

社会開発調査部報告書

No. 2

インド国

カルカッタ都市交通施設整備計画調査

報告書(要約)

1992年9月

国際協力事業団



社調一

CR(3)

92-090(1/2)

JICA LIBRARY



1100188(01)

24152

インド国

カルカッタ都市交通施設整備計画調査

報告書(要約)

1992年9月

国際協力事業団

国際協力事業団

24152

序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、同国のカルカッタ都市交通施設整備計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年9月から平成4年9月までの間、2回にわたり、八千代エンジニアリング株式会社の小寺重郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インド政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 4 年 9 月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

「目次」

1. 背景

1.1 調査組織 -----	3
1.1.1 カウンターパート・チーム -----	3
1.1.2 日本側作業監理委員会 -----	4
1.1.3 調査団 -----	5

2. 現地の現状

2.1 調査対象地域と行政団体 -----	6
2.2 社会・経済状況 -----	7
2.2.1 人口 -----	7
2.2.2 土地利用構成 -----	8
2.2.3 州生産と一人当たり所得 -----	9
2.2.4 自動車登録台数 -----	9
2.3 公共交通機関 -----	12
2.3.1 鉄道 -----	12
2.3.2 地下鉄 -----	13
2.3.3 路面電車 -----	13
2.4 道路と街路網 -----	14
2.4.1 国道 -----	14
2.4.2 州道と地方道 -----	14
2.4.3 都市圏道路網 -----	15
2.5 駐車施設 -----	18
2.6 承認済みの交通プロジェクト -----	20

3. 現地調査

3.1 土質調査 -----	22
3.2 地形測量 -----	23
3.3 地下埋設物調査 -----	23

4 .	交通調査及び将来予測	
4.1	調査	25
4.2	将来交通需要予測	31
5 .	交通施設改良代替案	
5.1	調査対象交差点における状況	35
5.1.1	位置と状況	35
5.1.2	各調査交差点の問題点	35
5.2	調査対象交差点の改良案の選択	37
5.2.1	基本方針	37
5.2.2	改良案の選択基準	37
5.2.3	フィージビリティ評価に関する交差点改良代替案	40
5.3	駐車施設の改良	41
5.3.1	B. B. D. Bag 駐車場	41
5.3.2	Esplanade 駐車場	42
6 .	交通流シミュレーションを用いた 交差点改良計画の評価	
6.1	目的	44
6.2	手順	44
6.2.1	シミュレーション・モデルの選択	44
6.2.2	シミュレーションルート毎での改良代替案の設定	44
6.3	代替案についてのシミュレーション結果	45

7. 予備設計

7.1	設計基準	4.7
7.1.1	道路設計基準	4.7
7.1.2	橋梁形式	4.9
7.2	交差点改良	5.0
7.2.1	交差点 No. 1 - Moulali	5.0
7.2.2	交差点 No. 2 - Esplanade	5.0
7.2.3	交差点 No. 3 - Gariahat	5.1
7.2.4	交差点 No. 4 - Shyambazar	5.1
7.2.5	交差点 No. 5 - Rabindra Sadam	5.1
7.2.6	交差点 No. 6 - Beck Bagan	5.2
7.2.6'	交差点 No. 5, No. 6 - Rabindra Sadam, Beck Bagan	5.2
7.2.7	交差点 No. 7 - Maniktala	5.3
7.2.8	交差点 No. 8 - Park Street	5.3
7.2.9	交差点 No. 9 - Lock Gate	5.3
7.2.10	交差点 No. 10 - Mullikbazar	5.4
7.3	駐車場	5.7
7.3.1	B. B. D. Bag North 駐車場	5.7
7.3.2	Esplanade 駐車場	6.0
7.4	その他交通施設の改善	6.2
7.4.1	高架歩行者施設	6.2
7.4.2	コンクリート舗装	6.2
7.4.3	交通信号の改善	6.3

8. 積算

9. 代替案の評価

9.1	技術的評価	68
9.1.1	代替案-I	68
9.1.2	代替案-II	68
9.1.3	代替案-III	69
9.2	経済評価	70
9.2.1	交差点改良案に対する経済評価	70
9.2.2	駐車場に対する経済評価	73
9.2.3	歩行者施設に対する経済評価	74
9.3	駐車施設の財務分析	75
9.3.1	基本的条件	75
9.3.2	分析結果	75
9.4	社会及び環境に与える影響	80
9.4.1	社会的効果	80
9.4.2	環境面での効果	80
9.5	交通施設改良プロジェクトの選択	80
9.5.1	交差点改良(代替案II-4)	81
9.5.2	駐車施設	81
9.5.3	歩行者施設	81
9.6	支出計画	82

10. 提言と勧告

10.1	交差点改良	84
10.2	駐車場	85
10.3	歩行者施設	85
10.4	信号	86
10.5	コンクリート舗装	86
10.6	提言の集計	86
10.7	将来の関連プロジェクト	89

1. 背景

日本政府はインド政府及び西ベンガル州政府の要請を受け、“カルカッタ都市交通施設整備計画調査”を実施するよう決定した。

これにともない国際協力事業団（JICA）はインド政府及び西ベンガル州政府の関係機関と密接な協力の基に本調査を実施した。

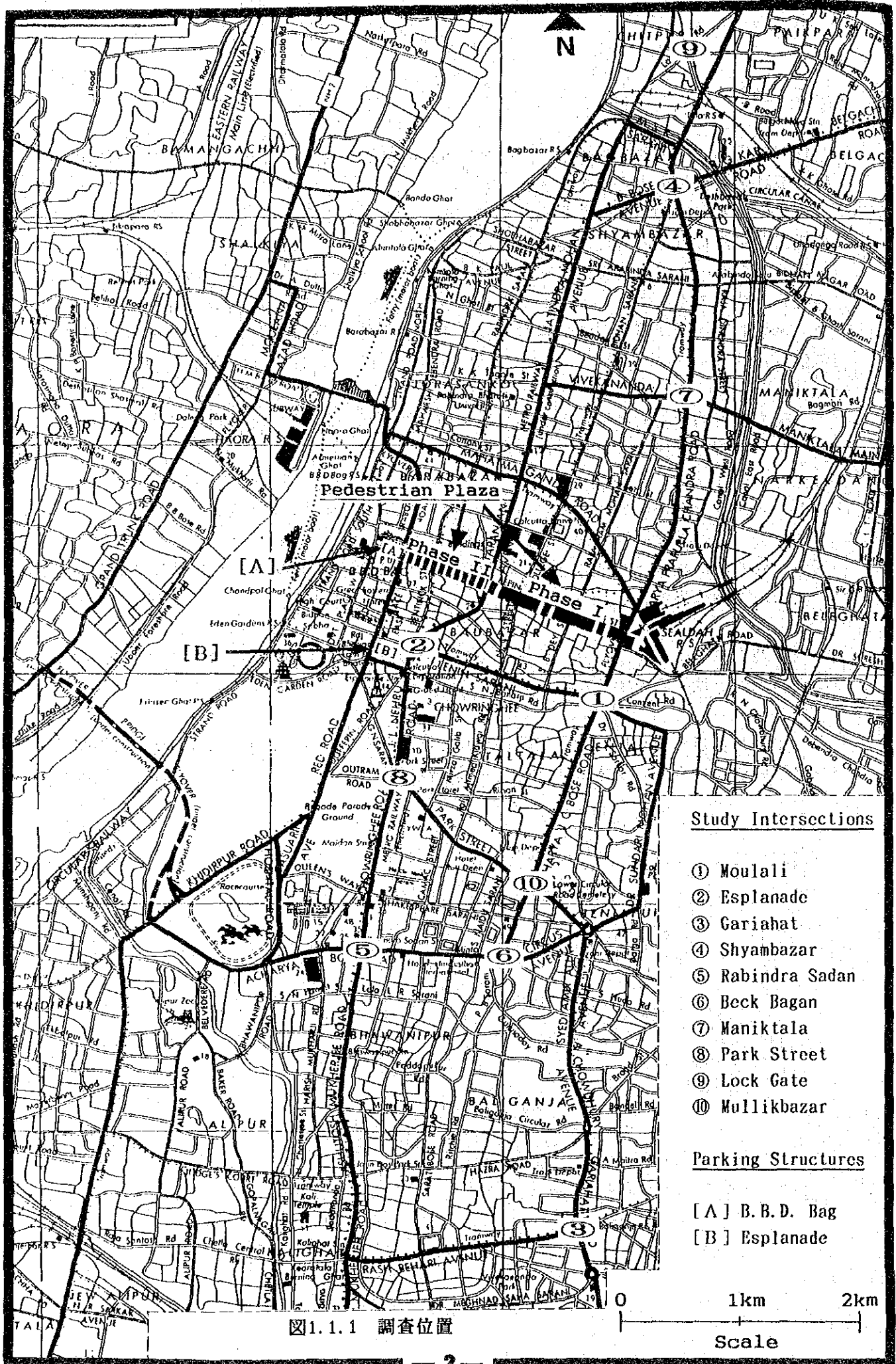
インド政府の当初の要望は“交通マスター・プラン”を作成するための総合的な調査の実施に関するものであった。しかし、カルカッタの交通状況は非常に切迫しているため、比較的短期間に実施可能な本調査のような施設整備計画のフィージビリティ調査に変更された。

本調査の目的は対象地域内の交通混雑を緩和するために、次の交通施設のフィージビリティ調査を実施することであった。

- (1) カルカッタ市内の10ヶ所の指定交差点に於いて立体交差を建設すること
- (2) BBD. Bag と Esplanade に立体駐車施設の建設
- (3) Sealdah から BBD. Bag までの歩行者施設、舗装改良、交通信号改良を含むその他の交通改良策

本調査は4フェイズに分け、10ヶ月の期間で行われた。調査の一部として地質調査、地形測量と地下埋設物調査が各調査交差点において行われた。

交通起終点調査の様な総合的な調査は実施しなかった。しかし、第2 Hooghly橋開通後の影響を推定するために、Hooghly川渡河交通については局地的なO-D調査を実施した。



Study Intersections

- ① Moulali
- ② Esplanade
- ③ Gariahat
- ④ Shyambazar
- ⑤ Rabindra Sadan
- ⑥ Beck Bagan
- ⑦ Maniktala
- ⑧ Park Street
- ⑨ Lock Gate
- ⑩ Mullikbazar

Parking Structures

- [A] B.B.D. Bag
- [B] Esplanade

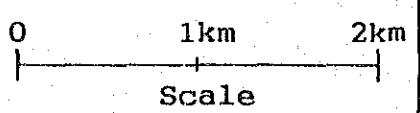


图1.1.1 调查位置

1.1 調査組織

本調査はJICAにより派遣された調査団と西ベンガル州政府により組織されたカウンターパート・チームと共同して実施した。JICAは調査の技術的指導と作業の進捗を監理するために作業監理委員会を設置した。

1.1.1 カウンターパート・チーム

西ベンガル州政府により構成されたカウンターパート・チームは下記のメンバーより構成されている。

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Mr. A.K. Bandopadyaya | カウンターパート・チーム リーダー
交通運輸計画主席技師
交通省 |
| 2. Mr. S. Mukherjee | 交通警察次官
カルカッタ警察 |
| 3. Mr. N.K. Sinha | 交通運輸計画次席技師
交通省 |
| 4. Mr. B.K. Sadhu | 上級技師
交通省 |
| 5. Mr. S. Sanyal | 上級技師
カルカッタ市役所 |
| 6. Mr. T. Mukherjee | 上級技師
カルカッタ市役所 |
| 7. Mr. A. Maikap | 上級経済計画家
開発計画省 |
| 8. Mr. R. Chowdhury | 主席技師
Hooghly橋建設公社 |
| 9. Mr. D.K. Biswas | 上級技師
カルカッタ市役所 |
| 10. Mr. S. Roy | 上級技師
カルカッタ市役所 |

11. Mr. A.K. Bagchi 上級技師
カルカッタ路面軌道電鉄会社

またカウンターパート・チームは下記の関係政府高官との会見及び討議をアレンジした。

1. Mr. D. Rudra 事務次官
交通省

2. Mr. B.K. Saha 警察長官
カルカッタ警察

3. Mr. Sumantra Chowdhury 特別補佐官
交通省

4. Mr. M. Mandel 主席技師
カルカッタ市役所

5. Mr. S.K. Roy 理事
カルカッタ都市圏開発公社

6. Mr. H.S. Verma 理事
カルカッタ都市圏開発公社

7. Mr. A.K. Ganguly 上席技師
カルカッタ地下鉄

1.1.2 日本側作業監理委員会

作業監理委員会は下記のメンバーにより構成されている。

古池 弘隆 委員長
宇都宮大学教授

秋村 成一郎 委員
建設省土地区画整理課課長補佐

池本 裕生 委員
横浜市道路部街路課

1.1.3 調査団

本調査の調査団は下記のメンバーにより構成されている。

小寺 重郎	調査団長
武田 宏夫	交通計画
堀江 哲雄	交通調査及び需要予測
布施 克礼	構造物設計
鍋島 泰雄	交通施設設計
John H. Hamilton	施工・積算
Mahmoud-Saleh Riad	自然条件調査
安藤 健一	地下埋設物調査
中岡 貴夫	経済評価

2. 現地の現状

2.1 調査対象地域と行政団体

カルカッタ都市圏（CMD：Calcutta Metropolitan District）は面積約1,400km²であり、計画及び開発のために形成された。

カルカッタ都市圏の殆どの都市部の開発は1970年に設立されたカルカッタ都市圏開発公社（CMDA：Calcutta Metropolitan Development Authority）が所掌している。CMDAは他の州機関や地区の団体と協力して開発計画を実施したり、土地利用計画や開発計画を立案している。州政府は開発計画部の計画委員会を通して州の開発に関する計画政策、財務計画を立案する。

CMD内の交通施設の計画の実施はCMDAのほかにも中央政府、州政府、地方自治体等で行われている。中央政府は第2 Hooghly橋建設の様な大規模プロジェクトに参加している。インド国鉄、公共事業省、交通省は交通計画の実施や、資金援助等を行っている。

西ベンガル州政府交通省は道路、路面電車、内陸水運の管理や公共バス、路面電車及びフェリー等を運営している公社・会社等の監督を行っている。同省の監督下で、民間会社も輸送サービスを行っている。

CMD内は下記のような多数の行政団体からなっている。

- (a) 3の自治市（Municipal Corporation）（カルカッタ、Howrah, Chandannagar）
- (b) 31の市
- (c) 3の公知地区（Notified Areas）
- (d) 70の町村
- (e) 390の村落

カルカッタ市はCMC内にあり、本調査の対象地域は都市圏中心地（Metro-Core area）と一致している。この地域は行政単位としてはまとまってはいないが、カルカッタとHowrahの最も開発され、最も深刻な交通問題が発生している地域である。

2.2 社会・経済状況

2.2.1 人口

西ベンガル州、カルカッタ都市圏（CMD）及びカルカッタ市の人口の増加傾向を表2.2.1に示した。

カルカッタ市の人口の増加傾向は特に1951年から1981年間はCMDよりも緩やかになってきている。1971年と1981年間の増加は更に緩やかであり、既に飽和状態に達していることを示している。

表2.2.1 人口の推移（1921～1981）

（単位：百万）

Year	India	W Bengal	CMD	Calcutta City
1921	251.32 (100)	17.47 (100)	2.25 (100)	1.05 (100)
1931	279.00 (111)	18.90 (108)	2.54 (113)	1.22 (116)
1941	318.66 (127)	23.23 (133)	4.31 (192)	2.17 (207)
1951	361.09 (144)	26.30 (150)	5.14 (228)	2.70 (257)
1961	439.24 (175)	34.93 (200)	6.83 (304)	2.93 (279)
1971	548.16 (218)	44.31 (254)	8.22 (365)	3.15 (300)
1981	685.18 (273)	54.58 (312)	9.98 (444)	3.31 (315)

source: A Perspective Plan for Calcutta: 2011

将来人口の推計には西ベンガル州政府、開発計画局、州計画委員会による1990年報告書“A Perspective Plan for Calcutta:2011”を参考にした。人口の推計は移住者率、出生率や死亡率を考慮して求められた。この結果を表2.2.2に示した。

表2.2.2 将来の人口予想(単位:百万人)

year	West Bengal	CMD	Calcutta Municipal Corporation (CMC)
1981	54.58	9.98	4.13
1991	67.42	12.07	4.52
2001	84.2	14.58	5.03
2011	103.46	17.09	5.42
2021	124.08	19.65	5.94

source: A Perspective Plan For Calcutta:2011

2.2.2 土地利用構成

CMD内の1961年と1981年の土地利用構成を表2.2.3に示した。1961年データはCMPO (Calcutta Metropolitan Planning Organization) により調査された。

この20年間のCMDの土地利用の変化にはある傾向がみられる。住居地域の変化は最も顕著であり、1961年の15.5%から1981年の32.10%に増加している。その他の工場、商業及びレクリエーション等の重要な土地利用の増加は僅かである。交通施設は同じ期間に5.1%から6.36%に増加している。その他の地域は非都市的利用である耕地、森林、沼沢地及び水面でありCMDの過半数を占めているが、同じ期間に72.3%から52.5%と減少している。

表2.2.3 CMDにおける土地使用状況

Land Use Category	1961		1981	
	Area(sq.km)	%	Area(sq.km)	%
Residential	203.80	15.50	420.89	32.01
Industrial	55.22	4.20	62.19	4.73
Commercial	9.20	0.70	9.34	0.71
Recreational	9.20	0.70	10.52	0.80
Transportation	67.06	5.10	83.63	6.36
Institutional	19.72	1.50	38.26	2.91
Sub-Total	364.20	27.70	624.83	47.52
Vacant	950.66	72.30	690.03	52.48
Total	1,314.86	100.00	1,314.86	100.00

source: A Perspective Plan for Calcutta:2011

2.2.3 州生産と一人当たり所得

インドの総国内生産は1988～89年で1兆6,620億Rs. (1980～81年価格)であり、西ベンガル州生産はその7.47%の1,242億Rs.であった。この比率は1980～81年では8.04%であったのでこの10年間漸減している。表2.2.4 に西ベンガル州の産業別生産を1980～81年価格で示し、一人当たり所得も付記した。

2.2.4 自動車登録台数

図2.2.1にカルカッタの自動車登録台数の経年変化を示す。乗用車とジープの登録台数はこの10年間に2.136倍、年率7.88%で伸びており、全車種登録台数は2.743倍、年率10.62%で伸びている。

表2.2.4 工業生産による西ベンガル州産品生産額(1980~1981年価格)

単位: 百万ルピー

Industry	1980-81	1984-85	1985-86	1986-87	1987-88	1988-1989
	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(Q)
1. Agriculture	24,776.40	29,869.50	31,452.40	33,185.90	36,455.00	40,348.60
2. Forestry	716.00	754.70	704.10	468.40	424.80	443.80
3. Fishery	2,883.40	3,055.70	3,183.30	3,466.90	3,727.50	3,872.00
4. Mining and Quarrying	1,642.10	777.50	792.70	816.00	814.50	871.50
5. Manufacturing	2,1967.80	21,698.80	25,414.20	26,619.90	27,158.50	28,801.30
5.1. Registered	12,453.80	11,287.70	14,721.40	15,686.40	15,575.50	16,332.90
5.2. Unregistered	9,514.00	10,411.10	10,692.80	10,933.50	11,583.00	12,468.40
6. Construction	4,227.40	3,815.00	3,666.50	3,757.50	4,452.50	5,120.40
7. Electricity, Gas and Water Supply	806.30	1,110.80	1,297.00	1,315.30	1,432.90	1,561.10
8. Transport, Storage and communications	4,147.70	4,561.20	4,656.20	5,141.60	5,234.80	5,339.70
8.1. Railways	495.60	495.80	641.10	752.60	826.80	892.90
8.2 Transport by other means and storage	3,117.10	3,460.40	3,437.10	3,805.30	3,838.20	3,871.30
8.3 Communications	535.00	605.00	578.00	583.70	569.80	575.50
9. Trade, Hotels and Restaurants	9,157.20	10,256.90	10,558.50	10,872.10	11,192.00	11,521.30
10. Banking and Insurance	4,018.80	4,848.70	4,837.10	5,006.00	5,038.90	5,215.30
11. Real Estate, Ownership of Dwellings and Business Services	6,754.20	7,280.70	7,406.40	7,526.80	7,640.20	7,741.20
12. Public Administration	3,077.50	4,241.30	4,693.80	5,242.00	6,290.40	7,548.50
13. Other Services	4,838.00	5,227.70	5,342.30	5,489.60	5,648.90	5,823.90
Total	89,012.80	97,498.50	104,004.50	108,908.00	115,510.90	124,208.60
Per Capita Income (Rupees)	1,612.00	1,631.00	1,707.00	1,755.00	1,828.00	1,930.00

P = Provisional Source: Bureau of Applied Economics and Statistics.

