

マラウイ共和国

マンゴチ道路橋架替計画調査

最終報告書
要約編

平成 10 年 8 月

JICA LIBRARY



J 1144839(6)

国際協力事業団

日本工営株式会社
株式会社 長大

社 調 一

C R (3)

98-077

JICA
518
615
SSF
BRARY

マラウイ共和国

マンゴチ道路橋架替計画調査

最終報告書
要約編

平成10年8月

国際協力事業団

日本工営株式会社

株式会社 長大



NOTE

外貨換算レートは、以下を適用する
1998年3月末

US\$1.00 = Yen128.7
US\$1.00 = MK 25.0

序 文

日本国政府は、マラウイ共和国政府の要請に基づき、同国のマンゴチ道路橋架替計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

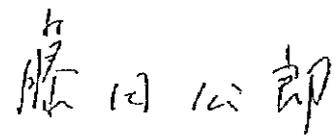
当事業団は、平成10年2月から7月まで(の間、2回にわたり)、日本工営株式会社交通技術部の多田一正氏を団長とし、同社と株式会社長大から構成される調査団を現地に派遣しました。また本州四国連絡橋公団の山岸一彦氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

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

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

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

平成10年8月



国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝達状

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

今般、マラウイ共和国におけるマンゴチ道路橋架替計画調査が終了致しましたので、ここに報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が平成 10 年 2 月 4 日より平成 10 年 8 月 17 日までの 6.5 ヶ月間にわたり実施して参りました。今回の調査に際しましては、マラウイ国の現状を踏まえ、本計画の妥当性を検証し計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省、本州四国連絡橋公団関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。また、マラウイ国における現地調査中は、公共事業省、JICA マラウイ事務所、在ザンビア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

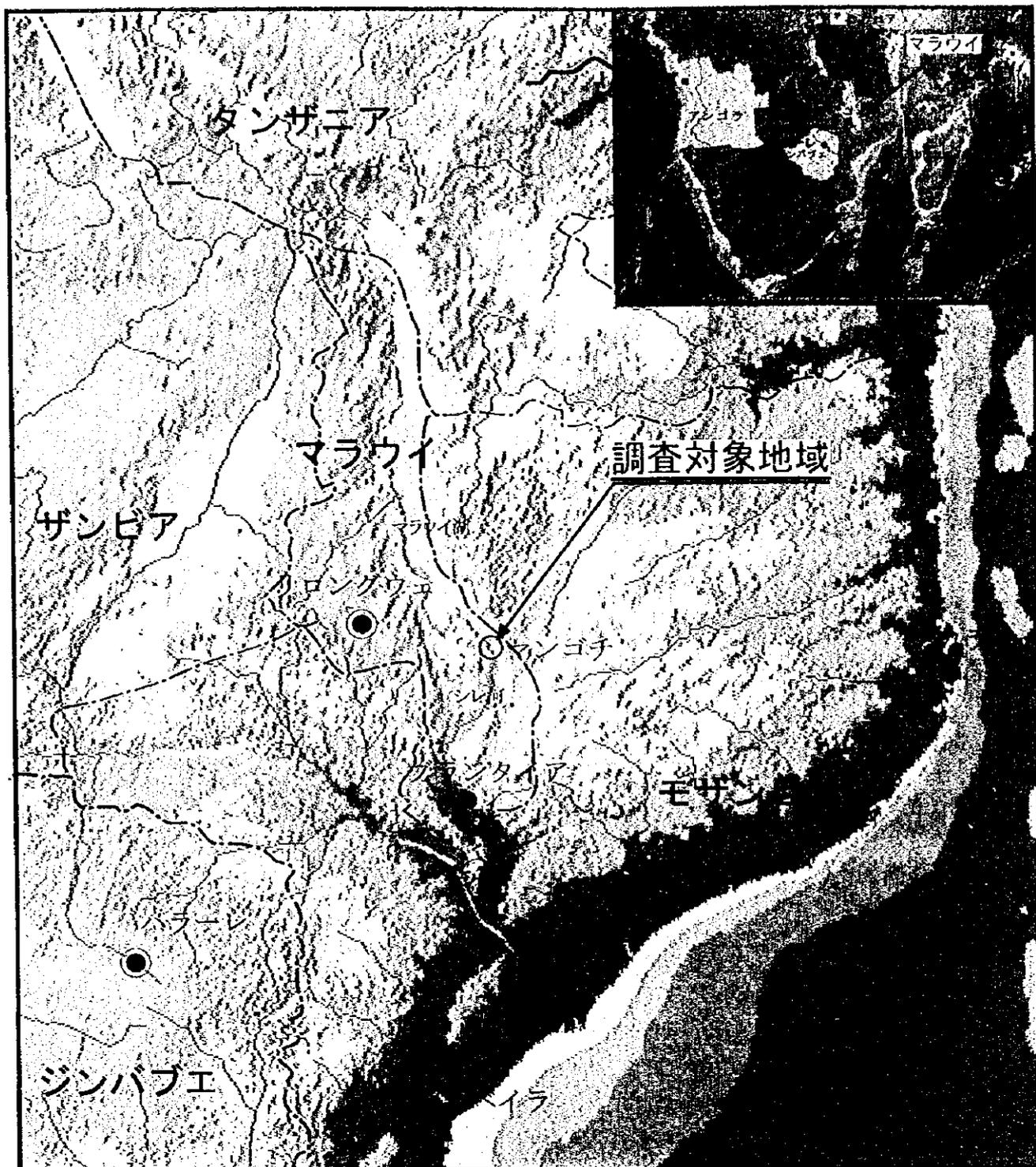
貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

平成 10 年 8 月

日本工営株式会社
株式会社長大

マラウイ共和国
マンゴチ道路橋架替計画調査団
総括 多田 一正

多田 一正



マラウイ共和国 (Republic of Malawi)

面積：118 千 km²

人口：979 万人

GDP：15 億米ドル (1995)

一人当り GDP：151 米ドル

主要産業：農業 (たばこ、紅茶、砂糖)

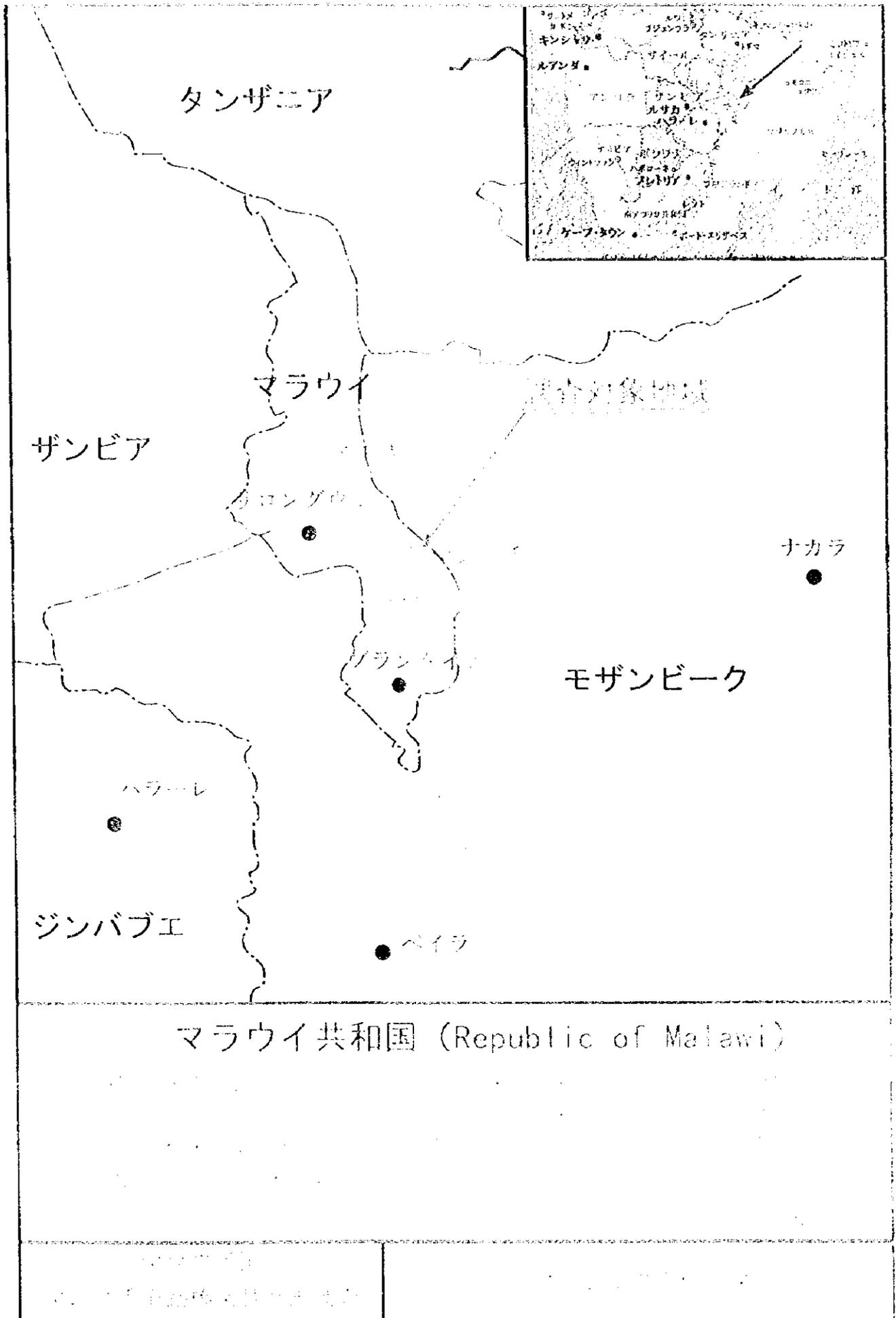
鉱業 (ボーキサイト、マハズ、石炭)

