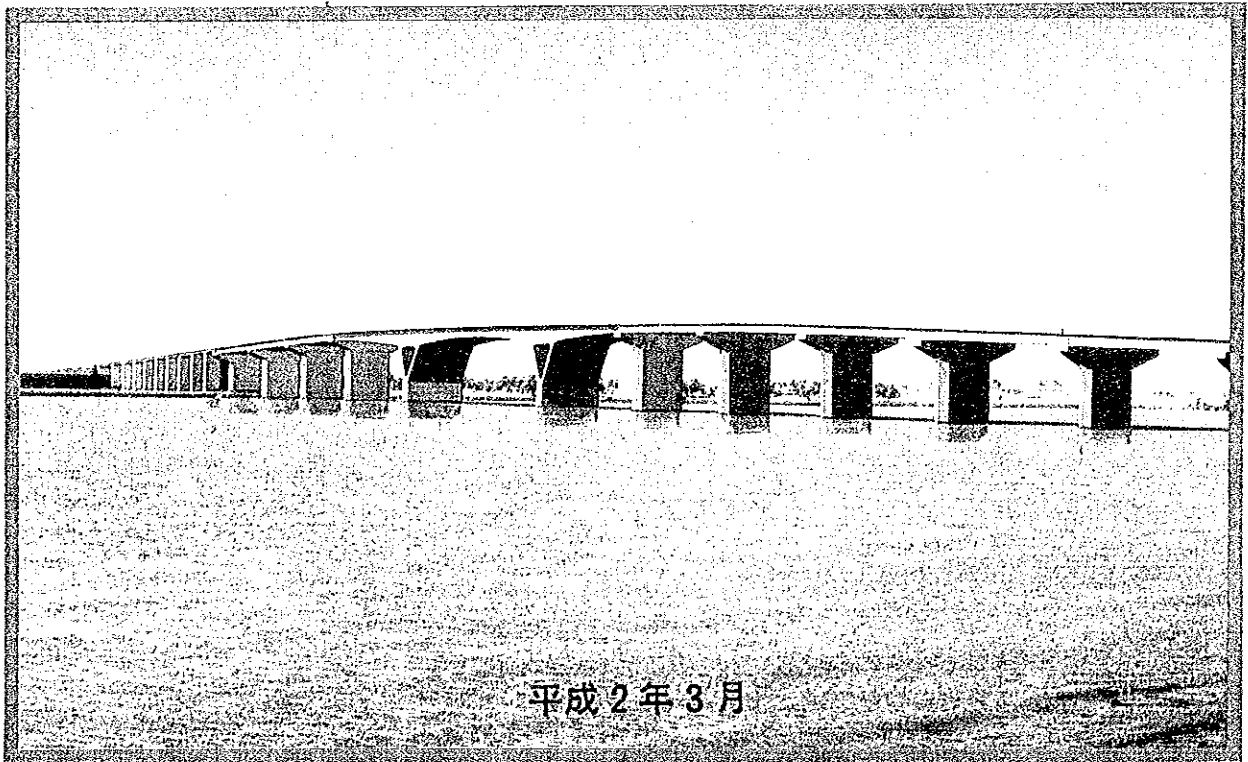


スーダン国

# 新白ナイル橋建設計画調査

## 要約



国際協力事業団



スーダン国

# 新白ナイル橋建設計画調査

## 要約

JICA LIBRARY

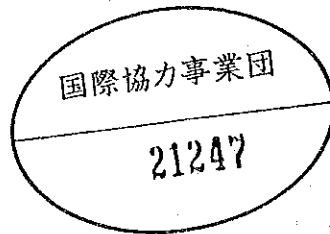


1082773[11]

21247

平成2年3月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、スーダン共和国政府の要請に基づき、同国の新白ナイル橋建設計画に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1989年1月から3月まで、及び同年5月から8月まで日本工営株式会社大島久氏を団長とし、同社及びセントラルコンサルタント株式会社から構成される調査団を現地に派遣した。

調査団は、スーダン国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、ひいては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ある。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

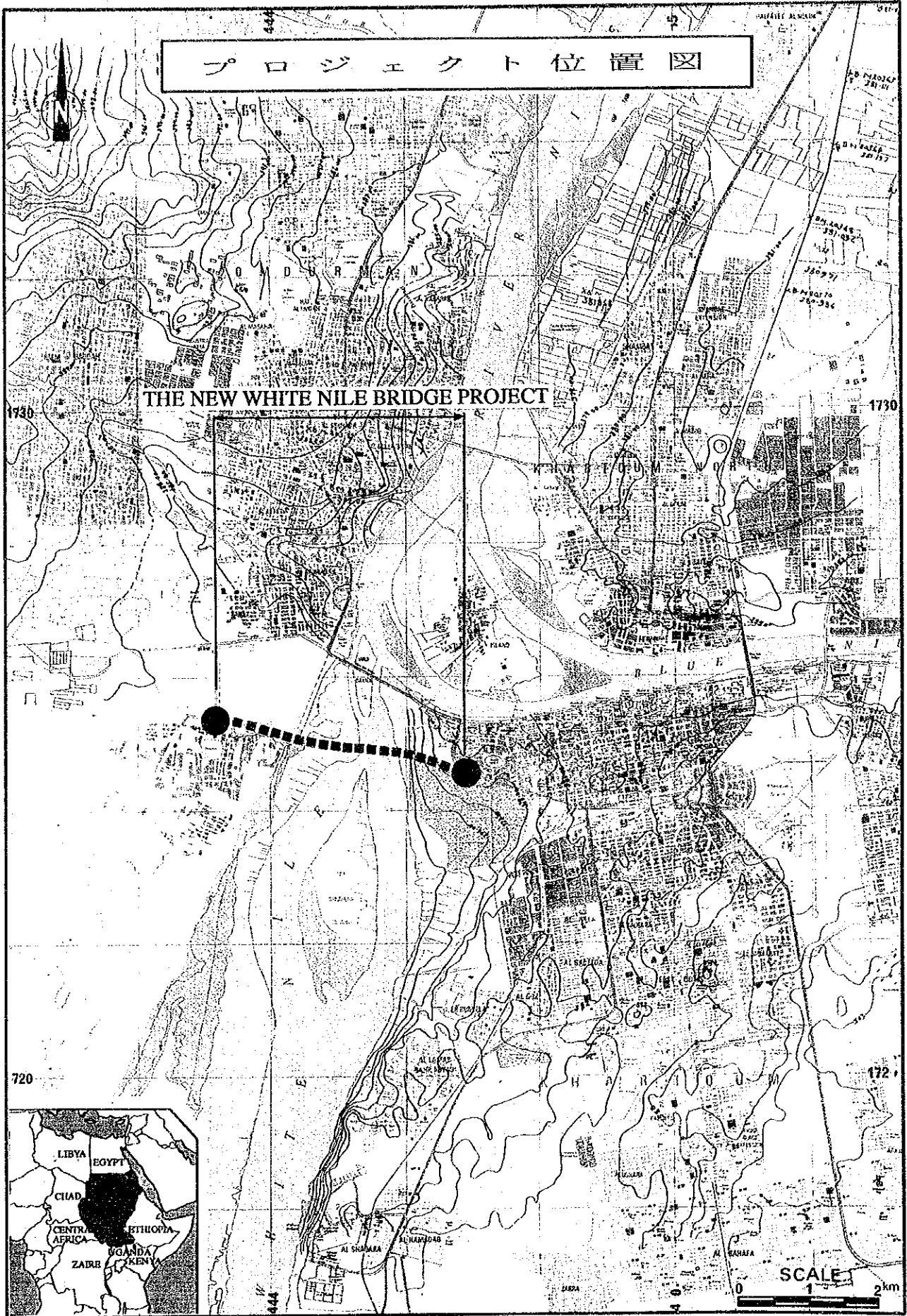
1990年3月

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介



プロジェクト位置図

THE NEW WHITE NILE BRIDGE PROJECT



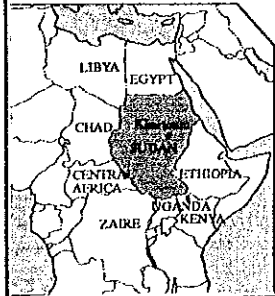
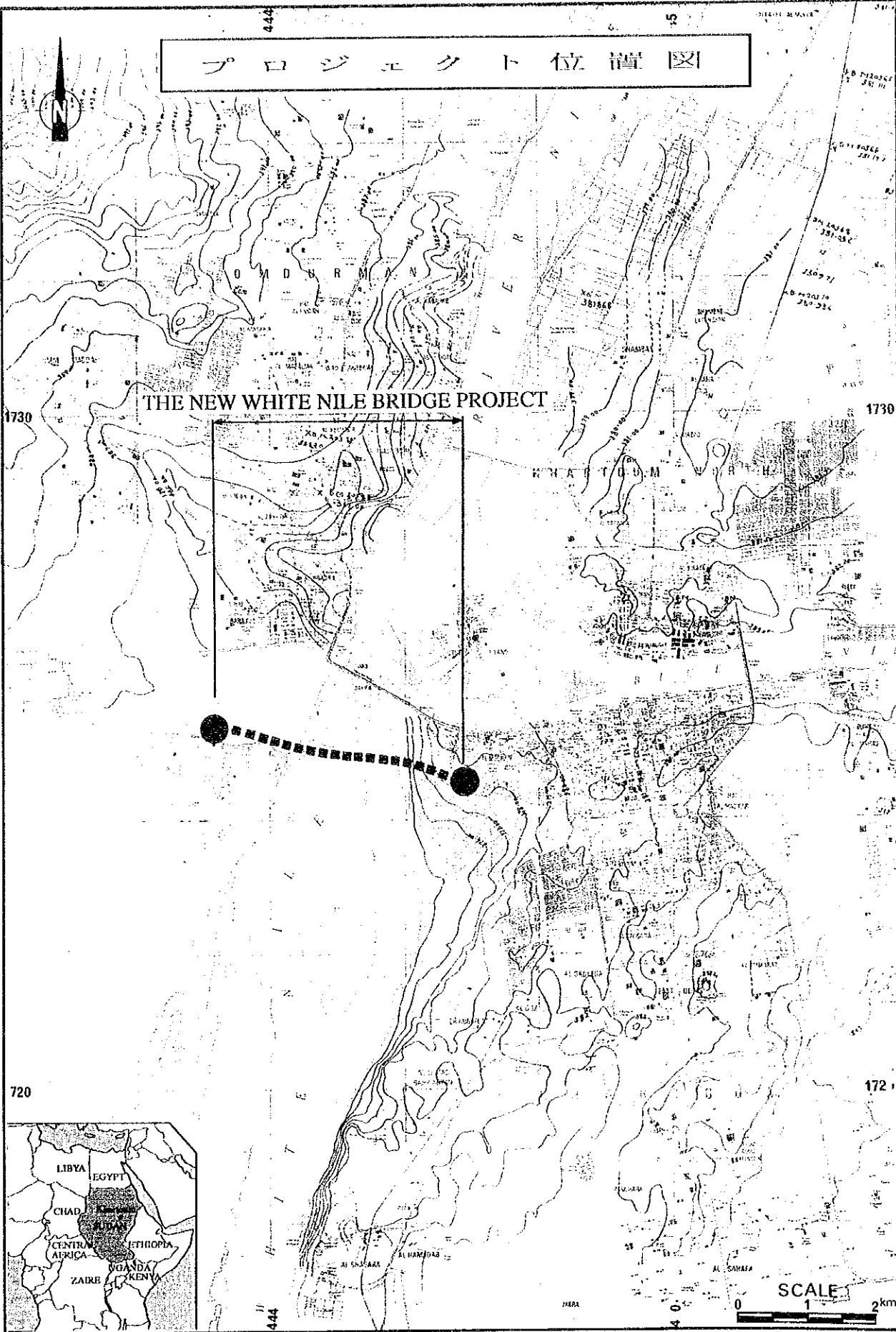
720

