

第6章 既設橋梁調査

本章では、M5 沿いの既設橋梁 65 橋の諸元を示すとともに、要請対象橋梁 10 橋に対して実施した損傷調査の目的、方法、調査結果を示す。各対象橋梁の形状測定、損傷調査については、「橋梁調書」として、別添資料にとりまとめた。本章の結果として各対象橋梁の構造面からの損傷の危険の程度を損傷度として評価した。

また、対象区間の橋梁の橋梁整備計画及び維持管理状況を調査するとともに、本邦無償資金協力により建設されたマンゴチ橋の維持管理状況について言及する。さらに、既設橋梁の損傷の主要因となっている洪水時の洗掘及びマラウイ国政府が実施した補修工法について考察する。

6-1 対象橋梁の形状・損傷調査

(1) M5 の既設橋梁の概要

M5 沿いには、表 6-1-1 に示すようにバラカからムズズまでで合計 65 橋の橋梁がある。

表 6-1-1 M5 の既設橋梁数

区 間	橋梁数
バラカ～サリマ区間	13
サリマ～ンコタコタ区間	17
ンコタコタ～ムズズ区間	35
合 計	65

出典：Bridge Inspection Report: M5 from Balaka to North of Nkhata Bay, 2003, National Road Authority

(2) 調査項目及び調査方法

対象橋梁の構造的な健全度を評価するために、表 6-1-2 に示す形状寸法調査、損傷度調査及び資料収集を実施した。同表にそれぞれの調査方法と調査結果のとりまとめ方法を示す。なお、表中の「●」印は主に現地調査、「○」印は主に資料収集として実施した項目である。

表 6-1-2 対象橋梁の調査項目及び調査方針

調査項目		調査方針
主に 現地 調査	1) 既設橋の架橋位置	● 路線図等によるステーションの確認 (GPS による橋梁位置の確認)
	2) 橋梁形状	● メジャーと距離計による幅員、径間長等の基本寸法の測定 ● 目視による添架物、地下埋設物調査 ○ M5 及び対象橋梁の設計図書収集 ● 荷重規制値の調査
	3) 損傷調査	● 目視と写真撮影によるコンクリートの剥落／鉄筋の露出／豆板／遊離石灰／錆び汁／ひびわれの調査 ● 目視と写真撮影による鋼部材の脱落／変形／腐食の調査 ● 傾斜計による下部構造の変状測定 ● 目視と写真撮影による橋脚や橋台の洗掘・護岸の損傷調査 ● 目視と写真撮影による高欄、伸縮装置、支承、照明装置、添架物等の損傷調査 ● 目視と写真撮影による取付道路／擁壁等の道路構造物の調査
	4) 施工条件	● 目視による周辺状況の確認、橋梁周辺の家屋調査 ● 仮橋建設／新橋バイパスに関する周辺状況の調査 ● 資機材の搬入／施工ヤードに関する調査
主に 資料 収集	5) 自然条件	○ 降雨量等の気象条件の文献収集 ● 洪水状況の聞き取り調査 ○ 近接地域での既往の地形／地質調査に関する資料収集 ○ 既往の測量／BM (ベンチマーク：基準点) の有無に関する資料収集
	6) 橋梁計画	○ 橋梁計画／設計／交通安全管理に関する法規、技術基準に関する資料収集 ○ 施工 (橋梁形式、基礎形式、仮設工事) 等の施工条件に関する調査 ○ 既往案件における調達 (建設資機材、労務) の調査 ○ 既往案件における建設コストの調査 ○ 環境社会配慮に係る調査
	7) 維持管理	○ 事業や維持管理の実施能力 (組織体制／技術力／予算／資機材の調達) の調査

凡例： ●：現地調査、○：資料収集／聞き取り調査

調査結果

上記の調査の結果概要を表 6-1-3 に列記する。また、各対象橋梁の損傷状況の概要を表 6-1-4 に整理する。各対象橋梁の損傷状況の詳細は、「添付資料：橋梁調書」にとりまとめたとおりである。

表 6-1-3 対象橋梁の調査実施内容及び調査結果

調査項目	調査の実施内容	調査結果及び調査のとりまとめ方法
1) 既設橋の架橋位置	GPS により対象橋梁の緯度・経度及び標高を測定した。	測定結果を「橋梁調書」に整理した。 また、測定結果をもとに「対象橋梁位置図」を作成した。 なお、GPS で測定した座標を 5 万分の 1 の平面図に描画した場合、基準点に乖離があるために、特に経度が一致していない。平面図に示されている座標と整合させるために補正が必要である。
2) 橋梁形状	対象橋梁の復員、橋長、径間長等の主要寸法を測定した。	「橋梁調書」に各対象橋梁の基本寸法を整理した。
	目視により、橋梁添架物、埋設物を調査した。	「橋梁調書」に各橋の橋梁添架物、埋設物の調査結果を整理した。 リンゴナ橋及びムチャンディロ・カルバートにそれぞれ 2 本の水道管が添架されていることを確認した。水道管に損傷はみられない。
	M5 及び対象橋梁の設計図書を収集した。	1997 年の NRA 設立の際にほとんど全ての設計図面等の図書が紛失しており、M5 及び対象橋梁の設計図書を収集できなかった。 2003 年竣工のドゥワンバジ橋について、設計図面を収集した（「収集資料リスト」参照）。
	橋梁の規制荷重を調査した。	仮設橋として建設されたナンコクエ橋とルワジ橋について、規制荷重がそれぞれ 40 トン、50 トンであることを確認した。また、これらの調査結果は「橋梁調書」に整理した。
3) 損傷調査	目視と写真撮影によるコンクリートの剥落／鉄筋の露出／豆板／遊離石灰／錆び汁／ひびわれを調査した。	「橋梁調書」に調査結果を整理した。
	目視と写真撮影による鋼部材の脱落／変形／腐食を調査した。	同上
	傾斜計による下部構造の変状を測定した。	同上
	目視と写真撮影による橋脚や橋台の洗掘・護岸の損傷を調査した。	同上
	目視と写真撮影による高欄、伸縮装置、支承、照明装置、添架物等の損傷を調査した。	同上
	目視と写真撮影による取付道路／擁壁等の道路構造物を調査した。	同上
	主要コンクリート部材について、シュミットハンマーによりコンクリート強度を測定した。	同上

(つづき)

調査項目	調査の実施内容	調査結果及び調査のとりまとめ方法
4) 施工条件	目視による橋梁周辺の状況調査や家屋調査を実施した。	「環境社会配慮」に各橋梁の調査結果を整理するとともに、「基本設計調査実施への提言」に橋梁計画上の留意事項を整理した。
	仮橋建設／新橋バイパスに関する周辺状況を調査した。	同上
	資機材の搬入／施工ヤードに関する調査を実施した。	同上
5) 自然条件	降雨量等の気象条件の文献収集を行った。	水資源局よりマラウイ湖と主要河川の水位データ及び流量算定結果を収集した。ただし、水位観測している河川は対象橋梁のうち、ナンコクエ川のみであった。設計条件の決定にあたっての留意事項を「基本設計調査実施への提言」に整理した。
	各対象橋梁において、洪水時の水位や冠水に関する情報を地域住民からの聞き取りによって調査した。	「橋梁調査」に洪水時の水位や越流に関する聞き取り調査結果を整理した。
	近接地域での既往の地形／地質調査に関する資料を収集した。	1997年のNRA設立の際にほとんど全ての設計図面等の図書が紛失しており、M5及び対象橋梁の地質調査に関する資料は収集できなかった。唯一、ナンコクエ橋について、1979年に実施した地質調査結果のみ収集できた(「収集資料リスト」参照)。
	既往の測量／BM(ベンチマーク:基準点)の有無に関する資料を収集した。	国土住宅省のSurvey Departmentより、M5(バラカ〜ンクタクタ区間)のトライアングル・ピラー(三角点)とベンチマーク(基準点)の座標と標高を収集した。
6) 橋梁計画	橋梁計画／設計／交通安全管理に関する法規、技術基準に関する資料を収集した。	橋梁計画及び設計に係る図書として、マラウイ国の橋梁設計マニュアル(1988年)、ブリティッシュスタンダードBS5400及びCode of Practice for the Design of Road Bridges and Culverts(Draft), Southern Africa Transport and Communications Commission(SATCC)を収集した(「収集資料リスト」参照)。
	施工(橋梁形式、基礎形式、仮設工事)に関する実績を調査した。	「基本設計調査実施への提言」に調査結果を整理した。
	既往案件における調達(建設資機材、労務)に係る調査を行った。	「基本設計調査実施への提言」に調査結果を整理した。
	既往案件における建設コストを調査した。	EU、AfDB等のドナーが建設を実施した橋梁13橋について建設費を収集し、「既設橋梁調査」に調査結果を整理した。
	環境社会配慮に係る調査を実施した。	「環境社会配慮」に各橋梁の調査結果を整理するとともに、「基本設計調査実施への提言」に橋梁計画上の留意事項を整理した。
7) 維持管理	事業や維持管理の実施能力(組織体制／技術力／予算／資機材の調達)を調査した。	「既設橋梁調査」に調査結果を整理した。

表 6-1-4 各対象橋梁の損傷状況概要

	深刻な損傷	主要な中位・軽微な損傷	コンクリート強度 (N/mm ²)	損傷度
1) アンゴニ・カルバート	<ul style="list-style-type: none"> 下流部の洗掘が深さ5mに達している。洗掘範囲は200m下流の鉄道橋の位置まで達している。 コルゲートパイプの上流部の一部が練り石積工とともに欠損している。 	<ul style="list-style-type: none"> 下流部の洗掘に伴いコルゲートパイプのコンクリート基礎が沈下しコンクリート壁にひびわれが発生している。 下流部の洗掘に伴い盛土が沈下し舗装路面に軽微なひびわれが発生している。 	下部：46	極大
2) ナンヤング・カルバート	<ul style="list-style-type: none"> 下流部の河床が洗掘されている（洗掘深は砂が堆積しているため不明）。 コルゲートパイプの上流部の一部が練り石積工とともに欠損している。 上流部でコルゲートパイプ周辺の盛土が侵食されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 下流部の洗掘に伴いコルゲートパイプのコンクリート基礎が沈下しコンクリート壁にひびわれが発生している。 下流部の洗掘に伴い盛土が沈下し舗装路面に軽微なひびわれが発生している。 	下部：37	極大
3) ナンココエ橋	<ul style="list-style-type: none"> 2003年の洪水により橋脚が50cm程度沈下し、通行不能となっている（現在は仮設橋により暫定供用）。 既設橋の桁かかりは極わずかであり落橋の危険性がある。落橋の際には仮設橋に損傷を与える危険性もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸保護の蛇かごが沈下している。 	下部：46	極大
4) ルワジ橋	<ul style="list-style-type: none"> 2002年の洪水により橋脚が橋軸方向・橋軸直角方向にそれぞれ7度程度傾斜し中央径間が落橋し、通行不能となっている（現在は仮設橋により暫定供用）。 既設橋の桁かかりは極わずかであり落橋の危険性がある。落橋の際には仮設橋に損傷を与える危険性もある。 仮設橋に車両が衝突し、主桁が変形している。 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸保護の蛇かごが沈下している。 	下部：45	極大
5) リフウージ橋	<ul style="list-style-type: none"> 特記なし 	<ul style="list-style-type: none"> 上流側のコンクリート主桁にひびわれが発生している。 	上部：51, 41 下部：46	小
6) ナビココ橋	<ul style="list-style-type: none"> 側径間のコンクリート床版が10度程度の傾斜角で沈下し、その上を土砂で埋め戻している。 側径間のコンクリート床版の埋め戻し土砂により支点上のコンクリート床版にひびわれが発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> 張り出し床版のコンクリートの一部が欠損している。 	上部：35	中
7) カンジャムワノ橋	<ul style="list-style-type: none"> 特記なし 	<ul style="list-style-type: none"> 張り出し床版のコンクリートの一部が欠損している。 一車線の橋梁を示す警告標識が倒壊している。 	上部：40 下部：47	小
8) チャマクワ橋	<ul style="list-style-type: none"> 洗掘により護岸保護の蛇かごが流失している。 洗掘により橋台の基礎杭が露出している。 		上部：40	中
9) リンゴナ橋	<ul style="list-style-type: none"> 側径間のコンクリート床版が流失し、側径間部分を土砂で埋め戻している。 洗掘により橋脚の基礎杭が露出している。 	<ul style="list-style-type: none"> 側径間のコンクリート床版の埋め戻し土砂により支点上のコンクリート床版にひびわれが発生している。 洗掘により護岸保護の蛇かごが流失している。 	上部：37 下部：40	中
10) ムチャンディロ・カルバート	<ul style="list-style-type: none"> 特記なし 	<ul style="list-style-type: none"> 下流部の練り石水たたきが流失している。 	上部：39	小

6-2 対象区間の橋梁整備計画及び維持管理状況の調査

M5 の橋梁の被災状況及び補修履歴を表 6-2-1 に示す。また、バラカ〜ンコタコタ区間における対象橋梁の整備計画及び維持管理状況について調査結果を以下に列記する。さらに、過去に本邦無償資金協力で実施されたあるマンゴチ橋の維持管理状況について述べる。

マラウイ国の維持管理体制

- 道路・橋梁の維持管理は国道の維持管理・運営を目的として 1997 年に創立された国家道路公団（NRA：National Road Authority）が担当している。NRA の管理道路延長は舗装道路 3,774km、未舗装道路 11,677km、総延長 15,451km である。2003 年時点での職員数は 107 名である（NRA の組織、人員、予算、技術水準等の詳細については「事業主体の現状と実施体制」に示す）。
- 道路財源は燃料税を主体とする Operation Income（約 15 億クワッチャ、2003 年度）（1 クワッチャ＝約 1 円）と AfDB、EU、Kuwait/ BADEA/ OPEC 等からの無償資金協力（約 25 億クワッチャ、2003 年度）である。
- 道路、橋梁の維持管理は、Central Roads Division と Urban and District Roads Division が担当しており、それぞれのゾーン・オフィスが実施機関として活動している。対象橋梁のうち、南からアンゴニカルバート〜ルワジ橋の 4 橋はリロングウェ・ゾーンの管轄（Dedza, Salima, Lilongwe, Ntcheu District）、また、リフウージ橋〜ムチャンディロ・カルバートの 6 橋はカスング・ゾーン（Mchinji, Dowa, Ntchisi, Kasungu, Nkhotakota District）の管轄となる。
- 維持管理業務として、日常点検、定期点検に加えて舗装や護岸工の補修工事、または災害復旧等に積極的に取り組んでいる。2002 年に使用不能となったルワジ橋や 2003 年のナンコクエ橋の架設橋（ベイリー橋）も NRA によって架設されている。ベイリー橋自体は英国で製作されており、部材を輸入のうえマラウイ国で組み立て、架設している。

M5 の維持管理状況

- 全般的には、道路及び橋梁は、定期点検を行い、舗装による穴埋めや蛇籠による補修を行うなど、よく整備されているものの、予算が不足しており補修が十分行われていない道路や橋梁（ナビココ橋、チャマクワ橋、リンゴナ橋、ムチャンディロ・カルバート等）もみられる。
- また、ルワジ橋やナンコクエ橋では、洗掘に対する護岸の補修は行われていたものの、橋脚まわりの護床の保護が行われていなかったため、橋脚が大きく沈下して橋梁が使用不能となった事例もみられる。
- NRA 独自による大規模な道路・橋梁建設工事の経験が少ないため、NRA 職員が独自の技術のこれらの構造物を適切に保守していく技術レベルを有していないのが現状である。
- 過去に実施された橋梁の補修工事では、特に洪水災害に対する知識が乏しいため、ナビココ橋、リンゴナ橋でみられるように、一部で河道断面を阻害する護岸工事や橋梁の構造系を変えるような不適切な補修を実施している事例もみられる。

マンゴチ橋の維持管理状況

- 過去に本邦無償資金協力で実施されたマンゴチ橋について、維持管理状況を調査した結

果、国家道路公団では、4半期に1度の定期点検及び雨期前の再点検を実施していることを確認した。また、NRAより点検記録として維持管理状況報告が提出された。

- マンゴチ橋の現地調査を行った結果、適切な維持管理が実施されており、マンゴチ橋の主構造に問題は発生していないことを確認した。しかしながら、主桁下面の点検用マンホールが蓋が施錠されていないこと、護岸の蛇かごが一部破損していること、サトウキビ等のゴミが路面排水管に詰まっていること等の付帯施設の維持管理に不十分な事項があった。そのため、協議の際にNRAに対して雨期前の再点検の際にこれらの事項を改善するよう要求した。

表 6-2-1 M5の橋梁の被災状況および補修履歴

Name of River/Bridge	Bridge Construction			Damage and Rehabilitation/Reconstruction				Record of bridge Maintenance	
	Length (m)	District	Year of Construction	Year of Washaway	Damage and Rehabilitation/Reconstruction	Contractor	Funding	Year of Maintenance	Comments
Kapeska	57.0	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			routine maintenance
Kande	47.3	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Mazembe	36.5	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Lifupa	46.8	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Kamve	19.1	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Nkhungwe	49.5	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Tukombo	47.2	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Kasikizi	22.8	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			
Limpfasha	45.0	Nkhata Bay	1994		replacement	MOJA	KFW		replacement + routine maintenance
Kalve	35.4	Nkhata Bay	1977	1992	replacement under construction (EU)	Ministry of Works		1992	replacement under construction (EU)
Karve	57.2	Nkhata Bay	1994		replacement	MOJA	KFW		replacement + routine maintenance
Banea	33.6	Nkhata Bay	1977			Ministry of Works			routine maintenance
Mkhoma	47.9	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Chipumbulu	22.1	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Dwangwa	86.2	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Luluzi	29.3	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Mukongwe	52.2	Nkhota Kota	1973	2004	provide a bailey bridge on washed away approach	Ministry of Works		2004	replaced with Bailey Bridge + routine maintenance
Liwaladzi	21.9	Nkhota Kota	1973	1999	replacement under construction (EU)	Ministry of Works		1999	replacement under construction (EU)
Chizewu	29.3	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Walemra	9.7	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Chamachete	5.8	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Ipate	21.9	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Nabvunde	19.5	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Nkhako	29.4	Nkhota Kota	1973	2003	Abutment piers scoured and exposed	Ministry of Works		2003	reinstatement of exposed abutment + routine maintenance
Lunga	9.8	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Kaombe	38.1	Nkhota Kota	1973	1999	differential settlement on the southern approach	Ministry of Works		1999	differential settlement on the southern approach, Routine
Melhandlo	6.6	Nkhota Kota	1973	1994	replacement	KIER International			routine maintenance
Lingoma	19.8	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Chamakawi	12.5	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Kavanjama	24.9	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Nabvikoko	25.7	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Lifvodzi	30.7	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Mkhura	59.9	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Lingadzi	24.0	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Msentere	21.7	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Banga	33.6	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Dvasulu	18.0	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Dwambazi	140.0	Nkhota Kota	1973	1999	Bridge washed away by flood	Group Five	EU	1999	replaced in 2003 + routine maintenance
Khuvu	36.1	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Mitsizi	42.1	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Chirua	108.0	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Chia	60.3	Nkhota Kota	1973			Ministry of Works			routine maintenance
Kasanzazi	22.0	Nkhota Kota	1973	1999	settlement of one of the piers due scouring and flood	Ministry of Works		1999	replacement under construction (EU)
Bua	120.0	Nkhota Kota	1973	1995	replacement	MOJA	KFW		replaced in 1995 + routine maintenance
Liwadzi	42.9	Salima	1984	2002	Temporarily Bridge, settlement of central pier and washaway of southern span by flood	Ministry of Works		2002	settlement of central pier and washaway of southern span by flood, temporary bridge installed in 2002 + routine maintenance
Nankhokwe	28.8	Salima	1984	2003	Temporarily Bridge, settlement of central pier rendering the bridge unserviceable	Ministry of Works		2003	settlement of central pier and washaway of southern span by flood, temporary bridge installed in 2003 + routine maintenance
Linthipe/Kam	246.0	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Lifidzi	42.9	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Ncodzi	30.0	Salima	1995			KIER International	EU		routine maintenance
Lifanehima	36.2	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Thavite	24.1	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Lingadzi	90.1	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Luwadzi	36.1	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Lipimbi	108.0	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Namande	54.2	Salima	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Lingewe	42.8	Ntcheu	1984			Ministry of Works			routine maintenance
Lanadzi	42.9	Ntcheu	1984			Ministry of Works			routine maintenance

