

5.4.2 B. B. D. Bag 駐車場

B. B. D. Bag における駐車施設は、上述の仮定に基づき、表5.4.2 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5.4.2 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。

この駐車施設の計画位置は、B. B. D. Bag の北側にあり、Writerビルに面している。地下駐車場に必要の駐車容量を確保するために、B. B. D. Bag North Streetの一部の地下に建設することを検討した。検討した駐車施設代替案は次の通りである。

- (1) 代替案 A - タンクとB. B. D. Bag North Street間のB. B. D. Bag の地下駐車施設。地上にある現行の駐車場用地の他に地下2層の駐車場を検討した。
- (2) 代替案 B - 代替案 A の他に地上1階建て屋根なし駐車場を設ける。
- (3) 代替案 C - 代替案 A における施設を一部B. B. D. Bag Northの地下に延長する。

5.4.3 Esplanade 駐車場

Esplanade における駐車施設は、表5.4.3 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5.4.3 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。

第6章

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

第6章 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

交通流シミュレーションは図6.2.1に示す手順で実施される。この手順は大きく4つの作業があり、それぞれについて次に記述する。また、何も改良が行われなかったケースと提案された改良計画が行われたケースのシミュレーション結果は、6.3節と6.4節にそれぞれ記されている。

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(1/0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。

1/0モデルは、交通流を流体とみなし、交通を流す方法である。即ち、道路網の中で交通をシミュレートする時には、交差点はボトルネックとして処理し、交通流の状態量は1～15分ごとのスキャン間隔で記録される。各々のスキャン時に、交差点の流入部において、交通容量を越える交通需要が発生した場合は、ボトルネック地点で渋滞が発生し、これらの車両に対する遅れ時間が発生し、渋滞待ち行列長を形成することになる。従って、遅れ時間や渋滞長の計算を行うことができる。この調査で使用した1/0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。

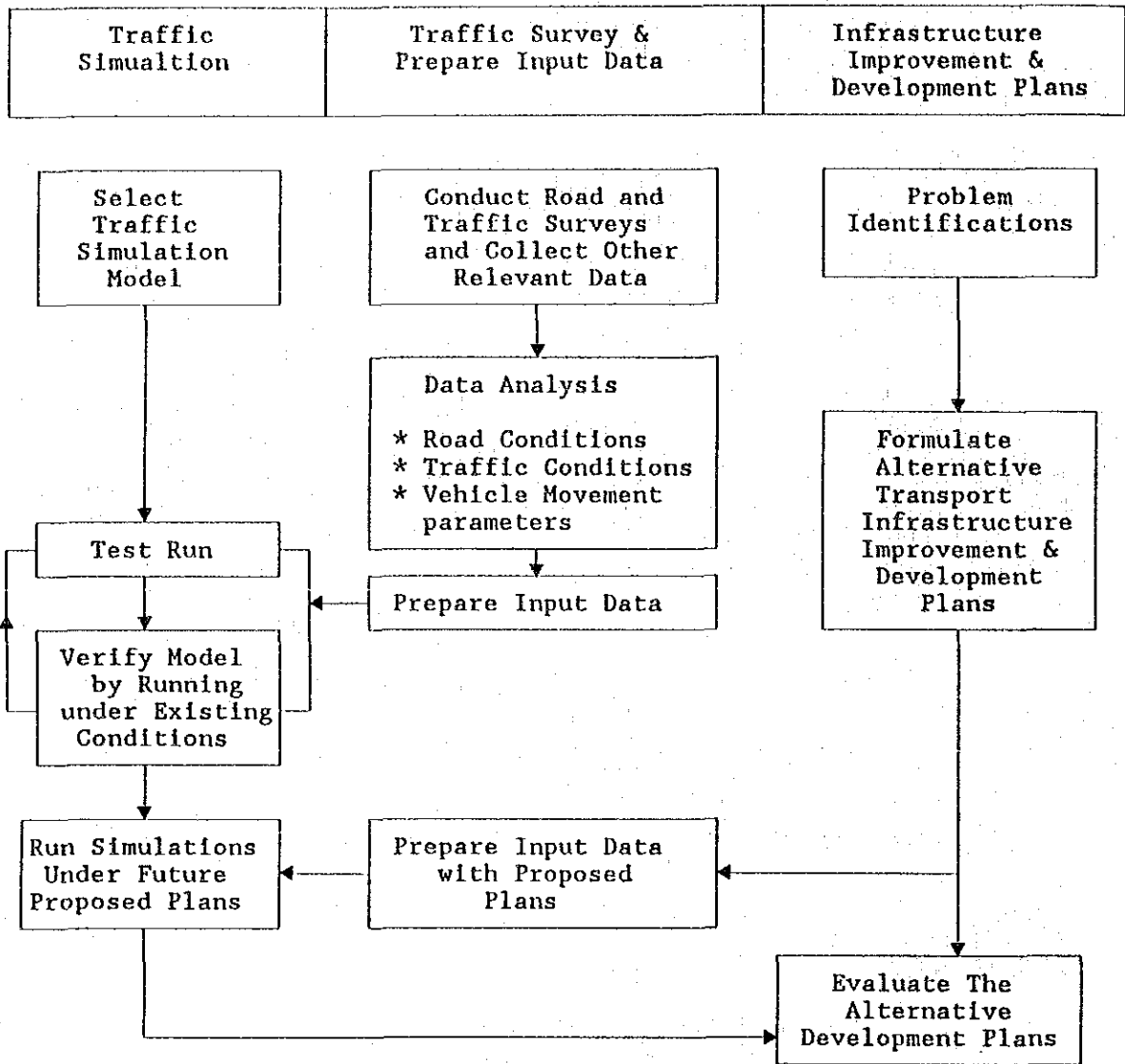


図6.2.1 交通流シミュレーションのための手順

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(図6.2.2 参照)。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