172

SCALE  
0 1 2km

プロジェクト位置図

THE NEW WHITE NILE BRIDGE PROJECT





プロジェクト位置図

THE NEW WHITE NILE BRIDGE PROJECT

1730

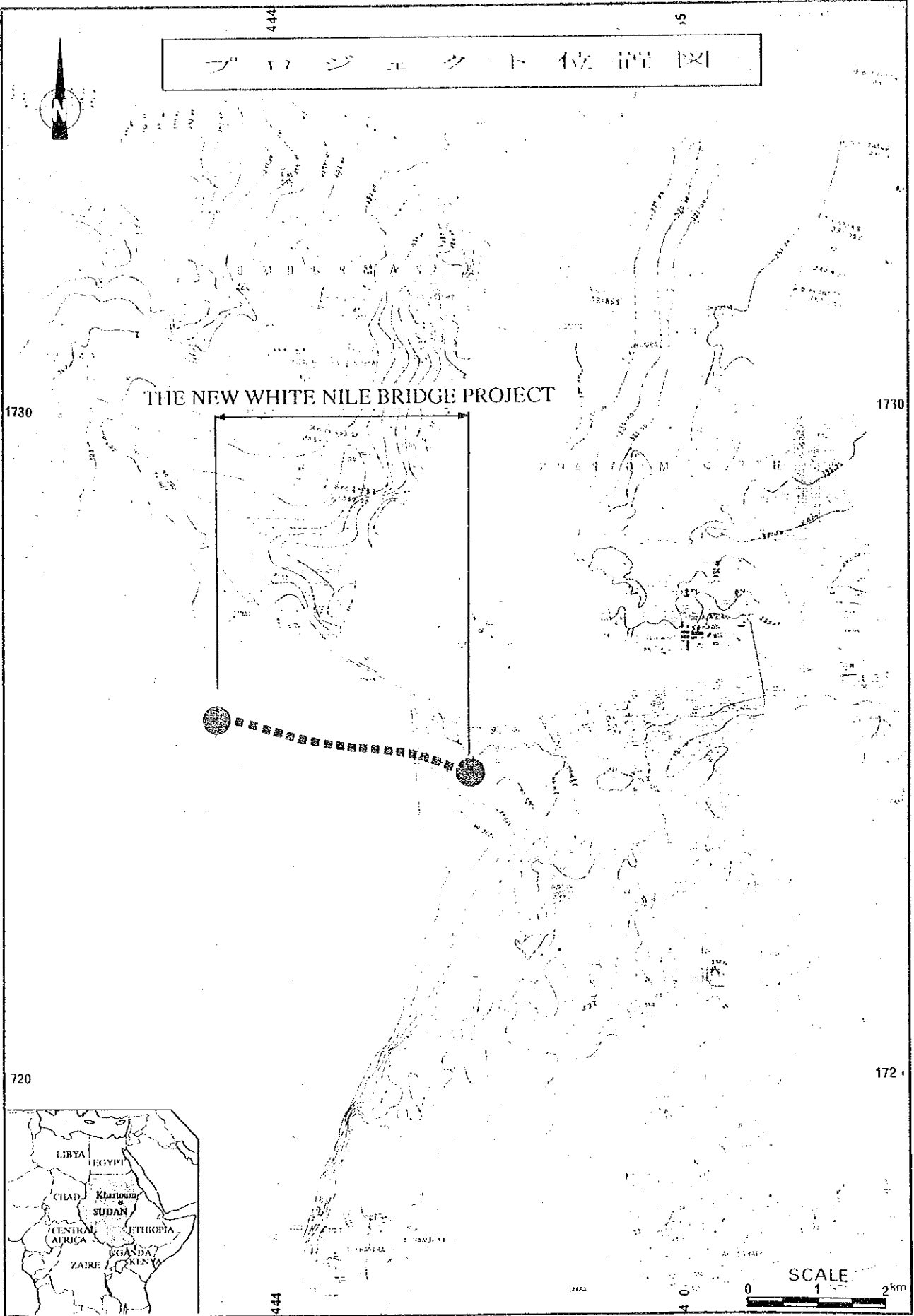
1730

720

172



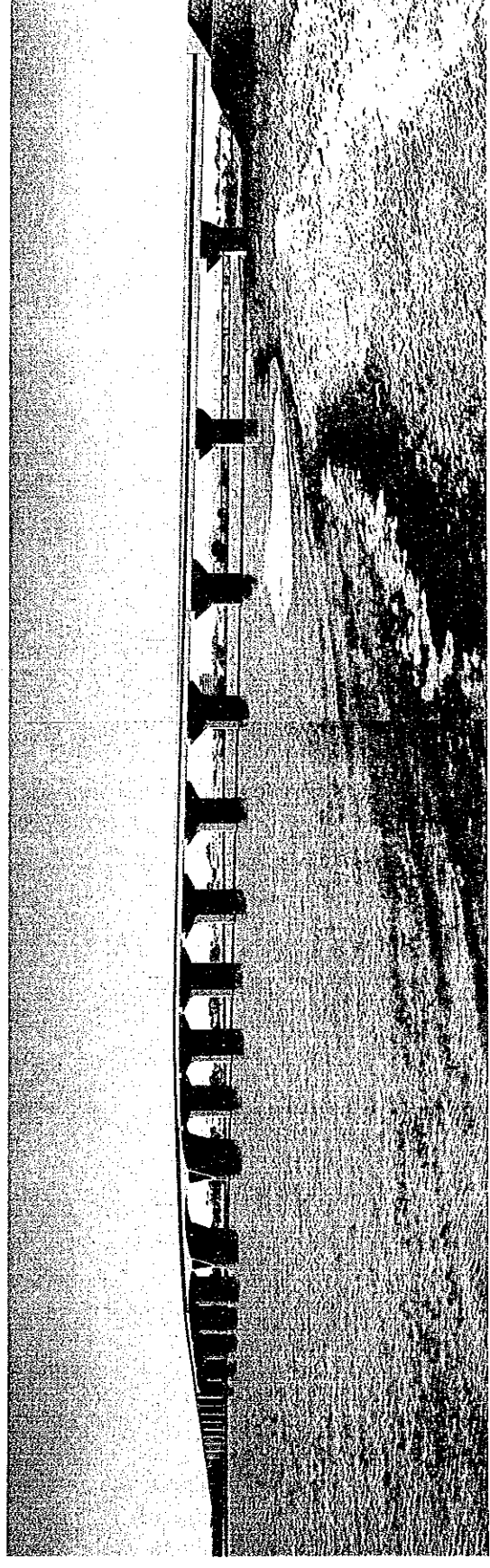
SCALE  
0 1 2 km







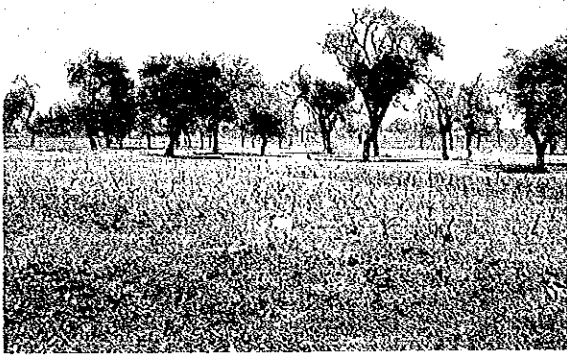
ヒルトンホテルの屋上から眺めた新白ナイル橋とその取付道路の完成予想図。



白ナイル川上流側から眺めた新白ナイル橋側面の完成予想図。  
既設橋を後方に見ることが出来る。



## 計画予定地点及びその他関連地点



カルツーム側の取付道路付近にある  
スント・ウッド

(ここは盛土用の土取場として有望。)



JICA調査団によるスント・ウッド近く  
のテスト・ピット



オムドルマン側の取付道路付近の川岸  
(ここは洪水期には氾濫する。洪水が引いた  
後には無数の地割れが発生する。)



新白ナイル橋架橋予定地点



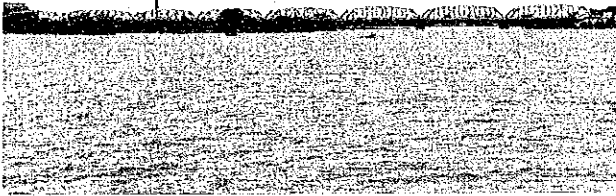
ジベル・シレタットの石材採取場  
(花崗岩が分布している。)