出典：National Road Authority (NRA), 2004

注：橋長はNRAの測定によるものであり、実際の寸法と異なる場合がある。

6-3 他ドナーの支援による道路・橋梁セクターの援助動向

NRAにおける無償資金援助額は、表 6-3-1 に示すように 2003 年では 24 億 7 千万クワッチャであり 2002 年の 29 億 5 千万クワッチャと比べて減少している。無償資金援助金額のうちの道路開発基金 (Funds for Development of Roads) が 8~9 割を占めている。主なドナーはアフリカ開発銀行 (AfDB)、欧州連合 (EU)、クウェート/アフリカ経済開発アラブ銀行/石油輸出国機構 (Kuwait/BADEA、OPEC) 等の中東諸国である。

また、道路維持管理 (ROMARP) に対する無償資金協力も行われている。ROMARP の無償資金協力は、2003 年では 6 千 500 万クワッチャと、2002 年の 5 億 9 千万クワッチャと比較して大幅に減少している。

マラウイ国における他ドナーの道路・橋梁整備の状況を図 6-3-1 に示す。また、事業の概要を表 6-3-2 に示す。

他ドナーの支援により計画・建設されている橋梁は 2004 年 7 月現在で 34 橋である。これらの橋長は 17~50m と中小規模の橋梁である。道路の総幅員幅員を主要幹線道路で推奨されている 10.5m とし、工事費を橋面積で割った単位面積あたりの工事費は、1,100~3,400USD/m² 程度となる。1USD=110 円として日本円に換算すると、橋梁の工事費は 12~38 万円/m² 程度である。

表 6-3-1 NRA における他ドナーの無償資金援助

(単位：1,000 マラウイ・クワッチャ)

		2003 年	2002 年
道路維持管理	国際開発協会 (IDA Funding)	48,410	533,458
	MG カウンターパート基金 (MG-Counterpart Funds)	16,755	24,833
	小計	65,165	588,291
道路開発基金	アフリカ開発銀行 (AfDB Funding)	540,767	187,437
	欧州連合開発基金 (EU Development Funding)	634,064	632,917
	KFW Funding	88,667	208,652
	クウェート/アフリカ経済開発アラブ銀行/石油輸出国機構 (Kuwait/BADEA/OPEC)	745,808	1,024,690
	MG カウンターパート基金 (MG-Counterpart Funds)	167,994	246,849
	小計	2,177,300	2,300,545
その他	欧州連合食糧安全保障 (EU Food Security)	0	28,396
	欧州連合リスクマネジメントシステム (EU RMS)	0	15,000
	重債務貧困国基金 (HIPC Funding)	228,120	46,335
	小計	228,120	89,731
合計		2,470,585	2,948,567

Annual Report, July 2002 – June 2003, National Roads Authority



(出典：National Roads Authority)
 図 6-3-1 他ドナーの支援による
 道路・橋梁建設計画

表 6-3-2 他ドナーの支援による実施中の道路・橋梁改良事業

Project	Length (km)	District	Bridge(s)	Length (metres)	Construction Cost (US\$)	Funding	Comments	Unit Cost (US\$/m ²)
#1 Karonga - Chitipa Road	92.0	Karonga/ Chitipa	Mwapu	18.0	209,914.52	AfDB	upgrading	1,111
			Tenenthe	20.0	318,774.00	AfDB	upgrading	1,518
			Chilambilo	17.0	378,200.76	AfDB	upgrading	2,119
			Lufilya	37.0	480,916.32	AfDB	upgrading	1,238
			Yamba	17.5	215,196.42	AfDB	upgrading	1,171
			Kaseye	17.5	269,441.27	AfDB	upgrading	1,466
			Chambo	32.0	440,353.82	AfDB	upgrading	1,311
			rehabilitation (design)	-	-	EU	rehabilitation (design)	-
#2 Karonga - Songwe	45.0	Karonga	None	-	-	EU	rehabilitation (design)	-
#3 Bwengu - Chiweta	65.0	Rumphi	None	-	-	EU	rehabilitation (design)	-
#4 Kalwe Bridge	-	Nkhata Bay	Kalwe	35.4	934,402.00	EU	replacement	2,514
#5 Liwaladzi Bridge	-	Nkhota kota	Liwaladzi	21.9	781,105.00	EU	replacement	3,397
#6 Kasangadzi Bridge	-	Nkhota kota	Kasangadzi	23.0	565,812.00	EU	replacement	2,343
#7 Nkhata Bay - Kasikizi River	60.0	Nkhata Bay	None	-	-	KFW	resealing	-
#8 Jenda - Chikangawa	60.0	Mzimba	None	-	-	KFW	resealing	-
#9 Mfiti Bridge	-	Dowa	Mfiti	28.3	554,547.00	Road Fund (emergency)	rehabilitation	1,866
#10 Lilongwe - Linthipe III	71.0	Lilongwe/ Dedza	None	-	-	EU	rehabilitation (design)	-
#11 Masasa - Monkey Bay	88.0	Dedza/ Mangochi	None	-	-	EU	upgrading	-
#12 Mangochi - Monkey Bay	72.0	Mangochi	Nakundu	46.0	-	EU	rehabilitation (design)	-
#13 Chilambula Road, Likuni Bridge	4.0	Lilongwe	Likuni	50.0	1,054,915.00	IDA	rehabilitation/ upgrading	2,009
#14 Zomba - Chitakale	102.0	Zomba/ Phalombe/ Mulanje	20 Bridges	404.0	to be submitted	BADEA/ OPEC Fund/ Kawaiti Fund	upgrading	-
#15 Kenyatta Drive, Industrial Roads	6.7	Blantyre	None	-	-	IDA	upgrading	-
#15 Mahatma Gandhi, Churchill Roads	4.6	Blantyre	None	-	-	IDA	upgrading	-
#16 Lisasadzi Bridge	-	Kasungu	Lisasadzi	50.0	883,722.00	EU	replacement	1,683
#17 Limbe - Chisitu	45.0	Blantyre/ Chiradzulu	None	-	-	Treasury	upgrading	-

出典: National Road Authority (2004年7月現在)

6-4 損傷劣化の要因分析

橋梁に損傷や劣化を与えると考えられる主な要因と損傷や劣化の現象を表 6-4-1 に示す。また、同表には橋梁計画における損傷や劣化の主な抑止対策を示す。「既設橋梁調査」で示したように、M5 の既設橋梁の損傷の主な要因は、洪水による橋梁上部構造の流下、下部構造や護岸の洗掘あるいは車両の衝突による主桁の変形である。防護柵や歩車道境界ブロックの欠損等はあったものの、大型トラック等による繰り返し载荷によるコンクリート床版の損傷や地震による下部構造の損傷はみられなかった。

また、シュミットハンマーによるコンクリート強度試験の結果も良好であり、コンクリートや鋼材等の材料にも顕著な劣化はみられなかった。シュミットハンマーによる強度試験では、上部構造、下部構造ともに $35\sim 47\text{N/mm}^2$ であり、想定されるコンクリートの設計強度の $21\sim 25\text{N/mm}^2$ を十分に満足している。

表 6-4-1 損傷・劣化の要因

主な損傷・劣化の要因	橋梁の主要な損傷・劣化現象	主な抑止対策（橋梁計画）	
自然環境	1) 洪水	<ul style="list-style-type: none"> ○ 流下 ○ 洗掘 ○ 河川流下能力の低下、河川水位の堰上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 架橋位置 ・ スパン割 ・ 下部構造位置（橋台位置、床付け面） ・ 下部構造形式 ・ 基礎保護
	2) 地震	<ul style="list-style-type: none"> ○ 落橋 ○ 下部構造の破壊（ひびわれ） ○ 下部構造の変状 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計震度 ・ 耐震設計（免震、制震を含む）
	3) 軟弱地盤	<ul style="list-style-type: none"> ○ 下部構造の変状 ○ 取付道路の沈下や変状 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎構造の選定 ・ 地盤改良
	4) 気象条件	<ul style="list-style-type: none"> ○ コンクリートの中性化 ○ 鋼材の腐食 ○ 日射などによる塗装の劣化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造細目の選定 ・ 塗装系の選定 ・ 適切な維持管理（塗装や清掃）
構造特性	5) 活荷重（超過荷重）	<ul style="list-style-type: none"> ○ 耐荷力不足による落橋 ○ 鋼部材の疲労破壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な設計荷重 ・ 交通荷重規制
	6) 車両の衝突	<ul style="list-style-type: none"> ○ 構造部材の脱落、変形 ○ 高欄や照明装置などの添架物の破損 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 拡幅 ・ 高欄の剛性向上 ・ 緩衝部材の設置 ・ 交通制御
	7) 漏水	<ul style="list-style-type: none"> ○ 漏水による鋼材の腐食 ○ 鉄筋の腐食 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防水工、止水工 ・ 適切な維持管理
	8) 材料の品質	<ul style="list-style-type: none"> ○ コンクリートや鋼材の強度不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な材料選定 ・ 適切な品質管理
	9) 施工条件	<ul style="list-style-type: none"> ○ コンクリートや鋼材の強度不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な材料品質管理 ・ 適切な出来高管理

注) 損傷や劣化の原因とそれに起因する現象は一義的に決まるものではなく、複数の要因で決まるものである。同様に講じるべき対策も総合的に決定されるべきである。

洪水による橋梁の損傷

洪水による損傷として代表的なものは、主に河川の越流による橋梁上部構造の流下や橋台、橋脚、護岸等の洗掘による下部構造の安定性の損失等である。河床や護岸の洗掘は、河川幅の急縮部や湾曲部において流速が速くなる箇所、あるいは橋脚等の障害物がある箇所では、障害物の周辺に渦流が発生し土砂を流出させてしまう局所洗掘がみられる。

ナンコクエ橋及びルワジ橋の橋脚沈下は局所洗掘によるものである。両橋においては、河川幅に対して橋長も短く、また、護岸保護のための蛇かごの設置によって河川断面が縮小されている。ナンコクエ橋では、河床低下を抑止するために約70m下流に高さ2m程度の段差工を設置しているものの、橋脚部での河床低下や局所洗掘を防止できなかった。さらにルワジ橋では、橋梁の上下流に水制工が設置されていたが、水制工の設置により流心が沈下した橋脚の方向に変化し、橋脚の局所洗掘を助長してしまったとも考えられる。

アンゴニカルバートやナンヤングカルバートでの洗掘被害の状況を図6-4-1に示す。雨量が少ない乾季にはコルゲートパイプの中を抵抗なく河川が流れている。しかし、もともとの通水断面が小さいため、河川流量がコルゲートパイプの通水断面の容量を超過すると、流下できなくなり上流部の水位が上昇する。一部は道路を越流する。その際、越流水により舗装や道路盛土が損傷される。また、水頭差によりコルゲートパイプの流下時に水圧が上がり、下流側では流速が早くなるとともに渦流が発生する。そのため、下流側では河床や護岸の土砂が流れに削りとられてしまう。さらに河床の低下により、道路盛土自体もすべりや沈下などが発生する。

このような河床の洗掘は、アンゴニ・カルバートやナンヤング・カルバートで顕著であった。また、チャマクワ橋やリンゴナ橋、ムチャンディロ・カルバート等でも橋梁の下流に池のような水溜りができる等、小規模な洗掘の形跡があった。

不適切な補修による損傷

ナビココ橋、リンゴナ橋はともに3径間連続コンクリート桁橋である。図6-4-1の上図に示すように当初設計では、橋台規模を小さくするために、張り出した主桁の端部にコンクリート床版を設置している。このヒンジの位置は曲げモーメントがゼロになる付近である。橋台の反力が小さくなるために橋台規模を小さくできる。床版の沈下の状況から考えると当初設計では杭基礎を設けず直接基礎としていたと思われる。

現場調査の結果より現状では図6-4-2の下図のように構造系が変化していると考えられる。この補修による構造系の変化は、構造面からも、また、治水面からも望ましくないといえる。既設橋の損傷は、洪水時に護岸部の土砂に伴い側径間のコンクリート床版が沈下したものであった。しかしながら、その補修の際に床版を復旧せずに上面に土砂等を埋め戻し、護岸前面に蛇かごを設置してしまったため、側径間の死荷重が増大し支点上の負の曲げモーメントが増加し、床版にひびわれが発生している。また、護岸前面に設置された蛇かごにより通水断面が小さくなり、流速が早くなり洗掘を助長してしまったと考えられる。

恒久的な補修方法として、当初設計の構造系に戻すことが推奨される。すなわち沈下した床版を撤去し、橋台に杭基礎などを打設し、再度コンクリート床版を架設し、通水断面を確保したうえで護岸補修を行うべきである。

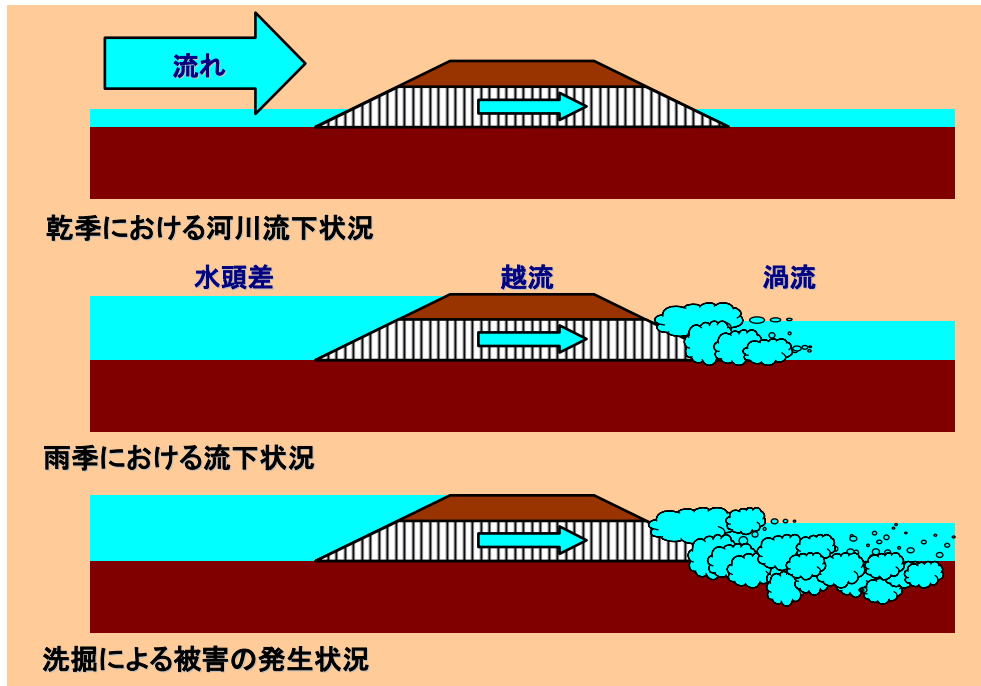


図 6-4-1 洗掘発生の要因

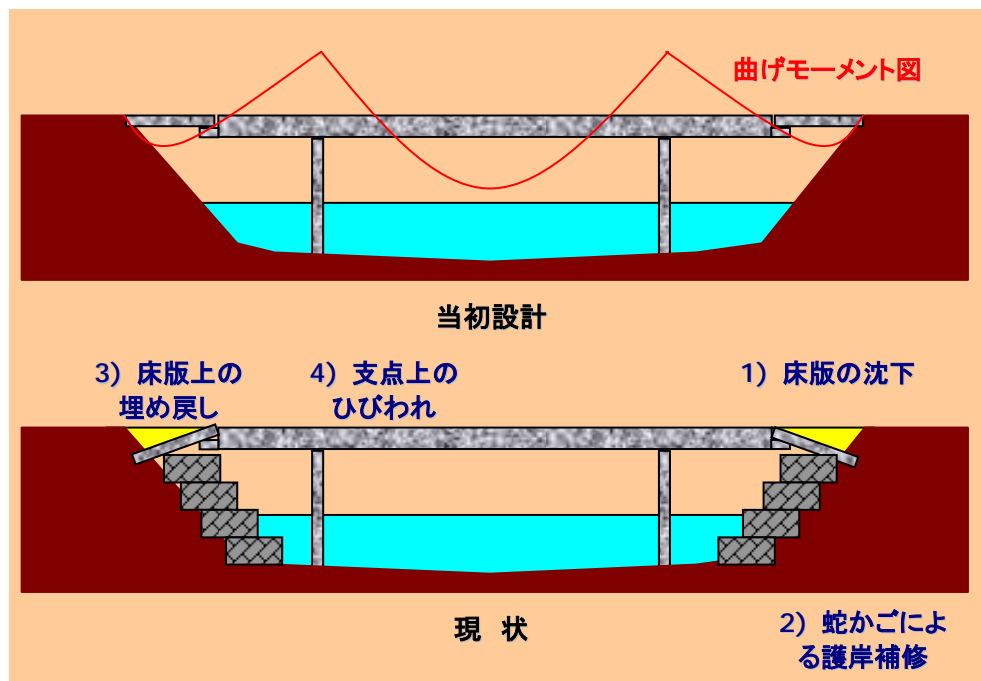


図 6-4-2 不適切な補修による損傷事例

第7章 環境社会配慮

本章では、「マ」国側と共同で実施した初期環境調査の結果を示すとともに、それを踏まえたJICA 環境社会配慮ガイドラインに基づくスクリーニング結果を示した。

また、スクリーニング結果に基づいたスコーピングを行い、定性的予測、今後必要な調査・ミティゲーション方策（案）について示した。

このほか、基本設計段階以降において関連すると思われる、マラウイ国の環境及び土地収用に係る法令と手続きを示した。

7-1 マラウイ国における環境社会配慮に係る状況

(1) 環境影響評価に係る法令等

マラウイ国における環境影響評価の実施は、1996年に8月に施行された「環境管理法1996」の中で定められている。

環境管理法の主な内容は表7-1-1(1)に示すとおり13章からなり、パート5に環境影響評価(Environmental Impact Assessment : EIA)の実施が必要とされるプロジェクトの種類が示されている。

表7-1-1(1) 環境管理法の概要

<u>パート1：まえがき</u>
略称、解説
<u>パート2：基本理念</u>
国家環境方針、天然・遺伝資源、良好な環境を享受する権利、組織の役割 等
<u>パート3：管理</u>
大臣の義務と行使、環境局局长の選任、国家環境委員会の設立と構成、任期と欠員、審議会の機能、審議会の運営、情報公開、審議会メンバーの給与、環境に係る技術委員会、技術委員会の機能、技術委員会の運営、県環境担当官
<u>パート4：環境計画</u>
国家レベルの環境計画、行動計画の目的と内容、県レベルの計画
<u>パート5：環境影響評価、監査、モニタリング</u>
環境影響評価が要求されるプロジェクト、環境影響評価報告書、環境影響評価報告書のレビュー、環境監査、モニタリング、手数料
<u>パート6：環境基準</u>
規定される環境基準の権限
<u>パート7：環境管理</u>
環境保全の意義、環境保護区域、環境保護命令、環境保護命令の執行、生物多様性の保全、遺伝資源の権利、廃棄物管理、廃棄物に関する許認可、有害廃棄物の輸出入、有害物質と農薬の分類、オゾン層の保護
<u>パート8：公害規制</u>
有害物の排出、有害排水の許認可、汚染禁止
<u>パート9：検査、分析、記録</u>
環境検査、検査官の権限、試料採取の手順、分析室の設計と設立、分析に関する取り決め、分析証明、記録保持、情報入手と情報開示の禁止
<u>パート10：環境の財源</u>
環境基金の設立、大臣の基金受領、基金の前払い、基金の対象、基金の申請、基金に関する会計及び監査、基金の保有者、財務上の年度
<u>パート11：違法行為</u>
一般的な違法行為、検査の妨害、環境影響評価に係る違法行為、有害物質・廃棄物に係る違法行為、記録に係る違法行為、汚染に関する違法行為
<u>パート12：法的手順</u>
免責事項、環境裁判所の設立、裁判所の構成、裁判への欠席、団体の代表者、命令執行、費用、団体の責務
<u>パート13：その他の規定</u>