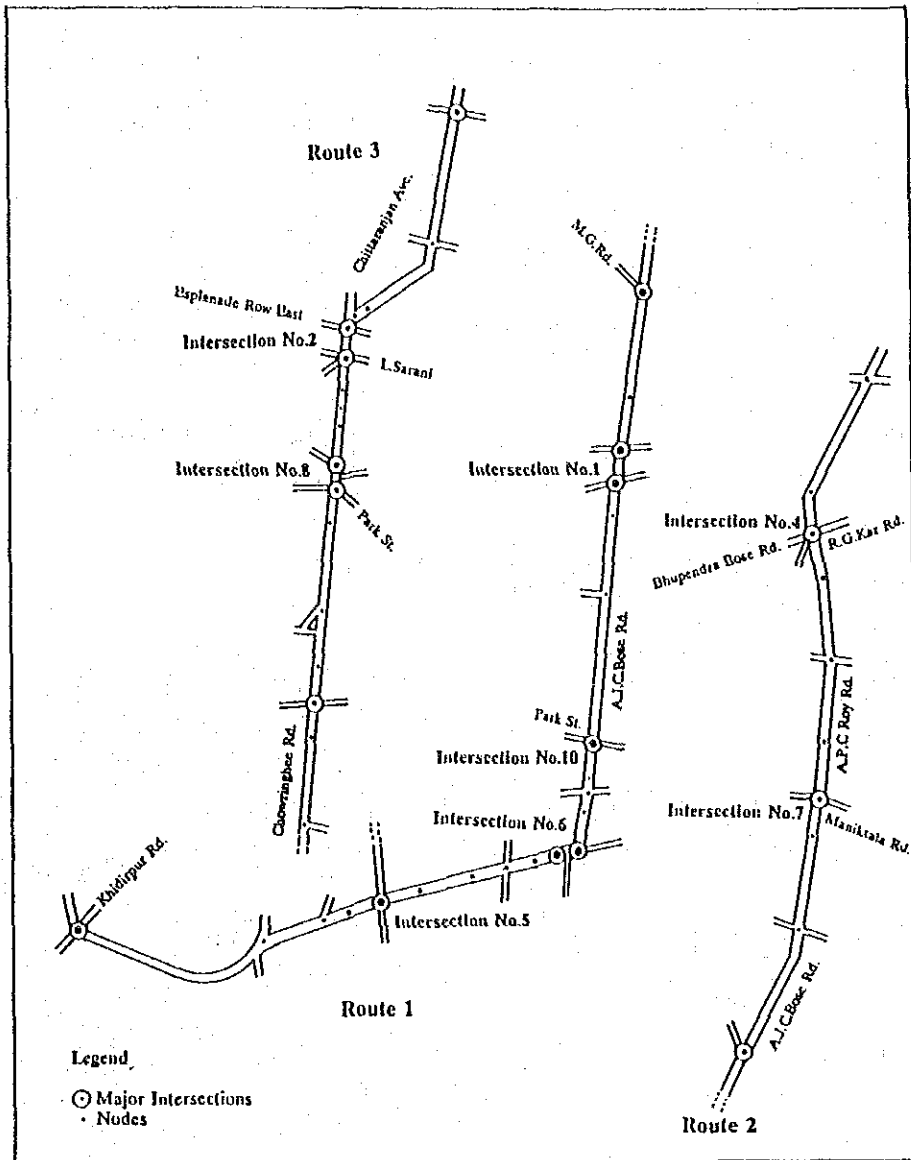


図6.2.2 シミュレーション対象道路

立体交差建設のための交差点の選択は、各対象ルートごとに各種の組み合わせを設定している。この組み合わせは第5章の交通施設改良計画の代替案の選択で検討されたものを基本にしている。

ルート1には5つ、ルート2とルート3には4つの代替案があり、独立交差点No.3には2個の代替案がある。この代替案の下で将来交通需要に基づいて交通状況の予測を実施した(表6.2.1参照)。

表6.2.1 ルートごとの代替案ケースのリスト

Route	Alternative Cases	Proposed Flyovers
Route 1	1-1	(Do-Nothing Case)
	1-2	No.1, 5, 6
	1-3	No.1, 5&6
	1-4	No.1, 5, 6, 10
	1-5	No.1, 5&6, 10
Route 2	2-1	(Do-Nothing Case)
	2-2	No.4, 7
	2-3	No.9
	2-4	No.4, 7, 9
Route 3	3-1	(Do-Nothing Case)
	3-2	No.2, 8
	3-3	No.8,*
	3-4	No.8, (No.2, 4Lane)
Isolated	4-1	(Do-Nothing Case)
	4-2	No.3

* Intersection No.2 will be improved to 3-lane when the Metro construction is completed

それぞれのルートにおいて、現状の交通施設の改良が行われなかったケースの場合をシミュレーションしている。この場合のシミュレーション結果が、基本値となり、この値を基にその他の改良代替案のシミュレーション結果と比較した。

また、種々の交差点での立体交差の建設による交通流に及ぼす効果を解析することにより、それぞれの代替案ごとに次のような課題を検討することができる。

- a. ルート1上にある交差点No. 5と交差点No. 6は比較的近い場所に位置しているため、これらの交差点を連続的に結ぶ連続橋にするか、また、それぞれの交差点毎に単独に立体化した方が良いのかを比較検討をする。
- b. ルート3の交差点 No. 2では立体化にはいくつかの困難な物理的制約があり、この立体化以外の改善案の効果に付いて検討を行う。
- c. ルート2の交差点No. 4とNo. 7を立体化した場合と交差点No. 9を立体化した場合との交通流及び効果の相違の検討を行う。

本章において、各ルート毎に代替案の下でのシミュレーション結果を、比較及び分析している。また、第9章においては、すべてのルートを含めた最終的な改良計画案を各々のルートごとに代替案の組合わせによって求めている。

6.2.3 インプットデータ

シミュレーション・モデルはインプットデータを必要とし、このデータがモデルの適用に対する制約となることがある。1/0 モデルが必要とするインプットデータは他のモデルに比べて大きくもなく、また、高い精度も必要としない。調査団は短いカルカッタ滞在中に1/0 モデルが必要とするすべてのデータを収集し、インプット・データを作ることができた。

本モデルが必要とするデータには、次のものがある。

・道路条件データ

- a. 道路網（リンクの連続として表現）
- b. リンク（m）
- c. 車線数

・交通条件データ

- a. 交差点での方向別交通量
- b. 道路網への流入交通量

・交通特性データ

- a. 平均発進遅れ時間
- b. 平均飽和交通量
- c. 自由走行速度
- d. 停止状態での車頭間隔距離

・交通運用データ

- a. 一方通行
- b. 交通信号タイミング

上記の必要データのうち交通量の様に全対象交差点において、いくつかの現場観測により直接求めたものや、現場観測解析の結果から求めたものがある。例えば、後者のデータとして、自由走行速度（36.7km/hr）また交差点の流入部での飽和交通量（約 1,400 PCU/時/車線）等がある。

6.2.4 モデルの検証

I/Oモデルを用いて将来の交通状況をシミュレーションする以前に、このI/Oモデルの採用が適切であるかどうかの検証が必要である。この検証のために、現状の交通状況の下で、シミュレーションを実施し、その結果が実際の現場調査データと一致しているかどうかを調べる方法をとった。

何回かのテスト演算を繰り返し、このモデルが実際の現状の交通状況に一致するように微調整を行った。そして、シミュレーション結果が実際の観測データに一致した段階で、このモデルを用いて将来交通状況予測を実施した。3つのルートに沿った8個の交差点でのシミュレーション結果と現状の観測データ値とを比較したものが表6.2.2である。

