等はなく、また、要請書に記載されているわだち掘れ（rutting）もなかった。

目視により若干観測されたコンクリートの経年劣化によるクラックは、全ての橋梁において日常的に生じている問題で避けられないものであり、通常の維持管理において対応すべき項目である。

鋼桁においては、目視により健全度を調査した。改修が適切に成されているため、第 3 橋脚（レイ側）が 1cm 程度低い状態になっているのみで、全体としては健全である。将来、鋼桁に塑性変形が見つかった場合は、鋼材を追加溶接し補強する必要はあるが、協議において、DOW で十分対応可能であること確認した。

伸縮装置についても、車両通過時に伸縮装置から異音の発生もなく、緊急に改修する必要はない。目視した範囲では、支承（ゴム）にも問題はなかった。

鋼桁の塗装については、明らかに建設以来、部分再塗装等の維持管理は行われていない。使用されている塗装系は、鉛系さび止め塗料（1 層）、長油性フタル酸塗料（2 層）と最低限のものである。塗装以来 30 年という期間を考慮すると、当然、退色、失沢はあるが、異常な塗膜のはがれ、われ、ふくれはなく、部分的に発錆が見られるのみであった。

補修塗装は、鋼桁における日常管理項目であり、基本的に DOW が実施すべきものと思われるが、日本側により手すり、ガードレールを再塗装するのであれば、あわせて鋼桁の補修塗装（発錆部のみ）についても実施すべきである。その場合の塗装系は、現橋と同じ塗装系とするのが原則である。もし、耐久性を上げるために、現在、日本で使用されている橋梁塗装系（変成エポキシ樹脂 + ポリウレタン樹脂）を適用する場合は、塗料も高価であるが、現在の塗膜を全て除去しなければならないし、上塗り適合性のチェックが必要となり、ケレン（塗膜の除去と清掃）に要するコストも高くなるため、必要性を充分検討する必要がある。

