

タンザニア国  
アルーシャ-ホリリ間道路改修事業にかかる  
追加調査業務  
業務完了報告書

平成28年8月  
(2016年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 国際開発センター  
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

タンザニア国  
アルーシャ-ホリリ間道路改修事業にかかる  
追加調査業務  
業務完了報告書

平成28年8月  
(2016年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 国際開発センター  
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

アフ

JR

16-004

本調査で適用した為替レートは以下の通り  
1 米ドル=2,192.1 タンザニアシリング=109.9 日本円  
(2016年5月時点の円借款事業審査共通事項による)

# タンザニア国アルーシャ-ホリリ間道路改修事業にかかる追加調査業務

## 業務完了報告書

### 目次

#### 調査対象位置図

第1章	はじめに.....	1
1.1	調査の背景.....	1
1.2	調査の目的.....	1
1.3	調査の概要.....	1
第2章	タ国の道路インフラの状況.....	2
第3章	F/S のレビュー結果.....	3
第4章	交通需要予測.....	4
4.1	交通調査の結果.....	4
4.2	需要予測の結果.....	5
第5章	予備的道路計画及び橋梁計画.....	6
5.1	予備的道路計画.....	6
5.2	予備的橋梁計画.....	9
第6章	事業実施計画.....	16
第7章	環境社会配慮.....	17
7.1	ESIA のレビュー.....	17
7.2	追加環境社会配慮調査.....	17
7.3	環境スコوپング・影響評価.....	19
7.4	EMP 及びRAP の追記・更新.....	22
7.5	住民参加.....	22
第8章	事業費積算.....	23
第9章	プロジェクト評価.....	24
第10章	結論と提言.....	25
10.1	結論.....	25
10.2	提言.....	26

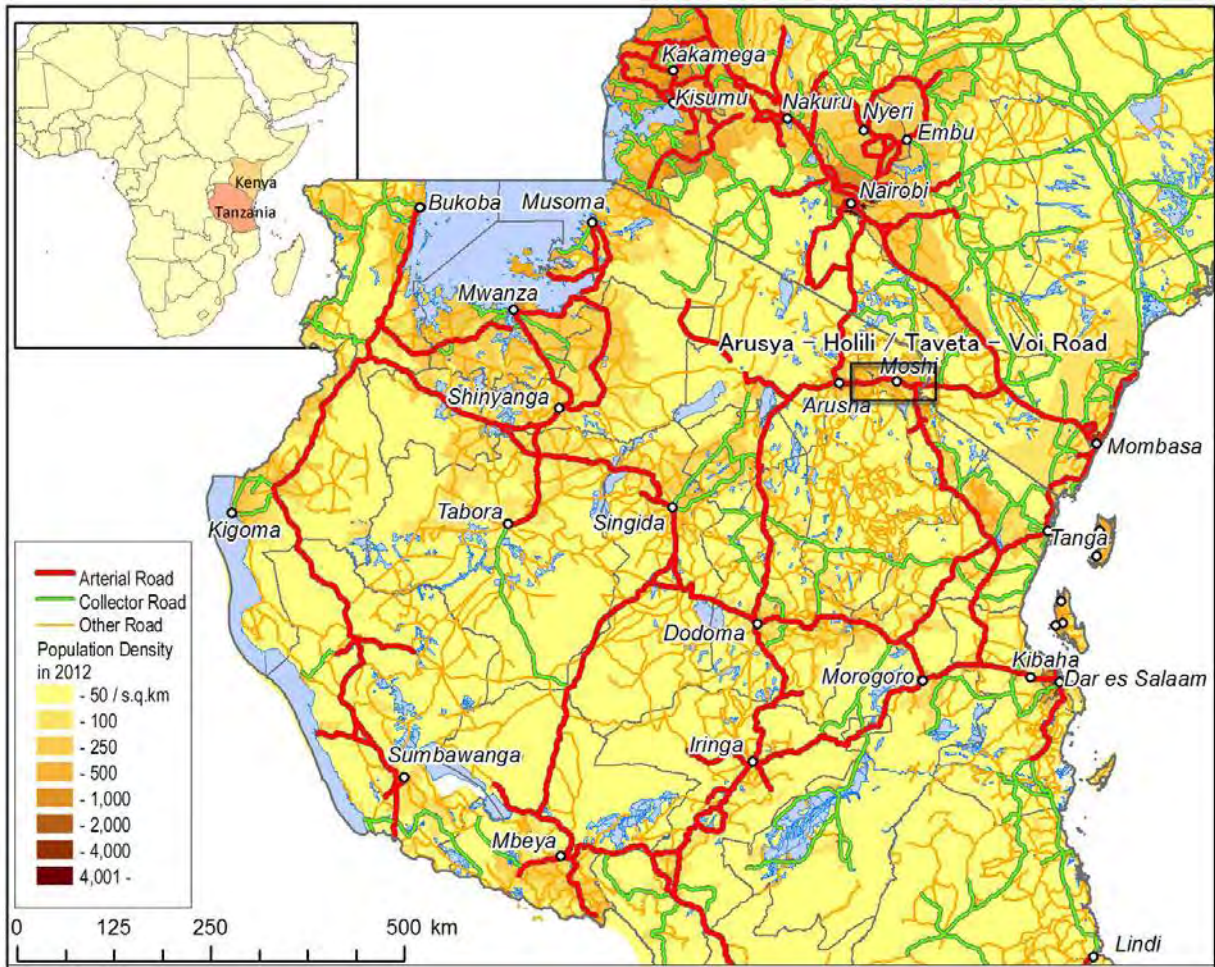
## 略語集

AADT	Annual Average Daily Traffic	IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	JICA	Japan International Cooperation Agency
AC	Asphalt Concrete	KIA	Kilimanjaro International Airport
AfDB	African Development Bank	kN	Kilo Newton
AHP	Analytical Hierarchy Process	LC	Local Currency
BH	Borehole	LGAs	Local Government Agencies
BOD	Biochemical Oxygen Demand	LOS	Level of Service
BOQ	Bill of Quantity	LRFD	Load and Resistance Factor Design
BS	British Standards	MDG	Medium Development Goals
CBR	California Bearing Ratio	MGV	Medium Goods Vehicles
CIF	Cost, Insurance and Freight	MOF	Ministry of Finance
CO	Carbon Oxide	MOWTC	Ministry of Work, Transport and Communication
COD	Chemical Oxygen Demand	MP	Master Plan
COI	Corridor of Impact	MPa	Mega Pascal
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research	MR	Resilient Modulus
D/D	Detailed Engineering Design	NA	Normal Traffic Loading
dBA	Decibel	NACP	National HIV/AIDS Control Program
DBM	Dense Bituminous Macadam	NB	Abnormal Traffic Loading
DO	Dissolved Oxygen	NEMC	National Environment Management Council
DRC	Democratic Republic of Congo	NEP	National Environment Policy
DTM	Dense Tar Macadam	NGO	Non-Governmental Organization
EAC	East African Community	NOx	Nitrogen Oxides
EF	Equivalent Factors	NPRS	National Poverty Reduction Strategy
EIA	Environmental Impact Assessment	NPV	Net Present Value
EIRR	Economic Internal Rate of Return	O&M	Operation and Maintenance
EMA	Environmental Management Act	OD	Origin and Destination
EMP	Environmental Management Program	ODA	Official Development Assistance
ESAL	Estimation of Design Traffic Loading	PAH	Project Affected Household
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment	PAPs	Project Affected Persons
F/S	Feasibility Study	PC	Prestressed Concrete
FC	Foreign Currency	PCU	Passenger Car Unit
FOB	Free On Board	PM	Particular Matter
GCA	Game Controlled Area	PO-RALG	President's Office Regional Administration and Local Government
GDP	Gross Domestic Product	PPP	Public-Private Partnership
GL	Ground Level	PSI	Present Serviceability Index
GOT	Government of Tanzania	R/A	Roundabout
GPS	Global Positioning System	RAP	Resettlement Action Plan
GRDP	Gross Regional Domestic Product	RMR	Rock Mass Rating
HCM	Highway Capacity Manual	RoW	Right of Way
HDM	Highway Development and Management Tool	RQD	Rock Quality Designation
HGV	Heavy Goods Vehicles	SADC	Southern African Development Community
HQ	Head Quarter	SCF	Standard Conversion Factor
HRA	Hot Rolled Asphalt	SD	Deformed Bars
HWL	High Water Level	SMU	Social Management Unit
IEE	Initial Environmental Evaluation	SN	Structural Number
IR	Income Restoration	SPT	Standard Penetration Test
IRI	International Roughness Index	TACAIDS	Tanzania Commission for AIDS
Formalization Program			

TANROADs      Tanzania National Roads Agency  
TAWIRI      Tanzania Wildlife Research Institute  
TDS      Total Dissolved Solids  
TLC      Traffic Load Classes  
ToR      Terms of Reference  
TPBP      Tanzania`s Property and Business  
TSS      Total Suspended Solids  
TZS      Tanzania Shilling  
UAV      Unmanned Aerial Vehicle  
UCS      Unconfined Compressive Strength  
UTM      Universal Transverse Mercator  
VAT      Value Added Tax  
VEF      Vehicle Equivalent Factors  
VHGV      Very Heavy Goods Vehicles  
VOC      Vehicle Operating Cost  
WHO      World Health Organization  
WHO-GPA      World Health Organization  
Global Program on AIDS  
WWF      World Wide Fund for Nature

## 図表リスト

表 1	GDP/GRDP に対する自動車交通需要の弾性値	5
表 2	道路区間毎の将来交通需要（両方向計、PCU/日）	5
表 3	新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較（コンクリート橋）	11
表 4	新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較（コンクリート橋）	12
表 5	新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較（鋼橋）	13
表 6	新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較（鋼橋）	14
表 7	新キカフ橋の上部工断面・構造形式の比較	15
表 8	実施スケジュール検討の前提条件	16
表 9	追加環境社会配慮調査一覧	18
表 10	Ld 及び Ln 値	18
表 11	環境スコアリング及び影響評価	19
表 12	環境管理方針	21
表 13	住民説明会開催状況	23
表 14	積算条件	24
表 15	経済分析結果	24
図 1	2015 年日平均交通量（PCU/日）	4
図 2	2025 年将来交通需要予測結果（PCU/日）	6
図 3	新キカフ橋における縦断線形比較設計	7
図 4	標準横断及び舗装設計	9
図 5	事業概要	16
図 6	Nashoni, Kikatiti 及び Sakila Chini 村落での説明会（2016 年 6 月 24 日撮影）	23



注：中下段の図は EAC (2011 年) から抜粋、本事業はウサ川～ホリリ間（中下段の図、93.9 キロ）に加えて、テンゲル～ウサ川（8.2 キロ）、キリマンジャロ国際空港アクセス道路（5.7 キロ）を含む。

### 調査対象位置図



---

# 第1章 はじめに

---

## 1.1 調査の背景

アルーシャ～ホリリ／タベタ～ヴォイ道路は、タンザニア（以下「タ国」と略す）第二の都市であるアルーシャからケニア国境のホリリ／タベタを経由し、ケニア（「ケ国」）の北部回廊上のヴォイを繋ぐ国際幹線道路であり、タ国～ケ国間の物流の円滑化のみならず、内陸国にとっては北部回廊のリダンダンシーを確保する第二の回廊として機能することが期待されている。特に、ケ国側のタベタ～ヴォイ間の未舗装道を改良することにより、モンバサ港からホリリ／タベタを経由して、タ国及び内陸国を繋ぐ輸送ルートが確保され、大幅な交通量の増加が見込まれることから、アルーシャ～ホリリ間の既設道路の強化が必要である。

