

第2章

プロジェクトを取り巻く状況

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

(1) エチオピア道路公社（ERA）の組織・人員

「エ」国の幹線道路（Federal Roads）に係る道路行政は ERA が実施しており、その責任と権限が法的に定められている。地方道路（Regional Roads 及び Community Roads）整備は地方政府が実施している。ERA の前身は 1951 年に設置された帝国高速道路局（The Imperial Highway Authority）であり、その後 1978 年に ERA が設立された。1997 年の組織改定を受け、現在の組織が定められている（図 2-1-1 道路公社組織図参照）。

ERA の職員数は、18,372 名（2010 年 5 月現在）おり、そのうち本部に 2,942 名、地方事務所に 6,765 名、プロジェクトでの勤務が 8,665 名である。

ERA の組織構造は総裁（Director General）の下、計画・情報通信技術担当副総裁（Planning&ICT Deputy Director General）、技術・管理担当副総裁（Engineering Operations Deputy Director General）、人事・財務担当副総裁（Human Resource & Finance Deputy Director General）の 3 副総裁により構成される。それぞれの担当業務に関し、計画・情報通信技術担当副総裁は ERA 自己資金による建設工事および維持修繕の実施（ERA では定期修繕の 50%、日常維持修繕の 100%を直営で行っている）、技術・管理担当副総裁は計画・設計・入札契約および修復・建設・維持管理の実施（主に民間委託をしている）、人事・財務局担当副総裁は ERA の管理業務・財務・人事を担当している。

本プロジェクトは既設橋梁の架け替え事業であることから、ERA の道路資産管理・実施調整局の橋梁管理チームが要請主体となっている。ERA によれば、プロジェクトの準備調査段階は上記の道路資産管理・実施調整局が担当し、設計およびコントラクター契約入札段階では、技術・調達局に担当が移り、建設後の維持管理は道路資産管理・実施調整局が担当することになる。

(2) エチオピア道路基金（Road Fund）

エチオピア道路基金は 1997 年に設立され、道路・橋梁の維持管理と道路安全対策のための予算措置を図ることを主な目的としている。財源は 1) 政府割当金、2) 燃料税、3) 車両ライセンス更新料（毎年）、4) 過積載の罰金、5) その他、となっており、財源の 85%は道路・橋梁部門の維持管理に充てられている。

過積載の取り締まりによって、違反者は徴収金の納付が義務付けられている（金額は法廷で決定）。徴収金は財務省に一旦納入された後、道路基金から ERA へ割り当てられ、道路・橋梁の維持管理費用に充てられる。道路部門と橋梁部門の予算割り当ては、概ね 90%（道路）：10%（橋梁）の割合であり、道路維持管理への割り当てが大きい。

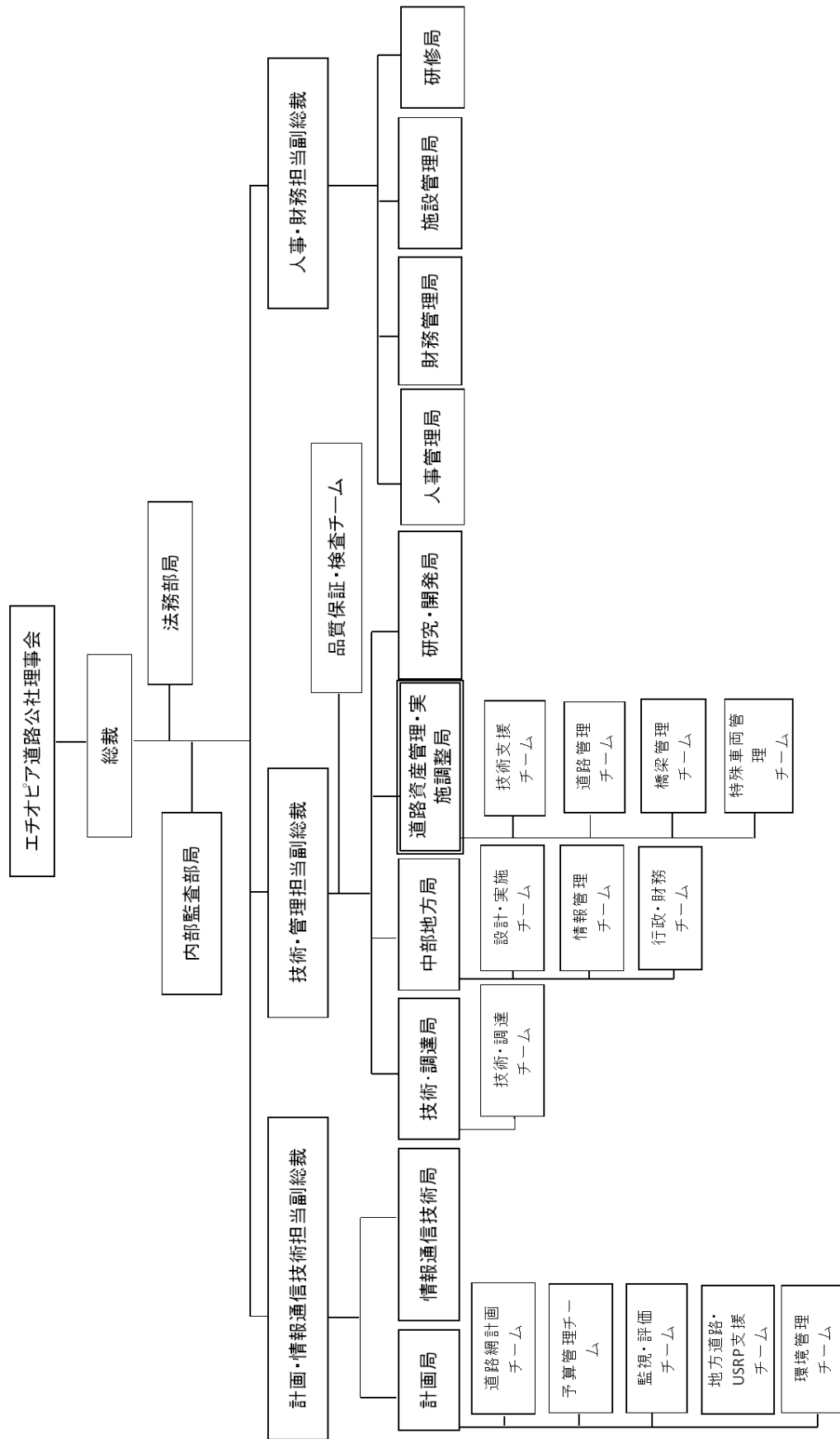


図 2-1-1 道路公社組織図

* 二重枠線内はプロジェクト実施部署

(出展：ERA)

(3) 道路維持管理体制

道路維持管理の管轄は道路資産管理・実施調整局である。道路資産管理・実施調整局の道路管理チームが橋梁・構造物を除く道路維持管理業務を担当している。当部門の人員は26名、うち重量管理部に18名、エンジニア3名、エコノミスト1名がそれぞれ在籍する。

道路の維持管理体制は、主要な Trunk Road（例えば、国道1号線や国道3号線など）については本部が直接、道路現況調査を実施し、その他の道路については、地方事務所が行っている。その調査結果に基づき、維持管理に必要な費用を算出し、予算申請を行っている。

(4) 橋梁維持管理体制

橋梁維持管理の管轄は、道路維持管理同様に道路資産管理・実施調整局であり、その中の橋梁管理チームが橋梁・構造物の維持管理業務を担当している。当部門の人員は7名、うちエンジニアが4名在籍する。

アワシュ橋の維持管理実施体制は、ERA本部が現況調査、補修・修繕計画の立案、予算申請を行い、地方事務所が補修・修繕工事を行う。

なお、ディレダワ地方事務所がアワシュ橋を担当する。

(5) ERA 地方事務所 (District Office)

ディレダワ地方事務所の組織・人員は以下の通りである。

表 2-1-1 ディレダワ事務所の組織・人員

組織・人員	ディレダワ事務所 (人)
District Manager (所長)	6
Administration Branch (管理部)	67
Finance Branch (財務部)	12
Equipment Maintenance Service Branch (設備維持サービス部)	54
Supplies and Procurement Branch (供給・調達部)	21
Operations Support Branch (運営支援部)	37
Road Maintenance Section (道路維持課)	230
Periodic Maintenance Project (定期維持プロジェクト)	59
Others (その他)	-
Total (合計)	486

(出展：聞き取り調査結果)

2-1-2 財政・予算

(1) ERAの予算状況

ERAの2007年から2010にかけての4年間の予算は表2-1-2に示すとおりである。2010/2011年度の一般予算は約129億ブル（約1,290億円）であり、国家予算総額約772億ブル（約7,720億円）の約17%を占める。加えて、道路維持管理のために道路基金（財源は燃料税）から約7億ブル（約70億円）の支出が予定されている。2009年から2010年にかけては道路基金からの支出は低減しているが、一般予算の伸びが14%あり、予算総額の伸びは8%確保されている。2010年からRSDP IVが5年計画で開始された。今後とも道路関係予算は同様の傾向で推移すると考える。

表 2-1-2 ERAの予算と支出

(単位：百万ブル)

予算と支出項目		2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
1	一般予算			11,293	12,870
2	道路基金			1,250	715
3	予算合計 (1+2)			12,543	13,585
予算・支出内訳	幹線道路改修	3,196	3,156	3,479	3,413
	接続道路の改修	2,218	2,732	3,434	4,218
	接続道路の建設	1,668	2,300	3,897	4,869
	維持管理	908	1,440	1,362	811
	プロジェクト可能性調査	—	—	146	84
	組織改善	76	120	159	118
	経常経費	58	68	66	72
4	支出合計	8,124	9,816		
予算の伸び率 (%)		—	21	28	8

(出展：ERA資料)

注) 予算執行期間は7月から6月まで。

2007/08,2008/09 は支出ベース、2009/10,2010/11 は予算ベース

(2) ERA 地方事務所の年間収支

ディレダワ地方事務所の2005/06から2009/10までの年間収支は以下の通りである。

表 2-1-3 ディレダワ地方事務所の年間収支

(百万ブル)

	2005/06 (実績)	2006/07 (実績)	2007/08 (実績)	2008/09 (実績)	2009/10 (2009年11月実績)
収入	31,765,737	49,551,435	58,022,144	53,213,243	23,535,858
支出	33,176,554	33,862,901	39,210,900	41,595,950	14,863,070

(出展：聞き取り調査結果)

2-1-3 技術水準

(1) 橋梁維持管理

現在実施中の JICA 技プロ「橋梁維持管理能力向上プロジェクト」は、2007年1月から実施され、3カ年が経過する。本技プロは ERA から高い評価を得ており、橋梁維持管理分野における JICA のプレゼンスは確保されている。本技プロに関して、①橋梁維持管理技術・体制に係る課題と対策、②活動の主な成果、③今後の取組みについての概要は下記のとおり。

① 橋梁維持管理技術・体制に係る問題点・課題

a) 課題

- ・ ERA 職員の給与水準が民間企業に比べて低い（1/3程度）ため、職員の離職が絶えない。
- ・ 職員の潜在能力は評価できるも、協調性、積極性、継続性に問題がある。
- ・ 維持管理は地味で脚光を浴びる分野ではないだけに職員のモチベーション確保が難しい。

b) 対策

- ・ 燃料税の税率を引き上げ、橋梁維持管理の財源確保を図る。
- ・ 修繕・補修の費用、点検用機材などの予算要求を継続的に維持する。
- ・ BMS（橋梁維持管理システム）は維持管理技術ツールのみならず、予算要求ツールとしても活用できるので、BMS の活用方策の再認識を図る。

② 活動の主な成果

- ・ 橋梁点検マニュアル改定案の作成
- ・ 橋梁維持管理マニュアルの作成
- ・ 橋梁維持管理システムの改良・運用（3,000橋）
- ・ カルバート維持管理システムの開発・運用（30,000箇所）
- ・ 補修工事の共通仕様書、積算マニュアルの作成
- ・ 「Bridge of Ethiopia」の作成（「エ」国内の35橋を収録した冊子）
- ・ セミナー開催（1回1週間単位、全7回、受講者延べ300人/3年）2009年12月のセミナーでは5号線の Awash 橋（今回の対象橋梁であるアワシュ橋とは別）の補修・修繕の実施訓練を含む。

③ 今後の取組み

- ・ 長期的な視点に立ち、橋梁架け替え計画の企画立案のための技術支援が望まれる。また BMS 利用の高度化を図ることにより、架け替え計画の予算要求を行うことも可能と考えられる。

(2) 舗装維持管理

現在 IDA 支援による技術協力案件として、舗装管理システム（PMS）強化プロジェクトが1件実施されている。同プロジェクトの内容は舗装維持管理担当部門（Pavement Management Branch）の組織再編（道路管理チームに変更）に加え、GIS による道路管理台帳の高度化や HDM-4（高速道路開発維持管理）を活用した舗装管理システムの導入を図るものである。同プロジェクトは2007年11月に開始され、現在フェーズ III が実施中とのことであるが、プロジェクトが大幅に遅延している状況である。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 既存道路・橋梁

本プロジェクト対象橋梁であるアワシユ橋が位置する国道1号線は、「エ」国の輸出入の90%を担う隣国ジブチ港と首都アディスアベバを結ぶ最も重要な路線である。道路総延長は約853kmであり、アワシユ橋はアディスアベバより227kmの位置に存している。また、アワシユ橋の2008年における年平均日交通量（AADT）は2,441台/日である。

アワシユ橋付近の平面線形は、橋の前後で曲率の小さい2つのS字曲線が入っている。地形は急峻な山岳地域で大地溝帯となっており、最大7%の道路縦断勾配を形成している。

アワシユ橋の西側の急勾配区間における舗装の損傷が著しい。特にアディスアベバ側の損傷が著しく、深さ十数センチメートルものわだち掘れ（横方向の波）が発生している。この原因は過積載をした大型トラックが低速で急勾配を走行するためと考えられる。

なお、アワシユ橋の健全度調査を実施した結果については、3-2-2-3 既存橋の評価・検証に詳述する。

(2) 資機材

ディレダワ地方事務所の保有機材は以下のとおりであるが、修理中あるいは故障中の機材を多く抱えていることが伺われる。またアスファルトタンクやアスファルトミキサー等の機材を保有していない状況である。

ディレダワ地方事務所の保有機材台数を表 2-1-4 に示す。

表 2-1-4 ディレダワ地方事務所の保有機材台数

機材／機械類	1. 所有数(2+3+4)	2. 利用可能	3. 修理中	4. 故障中
1. モーターグレーダー	6	3	1	2
2. ブルドーザー	2	2	-	-
3. ローダー類	6	4	2	-
4. ローラー類	4	2	-	2
5. ダンプトラック	18	10	4	4
6. 給水車	6	4	2	-
7. トラック類	3	3	-	-
8. クレーン類	-	-	-	-
9. トラクター類	4	2	2	-
10. 燃料運搬車	2	2	-	-
11. 発電機	2	1	1	-
12. コンクリートミキサー	2	-	2	-
13. アスファルト運搬車	-	-	-	-
14. アスファルトタンク	-	-	-	-
15. アスファルトミキサー	-	-	-	-
16. 砕石機	1	1	-	-
17. 溶接機	1	-	1	-
18. 自動車類	15	7	4	4

(出展：聞き取り調査結果)

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) アディスアベバ～アワシュ間

国道1号線上のアディスアベバ～アワシュ間にある対象橋梁以外の橋梁に関して、その維持管理状況について以下に記す。

1) メルカレミ橋

アディスアベバから74.3km離れた所に位置する3径間単純RC桁橋である（橋長 $L=13.8+14.05+14.05=41.9\text{m}$ ）。旧国道1号線上に幅員が狭く、支間長の短い単純RC桁橋が架かっていたが、現在の国道1号線を旧道に併設して建設した時に、新橋も併設して建設した。ドナー国はドイツである。2003年の建設であり、新しいために橋台のコンクリートが変色している以外は特に目立った劣化・損傷はなく、維持管理状況は概ね良好である。



