

OWNERS

ZB Zulu
Burrow
Limited

Integrated Engineering and Development Consultants

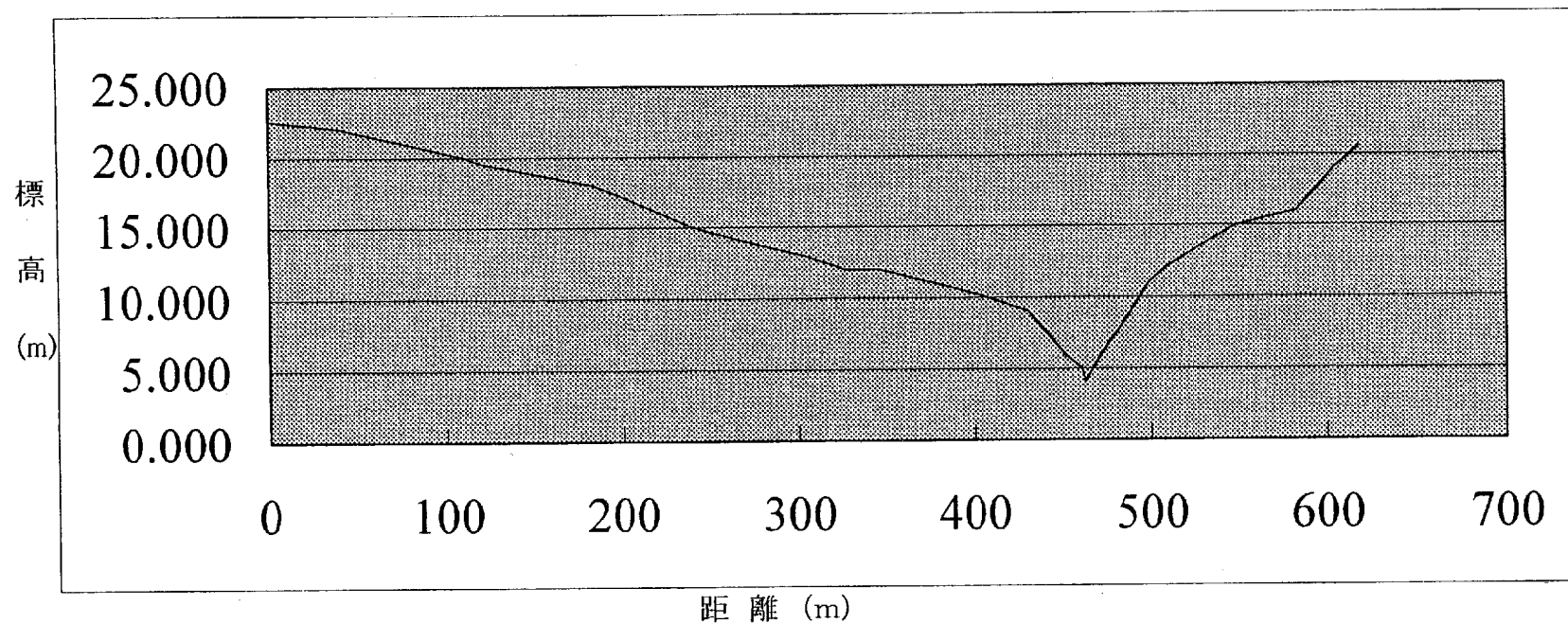
Plot 5977 Chapo Road, Northmead,
P. O. Box 51923, Lusaka, Zambia.
Tel.: 291651/292042/295195
Fax: 291685
E-mail: zbu@zcomtel.zm

ISSUED	DRAWN	CHECKED	APPROVED	DATE
KK	KK			MAY, 2000.

REVISION	DATE	BY

PROJECT: HYDROLOGICAL SURVEY ON THE PROPOSED BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT IN KAZUNGULA			
TITLE: CONTOUR MAP OF RIVER BED			
Scale 1: 2000	Drawings ZP/318/MAKENI	Drawing No. ZP/318/CE-01/09	Date

図 2-15 河床高コンター図



注) 縮尺: $H \div 1/500$ 、 $V \div 1/4,000$
標高 0.000m: 仮標高980m $\Rightarrow$ "0.000m"
0m地点: 国境ゲート
111m地点(標高 20.000m): TBM-2

図2-16 ザンベジ川河川横断面図(カズングラ・フェリー地点)