通貨：マラウイ クワチャ (Malawi Kwacha, MK)

出典 海外協力便覧 (1997)

マラウイ国
マンゴチ道路橋架替計画調査

プロジェクト位置図



タンザニア

マラウイ

調査対象地域

ザンビア

リロンゲウ

ナカラ

モザンビーク

ハラール

ジンバブエ

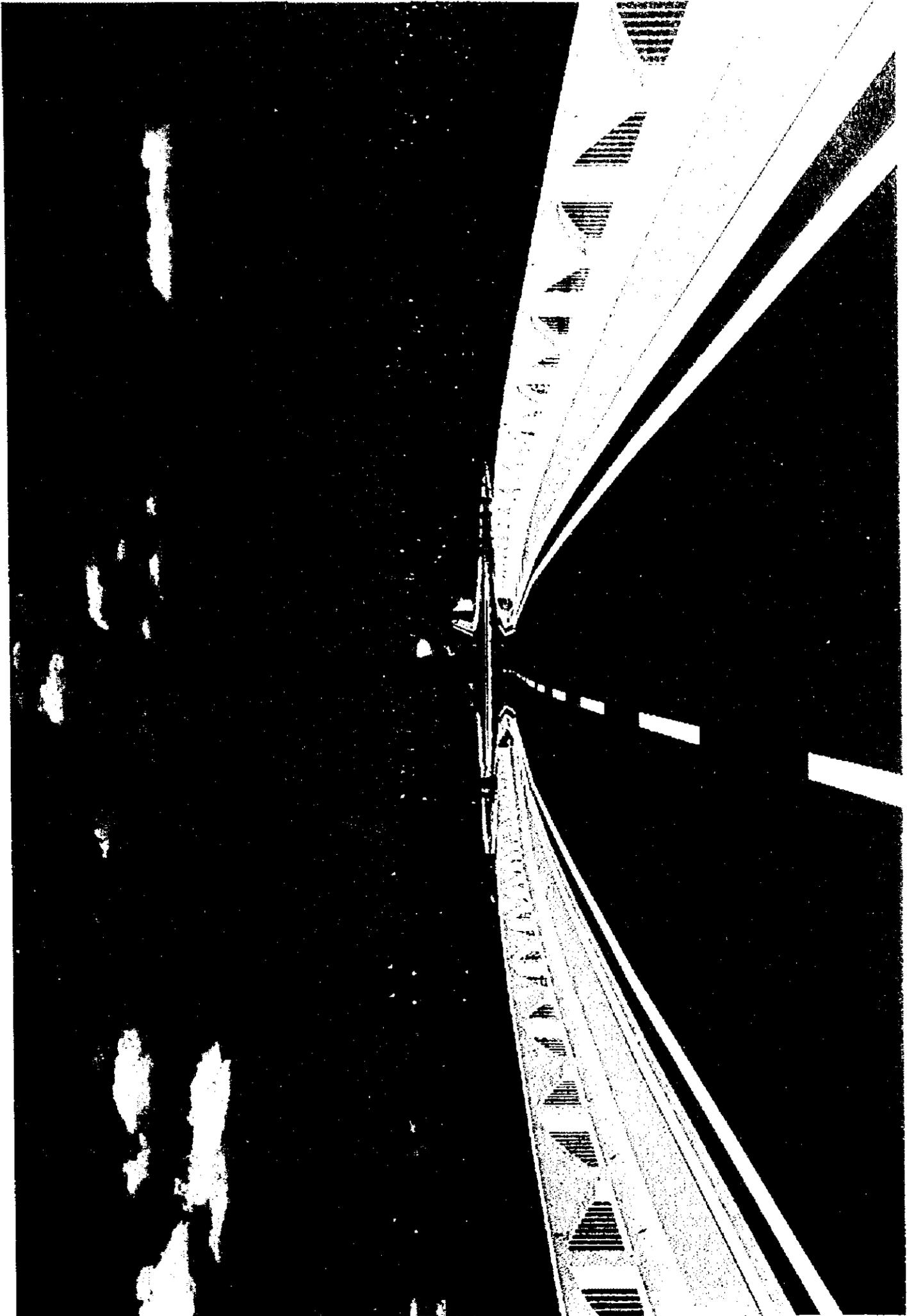
ベイラ

マラウイ共和国 (Republic of Malawi)

調査対象地域

調査対象地域





プロジェクト概要表

プロジェクトの目的	<p>内陸国マラウイはその輸出入を外国港に依存しているため、マラウイ政府は外国港に通じる国道の整備に重点を置いていて、既設マンゴチ橋はモザンビークのナカラ港に連絡する国道3号線に位置する。外港に通じる回廊のなかで、その距離が最も短いものがこのナカラ回廊である。モザンビークの内乱が沈静した現在では、このナカラ回廊の重要性が特に認識されている。マンゴチ橋に隣接する道路はクウェイト基金により詳細設計が終了し、近く工事が実施される段階にある。一方、マンゴチ橋は1車線であり将来の交通需要に対し交通容量が不足すると共に、重交通荷重への耐荷力が不足している。従って、このマンゴチ橋の架け替えが必要とされる。</p>
調査の方法	<p>以下の調査方法が実施された。 * 自然条件調査 * 既設橋の調査 * 交通量調査</p> <p>* 設計荷重及び交通荷重の検討 * 社会経済調査 * 交通需要予測 * 橋梁計画 * 環境影響評価</p> <p>* 設計及び工事計画 * 工事費の積算 * 実施計画の策定 * 経済評価</p>
プロジェクトの内容	<p>計画位置: マンゴチ市近傍</p> <p>プロジェクト事業費: 14,669千US\$ (建設費: 9,309千US\$ 技術費用: 1,380千US\$ 予備費: 1,334千US\$)</p> <p>マラウイ国政府負担費用: 2,646千US\$</p> <p>航路クリアランス: 航路高 4.4 m (高水面から) 航路幅 (25.0 m)</p> <p>計画範囲の延長: 545m(橋長及び接続道路長) 橋梁延長: 220m(60m-100m-60m)</p> <p>* 橋梁形式: 現場打ちプレストレスコンクリート箱桁橋 * 車線数: 2車線 * 橋梁幅員: 10.5m</p>
プロジェクトの評価	EIRRは7.0%と見込まれる
結論と勧告	新マンゴチ橋は技術的にもかつ経済的にもファイジーブルであり、従って早期の着工が望ましい

1964年に、英国より独立した内陸国マラウイは、距離的に最も近く、輸送コストが有利である隣国モザンビークのナカラ港及びベイラ港を主要な外港としていた。しかし、1970年後半より約15年間続いたモザンビークの内乱によって、これらの港湾施設とマラウイ国に通じる道路・橋梁が損傷すると共に、輸送路の治安の悪化により、他の輸送経路(タンザニアのダルエス・サラーム港経由の北回廊、或いは南アフリカのダーバン港経由の南回廊)に依存せざるを得ない状況が続いた。

しかしながら、1992年のモザンビーク和平協定成立以降は、再びモザンビークナカラ港からの鉄道及び道路輸送が再開され、その輸送量は例年増加の傾向を示している。特に道路輸送に関してはモザンビーク国のナカラ港からマラウイ国境マデインバへ通じる国道8号線は、日本国の援助によって3橋の改修が実施中である。加えて、世界銀行による緊急道路復旧計画も進められている状況にある。このモザンビーク側の国道8号線はマラウイ国では国道3号線となり、シレ川をマンゴチ橋で横断し首都リロングウェに最短距離で接続する。

今回の調査対象であるマンゴチ橋は往復1車線のみであり、仮設橋梁であるベイリー橋であることに加えて、建設から30年を経過しているため、その耐荷力は極めて低い。このため、通過車両の重量は7t以下に制限されている。現在のマンゴチ橋は、マラウイ国の主要国際幹線として、将来交通量及び重車両交通に対応できる状況ではない。

このような状況を背景としてマラウイ国政府はナカラ回廊に通じる国道3号線の整備計画を最も重要な道路計画と位置付け、クウェイト基金等によって事業化する段階に至っている。そして、マラウイ国政府は日本国政府にマンゴチ橋の架替についてのフェージビリティ調査の実施を要請したものである。

・ マンゴチ橋の現在の交通量及び将来交通量

交通量調査の結果、マンゴチ橋上の4輪車の現在の交通量は1日当たり398台と観測された。

将来交通量は橋梁架替計画がない場合とある場合とでは、次のように予測された。

1日当たりの交通量予測(マンゴチ橋上)

	橋なし				橋あり			
	2002	2005	2012	2022	2002	2005	2012	2022
予測交通量	765	931	1,485	2,500	845	1,026	1,646	3,060