また、この法律に引き続き、1997年11月にEIAに係る手続き等を示した「環境影響評価ガイドライン」が示された。加えて、国家道路公団（NRA）においては、このガイドラインを踏まえて道路セクターのガイドラインを2004年3月に刊行している。

表 7-1-1(2)に EIA が必要となるプロジェクトの種類、図 7-1-1 に JICA の初期環境調査（Initial Environmental Examination : IEE）とマラウイ国環境影響評価手続き関係及び流れを示す。

表 7-1-1(2) EIA を必要とするプロジェクト一覧（概要）

環境影響評価の実施が必要なプロジェクト (List A)	
A1	農業・水産プロジェクト
A2	食料・飲料加工産業プロジェクト
A3	水資源開発
A4	社会基盤開発プロジェクト
A4.1	下水処理場の新設と拡張（対象人口 5,000 人以上）
A4.2	雨水排水設備の新設と拡張（面積 10ha 以上）
A4.3	下水の排水口が直接水域にあるプロジェクト、下水道整備システムや処理槽が水域の 1km 以内にあるプロジェクト
A4.4	対象人口 100 人または 20 戸または排水が 1 日 100m ³ 以上の処理槽
A4.5	高速道路・地方道の新設または拡張
A4.6	空港・滑走路の新設・拡張
A4.7	200 ベッド以上の病院の新設・拡張
A4.8	鉄道の新設・拡張
A4.9	港と関連施設の新設・拡張
A4.10	工業地帯の新設・拡張
A5	廃棄物関連プロジェクト
A6	発電所・変電所・送電所プロジェクト
A7	産業関連プロジェクト
A8	鉱山・採石プロジェクト
A9	森林プロジェクト
A10	土地開発、住宅開発、入植プロジェクト
A11	洪水制御、土壌流亡対策プロジェクト
A12	観光開発プロジェクト
A13	環境上影響を与えやすいプロジェクトまたは環境上保全すべき対象に近接するプロジェクト（歴史遺産、学術的に重要な地質、重要な自然環境、国立公園、野生動物保護区、湿地、水域、洪水区域、水源区域、墓地、聖地、学校、病院等）
A14	主要方針の変更 (例：ゾーニング計画の変更、外来種の持ち込み)
環境影響評価の実施の可能性のあるプロジェクト (List B)	
B1	農業・水産計画
B2	排水・灌漑
B3	森林・伐採計画
B4	産業
B5	社会基盤開発
B5.1	大規模産業プラント
B5.2	主要道路・高速道路
B5.3	主要鉄道
B5.4	港湾
B5.5	空港・空港施設
B6	土地開発
B7	鉱山
B8	発電・変電・送電
B9	観光
B10	廃棄物処理・処分
B11	水供給
B12	健康・人口
B13	規定された保全区域（影響を与える可能性のあるプロジェクト）
B14	絶滅危惧種の生息生育する区域
B15	優れた景観のある区域
B16	部落の墓地・聖地のある区域

本プロジェクトの対象となる橋梁は、道路の付帯施設としてみなされることから、A4.5 に含まれる可能性がある。

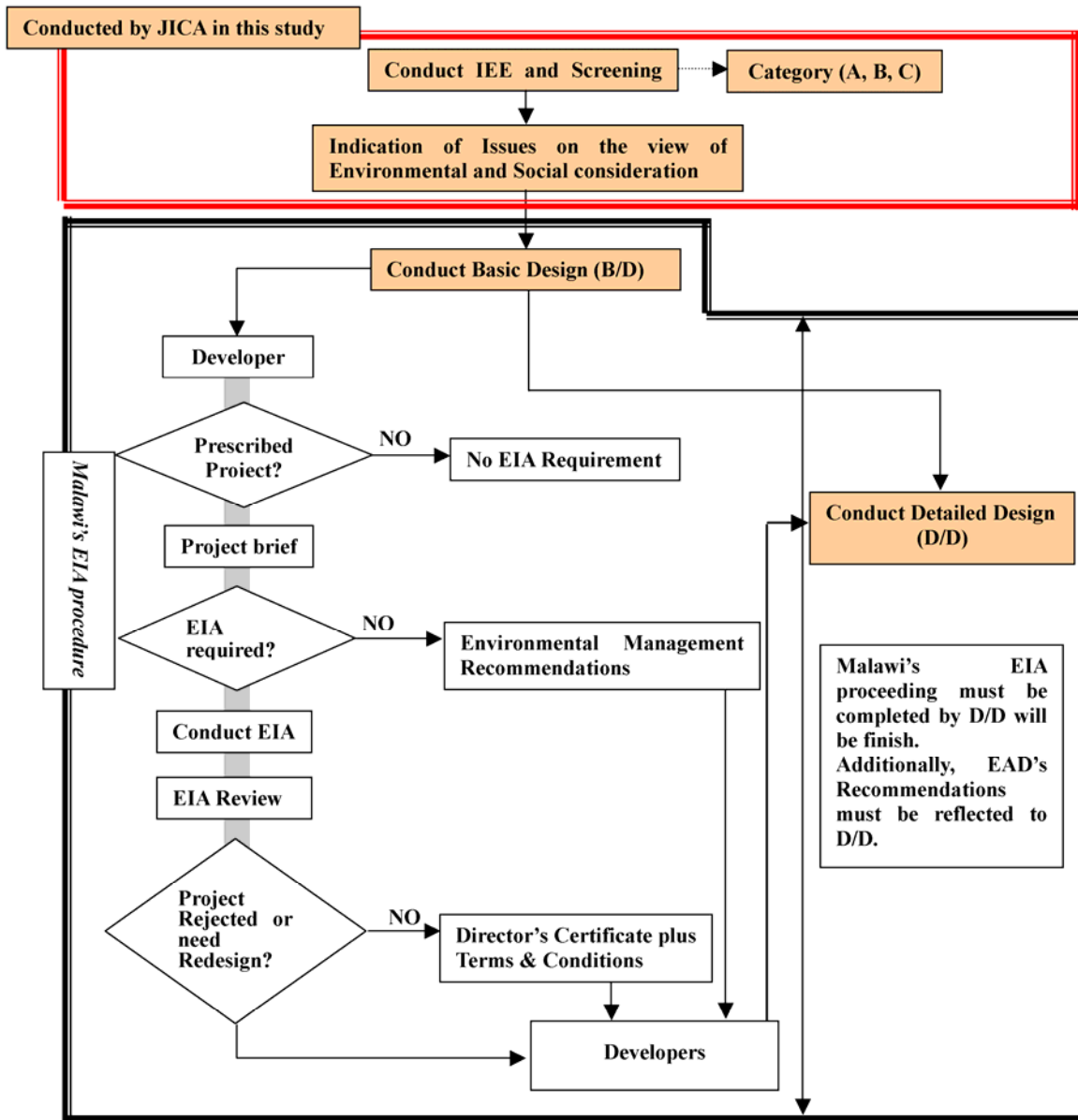


図 7-1-1 JICA 環境社会配慮ガイドラインの IEE とマラウイ国 EIA の関係図

表 7-1-2 において、本プロジェクト対象となる橋梁は、道路の付帯施設とみなされる。修復の方法にもよるが道路の新設または拡張として位置づけられる可能性がある。

(2) IEE の目的・位置づけ及び今後の手続き・実施体制

1) IEE の目的

本調査における IEE の実施は、次の 2 つの目的を有する。

- ・ 要請書に基づくスクリーニングの結果の再確認
- ・ 環境社会配慮上の問題を明らかにし、基本設計時に反映させること

2) IEE の位置づけ

図 7-1-1 に示すように JICA ガイドラインとマラウイ国ガイドラインの整合性から、マラウイ国には IEE の実施義務がないことから、JICA ガイドラインの IEE はマラウイ国ガイドラインの上流に位置づけられる。

3) 今後の手続き・実施体制

環境社会配慮に係る今後の手続きの概要と実施責任機関は、図 7-1-1 及び表 7-1-2 に示すとおり、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づくスクリーニングと環境社会配慮上の基本設計時における提言までは JICA が実施する。その後のマラウイにおける環境社会配慮手続きに関しては、マラウイ国側に実施責任がある。この点については、ミニッツの署名・交換時に相互確認を行っている。

表 7-1-2 環境社会配慮に関連する今後の流れと実施責任機関

手続き内容	実施責任機関
①JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づくスクリーニング結果の再確認	JICA、MOTPW、NRA
②スコーピングの後、基本設計・詳細設計に反映するため提言	JICA
③基本設計時の環境社会配慮分野の調査	JICA、MOTPW、NRA
④事業概要書（図 7-1-1 中の Project Brief）の提出	MOTPW、NRA
⑤必要とされる環境社会配慮手続きの判断	MOTPW、NRA
⑥必要とされる環境社会配慮への対応	MOTPW、NRA
⑦実施された環境社会配慮手続きの審査・意見	MNREA
⑧天然資源・環境省からの意見対応	MOTPW、NRA
⑨詳細設計、実施段階、実施後の環境社会配慮（モニタリング）	MOTPW、NRA

注 1) : MOTPW (Ministry of Transport and Public Works:運輸公共事業省) , NRA(National Road Authority : 国家道路公団), MNREA(Ministry of Natural Resources and Environmental Affairs : 天然資源・環境省)

これら一連の環境社会配慮手続きの課題として以下の点があげられる。

- ① 基本設計段階にならないとマラウイ国の環境社会配慮手続きが開始できないこと
(マラウイ国における環境社会配慮手続きは、図 7-1-1 及び表 7-1-2 の④に示す事業概要書 (Project Brief) の提出によって開始される。事業概要書には、設計の内容、住民移転や労働者の数等の詳細な情報が必要となるため)
- ② IEE における提言事項のみならず、環境社会配慮手続きにおいて天然資源・環境省から示される提言が基本設計または詳細設計に反映される必要があること。
(図 7-1-1 に示すように天然資源・環境省の環境局長の意見が設計に反映される必要があるため)

このため、設計段階において、環境社会配慮団員は、カウンターパート (NRA の環境計画担当者) と協議の上、詳細なマラウイ国環境社会配慮手続き・スケジュールを想定し、適切かつ計画的にプロジェクトを進めることが望ましい。

なお、事業概要書の提出から、環境影響評価終了までの実務上の期間は、表 7-1-3 のとおりである。国家道路公団（National Road Authority：NRA）の環境影響評価手続きを行っている担当者からのヒアリング結果によれば、EIA に係る手続きは約 3 ヶ月程度で終了する見込みとのことである。ただし、マラウイ国ガイドラインに示されている天然資源・環境省側の審議期間のみでも最大約 3 ヶ月であり、国情から考えて全体で最大 4～5 ヶ月程度は想定しておく必要がある。

表 7-1-3 環境影響評価手続きの期間と実施体制

手続き等	実施体制	実務上の期間 ^{注2)}	マラウイ国ガイドラインに記載された審議期間
事業概要書作成	MOTPW, NRA	3 日間	15 日間
事業概要書審査	MNREA	10 日間	—
EIA の調査計画作成	MOTPW, NRA	3 日間	10 日間
EIA の調査計画審査	MNREA	10 日間	—
EIA に係る環境調査	MOTPW, NRA	14 日間	—
EIA 報告書案とりまとめ	MOTPW, NRA	20 日間	—
EIA 報告書案レビュー	MNREA	30 日間	50 日間
最終 EIA 報告書作成	MOTPW, NRA	5 日間	—
最終 EIA 報告書の最終レビュー等	MNREA	5 日間	25 日間
	合計	100 日間	100 日間

注 1) : MOTPW (Ministry of Transport and Public Works:運輸公共事業省), NRA(National Road Authority : 国家道路公団), MNREA(Ministry of Natural Resources and Environmental Affairs : 天然資源・環境省)

注 2) : 実務上の期間 : NRA 環境アセスメント担当者ヒアリングによる

(3) 土地収用・住民移転に関する法令等

土地収用・住民移転に関しては、道路用地内の場合は、「公共道路法（1962年）」により手続きが行われる。一方、道路用地外においては「土地収用法（1971年）」等に準拠して手続きが行われる。

これらの法令に示されている主な内容は次のとおりである。

表 7-1-4 公共道路法・土地法・土地収用法の概要（本プロジェクト関連部分）

法律名	主な関連内容（抜粋）
Public Roads - Compensation - An Act to Consolidate and Amend the Law relating to Public Roads and Matters Connected Therewith	-慣習上の土地については占有者は損害に対する相応の補償を受ける。補償額は、もし存在する場合はその地域の責任者が協議を行い、慣習法に従って、評価日における評価額に関する地上権に対する損害から生ずる損失及び損害により算定される。 -道路用地と定められて後の改変に対する補償はいっさい認めない。補償が認められるのは、補償可能な範囲で地上権に損失あるいは損害が発生した場合に限られる。この場合、評価日は条例には明文化されていないため、損失あるいは損害が発生した日時とする。
Lands Acquisition An Act to provide for the acquisition of land and for matters relating and incidental thereto	この法に従い、当該大臣は、マラウイ国の国益に適うと判断した場合にはいつでも、強制的にあるいは合意の上で土地を取得することができる。その際、この法の下で同意される補償を支払うものとする。

しかし、これらの法律の制定年度は30～40年前であり、背景となる考え方や手法が現状になじまないことから、実施機関であるNRAにおいては、「世界銀行セーフガード・ポリシー」を採用している状況である。（NARへのヒアリング結果）

なお、ヒアリング結果によれば、マラウイ国の土地所有形態は、①公共（Public）、②私有（Private）、③村長（伝統的土地：Customary Land）、④所有が定められていないもの（Free）の4つに分類することが出来る。プロジェクト対象地域の土地所有形態は、ほとんどが③の伝統的土地であり、住民移転に関する交渉はマラウイ国政府と村長により行われる。

このような状況下では、土地収用・住民移転に係る手続きは円滑に進められる場合が多いと言われている。

(4) 土地収用・住民移転に係る費用

表 7-1-4 に示すとおり、道路用地と定められた後に建築されたものについては一切補償対象とされない。

ただし、それ以前に占拠していた家屋等については一定の補償額が支払われる。

補償額は、伝統的土地の場合は、政府と村長との協議により決定されるが、これまでの補償額は1ha当たり約700US\$（家屋、農地、家畜小屋等含む）が相場とされている。（NRA担当者ヒアリング結果）

仮に調査範囲の約半分の面積に対する補償を行った場合は、下記計算により約14,000US\$と想定される。

A：1橋梁における調査範囲 4ha

N：橋梁数 10

C：補償費用 700US\$ / 1ha

$$\text{補償費用 } C_{total} = 4ha \times 10 \times 700 \text{ 変率 } 50\% = 14,000US\$$$

なお、本補償を含む一切の住民移転手続きはマラウイ政府負担となる。

7-2 対象橋梁の架け替えにおける環境社会配慮の必要性

本プロジェクトにおける環境社会配慮の必要性を検討するにあたって、次の2つを出典として取り扱った。

- ① JICA 環境社会配慮ガイドライン (2004年4月、JICA)
- ② マラウイ国環境影響評価ガイドライン (1997年11月、天然資源・環境省)

これらの資料で規定される項目のうち、本プロジェクトが及ぼす可能性のあるものを既存文献調査及びヒアリングにより抽出を行った。

規定される項目は次のとおりである。

表 7-1-5 規定される環境影響対象項目

1.大気、2.水、3.土壌、4.廃棄物、5.事故、6.水利用、7.地球温暖化、8.生態系及び生物相、9.非自発的住民移転等人口移動、10.雇用や生計手段等の地域経済、11.土地利用や地域資源利用、12.社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、13.既存の社会インフラや社会サービス、14.貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、15.被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、16.ジェンダー、17.子どもの権利、18.文化遺産、19.地域における利害の対立、20.HIV/AIDS 等の感染症

出典：JICA 環境社会配慮ガイドライン (JICA, 2004年4月)

注) マラウイ国環境影響評価ガイドラインにおいては、具体的な対象項目は示されていないため、調査項目については上記出典から選定した。

上記に示した項目と事業特性、既存文献及びヒアリング調査の結果から、表 7-1-5 に示す Leopold マトリクス法^{注)}を用い、影響が大きいと考えられる項目について抽出を行った。

その結果、以下の5つの項目について影響を与える可能性があることから初期環境調査 (Initial Environmental Examination : IEE) を通して環境社会配慮に関する提言を行う必要性が生じた。

【Leopold マトリクス法により抽出された主な対象項目】

- ① 交通事故 (工事中の迂回路建設に係る負の影響、供用時の交通安全確保による正の影響)
- ② 水質・水利用 (工事中の工事に係る水質汚濁、供用時の水利用への負の影響)
- ③ 生態系及び生物相 (工事中の土地改変による負の影響)
- ④ 非自発的住民移転 (工事中の土地改変による負の影響)
- ⑤ 既存のインフラや社会サービス (工事中の土地改変による負の影響)

表 7-1-5 Leopold マトリクス法による対象項目の抽出

影響要素(事業活動)	工事時				供用時	対象項目選定の可否
	土地改変	ヤードの設置	仮設道路の設置	重機の稼働	橋梁の存在	
1.大気	△	△	△	△	×	
2.水	●	△	●	×	×	●
3.土壌	×	×	×	×	×	
4.廃棄物	△	×	×	△	×	
5.事故	×	×	●	△	◎	●
6.水利用	●	×	●	×	●	●
7.地球温暖化	×	×	×	△	×	
8.生態系及び生物相	●	●	●	△	△	●
9.非自発的住民移転	●	△	●	×	×	●
10.雇用や生計手段等の地域経済	◎	◎	◎	×	◎	
11.土地利用や地域資源利用	×	×	×	×	×	
12.社会関係資本や地域の社会組織	×	×	×	×	×	
13.既存のインフラや社会サービス	●	●	●	×	×	●
14.貧困層や先住民など社会的に脆弱なグループ	×	×	×	×	×	
15.被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性	×	×	×	×	×	
16.ジェンダー	×	×	×	×	×	
17.子どもの権利	×	×	×	×	×	
18.文化遺産	×	×	×	×	×	
19.地域における利害の対立	×	×	×	×	×	
20.HIV/AIDS等の感染症	×	×	×	×	×	

注) ◎望ましい影響を与える、●望ましくない影響が想定される(IEE対象項目)、△望ましくない影響はほとんどない、×望ましくない影響は考えられない

注) Leopold マトリクス法

マトリクスは、ある特定の環境要因をプロジェクトの特定の行為と関連づけることによって影響の性質を説明するもので、環境アセスメントには非常に適している。Leopold マトリクスは次の点で極めて有用な特性を持つ。

- ・ 基本的走査(スキヤニング)の優れた手段である。
- ・ マトリクス全体を見ると、プロジェクトが環境に及ぼす全体的な影響、さらにプロジェクトの中で最大の影響を引き起こす部分の、視覚的な印象を得ることができる。
- ・ 一つのマトリクスを使用することしかできない。
- ・ セル内の数字の前にプラスまたはマイナス記号を書くことによって、有益な影響と同様有害な影響を示すことにも用いられる。

7-3 初期環境調査 (Initial Environmental Examination : IEE)

