

11. 3 建設費

11. 3. 1 前提条件

- (1) 建設費算定に当っては、1990年末の価格を基準とする。
- (2) 建設費は現地貨(パキスタン・ルピー)にて表示するものとし、為替レートは1 US \$ = 21.70ルピー = 132円とする。
- (3) 建設費は外貨と内貨に分けるものとする。

(外貨分)

- 外国人技師の給与
- 輸入資材、輸入機器 (C I F 価格)
- 外国会社の経費、利益

(内貨分)

- 現地人の給与
- 現地資材
- 現地会社の経費、利益
- 機器の維持、管理

(4) 税金および関税

税金および関税は、輸入税、物品税、輸入追徴金、Iqra 追徴金、所得税、そして Octroiなどが含まれる。この中でも多くを占める輸入税と物品税は資材や機器の種類によってさまざまであり、各関係省庁によって賦課されている。

(5) 経済および財務価格

本プロジェクトの建設費は経済価格および財務価格でそれぞれ算出した。

経済価格は輸入税、物品税、輸入追徴金などを含む財務価格からこれらの税金や関税などの課税費用を差し引いたものである。

11.3.2 建設費

以上に述べた前提条件を基に、各交差点改良建設費をそれぞれ算出し、表11.3.2から表11.3.7に示した。また、これらの表を一つに要約して表11.3.1にまとめた。

表11.3.1 各交差点改良建設費

(million Rupees)

Location	Structure Length (m)	Economic Cost	Financial Cost
Qartaba Chowk	710	80.278	103.413
Canal Bridge Intersection	745	86.513	111.445
Kalma Chowk	605	64.800	87.474

表11.3.2 Qartaba Chowk 改良建設費

(thousand Rupees)

Item	without taxes & duties	with taxes & duties
[local cost]		
labor	15,593.32	
material	29,772.20	
other	15,351.83	
land	0.00	

subtotal:	60,717.35	60,717.35

import taxes & duties		21,050.98
taxes on local materials		2,084.05

Total local costs		83,852.39

[foreign cost]		
foreign cost	18,629.19	
freight on import	931.46	

Total foreign costs	19,560.65	19,560.65

T O T A L	80,278.00	103,413.03

表 11.3.3 Qartaba Chowk 評審建築費

item	unit cost Rs	unit quantity	costs without taxes & duties	foreign costs %	local costs %	labor Rs %	material Rs %	other Rs %	land Rs	import taxes & duties %	taxes 12.5% on tel mtl %	freight on import %
ear-thwork	39	m3	214,500	27	73	31,317	86,122	25	39,146	113	65,444	5
sub base course 30cm			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2,886
ass. base course 30cm	244	m3	317,200	27	73	46,311	127,355	25	57,889	113	96,778	5
prime coat	13.5	m2	373,100	27	73	54,473	149,800	25	68,091	113	113,833	5
base course 10cm	1185	m3	58,725	27	73	8,574	23,578	25	10,717	113	17,917	5
wearing course 5cm	1427	m3	515,475	27	73	75,259	206,953	25	94,074	113	157,271	5
			709,219	27	73	103,546	284,751	25	129,432	113	216,383	5
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
piles d=1.5m	15000	m	14100,000	27	73	2058,600	5661,150	25	2573,250	113	4301,910	5
piers	2000	m3	4400,000	27	73	642,400	1766,600	25	803,000	113	1342,440	5
hollow box girder	2500	m3	12500,000	27	73	1825,000	5018,750	25	281,250	113	3813,750	5
parapets	2200	m3	638,000	27	73	93,148	256,157	25	116,435	113	194,654	5
R.C steel	16500	t	22605,000	27	73	3300,330	9075,908	25	4125,413	113	6886,786	5
P.C steel	25000	t	425,000	27	73	62,050	170,638	25	77,563	113	129,698	5
bearings	65000	t	1560,000	27	73	227,760	626,340	25	284,700	113	475,956	5
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
retaining wall	2000	m3	3000,000	27	73	438,000	1204,500	25	547,500	113	915,300	5
R.C steel	16500	t	2475,000	27	73	361,350	983,718	25	451,688	113	755,123	5
new jersey barrier	1400	m	812,000	27	73	118,552	326,013	25	148,190	113	247,741	5
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
miscellaneous	580000	km	411,800	27	73	60,123	165,338	25	75,154	113	125,640	5
lightings	340000	km	241,400	27	73	35,244	96,922	25	44,056	113	73,651	5
signs & markings	500000	km	355,000	27	73	51,830	142,533	25	64,788	113	108,311	5
util. relocation			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
total facilities & systems			65711,419	17742,083	47969,336	9593,867	26383,135	11992,334		20048,554	1846,819	887,104
land	0	m2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
engineering project admin.	10 % 5 %	%	65711,419	0	100	0.000	0.000	0	0.000	0	0.000	0
			3285,571	0	100	2628,457	1314,228	40	2628,457	0	91,996	0
			0.000	0.000	100	2628,457	657,114	0	0.000	0	45,998	0
subtotal			75568,132	17742,083	57826,049	14850,781	28354,477	14620,791	0.000	20048,554	1984,813	887,104
contingencies	5 %	%	3778,407	887,104	2891,302	742,539	1417,724	731,040	0.000	1002,428	99,241	44,365
TOTAL			79346,538	18629,187	60717,351	15593,320	29772,201	15351,830	0.000	21050,982	2084,054	931,459

表11.3.4 Canal Bridge Intersection 改良建設費

(thousand Rupees)

Item	without taxes & duties	with taxes & duties
[local cost]		
labor	16,804.47	
material	32,084.64	
other	16,544.22	
land	0.00	

subtotal:	65,433.33	65,433.33

import taxes & duties		22,686.03
taxes on local materials		2,245.92

total local costs		90,365.29

[foreign cost]		
foreign cost	20,076.14	
freight on import	1,003.81	

total foreign costs	21,079.94	21,079.94

T O T A L	86,513.27	111,445.23

表11.3.5 Canal Bridge Intersection 詳細建設費

item	unit cost Rs	unit	quantity	costs without taxes & duties		foreign costs		local costs		labor		material		other		land		import taxes & duties		taxes 12.5% on lci incl		freight on import	
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
earthwork	39	m ³	5000	195,000	27	52,650	73	142,350	20	28,470	55	78,293	25	35,588	113	59,495	56	5,480	113	0.000	5	2,633	0.000
sub base course 30cm	244	m ³	1300	317,200	27	85,644	73	231,556	20	46,311	55	127,356	25	57,869	113	96,778	56	8,915	113	113,833	5	4,282	0.000
agg. base course 30cm	287	m ³	4350	373,100	27	100,737	73	272,363	20	54,473	55	149,800	25	68,091	113	113,833	56	10,486	113	17,917	5	5,037	0.000
prime coat	13.5	m ²	435	58,725	27	15,856	73	42,869	20	8,574	55	23,578	25	10,717	113	17,917	56	1,650	113	157,271	5	6,959	0.000
base course 10cm	1185	m ³	435	515,475	27	139,178	73	376,297	20	75,259	55	206,963	25	94,074	113	157,271	56	14,487	113	184,600	5	8,188	0.000
wearing course 5cm	1427	m ³	424	605,048	27	163,363	73	441,685	20	88,337	55	242,827	25	110,421	113	184,600	56	17,005	113	0.000	5	0.000	0.000
piles d=1.5m	15000	m	770	11550,000	27	3118,500	73	8431,500	20	1686,300	55	4637,225	25	2107,875	113	3523,905	56	324,613	113	1122,768	5	155,925	49,680
piers	2000	m ³	1840	3680,000	27	993,600	73	2686,400	20	537,280	55	1477,520	25	671,600	113	2784,038	56	256,458	113	147,668	5	123,188	6,534
hollow box girder	2500	m ³	3650	9125,000	27	2463,750	73	6661,250	20	1332,250	55	3663,638	25	1665,313	113	5336,199	56	491,536	113	99,158	5	4,338	15,795
parapets	2200	m ³	220	484,000	27	130,680	73	353,320	20	70,664	55	194,826	25	88,330	113	147,668	56	13,603	113	356,967	5	0.000	0.000
R.C steel	16500	t	1060	17490,000	27	4722,300	73	12767,700	20	2553,540	55	7022,235	25	3191,925	113	5336,199	56	491,536	113	99,158	5	4,338	15,795
P.C steel	25000	t	13	325,000	27	87,750	73	237,250	20	47,450	55	130,488	25	59,313	113	356,967	56	32,883	113	915,300	5	40,500	33,413
bearings	65000	t	18	1170,000	27	315,900	73	854,100	20	170,820	55	469,755	25	213,325	113	247,741	56	22,821	113	755,123	5	10,962	0.000
retaining wall	2000	m ³	1500	3000,000	27	810,000	73	2190,000	20	438,000	55	1204,500	25	547,500	113	915,300	56	84,315	113	755,123	5	33,413	0.000
R.C steel	16500	t	150	2475,000	27	668,250	73	1806,750	20	361,350	55	993,713	25	451,688	113	247,741	56	22,821	113	755,123	5	33,413	0.000
new jersey barrier	1400	m	580	812,000	27	219,240	73	592,760	20	118,562	55	326,018	25	148,190	113	247,741	56	22,821	113	755,123	5	33,413	0.000
miscellaneous	580000	km	0.61	353,800	27	95,526	73	258,274	20	51,655	55	142,051	25	64,569	113	107,944	56	9,944	113	63,278	5	2,800	4,118
lightings	340000	km	0.61	207,400	27	55,998	73	151,402	20	30,280	55	83,271	25	37,851	113	63,278	56	5,829	113	93,056	5	4,118	0.000
signs & markings	500000	km	0.61	305,000	27	82,350	73	222,650	20	44,530	55	122,458	25	55,663	113	93,056	56	8,572	113	0.000	5	0.000	0.000
util. relocation		km	0.61	0.000	27	0.000	73	0.000	20	0.000	55	0.000	25	0.000	113	0.000	56	0.000	113	0.000	5	0.000	0.000
total facilities & systems				53041,748		14321,272		38720,476		7744,095		21296,282		9680,119		16183,037		1490,738		0.000		716,064	0.000
land	0	m ²	0	0.000	0	0.000	100	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0.000
engineering project admin.	10	%	53042	5304,175	0	0.000	100	5304,175	40	2121,670	20	1060,835	40	2121,670	0	0.000	56	74,258	0	0.000	56	37,129	0.000
	5	%	53042	2652,087	0	0.000	100	2652,087	80	2121,670	20	530,417	0	0.000	0	0.000	56	37,129	0	0.000	56	37,129	0.000
subtotal				60988,010		14321,272		46676,738		11987,435		22887,514		11801,789		16183,037		1602,126		0.000		716,064	0.000
contingencies	5	%		3049,901		716,064		2333,837		595,372		1144,376		590,089		805,152		80,106		0.000		35,803	0.000
TOTAL				64047,911		15037,336		49010,575		12586,807		24031,890		12291,878		16992,189		1682,232		0.000		751,867	0.000

表11.3.6 Kalma Chowk 改良建設費

(thousand Rupees)

Item	without taxes & duties	with taxes & duties
[local cost]		
labor	12,586.81	
material	24,031.89	
other	12,391.88	
land	0.00	
subtotal:	49,010.58	49,010.58
import taxes & duties		16,992.19
taxes on local materials		1,682.23
total local costs		67,685.00
[foreign cost]		
foreign cost	15,037.34	
freight on import	751.87	
total foreign costs	15,789.20	15,789.20
T O T A L	64,799.78	83,474.20

表 11.3.7 Kalma Chowk 詳細建設費

item	unit cost Rs	unit	quantity	costs without taxes & duties		foreign costs		local costs		labor		material		other		land Rs	import taxes & duties		taxes 12.5% on incl. mtl		freight on import	
				%	Rs	%	Rs	%	Rs	%	Rs	%	Rs	%	Rs		%	Rs	%	Rs	%	Rs
earthwork	39	m ³	5000	195,000	27	52,650	73	142,350	20	28,470	55	78,293	25	35,588	113	59,495	56	5,480	5	2,633	0.000	0.000
sub base course 30cm	244	m ³	1300	317,200	27	85,644	73	231,556	20	46,311	55	127,356	25	57,889	113	96,778	56	8,915	5	4,282	0.000	0.000
ass. base course 30cm	287	m ³	1300	373,100	27	100,737	73	272,363	20	54,473	55	149,800	25	68,091	113	113,833	56	10,486	5	5,037	0.000	0.000
prime coat	13.5	m ²	4350	58,725	27	15,856	73	42,869	20	8,574	55	23,578	25	10,717	113	17,917	56	1,650	5	0,793	0.000	0.000
base course 10cm	1185	m ³	435	515,475	27	139,178	73	376,297	20	75,259	55	206,963	25	94,074	113	157,271	56	14,487	5	6,969	0.000	0.000
wearing course 5cm	1427	m ³	424	605,048	27	163,363	73	441,685	20	88,337	55	242,927	25	110,421	113	184,600	56	17,005	5	8,168	0.000	0.000
piles d=1.5m	15000	m	770	11550,000	27	3118,500	73	8431,500	20	1886,300	55	4637,325	25	2107,875	113	3523,905	56	324,613	5	155,925	0.000	0.000
piers	2000	m ³	1840	3680,000	27	993,600	73	2686,400	20	537,280	55	1477,520	25	671,600	113	1122,768	56	103,426	5	49,680	0.000	0.000
hollow box girder	2500	m ³	3650	9125,000	27	2463,750	73	6661,250	20	1332,250	55	3653,688	25	1665,313	113	2794,038	56	256,458	5	123,188	0.000	0.000
parapets	2200	m ³	220	484,000	27	130,680	73	353,320	20	70,664	55	194,326	25	88,330	113	147,668	56	13,603	5	6,534	0.000	0.000
R.C steel	16500	t	1060	17490,000	27	4722,300	73	12767,700	20	2553,540	55	7022,235	25	3191,925	113	5336,199	56	491,556	5	236,115	0.000	0.000
P.C steel	25000	t	13	325,000	27	87,750	73	237,250	20	47,450	55	130,488	25	59,313	113	99,158	56	9,134	5	4,388	0.000	0.000
bearings	65000	t	18	1170,000	27	315,900	73	854,100	20	170,820	55	469,755	25	213,525	113	356,967	56	32,883	5	15,795	0.000	0.000
retaining wall	2800	m ³	1500	3000,000	27	810,000	73	2190,000	20	438,000	55	1204,500	25	547,500	113	915,300	56	84,315	5	40,500	0.000	0.000
R.C steel	16500	t	150	2475,000	27	668,250	73	1806,750	20	361,350	55	993,713	25	451,688	113	755,123	56	69,580	5	33,413	0.000	0.000
new jersey barrier	1400	m	580	812,000	27	219,240	73	592,760	20	118,552	55	326,018	25	148,190	113	247,741	56	22,821	5	10,962	0.000	0.000
miscellaneous	580000	km	0.61	353,800	27	95,526	73	258,274	20	51,655	55	142,051	25	64,569	113	107,944	56	9,944	5	4,776	0.000	0.000
lightings	340000	km	0.61	207,400	27	55,998	73	151,402	20	30,280	55	83,271	25	37,851	113	63,278	56	5,829	5	2,800	0.000	0.000
siglus & markings	500000	km	0.61	305,000	27	82,350	73	222,650	20	44,530	55	122,458	25	55,663	113	93,056	56	8,572	5	4,118	0.000	0.000
util. relocation				0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
total facilities & systems				53041,748		14321,272		38720,476		7744,095		21296,262		-9680,119		16183,037		1490,738		716,064		
land		0 m ²	0	0.000	0	0.000	100	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0	0.000
engineering project admin.		10 %	53042	5304,175	0	0.000	100	5304,175	40	2121,670	20	1060,835	40	2121,670	0	0.000	56	74,258	0	0.000	0	0.000
		5 %	53042	2652,087	0	0.000	100	2652,087	80	2121,670	20	530,417	0	0.000	0	0.000	56	37,129	0	0.000	0	0.000
subtotal	5	%		60998,010		14321,272		46676,738		11987,435		22887,514		11801,789		16183,037		1602,126		716,064		
contingencies				3049,901		716,064		2333,837		599,372		1144,376		590,089		809,152		80,106		35,803		
TOTAL				64047,911		15037,336		49010,575		12586,807		24031,890		12391,878		16992,189		1682,232		751,867		

11. 4 経済分析

11. 4. 1 分析方法と前提条件

本章では各立体交差建設の経済的フイージビリティを算定するために、下記の前提を設けて経済分析を行なった。

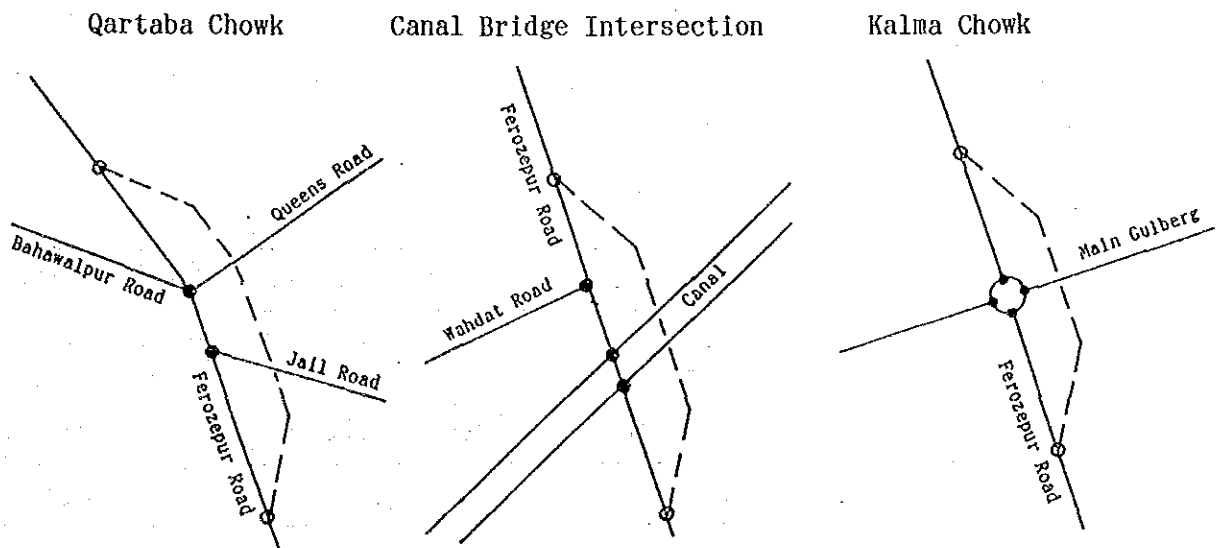
1. 各立体交差建設費は経済価格とした。
2. 各立体交差建設による便益はVOC（走行費用）節約を基準とした。走行費用の節約は、高架構造物が建設される交差点付近の道路一帯において、建設する場合としない場合の走行費用差である。建設しない場合における各交差点の交通量はJICA調査団によって観測された交通量調査の結果を利用している。建設した場合の新たな交通量は配分交通量から推定した。
3. 経済分析はそれぞれの交差点に対して実施した。すなわち、立体交差建設による効果は1ヶ所の交差点改良の範囲内とし、他の交差点改良も同時に実施するというケースは省いた。
4. 各立体交差建設は、1991年から1992年の期間に行うものとする。また建設費（初期投資）は1991年に25%、1992年に75%として分けた。
5. 分析期間は各立体交差供用開始後30年間とした。
6. 費用および便益は1990年の価格を積み上げた。