写真 2-2-1 メルカレミ橋（全景）



写真 2-2-2 旧メルカレミ橋

2) デュケム橋

アディスアベバより36km離れた所に位置する単純RC桁橋である。国道1号線上に1973年に建設されたRC桁橋が架かっていたが、老朽化が著しいため、2009年にERAにより現在の橋に架け替えられた。旧橋の橋長は39.0mであり、新橋の橋長は約18mである。このことから判断すると、新橋の流下断面積は旧橋のその半分以下となっており、洪水時の流下能力が懸念される。橋梁本体は建設されたばかりであり、劣化・損傷はなく、維持管理状況は良好である。



写真 2-2-3 デュケム橋（全景）



写真 2-2-4 デュケム橋の主桁と床版

3) ブルカレゴ橋

アディスアベバより35km離れた所に位置する2連ボックスカルバートである（橋長 $L=2@5.5=11.0\text{m}$ ）。建設年は不明であるが、ゴゲチャ橋（1973年建設）と300mしか離れていな

いことを考慮すると、ゴゲチャ橋と同時期の1973年の建設と考えられる。「エ」国による建設である。石積みの橋台及び橋脚があることを考慮すると、ボックスカルバートと言うより、橋台及び橋脚の上にコンクリート版を乗せている構造と考えられる。石積みの橋台及び橋脚の表面に老朽化が見られるが、それ以外の劣化・損傷は見られず、維持管理状況は概ね良好である。



写真 2-2-5 ブルカレゴ橋（全景）

4) アカキ橋

アディスアベバより約20km離れた所に位置する3径間連続RC桁橋である（橋長 $L=20+30+20=70\text{m}$ ）。国道1号線上に架かっている橋梁であるが、アディスアベバ市に近いところに架かっているため、アディスアベバ市の管轄となっている。橋脚柱の太さが非常に細く、耐震性が懸念されるが、外観的には目立った劣化・損傷はなく、維持管理状況は概ね良好である。



写真 2-2-6 アカキ橋（全景）



写真 2-2-7 非常に細い橋脚

5) ボックスカルバート（アカキ市内）

アディスアベバより約20.3km離れた所に位置する2連のボックスカルバートである（橋長 $L=6.2+6.2=12.4\text{m}$ ）。国道1号線の下を横断する市道用のアンダーパスであるが、建築限界が十分でないためか、上床版の下部が車両の衝突により損傷している。したがって、損傷部を早急に補修すると共に、抜本的な対策として、市道路面の盤下げをするか車高制限装置を設置することが必要である。



写真 2-2-8 ボックスカルバート



写真 2-2-9 車両衝突により損傷した上床版

6) 跨道橋

アディスアベバ市内で国道1号線上に架かっている跨道橋(市道橋)である。単純RC桁橋が3連架かっているが、車両が通過する中央径間部の主桁は、車両の衝突によりコンクリートが損壊し、むき出しになった鉄筋が折り曲げられたり、切断されたりしている。当橋梁はアディスアベバ市が管理しているため、早急な架け替えをERAはアディスアベバ市に要請する必要がある。

なお、架け替えにあたっては、十分な建築限界を確保することが要求される。



写真 2-2-10 国道1号線上の跨道橋)



写真 2-2-11 車両衝突により損壊した主桁

(2) アワシュ〜ジブチ間

国道1号線に存在する架け替えが必要な6橋梁のうち、アワシュ〜ジブチ間にある橋梁は下記の3橋梁と思われるが、これらの橋梁はアディスアベバから500〜600km離れており、また治安上の問題もあり、サイト調査を行っていない。従って、入手した資料より、その概要を以下に記す。

1) アダイトウ橋

- ・ 位置：トレナ(Trena)〜テオ(Teo)間
- ・ 建設年：1971年
- ・ 橋梁形式：RC方杖ラーメン橋
- ・ 橋長： $L=24.2+41.8+24.2=90.2\text{m}$
- ・ 下部工形式：石積み橋台、RC橋脚
- ・ 橋梁の状態：建設後38年が経過するが、外見的にはさほどの劣化・損傷は無い。架け替えの必要性は、アワシュ橋と同様に国道1号線上の重要な橋梁であり、迂回路が無いと思われる。なお、新橋は、アワシュ橋と同様に併設橋が望ましい。

2) ドビ橋

- ・ 位置：ディチョト(Dichoto)〜エリダル(Elidar)間
- ・ 建設年：1970年
- ・ 橋梁形式：RC桁橋
- ・ 橋長： $L=50.8\text{m}$ (径間長及び径間数不明)
- ・ 下部工形式：不明
- ・ 橋梁の状態：建設後39年が経過し、上部工の劣化・損傷が著しい。ゴゲチャ橋の劣化・損傷度47.24を大きく上回る79.02(100で落橋)であり、早急な架け替えが必要と思われる。

3) ゲディタ橋

- ・ 位置：ミレ(Mille)～セメラ(Semera)間
- ・ 建設年：1945年
- ・ 橋梁形式：石造りアーチ橋
- ・ 橋長：L=70.5m（径間長及び径間数不明）
- ・ 橋梁の状態：建設後64年が経過し、上部工の劣化・損傷度が21.48であることを考慮するとモジョ橋（25.68）と同程度の劣化・損傷度であり、早急な架け替えが必要と思われる。

2-2-2 既存ユーティリティ調査

アワシュ橋には地覆上に水道管と電気ケーブルが添加されている。また、アワシュ橋の両端部（橋台位置付近）には合計4ヶの照明灯が設置されているが、橋梁上には照明はない。



写真 2-2-12 水道管と電気・通信ケーブル

写真 2-2-13 電気ケーブル

写真 2-2-14 照明灯

2-2-3 自然条件

(1) 気象調査

1) 気温

アワシュ橋近傍の最高気温は、6月が最も高く37℃であり、最低気温は11月で、11年間平均で18℃程度である。年間を通しての平均気温は25℃である。

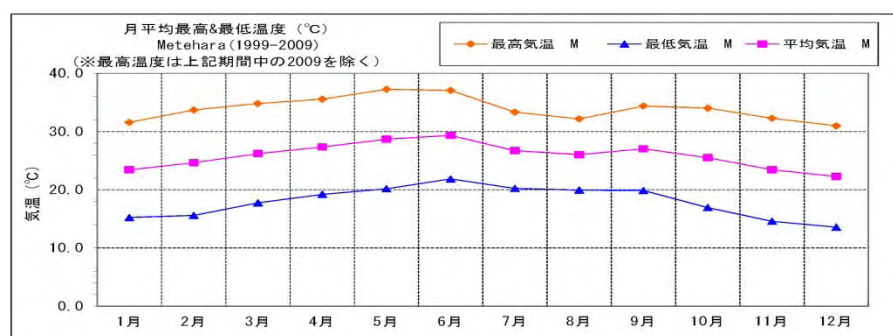


図 2-2-1 年間気温変化

2) 風速・風向

アワシュ橋近傍の風速は年間、2.0m/s～3.0m/sであり、雨期、乾期を通して大きな差はない。年間の平均風速は2.5m/sである。

3) 湿度

アワシユ橋近傍の湿度は、雨期の8月に最も高く64%となり、乾期の11月に最低の47%になる。年間の平均湿度は約54%である。

4) 降雨量

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510mmであり、少ない年で443mm、多い年で578mm程度と年間の較差は小さい。8月の降水量が年間を通じて最も多く、11月～2月の間はほとんど降雨量がない。

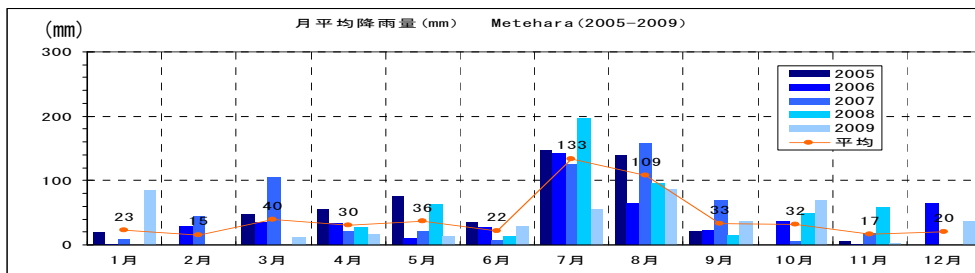


図 2-2-2 月間降雨量

ii) 最大日降雨量

乾期は平均して10mm内外であるが、雨期では平均、約20mm程度で最大33mmを7月に記録している。なお、過去5年間の日最大降雨量は2009年の8月に52.4mmを記録している。

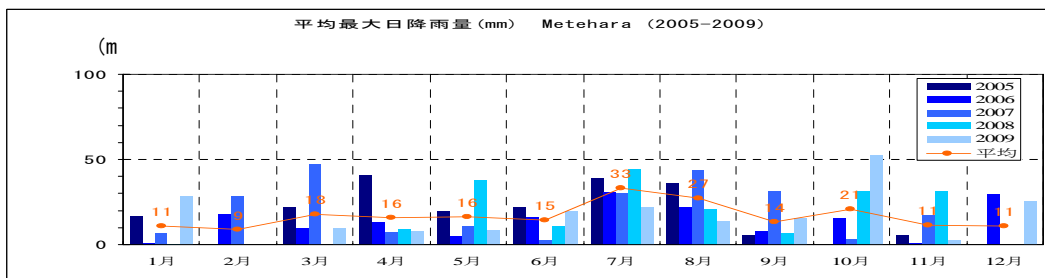


図 2-2-3 最大日降雨量

(2) 水文調査

1) 流域

新橋架橋地点を流下する河川は自然河川であることが大きな特徴である。河川の流域面積は19,111km²である。図 2-2-4 にアワシユ川の流域を示す。



図 2-2-4 アワシユ川流域図

(3) 河川状況

河道内の常時流量はあり、現橋の上下流では川幅がほぼ一定で、勾配も特に急な区間は見られなかった。河道形状はU型を呈しており、深さは約20m程度あり低水路の川幅は約50mである。底質は玄武岩が露岩し、河岸も露岩している。河道より上部の地形はV型の斜面となっており、流量が流下したような形跡は見られなかった。現橋や鉄道橋の基礎部は河道の天端付近にあり、過去に洪水などにより冠水した形跡は見られなかった。



上流側（鉄道橋の基礎部は低水路の上部に位置）



下流側（低水路の川幅はほぼ一定）

(4) 水理量

アワッシュ川の流量は、架橋地点の上流地点であるアワッシュ観測所(No. 032004)で観測されており、欠測はあったが、日平均の水位と流量を入手した。各年最大流量を求め、確率統計処理を行い、1/100年確率流量を求め、河川横断測量を用いた水理計算によりHWLを推定する。

① 計画流量

水文量	生起年等
254.0	68
320.8	69
388.1	70
378.2	71
165.4	72
203.1	73
299.0	74
299.0	75
250.7	76
478.4	77
231.1	78
188.2	79
123.6	80
326.3	81
259.0	82
311.6	83
131.0	84
302.6	85
179.5	86
152.2	87
237.6	88
201.6	89
374.2	90
218.4	91
598.2	92
478.4	93
272.6	94
213.8	95
721.5	96
418.7	97
729.4	98
553.1	99
231.1	0
388.1	1
127.3	2
1328.3	3
386.1	4

解析結果

水文量は、アワッシュ橋の上流3.5kmにあるAwash@Awash (No. 032004) (A = 19,111km²)での観測記録の内、入手出来た(1968~2004)の37年間の年最大の日平均流量(m³/s)である。

なお、本水文量である日平均流量は、解析後に日平均水位とピーク時の水位との比により補正して用いるものとする。

アワッシュ川の流域面積は約2万km²ある大河川であることからその比率は1.3~1.7程度と想定される。本解析では1.5として推定した。

水文量の確率処理は、良く用いられている「対数正規分布法」、「岩井法」、「ガンベル法」の3方法により行い、計画高水流量の目安となる1/100年確率流量を求めた。結果を下表に示す。

確率処理の方法	1/100年確率流量 (m ³ /s) 補正前	1/100年確率流量 (m ³ /s) 補正後
対数正規分布法	982.5	1473.8
岩井法	1059.5	1589.3
ガンベル法	1040.4	1560.6

アワッシュ川の架橋地点は流量観測所の下流に位置するので残留域も考慮する必要があるが流入する河川も見られないことから、架橋地点の計画流量はアワッシュ観測所の流量とほぼ同様と想定する。

したがって、アワッシュ川の1/100年確率流量（ピーク）は1590m³/sと推定される。

② 計画高水位(HWL)

アワシユ川の測量成果を用いて、架橋地点における計画高水位を推定する。河道の粗度係数 n は、ほぼ直線の河道線形であり、河床や河岸は露岩しているが河岸は凹凸が少なく、平面線形はスムーズであることを考慮し $n=0.030$ と想定する。河道断面は上下流とも幅や水路高はほぼ同じ河道形状であり、平均河川勾配 $i=1/500$ 程度と推定される。架橋地点における計画高水位は 800.159m である。

なお、ERA の水理解析報告書によれば、橋詰めの監視員（警察）の報告では既往最大の水位は河床から $7\sim 8\text{m}$ 程度であったと記述されていること、また、入手した流量記録による期間中の最大流量は 2003 年に $1,328\text{m}^3/\text{s}$ を記録していることから、今回計算した結果は妥当であると考えられる。※現況橋梁の最低河床高は現況橋梁中心において $\text{EL}790.1\text{m}$ であり、計画河道として計画高水流量 $Q=1590\text{m}^3/\text{s}$ を流下させることが出来る水深は $h=10.0\text{m}$ である。

(5) 地形・地質調査

1) 地形概要

エチオピアは北緯 $3^\circ \sim 15^\circ$ 、東経 $33^\circ \sim 48^\circ$ 付近のアフリカ北東部に位置し、面積は $110\text{万}\text{m}^2$ である。図 2-2-5 に示すように、エチオピアはアフリカ大地溝帯 **Great Rift Valley** の北部に位置している。大地溝帯はアフリカ大陸東側を南北に縦断する巨大渓谷で地球地殻プレート境界の一つであるが、約 $1,000\text{万年}\sim 500\text{万年}$ 前からその形成が始まったと考えられている。地溝帯の渓谷は一般的には幅 $35\text{km}\sim 100\text{km}$ あり、南のモザンビークからエチオピアを経て紅海にいたる延長は $4,500\text{km}$ にも及んでいる。更に紅海から北上してイスラエル・ヨルダン渓谷まで至るその総延長は $7,000\text{km}$ といわれている。図に示すように、大地溝帯は谷底から両側が正断層で切られた落差 100m を越える急な崖及びその後背高地、そして谷底が熱せられて生じる上昇気流などの気象や自然・生物環境等が特徴的である。

エチオピア国内の地形は次のように 3 区分できる。即ち、①西部のエチオピア（アビシニア）高原 **High Plateau**、②東部の東部（ソマリア）高原 **Somali Plateau** と③中央の大地溝帯低地である。両側が地殻変動により隆起し、中央が陥没して地溝帯が生成された現在でも、地溝帯低地では依然として火山活動が活発であり、同時に多数の湖が点在してたくさんの水鳥や渡り鳥に豊かな生棲地を提供している。