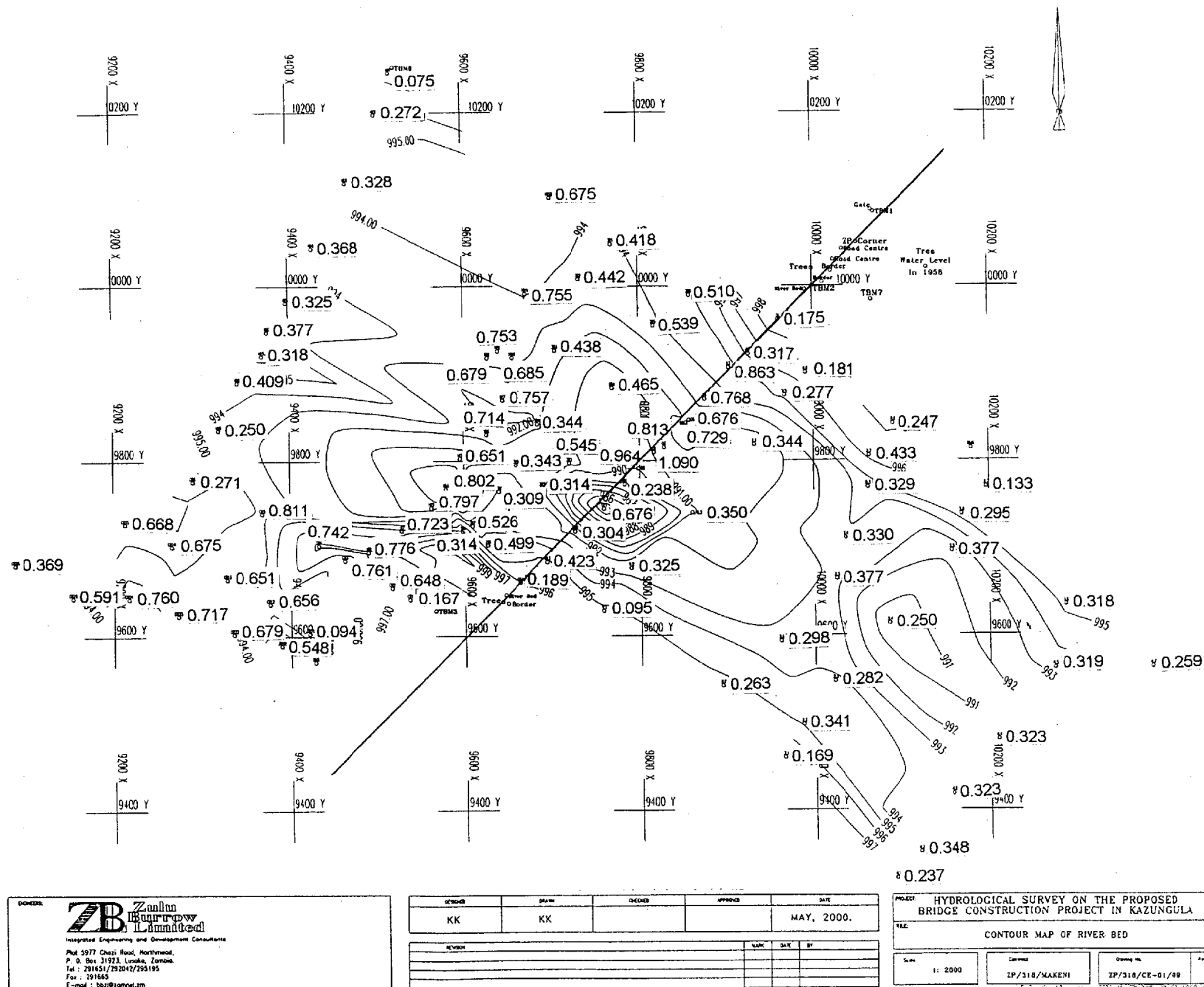


图 2-17 河川流速测定结果图

2 - 4 - 6 本格調査への提言

(1) 河川水文分野に係る調査項目とその内容

1) 地形図の作成

a) 既存の地形図

本格調査を実施するには、既存資料(既存の地形図及び航空写真)のみでの調査実施は困難と思われるので、以下の地形図を作成する必要がある。

- ・地形図(1 / 250,000 及び 1 / 50,000)
- ・航空写真(1 / 50,000 : 1994 年 5 月 14 日撮影)

b) 地形図(1 / 5,000 程度)

1 / 50,000 の航空写真より 1 / 5,000 程度の地形図を実測を伴わないで図化、製図を行う程度で作成する。

目的：地質調査、測量、交通調査等の現地調査の調査計画立案に使用。

作図の範囲：カズングラ・フェリー渡河地点を基点に南北方向 3 キロメートル、東西方向 3 キロメートル程度が必要であろう。

c) 路線測量(1 / 1,000 ~ 1 / 2,500 程度)

現地測量を実施するもので、測量基準点(BM)はリビングストンの測量局にて、カズングラ地先より 20 キロメートル程度離れた所にあるとの情報を得たが、未確認である。現地にて確認が必要である。

目的：橋梁代替案の作成及び取付道路等の計画案の作成

作図の範囲：カズングラ・フェリー渡河地点を基点に、橋梁計画に必要とされる範囲。

2) 河川測量

水中音波探査機使用を併せた河川縦横断測量を行う。

測量の範囲：

(縦断方向)：ザンベジ川：上下流共に 2 キロメートルを 500 メートル間隔

 チヨベ川 ：合流点より上流 2 キロメートルを 200 メートル間隔

(横断方向)：ザンベジ川：高水期河川幅(約 500 ~ 600 メートル) + 左右岸各 100 メートル程度

 チヨベ川 ：高水期河川幅(約 200 メートル) + 左右岸各 50 メートル程度

3) 水理・水文・河道調査

河川水位・流量の補足的資料収集と、既収集済みの資料を合わせた整理及び水文解析
衛星画像(特に 3 月・4 月・5 月：最高水位発生時期)の入手と分析(氾濫区域の設定)

河道状況の把握

計画高水位の決定及び橋梁桁下高の設定

河床の洗掘状況の把握及び、橋梁計画案に対する橋台・橋脚への局所洗掘深の推算

4) 河床材料調査(土質試験を含む)

河床の洗掘状況の把握及び、橋台・橋脚への局所洗掘深の推算のための基礎資料を得るために行う。

調査の範囲：

- (縦断方向) ザンベジ川：上下流共に1キロメートルを500メートル間隔
 チョベ川：合流点より上流1キロメートルを200メートル間隔
- (横断方向) 架橋予定ラインにおいて5か所(左右岸の想定橋台位置と、河道内の左岸側・中央部・右岸側の各1か所を目安)、架橋予定ライン以外は3か所(河道内の左岸側、中央部、右岸側の各1か所を目安)
- (土質試験項目) 密度、粒度、空隙率等

(2) 調査実施上の留意点

本計画における架橋の渡河予定地点は、カズングラ地先におけるザンビア国とボツワナ国を結ぶフェリーの乗降場を結ぶ線上で、かつ、右支川チョベ川がちょうど、ザンベジ川に合流している地点付近と、純技術的にはその下流側の数百メートル程度の範囲であると想定される。

今回の1999 / 00 水文年の高水期における現地調査の結果を踏まえて、本橋梁計画に係る水理・水文分野からの留意点を記すると以下のとおりとなる。

1) 橋梁下部工が河状に与える影響

架橋予定地点がザンベジ川とチョベ川の合流地点付近及びその下流部の限られた範囲であることから、各計画案における橋台の位置及び河道内に橋脚を設置するかどうか等の下部工配置計画に際しては、それぞれの計画案が河状に与える影響を技術的に検討しておく必要があると考える。

ザンビア国とボツワナ国を結ぶフェリーの乗降場付近のカズングラ地先は、

- ・ ザンベジ川の上下流域における河状がチョベ川合流点より下流約数百メートルの範囲で最も狭い河川幅の区間(狭さく部を形成)に該当し、
- ・ 1980年版の1 / 50,000の地形図と1994年5月14日撮影の1 / 50,000の航空写真におけるカズングラ付近の地形の経年的な変遷の過程の定性的な比較とその考察の結果及び、
- ・ 今回の現地踏査と今回収集したヴィクトリアフォールズ観測所における洪水流量資料により1980年ごろ以降は大洪水が発生していないこと(最大で3,806立方メートル/秒：確率2.5年程度)

