

TABLE 9-2-1 WORKING EXPENSE OF RAILWAYS

Class	(LS)					
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>
	Revenue per Passenger - Km 1)	Working Expense 1975/76 2)	Working Expense per Passenger - Km 3)	The Project Area		
				Number of Pas- sengers per Train 4)	Working Expense per Train - Km	Average Working Expense per Person
Sleeper	0.022	386,133	0.024	[26]	0.624	
1st	0.015	675,734	0.015	[64]	0.960	4.806
2nd	0.007	772,267	0.007	[96]	0.672	+ 961
3rd	0.004	1,448,000	0.004	[225]	0.900	= 0.005
4th	0.003	1,544,534	0.003	[550]	1.650	
Total or Average	<u>0.004</u>	<u>4,826,669</u>	<u>0.004</u>	<u>[961]</u>	<u>4.806</u>	

- Notes: 1) Taken from Table 9-2-10.
- 2) Working expense is divided into five classes by the percent of revenue by class.
- 3) Calculated by dividing Column B by the figures of passenger - Km in Table 9-2-10.
- 4) Taken from Table 6-19, Annex VI-20. Figures are the number of passengers, not LS.

TABLE 9-2-2 BUS OPERATING COST

(LS)

Working Cost of a Bus per Km 1)	Bus Working Cost per Km per Passenger	Bus Working Cost Between El Obeid and Khartoum per per Passenger (700 Km) 2)	Bus Fare Between El Obeid and Khartoum per Passenger on Paved Road 3)
1. Labour 0.0146	0.0714	700 x 0.071	
2. Fuel 0.0180		= 49.98	
3. Maintenance 0.0148	35	49.98 + 10	2.460
4. Overhead etc. 0.0101	= 0.0021	= 59.98	
5. Depreciation 0.0139		59.98 + 35	
Total 0.0714		= 1.714	

- Notes: 1) Taken from Table VI-15.
- 2) One night stay of a driver and an assistant costs LS 10. Their meals, overtime charges, etc. are included in the above.
- 3) The bus fare is determined by applying the existing bus fare on the paved road of Khartoum - Wad Medani of 185 Km.

$$0.65/185 \times 700 = 2.459$$

TABLE 9-2-3 NUMBER OF BUSES FOR DIVERTED PASSENGERS PER DAY

<u>Year</u>	<u>El Obeid</u>	<u>Rahad</u>	<u>Um Ruaba</u>	<u>Average</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

TABLE 9-2-4 ECONOMIC BENEFITS OF DIVERTED PASSENGERS

<u>Year</u>	<u>In 1977 Price</u>	(LS)
		<u>Discounted to 1978 at 10%</u>
(1979)	108,138	-
1983	108,138	67,154
1992	198,758	52,333
2002	323,578	32,843

TABLE 9-2-5 TRANSPORT COST OF PASSENGERS

ANNEX IX-2

Section	Class	Train Fares by Class per Passenger (LS)		Bus Fares per Passenger (LS)	Economic Cost per Passenger (LS)		Balance (3)=(1)-(2) (LS)	No. of Diverted Passengers by Class	Benefit (3)x365x No. of Diverted Passengers (LS)	No. of Buses
		1st	2nd		Train (1)	Bus (2)				
El Obeid - Um Ruaba	Sleeper	147 Km 2.500		135 Km				4.5		
	1st	2.100		0.475	0.7350	0.2835	0.4515	5.0		
	2nd	1.050						10.6		
	3rd	0.490						28.8		
	4th	0.380						10.7		
							<u>Total 59.6</u>	<u>9,821</u>	<u>1.7</u>	
El Obeid - Rahad	Sleeper	69 Km 2.500		68 Km				-		
	1st	1.170		0.239	0.345	0.1428	0.2022	0.1		
	2nd	0.595						-		
	3rd	0.285						2.4		
	4th	0.220						2.4		
							<u>Total 4.9</u>	<u>362</u>	<u>0.1</u>	
Rahad - Um Ruaba	Sleeper	78 Km 2.500		67 Km				0.4		
	1st	1.125		0.235	0.390	0.1407	0.2493	4.0		
	2nd	0.565						29.4		
	3rd	0.265						19.2		
	4th	0.210						4.9		
							<u>Total 53.0</u>	<u>4,823</u>	<u>1.5</u>	
El Obeid - Khartoum	Sleeper	627 Km 17.000		700 Km				29.6		
	1st	10.200		2.460	3.135	1.714	1.412	33.0		
	2nd	5.100						84.3		
	3rd	2.380						-		
	4th	1.840						-		
							<u>Total 146.9</u>	<u>76,192</u>	<u>4.2</u>	
Rahad - Khartoum	Sleeper	558 Km 12.600		642 Km				9.6		
	1st	8.400		2.256	2.790	1.600	1.190	4.7		
	2nd	4.200						24.7		
	3rd	1.960						-		
	4th	1.515						-		
							<u>Total 39.0</u>	<u>16,940</u>	<u>1.1</u>	
GRAND TOTAL:								303.4	LS 108,138	8.6

2.2 貨物

1) 貨物の鉄道輸送費用

表9-2-11と12に示すスーダン鉄道統計を利用して、トン・キロ当りエコノミックコストを推定し、これを表9-2-6に示す。主要品目の運賃、端末運送費、倉庫保管料は表9-2-7のように調査した。

ANNEX IX-2

TABLE 9-2-6 ECONOMIC COST OF RAILWAYS FOR CARGOES, 1975/1976

	(Unit: LS)					
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>
	Travel Distance per ton 1)	Revenue per ton- km 1)	Yearly Working Expense ('000) 2)	Working Expense per ton- km 3)	Working Expense El Obeid- Khartoum (689 km) per ton	Working Expense El Obeid- Port Sudan (1476 km) per ton
Goods	(981)	0.010				
Livestock	(807)	0.014				
Total	(981)	0.010	21.988	0.008	5.512	11.808

Notes: 1) From Table 9-2-11

2) From Table 9-2-12

3) $D = 21,988,000 \div 2,620,723,000 = 0.008$

TABLE 9-2-7 RAILWAY TARIFF

The No. of Exceptional Rates in the Relevant Table	Application of Scale	80% Loading	Tariff per Ton	Loading and Unloading Labour Charge per-Ton	Transport Cost on Access 4 km per-Ton by Horse-Wagon	Additional Storage Charge due to Train Delays	Total Tariff on the User
1. Groundnuts	5	24	13.30	0.55			15.370
2. Sesame	14	40	19.70	0.55			21.770
3. Gum Arabic	15	41	20.20	0.55			22.270
4. Watermelon Seed	-	26	13.90	0.83			16.250
5. Oil Cakes	-	26	13.90	0.55			15.970
6. Karkadeh	-	26	13.90	1.65			17.070
7. Sugar	20	37	18.20	0.55			20.270
8. Salt	-	26	13.90	0.55			15.970
9. Cement	19	50	25.20	0.55			27.270
10. Onions	-	26	7.20	0.55			9.270
11. Flour	3	12	5.10	0.55			7.170
12. Dura	8	18	5.90	0.55			7.970
13. Cotton, American	41	41	18.90	1.10			21.520
14. Cotton Seed	2	23	12.10	0.83			14.450
15. Others	4)	26	7.20	0.55			9.270

0.12
 LS 0.20 x 7 days
 = LS 1.40/ton

- Notes: 1) From The Sudan Railway "Tariff Table 1975"
 2) Rates per ton between El Obeid and Port Sudan of 1,476 km are calculated by the table in 1).
 3) Loading and unloading charges are determined by the payment to the labours in El Obeid crop market, where LS 0.025 per sac is paid for loading or unloading.
 One sac averages two kantars (200 lb)
 1 kg = 2.2 lb 1 ton = 2,200 lb = 22 kantars = 11 sacs
 Loading and unloading of 1 ton = 0.025 x 11 x 2 = LS 0.55
 4) Others are carried between El Obeid and Khartoum.
 5) Between El Obeid and Khartoum of 690 km.
 6) Between Semeih and Port Sudan of 1,385 km.

ii) トラックの貨物輸送費用

自動車走行費用は、第Ⅵ章6.04で既に推定されている。大型トラックの走行費用は、再度エコノミックコストで表9-2-8に示す。El Obeid ~ Khartoumの道路完成後を想定し、運賃を調査したものを表9-2-9に示す。

iii) 荷物の転換

荷主が輸送手段を選択する場合は、一般にその運賃の大小によると考えられる。鉄道とトラックの運賃を示す表9-2-7と表9-2-9をみると、いずれの品目も鉄道輸送の方が安い。表9-2-6と表9-2-8のように、それぞれの輸送費用のエコノミックコストをみると、同じく鉄道の方が小さい。したがって、輸送運賃もコストも比較する限りでは、現在鉄道を利用している貨物が道路輸送に転ずることにはないと考えられる。

Annex V-16に示されるように、既にかなりの物資が、現道利用のトラックで運ばれている。出荷のタイミングに合わせるため、駅での時間の空費や積降しの損失を避けるため、これら荷主はトラックで輸送しているのだろう。もしも道路がよくなると上述のように余分の運送費を負担しても、鉄道から道路輸送へ転換する貨物はもつと多くなるかもしれない。これらの余剰は、計量できない便益とみなされるものであり、ここでの経済便益の中には含まれないことにした。

TABLE 9-2-8 WORKING EXPENSE OF TRUCKS

	Working Expense of 1) 11-ton Capacity Truck on Paved Road (LS/km)	Working Expense 2) (per ton km)	Working Cost on 3) El Obeid-Khartoum Road of 700 km	Working Cost on 3) El Obeid-Port Sudan Road of 1,550 km	Working Cost on 3) Semeih-Port Sudan Road of 1,450 km
Labour	0.01563		78.589	174.019	162.792
Fuel	0.02300		10.000 4.400 4)	20.000 4.400 4)	20.000 4.400 4)
Maintenance	0.02806	0.11227/8.0	92.989	198.419	187.192
Overhead, etc.	0.01958	= 0.01403	per truck	per truck	per truck
Depreciation	0.0260		11.624	24.802	23.399
Total:	0.11227		per ton	per ton	per ton

Notes: 1) Taken from Table VI-4

2) $0.11227 \div 8.0 = 0.01403$. The traffic study in the project area shows that the loading rate in terms of tonnage is approximately 80%. It is applied here to estimate economic cost per ton.

