

マラウイ共和国
運輸・公共インフラ省

マラウイ共和国
国道1号線南ルクル橋架け替え計画
準備調査報告書

平成21年11月
(2009年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

セントラルコンサルタント株式会社

基盤
GR(1)
09-134

序 文

独立行政法人国際協力機構は、マラウイ共和国の国道1号線南ルクル橋架け替え計画にかかる協力準備調査を実施し、平成21年2月23日から4月14日まで調査団を現地に派遣しました。

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ました。帰国後の国内作業の後、平成21年8月7日から8月13日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終りに、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21年11月

独立行政法人 国際協力機構
経済基盤開発部長 黒柳 俊之

伝 達 状

今般、マラウイ共和国における国道1号線南ルクル橋架け替え計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成21年2月より平成21年9月までの7.5カ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、マラウイの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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

平成21年11月

セントラルコンサルタント株式会社

マラウイ共和国

国道1号線南ルクル橋架け替え計画協力準備調査団

業務主任 中川 輝雄

要 約

(1) 国の概要

マラウイ共和国（以下「マ」国という。）は、アフリカ南部に位置する、ザンビア、タンザニア、モザンビークに挟まれた内陸国である。国土面積は 118,480km² で、内 20%を湖が占めている。総人口は 1,320 万人(2008 年マラウイ国勢調査)であり、人口密度は 111 人/km² である。国の行政区分は、北部、中部、南部の 3 つの州にわかれている。

地形的には、「マ」国は汎アフリカ変動帯に属しており、紅海からアフリカ東部を 6,000km 余りに亘って南北に縦断する断層陥没帯（東アフリカ大地溝帯）の中の最南端「ニアサリフトバレー」内に位置する。国土の標高は 36～3,048m であるが、殆どが 1,800～2,000m の高原に属している。気候は国土の大半が亜熱帯気候に属しており、12 月～3 月までの雨期と 4 月～11 月までの乾期に分かれている。雨期には 800～2,000mm の降雨があり、気温は 20～37 度であり、乾期には殆ど降雨は無く、気温は 17～27 度である。

本プロジェクト対象地域は「マ」国北部山岳地域に属し、年平均気温は 23℃で、月の変動は少なく、年間平均降雨量は 670mm であり、降雨は雨期に集中している。

なお、「マ」国は、東アフリカ大地溝帯のニアサリフトバレーに位置するため地震があり、1989 年 3 月 10 日「マ」国中部を中心に地震が発生し、死亡 3 名、負傷者 60 名であったものの、地震の頻度は多くないが地震が発生する国であり、また対象サイト付近の地震の加速度は 60gal 以下であることから、その規模はかなり小さい方である。

「マ」国は、1964 年の独立後、1994 年 5 月に初めての複数政党制による総選挙が実施され、民主化と市場経済導入による自由化が推進された。2004 年 5 月に第 3 回目の総選挙が実施され、統一民主戦線 (UDF:United Democratic Front) のムタリカ候補が大統領に当選した。ムタリカ大統領は、閣僚ポスト削減などの行政改革を実施し、財務大臣を初めとする主要閣僚に国際機関での経験豊富な人材を登用するなど、実務重視の政策運営を行い、さらに、汚職追放や財政規律を重視し、前政権（ムルジ前大統領）との違いを強調した。2009 年 5 月に大統領選挙が実施され、民主進歩党 (DPP: Democratic Progressive Party) を率いるムタリカ大統領が再選された。

経済面では、「マ」国の一人当たりの GNI は 230 ドル (2006 年)、産業別内訳は第 1 次産業が 34%、第 2 次産業が 20%、第 3 次産業が 46%となっている。ここ 2 年間、マラウイ経済は、良好なマクロ経済実績を示している。経済成長率は、2006 年の 8.5%、2007 年 7.5%と高い成長率を記録し、インフレも、2007 年には 7.9%と一桁台を達成した。また、基準金利は年率 15%程度までに下げられた。こうした良好な経済状況の背景には、同国の産業別内訳の 34%を占める農業生産、特に主食のメイズ生産が天候に恵まれ好調であることや、主要輸出産品であるタバコの買付価格が高値で推移したことなどが上げられる。しかしながら、依然としてマラウイの農業生産は天候に左右される脆弱性を有しており、安定した食糧確保はマラウイ経済の大きな課題となっている。また、主要農産物であるタバコ、茶、砂糖などの輸出産品も国際価格の動向に左右されやすいことに加え、内陸国であることから輸送コストの上昇による影響を受けやすく、経済基盤は依然として脆弱である。

(2) プロジェクトの背景、経緯および概要

「マ」国政府は、貧困削減手段として持続可能な経済成長とインフラ整備により経済成長を確保するために、今後5年間（2006年7月～2010年11月）の「マ」国における包括的戦略として、2006年に「マラウィ成長開発戦略（Malawi Growth and Development Strategy:MGDS）」を策定した。MGDSは、「6つの重点分野」と「5つの主要テーマ」から構成されており、目標達成に至る戦略と中長期達成目標を示している。MGDS構想における道路セクターの戦略としては、「マ」国の現在の道路交通の必要性を満たすために、主要な回廊において安全で効率性が高く、経済的な交通サービスを確立することに焦点が当てられている。

国道1号線は、タンザニアとの国境の街、ソングェからモザンビーク国境マルカまで続く、「マ」国を南北に縦断する全長1,108kmの基幹道路である。国道1号線は、国内物流において重要な役割を担うばかりでなく、タンザニア、モザンビーク、ザンビア、南アフリカとの物流を支える国際幹線道路としての役割を持つと言われている。

既存のルクル橋（新橋は“南ルクル橋”と称す）は、国道1号線上に位置しながらも一車線であり、交通及び物流のボトルネックとなっている。また、同橋梁は設置から約30年が経過した仮設構造物（ベイリー橋）であり、老朽化が進行している。さらに、ルクル橋下を流れている南ルクル川は、現架橋位置から上流側30mの所で支川ルラ川と合流しており、このルラ川からの多くの転石と流木がルクル橋の周囲に堆積し、橋脚の損傷が激しい状況にある。

このような状況の下、「マ」国政府は既存橋に代わる新橋の建設につき、わが国に対し無償資金協力を要請した。

この要請に対しJICAは、2008年8月4日から9月7日まで、要請内容および対象地域ならびに既存橋梁・道路の確認、JICA環境社会配慮ガイドラインに基づいたIEEの実施等を目的とする標記計画にかかる予備調査を実施した結果、ルクル橋の架け替えの必要性・妥当性が確認された。

(3) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

上記予備調査の結果を踏まえて、JICAは2009年2月22日から4月16日まで協力準備調査団を「マ」国に派遣した。準備調査では、「マ」国関係者との協議を通じ、主に架橋位置及び取付道路、橋梁及び取付道路縦断計画、駐車場の設置、幅員構成、橋梁形式、ルラ川河道変更、環境社会配慮、自然条件調査、交通量調査、建設資材等の調達事情、運営・維持管理体制等に関して、調査、確認を行った。

同調査の結果に基づき、日本国内で橋梁、取付道路及び護岸の仕様、施工計画の検討、概略事業費積算等、概略設計を実施した後、概略設計概要説明調査団を2009年8月6日から8月15日まで「マ」国に派遣し、概略設計の内容、「マ」国による負担事項について協議・確認し、合意を得た。

対象橋梁の架橋位置については、転石及び流木による影響が少なく、民家の移転数を極力少なくし、且つ経済的に安価となる地点を選定した。橋梁の形式、取付道路及び護岸の仕様については、コスト削減を考慮し、「マ」国及び日本の基準を採用し、当該橋梁、取付道路及び護岸が果たすべき役割を達成するため、妥当な規模・仕様となるよう基本設計を実施した。特に施工方法の選定に際しては、可能な限り早期の完工を目指しつつ、経済性を追及した方法を採用した。

以上の結果、最終的に提案された計画概要は以下のとおりである。

橋梁形式	2 径間連結 PCT 桁	
橋長	74m	
幅員	車道幅員 3.35m×2=6.7m、自転車幅員 0.3m×2 = 0.6m、歩道幅員 1.2m×2 = 2.4m、計 9.7m（有効幅員）（総幅員 10.5m）	
橋面舗装	アスファルト舗装（車道部 50mm）	
橋台形式	A1 橋台：逆 T 式橋台（直接基礎） A2 橋台：逆 T 式橋台（直接基礎）	
橋脚形式	小判型形式（直接基礎）	
取付道路	延長	右岸側(ムズズ側)：約 321m、左岸側(カロンガ側)：約 305m
	幅員	車道幅員 3.35m×2=6.7m、自転車幅員 0.3m×2 = 0.6m、歩道幅員 1.2m×2 = 2.4m、計 9.7m（有効幅員） 保護路肩 1.0m×2=2.0m、計 11.7m（総幅員）
	舗装	アスファルト舗装（表層 50mm、上層路盤 150mm、下層路盤 150mm）

(4) プロジェクトの工期および概略事業費

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、全体工期は、入札工程を含め約 25.5 ヶ月（実施設計：6.0 ヶ月、施工：19.5 ヶ月）が必要とされる。また、概算事業費は約 8.97 億円（日本側負担分は 8.87 億円、「マ」国側負担分は 0.1 億円）と見積もられる。

(5) プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの実施により、以下の直接的および間接的効果の発現が期待される。なお、裨益対象の範囲は、直接的には「マ」国民 1,320 万人、間接的にはタンザニア、ザンビア諸国民 5,668 万人と考えられる。

1) 直接効果

- ① 通行可能な車両重量が、現橋の設計荷重 16.3 トンから 43 トンに大幅に増大され、交通量の増加、特に大型貨物車の増加に対応できるようになる。
- ② プロジェクト対象橋梁が十分な幅員を有することにより、幅員が狭かったことによる対向車のすれ違い待ちの停車が不必要になり、橋梁上での平均走行速度が約 10km/h から約 60km/h に向上する。
- ③ 橋梁及び道路の嵩上げ（2.5m）、河積断面の確保、護岸工の構築等の実施により、新設橋梁、

取り付け道路及び周辺地域への洪水被害が低減される。

- ④ 両側に歩道が設置されることにより、歩車道が明確に分離され、円滑な道路交通が確保されると共に、歩行者を巻き込む事故発生危険性が低減する。

2) 間接効果

- ① 対象橋梁の耐荷力が増強され、安定的な輸送路が確保されることにより、「マ」国内の物流の安全化・正常化・迅速化が図られる。その結果、開発が南部に比較して相対的に遅れている北部地域の経済発展への寄与率が高まると共に、「マ」国全般の市場経済の発展に寄与する。
- ② 物流の促進のみでなく、文化交流、観光振興及び地域開発のための交流強化と東南部アフリカ諸国間の友好関係の強化に寄与する。
- ③ 駐車帯の設置により、既存橋周辺で商売を営むベンダー達の小規模商業機会が維持される。

本プロジェクトは、上記で述べたように多大な効果が期待されると同時に、広く住民の生活改善に寄与するものであることから、協力対象事業に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。また、本プロジェクトの運営・維持管理に関し、必要な人員体制、予算は十分に確保されている他、技術的にも困難な問題は無いため、日常維持管理及び定期的な補修は十分実施可能である。また、対象橋梁の架かる国道1号線の道路維持管理が適切に実施されれば、本プロジェクトの効果は更に大きくなるものと考えられる。

目 次

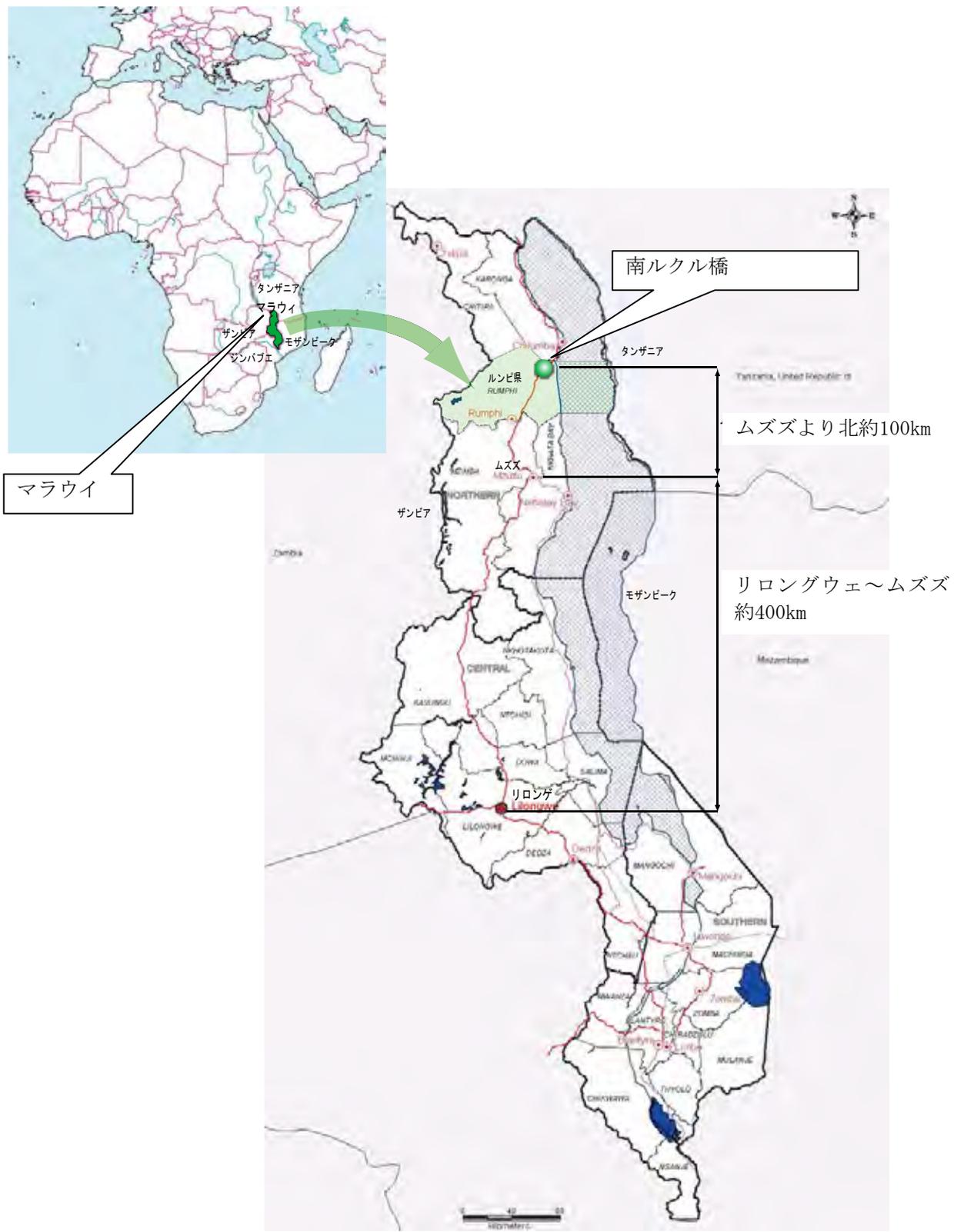
序文	
伝達状	
要約	
目次	
位置図／完成予想図／写真	
図表リスト／略語集	

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1
1-1 当該セクターの現状と課題	1
1-1-1 現状と課題	1
1-1-2 開発計画	3
1-1-3 社会経済状況	3
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	4
1-3 わが国の援助動向	5
1-4 他ドナーの援助動向	6
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	7
2-1 プロジェクトの実施体制	7
2-1-1 組織・人員	7
2-1-2 財政・予算	8
2-1-3 技術水準	9
2-1-4 既存施設	9
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	9
2-2-1 関連インフラの整備状況	9
2-2-2 自然条件	12
2-2-3 環境社会配慮	23
2-3 その他	28

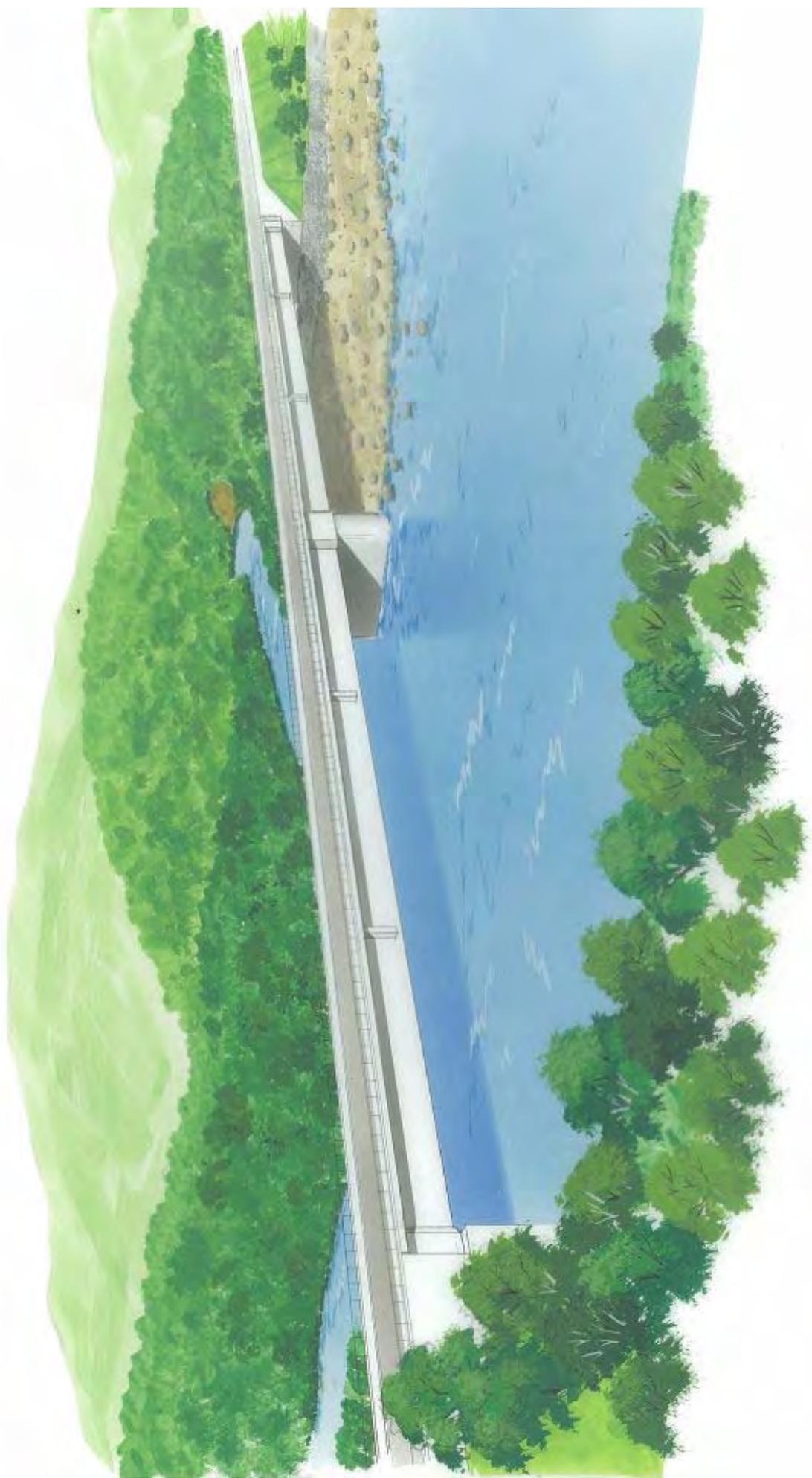
2-3-1	交通量調査	28
第3章	プロジェクトの内容	33
3-1	プロジェクトの概要	33
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	33
3-1-2	プロジェクトの概要	35
3-2	協力対象事業の概略設計	36
3-2-1	設計方針	36
3-2-2	基本計画	48
3-2-3	概略設計図	89
3-2-4	施工計画	95
3-3	相手国側分担事業の概要	103
3-3-1	我が国の無償資金協力事業における一般事項.....	103
3-3-2	本計画固有の事項	103
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	103
3-5	プロジェクトの概算事業費	105
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	105
3-5-2	運営・維持管理費	106
3-5-3	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	106
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	107
4-1	プロジェクトの効果	107
4-2	課題・提言	108
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言	108
4-3	プロジェクトの妥当性	108
4-4	結論	109