等による概略の検討により、カズングラ地先の河状は確率 2 ～ 3 年程度の洪水に対しては安定しているものと考えられる。

しかしながら、架橋地点が支川との合流点であり、かつ、狭さく部を形成している所であることから、河岸及び河床の土質条件によっては、近年安定しているカズングラ地先のザンベジ川の上下流域及びチョベ川上流域への水理的な影響、特に、洪水時における河岸及び河床の洗掘・土砂の堆積等による自然環境・社会環境への影響が危惧される。

橋台・橋脚の計画案の策定に際しては、その影響が最小限となる計画を立案するとともに、その影響度を推測・評価し、その対応策を検討しておく必要がある。また、工事中においても、工事用栈橋等が洪水を助長しないように、構造、設置時期などに配慮する必要がある。

2) 送電線と架橋位置の関係

カズングラ・フェリー地点より下流側に架橋地点を想定する場合は、ザンビア国側の低水時のフェリーの乗降場所(ボツワナ国側は高水時の乗降場所)より約 40 ～ 50 メートル下流にザンビア・ボツワナ国間の送電線が空中を渡河していることに留意する必要がある。架橋位置によっては、送電線の移設が必要となってくる。

3) 氾濫原における橋台、取付道路の計画

カズングラ・フェリー地点より下流側の右岸側数百メートルの範囲(ジンバブエ領土)には、大洪水時に湛水する可能性が高い氾濫原が広がっていることが 1 / 50,000 の地形図及び航空写真から読み取れる。橋梁の基礎及び、取付道路等の計画には、その地盤状況を十分に配慮する必要がある。

また、1 / 50,000 の地形図と航空写真の判読結果、及び既往最大洪水痕跡の聞き取り調査結果より、地形状況から大洪水時におけるボツワナ、ジンバブエ側の氾濫範囲は、内陸部に大きく食い込む可能性があると考えられる。ボツワナ国側橋台の配置及び同取付道路の構造(盛土の場合の流水阻害の問題)等については、大洪水時の流水の挙動に留意して計画する必要がある。

4) 工事中のフェリー運航の確保

工事中においてもザンビア国とボツワナ国を結ぶフェリーの運航を確保する必要がある。

高水期の現地調査による観察結果から判断して、ザンビア国側のフェリー乗降場については、上流側に移設することは容易と考えられる。

しかしながら、ボツワナ国側については、フェリー乗降場の上流でチョベ川が合流し、その右岸側(ボツワナ国側)で河床低下が認められ、かつ、高水期の流速が速いこと、チョベ川右岸沿いにボツワナ軍のキャンプがあること、ナミビア国との国境線に接近していること等、工事中のフェリー乗り場の移設については制約条件が多い。

2 - 5 調査の基本方針

本格調査は、ボツワナ、ザンビア両国政府と締結した実施細則（S / W）およびこれを補完する協議議事録に基づくことが原則である。しかしながら、本調査においては、ジンバブエ国を調査対象に含めることが望ましく、関係各国もある程度の合意はできていることから、ボツワナ、ザンビア両国に加え、ジンバブエ国も当事国として加わることを想定し、以下のような基本方針に従い調査を実施することが望ましい。

調査は、代替案を比較検討し、最適案を選定するまでと、最適案について概略設計、積算等を行い、社会経済評価分析を行うまでの、2つの段階に分かれる。国内作業および現地調査は、以下のような手順で実施することが考えられる。

- （1）国内事前準備： 調査の基本方針、調査方法、工程、手順等を検討するとともに、既存データの整理・分析を行い、インセプションレポートを作成する。
- （2）第1次現地調査： カウンターパートに対し、インセプションレポートの説明・協議を行った後、既存データの収集・分析ならびに現況調査を実施する。現況調査としては、カズングラ国境施設及びフェリーを対象とする交通調査・分析、国境施設調査・分析、対象地域の環境・社会調査等を実施する。

これと並行して、現地踏査を行い、既存の航空写真（1 / 50,000）ならびに地形図（1 / 25,000）を使用し、橋梁渡河地点及びアクセス道路について、複数の代替ルート案、構造案を策定したうえで、既存データ及び現地踏査の結果を踏まえ、設計に係る各種基準・条件を決定し、最適代替案を選定する。また、国境施設の運営計画及びこれに基づく施設計画を行う。さらに、これらの調査結果をインテリム・レポートにとりまとめる。

インテリム・レポートの説明・協議を行い、最適代替案について承認を得た後、最適代替案のルート上の測量、土質・材料調査、水文調査などの自然条件調査を必要に応じ、実施したうえで、最適代替案に係る概略設計、施工計画、環境影響評価、住民移転計画、維持管理計画、概算積算、経済・財務分析等を取りまとめる。

- （3）第1次国内作業： ドラフトファイナルレポートを作成する。
- （4）第2次現地調査： 関係各国カウンターパートに対し、ドラフトファイナルレポートの説明・協議を行う。
- （5）第2次国内作業： ファイナルレポートを作成する。

本調査の主な目的は、最適渡河地点を選定し、事業の経済妥当性を判断することであるが、プロジェクト目標である南部アフリカ運輸交通におけるザンベジ川渡河地点のボトルネック解消のため、現状のフェリーの輸送能力強化や複数国にまたがる国境施設の運営合理化を含めて検討する必要がある。また、橋梁建設の事業化の妥当性については、早期に結論を得ることが期待されているため、調査期間の短縮化、合理化を図り、効率的に調査を進める努力が必要である。

2 - 6 調査対象範囲

調査対象範囲は、ザンベジ川のカズングラ渡河地点の上下流 3 キロメートル程度の範囲及びボツワナ国、ザンビア国及びジンバブエ国の国境施設周辺と想定される。

カズングラは、ザンビア、ボツワナ、ジンバブエ、ナミビアの 4 か国の国境地点に位置するため、これら 4 か国において、必要な情報収集を行う必要があり、また、必要に応じ、SADC 事務局（ボツワナ国ハボローネ）及び SATCC（モザンビーク国マプト）における情報収集も検討する。