(1) IEE の目的

IEE とは、既存文献など比較的容易に入手可能な情報、簡易な現地調査に基づき、代替案、環境影響の予測・評価、緩和策、モニタリング計画の検討等を実施することを目的とする。また、本調査で得られた結果により、精度の高いスクリーニングを実施し、設計段階において必要な環境社会配慮について提言する役割も持っている。

(2) 調査範囲と調査手法

①調査範囲

調査範囲は、対象橋梁の修復・架け替え方法及び取り付け道路の線形変更等を考慮し、図 7-3-1 に示すように道路横断方向は、現況の道路端から各 50m、縦断方向は、現況の橋梁端から各 200m とした。(調査対象範囲各 4ha 程度)

②調査方法

調査方法は、表 7-1-6 に示すとおりであり、ほとんどの項目について、既存文献調査、現地における目視確認、関係者・地域住民へのヒアリングとした。

ただし、植物については現地における注目すべき種の有無を確認することが必要であると判断し、マラウイ国国家植物標本室の植物学者による植物相調査を実施した。

確認した注目すべき種、水利用地点、住居、宗教施設、墓地等については、道路端からレーザー距離計により距離を測定し、模式図に記入し記録した。

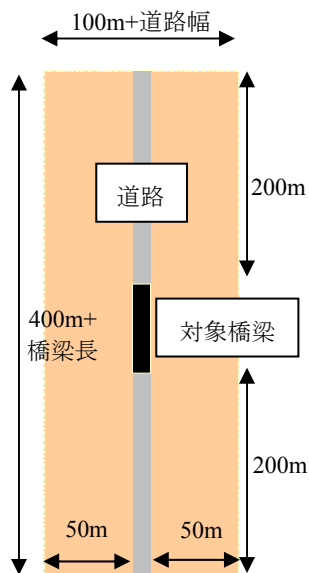


図 7-3-1 IEE 対象範囲

表 7-1-6 IEE における主な調査項目と調査方法

調査項目	調査方法	主要ヒアリング先等
交通事故	<ul style="list-style-type: none"> 運輸公共事業省における事故統計資料収集 最寄り警察署へのヒアリング 地域住民・村長へのヒアリング 	<ul style="list-style-type: none"> ンコタコタ警察署、サリマ警察署
水質・水利用	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 地域住民へのヒアリング 	—
生態系及び生物相	<動物相> <ul style="list-style-type: none"> 最寄りの国立公園事務所へのヒアリング 地域住民へのヒアリング <植物相> <ul style="list-style-type: none"> 植物学者による現地調査 	<ul style="list-style-type: none"> ンコタコタ野生生物保護区事務所長 植物学者：サルベ二氏 (Mr. SALUBENI from National Herbarium in Zomba)
非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 	—
既存の社会インフラ及びサービス	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査 	—

(3) 調査結果

調査により作成した環境チェックシートを表 7-1-7 に、調査結果の概要を表 7-1-8 に示す。調査範囲において、①交通事故として、1 車線の橋梁周辺における多発する事故の存在、②水利用として、洗濯・水浴び・灌漑場所の存在、③生物相として、5 種の注目すべき種及び良好な湿地帯の存在、④道路用地内（既存道路センターから両側各 30m の合計 60m の範囲）及び道路用地外に位置する住居の存在、⑤道路用地内及び道路用地外における宗教施設・集会所・墓地の存在等が確認された。

なお、各対象橋梁における環境チェックシートは、資料編に示す。

表 7-1-7 環境チェックシート（リンゴナ橋の一部抜粋）

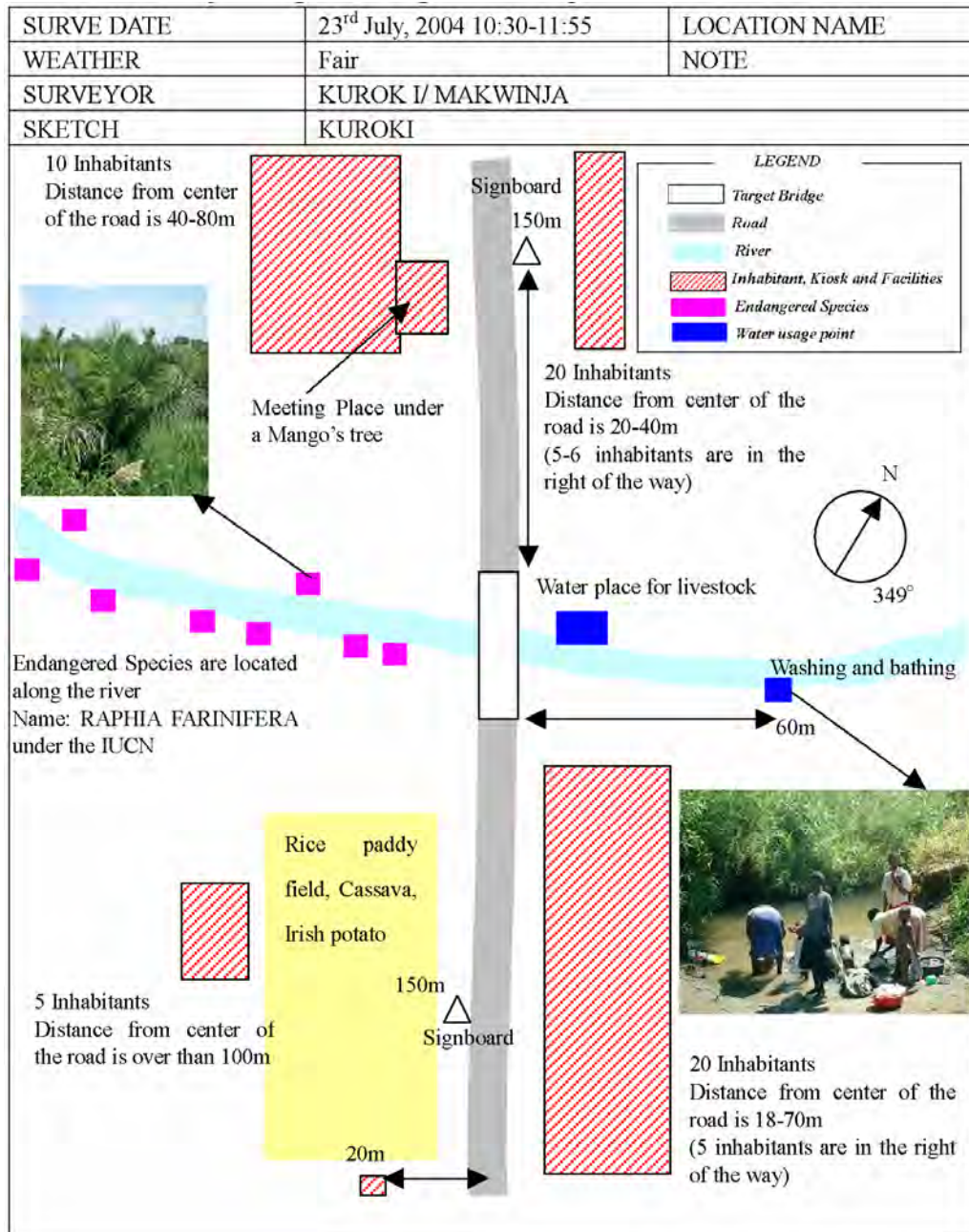


写真 主要調査項目の状況

①事故の状況	②水利用・水質	③生物相・生態系
		
<p>1車線の橋梁においては、橋梁手前約150mに警告標識があり、橋梁手前50程度に停車線が設けられている。しかし、夜間にこの警告標識を見落とすと橋に接近するまで1車線橋梁に気づかず、橋梁上で正面衝突する危険性がある。写真中○は、対向車両の通過を待っている状況。 (写真:ナンコクエ仮設橋)</p>	<p>水流のある橋梁下流部は、河川の洗掘の関係上アクセス性がよいため、周辺住民の洗濯場・沐浴場・家畜の水飲み場として利用されている。周辺に井戸のない場所では貴重な場所である。子供連れの女性グループが多く、大人の女性が水浴びをしていることもあるため、調査・写真撮影にあたっては摩擦をおこさぬよう慎重な対応が必要である。 (写真:リンゴナ橋下流部60m地点)</p>	<p>注目すべき植物種として5種が確認されたが、もっとも個体数が多いのは、ンコタコタ地域のカンジャムワノ、チャマクワ、リンゴナ橋周辺で見られたヤシの一種(RAPHIA FARINFERA マラウイ・リスト掲載種)である。湿地環境を選好し、対象橋梁のみならず周辺の河道に沿って多く見られた。 (写真:チャマクウイ橋周辺)</p>
④-1 沿道の住居の状況	④-2 沿道の売店	④-3 沿道の農地
		
<p>沿道住居の位置は、①道路用地内(既存道路センターラインから各約30m)、②道路用地外(30m以遠)に分けられる。調査範囲内の約20%強が道路用地内に存在している。典型的な住居は、いわゆるマッシュルームハウスといわれる土壁と茅葺きの家である。NRAによれば道路用地内の立ち退き料は、家財・農地等を含め最大700US\$ / 1ha程度である。 (写真:リンゴナ橋周辺)</p>	<p>いくつかの橋周辺では、キオスクや農産物等の売店が見られた。キャッサバ、トウモロコシ(スイートコーン)、スイートポテト、アイリッシュポテト、トマト、魚類(テラピア類、小魚)が売られている。 (写真:ムチャンディロ橋周辺)</p>	<p>サリマーンコタコタ間はマラウイ湖氾濫原が近いことから雨季には稲作、乾季には水が少なくても生育するキャッサバが多く作られている。写真は、畝上に耕作されているキャッサバである。根茎(イモ)をそのまま蒸かして食べることが多いが、ンコタコタ以北では伝統的主食であるシマの原料ともなっている。 (写真:カンジャムワノ橋周辺)</p>
⑤-1 宗教施設:モスク	⑤-2 墓地	⑤-3 集会所
		
<p>マラウイ全体では、キリスト教が50%、イスラム教を含むその他の宗教が約50%といわれているが、調査地域(マラウイ湖沿岸)ではイスラム教が40~50%の割合とのことである。調査地域周辺においても日本人には外観上全く区別がつかないモスクが点在する。過激な団体等はないため宗教上の係争はないとのことであるが、これらの施設の移転や立ち入り等には配慮が必要である。 (写真:チャマクウイ橋周辺)</p>	<p>イスラム教徒、キリスト教徒等の墓地が道路沿道で散見された。(写真中:○墓) これらの墓地では、慣習上、親族以外の立ち入り、写真撮影は行ってはならない。また、墓地自体も境界等が見あたらず、岩だけおいたものもあり、周囲の景観にとけ込んでいる。モスク同様、設計上は可能な限り配慮を行うことが望ましい。また、調査時における立ち入り等には十分注意が必要である。 (写真:ルワジ橋周辺)</p>	<p>集落には通年を通して日陰が出来る常緑樹の下が集落の集会所として利用されている。特にマンゴの木は、利用価値もあることから代々残され大径木として残っている。コミュニティ施設、利用価値、景観等の観点から可能な限り配慮することが望ましい。 (写真:リンゴナ橋周辺)</p>

7-1-8 IEE 結果概要表

番号	橋梁名	調査結果と評価					<総合評価> 望ましくない影響 の程度
		①交通事故 1999-2004	②水利用	③生物相 注目すべき種 の確認	④住民移転 調査範囲内戸 数/(道路用地 内戸数)	⑤既存の社会 インフラ (道路用地内)	
1)	Angoni Culvert	記録なし	下流部に洗濯 場あり	なし	50/(8)	(教会、集会所 /樹影)	最小限
2)	Nanyangu Culvert	記録なし	なし	1種	2/(1)	なし	最小限
3)	Nankokwe Bridge	橋桁への衝突 痕跡あり	下流部に洗濯 場あり	なし	1/(0)	なし	最小限
4)	Luwadzi Bridge	7件の事故、死 傷者19人	上流部河床に 灌漑用の素堀 穴あり	2種	0/(0)	墓地	最小限
5)	Lifyodzi Bridge	1件の事故、 軽傷1人	なし	なし	0/(0)	なし	最小限
6)	Navikoko Bridge	記録なし	上下流側ともに 足踏みポンプ による灌漑あり	なし	0/(0)	なし	最小限
7)	Kanjamwano Bridge	3件の事故、 3人死亡	家畜の水飲み 場	1種	19/(7)	なし	最小限
8)	Chamakuwa Bridge	1件の事故、 物損のみ	家畜の水飲み 場	4種	15/(0)	(モスク、墓地)	最小限
9)	Ling'ona Bridge	記録なし	下流部に洗濯 場あり	1種	55/(10)	(集会場/マン ゴ樹影)	最小限
10)	Mchandilo Culvert	2件の事故、 軽傷及び物損	家畜の水飲み 場	なし	40/(23)	(モスク)	最小限

また、これらの結果から得られる定性的な予測結果は次のとおりである。

表 7-1-9 既存文献及び現地調査をもとにした定性的予測結果

項目	定性的予測
交通事故	現状で 1 車線の橋梁においては、死亡事故が夜間に多発しているが、2 車線化により事故は減少すると予測される。また、歩行者、自転車、二輪車の安全性が確保される。
水利用・水質	5 つの橋梁の下流側において水利用(洗濯・水浴び・灌漑)が確認された。これらは地域住民にとって特に乾季は重要性が高い。橋梁修復・護岸整備にともない影響を与える可能性があるが、設計段階においてアクセスの確保及び濁水防止対策により影響は最小限であると予測される。
生態系及び生物相	5 つの橋梁周辺において注目すべき種(主にマラウイ・リスト掲載種 ^{注1)})が確認された。いずれの種も地域住民の利用により個体数が減少している種である。ただし、これらの種は調査範囲以外にも広く分布しており、調査範囲はこれらの種が生育する特殊な環境ではない。また、設計段階においては、これらの種が生育する場所が可能な限り回避可能であることから、影響は最小限であると予測される。
非自発的住民移転	7 つの橋梁周辺において住居が確認された。設計段階において、これらを可能な限り回避することが可能であることから影響は最小限であると予測する。また、これらの住居の立地する土地は、伝統的土地であり村長が地権者となる。住民移転等が発生する場合は、マラウイ国政府と村長との協議により手続きが進められることになる。
既存の社会インフラ及びサービス	5 つの橋梁周辺において宗教施設(教会・モスク)、墓地、集会場所が確認された。住民移転同様、設計段階において、これらを可能な限り回避することが可能であることから影響は最小限であると予測する。

注 1: 本 IEE においては、注目すべき種の選定基準として、①IUCN のレッドリスト、②「マ」国におけるレッドリストに類するものを使用した。②については、通称「マラウイ・リスト」と呼ばれ、マラウイ周辺諸国の植物リストを編集し、これらのうちマラウイ国において減少傾向にある種等を抽出したものである。本リストはゾンパにある国家植物標本室で編集され、保管されているものである。本 IEE において確認された種のほとんどは、材木用等として地域住民が伐採・採取することにより減少傾向にあるものであり、植物学的な観点(南限・北限種、個体数が少ない種、絶滅種等)から著しく貴重な種として位置づけられたものではない。また、道路セクターで実施された近年の EIA レポートを見る限りでは、貴重種のリストアップのために本リストは使用されていない状況である。

(4) スクリーニング

スクリーニングとは、事業特性と地域特性に基づき、環境社会配慮調査の実施が必要かどうかの判断を行うことである。

JICA 環境社会配慮ガイドラインにおいては、想定される影響の程度を次の3つに分類し、以降の環境社会配慮調査の方針・レベルを決定するものである。

【カテゴリーA】

環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクト。また、影響が複雑であったり、先例がなく影響の予測が困難であるような場合、影響範囲が大きかったり影響が不可逆である場合。さらに、相手国政府等が定めた環境に関連する法令や基準等で詳細な環境影響評価の実施が必要となるプロジェクト。影響は、物理的工事が行われるサイトや施設の領域を超えた範囲に及びうる。カテゴリーAには、原則として、影響を及ぼしやすいセクターのプロジェクト、影響を及ぼしやすい特性を持つプロジェクト及び影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地するプロジェクトが含まれる。

【カテゴリーB】

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

【カテゴリーC】

環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる協力事業。

出典: JICA 環境社会配慮ガイドライン (JICA, 2004年4月) P8

IEE を通じた定性的予測及びスクリーニングチェックシート作成の結果、本プロジェクトは、次のようなまとめからカテゴリーC と評価される。

- ① プロジェクトにより想定される望ましくない影響を与える可能性のある項目は、水利用、生物相、住民移転、既存の社会インフラである。
- ② プロジェクトにより、交通事故は減少すると考えられる。(望ましい影響)
- ③ 影響の範囲は、プロジェクトの範囲に限定される。(最大4ha程度：本調査範囲)
- ④ 望ましくない影響は、本調査(予備調査)段階における環境社会配慮上の提案により設計時にミティゲーション方策が実施され、最小限またはほとんどなくなる。

(5) スコーピング

「スコーピング」とは、検討すべき代替案と重要な及び重要と思われる評価項目の範囲並びに調査方法について決定することをいう。

IEE 及びスクリーニング結果をもとにした検討すべき代替案及び評価項目の今後の調査方法は次のとおりである。

① 検討すべき代替案

対象橋梁修復費用及びプロジェクト・スケジュールを考慮した上で住民移転、宗教施設・集会所及び注目すべき種の生育環境への影響が最小限となる修復のための設計方法を検討すること。また、水利用に関するアクセス性の確保、水質汚濁防止を図るためのミティゲーション方策を設計に盛り込むこと。

② 評価項目の今後の調査方法

スクリーニングの結果、本プロジェクトの影響の程度は、カテゴリーC と評価された。このため、設計段階において環境影響評価調査レベルは必要ないと考えられる。ただし、下記内容について設計段階について再度詳細な調査を実施し、適切なミティゲーション方策を実施することが必要である。

表 7-1-10 今後の評価項目の設計段階における調査方法・ミティゲーション方策

項目	設計段階における調査方法	考えられるミティゲーション方策
交通事故	対象橋梁を管轄する警察署等から発生事故の主な状況と事故発生抑制対策方法を確認する。	標識、反射板(キャッツアイ、太陽光蓄電型等)
水質・水利用	対象橋梁周辺の詳細な水利用地点の把握、利用目的、利用頻度、利用水量、雨季・乾季の依存度、水利用に関するヒアリング(要望調査)、水質調査(浮遊物質量、流量)	水利用地点の保全(アクセス性確保、洗濯岩等)、水質汚濁防止対策(特に工事時)
生態系及び生物相	植物学者による注目すべき種の再確認(詳細地図でのマッピング)	生育地点を可能な限り回避する設計
非自発的住民移転	対象橋梁周辺の詳細な住居場所確認(詳細地図でのマッピング)	住居を可能な限り回避する設計。または、地権者との円滑な手続きの実施。プロジェクト実施時における現地人の雇用対策。
既存の社会インフラ及びサービス	対象橋梁周辺の詳細な宗教施設、集会所、墓地等の配慮が必要な施設等の確認(詳細地図でのマッピング) 特に宗教施設に関しては、目視調査のみでは判断が困難であるため、地域の村長等へのヒアリングを行うこと。	施設等を可能な限り回避する設計。必要に応じて代替施設の設置。

7-4 他ドナーの道路セクターにおける環境社会配慮

マラウイ国における、道路セクターの環境社会配慮(環境影響評価)は、環境影響評価ガイドラインが制定された1997年以降5件程度実施されている。

それらのプロジェクト名、概要、援助ドナー機関、主なミティゲーション方策等を表7-4-1に示す。ミティゲーション方策については、準備工・工事中・供用時・引き渡し後の各段階できめ細やかな対策を提案していることが特徴的である。ただし、ミティゲーション方策の内容は、濁水対策、粉じん対策等であり、日本国内で実施される対策と大きな違いは見られない。