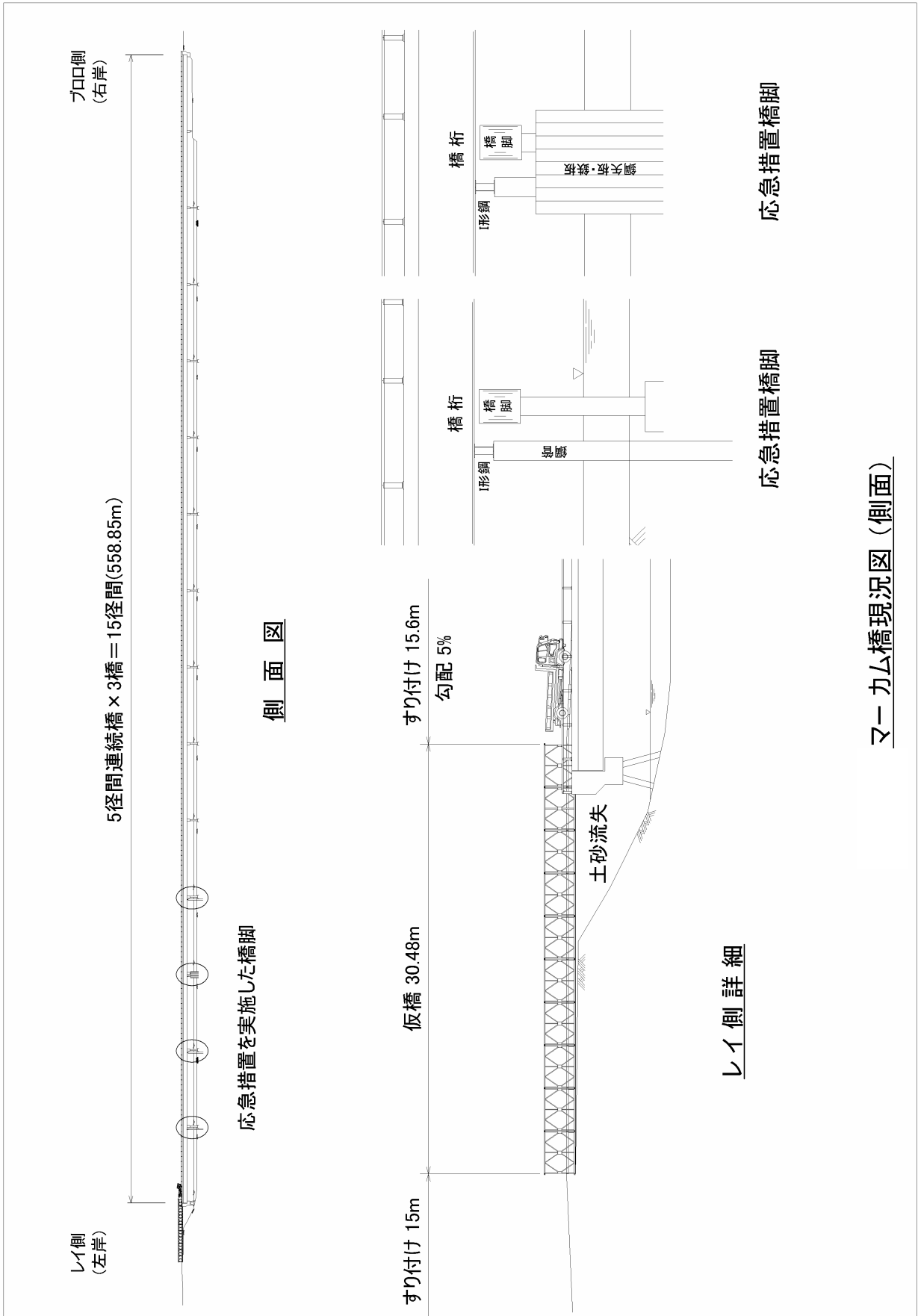


図 2.4 マーカム橋現況図 (側面)

マーカム橋現況図 (側面)

(5) 河岸浸食に係る調査

GPS を用いて、現在のマーカム橋周囲の平面測量を実施した。GPS データを図化プログラムに入力し平面図を作成し、それと、DOW より提供された 1971 年撮影の航空写真とを重ね合わせるようにして、図 2.5 に示すマーカム橋平面図を作成した。その図より、マーカム橋周囲の河岸変化の様子を明確に把握でき、2004 年 3 月に発生した橋脚に発生した状況の解析を行うことができた。必要な護岸工の規模、仕様等の設定が可能となった。