以上の前提条件に基づく経済分析は比較の指標として、純現在価値（NPV）、便益・費用比率（B/C Ratio）および内部経済収益率（EIRR）の3つの方法を採用した。

11. 4. 2 分析の条件

それぞれの立体交差計画の概要を図11.4.1に示す。

図11.4.1 3つの立体交差の概要



立体交差を実施する前、実施した後における各リンクの距離、平均速度、交通量（PCU単位）などはAppendix Tablesに示した。

各ケースごとのVOC（走行費用）は、第9章に述べたように経済VOCを適用し、詳細についてはAppendix Tablesに示した。ここでは、各交差点に直接関連したリンクだけを取り上げ、交差点自身は「改良された道路」としてVOCを適用している。ここで扱っている分析は現況条件の下で算定していることから、交差点と直接関連しない他のリンクは「改良されない道路」としてVOCを算定している。

立体交差建設の実施前および実施後のVOCの結果を下記に示す。

表11.4.1 立体交差建設の実施前と実施後のVOC比較

	(1990 constant price)		
	Qartaba Chowk	Ferozepur/Canal	Kalma Chowk
Without Flyover ('000 Rs.)	340,623.2	850,059.7	1,039,322.2
With Flyover ('000 Rs.)	283,067.3	726,702.1	1,001,589.2
Difference ('000 Rs./day)	57,555.9	123,357.6	37,733.0
VOC Savings (Rs. mil. /year)	21,008	45,026	13,773

上記で算出されたVOC節約は立体交差供用開始した最初の年における経済便益を示したものであり、建設費用、毎年の維持管理費さらにプロジェクト・ライフ期間中を通じた費用/便益のフローはAppendixに示した。

11.4.3 分析結果

表11.4.2に示す通り、各交差点ともEIRRが20%以上を示しており、かなり経済的にはフィージブルであると言える。

表11.4.2 経済分析結果

	(1) Qartaba Chowk	(2) Ferozepur/Canal	(3) Kalma Chowk
B/C Ratio	2.53	5.03	2.05
Net Present Value (NPV)	101 million Rs.	287 million Rs.	56 million Rs.
EIRR	27.4%	49.3%	22.9%

以上の結果は各交差点とも独立して算出しており、他のTTC（時間節約）便益などの定量化は省いている。したがって、上記の数値はかなり低くおさえたものとなっている。さらに、2つまたは3つの交差点が同時に改良されたならば、さらに一層好ましい結果が得られるであろう。

上記の分析に加えて、各交差点における他の指標も合わせて表11.4.3に示した。

表11.4.3 各立体交差の評価

Alt.	Name of intersection	Inflow traffic volume, exiting (PCU/hour)	Traffic change at flyover	Economic evaluation	Construction cost (Mil. Rs.)
1	Qartaba Chowk	Total =12,300 Per lane= 1,120	Under F/O Before =64,300 After =48,800 On F/O After =32,300	B/C ratio =2,527 NPV =101,035 (Mil. Rs.) EIRR =27.358%	103.4
2	Ferozpur Road/Canal bridge & Wahdat Road	Ferozpur Rd/ Canal Bridge Total =11,100 Per lane= 1,110 Ferozpur Rd/ Wahdat Rd Total = 7,900 Per lane= 990	Under F/O Before =93,700 After =58,500 On F/O After =37,100	B/C ratio =5,027 NPV =287,047 (Mil. Rs.) EIRR =49.290%	111.4
3	Kalma Chowk	Total = 9,600 Per lane= 870	Under F/O Before =106,600 After =61,400 On F/O After =48,500	B/C ratio =2,053 NPV=56,208 (Mil. Rs.) EIRR =22.876%	83.5

第12章 LRTの導入

第12章 LRTの導入

将来における大量公共交通の一つとしてLRTを導入することの必要性は前章に述べられている。本章では、そのフィージビリティについて検討する。

12. 1 計画の指針

フィージビリティスタディの開始にあたって、以下の項目を計画の基本方針あるいは前提条件として考慮する。

(1) 目標年次

営業開始年次は2010年とする。

(2) ルート

マスタープランに述べた将来のネットワークを考慮し、優先ルートとして現在の都心から Model Town に至る Ferozepur 道路沿いの回廊を選定した。

(3) 既存交通機関との隔離

道路交通の混雑を回避し正確かつ快適なサービス提供するために立体構造とする。

(4) 他交通機関との調和

公共交通機関の利用者は各種のモードすなわちバス、鉄道およびその他の公共交通を選択し得る。従って、LRTとその他交通機関との乗換えが便利なように計画する。

(5) 環境

路線選定および構造物の設計に当っては、歴史的建築物・景観、緑および都市美観の保持に留意する。

(6) ターミナル開発

LRTの駅は、周辺地域の再開発の機会をもたらすことから、この都市開発のポテンシャルを計画当初から十分考慮する。

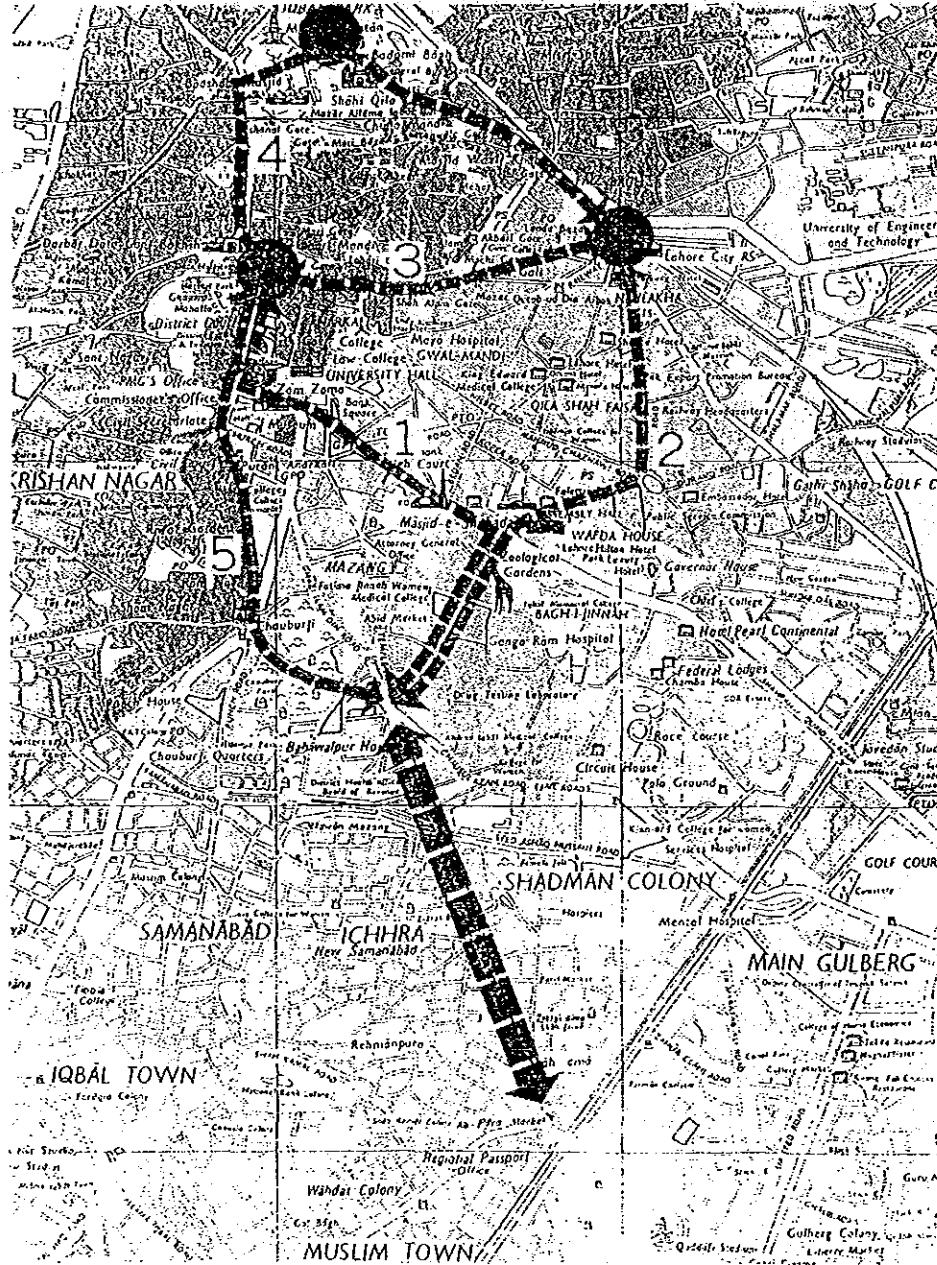
12. 2 路線代替案

基本路線はマスタープランにおいて多方面から検討された。次に詳細路線はそのフ
ィージビリティについて下記の視点から検討する。

12. 2. 1 起点および北部地区の路線

北部地区における路線代替案は図12.2.1のように選定した。

図12.2.1 北部地区における路線代替案



北部地域におけるLRT路線の起点候補地点は次のとおりである。

- a) Lahore Railway Station
- b) Badami Bagh
- c) Data Darbar

上記の各候補地点を下記観点から比較検討した。

- ターミナルスペースの確保
- 他交通機関との乗換え利便性
- 南方への路線設定の可能性
- 輸送需要の発生あるいは誘引
- 将来土地利用計画との整合性
- 将来の延伸に対する適応性

一方、路線代替案は5案あり、相互の比較検討を行う。

政府官庁、業務地区、商業地区等を含む最も市街化された地域は代替路線No. 1、No. 2 およびNo. 5 に沿う地域である。一方、既存建物、道路中員および沿道土地利用の点から、路線の建設に困難が認められるのは代替路線No. 2、No. 3 およびNo. 4 である。従って、初期段階における北部地区の路線は、Data Darbar, Lower Moll, The Moll, Queens Rd. および Ferozpur Rd. を結ぶように選定された。

12.2.2 南部地区の路線および終点

南部地区のLRTの路線については、市街化の状況、現在道路の幅員および地形を考慮に入れて4線の代替路線を選定した。これらの代替路線を図12.2.2に示す。本調査においては、これらの代替路線のうち、建設の容易さと輸送需要の大きい点からNo. 6の路線を選定した。さらに、このNo. 6の路線は、南方に向うパキスタン国鉄との連絡に有利であり、さらに Kot Lakhpat 地区に車両基地のための用地が確保できるといった利点を持っている。