資料

資料—1	調査団員氏名・所属	A-1
資料—2	調査工程	A-2
資料—3	関係者（面会者）リスト	A-4
資料—4	討議議事録（M/D）	A-5
資料—5	基本合意書	A-25
資料—6	事業事前計画表（概略設計時）.....	A-41
資料—7	収集資料リスト	A-44

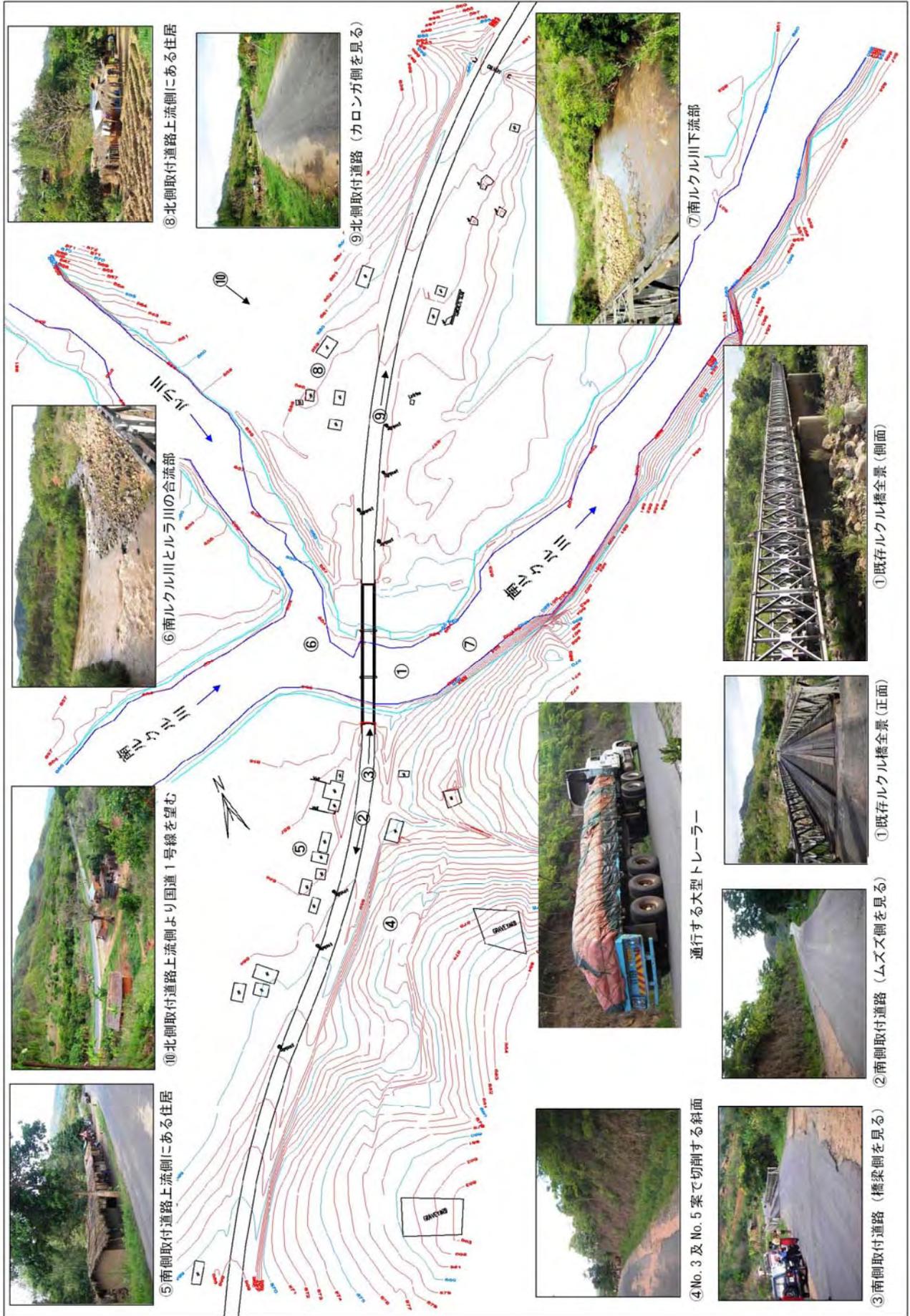


プロジェクト位置図



南ルクル橋完成予想図

写真集



既存ルクル橋及び周辺の状況 (1/3)

既存ルクル橋及び周辺の状況 (2/3)



写真-1：築30年が経過し、老朽化が進む架設構造物（ベイリー橋）である既存ルクル橋（側面）



写真-2：木製の床版からなる既存ルクル橋（正面）



写真-3：狭幅員のため1車線通行を余儀なくされている既存橋



写真-4：ルクル橋を通過する大型トレーラー



写真-5：狭幅員のため車両の衝突により損傷したトラス部材



写真-6：重車両の通過により損傷した木製の床版



写真-7：ひび割れが著しく、老朽化が進む橋脚



写真-8：腐食が進むトラス部材と老朽化する橋台

既存ルクル橋及び周辺の状況 (3/3)



写真-9：雨期における南ルクル川の
流下状況



写真-10：洪水により被害を受けたルクル橋



写真-11：洪水時の転石により埋もれた橋脚

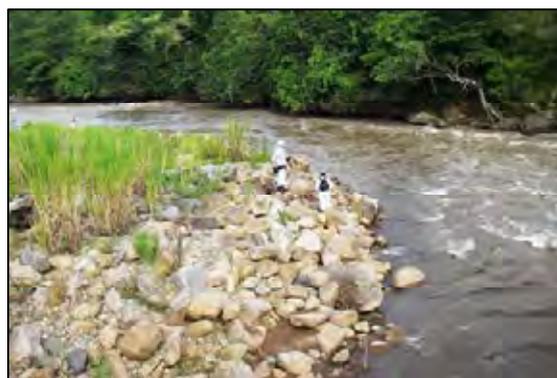


写真-12：転石の堆積により狭められた川幅



写真-13：道路敷地内にある不法住居



写真-14：道路敷地内にある不法廃屋



写真-15：道端で果物や野菜を売る村人



写真-16：下校時にルクル橋を渡る児童達

表 目 次

表 1-1-1	道路のタイプ別延長.....	1
表 1-3-1	我が国の技術協力・有償資金協力との関係（運輸交通分野）.....	5
表 1-3-2	我が国の無償資金協力実績（運輸交通分野）.....	5
表 1-4-1	他ドナー国・国際機関による援助実績（運輸交通分野）.....	6
表 2-1-1	運輸・公共インフラ省（MOTPI）の予算.....	8
表 2-1-2	道路公社（RA）の予算.....	8
表 2-2-1	サイト周辺地域のライフライン調査結果.....	11
表 2-2-2	気象調査項目及び入手資料.....	12
表 2-3-1	12 時間（昼間 6:00～18:00）大型車混入率.....	30
表 2-3-2	夜間（18:00～6:00）大型車混入率.....	31
表 2-3-3	大型トレーラーを対象とした国籍別通過車両集計表.....	31
表 3-2-1	要請内容と協議・確認事項.....	38
表 3-2-2	交通量調査結果.....	42
表 3-2-3	「マ」国における道路標準幅員構成.....	43
表 3-2-4	既存ルクル橋健全度調査結果表.....	50
表 3-2-5	架橋位置案比較検討表（その 1）.....	53
表 3-2-6	架橋位置案比較検討表（その 2）.....	54
表 3-2-7	縦断計画案比較検討表.....	61
表 3-2-8	計画高水流量と余裕高の関係（河川管理施設等構造令）.....	62
表 3-2-9	ルラ川河道変更比較検討表.....	65
表 3-2-10	道路設計条件表.....	66
表 3-2-11	標準適用径間.....	73
表 3-2-12	橋梁形式比較検討案.....	73
表 3-2-13	橋梁形式比較表.....	74
表 3-2-14	下部工形式選定表.....	75
表 3-2-15	基礎工形式選定表.....	76
表 3-2-16	下部工構造高の算出.....	77
表 3-2-17	舗装設計期間.....	80
表 3-2-18	昼間・夜間自動車類 12h 交通量の調査結果.....	80
表 3-2-19	車種別混入率.....	81
表 3-2-20	調査期間における重方向率.....	81
表 3-2-21	舗装破壊係数.....	82
表 3-2-22	等価軸重係数表.....	83
表 3-2-23	車種別等価軸重係数.....	83
表 3-2-24	道路形態毎のサービス水準.....	84
表 3-2-25	車種別等価軸重係数.....	84
表 3-2-26	交通区分.....	85
表 3-2-27	路床区分.....	85
表 3-2-28	標準舗装構成.....	86
表 3-2-29	路床の現況および設計・施工方針.....	87

表 3-2-30	施設概要.....	89
表 3-2-31	日本及び「マ」国政府それぞれの負担事項.....	96
表 3-2-32	品質管理項目一覧表(案).....	99
表 3-2-33	主要建設資材の可能調達先.....	100
表 3-2-34	主要建設機械の調達可能先.....	101
表 3-2-35	業務実施工程表.....	102
表 3-5-1	概算総事業費.....	105
表 3-5-2	「マ」国側負担経費.....	105
表 3-5-3	主な維持管理項目と費用.....	106
表 4-1-1	本プロジェクトでの直接効果及び成果指標.....	107
表 4-2-1	プロジェクト対象橋梁及び取付道路維持管理計画表.....	108

目 次

図 1-1-1 「マ」国道路ネットワーク	2
図 2-1-1 運輸・公共インフラ省(MOTPI)組織図	7
図 2-1-2 道路公社(RA)組織図	7
図 2-2-1 年間気温変化(ボレロ観測所)	12
図 2-2-2 年間の風速変化(ボレロ観測所)	12
図 2-2-3 年間の湿度変化(ボレロ観測所)	13
図 2-2-4 月間降雨量(ボレロ観測所)	13
図 2-2-5 最大日降雨量(ボレロ観測所)	13
図 2-2-6 日降雨量 10mm 以上の日数(ボレロ観測所)	14
図 2-2-7 降雨強度曲線(物部式、ボレロ観測所)	14
図 2-2-8 日平均流量(プウェジ)	15
図 2-2-9 南ルクル川流域図	16
図 2-2-10 平面測量結果	19
図 2-2-11 縦断測量結果	19
図 2-2-12 サイト周辺の地質図	20
図 2-2-13 土質縦断図	21
図 2-2-14 「マ」国における地震分布図	22
図 2-2-15 南ルクル橋における加速度分布図	22
図 2-2-16 バキリ ムルジ橋(マンゴチ橋)加速度分布図	22
図 2-2-17 ルワジ橋加速度分布図	23
図 2-2-18 ナンコクエ橋加速度分布図	23
図 2-2-19 EIA のフローチャート	25
図 2-3-1 調査期間中の 12 時間平均交通量	28
図 2-3-2 調査地点案内図	29
図 2-3-3 各調査日の 12 時間歩行者、自転車交通量	29
図 2-3-4 各調査日の 12 時間自動車類交通量および大型車混入率	30
図 2-3-5 平日、休日別時間帯別 自動車類交通量	32
図 3-2-1 道路及び橋梁の幅員構成	43
図 3-2-2 基本計画作業フロー	48
図 3-2-3 既存ルクル橋周辺状況図	49
図 3-2-4 既存ルクル橋健全度調査結果図	51
図 3-2-5 架橋位置案(5案)	52
図 3-2-6 No.3 案(当初案)	55
図 3-2-7 直橋案 1(25m 並行離れ)	56
図 3-2-8 直橋案 2(20m 並行離れ)	56
図 3-2-9 直橋案 3(15m 並行離れ)	56

図 3-2-10	最終選定架橋位置平面図.....	57
図 3-2-11	護岸タイプ.....	59
図 3-2-12	計画河道断面（架橋位置）.....	59
図 3-2-13	駐車帯位置図.....	63
図 3-2-14	各国の活荷重による設計曲げモーメントの比較.....	68
図 3-2-15	「マ」国における地震分布図.....	68
図 3-2-16	南ルクル橋加速度分布図.....	69
図 3-2-17	バキリ ムルジ橋加速度分布図.....	69
図 3-2-18	ルワジ橋加速度分布図.....	69
図 3-2-19	ナンコクエ橋加速度分布図.....	69
図 3-2-20	径間長の設定手順.....	70
図 3-2-21	新橋梁計画時のコントロールポイント.....	71
図 3-2-22	新橋橋台位置（最低限必要な橋長）.....	71
図 3-2-23	斜橋とした場合の橋台位置と橋長.....	72
図 3-2-24	新橋橋台位置（水門解析の結果より決定した橋長）.....	72
図 3-2-25	推定支持層線位置図.....	75
図 3-2-26	下部工形状及び構造高.....	77
図 3-2-27	南ルクル橋の横断勾配.....	77
図 3-2-28	架橋位置断面図.....	79
図 3-2-29	調査期間における交通量（自動車類 12h 交通量）.....	80
図 3-2-30	南ルクル橋 標準舗装構成.....	86
図 3-2-31	取付道路平面図.....	90
図 3-2-32	取付道路縦断図.....	91
図 3-2-33	取付道路横断図.....	92
図 3-2-34	橋梁全体一般図.....	93
図 3-2-35	護岸工・護床工一般図.....	94

略 語 集

略 語	フ ル ス ペ ル	和 訳
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国道路・運輸技術者協会
AC	Asphalt Concrete	アスファルトコンクリート
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
O/D	Outline Design Study	概略設計調査
BS	British Standards	英国規格
CBR	California Bearing Ratio	路床土支持力比
DEA	Department of Energy Affairs	エネルギー局
EAD	Environmental Affairs Department	環境局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMA	Environmental Management Act	環境管理法
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EU	European Union	欧州連合
HIV/AIDS	Human Immunodeficiency Virus/ Acquired Immunodeficiency Syndrome	ヒト免疫不全ウイルス/エイズ
IDA	International Development Association	国際開発協会
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
GL	Ground Level	地盤高
HIPCs	Heavily Indebted Poor Countries	重債務貧困国
HS20-44		AASHTOにより規程された 設計活荷重
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境影響評価
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MDG s	Millenium Development Goals	ミレニアム開発目標
MGDS	Malawi Growth and Development Strategy	マラウイ国成長・発展戦略
MKW	Malawi Kwacha	マラウイ・クワチャ
MNREA	Ministry of Energy, Mines and Natural Resources	エネルギー・鉱山・天然資源省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOMS	Ministry of Meteorological Service	気象庁
MOTPI	Ministry of Transport and Public Infrastructure	運輸・公共インフラ省
NCE	National Council for the Environment	環境国民会議
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PSIP	Public Sector Investment Programme	公共部門投資計画
RA	Roads Authority	道路公社
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
TCE	Technical Committee on the Environment	環境技術委員会
WB	World Bank	世界銀行

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 国の概要

マラウイ共和国（以下「マ」国という。）は、アフリカ南部に位置する、ザンビア、タンザニア、モザンビークに挟まれた内陸国である。国土面積は118,480km²で、内20%を湖が占めている。総人口は1,320万人(2008年マラウイ国勢調査)であり、人口密度は111人/km²である。地形的には、「マ」国は汎アフリカ変動帯に属しており、紅海からアフリカ東部を6,000km余りに亘って南北に縦断する断層陥没帯（東アフリカ大地溝帯）の中の最南端「ニアサリフトバレー」内に位置する。国土の標高は36～3,048mであるが、殆どが1,800～2,000mの高原に属している。気候は国土の大半が亜熱帯気候に属しており、12月～3月までの雨期と4月～11月までの乾期に分かれている。雨期には800～2,000mmの降雨があり、気温は20～37度であり、乾期には殆ど降雨は無く、気温は17～27度である。なお、国の行政区分は、北部、中部、南部の3つの州にわかれている。

本プロジェクト対象地域は「マ」国北部山岳地域に属し、年平均気温は23℃で、月の変動は少なく、年間平均降雨量は670mmであり、降雨は雨期に集中している。

また、「マ」国は、東アフリカ大地溝帯のニアサリフトバレーに位置するため地震があり、1989年3月10日「マ」国中部を中心に地震が発生し、死亡3名、負傷者60名であった。このように「マ」国は、頻度は多くないが地震が発生する国であるが、対象サイト付近の地震の加速度は60gal以下であり、その規模は、かなり小さい方である。

