

iii) 内貨区分は次のとおり。

- a) セメント，丸瀾等の国内産材料。
- b) 輸入税，国内税等。
- c) 労賃および輸送費。
- d) コントラクターおよびコンサルタントに係る内貨相当分。

### 7.0 3.3 工事単価

工事単価は，表Ⅶ-7に示されている。これらの詳細はAnnex Ⅶ-13で述べたとおり機械設備費，労賃，材料費に基いて算定されている。

### 7.0 3.4 建設費

ルートごとの建設費は，表Ⅶ-8と9に示すとおりである。7つの代替ルートについて各々エコノミックコストを算出した。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%の予備費，5%の施工監理費，2%の補償費及び6%の詳細設計費用を加算した。各工種別の数量，単価，工事金額の明細はAnnex Ⅶ-14と15に示されている。

Annex Ⅷ-11,表8-11に，一例として第2案の建設に使用する年度別の機械台数を示している。

### 7.0 3.5 維持修繕費

完成後の道路に対しては毎年の維持修繕と定期的な再舗装の費用を算出した。それらは表Ⅶ-10と11に示されている。なお詳細についてはAnnex Ⅷ-16に述べられている。

RahadよりルートFへのアクセス道路は1990年までは1車線の舗装道路とし，同年2車線に拡巾することとした。同年，ルートFの再表層工事(DBST)が同時に予定されている。

TABLE VII-7 ECONOMIC UNIT COSTS OF CONSTRUCTION ITEMS <sup>1)</sup>

	<u>Item</u>	<u>Unit</u>	<u>Unit Cost</u> (LS)
1.	<u>Earth Work</u>		
	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
2.	<u>Pavement</u>		
	Subgrade, select (compacted)	m <sup>3</sup>	1.855
	Sub-base, pit run (compacted) (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 treatment	m <sup>2</sup>	0.654
	Asphalt concrete, hot mix 5 cm thickness (asphalt 6%)	m <sup>2</sup>	2.094
	Shoulder treatment (compacted)	m <sup>2</sup>	0.420
3.	<u>Structures</u>		
	Excavation	m <sup>3</sup>	0.291
	Concrete C for foundation, etc.	m <sup>3</sup>	22.380
	Concrete B for reinforced wall and deck	m <sup>3</sup>	26.340
	Concrete A for reinforced beam and slab	m <sup>3</sup>	32.470

Note: 1) Assuming the construction starts from the first section of El Obeid, and including overhead and profit surcharges.

TABLE VII-8 ECONOMIC COST OF THE PROJECT

(LS 000 in 1977 price)

Item	Plan	Distance						
		1 139.8 km	2 134.6 km	3 135.3 km	4 144.8 km	5 139.6 km	6 140.3 km	7 155.5 km
1. Construction Cost		7,912	7,595	8,668	8,102	7,786	8,859	10,909
2. Preparation	(1) x 4%	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	(3) x 10%	823	790	902	843	810	921	1,135
5. Supervision	(3) x 5%	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	(3) x 2%	165	158	180	169	162	184	227
8. Detailed Design	(3) x 6%	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
Cost by Year		1	2	3	4	5	6	7
1978 (8) x 20%		99	95	108	101	97	110	136
1979 (8) x 80% (2) x 70%		616	592	675	629	604	688	850
1980 (2) x 30% (34% of the remaining		3,223	3,210	3,643	3,173	3,148	3,574	3,686
1981 (2) x 30% (31% - " - ing		2,932	2,726	3,917	3,210	3,010	4,216	4,173
1982 (35% - " -		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 road is 114.7 km.

TABLE VII-9 CONSTRUCTION COST BY PLAN

(LS in 1977 Price)

Alternative Item	1 A + C	2 A + D	3 A + E	4 B + C	5 B + D	6 B + E	7 F + Access Road
Distance (km)	139.8	134.6	135.3	144.8	139.6	140.3	155.5
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
Cost per km	56,592	56,428	64,067	55,954	55,772	63,142	70,156

TABLE VII-10 MAINTENANCE AND REPAIR COST

(LS/km)

<u>Item</u>	<u>Cost</u>	<u>Remarks</u>
-------------	-------------	----------------

DOUBLE BITUMINOUS SURFACE TREATMENT

Repair of surface	36.0	Every year
Miscellaneous works	83.8	"
Management	48.0	"
Sub Total	167.8	"
Resurfacing	3,612.0	Every 7 years

ASPHALT CONCRETE SURFACING

Repair of surface	14.6	Every year
Miscellaneous work	83.8	"
Management	39.6	"
Sub Total	138.0	"
Overlay	14,658.0	Every 10 years

TABLE VII-11 MAINTENANCE AND REPAIR COST (1983 - 2002)

(LS in 1977 Price)

Year	Plan -	1	2	3	4	5	6	7
a) Maintenance and Repair								
1.	1983	23,486	22,613	22,730	24,326	23,453	23,570	26,124
2.	1984	"	"	"	"	"	"	"
3.	1985	"	"	"	"	"	"	"
4.	1986	"	"	"	"	"	"	"
5.	1987	"	"	"	"	"	"	"
6.	1988	"	"	"	"	"	"	"
7.	1989	"	"	"	"	"	"	"
8.	1990	resurfacing	528,444	511,434	547,344	527,688	530,384	1,080,300
9.	1991	23,486	22,613	22,730	24,326	23,453	23,570	26,124
10.	1992	"	"	"	"	"	"	"
11.	1993	"	"	"	"	"	"	"
12.	1994	"	"	"	"	"	"	"
13.	1995	"	"	"	"	"	"	"
14.	1996	"	"	"	"	"	"	"
15.	1997	19,292	18,575	18,671	19,986	19,265	19,361	21,622
16.	1998	"	"	"	"	"	"	"
17.	1999	"	"	"	"	"	"	"
18.	2000	"	"	"	"	"	"	"
19.	2001	"	"	"	"	"	"	"
20.	2002	"	"	"	"	"	"	"
TOTAL		949,514	914,207	918,950	983,474	948,167	952,910	1,549,644
b) Overlay with AC of 5 cm thickness								
1996		2,049,188	1,972,967	1,983,227	2,122,478	2,046,257	2,056,517	2,279,319



## 第 VIII 章

- 8.00 最適ルート設計と建設費……………8-1
- 8.01 最適ルート設計……………8-1
- 8.02 最適ルート建設費……………8-10





## 8.00 最適ルート of 設計と建設費

### 8.01 最適ルートの設計

最適ルートの選択を行うため El Obeid ~ Um Ruaba 間に提案された代替ルート 7 案に対して、建設工事費用便益分析の検討が行なわれた。その結果十分な B C 諸値をもった南回りルートの A ルートと D ルートよりなる第 2 案が採用された。この分析の第 1 段階での技術検討分は第 VII 章の通りである。

最適ルートは決定されたが、一部の区間や設計基準は、さらに検討されるべきものとして残されている。それは一部の区間の代替ルート、段階施工の検討、舗装構造の検討、橋梁の比較等である。この第 2 段階の分析の対象は、部分的代替案というべきもので、設計概要、費用推定はこの章にまとめられている。最適案は経済評価によって決定されることとし第 X 章に述べられている。

標準横断面と幾何構造設計基準は図 VIII-1 と表 VIII-1 に示されている。4.5 m 幅員で 4% の勾配の路肩は Rahad と Um Ruaba への取付道路に適用されている。都市部にあるこの路肩は、車両の駐車、自転車の通行、歩行者、動物の引く荷車の通行に供される。全延長 2.5 Km の路肩の維持修繕費は 1983-2002 までの毎年の維持修繕費に含まれている。

#### 8.01.1 バイパスの検討

小区間の代替ルートとして、ここでは次の 3 区間を取り上げた。即ち J. Kordofan 周辺と Rahad 近傍及び Um Ruaba への進入である。

##### 1) J. Kordofan の周辺

2 つの案の代替ルートが調査された。1 案はバイパス A で J. Kordofan の北側を緩やかな勾配をもって通り、もう一方のバイパス B は山の南側の平坦地を通っている。設計概要と推定費用は、Annex VIII-1 に示される。第 X 章 10.01 に述べたようにバイパス A の方が、費用が安くなる。バイパス A が最適ルートに組み込まれることになる。

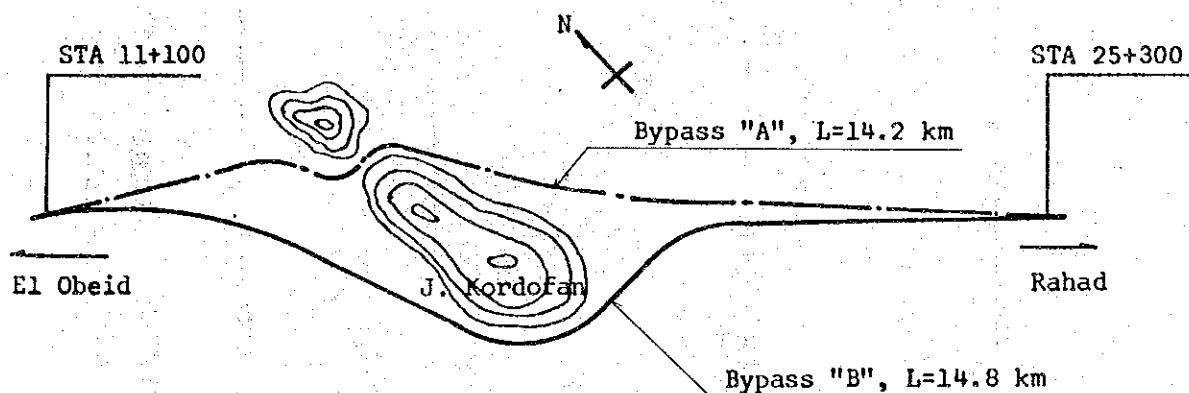
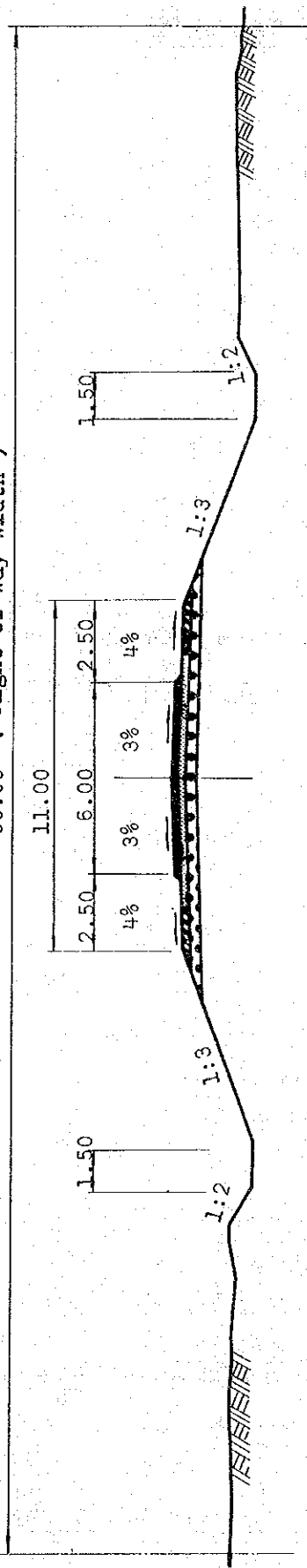