選定された全路線を図12.2.3に示し、詳細図は付属図面集に集録する。

この路線は、また、図12.2.4に示す Ferozpur Rd. に沿う最多公共交通回廊をカバーしている。

Figure 12.2.2 Alternative Routes in southern Section

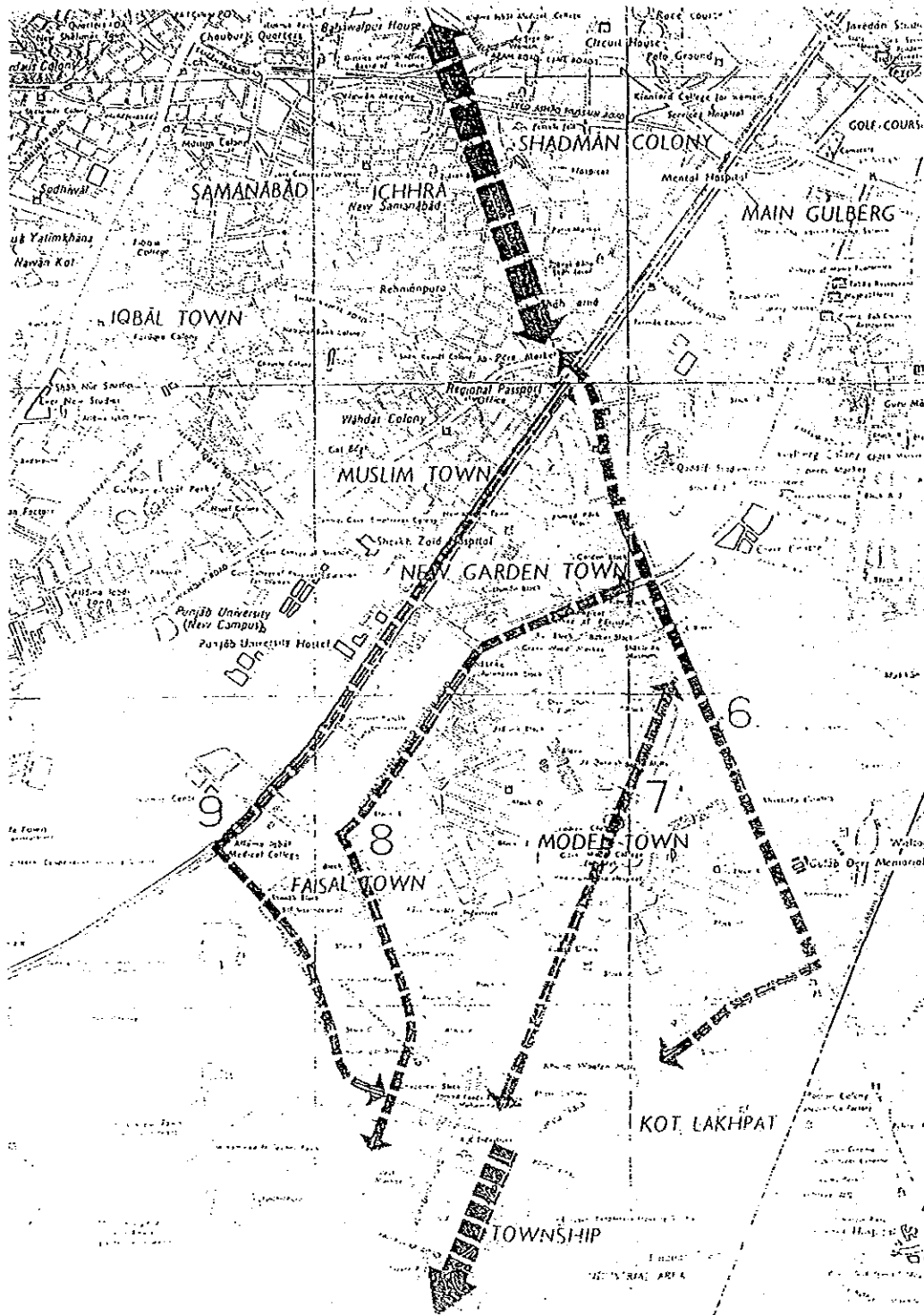


Figure 12.2.3 Proposed LRT Route

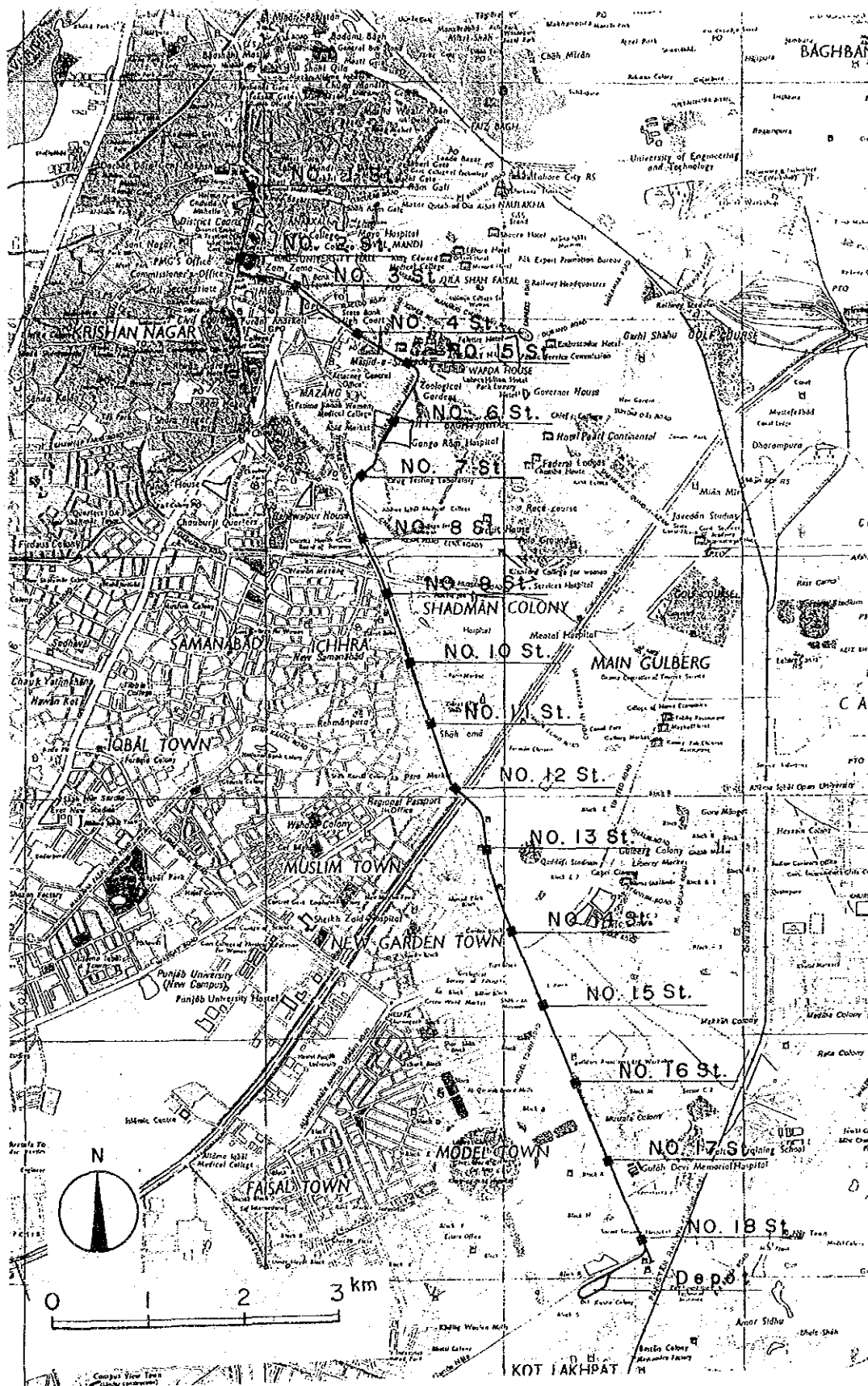
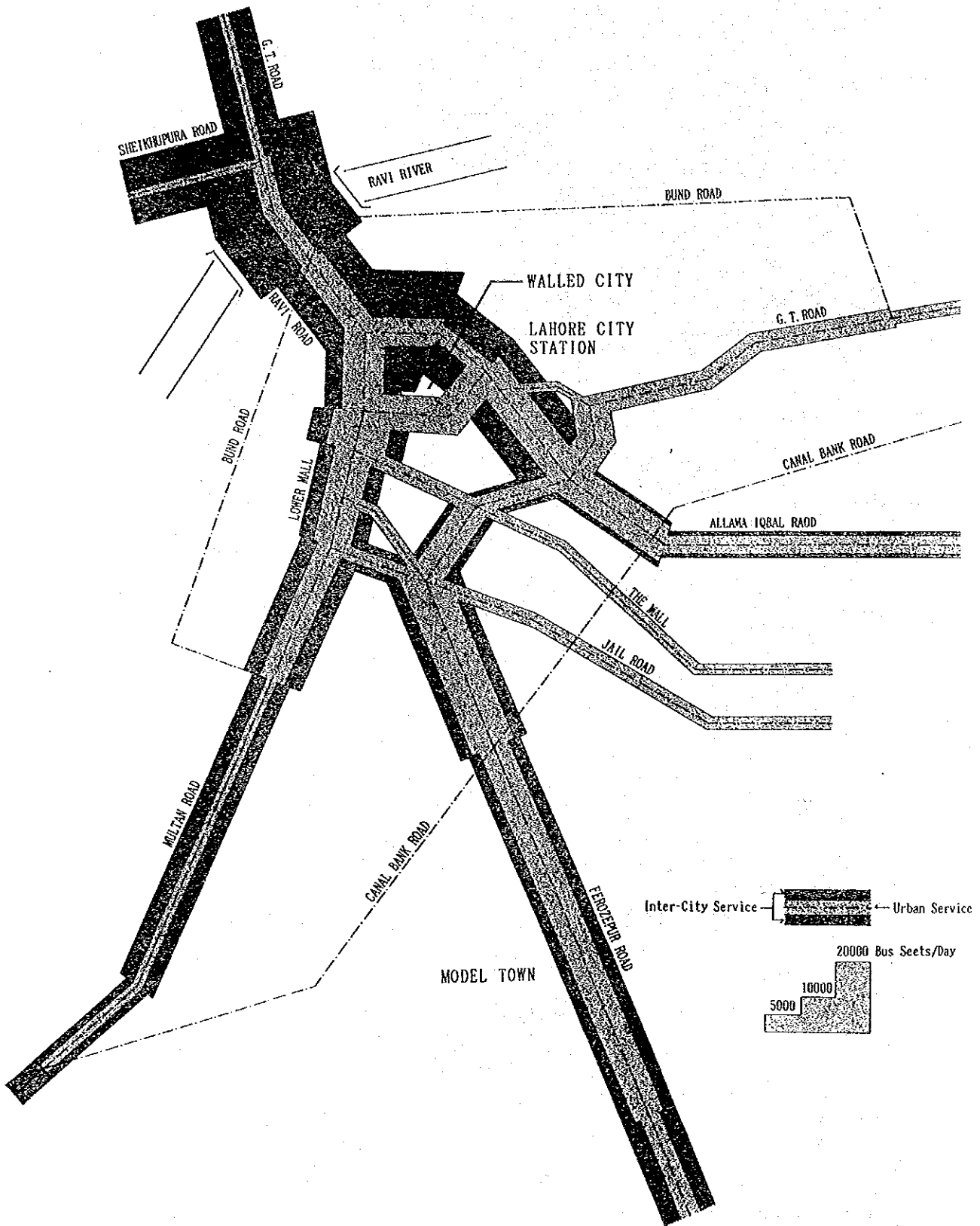


Figure 12.2.4 Present Public Transport Corridor



12. 3 輸送需要予測

12. 3. 1 概説

提案されるLRTの輸送需要予測は、本プロジェクトのフィージビリティを検討するための最も重要な要因である。現段階においては、不確定な要素が多いので、下記を前提条件として調査を進めた。

- LRT、HRTおよびバスは公共交通の三つの競合するモードである。
- 公共交通利用者は、到達時分、運賃、快適性等に対する各自の好みによっていずれのモードをも選択することができる。
- 各モード間の乗換が改善される。
- この予測においては、個別輸送から公共輸送への転換は無視できるものとする。

12. 3. 2 公共交通網に対する輸送配分

2010年における将来交通網および2010年における予測OD表に基いて、各輸送モードすなわちLRT、HRTおよびバスに対する交通配分を行った。

(1) 将来における公共交通のモード別配分

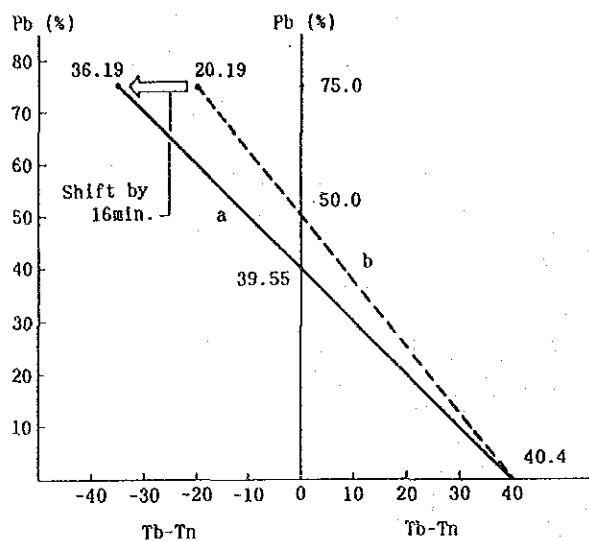
第4章において、モード選択の関係を示すモデル式について記述されている。これによれば現在の鉄道利用はバス（ミニバスを含む）の利用に比較して極めて小さい。このモデルは提案されるLRTおよびパキスタン国鉄の通勤輸送（HRT）の旅客輸送量を予測するためにここでは手を加えてある。

第4章に記したバス旅客インタビュー調査から次の結果が導き出された。すなわちインタビューした旅客の約75%が、運賃は高くなっても高速の新しい交通を選択するという結果である。

	<u>Additional Average payment</u>	<u>Average Time Reduction</u>	<u>Rs./min.</u>
75%	Rs.1.31	8 min.	0.16
75%	Rs.1.88	16 min.	0.11
75%	Rs.2.32	24 min.	0.10
75%	Rs.1.88	16 min.	0.12

図12.3.1において、“b”線は、バス(ミニバスを含む)とLRTの間で、運転時隔と運賃が全く同様で、かつ、到達時分が等しい場合にそれぞれのシェアは、50%であるという仮の傾向線を示す。さきに第4章で議論されたように、75%の旅客は高い運賃であっても速いサービスを選好する。“a”線は図のP bが75%の位置で“b”線を16分左に移して得られる線で、これは16分の時間短縮は1回の乗車当り平均で1.88ルピーの運賃上昇を招くという調査結果に基づいている。

Figure 12.3.1 Diversion Model : Buses vs. LRT



$$b : Pb = 50.00 - 1.238 * (Tb - Tn)$$

$$a : Pb = 39.55 - 0.979 * (Tb - Tn)$$

Pb: The percent share of bus

Tb: Travel time by buses

Tn: Travel time by the new mode including LRT

Line b: To be used for the estimate of diversion in future

$$Pb = 39.55 - 0.967 * (Tb - Tn), \quad Pn = 100 - Pb$$

where, Tn : the travel time from 0 to D by new mode

Tb : the travel time from 0 to D by buses

Pb : the percent share of bus users (%)

Pn : the percent share of new mode users (%)

この図における新しい“b”線は、以下の要因を含んでおり、現在から10年ないし15年のLRT旅客の概数を求めるのに使用することができる。

- サービスに対して高過ぎる運賃は新しいサービスに対する転換率を減少させる。より高い速度とより良好なサービスは、上図の“b”線を左に移し、より高い運賃は右に移す。
- LRTは、運転間隔2分～6分、表定速度30km/時という新たなサービスを提供する。
- 駅（停留所）における待ち時間を次のように仮定する。

LRT	4分（1日平均）
バス（一般）	5分（＃）
バス優先レーン	5分（＃）
鉄道	10分（＃）
徒歩	5分（起点および終点において）

(2) 適用モデル

前述の分析に基づいて、LRT、HRTおよびバスの需要予測に対して、下記のモード選択のモデル式をコンピューター・シミュレーションに適用した。図12.3.1に示す“a”線はロジット曲線でこのモデル式を下記に示す。

$$P = \frac{1}{1 + e^{a+b\Delta T+c\Delta C}}$$

where, P: Share of Rail in %
 ΔT : Time difference, Bus-Rail
 ΔC : Cost difference, Bus-Rail
 a,b,c: parameter

Figure 12.3.2 Applied Model of Modal Choice

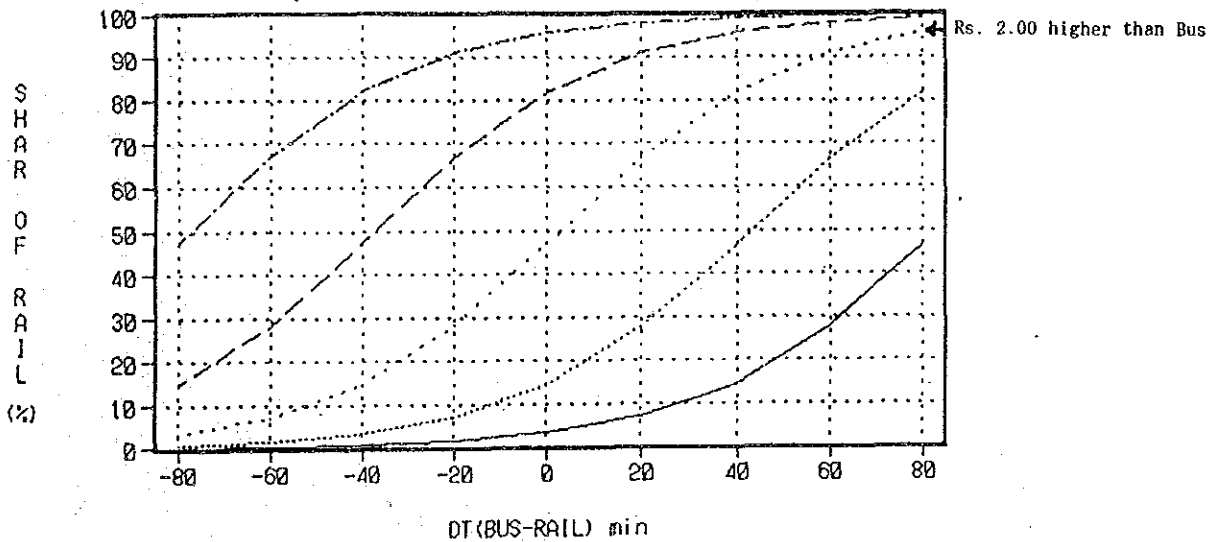
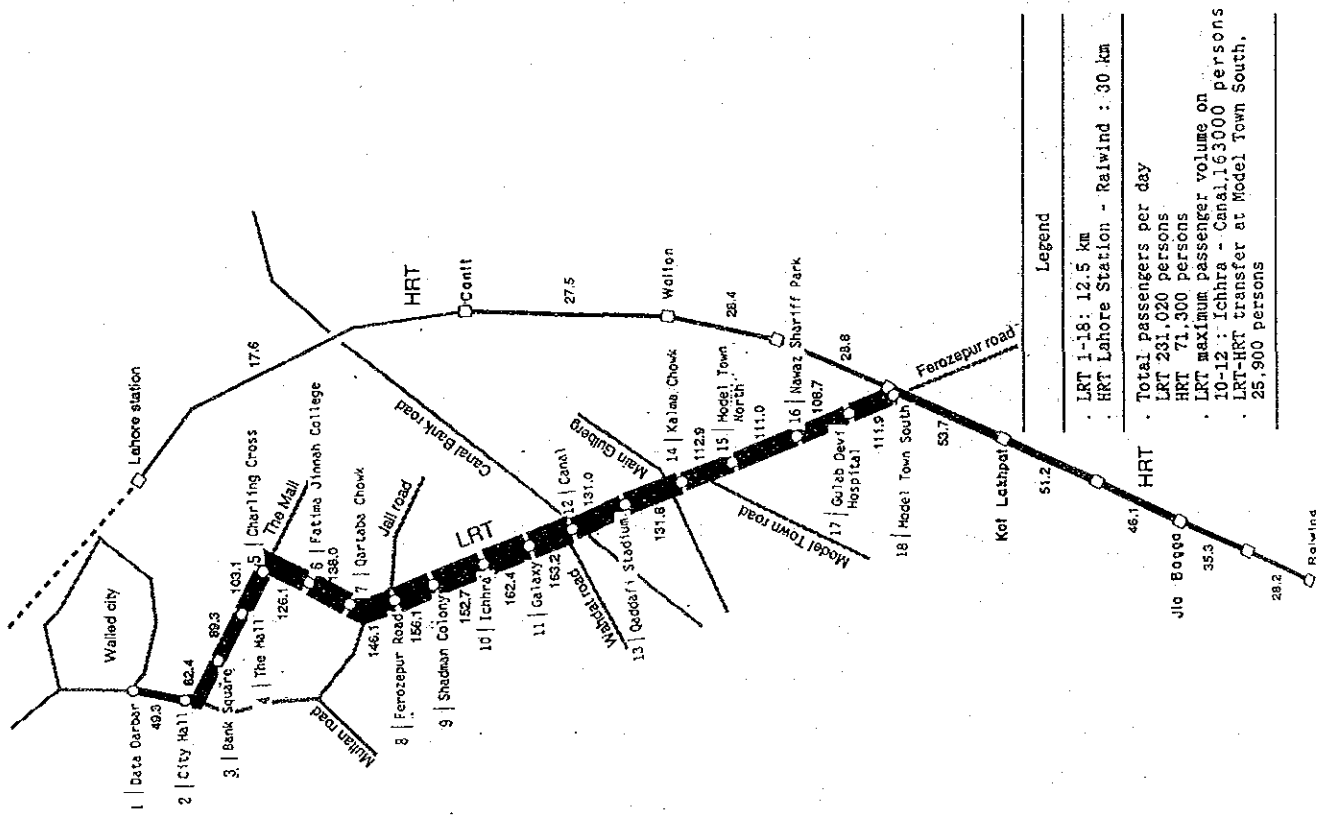


Figure 12.3.3 Passengers on LRT & HRT, 2010



Legend

- LRT 1-18: 12.5 km
- HRT Lahore Station - Raiwind : 30 km

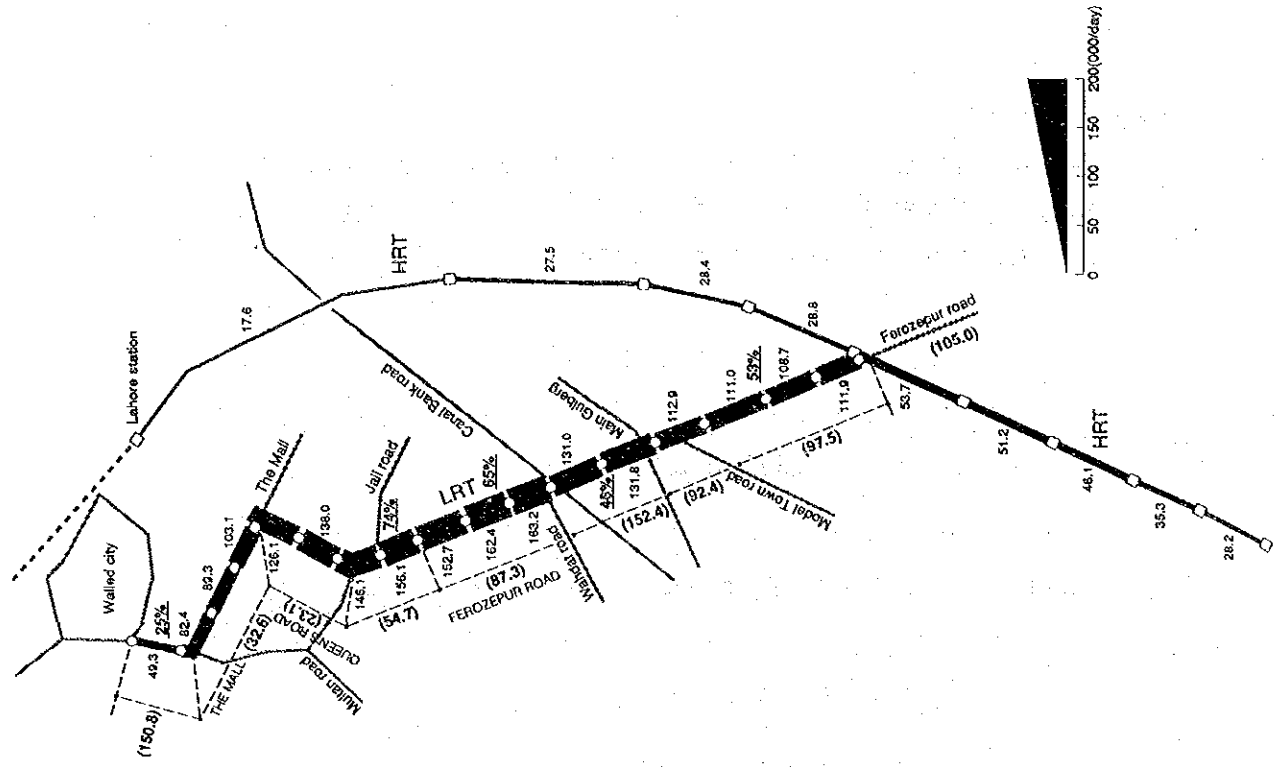
Total passengers per day

- LRT 231,020 persons
- HRT 71,300 persons

LRT maximum passenger volume on 10-12 : Ichhra - Canal, 163000 persons

- LRT-HRT transfer at Model Town South, 25,900 persons

Figure 12.3.4 Passengers on Buses and LRT, 2010



Legend

- LRT 1-18: 12.5 km
- HRT Lahore Station - Raiwind : 30 km

Total passengers per day

- LRT 231,020 persons
- HRT 71,300 persons

LRT maximum passenger volume on 10-12 : Ichhra - Canal, 163000 persons

- LRT-HRT transfer at Model Town South, 25,900 persons

12.3.3 2010年に対する配分結果

1) LRTおよびHRT

2010年における公共交通に対するパーソントリップのODマトリックスと2010年におけるLRTとHRTの路線網ならびにバス路線に基きモード選択モデル式を用いてLRTの利用者の予測を行った。図12.3.3にLRTとHRTの2010年における旅客数の予測値を示す。

2010年における1日当りの全旅客数はLRTで231,000人、HRTで71,300人である。最大旅客人数はNo.10駅（仮称Ichhra駅）とNo.12駅（仮称Canal駅）の間に表れており、その数は1日両方向で163,000人と算定されている。また、Model Town Southの接続地点におけるHRTとLRTとの乗換客数は両方向で25,900人と予測される。

2) LRTおよびバス

図12.3.4は、LRTと平行道路におけるバス旅客数を示す。

- Canal Rd. との交差から南へ Model Town South に至る区間では、53% (108,700人) がLRTに乗る。
- Kalma Chowk と Canal の間では、46% (131,000人) がLRTに乗る。
- Wahdat Rd. と Ichhra の間では、65% (163,000人) がLRTに乗る。
- Qartaba Chowk と Ichhra の間では、74% (156,000人) がLRTに乗る。

以下の数値は選定された計画（LRTとHRT）への交通配分の概要を示す。これらの数値は、LRTとHRTを合計した旅行距離と旅行時間が“without in 2010”の数値に比較して大巾な減少を示している。

Plan	Do Nothing		LRT & HRT, 2010
	With clean up 1990	With clean up 2010	LRT = 12.5 km HRT = 40.0 km
Daily passengers	—	—	LRT = 231,000 HRT = 71,300
Max. passenger sections	—	—	LRT = Ichhra - Canal 163,000 HRT = Model Town South - Kot Lakhpat 53,700
Total pass.-km in PCU'000*	10,905.9 (100)	23,528.9 (215)	22,565.0 (207)
Total pass.-hour in PCU'000*	744.8 (100)	3,401.5 (457)	2,217.0 (298)

*Including private and public motorized vehicles.