広大なエチオピア高原は 2000m 以上の標高で、最高峰ダシャン山は標高 $4,620\text{m}$ 、西のスーダンに向かって緩やかに低くなる。東部高原も同様で、最高峰バトゥ山は標高 $4,307\text{m}$ で南東のソマリアに向かって低くなり砂漠となる。中央の大地溝帯はアディスアベバ南東のナザレ付近から扇状に開き始め、西側断層は北上して紅海に向かい東側断層は東方のアデン湾に向かう三角低地帯を作っている。ジブチを含むその三角地域はアフール凹地と呼ばれ、依然として続く沈降活動により、一部では海面下の標高も示している。なお、このアフール凹地北部のダハールで 320万年 前の最初の二足歩行と言われるアフール原人の完全な女性骨格“ルーシー”が 1974 年に発見され、その後も多くの重要な原人化石が発見されており、人類学上貴重な場所となっている。

エチオピア国内の河川はその中央部付近から地形傾斜にそって四方に向かって流れるが、アディスアベバ付近を源流とするアワシユ川は東南の地溝帯に入ってから新アワシユ橋予定地を通過して北東に向かい、最後には北部のダハール付近の砂漠に消えている。

準備調査対象橋梁であるアワシユ橋は平均標高 2,000~2,300m であるエチオピア（アビシニア）高原及び大地溝帯に位置している。同橋はアディスアベバから東に 227km 離れた所に位置し、標高は 831m である。架橋付近は大地溝帯アファール三角低地に入る扇の要の地点にあり、アワシユ川は南から北に流れる急峻な溪谷を成しており、周囲は起伏の大きい丘陵地となっている。



ヨルダン溪谷
(イスラエル・パレスチナの死海)

(分離した)
マダガスカル

出典：Wikipedia 大地溝帯の位置

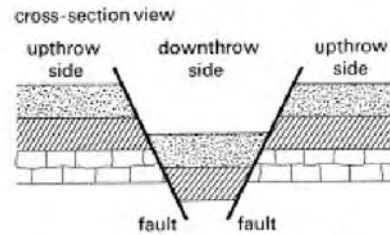


Figure 2.12 両側に正断層が発
A simple graben formed by normal
faulting

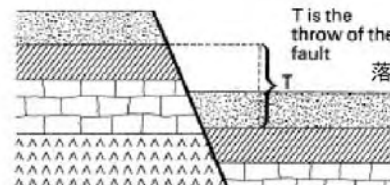


Figure 2.6 断層崖
The throw of a fault

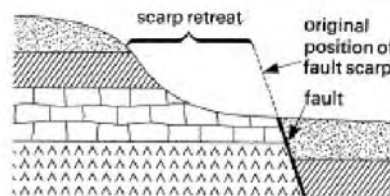


Figure 2.7 断層崖の侵蝕と後退
An older fault seen in
cross-section

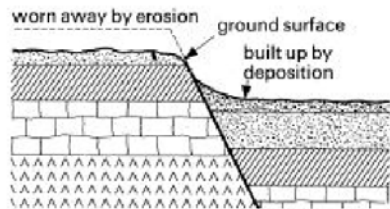
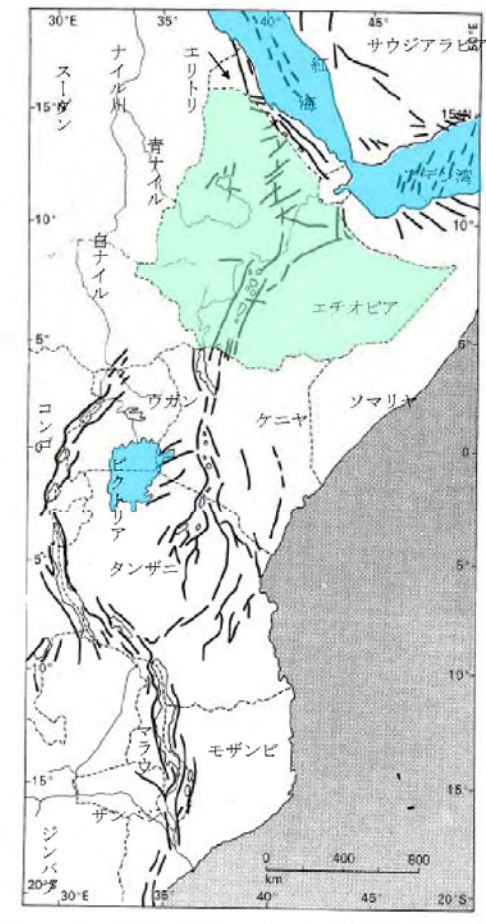


Figure 2.8 断層崖上の侵蝕と
A fault-line scarp seen
in cross-section 崖下への堆積



Approximate alignment
of major faults

断層系

出典：RIFTS AND VOLCANOES
by Dr. Celia Nyamweru

図 2-2-5 アフリカ大地溝帯

2) 測量結果

対象橋梁の測量結果を下図に示す。

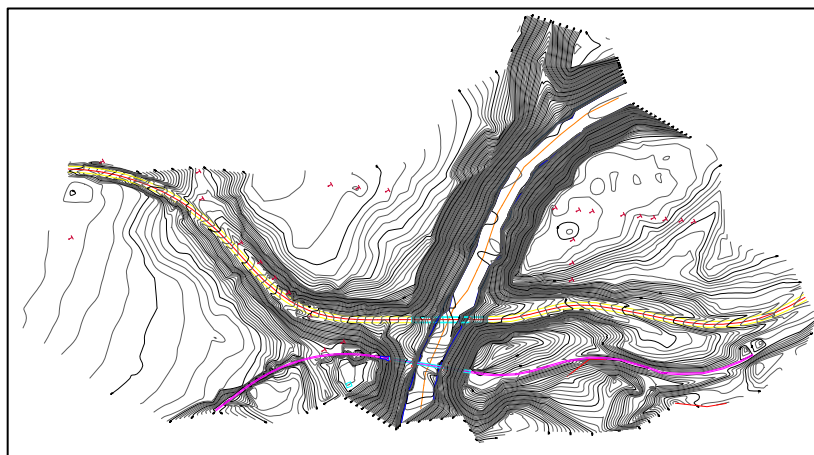


図 2-2-6 アワシュ橋平面測量結果

3) 地質概要

図 2-2-7 にエチオピア国の一般概略地質図を示すが、エチオピア高原全域には新生代第三紀火山岩類である玄武岩等の熔岩や凝灰岩が広く分布している。しかし、より新しい新生代第四紀の熔岩・凝灰岩類も一部に見られる。なお第四紀の凝灰岩は溶結岩化し固結している部分も見られる。これらの熔岩類の下部には中生代ジュラ紀石灰岩・頁岩・砂岩等の海成堆積岩層が水平ないしは緩傾斜で1,000m以上の厚さで発達している。そして、その下に不整合で覆われた基盤岩である先カンブリア紀の結晶片岩・片麻岩があり、エチオピア高原北部と西部の標高1500m以下の高原周辺部に露出しているのが見られる。これらは第三紀前期に起きた地殻運動により隆起して高原地形をなしているが、この隆起運動が第四紀前期の大地溝帯の断層運動と火山活動に続き、現在へと継続するとされている。

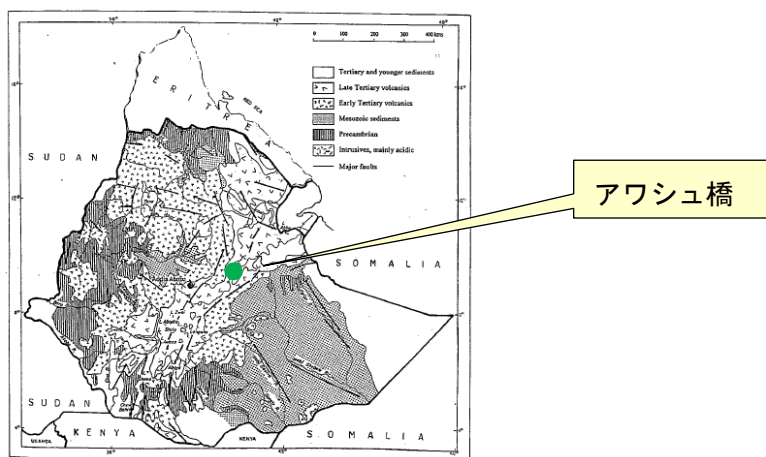


図 2-2-7 エチオピアの概略地質

4) アワシュ橋の地質状況

表層は新生代第4紀更新世の火山噴出物で、流紋岩熔岩や固結した凝灰岩が互層し、さらに中間には厚さ2mの未固結風化火山灰層を挟在するが、全体に略水平に堆積分布する。基盤は第四紀更新世の流紋岩と思われる。

ボーリング結果によると表層部の硬い凝灰岩はやや厚く分布している。同じ凝灰岩でも水平方向への強度の変化もありジブチ側アプローチ道路北側の現道の切土法面に部分的強度劣化による薄い滑落が見られるので、新道の切土法面保持に注意が必要である。上記層の下には基盤の流紋岩と思われる貫入不能な硬い層が厚く分布している。対象橋梁の地質図を以下に示す。

アワシユ橋地質断面図

縮尺 1/1500

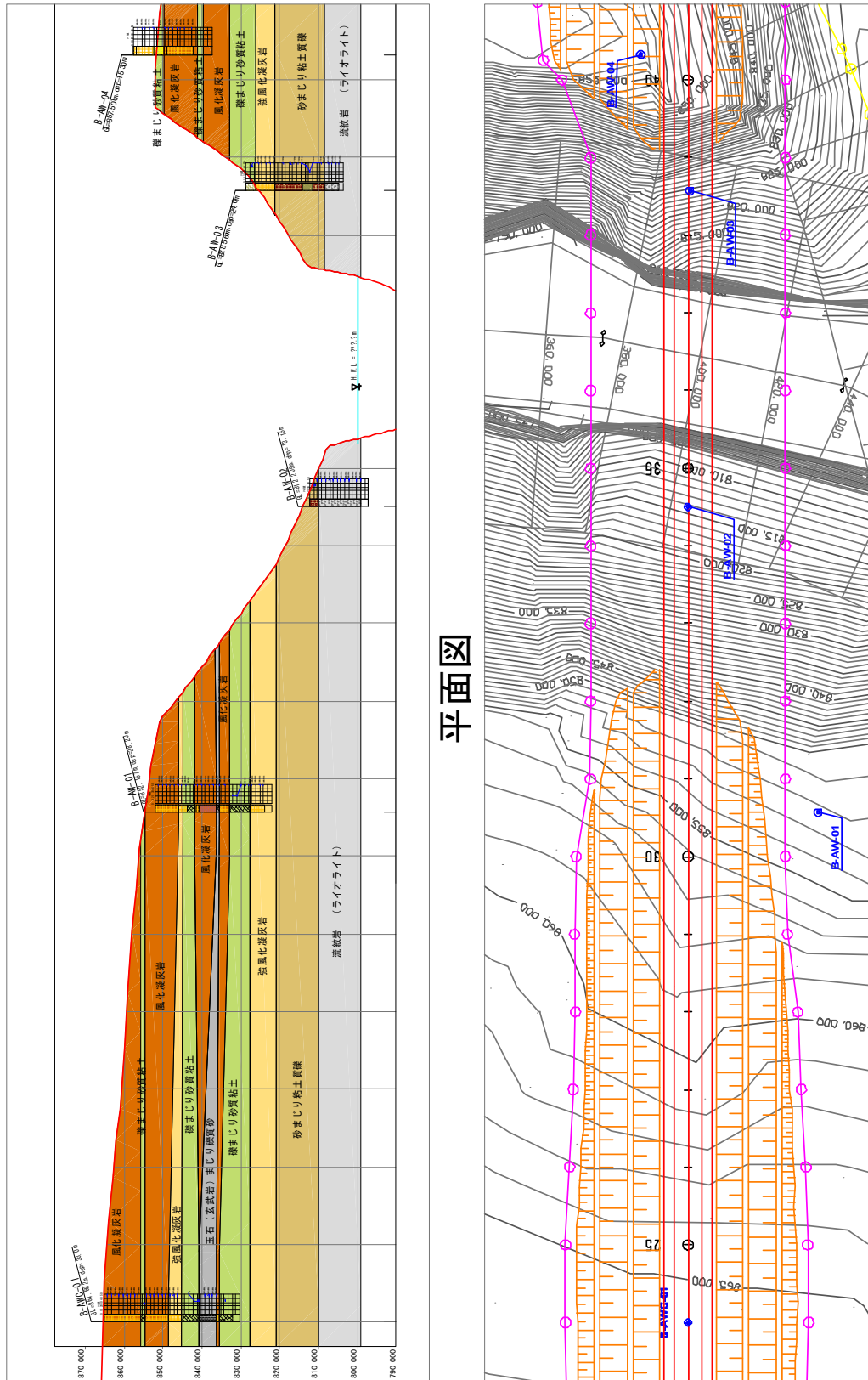


図 2-2-8 地質縦断面図

(6) 地震調査

「エ」国において1906年～2005年にかけて発生した地震の概要を表2-2-1に示す。

表 2-2-1 エチオピア地震の概要

発生地	発生年	大きさ (M)	アディスアベバ から震央までの 距離(km)	被害程度
ランガノ	1906	6.8	110	アディスアベバでも揺れを感じる。
カラコレ	1961	6.7	150	マヘテ町は壊滅。カラコレは崩壊。
アフール州中央	1969			セルド町は崩壊。
ウエンドゲネット	1983		300	
ランガノ	1985	6.2	110	
大地溝帯	1987	6.2	200	広範囲に揺れを感じ、被害は広範囲に及ぶ。
ドビ	1989	6.3	200	数橋が被害を受ける。
ナズレット	1993	6.0	<100	ナズレットで負傷者及び損害あり。
シャラ-アダミツル湖	1999		250	
エチオピア北部 (紅海入口)	2005	5.5	550	遊牧民 5 万人避難。幅 6m、長さ 60km もの巨大な亀裂が発生。

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 道路事業での環境影響評価 EIA の審査と認可

エチオピア国での環境管理の主管官庁は環境保護庁(Environmental Protection Authority, EPA)であり、すべてのプロジェクトは、法律上はEPAの審査を仰いでEIA認可を得る手順となっている。その環境影響に関する調査・審査及び認可の手順を図2-2-9に示す。

しかし、EPA審査部門のスタッフが少なく審査効率化のために2008年11月20日付けのEPAから各省庁への委任状(Delegation Letter)により、環境許可証の許認可権限は各事業官庁に正式に委譲され、現在は道路プロジェクトについてはすべてエチオピア道路公社(ERA)自身で審査し、認可している。ERAにおける環境管理はERAの計画部門(Planning & Programming Division)内に設立された環境管理課(Environmental Monitoring and Safety Branch-EMSB)が担当している。

図2-2-9に示すように、最初の初期環境調査IEEの後で、環境カテゴリー分類に基づいてEIAまたはIEIA実施かの判定が行われて、それぞれに応じて調査・審査及び認可が行われることになる。