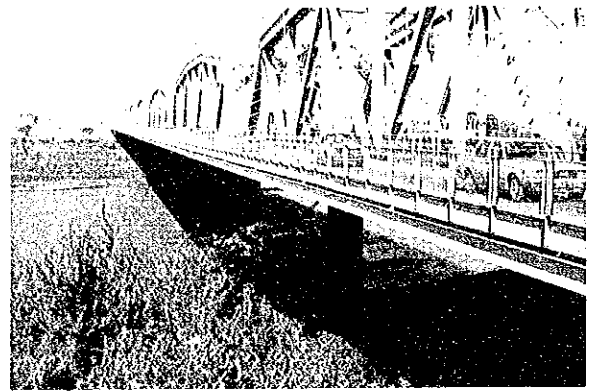
ジベル・トゥリヤの石材採取場  
(玄武岩が分布している。)



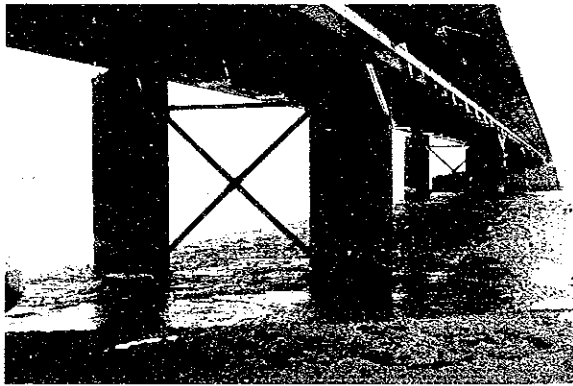
## 既存の白ナイル橋の現況



既存白ナイル橋を上流から見た全景



軽車両のみ通行可能な床版張出部  
(床版の多くの主要部材が腐食していると報告されている。)



鋼トラスを支えるパイル・ベント橋脚  
(橋脚の腐食がひどいと報告されている。)



旋回桁を支える大型橋脚  
(旋回桁のウェッジがさびついて動かなくなり、今ではもはや上部工を十分支持出来なくなっている。)



既存橋梁に継がるカルツーム側の取付道路



既存橋梁に継がるオムドルマン側の取付道路





# 目 次

プロジェクト位置図

口 絵

要 旨 .....	1
1. 概 要 .....	3
1.1 調 査 の 背 景 .....	3
1.2 調 査 の 目 的 .....	3
1.3 調 査 の 内 容 .....	3
1.4 報 告 書 .....	4
2. 現況道路・交通状況 .....	5
2.1 社会・経済状況および道路諸施設 .....	5
2.2 交 通 状 況 .....	9
3. 架橋地点および取付け道路の路線位置 .....	11
3.1 架橋地点と路線位置の比較 .....	11
3.2 比較代替案ごとの交通推計 .....	12
3.3 路 線 選 定 .....	15
4. 概 略 設 計 .....	16
4.1 水 文 .....	16
4.2 地 質 状 況 .....	16
4.3 橋 梁 .....	17
4.4 取付け道路および交差点 .....	21
5. 事 業 費 .....	23
6. 経 済 費 用 と 便 益 .....	24
7. 経 済 評 価 .....	26
8. 実 行 計 画 .....	27
9. 結 論 と 勧 告 .....	28



## スーダン国 新白ナイル橋建設計画調査

### 要 旨

スーダン国の行政中心地であるカルツーム首都圏は白ナイル川、青ナイル川、ナイル川の3河川によりカルツーム地区、オムドルマン地区、カルツームノース地区の3つの地区にわかれている。

これらの3地区は、現在、4本の既設橋により結ばれている。即ち、カルツーム地区とオムドルマン地区に架かる白ナイル橋、カルツーム地区とカルツームノース地区に架かる青ナイル橋とブリー橋、オムドルマン地区とカルツームノース地区に架かるシャンバット橋の4橋である。

1989年2月に本調査団が行った交通調査によれば、現在、白ナイル橋上には60,000PCU/dayの交通量があり、青ナイル橋では35,000PCU/day、ブリー橋では39,000PCU/day、シャンバット橋では42,000PCU/dayの交通量がある。首都圏内の交通網の中で考えると、交通の発生・集中の最も多い所は、カルツーム地区の中心部とオムドルマン地区の中心部であり、その量は25,000PCU/dayとなっている。このため、既設橋梁の中で最も交通混雑のひどい所が、白ナイル橋である。将来の交通量の予測として2015年を考えると、この発生・集中量は47,000PCU/dayが見込まれる。

将来のカルツーム首都圏内の交通混雑の緩和をはかる上で最も効果的であり、かつ最も高い経済的内部収益率の得られる架橋位置とその取付道路の路線を選び出す目的のために、各種の架橋位置と路線について検討した。この結果、既設の白ナイル橋より左岸に1,400m(オムドルマン地区側)そして右岸(カルツーム地区側)に1,100m南下した所を架橋地点に決定した。この場合、路線はアル・フィタイハブのABU SYAID道路の北から西に曲がる変化点を始点とし、上記の新しい橋を通り、カルツーム地区側のAL GAABA道路に結ばれる。

この新橋は、将来、2015年の時点で約88,000PCU/dayの交通量をさばく事になるが、この時今の既設橋は56,000PCU/dayの交通量をさばく事になる。そして、白ナイル川を渡ることの出来る交通量は合計して約144,000PCU/dayとなり、今の2.4倍をさばく事になる。

調査団が提案する新白ナイル橋は、橋長が757.2メートルの橋で、プレストレス・コンクリート構造と鉄筋コンクリート構造からなる。新橋は、22.75メートルの幅員で、往復4車線で両側に歩道を有するものである。更に、航路空間として高さ方向に12メートルで横方向に45メートルを確保出来るようになっている。取付け道路は、オムドルマン地区側で2,285メートル、カルツーム地区側で1,357メートルとなる。これらの建設に要する期

間は、42ヵ月が見込まれる。そして、これらを技術的観点より評価すると、技術的にはフィージブルなプロジェクトと断定出来る。

建設費を1989年 8月の時点の物価と外貨交換レートを1米ドル= 4.5スーダンポンド (OFFICIAL EXCHANGE RATE) をもとに積算すると、2.88億スーダンポンドになり、これは6千4百万米ドルに相当する。

上記の建設費のほか、詳細設計費、用地買収及び補償費、政府の運営資金、施工管理費・税金や港湾使用料を含めた全プロジェクトコストは、4.82億スーダンポンドとなり、これは1.07億米ドルに相当する事になる。

調査団の行った経済分析と評価によれば、このカルツーム地区とオムドルマン地区を結ぶ新白ナイル橋の建設は経済的にフィージブルなものと結論づけられる。なお、経済的内部収益率 (IRR) は、17.7パーセントが得られている。

このほか、橋を建設する事により、計量出来ないもので社会的にあるいは他の有意義な便益が得られることが期待される。新橋が完成した後に特別有害となる様な環境への影響は、予想されていない。しかし、将来、取付け道路へのアクセスが容易になる事から土地利用のパターンが変わって来ることを忘れてはならない。殊に、アル・フィタイハブで顕著に現れると思われる。そこで、将来における無秩序な開発を避ける上で、適切なタウン・プランを橋梁完成前に立案する事が肝要である。

調査団は、既設橋の白ナイル橋より上流側左岸側に 1.4kmそして右岸側に 1.1km離れたものでカルツーム地区とオムドルマン地区を結ぶ新橋を建設する事が技術的かつ経済的に適切なものであると結論づける次第である。したがって、調査団はこの新橋の建設を早急に実施する事を勧告致します。

# 1. 概 要

## 1.1 調査の背景

ハルツーム首都圏のハルツーム地区とオムドルマン地区の経済活動を結ぶ新白ナイル橋建設（以後本プロジェクトと呼ぶ）の重要性に鑑み、スーダン政府は日本政府に対し、本プロジェクトのフィジビリティ調査の技術協力を要請した。

この要請に応え、日本政府は本プロジェクトのフィジビリティ調査を関係法律に従い、実施することを決定し、国際協力事業団がこれを実施することになった。

## 1.2 調査の目的

本調査の目的は、ハルツーム地区及びオムドルマン地区を結ぶ新白ナイル橋建設の技術的及び経済的妥当性を検証するものである。

## 1.3 調査の内容および工程

下記に示す調査項目を実施した。

### a) 本プロジェクトの特色および架橋地点調査 (1989年 1月～1989年 3月)

- － 資料収集およびその分析の実施
- － 交通調査、地質・土質調査、水文調査、地形測量等を含む技術調査の実施
- － 将来交通推計および交通量配分
- － 橋梁架設位置および路線選定調査の実施
- － 設計基準の設定

### b) 橋梁および取付道路の技術的検討 (1989年 5月～1989年 8月)

- － 地質・土質調査の実施
- － 提案される橋梁の概略検討
- － 提案される取付道路の概略検討

c) 概略設計およびその評価  
(1989年 8月～1989年12月)

- 本プロジェクトの概略設計
- 事業費の算出
- 本計画の評価

d) 実施計画の策定  
(1990年 1月)

e) 最終報告書の作成  
(1990年 2月～1990年 3月)

#### 1.4 報告書

下記に示す報告書を作成および提出。

- |                   |          |    |
|-------------------|----------|----|
| - インセプション レポート    | 1989年 1月 | 提出 |
| - インテリム レポート (I)  | 1989年 3月 | 提出 |
| - インテリム レポート (II) | 1989年 8月 | 提出 |
| - ドラフト ファイナル レポート | 1990年 1月 | 提出 |
| - ファイナル レポート      | 1990年 3月 | 提出 |

## 2. 現況道路・交通状況

### 2.1 社会・経済状況および道路諸施設

#### 2.1.1 社会・経済状況

##### (1) 都市開発パターン

ハルツーム首都圏は3つの地区により構成されている。1つは行政、商業の中心地域であるハルツーム地区、2番目は旧市街地と主に住宅地で形成されるオムドルマン地区、3番目は大規模工業団地で形成されるハルツームノース地区である。初期段階のハルツーム首都圏はナイル川沿に発展したが、1960年以後徐々に道路およびその他社会・経済基盤の整備により更に発展している。