3) 中型バス

現在、Ferozepur Rd. では、公共バスの75~80%が座席数14~18のミニバスである。もし、ミニバス77%、普通バス23%の構成比が1990年および2010年でも変化しないとし、LRTとHRTが建設されないとすれば、Ferozepur Rd. の中間地点におけるバスの総数は1990年において6,500台、2010年において12,500台となるであろう。一方、もしLRTおよびHRTが建設されれば、2010年におけるバスは4,400台とすることができる。これは表12.3.1にみられるとおりである。

もし、中型バスがミニバスと置き替わり、1台当り大きい輸送力で運行されれば、その区間におけるバスの運行台数は約半数近く(47%)減少させることができる。Ferozepur Rd. の中間地点における台数は表12.3.1に示すとおりである。大型バスの使用については第13章で検討されており、漸進的なバスの大型化を勧めている。

Table 12.3.1 Bus Size and Traffic Volume

Mid-Ferozepur Section [Ichahra - Canal (Muslim town Chowk)]					
No. of buses/passengers on roads.					
	1990	2000	2010	2010	
	Present	without LRT&HRT	without LRT&HRT	with LRT&HRT	
i Bus passengers	130,000	180,200	249,700	87,300	
ii Bus volume converted by 20 occupants/bus ¹⁾ for all types of buses					
	Total	6,500	9,020	12,500	5,300
	Reg.	1,500	2,070	2,880	500
	Mini	6,500	6,950	9,620	4,800
iii 1/3 of Minibuses are replaced by medium buses with 30 occupants in 2001, and 2/3 in 2010. ³⁾ The total buses will be: ²⁾					
	Total	-	7,785	9,080	3,595
	Reg.	-	2,070	2,880	500
	Med.	-	1,085	2,990	1,495
	Mini	-	4,630	3,210	1,600

- Notes : 1) Average occupants 14.0 for a minibus and 40.0 for a regular bus (Table 9.3.8) in 1990. $(14.0 \times 77\%) + (40.0 \times 23\%) = 20.0$ /average bus.
 2) if 30 occupants per medium bus would be used instead of the 14 occupant minibus, the average occupants are 37.6. Using this unit, the passengers are converted to the large sized buses.
 3) Of minibuses, 1/3 will be replaced by medium buses in 1996-2000 and 2/3 will be replaced in 2001-2010.

12. 4 運転計画

(1) 列車運転系統

各列車ともData Darbar 駅（北の端末駅）とModel Town South 駅（南の端末駅）の全区間を通して運転され途中駅での折り返しはしない。

(2) 表定速度

表定速度は、予定車両の性能（12.5節参照）および計画された路線（12.3節参照）により、30km/時とする。

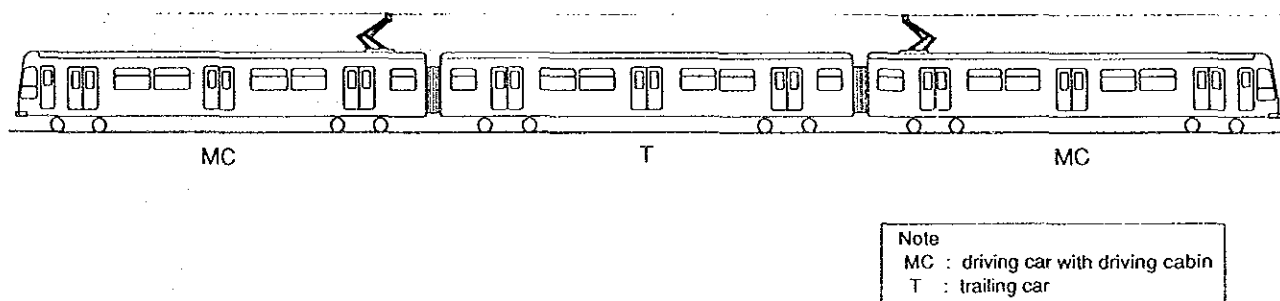
(3) 運転間隔

最少運転間隔は2分とする。運転間隔は短い方が、旅客誘致の点から望ましいが、2分程度よりさらに短い運転間隔は实际的でない。

ラッシュ時以外の運転間隔は輸送量に応じて長くする。

(4) 列車編成

1列車を編成する車両の数は、輸送需要予測と提案された運転間隔とによって決まる。最大輸送人数は Galaxy 駅と Canal 駅との間の区間で、その数は163,240人と予測されている（12.2節参照）。一方、最小運転間隔は2分とされている。従って1列車を構成する車両数は動力車2両と付随車1両の計3両と算定される。列車編成は、輸送人数が増減しても変更せず、運転間隔を変更することによって対応する。列車編成は、下図に示すようにそれぞれに運転室のある動力車2両と運転室のない付随車1両とからなる。



将来、輸送量が増大する場合には、運転室のない付随車あるいは動力車を列車編成の中間に追加することができる。

(5) 運用列車編成数

LRTシステムを運行するために必要な列車編成数は表定速度と最少運転間隔に基づいて計画される。

表定速度	30km/時
最少運転間隔	2分
端末駅における折返し時分	4分

従って、運行列車編成数は

29編成

となる。

(6) 所要車両数

必要な車両数は次により計算される。

運行列車編成数	29編成
列車編成	$M_c + T + M_c$
検修のための予備率	20%と仮定

従って、所要車両数は、

M_c 70両、 T 35両

となる。

12.5 車両および車両基地

12.5.1 車両

(1) 線路条件

提案する車両が運転される線路の条件は次のとおりである。

軌間	1,435mm
最急勾配	
本線	2.5%
車庫への入出線	4.0%
最少曲線半径	100m

(2) 車両の形式

一般に車両には、二つのタイプがある。一つは連節車両で、他の一つは非連節車両（いわゆる普通車両）である。前者は小半径の曲線を有する路線を運転するのに適しているので、交差点などの多い街路に適している。路面電車などはその一例である。後者はそのような小半径の曲線を走行できないが、製作費および保守費は前者より安い。

本調査の線路の最少曲線半径は100mであり、非連節車両も容易に走行できるので、本計画では非連節車両を導入することとする。

(3) 車両諸元

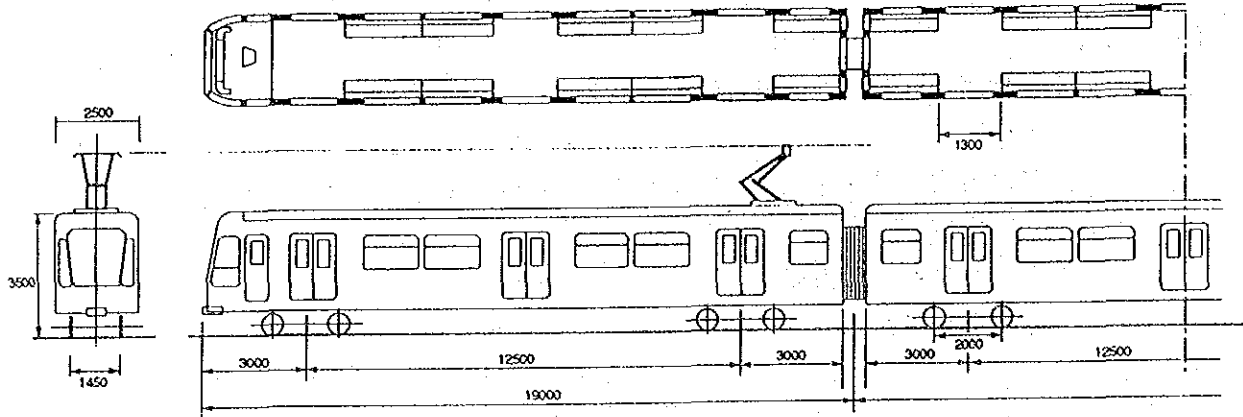
小型の車両は、線路、高架構造物その他の土木構造物の建設費を低減させる点からも望ましい。しかし、車両の諸元が小さくなる程、旅客1人当りの車両費は上昇する。輸送量予測値を考慮して、車両諸元を次のように提案する。

軌間	1,435mm
車体長	18.5m
全巾	2.5m
高さ（レール面上屋根まで）	3.5m
床面高さ	0.95m
車輪直径	0.66m
自動	
動力車	31t
付随車	26t
旅客定員	

	座席	立席
動力車	48	148
付随車	56	154

車両の全体図を図12.5.1に示す。

Figure 12.5.1 General View of Proposed LRT Railcar



(4) 車両の特性

駅間距離が短い場合、走行時間を短縮するために、高加速度、高減速度は欠くべからざるものである。一方、そのようなケースでは最高速度はそれ程高い必要はない。車両の特性は次のように提案する。

架線電圧	DC 1,500 V
最高速度	80 km/時
最大加速度	1.0 m/s/s
常用減速度	1.3 m/s/s
非常減速度	2.1 m/s/s

12.5.2 車両基地

車両基地は車両の滞留、清掃、検査、修繕を行うために設けられる。車両基地の配置を付属図面No.23に示す。

(1) 収容車両数

12.4 (6) 項に記したように所有列車数は105両、35編成である。夜間、列車運転が行われない時間帯には3編成は北の端末駅に留置し、残りの編成は車両基地に留置する。

(2) 車両の保守

車両の検査修繕は二つのカテゴリーに分けられる。一つは工場で行われる重検修であり、他の一つは車庫で行われる軽検修である。検査修繕の種類は次のとおりである。

軽検修

- 1日検査
- 1週検査
- 1ヶ月検査

重検修

- 1ヶ年検査
- 2ヶ年検査

臨時修繕は、必要により上記のほかに行われる。

(3) 車両の洗淨

車両は毎日洗淨を行う。洗淨は列車編成が機械式洗淨装置を通過する間におこなわれる。

(4) 車両基地の設備

上述の作業を行うために次の設備が必要である。

－線路（屋外）

- ・ 滞留線
有効長 $19\text{m} \times 3\text{両} \times 27\text{編成} = 1,539\text{m}$
- ・ 洗淨線
- ・ 試運転線
- ・ 到着および出発線
- ・ 引上線

－検修車庫

- ・ 建家
- ・ 1日検査線 2線
- ・ 1週検査線 2線
- ・ 1ヶ月検査線 1線
- ・ 機械職場

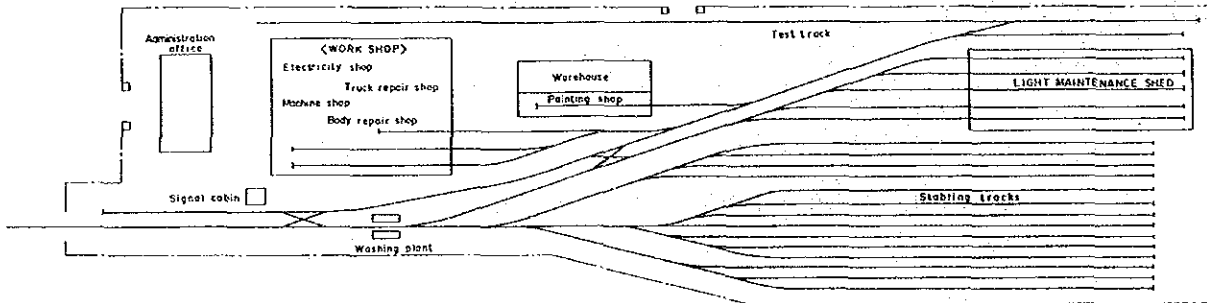
－工場

- ・ 建家
- ・ 解体および組立線
- ・ 車体修繕職場
- ・ 台車修繕職場
- ・ 電動機械場

- ・ 電機職場
- ・ 機械職場
- ・ 塗装職場
- 車両洗淨装置
- 倉庫
- 信号扱所
- 厚生設備

(5) 車両基地の配置

車両基地の配置は付属図面No.23に示す。

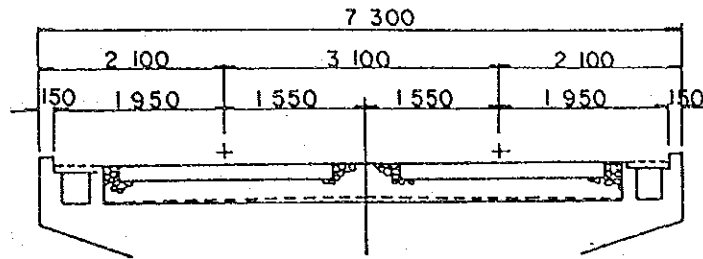


12. 6 土木構造物

本節では土木関係すなわち軌道、土木構造物および駅について論ずる。土木構造物は他の項目すなわち電力設備、信号通信設備等に比較して建設費の占める割合が高いため、計画に当っては、経済的、かつ建設および保守が容易であり、また他の施設とよく調和するように計画する。

12. 6. 1 軌道

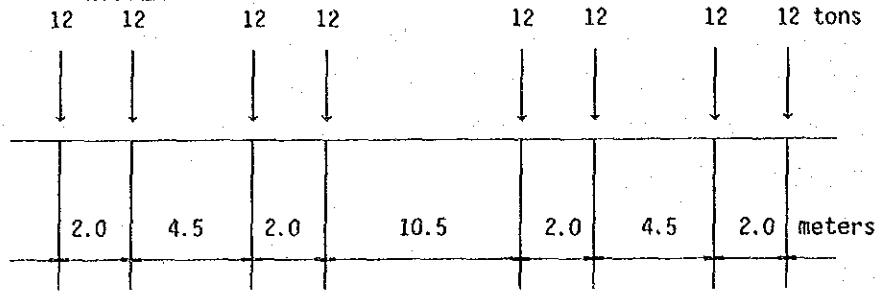
(1) 軌道の寸法



(2) 軌道の設計基準

Item	Standard	Remarks
Gauge	1,435 mm	
Maximum design speed	80 km/hr	
Maximum curve radius	100 m	for main track
	80 m	for depot
	300 m	for station section
Maximum grade	2.5 %	for main track
	1.0 %	for station
Vertical curve	2,000 m	in horizontal curve R<800m
	3,000 m	in horizontal curve R>800m
Track-center distance	3.1 m	for main track
	4.0 m	for depot
Rail	50 kg/m	
Sleeper	concrete	
Ballast thickness of track	200 mm	under the sleeper
Turnout	No.8 (1:8)	for main track
	No.6 (1:6)	for depot
Live load	12 ton/1 axle	train moving load
Over head clearance	4.7 m	clearance between the bottom of structures and the road surface

(3) 列車の活荷重



12.6.2 構造物

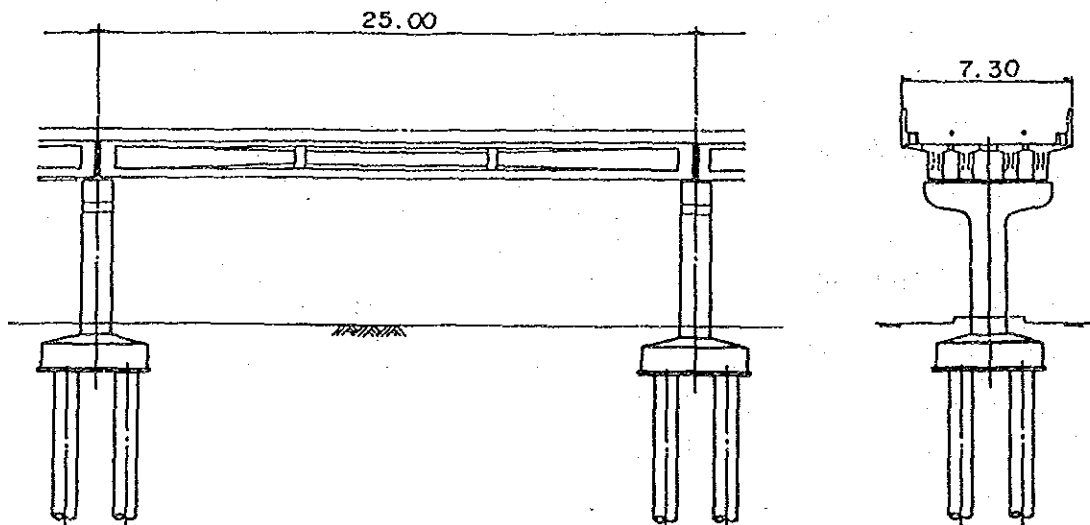
高架構造物の形式は、次の構想に基いて設定した。

- 1) 主構造物は、現地調達および現場組立の便宜を考慮して鉄筋コンクリート構造およびプレストレストコンクリート構造とした。鋼構造の使用は特殊な部分を除いて可能な限り避けるものとする。
- 2) 高架構造は、騒音、振動ならびに美観に対して注意深く設計する。
- 3) 高架構造は、1スパンあるいは2スパンで道路を跨ぐように計画する。橋脚は道路交通および埋設物に支障がないように設置する。
- 4) すべての構造物は、下部構造、上部構造とも標準タイプにより設計され得るよう各スパンの長さは均一にする。