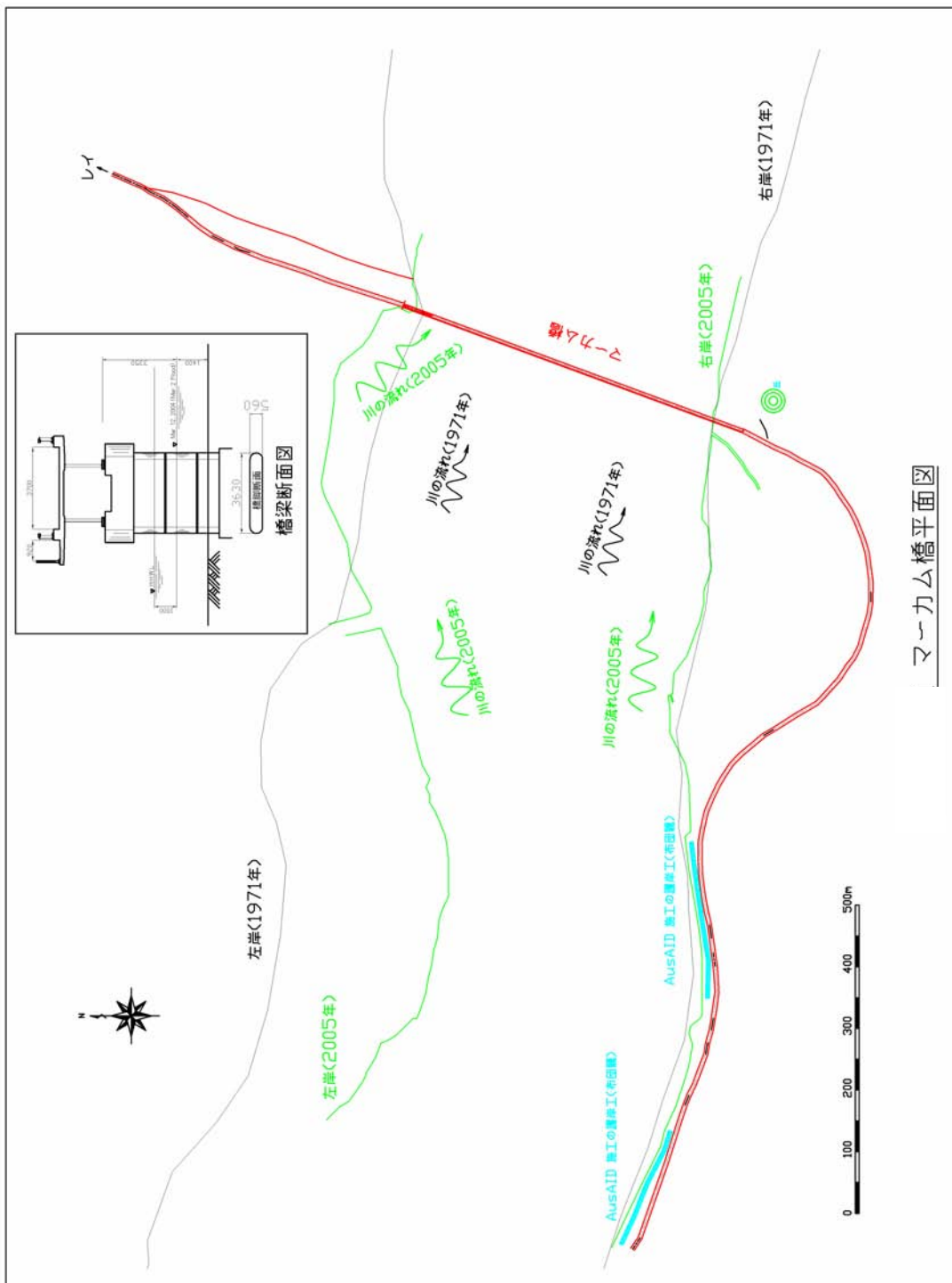


図 2.5 マーカム橋平面図

(6) 下部工（橋台・橋脚）に係る調査

目視により、下部工（橋台・橋脚）の構造的健全度を調査した。下部工コンクリートにおいては、建設後 30 年以上経過しているにもかかわらず、経年劣化によるクラックもなく、全体的に施工品質もよく健全である。ひび割れ、さび汁、剥離は見られなかった。また、コンクリートに致命的な損傷を与える塩害、中性化、アルカリ骨材反応、化学的コンクリート腐食等はなかったが、上部工の発錆箇所から出た錆汁がコンクリート表面を汚し、美観を損なっていた。

図 2.5 の中の橋梁断面図において既存橋脚の寸法、形状を示したように、橋脚の幅が極めて小さく、日本の一般の設計の 3 分の 1 程度の幅しかない。このことは、普段でも 1.5m/秒、洪水時には 2.0m/秒以上と早いマーカム川の流速と、流木の影響を小さくし、河積阻害率を下げることを主たるコンセプトとして、設計者は、橋軸方向の剛性に欠けるが、流れに対しては抵抗の小さいスレンダーな橋脚としたと考えられる。

設計時に想定したように、水の流れが橋に直角、橋台の壁方向と同じであれば、2004 年 3 月に生じた橋梁が振動し橋脚が沈下するという事象は生じなかったと判断する（図 2.6 橋脚と流れ 参照）。