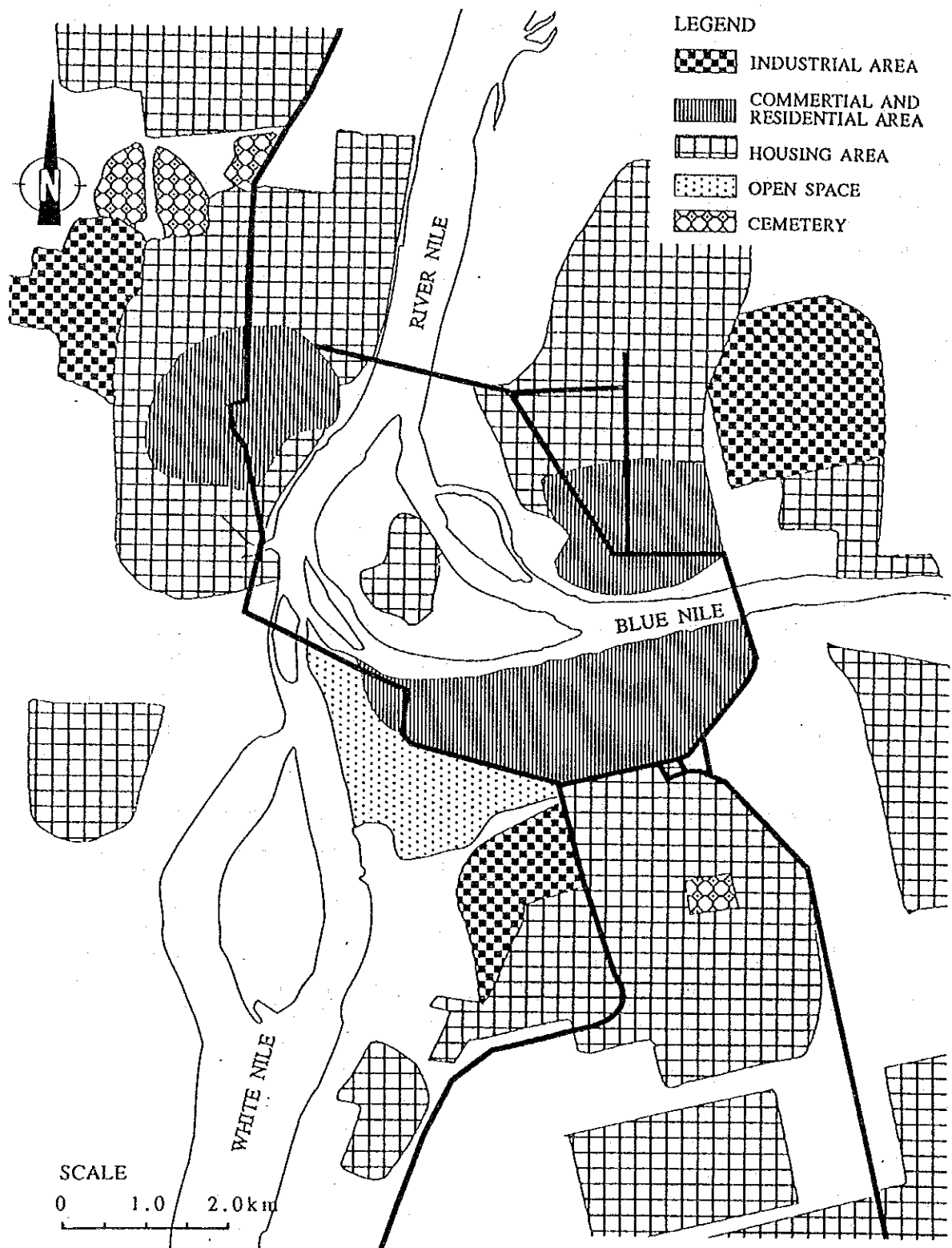
##### (2) ハルツーム首都圏の人口

1983年には、ハルツーム首都圏の約75%の地域が開発されている。ハルツーム首都圏の年平均人口増加率は4.8%で1955/56年の人口が500,000人から1982年の人口が1,800,000人と増加した。この間の都市への人口増加率は年6.8%であった。

##### (3) 現在土地利用

ハルツーム地区は首都圏の中心であり、行政・商業が集中している地域である。オムドルマン地区は旧市街地であり、またハルツーム・ノース地区は首都圏最大の工業地域となっている。

住宅地域は、オムドルマン地区の南東方向およびハルツームノース地区の東方向に開発されつつある。これらの現在土地利用を次図に示す。最近、都市化は急速に進んでいるものの市中心部は交通混雑により近代化が遅れている。





## 2.1.2 現在道路状況

### (1) 道路網

ハルツーム首都圏の道路は、イギリスの基準に従い、幹線道路、補助幹線道路、街路および住宅地取付道路に区分することが出来る。

ハルツーム首都圏の現在道路網は、格子型で形成されているが、街路が幹線道路と直接結ばれている場所もあり、交通処理上問題を残している。ハルツーム首都圏の現在道路網を次図に示す。

### (2) 道路状況

世界銀行（UNDP）が1983年に実施した報告書によれば、ハルツーム首都圏の道路総延長 378kmの内 276km（ハルツーム地区内 169km、オムドルマン地区内53km、ハルツームノース地区54km）がアスファルト舗装である。39kmが砂利道であり、63kmが未舗装道路である。

### (3) 道路施設および交通規制状況

ハルツーム首都圏の主要交差点は、ロータリー形式の交差点であり、また特に交通が集中している交差点のみに交通信号が設置されている。

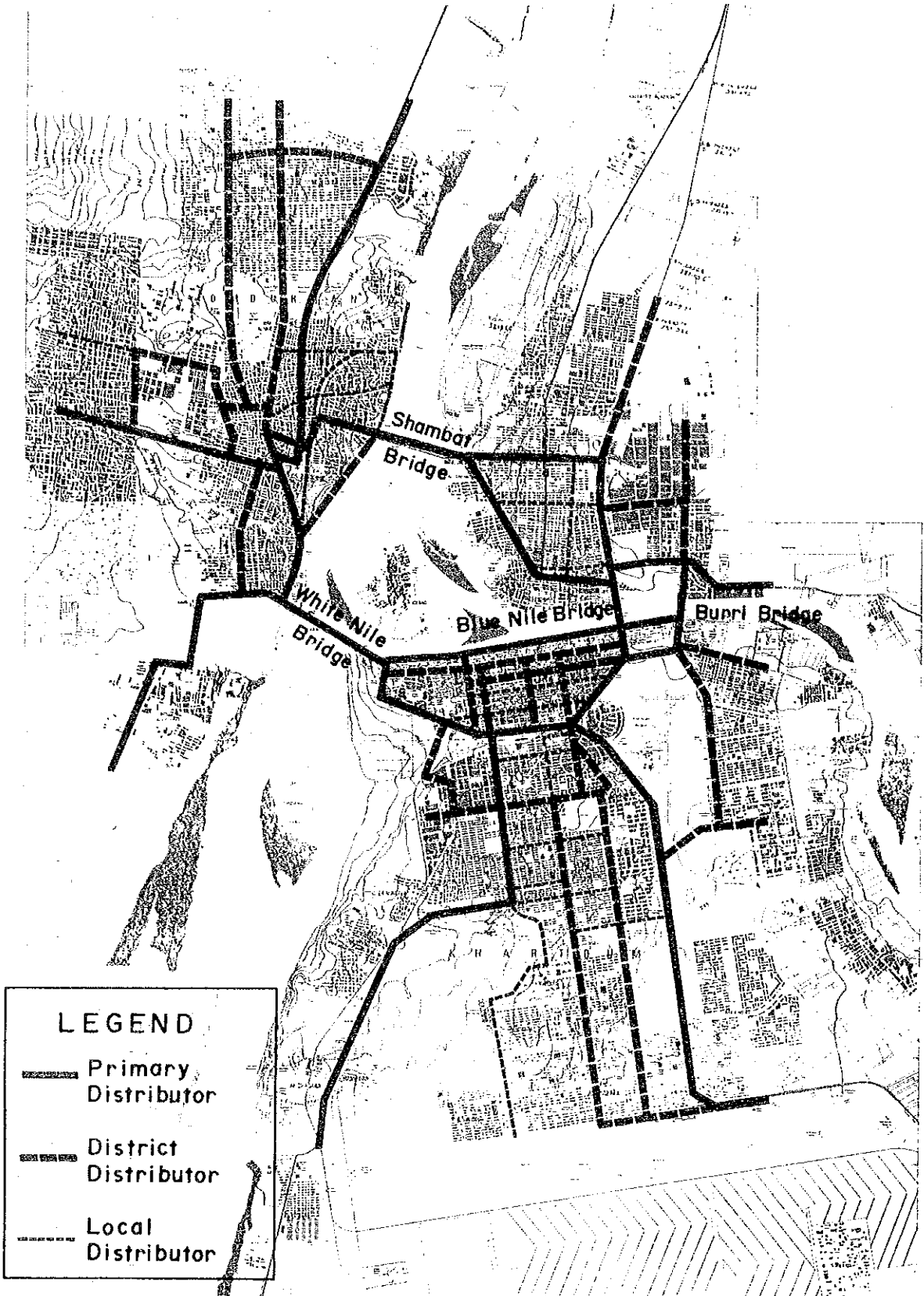
ロータリー形式の交差点交通容量は、通常の信号交差点の交通容量よりも低いため、ハルツーム首都圏における交通量の増大に伴い、交通滞在が発生していると共に、しばしば交通事故も発生している。

### (4) 現在の橋梁状況

ハルツーム首都圏は前述した通り、3つの地区から構成されている。

これらの3地区は、現在、4本の既設橋により結ばれている。即ち、カルツーム地区とオムドルマン地区に架かる白ナイル橋、カルツーム地区とカルツームノース地区に架かる青ナイル橋およびブリー橋、オムドルマン地区とカルツームノース地区に架かるシャンバット橋の4橋である。