Q = Quick Government of West Bengal.

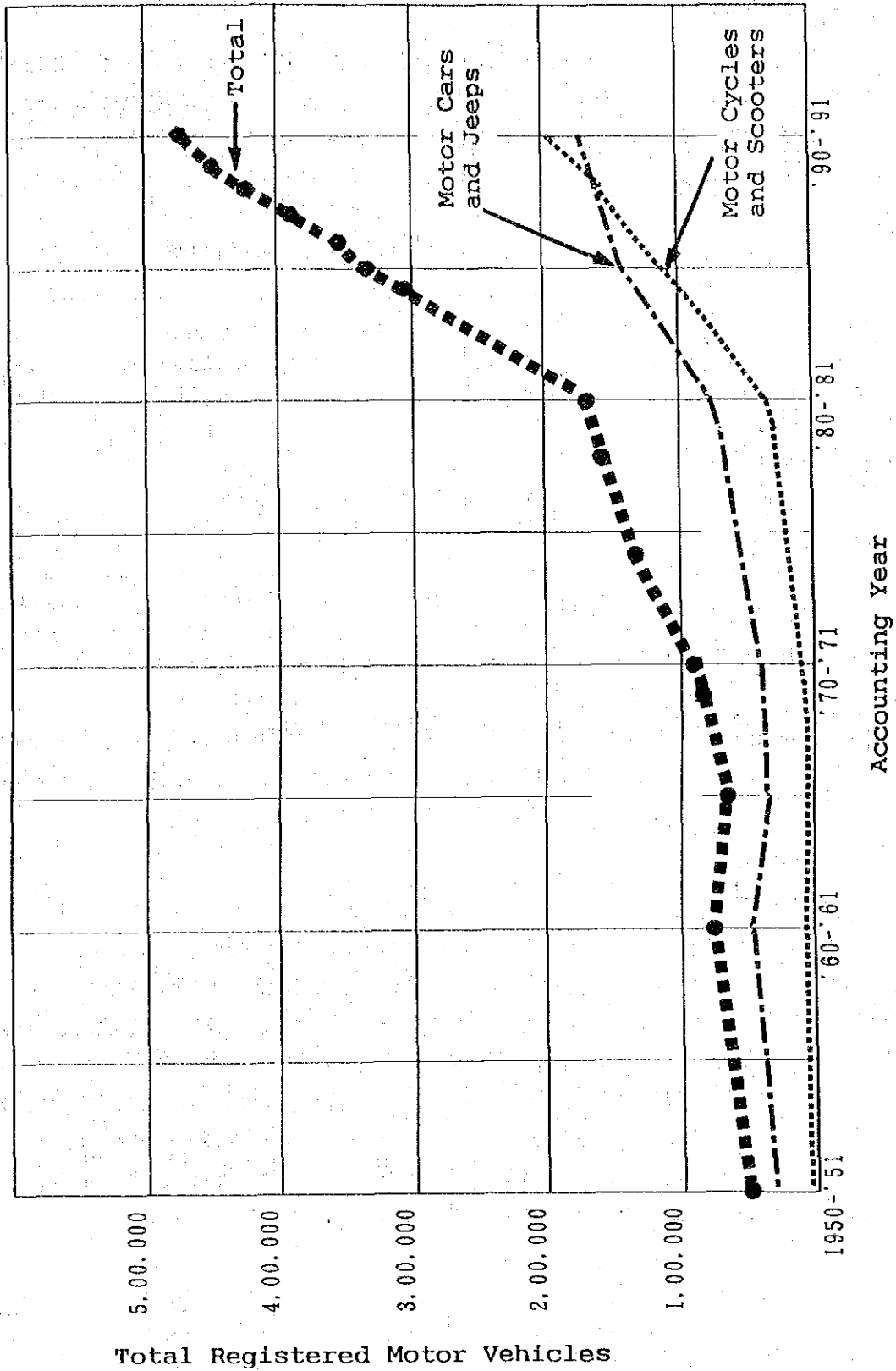


図2.2.1 自動車登録台数の推移

2.3 公共交通機関

公共交通機関はカルカッタでは自家用車の保有台数が比較的少ないので、非常に重要な役割をはたしている。1989年には1日当たり1千万人が公共交通機関により輸送されている。交通省の監督下にある交通機関即ち、公営と民営のバス、路面電車、フェリーにより表2.3.1に示すように747万人が輸送されている。

表2.3.1 1989年のカルカッタ・ハウラー間輸送実績

Mode	No of fleet daily on road	No. of Passengers per day (millions)	% of total
CSTC Buses	621	.733	9.82
Private Buses	2726	4.871	65.22
Mini-buses	1541	.896	11.99
Chartered Buses	600	.240	3.20
Trams	310	.550	7.37
Ferry Services		.180	2.40
total		7.470	100.00

source: A Handbook On Transport

上記の表に加えて230万人が近郊鉄道で輸送されており、地下鉄によっても工事中の区間が完成すれば百万人が輸送されることになる。これらの各機関についての概要を以下に記す。

2.3.1 鉄道

鉄道はCMDの輸送網において支配的な役割をはたしており、Hooghly川の兩岸の鉄道網はカルカッタ近辺の線形的な都市構造の発達に非常に影響を及ぼしてきた。

路線は長距離サービス、近郊サービス及び貨物サービスを含め10路線、230kmがある。CMD内には105駅が駅間間隔2から2.5km間隔で存在している。

CMD内の最も重要な旅客ターミナル駅はSealdah駅とHowrah駅である。大量の通勤者がこの駅を利用して都心に通勤している。Howrah駅からの近郊サービスは1987年には1日362本であり、Sealdah駅からは488本であった。この駅を利用する乗客数は表2.3.2に示すように1965年から1988年までに殆ど3倍になっている。

表2.3.2 乗 客 数 (単位：千人)

	1965	1981	1988
Howrah Station	221	624	722
Sealdah Station	314	730	934
Total	535	1,354	1,656

source: A Handbook on Transport

2.3.2 地下鉄

南北線と東西線からなる地下鉄が“交通及び運輸計画 1966~1986”で提案された。16.5kmのDum・DumからTollygunge間の南北線の建設が1972年に主要幹線道路に沿って開始された。

杭と隔壁を用いた開削工法が採用されたが、Circular Canal下の区間では推進式シールド工法が用いられた。

南部区間のEsplanadeからBhowanipurまで(3.42km)は1984年10月24日、BhowanipurからTollygunge(4.24km)は1986年4月28日に供用開始した。北部区間のDum DumからBelgachia(2.15km)は1984年11月12日に供用開始した。残りの区間は向う3年以内に完成することが予想されている。

2.3.3 路面電車

路面電車はカルカッタでは最も古い旅客輸送手段であり、カルカッタ路面軌道公社(Calcutta Tramways Company)により運営されている。Metro Core内の70.42km(その内専用軌道は24.85km)の線路で36ルートを運行している。

合計310台の車輛により1989年には550,000人の乗客を輸送した。平均運行速度は約6 km/hと低い、専用軌道では32から40km/hと高い。

路面電車にはこれまでも多量の補助金を投入してきたが、それにもかかわらず効率が悪いことで批判を受けてきた。しかし、路面電車は大量の旅客を輸送しており、大量輸送機関の重要な構成要素であることは変わらない。

2.4 道路と街路網

幹線道路網の形成に最も影響した要素は地形である。CMDは Hooghly川によって二分されており、適切な渡河施設を建設することが困難で高価であることからこの川の両側に独立した道路網が形成された。

更に、かなりの部分が洪水常襲地であるため開発はこの川の兩岸の高地に集中されることとなった。この線状開発と限られた数の横断施設により南北方向の線形の道路網が形成された。

各道路の位置を図2.4.1 に示した。

2.4.1 国道

国道は州道や地方道と共にCMDにサービスする地域道路を形成しているが、国道はCMDとインド亜大陸とを接続する主要な道路である。CMD内の延長は1,631kmであり、下記の道路がある。

国道2号線

国道6号線

国道34号線

国道35号線

2.4.2 州道と地方道

州道と地方道はカルカッタと西ベンガル州の直近地域との地域的な接続を形成している。西ベンガル州には3,455kmの州道と2,784kmの主要地方道と3,819kmのその他地方道がある。

これらのうち重要なものは

Diamond-Harbour Road

Taki Road

Garia Road

Howrah-Amta Road

Varanasi Road

Tarakeswar Road

Dhaniakhali Road

Budge Budge Road

2.4.3 都市圏道路網

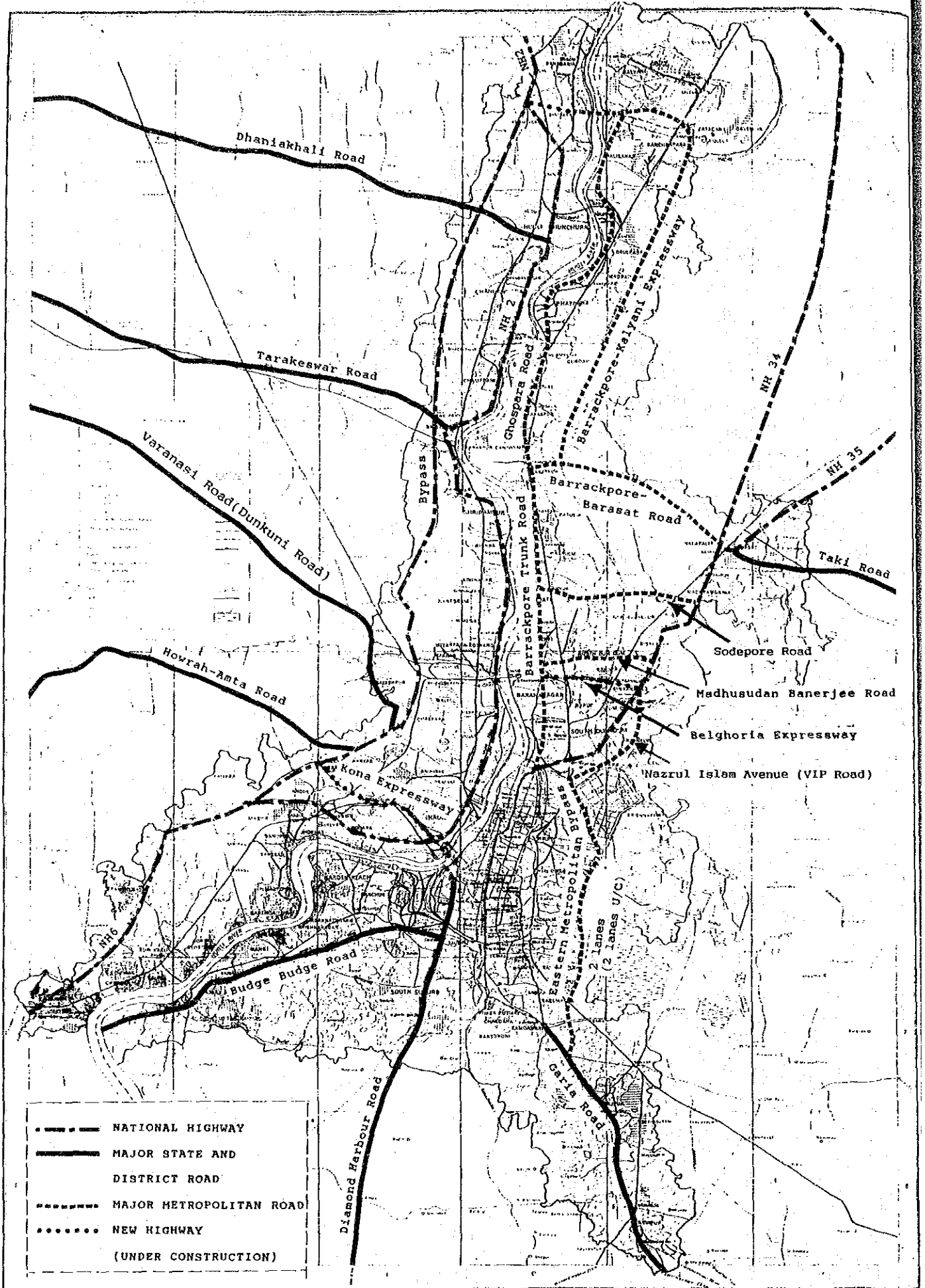
(1) 調査地域の道路網

CMD内には国道、州道や地方道以外にも数本の都市圏道路があり、都市圏内交通にサービスしている。主要な都市圏道路で供用中か建設中のものを図2.4.1に示した。CMDの骨格道路網は国道や地方道及び都市圏道路により構成されている。

都市圏道路には、次のものがある。

- a) Madhusudan Banerjee Road
- b) Sodepore Road
- c) Barrackpore-Barasat Road
- d) Barrackpore Trunk Road - Ghoshpara Road
- e) Eastern Metropolitan Bypass
- f) Barrackpore-Kalyani Expressway

図2.4.1 カルカッタ都市圏現況道路網



Eastern Metropolitan Bypass の北側の区間は2車線から4車線に拡幅が行われており、Barrackpore-Kalyani Expresswayは北側の国道2号線に接続する区間を除いては完成している。

新設道路で工事中のものは下記の通りである。

- a) Belghoria Expressway
- b) Kona Expressway - 2nd Hooghly Bridge to NH6

(2) Hooghly川横断橋梁

調査対象地域内の唯一のHooghly川横断橋梁は1943年に完成した Howrah橋である。この橋は中央に路面電車の軌道があり、その両側に3車線ずつの車道を有している。交通量は61,000台/日で対象地域内では最大であった。これより8km北には中央に鉄道軌道とその両側に2車線の車道を有する Vivekananda橋がある。更に北には1989年に供用されたKalyani橋があり KalyaniとBansberiaを結んでいる。

第2 Hooghly 橋は建設中であり、1992年内には供用される計画である。この橋の東側アプローチのインターチェンジは、交通を効果的に分散できるように3方向の道路と接続している。これが完成するとA. J. C. Bose Roadの重要性は更に増すであろう。

2.5 駐車施設

都心部の交通問題は世界の大都市にはある程度共通の問題である。しかしカルカッタに於いて独特のものは路外駐車場が殆どないことと、歩行車が車道を歩行していることである。

1962年と1975年調査の駐車場数を図2.5.1に示すセクターに付いて表2.5.1に示した。1962年の路上駐車台数3,385台は1975年の5,027台にまで増加している。これは駐車需要に対処するために、限られた道路スペースの中で交通機能上重要でない道路の駐車を追加して許可したり、平行駐車を直行駐車にすること等によって達成されている。

表2.5.1 駐車施設

Sector No.	1962 study			1975 study(on-street)		
	On-str.	Off-str.	total	fee	free	total
5	268	49	317	13	795	808
7	152	2	154	203	588	791
8	256	158	414	56	273	329
9	506	141	647	142	85	227
10	1,148	125	1,273	1,048	338	1,386
11	322		322	87	678	765
12	733	340	1,073	523	198	721
total	3,385	815	4,200	2,072	2,955	5,027