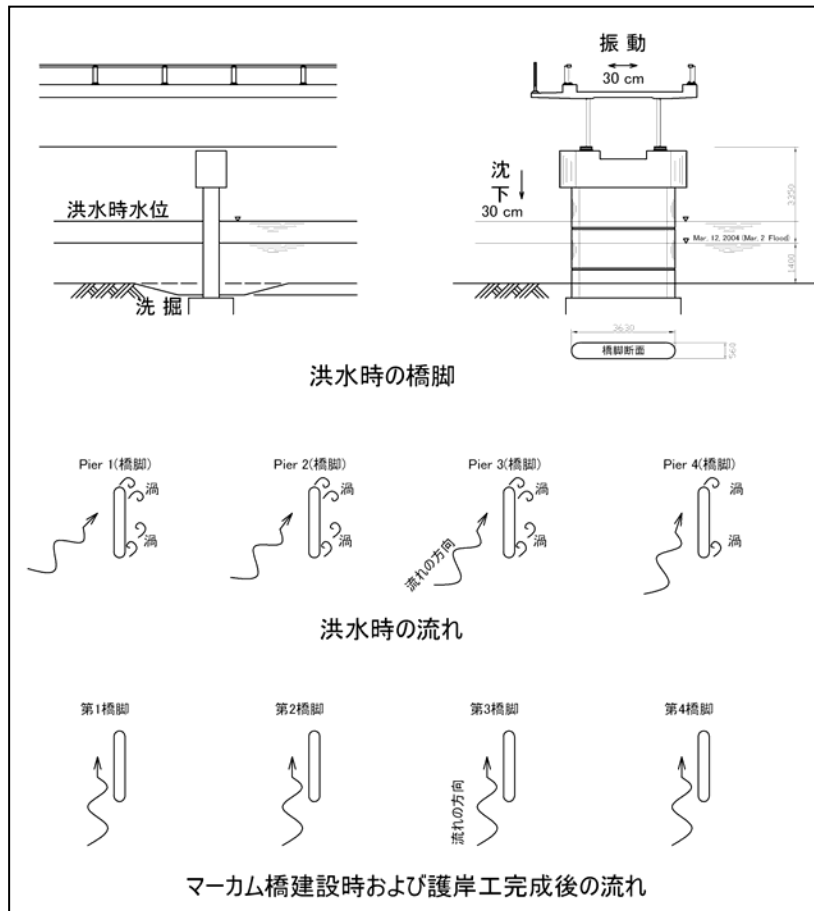
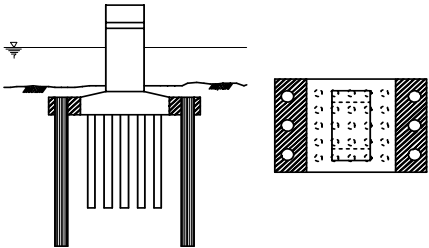
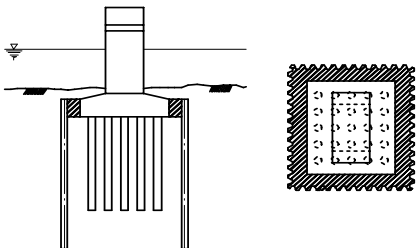


図 2.6 橋脚と流れ

2004年3月の橋脚沈下は、上部工の自重により下向きの力がかかっているところに、流れにより橋脚が振動させられたため、橋脚にバイブロハンマーをかけたような状態となり、発生したと考えられる。DOW側も同様の見解であることを確認した。

橋脚の改修方法は、被害を受けた橋脚の基礎の種類（直接基礎、杭基礎、ケーソン基礎）によって決まり、既存橋脚に杭が存在するため、考えられる改修方法は、表 2.5 橋脚改修の事例に示す 2 工法となるが、事例の多い「シートパイル井筒基礎」タイプの改修工法が適切である。

表 2.5 橋脚改修の事例

対策工法，略図	工法の概要，得失	事 例
<p data-bbox="245 344 608 383">アンダーピニング（増し杭）</p> 	<p data-bbox="687 344 1262 488">杭で橋脚の支持力を増加させる工法．支持地盤の支持力が低下している場合に用いられる．新旧フーチングの連結は，鉄筋，PC 等で一体化する．</p> <p data-bbox="687 510 1262 613">杭施工時，およびフーチング施工時に橋脚の底面まで掘削するので施工時の検討が必要であり，場合によっては仮受けが必要になる．</p>	<p data-bbox="1287 344 1394 376">事例 - 1</p>
<p data-bbox="288 730 571 768">シートパイル井筒基礎</p> 	<p data-bbox="687 730 1254 909">フーチングの外側にシートパイル，鋼管矢板等を打ち込み，隙間をコンクリートで充填し一体として支持力を増加させる工法．新旧フーチングの連結は，ジベル，鉄筋等で一体化する．</p> <p data-bbox="687 931 1262 1034">シートパイル，鋼管矢板施工時，およびフーチング接続部施工時に橋脚の底面まで掘削するが，杭基礎があるので比較的安定している．</p>	<p data-bbox="1287 730 1394 810">事例 - 2 -17</p>

