

持出禁止

社会開発協力部  
アフリカ  
開発銀行

スーダン  
民主共和国

スーダン国道路建設計画  
フィージビリティ調査  
インテリム レポート

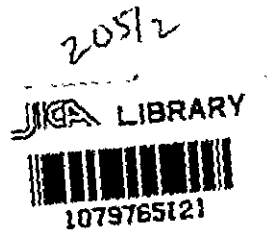
昭和 52 年 10 月

国際協力事業団

アフリカ  
開発銀行

スーダン  
民主共和国

スーダン国道路建設計画  
フィージビリティ調査  
インテリム レポート



昭和 52 年 10 月

国際協力事業団

国際協力事業団

20512

# 目 次

## 第 I 章

- 1.00 序 章 1-1
- 1.01 目 的 1-1
- 1.02 背 景 1-1

## 第 II 章

- 2.00 手 法 2-1
- 2.01 作 業 目 標 2-1
- 2.02 日 程 と 手 法 2-2
- 2.03 作 業 監 理 委 員 会 及 び 調 査 団 員 氏 名 2-3
  - 2.03.1 作 業 監 理 委 員 会 2-3
  - 2.03.2 調 査 団 2-4

## 第 III 章

- 3.00 スーダンの概要 3-1
- 3.01 地 理 3-1
- 3.02 人 口 3-2
- 3.03 経 済 3-4
- 3.04 交 通 現 況 3-6

## 第 IV 章

- 4.00 影響圏の経済 4-1
- 4.01 影響圏の概要とゾーニング 4-1
  - 4.01.1 概 要 4-1
  - 4.01.2 ゾーニング 4-1
- 4.02 人 口 4-4
  - 4.02.1 Northern Kordofan 県 4-4
  - 4.02.2 ゾーン別人口の推定 4-6
- 4.03 直接影響圏の経済 4-6
  - 4.03.1 都市部 4-6
  - 4.03.2 農村部 4-9
  - 4.03.3 牧 畜 4-13
- 4.04 所帯当りの平均所得 4-14

4.0 5	地域経済の将来	4 - 15
4.0 5.1	農村部	4 - 15
4.0 5.2	都市部	4 - 18
4.0 5.3	開発効果	4 - 18
第 V 章		
5.0 0	既存道路状況	5 - 1
5.0 1	道路現況調査	5 - 1
5.0 1.1	ルート I ( EI Obeid - Rahad, L=75.2 Km )	5 - 2
5.0 1.2	ルート II ( EI Obeid - Rahad, L=75.8 Km )	5 - 3
5.0 1.3	ルート III ( Rahad-Um Ruaba, L=79.0 Km along the railways )	5 - 5
5.0 1.4	ルート IV ( Rahad-Um Ruaba, L=72.5 Km mountain side )	5 - 5
5.0 1.5	ルート V ( EI Obeid-Um Ruaba, L=118.7 Km mountain side route )	5 - 5
5.0 1.6	Access Road ( Rahad-EI Taiyara, L=40.9 Km )	5 - 6
5.0 2	地形測量	5 - 7
5.0 3.	土質及び材料調査	5 - 8
5.0 3.1	土 質	5 - 8
5.0 3.2	橋梁基礎地盤調査	5 - 11
5.0 3.3	骨 材	5 - 11
5.0 3.4	工事用水	5 - 14
5.0 4	水文調査	5 - 15
5.0 4.1	対象地域の気象	5 - 15
5.0 4.2	確率雨量と降雨強度曲線	5 - 16
5.0 4.3	流出量の算定	5 - 17
第 VI 章		
6.0 0	交通量解析	6 - 1
6.0 1	プロジェクト影響圏の交通体系	6 - 1
6.0 1.1	概 況	6 - 1
6.0 1.2	道 路	6 - 3
6.0 1.3	鉄 道	6 - 4
6.0 1.4	空 港	6 - 5
6.0 2	現地調査	6 - 7

6.0 2.1	道路交通調査	6 - 7
6.0 2.2	鉄道交通調査	6 - 9
6.0 3	交通量解析結果	6 - 11
6.0 3.1	ゾーニング	6 - 11
6.0 3.2	道路交通量	6 - 11
6.0 3.3	鉄道交通量	6 - 24
6.0 4	輸送費用	6 - 30
6.0 4.1	道路輸送費用	6 - 31
6.0 4.2	鉄道輸送費用	6 - 39
第VII章		
7.0 0	建設計画	7 - 1
7.0 1	設計基準	7 - 2
7.0 1.1	幾可構造基準	7 - 2
7.0 1.2	構造物	7 - 9
7.0 2	線形計画	7 - 10
7.0 2.1	代替案の検討	7 - 10
7.0 2.2	平面線形計画	7 - 14
7.0 2.3	縦断線形計画	7 - 15
7.0 2.4	横断計画及び排水計画	7 - 16
7.0 3	舗装の構造設計	7 - 17
7.0 3.1	緒言	7 - 17
7.0 3.2	交通解析と設計軸荷重	7 - 17
7.0 3.3	舗装断面の決定	7 - 19
7.0 4	構造物計画	7 - 21
7.0 4.1	橋梁の設計	7 - 21
7.0 4.2	ボックスカルバートの設計	7 - 23
7.0 4.3	パイプカルバートの設計	7 - 24
第VIII章		
8.0 0	建設費	8 - 1
8.0 1	建設計画	8 - 1
8.0 2	建設費算定の準備	8 - 1
8.0 3	建設単価	8 - 3

8.0 4	建設費	8 - 5
8.0 5	維持補修費	8 - 9
第Ⅸ章		
9.0 0	経済便益	9 - 1
9.0 1	将来交通量	9 - 1
9.0 1.1	伸び率	9 - 1
9.0 1.2	将来車種構成	9 - 5
9.0 2	通常交通とその便益	9 - 7
9.0 2.1	代替ルートと比較	9 - 7
9.0 3	転換交通とその便益	9 - 17
9.0 3.1	旅客	9 - 17
9.0 3.2	貨物	9 - 18
9.0 4	誘開発交通とその便益	9 - 19
第Ⅹ章		
10.0 0	費用・便益分析	10 - 1

## LIST OF TABLES AND FIGURES

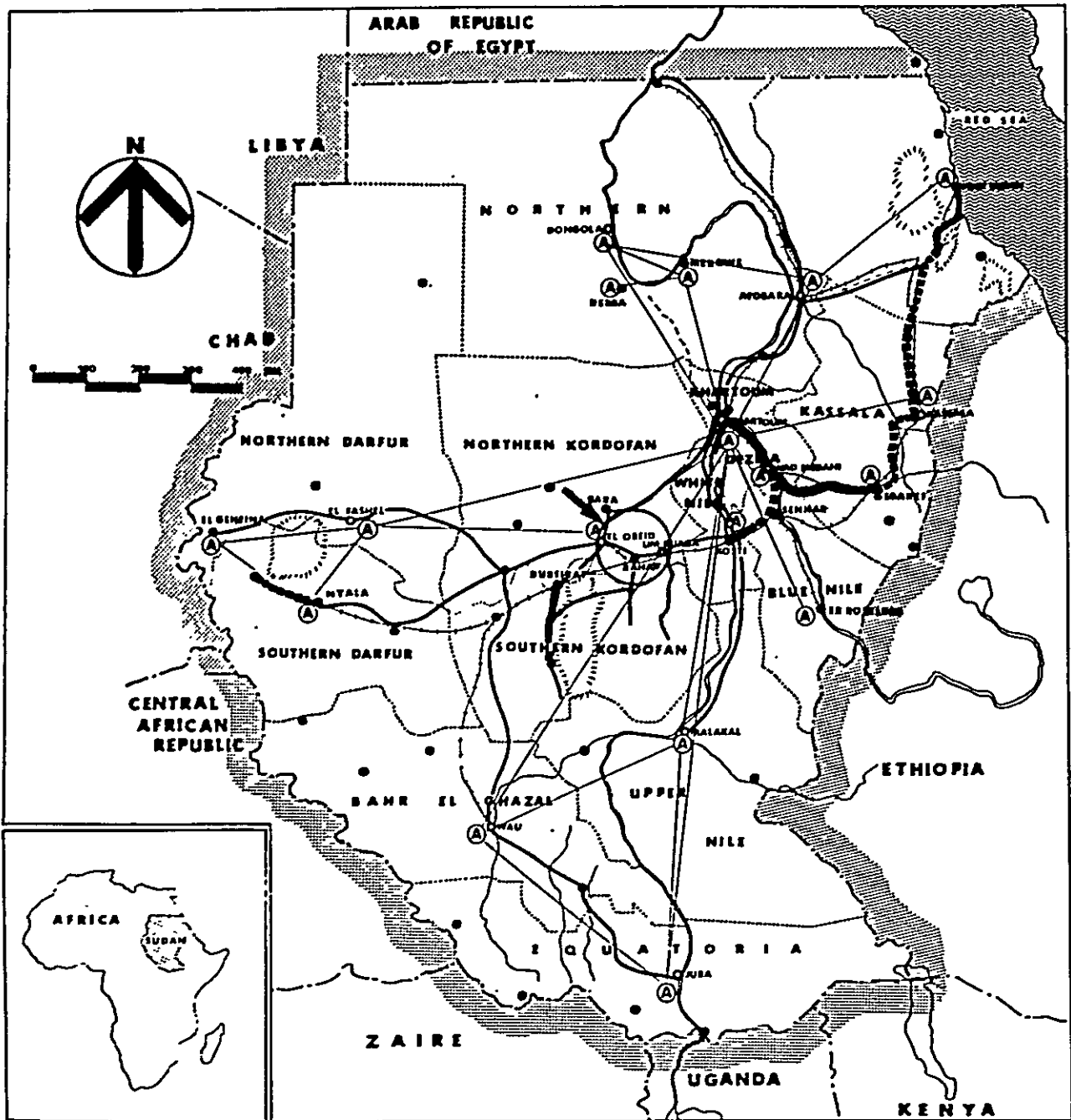
CHAPTER I	<u>Page</u>
CHAPTER II	
FIG. II-1	Flow Chart of the Study on El Obeid - Um Ruaba Road Project . . . . . 2- 5
TABLE II-1	Time Table of the Study . . . . . 2- 6
CHAPTER III	
CHAPTER IV	
TABLE IV-1	Direct Influence Zones . . . . . 4- 2
TABLE IV-2	Population Estimates in Northern Kordofan Province, 1977 . . . . . 4- 5
TABLE IV-3	Population in the Zones of Influence, 1977 . . . 4- 7
FIG. IV-1	Zone Map and Road Network . . . . . 4- 3
FIG. IV-2	Cultivated Areas by Type of Main Products in Northern Kordofan Province, 1970-1976 . . . . . 4-10
TABLE IV-4	Main Agricultural Productions in Northern Kordofan Province, 1976 . . . . . 4-12
CHAPTER V	
TABLE V-1	Weather in El Obeid and Kosti(1941-1971) . . . 5-15
CHAPTER VI	
FIG. VI-1	Transportation Network, Sudan . . . . . 6- 2
FIG. VI-2	Existing Transportation Network in the Project Area . . . . . 6- 6
FIG. VI-3	Zone Map and Road Network . . . . . 6-13
TABLE VI-1	Average Daily Traffic, El Obeid - Um Ruaba Road . . . . . 6-14
FIG. VI-4	Traffic Flow on Roads in Dry Season, 1977 . . . 6-15
TABLE VI-2	Distribution of Road Traffic, 1977 . . . . . 6-18
TABLE VI-3	Commodity Movement by Road, May 1977 . . . . . 6-20
TABLE VI-4	Commodity Movement by Road, May 1977 (All types of commodities) . . . . . 6-21
TABLE VI-5	Passenger Movement by Road, 1977 . . . . . 6-23
TABLE VI-6	Railway Freight Handled at Major Stations . . . 6-25
FIG. VI-5	Railway Freight Handled at Major Stations . . . 6-26
TABLE VI-7	Estimate of Railway Freight Handled at Major Stations by Type of Goods. . . . . 6-27
TABLE VI-8	Passenger Booking at Four Stations . . . . . 6-29
FIG. 6	- Ditto - . . . . . 6-29
TABLE VI-9	Passenger Booking by Class . . . . . 6-30
TABLE VI-10	Passenger Movement by Rail, 1977 . . . . . 6-30
TABLE VI-11	Characteristics of Representative Vehicles . . . 6-31



List of Tables and Figures  
(Page 2)

	<u>Page</u>
CHAPTER VI	
TABLE VI-12	Operating Cost of Vehicles, Car . . . . . 6-35
TABLE VI-13	Operating Cost of Vehicles, Van/Pick-ups . . . . . 6-36
TABLE VI-14	Operating Cost of Vehicles, Medium Truck . . . . . 6-37
TABLE VI-15	Operating Cost of Vehicles, Heavy Truck . . . . . 6-38
TABLE VI-16	Operating Cost of Vehicles, Bus . . . . . 6-39
CHAPTER VII	
TABLE VII-1	Geometric Design Criteria. . . . . 7-3
FIG. VII-1	Typical Cross Sections . . . . . 7-7
TABLE VII-2	Technical Comparison of Alternative Plans . . . . . 7-13
FIG. VII-2	Alternative Plan . . . . . 7-12
CHAPTER VIII	
TABLE VIII-1	Work Schedule . . . . . 8-2
TABLE VIII-2	Economic Unit Cost of Construction Items . . . . . 8-4
TABLE VIII-3	Economic Cost of the Project . . . . . 8-6
TABLE VIII-4	Construction Cost by Plan . . . . . 8-7
TABLE VIII-5	Construction Cost by Route . . . . . 8-8
TABLE VIII-6	Maintenance and Repair Cost . . . . . 8-9
TABLE VIII-7	Maintenance and Repair Cost . . . . . 8-10 (1983-2002)
CHAPTER IX	
TABLE IX-1	Growth of Economy and Road Traffic . . . . . 9-4
TABLE IX-2	El Obeid - Um Ruaba Road: Benefits of Normal Traffic . . . . . 9-8
FIG. IX-1-1	El Obeid - Um Ruaba Road Traffic by Section, ADT, Plan 1 . . . . . 9-9
FIG. IX-1-2	- Ditto - Plan 2 . . . . . 9-10
FIG. IX-1-3	- Ditto - Plan 3 . . . . . 9-11
FIG. IX-1-4	- Ditto - Plan 4 . . . . . 9-12
FIG. IX-1-5	- Ditto - Plan 5 . . . . . 9-13
FIG. IX-1-6	- Ditto - Plan 6 . . . . . 9-14
FIG. IX-1-7	- Ditto - Plan 7 . . . . . 9-15
TABLE IX-3	Number of Buses for Diverted Passengers per Day . . . . . 9-16
TABLE IX-4	Economic Benefits of Diverted Passengers . . . . . 9-16
CHAPTER X	
TABLE X-1	Cost-Benefits Analysis of the Project . . . . . 10-2
TABLE X-2	Streams of Cost and Benefit: Plan 2 . . . . . 10-3
TABLE X-3	Cost-Benefits Analysis of the Project . . . . . 10-4
TABLE X-4	Postponement of the Project: Plan 2 . . . . . 10-5

# THE SUDAN



## LEGEND

- |  |                          |  |                     |
|--|--------------------------|--|---------------------|
|  | PAVED ROADS              |  | BOUNDARY            |
|  | UNDER CONSTRUCTING ROADS |  | PROVINCIAL BOUNDARY |
|  | OTHER ROADS              |  | MOUNTAINS           |
|  | RAILWAYS                 |  | PROJECT AREA        |
|  | AIRPORTS                 |  |                     |

## 第 I 章

1.00	序 章	1-1
1.01	目 的	1-1
1.02	背 景	1-1

## 1.00 序章

### 1.01 目的

スーダンにおける地域間をつなぐ交通体系は、国土を南北に流れる ナイル河沿いに発達して来た。開発計画の次の目標は、Port Sudan より 西方へ広大な国土を横断する交通体系の整備におかれており、この計画にしたがって、道路、鉄道の改良および調査がいくつか進められている。

この調査は、El Obeid - Um Ruaba 間の道路 150 km を対象としているが、この区間は、東部の Port Sudan から西部のチャド国との国境の町 El Geneina までの国土を横断する 1,800 km の道路の一部である。調査区間は アフリカ横断道路の一部にも選定されている。調査の目的は、建設計画の経済的可能性を検討するとともに、道路の予備設計を行うことにある。最速建設計画案は、道路の利用者、みならず地域経済への影響も考慮して決定することにした。

### 1.02 背景

スーダン政府は 1976 年当初、同国の緊急な交通体系整備の必要性から、当道路区間の経済的・技術的調査の協力を、アフリカ開発銀行 (ADB) グループ及び 日本政府に要請した。それ以前に、日本政府は、ADB に対し、ADB の融資プログラムに載ったプロジェクトの調査の技術協力を実施することに同意していた。ADB がこの道路プロジェクトを融資プログラムに取上げ、以後の 1976 年 11 月に スーダン政府、ADB、日本政府の

協議が行われ、本調査は 日本政府の技術協力のもとに実施することになった。

本調査は、国際協力事業団(JICA 日本政府の海外技術協力の公約実施機関)の手によって行われることになり、1977年2月に調査団を編成した。調査団は、1977年3月に スーダンへ入国した。現地調査は、6月中旬まで続けられた。国内作業は、1978年3月に終了のように予定されている。9月、10月には、スーダン政府のカウンターパート 3名が来日し 調査団のレポート作成に協力した。インテリム・レポートは、11月に スーダン政府の道路橋梁公団(RBPC)と ADBに 提出される。

インテリム レポートの内容に関するコメントおよびアドバイスに対しての回答は 1978年2月に提出予定のドラフト ファイナル レポートに 組み込む予定である。

JICAは本調査の全過程を監理するために "作業監理委員会" と置いた。作業監理委員会のメンバーは、建設者の各分野の専門家から選ばれ、スーダン政府と ADB との 会議にも出席し、適宜、適切な助言を与えている。

## 第 II 章

2.00	手 法	2-1
2.01	作 業 目 標	2-1
2.02	日 程 と 手 法	2-2
2.03	作業監理委員会及び調査団員氏名	2-3

## 2.00 手 法

### 2.01 作 業 目 標

プロジェクトエリアには、ルートが2つある。1つは、El Obeid と、Um Ruabaを直結する、北回りルートであり、他は、南回りルートである。南回りルートは、北回りルートより延長が長く、鉄道と平行して、Rahadの町をふくめ、人口集中地区を通過している。南回りルートには、6つの代替案が考えられる。これら代替案は、鉄道路線、土質条件、地形条件などと考慮した上で提案している。したがって、都合、7つの代替案が同一条件下で比較検討されている。

本調査に適用する設計基準は、2車線ご Bituminous 舗装とし、1996年あるいは、1997年に、アスファルトコンクリートで、オーバーレイをすることとした。北回りルートの場合には、Rahadへの、アクセス道路を本プロジェクトが建設することとした。アクセス道路は、1車線ご Bituminous 舗装として設計した。これら代替案がもたらす便益はそれぞれ推定している。7つの代替案の中から、最適の路線を見い出すのに、費用便益分析が使われた。最適路線の選択の結論までが本調査のインテリム レポートに組み入れてある。

調査の次の段階は、建設費、便益を、レビューするとともに、舗装設計、バイパス、橋梁などの代替案に対する経済評価を行うことになっている。このような、小さな代替案は、調査の第一段階に選択された最適の路線に因って検討する。

## 2.02 日程と手法

調査の日程は、表Ⅱ-1に、全体体系は、図Ⅱ-1のフローチャートに示す通りである。調査団の作業日程は、1977年3月中旬から、約100日間の現地調査を行い、引き続き日本国内で作業を行い、調査は、1978年3月完了の予定である。調査の概要は、次に述べるとおりである。

- a) 1:250,000地形図と、1962年撮影のモザイク写真が、スーダン政府から提供された。調査団は、この資料を7本の代替案の比較検討の過程で使用した。
- b) 航空写真は、南回リルート上で、5kmの幅で撮影し、1:25,000のモザイク写真が作成された。これより、最適路線が決定された後、左右500mづつ計1kmの幅で1:5,000の地形図が作成された。この地形図は、調査の第二段階で、最適路線に対する建設費の見直し、及び、設計基準の選定の検討などの作業に使用される予定である。
- c) プロジェクト地域の現況調査には、既存道路の状況、即ち、勾配、路面、土質、骨材などの調査結果が含まれている。土質と骨材の試験は、RBPC及び、コンサルタントの試験室等で行った。水文調査は、踏査、気候データの収集とその分析を行った。
- d) プロジェクトコスト推定に必要な情報は、プロジェクト地域とKhartoumで入手した。これは、7つの代替案のそれぞれの建設費推定に、組み込まれている。



- e) 一連の交通量調査は、プロジェクト地域を含めいくつも行われた。諸統計資料は、スーダン政府、民間企業より提供を受けた。その資料をもとに、将来交通量及び、輸送費用が推定された。
- f) プロジェクト地域の農村部及び、都市部の経済現況と将来について調査検討した。経済発展の可能性は交通量予測にからませて考察している。便益の流しは、プロジェクトライフの期間について推定した。
- g) 経済的費用、便益分析の結果は、代替案7案の中より、最適の路線案を示すと共に、その数値よりみて、このプロジェクトが、スーダンの開発投資計画の中で、優先的に扱われてしかるべきだということを示唆している。

## 2.03 作業監理委員会及び調査団員氏名

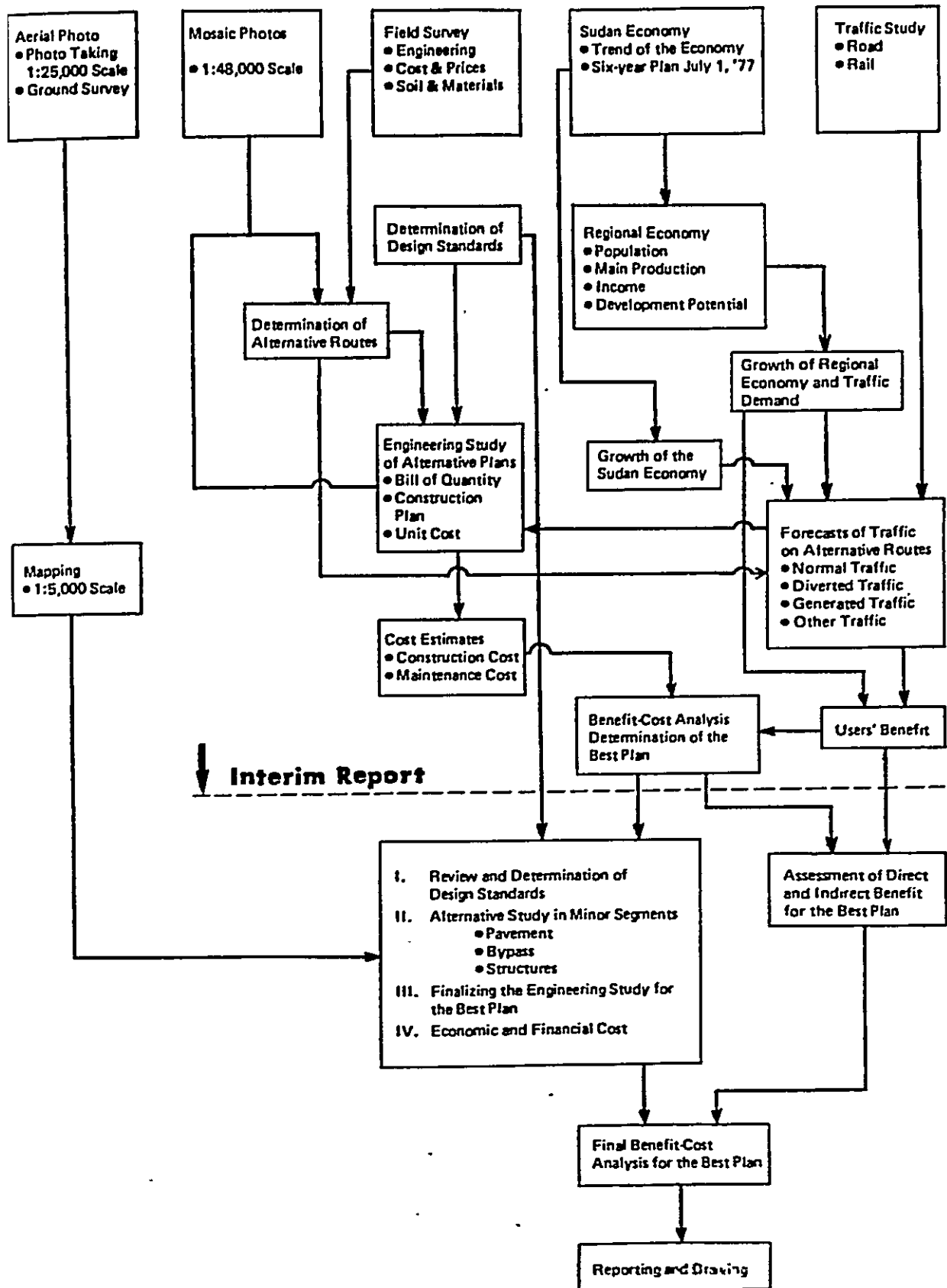
### 2.03.1 作業監理委員会

1.	大野利幸	委員長	建設省	関東地方建設局
2.	三木茂平	施工計画	建設省	関東地方建設局
3.	角地徳久	交通経済	建設省	道路局
4.	小野薫	土質舗装	建設省	関東地方建設局
5.	森本裕士	土質舗装	建設省	道路局
6.	縣 保佑	交通経済	建設省	関東地方建設局
7.	栗原宏義	コーディネーター		国際協力事業団

### 2.03.2 調査団

奥田教朝	団長
堀江照彦	副団長 経済
谷口邦夫	道路施工計画 積算
山崎正枝	農業経済
西川晴己	道路橋梁計画
岩田鎮夫	交通経済
富安 健	道路土質
宮川正孝	水理
大橋邦男	交通
市原隆一	土質骨材
大徳吉明	測量
栗田幹雄	測量

**FIG.II-1 FLOW CHART OF THE STUDY ON ELOBEID-UM RUABA ROAD PROJECT**





### 第 III 章

3.00	スーダンの概要	3-1
3.01	地 理	3-1
3.02	人 口	3-2
3.03	経 済	3-4
3.04	交 通 現 況	3-6

## 3.00 スーダンの概要

### 3.01 地理

Sudan は、アフリカ大陸の北東部にあり、Egypt, Ethiopia, Kenya, Uganda, Central Africa, Chad, Libya, に周囲をかこまれている。国土は、北緯4-22°の間で、最長、南北に、約2040 km、東西に約1600 kmの距離になり、その面積は250万km<sup>2</sup>で、アフリカ最大である。その東北側では、紅海に接し約650 kmの海岸線を持っている。Port Sudanは、この海岸にある港で Sudan の海上からの輸出入一切を扱っている。Blue Nile河は、Ethiopiaより、White Nile河は、Ugandaより発している。Sudan 南部を通りぬけて、両ナイル河は、国の中央で合流し、そこからナイル河と呼ばれ北へ、Egyptへ下りて行く。地形は、東・南・西部の一部の山岳地を除き、全般的に平坦である。サハラ砂漠は、この国の北部に及んでいて、ここは雨量も少ない。この国の中央部は、サバンナであり、南部は湿地帯、森林、密林等が存在している。

Sudan は、代表的な熱帯性の大陸型気候に覆われている。暑い乾燥した北よりの風が、砂漠地方で年間を通してみられる。中央部より南部にかけて、乾燥した北からの風と南からの湿気を持った風が交互にみられる。暑い時期は、4月より7月の間であり、11月より1月は涼しい時期である。国の北部は、雨も少ないが、南部は多くなっている。北部では、年間20mm程度の雨量だが、南部奥地では、1500mmに達する。雨期は、6月～9月の4ヶ月である。

雨は、にわか雨 及び雷をともなう一時的な しゅう雨である。砂嵐(ハブーブ)は、砂漠、サバンナ地域によくみられる。

### 3.02 人口

全国的な国勢調査は、1955/56年と 1973年に行われただけである。信頼すべき情報が不足しているため、いくつかのスタン人口の推定値がある。ここに、その2例をあげる。1つは、国連統計によるもので、他は、スタン政府の統計局によるものである。これら推定値の信頼度如何という点を別にして、スタン人口の全般的傾向は次のように述べることができる。

国連統計によると、人口は、1974年で約1730万人となり、過去8年間にわたる年平均増加率は、2.6%となっている。

(Annex III-1 Table-1 参照) この表は、又都市部における人口の変化をも示している。都会においては、継続的な人口の増加がみられる。都市人口の対前年増加率は、この間5.5%と推定されている。

スタン統計局のデータによると、1973年人口は約1500万人で、1956年以降の17年間に年平均2.2%の増加率を示している。Annex III-2は、1955/56年と、1973年の県別(Province 別)人口を示している。人口密度をみると、1973年全国平均1平方キロ当たり約6人である。労働人口(Economically active population)は、15才以上の者で、就業中及び、就労の意志のある者の総数と定められ、15才以上の人口の55%、840万人となっている。労働人口の職業別分布は、Annex III-3に示され、72%が、

農業、牧畜、林業に従事している。

### 3.03 経済

Sudan では、農林業に従事する者は、<sup>Annex II-3 に示すように</sup>労働人口の  $\frac{3}{4}$  を占めている。その生産の一部を市場に荷する伝統的な生産パターンが尚一般的である。灌漑用水施設の発達と相俟って、広大なサバンナ、砂漠の転用が実現しつつある。未開の原野 120 百万 fed. のうち、僅かに 12.5% の 15 百万 fed. が耕作に使用されている現状は、急速に変化しよう。そのために政府は、国外からの協力を得て、産物の輸出国に転ずることに、意欲的である。

市場生産されている生産物中、綿花、南京豆、ガムアラビック (Annex III-6) は、Annex III-11 に示すように、Sudan の輸産額の 85% 以上を占めている。Dura, Dukhn は、広く国内で主食として消費されている。綿花の生産量と作付面積は、1973/4 ~ 75/6 の間に、それぞれ 20% 及び 40% ほど減りしている。(Annex III-4 参照)

他の主要農産物は、同じ時期に全体で 30% ほど増加している。(Annex III-5 参照) 農業国でありながら、小麦、砂糖等、食糧品の輸入が続いている。(Annex III-7 参照)

家畜類の 1973/74 頭数は、総数 40 百万頭に達している。(Annex III-8 参照) ラクダ、山羊の一部は、Port Sudan, Halfa より、近隣諸国へ輸出されている。しかし、牛、羊は国内市場での、これに価格の騰貴をおさえるため、1974 年来以降、輸出が規制されている。家畜類は、人口以上に多いのど、いまだにその大部



分が、遊牧民に保持され、県から県へ移動している。牧畜生産に必要な牧草地を、この広大だが雨の少ない Savannah を如何に保持し、拡大するか、当面の問題になっている。

製造業の特徴は、農産品の加工が主体を構成していること、政府が国内外の資本と共に、資本投下を行っている工場があること（例えば、砂糖、なめし、紡績、等）輸入に替る国内製造業（セメント、タバコ、繊維、等）は、それらの生産だけでは国内需要に応じることができないことである。国内総生産における製造業のシェアは、1966/67年より、1975/76年にかけて、GNPの8~9%を占めていて、特に増加していない。（Annex III-9参照）海外からの投資に対する優遇策は、Development and Promotion Act of Industrial Investment 1972年で決められている。

海外からの資本の流入は、1971/72に、LS 20百万であり、たものが、1975/76年に、LS 142百万に急増している。一方、国際収支は、その赤字が同じ期間に、LS 20百万より、LS 69百万に増加している。（Annex III-10参照）

GDPは、過去9年間にわたる推移を見ると、全体的な産業構成の変化は殆んどない。この期間には、1970年代はじめの大かんばんや 1973年10月の Arab-Israel 戦争後の世界的なインフレを経験している。市場価格表示では、1966/67のGDP LS 533百万が、1974/75年のLS 1511百万へと9年間に、280%（年平均増加率13%）の規模に達している。しかし、実質価格で見ると、この間では、約20%（年平均増加率2%）の増加にすぎなかった。し

かし、この期間の後半、1971/72年以降は、実質2年平均4%づつ増えている。なお、1976/77年までの期間をとると5%、又は、それ以上となっていると考えられる。この間のセクター別のシェア変化をみると、農業は33%より39%へ、商業は、29%より23%へと変っている。(Annex III-9参照)