(2) 道路網整備の現状と課題

「マ」国は内陸国であるため、物流、旅客輸送の殆どの役割を道路交通が担っており、国内輸送の70%及び国際輸送の90%以上を道路交通に依存している。「マ」国の道路は、Main(幹線道路)、Secondary(主要2次道路)、Tertiary(3次道路)、District(県道)、Urban(都市道)の5つのクラスに分類されており、その総延長は15,457kmである(表1-1-1)。さらに、この分類の外に約1万kmの規格外道路が存在すると推定されている。

表 1-1-1 道路のタイプ別延長

道路のタイプ		Paved(舗装済)		Unpaved(未舗装)		合計	
		延長(Km)	%	延長(Km)	%	延長(Km)	%
Main	(幹線道路)	2,809	69	548	5	3,357	22
Secondary	(主要2次道路)	442	11	2,683	24	3,125	20
Tertiary	(3次道路)	44	1	4,077	36	4,121	27
District	(県道)	8	0	3,498	31	3,506	23
Urban	(都市道)	770	19	578	5	1,348	9
Total Designated	(合計)	4,073	100	11,384	100	15,457	100
Share	(%)	26		74		100	
Community Road Network	(コミュニティ道路網)	0		9,478		9,478	38
Total Road Network	(道路網合計)	4,073		20,862		24,935	

道路総延長 15,457km の内、舗装済道路は 4,073km(総延長の 26%)で、未舗装道路は 11,384km(同 74%)であり、道路の舗装率が低い。舗装済道路の内、Main Road は 2,809km(舗装済道路に占める割合:69%)であり、Urban Road は 770km(同:19%)である。この2つの道路を併せた舗装済み道路延長は 3,579km(同:89%)であることから、Main Road と Urban Road に舗装が集中していることが伺える。District Road の舗装延長は僅か 8km であり、District Road の殆どは未舗装である。

「マ」国の道路ネットワークを図 1-1-1 に示すが、これによれば、主要な都市間・地域間を Main Roads と Secondary Roads が結んでおり、それを補完する形で Tertiary Roads があり、これらの3種類の道路が「マ」国の主要道路ネットワークを形成している。

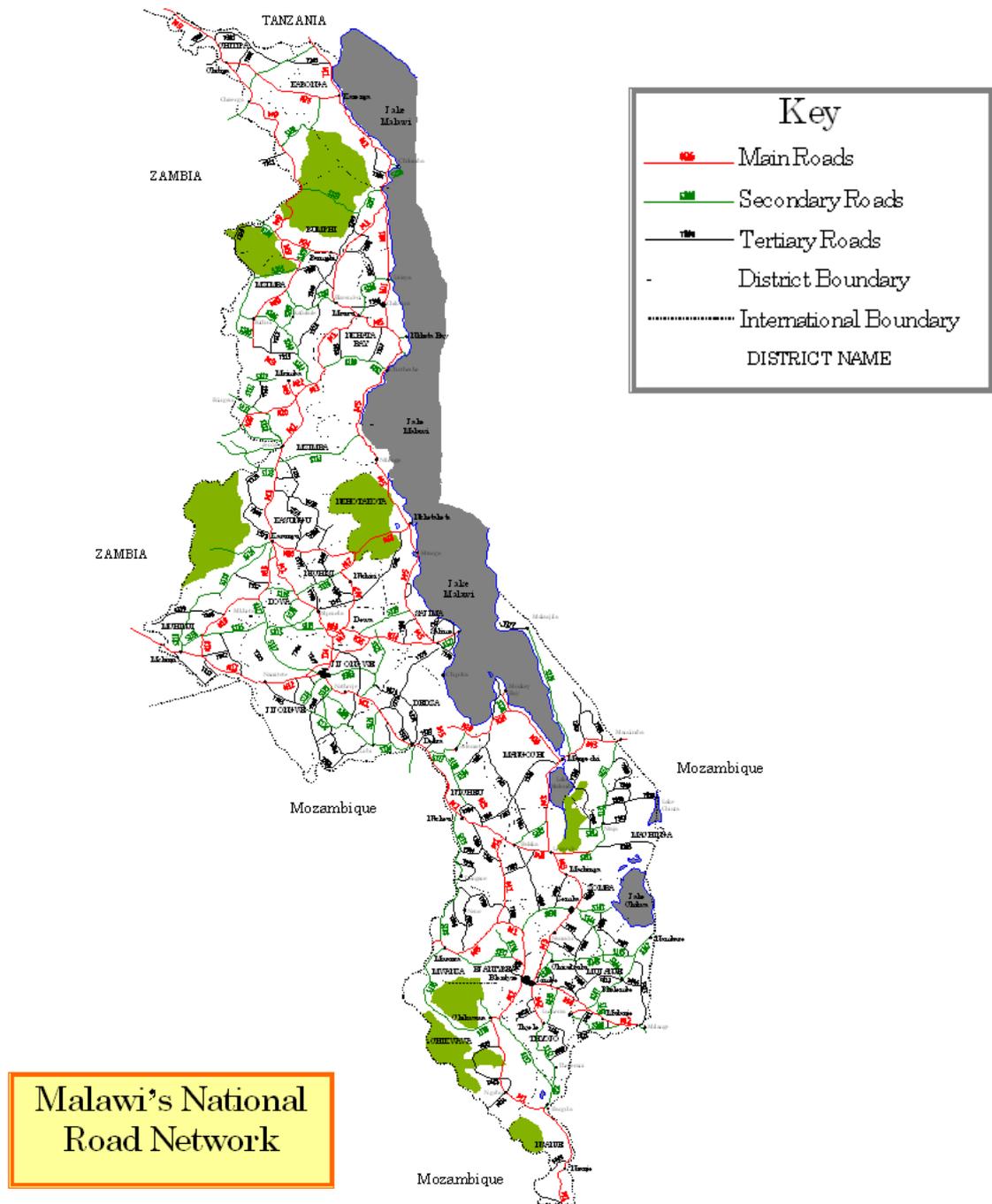


図 1-1-1 「マ」国道路ネットワーク

(3) 当該セクターの現状と課題

国道1号線は、タンザニアとの国境の街、ソングェからモザンビーク国境マルカまで続く、「マ」国を南北に縦断する全長1,108kmの基幹道路である。国道1号線は、国内物流において重要な役割を担うばかりでなく、タンザニア、モザンビーク、ザンビア、南アフリカとの物流を支える国際幹線道路としての役割も持つと言われている。しかし、この国道1号線上に位置する既存のルクル橋（新橋は“南ルクル橋”と称す）は、下記のような問題があり、早急な架け替えが「マ」国の最重要課題と位置づけられている。

- ① 既存のルクル橋は、国道1号線上に位置しながらも一車線であり、交通及び物流のボトルネックとなっている。
- ② 同橋梁は設置から約30年が経過した仮設構造物（ベイリー橋）であり、老朽化が進行しており、速度制限（10km/h）と荷重制限（16.3トン：設計荷重）が課せられている。
- ③ ルクル橋下を流れている南ルクル川は、現架橋位置から上流側30mの所で支川ルラ川と合流しており、このルラ川からの多くの転石と流木がルクル橋の周囲に堆積し、橋脚の損傷が激しい状況である。
- ④ 南ルクル橋とルラ川が合流することにより、毎年雨季には深刻な洪水が発生しており、円滑な交通を妨げている。

1-1-2 開発計画

「マ」国政府は、貧困削減に資する持続可能な経済成長とインフラ整備に関する戦略として、2006年に「マラウイ成長開発戦略（Malawi Growth and Development Strategy:MGDS）」を策定し、これらの施策を2006年7月から2010年11月までの5年間にわたり実施することを決定した。

MGDS構想における道路セクターの戦略としては、「マ」国の現在の道路交通の必要性を満たすために、主要な回廊において十分に安全、信頼が置け、なおかつ効率性が高く、経済的な交通サービスを確立することに焦点が当てられている。この道路セクターの具体的な戦略の一つとして、木橋をコンクリート橋に架け替えることが掲げられており、本橋梁の架け替えも重要課題として位置づけられている。

なお、開発計画の詳細に関しては、3-1-1-1 マラウイ成長開発戦略を参照のこと。

1-1-3 社会経済状況

「マ」国は、1964年の独立後、1994年5月に初めての複数政党制による総選挙が実施され、民主化と市場経済導入による自由化が推進された。2004年5月に第3回目の総選挙が実施され、統一民主戦線（UDF:United Democratic Front）のムタリカ候補が大統領に当選した。ムタリカ大統領は、閣僚ポスト削減などの行政改革を実施し、財務大臣を初めとする主要閣僚に国際機関での経験豊富な人材を登用するなど、実務重視の政策運営を行い、さらに、汚職追放や財政規律を重視し、前政権（ムルジ前大統領）との違いを強調した。2009年5月に大統領選挙が実施され、民主進歩党（DPP : Democratic Progressive Party）を率いるムタリカ大統領が再選された。

経済面では、「マ」国の一人当たりのGNIは230ドル（2006年）、産業別内訳は第1次産業が34%、第2次産業が20%、第3次産業が46%となっている。ここ2年間、マラウイ経済は、良好なマクロ経済実績を示している。経済成長率は、2006年の8.5%、2007年7.5%と高い成長率を記

録し、インフレも、2007年には7.9%と一桁台を達成した。また、基準金利は年率15%程度までに下げられた。こうした良好な経済状況の背景には、同国の産業別内訳の34%を占める農業生産、特に主食のメイズ生産が天候に恵まれ好調であることや、主要輸出産品であるタバコの買付価格が高値で推移したことなどが上げられる。しかしながら、依然としてマラウイの農業生産は天候に左右される脆弱性を有しており、安定した食糧確保はマラウイ経済の大きな課題となっている。また、主要農産物であるタバコ、茶、砂糖などの輸出産品も国際価格の動向に左右されやすいことに加え、内陸国であることから輸送コストの上昇による影響を受けやすく、経済基盤は依然として脆弱である。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

既存のルクル橋（新橋は“南ルクル橋”と称す）は、国道1号線上に位置しながらも一車線であり、交通及び物流のボトルネックとなっている。また、同橋梁は設置から約30年が経過した仮設構造物（ベイリー橋）であり、老朽化が進行している。さらに、ルクル橋下を流れている南ルクル川は、現架橋位置から上流側30mの所で支川ルラ川と合流しており、このルラ川からの多くの転石と流木がルクル橋の周囲に堆積し、橋脚の損傷が激しい状況にある。

このような状況の下、上記課題を解決し、国道1号線の円滑な交通を促進するため、「マ」国政府は既存橋に代わる新橋の建設につき、わが国に対し無償資金協力を要請した。

1-3 わが国の援助動向

運輸交通分野における当該セクターに関する我が国の技術協力・有償資金協力との関係及び無償資金協力の実績の概要を表 1-3-1 及び表 1-3-2 に示す。

(1) 我が国の技術協力・有償資金協力との関係

表 1-3-1 我が国の技術協力・有償資金協力との関係（運輸交通分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
開発調査	2008年8月	リロングウェ市都市計画マスタープラン	リロングウェ市における土地利用計画、都市交通などの基盤施設に係るマスタープランの策定のための調査
プロジェクト形成調査	2007年10月	運輸交通セクタープロジェクト形成調査	運輸交通インフラ施設の現況とマラウイ政府、他ドナーのインフラ整備プログラム及びその実施状況を把握すると共に、わが国の支援スキームを前提とした案件形成のための調査

(2) 我が国の無償資金協力実績

表 1-3-2 我が国の無償資金協力実績（運輸交通分野）

(単位：億円)

実施年度	案件名	供与限度額	概要
2001	マンゴチ橋架け替え計画	13.96	国道三号線上に位置する既設マンゴチ橋の架け替え
2006	バラカーサリマ間国道五号線橋梁架け替え計画	6.91	国道五号線上に位置する既設2橋の架け替えと既設2カルバートの新設
2007	ブランタイヤ市道路網整備計画	11.55	ブランタイヤ市の既存都市内道路42路線の内、10路線の改修

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーの援助によって近年に実施された、又は実施中の運輸交通分野における援助動向を下表に示す。

表 1-4-1 他ドナー国・国際機関による援助実績（運輸交通分野）

(単位：千 US\$)

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2006～2010	欧州連合	国道1号線定期道路維持	不明	無償	国道1号線の定期的な整備事業に対する支援
2007～2009	欧州連合	道路管理支援プログラム	不明	無償	運輸・交通事業・住宅省、道路公社等への専門家派遣(10名)を通じたキャパシティディベロップメント支援
2007～2011	世界銀行	インフラストラクチャ支援プログラム	不明	有償	国道五号線に対するインフラパッケージ支援(道路、水道、通信、電気)

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

「マ」国の主管官庁である運輸・公共インフラ省 (MOTPI¹) 及び実施機関である道路公社 (RA) は、日本をはじめとする外国からの援助による道路・橋梁分野の整備事業を数多く実施した実績を有していることから、本プロジェクトの実施に際しても特段問題はないものと考えられる。運輸・公共インフラ省の2008年時点の総職員数は1,893名で、その内訳は管理職96名、技術職374名、技術支援職558名、一般職865名である。

プロジェクトの実施機関である道路公社は、104名の職員を擁しており、その内訳は管理職10名、技術職31名、技術支援職19名、一般職44名である。運輸・公共インフラ省の組織図を図2-1-1に、道路公社の組織図を図2-1-2に示す。

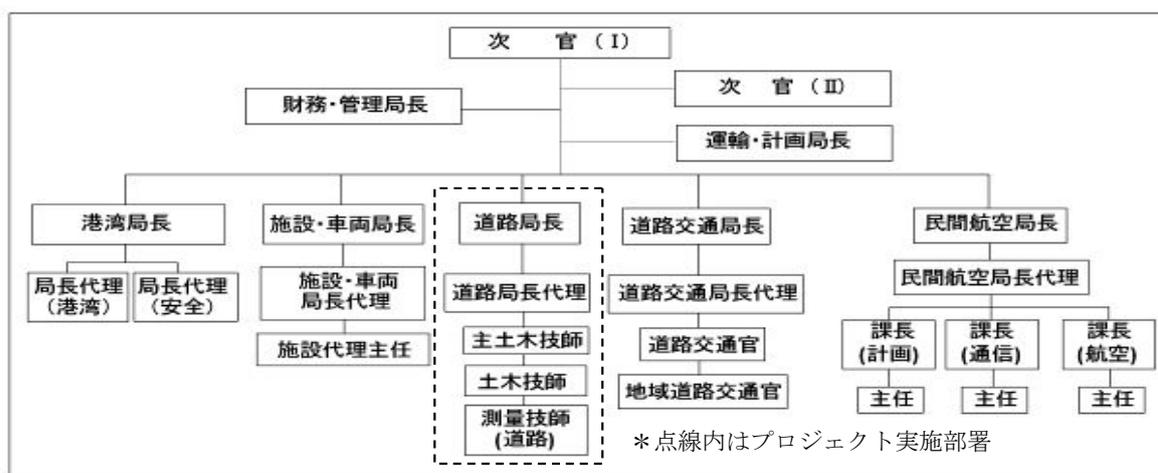


図 2-1-1 運輸・公共インフラ省 (MOTPI) 組織図

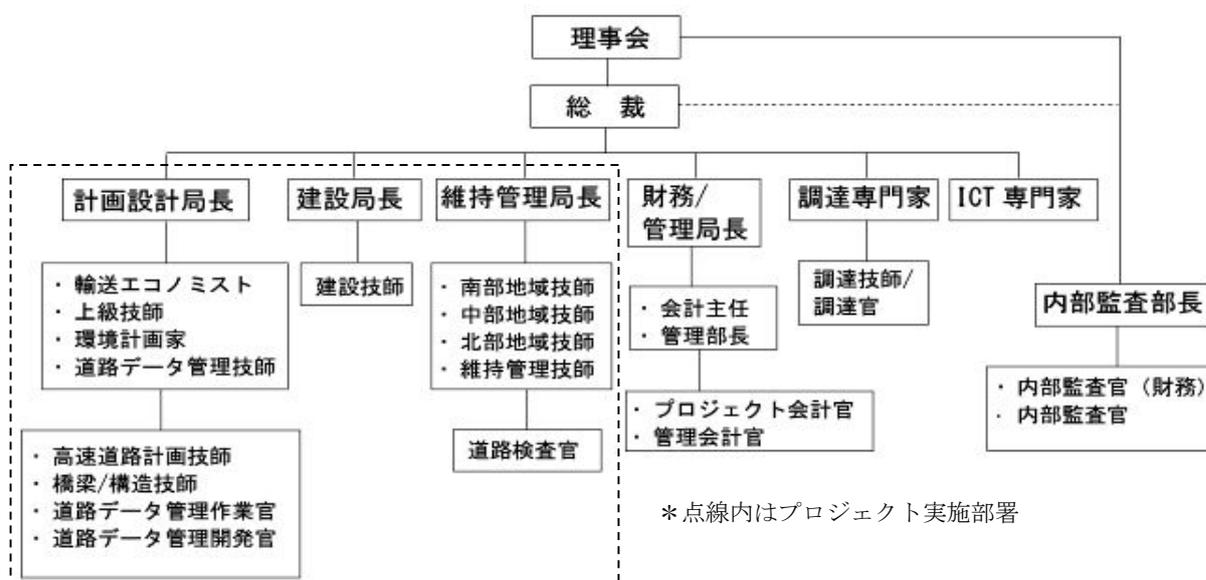


図 2-1-2 道路公社 (RA) 組織図

¹ 2008年11月から運輸・公共事業・住宅省 (MOTPWH) が運輸・公共事業省 (MOTPW) に、2009年5月19日から運輸・公共事業省 (MOTPW) が運輸・公共インフラ省 (MOTPI) に名称変更。

2-1-2 財政・予算

本プロジェクトの主管官庁である運輸・公共インフラ省（MOTPI）の2007/2008年度から2009/2010年度までの3年間の予算は表2-1-1に示すとおりである。運輸・公共インフラ省の予算は、2008/2009年度は24.4%増の伸び率を示しているが、2009/2010年度では-10.3%と減少している。ただし、インフラ開発、復旧、維持管理費は毎年度2桁の伸びを示している。なお、1998年に道路建設・維持管理を道路公社に移管したため、開発費及び維持管理費は減少しており、2008/2009年度における開発費及び維持管理費は道路公社の開発費及び維持管理費の僅か2%となっている。