2 - 7 調査項目とその内容・範囲

本件調査の実施にあたっては、ボツワナ国、ザンビア国、ジンバブエ国への技術移転に配慮することとし、調査業務の計画・実施はカウンターパートと十分な協議、打合せの下に行うこととする。また、領土が調査対象範囲に含まれるジンバブエ国、ナミビア国からの了解も適宜取り付けつつ調査を進める必要がある。なお、使用する各種のデータ及び調査手法が調査終了後にボツワナ国、ザンビア国、ジンバブエ国側で活用可能となるように調査方法を工夫するとともに、調査期間中の技術移転プログラムを調査工程に含めることとする。

調査の内容は、以下のように考えられる。

2 - 7 - 1 国内準備作業

（１）関連資料・情報の収集・分析

事前調査で収集した資料を含む既存の関連資料・情報を整理・分析・検討する。特に、1987 年と 1992 年に CIDA により作成されたカズングラ橋の F / S レポートを十分に分析する。

（２）調査の基本方針、方法、工程、手順等の検討

関連資料・情報の検討結果を踏まえ、調査実施の基本方針、方法、項目と内容、工程、手順、実施スケジュール等を検討する。なお、各種データの分析方法、調査期間中の技術移転のためのプログラムについても検討する。

（３）インセプションレポートの作成

上記の内容を取りまとめて、インセプションレポートを作成する。

2 - 7 - 2 第 1 次現地調査

（１）インセプションレポートの説明・協議

1) 2 - 7 - 1 にて作成したインセプションレポートをカウンターパートへ説明し、了解を得る。

2) 事前調査の質問書を再検討し、さらなる情報提供を要請するとともに、必要に応じて関係機関へのヒアリングを実施する。

(2) 現況調査及びデータ収集・分析

カウンターパートとの協議及び現地踏査を通じ、下記の資料及びその他必要な資料等を収集し、以下の項目に従って、現況の分析、把握を行う。必要に応じ SADC (南部アフリカ開発共同体、事務局ボツワナ) SATCC (南部アフリカ運輸通信委員会、本部モザンビーク) からの情報収集も行う。

1) 社会・経済指標の収集

社会・経済フレームワークを策定するために必要なボツワナ国並びにザンビア国、及び南部アフリカ周辺地域の社会・経済状況(人口、GDP、貿易、産業構造、投資配分、自動車登録台数等)と調査対象地域の社会・経済状況を調査する。

2) 関連計画のレビュー

対象地域周辺で計画・構想されている交通計画、土地利用計画、地域開発計画について、内容、進捗状況を調査し、レビューし、本計画の位置づけを明らかにする。

3) 道路 / 交通現況調査

南部アフリカ地域における主要道路、橋梁その他交通施設の状況について調査する。

4) 国境施設運営の現状把握

南部アフリカ地域における主要国境施設の状況について調査する。特に、ワンストップ国境施設の計画について、十分に把握する。ワンストップ国境施設の運営については、他地域の事例も十分に把握すること。

5) 関連組織の現況把握

フェリー運航に係る運営・経営状況、組織の構成、スタッフ数、機材の現況及び維持管理、予算、収益等を調査する。また、国境施設運営・維持管理ならびに橋梁施設維持管理計画のため、組織の構成、スタッフ数、機材等の保有・グレード、現状の維持管理及び国境施設運営状況、維持管理・補修スケジュール、予算等を調査する。

6) その他の設計基礎データの収集・分析

- ・地形図(1 / 250,000 及び 1 / 50,000) 航空写真(1 / 50,000 : 1994 年 5 月 14 日撮影)等の資料
- ・自然条件(土質・地質、水文、気象)に関するデータ
 - a. 調査対象地域における地形、地質、土質関連データ(成層状態、圧密沈下の有無、支持層、地下水の有無等)
 - b. 架橋予定地点の各種気象観測記録(風向・風速データを含む)

- c. 調査対象地域におけるザンベジ川の過去洪水記録(ランドサットによる衛星リモートセンシングデータの解析、洪水痕跡、地元住民への聞き込み調査を含む)
- d. 雨期・乾期水文データ(水位、流量、流速、河床変動、河川勾配等の現状)
- ・航行船舶の調査
- ・環境に対する法律、規制及び環境基準等に関する資料
- ・事業費、財務に関する資料
- ・建設単価(材料・労務・機械の国内/輸入市場及び経済価格、国外調達先、調達可能量、国内輸送費等)に関するデータ

(3) 橋梁渡河地点の検討

現地踏査を通じ、目視確認するとともに、周辺地域における地形、地質、土質、水文、気象の既存データの収集を行い、その他の既存の自然条件資料、航空写真、地形図等を用いて代替案を図上で検討する。

(4) 交通調査

1) 交通データ解析

SATCC(Southern African Transport and Communication Commission)所有の物流データ及び、関税、出入国検査、車両検査場等からの既存データを基に、次に示す各国の主要国境地点における断面交通量、O-D、貨物の流れを道路と鉄道ともに把握する。

また、南北の交通(南アフリカ-ボツワナ-ザンビア、南アフリカ-ジンバブエ-ザンビア、南アフリカ-ボツワナ-ジンバブエ-ザンビア)については、その所要時間(国境施設通過時間も調査)を把握する。

ボツワナ国境 : Lobatse(南アフリカ方面)、Francistown(ジンバブエ方面)、Kazungula(ザンビア及びジンバブエ方面)、Mamuno(ナミビア方面)

ザンビア国境 : Katima Mulilo(ナミビア方面)、Kazungula(ボツワナ方面)、Livingstone(ジンバブエ方面)、Cirundu(ジンバブエ方面)、Chipata(マラウイ方面)、Nakonde(タンザニア方面)、Chingola(コンゴ方面)

ジンバブエ国境 : Chirundu(ザンビア方面)、Beit Bridge(南アフリカ方面)、Pium Tree(ボツワナ方面)、Nyamapanda(モザンビーク方面)、Kazungula(ボツワナ方面)、Cariba(ザンビア方面)、Mutare(モザンビーク方面)

2) 補足交通量調査(現地再委託)