現在道路網



## 2.2 交通状況

### 2.2.1 交通調査

調査団は現地政府関連機関の協力を得て、下記に示す4分野の交通調査を実施した。

- 路側自動車起終点調査
- 交通量観測調査
- 自動車走行速度調査
- 道路現況調査

### 2.2.2 現在交通特性

#### (1) 時間変動特性

朝のピーク時間におけるハルツーム地区に流入する交通量は、青ナイル川および白ナイル川の合計値は4,000台/時を記録し、白ナイル川を渡河するオフ・ピーク時の往復交通量は約2,000台/時を記録した。

#### (2) 車種構成率

現在の白ナイル橋および青ナイル橋は、大型車（トラック、バス等）の交通規制が実施されているため、観測地点によりかなりの変化が見られた。

白ナイル橋の車種構成率は、乗用車が最も高く43.2%、つづいてタクシー23%、小型トラック21.5%、ミニバス7.5%そしてバスが4.8%であった。

#### (3) 主要道路における交通量

自動車観測調査、および白ナイル橋上で実施した24時間観測調査の結果からハルツーム首都圏における主要道路の交通量を次図に示す。この図は24時間交通量をP.C.Uで換算したものである。

幹線道路であるAl Gaaba道路および Abu Syaid道路の交通量はそれぞれ22,000台/日、および26,000台/日が記録された。

主要道路における交通量



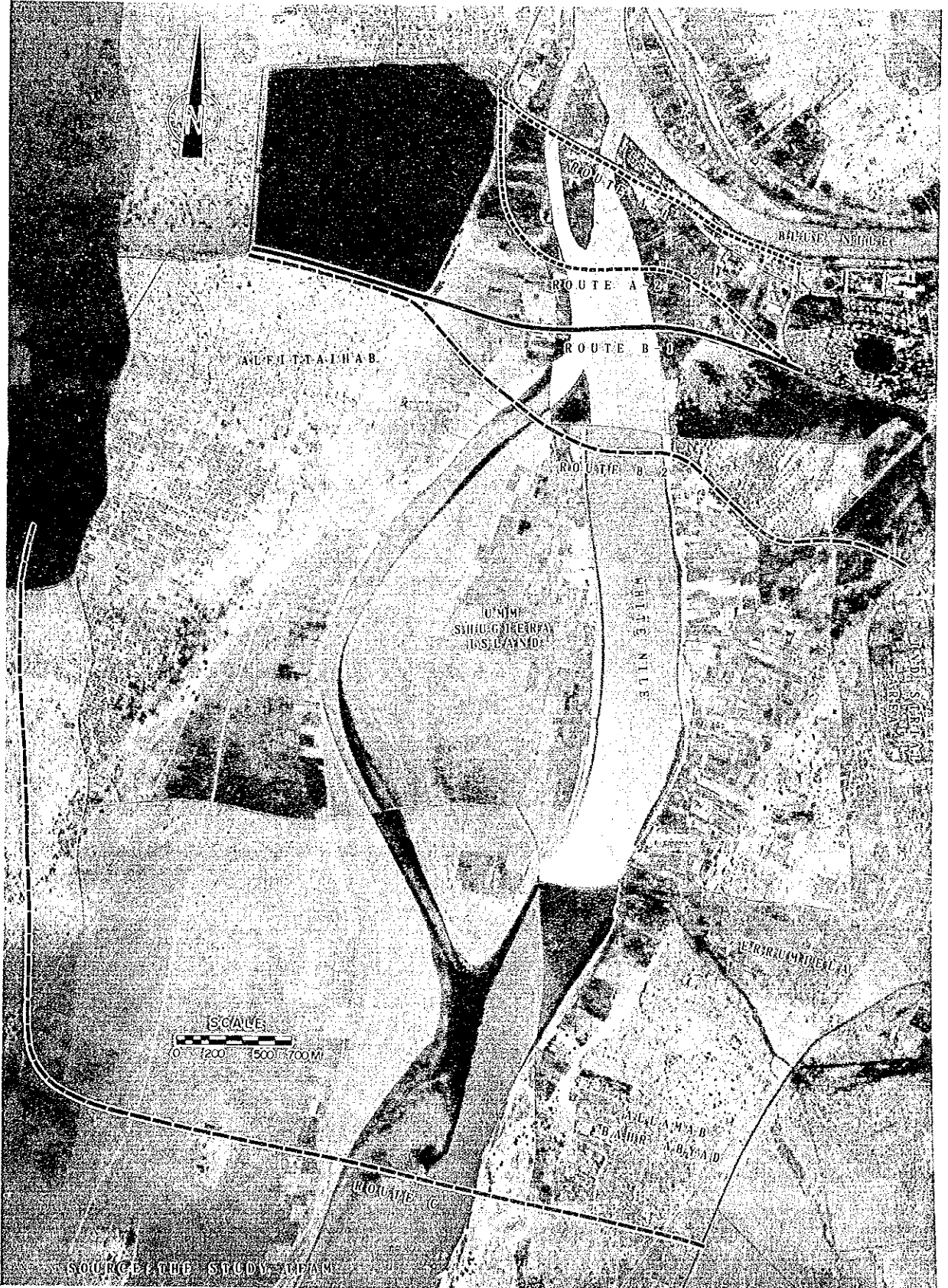
主要道路における交通量



### 3. 架橋地点および取付道路の路線位置

#### 3.1 架設地点と路線位置の比較

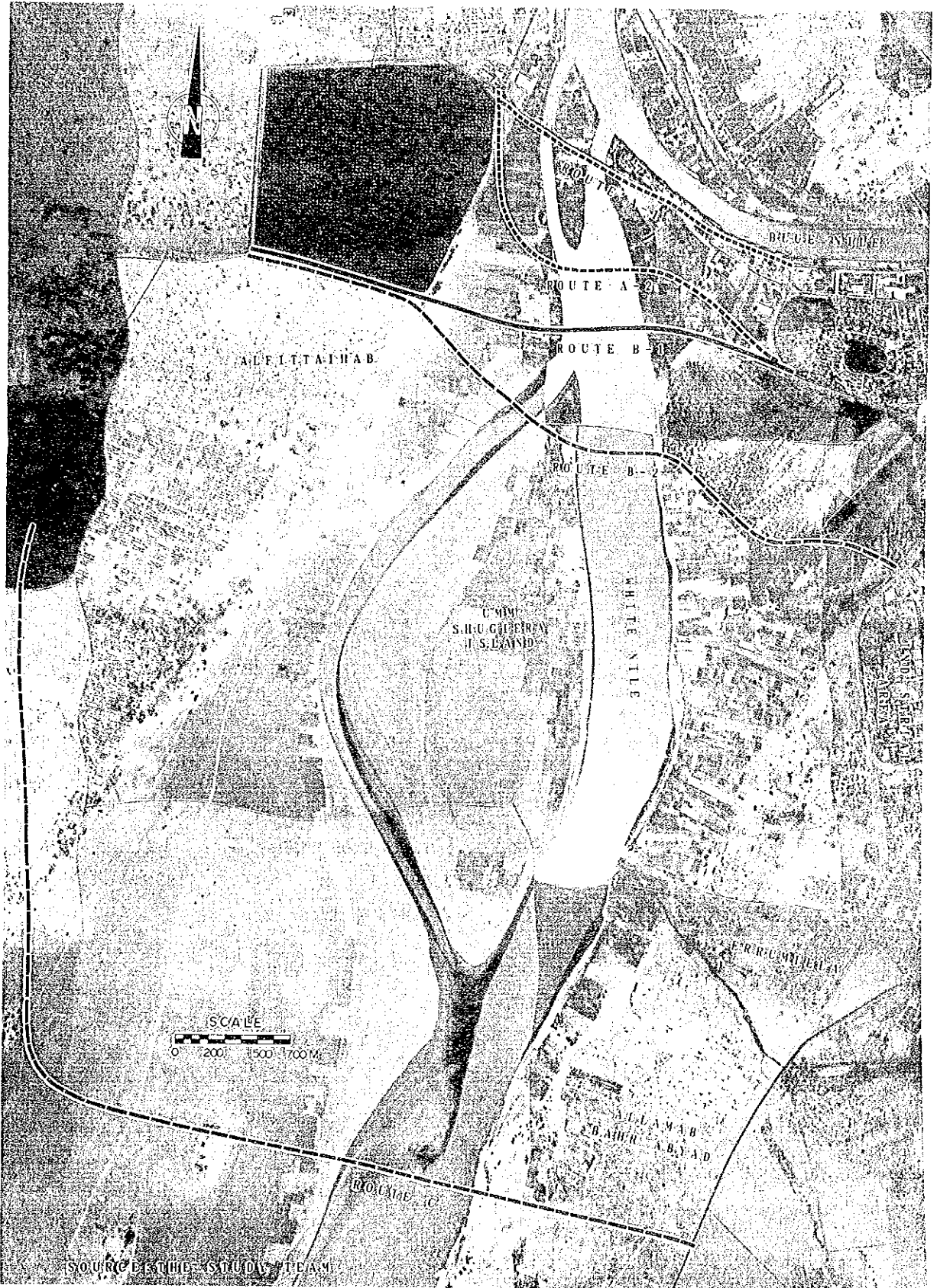
1989年 3月に提出した、インテリムレポート（I）で5つの比較代替案を設定した。これらの比較代替案を次図に示す。



### 3. 架橋地点および取付道路の路線位置

#### 3.1 架設地点と路線位置の比較

1989年 3月に提出した、インテリムレポート (I) で5つの比較代替案を設定した。それらの比較代替案を次図に示す。



### 3.2 比較代替案ごとの交通量推計

将来交通量は、種々の社会・経済フレームをもとに推計した。  
主要な社会・経済指標を次に述べる。

#### (1) 人口

ハルツーム首都圏の将来人口増加率は過去の人口動態の変動、社会・経済状況およびスーダン政府の開発戦略等を考慮して決定した。

ハルツーム首都圏の将来の人口増加率および将来人口推定値を下記に示す。

#### Population Projection

Year	Growth Rate (% par annum)	Projection (1,000)
1983		1,802.3
1989	4.8	2,396.0
1995	4.9	3,197.5
2000	3.6	3,816.0
2005	2.8	4,380.9
2010	2.8	5,030.0
2015	2.8	5,774.8