「アルーシャ～ホリリ／タベタ～ヴォイ道路改良事業」は、東アフリカ共同体（EAC）により、2011年に実現可能性調査／詳細設計（「F/S、D/D」）が行われた。同調査結果をもとに、ケ国ムワタテ～ヴォイ間（23.5 km）の道路改良事業がケ国政府予算により実施中である。また、ケ国ムワタテ～タベタ間（91.1 km）、サキナ～テンゲル間（14.1 km）、アルーシャバイパス（42.4 km）の道路改良事業がアフリカ開発銀行（AfDB）の融資により実施中である。

そこで、JICAは残るテンゲル～ホリリ間（102.1 km）及びキリマンジャロ国際空港（KIA）のアクセス道路（5.7 km）の道路改良事業を円借款案件として形成するための調査を実施することとなった。同区間の道路改良事業を円借款案件として形成していくうえで、経済性・施工性・環境社会配慮等の面で円借款の審査に耐えうる内容にする必要がある。

## 1.2 調査の目的

アルーシャ～ホリリ／タベタ～ヴォイ間の既設道路のうち、円借款による支援を検討中のテンゲル～ホリリ間既設道路及びKIAアクセス道路の改良事業について、F/Sの妥当性を技術的観点から確認し、必要に応じて修正事項・代替案を提示することを目的とする。

## 1.3 調査の概要

### (1) 調査対象地域

アルーシャ州テンゲルからキリマンジャロ州ホリリ（ケニア国境）間

### (2) 目標年次

2035年

### (3) 実施機関

建設運輸通信省（MOWTC）、タンザニア道路公社（TANROADS）及び同公社アルーシャ州、キリマンジャロ州地方事務所

## 第2章 タ国の道路インフラの状況

---

### (1) 道路ネットワークの現況

タ国の道路ネットワークは全長 86,574 km (2014 年時点) に達し、道路は道路機能に応じて主要幹線道路 (Trunk Road)、幹線道路 (Regional Road)、地区道路 (District Road)、フィーダー道路 (Feeder Road)、都市内道路 (Urban Road) の 5 つに分類される。うち、主要幹線道路及び幹線道路は TANROADS が管理し、それ以外の道路は地方自治体 (LGAs) が管理している。

タ国政府は主要幹線道路の改良・維持管理を積極的に実施しており、その結果、2014 年時点で全国の主要幹線道路の 54% が舗装され、これらの舗装済み主要幹線道路の 74% の道路状況が「非常に良い」あるいは「良い」と評価されている。一方で、95% の幹線道路は未だ未舗装であり、これら未舗装の幹線道路の 28% の道路状況が「非常に良い」あるいは「良い」と評価されている。

### (2) 道路関連需要の現況 (自動車登録台数)

2010 年から 2014 年の自動車登録台数をみると、二輪車の増加が著しく 2014 年時点で 860,000 台に達している。二輪車に次いで、普通自動車の増加が顕著であり、同年に 460,000 台に達している。一方で、大型車類及びバス類も年率 10~20% の増加率で増えており、2014 年にはそれぞれ、210,000 台及び 511,000 台に達している。

### (3) 道路管理の現況

TANROADS は 2000 年 7 月に建設運輸通信省傘下の実施機関として設立され、約 700 人のスタッフ (うち約 500 人の技術スタッフと約 200 人の補助スタッフ) で 34,000 km の主要幹線及び幹線道路を管理している。

同機関は維持管理、開発、実施、計画、調達、プロジェクトマネジメントの 6 つの局で構成され、最高責任者が同機関を率いている。また、TANROADS は 21 の地方事務所を抱え、地域マネジャーが各事務所を管理している。同地域マネジャー、法務・内部監査ユニット長は最高責任者に直接報告する義務・権利を有している。

### (4) 道路財源の現況

タ国の主要幹線道路及び幹線道路の道路改良及び維持管理は道路基金、自己資金及び援助機関からの無償・有償資金が主な財源である。近年、主要幹線道路及び幹線道路の道路改良及び維持管理に援助機関からの無償・有償資金を含めて、毎年 1 兆 TZS の資金を投じている。

### (5) 道路維持管理の現況

2011/12 年度から 2013/14 年度の TANROADS の維持管理状況をみると、延長ベースでは、日常維持管理が維持管理業務の大半を占めており、次いで定期維持管理、部分改良の順に維持管理が実施されている。また、金額ベースでは、大半の維持管理資金が定期維持管理に投入され、次いで日常維持管理、部分改良に投入されている。

2011/12 年度には TANROADS は主要幹線道路及び幹線道路のほぼ 100% の維持管理を当初計画通り実施した。しかしながら、2013/14 年度はその割合が下がり、主要幹線道路及び幹線道路の維持管理は当初計画の 60% 程度に進捗が下がっている。

## (6) 道路維持管理のニーズ

道路基金理事会、TANROADS、大統領府地方自治庁は道路基金の歳入及び道路維持管理の資金需要を推計し、5年投資計画を策定した。同計画では、道路基金は今後5年間年平均13%の増加を見込んでおり、2018/19年度には1.34兆TZSに達すると予測している。一方で、TANROADS、大統領府地方自治庁は道路維持管理の資金需要を推計し、同年度に1.43兆TZSが全国の道路の維持管理に必要であると推計した。道路基金の歳入と維持管理の資金需要にはギャップがあるものの、同計画ではそのギャップが年々小さくなると予測している。

## 第3章 F/S のレビュー結果

本調査に先立ち、EAC が実施した F/S をレビューし、本事業を円借款案件として形成するために、必要な補完的調査項目を検討した。以下に、交通調査・需要予測、道路・橋梁計画、プロジェクト評価、環境社会配慮面から F/S をレビューした結果を整理する。

### (1) 交通調査・需要予測

F/S の需要予測をレビューした結果、交通調査では、キリマンジャロ州モシのラウンドアバウト交差点等、改修が提案されている交差点で交通調査が行われておらず、提案されている改修内容・規模が妥当かどうか判断できない、等の課題に補完的に交通調査を実施し、対応する必要がある。

また、需要予測では、(1) 需要予測は現況の交通需要に対して一律の増加率を適用しており、例えばタ国北部の中心都市で人口や経済の集積度が高いアルーシャ州と、国立公園を擁し人口や経済の集積度が低いキリマンジャロ州では、貨物自動車の増加率が異なるはずであり、特に中長期の需要予測結果の精度が低いと考えられる、(2) 本事業によるダルエスサラーム港からモンバサ港への転換交通は、両港までのアクセスのみで転換率を設定しており、沖待ち時間等の通常の港湾選択の要因を考慮していない、(3) 本事業の周辺の開発計画からの開発交通需要を考慮していない等の課題に需要予測を精緻化する必要がある。

### (2) 道路計画・設計

F/S の道路計画・設計をレビューした結果、(1) 設計速度の設定根拠が曖昧で、時速 100 キロから 50 キロへの設計速度が短い区間で頻繁に切り替わり、実際の走行速度と乖離しており、安全上望ましくない、(2) 縦断勾配がタ国の基準値を満たしていない区間かつ登坂車線設置が計画されていない急勾配の区間が複数存在し、重車両交通の速度低下及び追い越しによる事故の発生が懸念される、(3) キカフ橋付近の縦断線形は、橋長を 100m 程度に抑えるためにアプローチ区間の縦断勾配が 3.5%~4.5% で計画されている。過去の重大事故を教訓に、より緩やかな勾配とすることが望ましく、これらの設計上の懸案事項に対処する必要がある。

### (3) 橋梁計画・設計

F/S の橋梁計画・設計をレビューした結果、(1) 適用基準及び設計条件については、2011 年にタ国で設計基準が改定されており、改めて適用基準について関係機関に確認する必要がある、(2) 橋梁規模に応じ、一律に橋梁形式及び各構造諸元が決められており、その優位性や形式の決定根拠が曖昧である。そのため、円借款事業としての妥当性を示すべく、橋梁形式選定等技術的検証を行う必要がある、(3) 円借款審査に必要な事業工程、工事費

積算を行うための施工方法の検討、工程計画に関する資料が十分でない等の設計・施工計画上の課題に対応する必要がある。

#### (4) プロジェクト評価

F/S の事業効果をレビューした結果、(1) 定量的な評価としては、走行費用縮減や走行時間短縮による効果を計測しているものの、上述の通り、算定根拠となる将来交通量が信頼性に欠ける。また、(2) 定性的な評価としては、既存の統計から地域の主要農産物や、キリマンジャロ空港の利用客数の整理は行っているが、事業実施に伴う効果の分析には至っていない等、円借款の審査に耐えうる資料が整っていない。

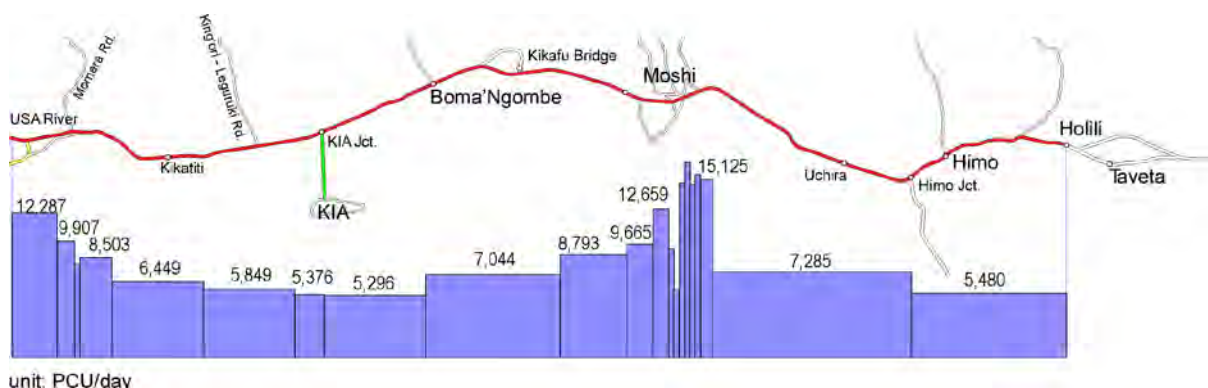
#### (5) 環境社会配慮

ESIA、RAP をレビューした結果、(1) 本事業の実施により、大幅な交通量の増加が見込まれており、「大気汚染」や「交通事故」等への負の環境影響が想定されるにも関わらず、ベースライン調査が実施されていない、かつスクリーニング段階でのこれらの影響が「B (Moderate Negative)」と評価され、十分な緩和策が検討されていない、(2) 本調査で F/S が提案した架橋位置や道路線形、幅員構成を変更した場合、新たな PAPs の発生やジェンダーへの配慮が必要な場合も想定される。

## 第4章 交通需要予測

### 4.1 交通調査の結果

道路区間および交差点の交通量を把握するため、本調査では 2015 年 10 月に交通調査を実施した。交通調査は、(i) 主要断面における道路区間の交通量観測調査、(ii) 交差点およびラウンダバウトにおける方向別交通量調査である。次図の交通量調査結果が示す通り、対象道路区間の交通量は 5,300～15,100 PCU/日であり、特にテングル～ウサ区間およびモシ市街の交通量が顕著に大きいことが分かる。



unit: PCU/day  
 出典: JICA 調査団  
 注: オートバイは含まない

図 1 2015 年日平均交通量 (PCU/日)

## 4.2 需要予測の結果

### (1) 需要予測手法

テンゲル～ホリリ間の将来交通需要は、現況および将来の自動車交通需要（自動車 OD 表）を道路ネットワークに配分して予測した。現況自動車 OD は、既往調査、TANROADS データおよび 2015 年 10 月に実施した交通調査結果に基づき推定した。将来自動車 OD は、現況 OD と交通解析ゾーンの GDP/GRDP 成長率および自動車交通需要の GDP/GRDP に対する弾性値に基づき予測した。