### 3.04 交通現況

Sudan の交通現況は、鉄道、道路、航空機による輸送の他、ナイル河利用の舟運の輸送もある。さらに、伝統的なラクダ、ロバ等の動物による輸送も存在している。このうち、鉄道は、過去数十年もの間、Port Sudan よりの輸出入と、内陸都市間輸送の大部分を担当してきた。しかし、鉄道輸送だけで、国の経済発展を支えることは出来ない。いくつかの輸送手段の改善が必要で、特に、道路体系の整備が最近数年、急速に、計画、かつ実行されてきた。輸送分担割合を見ると、鉄道が、都市間輸送の旅客と貨物いすれも約70%を、占めていることがわかる。(Annex III-13 参照)

道路、橋梁公団 (Roads and Bridges Public Corporation 略称 RBPC) は、政府管理の公団で、Sudan 全体の幹線国道の計画、建設、維持管理に当たっている。その実行経費は、内閣の一般収入の一部を割り当てられ、特定財源を保持していない。RBPC の組織図は、Annex III-14 に示される。

RBPC の資料によると、総延長20,000km におよぶ道路網があり、舗装道 875 km (5%)、工事中道路 900 km (5%)、

砂利道 6,000 km (30%) と土道 14,000 km (60%) が構成されている。土道の多くは、雨期に交通が杜絶する。Transportation Network 図 Annex III-15 に道路現状を示す。幹線道路のうち、舗装工事が終了すると、その道路は R B P C に帰属する。その他の土道は、県に帰属しており、殆んど維持管理はされていない。

道路条件が悪いため、普通乗用車、小型バスは、都市内及び一部の道路上の走行が可能でだけである。サバンナ、砂漠の土道を利用する車輛の大部分は、大きなタイヤを装備した高馬力の貨客混載の大型トラックか、小型4輪駆動車と大型バスである。これらの土道の大部分の土質は、一様な粒径の細砂であり、自動車の走行に当り、他の原因とあいま、て、いくつものトラブルを発生させ、走行費は、非常に高いものとなっている。

近年、道路網の整備計画は、急速に実施に移されるが、R B P C により、て実施あるいは、計画中のものは、Annex III-16 に示す通りである。このような道路網の成長と相まって、自動車の保有台数は 1970年の 50,000台より、1975年の 79,000台と、年平均12%で増えているし、ガソリンの自動車消費量は、同じ時期に平均4.5%ずつ増えている。(Annex III-17, 18 参照)

スーダン鉄道は、現在、総延長4,784 km の狭軌の単線鉄道を運営している。そのうち、重要な路線で輸送量の集中している Port Sudan - Atbara - Khartoum 間 787 km は、90ポンドの重量レールが敷かれているが、その他の区間は、50~75ポンドの軽量レールが敷かれている。

軌道、車輛、ワークショップは、部分的には取り換えられているが一般的に古い。このような施設は、車輛用燃料、車輛用部品、セメント、砂糖などを、しばしば市場で不足しており、国内の輸送需要を十分に満たしていない。

鉄道統計によると、Port Sudanから、Khartoumへの輸送量の40%は、石油製品であるが、そのほとんどは、1977年9月に完成するパイプラインに転換する。そのため、この区間では、余った輸送量が他の物質の輸送に使用出来、又、ここに使用されていたタンクワゴンは、他の路線に転用され、その輸送量に若干の変化がみられよう。尚、鉄道では、Port Sudan—Haiya間の複線化、及び老朽化した施設の更新と当面の改良計画に持っている。

Sudan国には、18の空港があり、そのうちKhartoum<sup>とPort Sudan</sup>空港は、夜間の離着陸が行える国際空港である。近隣の国への近距離国際線は、Juba, El Geneina空港を経由している。国内路線の幹線は、Khartoumを中心として、Port Sudan, El Obeid, 及び Jubaに至る3経線である。それ以外の1973年における旅客量は、15,530人、17,138人、9,826人であった。空港の位置と航空路線網図を、Annex III-15に示す。

航空機による旅客輸送需要が、年々高まり、現在では、 Annex III-13にあるように、都市間の年間利用客は、約10万人(1977年)で、全旅客輸送の4%を航空機に依存している。これ等の Sudan 国内の航空路線は、全て Sudan Airways により、運営されている。Sudan Airways は、Boeing 737, Fokker 27 を国内線用に投入しているが、空港の施設が不十分なこと、部品調達を含めて機体の整備が不十分なため、需要に十分応じて便数を提供しているとは言えない。

他に、輸送体系の中で触れるべき点は、次の3点である。

- a) 海上輸送の場合は、Port Sudan が 唯一の貿易港であり、ここより内陸への輸送は、鉄道、道路(パイプライン輸送が、1977年末に始動する。)で行われ、港湾施設及び内陸への輸送施設が十分でないため、沖待ち、陸揚げ後の荷貨が常にみられる。
- b) 河川船路は、ホワイト ナイル上流で今日でも利用されている。旅客、貨物輸送の主たる区間は、ホワイト ナイル河の Kosti - Malakal - Juba 及びナイル河の Karima - Dongola 間である。又、ナイル河横断のため、数箇所に行いて、フェリーサービスが行われている。
- c) 動物(ラクダ、ロバ)は、輿地において輸送手段として、広く使われている。その輸送量は、統計値として出ていないが、道路交通<sup>(74)</sup>カバール得ない地域において、又、自動車輸送に依存するのが適当でない物質や旅客輸送の一部に、依然として役立つと考えられる。

## 第 IV 章

4.00	影響圏の経済	4-1
4.01	影響圏の概要とゾーニング	4-1
4.02	人口	4-4
4.03	直接影響圏の経済	4-6
4.04	所帯当りの平均所得	4-14
4.05	地域経済の将来	4-15

## 4.00 影響圏の経済

### 4.01 影響圏の概要とゾーニング

#### 4.01.1 概要

ここでは、プロジェクト道路の影響圏の設定、及びその影響圏での人口と経済活動の現状を述べる。交通の利用現況については、第Ⅶ章で述べる。

当道路プロジェクトは、スーダン西部の中心都市 El Obeid の近くに位置する。El Obeid は、首都 Khartoum の南西約 400 km にあり、Northern Kordofan 県の県庁所在地である。人口約 10 万人の全国第 3 の都市で、この地方の行政、経済、交通の中心地になっている。周辺地域は、広大なサバンナ地帯で伝統的な手法による農業が行われている。このプロジェクトの直接影響圏は、El Obeid を起点に、南東に向い Rahad, Semeih そして Um Ruaba に至る地域である。又、プロジェクト地域は、South Kordofan 県の Nuba 山地域の綿花栽培の中心地に近く、道路沿いにも綿花の耕作が見られる。El Obeid は、Khartoum, Gezira 等、東北部諸県から、この県の西部や、South Darfur 県等への交通の要衝であり、交通燃料の補給や積み替え等も、ここで行われている。

#### 4.01.2 ゾーニング

沿道地域での人口、経済活動、交通システムの分布を明らかにする為に、ゾーニングを次のように定めた。これは、第Ⅶ章交通調査でのゾーニングと同じものである。一次影響圏(直接影響圏)は、El Obeid - Um Ruaba 間を沿道の両側約 10 km づつの幅でと

り、鉄道の駅又は、大きな村落を各ゾーンを中心にして、Fig IV-1  
 に示すように、10ゾーンを設定した。各ゾーンを中心となる町又は、  
 村落名、面積は次表に示すとうりである。二次影響圏は、一次影響  
 圏の外側の地域であり、南、北両Kordofan 県及び全国に15ゾー  
 ンを設定した。

Table IV-1, Direct Influence Zones

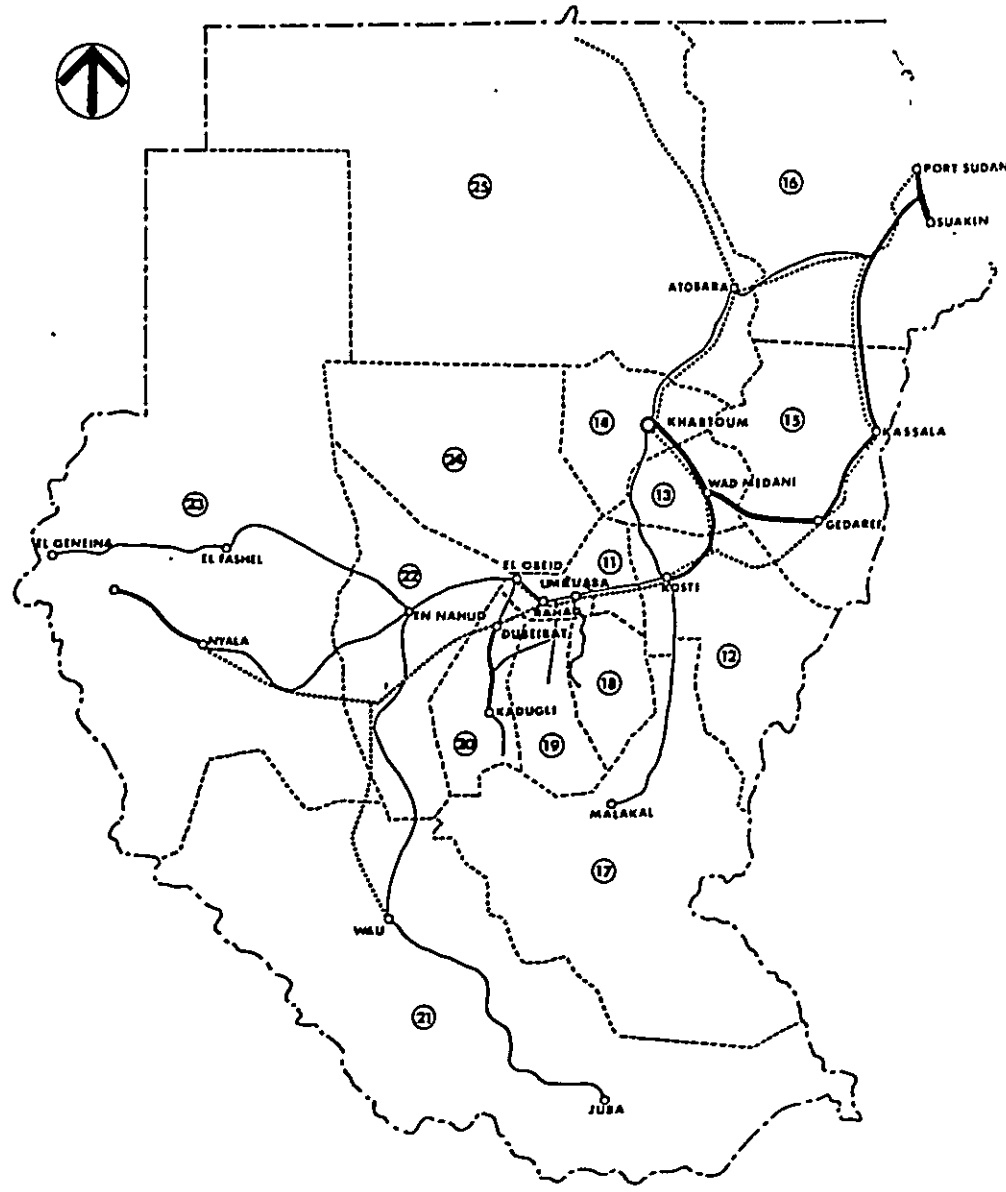
(Unit: km<sup>2</sup>)

No.	Name	Total Area	Urban <sup>or</sup> , Lake	Rural
1	El Obeid	675	20	655
2	Geifil	1060		1060
3	Et Taiyara	670		670
4	Shamagatta	920		920
5	Um Ruaba	770	2	768
6	Abu Hamra	870		870
7	Semeih	850		850
8	Rahad	700	Lake <sup>3</sup> 31	666
9	Nawa	780		780
10	El Air.	850		850
Total		8145	56	8089



FIG. IV-1

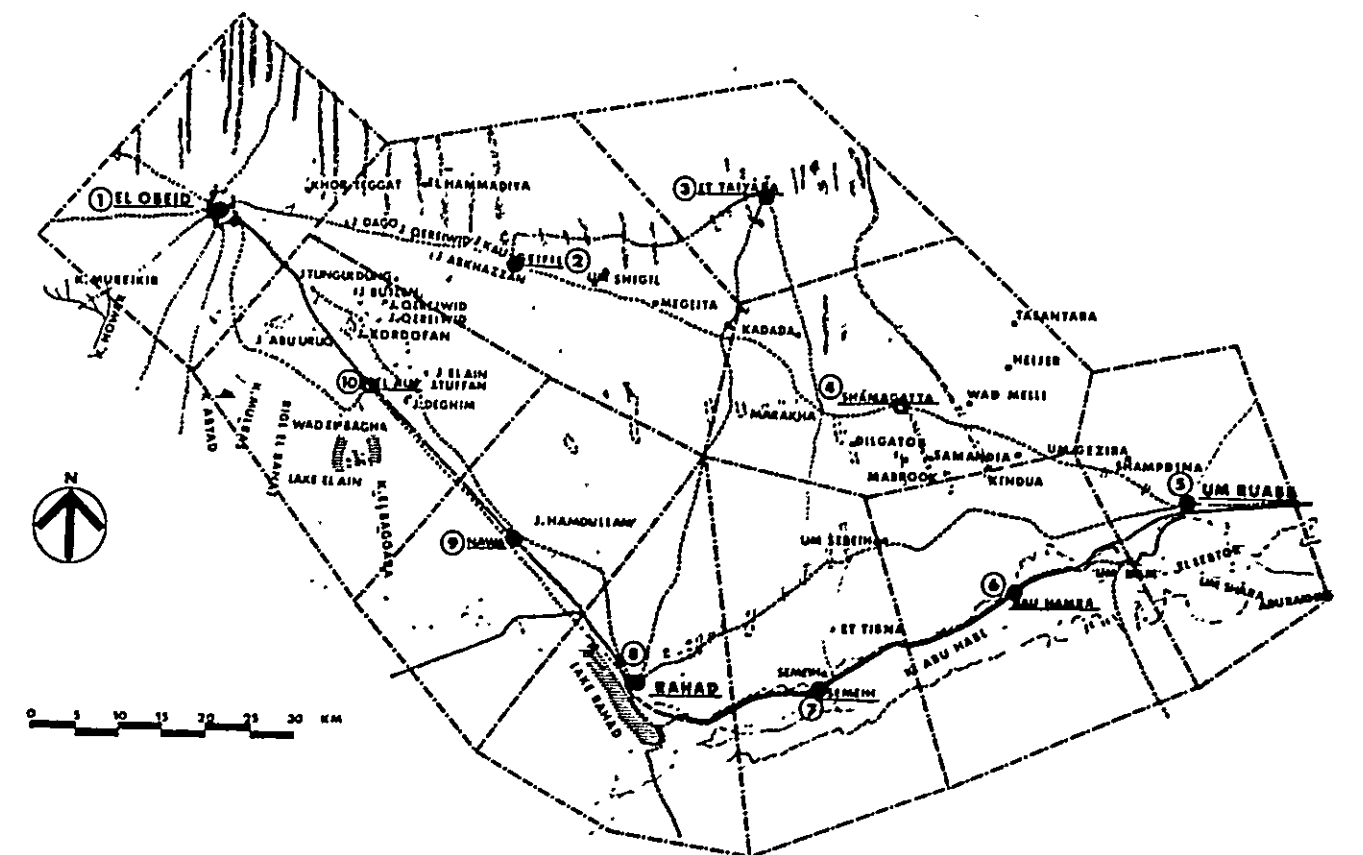
# ZONE MAP AND ROAD NETWORK



**LEGEND**

①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓  
 ZONE NO.

