

エチオピア連邦民主共和国
エチオピア道路公社

エチオピア国
第四次幹線道路改修計画準備調査
報 告 書

平成 23 年 4 月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 エイト日本技術開発

基 盤
JR(先)
11-061

エチオピア連邦民主共和国
エチオピア道路公社

エチオピア国
第四次幹線道路改修計画準備調査
報 告 書

平成 23 年 4 月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 エイト日本技術開発

序 文

独立行政法人国際協力機構は、エチオピア連邦民主共和国の第四次幹線道路改修計画にかかる協力準備調査を実施し、平成 22 年 7 月 15 日から 8 月 13 日までを第一次、平成 22 年 9 月 12 日から 11 月 10 日を第二次として調査団を派遣しました。

調査団は、エチオピアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 23 年 3 月 4 日から 3 月 18 日まで実施された概略設計概要書の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 23 年 4 月

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部
部長 小西 淳文

伝 達 状

今般、エチオピア連邦民主共和国における第四次幹線道路改修計画協力準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊共同企業体が、平成 22 年 7 月より平成 23 年 4 月までの 10 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、エチオピアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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

平成 23 年 4 月

共同企業体
株式会社オリエンタルコンサルタンツ
株式会社エイト日本技術開発

エチオピア連邦民主共和国
第四次幹線道路改修計画協力準備調査団
業務主任 辰巳 正明

要約

① 国の概要

エチオピア連邦民主共和国（以下「エ」国という。）は、国土約 110.4 万 km²、人口 8,282 万人(2009 年世銀)の内陸国で、国土の大部分がエチオピア高地を中心とする高地で、南北にアフリカ大地溝帯が通貫している。この大地溝帯では、隆起運動に伴う火山活動が現在も続いているが規模が小さいため、地震はほとんど発生していない。本プロジェクト対象地域はエチオピア台地のほぼ中心部に位置し、台地面は南西へゆるく傾斜しており、デジェンの標高は約 2,500m、西へ約 70km 離れたデブレマルコスの標高は約 2,400m を示す。

「エ」国は、サブサハラに位置するアフリカ諸国の中で第 2 位の人口を抱え、アフリカ最古の独立国として歴史も古く、多様な民族・文化を有する国である。しかし、「エ」国の一人当たりの GNI が 330 ドル（2009 年世銀）と最貧国の一つに数えられ、2005 年の調査結果によると、貧困率が 38.7%である。農業がエチオピア経済の基盤で雇用の約 85%、国民総所得(GNI)の約 45%、輸出の約 60%を占める一次産品依存型の経済である。主要輸出品はコーヒー、油料種子で国際市況や天候の影響を受けやすい環境にある。1974 年の社会主義革命後、内戦、旱魃等により経済は疲弊した。1991 年エチオピア人民革命民主戦線(EPRDF)が暫定政権を樹立、民間セクター重視、重点的再建分野策定等を原則とする新経済政策「農業開発主導の産業化政策(ADLI)」を策定して市場経済への移行を開始した。1995 年、新憲法の制定を経て民生へ移行し、「発展、平和および民主主義に関する EPRDF5 カ年計画(国家開発 5 カ年計画)」を策定、農業生産性の向上、教育、道路、公衆衛生等を重要分野に据え、以降、実質経済成長率は年平均約 6%を達成し、インフレ率は 5%以下に抑えられた。しかし、1998 年に入り、旱魃による農業生産の低下、コーヒーの国際価格の低迷等により GDP 成長率がマイナスに転じ、さらには同年 5 月に勃発したエリトリアとの国境紛争も経済に打撃を加えた。「エ」国政府は紛争後の経済復興に取り組むべく、「第 2 次国家開発 5 カ年計画」(2000 年)を、2002 年には「第 1 次貧困削減計画(SDPRP)」を策定し、2003 年には「エチオピア新食糧安全保障連合」を設立した。2006 年 5 月に第 3 次国家開発 5 カ年計画及び第 2 次貧困削減計画に相当する「貧困削減のための加速的かつ持続可能な開発計画(PASDEP)」が策定され、食糧安全保障及び貧困削減を最優先課題に据えた。2009 年までの 6 年間は約 11%の GDP の伸びを示している。2010 年 9 月には PASDEP に代わる新しい 5 カ年計画として「成長と改革計画(GTP)」を策定、「ミレニウム開発目標(MDGs)」達成との調和を考慮しつつ経済成長を図っている。

② 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「エ」国の道路分野の課題には、道路密度の低さ（国道及び地方道の幹線道路密度は、2009 年時点で 1,000km² 当たり 42.60km、道路総延長は 46,812km、舗装率は 14.8%）と道路状態の悪さ（同じく 2009 年時点で道路総延長の 46%がコンディション不良）があることから、1997 年以降、「エ」国は道路セクター開発計画（Road Sector Development Program、以下 RSDP)に基づき、幹線道路の整備や農村道路の拡大を行って道路密度と質の向上を図っている。また、「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

であることから、周辺国につながる国道 1 号線、国道 3 号線の国際回廊を整備することは RSDP における最重点課題でもある。

アディスアベバ～スーダン国境メテマを結ぶ国道 3 号線(約 988km)は、「エ」国農産物の約 40%を生産する穀倉地であるアムハラ州と市場である首都アディスアベバを結ぶとともに、産油国スーダンから「エ」国へ輸入される原油燃料の約 80%を主要工業地域であるアディスアベバ近傍へ輸送するルートの役割を担っている。また、この国道 3 号線は、アフリカ縦断回廊の一区間としても東アフリカ及び「エ」国にとって重要な路線である。

国道 3 号線について、これまで我が国の無償資金協力によりアディスアベバ～デジェン間 (223km) が整備され、デブレマルコス～バハルダール間 (265km) 及びバハルダール～ゴンダール間 (213km) は世界銀行がそれぞれ 2004 年と 2007 年に改修を行い、ゴンダール～メテマ (国境) 間 (221km)は「エ」国が独自資金により 2011 年 3 月に改修工事を完了させた。その結果、デジェン～デブレマルコス間 (65.5km) のみが国道 3 号線において未舗装区間となっており、この区間の改修が急務となっている。

「エ」国政府は本幹線道路の重要性に鑑み、1996 年に独自資金でアディスアベバ～デブレマルコス間 (288.5km) の詳細設計を実施し、我が国に事業実施のための無償資金協力を要請した。

これに対し、我が国は 1997 年にアディスアベバからゴハチオン区間 (182.5km) を対象とした基本設計調査を実施し、1998 年より「幹線道路改修計画」、「第二次幹線道路改修計画」として二次四期にわたり無償資金協力を行い 2004 年に完工した。平行して、2003 年にゴハチオン～デジェン～デブレマルコス間の無償資金協力にかかる予備調査が実施された。その後の同区間に対する基本設計調査において、ゴハチオン～デジェン間に位置するアバイ橋の架け替えが急務であったことなどから、ゴハチオン～デジェン間 (40.5km) の道路整備及びアバイ橋の架け替えのみが「第三次幹線道路改修計画」として計画され、本件調査対象区間であるデジェン～デブレマルコス区間は同計画の協力対象範囲から外れることとなった。

2003 年の予備調査段階においては、本件調査区間の協力に関し、①全区間改良、②問題区間 (軟弱地盤区間 2km、イエダ川からの土砂流入による河道変化に起因する雨季の冠水多発区間 2km、計 4km) のみの改良、及び③アスファルト舗装用建設機材調達が検討され、問題区間の改良とアスファルト舗装用建設機材調達を組み合わせる案が推奨されていた。

本調査では、予備調査実施からすでに 7 年が経過していることから、再度、道路の損傷状況を確認し、無償資金協力として適切な協力対象事業案を計画し、概略設計及び概略事業費の算出を行った。

我が国が無償資金協力事業として実施した国道 3 号線の幹線道路改修計画は、それぞれ

- 「エ」国幹線道路改修計画は RSDP I
- 「エ」国第二次幹線道路改修計画は RSDP II
- 「エ」国第三次幹線道路改修計画は RSDP III

の時期に完工した。ERA は、第四次幹線道路改修計画が RSDP IV (2010 年 7 月～2015 年 6 月

末) 期間内に完成することを強く要望した。

このように、本プロジェクトは、RSDPの一環に位置づけられるとともに、RSDP IV の達成にも寄与する。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

本調査では、平成 22 年 7 月から平成 23 年 4 月までの 10 か月間に亘り、第一回現地調査として平成 22 年 7 月 15 日～8 月 13 日に 8 名の準備調査団を、第二回現地調査として平成 22 年 9 月 12 日～11 月 10 日に同じく 11 名を、そして平成 23 年 3 月 4 日～3 月 18 日に 4 名の準備調査概要説明調査団を派遣した。

ERA は、この区間の事業の進捗を図るために 2009 年から国内コンサルタントに詳細設計を実施させていた（以下、ERA・D/D）。ERA・D/D ではデブレマルコス市内など 7 箇所で路線変更を提案していたが、この変更による影響家屋数は非常に大きな数字であった。調査団は影響家屋数を低減させるための代替案を ERA へ提示し、ERA との協議を経て代替案の合意にいたった。

本プロジェクトの実施にあたっては、調査はデジェン～デブレマルコス（65.5km）の全線を実施するが、事業実施は、デジェン～ルマメ（30.5km）区間（フェーズ I）と、残りのルマメ～デブレマルコス（35km）区間（フェーズ II）に分けることとした。

本プロジェクトは、2 車線舗装道路と 13 小橋梁（カルバートを含む）新設の道路改修である。本区間には、含水量の変化による膨張と収縮の差が著しいブラックコットンソイル（BCS）が広く分布するとともに、雨季の冠水によって交通が遮断される数箇所の地域がある。ブラックコットンソイル対策には置換え工及び低地域での遮水シート併用を、冠水対策には盛土構造を適用する。本プロジェクトで建設される道路、橋梁の主要諸元は下表の通りである。

施設名		フェーズ I	フェーズ II
道路	道路延長	30.5km	35.0km
	幅員構成	全幅：11.0m - 20.0m / 車道：3.5m x 2 路肩：1.5m - 3.5m（駐車帯兼用） 歩道：2.5m（両側）：居住地域	
	舗装構成	As 表層：5cm / As 基層：5cm 上層路盤：20cm / 下層路盤：25cm 上部路床：20cm（必要に応じ）	
	ブラックコットンソイル置換え	3.0m - 1.5m	
橋梁	鉄筋コンクリート床版橋	10m:1 橋	10m+10m:1 橋
	鉄筋コンクリート桁橋	17m+17m:1 橋 / 15m:1 橋	15m:2 橋 / 15m+15m:1 橋
多室型鉄筋コンクリートボックス		1 基	5 基

ブラックコットンソイル対策工の種別を下表に示す。

ブラックコットンソイル置換え工法タイプ	置換え厚(m)	フェーズ I	フェーズ II
タイプ A 	1.5 シート無	6.8km	-
タイプ B 	2.5 シート有	5.1km	-
	2.5 シート無	4.3km	-
	3.0 シート有	4.8km	-
	3.0 シート無	-	-
タイプ C 	1.5 シート有	-	1.9km
	1.5 シート無	-	-
	2.0 シート有	1.0km	-
	2.0 シート無	-	-
	2.5 シート有	0.5km	-
	2.5 シート無	1.0km	-
	3.0 シート有	3.2km	4.4km
	3.0 シート無	3.5km	-
小計	シート有	14.6km	6.3km
	シート無	15.6km	0
合計		30.2km	6.3km

④ プロジェクトの工期及び概算事業費

プロジェクトの工期は、フェーズ I は実施設計（3 ヶ月）、入札関連（3 ヶ月）及び建設工事（27 ヶ月）を合計した 33 ヶ月、フェーズ II は実施設計（6 ヶ月）、入札関連（3 ヶ月）及び建設工事（22 ヶ月）を合計した 31 ヶ月を予定している。また事業実施に必要な「エ」国側負担額は、9.6 億円（フェーズ I : 4.5 億円、フェーズ II : 5.1 億円）と見積もられる。

⑤ プロジェクトの評価

妥当性

国道 3 号線は、「エ」国農産物の約 40%を生産する穀倉地であるアムハラ州と首都アディスアベバを結ぶ役割と、「エ」国へ輸入される原油燃料の約 80%を産油国スーダンから主要工業地域であるアディスアベバ近傍へ輸送するための重要な国際幹線道路である。本プロジェクトは、国道 3 号線 988km のうち唯一、未舗装区間として残されているデジェン～デブレマルコス間（65.5km）を改修するものである。

- ・ 本プロジェクトは、「エ」国の RSDP IV（2010.7～2015.6）の一環に位置づけられ、且つこの計画期間内にプロジェクトが完成することが強く要望されている。
- ・ このプロジェクトの裨益対象は、「エ」国人口の 23%に相当する沿線住民だけでなく、貧困層を含む「エ」国全体の国民に及ぶ。

- ・ 線形改良のための路線変更と、交通安全・地域住民の利便性向上のための道路幅員拡張により、若干の住民移転が発生するが、この数を最小限に抑えるとともに、影響住民への適切な対応を行うよう RAP を含めた EIA が実施されている。
- ・ ERA の人材・技術を含めた組織及び予算実績と今後の見込みから、プロジェクト完成後、ERA が十分に運営・維持管理を行えると考えられる。
- ・ 本プロジェクトで提案したブラックコットンソイル置換え対策工は「エ」国でも初めて適用される方法である。且つ低地域や周辺地形から判断して排水性が悪いと予想される地域に遮水シートを併用した。「エ」国での初工法を無償資金協力として実施することは日本提案の技術の設計と施工として意義がある。

以上の内容により、プロジェクトを実施する妥当性は高いと判断される。

有効性

■ 定量的効果

- ・ 国道 3 号線が全線舗装化されることによって、国道 3 号線を利用する車両の平均速度が向上するとともに、通行車両の消耗部品費の改善と燃料消費の低減が図られる。

時間短縮及び走行費用低減効果

指標名		現 況	整備後	整備効果
乗用車 (4WD)	平均速度	44.8km/hrs	60.6km/hrs	16km/hrs の向上
	所要時間	87min.	64min.	23 分の短縮
大型貨物車	平均速度	30.0km/hrs	50.0km/hrs	20km/hrs の向上
	所要時間	130min.	78min.	52 分の短縮
	輸送経費*	1.74USD/km**	1.32USD/km	24%の削減

注) * : 燃料費、タイヤ・チューブ費等の経費

** : 2001 年 USAID 調査結果

- ・ 毎年の雨季に 10 回程度発生していた冠水による道路の交通遮断が解消され、交通の快適性、定時性と安定性の向上が図られる。

通行不能期間解消効果

指標名	現 況	整備後
交通遮断回数	10 回程度/年*	0 回/年

注) * ; 1 回あたりの交通遮断時間 : 3 ~ 6 時間程度

■ 定性的効果

- ・ この地域に広く分布するブラックコットンソイルに起因する道路の損傷が軽減され、走行の快適性が得られるとともに道路の維持管理費の低減が図られる。
- ・ 国際幹線道路である国道 3 号線の改修によって、交通の定時性と安定性の向上が図られ、「エ」国北西部のみならず「エ」国全体の社会経済の活性化と発展に寄与する。
- ・ 道路構造の改善と信頼性の向上によって、医療・教育施設へのアクセスの安定性が改

善され貧困削減に寄与する。

以上、本案件の妥当性は高く、また有効性は見込まれると判断される。

提言

橋梁を含む道路構造物を良好な状態に保つためには日常の維持管理が重要である。また、舗装構造の損傷は重車両の走行が大きな影響を与える。以上の観点から以下の提言を行う。

- ・ 側溝あるいはカルバートなど道路排水設備の排水性が悪いと、滞留した水が路床、路盤へ浸入して道路構造を損傷する原因となる。したがって、雨季前、及び雨季中に道路排水設備の清掃を十分に実施することを提案する。
- ・ 舗装構造の損傷を防ぐために、軸重計を装備して過積載車の取り締まりを実施することを提案する。

目次

序 文	I
伝 達 状	II
要約	III
目次	IX
調査位置図	XII
完成予想図	XIII
写真集	XIV
図表リスト	XVI
略語集	XIX
 第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1 当該セクターの現状と課題	1-1
1.1.1 現状と課題	1-1
1.1.2 開発計画	1-2
1.1.3 社会経済状況	1-4
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-5
1.3 我が国の援助動向	1-6
1.4 他ドナーの援助動向	1-6
 第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1 組織・人員	2-1
2.1.2 財政・予算	2-2
2.1.3 技術水準	2-2
2.1.4 既存施設	2-4
2.1.4.1 道路状況	2-4
2.1.4.2 橋梁・カルバートの状況	2-5
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-9
2.2.1 関連インフラの整備状況	2-9
2.2.2 自然条件	2-10
2.2.2.1 河川・水文調査	2-10
2.2.2.2 地質調査	2-15
2.2.3 環境社会配慮	2-21
 第 3 章 プロジェクトの内容	3-1
3.1 プロジェクトの概要	3-1
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標	3-1
3.1.2 プロジェクトの概要	3-1

3.2	協力対象事業の概略設計	3-3
3.2.1	設計方針	3-3
3.2.1.1	基本方針	3-3
3.2.1.2	道路設計の基本方針	3-3
3.2.1.3	橋梁設計の基本方針	3-20
3.2.2	基本計画	3-24
3.2.2.1	幾何構造基準	3-24
3.2.2.2	舗装設計	3-25
3.2.2.3	ブラックコットンソイル対策工の設計	3-27
3.2.2.4	橋梁設計	3-28
3.2.2.5	交差点及び交通安全施設計画	3-31
3.2.3	概略設計図	3-33
3.2.4	施工計画／調達計画	3-34
3.2.4.1	施工方針／調達方針	3-34
3.2.4.2	施工上／調達上の留意事項	3-40
3.2.4.3	施工区分	3-40
3.2.4.4	施工監理計画	3-41
3.2.4.5	品質管理計画	3-42
3.2.4.6	資機材等調達計画	3-43
3.2.4.7	実施工程	3-45
3.3	相手国側分担事業の概要	3-47
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-48
3.4.1	維持管理体制	3-48
3.4.2	維持管理方法	3-48
3.5	プロジェクトの概算事業費	3-49
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3-49
3.5.2	運営・維持管理計画	3-51
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-51
第 4 章	プロジェクトの評価	4-1
4.1	プロジェクトの前提条件	4-1
4.1.1	事業実施のための前提条件	4-1
4.1.2	プロジェクト全体計画達成のための外部条件	4-1
4.2	プロジェクトの評価	4-1
4.2.1	妥当性	4-1
4.2.2	有効性	4-2
4.2.2.1	定量的効果	4-2
4.2.2.2	定性的効果	4-2
4.3	提言	4-3