シミュレーションの交通量と観測値との比率は0.95から1.02の間であった。採用したI/Oモデルは対象交差点の交通を再現するのに十分な精度があることを示している。

図6.2.3.にルート1の交通量を観測値とシミュレーション結果とを比較して示している。シミュレーションの交通量はある交差点では観測値とまったく一致している。(他のルートに於ける同様の結果は技術編に記載されている)

図6.2.4にルート1の平均遅れを観測値とシミュレーションの結果とを比較して示している。この結果はI/Oモデルは遅れに付いても許容範囲内で予測できることを示している。遅れの予測は現実の運転者の複雑な挙動に基づいているので交通量の予測よりは、実際は困難で精度を欠くものである。(他のルートに於ける同様の結果は技術編に記載されている)

ルート1に付いての9:00から20:00までの渋滞長のシミュレーション結果は図6.2.5に示されている。この図によるとルート1の渋滞は交差点No.1が顕著であり、午前中から始まり14:00にピークとなり1,300mの長さとなり、上流の Alimuddinst交差点まで伸びている。

交差点No.6における南行交通の渋滞長は同様に顕著であり、Park Streetとの交差点をこえ900mの長さとなる。しかしオフ・ピーク時の渋滞長はそれほどでもない。

交差点No.5に於ける渋滞長は現状では400m程であり、それほどひどくはない。交差点No.10に於ける渋滞長も現状では小さい。

表6.2.2 調査対象交差点における交通量の観測値とシミュレーション結果との比較

Intersection Number	Unit: Vehicle											
	Approach 1		Approach 2		Approach 3		Approach 4		All Approaches		Observed	Simulated
	Observed	Simulated	Observed	Simulated	Observed	Simulated	Observed	Simulated	Observed	Simulated		
#1 *	17266	17213 1.00	4790	4789 1.00	13428	13642 1.02	0	0	35484	35644 1.00		
#2 *	9171	9256 1.01	0	-	17656	15932 0.90	10623	10622 1.00	37450	35810 0.96		
#4 *	8854	8859 1.00	3313	3295 0.99	10021	10732 1.07	9779	9779 1.00	31967	32665 1.02		
#5 *	13423	13423 1.00	14669	14216 0.97	14828	14827 1.00	12922	13014 1.01	55842	55480 0.99		
#6 *	15138	13488 0.89	22241	21046 0.95	14876	14876 1.00	22608	23320 1.03	74863	72730 0.97		
#7 *	11694	11735 1.00	7500	7413 0.99	10328	10397 1.01	11440	11440 1.00	40962	40985 1.00		
#8 *	26894	27476 1.02	15769	13583 0.86	22278	20346 0.91	12184	12179 1.00	77125	73584 0.95		
#10 *	17050	17025 1.00	10860	10860 1.00	12703	12975 1.02	8766	8765 1.00	49379	49625 1.00		

* : Ratio of Simulated Values to Observed Values
 Approach 1: N-S, Approach 2: E-W, Approach 3:S-N, Approach 4: W-E

ROUTE 1

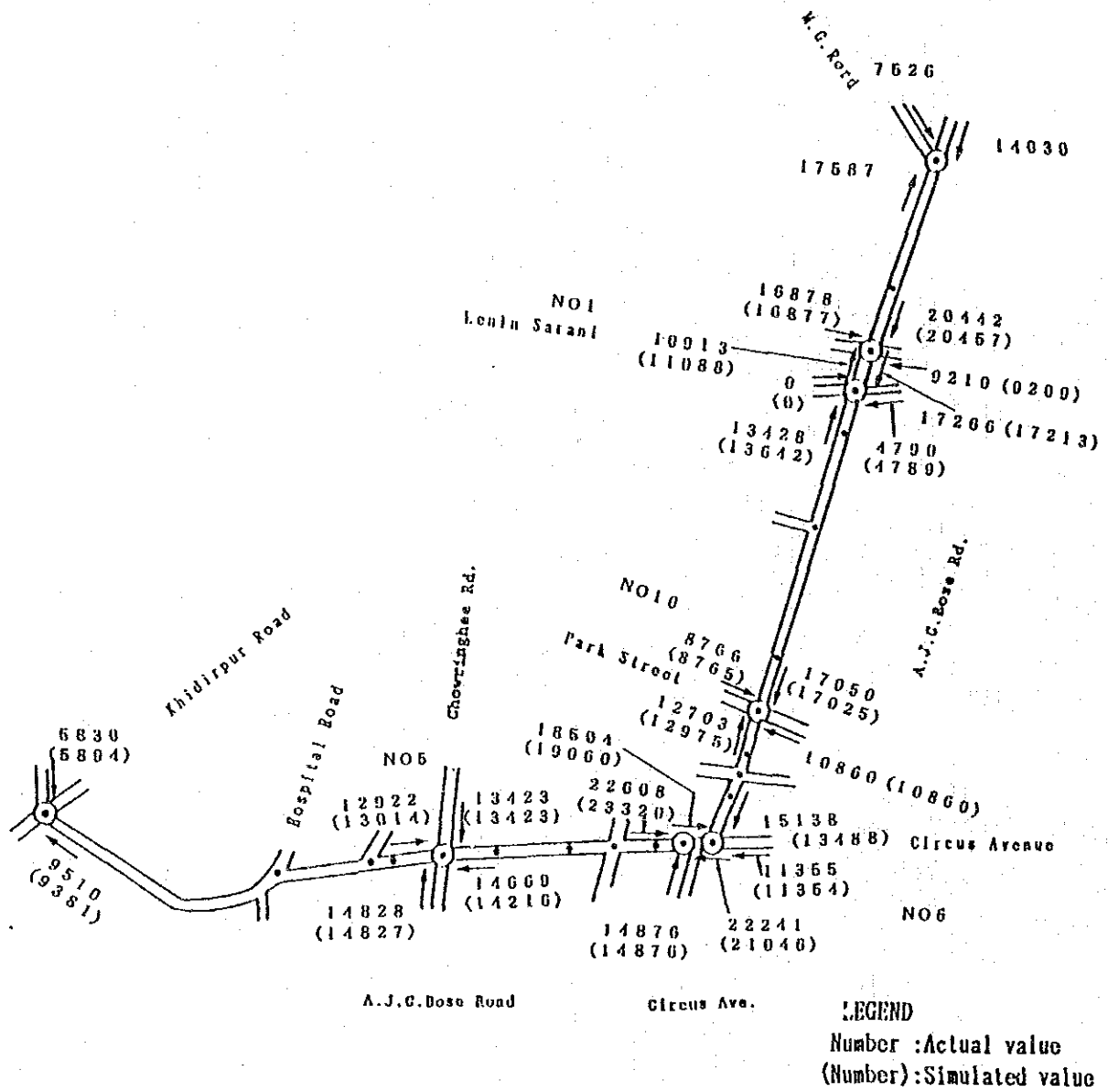


図6.2.3 R-1の交差点における交通流シミュレーション結果 (12時間)