— PAVED ROADS  
 - - - UNDER CONSTRUCTION ROADS  
 --- EARTH ROADS  
 = RAILWAYS  
 - - - ZONE BOUNDARY



**LEGEND**

--- EXISTING ROADS.  
 - - - RAILWAYS  
 ~~~~~ RIVERS (KHORS)  
 --- GOZ

①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓  
 EL OBEID NAME OF TOWN  
 HILLS  
 --- ZONE BOUNDARY  
 ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓  
 ZONE CENTROID & NAME OF ZONE  
 ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓  
 ZONE NO.

## NUMBER AND ZONE

|              |                  |             |
|--------------|------------------|-------------|
| 1 EL OBEID   | 11 TENDELT       | 21 WAU-JUBA |
| 2 GEIFIL     | 12 KOSTI-SENNAR  | 22 EN NAHUD |
| 3 ET TAIYARA | 13 WAD MEDANI    | 23 NYALA    |
| 4 SHAMAGATTA | 14 KHARTOUM      | 24 BARA     |
| 5 UM RUABA   | 15 KASSALA       | 25 ATBARA   |
| 6 ABU HAMRA  | 16 PORT SUDAN    |             |
| 7 SEMEIH     | 17 MALACAL       |             |
| 8 RAHAD      | 18 EL ABBASIYA   |             |
| 9 NAWA       | 19 NUBA MOUNTAIN |             |
| 10 EL AIN    | 20 KADUGLI       |             |

## 4.02 人口:

### 4.02.1' Northern Kordofan 県

Sudan では、1955/56年に全国人口調査が行われ、1964/66年に、都市部のみ的人口調査が行われた。次いで1973年第2回の全国人口調査が行われたが、その詳細はまだ発表されていない。その間に毎年的人口が推計され、スーダン国政府や国連機関等から発表されている。国連の部局から出された資料の中には、この国の最近の人口成長率を相当高く（年率3%台）推計しているものもある。

スーダン政府関係の統計や、Northern Kordofan 県から提供された情報をもとに、1955年から1973年までの18年間におけるこの国の全人口の成長年率は、2.2%、Northern Kordofan 県のそれは、1.3%程度とみるのが妥当と思われる。政府及び、県庁より提供された情報は、Annex IV-1, IV-2 及び、IV-3 に示される。これらをもとに、南・北両県 Kordofan 県の1977年人口を、推定し Annex IV-4 に示す。Northern Kordofan 県の district 別に、1977年現在の都市部人口、農村定住人口、遊牧民数を推計すると、表 IV-2 のとおりで、全人口1,365,000人である。

遊牧民は、表 IV-2 にみられるように、Northern Kordofan 県に、1977年現在、約21万余人が居住し、南・北両 Kordofan 県の遊牧民人口は、40万余人と推定される。Northern Kordofan 県庁から、得た資料によると、1973年の旧 Kordofan 県の遊牧民の人口は、

TABLE IV-2 POPULATION ESTIMATES IN NORTHERN KORDOFAN PROVINCE, 1977

|                            | Settled Population |              | Nomad<br>(3) | Settled<br>Population<br>Total<br>(1) + (2) | Rural<br>Population<br>including Nomad<br>(2) + (3) | Total<br>(1) + (2) + (3) |
|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
|                            | Urban<br>(1)       | Rural<br>(2) |              |                                             |                                                     |                          |
| Northern Kordofan Province | 198,406            | 903,083      | 213,916      | 1,101,489                                   | 1,166,999                                           | 1,365,405                |
| Central District           | 105,738            | 97,792       | 5,149        | 203,530                                     | 102,941                                             | 208,679                  |
| Eastern District           | 40,097             | 291,451      | 21,365       | 331,548                                     | 312,816                                             | 352,913                  |
| Western District           | 38,953             | 307,034      | 9,822        | 345,987                                     | 316,856                                             | 355,809                  |
| Northern District          | 10,479             | 140,693      | 15,285       | 151,172                                     | 155,978                                             | 166,457                  |
| North-Western District     | 3,139              | 66,113       | 142,395      | 69,252                                      | 208,508                                             | 211,647                  |
| Free Lance                 | -                  | -            | 69,900       | -                                           | 69,900                                              | 69,900                   |

286,644人であった。一方、スーダン政府統計部の1973年調査の中  
一次概算 (National Planning Commission, Economic Survey 1974,  
Appendix Table 2-1) では、旧Kordofan県の遊牧民は、406,274人  
と記載されている。これからもわかるように、季節的に移動する遊  
牧民は、特にその実数がかみにくい。

#### 4.02.2. ゾーン別人口の推定

直接影響圏10ゾーンの人口は、航空写真 (photo mosaic) 1:  
48000 (1962年作成) 地図 1:250,000 (1975年修正済) によつて、  
3グループに分けた。各グループの平均戸数を得たのち一戸平均の  
家族数を5人と仮定して、定住人口 (遊牧民を除く) を得た。これ  
が、Table IV-3 に示される。定住人口は、都市部と農村部に分け、  
さらに、農業従事人口及び、農家戸数を推定した。これが Table IV  
-3 に含まれている。なお、具体的な人口推定の経過は、Annex  
IV-5 に述べられている。

### 4.03 直接影響圏の経済

#### 4.03.1 都市部

調査対象道路の直接影響圏として設定した、8145km<sup>2</sup>の地帯に  
は、25km<sup>2</sup>の市域 (El Obeid, Um Ruaba, Rahada 3つの市街地)  
と、それらの周辺の約8,100 km<sup>2</sup>の農村が含まれる。El Obeidは、  
人口10万人をこえる地方中核都市であり、県庁その他、中央官庁の  
支所もある。電力は、ディーゼルによる。発電設備により供給し  
ている。上水設備は都心では普及しているが、断水がしばしばある。

TABLE IV-3 POPULATION IN THE ZONES OF INFLUENCE, 1977

| Zone No. | Total   | Urban   | Rural Settled | Settled in Agriculture | Settled From-households |
|----------|---------|---------|---------------|------------------------|-------------------------|
| 1        | 119,688 | 105,738 | 13,950        | 11,718                 | 2,344                   |
| 2        | 13,340  | -       | 13,340        | 11,206                 | 2,241                   |
| 3        | 10,970  | -       | 10,970        | 9,215                  | 1,843                   |
| 4        | 13,950  | -       | 13,950        | 11,718                 | 2,344                   |
| 5        | 41,041  | 23,141  | 17,900        | 15,036                 | 3,007                   |
| 6        | 9,614   | -       | 9,614         | 8,076                  | 1,615                   |
| 7        | 12,922  | -       | 12,922        | 10,854                 | 2,171                   |
| 8        | 29,226  | 16,956  | 12,270        | 10,307                 | 2,061                   |
| 9        | 6,750   | -       | 6,750         | 5,670                  | 1,134                   |
| 10       | 12,800  | -       | 12,800        | 10,752                 | 2,150                   |
| Total    | 270,301 | 145,835 | 124,466       | 104,552                | 20,910                  |

病院、医院、高等学校（寮制をとる）、公営市場、消防署、警察署等、公共施設は、おおよそ存在している。交通施設の現状は、第VI章1節において述べる。工業は、その主業種は、落花生、ゴム等を原料とする加工、搾油工場と自動車の保守、修理工場等である。一方、縫製業、製靴業、家具造り等の家内工業は、マーケットの周辺に散在している。市場へ出荷され、取引される穀物を扱う倉庫があり、荷動きは、かなりスムーズに行われている。スーダン銀行の支店を含めて、いくつかの銀行支店、卸、小売の店舗もあり、近隣地方の生産物は豊富だが、概して消費財、特に輸入品は、店先に十分に供給されていないようである。マーケット、レストラン、ティッシュアップ等は、毎夜、人々に親しまれている。

1973年に実施された労働調査が未発表なので、就業者数の職業別分布は、明らかでないが、卸小売業、輸送関係業務（運輸、修理ガソリンスタンドを含む）行政業務及び、農業が主たる雇用業種である。製造業は、多くの就業機会をもたらしはるほど発達していない。

Um Ruabaの人口は約23,000人で、Eastern Districtの行政中心都市である。又、Um Ruabaは、この地域での食糧用の生産中心地であり、El Obeidより多い10ヶ所の搾油工場がある。

Rahadは、Um Ruabaよりさらに小さく、人口は約17,000人である。公共の発電、給電設備は、まだ建設されていない。Nyala方面とEl Obeid方面の鉄道の分岐点であるため、肉牛の鉄道輸送のための囲い場が、数年前に建設されたが、その後使われていないままである。最近これを、復活させて奥地から牛の輸送に使うことが、検討されている。

#### 4.03.2 農村部

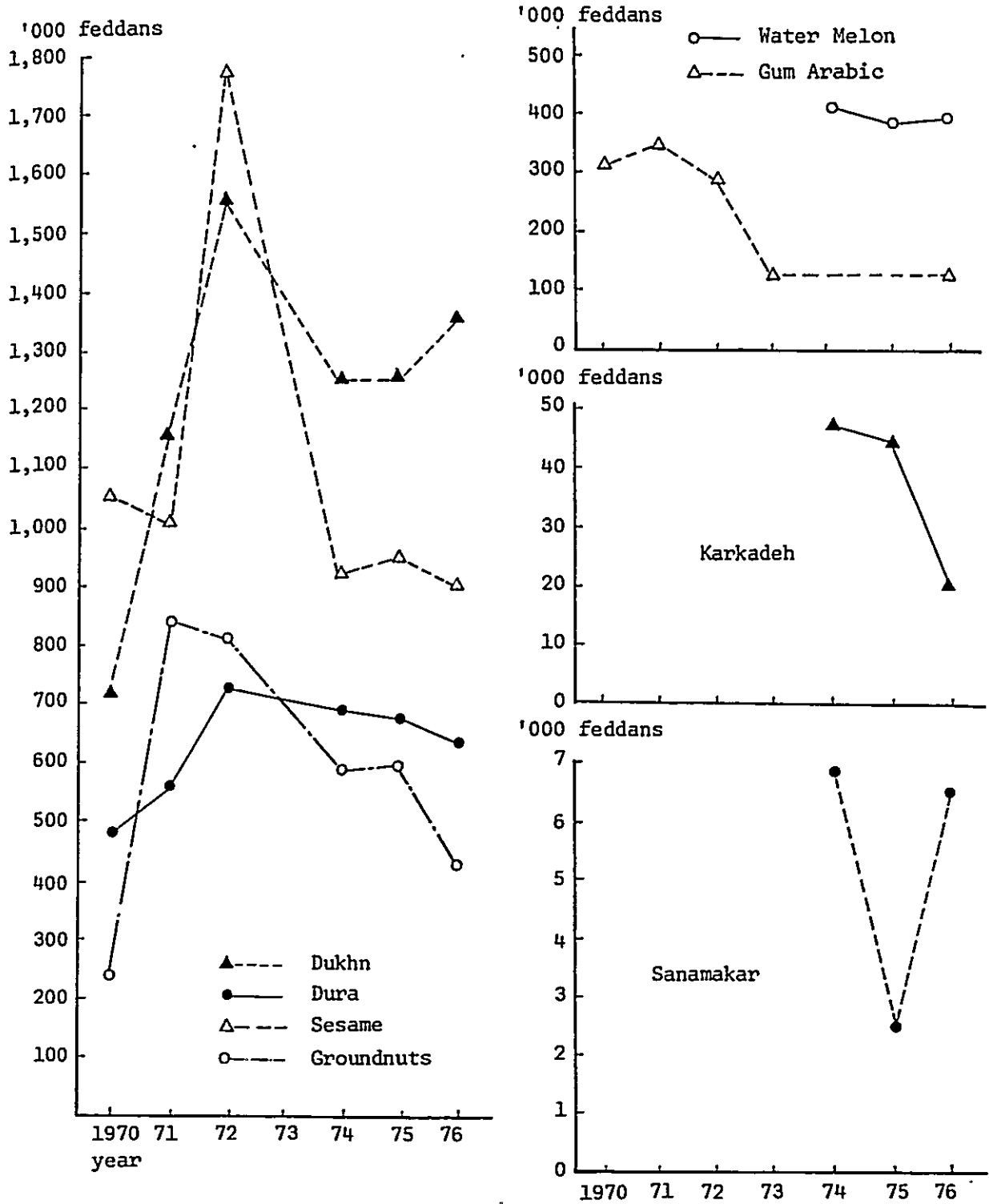
直接影響圏の大部分を占める、8,100 km<sup>2</sup>、約99%は、農村地帯である。住民の大部分は、伝統的な生活を営んでいる。彼等の住家は、草と泥で出来ており、食料を自給し、余剰農産物を仲買人に売るか、あるいは、ロバやラクダ等により、自ら市場に運ぶ。定着農民の家畜は、農産物その他、生活物資等の運搬用と肉や乳の自給用が主であり、市場に出る家畜の大部分は、遊牧民からの出荷である。現在、この地方で飼育されている家畜の約90%は、遊牧民のものであるという。

Northern Kordofan 県の総耕地（休耕地を含む）440万 feddans（約22,000 km<sup>2</sup>）と推定される。そこで営まれる農業のほとんどすべてが、旧来からの慣行的な天水依存農業（traditional rain-fed farming）であり、その主作物は、あづきもち（dura）、ゴマ（sesame）、落花生（groundnuts）、西瓜種実（watermelon seeds）等である。その他、この地方は、この国の代表的林産物の一つである、アラビアゴム（gum Arabic）の生産地である。

これら農林産物の生産量は、年次による変動がきわめて大きい傾向がある。Fig. IV-2 及び Annex IV-6 は、1970年以降の主要作物の生産量と作付面積を、まとめたものである。これらによると、1970年はじめより後半の方が、生産量が安定していることがわかる。農作物の作付面積と収量の年次変動が大きい理由は、Northern Kordofan 県のすべての農地が、農業可能な最少雨量帯であって、年雨量が、200～400 mm の範囲で変動しているからである。灌漑と

Fig. IV-2

Cultivated Areas by type of Main Products  
in Northern Kordofan Province, 1970 - '76



Sources: Produced by the data on Annex IV-6



貯水施設が建設されていないので、農耕地の拡大や耕作時期を、他の月々に広げることが出来ない点も、生産の停滞原因の一つにあげられる。

現在、Northern Kordofan 県の特に 700 プロジェクトの

直接影響圏において作付されている、主要作物の面積と生産量は、表 IV-4 のように推計される。その他、全県には、薪炭類（木炭 12,000 tons, 薪 6,000 m<sup>3</sup>）が生産され、燃料として使用されている。従って直接影響圏でも、その 1/5 の生産はあると思われる。

直接影響圏の農村部の農林業以外の産業としては、ゾーン 7 の Semeih 駅傍に、繰綿工場 (ginnery) が、あるだけである。Semeih 駅の東南部の粘土質の地域 7,200 feddans の耕作地が、Corporation system で、管理されている。この綿の栽培様式は、雨期に K. Abu Habl 川の水を利用する flooded farming の一種であり、600 世帯の農民が、平均 12 feddans の耕地を保持して参加している。12 feddans は <sup>半分ずつ</sup> 綿と稗の作付に利用されている。

搾油工場は、県の主要農産物の落花生、ゴマなどを原料とし、前述のように、三つの都市域内にある。南京豆、ゴマを買入れ、油等に精製し、Khartoum 等へ出荷している。

TABLE IV-4 MAIN AGRICULTURAL PRODUCTION IN NORTHERN KORDOFAN PROVINCE, 1976

| Items            | Unit Yield<br>KG/F | Cultivated Area                          |                                              | Production                           |                                               |
|------------------|--------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                  |                    | Direct<br>Influence<br>Zones<br>'000 f,S | Northern<br>Kordofan<br>Province<br>'000 f,S | Direct<br>Influence<br>Zones<br>Tons | Northern<br>Kordofan<br>Province<br>'000 Tons |
| Dukhn            | 120                | 174,000                                  | 1,300,000                                    | 20,904                               | 156,000                                       |
| Dura             | 150                | 88,440                                   | 660,000                                      | 13,266                               | 99,000                                        |
| Sesame           | 75                 | 123,280                                  | 920,000                                      | 9,246                                | 69,000                                        |
| Groundnuts       | 350                | 71,020                                   | 530,000                                      | 24,857                               | 185,500                                       |
| Watermelon seeds | 95                 | 52,930                                   | 395,000                                      | 5,028                                | 37,525                                        |
| Karkadeh         | 12                 | 4,958                                    | 37,000                                       | 59                                   | 444                                           |
| Sanamakar        | 540                | 670                                      | 5,000                                        | 362                                  | 2,700                                         |
| Gum Arabic       | 50                 | 18,090                                   | 135,000                                      | 905                                  | 6,750                                         |
| Total            | 1,392              | 533,388                                  | 3,982,000                                    | 74,627                               | 556,919                                       |

Note: 1) The percent composite of farm households of the direct influence zones in the total of the province is applied to estimate the cultivated area in the direct influence zones.

### 4.03.3 牧畜

家畜類についてみると、この地方の牛、羊、山羊、ラクダ等の総頭数の約90%は、遊牧民が所有するということが、家畜、飼養密度は、遊牧民が多数滞在する、North-West Kordofan District が高い。

又、季節による移動も激しい。家畜類は、雨期には牧草を追いかけて北へ、乾期には、逆に南へ遊牧民に連れられて移動している。1976年に、家畜の全国調査があり、その結果は未発表であるが、Central Kordofan District と、Eastern Kordofan District の調査結果は、Annex IV-7のとおりである。

家畜は、各都市に設営されている市場で取引される。取引が成立しない時は、売手によって引取られたり、日を改めて持ちこまされたりしている。屠殺用家畜の取引も、市場で価格決定の上、行われている。一般的なワクチン注射や、他の疾病対策もこの等市場で実施されている。El Obeid 近傍での保持頭数は、市場での屠殺数に比べて、大きいこと、又、地域への輸出は、殆んどないことにより、私的屠殺が一般的慣行として行われていると思われる。そして、その頭数は、市場での場合より、はるかに多いようである。家畜類の市場での取引量は、Annex IV-8に示される。

#### 4.04. 所帯当りの平均所得

ゾーンの直接影響圏の主要農林産物の栽培面積と生産量のゾーン別推計は、Annex IV-9 に示す通りである。これら農林産物は、収穫期の11月から1月頃までの間に年間出荷量の80%が出荷される。

EI Obeid における1977年の市場価格を調査した結果は、Annex IV-10 に示す通りである。穀物類の取引手数料は、買手がこれを支払う。その料率は、100 quntar 当り、LS 0.20 で、市場価格の約0.1%とみなされる。又、輸送費用ならずに輸送中の損耗は、売手の負担となるので生産者の所得は、市場価格の約90%となると、みなされる。

一般に農耕地が相当少く分布しているため、農民は農耕地を、近隣に1個所にまとめて持つことはない。従って、種まき及び、収穫の時期には、彼等の家から遠く離れ、農耕地に近い仮設集落に住む。

Annex IV-11 に示すよう、1977年の農家の現金収入は、LS 155 (us \$ 380)/年 と推定され、1人当りでは、LS 30 (us \$ 75)/年 ということになる。

一方、都市においては、職業、年齢によつて、所得はかなりの

範囲に広がっている。El Obeid での情報によると、その平均月別収入は、次のようである。

|                     | (単位 LS/月) |
|---------------------|-----------|
| 非熟練労働者              | 25        |
| サービス業・工場労働者         | 35        |
| 運転手、機械工             | 45        |
| 熟練労働者               | 55        |
| Junior office clerk | 50        |
| Senior " "          | 80        |

都市と農村での所得格差があり、都市部での所得水準の高いことが、継続的人口の都市流入の誘因となっている。

#### 4.05 地域経済の将来

##### 4.05.1 農村部

W.P. Koppen の気候分類法によると

プロジェクト影響圏の気候は、夏季降雨型の砂漠気候と草原気候の境界地帯に入る。この地域は、年間雨量 200 ~ 400 mm の範囲内にあるが、年間雨量や、一回当りの雨量の変動が大きい。蒸発量は、平均 15 mm/日 だが、雨期には蒸発量は約半分になる。湿度は、乾期には 15% ほど、雨期には、50% である。気温は、5月の最高平均 39°C、最低平均 24°C、1月の最高平均 31°C、最低平均 14°C と分っている。家畜や農産物の成長にと、ては、適応出来る温度帯である。風速は、平均 35 %sec ほど、概して穏やかだが、乾期の強風の場合は、砂嵐 (Habab) と分るが、サバントの植生があるため、作物の風害は比較的少ない。

地形は、おおむね平坦だが、部分的にゆるい起伏が、波状的に連なっている。川は、乾期には水流が少くなる。南部では、粘土質の反転土壌 (Vertisols) がみられる。Vertisols 土壌の粘土は、

乾天下には、収縮し、雨期には膨脹する。肥沃度は高く、心土は緻密で透水性は、きわめて小さい。この土壤は、Northern Kordofan 県の南部から Southern Kordofan 県北部の Nuba 山に連なり、この地域では、綿花の大規模な生産が見られる。プロジェクト影響圏の大部分を占める。Arenosols 地帯は、成熟砂質土壤で広大な地域にわたって均質であり、やせた土壤であるが、雨水をよく吸収する。伝統的な天水依存耕作により、dura, groundnuts, sesame, arabic gum, karkadeh 等がここで生産されているが、土地の生産性は低く、スーダン全体の平均値より Annex IV-12 のように低くなる。又、遊牧民は、動物をついてこの地域を通過する。

影響圏における農業及び、牧畜の将来性についての問題点を、次に述べる。

i) 水資源及び利用施設の不足

既に述べた通り。

降雨量が少なく、かつ不規則なものの貯水 灌漑、さらに地下水利用を討らねばならないか、現在はほとんど施設がなく、又、近、将来の計画もない。水の不足が農産物の増産の阻害の最大の要因と云えよう。つまり、生産量の変動、低収量ともたらすし、水がないため耕地の拡大開拓が制約を受ける。そのため、村落周辺での土地利用が継続するので、天水依存慣行農業で行われる、焼畑農業耕作による肥沃度の保持が、必ずかしい。

ii) 農地の細分

耕地が伝統的に細分化され、農家によって保持されてあり、大規模農業経営は実行できない。

### iii) 牧草地確保の困難

遊牧民が多くの家畜類を保持し、牧草地を求めて雨期に北上し、乾期に南下し、育てつつ市場や、地域内の村落へ供給している。

牧草地の十分な確保が必要であるが、増加しつつある家畜頭数の需要を満たすに至っていない。従ってこの為の政策及び実施計画を企てる必要がある。

### iv) 農作物、家畜の病虫害の防止

農作物の病虫害の中で、よくみられるのは、ネマトーグによる被害である。これは同じ耕地に、同種、同族の作物を連作することが、蔓延の原因である。その対策としては一般的には、農薬の散布であるが、面積が広いので、輪作、焼畑、休耕の組合せによる方法が、実際的であるが、これらもあまり実行されていないようである。

家畜の病害は、牛痘、口蹄疫、炭疽病等がみられる。ワクチンの普及、定期的な視察、検疫所の設定等が必要であるが、これも又、実施されていない。

何れも防止方策がとられていないので、農産物、畜産物の飛躍的増加は、期待できない。

### v) 実験農場

既に、小規模に試験農地が、いくつか設定され、生産性向上のための助言や見本を、農民に示している。しかし現況では、規模が小さく、又、予算が少ないため、この規模拡大や設置個所の増加、高収量品種の導入等が、未だ計られていない。

### vi) 農業プロジェクト

この地域で、農業及び、家畜生産を拡大するための、大規模な

プロジェクトは、現在のところ具体化されていない。又、スーダン政府、あるいは、県の担当者は、地域経済を発展させるための、いくつかの投資計画を持っているが、そのためには調査と資金が必要である。

以上の考察により、農村部人口は、依然として1%以下で、増加するであろうし、又、伝統的耕作と家畜の生産よりなる、農村経済も今までと同じように、緩やかに成長するものと判断した。

#### 4.05.2 都市部

既に、第II章4節で述べたように、都市部の主たる工業は、周辺農村部の農産物の加工、特に食用油の生産である。もし、農業生産が増大すれば、工場への原料供給も増え、工業への投資も加わり、一連の効果が都市経済、農村経済へ普及していく。現在、新しい産業の立地は、期待されているものの、具体的な数値は把握できない。サービス業についても、特にある部門にだけ急に拡大する要因は、見当らない。従って、都市部の経済は、従来の傾向で伸びると考えられる。

#### 4.05.3 開発効果

こういう経済のもとでは、道路建設による開発便益や、開発交通量は、おぼつかしき発生しないと判断し、計上しないこととした。



## 第 V 章

|      |         |      |
|------|---------|------|
| 5.00 | 既存道路状況  | 5-1  |
| 5.01 | 道路現況調査  | 5-1  |
| 5.02 | 地形測量    | 5-7  |
| 5.03 | 土質及材料調査 | 5-8  |
| 5.04 | 水文調査    | 5-14 |

## 5.00 現存道路状況

### 5.01. 道路現況調査

対象地域は、熱帯サバンナ気候に属する半乾燥地域である。El Obeidは、標高575m、Rahadは、496m、Um Ruabaは、450mであり、全体としては、なだらかな地形である。

Rahad—Et Taiyara を結ぶ線より、西側は、J. Kordofan 標高785m、J. El Ain 標高759mをはじめ岩山が点在している。又、これらの山々に、源をもつ水路が無数にできている。東側は、砂丘地帯で、砂丘が1~2km毎に、おおむね南北方向に見られ、その高さは、15~30mであり、東側斜面より西側斜面の方が、急斜面になっている。Rahad—Um Ruabaの鉄道南方には、K. Abu Habiが西から東へ流れている。

El Obeid—Um Ruabaの現道は、Annex V-1に示すように、主に乾期に利用される、鉄道沿のRahad経由の南回りルート、延長約150kmと、雨期に主に利用される、Shamagatta 経由の北回りルート、延長約120kmとがある。現道は、都市内を除き、維持補修を行わなかった様子がなく、運転車が路面状態のよい所を選んで走行する、所謂、マルチ チョイス ロードである。

縦断勾配は、Annex V-2に示すように、ルートI、II、IIIは、平坦なルートであるが、IV、Vは、砂丘を横断するために、3%以上の縦断勾配が多くなる。又、現道の状況は、Annex V-3とV-4を参照のこと。

### 5.01.1 ルート I (El Obeid → Rahad L=75.2 km)

ルート I は、El Obeid, Rahad 間を鉄道の東北側を通るもので、全延長 75 km である。これを、3 区間に分けて記述する。

#### i) El Obeid → El Ain (延長 27.3 km)

起点は、鉄道の El Obeid 駅前の T 型交差点においた。起点より、2.2 km は、車道幅員 6.0 m の舗装道路で、空港入口まで続いている。路面の表層タイプは、浸透式アスファルト舗装で、路面の平坦性はよくない。2.9 km 地点で鉄道と交差している。鉄道の交差部分は、ガードレールがあるのみで、軌道内に路面保護材がなく、車高の高い自動車が横断できる構造がある。2.9 km - 12 km 区間は、鉄道と平行して、巾 200 m 内を、運転者の判断で走行しやすい部分 40~80 km/h の速度で走行している。水路の横断地点は、構造物がなく、乾期には、水のなかなら、細砂の渡河しやすい河床を渡っている。

16 km 地点では、J. Kordofan の北廻りコースと、南廻りコースとに分れている。北廻りコースは、大型自動車の主要ルートで J. Kordofan の鞍部に 3% の勾配で登る。18 km - 20 km 区間は、道路部分は、細砂である。雨期には、道路部分が水路にもなり、さらに敷設を深くしている状態がある。

南廻りルートは、縦断勾配は、平坦であるが、J. Kordofan に源がある水路が無数にある。22 km - 28 km 区間は、本プロジェクト最大の、K. El Baggara の本流、支流をはじめ、無数に水路が計画ルートを横断している。

ii) El Ain → Nawa (延長 22.2 km)

J. El Ain の谷間に、道路があり、まわりには大きな石がころがっており、落石の危険がある。J. El Ain から Nawa までは、ゆるい下り勾配が続いている。道路中は、100 m 程で何本も轍跡があり、雨期にできた深い轍跡をさけ、良好なところを、運転車が自由に選択して走行している。Nawa 駅前には、K. Nawa があり、乾期には、河床の細砂が、道路となり路面状態は、非常に悪い。

iii) Nawa → Rahad (延長 25.7 km)

63 km 地点で、Rahad - Ge Ail を結ぶ道路に合流する。このあたりから、69 km 地点までは、維持補修がなされてないが、路面状態が非常に良く、縦断勾配も悪い下り勾配で 80~100 km/h で、走行可能である。その後 Rahad までは、細砂の道路が続く。

5.01.2 ルート II (El Obeid → Rahad L = 75.8 km)

i) El Obeid → El Ain (延長 31.6 km)

起点は、ルート I と同じ位置において、空港入口の舗装終点で、ルート I と分岐して約 5 km 程は、所謂、マラーチョイスロードで、60 km/h 以上の速度で走行可能である。8 km 地点より、30 km 地点までは、路面をグレーダーで不陸をならした程度の維持補修がなされている幅 10 m の土道である。この道路は、現在 El Obeid 空港拡張工事のため、Lake El Ain からタンク車で、建設工事用水を、運搬するために、空港建設工事事務所が維持補修を行っているものである。

15 km 地点までは、広い尾根の真中を走っており、横断水路もなくプロジェクトエリアの中では、快適な走行ができる土道の区間である。15 km 地点には、K. Mulbas を渡る地点に潜水橋がある。これは、幅 6.70 m、全長 33.00 m で路面は、コンクリート舗装されており、路肩は蛇籠で保護されている。El Obeid 市内より、K. Mulbas の潜水橋まで、別のルートも利用されている。この道路は、市内より Kadigli - Dilingi 方面への南へのびる道路を、3 km 程走り、左へ分れて Beinu の貯水池のそばを通り、潜水橋に至る。土道である。路面状況も良く、60~90 km/h で走行可能である。

31 km 地点には、K. El Baggara がある。この水路には、横断構造物はなく、地元の運転車によれば、雨期には最大連続閉鎖期間が、25日間に及ぶことがあり、その他、短期間の閉鎖は、時々あるとのことである。

## ii) El Ain → Rahad (延長 44.2 km)

鉄道沿に、西側を平行して道路が走っている。水路の前後で縦断勾配が急になる以外は、全体的に下り勾配である。65 km、75 km の 2ヶ所で、鉄道と交差するが、線路に特別な踏切施設はなく、非常に横断しにくい。67.7 km 地点の K. Nawa には、潜水橋が架かっているが、現在は路面のコンクリートが破壊し、補修も行っていないため、自動車は、この上を走行せず、紐砂で敷かれた河床を走行している。

### 5.01.3 ルートⅢ (Rahad → Um Ruaba 鉄道沿い延長 79.0km)

このルートは、K. Abu Habi の氾濫原を走るため、乾期に利用されるものである。砂丘がせり出している所は、縦断勾配が2~3%あり、ルーズサンドで非常に走りにくい氾濫原は、一部、轍が深い所や、フー地帯のクラックが無数にある所以外は、平坦で、幅広い道路である。Abu Hamra 付近の2ヶ所で、鉄道と交差するが、横断個所には、構造物はない。

### 5.01.4 ルートⅣ (Rahad → Um Ruaba 山側延長 72.5km)

このルートは、主に雨期に利用される砂丘の中にある道路である。標高差20m~30mの砂丘を、道路が横断する形で形成されているため、3~5%の縦断勾配個所が、規則的にある。その上、砂丘は、ルーズサンドで轍が深く発達しており、乾期には、非常に走行困難である。

顕著な水路の痕跡は、見あたらなく、砂丘の谷間に雨期には、湛水する個所が、所々見うけられた。この中で一番大きい湛水池は Rahad の起点から、18km地点にあり、湛水時には、自動車は、池を迂迴して走行している状態である。

### 5.01.5 ルートⅤ (El Obeid → Um Ruaba 山側直結ルート 延長 118.7km)

このルートは、砂丘が大部分をしめる土質のため、雨期に利用されるもので、乾期には殆んど利用されていない。

El Obeid の郊外に、北東に伸びる盛土高0.5~1.5mの路床

まで完了した。工事途中の区間が、約2kmある。Um Ruaba 近郊は、一応線形は形成されているが、路盤、路床もない。El Obeid → Geifil 間は、平坦な地形で、路面の土質も固く、比較的走行しやすい。Geifil → Um Ruaba 間は、ルートIVと同様の砂丘が、規則的に形成されている。縦断勾配が、急なところもあり、かつ「ルーズ サンド」の路面であるため、自動車は、20km/h程の速度で走行する状態である。砂丘の頂上付近に、部落が所々に点散しているが、道路は村はずれをくまぬり、通っている。

#### 5.01.6 Access Road (Rahad → El Taiyara 延長40.9km)

このルートは、Rahad からルートVを、最短距離で結ぶ道路である。細砂の中にある。タイヤの跡をたどりながら走る、マルチチヨイスロードである。縦断勾配が緩やかで横断するKhor もなく、自動車は、30~40km/hで走行できる。ただし、Rahadの起点から13km地点は、雨期には湛水する。

## 5.02 地形測量

測量局は、プロジェクトエリアをカバーしている、縮尺 $1/48,000$ のモザイク写真を提供してくれた。そして、縮尺 $1/50,000$ に縮小した。このモザイク写真と $1/250,000$ の地形図により、第1段階の技術的検討を行った。

調査団は、5kmの幅で南側ルート上に航空写真をとり、縮尺 $1/25,000$ で、モザイク写真を作成した。これより、第1段階の検討により得られた最適ルートに沿って、片側500m幅の幅で、縮尺 $1/5,000$ に図化を行い、地形図を作成した。地形図を作成する上で、必要となるデータを得るため、次の地上測量及び調査を行った。

- a) 対空標識の設置
- b) 測量局の3つの基準三角点の確認
- c) 多角測量及び水準測量
- d) 方位角測量
- e) 町、川、山などの名称の調査

この縮尺 $1/5,000$ 地形図は、等高線が2.0m間隔で描かれている。



## 5.03 土質及び材料調査

### 5.03.1 土質

#### i) 概要

本地域の土質の変化は小さく、土質分布図(Annex V-5)に示すように次の5種類に分類できる。

1. 砂丘砂
2. コットンクレイ
3. 砂質シルト
4. シルト質粘土
5. 粘土

これら土質の路床土、盛工材としての検討及び、土質条件を決めるために、室内試験を実施した。室内試験は、土質分布図(Annex V-5)に示す、15箇所土質試料採取地点から、その性状を代表している8試料を選び、R.B.P.C.の試験室へ委託して、A.A.S.H.T.O.基準により、次の試験項目について行った。

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| 1. 粒度試験        | (A.A.S.H.T.O T-88)  |
| 2. 比重試験        | (A.A.S.H.T.O T-100) |
| 3. 突固め試験       | (A.A.S.H.T.O T-99)  |
| 4. アシターベルグ限界試験 | (A.A.S.H.T.O T-90)  |
| 5. 収縮限界試験      | (A.A.S.H.T.O T-92)  |
| 6. C.B.R.      | (A.A.S.H.T.O T-192) |

試験結果は、Annex V-6 に示してある。

## ii). 調査結果

## a) 調査結果の概要

調査結果の概要は、次のとおりである。

a-1) 路床土として適するのは、砂丘砂と砂質シルトで、コシトクレイやシルト質粘土及び粘土は、あまり良好ではない。

a-2) 盛土材としては、砂丘砂や砂質シルトを使用することが望ましい。コシトクレイやシルト質粘土を使用した場合には、盛土の安定に対する検討を行い、さらに施工に十分注意を払う必要がある。

a-3) 砂丘砂や砂質シルトは、侵蝕に弱く、これらの土質で、盛土した場合には、法面保護のために、粘土や砂礫等の材料を使用することが望ましい。

## b) 土質特性

b-1) 赤褐色、単粒度の細砂で、洪積世の後期に、NUBIAN<sup>1)</sup>を起源とする砂岩や花崗岩などの結晶質の岩石より構成されている。

砂丘は、ほぼ南北に走っている縦列砂丘 (Longitudinal

---

1) 中世代の地層名で、スーダンの中北部に分布している。

- dunes)で、現在は酸化鉄あるいは植生により固定されている。  
A.A.S.H.T.O.分類で、A-3に属し路床上、盛土材として適するが、  
単粒度であるため締固めによる、せん断強度の低下が考えられる。  
又、侵蝕に対して弱く、法面保護が必要となる。

b-2) K. Abu Hahl の氾濫原に堆積している濃灰色の沖積粘土  
で、収縮膨潤作用が大きい。乾期には、フラックが亀甲状に  
入り、別名ダーク・フラッキング・クレイともいう。

比重が大きいのが特徴で、有機質分が部分的に含まれて  
おり、液性限界、塑性指数が大きな値を示している。

A.A.S.H.T.O. 分類で、A-6ないしは、A-7に属し、路  
床土盛土材としては不適當である。

b-3) 粘土は、砂丘と砂丘の間の低地に堆積している青灰色の  
沖積粘土で、コットンクレイとほぼ同様の性状を示してい  
る。

b-4) 砂質シルト及びシルト質粘土は、A, Bルートと、フィル  
ート及び、アクセス道路の一部に分布している。砂質シル  
トは、赤褐色ないしは、濃赤褐色の風積土 (Aeolian Soil)  
で、シルト質粘土の上を薄く覆っている。0.074mm以下  
の細粒分を、20~30パーセント含んだ粒度分布の良い土質  
で、A.A.S.H.T.O. 分類で、A-2-4に属し路床土、盛土材  
として適している。しかし、侵蝕に対して弱く、法面保護  
には、十分注意を払う必要がある。

シルト質粘土は、褐色ないしは黄灰色で、シルト、粘土分

を、40~50パーセント含んでいる細粒土で、コットンクレイと同様に、乾湿による容積変化が大きい。A.A.S.H.T.O. 分類をすると、A-6 に属し、路床土、盛土材としては、あまり良好ではない。

### 5.03.2 橋梁基礎地盤調査

本地域の Khor は、コットンクレイあるいは、シルト質粘土の分布地域にみられ、そのうち橋梁で横断する代表的な3箇所、(Annex V-5, 土質分布図に示してある) すなわち、1) El Obeid から、7.4 km 地点、2) K. El Baggara、3) K. Nawa において、弾性波深査を実施して、基礎の支持力の推定を行った。この調査結果は、Annex V-7 に示してある。

橋梁予定個所の基礎地盤は、いずれも固く締ったシル質粘土で、弾性波深査で、N値を推定すると  $N = 22 \sim 23$  程度で、許容支持力に換算すると、 $25 \text{ t/m}^2$  となり、直接基礎としての支持力は、十分期待できる。又、シルト質粘土は、飽和度が低く、固く締まっていることから圧密状下は、無視できる。

### 5.03.3 骨材

#### i) 概要

骨材は、骨材位置図 (Annex V-8) に示すように、そのほとんどがプロジェクトエリアの北西部に位置している。これら岩山や堆積砂礫層の骨材としての検討を行うために、地表踏査による岩質の判別から、試料採取地点を、15箇所選定し、下記の室内試験を、

R.B.P.C.の試験室へ委託して実施した。

1. 比重試験 (A.A.S.H.T.O. T-100)
2. ロスアンジェルス 篩減試験 (A.A.S.H.T.O. T-96)
3. 吸水試験 (A.S.T.M. D-1228)
4. C.B.R 試験 (A.A.S.H.T.O. T-193)

又、砂丘の分布地域は、骨材が少ないため、下記の安定処理試験項目を、日本において実施した。

1. セメント安定処理試験

- |        |                      |
|--------|----------------------|
| 突固め試験  | (A.A.S.H.T.O. T-134) |
| 一軸圧縮試験 | (A.S.T.M. D-1633)    |
| 乾湿繰返試験 | (A.A.S.H.T.O. T-135) |

2. 石灰安定処理試験

- |        |                      |
|--------|----------------------|
| 突固め試験  | (A.A.S.H.T.O. T-134) |
| 一軸圧縮試験 | (A.S.T.M. D-1633)    |

3. アスファルト安定処理試験

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ハーバート・フィールド安定度試験 | (A.S.T.M. D-1138) |
| マーシャル安定度試験       | (A.S.T.M. D-1559) |

ii) 調査結果

試験結果は、Annex T-9 に示すように、骨材として一般に良好であり、調査結果を要約すると次のとおりである。

a) 堆積礫層

堆積礫層は、ペディメントや河成堆積物として岩山の近くに分布しており、一般に下層路盤材として適している。El Obeid から 10km 地点の礫層は、細粒分が多く含まれており、低い C.B.R. 値

を示しているが、粒度調整することにより、下層路盤材として使用できる。

又、El Obeid 空港建設のボロウピットとして採取されている、J. Abu Urug は、良質な石英質の礫が、500,000 m<sup>3</sup>以上も堆積しており、粒度調整すれば、上層路盤としても使用できる。

#### b) 河床堆積物

岩山近くの Khor には、砂が堆積しており、そのなかでも K. El Baggara からは、良質な粗砂が多量に得られる。その粒形は、不規則で稜角に富み、粘土分、有機質がほとんど含まれておらず、コンクリート用細骨材として適している。

#### c) 岩山

岩山は深成岩の花崗岩類や、脈岩のアプライト、ペグマタイト及び変成岩の片岩などからなり、であり、一般に道路用、コンクリート用骨材として良好である。なかでも骨材として適するのは、珪岩や細粒度の酸性岩で、J. Dago からは、堅硬な珪岩の碎石が得られ、表層用、コンクリート用骨材として使われている。Semeih の北約 6.0 km の J. Et Tibna は、骨材としての品質は良いが、測量局の三角点が設置されているため採掘しにくいほうが良い。

#### iii) 安定処理

前述したように、砂丘地帯には、路盤材となる礫層が、ほとんどないため、砂丘砂の安定処理試験を行った。試験結果は、Annex V-10 に示してあるように、砂丘砂は、単粒度の細砂であり、

アスファルト及び、石灰による安定処理は、効果がない。セメント安定処理は、添加量10%で、一軸圧縮強度  $25.4 \text{ kg/cm}^2$  を示し、砂丘砂には、セメント安定処理が効果がある。

#### 5.03.4 工事用水

##### i) 概要

地下水は、Um Ruaba 統 (Um Ruaba Series)<sup>1)</sup> と Nawa 統 (Nawa Series)<sup>2)</sup> から得られ、貯水池のない砂丘地帯の重要な水源となっている。貯水池は、El Obeid ~ Rahad 間のシルト質粘土分布地域と Rahad ~ Um Ruaba 間のコックレイ分布地域にみられ、それぞれ El Obeid や Rahad の生活用水及び、K. Abu Habl 流域の農業用水として利用されている。

建設工事に必要な用水は、El Ain と Rahad の貯水池から取得することができる。貯水池と井戸の位置は、Annex V-13 に示してある。El Ain 貯水池は、既に ANNEX IV-14 で述べたように現在拡張工事が行われており、工事完了後は、貯水量が  $550 \text{ 万 m}^3$  となり、その一部を工事用水として利用できる。Rahad 貯水池は、貯水量  $5,600 \text{ 万 m}^3$  と豊富で、地域住民と家畜及び、灌漑用水として利用されており、工事用水として利用することは十分可能である。

1) 第三紀のシルトは、第四紀の地層名

2) 古生代の地層名

## 5.04 水文調査

### 5.04.1 対象地域の気象

本地域の雨期は、5月から10月までで、年間雨量は、400 mm 前後である。(Annex V-14 参照) 対象地域の西端に位置する El Obeid 及び、東方約 170 km にある Kostî に於ける気象状況は、次に示す。

Table V-1 気象状況 (El Obeid, Kostî)  
(1941-1971)

| 位置       | 項目             | 月            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          |                | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12           |