注:開発交通量および誘発交通量を含む

出典:JICA調査団

・ 設計の概要

橋梁計画ルート

橋梁計画ルートは技術面、環境面、及び経済評価から選定された。検討の結果、橋梁位置は国道3号線上で、かつ既設橋の30m下流が最適であると判断された。

プロジェクトの計画内容

(1) 橋梁

位置	:	既存橋の30 m下流
橋梁幅員	:	9.7 m 車道幅7.3 m(往復2車線)、歩道幅各1.3 m(両側設置)
橋長	:	220 m
支間割	:	主径間100 m、側径間60 m
橋梁形式	:	3径間連続PC箱桁
基礎形式	:	オープンケーソン基礎(橋脚)場所打ち杭基礎(橋台)

(2) 取付道路

道路幅員	:	10.5 m
車道幅員	:	7.3 m(往復2車線)
歩道幅員	:	1.6 m(両側設置)
路肩幅員	:	1.5 m
総延長	:	325 m(マンゴチ市側 125 m、タガルカ村側200 m)
舗装形式	:	2層式瀝青処理

・ 環境影響評価

本プロジェクトの環境影響評価(EIA)はマラウイ国、世界銀行及び JICA のガイドライン等に従って実施したものである。考えられる環境要因に関して、工事中及び供用時の環境影響評価を行った。

マラウイ国では環境保護に対して 3 省庁が関係している。このうち、本プロジェクトに関連する省庁は、公共事業省、環境省及び水資源開発省であるが、この環境省が審査機関省となる。

プロジェクト予定地点はマラウイ湖とマランベ湖を流れるシレ川の中に位置しており、チャンボ魚が産卵のために回遊する処であり、チャンボ魚の重要な漁場となっている。プロジェクト予定地点周辺は、東側には大きな盛土があるため、同河川の狭窄部を形成している。この河川狭窄部によって、既設橋の周辺は一部洗掘が生じている。西側ではクイーンエリザベス時計塔と砲が記念物として存在している。

EIA 実施に際して、シレ川の水質調査を行った。水質調査は pH、伝導率、溶解酸素、生物学的酸素要求量等の 12 の試験項目について実施した。試験の結果から、シレ川の現状の水質は相対的に清浄であり、良好な部類に入ることが判明した。

プロジェクト予定地点周辺の住民 150 人へのインタビューを通じて、マンゴチ市での社会影響評価を実施し、新マンゴチ橋と周辺への環境との関係についての意見及びコメントを収集した。この調査から住民はこの橋梁計画について多大な関心を有すると共に、新橋の重要性(地域社会にとって安全かつ迅速な輸送の必要性)を認識していることが判明した。

住民の最大の関心は森林破壊であり、次に魚類保護が 2 番目であった。ほとんどのインタビ

ユーを受けた人々は、新橋建設は地域環境への影響はないものと見なしている。また、多くのインタビューを受けた人々は、新橋建設による歴史的記念物の移設に異論はなかった。

マンゴチ橋架替に対する EIA の結果では、どのマイナス要因も重大な影響を与えるものではなく、適切な緩和措置によって、減少又は回避できるものであると考えられる。

・ 事業費の策定

事業費は以下の仮定の下で算定された。

- 1) 工事費は 1998 年 3 月末時点の価格で積算
- 2) 外貨交換率は次の通り
US\$1.00 = 128.70 円 = 25MK
- 3) マラウイ国で入手できない資材と機材は日本もしくは南アフリカから輸入する。

全事業費の内訳を以下に示す。

事業費要約			
項目	外貨 (US\$)	内貨 (US\$)	合計 (US\$)
1) 工事費			
A) 準備工事	43,966	698,160	742,126
B) 仮設工事	349,425	94,220	443,645
C) 橋梁	5,072,424	2,445,138	7,518,562
D) 取付道路	106,936	497,580	604,506
合計 1)	5,572,751	3,736,088	9,308,839
2) 技術費用	1,312,209	68,243	1,380,452
3) マラウイ国政府負担費用			
3.1 既設橋撤去	0	28,000	28,000
3.2 電力線移設	0	6,000	6,000
3.3 税金と関税	1,807,199	736,712	2,543,911
3.4 公共事業省管理費用	39,366	2,047	41,413
3.5 環境プログラム	0	26,800	26,800
合計 3)	1,846,565	799,599	2,646,125
4) 予備費	873,153	460,389	1,333,542
5) 事業費(1+2+3+4)	9,604,681	5,064,278	14,668,959

・ 経済評価

直接経済便益は走行車両費の節約費用として算出し、2002 年で 135,385US\$、2005 年で 174,231US\$、2022 年に 1,450,375US\$となった。この結果、EIRR は 7.0%と算定された。間接便益は以下に示すように交通効果と地方開発効果に分類される。

(a) 交通効果

- 交通安全性の改善
- マラウイ国内の交通ネットワークの強化
- マラウイ国を通過するモザンビークに関連する国際及び国内交通の強化
- マンゴチ地域へのアクセサビリティの改善
- 輸送費の減少化とそれに伴う税収入の増加

(b) 地方開発効果

- 市場経済の促進
- 地方部の生活水準向上
- 農業の近代化
- 農業及び漁業の促進
- 資源利用促進
- 観光部門の発展
- 地域の均衡ある発展
- 技術移転

直接便益のほか、多岐にわたる間接便益が期待される本プロジェクトの意義は高いと評価された。

・ 提言及び結論

本計画が実施される場合、以下の事項の実施がマラウイ国政府に望まれる。

- 本計画と隣接する道路計画の調整
- 電力線の移設
- 既設橋の撤去
- 土地収用とその補償
- 環境影響評価の審査とモニタリング

結論としては、新マンゴチ橋は技術的にも経済的にもフィージブルであり、早期に実施されることが必要と調査団は結論づける。

目 次

プロジェクト位置図
透視図
プロジェクト概要書

1. 序説	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	1
1.3 調査の範囲.....	1
1.4 主要協議.....	1
2. 測量調査・水文調査・地質調査.....	3
2.1 測量調査.....	3
2.2 地質調査.....	3
2.3 土質調査.....	3
2.4 水文、水理調査.....	3
3. 社会経済及び交通調査.....	5
3.1 調査地域の状況.....	5
3.2 将来道路計画.....	5
3.3 交通量測定と将来交通需要予測.....	5
4. 基本設計.....	7
4.1 橋梁.....	7
4.2 取付道路.....	7
5. 環境影響評価.....	13
6. 工事計画及び事業費.....	15
6.1 施工法.....	15
6.2 工事費算定.....	15
6.3 事業費.....	16
6.4 維持費.....	16
7. 実施計画.....	17
8. 経済評価.....	19
9. 提言及び結論.....	20

1. 序説

1.1 調査の背景

1964年に、英国より独立した内陸国マラウイは、距離的に最も近く、輸送コストが有利である隣国モザンビークのナカラ港及びベイラ港を主要な外港としていた。しかし、1970年後半より約15年間続いたモザンビークの内乱によって、これらの港湾施設とマラウイ国に通じる道路・橋梁が損傷すると共に、輸送路の治安の悪化により、他の輸送経路(タンザニアのダルエス・サラーム港経由の北回廊、或いは南アフリカのダーバン港経由の南回廊)に依存せざるを得ない状況が続いた。

しかしながら、1992年のモザンビーク和平協定成立以降は、再びモザンビークナカラ港からの鉄道及び道路輸送が再開され、その輸送量は例年増加の傾向を示している。特に道路輸送に関してはモザンビーク国のナカラ港からマラウイ国境マデインバへ通じる国道8号線は、日本国の援助によって3橋の改修が実施中である。加えて、世界銀行による緊急道路復旧計画も進められている状況にある。このモザンビーク側の国道8号線はマラウイ国では国道3号線となり、シレ河をマンゴチ橋で横断し首都ロングウェに最短距離で接続する。

今回の調査対象であるマンゴチ橋は往復1車線のみであり、仮設橋梁であるベイリ一橋であることに加えて、建設から30年を経過しているため、その耐荷力は極めて低い。このため、通過車両の重量は7t以下に制限されている。現在のマンゴチ橋は、マラウイ国の主要国際幹線として、将来交通量及び重車両交通に対応できる状況ではない。

このような状況を背景としてマラウイ国政府はナカラ回廊に通じる国道3号線の整備計画を最重要な道路計画計画と位置付け、クウェイト基金等によって事業化する段階に至っている。そして、マラウイ国政府は日本国政府にマンゴチ橋の架替についてのフェージビリティ調査の実施を要請したものである。