上記の観点から、スパン長25mのプレストレストコンクリート（PC）桁を上部構造として使用する。同様に、現場打ちコンクリート杭の上に鉄筋コンクリート（RC）橋脚を下部構造として使用する。このように橋脚は深い砂層に貫入された杭基礎によって支持される。

構造物の全体図を図12.6.1に図示する。

Figure 12.6.1 General View of Structures



12.6.3 駅

駅には二つのタイプがある。一つは相対式プラットフォームであり、他の一つは島式プラットフォームである。

それぞれの長所、短所は次のとおりである。

width of platform	Separate platform	Island platform
Track alignment	o	x
Future extension	o	x
Construction cost	x	o
Width of platform	x	o

一般に、島式プラットフォームは列車長が200mより長い場合に望ましい。列車長が100mより短い場合には多くの場合に相対式プラットフォームが望ましい。上記の比較検討に基いて本プロジェクトは相対式プラットフォームを採用する。

駅の位置は、次の構想に基いて決定される。

- 1) 駅間距離はLRTシステムに適切なものでなければならない(都市鉄道については700~至1,200mが標準の距離である)
- 2) 都市計画および公共施設との関連を考慮しなければならない。
- 3) 他の交通機関との乗換えが容易であるとともに旅客のアクセスに便利でなくてはならない。

上記に基いて各駅の位置を次のように選定した。

No.	Station name (temporary)	Station mileage (Km)(m)	Distance between (m)	Remarks
1	Data Darbar	0 000	-	Darbar Data Ganj Bakhsha
2	City Hall	0 600	600	City Hall, District Courts
3	Bank Square	1 240	640	Bank Square, Museum
4	The Mall	1 850	610	Masjid-e-Shohada
5	Charling Cross	2 450	600	Assembly Hal, WAPDA House
6	Fatima Jinnah College	3 190	740	Fatima Jinnah Medical College
7	Qartaba Chowk	3 940	750	Junction with Lytton Road, Jail Road Bahawalpur Road ad Queens Road
8	Ferozpur Road	4 600	660	
9	Shadman Colony	5 250	650	
10	Ichhra	5 880	630	Bus terminal
11	Galaxy	6 650	770	Markets and theaters
12	Canal	7 420	770	Junction with Wahdat Road and Canal Road
13	Qaddafi Stadium	8 120	700	Qaddafi Stadium
14	Kalma Chowk	8 890	770	Junction with Main Gulberg Road
15	Model Town North	9 910	910	Junction with Model Town Road
16	Nawaz Shariff Park	10 700	900	Park
17	Gulab Devi Hospital	11 600	900	Gulab Devi Memorial Hospital
18	Model Town South	12 500	900	Bus terminal
Average Distance between stations			735.3	

(1) 駅の主要施設

駅の主要施設は次のとおりである。

案内施設

旅客施設

コンコース、通路等

出札、改札等

駅事務室

駅長室、駅員室

(2) プラットフォーム

プラットフォームの長さは列車長57mに余裕13mを加えて70mとする。

相対式プラットフォームの巾は4mとする。

(3) プラットフォーム事務室

各駅に、階段およびコンコースに近い場所にプラットフォーム事務室を設ける。

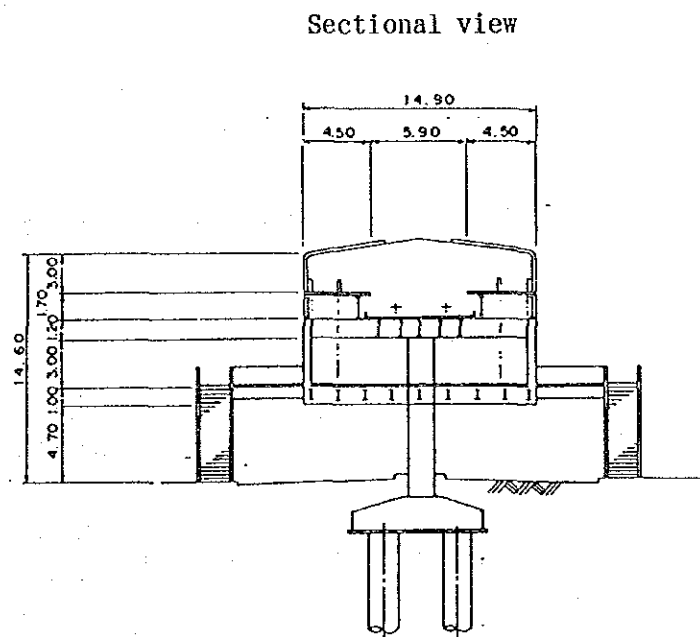
(4) その他の施設計画

駅施設に関連するものとして、乗降客へのサービス提供のための公共施設、商業施設等、また駅のサービスに付随するものとして駐車場、バスターミナル等およびその他の施設がある。これらは駅前広場と一体となってターミナル機能を果すものである。

これらの関連施設に対して各駅周辺の環境に合った駅前広場を計画し確保することが望まれる。

駅の構造断面を図12.6.2に示す。

Figure 12.6.2 Station Layout



12. 7 電力供給、信号および通信システム

12. 7. 1 電力供給

(1) 電力供給ネットワーク

LRTに対する電力供給システムは、電車の運転用動力、照明および付属設備に必要な電力公社(WAPDA)のラホール地区のネットワークから132kVあるいは66kVの電圧で受電するものとする。

(2) 変電所

運転用動力に使用される電力は、LRTの変電所で直流1,500Vに降圧かつ整流され、フィーダーに送られる。

駅および各施設に供給される低圧電力は変電所で交流220Vに降圧され各個所に供給される。

変電所は電力損失を最少にし、かつ電圧降下を許容範囲に保つように配置される。変電所に適用される主要項目は次のとおりである。

—変電所の数

本線 5

車両基地 1

—平均間隔 2.5km

—変電所のタイプ 屋内

—整流器

1変電所当りの数 5

公稱定格 2,000Kw、1,500V

(3) 架線

電力は架線を通して列車を編成する車両に供給される。架線は、トロリー線、カテナリー線、メッセンジャ・ワイヤーおよびそれらの支持装置から成る。それらの構成は、最高速度、最小運転時隔および列車の電動機出力により決定される。

LRTに対しては、単一トロリー線を持つシンプル・カテナリー・システムが提案され、付属図面No.22に示されているように剛体片持腕がカテナリーを支持するために設置される。

12. 7. 2 信号設備

信号設備は列車の安全を確保するために設けられる。提案される信号設備の主要部分は、自動閉そくシステム、継電連動装置および列車停止装置から成る。

(1) 自動閉そくシステム

自動閉そくシステムは、線路において列車間に間合を置いて円滑な列車運転を行うために設けられる。すなわち、1列車のみが自動信号機の現示に従って各閉そく区間に進入することができる。提案される自動信号機は、地上信号形式であり、その現示方式に次に示すとおりである。

灯色	指示
緑	進行
黄	次の信号機で停止することを予期して進行
赤	停止

自動閉そく信号機は、次の区間に他の列車が存在するときには赤色を現示し、その区間が空いたときに緑色を現示する。

北と南の両端の駅には進路を制御できる集中制御装置が設備され、信号扱所には進路表示盤と制御機が設備される。

各閉そく区間の最小の長さは許容最高速度で進行して来る列車をその区間内に停止させ得る長さとする。

(2) 継電連動装置

継電連動装置が両端末駅に設備される、これには滞留線に至るルートを自動的に構成する自動進路制御装置が付加される。

(3) 自動列車停止装置

自動列車停止装置は停止信号を過走して進行しようとする列車を停止させるために設けられる。このシステムは、速度制御が必要な場合には、速度制御装置を付加することによって完全なものとなる。この装置の設備は列車の両端に設けられる。

12.7.3 通信設備

主な通信設備は、電話、UHF無線装置および放送装置である。

(1) 電話網

一般電話網は、LRTの運転に対する管理、運営ならびに各事務所間の連絡のために設置される。電話網は私設自動交換装置と各電話器とから成る。交換装置は車両基地内の管理棟内に設置され、公共電話網との接続線が、公共電話加入者との通話のために設けられる。内部通話に自動接続でなされ、外部通話は自動接続および交換手経由の接続でなされる。外部からの通話は交換手経由で接続される。

電話器は各駅、駅間の中間地点、滞留線群の端および管理事務所内に設置される。

(2) UHF無線装置

列車無線装置は運転指令センターと各列車間の通話ならびに保守要員が携帯する無線との通話を行うために設けられる。基地局は車両基地内に設置される基地局は、指令台から各移動無線機への単独通話、グループ通話、一斉通話のいずれをも可能にするチャンネルを有するものとする。

移動無線機は、運転指令員との通話ならびに基地局を介しての他の移動無線機との通話を可能にするよう各列車に搭載される。

携帯無線機は、移動無線機と同様に、LRTの各施設の保守と列車の入換作業のための通話を可能にするものである。

(3) 放送装置

放送装置はLRTの駅において旅客に案内放送をするものであり、また、列車入換の作業員や保守要員のようなLRT職員と直接の音声による連絡をとるためのものである。さらに、非常の場合に駅内の旅客に通報する役目を兼ねる。この装置は、管理棟内に設置されるパネル付きの親装置と、駅のプラットフォーム、駅ヤードおよび車両基地に設けられた拡声器から成る。

12.8 建設費および保守費

12.8.1 前提条件

- (1) 建設費算定に当っては、1990年末の価格を基準とする。
- (2) 建設費は現地貨（パキスタン・ルピー）にて表示するものとし、為替レートは1 US \$ = 21.70ルピー = 132円とする。
- (3) 建設費は外貨と内貨に分けるものとする。
 - (外貨分)
 - 外国人技師の給与
 - 輸入資材、輸入機器（CIF価格）
 - 外国会社の経費、利益
 - (内貨分)
 - 現地人の給与
 - 現地資材
 - 現地会社の経費、利益
 - 機器の維持、管理
- (4) 税金および関税
税金および関税は、輸入税、物品税、輸入追徴金、Iqra 追徴金、所得税そしてOctroiなどが含まれる。この中でも多くを占める輸入税と物品税は資材や機器の種類によってさまざまであり、各関係省庁によって賦課されている。
- (5) 経済および財務価格
本プロジェクトの建設費は、経済価格および財務価格でそれぞれ算出した。
経済価格は、輸入税、物品税、輸入追徴金などを含む財務価格からこれらの税金や関税などの課税費用を差し引いたものである。

12.8.2 建設費

上記の前提条件に基づいて算定されたLRT距離程12.5kmの建設費を表12.8.1および表12.8.2に示す。LRTの建設費は経済価格で4,539百万ルピー、財務価格で5,965百万ルピーである。これらのコストは上記の表に示すように土木工事、電力設備、信号通信設備、車両基地、車両、用地費等を含むものである。

12.8.3 運営保守費

運営保守費の経済価格および財務価格は、表12.8.1(2)に示すとおりである。

この算定はKarachi Mass Transit Study (1987年価格) による下記の数値に基づいて算定した。

Karachi Mass Transit StudyによるLRTの保守運営費

項目	ルピー	%
動力費	144,344,218	31.63
輸送費	36,974,514	8.10
車両保守	116,880,991	25.61
軌道および構造物の保守	30,780,000	6.74
駅および建物の保守	6,400,000	1.40
電力設備保守	61,560,000	13.49
信号通信保守	6,156,000	1.35
車両基地保守および燃料	1,392,257	0.31
補償費	610,222	0.13
広告宣伝	610,222	0.13
直接人件費	37,281,600	8.17
間接人件費	13,421,376	2.94
計	456,411,400	100.00
1車両キロ当り保守運営費	16.596	

一方、本プロジェクトによるLRTの車両キロは次のように算定される。

peak hour : 2min.headway, 30trains/hr×5hr×2dir.=300trains/day
 off peak hour : 5min.headway, 12trains/hr×8hr×2dir.=192trains/day
 off peak hour : 10min.headway, 6trains/hr×8hr×2dir.= 96trains/day
 total 588 trains/day

Annual train km = 588×12.5km×365day=2,683,000

Annual vehicle km=2,683,000×3units=8,049,000

従って、1987年から1990年に至る物価上昇率1.20を考慮すると本プロジェクトの運営保守費（経済価格）は

$8,049,000 \times 16.596 \times 1.20 = 160.3$ 百万ルピー

となる。一方、財務価格では建設費の財務価格と経済価格との比を用い、次のように算定した。

$160.3 \times \frac{5,965 \text{ (財務価格)}}{4,539 \text{ (経済価格)}} = 210.7$ 百万ルピー

Table 12.8.1 Cost Summary of LRT System

(1) Construction Cost

(unit : million Rupees)

Item	without taxes & duties	with taxes & duties
[local cost]		
labor	706.64	
material	1,394.56	
other	670.31	
land	143.00	
subtotal:	2,914.51	2,914.51
import taxes & duties		1,328.64
taxes on local materials		97.62
total local costs		4,340.77
[foreign cost]		
foreign cost	1,556.67	
freight on import	67.40	
total foreign costs	1,624.07	1,624.07
T O T A L	4,538.58	5,964.84
total length in km	12.50	12.50
cost per km	363.09	477.19

(2) Operation and Maintenance Cost

(unit : million Rupees)

LRT SYSTEM	Without taxes & duties per year	With taxes & duties per year
	160.3	210.7

Table 12.8.2 Cost Breakdown of LRT System

COST TABULATION (LRT SYSTEM)

item	unit cost Rs	unit	quantity	costs without taxes & duties	foreign costs	local costs	labor Rs	material Rs	other Rs	land Rs	import taxes & duties	taxes 12.5% on lcl mtl	freight on import	unit : million Rs.	
														%	%
elevated station	15,300,000	each	18	275,400	74,338	201,042	40,208	110,573	50,261		113	56	5	3,718	
elevated line sec.	58,000	m	12,035	698,030	188,468	509,562	101,912	280,259	127,390		113	56	5	9,423	
track & ballast	6,065,000	km	13.39	81,210	21,927	59,284	11,857	32,606	14,821		113	56	5	1,096	
traction power	21,700,000	km	13.39	290,563	78,452	212,111	42,422	116,661	53,028		113	56	5	3,923	
lighting	314,000	km	13.39	4,204	1,135	3,069	0,614	0,767	0,767		113	56	5	0,057	
signalling	10,850,000	km	13.39	145,282	39,226	106,055	21,211	58,331	26,514		113	56	5	1,961	
communication	250,000	km	13.39	3,348	0,904	2,444	0,489	1,344	0,611		113	56	5	0,045	
signs & markings	120,000	km	13.39	1,607	0,434	1,173	0,235	0,845	0,293		113	56	5	0,022	
yards & shops	13,360,000	LS	13.39	178,890	48,300	130,590	26,118	71,824	32,647		113	56	5	2,415	
O & M buildings	100,000	LS	13.39	1,339	0,362	0,977	0,195	0,538	0,244		113	56	5	0,018	
util. relocation	4,600,000	LS	13.39	61,594	16,830	44,964	8,993	24,730	11,241		113	56	5	0,832	
rolling stocks (MC)	13,685,000	each	70	957,950	574,770	383,180	76,638	210,749	95,795		52	56	5	28,799	
rolling stocks (T)	3,174,000	each	35	111,090	66,654	44,436	8,887	24,440	11,109		52	56	5	3,333	
total facilities & systems				2810,507	1111,520	1998,887	399,777	934,388	424,722			864,862		55,581	
land	7000	m ²	10,000	70,000	0	0	0	0	0	70,000	0	0	0	0	0
land	1500	m ²	40,000	60,000	0	0	0	0	0	60,000	0	0	0	0	0
training & startup	5	%	2810,507	140,525	37,942	102,584	82,067	20,517	0	0	113	56	0	0	0
spare parts	15	%	2810,507	421,576	113,826	307,751	15,388	230,813	61,550	0	113	56	5	5,691	
engineering	15	%	2810,507	421,576	113,826	307,751	123,100	61,550	123,100	0	113	56	0	0	0
project admin.	5	%	2810,507	140,525	37,942	102,584	82,067	20,517	0	0	113	56	0	0	0
subtotal	10	%		4064,710	1415,155	2649,555	642,359	1267,784	608,372	130,000		1207,856		61,272	
contingencies				466,471	141,515	284,955	64,240	126,778	60,937	13,000		120,786		8,874	
TOTAL				4471,181	1556,670	2914,510	706,639	1394,563	670,309	143,000		1328,642		97,619	

12.9 経済財務分析

12.9.1 概要

ここではLRTの経済分析および財務分析について述べる。経済分析において、便益は自家用車を除いた公共バスの走行コストの節減を計上する。旅客の時間コストの節減は、新しく導入されたシステムおよびバスの旅客の節減時間の30%とする。これは住居から就業地、就業地から住居、就業中の移動のトリップが全体の30%を占めると判断されるためである。

財務分析においては、初期投資に対する補助金の限界を見出すためや、高額な運賃と少い旅客によって運営される、経営上の限界を見出すために感度分析を行った。

12.9.2 経済分析

建設（初期投資）、追加投資（車両の更新）および年間保守運営費は前節で算定されている。経済便益は、二つの要素から成る。すなわち走行コストの節減と時間コストの節減とである。走行コストの計算では、LRTが存在しない場合と存在する場合について公共バスのみを取り上げる。時間コストの計算に当っては、公共交通利用者の時間コストのみを検討し、その1/3を数量化する。これは、公共交通旅客の1/3が生産性を有していると考えられるからである。

これらの諸数値をAppendix表12.9.1、Appendix表12.9.2およびAppendix表12.9.3に示す。便益とコストの一覧表は次の仮定に基づいて作成される。

1. 建設費（初期投資）は2005年から2009年に至る5年に等分される。
2. 追加投資（車両の更新）は15年毎に発生する。
3. 30年の評価期間は2010年のLRTの導入から開始される。
4. 輸送量、走行コスト節減および時間コスト節減は年率3%で増大する。

2005年から2039年に至るコストと便益の詳細をAppendix表12.9.4に示す。この表にみられるように経済的内部収益率（EIRR）は19.23%と評定される。便益が控え目に算定されていることを考慮すると、この数値は適切なものであり、本プロジェクトは経済的にフィージブルであると結論することができる。

12.9.3 財務分析

LRTプロジェクトの財務条件を評価するに当って基本ケースを次のように設定する。

1. LRT運賃は1回乗車5ルピー（平均バス運賃より2ルピー高い）
2. 開業第1年次の1日当り旅客数の適正値は231,000人
3. 年間運行日数は300日
4. 乗客の増加率は年率3.00%
5. 建設費、追加投資および保守運営費は前節の12.8に示すとおり