上記工法を、「現橋を撤去しないで改修を行う」という現場条件に適合させると、想定される改修方法は、図 2.7 橋脚改修方法（案）のようになり、詳細は今後の調査によるが、工法的な選択は極めて限定される。

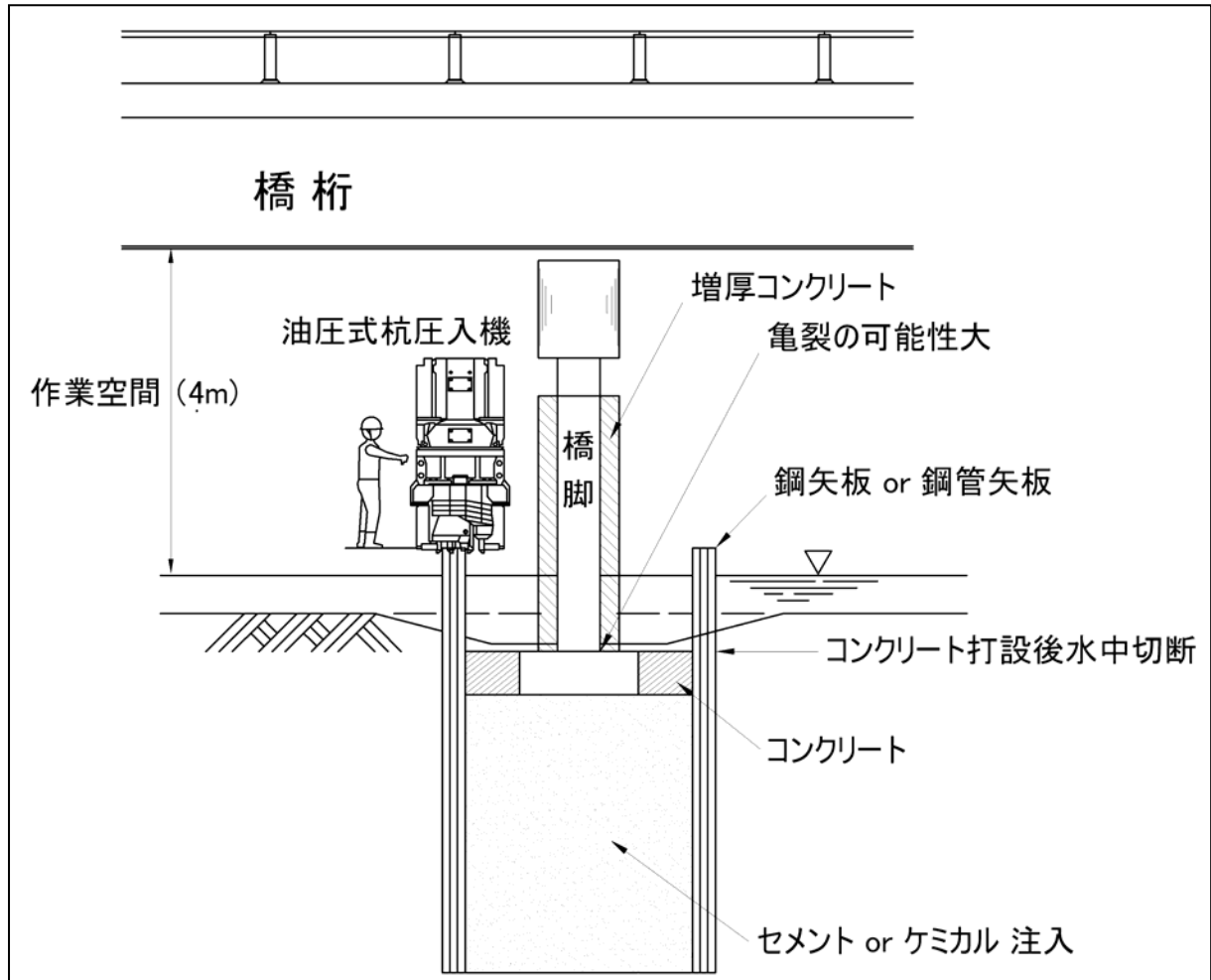


図 2.7 橋脚改修方法 (案)

