

5.0 4.2 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 に示すように El Obeid における年最大日雨量を統計処理して求めた。確率雨量の計算は Gumbel Method によった。その結果は下記および Annex V-16 に示した。

確率年	最大日雨量
10年 確 率	83.0 mm/日
50年 確 率	110.0 mm/日

ii) 降雨強度式

この地域は、比較的小さな雨域に対して短時間に強い雨が降る。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
累加雨量率(%)	100	95	90	86	80

Source : Meteorological Department, Sudan, 1977

この降雨パターンにもとづいて、降雨強度式が次のように求められた。

$$r = \frac{a}{t + 7.0} \quad \begin{cases} a = 5,006 & (10 \text{年確率}) \\ a = 6,635 & (50 \text{年確率}) \end{cases}$$

ここに、 r = 降雨強度 (mm/hr)

t = 流達時間(分)

$$t = L / 20 \times I^{0.6} \times 60$$

I = 水面勾配

L = 河川の長さ(m)

5.0 4.3 流出量の算定

ルート A とルート D の河川の流量は 1 : 5,000 の地形図を使って、次の物部氏の合理式によって算定した。

$$Q = \frac{1}{3.6} \times f \times A \times r$$

Q : 流出量 (m³/sec)

f : 流出係数 (0.15~0.25)

A : 流出面積 (km²) (Annex V-17 参照)

r : 降雨強度 (mm/hr) (10年確率か 50年確率)

流出係数 f は、次のように推定した。

a) ルート A 沿いの 30 Km 地点 (①-⑬) について $f = 0.25$

b) 上記地域以外の他の河川について $f = 0.15$

(砂質土で流路の安定しない水路であるため)

ルート B とルート F を横断する河川は、1 : 5,000 の地形図が入手できないので、上記公式は適用できなかった。そのような河川の流量は比流量曲線によって求めた。比流量曲線はルート A とルート D の川のデータを使って回帰分析によって求められたものであって、Annex V-18 に示されている。流出量計算結果は Annex V-19 に示されている。

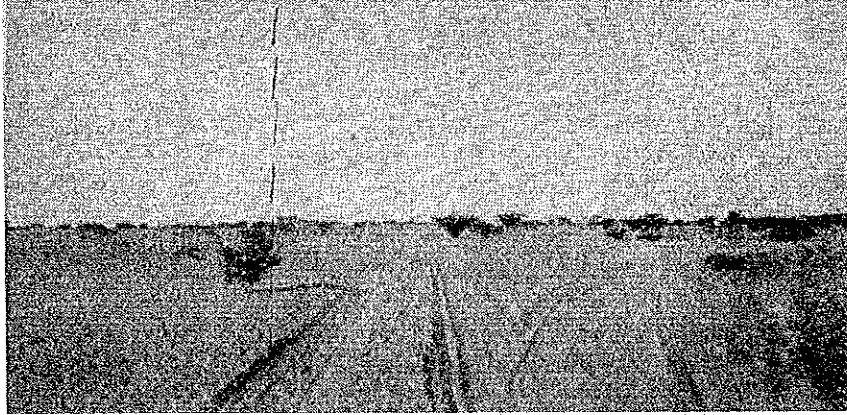


Photo 1 Tracks (at km 4 from El Obeid)

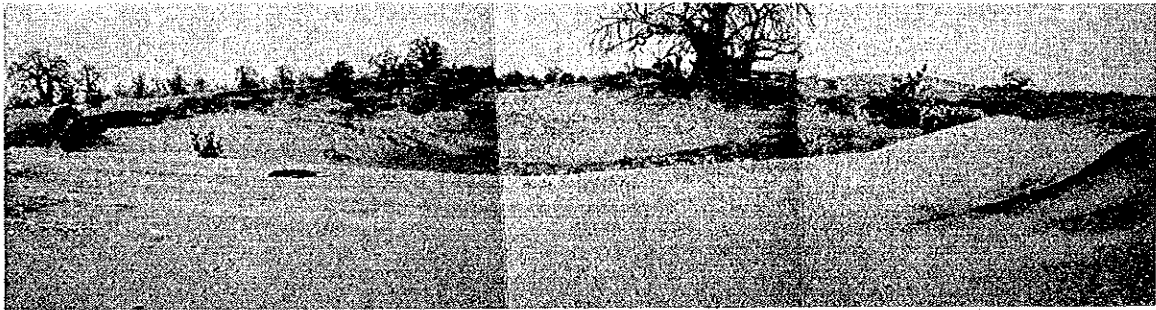


Photo 2 Existing Submergible Bridge of K. El Mulbas
(at km 16 from El Obeid)

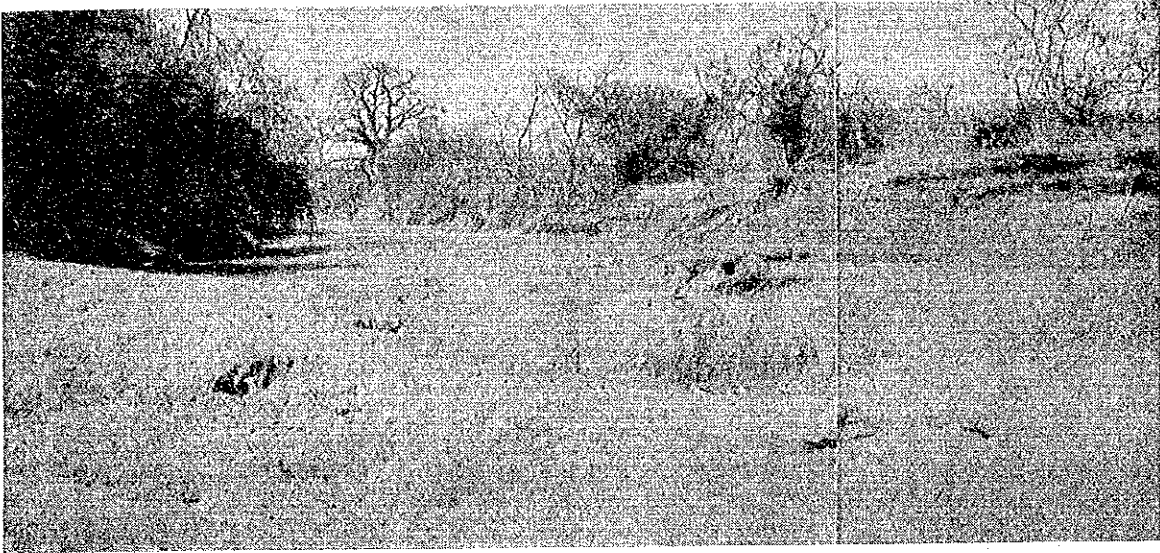


Photo 3 K. El Baggara in Dry Season
(at km 25 from El Obeid)

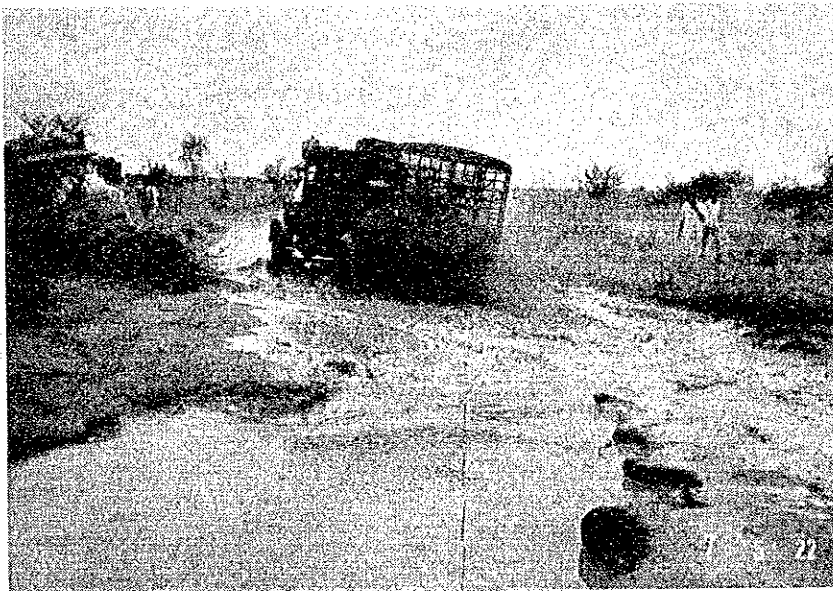


Photo 4 K. Nawa in Rainy Season
(at km 55 from El Obeid)

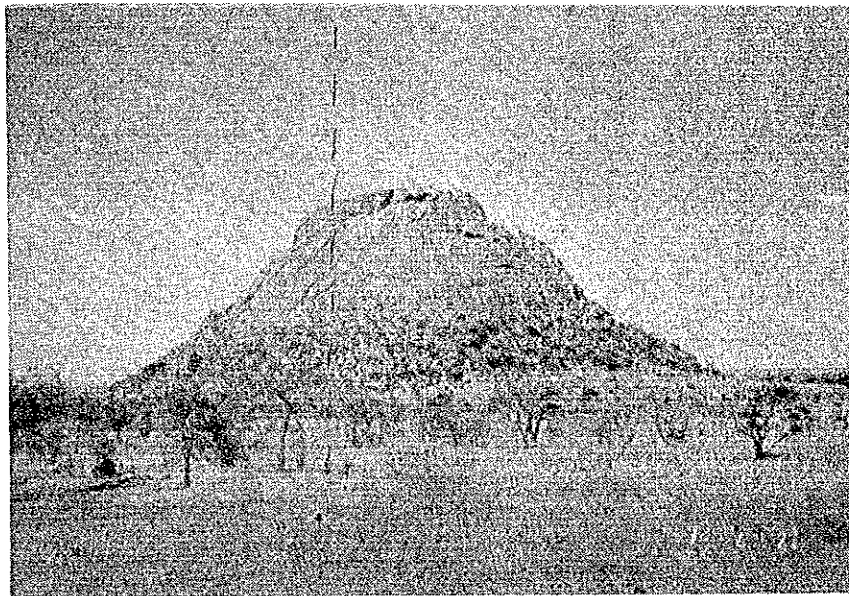


Photo 5 J. El Ain (at km 28 from El Obeid)

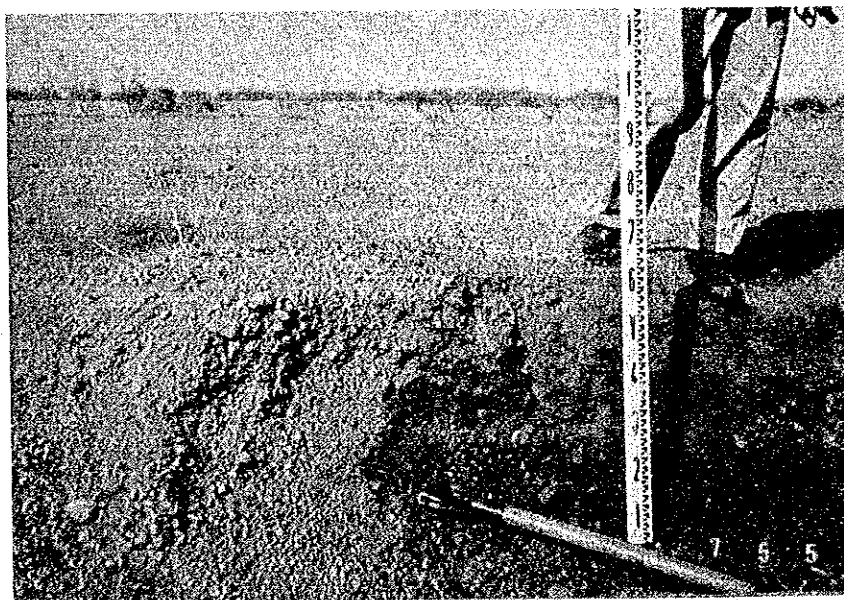


Photo 6 A Borrow Pit (at km 16 from El Obeid)