上記の仮定によって算出したキャッシュフローをAppendix表12.9.5に示す。これによると財務的内部収益率（FIRR）は2.50%と算定される。

感度分析結果を表12.9.1に示す。

Table 12.9.1 Sensitivity Analyses

		FIRR (%)
Base Case		2.50
Revenue Increase	+10%	3.37
	+20%	4.17
	+33%	5.12
	+50%	6.24
	+100%	9.05
Subsidized by the Federal Government	+25%*	4.12
	+50%*	6.61
	+75%*	11.71
	+80%*	13.63

* subsidized portion (investment cost)

上表にみられるように、FIRRの数値を上昇させるのに二つの方法がある。一つは、運賃を値上げするものであり、他の一つは、建設に要する初期投資を補助するものである。高収入を期待しての運賃値上げは、時として旅客の減少の危険をはらむ。低金利による本格的な補助は収益を生む運営実現のために必要と思われる。

これらの分析はLRTプロジェクトの財務上の問題点を示しているが、一方で適度な経済的リターンは裏づけられている。仮定として、LRT開業は現在から20年先の2010年となっており、経済的および財務的に成立することを評価するために必要な要因を検討するにはあまりに遠い。長期間においては、これらの要因が分析の限界を超えて変動するであろう。技術的、経済的、財務的および運営的視点からのLRTのフイージービリティの検討がこれからも引き続き継続されるべきであろう。

12.10 組織と要員

12.10.1 組織

LRTは重要な公共的社会的使命を有している。

従って、安全、正確、効率的運営そして車両、軌道の保守のために適切なサービスレベルが保持されなければならない。これらの観点からLRTの運営主体は公的組織が適当であると考えられる。運営組織案を図12.10.1に示す。

12.10.2 要員計画

輸送需要、列車運転計画および輸送設備などを考慮し、さらにパキスタンおよび日本の輸送経営主体の現状を調査した上で、効率的な運営に必要な要員の規模を検討した。

表12.10.1にLRTの要員数の例を示す。

12.10.3 教育訓練

(1) 開業前に必要な教育

a) 指導員の訓練

開業に先立つ要員の教育訓練は円滑な業務執行を行うのに不可欠である。職員の教育、訓練を担当する指導員の養成は早期に行われなければならない。指導員の教育には次の段階が必要である。

第1段階：電車列車の運転および保守に関する技術的実務的教育

第2段階：同じような輸送システムを持つ他の国における運転および保守の技術に関する実習

第3段階：輸入される車両、電力設備、信号設備等についての技術教育および実習

第4段階：指導員による法規、指針の準備

b) 教育内容および指導員の数

指導員として12人を教育する必要がある。修得項目は表12.10.2に示すとおりである。

Table 12.10.2 Content of Instruction and Numbers of Instructors

Expertise	Subjects	Details	Number of Instructors
Train operation	Train operation procedures and laws	Operating regulations, methods of train operation	3
Rolling stock	Structure of rolling stock, maintenance technology	Electricity, machinery, controls and radios for rolling stock	3
Civil engineering	Track, earthworks, maintenance technology	Tracks, turnouts, structures, station, etc.	3
Electricity	Electrical equipment, maintenance technology	Electrical power, communications, signals, etc.	3
TOTAL			12

(2) 外国人指導員の派遣

開業時においては、次の理由により、外国人指導員の協力が必要である。例えば運転中に不測の事態が発生し、それが指導員の能力の限界を超えている場合等である。また、指導員が他のスタッフに完全に技術知識を伝受できない場合も想定される。

外国人指導員の役割りは指導員に対するアドバイザーであり、人数は運転1人、車両1人、土木1人、信号・電力1人の計4人である。

(3) 教育訓練計画

表12.10.3に開業までの教育訓練のスケジュールを示す。

(4) 実務教育

専門技術の蓄積を積み重ねていくことは安全、正確で信頼できる輸送を保持していく上で欠かせないものである。

開業後、職員はLRTの運行および保守に必要な技術に習熟することが要求される。従って、技術職員は彼等の技術レベルを向上するために周期的な実務教育を受けることが重要である。

Fig. 12.10.1 Operating Organization of LRT

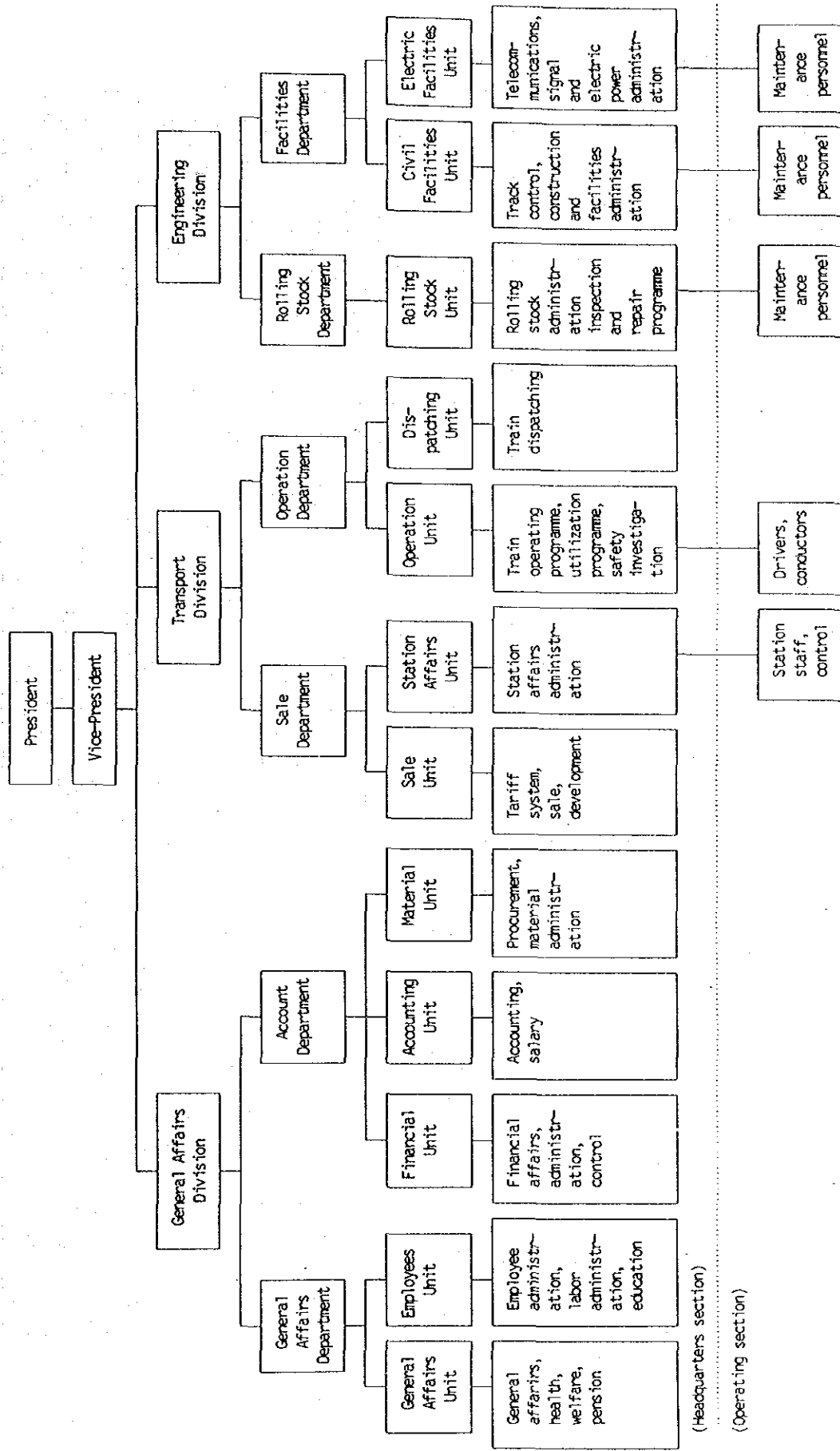


Table 12.10.1 Personnel Plan

Headquarters	General affairs	Directors		2	
		Division manager		1	
		General affairs	Department manager		1
			General affairs		10
			Secretaries		6
		Accounting	Department manager		1
			Financial		2
			Accounting		6
			Material		5
		Total			34
	Transportation	Division manager		1	
		Sale	Department manager		1
			Sale		3
			Station affairs		3
		Operation	Department manager		1
			Operation		6
			Dispatching		9
	Total			24	
	Engineering	Division manager		1	
		Rolling stock	Department manager		1
			Rolling stock		7
		Ground facilities	Department manager		1
Civil facilities			3		
Electric facilities			9		
Total			22		
Headquarters sections' total				80	
Operation	Transportation	Passenger handling	Station	315	
		Operation	Planning	10	
			Drivers	39	
			Conductor	39	
	Total			403	
	Engineering	Rolling stock	Inspection and repair	45	
		Civil facilities	Maintenance	42	
		Electric facilities	Maintenance	22	
		Total			109
	Operation sections' total				512
Grand total				592	

Table 12.10.3 Instruction and Training Program

Item	Year					Total
	1	2	3	4	5	
Instruction and training program						12 + 580 (Person)
① Instructor		12				12
② Dispatching personnel				12		12
③ Station personnel				60	374	374
④ Operating line section				7		7
⑤ Crew				42	84	84
⑥ Rolling stock maintenance personnel				15	45	45
⑦ Civil facilities maintenance personnel				15	39	39
⑧ Electric facilities maintenance personnel				8	19	19
				↑ Supervisors		
Foreign engineer (Technical instructor)	4					(Person) 4

第13章 その他のスタディ

第13章 その他のスタディ

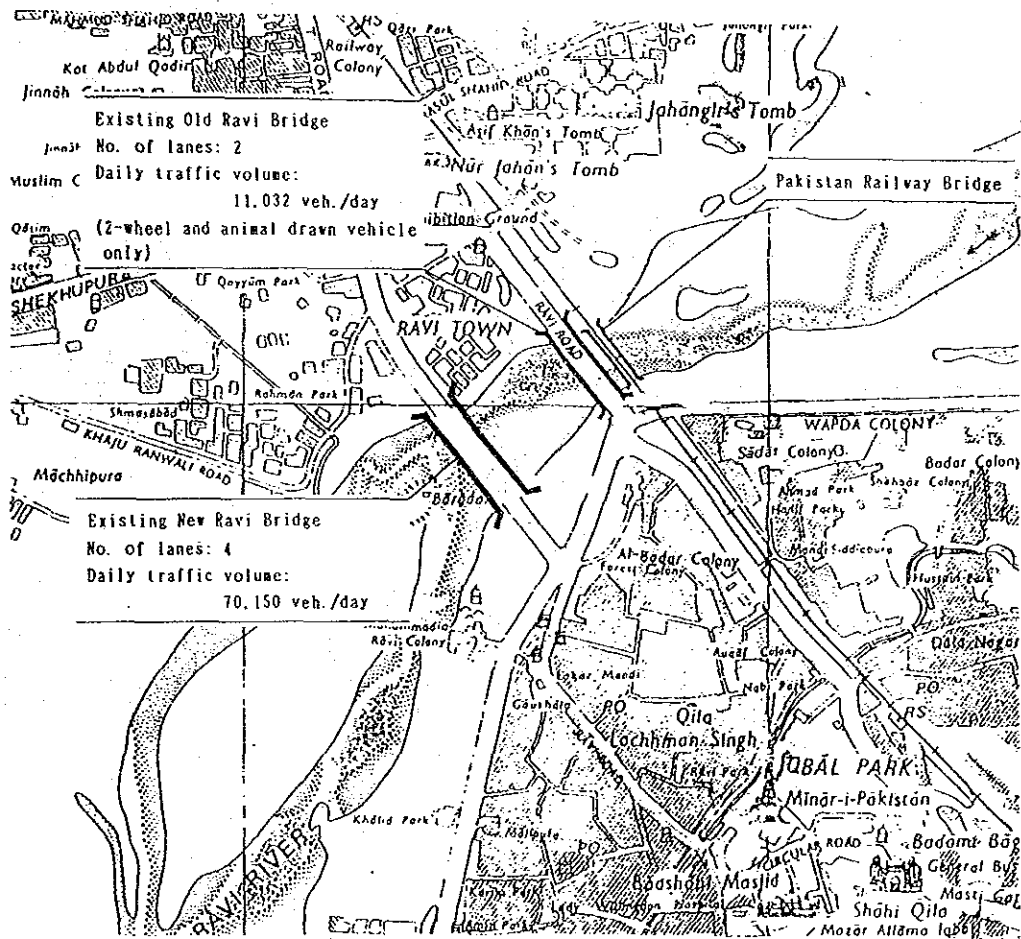
13. 1 新しいラビ河架橋位置と概略構造の検討

13.1.1 ラビ河の道路橋の現況

現在、ラビ河の南北陸上交通を結ぶのは既存の旧及び新ラビ橋の2本である。しかし、旧ラビ橋は現在、その構造から4輪車の通行が禁止されており、自動車交通に対応できるのは4車線の新ラビ橋のみである。

その上、新ラビ橋の交通量は70,150台/日とその容量(48,000台/日)を大きく越えておりラホール市の南北交通流動に支障をきたし始めている。そのため、新しい架橋がラホール都市交通の緊急課題の一つになっている。

Figure 13.1.1 Existing Bridges over Ravi River



13.1.2 架橋の位置の検討

新しいラビ河の架橋位置は以下の要因を考慮して、旧ラビ橋の西側地域について検討する。

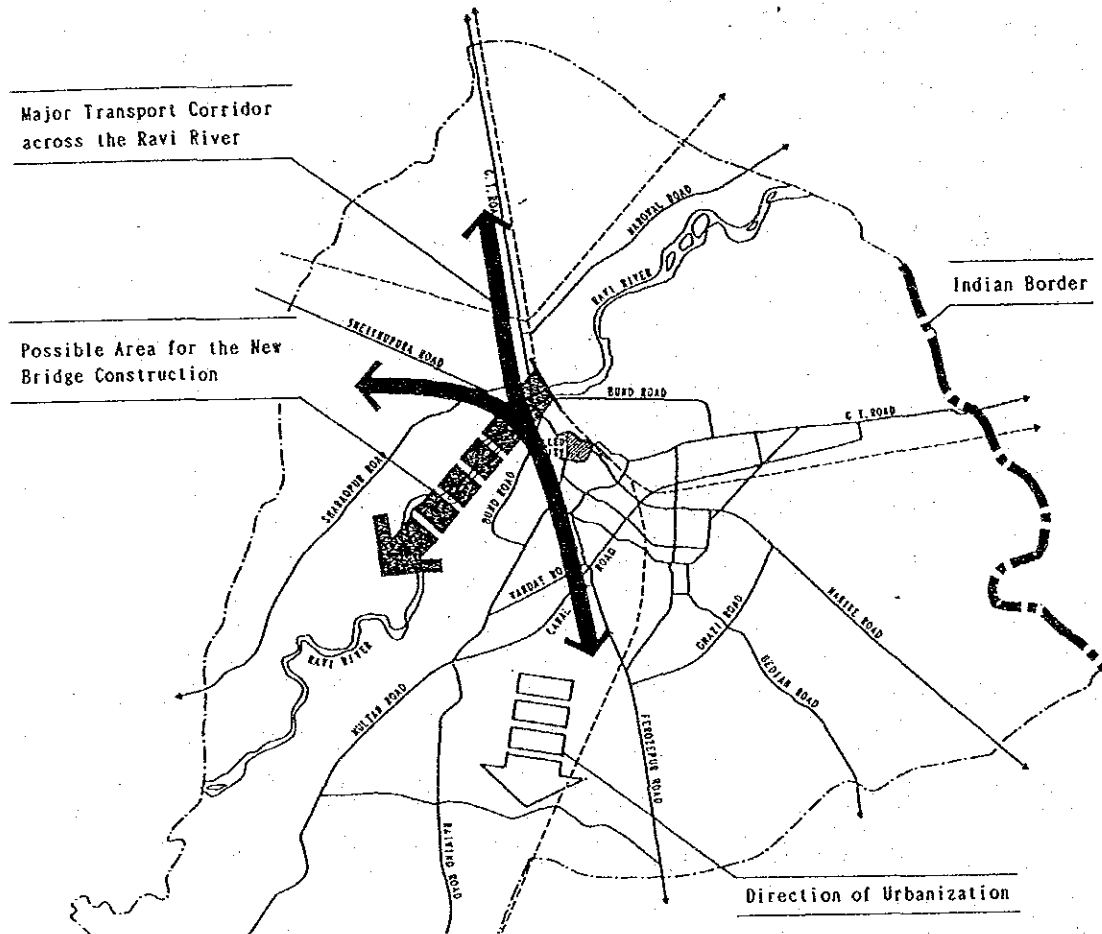
1) 道路ネットワークと交通流動

ラホール都市圏の道路網は基本的に Walled City を中心とした放射状パターンとなっているが、ラホールの東側はインドとの国境となっておりこの方向 (Narawal 及び Wahga) からの交通流動は少ない。ラビ河をはさんだ主要交通回廊は G.T. Road / Sheikhpura Road / Sharaqpur Road とラホール都心部を結ぶものである。