ROUTE 1

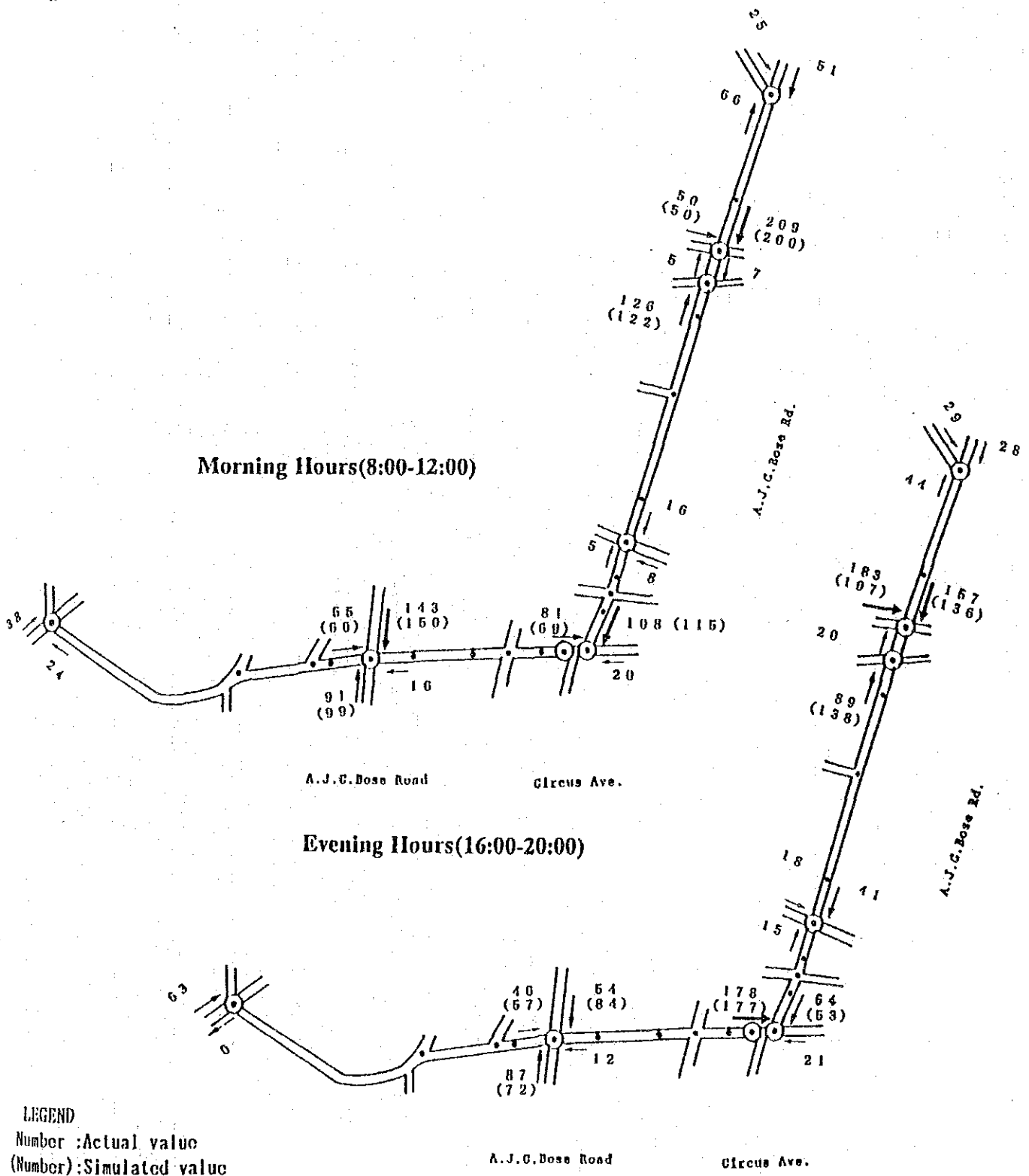


図6.2.4 ルート1における調査対象交差点の車輛遅れのシミュレーション結果 (ピーク時間)