表 1 GDP/GRDP に対する自動車交通需要の弾性値

	乗用車類	バス類	トラック・トレーラー
自動車交通需要の GDP/GRDP に対する弾性値	1.493	1.042	0.903

出典: JICA 調査団

### (2) 需要予測結果

調査対象道路の区間ごとの 2025 年、2035 年の将来交通需要予測結果を次表に示す。調査対象道路の将来交通需要は、2015～2035 年の間、年平均 6%～7%の増加が見込まれ、特に交通需要が多い区間は、テンゲル～ウサとモシ市街であり 2025 年には 20,000 PCU/日、2035 年には 40,000 PCU/日を上回ると予測された。

表 2 道路区間毎の将来交通需要（両方向計、PCU/日）

調査区間	2015 年	2025 年 (予測)	2015 – 2025 の年 平均増加 率	2035 年 (予測)	2025 – 2035 の年 平均増加 率
Section A	12,287	24,000	6.9%	45,800	6.7%
Usa River (West of Momera Jct.)	9,907	19,200	6.8%	36,400	6.6%
Usa River (East of Momera Jct.)	8,951	17,200	6.7%	32,200	6.5%
Section B	8,503	16,400	6.8%	30,800	6.5%
Section C	6,449	12,500	6.8%	23,500	6.5%
Section D	5,849	11,400	6.9%	21,700	6.6%
KIA Junction (West of KIA)	5,376	10,400	6.8%	19,600	6.5%
KIA Junction (East of KIA)	5,296	10,400	7.0%	20,000	6.8%
Section E	7,044	13,600	6.8%	25,600	6.5%
Sasini Center (West of Jct)	8,793	16,900	6.8%	31,700	6.5%
Sasini Center (East of Jct)	9,665	18,600	6.8%	35,000	6.5%
Sekou Toure Way R/A (West)	12,659	24,400	6.8%	46,000	6.5%
Sekou Toure Way R/A (East)	9,229	18,400	7.1%	35,600	6.8%
Moshi R/A (West of R/A)	5,845	12,200	7.6%	24,200	7.1%
Moshi R/A (East of R/A)	14,860	28,200	6.6%	52,300	6.4%
Moshi Town West (West)	16,648	32,700	7.0%	62,800	6.7%
Moshi Town West (East)	14,740	28,700	6.9%	54,700	6.7%
Moshi Town East (West)	15,584	30,400	6.9%	58,200	6.7%
Moshi Town East (East)	15,125	29,400	6.9%	56,100	6.7%
Himo Jct (West)	7,285	13,400	6.3%	24,000	6.0%
Himo Jct (East)	5,480	9,800	6.0%	16,800	5.5%
Mwika Jct (West)	2,306	4,500	6.9%	8,400	6.4%
Mwika Jct (East)	1,685	3,300	7.0%	6,100	6.3%

出典: JICA 調査団

注: 上記の交通量にオートバイは含まれない

次図では、F/S および本調査における対象道路区間毎の 2025 年将来交通需要を比較する。本調査における将来交通需要の予測結果は、前回 F/S の予測結果とほぼ同じ水準であるが、本調査でモシ市街の交通調査を実施したことで、モシ市街の交通量が顕著に大きいことが分かった。

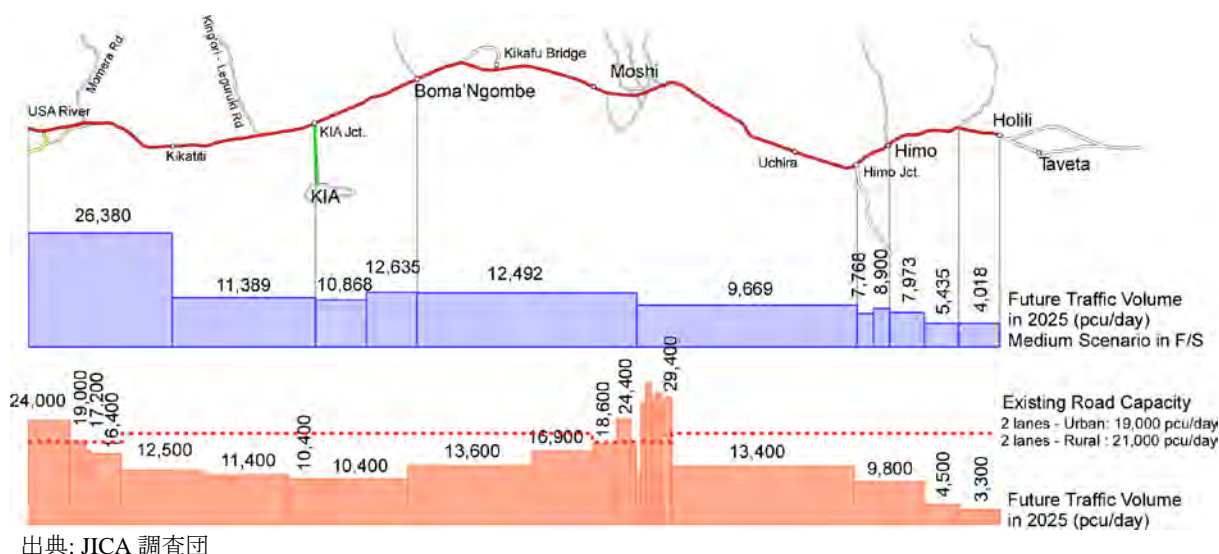


図 2 2025 年将来交通需要予測結果 (PCU/日)

## 第5章 予備的道路計画及び橋梁計画

### 5.1 予備的道路計画

#### (1) 設計基準

道路設計を検討するに辺り、タンザニア設計基準に基づき、F/S、D/D で用いられた設計パラメーターをレビューした。タンザニア設計基準の他、この地域で国際幹線道路の設計に適用される南アフリカ基準である SATCC も参考にした。

#### (2) 設計速度

タンザニア設計基準、SATCC など参照した基準は、全て国際幹線道路の設計速度として時速 120 キロを推奨している。しかしながら、本事業で設計速度を時速 120 キロにした場合、平面線形や縦断線形の変更により、多くの住民移転や用地取得が必要になり、環境への負の影響が甚大となることが予想される。よって国際幹線の機能確保が可能で環境への負の影響を軽減するために、時速 100 キロを設計速度とする。

#### (3) 道路区分

タンザニア設計基準には道路機能区分と道路設計区分の 2 種類がある。本事業の対象道路は交通状況を考慮し、道路機能区分 A~E の内 A に区分され、また道路設計区分 DC1~8 の内 DC-1 に該当し、最も規格の高い道路区分となる。

## (4) 幾何構造設計

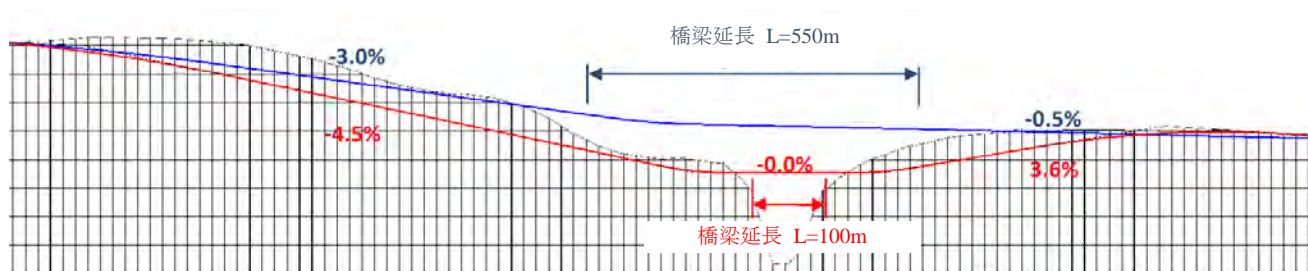
### 1) 平面線形設計

平面線形は設計基準を満足することを確認しながら、環境への負の影響を軽減するために、可能な限り現道の線形に沿って計画するものとする。F/S、D/D の設計のレビューの結果、一部 4 車線改良区間を除き F/S、D/D で設定された平面設計は、設計速度で要求されている平面線形要素を満足することが分かった。

### 2) 縦断線形設計

平面線形が現況道路の線形と一致する区間においては、縦断線形も一部設計速度で定められる視距（K 値）が確保されていない区間等を除き、可能な限り現況の線形とする。

新カフ橋周辺の縦断線形については、F/S、D/D で採用されている最大勾配 4.5%（ケース A）と設計速度時速 100 キロの基準値の 3.0%（ケース B）の比較を行った。ケース B の場合、事故発生リスクが低い一方、ケース A の場合、橋梁延長がケース B に比較して短くなり、コストを低く抑えることが可能である。調査団は多基準分析（AHP）のアンケート調査で、本事業の安全性に対する要求が高いことを確認し、交通事故発生リスクの低いケース B の採用を推奨する。



注：41.4 キロポストから 43.4 キロポストの区間を示す。

出典：JICA 調査団

図 3 新カフ橋における縦断線形比較設計

## (5) 横断設計及び舗装設計

### 1) 舗装設計年数

調査団は F/S、D/D で設定した設計年数 20 年を採用することを推奨する。

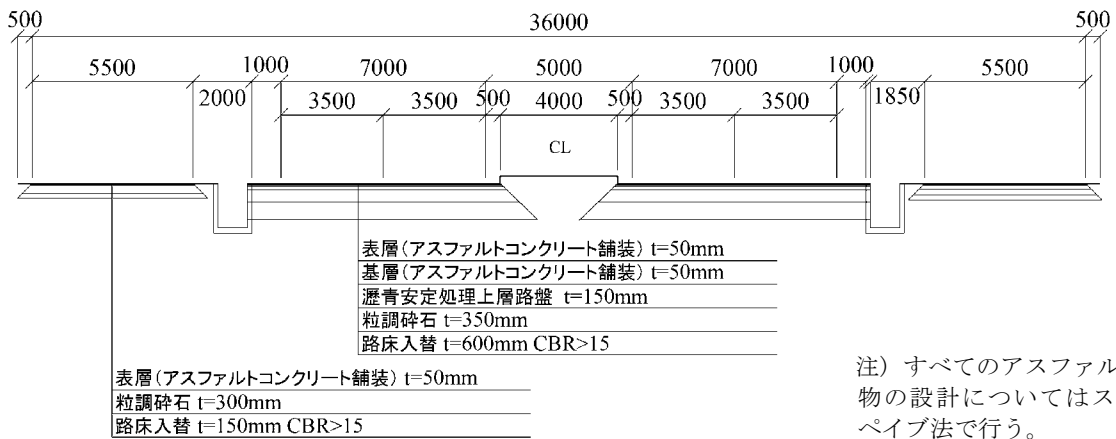
### 2) 累積交通荷重

軸重調査等収集資料及び交通需要予測の結果から 8t 換算累積交通荷重（20 年）を見直した結果、累積交通荷重はホリリ～ヒモ区間は  $5.0 \times 10^6$ 、ヒモ～モシ区間  $79.4 \times 10^6$ 、モシ～ウサ区間  $77.7 \sim 81.8 \times 10^6$ 、ウサ～テンゲル区間は  $98.7 \times 10^6$  となった。

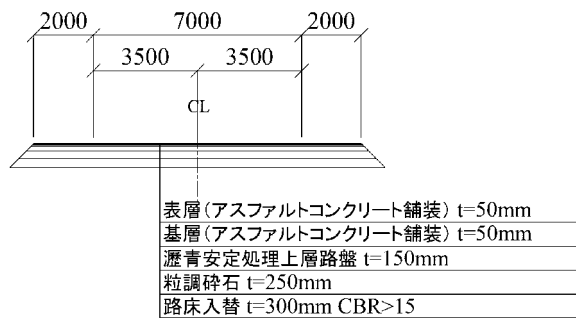
### (6) 舗装設計の見直し

近年、改良路盤を使用した道路事業の品質にかかる問題が指摘されている。JICA が実施しているアフリカ各国における舗装設計・施工にかかる調査結果を参考に、本調査では改良路盤の採用を避けることを推奨する。また、舗装材料設計法については、EAC が進めている国際幹線設計の統一化を目的とするガイドラインが推奨する、ヘベム・マーシャル法に代わるスーパーペイブ法の採用を提案する。