2) 市街化の動向

活発なラホール市街地南西部の住宅開発はこの方向への人口集中、交通量の増大を招いており今後もこの方向とラビ河北部の交通流動は増大すると予想される。

Figure 13.1.2 Area around the Existing Ravi Bridges

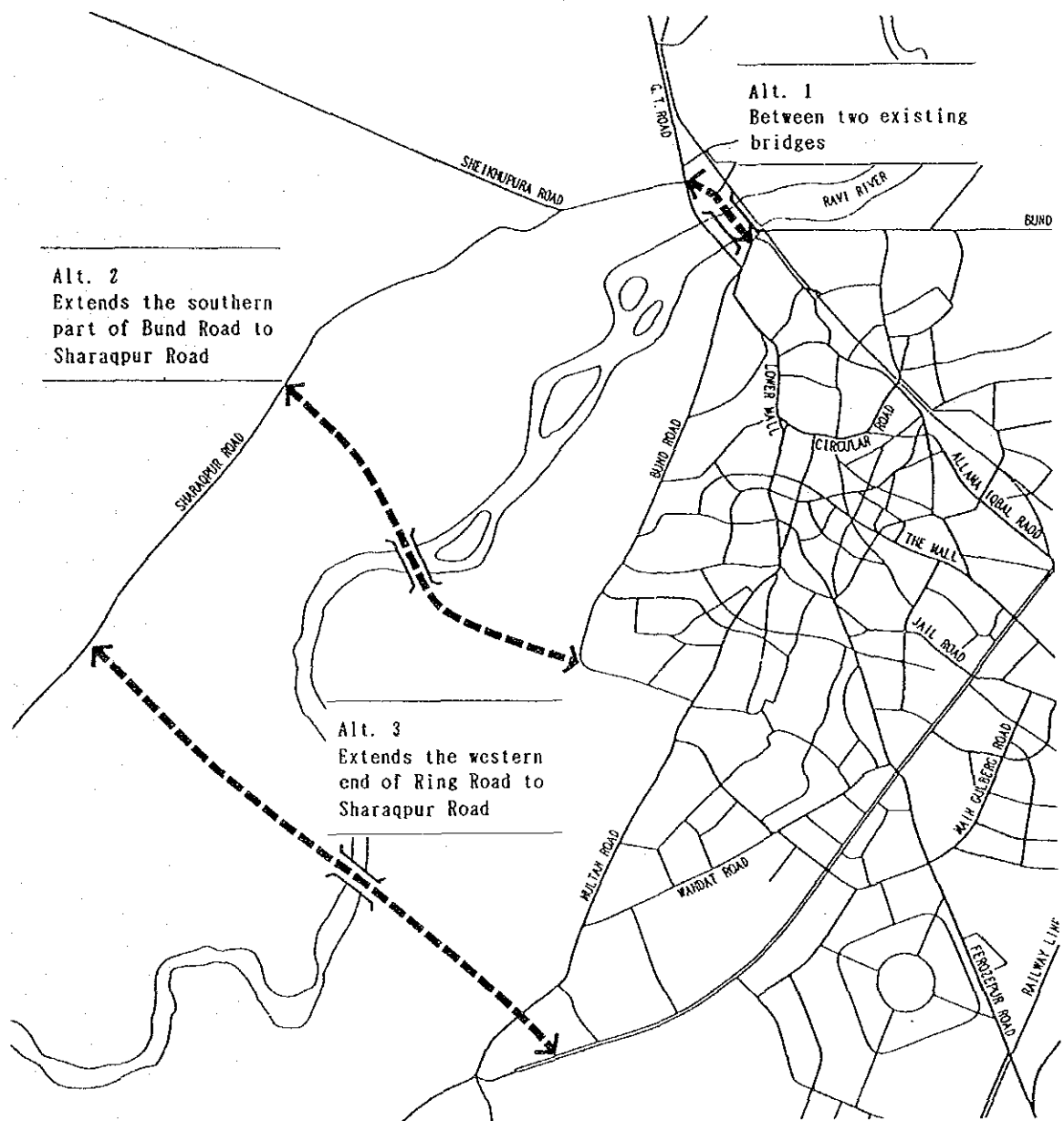


13.1.3 架橋位置代替案の比較検討と最適案の抽出

以上の条件と現況道路網及び道路計画を考慮して架橋代替案として次の3案を比較検討する。比較検討項目は次のとおりである。

- 代替案1 既存の新旧ラビ橋間に4車線道路橋を新設する。
- 代替案2 Bund Roadの南端をSharaqpur Roadまで延進する。
- 代替案3 計画中のRing Roadの西端をSharaqpur Roadまで延進する。


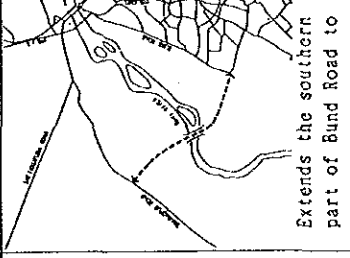
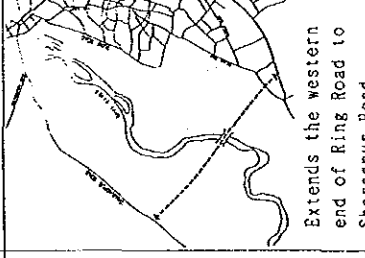
Figure 13.1.3 Alternative Location Plans of the Additional Bridge



各代替案の比較検討項目は次のとおりであり、評価内容は表13.1.1にまとめた。

- (1) 橋長及びアプローチ道路長
- (2) 概算工事費
- (3) 現在のラビ橋と新しい橋梁の推計交通量(1990年OD表をベース)と混雑度
- (4) 周辺関連道路(Ravi Road及びLower Mall)の交通量と混雑度の変化
- (5) ラホール都市圏全体の総pcu・hourの減少(各代替案橋梁が無い場合とある場合の現況配分結果の差)
- (6) 都市及び都市交通へのインパクト

Table 13.1.1 Comparison of the Alternatives

Alt.	Alignment	Length of bridge and approaches (m)	Preliminary cost (Mill.Rs.)	Traffic volume on the existing and new bridges	Reduction of pcu#hour	Impact to the urbanization and urban transport	Overall evaluation
1	 <p>Between two existing bridges</p>	Bridge = 500 Approaches=4,400	500	Existing=42,400 *(1.10) New =35,200 (0.92) Unit:pcu/day * Figures in parentheses are volume-capacity ratio	26,500 *Result of traffic assignment of Year1990 OD on the existing network + new bridge	The location of the additional bridge is close to the existing new bridges. Traffic can be split over these bridges and a substantial reduction of traffic on the existing bridge will be realized. (77,500 pcu/day --> 42,400). The reduction is modest on Ravi road and Lower Mall. The additional bridge will contribute to the urban and traffic growth following the existing pattern. Diversion traffic will be largest among the alternatives.	Length is the shortest, no specific problems in the construction and the least cost plan among the alternatives. Diversion traffic from the existing bridge is the largest. The location is suitable to the existing traditional urban activities and transport cores. *The lowest construction cost with largest diversion traffic from the existing bridge.
2	 <p>Extends the southern part of Bund Road to Sharaqpur Road</p>	Bridge = 550 Approaches=6,300	540	Existing=66,300 (1.73) New =11,500 (0.30)	20,200	Reduction of traffic on the existing bridge will be less than the above 1 but reduction of traffic on Ravi Rd and Lower Mall will be more than the above 1. Multan Rds in the central area will benefit from the reduction of large vehicles. The location is close to the designated new urban development area and will support the development.	Diversion traffic is less than the above case 1. Construction cost is higher than the above case 1. *Can be integrated in the long run development plan of LDA because it is closer to the new urban development area in the southern LDA.
3	 <p>Extends the western end of Ring Road to Sharaqpur Road</p>	Bridge = 600 Approaches=9,400	810	Existing=68,200 (1.78) New = 9,500 (0.25)	38,000	Reduction of traffic on the existing bridge will be smaller than the above 2, but reduction on Ravi Rd - Lower Mall will be larger than the above 1. Through-traffic of heavy vehicles will benefit mostly with this location. Diverted traffic will be smallest among the alternatives.	Diversion will be the smallest of the 3 alternatives. Construction cost is the largest because of the longest bridge and approaches. Long trips of through-traffic will divert to this newly located bridge. *If through traffic increases much more than the urban activity development of Lahore, this will be the most effective among the alternatives.

13. 2 将来の社会基盤整備のための用地確保

13. 2. 1 用地確保

マスタープランで提案された各種基盤整備プロジェクトを実施するにあたり、事前に必要な用地を確保しておくことは大変重要なことである。

交差点改良（フライ・オーバー）や架橋建設、LRT建設に際しては、少なからず民有地の買収が必要になる場合が多いからである。

TEPA/LDAやその他の公共事業を実施する機関にとって、プロジェクトが実施段階に入る以前に必要な用地が確保されていれば、財政的にも社会的にも非常に好ましいといえる。実施段階に入って、地価が高騰してからの用地取得を避けることができるし、プロジェクト当該地区の様々な軋轢を回避することも可能になるからである。

本調査の中で、「City Planning Act / Implementation Procedure」と題したワーキングペーパーを作成したが、ここでも述べているように、TEPA/LDAは必要な場合には「規制区域」の決定をして、民間の開発行為を制限することができる制度がある。この制度を最大限利用して、公共事業に必要な土地を買収/収用することが可能である。公共の目的のために是非とも必要な土地の場合には、TEPA/LDAに代って土地収用者が土地収用法（1894）により市場価格で土地を取得するか、代替地と交換することが出来る。

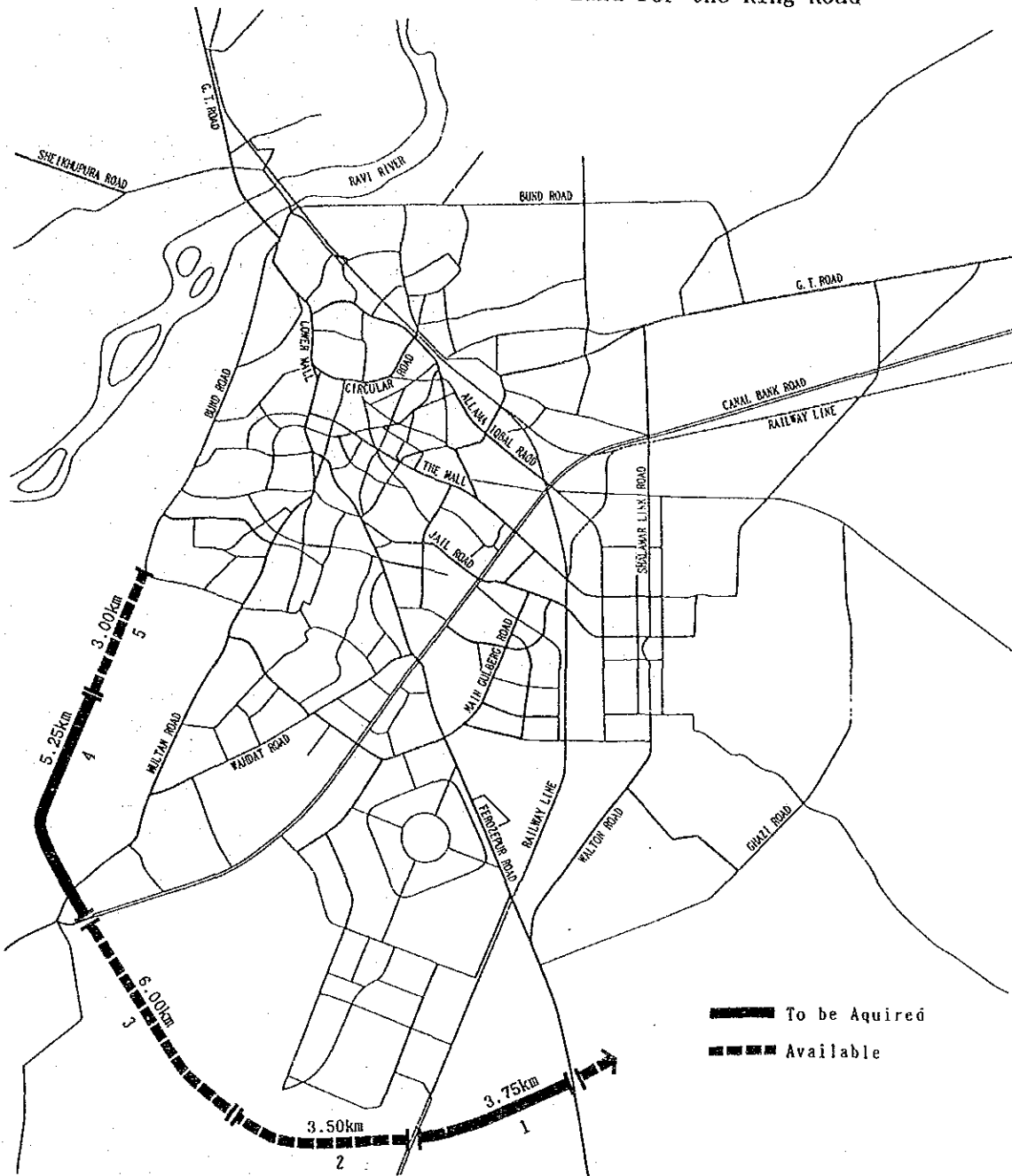
図13.2.1は一例として計画中の環状道路プロジェクトにおいて、道路用地が既に買収済か、買収段階に入っている区間を示したものである。このように、強力な土地収用制度があるもの、将来計画される道路やLRTのための用地確保は早ければ良いと言わざるを得ない。

それは、人口増加率が年3%程の勢いで続いており、ラホール都市圏の都市化も今後とも急速に進展すると思われ、その結果、地価の高騰や居住地の需要増大により公共用地取得の困難さが予想されるからである。又、それに伴って、計画の実施時に土地を買収しようとするれば、財政的にも社会的に、より困難な問題が増大すると考えられる。

13. 2. 2 環境面への配慮

早期に十分な交通施設用地を確保することは、良好な都市計画/開発を達成することにもなり、特に道路敷に沿って十分な緑地帯を確保できた場合には、自然環境の保全にも役立つことは間違いない。

Figure 13.2.1 Acquisition of Land for the Ring Road



No.	Status	Section	Width Length		Area	
			(m)	(km)	(sqm)	(kanal)
1	To be Aquired	Ferozpur Road to Thiat R/W line	61	3.75	228,750	547.25
2	Available	R/W line to Sutto Katla Drain	61	3.50	213,500	510.76
3	Available	Sutto Katla Drain to Canal	61	6.00	366,000	875.60
4	To be Aquired	Canal to Sabzazar Nala	61	5.25	320,250	766.15
5	Available	Sabzazar H. Scheme to Babu Sabu	61	3.00	183,000	437.80
Total				21.50	1,311,500	3137.56

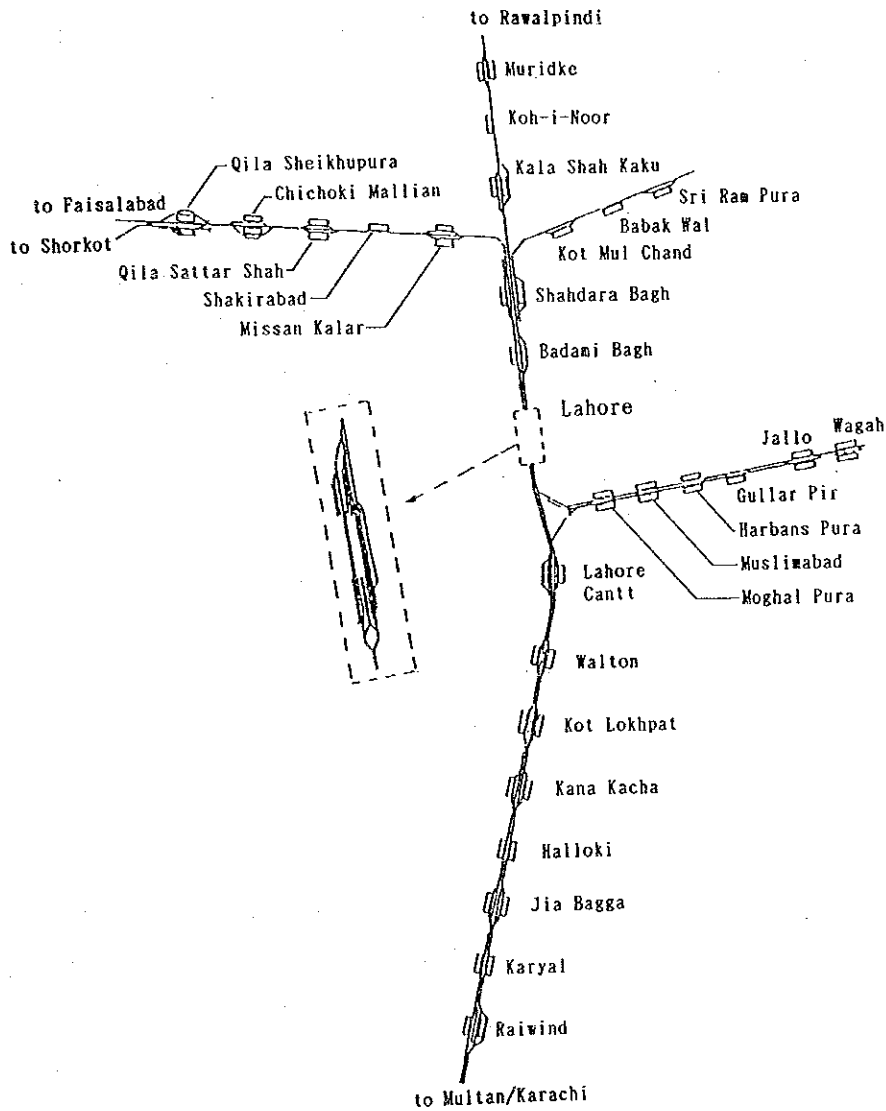
(2) 設備

1) 線路配置

ラホール都市圏における主要配線を図13.3.2に示す。シャーダラ・バグー、ライウィンド間ならびにラホール、ワガ間は複線でその他は単線である。ラホール駅は多くの側線を持つ大駅である。

複線区間のうち、ラホール・カントンメント、ジア・バグガ間の各駅は、停留所を除いて、2本通過本線と2本乃至3本のプラットフォーム線を持っており、マゲールプーラ、ワガ間は2本のプラットフォーム線を持っている。単線区間では、大部分の駅は1本の本線と1本乃至2本のプラットフォーム線を持っている。

Figure 13.3.2 Track Alignment of PR



2) 信号通信

ラホール都市圏における信号システムをFig.13.3.3に示す。自動閉そくシステムがラホール、シャーダラ・バグー間のみで設備されており、トークンレス閉そくシステムが南、北、西の各線に設備されている。ワガに至る3線はトークン閉めそく方式であり、ナロワールに至る線は栗券方式となっている。上記のトークンレス閉そくシステムのうち、南線はU方式(ウェスティングハウス)、その他の2線はシーメンス方式である。自動閉そくシステムの延伸は現時点では計画されていない。

3) 電化

ラホールからライウィンド経由カネワールまでの286kmは交流単相25kVの電化区間である。ラホール、モガルプーラ間7.5kmも同じく電化されている。

(3) 車両およびその保守

車両は、特にラホール都市圏にその運用が限定されているものはない。従って、ここには、PR全体における全車両数を掲げる。

Table 13.3.1 Rolling Stocks (Broad gauge only)

(as of 30 June, 1989)

Locomotives			Coach	Wagon		
Steam	Diesel	Electric		Covered	Open	Special
125	565	29	2,902	22,399	8,803	3,910

(4) 列車運転

ラホール都市圏の各線における列車の運転本数を図13.3.4に掲げる。それ等の本数は線路容量に比較して極めて小さい。また各駅に停車する列車の数も少く、通勤旅客には不便な状況となっている。これらの路線における列車本数の増大の余地はあり、特に南の複線電化区間でその余地が大きい。