表 7-4-1 道路セクターにおける環境影響評価の概要

プロジェクト名	EIA 終了時期	道路概要等	備考(ミティゲーション措置等)
Masasa - Goromochi Monkey Bay Road	2003年 9月	道路延長 88km、EU	—
Bangula - Nsanje Marka Road	2003年 8月	詳細不明	—
Chatoroma - Chikangawa Road (Lunjika - Quarry)	2004年 2月	道路改修に係る採石場・クラッシャー施設の建設のためのEIA	散水等による粉じん低減措置、防音・防振施設・機材による騒音振動低減措置、沈砂池設置による濁水流出防止、工事区域の囲い緑化による事故防止策の実施
Karonga - Chitipa Road	2003年 12月	道路延長 92km、AfDB	準備工、工事中、供用・メンテナンス時の各フェーズごとの対策実施計画を記載。主な対策の対象は、住民移転、土壌流亡、採石場設置場所の配慮、植生消失の回避、地下水への配慮、文化遺産、大気質等
Zomba - Chitakale Road	2003年	道路延長 102km、BADEA/OPEC Fund/Kawaiti Fund	—

そのほか、本プロジェクト対象橋梁が位置する国道5号線のンコタコタ北側において、EUにより約200mの橋梁が2003年に新設されているが、環境影響評価は実施されていない。これは本プロジェクトが緊急的実施が必要という位置づけから事業概要書提出とその後のEIA実施手続きが

免除されたためである。(NRA 担当者による天然資源・環境省ヒアリング結果)

7-5 対象橋梁周辺における社会状況・治安状況調査

対象橋梁周辺における社会状況・治安状況は、次に示すとおりである。

① 社会状況

・ 土地利用

サリマ～ンコタコタ区間では、マラウイ湖が近いことから、雨季には対象橋梁周辺ではその氾濫原を利用して稲作が多く行われている。ただし本調査時は乾季であることから、サトウキビ、キャッサバが多く見られた。足踏み式のポンプによる灌漑が行われている畑地では、メイズ、バナナ、アイリッシュ・ポテト、トマト、オクラ等が栽培されている。また、多くの農民は、マラウイ湖からセラピア（チェワ語：Chambo）やナマズ類の魚も採り、M5 沿いで売ることにより現金収入を得ている。なお、対象橋梁地域周辺のほとんどの土地は、伝統的土地（Customary Land）といわれ村長が所有している。



写真 足踏み式ポンプによる灌漑とその耕作農地(ナビココ橋付近)

一方、バラカ～サリマ区間は、サリマ～ンコタコタ区間と比較してマラウイ湖よりも遠い地域にあり、かつ西側に山岳が迫っていることから、地形の関係上、水田等は少なく、メイズ、サトウキビ、キャッサバ等が主要作物となっている。



写真 沿道で売られるマラウイ湖の魚
(チャンディロ橋付近)

いずれの地域においても、農民は収穫した魚や農作物を地域の買い付け人に売るか、直接 M5 の通行者（地域住民、通行車両等）に販売することで現金収入を得ており、M5 が沿道住民の生計を立てる上で重要な意味をもっている。

・ 家族構成等

地域住民からのヒアリング結果によれば、1 夫婦は平均 8 人の子供をもうける。このうち 2～3 人は、マラリア、赤痢、コレラ及び下痢等の疾患により 5 歳未満で死亡するケースが多く、統計情報によれば、マラウイ国全体の 5 歳未満の死亡率は約 20%である。

なお、HIV/AIDS に関しては、病院等から正確な情報は得られなかったが、世銀の推計によれば HIV 感染率は 15%程度とされている。ただし、ここ 20 年間の人口増加率の停滞状況（表 3-2-2 参照：マラウイ国全体 1977-1987 年の年平均人口増加率 3.7%、1987-1998 年は 2.0%）から見て、近隣国同様 HIV 感染率はさらに高い可能性がある。

・宗教

対象橋梁周辺で多くのモスクや教会が確認された。地域住民へのヒアリングによれば、住民の約40%がイスラム教徒、約40%がクリスチャン、その他20%である。

なお、ンコタコタ県においてはイスラム教徒が多く、地域によってはその割合は50%を超えるといわれている。実際に多くのモスクがあり、かつ彼らの墓地も沿道で散見される。

金曜日にはイスラム教徒がモスクに、日曜日にはキリスト教徒が教会に集まるためにM5を通行経路として利用している。このようにM5は地域住民の宗教的儀式や活動を行うためのアクセスを提供する重要な生活道路となっている。

なお、プロジェクト対象地域においては、宗教に関連する係争は特になくといわれている。

ただし、イスラム教徒の墓地に立ち入りや写真撮影は親族以外は慣習上固く禁止されていることから注意が必要である。



写真 モスク(外観からはモスクの面影はない)(チャマクウィ橋付近)



写真 イスラム教徒の墓地(周囲の環境にとけ込んでいる)(ルワジ橋付近)

② 治安状況

近隣諸国においては、車がスピードを落とさざるを得ない1車線の橋梁周辺では、そのタイミングを狙って車の盗難や荷物等を行うグループの存在がある。

しかし、地域住民や警察署へのヒアリングの結果、ンコタコタやサリマ等の比較的大きな町で自動車やバイク等の盗難事件があるものの、窃盗団のような事件は確認されておらず、治安状況は良好であると考えられる。

第 8 章 橋梁整備優先度及び事業案比較

本章では、構造面からの「緊急性」、機能面・安全面からの「必要性」、環境社会面からの「環境社会への望ましくない影響」を評価し、橋梁整備の優先度順位決定のクライテリアを策定し、橋梁整備の優先順位を決定した。また、個々の橋梁の改良案 6 案を示すとともに、本章で得られた橋梁整備の優先順位をもとに無償資金協力による事業案（概算工事費と概略工程を含む）を 4 案作成し、これらの案から推奨案を選定した。

8-1 橋梁整備優先度のためのクライテリアの検討

橋梁整備の優先順位を決定するためのクライテリアを図 0-1 に示す。優先順位は、「既設橋梁調査」で得られた既設橋梁の損傷度合いによって決まる危険度（構造的な健全度）と、「交通量調査及び交通需要に関する調査」で得られた道路ネットワークとしての重要性（機能的な健全度）の両面から判断する必要がある。これらの危険度と重要度をマトリックスとしてそれぞれの健全度が大きいものを優先的に整備することによって、効率的な整備が可能になると考える。

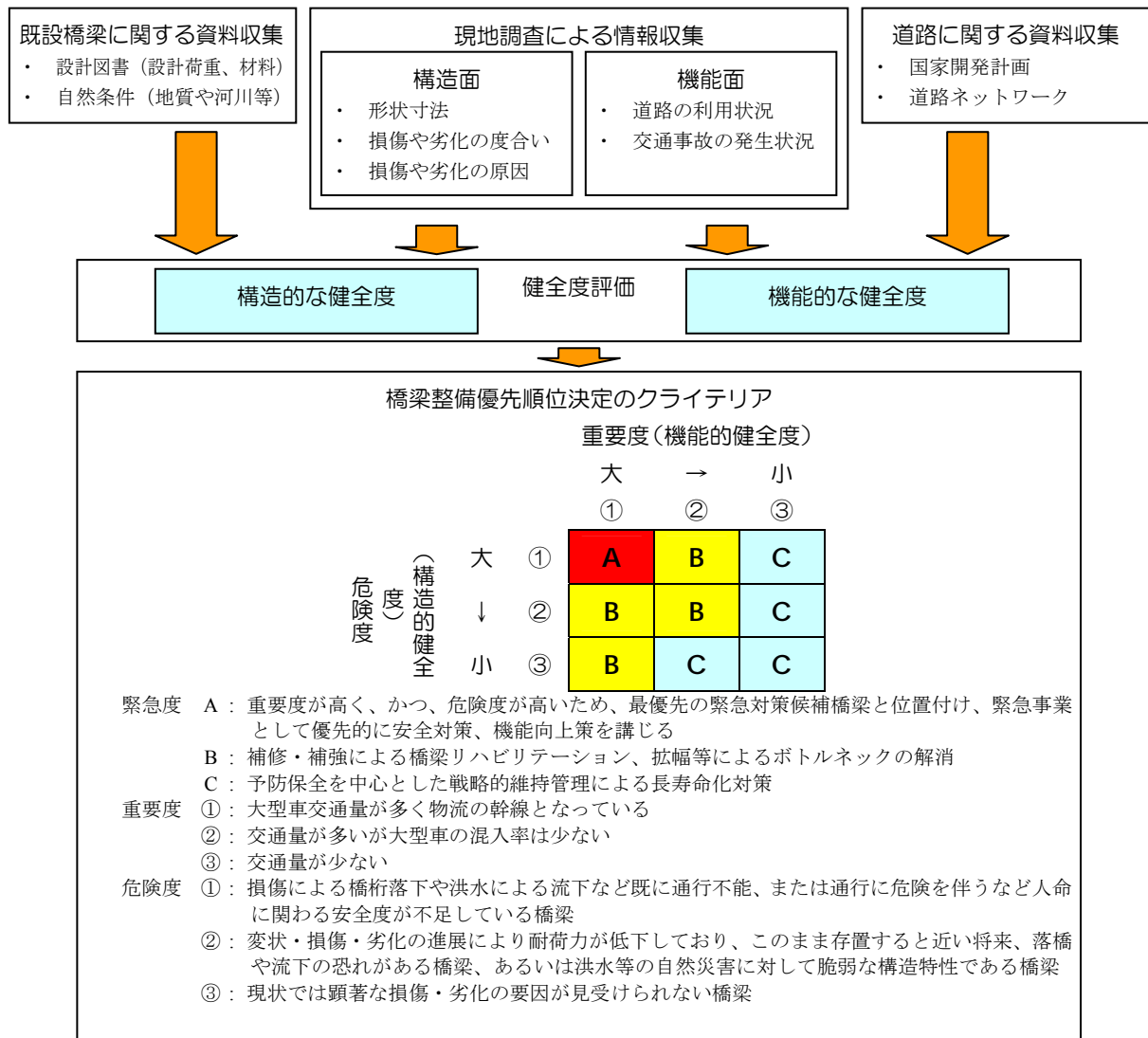


図 0-1 橋梁整備優先度のためのクライテリア

上述したクライテリアによって、優先度順位を評価した結果を表 0-1 に示す。
また、各対象橋梁の優先度順位評価を総括すると次のとおりである。

<p>1) バラカ～サリマ区間の 4 橋については、早急に新設橋への架け替えが望まれる。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ バラカ～サリマ区間のルワジ橋とナンコクエ橋については、それぞれ 2002 年、2003 年の洪水時の洗掘により橋脚が大きく沈下し、既に使用不能となっている。現在は仮設橋により暫定供用している状況である。安全な交通の確保という人道支援の観点からも最優先で永久橋への架け替え事業を実施する必要がある。 ・ アンゴニ・カルバートとナンヤング・カルバートは洪水時の流量に対して現状での開口断面が極めて小さく、カルバートの下流部が約 5m の深さで大きく洗掘され、道路盛土の安定も損なわれている。さらにアンゴニ・カルバートについては、200m 下流の鉄道橋にまで洗掘の影響が及んでいる。
<p>2) サリマ～ンコタコタ区間の一車線橋梁については、国土を形成する幹線道路としての位置づけ、交通事故の危険性を防止、沿道住民の安全の観点から早期に 2 車線化が望まれる。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ バラカ～ンコタコタ区間では、バラカ～サリマ区間の仮設橋の 2 橋及びサリマ～ンコタコタ区間の今回の要請対象橋梁 6 橋のみが一車線橋梁である。 ・ サリマ～ンコタコタ区間では、活荷重による橋梁の損傷は見られないものの、橋梁規模が小さいため（橋長及び桁下空間が不足しているため）、河川の流下能力が不十分であり、雨期には年に 1～2 回程度越流が起きているとともに、洗掘による基礎の露出が見られる。 ・ リフージュ橋及びカンジャムワノ橋については、NRA が蛇かごによる護岸補修を実施しており、構造面・治水面からの早急な補修は必要ない。 ・ ナビココ橋、チャマクワ橋、リンゴナ橋については、補修の形跡はみられるものの、最後に補修されてから時間が経過していると考えられる（現地調査および NRA の補修履歴からは確認できなかったものの、損傷・劣化の程度から最後に補修されてから概ね 10 年以上経過していると考えられる）。これらの 3 橋については洗掘により橋台や橋脚の基礎が露出しているため、計画的な改良が必要である。さらに、ナビココ橋、リンゴナ橋では、沈下した側径間を抜本的に補修しないまま、沈下部分を土砂で埋める等、不適切な補修方法が実施されている。そのため、これらの不適切な補修を恒久的な補修に改める必要がある。 ・ ムチャンディロ・カルバートでは、構造自体は健全であるが、下流部のエプロンに損傷が見受けられるため、補修が必要である。
<p>3) 環境社会へ与える望ましくない影響は、全ての対象橋梁において最小限に抑えられる。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 初期環境調査（IEE：Initial Environmental Examination）の結果、調査範囲において、①交通事故（1 車線橋梁周辺で多発する交通事故）、②水利用（洗濯、水遊び、灌漑）、③生物相（5 種類の注目すべき種及び良好な湿地帯）、④住民移転（道路用地内、用地外の住居）、⑤既存の社会インフラ（宗教施設、集会所、墓地）等が確認された。しかし、橋梁改良による望ましくない影響は最小限に抑えられるものである。

表 8-1-1 対象橋梁の予備調査結果と優先順位評価

調査結果と評価								
番号	橋梁名	現橋梁の車線数	交通量(台/日)(2004年)	緊急性(構造面)	必要性(機能面、安全面)	環境社会への望ましくない影響	優先順位	摘要
1)	アンゴニコ・カルバート	2車線	約300	極めて高い	低い	最小限	極めて高い	<ul style="list-style-type: none"> 河道断面が不足しているため、洪水時には、河川の水流が道路を越流して道路を破壊するとともに、下流部で大規模な洗掘が発生している。また、その洗掘は200m下流の鉄道橋にまで及んでいる。 沿道の住居・教会・集会場、東側の水利用に配慮する必要がある。
2)	ナンヤング・カルバート	2車線	約300	極めて高い	低い	最小限	極めて高い	<ul style="list-style-type: none"> 河道断面が不足しているため、洪水時には、河川の水流が道路を越流して道路を破壊するとともに、下流部で大規模な洗掘が発生している。 沿道住居に配慮する必要がある。
3)	ナンコクエ橋	1車線(仮設橋)	約400	極めて高い	高い	最小限	極めて高い	<ul style="list-style-type: none"> 2003年の洪水により橋脚が沈下し、中央径間が流出したため、使用不能となった。現在は仮設橋により暫定供用中である。 東側の水利用に配慮する必要がある。また、次の洪水時に仮設橋が流出する危険性もある。 1車線の仮設橋上で交通事故が多発している。
4)	ルワジ橋	1車線(仮設橋)	約500	極めて高い	高い	最小限	極めて高い	<ul style="list-style-type: none"> 2002年の洪水により橋脚が沈下し使用不能となった。現在は仮設橋により暫定供用中である。また、次の洪水時に仮設橋が流出する危険性もある。 1車線の仮設橋上で交通事故が多発している(最近3カ年で4名の死亡を含む7件の交通事故)。
5)	リアウージ橋	1車線	約400	低い	高い	最小限	高い	<ul style="list-style-type: none"> 年に1～2回程度、越流の危険性があるものの、護岸の補修が実施されており、構造は健全である。 1車線の橋梁上で特に夜間の交通事故が多発している(最近3カ年で1件の交通事故)。
6)	ナビココ橋	1車線	約400	中位	高い	最小限	高い	<ul style="list-style-type: none"> 年に1～2回程度、越流の危険性がある。側径間の沈下に対して不適切な補修が行われている。そのため、河川流下能力、耐荷力が低下している。 橋両側(上流・下流)の水利用に配慮する必要がある。 1車線の仮設橋上で特に夜間の交通事故が多発している。
7)	カンジャムワノ橋	1車線	約500	低い	高い	最小限	高い	<ul style="list-style-type: none"> 年に1～2回程度、越流の危険性があるものの、護岸の補修が実施されており、構造は健全である。 橋両側(上流・下流)に生育する注目すべき植物種や沿道住居に配慮する必要がある。 1車線の仮設橋上で特に夜間の交通事故が多発している(最近3カ年で死亡事故を含む3件の交通事故)。
8)	チャマクワフ橋	1車線	約500	中位	高い	最小限	高い	<ul style="list-style-type: none"> 年に1～2回程度、越流の危険性がある。洪水時の洗掘により橋台基礎が露出している。 西側の墓地・モスク、東側の注目すべき種に配慮する必要がある。 1車線の橋梁上で特に夜間の交通事故が多発している。
9)	リンゴナ橋	1車線	約500	中位	高い	最小限	高い	<ul style="list-style-type: none"> 年に1～2回程度、越流の危険性がある。側径間の沈下に対して不適切な補修が行われている。そのため、河川流下能力、耐荷力が低下している。また、洪水時の洗掘により橋脚基礎が露出している。 東側の水利用地点及び沿道住居に配慮する必要がある。 1車線の橋梁上で特に夜間の交通事故が多発している。
10)	ムチャンデイロ・カルバート	1車線	約500	低い	高い	最小限	高い	<ul style="list-style-type: none"> ボックスカルバート自体は健全である。これまでに越流は見られないが、河道断面の不足により下流部のエプロンが損傷している。 西側のウェットランド及び沿道住居に配慮する必要がある。 1車線の橋梁上で特に夜間の交通事故が多発している(最近3カ年で1件の交通事故)。

注) 緊急性：洪水をはじめとする自然災害や自動車荷重等に対する構造的な安全性確保に必要な橋梁改良の緊急性
 必要性：安全な交通の確保による人命保護、地域間格差の解消による貧困削減、物流の改善、観光資源開発等の社会経済開発等の向上における幹線道路機能の向上のための必要

8-2 橋梁整備事業案の比較

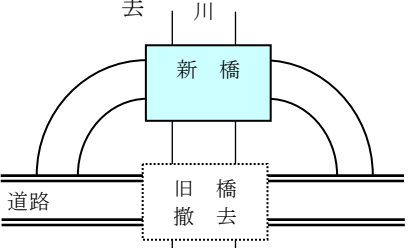
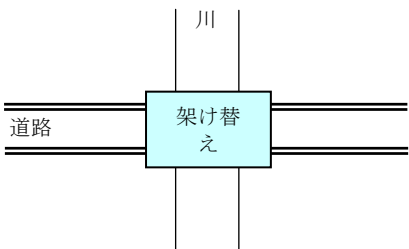
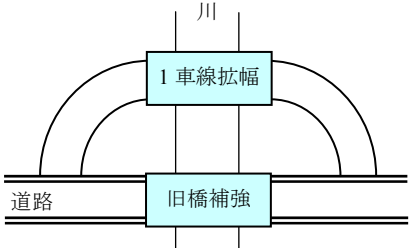
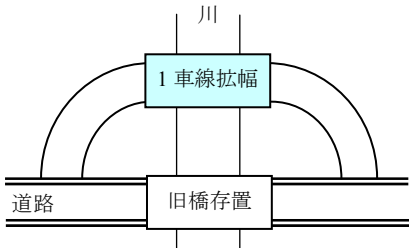
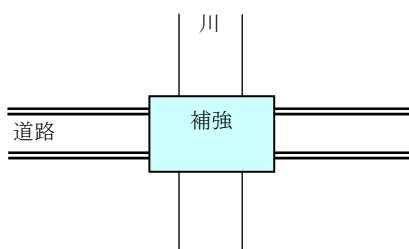
表 0-2 に考えられる橋梁改良案を示す。

架け替え案としては、迂回路や仮設橋等の仮設工事費を抑制して全体の工事費を縮減することが可能である。Case-1（既設橋梁と別の位置に新設橋を建設する案）が推奨される。この場合、新橋と既設橋との距離は、道路線形や周辺の状況によって決定されるが、特殊掘削とならないように十分間隔をとることが肝要である。しかし、道路線形や周辺状況より Case-1 のように道路線形をシフトできない場合には、Case-2 のように現位置での架け替えが考えられるが、迂回路や仮設橋を新たに建設する必要があることから工事費の増加に留意する必要がある。