本プロジェクトの維持管理を担当する道路公社（RA）の2006/2007年度から2008/2009年度までの3年間の予算は表-7に示すとおりである。道路公社の予算は、2007/2008年度は-5.1%と僅かに減少しているが、2008/2009年度は36.8%増の大きな伸び率を示している。また、維持管理費は毎年度2桁の大きな伸び率を示している。

表 2-1-1 運輸・公共インフラ省（MOTPI）の予算

(単位：千MKW)

項目 \ 年度	2007/2008	2008/2009	2009/2010
予算の伸び率	—	24.4%	-10.3%
一般管理費	358,614	404,472	412,158
インフラ開発、復旧、維持管理費 (伸び率)	—	(18.8%)	(10.1%)
輸送・交通サービス費	1,078,166	1,190,735	1,022,068
管理・支援サービス費	237,706	275,983	221,078
住宅、土地、不動産管理費	673,860	1,066,447	904,678
合計	2,659,305	3,307,033	2,966,816

注) 予算執行期間は、7月から翌年の6月まで。(出典：運輸・公共インフラ省、2009年8月)

表 2-1-2 道路公社（RA）の予算

(単位：千MKW)

項目 \ 年度	2006/2007	2007/2008	2008/2009
予算の伸び率	—	-5.1%	36.8%
一般管理費	443,272	517,423	606,286
道路維持管理費 (伸び率)	—	(21.2%)	(66.4%)
開発プロジェクト費	13,784,300	12,614,410	16,827,500
資本支出	85,654	49,615	45,993
合計	15,834,300	15,025,445	20,547,377

注) 予算執行期間は、7月から翌年の6月まで。(出典：道路公社、2009年8月)

2-1-3 技術水準

本プロジェクトの実施機関である道路公社（RA）は、官庁、民間から経験豊富で優秀な技術者を集めており、企画・技術・運営能力に優れている。また、本プロジェクトで整備される新設橋梁本体及び取付道路の付帯施設に関する主な維持管理業務は、日常点検、清掃及び補修であり、道路公社のムズズ（Mzuzu）に位置する北部地域事務所が担当する。北部地域事務所の土木技師の道路・橋梁に関する知識は高く、検査・維持管理マニュアル（Inspection and Maintenance Manual）を基本に定期点検を行い、維持管理の年度計画を策定し、予算申請を行っている。維持・管理業務は組織的に行われており、予算も保障されていることから、本橋梁及び取付道路の建設後の維持管理には問題は無いと思われる。

2-1-4 既存施設

本プロジェクトの対象橋梁である既存ルクル橋は、国道1号線上に位置しながらも一車線であり、交通及び物流のボトルネックとなっている。また、同橋梁は設置から約30年が経過した仮設構造物（ベイリー橋）であり、老朽化が進行している。さらに、南ルクル橋下を流れている南ルクル川は、現架橋位置から上流側30mの所でルラ川と合流しており、このルラ川からの多くの転石と流木が南ルクル橋の周囲に堆積し、橋脚の損傷が激しい状況にある。

なお、既存ルクル橋の健全度調査を実施した結果については3-2-2-3 既存ルクル橋の評価・検証に詳述する。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 国道1号線整備状況

ムズズ市から既存ルクル橋までの約100kmの区間の国道1号線の橋梁及び道路維持管理状況を調査した。

1) カルバート

ムズズ市から既存ルクル橋までの区間にカルバートは17箇所ある。その中で最大のものは、φ1200の3連式コルゲートパイプカルバートであり、当カルバートには特に損傷は見られなかった（写真2-2-1）。既存ルクル橋の近傍（北側）に同様のコルゲートパイプ3連から成るカルバートがあったが、洪水により大きな損傷を受けていた（写真2-2-2）。



写真 2-2-1 3連式コルゲートパイプ

写真 2-2-2 洪水により大きく損傷した3連式コルゲートパイプ

2) 橋梁

橋梁は、チャモノ橋（3径間単純鋼合成桁）とルコンコメ橋（2径間単純鋼合成桁）の2橋がある。チャモノ橋は、雨期の豪雨により杭基礎が洗掘されたため、補強工事が実施されていた。なお、ルコンコメ橋は土砂で下部工が埋まっていたが、チャモノ橋と同様に洪水時に基礎が洗掘されたため、同様の補強工事がされているとのことであった。



写真 2-2-3 チャモノ橋（3径間単純鋼合成桁）



写真 2-2-4 ルコンコメ橋（2径間単純鋼合成桁）

3) 道路斜面

雨期の豪雨により斜面が崩壊し、カルバートが土石流により埋もれ、国道1号線は多くの転石で道路がふさがれている状況にある。



写真 2-2-5 土石流により埋もれたカルバート



写真 2-2-6 豪雨による斜面崩壊状況

4) ポットホール

何箇所かポットホールが散見されたが、道路維持管理の状況は概ね良好であった。



写真 2-2-7 舗装修復後に生じたポットホール



写真 2-2-8 ポットホール（道路中央部に修復跡が見られる）

(2) 既存ユーティリティ調査

調査対象地域において、付近住民への聞き取り等により周辺のライフラインを調査した。調査の結果、電気、電話、水道等のライフラインはないことが判明した。したがって、本橋の工事に当たり、ライフラインの支障物件はない。

1) 井戸

飲料水に関しては、2008年12月に、ムズズ側、カロンガ(Karonga)側にそれぞれ各1箇所、建設された井戸があることが判明した。これらの井戸は、既設橋の上流側に建設されている。本橋の架け替え位置は、既設橋下流側であることから、本工事に伴う井戸への影響はないものと考えられる。



写真 2-2-9 サイトに設置された井戸

2) 通信

通信については、携帯電話の利用が考えられる。現在、「マ」国の携帯電話会社は、Zain、tnmの2社があり、サイトではtnmの電波は良好である。一方、Zainについては、ムズズ側の一部で利用可能であるがサイト全域はカバー出来ていない状況である。

3) 発電機

電気については、サイトから北約8km離れた炭鉱施設及び南約19km離れたプウェジ(Phwezi)までは通電されているものの、サイト周辺には通電されていない。そのため、付近住民の一部はジェネレーターを用いている。



写真 2-2-10 発電機使用の製粉所

4) キャンプヤード

建設現場付近にキャンプヤードを設置することを考慮し、周辺地域でのライフライン整備状況の調査を実施した。その結果を表2-2-1に示す。この結果、キャンプヤードはルンピもしくはムズズが適当であると判断できる。

表 2-2-1 サイト周辺地域のライフライン調査結果

地域名	サイトからの距離	電気	電話	水道	備考
チウエタ (Chiweta)	北 18km	あり	・固定電話：なし ・携帯電話：Zain 利用可能 ：tnm はやや問題あり	あり	マラウイ湖に面しており、標高が低いため、マラリアへの感染が懸念される。
プウェジ (Phwezi)	南 19km	あり	・固定電話：あり ・携帯電話：Zain、tnm 共に利用可能	あり	非常に小さな集落で商業施設もほとんどない。
ルンピ (Rumphi)	南 54km (M1 から北西に 10km)	あり	・固定電話：あり ・携帯電話：Zain、tnm 共に利用可能	あり	比較的大きな町で商業施設等もある。
ムズズ (Mzuzu)	南 104km	あり	・固定電話：あり ・携帯電話：Zain、tnm 共に利用可能	あり	全てのインフラは整備済みであるため問題ない。

2-2-2 自然条件

(1) 気象調査

「マ」国の気象資料に関しては気象省(MOMS)が取りまとめており、データ類はブランタイヤに集約されている。この機関から新橋計画地点近傍のボレロ (Bolero) 観測所 (ルクル橋位置より 48km)及びムズズ観測所(ルクル橋位置より 78km)の記録を収集した。

表 2-2-2 気象調査項目及び入手資料

気温	月気温(最高、最低)	ボレロ、ムズズ 1998～2008	MOMS
降雨量	日降雨量	ボレロ、ムズズ 1988～2008	MOMS
風速	月平均風速	ボレロ 1997～2007	MOMS
自然災害	洪水位、湛水状況	近年の洪水状況	ヒアリング
湿度	月平均湿度	ボレロ 1993～2008	MOMS

1) 気温

架橋位置に最も近いボレロの月平均気温は、7月が最も低く 17℃程度、10月が最も高く 26℃である。また、各月の最高気温は年間を通して 25～32℃で推移しており、11月の気温が最も高く 10年間平均で 31.9℃である。最低気温は6月、7月は 10℃を下回るが 10年間平均で 16℃程度であり、年間の気温較差は 13℃程度である。

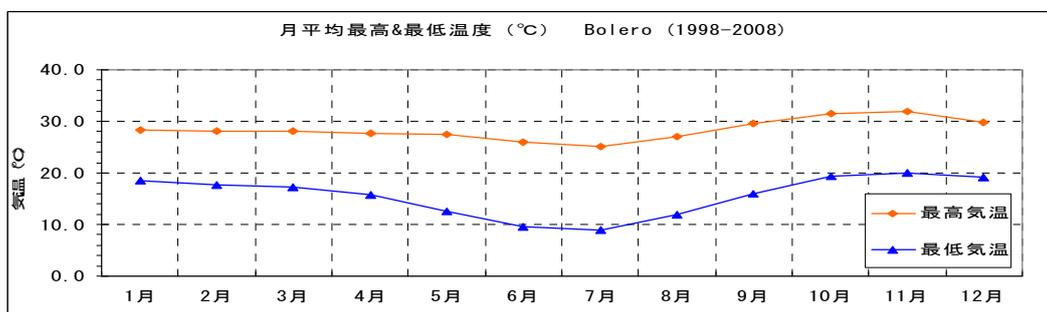


図 2-2-1 年間気温変化 (ボレロ観測所)

2) 風向・風速

ボレロ観測所の風速については、年間、0.5m/s～2.4m/s の間にあり、乾期中頃の 8月から 10月にかけて強くなり、雨期にはいつてからは弱くなっていく傾向にある。年間の平均は 1.2m/s であり、特に風が強い地域ではない。なお、風向のデータはなかった。

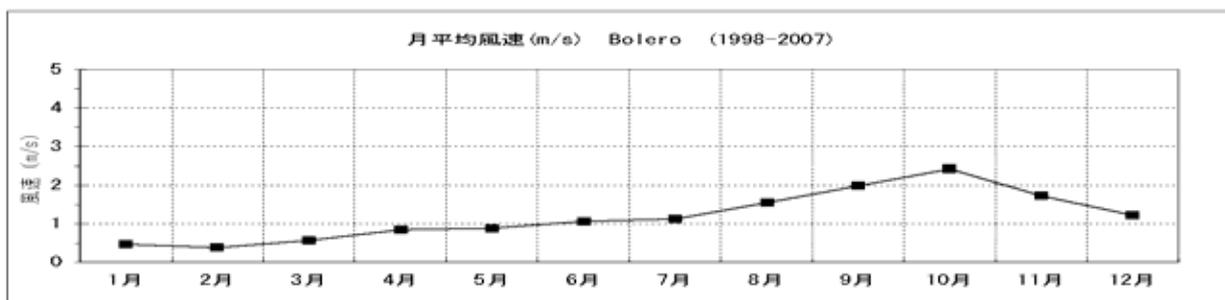


図 2-2-2 年間の風速変化 (ボレロ観測所)

3) 湿度

ボレロ観測所の湿度は、年平均が約 60%であり、40%~80%の間にある。雨期の 1 月には最も高く乾期の 10 月に最低の 40%になる。湿度については、特に高いとは言えない地域である。

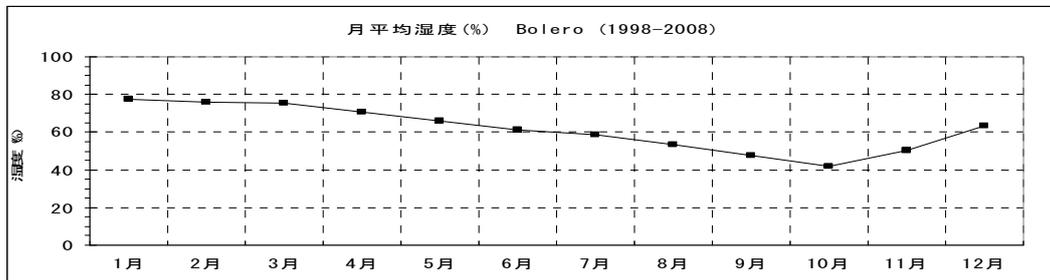


図 2-2-3 年間の湿度変化 (ボレロ観測所)

(2) 水文調査

1) 雨量

i) 月別降雨量

当該地点の年間降雨量は 5 年間の平均で約 670mm であり、少ない年で 400mm、多い年で 900mm 程度と年較差が大きい。マラウイでは一般に、乾期は 4 月から 11 月、雨期は 12 月から 4 月までの間となるが、ボレロでは、4 月から徐々に降雨量が減少し、5 月~9 月の間はほとんど降雨量がなくなり、10 月から 12 月にかけて降雨量が多くなる。

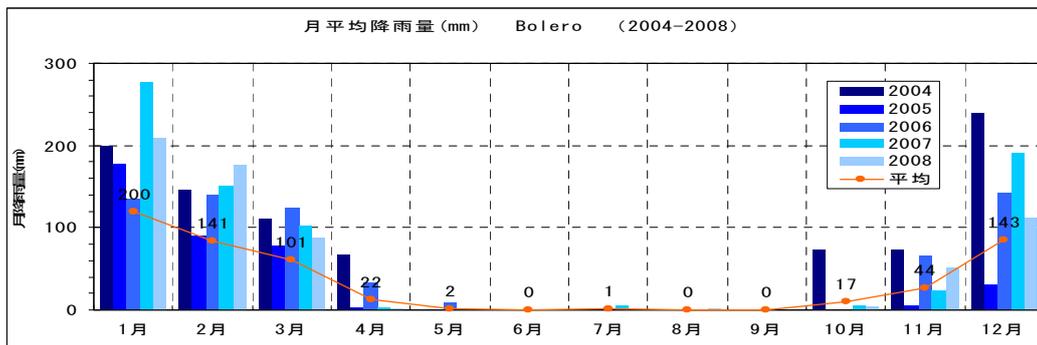


図 2-2-4 月間降雨量 (ボレロ観測所)

ii) 最大日降雨量

通常、乾期である 4 月から 11 月の 8 ヶ月は平均して 10mm 以下で 5 月から 9 月の間はほぼゼロとなる反面、雨期である 12 月から 3 月までは、約 40mm 程度で、雨は少ない傾向にある。なお、過去 5 年間の日最大降雨量は 2006 年の 1 月に 65.9mm を記録している。

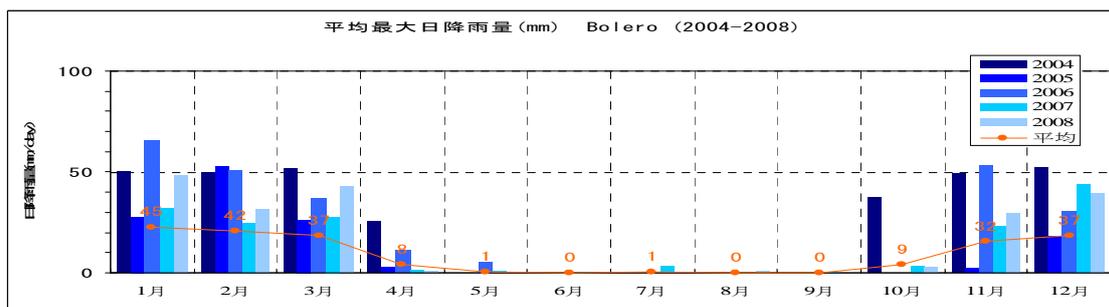


図 2-2-5 最大日降雨量 (ボレロ観測所)

iii) 日降雨量 10mm 以上の日数

ボレロ観測所における過去5年間の日降雨量から、10mm以上の日数を整理した。乾期である4月から11月の間は5月から9月の間はゼロ日であり、前後の4月は0.6日、10月、11月は0.4日、1.2日と少ないが、雨期になる12月から3月は3.6日～7.0日であり多くなる。

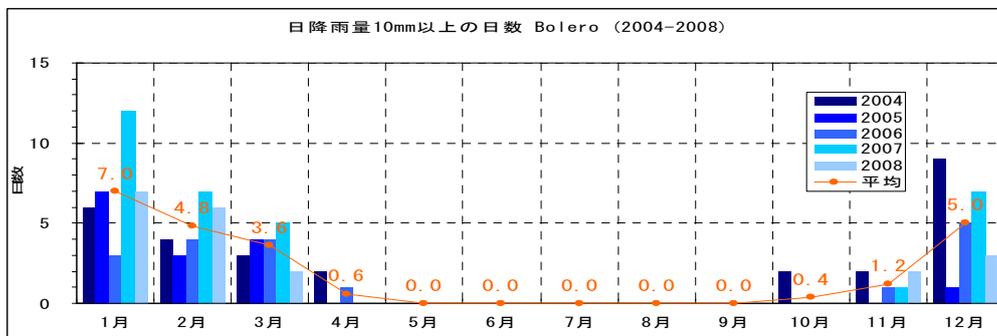


図 2-2-6 日降雨量 10mm 以上の日数 (ボレロ観測所)

iv) 降雨強度

架橋地点の流域においては、架橋地点の計画洪水流量は、架橋位置から約 20km 上流のプウェジ観測所の流量、支川ルラ川流域及びプウェジ観測所から架橋地点の残流域の流量を合算した流量になるものと想定されることから、架橋地点に最も近いボレロ 観測所の日雨量を確率処理し、物部式により降雨強度を求めた。

物部式は、降雨データとして日降雨量しか得られない場合に洪水到達継続時間に応じた降雨強度 (mm/時間) を求める公式として通常用いられている。

降雨強度は物部式を用い、確率年毎の日雨量から、降雨継続時間毎に求めた。

$$\text{物部式 } r = \frac{R24}{24} * (24/t)^{2/3} \text{ (mm/h)}$$

r : t時間内の平均降雨強度(mm/h)
 $R24$: 日雨量(mm)
 t : 洪水到達時間(h)