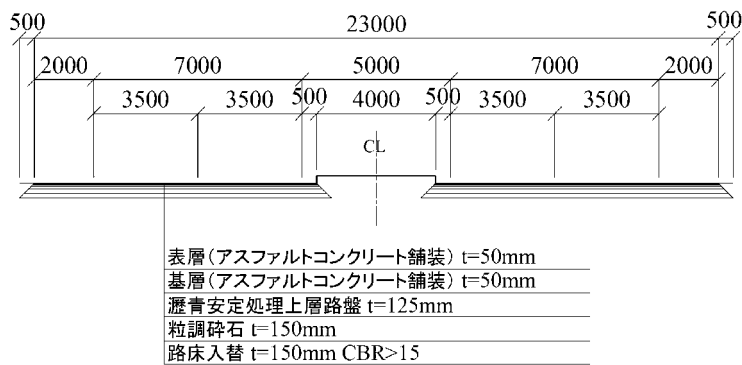
上記を考慮した道路横断、舗装設計は以下の通りとなる。



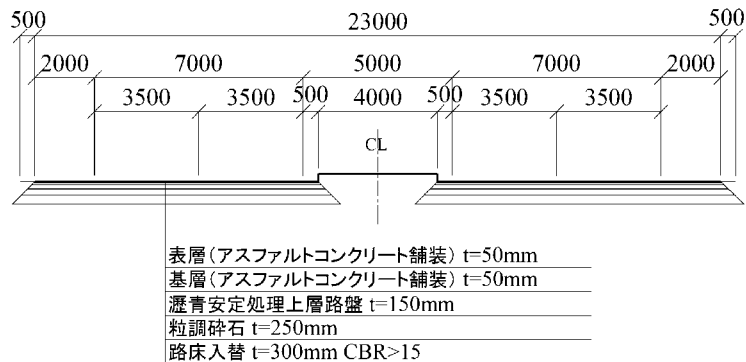
テンゲル～ウサ 4 車線区間



ウサ～モシ 2 車線区間

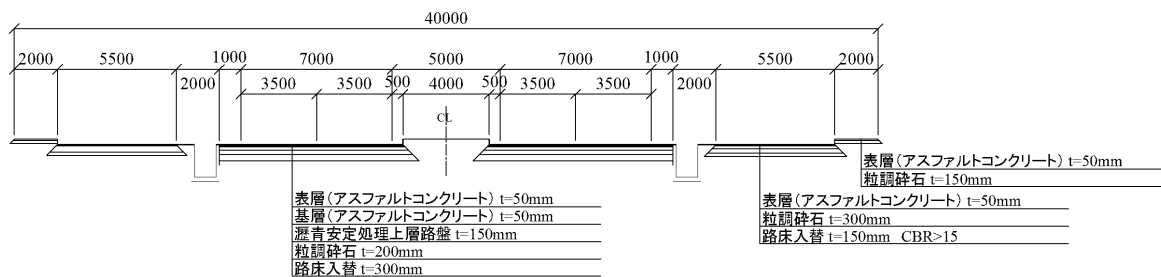


キカフ 4 車線区間

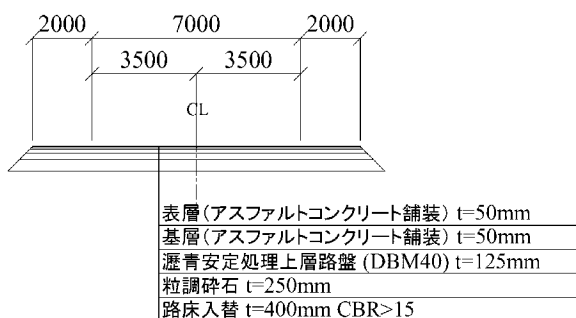


モシ市街 4 車線区間 (側道、歩道なし)

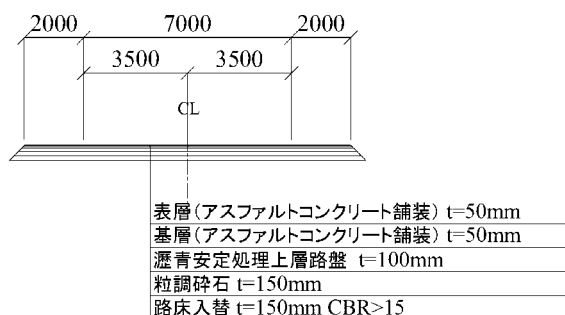




モシ市街 4 車線区間 (側道、歩道あり)



モシ～ヒモ 2 車線区間



ヒモ～ホリリ 2 車線区間

出典: JICA 調査団

図 4 標準横断及び舗装設計

## 5.2 予備的橋梁計画

### (1) 新キカフ橋の最適橋梁形式の比較検討

新キカフ橋の橋梁形式を検討するにあたり、現地調査、従前の F/S、D/D をレビューの上、以下の設計条件を設定した。

- 橋長：550m
- 適切な高さの両端部の橋台を配置(H<8m)
- 橋梁斜角：54 度
- 斜角 60 度以内の河道の阻害要因を考慮した橋脚位置
- 最小スパン長 130m

上記に示す設計・計画条件を考慮したうえで、適用可能な上部工形式を日本の実績を参考に検討を行なった。鋼構造、コンクリート構造ともに計画スパン長に基づき、適用可能な上部工形式の検討を行なった。その結果、以下の橋梁形式が適切な形式として選定された。

[コンクリート橋]

- 代替案-1 PC 連続箱桁橋
- 代替案-2 PC 連続ラーメン箱桁橋
- 代替案-3 エクストラドーズド橋
- 代替案-4 PC 斜張橋

[鋼橋]

- 代替案-5 鋼連続箱桁橋（鋼床版）
- 代替案-6 鋼連続トラス橋
- 代替案-7 鋼アーチ橋

多基準分析（AHP）手法を用いて上記 7 橋梁形式の詳細比較検討を行った結果、下記 2 つの橋梁形式が高いスコアを示したことから、キカフ橋の優先橋梁形式として採用を提言する。

[コンクリート橋]

- 代替案-3 エクストラドーズド橋

[鋼橋]

- 代替案-7 鋼アーチ橋

ファクトファインディングミッション派遣期間の 2015 年 12 月 11 日に TANROADS および JICA、調査団の三者会議が開催され、上記 2 橋梁の優先橋梁形式にかかる協議を行い、PC エクストラドーズド橋が維持管理性、工事における施工性、景観の観点でキカフ橋の最適橋梁形式であることを三者間で合意した。

表3 新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較 (コンクリート橋)

側面図		断面図	評価基準	評価	スコア <sup>*2,3</sup>			
代替-1	PC5 径間連続箱桁橋+ PC 連続箱桁橋	<p>23200</p> <p>1500 1000 7000 2000 7000 1000 1500</p> <p>600 500 3500 3500 1500 3500 3500 500 600</p> <p>250 250</p> <p>5600</p> <p>工事期間: 3.0 年</p>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部 17.3 (12.1)	EAC 諸国でも実績があるコンクリート構造であり、一番廉価である。ただし、下部工の施工条件(急斜面、岩掘削)によってはコストアップが懸念される。	A		
<p>550000</p> <p>4 @ 50000 = 200000 75000 100000 75000 2 @ 50000 = 100000</p> <p>この形式は PC 箱桁を連結した主桁からなり、伸縮目地も少なく、構造的に耐久性が非常に高い。主桁は河川斜面に建設した橋脚からの張り出し施工となるが、斜面での橋脚施工に硬岩掘削等、困難を極める (岩強度 50-100MN/m<sup>2</sup>) (40-45 度斜面)。</p>			下部 8.7 (6.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 最大支間 60m~110m の範囲で経済的となる橋梁形式で、移動支保工 (ワーゲン) による片持ち張出し工法は谷部状の架設において安全性が高い工法といえる。PC 橋であり、耐久性は高い。</li> <li>- 張出架設 (谷部)、固定支保工 (平坦部) が想定される。</li> <li>- 谷部に橋脚を設置することとなり、急斜面での施工性、資機材の移動等危険を伴う施工、岩の風化による基盤岩の床付け位置が不明瞭等リスクが高い。</li> </ul>		B		
			仮設 7.8 (5.5)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 張出架設 (谷部)、固定支保工 (平坦部) が想定される。</li> <li>- 谷部に橋脚を設置することとなり、急斜面での施工性、資機材の移動等危険を伴う施工、岩の風化による基盤岩の床付け位置が不明瞭等リスクが高い。</li> </ul>	C		
			合計 33.8 (23.6)			維持管理性	PC 構造であるため基本的にメンテナンスフリーである。	A
			景観性			一般的な桁橋であり、シンボリック性はない。(桁高変化はあるが、等断面と大きな差はない)	B	
代替-2	PC3 径間連続ラーメン箱桁橋+PC 連続箱桁橋	<p>23200</p> <p>1500 1000 7000 2000 7000 1000 1500</p> <p>600 500 3500 3500 1500 3500 3500 500 600</p> <p>250 250</p> <p>7300</p> <p>2.9 年</p>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部 19.3 (13.5)	代替-1 同様、コストが一番廉価となる EAC 諸国でも実績があるコンクリート構造である。	A		
<p>560000</p> <p>4 @ 50000 = 200000 90000 130000 90000 50000</p> <p>この形式は PC 箱桁を橋脚と剛結、下部工と一体化させてラーメン構造であり、支承の省略等、構造耐久性、維持管理性が非常に高い。ただし、橋脚の高さが低く、剛結構造へのメリットが出にくい。</p>			下部 7.7 (5.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 最大支間 80m~130m の範囲で経済的となる橋梁形式で、移動支保工 (ワーゲン) による片持ち張出し工法は谷部状の架設において安全性が高い工法といえる。PC 橋であり、耐久性は高い。</li> <li>- 構造上橋脚高が低く、直接基礎となることから、ラーメン構造の成立性に難がある。</li> <li>- 張出架設 (谷部)、固定支保工 (平坦部) が想定される。</li> <li>- 代替-1 と類似した施工の流れで、河川区間は橋脚柱頭部からの張り出し架設、アプリーチ区間は支保工架設である。</li> <li>- ラーメン構造が成り立たなくなった場合、このスパン割では構造が成り立たない可能性がある。</li> </ul>		C		
			仮設 8.1 (5.7)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 張出架設 (谷部)、固定支保工 (平坦部) が想定される。</li> <li>- 代替-1 と類似した施工の流れで、河川区間は橋脚柱頭部からの張り出し架設、アプリーチ区間は支保工架設である。</li> <li>- ラーメン構造が成り立たなくなった場合、このスパン割では構造が成り立たない可能性がある。</li> </ul>	C		
			合計 35.2 (24.6)			維持管理性	PC 構造であるため基本的にメンテナンスフリーである。 ラーメン構造のため、支承を省略できるため、メンテナンス費用を低減できる。	A
			景観性			橋脚が低く、特質した景観性はない。	C	

注釈1: 建設費の (カッコ) 書き内の数字は 2 車線費用。注釈2:スコア A (良い)、B (普通)、C (悪い)。注釈3: スコアは各評価項目の AHP の質問調査結果を反映した重みづけの掛け合わせで算出 (A=1.0, B=0.5, C=0.0)。スコアの低い方が橋梁形式の評価が高い。

出典: JICA 調査団

表4 新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較 (コンクリート橋)