FIG. VIII-1 TYPICAL CROSS SECTIONS

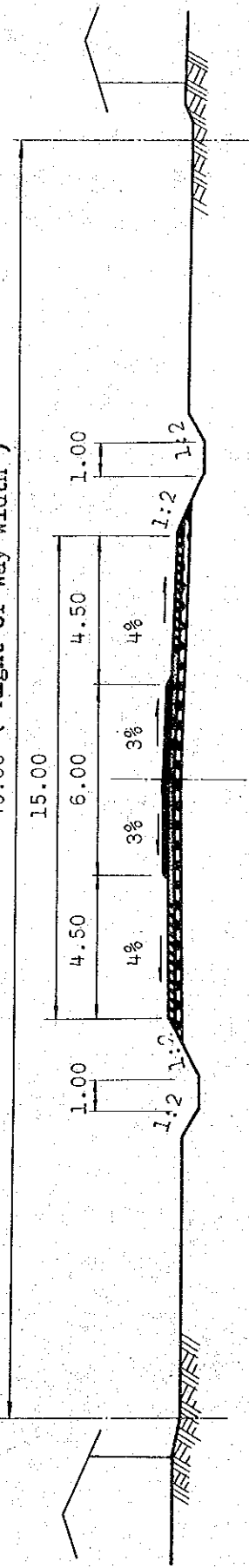
Main Road

60.00 ( Right of way width )



Access Road

40.00 ( Right of way width )







- LEGEND:
-  DBST or AC
  -  BASE COURSE
  -  SUBBASE COURSE
  -  GRAVEL

TABLE VIII-1 GEOMETRIC DESIGN CRITERIA ON THE OPTIMUM ROUTE

( ) shows the figures adopted in the design.

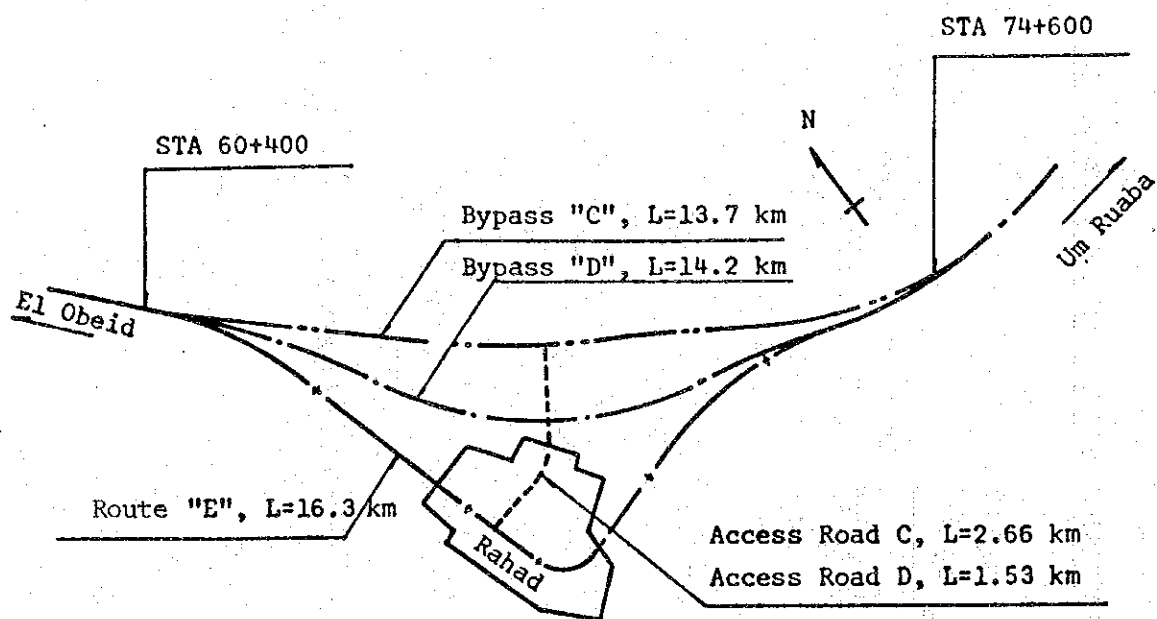
Road	Area	Terrain	Design Speed (km/hr)	Width (m)		Gradient Max. (%)	Max. Super-elevation (%)	Mini. Horiz. Curve Radius (m)	Mini. Vert. Curve Length (m)	Sight Distance (m)
				Carriage-way	Shoulder					
<u>Main Road</u>										
Rural		Flat <sup>1)</sup>	100	2 x 3.0	2 x 2.5	3 (2.500)	8	380 (1,000)	85 (100)	670
		Hilly <sup>1)</sup>	80	2 x 3.0	2 x 2.5	5 (4.670)	8	230 (3,000)	70 (100)	550
<u>Access Road</u>										
Urban		Flat	60	2 x 3.0	2 x 4.5	5 (0.540)	8	130 (1,000)	50 (200)	430

Notes: 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%.

2) For the first stage of construction.

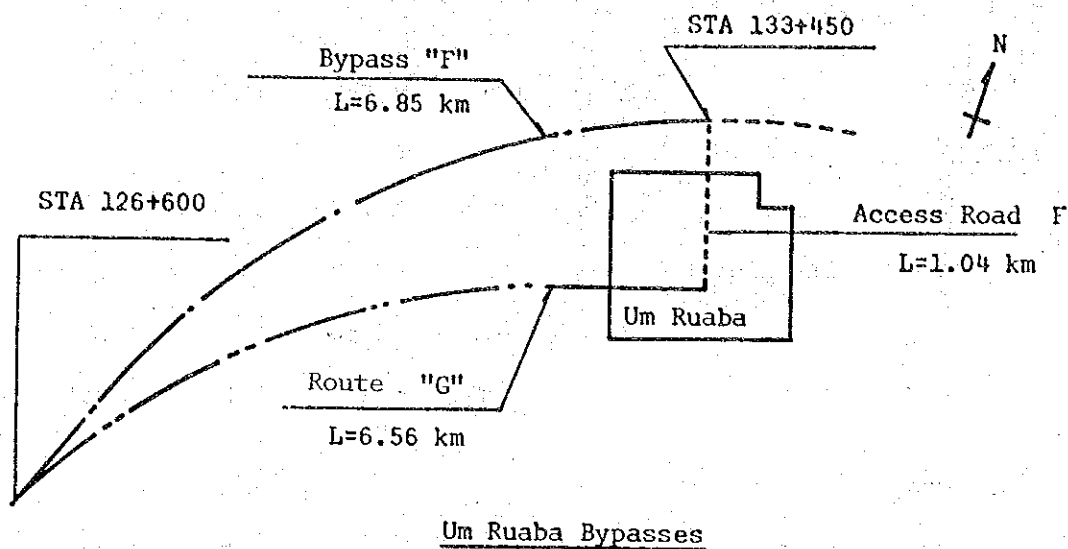
## ii) Rahad のバイパス

Rahad の町の付近では、ルート決定のため3つの代替ルートが提案された。1案は一番北側にあつてRahadの町を大きく迂回する延長の短いルートで「バイパスC」である。次は「バイパスD」で町に近接する。3番目の「ルートE」は町の中を通り抜ける道路である。バイパスC、Dにはそれぞれ町の中心部から、二車線の取付道路が必要である。設計概要と推定費用は、Annex VIII-1 に示される。第X章に述べるように経済評価を行ってバイパスDが最適ルートと結論を得た。



## iii) Um Ruaba のバイパス

2つの代替ルートがUm Ruaba 地区の計画のために提案された。1案は、町の北側を通り、下図で「バイパスF」として示される。2番目は「ルートG」で町へ直進する。バイパスFへは、町の中より舗装2車線の取付道路が必要である。バイパスFの東方への延長は、別のKosti - Um Ruaba 道路プロジェクトで検討されるべきものである。設計概要と推定費用はAnnex VIII-1 に示される。第10章10.02に述べる通り、より多くの交通事故の発生が予想される「ルートG」より「バイパスF」が採用されるべきである。



### 8.0 1.2 段階施工の検討

日平均交通量 (ADT) は供用第一年次の 1983 年で約 220 台, 2002 年プロジェクトライフ最終年で約 660 台と推定される。この範囲の交通量を考慮して図 VIII-2 と表 VIII-2 に示す 5 種類の段階施工案が検討された。スーダンの幹線道路は 7 m 幅員の舗装を原則としているが 7 m 幅員の舗装を一期施工と二期施工のいずれで行なうかは技術的及び経済的分析の検討によって決定される。

二期施工の実施時期を見出すために延車軸数に関しては第 VII 章 7.0 3 に述べた方法と同様に考えた。段階施工の比較検討には代表的構造物, 幾何構造, 土質条件を有する Rahad-Semeih 間延長 20.1 Km の区間が選ばれた。

幅員構成のちがいによって各代替案の車輛走行費, 維持修繕費に与える影響が考察され, 他の条件と共に第 X 章で経済的観点から分析された。最適案にはタイプ B 即ち 6 m 幅員の DBST 舗装が選ばれた。図 VIII-2 にはこれら 5 案の構造が, また表 VIII-2 には設計概要が示されている。