【資料】

1 調査団員・氏名.....	A-1-1
2 調査日程.....	A-2-1
3 相手国関係者リスト.....	A-3-1
4 討議議事録（M／D）	A-4-1
4.1 現地調査時（2010.9.16）	A-4-1
4.2 概略設計概要書説明時（2011.3.16）	A-4-14
5 概略設計図.....	A-5-1
6 参考資料.....	A-6-1
6.1 ERA との協議 Technical Notes.....	A-6-1
6.2 RAP 関連協議議事録.....	A-6-53
6.3 EEPCO ダム計画	A-6-59
6.4 交通量調査結果と将来予測（ERA・D/D より）	A-6-62
6.5 地質調査.....	A-6-63

エチオピア国 第四次幹線道路改修計画準備調査
報告書



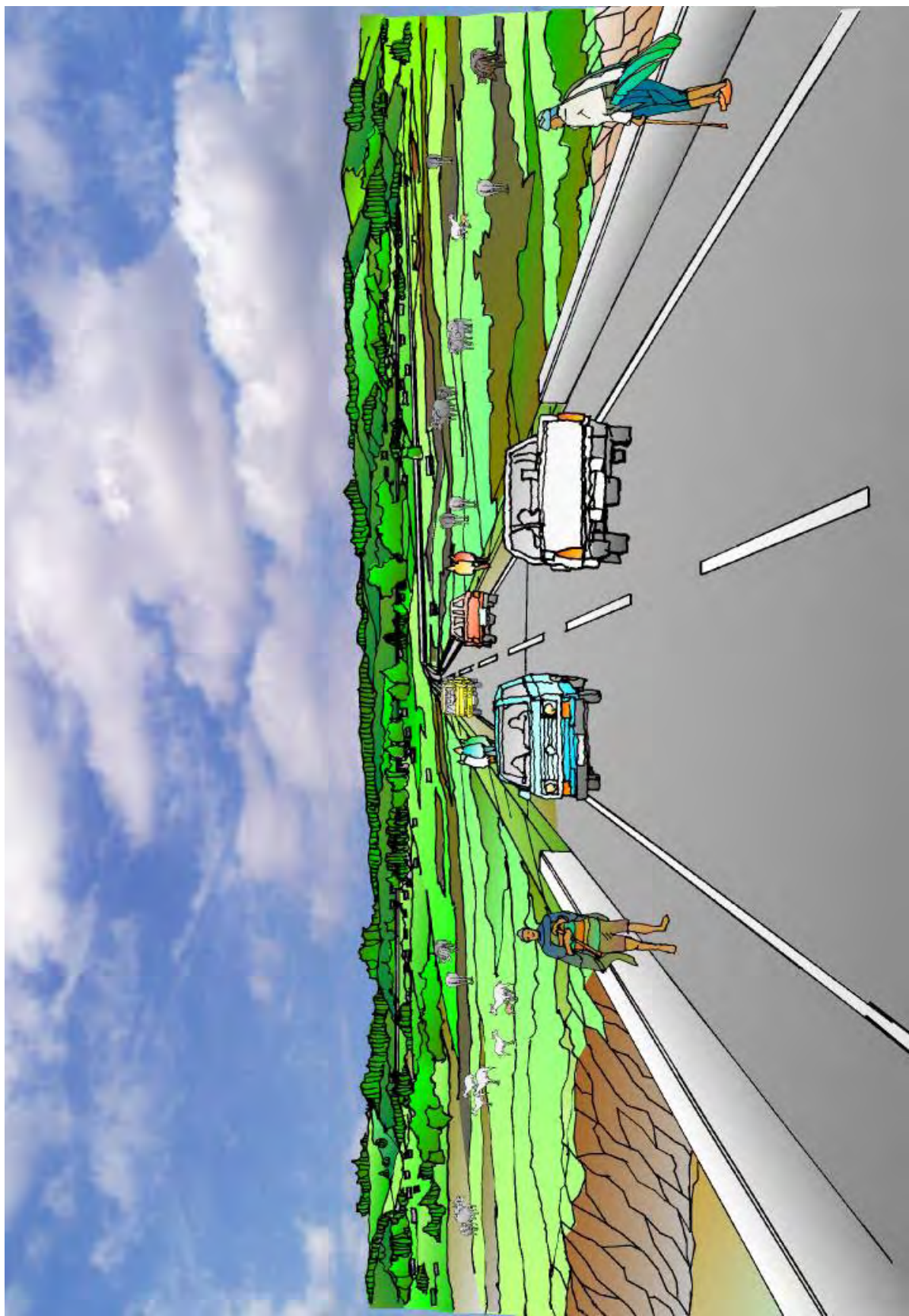
「エ」国の概況

面積	1,104,000km ² (日本の約3倍)
人口	8,282万人(2009年、世銀)
人口増加率	2.6%(2009年)
首都	アディスアベバ(Addis Ababa)
主要民族	オロモ族、アムハラ族、 ティグライ族他80の民族
主要言語	アムハラ語(公用語)、 英語(第二公用語)
主要宗教	キリスト教、イスラム教他
国民総所得 (GNI)	271.5億ドル(2009年)
1人当たりの GNI	330ドル(2009年)
出典	世界銀行、外務省

経済成長率	16.1%(2009年)
通貨単位	ブル(BIRR) ※1ドル=16.5ブル(2010年10月)
主要産業	農業(コーヒー、果実、綿花等)、畜産(牛、 羊、山羊)、鉱業(金、マンガン、銅、カリ)
地理・気候	アフリカ東部に位置し、最大の面積を占める 内陸国である。峡谷により国土を東部・西部 高原地帯に二分される。北東部は砂漠地帯、 南部は平地である。人口の大半が集中するの は高原地帯であり、6月中旬から9月までが 雨季である。

調査位置図

完成予想図



写真集



写真－１：プロジェクト起点部 デジェン整備済み区間



写真－２：中国支援による送電線



写真－３：イットノラ地区



写真－４：損傷した Box カルバート



写真－５：コンクリートの劣化、剥離、鉄筋露出、鉄筋腐食、床板破損、防護柵消失、幅員不足（アバアダム橋）



写真－６：ルマメ地区



写真－7：舗装の状況



写真－8：低地部にブラックコットンソイルの堆積が見られ、舗装の破壊が著しい（イエダ川）



写真－9：低地部においては、雨季に道路が冠水を繰り返す（イエダ川）



写真－10：桁下空間が埋没しており、雨季に冠水を繰り返す（イエダ川）



写真－11：舗装の摩耗が進んでいる



写真－12：プロジェクト終点部 デブレマルコス中心部

図表リスト

■ 表リスト

表 1.1.1	RSDP 実施における各機関の出資割合（1997-2009）	1-2
表 1.1.2	RSDP12 年間の総括	1-3
表 1.1.3	道路網整備の進捗状況（km、1997-2009）	1-4
表 1.1.4	RSDP 実施による道路条件の改善状況	1-4
表 1.3.1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績	1-6
表 1.3.2	我が国無償資金協力実績（運輸交通分野）（単位：億円）	1-6
表 1.4.1	他ドナー国・国際機関による援助実績（運輸交通分野）（単位：千 US \$）	1-6
表 2.1.1	ERA の組織（単位；人数）	2-1
表 2.1.2	ERA の予算（単位；百万ブル）	2-2
表 2.1.3	地方局と地方事務所の配置	2-3
表 2.1.4	コンサルタント業務と工事の海外業者と「エ」国業者のシェア（請負額ベース）	2-3
表 2.1.5	現道区間の橋梁とカルバート	2-5
表 2.1.6	橋梁の状態	2-6
表 2.1.7	現道にある橋梁の補修の内容と実現性	2-7
表 2.2.1	月平均気象状況	2-10
表 2.2.2	河川状況	2-11
表 2.2.3	計画洪水規模（年）	2-12
表 2.2.4	計画流量規模による余裕高さ	2-13
表 2.2.5	橋梁計画	2-13
表 2.2.6	ブラックコットンソイル調査結果（フェーズ I 区間）	2-17
表 2.2.7	ブラックコットンソイル調査結果（フェーズ II 区間）	2-18
表 2.2.8	砕石場候補地一覧表	2-20
表 2.2.9	土取場候補地一覧表	2-20
表 2.2.10	プロジェクトのカテゴリー区分（経済インフラとサービス/輸送部門）	2-21
表 2.2.11	ERA・D/D ルートと調査団提案ルートによる影響家屋数・人数	2-24
表 2.2.12	スコーピング結果	2-25
表 2.2.13	判定理由	2-26
表 2.2.14	主な環境社会影響に対する回避・緩和策及びモニタリング	2-27
表 2.2.15	ERA・D/D 段階におけるステークホルダーミーティングの開催状況	2-28
表 3.1.1	プロジェクトの投入概要	3-2
表 3.2.1	比較路線における影響家屋数（デブレマルコス市内）	3-4
表 3.2.2	比較路線の道路機能と交通安全についての比較（デブレマルコス市内）	3-5
表 3.2.3	チェモガ集落部における線形比較	3-7
表 3.2.4	その他の提案線形修正箇所	3-7
表 3.2.5	デブレマルコス市内における影響家屋数と影響人数	3-10
表 3.2.6	他国及び他プロジェクトにおける対策工	3-13
表 3.2.7	置換え工法の比較と提案	3-15
表 3.2.8	設計深さ（Design Depth-道路舗装面からの深さ）の規定	3-19
表 3.2.9	時間短縮及び走行費用低減効果	3-20

表 3.2.10	主な荷重の組み合わせと荷重係数.....	3-20
表 3.2.11	死荷重、土圧などの荷重係数.....	3-20
表 3.2.12	材料による橋梁の比較	3-22
表 3.2.13	コンクリートの規格	3-22
表 3.2.14	鉄筋の規格	3-22
表 3.2.15	採用幾何構造基準	3-24
表 3.2.16	最小縦断勾配（0.5%と 0.3%）の差による概算土工数量差	3-25
表 3.2.17	交通量及び軸重係数調査結果（ERA・D/D）	3-25
表 3.2.18	軸重換算係数と累積軸重	3-26
表 3.2.19	ERA 設計基準に基づく舗装構成.....	3-26
表 3.2.20	ERA・D/D 業務において最終的に提案された舗装構成.....	3-26
表 3.2.21	調査団提案の舗装構成	3-26
表 3.2.22	採用された対策工及び区間別の置換え厚（フェーズ-I）	3-27
表 3.2.23	採用された対策工及び区間別の置換え厚（フェーズ-II）	3-28
表 3.2.24	構造形式	3-28
表 3.2.25	橋梁と大型カルバートの比較	3-29
表 3.2.26	下部工形式の比較	3-29
表 3.2.27	使用する既存橋梁	3-30
表 3.2.28	新設する橋梁	3-30
表 3.2.29	既存橋梁と新設橋梁の比較	3-30
表 3.2.30	工事用仮設用地	3-37
表 3.2.31	主要材料の調達先リスト	3-38
表 3.2.32	品質管理方法	3-42
表 3.2.33	維持管理センター所有機材リスト.....	3-45
表 3.4.1	道路の維持管理方法	3-48
表 3.4.2	橋梁維持管理方法	3-49
表 3.5.1	概算事業費（日本側負担）	3-49
表 3.5.2	相手国側負担事項および金額	3-50
表 3.5.3	主な維持管理項目	3-51
表 4.2.1	時間短縮及び走行費用低減効果.....	4-2
表 4.2.2	通行不能期間解消効果	4-2

■ 図リスト

図 1.1.1	業務対象周辺	1-1
図 2.1.1	ERA 組織構成図	2-1
図 2.1.2	道路の状況	2-4
図 2.1.3	架け替え橋梁の判断基準	2-6
図 2.1.4	橋梁の状況 (1/2)	2-7
図 2.1.5	橋梁の状況 (2/2)	2-8
図 2.2.1	2004 年と 1980 年の河道比較 (左 : 2004 年、右 : 1980 年)	2-11
図 2.2.2	イエダ川の河道縦断図 (左)・アベヤ川の河道縦断図 (右)	2-12
図 2.2.3	流域面積～計画流量関係	2-14
図 2.2.4	「エ」国地質図	2-16
図 2.2.5	ブラックコットン分布図	2-19
図 2.2.6	本プロジェクトに係る EIA 手続きの流れ	2-22
図 2.2.7	対象路線沿いの市町村の位置	2-23
図 2.2.8	調査団提案ルートによって影響を回避した共同井戸及び給水施設	2-24
図 3.2.1	比較路線概要図 (デブレマルコス市内)	3-4
図 3.2.2	終点取り付け部における技術的課題 (デブレマルコス市内)	3-6
図 3.2.3	チェモガ集落部における提案線形修正	3-6
図 3.2.4	デブレマルコス市内における横断構成(案)と影響家屋数	3-9
図 3.2.5	デブレマルコス市内における採用標準横断構成(案)	3-10
図 3.2.6	道路の標準横断構成 (1/2)	3-11
図 3.2.7	道路の標準横断構成(2/2)	3-12
図 3.2.8	ブラックコットンソイル層の含水比変化の範囲	3-14
図 3.2.9	路床に残されたブラックコットンソイル層の含水比変化の模式図	3-14
図 3.2.10	ERA・D/D で提案されたブラックコットンソイル対策工	3-15
図 3.2.11	ERA マニュアルに基づく対策工 (案-1)	3-16
図 3.2.12	含水比変化の特性とその変化を抑える機能性を考慮した案 (案-3)	3-17
図 3.2.13	遮水シート適用概念図	3-18
図 3.2.14	冠水区間の道路高の設定	3-19
図 3.2.15	橋梁の幅員	3-23
図 3.2.16	最小縦断勾配 (0.5%と 0.3%) の差による土工数量の差の概念図	3-25
図 3.2.17	交差点処理計画位置図	3-31
図 3.2.18	交差点処理図 (61km+300)	3-31
図 3.2.19	交差点処理図 (64km+750)	3-32
図 3.2.20	道路工事及び橋梁工事フロー	3-34
図 3.2.21	ウエジェル迂回路案	3-35
図 3.2.22	ルマメ迂回路案	3-36
図 3.2.23	デブレマルコス迂回路案	3-36
図 3.2.24	ジブチ港からの輸送ルート	3-39

略語集

- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials (米国全州道路行政官協会)
- AFDB : African Development Bank (アフリカ開発銀行)
- BCS : Black Cotton Soil (ブラックコットンソイル＝黒綿土、黒灰色の膨潤土)
- CBR : California Bearing Ratio (路床土支持力比)
- COI : Corridor of Impact (影響範囲)
- DBST : Double Bituminous Surface Treatment (2 層式瀝青材表面処理＝簡易舗装)
- DDM : Drainage Design Manual (道路排水計画マニュアル)
- EEPSCO : Ethiopian Electric Power Corporation (エチオピア電力公社)
- EIA : Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
- EMB : Environmental Management Branch (環境管理課)
- EPA : Environmental Protection Authority (環境保全庁)
- ERA : Ethiopian Roads Authority (エチオピア道路公社)
- ERA D/D: ERA Detailed Design (エチオピア道路公社が実施した詳細設計)
- ERCC : Ethiopian Roads Construction Corporation (エチオピア道路建設公社)
- EU : European Union (欧州連合)
- IDA : International Development Association (国際開発協会＝第2世銀)
- IEE : Initial Environmental Evaluation (初期環境調査)
- IEIA : Initial Environmental Impact Assessment (初期環境影響評価)
- IMF : International Monetary Fund (国際通貨基金)
- IUCN : International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (国際自然保護連合)
- LRFD : Load and Resistance Factor Design (荷重耐力係数設計)
- PAPs : Project Affected Persons (プロジェクト影響を被る人々)
- PRSP : Poverty Reduction and Sustainable Development Program (貧困削減／持続的開発プログラム)
- RAP : Resettlement Action Plan (住民移転行動計画)
- Rbt : Roundabout (ラウンドアバウト)
- RC : Reinforced Concrete (鉄筋コンクリート)
- RSDP : Road Sector Development Program (道路セクター開発プログラム)
- RSDPSP: Road Sector Development Program Support Project (道路セクター開発プログラム支援)
- ROW : Right of Way (道路用地)
- ROWB : Right of Way Branch (土地収容課)
- SATCC : Southern Africa Transport and Communication Commission (南アフリカ運輸通信委員会)
- SCS 法 : Soil Conservation Service Method (水文解析の一手法)
- TOR : Terms of Reference (業務指示書)
- UNECA : United Nations Economic Commission for Africa (国連アフリカ経済委員会)
- USAID : United States Agency for International Development (アメリカ合衆国国際開発庁)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

エチオピア連邦民主共和国（以下、「エ」国）の道路分野の課題には、道路密度の低さ（国道及び地方道の幹線道路密度は、2009 年時点で 1,000km² 当たり 42.60km、道路総延長は 46,812km、舗装率は 14.8%）と道路状態の悪さ（同じく 2009 年時点で道路総延長の 46%がコンディション不良）があることから、1997 年以降、「エ」国は道路セクター開発計画（Road Sector Development Program、以下 RSDP）に基づき、幹線道路の整備や農村道路の拡大を行って道路密度と質の向上を図っている。また、「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ることから、周辺国につながる国道 1 号線、国道 3 号線の国際回廊を整備することは RSDP における最重点課題でもある。

アディスアベバ～スーダン国境メテマを結ぶ国道 3 号線(約 988km)は、「エ」国農産物の約 40%を生産する穀倉地であるアムハラ州と市場である首都アディスアベバを結ぶとともに、産油国スーダンから「エ」国へ輸入される原油燃料の約 80%を主要工業地域であるアディスアベバ近傍へ輸送するルートの役割を担っている。また、この国道 3 号線は、アフリカ縦断回廊の一区間としても東アフリカ及び「エ」国にとって重要な路線である。



図 1.1.1 業務対象周辺

国道 3 号線について、これまで我が国の無償資金協力によりアディスアベバ～デジェン間 (223km) が整備され、デブレマルコス～バハルダール間 (265km) 及びバハルダール～ゴンダール間 (213km) は世界銀行がそれぞれ 2004 年と 2007 年に改修を行い、ゴンダール～メテマ (国境) 間 (221km) は「エ」国が独自資金により 2011 年 3 月に改修工事を完了させた。その結果、デジェン～デブレマルコス間 (65.5km) のみが国道 3 号線において未舗装区間となっており、この区間の改修が急務となっている。

1.1.2 開発計画

「エ」国における都市間の貨物・旅客輸送の 95%以上を道路交通が担っているため、道路条件の水準を高める道路網整備は、「エ」国の経済発展に不可欠な要素であるとの認識のもと、1997 年に RSDP が策定され、以下の目標を掲げて道路整備を進めている。

- ① 持続的経済発展に寄与する道路網整備
- ② 道路網を適切に整備・維持管理する道路関係機関の能力向上

RSDP I が 1997 年 7 月から 2002 年 6 月まで、RSDP II が 2002 年 7 月から 2007 年 6 月まで、そして、RSDP III が 2007 年 7 月から 3 カ年計画で実施された。引き続き、2010 年 7 月から 2015 年 6 月までの 5 カ年計画で RSDP IV が実施されている。1997 年から 2009 年まで 12 年間の成果を、エチオピア道路公社 (Ethiopian Roads Authority、以下 ERA) が、RSDP Performance ; Twelve Years Later (November 2009) としてまとめており、その概要を以下に示す。