#### (2) 就業人口

ハルツーム首都圏の将来の第2次および第3次産業に就業する人口は、既存レポート  
“the Four Year Salvation Recovery, and Development Programme 1988/89~1991/92”  
の増加率を使用し推定した。推計した数値を下記に示す。



### Future Employment

Year	Secondary Sector (1,000)	Tertiary Sector (1,000)
1983	130.4	328.8
1989	139.7	352.4
1995	221.1	456.3
2000	324.2	566.0
2005	394.0	702.0
2010	478.9	870.7
2015	582.0	1,080.0

### (3) 自家用車の登録台数

ハルツーム首都圏の将来自家用車登録台数は、収入別自動車保有率を基に推計した。推計した将来自動車登録台数を次に示す。

### Registration of Private Cars

Year	Private Car Registration
1983	58,564
1989	103,309
1995	130,415
2000	158,360
2005	192,306
2010	233,570
2015	283,620

上記のフレームを基に、回帰モデルを使用し、将来交通量を推計した。  
ハルツーム市における各車種別トリップの伸び率および将来の推計したトリップ集中・発生量を下記に示す。

Growth Rate of Trips by Vehicle Type

(Unit : % per year)

	1989-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
Passenger Car	2,600	2,417	2,206	2,206	2,206
Mini-Bus & Truck	3,732	3,472	3,170	3,170	3,170
Truck & Trailer	3,831	3,881	3,621	3,621	3,621

Future Total Trips by Vehicle Type

	1989	1995	2000	2005	2010	2015
Passenger Car	225185	297673	335478	374094	417218	465313
		(1.31)	(1.49)	(1.66)	(1.85)	(2.07)
Mini-Bus	37952	47284	56083	65554	76624	89546
		(1.25)	(1.48)	(1.73)	(2.02)	(2.36)
Bus	13839	17242	20450	23903	27940	32659
		(1.25)	(1.48)	(1.73)	(2.02)	(2.36)
Truck	34089	42715	51673	61731	73747	88101
		(1.25)	(1.52)	(1.81)	(2.16)	(2.58)
Trailer	4795	6008	7268	8683	10373	12392
		(1.25)	(1.52)	(1.81)	(2.16)	(2.58)

( ) means the expansion rate from 1989

将来OD表は、上記の集中・発生トリップ量を各交通ゾーン毎の重心モデル式を使用し推計した。そして、将来交通量は各比較代替案毎の道路網に配分した。

比較代替案“B-1”路線の西暦2000年の日平均交通量は約88,000台/日と推計され、各比較代替案の2000年における日平均交通量を以下に示す。

Comparison of Alternative Routes

	A-1	A-2	B-1	B-2	C
Traffic Volume on New Bridge	79,880	69,847	88,213	80,079	45,713
Congestion degree on New Bridge	1.66	1.37	1.16	1.29	1.83

### 3.3 路線選定

前述の5比較代替案の評価を下表にとりまとめた。

経済的な観点、将来道路網との整合およびその他の技術的な観点から5つの比較代替案の内“B-1”を設定した。

Evaluation Table by Alternative Route

		Route Alternatives				
		A-1	A-2	B-1	B-2	C
Outline of Each Route	Functional Classification	Subproject of British Aerial Road over the White Nile	By pass with Potentiality of Highway Connector	By pass with Potentiality of Highway Connector	By pass with Potentiality of Highway Connector	By pass with Potentiality of Highway Connector
	Project Length	2,100 m	2,900 m	4,400 m	5,200 m	7,400 m
	Bridge Length	620 - 700 m	700 - 800 m	700 - 800 m	1,100 - 1,300 m	1,000 - 1,300 m
	Bridge Type	Movable Bridge	Fixed Bridge	Fixed Bridge	Fixed Bridge	Fixed Bridge
Evaluation	Economic Internal Rate of Return (EIRR)	8.9 %	15.6 %	21.3 %	16.0 %	16.6 %
	Road and Bridge Engineering Aspect	△	○	●	○	○
	River Hydrological Aspect	△	●	●	●	●
	Navigational Safety	×	●	●	●	●
	Relief Degree of Traffic Congestion	△	△	●	●	○
	Further Maintenance	△	○	○	○	○
	Land Acquisition and Compensation	●	○	○	○	△
	OVERALL EVALUATION	△	○	●	○	○

LEGEND:

- Very Good
- Good
- △ Fair
- × Bad

提案路線 ; 比較代替案“B-1”路線

Recommended

#### A) 路線通過位置

この路線は Al Fittaihab 町の Abu Syaid 道路を起点とし、軍隊施設の南側のコンクリート壁沿いを通り、白ナイル川をほぼ直角に渡り、Sunt Wood 地域の北側をかすめ現道 Al Gaaba 道路に接続する延長約 4,000m の道路である。

#### B) 橋梁

新設計画橋梁は現在の白ナイル橋より南方約 1,200m から 1,400m に架設される。航路限界は、中央スパン区間に確保した。

#### C) 交差点

下記の2交差点を計画対象とした。

オムドルマン地区側 ; 信号の平面交差点

ハルツーム地区側 ; 信号の平面交差点

## 4. 概 略 設 計

概略設計を実施する前に設計に必要な基礎資料を収集・分析するために、下記の現場調査を実施した。

- a) 河川流速調査
- b) 地質・土質調査
- c) 建設資機材調査
- d) 測 量

### 4.1 水 文

#### (1) 計画高水位

ハルツーム地区のモルガン水位観測所によれば1946年 8月に最高水位としてRL + 379.96mを記録した。また1988年の洪水時での水位記録は2番目の高水位であった。

74年間におけるモルガン水位観測所の最高水位RL + 379.96mを本計画の計画高水位に設定した。

#### (2) 低水位

架橋地点の低水位は、流量  $370\text{m}^3/\text{sec}$ 、マニングの公式使用し、河川横断、粗度係数0.03また、河床勾配1 : 400等の資料からRL + 373.54mを推計した。

#### (3) 流 速

計画高水位および低水位時の流速は、河川横断面、河床勾配および流出量等からそれぞれ $0.35\text{m}/\text{sec}$  および $1.32\text{m}/\text{sec}$  と推計した。

### 4.2 地質状況

架橋地点の主な地層は沖積層と橋梁下部構造の基盤となる玄武岩層により構成されている。

各地層の特性は下記に示す通りである。

#### (1) A C L , 粘性土

この粘性土は白ナイル川の流速の変化により沖積されたものでその層厚は河床から数メートル沖積している。N値（標準貫入試験結果）は、1.0程度で非常に軟かい粘土である。

(2) A C L, 粘性土

この粘性土は均質的なものであり、細かいシルトを含んでいる。  
平均N値は5程度であり、やや強度を増してくる。

(3) A C L, 粘性土

この粘性土は河川の両側に分布し、河川の堤を形成している。

この土は約15%程度のシルト片を含んでおり、また乾燥するとセメント性粘土のように非常にかたくなる。N値は6ないし11である。

### 4.3 橋 梁

#### 4.3.1 必要な航路限界

現況の河川状況、内陸水運状況そして、タッグボート等の運行状況等を考慮して航路限界を設定した。また同時にN C K、R T C等スーダン国の関連機関と十分な協議をした結果下記に示す航路限界を決めた。

- a) 垂直方向航路限界 ; 計画高水位 プラス 12.0m
- b) 横方向航路限界 ; 45.0m

#### 4.3.2 橋 長

橋長の決定は建設工事費、即ち、経済的観点および盛土の安定等の技術観点等を総合に決められた。また、経済的および技術的観点に加え橋長の決定にあたり、スーダン政府と十分な協議を実施し、下記の通り設定した。

★ 河川内橋案	16.10 + 560.70 + 30.00 =	606.80m
★ 高架区間橋案		= 150.40m
橋 長		= 757.20m

#### 4.3.3 橋梁型式

新白ナイル橋の最適スパン割を抽出するために、次図に示す6つの比較代替案を設定した。

橋梁形式代替案の比較表

BRIDGE TYPE		SIDE VIEW AND SPAN ARRANGEMENT (UNIT: M)	STRUCTURAL FEATURES	MATERIAL PROCUREMENT & TRANSPORT	MAINTENANCE	AESTHETICS	CONSTRUCTION PERIOD	CONSTRUCTION COST (X 1,000 L <sub>+</sub> )	OVERALL EVALUATION
MAIN SPAN	SIDE SPAN								
TYPE-a	STEEL IONSE		△	×	×	◎	40 MONTHS	SUPER : 336,060 SUB : 117,490 TOTAL : 453,550	×
TYPE-b	STEEL TRUSS		△	△	×	×	37 MONTHS	SUPER : 350,460 SUB : 111,980 TOTAL : 462,440	×
TYPE-c	STEEL BOX		×	×	×	△	34 MONTHS	SUPER : 365,690 SUB : 111,980 TOTAL : 477,670	×
TYPE-d	P.C BOX (T-TYPE PIER)		△	○	◎	△	34 MONTHS	SUPER : 299,880 SUB : 131,020 TOTAL : 430,900	○
TYPE-e	P.C BOX (V-TYPE PIER)		○	○	◎	◎	34 MONTHS	SUPER : 299,880 SUB : 130,780 TOTAL : 430,660	◎
TYPE-f	P.C CABLE- STAYED		△	△	△	◎	40 MONTHS	SUPER : 286,310 SUB : 227,410 TOTAL : 513,720	△

上記6つの比較代替案の技術的・経済的評価の結果、新白ナイル橋の提案すべき橋種はV-型式橋脚をもつPC-Box桁橋およびPC-I桁橋とした。その主な選定理由を下記に述べる。

- a) 桁下空間の利用度が高い
- b) 橋脚部の桁厚が他の比較案よりも小さく出来る
- c) 走行性が良い（連続桁橋のため）
- d) 現地発送料を利用できる（セメントを除く）
- e) 維持管理費が安い
- f) 景観的に優れている
- g) 施工期間が短い
- h) 建設費が安い