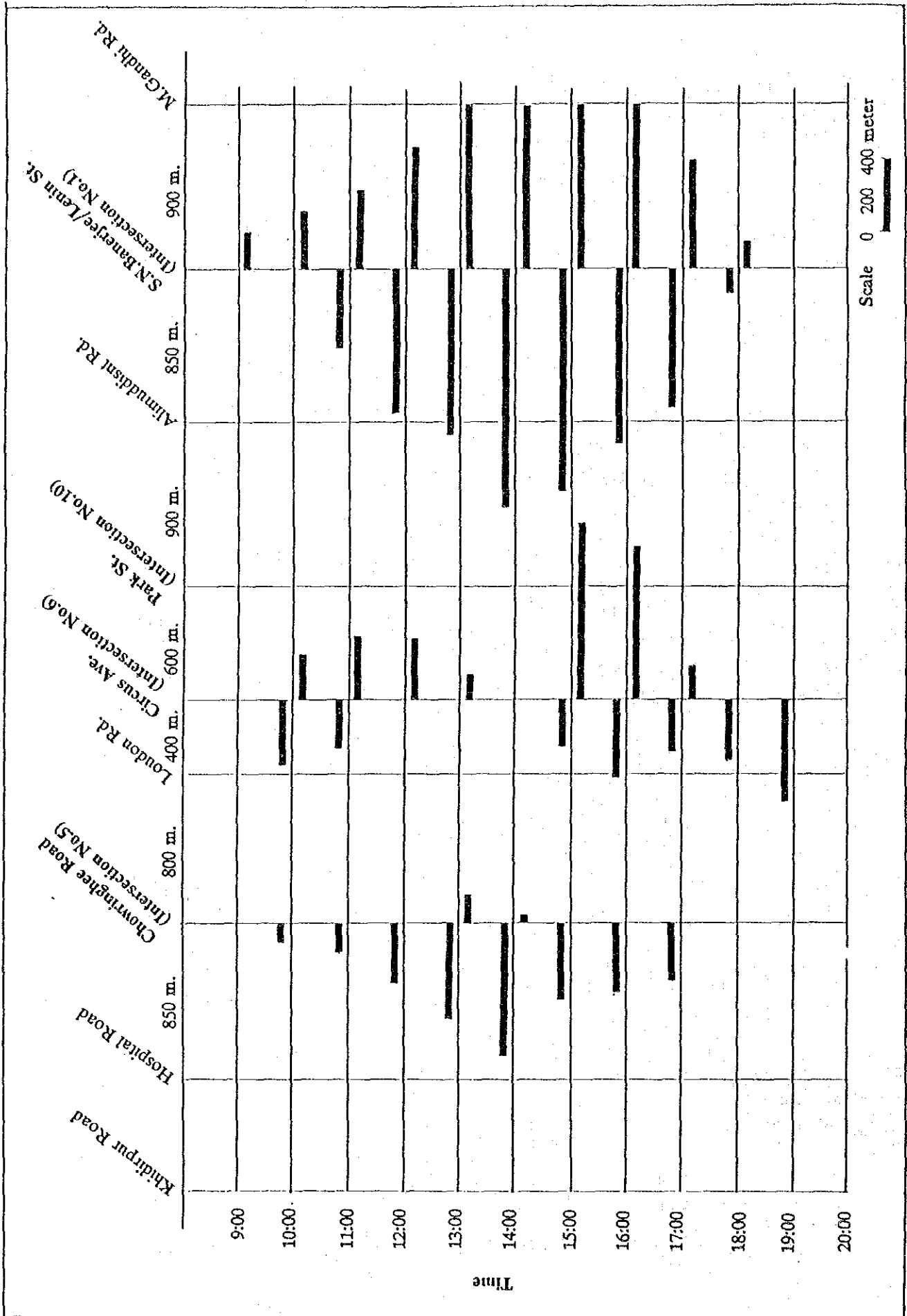


図 6.2.5 A. J. C. Bose Road (M-11) の交通量 (現況 2000 年)

6.3 改良を行わなかった場合の将来交通状況の予測

本調査で対象としている交差点において、何も改良が行われない場合の将来交通状況を、すでに検証されているI/Oモデルを用いて、将来交通需要を入力データとしてシミュレートした。3つのルートについての交通状況は総遅れ時間と平均速度により表現されている。表6.3.1は、現状の交通状況と将来の予測交通状況を比較したものである。

表6.3.1 改良が行われなかった場合と現状状況と将来交通状況の比較

Route	Case	Entering Volume (veh)	Total Delay (veh.hrs)	Total Delay Ratio	Average Speed (km/hr)
1	Existing	154,518	23,609	1.0	9.1
	Future Do-Nothing	245,769	164,229	7.0	3.2
2	Existing	54,907	9,663	1.0	10.6
	Future Do-Nothing	87,726	32,491	3.4	7.8
3	Existing	143,587	37,171	1.0	5.9
	Future Do-Nothing	187,976	128,458	3.5	3.7
All	Existing	353,012	70,443	1.0	7.8
	Future Do-Nothing	521,471	325,178	4.6	3.9

3つのルート沿いの将来の交通状況は、1998年までに交通需要が増加するにつれて悪化する。例えば、ルート1沿いの交差点においては、1998年までに現在より60%増加する交通量をさばかなければならない。この増加により、総台・時で表された総遅れ時間は、現状の23,609台・時から164,229台・時に増加し、約7倍にもなる。また、平均旅行速度は、現状のレベルからは約1/3になる。

ルート2沿いでは、需要交通量は現状の54,900台に対して87,730台に達する。この場合の総遅れ時間は32,491台・時になり、現在の3.4倍に増加する。また、平均旅行速度は、7.8km/hにまで低下する。

ルート3沿いでは、総遅れ時間は、128,458台・時で現状の3.5倍にまで増加する。このように3つのルートの中で、将来、何も改良が行われなかったならば、ルート1が最も悪い交通状況に陥り、ルート3、ルート2の順となる。

この表に示すように、将来、3つのルートでの総遅れ時間は、現状の4.6倍まで増加するであろう。このことは、幹線道路であるA. J. C. Bose RoadとChowringhee-J. L. Nehru Roadのサービスレベルは近い将来、非常に悪化することを示している。遅れ時間は非常に大きくなり、主要交差点からの渋滞は上流側交差点へと延伸する。

図6.3.1は、ルート1で何も改良されない場合の将来交通量と現況交通量に対するシミュレーションから得られた渋滞状況を示しており、すべての対象交差点から長い渋滞が発生していることがわかる。例えば、将来は交差点No. 5の西方向交通は、3.2kmの長さの渋滞となり、Alimuddinst Streetを超えている。このルート上での旅行速度は、約3.2km/hと非常に低くなる。更に、現在では渋滞は19:00を過ぎるとすべて解消しているが、将来は20:00を過ぎても渋滞が解消されないことが分かる。