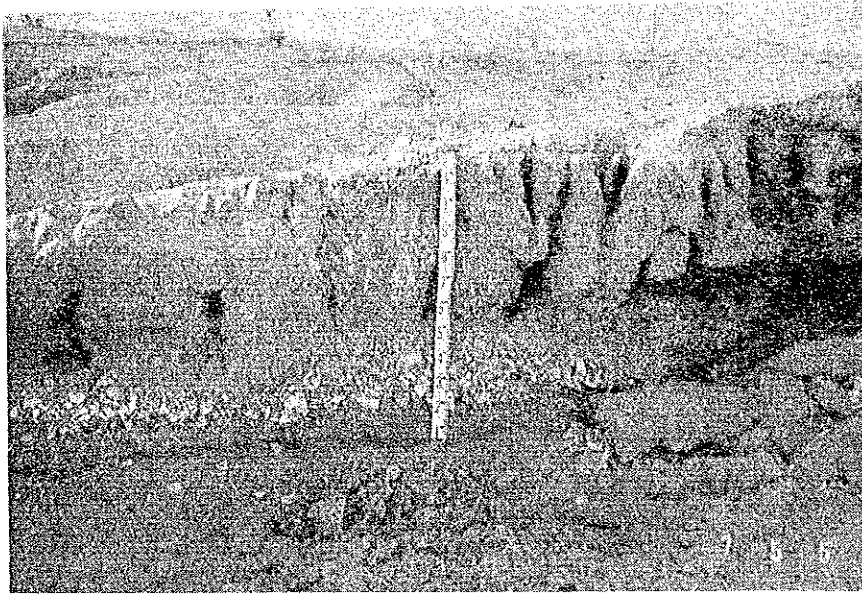


Photo 7 Soils at a Watercourse
(at km 7 from El Obeid)



Photo 8 Black Cotton Clay in Dry Season
(at km 7 from Rahad)

第 VI 章

6.00	交通量解析	6-1
6.01	プロジェクト地域の交通体系	6-1
6.02	現地調査	6-5
6.03	交通量解析結果	6-6
6.04	輸送費用	6-23

6.00 交通量解析

6.01 プロジェクト地域の交通体系

6.01.1 概況

プロジェクト地域は、鉄道、道路及び航空路によって、域内及び他地域間との連絡がなされている。図VI-1にスーダンの総合交通網を示す。El Obeidは、西部スーダンの輸送と社会経済活動の拠点で、その地域の重要な役割を果たしている。

プロジェクト地域は、鉄道によってスーダン西部のDubeibat, Nyala, 東部のKhartoum, Port Sudanその他南部の地域の重要拠点と連絡している。El Obeid-Khartoum間は、空路で結ばれている。プロジェクト地域と他の主要地域を結ぶ地域間道路は次の通りである。

北方へ El Obeid-Bara-Khartoum

西方へ El Obeid-En Nahud-El Fasher 又は Nyala

東方へ El Obeid-Um Ruaba-Kosti-Wad Medani-Khartoum

南方へ El Obeid-Dubeibat-Dilling-Kadugli

Um Ruaba-El Abbasiya

Rahad/Semeih-Dilling-Kadugli/Nuba Mountain

前述の道路網の中で、舗装されている区間はWad Medani-Khartoum間とDubeibat-Dilling間の2区間だけであり、その他は土道で、わだちだけのものも多くあり、維持管理も充分行われていないため、車輛の走行もしばしば困難となる。雨期には、交通が完全に途絶する区間も少なくない。

6.01.2 道路

プロジェクト地域の道路網は、図VI-2に示されるように、El Obeid-Rahad-Um Ruabaを結ぶ鉄道沿いの南回りルートと、El Obeid-Um Ruabaを直接連絡する北回りルートの2つのルートによって、基本的な道路網が構成され、これに幾つかのフィーダー道路が連絡している。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、鉄道に沿った南回りルートは、この地域の乾季における幹線であるが、雨季には粘土質土の区間で泥濘化し、通行が著しく困難になり、しばしば通行不可能になる個所が発生する。このような区間は特にUm Ruaba-Semeih間に多く見られる。そのため雨による影響の少ない北回りルート、または、Qoz地帯にある道路が代って利用される。この地域の道路の現状については、第V章5.0.1で詳しく述べられている。

こうした道路状況のために、4輪駆動以外の小型車は走行することができず、地域間交通は積載容量6~11トントラックによってたいてい行なわれている。比較的近距离では、ロバ、ラク

だが、この地域のポピュラーな交通手段となっている。

路線バスは、El Obeid-Rahad 間に 1 日 1 往復あるだけである。バスは、常に満席であり需要を満たしきれない。したがって旅客は、大抵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、若干のタクシーが見られる程度で、他の小さな町ではいずれも見られない。

6.0 1.3 鉄 道

プロジェクト地域における鉄道網は、El Obeid, Rahad, Um Ruaba, 他の 4 駅と Khartoum とを結ぶ本線と、これから Aradeib で分岐して Nyala 方面と結ぶ線とで構成されている。それらは図 VI-2 に示される。

この鉄道は、砂丘砂盛土の上に 75lb/yard レールを、敷設した狭軌の単線鉄道である。設計速度は、60Km/hr であるが、実際には、旅客列車が 30Km/hr、貨物列車 25Km/hr 前後で運行されているようである。現在、鉄道は老朽化した設備と部品不足のため、定刻通りに運行することができず大きな問題に直面しているにもかかわらず、輸出入貨物、消費物資、旅客の輸送で重要な役割を果たしている。El Obeid-Khartoum 道路の沿道には Kosti, Wad Medani 等のいくつかの大都市があり Port Sudan-Khartoum 道路に次いで交通量が多く、スーダン第 2 の幹線である。

El Obeid-Khartoum 間には、旅客列車が 1 日 1 往復しており、その内訳は、週に急行が 2 往復、普通列車が 5 往復である。又、他に Rahad-Um Ruaba 間には Nyala-Khartoum を結ぶ旅客列車が週に急行 3 往復、普通列車 4 往復が走っており、毎日利用できる。旅客列車は、寝台 1. 2. 3. および 4 等の 5 等級にわかれている。

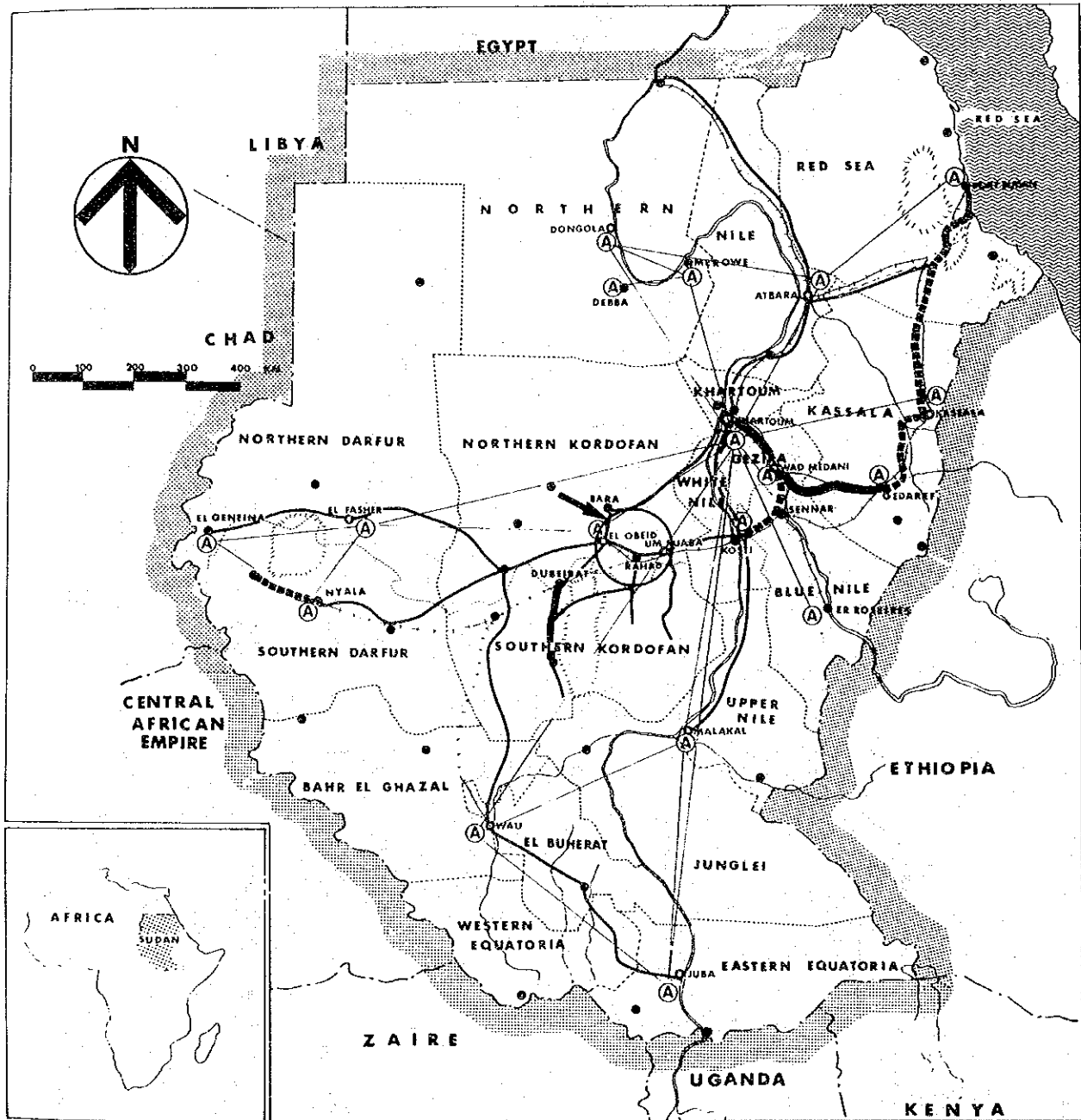
貨物列車は、El Obeid-Khartoum, El Obeid-Nyala いずれも週 3~5 便 (1 便平均 30 輛編成) である。農産物出荷の最盛期には、2 倍以上の便がある。

6.0 1.4 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、幅は双方とも 45m である。そのうち 1300m は、ほとんど使用されず、目下新しい滑走路に改良されつつあり、詳細は Annex IV-13 に示す。誘導路は、長さ 163m、幅 23m である。滑走路と誘導路は、砂利舗装が施されている。空港事務所、消火施設、倉庫等は、旧式のままで通信施設の整備は遅れている。夜間照明施設もない。

El Obeid, Khartoum 間は、1 日 1 往復の定期便がある。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、金曜日と土曜日に運行されている。Boeing 737 は Khartoum-El Fasher 間を El Obeid 経由で、Fokker 27 は Khartoum-Nyala 間を El Obeid, El Fasher 経由で運行されている。いずれの便も遅れや運休がしばしば見られるにもかかわらず、おとむね満席である。

FIG. VI-1 TRANSPORTATION NETWORK, SUDAN



LEGEND

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

6.0 2 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、下記の現地調査を実施した。

6.0 2.1 道路交通調査

i) 実施した調査の種類

台数観測、O-D調査および交通特性を表わす他の事項についての路側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

5月が年平均交通量の水準にきわめて近いので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24日(4日間)

iii) 調査地点

図 VI-2 に示されるように交通調査地点は El Obeid で4箇所、Um Ruaba で2箇所を選んだ。

iv) 調査の方法

各調査地点とも、連続24時間調査とした。最初の2日間で夜間交通量が全く観測されなかった地点、すなわち El Obeid の調査地点1-4及び Um Ruaba の2-1についての夜間帯19:00～7:00間の調査を省略した。調査は、交通量に応じて、1地点2～5人の調査員を配置した。インタビューは、調査地点を通過する車両を停車させて行なった。

v) 調査項目

台数観測では Annex VI-1 に示すように車種、時間帯別の通過車両台数が調査された。一方、路側O-D調査の調査項目は Annex VI-2 に示すように①時間帯、②車種、③メーカー、④車令、⑤⑥O-D、⑦旅行時間、⑧容量、⑨旅客数、⑩車軸数、⑪積載容量、⑫主要積載品目、⑬積載トン数、⑭使用燃料、⑮推定燃料消費量である。

vi) 調査台数の補正

インタビューに際して停止しなかった車(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(調査地点によって異なるが、20～40%)が観測されたので、調査台数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) その他の調査

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、31日の2日間におわたって、Khartoum-Wad Medani 道路上(Khartoumから約10 Kmの地点)で台数観測を24時間行った。この結果は Annex K-1 に示されている。

6.0 2.2 鉄道交通調査

i) 実施した調査の種類

O-Dのインタビューは、旅客についてのみ行ない、その結果を Annex VI-20 に示す。貨物の動きについては、スーダン鉄道の Atbara の本社, El Obeid 駅, Um Ruaba 駅の統計資料か、担当者からのインタビューによった。