| El Obeid | 雨量(mm)         | 0            | 0            | 0            | 2            | 14           | 27           | 113          | 143          | 68           | 19           | 0            | 0            |
|          | 湿度(%)          | 16           | 13           | 11           | 12           | 19           | 29           | 47           | 56           | 42           | 23           | 17           | 16           |
|          | 風向             | N            | N            | N            | N            | N            | SSW          | SSW          | SSW          | SW           | N            | N            | N            |
|          | 気温(°C)<br>最高最低 | 38.6<br>6.4  | 40.7<br>4.4  | 42.9<br>9.0  | 43.0<br>13.0 | 44.3<br>17.2 | 42.3<br>17.1 | 40.0<br>17.3 | 37.7<br>17.5 | 39.0<br>17.1 | 29.7<br>14.5 | 38.4<br>9.2  | 37.6<br>5.8  |
| Kostî    | 雨量(mm)         | 0            | 0            | 1            | 2            | 16           | 39           | 111          | 142          | 63           | 21           | 1            | 0            |
|          | 湿度(%)          | 23           | 18           | 14           | 13           | 21           | 32           | 46           | 57           | 67           | 31           | 23           | 24           |
|          | 風向             | N            | N            | N            | N            | N            | SSW          | SSW          | SSW          | SSW          | N            | N            | N            |
|          | 気温(°C)<br>最高最低 | 40.2<br>10.3 | 42.2<br>10.6 | 44.8<br>12.4 | 45.3<br>14.4 | 46.0<br>17.0 | 44.2<br>18.4 | 41.5<br>18.9 | 40.2<br>18.9 | 40.8<br>19.0 | 41.6<br>18.2 | 40.8<br>13.1 | 39.1<br>10.1 |

(Sudan Meteorological Department 1941-1971)



## 5.04.2 確率雨量と降雨強度曲線

### i) 確率日雨量

確率日雨量は、Annex V-15に示す。El Obeidにおける年最大日雨量の記録を統計処理して求めた。計算は、Gumbel Methodにより行い、その結果は下表及び、Annex V-16に示した。

### 確率日雨量

| 確率年 | 日雨量 mm/day |
|-----|------------|
| 10年 | 83.0       |
| 50年 | 110.0      |

### ii) 降雨強度式

この地域の降雨は、熱帯特有の比較的小さな雨域に対して、短時間に強度の雨が降る。この降雨パターンを、累加雨量について、整理したものが、次表である。

|            |      |     |     |    |    |
|------------|------|-----|-----|----|----|
| 降雨継続時間 (分) | 1440 | 360 | 120 | 60 | 30 |
| 累加雨量 (%)   | 100  | 95  | 90  | 86 | 80 |

この降雨パターンに基づいて、降雨強度式が、次式のように求められた。

$$r = \frac{a}{t + 7.0}$$

確率 10年

$$r = \frac{5,006}{t + 7.0}$$

確率 50年

$$r = \frac{6,635}{t + 7.0}$$

ここで  $t$ :  $t$ 分に於ける降雨強度

$t$ : 降雨到達時間 (分)

$$t = \frac{L}{20 \cdot I^{0.6} \cdot 60}$$

$I$ : 河川の傾斜

$L$ : 河川の長さ (m)

### 5.04.3 流出量の算定

各河川の流出量は、以下の Rational 式により算定した。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot A \cdot t$$

ここで、 $Q$ : Discharge ( $m^3/s$ )

$f$ : Run-off coefficient (0.15~0.25)

$A$ : Catchment area  $km^2$  (Annex V-17参照)

$t$ : Rainfall intensity ( $mm/hr$ )

確率  $1/10, 1/50$

流出係数は、次のように推定した。

a) 起点から 30km 地点 (①~③) までは、 $f = 0.25$

b) 30km 地点以降の他の河川については、 $f = 0.15$

いくつかの河川は、Rational 式が適用できないので、(この検討で得られた) 比流量曲線より、流出量を求めた。比流量曲線は、Annex V-18 に、そして流出量の計算結果は、Annex V-19 に示してある。

## 第 VI 章

|      |                |      |
|------|----------------|------|
| 6.00 | 交通量解析          | 6-1  |
| 6.01 | プロジェクト影響圏の交通体系 | 6-1  |
| 6.02 | 現地調査           | 6-7  |
| 6.03 | 交通量解析結果        | 6-11 |
| 6.04 | 輸送費用           | 6-30 |

## 6.00 交通量解析

### 6.01 プロジェクト影響圏の交通体系

#### 6.01.1 概況

プロジェクト影響圏は、鉄道、道路、及び、航空路によって、圏内各地域及び、他地域との間が連絡されている。図(VI-1)は、プロジェクト影響圏を含む、スーダンの交通体系を示すものであり、El Obeid を中心とする地域が、西部スーダンの重要な流通拠点として、位置づけられていることを示している。

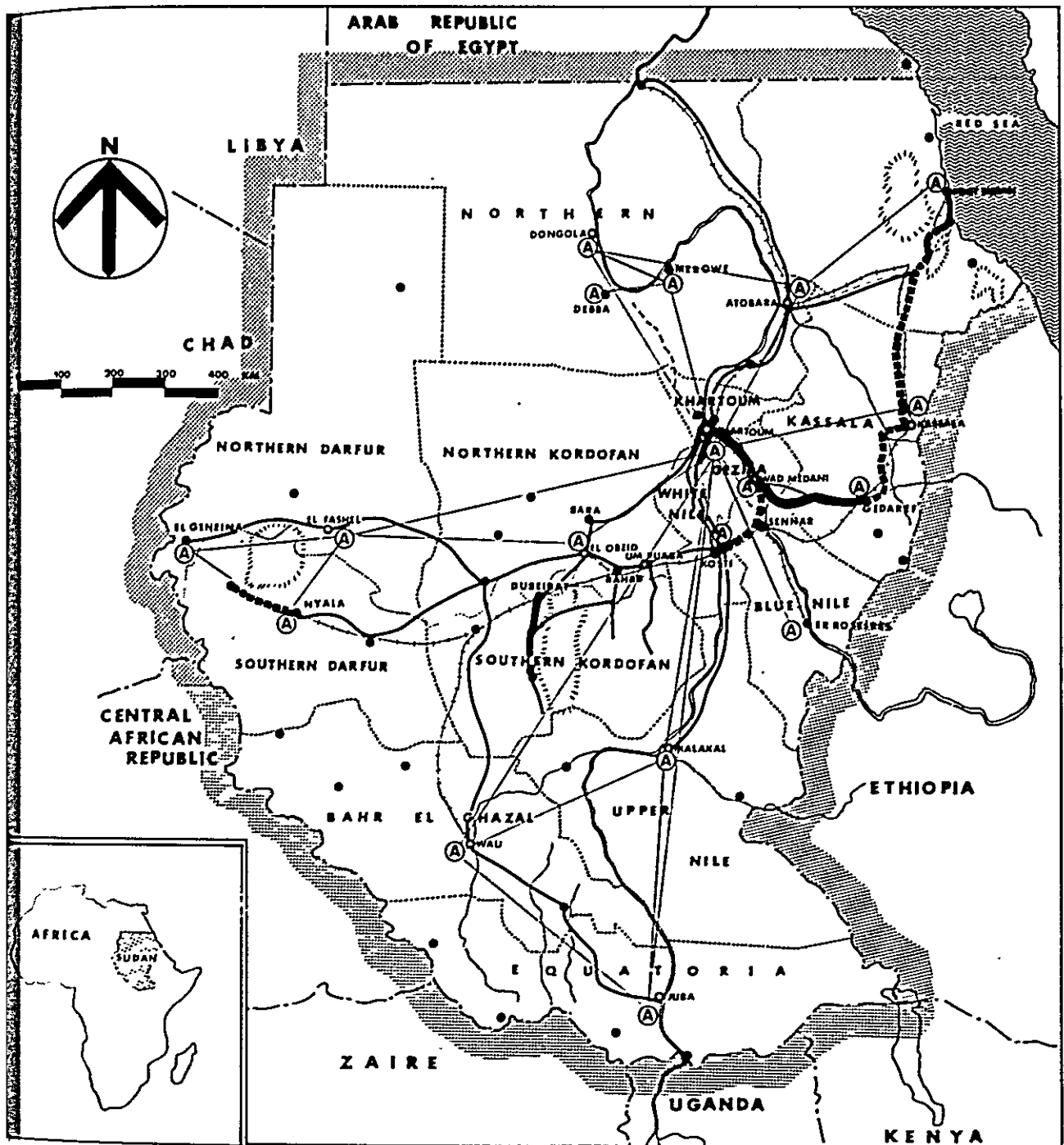
プロジェクト影響圏は、鉄道によって、スーダンの社会経済活動の中核である、Khartoum, Port Sudan 及び、西部地域一帯と連絡し、El Obeid - Khartoum間には、定期空路が運営されている。この地域と他の主要地域を結ぶ、地域間道路としては、

- ① El Obeid - Bara - Khartoum
- ② El Obeid - En Nahud - El Fashiel or Nyala
- ③ El Obeid - Um Ruaba - Kosti - Khartoum
- ④ El Obeid - Dillinge - Kadugli
- ⑤ Um Ruaba - El Abbasiya
- ⑥ Rahad / Semeih - Dillinge - Kadugli / Nuba Mountain









等があるが、この内、プロジェクト影響圏と西部地域を結ぶ②、首都Khartoumへ至る③、南部の農業地域を結ぶ④、及び⑥が、重要な役割を持っている。

前述の道路網の中で、舗装されている区間は、Wad Medani - Khartoum間と、Dubeibud - Dillinge間であり、その他は

**FIG.VI-1 TRANSPORTATION NETWORK, SUDAN**



**LEGEND**

- |                                                                                     |                          |                                                                                     |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | PAVED ROADS              |  | BOUNDARY            |
|  | UNDER CONSTRUCTING ROADS |  | PROVINCIAL BOUNDARY |
|  | OTHER ROADS              |  | MOUNTAINS           |
|  | RAILWAYS                 |                                                                                     |                     |
|  | AIRPORTS                 |                                                                                     |                     |

土道である。こうした土道は、道路敷すら、わからない敷だけのものも多くあり、維持管理も充分に行われていないため、車輛のスムーズな走行は、困難である。雨期には、交通が途絶する区間も少くない。

### 6.01.2 道路

プロジェクト影響圏の道路網は、図(VI-2)に、示されるように、El Obeid—Rahad—Um Ruaba を結ぶ、北側のルートによって基本的なネットワークが、構成され、これに幾つかのフィーダー道路が連絡している。

しかし、前述したように、この地域でも、こうした道路は、何れも整備状況が悪いため、幹線ルートに沿って、多くの代替ルートを持っている。この地域で、舗装道路があるのは、El Obeid 市街地の一部と、飛行場に至る区間だけである。一般に、南側の鉄道に沿った道路が、この地域の幹線で最も良く利用されているが、雨期には、粘土質の区間で路面が雨で泥濘化し、通行が著しく困難になり、時には通行不能になる個所が随所に（特に Um Ruaba—Semeih の間）発生するため、北部の直線ルートあるいは、Qoz 地帯が、代って利用されることが多くなる。この地域の道路の現状については、才V章 で詳しく述べられている。

こうした道路状況のために、小型車は、4輪駆動以外は、走行することができず、地域間交通は中型以上のトラック（積載容量6～11トン）によって、殆んど行われている。比較的近距离では、口

バ、ラクダとともに、この地域のポピュラーな交通手段となつてい  
る。道路状況が悪いため、定期バス路線は、El Obeid—Rahad間  
に1日1往復あるだけである。これらは、常に満席であり、殆んど  
は、トラックに貨物と混載で便乗する方法に頼っている。El Obeid  
市内では、タクシー及びバスのサービスは、比較的よく整備されて  
いるが、Um Ruaba市内では、バスはなく、若干のタクシーがみら  
れる程度である。

### 6.01.3 鉄道

プロジェクト影響圏における鉄道は、Um Ruaba, Rahadを通  
り、KhartoumとEl Obeidとを結ぶ本線と、これからAradeibで分  
岐して、Nyala方面とを結ぶ線とで構成されている。この鉄道は、  
ラテライト盛土の上に、75ポンドレールを敷設した狭軌の単線鉄  
道であり、道路同様、維持管理は充分でなく、施設、設備の老朽化  
による、運行能力の低下の問題を抱えている。設計速度は、60km/h  
であるが、実際には旅客列車が、30km/h 貨物列車25km/h前後で、  
運行されているようである。

図(VI-2)に示されるように、この鉄道は、前記3地点以外  
にも、El Ain, Nowa, Semeih, Abu Hamraの4駅を持ち、  
Khartoum, Port Sudanを結ぶ。この地域で発生する、輸出入貨  
物、消費物資、旅客等の輸送需要を満たす、重要な交通手段とな  
っている。スーダンの一大動脈である。Port Sudan—Khartoum間に  
次いで、輸送量が多い。

El Obeid — Khartoum 間には、旅客列車は、週7往復してあり、その内訳は、急行が2往復、普通列車が5往復である。又、他に Rahad — Um Ruaba 間は、Nayala — Khartoum を結ぶ旅客列車が週、急行3往復、普通列車4往復の計7往復している。客車は、寝台1,2,3,4等の5等級にわかれている。貨物列車は、El Obeid線 Nayala 線いづれも、週3~5便(1便、平均30輛編成)で、農産物出荷の時期には、倍以上の便がある。

#### 6.01.4 空港

El Obeid 空港には、滑走路が2本あり、その長さは1800mと、1300mで、中は双方とも、45mである。うち1300mは、殆ど使用されず、目下新しい滑走路に建設されつつある。タクシーウェイは、長さ163m、中23mであり、メイン滑走路と同じく砂利舗装が施されている。空港事務所、消化施設、倉庫等は、旧式のままで、夜間照明がなく、通信施設の整備は、遅れている。

現在、El Obeid 空港と、Khartoum 空港を、直接結ぶ便は、1日1往復あり、使用機種は、36人乗の Fokker 27 と、101人乗の Boeing 737 の2機種で、Boeing 737は、土曜日と金曜日に運行されている。その他、Boeing 737が、火曜日と木曜日に、Khartoum — El Fasher 間と、El Obeid 経由で、又、Fokker 27が、Khartoum — Nayala 間と、El Obeid, El Fasher 経由で運行されている。いづれの便も、満席で利用率は高い。しかし、おくれや、キャンセルは、しばしばみられる。





## 6.02 現地調査

対象道路の改良に係る：物資と旅客の交通量及び、その特性を把握するために、道路及び、鉄道交通について、下記の現地調査を実施した。

### 6.02.1 道路交通調査

#### i) 実施した調査の種類

Traffic Count, O-D調査及び、交通特性を表わす、他の事項についてのインタビューを行った。これらの調査に用いた、調査シートは、Annex VI-1と、Annex VI-2に示されるものである。

#### ii) 調査時期

既に他の機関により、行われた、各種運輸関係調査報告書、Chop market における、ヒアリング等から、対象地域では、5月が、平均的な交通量の水準を示していることが、確認されたため、調査時期を、次のように定めた。

・El Obeid 5月9日～5月15日（7日間）

・Um Ruaba 5月21日～5月25日（4日間）

#### iii) 調査地点

現道は、殆んど手を加えずに放置した、複数のトラックからなっており、市街地への出入に際しても、幾つかの代替ルートが存在している。調査地点の設定に当り、これは、調査の対象とすべき車軸を、できる限り、もれなく捉え、かつ重複しないように、注意した。図

(VI-2)に、示されるように、El Obeid で4ヶ所、Um Ruaba  
で、2ヶ所を、調査地点として選んだ。

#### iv) 調査の方法

各調査地点とも、原則として24時間調査とした。最初の2日間  
で、交通量が全く観測されなかつた地点の夜間の時間帯については、  
調査地点4及び21について、この間の調査を省略した。調査は、  
交通量に応じて、1地点2~4人の調査員を配置し、全車輛を停止  
させ、必要なインタビューを行い、インタビュー時の車の停止につ  
いて、特に警察官の協力を求めなかつた。

#### v) 調査項目

調査項目は、Annex VI-1に示されるように、Traffic count  
では、車種、時間帯別の通過車輛台数、Road-side Interview 2  
は、①時間帯、②車種、③メーカー、④車令、⑤④O-D、⑦旅行  
目的、⑧容量、⑨旅客数、⑩車輪数、⑪積載容量 ⑫主要積載品目  
と⑬積載トン数、⑭使用燃料、⑮年間平均、走行距離の計15項目を  
調査したが、調査開始後、⑦及び⑮については、これを省略する一  
方、主要O-Dペアについての旅行時間と、燃料消費量をつけ加え  
た。

#### vi) 調査台数の構成

インタビューに際して、停止しなかつた車(各地点とも観測台  
数の10%位)及び、調査地点をバイパスする車(調査地点によつて  
異なるが、20~40%)については、集計時に各調査地点毎に、拡大係  
数を定め、補正を加えた。

## Vii) 追加調査

スーダンにおける舗装道路上の、車種構成を知るために、5月30日～5月31日の2日間において、Khartoum—Wad Medani道路上（Khartoum から約10kmの地点）で、Traffic Countを、24時間行った。この結果は、Annex IX-1に示されている。

## 6.02.2 鉄道交通調査

### i) 実施した調査の種類

鉄道については、O-D及び、その他のインタビューは、旅客についてのみ行い、貨物の動きについては、もっぱら、鉄道関係表からの統計資料、ヒアリングによった。

### ii) 鉄道旅客O-D調査

- a. 調査時期：5月17日～5月21日（5日間）
- b. 調査場所：El Obeid, Um Ruaba 駅及び同区間の車中。
- c. 調査方法：約5名の調査員により、駅で列車を待っている旅客、又は列車で旅行中の旅客に対して、インタビューを行う。
- d. 調査項目：O-D、平均旅行グループ規模、クラス、旅行目的の4項目とした。
- e. 対象列車：調査期間中の両駅を通る全列車とし、7列車を対象とした。

### iii) 鉄道統計調査

鉄道貨物の動きについては、貨物のO-Dは、鉄道関係者によれば、まだ整理されていないが、対象地域の鉄道貨物量は、Khartoum 又は、Port Sudan との間のもものが殆んどあるとのことであり、駅別の貨物発着量(品目別、目別)統計を調査した。

旅客についても同様に、駅別の切符の発売枚数の統計を調査した。

## 6.03 交通量解析結果

### 6.03.1 ゾーニング

交通量解析に用いられているゾーニングは、第IV章 経済調査の中で用いられているものと同じものである。現地での交通量調査時には、起終点として、自動車の場合75地点、鉄道旅客の場合には56地点が、記録されたが、近接している地点を統合し、1次影響圏を10ゾーン、その他地域を15ゾーンに区分した。ゾーン中心は、それぞれのゾーンの主要都市（又は 集落）とした。この結果は、図（VI-3）に示される。

### 6.03.2 道路交通量

#### i) 対象道路の交通量

El Obeid 周辺の4地点、Um Ruaba 周辺の2地点で行われた交通量調査の結果をもとに、各調査地点ごのADTを、次表（VI-1）に示されるものと推定した。調査の行われた5月は、Annex VI-10と Annex VI-11に示されるように、El Obeid 駅の鉄道貨物の荷動きの状況から判断して、平均的な物資輸送量の水準を示す月と考えられることから、調査月の1日平均交通量をもとて、ADTとみなした。

何れの地点も道路状況が、小型車の走行に適さないことから、トラックの占める割合が、非常に大きく、全交通量の50~95%になっている。従って、小型車も4輪駆動のバン、ピックアップが殆んどで、乗用車の走行は市街地内、又は、その近郊に限られる。

交通量の曜日変動については、Annex VI-3 ~ Annex VI-6 にみられるように、調査日数が少く、断定的なことは言えないが、金曜日の休日が、若干、他の曜日より少い傾向がみられる。交通量の時間分布は、Annex VI-7 ~ Annex VI-9 にみられるように、El Obeid, Um Ruaba 何れも、朝と夕オの時間帯の交通量が多く、中でも、17~18時がピークとなっている。ピーク率は、約10%である。Fig. (VI-4-1) は、対象地域の道路の自動車交通量を示すものである。同図は、調査地点別のOD交通量から経路を、推定して作成したものであり、乾期の自動車交通の流動パターンを示している。Um Ruaba — Rahad — El Obeid 道路が、最も交通量が多く、ADTは、全線平均で約130台である。一オ、北側のルートは、約10台である。

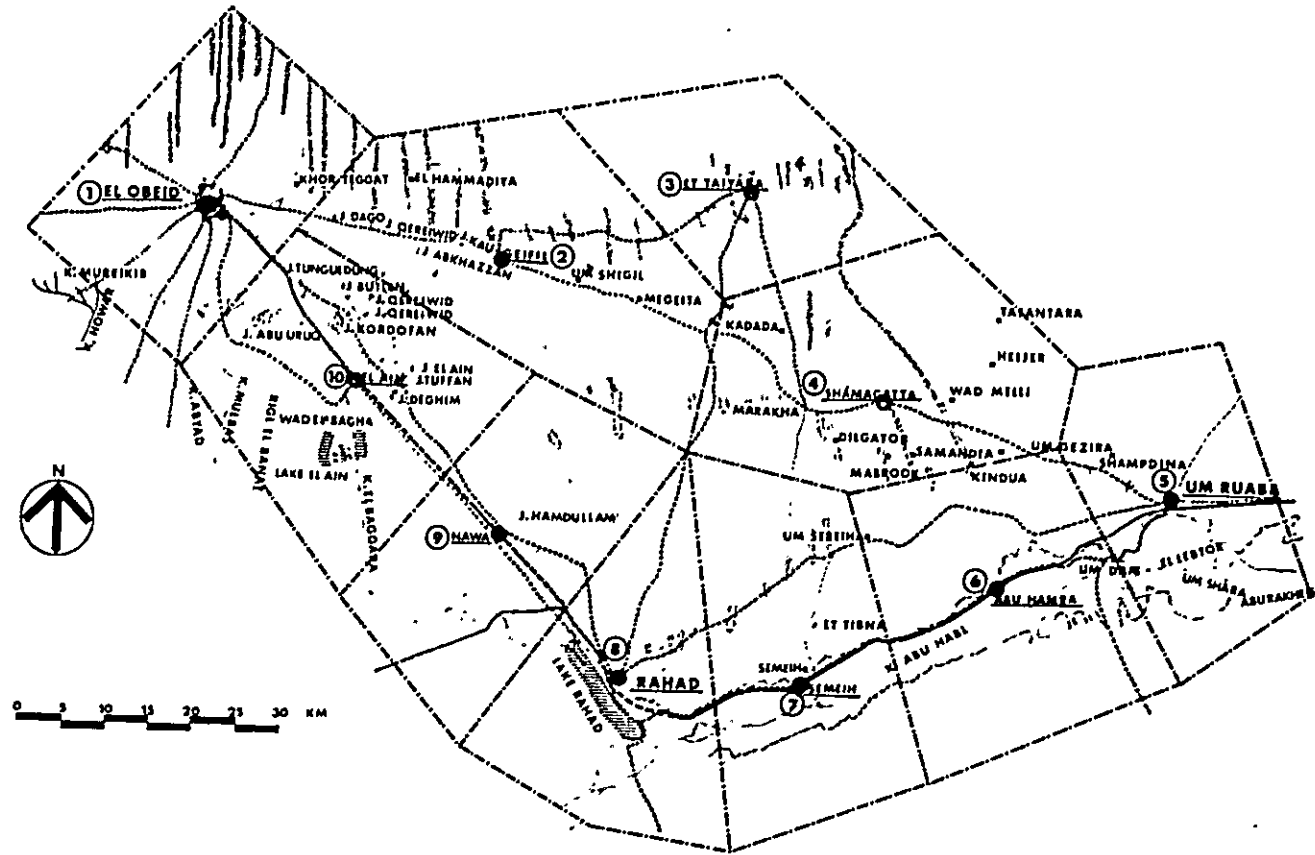
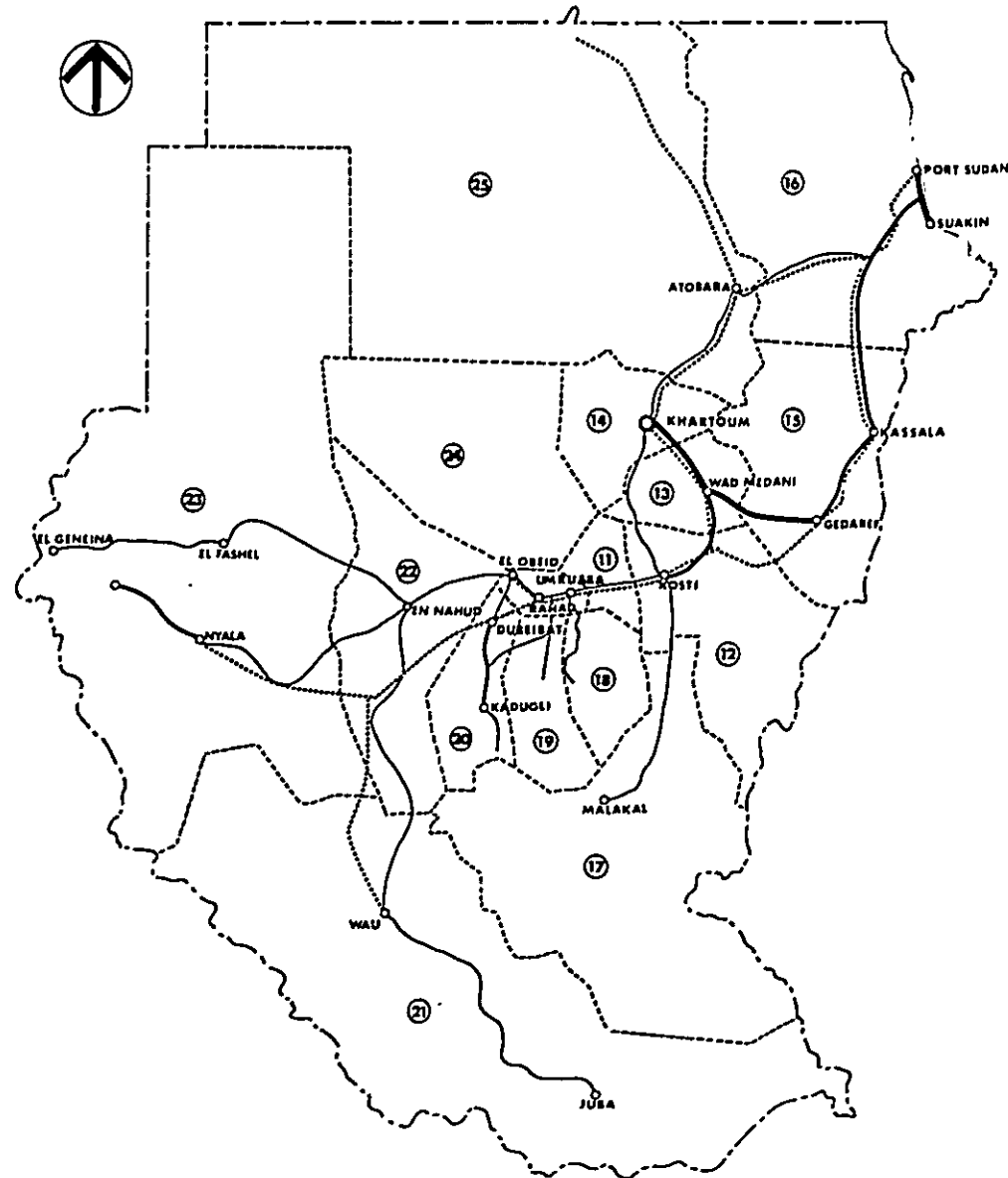
しかし、雨期(6~9月)になると、鉄道沿線の上記道路の路面(粘土質)が、雨で泥濘化し、通行が困難になる期間が長くなり、北側のUm Ruaba — Shamagatta — El Obeid 道路が代り、利用されるようになる。雨期の交通流動パターンは、図(VI-4-2)に示されるが、これは現地調査時に行、たドライバー、運送会社等からのヒアリングの結果にもとづいて、推定されたものである。

Um Ruaba — Rahad — El Obeid 道路のADTが、35台と減る一オ、Um Ruaba — Shamagatta — El Obeid 道路のADTは、100台になる。

豪雨期には、通行不能になる箇所が多くなり、これは特に、Um Ruaba — Semeih 間が著しい。この時には、車は水がみくのと

FIG. VI-3

# ZONE MAP AND ROAD NETWORK



## NUMBER AND ZONE

|              |                  |             |
|--------------|------------------|-------------|
| 1 EL OBEID   | 11 TENDELT       | 21 WAU-JUBA |
| 2 GEIFIL     | 12 KOSTI-SENNAR  | 22 EN NAHUD |
| 3 ET TAIYARA | 13 WAD MEDANI    | 23 NYALA    |
| 4 SHAMAGATTA | 14 KHARTOUM      | 24 BARA     |
| 5 UM RUABA   | 15 KASSALA       | 25 ATBARA   |
| 6 ABU HAMRA  | 16 PORT SUDAN    |             |
| 7 SEMEIH     | 17 MALACAL       |             |
| 8 RAHAD      | 18 EL ABBASIYA   |             |
| 9 NAWA       | 19 NUBA MOUNTAIN |             |
| 10 EL AIN    | 20 KADUGLI       |             |



TABLE VI-1 AVERAGE DAILY TRAFFIC, EL OBEID-UM RUABA ROAD  
(May, 1977)

| Area                        | EL OBEID    |       |             |       |             |       |             |       | UM RUABA    |       |             |       |
|-----------------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                             | 11          |       | 12          |       | 13          |       | 14          |       | 21          |       | 22          |       |
| Survey Points <sup>1)</sup> | No. of Veh. | %     | No. of Veh. | %     | No. of Veh. | %     | No. of Veh. | %     | No. of Veh. | %     | No. of Veh. | %     |
| Van, Pick-up                | 1.0         | 1.8   | 4.5         | 10.0  | 1.1         | 3.3   | 8.8         | 30.9  | 4.8         | 12.6  | 0.9         | 0.8   |
| Medium Truck                | 50.0        | 93.7  | 38.7        | 86.5  | 29.6        | 91.2  | 13.7        | 48.1  | 33.3        | 87.4  | 108.6       | 96.2  |
| Heavy Truck                 | 2.2         | 4.1   | 0.4         | 0.9   | 1.8         | 5.5   | 0.6         | 2.1   | 0.0         | 0.0   | 3.0         | 2.7   |
| Bus                         | 0.2         | 0.4   | 1.1         | 2.5   | 0.0         | 0.0   | 5.4         | 18.9  | 0.0         | 0.0   | 0.3         | 0.3   |
| Total                       | 54.0        | 100.0 | 44.7        | 100.0 | 32.5        | 100.0 | 28.5        | 100.0 | 38.1        | 100.0 | 112.8       | 100.0 |
| Day Time<br>(7:00-19:00)    | 42.6        | 78.9  | 30.9        | 69.1  | 22.9        | 70.5  | 25.5        | 89.5  | 38.1        | 100.0 | 62.7        | 55.6  |
| Night Time<br>(19:00-7:00)  | 11.4        | 21.1  | 13.8        | 30.9  | 9.6         | 29.5  | 3.0         | 10.5  | 0.0         | 0.0   | 50.1        | 44.4  |

Note; 1) Location of Survey Points are shown in FIG. VI-2.

FIG. VI-4-1 TRAFFIC FLOW ON ROADS IN DRY SEASON ' 1977 (VEHICLE PER DAY)

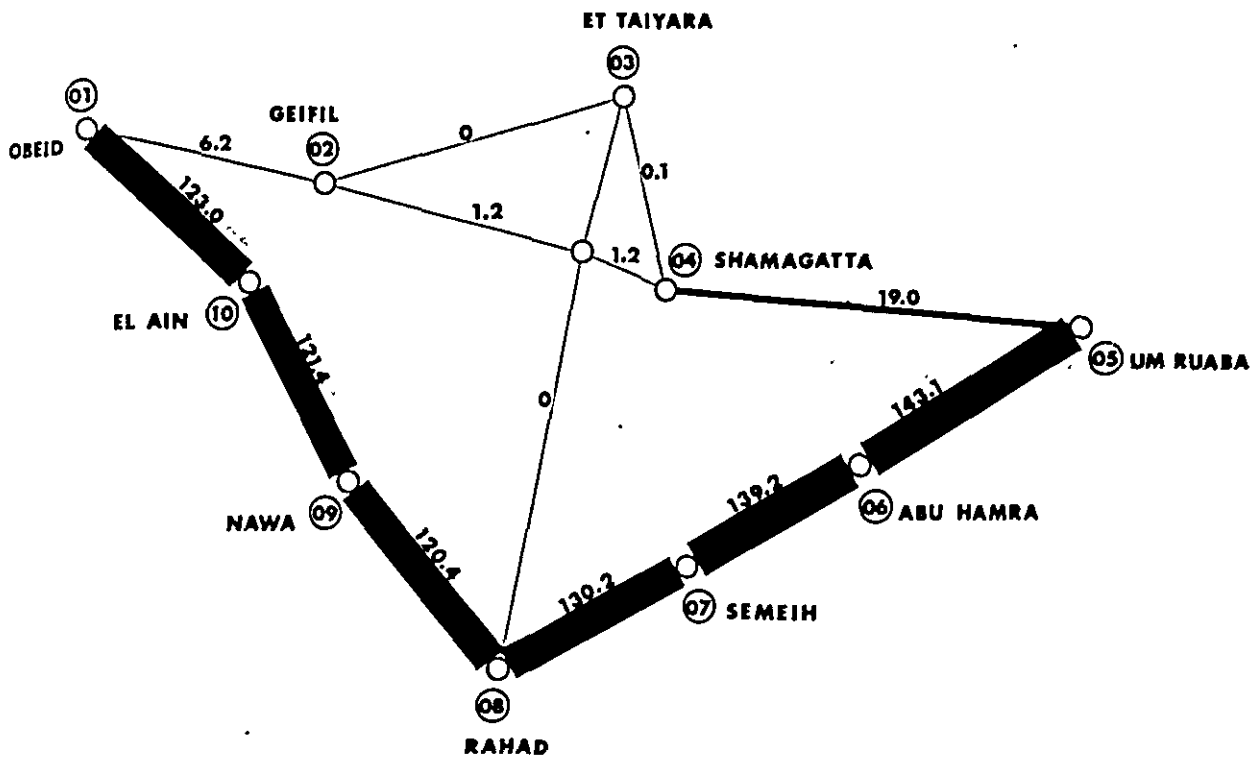
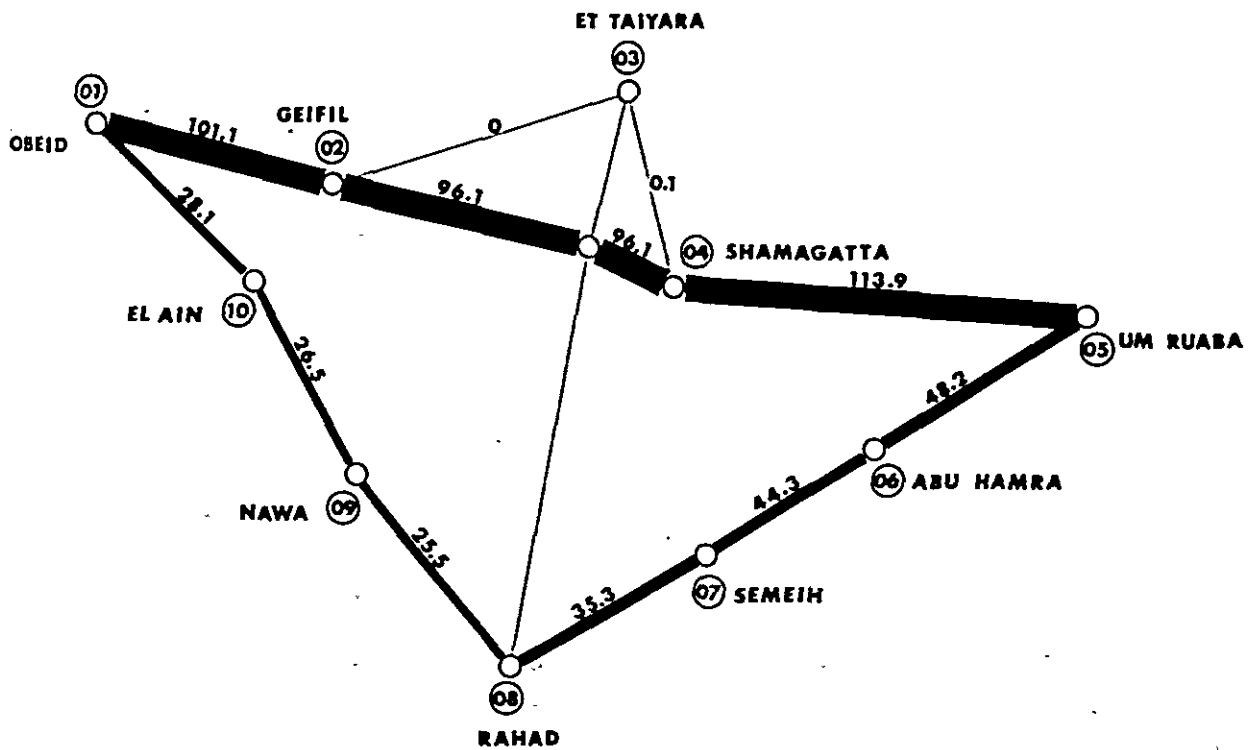


FIG. VI-4-2 TRAFFIC FLOW ON ROADS IN RAINY SEASON ' 1977 (VEHICLE PER DAY)



待つか、Qoz地帯を通り抜けるなければならない。

## ii) 道路交通特性

道路交通についての、車輛及び輸送の特性は、次のように要約される。

- a) 対象地域で使用されている車は、積載容量、5～8トンの中型トラックが最も多い。その中でも、6トン車が約50%を占め、Bedfordの6トン車が、最もポピュラーである。小型車は、4輪駆動車、大型トラックは、Fiatの11トン車が、主に使われている。(Annex VI-12 参照) 1～4年の車令の車が最も多く、中型トラックの平均車令は、3.6年である。(Annex VI-13, Table 6-8 参照)
- b) 平均積載容量は、Van, Pick-upが1.0トン、中型トラック6.1トン、大型トラック13.10トンである。(Annex VI-13, Table 6-9 参照)
- c) 対象地域では、バスサービスが充分でないために、トラック輸送の旅客と貨物の混載が目立っている。実車率(貨物、旅客の混載又は、そのいずれかのみを運んでいる車の割合)は、98%であるが、この内 旅客と貨物を混載している車の割合は、78%である。(Annex VI-13, Table 6-10 参照)
- d) 1台当り、平均積載量は 車種別に全車(空車を含む)ごみ取時に、Van, Pick-upが、貨物0.11トン、旅客4.71人、中型トラックが貨物4.14トン、旅客9.44人、大型トラック

で、貨物7.19トン、旅客6.54人となっている。トラックが78%と70%となっている。(Annex VI-13, Table 6-11 参照)

### iii) 自動車OD交通量

プロジェクト影響圏の道路交通量のODは、車種OD表として、Annex VI-14, Table 6-12-1 ~ Table 6-12-5 に示されているがTable (VI-2) は、この内、全車についての分布交通量を示したものである。これらの交通量は、大別すれば、

|               |       |          |
|---------------|-------|----------|
| プロジェクト影響圏内    | ----- | 81.5 台/日 |
| プロジェクト影響圏—他地域 | ---   | 81.5 台/日 |
| 他地域内(通過交通)    | ----- | 33.4 台/日 |

となり、対象道路の交通量は、プロジェクト影響圏内だけの動きよりも、他地域との間の交通量が、大きな割合を占めている。El Obeid を、起終点とする交通量が、最も多く 全交通量の約28%を占めており、通過交通は、約17%である。主なゾーンペア交通量は、次のようなものである。

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| El Obeid — Khartoum   | 40.3 台/日 |
| El Obeid — Rahad      | 22.3 台/日 |
| Um Ruaba — Shamagatta | 16.5 台/日 |
| Nyala — Khartoum      | 15.6 台/日 |
| El Obeid — Um Ruaba   | 14.9 台/日 |
| El Obeid — Kosti      | 14.1 台/日 |

TABLE VI-2 DISTRIBUTION OF ROAD TRAFFIC,<sup>1)</sup> 1977

| (vehicles/day) |   |                                      |             |             |       |                            |               |               |               |                  |       |
|----------------|---|--------------------------------------|-------------|-------------|-------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-------|
| O              | D | Zone No.<br>in Original<br>O-D Table | EL<br>OBEID | UM<br>RUABA | RAHAD | Rest of<br>Project<br>Area | KHAR-<br>TOUM | PORT<br>SUDAN | WEST<br>SUDAN | Rest of<br>SUDAN | TOTAL |
|                |   | 01                                   | -           | 14.9        | 22.3  | 10.0                       | 40.3          | 1.3           | -             | 20.0             | 108.8 |
|                |   | 05                                   |             | -           | 11.1  | 23.2                       | -             | -             | 1.0           | 9.0              | 59.2  |
|                |   | 08                                   |             |             | -     | 0                          | 3.0           | 0             | 0.7           | 3.9              | 41.0  |
|                |   | 02,03,04,06<br>07,09,10              |             |             |       | -                          | 1.1           | 0.3           | 0             | 0.9              | 35.5  |
|                |   | 14                                   |             |             |       |                            | -             | -             | 17.8          | 6.0              | 68.2  |
|                |   | 16                                   |             |             |       |                            |               | -             | 0.3           | -                | 1.9   |
|                |   | 21,22,23,24                          |             |             |       |                            |               |               | -             | 0.6              | 20.4  |
|                |   | 11,12,13,15,17<br>18,19,20,25        |             |             |       |                            |               |               |               | 8.7              | 57.8  |
|                |   | <del>          </del>                |             |             |       |                            |               |               |               |                  | 392.8 |

1) Figures are for all type of vehicles.

#### iv) 貨物流動量

現地調査により得られた貨物の動きは、Annex VI-15に示される。貨物分類(21品目)に従って、OD表の形で、Annex VI-6、Table 6-14-1～Table 6-14-22に収録されている。表VI-3は、自動車による貨物の動きと、大きく3つの動きについて、品目別にみたものである。

品目別には、1次農産品(⑩⑪⑫⑬⑭の計)が、全体の58%と最も多く、次いで食料品、建設資材、消費物資等が、それぞれ24%、9%、11%程度を占めている。

表(VI-4)は全品目の貨物の動きを示したものであるが、El ObeidとKhartoumとの間の動きが何れの方法も最も大きく、全体の28%を占めている。その他の地域についても、発着量ともにEl ObeidとKhartoumを中心とする動きが目立っている。

TABLE VI -3 COMMODITY MOVEMENT BY ROAD, MAY 1977

(tons/day)

| Commodity Group                              | O D | Within Project Influence Area | Project Influence Area and Other Area | Between Other Areas | Total          |               |
|----------------------------------------------|-----|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------|---------------|
|                                              |     |                               |                                       |                     | tons           | %             |
| 10.Unprocessed Cereals                       |     | 40.6                          | 56.1                                  | 3.8                 | 100.5          | 13.5          |
| 20.Other Unprocessed Agricultural Foodstuffs |     | 18.1                          | 17.5                                  | 22.3                | 57.9           | 7.8           |
| 30.Unprocessed Agricultural Cash Crops       |     | 41.9<br>(0.2)                 | 94.1<br>(2.9)                         | 17.2<br>( - )       | 153.2<br>(3.1) | 20.6<br>(0.4) |
| 31.Arabic Gum                                |     | 9.3                           | 29.8                                  | 3.3                 | 42.4           | 5.7           |
| 32.Ground Nuts                               |     | 0.4                           | 0.6                                   | 1.6                 | 2.6            | 0.4           |
| 33.Karkadie                                  |     | -                             | 0.4                                   | -                   | 0.4            | 0.1           |
| 34.Water Meron Seeds                         |     | -                             | 9.5                                   | 7.9                 | 17.4           | 2.3           |
| 35.Simsim                                    |     | 30.3                          | 20.9                                  | 0.6                 | 51.8           | 7.0           |
| 36.Umbas (Foodstuffs for Animals)            |     | 1.7                           | 29.7                                  | 3.8                 | 35.2           | 4.7           |
| 37.Cotton                                    |     | -                             | 0.3                                   | -                   | 0.3            | 0.0           |
| 40.Processed Cereal Products                 |     | 3.3                           | 2.4                                   | 0.4                 | 6.1            | 0.8           |
| 50.Manufactured Foodstuffs                   |     | 2.6                           | 34.0                                  | 19.6                | 56.2           | 7.6           |
| 60.Processed Agricultural Cash Crop          |     | 40.1                          | 39.5                                  | 35.9                | 115.5          | 15.5          |
| 70.Livestock and Products                    |     | 0.7                           | 7.7                                   | 4.4                 | 12.8           | 1.7           |
| 80.Other Manufactured Consumer Goods         |     | 4.7                           | 43.9                                  | 16.2                | 64.8           | 8.7           |
| 90.Forestry Products                         |     | 10.8                          | 5.3                                   | 6.2                 | 22.3           | 3.0           |
| 100.Mining Products                          |     | -                             | -                                     | -                   | -              | -             |
| 110.Mineral Oil Products                     |     | 4.0                           | 9.1                                   | 4.6                 | 17.7           | 2.4           |
| 120.Building and Construction Materials      |     | 30.3                          | 36.2                                  | 13.1                | 79.6           | 10.7          |
| 130.Miscellaneous                            |     | 13.7                          | 17.7                                  | 3.0                 | 34.4           | 4.6           |
| 140.Others                                   |     | 6.4                           | 10.6                                  | 5.7                 | 22.7           | 3.1           |
| Total                                        |     | 217.2                         | 374.1                                 | 152.4               | 743.7          | 100.0         |

1) Figures in parenthesis are the tonnage of other unprocessed agricultural cash crops.

TABLE VI-4 COMMODITY MOVEMENT BY ROAD, MAY 1977  
(all types of commodities)

|                         |   | (tons/day)                           |             |             |       |                            |               |               |               |                  |       |
|-------------------------|---|--------------------------------------|-------------|-------------|-------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-------|
| O                       | D | Zone No.<br>in Original<br>O-D Table | EL<br>OBEID | UM<br>RUABA | RAHAD | Rest of<br>Project<br>Area | KHAR-<br>TOUM | PORT<br>SUDAN | WEST<br>SUDAN | Rest of<br>SUDAN | TOTAL |
| EL OBEID                |   | 01                                   | -           | 40.8        | 21.7  | 5.6                        | 105.7         | 2.4           | -             | 31.0             | 207.2 |
| UM RUABA                |   | 05                                   | 15.0        | -           | 9.1   | 26.6                       | -             | -             | 1.2           | 3.7              | 55.6  |
| RAHAD                   |   | 08                                   | 36.5        | 26.5        | -     | -                          | 2.8           | -             | -             | 13.4             | 79.2  |
| Rest of<br>Project Area |   | 02,03,04,06<br>07,09,10              | 13.8        | 22.8        | -     | -                          | 2.1           | -             | -             | 1.3              | 40.0  |
| KHARTOUM                |   | 14                                   | 102.9       | -           | 7.8   | 2.7                        | -             | -             | 59.7          | 10.8             | 183.9 |
| PORT SUDAN              |   | 16                                   | 7.8         | -           | -     | 1.2                        | -             | -             | 1.9           | -                | 10.9  |
| WEST SUDAN              |   | 21,22,23,24                          | -           | 2.2         | 4.0   | -                          | 36.9          | -             | -             | 0.9              | 44.0  |
| Rest of<br>SUDAN        |   | 11,12,13,15,17<br>18,19,20,25        | 42.0        | 37.3        | 1.5   | 1.5                        | 9.3           | -             | 1.3           | 32.3             | 125.2 |