Annex VIII-2 はそれぞれの費用推計が示されている。

TABLE VIII-2 STAGED CONSTRUCTION PLANS

( m )

Item	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E
<u>1st Stage</u>					
Roadway width	11.00	11.00	11.00	7.50	11.00
Base course width	8.00	8.00	8.00	6.50	8.00
Pavement width	7.00	6.00	3.50	3.50	7.00
Surface course	DBST	DBST	DBST	DBST	Gravel
<u>2nd Stage</u>					
Roadway width	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Pavement width	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Surface course	AC	AC	AC	AC	AC
Overlay	After 14 years	After 14 years	After 8 years	After 8 years	After 11 years

### 8.0.1.3 舗装構造の設計

舗装設計には次の三種類の設計基準，即ち米国の AASHTO，英国の Road Note 29 及び 31 並びに UNESCO の Low Cost Roads を用いて検討した。Rahad ~ Semeih 区間 2.01 Km がコスト比較のために取り上げられ，路床土の CBR は 9% とした。結果は次の表 VIII-3 と関連資料 Annex VIII-3 に示される通りである。舗装厚は "Road Note 29 および 31" と "Low Cost Roads" の場合は同じになり，AASHTO 基準によると多少厚くなる。したがって建設費も高い。第 X 章の経済評価の結果に示されるように "Low Cost Roads" (又は R.N. 29 および 31) によって設計された舗装構成が最適案として提案された。

FIG. VIII-2 STAGED CONSTRUCTION PLANS

Classification	First Stage		Second Stage	
	Year	Cross Section	Year	Cross Section
Type A	1983		1996	
Type B	1983		1996	
Type C	1983		1990	
Type D	1983		1990	
Type E	1983		1993	

LEGEND: DBST or AC SUBBASE COURSE GRAVEL BASE COURSE



TABLE VIII-3 PAVEMENT STRUCTURE AND COST

Type	1)		1)	
	AASHTO (cm)	R.N. 31 and Low Cost Roads (cm)	AASHTO (LS'000)	R.N. 31 and Low Cost Roads (LS '000)
<u>The 1st stage</u>				
Double bituminous surface treatment	3	3		
Crushed rock and/or <sup>2)</sup> gravel base CBR <sub>≥</sub> 80	15	15		
Gravel subbase <sup>2)</sup> CBR <sub>≥</sub> 25	30	15		
Total	48	33	590	480
Cost/km	-	-	29.3/km	23.9/km
<u>The 2nd stage</u>				
Asphalt concrete surfacing	5	5	324	324
Crushed rock and/or <sup>2)</sup> gravel base CBR <sub>≥</sub> 80	15	15		
Gravel subbase <sup>2)</sup> CBR <sub>≥</sub> 25	30	15		
Total	50	35	324	324
Cost/km	-	-	16.1/km	16.1/km

Notes: 1) The standard is same for both "Road Note 29 and 31" and "Low Cost Roads".

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

FIG. VIII-3 WORK SCHEDULE

Item	1979				1980				1981				1982				1992				1993			
	I/4	II/4	III/4	IV/4	I/4	II/4	III/4	IV/4	I/4	II/4	III/4	IV/4	I/4	II/4	III/4	IV/4	I/4	II/4	III/4	IV/4	I/4	II/4	III/4	IV/4
Preparation																								
Clearing																								
Filling																								
Cutting																								
Ditch Cutting																								
Structures																								
Sub base																								
Base																								
Surface																								
Miscellaneous																								
Section																								

Note: 1) Annual working days are estimated 260.

#### 8.0 1.4 橋梁の比較

##### i) 通常橋と潜水橋の比較

通常橋と潜水橋の2種類を検討した。最適ルート of El Obeid ~ Um Ruaba 間には Annex VIII-4 に示された通り13ヶ所の橋梁が計画された。プレキャストコンクリート桁による1~3スパンの橋梁と代替案として潜水橋を比較した。代表的な断面を Annex VIII-5 に費用は Annex VIII-6 に示される。建設費、維持修繕費と走行費用を含めて第X章で比較を行った。その結果通常橋の建設が提案される。

##### ii) 鉄道との交差

鉄道交差には、平面交差と立体交差の2つの交差方法がある。最適ルート of El Obeid から 9.7 Km のところで交差を計画した。2つの交差方法において、立体交差の費用は平面交差の費用の約2.3倍にあたる LS134,000 を必要とする。列車の回数が1日当り4~6回であるから、通行車輛によって生じるコストの増加は無視しても差しつかえない。そこで、平面交差方式を提案した。

#### 8.0 2 最適ルートの建設費

##### 8.0 2.1 建設計画

建設計画設定のために、最適ルートの工区は El Obeid ~ Rahad 間を3工区、Rahad ~ Um Ruaba 間を3工区、合計6工区に分割することとした。施工計画は路盤材料や岩石が近くにあり、また貯水池も比較的近くにある El Obeid 側の区間から着手することとした。建設が進むにしたがって新しい道路はその先の工事区間への材料輸送に役立ち得る。工事工程表は Annex VIII-3 に示すとおりである。Um Ruaba 側から着工する案も検討したが、砂利碎石等の工事用骨材の運搬費が45%も増大するので採用しなかった。

##### 8.0 2.2 建設費

費用推定の条件は、分析の第一段階として第VII章で述べた条件と同じである。設計基準及び工事単価の訂正は必要に応じてこの章にあるように第二段階の分析で行なった。最適ルートの工事数量は、縮尺1:5,000の図面を用いて求めた。Rahad と Um Ruaba の取付道路を含めた工事数量と工事費を表VIII-4に示した。表VIII-5には、準備工、施工監理、詳細設計(Annex VIII-9)、予備費等を含む全体のプロジェクトコストが示され、関税等を除き合計LS 12,936,000(約3,300万US\$)となった。Annex VIII-7には工区別工事数量と費用を、Annex VIII-8には主要材料調書を示した、Annex VIII-10は1日平均施工量を、Annex VIII-11は施工年度別の所要機械台数を示している。Annex VIII-12は機械の取得価格を示しており、Annex VIII-13~15は作業項目別のコスト要素の詳細内訳例を示している。

TABLE VIII-4 CONSTRUCTION COST

Plan 2

(LS in 1977 Price)

Distance 136.02 km.

	Unit	Unit Cost		Quantity	Cost	
		Economic	Financial		Economic	Financial
<b>A. Earthworks and Pavement</b>						
1. Clearing	m <sup>2</sup>	0.042	0.046	4,758,960	200,900	219,300
2. Earthwork fill	m <sup>3</sup>	0.649	0.788	1,610,520	1,044,900	1,269,400
3. Cutting	m <sup>3</sup>	0.730	0.885	913,100	666,500	808,100
4. Ditch cutting	m <sup>3</sup>	0.114	0.125	1,029,870	116,900	128,300
5. Preparation of formation	m <sup>2</sup>	0.103	0.123	816,120	84,000	100,400
6. Slope protection	m <sup>3</sup>	0.404	0.496	681,450	275,000	337,900
7. Subbase	m <sup>3</sup>	3.639	4.812	243,770	887,000	1,172,900
8. Base	m <sup>3</sup>	3.777	4.992	163,230	616,600	814,800
9. Prime coat	T	91.39	127.62	1,220	111,500	155,700
10. Surface (DBST)	m <sup>2</sup>	0.605	0.810	816,120	493,400	661,300
11. Shoulder	m <sup>3</sup>	2.191	2.869	71,940	157,600	206,400
Sub Total					4,654,300	5,874,500
<b>B. Structures</b>						
12. Bridge: 7.0 x 1	U	8,900	10,670	3	26,700	32,000
"    7.0 x 2	U	14,750	17,700	2	29,500	35,400
"    9.0 x 1	U	10,440	12,540	5	52,200	62,700
"    9.0 x 2	U	18,200	21,900	1	18,200	21,900
"    9.0 x 3	U	26,400	31,850	2	52,800	63,700
Sum				13	179,400	215,700
13. Box Culvert						
2.0 x 1.5 1 cell	U	2,990	3,610	11	32,900	39,700
"    2 cell	U	4,630	5,570	6	27,800	33,400
"    3 cell	U	6,200	7,450	2	12,400	14,900
Sum				19	73,100	88,000
14. Pipe: $\phi$ 1.0 x 1	U	1,134	1,336	39	44,200	52,100
" $\phi$ 1.0 x 2	U	1,980	2,340	5	9,900	11,700
" $\phi$ 1.0 x 3	U	2,730	3,230	3	8,200	9,700
Sum				47	62,300	73,500
15. Pipe $\phi$ 0.6	U	23.0	27.5	673	15,500	18,500
16. Masonry	m <sup>2</sup>	0.911	1,006	52,890	48,200	53,200
Sub Total					378,500	448,900
TOTAL					5,032,800	6,323,400
Overhead & Profit 33%					1,897,200	2,086,600
TOTAL					6,930,000	8,410,000

TABLE VIII-5 APPROXIMATE PROJECT COST  
OF THE BEST PLAN

Plan 2

(LS '000)<sup>2)</sup>

	Foreign A	Local B	Economic C (A + B)	Customs Taxes D	Financial E (C + D)
<b>A. Implementation</b>					
1. Construction Cost	4,175	2,755	6,930	1,480	8,410
2. Preparation (4%)	194	83	277	59	336
3. Sub-total (1 + 2)	4,369	2,838	7,207	1,539	8,746
4. Physical Contingency (10%)	505	216	721	154	875
5. Supervision (5%)	252	108	360	77	437
6. Sub-total (3+4+5)	5,126	3,162	8,288	1,770	10,058
7. Compensation (2%)		144	144	31	175
8. Sub-total	5,126	3,306	8,432	1,801	10,233
9. Price Contingency <sup>3)</sup> 10% p.a. for 8.	2,464	1,589	4,053	865	4,918
10. Total	7,590	4,895	12,485	2,666	15,151
11. Cost per km	56	36	92	19	111
<b>B. Detailed Engineering</b>					
1. Detailed Engineering (5%) 1)	342	38	380	57	437
2. Price Contingency <sup>3)</sup> 10% p.a.	64	7	71	11	82
3. Total	406	45	451	68	519
4. Cost per km	2	1	3	1	4
<b>C. Total</b>					
1. Costs	5,468	3,344	8,812	1,858	10,670
2. Price Contingency <sup>3)</sup> 10% p.a.	2,528	1,596	4,124	876	5,000
3. Total	7,996	4,940	12,936	2,734	15,670
4. Cost per km	59	36	95	20	115

Notes: 1) Refer to Annex VIII-9.