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、インタビューを行なった。
- d 調査項目 : O-D, 旅行グループ規模, クラス, 旅行目的
- e 対象列車 : 調査期間中の両駅を通る全列車(7列車)

iii) 鉄道統計調査

調査したのは、対象地域の鉄道貨物と旅客乗車券の発売量の統計である。旅客の O-D を示す資料は入手できなかった。

6.0 3 交通量解析結果

6.0 3.1 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。これらは整理統合し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、村落とした。この結果は、図VI-3ゾーニング図に示される。

6.0 3.2 道路交通量

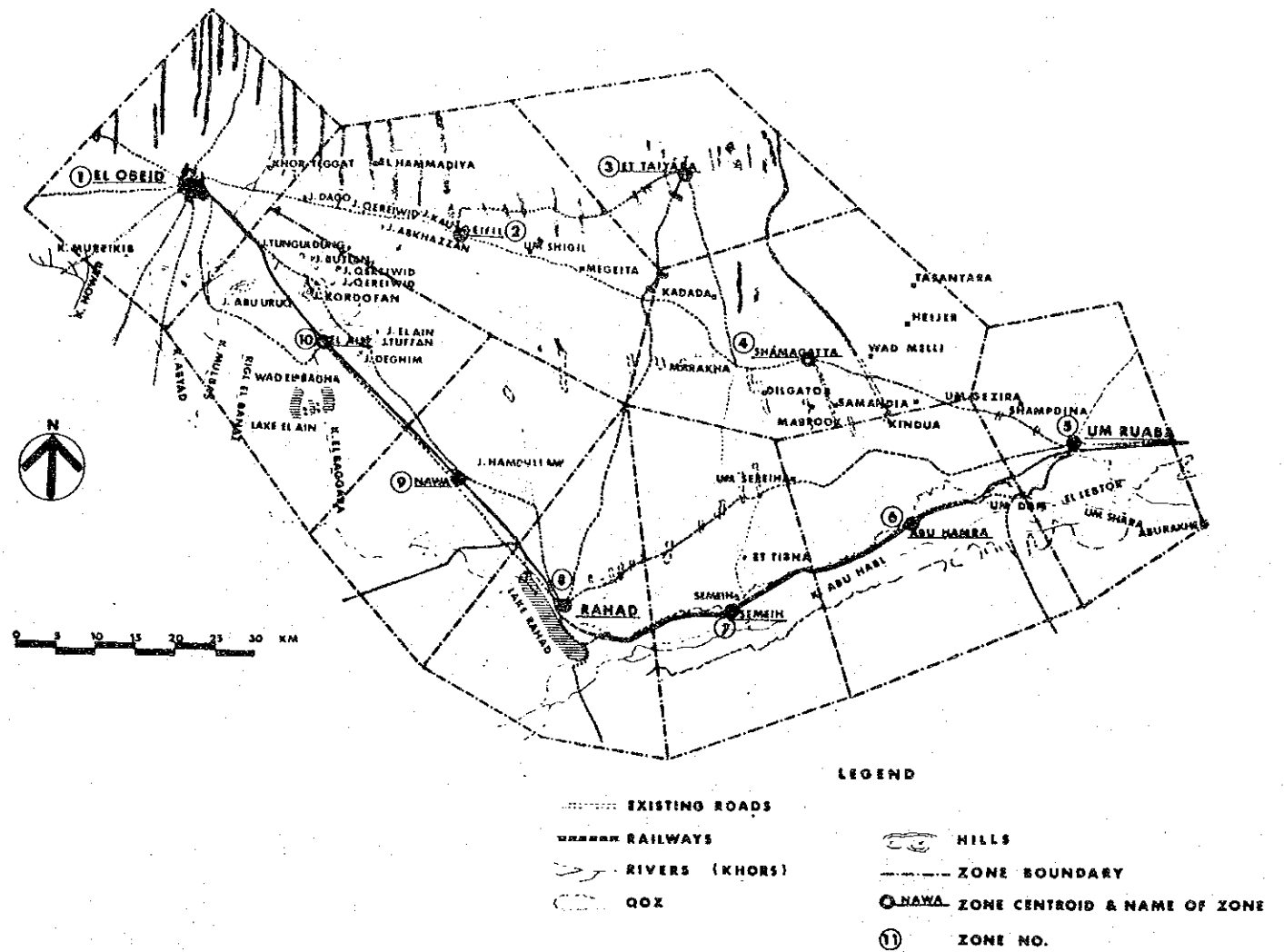
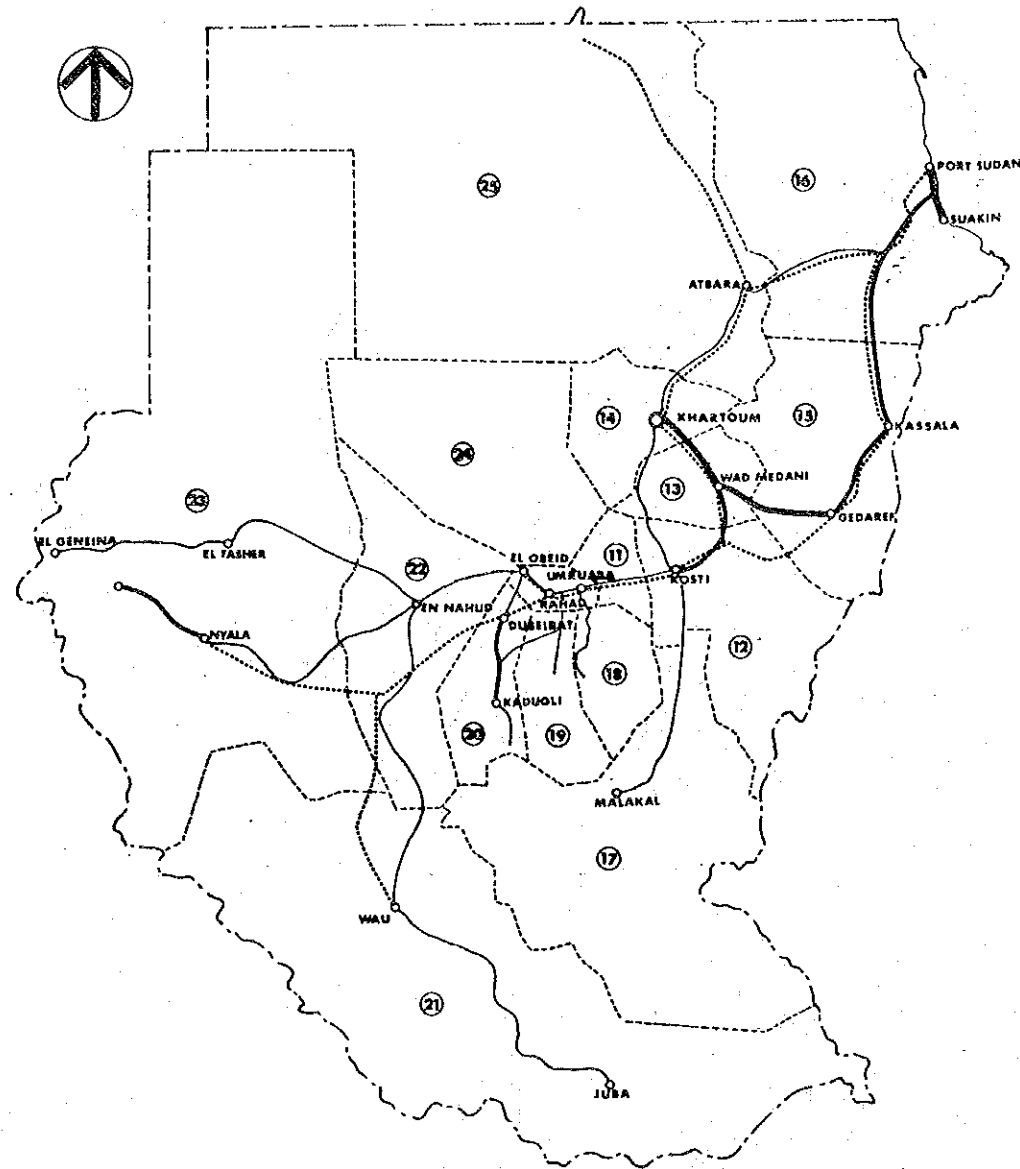
i) 計画道路の交通量

El Obeid 周辺の4地点と Um Ruaba 周辺の2地点で行われた交通量調査の結果から、各調査地点での ADT を表 VI-1 に示されるものと推定した。その詳細を Annex VI-3～VI-6 に示す。調査の行なわれた5月の交通量は Annex VI-10 と Annex VI-11 に示されるように、El Obeid の駅の鉄道貨物と穀物マーケットの荷動き状況から判断して、平均よりやや少ない物資輸送量の水準を示す月と考えられる。しかしながら、それを補正する適当な資料がないので調査月の1日平均交通量をもって、ADT とみなした。

何れの地点も道路状況が悪いため、小型車はめったに見られず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。小型車は、4輪駆動のバン/ピックアップが主である。乗用車およびタクシーは都市部のみで利用されている。

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 MALAKAL	
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	E L O B E I D								U M R U A B A			
	1-1		1-2		1-3		1-4		2-1		2-2	
Vehicle Type	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%	*	%
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	50.6	93.7	38.7	86.6	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 (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 (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 stations are shown in FIG. VI-2.

* Denotes number of vehicle.

FIG. VI-4-1 TRAFFIC FLOW ON ROADS IN DRY SEASON, 1977 (Vehicles per day)

