

ケニア共和国

リコニクロッシング建設計画調査報告書

資料編

昭和59年4月

国際協力事業団

開一

84-046(2/2)

JICA LIBRARY



1029483[3]

ケニア共和国

リコニクロッシング建設計画調査報告書

資料編

昭和59年4月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 7. 25	407
登録No. 10554	61.5
	SDF

目 次

A. フェリーの待ち時間が無い場合の誘発率の算定	A - 1
B. 平面交差点解析	B - 1
C. 風と地震の解析	C - 1
D. 橋梁建設の工種別単価の積算	D - 1
E. 橋梁建設の工種別数量表	E - 1
F. 橋梁建設費	F - 1
G. 追加フェリーターミナルの建設費の積算	G - 1
H. 建設工程表	H - 1
I. 沈埋トンネル (T_2) の追加検討	I - 1
J. 経済分析	J - 1
K. プロジェクトの各調査段階で使用了建設単価の解説	K - 1
L. BSと日本の道路橋示方書の比較	L - 1

APPENDIX A フェリーの待時間が無い場合の誘発率の算定

橋梁が完成すれば現況フェリーは、不要になり、待ち時間もなくなる。待ち時間が無くなれば、交通サービスが向上し誘発交通が発生するであろう。この誘発交通量は、プロジェクトの有無に関連し、一般に以下の式から算定される。

$$R_{ij} = \left(\frac{D'_{ij}}{D_{ij}} \right)^{\beta} - 1$$

ここで R_{ij} : ゾーン i と j 間の誘発率

D_{ij} : プロジェクトの無い場合のゾーン i と j 間の時間距離

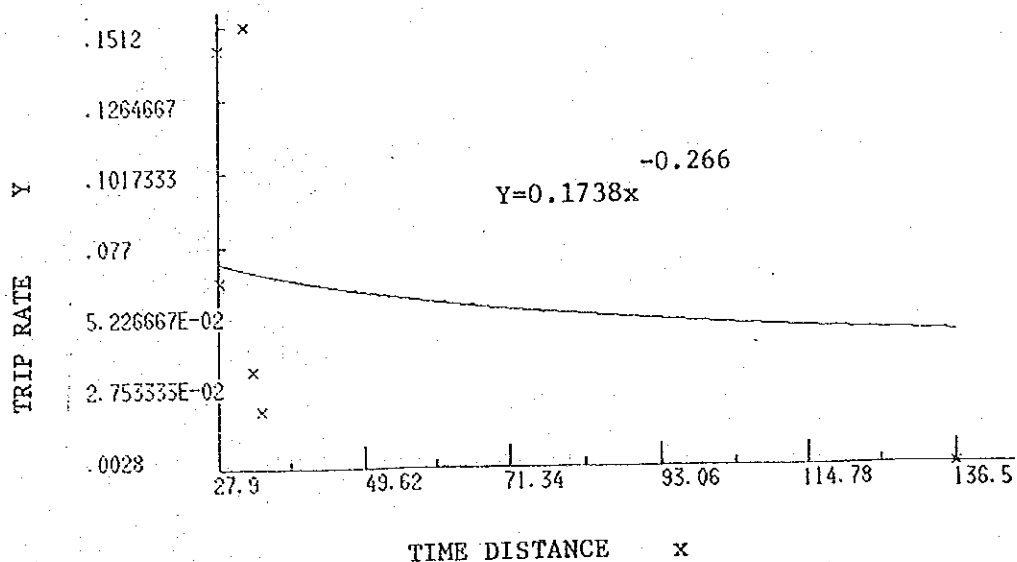
D'_{ij} : プロジェクトの有る場合のゾーン i と j 間の時間距離

β : パラメーター

上式のパラメーター β は、1983年4月の交通調査から得られた交通発生率と時間距離を用いて回帰分析により求めた。これを以下に示す。

$$Y = \text{ALPHA} \cdot X^{\text{BETA}} \quad \text{ALPHA} = .1737572 \quad \text{BETA} = -.266$$

$$R^2 = .1484041 \quad F = .6970633 \quad R = 0.37$$



プロジェクトの有無別の時間距離は、以下の表に示すように、6つのゾーンペア間の時間距離にウェイト付けして計算した。

Zones From Likoni, Kwale	Present Traffic Potential (ADT in 1983) Tij	Present Time Distance (Min. 1983) Dij	Time Dis- tance With Project D'ij	Zonal Perir Gravity Pi x Pj (Population in 1979, 1000)	Trip Rate R= Tij÷ (PixPj)
Island North	609	33.1	12.7	329x 52=17,108	0.0356
Island South	193	28.1	10.7	329x 9= 2,961	0.0652
Port Industry	1,492	31.9	12.5	329x 30= 9,870	0.1512
Town Center	2,263	27.9	7.5	329x 48=15,792	0.1433
West Mainland	593	34.5	14.5	329x 82=26,978	0.02198
North Mainland	471	136.5	116.1	329x511=168,119	0.00280
Weighted average	(5,621)	39.33	19.34	-	-

以上から誘発率は、2 0. 8 ㊯と算定した。

$$R_{ij} = \left(\frac{19.34}{39.33} \right)^{-0.266} - 1 = 0.208$$

APPENDIX B 平面交差点解析

Fig. B-1 TRAFFIC DEMAND FOR INTERSECTION

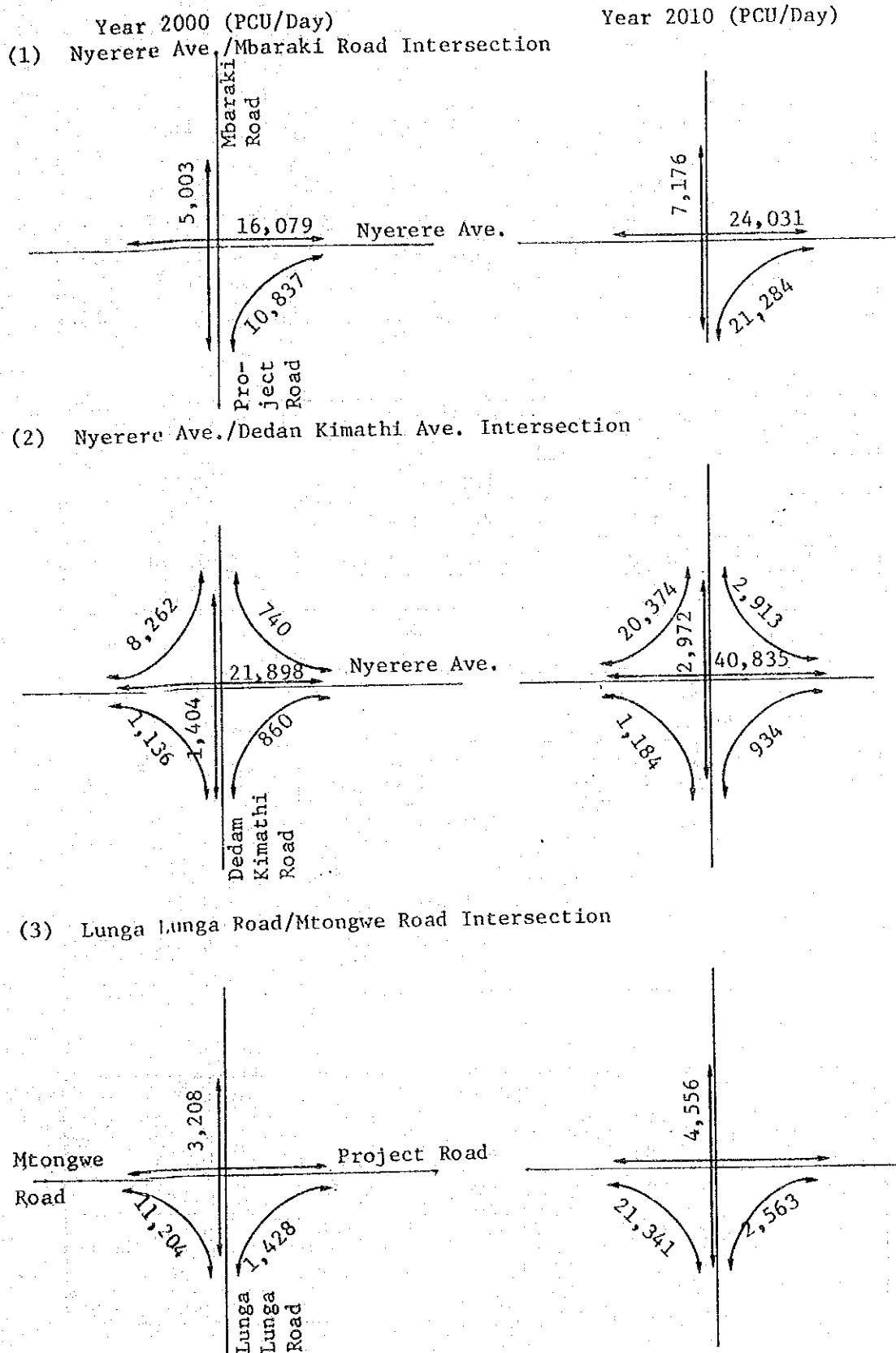


Table B-2 INTERSECTION TRAFFIC ANALYSIS

(1) Nyerere Ave./Mbaraki Road Intersection

Year 2000

Signal Phase	Traffic Demand: V (Veh./hr)	Capacity: C (Veh./hr)	Saturation Rate V/C
I	1,061	$1,800 \times 2 = 3,600$	0.295
II	330	$1,800 \times 1 = 1,800$	0.183
III	715	$1,200 \times 2 = 2,400$	0.298
			$\Sigma = 0.776 < 0.9$

Year 2010

Signal Phase	Traffic Demand: V (Veh./hr)	Capacity: C (Veh./hr)	Saturation Rate V/C
I	1,586	$1,800 \times 2 = 3,600$	0.441
II	474	$1,800 \times 2 = 3,600$	0.132
III	1,405	$1,200 \times 3 = 3,600$	0.390
			$\Sigma = 0.963 > 0.9$

(2) Nyerere Ave./Dedan Kimathi Ave. Intersection

Year 2000

Signal Phase	Traffic Demand: V (Veh./hr)	Capacity: C (Veh./hr)	Saturation Rate V/C
I	1,445	$1,800 \times 2 = 3,600$	0.401
II	75	$1,200 \times 1 = 1,200$	0.063
III	93	$1,800 \times 1 = 1,800$	0.053
IV	575	$1,200 \times 2 = 2,400$	0.240
			$\Sigma = 0.76 < 0.9$

Year 2010

Signal Phase	Traffic Demand: V (Veh./hr)	Capacity: C (Veh./hr)	Saturation Rate V/C
I	2,695	$1,800 \times 4 = 7,200$	0.374
II	192	$1,200 \times 2 = 2,400$	0.080
III	192	$1,800 \times 2 = 3,600$	0.053
IV	1,345	$1,200 \times 2 = 2,400$	0.560
			$\Sigma = 1.067 > 0.9$

(3) Lunga Lunga Road/Mtongwe Road Intersection

Year 2000

Signal Phase	Traffic Demand: V (Veh./hr)	Capacity: C (Veh./hr)	Saturation Rate V/C
I			
II	$212 + 94 = 306$	$1,800 \times 0.615$ $= 1,107$	0.276
III	739	$1,200 \times 1 = 1,200$	0.616
IV	94*	$1,200 \times 1 = 1,200$	0.078*
			$\Sigma = 0.896 < 0.9$

Note: * Traffic is treated by an additional lane.

APPENDIX C 風と地震の解析

1. 風

1) 月間平均風速

月間平均風速は、 $4 \sim 5 \text{ m / 秒}$ である。日中は、海風が卓越しており、特に午後には 15 m / 秒 に達する風が吹く。又、日中の平均風速は、以下に示すように $8 \sim 10 \text{ m / 秒}$ である。

Mombasa Town

Latitude $04^{\circ} 03' \text{ S}$

Longitude $39^{\circ} 39' \text{ E}$

Altitude 52 feet (16 m)

Month	Average Wind Speed (Knots)	
	06:00 G.M.T.	12:00 G.M.T.
January	5	11
February	4	10
March	3	9
April	3	8
May	4	8
June	5	10
July	5	9
August	5	9
September	5	9
October	5	9
November	3	9
December	4	9
Year	4	9

Note: Kenya Standard Time = G.M.T. plus three hours.

$1 \text{ m/sec} = 2.237 \text{ Knots}$

$1 \text{ Knots} = 0.447 \text{ m/sec}$

The wind speed is measured at 10 meters above ground level.