Figure 13.3.3 Signaling System of PR

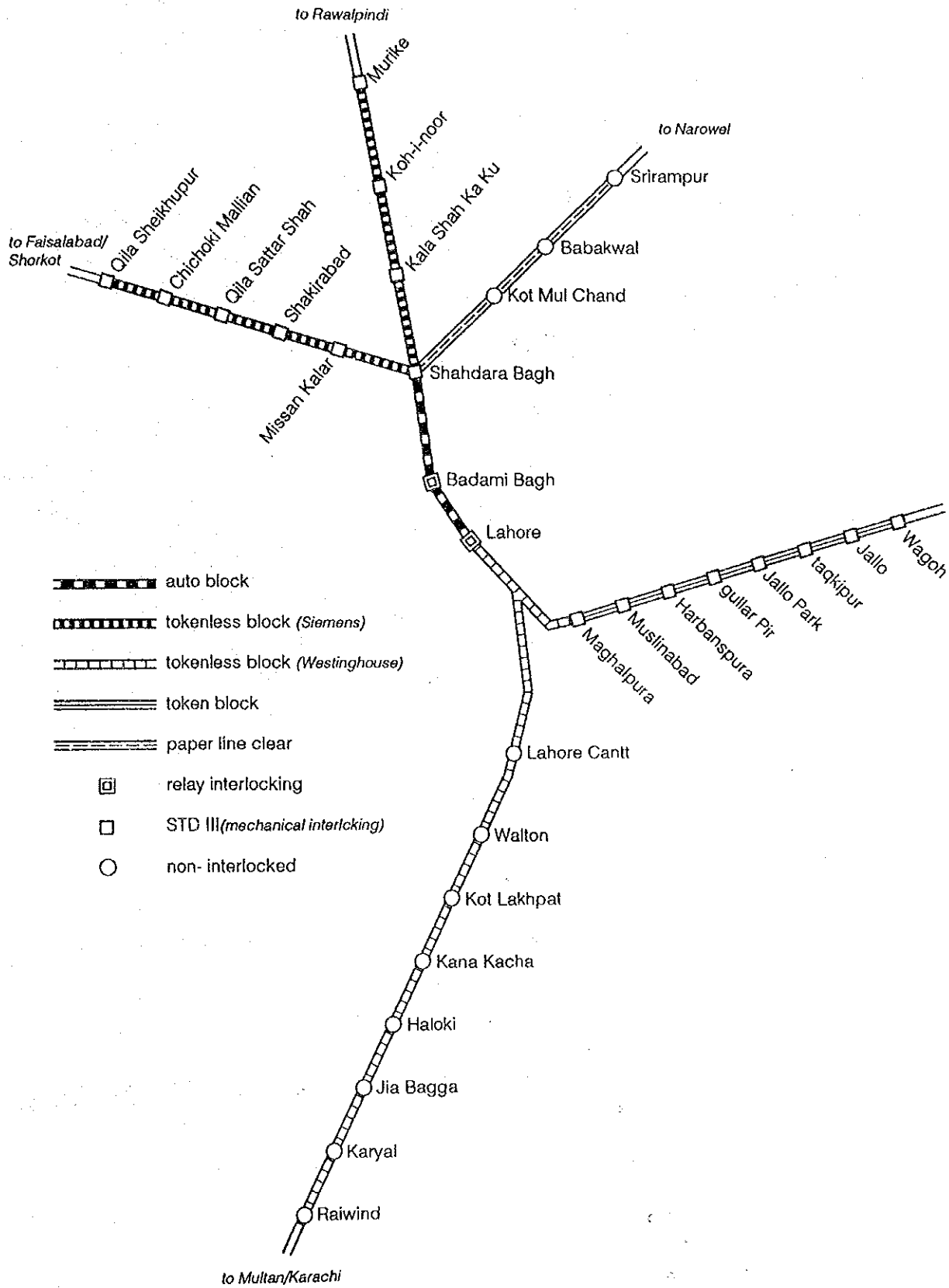
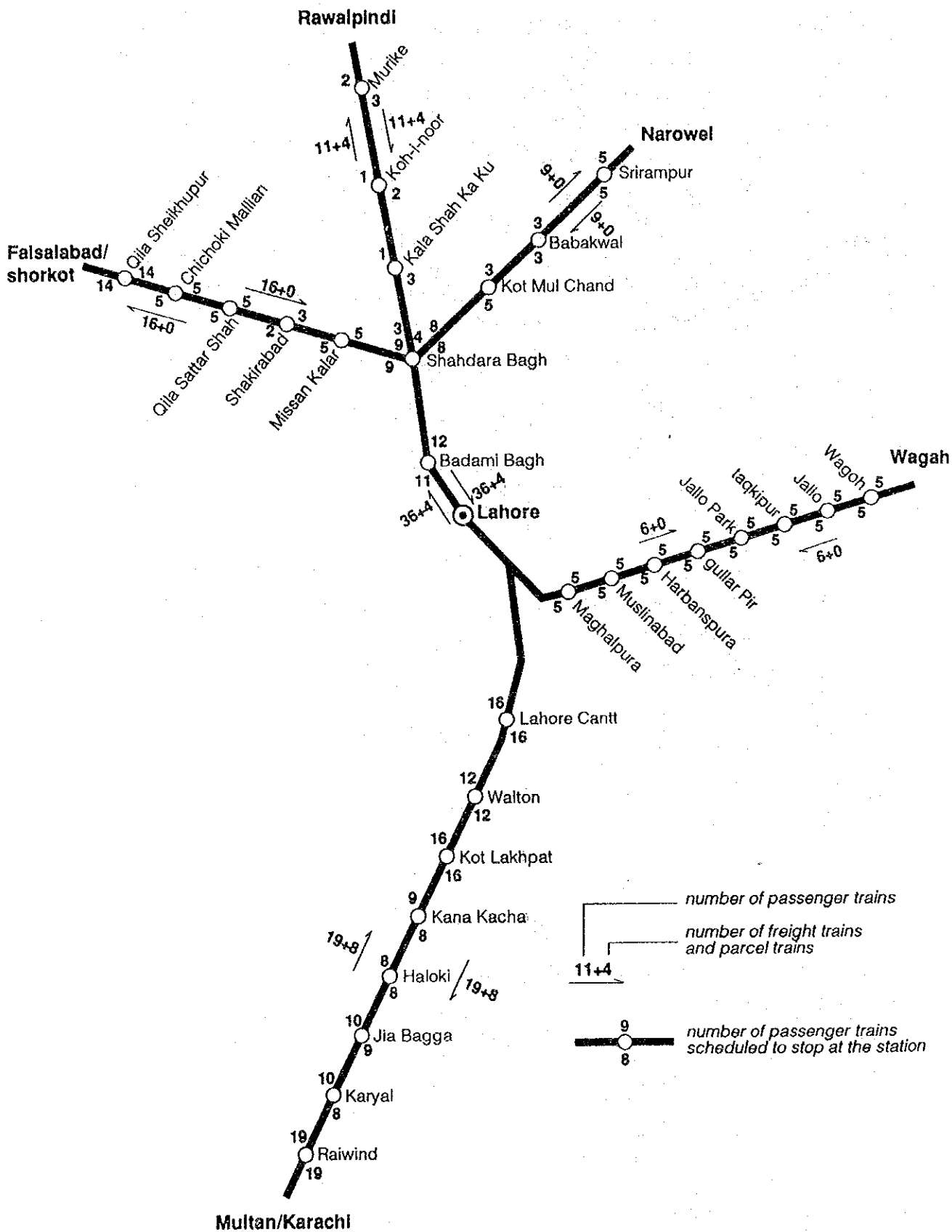


Figure 13.3.4 Number of Trains Operated



13.3.2 鉄道の都市交通への利用

鉄道は高速大量輸送という特性を持っており、大都市における大量高速輸送を分担する可能性を有する。それは、到達時分の短縮に基く都市化地域の拡大をもたらし、都心の混雑を緩和する効果を生じる。さらに、鉄道旅客の増大は駅周辺地域の開発をもたらす。

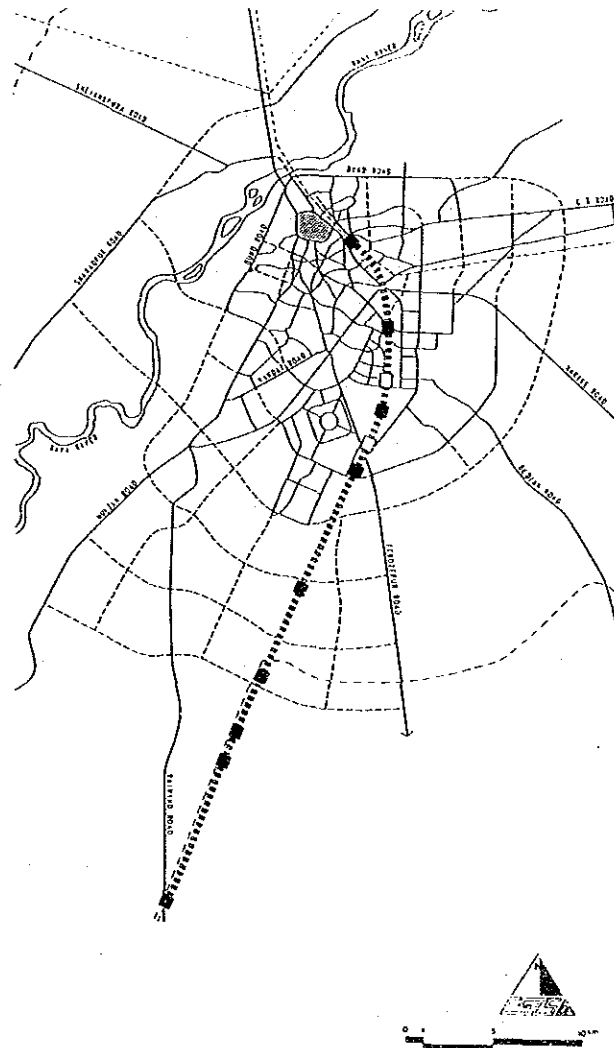
鉄道へ旅客を誘致するためには、駅へのアクセスの改良、駅前広場の拡張および機能的な魅力ある駅ビルの建設が必要である。

ラホール都市圏においては、PRの路線はラホール駅を中心として南、北および東に伸び、都心地区を他の市街地および近郊に結んでいる。従ってPRは都市交通に貢献し得る潜在力を有しており、前項に述べたように、大規模な改良を要しないで都市交通のための列車を増発する余地がある。

13.3.3 電車列車運転の可能性

PRをラホール都市圏の都市交通に利用するために、図13.3.5に示す複線電化区間に電車列車を導入することを提案する。

Figure 13.3.5 Proposed Section for PR Commuter Service



(1) 提案線区の線路容量

パキスタン国鉄発行の列車時刻運賃表(1990年夏号)に拠ると提案線区における旅客列車の駅間最小運転時間は次のとおりである。

Station	Minimum travelling time
Lahore	9 minutes
Lahore Cantt	7
Walton	6
Kot Lakhpat	8
Kana Kacha	5
(Halloki)	7
Jia Bagga	5
(Karyal)	7
Raiwind	

Note: Names in parentheses show name of halts

提案されている電車列車は、現在の列車より高い平均速度で走行できる性能を有する。従って、提案列車は提案線区を最小運転間隔12分で運転することができる。これは1時間に5本の列車を運転することができるということである。しかし、旅客列車と貨物列車とが混在して運転される場合には、両者の速度差のために1時間に運転される列車の本数は少なくなる。提案線区における列車速度、信号システムおよび駅配線を考慮すると、運転できる列車本数は最低でも3本と算定される。従って、線路容量すなわち1日に運転され得る列車本数は、次のように算定される。

$$N = n \times 24 \text{hour} \times k$$

N : track capacity for one way (=number of trains operated a day)

n : minimum number of trains to be able to operate in one hour

k : coefficient for track utilization (assumed to be 0.7)

Therefore,

$$N = 3 \times 24 \times 0.7 = 50$$

すなわち、提案区間においては、片方向50本の列車を運転することができる。現在の列車の運転本数は、図13.3.4にみられるように、旅客列車19本、貨物列車8本の計27本であり、列車本数を増加させる余地は十分にあることがわかる。次の表は、提案区間と同様の設備を持つインドネシア国ジャカルタ市の鉄道の列車本数を参考に示すものである。

表13.3.2 Number of Trains Operated (1987)

Time Zone Kind of train Line	Whole day (both direction)			Peak two hours(one direction)		
	Commuter Train	Long/Middle Distance Train	Total	Commuter Train	Long/Middle Distance Train	Total
Central Line	49	36	85	8	5	13
Western Line	31	41	72	5	7	12

(2) 駅構内配線の容量

電車列車が運転される場合、当該線区の駅に次の線路が必要となる。

- 1) ラホール駅およびライウィンド駅に電車列車のために必要なプラットフォームおよびプラットフォーム線。

電車列車は、ラホール駅およびライウィンド駅で折り返すことになる。このためのプラットフォーム1本およびプラットフォーム線1線が必要である。もし、これらの既設のものが電車列車運転のために不十分である場合には追加のものを建設しなければならない。

- 2) 途中駅における追越線

電車列車が導入されると、提案線区にはそれぞれに速度の異なる電車列車、機関車けん引の客車列車および貨物列車が運転されることになる。このため、高速の列車が途中駅で低速の列車を追い越すことがあり得る。このため副本線が追い越しのため必要となる。現在、2ヶ所の停留所を除き、提案線区の各駅には2本の主本線と2本の副本線であるので、これを使って途中駅での追い越しが可能である。

13.3.4 改良計画

(1) 運転計画

列車の運転計画を次のように提案する。

a. 運転線路

区間	ラホール～ライウィンド
路線長	40km
駅数	11 (新設する2駅を含む)

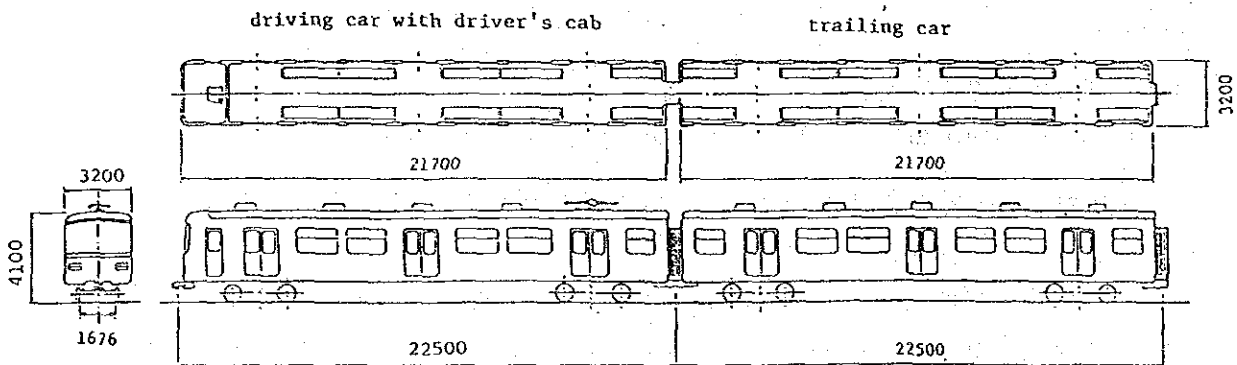
b. 電車

電車は動力車1両と付随車1両を以て1単位とする。

駆動電源	AC 25kV
最高速度	100km/h

1単位の電車の全体図を図13.3.6に示す。

Figure 13.3.6 General View of Proposed Railcar



c. 列車編成

1列車は3単位すなわち6両の車両から成るものとする。

旅客輸送力/列車

標準	1,200人
ラッシュ時	1,560人
(混雑率)	(130%)
列車長	135m

d. 列車運転方式

列車種別 : 各駅停車列車

但し、主要駅のみに停車する快速列車の運転も可能である。

最小運転時隔 : 12分

ラッシュ1時間の輸送力は7,800人/時と算定される。

(2) 設備の改良

電車運転を行うために新設あるいは改良を行うべき設備は次のとおりである。

a. 駅

新しい側線をジア・バツガおよびライウインドに設ける。

新しい二つの駅を輸送需要に対応して新設する。その一つはラホール・カントンメントとウォルトン間、他の一つはウォルトンとコト・ラクパット間に設ける。後者は将来建設されるLRTの南端の駅に連終する目的を有する。

ラホール駅の配線およびプラットフォームに若干の改良が必要である。

b. 線路

改良は必要ない。

c. 信号通信

現在のU方式トークンレス閉そく方式を使用するが、将来、自動閉そく方式を導入することが望ましい。

d. 電力設備

変電設備、配電設備の若干の増強が必要である。

e. 電車

前記の輸送力発揮するために下記の両数の電車の購入が必要である。

動力車	29
付随車	29
計	58

f. 車両基地

車両基地をジア・バツガ地区に新設する。

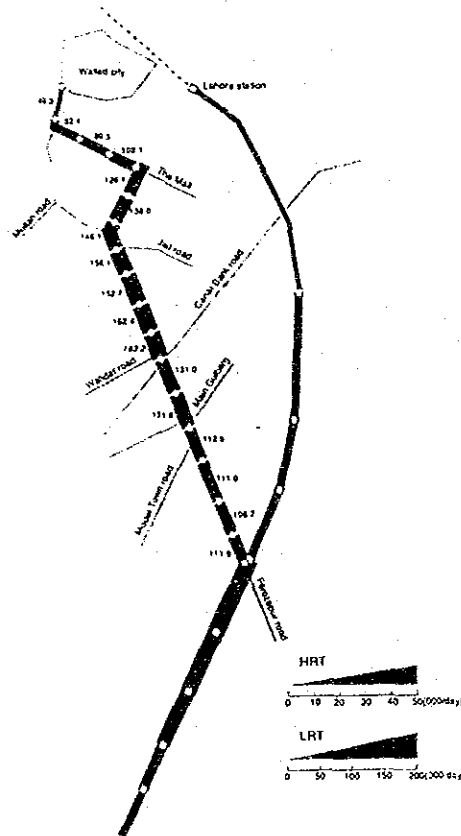
(3) 輸送需要

旅客輸送需要を2010年ODに基き、モード選択シミュレーションモデルを適用して予測した。結果は表13.3.3に示されるとおりである。

Table 13.3.3 Estimated Passenger Demand for Improved PR

Section	in 2010
1. Lahore-Lahore Cantt.	17,600 pass./day
2. Lahore Cantt.-Park Rd.*	27,500
3. Park Rd.*-Walton	28,400
4. Walton-Lahore Brdg.*	28,800
5. Lahore Brdg.*-Kot Lakhpat	53,700
6. Kot Lakhpat-Kana Kacha	51,200
7. Kana Kacha-Haloki	46,100
8. Haloki-Jia Bagga	35,300
9. Jia Bagga-Karyal	28,200
10. Karyal- Raiwind	28,200
Total Number of Passengers:	71,300

* New station



(4) コスト

PRの改良に必要なコストの集計表を表13.3.4に示す。

Table 13.3.4 Estimated Cost for PR Improvement

Unit : million Rupees

Item	Without taxes & duties	With taxes & duties
[Local cost]		
Labor	6.664	
Material	12.554	
Other	6.089	
Land	1.188	
Subtotal	26.495	26.495
Import taxes & duties		16.733
Taxes on local materials		0.879
Total local costs		44.107
[Foreign cost]		
Foreign cost	20.220	
Freight on import	0.901	
Total foreign costs	21.121	21.121
T O T A L	47.617	65.228