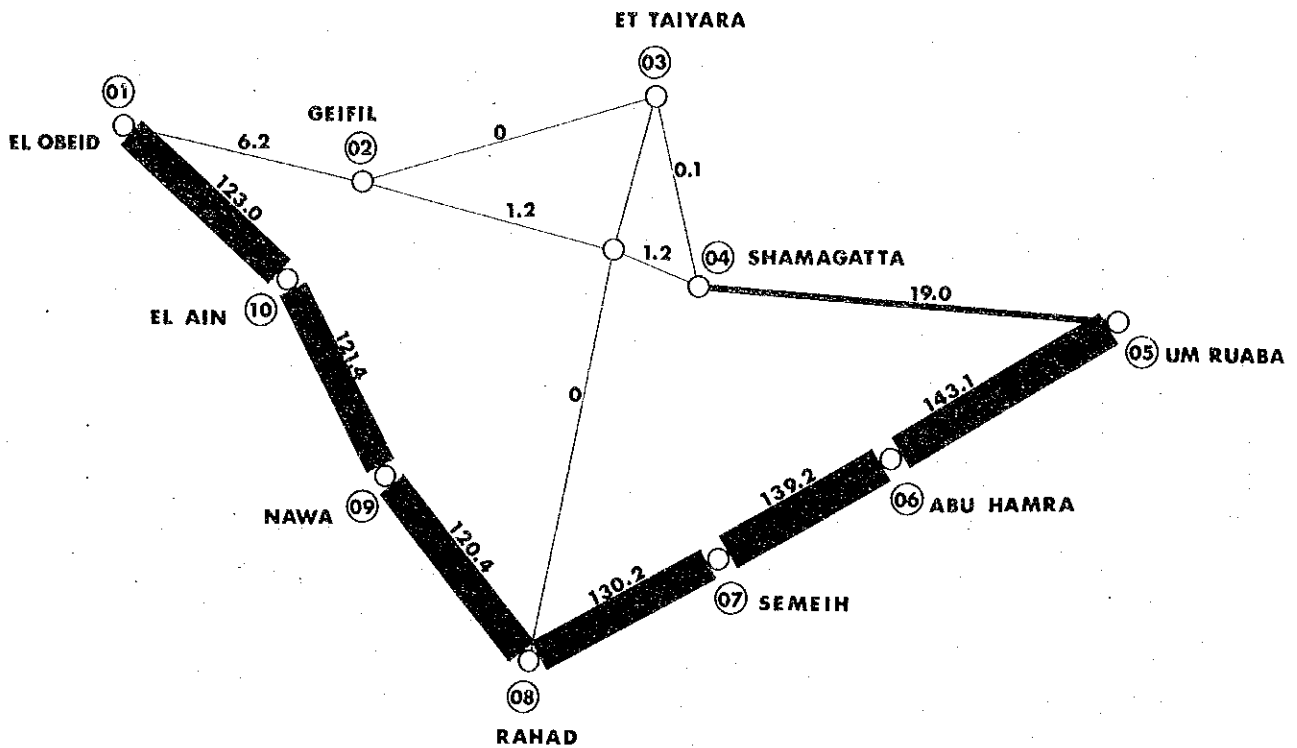
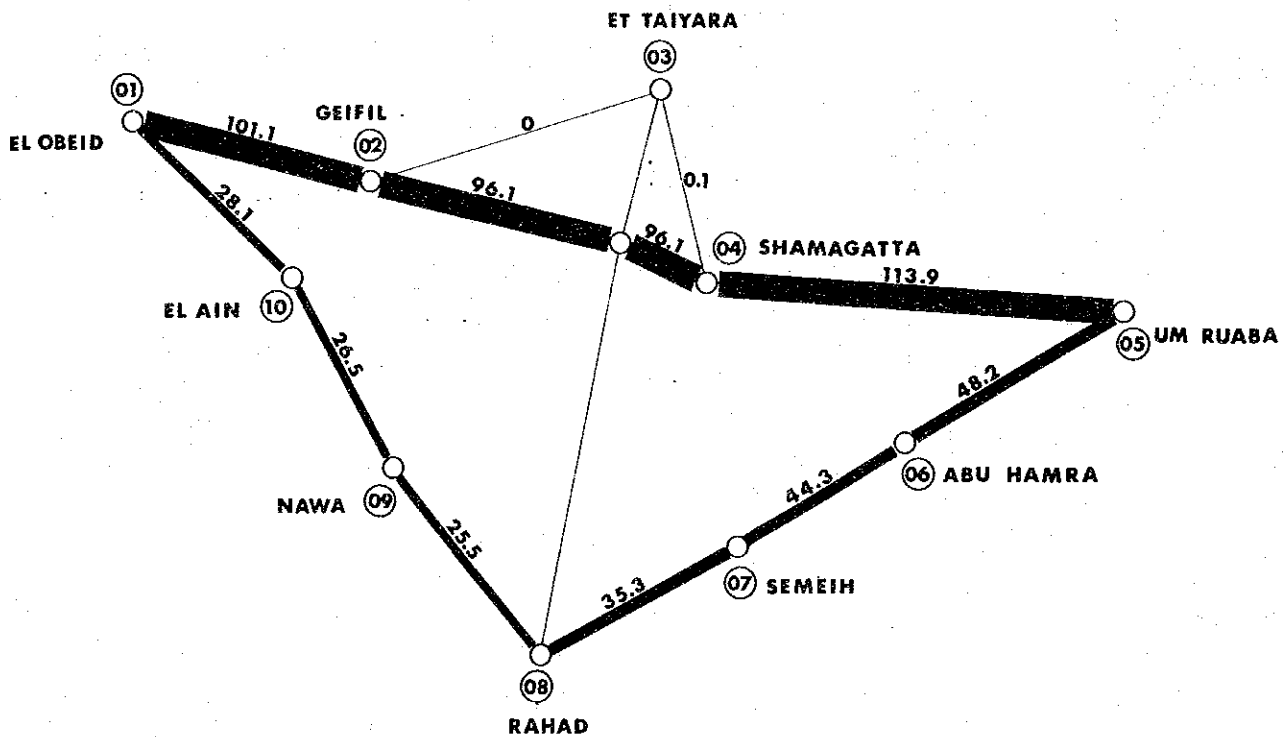


FIG. VI-4-2 TRAFFIC FLOW ON ROADS IN RAINY SEASON, 1977 (Vehicles per day)



実際の統計資料は少ないが Annex VI-3~VI-4 にみられるように、金曜日の休日が若干、他より少ないようである。交通量の時間分布は Annex VI-7~VI-8 にみられるように、E1-Obeid, Um Ruaba 何れも朝と夕方の時間帯の交通量が多い。ピーク時間は、17~18時で、ピーク率は約10%である。

図 VI-4-1 は、プロジェクト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。南回りルート (E1 Obeid-Rahad-Um Ruaba 道路) が最も交通量が多く ADT は全線平均で約130台である。

しかし、雨季(6月~9月)になると、南回りルートの粘土質の路面が、雨でぬかるみとなり通行が困難になる期間が長くなる。北回りルート (E1 Obeid - Shamagatta - Um Ruaba) が代って、利用されるようになる。雨季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なった運転手、運送会社等からのインタビューの結果にもとずいて推定されたものである。南回りルートの ADT が35台に減る一方、北回りルートの ADT は100台に増加する。

豪雨時には、渡河地点で通行不能になる個所が多くなり、これは特に、Semeih-Um Ruaba 間で著しい。この時には、車は水がひくのを待つか、砂丘地帯を遠回りして通り抜けなければならない。

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) プロジェクト地域で使用されている車は、積載重量5~8トンの中型トラックが台数観測結果の90%を占める。特に、6トン車が約50%を占めている。Bedfordの6トン車が最もポピュラーである。小型車は、おおむね4輪駆動車であり、又大型トラックの中では、Fiatの11トン車が主に使われている。それらの数値は Annex VI-12 に示されている。Annex VI-13, 表6-8は車令別の車種別車輛台数を示したものであるが、これによると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。
- b) 平均積載容量は、バン/ピックアップで1.0トン、中型トラックで6.1トン、大型トラックで13.1トンである。Annex VI-13, 表6-9に平均積載容量を示す。
- c) プロジェクト地域では、バスサービスが充分でないためにトラックによる旅客と貨物の混載が目立っている。この内、Annex VI-13, 表6-10に示すように、旅客と貨物を混載している車の割合は77%で、空車は2%に過ぎない。
- d) Annex VI-13, 表6-11に示すように、1台当たり平均積載量は車種別に全車(空車を含む)でみた時に、バン/ピックアップで、貨物0.111トン、旅客4.71人、中型トラックで貨物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。

平均積載率は中型トラックで78%、大型トラックで70%となっている。

iii) 自動車OD交通量

道路交通のODはAnnex VI-14,表6-12-1~表6-12-5に示されている。表VI-2は、この内8ゾーンに統合して全車種(バン/ピックアップ・中型トラック、大型トラックとバス)について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

プロジェクト地域内 81.5台/日

プロジェクト地域 ↔ 他地域 81.5台/日

他地域間(通過交通) 33.4台/日

となり、対象道路の交通量のうち、プロジェクト地域だけの動きは全体の僅か41%にしかない。このことからこの道路はプロジェクト影響圏ばかりでなく、地域間交通サービスにも重要な役割を果たしていることがわかる。

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17%である。主なゾーンペアとその交通量は次の通りである。

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

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の貨物分類表にしたがって、OD表の形でAnnex VI-16,表6-14-1~表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を、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次農産物が、全体の58%で最も多く、次いで食料品、建設資材、消費物資等が、それぞれ8%、11%、9%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角も最も大きく、全体の28%を占めている。

v) 旅客流動量

自動車を利用する旅客の動きの特性は、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。これらの旅客交通量は次のように3つに大別できる。

TABLE VI-2 DISTRIBUTION OF ROAD TRAFFIC, 1977

(All vehicles)

(Vehicles/day)

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

TABLE VI-3 COMMODITY MOVEMENT BY ROAD, MAY 1977

		(tons/day)				
Commodity Group	O D	Within Project Area	Between Project Area and Other Area	Transit 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 1)	41.9 (0.2)	94.1 (2.9)	17.2 (-)	153.2 (3.1)	20.6 (0.4)
31.	Gum Arabic	9.3	29.8	3.3	42.4	5.7
32.	Groundnuts	0.4	0.6	1.6	2.6	0.4
33.	Karkadeh	-	0.4	-	0.4	0.1
34.	Watermelon Seeds	-	9.5	7.9	17.4	2.3
35.	Simsim (sesame)	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 Crops	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	10.6
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

Note: 1) Figures in parentheses are the tonnage of other unprocessed agricultural cash crops.

TABLE VI-4 COMMODITY MOVEMENT BY ROAD, 1977

(All types of commodities)

(tons/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	-	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 Project Area	02, 03, 04, 06, 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 SUDAN	11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 25	42.0	37.3	1.5	1.5	9.3	-	1.3	32.3	125.2
TOTAL		218.0	129.6	44.1	37.6	156.8	2.4	64.1	93.4	746.0

TABLE VI-5 PASSENGER MOVEMENT BY ROAD, 1977

(persons/day)

D \ O	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, 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, 18, 19, 20, 25								127.8	680.0
TOTAL										4,196.0

プロジェクト地域内	1,027人/日(118人/日)
プロジェクト地域 ↔ 他地域	697人/日(666人/日)
他地域間(通過交通)	374人/日(504人/日)

注)()内は鉄道旅客数

比較的長距離における交通手段は鉄道によるのが一般的であり、この輸送分担の一般的傾向はみられるが、かなりの旅客は長距離を不快な思いをしながら、トラックを利用せざるを得ないようである。これは、鉄道が混雑しすぎており、路線バスのサービスも不十分なためである。

6.03.3 鉄道輸送

i) 鉄道貨物

鉄道貨物の輸送量は、表VI-6および図VI-5に示されるように、過去7年間同じ程度とみられる。1974/75 ~ 1975/76の1年間では、El Obeid, Rahad, SemeihそしてUm Ruabaの4駅の輸送量合計で14%の増加である。

1976/77では4駅の貨物到着量は、プロジェクト地域の全輸送量の60%を占め、発送量は40%である。プロジェクト地域の総輸送量の80%はEl Obeid駅で扱われている。

表VI-7は、発着別の主要取扱い貨物を示している。全輸送量の80%は換金作物、油かす、砂糖、石油製品そして穀物から構成されている。プロジェクト影響圏からの単一移出品目では、落花生がそして移入品目ではガソリンが最も多い。

ii) 旅客流動

鉄道の旅客数は、表VI-8および図VI-6に示す駅別の切符発売枚数によると、1970/71から1974/75までの過去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。現地調査中、列車は満員で列車の屋根の上に乗っている者も見られた。

表VI-9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なっており、詳しくはAnnex VI-20に示す。主なゾーンペアと交通量は、Annex VI-20,表6-18-2のOD表によれば、次のようである。

	人/日
El Obeid-Khartoum	303.9
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

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-10は示している。

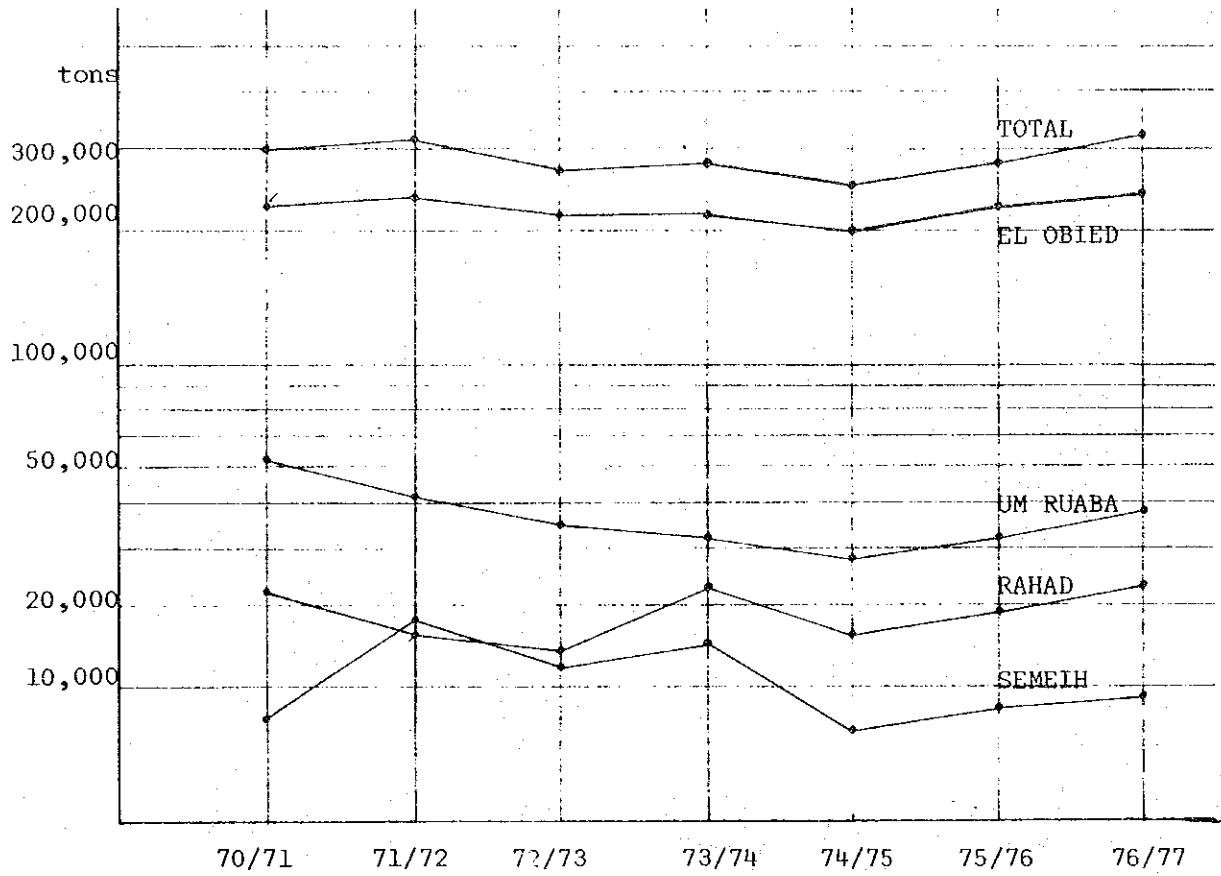
TABLE VI-6 RAILWAY FREIGHT HANDLED AT THE FOUR STATIONS 1)

Station	Year	(tons/year)									
		1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77			
EL	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	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			
RUABA	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	273,635	239,168	272,725	310,934			

Source: Sudan Railways Corporation, 1977

Note: 1) Tonnage excludes parcels and livestock.