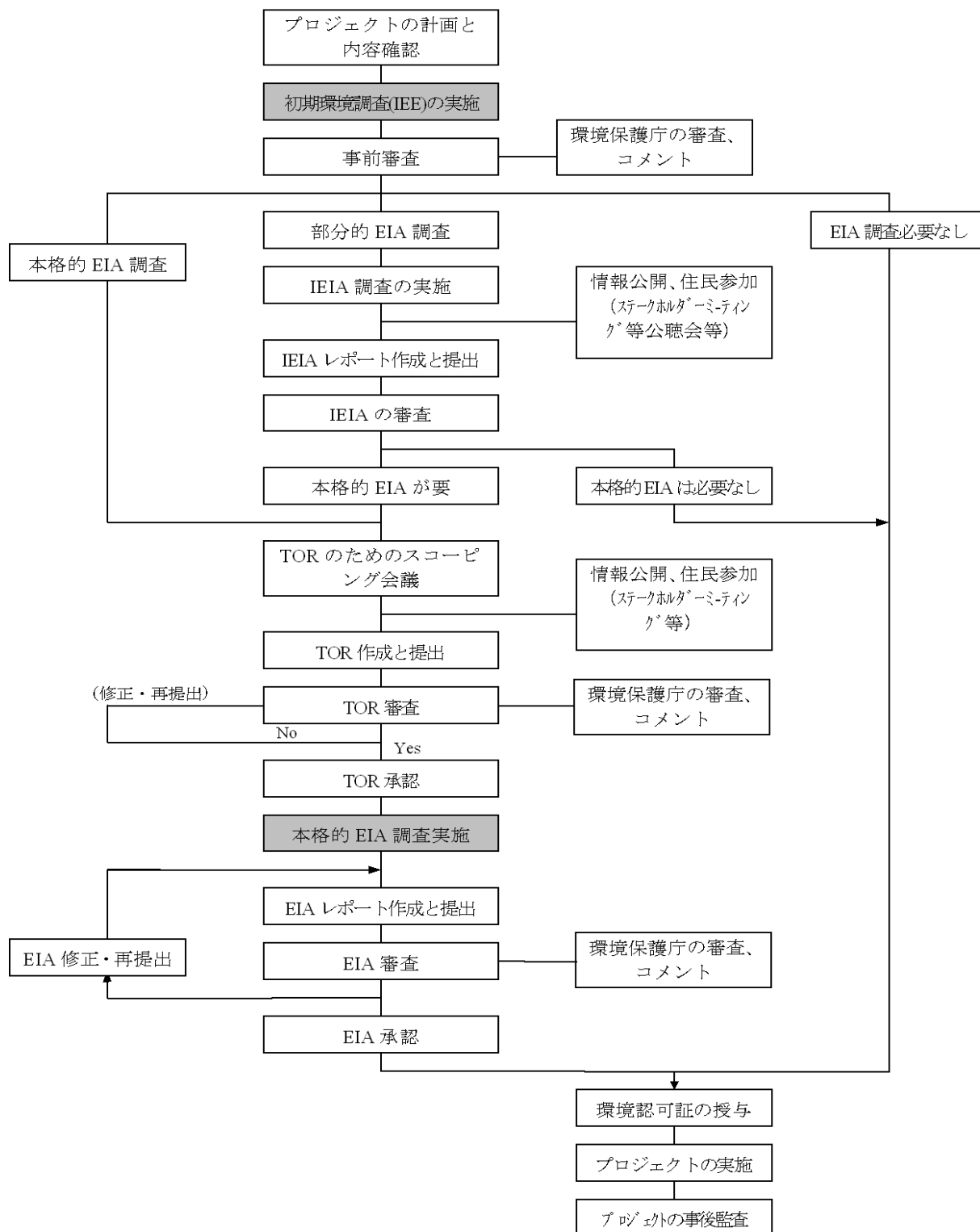


図 2-2-9 EIA 認可手順

ERA 環境ガイドラインに基づけば、本プロジェクトの 카테고리分類は環境社会影響が深刻である Schedule I 分類(影響住民が 40 世帯・200 人以上で Full EIA が必要とされる)ではなく、Schedule II 分類であるために IEIA を提出することとなっているが、この IEIA 報告書には簡易住民移転計画書 Abbreviated RAP(AbRAP)の添付が義務付けられている。

なお、本プロジェクトに関してプロジェクト実施前に取得を義務付けられている環境許可について、2010年12月3日付けでERA 総裁により EMSB が作成した IEIA 及び AbRAP を承認した旨の文書が JICA エチオピア事務所宛てに提出されている（巻末添付資料 Submission Letter 参照）。

ERA-EMSB の業務と体制については、EPA 環境評価ガイドラインと ERA 自身の基準を使って道路事業の環境管理及び EIA 調査・審査が主となっているが、時によっては TOR やそれに基づいて作成した EIA・IEIA 報告書(案)について EPA のコメントを求めるなど EPA と協力関係にある。EMSB は 2010 年 7 月時点では Branch Head を含めて 9 名のみのスタッフで全ての道路関係プロジェクトの全環境業務監理を行っており、その構成は Head (Engineer), 2 Ecologists, 1 Geologist, 3 Sociologists, 1 Hydrologist 及び 1 Health Officer となっており、独自の環境分析室もなく必要な調査・検査・分析などはほとんどを外注に依存している。一方、プロジェクト実施に際し、該当する ERA 地方事務所(District Office)と環境モニタリングなどに関する連携も適宜実施している。

2-2-4-2 土地取得に関する体制と法規制

(1) 土地取得及び補償に関する体制と法律

土地取得及び補償に関しては、ERA 建設契約実施部(Construction Contract Implementation Division)内の道路用地課(Right of Way and Protection Branch-RoWPB)が担当している。

環境管理課 EMSB はプロジェクトの全般に亘って最後まで関与するが、RoWPB はカットオフデート宣言以後から用地取得と補償積算や支払いなどの全ての責務を取り扱うことになっている。それには土取場・採石場・土捨場や更には工事宿舎に関する用地も含まれている。

ERA の設置に関する布告(The Ethiopian Road Authority (ERA) Establishment Proclamation (No. 80/1997)には、ERA は道路建設のために必要な用地ならびに他の資源、建設資材確保に必要な採石場、土取り場等からの建設資材の確保、工事事務所や作業員宿舎、資材置場、建設廃棄物の処理・処分場等をのための用地 - などを自由に使用できることが規定されている。重要な事項として EMSB が作成し承認された住民移転計画の適切な実施が含まれ、土地に付帯する資産等については種々の法に基づいた補償を行うことになっている。

ERA の住民移転政策 Resettlement/Rehabilitation Policy Framework (February 2002)は世界銀行 WB の住民移転政策 OP4.12 を略全てに亘って踏襲して作成されており、対象資産の補償は減価償却を含まない再取得価格（市場価格＋移転費用＋土地登録料＋税金＋その他）によると明記されている。但し、公共財産である土地は金銭補償ではなく、同等価値の代替地提供が原則となっている。それは、エチオピア国憲法によって、全ての土地が国家と国民の共有財産となっており、個人は申請により許可を受けて使用できる用益権をもつ故である。従って、道路建設の際の用地取得においては、取得される土地の上にある個人財産及び土地を使用することによる利益を含めて補償されることになっている。補償に際して基本となる法律は、“公共目的の土地取得と補償支払いに関する布告(No. 455/2005)と詳細規則(No.135/2007)”であり、公共目的の土地収用(Expropriation)及びその土地に付随する資産に関する補償の支払いを規定している。その中には、土地収用の権限、土地収用の公告、実施機関の責任、ユーティリティーの撤去手順等、樹木・農作物・遊牧地、代替地への移転、鉱物資源を有する土地、墓地など、さらに一時的土地の借用を含めて補償の算定方式を定め、補償評価委員会の設置、苦情と訴訟 - なども規定している。

補償費用の算定は、市場価格に基づく再取得価格の適用が明記されている。

ERAにおける道路事業における土地収用と補償等の手順を図 2-2-10 に示す。
 なお、図 2-2-10 に示すように、カットオフデートの設定日は必要用地に関するステークホルダー協議が開催され、説明と協議が行われた日とされている。

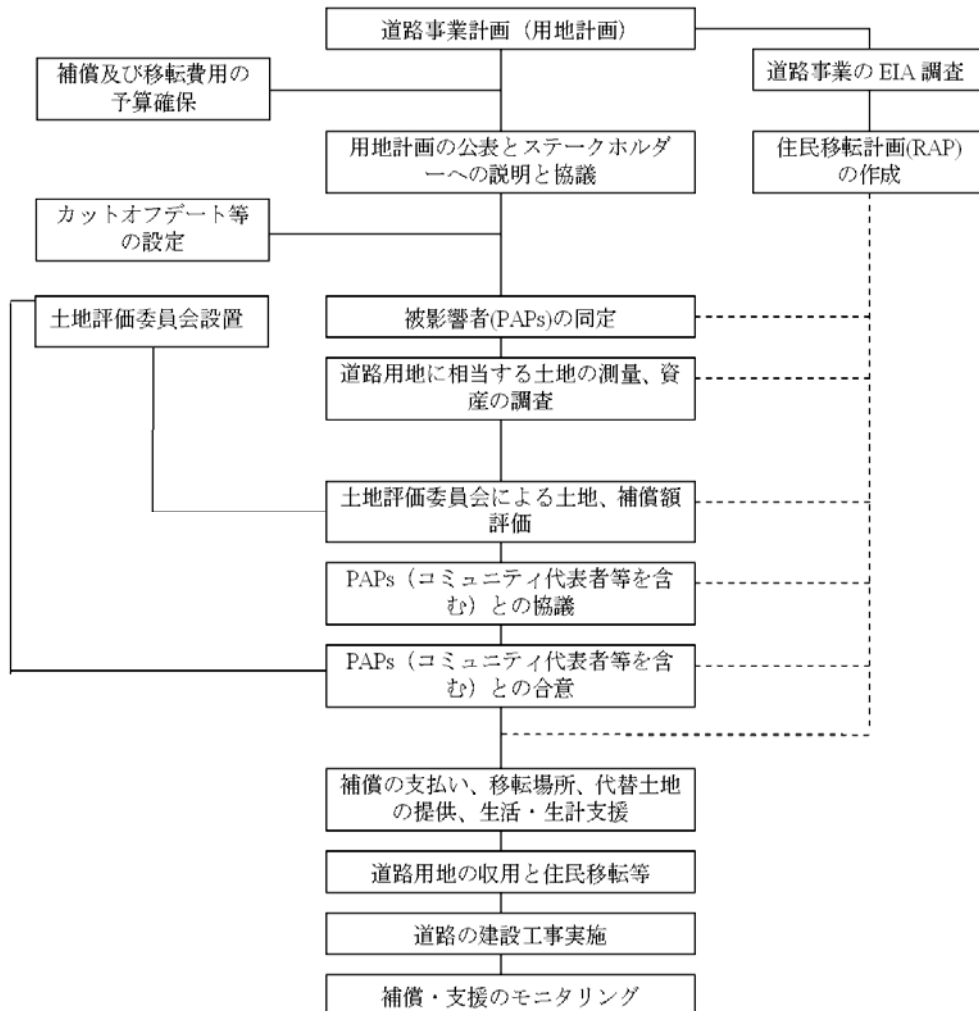


図 2-2-10 道路事業での土地収用と補償等の手順

(2) 道路用地 ROW の設定

本プロジェクトで環境社会影響判定のベースとなる ROW (Right of Way 道路用地) は道路中央線から両側 25m 計 50m の範囲として環境社会影響調査を行っている。ERA が 2002 年に発行した設計マニュアルにおいて、道路の交通量に応じ DS1 から DS10 までの等級に区分され、幹線道路 Trunk Road には DS 1 から DS5 までが属して種々の諸元が規定され、ROW については地形に係わらず 50m とされている。以下、DS10 の地方道路 Feeder Road まで段階に応じて ROW は 40m、30m、20m と減じている。アワシユ橋は当初より幹線道路扱いであり、DS1 または DS2 の ROW 50m 幅で検討されている。一方、種々の諸元と同様にそれらを変更する場合はその理由を明記して承認を得ることと設計マニュアルには明記されているが、この場合の理由の一つには住民移転を軽減するための環境配慮を理由とする場合があり、ある地方道路 (IDA 援助) の場合の 30m の ROW が家屋密集地域 Urban を通過する場合は 20m に縮小されたケースが報告されている。

また、設計マニュアルでは地形によって切土や盛土が必要な場合は切土法肩や盛土法尻から3mの余裕幅を加えている。アワシュ橋アプローチ道路では深い切土が要求されるため、一部で切土法肩部+3mがセンターラインから25mを越す箇所があり、より広いROWを設定している。

2-2-4-3 環境社会配慮調査

(1) JICA ガイドラインと「エ」国規則との整合性

本プロジェクトには2004年のJICA環境社会配慮ガイドラインが適用されるが、「エ」国の環境規則は原則的には世界銀行の環境基準に準じて策定されており、特に住民移転政策はOP4.14を準用するとしている。2004年のJICAガイドラインでも先進国の国際基準を参照する（注：2010年4月発行新JICAガイドラインではOP4.12と明記）としており、大きな乖離はない。しかし、公共目的の必要用地取得に際しての補償に関しては、代替地を供与するが土地そのものに対する金銭補償はない点で、国際基準とは大きなギャップが存在する点は注意を要する。

(2) スコーピング結果とカテゴリー分類

JICAガイドライン上では重大なインパクトが見込まれる社会及び自然環境項目、特に住民移転と国立公園などの貴重な生態系に対する影響は認められず、プロジェクトのカテゴリー分類はBと判定し、初期環境調査IEE対象プロジェクトと判定した。一方、第1次現地調査においてERA-EMSBと共同環境調査を行ったが、「エ」国基準では、EIA調査が求められるSchedule Iプロジェクトではなく、初期環境影響評価IEIAが求められるSchedule IIプロジェクトと判定された。なお、IEIA報告書にはWB基準に準ずる簡易住民移転計画書Abbreviated RAPの添付が必要となっている。以上から、「エ」国基準のIEIA報告書は、JICA基準のIEE報告書と充分に対応するものとして、協議合意書において「エ」国側からIEIA報告書が提出されることが再度確認された。

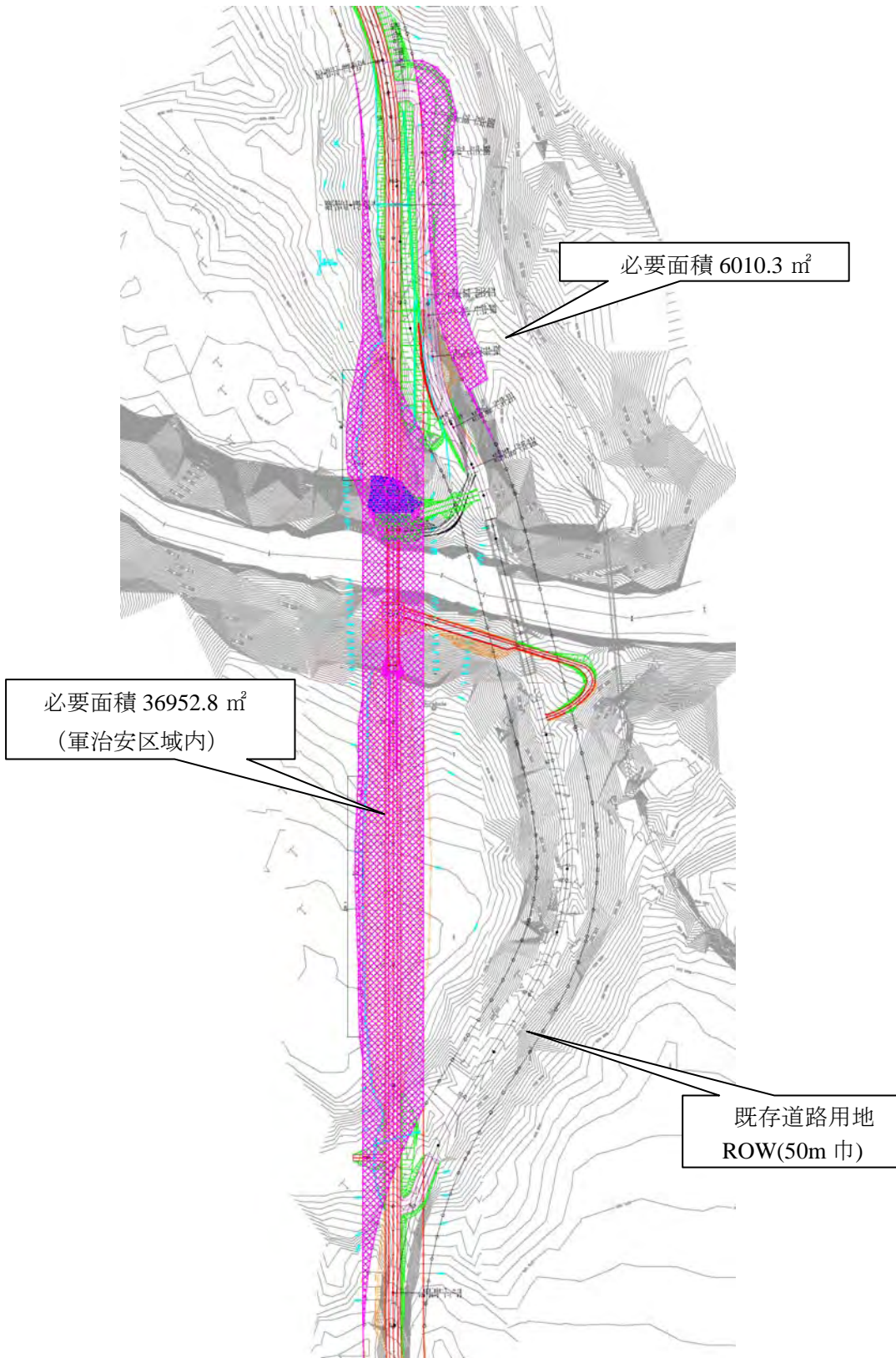
(3) 取得用地と総面積に占める民用地の割合

最終ルート決定後に作成したサイトの必要取得用地図を図2-2-11に示す。この用地図を使って、ERA-EMSBと共同現地確認調査を実施し、必要用地の使用状況の確認を行って、測量図面を使って面積計算を行い、サイトの概算面積を表2-2-2にまとめた。