側面図		断面図	評価基準		評価	スコア <sup>*2,3</sup>		
代替-3	PC3 径間 PC エキストラード・ズト橋+ PC 連続箱桁橋	<p style="text-align: center;">3.1 年</p>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	26.9 (18.8)	長大スパンに適用できる橋梁形式で、許容できるコストである。工期が長くなることが懸念される。	B	A (0.85)
				下部	10.8 (7.5)			
				仮設	11.3 (7.9)			
				合計	49.0 (34.2)			
この形式はより大きな径間長を確保することが可能な橋梁で、橋脚数を削減できるうえ、伸縮目地も少なく、維持管理性も高い。また、現地景観と調和がとれる景観性の非常に高い橋梁形式である。			構造的性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 最大支間 150m 前後の範囲で経済的である。</li> <li>- PC 箱桁の PC ケーブルと主塔の斜材ケーブルを有効活用することで PC 箱桁よりも長支間に対応した形式である。</li> <li>- PC 橋であり、耐久性は高い。</li> </ul>		A		
		施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 代替-1,2 と同様だが、主塔建設後の張出架設（谷部）、固定支保工（平坦部）を想定</li> </ul>		A			
		維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PC 構造であるため基本的にメンテナンスフリーである。ただし、PC 箱桁に比べ斜材ケーブルの維持管理が別途必要になる。</li> </ul>		A			
		景観性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ツインの主塔との調和でシンボリックな景観を有する。</li> </ul>		A			
代替-4	PC2 径間斜張橋+ PC 連続箱桁橋	<p style="text-align: center;">3.5 年</p>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.6 (19.3)	適用スパン長 160m のキカフ川溪谷では、割高な 1 面斜張橋となる。	B	B (0.57)
				下部	11.0 (7.7)			
				仮設	11.6 (8.1)			
				合計	50.2 (35.1)			
主塔から延びた斜材を主桁に定着、吊構造とした斜張橋である。非対称の斜材面は優美な景観をもたらす、現地景観と調和する。			構造的性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 経済スパンは 代替-3 よりも長く、200m 以上となる。</li> <li>- 効率的に桁高さを下げることができるが、風荷重に対しクリティカルである。</li> </ul>		B		
		施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 代替 1~3 と比較し、主塔高も高く、複雑な主桁架設管理が必要となる。</li> <li>- 高い主塔建設の潜在的なリストと張り出しに要する直接基礎の大型化が懸念される。</li> <li>- 他の PC 橋と異なる高い主塔建設による工期長期化が懸念される。</li> </ul>		B			
		維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 主ケーブル、斜材のメンテナンスには高い技術を要する。</li> <li>- 強風時の交通閉鎖等が必要。</li> </ul>		B			
		景観性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 高い主塔と斜材の調和による優れた景観が期待されるが、背景のキリマンジャロ山が隠れる可能性がある。</li> </ul>		A			

注釈 1: 建設費の (カッコ) 書き内の数字は 2 車線費用。注釈 2: スコア A (良い)、B (普通)、C (悪い)。注釈 3: スコアは各評価項目の AHP の質問調査結果を反映した重みづけの掛け合わせで算出 (A=1.0, B=0.5, C=0.0)。スコアの低い方が橋梁形式の評価が高い。

出典: JICA 調査団

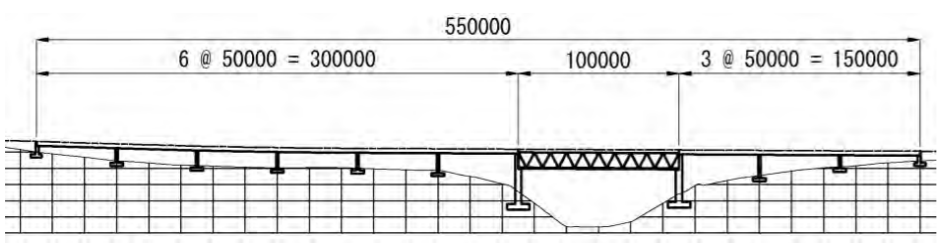
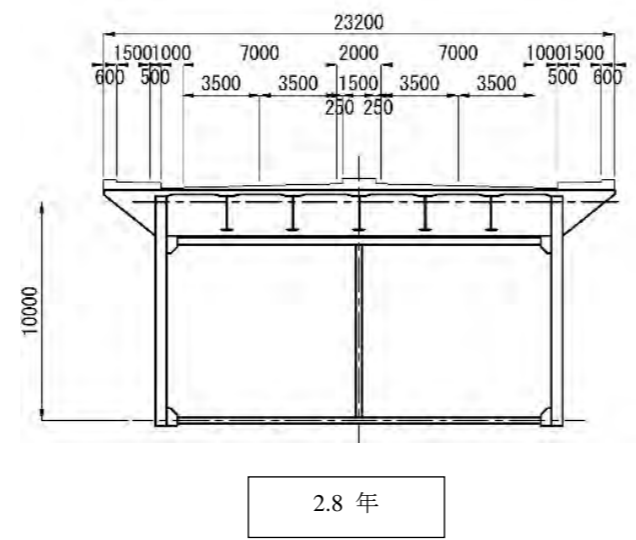
表5 新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較（鋼橋）

側面図		断面図		評価基準		評価		スコア <sup>*2,3</sup>									
代替-5	鋼3径間連続箱桁橋（鋼床版）+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>31.0 (21.7)</td> <td rowspan="4">全体工程を短くできるが、比較的割高になる。</td> <td rowspan="5">C</td> <td rowspan="5">C (0.28)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>12.4 (8.7)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>13.0 (9.1)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>56.5 (39.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	31.0 (21.7)	全体工程を短くできるが、比較的割高になる。	C	C (0.28)	下部	12.4 (8.7)	仮設	13.0 (9.1)	合計	56.5 (39.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- コンクリート橋より自重を20%程度軽減でき、下部・基礎形状の縮小化が可能。</li> <li>- 鋼床版の採用により型枠、支保工、コンクリート打設の工程が省略できる。</li> </ul>	<p>2.8年</p>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部				31.0 (21.7)	全体工程を短くできるが、比較的割高になる。				C	C (0.28)						
	下部				12.4 (8.7)												
	仮設				13.0 (9.1)												
	合計			56.5 (39.5)													
鋼構造とすることにより、工場製作が可能となり、工期短縮を可能とする。また、耐候性鋼材を使用することにより、メンテナンスコストの低減に寄与するが、主桁の色調が課題となる。		<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="4">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">A</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	A	A (0.75)	下部			10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 補剛桁とアーチ部材の双方で曲げモーメントを分担する補剛アーチ橋であり、鉛直吊材を使用するローゼ形式、斜引張材を使用するニールセン形式に分類される。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				A	A (0.75)							
	下部			10.8 (7.6)													
	仮設			11.4 (8.0)													
	合計	49.3 (34.5)															
PC橋の代替-1より工期が短く、アーチ構造により景観性に優れる。ただし、耐候性鋼材を使用することにより、維持管理コストは低減できるが、鋼材の色調（錆色）のため、景観性が劣る。		<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="3">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">B</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	B	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 主径間(谷部)は送り出し工法が有力。比較的平坦な部分はTCベント工法の適用性が高い。</li> <li>- 主径間部の送り出し工法では斜面部に仮設柱（ベント）の設置が必要となる。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				B	A (0.75)							
	下部			10.8 (7.6)													
	仮設	11.4 (8.0)															
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">A</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	A	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 補剛桁とアーチ部材の双方で曲げモーメントを分担する補剛アーチ橋であり、鉛直吊材を使用するローゼ形式、斜引張材を使用するニールセン形式に分類される。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				A	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">B</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	B	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 主径間(谷部)はCE直吊り工法が現地キカフ溪谷上の架橋では有力。</li> <li>- 比較的平坦な部分はTCベント工法の適用性が高い。ケーブル架設には熟練工が必要となる。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				B	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">C</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	C	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 耐候性鋼材及びPC床板の採用により耐久性の向上が図れる。</li> <li>- 鋼床版上の舗装、メンテナンスには高度な技術力が求められる。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				C	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">C</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	C	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 耐候性鋼材及びPC床板の採用により耐久性の向上が図れる。</li> <li>- 鋼床版上の舗装、メンテナンスには高度な技術力が求められる。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				C	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">C</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	C	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 一般的な桁橋であり、シンボリック性はない</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				C	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">C</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	C	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 耐候性鋼材の採用により耐久性の向上が図れる。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				C	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																
鋼単純アーチ橋+ 鋼版桁橋		<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">費用(百万ドル) <sup>*1</sup></td> <td>上部</td> <td>27.1 (18.9)</td> <td rowspan="2">長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。</td> <td rowspan="5">C</td> <td rowspan="5">A (0.75)</td> </tr> <tr> <td>下部</td> <td>10.8 (7.6)</td> </tr> <tr> <td>仮設</td> <td>11.4 (8.0)</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>49.3 (34.5)</td> </tr> </table>	費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部	27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。	C	A (0.75)			下部	10.8 (7.6)	仮設	11.4 (8.0)	合計	49.3 (34.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- アーチ形式により、シンボリックな景観を有する。錆色の色調により景観性が劣る。</li> </ul>
費用(百万ドル) <sup>*1</sup>	上部			27.1 (18.9)	長大スパンへの適用と考えれば、受容できるコストであり、また、景観性も優れる。				C	A (0.75)							
	下部	10.8 (7.6)															
仮設	11.4 (8.0)																
合計	49.3 (34.5)																

注釈1: 建設費の(カッコ)書き内の数字は2車線費用。注釈2:スコアA(良い)、B(普通)、C(悪い)。注釈3: スコアは各評価項目のAHPの質問調査結果を反映した重みづけの掛け合わせで算出(A=1.0, B=0.5, C=0.0)。スコアの高い方が橋梁形式の評価が高い。

出典: JICA 調査団

表 6 新キカフ橋の適用可能な橋梁形式の比較 (鋼橋)

側面図		断面図	評価基準		評価	スコア <sup>*2,3</sup>
代替-7	鋼ワーレントラス橋+ 鋼版桁橋		費用(百万ドル) <sup>*1</sup>			
 <p>他の鋼橋と同様、全体工期を短くすることができる形式である。適用スパン長に限界があり、40~45 度程度の斜面における岩掘削による橋脚の設置(岩強度 50-100MN/m<sup>2</sup>) が必要となる。</p>			上部	22.9 (16.0)	急斜面での岩掘削による下部工・基礎の施工になるため、コスト増が懸念される。	B
			下部	9.2 (6.4)		
			仮設	9.6 (6.7)		
			合計	41.7 (29.2)		
			構造的性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 二等辺三角形を骨組としたトラス橋であり、単一部材の大きさ、重量ともに小さい。</li> <li>- ラティスフレームを使ったトラスの合理化により、重量の軽減が図れる。</li> </ul>		
		施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 主径間(谷部)はCE直吊り工法が有力。比較的平坦な部分はTCベント工法の適用性が高い。</li> <li>- 谷部に橋脚を設置することとなり、急斜面での施工性、資機材の移動等危険を伴う施工、岩の風化による基盤岩の床付け位置が不明瞭等、リスクが高い。</li> </ul>		C	
		維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 耐候性鋼材及びPC床板の採用により耐久性の向上が図れる。</li> </ul>		A	
		景観性	主構高が高く、橋脚高が低くなるため、景観性に劣る。		C	

注釈1: 建設費の(カッコ)書き内の数字は2車線費用。注釈2:スコアA(良い)、B(普通)、C(悪い)。注釈3: スコアは各評価項目のAHPの質問調査結果を反映した重みづけの掛け合わせで算出(A=1.0, B=0.5, C=0.0)。スコアの高い方が橋梁形式の評価が高い。

出典: JICA 調査団

## (2) 新キカフ橋の上部工断面・構造形式の代替案

我が国および欧米において、複合構造の PC 桁が開発されている。代表的なものとして、箱桁のウェブに波型鋼板を採用したものや、鋼管パイプを用いたトラス構造などを採用した複合構造の箱桁橋が、新キカフ橋の上部工形式に適用可能である。一方、これらの複合構造は上部構造の自重軽減による耐震強度の確保と下部・基礎構造のコスト削減をメリットとしているが、キカフ橋周辺地域は既存構造物を破壊するレベルの地震動は観測されておらず、耐震性能はレベル1が要求される。したがって、複合構造による耐震強度の確保の必要性は低いと判断され、維持管理性等を加味した比較検討の結果、新キカフ橋では通常の PC 構造の方が優位になる。