また、超過荷重による上部構造の損傷や劣化が認められなかった既存の橋梁において、Case-3～Case-5 を適用する場合は、既存の橋梁における工事は主に治水対策のための護岸・護床工事となることから、既存橋梁を供用しながら、つまり交通規制を行わずに工事を進められる可能性がある。

ただし、現状で通水断面が不足しており越流が問題となるような橋梁やボックスカルバートにおいては、必要な通水断面を確保するための橋梁の架け替えを行う必要があることから、Case-3～Case-5 のような補修は望ましくない。

表 0-2 橋梁改良案

ケース	内容	特徴
<p>Case-1 別の位置で新橋建設+旧橋撤去</p> 	<p>① 既設橋の近傍に新設橋を建設 ② 新設橋に交通開放 ③ 旧橋の撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設用地がある場合に最も効果的 ・ 現位置での架け替えに比べて建設コストが安価
<p>Case-2 現位置で架け替え</p> 	<p>① 仮橋を建設し、交通を迂回 ② 旧橋の撤去 ③ 新橋の建設 ④ 交通開放 ⑤ 仮橋の撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 用地がない場合に有用 ・ 仮設に係る工事費が増大
<p>Case-3 拡幅+既設橋梁補強</p> 	<p>① 既設橋の近傍に1車線の橋梁建設 ② 交通を新設橋に迂回 ③ 既設橋の補強 ④ 2車線で交通開放</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設用地がある場合に有用 ・ 既設構造物と一体での拡幅も可能 ・ 既設構造物が河川の流れを阻害しないことが条件 ・ 建設コストが安価
<p>Case-4 拡幅のみ</p> 	<p>① 既設橋の近傍に1車線の橋梁建設 ② 2車線で交通開放</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設用地がある場合に有用 ・ 建設コストが安価 ・ 既設構造物が河川の流れを阻害しないことが条件
<p>Case-5 補強のみ</p> 	<p>① 仮橋を建設し、交通を迂回 ② 旧橋の補強 ③ 交通開放 ④ 仮橋の撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既設橋に十分な幅員がある場合に有用 ・ 建設コストが安価 ・ 既設構造物が河川の流れを阻害しないことが条件
<p>Case-6 存置</p>		

上述した橋梁改良案より、表 0-3 に示す事業案を策定した。それぞれの事業の概算事業費及び概略工程は表 0-4 のとおりである。なお、概算工事費の算出にあたっては、次の条件を設定した。

- ・ 新橋の規模（橋長）は、現状の 2 倍程度を目安とした。設計にあたっては、河川条件を勘案のうえ橋長を決定する必要がある。
- ・ 橋梁の工事費は、既往の類似工事の実績を考慮し、取付道路や仮設工事を含めて 40 万円/m²を想定した。ただし、工事費は架橋位置、地質条件、施工条件により大きく変化する可能性があることに留意する必要がある。また旧橋撤去費用は含まない。

表 0-3 事業案概要

事業案	内 容	概算工事費
事業案 1	10 橋全てを 2 車線対応で架け替えとする案。 緊急度が極めて高いバラカ～サリマ区間の 4 橋を第 1 期工事、サリマ～ンコタコタ区間の 6 橋を第 2 期工事で行う。	概算工事費：20.6 億円 第 1 期工事：8.4 億円 第 2 期工事：12.2 億円
事業案 2	10 橋全てを 2 車線対応で架け替えとする案。 緊急度が極めて高いバラカ～サリマ区間の 4 橋を第 1 期工事、サリマ～ンコタコタ区間の 6 橋のうち現況に損傷がある 3 橋を第 2 期工事、それ以外の 3 橋を第 3 期工事で行う。	概算工事費：20.6 億円 第 1 期工事：8.4 億円 第 2 期工事：6.3 億円 第 3 期工事：5.9 億円
事業案 3	バラカ～サリマ区間の 4 橋を 2 車線対応で架け替えとし、サリマ～ンコタコタ区間の 6 橋を 1 車線のまま補修とする。	概算工事費：10.2 億円
事業案 4	バラカ～サリマ区間の 4 橋を 2 車線対応で架け替えとし、サリマ～ンコタコタ区間の 6 橋は存置し橋梁維持管理の資機材を供与する。	概算工事費：8.4 億円＋資機材供与

表 8-2-3 事業案比較および概算工事費・概略工程

事業案	事業内容および概算工事費																							
	2004年		2005年		2006年		2007年		2008年		2009年													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
事業案1 「10橋架け替え(2期工事)」	10橋全てを2車線対応で架け替えとする案。緊急度が極めて高いバツカ〜サリマ区間の4橋を第1期工事、サリマ〜コタコタ区間の6橋を第2期工事で行う。(概算工事費:20.6億円)																							
事業案2 「10橋架け替え(3期工事)」	10橋全てを2車線対応で架け替えとする案。緊急度が極めて高いバツカ〜サリマ区間の4橋を第1期工事、サリマ〜コタコタ区間の6橋のうち現況に損傷がある3橋を第2期工事、それ以外の3橋を第3期工事で行う。(概算工事費:20.6億円)																							
事業案3 「4橋架け替え+6橋補修」	バツカ〜サリマ区間の4橋を2車線対応で架け替えとし、サリマ〜コタコタ区間の6橋を1車線のまま補修とする。(概算工事費:10.2億円)																							
事業案4 「4橋架け替え+資機材供与」	バツカ〜サリマ区間の4橋を2車線対応で架け替えとし、サリマ〜コタコタ区間の6橋は存置し橋梁維持管理の資機材を供与する。(概算工事費:8.4億円+資機材供与)																							

概算工事費の算出

現況	概略工程									
	(1) アンゴニ・カルバート	(2) ナンバング・カルバート	(3) ナンゴニ橋	(4) ルゾン橋	(5) リフカーン橋	(6) ナビエ橋	(7) カンジャムノ橋	(8) チヤマクワ橋	(9) リンゴナ橋	(10) ミチセンデン・カルバート
橋長/カルバート全幅 (m)	14.0	7.5	28.6	42.9	31.0	25,000+α	24.0	12.0	19,500+α	6.8
径間長/カルバート幅 (m)	3.5×4	7.5	2@14.3	3@14.3	9.0+12.0+9.0	(5.0+α)+15.0+(5.0+α)	4@6.0	2@6.0	(4.0+α)+11.5+(4.0+α)	3.0×2
道路総幅員 (m)	8.20	8.20	8.30	8.30	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.55
架け替え案	単純PC-T桁橋	単純PC-T桁橋	3径間PC-T桁橋	3径間PC-T桁橋	3径間PC-T桁橋	3径間PC-T桁橋	単純PC-T桁橋	単純PC-T桁橋	3径間PC-T桁橋	単純PC-T桁橋
橋長 (m)	30.0	20.0	60.0	90.0	60.0	60.0	30.0	60.0	60.0	20.0
径間長 (m)	30.0	20.0	3@20.0	3@30.0	3@20.0	3@20.0	30.0	30.0	3@20.0	20.0
道路総幅員 (m)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
橋面積 (m ²)	315.0	210.0	630.0	945.0	630.0	630.0	315.0	630.0	630.0	210.0
単位面積当たり建設費 (千円/m ²)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
建設費 (百万円)	126	84	252	378	252	252	126	252	252	84
補修工法	適用なし (要架け替え)	適用なし (要架け替え)	適用なし (要架け替え)	適用なし (要架け替え)	適用なし (要架け替え)	側径間・護岸工、 護床工	護床工	側径間・護岸工、 護床工	側径間・護岸工、 護床工	護床工
補修費用 (百万円)	-	-	-	-	-	20	20	20	50	20
事業案1 第1期工事 対象となる橋	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	-	-	-	-	-
工事費 (百万円)	126	84	252	378	252	-	-	-	-	-
事業案1 第2期工事 対象となる橋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
工事費 (百万円)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
事業案1 総工事費合計 (百万円)	126	84	252	378	252	20	20	20	50	20
事業案2 第1期工事 対象となる橋	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え
工事費 (百万円)	126	84	252	378	252	252	126	252	252	84
事業案2 第2期工事 対象となる橋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
工事費 (百万円)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
事業案2 総工事費合計 (百万円)	126	84	252	378	252	252	126	252	252	84
事業案3 第1期工事 対象となる橋	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え
工事費 (百万円)	126	84	252	378	252	252	126	252	252	84
事業案3 第2期工事 対象となる橋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
工事費 (百万円)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
事業案3 総工事費合計 (百万円)	126	84	252	378	252	252	126	252	252	84
事業案4 第1期工事 対象となる橋	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え	架け替え
工事費 (百万円)	126	84	252	378	252	20	20	20	50	20
事業案4 第2期工事 対象となる橋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
工事費 (百万円)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
事業案4 総工事費合計 (百万円)	126	84	252	378	252	20	20	20	50	20
事業案1 総工事費	2,058									
事業案2 総工事費	2,058									
事業案3 総工事費	2,058									
事業案4 総工事費	1,020									
事業案1+2+3+4 総工事費	840									

<検討条件>

- ① 新橋の規模(橋長)は、現状の2倍程度を目安とした。設計にあたっては、河川条件を助案のうえ橋長を決定する必要がある。
- ② 橋梁の工事費は、取付道路や仮設工事を含めて40万円/m²を想定した。ただし、旧橋撤去費用は含まない。

8-3 推奨事業案の選定

推奨案は「事業案2（10橋架け替え、3期工事）」である。その理由を以下に列記する。

- ・ バラカ～サリマ区間のルワジ橋とナンコクウェ橋は既に使用不能となっている。現在は仮設橋により暫定供用している状況であるが、次回の洪水発生時に流出する可能性があるほか、交通事故が多発している。また、アンゴニ・カルバートとナンヤング・カルバートは洪水時の流量に対して現状での開口断面が極めて小さく、カルバートの下流部の洗掘により道路盛土の安定が損なわれており、アンゴニ・カルバートについては下流の鉄道橋にまで洗掘がおよび鉄道橋基礎の安定性が悪化している。これらの4橋については、安全な交通の確保という人道支援の観点からも最優先で永久橋への架け替え事業を実施する必要がある。
- ・ サリマ～ンコタコタ区間の一車線橋梁6橋については、国土を縦断する幹線道路としての位置づけ、交通事故の危険性を防止、沿道住民の安全の観点から早期に2車線化が望まれる。また、河川流量に対して流下能力が小さいため、雨季には越流や洗掘による橋梁の損傷を受けている。「マ」国政府は、自主的に補修を行っているが、予算が少ないために抜本的な改修に至っていない状況である。このため、このような補修を繰り返すよりも、十分な橋長と桁下空間を備えた河川流量に見合った流下能力を持つ橋梁へ架け替えを行うことの方が費用対効果と安全性確保の観点から非常に有効である。
- ・ 事業工程については、優先順位が高い4橋を緊急事業として第1期工事で架け替えを実施する。第2期工事で残りの6橋の架け替えを実施した場合（事業案1）、工事費は概ね12.2億円となるとともに、マラウイ国内で調達可能な建設資機材が限定されるため、第三国からの短期間での建設資機材の調達が困難となる。そのため、第2期工事では現状で損傷を受けている3橋の架け替えを行い、第3期工事で残りの3橋を架け替える（事業案2）ことにより、事業の平滑化と資機材調達の効率的活用が可能になると考える。

第9章 プロジェクトの評価及び提言

本章では、前章までに提案されたプロジェクトの評価を直接効果と間接効果に分けて記述し、それらを踏まえて本プロジェクトの妥当性を確認する。

9-1 プロジェクトの評価

9-1-1 プロジェクトの直接効果

ここではプロジェクトを「実施した場合」と「実施しない場合」とを比較し、実施した場合に、道路を利用する人々が受ける便益を、可能な限り貨幣価値で示すこととする。

(1) 路線閉塞が無くなることによる便益

バラカ～サリマ区間の対象橋梁は、洪水により流失したものである。応急的に仮設橋がかけられるまで、3ヶ月間廻り道をせざるを得ないとする。元来バラカ～サリマ区間 158Km であるところ、バラカ～リロングエ～サリマ区間は 304Km であり、146Km 余計に走るることとなる。NRA の資料 (Final Evaluation of Road Maintenance Projects) によれば、舗装道路の良い状態における自動車の単位当たりの走行経費は US\$0.4/Km とあるため、1日当りの交通量を 300 台とすると次に示すような総走行経費が余計にかかる。プロジェクトが実施された場合は、この費用が節約されることとなる。

■ $US\$0.4 \times 146\text{Km} \times 300 \text{台} \times 30 \text{日} \times 3 \text{月} = US\$1,576,800$

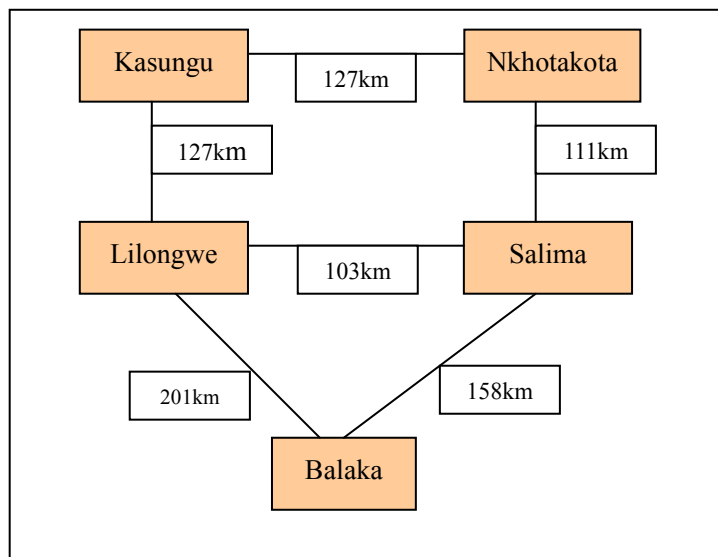


図 9-1-1 都市間の距離 (模式図)

(2) 走行時間の節約

対象橋梁が修復され、1車線利用から2車線利用に変わった時の走行時間の節約効果を推計する。即ち、プロジェクトが実施されない場合、車は1車線橋梁の手前で減速し、橋梁を低速で渡り、渡り終わったらまた加速しなければならない。対向車が渡っている時は停止して待つなければならない。一方、プロジェクトが実施された場合は、恒常的な速度で通過することができるので、その時間の差を節約とする。

まず、国民所得から、一人当たりの時間価値を計算すると

■ $US\$180/200 \text{日}/8 \text{時間}/60 \text{分} = US\$0.001875/\text{分}$

次に、1車線から2車線へ改良された時の時間の節約を推計すると、

- a) 乗用車系 : 1.425 分
- b) トラック系 : 1.65 分

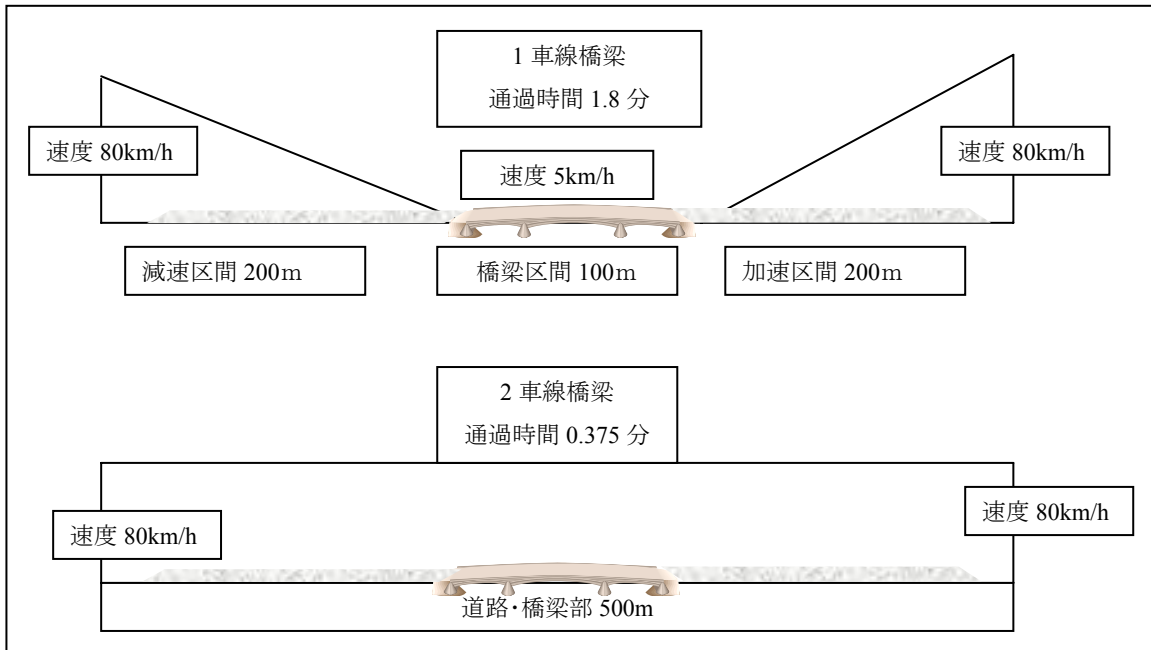


図 9-1-2 橋梁改良による通過時間の変化 (乗用車系)

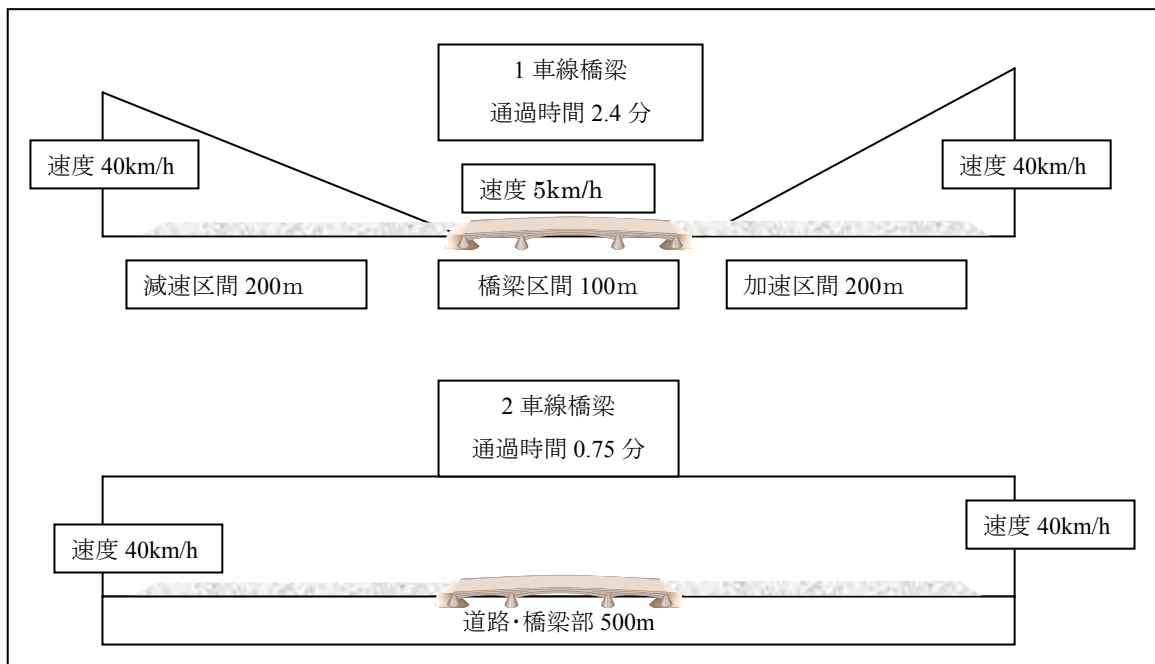


図 9-1-3 橋梁改良による通過時間の変化 (トラック系)