風向は、11月～3月の間主に東から、4月～10月は、南から吹いている。

2) 突 風

下表に25年、50年及び100年周期の平均3秒間の突風である。

Station Name Ras Serani at East End of Mombasa Is.		
No. of Years of Record		5(1967 ~ 71)
Return Period (Years)	25	25.9 m/sec
"	50	28.1 m/sec
"	100	30.3 m/sec

上表の内、橋梁計画に対して、最大風速を採用した。又計画橋梁の高さが高いので、風の高さ方向の割増を考慮した。

2. 地 震

1) 地震の記録とゾーン区分

ナイロビ大学のルーブキン教授の“ケニアの有感地震報告書(1969~1982)”によると、当調査地域には、地震がある。

モンバサは、以下に示すように地震区分Ⅳに分類されており、1969~1982年に28回の地震記録がある。

Number of Earthquake							
Zone	Maximum intensities observed						
	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III-II
1892 - 1969	1*	0	3**	28	128	382	Numerous

* The Subukia Valley a earthquake on 6th January 1928

** The Suguta River earthquake in 1924

The local earthquake in Nairobi in 1933

Toro earthquake with episentre in Uganda 1956.

ゾーン区分図を図C-1に示した。又この説明を以下に述べる。

同上報告書によると、各区分地域の構造物等と与える影響について以下に要約した。

ゾーン

地震の影響

- IX. Damage considerable in specially designed structures; well-designed frame structures thrown out of plumb; great in substantial buildings, with partial collapse. Buildings shifted off foundations. Underground pipes broken. (These effects are believed to obtain only locally in Zone VIII-IX,

shown in the seismic Zoning map).

- VIII. Damage slight in specially designed structures; considerable in ordinary substantial buildigs with partial collapse; great in poorly built structures. Panel walls thrown out of frame structures. Fall of chimneys, factory stacks, columes, monuments, walls.
- VII. Damage negligible in buildings of good design and construction; slight to moderate in well-built ordinary structures; considerable in poorly built or badly designed structures. Some chimneys broken.
- VI. A few instances of fallen plaster or damaged chimneys. Damage slight.
- V. A few instance of cracked plaster.

強度 V は、ケニアで発生した被害の最低値を示している。表 C-1 に、メルカリ法による強度区分を示した。

2) 耐震設計

構造物の詳細設計に到る前に、震度と構造物の計画についての関係を明確にする必要がある。この点について、ケニアの耐震設計の基準があり、これが参考となる。ケニアの設計指針を表 C-2 に示した。

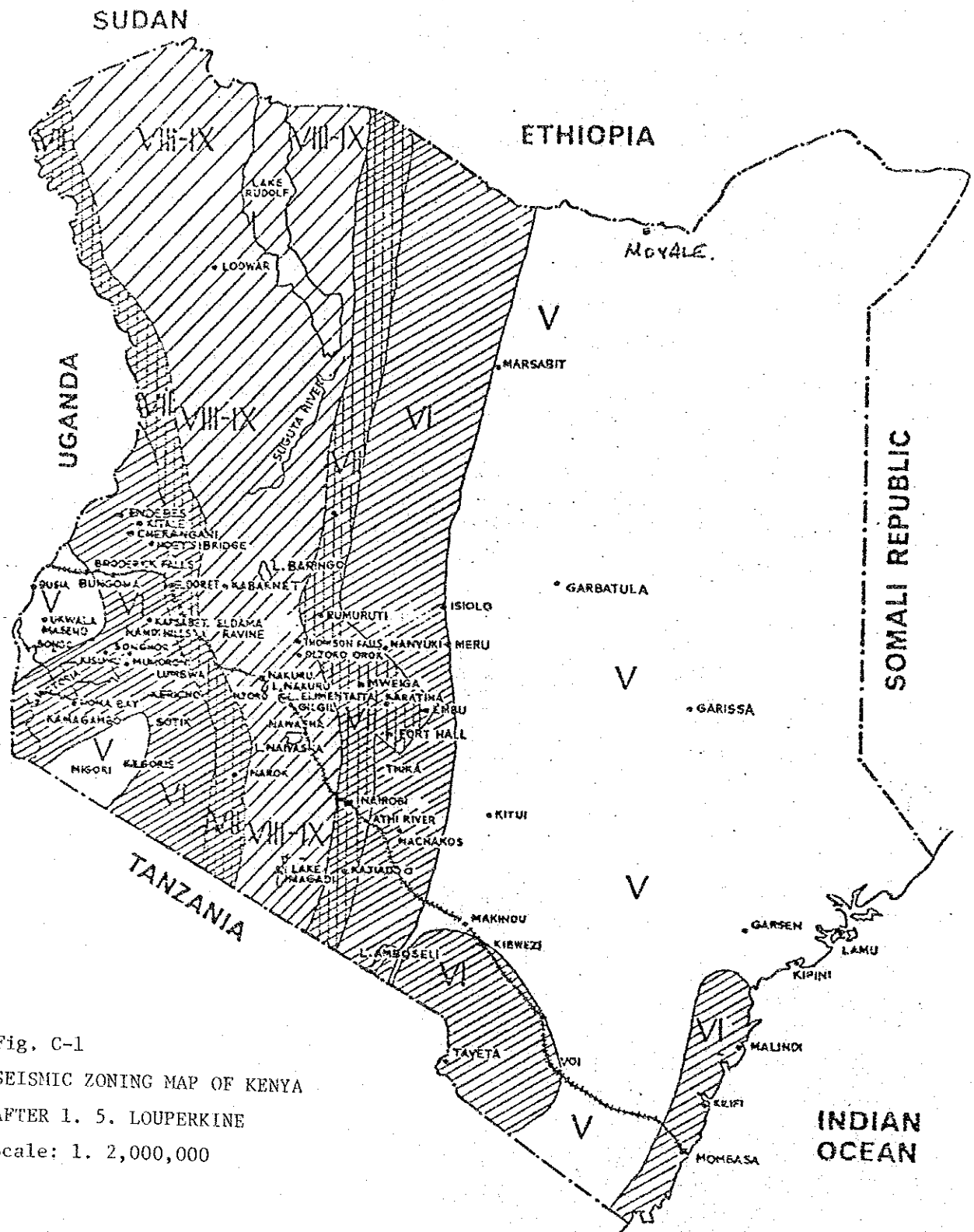


Fig. C-1
SEISMIC ZONING MAP OF KENYA
AFTER 1. 5. LOUPERKINE
Scale: 1. 2,000,000

Table C-1 MODIFIED MERCALLI SCALE

Intensity Scale	Modified Mercalli Scale (Wood and Neumann, 1931)	Seismic Intensity (gal)
I.	Not felt except by a very few under specially favourable circumstances. (Rossi-Forrel scale)	0.5-1.0
II.	Felt only by a few persons at rest, especially on upper floors of buildings. Delicately suspended objects may swing.	1.0-2.1
III.	Felt quite noticeable indoors, especially on upper floors at buildings, but many people do not recognize it as an earthquake. Standing motor-cars may rock slightly. Vibration like passing of truck. Duration estimated.	2.1-5.0
IV.	During the day felt indoors by many, outdoors by few. At night some awakened. Dishes, windows, doors disturbed; walls make creaking sound. Sensation like heavy truck striking building. Standing motor-cars rock noticeably.	5.0-10.0
V.	Felt by nearly everyone, many awakened. Some Dishes, windows, etc., broken; a few instance of craked plaster; unstable objects overturned. Disturbances of trees, poles and other tall objects sometimes noticed. Pendulum clocks may stop.	10.0-21.0
VI.	Felt by all many frightened and run outdoors. Some heavy furniture moved; a few instances of fallen plaster or damaged chimneys. Damage slight.	20.0-44.0
VII.	Everybody runs outdoors. Damage negligible in buildings of good design and construction; slight to moderate in well-built ordinary structures; some chimneys broken. Noticed by persons driving motor-cars.	44.0-94.0
VIII.	Damage slight in specially designed structures; considerable in ordinary substantial buildings with partial collapse; great in poorly built structures. Panel walls thrown out of frame structures: Fall of chimneys, factory stacks, columns, monuments, walls. Heavy furniture overturned. Sand and mud ejected in small amounts. Changes in well water. Persons driving motor-cars disturbed.	94.0-202.0
IX.	Damage considerable in specially designed structures; well-designed frame structures thrown out of plumb; great in substantial buildings, with partial collapse. Buildings shifted off foundations. Ground cracked conspicuously. Underground pipes broken.	202.0-432.0

X.	Some well-built wooden structures destroyed; most masonry and frame structures destroyed with foundations; ground badly cracked. Rails bent. Considerable landslides from river-banks and steep slopes. Shifted sand mud. Water splashed (slopped) over banks.	more than 432.0
XI.	Few, if any, (masonry) structures remain standing. Bridges destroyed. Broad fissures in ground. Underground pipelines ruptured. Earth slumps and landslips in soft ground. Rails bent greatly.	
XII.	Damage total. Waves seen on ground surface. Lines of sight and level distorted. Objects thrown upward into air.	

Table C-2 TABLE RELATING SEISMIC DESIGN TO TYPES & USAGES OF BUILDINGS

TYPE OF STRUCTURE & USAGE CLASS.		ZONE V			ZONE VI			ZONE VII		ZONE VIII - IX	
		SEISMIC DESIGN REQUIRED	LIMITING STOREYS OR HEIGHT.	SEISMIC DESIGN REQUIRED	LIMITING STOREYS OR HEIGHT.	SEISMIC DESIGN REQUIRED	LIMITING STOREYS OR HEIGHT	SEISMIC DESIGN REQUIRED	LIMITING STOREYS OR HEIGHT		
R.C., Steel, etc.	Class A	No	No limit	No Unless 12 storeys or over	No limit	No Unless 6 storeys or over	No limit		Yes	No limit, but special provisions	
	Class B	No	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats	No	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats	No	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats	Yes if 3-4 storeys	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats		
(Flexible or Rigid)	Class C	No	No limit	No	No limit	Depends on use and importance and level of damage acceptable. At Engineer's discretion.					
	Class D	No	2 storeys	No	2 storeys	No	2 storeys	No	2 storeys	2 storeys	
Load	Class A	No	No limit	Yes	Not more than four storeys	Yes	Not more than three storeys	Yes	Yes	Not more than two storeys	
	Class B	No	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats	Yes	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats	Yes	3 storeys for offices, hotels etc. 4 storeys for flats	Yes	Yes	Not more than 3 storeys in all cases	
Bearing Walls	Class C	No	Not over 3 storeys	No	Not over 3 storeys	Load bearing walls for installations not recommended over 2 storeys. At Engineer's discretion.					
	Class D	No	3 storeys	No	3 storeys	Yes	3 storeys	Yes	Yes	2 storeys	
Class E		No control of domestic buildings in Rural areas is envisaged, but buildings over 3 storeys should be discouraged, because of likely poor design and construction.									

Note: Where "Seismic Design" is referred to this means:
 In case of Framed Buildings - Engineering Computation of effect of forces on frame as
 recommended in this Code.
 " " " Load Bearing - Compliance with particular Recommendations in this Code.