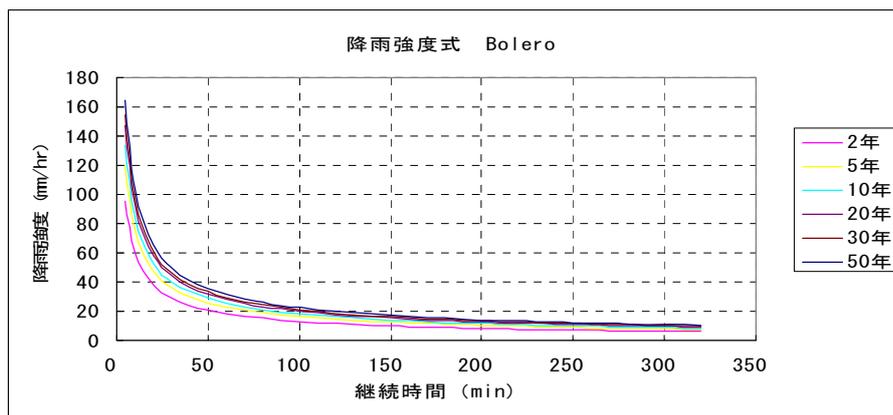


図 2-2-7 降雨強度曲線 (物部式、ボレロ観測所)

2) 流量

架橋位置である南ルクル川の上流 20km には、プウェジ観測所の流量記録があることから年間を通じた流量状況を把握するために欠測していない時期の 1979 年から 1983 年の 5 年間について流量記録を整理した。年間の流量は、雨期である 12 月から増加し始め、1 月から 5 月中旬までの

間、特に3月に増加し、乾期に入る5月の中旬以降は11月末まで徐々に低下していく傾向となっており、6月から11月半年間は、流量は激減し、雨季と乾期の差がはっきりしているのが特徴である。なお、架橋位置での計画流量は、本観測所の流量に南ルクル川及び支川ルラ川の流量を合算したものになると考えられる。

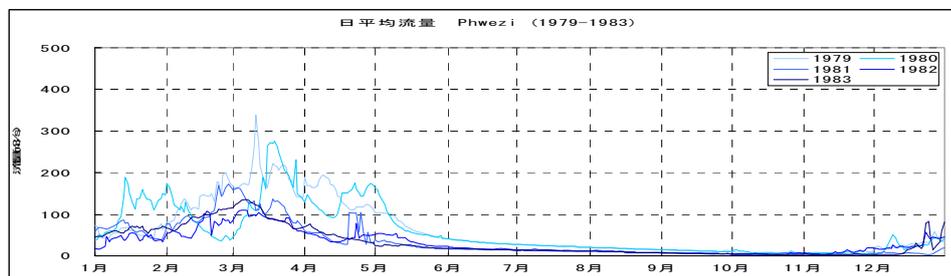


図 2-2-8 日平均流量 (プウェジ)

(3) 河川状況

南ルクル川及び架橋位置の直上流で左岸から合流するルラ川について橋梁周辺及び流域の河川状況を踏査し、地形図や目視により確認した。

1) 南ルクル川

南ルクル川は、新橋架橋位置における流域面積は 12,083km² であり、マラウイ国で最も流域面積の大きな河川である。流域はマラウイ湖の西側に位置し、南北方向に約 200km、東西方向の幅は約 60~90km と広大な範囲で、ムズズ、ムジンバ等の主要な都市が含まれる。新橋架橋位置は、マラウイ湖に注ぐ河口から約 15km 上流にあるが、架橋位置の河幅は約 60m で流域面積の割には狭く、急流である。架橋位置から約 20km 上流のプウェジ付近のジャラウエ (Jalawe) 橋地点から下流は河床に露岩が数多く見られ、急勾配になるとともに山脈に挟まれた狭い河道であり、河口直前の約 5km まで急流や滝が連続しており、その後マラウイ湖に流入している。

一方、プウェジの上流は氾濫源が約 2~3km と広く河川勾配も緩やかで蛇行しており、上流は多くの湿地帯が広がっており、南側の流域の流量を集めている。ルンピからは北側、西側及び南側の流域の流量を流下させている。なお、プウェジから架橋地点までの残留域は 130km² あり、流域は右岸左岸とも急峻な山地流域である。

2) ルラ川

新橋架橋地点の南ルクル川の直上流左岸に合流しているルラ川の流域面積は 153km² である。ルラ川の主流は、急峻な山地から一旦、平地を経由して流れ、流域面積の約 1/3 を占める南ルクル川合流点付近では急峻な山地を流下する河川である。合流部付近の河川状況は、合流点からすぐに山地に入り、河道は急峻な山地の谷部を流下しており、河幅や勾配はほぼ一定で安定した流れとなっている。

ルラ川の流域には国道 S86 がほぼ南北に横断しており、流域面積の約 1/3 程度の流域は平地や丘陵地となっている。斜面や平地には換金作物が栽培されており、植生豊かな流域となっている。ルラ川の主流は幅が 20m 程度であり、大流量は流下していない。国道には何本ものカルバートがあったが小洪水によると見られる土砂の堆積や閉塞が各所に見られた。

ルラ川流域は、平地や丘陵地が約 1/3 を占めるが大きな貯留域は無く、流出係数は山地~農地、

丘陵を土地利用別に当てはめることが出来るものと考えられる。

(4) 水理量

新橋架橋位置における南ルクル川の水理量の把握は、地形図による流域面積の計測、観測所における雨量や流量、聞き取り調査による架橋位置での既往最高水位、氾濫状況、河道状況及び河川測量により得られた河川横断などの情報から水位計算により洪水流量、流速、水位を算定すると共に計画洪水量を同定し、総合的に判断するものとする。

1) 現状

現架橋位置では、2000年以降、4回(2001,2002,2003,2006)の洪水が発生しており、河川断面は洪水によって上流からもたらされた土石や流木が河川幅の1/3となる幅20m、長さ70mにわたって堆積したため、河道断面は狭くなり洪水流下能力が不足している。

今後、洪水が発生した場合は、河道断面が狭いために橋梁上流で水位上昇を招き、小規模な洪水であっても橋梁を越える流れとなることが想定される。本調査では架橋位置における計画高水量を想定し、現在閉塞している土石を除去して架橋区間の上下流において河道整備を行い流下能力の確保をし、洪水時においても洪水の影響を受けないような橋梁計画を行うものとする。

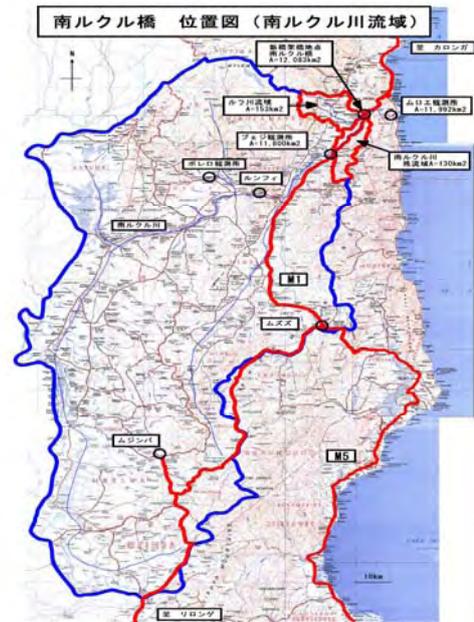


図 2-2-9 南ルクル川流域図

2) 流域特性を考慮した計画高水流量

南ルクル川流域は、図 2-2-9 に示すとおりであり、流域面積が約 12,000km² を越える大流域である。新橋架橋地点は、南ルクル川の下流部に当たり、プウェジ観測所においては流域面積が 11,800km² もありながら、通常の河川流量は雨期においても、500m³/s を越えることはまれであり、乾期には 50m³/s 以下となることが多い。過去最大の観測洪水量はピーク流量で 430m³/s を記録しており、比流量は 1.0m³/s/km 以下である。

すなわち、南ルクル川の流域全体の標高は高く、平均 1,000m を越える(南端のムジンバで 1400m、西側のムズズで 1350m、ルンピで 1000m、プウェジで 1000m、架橋位置で 858m) ならぬ台地上に流域があり周辺は山地で囲まれており、上流域に降った雨は乾期には草地となっている山間地や丘陵地の低地に流れ込むため、雨期には池や沼となってゆっくりと流下しているが、下流域のルンピやプウェジでは、両岸が山地岩塊となっている狭隘な河道となっているため、自然の流量調整ダムとなって、下流に流下する流量が制限されるためではないかと想定される。したがって、南ルクル川の架橋地点上流の河道特性を考慮すると、架橋地点の計画流量は、雨期における流量をベースとして考慮し、狭窄部での流量、南ルクル川の残留域の流量及び支川ルラ川の流量を合算したものと推定される。

$$\text{計画高水流量} = \text{狭窄部での流量} + \text{南ルクル川残留域の流量} + \text{ルラ川の流量}$$

3) 計画高水流量の推定

計画高水流量は、河道の土石堆積を考慮した現況の河道断面により、洪水時の水位や河道状況を考慮し、水位計算を行って現況断面の流下能力を算定する。

一方、架橋位置の上流約 20km にあるプウェジ観測所での流量を確率処理し、1/50 年確率流量を求めると共に、観測所から架橋位置までの南ルクル川残留域や支川ルラ川の洪水流量を 1/50 確率日雨量から求めた降雨強度、流域の流出係数、流域面積より求め、洪水量の推定を行い、架橋地点での計画洪水量を推定する。次に、架橋位置の上下流の河道や支川の合流を考慮し、架橋位置における計画河道断面を設定し、先に求めた計画高水流量を流下させた水位計算を行い、計画流量に対応する計画高水位を推定する。なお、現時点では、河道断面の深淺測量が未実施であるため、昨年 12 月に自主調査により求めた測量結果を用いて、計画高水流量及び計画高水位の推定を行う。

4) 計算結果

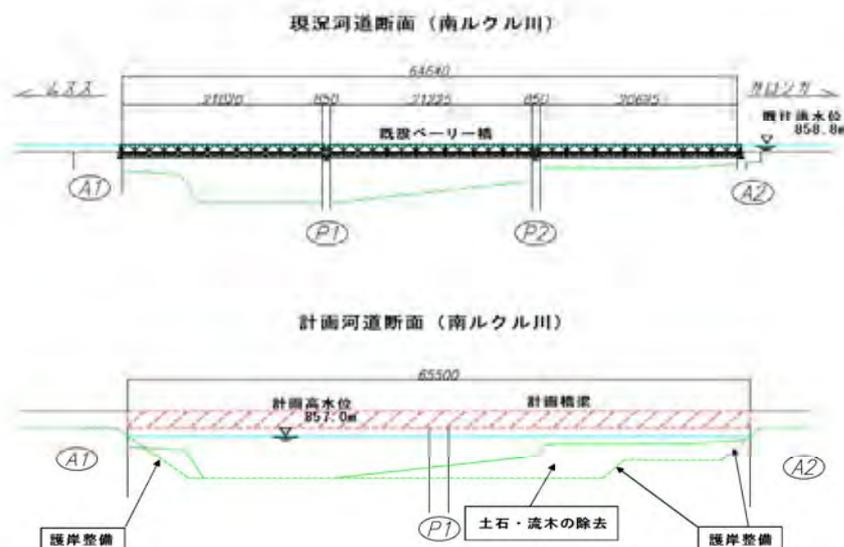
① 現況断面の流下能力

現橋の河川断面を昨年の河川測量およびこれまでの現場調査によって概略求め、洪水時の現況流下能力を推定した。現橋の洪水時の水位はヒアリングによる橋面(858.0m)+0.8m→858.8m とし、平均河川勾配は 1/150、粗度係数=0.045、として水位計算を行った。現況流下能力は $Q=1,171\text{m}^3/\text{s}$ となる。

② 計画断面の流下能力

現橋の流下断面を左岸の土石・流木を排除し、河道断面をほぼ同じ面積とした計画断面を推定した。計画断面は橋梁形式を第 3 案（2 径間 PC 橋、中央にピア 1 本）について、ルラ川の合流を考慮し想定した。計画河道断面における水位計算結果、水位は現橋の橋面高さ（858.0m）より 1.0m 低い水位 857m において、 $Q_{\text{design}}=1,180\text{m}^3/\text{s}$ を流下することができる。

なお、日本の河川管理施設等構造令における余裕高は、計画流量 $500\text{m}^3/\text{s} \sim 2,000\text{m}^3/\text{s}$ において、1.0m が標準である。また、計画高水位を 857.0m とした場合は、この流下断面を毎年の渇水期において、土石を除去することにより確保しなければならない。



③ 計画高水流量

現況流下能力から推定した洪水量は、ピーク時に約 1,200m³/s が流下したものと推定される。南ルクル川の予備調査で入手済みのデータから日平均流量の年最大流量を確率処理した結果からは、1/50 確率で最大 400m³/s が求まる。ルラ川の河川幅は約 40m あり、河川勾配は 1/50 である。水深は 1.5m、粗度係数は 0.035 と推定すれば、流下能力からの洪水量は、 $Q=303\text{m}^3/\text{s}$ が求まる。

また、1/50 確率の日雨量は 90.6mm/h であり、流域面積 $A_{\text{lura}}=153\text{km}^2$ 、 $f=0.7$ 、 $r=16.4\text{mm/h}$ より、合理式で 487m³/s が求まる。流下能力と推定洪水量から判断すれば、洪水流量は 300～500m³/s の間にあるものと推定される。

同様に南ルクル川の残留域では、流域面積 $A_{\text{rukuru}}=130\text{km}^2$ 、 $f=0.7$ 、 $r=14.4\text{mm/h}$ より、合理式で 363m³/s である。南ルクル川とルラ川との合流時にピークが重なったと想定すれば、

$$\text{計画高水流量} = 400 + (303)487 + 363 = 1,066 \sim 1,250\text{m}^3/\text{s} \text{ となる。}$$

支川ルラ川及び南ルクル川の残留域の洪水量は、貯留がないものとして求めた洪水量であること、流域面積の適用範囲が 100km² 以下のケースに良く用いられていることから、ピーク流量がやや高く求められている。

これらを考慮すれば、架橋地点における計画高水流量は 1,200m³/s と推定することが出来る。

(5) 地形・地質調査

1) 地形概要

「マ」国は地形的には、汎アフリカ変動帯に属しており、紅海からアフリカ東部を 6,000km 余りに亘って南北に縦断する断層陥没帯（東アフリカ大地溝帯）の中の最南端「ニアサリフトバレー」内に位置する。国土の標高は 36～3,048m であるが、殆どが 1,800～2,000m の高原に属している。

プロジェクト対象地域は、タンザニアとの国境の街、ソングェからモザンビーク国境マルカまで続く、「マ」国を南北に縦断する全長 1,108km の基幹道路である国道 1 号線上に位置する。既存ルクル橋は、首都リロングウェから約 500km 北上した標高約 860m の山間部に位置し、南ルクル川とルラ川が合流する地点の約 30m 下流側に架橋されている。国道 1 号線は、既存ルクル橋の手前（ムズズ側）右側は山の斜面（約 60°）が迫っており、左側は小規模な売店があるところまでは平坦であり、その先は南ルクル川が流れており、緩やかな斜面が川岸まで続いている。既存ルクル橋の先（カロンガ側）の国道 1 号線は、右側は平坦な畑が広がっており、左側はルラ川が流れており、山の斜面（30～45°）が続いている。対象サイトの地形図を次頁に示す。