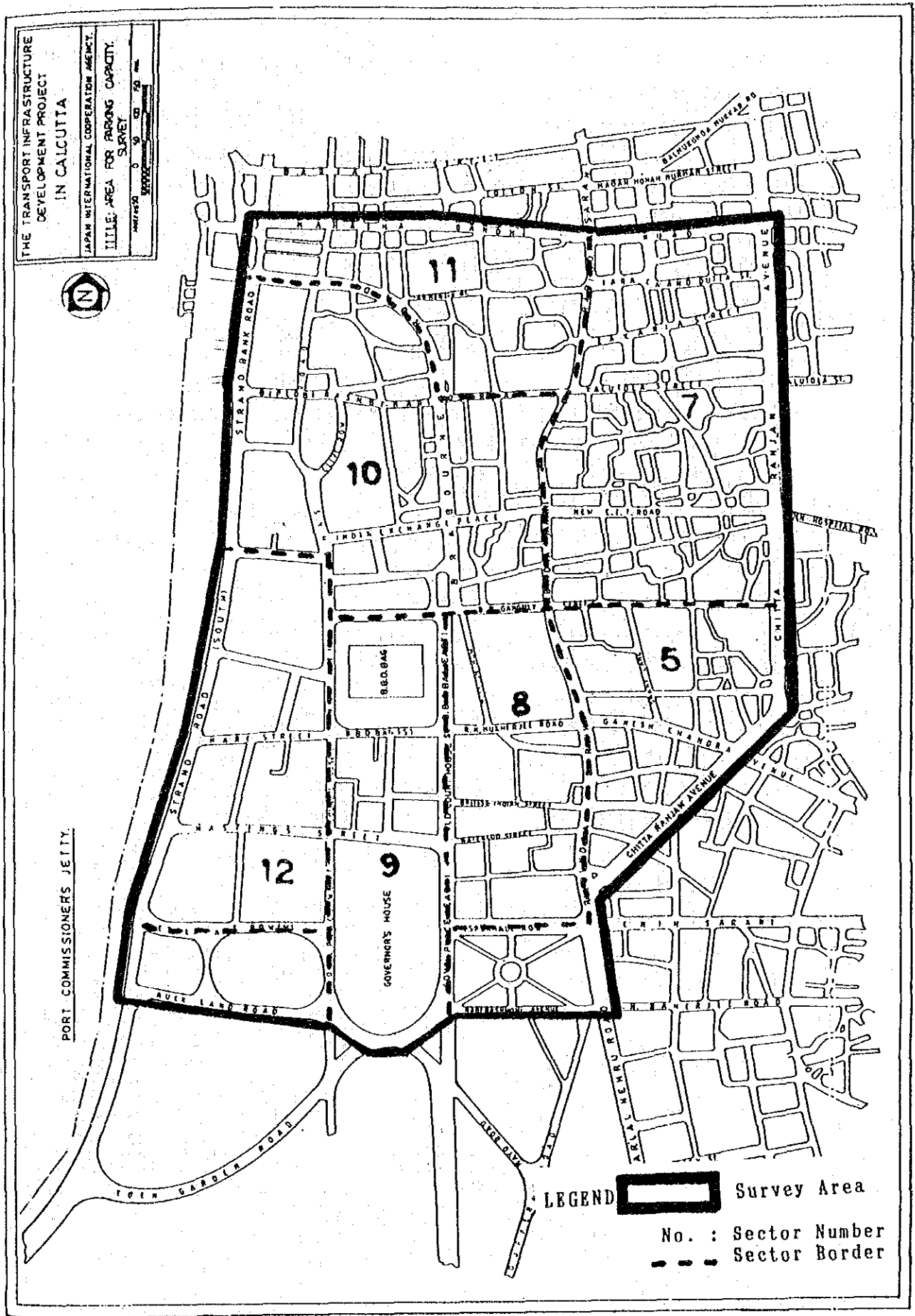


图2.5.1 駐車量調査実施区域

2.6 承認済みの交通プロジェクト

承認済み及び工事中の交通関連プロジェクトを下表に示し図2.6.1に示した。

- 1) Durgapur Bridge の架け代え
- 2) Garia Bridge の架け代え
- 3) Eastern Metropolitan Bypass の4車線拡幅
- 4) No.4 Bridge (New Park Street) の4車線拡幅
- 5) Ultadanga Main Road の3車線立体の追加
- 6) Howrah に於ける Foreshore Road の改良
- 7) Circular Canal Road の建設
- 8) Canal West Road の改良
- 9) Canal West Road の Govinda Khatic Road までの延伸
- 10) Moulali に於ける C. I. T. Road の拡幅と改良
- 11) Sealdah 立体の南北区間の A. J. C. Bose Road と A. P. C. Roy Road の改良
- 12) Chowringhee Road の改良
- 13) 交差点改良
- 14) 交差点に於ける信号設置
- 15) G. T. Road の Salkia に於ける立体交差建設
- 16) Ultadanga に於ける長距離バスターミナル
- 17) 路面電車軌道改良
- 18) 鉄道上の Jadavpur Road 立体交差建設
- 19) Lake Garden 立体交差建設
- 20) Bandal Gate 立体交差建設
- 21) 交通管理及び交通安全対策
- 22) 混雑交差点に於ける歩道橋建設
- 23) Kona に於けるトラック・ターミナルの建設
- 24) Kona 高速道路の建設
- 25) Belghoria 高速道路の建設
- 26) 2nd Hooghly Bridge の建設
- 27) New Khidirpur Bridge の建設
- 28) Strand Road と 2nd Hooghly Bridge の建設
- 29) Andul Road の改良

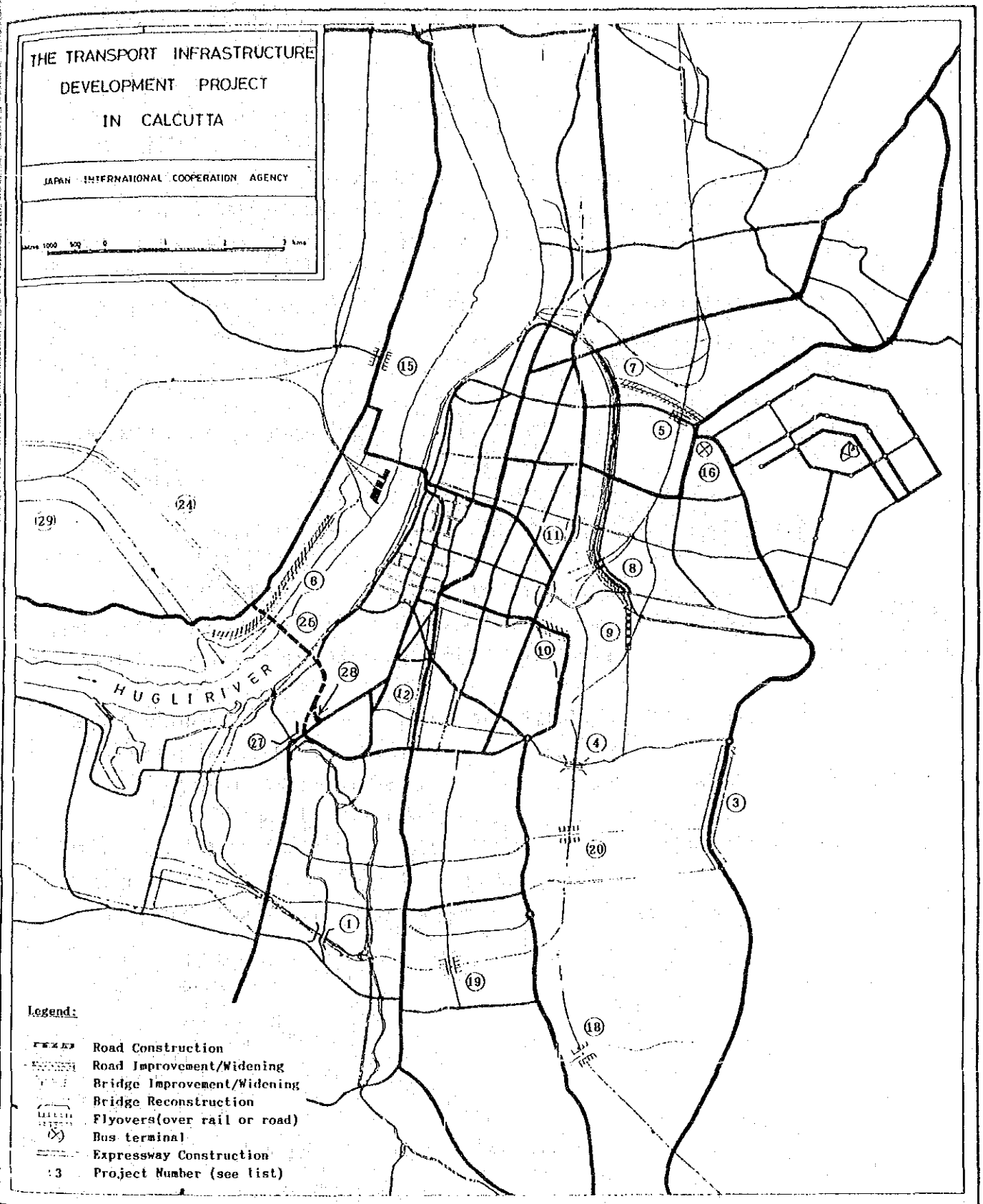


図2.6.1 承認済み及び工事中の交通関連プロジェクト

3. 現地調査

3.1 土質調査

(1) 現地調査

現地調査は調査対象の10交差点に於ける地質状況の予備的知識を得るために実施した。この調査結果は対象となる交差点に於いて立体交差が必要な場合に、最も経済的、かつ技術的に適した立体交差構造物を選択する際に有用な情報となる。

10ヶ所の調査対象交差点の近傍の場所に於いて直径 150mm、深さ40mの試錐を行った。同時に標準貫入試験を各試錐孔について1m毎に行い、また不攪乱資料を採取し室内試験を行った。

(2) 既存の報告書の収集とそのまとめ

カルカッタに於いてこれまでに行われた試錐の結果を補足資料として収集した。地下鉄建設の際の1970年と1973年の報告書は交差点No. 2, No. 4, No. 5及びNo. 8に於ける地質状況を知る上で非常に有用であった。

収集し解析した報告書は以下の通りである。

- a. 大カルカッタ工業地帯の地質と地下水資源 —— インド地質調査1964
(Geology and Groundwater Resources of the Greater Calcutta Industrial Area, prepared by Geological Survey of India in 1964.)
- b. カルカッタ大量輸送機関調査1970~1971 —— カルカッタ都市圏輸送計画
(Calcutta Mass Transit Study, prepared in 1970-1971, by the Governmental commission set up for studying the metro report.)
- c. 都市圏輸送計画 — 高速輸送機関 1973 —— カルカッタ都市圏輸送計画
(Metropolitan Transport Project, Rapid Transit System, prepared in 1973, for the design and execution of the metro project.)

3.2 地形測量

(1) 調査地点

地形測量は本調査に於いて立体交差か交差点改良が計画されている10交差点を対象とした。

(2) 調査方法

本調査は下記の順序で行った。

a. 有用な図面の収集

カウンターパートチームの協力により程度と細部は異なるがいくつかの交差点に於いては図面が得られた。これらの図面より現地で使用し再確認するための基本図を作成した。

b. 現地調査の実施

対象となる10交差点の内9交差点では昼間は交通量が多いので実査は不可能と判断されたので、夜11時から翌朝5時までの間に実施した。現地調査はセオドライトによるトラバー及びオフセット測量と平板測量により実施した。

c. 1次図面の作成と現地照査

交差点の1次図面は、基本図を現地で照査し、測定値のチェックとそれ以外の必要な値を測定することにより作成した。

d. 最終図の作成

この1次図面を内業により最終図としたが、これは必要なデータを計算機にインプットし、CADによる作図で行った。

3.3 地下埋設物調査

この調査は対象10交差点に於ける地下埋設物の種類と位置を確定するためであり、下記の調査を行った。

(1) 台帳調査とその図化

(2) 地下レーダー探査

(3) レーダーにより確認された位置での試掘

これらの調査の方法とその成果は技術編に記載した。

カウンターパートチームの協力を得、下記の機関と会社に於いて対象交差点付近の台帳調査を行った。

- a. カルカッタ市役所
上下水道
- b. 地下鉄
地下鉄建設時の地下埋設物移設の状況
- c. カルカッタ電力会社 (CESC)
電力供給網
- d. カルカッタ電話会社
電話線網
- e. 大カルカッタ・ガス会社
ガス供給網
- f. カルカッタ首都圏開発公社 (CMDA)
有用水の供給と排水
- g. カルカッタ開発基金 (CIT)
その他の地下埋設物

4. 交通調査及び将来予測

4.1 調査

調査団は、現在のカルカッタにおける交通の実態を把握するため、以下の調査を行った。

- 交通量調査
- Howrah橋におけるO-D調査
- 速度調査
- パーキング調査
 - * パーキングインタビュー調査
 - * パーキングナンバープレート調査
 - * パーキング量調査

西ベンガル政府及び他の組織によって行われた過去の様々な調査結果が、カウンターパートチームの協力により集められ、本調査の中で検討が行われた。

これらの調査結果を以下の図表で示した。

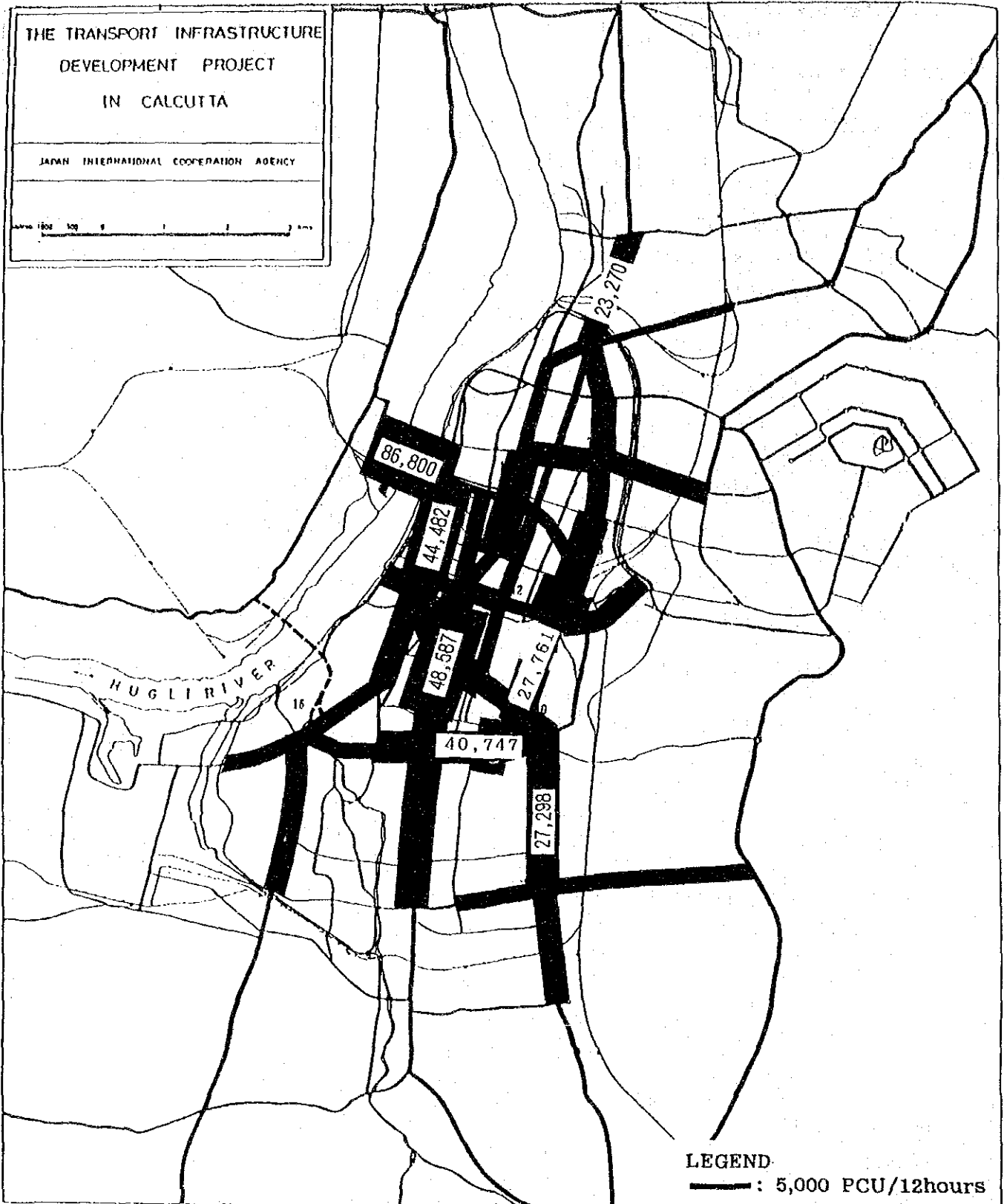


図4.1.1 PCU交通量/12時間 (1991)