APPENDIX D 橋梁建設の工種別単価の積算

P.C MAIN BRIDGE

H = 73.2 M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Concrete	σck = 350 kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	68	232	300
		Reinforce- ment	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	7,386	57,114	64,500
		P.C Cable	SWPR	Ton	12,883	97,117	110,000
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR	Ton	16,150	122,550	138,700
	Erection & Equipment	-	-	L.S	5,532,000	33,432,000	38,964,000
Tower	Tower	Concrete	σck = 350 kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforce- ment	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Erection & Equipment	-	-	L.S	1,338,000	7,862,000	9,200,000
Substructure & Footing	Body & Foot- ing	Concrete	σck = 300 kg/cm ²	CU.M	960	690	1,650
			σck = 240 kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforce- ment	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D ø3.0m	L.M	13,800	53,900	67,700
	Shoe	Tefron	800x800x150	No	14,000	56,000	70,000
		Roller		Ton	12,377	95,923	108,300
		Expansion Joint	Demag	L.M	37,900	151,700	189,600
Temporary & Other Works				L.S	22,709	128,686	151,395

P.C MAIN BRIDGE
H = 45^M, PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Concrete	ock = 350 kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	68	232	300
		Reinforce- ment	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	7,386	57,114	64,500
		P.C Cable	SWPR	Ton	12,883	97,117	110,000
	Stayed Cable	P.C cable	SWPR	Ton	16,150	122,550	138,700
	Erection & Equipment	-	-	L.S	3,322,000	18,824,000	22,146,000
Tower	Tower	Concrete	ock = 350 kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Erection & Equipment	-	-	L.S	1,008,000	5,714,000	6,722,000
Substructure & Footing	Body & Foot- ing	Concrete	ock = 300 kg/cm ²	CU.M	960	690	1,650
			ock = 240 kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	Cost-in-Place Pile	R.C.D ϕ 3.0m	L.M.	13,800	53,900	67,700
	Shoe	TeFron		No	14,000	56,000	70,000
		Roller		Ton	12,377	95,923	108,300
	Expansion Joint			L.M	37,900	151,700	189,600
Temporary & Other Works				L.S	16,540,000	93,731,000	110,271,000

STEEL MAIN BRIDGE
H = 73.2M, PHASE-I

Work Item		Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
				L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	SS41, SM50Y	Ton	5,310	21,240	26,550
		HTB (F10T)	Ton	6,260	25,040	31,300
	Shoe	Roller	Ton	12,377	95,923	108,300
	Stayed Cable	SWPR	Ton	16,150	122,500	138,700
	Expansion Joint	Demag	L.M	37,900	151,700	189,600
	Erection, Equipment		L.S	5,922,000	38,739,000	44,661,000
Tower	Tower	SS41, SM50Y & SM58	Ton	5,480	21,920	27,400
		HTB (F10T)	Ton	6,260	25,040	31,300
	Erection, Equipment		L.S	1,940,000	12,687,000	14,627,000
Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	960	690	1,650
		$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	900	650	1,550
	Form	Steel	SQ.M	80	270	350
	Reinforcement	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	R.C.D ϕ 3 m	L.M	13,800	53,900	67,700
Others	Temporary & Other Works		L.S			
Total						

STEEL MAIN BRIDGE
H = 55M, PHASE-I & II

Work Item		Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
				L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	SS41, SM50Y	Ton	6,000	24,000	30,000
		HTB (F10T)	Ton	6,260	25,040	31,300
	Shoe	Roller	Ton	12,377	95,923	108,300
	Stayed Cable	SWPR	Ton	16,150	122,550	138,700
	Expansion Joint	Demag	L.M	37,900	151,700	189,600
	Erection, Equipment		L.S	5,910,000	29,135,000	35,045,000
Tower	Tower	SS41, SM50Y & SM58	Ton	6,080	24,320	30,400
		HTB (F10T)	Ton	6,260	25,040	31,300
	Erection, Equipment		L.S	1,862,000	9,296,000	11,158,000
Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	960	690	1,650
		$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	900	650	1,550
	Form	Steel	SQ.M	80	270	350
	Reinforcement	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	R.C.D ϕ 3 m	L.M	13,800	53,900	67,700
Others	Temporary & Other Works		L.S			
Total						

STEEL MAIN BRIDGE

H = 45^M, PHASE-I & II

Work Item		Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
				L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	SS41, SM50Y	Ton	6,000	24,000	30,000
		HTB (F10T)	Ton	6,260	25,040	31,300
	Shoe	Roller	Ton	12,377	95,923	108,300
	Stayed Cable	SWPR	Ton	16,150	122,550	138,700
	Expansion Joint	Demag	L.M	37,900	151,700	189,600
	Erection, Equipment		L.S	6,639,000	28,406,000	35,045,000
Tower	Tower	SS41, SM50Y & SM58	Ton	6,080	24,320	30,400
		HTB (F10T)	Ton	6,260	25,040	31,300
	Erection, Equipment		L.S	2,107,000	9,051,000	11,158,000
Substructure	Concrete	σck = 300 kg/cm ²	CU.M	960	690	1,650
		σck = 240 kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
	Form	Steel	SQ.M	80	270	350
	Reinforcement	SD30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	R.C.D φ 3 m	L.M	13,800	53,900	67,700
Others	Temporary & Other Works		L.S			
Total						

APPROACH BRIDGE
H = 73.2 M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Post- Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	75	245	320
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR	Ton	12,883	97,117	110,000
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	68	232	300
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	7,386	57,114	64,500
		Erection & Equipment		L.S	11,851,000	67,162,000	79,013,000
Substructure	Body & Foot- ing	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	Case-in Place Pile	R.C.D $\phi 3.0$	L.M	13,800	53,900	67,700
			$\phi 2.5$	L.M	11,800	46,200	58,000
			$\phi 2.0$	L.M	9,860	38,540	48,400
	Shoe	B.P		Ton	3,250	13,001	16,251
		Rubber	R65	No	1,400	5,600	7,000
			R45	No	1,160	4,640	5,800
	Expansion Joint	Rubber		L.M	2,840	11,360	14,200
	Temporary & Other Works			L.S	20,079	113,778	133,857

APPROACH BRIDGE
H = 73.2 M, PHASE-II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Post-Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	75	245	320
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR	Ton	12,883	97,117	110,000
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	68	232	300
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
Substructure	Body & Footing	P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	7,386	57,114	64,500
		Erection & Equipment		L.S	23,517,000	133,261,000	156,778,000
	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	Cast-in Place Pile	R.C.D $\phi 3.0$	L.M	13,800	53,900	67,700
			$\phi 2.5$	L.M	11,800	46,200	58,000
			$\phi 2.0$	L.M	9,860	38,540	48,400
	Shoe	B.P.		Ton	3,250	13,001	16,251
		Rubber	R65	No	1,400	5,600	7,000
			R45	No	1,160	4,640	5,800
	Expansion Joint	Rubber		L.M	2,840	11,360	14,200
		Temporary & Other Works		L.S	36,626,000	207,551,000	244,177,000

APPROACH BRIDGE
H = 45^M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Post-Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	75	245	320
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
		P.C Cable	SWPR	Ton	12,883	97,117	110,000
	P.C Rigid Frame	Concrete	$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	-	-	-
		Form	Steel	SQ.M	-	-	-
		Reinforcement	SD 30	Ton	-	-	-
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	-	-	-
	Erection & Equipment			L.S	1,646,000	9,328,000	10,974,000
Substructure	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D $\phi 3.0\text{m}$	L.M	-	-	-
			$\phi 2.5$	L.M	-	-	-
			$\phi 2.0$	L.M	-	-	-
	Shoe	B.P Rubber		Ton	3,250	13,001	16,251
			R75	No	1,480	5,920	7,400
			R65	No	1,400	5,600	7,000
			R55	No	1,280	5,120	6,400
			R45	No	1,160	4,640	5,800
	Expansion Joint			L.M	2,840	11,360	14,200
Temporary & Other Works				L.S	7,425,000	42,074,000	49,499,000

APPROACH BRIDGE
H = 45M, PHASE-II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Unit Cost (K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	σck = 240 kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Post- Tensioned T-Girder	Concrete	σck = 350 kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	75	245	320
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
		P.C Cable	SWPR	Ton	12,883	97,117	110,000
	P.C Rigid Frame	Concrete	σck = 350 kg/cm ²	CU.M	930	750	1,680
		Form	Steel	SQ.M	68	232	1,300
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	7,386	57,114	64,500
	Erection & Equipment			L.S	1,925,000	10,907,000	12,832,000
Substructure	Body & Foot- ing	Concrete	σck = 240 kg/cm ²	CU.M	900	650	1,550
		Form	Steel	SQ.M	80	270	350
		Reinforcement	SD 30	Ton	2,387	11,833	14,220
	Pile Foundation	Case-in-Place Pile	R.C.D φ3.0m	L.M	13,800	53,900	67,700
			φ2.5	L.M	11,800	46,200	58,000
			φ2.0	L.M	9,860	38,540	48,000
	Shoe	B.P Rubber		Ton	3,250	13,001	16,251
			R75	No	1,480	5,920	7,400
			R65	No	1,400	5,600	7,000
			R55	No	1,280	5,120	6,400
			R45	No	1,160	4,640	5,800
	Expansion Joint			L.M	2,840	11,360	14,200
	Temporary & Other Works			L.S	13,233,000	74,989,000	88,222,000

APPENDIX E 橋梁建設の工種別数量表

P.C MAIN BRIDGE

H = 73.2M, PHASE-I

Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantities Phase-I	
Superstructure	Main Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	16,335	
		Form	Steel	SQ.M	61,511	
		Reinforcement	SD30	Ton	1,960	
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	338	
		P.C Cable	SWPR	Ton	218	
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR	Ton	1,345	
	Erection & Equipment	-	-	L.S	1	
Tower	Tower	Concrete	$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	9,168	
		Form	Steel	SQ.M	8,220	
		Reinforcement	SD30	Ton	642	
	Erection & Equipment	-	-	L.S	1	
Substructure & Foundation	Body and Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	22,115	
		Footing	$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	13,208	
		Form	Steel	SQ.M	20,475	
		Reinforcement	SD30	Ton	3,578	
		Cast-in-Place Pile	R.C.D ϕ 3.0 m	L.M	2,960	
	Pile Foundation					
	Shoe	Tefron	800 x 800 x 150	No	8	
		Roller	16 No	Ton	30	
Expansion Joint	Demag		L.M	48		

P.C MAIN BRIDGE
H = 45^M, PHASE-I & II

Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantities Phase-I&II
Superstructure	Main Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	11,286
		Form	Steel	SQ.M	39,743
		Reinforcement	SD30	Ton	1,354
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	225
		P.C Cable	SWPR	Ton	151
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR	Ton	966
	Erection & Equipment	-	-	L.S	1
Tower	Tower	Concrete	$\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	5,558
		Form	Steel	SQ.M	6,380
		Reinforcement	SD30	Ton	389
	Erection & Equipment	-	-	L.S	1
Substructure & Foundation	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	7,508
			$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	5,552
	Pile Foundation	Form	Steel	SQ.M	9,846
		Reinforcement	SD30	Ton	1,280
		Cast-in-Place Pile	R.C.D ϕ 3.0 m	L.M	1,920
	Shoe	Tefron	800 x 800 x 150	No	8
		Roller	12NOS	Ton	23.2
	Expansion Joint	Demag		L.M	22

STEEL MAIN BRIDGE
H = 73.2 M

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantity		Remarks
					Phase-I	Phase-II	
Superstructure	Main Girder	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y	Ton	8,221	-	
		HTB	F10T	Ton	393	-	
	Shoe	Roller		Ton	109	-	
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR	Ton	788	-	
	Expansion Joint	Demag		L.M	48	-	
	Erection Equipment			L.S	1	-	
Tower	Tower	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y & SM58	Ton	2,962	-	
		HTB	F10t	Ton	153	-	
	Erection & Equipment			L.S	1	-	
Substructure & Foundation	Body & Footing	Concrete	$\delta_{ck} = 300$ kg/cm ²	CU.M	17,830	-	
			$\delta_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	5,792	-	
		Form	Steel	SQ.M	17,068	-	
		Reinforcement	SD30	Ton	2,577	-	
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D ϕ 3.0m	L.M	1,920	-	

STEEL MAIN BRIDGE
H = 55^M, PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantity		Remarks
					Phase-I	Phase-II	
Superstructure	Main Girder	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y	Ton	6,754	6,754	
		HTB	F10T	Ton	300	300	
	Shoe	Roller		Ton	85	85	
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR	Ton	465	465	
	Expansion Joint	Demag		L.M	22	22	
	Erection & Equipment			L.S	1	1	
Tower	Tower	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y & SM58	Ton	2,432	2,432	
		HTB	F10T	Ton	125	125	
	Erection & Equipment			L.S	1	1	
Substructure & Foundation	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300$ kg/cm ²	CU.M	8,428	8,428	
			$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	4,128	4,128	
		Form	Steel	SQ.M	12,238	12,238	
		Reinforcement	SD30	Ton	1,303	1,303	
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D ϕ 3.0m	L.M	1,440	1,440	

STEEL MAIN BRIDGE
H = 45^M, PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantity		Remarks
					Phase-I	Phase-II	
Superstructure	Main Girder	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y	Ton	6,754	6,754	
		HTB	F10T	Ton	300	300	
	Shoe	Roller		Ton	85	85	
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR	Ton	465	465	
	Expansion Joing	Demag		L.M	22	22	
	Erection & Equipment			L.S	1	1	
Tower	Tower	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y & SM58	Ton	2,432	2,432	
		HTB	F10T	Ton	125	125	
	Erection & Equipment			L.S	1	1	
Substructure & Foundation	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	6,792	6,792	
			$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	CU.M	4,128	4,128	
		Form	Steel	SQ.M	8,566	8,566	
		Reinforce-ment	SD30	Ton	1,098	1,098	
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D $\phi 3.0\text{m}$	L.M	1,440	1,440	