表 2-2-2 必要取得用地面積 (m²)

分 類		アワシュ橋
永久取得地	国有地	43,000
	民用地	0
計		43,000
一時借用地	国有地	40,000
	民用地	0
計		40,000
総計		83,000

出典：ERA-簡易住民移転計画(Abbreviated RA0-2010年10月より)



必要面積 = 36952.8 + 6010.3 = 42963.1 m² (民地なし)

図 2-2-11 必要用地図

(4) ステークホルダー協議とカットオフデートの設定

図 2-2-10 に道路事業での土地収用と補償等の手順が示されているが、カットオフデートの設定前に用地計画の公表とステークホルダーへの説明と協議が必要とされている。この手順に従い、5月に実施された第1回のステークホルダー協議でプロジェクトの説明を行ったのを受けて、第2回のステークホルダー協議で必要用地の説明を行うことになり、7月29日にアワシュ橋について、アワシュ町舎で管轄の地方行政部支援の下で協議が実施された。協議参加者からの意見は何れも ERA の説明を了解とし、同時に早急に工事が開始されることを希望した。概要は別添の IEIA 報告書第5章及び AbRAP 第6章を参照されたい。

必要用地への侵入及び改変を禁止するカットオフデート発効日はこれまでの慣行として、ステークホルダー協議の議事録に担当行政部と協議参加者代表が署名した日とされているが、本プロジェクトの場合は協議開催日である7月29日とされた。なお、ERAからの通知により後日新聞紙上での公表も行われることになっている。

ステークホルダー協議に参加を求められる直接および間接的な利害を有していると看做される参加者（組織・団体を含む）は、地区組織事務所、影響を受けた市・町村役所、Wereda（郡）レベルの役所、地区水資源事務所、地区電信・電話事務所、地区 E.P.C 事務所、Wereda レベルの水資源事務所、地区統計担当、Wereda レベルの農業担当、農村および都市の Kebele(地区)役所、地域の年長者、などである。なお、ステークホルダー協議はプロジェクトの新たな進捗があった場合に都度開催されることが望まれる。

(5) 住民移転を含む社会環境に関する調査結果

橋梁予定地での必要用地図が完成した結果を受けて、7月13日及び14日の両日に亘り ERA 環境保護課と自然環境及び社会影響について共同現地調査を行い、さらに現地での直接・間接的影響住民に対してインタビューを実施した。

本プロジェクトにおいて、用地取得に影響する世帯（団体）数を表 2-2-3 に示す。

表 2-2-3 用地取得に影響する世帯（団体）数

サイト	①用地のみ取得	②用地取得と建物移設	③土地のみ一時借用	④土地一時借用+建物移設	⑤電線・電話線水道管移設	PAPs 計
アワシュ橋	0	1*(監視小屋)	0	0	1*(電線)	2
PAPs 計	0	1	0	0	1*	2

上表の②の土地は軍治安地区 Military Security Area でその監視小屋もある。⑤の公共施設は電力会社の施設であり、一般住居の移転は全くない。また、多くの橋梁案件で遭遇する橋梁脇のキオスク・移動商店は橋付近には見られない。

(6) アワシュ国立公園との位置関係

アワシュ橋はアワシュ国立公園の東側境界に約 10km と近接するが、両者の中間地点にこの地域最大の中心地である人口約 3 万人のアワシュ町があり、野生生物保護庁 EWCA によれば近年は

さらに居住区域を拡大し牧畜遊牧によりアワシユ国立公園東側地域を不法侵食しているとの情報があった(図 2-2-12 参照)。

アワシユ国立公園は、1966年に「エ」国で初めて法的に指定を受けた国立公園であり、多様な野生動物(哺乳類)及び鳥類の生息域並びに観光地としての高い潜在的価値を評価した UNESCO のアドバイスにより制定された。公園面積は 756km²で、公園内は植生的にはサバンナ草原でアカシア等の疎林が点在する。生息する動物は哺乳類が 81 種(蝙蝠類を含む)、鳥類が 453 種に及んでいる。アワシユ国立公園内に生息する IUCN レッドブック絶滅危惧種は Swayne's Hartebeest(*Alcelaphus buselaphus swaynei*-鹿の種類)のみで、鳥類ではわずかに貴重種としてファンターレ山(Mt.Fantale)付近に見られるといわれる Yellow-throated serin (ヒワの種類)のみである。アワシユ橋付近では、アワシユ川渓谷沿いに飛来する鳥類が見られるが、上記の絶滅危惧種や貴重種の報告は知られていない。

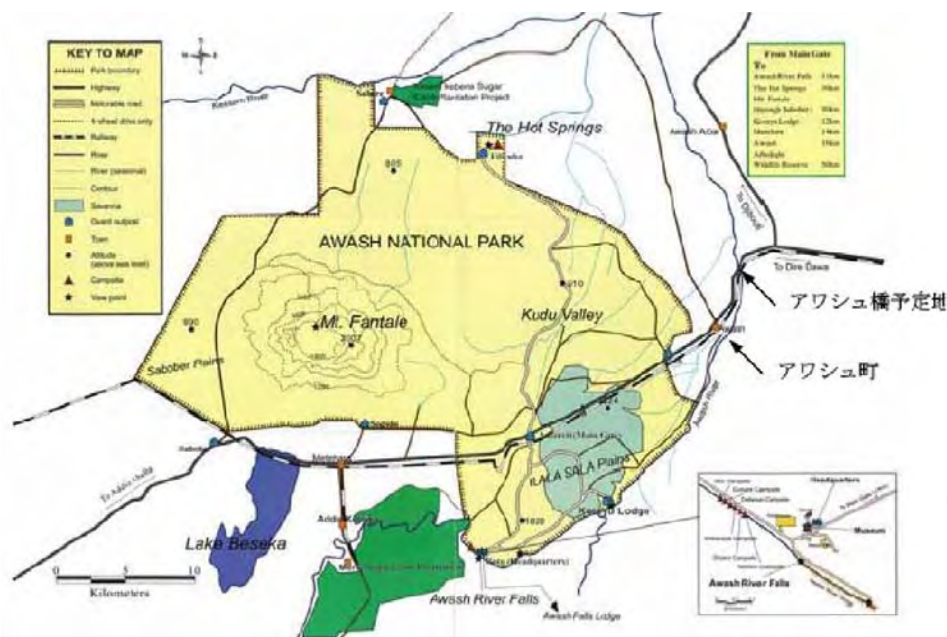


図 2-2-12 アワシユ国立公園とアワシユ橋の位置

(7) 環境負荷緩和策

想定される環境負荷の緩和対応策については、表 2-2-4 にまとめた。なお、本プロジェクトでの環境負荷項目には重大なインパクトが見込まれる A 評価はなく、多少のインパクトが見込まれる B 評価のみとなっている。想定された全ての環境負荷の中で、住民移転を含む社会環境項目への環境負荷の緩和と対応は ERA が主体となる。

一方、建設工事によって発生する社会環境を含む自然環境及び公害に関する環境負荷については入札時に準備する工事仕様書に明記し、建設業者に環境管理計画書 EMP を工事開始前に提出させて内容を審査し ERA の同意を得る。その上で、施工監理者と業者側の EMP 担当者を決定して工事中の EMP 遵守状況のモニタリングを実施する。さらに、業者から遵守状況月報を提出させると同時に適宜現場で迅速に対応することが必要である。モニタリング・フォームについては

表 2-2-5 にまとめて示す。これらの進行状況及び結果はすべて JICA に対して月報により報告が行われるが、特に重要な事項は、土地利用・住民移転の実施に際しては法律を厳守した補償の実施進行状況及び結果報告が求められている。なお、工事開始前のできるだけ早い時点で自然環境及び公害に関するベースライン・データの取得及び確認が必要である。

表 2-2-4 アワシユ橋の影響評価と緩和策

環境項目		評価		評価の根拠	緩和策	
		工事中	供用時			
社会環境	1	土地利用・非自発的住民移転	B	D	民間立入り禁止の軍保安用地内の新ルート、橋の警備小屋及び通信用電線移設を必要とするのみ	工事開始前に移設を完了する
	2	地域経済（生計手段、雇用等）	D	D	民間立ち入り禁止区域のため影響なし	
	3	土地利用、地域資源利用	D	D	切り立った深い溪谷を流れる川、工事用水・採石・土砂は外から搬入	
	4	地域の社会組織(地域的意思決定機関等)	B	B	2回の住民協議を実施済み、ロバ通行は稀だが現橋使用可能	工事中・供用後：適宜ステークホルダー協議を実施する
	5	既存の社会インフラ・社会サービス	D	D	緊急時対策として現橋は保存し、家畜・人道利用可だが利用者は少ない	
	6	貧困層、先住民など社会的脆弱なグループ	D	D	工事中も現橋利用可であるが交通安全管理が必要、ロバ通行は稀	
	7	被害と便益や開発プロセスにおける公平性	D	D	軍と電線のみで、民間への影響はない	
	8	地域における利害の対立	D	D	ない	
	9	遺跡・文化財	D	D	付近にはない	
	10	水利権、漁業権、入会権	D	D	民間立入り禁止の軍保安用地内の新ルート	
	11	健康・公衆衛生（主に排ガス・粉塵など）	D	D	工事中も現橋は一旦停止制限速度一方通行中、近々に民家全く無し	
	12	HIV/AIDS 等の感染症	B	D	工事中に外部からの労働者が宿泊滞在する	工事中の工事宿舎管理は ERA の環境管理計画 (EMP) ガイドラインを遵守する
	13	災害リスク（主に土壌安定など）	B	B	大規模な切土・盛土工事が必要。水平岩盤地帯で地すべりなど地溝帯要因はない	工事中・供用後：切土・盛土部の監視と雨期の防護対策が必要、設計時に充分検討する
	14	事故(交通事故等)	B	D	工事中、現道と交差する新ルートと交差の際の出入りに関係する事故と交通混雑	工事中の事故防止、交通整理等の安全対策を徹底する
	15	治安(安全)	B	D	地雷危険及び除去については確認済みだが注意する	工事開始前に地雷危険及び除去については再確認を行う

自然環境	16	地形・地質 (主に地盤安定など)	B	B	工事・供用後：新橋ルート工事(1,155m)で深い切土工事必要	設計時に充分検討する、工事の安全/EMP 遵守及びモニタリングの実施
	17	土壌浸食	B	B	工事中：水平分布の比較的硬い火山岩を主とする、工事中は亀裂による岩片崩落あり、	同上
	18	地下水の状況	D	D	国立公園下流だが、汚濁河川水・地下水利用計画はない	
	19	流況、水文の特性	D	D	最高河川水位より遥か上の火山岩盤内の橋脚基礎工事で影響はない、	
	20	沿岸地域の状況	D	D	内陸部で対象範囲外	
	21	植物・動物、生態系	B	B	工事中・供用後：10km西の距離にアワシユ国立公園あり、灌木はまばらだがアワシユ川渓谷沿いに鳥類の飛来あり、	工事中：必要以外の樹木伐採禁止、騒音・振動・排気ガスなどEMP 遵守及びモニタリングの実施
	22	指定地域（自然保護等）	B	B	工事中。供用後：指定区域外であるが鳥類多い。河川は汚濁水で魚類見えず	自然配慮と樹木の無用伐採厳禁。EMP 遵守とモニタリングの実施
	23	景観	D	D	既存の鉄道・道路2橋に新橋が加わるので名所になるか？	
	24	地域気象	D	D	新橋の縦断勾配はより緩傾斜を採用、排出ガス軽減	
	25	地域温暖化	D	D	同上	
公害	26	大気汚染	B	D	工事中：工事車両の低速通行及び工事による影響あり	EMP 遵守とモニタリングの実施
	27	水質汚濁	B	D	工事中：工事現場・重機・車両及び工事宿舎からの排水、オイル等の滲出	EMP 遵守とモニタリングの実施
	28	土壌汚染	B	D		
	29	底質汚染	B	D	工事中：上記および土砂類の河川への流出	流出に注意、EMP 遵守とモニタリングの実施
	30	廃棄物	B	D	工事中：工事現場・重機車両等及び工事宿舎建設などによる影響があり、地盤沈下を起こす軟弱地盤はない	EMP 遵守とモニタリングの実施など、総合的監理が必要
	31	騒音・振動	B	D		
	32	地盤沈下	D	D		
	33	悪臭	B	D		

A：重大なインパクトが見込まれる、B：多少のインパクトが見込まれる、C：現時点では不明、D：殆どインパクトはない。

表 2-2-5 環境モニタリングフォーム

期 間	項 目	場 所	頻 度
I 工事前	下記項目のベースラインデータ取得	河川部: 橋梁よりそれぞれ 50m 上下流 陸上部: アプローチ道路を含む路線沿線、新たな用地取得と ROW 内に含まれる全地域	一回
II 工事中	下記項目のモニタリング	同上	毎四半期
III 工事後 (1年間)	下記項目のモニタリング	同上	一回

項 目		手 法	モニタリング結果・日時
社会環境			
1	土地利用・非自発的住民移転	I, II: 進捗状況と数量、インタビューのコメント、苦情及び解決策等を記載。 III: RAP 記載の補償支払い及び PAPs の同意確認	
2	地域の社会組織（地域の意思決定機関等）	現場視察結果の程度（殆どない、多少あり、重大等）の記載。必要に応じ詳細を別紙として添付。 I: ベースラインデータとして II: I からの変化度合い III: I/II からの最終的変化度合い	
3	貧困層、先住民など社会的脆弱なグループ	項目 2 に準じる	
4	被害と便益や開発プロセスにおける公平性	項目 2 に準じる	
5	健康・公衆衛生	項目 2 に準じる	
6	HIV/AIDS 等の感染症	項目 2 に準じる	
7	災害リスク（主に土壌安定など）	項目 2 に準じる	
8	事故（交通事故等）	項目 2 に準じる	
9	治安（安全）	項目 2 に準じる	
自然環境			
10	地形・地質（主に地盤安定など）	項目 2 に準じる	
11	土壌浸食	項目 2 に準じる	
12	流況、水文の特性	項目 2 に準じる	
13	植物・動物、生態系	I, III: 項目 2 に準じる II: ROW 内外での追加伐採の有無	
14	指定地域（自然保護等）	項目 2 に準じる	
15	景観	項目 2 に準じる	
公害			
16	大気汚染	項目 2 に準じる	
17	水質汚濁	SS, Oil, グリースの分析と結果 詳細は別紙を添付	