Origin-Destination Survey
Purpose

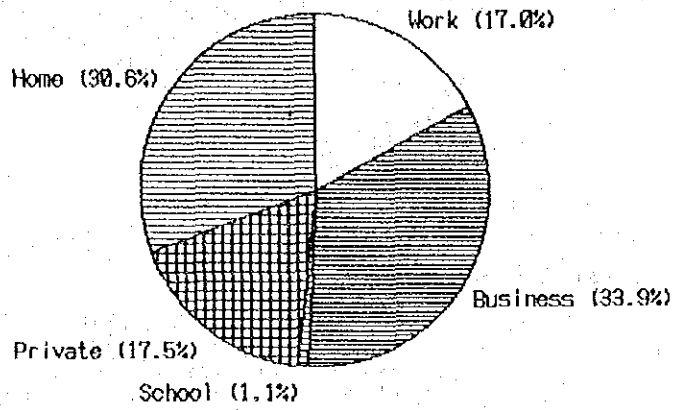


図4.1.2 トリップの目的

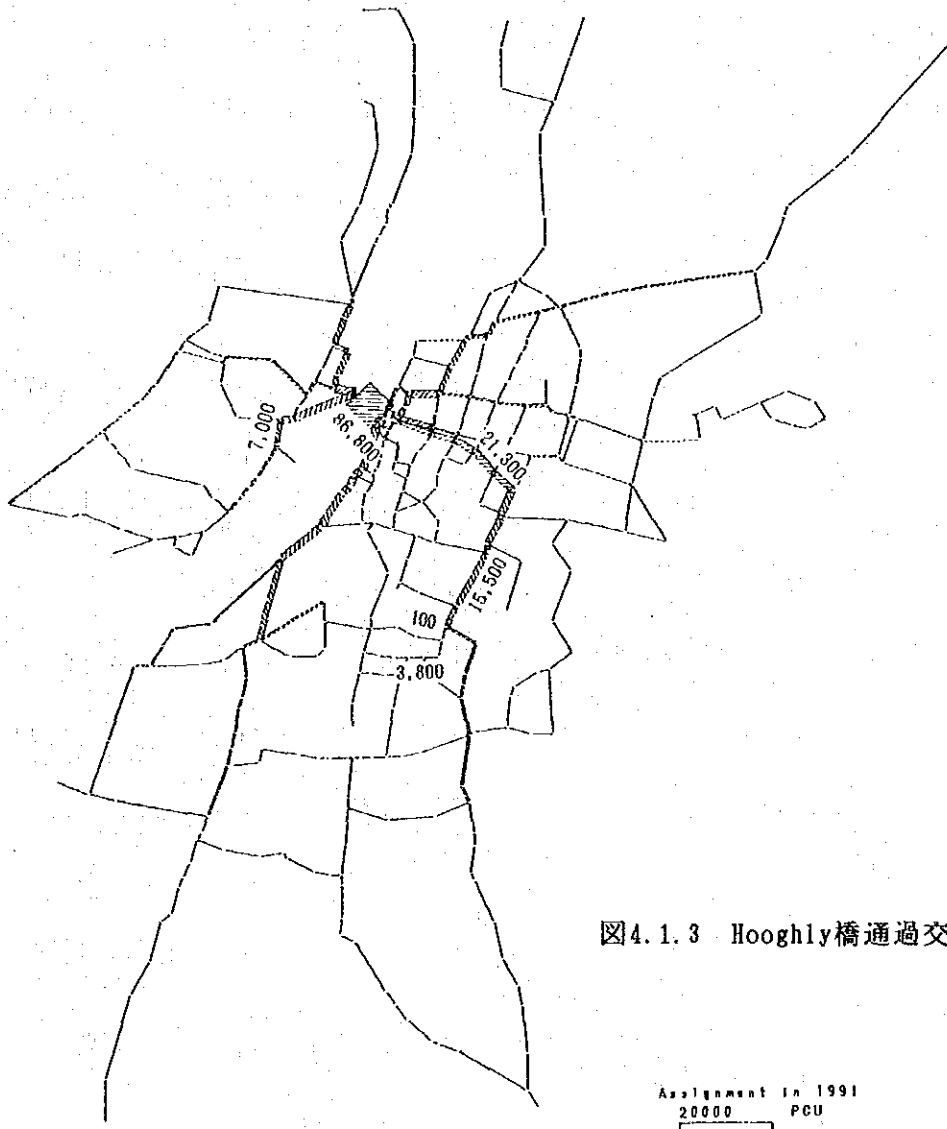


図4.1.3 Hooghly橋通過交通量の配分

表4.1.1 ルート別の走行所要時間

Corridor	Direction	Distance (km)	Average Time (min.'sec.)	Average Speed (km/h)
1 Deshpran Sasmal Rd.				
-S.P.Mukherjee Rd.	1 South	15.5	88'30"	10.51
-A.T.Mukherjee Rd.	-North			
-J.L.Nehru Rd.				
-C.R.Avenue				
2				
-J.M.Avenue	2 North	15.5	87'15"	10.66
-Bhupen Bose Rd.	-South			
-R.G.Kar Rd.				
-Raja Manindra Rd.				
2 Diamond Harbour Rd.				
-A.J.C.Bose Rd.	1 South	17.0	86'26"	11.80
	-North			
-A.P.C.Roy Rd.	2 North	17.4	75'04"	13.91
-Bidhan Sarani	-South			
-B.T.Rd.				
3 Gariahat Rd.				
-Syed Amir Ali	1 North	6.5	25'24"	15.35
	-South			
-Park Street	2 South	6.5	34'25"	11.33
	-North			
4 Howrah Bridge				
-M.G.Rd.	1 West	3.9	20'19"	11.52
	-East			
(Part of one way)				
5 Lenin Sarani				
-Convent Lane	1 West	3.8	23'23"	9.75
	-East			
(Part of one way)				
6 Najrul Islam Ave.				
-Manicktala Main Rd.	1 East	5.7	22'31"	15.19
	-West			
-Vivekananda Rd.	2 West	5.7	21'43"	15.75
	-East			
7 Circus Avenue				
	1 West	0.5	2'07"	14.20
	-East			
	2 East	0.5	2'03"	14.69
	-West			

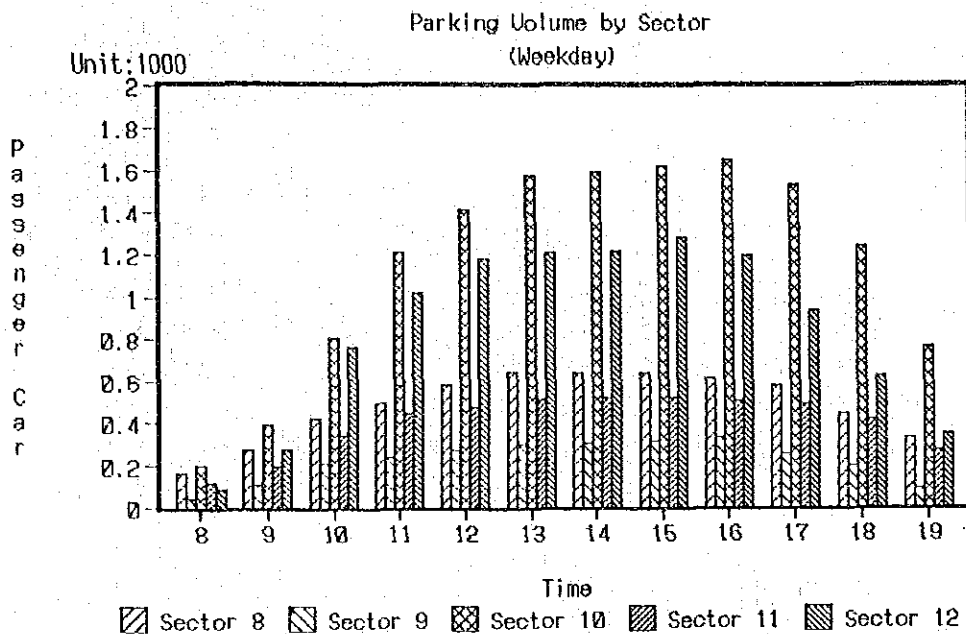


図4.1.4 セクター別駐車量 (12時間)

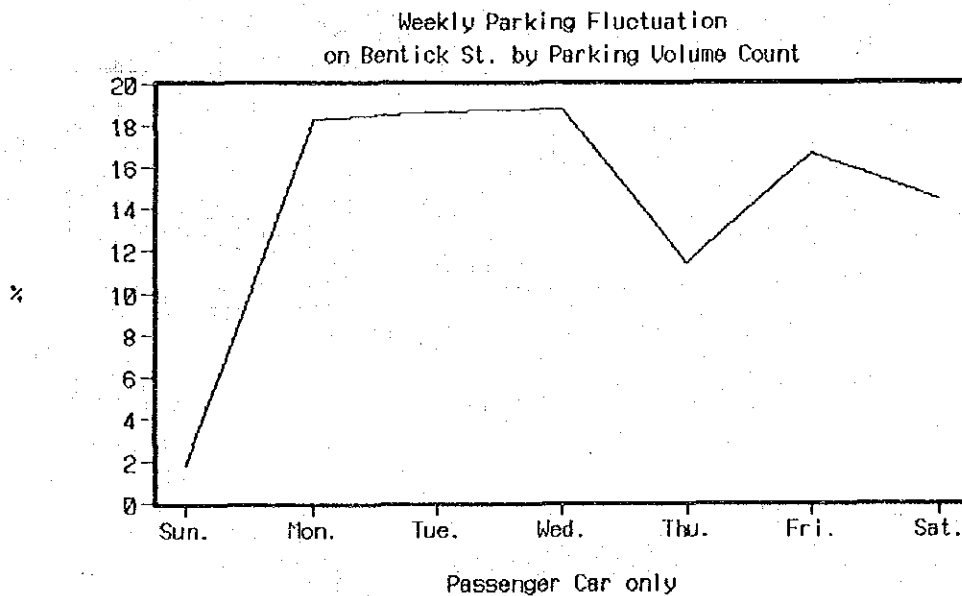


図4.1.5 Bentinck St.における駐車変動 (1週間)

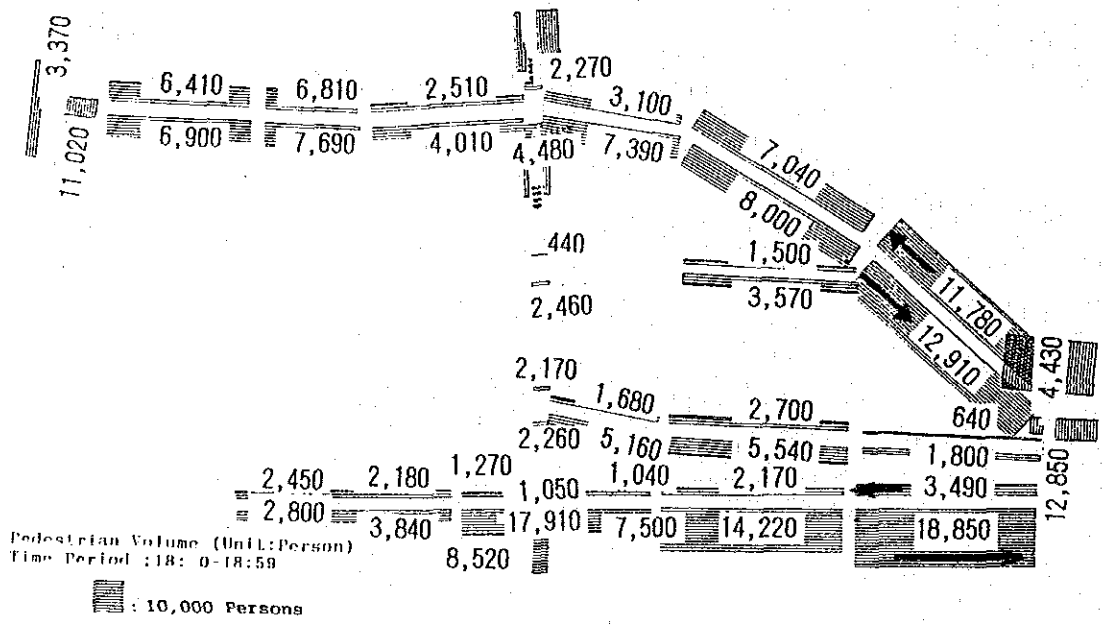
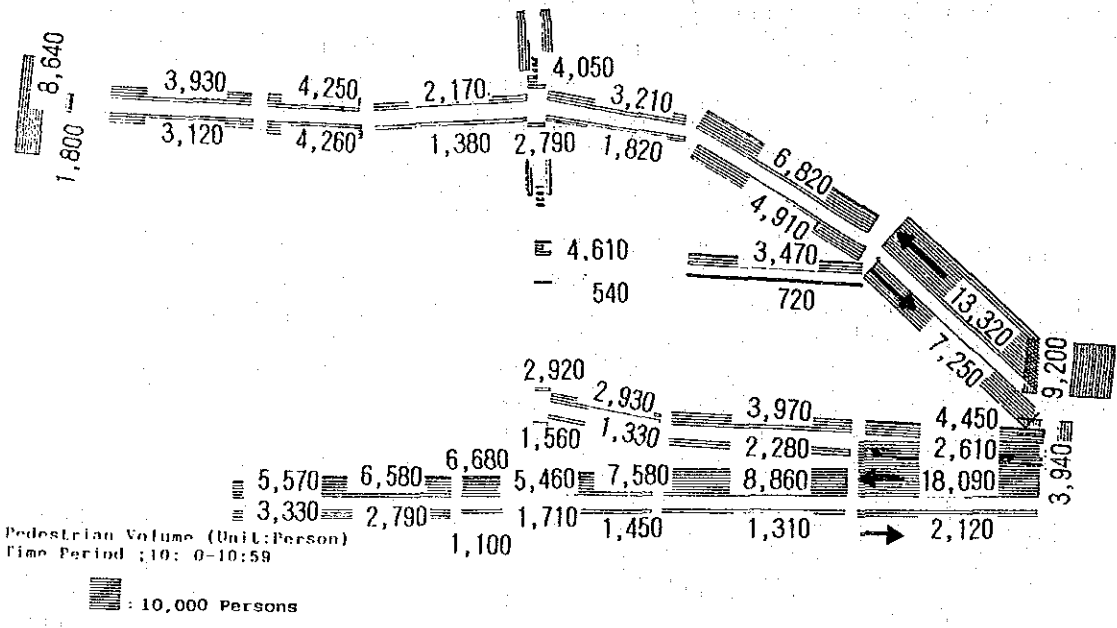
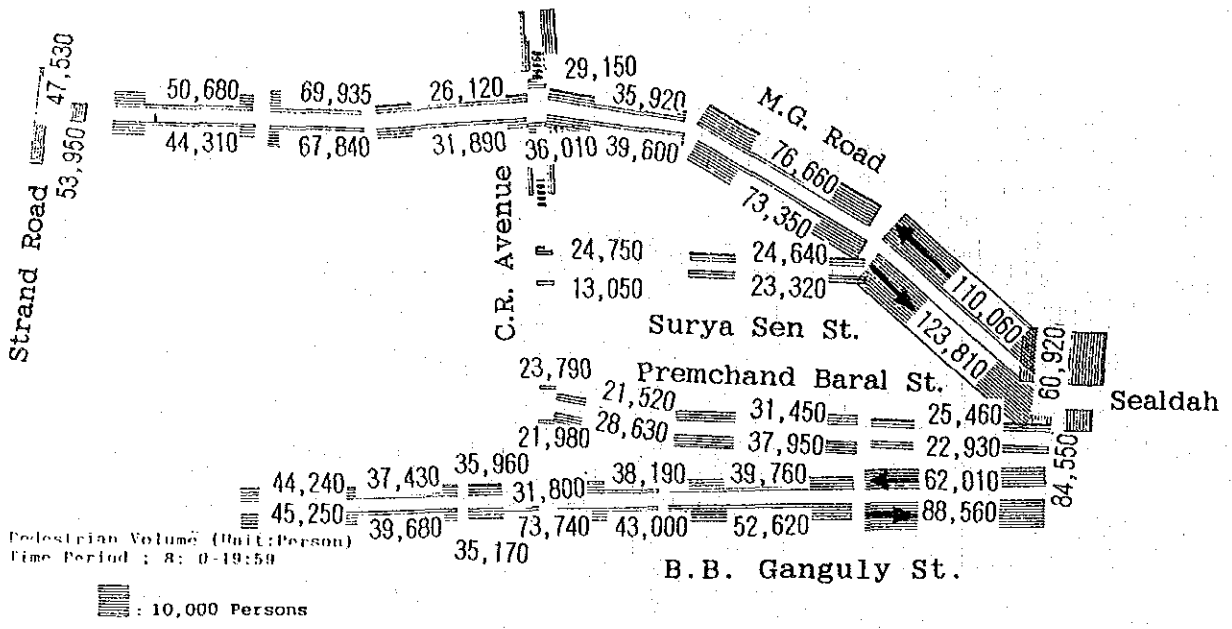


图4.1.6 步行者通行量 (1991)

4.2 将来交通需要予測

(1) 将来交通量の推計

将来交通量は既往の伸びの傾向を基にして求めた伸び率により算定した。この伸び率は、次の二つの調査で求められた既往の交通量と1991年の交通量を基にして求めた。

- 1) Traffic Study for Proposed Rapid Transit System and Suburban Dispersal Line in Calcutta
- 2) Recorded Classified Traffic Volumes on Calcutta Roads 1978

1991年の交通量は、本業務の実施調査及び西ベンガル政府交通省から入手したデータより求められている。表4.2.1は市街地域及び郊外の交差点における伸び率の採用値を示す。

表4.2.1 交通量伸び率

	Ints.No.1,2 11 & 18 (Urban Area)	Other Intersections (Suburban Area)
Ratio between 1991 and 1998	1.252	1.283
Ratio each year	1.033 (3.3%)	1.036 (3.6%)

将来交通量（修正する前の値）は1991年の交差点交通量に適切な伸び率を適用させ予測している。

(2) 第2 Hooghly橋開通後の将来発生交通量

第2 Hooghly橋の完成により渡河交通量が増加し、周辺地域の開発が促進されることが予想されるので、1998年における渡河交通量は表4.2.1 から得られる値よりも増加すると考えられる。

1980年から1990年までの間の自動車登録台数の伸び率は年 7.9%であったので、第2 Hooghly橋開通後の渡河交通の伸び率を 8.0%と仮定することにした。こうして1998年の渡河交通量を求めると表4.2.1 に示す年 3.6%の増加率により算定した値よりも約20,000台多くなる。従って1998年の増加交通量に20,000台/日を加えることにした。

表4.2.2 は1991年と1998年の渡河交通量（PCU/日）を示したものである。

表4.2.2 1991年と1998年の渡河交通量 (PCU/日)

Year	Case	Growth Ratio 98/91	River Crossing Volumes
1991	A. Existing	-	86,824
1998	B. Growth at 3.6% per year (Table 4.2.1)	1.283	111,410
1998	C. Adopted 1998 Vol. (Case B plus 20,000 vehicles/day	1.655	143,724