表 1.1.1 は、日本など外国と国際機関からの支援、「エ」国政府、道路基金 (Road Fund、以下 RF) 等を含めた RSDP への 12 年間の出資状況を示している。

表 1.1.1 RSDP 実施における各機関の出資割合 (1997-2009)

(支払いベース ; million Birr)

出資機関	RSDP I	RSDP II	RSDP III	12 年間	出資割合
IDA	1,432.9	3,135.3	1,848.8	6,416.9	14.2
EU	678.1	1,049.7	2,334.7	4,061.9	9.0
ADB	506.4	517.8	275.7	1,299.8	2.9
NDF	14.8	63.9	56.9	135.6	0.3
Japan	164.9	380.0	274.6	819.5	1.8
Germany	27.7	302.6	54.8	385.0	0.8
Sweden	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0
Ireland Aid	2.6	20.9	0.0	24.1	0.1
UK	23.2	135.1	28.2	186.4	0.4
OFID	0.3	293.3	167.9	461.5	1.0
BADEA	0.0	59.9	133.9	193.7	0.4
SFD	0.0	39.3	92.9	132.2	0.3
小計	2,850.9	6,002.8	5,268.2	14,121.6	31.2
GOE	3,455.5	8,669.5	11,139.1	23,264.1	51.3
Road Fund	978.2	2,555.8	3,053.1	6,587.1	14.5
Community	0.0	884.8	469.6	1,354.4	3.0
小計	4,433.7	12,110.1	14,661.8	31,205.6	68.8
合計	7,284.6	18,112.9	19,930.0	45,327.2	100.0

12 年間の支出総額 45,327 百万ブル (1 ドル=11.0 ブルとして約 4,121 百万ドル) のうち、海外からの支援機関として IDA が最大で 14.2%、EU が 9%、日本が 1.8%、海外および国際機関からの資金援助合計は、31.2%である。なお、この表には現れていないが RSDP III から中国の援助が開始されている。「エ」国側は、政府予算 (51.3%)、RF (14.5%)、地方政府 (3%)、合計 68.8%を支出している。

表 1.1.2は、支出総額 45,327 百万ブルを道路種別および事業内容種別にブレイクダウンしたものである。国道関連（Federal Roads）が全体の 84%の予算を占める。そのうち幹線道(Trunk Roads)の Rehabilitation と Upgrading が全体の 40%を占める。また、国際機関の資金は、幹線道の Rehabilitation と Upgrading に集中的に投資されていることが分かる。

表 1.1.2 RSDP12 年間の総括

No	プロジェクト	道路延長 (km)		財務 (M. Birr)		支出の内訳 (M. Birr) *		
		計画	実施	予算	支出	国際機関	「エ」国側	RF
I	Federal Roads (国道関連)							
1.1	Rehabilitation of Trunk Roads	2,236	2,224	7,595	8,579	6,740	1,839	
1.2	Upgrading of Trunk Roads	3,034	2,618	9,073	9,509	5,577	3,738	194
1.3	Upgrading of Link Roads	1,465	1,339	6,184	6,541	2,145	4,396	
1.4	Construction of Link Roads	2,736	2,534	7,011	6,765	0	6,765	
1.5	Heavy/Emergency Maintenance	6,175	7,028	2,804	2,953	0	480	2,473
1.6	Routine Maintenance			1,777	2,312			
1.7	Feasibility & EIA Study			41	47			
1.8	Procurement of Equipment & Spare Parts			345	208			
1.9	Bridge & Structures Maintenance & Construction			295	252			
1.10	Policy & Capacity Building			592	622			
1.11	Recurrent Expenditure			182	364			
	Subtotal	15, 646	15, 742	35, 900	38, 151	14, 122	17, 218	2, 667
II	Regional Roads							
2.1	Construction of Rural Roads & Bridges	11,828	13,201	6,307	3,584			
2.2	Emergency & Routine Maintenance	4,234	9,050	1,678	1,069			
2.3	Recurrent Expenditure			203	115			
	Subtotal	16, 062	22, 252	8, 188	4, 768		5, 598	3, 920
III	Community Roads	41, 137	86, 489	2, 391	1, 988		1, 988	
IV	Urban Roads Maintenance			183	421		421	
	Grand Total	72, 845	124, 482	46, 662	45, 327	14, 122	23, 264	6, 587

注*) ; 支出の内訳は、RSDP Performance ; Twelve Years Later (November 2009) の資料から読み取った。国際機関の内訳は確かであるが、「エ」国側、RF 等の内訳は正確には把握できなかった。

表 1.1.3は、各年の国道および地方道の道路網整備進捗状況を示す。2009 年時点で全体道路網延長が 46,812km であり、1997 年と比べ 21,842km (約 87%) 増加したこととなる。

表 1.1.3 道路網整備の進捗状況 (km、1997-2009)

年	地方道路の路線延長	国道の路線延長	合計の路線延長
1997	9,100	15,870	24,970
1998	10,157	16,000	26,157
1999	12,600	16,062	28,662
2000	15,480	16,074	31,554
2001	16,480	16,391	32,871
2002	16,680	16,617	33,297
2003	17,154	16,702	33,856
2004	17,956	18,540	36,496
2005	18,406	18,612	37,018
2006	20,164	19,313	39,477
2007	22,349	20,080	42,429
2008	23,930	20,429	44,359
2009	25,640	21,172	46,812

表 1.1.4は、12 年間（1997 年～2009 年）の RSDP 実施による道路整備指標の改善状況を示す。良好な道路の割合が 1997 年の 22%から 54%に、平方キロあたり道路密度が 24.1km から 42.6km に、また人口当たり道路密度も 0.46km から 0.57km に改善されたが、依然として低いレベルにある。

表 1.1.4 RSDP 実施による道路条件の改善状況

指 標	1997	2009
道路ネットワークのうち良好な状態の割合	22%	54%
道路密度/1,000km ²	24.1km	42.6km
道路密度/1,000 人当たり	0.46km	0.57km
アスファルト舗装道路から 5km 以上離れた地域の人口の割合	79%	65.3%
アスファルト舗装道路への平均離隔距離	21.4km	11.8km

1.1.3 社会経済状況

「エ」国は、国土面積約 110.4 万 km²、人口 8,071 万人の内陸国である。国土の大部分がエチオピア高原を主体とする高地で、アフリカ大地溝帯によって東西に分断されている。この大地溝帯では、隆起運動に伴う火山活動が現在も続いているが規模が小さいため、地震はほとんど発生していない。北緯 3 度から 18 度の赤道帯に位置する「エ」国は、標高の差によって様々な気候が見受けられる。

「エ」国は、サブサハラに位置するアフリカ諸国の中で第 2 位の人口を抱え、歴史も古く、多様な民族・文化を有する国である。しかしながら、国全体の経済指標では、一人当たりの GNI が 330 ドル（2009 年世銀）と最貧国の一つに数えられ、2000 年の調査結果によると、国民の 44.2%が基本貧困ライン以下の生活を強いられている。また、平均寿命、識字率、就学率、乳幼児死亡率等の各種社会指標は、近年改善が見られるものの低いレベルにとどまっている。

農業分野は、労働人口の約 85%、GNI の約 45%を占めており、食糧安全保障の確立と貧困削減が依然として同国の最大課題である。政府は、農業主導による産業開発を開発課題に据えて貧困削減への取組を強化しているが、多額の対外債務、極めて低い外貨準備高、コーヒー、油料種子など一

次産品への輸出依存など、従来からの問題に加え経済成長に伴うインフレ（2008-2009 年；36.4%）による都市生活者の困窮など新たな社会問題も発生している。

本プロジェクト対象道路が位置するアムハラ州は、オロミヤ州に次ぐ第 2 位の人口規模であり、国全体の約 23%を占める。この地域の主産業の農業は、穀物生産と家畜飼育を組み合わせた複合農業が主体である。

1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

国道 3 号線は、穀倉地帯からの農産物やスーダンからの原油燃料の輸送など「エ」国にとって最重要路線である。「エ」国政府は本幹線道路の重要性に鑑み、1996 年に独自資金でアディスアベバ〜デブレマルコス間（287.5km）の詳細設計を実施し、我が国に事業実施のための無償資金協力を要請した。

これに対し、我が国は 1997 年にアディスアベバからゴハチオン区間（182.5km）を対象とした基本設計調査を実施し、1998 年より「幹線道路改修計画」、「第二次幹線道路改修計画」として二次四期にわたり無償資金協力をを行い 2004 年に完工した。平行して、2003 年にゴハチオン〜デジェン〜デブレマルコス間の無償資金協力にかかる予備調査が実施された。その後の同区間に対する基本設計調査において、ゴハチオン〜デジェン間に位置するアバイ橋の架け替えが急務であったことなどから、ゴハチオン〜デジェン間（40.5km）の道路整備及びアバイ橋の架け替えのみが「第三次幹線道路改修計画」として計画され、本件調査対象区間であるデジェン〜デブレマルコス区間は同計画の協力対象範囲から外れることとなった。

国道 3 号線で唯一、未舗装で残されたデジェン〜デブレマルコス区間を改修して全線舗装化することによって、スーダンからの原油燃料が安定供給されること、また農産物のアディスアベバへの継続的な供給体制が確保できること、さらにエジプト〜スーダン〜ザンビアを結ぶ東アフリカ縦断回廊の一部を構成する本路線の機能向上を果たすことが当該地域の社会経済状況の向上に大きく貢献するものと考えられる。

2003 年の予備調査段階においては、本件調査区間の協力に関し、①全区間改良、②問題区間（軟弱地盤区間 2km、イエダ川からの土砂流入による河道変化に起因する雨季の冠水多発区間 2km、計 4km）のみの改良、及び③アスファルト舗装用建設機材調達が検討され、問題区間の改良とアスファルト舗装用建設機材調達を組み合わせる案が推奨されていた。

本調査では、予備調査実施からすでに 7 年が経過していることから、再度、道路の損傷状況を確認し、無償資金協力として適切な協力対象事業案を計画し、概略設計及び概略事業費の算出を行った。一方、ERA は、この区間の事業の進捗を図るために 2009 年から国内コンサルタントに詳細設計を実施させていた（以下、ERA・D/D）。ERA・D/D ではデブレマルコス市内など 7 箇所路線変更を提案していたが、この変更による影響家屋数は非常に大きな数字であった。調査団は影響家屋数を低減させるための代替案を ERA へ提示し、ERA との協議を経て代替案の合意にいたった。

本プロジェクトの実施にあたり、調査はデジェン〜デブレマルコス（65.5km）の全線を実施するが、事業実施は、デジェン〜ルマメ（30.5km）区間（フェーズ I）と、残りのルマメ〜デブレマルコス（35km）区間（フェーズ II）に分けることとした。

1.3 我が国の援助動向

道路セクターにおける我が国の援助実績を、表 1.3.1に技術協力、

表 1.3.2に無償資金協力について整理した。

表 1.3.1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績

協力内容	実施年度	案件名／その他	概 要
技術協力プロジェクト	2002～2005 年度	アテムゲナ道路建設機械訓練センター	技能訓練
技術協力プロジェクト	2007～2011 年度	橋梁維持管理能力向上プロジェクト	橋梁維持管理 組織改善
開発計画調査型技術協力	2010～2011 年度	アバイ渓谷地すべり対策 調査プロジェクト	地滑り調査と 対策の立案
専門家派遣	2000～2006 年度	橋梁管理アドバイザー 人数：延 3 名	橋梁管理専門家
協力準備調査	2009～2011 年度	地方橋梁改修計画準備調査	橋梁改修計画
資機材供与	2010 年度	資機材供与（アバイ渓谷）	道路維持管理

表 1.3.2 我が国無償資金協力実績（運輸交通分野）（単位：億円）

実施年度	案件名	供与限度額	概 要
1998 年度	幹線道路改修計画（1/2）	12.71	国道 3 号線（アデイスアベバ～ デブレズィケ） L=95km
1999～2001 年度	幹線道路改修計画（2/2）	41.56	
2001 年度	第二次幹線道路改修計画（1/2）	11.82	同国道（デブレズィケ～ゴハチ オン） L=91km
2002～2004 年度	第二次幹線道路改修計画（2/2）	33.80	
2005～2009 年度	第三次幹線道路改修計画	48.32	同国道（ゴハチオン～デジェン） L=20km 新アバイ橋建設

1.4 他ドナーの援助動向

表 1.4.1に最近 5 年間に国際機関などと「エ」国政府が調印した主要な案件を示した。

表 1.4.1 他ドナー国・国際機関による援助実績（運輸交通分野）（単位：千 US\$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2010 年	アフリカ 開発銀行	道路改修計画(アゲレマリアン～ヤ ベロ～メガ道路)	133,000	有償	道路改修 L=192km
2005 年～ 2010 年	世界銀行	道路改修計画(RSDP-II)	358,200	有償	RSDP-II 関連道 路改修
2007 年度	世界銀行	道路改修計画（RSDP III）	225,000	有償	RSDP III 関連道 路改修
2009 年度	世界銀行	道路改修計画（RSDP IV）	245,000	有償	RSDP IV 関連道 路改修

なお、デジェン～デブレマルコス区間の改修について他ドナーの支援計画がないことを ERA と確認した。

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

「エ」国側のプロジェクトの実施機関となる ERA は、自国予算及び日本を含めた外国からの援助による道路整備事業を数多く実施していることから、本プロジェクトについてもその実施後の運営・維持管理を含め十分に対応できる組織と考えられる。2010 年 2 月時点での、ERA 職員の内訳を表 2.1.1 に示す。

2010 年 8 月 1 日に、中部、東部、西部、南部及び北部の 5 地方局が設けられ、ERA 本部の機能、権限を各地方局へ分与する ERA の組織改革がなされた。調査から設計、建設、維持管理までを一貫して各地方局が担当することとなった。その結果、本プロジェクトの担当は、中部地方局（アテムゲナ）が担うこととなった。

表 2.1.1 ERA の組織 （単位；人数）

部署	職員				契約職員	合計
	専門職(技師、エコバシ、弁護士等)	事務職・技能員	その他	計		
ERA 本部	318	338	1,021	1,677	1,099	2,776
中部地方局 (アテムゲナ)	25	79	514	618	470	1,088
その他の地方局、 プロジェクト	269	486	3,564	4,319	8,997	13,316
ERA 全体	612	903	5,099	6,614	10,566	17,180

図 2.1.1 に ERA の組織図を示す。2010 年 10 月時点では、5 地方局は暫定的に ERA 本部に属する形をとっているために組織図上は図のような表現となっている。しかし、中部局の実組織はアディスアベバ中心部から約 20km 離れたアテムゲナに存在する。

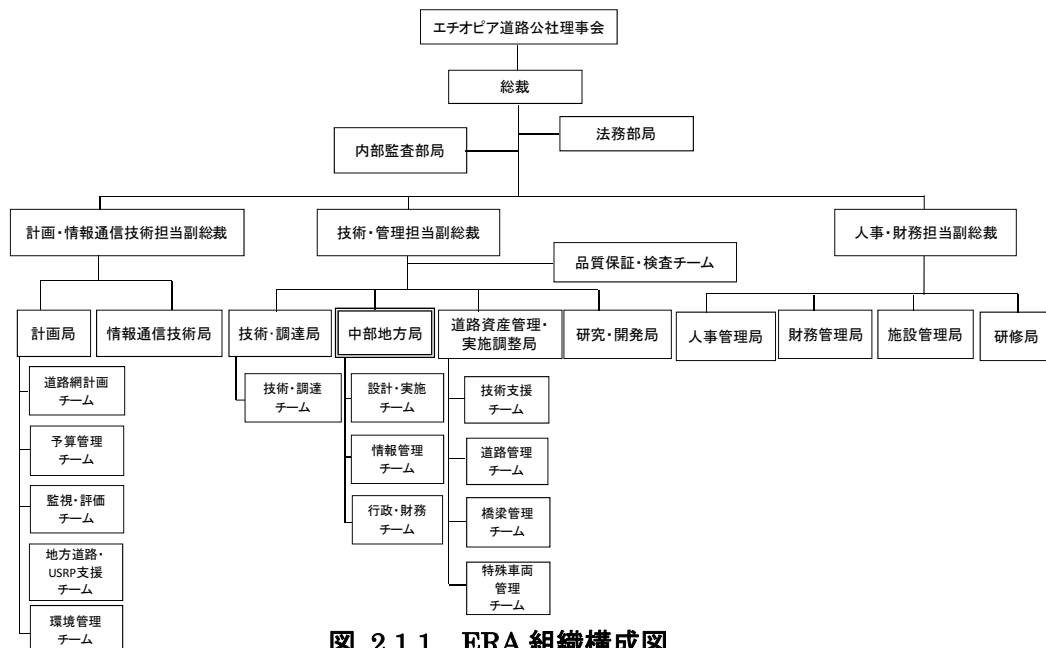


図 2.1.1 ERA 組織構成図

2.1.2 財政・予算

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。道路基金予算が 2007 年から 2008 年にかけて、一般予算が 2008 年から 2009 年にかけて大幅に伸びている。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 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（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	7,272	8,743	11,293	12,870
2	道路基金	852	1,073	1,250	715
3	予算合計 (1+2)	8,124	9,816	12,543	13,585
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
5	支出合計 (3+4)	8,124	9,816	12,543	13,585
予算の伸び率 (%)		—	21	28	8

注) * ; 幹線道路改修は表 1.1.2 の Rehabilitation of Trunk Roads と Upgrading of Trunk Roads に相当する。接続道路は表 1.1.2 の Link Roads を意味する。

なお、「エ」国の予算執行期間は、7 月から翌年の 6 月まで。（出典；ERA からの情報）

2.1.3 技術水準

ERA は、全国に広がる国道の整備、維持管理を所管する機関である。道路工事を実施できる民間建設企業が十分に発達していないエチオピアでは、外国の建設会社を実施する一部の大型道路建設事業を除いて、これまで ERA の直営工事部門が国道及び橋梁の建設、補修、維持管理作業を担当してきた。2010 年 8 月に事業実施の効率化を目的にした ERA の機構改革が行われた結果、直営工事部門は ERA から分離され、独立した政府関連会社となった。

このため、国道の運営・維持管理に関する業務については、ERA が企画・調整・発注と監督を担当し、実際の作業・工事は別組織となった旧直営部門 (Ethiopian Roads Construction Corporation; ERCC) が実施することになった。しかし、この改革に伴う必要な法的手続きが閣議で終了していないため（2010 年 10 月時点）、当面は ERA が監督責任を果たすことになっている。ERA 本部は企画、調整、設計基準の作成等の組織全体に関する事項のみを担当することが明確になり、各地で実施される調査、設計、工事及び運営・維持管理は新たに全国 5 か所に配置された地方局と既に全国 10 か所に配置されていた地方事務所が担当する体制となっている。地方事務所の名称は、支局 (Branch office) に変更された。ただし、地方局と支局の関係、所掌事務はいまだに明確になっていない。現時点では、主要な建設プロジェクトの契約・設計・監督については主に地方局が担当し、国道の維持管理に関しては支局が担当している。本プロジェクトの設計等、技術的な事項の所管はアレムゲナにあ