4 車線化の断面については、一体型の 4 車線断面（代替-A）が、経済性（初期コスト）では優位となる。一方で、段階施工による早期完工・開通、交通安全性を考慮すれば、分離 2×2 車断面（代替-B）も検討の余地がある。

表 7 新キカフ橋の上部工断面・構造形式の比較

代替案	ウェブ構造	断面 X 車線	費用 (百万ドル)	経済性	構造的性	施工性	維持管理性	交通安全性	景観性	評価
代替-1A	PC 構造	1x4	49.0	A+ (0.20)	A (0.11)	B (0.08)	A+ (0.14)	B (0.19)	A (0.08)	A- (0.80)
代替-1B		2x2	58.9	B- (0.10)	A+ (0.12)	A (0.12)	A (0.12)	A (0.29)	B (0.05)	A- (0.80)
代替-2A	波型鋼板	1x4	51.0	A (0.18)	B+ (0.08)	B+ (0.09)	C+ (0.05)	B (0.19)	A (0.08)	B (0.68)
代替-2B		2x2	60.9	B- (0.10)	A (0.11)	A+ (0.13)	C (0.04)	A (0.29)	B (0.05)	B+ (0.72)
代替-3A	複合トラス	1x4	53.0	A- (0.16)	B+ (0.08)	B+ (0.09)	C+ (0.05)	B (0.19)	A (0.08)	B (0.66)
代替-3B		2x2	63.3	C+ (0.08)	A (0.11)	A+ (0.13)	C (0.04)	A (0.29)	B (0.05)	B+ (0.70)

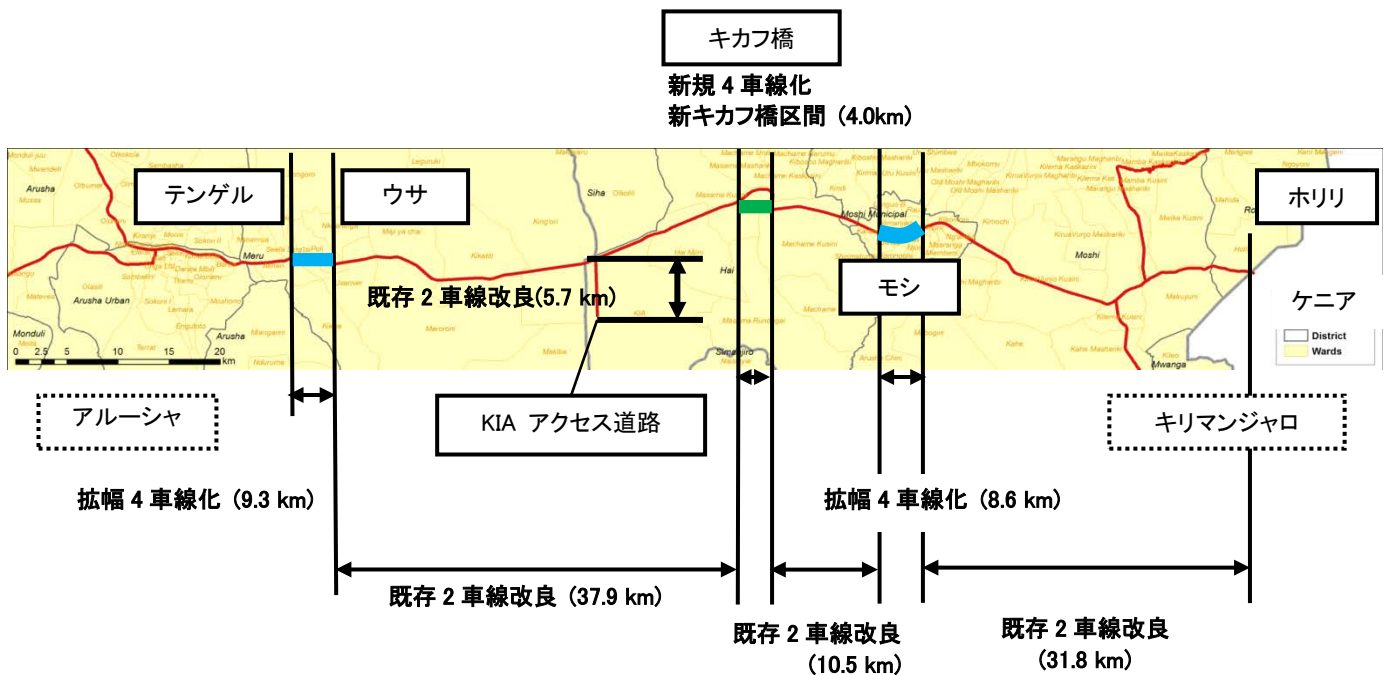
出典：JICA 調査団

プレ審査ミッション（のちに審査ミッションに変更）派遣期間の 2016 年 5 月 23 日の TANROADS、JICA、調査団による三者協議において、通常の PC 構造の 4 車一体型断面（代替-1A）の箱桁橋が、比較検討の結果、初期コスト、維持管理性ともに優位であると判断され、同代替案を採用することを三者間で合意した。

## 第6章 事業実施計画

### (1) 事業パッケージ

本事業のスコープは、合計 107.9 km (21.9 km の 4 車線化含む) の道路拡幅・改良と延長 560m の新キカフ橋の建設であり、事業規模が非常に大きい。既設道路の改良において、特に都市部の 4 車線化区間では、現況交通を切り廻す必要があり、交通安全の確保や負の環境影響の軽減が必要となる。また、新キカフ橋の橋梁形式として PC エクストラドーズド橋が採用されており、その施工には複雑かつ高い技術を要する。以上の通り、プロジェクト規模、管理の容易さを考慮して、事業パッケージを検討した。



出典： JICA 調査団

図 5 事業概要

### (2) 実施スケジュール

本事業の実施スケジュールは、以下の前提条件に基づき検討を行った。借款契約 (L/A) 時期を 2016 年 10 月と想定した場合、本事業の完了及び供用開始は 2021 年中旬から 2021 年末となる予定である。

表 8 実施スケジュール検討の前提条件

実施項目	前提条件
借款契約(L/A)	2016 年 10 月
コンサルタント選定	9 ヶ月
詳細設計	9 ヶ月～12 ヶ月
施工業者選定	12 ヶ月
建設工期	33 ヶ月～36 ヶ月
用地取得	工事開始前までに完了

出典: JICA 調査団



---

## 第7章 環境社会配慮

---

### 7.1 ESIA のレビュー

#### (1) ESIA 及び RAP の状況

AfDB の環境ガイドライン及びタ国環境監査法で、本事業はフルスケールの EIA 調査の実施が要求される。EAC の支援のもとフルスケールの ESIA 調査が行われ、同報告書は NEMC の審査を受けて、2014 年 9 月 30 日に環境許認可が交付されている。

なお、同環境監査法の第 7 編 35 条によれば、環境許認可が交付された後に設計変更が発生した場合、事業実施機関は Form 5 を NEMC に提出し、設計変更内容に関する追加審査を受ける必要がある。

本事業の Form 5 は既に作成され、2016 年 5 月 16 日に TANROADS から NEMC に提出され、現在、審査が行われている。本事業は、TANROADS により既に指定されている道路占有区域 (RoW=45m) で計画されており、大きな設計変更は発生しない。ただし新キカフ橋の橋長が F/S、D/D の 100 m から 560 m に変更されている。

#### (2) ESIA 及び RAP のレビュー

F/S、D/D 時に作成された ESIA、EMP 及び RAP を JICA 環境社会配慮ガイドラインをもとにレビューした。同 ESIA、EMP 並びに RAP の内容と JICA ガイドラインとの間に大きな差異がないことを確認した。但し、以下のベースラインデータが十分でないことを確認した。

- a) 交通事故
- b) 沿道大気質
- c) 沿道騒音・振動
- d) 水質
- e) 各関連村落・コミュニティに関する 2 次データ (例えば人口や家畜数、農業生産動向等)。

沿道振動については、タ国で現在環境基準が存在せず、従って測定機器・ノウハウも蓄積されていない。従って、沿道大気質や騒音、水質などの測定調査を実施し、それらの情報をベースラインデータとするとともに建設期間中や供用後のモニタリング指標に活用する。

### 7.2 追加環境社会配慮調査

上述したスコーピングの結果、並びに ESIA、EMP 及び RAP をレビューした結果、また現地調査結果をもとに、追加環境社会配慮調査を計画・実施した。同追加調査に際して、タ国環境関連法や JICA ガイドラインをもとに TOR を作成した。

表 9 追加環境社会配慮調査一覧

主な追加・検討項目	
1	沿道大気質・騒音測定
2	水質分析
3	動植物調査
4	既往 RAP 調査のレビュー・内容更新
5	新たに同定された PAPs に関する社会経済調査
6	エンタイトルメント・マトリクス作成
7	住民協議
8	設計変更に伴う Form 5 準備・作成に関する TANROADS 支援

出典: JICA 調査団

### (1) 沿道大気質測定

沿道 5 地点において 24 時間連続測定を実施した。同測定結果より地域交通のモード(朝、昼、夕の交通ピーク)に対応した変動特性が確認され、また現況の沿道大気質測定値が関連 WHO ガイドライン値や夕国環境基準以下であり、比較的良好であることが確認された。

#### a) 沿道騒音測定

沿道 5 地点において 24 時間連続測定を実施した。同測定結果より地域交通のモード(朝、昼、夕の交通ピーク)に対応した変動特性が確認され、また場所により 70 dBA 以上、ピーク時以外でも 40-50 dBA 以上の騒音レベルが確認された。夕国の騒音環境基準によると、住宅区域並びに住宅混在区域での許容値はそれぞれ 50 及び 55 dBA (昼間)、35 及び 45 dBA (夜間)である。下表は、実測結果をもとに算出した Ld (昼間平均 Leq)及び Ln (夜間平均 Leq)値を整理したものである。

表 10 Ld 及び Ln 値

測定地点	Ld (6:00 am - 10:00 pm)	Ln (10:00 pm - 6:00 am)
Tengeru	67.7	51.5
B-Ng'ombe	68.8	55.2
Moshi	75.4	51.8
Himo	75.5	49.6
Holili	62.4	44.8

出典: JICA 調査団

これより、現況沿道騒音状況は良好とは言えず、工事、供用期間中における地域交通量増大により、沿道騒音状況が更に悪化することが考えられる。よって、現地に即した環境緩和策(例えば沿道植樹帯の設置)を準備・実施することを提言する。

### (2) 水質測定

計画路線を横切るキカフ、ウォナ川(6 地点)並びに沿道井戸水(2 地点)の水質分析を行った。同測定結果より、いずれの地点においても、関連の夕国水質環境基準以下であることが確認され、現況の水質状況は良好と考えられる。

### (3) 動植物調査

現況において特筆する野生動物の移動経路は計画路線周辺に存在しないことが確認された。

### (4) 既往 RAP 調査のレビュー

計画路線沿い(テンゲル~ホリリ区間)の道路占用区域 45m内に 8 件の PAPs の存在が確認された。但し本事業では直接影響範囲(Corridor of Impact: COI)が適用されるため、

これらのPAPsに対する用地取得や非自発的住民移転は発生しないことが確認された。また、新バイパス区間(キカフ及びヒモ・ホリリ区間)建設に用地取得(合計約 54ha、157PAHs)が必要になることが確認された<sup>1</sup>。