1.2 調査の目的

調査の主たる目的は、以下のとおり。

- 1) 2005年を目標年次としたフェージビリティ調査の実施
- 2) 同調査を通じた技術移転の促進

1.3 調査の範囲

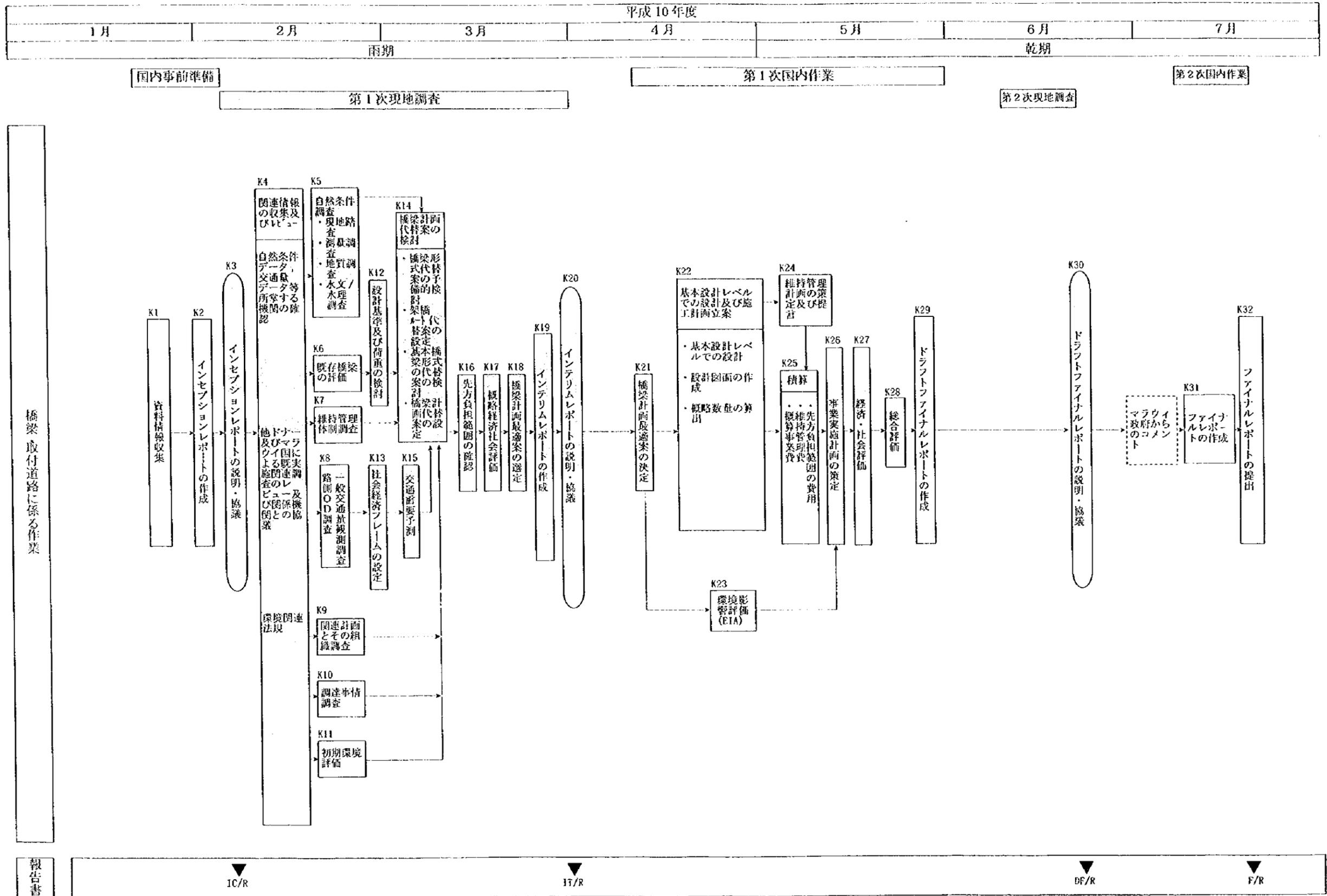
1998年2月初旬に調査は開始し、同年の7月に終了した。本調査内での調査工程を図1.1に示す。

1.4 主要協議

調査期間中、以下の協議がマラウイ国で開催された。その協議の議事録は付属資料集に示す。

会議	日付	主要議題
第1回委員会	1998年2月10日	インセプションレポート説明
第2回委員会	1998年4月4日	インテリムレポート説明
第3回委員会	1998年7月1日	ドラフトファイナルレポート説明

図1.1 調査全体のフローチャート



凡例: 現地作業 国内作業

2. 測量調査・水文調査・地質調査

2.1 測量調査

新橋梁設計に必要な資料を得るため、以下の測量を実施した。測量範囲は選定された3つの比較路線、ルートA(既存橋の下流約 30 m)、ルートB(既存橋の上流約 250 m)、ルートC(既存橋の下流約 250 m)である。同時に既存橋についての橋体調査を実施した。

(1) 中心線測量

選定された比較路線についての水準測量(全長 3 ルート×500 m=約 1.5 km)

(2) 横断測量

選定された比較路線の幅 50mにわたる横断測量(20 m間隔+特殊断面)

(3) 河川測量

測量範囲内の河川縦断および横断測量

測量調査結果として、地形図・道路縦横断図・河川縦横断図及び河床等高線図を作成した。

2.2 地質調査

地質調査は、予備設計の基礎データを得るために比較 3 ルートに対して行われた。

想定ルートサイトは、第4紀の沖積層にあり、主に密度の高い砂質土及び砂質粘性土で成り立っている。北東盛土付近は湿地であり、南西盛土付近は緩い傾斜の砂浜になっている。現地には凝集性の土質や岩は見あたらない。

2.3 土質調査

現地調査は、ボーリング、サンプル採集及び標準貫入試験を橋台及び橋脚の付近で行った。また、室内試験を行った。

2.4 水文、水理調査

本調査は現地の観測所からの資料及び河川測量結果を検討し、新橋梁設計のための資料作成を行った。

シレ川、マラウイ湖の水位はリランデ堰によって大きく影響されている。堰完成後約 23 年間ほとんど下流に水を流さず貯水した結果、現在マラウイ湖の水位は 1979 年に 477.30 mの最高水位を記録し、以後 476 m前後の高水位を記録している。リランデ堰の最高水位は 475.74 mである。

シレ川のマンガチ観測所によると 1980 年に最高水位 476.74 m,最大流量 1,050 m³/sec を記録している。河川勾配は 1/33,000 である。

現地で実施した水深測量の結果、既存橋脚付近では局部洗掘は見られず、洗掘防止対策工が施されている。しかし既存橋付近の河床は、既存橋上流、下流と比較して 2m~4mの顕著な河床低下が見られた。これは既存橋および河川内に張り出した盛土のため河積断面が急減したことにより橋梁地点で水流が速くなり、洗掘が発生したものと考えられる。

水流は毎秒 0.2~0.6 m/sec の範囲であり、水深は 6 m~10 m である。

以上の調査検討より橋梁設計に用いる水文データは以下の通りとなる。

表2.1 橋梁設計に用いる水文データ

項目	単位	
高水位	m	476.8
最大流量	m ³ /sec	1,100
河川勾配		1/33,000

3. 社会経済及び交通調査

3.1 調査地域の状況

マラウイ国の経済は国際貿易に強く依存しているため、外国輸送網を適切なコストで運用できるか否かは、マラウイ国にとって重要な問題である。

ブランタイアからモザンビーク国のナカラ港までの道路と鉄道の経路、或いはベイラ港又はダーバン港までの道路や鉄道経路、そしてダルエス・サラームまでの道路と鉄道の経路がマラウイ国の国際輸送ルートとなっている。

モザンビークの内乱によってモザンビーク経由の国際交通が途絶する前までは、マラウイ国際交通の90%以上がナカラ及びベイラ港で取り扱われていた。

世銀の人口統計によれば、マラウイの人口は1996年10.14百万人である。一方、マラウイが独立した1964年から1991年の間マラウイの人口は4百万人から10百万人に増加しており、年平均増加率は3.1%である。

マラウイ国の経済は農業が基盤である。農業がGDPの1/3以上を占めており、外貨獲得の90%以上を占めている。

マラウイ最大の輸出物品はタバコであり、次に紅茶及び砂糖が続く。また、同国の農作物のうち生産量が最大のものは、とうもろこしである。

マンゴチ地方は面積が6,272 km²であり、同国全体面積の5.3%となっている。マンゴチ地方では各種の穀物が育成されている。また、マンゴチはマラウイ国の観光の中心となっている。

3.2 将来道路計画

本橋梁計画に重要な関係がある2つの道路プロジェクトがある。

- (1) リオンデ～ナミンガ～ナサナマ～チポンデ～マンゴチのマラウイ国道路整備計画(本整備計画はクウェイト基金等によって近く事業化の予定)
- (2) ナンプラ～マンデバ間のモザンビーク国道8号整備計画(本整備計画のうち3橋梁の架替を日本国の無償資金協力で実施中であり、この他、世銀の資金によって道路改良が行われている。)

3.3 交通量測定と将来交通需要予測

全部で7ヶ所での交通調査地点が選定されたが、全てマラウイ国の南部及び中部である。マンゴチ橋を通過する多くの交通は歩行者(1日当たり4,362人)と自転車(1日当たり2,154台)となっており、それぞれ63%と31%を占めている。これらの交通量は、マンゴチ橋が周辺地域居住者にとっては重要な橋であることを示している。又、2輪車を含まない4輪車の交通量は1日当たり398台となっている。

季節変動を考慮した過去の交通量測定結果から、マンゴチ橋の交通量は1989年から1998年にかけて年1.10%の交通増加を示している。表3.1に交通需要予測の結果を要約している。

新橋梁がない場合、2017年までに1日2,000台に達するものと予測される。このため新橋

の架替がない場合は、交通渋滞が著しく発生することになる。1日当たり2,500台の交通量に達した時、それ以上の交通量は他のルートへの迂回を余儀なくされる。

表3.1 1日当たりの交通量予測(マンゴチ橋上)

(台/日)

	橋なし				橋あり			
	2002	2005	2012	2022	2002	2005	2012	2022
予測交通量	765	931	1,485	2,500	845	1,026	1,646	3,060

注:開発交通量及び誘発交通量を含む。

出典:JICA調査団

4. 基本設計

最適ルートについて、橋梁主要諸元、取付道路、舗装に関する基本設計を実施した。基本設計では、新しい橋梁の建設時に既存橋梁の通行に影響しない範囲で、取付道路延長を短くするように橋梁線形を検討した。