3) When the distance of truck operation is longer, the working cost will increase because additional expense is necessary to cover the allowances for items such as overtime charges, meals, and over-night stops of drivers and assistants. A one night stop is assumed for the El Obeid-Khartoum trip, and a two night stop for the El Obeid-Port Sudan trip. The former costs LS 10 and the latter LS 20. It is assumed the whole road will be paved in 1982.

4) Loading and unloading costs are estimated for each trip as LS 0.55/ton and LS 4.4/truck.

TABLE 9-2-9 TRUCK FARE ON THE PROJECT ROADS

	Rates per Kantar	Rates per Ton 22 Kantar = 1 Ton (LS/ton)	Loading and Unloading Charge per Ton (LS)	Rates Loading and Unloading Charge per Ton (LS)
1. Groundnuts	1.20	26.4	0.55	26.95
2. Sesame	1.40	30.8	0.55	31.35
3. Gum Arabic	1.60	35.2	0.55	35.75
4. Watermelon Seed	1.20	26.4	0.83	27.23
5. Oil Cakes	1.20	26.4	0.55	26.95
6. Karkadeh	1.40	30.8	1.65	32.45
7. Sugar	2.00	44.0	0.55	44.55
8. Salt	2.00	44.0	0.55	44.55
9. Cement	2.85	62.7	0.55	63.25
10. Onions	0.70	15.4	0.55	15.95
11. Flour	0.70	15.4	0.55	15.95
12. Dura	0.70	15.4	0.55	15.95
13. Cotton, American	1.20	26.4	0.55	26.95
14. Cotton, Seed	1.20	26.4	0.83	27.23
15. Others	0.70	15.4	0.55	15.95

Source: Interviews in the project area.

Note : All goods are carried between El Obeid and Port Sudan except 1) El Obeid-Khartoum and 2) Semeih-Port Sudan.

TABLE 9-2-10 TRAFFIC VOLUMES BY RAILWAYS, 1974/75 AND 1975/76

	Passengers			Passenger - km		Revenue	
	1974/75	1975/76		1974/75	1975/76	1974/75	1975/76
	('000)		('000)		(LS '000)		
1. <u>Passengers</u>							
Sleeping Supp.	24,694	29,999 (1)	13,412	16,226 (1)	302	365 (8)	
1st Class	79,366	111,140 (4)	38,218	44,157 (4)	563	662 (14)	
2nd Class	233,862	232,062 (8)	98,306	114,131 (10)	735	785 (16)	
3rd Class	865,955	970,923 (32)	361,521	417,125 (36)	1,255	1,460 (30)	
4th Class	1,742,673	1,725,081 (55)	590,409	575,019 (49)	1,574	1,553 (32)	
Total	2,946,550	3,069,205 (100)	1,101,866	1,166,658 (100)	4,429	4,824 (100)	
2. <u>Goods and Animals</u>							
Export	643,933	815,426 (30)					
Import	1,311,742	1,494,409 (56)					
Local	433,661	346,282 (13)					
Total	2,389,336	2,656,117 (99)	2,159,739	2,607,450	18,359	26,175	
Livestock (Head)	(397,000)	(242,000)					
in Equivalent tons	10,922	16,439 (1)	15,640	13,273			
Total	2,400,258	2,672,556 (100)	2,175,379	2,620,723	18,559	26,355	

Source: Sudan Railways Corporation, Ibid.

Note : () shows a percentage composit.

TABLE 9-2-11 WORKING EXPENSES OF RAILWAYS,
1974/75 AND 1975/76

	(LS)	
	<u>1974/75</u>	<u>1975/76</u>
Locomotives Running	6,455,593	6,561,119
Personnel	1,622,350	1,811,036
Fuel	4,443,197	4,152,862
Stores	157,786	301,036
Water Supply	232,260	296,185
Rolling Stock Maintenance	6,311,930	7,551,324
Superintendence	364,116	439,692
Locomotives	3,436,451	4,004,425
Coaching & Freight	2,511,363	3,107,207
Traffic	4,421,365	4,796,294
Personnel	3,763,947	3,899,152
Others	657,418	897,142
Way and Works	3,873,134	4,489,564
Superintendence	419,569	487,012
Permanent Way, Buildings	2,359,431	2,807,408
Signals, Telegraph	253,005	272,063
Bridges, Roads, etc.	542,146	422,731
Others	298,983	500,350
General Charges	3,429,965	3,416,527
Personnel	3,429,965	2,482,982
Others	-	933,545
Total	<u>24,491,987</u>	<u>26,814,828</u>

Source: Sudan Railways Corporation Annual Report, 1975-76.

Note : Depreciation charges are not included in this table. The statistics show the percentage shares of working expense, including depreciation, are 19% for passenger service and 81% for goods in 1974/75, 18% and 82% respectively, in 1975/76. In 1975/76 the working expense was calculated as follows:

Passengers (18%)	4,826,669
Goods (82%)	21,988,159
Total (100%)	<u>26,814,828</u>

TABLE 9-2-12 RAILWAYS OPERATIONS,
1974/75 AND 1975/76

	<u>Unit</u>	<u>1974/75</u>	<u>1975/76</u>
1. <u>Passengers</u>			
Train - Km		1,114,000	1,163,000
Vehicle - Km		29,365,000	28,687,000
Average Veh./Tr.	No.	26.4	24.7
Passengers	No.	2,946,550	3,069,205
Passenger - Km in '000		1,101,866	1,166,658
Revenues	LS	4,429,000	4,824,000
2. <u>Goods</u>			
Train - Km		4,860,000	5,341,000
Vehicle - Km		132,291,000	140,961,000
Average Veh./Tr.	No.	27.2	26.3
Goods carried	Ton	2,400,258	2,672,556
Goods - Ton - Km in '000		2,175,379	2,620,723
Revenues	LS	18,559,000	26,355,000

Source: Sudan Railways Corporation, Ibid.

TABLE 9-3-1 EL OBEID - UM RUABA ROAD
AVERAGE NUMBER OF VEHICLE BY TYPE (ADT)

Traffic by Year		Type of Vehicle				Total
		Small Vehicles	Medium Trucks	Large Trucks	Buses	
<u>Plan 1</u>						
1983	Normal Traffic	7.5	165.7	20.4	1.2	194.8
	Diverted Traffic	-	-	-	8.0	8.0
	Generated Traffic	18.0	-	-	-	18.0
	Total	25.5	165.7	20.4	9.2	220.8
1992	Normal Traffic	13.8	257.7	84.4	2.2	358.1
	Diverted Traffic	-	-	-	14.7	14.7
	Generated Traffic	33.1	-	-	-	33.1
	Total	46.1	257.7	84.4	16.9	405.9
2002	Normal Traffic	22.5	353.5	203.7	3.6	583.3
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	53.9	-	-	-	53.9
	Total	76.4	353.5	203.7	27.6	661.2
<u>Plan 2</u>						
1983	Normal Traffic	7.5	165.2	20.4	1.4	194.5
	Diverted Traffic	-	-	-	8.0	8.0
	Generated Traffic	18.0	-	-	-	18.0
	Total	25.5	165.2	20.4	9.4	220.5
1992	Normal Traffic	13.8	256.9	84.4	2.5	357.6
	Diverted Traffic	-	-	-	14.7	14.7
	Generated Traffic	33.1	-	-	-	33.1
	Total	46.9	256.9	84.4	17.2	405.4
2002	Normal Traffic	22.5	352.2	203.7	4.0	582.4
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	53.9	-	-	-	53.9
	Total	76.4	352.2	203.7	28.0	660.3

TABLE 9-3-2 EL OBEID - UM RUABA ROAD
AVERAGE NUMBER OF VEHICLE BY TYPE (ADT)

Traffic by Year		Type of Vehicle				Total
		Small Vehicles	Medium Trucks	Large Trucks	Buses	
<u>Plan 3</u>						
1983	Normal Traffic	7.7	164.1	20.4	1.4	193.6
	Diverted Traffic	-	-	-	8.5	8.5
	Generated Traffic	18.0	-	-	-	18.0
	Total	25.7	164.1	20.4	9.9	220.1
1992	Normal Traffic	14.1	254.9	84.4	2.5	355.9
	Diverted Traffic	-	-	-	22.5	22.5
	Generated Traffic	33.1	-	-	-	33.1
	Total	47.2	254.9	84.4	25.0	411.5
2002	Normal Traffic	22.9	349.1	203.7	4.0	579.7
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	53.9	-	-	-	53.9
	Total	76.8	349.1	203.7	28.0	657.6
<u>Plan 4</u>						
1983	Normal Traffic	7.5	165.0	20.4	1.4	194.3
	Diverted Traffic	-	-	-	8.0	8.0
	Generated Traffic	18.0	-	-	-	18.0
	Total	25.5	165.0	20.4	9.4	220.3
1992	Normal Traffic	13.8	256.6	84.4	2.5	357.3
	Diverted Traffic	-	-	-	22.5	22.5
	Generated Traffic	33.1	-	-	-	33.1
	Total	46.9	256.6	84.4	25.0	412.9
2002	Normal Traffic	22.5	351.8	203.7	4.0	582.0
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	53.9	-	-	-	53.9
	Total	76.4	351.8	203.7	28.0	659.9