APPROACH BRIDGE
H = 73.2 M, PHASE-I&II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantity		Remarks
					Phase-I	Phase-II	
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	ock = 240 kg/cm ²	CU.M	1,963	9,790	
		Form	Steel	SQ.M	4,446	22,173	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	363	1,811	
	Post-Tention T-Girder	Concrete	ock = 350 kg/cm ²	CU.M	3,415	5,572	
		Form	Steel	SQ.M	19,911	31,969	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	388	653	
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR	Ton	171	294	
		Concrete	ock = 350 kg/cm ²	CU.M	13,397	21,592	
		Form	Steel	SQ.M	41,776	69,720	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	1,600	2,579	
		P.C Rod	SBPR 95/120	Ton	1,123	1,693	
Substructure	Main Body	Concrete	ock = 240 kg/cm ²	CU.M	20,821	41,706	
		Form	Steel	SQ.M	29,298	56,436	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	1,818	3,192	
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D ϕ 3.0 m	L.M	910	910	
			ϕ 2.5	L.M	560	1,330	
			ϕ 2.6	L.M	420	1,140	
	Shoe	B.P		Ton	25.5	28.5	
		Rubber	R65t	No	156	324	
			R45t	No	276	852	
	Expansion Joint	Rubber		L.M	488	1,166	

APPROACH BRIDGE
H = 45M, PHAST-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Quantity		Remarks
					Phase-I	Phase-II	
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	3,946	5,394	
		Form	Steel	SQ.M	8,938	12,217	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	730	998	
	Post-Tension T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²	CU.M	4,962	5,135	
		Form	Steel	SQ.M	28,881	29,297	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	561	606	
	P.C Cable	SWPR	Ton	242	268		
	P.C Rigid Frame	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²	CU.M	-	2,500	
		Form	Steel	SQ.M	-	8,733	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	-	299	
P.C Rod		SBPR 95/120	Ton	-	168		
Substructure	Main Body	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²	CU.M	10,753	14,111	
		Form	Steel	SQ.M	10,254	15,401	
		Reinforce- ment	SD 30	Ton	749	1,020	
	Pile Foundation	Cast-in-Place Pile	R.C.D $\phi 3.0m$	L.M	0	280	
			$\phi 2.5$	L.M	0	0	
			$\phi 2.6$	L.M	0	140	
	Shoe	B.P		Ton	8.6	2.5	
		Rubber	R75t	No	60	90	
			R65t	No	168	240	
			R55t	No	0	24	
	R45t		No	156	372		
	Expansion Joint	Rubber		L.M	330	605	

APPENDIX F 橋梁建設費

(1) P.C MAIN BRIDGE CASE

(Unit: 1,000 K.Shs.)

Navigation Clearance & Phase		Approach Bridge		Main Bridge		Total Cost	
		L.C	F.C	L.C	F.C	L.C	F.C
73.2 ^M	Phase-I	116,425	465,699	172,275	689,101	288,700	1,163,800
	II	212,373	849,490	-	-	212,373	849,490
	Sub-Total	328,798	1,315,189	172,275	689,101	501,073	2,004,290
	Total	1,643,987		861,376		2,505,363	
55 ^M	Phase-I	55,568	222,276	113,380	453,521	168,949	675,796
	-II	81,658	326,630	113,380	453,521	195,038	780,151
	Sub-Total	137,226	548,906	226,760	907,042	363,987	1,455,947
	Total	686,132		1,133,802		1,819,934	
45 ^M	Phase-I	34,107	136,424	110,271	441,083	144,377	577,508
	-II	55,980	223,922	110,271	441,083	166,251	665,005
	Sub-Total	90,087	360,346	220,542	882,166	310,628	1,242,513
	Total	450,433		1,102,708		1,553,141	

(2) STEEL MAIN BRIDGE CASE

(Unit: 1,000 K.Shs.)

Navigation Clearance & Phase		Approach Bridge		Main Bridge		Total Cost	
		L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.
73.2m	Phase-I	116,425	465,699	179,252	717,008	295,677	1,182,707
	" II	212,373	849,490	-	-	212,373	849,490
	Sub-Total	328,798	1,315,189	179,252	717,008	508,050	2,032,197
	Total	1,643,987		896,260		2,540,247	
55m	Phase-I	55,568	22,276	138,634	554,536	194,202	776,812
	" II	81,658	326,630	138,634	554,536	220,292	881,166
	Sub-Total	137,226	548,906	277,268	1,109,072	414,494	1,657,978
	Total	686,132		1,386,340		2,072,472	
45m	Phase-I	34,107	136,424	136,909	547,637	171,016	684,061
	" II	55,980	223,922	136,909	547,637	192,889	771,559
	Sub total	90,087	360,346	273,818	1,095,274	363,905	1,455,620
	Total	450,433		1,369,092		1,819,525	

P.C MAIN BRIDGE
H = 73.2M , PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		15,192	12,251	27,443
		Form	Steel		4,182	14,271	18,453
		Reinforce- ment	SD30		4,678	23,193	27,871
		P.C. Rod	SBPR 95/120		2,496	19,305	21,801
		P.C Cable	SWPR		2,808	21,172	23,980
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR		21,722	164,830	186,552
Tower	Erection & Equipment				5,532	33,432	38,964
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		8,526	6,876	15,402
		Form	Steel		658	2,219	2,877
		Reinforce- ment	SD30		1,532	7,597	9,129
	Erection & Equipment				1,338	7,862	9,200
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 300$ kg/cm ² $\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		21,231	15,259	36,490
		Form	Steel		11,887	8,585	20,472
		Reinforce- ment	SD30		1,638	5,528	7,166
		Cast-in- place Pile	R.C.D ϕ 3.0m		8,541	42,338	50,879
	Foundation				40,848	159,544	200,392
Other	Shoe	Tefron	800x800x150		112	448	560
	Expansion Joint	Roller			371	2,878	3,249
		Demag			1,819	7,282	9,101
	Temporary & Other Works				22,709	128,686	151,395
Total					172,275	689,101	861,376

P.C MAIN BRIDGE
H = 55 , PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Concrete	ock = 350 kg/cm ²		10,495	8,465	18,960
		Form	Steel		2,703	9,220	11,923
		Reinforce- ment	SD30		3,232	16,022	19,254
		P.C Rod	SBPR 95/120		1,662	12,851	14,513
		P.C Cable	SWPR		1,945	14,665	16,610
		Stayed Cable	SWPR		15,601	118,383	133,984
	Erection & Equipment				3,368	20,351	23,719
Tower	Tower	Concrete	ock = 350 kg/cm ²		5,168	4,169	9,337
		From	Steel		510	1,723	2,233
		Reinforce- ment	SD30		929	4,603	5,532
	Erection & Equipment				1,050	6,150	7,200
Substructure	Substructure	Concrete	ock = 300 kg/cm ² ock = 240 kg/cm ²		9,700	6,972	16,672
					4,997	3,609	8,606
		Form	Steel		1,120	3,778	4,898
		Reinforce- ment	SD30		3,836	19,016	22,852
	Foundation	Cast-in- place Pile	R.C.D ø3.0m		26,496	103,488	129,984
Other	Shoe	Tefron	800x800x150		112	448	560
		Roller			287	2,226	2,513
	Expansion Joint	Demag			834	3,337	4,171
	Temporary & Other Works						
						17,007	96,373
Total					113,380	453,521	566,901

P.C MAIN BRIDGE
H = 45^m, PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		10,495	8,465	18,960
		Form	Steel		2,703	9,220	11,923
		Reinforce- ment	SD30		3,232	16,022	19,254
		P.C Rod	SBPR 95/120		1,662	12,851	14,513
		P.C Cable	SWPR		1,945	14,665	16,610
		Stayed Cable	SWPR		15,601	118,383	133,984
	Erection & Equipment				3,322	18,824	22,146
Tower	Tower	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		5,169	4,168	9,337
		Form	Steel		510	1,723	2,233
		Reinforce- ment	SD30		928	4,603	5,531
	Erection & Equipment				1,008	5,714	6,722
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		7,207	5,181	12,388
			$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		4,997	3,609	8,606
		Form	Steel		788	2,658	3,446
		Reinforce- ment	SD30		3,055	15,147	18,202
	Foundation	Cast-in- place Pile	R.C.D ϕ 3.0m		26,496	103,488	129,984
Other	Shoe	Tefron	800x800x150		112	448	560
		Roller			287	2,226	2,513
		Demag			834	3,337	4,171
	Temporary & Other Works				16,540	93,731	110,271
Total					110,271	441,083	551,354

STEEL MAIN BRIDGE
H = 73.2^M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Steel	SS41, SM50Y		43,654	174,614	218,268
		HTB	FIOT		2,460	9,841	12,301
	Shoe	Roller			1,349	10,456	11,805
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR		12,726	96,570	109,296
	Expansion Joint	Demag			1,819	7,282	9,101
					5,922	38,739	44,661
Tower	Tower	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y & SM58		16,232	64,927	81,159
		HTB	FIOT		958	3,831	4,789
	Erection & Equipment				1,940	12,687	14,627
Substructure	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$		17,117	12,303	29,420
			$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$		5,213	3,765	8,978
		Form	Steel		1,365	4,609	5,974
		Reinforcement	SD30		6,151	30,494	36,645
	Foundation	Cast-in-place Pile	R.C.D $\phi 3m$		26,496	103,488	129,984
Other	Temporary & Other Works				35,850	143,402	179,252
Total					179,252	717,008	896,260

STEEL MAIN BRIDGE
H = 55^M, PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Steel	SS41, SM50Y		40,524	162,096	202,620
		HTB	FIOT		1,878	7,512	9,390
	Shoe	Roller			1,052	8,154	9,206
	Stayed Cable	P.C Cable	SWPR		7,510	56,986	64,496
	Expansion Joint	Demag			834	3,337	4,171
	Erection Equipment				5,910	29,135	35,045
Tower	Tower	Steel Plate & Shape	SS41, SM50Y & SM58		14,787	59,146	73,933
		HTB	FIOT		783	3,130	3,913
	Erection & Equipment				1,862	9,296	11,158
Substructure	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300$ kg/cm ²		8,091	5,815	13,906
			$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		3,715	2,683	6,398
		Form	Steel		979	3,304	4,283
	Foundation	Reinforce-ment	SD30		3,110	15,419	18,529
		Cast-in-place Pile	R.C.D ϕ 3.0m		19,872	77,616	97,488
Other	Temporary & Other Works				27,727	110,907	138,634
Total					138,634	554,536	693,170

STEEL MAIN BRIDGE
H = 45^M, PHASE-I & II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	Main Girder	Steel	SS41, SM50Y		40,524	162,096	202,620
		HTB	FIOT		1,878	7,512	9,390
	Shoe	Roller			1,052	8,154	9,206
	Stayed Cable expansion Joint	P.C Cable	SWPR		7,510	56,986	64,496
		Demag			834	3,337	4,171
	Erection Equipment				6,639	28,406	35,045
Tower	Tower	Steel	SS41, SM50Y & SM58		14,787	59,146	73,933
		HTB	FIOT		783	3,130	3,913
	Erection & Equipment				2,107	9,051	11,158
Substructure	Body & Footing	Concrete	$\sigma_{ck} = 300$ kg/cm ²		6,520	4,687	11,207
			$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		3,715	2,683	6,398
		Form	Steel		685	2,313	2,998
		Reinforcement	SD30		2,621	12,993	15,614
	Foundation	Cast-in-place pile	R.C.D ϕ 3.0m		19,872	77,616	97,488
Other	Temporary & Other Works				27,382	109,527	136,909
Total					136,909	547,637	684,546

APPROACH BRIDGE
H = 73.2^M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		1,767	1,276	3,043
		Form	Steel		356	1,200	1,556
		Reinforce- ment	SD30		867	4,295	5,162
	Post- Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		3,176	2,561	5,737
		Form	Steel		1,494	4,878	6,372
		Reinforce- ment	SD30		926	4,591	5,517
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR		2,203	16,607	18,810
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		12,459	10,048	22,507
		Form	Steel		2,841	9,692	12,533
		Reinforce- ment	SD30		3,819	18,933	22,752
	Erection & Equipment	P.C Rod	SBPR 95/120		8,295	64,139	72,434
					11,851	67,162	79,013
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		18,739	13,534	32,273
		Form	Steel		2,344	7,910	10,254
		Reinforce- ment	SD30		4,340	21,512	25,852
	Foundation	Cast-in-place Pile	R.C.D $\phi 3.0m$		12,558	49,049	61,607
			$\phi 2.5$		6,608	25,872	32,480
			$\phi 2.0$		4,141	16,187	20,328
Other	Shoe	B.P			82	332	414
		Rubber	R65		218	874	1,092
			R45		320	1,281	1,601
	Expnasion Joint	Rubber			1,386	5,544	6,930
	Temporary & Other Works				20,079	113,778	133,857
Total					116,425	465,699	582,124