| TOTAL                   |   | <del>          </del>                | 218.0       | 129.6       | 44.1  | 37.6                       | 156.8         | 2.4           | 64.1          | 93.4             | 746.0 |



## V) 旅客流動量

自動車を利用する旅客の動きは、Annex VI-17に、OD表の形でまとめられているが、表(VI-5)は、これをもとにゾーンを、更に統合し、特徴のある動きを、より明瞭に把握するために作成したものである。これらの交通量を大別すれば、

|                  |           |                         |
|------------------|-----------|-------------------------|
| プロジェクト影響圏内-----  | 1,027 人/日 | (118 人/日) <sup>注)</sup> |
| プロジェクト影響圏—他地域--- | 697 人/日   | (666 人/日)               |
| 他地域内(通過交通)-----  | 374 人/日   | (504 人/日)               |

注) ( )内は、鉄道旅客数

となり、道路による人の動きは、車全体の動きに較べて、より狭い範囲で行われていることを示している。しかし、鉄道があるにも拘らず、かなりの遠距離を、貨物と混載で人がトラックで移動している鉄道の運行に当り、て、定時性が確保されていず、遅れや、キャンセルが多いためと思われる。

全般に、道路状況が悪いにも拘らず、これだけの量の旅客が、旅行していることを考えれば、潜在的な輸送需要は、かなりの量にのぼると思われるし、道路の整備に伴って、バスサービスの改善が重要な課題となってくるであろう。

TABLE VI-5 PASSENGER MOVEMENT BY ROAD, 1977

(persons/day)

| O \ D                | Zone No. in Original O-D Table | EL OBEID | UM RUABA | RAHAD | Rest of Project Area | KHARTOUM | PORT SUDAN | WEST SUDAN | Rest of SUDAN | TOTAL   |
|----------------------|--------------------------------|----------|----------|-------|----------------------|----------|------------|------------|---------------|---------|
| EL OBEID             | 01                             |          | 127.7    | 197.8 | 89.7                 | 299.4    | 7.5        | -          | 179.2         | 901.3   |
| UM RUABA             | 05                             |          |          | 170.7 | 441.3                | -        | -          | 6.0        | 90.3          | 836.0   |
| RAHAD                | 08                             |          |          |       | 0                    | 36.9     | 0          | 6.1        | 47.7          | 459.2   |
| Rest of Project Area | 02,03,04,06<br>07,09,10        |          |          |       |                      | 18.8     | 1.2        | 0          | 4.2           | 555.2   |
| KHARTOUM             | 14                             |          |          |       |                      |          | -          | 142.1      | 99.0          | 596.2   |
| PORT SUDAN           | 16                             |          |          |       |                      |          |            | 0.6        | -             | 9.3     |
| WEST SUDAN           | 21,22,23,24                    |          |          |       |                      |          |            |            | 4.0           | 158.8   |
| Rest of SUDAN        | 11,12,13,15,17<br>18,19,20,25  |          |          |       |                      |          |            |            | 127.8         | 680.0   |
| TOTAL                |                                |          |          |       |                      |          |            |            |               | 4,196.0 |

### 6.03.3 鉄道交通量

#### i) 貨物流動

鉄道貨物の輸送量は表(VI-6)及び図(VI-5)に示される。過去6年間で、漸減の傾向を示してきたが、旅客と同様に、1974/75以降、増加傾向を示している。1974/75-1975/76の1年間では、4駅の合計で14%の増加である。これは、何れの駅も同様であり、貨車の予約にかなりの時間がかかることから、列車容量が増え、運行状況が改善されれば、輸送需要が増大する可能性があると考えられよう。

発着別にみた輸送量では、到着量の方が大きく、又、到着量の増加の方が大きい。

表(VI-7)は、発着別の貨物の品目を示しているが、発着別に輸送品目は、明瞭に異なっている。即ち、発貨物は、換金作物、オイルケーキ及び、家畜であり、穀類、塩、砂糖、石油製品、セメントが着貨物となっている。換金作物と、オイルケーキ、塩、砂糖が、全輸送量の60%を占め、これに石油製品と穀類を加えると、80%を超える。単一の品目では、換金作物の内、落花生が最も多い。

駅別には、El Obeidがこの地域の貨物量の80%近くを占めている。

郵便物、家畜を含む駅別の貨物統計は、Annex VI-18に示されている。

TABLE VI-6 RAILWAY FREIGHT HANDLED AT MAJOR STATIONS<sup>1)</sup>

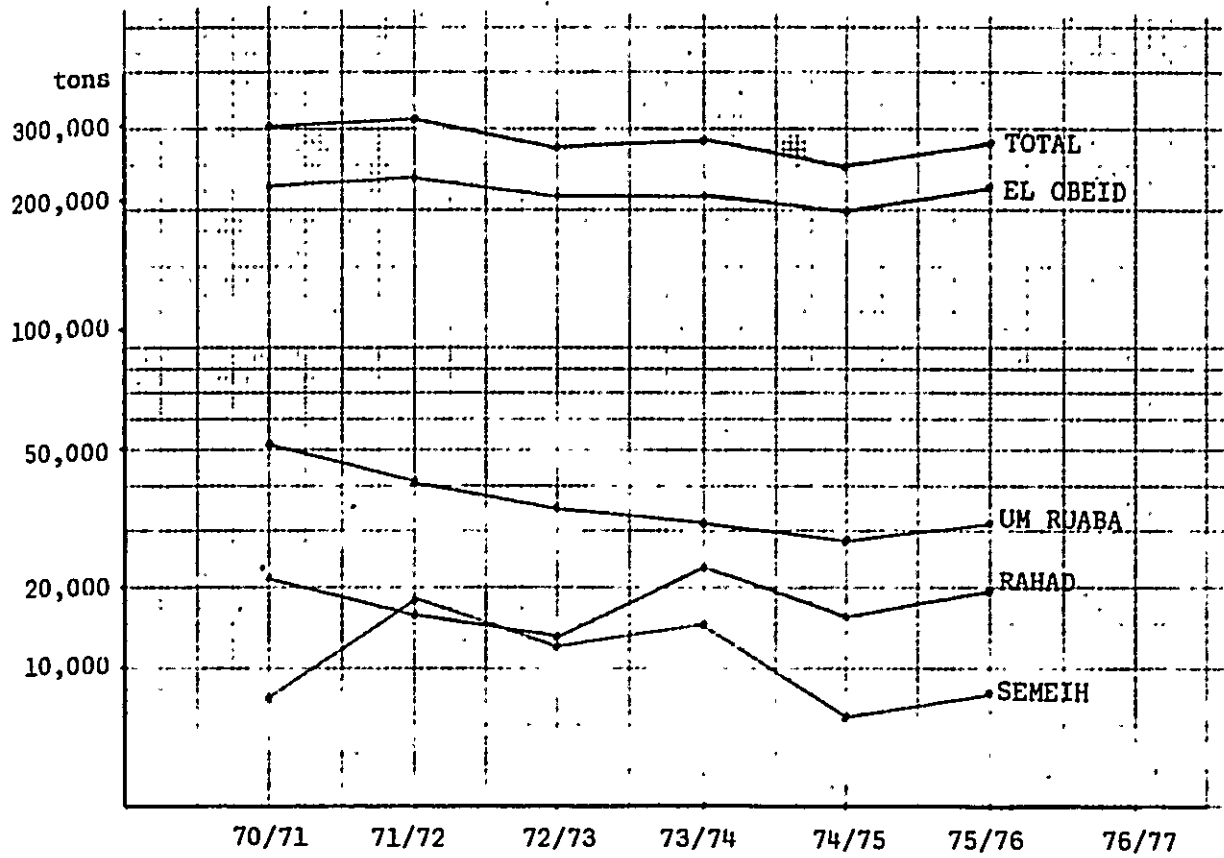
| Station     | Year      | (tons/year) |         |         |         |         |         |                       |  |  |  |
|-------------|-----------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|--|--|--|
|             |           | 1970/71     | 1971/72 | 1972/73 | 1973/74 | 1974/75 | 1975/76 | 1976/77 <sup>2)</sup> |  |  |  |
| EL<br>OBEID | Forwarded | 76,575      | 77,207  | 94,089  | 68,673  | 91,308  | 66,859  | 76,226                |  |  |  |
|             | Received  | 139,171     | 148,973 | 110,056 | 135,104 | 98,040  | 147,283 | 167,917               |  |  |  |
|             | Total     | 215,746     | 226,180 | 204,145 | 203,777 | 189,348 | 214,142 | 244,143               |  |  |  |
| RAHAD       | Forwarded | 13,132      | 9,576   | 6,701   | 13,534  | 7,392   | 11,598  | 13,223                |  |  |  |
|             | Received  | 8,329       | 6,602   | 6,708   | 9,784   | 8,568   | 7,906   | 9,014                 |  |  |  |
|             | Total     | 21,461      | 16,178  | 13,409  | 23,318  | 15,960  | 19,504  | 22,237                |  |  |  |
| SEMEIH      | Forwarded | 4,858       | 15,886  | 11,792  | 13,415  | 3,552   | 5,487   | 6,256                 |  |  |  |
|             | Received  | 2,285       | 2,491   | 785     | 1,492   | 2,232   | 2,094   | 2,387                 |  |  |  |
|             | Total     | 7,143       | 18,377  | 12,577  | 14,907  | 5,784   | 7,581   | 8,643                 |  |  |  |
| UM<br>RUABA | Forwarded | 31,056      | 20,099  | 20,613  | 17,059  | 16,596  | 22,621  | 25,790                |  |  |  |
|             | Received  | 21,276      | 21,097  | 14,328  | 14,574  | 11,480  | 8,877   | 10,121                |  |  |  |
|             | Total     | 52,332      | 41,196  | 34,941  | 31,633  | 28,076  | 31,498  | 35,911                |  |  |  |
| TOTAL       | Forwarded | 125,621     | 122,768 | 133,195 | 112,681 | 118,848 | 106,565 | 121,495               |  |  |  |
|             | Received  | 171,061     | 179,163 | 131,877 | 160,954 | 120,320 | 166,160 | 189,439               |  |  |  |
|             | Total     | 296,682     | 301,931 | 265,072 | 173,635 | 239,168 | 272,725 | 310,934               |  |  |  |

SOURCE : Sudan Railways Corporation, 1977

NOTE 1) Tonnage excludes parcels and livestock.

2) Estimated

FIG. VI-5 RAILWAY FREIGHT HANDLED AT MAJOR STATIONS



SOURCE : Produced by Table VI-6

TABLE VI-7 ESTIMATE OF RAILWAY FREIGHT HANDLED AT MAJOR STATIONS BY TYPE OF GOODS (1976/77)

| Item                        | EL OBEID   |          | RAHAD      |          | SEMEIH     |          | UM RUABA   |          | TOTAL      |          |          |
|-----------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|
|                             | For-warded | Received | For-warded | Received | For-warded | Received | For-warded | Received | For-warded | Received |          |
| 10. Whear, Dura             | 43         | 6,945    | -          | 84       | -          | -        | -          | 387      | 43         | 7,416    | 7,459    |
| 30.                         | 57,772     | -        | 10,181     | -        | 6,193      | -        | 11,658     | -        | 11,658     | 85,804   | 85,804   |
| 31. Arabic Gum              | 6,325      | -        | 446        | -        | -          | -        | 300        | -        | 7,071      | -        | 7,071    |
| 32. Groundnuts              | 45,088     | -        | 6,046      | -        | -          | -        | 8,006      | -        | 8,006      | 59,140   | 59,140   |
| 33. Karkadie                | 422        | -        | 246        | -        | -          | -        | 1,093      | -        | 1,761      | -        | 1,761    |
| 34. Water Melon Seeds       | 3,855      | -        | 11         | -        | -          | -        | 42         | -        | 3,908      | -        | 3,908    |
| 35. Sesame                  | 2,082      | -        | 3,425      | -        | -          | -        | 2,217      | -        | 7,724      | -        | 7,724    |
| 36. -                       | -          | -        | -          | -        | -          | -        | -          | -        | -          | -        | -        |
| 37. Cotton/Cottonseeds      | -          | -        | 7          | -        | 6,193      | -        | -          | -        | 6,200      | -        | 6,200    |
| 40. Flour                   | -          | 18,088   | -          | 1,666    | -          | -        | -          | 2,020    | -          | 21,774   | 21,774   |
| 60. Oil Cakes Sugar/Salt    | 14,600     | 63,703   | 2,778      | 3,703    | -          | 338      | 12,842     | 2,468    | 30,220     | 70,212   | 100,432  |
| 70. Livestock <sup>1)</sup> | (32,398)   | (1,237)  | (-)        | (55)     | (-)        | (-)      | (4,159)    | (-)      | (36,557)   | (1,292)  | (37,794) |
| 110. Petroleum Products     | -          | 28,751   | -          | 2,559    | -          | 1,863    | -          | 3,559    | -          | 36,732   | 36,732   |
| 120. Cement                 | -          | 8,451    | -          | 101      | -          | 67       | -          | 169      | -          | 8,788    | 8,788    |
| Others                      | 3,811      | 41,979   | 264        | 901      | 63         | 119      | -          | 1,518    | 5,428      | 44,517   | 49,945   |
| Total                       | 76,226     | 167,917  | 13,223     | 9,014    | 22,237     | 2,387    | 8,643      | 10,121   | 121,495    | 189,439  | 310,934  |

SOURCE : Sudan Railways Corporation, 1977

NOTE : 1) Figures in Parenthesis indicate number of Livestock.

## ii) 旅客流動

鉄道の旅客は表 (VI-8) 及び、図 (VI-6) に示す駅別の切符発売枚数でみる限り、過去6年間で全体に減少傾向を示しているが、1974/75年以降再び増大する兆しをみせている。何れの列車とも、乗車効率は、ほぼ100%であり、無賃乗車の数もかなりあるところから、道路の場合と同様、潜在的な旅客の輸送需要は、かなり大きく、列車運行状況が改善されるにつれ、利用客は、急速に増加するものと予想される。

表 (VI-10) は、El Obeid — Um Ruaba 間の鉄道旅客のODをみたものであるが、旅行距離は、道路の場合よりかなり長く、ている。主なゾーンペアと、交通量は、Annex VI-20, Table 6-18-2 のOD表によれば、次のようである。

|                         |       |     |
|-------------------------|-------|-----|
| El Obeid — Khartoum     | 303.9 | 1/日 |
| Khartoum — Nyala        | 246.9 | "   |
| El Obeid — Kosti/Sennar | 108.1 | "   |
| Wad Medani — Nyala      | 75.4  | "   |
| Rahad — Khartoum        | 72.4  | "   |
| El Obeid — Um Ruaba     | 59.6  | "   |

又、クラス別には、徐々により高い等級の客車を選択する傾向を、表 (VI-9) は示している。





TABLE VI -8 PASSENGER BOOKING AT FOUR STATIONS

| Station  | Year    |         |         |         |         |         |                       |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
|          | 1970/71 | 1971/72 | 1972/73 | 1973/74 | 1974/75 | 1975/76 | 1976/77 <sup>1)</sup> |
| EL OBEID | 94,959  | 95,142  | 109,248 | 90,345  | 84,309  | 92,474  | 100,466               |
| RAHAD    | 51,298  | 48,130  | 44,807  | 35,703  | 28,343  | 31,224  | 33,922                |
| SEMEIH   | 10,199  | 7,765   | 7,507   | 5,412   | 4,028   | 3,168   | 3,442                 |
| UM RUABA | 56,266  | 53,831  | 48,137  | 36,844  | 30,770  | 33,327  | 36,207                |
| TOTAL    | 212,722 | 204,868 | 209,699 | 168,304 | 147,450 | 160,193 | 174,037               |

Source; Sudan Railway, 1977

1) Estimated

FIG. VI -6 PASSENGER BOOKING AT FOUR STATIONS

Number of  
Tickets Sold

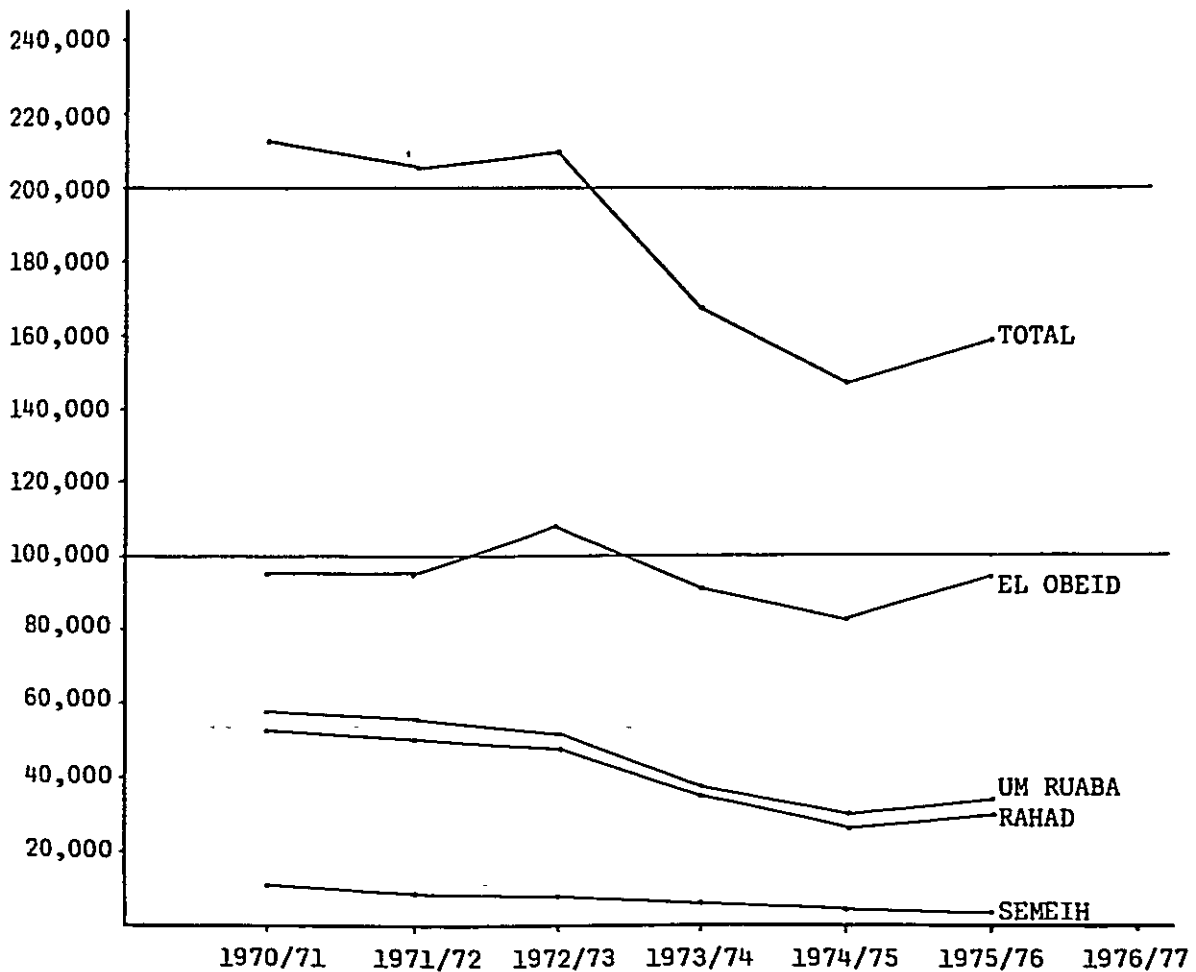


TABLE VI-9 PASSENGER BOOKING BY CLASS<sup>1)</sup>

|           | (%)            |                |                |                |                |                |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|           | <u>1970/71</u> | <u>1971/72</u> | <u>1972/73</u> | <u>1973/74</u> | <u>1974/75</u> | <u>1975/76</u> |
| 1st Class | 2.3            | 2.2            | 2.75           | 3.4            | 4.7            | 4.6            |
| 2nd Class | 5.9            | 5.2            | 5.75           | 6.7            | 7.8            | 7.4            |
| 3rd Class | 23.9           | 20.8           | 23.6           | 27.8           | 34.5           | 30.9           |
| 4th Class | 67.9           | 71.8           | 67.9           | 62.1           | 53.0           | 57.1           |

1) Percentage is calculated based on total passenger booking at four stations in the project area.

TABLE VI-10 PASSENGER MOVEMENT BY RAIL, 1977

(persons/day)

| O \ D                | Zone No. in Original O-D Table  | EL OBEID | UM RUABA | RAHAD | Rest of Project Area | KHARTOUM | PORT SUDAN | WEST SUDAN | Rest of SUDAN | TOTAL   |
|----------------------|---------------------------------|----------|----------|-------|----------------------|----------|------------|------------|---------------|---------|
| EL OBEID             | 01                              |          | 59.6     | 3.4   | 1.5                  | 303.9    | 5.2        | 1.9        | 176.6         | 552.1   |
| UM RUABA             | 05                              |          |          | 51.1  | 1.9                  | -        | -          | 13.2       | -             | 125.9   |
| RAHAD                | 08                              |          |          |       | 0                    | 72.4     | 0.7        | -          | 70.1          | 197.7   |
| Rest of Project Area | 02,03,04,06<br>07,09,10         |          |          |       |                      | 2.3      | 2.6        | 0          | 16.8          | 25.1    |
| KHARTOUM             | 14                              |          |          |       |                      |          | -          | 279.4      | 4.0           | 662.0   |
| PORT SUDAN           | 16                              |          |          |       |                      |          |            | 3.6        | 0.7           | 12.8    |
| WEST SUDAN           | 21,22,23,24                     |          |          |       |                      |          |            |            | 215.0         | 513.1   |
| Rest of SUDAN        | 11,12,13,15,17<br>18,19,20,25   |          |          |       |                      |          |            |            | 0.8           | 484.8   |
| TOTAL                | <del>                    </del> |          |          |       |                      |          |            |            |               | 2,573.4 |

## 6.04 輸送費用

### 6.04.1 道路輸送費用

#### i) 輸送費用調査

現道及び、計画道路上での自動車の走行費用を、算定するために、現地調査期間中、種々の調査を実施した。調査は、主に、

- a) 現地ディーラー、ガレージ経営者、運送会社等に対するインタビュー。
- b) O-D調査時に、実施したドライバーに対するインタビュー。
- c) 類似調査結果の分析
- d) 4輪駆動車による走行調査

等の方法によって行われ、走行費用の算定に必要な諸元を推定した。

調査に当、とは、特に、対象地域における特殊な道路状況に、留意し、調査の対象とする路面状況を次のように設定した。

- a) 舗装 (paved)
- b) 砂利 (gravel)
- c) Hard Surface Clay
- d) Loose Sand

更に、c) Hard Surface Clay d) Loose Sand については、雨季と乾期における、走行費用の相違を検討した。

ii) 代表車の特性

代表車として、現地での交通量調査及び、ディーラーとのインタビューの結果から、現地も将来もこの地域でよく利用されると考えられる車種及び、それぞれの車種を代表するメーカーの車を選んだ。選定された車種及び、代表車は、次の通りである。

- a) 乗用車-----トヨタ、カローラ1200
- b) 小型車(4輪駆動車)---トヨタ、ピックアップ
- c) 中型トラック       ベッドフォード(6トン車)
- d) 大型トラック       Fiat 682(11トン車)
- e) バス                 ベッドフォード(6トン車)の改造車

この内、乗用車は、現在の道路状況下では、市街地内だけに限られるが、道路改良後には、かなり利用されるとみられることから、分析の対象として選定した。

代表車の特性は、表(VI-11)に示される。

Table (VI-11) Characteristics of Representative Vehicles

| Type of Vehicle        | Car            | Van, Pick-up        | Medium Truck | Heavy Truck | Bus     |
|------------------------|----------------|---------------------|--------------|-------------|---------|
| Representative Vehicle | Toyota Corolla | Toyota Pick-up      | BedFord      | Fiat 682    | BedFord |
| Loading Capacity       | 4 pass         | 10 pass<br>1/2 tons | 6 tons       | 11 tons     | 44 pass |
| Number of Axles        | 2              | 2                   | 2            | 2           | 2       |
| Number of Types        | 4              | 4                   | 4            | 4           | 4       |
| Fule Used              | Gasoline       | Gasoline            | Diesel       | Diesel      | Diesel  |
| Maximum Cruising Speed | 125 (km/h)     | 110                 | 90           | 90          | 90      |
| Average Life Years     | 10             | 8                   | 6            | 6           | 5       |

Source : Interviews with dealers

### iii) 走行費用の算定

自動車の走行費用は、走行費用を構成する以下の各項目について分析を加え、前述した乾期の各路面状況毎に、平坦な道路について算出した。費用の積算時点は、何れも1977年現在のものである。

- ・ 車輛の償却費及び、利子費
- ・ 保険費
- ・ 運転手及び、助手の人件費
- ・ 車輛登録費及び、都市計画税等
- ・ 燃料費
- ・ 油脂費
- ・ タイヤ、チューブ費
- ・ 維持、修繕費（人件費、部品費）
- ・ 一般管理費

各費用項目は、財政費用と経済費用について、分析されている。走行費用の道路勾配による補正は、勾配のある区間が現道、計画道路何れもおおむねであるために、燃料費についてのみ行、た。雨期の路面の変化による、走行費用の補正は、現地におけるインタビューの結果から、乾期の走行費用を割増しすることで行、た。以上の結果が表(VI-12)～(VI-16)に示される。尚、走行費用の分析過程は ANNEX. VI-20に、詳述されている。道路勾配による補正と、雨期の路面の変化による補正は ANNEX VI-21 Table.6-20-19 に述べる。

TABLE VI -12 OPERATING COST OF VEHICLES, CAR

(mm/km)

| Cost Item                      | Surface | Financial Cost |        |              |            | Economic Cost |        |              |            |
|--------------------------------|---------|----------------|--------|--------------|------------|---------------|--------|--------------|------------|
|                                |         | Paved          | Gravel | Hard Surface | Loose Sand | Paved         | Gravel | Hard Surface | Loose Sand |
| Depreciation and Interest      |         | 28.90          | 36.13  | 48.17        | -          | 14.12         | 17.75  | 23.67        | -          |
| Insurance Fees                 |         | 7.37           | 9.22   | 12.29        | -          | 6.27          | 7.83   | 10.45        | -          |
| Wages                          |         | -              | -      | -            | -          | -             | -      | -            | -          |
| License Fees                   |         | 0.55           | 0.69   | 0.92         | -          | -             | -      | -            | -          |
| Fuel Consumption               |         | 8.10           | 10.12  | 12.14        | -          | 4.22          | 5.28   | 6.34         | -          |
| Engine Oil Consumption         |         | 0.57           | 0.67   | 0.83         | -          | 0.49          | 0.58   | 0.72         | -          |
| Tyre Wear                      |         | 2.33           | 4.67   | 7.78         | -          | 1.67          | 3.33   | 5.56         | -          |
| Maintenance                    | Parts   | 4.62           | 5.68   | 15.98        | -          | 2.27          | 2.79   | 7.85         | -          |
|                                | Labour  | 0.30           | 0.40   | 0.80         | -          | 0.30          | 0.40   | 0.80         | -          |
| Overhead                       |         | -              | -      | -            | -          | -             | -      | -            | -          |
| Total Cost on Flat (0-3%) Road |         | 52.74          | 67.58  | 98.91        | -          | 29.34         | 37.96  | 55.39        | -          |
| Savings                        |         | -              | 14.84  | 45.84        | -          | -             | 8.62   | 26.05        | -          |
|                                |         | -              | -      | 31.33        | -          | -             | -      | 17.43        | -          |
| Total Cost on 3-5% Road        |         |                |        |              |            | 29.76         | 38.49  | 56.02        | -          |
| Total Cost(Flat Road)          |         |                |        |              |            | 29.34         | 37.96  | 83.09        | -          |
| Rainy Season(3-5%)             |         |                |        |              |            | 29.76         | 38.49  | 84.03        | -          |

TABLE VI-13 OPERATING COST OF VEHICLES, VAN/PICK-UP

(mm/km)

| Cost Item                      | Surface | Financial Cost |        |              |            | Economic Cost |        |              |            |
|--------------------------------|---------|----------------|--------|--------------|------------|---------------|--------|--------------|------------|
|                                |         | Paved          | Gravel | Hard Surface | Loose Sand | Paved         | Gravel | Hard Surface | Loose Sand |
| Depreciation and Interest      |         | 27.07          | 30.76  | 37.60        | 45.12      | 17.71         | 20.12  | 24.59        | 29.51      |
| Insurance Fees                 |         | 5.93           | 6.74   | 8.24         | 9.88       | 5.04          | 5.73   | 7.00         | 8.40       |
| Wages                          |         | -              | -      | -            | -          | -             | -      | -            | -          |
| License Fees                   |         | 0.38           | 0.44   | 0.53         | 0.64       | -             | -      | -            | -          |
| Fuel Consumption               |         | 20.24          | 25.30  | 30.36        | 45.53      | 10.56         | 13.20  | 15.84        | 23.76      |
| Engine Oil Consumption         |         | 0.72           | 0.83   | 0.98         | 1.29       | 0.63          | 0.72   | 0.85         | 1.12       |
| Tyre Wear                      |         | 5.71           | 11.11  | 20.00        | 16.67      | 4.00          | 7.78   | 14.00        | 11.67      |
| Maintenance                    | Parts   | 6.32           | 9.03   | 22.57        | 35.21      | 4.13          | 5.90   | 14.76        | 23.03      |
|                                | Labour  | 0.36           | 0.52   | 1.04         | 1.44       | 0.36          | 0.52   | 1.04         | 1.44       |
| Overhead                       |         | -              | -      | -            | -          | -             | -      | -            | -          |
| Total Cost on Flat (0-3%) Road |         | 66.73          | 84.73  | 121.32       | 155.78     | 42.43         | 53.97  | 78.08        | 98.93      |
| Savings                        |         | -              | 18.00  | 54.59        | 89.05      | -             | 11.54  | 35.65        | 56.50      |
|                                |         | -              | -      | 36.59        | 71.05      | -             | -      | 24.11        | 44.96      |
| Total Cost on 3-5% Road        |         |                |        |              |            | 44.96         | 57.14  | 81.88        | 104.63     |
| Total Cost(Flat Road)          |         |                |        |              |            | 42.43         | 53.97  | 117.12       | 98.93      |
| Rainy Season(3-5%)             |         |                |        |              |            | 44.96         | 57.14  | 122.82       | 104.63     |

TABLE VI-14 OPERATING COST OF VEHICLES, MEDIUM TRUCK

(mm/km)

| Cost Item \ Surface            | Financial Cost |        |              |            | Economic Cost |        |              |            |
|--------------------------------|----------------|--------|--------------|------------|---------------|--------|--------------|------------|
|                                | Paved          | Gravel | Hard Surface | Loose Sand | Paved         | Gravel | Hard Surface | Loose Sand |
| Depreciation and Interest      | 16.91          | 19.73  | 22.91        | 35.51      | 12.88         | 15.02  | 17.44        | 27.04      |
| Insurance Fees                 | 2.74           | 3.20   | 3.72         | 5.76       | 2.33          | 2.72   | 3.16         | 4.90       |
| Wages                          | 17.14          | 20.00  | 23.23        | 36.00      | 16.74         | 19.53  | 22.68        | 35.16      |
| License Fees                   | 0.40           | 0.47   | 0.54         | 0.84       | -             | -      | -            | -          |
| Fuel Consumption               | 20.24          | 24.29  | 30.36        | 48.57      | 17.16         | 20.59  | 25.74        | 41.18      |
| Engine Oil Consumption         | 0.94           | 1.06   | 1.26         | 1.63       | 0.82          | 0.92   | 1.10         | 1.42       |
| Tyre Wear                      | 11.88          | 23.24  | 44.57        | 38.20      | 7.87          | 15.41  | 29.53        | 25.31      |
| Maintenance                    | 6.70           | 9.80   | 25.78        | 40.21      | 5.10          | 7.46   | 19.63        | 30.62      |
| Parts                          | 1.20           | 1.96   | 3.92         | 5.48       | 1.20          | 1.96   | 3.92         | 5.48       |
| Labour                         |                |        |              |            |               |        |              |            |
| Overhead                       | 7.82           | 10.38  | 15.63        | 21.22      | 7.82          | 10.38  | 15.63        | 21.22      |
| Total Cost on Flat (0-3%) Road | 85.97          | 114.14 | 171.92       | 233.42     | 71.92         | 93.99  | 138.83       | 192.33     |