FIG. VI-5 RAILWAY FREIGHT HANDLED AT THE FOUR STATIONS



Source: Produced from Table VI-6.

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

Item	EL OBEID			RAHAD			SEMEIH			UM RUABA			TOTAL		
	For-warded	Receiv-ed	Total	For-warded	Receiv-ed	Total	For-warded	Receiv-ed	Total	For-warded	Receiv-ed	Total	For-warded	Receiv-ed	Total
10. Wheat, Dura	43	6,945	6,988	-	84	84	-	-	-	387	387	387	43	7,416	7,459
30. Crops	57,772	-	57,772	10,181	-	10,181	6,193	-	6,193	11,658	-	11,658	85,804	-	85,804
31. Gum Arabic	6,325	-	6,325	446	-	446	-	-	-	300	-	300	7,071	-	7,071
32. Groundnuts	45,088	-	45,088	6,046	-	6,046	-	-	-	8,006	-	8,006	59,140	-	59,140
33. Karkadeh	422	-	422	246	-	246	-	-	-	1,093	-	1,093	1,761	-	1,761
34. Watermelon Seeds	3,855	-	3,855	11	-	11	-	-	-	42	-	42	3,908	-	3,908
35. Sesame	2,082	-	2,082	3,425	-	3,425	-	-	-	2,217	-	2,217	7,724	-	7,724
36. -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37. Cotton/Cottonseeds	-	-	-	7	-	7	6,193	-	6,193	-	-	-	6,200	-	6,200
40. Flour	-	18,088	18,088	-	1,666	1,666	-	-	-	-	-	2,020	-	21,774	21,774
60. Oil Cakes Sugar/Salt	14,600	63,703	78,303	2,778	3,703	6,481	-	338	338	12,842	-	12,842	30,220	70,212	100,432
70. Livestock ¹⁾	(32,398)	(1,237)	(33,635)	(-)	(55)	(55)	(-)	(-)	(-)	(4,159)	-	(4,159)	(36,557)	(1,292)	(37,794)
110. Petroleum Products	-	28,751	28,751	-	2,559	2,559	-	1,863	1,863	-	-	3,559	-	35,732	35,732
120. Cement	-	8,451	8,451	-	101	101	-	67	67	-	-	169	-	8,788	8,788
Others	3,811	41,979	45,790	264	901	1,165	63	119	182	1,290	-	1,518	5,428	44,517	49,945
Total	76,226	167,917	244,143	13,223	9,014	22,237	6,256	2,387	8,643	25,790	10,121	35,911	121,495	189,439	310,934

Source: Sudan Railways Corporation, 1977

Note: 1) Figures in parentheses indicate number of Livestock.

TABLE VI-8 PASSENGER TICKETS SOLD AT THE FOUR STATIONS

Station \ Year	(tickets)						
	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77 ¹⁾
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 Corporation, 1977

Note: 1) Estimated by the number of passengers on all the railways in 1975/76 and in 1976/77.

FIG. VI-6 PASSENGER TICKETS SOLD AT THE FOUR STATIONS

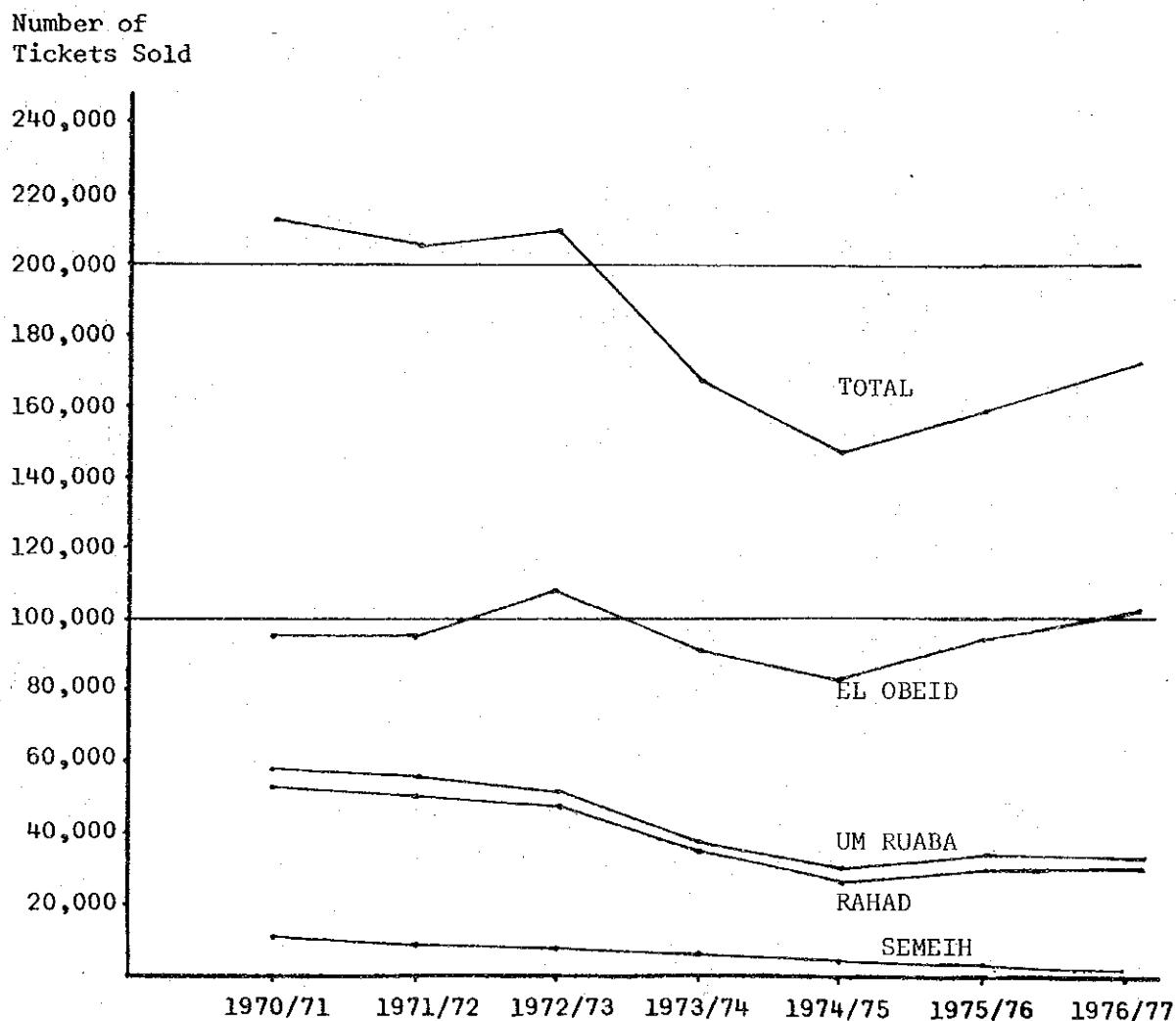


TABLE VI-9 PASSENGER MOVEMENT BY RAIL, 1977

(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	-	125.8
RAHAD	08				0	72.4	0.7	-	70.1	197.7
Rest of Project Area	02,03,04,06,07,09,10					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	11,12,13,15,17,18,19,20,22								0.8	484.8
TOTAL										2,573.4

Source: Estimated by the study team, 1977.

TABLE VI-10 PASSENGER TICKETS SOLD BY CLASS ¹⁾

(%)

	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76
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

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

6.04 輸送費用

6.04.1 道路走行費用

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、種々の条件下で調査を実施した。調査は主に、

- a) 現地ディーラ、修理工場経営者、運送会社等に対するインタビュー
- b) OD調査時に、実施した運転手に対するインタビュー
- c) 類似調査結果の分析
- d) 4輪駆動ピックアップによる走行調査

調査に当っては特にプロジェクト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
- b) 砂利
- c) 固結粘土
- d) ルース・サンド

更にc)とd)については、雨季と乾季における走行費用の相違を検討した。

ii) 代表車の特性

代表車としてプロジェクト地域での交通量調査、及びディーラとのインタビューの結果から、現在も将来もこの地域でよく利用されると考えられる代表車種を次のように選んだ。

- a) 乗用車……………トヨタ カラー1200
- b) 小型車(4輪駆動)……………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(6トン車)
- e) バス……………ベッドフォード 6トン・改造車

乗用車は現在、都市部内だけに限られるが、道路建設後にはかなり利用されるとみられる。代表車の特性は、表 VI - 11 に示される。

TABLE VI-11 CHARACTERISTICS OF REPRESENTATIVE VEHICLES

	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. 1.5 tons	6 tons	11 tons	44 pass.
Number of Axles	2	2	2	2	2
Number of Tyres	4	4	4	6	4
Fuel Used ¹⁾	Benzine (Gasoline)	Benzine (Gasoline)	Gasoline (Diesel)	Gasoline (Diesel)	Gasoline (Diesel)
Maximum Cruising Speed (km/h)	125	110	90	90	90
Average Life (Years)	10	8	6	6	5

Source: Interviews with dealers

Note: 1) In the Sudan "Benzine" is the common term for gasoline and "Gasoline" is used to designate diesel fuel.

iii) 走行費用の算定

各代表車の走行費用は、以下の各項目について分析を加えて算出した。

- 車輛の償却費及び利子
- 保険料
- 運転手および助手の人件費
- 車輛登録費
- 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

エコノミックコストとファイナンシャルコストの両方の走行費用が、まず前述した乾季の4つの路面状況毎に平坦な道路について分析されている。費用の見積りは、1977年価格にもとずいた。

走行費用の道路勾配による補正は、Annex VI-21の表6-20-19に示したように燃料費の項目についてのみ行なった。雨季の走行費用の補正は、現地におけるインタビューの結果から、路面の悪化により乾季の走行費用を割り増しすることで行った。以上の結果は、

表VI-12～表VI-16に示される。なお、走行費用の分析過程は、Annex VI-21に詳述されている。

6.0 4.2 鉄道輸送費用

鉄道の輸送費用は、第IX章9.0 3の転換交通量とその便益の推定に必要な範囲内で述べられている。

TABLE VI-12 OPERATING COST OF VEHICLES, CAR

1)

Dry Season

(mm/km)

Surface Cost Item	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	4.62	5.68	15.98	-	2.27	2.79	7.85	-
Parts Labor	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 2)	-	14.84	45.84	-	-	8.62	26.05	-
	-	-	31.33	-	-	-	17.43	-
Total Cost on 3-5% Road					29.76	38.49	56.02	-
Savings 2)					-	8.73	26.26	-
					-	-	17.53	-

Rainy Season

Total Cost on Flat (0-3%) Road					29.34	37.96	83.09	-
Savings 2)					-	8.62	53.75	-
					-	-	45.13	-
Total Cost on 3-5% Road					29.76	38.49	84.03	-
Savings 2)					-	8.73	54.27	-
					-	-	45.54	-

Notes: 1) mm is equal to 1/10 of a piasta or 1/1000 of a Sudanese pound.

2) The upper line shows a balance against the paved road and the lower line shows a balance against the gravel road.