1998年の将来渡河交通量は上記(1)、(2)節より求められ、第2 Hooghly橋開通後の将来道路網に配分される。

図4.2.2 は各交差点での将来交通量予測値を示したものである。

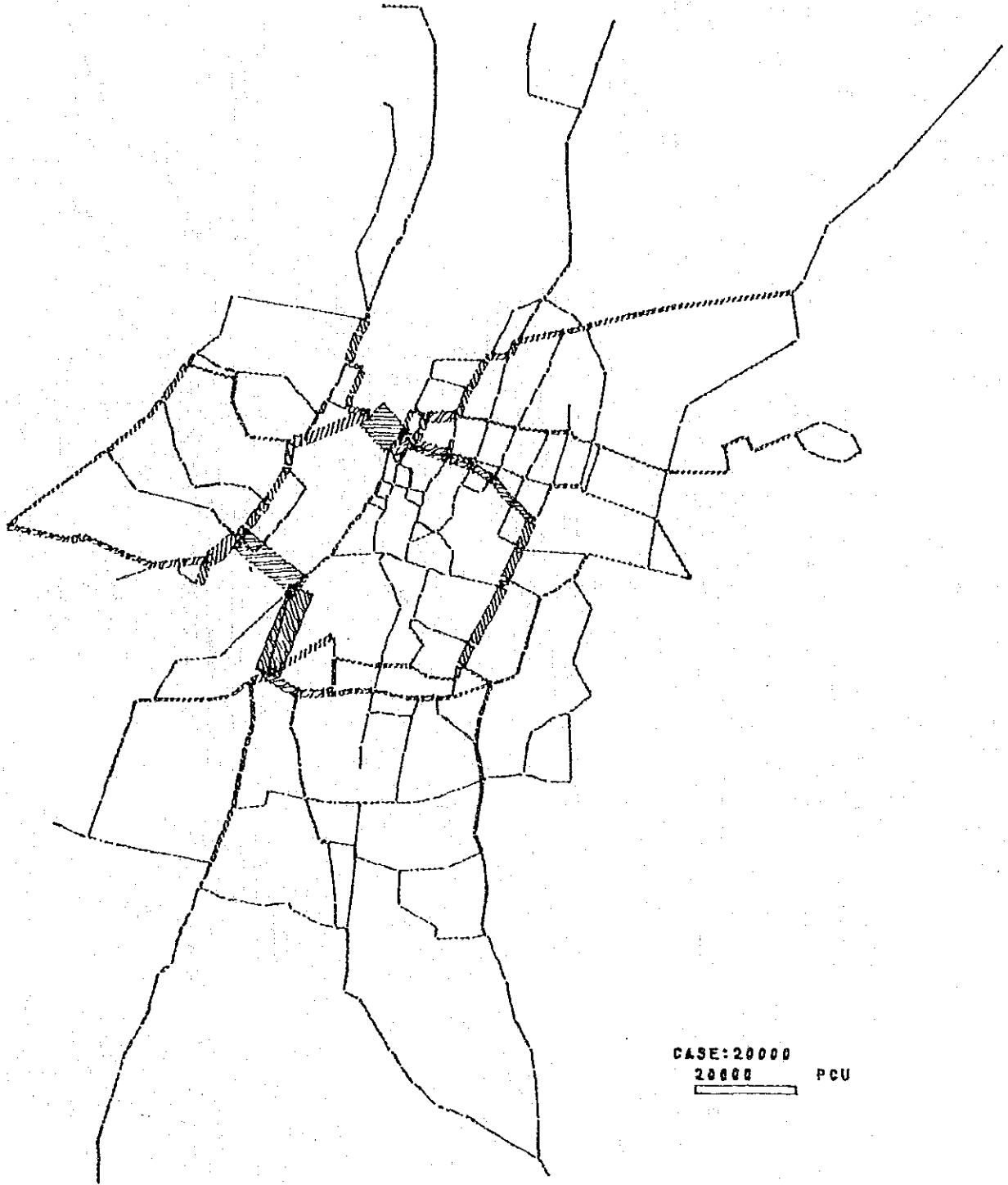


図4.2.1 Hooghly河横断交通量の配分1998年
 (第2フグリー橋工事完了後；20,000台/日を含む；Cケース)

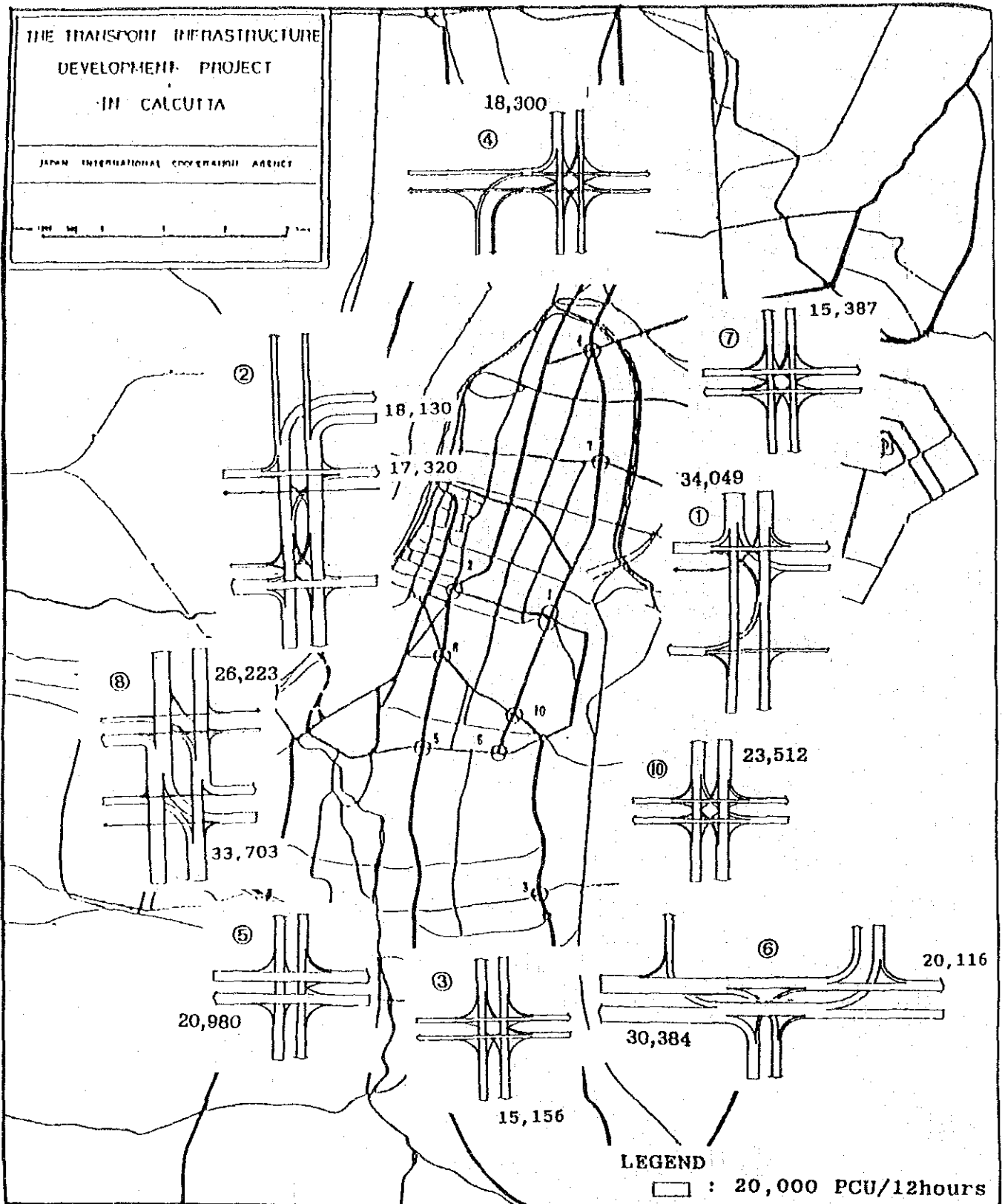


図4.2.2 各交差点における将来交通量

5. 交通施設改良代替案

5.1 調査対象交差点における状況

5.1.1 位置と状況

図1.1.1 に、調査した交差点の位置を示す。交差点No. 2, 5 及び 8 は、Chowringhee/Jawaharlal Nehru Roadsの南北幹線上にあり、交差点No. 2 は、CBD 地域との接点にある。

この幹線の下に地下鉄が走っており、交差点 No. 5 と 8 付近ではその建設は既に完了している。交差点No. 2 においては、建設作業がまだ進行している。地下鉄建設完了後の路面改修工事実施時に交差点 No. 5 と 8 において、いくつかの改善が行われた。

これら3つの交差点の改良計画には、その地域の重要性を考慮しなければならない。Chowringhee Roadはカルカッタの象徴の一つであり、とりわけ国立博物館、インド地理調査所、グランドホテル及びTipp Sultanモスクなどの華麗な建築物が沿道に存在している。この道路の西側にあるMaidan Parkの広々した緑の区域は、同市の環境上たいへん重要な要素となっている。

交差点No. 4, 7, 1, 10及び6は、カルカッタにおけるもう一つの主要な南北幹線環状道路である。A. J. C. Bose/A. P. C. Roy Roads に位置している。地下鉄建設は、これら5つの交差点の最北にある交差点 No. 4 において現在も行われている。交差点No. 7 と 1 は、Sealdah駅のそれぞれ北側と南側にあり、交差点No. 4, 7, 1 は同市の旧市街に位置しているが、最南の交差点No. 6 の西側区域には新しい事務所や住宅用の建物が建設されている。

交差点No. 3 は、市の南側にあり、東側に位置するEastern Metropolitanバイパスとカルカッタ市内を接続する役割を果たしている。この交差点とバイパス間の地域は、将来更に開発されるものと予想される。

Lock Gate Roadが鉄道線路によって分断されている交差点No. 9 は、市の北側にあり、最も開発が遅れているスラム地域内にある。

5.1.2 各調査交差点の問題点

各調査した各交差点で認められた問題点を以下に記述し、集約したものを表5.1.1にマトリックスで表わした。

表5.1.1.1 調査対象交差点のマトリックスによる交通問題点

Problems	Intersection										* No. 9	No. 10	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10			
1. Intersection Geometrics/ Layouts	●	●		●	●	○	●	○	○	○	○	○	
2. Tram Turning Movements	●	●	○	●			○	○	○	○	○	○	○
3. Buses Stopping in Intersection	○	○	●	●	●		○	○	○	○	○	○	○
4. Hawking at Intersection	●	●	●	●			○	○	○	○	○	○	○
5. Very High % of Bus and Trucks	●	●	●	●	●		○	○	○	○	○	○	○
6. Manual Traffic Control and Related Problems	●	●	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
7. Parking at/near Intersections				●			○	○	○	○	○	○	○
8. Very High Pedestrian Movements	●	●	●	●	○		○	○	○	○	○	○	○
9. Traffic Signal Not Working			○	○			○	○	○	○	○	○	○
10. Poor Pavement Conditions	○		○	○			○	○	○	○	○	○	○
11. Poor Pavement Markings	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
12. Poor Traffic Signaling	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
13. Metro Construction Underway		○		○			○						

○ Moderate Problem
 ● Severe Problem

Note: * Intersection No. 9 is a T junction at present.

5.2 調査対象交差点の改良案の選択

5.2.1 基本方針

調査した交差点の交通状況を改良するための基本方針は、これらの交差点の交通容量を上げて、将来の予想交通需要を満たすことである。将来の予想需要が、現在の施設の容量を越える場合は、何らかの改良案が必要になる。将来の増加需要を満たすのに、平面での改良方法だけでは不十分である時は、立体交差の建設が必要となる。

本調査において、交差点における交通整備に必要な土地の取得を、最小限に保つべきであるとしている。従って、現行施設と道路用地幅をできるだけ利用するように努力した。しかし、交通容量を上げ交差点形状を改善するためにたとえば交差点等のわずかな用地買収が必要な場合にはそれが可能だと考えた。

5.2.2 改良案の選択基準

(1) 交通量と容量との比(v/c比)

現在あるいは目標年の交通量が、平面交差点で処理できる限界を越える場合に、交差点の立体交差化を検討する。

交差点においては青時間は交通信号などの交通制御装置により、幹線道路と交差道路に分配される。幹線道路と交差道路の交通量/容量(v/c)の比の合計が1.0より大きくなると、その交通量は平面交差点の容量をこえることになる。この概念を次の図5.2.1に示す。

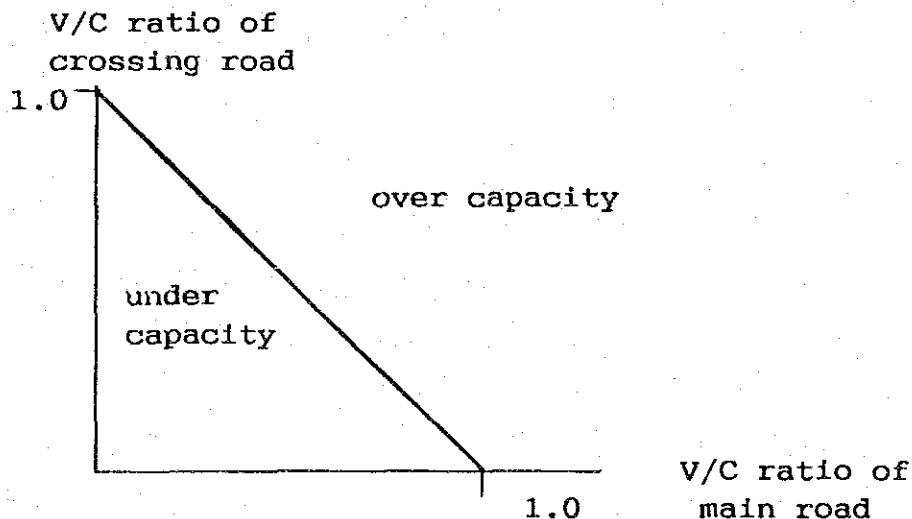


図5.2.1 交差点における交通量/容量の関係

本分析において、テクニカルレポートに示している補足調査結果に基づき、有効青信号時間；1時間当たり容量は1車線当たり1,200pcuとした。

図5.2.2(a)は、調査した全交差点の現在の交通量の v/c 比を表している。

図5.2.2(b)は、調査した全交差点の将来の予想交通量の v/c 比を表している。

(2) 遅れ

遅れは、交差点における運行状況を表わすためのよい示標となる。交通調査によって収集したデータから、時間当たりの平均遅れを計算すると、交差点No. 2, 8 及び1は、8:00~12:00と16:00~20:00の間の計8時間で3,000台・時の遅れが示されている。交差点No. 4と5は、同じ時間で2,000~3,000台・時の遅れである。

立体交差を採用するための評価の尺度の一つとして交差点における遅れ時間を用いた。遅れ時間の大きな交差点に高い優先順位を与えた。

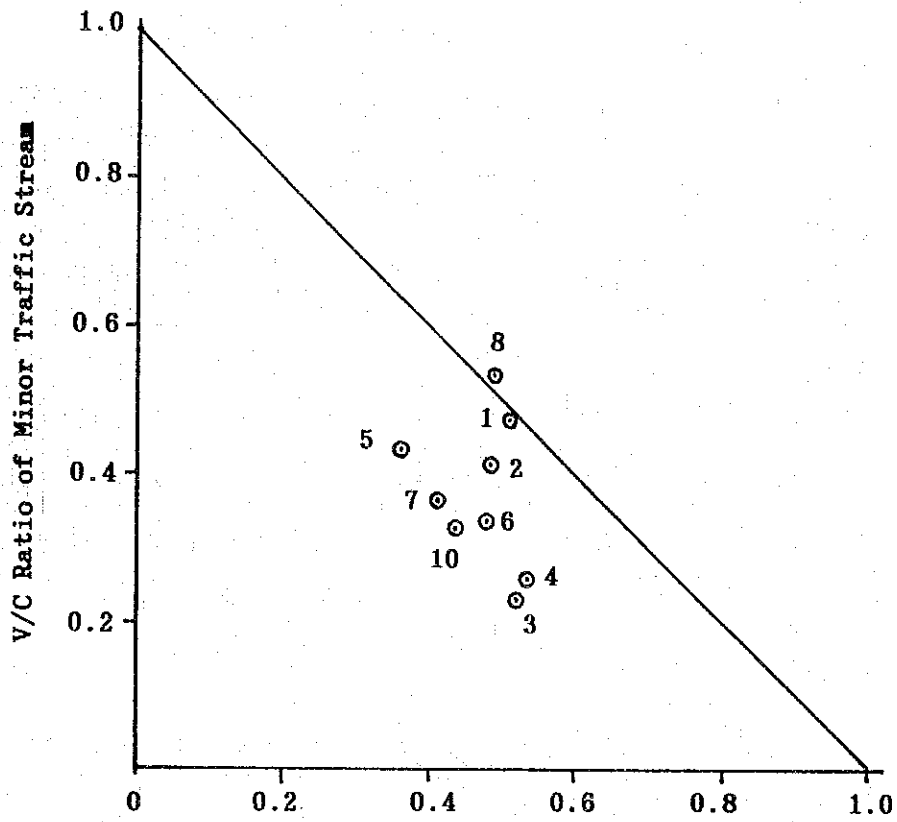


図5.2.2(a) 現行交通需要状況下の交差点V/C比

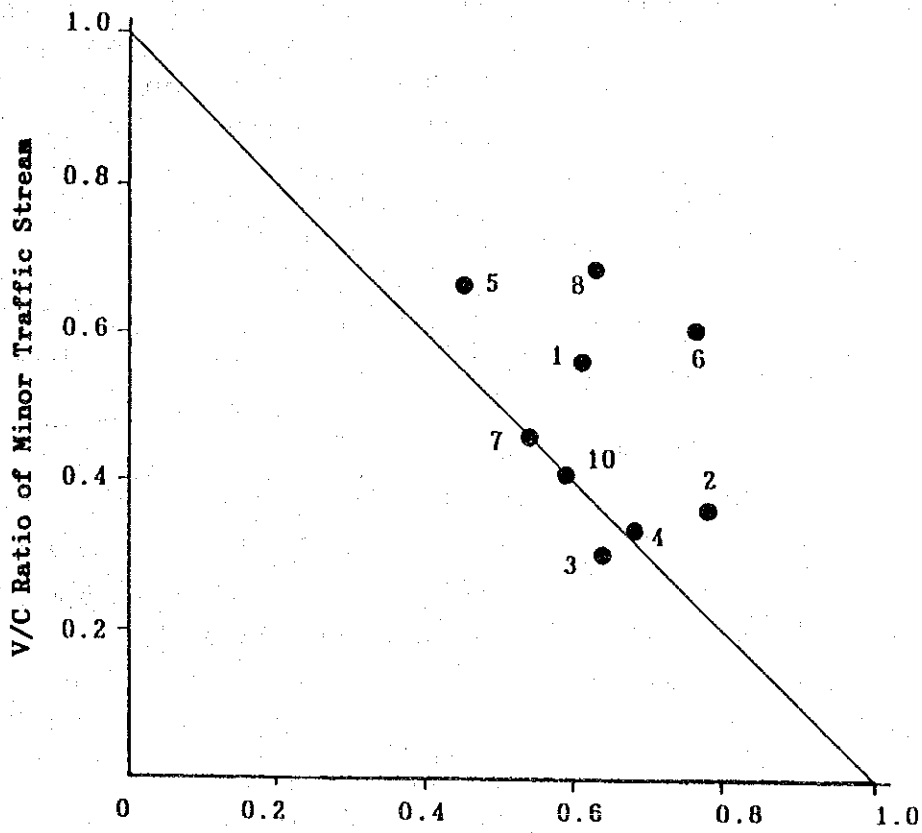


図5.2.2(b) 将来交通需要状況下の交差点V/C比

5.2.3 フィージビリティ評価に関する交差点改良代替案

表5.2.1 は、遅れとV/C比を指標として調査した交差点における交通状況のきびしさの順位を表している。交差点No. 5と6における現在のV/C比と比べて、将来のV/C比の順位が高いのは、第2 Hooghly橋からの交通流が増えることによる。