### 7.3 環境スコーピング・影響評価

下表に本事業に関する環境スコーピング及び影響評価の結果を取りまとめる。

表 11 環境スコーピング及び影響評価

評価項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由	
	前建設中 建設中	後 供用後	前建設中 建設中	後 供用後		
社会環境						
1	非自発的住民移転	B/D	D	B/D	D	既に道路改良に伴う用地取得プロセスを TANROADS は全区間に亘り始めており (RoW = 45 m)、サキナ・テンゲル間では用地取得が完了している。テンゲル・ホリリ間では数軒の PAPs の存在が確認されたが、COI 適用により、実質的な追加用地取得、移転は発生しない。新バイパス区間では、新たな用地取得の発生が予想される (キカフ及びヒモ・ホリリ区間、RoW = 60 m、補償関連調査は TANROADS により終了しているが、用地取得交渉はまだ始まっていない)。
2	雇用や生計手段等の地域経済	B/B	D	B/B	D	前述したように追加用地取得の発生が予想される。代替地を提供する場合、物理的な移転に関する補償及び効果的な生計回復手段を講ずる必要がある。工事期間中の一時的な交通混雑・渋滞による地域経済への影響が懸念される。
3	土地利用と地域資源の活用	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め土地利用と地域資源の活用に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
4	社会関係資本・地域の意思決定機関などの社会組織	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め社会組織に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
5	既存インフラや社会サービス	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め既存インフラや社会サービスに負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
6	貧困層、先住民、少数民族	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め貧困層、少数民族に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
7	利益と便益の偏在	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め利益と便益の偏在を引き起こすことは想定されない。
8	遺跡・文化財	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め文化財に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
9	地域内の利害対立	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め地域内の利害対立に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
10	水利用、水利権、入会権	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め水利用、水利権に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
11	公衆衛生	D/B	C	D/B	B	工事期間中ならびに供用後は切土・盛土による面的な地表改変、変形の発生が予想され、それに伴う一時的な水溜りの出現によるマラリアやデング熱等の発生リスク

<sup>1</sup> 同バイパス区間の RAP 関連調査 (補償費調査) は TANROADS により 2012 年に実施されており、現在、タ国財務省により内容精査が行われている。同調査結果をもとにバイパス区間の PAPs を確認した結果、総計 157 件の PAHs (新キカフ橋にて 119、ヒモ～ホリリ間にて 38 世帯) の存在が確認された。

評価項目	スコーピング時の影響評価			調査結果に基づく影響評価			評価理由
	建設前	建設中	供用後	建設前	建設中	供用後	
							が高まる。
12	災害、リスク、HIV/AIDS等の感染症	D/B	C	D/B	B		マラリア・デング熱等の感染症発生リスクが高まる。
自然環境							
13	地形・地質	D/B	B	D/B	B		切土・盛土等の大規模土工による局所的な地形改変が発生する。
14	地下水	D/B	D	D/B	D		大規模土工による局所的な地形改変に伴う周辺地下水流れへの影響リスクが高まる。
15	侵食	D/B	B	D/B	B		雨季の大規模土工時における法面等の侵食リスクが高まる。
16	水文	D/B	B	D/B	B		大規模土工による局所的な地形改変に伴う局地的な水文特性（水収支）の変動リスクが高まる。
17	沿岸生態系	D/D	D	D/D	D		建設前・中、供用後を含め沿岸生態系に負の影響を及ぼす工事等は想定されない。
18	動植物相	D/B	D	D/B	D		計画路線を横切る河畔沿いに局所的な生態系が存在する（例えばキカフ川やウォナ川）。タ国では河川兩岸の河畔ベルト（左右兩岸、高水位より60m陸側の間）を水源保護区として指定している（但し、事業を行う上で特別な許認可を必要とするものではない）。
19	気象	D/B	C	D/B	B		工事期間中ならびに供用後は大規模土工による面的な地表改変、それに伴う局地的な水文特性（水収支）の変動により局所的な気象変動リスクが高まる。
20	景観	D/C	C	D/B	B		工事期間中は土工等による地域景観への一時的な影響が、供用期間中は道路盛土・切土法面の出現などによる地域景観への影響が考えられる。
21	地球温暖化	D/B	C	D/B	B		工事中は、コンクリート等建設資材の使用、工事車両の稼働、建設廃材処理等による二酸化炭素排出が一時的に増加する。また供用時は地域交通量の増大による二酸化炭素排出の増加が懸念される。
公害							
22	大気汚染	D/B	B	D/B	B		現況の沿道大気質は良好であるが、工事中の建設車両による地域交通量の増加それに伴う沿道大気質の一時的な悪化が予想される。
23	水質汚濁	D/B	C	D/B	B		現況の横断河川の水質（例えばキカフ川やウォナ川）は良好であるが、雨季の土工等により一時的な汚濁水の発生リスクが高まる。供用時は土工切土面からの土壌侵食による水質汚濁の発生が懸念される。
24	土壌汚染	D/B	B	D/B	B		建設薬剤・油剤・薬品などの使用・漏出事象等による、周辺土壌汚染発生リスクが高まる。洗浄液については、水処理施設を設け、適切に処理をする。
25	廃棄物	D/B	B	D/B	B		ある程度の建設廃材の発生が予想される。切土・盛土バランスにより、土工工事の建設残土発生量の軽減化が図られる。
26	騒音・振動	B/B	B	B/B	B		現況沿道騒音は環境基準以上で良好とは言えない。工事中の建設車両による交通量の増加それに伴う沿道大気質の一時的な更なる悪化が予想され、緩和策を講じる必要がある。

評価項目		スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		前建設中	後供用	前建設中	後供用	
27	地盤沈下	D/D	D	D/D	D	建設前・中、供用後を含め地盤沈下を及ぼす工事等は想定されない。
28	悪臭	D/B	C	D/B	B	工事中、並びに供用時は局地的な地域排水不良に伴う水溜りの発生、それに伴う悪臭（腐敗臭など）の発生リスクが高まる。
29	底質	D/B	B	D/B	B	前述した横断河川付近の土工による浸食リスク増加により、下流側での異常堆砂や水質悪化が懸念される。
30	災害・リスク	D/B	C	D/B	B	工事中の建設車両稼動に伴う交通量増大、渋滞の悪化が予想され、交通事故の発生リスクも高まる。また供用時は地域交通量の増大による交通事故発生リスクの増加が懸念される

注：A：重大な影響、B：重大ではないがある程度の影響、C：影響の程度は未定、D：影響はないか、ほとんど無視できる程度

出典：JICA 調査団

下表に、環境影響評価結果で評価が A もしくは B となった評価項目に関する基本対処方針をまとめている。

表 12 環境管理方針

評価項目	影響低減/管理方針
1 非自発的住民移転	TANROADS は、道路改良事業に必要な用地取得（RoW = 45 m）を既に行っており、サキナ・テンゲル間で工事が始まっている。テンゲル・ホリリ間には RoW = 45 m の道路占有区域内に数軒の家屋・建物の存在が確認されたが、COI（Corridor of Impact）手法の適用により、追加的な用地取得や移転は発生しない。新バイパス区間（キカフ及びヒモ・ホリリ区間）建設に必要な用地取得は行われておらず、但し TANROADS 及び州により関連補償調査は 2012 年に終了している。現在、財務省により内容審査が行われている。財務省から同補償報告書に関する承認が交付された後、具体的な用地取得プロセスを行う予定となっている。
2 雇用や生計手段等の地域経済	生計手段回復を盛り込んだ包括的な補償スキームを策定する。
11 公衆衛生	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 雨期では局所的な湛水・排水不良個所の早期発見のため、小まめな巡回を行う。</li> <li>- 道路改良事業に伴い派生する排水システム工事は、長期的な排水不良問題が発生しないよう、既存の地域排水系統と調和させた設計を行う。蚊の大量発生防止計画を立案する。</li> <li>- 工事従事者の感染症予防のため、定期的な医療・衛生セミナーを企画・開催する。</li> </ul>
12 災害、リスク、HIV/AIDS 等の感染症	
13 地形・地質	
14 地下水	
15 侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 環境に優しい関連施設・レイアウト設計を行う。特に、局地的な水収支への影響を軽減・最小化するため、地域排水システムとの調和、及び植生に留意した設計を行う。</li> <li>- 工事現場で発生する排水は、水質環境基準を遵守するよう適切な処置を行う。例えば工事期間の初期の段階での堆砂池や廃水処理施設の設置、植生回復を図り、浸食や河川下流の異常堆砂への影響を軽減する。</li> <li>- 工事期間中は、関連河川・排水路での小まめな巡回を行い、異常堆砂発生の有無の早期発見に努める。</li> </ul>
16 水文	
18 動植物相	
19 気象	
22 大気質	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事期間中並びに供用後の定期的な沿道大気質モニタリング計画（観測項目としては、例えば PM2.5、PM10、NOx、CO 等）を策定・実施する。</li> <li>- 施工業者は、工事期間中の建設車両の定期的な維持管理を通じた異常排ガスの発生をなくし、沿道大気質への影響低減を図る。</li> </ul>

## 業務完了報告書

	評価項目	影響低減/管理方針
23	水質	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事期間中に発生した廃水は、周辺の排水路に放流する前に適切な処理を行い、環境基準を遵守するように努める。</li> <li>- 工事期間中、供用後の定期的な水質モニタリング計画（観測項目としては、例えば DO、BOD、COD、pH 等）を策定・実施する。</li> </ul>
25	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事に伴い発生が予想される液体・固体廃棄物の適切な処理計画（例えば焼却、埋め立てやリサイクル等）を策定・実施する。</li> <li>- 一時的な廃棄物集積の発生が予想されるが、集積面積の最小化に努める。</li> <li>- 建設ヤード・キャンプから発生が予想される下水や液体・固体廃棄物の適切な処理計画（例えば焼却、埋め立てやリサイクル等）を策定・実施する。</li> </ul>
26	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事現場周辺への影響を軽減するため、例えば操業時間の規制（夜間作業は行わない）など適切な騒音・振動対策を行う。</li> <li>- 環境基準以上の騒音発生が避けられない場合、予め周辺住民に通知・説明し、事前に了解を取っておく。</li> <li>- 工事期間中、供用後の定期的な騒音モニタリング計画（観測項目としては、例えば Leq や L10）を策定・実施する。</li> </ul>
28	悪臭	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事期間中及び供用後を通じた適切な廃棄物管理計画を策定・実施する。</li> </ul>
30	災害・リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 有害物質や薬品の安全な取り扱い・管理を徹底させる。</li> <li>- 有害物質や薬品の安全使用や環境に負荷を与えない廃棄手順の順守を徹底させる。</li> <li>- 工事期間中に発生が懸念される事故について、発生予防・被害軽減対策を策定し、工事関係者での共有を徹底させる。</li> <li>- 緊急時の設備情報を工事関係者での共有を徹底化させる。</li> <li>- 工事関係者に対し安全な労働環境や疾病対策などのトレーニングプログラムを策定し、啓蒙を行う。</li> </ul>

出典: JICA 調査団

## 7.4 EMP 及び RAP の追記・更新

追加環境社会配慮関連調査をもとに、環境モニタリングを含む環境管理計画（EMP）の内容を更新した。これより環境管理計画及び環境モニタリング計画実施のための予算は、それぞれ 20.7 億 TZS 及び年間 213 百万 TZS と試算された。

特に RAP を更新した際に、新規バイパス道路の道路占用区域の土地所有者に対して、詳細設計の段階で社会経済調査を実施し、必要に応じて RAP を見直し、同 RAP に従い土地所有者に対して補償を行うことを追記した。また、従前土地所有者が雇用していた季節労働者等の PAPs が存在する可能性があり、道路占用区域での用地取得により、彼らは一時的もしくは恒久的に生計手段を失う可能性がある。そこで、詳細設計の段階で、本事業で取得予定の土地に季節労働者等の PAPs が確認された場合は、RAP を見直し、本事業の実施期間中に PAPs に対する生計回復手段を講じることを追記した。

## 7.5 住民参加

### (1) 住民説明会の概要

本事業に関する住民説明会が、2016 年 6 月 20 日～25 日にかけて行われた。この説明会は (i) 地域行政機関職員対象及び (ii) 村落コミュニティー地域住民対象の 2 段階から構成される。説明会では、事業概要や 直接影響範囲 (COI) の適用により、計画路線沿いの道路占用区域 45 m 以内の道路敷地内では用地取得や移転が発生しないこと、ただし新規バイパス区間では用地取得が発生することが説明された。