TABLE 9-3-3. EL OBEID - UM RUABA ROAD AVERAGE
NUMBER OF VEHICLE BY TYPE (ADT)

Traffic by Year		Type of Vehicle				Total
		Small Vehicles	Medium Trucks	Large Trucks	Buses	
<u>Plan 5</u>						
1983	Normal Traffic	7.7	164.5	20.4	1.4	194.0
	Diverted Traffic	-	-	-	8.0	8.0
	Generated Traffic	18.0	-	-	-	18.0
	<u>Total</u>	<u>25.7</u>	<u>164.5</u>	<u>20.4</u>	<u>9.4</u>	<u>220.0</u>
1992	Normal Traffic	14.1	255.7	84.4	2.5	356.7
	Diverted Traffic	-	-	-	14.7	14.7
	Generated Traffic	33.1	-	-	-	33.1
	<u>Total</u>	<u>47.2</u>	<u>255.7</u>	<u>84.4</u>	<u>17.2</u>	<u>404.5</u>
2002	Normal Traffic	22.9	350.5	203.7	4.0	581.1
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	53.9	-	-	-	53.9
	<u>Total</u>	<u>76.8</u>	<u>350.5</u>	<u>203.7</u>	<u>28.0</u>	<u>659.0</u>
<u>Plan 6</u>						
1983	Normal Traffic	7.7	163.6	20.4	1.4	193.1
	Diverted Traffic	-	-	-	8.0	8.0
	Generated Traffic	18.0	-	-	-	18.0
	<u>Total</u>	<u>25.7</u>	<u>163.6</u>	<u>20.4</u>	<u>9.4</u>	<u>219.1</u>
1992	Normal Traffic	14.1	254.1	84.4	2.5	355.1
	Diverted Traffic	-	-	-	22.5	22.5
	Generated Traffic	33.1	-	-	-	33.1
	<u>Total</u>	<u>47.2</u>	<u>254.1</u>	<u>84.4</u>	<u>25.0</u>	<u>410.7</u>
2002	Normal Traffic	22.9	347.8	203.7	4.0	578.4
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	53.9	-	-	-	53.9
	<u>Total</u>	<u>76.8</u>	<u>347.8</u>	<u>203.7</u>	<u>28.0</u>	<u>656.3</u>

TABLE 9-3-4 EL OBIED - UM RUABA ROAD AVERAGE
 NUMBER OF VEHICLES BY TYPE (ADT) 1)

Traffic by Year	Type of Vehicle				Total	
	Small Vehicles	Medium Trucks	Large Trucks	Buses		
<u>Plan 7</u>						
1983	Normal Traffic	8.9	170.6	20.0	1.4	200.9
	Diverted Traffic	-	-	-	8.0	8.0
	Generated Traffic	<u>18.0</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>18.0</u>
	<u>Total</u>	<u>26.9</u>	<u>170.6</u>	<u>20.0</u>	<u>9.4</u>	<u>226.9</u>
1992	Normal Traffic	16.3	268.1	82.5	2.5	369.4
	Diverted Traffic	-	-	-	14.7	14.7
	Generated Traffic	<u>33.1</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>33.1</u>
	<u>Total</u>	<u>49.4</u>	<u>268.1</u>	<u>82.5</u>	<u>17.2</u>	<u>417.2</u>
2002	Normal Traffic	26.5	372.2	199.1	4.0	601.8
	Diverted Traffic	-	-	-	24.0	24.0
	Generated Traffic	<u>53.9</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>53.9</u>
	<u>Total</u>	<u>80.4</u>	<u>372.2</u>	<u>199.1</u>	<u>28.0</u>	<u>679.7</u>

Note: 1) On the main road

ANNEX X

		<u>Page</u>
ANNEX X -1	TABLE 10-1-1 Bypasses in Kordofan Area: A	X- 1
	TABLE 10-1-2 - Ditto - B	X- 2
ANNEX X -2	Rahad バイパス	X- 3
	TABLE 10-2-1 Bypasses in Rahad Area : E	X- 4
	TABLE 10-2-2 - Ditto - D	X- 5
	TABLE 10-2-3 - Ditto - C	X- 6
ANNEX X -3	段階施工	X- 7
	3.1 段階施工案	X- 7
	3.2 車のすれちがい	X- 7
	TABLE 10-3-1 Hourly Coefficient of Traffic	X- 9
	TABLE 10-3-2 Number of Encounters	X-10
	3.3 スピードチェンジによる費用	X-11
	FIG. 10-3-1 Equivalent Additional Running Distance Represented by The Cost of Slowing Down and Stopping	X-13
	TABLE 10-3-3 Excess Cost Due to Encounters	X-14
	TABLE 10-3-4 Excess Running Cost for Plan C	X-15
	TABLE 10-3-5 Excess Running Cost for Plan D	X-15
	TABLE 10-3-6 Excess Running Cost for Plan E	X-16
	3.4 工事費	X-16
	3.5 段階施工の経済評価	X-16
	TABLE 10-3-7 Construction Cost by Type of Pavement	X-18
	TABLE 10-3-8 Maintenance and Repair Cost by Type of Pavement	X-19
	TABLE 10-3-9 Type A : Transport Cost on 7m Width Paved Road	X-20
TABLE 10-3-10 Type B : Balance of Transport Cost	X-21	
TABLE 10-3-11 Type C : Balance of Transport Cost	X-22	

			<u>Page</u>
ANNEX X-3	TABLE 10-3-12	Type D : Balance of Transport Cost	X-23
	TABLE 10-3-13	Type E : - Ditto -	X-24
ANNEX X-4	TABLE 10-4-1	Transport Cost: Pavement Design by AASHTO.	X-25
	TABLE 10-4-2	Balance of Transport Cost: Pavement Design by Low Cost Roads	X-26
ANNEX X-5	橋 梁	X-27
	TABLE 10-5-1	Transport Cost : Normal Bridges	X-28
	TABLE 10-5-2	Balance of Transport Cost: Submergible Bridges	X-29
ANNEX X-6	TABLE 10-6-1	Benefit Cost Streams: Section I (1+2)	X-30
	TABLE 10-6-2	- Ditto - Section II(3+4)	X-31
	TABLE 10-6-3	- Ditto - Section III(5+6)	X-32
ANNEX X-7	TABLE 10-7	Sensitivity Analysis	X-33

TABLE 10-1-1 BYPASSES IN KORDOFAN AREA : A

(LS '000)

Year	Transport Cost			Total	Dis- counted at 10%	Dis- counted at 16.6%
	Construction Cost of the Section	Maintenance Cost of the Section	Running Cost of Vehicles			
0) 1978	65			65	65	65
1) 1979						
2) 1980	929			929	768	683
3) 1981						
4) 1982						
5) 1983		2	67	69	43	32
6) 1984		2	72	74	42	29
7) 1985		2	78	80	41	27
8) 1986		2	84	86	40	25
9) 1987		2	90	92	39	23
10) 1988		2	98	100	39	22
11) 1989		2	107	109	38	20
12) 1990		54	117	171	54	27
13) 1991		2	128	130	38	18
14) 1992		2	142	144	38	17
15) 1993		2	149	151	36	15
16) 1994		2	157	159	35	14
17) 1995		2	165	167	33	12
18) 1996	228	2	174	404	73	25
19) 1997		2	184	186	30	10
20) 1998		2	194	196	29	9
21) 1999		2	205	207	28	8
22) 2000		2	217	219	27	7
23) 2001		2	230	232	26	7
24) 2002		2	244	246	25	6
TOTAL					1,587	1,101

TABLE 10-1-2 BYPASSES IN KORDOFAN AREA : B

(LS '000)

Year	Balance of Transport Cost			Total	Dis- counted at 10%	Dis- counted at 16.6%
	Construction Cost of the Section	Maintenance Cost of the Section	Running Cost of Vehicles			
0) 1978	-					
1) 1979						
2) 1980	-2			-2	-2	-1
3) 1981						
4) 1982						
5) 1983		+1	+2	+3	+2	+1
6) 1984		+1	+2	+3	+2	+1
7) 1985		+1	+3	+4	+2	+1
8) 1986		+1	+3	+4	+2	+1
9) 1987		+1	+3	+4	+2	+1
10) 1988		+1	+3	+4	+2	+1
11) 1989		+1	+4	+5	+2	+1
12) 1990		+2	+4	+6	+2	+1
13) 1991		+1	+4	+5	+1	+1
14) 1992		+1	+5	+6	+2	+1
15) 1993		+1	+5	+6	+1	+1
16) 1994		+1	+5	+6	+1	+1
17) 1995		+1	+5	+6	+1	-
18) 1996	+10	+1	+6	+17	+3	+1
19) 1997			+6	+6	+1	-
20) 1998			+6	+6	+1	-
21) 1999			+7	+7	+1	-
22) 2000			+7	+7	+1	-
23) 2001			+8	+8	+1	-
24) 2002			+8	+8	+1	-
Total					+29	+12

ANNEX X-2 Rahad バイパス

バイパスの代替案の比較は次に掲げる条件によって行った。

1. 費用は全てエコノミックコストとする。
2. 詳細設計を1979年に実施し、そして1981年に施工を開始する。
3. 維持修繕費は第Ⅶ章の単価に基づき積算する。
4. 自動車走行費は第Ⅵ章の走行単価に基づき、自動車台数は第Ⅴ章で求められている推計台数によった。
5. 自動車走行費は次に示す条件によった。