| Savings                        | -              | 28.17  | 85.95        | 147.45     | -             | 22.07  | 66.91        | 120.41     |
|                                | -              | -      | 57.78        | 119.28     | -             | -      | 44.84        | 98.34      |
| Total Cost on 3-5% Road        |                |        |              |            | 79.30         | 102.84 | 149.90       | 210.04     |
| Total Cost (Flat Road)         |                |        |              |            | 71.92         | 93.99  | 208.25       | 192.33     |
| Rainy Season (3-5%)            |                |        |              |            | 79.30         | 102.84 | 224.85       | 210.04     |



TABLE VI-15 OPERATING COST OF VEHICLES, HEAVY TRUCK

(mm/km)

| Cost Item \ Surface            | Financial Cost |        |              |            | Economic Cost |        |              |            |       |
|--------------------------------|----------------|--------|--------------|------------|---------------|--------|--------------|------------|-------|
|                                | Paved          | Gravel | Hard Surface | Loose Sand | Paved         | Gravel | Hard Surface | Loose Sand |       |
| Depreciation and Interest      | 38.93          | 46.11  | 53.09        | 83.43      | 25.96         | 30.74  | 35.39        | 55.62      |       |
| Insurance Fees                 | 7.69           | 9.11   | 10.49        | 16.48      | 6.54          | 7.74   | 8.91         | 14.01      |       |
| Wages                          | 16.00          | 18.95  | 21.82        | 34.29      | 15.63         | 18.51  | 21.31        | 33.49      |       |
| License Fees                   | 0.48           | 0.57   | 0.65         | 1.03       | -             | -      | -            | -          |       |
| Fuel Consumption               | 24.29          | 31.57  | 38.86        | 72.86      | 20.59         | 26.77  | 32.94        | 61.77      |       |
| Engine Oil Consumption         | 2.77           | 3.18   | 3.84         | 4.98       | 2.41          | 2.77   | 3.34         | 4.33       |       |
| Tyre Wear                      | 23.56          | 46.10  | 88.35        | 75.73      | 16.49         | 32.26  | 61.84        | 53.00      |       |
| Maintenance                    | Parts          | 15.26  | 22.89        | 59.77      | 92.84         | 10.17  | 15.26        | 39.85      | 61.89 |
|                                | Labour         | 1.40   | 2.28         | 4.56       | 6.40          | 1.40   | 2.28         | 4.56       | 6.40  |
| Overhead                       | 13.04          | 18.08  | 28.14        | 38.80      | 13.04         | 18.08  | 28.14        | 38.80      |       |
| Total Cost on Flat (0-3%) Road | 143.42         | 198.84 | 309.57       | 426.84     | 112.23        | 154.41 | 236.28       | 329.31     |       |
| Savings                        | -              | 55.42  | 166.15       | 283.42     | -             | 42.18  | 124.05       | 217.08     |       |
|                                | -              | -      | 110.73       | 228.00     | -             | -      | 81.87        | 174.90     |       |
| Total Cost on 3-5% Road        |                |        |              |            | 121.08        | 165.92 | 250.44       | 355.87     |       |
| Total Cost(Flat Road)          |                |        |              |            | 112.23        | 154.41 | 354.42       | 329.31     |       |
| Rainy Season(3-5%)             |                |        |              |            | 121.08        | 165.92 | 375.66       | 355.87     |       |

TABLE VI-16 OPERATING COST OF VEHICLES, BUS

(mm/km)

| Surface<br>Cost Item           | Financial Cost |        |              |            | Economic Cost |        |              |            |       |
|--------------------------------|----------------|--------|--------------|------------|---------------|--------|--------------|------------|-------|
|                                | Paved          | Gravel | Hard Surface | Loose Sand | Paved         | Gravel | Hard Surface | Loose Sand |       |
| Depreciation and Interest      | 18.39          | 21.45  | 24.91        | 38.62      | 13.93         | 16.25  | 18.88        | 29.26      |       |
| Insurance Fees                 | 2.64           | 3.08   | 3.58         | 5.55       | 2.25          | 2.62   | 3.04         | 4.72       |       |
| Wages                          | 15.00          | 17.50  | 20.32        | 31.50      | 14.60         | 17.03  | 19.77        | 30.65      |       |
| License Fees                   | 0.33           | 0.39   | 0.45         | 0.70       | -             | -      | -            | -          |       |
| Fuel Consumption               | 20.24          | 24.29  | 30.36        | 48.57      | 17.16         | 20.59  | 25.74        | 41.18      |       |
| Engine Oil Consumption         | 0.94           | 1.06   | 1.26         | 1.63       | 0.82          | 0.92   | 1.10         | 1.42       |       |
| Tyre Wear                      | 11.88          | 23.25  | 44.57        | 38.20      | 7.87          | 15.41  | 29.53        | 25.31      |       |
| Maintenance                    | Parts          | 7.61   | 11.13        | 29.28      | 45.67         | 5.77   | 8.43         | 22.18      | 34.60 |
|                                | Labour         | 1.20   | 1.96         | 3.92       | 5.48          | 1.20   | 1.96         | 3.92       | 5.48  |
| Overhead                       | 7.82           | 10.41  | 15.87        | 21.59      | 7.82          | 10.41  | 15.87        | 21.59      |       |
| Total Cost on Flat (0-3%) Road | 86.05          | 114.52 | 174.52       | 237.51     | 71.42         | 93.62  | 140.03       | 194.21     |       |
| Savings                        | -              | 28.47  | 88.47        | 151.46     | -             | 22.20  | 68.61        | 122.79     |       |
|                                | -              | -      | 60.00        | 122.99     | -             | -      | 46.41        | 100.59     |       |
| Total Cost on 3-5% Road        |                |        |              |            | 78.80         | 102.47 | 151.10       | 211.92     |       |
| Total Cost(Flat Road)          |                |        |              |            | 71.42         | 93.62  | 210.05       | 194.21     |       |
| Rainy Season(3-5%)             |                |        |              |            | 78.80         | 102.47 | 226.65       | 211.92     |       |

### 6.04.2 鉄道輸送費用

鉄道の輸送費用については、本調査が道路に於けるもの、道路の走行費用のような、詳細な数値を必要としない。従、この項では、これに代り、鉄道の輸送費用が用いられる。第IV章3節転換交通量の所に述べられているので、これを参照されたい。

## 第 VII 章

|      |         |      |
|------|---------|------|
| 7.00 | 建設計画    | 7-1  |
| 7.01 | 設計基準    | 7-2  |
| 7.02 | 線形計画    | 7-10 |
| 7.03 | 舗装の構造設計 | 7-17 |
| 7.04 | 構造物計画   | 7-21 |

## 7.00 建設計画

すでに I 序章で述べたように、この度の調査は El Obeid ~ Um Ruaba を結ぶいくつかの代替ルート案の比較をすることである。

個々の比較案については次 VII 章 2 節で説明されている

1 案より 7 案の日当り推定交通量は 1983 年使用開始時期に於いていずれも平均 160~180 台程で大差は認められない。又沿道の地形条件も平地ないしなだらかな丘陵地である。よって最適ルート選定のための比較に当っては同じ基準と規格のもとに計画をし、建設費および維持費を算出する。これ等は次 IX 章 1 節の費用便益分析の中に持ちこまれ検討の結果最適ルートが決定される。

その後この最適ルートについて構造物、舗装構造および部分的な区間におけるバイパス等の代替案の比較検討を行ない、これらの建設費用、および便益の算定を行なう。

## 7.01 設計基準

### 7.01.1 幾何構造基準

スーダン国では、AASHTOによる、設計基準が道路計画において多く使われている。これに準じ、かつ必要な調整を行ない、このプロジェクトに適用する基準を、Table-VII-1と Fig VII-1の通りに設定した。設定された基準の基本的な考え方は、次の通りである。

#### i) 地域による区分

計画道路の地域は、地方部と都市部に区分した。

#### ii) 地形による区分

計画道路の地形は次のように区分した。

#### 地形による区分

| 区 分  | 平地部 | 丘陵部 | 山地部 |
|------|-----|-----|-----|
| 勾 配% | 0~3 | 3~6 | 6以上 |

TABLE VII - 1 GEOMETRIC DESIGN CRITERIA

| Area  | Terrain | Type of Route | Design speed<br>(km/h) | Width of<br>Carriage way<br>(m) | Shoulder<br>Width<br>(m) | Width of<br>Animalpass<br>(m) | Width of<br>Side walk<br>(m) | right of<br>way width<br>(m) |
|-------|---------|---------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Rural | Flat    | Main Road     | 100                    | 2 x 3.5                         | 2 x 2.0                  | 2 x 7                         | -                            | 60                           |
|       | Hilly   | Main Road     | 80                     | 2 x 3.5                         | 2 x 2.0                  | 2 x 7                         | -                            | 60                           |
| Urban | Flat    | Main Road     | 60                     | 2 x 3.5                         | 2 x 4.0                  | 2 x 7                         | -                            | 40                           |
| Rural | Flat    | Access Road   | 60                     | 1 x 3.5                         | 2 x 2.0                  | 2 x 7                         | -                            | 40                           |

### iii) 設計速度

プロジェクト地域は概ね、平坦な地形であるので、地方部では、高い設計速度を持つ道路として設計ができる。

100 km/h 平地部

80 km/h 丘陵部

60 km/h 本線の都市部及び、アクセス道路

### iv) 計画道路の設計交通容量

#### a) 2車線道路

“AASHTO. Highway Capacity Manual 1965”のサービス水準をBとして、計画道路の設計交通容量は、乗用車換算台数で5,000台/日とした。

#### b) 1車線道路

1車線道路の交通容量は、500台とする。

v) 車道巾員

㊦) 2車線道路

AASHTOの基準をもとにして、車道巾員は、次のように決めた。

| 設計速度<br>(km/h) | 設計時間容量 (Vehicles/h) (乗用車換算) |                  |
|----------------|-----------------------------|------------------|
|                | DHV 100-200                 | 200-400          |
| 50             | —                           | 6.0 <sup>m</sup> |
| 60             | —                           | 7.0              |
| 80             | —                           | 7.0              |
| 100            | —                           | 7.0              |



vi) 路肩巾員

a) 2車線道路

AASHTO をもとに、路肩巾員は、地方部では 2.0 m とし、都市部では、緩速交通が見込まれるので 4.0 m とする。

b) 1車線道路

2車線道路の地方部と同じ路肩巾員とする。

vii) 橋梁の巾員構成

橋梁の巾員構成は、下図のとおりとする。

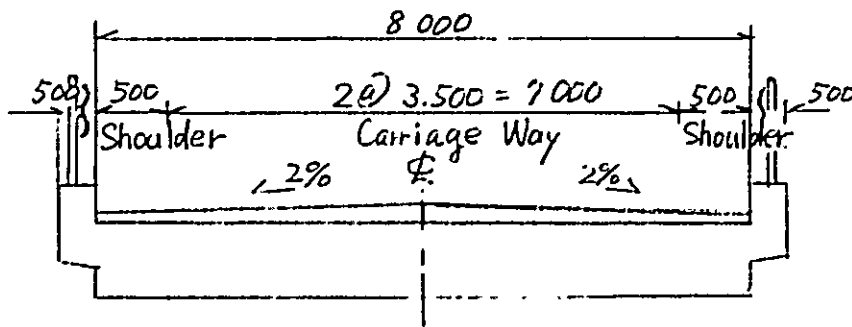
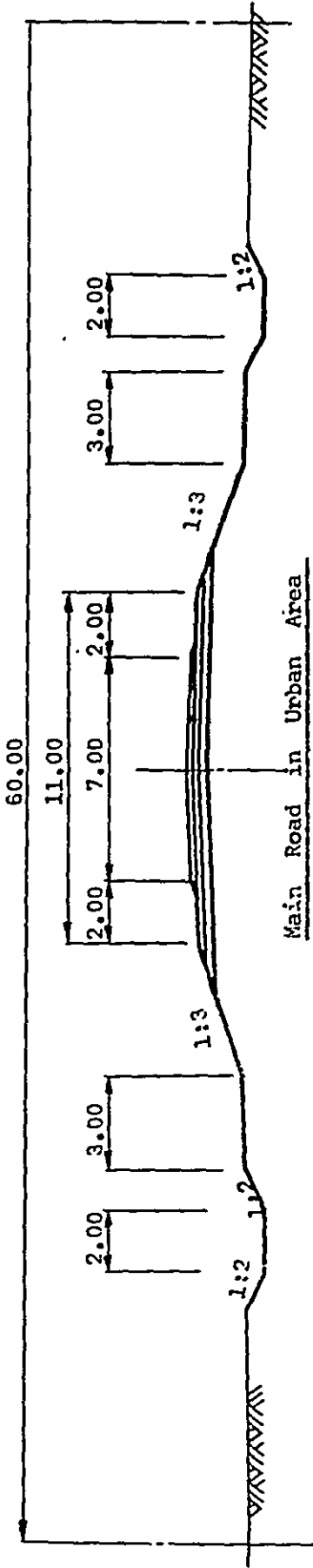
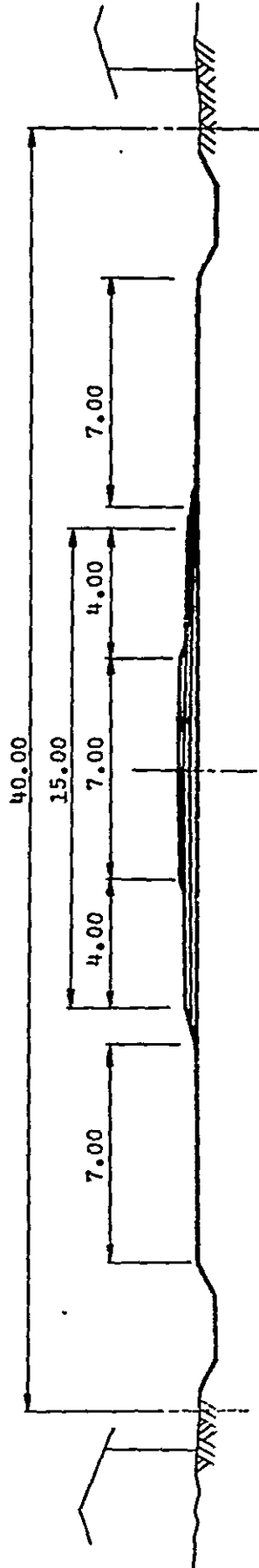


FIG. VII-1 TYPICAL CROSS SECTIONS

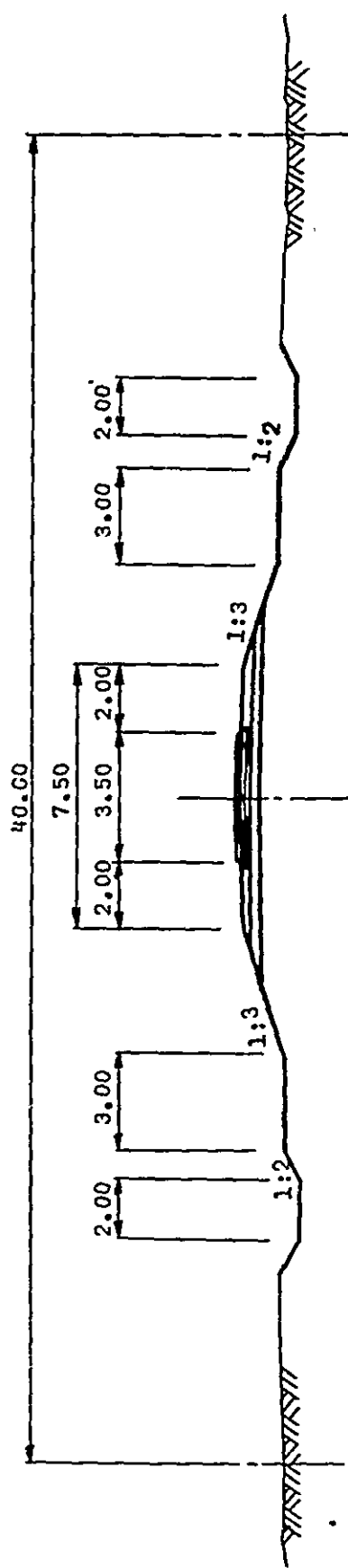
Main Road in Rural Area



Main Road in Urban Area



Access Road in Rural Area



VIII) 線形要素

緩和曲線には、フロソイドが使われる。その他の線形要素は、AASHTO を参考にして、次の通りに決められた。

|      |            | 設計速度    |         |          |
|------|------------|---------|---------|----------|
|      |            | 60 km/h | 80 km/h | 100 km/h |
| 平面線形 | 最小曲線半径 (m) | 130 m   | 230 m   | 380 m    |
|      | 最大片勾配      | 8%      | 8%      | 8%       |
| 縦断線形 | 最急         | 5%      | 4%      | 3%       |
|      | 平地部        |         |         |          |
|      | 縦断勾配 丘陵    | 6%      | 5%      | 4%       |
|      | 最小縦断曲線長    | 50 m    | 70 m    | 85 m     |
|      | 合成勾配       | 8%      | 8%      | 8%       |
|      | 追越視距       | 450 m   | 550 m   | 670 m    |

注) 最急縦断勾配は、やむを止ない場合には、+2%を加えることができる。

## 7.01.2 構造物

### i) 荷重条件

自動車荷重は、AASHTOのH-20とし、衝撃荷重と考慮する。風荷重、地震の影響は、無視される。土圧は、ランキンの式により求められる。

### ii) 使用材料の強度

| 種 別   | コンクリートの<br>28日 強度      | 用 途      |
|-------|------------------------|----------|
| A クラス | 210 kg/cm <sup>2</sup> | 橋梁上部工用   |
| B クラス | 150 kg/cm <sup>2</sup> | その他構造物用  |
| C クラス | 105 kg/cm <sup>2</sup> | 均しコンクリート |

| 鉄 筋      | 許容応力                     | 用 途 |
|----------|--------------------------|-----|
| Grade 40 | 1,400 kg/cm <sup>2</sup> | —   |
| Grade 60 | 1,700 kg/cm <sup>2</sup> | —   |

## 7.02 線形計画

### 7.02.1 代替案の検討

El Obeid と Um Ruaba の間には A と B の 2 つのルートと、RAHAD と UM RUABA の間には C, D と E の 3 つのルートと、又北側の直結ルートと 17 フィートと ACCESS ROAD を比較案として提案した。以上は Fig VII-2 に示している。

#### i) El Obeid ~ Rahad 間

##### a) A ルート

このルートは、El Obeid ~ Rahad 間、鉄道の東側を現道路沿いに走るルートで、J. Kordofan 及び J. El Ain の山を通過する。

##### b) B ルート

このルートは、El Obeid ~ Rahad 間、鉄道の西側を、現道路沿いに走るもので、El Ain の貯水池を經由し、鉄道沿いに Rahad に至る。

#### ii) Rahad ~ Um Ruaba

##### a) C ルート

このルートは、乾期に利用される現道路沿いのもので、K. Abu Habi の氾濫原のゴットンクレイの上を通る。

##### b) D ルート

このルートは、K. Abu Habi の氾濫原を、最小限に避けて鉄道の北側丘陵地を通る。

C) Eルート

このルートは、雨期に利用される鉄道の北側丘陵地の現道路沿いのものである。

iii) 北側ルート

a) Fルート

このルートは、El Obeid ~ Um Ruaba間を、直接連絡するルートで、これには、Rahadより、取付道路を計画する。

以上、A.B.C.D.E.F. ルートの組合せより以下の表に示すように、7つの代替案が、この調査の検討対象となる。

代替案ルート

| Plan | El Obeid~Rahad            | Rahad~Um Ruaba | Total distance |
|------|---------------------------|----------------|----------------|
| 1    | (A) 680 km                | (C) 71.8 km    | 139.8 km       |
| 2    | (A) 680                   | (D) 66.6       | 134.6          |
| 3    | (A) 680                   | (E) 67.3       | 135.3          |
| 4    | (B) 730                   | (C) 71.8       | 144.8          |
| 5    | (B) 730                   | (D) 66.6       | 140.3          |
| 6    | (B) 730                   | (E) 67.3       | 139.6          |
| 7    | (F) 114.7 + (Access) 40.8 |                | 155.5          |

TABLE VII-2 TECHNICAL COMPARISON

| Alternative Plan          | 1 (A+C)                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 (A+D)                                                                                                                                                                                                                             | 3 (A+E)                                                                                                                                   |                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Length                    | 139.8 km                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 134.6 km                                                                                                                                                                                                                            | 135.3 km                                                                                                                                  |                                                                    |
| Alignment                 | <p>Horizontal Curve Radius (R)<br/>Two places where R is under 1,500 m</p> <p>Longitudinal Grade (L.G.)<br/>Total length 0.95 km of which L.G. is steeper than 3%.<br/><br/>Although the longitudinal grade is gentle, the horizontal alignment meanders considerably along K. ABUHABL.</p> | <p>No place where R is under 1,500 m</p> <p>Total length 8.2 km of which L.G. is steeper than 3%.<br/><br/>Horizontal alignment is very good. Since the route runs across a sand dune area, L.G. is up and down in many places.</p> | <p>No place where R is under 1,500 m</p> <p>Total length 29.15 km of which L.G. is steeper than 3%.<br/><br/>Same as PLAN 2</p>           | <p>Five p</p> <p>Zero k than</p> <p>Since terrai but hc detour</p> |
| Soil Conditions           | Some countermeasures have to be considered for the cotton clay in the flood plain.                                                                                                                                                                                                          | Although this route runs through a very limited part of the cotton clay scattered in the flood plain of K. ABUHABL, the soil condition of other areas is generally good.                                                            | Same as PLAN 2                                                                                                                            | The se RAHAD cotton soil                                           |
| Material Conditions       | Supply of base course materials and aggregates is available, since this route runs through J. KORDOFAN (gravel available), J. ELAIN and J. SEMEIH (quarry site).                                                                                                                            | Same as PLAN 1                                                                                                                                                                                                                      | Carrying-in of the base course materials to the section between RAHAD and UM RUABA is disadvantageous because of long transport distance. | Same                                                               |
| Construction Difficulties | Easy to secure water for construction. Easy to carry-in equipment and materials by using the railroad. Expensive for maintenance of slope protection in the flood plain in rainy season.                                                                                                    | Easy to secure water for construction. Easy to carry-in equipment and materials by using the railroad.                                                                                                                              | Disadvantageous in obtaining water for construction and in carrying-in equipment and materials.                                           | Same                                                               |
| Structures                | <p>Total Bridge Length 166 m</p> <p>Box Culvert 19 places</p> <p>Total Length of Pipe Culvert 1,356 m</p> <p>Cost for Structure LS 525,000</p>                                                                                                                                              | <p>166 m</p> <p>20 places</p> <p>696 m</p> <p>LS 448,025</p>                                                                                                                                                                        | <p>145 m</p> <p>29 places</p> <p>372 m</p> <p>LS 428,175</p>                                                                              | <p>208 m</p> <p>25 pl</p> <p>1,284</p> <p>LS 619</p>               |
| Pavement                  | <p>Total Length of CBR 3% 39 km</p> <p>Since the section of roadbed of which CBR is 3%, is lengthy, the cost for displacement of subgrade increases.</p>                                                                                                                                    | <p>3 km</p> <p>Since the section of roadbed of which CBR is 3%, is short, the cost for displacement of subgrade is low.</p>                                                                                                         | <p>2 km</p> <p>Same as PLAN 2</p>                                                                                                         | <p>39 km</p> <p>Same</p>                                           |
| Drainage                  | Consideration has to be paid for slope protection around K. BAGGARA and for the flood plain in K. ABUHABL.                                                                                                                                                                                  | No particular problem observed.                                                                                                                                                                                                     | Same as PLAN 2                                                                                                                            | Same                                                               |

I-2 TECHNICAL COMPARISON OF ALTERNATIVE PLANS

| A+E)                                                                 | 4 (B+C)                                                                                                                                                                                            | 5 (B+D)                                                                                                                                          | 6 (B+E)                                                                      | 7 (F+Access)                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 km                                                                | 144.8 km                                                                                                                                                                                           | 139.6 km                                                                                                                                         | 140.3 km                                                                     | 155.5 km                                                                                                                                                                                            |
| is under 1,500 m                                                     | Five places where R is under 1,500 m                                                                                                                                                               | Three places where R is under 1,500 m                                                                                                            | Three places where R is under 1,500 m                                        | No place where R is under 1,500 m                                                                                                                                                                   |
| 5 km of which L.G. is steeper than 3%.                               | Zero km of which L.G. is steeper than 3%.<br><br>Since this route runs through flat terrain, vertical alignment is good, but horizontal alignment has many detours which increases total distance. | Total length 7.25 km of which L.G. is steeper than 3%.<br><br>Since this route runs across a sand dune area, L.G. is up and down in many places. | Total length 28.2 km of which L.G. is steeper than 3%.<br><br>Same as PLAN 5 | Total length 29.78 km of which L.G. is steeper than 3%.<br><br>Although the horizontal alignment is very good, L.G. is up and down in many places because this route runs through a sand dune area. |
|                                                                      | The section of this route between RAHAD and UM RUABA runs through a cotton clay scattered area. The soil condition is very poor.                                                                   | Same as PLAN 2                                                                                                                                   | Same as PLAN 2                                                               | This route runs partly across a silty clay area, but most crossing areas are sand dune which is a good soil condition.                                                                              |
| The base course section between BA is disadvantageous long transport | Same as PLAN 1                                                                                                                                                                                     | Same as PLAN 1                                                                                                                                   | Same as PLAN 3                                                               | Problems exist in obtaining aggregates since no quarry site is available near the section between GEIFIL and UM RUABA.                                                                              |
| in obtaining water and in carrying-in materials.                     | Same as PLAN 1                                                                                                                                                                                     | Same as PLAN 2                                                                                                                                   | Same as PLAN 3                                                               | Difficult to obtain the water for construction. Difficult to get aggregates. No railroad available.                                                                                                 |