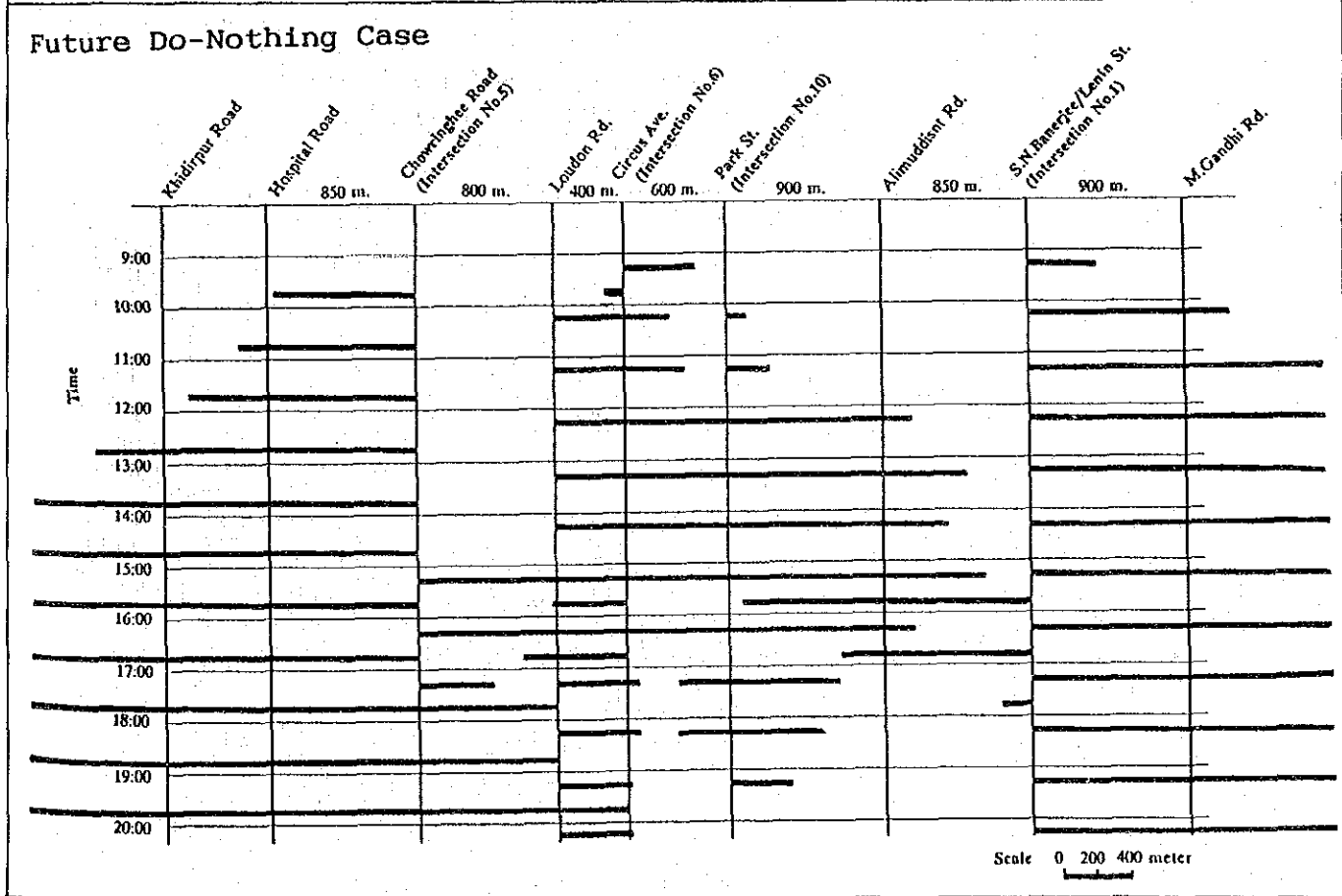
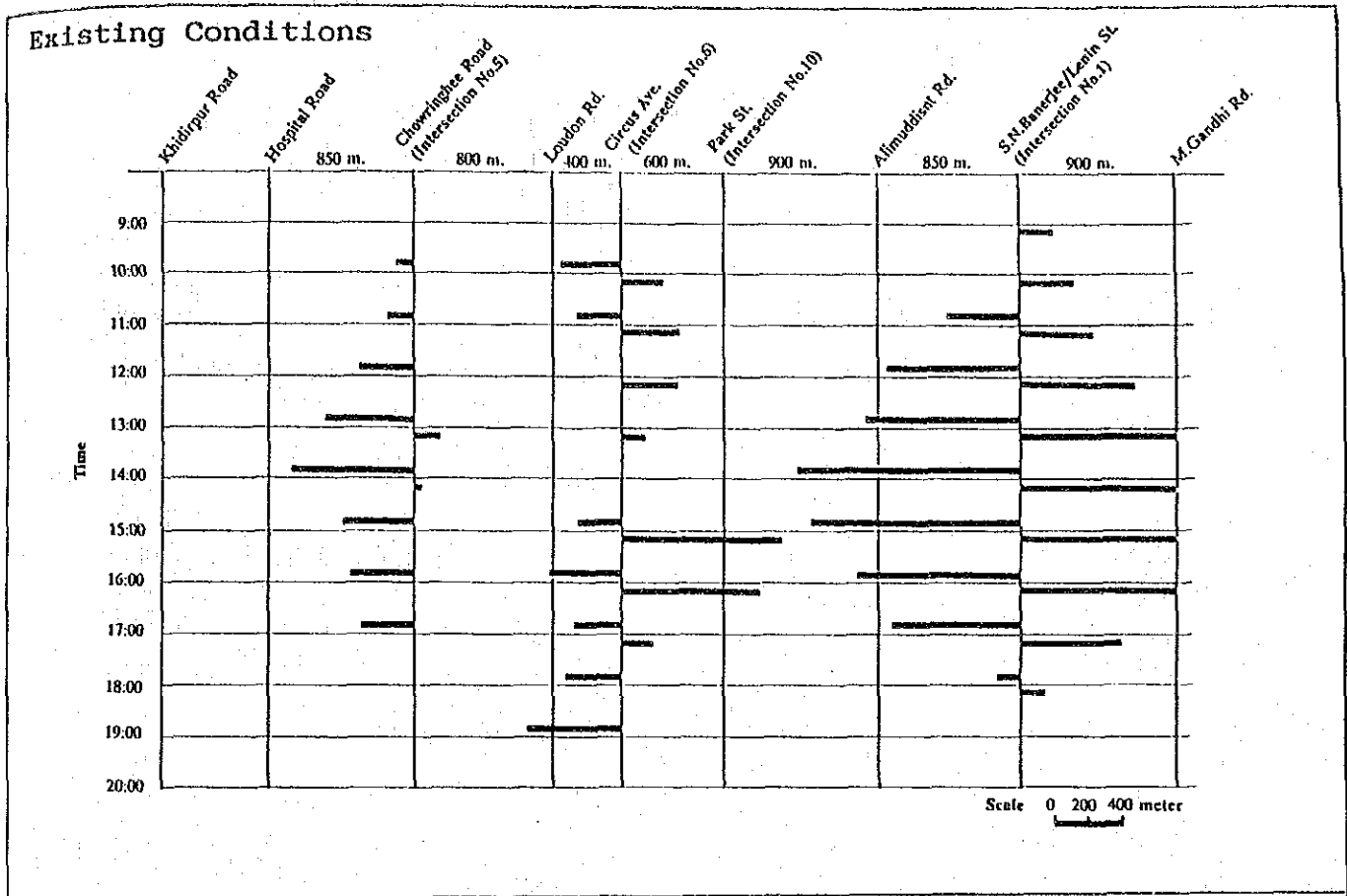


図6.3.1 シミュレーションによる渋滞長 (A. J. C Bose Road)

6.4 代替案についてのシミュレーション結果

図6.2.1 で示された手順に従い、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)

交通状況の評価のためには、平均速度、総遅れ時間と総流入交通量の指標が特に適切である。従って、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6.4.1である。

表6.4.1 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

この表中の“Total Delay Index”の欄に、各ルート沿いに代替案が実施された場合、現状の遅れ時間がどの程度変化するかを比率で示している。

更に、“Delay Reduction Ratio”の欄には、改良代替案が実施された場合は、将来改良がなされない場合に対して、どの程度、遅れ時間が改善されるかを比率で表している。

ルート1のケース1-5の場合は、他の代替案と比較して総遅れ時間が最も少なく、将来の需要交通量に於いても、現状の交通状況よりも改善される。また、将来、何も改良がなされなかった場合よりも89%も遅れ時間が少なくなことを示している。