交通調査の結果から、乗用車系の平均乗車人数を 8 人、トラック系の平均乗車人数を 12 人とすると、平均で一台当り 10 人となる。一日あたりの交通量を 300 台とし、一台平均 1.54 分の節約されることによる年間の直接便益を計算すると、次のとおりである。

①バラカ～サリマ区間

■ $US\$0.001875 \times 1.54 \text{ 分} \times 10 \text{ 人} \times 300 \text{ 台} \times 300 \text{ 日} \times 2 \text{ 橋梁} = US\$5,198/\text{年}$

②サリマ～ンコタコタ区間

■US\$0.001875x1.54分x10人x300台x300日x6橋梁=US\$15,593/年

(3) 交通事故の軽減

1車線橋梁を2車線橋梁に架け替えることにより、交通事故が減少する効果を推計する。

第5章に述べたように1車線橋梁における事故は多く、平均2ヶ月に1回程度起こっている橋梁もある。このような状況を踏まえて事故で費やされる金額を算出した。

1) 物損事故

物損一事故当りの損失をUS\$6,000、1橋当り年間1件事故発生とする。

■US\$6,000

2) 死亡事故

マラウイ国では10歳以上の人口を労働人口統計の際の総数にしている。ここでは15歳から49歳までの人口を考えてみるとこの層は全人口の46.6%、約半数である。この層は外出の多い年齢層でもある。移動中に事故に遭遇する人は通常労働可能なこれらの層で、子供や老人も含んだ一人当たり国民所得の少なくとも2倍の所得はあり、所得の生ずる余命が20年あると仮定できる。

■US\$180x2x20年=US\$7,200

1橋当り年間1件死亡事故が生じるとするとUS\$7,200、物損事故も加えて1橋梁当り次のようになる。

■US\$6,000+7,200=US\$13,200

①バラカ～サリマ区間

■US\$13,200x2橋梁=US\$26,400/年

②サリマ～ンコタコタ区間

■US\$13,200x6橋梁=US\$79,200/年

(4) 直接便益の合計

これまで推計した直接便益の合計は下表のとおりである。

表 9-1-1 直接便益の合計

便益の種類	区間	年間の便益 (US\$)
閉塞の無い便益	バラカ～サリマ	1,576,800
走行時間の軽減	バラカ～サリマ	5,198
	サリマ～ンコタコタ	15,593
交通事故の軽減	バラカ～サリマ	26,400
	サリマ～ンコタコタ	79,200
合計		1,703,191

出典：予備調査団

バラカ～サリマ～ンコタコタ全区間の橋梁修復による年間の直接便益の額約1.9億円は、橋梁の工事費約20億円に比べ大きな額ではないが、橋梁整備後適切な運用・維持がなされ、橋梁が20年以上使用されたとすれば、かなりの経済的収益率が期待できる。更に、これ以外の便益が加わるとするならば、裨益効果はますます高くなる。

9-1-2 プロジェクトの間接効果

本プロジェクトによる間接的な効果は次のとおりである。

(1) 地方の生産・生活への効果

M5は、主要国道であり、人員輸送、物流の軸にもかかわらず、その他の機能を有する多目的な機能を有している。小型トラック、ミニバス、自転車、徒歩と交通手段は多様であるが、ファームとマーケットを結ぶ日常の生産物の運搬路ともなっている。

すなわちこの地域で生産される米、メイズ、ミレット、タバコ、綿、落花生、キャッサバ、イモなどの流通の手段となる。また、この地方の特産である湖の魚の迅速な運搬が求められている。したがってM5が整備されることは、MPRSPにも掲げられている地方の貧困層への支援となる地方のインフラ整備につながる事となる。

(2) 生活の質の向上

M5での交通量調査結果にも明らかなように、自転車や歩行者の通行が多い。自動車事故ばかりでなく、1車線橋梁が2車線化することにより、自転車・歩行者の日常的な通行が安全となり、これはMPRSPの戦略的な柱の一つである弱い人々の生活の質の向上につながるものである。

(3) 二次・三次効果

M5は、物流の軸として、大量の砂糖、石炭、タバコ、綿などの産物を輸送する経路であることから、M5の整備はそれらの産業の発展を支援し、その効果が他の産業の発展につながる。

さらに、安全で快適に走行できる道路は、道路自体が産業を呼び、開発が進み、地域住民のみならず国全体への波及効果が期待される。例えば、M5の特性の一つとして挙げた観光地をつなぐ鎖の役目は、現在でもスコタコタ野生動物保護区、マラウイ湖国立公園、リウオンデ国立公園及び湖畔の幾つかのリゾート地を結んでおり、M5が整備され安全で快適に走行できることは、観光開発への大きな支援となる。

(4) 裨益人口

M5の対象区間が直接通過するスコタコタ、サリマ、デッサ、ンチェウの総人口は、140万人（以下人口に関しては1998年国勢調査値）である。これらを含む中部州は407万人の人口を有している。また、M5と関係の深い北部州の人口は123万人である。これらが、二次的な裨益人口であり、263万人である。この北部州、中部州は、全国平均よりも高い人口増加率を示している。M5の人員輸送・物流の軸である主要国道という機能から考えると、マラウイの全人口約1000万人が裨益人口といえる。

9-2 プロジェクトの妥当性

(1) プロジェクトの必要性

本プロジェクトは次の3点に代表されるような必要性から妥当と判断できる。

- 1) 国土の幹線道路として、常に走行可能であることを保証されなければならない。また沿道住民の生活道路と言う役割からも、洪水による橋梁の流失は避けなければならない。
- 2) M5は国土を形成する最重要幹線道路の一つとしての位置づけられることから、一定の走行水準を保証するために早期に2車線化が必要である。
- 3) 1車線の橋梁は交通事故の原因となり、事故の低減のためには2車線化が必要である。

(2) プロジェクトの緊急性

本プロジェクトは次の3点から緊急性が求められる。

- 1) 現在、バラカ～サリマ区間のルワジ橋とナンコクエ橋については、ともに橋脚が沈下し、すでに使用できず、仮設橋により暫定共用している状態であり、緊急に改修する必要がある。同区間のアンゴニ・カルバートとナンヤング・カルバートについても、洪水時に再度流失の恐れがあるため緊急に改修の必要がある。
- 2) サリマ～ンコタコタ区間の6橋梁については、全て1車線橋梁であり、橋梁付近は走行速度も制限され、事故も多い。主要国道としての機能を発揮するためにも2車線化は急務である。
- 3) 元来このM5は多目的な道路機能を有し、歩行者、自転車の交通量も非常に多く、沿道の住民の安全と言う観点からも、1車線橋梁の2車線化は、緊急に必要といえる。

(3) プロジェクトの妥当性

本調査の結果、次に示す5つの観点から先方政府から要請のあった10対象橋梁の架け替えは妥当であると判断した。

- 1) 国道5号線は、マラウイ国の南北及びモザンビーク～タンザニアをつなぐ、いわば骨格をなす回廊と位置づけられている。自動車走行環境の改善は経済の振興につながり、地域の住民のみならずあまねく国民全体に裨益するものである。また、ファームとマーケットを結ぶ交通も便利になり、農漁村の生産を支える結果になる。これは、下記に示す災害防止・交通安全確保もあいまってマラウイ国の貧困削減にも大いに役立ち、人間の安全保障へつながることとなる。
- 2) サリマ～バラカ区間の4橋の損傷度が極めて大きく架け替えの必要性が最も高く、サリマ～ンコタコタ区間の6橋についても、それらの損傷度は中～小程度であり架け替えが望ましいと評価した。また、これらの橋梁の架け替えは、毎年のように受けてきた洪水災害の被害を軽減するものであり、地域の住民にとっても基本的なインフラの一つが確保されることとなる。
- 3) プロジェクトの結果、交通事故数が減少することが期待できる。これは、車両運転者のみならず歩行者、自転車などの交通安全確保、すなわち住民の生活の質の向上に大いに資するものである。
- 4) 橋梁建設後の運営維持管理については、NRAの組織自体が維持・補修を主目的に運営されているため問題はない。
- 5) 環境社会配慮の観点からは、本プロジェクトの設計方法によっては、住民移転、水利用、注目すべき植物種、既存インフラ（墓地、宗教施設）に望ましくない影響を与える可能性があるが、設計やミティゲーション方策により最小限となるものと評価した。

(4) 提言

事業としての枠組みは、対象橋梁10橋梁全てを修復することが望ましい。ただし、その中でも、バラカ～サリマ区間の仮設橋2橋梁の修復およびコルゲートのカルバート2橋梁の改良の優先度が、洪水への早期対応という観点から高い。

第 10 章 基本設計調査実施への提言

本章では、基本設計調査にあたって実施上の留意事項を述べるとともに、基本設計調査の基本方針、調査内容、調査工程、調査団構成の素案をとりまとめる。

10-1 実施上の留意事項

10-1-1 橋梁計画に係る留意事項

(1) 設計に係る関連法規

マラウイ国においては橋梁設計に係る技術基準として、主に以下の基準及びマニュアルが適用されている。

- (1) Bridge Design Manual, 1988, Design Department, Ministry of Works and Supplies
- (2) British Standard BS5400 (Part 1 to 10), 1988, British Standard Institution
- (3) Code of Practice for the Design of Road Bridges and Culverts, Draft, 1998, Southern Africa Transport and Communications Commission (SATCC)

(2) 地形条件（測量基準）

マラウイ国においては、経緯度原点や水準原点は隣国のモザンビークから引用している。マラウイ国内で測量基準点はトライアングル・ピラーとベンチマークの 2 種類がある。トライアングル・ピラーは本邦の一等三角点に相当する基準であると考えられる。図 10-1-1 に示すトライアングル・ピラーは国道 1 号線沿いで確認したものである。高さ 1 メートル程度のコンクリート製であり、5 万分の 1 平面図では△印で表示されている。また、ベンチマークは同様に高さ 50cm 程度のコンクリート製の杭である。両基準点とも 1978 年に国土住宅省 (Department of Survey, Ministry of Lands, Housing, Physical Planning, & Surveys) により設置されている。しかし、それ以降は政府の予算不足により改正されていない。

M5 沿い（バラカ～サリマ区間）のトライアングル・ピラーの座標と標高及び 5 万分の 1 の平面図を国土住宅省の Department of Survey より入手した（「収集資料リスト」参照）。ただし、GPS 測量で測定した座標値（WGS-84 座標系）をマラウイ国の 5 万分の 1 での平面図に描画すると、数百 m の一定距離の乖離があった。そのため、測量の際には測量基準点の確認を行うとともに、GPS 測量を行う場合には平面図との座標系を補正する必要がある。

地形測量は、道路計画や架橋位置を明確にしたうえで実施する必要がある。地形測量の範囲の目安として、平面範囲として桁端から 200m（橋軸方向）、道路端から 50m（橋軸直角方向）、また、計画道路の縦断測量及び横断測量（20m 間隔、40～50 断面程度）が考えられる。

なお、雨季における地形測量にあたっては、陸送可能な小型船を用いて水面からポールを挿入して河床高を計測する等の方策を考える必要がある。また、河川の流速等に留意して作業者の安全面に十分に配慮しなければならない。



図 10-1-1 測量基準点 (M1 沿いのトライアングル・ピラー)

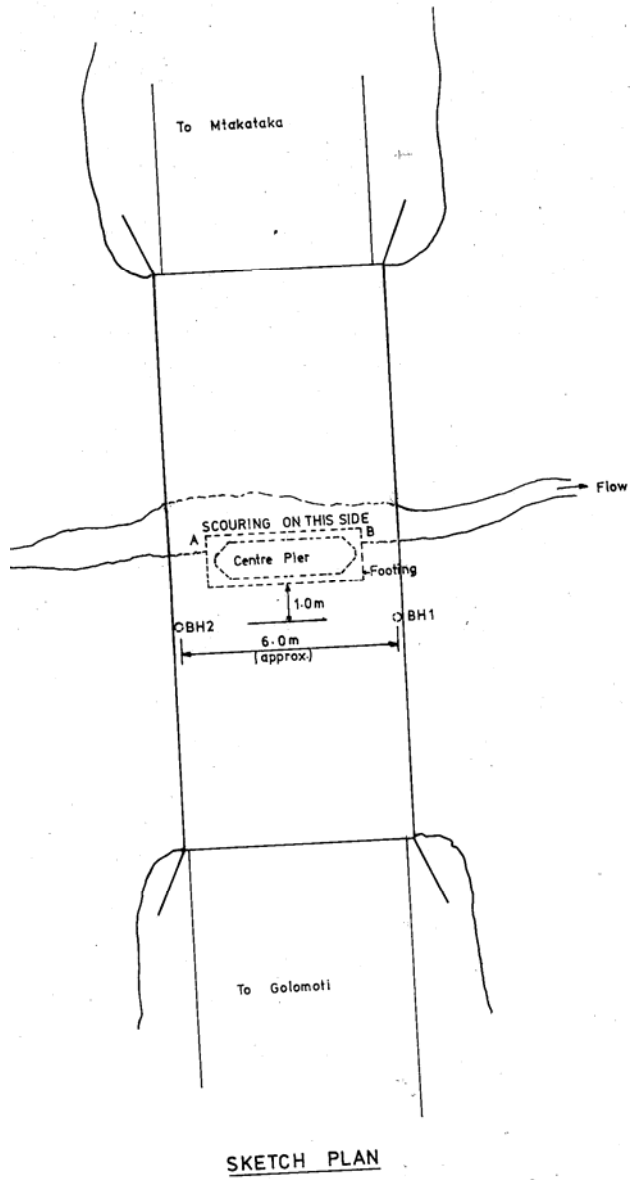
(3) 地質条件

1997 年の NRA 設立に伴い MOTPW から NRA に既存資料が移管された。その際にほとんど全ての設計図面等の図書が紛失しており、M5 及び対象橋梁の地質調査に関する資料は収集できなかった。対象橋梁では唯一、ナンコクエ橋について、1979 年にナンコクエ橋の洗掘調査の際に実施した標準貫入試験結果のみ収集できた（「収集資料リスト」参照）。ナンコクエ橋の基礎形式は不明であるが沈下の状況から考えると直接基礎であった可能性がある。図に示す 1979 年の地質調査結果によれば、河床から 10m 程度までは N 値 10～20 程度の砂質シルト、10～18m 程度は N 値 20 程度の砂質土である。18m 程度に N 値 50 程度の砂質粘土があり、これを支持層とすることができる可能性がある。

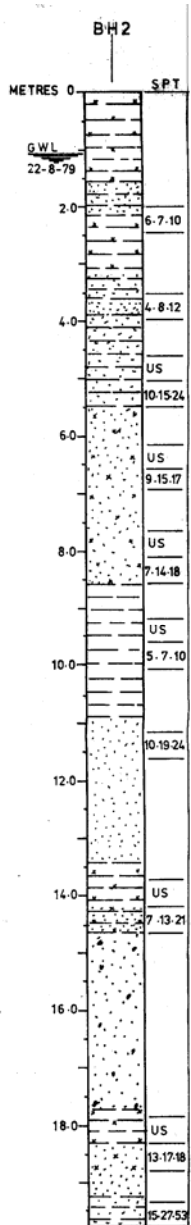
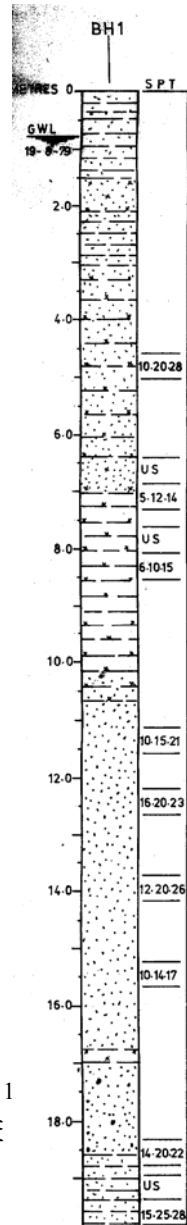
また、対象橋梁ではないもののルワジ橋の南約 6km のゴジ橋 (Ngodzi Bridge) において 1993 年に実施された地質調査の結果（「収集資料リスト」参照）でもナンコクエ橋と類似した結果が得られている。支持層となり得る層は深さ 17～20m 程度の N 値 50 程度の風化岩である。

支持層としての妥当性は地質調査により決定する必要がある。地質調査は橋脚及び橋台のそれぞれの建設地点につき少なくとも 1 箇所を実施することが望ましい。1 箇所のボーリング長の目安は 20～25m 程度である。

なお、雨季における地質調査にあたっては、橋台位置では取り付け道路の路肩付近で水位の影響を受けない位置を選定し、また、橋脚位置では陸送可能な小型船及び台船等にやぐらを設置して調査を行う等の方策を考える必要がある。また、河川の流速等に留意して作業者の安全面に十分に配慮しなければならない。



iplies, 1
質調査



(4) 河川条件

バラカ～ンコタコタ区間では図 10-1-3～図 10-1-4 図に示すように主要な河川について、水資源開発省 (Ministry of Water Development) が 1950 年代から水位観測を定期的を実施している。観測は朝 8 時と夕方 4 時の 1 日 2 回である。また、流量観測も 1 ヶ月に 2 回行われている。流量観測は観測した流速と通水断面から算出するものである。また、これらのデータは、水資源開発省の Water Resources Department, Water Resources Data Processing Unit が管理している。水利データの解析・管理は英国の HYDATA (<http://www.nwl.ac.uk/ih/www/products/mswhydata.html>) というソフトウェアを使用している。また、これらの水位データや流量などの観測データは Water Resources Data Processing Unit が 1 観測地点 1 年間のデータあたり 100MK で販売している。

ただし、水位観測を行っている河川は主要河川であり、小規模河川では行われていない。対象橋梁のうち、観測を行っているのはナンコクエ川のみである。ナンコクエ川については、最近 5 ヶ年の水位データと流量データを収集した (「収集資料リスト」参照) もの、データの信頼性を考えると、橋梁設計における設計水位や設計流量は、流水面積と降雨強度あるいは現場での護岸の損傷状況等を総合的に評価して決定する必要がある。

また、M5 はマラウイ湖と近接しており、マラウイ湖の水位についても水位データを収集した。詳細は「マラウイ国の概要」に示したとおりである。

雨量データについては、MOTPW の Meteorological Department が観測・管理している。マラウイ全土での雨量等の観測地点は Meteorological Department のホームページ (<http://www.metmalawi.com>) に示されている。雨量はマラウイ全土 761 箇所で観測されている。以前は全ての観測データをリロングウェで管理していたが、2003 年からは全てのデータがブランタイヤに移管されている。