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

Dry Season

1)
(mm/km)

Surface Cost Item	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
	Labor	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 2)	-	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	
Savings 2)					-	12.18	36.92	59.67	
					-	-	24.74	-	

Rainy Season

Total Cost on Flat (0-3%) Road					42.43	53.97	117.12	98.93
Savings 2)					-	11.54	74.69	56.50
					-	-	63.15	44.96
Total Cost on 3-5% Road					44.96	57.14	122.82	104.63
Savings 2)					-	12.18	77.86	59.67
					-	-	65.68	47.49

Notes: 1) mm is equal to 1/10 of a piasta or 1/1000 of a Sudanese pound.

2) The upper line shows a balance against the paved road and the lower line shows a balance against the gravel road.

TABLE VI-14 OPERATING COST OF VEHICLES, MEDIUM TRUCK

1)
(mm/km)

Dry Season

Surface Cost Item	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	23.25	44.57	38.20	7.87	15.41	29.53	25.31
Maintenance	Parts	6.70	9.80	25.78	5.10	7.46	19.63	30.62
	Labor	1.20	1.96	3.92	5.48	1.20	3.92	5.48
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	102.33
Savings 2)	-	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
Savings 2)					-	23.54	70.60	134.74
					-	-	47.06	107.20

Rainy Season

Total Cost on Flat (0-3%) Road					71.92	93.99	208.25	192.33
Savings 2)					-	22.07	136.33	120.41
					-	-	114.26	98.34
Total Cost on 3-5% Road					79.30	102.84	224.85	210.04
Savings 2)					-	23.54	145.55	130.74
					-	-	122.01	107.20

Notes: 1) mm is equal to 1/10 of a piasta or 1/1000 of a Sudanese pound.

2) The upper line shows a balance against the paved road and the lower line shows a balance against the gravel road.

TABLE VI-15 OPERATING COST OF VEHICLES, HEAVY TRUCK

1)
(mm/km)

Dry Season

Surface Cost Item	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
	Labor	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 2)	-	55.42	166.15	283.42	-	42.18	124.05	217.08	
Total Cost on 3-5% Road	-	-	110.73	228.00	-	-	81.87	174.90	
Total Cost on 3-5% Road					121.08	165.92	250.44	355.87	
Savings 2)					-	44.84	129.36	234.79	
					-	-	84.52	189.95	

Rainy Season

Total Cost on Flat (0-3%) Road					112.23	154.41	354.42	329.31
Savings 2)					-	42.18	242.19	217.08
					-	-	200.01	179.90
Total Cost on 3-5% Road					121.08	165.92	375.66	355.87
Savings 2)					-	44.84	254.58	234.79
					-	-	209.74	189.95

Notes: 1) mm is equal to 1/10 of a piasta or 1/1000 of a Sudanese pound.

2) The upper line shows a balance against the paved road and the lower line shows a balance against the gravel road.

TABLE VI-16 OPERATING COST OF VEHICLES, BUS

1)

(mm/km)

Dry Season

Surface 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	5.77	8.43	22.18	34.60
	Labor	1.20	1.96	3.92	5.48	1.20	1.96	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 2)	-	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
Savings 2)					-	23.67	72.30	133.12
					-	-	48.63	109.45

Rainy Season

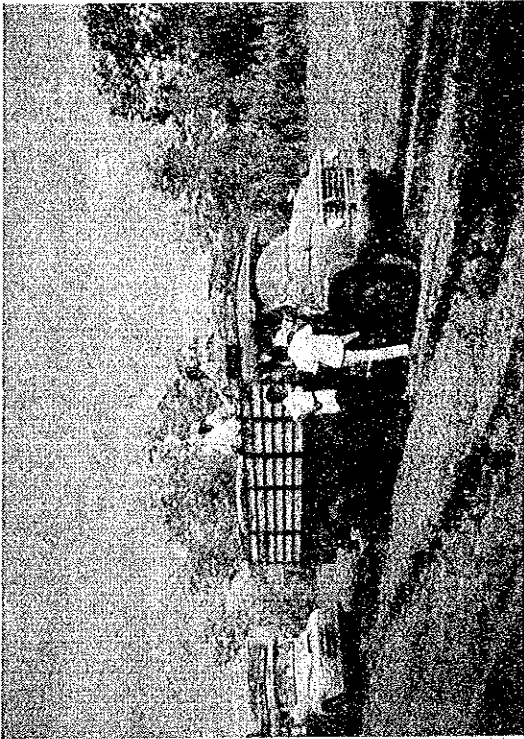
Total Cost on Flat (0-3%) Road					71.42	93.62	210.05	194.21
Savings 2)					-	22.20	138.63	122.21
					-	-	116.43	100.59
Total Cost on 3-5% Road					78.80	102.47	226.65	211.92
Savings 2)					-	23.67	147.85	133.12
					-	-	124.18	109.45

Notes: 1) mm is equal to 1/10 of a piasta or 1/1000 of a Sudanese pound.

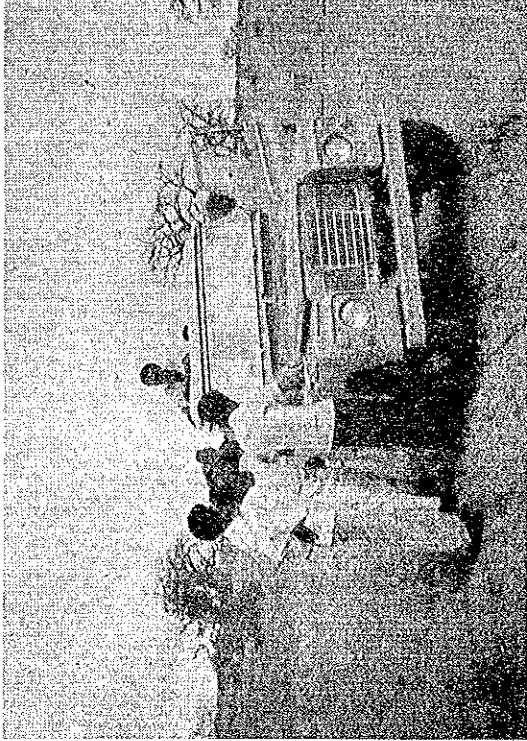
2) The upper line shows a balance against the paved road and the lower line shows a balance against the gravel road.

Vehicles on the existing roads

At Um Ruaba



At El Obeid



At El Obeid



Representative Vehicles (on the road of khartoum-Wad Medani)

Heavy Truck



Medium Truck



Bus



Pick-up



第 VII 章

7.00	代替ルート の 設計と建設費	7-1
7.01	代替ルート	7-1
7.02	代替ルート の 設計	7-2
7.03	代替ルート の 建設費および維持修繕費	7-15

7.00. 代替ルート of 設計と建設費

すでに第I章で述べたように調査の第一段階の目的はEl Obeid ~ Um Ruaba を結ぶいくつかの代替ルートを比較して最適ルートを選択することである。縮尺1 : 50,000の航測集成写真と現地調査結果がこの分析に使われる。個々の代替ルートについては第VII章7.01で説明されている。

代替ルートの第1案より第7案の日平均通常交通量は1983年供用開始時期において約180台/日、最終年度の2002年では約580台/日で代替ルート相互間で推定交通量の差はほとんど認められない。これらの詳細は第IX章に述べられている。

また沿道の地形条件も平地か、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工事数量を算出することとした。建設費(エコノミックコスト)および維持修繕費を推定し、これらは第X章1.0.1の費用便益分析の中に持ちこまれ最適ルートが決定される。

最適ルート決定後はさらに部分的なバイパス、幅員構成、舗装構成および橋梁型式等の比較検討およびこのルートの費用推定の見直しが調査第2段階に於いて行なわれる(第VIII章参照)。

7.01. 代替ルート

7.01.1 南回りルート

i) El Obeid ~ Rahad 間

a) Aルート(68 Km)

このルートはEl Obeid~Rahad間で鉄道の東側を現道路沿いに走りJ. KordofanおよびJ. El Ainの附近を通過する。

b) Bルート(73 Km)

このルートはEl Obeid~Rahad間で鉄道の西側を現道路沿いに走るものでEl Ain貯水池のそばを経由する。

ii) Rahad ~ Um Ruaba 間

a) Cルート(72 Km)

このルートは乾季に利用される現道路に沿って走るものでK. Abu Habl の氾濫原のコットンクレイ地帯を通る。

b) Dルート(67 Km)

このルートはK. Abu Habl の氾濫原を迂回して鉄道の北側にある丘陵地を通る。

c) Eルート(67 Km)

このルートは雨季に利用される鉄道の北側の丘陵地の現道路沿に通る。

7.0 1.2 北回りルート

a) Fルート (115 Kmとアクセス道路41 Km)

このルートはEl Obeid ~ Um Ruaba間を、直接連絡するルートで、Rahadよりアクセス道路を計画する。

7.0 1.3 7つの代替案

以上A, BおよびC, D, Eルートの組合せならびにFルートにより表VII-1, 図VII-1と表VII-2に示すように7つの代替案が、この調査の検討対象となった。

TABLE VII-1 ALTERNATIVE PLANS

<u>Plan</u>	<u>El Obeid-Rahad</u>	<u>Rahad-Um Ruaba</u>	<u>Total Distance</u>
1	(A) 68.0 km	(C) 71.8 km	139.8 km
2	(A) 68.0	(D) 66.6	134.6
3	(A) 68.0	(E) 67.3	135.3
4	(B) 73.0	(C) 71.8	144.8
5	(B) 73.0	(D) 66.6	139.6
6	(B) 73.0	(E) 67.3	140.3
7	(F) 114.7 + (Access)	40.8	155.5

7.0 2. 代替ルートの設計

7.0 2.1 設計基準

AASHTO基準は一般的にRBPCの道路計画に適用されている。代替ルートから最適ルート選択のために適用した設計基準は主としてAASHTOの基準によっている。これらの適用は調査団のスーダン滞在中およびインテリムレポート検討の会議でRBPCと協議された。

1) 交通量

代替ルートの推定交通量は図K-1に示される。1983年、供用第1年にはADTは約220台、2002年のプロジェクトライフ最後の年にはADTは約660台となっている。代替案の内2002年における最大交通量は第7案のある区間で740台、最小交通量は他の案のある区間で620台となっている。