APPROACH BRIDGE
H = 73.2^M, PHASE-II -

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		8,811	6,364	15,175
		Form	Steel		1,774	5,987	7,761
		Reinforce- ment	SD30		4,323	21,429	25,752
	Post-Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		5,182	4,179	9,361
		Form	Steel		2,398	7,832	10,230
		Reinforce- ment	SD30		1,559	7,727	9,286
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR		3,788	28,552	32,340
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		20,081	16,194	36,275
		Form	Steel		4,741	16,175	20,916
		Reinforce- ment	SD30		6,156	30,517	36,673
		P.C Rod	SBPR 95/120		12,505	96,694	109,199
	Erection & Equipment				156,778		156,778
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		37,535	27,109	64,644
		Form	Steel		4,515	15,238	19,753
		Reinforce- ment	SD30		7,619	37,771	45,390
	Foundation	Cast-in-place Pile	R.C.D ϕ 3.0m		12,558	49,049	61,607
			ϕ 2.5		15,694	61,446	77,190
			ϕ 2.0		11,240	43,936	55,176
Other	Shoe	B.P			93	370	463
		Rubber	R65t		454	1,814	2,268
			R45t		989	3,953	4,942
	Expansion Joint	Rollers			3,311	13,246	16,557
	Temporary & Other Works						244,177
Total					212,373	849,490	1,061,863

APPROACH BRIDGE
H = 55^M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	ock = 240 kg/cm ²		2,728	1,970	4,698
		Form	Steel		549	1,853	2,402
		Reinforce- ment	SD30		1,339	6,638	7,977
	Post Tensioned T-Girder	Concrete	ock = 350 kg/cm ²		3,393	2,736	6,129
		Form	Steel		1,587	5,184	6,771
		Reinforce- ment	SD30		1,005	4,982	5,987
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR		2,358	17,772	20,130
		Concrete	ock = 350 kg/cm ²		4,195	3,383	7,578
		Form	Steel		1,038	3,542	4,580
		Reinforce- ment	SD30		1,287	6,378	7,665
	Erection & Equipment	P.C Rod	SBPR 95/120		2,393	18,505	20,898
					4,040	22,899	26,939
Substructure	Substructure	Concrete	ock = 240 kg/cm ²		10,389	7,504	17,893
		Form	Steel		1,088	3,671	4,759
		Reinforce- ment	SD30		2,767	13,714	16,481
	Foundation	Cast-in-place Pile	R.C.D ϕ 3.0m		0	0	0
			ϕ 2.5		3,304	12,936	16,240
			ϕ 2.0		4,141	16,187	20,328
Other	Shoe	B.P			51	203	254
		Rubber	R75		0	0	0
			R65		269	1,075	1,344
			R55		0	0	0
			R45		223	891	1,114
	Expansion Joint	Rubber			1,124	4,499	5,623
	Temporary & Other Works				10,808	61,246	72,054
Total					55,568	222,276	277,844

APPROACH BRIDGE
H = 55^M, PHASE-II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		4,557	3,291	7,848
		Form	Steel		9 17	3,096	4,013
		Reinforce- ment	SD30		2,237	11,087	13,324
	Post-Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		4,361	3,518	7,879
		Form	Steel		2,000	6,535	8,535
		Reinforce- ment	SD30		1,344	6,662	8,006
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR		3,169	23,891	27,060
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		5,610	4,524	10,134
		Form	Steel		1,405	4,793	6,198
		Reinforce- ment	SD30		1,718	8,520	10,238
		P.C Rod	SBPR 95/120		3,125	24,159	27,284
	Erection & Equipment				3,922	22,228	26,150
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		18,719	13,518	32,237
		Form	Steel		1,943	6,554	8,496
		Reinforce- ment	SD30		3,750	18,590	22,340
	Foundation	Cast-in-place Pile	R.C.D ϕ 3.0m		0	0	0
			ϕ 2.5		2,478	9,702	12,180
			ϕ 2.0		8,282	32,374	40,656
Other	Shoe	B.P			31	125	156
		Rubber	R75		89	355	444
			R65		420	1,680	2,100
			R55		31	123	154
			R45		557	2,227	2,784
	Expansion Joint				2,125	8,497	10,622
	Temporary & Other Works				17,917	101,533	119,450
Total					81,658	326,630	408,288

APPROACH BRIDGE
H = 45^M, PHASE-I

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		3,551	2,565	6,116
		Form	Steel		715	2,413	3,128
		Reinforce- ment	SD30		1,743	8,638	10,381
	Post-Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		4,614	3,722	8,336
		Form	Steel		2,166	7,076	9,242
		Reinforce- ment	SD30		1,339	6,638	7,977
		P.C Cable	SWPR		3,118	23,502	26,620
	P.C Rigid Frame	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		0	0	0
		Form	Steel		0	0	0
		Reinforce- ment	SD30		0	0	0
		P.C. Rod	SBPR 95/120		0	0	0
	Erection & Equipment						10,974
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		9,678	6,989	16,667
		Form	Steel		820	2,769	3,589
		Reinforce- ment	SD30		1,788	8,863	10,651
Other	Shoe	B.P			28	112	140
		Rubber	R75		89	355	444
			R65		235	941	1,176
			R55		0	0	0
			R45		181	724	905
	Expansion Joint	Rubber			937	3,749	4,686
	Temporary & Other Works				7,425	42,074	49,499
Total					34,107	136,424	170,531

APPROACH BRIDGE
H = 45M, PHASE-II

Work Item		Sub-Item	Class	Unit	Construction Cost (1,000 K.Shs.)		
					L.C	F.C	Total
Superstructure	R.C Hollow	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		4,855	3,506	8,361
		Form	Steel		977	3,299	4,276
		Reinforce- ment	SD30		2,383	11,809	14,192
	Post-Tensioned T-Girder	Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		4,776	3,851	8,627
		Form	Steel		2,197	7,178	9,375
		Reinforce- ment	SD30		1,446	7,171	8,617
	P.C Rigid Frame	P.C Cable	SWPR		3,453	26,027	29,480
		Concrete	$\sigma_{ck} = 350$ kg/cm ²		2,325	1,875	4,200
		Form	Steel		594	2,026	2,620
		Reinforce- ment	SD30		714	3,538	4,252
		P.C Rod	SBPR 95/120		1,241	9,595	10,836
	Erection & Equipment						12,832
Substructure	Substructure	Concrete	$\sigma_{ck} = 240$ kg/cm ²		12,700	9,172	21,872
		Form	Steel		1,232	4,158	5,390
		Reinforce- ment	SD30		2,434	12,070	14,504
	Foundation	Cast-in-place Pile	R.C.D $\phi 3.0m$		3,864	15,092	18,956
			$\phi 2.5$		0	0	0
			$\phi 2.0$		1,360	5,396	6,756
Other	Shoe	B.P			8	33	41
		Rubber	R75		133	533	666
			R65		336	1,344	1,680
			R55		31	123	154
			R45		432	1,726	2,158
	Expansion Joint	Rubber			1,718	6,873	8,591
	Temporary & Other Works				13,233	74,989	88,222
Total					55,980	223,922	279,902

APPENDIX G 追加フェリーターミナルの建設費の積算

1. 概 要

プロジェクトが無い場合、現況のリコニフェリーターミナルは、第5章で推定した将来交通量に対応して拡張する必要がある。ここでは、その拡張の建設費を算定した。

新バースは、現況の施設やアクセス道路の取付長さ等を考慮し、各々に対しムバラキバースの東側及びリコニバースの西側に計画した。

2. 建設費の見積

バース拡張工事の数量は、1/5,000地形図により、工種別に算定した。工種別単価は、第8章で積算した結果を流用し、拡張工事の建設費を表G-1に示した。

Table G-1 CONSTRUCTION COST FOR
ADDITIONAL FERRY BERTH

Work Item	Unit	Unit Cost (Shs.)	Quantity	Cost (x 1,000 Shs.)
Excavation & Disposal	M ³	66	16,800	1,108.8
Apron Work	M ³	1,500	1,600	2,400.0
Concrete Pavement	M ²	300	4,200	1,260.0
Asphalt Pavement				
Subgrade preparation	M ²	25	3,010	75.3
Sub-base	M ³	240	567	136.1
Base	M ³	475	452	214.7
Asphalt pave. t=50	Ton	680	346	235.3
Asphalt pave. t=30	Ton	410	95	39.0
Guardrail	M	400	540	216.0
Tollgate	No	30,000	2	60.0
Lighting Post	No	16,000	25	400.0
Concrete Curb	M	58	490	28.4
Concrete Curb & Gutter	M	100	490	49.0
Catch Basin	No	2,300	5	11.5
Pipe ϕ 400	M	585	490	286.7
Others				
(Land Aquisition, Contingency)	L.S	-	-	1,079.2
Total				7,600.0

APPENDIX H 建設工程表

(1) P.C H = 73.2 M

Year Month		19891990199119921993199419981999200020012002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Approach Bridge on Likoni Side	Mobilization																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

[illegible]

[illegible]

[illegible]

(5) STEEL H = 55 M

(5) STEEL H = 55 M		Year Month	1989		1990		1991		1992		1993		1994		1998		1999		2000		2001		2002	
			3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60		
Approach Bridge on Mombasa Island	Mobilization																							
	Earth Work																							
	R.C. Hollow Bridge																							
	Substructure																							
	Superstructure																							
	Post-Tensioned Bridge																							
	Substructure																							
	Superstructure																							
	Rahmen Bridge																							
	Substructure																							
Crossing Bridge	Superstructure																							
	Substructure																							
	P.C Cable Stayed Bridge																							
	Tower																							
	Superstructure																							
	Substructure																							
	Rahmen Bridge																							
	Substructure																							
	Superstructure																							
	Substructure																							
Approach Bridge on Mombasa Island	Post-Tensioned Bridge																							
	Substructure																							
	Superstructure																							
	R.C. Hollow Bridge																							
	Substructure																							
	Superstructure																							
	Earth Work																							
	Pavement, etc.																							

(6) STEEL, H = 45 M

Year Month		1989			1990			1991			1992			1993			1994			1998			1999			2000			2001			2002																													
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60																				
Mobilization																																																													
Earth Work																																																													
Approach Bridge on Likoni Side	Substructure																																																												
	Supersubstructure																																																												
	Substructure																																																												
	Supersubstructure																																																												
	Substructure																																																												
Crossing Bridge	Substructure																																																												
	Tower																																																												
	Supersubstructure																																																												
	Substructure																																																												
	Supersubstructure																																																												
Approach Bridge on Mombasa Island	Substructure																																																												
	Supersubstructure																																																												
	Substructure																																																												
	Supersubstructure																																																												
	Substructure																																																												
Earth Work																																																													
Pavement, etc.																																																													

Appendix I 沈埋トンネル (T_2) の追加検討

1. 概 要

本アペンディックスの主題は、当プロジェクトのフェーズ I 調査で検討した沈埋トンネル (T_2 ルート) の計画内容 (橋梁案と同一条件に変更する) をレビューし、フェーズ I で算出した建設費をチェックすることである。建設費には、段階施工 (2 車又は 4 車) 及び、歩行者のトンネル内通行等についても行った。

山トンネル案 (T_2 ルート) は、第 6 章の 6.3.3 で検討した結果、建設費、施工性 (海底土質)、モンバサ島への交通サービス等の諸点で劣っており、代替案から除外した。

2. 沈埋トンネル (T_2 ルート) 案の再検討

1) 計画条件

(1) 線 形

沈埋トンネルは、一般に、施工条件から沈設深さ 40 m 以下及び潮流 1.0~1.5 m/秒以下の場所に沈設される。

沈埋トンネルの平面線形は、直線又は、大きな曲率を使用すべきである。又、アプローチトンネルの平面線形は、最小 400 m とした。

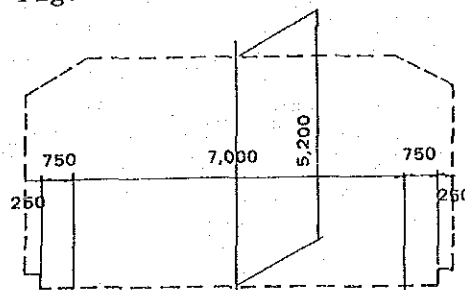
トンネルの縦断勾配は、プログレスレポート I 又は 6 章 6.3.3 に記述したように、交通安全と施工効率に大きく影響する。