2) Based on the prices of 1977.

(Cont'd note)

Annex VIII-12は機械の取得価格を示しており、Annex VIII-13～15は作業項目別のコスト要素の詳細内訳例を示している。

### 8.0.2.3 維持修繕費

新設道路の維持修繕費は第VII章7.0.3.5と同じ方法で見直した数量をもとに算出した。

維持修繕費は表VIII-6に示す。又、2002年までの維持修繕費はAnnex VIII-16に示されている。

この計画道路が完成した時には、Annex VII-16で例示したような維持修繕班の1パーティーないし2パーティーが編成されるべきであろう。建設工事の施工監理事務所の立地については、その事務所を後で維持管理事務所として使用することの可能性を考慮すべきだという点を示唆しておく。

TABLE VIII-6 Maintenance and Repair Cost (LS/km)

<u>Surfacing</u>	<u>DBST</u>	<u>AC</u>	
Repair of Surface	31.0	14.6	Every year
Miscellaneous Works	104.6	83.8	"
Management	45.0	32.0	"
Total	180	130.0	"
Resurfacing	3,100.0	14,658.0	7 or 10 years



## 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	9-3
9.03	転換交通とその便益	9-3
9.04	誘発交通とその便益	9-5
9.05	最適ルート便益	9-5
9.06	その他の便益	9-5





## 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GDPの推移からスーダン経済の成長は、明らかである。GDPは、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 III-9の様になる。同じ期間の人口の増加についてはAnnex III-2に示した様に年平均2.2%の増加を示している。

登録台数の増加は、道路交通の増加を反映する統計資料と考えられる。1970-1974年の登録自動車台数は、Annex III-17と表IX-1に示される。しかし、スーダンでは部品不足、砂塵によるメカニカルトラブルや燃料不足のため、稼働台数は、登録台数を下廻っていると考えられる。約60%は人口、経済、行政、社会活動の集中しているKhartoum県で登録されているようである。

大きな都市の主要街路は、舗装されていて、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、地方部の道路は大部分がルースサンド(Loose Sand)地帯にあって、舗装も維持修繕もなされていないので小型車は活動できない。高馬力のトラックかバスか、4輪駆動車でないと地方部を走行できない。したがって登録台数そのものが実際の全国的な道路ネットワークの交通量の推移を反映しているとは考えられない。この様な事情のもとでは、自動車用の燃料消費量の推移がスーダンの道路交通の伸びを表す指標としてより良いものと考えられる。自動車用燃料消費量は表IX-1に示すように、1970年から1975年の間は4.5%の年率で伸びた。

自動車用燃料消費量の推移が道路交通量の伸びと同じ傾向を示すものとし、又、GDPの変化と関係づけられるとするならつぎの関係式が示される。

$$\begin{aligned} \text{道路交通量の弾力性} &= \frac{\text{Percent change in fuel consumption, (1970-1975)}}{\text{Percent change in G.D.P. in constant price (1970-1975)}} \\ 2.25 &= \frac{4.5\%}{2.0\%} \end{aligned}$$

スーダン経済が今後名目で10%~15%/年、実質で3%/年の成長が続くとすると、

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

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%/年ということになる。又、経済成長が年率2%の低成長を示すとすると次のようになる。

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

プロジェクト地域には、他の分野の開発プロジェクトは今のところない。Khartoum地方の経済成長が直接的、即時的にプロジェクト地域の経済を包み込むと考えるには遠く離れすぎている。

したがって7%の年平均成長率が、1977年より、プロジェクトライフの中間の年まで適用出来ると考えた。それ以降、プロジェクトライフ後半は、保守的判断に基き、5%/年と設定した。

この通常交通量の伸び率7%、5%は転換交通量、誘発交通量の伸び率にも適用することとした。

TABLE IX-1 GROWTH OF ECONOMY AND ROAD TRAFFIC

Year	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75
G.D.P. in current prices (LS Million)	647.0	685.8	752.1	896.8	1246.2	1510.8
	19% p.a.					
G.D.P. in 1970 price (LS 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.					
Benzine and Gasoline Consumption on Roads ('000 tons)	205	218	229	234	238	256
	4.5% p.a.					

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

### 9.0 1.2 車種構成

交通量観測の結果は、表Ⅵ-1に示すように El Obeid の観測地点附近での車種構成比は、中型トラック 8.3%、大型トラック 2.7%、バス 4.2%、小型車 1.0%であった。Um Ruaba の交通量観測では、中型トラック 9.4%、大型トラック 2%、その他が 4%であった。

Khartoum - Wad Medani 道路はスーダンにおける代表的舗装道路である。計画道路上での車種構成を想定するために、1977年5月下旬に、Khartoum - Wad Medani 道路で交通量調査を実施した。この結果は、RBPC の行なった、交通量調査結果と共に Annex K-1 に示される。これらのデータによると、車種構成比は異なるが、大型トラックが中型以上のトラック車種の中で占める比率は比較的高く、プロジェクト地域の既存道路上の 2%~3%に対し、Khartoum - Wad Medani 道路では、10%~27%となっている。

計画道路が供用されると大型車の占める割合が大きくなるのはごく当然であろう。トラックの中で大型の占める比率は、供用後 10 年の 1992 年に 27%に増加し、プロジェクトライフの最終年の 2002 年には 40%に達すると仮定した。

トラックトレーラが、既存の Khartoum - Wad Medani 間の舗装道路を走行している。1 台のトラックトレーラの積載量と標準車軸数は、大型トラック 2 台分に相当すると考え、トラックトレーラは、将来交通の車種分類に入れないこととした。

## 9.0 2 通常交通とその便益

### 9.0 2.1 代替ルートと比較

各代替ルートの交通量は、既存道路の交通量の増加傾向を推定することによって決定した。既存道路の交通量は図Ⅵ-4-1~2に示される。O-Dの詳細は AnnexⅥ-14に示している。交通量の伸び率は、第Ⅸ章 9.0 1.1 で述べたとおりである。各代替ルートの区間別の交通量は、既存道路の交通量に伸び率を適用して求めた。新しい道路に対する交通量の配分は、O-D間で既存道路と計画道路経由の自動車走行費用を比較して求めた。各代替ルートの区間ごとの推定交通量は図Ⅸ-1のようになる。車種別内訳は表Ⅸ-2と AnnexⅨ-3に示している。

車種別走行費用は第Ⅵ章 6.0 4.1においていくつかの道路の条件別に分析されている。舗装道路が建設されると、道路の路面条件が改善されるので走行費用の節約ができる。この節約額をこのプロジェクトがもたらす直接便益と見なした。通常交通によるこの便益は自動車の O-D間で既存道路と計画道路経由の走行費用差で求められる。代替案ごとの便益は第Ⅹ章の諸表に示される。

## 9.0 3 転換交通とその便益

### 9.0 3.1 旅客

計画道路が供用開始されると鉄道の旅客の一部は、自動車利用に転換するものと考えられる。旅客は、バスと鉄道についてその運賃、所要時間、運行の規則性その他サービスを比較して転換

するかどうかを決定する。転換した旅客の経済便益は、既存の鉄道輸送と計画道路上のバス輸送との料金の差額ではなく輸送費用の差で推定される。

自動車利用に転換する旅客を運ぶバス台数は表Ⅸ-3に、その転換便益額は、表Ⅸ-4に示すとおりである。鉄道客車の利用率はほぼ100%で、過去数年間は鉄道旅客は増加していないので、プロジェクト地域の鉄道旅客数は計画道路の供用初年まで増えも減りもしないと仮定した。計画道路の供用後には、転換旅客数は通常交通量と同じ割合で伸びるものとする。Annex Ⅸ-2に推定の詳細は述べられている。

一般に旅客の時間節約は、プロジェクトの調査では、経済便益として評価される。この道路が供用されるとより速い走行速度での自動車輸送で時間の節約を旅客にもたらすと期待される。しかし時間の節約というものが、どのような地域経済環境で、どの程度の経済的価値があるかを注意して評価しなければならない。この地域の平均所得はかなり低い。農家生産は、一般的に二重経済となっていて市場出荷用と自給用に分かれている。都市部でも、経済と人々の生活は時間節約にいちじるしい経済価値が見られるほどまで発展はしていないようである。

したがって道路供用開始によるかなりの時間節約は予測出来るが、ここでの経済評価に含めて計量しないものとする。節約時間は計量出来ない社会的便益として評価すべきであろう。

### 9.03.2 貨物

同様に、鉄道輸送貨物の道路利用への転換は、荷主が料金、他のサービスの大小を考慮して決定する。その便益額は、二つの輸送費用の差、つまり鉄道と大型トラックの輸送費用の差になる。直接影響圏内の鉄道駅別発着貨物量は、表Ⅵ-7に示される。これ等は、大抵Khartoum又はPort Sudanとプロジェクト地域の往来である。

転換対象となる主要品目の端末輸送費用、倉庫保管費用は、鉄道運賃に加算した。その鉄道運賃をトラック運賃と比較した。鉄道とトラック輸送のエコノミックコストも同じ主要な商品について調査した。いずれの調査からも鉄道輸送が安価であることがあきらかとなった。したがって鉄道輸送からトラック輸送への転換はないものとした。Annex Ⅸ-2には、この分析の詳細が示されている。

しかしながら、Annex Ⅵ-16に示すように既にかなりの量の貨物が走行条件の悪い道路上を、トラックで運搬されている。舗装道路が供用されると、走行時間及び荷物の破損が減少して、鉄道よりトラック輸送の利用が多くなるであろう。つまり高い料金を負担してもトラック輸送を荷主は選択することになる。高い輸送費用を負担しながら時間節約便益などを含み何らかの便益を得ていることになる。