18	土壌汚染	項目2に準じる	
19	底質汚染	項目2に準じる	
20	廃棄物	項目2に準じる	
21	騒音・振動	項目2に準じる	
22	悪臭	項目2に準じる	
復旧（工事完工後の仮設道路、建設ヤード、宿舍、土取場、採石場他）			
23	復旧	III：項目2に準じる	

(8) 今後の環境管理に必要なチェックリスト

準備調査その1(2009)において、プロジェクトにおける環境社会配慮の確認調査に使用されるセクターごとの「環境チェックリスト」を道路・橋梁用に適用し、各チェック項目について準備調査その1(2009)段階での確認が行なわれた。そして本調査その2の実施段階で候補ルート of 最終決定がなされ、さらに確認された結果を表 2-2-6 にまとめて示す。

表 2-2-6 環境チェックリストによる現時点での確認状況

分類	環境項目	主なチェック事項	環境配慮確認結果
1 許認可・説明	(1)EIA および 環境許認可	① 環境影響評価報告書（EIA レポート）等は作成済みか。 ② EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 ③ EIA レポート等の承認は無条件か。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 ④ 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	①/③ カテゴリーは Schedule II で IEIA レポートが10月中旬に作成される。 ② ルール変更により、ERA 自身で承認可能となり、12月3日に認可された。 ④ 必要ない。
	(2)地域住民 への説明	① プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。 ② 住民および所管官庁からのコメントに対して適切に対応されるか。	①ステークホルダー協議を5月と7月の2回実施済。カットオフデートもアワシュ橋は7月29日で設定済。 ② 対応済。
2 汚染対策	(1)大気質	① 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はないか。当該国の環境基準は満足されるか。 ② ルート付近に大気汚染をもたらす工場地帯が既にある場合、プロジェクトにより更に大気汚染が悪化しないか。	① 大気環境基準は設定されていない。大型トラックによる大気汚染の影響が想定される。 ②アワシュ橋サイトは軍治安地区内に位置し、工場はない。
	(2)水質	① 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流域の水質が悪化しないか。 ② 路面からの流出排水が地下水等の水源を汚染しないか。 ③ 駅・パーキング/サービスエリア等からの排水は当該国の排出基準を満足するか。また、排出により当該国の環境基準を満足しない水域が生じないか。	① 水質悪化はあるが、堆積岩水平層の地質で、土壌流出はない。 ②地表水により 多少の汚染があるが少ない。 ③ 対象外である。
	(3)騒音・振動	① 通行車両や鉄道による騒音・振動は当該国の基準を満足するか。	基準は設定されていない。しかし、過積載トラックによる騒音・振動の派生防止対策を今後検討すべきである。

3 自然環境	(1) 保護区	① サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。	保護区内にはない。ただし、アワシユ橋サイトはアワシユ国立公園から10km程度しか離れておらず、またアワシユ橋を通る道路が公園内を通過するので、工事中、供用後の車両の走行に、公園内の動物の道路横断事故防止等の配慮が必要である。
	(2) 生態系	① サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。 ② サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。 ③ 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 ④ 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断、動物の交通事故等に対する対策はなされるか。 ⑤ 道路が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じないか。外来種（従来その地域に生息していなかった）、病虫害等が移入し、生態系が乱されないか。これらに対する対策は用意されるか。 ⑥ 未開発地域に道路を建設する場合、新たな地域開発に伴い自然環境が大きく損なわれないか。	対象外である。
	(3) 水象	① 橋梁、取り付け道路等の構造物の新設が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼさないか。② 橋梁の建設の際、基礎の設置で洗掘（河川の土砂が流される）の恐れがないか。	①、② 橋梁基礎工事は予想最高水位より上で実施されるので影響はない。 ② 恐れはないが、設計で検討。
	(4) 地形・地質	① ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はないか。悪い場合は工法等で適切な処置が考慮されるか。 ② 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じないか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策が考慮されるか。 ③ 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じないか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	① 地質は火山性堆積岩水平層であり、安定している。 ② 切土・盛土勾配を十分に検討する。 ③ 工事中／供用後の土壌流出防止の適切な対策を実施する。
4 社会環境	(1) 住民移転	① プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 ② 移転する住民に対し、移転前に移転・補償に関する適切な説明が行われるか。 ③ 住民移転のための調査がなされ、正当な補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 ④ 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 ⑤ 移転住民について移転前の合意は得られるか。 ⑥ 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 ⑦ 移転による影響のモニタリングが計画されるか。	① アワシユ橋は新橋だが、軍治安区域内で民用地はない。 ② 2回の協議で説明済。 ③ 簡易住民移転計画 ARAP が策定済。 ④ 対象者はいない。 ⑤ 得られる。 ⑥ 可能。予算申請は毎年2月。 ⑦ IEIA レポートに記載。

	(2)生活・生計	<p>① 新規開発により橋梁、道路が設置される場合、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響はないか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じないか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。</p> <p>② プロジェクトによるその他の住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>③ 他の地域からの人口流入により病気の発生（HIV等の感染症を含む）の危険はないか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。</p> <p>④ プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響はないか（渋滞、交通事故の増加等）。</p> <p>⑤ 道路・鉄道線路によって住民の移動に障害が生じないか。</p> <p>⑥ 道路構造物（陸橋等）による日照障害、電波障害は生じないか。</p>	<p>①／② 住民への悪影響は小さい。</p> <p>③ 工事宿舎の管理を行う。</p> <p>④ 工事中はそれぞれ発生するので、交通安全管理を行う。</p> <p>⑤ 道路交通管理を適正に行う。</p> <p>⑥ ない。</p>
	(3)文化遺産	<p>① プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なわないか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	<p>これらの遺産・文化財等は分布していない。もし、発見された場合は、所管の若者・スポーツ・文化省に報告し、対応を協議する必要がある。</p>
	(4)景観	<p>① 特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。</p>	<p>悪影響は想定されないが、橋梁では周辺との調和が乱すようなデザインは避ける。</p>
	(5)少数民族、先住民族	<p>① ルート上に少数民族、先住民族が生活している場合、少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を最小とする配慮がなされるか。</p> <p>② 当該国の少数民族、先住民族の権利に関する法律が守られるか。</p>	<p>「エ」国は多民族国家であり、アワシュ橋サイト周辺はアフール族が主であるが、特に少数民族、先住民族が生活する状況にはない。</p>
5 その他	(1)工事中の影響	<p>① 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。</p> <p>② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>③ 工事により社会環境に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>④ 必要に応じ、作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行うか。</p>	<p>①～④ 工事仕様書により、業者に対して環境管理計画 EMP の提出を義務付け、ERA と審査の上で、承認された EMP の遵守を徹底させる。モニタリングは ERA の責任となる。</p>
	(2)モニタリング	<p>① 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。</p> <p>② 当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断されるか。</p> <p>③ 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。</p> <p>④ 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	<p>①～④ ERA の環境規則により実施されているが、細部に対して必ずしも明確ではないので確認する必要がある。</p> <p>完工後には工事に伴う仮設工、建設ヤード、宿舎などの復旧の確認が必要である。</p>
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	<p>① 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（大規模な伐採を伴う場合等）。</p> <p>② 必要な場合には送電線・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（送変電・配電施設の建設を伴う場合等）。</p>	<p>① ②：該当しない。</p>

2-3 その他

2-3-1 交通量調査

(1) 調査概要

1) 調査の目的

対象橋梁付近における交通状況を把握、将来交通量推計による道路規格の設定および舗装設計における交通区分の設定に用いる基礎資料の収集を目的として、交通量調査を実施した。

なお、ERAにおいて幹線道路の交通量について年毎の調査データがあることから、これらの結果も参照し、交通量の伸び率の参考データとする。

さらに、現在計画が進められているアディス-アダマ高速道路(中国資金)のF/S調査において、将来交通量(高速道路および国道1号)推計が実施されていたことから、これらの内容のレビューを行い将来交通量設定の基礎資料として参照した。

2) 調査日時

i) 調査期間

交通量調査については、下記に示す平日・休日をそれぞれ1日各24時間交通量の観測を行った。

休日：2010年5月30日(日)

平日：2010年5月31日(月)

ii) 調査時間

調査時間については、AM6:00～翌AM6:00の24時間(方向別15分ごと集計)にて実施した。

3) 交通概要

各橋梁箇所における交通概要は下図に示すとおりである。

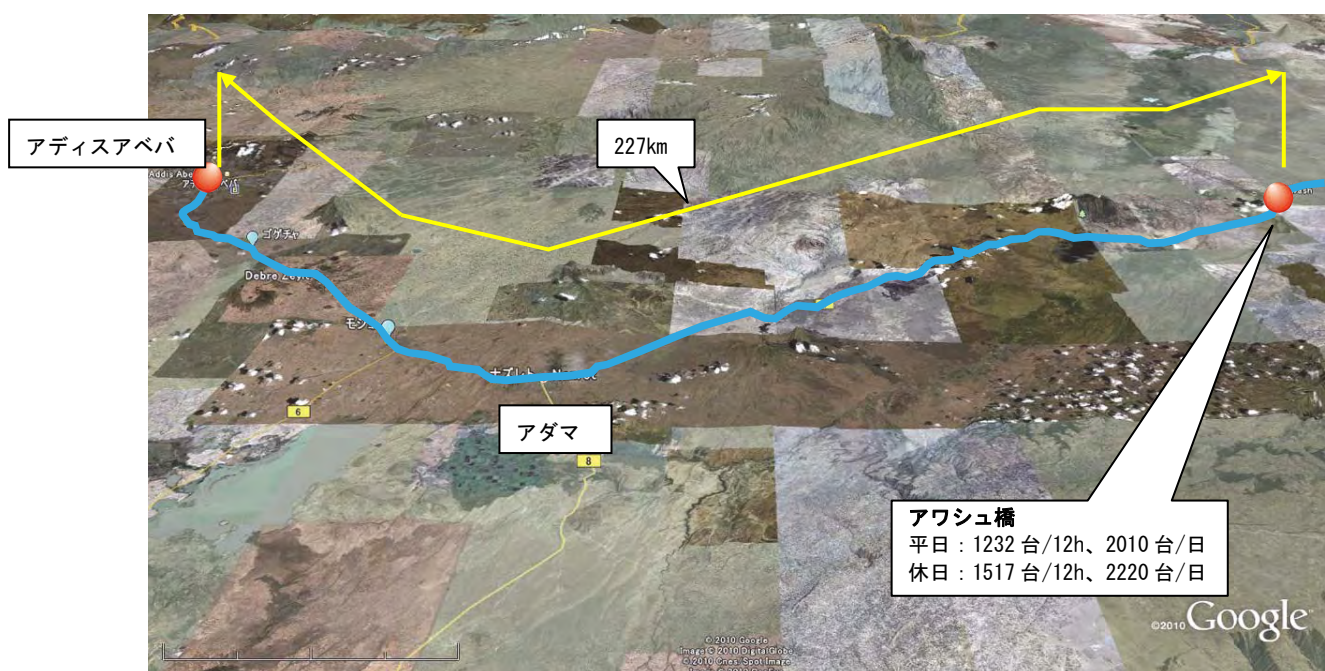


図 2-3-1 調査期間中の昼間12時間および24時間交通量

(2) 調査結果概要**1) 歩行者自転車交通量の概要**

アワシュ橋における歩行者類の交通状況は下記に示すとおりであり、現状において歩行者等の通行需要はほとんどない状況となっている。

表 2-3-1 歩行者等の交通状況

車種	平/休	アワシュ橋
3-wheel light vehicle.	平日	0
	休日	0
Moterbike & Bicycle	平日	0
	休日	0
Animal driven cart	平日	0
	休日	0
Donkey & Horse	平日	0
	休日	0
Pedestrian	平日	0
	休日	0
Other	平日	1
	休日	0

2) 自動車類交通量の概要**i) 断面（両方向）交通量**

アワシュ橋の断面交通量については、平日 2,000 台/日（大型車混入率 48%）、休日 2,200 台/日（大型車混入率 56%）となっている。

ii) 道路交通特性**a) 大型車混入率**

大型車混入率については、休日の昼間で 60%にも達する大型車混入が見られた。また、平日に比べ休日の方が高い混入率を示した。

b) 昼夜率

昼夜率（24 時間交通量 / 昼間 12 時間交通量）については、平日 1.63、休日 1.46 と高かった。乗用車類の場合は夜間通行することは少ないが、長距離トラック等の場合は昼夜間走行するケースが多く、前述の大型車混入率が高いことと合わせ、長距離の輸送交通が多いことが伺える。

表 2-3-2 昼夜率

		昼間交通量 (AM6~PM6)	夜間交通量 (PM6~AM6)	日交通量	昼夜率
アワシュ	平日	1,232	778	2,010	1.63
	休日	1,517	703	2,220	1.46

c) 平日・休日交通量の比較

時間帯別の交通量に関しては、全時間帯を通して時間変動が小さい状況となっている。また、乗用車類の通行は極めて少なく、トラック&トレーラーの交通が卓越している状況が見られる(図2-3-2参照)。

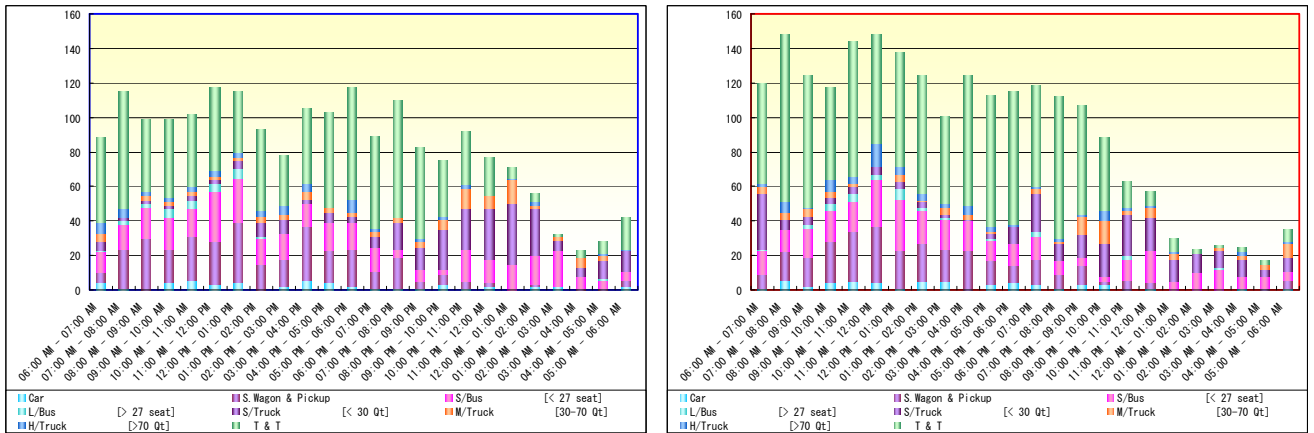


図 2-3-2 平日、休日別時間帯別 自動車類交通量

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

エチオピア国からの当初の要請は、ゴゲチャ橋、モジヨ橋、アワシュ橋の3橋の架け替えであったが、ゴゲチャ橋、モジヨ橋に関しては日本側予算面と、相手国の事業実施のため、今回の要請から除外することで両国は合意した。