Rahad にトリップエンドを持つ車だけが計画道またはアクセス道を利用して街の中心まで出入するとし、通過交通は全て本線を利用する。

6. E案を基本案とし、D案の費用の流れはE案-D案の費用の差で表わし、C案の表も同様にE案-C案の差額で表わした。
7. 割引率10%と16.6%で割引いた結果は、D案が最善であり次いでC、E案となっている。したがってD案が最善案として提案された。

TABLE 10-2-1 BYPASSES IN RAHAD AREA : E

Year	Transport Cost			Total	(LS '000)	
	Construction Cost of the Section	Maintenance Cost of the Section	Running Cost of Vehicles		Dis-counted at 10%	Dis-counted at 16.6%
0) 1978						
1) 1979	60			60	54	51
2) 1980						
3) 1981	769			769	578	485
4) 1982						
5) 1983		3	80	83	52	39
6) 1984		3	85	88	50	35
7) 1985		3	92	95	49	32
8) 1986		3	99	102	48	30
9) 1987		3	107	110	47	28
10) 1988		3	117	120	46	26
11) 1989		3	127	130	46	24
12) 1990		62	139	201	64	32
13) 1991		3	153	156	45	21
14) 1992		3	169	172	45	20
15) 1993		3	177	180	43	18
16) 1994		3	187	190	41	16
17) 1995		3	197	200	40	15
18) 1996		3	208	211	38	13
19) 1997		2	219	221	36	12
20) 1998		2	232	234	35	11
21) 1999		2	245	247	33	10
22) 2000		2	259	261	32	9
23) 2001		2	275	277	31	8
24) 2002		2	291	293	30	7
TOTAL					1,483	942

TABLE 10-2-2 BYPASSES IN RAHAD AREA : D

(LS '000)

Year	Balance of Transport Cost			Total	Dis- counted at 10%	Dis- counted at 16.6%
	Construction Cost of the Section	Maintenance Cost of the Section	Running Cost of Vehicles			
0) 1978						
1) 1979	-					
2) 1980						
3) 1981	-24			-24	-18	-15
4) 1982						
5) 1983			- 7	- 7	- 4	- 3
6) 1984			- 8	- 8	- 5	- 3
7) 1985			- 9	- 9	- 5	- 3
8) 1986			- 9	- 9	- 4	- 3
9) 1987			-10	-10	- 4	- 3
10) 1988			-11	-11	- 4	- 2
11) 1989			-12	-12	- 4	- 2
12) 1990		- 2	-14	-16	- 5	- 3
13) 1991			-15	-15	- 4	- 2
14) 1992			-17	-17	- 4	- 2
15) 1993			-18	-18	- 4	- 2
16) 1994			-19	-19	- 4	- 2
17) 1995			-20	-20	- 4	- 1
18) 1996			-21	-21	- 4	- 1
19) 1997			-22	-22	- 4	- 1
20) 1998			-24	-24	- 4	- 1
21) 1999			-25	-25	- 3	- 1
22) 2000			-27	-27	- 3	- 1
23) 2001			-28	-28	- 3	- 1
24) 2002			-30	-30	- 3	- 1
TOTAL					-97	-53

TABLE 10-2-3 BYPASSES IN RAHAD AREA : C

(LS '000)

Year	Balance of Transport Cost			Total	Dis- counted at 10%	Dis- counted at 16.6%
	Construction Cost of the Section	Maintenance Cost of the Section	Running Cost of Vehicles			
0) 1978						
1) 1979						
2) 1980						
3) 1981	+21			+21	16	13
4) 1982						
5) 1983			- 7	- 7	- 4	- 3
6) 1984			- 8	- 8	- 5	- 3
7) 1985			- 9	- 9	- 5	- 3
8) 1986			- 9	- 9	- 4	- 3
9) 1987			-10	-10	- 4	- 3
10) 1988			-11	-11	- 4	- 2
11) 1989			-12	-12	- 4	- 2
12) 1990			-13	-13	- 4	- 2
13) 1991			-15	-15	- 4	- 2
14) 1992			-16	-16	- 4	- 2
15) 1993			-17	-17	- 4	- 2
16) 1994			-18	-18	- 4	- 2
17) 1995			-19	-19	- 4	- 1
18) 1996			-20	-20	- 4	- 1
19) 1997			-21	-21	- 3	- 1
20) 1998			-23	-23	- 3	- 1
21) 1999			-24	-24	- 3	- 1
22) 2000			-26	-26	- 3	- 1
23) 2001			-27	-27	- 3	- 1
24) 2002			-29	-29	- 3	- 1
TOTAL					-60	-24

ANNEX X-3 段階施工

3.1 段階施工案

段階施工の比較のために次に示す案が提案された。この詳細は第Ⅷ章 8.01, 2 に示されている。

- a) 比較設計のための代表区間として Rahad-Semein 間 20.1 km が選ばれた。
 b) 段階施工案は下記の通りである。

A案：第1次施工は表層幅員 7 m の DBST を施工する。

第2次施工は 1996年に表層幅員 7 m にアスファルトコンクリート 5 cm 厚のオーバーレイを施工する。

B案：第1次施工は表層幅員 6 m の DBST を施工する。

第2次施工は 1996年に表層幅員を 7 m としてアスファルトコンクリート 5 cm 厚のオーバーレイを施工する。

C案：第1次施工は表層幅員 3.5 m の DBST を施工する。

第2次施工は 1990年に幅員 7 m の表層工アスファルトコンクリート 5 cm 厚のオーバーレイを施工する。

D案：第1次施工は土工部も舗装部もすべて1車線道路として施工し、表層幅員 3.5 m の DBST とする。

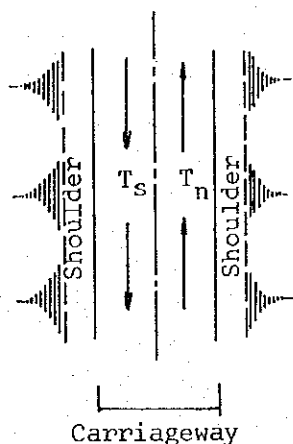
第2次施工は 1990年に土工部と舗装部を2車線に改良し、表層幅員 7 m とアスファルトコンクリート 5 cm 厚のオーバーレイを施工する。

E案：第1次施工は、表層幅員 7 m の砂利舗装を施工する。

第2次施工は 1993年に表層幅員 7 m のアスファルトコンクリート 5 cm 厚のオーバーレイを施工する。

3.2 車のすれ違い

車がある一定区間を一定の速度で走行するとした時、次に示す関係式が成立する。



T_n : Hourly traffic in northbound direction (vehicle/hr)

T_s : Hourly traffic in southbound direction (vehicle/hr)

T : Hourly traffic in both directions

V : Speed (km/hr)

H : Hours (hr)

$$\text{When } V = L/H \text{ or } L = V.H \quad H = \frac{L}{V}$$

a) 交通密度

交通密度は単位時間に単位距離上にある自動車の数によって表わされる。

$$T_n/L = T_n/V \times H$$

H = 1 時間の時, km 当りの交通密度は

$$T_n/L = T_n/V \times H = T_n/V \text{ で表わされる。}$$

b) すれ違い

ある場合に両方向の交通密度がそれぞれ T_n/V と T_s/V で表わされて北上する車群は南下の車群とすれちがう。もしこの時, 南に向う車が一定の区間にわたって上記の密度で停止しているとすれば, 北に向う車 1 台が南に向う車とすれ違う回数は T_s/V となる。したがって北に向う車群 T_n のすれ違い回数は $T_s/V \times T_n$ となる。しかし現実には南に向う車も北に向う車と同様に一定の速度で走行しているので, 北に向う車が一定の区間にわたってすれちがう回数は $2 \times T_s/V \times T_n$ となる。

同様に南に向う車のすれ違い回数は $2 \times T_n/V \times T_s$ で表わされる。

両方向を通過する車のそれぞれのすれ違い回数は次の様になる。

$$E = (2 \times T_s/V \times T_n) + (2 \times T_n/V \times T_s)$$

この時 $T_s = T_n = T/2$ とする上式は

$$\begin{aligned} E &= (2 \times T_s/V \times T_s) + (2 \times T_s/V \times T_s) \\ &= 4 \cdot (T_s)^2/V = 4 \cdot \frac{(T/2)^2}{V} = \frac{T^2}{V} \end{aligned}$$

日交通量の時間変動については舗装道路である Khartoum—Wad Medani 道路上で 1977 年 5 月 30 日に実施した時間変動率を採用した。百分率で表わされた Khartoum—Wad Medani 道路の時間変動率を表 10—3—1 に示す。

次に代表区間 20.1 km における日当りすれ違い回数を求めるために次式を導いた。

$$\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{24} I_i^2 \times 20.1 \text{ (km)} \times 365 \times \frac{(ADT)^2}{V} \\ &= 0.057822 \times 20.1 \times 365 \times \frac{(ADT)^2}{V} \\ &= 7.070185 \times (ADT)^2 \end{aligned}$$