貨物の時間節約や他の便益を経済的に計量するのは困難である。こういう便益は、疑問のある方法で計量化するよりむしろ、社会便益あるいは貨幣単位で表現できない便益に含めるべきであって、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れないこととした。

#### 9.04 誘発交通とその便益

舗装道路が建設されれば、道路がよくなり交通量が増加する。計画道路の場合、今まで E1 Oboid およ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。誘発交通量とその便益は、次のように推定する。

誘発交通量 : 供用開始第1年における通常交通量の10%を、誘発交通量とみなす。誘発交通量18台/日を、乗用車9台、小型トラック9台に按分する。これらの台数は、図IX-1に示される。

誘発便益 : 通常交通量における単位当たり便益の $\frac{1}{2}$ とする。

伸び率 : 通常交通量と同じ割合で伸びるとする。

#### 9.05 最適ルート上の便益

建設計画に応じて、3区間に分けて便益は推定した。第I区間は1981年、第II区間は1982年、第III区間は1983年に供用開始となる。転換と誘発便益は全区間が使用可能となって現れるものとした。便益の流れは9.01~4と同じ条件のもとで推定され第X章およびAnnex Xの諸表に示される。

#### 9.06 その他の便益

##### 9.06.1 時間節約

道路の整備により実現される旅客と貨物の時間節約は、この章の9.02 および9.03に述べられている。これらは経済評価の中に計量された便益として扱われていないが、人々の経済、文化、社会生活に対しては、便益として考えることができる。

##### 9.06.2 その他の影響

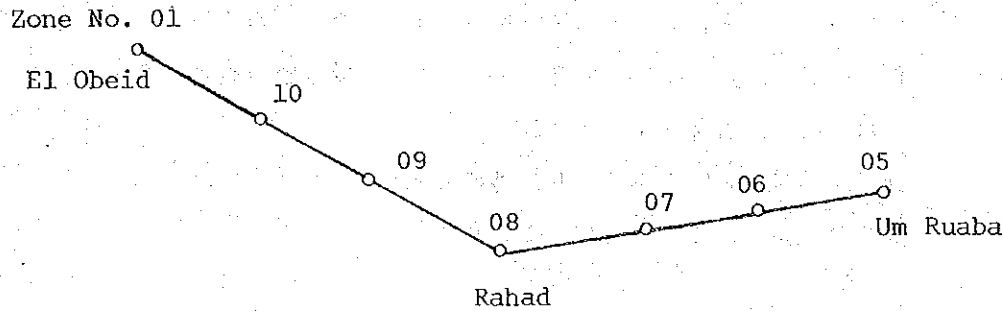
道路の供用開始は、既存の経済を特に農村経済を、徐々により市場志向型経済に変革をもたらすものと考えられる。一部の人は新しい経済体制への適合のための対応の困難を何年かにわたってこらむであろう。しかし、長期的には人々の生活水準の向上に道路サービスは役立っていくだろう。

##### 9.06.3 社会的サービス

新しい道路は県庁、郡庁、町村役場間の連絡や移動を容易にさせるので、行政の効率をあげることに役立つであろう。他の町村を訪問することが容易になるだろう。また、教育制度は人口の少ない村々にまで普及されよう。病院や医院へより速く行けることやまた地方の町村へ医療班が容易に来れることにより人々は医療の恩恵をより多く受けられるようになるであろう。

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

PLAN 1

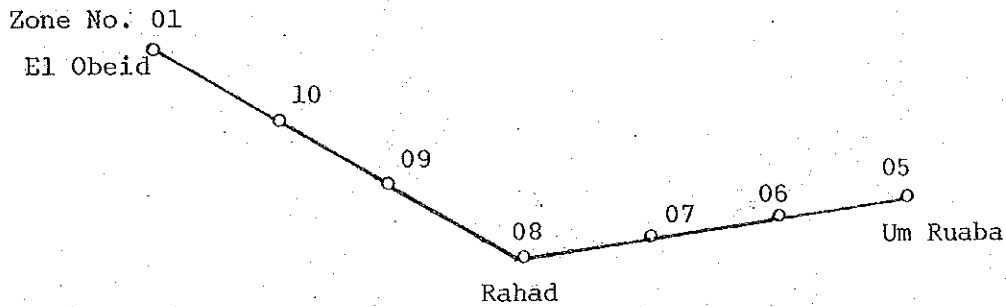


(Total Length 139.8 Km)

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	184.6	182.2	180.7	195.4	208.9	214.8	194.8
	Diverted Traffic	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	8.5	8.0
	Generated Traffic	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Total	210.1	207.7	206.2	221.9	235.4	241.3	220.8
1992	Normal Traffic	339.4	334.9	332.2	359.2	384.1	394.8	358.1
	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	386.3	381.8	379.1	407.9	432.8	443.5	405.9
2002	Normal Traffic	552.8	545.6	541.1	585.1	625.6	643.1	583.3
	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	629.2	622.0	617.5	664.4	704.9	722.4	661.2

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

PLAN 2



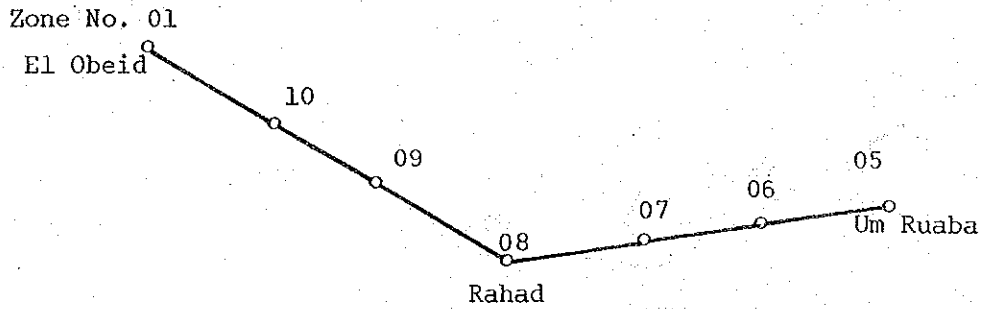
(Total Length 134.6 Km)

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)	(129.6)
	Diverted Traffic						
	Generated Traffic						
	Total						
1983	Normal Traffic	184.6	182.2	180.7	195.4	208.9	194.5
	Diverted Traffic	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	8.0
	Generated Traffic	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Total	210.1	207.7	206.2	221.9	235.4	241.3
1992	Normal Traffic	339.4	334.9	332.2	359.2	384.1	357.6
	Diverted Traffic	13.8	13.8	13.8	15.6	15.6	14.7
	Generated Traffic	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1
	Total	386.3	381.8	379.1	407.9	432.8	443.5
2002	Normal Traffic	552.8	545.6	541.1	585.1	625.6	582.4
	Diverted Traffic	22.5	22.5	22.5	25.4	25.4	24.0
	Generated Traffic	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9
	Total	629.2	622.0	617.5	664.4	704.9	722.4



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

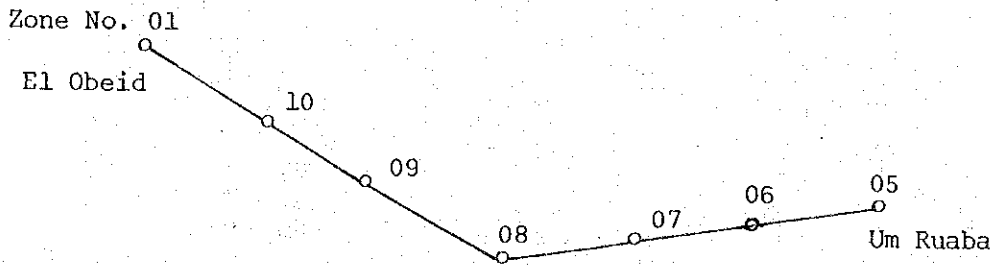
PLAN 3



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	184.6	182.2	180.7	195.4	208.9	214.8	193.6
	Diverted Traffic	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	8.5	8.0
	Generated Traffic	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Total	210.1	207.7	206.2	221.9	235.4	241.3	219.6
1992	Normal Traffic	339.4	334.9	332.2	359.2	384.1	394.8	355.9
	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	386.3	381.8	379.1	407.9	432.8	443.5	403.7
2002	Normal Traffic	552.8	545.6	541.1	585.1	625.6	643.1	579.7
	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	629.2	622.0	617.5	664.4	704.9	722.4	657.6

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

PLAN 4

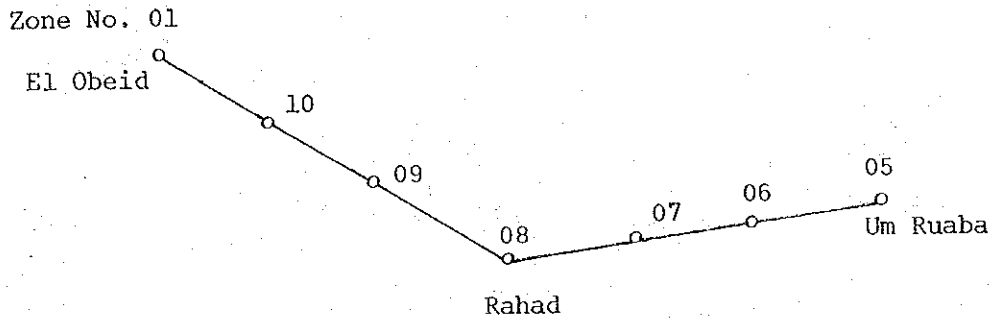


(Total Length 129.5 Km)

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	184.6	182.2	180.7	195.4	208.9	214.8	194.3
	Diverted Traffic	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	8.5	8.0
	Generated Traffic	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Total	210.1	207.7	206.2	221.9	235.4	241.3	220.3
1992	Normal Traffic	339.4	334.9	332.2	359.2	384.1	394.8	357.3
	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	386.3	381.8	379.1	407.9	432.8	443.5	405.1
2002	Normal Traffic	552.8	545.6	541.1	585.1	625.6	643.1	582.0
	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	629.2	622.0	617.5	664.4	704.9	722.4	659.9