|                                                                      | 208 m<br>25 places<br>1,284 m<br>LS 619,743                                                                                                                                                        | 208 m<br>26 places<br>624 m<br>LS 542,610                                                                                                        | 187 m<br>35 places<br>300 m<br>LS 522,760                                    | 42 m<br>40 places<br>348 m<br>LS 296,070                                                                                                                                                            |
|                                                                      | 39 km<br><br>Same as PLAN 1                                                                                                                                                                        | 3 km<br><br>Same as PLAN 2                                                                                                                       | 2 km<br><br>Same as PLAN 2.                                                  | 3 km<br><br>In the section between GEIFIL and UM RUABA, cement stabilized base course is to be used because of insufficient supply of aggregates                                                    |
|                                                                      | Same as PLAN 1                                                                                                                                                                                     | Same as PLAN 2                                                                                                                                   | Same as PLAN 2                                                               | No particular problem observed.                                                                                                                                                                     |





### 7.02.2 平面線形計画

ルート選定は、以下の点に留意して計画する。

- i) 工専用道路としての利用及び、現道路沿いに分布している、村落へのサービスを考慮して、原則として現道路沿いに、ルートを計画する。
- ii) 洪水による氾濫原、雨期に氾ん水する低地部、土工量が増大する山地部及び、補償物件の多い村落を避けて、道路延長が短くなるように、出来さだり地形に応じた線形を計画する。
- iii) 河川横断箇所は、蛇行部や合流地点を避けて、河道の安定していると思われる地点を選定する。
- iv) 計画ルート南廻りの始点は、El Obeidより空港にいたる舗装道路の終点とし、El Obeid駅前のT字交差点より、空港入口迄の2.2 kmの舗装道路は、当プロジェクトより除外する。  
又、北廻りの始点は、El Obeid駅前のT字路交差点とする。  
計画ルートの終点は、何れのルートも、Um Ruabaの町の中  
心部として計画する。

### 7.02.3 縦断線形計画

全ルートを通して、地形は平地部ないし、ゆるやかな丘陵部が大部分である。縦断線形の計画にあたり、特に注意したのは、以下の点についてである。

a) 縦断勾配は、最急値を5%とする。又、横断勾配がプラスからマイナスに変化する個所の縦断勾配は、排水可能な勾配を確保するため、最低値を0.3%として計画する。

b) 盛土高さは、舗装厚にみあ、た1m前後を標準とし、河川の氾濫原や低地部の横断個所は、最低1.5mの盛土高を計画する。

c) 河川横断部は、既往の洪水位高さに、桁下余裕高1.0mを考慮して、縦断線形を計画する。

## 7.02.4 横断計画及び排水計画

### i) 横断計画

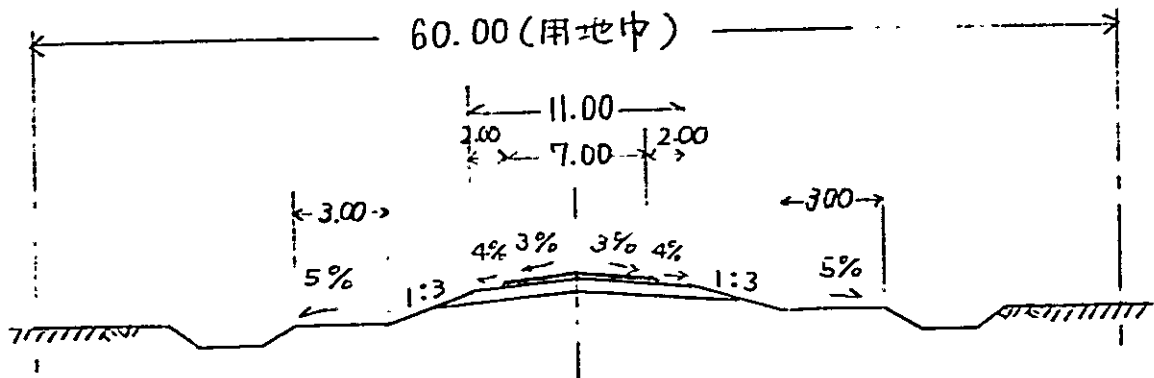
下図のように両側に道路排水土側溝を計画し、原側としてその掘削土は、盛土材として使用し、工事費の低減を計った。又、工事用道路としての利用及び、家畜等の利用の為に、本線と側溝の外側には、7m程度の中員を考慮した。

### ii) 排水計画

道路面の排水は、両側の土側溝により、本線縦断方向に排水することとし、その流末は、随所で、中小河川及び、自然の谷部に放流する計画とする。

又、排水土側溝の流速が速く、流量が多くなるような区間については、浸蝕防止の為に、石張で保護するように計画する。

本線の標準横断勾配は、車道部で3%、路肩部で4%とする。



## 7.03 舗装 構造設計

### 7.03.1 緒言

舗装構造は、路床支持力と8.2トン換算単軸荷車の通過回数に大きな関係がある。路床上の支持力を測定する方法としては、CBR試験が最も多く用いられているので、今回もそれを用いた。

舗装断面の設計指針としては、“AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures, 1972”によることとした。

### 7.03.2 交通解析と設計軸荷重

現地におけるOD調査の結果得られた全線の、日平均交通量は、中間区間 Rahad - Semeih における交通量と、ほぼ同じであった。従って、この区間の交通量を用いて、舗装設計を行った。次頁に、これを示す。これを Annex VII-1, Table 7-1 に示す。

中型トラック以上の車種については、前軸、後軸とを載荷軸とし、小型トラックについては後軸のみを載荷軸としている。一方、乗用車は、1軸1トン以下であり、舗装設計には考慮されない。

車種による軸荷重は、ANNEX VII-3, Fig. 7-1 又、標準荷重換算係数は、ANNEX VII-4 Fig. 7-2 により算出した。

片側一車線分の供用第1年度（1983年）における、標準車軸数及び、延べ70万車軸数に達する年次、ならびにプロジェクト供用全期間の延車軸数は、次のとおりである。この車軸数には、転換交通量及び、誘開発交通量による車軸数が、合計で10%増加するものとして、これを含めた。（ANNEX VII-4. Fig. 7-2 参照）

|            | 標準車軸数     |
|------------|-----------|
| 供用第1年度     | 24,057    |
| 第10年度までの累計 | 678,921   |
| 第20年度までの累計 | 1,507,624 |

### 7.03.3 舗装断面の決定

#### i) 舗装厚指数

AASHTOの Interim Guide の式を用いて舗装厚指数を求める。

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

ここに  $a_1, a_2, a_3$  :  $1/4, 1/2$  表層, 上層路盤, 下層路盤の  
相対強度係数

$D_1, D_2, D_3$  :  $1/4, 1/2$  表層, 上層路盤, 下層路盤の  
厚さ (吋)

SN : 舗装厚指数

なお舗装構成材料の相対強度係数は AASHTO 道路試験によつて得られた値および材料試験によつて推定した値をとり以下のとおり設定した。

#### 舗装構成材料の相対強度係数

| 舗装構成                                                                              | 相対強度係数      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 表層 加熱アスファルト混合物<br>(プラントミックス)<br>級造式                                               | 0.44        |
|                                                                                   | 0.24        |
| 上層路盤 切込碎石<br>碎石 (IRK ≥ 80)<br>セメント安定処理<br>(1軸圧縮 18 kg/cm <sup>2</sup> )<br>石灰安定処理 | 0.67        |
|                                                                                   | 0.15        |
|                                                                                   | 0.15        |
|                                                                                   | 0.15 ~ 0.20 |
| 下層路盤 砂混り碎石<br>砂, 砂質土                                                              | 0.11        |
|                                                                                   | 0.05 ~ 0.10 |

地域係数(R)については、このプロジェクト道路では地形的におよむぬ平地であること、年間降雨量も比較的少く霜害がないこと、地下水位が低いことなどの条件を考慮して R=1.0 とした。

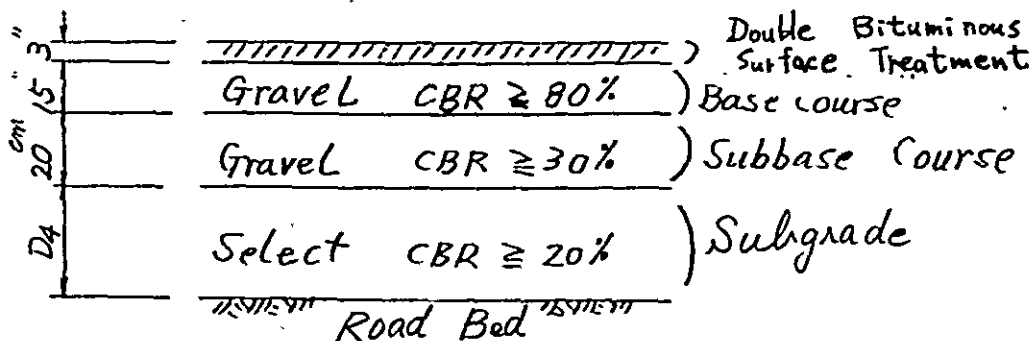
ii) 舗装断面の決定

70万車軸数に達する第13年度までは表層は浸透式(DBST)とし、その後5cm厚さのアスファルトコンクリートをオーバーレイする段階施工方式とした。

各CBR値に対する舗装厚さは次に示すとおりである。

舗装構成各層の厚さ (締固め後) (cm)

| CBR 値           | 3%                          | 5% | 9% | 12%以上 |
|-----------------|-----------------------------|----|----|-------|
| Surface         | DBST<br>3                   | 3  | 3  | 3     |
| Base Course     | Gravel<br>(CBR ≥ 80%)<br>15 | 15 | 15 | 15    |
| Subbase Course  | Gravel<br>(CBR ≥ 30%)<br>20 | 20 | 20 | 20    |
| Subgrade D4     | Select<br>(CBR ≥ 20%)<br>40 | 30 | 15 | 10    |
| Total Thickness | 78                          | 68 | 53 | 48    |





## 7.04 構造物計画

道路構造物としては、橋梁、ボックスカルバート、パイプカルバートが考えられた。

道路構造物の選定は、構造物の洪水通過容量と、工事費の関係 (ANNEX VII-6, Fig. 7-3, ANNEX VII-5, Table 7-3) に基づいた次表に従って行われた。なお、各道路構造物の一般形状は、ANNEX VII-7, Fig. 7-4 ~ ANNEX VII-9, Fig. 7-6 のとおりである。

|           | 洪水通過容量       | 備考 |
|-----------|--------------|----|
| 橋梁        | 15以上 $m^3/s$ |    |
| ボックスカルバート | 4~15 $m^3/s$ |    |
| パイプカルバート  | 0~4 $m^3/s$  |    |

各ルート毎の構造物の位置は、ANNEX VII-10, Table 7-4 のとおりである。

### 7.04.1 橋梁の設計

#### i) 下部構造

##### a) 基礎構造

第V章3節の地質調査結果によると、地表面下2m以深の地耐力は、25  $t/m^2$  が期待できると、構造物の基礎は、直接基礎で十分である。又、土質は概ね、<sup>シルト質粘土</sup>で地下水位が、きわめて低いから、圧密沈下のおそれはない。

b) 根入れ深さ

根入れは、洪水時の侵蝕の影響を防ぐため、橋台で 1.0 m 以上、  
橋脚で 2.0 m 以上とした。

## ii) 上部構造

ANNEX VII-6. Fig 7-3 のように鋼橋は、鉄筋コンクリート橋に比べて、高価であるため、検討の対象としなかった。プロジェクトエリアでは、河川の河床が浅く、しかも基礎地盤条件がよいので、橋脚の基礎構造は、小工とする。

このことは、長いスパンの橋梁よりも、橋脚の数を増して短いスパンの桁を多く架ける方が、経済的であることを意味する。したがって、上部工は、1スパンを、7mか9mのプレキャスト鉄筋コンクリート桁のスラブ橋として、設計、施工の省カ化と確定させ、期待出来るように考えた。

### 7.04.2 ボックスカルバートの設計

#### i) 断面形式

ボックスカルバートの断面は、道路が低い盛土商で、建設されるので、鉛直高さを低く押えて、ANNEX VII-8 FIG 7-5 のように計画した。

### 7.04.3 パイプカルバートの設計

#### i) 断面形状

水文解析の対象にされながら、小規模の水路及び、道路の建設によって、新たに排水構造物が必要となる個所では、パイプカルバートが計画された。

本線を横断する場所では、維持補修の容易さを考え、直径1.0mのプレキャスト鉄筋コンクリートパイプを、1~3本、現状水路の状況及び、技術的判断で、敷設することにした。(ANNEX VII-9. FIG 7-6 参照)

取付道路を横断するパイプは、必要個所に、直径60cmのプレキャストコンクリートパイプを、敷設することにした。

#### ii) コルゲートパイプとの比較

コルゲートパイプは、施工性、運搬において、利点を持っているが、鉄筋コンクリートパイプに比較して、経済的にかなり高い。(ANNEX VII-11. TABLE 7-5 参照) 又、国産品がないという理由で採用しなかった。

## 第 VIII 章

|      |          |     |
|------|----------|-----|
| 8.00 | 建設費      | 8-1 |
| 8.01 | 建設計画     | 8-1 |
| 8.02 | 建設費算定の準備 | 8-1 |
| 8.03 | 建設単価     | 8-3 |
| 8.04 | 建設費      | 8-5 |
| 8.05 | 維持補修費    | 8-9 |

## 8.00 建設費

### 8.01 建設計画

道路の建設計画は、乾期の猛暑や雨期の洪水氾濫という地域的な気象条件を考慮して、次のように設定した。

道路・橋梁工事の主要基地は、生活環境が整っている *El Obeid, Rahad, Um Ruaba* の3地点に設置する。

工区割りについては、*El Obeid ~ Rahad* 間及び、*Rahad ~ Um Ruaba* 間は、3工区に、*El Obeid ~ Um Ruaba* の北側ルートは、4工区に、又 Access ルートは、2工区に分割することとした。

工事期間は、1980年から1982年迄の3年間とし、1年の内約4ヶ月が雨期で、この期間は、原則として準備工以外の工事はできないものとして計画した。

Table VIII-1 に建設予定が示される。

### 8.02 建設費算定の準備

i) 建設費の算定は、次の条件による。

a) 通貨表示は、スーダンポンド(LS)とする。

b) LS/L 換算  $\$2.52$  とする。

c) 材料価格、労賃は、1977年7月価格とする。

d) 建設費は、外貨(F/c)と内貨(L/c)に区分する。

e) 税金の区分は、スーダン国の取扱いによる。

TABLE VIII-1 WORK SCHEDULE

| Item           | 1979        |   |       | 1980     |      |      | 1981   |      |        | 1982   |        |        | 1985   |        |        | 1986   |        |        |        |        |
|----------------|-------------|---|-------|----------|------|------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                | 7           | 9 | 10-12 | 1-3      | 4-6  | 7-9  | 10-12  | 1-3  | 4-6    | 7-9    | 10-12  | 1-3    | 4-6    | 7-9    | 10-12  | 1-3    | 4-6    | 7-9    | 10-12  |        |
| Preparation    |             |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Earthwork      | Clearing    |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                | Filling     |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Earthwork      | Cutting (1) |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                | Cutting (2) |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Structures     |             |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Pavement       | Subgrade    |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                | Subbase     |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                | Base        |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                | Surface     |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Miscellaneous  |             |   |       |          |      |      |        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Yearly Section |             |   |       | El Obeid | Nawa | Nawa | Semeih | Nawa | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih | Semeih |

Remarks: 1. Cutting (1) is excavation of earth side ditch.  
 2. Cutting (2) is road excavation.

ii) 外貨区分は、次のとおり

- a). 輸入機械 (CIF価格) 及び、丸鋼を除く、鋼製品、アスファルト等、輸入材料
- b). 燃料の原油価格相当分
- c). コントラクター 及び コンサルタントに係る外貨相当分

iii) 内貨区分は、次のとおり。

- a). セメント、丸鋼等スーダン国内産材料
- b). 輸入税、国内税等
- c). 労賃 及び 輸送費
- d). コントラクター 及び コンサルタントに係る内貨相当分

### 8.03 建設単価

建設単価は、Table VIII - 2 に示されている。

これらの詳細は ANNEX VIII - 1 で述べたとおり。

機械設備費・労賃・材料費に基づいて算定されている。



TABLE VIII-2 ECONOMIC UNIT COSTS OF CONSTRUCTION ITEMS

| <u>Item</u>                                                     | <u>Unit</u>    | <u>Unit Cost (LS)</u> |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
| <b>1. <u>Earth work</u></b>                                     |                |                       |
| Clearing and Stripping                                          | m <sup>2</sup> | 0.061                 |
| Cut to fill (compacted)                                         | m <sup>3</sup> | 0.959                 |
| Preparation of Formation                                        | m <sup>2</sup> | 0.155                 |
| Slope Protection, select fill                                   | m <sup>2</sup> | 0.543                 |
| <b>2. <u>Pavement</u></b>                                       |                |                       |
| Subgrade, select (compacted)                                    | m <sup>3</sup> | 1.855                 |
| Subbase, pit run (compacted)<br>(including overhaul)            | m <sup>3</sup> | 4.007                 |
| Base course, as above                                           | m <sup>3</sup> | 4.210                 |
| Prime coat MC-70 1.5 Kg/m <sup>2</sup>                          | m <sup>2</sup> | 0.203                 |
| Double bituminous Surface<br>Treatment                          | m <sup>2</sup> | 0.654                 |
| Asphalt concrete, hot mix 5 <sup>cm</sup> Layer<br>(asphalt 6%) | m <sup>2</sup> | 2.094                 |
| Shoulder treatment (compacted)                                  | m <sup>2</sup> | 0.420                 |
| <b>3) <u>Structures</u></b>                                     |                |                       |
| Excavation                                                      | m <sup>3</sup> | 0.291                 |
| Concrete, plain                                                 | m <sup>3</sup> | 26.340                |
| Concrete, reinforced                                            | m <sup>3</sup> | 32.470                |

## 8.04 建設費

路線毎に、Table VIII-3と4に示すとおりである。  
7つの代替案について各々 *Economic Cost*  
を算出した。

直接工事費の4%を準備工として計上し  
以上の合計額に対して 10%の *Physical  
Contingency*, 5%の *Supervising*, 2%  
の *Compensation*, 及び6%の *Detailed  
Design* の費用を加算した。

各工種別の数量, 単価, 工事金額の明細  
及び準備工の内訳は ANNEX VIII-3  
を参照のこと。

ANNEX VIII-2の表8-2-2に例として 案2ルート of 建設に  
使う機械台数を示している。

TABLE VIII-3 ECONOMIC COST OF THE PROJECT

(Unit: LS 000 in 1977 Price)

| Item                    | Plan                      | Distance      |               |               |               |               |               |                  |
|-------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
|                         |                           | 1<br>139.8 km | 2<br>134.6 km | 3<br>135.3 km | 4<br>144.8 km | 5<br>139.6 km | 6<br>140.3 km | 7 1)<br>155.5 km |
| 1. Construction Cost    |                           | 7,912         | 7,595         | 8,668         | 8,102         | 7,786         | 8,859         | 10,909           |
| 2. Preparation          | 4% of 1.                  | 316           | 304           | 347           | 324           | 311           | 354           | 436              |
| 3. Total                |                           | 8,228         | 7,899         | 9,015         | 8,426         | 8,097         | 9,213         | 11,345           |
| 4. Physical Contingency | 10% of 3                  | 823           | 790           | 902           | 843           | 810           | 921           | 1,135            |
| 5. Supervisind          | 5% of 3                   | 411           | 395           | 451           | 421           | 405           | 460           | 567              |
| 6. Total                |                           | 9,462         | 9,084         | 10,368        | 9,690         | 9,312         | 10,594        | 13,047           |
| 7. Compensation         | 2% of 3                   | 165           | 158           | 180           | 169           | 162           | 184           | 227              |
| 8. Detailed Design      | 6% of 3                   | 494           | 474           | 541           | 506           | 486           | 553           | 681              |
| 9. Grand Total          |                           | 10,121        | 9,716         | 11,089        | 10,365        | 9,960         | 11,331        | 13,955           |
| 10.. Cost per km        |                           | 72            | 72            | 82            | 71            | 71            | 80            | 90               |
| <u>Cost by Year</u>     |                           | <u>1</u>      | <u>2</u>      | <u>3</u>      | <u>4</u>      | <u>5</u>      | <u>6</u>      | <u>7</u>         |
|                         | 1978 (20% of 8.)          | 99            | 95            | 108           | 101           | 97            | 110           | 136              |
|                         | 1979 (80% of 8, 70% of 2) | 616           | 592           | 675           | 629           | 604           | 688           | 850              |
|                         | 1980 (30% of 2.)          | 3,223         | 3,210         | 3,643         | 3,173         | 3,148         | 3,574         | 3,686            |
|                         | 1981                      | 2,932         | 2,726         | 3,917         | 3,210         | 3,010         | 4,216         | 4,173            |
|                         | 1982                      | 3,251         | 3,093         | 2,746         | 3,252         | 3,101         | 2,743         | 5,110            |

Note 1) The access road is 40.8 km, and the main route is 114.7 km.

TABLE VIII-4 CONSTRUCTION COST BY PLAN

| Alternative Plan     | (LS in 1977 Price) |            |            |            |            |            |                 |
|----------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
|                      | 1                  | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7               |
| Item                 | A + C              | A + D      | A + E      | B + C      | B + D      | B + E      | F + Access Road |
| Distance (km)        | 139,800 km         | 134,600 km | 135,300 km | 144,800 km | 139,600 km | 140,300 km | 155,500 km      |
| Clearing             | 248,600            | 231,300    | 230,700    | 254,400    | 237,100    | 236,500    | 259,500         |
| Earthwork            | 848,100            | 1,075,400  | 1,767,900  | 820,100    | 1,047,400  | 1,739,900  | 2,840,900       |
| Slope protection     | 314,800            | 231,000    | 272,200    | 290,800    | 207,000    | 203,200    | 321,400         |
| Pavement             | 3,322,600          | 3,056,000  | 3,032,800  | 3,423,200  | 3,156,600  | 3,133,400  | 3,312,900       |
| Bridge               | 179,000            | 179,000    | 152,600    | 222,300    | 222,300    | 195,900    | 44,400          |
| Box culvert          | 74,700             | 77,900     | 118,500    | 103,140    | 106,340    | 146,940    | 138,000         |
| Pipe culvert         | 113,000            | 58,000     | 31,600     | 107,900    | 52,900     | 26,500     | 31,100          |
| Drainage work        | 42,000             | 118,300    | 193,800    | 33,500     | 109,800    | 185,300    | 324,800         |
| Masonry work         | 109,200            | 15,700     | 12,500     | 122,400    | 28,900     | 25,700     | 27,300          |
| Sub Total:           | 5,252,000          | 5,042,600  | 5,767,600  | 5,377,740  | 5,168,340  | 5,893,340  | 7,300,300       |
| Overhead and Profit: | 2,659,600          | 2,552,700  | 2,900,700  | 2,724,400  | 2,617,500  | 2,965,500  | 3,609,000       |
| Total:               | 7,911,600          | 7,595,300  | 8,668,300  | 8,102,140  | 7,785,840  | 8,858,840  | 10,909,300      |

TABLE VIII-5 CONSTRUCTION COST BY ROUTE

(LS in 1977 Price)

| Item                | Route | A         | B         | C         | D         | E         | F         | Access Road |
|---------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Distance (km)       |       | 68.000km  | 73.000km  | 71.800km  | 66.600km  | 67.300km  | 114.700km |             |
| Clearing            |       | 119,000   | 124,800   | 129,600   | 112,300   | 111,700   | 194,900   | 64,600      |
| Earthwork           |       | 340,500   | 312,500   | 507,600   | 734,900   | 1,427,400 | 2,395,700 | 445,200     |
| Slope protection    |       | 106,500   | 82,500    | 208,300   | 124,500   | 120,700   | 260,300   | 61,100      |
| Pavement            |       | 1,338,300 | 1,438,900 | 1,984,300 | 1,717,700 | 1,694,500 | 2,826,500 | 486,400     |
| Bridge              |       | 152,600   | 195,900   | 26,400    | 26,400    | -         | 44,400    | -           |
| Box culvert         |       | 48,100    | 76,540    | 26,600    | 29,800    | 70,400    | 123,100   | 14,900      |
| Pipe culvert        |       | 19,300    | 14,200    | 93,700    | 38,700    | 12,300    | 18,500    | 12,600      |
| Drainage work       |       | 16,700    | 8,200     | 25,300    | 101,600   | 177,100   | 294,900   | 29,900      |
| Masonry work        |       | 12,500    | 25,700    | 96,700    | 3,200     | -         | 27,300    | -           |
| Sub Total           |       | 2,153,500 | 2,279,240 | 3,098,500 | 2,889,100 | 3,614,100 | 6,185,600 | 1,114,700   |
| Overhead and profit |       | 1,089,500 | 1,154,300 | 1,570,100 | 1,463,200 | 1,811,200 | 3,058,000 | 551,000     |
| Total               |       | 3,243,000 | 3,433,540 | 4,668,600 | 4,352,300 | 5,425,300 | 9,243,600 | 1,665,700   |

8.05 維持補修費

完成後の道路に対しては 1983年より毎年  
の維持管理と定期的な再舗装の費用を  
Table VIII-6 と VIII-7 に示す。

Table VIII-6 維持補修費 (LS/km)

|                            | 項 目       | 費 用      | 備 考    |
|----------------------------|-----------|----------|--------|
| 砂<br>利<br>道                | 再 整 正     | 41.8     | 毎 年    |
|                            | 表 尺 の 補 修 | 73.0     | "      |
|                            | 雑 工 事     | 83.8     | "      |
|                            | 管 理 費     | 79.4     | "      |
|                            | 小 計       | 278.0    | "      |
| 浸<br>透<br>式<br>舗<br>装      | 再 舗 装     | 3,651.0  | 5 年 毎  |
|                            | 表 尺 の 補 修 | 36.0     | 毎 年    |
|                            | 雑 工 事     | 84.0     | "      |
|                            | 管 理 費     | 48.0     | "      |
|                            | 小 計       | 168.0    | "      |
| ア<br>ス<br>コ<br>ン<br>舗<br>装 | 再 舗 装     | 3,612.0  | 7 年 毎  |
|                            | 表 尺 の 補 修 | 14.6     | 毎 年    |
|                            | 雑 工 事     | 83.8     | "      |
|                            | 管 理 費     | 39.6     | "      |
|                            | 小 計       | 138.0    | "      |
|                            | 再 舗 装     | 14,658.0 | 10 年 毎 |

詳細は ANNEX VIII-4 を参照のこと

TABLE VIII-7 MAINTENANCE AND REPAIR COST ( 1983 ~ 2002 )

|                           |      | (LS in 1977 Price) |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------|------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| a) Maintenance and Repair |      | 1                  | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         |
| Plan                      | Year |                    |           |           |           |           |           |           |
| 1                         | 1983 | 23,486             | 22,613    | 22,730    | 24,326    | 23,453    | 23,570    | 25,063    |
| 2                         | 1984 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 3                         | 1985 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 4                         | 1986 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 5                         | 1987 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 6                         | 1988 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 7                         | 1989 | 23,486             | 22,613    | 22,730    | 24,326    | 23,453    | "         | 25,063    |
| 8                         | 1990 | 528,444            | 508,788   | 511,434   | 547,344   | 527,688   | 530,334   | 513,044   |
| 9                         | 1991 | 23,486             | 22,613    | 22,730    | 24,326    | 23,453    | 23,570    | 25,063    |
| 10                        | 1992 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 11                        | 1993 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 12                        | 1994 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 13                        | 1995 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 14                        | 1996 | 23,486             | 22,613    | 22,730    | 24,326    | 23,453    | 23,570    | 25,063    |
| 15                        | 1997 | 19,292             | 18,575    | 18,671    | 19,986    | 19,265    | 19,361    | 21,622    |
| 16                        | 1998 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | 89,513    |
| 17                        | 1999 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | 21,622    |
| 18                        | 2000 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 19                        | 2001 | "                  | "         | "         | "         | "         | "         | "         |
| 20                        | 2002 | 19,292             | 18,575    | 18,671    | 19,986    | 19,625    | 19,361    | 21,622    |
| Total                     |      | 949,514            | 914,207   | 918,950   | 983,474   | 948,167   | 952,910   | 1,039,486 |
| b) Overlay                |      |                    |           |           |           |           |           |           |
| 1996                      |      | 2,049,188          | 1,972,967 | 1,983,227 | 2,122,478 | 2,046,257 | 2,056,517 | 1,681,273 |

## 第 IX 章

|      |                    |      |
|------|--------------------|------|
| 9.00 | 経 済 便 益            | 9-1  |
| 9.01 | 将 来 交 通 量          | 9-1  |
| 9.02 | 通 常 交 通 と その 便 益   | 9-7  |