る中部地方局が担当しているが、国道3号線のうちデジェン以北は北部地方局に所属するデブレマルコス支局の管轄区域であるため、本プロジェクトの完成引き渡し後はデブレマルコス支局が維持管理を担当する予定である。

表 2.1.3 地方局と地方事務所の配置

地方局	域内の支局(Branch office)
中部地方局	Alemgena 支局
東部地方局	Dire Dawa 支局
南部地方局	Sheshemene 支局 Sodo 支局
西部地方局	Jima 支局 Nekemte 支局
北部地方局	Gondar D 支局 Debre Markos 支局 Adigrat 支局 Kombolcha 支局

表 2.1.4は、RSDP 業務を担う海外業者と「エ」国内業者の請負額の割合を示している。海外各機関からの資金の合計が 31.2%に対して、海外業者が 50%以上のシェアを有するということは、規模の大きい工事は主として海外業者が行い、国道以外の小規模なプロジェクトは、「エ」国内業者が実施していることを意味する。請負額ベースで、コンサルタント業務及び工事の 40%前後を「エ」国内業者が担っており、徐々に技術力の向上の機会が増加しつつあることが窺える。

表 2.1.4 コンサルタント業務と工事の海外業者と「エ」国内業者のシェア（請負額ベース）

業務内容	海外業者	「エ」国内業者	ERA Own Force	計
コンサルタント業務	58%	42%	—	100%
工事	55%	38%	7%	100%

2.1.4 既存施設

2.1.4.1 道路状況

対象区間の道路は、舗装幅 5～6m の簡易舗装が実施されてきた。

また、道路線形については、ルマメ（デジェンより約 30km 地点）まではほぼ平坦な地形の中を通過していることから、道路線形も良い。ルマメからデブレマルコスへは、アップダウンが多くなり、曲率の小さな曲線が多い。

パッチング等の補修もなされているが、舗装面のポットホールや亀甲クラック及び路肩の損傷が多く、道路面のアンジュレーションが大きい。これらの損傷はこの地域に広く存在するブラックコトトンソイルに起因するものと推定される。

以下に道路の概況を示す。

- Sta. 11+100～12+200（ベケット橋からデジェン側約 1km 手前の地点、写真①参照）
- Sta. 18+000～19+000（タバ橋架替区間、写真②参照）
- Sta. 26+000～26+700（アベヤ橋からデブレマルコス側約 3km 先の地点、写真③参照）
- Sta. 43+800～44+500（ジバ橋からデブレマルコス側約 0.5km 先の地点、写真④参照）
- Sta. 46+500～48+200（イエダ橋からデジェン側約 1km 手前の地点、写真⑤参照）



図 2.1.2 道路の状況

2.1.4.2 橋梁・カルバートの状況

(1) 概要

ERA のデータベースによれば、デジェン〜デブレマルコス間の改修計画区間にある道路横断構造物は、橋梁とカルバートを合わせて約 200 ケ所である。今回の現地調査で全区間の道路横断構造物を確認した結果、橋梁が 17 橋、カルバートが 163 基、合計 180 ケ所であった。ERA データベースとの差の原因は、ERA データベースの登録区間と改修計画区間との始終点位置の違い、および最近の道路改修の結果によるものと考えられる。

調査区間に存在する橋梁およびカルバートの構造形式は数種類に限られており、橋梁では、鉄筋コンクリート桁橋、鉄筋コンクリートスラブ橋、鉄筋コンクリートアーチ橋および石積アーチ橋である。カルバートでは鉄筋コンクリート箱型カルバート、鉄筋コンクリートスラブ式カルバート、鉄筋コンクリートパイプカルバート、鋼製コルゲートパイプカルバートである。なお、本報告で橋梁に区分している石積アーチ橋は、チェモガ橋（橋長 67m）を除くといずれも規模が小さく、実質的には石積アーチカルバートと変わらない。

調査区間の橋梁は、最近、ERA が建設した鉄筋コンクリート桁橋タバ橋と古い石積アーチ橋を除くと、一般に劣化または損傷が著しい。特に 1945 年以前に建設されたコンクリート橋の劣化が激しく、コンクリート部材に亀裂と剥離が見られるほか、鉄筋の露出と腐食が顕著である。車道部分の外側に歩道用の薄い張り出し床板を有する橋梁では、コンクリートの劣化と車両による防護柵への衝突によって張り出し床板の損傷が激しく、機能が失われているものが多い。また、古い橋梁は幅員が狭く、現行の ERA 設計マニュアルに規定する 2 車線道路の標準幅員を確保できない橋梁が多い。特に曲線区間にある橋梁では、車両がすれ違いできないものがある。雨季に冠水する区間にある橋梁は桁下に土砂の堆積が著しく、多くは桁下に十分な通水空間が確保できていない。

(2) 現道区間の橋梁及びカルバートの状況

現道区間で対策が必要と考えられる橋梁の調査結果を表 2.1.5 に示す。全 17 橋のうち、

- 使用に適さないと評価したものが 8 橋
- 現状のままで使用に問題ないと判断されたものが 1 橋
- 部分的な補修や拡張を行うべきものが 8 橋となった。

架け替えおよび補修の判断基準を図 2.1.3 に示す。また、今後使用するためには、何らかの補修が必要であると判断した橋梁について、それぞれの補修の内容と実現性を表 2.1.7 に示す。

表 2.1.5 現道区間の橋梁とカルバート

区分	構造形式		件数
橋梁	RC	桁橋	17 (11)
		アーチ橋	(2)
	石積アーチ橋		(4)
カルバート			165
合計			182

表 2.1.6 橋梁の状態

番号	橋名	形式	橋長/支間 (m)	幅員 (m)	劣化・損傷の程度	対処方針
①使用に適さないと評価した橋梁						
1	アバアデム橋	RC アーチ橋	12.0	6.0	主構造の劣化損傷	架け替え
2	アベヤ橋	RC 桁橋	18.0	6.0	桁下不足、劣化	架け替え
3	ジバ橋	RC 桁橋	12.2	6.3	主構造の劣化損傷	架け替え
4	イエダ-1 橋	RC 桁橋	12.0	7.0	通水不良、劣化損傷	架け替え
5	イエダ-2 橋	RC 桁橋	12.0	7.0	通水不良、劣化損傷	架け替え
6	イエダ-3 橋	RC 桁橋	10.0	7.0	通水不良、劣化損傷	架け替え
7	イエダ-4 橋	RC 桁橋	7.0	7.0	通水不良、劣化損傷	架け替え
8	ウセタ橋	RC 桁橋	12.2	5.2	幅員不足、劣化損傷	架け替え
②現状のままで使用に問題ないと判断された橋梁						
1	タバ橋	RC 桁橋	26.0	7.3	良好	—
③部分的な補修や拡幅を行うべき橋梁						
1	アサマテッチ橋	RC 桁橋	5.0	7.0	床板・桁の劣化損傷	要補修
2	ベケット橋	メーソンリー アーチ橋	31.8	6.0	幅員不足、劣化	要補修
3	ボゲナ橋	RC 桁橋	12.0	7.0	桁の損傷	要補修
4	エキエト橋	メーソンリー アーチ橋	7.3	5.5	幅員不足	要補修
5	ゲトラ橋	RC 桁橋	11.8	7.0	桁の劣化	要補修
6	ミントカット橋	メーソンリー アーチ橋	5.5	6.0	幅員不足	要補修
7	アンベッシュ橋	メーソンリー アーチ橋	5.5	6.0	幅員不足	要補修
8	チェモガ橋	メーソンリー アーチ橋	67.0	7.0	床板の一部破損	要補修

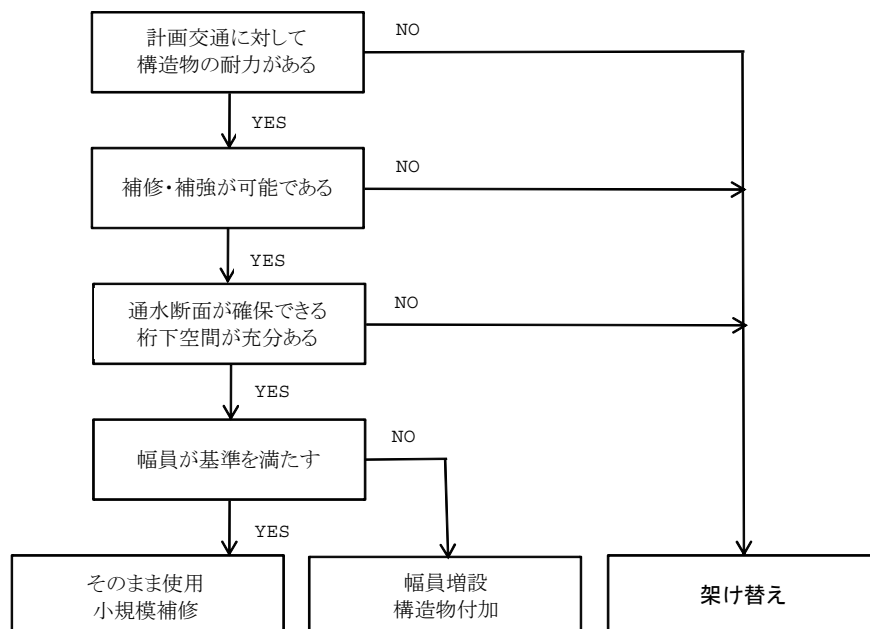


図 2.1.3 架け替え橋梁の判断基準

表 2.1.7 現道にある橋梁の補修の内容と実現性

番号	橋名	車道拡幅	歩道拡幅	高欄	支承	伸縮装置	床板	桁
1	アサマテッチ橋	不可	不可	要	—	—	要	要
2	ベケット橋	不可	不可	要	—	—	要	要
3	ボゲナ橋	—	—	要	—	—	要	—
4	エキエト橋	不可	不可	要	—	—	—	—
5	ゲトラ橋	—	—	要	—	—	—	—
6	ミントカット橋	不可	不可	要	—	—	—	—
7	アンベッシュ橋	不可	不可	要	—	—	—	—
8	チェモガ橋	—	—	要	—	—	要	—

(注) 表中の—は、補修の必要がないことを示し、不可は補修が不可能な項目である。

なお、表 2.1.7 に記載した橋梁は現道に存在する橋梁について整理したものであるが、現在の道路線形を改良する等の理由によって、使用できなくなる橋梁を含んでいる。したがって、実際に補修を実施する橋梁は、道路線形の計画によって決定される。補修を実施する場合には、本体構造にできる限り負担が少ない補修内容を選定することが重要である。各橋の現状を以下の写真に示す。



写真①：アバアデム橋



写真②：アベヤ橋



写真③：エキエト橋



写真④：ゲトラ橋

図 2.1.4 橋梁の状況 (1/2)



写真⑤：ミントカット橋



写真⑥：ジバ橋



写真⑦：イエダ-1 橋



写真⑧：イエダ-2 橋



写真⑨：イエダ-3 橋



写真⑩：アンベッシュ橋

図 2.1.5 橋梁の状況 (2/2)

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

本プロジェクト区間のアディスアベバ側 223km は日本の無償資金協力によって、ゴンダール側は世界銀行の資金によって改修がなされ、国道 3 号線 (988km) のうちデジェン～デブレマルコス間だけが未舗装区間で残されていることは前述したとおりである。

本区間の改修事業に影響を与える、あるいは与える可能性のある電気開発事業について記述する。

(1) ダムプロジェクト（詳細は「資料 6.3 EEPCO ダム計画」参照）

エチオピア電力公社 (Ethiopian Electric Power Corporation、以下 EEPCO) が中国の支援を得て、本プロジェクト区間の河川に 5 箇所のダム事業 (2009 年 9 月から工期 4 年 9 ヶ月の予定) を実施している。ゲトラダム貯水池 (Sta.35 付近) が直接的に影響するため、路線が約 1.7km 上流側に変更された。路線の上流側に計画されるボゲナダム (Sta.32 付近) とチェモガダム (Sta.58 付近) は、路線に直接的影響はないが、ボゲナダムからゲトラダム貯水池への排水路が Sta.30+600 付近で本線の下を横断する予定である。この排水路はフェーズ II の始点付近に位置するもので、計画には EEPCO との十分な調整が必要である。チェモガダム貯水池から路線の下流側に計画されるイエダダム貯水池への排水路はトンネルが計画されており路線への直接的影響はないとされる。センスダム貯水池は路線のかなり下流側に計画されるため直接的影響は無い。

(2) 送電線事業

EEPCO が、2009 年末からアディスアベバ～デブレマルコス郊外の変電所 (Sta.54 付近) 間に、中国の支援を得て送電線設置事業を進めている。フェーズ I 区間では送電線が路線と交差することは無いが、フェーズ II 区間の Sta.33 付近から Sta.54 付近の間で路線と 6 箇所交差する。送電鉄塔の座標、送電線の高度について EEPCO に正したが、工事が完了しないと正確な情報は得られないとのことであるため、フェーズ II の詳細設計時に EEPCO からの情報を確認するとともに調査団として測量を実施することが必要である。

(3) 電気、水道などの整備状況

電気は供給されているが停電が多く安定的な給電は期待できないため、施工業者のキャンプには商用電源と発電機の併用が必要である。

路線沿いには水道設備はなく、各集落は湧き水あるいは井戸によって水を得ている。したがって、施工業者のキャンプへの給水は、井戸などを掘って独自に給水施設を準備することが必要である。

2.2.2 自然条件

2.2.2.1 河川・水文調査

対象河川流域はアバイ川水系に属し、河川のほとんどは北から南方向へ対象道路を横断して流下し、その河床はシルト及びシルト質粘土よりなる。この地域の土地は穀物生産と家畜飼育に利用されている。

(1) 気象

対象道路に係る気象観測所は、デジェンとデブレマルコスの2観測所である。デジェン及びデブレマルコス2観測所の月平均気象状況を表 2.2.1(1)~(4)に示す

(出典 ; National Meteorological Services Agency)。

表 2.2.1 月平均気象状況

(1) 月平均最高・最低気温 デブレマルコス (1993-2002)													
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
最高	22.5	25.3	25.6	25.1	23.1	19.9	18.8	17.8	19.3	22.0	23.0	23.0	22.11
最低	8.9	10.3	11.4	12.3	11.8	10.2	10.3	10.9	10.2	9.2	8.9	8.6	10.25
(2) 月間相対湿度 (%) デブレマルコス													
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
午前6時	65	52	63	70	81	95	98	97	94	80	73	68	78
午後12時	32	25	32	40	50	69	78	78	67	51	40	31	50
午後18時	33	24	32	42	51	74	84	86	77	61	48	36	54
(3) 月降雨量(mm) (1993-2002)													
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
デジェン	13.5	4.8	55.4	90.8	117.2	180.3	452.5	409.4	176.1	115.8	30.7	8.4	1654.9
デブレマルコス	19.2	4.4	37.4	79.4	120.0	167.9	275.1	307.0	216.0	113.7	19.6	23.0	1382.5
(4) 月平均風速(km/h) デブレマルコス (2000-2005)													
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
平均	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.3	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.3

年降雨量は1,500mm程度でありそれほど多くない。また、5月から10月の半年間に降雨量の多くが集中する。

(2) 水文状況

河川（河道）の状況は主として現地での聞き込み調査により把握される。表 2.2.2に今回の調査により得られた主要河川の状況を整理する。

現地調査（聞き込み）結果によれば、道路(橋梁)冠水の実績のある河川はイエダ、アベヤ及びゲトラの3河川である。

1) 河川状況

表 2.2.2よりほとんどの河川において、渇水時にも河川流量があることが知られる。当該流域における渇水時降雨量が少ないにもかかわらず流水が維持されていることから、流域の保水性が高いことが知られ近傍地下水位は高いと予測される。

表 2.2.2 河川状況

河川名	流域面積 (km ²)	冠水状況	渇水時流水	備 考
アサマテッチ	4.30	-	有	湧水あり
ベケット	165.05	-	有	-
タバ	57.45	-	なし	-現況タバ橋は2年前 ERA により建設
アバアデム	10.90	-	有	-
アベヤ	28.60	橋上 0.2m	有	河道閉塞あり
ボゲナ	199.00	-	有	護岸洗堀あり
エキエト	5.30	-	有	-
ゲトラ	104.50	橋上 0.2m	有	道路線形は 1.7km 上流
ミントカット	6.50	-	なし	-
ジバ	47.80	-	有	-
イエダ	109.90	橋上 1.2m	有	道路線形は 1.0km 上流
アンベッシュ	7.35	-	有	-
チェモガ	299.75	-	有	-
ウセタ	28.63	-	有	-

2) 河道状況

イエダ川流域では、雨季に国道3号線が冠水するため通行が遮断される事態がたびたび発生する。そのため、調査の初期段階ではイエダ川の河道閉塞の原因把握及び分析が重要な課題であったが、ERA・D/D で道路平面線形を上流側約 1km へ変更する計画が採用された。これによりイエダ川の堆砂問題は解決されるものと期待される。

イエダ川の河道の変遷状況を 1980 年撮影の航空写真から作成された 1/50,000 地形図と 2004 年の衛星写真結果とを用いて検討した。図 2.2.1より判断すると、河道位置は 1980 年（図右）と 2004 年（図左）とも細部にわたって一致しており、河道流路は非常に安定していると判断できる。

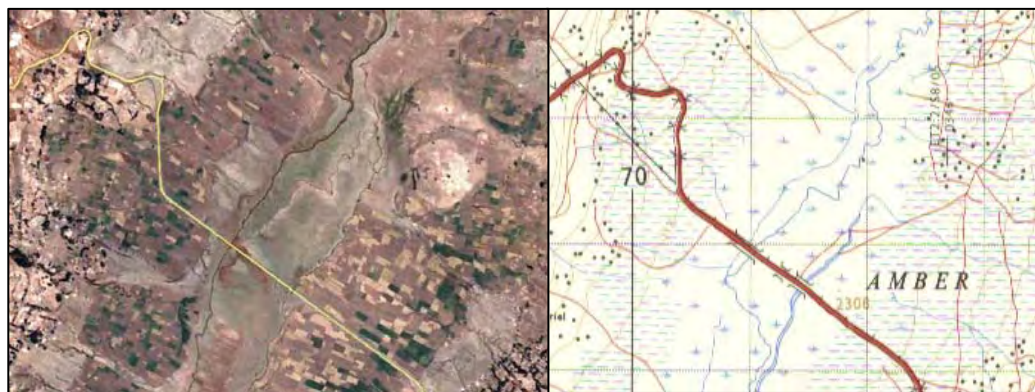


図 2.2.1 2004 年と 1980 年の河道比較（左：2004 年、右：1980 年）

図 2.2.2にイエダ川及びアベヤ川の国道3号線上下流 5km 区間の河道縦断図を示す。

イエダ川は現国道3号線の上流 500m 地点を境に河床勾配が変化しており、上流側に比べて下流側

の土砂掃流力が減少するので、ここより下流側の河道では堆砂が進行し河床上昇が起りやすくなる。 ERA による計画線形は現国道より約 1km 上流であり、河床勾配変換地点より上流側に位置しているため、河床上昇とそれに伴う河道閉塞が起り難いと考えられる。