ケース1-2とケース1-3とを比較することにより、交差点No. 5とNo. 6とを連続橋として建設する方が、交差点No. 5とNo. 6とを独立した立体交差とするよりも優れていることが分かる。

連続橋にすることにより、交差点No. 5とNo. 6を通過する交通が街路を利用することなく通過でき、約26,700台・時の総遅れ時間を節約することができる。このことより、連続橋にすることを、交通流の観点からは推薦できる。

ルート2のケース2-2とケース2-3とは、ほぼ同一の遅れ時間であり、何も改良をしなかった場合に対して、それぞれ31,020台・時と31,260台・時である。これは、2つの交差点No. 4とNo. 7を立体交差にした場合の効果と、交差点No. 9（鉄道を越す）を立体交差した場合との効果がほぼ等しいことを示している。しかし、これらの3つの交差点全部を立体化することは、さらに遅れ時間が短くなるが、その量は僅かである。

ルート3においては、交差点No. 2の立体交差橋の建設は、29,000台・時の遅れ時間を減少させる。（このことは、ケース3-2とケース3-3との比較から求められる。）しかし、この交差点の主要路側の拡幅を行い、片側4車線で運用すれば、26,500台・時の遅れ時間を短縮することができ、立体交差化した場合の90%の効果がある。従って、交差点No. 2で4車線平面交差点に改良する場合は立体交差化する場合と、ほぼ等しい効果が得られることがこの分析から推論できる。

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。

交通施設改良の各代替案についての経済評価は各ルートごとの評価の組み合わせて行われる。ここで述べたシミュレーション結果はルートごとの交通流に関する観点からのみ評価したものである。

例えば、交差点No. 5とNo. 6間を連続した立体橋を建設するかどうかの費用-効果評価は第9章でさらに検討されている。そこでは、提案された立体橋の建設費用と、総遅れ時間及び燃料費の節約費用を推定し、費用-便益評価が実施される。同じように、交差点 No. 2の立体交差化か、また、4車線平面交差点への改良化が良いかの決定は、第9章において費用-効果分析を用いてなされる。

第7章

予備設計

第7章 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

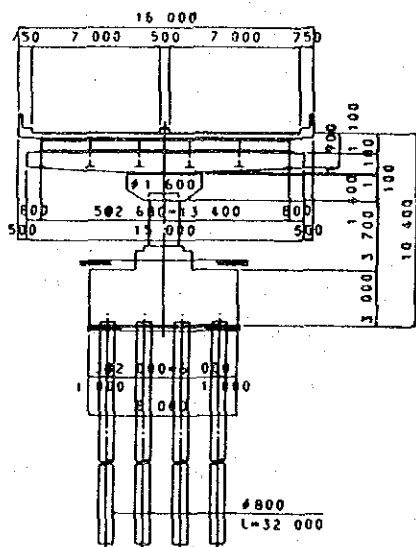
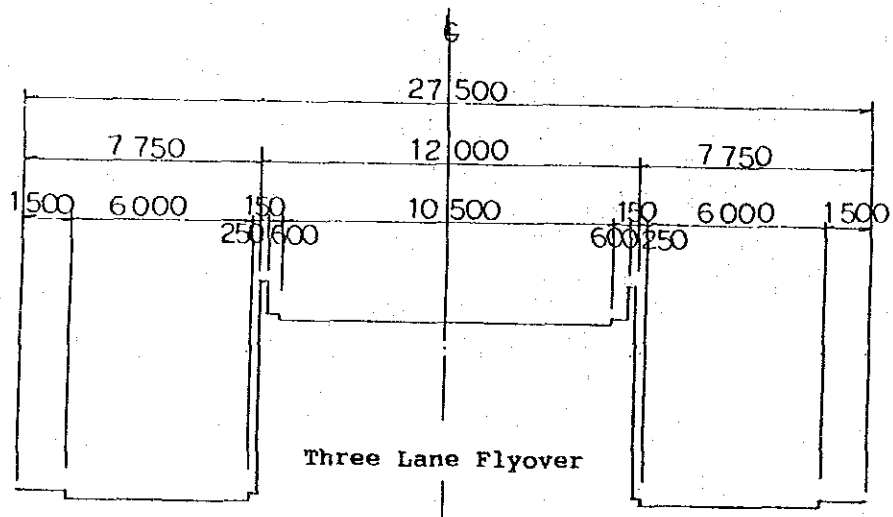
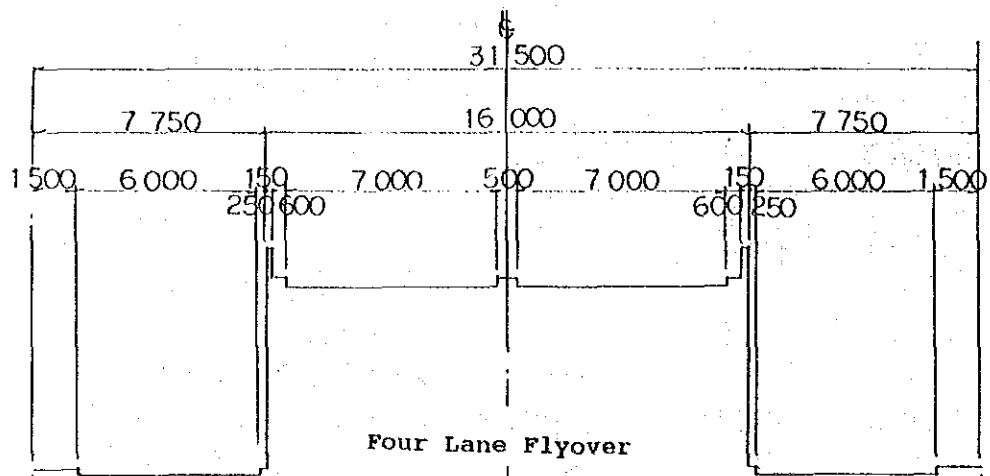
(a) 最小車線数と車道幅員

立体交差の標準断面は図7.1.1の通りであり、4車線立体交差の最小幅員は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。このようなことから4車線立体交差橋を収容できる道路の最小幅員は31mとなる。