| 9.03 | 転 換 交 通 と その 便 益   | 9-17 |
| 9.04 | 誘 開 発 交 通 と その 便 益 | 9-19 |



## 9.00. 経済便益

### 9.01 将来交通量

#### 9.01.1. 伸び率

過去数年間にわたるスーダン全体の経済の推移を国民総生産 (G. D. P) の推移で見ると、1970-75年間に名目では19%、実質では、2%づつの年平均増加率を示している。Annex IV-9の様になる。人口の増加については、同じく Annex III-2 に示した様にいろいろ統計ならびに推計があるが、年平均2.2%程度の増加を示している。

一方、道路輸送について国全体の推移を反映する統計データには自動車登録台数がある。<sup>(1970-1974年の台数は)</sup> Annex III-17に示される。部品不足や Sandy Dust (砂じん) のため、メカニカルトラブルによる稼働不能車もあるし、さらにガソリンの供給不足もあって、その稼働台数ははるからに、登録台数を下回っている。又、登録台数約60%はカルツーム県で活動しているようである。すなわち、人口、経済活動の集中している都市圏であり、舗装道路もあり、乗用車、小型貨物車等も十分に利用されている。これに反し、地方では舗装道路は殆んどなく、大部分が Sandy Earth road であるので、乗用車、小型トラックは活動できず、高馬力のトラックは 4 wheel drive 車でないとは走行できない。従って、登録台数そのものが実際の全国的な道路輸送量の推移を反映しているとは考えられない。

こういう事情のもとでは、道路輸送に消費される燃料 (ガソリン、ディーゼル) がより良く、輸送実績を反映していると考えられる。

スーダン国内における燃料消費量は石油公団の記録によると、

表Ⅱ-1.に示すとおりであり、1970年から1975年の間は、4.5%の年率で伸びている。

全国の道路交通量の長期的な伸びをガソリン消費量の伸びでみるとして、これらと経済規模の増大に關係するものとするとき次のような關係が明らかになる。

$$\begin{array}{l} \text{Elasticity of} \\ \text{Transport} \\ \text{Demand on Roads} \end{array} = \frac{\text{Percent change in} \\ \text{Fuel Consumption (1970-75)}}{\text{Percent change in} \\ \text{G.D.P. in Constant price (1970-75)}}$$

$$2.25 = \frac{4.5\%}{2.0\%}$$

スーダン経済が今後名目で10-15%、実質で3%の成長が継続すると、

$$2.25 \times 3 \approx 7\%$$

という推計が出来る。つまり全国的な道路交通の伸びは7%ということになる。

また経済成長率が年率2%の低成長を示すと次のようになる。

$$2.25 \times 2\% \approx 5\%$$

プロジェクトエリアでは他の分野での開発プログラムは、今のところ用意されていない。カルツーム経済圏の成長のインパクトやダルフール県等、西部、西南県の経済成長のインパクトを、これ等地域より離れたプロジェクト地域で上記7%以上に計測することは出来ない。従ってこのマクロな伸び率を1977より供用期、の中間の年まで適用出来ると考えた。それ以降は5%p.a.と設定した。5%適用の理由は保守的判断に基づいたものである。

転換交通量、誘発交通量の伸び率も、この基本交通量の伸び率7%  
5%を適用することとした。

TABLE IX-1 GROWTH OF ECONOMY AND ROAD TRAFFIC

|                                                     |       |       |            |       |        |        |
|-----------------------------------------------------|-------|-------|------------|-------|--------|--------|
| G.D.P. in current prices<br>(£S Million)            | 647.0 | 685.8 | 752.1      | 896.8 | 1246.2 | 1510.8 |
|                                                     |       |       | 19% p.a.   |       |        |        |
| G.D.P. in 1970 price<br>(£S Million)                | 647.0 | 638.0 | 636.3      | 651.7 | 723.7  | 715.7  |
|                                                     |       |       | 2.0% p.a.  |       |        |        |
| Number of Licenced Vehicles                         | 49502 | 52800 | 59500      | 62500 | 79100  |        |
|                                                     |       |       | 12.4% p.a. |       |        |        |
| Gasoil and Benzine Consumption on Roads ('000 tons) | 205   | 218   | 229        | 234   | 238    | 256    |
|                                                     |       |       | 4.5% p.a.  |       |        |        |

Source: Annex III-9, -17 and -18.

### 9.01.2 将来車種構成

交通量観測の結果は表 VI-1 にあるように、El Obeid 観測地帯附近での車種構成は、中型トラック 83%、大型トラック 2.7% とバスが 4.2% で大型車の占める割合が高く、その他 10% は 型車であった。Um Ruaba の交通量観測では 中型トラック 94%、大型トラック 2%、その他が 4% という状況であった。

Khartoum - Wad Medani 道路はスーダン国における代表的舗装道路である。将来道路改良後の車種構成を想定するため、調査団は RBPC の行った 1976 年 8 月の交通量調査結果を入手する一方、Khartoum - Wad Medani 道路で 交通量調査を実施した。この等の交通量調査結果と車種構成比を示すと Annex IX-1 のようになる。この表より明らかであるように、観測地帯によってはかなりの差がみられるが、いずれの場合もトラックの占める割合が大きい。プロジェクト地域と Khartoum 周辺地域では、大型トラックと中型トラックの台数構成、すなわち大型車混入率に差が見られ Wad Medani - Khartoum 道路の 10~27% に対し現道では 2~3% となっている。道路が建設されると当然トラックの大型化が予想される。プロジェクト道路上の大型車混入率は供用 10 年後に 1977 年の Khartoum - Wad Medani 道路と同じになり (中型 73%、大型 27%) 供用 20 年目には (中型 60%、大型 40%) と設定した。Wad Medani 道路では多くのトラックトレーラーが観測

された。トラックトレーラーの積載量は大型トラック2台分になり、標準車軸数も2台分になると考えている。従ってトラックトレーラー台数を求めるときは大型トラック2台分に相当するとして計算すればよい。プロジェクト道路の車種は大型トラックのみで考えることとした。

## 9.02 通常交通とその便益

### 9.02.1 代替ルートと比較

新しく建設される道路上の交通量は、既存交通量の伸び率をもとて推定される。<sup>第9.01.1章</sup>の結果をもとに代替ルートの区間ごとに推定交通量をまとめると次の Fig IX-1 のようになる。車種別内訳は、ANNEX IX-1 に示される。

いくつかの道路舗装条件下で、車種別走行費は、第6.041で分析されている。プロジェクト建設により、既存道路での走行が、舗装道路上の走行になるのど、その走行費節約額を便益とみた。

便益計算では自動車起終点に示される発地と着地の間の既存道路と計画道路経由の走行費用の差を求め、これをまとめると次の表IX-2のようになる。

この代替ルートの比較設計は最適ルートを見つけたすものであるので、どのルートも同じ舗装水準で考えている。

最適ルートが決定されたあとにそのルートについて最適の建設計画も見つけたすための経済評価を行う。その中において舗装設計とか短区間のバイパスの比較のための便益の推定も行う予定である。

TABLE IX-2 EL OBEID- UMRUABA ROAD: BENEFITS OF NORMAL TRAFFIC

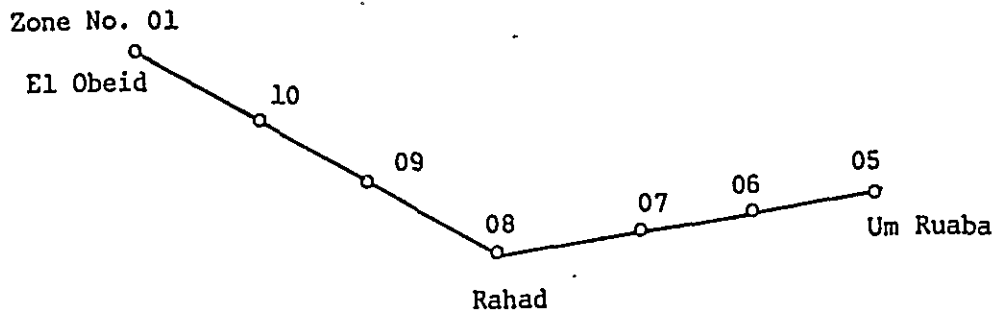
|                                                             | No. of Plan<br>Km | (ES '000 in 1977 Price) |        |        |        |        |       |   |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|
|                                                             |                   | 1                       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     | 7 |
| (1977)                                                      |                   |                         |        |        |        |        |       |   |
| 1983                                                        | 1,215             | 1,238                   | 1,208  | 1,192  | 1,215  | 1,187  | 875   |   |
| 1992                                                        | 2,604             | 2,652                   | 2,586  | 2,556  | 2,604  | 2,542  | 2,065 |   |
| 2002                                                        | 4,530             | 4,613                   | 4,497  | 4,448  | 4,530  | 4,420  | 5,295 |   |
| 1983 - 2002<br>Discounted<br>to the base year<br>of 1978 1) | 12,538            | 12,776                  | 12,454 | 12,308 | 12,542 | 12,245 | 9,787 |   |

Note: 1) Discount rate in this table is 10% p.a.



Fig. IX-1-1 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

PLAN 1

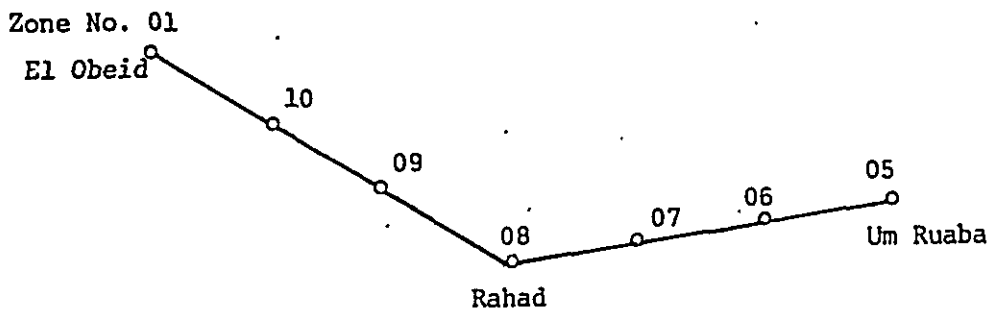


(Total Length 139.8 Km)

| Section         | 01 - 10           | 10 - 09 | 09 - 08 | 08 - 07 | 07 - 06 | 06 - 05 | Average |         |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Length (Km)     | 23.5              | 23.5    | 21.0    | 23.0    | 26.0    | 22.8    |         |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (123.0) | (121.4) | (120.4) | (130.2) | (139.2) | (143.1) | (129.8) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |         |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 175.4   | 173.1   | 171.9   | 185.4   | 197.1   | 202.3   | 184.6   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     |
|                 | Generated Traffic | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      |
|                 | Total             | 200.9   | 198.6   | 197.4   | 211.9   | 223.6   | 228.8   | 210.6   |
| 1992            | Normal Traffic    | 338.5   | 334.1   | 332.1   | 359.2   | 374.3   | 382.6   | 354.1   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 15.6    | 14.7    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    |
|                 | Total             | 385.4   | 381.0   | 379.0   | 407.9   | 423.0   | 431.3   | 401.9   |
| 2002            | Normal Traffic    | 550.0   | 543.1   | 540.3   | 584.2   | 600.3   | 594.8   | 569.7   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 25.4    | 24.0    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    |
|                 | Total             | 626.4   | 619.5   | 616.7   | 663.5   | 679.6   | 674.1   | 647.6   |

Fig. IX-1-2 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

PLAN 2

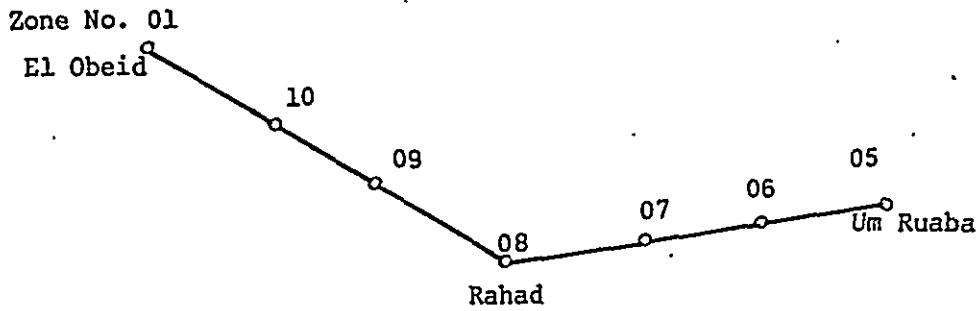


(Total Length 134.6 Km)

| Section         |                   | 01 - 10 | 10 - 09 | 09 - 08 | 08 - 07 | 07 - 06 | 06 - 05 | Average |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Length (Km)     |                   | 23.5    | 23.5    | 21.0    | 20.0    | 25.0    | 21.6    |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (123.0) | (121.4) | (120.4) | (130.2) | (139.2) | (143.1) | (129.6) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |         |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 175.4   | 173.1   | 171.9   | 185.4   | 197.1   | 202.3   | 184.3   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     |
|                 | Generated Traffic | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      |
|                 | Total             | 200.9   | 198.6   | 197.4   | 211.9   | 223.6   | 228.8   | 210.3   |
| 1992            | Normal Traffic    | 338.5   | 334.1   | 332.1   | 359.2   | 374.3   | 382.6   | 353.5   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 15.6    | 14.7    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    |
|                 | Total             | 385.4   | 381.0   | 379.0   | 407.9   | 423.0   | 431.3   | 401.3   |
| 2002            | Normal Traffic    | 550.0   | 543.1   | 540.3   | 584.2   | 600.3   | 594.8   | 568.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 25.4    | 24.0    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    |
|                 | Total             | 626.4   | 619.5   | 616.7   | 663.5   | 679.6   | 674.1   | 646.8   |

Fig. IX-1-3 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

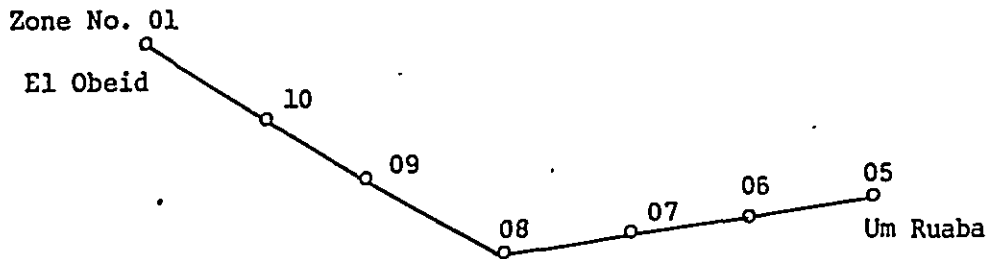
PLAN 3



| Section         |                   | 01 - 10 | 10 - 09 | 09 - 08 | 08 - 07 | 07 - 06 | 06 - 05 | Average |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Length (Km)     |                   | 23.5    | 23.5    | 21.0    | 31.0    | 14.0    | 67.3    |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (123.0) | (121.4) | (120.4) | (130.2) | (139.2) | (143.1) | (129.0) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |         |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 175.4   | 173.1   | 171.9   | 185.4   | 197.1   | 202.3   | 183.4   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     |
|                 | Generated Traffic | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      |
|                 | Total             | 200.9   | 198.6   | 197.4   | 211.9   | 223.6   | 228.8   | 209.8   |
| 1992            | Normal Traffic    | 338.5   | 334.1   | 332.1   | 359.2   | 374.3   | 382.6   | 351.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 15.6    | 14.7    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    |
|                 | Total             | 385.4   | 381.0   | 379.0   | 407.9   | 423.0   | 431.3   | 399.7   |
| 2002            | Normal Traffic    | 550.0   | 543.1   | 540.3   | 584.2   | 600.3   | 594.8   | 567.7   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 25.4    | 24.0    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    |
|                 | Total             | 626.4   | 619.5   | 616.7   | 663.5   | 679.6   | 674.1   | 645.6   |

Fig. IX-1-4 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

PLAN 4

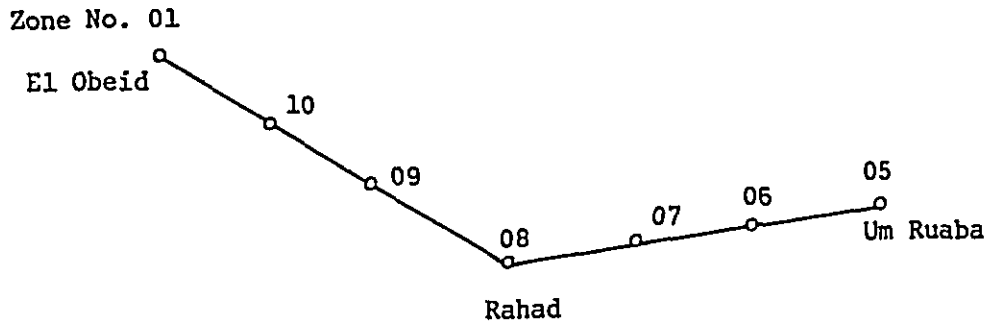


(Total Length 129.5 Km)

| Section         |                   | 01 - 10 | 10 - 09 | 09 - 08 | 08 - 07 | 07 - 06 | 06 - 05 | Average |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Length (Km)     |                   | 26.0    | 21.0    | 26.0    | 23.0    | 26.0    | 22.8    |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (123.0) | (121.4) | (120.4) | (130.2) | (139.2) | (143.1) | (129.5) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |         |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 175.4   | 173.1   | 171.9   | 185.4   | 197.1   | 202.3   | 184.2   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     |
|                 | Generated Traffic | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      |
|                 | Total             | 200.9   | 198.6   | 197.4   | 211.9   | 223.6   | 228.1   | 210.2   |
| 1992            | Normal Traffic    | 338.5   | 334.1   | 332.1   | 359.2   | 374.3   | 382.6   | 353.4   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 15.6    | 14.7    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    |
|                 | Total             | 385.4   | 381.0   | 379.0   | 407.9   | 423.0   | 431.3   | 401.2   |
| 2002            | Normal Traffic    | 550.0   | 543.1   | 540.3   | 584.2   | 600.3   | 594.8   | 568.8   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 25.4    | 24.0    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    |
|                 | Total             | 626.4   | 619.5   | 616.7   | 663.5   | 679.0   | 674.1   | 646.7   |

Fig. IX-1-5 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

PLAN 5

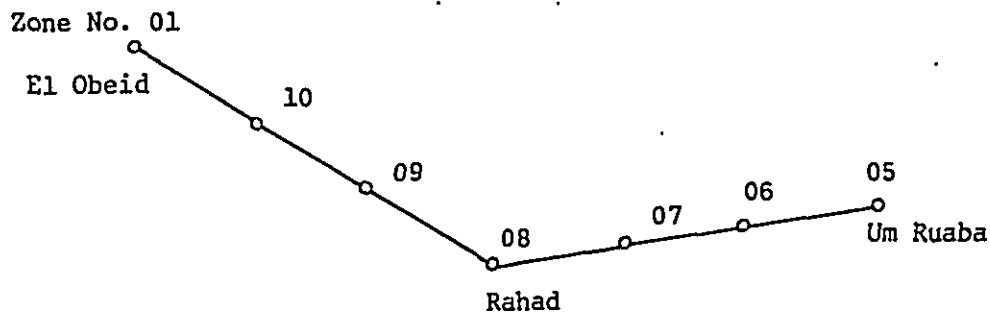


(Total Length 139.6 Km)

| Section         |                   | 01 - 10 | 10 - 09 | 09 - 08 | 08 - 07 | 07 - 06 | 06 - 05 | Average |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Length (Km)     |                   | 26.0    | 21.0    | 26.0    | 20.0    | 25.0    | 21.6    |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (123.0) | (121.4) | (120.4) | (130.2) | (139.2) | (143.1) | (129.3) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |         |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 175.4   | 173.1   | 171.9   | 185.4   | 197.1   | 202.3   | 183.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     |
|                 | Generated Traffic | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      |
|                 | Total             | 200.9   | 198.6   | 197.4   | 211.9   | 223.6   | 228.8   | 209.9   |
| 1992            | Normal Traffic    | 338.5   | 334.1   | 332.1   | 359.2   | 374.3   | 382.6   | 352.8   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 15.6    | 14.7    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    |
|                 | Total             | 385.4   | 381.0   | 379.0   | 407.9   | 423.0   | 431.3   | 400.6   |
| 2002            | Normal Traffic    | 550.0   | 543.1   | 540.3   | 584.2   | 600.3   | 594.8   | 568.0   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 25.4    | 24.0    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    |
|                 | Total             | 626.4   | 619.5   | 616.7   | 663.5   | 679.6   | 674.1   | 645.9   |

Fig. IX-1-6 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

PLAN 6

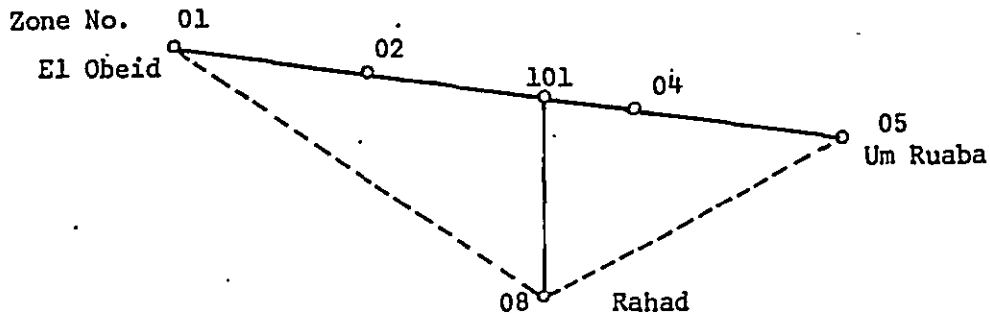


(Total Length 140.3 Km)

| Section         |                   | 01 - 10 | 10 - 09 | 09 - 08 | 08 - 07 | 07 - 06 | 06 - 05 | Average |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Length (Km)     |                   | 26.0    | 21.0    | 26.0    | 31.0    | 14.0    | 22.3    |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |         |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (123.0) | (121.4) | (120.4) | (130.2) | (139.2) | (143.1) | (128.7) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |         |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |         |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 175.4   | 173.1   | 171.9   | 185.4   | 197.1   | 202.3   | 182.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     |
|                 | Generated Traffic | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      | 18      |
|                 | Total             | 200.9   | 198.6   | 197.4   | 211.9   | 223.6   | 228.8   | 208.9   |
| 1992            | Normal Traffic    | 338.5   | 334.1   | 332.1   | 359.2   | 374.3   | 382.6   | 351.8   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 15.6    | 14.7    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    |
|                 | Total             | 385.4   | 381.0   | 379.0   | 407.9   | 423.0   | 431.3   | 399.6   |
| 2002            | Normal Traffic    | 550.0   | 543.1   | 540.3   | 584.2   | 600.3   | 594.8   | 566.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 25.4    | 24.0    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    |
|                 | Total             | 626.4   | 619.5   | 616.7   | 663.5   | 679.6   | 674.1   | 644.8   |

Fig. IX-1-7 EL OBEID-UM RUABA ROAD  
TRAFFIC BY SECTION, ADT

PLAN 7  
(including Access)



(Total Length 155.5 Km)

| Section         |                   | 01-02   | 02-101  | 101-04  | 04-05   | Average | 101-07 | Average |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Length (Km)     |                   | 35.45   | 24.35   | 11.31   | 43.59   | 114.7   | 40.8   |         |
| Traffic by year |                   |         |         |         |         |         |        |         |
| 1977            | Normal Traffic    | (126.6) | (121.6) | (129.9) | (147.7) | (133.9) | (58.9) | (114.2) |
|                 | Diverted Traffic  |         |         |         |         |         |        |         |
|                 | Generated Traffic |         |         |         |         |         |        |         |
|                 | Total             |         |         |         |         |         |        |         |
| 1983            | Normal Traffic    | 180.1   | 173.3   | 184.2   | 208.6   | 189.9   | 83.3   | 161.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 7.5     | 7.5     | 8.5     | 8.5     | 8.0     | 1.2    | 6.2     |
|                 | Generated Traffic | 18.0    | 18.0    | 18.0    | 18.0    | 18.0    | 6.0    | 14.9    |
|                 | Total             | 205.0   | 198.8   | 210.7   | 235.1   | 215.9   | 90.5   | 183.0   |
| 1992            | Normal Traffic    | 345.1   | 334.5   | 351.6   | 391.1   | 361.0   | 155.0  | 306.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 13.8    | 13.8    | 15.6    | 15.6    | 14.7    | 2.2    | 11.4    |
|                 | Generated Traffic | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 33.1    | 11.0   | 27.3    |
|                 | Total             | 392.0   | 381.4   | 400.3   | 439.8   | 408.8   | 168.2  | 345.6   |
| 2002            | Normal Traffic    | 557.8   | 543.3   | 565.7   | 621.2   | 579.6   | 245.0  | 491.9   |
|                 | Diverted Traffic  | 22.5    | 22.5    | 25.4    | 25.4    | 24.0    | 4.3    | 18.8    |
|                 | Generated Traffic | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 53.9    | 17.9   | 44.5    |
|                 | Total             | 634.2   | 619.7   | 645.0   | 700.5   | 657.5   | 267.2  | 555.2   |

TABLE IX-3 NUMBER OF BUSES FOR DIVERTED PASSENGERS PER DAY 1)

|        | EL Obeid | Rahad | Um Ruaba | Average<br>per Km |
|--------|----------|-------|----------|-------------------|
| (1977) | (7.5)    | (8.5) |          | (8.0)             |
| 1983   | 7.5      | 8.5   |          | 8.0               |
| 1992   | 13.8     | 15.6  |          | 14.7              |
| 2002   | 22.5     | 25.4  |          | 24.0              |

Note: 1) Alternatives 1. - 7.

TABLE IX-4 ECONOMIC BENEFITS OF DIVERTED PASSENGERS

|        | £S in 1977 Price | £S Discounted to 1978<br>at 10% p.a. |
|--------|------------------|--------------------------------------|
| (1977) | (108.138)        | -                                    |
| 1983   | 108.138          | 67.157                               |
| 1992   | 198.758          | 52.333                               |
| 2002   | 323.578          | 32.843                               |

Note: 1) Alternatives 1. - 6. The benefit for alternative 7. will be less by 1%.



## 9.03 転換交通とその便益

### 9.03.1 旅客

鉄道の旅客は、新しい道路が建設されると、一部は道路利用に転換すると考えられる。旅客は、その鉄道の料金と道路（ここでは、バス利用）料の大小、所要時間、その他のサービスの差を比較して転換を決定する。転換による経済便益は、既存の鉄道サービスでの輸送コストと新しいバス輸送のコストの差で推定される。

表Ⅱ-3にバスに転換する旅客数を示しその転換便益額を表Ⅱ-4に示す。

客車の利用率は100%に近く、しかも旅客列車の本数や容量は今までも増加している。また今後急速に増えることはない。よって1977年の旅客がそのまま、1983年の使用を1年目に推移するとし転換人数を求めた。転換後は、基本交通量と同じ割合で伸びるとした。

推定の糸言は Annex TR-2 で述べられている。

### 9.03.2. 貨物

・ 鉄道輸送の貨物トラック利用への転換は、同様に料金、他のサービスの大小を、考慮して荷主が決定する。そして、その便益も鉄道と大型トラックの輸送コストの差になる。

影響圏内の駅別発着量は、表 VI-7 に示され、これは全て Khartoum と Port Sudan との往來である。

Annex IX-2 で述べるように、転換対象となる品目について、端末輸送費用、倉庫保管費用を含めた鉄道運賃とトラック運賃を比べてみたが、鉄道の方が安い。

又、輸送費用も比べてみたが、鉄道の方が有利である。

従って、これは等の比較からは転換は生じないと判断した。

現実には Annex VI-16 に示すように、かなりの量の貨物が走行条件の悪い道路をトラックで運ばれている。

もし、道路が新しく建設されると、荷物の破損も少なく、時間も短縮されるので、よりトラック輸送が多くなる事が予想される。つまり高い料金を負担しても、

トラック輸送の荷主は現状していることになり、これはより計量の困難な時間節約便益等の利益を得ていることになる。

時間節約やその他の計量困難な便益を計量するのは困難なので、こういう要因やサービスの質的な差は計量化せられない貨物単位で表現出来ない“社会便益”に含める方がよいと考え、従って鉄道で輸送される貨物のトラック輸送への転換便益は、費用便益分析の中には含まないこととした。

#### 9.04 誘開発交通と其の便益

舗装道路が建設されれば、新しい交通量が誘発される。特に、今まで、El Obeid 及び他の市街地内のみを走行している小型自動車類が、容易に近隣の町村へ往来出来るようになる。誘発交通量の便益は、次のように推定する。

誘発交通量： 供用開始第1年次の1983年における年基準交通量の10%を、誘発交通量とみなす。誘発交通量18台を、乗用車9台、小型トラック9台に按分する。これ等の台数は、図VI-1-1-7に示される。

誘発便益： 基準交通量における単位当り便益の $\frac{1}{2}$ とする。

伸び率： 基準交通量と同じ割合で伸びるとする。

## 第 X 章

10.00 費用・便益分析 10-1

7案の比較案の中から最適ルートを見つけるために行なった経済評価結果を表X-1に示す。また表X-1はオ2案が最善案であることを示している。割引率10%を用いたときの費用便益比は1.727で現在価値は45.9百万になることを示す。この時の内部収益率は17%である。Table X-2はオ2案の建設期間を含んだ当プロジェクトの供用期間における費用および便益の流水を示している。

表X-3は将来交通量の伸びを1977からプロジェクトの供用の最終年である2002年まで5%と低く仮定した場の経済評価の結果でありやはりオ2案が最善案であることを示している。

表X-4はプロジェクトの実施時期の流水を経済的に評価したものである。プロジェクトが1年、2年というように遅れた時それらの純現在価値は45.9百万、46.3百万、46.6百万というように増えている。しかしその増加分は速減している。従って当プロジェクトは実施時期が早いほどスーダンのために役立っている。

TABLE X-1 COST-BENEFITS ANALYSIS OF THE PROJECT 1)

| <u>Alternative</u>                         | <u>1</u>    | <u>2</u>    | <u>3</u>    | <u>4</u>    | <u>5</u>    | <u>6</u>    | <u>7</u> |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| <u>Sections</u>                            | <u>A, C</u> | <u>A, D</u> | <u>A, E</u> | <u>B, C</u> | <u>B, D</u> | <u>B, E</u> | <u>F</u> |
| Initial Economic<br>Cost in<br>£\$ Million | 10.121      | 9.716       | 11.089      | 10.365      | 9.960       | 11.331      | 13.955   |
| Benefits-Cost<br>Ratio $r=0.10$            | 1.633       | 1.727       | 1.484       | 1.567       | 1.657       | 1.427       | 1.256    |
| Present Worth<br>$r=0.10$<br>(£\$ '000)    | 5,320       | 5,878       | 4,448       | 4,878       | 5,442       | 4,010       | 2,866    |
| Economic<br>Rate of Return                 | 0.159       | 0.166       | 0.146       | 0.154       | 0.161       | 0.141       | 0.126    |

Note: 1) The growth rate of the traffic is assumed at 7% p.a. up to 1,992 and 5% p.a. for the period between 1,992 and 2,002. Due to the changes in the vehicle composition, the benefit increases yearly slightly higher than the above figures of traffic growth.



TABLE X-3 COST-BENEFITS ANALYSIS OF THE PROJECT 1)

| Alternative                         | <u>1</u> |       | <u>2</u> |        | <u>3</u> |        | <u>4</u> |  | <u>5</u> |  | <u>6</u> |  | <u>7</u> |  |
|-------------------------------------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|----------|--|----------|--|----------|--|----------|--|
|                                     | A, C     |       | A, D     |        | A, E     |        | B, C     |  | B, D     |  | B, E     |  | F        |  |
| Initial Economic Cost in ES Million | 10.121   | 9.716 | 11.089   | 10.365 | 9.960    | 11.331 | 13.955   |  |          |  |          |  |          |  |
| Benefits-Cost Ratio $r=0.10$        | 1.302    | 1.377 | 1.183    | 1.249  | 1.321    | 1.138  | 1.001    |  |          |  |          |  |          |  |
| Present Worth $r=0.10$ (ES '000)    | 2,541    | 3,051 | 1,685    | 2,147  | 2,663    | 1,300  | 16       |  |          |  |          |  |          |  |
| Economic Rate of Return             | 0.132    | 0.139 | 0.120    | 0.127  | 0.134    | 0.115  | 0.110    |  |          |  |          |  |          |  |

Note: 1) The growth rate of the traffic is assumed at 5% p.a. for the whole period of 1977 to 2002.



1)  
TABLE X-4 POSTPONEMENT OF THE PROJECT : PLAN 2

| <u>Year</u>     | <u>B/C</u> | <u>B-C</u><br><u>(In ES '000)</u> | <u>Increase in B-C</u><br><u>(In ES '000)</u> |
|-----------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Opening in 1983 | 1.727      | 5,878                             | -                                             |
| Opening in 1984 | 1.851      | 6,254                             | 376                                           |
| Opening in 1985 | 1.982      | 6,563                             | 309                                           |
| Opening in 1986 | 2.122      | 6,820                             | 257                                           |
| Opening in 1987 | 2.270      | 7,017                             | 197                                           |
| Opening in 1988 | 2.427      | 7,164                             | 147                                           |

Note: 1) The discount rate applied in this Table is 10% p.a. Other assumptions are the same as in Table X-1.