アベヤ川は現国道 3 号線の上流約 3km 地点を境に河床勾配が変化しており、上流側に比べて下流側の土砂掃流力が減少するので、ここより下流側の河道では堆砂が進行し河床上昇が起りやすくなる。

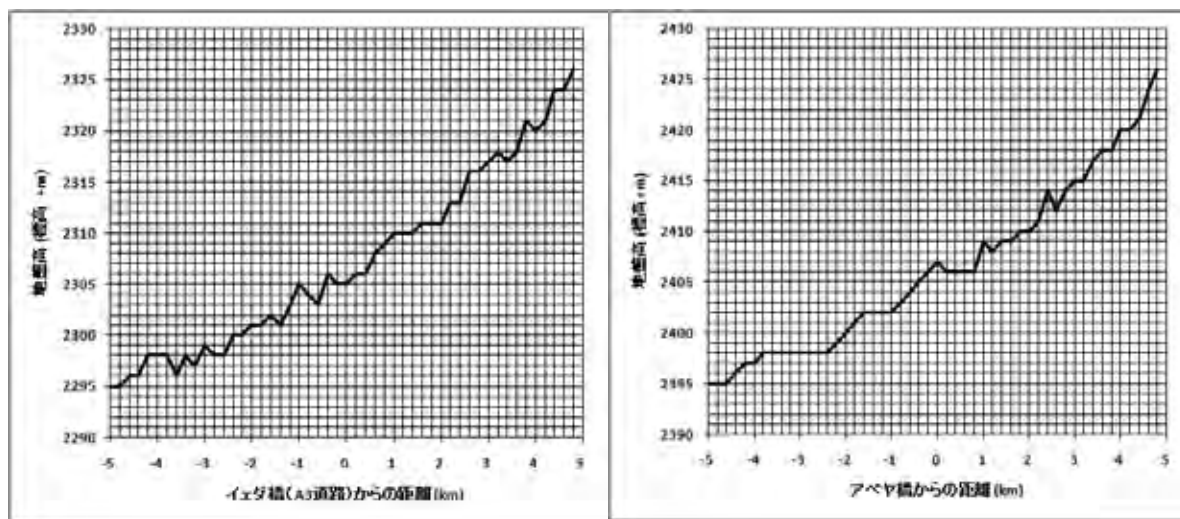


図 2.2.2 イエダ川の河道縦断面図（左）・アベヤ川の河道縦断面図（右）

(3) 水文解析

水理・水文解析については、ERA・D/D に於いてデータ、手法及び設計基準とも検討済みであり、これに準拠する。

1) 計画確率規模

本道路改修計画は Geometric Design Standard (ERA 2002)の規格 DS3 に相当し、計画確率規模は表 2.2.3の通り規定されている

表 2.2.3 計画洪水規模 (年)

計画構造物	Geometric Design Standard			
	DS1/DS2	DS3/DS4	DS5/6/7	DS8/9/10
ガター/インレット	10/5	2	2	-
側溝	10	10	5	5
カルバート/パイプ, span<2m	25	10	5	5
カルバート, 2m<span<6m	50	25	10	10
短橋梁 6m<span<15m	50	50	25	25
中橋梁, 15m<span<50m	100	50	50	50
長橋梁, Spans>50m	100	100	100	100
チェック	200	200	100	100

出典: ERA Drainage Design Manual 2002(DDM2002)

2) 排水構造物に対する余裕高さ

DDM2002 によれば、排水構造物に対する余裕高さは表 2.2.4の通り規定されている。

表 2.2.4 計画流量規模による余裕高さ

計画流量 (m3/sec)	余裕高さ (m)
0-3.0	0.3
3.0-30.0	0.6
30-300	0.9
>300	1.2

3) 流量計算式について

DDM2002 によれば、計画対象流域の面積規模によって、0.5km² 以下の流域には合理式を、これより大きい流域に対しては SCS (Soil Conservation Service)法を適用するよう規定されている。

4) その他

洪水到達時間の想定には Kirpitch による経験式が適用される。

$$t_c = \frac{0.06628 \times L^{2.77}}{S^{0.388}}$$

ここで、

Tc = 洪水到達時間 (hr)

L = 河道距離 (km)

S = 平均河床こう配 (m/m)

(4) 橋梁計画

ERA・D/D(2010 年 5 月)において、水理構造物は表 2.2.5に示すように計画された。

表 2.2.5 橋梁計画

河川名	流域面積 (km ²)	河床勾 配 (%)	計画流量 (m ³ /s)	橋梁長(m)			備考
				現況	ERA・D/D	当調査	
アサマテッチ	4.30		21	5.0	維持	10	
ベケット	165.05		289	32.0	維持	17+17	
タバ	57.45		167	13+13	維持		
アバアデム	10.90	6.2	52	12.0	12.0	15.0	
アベヤ	28.60		98	7+7+7	-	3@4.5	
ボゲナ	199.00		279	13.1	12.0	補修	
エキエト	5.30		48	7.3	6.0	2@4.5	
ゲトラ	104.50	3.1	242	13.1	12.0	15+15	
ミントカット	6.50		64	7.0	2@3	15	
ジバ	47.80	4.6	119	11.0	10.2	15	
イエダ	109.90	1.7	221	*	*	5@4.5	他に 2x2@4.5
アンベッシュ	7.35	2.18	33	5.0	維持	2@4.5	
チェモガ	299.75		351	21.0	21.0	補修	
ウセタ	28.63		99	12.3	-	10+10	

*) イエダの既存橋梁は 4@5.0m, 4@5.0m, 6+6+6, 3.5+4m の 4 橋梁である。

当調査は ERA・D/D の計画を基本的に踏襲するものであるが、道路計画・橋梁計画担当者が行った水理構造物調査結果を加味し、適切な修正を考慮した。

ERA・D/D 報告書ではデブレマルコスの計画道路線形が異なるためウセタ橋については検討されていない。また、アベヤ橋についての情報が含まれていない。両橋梁地点に関する計画流量は、流域面積～計画流量関係に基づいて想定した。

ここで、流域面積～計画流量関係とは、SCS 法により計算された 22 地点の計算流量と流域面積の関係（ERA・D/D 報告書）を示すものであり、以下の指数関数で示される。

$$\text{計画流量} = 15.564 \times \text{流域面積}^{0.5529}$$

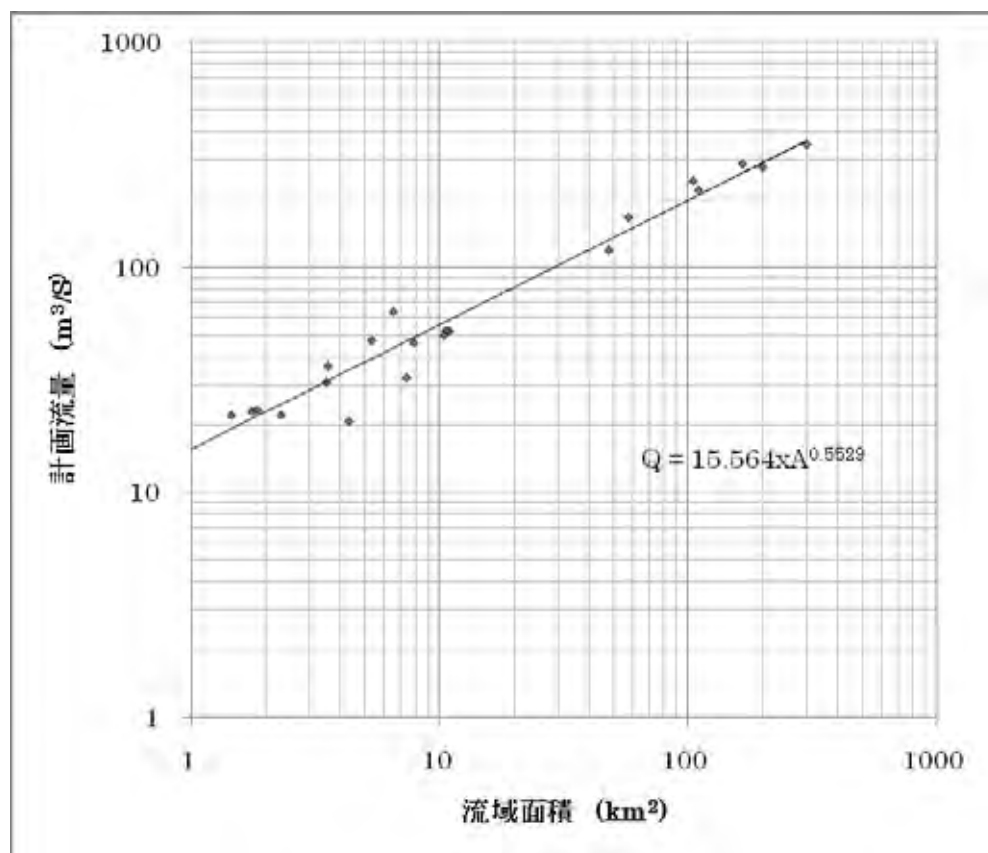


図 2.2.3 流域面積～計画流量関係

図 2.2.3から見られるように相関関係はかなり良い (r^2 値は 0.962)。同一計画においては、多くの構造物の計画規模の整合性・統一性を考慮する場合には、この関係を用いることは適切な手法となる。

2.2.2.2 地質調査

(1) 調査目的と調査内容

地質調査は計画道路の施設の設計及び施工上必要な地質状況の把握を目的として実施した。特に本区間には、ブラックコットンソイルと呼ばれる膨潤性の高い粘土が分布しており、その分布、層厚、特性を把握することを主眼としている。本調査は次の三つの調査を含んでいる。

- ボーリング調査（基礎地盤調査と土質試験）
- テストピット調査（道路構成の確認とブラックコットンソイルの分布とその層厚の確認及び土質試料採取とそれに伴う CBR 試験）
- 材料調査（土取場、採石場のボーリング及びテストピットによる試料採取と土質試験）

(2) 調査位置と調査項目

ボーリング並びにテストピットの調査位置は、資料 6.5 に示す。調査内容は、次の通りである。

- 代表的なブラックコットンソイル分布区間のボーリング調査（3 孔）
- イエダ川、アベヤ川洪水区間のボーリング調査（6 孔）
- 調査対象橋梁のボーリング調査（9 橋梁、11 孔）
- ブラックコットンソイル調査のためのテストピットと DCP 試験（40 ヶ所）
- CBR 調査のためのサンプリング（10 ヶ所）
- 採石場調査のためのボーリングとサンプリング（5 ヶ所、2 孔）
- 土取場調査のためのテストピットとサンプリング（4 ヶ所）

(3) 調査地の地形地質概要

図 2.2.4 にエチオピアの地質図を示す。エチオピアはその国土の中央部を走るアフリカ大地溝帯によって西部と東部に二分されている。このアフリカ大地溝帯は南のモザンビークからタンザニア、ケニアを経てエチオピアに至る幅 50～100 km、延長 6,000 km に達する大地溝帯である。アフリカ大地溝帯は第三紀以降主にケニアとエチオピアを中心として隆起運動が開始され、現在までの隆起量は 2,000～3,000m に達している。

この隆起運動とほぼ同時に隆起帯の中心部が陥没して現在の地溝帯が形成されると共に、割れ目噴火による膨大な玄武岩の流出が行われた。現在でもこの活動は続いており、地溝帯には多数の活火山が分布し、小規模な地震も各所で発生している。

また、地溝帯の中心部には、陥没によって形成された多数の湖が南北に配列している。エチオピアでの玄武岩の流出は大地溝帯中で最大規模を示し、幅 500 km、長さ 1,000 km にわたるエチオピア台地を形成した。エチオピア台地の標高は 2,000m～2,500m を示し、大地溝帯中で最も高い。溶岩流の層厚は台地内部では数 100m にすぎないが、周縁部では 2,000m 以上に達している。一方、エチオピアの地震活動や火山活動はタンザニアやケニアに比較して低調であり、台地の内部では殆ど発生していない。

大地溝帯の北端は首都アディスアベバ付近で扇状に開き、その東端はアデン湾に接してアデン湾地溝帯に、西端は紅海に接して紅海地溝帯に連続する。この扇状の三角地帯はアフアー凹地と呼ばれ、3 本の地溝帯が交差する複雑な地質構造を示し、エチオピアの地震活動と火山活動はほぼこの地に集中している。エチオピア台地の基盤を構成するのは、中生代の海成堆積岩類で主として砂岩、

頁岩、泥岩、石灰岩などからなる。これらの各層はほぼ水平に堆積しており、台地内部では、厚さ 300～400m の玄武岩層に覆われている。台地面は比高 50～100m の傾斜の緩い丘陵と平坦面の組み合わせからなり、丘陵は幅数 km の谷底平野によって分断されている。丘陵部には玄武岩が露出し、その表面は、熱帯赤土によって覆われている。谷底平野には玄武岩の強風化によって生成された無機質のブラックコットンソイルが沖積土として分布している。

ブラックコットンソイルは東アフリカの玄武岩地帯に広く分布し、綿花や穀類の栽培には適しているが、乾季には収縮し、雨季には膨潤が著しく、土工には不適な土壌である。アディスアベバ北西約 500 km の台地上のタナ湖（南北 75 km、東西 60km、標高 1,830m）から、アバイ川（青ナイル川）が流出し、スーダンで白ナイル川と合流し、ナイル川となってエジプトへ流入している。アバイ川は、台地中央部では隆起運動と共に下方浸食が拡大し、基盤岩まで深く切り込み河床よりの比高約 1,500m の大峡谷を形成している。エチオピア台地全体は緩く西側に傾斜しており、このため台地上の殆どの河川はアバイ川をはじめとしてナイル水系の支流となっている。調査区間であるデジェン～デブレマルコス間の約 65.5 km はアバイ峡谷の西側の玄武岩台地上に位置している。

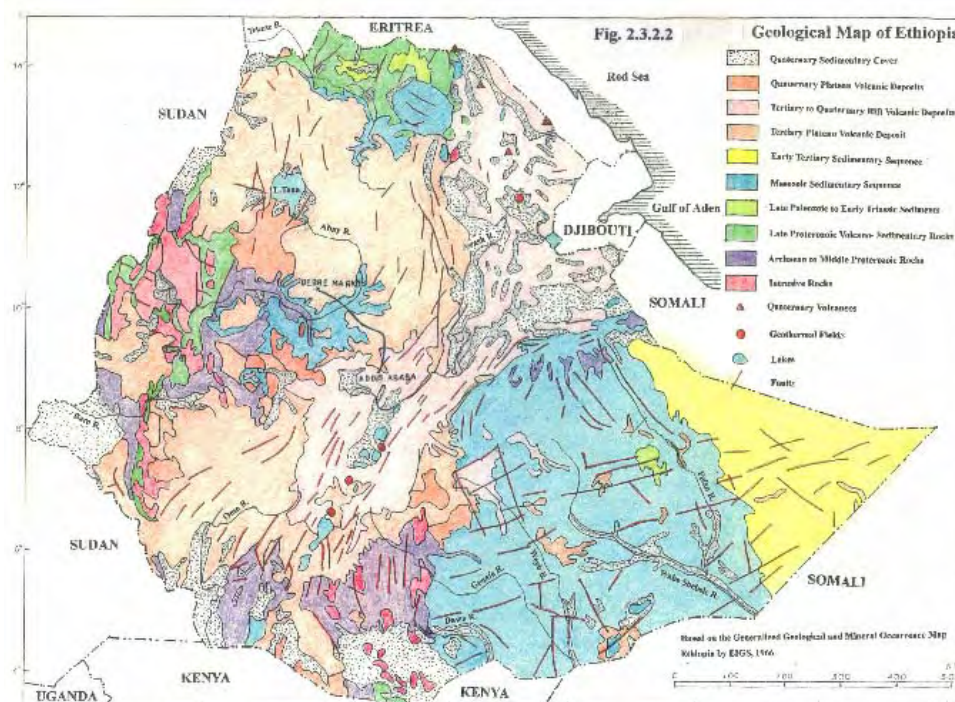


図 2.2.4 「エ」国地質図

(4) 調査ルート of 地質状況

本区間はエチオピア台地のほぼ中心部に位置し、台地面は南西方向へ緩く傾斜しており、デジェンの標高は約 2,500m、西へ約 65 km 離れたデブレマルコスの標高は約 2,400m を示す。台地上の河川は谷を刻みつつ、調査ルートに直交して南流しアバイ川に合流する。主要な河川は、東から西へ、ベケット川、タバ川、アベヤ川、ボゲナ川、ゲトラ川、ジバ川、イエダ川、アンベッシュ川、チェモガ川、アバヒム川、ウセタ川の計 14 河川である。本区間は台地上には比高 100～150m 程度の丘陵が南北方向に 5 列存在する。上記河川のうちアベヤ川、ゲトラ川、ジバ川、イエダ川の 4 河川はこ

これらの丘陵の間に幅 1～3 km の谷底平野を形成しており、このうちアベヤ川とイエダ川が最も広い。丘陵部は、主として玄武岩の岩盤とそれを覆う厚さ数 m の赤色土が分布している。平坦地や谷底平野にはブラックコットンソイルが分布する。ブラックコットンソイルは、アベヤ川及びイエダ川平野で厚く 10m に達し、平坦地では 2～3m 程度である（表 2.2.6、表 2.2.7）。

表 2.2.6 ブラックコットンソイル調査結果（フェーズ I 区間）

ボーリング 及びピット	測 点	地 名	BCS	Red. / Brn	N 値	CBR	SW (%)	PI	NMC (%)	S.L. (%)	Eex
NTP 01	1+500		0.8-2.0		< 10			38			
NTP 02	4+000		0.6-2.6		< 10	2	10.0	51			112
NBH 01	5+060		1.0-2.5		8-9			77	39	3.2	
NTP 03	5+500		0.5-1.9		< 10			48			
BH 09	8+500	イトノラ	0.95-2.7		2-6			47			
NTP 05	9+500		0.8-2.8		< 10			46			
BH 10	10+500		0.0-2.0		3-10			36	31		
BH 11	11+400		0.0-4.0		4-9			25	40		
NTP 06	11+500		0.5-3.1		< 10			73			
BH 12	12+500	ベケット	0.5-2.5		1-6			52	46		
NTP 07	13+500		0.7-2.5		< 10	2	8.0	42			97
NBH 02	14+560		0.6-2.0		8			72	39	2.8	
NTP 08	15+500		0.8-2.5		< 10			62			
NTP 09	16+500		0.9-2.6		< 10			73			
NTP 10	17+500		0.6-2.4		< 10			74			
BH 13	18+500	タバ	0.0-3.0		1-4			78	51		
NTP 11	19+500	ウエジェル	0.5-2.4		< 10			47			
BH 14	20+000	アバアデム	0.0-2.1		3-4			52			
NBH 03	20+090	アバアデム	0.5-3.5		9-14			70	44	4.4	
NTP 12	21+500		1.1-2.4		< 10			51			
NBH 04	22+040	アベヤ	1.0-13.0		2-9			51	46	7.3	
NBH 05	22+080	アベヤ	1.0-11.0		4-11			53	44		
NTP 13	23+000		0.6-3.0		< 10	2	8.4	51			128
NTP 14	24+000		1.6-2.5		< 10			57			
NTP 15	26+500		0.8-3.0		< 10	2	12.4	43	53	9	90
NBH 06	26+500		0.6-2.5		4-5			52	53	6.2	
NTP 16	27+500		0.7-2.7		< 10			71			
NTP 17	29+000		0.5-3.0		< 10			63			
NBH 07	29+300	ボゲナ	0.6-3.9		10			43	31		
NBH 08	29+390	ボゲナ	1.0-3.9		5-6			70	61		
NPT 18	30+000		1.1-3.0		< 10			59			