FIG.VII-1 ALTERNATIVE PLANS

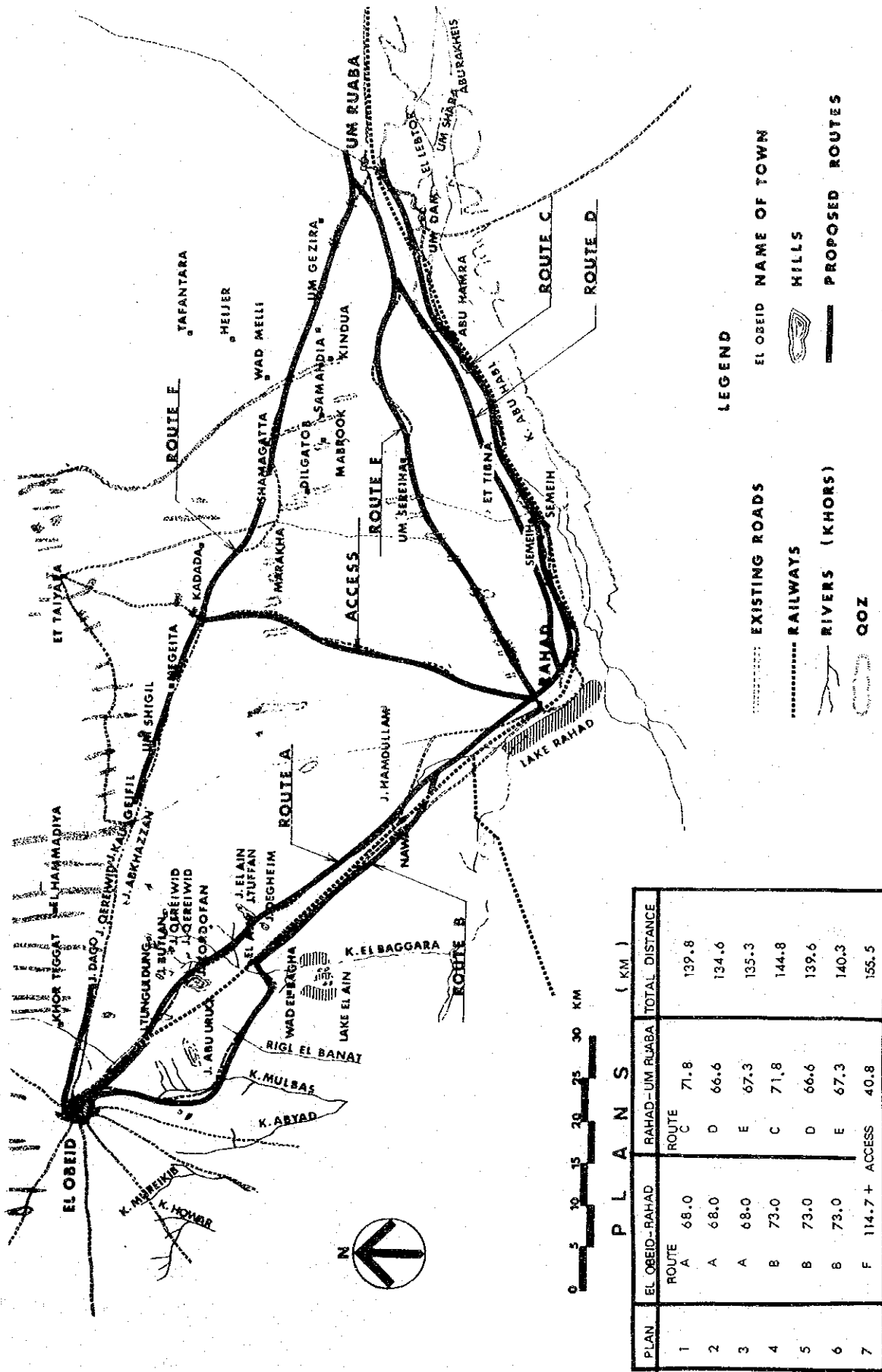


TABLE VII-2 TECHNICAL COMPARISON OF ALTERNATIVE ROUTES

Route Item		Southern Routes			
		El Obeid — Rahad		Rahad — Um Ruaba	
		Route A	Route B	Route C	Route D
Alignments	Horizontal curve Radius (R)	No place 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
	Longitudinal Grade (L.G.)	Total Length 0.95 km of which L.G. is steeper than 3%. Although the longitudinal grade is gentle, the horizontal alignment meanders along J. KORDOFAN.	No sections with L.G. steeper than 3%. Since this route runs through flat terrain, vertical alignment is good, but horizontal alignment has many detours which increases total distance.	No sections with L.G. steeper than 3%. Although the longitudinal grade is gentle, the horizontal alignment meanders considerably along K. ABU HABL.	Total length 7.25 km of which L is steeper than 3%. Horizontal alignment is very good. Since the route runs across sand dune areas, there are many up and down sections.
Soil Conditions	The soil condition is generally good.	Same as Route A	The section of this route between RAHAD and UM RUABA runs through a cotton clay area. The soil condition is very poor.	This route runs through a very limited part of the cotton clay area in the flood plain of K. ABU HABL. The soil condition of other areas are generally good.	
Material Conditions	Transportation of base course materials and aggregates is relatively easy, since this route runs through J. KORDOFAN (gravel available), and J. EL AIN (quarry sites).	Same as Route A	Transportation of the base course materials to the section between RAHAD and UM RUABA are disadvantageous because of long transport distance.	Same as Route C	
Construction Difficulties	Easy to secure water for construction. Easy to transport equipment and materials by railways if necessary.	Same as Route A	No work in the rainy season at the flood plain of K. ABU HABL. Easy to transport equipment and materials by railways if necessary.	Little influence of the flood in the rainy season. Easy to transport equipment and materials by railways if necessary.	
Structures	Bridges	10 places	12 places	3 places	3 places
	Box Culverts	10 places	16 places	9 places	10 places
	Pipe Culverts	11 places	10 places	51 places	26 places
Pavement	Surface DBST Base Course Gravel CBR = 80 Sub-base Course Gravel CBR = 30 Sub-grade Select CBR = 20	Same as Route A	Same as Route A	Same as Route A	
Drainages	Consideration has to be paid for slope protection around K. BAGGARA.	Same as Route A	Consideration has to be paid for slope protection around K. ABU HABL.	No particular problem observed.	

VII-2 TECHNICAL COMPARISON OF ALTERNATIVE ROUTES

Southern Routes				Northern Direct Route
Rahad—Um Ruaba				El Obeid—Um Ruaba
Route B	Route C	Route D	Route E	Route F + Access
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.	No place where R is under 1,500 m.	One place where R is under 1,500 m.
With L.G. steeper than 3%.	No sections with L.G. steeper than 3%.	Total length 7.25 km of which L.G. is steeper than 3%.	Total length 28.2 km of which L.G. is steeper than 3%.	Total length 29.78 km of which L.G. is steeper than 3%.
Route runs through flat areas, alignment is good, but alignment has many meanders which increases total length.	Although the longitudinal grade is gentle, the horizontal alignment meanders considerably along K. ABU HABL.	Horizontal alignment is very good. Since the route runs across sand dune areas, there are many up and down sections.	Same as Route D	Although the horizontal alignment is very good, there are many up and down sections because this route runs through sand dune areas.
A	The section of this route between RAHAD and UM RUABA runs through a cotton clay area. The soil condition is very poor.	This route runs through a very limited part of the cotton clay area in the flood plain of K. ABU HABL. The soil conditions of other areas are generally good.	The route runs through the sand dune areas. The soil condition is generally good.	This route runs partly across a silty clay area. In other areas of sand dunes, the soil condition is generally good.
A	Transportation of the base course materials to the section between RAHAD and UM RUABA are disadvantageous because of long transport distance.	Same as Route C	Same as Route C	Problems exist in obtaining aggregates since no quarry site is available near the section between GEIFIL and UM RUABA.
A	No work in the rainy season at the flood plain of K. ABU HABL. Easy to transport equipment and materials by railways if necessary.	Little influence of the flood in the rainy season. Easy to transport equipment and materials by railways if necessary.	Same as Route D	Difficult to obtain the water for construction. Difficult to get aggregates. Less convenient to use railway transportation.
places	3 places	3 places	-	3 places
places	9 places	10 places	19 places	45 places
places	51 places	26 places	11 places	24 places
A	Same as Route A	Same as Route A	Same as Route A	Same as Route A
A	Consideration has to be paid for slope protection around K. ABU HABL.	No particular problem observed.	Same as Route D	Same as Route D

これらの数値は AASHTO Highway Capacity Manual 1965 で示されている設計交通容量と比較された。それによると地方部の平坦地 2 車線道路は 1 日当り乗用車換算で 5,000 台という容量が示されている。もしこれを車種構成に従って一般的な台数に換算してみると、提案されている 2 車線舗装道路は、推定交通量に対して、プロジェクト・ライフの 20 年間においては十分なサービスを提供すると判断される。設計交通容量と推定交通量は、ADT をもって次の表のように示される。設計交通容量は実際の交通量で示されている。

	設計交通容量 台/日		推定交通量 2002年 台/日	
	6 m 巾員	7 m 巾員	最大	最小
平坦地	1,600	2,000	740	620
丘陵地	800	1,000		

ii) 幾何構造設計基準

AASHTO の設計基準を参考に、最適ルート選定のために適用する幾何構造設計基準は表 VII-3 に、標準断面図は図 VII-2 に示す通りである。

iii) 構造物設計基準

自動車荷重は AASHTO の Standard Specification for Highway Bridges, 1973 の H Loading の H-20-40 とし、衝撃荷重を考慮する。風荷重と地震の影響は無視する。土圧はランキンの式によって求められる。使用材料の許容応力度は Interim Specifications Bridges 1974 AASHTO にもどづくこととし次表に示されるとおりである。

分類	許容応力度	用途
Concrete A	110 kg/cm ²	Reinforced beam and slab
Concrete B	60 "	Reinforced wall and deck
Concrete C	40 "	Foundation, etc.
Reinforcing bar		
Grade 40, 50	1,400 "	All structures

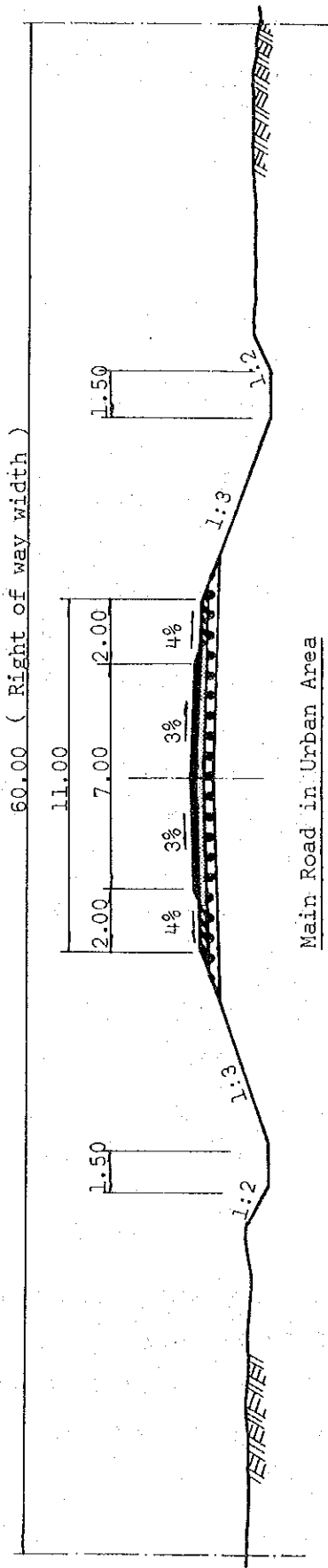
TABLE VII-3 GEOMETRIC DESIGN CRITERIA

<u>Road</u>	<u>Area</u>	<u>Terrain</u>	<u>Design Speed</u> (km/hr)	<u>Width (m)</u>		<u>Gradient</u> Max. (%)	<u>Max. Super-elevation</u> (%)	<u>Mini. Horiz. Curve Radius</u> (m)	<u>Mini. Vert. Curve Length</u> (m)	<u>Sight Distance</u> (m)
				<u>Carriage-way</u>	<u>Shoulder</u>					
<u>Main Road</u>										
Rural	Flat	1)	100	2 x 3.5	2 x 2.0	3	8	380	85	670
Rural	Hilly	1)	80	2 x 3.5	2 x 2.0	5	8	230	70	550
Urban	Flat		60	2 x 3.5	2 x 4.0	5	8	130	50	430
<u>Access Road</u>										
Rural	Flat		60	1 x 3.5	2 x 2.0	5	8	130	50	430

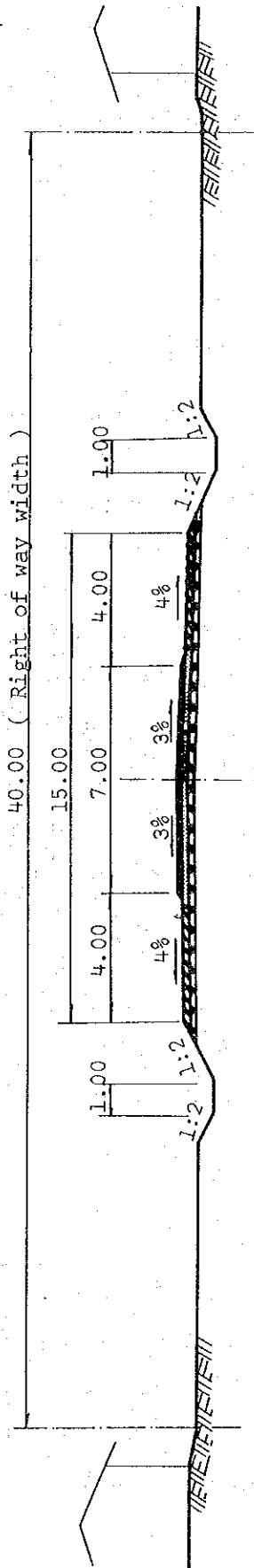
Note: 1) Flat terrain is defined as having a gradient of less than 3%. Hilly terrain is defined as having a gradient in the range of 3 to 6%.