ここでは、3% 勾配は、既にプログレスレポート I で検討済みであるので、6% 勾配についても検討を加えた。6% 勾配は、トンネル入口に近い限られた区間に対してのみ適用し、その区間長は、運輸通信省の道路設計基準を基に決定した。

(2) 道路と歩道の建築限界

道路の建築限界は、フェーズ I で 4.7 m として行っていたが、今回は橋梁計画と合せ、5.2 m に変更した。一方側方余裕は、図 I-1 に示すようにフェーズ I と同じである。歩道は、橋梁と同じ 2.0×2.5 m (巾員 $\times$ 高さ) とし、車道空間とは別に設けた。

Fig. I-1 ROADWAY CLEARANCE



(3) 将来交通需要

フェーズ I で実施した換気計画は、計画交通量 2010 年で 20,000 台（乗用車換算）で計画した。今回のレビューでは、第 5 章で推計した交通量によって変更した。

(4) 土質条件

沈埋トンネル（T₂ルート）の土質条件は、本調査で実施した土質調査結果と、過去に実施されたデータを基に、ほぼ次のように要約できる。

- 陸上部は、地表から 10 ～ 15 m がコーラルである。
- 海底の土質は、まず表面 2 ～ 3 m がヘドロ層、その下にコーラル片を含む密な砂層（N = 15 ～ 70）が海底から 30 m まで連続している。

(5) 航路条件

ケニア港湾局は、キリンデーニ湾の航路条件として、巾 1100 フィート（335 m）、深さ最低潮位から 45 フィート（13.72 m）を条件として示した。

(6) トンネルの断面計画

トンネルの断面は、車道、監査廊、換気ダクト及び歩道により構成される。又、エレメントの曳航も断面決定の重要な要素である。

これらの要因を検討し、計画断面を図 I-2 に示した。

(7) トンネル土被り

沈埋トンネル上の土被りは、船のアンカーの大きさから決められる。世界最大級の船舶のアンカーを検討した結果、沈埋トンネルの被害を防止するためには、最小 2 m あれば十分である。

2) 沈埋トンネルの施工

(1) 作業フロー

沈埋トンネルの建設作業は、図 I-3 に示すように陸上作業と海上作業に大別される。

Fig. I-3 WORK FLOW CHART

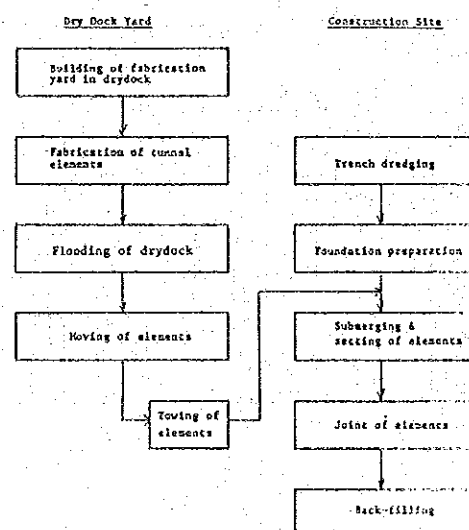
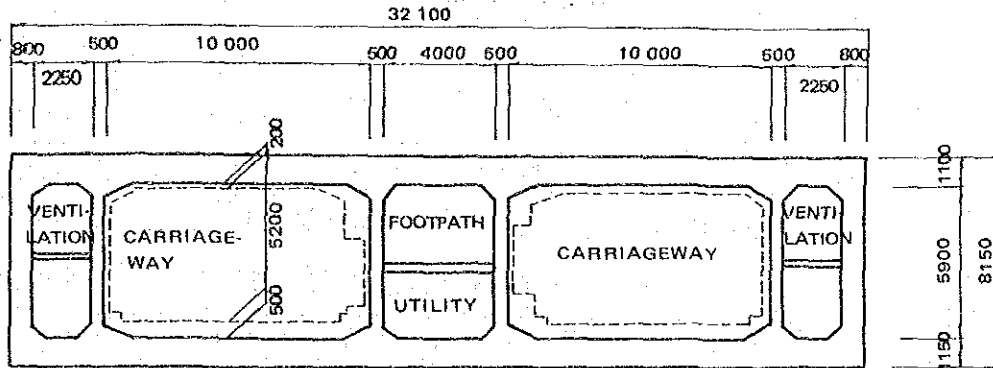
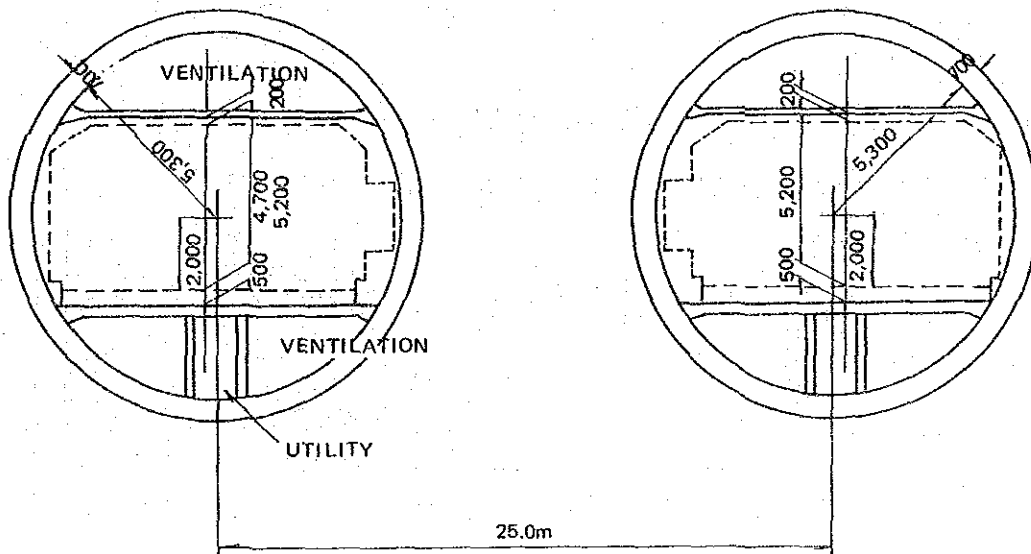


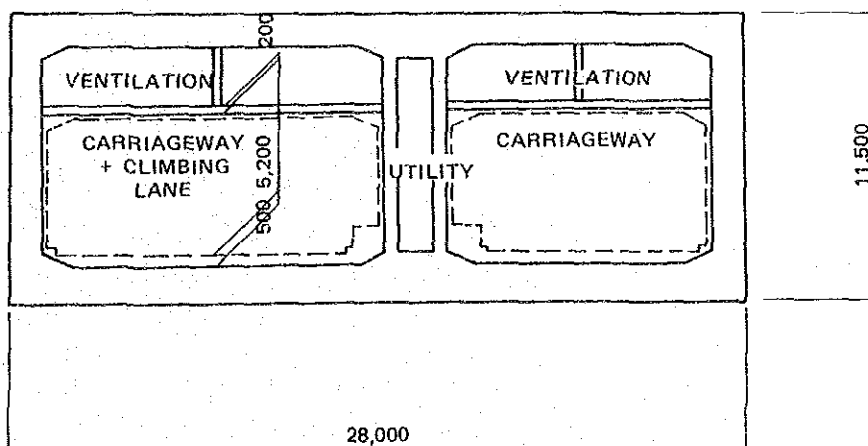
Fig. I-2 TUNNEL CROSS SECTION
SINGLE STAGE CONSTRUCTION
IMMERSED TUBE SECTION



SHIELD SECTION

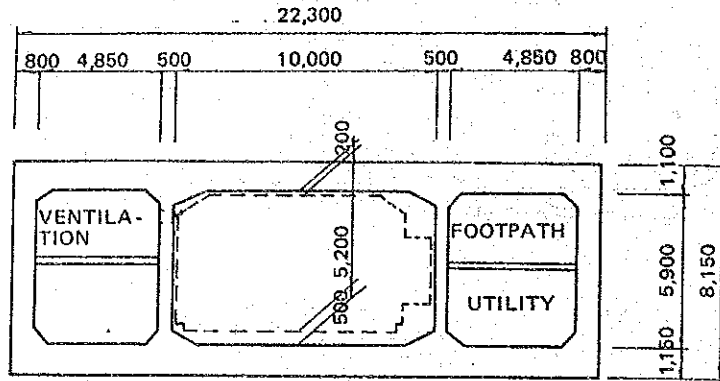


CUT and COVER SECTION

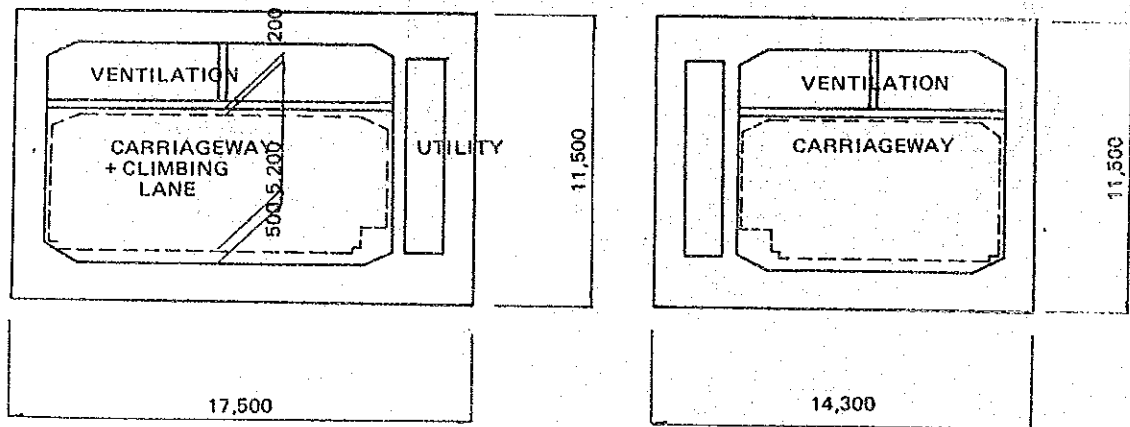


STAGED CONSTRUCTION

IMMERSED TUBE SECTION



CUT and COVER SECTION



(2) トンネルエレメントの長さ

沈埋トンネルエレメントの長さは、航路巾員と施工中の航路変換条件によって決定される。過去に実施されたエレメントの長さは、最大120～130mとなっている。一般にエレメントは、経済性、施工性及び工期等の利点から最少数に分割するのが望ましい。

現況の海峡巾、深さ及び航路通行条件を検討し、施工中の航路巾員として、20,000トンの船が一方通行で航行できる200mを確保できればよいとした。この巾員であれば、現在の港湾の運行に支障がないものと判断される。従って、本調査では、エレメントの長さを120mと決定した。

(3) ドックヤード

沈埋トンネルの建設費や施工期間は、ドックの位置とその大きさに支配される。ドックヤードには、エレメントの建造に必要な十分なスペースをもった艀装ヤードが必要である。

ドックヤードは、トンネルの沈埋地点からなるべく近い方が施工上好ましく、さらに現況のドライドックを利用出来れば、一層都合がよい。

港湾地区の施設を調査した結果、現況ムバラキ修理ドックは、水深が6mしかなく利用できないことが判った。従って、新しくヤードを建設することとし、その地点をムエザクリークと決定した。