Kazungula フェリー地点のボツワナ国、ザンビア国側両岸並びにボツワナ・ジンバブエ

国間の国境施設にて以下の調査を実施し、既存データの検証を行う。また、フェリーの運行・利用状況について観察し、現状及び問題点を把握する。

調査内容	調査対象	規 模
交通量調査	軽車両を含む全車両及び歩行者	12 時間 × 3 回 (平日 2 回、休日 1 回)
O - D 調査	乗用車、バス、トラック	12 時間 × 3 回 (平日 2 回、休日 1 回)
待ち時間調査	乗用車、バス、トラック	12 時間 × 3 回 (平日 2 回、休日 1 回)
積み荷調査	トラック	12 時間 × 3 回 (平日 2 回、休日 1 回)

(5) 国境施設現況調査 (一部現地再委託)

カズングラの国境施設 (ボツワナ・ザンビア国間並びにボツワナ・ジンバブエ国間) を視察し、施設及び手続きの概要を把握する。また、以下の調査により、大型貨物トラックの通関通過手続きを把握し、その所要時間を計測する。

調査主体	貨物トラック (両方向)
調査方法	両国国境にて、トラック運転手、乙仲業者、関税への記入依頼方式
調査体制	1 か所につき 1 班 (3 人程度の編成) とし、それぞれナンバープレートチェックによる出入り時刻チェック、記入用紙の配布・回収を行う。
期 間	5 日間

(6) 水理・水文調査

渡河地点周辺の流域、洪水痕跡、最高水位、雨期における浸水箇所、水源・水利用等を分析し、取りまとめ、河道状況を把握する。

また、河川水位・流量の補足的資料収集と既収集済みの資料を合わせて整理し、必要な補足調査を行ったうえで、水文を解析するとともに、河床の洗掘状況等の把握を行う。

(7) 環境調査 (一部現地再委託)

プロジェクトサイト周辺の自然及び社会環境の把握のため、地方自治体、沿道住民 (必要に応じて) へのインタビューを実施し、居住現況、土地利用状況、植物相、動物相、土壌種類等、周辺の社会環境並びに自然環境保全に係る問題点、課題及び工事前に必要なバックグラウンドデータを抽出する。また、上下流域の動植物相を把握する。

(8) 社会・経済フレームの設定

対象地域の社会・経済指標、地域開発計画、交通計画、土地利用計画を考慮し、地域特性及び開発ポテンシャルを把握し、将来の社会・経済フレームを設定する。目標年次は2015年とし、中期年次(2010年)におけるフレーム設定も行うこと。

(9) 将来交通需要予測

交通調査結果に基づき交通流動の現況解析を行い、将来社会・経済フレーム及び将来の幹線道路整備計画に基づき、カズングラ地点におけるザンベジ川横断交通の需要予測を行う。

(10) 基本方針の検討

1) 通関手続き

(6)の結果を踏まえ、通関手続き上の問題点を示し、主要なボトルネックを整理したうえで、両国関係機関と協議し、国境施設及び通関等の諸手続きの改善案を検討し、3か国(ボツワナ国、ジンバブエ国、ザンビア国)間のワンストップ国境施設の運営計画を立案する。

2) フェリー運航

フェリーの運航及び経営について、改善のための方針を検討する。

3) 橋梁計画及び取付道路

以下の観点に沿って、橋梁計画及び取付道路の方針を検討する。

- ・幅員構成・縦断勾配等の道路構造
- ・計画高水位、航行船舶の設定及び必要水路幅、桁下高の算定
- ・支障物件
- ・両岸の橋台位置及び必要橋長
- ・適用設計基準
- ・維持管理水準
- ・環境保全目標
- ・設計コンセプト

4) 国境施設計画

以下の観点に沿って、国境施設の計画方針を検討する。

- ・国境施設の運営計画
- ・将来交通需要予測結果を踏まえた国境施設の必要処理能力
- ・所要施設・設備

- ・適用設計基準
- ・維持管理水準
- ・環境保全目標
- ・設計コンセプト

(11) 計画諸条件の決定

以下の諸条件について、必要に応じて、ボツワナ国、ザンビア国、ジンバブエ国政府のコメントを踏まえて見直し作業を行い、採用する基準、方針等を決定する。また、ナミビア国に対しても、必要に応じて情報提供、意見聴取する。

- 1) 社会・経済フレームの決定、将来交通需要予測
- 2) 橋梁計画及び国境施設計画基本方針（設計基準等を含む）

(12) 計画案の検討

基本方針に従って、フェリー運行改善案、代替ルート及び橋梁構造案、アクセス道路、国境施設配置計画案を検討する。

- 1) 代替ルートについては、(3) 橋梁渡河地点の検討結果を踏まえて選定する。
- 2) 橋梁形式については、河川条件を考慮してスパン割を考慮してスパン割を数案選定し、これに対応する橋梁形式を提案する。これらの橋梁形式案について、構造、施工、維持管理、ライフサイクルコスト、環境への影響、工事がフェリー運航に及ぼす影響等の観点から比較検討する。なお、橋梁の桁高によって、取付道路や盛土の延長、更に国境施設位置にも影響するので、これらの事項にも配慮が必要である。
- 3) 国境施設配置計画については、現行国境施設の活用、交通需要の増加に対応して段階整備することも考慮して検討を行う。

(13) 初期環境調査（IEE）及び社会影響調査

ボツワナ国並びにザンビア国、及びジンバブエ国、ナミビア国の国内法規・ガイドラインに従って、環境調査の結果及び既存データを分析し、初期環境調査を取りまとめる。また、社会影響調査では移転住民の規模を把握するとともに、地域社会・経済へのインパクトの評価を行う。

実施にあたっては、当事業団作成の「環境配慮ガイドライン」[道路編、河川・砂防編（平成4年9月）]、旧OECDのEIAガイドラインも参照すること。

(14) 最適案の選定

(12) で検討した各案について、概略の経済分析、環境影響、地域社会・経済への影響などの観点から比較検討して総合評価を行い、最適代替案を選定する。

(15) インタリムレポートの作成及び説明・協議

以上の調査結果を網羅したインタリムレポートを作成し、ボツワナ国、ザンビア国、ジンバブエ国、ナミビア国側に説明し、合意を得る。

(16) 自然条件調査

以下の自然条件調査を現地再委託により実施する。

1) 測量(現地再委託)