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

PLAN 5

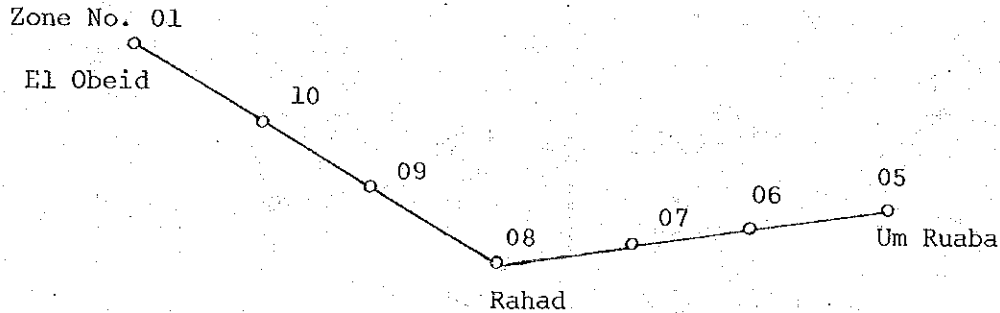


(Total Length 139.6 Km)

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	184.6	182.2	180.7	195.4	208.9	214.8	194.0
	Diverted Traffic	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	8.5	8.0
	Generated Traffic	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Total	210.1	207.7	206.2	221.9	235.4	241.3	220.0
1992	Normal Traffic	339.4	334.9	332.2	359.2	384.1	394.8	356.7
	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	386.3	381.8	379.1	407.9	432.8	443.5	404.5
2002	Normal Traffic	552.8	545.6	541.1	585.1	625.6	643.1	581.1
	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	629.2	622.0	617.5	664.4	704.9	722.4	659.0

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

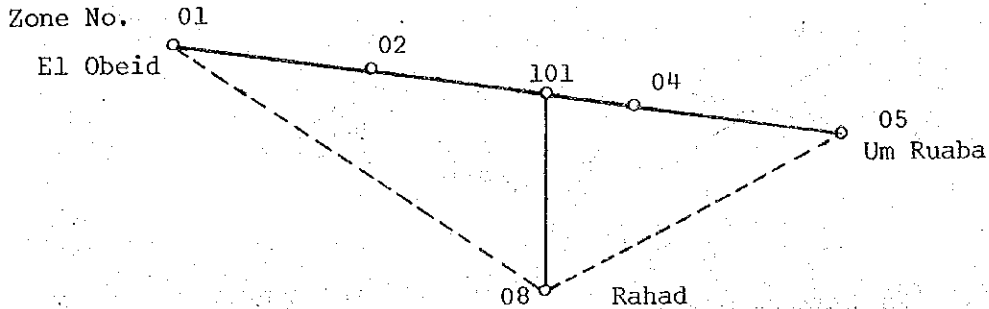
PLAN 6



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	184.6	182.2	180.7	195.4	208.9	214.8	193.1
	Diverted Traffic	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	8.5	8.0
	Generated Traffic	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	Total	210.1	207.7	206.2	221.9	235.4	241.3	219.1
1992	Normal Traffic	339.4	334.9	332.2	359.2	384.1	394.8	355.1
	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	386.3	381.8	379.1	407.9	432.8	443.5	402.9
2002	Normal Traffic	552.8	545.6	541.1	585.1	625.6	643.1	578.4
	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	629.2	622.0	617.5	664.4	704.9	722.4	656.3

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	190.0	182.5	194.9	221.7	200.9	88.4	171.4
	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	215.5	208.0	221.4	248.2	226.9	95.6	192.5
1992	Normal Traffic	349.3	335.5	358.4	407.5	369.4	162.5	315.1
	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	396.2	382.4	407.1	456.2	417.2	175.7	353.8
2002	Normal Traffic	569.0	546.5	583.8	663.8	601.8	264.7	513.2
	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	645.4	622.9	663.1	743.1	679.7	286.9	576.5

TALBE IX-2 AVERAGE DAILY TRAFFIC BY VEHICLE TYPE <sup>1)</sup>

<u>Year</u>	<u>Type of Vehicle</u>				<u>Total</u>
	<u>Small Vehicles</u>	<u>Medium Trucks</u>	<u>Large Trucks</u>	<u>Buses</u>	
1983	25.5	165.2	20.4	9.4	220.5
1984	27.3	174.6	23.9	10.1	235.9
1985	29.2	184.5	28.0	10.8	252.5
1986	31.2	194.7	32.7	11.5	270.1
1987	33.4	205.0	38.3	12.3	289.0
1988	35.8	215.5	44.9	13.1	309.3
1989	38.3	225.9	52.6	14.1	330.9
1990	41.0	236.5	61.6	15.0	354.1
1991	43.8	246.9	72.1	16.1	378.9
1992	46.9	256.9	84.4	17.2	405.4
1993	49.2	266.2	92.2	18.1	425.7
1994	51.7	275.5	100.7	19.0	446.9
1995	54.3	285.2	109.9	19.9	469.3
1996	57.0	294.7	120.1	20.9	492.7
1997	59.9	304.5	131.1	21.9	517.4
1998	62.9	314.1	143.2	23.0	543.2
1999	66.0	323.8	156.4	24.2	570.4
2000	69.3	333.4	170.8	25.4	598.9
2001	72.8	342.9	186.5	26.7	628.9
2002	76.4	352.2	203.7	28.0	660.3

Note: 1) On the proposed alignment of Plan 2. The figures are weighted average vehicles per km of the road. Diverted and generated traffic are included.

TABLE IX-3 NUMBER OF BUSES FOR DIVERTED PASSENGERS PER DAY <sup>1)</sup>

	<u>El Obeid</u>	<u>Rahad</u>	<u>Um Ruaba</u>	<u>Average per km</u>
(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

	<u>LS in 1977 Price</u>	<u>LS Discounted to 1978 at 10% p.a.</u>
(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 plan 7 will be less by 1%.

## 第 X 章

10.00	費用便益分析	10-1
10.01	ルートの代替案	10-1
10.02	最適ルート	10-1
10.03	結 論	10-6





## 10.00 費用便益分析

### 10.01 ルートの代替案

調査の第1段階で7案の代替ルートの中から最適ルートを見つけるために経済分析を行なった。代替ルートの施工計画を次に示す：1978年～1979年において詳細設計，入札示様書の作成と準備工を行ない，1980年～1982年にDBST舗装の道路を建設する。

その他経済分析のためにエコノミックコストで毎年の維持修繕費，再舗装費，そしてアスファルトコンクリートによるオーバーレイ費用を求めた。新しい道路のプロジェクトライフを20年とし供用開始を1983年とする。プロジェクトライフ最終年において道路の残存価値を計上していない。通常交通，転換交通そして誘発交通の便益は，新道が建設された時の条件と建設されなかった時の条件における費用の節約額として求められる。開発便益は含んでいない。

交通量の伸び率は，1992年まで7%で，その後2002年までは5%として仮定されている。表X-1は第2案が7案の代替ルートの中で最適ルートであることを示している。割引率10%を用いた時の第2案の便益費用比は1.727で，現在価値はLS590万になることを示す。この時の内部収益率は17%である。

表X-2は，将来交通量の伸びを1977年からプロジェクトライフの最終年である2002年まで年率5%と低く見積った場合の経済分析の結果である。この場合も第2案が同じく7案の代替ルートの中の最適ルートである。割引率10%で割引いた便益費用比は1.377であり，現在価値はLS305万である。内部収益率は14%である。

表X-3はプロジェクトの実施時期の遅延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，3年と遅れた場合，それらの現在価値はLS590万，LS630万，LS660万と増えている。しかしその増加分は低減しているので道路建設が延期されると経済効率が小さくなっていくと判断される。したが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つであろう。

### 10.02 最適ルート

調査第2段階では最適の建設計画設定のために次の部分的な代替案を分析した。これら代替案に対する設計概要と推定費用は第VIII章に述べた通りである。これ等諸案に対応する便益又は費用節約は第X章にまとめられている。

#### 10.02.1 最適ルート上の部分的代替案

##### 1) バイパス

##### a) J.Kordofan バイパス

次に示すJ.Kordofanをバイパスする路線の比較案が提案された。比較A案は北側を通り，比較B案は南側を通る。A案の建設費，維持修繕費そして自動車走行費用のそれぞ

TABLE X-1 BENEFIT COST ANALYSIS OF THE PROJECT  
(Traffic Growth Rate at 7%-5%) 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+Access</u>
Initial Economic Cost in LS Million	10.121	9.716	11.089	10.365	9.960	11.331	13.955
Benefit-Cost Ratio r=0.10	1.633	1.727	1.484	1.567	1.657	1.427	1.256
Present Worth r=0.10 (LS '000)	5,320	5,878	4,448	4,878	5,442	4,010	2,866
Economic Rate of Return	0.159	0.166	0.146	0.154	0.161	0.141	0.126

Note: 1) The traffic growth rate is assumed at 7% p.a. up to 1992 and 5% p.a. for the period between 1992 and 2002. Due to the changes in vehicle composition (toward an increasing percentage of heavy trucks), the benefit increases yearly are slightly higher than the above figures of traffic growth.

TABLE X-2 BENEFIT COST ANALYSIS OF THE PROJECT  
(Traffic Growth Rate at 5%) 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+Access</u>
Initial Economic Cost in LS Million	10.121	9.716	11.089	10.365	9.960	11.331	13.955
Benefit-Cost Ratio $r=0.10$	1.302	1.377	1.183	1.249	1.321	1.138	1.001
Present Worth $r=0.10$ (LS '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 traffic growth rate is assumed at 5% p.a. for the whole period from 1977 to 2002.

TABLE X-3 POSTPONEMENT OF THE PROJECT : PLAN 2 1)

<u>Year</u>	<u>B/C</u>	<u>B-C</u> (in LS '000)	<u>Increase in B-C</u> (in LS '000)
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.