Note: BCS:Black Cotton Soil（黒綿土）／ Red:Red Soil（赤色土、風化土）
Brn:Brown Soil（褐色土、沖積土、風化土の一部を含む）／ SW(%) Swell（吸水膨張率、CBR 試験）
PI:Plasticity Index（塑性指数）／ NMC(%) Natural Moisture Content（自然含水比）
S.L(%)::Shrinkage Limit（収縮限界）／ Eex:Expansiveness（膨潤度）

表 2.2.7 ブラックコットンソイル調査結果（フェーズ II 区間）

ボーリング 及びピット	測 点	地 名	BCS	Red. / Brn	N 値	CBR	SW (%)	PI	NMC (%)	S.L. (%)	Eex
NTP 19	32+000		-	Red		9	1	43	35	14	81
NTP 20	34+500		-	Brn				46			
NBH 09	35+670	ゲトラ									
NTP 21	36+000		0.0-1.3		< 10			50			
NTP 22	37+500		0.0-1.4		< 10			54			
NTP 23	38+500		0.5-2.7		< 10			32			
NTP 24	40+500		-	Red				28			
NTP 25	42+500		-	Red		9	1.2	28	31	17	33
NTP 26	43+500		-	Red				25			
NBH 10	44+060		-	Red	> 12			21	35	15	
NTP 27	45+500		-	L/Brn				24			
NTP 28	46+500		-	D/Brn				40			
NBH 11	47+420	イエダ	0.0-5.5		4-10			57	35	6.8	
NTP 29	48+000	イエダ	> 4.0		< 10			58			
NBH 12	48+900	イエダ	0.0-10		5-10			40	43	7.8	
NBH 13	49+200	イエダ	0.0-10		1-9			32	49	10.7	
NTP 30	49+500	イエダ	> 4.0		< 10	2	7.9	43	36	14	81
NBH 13-2	50+200	イエダ	0.0-2.4		4-10			54	37	2.5	
NTP 31	50+500	イエダ	0.0-2.7		< 10			44	46	13	85
NTP 32	51+500		-	Red				37			
NTP 33	53+000		-	L/Brn				22			
NBH 15	53+500	アンベッシュ	-	D/Brn							
NTP 34	55+000		-	Red				38			
NTP 35	56+500		-	D/Brn		4	3.8	31	41	14	49
NTP 36	57+500		-	Red				39			
NBH 16	57+890	チェモガ	-	L/Brn	2-8			31	45		
NBH 17	58+020	チェモガ	-	L/Brn	> 11			40	35		
NTP 37	59+000		-	Red				36			
NTP 38	60+500		-	Red				23			
BH 19	61+000	ウセタ	-	Red	2			27	44		

Note; BCS:Black Cotton Soil (黒綿土) / Red:Red Soil (赤色土、風化土)
Brn:Brown Soil (褐色土、沖積土、風化土の一部を含む) / SW(%) Swell (吸水膨張率、CBR 試験)
PI:Plasticity Index (塑性指数) / NMC(%) Natural Moisture Content (自然含水比)
S.L(%)::Shrinkage Limit (収縮限界) / Eex:Expansiveness (膨潤度)

図 2.2.5にプロジェクト区間の地形縦断図とブラックコットンソイルの分布状況を示す。

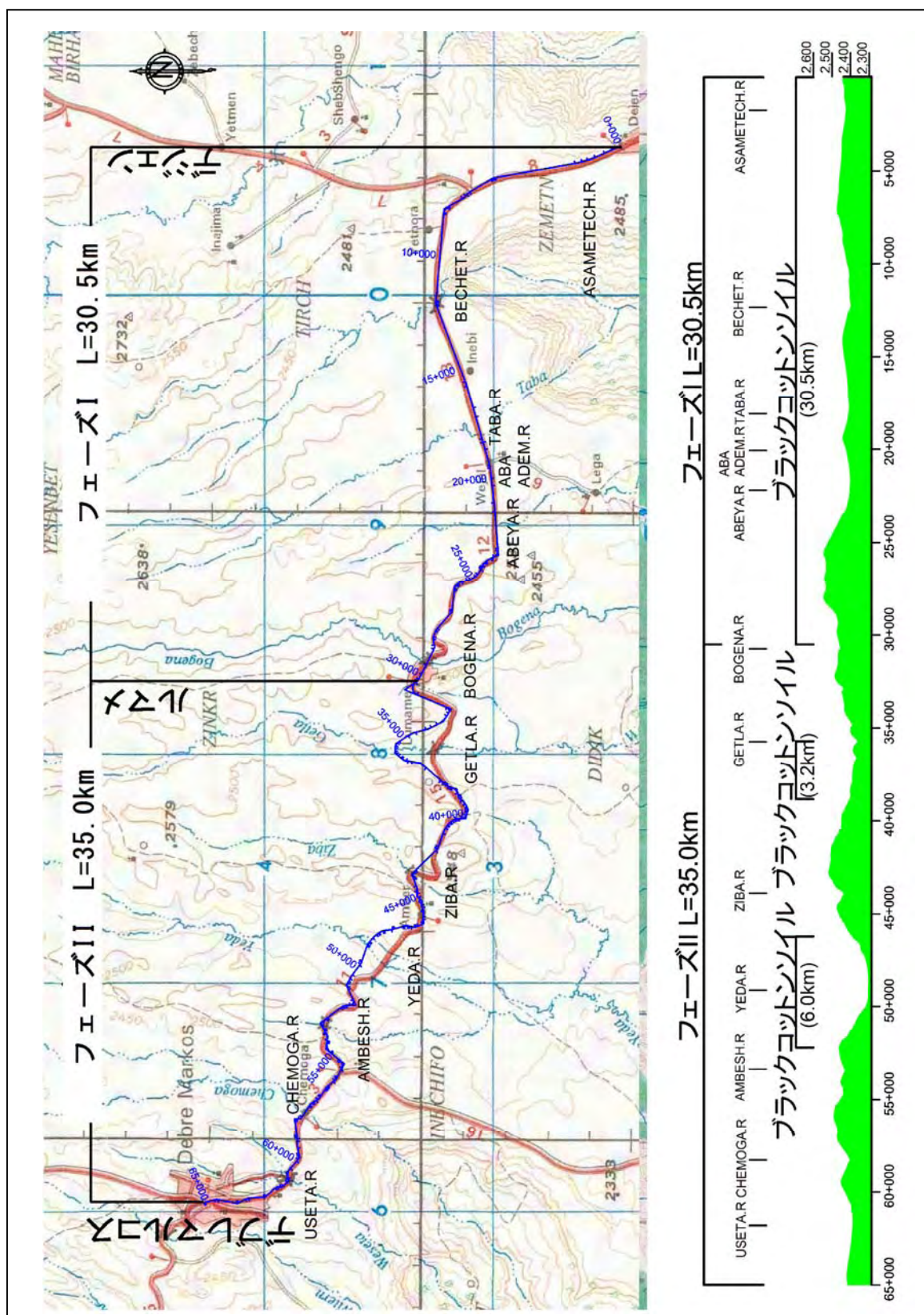


図 2.2.5 ブラックコottonソイル分布図

(5) 材料調査

材料調査は、採石場（コンクリート及び舗装用骨材）、土取場（置換え及び盛土材料）に分けて行った。表 2.2.8、表 2.2.9 にデジェン〜テブレマルコス間に位置する既設及び未開発の採石場及び土取場の一覧表を示す。デジェン〜テブレマルコス間の施工は、2 期に分けての実施が想定されるため、今回の調査は、フェーズ I として予定されるデジェン〜ルマメ間の採石場、土取場を中心に実施した。

表 2.2.8 砕石場候補地一覧表

Site No.	位置	国道A-3からの距離	座標	岩石	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	概略体積 m ³	調査内容
Q-5	Dejen の南 (ERA 採石場)	町の中心から南へ 1.0Km	0407675E 1122318N	黒色緻密玄武岩	400	100	20	800,000	サンプリング
Q-4	23号線そば	4.0Km 北	0404942E 1135268N	灰色多孔質玄武岩	400	400	10	1,600,000	ボーリング (10m)
AD-4-2	Bechet R. と Asametch R. の間 (Yetnora の北)	3.0Km 北	ditto	黒色緻密玄武岩 (節理あり)	200	200	20	800,000	ボーリング (10m)
AD-4-1	Bechet R. と Asametch R. の間 (Yetnora の北)	3.5Km 北	0407230E 1134558N	風化玄武岩 (赤色粘土あり)	300	300	20	1,800,000	
AD-3	Aba Adem R. と Taba R. の間	1.0Km 南	0392975E 1129553N	風化玄武岩 (赤色粘土あり)	100	100	10	100,000	
AD-2-1	Bogena R. と Abeya R. の間 (既設採石場)	0.7Km 南	0387855E 1130293N	黒色緻密玄武岩 (塊状)	200	200	20	800,000	サンプリング
Q-1	Ambesh R. と Yeda R. の間 (ERA のプラント)	0.2Km 南	0369476E 1136555N	黒色緻密玄武岩 (節理あり)	200	200	15	600,000	サンプリング
Q-2	Chemoga R. と Ambesh R. の間	3.5Km 北	0368376E 1141783N	風化玄武岩 (赤色粘土あり)	400	100	-	-	
Q-3	Chemoga R. と Ambesh R. の間	4.0Km 南	0364818E 1133488N	黒色緻密玄武岩 (節理あり)	300	300	20	1,800,000	

表 2.2.9 土取場候補地一覧表

Site No.	位置	国道A-3からの距離	座標	地層	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	概略体積 m ³	調査内容
AD-8	Yet Nora Sta.No.11+360	0.37Km	0400317E 1132256N	赤色土 (強風化玄武岩)	-	-	-	16,000	サンプリング
AD-9	Yet Nora Sta.No.11+360	0.57Km	0400450E 1132116N	赤色土 (強風化玄武岩)	-	-	-	15,000	サンプリング
AD-10	Yet Nora Sta.No.11+680	0.80Km	0400450E 1132116N	赤色土	-	-	-	50,000	サンプリング
AD-7	Yet Nora Sta.No.9+000	2.5Km	0402588E 1134818N	赤色土	-	-	-	180,000	テストピット
AD-6	Yetmen の北	18.0Km 北	0408162E 1148817N	強風化玄武岩 (赤色土)	200	200	20	800,000	サンプリング
AD-2-2	Bogena R. と Abeya R. の間	0.0Km	0387538E 1131597N	赤色土 (礫混入)	200	100	15	300,000	テストピット
AD-1	Bogena R. と Abeya R. の間 (Lumame の東)	0.5Km 旧国道	0385950E 1132292N	赤色土 (礫混入)	200	100	10	200,000	テストピット
B-2	Getla R. と Bogena R. の間 (Lumame の西)	0.0Km	0377378E 1131683N	赤色土、強風化玄武岩	200	200	20	800,000	サンプリング
B-1	Ambesh R. と Yeda R. の間 (Q-1 の下)	0.0Km	0369683E 1136453N	赤色土 (礫混入)	200	300	30	1,800,000	
AD-5	Ambesh R. と Yeda R. の間 (ERA の土取場)	0.4Km 西	0369336E 1135665N	赤色土、強風化玄武岩	300	100	20	600,000	

2.2.3 環境社会配慮

(1) 相手国の環境社会配慮制度

1) 環境影響評価手続き

「エ」国における環境影響評価（以下 EIA）の手続きは、Environmental Impact Assessment Guideline Document (2000/ Environmental Protection Authority (以下 EPA) に基づき行われる。本プロジェクトの実施に必要とされる EIA の具体的な実施内容は、Environmental Procedures Manual (2001/ ERA) に示されている。

「エ」国の EIA ガイドラインによると、道路開発プロジェクトは「経済インフラとサービス/輸送」部門に分類され、その内容や規模、立地等に応じてカテゴリ区分が行われる。本プロジェクトは「スケジュール 2」のカテゴリに該当している。

表 2.2.10 にプロジェクトのカテゴリ区分を示す。

表 2.2.10 プロジェクトのカテゴリ区分（経済インフラとサービス/輸送部門）

区分	対象事業
スケジュール 1 (EIA の実施が要求される)	重大で不可逆的な影響があると考えられ、EIA が必要となるプロジェクト - 主要都市道路 - 郊外道路プログラム - 鉄道施設 - 2,100m 以上の滑走路延長を持つ空港 - 地域を横断する国際的高速道路
スケジュール 2 (IEIA を実施した後、EIA の必要性が決定される)	プロジェクトのタイプ、規模、その他の特性より幾つかの重大な影響が発生する可能性があるが、必ずしも EIA の実施が必要とされないプロジェクト - <u>郊外幹線道路の改修、もしくはアップグレード</u> - 2,100m 未満の滑走路延長を持つ空港
スケジュール 3 (EIA の実施は要求されない)	環境への影響はなく、EIA の実施が要求されないプロジェクト - わずかな線形変更を除き、拡幅や橋梁新設を伴わない道路改修プロジェクト - 現道の数パーセント程度の拡幅を含む道路改修プロジェクト - 定期的な道路メンテナンス - 交通マネジメントプロジェクト

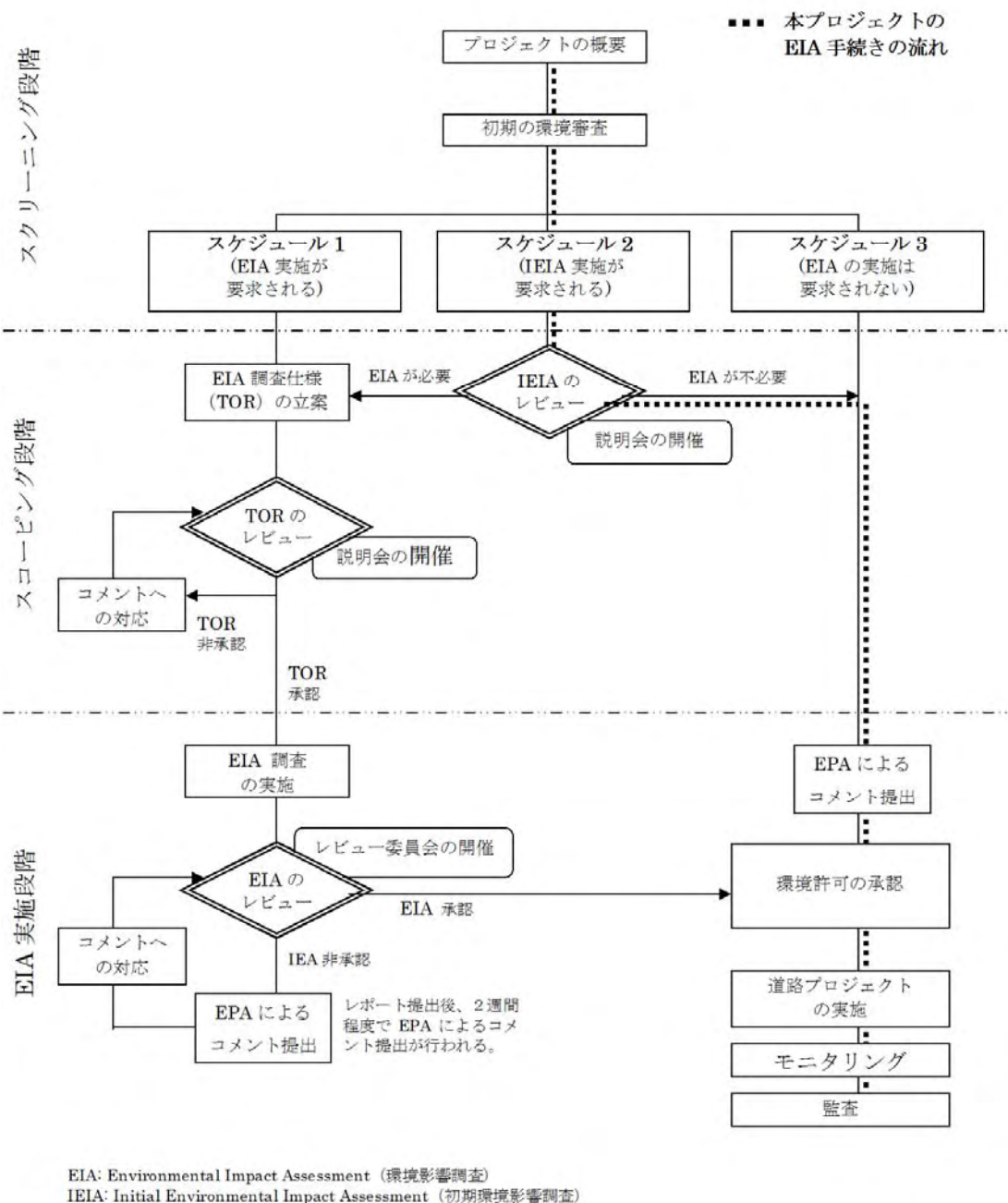
資料: Environmental impact assessment guideline document (2000/ EPA)
Environmental Procedures Manual (2001/ ERA)

2) EIA の進捗状況

「エ」国側では、本調査に先立ち、ERA・D/D ルートに基づく EIA 手続きを進めている。図 2.2.6 に本プロジェクトに関する環境許可手続きの流れを示す。

本調査では、環境許可手続きの進捗状況や環境許可の取得について、「エ」国側より以下の内容を確認した。

- EIA 報告書は作成済みであるが、現時点で EPA への報告書提出は行われていない。
- 本プロジェクトの場合、環境への影響が比較的少ないことから、環境許可承認(Environmental Compliance Certificate)の権限は ERA 側へ委譲されている (ERA 総裁のサインにより発行)。



資料: Environmental impact assessment guideline document (2000/ EPA) 及び Environmental Procedures Manual (2001/ ERA)のほか、ERA への聞き取り調査により作成

図 2.2.6 本プロジェクトに係る EIA 手続きの流れ

3) 用地取得及び補償の手続きに関する制度

「エ」国における用地取得及び補償の手続きは、Resettlement/Rehabilitation Policy Framework (2002/ ERA) 及び Proclamation.No.455/2005 に基づき行われる。「エ」国側では、本調査に先立ち、ERA・D/D ルートに基づく住民移転計画案を策定している。

(2) 本調査における代替案の検討

対象路線はエチオピア国北西部のアムハラ州に位置している。このエリアの主要産業は農業であり、プロジェクトサイトの大部分が耕作地や牧草地として利用されている。

本プロジェクトは、既存道路の改修事業であり、周辺の土地利用状況から動植物などへの影響は比較的少ないと考えられる。しかし、対象路線沿いにはデジェン、ルマメ、アンベル、デブレマルコス等の居住地域が存在することから、要請内容について代替案の検討が必要と考えられた。