表 13 住民説明会開催状況

	開催場所 (District/Ward)	開催時期	参加総人数
1	Rombo District (DED)	6月20日、11:00 開始	26
2	Himo Ward	6月20日、14:35 開始	64
3	Makuyuni, Ward	6月21日、15:00 開始	70
4	Masama Kusini and Kwa Sadala Villages	6月22日、10:00 開始	76
5	Hai District	6月22日、11:00 開始	25
6	Moshi Rural District	6月22日、15:00 開始	25
7	Arumeru District	6月24日、09:30 開始	26
8	King'ori Ward	6月24日、14:40 開始	56
9	Nashoni, Kikatiti and Sakila Chini Villages	6月24日、17:00 開始	82
10	Maji ya Chai Ward	6月25日、10:00 開始	50
11	USA River (Mji Mwema, Ngarasero, USA Madukani & Magaridishu Hamlets)	6月25日、13:00 開始	21
12	Makumira Center, Poli Ward, Ndatu Village	6月25日、14:40 開始	49

出典: JICA 調査団

**(2) 参加者からのコメント・総評**

本事業に関する強い懸念・反対意見は説明会参加者から聞かれず、建設的な議論や質疑応答がなされた。



出典: JICA 調査団

図 6 Nashoni, Kikatiti 及び Sakila Chini 村落での説明会 (2016年6月24日撮影)

**第8章 事業費積算****(1) 積算方法及び積算条件**

本事業の概略事業費は、一般作業、排水、道路作業、ボックスカルバート、橋梁等の作業項目毎に作成した単価を基に積算を行った。この単価は過年度の F/S、D/D の結果をベースに算出した。積算条件を以下に整理する。

表 14 積算条件

項目	積算条件
積算時期	2016年5月
交換レート	1米ドル = 2,192.1 タンザニアシリング 1米ドル = 109.9 日本円
物価上昇率	外貨: 1.6% 内貨: 7.6%
物理的予備費	建設費: 7.5% コンサルタント費: 5%
VAT	18%

出典: JICA 調査団

## (2) 積算結果

各作業項目の単価を適用して建設費をパッケージ毎に算出した。同建設費に加えて、コンサルタントの詳細設計、施工管理費用、用地取得費用、事務経費等を算出し、物価上昇率、物理的予備費、VAT等を計上し、全体事業費を算定した。

## 第9章 プロジェクト評価

本事業の概算コストおよび事業実施による社会経済便益を算定し、経済分析を行い、本事業の社会経済的な妥当性を検証する。

### (1) プロジェクトコスト

本事業の概算コストは、予備費・税金を除く積算結果に基づき、標準変換係数（SCF）により国際価格に変換し、事業実施計画案に従って年次別に設定した。

### (2) プロジェクトの便益

本事業の実施による社会経済的な便益として、(i) プロジェクト実施による旅行時間短縮効果、(ii) キカフ橋の架け替えによる走行距離短縮効果、(iii) 路面状態の改善による走行費用縮減効果を計上した。

### (3) 経済分析結果

上記の前提条件に基づき経済分析を行った結果、次表に示す通り、経済内部収益率（EIRR）は 23.1%、総現在価値（NPV）は 455.6 百万 USD と推計され、経済的な側面から本事業は実施妥当性が高いと判断される。

表 15 経済分析結果

経済的内部収益率 EIRR	現在価値 Net Present Value (百万 USD)	便益費用比率 B/C
23.1%	455.6	3.10

注：社会的割引率 12%に設定

出典: JICA 調査団



## 第10章 結論と提言

### 10.1 結論

本調査は、アルーシャ～ホリリ／タバタ～ヴォイ間の既設道路のうち、円借款による支援を検討中のテンゲル～ホリリ間既設道路及び KIA アクセス道路の改良事業について、F/S の妥当性を技術的観点から確認し、必要に応じて修正事項・代替案を提示することが目的である。本調査では、交通・環境・社会配慮、工学面から F/S をレビューし、以下の結果が得られ、これらの結果についてはファクトファインディングミッション及び審査ミッション期間での協議を通じて、タンザニア側と日本側が合意した。

#### (a) 交通需要予測

本調査で実施した交通調査及び交通需要予測の結果、調査対象道路の将来交通需要は、2015～2035 年の間、年平均 6%～7%の伸び率で増加すると予測された。特に交通需要が多い区間は、テンゲル～ウサとモシ市街であり 2025 年には 20,000 PCU/日、2035 年には 40,000 PCU/日を上回ると予測された。

#### (b) 4 車線化区間

本調査では、将来交通需要はもとより、初期投資コスト、環境、本事業の開始・終了時期等の観点を考慮した多基準分析により、テンゲル～ウサ間 (9.3km)、新キカフ橋 (4.0km)、モシ市街 (8.6km) の合計 21.9km 区間を 4 車線化することが望ましいとの結論を得て、両者間で合意した。残りの区間は、既存 2 車線改良とし、交通量の増加とそれに伴うサービスレベルの低減が顕著になった時点で拡幅することが望ましいとの結論を得た。

#### (c) 新キカフ橋の橋梁形式

多基準分析の結果をもとに、PC エクストラードロード橋、鋼アーチ橋の 2 橋梁をキカフ橋の優先橋梁形式として採用を提案した。ファクトファインディングミッション派遣期間の 2015 年 12 月 11 日に TANROADS および JICA、調査団の三者会議が開催され、PC エクストラードロード橋が維持管理性、工事における施工性、景観の観点でキカフ橋の最適橋梁形式であることを三者間で合意した。

#### (d) 新キカフ橋の断面形式

段階施工による早期供用、交通安全性の観点から、分離 2×2 車断面の採用可能性を検討し、タ国側に提案した。2016 年 5 月 23 日の TANROADS、JICA、調査団による三者協議において、比較検討の結果、4 車一体型断面が初期コストの面で優位であると判断され、同代替案を採用することを三者間で合意した。

#### (e) 新キカフ橋の上部工構造形式

箱桁のウェブに波型鋼板を採用した構造や、鋼管パイプを用いたトラス構造を採用した複合構造の箱桁の採用可能性を検討し、タ国側に提案した。2016 年 5 月 23 日の TANROADS、JICA、調査団による三者協議において、比較検討の結果、通常の PC 構造の箱桁橋が初期コスト、維持管理性ともに優位であると判断され、同代替案を採用することを三者間で合意した。

#### (f) 舗装設計

近年、改良路盤を使用した道路事業の品質にかかる問題が指摘されている。JICA が実施しているアフリカ各国における舗装設計・施工にかかる調査結果を参考に、本調査では改良路盤の採用を避けることを推奨した。また、舗装材料設計法については、EAC が進め

ている国際幹線設計の統一化を目的とするガイドラインが推奨する、ヘベム・マーシャル法に代わるスーパーペイブ法の採用を提案した。

(g) 追加環境社会配慮調査と環境影響

本調査では、追加環境社会配慮調査として、沿道大気質・騒音測定、水質分析、動植物調査、PAPsを対象とした社会経済調査を実施した。同調査の結果、現況の環境質（大気、騒音、水質、動植物）は騒音を除き、関連 WHO ガイドライン値やタ国環境基準以下であり、比較的良好であることが確認された。両者は追加環境社会配慮調査をベースラインとして環境モニタリングを含む環境管理計画を策定・実施することに合意した。

(h) 道路占用区域と PAPs

本調査では、本事業に直接影響範囲（COI）を適用することに合意した。結果、テンゲル・ホリリ間の既設道路の道路占用区域 45m 以内における PAPs は存在せず、かつ新キカフ橋（4.0km）及びヒモ・ホリリ間（5.0km）の新規バイパス道路の道路占用区域 60m 以内には、主に土地所有者が PAPs であり、同区域内に非自発的移転を伴う構造物がないことを確認した。同バイパス区間の土地所有者には補償、土地所有者に雇用されている季節労働者等が確認された場合には生計回復手段を講じる必要があることを確認した。

(i) 事業実施計画

本事業のスコープは、合計 107.9 km（21.9 km の 4 車線化含む）の道路拡幅・改良と延長 560m 橋梁（キカフ橋）建設である。借款契約（L/A）時期を 2016 年 10 月と想定した場合、本事業の完了及び供用開始は 2021 年中旬から 2021 年末となる予定である。

(j) プロジェクト評価

本事業の概算コストおよび事業実施による社会経済便益に基づき、経済分析を行い、本事業の社会経済的な妥当性を検証した。その結果、経済内部収益率（EIRR）は 23.1%、総現在価値（NPV）は 455.6 百万 USD と推計され、経済的な側面から本事業は実施妥当性が高いと判断された。

## 10.2 提言

本事業を円滑に実施するために、詳細設計及び施工段階で追加調査及び検討を行うことを提言する。

(a) 舗装設計

詳細設計の段階で、最新の需要予測結果と軸重の実測調査の結果をもとに舗装設計を見直す必要がある。また、本線同様に側道及び歩道に採用したスーパーペイブ法や粒調砕石は過大な設計である可能性があり、同様に詳細設計の段階で見直す必要がある。同時に、路盤や舗装に採用を提言した粒調砕石等材料の入手可能性や材質の試験結果をもとに、必要に応じて舗装設計を見直す必要がある。そこで、TANROADS の試験場のエンジニア等と連携して、詳細設計の段階で、これらの追加調査を実施することを提言する。

(b) 道の駅

本調査では、新キカフ橋の建設ヤードを建設後に道の駅として活用することを提言し、本事業の一部として費用を計上した。道の駅の効率・効果的な運営や活用方法については、詳細設計及び施工の段階で、詳細計画を策定し、計画の実施を促進することを提言する。

(c) 過積載対策

審査ミッション期間中に、タ国側から本事業の道路区間における過積載への対応にかかる懸念が示された。そこで、両者が協議を行い、ヒモ交差点付近の既存計量所を更新し、か

つ同交差点から 2km 西側に新たに車両計量所を整備し、過積載対策を確実に実施することで両者合意した。また、計量所には計量計と合わせて、ウェイインモーションを設置する必要があることを両者が確認した。そこで、詳細設計の段階で、これらの検量計、ウェイインモーションの仕様を検討・最終化することを提言する。

(d) ラウンドアバウト等における用地取得

本調査では、KIA、キカフ橋アプローチ道路、モシ市街等複数の主要交差点においてラウンドアバウト交差点を整備することを提言した。また、道の駅の建設、車両計量所の設置を提言している。詳細設計の段階で、これらの施設の新たな用地取得の必要性について確認することを提言する。用地の追加取得が必要な場合は事業実施までに TANROADS がガイドライン等で定められている所定の手続きに従い、用地取得する必要があることに留意する。

(e) コミュニティアクセス道路

本事業で改良される道路区間と周辺のコミュニティのアクセス性を確保し、本事業の事業効果をコミュニティ開発に波及するために、アクセス道路を整備することを提言する。詳細計画の段階で、コミュニティのアクセス道路整備にかかる工事の暫定数量を積算し、施工段階で、本事業で改良される道路区間と市場、診療所、学校等のコミュニティの社会インフラを連絡するアクセス道路を整備するのが望ましい。

(f) 環境社会配慮

新規バイパス道路の道路占用区域の土地所有者に対して、詳細設計の段階で社会経済調査を実施し、必要に応じて RAP を見直し、同 RAP に従い土地所有者に対して補償を行うことを提言する。また、従前土地所有者が雇用していた季節労働者等の PAPs が存在する可能性があり、道路占用区域での用地取得により、彼らは一時的もしくは恒久的に生計手段を失う可能性がある。そこで、詳細設計の段階で、本事業で取得予定の土地に季節労働者等の PAPs が確認された場合は、RAP を見直し、本事業の実施期間中に PAPs に対する生計回復手段を講じることを提言する。