#### 4.3.4 橋梁概略設計

経済性・技術性および設計条件等を考えて、橋梁概略設計を実施した。

橋梁概略設計の結果、その主な内容を下記に記述する。また、設計図は“図面集”に掲載してある。

- a) 最急縦断勾配は4.0%である。
- b) 両側に2.0mの歩道を設けた往復4車線の橋梁である。
- c) 全体の橋長は752.20mであり、PC箱桁、PCI桁及びRC中空床版から成る。
- d) 中央径間は80.0mのPC箱桁橋である。
- e) 側径間は46.0mのPC箱桁橋及び36.2~36.6mのPCI桁である。
- f) 取付け径間は15.0mのRC穴明き床版橋である。
- g) 橋脚はコンクリート壁式を採用した。
- h) 基礎工はRC現場打コンクリート杭採用した。

上記橋梁の全体計画を次図に示す。

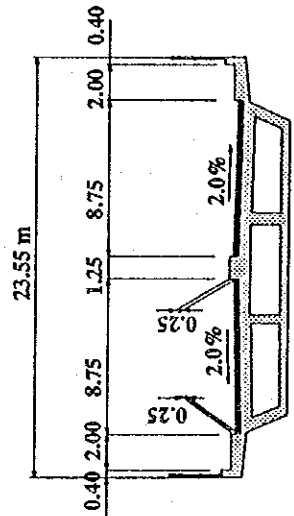
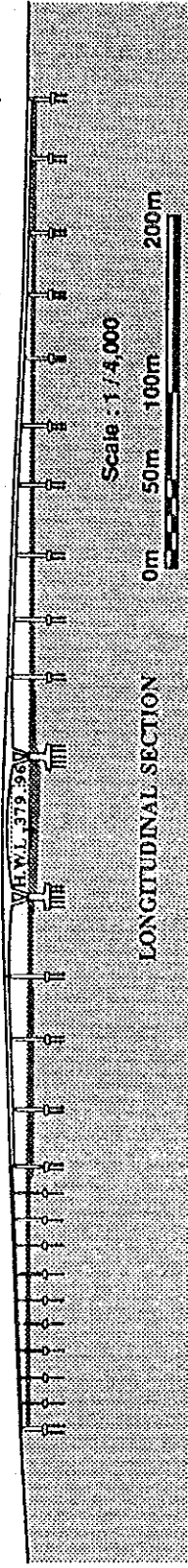
Omdurman Side ←

→ Khartoum Side

Bridge Length L=757.20 m

River Crossing Bridge L= 498.2

Omdurman Side Viaduct L=150.4		River Crossing Bridge L= 498.2		Khartoum Side	
RC Hollow Slab	PCI-Girder	Continuous PC Box Girder	PCI-Girder	PCI-Girder	
15.4+3@15.0 = 60.4	3@15.0 = 45.0	46.0+80.0+46.0 = 172.0	3@36.2 = 108.6	3@36.2 = 108.6	2@36.2+36.6 = 109.0
NO.23+45.40 3@15.0 = 45.0	NO.24+45.40	NO.27+16.00 Navigational Clearance = 45m x 12m	NO.25+44.00	NO.28+24.60	NO.29+33.20
NO.22+85.00					NO.30+42.20



CROSS SECTION Scale 1:400



#### 4.4 取付道路および交差点

##### 4.4.1 設計条件

現況および将来の道路網体系、交通特性および将来の土地利計画等を考えて、道路設計のための設計条件を下記のように設定した。

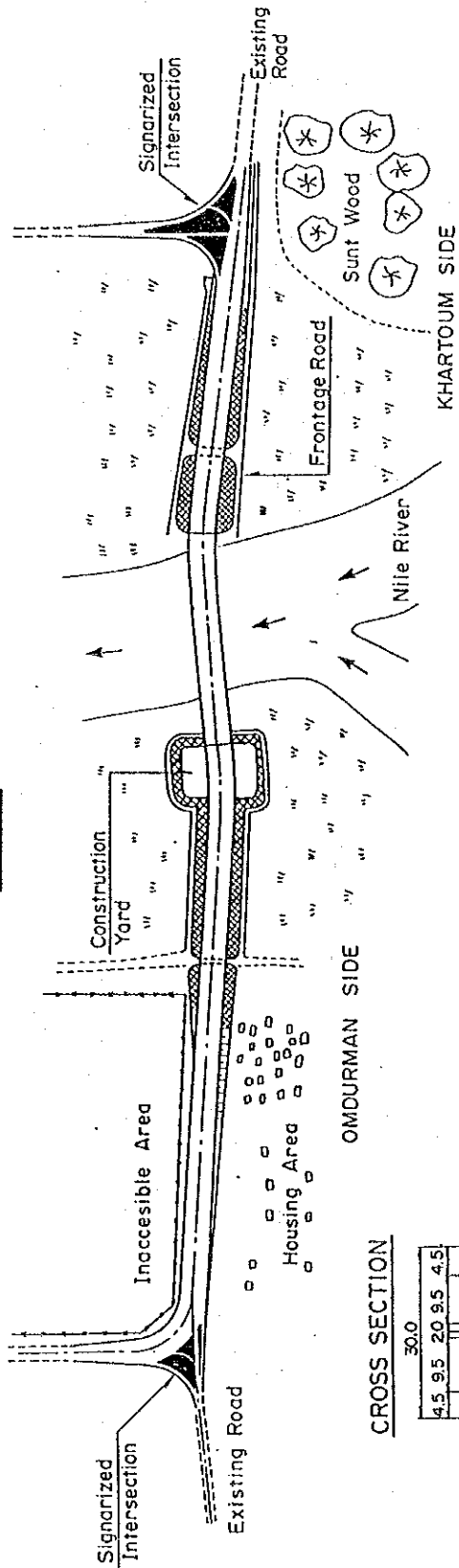
- a) 取付道路は幹線道路とに位置ずける。
- b) 設計速度は 80m/h とする。

##### 4.4.2 概略設計

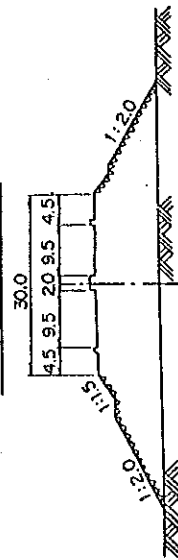
取付道路の概略設計は、経済性、技術的観点および前述の設計条件等を考慮し実施した。概略設計の主な結果を下記に記述し、設計図は“図面集”に掲載する。

- a) 道路の全延長は 4,000mである。(橋梁 752.20 m含む)
- b) 両側に4.50mの歩道を設けた往復4車線の道路である。
- c) 法面保護工は、石張工を採用した。
- d) 7ヶ所に横断管また2個所に横断函渠を設けた。
- e) 盛土による建設ヤードをオムドルマン地区側に設けた。
- f) 巾10.0mを有する側道を取付道路両側に設けた。
- g) 信号制御された3枝平面交差点を始点と終点に設けた。
- h) 上記の概略設計の主な内容を次図に示す。

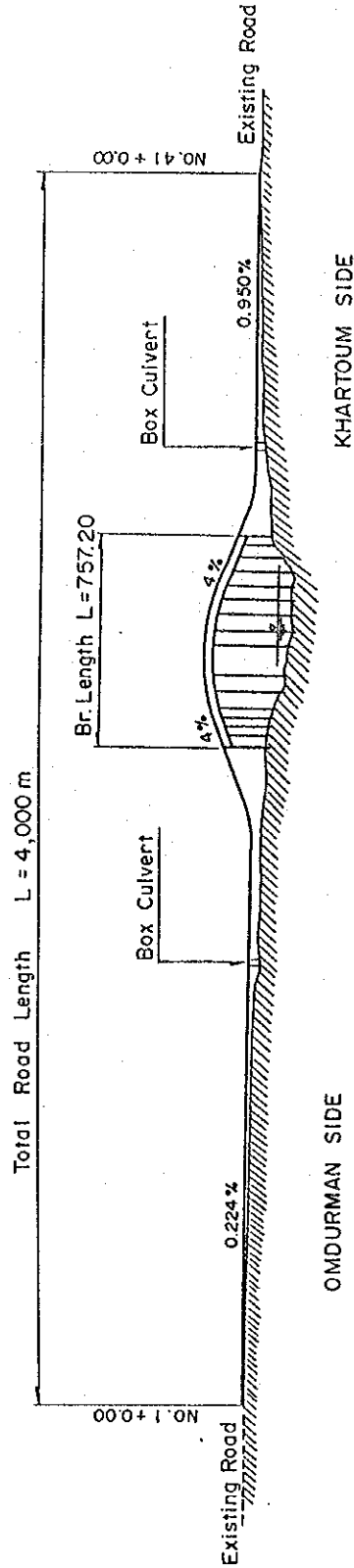
PLAN



CROSS SECTION



PROFILE



Note ; Not to Scale

## 5. 事業費

総事業費は 482,690,000 スーダンポンドであり、米ドルで現わすと 107,264,000 USドルとなる。

上記総事業費の内訳は下記の通りである。

建設費	288,640,000
調査費（設計、施工管理等）	30,000,000
土地取得、補償費	104,600,000
事務費（NCK）	2,340,000
税金、手数料	42,610,000
予備費	14,430,000
合計	482,690,000（スーダンポンド）

上記の事業費は1989年 8月の単価を基準にし算出した。

また、この時の外貨交換レートを1米ドル = 4.5スーダンポンドとした。

建設期間は42ヶ月と想定した。

## 6. 経済費用と便益

### 1) 経済費用

総事業比の経済費用は下記の3つの概算係数を使用して算出した。

- a) シャドー換算率
- b) 標準換算係数
- c) 未熟練労働者に対するシャド賃金率

上記の換算率を使用し、経済費用を次表のように算出した

#### Economic Construction Cost

(Unit: Ls 1,000)