20.1 km 区間のプロジェクトライフ 20 年間におこる両方向の車のすれ違い回数を表 10—3—2 に示す。

TABLE 10-3-1 HOURLY COEFFICIENT OF TRAFFIC

<u>Time</u>	<u>Number of Vehicles in both Directions</u>	<u>Hourly Coefficient (%)</u>
5 - 6	126	4.7
6 - 7	202	7.5
7 - 8	242	9.0
8 - 9	236	8.8
9 - 10	110	4.1
10 - 11	159	5.9
11 - 12	130	4.9
12 - 13	153	5.7
13 - 14	148	5.5
14 - 15	135	5.0
15 - 16	138	5.2
16 - 17	179	6.7
17 - 18	154	5.8
18 - 19	146	5.5
19 - 20	111	4.1
20 - 21	103	3.9
21 - 22	63	2.4
22 - 23	35	1.3
23 - 24	23	0.9
24 - 1	20	0.7
1 - 2	14	0.5
2 - 3	12	0.5
3 - 4	19	0.7
4 - 5	20	0.7
<u>Total</u>	<u>2,678</u>	<u>100.0</u>

TABLE 10-3-2 NUMBER OF ENCOUNTERS

<u>Year</u>	<u>ADT</u> ¹⁾	<u>Number of Encounters by All Vehicles in Both Directions</u>	<u>Number of Encounters</u>
1983	221.9	348,133	174,067
1984	237.4	398,467	199,234
1985	254.0	456,140	228,070
1986	271.8	522,312	261,156
1987	290.8	597,888	298,944
1988	311.2	684,715	342,358
1989	333.0	784,006	392,003
1990	356.3	897,558	448,779
1991	381.2	1,027,393	513,697
1992	407.9	1,176,354	588,177
1993	428.3	1,296,961	648,481
1994	449.7	1,429,804	714,902
1995	472.2	1,576,459	788,230
1996	495.8	1,737,976	868,988
1997	520.6	1,916,192	958,096
1998	546.6	2,112,370	1,056,185
1999	574.0	2,329,456	1,164,728
2000	602.7	2,568,226	1,284,113
2001	632.8	2,831,155	1,415,578
2002	664.4	3,120,973	1,560,487

Note: 1) From FIG. IX-1-2. The figures include the diverted and generated traffic.

3.3 スピードチェンジによる費用

車の加速・減速にともなう追加費用の計算は Lionel Odier の著書に従った。この計算方法は、加速・減速にともなう追加費用を図 10-3-1 に表わすように追加走行距離に換算している。スピードチェンジにともなう追加費用を表 10-3-3 に示す。

A 案については、すれ違いによる減速・加速は生じないが、B 案の場合は A 案に比べ狭いので、すれ違いによる減速・加速が生じる。

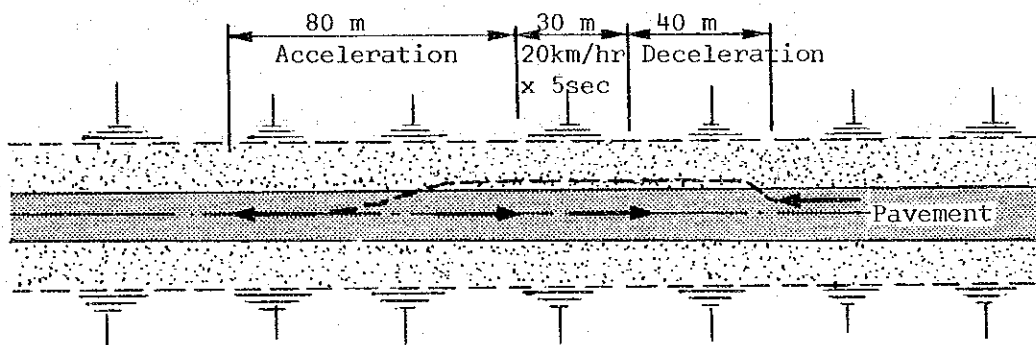
B 案の場合、通常平均速度を 60 km/hr とし、すれ違い時には 40 km/hr に減速し、再び 60 km/hr へ加速するとした。

1 車線道路の C 案・D 案については、 20 km/hr に減速し再び 60 km/hr へ加速するとした。

この時スピードチェンジによる追加費用の他にも 1 車線舗装道路の場合は、すれ違い時に 1 方向の車は舗装面を降り、砂利路面の車線を走行しなければならない。

すれ違い状況を次に示し、第 VI 章表 VI-14 に示される走行費を用いて片方の車が 7.0 m 砂利上を走行する追加費用を計算した。

Normal Running Speed		Deceleration	Acceleration
	Speed change	$60 \rightarrow 20 \text{ km/hr}$	$20 \rightarrow 60 \text{ km/hr}$
60 km/hr	$\alpha : \text{m/sec}^2$	3.0	1.5
	Length	40 m	30 m



この計算は、1 車線舗装道である C 案・D 案に適用される。D 案の場合は片側の 1 車線の砂利舗装の代替として両側に 2 m の路肩を第 1 次施工で設置する。したがって両方向の車はお互いにすれ違い時はこの路肩を利用し、すれ違いを行う。このため、すれ違い時における追加費用は D 案の方が C 案より大きくなる。それらは表 10-3-4 と 10-3-5 に示す。なお、ここでは中型トラックが代表的車種として扱った。

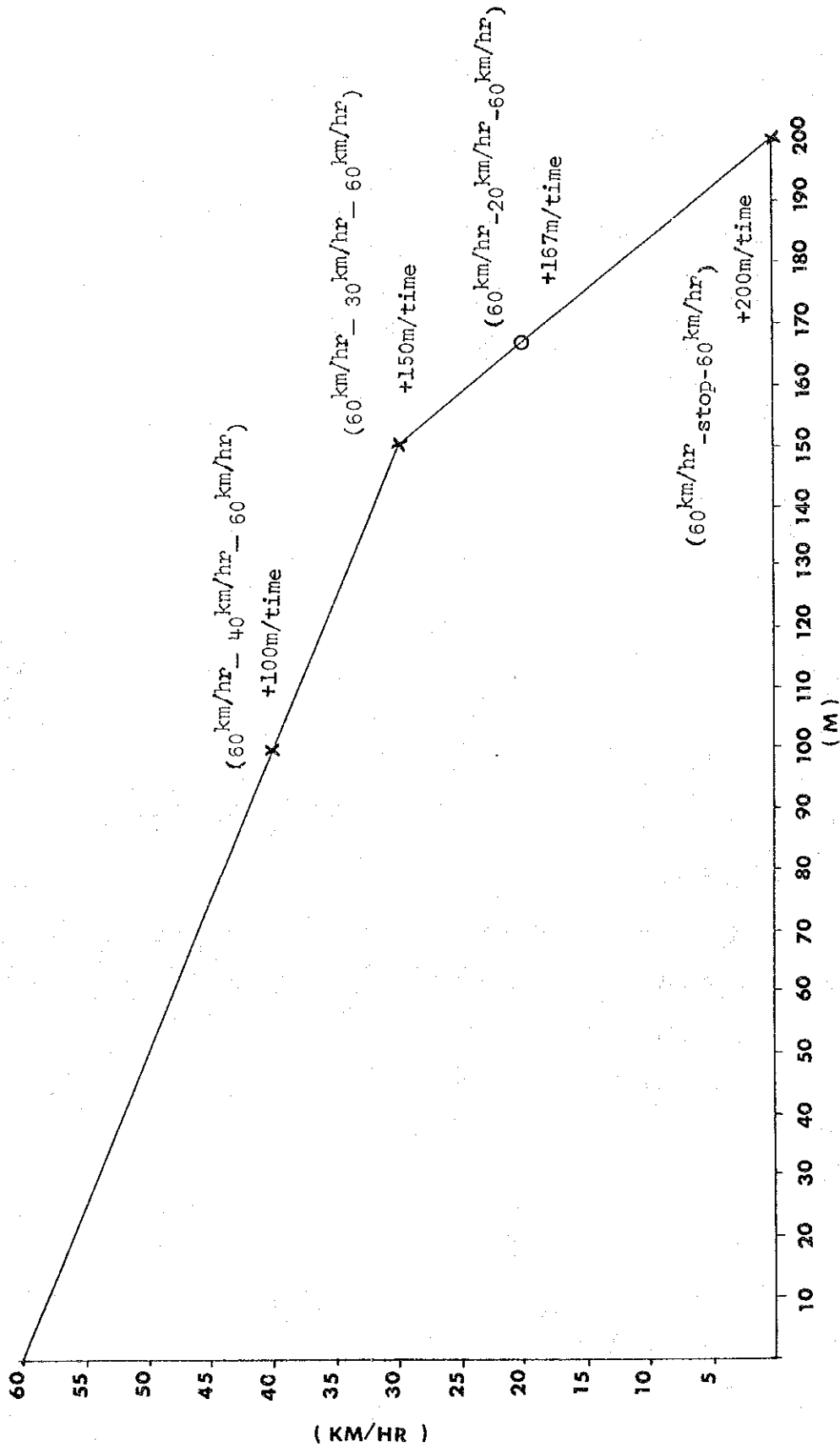
E 案のように表層が全て砂利の場合は、舗装道路に比べ走行費が大きくなるため第 VI 章の表 VI-12~16 に基づき、その差額を追加費用とし計算し、表 10-3-6 に 1993 年まで

の費用増分として示している。

中型トラック

砂利道	舗装道	差額	すれ違い当りの費用増分
走行費 /km	走行費 /km	(1)~(2)	
(1)	(2)	(3)	
93.99 mm/km	71.92 mm/km	22.07 mm/km	$22.07 \text{ mm/km} \times 0.07 \text{ km}$
			$= 0.0015449 \text{ mm}$

FIG. 10-3-1 EQUIVALENT ADDITIONAL RUNNING DISTANCE REPRESENTED BY THE COST OF SLOWING DOWN AND STOPPING



Source: Lionel ODIER, THE ECONOMIC BENEFIT OF ROAD CONSTRUCTION AND IMPROVEMENTS

(Paris: Publications ESTOUP, 1963), Table 10.