既存橋の直下という特殊な条件下で作業可能な油圧式圧入機は、日本でしか製造されていない。また、一般に作業区間に制限のある低空頭作業と言われているのは9m程度で、都市土木の多い日本においても4mの空頭制限はまれで、難しい工事である。

上記の諸条件を考慮すると、日本の無償資金協力で実施することは妥当である。

(7) ガードレイルと手すりに係る調査

ガードレイルと手すりに対し目視による調査を行った。ガードレイルは、レイ側で一部損傷し(仮設橋設置時と思われる)、手すりは上流側で1スパン(2.98m)欠落している。

ガードレイルと手すりの塗装については、明らかに建設以来、部分再塗装等の維持管理は行われていない。使用されている塗装系は、鋼桁と同じく鉛系さび止め塗料(1層)、長油性フタル酸塗料(2層)による最低のものである。鋼桁に比較して直射日光、風雨の影響が強く受けるため、発錆、塗装の劣化は大きい。異常な塗膜のはがれ、われ、ふくれはない。30年という期間を考慮すると、早急に手工具および動力工具によるケレンを行い、旧塗装系と同じ鉛系さび止め塗料(第1層)、長油性フタル酸塗料(2層)による最低の塗装系で再塗装を行うのが妥当と考える。

ただし、費用に対し外観は劇的に改善されるので、その効果は大きいと、より耐久性の高い変成エポキシ樹脂塗料（2層）、ポリウレタン樹脂塗装（2層）とする案も考えられる。

(8) 仮設橋に係る調査

図 2.4 に示すように、レイ側橋台裏込め部が流出したため、既設橋の上にベイリー橋が架設されていて、通行車両の走行性を阻害し、マーカム橋に衝撃を与えている。この仮設橋は、レイ側橋台周辺の護岸工の改修に伴い撤去されなければならない。AusAID によって護岸工が設置されることになっているため、仮設橋の撤去も AusAID によって実施されることになると考えられるが、B/D 時に再確認が必要である。

(9) 取り付け道路に係る調査

図 2.4 マーカム現況図（側面）に示すように、レイ側橋台裏込め部が流出し、既設橋の上にベイリー橋が架設されたため、既存舗装が撤去され砂利による取り付け道路（約 15m 長）が構築されている。仮設橋の撤去と同時に砂利は撤去され、通行車両が円滑に橋へ乗り入れできるように、橋面と同じ高さの取り付け道路が復旧されなければならない。

取り付け道路には瀝青表面処理が施されており、復旧部分も同じ仕様の瀝青表面処理が成されるのが妥当である。

(10) 事業実施の妥当性及び裨益効果

本案件は、橋梁の位置するワウ道路およびハイランド国道の沿線に居住する住民の生活に直接的に寄与するものであり、現在、DOW が見直し中の国家運輸開発計画（2001-2010）とも合致することは間違いない。

DOW の主たる活動は、道路、橋梁の維持管理である。全国に存在する橋梁数は主たる暗渠を含めて 1,800 橋程度しかないが、既に 255 橋は、橋梁維持管理データベースシステム BMS (Bridge Management System) に登録されており、本案件の完了時にマーカム橋が登録され、管理対象となり、維持管理されるのは確実である。

本案件の実施により、沿線住民にとってのライフラインであり、生活道路および産業道路であるワウ道路の安全性が確保され、(1)～(9)も含め、上記より我が国の無償資金によって実施することは妥当である。

裨益人口は、モロベ州(9 ディストリクト、人口 539 千人)のうちの 4 ディストリクトの住民 280 千人（プロロ 77 千人、レイ 119 千人、マーカム 49 千人、メヤシャ 35 千人）である。