橋梁及び取付道路設計に係る測量を実施する。

なお、具体的な測量並びに地形図作成の範囲は、事業団と協議のうえ決定する。

ア . 路線測量

(a) 基準点測量 : 仮杭は 1 か所につき最低 2 本設置

(b) 中心線測量 : 延長は新橋を含む 3 キロメートル、中心線より左右 30 メートルを測量範囲の目安とする。

(c) 縦断測量 : 標準測定間隔は 20 メートル

(d) 横断測量 : 標準測定間隔は 20 メートル、中心線より左右 30 メートルを測量範囲の目安とする。

イ . 地形図作成

(a) 路線地形図 : 縮尺 1 / 1,000

(b) 縦断図 : 縮尺 1 / 1,000

(c) 横断図 : 縮尺 1 / 200

ウ . 平板測量(国境施設計画地)

測量範囲 : 国境施設計画地、ザンベジ川両岸各 4 万平方メートルを目安とする。

縮尺 : 1 / 500

2) 河川測量(現地再委託)

水中音波探査機使用を併せた河川縦横断測量を行う。

測量の範囲 :

縦断方向 : ザンベジ川 : 上下流共に 2 キロメートルを 500 メートル間隔

 チヨベ川 : 合流点より上流 2 キロメートルを 200 メートル間隔

横断方向 : ザンベジ川 : 高水期河川幅(約 500 ~ 600 メートル) + 左右岸各 100 メートル

ル程度

チヨベ川 : 高水期河川幅(約 200 メートル) + 左右岸各 50 メートル程度
縮 尺 : 1 : 200 (1 メートルの等深線を有する深浅図)

3) 土質・地質調査(現地再委託)

代替案の比較検討及び橋梁下部工・基礎工、道路の設計のための基礎地盤特性の把握を目的として、土質・地質調査を実施する。

なお、具体的な位置、本数、試験項目等の仕様については、事業団と協議のうえ決定する。

地 点 : 橋台地点(陸上ボーリング) 各 1 か所、計 2 か所
橋脚地点(水上ボーリング) 各 1 か所、計 4 か所と仮定する
深 度 : 平均深度は 10 メートルを目安とし、支持層(N 値 50 以上か岩盤)に達した地点より 5 メートルとする。
試料採取 : 5 メートルごとに 1 試料採取
標準貫入試験 : 1 メートルごとに実施
室内試験内容 : 物理試験(単位体積重量、比重、液性塑性限界、粒土分析、含水比)、力学試験(一軸圧縮試験)、化学分析(硫酸塩含有試験、pH 試験)

4) 河床材料調査(現地再委託)

河床の洗掘状況の把握及び、橋台・橋脚への局所洗掘深の推算のための基礎資料を得るために行う。

調査の範囲 :

縦断方向 : ザンベジ川 上下流共に 1 キロメートルを 500 メートル間隔
チヨベ川 合流点より上流 1 キロメートルを 200 メートル間隔
横断方向 : 最適代替案の計画橋軸において 5 か所(左右岸の想定橋台位置付近と、河道内の左岸側・中央部・右岸側の各 1 か所を目安)
土質試験項目 : 密度、粒度、空隙率等

5) 水理・水文調査(一部現地再委託)

なお、具体的な調査範囲、調査項目等の仕様については、事業団と協議のうえ決定する。

ア . 水位計測

- ・ 最適代替案の計画橋軸上の橋脚設置予定地点
- ・ 乾期の 1 回

イ . 流速測定

- ・ 最適代替案の計画橋軸上の橋脚設置予定地点
- ・ 測線 10 本
- ・ 流下距離 100 メートル
- ・ 乾期の 1 回

ウ .河川水位・流量の補足的資料収集と、既収集済みの資料を合わせた整理及び水文解析、河道状況の把握を行い、計画高水位の決定及び橋梁桁下高の設定、河床の洗掘状況を把握し、橋梁計画案に対応する橋台・橋脚への局所洗掘深を推算する。また、工事中の栈橋や完成後の橋台、橋脚が洪水に及ぼす素影響を検討するものとする。

(17) 概略設計

橋梁、アクセス道路、国境施設等、必要な施設の概略設計を行う。

(18) 施工計画の策定

各工事項目について、建設能力、資機材供給能力等(利用可能な施工機械、労働力と資材の調達、工事期間中の迂回路・交通処理方法、廃材処理方法等)を検討し、施工計画を立案する。

(19) 維持管理計画の策定

主な維持管理項目を選定し、頻度・内容を整理し、橋梁、アクセス道路、国境施設の維持管理計画を作成する。

(20) 概略積算

概略設計、施工計画、維持管理計画に基づき、最適代替案の工費積算を行う。なお、以下の項目についても必ず報告書に記載するものとする。

- 1) 主要材料、労務、主要機材、燃料の必要年次別投入量及びそのために必要な内貨、外貨
- 2) 輸入材の建設機械、セメント、アスファルト、燃料等について近隣輸出国ごとの供給可能量、FOB、輸送費、税金等を含めた費用比較等

(21) 環境影響評価(EIA)

初期環境調査(IEE)の結果を踏まえ、最適代替案に係る環境影響評価を実施する。また、環境影響の軽減策及びプロジェクト実施後の環境モニタリング体制を提言する。

- 1) 環境保全目標の設定
- 2) 環境保全対策、環境対策工について提言し、必要な費用を事業費積算に計上する。

(22) 経済分析

プロジェクトの実施に伴う経済費用、プロジェクトから発生する経済的便益を算出のうえ経済分析を行う。

1) 経済分析

算定した概略事業費及び便益を経済価格に変換し、キャッシュフロー分析を行い、内部収益率、純現在価値、費用 / 便益比率を用いて費用 / 便益分析を行う。

2) 感度分析

便益と事業費が種々の要因で変化した場合の経済分析結果を検討し、結論に与える感応度の高い要因とその度合いを調べるために感度分析を行う。

(23) 財務分析

事業主体の財務負担能力、財務負担の見通し等を検討し、プロジェクト実現化に対する財務的裏付けを分析・検討する。料金徴収の可能性も併せて検討する。

(24) プロジェクト実施計画の策定

全体の事業実施工程を段階的に示した実施プログラムを策定する。

(25) 総合評価及び提言

事業実施計画、維持管理計画、経済・財務分析、環境影響等の社会影響を総合し、プロジェクトに対する総合的な評価を行うとともに、他の SADC 加盟国に対する裨益効果、事業実施に向けて今後果たすべき事項等についても十分検討し、フィージビリティ調査のまとめとする。