対象路線沿いの市町村の位置を図 2.2.7に示す。

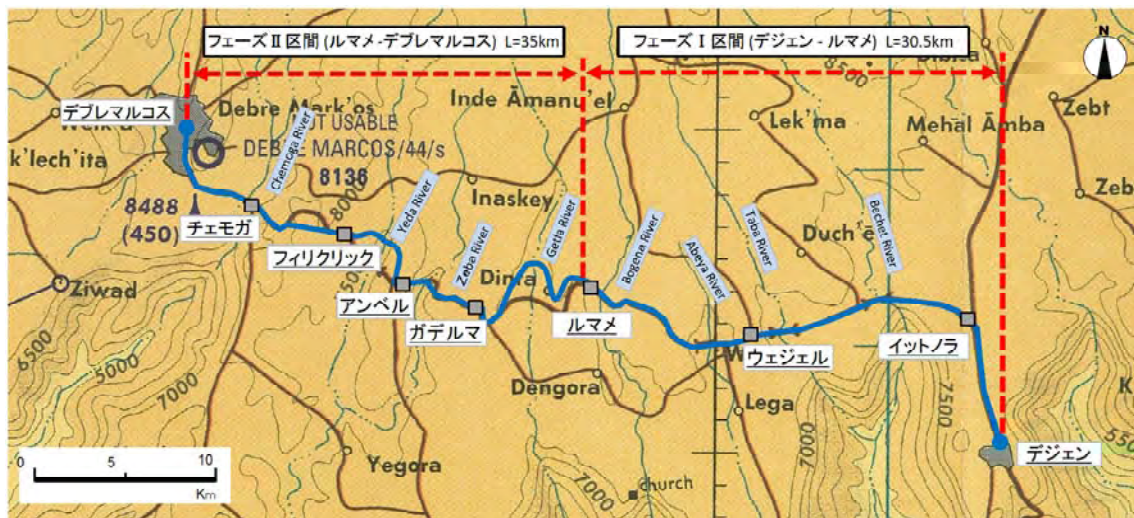


図 2.2.7 対象路線沿いの市町村の位置

現地調査により ERA・D/D ルート沿いを踏査した結果、対象路線に適用されるクラス DS3 の道路は、既存道路を中心として幅 50m の道路用地幅が基本的に設定されたものの、現在も道路用地内に家屋等が存在していることが確認された。さらに ERA・D/D ルート上において共同の井戸や給水施設の存在も確認された。

よって、既存道路の改修を目的とする本調査では、これら既存家屋や給水施設に十分配慮し設計を行う方針とした。さらに、本調査では工事影響範囲についてのみ用地取得を行うことを ERA へ提案し、家屋や給水施設への影響の回避・低減を図る方針とした。ERA・D/D ルートの影響家屋数・人数と調査団提案ルートによって低減された影響家屋数・人数を表 2.2.11に示した。また調査団提案ルートによって影響を回避した共同井戸及び給水施設を図 2.2.8に示した。

表 2.2.11 ERA・D/D ルートと調査団提案ルートによる影響家屋数・人数

区間			計画 幅員	ERA D/D ルート	JICA 調査団 提案ルート	
				影響家屋数	影響家屋数	影響人数
フェーズⅠ区間	Sta.00+000-00+500	デジェン	12.0	8	0	0
	Sta.06+800-09+100	イットノラ	12.0	9	0	0
	Sta.18+600-20+200	ウェジェル	19.0	24	1	5
	Sta.28+700-30+400	ルマメ	19.0	9	5*	0
	小 計			50	6	5
フェーズⅡ区間	Sta.30+400-39+300	(非街区)	10.0	3	2	8
	Sta.39+300-39+900	ガデルマ	12.0	1	0	0
	Sta.45+720-46+800	アンベル	19.0	ND	16	70
	Sta.46+800-52+000	(非街区)	10.0	1	2	10
	Sta.52+000-52+900	フィリクリック	12.0	ND	0	0
	Sta.58+000-58+900	チェモガ	12.0	11	0	0
	Sta.58+900-61+300	(非街区)	10.0	9	0	0
	Sta.61+300-62+400	デブレマルコス	13.0	84	1	5
	Sta.62+400-64+200		19.5		6	29
	Sta.64+200-65+400		20.0		8	37
小 計			109	35	159	
合 計 (デジェンーデブレマルコス)			159	41	164	

* : 全てキオスク等の店

資料: Draft Resettlement Action Plan Report (2010/ ERA) のほか、現地調査により作成



図 2.2.8 調査団提案ルートによって影響を回避した共同井戸及び給水施設

(3) プロジェクト実施による環境社会面への影響 (スコーピング結果)

各段階における影響要因と影響項目との関係は表 2.2.12に示すとおりである。

本プロジェクトの実施に伴う環境影響については、社会環境、自然環境、公害の各項目で若干の影響が発生するものの、総じて重大な悪影響は発生しないと判断された。

表 2.2.13に各項目の判定理由を示す。

表 2.2.12 スコーピング結果

影響項目				影響要因							
	No	影響	総合評価	計画	工事						供用
				用地取得／補償	ベースキャンプの設置	土取り場、採石場、迂回路等の設置	地形の改変	工事関係車両の走行 重機の稼働、	建設作業員の流入	旧舗装等の撤去	自動車の走行
社会環境	1	住民移転	B	B							
	3	土地利用及び資源利用	B		B	B					
	5	既存のインフラ及びサービス	B	B							
	10	水利用、水利権等	B		B						
	11	公衆衛生	B						B		
	12	HIV/AIDS 等感染症等	B						B		
	13	事故	B					B			B
自然環境	15	土壌（流失・侵食）	B			B	B				
公害	23	大気汚染	B			B		B			
	24	水質汚染	B		B	B	B				
	26	廃棄物	B		B					B	
	27	騒音・振動	B			B		B			

凡例：A:重大な悪影響が生じる B: 若干の悪影響が生じる 空欄: ほとんど影響は想定されない(現況と同程度か、もしくは軽減されることを含む)

表 2.2.13 判定理由

影響項目			判定	判定理由
社会環境	1	住民移転	B	本調査における代替案の検討により移転家屋は159戸から41戸へ低減されたものの、住民移転が発生する。
	2	地域経済		通年で通行できる信頼性の高い道路が整備させることによって、農業地帯である対象地域の経済活動が活性化する。
	3	土地利用及び資源利用	B	本調査では道路設計について可能な限り現道を活用している。工事中の仮施設候補地について可能な限り既存の土取り場や採石場、道路を活用するほか、学校や病院、家屋との離隔に留意し選定を行っているが、新たな仮施設用地が必要となる可能性がある。
	4	地域の社会組織		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	5	既存のインフラ及びサービス	B	本調査における代替案の検討により共同井戸や給水施設への影響は回避されたものの、電柱等の既存のインフラの移設が発生する。
	6	貧困層及び少数民族、ジェンダー、子供の権利		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	7	利益・不利益の分配		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	8	文化財		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	9	関係者による係争		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	10	水利用、水利権等	B	工事中にベースキャンプにおいて水を使用することから、既存の水利用等に対して影響が発生する可能性がある。
	11	公衆衛生	B	多数の建設労働者が工事に携わることから、公衆衛生面のリスクが発生する。
	12	HIV/AIDS 等感染症等	B	多数の建設労働者が工事に携わることから、HIV/AIDS 等感染症等のリスクが発生する。
	13	事故	B	重機の稼働、工事用車両の走行に伴い事故のリスクが発生する。線形改良や現道拡幅、住居地域における歩道や横断歩道の設置により供用時の安全性は現道と比べて向上する。しかし、道路の舗装化によるスピード超過等のため、事故発生の可能性はある。
自然環境	14	地形・地質		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	15	土壌（流失・浸食）	B	工事中の地形の改変、土取り場の掘削作業に伴い土壌浸食が発生する可能性がある。
	16	地下水		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	17	河川流量・流況・水温		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	18	海浜		プロジェクトサイトに海浜は存在していない。
	19	植物、動物、生態系		プロジェクトサイトは主に耕作地として利用されている。さらに、自然公園、自然保護区、貴重な野生動物の生息域や移動経路は周辺に存在しておらず、道路改良に伴う影響はほとんどない。
	20	気象		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	21	景観		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	22	地球温暖化		道路改良に伴う影響はほとんどない。
公害	23	大気汚染	B	工事中の重機の稼働や工事用車両の走行により、周辺家屋への影響が生じる。供用時の影響は現道と同程度と推察される。
	24	水質汚染	B	工事中の地形の改変、土取り場の掘削作業に伴い濁水が発生する可能性がある。ベースキャンプからの生活排水が放流される。
	25	土壌汚染		道路改良に伴う影響はほとんどない。
	26	廃棄物	B	工事中に建設廃棄物が発生する。
	27	騒音・振動	B	工事中の重機の稼働や工事用車両の走行により、周辺家屋への影響が生じる。供用時の影響は現道と同程度と推察される。
	28	地盤沈下		道路改良に伴う影響は想定されない。
	29	悪臭		道路改良に伴う影響は想定されない。
	30	湖沼や河床の底質		道路改良に伴う影響は想定されない。

凡例：A:重大な悪影響が生じる B: 若干の悪影響が生じる 空欄: ほとんど影響は想定されない(現況と同程度か、もしくは軽減されることを含む)

(4) 主な環境社会影響に対する回避・緩和策及びモニタリング

表 2.2.14に主な環境社会影響に対する回避・緩和策及びモニタリングを示す。

工事中の影響の回避・緩和策及びモニタリングについては、ERA の規定により施工業者、施工管理業者それぞれに環境の専門家を配置し、ERA 側にモニタリング結果を報告することが求められ、これらは入札 TOR に反映されることとなる。したがって、主な環境社会影響に対する回避・緩和策及びモニタリングの実効性は確保され则认为られる。

表 2.2.14 主な環境社会影響に対する回避・緩和策及びモニタリング

項目		緩和策	モニタリング
社会環境	1. 住民移転	[工事前] 1-1. RAP の更新 ・本調査を踏まえたルート変更区間でのインベントリー調査、カットオフデイトの宣言、説明会の開催 1-2. RAP の実施 ・詳細な土地家屋調査の実施 ・用地取得に関する協議、契約と補償プログラムの実施 ・必要に応じ生活手段に関する補償プログラムの実施 1-3. 移転後の状況の把握	- RAP の更新状況 - 用地取得と補償プログラムの実施状況 - 移転住民等の意見の確認
	3. 土地利用及び資源利用	[工事中] 3-1. ボローピット、クォーリー設置に係る緩和策 ・可能な限り既存のボローピット、クォーリーを活用、新設の場合は学校や病院、家屋との離隔に留意 ・計画的な掘削作業の実施 ・エリア周辺部における樹木の植栽 ・掘削後は所有者の意見を踏まえて修復(例:植栽もしくは池)	- ボローピット、クォーリー使用後の緩和策の実施状況の確認
	5. 既存のインフラ及びサービス	[工事前] 5-1. 電柱等の既存のインフラ状況の把握と移設	- 電柱等の既存インフラの移設状況と沿線住民からの苦情の発生状況の確認
	10. 水利用, 水利権等	[工事中] 10-1. ベースキャンプにおける水利用許可の取得	- 実施機関との協議により決定
	11. 公衆衛生	[工事中] 11,12-1. 健康に関する建設作業員、地域住民への教育(国立HI V /AIDS 予防管理事務所、NGO 等との協働) 11,12-2. 建設作業員の健康状況の把握	- 病院における診療データの確認
	12. HIV/AIDS 等感染症等		
	13. 事故	[工事中] 13-1. 事故に関する建設作業員、地域住民への教育 13-2. 住居地域で迂回路を設置できない場合は安全監視員を配置 13-3. 事故の発生状況の把握 13-4. 住居地域における標識や横断歩道などの設置 [供用時] 13-5. 警察による交通指導	- 警察や病院における事故データの確認
自然環境	15. 土壌(流失・侵食)	[工事前] 15-1.設計時における法面安定化のための緑化、小段等の検討 [工事中] 15-2. 乾季における工事の実施 15-3. 法面緑化(表土の活用、樹木の植栽) 15-4. ボローピット、クォーリーに係る緩和措置 15-5. 土壌侵食に関する建設作業員の教育 [供用時] 15-6. 侵食の予防、維持管理のための地域住民の活用	- 法面の安定状況の確認 - ボローピット、クォーリー使用後の緩和策の実施状況の確認
	23. 大気汚染	[工事中] 23-1. 住居地域における粉じん発生抑制のための散水 23-2. ボローピット、クォーリーに係る緩和措置	- 散水の実施状況の確認
公害			

項目	緩和策	モニタリング
24. 水質汚染	[工事中] 24-1. 濁水対策の実施(土壌(流出・侵食)と同様) 24-2. ベースキャンプにおける排水処理施設の設置	- 土壌(流出・侵食)と同様
26. 廃棄物	[工事中] 26-1. 建設廃棄物の適正処分 ・建設業者からERAへ建設廃材の内訳を報告し、ERA 側より処分方法を建設会社へ指示	- 実施機関との協議により決定
27. 騒音・振動	[工事中] 27-1. 住居地域における工事時間帯の調整 ・昼間の時間帯のみ工事を実施 27-2. ボローピット、クォーリーに係る緩和措置	- 住居地域における工事実施時間帯の確認

備考：工事中の緩和策のうち、モニタリング内容として記載されていない緩和策についても、工事の入札 TOR に反映させる必要がある。

(5) 現地ステークホルダー協議について

本プロジェクトについては、EIA 手続き内（スコーピング段階）でプロジェクト実施に関するステークホルダーミーティングが開催されており、ERA・D/D ルートに関する基本的な合意が得られている。表 2.2.15に ERA・D/D 段階のステークホルダーミーティングの開催状況を示す。

これらのステークホルダーミーティングは、沿道の住民に対してプロジェクト実施に関する説明を行った後、代表者を集めて説明会が開催されている。現地調査時に沿線住民への聞き取り調査を行ったところ、道路改良の実施について概ね情報を得ており、本プロジェクトに対する周知は適切に行われていると考えられる。

また、本調査で提案したデブレマルコス市内のルートの変更については、今後、デブレマルコス市への説明を ERA 側が行うことを確認している。

表 2.2.15 ERA・D/D 段階におけるステークホルダーミーティングの開催状況

項目	内容
目的	・道路プロジェクトに関する認識を与え、社会環境影響評価のための予備情報を得ること ・プロジェクト実施に対する地域の基本的な合意を得ること
対象者・手法	・沿道の住民に対してプロジェクト実施に関する説明を行った後、代表者を集めて説明会を開催
日時・場所	・2009 年 11 月 3 日：デブレマルコス地域事務所 ・2009 年 11 月 4 日：アンデド地域事務所、デジェン地域水資源事務所などの 3 箇所
主な説明内容	・道路改修計画の要旨 ・予測されるポジティブ/ネガティブインパクト ・プロジェクト段階ごとの地域共同体参加の要求項目 ・ネガティブインパクトに対する回避・緩和策 ・類似の開発計画に関する地域共同体の経験など
主な意見	・適切な補償の実施 ・プロジェクト用地取得の最小化 ・補償時における適切な土地の分配と牧草地の復元

資料：Draft Resettlement Action Plan Report (2010/ ERA)のほか、HEC への聞き取り調査により作成

(6) プロジェクト実施に向けた今後の留意点

1) 環境許可及び用地取得/補償手続きについて

本調査では、移転家屋や既存の給水施設への影響を低減するため、ERA・D/D ルートについて部分的にルートの変更や線形の修正を行っている。本プロジェクトの実施に際して必要とされる環境

許可及び用地取得/補償手続き内容については、「エ」国側より以下の事項を確認している。

本プロジェクトに係るこれら環境許可証の発行状況やRAPの更新状況に関しては、ERAが実施し、環境モニタリングフォームによりJICAへ報告することを確認している。

a. 環境許可手続きについて

- JICA調査団提案ルートは、ERA・D/Dルートと比べて、さらに影響が軽減されている。よって、既存のEIA手続きは有効である。
- 今後、ERAは本調査結果を踏まえ、ルート変更箇所に関する追加報告書を作成し、2011年5月までに環境許可証の発行手続きを進める。

b. 用地取得/補償手続きについて

- 今後、ERAはルート変更や線形修正部分について追加的にシンプルサーベイやカットオフデイトの宣言（RAPの更新）を行う。
- 上記のシンプルサーベイは、本調査団より提供した影響家屋の位置情報に基づき行う。
- ルート変更に伴うカットオフデイトの宣言は、今後、フェーズⅠ区間、フェーズⅡ区間の両区間を対象に一度に行う。カットオフデイトの宣言から仮に4・5年が経過しても、原則としてカットオフデイトの見直しや再設定は行わない。他のプロジェクトでも問題になったことはない。
- 用地取得に関する費用負担は全てERAが行う。土地は全て国有であり、地方自治体から移転家屋や農地の代替地が準備される計画である。
- 道路用地内における家屋の補償はブロックやマッドハウスなどの建物の種類ごとに、面積をベースに減価償却を含まない再取得費用で行う。農地の補償は代替地の提供あるいは10年分（過去5年の平均1年当たり収穫の10倍）の収穫補償を行う。
- 工事用仮設用地など一時的使用の場合、原状回復を原則とし、使用期間中の収入補償を行う。原状回復が出来ない場合、農地であれば10年分の収穫補償を行う。
- 公共施設（電柱、電話線、水道など）についてはERAが支障物件の撤去費用を負担する。公共施設の各事業者はすべて政府機関であり、各事業者がERAの要求に基づいて移設する。

2) プロジェクト用地取得について

本プロジェクトの実施に必要なプロジェクト用地の取得/補償は、「エ」国側が実施することで同意を得ている。

本調査終了後の用地取得プロセスについては、「エ」国側より以下の2通りの方法が提案されている。

- ケース1 : 詳細設計時にERA及びコンサルタントが該当する家屋等を確認し、関係機関による詳細な土地家屋調査（移転住民の同意と補償額の決定を含む）に基づき、移転報告書を作成し、プロジェクト用地を取得する。
- ケース2 : 工事開始時に契約を受けた建設業者とコンサルタントが該当する家屋等を確認し、ERAへレターを提出する。ERAの組織である道路用地部局が現地確認を行い、ERA、地方自治体、農業省等の政府関係機関、移転住民等で構成する委員会で補償額を決定し、ERAが補償額を支払う。30件程度であれば、用地取得に要する期間は実績から約2-3週間とされる。

現在実施されているアフリカ開発銀行の道路開発プロジェクトでは、ドナー側からの要求（約100km区間のうち、起点側の40km区間について用地取得を終了しておくこと）を踏まえ、「エ」国側において予め詳細な土地家屋調査を実施し、その中で移転住民等の同意を得ることで、より円滑な