TABLE 10-3-3 EXCESS COST DUE TO ENCOUNTERS

(LS in Economic Cost)

Number of Encounters per year	Plan B	Plan C & D		
	60 ^{km/hr} - 40 - 60 (7.19 ^{mm/Time})	60 - 20 - 60 (12.01 ^{mm/Time})	60 - stop - 60 (14.38 ^{mm/Time})	
1983	348,133	2,503	4,181	5,006
1984	398,467	2,865	4,786	5,730
1985	456,140	3,280	5,478	6,559
1986	522,312	3,755	6,273	7,511
1987	597,888	4,399	7,181	8,598
1988	684,715	4,923	8,223	9,846
1989	784,006	5,637	9,416	11,274
1990	897,558	6,453	10,780	12,907
1991	1,027,393	7,387	12,339	14,774
1992	1,176,354	8,458	14,128	16,916
1993	1,296,961	9,325	15,577	18,650
1994	1,429,804	10,280	17,172	20,561
1995	1,576,459	11,335	18,933	22,669
1996	1,737,976	12,496	20,873	24,992
1997	1,916,192	13,777	23,013	27,555
1998	2,112,370	15,188	25,370	30,376
1999	2,329,456	16,749	27,977	33,498
2000	2,568,226	18,466	30,844	36,931
2001	2,831,155	20,356	34,002	40,712
2002	3,120,973	22,440	37,483	44,880

TABLE 10-3-4 EXCESS RUNNING COST FOR PLAN C

<u>Year</u>	<u>Excess Cost per Encounter</u>	<u>Number of Encounters per Year</u>	<u>Excess Cost in LS</u>
1983	0.0015449	174,067	369
1984	"	199,234	308
1985	"	228,070	352
1986	"	261,156	403
1987	"	298,944	462
1988	"	342,358	529
1989	"	392,003	606
1990	"	448,779	693

TABLE 10-3-5 EXCESS RUNNING COST FOR PLAN D

<u>Year</u>	<u>Excess Cost per Encounter</u>	<u>Number of Encounters per Year</u>	<u>Excess Cost in LS</u>
1983	0.0015449	348,133	538
1984	"	398,467	616
1985	"	456,140	705
1986	"	522,312	807
1987	"	597,888	924
1988	"	684,715	1,058
1989	"	784,006	1,211
1990	"	897,558	1,387

TABLE 10-3-6 EXCESS RUNNING COST FOR PLAN E

Year	ADT	365 days x 20.1 km x 0.02207 LS (161.91655)	Excess Cost in LS
1983	221.9	161.91655	35,929
1984	237.4	"	38,439
1985	254.0	"	41,127
1986	271.8	"	44,009
1987	290.8	"	47,085
1978	311.2	"	50,388
1989	333.0	"	53,918
1990	356.3	"	57,691
1991	381.2	"	61,723
1992	407.9	"	66,046
1993	428.3	"	69,349

3.4 工事費

20.1 kmの代表区間の施工は、次の手順によって施工される。

1979年に詳細設計、1981年に施工、そして標準車軸通過回数が70万回を越える年1990年か1996年にオーバーレイを実施する。砂利舗装の場合は、標準軸重通過回数が50万回でアスファルトコンクリート舗装を行う。年毎の維持修繕費も同様に計算された。これらの設計条件と費用推定は、第VII章7.03の代替案7案の場合と同じである。各案の建設費・維持修繕費を表10-3-7と表10-3-8にエコノミックコストでもって表わした。

3.5 段階施工の経済評価

段階施工の5つの代替案を比較するためにA案を基準案として設定した。すなわち最初にA案の建設費・維持修繕費と自動車走行費をプロジェクトライフ期間における費用の流れで表わし、そして他の比較案については、A案と他の比較案の各々の費用項目での差額をとって差額費用の流れで表わした。その時の割引率は、10%と16.6%とし、結果を表10-3-9～表10-3-13に示す純現在価格を比較するとE案は最も高いので除かれる。D案が5案の中で最も安いように見える。

しかしながらD案は1車線道路であり、往復2車線道路に比べ、正面衝突による事故の確率

が極めて高い。この国で、現在交通事故を定量評価する適切な資料がないので事故による損失を評価することはできない。また費用の差額の流れを見ても基準案Aに比べ、1車線道路のC案、D案との差は小さいが、事故による損失は大きいと考えられるので、C案、D案も段階施工の最善案にはなりえない。

一方、A案とB案を比較すると10%で割引いた時は同じ結果であるが、16.6%で割引いた時はB案の方が経済的である。初期投資を比べれば、明らかにB案が経済的であり、また供用開始時の日平均交通量約200台/日と第2次施工(アスファルトコンクリートで7m巾員に再舗装する時)の日平均交通量約500台/日を見ても交通事故の確率の差は小さいと判断した。したがってB案が段階施工の最善案として選ばれることになる。

TABLE 10-3-7 CONSTRUCTION COST BY TYPE OF PAVEMENT

Rahad-Semeih
Distance 20.1 km

(LS'000 in
1977)

Item	T y p e				
	A	B	C	D	E
Earthwork	658	655	647	611	658
1st Stage Construction					
Pavement	613	590	533	477	551
Structures	68	68	68	68	68
Sub Total	1,339	1,313	1,248	1,156	1,277
('81) Add. Cost	374	367	348	323	357
TOTAL	1,713	1,680	1,596	1,379	1,634
(Cost per km)	(85.2)	(83.6)	(79.4)	(68.6)	(81.3)
2nd Stage Construction					
Earthwork	-	-	-	75	-
Pavement	324	324	324	393	324
Sub Total	324	324	324	468	324
Add. Cost	90	90	90	131	90
('96) TOTAL	414	414	414 ¹⁾	599 ¹⁾	414 ²⁾
(Cost per km)	(20.6)	(20.6)	(20.6)	(29.8)	(20.6)

Notes: 1) Overlaying is scheduled in 1990.

2) Overlaying is scheduled in 1993.

TABLE 10-3-8 MAINTENANCE AND REPAIR COST
BY TYPE OF PAVEMENT

(LS in 1977 Price)

Year	T y p e				
	A	B	C	D	E
1 1983	3,400	3,900	4,800	3,500	7,700
2 1984	3,400	3,900	4,800	3,500	7,700
3 1985	3,400	3,900	7,000	5,000	7,700
4 1986	3,400	3,900	7,000	5,000	7,700
5 1987	3,400	3,900	7,000	5,000	7,700
6 1988	3,400	3,900	43,300	41,300	154,500
7 1989	3,400	3,900	7,000	5,000	7,700
8 1990	76,000	66,200	7,000	5,000	7,700
9 1991	3,400	3,900	2,800	2,800	7,700
10 1992	3,400	3,900	2,800	2,800	7,700
11 1993	3,400	3,900	2,800	2,800	7,700
12 1994	3,400	3,900	2,800	2,800	2,800
13 1995	3,400	3,900	2,800	2,800	2,800
14 1996	3,400	3,900	2,800	2,800	2,800
15 1997	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
16 1998	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
17 1999	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
18 2000	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
19 2001	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
20 2002	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
TOTAL	137,000	133,700	121,500	106,900	256,700

TABLE 10-3-9 TYPE A: TRANSPORT COST ON 7M WIDTH PAVED ROAD

Year	Transport Cost			Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
	Initial Cost	Maintenance Cost	Running Cost			
0) 1978						
1) 1979	120			120	109	103
2) 1980						
3) 1981	1,593			1,593	1,197	1,005
4) 1982						
5) 1983		3	117	120	75	56
6) 1984		3	125	128	72	51
7) 1985		3	134	137	70	47
8) 1986		3	143	146	68	43
9) 1987		3	153	156	66	39
10) 1988		3	164	167	64	36
11) 1989		3	176	179	63	33
12) 1990		76	188	264	84	42
13) 1991		3	201	204	59	28
14) 1992		3	215	218	57	25
15) 1993		3	226	229	55	23
16) 1994		3	237	240	52	21
17) 1995		3	249	252	50	19
18) 1996	414	3	262	679	122	43
19) 1997		3	275	278	45	15
20) 1998		3	288	291	43	13
21) 1999		3	303	306	41	12
22) 2000		3	318	321	39	11
23) 2001		3	334	337	38	10
24) 2002		3	351	354	36	9
Total					2,505	1,684

TABLE 10-3-10 TYPE B: BALANCE OF TRANSPORT COST

Year	Initial Cost	Maintenance Cost	Cost by Encounter	Cost on Gravel	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978							
1) 1979							
2) 1980							
3) 1981	-33				-33	-25	-21
4) 1982							
5) 1983		+1	+3		+4	+2	+2
6) 1984		+1	+3		+4	+2	+2
7) 1985		+1	+3		+4	+2	+1
8) 1986		+1	+4		+4	+2	+1
9) 1987		+1	+4		+4	+2	+1
10) 1988		+1	+5		+6	+2	+1
11) 1989		+1	+6		+7	+2	+1
12) 1990		-10	+6		-4	-1	-1
13) 1991		+1	+7		+8	+2	+1
14) 1992		+1	+8		+9	+2	+1
15) 1993		+1	+9		+10	+2	+1
16) 1994		+1	+10		+11	+2	+1
17) 1995		+1	+11		+12	+2	+1
18) 1996		+1	+12		+13	+2	+1
19) 1997							
20) 1998							
21) 1999							
22) 2000							
23) 2001							
24) 2002							
Total						0	-7