2 - 7 - 3 第 1 次国内作業

ドラフトファイナルレポートの作成

上記 2 - 7 - 2(17) ~ (25) の作業を継続して行い、全調査結果に基づき、ドラフトファイナルレポートを作成する。

2 - 7 - 4 第 2 次現地調査

ドラフトファイナルレポートの説明、協議、セミナーの開催

ドラフトファイナルレポートを関係 4 政府へ説明・協議する。

2 - 7 - 5 第2次国内作業

ファイナルレポートの作成

ドラフトファイナルレポートに対する関係各国のコメントを受けてファイナルレポートを作成し関係4政府へ提出する。

2 - 8 調査フローと要員構成

調査団員の構成は、以下を原則とし、調査フローは表2 - 26を基本とする。

- (1) 総括 / 橋梁計画
- (2) 橋梁設計 (上部工)
- (3) 橋梁設計 (下部工)
- (4) 道路設計
- (5) 交通調査 / 分析・需要予測
- (6) フェリー運航計画
- (7) 国境施設運営計画
- (8) 国境施設設計
- (9) 施工計画・積算
- (10) 水文・水理調査
- (11) 自然条件調査 (測量、土質材料等)
- (12) 環境・社会配慮
- (13) 経済・財務分析

表 2 - 26 全体調査計画

月	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
現地調査														
国内作業 報告書														
IC/R作成														
IC/R協議														
現況調査・データ収集														
設計基準レビュー														
交通調査・データ解析														
地質・土質データ解析														
水文データ解析														
環境調査														
国境施設調査・通関手続き改善検討														
将来フレームの設定・需要予測														
計画の基本方針の検討														
代替案の設定														
概算事業費の算定														
計画諸条件の決定														
最適代替案の選定														
IT/R作成														
IT/R協議														
自然条件調査（測量・土質・材料調査、水文調査）														
設計基準・条件の決定														
概略設計														
施工計画														
維持管理計画														
概略積算														
環境影響評価														
経済・財務分析														
事業実施計画														
総合評価														
DF/R作成														
DF/R協議														
F/R作成														

2 - 9 調査実施上の留意点

2 - 9 - 1 関係国間の調整

本計画は、ボツワナ・ザンビア両国政府からの要請に基づくものであるが、事前調査の結果、ジンバブエ国より、本調査対象に含めてほしい旨の要望があり、検討の結果、日本側としても調査対象に含めることが適当と判断している。したがって、本格調査の実施に先立ち、外務省並びに現地日本大使館により、ジンバブエ国からの要請書及び他の関係国からの了承取り付けなどの手続きがとられる必要がある。

カズングラにおいては、上記の3か国のほかにナミビア国も国境を接しており、F / S 調査中には、4か国すべてに対し、あらかじめ外交ルートで調査実施の了解を得、安全確保の依頼を行う必要がある。

橋梁の渡河地点の選択、橋梁設計、施工計画の策定などについては、ステアリング・コミティにおいて、4か国間の調整が行われる必要がある。カズングラ橋の建設については、各国内の政治的な背景も影響を及ぼす可能性があるが、本調査においては、自然条件、経済条件などの観点から、客観的な説明を行うための調査を実施することに努める必要がある。

また、ザンベジ川中の4か国の国境線は未確定であるが、調査団はこの点には関与しない。

2 - 9 - 2 調査の合理化

本調査においては、調査内容の合理化、調査実施手法の効率化を積極的に行い、調査期間を短縮することが望まれる。

日本国政府の無償資金協力により、ジンバブエ・ザンビア国間で建設が進められているチルンド橋建設に係るフィージビリティ調査(1997年度)及び無償資金協力基本設計調査(1998年度)、また、ドイツの資金協力で建設が決定しているザンビア国のカティマムリ口橋建設に係る調査、過去に、CIDA等の協力で実施されたカズングラ橋建設プレF / SやEUによる交通調査等のSADCで実施された各種調査の内容をレビューし、既存のデータを活用することにより、調査の省力化、効率化を図ることが可能と考えられる。

また、実施するボーリング調査、測量なども必要最小限にとどめることが適当である。

2 - 9 - 3 安全対策

事前調査において収集した情報を含めて判断すると、サイト周辺での調査では、調査に先立ち十分な情報収集と対応策を検討し、現地において、必要な安全対策を講ずることが必要である。

安全対策の立案、実施にあたっては、国境地域にまたがる場所での調査であるため、4か国ともに、事前了承を得ておくことが必要である。しかしながら、先方政府による関係国間並びに

中央政府と地方の出先機関との連携や調整は、ほとんど期待できないため、調査開始にあたり、現場の治安担当者に対し、具体的な警備の配置について最終的な確認を行うことが必要である。また、カズングラは、直線距離で、最も近いザンビア国ルサカより約 430 キロメートル、ボツワナ国ハボロネより約 770 キロメートル、ジンバブエ国ハラレより約 620 キロメートル、ナミビア国ウィンドフークより約 1,300 キロメートル と、4 か国いずれの首都からも離れた位置にあるため、サイト調査中の中央政府カウンターパート機関や日本側関係機関からの情報入手は容易でないという条件をふまえ、衛星電話を携帯し、定期的に連絡を取合うなど、周辺治安状況について常に最新の情報を得る手段、また、緊急連絡体制を整備することが必要である。

2 - 9 - 4 先方実施体制

ボツワナ国側カウンターパート機関は、初めて開発調査を実施することになるうえに、橋梁建設の経験は小規模なものに限られているため、調査実施段階においては、十分な説明を行っていくことが望まれる。

ザンビア公共事業省及びジンバブエ運輸エネルギー省は開発調査の実績はあり、日本側の調査手法等について理解されているが、チルンド橋及びカティマムリロ橋の建設などのプロジェクトが実施段階に入り、キャパシティ不足となる可能性があることに留意する必要がある。