表5.2.1 交差点の優先順位

Ranking Parameter	Priority Ranking								
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th
Delay	2	8	1	4	5	6	7	3	10
V/C Present	8	1	2	6	4	5	7	10	3
V/C Future	6	8	5	1	2	4	7	10	3

各交差点における将来の交通需要と物理的な条件に基づき、代替改善案を表5.2.2のように要約した。

表5.2.2 フィージビリティ評価の代替案

Alternative	Flyover Construction	At-grade Improvement
Alt. I	No.1, No.2, No.5, No.6, No.8	No.3, No.4, No.7, No.10
Alt. II	No.1, No.2, No.4, No.5, No.6, No.7, No.8, No.10	No.3
Alt. III	All study intersections	-

代替案Iと代替案IIでは、副代替案としてNo. 2における平面交差改良案を考えた。さらに、No. 5と6に関して、連続立体交差をNo. 5と6の間に建設するという追加の副案を検討することにした。また代替案IIには、No. 4と7における立体交差の代わりに、No. 9に立体交差を建設するという副案も含めている。

5.3 駐車施設の改良

CBD において100年を越える建築物が多く、政府機関の事務所として使用されている。歴史的な建物の保存によって、高層建築が制限されているが、今後ともこの傾向は続くであろう。したがって、駐車特性と需要は、将来も大きく変わらないと考えられる。

データはないが、単位面積当たりの駐車発生量は大きくは増加しないと推測される。たとえそうであっても、CBD における駐車需要を全て収容するには、かなりの駐車施設が必要になるであろう。駐車している車を交通循環の観点から重要であると考えられる路上から排除するのは、本計画の主な目的である。このため、2つの駐車施設を提案した。

5.3.1 B. B. D. Bag 駐車場

B. B. D. Bag における駐車施設は、表5.3.1 に列挙している道路の現在の駐車需要を満たすように設計すべきである。必要駐車台数も表に示している。

表5.3.1 B. B. D. Bag 駐車施設の必要駐車容量

Street	No. of vehicles
B. B. D. Bag North	184
B. B. D. Bag East	87
Netaji Subhas Road	139
R. N. Mukerjee Road	117
B. B. D. Bag South and Hara Street	122
Brabourne Road	83
TOTAL	732

この駐車施設の駐車容量は、730台にすべきである。さらに、B. B. D. Bag 駐車場がセクター9と同じ特性を持つと仮定すると、平均駐車時間は120分になり、回転率は4.5となる。

5.3.2 Esplanade 駐車場

Esplanade における駐車施設は、表5.3.2 に列挙している道路の現在の駐車需要を満たすように設計すべきである。必要駐車台数も、表に示している。

表5.3.2 Esplanade 駐車施設の必要駐車容量

Street	No. of vehicles
Esplanade Row East	60
Esplanade Row West	283
Government Place East	72
Government Place West	13
K.S.Roy Road and Government Place North	161
TOTAL	589

この駐車施設は、最低 590台の駐車容量が必要である。Esplanade駐車場はセクター 8 と同じ特質を持っていると仮定すると、B. B. D. Bag 駐車施設と比べ、駐車時間は99分と短くなり、回転率は 6.1と大きくなる。

提案した駐車施設の位置は、Surendra Nath Banerjee Park に隣接する路面電車のターミナル敷地内にある。この駐車施設に関して検討した代替案は、次の通りである。

(1) 代替案 A

路面電車ターミナルの地下1階駐車場

(2) 代替案 B

路面電車ターミナルの上にある地上1階の駐車施設。駐車場には屋根を付けない。

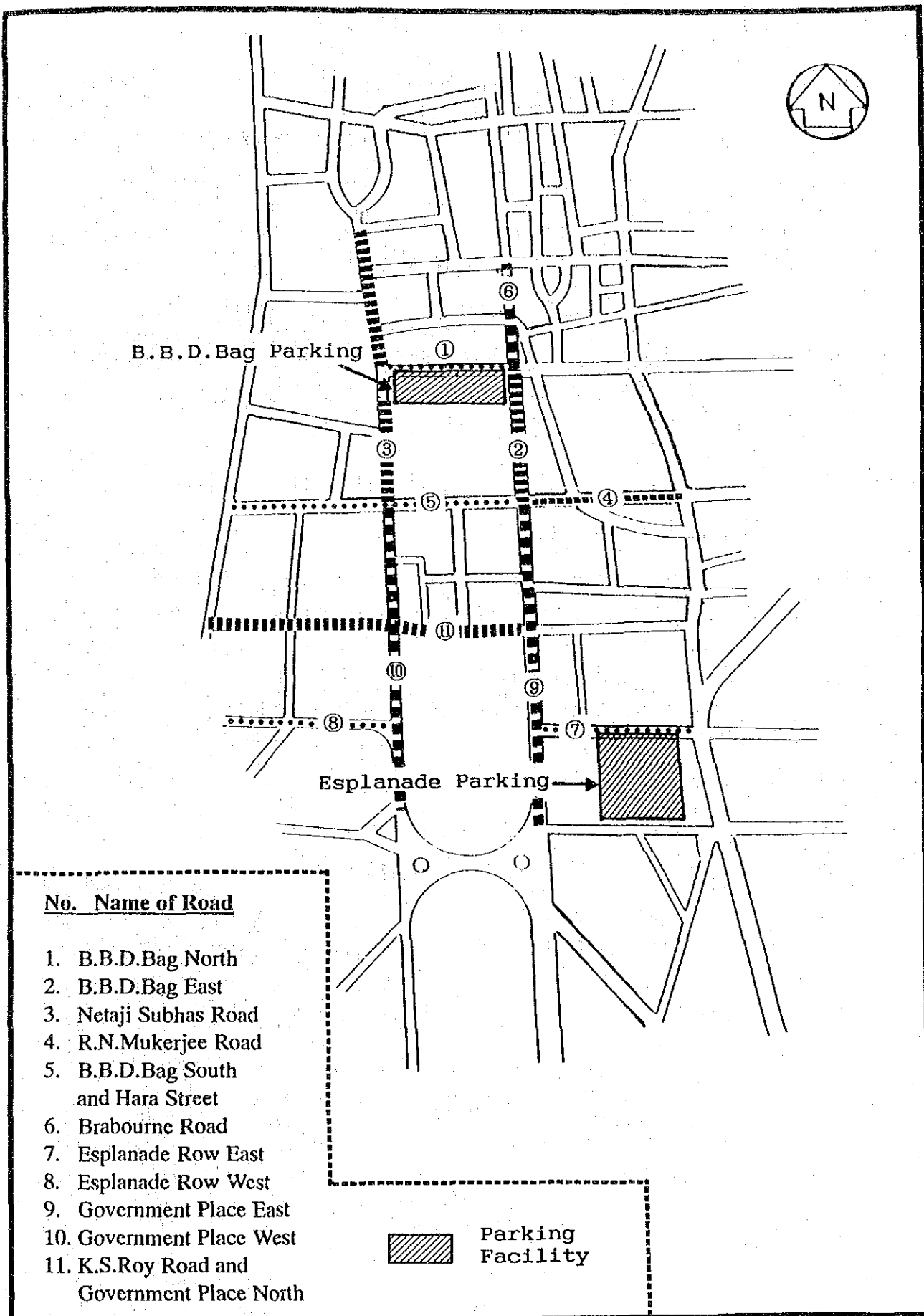


図5.3.1 駐車場と道路の位置

6. 交通流シミュレーションを用いた交差点改良計画の評価

6.1 目的

本調査では次の目的のために交通流シミュレーションを実施した。

- a. 現在の交通施設の下で将来交通状況を検証する。
- b. 将来のいくつかの交通施設の改良計画案の下での交通状況の予測を行い、各々の改良計画案ごとに交通に与える影響を評価する。

交通流シミュレーションの結果は、各々の改良計画案ごとの便益を求めるために必要な基礎資料となる。例えば、遅れ時間の節約は各改良計画案ごとに第9章の経済評価を実施するために、定量的に算定される。

6.2 手順

6.2.1 シミュレーション・モデルの選択

この調査で採用したシミュレーション・モデルは、インプット・アウトプットモデル（I/Oモデル）である。このモデルは、道路網の中で、いくつかの交差点を含めたルート沿いの交通状況をシミュレートすることができ、特に、演算時間が早いために、短い演算時間で24時間分の交通状況を予測することができる。

I/Oモデルは、交通流を流体とみなし、交通を流す方法である。

この調査で使用したI/Oモデルでは、対象ルートにたいし、12時間（8:00～20:00）の交通流状況を10分スキャン間隔で実施した。

6.2.2 シミュレーションルート毎での改良代替案の設定

提案されている交差点立体化が行われる交差点が存在する道路を3つのルートに分割し、シミュレーションを実施した。これらの3つのルートに調査対象の10交差点の内8個が含まれている。交差点 No. 3は独立交差点として取り扱っているが、交差点 No. 9は、交差点No. 4とNo. 7に大きく影響を及ぼすため、ルート2の中を含むこととした。

- ルート1 …… 交差点No. 5, No. 6, No. 10とNo. 1
- ルート2 …… 交差点No. 4とNo. 7
- ルート3 …… 交差点No. 2とNo. 8

6.3 代替案についてのシミュレーション結果

各代替案ごとにシミュレーションを実施した。各代替案についての効果を評価する指標として、シミュレーション演算から得られる、次の項目が用いられた。

- 対象道路網への総流入交通量
- 対象道路網内での総遅れ時間 (台・時)
- 対象道路網内での総旅行距離 (台・km)
- 対象道路網内での総旅行時間 (台・時)
- 平均速度 (km/時)

各ルート毎のすべての代替案ごとのシミュレーション結果を上記の指標項目について示したものが表6.3.1である。

表6.3.1 改良代替案ごとのシミュレーション結果

Route	Case	Flyovers	Entering Volume (Veh.)	Average Speed (Kph)	Total Delay (Veh.Hrs)	Total Delay Index*	Delay Reduction Ratio
Route 1	1-1	(Do-Nothing)	245,769	3.2	164,229	6.96	1.00
	1-2	#1, #5, #6	246,899	9.0	53,587	2.27	0.33
	1-3	#1, #56	245,111	14.6	26,890	1.14	0.16
	1-4	#1, #5, #6, #10	233,694	9.9	47,242	2.00	0.29
	1-5	#1, #56, #10	231,906	18.1	18,207	0.77	0.11
Route 2	2-1	(Do-Nothing)	87,726	7.8	32,491	3.36	1.00
	2-2	#4, #7	87,726	32.7	1,472	0.15	0.05
	2-3	#9	79,976	31.3	1,228	0.13	0.04
	2-4	#4, #7, #9	79,976	38.2	1	0.00	0.00
Route 3	3-1	(Do-Nothing)	187,976	3.7	128,458	3.46	1.00
	3-2	#2, #8	161,443	10.5	39,607	1.07	0.31
	3-3	#8	161,443	6.6	68,936	1.85	0.54
	3-4	#8, (#2, 4Lane)	161,443	10.0	42,475	1.14	0.33
Isolated	4-1	(Do-Nothing)	49994	38.1	0	-	-
	4-2	#3	49994	38.2	0	-	-

Note: * Index with total delay under existing condition as 1.0

#56 : Continuous flyover bridge from Intersection No.5 to 6

シミュレーションによる分析から、次のような結論が得られた。

- a. 交差点No. 5 とNo. 6 とを連体橋で建設することは、それぞれの交差点ごとに独立した立体橋を建設するより、総遅れ時間を短縮し、より効果が高い。
- b. 交差点No. 2 における立体化の効果は、4 車線平面交差への改良効果とほぼ等しい。
- c. 交差点No. 4 とNo. 7 の立体交差橋の建設は、交差点No. 9 (鉄道を越える) の立体化とほぼ同一の効果が得られる。
- d. 交差点No. 3 の立体交差橋の建設により、1998年までには3つのルート沿いの交差点ほど、多くの効果を期待できない。

7. 予備設計

7.1 設計基準

7.1.1 道路設計基準

(1) 立体交差の設計基準

インド国における幾何学的設計基準はインド道路会議（IRC）により規定されており、本調査における立体交差の設計基準もこれに基づくものとする。

用いられた主な設計条件は以下の通りである。

設計速度	: 50km/h
最小幅員	: 3.5m
最小地覆幅	: 0.5m
最大片勾配	: 7%
最小曲線半径	: 100m
最大縦断勾配	: 1:25 (4.0%)
特例	: 1:20 (5.0%)
最小縦断曲線半径	: 1,000m
建築限界	: 5.0m (標準)
	: 5.4m (路面電車の場合)
	: 6.7m (鉄道の場合)
すりつけ長	: すりつけ率 1:10

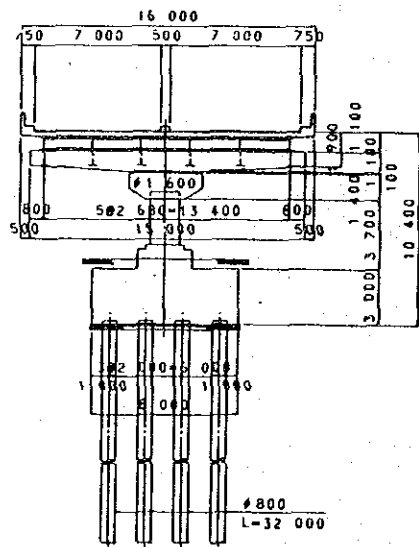
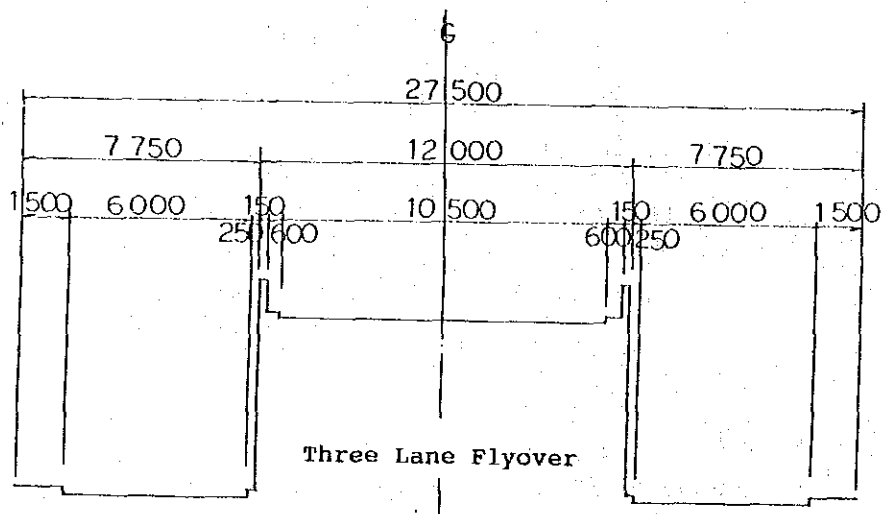
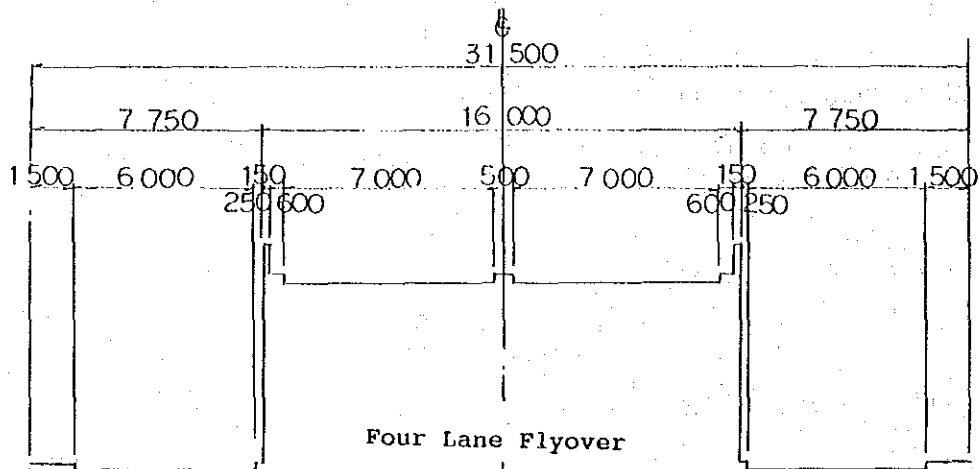
(a) 最小車線数と車道幅員

立体交差の標準断面は図7.1.1の通りであり、4車線立体交差の総幅員は16mとなる。側道幅員は大型車が路側に駐車している時でも大型車が十分に通過できるような幅を確保すべきである。このような事から4車線立体交差橋を収容できる道路の総幅員は31mとなる。

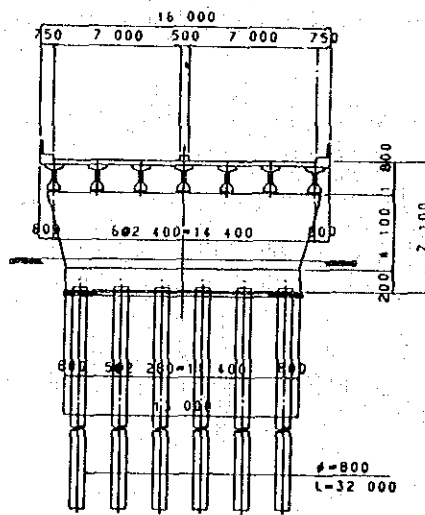
(b) 路面電車路線の処理

路面電車の走行には自動車よりも緩やかな勾配が必要なので、立体交差には路面電車はのせないことにする。路面電車路は基本的には現況路線のままとし、必要に応じ路線変更をするものとする。路面電車路線が計画された立体交差橋に平行に走っている場合には、一般的には立体交差橋の両側に移設する。