従って、本概要書の本論ではアワシュ橋に関して記載し、ゴゲチャ橋、モジヨ橋に関しては別添として記載した。

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 エチオピア道路開発計画

「エ」国政府は同国の道路整備状況を改善するため、1996年1月からRSDP（1997年～2007年）（道路開発計画）の策定を行い、1997年7月より目標年次を2002年6月とする同計画のフェーズIであるRSDPIを実施に移した。RSDPは政策・実施機関の改善を含んだ総合道路開発計画であり、他の援助国・機関も全てこのRSDPをもとに援助方法を検討している状況であり、「エ」国における全ての道路整備計画の唯一の上位計画にあたる。従って、「エ」国内の道路整備計画に関しては、RSDPに基づいて実施されることとなる。同計画では、連邦政府所轄の道路に関しては幹線道路（Trunk Roads）と補助幹線道路（Link Roads, Main Access Roads）を対象としており、その計画実施機関はエチオピア道路公社（Ethiopian Roads Authority ; ERA）である。

なお、橋梁に関しては、RSDPのサブプログラムとして「橋梁改修計画」（Bridge Rehabilitation Program : BRP）があり、本プロジェクト要請対象橋梁に関しても、BRPの中で計画対象橋梁とされている。

3-1-1-2 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

「エ」国内で最も重要な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、「エ」国の経済発展が促進される。

- ・プロジェクト目標

「エ」国は、ジブチ国、エリトリア国、スーダン国、ケニア国、ソマリア国に囲まれた内陸国であり、交通・輸送の95%を道路運輸交通が担っている。そのため、周辺国との物流及び人的交流には国際幹線道路が最も重要な交通手段となっており、その中でも、国道1号線は、「エ」国の輸出入の90%を担う隣国ジブチ港と首都アディスアベバを結ぶ総延長853kmの最重要路線として位置付けられている。

国道1号線上に架橋されているアワシュ橋は、同橋以北に向かう上で不可欠な橋梁であるが、建設後40年が経過し、かつ大型車の交通量が多く、耐荷力に問題が生じている。そのため、1車両1方向のみの通行制限が課せられており、早急な新橋の建設が要請されている。

本プロジェクトの目標は、既存アワシユ橋に並設して新橋及び取り付け道路を建設することにより、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、地域住民の交通アクセスの向上、周辺地域の経済発展及び貧困の削減を図ることである。

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、アワシユ川を渡河している既存アワシユ橋に並設して、新橋及び取り付け道路の建設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、1車両1方向のみの通行制限の撤廃による交通上のボトルネックの解消、現橋を歩道橋として利用することによる歩車道分離による安全の確保等が図られ、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。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

国道1号線上に位置するアワシュ橋は耐荷力不足による1車両1方向のみの通行制限により、交通上のボトルネックとなっている。本プロジェクトはこれらの問題点を解消し、「エ」国及び隣国間の交通と交流の促進、国際幹線道路の機能発現、地域経済の発展に資するため、アワシュ橋と取り付け道路の新設を実施するものであり、「エ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画する。

3-2-1-1 基本方針

概略設計を行う上での設計方針は、以下のとおりである。

(1) 協力対象範囲

本案件に関わる正式な無償資金協力要請は、「エ」国から2008年に日本大使館へ提出された。今回の準備調査は、主に要請内容を再確認すると共に、主に架橋位置及び取り付け道路、橋梁及び取り付け道路縦断計画、幅員構成、橋梁形式、環境関連手続き、自然条件、地雷除去等を確認することを目的として実施されたが、「エ」国との協議の結果、最終的に確認された日本の無償資金協力に対する要請の主な内容は、下記のとおりである。

- ・ アワシュ橋（2車線、歩道なし）の新設（並設）
- ・ 取り付け道路の建設

(2) 架橋位置及び取り付け道路

アワシュ橋に関しては迂回路が全くなく、緊急時の迂回路として既存アワシュ橋を利用できるようにするために、既存アワシュ橋は撤去しないこととする。従って、新アワシュ橋は既存アワシュ橋に並設して建設するものとし、その架橋位置として、下記の3案について比較検討を実施し、最適案を選定する。

- ・ 第1案（下流側100mシフト案）：現橋の下流側（北側）に約100mシフトする案
- ・ 第2案（下流側80mシフト案）：現橋の下流側（北側）に約80mシフトする案
- ・ 第3案（下流側40mシフト案）：現橋の下流側（北側）に約40mシフトする案

(3) 規模等

1) アワシュ橋縦断計画

現在、アワシュ橋前後の取り付け道路には最大で7%の縦断勾配がついているが、この急勾配を緩和すべく、縦断計画として、下記の3案について比較検討を実施し、最適案を選定する。

- ・ 第1案:アディスアベバ側の取り付け道路及び橋梁部の縦断勾配を橋梁部3.28%とする案。
- ・ 第2案:アディスアベバ側の取り付け道路及び橋梁部の縦断勾配を2.60%とする案。
- ・ 第3案:アディスアベバ側の取り付け道路及び橋梁部の縦断勾配を0.5%とする案。

2) 径間長

径間長は次式により求める。

$$\text{径間長 } L = 20 + 0.005Q = 20 + 0.005 \times 1200 \text{m}^3/\text{sec}$$

ここに、Q は計画高水流量である。

3) 取り付け道路の協力範囲

アワシュ橋は既存橋に並設して建設されるため、新橋から現道にすりつく区間で新たに取り付け道路が必要となる。

なお、これらの取り付け道路は日本の無償資金協力により実施される。

(4) 要請内容と協議・確認事項

両国および調査団で相互確認した条件の下に概略設計を進めるが、要請内容と準備調査時の協議・確認事項を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 要請内容と協議・確認事項

項目	要請内容	協議・確認事項	
対象橋梁	アワシュ橋の新設	アワシュ橋の新設	
架橋位置	現橋に並設	下記3案を比較検討し、最適案を選定する。 ・第1案：下流側100mシフト案 ・第2案：下流側80mシフト案 ・第3案：下流側40mシフト案	
橋梁形式 及び橋長	PC3 径間連続ゲルバー 桁橋 (L=21.0+67.0+21.0 =109.0m) (現橋)	下記3案を比較検討し、最適案を選定する。 ・第1案：PC3 径間連続箱桁橋 ・第2案：コンクリートアーチ橋 ・第3案：コンクリート方杖ラーメン橋	
幅員	有効幅員	7.32m (現橋)	9.3m
	車道	3.66m×2=7.32m (現橋)	3.65m×2=7.3m
	路肩	なし (現橋)	1.0m×2=2.0m
	歩道	なし (現橋)	なし
車線数	2車線 (現橋)	2車線	
設計速度	特に明示なし	85km/h	
設計活荷重	同上	AASHTO 基準にある HS20 の 25%増し荷重	
取り付け道路	同上	新橋から現道にすりつく区間 (起点側及び終点側の両方)	
護岸工		なし	

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 気象

1) 気温・風速・湿度

アワシユ橋近傍の最高気温は、6月が最も高く37℃であり、最低気温は11月で、11年間平均で18℃程度である。年間を通しての平均気温は25℃である。風速は年間、2.0m/s～3.0m/sであり、雨期、乾期を通して大きな差はない。年間の平均風速は2.5m/sである。また、アワシユ橋近傍の湿度は、雨期の8月に最も高く64%となり、乾期の11月に最低の47%になる。年間の平均湿度は約54%である。

湿度については、特に高いとは言えない地域であるが、雨期には架橋地点はかなり高温・多湿となるため、設計では部材の温度変化、施工ではコンクリートの打設及び養生に細心の注意が必要である。また、鋼橋の場合は高温・多湿な地域では特に腐食の問題があり、将来の維持管理に最も影響することを念頭に置いておかなければならない。

2) 雨量・降雨パターン

当該地点の年間降雨量は5年間の平均で約510mmであり、少ない年で443mm、多い年で578mm程度と年間の較差は小さい。8月の降水量が年間を通じて最も多く、11月～2月の間はほとんど降雨量がない。

なお、アワシユ橋では河川内工事が生じないため、雨期の制約は受けない。

(2) 洗掘と基礎構造設置深さ

橋脚基礎の高さは、橋脚による洗掘を考慮して決定する。洗掘深としては、日本の基準では計画河床または最深河床のうち低いものから2.0m以上の洗掘深を確保することと規定している。したがって、本プロジェクトでは、橋脚フーチングの根入れを最深河床から2.0m以上または岩盤内に根入れすることとする。橋台については、直接基礎の場合、フーチング底面を岩盤、土丹、砂礫等の良質な支持層に十分根入れすることとする。また、必要に応じて根固め工を設ける。

(3) 耐震設計

エチオピア中央部に北東から南西方向に伸びるアフリカ大地溝帯は、活発な火山活動地域である。エチオピアでは約4000万年前に火山活動が始まり、地溝内に新鮮な火山地形が残され、火山活動は現在まで引き継がれている。この地域では、多様な岩石・噴火形態・噴出規模の活動が異なる地質時代にみられること、引張応力場であること、地震活動が頻発する地域であること等が特徴的である。大地溝帯の谷は、幅35-100km、総延長は7000kmに至る正断層で、地面が割れ、落差100mを越える急崖が随所にある。

「エ」国の橋梁設計基準には、耐震設計に採用する地震時水平震度が地域別及び構造特性別に規定されている。本件対象橋梁は大地溝帯上にあり、構造特性も考慮して、設計水平震度を算出し、耐震設計を行うものとする。

3-2-1-3 交通量に係る方針

(1) 交通需要予測の基本方針

2005年にAfricon社がAddis - Adama高速道路に関してF/Sを実施しており、その中で交通需要予測を行っている。その後、2007年に英Scott Willson社がこのF/Sのレビュー、細部条件の見直しを実施し、現時点で最新の交通需要予測を実施している。ERAに対するヒアリングによれば、現時点では最終的な料金体制が確定しておらず、これと並行する今回の対象道路である国道1号線の将来交通量は、高速道路の整備ケースや料金設定に大きく影響を受ける事となる。

本報告書においては、現地調査時点で入手可能な最新版を参照し、対象橋梁周辺の計画交通量を設定することとするが、詳細設計段階における最新情報により計画交通量のアップデートを行うことが望ましいと考えられる。

需要予測期間

2010～2030年

課金制度

- ・ 制度1：供用当初より課金するケース
- ・ 制度2：当初は無料で供用し、影響を見ながら課金するケース

整備検討ケース

- ・ シナリオ1：現況において交通量の非常に多い、第1ステージであるアディスアベバからデブレゼイト南側のみを整備するケース
- ・ シナリオ2：アディスアベバからアダマ（第1～第3ステージ）までの全線一括で供用を図るケース

料金設定

- ・ 無料：通行料金を徴収しないケース
- ・ オプション1 安価設定：通行料金を通常設定の半額程度としたケース
- ・ オプション2 通常設定：支払い意志額解析をもとに設定される通行料金を徴収するケース

対象区間の将来交通量設定にあっては、高速道路計画の今後の動向を見極めつつ、リダンダンシーの確保にも配慮した適切な交通量設定を行うこととする。

(2) 自動車類交通量の概要

・ 歩行者自転車等交通量の概要

アワシュ橋については、現状において歩行者等の通行需要はほとんどない状況となっている。

・ 断面（両方向）交通量

アワシュ橋の交通量は、平日 2,000 台/日、休日 2,200 台/日である。

・ 大型車混入率

大型車混入率については、アワシユ橋は突出して高く、休日の昼間で60%にも達する大型車混入が見られた。また、平日に比べ休日の方が高い混入率を示した。

・ 昼夜率

アワシユ橋の昼夜率（24時間交通量 / 昼間12時間交通量）は1.5前後であり、前述の大型車混入率が高いことと合わせ、長距離の輸送交通が多いことが伺える。

(3) 将来交通量推計

アワシユ橋については、Addis - Adama 高速道路とは直接的に並行とはならないことから、現道交通量を、年ごと伸び率により設計交通量を算出する。この伸び率については、Addis - Adama 高速道路 F/S に示される、Modjo - Nazareth の伸び率を使用することとした。

Nazareth からアワシユ橋間においては、主要な大都市はなく、また、迂回可能な同等の道路が存在しないため、Modjo - Nazareth 間の伸び率はアワシユ橋付近の将来的な交通の伸びと大きな差は無いと考えられる。以下に、将来交通量の伸び率および交通量推計結果を表 3-2-2 及び表 3-2-3 示す。

表 3-2-2 交通量の伸び率

	cars	buses	trucks
2007-2010	3.5	3.9	4.6
2011-2013	4.6	5.2	6.1
2014-2020	5.8	6.5	7.6
2021-2030	3.5	3.9	4.6

出典:スコットウィルソン F/S レポート

表 3-2-3 将来交通量推計

年次	年	traffic growth rates			Number of traffic (AADT1)							Total	
		cars %	buses %	trucks %	Car	S.Wagon & Pickup	S/Bus [<27 seat]	L/Bus [>27 seat]	S/Truck [<30 Qt]	M/Truck [30-70 Qt]	H/Truck [>70 Qt]		T & T
現況	2010	3.5	3.9	4.6	53	288	320	31	242	84	70	1,132	2,220
1	2011	4.6	5.2	6.1	55	298	332	32	253	88	73	1,184	2,316
2	2012	4.6	5.2	6.1	57	312	350	34	269	93	78	1,256	2,449
3	2013	4.6	5.2	6.1	60	326	368	36	285	99	82	1,333	2,589
4	2014	5.8	6.5	7.6	63	341	387	37	302	105	87	1,414	2,737
5	2015	5.8	6.5	7.6	66	361	412	40	325	113	94	1,522	2,934
6	2016	5.8	6.5	7.6	70	382	439	43	350	122	101	1,637	3,144
7	2017	5.8	6.5	7.6	74	404	468	45	377	131	109	1,762	3,369
8	2018	5.8	6.5	7.6	79	427	498	48	405	141	117	1,896	3,611
9	2019	5.8	6.5	7.6	83	452	530	51	436	151	126	2,040	3,871
10	2020	5.8	6.5	7.6	88	478	565	55	469	163	136	2,195	4,149
11	2021	3.5	3.9	4.6	93	506	602	58	505	175	146	2,362	4,447
12	2022	3.5	3.9	4.6	96	524	625	61	528	183	153	2,470	4,640
13	2023	3.5	3.9	4.6	100	542	649	63	552	192	160	2,584	4,842
14	2024	3.5	3.9	4.6	103	561	675	65	578	201	167	2,703	5,053
15	2025	3.5	3.9	4.6	107	581	701	68	604	210	175	2,827	5,273
16	2026	3.5	3.9	4.6	111	601	728	71	632	219	183	2,957	5,502
17	2027	3.5	3.9	4.6	115	622	757	73	661	230	191	3,093	5,742
18	2028	3.5	3.9	4.6	119	644	786	76	692	240	200	3,235	5,992
19	2029	3.5	3.9	4.6	123	667	817	79	723	251	209	3,384	6,253
20	2030	3.5	3.9	4.6	127	690	849	82	757	263	219	3,540	6,526

台/日・両方向

(4) 道路規格

以上の計画交通量から、調査対象橋梁付近の道路規格を設定すると下記の通りとなる。

なお、道路規格については「エ」国のマニュアル「Geometric Deigne Manual 2002 (ERA)」に準じて設定する。

Design Standards vs. Road Classification and AADT

Road Functional Classification	Design Standard	Design Traffic Flow (AADT)*	Surface Type	Width (m)		Design Speed (km/hr)				Urban/Peri-Urban
				Carriageway	Shoulder	Flat	Rolling	Mountainous	Escarpment	
FEEDER COLLECTORS MAIN LINK TRUNK	DS1	10000-15000	Paved	***Dual 2 x 7.3	See T.2-2	120	100	85	70	50
	DS2	5000-10000	Paved	7.3	See T.2-2	120	100	85	70	50
	DS3	1000-5000	Paved	7.0	See T.2-2	100	85	70	60	50
	DS4	200-1000	Paved	6.7	See T.2-2	85	70	60	50	50
	DS5	100-200	Unpaved	7.0	See T.2-2	70	60	50	40	50
	DS6	50-100	Unpaved	6.0	See T.2-2	60	50	40	30	50
	DS7	30-75	Unpaved	4.0	See T.2-2	60	50	40	30	50
	DS8	25-50	Unpaved	4.0	See T.2-2	60	50	40	30	50
	DS9	0-25	Unpaved	4.0	See T.2-2	60	40	30	20	40
	DS10	0-15	Unpaved	3.3	See T.2-2	60	40	30	20	40