また、国境施設運営に係る関係機関、安全確保の依頼先等、関係者は多岐にわたるため、各国の窓口となる担当者を定める必要があるが、内部連絡が十分に行われる保証はないことを前提として、調整に努める必要がある。

2 - 9 - 5 その他

現在、フェリーは 1 隻が操業しているが、橋梁建設中もフェリーの運行を継続することが前提となる。また、施工段階、構造物建設後の、環境への影響には十分な配慮が必要である。

ボツワナ国政府は、将来、本計画の道路橋とは別に、カズングラに鉄道橋を建設する希望を持っており、本調査は道路橋の計画に限定することで合意しているが、F / S の各段階において、これに言及することが予想される。この計画については、ザンビア国、ジンバブエ国とも関心が低いいため、本調査では、極力影響されないようにすることが適当である。

2 - 10 各種データの入手可能性

2 - 10 - 1 自然条件データ(地形、地質、気象、水文、地震等)

地形図、航空写真(1:5,000) 測地データは、ボツワナ国公共事業運輸通信省測量地図局(Department of Surveys and Mapping)で入手できる。対象地区に関する地形図は「Kasane 1:50,000」である。国境線に関する情報は、外務省で得られる。地質図と土壌図は同省地質局

(Department of Geological Survey)、水理地質図は同省水局 (Department of Water Affairs) で入手できる。入手した図面の縮尺は、地形図 1 : 50,000、地質図 1 : 1,500,000、水理地質図 1 : 500,000、土質図 1 : 250,000 と 1 : 1,000,000 で、これらより大きな縮尺のものはない、とのことである。気象データは、同省気象局 (Department of Meteorological Services)、水文データは、同省水局 (Department of Water Affairs) で入手できる。プロジェクト対象地区から最も近い気象観測地点は Kasane にあるが、長期間の多項目にわたるデータについては、Kasane より南西 300 キロメートルの Maun 気象観測所で入手できる。自然災害については、地元自治体 (Chobe District Administration) に問い合わせる。

地形図、測地データは、ザンビア国公共事業省測量局 (Survey Department) で入手できる。今回「Kazungula 1 : 50,000」を購入予定であったが、売り切れであった。調査した限りでは、プロジェクト対象地区には、これより縮尺の大きい地形図は存在しない。気象データは、同省気象局 (Meteorological Department) にある。プロジェクト対象地区から最も近い主要な気象観測所は Livingstone にあり、過去 40 年以上にわたって気温、湿度、降水量、気圧、雲量、風速、日射量、蒸発量、地温が測定されている。今回は、Livingstone 地点における 1988 年～1999 年の月別気温、降水量及び風速データを購入した。水文データは、同省水理局 (Department of Water Affairs) にある。プロジェクト対象地区から最も近い主要なザンベジ川の水文観測所は、Nana's Farm と Senanga にある。今回は、Nana's Farm における 1990 年～1999 年の月別流量と日別水位データ、及び Senanga における 1959 年～1999 年の日別水位データを購入した。

2 - 10 - 2 社会経済データ

ボツワナ国中央統計局 (Central Statistics Office) は、主に法令集、及び多少の社会経済データを扱っている。詳細な社会経済データは、通産省 (Ministry of Commerce and Industry)、大蔵省 (Ministry of Finance and Development Planning)、住宅地域開発局 (Department of Town and regional Planning)、自治省 (Ministry of Local Government)、農業省 (Ministry of Agriculture) 等の各省庁、及び南部アフリカ開発共同体 (Southern Africa Development Community) から入手する必要がある。

ザンビア国中央統計局 (Central Statistical Office) には、人口、雇用、産業、貿易、観光、物価、貧困、社会経済指標等のデータがあり、本プロジェクトに関係すると思われる統計資料を購入した。

2 - 10 - 3 交通量データ

交通量データほか交通関連データは、ボツワナ国公共事業運輸通信省 (Ministry of Works, Transport and Communications) から発行される運輸統計 (Transport Statistics) にある。詳

細データは同省管轄下の道路局 (Roads Department)、水業務局 (Water Affairs)、道路輸送安全局 (Department of Road Transport and Safety)、さらにボツワナ国鉄 (Botswana Railways) から入手できる。

ザンビア国中央統計局 (Central Statistical Office) からは、運輸通信統計 (Transport and Communication Statistics) を入手できる。

2 - 10 - 4 環境データ

環境影響評価規則、環境基準及び排出基準は、ボツワナ国自治省 (Ministry of Local Government) と国家環境保全庁 (National Conservation Strategy Agency) が起案し、現在国会の承認を待っている段階である。自然環境法令及び自然環境データは、野生生物国立公園局 (Department of Wildlife and National Parks)、農業省 (Ministry of Agriculture) 及び国家環境保全庁 (National Conservation Strategy Agency) にある。水質汚染等の環境質データは、鉱物資源水省 (Ministry of Mineral Resources and Water Affairs)、国家環境保全庁 (National Conservation Strategy Agency) 及び農業省 (Ministry of Agriculture) にある。

道路橋梁に関する環境アセスメントや環境管理に関する資料は、ザンビア国公共事業省道路局 (Roads Department) の環境室 (Environmental Management Unit) にある。

2 - 10 - 5 ローカルコンサルタントの能力

ボツワナ国公共事業運輸通信省道路局から登録コンサルタント会社 59 社分のリストを入手した。リストには、本格調査に必要とされる現地再委託業務である地形測量、土質調査、地質調査、環境調査、水理水文調査、交通調査等の業種が含まれている。その一部を資料 5 に示す。ザンビア国のコンサルタント会社リストは、チルド橋建設計画調査 (S / W 協議) 報告書 (1997 年 3 月) にあるリストから、ルサカ事務所の社員 30 名以上の会社を抜粋したものである。南アフリカ共和国では、コンサルタント会社 2 社を訪問し、業務内容について聞き取るとともに業務経歴等詳細な資料を入手した。2 社とも本プロジェクト対象地区での調査経験を有す。

これらコンサルタント会社は、ヨーロッパに本社を置き、現地法人化した会社もかなりあり、必要の都度、本社又は近隣諸国の同系会社の支援を得られるようなので、かなりの能力があるものと思われる。