4.1 橋梁

(1) 橋長・支間・幅員構成

橋梁建設地の自然条件等から橋長 220 mとし、工費、材料入手、維持管理の容易さ等から PC 構造とした。橋梁の構造的なバランスを考慮して 3 径間連続橋とし、その支間構成は中央支間 100 m、側径間 60 mとした。又、幅員構成はマラウイ国の橋梁の標準幅員である 9.7 m(車道幅 7.3 m、両側歩道 1.2 m)を採用した。

(2) 上部工

中央支間 100 m、橋梁幅員 9.7 mを考慮して PC 構造で最も一般的な変断面箱桁橋を採用した。主桁は橋脚より両側にバランスを取りながら架設する片持ち張り出し工法を採用する。これによって、工事中の仮設栈橋の建設を最小に押さえることとした。鋼材は最も一般的で入手容易な 12T12.7 mm の PC ケーブルを使用することとした。

(3) 下部構造

橋脚は流水の影響を最小にするため小判形式とした。PC 構造で大きな影響が出る乾燥収縮、クリープに伴う下部工への影響を最小に押さえるため上部工を支える支承はゴム支承とし、2 本の橋脚が上部工からの荷重を等分に負担する構造とした。

(4) 基礎構造

現地の自然条件を考慮すると基礎構造としては種々の構造が考えられるが、マラウイ国の基準に従うこと、現在までに施工実績が多い事を考慮して、オープンケーソン工法を採用した。この工法は、河川内に築島を構築し、その上でコンクリート製のケーソンを製作する。そして、このケーソンの内部の土砂を機械で排除してケーソンを支持地盤上まで沈める工法である。

現地の地盤は明確な支持層のない硬く締まった砂質土層が続く地層である。技術的には洗掘現象が発生しにくい形状とし、かつ経済性を図るために築島の大きさを小さくし、この結果、直径 10 m、深さ 12 m のケーソンとした。

4.2 取付道路

(1) マンゴチ市側

マンゴチ側取付道路にはビクトリア女王記念碑があり、この撤去は行わないことを原則とした。マラウイ国では交差点をラウンドアバウト形式とすることが一般的であり、この記念碑をラウンドアバウトの中心とすることで記念碑の移動・撤去を避けることとした。また、本計画の道路基準点をこの記念碑の中心とし、これより 60 mマンゴチ市街に入った所で現道と摺り付けることとした。

(2) タガルカ村側

タガルカ村側の既存道路は河川内に大きく入っているが、新橋の取付道路はこの道路に出来る限り短い取付道路で摺り付けることとし、平面的にまた縦断的に摺りつく地点として基準点より 485 m の地点で現道に摺り付けた。

(3) 舗装

マラウイ国の道路構造基準に従い、表層 (Surface Course) 50 mm、基層 (Base Course) 150 mm、補助基層 (Sub Base Course) 100 mmとした。

基本設計の概要を以下に示す。

橋梁

位置	:	既存橋の30 m下流
橋梁幅員	:	9.7 m 車道幅7.3 m(往復2車線)、歩道幅1.3 m(両側設置)
橋長	:	220 m
支間割	:	主径間100 m、側径間60 m
橋梁形式	:	3径間連続PC箱桁
基礎形式	:	オープンケーソン基礎(橋脚)場所打ち杭基礎(橋台)

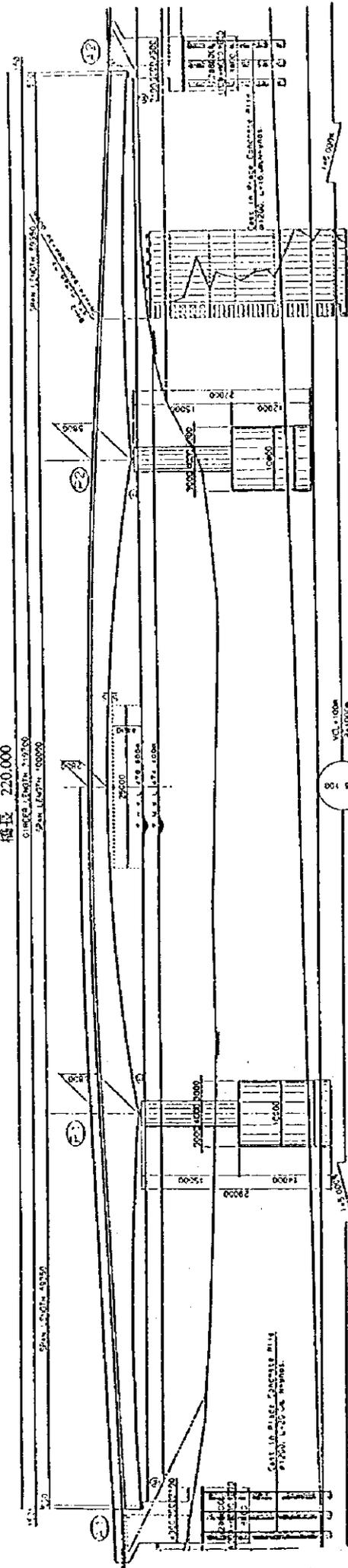
取付道路

道路幅員	:	10.5 m
車道幅員	:	7.3 m (往復2車線)
歩道幅員	:	1.6 m (両側設置)
路肩幅員	:	1.5 m
総延長	:	325 m(マンゴチ市側 125 m、タガルカ村側200 m)
舗装形式	:	2層式瀝青処理

侧面图

橋長 220.000

CURVED LENGTH 197.000
SPAN LENGTH 100.000



0+00	20.000	0+20	20.000	0+40	40.000	0+60	40.000	0+80	40.000	1+00	40.000	1+20	40.000	1+40	40.000	1+60	40.000	1+80	40.000	2+00	40.000
0+00	20.000	0+20	20.000	0+40	40.000	0+60	40.000	0+80	40.000	1+00	40.000	1+20	40.000	1+40	40.000	1+60	40.000	1+80	40.000	2+00	40.000
0+00	20.000	0+20	20.000	0+40	40.000	0+60	40.000	0+80	40.000	1+00	40.000	1+20	40.000	1+40	40.000	1+60	40.000	1+80	40.000	2+00	40.000

平面図

橋長 220.000

CURVED LENGTH 197.000
SPAN LENGTH 100.000

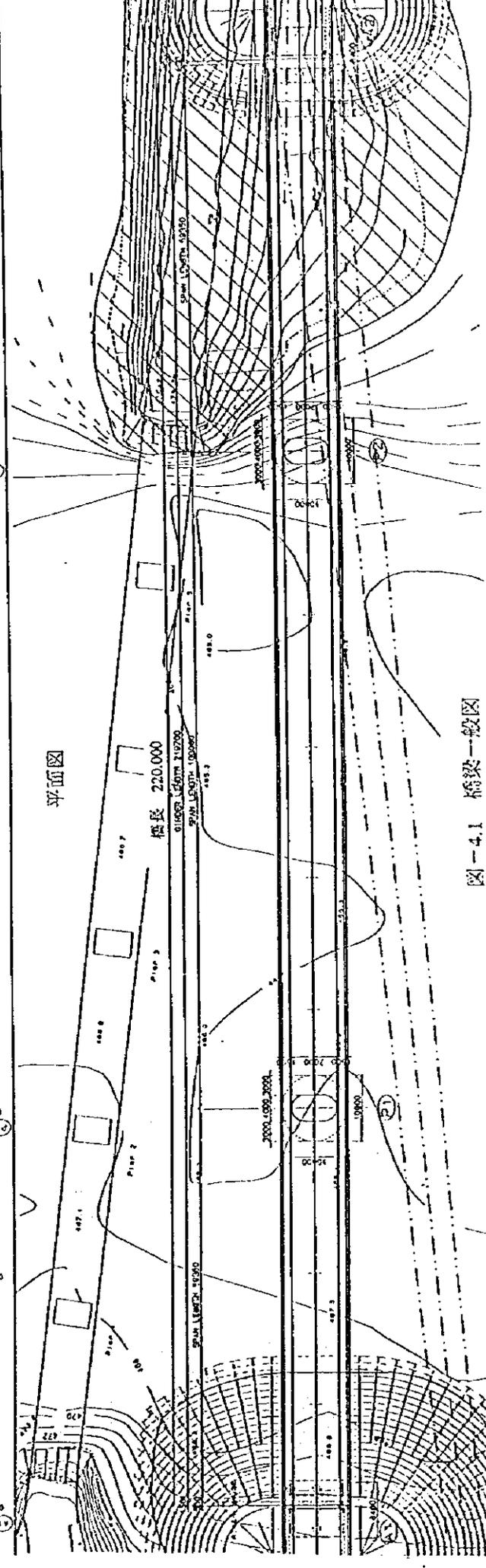
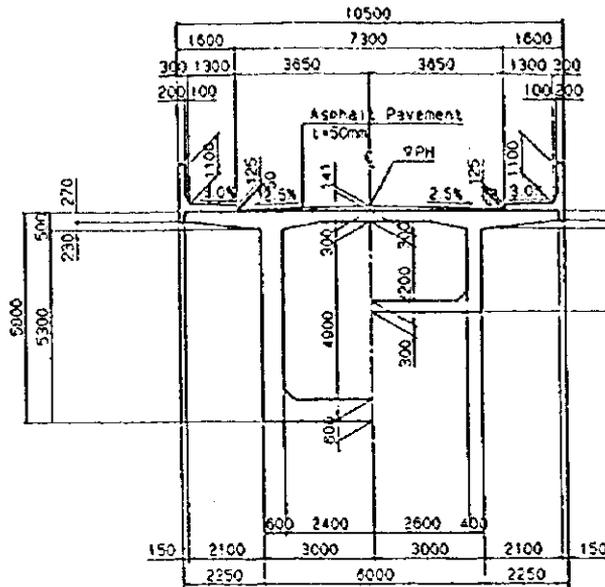