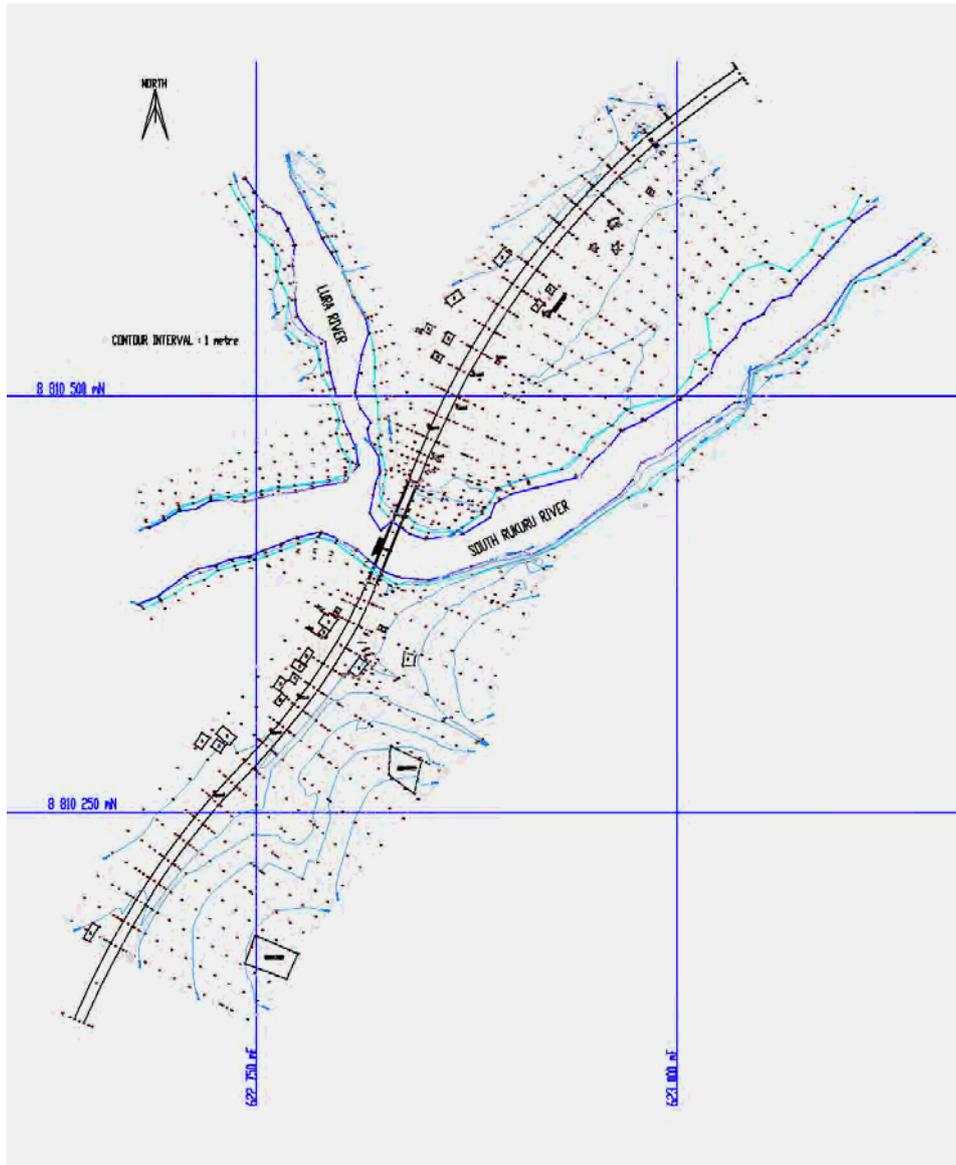


図 2-2-10 平面測量結果

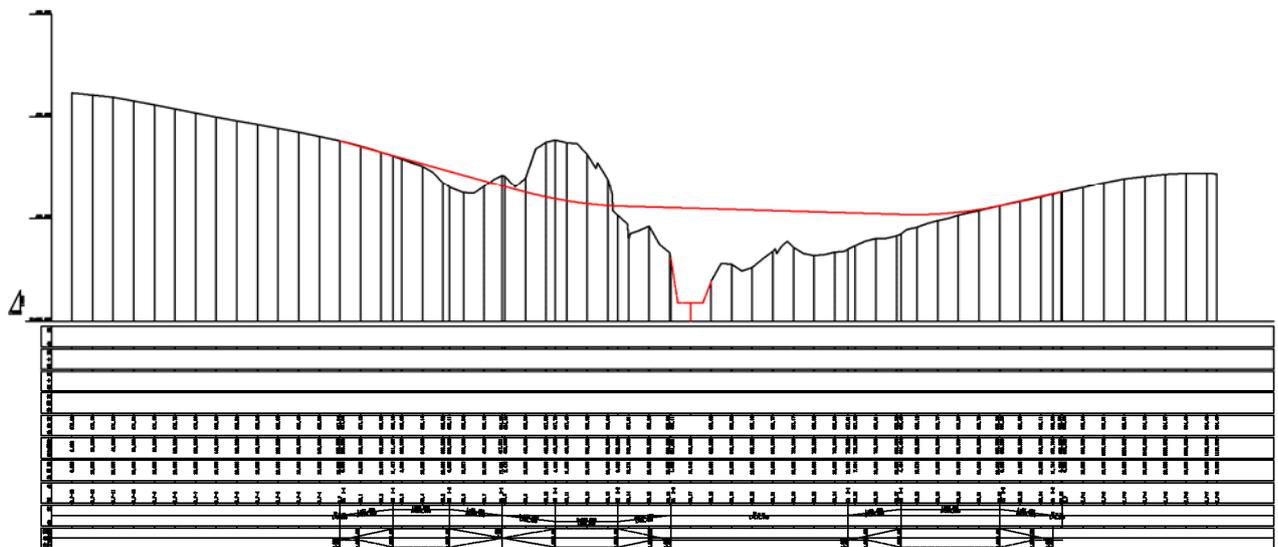
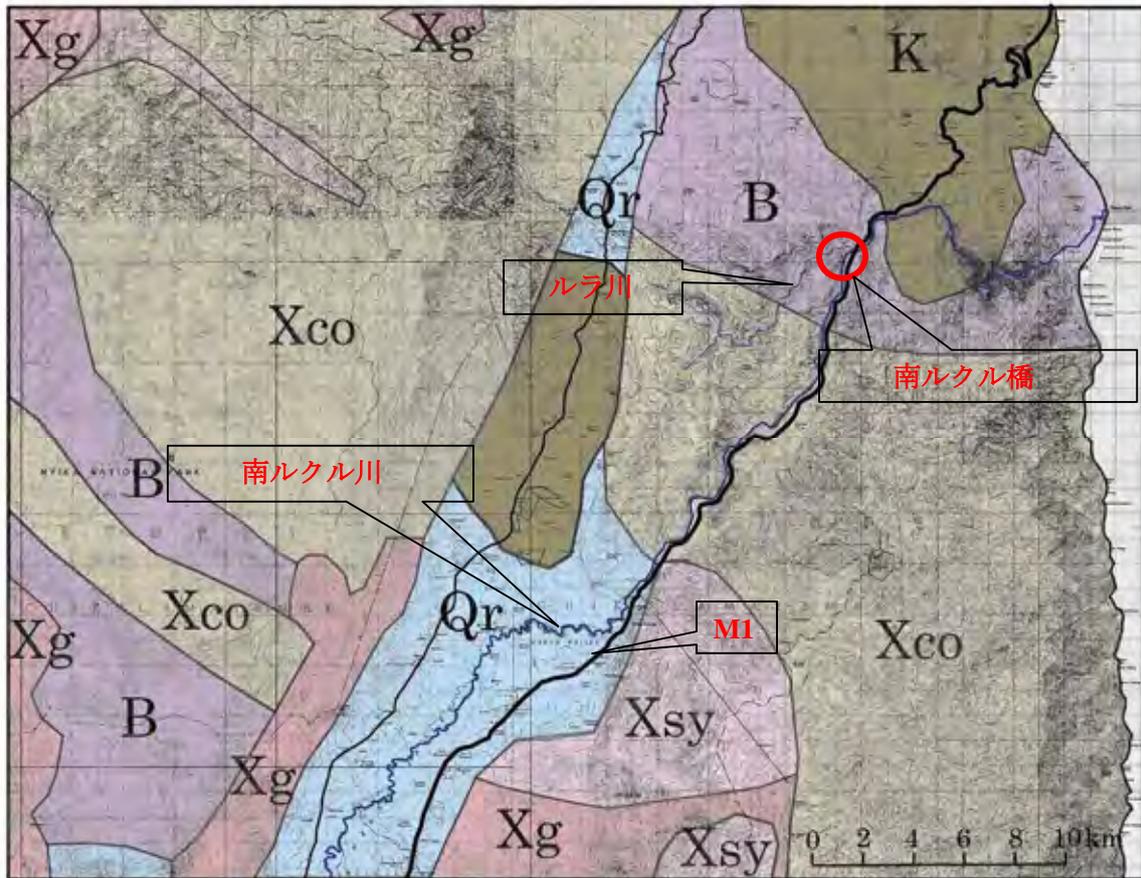


図 2-2-11 縦断測量結果

2) 地質概要

サイト周辺の地質は、Rumphi District の地質図によると図 2-2-12 に示す様である。



堆積岩(第三紀から現世)
 Qr : 洪積世、沖積世、残積土の堆積物
 堆積岩(ペルム紀から三畳紀)
 K : Karroo 系、礫岩、砂岩、泥岩、炭質頁岩
 変成岩(前期先カンブリア紀から前期古生代)
 B : 黒雲母・角閃石含有片麻岩、アナテクシタイト
 Xco : キンセイ石・ケンセイ石片麻岩
 火成岩(中生代)
 Xsy : 基盤岩中の閃長岩質・ペルト岩質複合岩体
 Xg : 基盤岩中の花崗岩体

図 2-2-12 サイト周辺の地質図

この地質図によると付近の地質は、前期古生代の片麻岩 (B) を基盤とし、その北東方向にペルム紀から三畳紀の堆積岩が分布している。ペルム紀から三畳紀の堆積岩は、橋梁計画位置の北方約 800m 北方から北東側に分布しており、この地層でチウエタ炭坑が稼働している。

橋梁計画位置に分布する先カンブリア紀から古生代の地層は、ボーリング調査の結果から花崗岩質の片麻岩(Gneiss)と結晶片岩(Crystalline schist)からなっている。花崗岩質の片麻岩(Granitic gneiss)は、ピンク色の正長石(orthoclase)を特徴とし黒色の角閃石(Hornblende)を含有し、きわめて硬質で、風化作用に対しても耐性が高い。結晶片岩は、絹雲母片岩で、局所的に石英を主体とする石英片岩(Quartz schist)も分布しており極めて硬質な岩相を示す。次頁に土質縦断図を示す。

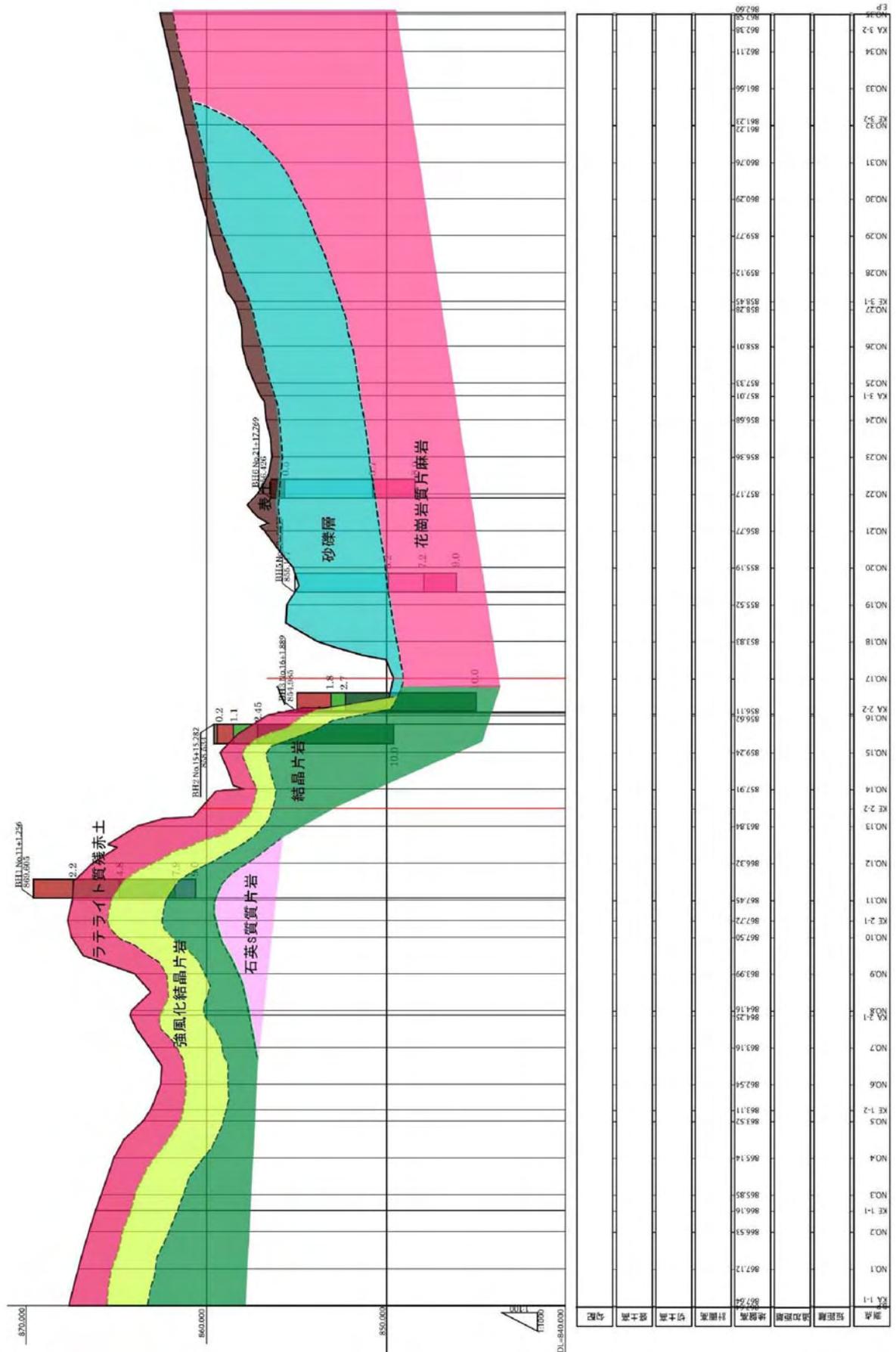


図 2-2-13 土質縦断面

(6) 地震調査

「マ」国において1901年～2007年にかけて発生した地震分布図を図2-2-14に示す。また、「マ」国で発生した地震の南ルクル橋における加速度分布図を図2-2-15に示す。

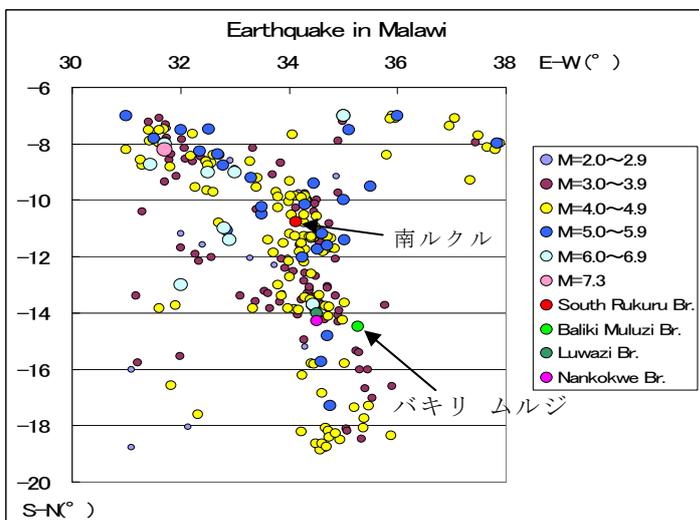


図 2-2-14 「マ」国における地震分布図

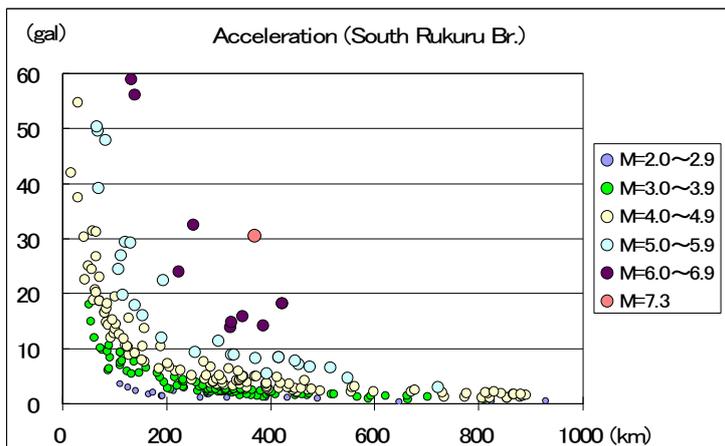


図 2-2-15 南ルクル橋における加速度分布図

なお、「マ」国において我が国の無償資金協力で建設した「バキリ ムルジ橋 (マンゴチ橋)」及び「ルワジ橋」、「ナンコクエ橋」に関する加速度分布図を図2-2-16～図2-2-18に示す。

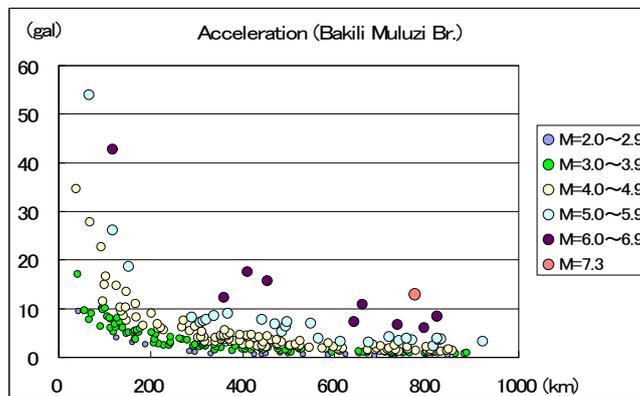


図 2-2-16 バキリ ムルジ橋 (マンゴチ橋) 加速度分布図

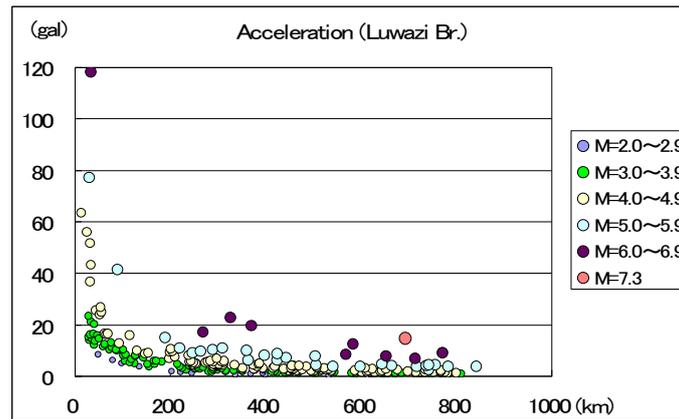


図 2-2-17 ルワジ橋加速度分布図

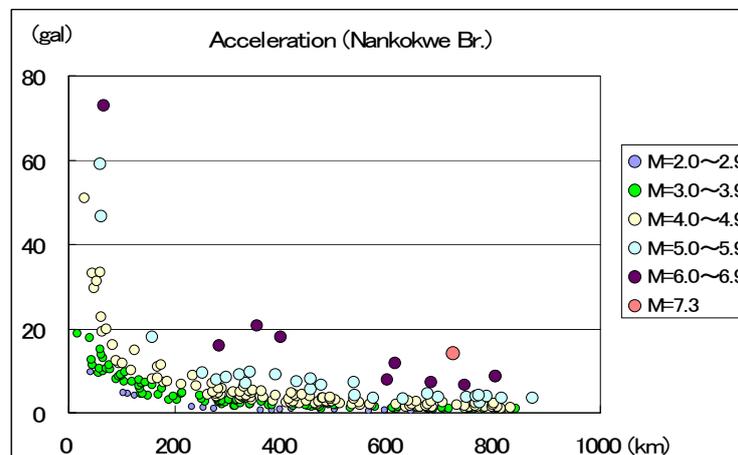


図 2-2-18 ナンコクエ橋加速度分布図

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境カテゴリー

予備調査で実施した初期環境調査（IEE）では、本件は既存橋梁の架け替え計画であり、周辺住民も新橋梁の建設に対して基本的に合意しており、深刻な環境社会影響は発生しないが、橋周辺の住民生活への影響や建設工事時の濁水や廃棄物の発生、衛生状態の悪化、動植物への影響が懸念されることから環境カテゴリーを「B」と判定した。本調査では、新橋梁の建設位置が確定した段階で住民生活への影響や用地取得について詳細にレビューするため、現地踏査を実施しながらJICA「環境社会配慮ガイドライン 2004年4月」に基づくカテゴリー分類の再評価を行った。新橋梁の建設位置は恒久的に住民が住んでいない既存橋梁の下流側が選定され、実際に発生する環境社会影響は予備調査時の評価を上回ることはないと判断される。したがって、本件の環境カテゴリーは予備調査時と同じ「B」が適当である。