れがプロジェクトライフ 20 年間にわたって求められ、Annex X-1, 表 10-1 に示される。又それらの費用を基準とし、B 案との差額を求め Annex X-1, 表 10-2 に示す。

その結果は、A 案の輸送費の方が B 案より経済的である。したがってこの区間の路線には、A 案が最適建設計画の中に含まれるように提案される。

#### b) Rahad バイパス

Rahad 附近を通過する比較路線 C, D, および E の 3 案が提案された。E 案は、現道を利用し Rahad の市街地の中を通る案で、D 案は市街地の近くをバイパスし、C 案は同じく Rahad 北側を大きくバイパスする案である。C, D 案には Rahad の中心迄の取付道路がそれぞれ路線比較に含まれている。

これらの案の技術的内容と推定費用は第 VII 章に述べられている。E 案は Rahad 市街地の中心を通るので、Um Ruaba の市街地を通る比較案と同様に交通事故が増える確率が高い。又、第 VII 章 8.01 に示される通り、E 案は他の 2 案より距離が長く建設費および自動車走行費用が高くなるので、E 案は提案できない。建設費、維持修繕費、自動車走行費用は Annex X-2 の表に示されるように推定された。D 案が最小費用案となるので最適建設計画に含まれるべきである。

#### c) Um Ruaba バイパス

Um Ruaba の市街地の北側にバイパスが提案された。もしバイパスが完成されれば、経済評価の結果はプロジェクト期間中における 1000 台/日以内という交通量からみても町の中で交通混雑の起きる可能性はないし、距離の長いバイパスよりも現道を利用し、町の中を通る案の方が当然有利になる。

しかしながら市街地を計画道路が通ると Um Ruaba の市街地では自動車に加え家畜、そして歩行者による交通が多いためより多くの交通事故が起こる。又、交通事故件数、自動車騒音その他の自動車公害はバイパス案に比べて大きい。

住民におよぼす上記のインパクトは、経済評価の中で計量出来ないが、プロジェクトライフの 20 年間にわたるこれら計量評価出来ない損失のインパクトは、建設費の差額分 (LS112,000) を上回ると考えられる。また RBPC も町をバイパスさせることを望ましいとしているので Um Ruaba でもバイパスが提案される。

### ii) 段階施工

段階施工案については既に第 VII 章 8.01.2 で述べられている。代替案に対しての経済評価を行なったが、その詳細は Annex X-3 に示される。その結果第 1 期施工で車道巾員 6 m を DBST 舗装し、そして 1993 年の第 2 期施工でアスファルトコンクリート 5 cm を 7 m 巾員にオーバーレイする案が最適案として提案された。したがってこの段階施工計画が当道路の予備設計に適用されることとなった。

### iii) 舗装構造

既に第Ⅷ章 8.01.3 に述べられている様にいずれも、技術的に妥当な 2 種類の舗装構造が提案された。経済比較は部分的な代替案比較と同様な方法で行なわれた。この場合は AASHTO の舗装設計基準による案を比較の基準案とし、そのための建設費とプロジェクトライフ 20 年間の維持修繕費と再舗装費を費用の流れで表わした。これが Annex X-4 表 10-4-1 に示される。

UNESCO の Low Cost Roads 舗装設計基準による比較案の費用は、基準案との費用の差で表わし、それを割引率 10% と 16.6% で割引き合計をとって、その結果を Annex X-4, 表 10-4-2 に示す。それによると Low Cost Roads 案は RRL Road Note 29, 31 と同じく明らかに AASHTO 案より経済的である。したがって Low Cost Roads 舗装設計基準を舗装設計に適用することが提案される。

### iv) 通常橋と潜水橋

通常橋の代替案として潜水橋を設置した場合の比較分析を行なった。Annex VIII-6, 表 8-5 に示す通り潜水橋の建設費は通常橋に比べて安いが維持修繕費は、逆に高くなる。

潜水橋の場合は雨季に橋が冠水し水が引くまで待たなければならないので自動車走行費用が高くなる。待時間による追加費用は次に示す条件で計算された。

1. 雨期に潜水橋は 30 回冠水する。
2. 1 回の待時間は 5 時間。
3. 日交通量の 30% がその影響を受ける。
4. 待時間の追加費用は車の一旦停止による追加費用に加え待時間 5 時間の運転手および助手の賃金を追加費用とする。

通常橋をこの場合の基準案とし、建設費、維持修繕費と自動車走行費用を求めた。潜水橋の場合と通常橋との差額を求め、Annex X-5, 表 10-5-1 ~ 10-5-2 に示す。その結果は潜水橋の方が良いように見られるが、次に示す項目の変動によって費用は敏感に変化し、逆の結論になってしまうこともあり得る。

1. 1 回の雨で影響を受ける車は冠水する橋のうち 1 つの橋で止まると仮定しているが、もし 2ヶ所以上の橋で止まるようになると自動車走行費用は高くなる。
2. 通常橋に比べ潜水橋は予期せぬ大雨の場合にいたみやすく余分な維持修繕費が必要になる。
3. 運転手と助手の賃金価値は、この費用便益分析において控え目に評価されてもよいものであろう。

加えて潜水橋の場合は、車が停止することにより乗客は不便さや不快感を持つであろう。こういう諸点を考え初期投資額はやや高いが、通常橋が最適建設計画の中に提案されることとなった。

### 1 0.0 3. 結 論

#### 1 0.0 3.1 費用便益分析

前述 1 0.0 2 のように部分的代替案の評価を経て、最適建設計画の対象ルートが決定された。最終的な経済評価のため費用と便益の見直しを行った。各区分ごとの評価は Annex X-6 に示され、いずれの区分も内部収益率 13~19% と経済的妥当性があることを示している。

全区分の評価は表 X-4 に示される。交通量の伸び率を 1992 年まで年率 7% とし、それ以降 2002 年までを年率 5% と設定した時は、当プロジェクトは 19% の内部収益率が得られた。もし年率 5% が当初から 2002 年まで適用されると表 X-5 のように、内部収益率 16% ということになる。

#### 1.0.0 3.2 感度分析

費用項目の変動の B C 諸値への影響をみるため感度分析を行なった。その結果は Annex X-7 に示される。ここでも経済的妥当性はある、ということがたしかめられた。

#### 1 0.0 3.3 結 論

予備設計にて示される当プロジェクトは、技術的に妥当なものである。費用便益分析の結果は経済的に妥当なものであることを示している。当道路建設計画が、優先的にスーダン開発計画に組み込まれ、出来るだけ早く着工されるよう提案する。

TABLE X-4 BENEFIT COST STREAMS : ALL SECTIONS

DISCOUNT RATE = 0.100 B-C = 7058 B/C = 1.9293

ECON. RETURN = 0.191

	C1	C2	CT	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	B4	BTD	AGGR.	
1978	0		380	380	380							
1979	1		325	273	653							
1980	2		2351	1658	2311							
1981	3		2345	1394	3705							
1982	4	9	3428	1705	5410	308				308	182	
1983	5	17	26	11	5421	704	108			704	350	532
1984	6	26	26	9	5430	1232	116	22		1362	569	1101
1985	7	26	26	8	5438	1323	124	24		1463	513	1614
1986	8	26	26	6	5444	1426	132	26		1576	464	2078
1987	9	26	26	5	5449	1539	142	28		1699	420	2498
1988	10	168	168	29	5478	1667	152	29		1838	382	2880
1989	11	156	156	23	5501	1814	162	31		1997	348	3228
1990	12	178	178	22	5523	1979	174	33		2174	319	3547
1991	13	26	767	79	5602	2171	186	36		2581	293	3840
1992	14	24	701	61	5663	2389	199	38		2613	270	4110
1993	15	21	794	58	5721	2644	209	41		2884	250	4360
1994	16	19	19	1	5722	2784	219	43		3036	221	4581
1995	17	19	19	1	5723	2934	230	45		3198	196	4777
1996	18	19	19	1	5724	3095	242	48		3373	173	4950
1997	19	19	19	1	5725	3266	254	50		3558	154	5104
1998	20	19	19	1	5726	3452	266	52		3758	136	5240
1999	21	19	19	1	5726	3649	280	55		3970	121	5361
2000	22	19	19	1	5726	3861	294	59		4200	107	5468
2001	23	19	19	1	5726	4090	308	61		4443	93	5563
2002	24	19	19	1	5726	4336	324	64		4708	85	5648
					5726	4599		67		4990	76	5728

Note: Traffic growth rates of 7% p.a. up to 1992 and 5% thereafter up to 2002.





## 第 XI 章

11.00	結 論	11-1
11.01	経 緯	11-1
11.02	建設計画	11-1
11.03	プロジェクトコスト	11-2
11.04	便益と経済評価	11-4



## 1 1.0 0 結 論

### 1 1.0 1 経 緯

アフリカ開発銀行、スーダン政府、そして日本の国際協力事業団によって作成された作業示様書にしたがい、経済および技術調査がスーダン国内で1977年3月より6月まで続けられた。実施した調査項目は、経済・交通・道路現況・土質骨材・測量・単価調査等にまたがっている。

帰国後、国内において現地調査結果を分析し、それらをもとに経済・技術検討を行い、代替ルートの中から第2案を最適ルートとして提案した。調査の第1段階、つまり現地調査から最適ルート選定までの詳細は、インテリムレポートにまとめられた。1977年11月中旬にスーダンの道路橋梁公団(RBPC)、ADBそしてJICAが参加して、スーダンのKhartoumでインテリムレポート討議の会議が開催された。

インテリムレポートの内容は、基本的にRBPCとADBに受け入れられた。会議において、RBPCとADBから、提案やコメントが調査団へ提示された。これによるインテリムレポートの修正と第2段階の作業は平行して行なわれ、ドラフトファイナルレポートに折込まれている。段階施工、舗装構造、小区間におけるバイパス等の比較検討を行ない、最適建設計画案を決定した。ドラフトファイナルレポートは、1978年2月、スーダン政府とADBへ提出された。そして、ドラフトファイナルレポートへのコメントはこのファイナルレポートにおさめられている。