(4) 浚 渫

浚渫費の全体工事費に占める割合は、通常小さい。しかしながら、本プロジェクトのように深い場合には、その浚渫コストは、かさんでくる。

海底地盤の浚渫勾配は、土質条件により決定される。今回の土質は、通常のケースと考えられるため、トレンチの勾配を1:2とした。浚渫は、バケット浚渫船を利用する。

浚渫土砂の土捨場は、浚渫現場に近い方がよい。地域を調査した結果、1983年1月にアメリカが実施した同湾の浚渫工事で使用したと同じ場所に捨てるものとした。

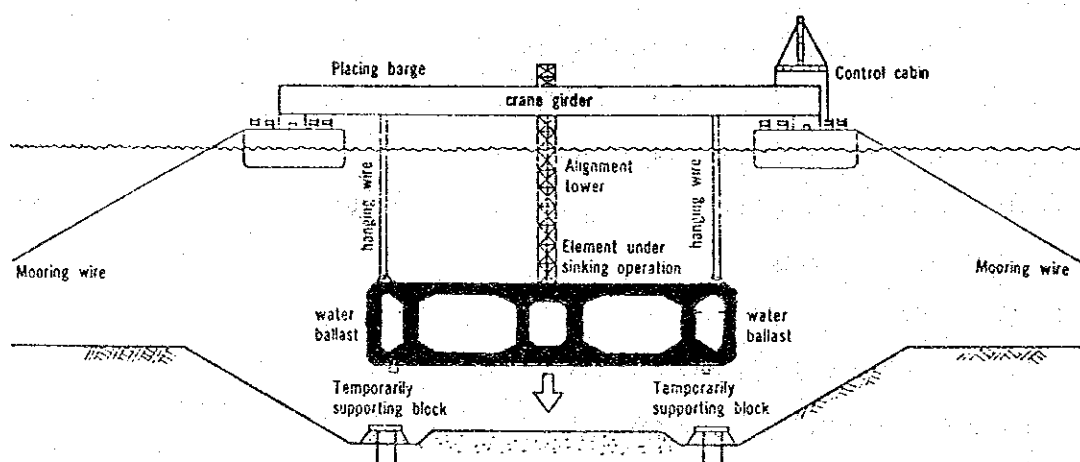
(5) エレメントの曳航、沈設及び接合

ドライドックで建造されたエレメントは、タッグボートで沈設現場に曳航される。沈設作業は、沈埋トンネル作業の中で最も大切な作業である。

曳航は、10～40cmのフリーボートを考慮する。沈設には、バラストを使用する。エレメントの接合は、ゴムガasketを用いた水圧接合方式を用いた。

沈設作業船は、過去の実績からバージを利用したもの、クレーンを搭載したもの、固定杭によるもの及び可動乗降プラットフォームをもつもの等がある。これらの内、潮流2～3ノットを考慮し、プラットフォーム作業船を選択した。この作業船は、図I-4に示すように、施工の確実性、工期及び航路への障害が最少にできる等の利点がある。

Fig. I-4 ELEMENT SETTING AND SINKING



沈設後の海底面を平坦に仕上げ均等な支持状態をつくるためにエレメントと浚渫面の間に碎石を敷き均し、モルタル注入を行う。

3) アプローチトンネルの計画

沈埋トンネルから現地盤取付部に到る陸上トンネル区間は、大まかにシールド区間と開削トンネル区間に分かれる。各々のトンネル区間は、技術的、経済的理由から開削トンネルを、地表から25mより浅い区間に適用し、シールド区間を、それ以深と決定した。

シールド工法は、シルト質砂や砂層からなる土質条件で水圧の作用する区間のトンネル掘削に適した工法である。シールド区間の施工浅さは、施工の安全性や現地盤の盛上りを防ぐ等の観点から、シールドトンネル直径の1.0～1.5倍が限度である。又、当調査地域に堅いコーラル層があり、この層の下面がシールド掘削上の上限であり、さらに

泥水加工に必要な土被りからも制限される。

シールド区間に接する開削トンネル区間では、水圧のアップリフトが働くため開削トンネルのボックス断面の安定も考慮する必要がある。

以上の諸点を検討の結果、シールド区間と開削トンネル区間の境界を地表面から2.5 mと決定した。

シールド区間の縦断勾配は、通常2%であるが、施工の上限として3%まで施工可能である。

シールド区間は、2つの2車線断面のトンネルを平行に建設されるが、トンネル相互間は、掘削の安全性を考慮し、最小トンネル直径の2倍隔すものとした。

開削トンネルは、シールド区間と陸上オープン区間の中間に建設される。この区間は水のアップリフトと地上の開発状況を考慮し、決定した。

トンネルポータルの位置は、施工及び経済性より地表面から10 m深さの地点に決定した。

以上の検討から、計画された各トンネル断面を図I-2に示した。

4) トンネルアクセスの検討

(1) トンネル位置

沈埋トンネルの建設は、水深の制限を受ける。本調査のフェーズIで選定した代替ルートの内、T₂ルートが最も浅い所を通るルートである。従って、本検討は、T₂ルートを基本に検討を行う。

T₂ルートは、リコニ側で現道ルンガルンガ道路又、モンバサ島側でニエレレ道路又は、アーチビショップマカリオス道路に取付くものとする。

(2) 南本土の地域開発効果

トンネル(T₂ルート)と橋梁(B₁ルート)の路線の違いによる南本土の地域開発に与える効果を以下に検討する。

モンバサ地域で過去に実施されたマスタープランによると、2つの戦略的開発地区が提案されている。これらは、ドンゴクンドウ地区(ムトングを含む)とインド洋沿の沿岸ベルト地区である。

比較の結果、両案共ドンゴクンドウ地区に対し6 Km程度の距離があり、又、沿岸ベルト地域を通過することから、地域開発上の効果は、大差ないと判断される。

(3) アプローチトンネルの取付

トンネル案は、リコニ地区で現道ルンガルンガ道路の用地を利用するため、現道の付替えが必要である。

一方、モンバサ島側での取付けは、交通の分散と将来の幹線道路への延伸の2点か

ら検討する必要がある。

アプローチの距離は、ムバラキバースの端から1.2 Km必要である。仮にニエレレ道路へアクセスする場合、ニエレレ道路とデタンキマティ道路の交差点を越え、橋梁案 ($H=73.2\text{ m}$) と同じ交通分散問題が生ずる。従って、アクセスは、ムバラキ道路へ向けざるをえない。

ムバラキ道路にアクセスする場合、将来の幹線道路への延伸を前提とする必要があるため、隣接のタンガナ道路とモイ道路との取付を検討しておく必要がある。検討の結果、タンガナ道路に対して十分な取付け距離があり、かつ将来立体化できることが確認された。

以上の検討から、トンネル案も橋梁案同様将来の幹線道路への延伸が可能となった。

トンネル案の平面図及び縦断図を図 I-5 に示した。

5) 歩道計画

(1) 歩行者サービス

1983年4月の交通量調査の結果、現況リコニフェリーは、1日に36,925人の歩行にサービスしていることが判った。この内7,641人が純然たる歩行者である。歩行者の将来需要は、プログレスレポートⅡに見積っており、最高1時間1方向当り570人と算定されている。

トンネルの歩道は、沈埋区間についてのみ設置するものとし、歩道スペースは、車道とは、分離して計画した。トンネル内の歩行者は、沈埋トンネル端部の換気塔に併設するエレベーターで地上と連絡される。

(2) 歩行者のトンネル通行の問題

長さ1,000 m以下であっても、トンネル内の歩行は、危険である。通路に照明を設置してもトンネルは、長く、暗いチューブであり、事故の際に避難場所がない。

トンネルで犯罪が発生した場合にも、救援することが困難であるばかりか、時間もかかる。

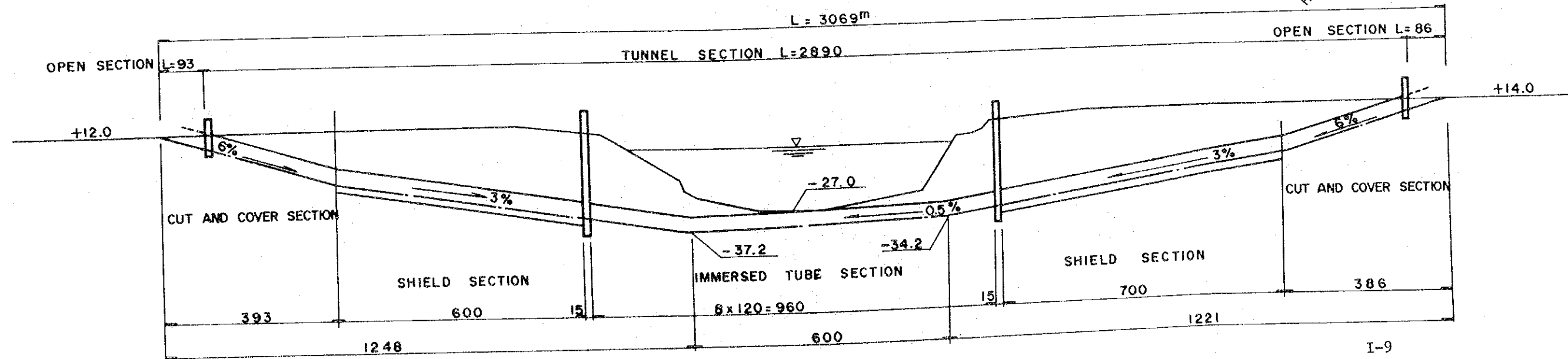
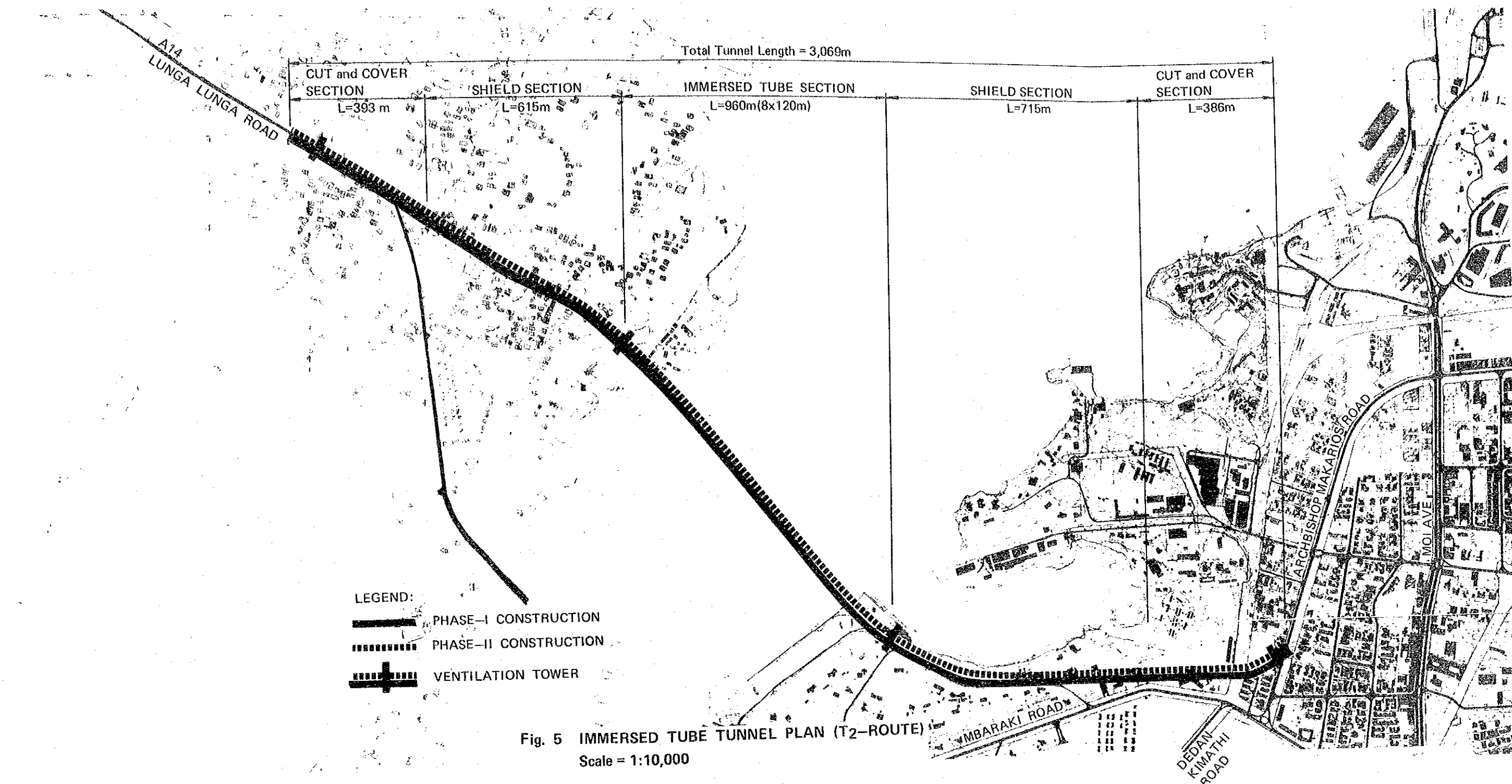
さらに、ゴミや尿尿も問題であり、清掃が困難である。