路面電車の移設は立体交差橋の建設中は注意して取り扱うべきであろう。



(Steel Plate Girder)



(PC Composite Girder)

图7.1.1 立体交差桥标准断面

7.1.2 橋梁形式

橋梁構造物は経済的で、構造的にも安全であり、且つ景観にも優れていることが必要である。経済性については建設費だけでなく将来の維持補修費も考慮する必要がある。橋梁の安全性は完成された状態はもちろん、工事中も考慮しなければならない。

(1) 上部工

上部工は一般に、使用材料別にRC橋、PC橋及び鋼橋に分けられ、RC橋は支間が短い橋梁に適用され、PC橋と鋼橋は中小支間から長大支間まで適用される。

橋種は次のように選定する。

- a) 交差点を跨ぐヶ所の橋種は鋼橋を採用する。交差点は車両交通が輻輳するため、極力短期間で工事が完了する橋種が望まれるからである。
- b) 右折車線を確保するために中央分離帯幅が狭くなり、コンクリート造の橋脚の設置が難しいヶ所は鋼製橋脚となるので上部工も鋼橋とする。
- c) 交差点付近を除いた橋梁は中央分離帯幅も充分あり現況交通を阻害する度合いも交差点付近に比して少ないので、経済性に優れ、現場作業が少ないPC桁を採用する。
- d) アプローチ部の支間は施工性、経済性を考慮して20mを標準とする。

(2) 下部工

地震の影響が少ないのでスレンダーな形状の橋脚ができ、基本的には鉄筋コンクリート橋脚を採用する。但し、上部工の項で述べたように中央分離帯幅が狭いヶ所はRC橋脚が設置が難しいので鋼製橋脚を採用する。

(3) 基礎工

本調査の土質調査結果より各々の調査地点ともほぼ地表から深度17.0m程は軟らかいシルト質粘土でこの層より以深は中位い硬いシルト質粘土と砂の互層を成している。この結果より基礎工は杭を採用する。杭種はカルカットでの今までの実績を考慮して場所打ち杭とする。杭径においても実績を考慮し $\phi 80\text{cm}$ としたが、現場の状況によって $\phi 1.0\text{m}$ や 1.2m などのもっと大口径の杭を用いる事も考えられ、詳細設計時においては検討すべきであろう。

7.2 交差点改良

7.2.1 交差点 No. 1 - Moulali

本交差点では立体交差による改良案だけを考えた。

A. J. C. Boseの道路幅員が十分にあるため4車線の立体交差が可能であり Lenin Sarani、S. N. Banerjeeを同時に越える。立体交差の路下を利用でき、その間にある宗教上の施設の前面でも十分な幅員を取れるよう縦断を計画した。

一方通行のLenin Saraniに於ける両方向通行の路面電車は自動車交通と方向を同じくするために西行きはS. N. Banerjee Road に移設することとした。

Lenin Saraniからのバスの交通が多いので建築限界が取れるところは極力3車線を確保し、バス等の交通に支障がないように配慮した。

それぞれの交差点部の支間は路面電車の移設計画を考慮して S. N. Banerjee Roadとの交差点は45m、Lenin Saraniとの交差点は32mとなる。アプローチ部は20mとした。縦断勾配は4%として計画すると橋長は437mとなる。

7.2.2 交差点 No. 2 - Esplanade

本交差点では立体交差による改良案と平面改良案の2案を検討した。

立体交差案では立体交差は J. L. Nehru Road 沿いに建設され、Bentik Street、Lenin Sarani、S. N. Banerjeeの3つの交差点を同時に越えることとなる。

また、No. 1 交差点とも関連することであるが一方通行を逆行している路面電車はS. N. Banerjeeに移設し、Lenin Saraniに於いても交差点の中央で車線変更している軌道を直進で交差点を渡るように変更した。

平面改良案は直進車線で8車線、右折車線1車線を確保して、歩道幅を広げるものであり、そのためにはEsplanade と Chittarajan Avenue の交差点付近に隣接する僅かな用地買収が必要となる。歩道幅を広げることにより、将来計画される歩道橋の橋脚と階段を設けることができる。

J. L. Nehru Roadに沿って地下鉄が走っているため、これを避けて下部構造を計画する必要がある。

橋梁型式は急速施工を第一に考え Park Street側の比較的工事用スペースがある区間はPC合成桁とし、他の区間は鋼桁を採用する。最大支間は44mとなった。縦断勾配は起点側は4%、終点側はGanesh Ch. Ave. との交差の関係より5%となり、橋長は648mとなった。

7.2.3 交差点 No. 3 - Garihath

(1) 交差点

本交差点の改良には立体交差案と平面交差案の二つを考えた。

立体交差は主流交通にサービスするために南北方向に計画した。

平面交差案は現状の道路を極力生かす形で計画し、Garihath Roadの南側に付いても広幅員分離帯の両側では2車線が確保されており、現状及び将来交通量に対処するのに十分と判断されるのでこれ以上の拡幅は計画しなかった。

交差点部の支間は交差点の交通動線によって決定され、39mとなった。アプローチ部の支間は大きな障害物がないので経済性を重視して20mを選定した。縦断勾配は路面電車、道路の建築限界を確保して4%で計画すると橋長は379mとなった。

橋種は交差部及び右折車線によって中央分離帯が狭くなっている区間は鋼橋を他はP.C.桁を選定する。中央分離帯が狭いヶ所は鋼製橋脚を他はR.C.橋脚を採用する。

7.2.4 交差点 No. 4 - Shyambazar

本交差点の改良には立体交差案と平面交差案の二つを考えた。

立体交差は主流方向である南北方向に計画したが、道路幅員が十分でないため、3車線の構造になった。

平面交差点の改良案は現在の5枝交差をBidohan Saraniを左折専用の規制となるように交通島を設置し、4枝交差点として運用可能なようにした。また、交差点の中央にある銅像は付近の広場に移設するよう計画した。

交差点部の支間はR.G. Kar Roadの道路幅員とA.P.C. Roy Roadの右折車線を確保し、R.G. Kar Road沿いの地下鉄を避けて計画すると35mとなる。アプローチ部の支間割りには特に障害物がないので標準的な20mで計画でき、縦断勾配は路面電車の建築限界5.4mを確保して4%で計画すると橋長は355mとなった。

交差点部の35m支間の橋梁は鋼橋を採用する。またこの橋の両側の3連分は中央分離帯幅が右折車線を確保するために狭くなるので下部工が鋼橋脚となり上部工も鋼橋で計画した。

7.2.5 交差点 No. 5 - Rabindra Sadam

本交差点では立体交差改良案だけを考えた。

この交差点に於いてはA.J.C. Bose Roadの西側流入部が20mと狭く立体交差を取り付けることができず、立体交差はH. Mukerjee Roadを越えて取り付くこととなる。また、東側流入部も道路敷き幅員は25mしかなくこの交差点だけをオーバーする立体交差は2車線とならざるを得ない。

交差点部の支間は、それぞれの交差点の交差点形状及び交通動線によって No. 5 交差点では32m、西側交差点では26mとなる。アプローチ部は経済性より20mとした。橋長は580mとなる。縦断勾配は起点側4%としたが、終点側は交差点 No. 5 の東側の平面交差を考慮して5%とした。

橋種は現況の道路幅員が狭く、現道の交通を極力確保するために急速施工をする必要があり、鋼橋を採用した。

7.2.6 交差点 No. 6 - Beck Bagan

本交差点では立体交差改良案だけを考えた。

この交差点に於いては単独立体交差とした場合は No. 5 と同様に道路敷きの制約から2車線しか取れず将来の交通はPark Circus Avenueが主流になるのでその方向に計画した。

A. J. C. Bose Roadの道路幅員が狭く高架橋の下を街路として利用する必要があり各交差点の右折車線を確保すると中央分離帯が狭く橋脚を設置するスペースが充分確保できないので鋼橋脚、鋼桁を採用した。交差点部の支間はそれぞれの交差点形状から決定され最大で54m最小で23mとなった。橋長は縦断勾配を4%して計画し672mとなった。

7.2.6' 交差点 No. 5, No. 6 - Rabindra Sadam, Beck Bagan

本案は交差点No. 5とNo. 6との間を連続して立体化するものである。

この案では3車線を確保することが可能である。No. 6 交差点より東側は二股に分かれPark Circus Avenue と A. J. C. Bose Road に2車線ずつ取り付けることとした。

交差点部の支間はそれぞれの交差点形状及び交通動線から決定され最大で54m最小で23mとなった。大きな障害物がない区間、交差点の間の区間は経済性を重視して支間20mとした。ほぼ全線に亘って現道の街路交通を確保する必要があり、工事中の現況交通を極力支障ないようにするため、鋼橋脚、鋼橋が採用された。縦断勾配4%、橋長は2, 3kmとなる。

7.2.7 交差点 No. 7 — Maniktala

本交差点の改良には立体交差案と平面交差案の二つを考えた。

この交差点に於いては交差点近辺で幅員が狭くなっているが、立体交差はこの部分をオーバーするように4車線で計画している。

平面交差点の改良案は、交差点付近の狭いヶ所では幅員を取るために、路面電車軌道敷きも車線として使用し流入部では3車線を確保するよう計画した。

縦断勾配を路面電車、道路の建築限界を確保して4%で計画すると橋長は492mとなる。

交差点部支間は交差点形状によって32m、アプローチ部支間は20mとした。

中央分離帯は狭くRC造橋脚の設置が困難な箇所は鋼製橋脚で計画し、他はRC造橋脚とした。

7.2.8 交差点 No. 8 — Park Street

本交差点の改良には立体交差案と平面交差案の二つを考えた。

この交差点では立体交差は4車線でJ.L.Nehru Road Chowringhee Road 沿いに建設されPark Street、Outram Road 及び Mayo Road との交差点を同時にオーバーしている。

平面交差点で改善する場合の重要な点はMayo Road の線形を変更し、Outram Road を途中から分岐させ、Park Street に直接接続させ、この交差点を単純4枝交差点として運用することである。これにより、交差点運用は単純化され、また2交差点間のクリヤー・ロスが減り容量は増加する。

橋梁型式は交差部については景観に配慮してPC3径間連続箱桁を採用し、アプローチ部はPC単純合成桁を採用して、立体橋全体を統一性のある構造型式とした。

2ヶ所の交差点を跨ぐのに必要な支間は40m、交差点間の距離は48mとなるので両交差点を渡る支間を2連の24+40+24mで計画する。アプローチ部は大きな障害物がないので標準的な20mを採用し、縦断勾配を4%で計画すると橋長は356mとなる。

7.2.9 交差点 No. 9 — Lock Gate

Lock Gate Roadと鉄道の交差点に於ける道路高架橋である。この鉄道は本線ではなく、工場、ヤード等へのひきこみ線であり、閉塞は頻繁に発生するわけではないが貨車の操車等による閉塞は長時間に及ぶこともある。

鉄道軌道は6線あるが軌道間隔が狭く軌道間に橋脚を設置するのは不可能なので、全ての軌道を跨ぐスパンで計画した。支間は直角橋で計画すると長くなるので75度を持つ斜角橋とすると約50mとなった。アプローチ部は特に大きな障害物

もないので経済性を考え20mで計画する。縦断勾配は鉄道の建築限界6.7mと現在のLock Gate Roadの建築限界5.0mを確保して4%とすると橋長は430mとなる。

橋種については支間50mの橋は鋼箱桁を選定し、架設方法は鉄道を止めることができないので送り出し工法を採用する。アプローチ部は現況交通に対して支障することもないのでPC合成桁を採用する。

7.2.10 交差点 No.10 - Mullikbazar

本交差点の改良には立体交差案と平面交差案の二つを考えた。

南北幹線道路であるA. J. C. Bose Roadは幅員が十分になく、隣接施設としては宗教上の建物、墓地等があり拡幅は困難と判断され、南北方向の立体交差は計画できなかった。従って東西方向の立体交差となるがPark Streetの西側の幅員が十分になく2車線の立体交差がどうにか設置できるだけである。

A. J. C. Boseとの交差部の支間は37mとなる。アプローチ部の支間は特に障害となる交差点がないので経済的である20mを採用する。起点側(東側)の縦断勾配は4%に計画できるが、終点側(西側)はMcLeod Streetとの平面で交差する必要があるため5%とし、橋長は277mとなる。

橋種は交差点付近の現況交通障害を避けるため現場作業の少ない鋼桁を採用し、アプローチ部はPC合成桁を採用する。

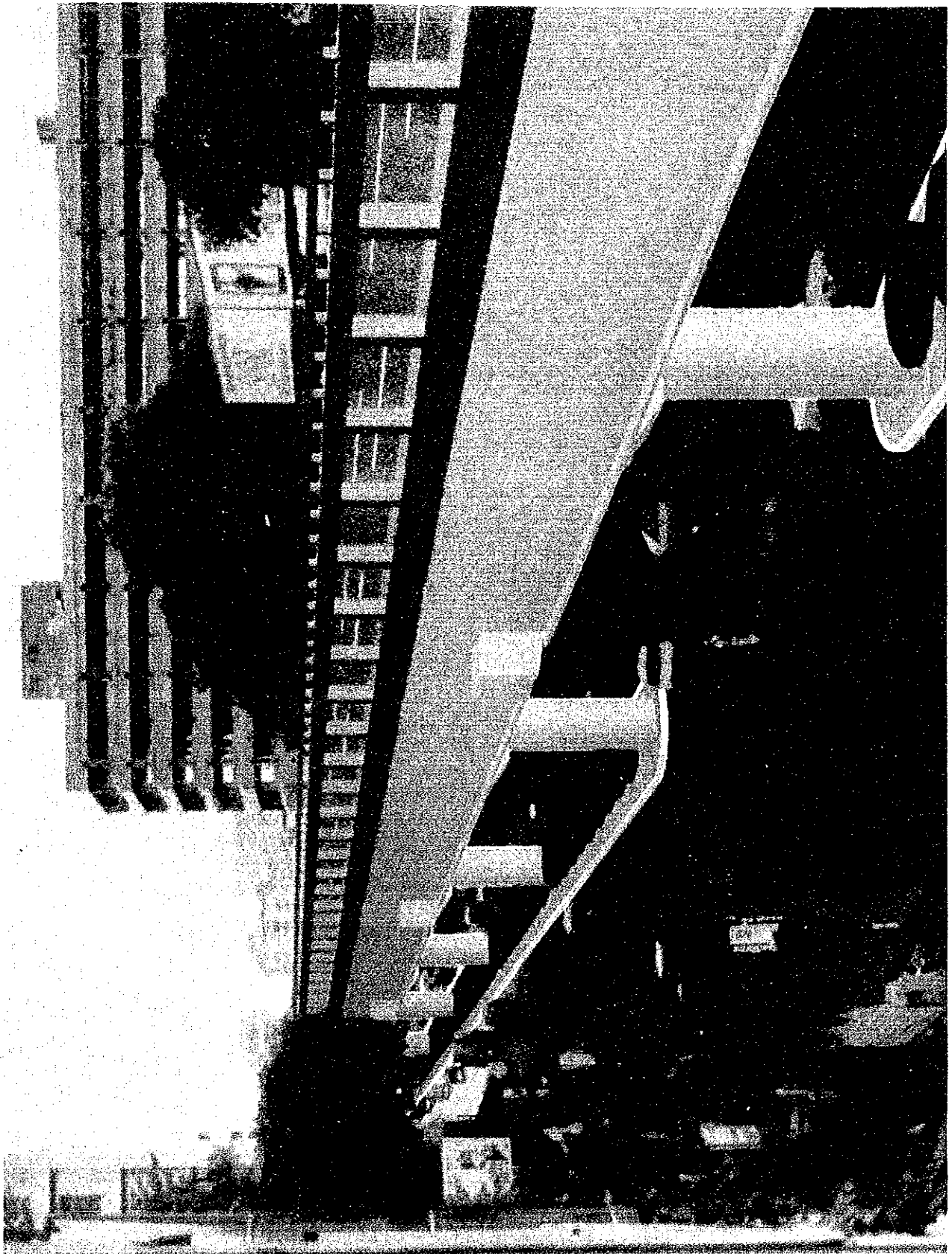


図7.2.1 将来予想フォトモンタージュ (No.5, No.6 連続立体交差)

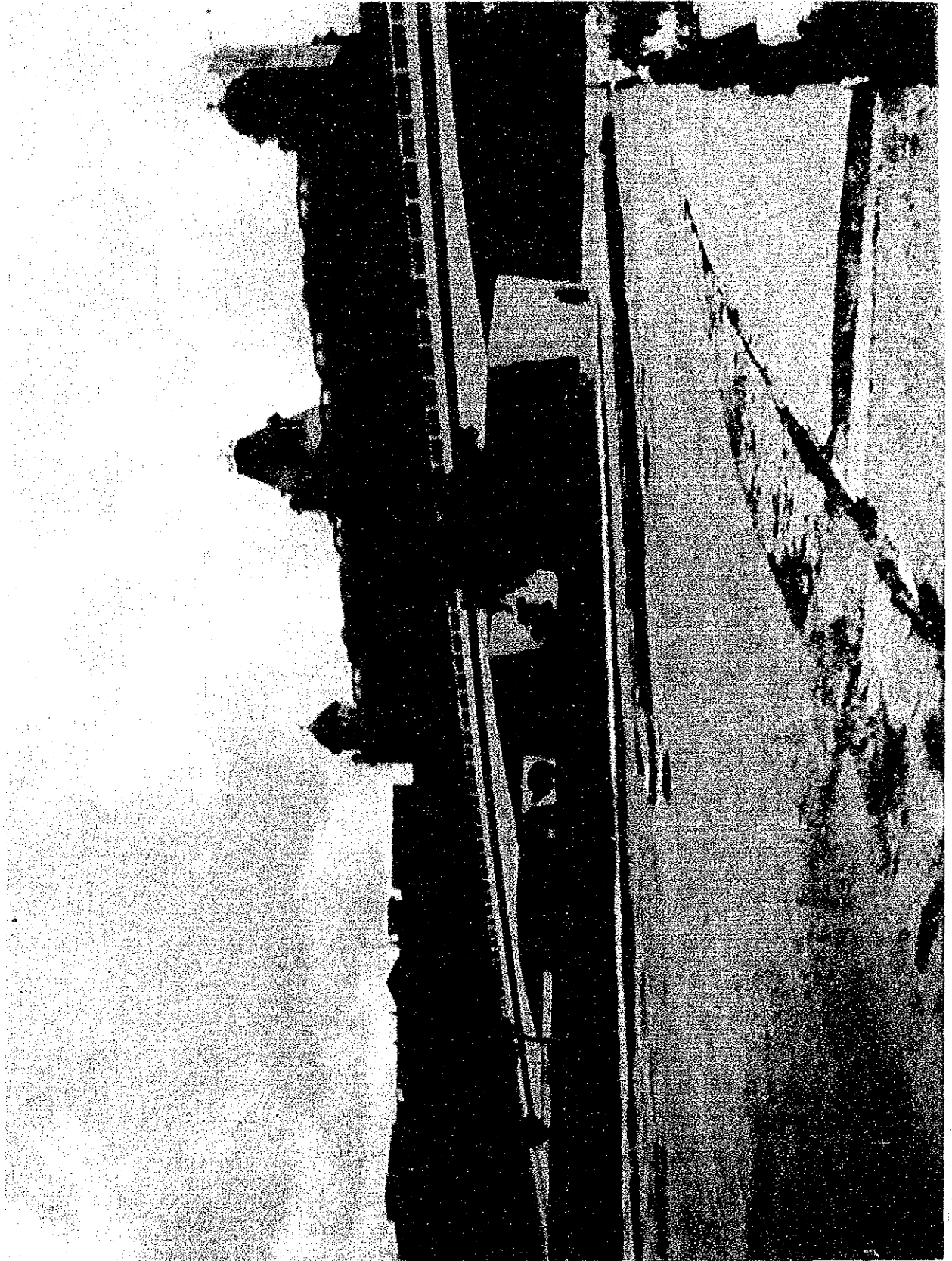


図7.2.2 将来予想フォトモンタージュ (No.8 立体交差)