(2) 「マ」国の環境影響評価（EIA）の承認手続き

マラウイ国では環境管理法（Environmental Management Act 1996）の第5節で、指定プロジェクトはEIAを実施し、環境局長（Director of Environmental Affairs）の承認が得られるまで所管官庁からの事業実施許可が得られないことが規定されている。指定プロジェクトは、環境局（Environmental Affairs Department: EAD）が1997年に作成した「Guidelines for Environmental Impact Assessment」においてリスト化されており、運輸交通セクターでは幹線道路および地方道路の新設および拡張計画が指定プロジェクトに当たる。ただし、橋梁のみの整備計画については明文化されていない。

本南ルクル橋架け替え計画については、事業実施主体である道路公社（Road Authority : RA）がJICA 予備調査の段階で事業概要書（Project Brief）をEADに提出し、EADスタッフによるスクリーニングの結果、EIAが必要との判断が下った。現在のマラウイ国のEIA制度は事業内容がある程度、固まった後に環境影響を評価する事業アセスメント制度であり、EIA報告書には建設する施設の平面図や施工計画、概算費用、周辺整備計画、工事従事者数など具体的な情報が必要になる。そのため本協力準備調査開始時の段階（2009年3月）ではまだEIAの承認は得られていない。

南ルクル橋架け替え計画に係るEIAの手続きについては、RAの選定したローカルコンサルタントがJICA調査団から概略図面や工事計画の概要、廃棄物の処分方法などの具体的な情報を受けて、ドラフトEIA報告書（初版）を作成し、2009年4月1日にRAへ提出した。

ドラフトEIA報告書（初版）では深刻な環境影響として、建設工事労働者流入による衛生状態の悪化および性病の増加、土取り場放置による病原媒体昆虫の増加および下流に計画されている水力発電計画への影響が挙げられている。また緩和策として、建設労働者専用の水場およびトイレの設置、周辺住民への工事内容・影響の事前説明、認可された処理場における建設廃棄物処分の徹底、工事現場の環境モニタリング、工事終了後の現場の埋め戻しと植栽などが環境管理計画および環境モニタリング計画に示されている。これらの環境管理計画や環境モニタリング計画は、詳細な工事内容が確定していない段階に策定されているので、実際の工事においては不必要あるいは現地の状況から不可能な内容も含まれている。しかしながら、詳細設計・施工監理コンサルタントや建設業者はこれらの内容を十分に尊重しなければならない。

ドラフトEIA報告書（修正版）は6月にRAを通じてEADへ提出されたが、EIA報告書が承認されるためには毎月行われるTechnical Committee on the Environment（TCE）と3ヶ月に一回行われるNational Council for the Environment（NCE）の会議で議題に上がる必要があり、例えば8月までに承認手続きを終えるには6~7月中のNCE会議にかける必要がある。EADの担当者からは、本件は国家の重要プロジェクトであり、想定される環境影響も少ないことから、ドラフトEIA報告書に必要事項が記入されていれば8月までには承認されるとのことである。

なお、その後の経緯としては、TCEは7月3日に開催され、NCEは8月中に必ず開催するとの確約を「マ」国関係機関から得、DBD派遣時に協議議事録にとりまとめた。しかし、その後の確認では、NCEは9月30日にしか開催されないことが判明したため、暫定的措置として「マ」国環境局長名でレターを取り付け、次回のNCEが終わり次第、早急に証明書を発行することとした。その後、本プロジェクトに関してNCEが9月30日に開催され、10月16日にEIAが取得された。

なお、次頁にEIA承認手続きのフローチャートを示す。

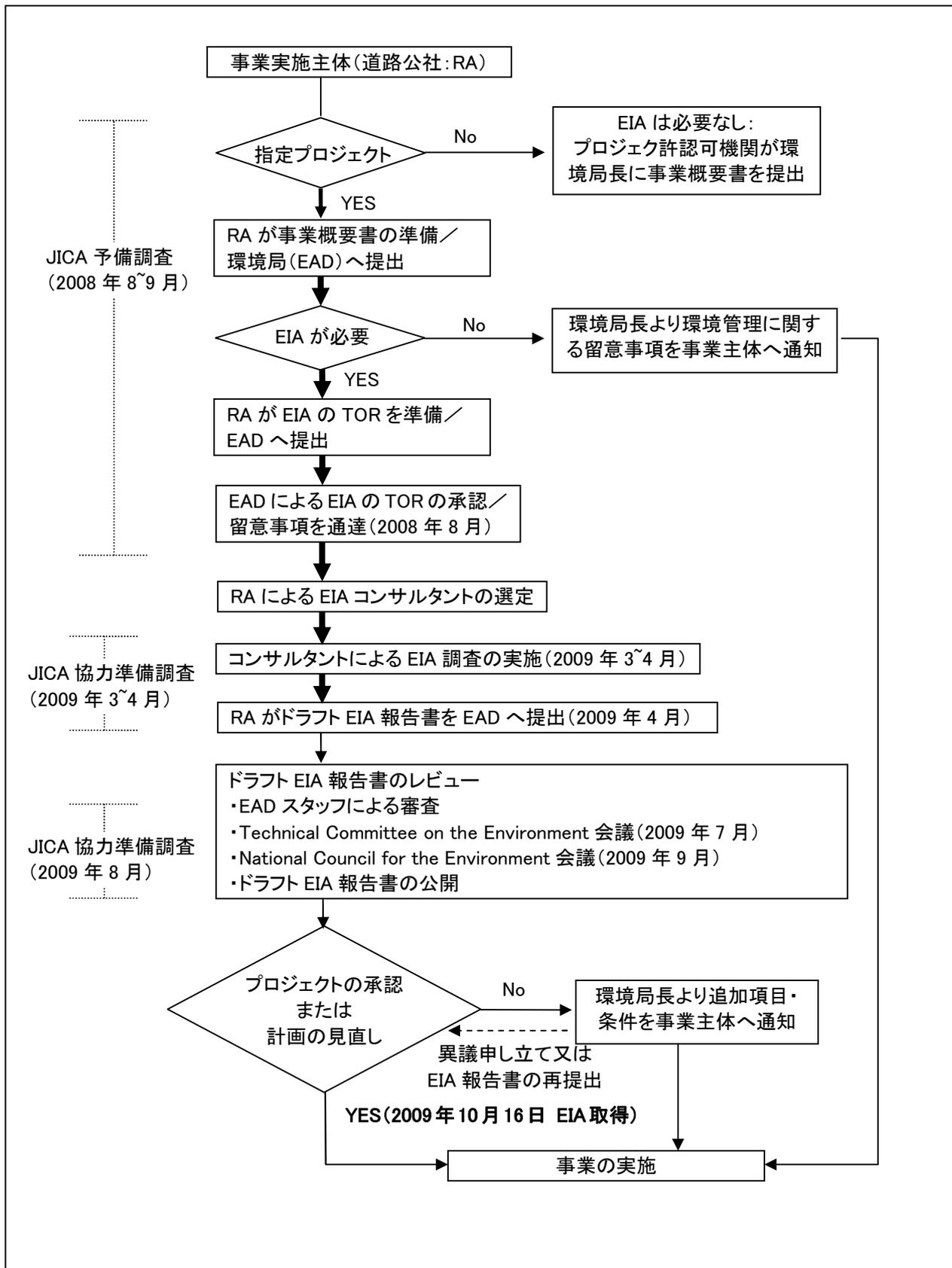


図 2-2-19 EIA のフローチャート

(3) 主な環境社会影響と緩和策

1) 住民移転・用地取得

土地は Customary Land 及び道路用地であり、住民に所有権はないことから補償されない。補償の対象となるのは家屋及び果樹である。又、公共道路法では幹線道路の中心線より左右 30m は道路用地であるため、この範囲の物件については、本来は補償の必要はないものの、プロジェクトの円滑な実施を目的として、移転の対象となる物件に対して道路公社は支払う計画としている。

新橋梁は、南ルクル川の下流 16~19m の位置に計画されているが、この場合、道路用地確保のため撤去が必要となる建物は協力準備調査の段階（2009年3月）では下記の4戸である。

- ・右岸側：① 営業および居住していない店舗（所有者は別の町に居住）
② 誰も住んでいない借家（所有者はムズズに居住）
- ・左岸側：① 鋤夫に貸していた廃屋（所有者は近くに居住）
② 廃屋（所有者は別の町に居住）

2009年3月時点で撤去対象の4戸に居住者はおらず住民移転は0である。また、橋の上流側両端で営業を行っている店舗については、本計画における橋梁架け替え工事の範囲では撤去の必要はない。

用地取得に係る住民との補償交渉や合意形成は Rumphi District の Land Office が担当する。予備調査の段階で実施されたステークホルダーミーティングにおいて、周辺住民の本架け替え計画に対する基本的合意が確認されている。また、Land Office による既存橋梁周辺の家屋、果樹などの資産評価も終了している。今後、取得が必要な道路用地や建設ヤード用地が確定した段階で、資産の所有者と個人交渉が行われる。用地取得の手続きには最低でも2ヶ月が必要である。

用地取得における補償は、上述のとおり住民に所有権がないことから代替地の提供となり、家屋を含む資産、収穫費、生計回復、移転、迷惑料等は金銭補償となる。これらの補償費は土地・住宅・企画開発省(Ministry of Land, Housing and Physical Planning (MoLH&PP))が定める標準価格に基づき査定され、補償交渉を担当する Rumphi District Land Office によれば、「マ」国においては提示額が問題になることはないとのことである。

2) 既存橋周辺の商店及びベンダーへの影響

簡易な商店が現橋を挟んで右岸側に5軒（内1軒は休業中）、左岸側に2軒あり、食品や日用品などを販売している。店舗の大部分は道路から離れた丘陵地の住人やムズズに住む商人の所有で、1店舗（右岸上流側）を除き夜間は誰も住んでいない。また、ルクル橋で一旦停車する車両を目当てに地元産のバナナや野菜を立ち売りする人々や簡易売店で小魚、肉料理を売る商人もおり、ルクル橋周辺は小規模なマーケットになっている。すれ違いのため停車している車両の約1/3が何らかの形でこのマーケットを利用している。EIA 調査によれば、ベンダーの年間売り上げは約 MKW10,000 である。こうした商業活動は極貧地域（一人当たりの年収が MKW10,029 以下）に属するルクル橋周辺地域の住民にとって重要な生計手段になっている。

新橋の完成により橋両端で停車する車両が少なくなり、橋周辺で営業している商店や農産物などのベンダーらの生活に影響が出ると考えられる。橋周辺の店舗の所有者にインタビューした結果、南ルクル橋架け替え工事の話は知っており、全ての人が架け替え後も店を続けて行きたいと回答している。新橋建設に伴うこうした地域住民への影響を緩和させるため、本計画の中では橋

の両側に新たに駐車帯を設置する予定である。ルクル橋はマラウイ湖側から来た場合、10km以上の急勾配の道路を上りきった所に位置しており、新設する駐車帯は休憩や車両点検のために有効に利用されると考えられる。

3) 動植物への影響

ルクル橋周辺の土地は大部分が耕作地や住宅地として利用されており、自然植生は橋下流右岸の一部に残っているのみである。予備調査の段階で森林法（Forest Rules 2001）により水源涵養機能を持つ有用木として保護種に指定されている樹種が2本確認されている。ただし、公共事業に伴うこれらの樹木の伐採について法律上、特に問題はない。また、予備調査の段階でルンピ県政府森林部の担当者から伐採の承認を得ており、「マ」国側のEIA報告書では緩和策として選択伐採が示されている。なお、保護種の伐採後は、植樹が必要であると見込まれる。

ルラ川は降雨後、泥流が頻繁に発生する河川なので、建設予定地周辺には工事に伴う濁水により生存が著しく危ぶまれる魚種は生息していないと考えられる。また、南ルクル橋の下流約3kmと5kmにあるフフ(Fufu)滝とワングェ(Wangwe)滝によりマラウイ湖からの魚類の遡上が遮断されており、産卵等の目的でマラウイ湖からルクル川を建設予定地まで遡上してくる魚類も存在しない。したがって、南ルクル橋架け替え工事により周辺の河川の状況は一時的に大きく改変されるが、魚類への深刻な影響はなく、工事終了後の早い段階で河川の生態系は回復すると考えられる。

(4) 環境モニタリング計画

「マ」国のドラフトEIA報告書では環境管理計画の中で下表に示す緩和策とモニタリング項目を挙げている。これらの具体的な実施方法について、RA、施工監理コンサルタント、建設工事請負業者およびEADの間で工事着工前に十分に検討する必要がある。

表 2-2-3 「マ」国EIA報告書の環境管理計画の概要

環境項目	緩和策	モニタリング項目
水資源	・建設機械の適切な維持管理	・不適切な廃棄物や排水処理に伴う河川の水質汚濁
動植物	・貴重な動物種が存在した場合、その種の捕獲および他の生息地への移住	・生態系のかく乱に伴う生息域の消失
	・保護植物種が存在した場合、選択伐採の実施	・貴重および保護植物種の減少
大気・騒音	・工事期間中の散水	・車両の通行や土工事により発生するダスト
	・騒音環境基準の厳守	・重機の稼動に伴う騒音
災害・衛生	・个人防护用具（PPE）の提供	・建設工事中の労働災害
	・労働安全計画の作成	・建設工事中の衛生状態
	・労働衛生計画の作成	・性病の増加
	・保健教育の実施 ・避妊具の配布	
住民生活	・住民からの要望の確認 ・適切な商業施設の整備	・周辺住民の生計手段の損失
	・適切な補償内容および移転先を確定するための住民相談会の実施	・非自発的な家屋の移動
下流域への影響	・逆流を生じさせない橋梁デザインの採用	・河川流況の変化
土地	・損失する農地などの代替地の確保	・土地利用の変化

2-3 その他

2-3-1 交通量調査

(1) 調査概要

1) 調査の目的

現在のルクル橋を使用している交通量については過去、近傍において行われた調査、予備調査結果などから約 290 台/日となっており、そのうち約半数はトラック類と、本路線が国際幹線の物流路線として重要な役割を担っていることが伺える。

本調査においては、対象橋梁である「南ルクル橋」の施設計画、設計および施工に必要な交通量の情報を把握し、さらに曜日による変動、昼夜交通特性、時間帯別による方向特性および非機動系交通量（歩行者、自転車）の把握を目的として、以下に示す交通量調査を実施した。

2) 調査日時

i) 調査期間

2009年3月16日（月）～2009年3月22日（日） 連続7日間

ii) 調査時間

6:00～ 6:00（24時間）：3月19日（木）、3月22日（日） 2日間

6:00～18:00（12時間）：上記を除く5日間

3) 交通概要

調査日7日間の平均交通量は以下に示すとおりである。

現在の南ルクル橋の交通量は、歩行者が極めて卓越した状態となっており、非機動系（歩行者、自転車）の交通量は、機動系（自動車類）交通量の2倍以上となっている。南ルクル橋が1車線であり片側交互通行となっていることによる利便性の悪さおよび南ルクル橋上で歩行者と車両が輻輳する可能性が高い状況となっている。

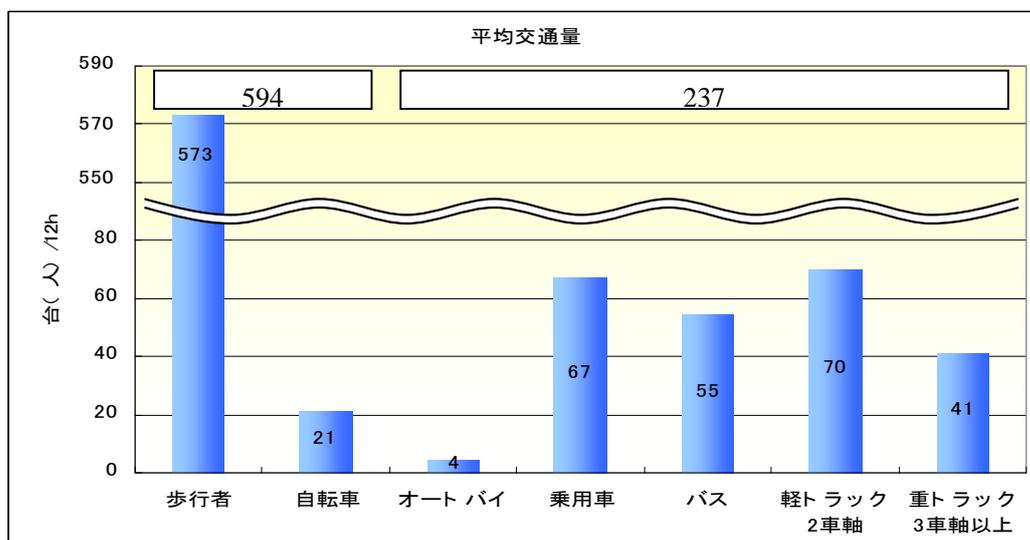


図 2-3-1 調査期間中の12時間平均交通量

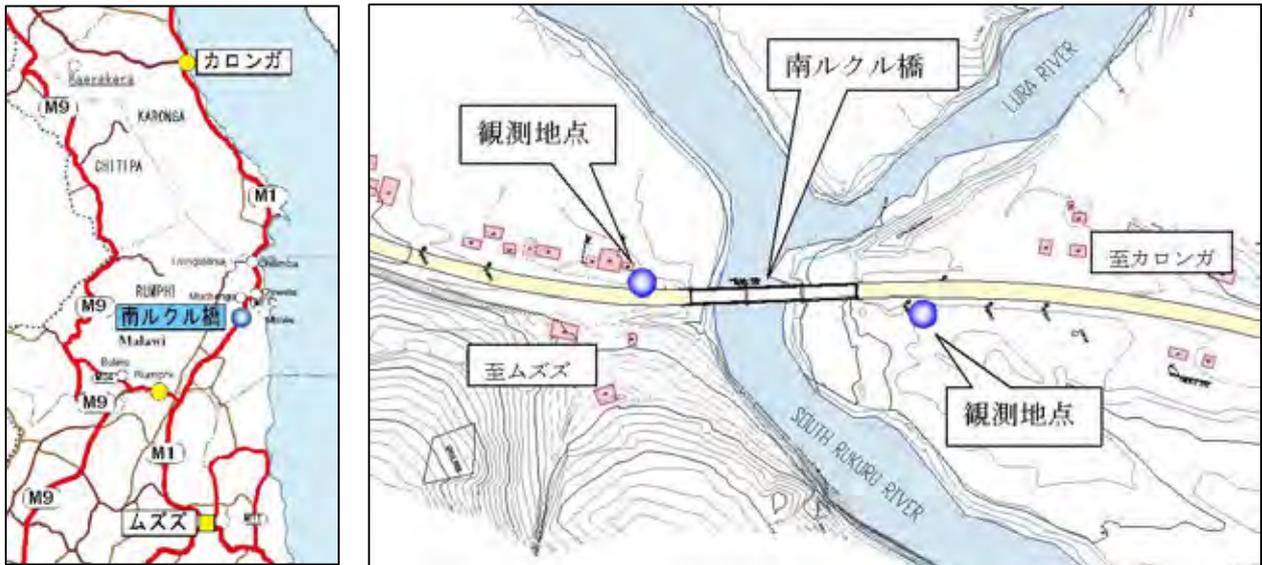


図 2-3-2 調査地点案内図

(2) 調査結果概要

1) 歩行者自転車交通量の概要

- 歩行者交通量は平日で約 550～660 人/12h、土曜日で約 450 人/12h、日曜日で約 550 人/12h と比較的多い。(日本国内では一般国道の人口集中地区に相当する歩行者交通量)
⇒歩道の必要なケースとして、日本国内においては概ね 100 人/日以上という一応の判断基準もあるため、歩道設置の必要性は高いと考えられる。
- 自転車交通量は平日で約 10～25 台/12h、土曜日で約 40 台/12h、日曜日で約 25 台/12h と歩行者交通量に比べて非常に少ない。
- 天候の違いによる交通量の顕著な変動（雨天時の極端な減少等）は見られなかった。