以上から、橋梁を含めた前後の道路については、下記の道路規格にて設計を行うものとする。

表 3-2-4 道路規格

箇所	道路規格	地形区分	設計速度
アワシュ橋	DS2	山間部	85km/h

3-2-1-4 橋梁及び道路幅員に係る方針

橋梁及び取り付け道路幅員についても、下記に示す「Geometric Deigne Manual 2002 (ERA)」にある道路規格別の標準幅員に準じて設定するものとする。

表 3-2-5 道路規格別路肩幅員

Design Standard	Rural Terrain/Shoulder Width (m)				Town Section Widths (m)			
	Flat	Rolling	Mountainous	Escarpment	Shoulder	Parking Lane***	Foot way	Median [†]
DS1	3.0	3.0	0.5 - 2.5	0.5 - 2.5	n/a	3.5	2.5 (min)	5.0 (min)
DS2	3.0	3.0	0.5 - 2.5	0.5 - 2.5	n/a	3.5	2.5	Barrier [†]
DS3	1.5 - 3.0 ⁺⁺	1.5 - 3.0 ⁺⁺	0.5 - 1.5	0.5 - 1.5	n/a	3.5	2.5	n/a
DS4	1.5	1.5	0.5	0.5	n/a	3.5	2.5	n/a
DS5 [*]	0.0	0.0	0.0	0.0	n/a	3.5 ⁺⁺⁺	2.5	n/a
DS6 ^{**}	0.0	0.0	0.0	0.0	n/a	3.5 ⁺⁺⁺	2.5	n/a
DS7	1.0 (earth)	1.0 (earth)	1.0 (earth)	1.0 (earth)	n/a	n/a +	n/a +	n/a
DS8 ^{**}	0.0	0.0	0.0	0.0	n/a	n/a +	n/a +	n/a
DS9 ^{**}	0.0	0.0	0.0	0.0	n/a	n/a +	n/a +	n/a
DS10 ^{**}	0.0	0.0	0.0	0.0	n/a	n/a +	n/a +	n/a

- 車道：DS2 規格となることから、車道幅員としては $7.3/2=3.65\text{m}$ とする。
- 路肩：地形区分を「Mountainous」として、0.5-2.5 が示されるが、取り付け道路部において比較的大規模な切土が生じること、前後の道路区間と整合を図ることを目的に、2.5m の路肩幅員を確保することとした。
- 歩道：歩行者需要がほとんど無く、かつ既設橋も存置されることから歩道設置を行わないことを基本とする。

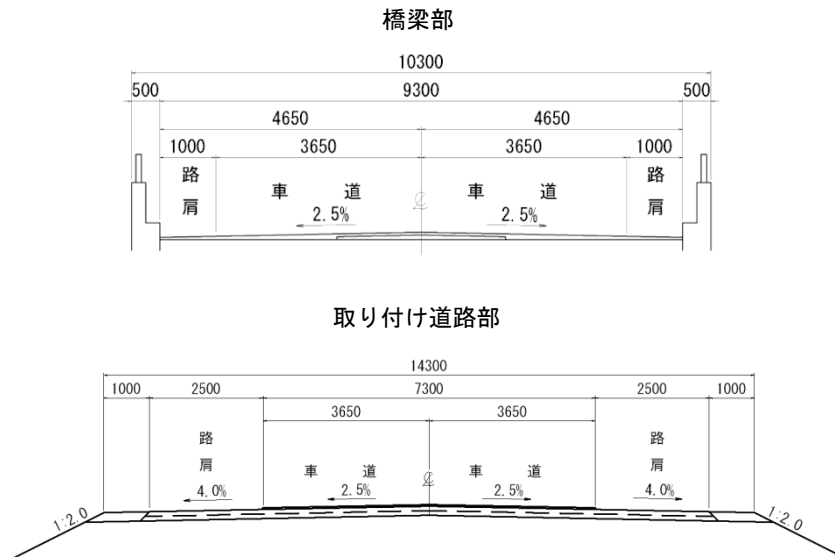


図 3-2-1 橋梁及び取り付け道路の幅員構成

3-2-1-5 設計活荷重に係る方針

「エ」国では AASHTO (米道路・運輸技術者協会) を基本とした橋梁設計基準 (Bridge Design Manual:2002) が制定されており、この基準では、主要幹線道路上にある橋梁の設計活荷重は HS20 (総重量 32.6 トン) を適用すると規定されている。ただし、実際に「エ」国の主要幹線道路では、この設計活荷重 HS20 を上回る重車両が通行している。したがって、本件対象橋梁の設計に当たっては、この設計活荷重 HS20 を 25% 割増した荷重 (総重量 40.8 トン) を適用する。

なお、下記に HS20 の荷重を示す。

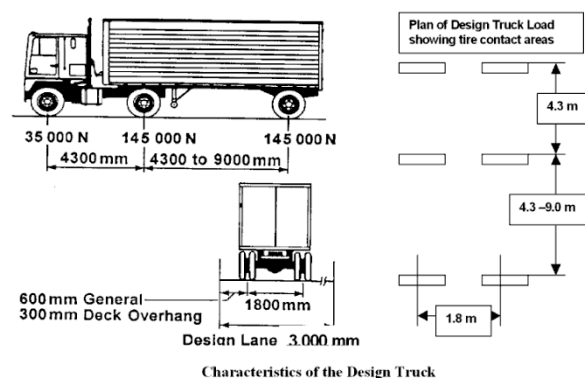


図 3-2-2 活荷重 (HS20)

3-2-1-6 社会経済条件に対する方針

協力対象橋梁の計画、設計及び施工に当たり、配慮すべき事項及び対策は下記の通りである。

- ① 建設時における粉塵の発生：散水等粉塵防止対策を実施する。
- ② 建設時の騒音、振動の発生：騒音、振動の出来るだけ小さい工法を採用する。
- ③ 汚染物質の流出（オイルの流出等）：汚染物質の流出防止措置を実施する。
- ④ 土壌流出と河川への汚染：土壌汚染、河川への汚濁防止措置を実施する。
- ⑤ 一般交通の障害：工事用車両への安全教育を実施する。
- ⑥ 土採場、砕石場対策：土採場の選定に当たり、環境負荷の少ない場所を選定する。また、砕石場は出来る限り既存の砕石場を活用し、新たな場所からの砕石採取を回避する。
- ⑦ 事故の発生：工事関係者への安全・衛生教育を徹底し、事故の発生を防止する。

なお、本プロジェクトの範囲内では、住民移転は発生しないことを確認している

3-2-1-7 建設事情に対する方針

(1) 労務状況

「エ」国には、これまでの無償資金協力による橋梁工事に関して経験のある建設会社・技術者・労務者がいるがその数も実績も少ない。特にPC橋建設に関する施工技術や施工経験は非常に少ない。従って、これら高度な技術を必要とする工種や施工実績の少ない工種に対しては日本から技術者を派遣するものとし、それら以外は出来るだけ現地の技術力・労働力を活用することを基本方針とする。

なお、過去に実施された無償案件同様、「エ」国内で作業員の調達は可能である。但し、技能労働者のほとんどは建設会社に所属しており、各建設会社により施工分野に得意分野が有るので、その見極めが重要である。

(2) 資材調達状況

1) 鉄筋、鋼製品、PC鋼材

鉄筋は「エ」国では製造を行っているが、品質的に問題があり、構造物の重要性を考慮して日本あるいは南アフリカ、エジプト等からの第三国調達とする。なお、鉄筋の径やふし形状に於いては日本と異なる部分も有るため、設計および調達時にはこの点を十分に注意する必要がある。

鋼板、形鋼等の鉄鋼製品も「エ」国では製造していないので、日本や第三国（南アフリカ、エジプト等）からの調達とする。また、PC鋼材は一般市場ではほとんど調達不可能であると同時に、それらの製品を加工する信頼のおける技術を持った施設も「エ」国にはない。したがって、本プロジェクトに使用するPC鋼材は、輸入先・メーカーを指定する等、品質確認の出来る措置を講じた上で発注して、日本からの輸入を考えることとする。

2) 橋梁付属物

橋梁付属物は、過去に実施された無償案件と同様で近隣諸国から調達できるものもあるが、品質等に問題があるものが多く、日本からの調達が望ましい。

3) セメント

セメントは「エ」国内への輸入禁止対象となっており、国内業者より購入する事となる。現在、Mugher 社と Messebo 社の 2 社で国内市場の 90%程度を寡占している状況であり、この 2 社からの購入とならざるを得ない。聴き取り調査では、これら 2 社の製品においての品質上の差は無いとの事であった。

なお、中国資本の本格的なセメント工場が完成間近であるが、未だ生産・販売段階には至っていない。

4) アスファルトコンクリート

現場近傍にアスファルトプラントを有する専門業者は見受けられない。「エ」国内では舗装工事専門業者が建設業者との契約の下、簡易アスファルトプラントを工事に合わせて現場近傍に移動して施工を行っている。

5) 骨材

アワシユアルバ（アワシユ橋から北へ約 16km）に採石場があるため骨材プラントを設置して、骨材を産出する計画とする。

6) 盛土材

盛土材は、各サイトで発生する掘削材の流用を第一に考える。

(3) 建設機械調達状況

道路補修等に使用される一般的な建設機械は、ERA の地方事務所や建設会社が保有しているが、橋梁工事に使用される大型クレーンや片持架設用機材、コンクリート打設用機器のトラックミキサ車、コンクリートポンプ車等の建設用機械、またアスファルトプラント、コンクリートプラント、骨材生産用のクラッシャープラントについての調達は、日本からの調達を考える。

レンタル用建設機械に関してもアディスアベバ市内には数社が有るが、最寄りのナザレ市やサイト近辺には見つける事は出来なかった。また、レンタル可能な機種においても、保有台数が少なく、乾期の開始時期には利用者が集中するとの事ではあるが、汎用性の高い、ブルドーザー、バックホウ、ダンプトラック等はレンタルでの調達を考える。

アスファルトセメント・プラント、コンクリートプラントに関しては、大手の建設業者が自前のプラントをアディスアベバ市内に所有しており、アスファルト合材や生コンクリートの販売も行っている。しかし、レンタルやリースによる貸出し等は行なわれていない。

クラッシャープラントに関しても、骨材生産業者所有のプラントがアディスアベバ近郊では数社稼働中のものが見受けられたが、固定式の自社用であり調達の対象となるものは見つける事ができなかった。

(4) 道路・橋梁の設計・施工基準

1) 道路設計・施工基準

道路設計に関しては、「エ」国内で制定されている基準に準拠し、不足している部分に関しては、日本の基準に準拠する。従って、道路設計に用いる設計基準は下記の通りとする。

- ・ Geometric Design Manual 2002 (ERA)
- ・ Drainage Design Manual 2002 (ERA)
- ・ Pavement Design Manual 2002 (ERA)
- ・ Standard Detail Drawings 2002 (ERA)
- ・ Road Structure Standard 2004 (道路構造令の解説と運用) (JAPAN)

2) 橋梁設計・施工基準

橋梁設計においては、下記の設計基準を適用するものとする。

- ・ Bridge Design Manual - 2002 (ERA)
- ・ 道路橋示方書 (日本道路協会)
- ・ コンクリート標準示方書 (土木学会)
- ・ 河川管理施設等構造令 (日本河川協会)

なお、橋梁へ作用する設計活荷重は、AASHTOを基本とした「エ」国の基準 (Bridge Design Manual : 2002) に規定するHS20を25%割増した荷重を適用する。ただし、橋梁の各部材の設計は、日本の許容応力度設計法を用いて行うものとする。

3-2-1-8 現地業者の活用に係る方針

現地業者及び周辺国建設業者に聞き取り調査をした結果、「エ」国の業者は、径間の長い橋梁の施工に関しては、JVを組んで下請け業者として工事に参加している。また、現地コンサルタントに聞き取り調査をした結果、現地コンサルタントの技術力は低く、業務としては測量、地質調査、交通量調査、環境調査等に限定されている模様である。

3-2-1-9 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

「エ」国の幹線道路に係る道路行政はERAが実施しており、その責任と権限が法的に定められている。ERAの前身は1951年に設置された帝国高速道路局であり、その後1978年にERAが設立された。1997年の組織改定を受け、現在の組織が定められている。

ERAの職員数は、18,372名 (2010年5月現在) おり、そのうち本部に2,942名、地方事務所に6,765名、プロジェクトでの勤務が8,665名である。

ERAの組織構造は総裁の下、計画・情報通信技術担当副総裁、技術・管理担当副総裁、人事・財務担当副総裁の3副総裁により構成される。それぞれの担当業務に関し、計画・情報通信技術担当副総裁はERA自己資金による建設工事および維持修繕の実施 (ERAでは定期修繕の50%、日常維持修繕の100%を直営で行っている)、技術・管理担当副総裁は計画・設計・入札契約および修復・建設・維持管理の実施 (主に民間委託をしている)、人事・財務担当副総裁はERAの管理業務・財務・人事を担当している。

本プロジェクトは既設橋梁の架け替え事業であることから、ERAの道路資産管理・実施調整局が要請主体となっている。ERAによれば、JICA準備調査段階は上記の道路資産管理・実施調整局が担当し、設計およびコントラクター契約入札段階では、技術・調達局に担当が移り、建設後の維持管理は道路資産管理・実施調整局が担当することになる。

3-2-1-10 施設のグレードの設定に係る方針

協力対象橋梁であるアワシュ橋は、「エ」国を縦断する基幹道路である国道1号線上にあり、また内陸国である「エ」国の首都アディスアベバと国際港湾を有する隣国ジブチ国との輸出入を支える国際幹線道路上にもある非常に重要な橋梁であることから、以下のグレードを採用する。

① 設計基準

- ・ 道路設計：「エ」国の設計基準に準拠し、不足している部分に関しては日本の設計基準に準拠する。
- ・ 橋梁設計：現地材料を使用した場合の材料基準強度については、「エ」国の設計基準に準拠する。設計手法に関しては日本の設計基準に準拠する。

② 設計活荷重

橋梁へ作用する設計活荷重は、AASHTOを基本とした「エ」国の基準（Bridge Design Manual：2002）に規定するHS20を25%割増しした荷重を適用する。

③ 幅員

i) 橋梁部

車道幅員 $3.65\text{m} \times 2 = 7.3\text{m}$ 、路肩 $1.0\text{m} \times 2 = 2.0\text{m}$ 計 9.3m （有効幅員）

ii) 取り付け道路部

車道幅員 $3.65\text{m} \times 2 = 7.3\text{m}$ 、路肩 $2.5\text{m} \times 2 = 5.0\text{m}$ 、計 12.3m （有効幅員）

④ 道路種別

幹線道路（国道）DS2

⑤ 設計速度

85 km/h

3-2-1-11 工法、工期に係る方針

(1) 工法に係る方針

アワシュ橋の橋脚は標高の高い位置での施工となるため、工事中の洪水の影響を受ける事は無い。しかし、河川の両岸は非常に急峻であり、雨期期間中は河川近傍での作業は極力避けるのが望ましい。

(2) 工期に係る方針

上述したように、明瞭な雨期のある「エ」国の自然環境と作業工種、全体の工事の流れ等を総合的に勘案して、安全に工事を進められる中で最適な工程を作成して行く。