图-4.1 桥梁一般图

主桥断面图



下部工断面图

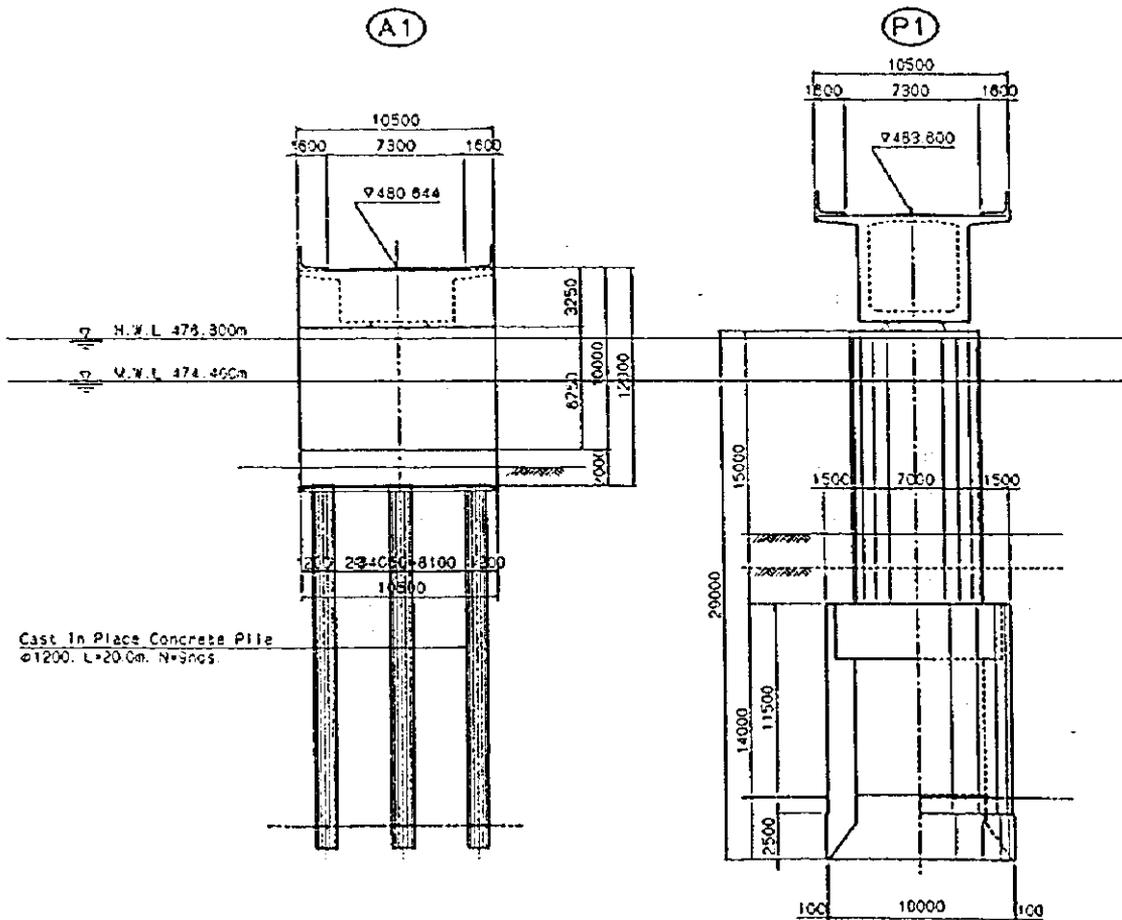
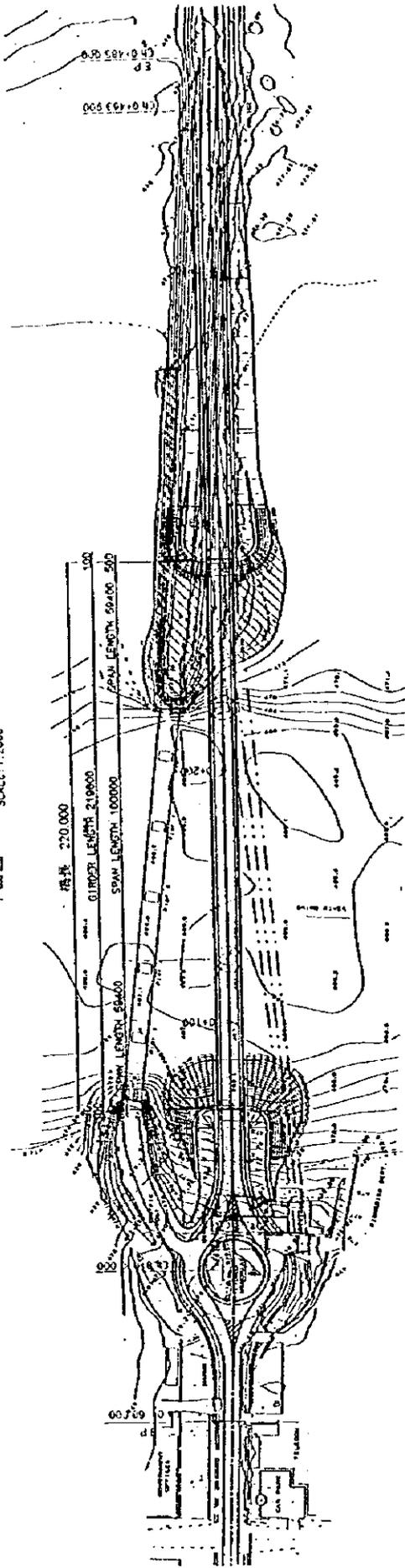