Item		1991	1992	1993	1994	1995	Total
Detailed Design	FC	30344	0	0	0	0	30344
	LC	647	0	0	0	0	647
Land Acquisition & Compensation	FC	0	0	0	0	0	0
	LC	27719	27719	0	0	0	55438
NCK's Admini- stration	FC	0	0	0	0	0	0
	LC	371	159	233	260	217	1240
Tender Assistance & Supervision	FC	0	12081	13992	15341	12756	54170
	LC	0	588	1882	2131	1871	6471
Construction	FC	0	214133	244065	232714	214751	905663
	LC	0	1447	2556	2730	3077	9810
Unskilled Labor	LC	0	4109	7259	7753	8738	27861
Skilled Labor	LC	0	1021	1804	1927	2172	6925
Sub-Total	LC	0	6578	11620	12410	13987	44596
Contengency (Const. Cost 5%)	FC	0	10714	12194	11632	10733	45273
	LC	0	424	753	806	906	2889
Total (Foreign)	FC	30344	236928	270251	259687	238240	1035450
	(Local) LC	28737	35468	14487	15606	16982	111280
Grand Total		59081	272397	284738	275293	255221	1146730

### 2) 便 益

本調査の経済便益は、自動車の走行費用による便益、時間短縮による時間便益および現白ナイル橋の維持管理費減少に伴う便益の3項目とする。

a) 自動車走行便益

Year	VOC
	Saving Benefit
	( Ls 1,000)
1995	11,805
2005	4,945
2010	3,370

b) 時間便益

Year	Time
	Saving Benefit
	( Ls 1,000)
1995	77,599
2005	338,720
2015	2,159,919

c) 維持管理費減少に伴う便益

・現白ナイル橋部分的修復費用減少による便益

本調査すなわち、新白ナイル橋が建設されない場合、技術的検討から西暦2000年までに現橋白ナイル橋の部分的修復工事を実施する必要がある。しかし、新白ナイル橋が建設された場合、現橋の部分的修復が不必要になり、修復にかかる費用 133,778,000 スーダンポンドが節約できることになる。この事に加え、既設橋の部分修復工事期間約4ヶ月間中はオムドルマン地区とハルツーム地区への交通は遠く迂回しなければならない。しかしながら、新白ナイル橋が建設された場合、迂回によって生じる距離の差はほとんどない。この迂回しなければならない距離の差による時間便益を2000年で94,000,000 スーダンポンドと推計した。

・現橋の維持管理費節減による便益

新白ナイル橋の建設後は、現橋白ナイル橋の交通量が減少するため、現橋の維持管理費の減少が期待できる。この現橋の維持管理費減少分を新白ナイル橋の便益を考慮することができる。下記に各年における現橋の維持管理費減少額を示す。

Year	Maintenance
	Cost Saving
	( Ls 1,000)
1995	158
2005	184
2015	192

## 7. 経 済 評 価

事業費と便益の関係から本調査の経済評価を計算した結果、下記に示す値を得ることができた。

Bmnefit Cost Ratio	( B/C )	1.956
Net Pregent Value	( NPV )	Ls 614,153,000
Internal Rate of Return	( IRR )	17.6 %

上記の結果より、本調査は経済的に非常に優れたプロジェクトであると言える。また、便益を20%減および事業費を20%増加させた最悪ケースの感度分析の結果でも、内部収益率が140%と高い値を示している。各ケースの感度分析結果を次表に示す。

上記の結果に加え、社会便益として設計・施工時における技術移転の効果、土取場および砕石場等、現地資源開発に伴う経済活性化の効果また、建設期間中の就業効果およびハルツーム首都圏の近代化に寄与すること等多数の社会的効果が期待出来る。

以上のことか、本プロジェクトは非常に有効的な、また、効果的なプロジェクトである。

### SENSITIVITY ANALYSIS (-BENEFIT, +COST)

		0%	+5%	+10%	+15%	+20%
0%	B/C	1.985	1.890	1.805	1.726	1.654
	NPV	782154.	742449.	702744.	663039.	623333.
	IRR	0.177	0.172	0.168	0.164	0.160
-5%	B/C	1.886	1.796	1.174	1.640	1.571
	NPV	703341.	663636.	623931.	584226.	544521.
	IRR	0.172	0.167	0.163	0.159	0.155
-10%	B/C	1.786	1.701	1.624	1.553	1.489
	NPV	624528.	584823.	545118.	505413.	465708.
	IRR	0.167	0.162	0.158	0.154	0.150
-15%	B/C	1.687	1.607	1.534	1.467	1.406
	NPV	545716.	506010.	466305.	426600.	386895.
	IRR	0.162	0.157	0.153	0.149	0.145
-20%	B/C	1.588	1.512	1.444	1.381	1.323
	NPV	466903.	427198.	387493.	347788.	308082.
	IRR	0.156	0.152	0.147	0.144	0.140

## 8. 実行計画

今後実行される詳細設計から新白ナイル橋建設完了までの暫定的な実行計画を次図に示す。

Year	Calendar	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
	Fiscal	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
<i>Detailed Design</i>			(6 months)					
<i>Land Acquisition &amp; Compensation</i>			(14 months)					
<i>Tender Assistance &amp; Construction Supervision</i>				(44 months)				
<i>Construction</i>				(42 months)				
<b>FUND REQUIREMENT</b>		Total Cost ( Unit: 1,000 Sudanese Pounds )						
Detailed Design Cost		FC	5,970	5,970				
		LC	1,220	1,220				
Land Acquisition & Compensation Cost		FC						
		LC	104,600	52,300	52,300			
NCK's Administration Cost		FC						
		LC	2,340	700	300	440	490	410
Tender Assistance & Construction Supervision Cost		FC	10,670		2,380	2,760	3,020	2,510
		LC	12,210		1,110	3,550	4,020	3,530
Construction Cost		FC	179,760		42,200	48,940	46,210	42,410
		LC	108,880		16,060	28,370	30,300	34,150
Tax and Quay Due		FC						
		LC	42,610		29,830	4,260	4,260	4,260
Contingency (5% of Construction Cost)		FC	8,980		2,110	2,450	2,310	2,110
		LC	5,450		800	1,420	1,520	1,710
<b>TOTAL</b>		FC	205,380	5,970	46,690	54,150	51,540	47,030
		LC	277,310	54,220	100,400	38,040	40,590	44,060
<b>Grand Total</b>			482,690	60,190	147,090	92,190	92,130	91,090
(1,000 US Dollars)			(107,264)	(13,375)	(32,687)	(20,487)	(20,473)	(20,242)

Notes: (1) Cost estimate was made based on August 1989 prices and exchange rate US\$1.0=Ls4.5=Y140.

(2) Land acquisition and compensation costs include value of land already owned by the Government of Sudan.

## 9. 結論と勧告

本調査の技術的検討結果および経済的・社会的検討結果から、調査団は下記に結論と勧告を記述する。

a) 1989年2月に本調査団が行った交通調査によれば、現在、白ナイル橋上には60,000PCU/dayの交通量があり、青ナイル橋では35,000PCU/day、ブリー橋では39,000PCU/day、シャンバット橋では42,000PCU/dayの交通量がある。首都圏内の交通網の中で考えると、交通の発生・集中の最も多い所は、カルツーム地区の中心部とオムドルマン地区の中心部であり、その量は25,000PCU/dayとなっている。このため、既設橋梁の中で最も交通混雑のひどい所が、白ナイル橋である。将来の交通量の予測として2015年を考えてみると、この発生・集中量だけでも47,000PCU/dayが見込まれる。以上のことから、新しい橋を白ナイル川に建設する事が重要であると認識し、本フィージビリティ調査を実施したものである。

将来のカルツーム首都圏内の交通混雑の緩和をはかる上で最も効果的であり、かつ最も高い経済的内部収益率の得られる架橋位置と路線を選び出す目的のために、各種の架橋位置と路線について検討した。この結果、既設の白ナイル橋より上流側の左岸に1,400m(オムドルマン地区側)そして右岸(カルツーム地区側)に1,100m南下した所を架橋地点に決定した。この場合、路線はアル・フィタイハブのABU SYAID道路の北から西に曲がる変化点を始点とし、上記の新しい橋を通り、カルツーム地区側のAL GAABA道路に結ばれる。

この新橋は、将来、2015年の時点で約88,000PCU/dayの交通量をさばく事になるが、この時今の既設橋は56,000PCU/dayの交通量をさばく事になる。そして、白ナイル川を渡ることの出来る交通量は合計して約144,000PCU/dayとなり、今の2.4倍をさばく事になる。

b) 調査団が提案する新白ナイル橋は、橋長が757.2メートルの橋で、プレストレス・コンクリート構造と鉄筋コンクリート構造からなる。新橋は、22.75メートルの幅員で、往復4車線で両側に歩道を有することになる。更に、航路空間として高さ方向に12メートルで横方向に45メートルを確保出来るようになっている。取付け道路は、オムドルマン地区側で2,285メートル、カルツーム地区側で1,357メートルとなる。これらの建設に要する期間は、42カ月が見込まれる。そして、これらの技術的観点より評価すると、技術的にはフィージブルなプロジェクトと断定出来る。

建設費は1989年8月の時点の物価と外貨交換レートを1米ドル=4.5スーダンポンド(OFFICIAL EXCHANGE RATE)をもとに積算すると、2.88億スーダンポンドになり、これは6千4百万米ドルに相当する。



上記の建設費のほか、詳細設計費、用地買収及び補償費、政府の運営資金・施行管理費・税金や港湾使用料を含めた全プロジェクトコストは、4.82億スーダンポンドとなり、これは1.07億米ドルに相当する事になる。

c) 調査団の行った経済分析と評価によれば、このカルツーム地区とオムドルマン地区を結ぶ新白ナイル橋の建設は経済的にフィージブルなものと結論づけられる。なお、経済的  
内部収益率（IRR）は、17.7パーセントが得られている。

d) このほか、橋を建設する事により、計量でいないもので社会的あるいは他の有意義な便益が得られることが期待される。新橋が完成した後に特別有害となる様な環境への影響は、予想されていない。しかし、将来、取付け道路へのアクセスが容易になる事から土地利用のパターンが変わって来ることを忘れてはならない。殊に、アル・フィタトハブで顕著に現れると思われる。そこで、将来における無秩序な開発を避ける上で、適切なタウン・プランを橋梁完成前に立案する事が肝要である。

調査団の結論としては、カルツーム地区とオムドルマン地区を結ぶ新橋として、既設橋の南側に位置した左岸側に1.4 kmそして右岸側に1.1 km離れたものを早急に建設する事を勧告する。





JICA