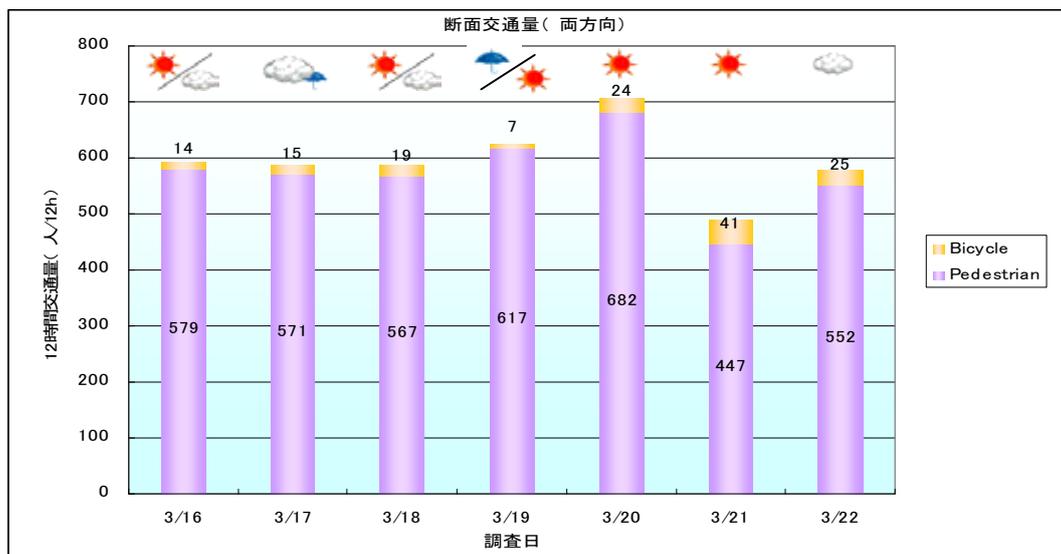


図 2-3-3 各調査日の 12 時間歩行者、自転車交通量

2) 自動車類交通量の概要

i) 断面（両方向）交通量

- 南ルクル橋の自動車類交通量は、断面（両方向）で、約 200～280 台/12h となっている。
- 乗用車の台数は比較的少なく、交通量の大半が商用車（バス、トラック等）となっており、個人利用の自家用車比率が少ないことが伺える。
- 大型車（3 車軸以上のトラック）混入率は、平日で 15～20%程度、休日で 20～25%と比較的高い混入率を観測した。

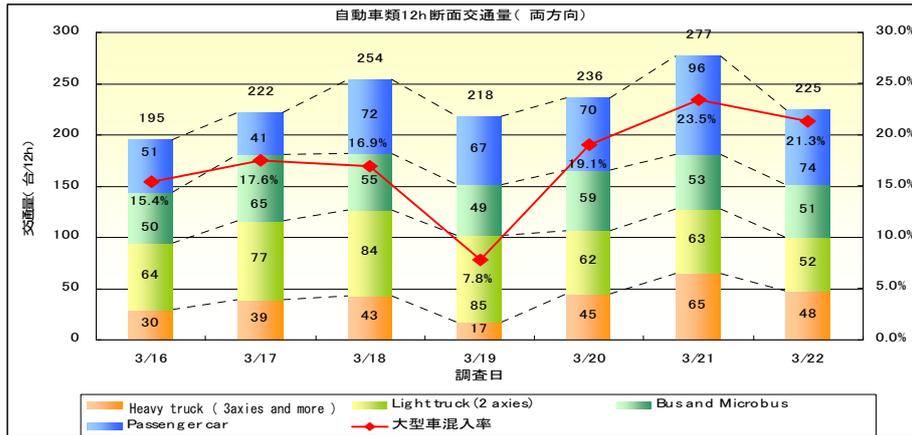


図 2-3-4 各調査日の 12 時間自動車類交通量および大型車混入率

ii) 道路交通特性

a) 大型車混入率

南ルクル橋における大型車混入率は以下の通りである。

大型車混入率は平日に比べ休日の方が約 7%程度高い結果となった。

表 2-3-1 12 時間（昼間 6:00～18:00）大型車混入率

調査日		全車	大型車	大型車混入率
3月16日	月	195	30	15.4%
3月17日	火	222	39	17.6%
3月18日	水	254	43	16.9%
3月19日	木	218	17	7.8%
3月20日	金	236	45	19.1%
3月21日	土	277	65	23.5%
3月22日	日	225	48	21.3%
昼間平日平均大型車混入率				15.3%
昼間休日平均大型車混入率				22.4%
昼間平均大型車混入率				17.4%

24時間交通量調査の結果、夜間の大型車混入率は、昼間に比べ10%以上高い大型混入率を示した。

表 2-3-2 夜間（18:00～6:00）大型車混入率

調査日		全車	大型車	大型車混入率
3月19日	木	101	31	30.7%
3月22日	日	63	19	30.2%
夜間平均大型車混入率				30.4%

また、21日の10:00～15:00の5時間について、通過する大型トレーラーを対象にナンバープレート調査を実施した。この結果を表 2-3-3 に示す。

表 2-3-3 大型トレーラーを対象とした国籍別通過車両集計表

	マラウイ	タンザニア	ザンビア	南アフリカ	合計
ムズズ～カロンガ	8	5	3	0	16
カロンガ～ムズズ	1	7	0	2	10
国別合計	9	12	3	2	26
他国籍車両の合計	9	17			26
他国籍車両の混入率	35%	65%			100%

この結果、外国籍の車両が全体の65%を占めており、本橋梁は付近住民の生活に大きな役割を果たしているのと同時に、「マ」国の国際物流に対して非常に大きな役割を果たしている事がわかる。また、カエレケラにあるウラン鉱山へ濃硫酸を輸送するトレーラーも多く通過しているため、本橋は「マ」国の経済にとって非常に大きな役割を果たしている。

b) 昼夜率

24時間交通量調査の結果、南ルクル橋における昼夜率（自動車類のみを対象）は以下の通りである。

<平日>

12時間交通量：218台

24時間交通量：319台

昼夜率=24時間交通量 / 12時間交通量=319 / 218=1.46

<休日>

12時間交通量：225台

24時間交通量：288台

昼夜率=24時間交通量 / 12時間交通量=288 / 225=1.28

c) 平日・休日交通量の比較

- 平日・休日ともピーク時間交通量は 30 台/時程度を示し、いずれも午後の時間帯に出現している。
- 深夜の時間帯においては、休日に比べ、平日は少ないながらもコンスタントに車両が通行している。

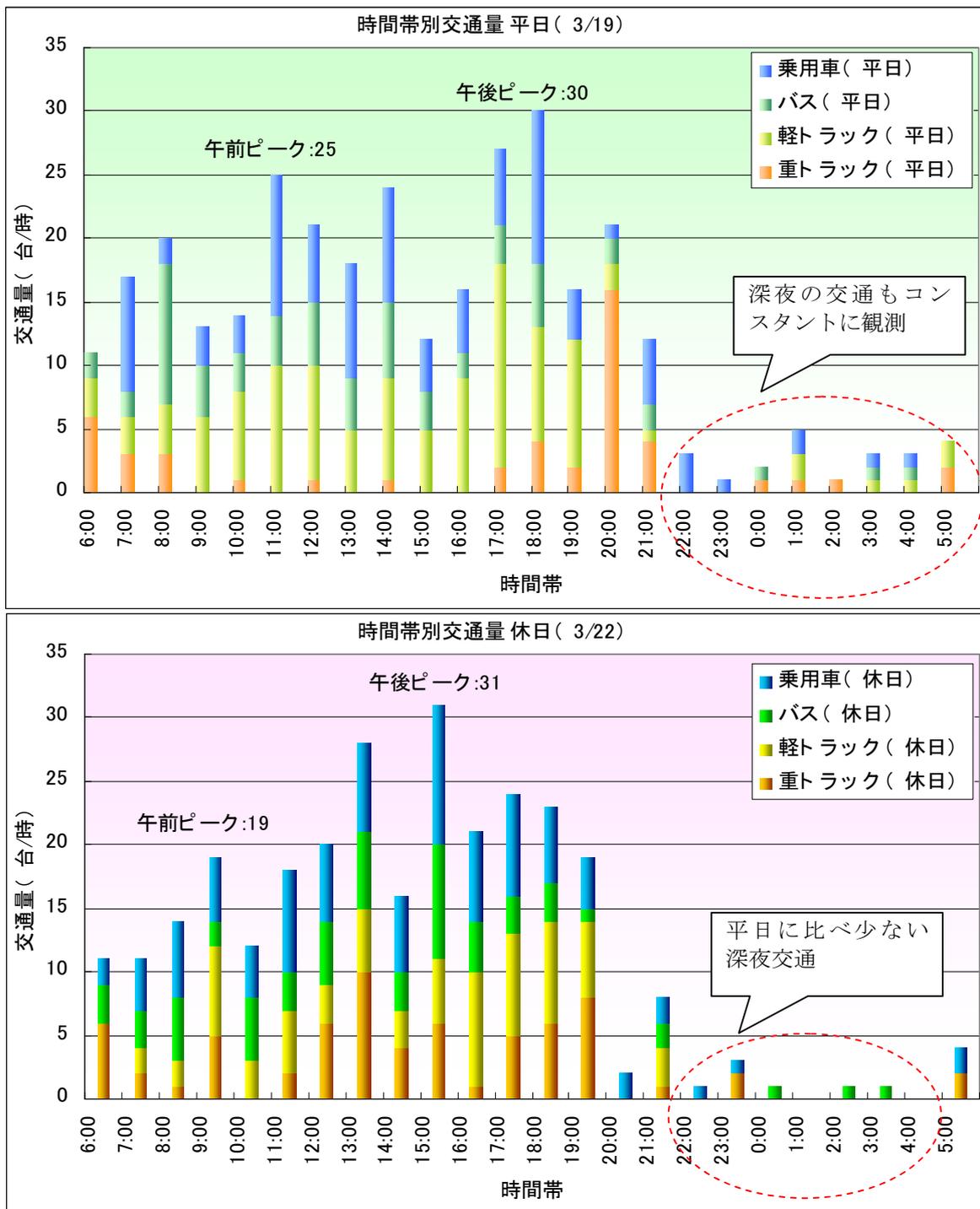


図 2-3-5 平日、休日別時間帯別 自動車類交通量

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

3-1-1-1 マラウィ成長開発戦略

(1) MGDS の概要

「マ」国政府は、貧困削減手段として持続可能な経済成長とインフラ整備により経済成長を確保するために、今後5年間（2006年7月～2010年11月）の「マ」国における包括的戦略として、2006年に「マラウィ成長開発戦略（Malawi Growth and Development Strategy: MGDS）」を策定した。MGDSは、以下に示す「6つの重点分野」と「5つの主要テーマ」から構成されており、目標達成に至る戦略と中長期達成目標を示している。

《MGDS の6つの重点分野》

- ① Agriculture and Food Security (農業・食糧安全保障)
- ② Irrigation and Water Development (灌漑・水開発)
- ③ Transport Infrastructure (運輸・交通インフラ)
- ④ Energy Generation and Supply (エネルギー開発)
- ⑤ Integrated Rural Development (統合された地方開発)
- ⑥ Pretension and Management of Nutrition Disorders, HIV and AIDS (HIV/エイズ対策とその予防)

《MGDS の5つの主要テーマ》

- ① Sustainable Economic Growth (持続可能な経済成長)
- ② Social Protection (社会的保護)
- ③ Social Development (社会開発)
- ④ Infrastructure Development (インフラ開発)
- ⑤ Improving Governance (改善される統治)

MGDSでは、貧困を撲滅する意味でも、GDPの年率成長率は最低でも6.0%を達成することを目指している。また、民間セクターが投資を行い、積極的に社会経済発展に取り組むと共に、適切な環境整備を促進するための必須条件として、官民両セクターがインフラ関連の投資を実現し、制度化することを掲げている。MGDS構想における運輸交通セクターの主な戦略は以下に示される。

(2) 道路セクター

MGDS構想における道路セクターの戦略としては、「マ」国の現在の道路交通の必要性を満たすために、主要な回廊において十分で安全、信頼が置け、なおかつ効率性が高く、経済的な交通サービスを確立することに焦点が当てられている。

- ・ 道路ネットワークの整備：2011年までに道路の71%を「良好」、18%を「妥当」に引き上げると共に、「不良」を11%に押さえる。

- ・ 全天候型道路のリハビリ及び改築（アップグレード）により、適切な道路ネットワークを整備する。
- ・ 道路網の状態を標準まで引き上げるための積み残しを除去するべく定期的に道路維持管理を行う。
- ・ 質の高い道路を整備するため、民間セクターの能力強化を図る。
- ・ 木橋をコンクリート橋に架け替える。
- ・ 都市部と地方部の道路ネットワークを整備する。
- ・ 全ての未舗装道路を良好な状態に改善する。
- ・ 道路交通サービスのモニタリングと運営において民間セクターを取り込む。
- ・ 適切な道路利用料を設定する。
- ・ 「マ」国のハイウェイ規約、道路標識、記号、軸重規定を地域内で調和させる。
- ・ 民間の貨物運送会社の拡大により、国内及び国際貨物の輸送の流れに関する情報調整を改善する。
- ・ 交通の円滑な流れを確保し、交通安全のための総合的アプローチを図るため、全ての主要な交通回廊に One Stop Border Post を創設する。
- ・ 交通事故件数と重大事故の減少を図る。
- ・ 非動力・動力輸送手段の利用と所有者数の増加を図る。

3-1-1-2 PSIP における運輸セクターの開発計画

Public Sector Investment Programme (PSIP)は、公共セクター投資のための今後5年間(2006年7月～2010年11月)のローリングプランとして優先度の高い公共事業/プログラムを包括的にリストにしており、MGDSに最も関連した優先投資事業を実行するために策定された。PSIPが目指すものは以下の通りである。

- ・ 各種プログラム/プロジェクトがMGDSのマクロ経済戦略を反映するよう経済運営の向上を図る。
- ・ 援助調整の向上と共に、優先分野に対する外部ソース（ドナーによる資金）の重点化を図る。
- ・ プロジェクトの準備、評価、実施、モニタリングの強化・管理によるプロジェクト・サイクル・マネジメントの確立。
- ・ 公共セクターの資本投資に関する過去のデータと将来計画レベルを確立する。
- ・ ドナー交渉における「マ」国政府の影響力を強化する。
- ・ 複数年にわたる予算計画策定等により財政管理を促進する。
- ・ 公共投資に関する課題について「マ」国民に情報提供を行う。

3-1-1-3 本プロジェクトの上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標は、以下の通りである。

- ・上位目標

国内の幹線道路であり且つ国際幹線道路でもある「国道1号線」が整備されることにより、「マ」国の経済発展が促進される。

- ・プロジェクト目標

国道1号線は、タンザニアとの国境の街、ソングェからモザンビーク国境マルカまで続く、「マ」国を南北に縦断する全長1,108kmの基幹道路である。国道1号線は、国内物流において重要な役割を担うばかりでなく、タンザニア、モザンビーク、ザンビア、南アフリカとの物流を支える国際幹線道路としての役割も持つと言われている。

既存のルクル橋（新橋は“南ルクル橋”と称す）は、国道1号線上に位置しながらも一車線であり、交通及び物流のボトルネックとなっている。また、同橋梁は設置から約30年が経過した仮設構造物（ベイリー橋）であり、老朽化が進行している。さらに、ルクル橋下を流れている南ルクル川は、現架橋位置から上流側30mの所で支川ルラ川と合流しており、このルラ川からの多くの転石と流木がルクル橋の周囲に堆積している状況にある。

本プロジェクトの目標は、狭幅員（1車線）であり且つ老朽化が進んでいる既存のルクル橋を架け替えることにより、交通上のボトルネックの解消を図り且つ国際物流の活性化、周辺地域の経済発展及び貧困の削減を図るものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、無償資金協力により、南ルクル川を渡河している既存ルクル橋の架け替えを実施するものである。この計画の実施による直接的成果としては、狭幅員による交通上のボトルネックの解消、耐荷力不足による荷重制限の撤廃、歩行者・自転車等の安全の確保が図られ、その結果、国際物流の発展、地域経済の活性化、生活水準の向上及び貧困の削減等が期待される。