以上の諸問題を最小にするためには、警察官のパトロールやエレベーター系の配置は不可欠と考えられる。

6) トンネル施設

(1) 概要

トンネルは、通常の道路区間と異り、閉鎖された空間であるため、通常の運行を確保するためには、特別の注意が必要である。



交通の安全と円滑を確保するためには、換気、照明、事故防止、排水等多数の施設が必要であると同時に、常時良好に運転されねばならない。

これらの施設は、前節で計画したトンネル延長、断面、勾配等の基本諸元に、交通量等の関連データを基に計画した。

(2) 換気システム

換気システムは、通行車両から排出される、一酸化炭素や煤煙を除去し、きれいな空気をトンネルに導入する設備である。

トンネルの換気水準は、トンネル利用者の健康と車両運転の安全性で決められる。これらは、各々一酸化炭素濃度 150 ppm（国際道路会議の提言）及び透視度（距離 100 m 当り 40～50 %）と決定した。

換気ダクトは、吸気及び排気共、沈埋トンネルに対し $7 m^2$ 、アプローチトンネルに対し $15 m^2$ と算定された。全体で 4 本の換気塔が必要であり、沈埋部端と、トンネル坑口に各々設置した。

(3) 照明設備

日本道路トンネルでは、山トンネルに対し 2.3 カンデラ / m^2 、都市トンネルでは、8 カンデラ / m^2 が通常採用されている。本プロジェクトトンネルでは、国際道路会議の提言に従って、5 カンデラ / m^2 （車道上の灯具 1 ケ所当り 65 ルックス）とした。

トンネル坑口付近の照明は、トンネル内外の照度差が原因で発生する事故を防止するため、トンネル入口から約 200 m 区間に緩和照明を計画し、照度を 58～35 カンデラ / m^2 とした。

照明器具は、蛍光灯とナトリウム灯が使用されるが、透視度と経済性から、ナトリウム灯を採用した。

(4) 信号機と標識

信号機は、トンネル事故時に車両を即座に停車させる等交通を制御するために、トンネル坑口とトンネル内に設置する。信号機と同様、交通の制御を目的に多種類の標識も設置する。

(5) 消火警報システム

火災を検知する自動警報装置は、トンネルのコントロールセンターに接続している。又、消火栓及び消火器もトンネル内に設置される。

(6) 排水システム

トンネルに流入する水、浸出水及び消火水等の排水のために 4～5 ケ所の排水ピットを設ける。

(7) 配電施設

配電設備は、換気、照明、排水等の諸施設を十分に稼動させるために必要である。

配電設備には、変電所、非常用発電機等が含まれる。

(8) 監視システム

トンネル入口及びトンネル内の交通流の状況を把握するために約200 m間隔にテレビカメラを設置する。

(9) 非常電話

トンネル内の事故やトラブル発生に備え、運転者が緊急連絡できるように、約200 m間隔に電話器を設置する。

(10) 拡声器

拡声器は、事故発生時に、運転者に情報を与え、適切な対応が取れるように誘導するために設置する。

(11) エレベーター

エレベーターは、歩行者のトンネル内通行のために換気塔に併設される。所要台数は、各換気塔に4台、スベアー1台で合計10台である。

(12) コントロールシステム

以上の諸施設からの情報及び交通流等の情報は、中央制御室に集められ、良好なトンネル運行を可能とするよう、一方向又は、相互方向の情報として伝達される。

7) 環境問題

換気塔は、トンネル坑口と海峡両端の合計4ヶ所に設置される。換気塔からは、高濃度の排気ガスが地域に排出されるため、地域がリゾート及び住宅地であることを考えるとその影響は無視できない。特にトンネル坑口は、住宅地に設置されるため、その影響は大である。

トンネルの建設中及び建設後、陸上部のトンネル区間では、相当量の沈下が発生する。これは、トンネル掘削に伴う、地盤のゆるみや空洞の発生によるものであり、トンネル案のもう1つの問題点である。

3. 建設費の見積と建設スケジュール

1) 建設費のレビュー

いくつかのプロジェクトが東南アジア（シンガポール、ホンコン、台湾、等）及び日本で建設中又は、計画中である。これらのプロジェクトの見積を当プロジェクトと比較検討した。

沈埋トンネルの建設費は、上記他プロジェクトの建設費を参考にしながら、当プロジ

エクトの収集データを使用して積算した。

概略設計は、図 I - 5 に示した通りであり、工事項目ごとの所要数量を算定した。

2) トンネル縦断勾配による比較

トンネル入口付近の縦断勾配に対して、3つの勾配(3%, 4.3%及び6%)に対して、運輸通信省の設計基準を基に、各々その建設費の比較を行った。

3%及び4.3%勾配は、登坂車線が不要であるが、6%勾配には、登坂車線が必要である。

比較の結果、表 I - 1 に示すように6%が最も安かったので、概略設計の代表案とした。

Table I-1 COMPARISON OF TUNNEL GRADIENT

	i = 3%	i = 4.3%	i = 6%
Length (m)	1,556	1,086	779
Number of Lanes	4 - Lanes	4 - Lanes	4 - Lanes + Climbing Lane
Construction Cost (M.Shs)	732	510	399

Note. Single Stage Construction.

3) プロジェクトコスト

用地補償は、当プロジェクトで収集したデータにより積算した。維持管理及び運営費は、トンネルの各施設の実際の運行を考えて算定した。

これらを表 I - 2 に示した。

Table I-2 OUTLINE OF TUNNEL SECTIONS AND
CONSTRUCTION COST

	Single Stage	Stage Construction		
	Construction	Phase-I	Phase-II	Total
1. Lengths (m)	3,069	3,069	3,069	3,069
Immersed Tube Tunnel	960	960	960	960
Shield Tunnel	1,330	1,330	1,330	1,330
Cut and Cover Tunnel	779	779	779	779
2. Construction Cost (M.Shs)				
Immersed Tube Tunnel	1,495	1,047	1,047	2,094
Shield Tunnel	975	488	488	975
Cut and Cover Tunnel	399	274	257	531
Ventilation Tower	135	80	67	147
Facilities	575	363	296	659
Sub Total	3,579	2,252	2,155	4,406
3. Land Acquisition Cost (M.Shs)	57	57	0	57
4. Total Cost (M.Shs)	3,636	2,309	2,155	4,463
5. Operation and Maintenance Costs (M.Shs)	16	10.5	5.5	16

The project cost is estimated in Table I-3 based on the Table I-4.

Table I-3 PROJECT COST CONSTRUCTED IN
SINGLE STAGE CONSTRUCTION

(Unit: 1,000 K.Shs.)

	L.C	F.C	Total
1) Construction Cost	715,800	2,863,200	3,579,000
2) Engineering Fee, 10%	71,580	286,320	357,900
3) Land Acquisition & Compensations	57,000	-	57,000
4) Sub-Total	844,380	3,149,520	3,993,900
5) Contingency, 10%	84,438	314,952	399,390
6) Total	928,818	3,464,472	4,393,290

Table I-4 PROJECT COST IN STAGED CONSTRUCTION

(Unit: 1,000 K.Shs.)

	Phase-I			Phase-II		
	L.C	F.C	Total	L.C	F.C	Total
Construction Cost	450,400	1,801,600	2,252,000	431,000	1,724,000	2,155,000
Engineering Fee, 10%	45,040	180,160	225,200	43,100	172,400	215,500
Land Acquisition	57,000	-	57,000	-	-	-
Sub-Total	552,440	1,981,760	2,534,200	474,100	1,896,400	2,370,500
Contingency, 10%	55,244	198,176	253,420	47,410	189,640	237,050
Total	607,684	2,179,936	2,787,620	521,510	2,086,040	2,607,550

段階施工のプロジェクトコストは、一括施工に比べ23%高い。

4) 建設計画

プロジェクトの実施計画も、図I-6及びI-7に示すように2つのケース（段階施工及び一括施工）に対して、建設計画を基に作成した。

フェーズ-Iの建設期間は、図I-8及びI-9に示すように両ケース共5.5年必要である。段階施工のフェーズ-IIは、5ケ年必要である。

沈埋トンネル案は、以上のコストと工程を用いて第10章で経済評価を行った。

Fig. I-6 IMPLEMENTATION SCHEDULE BY
SINGLE PHASE CONSTRUCTION

Phase Item	Phase-I				Phase-II			
	'84	'85	'90	'92				
Loan Negotiation	■							
Detailed Design		■						
Land Acquisition			■					
Construction & Supervision			■	■				
Loan Negotiation								
Land Acquisition								
Construction & Supervision								

Fig. I-7 IMPLEMENTATION SCHEDULE BY
STAGED CONSTRUCTION

Phase Item	Phase-I				Phase-II			
	'84	'85	'90	'92	'96	'97	2000	2001
Loan Negotiation	■							
Detailed Design		■						
Land Acquisition			■					
Construction & Supervision			■	■	■			
Loan Negotiation						■		
Construction & Supervision							■	■

Fig. I-8 CONSTRUCTION SCHEDULE
BY SINGLE STAGE CONSTRUCTION

Work Item	Year	1	2	3	4	5	6
Preparatory Work		■					
Construction of Dry Dock		■					
Fabrication of Tunnel Elements			■				
Trench Dredging on Site			■				
Rigging Work for Elements			■	■			
Submerging & Setting of Elements				■			
Mortar Injection					■		
Backfilling					■		
Ventilation Shaft			■				
Approach Tunnel Work					■	■	
Facilities Installation						■	■

Fig. I-9 CONSTRUCTION SCHEDULE
BY STAGED CONSTRUCTION

Phase-I

Work Item \ Year	1	2	3	4	5	6
Preparatory Work	■					
Construction of Dry Dock	■	■				
Fabrication of Tunnel Elements		■	■			
Trench Dredging on Site		■	■			
Rigging Work for Elements		■	■			
Submerging & Setting of Elements			■	■		
Mortar Injection			■	■		
Backfilling				■	■	
Ventilation Shaft		■	■			
Approach Tunnel Work				■	■	■
Facilities Installation					■	■

Phase-II

Work Item \ Year	1	2	3	4	5	6
Preparatory Work	■					
Construction of Dry Dock		■	■			
Fabrication of Tunnel Elements	■	■	■			
Trench Dredging on Site	■	■	■			
Rigging Work for Elements		■	■			
Submerging & Setting of Elements			■	■		
Motor Injection				■	■	
Backfilling				■	■	
Ventilation Shaft		■	■			
Approach Tunnel Work				■	■	■
Facilities Installation				■	■	■

4. ホンコンクロスハーバートンネル

参考のために、ホンコンクロスハーバートンネルの概要及びコストについて以下に述べる。

1) 計画及び施工条件

(1) トンネル延長

－沈埋トンネル区間 : 1,604 m (平均エレメント長 15 @ 106.9 m)

－開削トンネル区間 : 253.6 m

－ルーパー区間 : 300 m

全 長 : 2,157.6 m

(2) 車 線 数 等

－分離4車線、但し、開削トンネル及びルーパー区間は、登坂車線有

－2車線の車道巾員 : 6.7 m

－建築限界 : 4.88 m

(3) 縦 断 勾 配 : 0.435～6.25%

(4) 航 路 条 件

－深 さ : -11.2 m P.D

－巾 員 : 400 m

(5) 潮 流

－最 大 流 速 : 3 ノット (約 1.5 m/sec)

－潮 位 差 : 約 2.5 m

(6) 交 通 量

－交 通 容 量 : 80,000 台/日

－歩 行 者 : 考慮しない、但し、フェリーで輸送

(7) 土 質 条 件

部分的に粘土又は、玉石を含むシルト及び細粒砂。

(8) ドックヤード

施工現場にエレメント建造をもつドックヤードあり。

(9) 浚渫と土捨て場

リマ2400B (バケット容量 2.6～4.5 m³) を使用し、最大深 28 m まで浚渫、土捨て場は、建設現場から 10～15 Km の洋上。

(10) 設 計 : 2 階建双胴スクリーンバージ船使用

(11) マ ウ ン ド : 60 cm 厚の碎石

(12) 埋 土 : エレメントの両側を砂で又、土被は、碎石 (20～50 Kg/石) を 2 m 厚で敷均し。

2) 建設費の見積

当トンネルは、1972年10月に完成した。建設費は、エスカレーション率を用いて算定したが、途中石油ショックが入り、正確な見積とならないため、他の工事の例及び本調査で収集した単価を使用して見積った。

見積った結果を以下に示す。

項 目	建設コスト (百万シリング)
沈埋トンネル	2,190
開削トンネル (ルーバー区間含む)	437
トンネル諸設備	568
合 計	3,195

以上の積算には、用地補償費、エンジニアリングコスト及び予備費は含まれていない。

検討の結果、ホンコンクロスハーバートンネルと本プロジェクトトンネル(T_2)の建設コストの差は、主にトンネル延長とトンネル断面にあると言える。