FIG. VII-2 TYPICAL CROSS SECTIONS

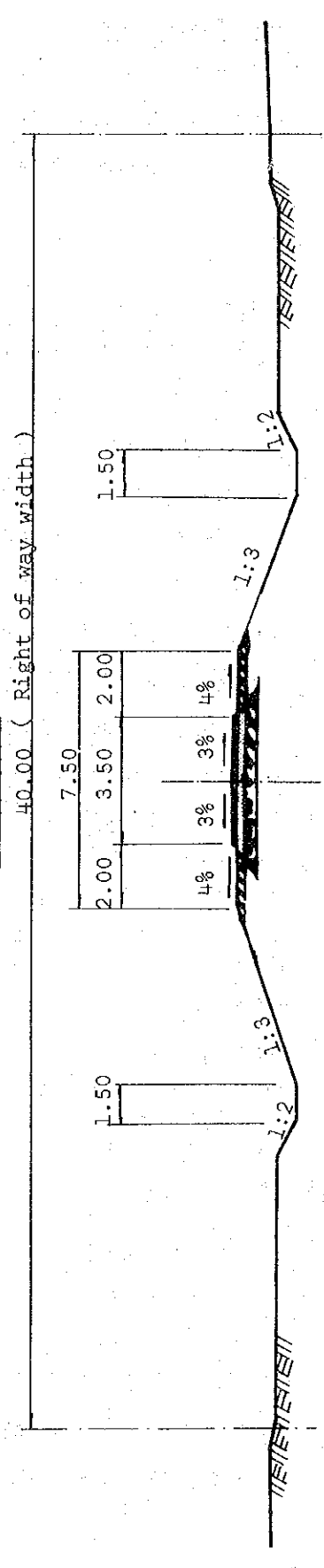
1) Main Road in Rural Area



Main Road in Urban Area



Access Road



Note: 1) Only for comparative study of the seven routes.

- LEGEND:
- DBST or AC
 - ▨ BASE COURSE
 - ▧ SUBBASE COURSE
 - ▩ GRAVEL

iv) 舗装構造設計基準

代替ルート比較のための第一段階において、舗装設計基準は“ AASHTO Interim Guide For Design of Pavement Structures 1972”によることとした。最適ルートに対する設計基準は第Ⅷ章で再検討することとした。

7.0 2.2 道路計画

i) 平面計画

ルート選定は以下の点に留意して計画する。

- a) 工事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。
- b) 氾濫原、低地部、山地部を避けて、道路延長が短くなるように線形を計画する。
- c) 河川横断個所は、蛇行部や合流地点を避けて、河道の安定している地点を選定する。
- d) 南回りルートの始点は、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、本プロジェクトより除外する。又、計画道路の終点は何れのルートも路線比較の場合に限りUm Ruabaの町の中心部として計画する。

ii) 縦断計画

全ルートを通じて地形は平地部ないしあるいは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って特に注意したのは、以下の点についてである。

- a) 縦断勾配は、最大値を5%とする。縦断曲線の最小半径は3,000 mとする。
- b) 盛土高さは、一般部で平均1.0 mで河川の氾濫原や低地部の横断個所は、最小1.5 mを計画する。
- c) 河川横断部は、推定洪水水位に桁下余裕高1.0 mを考慮して、縦断線形を計画する。

iii) 横断および排水計画

a) 横断計画

標準横断面は図Ⅶ-2に示される。これは、調査の第一段階の7つの代替案の比較のためのみ適用される。

b) 排水計画

図Ⅶ-2に示すように車道部の両側に土側溝がおかれる。その掘削土は原則として盛土に使用される。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、侵食防止のために、石張で保護するように計画する。本線の標準横断勾配は、車道で3%、路肩で4%とする。

7.02.3 舗装設計

舗装構造は路床土支持力と 8.2 トン換算単軸荷重の通過回数に大きな関係がある。路床土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。舗装設計の基準としては "AASHTO Interim Guide For Design of Pavement Structures", 1972 によることとした。

i) 交通解析と設計軸荷重

各工区別の ADT は、図 Ⅹ-1 に示される。工区別の交通量の差は比較的少ない。1977 年における ADT の最大値は Abu Hamra~Um Ruaba において 143 台である。これは全工区の平均値 130 台の 10% 増である。同じく最小値は Nawa ~ Rahad 工区において 120 台でこれは平均値の 8% 減である。この数字に基いて、中間区間の Rahad ~ Semeih の交通量は平均交通量に近いので、これを代表的交通量として使用することとした。その計算は Annex VII-1 と 2 に示される。

中型トラック以上の車種については前軸、後軸とも載荷軸とし、小型トラックについては後軸のみを載荷軸としている。乗用車と小型トラックよりなる小型車については小型トラックの換算値を使用した。車種ごとの軸荷重は Annex VII-3, 図 7-1 に示した。又、標準軸荷重換算係数は Annex VII-4, 図 7-2 により算出した。

ある特定の年の道路の 1 車線あたりの標準車軸の繰返し通過回数は次のように示される。この車軸数には、転換交通量及び、誘発交通量による車軸数が、通常交通量の車軸数の合計に対して 10% あるものとしてこれを含めた (Annex VII-2, 表 7-2 参照)。

	延車軸数
供用第一年度 (1983)	24,057
第 13 年度までの累計	678,931
第 20 年度までの累計	1,507,643

ii) 舗装断面の決定

a) 舗装厚指数

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

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + a_4 D_4$$

ここに a_1, a_2, a_3, a_4 : それぞれ表層, 上層路盤, 下層路盤, 路床の相対強度係数

D_1, D_2, D_3, D_4 : それぞれ表層, 上層路盤, 下層路盤, 路床の厚さ (センチ)

SN : 舗装厚指数

なお舗装構成材料の相対強度係数は表 VII-4 のとおり設定した。

地域係数(R)については、この計画道路では地形的におおむね平坦であること、年間降雨量も比較的少なく霜害がないこと、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。

表Ⅶ-4 舗装構成材料の相対強度係数

<u>Pavement Composing Materials</u>	<u>Layer Coefficient</u>
<u>Surface Course</u>	
Hot Mixed Asphalt Mixture (Plant mix)	0.44
Penetration	0.24
<u>Base Course</u>	
Unscreened Crushed Stone	0.07
Crushed Stone (CBR \geq 80)	0.15
<u>Sub-base Course</u>	
Crushed Stone with Sand	0.11
Sand and Sandy Soil	0.05 - 0.10

b) 舗装断面の決定

表層は二段階に分けて建設されるように計画した。第一段階は、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、第二段階は5cm厚のアスファルトコンクリートを13年後にオーバーレイする。各CBR値に対する舗装厚さは表Ⅶ-5に示すとおりである。表Ⅶ-6はそれぞれCBR3%、5%、9%、12%以上の区間毎延長を示している。

TABLE VII-5 THICKNESS OF EACH LAYER OF PAVEMENT ¹⁾

<u>CBR Value</u>		<u>3%</u>	<u>5%</u>	<u>9%</u>	<u>Over 12%</u>
Surface	: D1 DBST	3	3	3	3
Base Course ²⁾	: D2 Gravel (CBR \geq 80)	15	15	15	15
Sub-base Course ²⁾	: D3 Gravel (CBR \geq 30)	20	20	20	20
Sub-grade ²⁾	: D4 Select (CBR \geq 20)	40	30	15	10
Total Thickness	:	78	68	53	48

Note: 1) These thicknesses are only for the comparative study of the seven alternatives. The pavement thickness is reduced for the designing of the optimum route as covered in CHAPTER VIII.

2) Degree of compaction is not less than 95%.

7.0 2.4 構造物の設計

i) 構造物の選択

設計の基礎は第VII章の7.0 2.1 iiiで述べられている。

道路構造物の選択は、構造物の洪水通過容量と工事費の関係の検討(Annex VII-5,表7-3およびAnnex VII-6,図7-3参照)に基づいた次表にしたがって行なわれた。この関係は本プロジェクトで検討されたものである。

種 別	洪水通過容量 m^3/sec
橋 梁	1.5 以上
ボックスカルバート	4 ~ 1.5
パイプカルバート	0 ~ 4

なお道路構造物の一般形状はAnnex VII-7,図7-4~Annex VII-9,図7-6のとおりである。各ルート毎の構造物の位置はAnnex VII-10,表7-4に示される。

ii) 橋梁の設計

a) 下部構造

第V章5.0 3.3の地質調査結果によると、地表面下2 m以上の地盤支持力は $25 t/m^2$ 以上が期待できるので、構造物の基礎は直接基礎で十分である。又土質はおおむねシルト質粘土で、地下水位がきわめて低いから圧密沈下のおそれはほとんどない。基礎構造物の根入れ深さは洪水による洗掘防止のため橋台、橋脚共に2.0 m以上とするようにした。

レンガ造と石造と鉄筋コンクリート造の間で橋梁下部工費用の比較が行なわれた。Annex VII-11に示すように、レンガ造と石造の方が高価であるため下部工は倒立T型鉄筋コンクリート造で設計される。

b) 上部構造

Annex VII-6,図7-3に示すとおり、鋼橋は鉄筋コンクリート橋に比べて高価であるため費用推計に含めないことにした。プロジェクト地域では河川の河床が浅く、しかも基礎地盤条件がよいため橋脚の基礎構造は小さくてよい。Beam and Slab橋と他のタイプの橋はAnnex VII-11に示すように比較された。前者の方が安価である。1スパンが7 m又は9 mのプレキャスト鉄筋コンクリート桁スラブ橋の建設が最終案にくみこまれている。

iii) ボックスカルバートの設計

ボックスカルバートの断面は計画路面高をなるべく低くするために鉛直高さを低くして、Annex VII-8,図7-5に示すように設計した。ボックスカルバートと複数のパイプカルバート設置の妥当性の比較は、7.0 2.4において検討されている。しかし、この問題は詳細設計の段階で更に入念に再検討すべきだということを付記しておく。

TABLE VII-6 ROADBED LENGTH

Upper value : km
(Lower value : (%))

Alternative	Route	C B R Value (%)				Total
		3	5	9	Over 12	
Plan 1	A + C	39.08 (28)	0.75 (1)	20.65 (15)	79.32 (56)	139.80 (100)
Plan 2	A + D	2.73 (2)	0 (0)	20.65 (15)	111.22 (83)	134.60 (100)
Plan 3	A + E	2.18 (2)	0	51.77 (38)	81.35 (60)	135.30 (100)
Plan 4	B + C	39.08 (27)	0.75 (1)	34.22 (23)	70.75 (49)	144.80 (100)
Plan 5	B + D	2.73 (2)	0	34.22 (24)	102.65 (74)	139.60 (100)
Plan 6	B + E	2.18 (2)	0	65.34 (46)	72.78 (52)	140.30 (100)
Plan 7	F + Access	3.00 (2)	0	8.09 (5)	144.41 (93)	155.50 (100)

IV) パイプカルバートの設計

a) 断面形状

小規模の水路には必要に応じてパイプカルバートが設計された。本線を横断する個所では直径 1.0 m のプレキャスト鉄筋コンクリートパイプを 1～3 本敷設することにした。これらは Annex VII-9, 図 7-6 に示される。アクセス道路を横断する水路には必要個所に直径 0.6 m のプレキャスト鉄筋コンクリートパイプを敷設することにした。

b) コルゲートパイプとの比較

鉄筋コンクリートパイプとコルゲートパイプの費用比較ではコルゲートパイプは輸入されるため建設費が若干高くなる。しかし、運搬と施工性ではコルゲートパイプが良いと考えられる。この結果は Annex VII-12, 表 7-5 に示される。プロジェクトのコスト推定にはコルゲートパイプの使用は含まれていない。

7.03 代替ルートの建設費および維持修繕費

7.03.1 建設計画

道路の建設計画は乾季の猛暑や雨季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 と Rahad~Um Ruaba ではそれぞれ 3 工区に, 又北回りルート of 道路 El Obeid~Um Ruaba では 4 工区に, アクセス道路は 2 工区とした。

工事期間は 1980 年の開始から 1982 年迄の 3 年間とし, 1 年の内約 4 ヶ月間は雨季で, この期間は準備工と小規模工事を行なうものとして計画した。

7.03.2 建設費算定の準備

i) 建設費算定は次の項目による。

- a) 通貨表示はスーダンポンド (LS) とする。
- b) LS 1.00 換算は US \$ 2.52 とする。
- c) 機械設備費, 材料価格, 労賃は 1977 年 7 月の価格とする。
- d) 建設費は外貨と内貨に区分する。又工事は請負方式とする。
- e) 関税, 税金の区分はスーダンの取扱いによる。
- f) 経済評価の場合にはインフレーションによる影響は考慮しない。

ii) 外貨区分は次のとおり。

- a) 輸入機械 (CIF 価格) および鋼製品, アスファルト等の輸入材料。
- b) 燃料の原油価格相当分。
- c) コントラクターおよびコンサルタントに係る外貨相当分。