用地取得を進めている。

本プロジェクトでは、アフリカ開発銀行の道路開発プロジェクトと同様、「ケース1」の手法により、円滑な用地取得を進める必要がある。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 上位目標とプロジェクト目標

道路網整備は「エ」国の経済発展に不可欠な要素であるとの認識のもと、「エ」国の自助努力に加え国際機関の支援を得て1997年からRSDPを継続、実施している。RSDP IからRSDP IIIの中間期までの12年間の成果報告によれば、道路網整備の成果は着実に進んでいるものの、そのレベルは低水準であることを認めている。これらの概要は「1.1.2 開発計画」に記述したとおりである。現在は、2010年から2015年までの5カ年計画のRSDP IVが実施されている時期である。

我が国が無償資金協力事業として実施した国道3号線の幹線道路改修計画は、それぞれ

- 「エ」国幹線道路改修計画はRSDP I
- 「エ」国第二次幹線道路改修計画はRSDP II
- 「エ」国第三次幹線道路改修計画はRSDP III

の時期に完工した。第四次幹線道路改修計画はRSDP IV（2010年7月～2015年6月末）期間内に完成する予定である。

このように、本プロジェクトは、RSDPの一環に位置づけられるとともに、RSDP IVの達成にも寄与する。

3.1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクト対象地域のエチオピア高原の標高は2,300mから2,500mである。デジェンからルマメまでの(30.5km)区間は概ね平坦な畑地と牧草地で、ルマメからデブレマルコスまでの約35.0km区間は若干の起伏がある丘陵地形が続く。この間には、東から西にアベヤ川、ゲトラ川、ジバ川、イエダ川、チェモガ川などの中小14河川と、それらの間に比高100～150m程度の丘陵が南北方向に数列ある。アベヤ川、イエダ川はこれらの丘陵の間に幅1～3kmの谷底平野を形成している。平坦な地帯あるいはこれらの谷底平野には、玄武岩が風化したブラックコットンソイルが広く分布し、その層の厚さは平坦地では2～3m程度、谷底平野では10mにも及ぶ。このブラックコットンソイルは農業用には好まれるが、乾湿によって膨潤と収縮の変化を示すため、道路の路床土として使用する場合には対策を必要とする土質である。本プロジェクトではブラックコットンソイル対策方法として置換え工を採用することとした。なお、日本にはブラックコットンソイルの事例が存在せず、また「エ」国では過去にブラックコットンソイルが原因で多数問題が生じていることを踏まえ、本工法をより確実なものとするために、アベヤ川、イエダ川などの低地域や周辺地形から判断して排水性が悪いと予想される地域に遮水シートを追加する。プロジェクト区間の地形縦断図とブラックコットンソイルの分布状況は図2.2.5（ページ2-19）に示した。

フェーズ分けされた本プロジェクトの概要を表3.1.1に示す。フェーズIはブラックコットンソイル分布区間が長いために置換え工の数量が、フェーズIIは丘陵地帯であるために切盛土工の数量が多くなった。

表 3.1.1 プロジェクトの投入概要

項目		フェーズ I	フェーズ II
工事期間（予定）		27 ヶ月	22 ヶ月
道路延長（km）		30.5	35.0
舗装工（万 m ² ）		26.2	30.0
土工	切土工（万 m ³ ）	16.8	31.0
	盛土工（万 m ³ ）	28.7	103.4
	置換え工（万 m ³ ）	63.1	19.9
橋梁工	架け替え（カルバートを含む）（橋）	4	9
	補修（橋）	1	1
排水工、付帯工、その他（式）		1	1

3.2 協力対象事業の概略設計

3.2.1 設計方針

3.2.1.1 基本方針

本協力事業は、「エ」国の経済発展、社会生活の改善及び農産開発に大きく貢献する国際幹線道路の改修計画である。計画区間には雨季に頻繁に冠水する地域があるほか、設計にあたって十分な検討を必要とするブラックコットンソイル（BCS）が広く分布しているため、「エ」国政府の要請、現地調査、及び関係機関との協議を踏まえ、以下に示す各方針に基づき計画を行った。

3.2.1.2 道路設計の基本方針

(1) 採用設計基準

道路及び橋梁の設計は、2002年にERAによって作成された以下のマニュアルに基づくものとする。

- 幾何構造マニュアル
- 排水設計マニュアル
- 舗装設計マニュアル Vol.1：たわみ性舗装及び碎石舗装
- 舗装設計マニュアル Vol.2：剛性舗装
- 舗装補修及びアスファルトオーバーレイ
- 橋梁設計マニュアル
- 現地調査マニュアル
- 標準設計図集
- 標準技術仕様書

「エ」国における道路及び橋梁の設計には、上記マニュアルが使用されることとなっており、設計時の基準値、助言等が示されている。

(2) 線形計画

1) 線形修正の基本方針

ERA は本調査区間の詳細設計を実施して、幾つかの区間で線形改良を行っていた。ERA・D/D で提案された線形改良は、幾何構造を満足するための局所的な線形改良、ゲトラ川区間におけるダム開発計画の影響（湛水区域）回避、及びイエダ川区間における道路冠水の根本的解消のための線形改良（新設区間）などである。本調査は、基本的に ERA・D/D で提案された線形を尊重するが、新たに提案した幾何構造基準、現地調査で確認された浸食等の自然条件、及び住民移転や公共給水施設移設等の社会的影響の軽減を考慮して、必要に応じて ERA・D/D の線形を見直した。

2) デブレマルコス市内の路線選定

ERA・D/D では、デブレマルコス市内の移転家屋数が 86 軒となり、社会環境へ与える影響が大きく、事業の進捗に影響を与える可能性がある。このため、デブレマルコス市内の移転家屋数を低減

するために、以下の検討に基づき改修対象路線を現道（A3）とすることとした。



図 3.2.1 比較路線概要図（デブレマルコス市内）

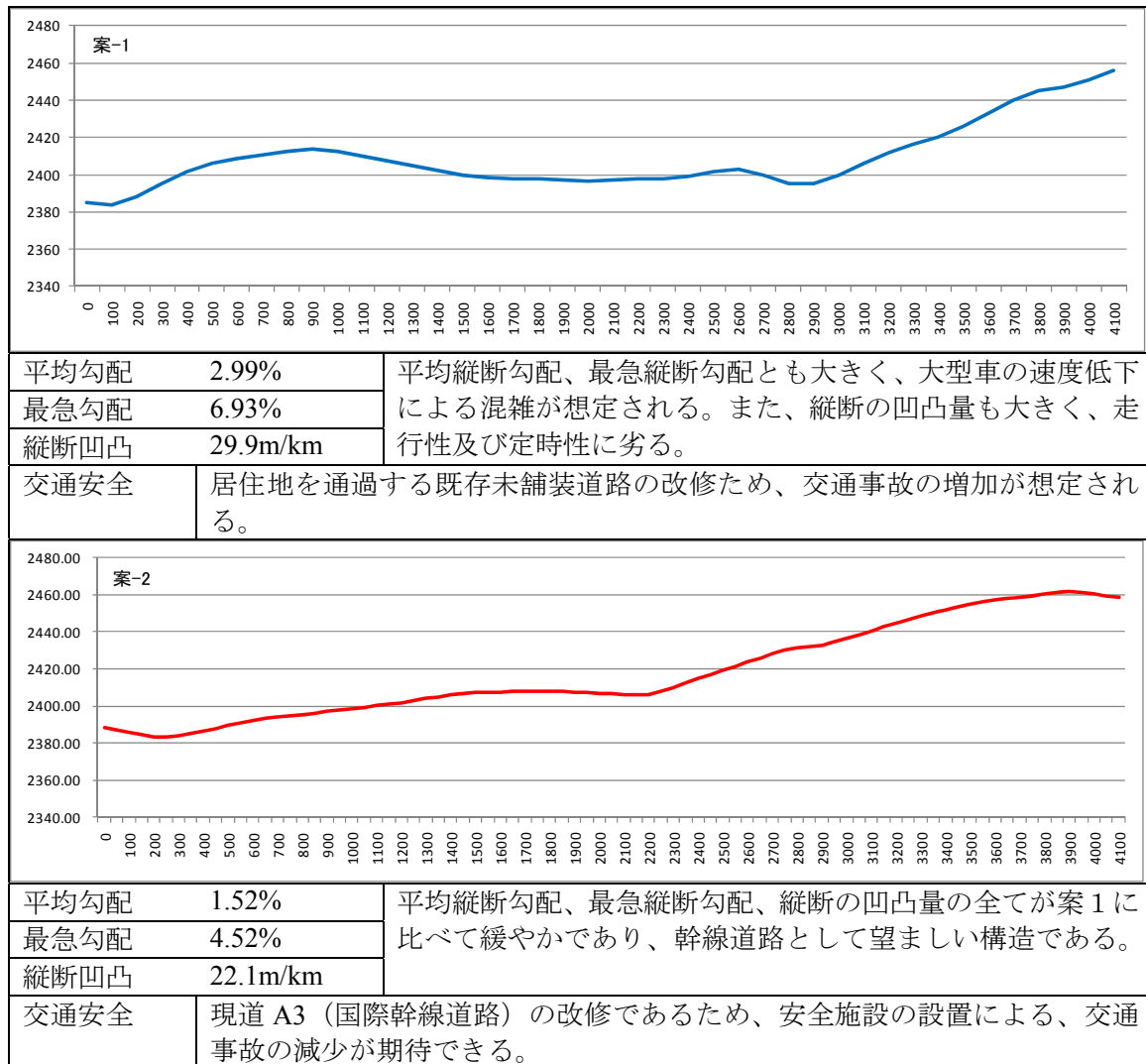
改修対象路線を現道（A3）とした場合、以下の表に示すとおり、相当数の移転家屋を減らすことが可能となり、社会的影響を低減することができる。

表 3.2.1 比較路線における影響家屋数（デブレマルコス市内）

区間		計画幅員	現道(A3)改修による影響家屋数(案-2)	ERA・D/D ルートによる影響家屋数(案-1)	
				ERA・RAP	調査団判定
デブレマルコス市内	60+800-61+600	13.0m	1	84	86
	61+600-64+100	19.5m	6		
	64+100-65+400	20.0m	8		

また、国際幹線道路である路線計画においては、社会的影響の低減という課題に加えて、安全性、走行性（快適性）、定時性といった質の高い道路機能の確保が重要な課題である。以下に、両案の道路縦断線形と交通安全の課題についての比較（表 3.2.2）を示す。

表 3.2.2 比較路線の道路機能と交通安全についての比較（デブレマルコス市内）



その他の技術的な課題として、ERA・D/D で計画される終点付近の 2 箇所のランドアバウトの構造があげられる（図 3.2.2）。ERA・D/D 計画路線は、2 箇所のランドアバウトを必要とする。現道（A3）への接続部（Rbt.2）では、改修対象の市内道路と A3 の高低差が 3m 程度有り、ランドアバウト内で 10%を超える縦断勾配が発生する。同様に Rbt.1 のランドアバウトでも、7%を超える縦断勾配が発生する。また、ランドアバウトの設置により、ERA・D/D では想定されていないビルの取り壊しが発生する。

以上の検討結果を踏まえ、ERA へ、デブレマルコス市内の改修対象路線として現道（A3）を提案、合意を得た。

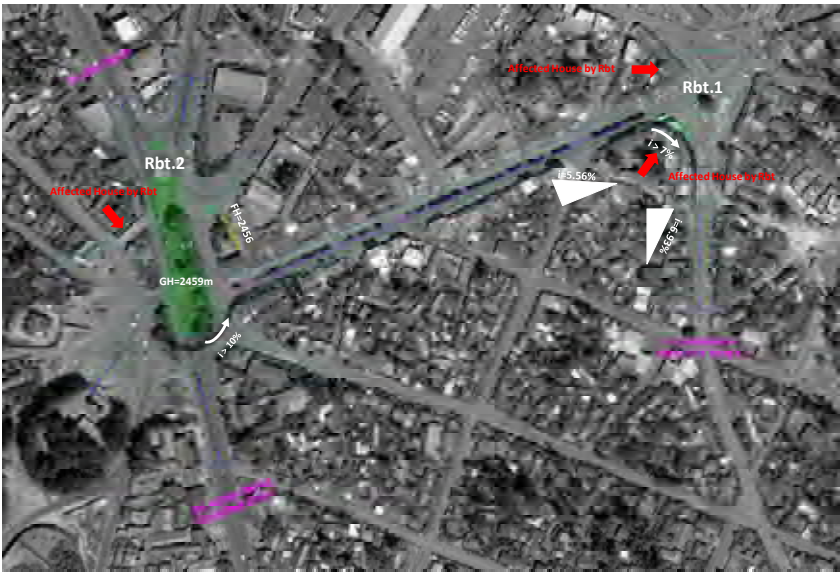


図 3.2.2 終点取り付け部における技術的課題（デブレマルコス市内）

3) チェモガ地区の線形変更

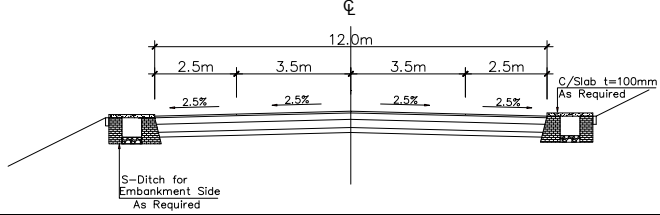
58km～60km 区間のチェモガ地区については、ERA・D/D において規模の大きな線形改良が提案されていた。この線形改良により 11 戸の家屋が移転の対象となっていた。しかし、以下の検討結果に示すように、チェモガ区間で道路を新設することによる有利性は見られないことから、ERA と協議を行い現道改修の計画に変更した。

- 設計条件：都市及び都市周辺を適用
- 設計速度：50km/h、
- 最小曲線半径：85m、
- 緩和曲線：必要なし、
- 最急縦断勾配：8.0%
- 最小停止視距：55m

位置図	変更理由及び支障物件
	チェモガ集落 58.0 – 59.4km (L=1.4km) 変更理由： - 現道改修によって移転家屋数の低減が図れる - 現道改修計画でも設計基準を満足する ERA・D/D 提案の路線： - 影響家屋数（11 戸）

図 3.2.3 チェモガ集落部における提案線形修正

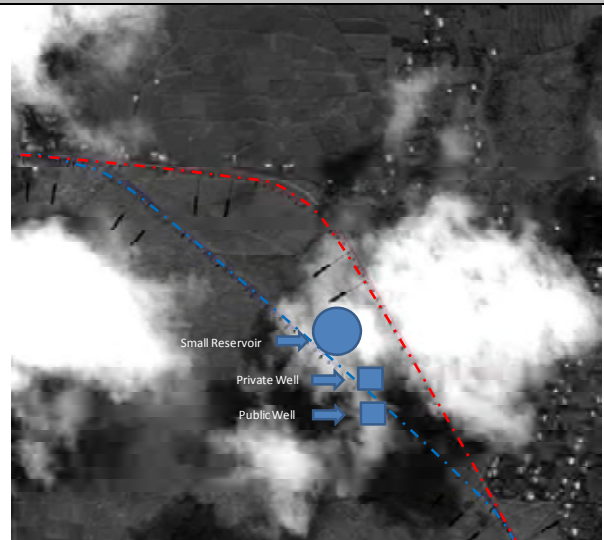
表 3.2.3 チェモガ集落部における線形比較

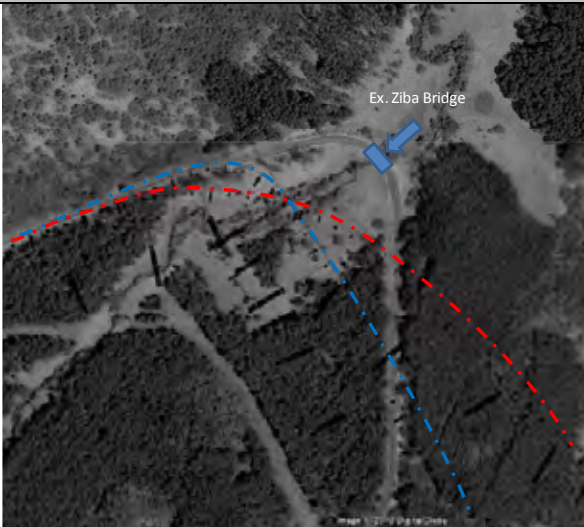
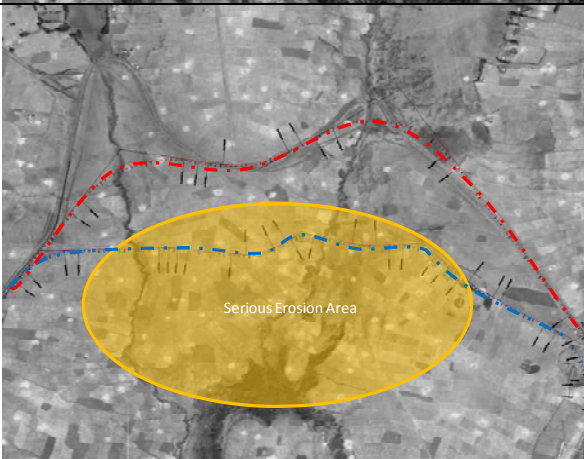
		ERA D/D ルート	現道改修ルート
幾何構造	最小半径	270m	100m
	最急勾配	8.0%	5.8%
	設計速度	50km/h	50km/h
	規制速度	30 – 50km	
	視距	111m > 55m	68m > 55m
適用横断構成			
影響家屋数		3	0
用地	道路用地	新設道路のため、新たな用地を必要とする。	現道路敷地内での計画が可能。
	工事期間迂回路	新設道路であり、工事期間の迂回路は現道で対応可能。	現道改修中の迂回路(6.0m)は、ERA 所有の敷地を一部利用して現道の横に確保可能。

4) その他の線形変更区間

上記 2 区間の他、公共給水施設等の移設をとまなう箇所、深刻な浸食区間を高盛土で通過する計画となっている箇所、沿道状況から設定される設計速度に対して不適切な幾何構造を採用している箇所等について、以下のように線形変更を行った。

表 3.2.4 その他の提案線形修正箇所

位置図	変更理由及び影響物件
	7.4km – 8.7km: イットノラ集落 変更理由： - 影響物件移設の回避 - 影響家屋数の低減 - 線形改良は可能 影響物件： - 公共及び私有の井戸（2 つ） - 貯水池 - 家屋 — : ERA・D/D ルート — : 調査団提案ルート

位置図	変更理由及び影響物件
	44.0km: ジバ橋梁部 変更理由: - 走行安全性確保のための線形改良 影響物件: 特になし — : ERA・D/D ルート — : 調査団提案ルート
	46.2 – 46.7km: アンベル集落 変更理由: - 給水施設移設の回避 - 影響家屋数の低減 - 線形改良は可能 影響物件: - 給水施設 (地下タンク有り) - 家屋 — : ERA・D/D ルート — : 調査団提案ルート
	52.1 – 55.2km: 地形の浸食を受けている 変更理由: - 深刻な浸食地域通過距離の縮小及び高盛土の回避 - 線形改良は可能 影響物件: 特になし — : ERA・D/D ルート — : 調査団提案ルート