### 1 1.0 2 建設計画

経済評価によって決定された最適建設計画案の概要を示す。建設工事は3つの工区からなる。

#### 1 1.0 2.1 最適ルート

	工区 I	工区 II	工区 III	全区間
距離：本線	46.00Km	40.50	46.95	133.45
取付道路	-	1.53	1.04	2.57
ルート：工区 I,	El Obeid-Nawa(46.00 Km)現道沿いで鉄道の北側			
工区 II,	Nawa-Semeih(42.03 Km) Rahad まで現道沿い、それから砂丘地帯を通る。			
工区 III,	Semeih-Um Ruaba(47.99 Km) K. Abu Hablの氾濫原を避け鉄道の北側の砂丘地帯を通る。			
設計速度：平地部	100 Km/hr			
丘陵部	80 Km/hr			
線形：最小曲線半径	R=1,000 m			
最大縦断勾配	4.67%			
舗装：DBST舗装、舗装巾員	6 m			
橋梁：鉄筋コンクリート橋				

## 1 1.0 2.2 実施計画

施行年次：

1978 - 1979年	詳細設計と工事契約手続
1980	工区Ⅰの工事開始
1981	工区Ⅱの工事開始, 工区Ⅰ使用開始
1982	工区Ⅲの工事開始, 工区Ⅱ "
1983	全線開通

## 1 1.0 3 プロジェクトコスト

### 1 1.0 3.1 工区別のプロジェクトコスト

	Foreign Component	Local Component	Total Eco- nomic Cost	Taxes & Total Finan- Customs cial Cost	(US\$ '000) <sup>1)</sup> LS '000
<u>Section I, El Obeid - Nawa (46.00 km)</u>					
1. Cost	( 3,745) 1,486	( 2,416) 959	( 6,161) 2,445	( 1,315) 522	( 7,476) 2,967
2. Price Contin- gency <sup>2)</sup>	( 1,802) 715	( 1,162) 461	( 2,964) 1,176	( 633) 251	( 3,597) 1,427
3. Total	( 5,547) 2,201	( 3,578) 1,420	( 9,125) 3,621	( 1,948) 773	(11,073) 4,394
4. Per km	( 121) 48	( 77) 31	( 198) 78	( 42) 17	( 241) 95
<u>Section II, Nawa - Semeih (42.03 km)</u>					
1. Cost	( 3,735) 1,482	( 2,411) 957	( 6,146) 2,439	( 1,313) 521	( 7,459) 2,960
2. Price Contin- gency <sup>2)</sup>	( 1,794) 712	( 1,157) 459	( 2,951) 1,171	( 630) 250	( 3,581) 1,421
3. Total	( 5,529) 2,194	( 3,568) 1,416	( 9,097) 3,610	( 1,943) 771	(11,040) 4,381
4. Per km	( 132) 52	( 85) 34	( 217) 86	( 46) 18	( 263) 104
<u>Section III, Semeih - Um Ruaba (47.99 km)</u>					
1. Cost	( 5,438) 2,158	( 3,503) 1,390	( 8,941) 3,548	( 1,910) 758	(10,851) 4,306
2. Price Contin- gency <sup>2)</sup>	( 2,613) 1,037	( 1,686) 669	( 4,299) 1,706	( 917) 364	( 5,216) 2,070
3. Total	( 8,051) 3,195	( 5,189) 2,059	(13,240) 5,254	( 2,827) 1,122	(16,067) 6,376
4. Per km	( 168) 67	( 108) 43	( 276) 109	( 59) 23	( 335) 133

Notes: 1) Exchange rate LS 1.00 = US\$2.52.

2) Inflation factor of 10% p.a. is assumed from 1977 to the year of expenditure by the programme.

1 1.0 3.2 全工区のプロジェクトコスト

	(US\$ '000) <sup>1)</sup> LS '000				
	<u>Foreign Component</u>	<u>Local Component</u>	<u>Total Eco- nomic Cost</u>	<u>Taxes &amp; Customs</u>	<u>Total Finan- cial Cost</u>
<b>A. <u>Implementation</u></b>					
1. Cost	(12,918) 5,126	( 8,331) 3,306	(21,249) 8,432	( 4,538) 1,801	(25,787) 10,233
2. Price Con- tiguency <sup>2)</sup>	( 6,209) 2,464	( 4,004) 1,589	(10,213) 4,053	( 2,180) 865	(12,393) 4,918
3. Total	(19,127) 7,590	(12,335) 4,895	(31,462) 12,485	( 6,718) 2,666	(38,180) 15,151
4. Per km	( 141) 56	( 91) 36	( 232) 92	( 48) 19	( 280) 111
<b>B. <u>Detailed Design</u></b>					
1. Cost	( 862) 342	( 96) 38	( 958) 380	( 143) 57	( 1,101) 437
2. Price Con- tiguency <sup>2)</sup>	( 161) 64	( 18) 7	( 179) 71	( 28) 11	( 207) 82
3. Total	( 1,023) 406	( 114) 45	( 1,137) 451	( 171) 68	( 1,308) 519
4. Per km	( 5) 2	( 3) 1	( 8) 3	( 2) 1	( 10) 4
<b>C. <u>Total</u></b>					
1. Cost	(13,779) 5,468	( 8,427) 3,344	(22,206) 8,812	( 4,682) 1,858	(26,888) 10,670
2. Price Con- tiguency <sup>2)</sup>	( 6,371) 2,528	( 4,022) 1,596	(10,393) 4,124	( 2,207) 876	(12,600) 5,000
3. Total	(20,150) 7,996	(12,449) 4,940	(32,599) 12,936	( 6,889) 2,734	(39,488) 15,670
4. Per km	( 149) 59	( 91) 36	( 240) 95	( 50) 20	( 290) 115

Notes: 1) Exchange rate LS 1,000 = US\$2.52.

2) Inflation factor of 10% p.a. is assumed from 1977 to the year of expenditure by the programme.

#### 1.1.0.4 便益と経済評価

交通量の伸び率はGDP,自動車燃料消費量の推移等を検討して決定した。伸び率を1992年まで年7%,その後2002年までを年5%として求めた日平均交通量(通常・転換・誘発の合計)は次に示す。

年次	1983	1992	2002
ADT	220	405	660

経済便益は、通常交通・転換交通そして誘発交通からなり、輸送費の節約として求めた。開発便益は、経済分析の中で扱わなかった。当道路計画は、数値として示せない便益や社会的便益をこの地域や国にもたらすと考えられる。ここでのB/CとB-C計算では、年率10%の割引率を使用している。

Assumed Growth Rate of Traffic  
 7%: ~1992      5%: ~2002  
 5%: ~2002

##### Section I

Economic rate of return	16.3%	13.3%
Benefit cost ratio (B/C)	1.56	1.26
Present worth (B-C)	LS 1,392,000	LS 645,000

##### Section II

Economic rate of return	19.4%	16.1%
Benefit cost ratio (B/C)	1.92	1.53
Present worth (B-C)	LS 2,057,000	LS 1,185,000

##### Section III

Economic rate of return	17.1%	13.9%
Benefit cost ratio (B/C)	1.68	1.33
Present worth (B-C)	LS 1,963,000	LS 949,000

##### All Sections

Economic rate of return	19.1%	16.0%
Benefit cost ratio (B/C)	1.93	1.55
Present worth (B-C)	LS 7,058,000	LS 4,186,000

予備設計に示される当プロジェクトは、技術的に合理的だし、経済的にも妥当なものである。当道路建設計画は、高い優先度をもってスーダンの開発計画の中にくみこまれるべきだし、出来るだけ早い機会に実施されるべきだということが勧告される。

## 参 考 文 献

1. AASHTO, AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures, 1972:  
341 National Press Building, Washington, D.C. 20045, U.S.A.
2. AASHTO, A Policy on Geometric Design of Rural Highways, 1965,  
444 North Capital Street, N.W., Suite 225 Washington, D.C. 20001
3. Awouda, H.M., Production and Supply of Gum Arabic 1970/71:  
Ministry of Agriculture, Food, and Natural Resources
4. Cherry T.T. and Waters K.H., Shear-wave recording using continuous  
signal methods, Part I - Early Development, Geophysics Vol. 33,  
No. 2 (U.S.A., 1968).
5. Customs Department, Customs Tariff, 1977.
6. Dept. of Economics and Social Affairs, Statistical Office, Demographic  
Year Book, 27th Issue, 1976, U.N., New York, N.Y., U.S.A.
7. Dept. of Statistics, National Income 1972/73 - 1974/75.
8. Dept. of Statistics, Population and Housing Survey, Urban Area,  
Kordofan Province, 1964/66.
9. Dept. of Statistics, Statistical Year Book, 1973.
10. De Weille, Jan. Quantification of Road User Savings: I.B.R.D., 1970,  
Washington, D.C., U.S.A.
11. Imai T. and Yoshimura M.: The Relation of Mechanical Properties of  
Soils to P and S wave Velocities, Geophysical Exploration,  
Vol. XXV, No. 6 (Tokyo, The Society of Exploration  
Geophysicists of Japan, 1972).
12. Ministry of Agriculture, Food and Natural Resources, Current  
Agricultural Statistics CAS - Vol. 1, No. 2, June, 1976.
13. Ministry of Planning, Economic Survey, 1975/76.
14. Ministry of Agriculture, Food and Natural Resources, Sudan Year Book  
of Agricultural Statistics, 1974.
15. National Planning Commission: Transport Statistical Bulletin, 1974.
16. National Planning Commission: Transport Statistical Bulletin, 1975.
17. Odier, Lionel, The Economic Benefit of Road Construction and  
Improvements: Paris, France, Publications ESTOUP, 1963.
18. Ohta Y. and Goto N.: Estimation of S-wave Velocity in Terms of  
Characteristics Indices of Soil, Geophysical Exploration,  
Vol. XXIX, No. 4 (1976).



19. Peurifoy, R. L.: Construction Planning, Equipment and Methods 2nd, Ed., McGraw Hill-Kogakusha Ltd., 1970 : Tokyo, Japan
20. Road Research Laboratory, Road Note 29, A Guide to the Structural Design of Pavements For New Roads : Her Majesty's Stationery Office, 1970, Great Britain.
21. Road Research Laboratory, Road Note 31, A Guide to the Structural Design of Bituminous-surfaced Roads in Tropical and Sub-tropical Countries : Her Majesty's Stationery Office, 1966, Great Britain.
22. Sudan Railways Corporation, Annual Report, 1975/76.
23. UNESCO, Low Cost Roads: Butter Worths, London, Great Britain.