TABLE 10-3-11 TYPE C: BALANCE OF TRANSPORT COST

Year	Initial Cost	Maintenance Cost	Cost by Encounter	Cost on Gravel	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978							
1) 1979							
2) 1980							
3) 1981	-117				-117	-88	-74
4) 1982							
5) 1983		+2	+4		+6	+4	+3
6) 1984		+2	+5		+7	+4	+3
7) 1985		+4	+5		+9	+5	+3
8) 1986		+4	+6		+10	+5	+3
9) 1987		+4	+7		+11	+5	+3
10) 1988		+40	+8	+1	+49	+19	+11
11) 1989		+4	+9	+1	+14	+5	+3
12) 1990	+414	-69	+11	+1	+357	+114	+57
13) 1991							
14) 1992							
15) 1993							
16) 1994							
17) 1995							
18) 1996	-414				-414	-74	-26
19) 1997							
20) 1998							
21) 1999							
22) 2000							
23) 2001							
24) 2002							
Total						-1	-14

TABLE 10-3-12 TYPE D: BALANCE OF TRANSPORT COST

Year	Initial Cost	Maintenance Cost	Cost by Encounter	Cost on Gravel	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978							
1) 1979							
2) 1980							
3) 1981	-334				-334	-251	-211
4) 1982							
5) 1983		+1	+5	+1	+7	+4	+3
6) 1984		+1	+6	+1	+8	+5	+3
7) 1985		+2	+7	+1	+10	+5	+3
8) 1986		+2	+8	+1	+11	+5	+3
9) 1987		+2	+9	+1	+12	+5	+3
10) 1988		+38	+10	+1	+49	+19	+11
11) 1989		+2	+11	+1	+14	+5	+3
12) 1990	+599	-71	+13	+1	+542	+173	+86
13) 1991							
14) 1992							
15) 1993							
16) 1994							
17) 1995							
18) 1996	-414				-415	-75	-26
19) 1997							
20) 1998							
21) 1999							
22) 2000							
23) 2001							
24) 2002							
Total						-104	-122

TABLE 10-3-13 TYPE E: BALANCE OF TRANSPORT COST

Year	Initial Cost	Maintenance Cost	Cost by Encounter	Cost on Gravel	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978							
1) 1979							
2) 1980							
3) 1981	-79				-79	-59	-50
4) 1982							
5) 1983		+5		+36	+41	+25	+12
6) 1984		+5		+38	+43	+24	+17
7) 1985		+5		+41	+46	+24	+16
8) 1986		+5		+44	+49	+23	+14
9) 1987		+5		+47	+52	+22	+13
10) 1988		+152		+50	+202	+78	+43
11) 1989		+5		+53	+58	+20	+11
12) 1990		-68		+58	-10	-3	-2
13) 1991				+62	+62	+18	+8
14) 1992				+66	+66	+17	+8
15) 1993	+414			+69	+483	+116	+48
16) 1994							
17) 1995							
18) 1996	-414				-414	-74	-26
19) 1997							
20) 1998							
21) 1999							
22) 2000							
23) 2001							
24) 2002							
Total						+231	+112

TABLE 10-4-1 TRANSPORT COST: PAVEMENT DESIGN BY AASHTO

Year	Initial Cost	Maintenance Cost	Running Cost	Cost by Encounter	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978							
1) 1979	120				120	109	103
2) 1980							
3) 1981	1,560				1,560	1,172	984
4) 1982							
5) 1983		4	117	3	124	77	58
6) 1984		4	125	3	132	75	53
7) 1985		4	134	3	141	72	48
8) 1986		4	143	4	151	70	44
9) 1987		4	153	4	161	68	40
10) 1988		4	164	5	173	67	37
11) 1989		4	176	6	186	65	34
12) 1990		66	188	6	260	83	41
13) 1991		4	201	7	212	61	29
14) 1992		4	215	8	227	60	26
15) 1993		4	226	9	239	57	24
16) 1994		4	237	10	251	55	22
17) 1995		4	249	11	264	52	19
18) 1996	414	4	262	12	692	124	44
19) 1997		3	275		278	45	15
20) 1998		3	288		291	43	13
21) 1999		3	303		303	41	12
22) 2000		3	318		321	39	11
23) 2001		3	334		337	38	10
24) 2002		3	351		354	36	9
Total						2,509	1,676

TABLE 10-4-2 BALANCE OF TRANSPORT COST:
PAVEMENT DESIGN BY LOW COST ROADS

Year	Initial Cost	Maintenance Cost	Running Cost	Cost by Encounter	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978							
1) 1979							
2) 1980							
3) 1981	-109				-109	-82	-69
4) 1982							
5) 1983							
6) 1984							
7) 1985							
8) 1986							
9) 1987							
10) 1988							
11) 1989							
12) 1990							
13) 1991							
14) 1992							
15) 1993	+414				+414	+99	+41
16) 1994		-1			-1		
17) 1995		-1			-1		
18) 1996	-414	-1			-415	-75	-26
19) 1997							
20) 1998							
21) 1999							
22) 2000							
23) 2001							
24) 2002							
Total						-58	-54

ANNEX X-5 橋 梁

橋梁型式の決定は、次に掲げる条件によって行った。

1. 費用は全てエコノミックコストとする。
2. 全ての橋の施工を全て1980年に行う。
3. 維持修繕費は Annex X-5 の表 10-5-1 および 10-5-2 に示すように推定した。
4. km当りの自動車走行費と自動車台数は第Ⅵ章および第Ⅸ章に基づく。
5. 潜水橋での車の停止による単位当り追加費用は Annex X-3 と同じ値を使う。
6. 通常橋を比較の基準案とし、建設費・維持修繕費および自動車走行費を推定し、これを表 10-5-1 に示し、潜水橋については通常橋との費用の差額を個々に求め、これを表 10-5-2 に示した。
7. 割引率年10%で割引いた時、潜水橋の費用合計現在価値が高くなるが、割引率16.6%で割引いた時は通常橋の費用合計現在価が高くなる。
8. 第Ⅹ章 10.0 2.1 で述べられているような理由で、通常橋の建設が提案された。

TABLE 10-5-1 TRANSPORT COST: NORMAL BRIDGES

(LS)

Year	Construc- tion Cost	Maintenance Cost	Waiting Cost	Cost by Stop	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978	20,000						
1) 1979							
2) 1980	287,332				287,332	237,464	211,343
3) 1981							
4) 1982							
5) 1983		157			157	97	73
6) 1984		157			157	89	62
7) 1985		157			157	81	54
8) 1986		157			157	73	46
9) 1987		157			157	67	39
10) 1988		157			157	61	34
11) 1989		157			157	55	29
12) 1990		2,582			2,582	823	409
13) 1991		157			157	45	21
14) 1992		2,782			2,782	733	324
15) 1993		157			157	38	16
16) 1994		157			157	34	13
17) 1995		157			157	31	12
18) 1996	11,298	157			11,455	2,060	722
19) 1997		115			115	19	6
20) 1998		115			115	17	5
21) 1999		115			115	16	5
22) 2000		115			115	14	4
23) 2001		115			115	13	3
24) 2002		115			115	12	3
Total						241,842	213,223

TABLE 10-5-2 BALANCE OF TRANSPORT COST: SUBMERGIBLE BRIDGES

(LS)

Year	Construc- tion Cost	Maintenance Cost	Waiting Cost	Cost by Stop	Total	Discounted at 10%	Discounted at 16.6%
0) 1978	-						
1) 1979							
2) 1980	-47,852				-47,852	-39,547	-35,197
3) 1981							
4) 1982							
5) 1983		+280	+4,668	+29	+4,977	3,090	2,309
6) 1984		+280	+4,994	+31	+5,305	2,995	2,111
7) 1985		+280	+5,344	+33	+5,657	2,903	1,931
8) 1986		+280	+5,718	+35	+6,033	2,814	1,766
9) 1987		+280	+6,118	+38	+6,436	2,729	1,616
10) 1988		+280	+6,547	+40	+6,867	2,648	1,478
11) 1989		+280	+6,942	+43	+7,265	2,546	1,341
12) 1990		-2,145	+7,496	+46	+5,397	1,720	855
13) 1991		+280	+8,019	+49	+8,348	2,418	1,134
14) 1992		+24,781	+8,581	+53	+33,415	8,799	3,892
15) 1993		+280	+9,010	+55	+9,345	2,237	933
16) 1994		+280	+9,461	+58	+9,799	2,133	839
17) 1995		+280	+9,934	+61	+10,275	2,033	755
18) 1996		+280	+10,430	+64	+10,774	1,938	679
19) 1997		+322	+10,952	+67	+11,341	1,854	613
20) 1998		+322	+11,499	+71	+11,892	1,768	551
21) 1999		+322	+12,076	+74	+12,472	1,685	496
22) 2000		+322	+12,679	+78	+13,079	1,607	446
23) 2001		+322	+13,313	+82	+13,717	1,532	401
24) 2002		+322	+13,977	+86	+14,385	1,460	361
Total						11,362	-10,690

TABLE 10-6-1 BENEFIT COST STREAMS: SECTION I (1+2)