7.3 駐車場

インド国と日本の駐車場施設の基準は下記のように要約される。基準の各要素は、対象の車両サイズや最小回転半径により決められるものである。本調査の計画では、基本的にはインド国の基準を適用したが、車両の長さだけは日本の値 5.8mを用いた。

駐車場施設の設計基準

項目	日本 (m)	インド (m)
設計対象車両	5.8×2.0	5.0×2.5 6.5×2.5 (大型)
車室有効高さ	2.3	2.5
最小回転半径	5.0	6.5
最小車路幅員	3.5 (一方通行) 5.5 (対面通行) 6.7	6.0 (普通車) 90° 7.6 (車道) 90° 3.0 (斜路) 5.5 (進入斜路)
入口部縦断勾配	12.5%以下	12.5%
出口部縦断勾配	12.5%	10%
防災区画 換 気	1,500㎡以内ごと 1時間当りは10×空積	

7.3.1 B. B. D. Bag North 駐車場

この場所に於いて必要とされる駐車需要を満たすために、地上及び地下2層の駐車施設を計画した。地上部分は現在も駐車場として使用されている場所であるが、地下部分はさらにB. B. D. Bag North の街路部分の路下も幅約5 mにわたり使用することとした。出入路は B. B. D. Bag North に2ヶ所と Council House Street に入路、Old Court House Streetに出路を付加した。

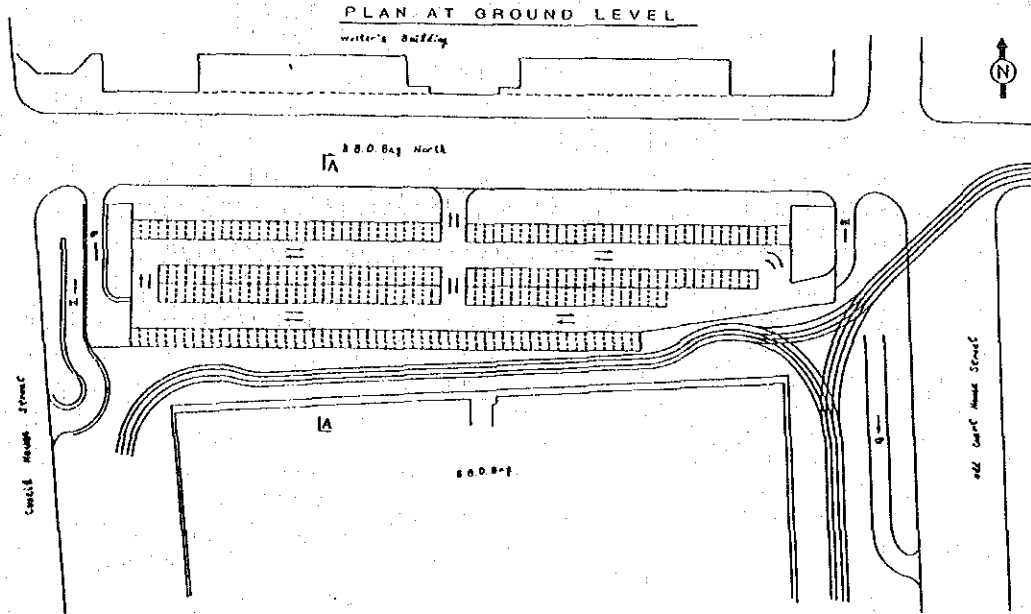
(1) 駐車特性

駐車特性は、駐車調査地域のSector 9と同じ(4章、5章参照)と仮定すると次のようになる。

駐車容量	794台
平均駐車時間	120分
T/O	4.5
総利用台数	3,840

この駐車特性を図7.3.1に示した。

Plan



Section A-A

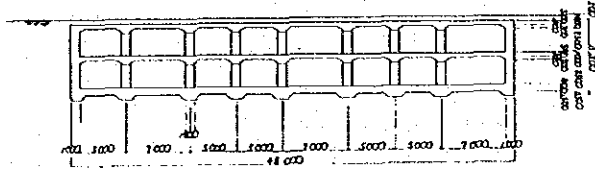


図7.3.2 B.B.D. Bag North 駐車場

7.3.2 Esplanade 駐車場

この場所に於いては、現在路面電車のターミナルとして使用されている土地の上空または地下を利用することとして計画したが、面積が十分あるためいずれの場合も1層で必要駐車需要をまかなえることとなる。出入路は Esplanade Row East と Rani Rashmori Avenue に、それぞれに入口と出口を配置した。

(1) 駐車特性

駐車特性は駐車調査地域のSector 8 (4章、5章参照)と同じと仮定すると次のようになる。

駐車容量	799台 (地上)	759台 (地下)
平均駐車時間	99分	
T/O	6.1	
総利用台数	4,570台 (地上)	4,453台 (地下)

この駐車特性を図7.3.3に示した。

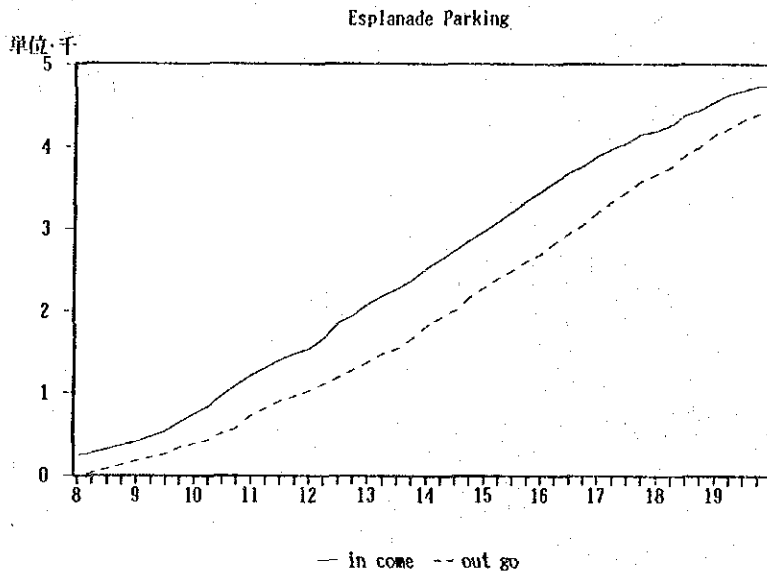


図7.3.3 Esplanadeの駐車特性

(2) 構造計画

設計条件はB. B. D. Bag North 駐車場と同じとした。

a) 地上案

構造は鉄筋コンクリート構造を採用し、構造型式は種版床版、梁、柱で形成される構造とし基礎型式は杭基礎で場所打ち杭のD800で計画した。

施工順序はまず路面電車線路を撤去し、杭工事、躯体工事の順で行う。

b) 地下案

構造型式及び仮設方法はB. B. D. Bag North 駐車場と同じように計画した。但し、仮設工事を着手する前に地上案と同様に路面電車線路を撤去しなければならない。

7.4 その他交通施設の改善

7.4.1 高架歩行者施設

SealdahとHowrah駅からCBDに向かうカルカッタ中心部の東西軸に沿った歩行者の量は、非常に多い。歩行者通行量調査は当調査の一部として行われ、その結果、通行量はSealdah駅からの距離が延びるにしたがい少なくなり、流れの方向性は顕著であった。最大通行量はSealdah駅に近いB. B. Ganguly St. で152,000人/12時間であった。この調査によりSealdah駅とChittaranjan Ave. 間は高架歩行者施設を建設するために十分な交通量があることが分かった。

BBD. Bagへの高架歩行者施設の延長は地下鉄工事完成後に必要になろう。それには更に交通量が増大してから調査を要する。Hooghly橋のアプローチまでの連絡施設も将来の歩行者施設網の一案件として考えられる。

カルカッタの歩行者は、歩道の幅の狭いことや種々な障害物、舗装状況の悪さ、横断歩道の不足などで悩まされている。ここに提案した高架歩行者施設はカルカッタ都心部の歩行者の安全性、快適性を改善する上に大いに寄与するであろう。

7.4.2 コンクリート舗装

舗装維持費がコンクリート舗装化により安価になるであろうと予想される延長88車線・km、7ヶ所の道路のリストが調査団に提示された。

予備的な検討により高い維持費は路床の湿潤度の高いことに起因しているらしいことが分かった。舗装排水の改良を達成するのは難しいが、コンクリート舗装は路床の高湿潤度、地下水位の変動に対し、アスファルト舗装よりはよく耐えられるので、カルカッタのような条件の下でも設計と施工が良ければ比較的メンテナンスフリーな舗装をつくることができる。

コンクリート舗装とアスファルト舗装との経済比較によれば、コンクリート舗装はそのイニシャルコストがより高いにもかかわらず、保守費を含んだ総工費ではアスファルト舗装より低くなることが分かった。

しかしながらコンクリート舗装には長い施工時間を要するという条件に加え、主要地下埋設物を前もって移さなければならないという不利な条件もある。経済比較にはコンクリート舗装施工前に行うべき地下埋設物の移動コストを含んでいないので、コンクリート舗装採用を決める前に地下埋設物が現在あるか、将来計画されているかを調べる必要がある。

7.4.3 交通信号の改善

カルカッタの多くの交差点は警察官による手信号で制御されている。この方法は非効果的であり、既に述べた道路網システムを基本にして交通信号計画を実施すれば自動車、歩行者の交通はともに著しく改善されるであろう。

この交通信号改善計画は次の三種類の基本信号制御の組み合わせからなっている。すなわちCBDにおけるArea Traffic Control(ATC)、主要幹線の系統信号制御及び信号が必要な他の交差点の単独信号制御である。システムとして以下のものが計画されている。

- CBD内の33交差点におけるATCシステム
- A.J.C.Bose Rd.とChouringhee Rd. 47交差点における系統信号制御
- 36交差点における単独信号制御

これら三方式の信号制御でカバーされる地区は、図7.4.1に示されている。

もしこれらのプロジェクトをすべて同時に行わない場合には、下記優先度に従って実施することをすすめる。

- Priority 1 系統信号制御
- Priority 2 CBD地区のATCシステム
- Priority 3 その他の交差点の単独信号制御

交通ルール教育プログラムは、新しい施設が最大限に力を発揮するためにも行われるべきであろう。

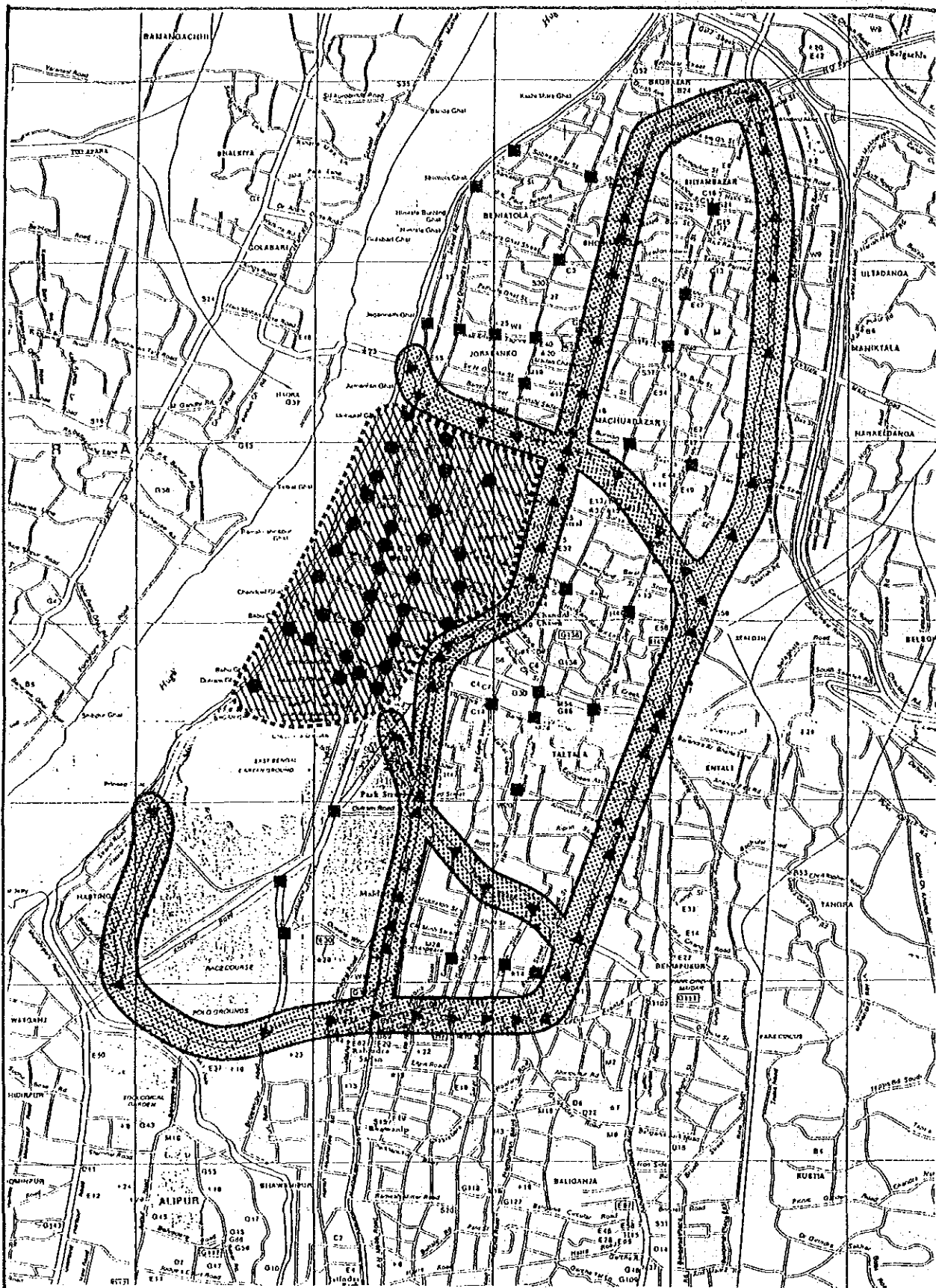
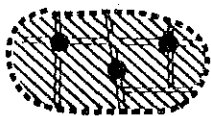


図7.4.1 信号設置の計画位置

Legend



Area Traffic Control



Arterial Control



Isolated Control

8. 積算

(1) 事業費

予備設計で見積もられた数量、工事項目の単価、見積り間接工事費、用地買収費などに基づいて各サブプロジェクトごとに、建設費の見積りを行った。さらに設計と施工管理費、コンティンジェンシーを加算して事業費を求めた。

すべての立体交差、平面改良、駐車場構造物の積算結果を、表8.1.1に要約して掲げる。この表は、各サブプロジェクトの経済価格についても示している。

表8.1.1(a) 立体交差費用の要約

Item	unit	INTERSECTION No.					
		NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6
Total length	m	636.0	838.0	575.0	558.0	765.0	880.0
Flyover Length	m	437.0	648.0	379.0	355.0	580.0	671.0
Approach length	m	199.0	190.0	196.0	203.0	185.0	209.0
No. of Lanes	No.	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0
Total Financial Cost	Mill. Rs	230.7	433.3	172.5	157.6	153.5	184.4
Total Economic Cost	Mill. Rs	208.1	390.9	155.3	142.7	138.2	165.9

Item	unit	INTERSECTION No.				
		NO. 5&6	NO. 7	NO. 8	NO. 9	NO. 10
Total length	m	2,290.0	704.0	568.0	633.0	474.0
Flyover Length	m	1,987.0	492.0	356.0	430.0	277.0
Approach length	m	303.0	212.0	212.0	203.0	197.0
No. of Lanes	No.	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0
Total Financial Cost	Mill. Rs	675.5	252.7	160.7	174.2	91.1
Total Economic Cost	Mill. Rs	609.1	229.0	143.9	156.0	82.3

表8.1.1(b) 平面交差工事費用の要約

Item	unit	Intersection No.						
		NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 7	NO. 8(3-L)	NO. 8(4-L)	NO. 10
Total Pavement	SQM	24,500.00	11,940.00	9,410.00	11,050.00	19,800.00	23,000.00	9,100.00
New Pavement	SQM	3,000.00	140.00	110.00	50.00	9,300.00	12,500.00	0.00
Reconstructed Pavement	SQM	21,500.00	11,800.00	9,300.00	11,000.00	10,500.00	10,500.00	9,100.00
Total Financial Cost	Mill. Rs	175.5	21.6	31.0	20.3	* 58.0	* 70.3	29.2
Total Economic Cost	Mill. Rs	140.6	15.8	25.8	14.9	46.7	56.9	24.1

* Cost would be reduced by about 17.5 Mill. Rs if tram track relocation is not required.