图-4.2 桥梁断面图

平面图 SCALE: 1:2000



侧面图 SCALE: 1:2000

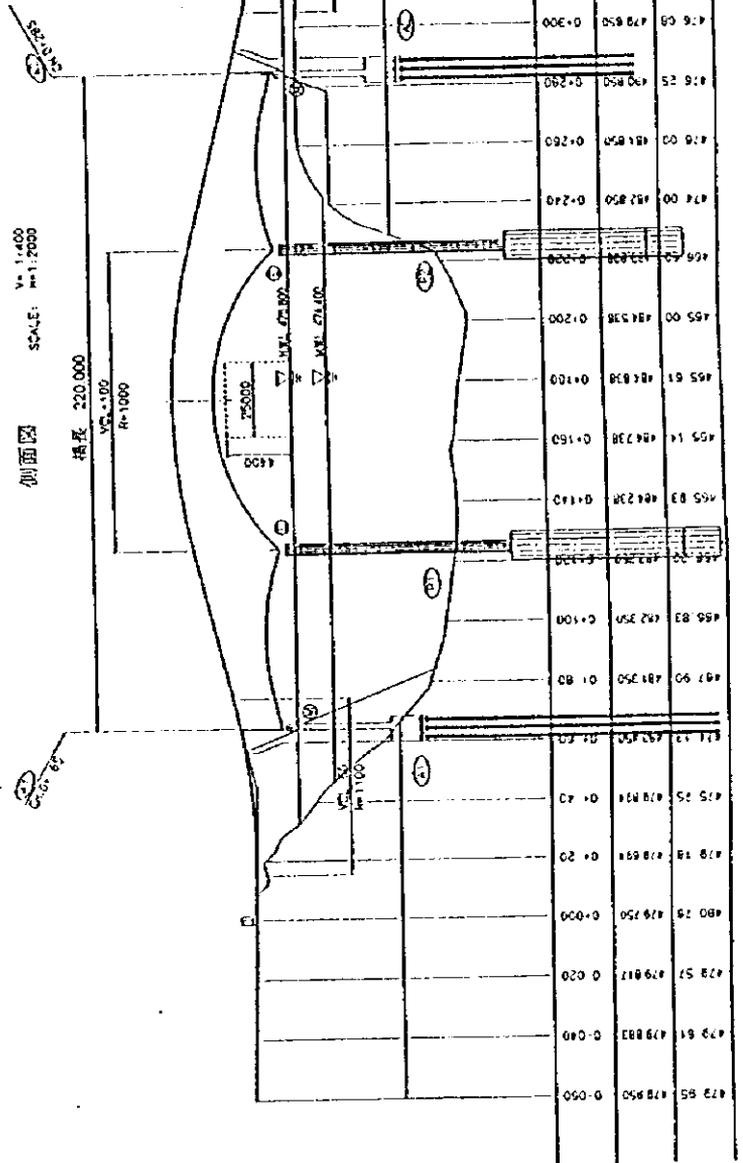


图-4.3 道路设计图

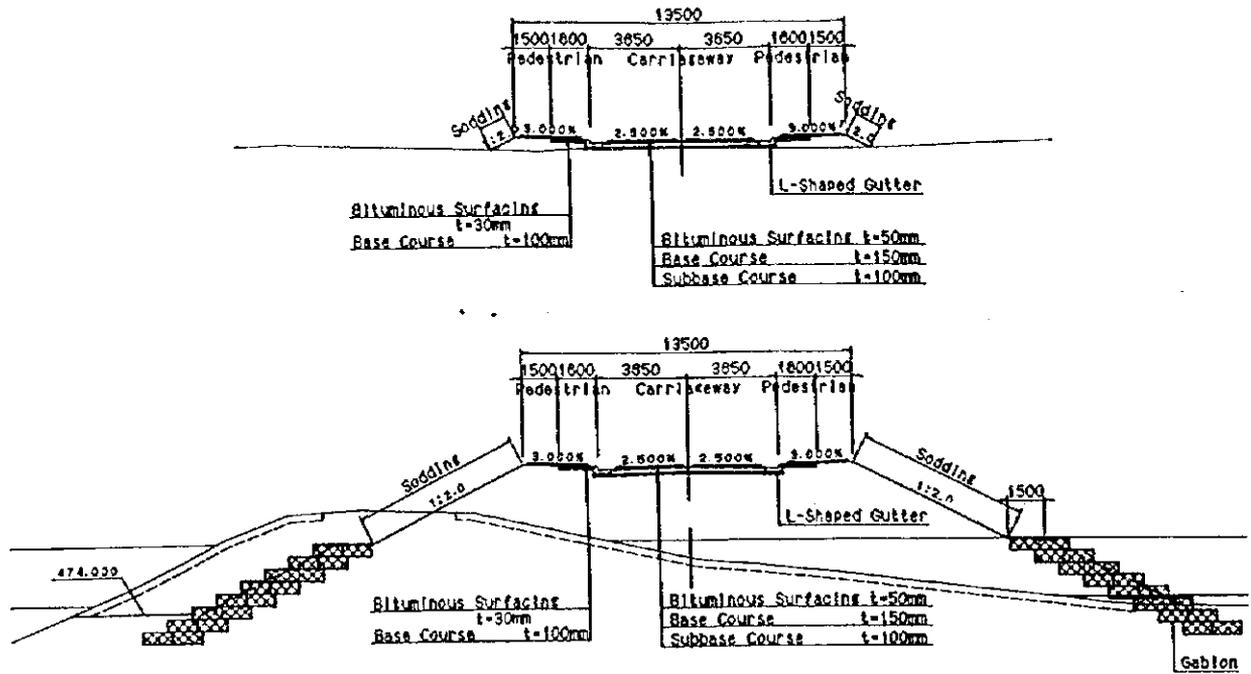


图-4.4 道路断面图

5. 環境影響評価

マラウイ国における公共事業に伴う環境影響評価手続きは大きく分けて2段階あり、最初に事業概要並びに関連環境対策・調査等をまとめたプロジェクト・ブリーフの作成があり、それらの評価にもとづいてEIA作成の有無が検討される。当該事業に対してはEIA作成が必要と判断され、公共事業省、環境省、水資源開発省等の関連機関とヒアリングを行いながら作成に当たった。

既設マンゴチ橋はマラウイ湖とマロンベ湖にはさまれたシレ川上流域に位置するマンゴチ市内にある。シレ川の平均流量は約400 m³/secでゆるやかで1年を通して安定した流れを呈しており、平均川幅が300から400 mと変化する。

マンゴチー帯を含むシレ川上流域では、シクリッド(Cichlid)の一種であるチャンボ漁が盛んであるが、近年、乱獲による水産量激減に伴い、同地区内を産卵・回遊するシクリッドの保護の目的で、11月から3月の5ヶ月の間、禁漁期間が制定されている。なお1996年に行われた野外調査報告によれば同流域内において44種が確認されている。

既設マンゴチ橋の橋長は約160 mで、東岸から出た突堤からのアクセスが長い。これによりシレ川東岸部突堤付近においては一部、流れがよどみやすくなり、ラグーンなどの湿地帯の存在が認められる。また既設橋付近においては、突堤による河積縮小に伴い流況阻害が誘発しやすく、橋脚部付近における一部河床洗掘を引き起こすことが現地測量結果より報告されている(最低河床高=464 EL.m)。

既設橋橋脚には市内水道施設の取水口が設置されており、ここから市内3ヶ所(西岸2ヶ所、東岸1ヶ所)にある浄水施設まで送水されている。既設橋両端部付近には洗濯場・水浴び場があり、市民により頻繁に利用されている。シレ川東岸突堤部には検問所があり、既設橋を通過する地域交通の簡単なチェックを行っている。また西岸たもとには、クイーンビクトリア記念碑、砲台(ホッチキス・ガン)が設置されており、地域内のランド・マーク的存在として親しまれている。

新橋梁建設においては、代替案としてルートに関し3案(A、B、C)、橋梁スパン2案(3スパン及び5スパン)が提案され、それぞれの案に対して初期環境評価(IEE)を実施した。選定にあたっては、特にチャンボ漁業、シレ川の地域内水資源としての重要性、記念碑移転、住民移転などを考慮した。これよりルートA(橋長220 m)、3スパン案が最適と判断され、同最適案を対象に環境影響評価を実施した。

既設マンゴチ橋付近6地点において水質検査を実施した。検査項目はpH、伝導度、TDS、溶存酸素、COD、BOD、リン、窒素、濁度、マンガン、SS、大腸菌群数の12項目である。同検査結果より、現況におけるシレ川の水質は良好と判断された。

既設マンゴチ橋利用者150名を対象に住民意識調査を行った。これより既設橋に対し、1車線で車両制限が有るため、大型トラックは通過不可能で、地区内外物流に関しかなりの支障を感じるなどの意見が大半を占めた。また歩道帯も既設橋両端に設置されているが、一方は閉鎖されており(調査時点において)、また供用されている歩道帯も歩行空間が狭く、且つ損傷が激しいため、車道を利用している人が多く(車両通過時に車道両端または歩道帯に避難)、歩行者・自転車などに対する保護が不十分で非常に危険であると言える。また橋全体の構造からみても疲労・痛みが著しく、車両通過時に異常な振動を感じる等、現橋に対し、多くの不満を有することが判明した。

また、基本的に既設橋架替工事には賛成で、同事業により地域内に誘発される各種メリット(例、経済・産業活動の活発化、雇用促進等)を認識し、全般的に好意的な態度を示しているこ

とがわかった。橋梁工事に伴う記念碑移転については、無関心派が 81 名と、調査の半数以上を占めた。関心を示した者についても、安全な移転先が明確に確保されている場合、移転について十分な理解を示すというのが主流であった。

まとめとして、橋梁架替計画それ自体の内容に対しては殆ど環境問題はないが、建設期間中に講じるべき環境保全対策とそれらの管理計画・実施すべき時期等を表 5.1 に整理した。

表5.1 環境影響評価(総括)

環境分野	環境影響	緩和措置	実施時期
土壌	河岸湿地帯の崩壊の恐れあり。	法面に植生を行う。	D/D段階 建設中
水資源	取水口の移転	新たな取水施設を用意する。	準備段階
	シレ川の水質汚濁	建設業者による監視・検査機構を強化する。 禁漁期間内での大規模掘削はなるべく回避する。	建設中
	突堤除去に伴う堆砂等による河床変化	建設業者による監視・検査機構を強化する。	建設中
水産業	シレ川水質汚濁による水産資源の低減	建設業者による監視・検査機構を強化する。 小規模漁民の優先的雇用を図る。	建設中
記念碑	砲台(ホッチキス・ガン)の移転	移転地を用意する。	移転前
	クィーンビクトリア記念碑の交通事故からの保護	ロータリー、段差構造の導入を図る。	D/D段階
検問所	東岸検問所施設の移転	代替地・施設等を用意する。	移転前
住民移転	西岸近傍民家の移転	不法占拠のため強制退去	移転前
	採石場近傍民家の移転	不法占拠のため強制退去。	移転前
道路の安全	交通事故の増大	警察による監視強化。	建設中・後
動植物	シレ川水質汚濁による動植物(カバ・ワニ等)への影響	建設業者による監視・検査機構を強化する。	建設中
騒音	騒音・振動の増大	昼間時に施工を実施する。	建設中
大気汚染	粉塵の増加	散水等の処理を行う。	建設中
保健・衛生	マラリア・住血吸虫	予防・対策講習会の開催 予防薬の配布 医療施設の拡充	準備段階 建設中

6. 工事計画及び事業費

6.1 施工法

マンガチ橋は1箱桁プレストレストコンクリート橋である。この構造は次の方法で施工される。

(1) 基礎及び下部構造

下部構造の施工前に、H型鋼を組み合わせて仮栈橋をクローラークレーンを用いて構築する。この目的は、橋脚位置への接近と、2重鋼矢板で防水施設を構築するためである。次に、オープンケーソンの刃型部分を位置決めし、このケーソンを所要深さまで圧入工法によって沈下させる。この基礎完成後、橋脚躯体を構築する。

(2) 上部工

上部工は張出し施工によって建設されるが、移動吊り支保工によって各セグメント毎に建設される。各橋脚から上部工が張出された後、スパン中央部が剛結される。

6.2 工事費算定

工事費は以下の仮定の下で算定された。

- 1) 工事費は1998年3月末時点の価格で積算
- 2) 外貨交換は次の通り
US\$1.00 = 128.70円 = 25 MK
- 3) マラウイ国で入手できない資材と機材は日本と南アフリカから輸入する。
- 4) コンサルタントの監理の下で競争入札の結果、国際コントラクターによって本計画は実施される。