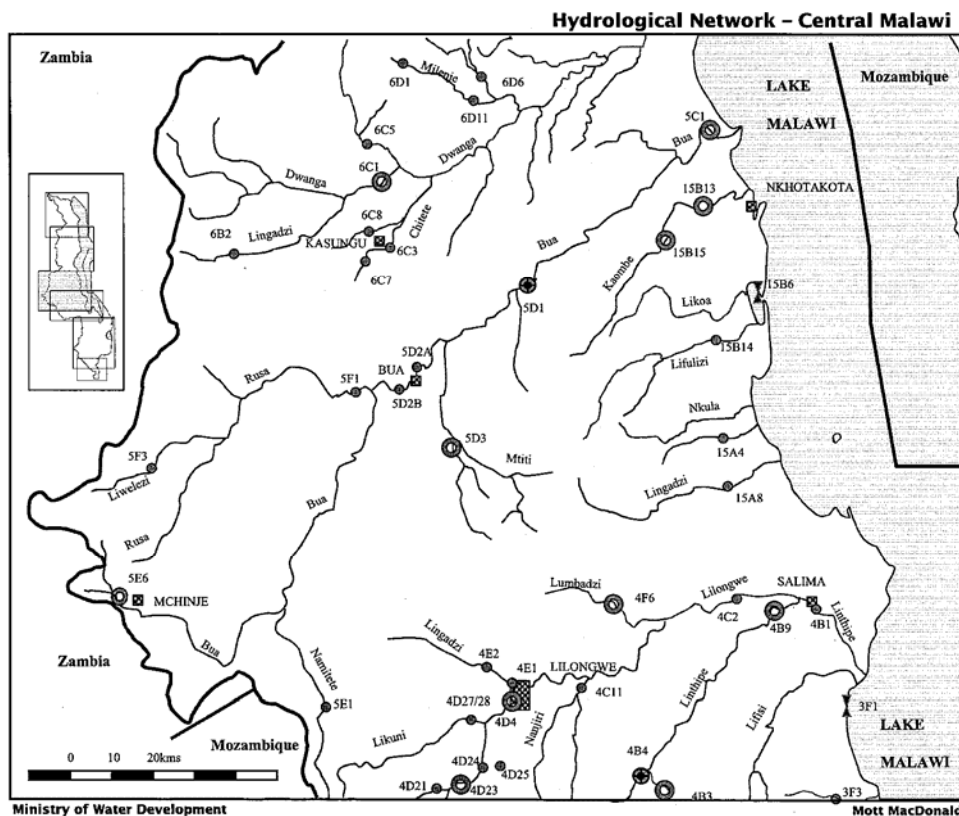


図 10-1-3 水位等観測地点 (サリマ～ンコタコタ区間)

Hydrological Network - Central Malawi

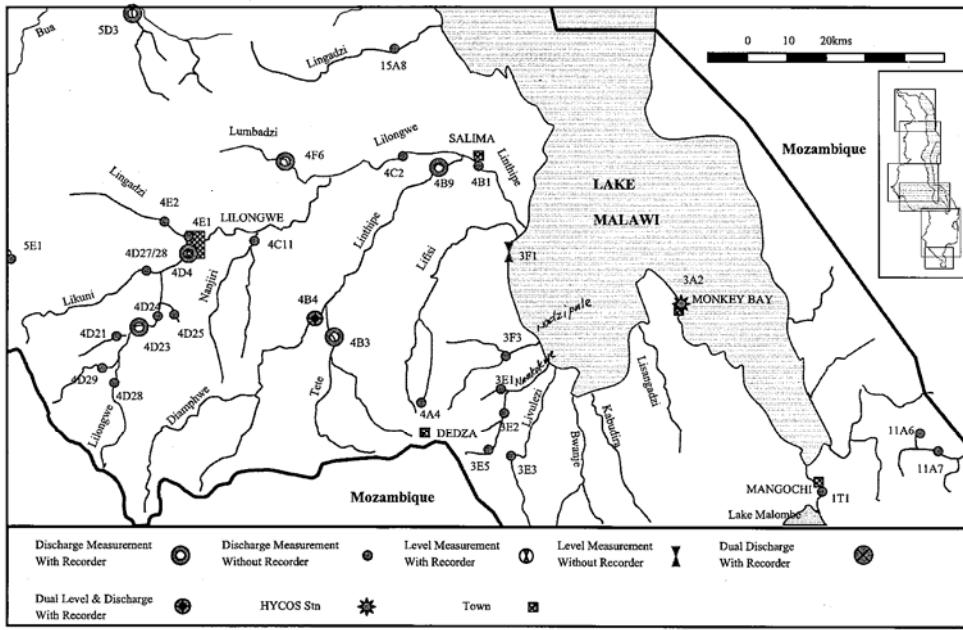


図 10-1-4 水位等観測地点 (バラカ～サリマ区間)

(5) 道路条件

マラウイ国における道路は以下に示す道路関連法により、表 10-1-1 に示すように 5 つのカテゴリに分類されている。対象道路は Main Road であり、M5 はタンザニア国に向かう北部回廊と呼ばれる国際輸送路の一部を形成すると同時に、マラウイ国北部から商都ブランタイヤへの物流を担う主要道路の一つである。

- Public Roads Act (1962 年)
- Local Government Act (1998 年)
- Urban (Public and Private Street) Act (1956 年)

表 10-1-1 マラウイ国における道路カテゴリ

Category	Description
Main Roads	Inter-territorial roads outside cities or towns unilaterally designated by Government Providing a high degree of mobility connecting provincial capitals and/or serving as international corridors
Secondary Roads	Roads outside cities or towns unilaterally designated by government providing a high degree of mobility linking main centers of population and production and connecting to the main road network
Tertiary Roads	Roads outside cities or towns unilaterally designated by government linking collector roads to arterial roads accommodating the shorter trips and feeding the arterial road network
District Roads	Roads outside cities or towns, designated by Government after consultation with District Authorities, providing an intermediate level of service connecting local centers of population and linking districts, local centers of population and development areas with the principal arterial system
Urban Roads	Any road in an urban area other than a designated road including arterial and collector roads crossing city boundaries. Main function is provision of accessibility over relatively short trip lengths at low speeds and providing services to smaller communities

Annual Report July 2002 - June 2003, National Roads Authority, 2003

(6) 荷重条件

マラウイ国においては、荷重条件として BS5400 を適用している。なお、過去に本邦無償資金協力で建設されたマンゴチ橋では活荷重は BS5400 の HB 荷重 36 ユニット、また、設計水平震度は日本の道路橋示方書で規定される下限値 0.1 を採用している。

(7) 橋梁幅員構成の検討

マラウイ国における橋梁の標準幅員構成は表 10-1-2 のとおりである。しかしながら、マラウイ国では Main Road については、要請書にあるように総幅員 10.5m（車道幅員：3.65m×2、歩道幅員：1.2m×2）を推奨している。対象橋梁における歩行者、自転車の交通量は多く、橋梁が日常的な地域の交通に使われていることを考慮すると歩行者の安全確保のために歩道の設置が必要とされる。また、マンゴチ橋についても図 10-1-5 に示す幅員構成が採用されたことを考え、マンゴチ橋で採用された総幅員 10.5m の幅員構成を推奨する。

表 10-1-2 マラウイ国における道路カテゴリーごとの標準幅員構成

	車道幅員	歩道幅員	自転車	路肩	合計
Main Roads	6.7m	1.2m (両側)	0.3m (両側)	—	9.7m
Secondary Roads	<6.7m>	<1.5m (両側)>	<1.5m (両側)>	—	<12.7m>
Tertiary Roads	5.5m	—	—	2.1m (両側)	9.7m
District Roads	3.65m	0.6m (両側)	—	—	4.85m
Urban Roads					

出典：National Roads Authority への聞き取り調査
 注)：< >内の数字は SATICC の推奨

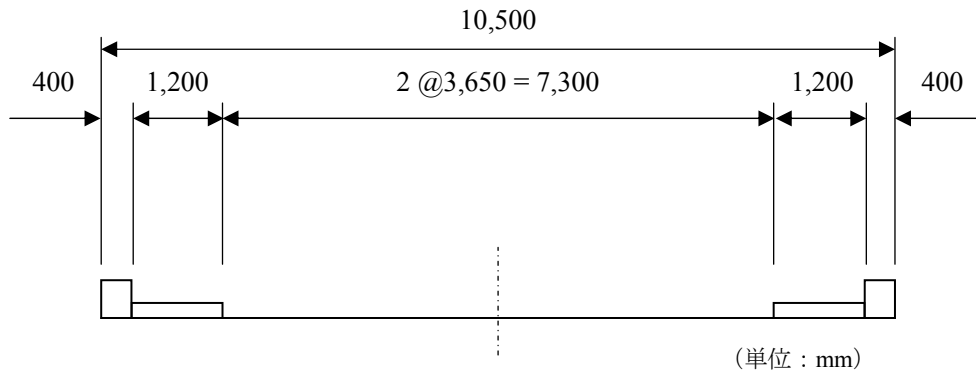


図 10-1-5 推奨される幅員構成（マンゴチ橋）

(8) 架橋位置、橋梁形式、橋長及びスパン割りの検討

橋梁計画にあたり、架橋位置、橋梁形式、橋長及びスパン割りについて、留意事項を列記する。

- ・ 橋梁の架け替えにあたっては、鋼桁に比べて塗装が不要で維持管理性が高い PC 橋が妥当であるとする。桁長は河積阻害や施工性を考慮して、20～30m 程度とするのがよい。
- ・ また、迂回路や仮橋建設あるいは特殊掘削等による工費の増加を抑制するために、新橋の架橋位置は既設橋の上下流に移設し、これに併せて道路線形をシフトするのがよい。用地境界は現道路中心から 30m である。
- ・ 新橋の橋長は、十分な洪水流下能力を確保できるように設定する必要がある。河川データに不足があるため、概算工事費の算出にあたって、洪水被害の状況を勘案し現況橋長の 2 倍程度を目安とした。
- ・ 桁下高さは、周辺道路が冠水した場合でも、桁が河川の流れを阻害しないように、周辺の道路高さに余裕高さを加えた位置とするべきである。なお、要請対象の 10 橋については、航路として使用されているものはなかった。
- ・ 橋脚や橋台は河床変動や洗掘により安定が損なわないように、床付け高さを決定するとともに護岸工及び護床工を設置する必要がある。また、地盤条件に応じて杭基礎形式を採用する必要がある。

10-1-2 調達事情

マラウイ国で調達可能な資機材は、極限られており、多くは南アフリカ等の第三国からの調達となる。

細骨材、粗骨材、石材等の原材料は、マラウイ国内で採取、採掘が可能である。セメント、木材を除き、鉄筋、形鋼、PC ケーブル、アスファルト、支承、燃料、油脂等の主要資材は、主に南アフリカ等の第 3 国からの調達となる。主要な建設資材の調達先を表 10-1-3 に示す。なお、橋梁建設用の特殊機械・大型重機は、主に南アフリカ等の第三国からのリースにより調達可能である。

表 10-1-3 主要建設資材の調達状況

資材名	マラウイ	日本	第三国	主な調達先 (第3国)	備考 (理由)
セメント	△		○	南ア・ザンビア・ タンザニア	生産量不足
鉄筋			○	南ア・ジンバブエ	生産していない
砕石・砂	○				
アスファルト・アスファルト乳剤			○	南ア・ジンバブエ	生産していない
鋼材 (形鋼・鋼矢板)		○	○	南ア・ジンバブエ	生産していない
PC 鋼材			○	南ア	生産していない
PC 関連資材 (シース等)			○	南ア	生産していない
伸縮継手		○	○	南ア	生産していない
支承		○	○		生産していない
鋼型枠			○	南ア・ジンバブエ	生産していない
木材	○				
枠組み支保工			○	南ア・ジンバブエ	生産していない
燃料			○	南ア	生産していない

出典：マラウイ国マンゴチ橋架替計画、事業化調査報告書、平成 10 年 12 月、国際協力事業団

10-1-3 建設コスト

概算工事費の算出にあたって、既往事業を参考にした。他ドナーの支援により計画・建設されている橋梁は、「他ドナーの支援による道路・橋梁セクターの援助動向」で述べたように 2004 年 7 月現在で 34 橋である。これらの橋長は 17～50m と中小規模の橋梁である。道路の総幅員幅員を主要幹線道路で推奨されている 10.5m とし、工事費を橋面積で割った単位面積あたりの工事費は、1,100～3,400USD/m² 程度となる。1USD=110 円として日本円に換算すると、橋梁の工事費は 12～38 万円/m² 程度である。また、NRA への聞き取り調査では、DOTPW 及び NRA での既往の橋梁事業における工事費は、表 10-1-4 のとおりである。

以上の既往実績からは、中小規模の橋梁の工事費は概ね 30～40 万円/m² になると考えられる。

表 10-1-4 道路及び橋梁の単位面積あたり概算工事費

	概算工事費	備考
橋梁	38,000 USD/m	10.5m 幅員として 3,620 USD/m ²
道路 (通常の地形)	250,000～280,000 USD/km	
道路 (施工が困難な地形)	280,000～320,000 USD/km	

注) NRA からの聞き取り調査、2004 年 8 月

10-1-4 施工に係る留意事項

2 国間で合意した無償資金及び技術協力に関わる技術的協力、調整、準備等の作業、技術面の管理、監督、維持管理は MOTPW が所管する。日本政府の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定して、施工条件の基本方針を以下に列記する。

- ・ 雇用機会の創出、技術移転の促進、地域経済の活性化に資するため現地における労働者、資機材を最大限に活用する。
- ・ 本計画が円滑に実施されるようマラウイ国政府、コンサルタント、建設業者間に緊密な連絡体制を確保する。
- ・ 現場の降雨形態、資機材調達に必要な機関、適切な施工方法の採用等を考慮し、実現可能な施工計画を立案する。
- ・ 工事完了後、保守管理体制及び運用面での技術移転を行う。

10-1-5 環境社会配慮

基本設計実施にあたっての情報収集及び配慮すべき内容は次のとおりである。

- ・ 「マ」国環境社会配慮に関する手続き

本プロジェクトにおける「マ」国環境影響評価手続きについては、「第7章環境社会配慮」で示したように基本設計内容を踏まえて、プロジェクト概要書を提出し、天然資源・環境省の審査を待つ必要がある。

このため、基本設計段階では、環境社会配慮分野にも対応可能な団員がカウンターパート（NRA 環境担当）と協力の上、プロジェクト概要書作成及び審査後に必要とされる「マ」国の環境社会配慮手続きのサポートを行うことが望ましい。

- ・ 影響対象項目の詳細調査及びミティゲーション方策

基本設計段階において必要とされる詳細調査及びミティゲーション方策は、表 10-1-5 に示すとおりである。

特に対象橋梁において洗濯や水浴びが行われている場所は、地域住民の日常的な生活圏であるばかりでなく、水場の限定される乾季に生活を営む上でなくてはならない重要なところである。

このため、本プロジェクトがこれらの水場の利用を阻害しないようにするばかりでなく、橋梁架け替えの付加価値（正の影響）を与えることが望ましい。具体的なミティゲーション方策としては、河川までのアクセスの確保と工事中の濁水発生防止対策が必要である。アクセスを確保するためには、蛇籠をテラス状にして乗降しやすくするとともに、利用者が足を取られる等の危険に曝されないようにコンクリート表面処理を施す等の対策を講じる必要がある。また、工事中の濁水発生を防止するためには、現況河川を迂回させ上流からの清澄な水を下流部（水利用の場所）に供給させつつ、工事により発生する濁水の混入を防止する工事方法の採用が望ましい。

表 10-1-5 設計段階における調査方法及びミティゲーション方策事例

項目	設計段階における調査方法	考えられるミティゲーション方策
交通事故	対象橋梁を管轄する警察署等から発生事故の主な状況と事故発生抑制対策方法を確認する。	標識、反射板（キャッツアイ、太陽光蓄電型等）
水質・水利用	対象橋梁周辺の詳細な水利用地点の把握、利用目的、利用頻度、利用水量、雨季・乾季の依存度、水利用に関するヒアリング（要望調査）、水質調査（浮遊物質量、流量）	水利用地点の保全（アクセス性確保、洗濯岩等）、水質汚濁防止対策（特に工事時）
生態系及び生物相	植物学者による注目すべき種の再確認（詳細地図でのマッピング）	生育地点を可能な限り回避する設計
非自発的住民移転	対象橋梁周辺の詳細な住居場所確認（詳細地図でのマッピング）	住居を可能な限り回避する設計。または、地権者との円滑な手続きの実施。プロジェクトへの雇用等の対策実施。
既存の社会インフラ及びサービス	対象橋梁周辺の詳細な宗教施設、集会所、墓地等の配慮が必要な施設等の確認（詳細地図でのマッピング） 特に宗教施設に関しては、目視調査のみでは判断が困難であるため、地域の村長等へのヒアリングを行うこと。	施設等を可能な限り回避する設計。必要に応じて代替施設の設置。

10-1-6 相手国負担事項

主要な相手国負担事項を以下に列記する。

- ・ 既設橋の撤去（予備調査実施時に洪水による既設橋の流下が仮設橋に影響を及ぼすことを指摘し、ルワジ橋とナンコクエ橋については、雨季前に既設橋を撤去することを提案した）
- ・ 取り付け道路の建設費（現地政府との協議が必要）
- ・ マラウイ国環境社会配慮手続き及び必要となる調査
- ・ 住民移転・社会インフラ関連施設の移転手続きと補償については、第 7 章の 7-1(4) に示すとおり「マ」国側の責任により手続き・補償が行われるが、改変範囲が道路用地内の場合、その補償費用は最大 14,000US\$程度と見積もられる。

10-2 調査方針

基本設計に当っては、基本設計の原則に則り、次のような事項に留意しながら設計を進めることが望まれる。

① 道路機能にふさわしい橋梁計画

M5は最重要の主要国道の一つであるため、その設計速度や設計荷重などは、それにふさわしい計画にすることは当然であるが、一方では地域社会のコミュニケーションに利用される生活道路であることを踏まえ、自転車、歩行者の利用にも配慮した設計とすること。

② 地域社会との調和

地域社会の中の道路について、より踏み込んだ形で計画をするならば、道路線形の選定の際などには、地域社会とともに考える機会があってもよい。M5の周辺は、イスラム教の住民が多い状況である。このため地域社会の中の道路（橋梁）整備としてとらえ、住民の意向を踏まえた調和のとれた計画を行うものとする。また、建設中には、地域住民の雇用機会が増大するように配慮するものとする。現地において調達可能な資材、例えば石材などがあれば、使用の可能性を探ることも必要である。

③ 維持管理

橋梁建設後の維持管理機関となる NRA の技術水準や実施能力を把握し、独力で維持管理できる計画を立案するものとする。また、日常的に接する地域の住民が緊急・異常時に道路管理者に通報する仕組み作りや維持管理時（例：簡単な草刈作業等）の住民参加手法についても検討を行うものとする。

④ 調査工程

当地の雨季は通常 12 月に始まり 3 月まで続き、この季節の工事は困難を招き、避ける必要がある。そのためには、乾季が始まる時期には設計が終了することが望ましい。一方、基本設計においても、測量、地質調査などは、河川の中での作業を伴うので、雨季における作業の難しさは生じる。しかしながら、雨季への対応は可能であるので、設計は雨季、工事は乾季を原則に工程を企画することが肝要である。

⑤ 効率的な設計作業

技術的な留意事項は前述（前節 10-1）のとおりであるが、10 橋梁という多数の橋梁を短期間に効率よく計画・設計する必要があるため、設計の標準化を念頭において計画する。

⑥ 環境社会配慮

本プロジェクトにおける環境影響評価手続きについては、「第 7 章 環境社会配慮」で示したように、基本設計内容を踏まえて、プロジェクト概要書を提出し、天然資源・環境省の審査を待つ必要がある。その後の必要な環境社会配慮手続きにおいては、その手続きの内容が設計に反映されることが重要であるため、環境社会配慮団員・設計担当者・カウンターパート（NRA 環境担当）は密接な連携を保ち対応にあたるものとする。

10-3 調査団構成

本基本設計においては、道路計画上の複雑な問題は無く、現場にふさわしい橋梁を計画設計することが肝要であるため、業務主任は橋梁計画との兼任が望ましい。加えて、多数の橋梁を短期間に設計し、維持管理計画を立案する橋梁設計・維持管理計画担当が必要である。また、橋梁の位置の変更、仮設道路の設置等道路設計担当が必要である。このほか測量・地質調査を担当する技術者が必要である。

また、洪水防除が大きなテーマとなるため、河川・水文を専門とする技術者の配置は必要である。「マ」国内には必要な建設資機材がごく少ないため調達にも明るい施工計画/積算担当が必要

である。

環境社会配慮に係る詳細調査と設計への反映、「マ」国の環境社会配慮手続きのサポートとなるような環境社会配慮団員が必要とされる。

上述した調査団の構成は次のように考えられる。

【調査団の構成】

- ①業務主任/橋梁計画 ②橋梁設計/維持管理計画
- ③道路設計/環境社会配慮 ④自然条件 I (測量・地質)
- ⑤自然条件 II (河川・水文) ⑥施工計画/積算