		DISCOUNT RATE = 0.100		B-C = 1392		B/C = 1.3602		ECON. RETURN = 0.163				
		C1	C2	C1	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	BT	BTD	AGGR.
1978	0	129		129	129	129						
1979	1	93		93	80	209						
1980	2	2351		2351	1740	1949						
1981	3		9	9	6	1955	308			308	196	196
1982	4		9	9	5	1960	330			330	181	377
1983	5		9	9	4	1964	354			354	167	544
1984	6		9	9	4	1968	380			380	154	698
1985	7		9	9	3	1971	411			411	143	841
1986	8		9	9	3	1974	443			443	133	974
1987	9		9	9	2	1976	480			480	124	1098
1988	10		151	151	33	2009	524			524	116	1214
1989	11		9	9	2	2011	573			573	109	1323
1990	12		9	9	1	2012	630			630	103	1426
1991	13	741	9	750	106	2118	694			694	98	1524
1992	14		6	6	1	2119	770			770	93	1617
1993	15		6	6	1	2120	812			812	85	1702
1994	16		6	6	1	2121	857			857	77	1779
1995	17		6	6		2121	904			904	70	1849
1996	18		6	6		2121	956			956	64	1913
1997	19		6	6		2121	1010			1010	58	1971
1998	20		6	6		2121	1069			1069	53	2024
1999	21		6	6		2121	1133			1133	48	2072
2000	22		6	6		2121	1200			1200	44	2116

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

		DISCOUNT RATE = 0.100		B-C = 645		B/C = 1.2596		ECON. RETURN = 0.133				
		C1	C2	CT	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	BT	BTD	AGGR.
1978	0	129		129	129	129						
1979	1	93		93	67	211						
1980	2	2351		2351	1832	2043						
1981	3		9	9	6	2049	286			286	197	197
1982	4		9	9	5	2054	299			299	182	379
1983	5		9	9	5	2059	315			315	169	544
1984	6		9	9	4	2063	333			333	158	706
1985	7		9	9	4	2067	352			352	147	853
1986	8		9	9	3	2070	374			374	138	991
1987	9		9	9	3	2073	397			397	129	1120
1988	10		151	151	45	2116	425			425	122	1242
1989	11		9	9	2	2118	456			456	116	1358
1990	12		9	9	2	2120	491			491	110	1468
1991	13	741	9	750	146	2266	530			530	105	1573
1992	14		6	6	1	2269	578			578	101	1674
1993	15		6	6	1	2270	608			608	94	1766
1994	16		6	6	1	2271	642			642	87	1855
1995	17		6	6	1	2272	678			678	81	1936
1996	18		6	6	1	2273	716			716	76	2012
1997	19		6	6	1	2274	758			758	71	2083
1998	20		6	6		2274	801			801	66	2149
1999	21		6	6		2274	848			848	62	2211
2000	22		6	6		2274	901			901	58	2269

Note: Traffic growth rate of 5% p.a. from 1977 up to the end of the project life.

TABLE 10-6-2 BENEFIT COST STREAMS: SECTION II (3+4)

DISCOUNT RATE = 0.100 B-C = 2057 B/C = 1.9204
ECON. RETURN = 0.194

		C1	C2	CT	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	BT	BYD	AGGR.
1978	0	117		117	117	117						
1979	1	94		94	79	196						
1980	2					196						
1981	3	2345		2345	1377	1573						
1982	4	1	8	8	4	1577	374			374	184	184
1983	5	2	8	8	3	1580	402			402	166	350
1984	6	3	8	8	3	1583	431			431	149	499
1985	7	4	8	8	2	1585	464			464	134	633
1986	8	5	8	8	2	1587	503			503	122	755
1987	9	6	8	8	2	1589	546			546	111	866
1988	10	7	8	8	1	1590	595			595	101	967
1989	11	8	138	138	26	1610	648			648	92	1059
1990	12	9	8	8	1	1611	713			713	85	1144
1991	13	10	8	8	1	1612	788			788	78	1222
1992	14	11	677	685	57	1669	872			872	73	1295
1993	15	12	6	6		1669	920			920	64	1359
1994	16	13	6	6		1669	970			970	57	1416
1995	17	14	6	6		1669	1024			1024	50	1466
1996	18	15	6	6		1669	1082			1082	44	1510
1997	19	16	6	6		1669	1145			1145	39	1549
1998	20	17	6	6		1669	1211			1211	35	1584
1999	21	18	6	6		1669	1284			1284	31	1615
2000	22	19	6	6		1669	1360			1360	27	1642
2001	23	20	6	6		1669	1443			1443	24	1666

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

DISCOUNT RATE = 0.100 B-C = 1185 B/C = 1.5302
ECON. RETURN = 0.161

		C1	C2	CT	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	BT	BYD	AGGR.
1978	0	117		117	117	117						
1979	1	94		94	81	198						
1980	2					196						
1981	3	2345		2345	1497	1695						
1982	4	1	8	8	4	1699	340			340	187	187
1983	5	2	8	8	4	1703	358			358	170	357
1984	6	3	8	8	3	1706	377			377	154	511
1985	7	4	8	8	3	1709	398			398	140	651
1986	8	5	8	8	2	1711	423			423	128	779
1987	9	6	8	8	2	1713	450			450	117	896
1988	10	7	6	6	2	1715	481			481	108	1004
1989	11	8	138	138	27	1742	517			517	100	1104
1990	12	9	8	8	1	1743	557			557	93	1197
1991	13	10	8	8	1	1744	602			602	86	1283
1992	14	11	677	685	84	1828	655			655	81	1364
1993	15	12	6	6	1	1829	690			690	73	1437
1994	16	13	6	6	1	1830	727			727	66	1503
1995	17	14	6	6		1830	769			769	61	1564
1996	18	15	6	6		1830	812			812	55	1619
1997	19	16	6	6		1830	857			857	50	1669
1998	20	17	6	6		1830	908			908	46	1715
1999	21	18	6	6		1830	963			963	42	1757
2000	22	19	6	6		1830	1020			1020	38	1795
2001	23	20	6	6		1830	1081			1081	35	1830

Note: Traffic growth rate of 5% p.a. from 1977 up to the end of the project life.

TABLE 10-6-3 BENEFIT COST STREAMS: SECTION III (5+6)

DISCOUNT RATE = 0.100 B-C = 1963 B/C = 1.6823
 ECON. RETURN = 0.171

		C1	C2	CT	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	BT	BYD	AGGR.
1978	0	134		134	134	134						
1979	1	137		137	117	251						
1980	2					251						
1981	3					251						
1982	4	3411		3411	1812	2063						
1983	5		10	10	5	2068	478			478	217	217
1984	6		10	10	4	2072	512			512	198	415
1985	7		10	10	3	2075	550			550	182	597
1986	8		10	10	3	2078	593			593	167	744
1987	9		10	10	2	2080	641			641	155	919
1988	10		10	10	2	2082	695			695	143	1062
1989	11		10	10	2	2084	757			757	133	1195
1990	12		162	162	24	2108	827			827	124	1319
1991	13		10	10	1	2109	908			908	116	1435
1992	14	10	10	10	1	2110	1001			1001	109	1544
1993	15	773	10	783	73	2183	1053			1053	98	1642
1994	16		6	6		2183	1107			1107	88	1730
1995	17		6	6		2183	1166			1166	79	1809
1996	18		6	6		2183	1229			1229	71	1880
1997	19		6	6		2183	1297			1297	64	1944
1998	20		6	6		2183	1369			1369	58	2002
1999	21		6	6		2183	1447			1447	52	2054
2000	22		6	6		2183	1530			1530	47	2101
2001	23		6	6		2183	1620			1620	43	2144
2002	24	20	6	6		2183	1715			1715	39	2183

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

DISCOUNT RATE = 0.100 B-C = 949 B/C = 1.3299
 ECON. RETURN = 0.139

		C1	C2	CT	CTD	AGGR.	B1	B2	B3	BT	BYD	AGGR.
1978	0	134		134	134	134						
1979	1	137		137	120	254						
1980	2					254						
1981	3					254						
1982	4	3411		3411	2026	2280						
1983	5		10	10	5	2285	426			426	222	222
1984	6		10	10	5	2290	449			449	206	428
1985	7		10	10	4	2294	472			472	190	618
1986	8		10	10	4	2298	500			500	176	794
1987	9		10	10	3	2301	529			529	164	958
1988	10		10	10	3	2304	564			564	153	1111
1989	11		10	10	2	2306	601			601	144	1255
1990	12		162	162	34	2340	646			646	135	1390
1991	13		10	10	2	2342	695			695	128	1518
1992	14	10	10	10	2	2344	750			750	121	1639
1993	15	773	10	783	111	2455	790			790	112	1751
1994	16		6	6	1	2456	833			833	103	1854
1995	17		6	6	1	2457	876			876	96	1950
1996	18		6	6	1	2458	922			922	89	2039
1997	19		6	6	1	2459	972			972	82	2121
1998	20		6	6		2459	1026			1026	76	2197
1999	21		6	6		2459	1085			1085	70	2267
2000	22		6	6		2459	1147			1147	65	2332
2001	23		6	6		2459	1214			1214	61	2393
2002	24	20	6	6		2459	1286			1286	57	2450

Note: Traffic growth rate of 5% p.a. from 1977 up to the end of the project life.

TABLE 10-7 SENSITIVITY ANALYSIS

	Traffic Growth Rate : 7%-5%			Traffic Growth Rate : 5%		
	Economic Rate of Return (%)	B/C Ratio	1) Present Worth (LS '000)	Economic Rate of Return (%)	B/C Ratio	1) Present Worth (LS '000)
The Conclusion	19	1.93	7,058	16	1.55	4,186
If diverted and generated benefits are excluded	17	1.77	5,844	14	1.41	3,104
If the project cost is increased by 20%	16	1.61	5,542	13	1.29	2,670
If the project cost is increased by 30%	15	1.48	4,778	12	1.19	1,906
If the project cost is increased by 50%	13	1.29	3,257	10	1.03	385

Note: 1) Discounted at a rate of 10% p.a.