6.3 事業費

表6.1 事業費要約

項目	外貨 (US\$)	内貨 (US\$)	合計 (US\$)
1) 工事費			
A) 準備工事	43,966	698,160	742,126
B) 仮設工事	349,425	94,220	443,645
C) 橋梁	5,072,424	2,445,138	7,518,562
D) 取付道路	106,936	497,580	604,506
合計(1)	5,572,751	3,736,088	9,308,839
2) 技術費用	1,312,209	68,243	1,380,452
3) マラウイ国政府負担費用			
3.1 既設橋撤去		28,000	28,000
3.2 電力線移設		6,000	6,000
3.3 税金と関税	1,807,199	736,712	2,543,911
3.4 公共事業省管理費用	39,366	2,047	41,413
3.5 環境プログラム	0	26,800	26,800
合計 3)	1,846,565	799,599	2,646,125
4) 予備費	873,153	460,389	1,333,542
5) 事業費(1+2+3+4)	9,604,681	5,064,278	14,668,959

6.4 維持費

連続PC箱桁はほとんど維持費が発生しない構造ではあるが、最小限の維持作業は必要となる。この維持費は表6.2に示す。

表6.2 維持費

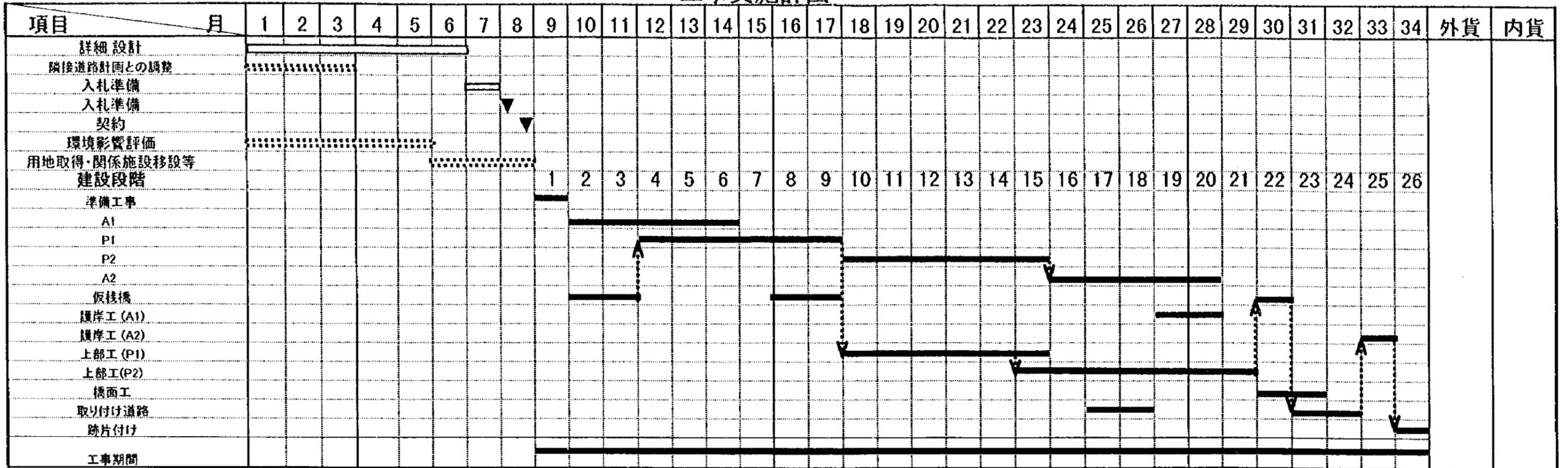
項目	維持作業頻度	維持費(US\$)
橋梁、取付道路及び堤体保護	年1回	6,140

7. 実施計画

実施計画を図7.1と図7.2に示す。

準備期間、下部工、上部工、取付道路からなる全体工期は26ヶ月間になる。

工事实施計画



項目																																				単位: 1,000\$	
1) 建設費	FC									1954.3													2879.3									739.1	5572.8				
	LC									1798.1													1390.0									547.9		3736.1			
2) 設計施工監理費	FC	206.1								448.4													415.4									242.3	1312.2				
	LC	3.1								19.8													28.7									16.7		68.2			
3) 相手政府負担費																																					
3.1) 既存橋撤去費	FC																																				
	LC									28.0																						28.0					
3.2) 電線移設費	FC																																				
	LC									6.0																						6.0					
3.3) 税金及び関税	FC	54.1								630.7													864.8									257.6	1807.2				
	LC	0.6								352.0													274.7									109.3		736.7			
3.4) MOWS監理費	FC	6.2								13.5													12.5									7.3	39.4				
	LC	0.1								0.6													0.9									0.5		2.0			
3.5) 環境プログラム	FC																																				
	LC									8.9													8.9									9.0		26.8			
小計	FC	60.3								644.1													877.3									264.9	1846.6				
	LC	0.7								395.5													284.5									118.8		799.6			
4) 予備費	FC	26.6								304.7													417.2									124.6	873.2				
	LC	0.4								221.3													170.3									68.3		460.4			
合計	FC	293.0								3351.6													4589.2									1370.9	9604.7				
	LC	4.1								2434.8													1873.5									751.8		5064.3			
																																				14669.0	

8. 経済評価

直接経済便益は走行車両費の節約であり、2002年で135,385US\$、2005年で174,231US\$、2022年に1,450,375US\$となる。プロジェクト費用については、全経済費用から税及び関税分を除いている。又5章で示した環境関連費用を加えている。

毎年の維持費用は交通を供用した年から発生するものとした。市場価格を経済価格に変換する係数を適用することによって、全プロジェクト費用は11,153,199US\$と算定された。この結果、EIRRは7.0%と算定された。

間接経済便益には、交通効果と地域開発効果の2つが考えられる。交通効果には i)交通安全性の改善 ii)マラウイ国内の交通ネットワークの強化 iii)マラウイ国を通過するモザンビーク国に関連する国際及び国内交通の強化 iv)マンゴチ地域へのアクセシビリティの改善 v)輸送費の減少とそれに伴う税収入の増加があり、地域開発効果には i)市場経済の促進 ii)地方部の生活水準向上 iii)農業の近代化 iv)資源利用促進 v)観光部門の発展 vi)地域の均衡ある発展 vii)技術移転がある。

上述した間接便益は、高い意義を有しており、本プロジェクトは経済的に妥当であると調査団は考える。

新マンゴチ橋はマラウイ国経済にとって重要な資産であり、高い地方経済成長及び今後の国家経済成長を継続するために必要な計画と考えられる。

9. 提言及び結論

本調査の結果に基づき、提言と結論と勧告を以下に示す。

(1) 既設マンゴチ橋

既設マンゴチ橋の下部工に関しては、顕著な損傷はアバット近くの盛土崩壊を除いては、認められない。上部工は仮設橋梁(ベイリー橋)であり永久構造物ではない。将来の増加する交通量と重車両交通を考えると、既設橋は、耐荷力不足と往復一車線のため、将来の交通状況に耐えられるものではない。

(2) マンゴチ橋が果たすべき役割

隣国モザンビークの安定化に伴い、同国のナカラ港及びベイラ港からのマラウイ国への輸送量は近年増加している。このため、内陸国マラウイにとって、距離的に最も近く、輸送コストが有利であるナカラ回廊の重要性をマラウイ政府は強く認識している。このナカラ回廊上のマラウイ国道3号線に位置するマンゴチ橋は同国の主要国際幹線の重要な橋梁である。このため、将来の交通量に見合い、かつ重車両交通にも耐えられる永久構造物としての橋梁が必要である。

(3) 橋梁基本設計

橋梁位置選定、スパン選択及び橋梁決定を行った予備設計によって、既設橋の下流約 30 m に新マンゴチ橋を計画し、その形式は橋長 220 m のプレストレストコンクリートが採用された。

航路クリアランス	: 高水位より4.40 m
橋梁幅	: 10.50 m
車線数	: 2車線(3.65 m x 2)
歩道	: 1.30 m両側
スパン割	: 60 m - 100 m - 60 m
橋梁形式	: 1箱桁、現場打ちプレストレストコンクリート橋

(4) 環境影響評価

シレ川の橋梁現場近くは、チャンボ魚の産卵時通過場所であり、かつ記念物であるクィーンビクトリア時計が存在するものの、新橋建設による大きな影響は生じないものと考えられ、また、発生したとしても適切な緩和処置を取ることによって減少又は回避できるものである。

(5) 建設計画

工事期間は 26 ヶ月間となる。両側の橋脚建設にはオープンケーソンを使用し、ケーソンの沈下には圧入工法の採用が考えられる。上部工の施工は張出し施工を採用する。

(6) 事業費

事業費は 14,668,959 US\$と見込まれる。

(7) 経済評価

EIRR は 7.0%となった。直接便益の他に、交通効果と地域開発効果としての多岐にわたる間接便益が期待される。

(8) マラウイ国政府が実施すべき事項

以下の事項の実施がマラウイ国政府に望まれる。

- － 本計画と隣接する道路計画の調整
- － 電力線の移設
- － 既設橋の撤去
- － 土地収用とその補償
- － 環境影響評価の審査とモニタリング

新マンガチ橋は技術的にも経済的にもフィージブルであり、早期に実施されることが必要と調査団は結論づける。

Vertical text on the right edge of the page, possibly a page number or reference code.

JICA