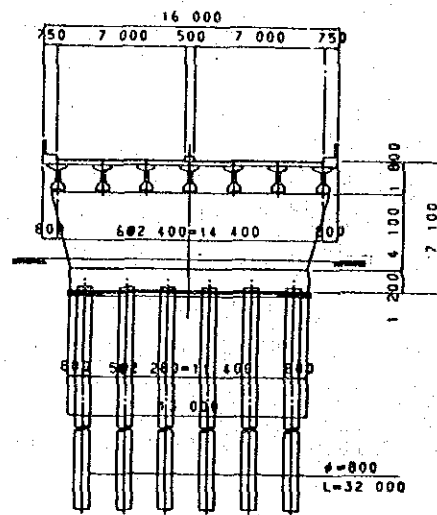
(b) 路面電車路線の処理

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 立体交错桥标准断面

(2) 平面交差点改良

平面交差改良を計画するに当たっては、次に述べる様な基礎的な道路の幾何学的設計要素を考慮した。

(a) 交差点における脚数

主要道路における交差脚数は4以上交会すべきではなく、脚数の数が増える事により、交差、合流、分岐点の数が急激に増加する。交差が多くなることは交通事故の発生の可能性が高くなることを意味する。

限界サイクル時間は各脚により配分されるため、交差点の交通容量を低下させる。

(b) 線形

交差角は直角、または直角に近い角度(75°以上が望ましい)にすべきである。直角の平面交差は斜角の交差に比較して交差する車道を横断する距離が短く、交差部分の面積も小さいことにより安全性を高め、交通容量を増加する。

(c) 車線数

車線数は現況及び将来交通容量から決定すべきである。

(d) 屈折車線の設置

屈折車線の設置は屈折交通量が多い場所に設けることとするが、しかしながら右折車線の設置は非常に重要なため、交通量によらず設置することが望ましい。

(e) 交通島と中央分離帯の設置

交差点において導流路を設定した上で、その残余部に交通島を設置することを推奨する。歩行者用安全島の設置には、歩行者流の重要度により、考慮すべきである。

中央分離帯は交通の安全と事故の防止のために、全ての多車線道路と交差点の取付部において設置すべきである。

(f) 交通管理施設の設置

信号機、マーキング、交通標識等の交通管理施設は、効果的なチャネリゼーションを実現するために設置すべきである。

7.1.2 構造基準

インド国における橋梁の設計はインド道路会議 (INDIAN ROADS CONGRESS) の基準に基づいて行われており、本調査も原則としてこれに従うものとする。主な設計条件は以下の通りである。

(1) 荷 重

1) 活荷重

I. R. C では橋梁のクラスによって数種類かの活荷重を定めている。本調査の橋梁はカルカッタ市内の幹線道路に計画されるので最も重いCLASS AAとCLASS A 荷重を採用する。

2) 地震の影響

I. R. C によれば、水平地震力は次の式で与えられる。

$$F_{eq} = \alpha \beta \lambda G$$

ここに、 α : 地域別係数
 β : 地盤別係数
 λ : 重要度別係数

地域別係数はカルカッタ市がゾーンⅢの地域にあり $\alpha = 0.04$ が与えられる。地盤別係数は、本調査の架橋位置の土質調査結果から N 値が 10~30 程度なので TYPE2 と判定され $\beta = 1.0$ となる。重要度別係数は重要な橋梁とその他に分けられ、重要な橋は $\lambda = 1.5$ となる。よって、地震係数は $S.C = 0.06$ となる。

(2) 建築限界

I. R. C では道路の建築限界の規定はあるが、鉄道、路面電車にはない。よって、本調査では鉛直方向の限界は以下のような値を採用する。

- ・ 道 路 5.0 m
- ・ 路面電車 5.4 m
- ・ 鉄 道 6.7 m

尚、道路の水平方向の幅は車道幅プラス 0.250 m とする。

(3) 主要材料強度

コンクリート及び鋼材の強度は西ベンガル州の地域性と実績を配慮して定める。
各々の材料強度は表7.1.1に示す。

表7.1.1 各材料強度

Material	Grade	Strength
Concrete for Superstructure	M30	fck=30 Mpa
Substructure	M25	fck=25 Mpa
pile	M25	fck=25 Mpa
Prestressed Concrete	M40	fck=40 Mpa
Reinforcing Bar	S415	fy=415 Mpa
Prestressing Steel		fp=160 kg/mm ²
Structural Steel(Mild Steel)		fy=23.6kg/mm ²
Structural Steel(High Tensile Steel)		fy=29.9kg/mm ²

Note : fck;Characteristic compressive strength at 28 days
fy;Yield strength
fp;Ultimate tensile Strength of prestressing steel

7.1.3 橋梁形式

本調査で計画される橋梁はカルカッタ市内の幹線道路の交差点の交通混雑を解消するための立体交差橋である。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。都市内に建設される橋梁は周辺的环境と調和し、現存するコミュニティーの分断を極力避けなければならない。これらを留意し、且つ西ベンガル州の地域性も加味して上部工、下部工及び基礎工の型式を選定する。

(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。カルカッタ市及びその周辺での実績ではコンクリート橋(RC橋、PC橋)が多いが、Hooghly川を渡る長大支間の橋梁は鋼橋で架橋されている。

本調査の架橋地点は交通量が非常に多い幹線道路の交差点で、現況交通を遮断しないか遮断するにしても短期間で済むように橋梁工事を行わなければならない。それ故、現場作業が少ない橋種を選定する必要がある。

よって、橋種は以上のような留意点を考慮して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幅狭するため、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。杭種はカルカッタ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

(1) 交差点

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。

(2) 構造物

A. J. C. Bose Road沿いに計画される立体交差橋である。この立体交差橋はLenin Sarani Road と S. N. Banerjee Roadの2ヶ所の交差点を跨ぐように計画された。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。

橋種は現場作業が少なく、現況交通の流れを極力阻害しない型式として交差部は鋼橋、アプローチ部はPC合成桁を採用した。しかし、中央分離帯幅が狭い区間は鋼製橋脚と鋼桁を選定した。

7.2.2 交差点 No. 2 - Esplanade

(1) 交差点

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。Chittarajan Avenueに於いては道路敷きが若干狭いが4車線の立体交差を計画した。立体交差を建設しても残る平面街路の交通処理のためにこれらの交差点に於いては3車線を確保した。

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。

Lenin Saraniとの交差点付近のEsplanadeは歩行者も多く将来は横断歩道橋も計画されているのでその建築限界を考慮して縦断線計を計画した。

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。

(2) 構造物

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。また、この交差点は本調査の中で最も交通混雑が激しく急速施工をしなければならないヶ所である。これらのことを考慮して橋梁型式及び支間割りを計画した。

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 - Gariahat

(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、Gariahat 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。

(2) 構造物

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。

橋種は交差点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

(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。この運用形態については、

a) 3車線の時間による変更一方通行

b) 重方向を2車線に割り振る2車線と1車線の両方向通行

の案がある。勿論、夜間等の軽交通量時には中央車線を分離帯とし2車線の運用を行うべきであろう。

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。それぞれの流入部は幅員が十分ないため流入方向で3車線を確保するために路面電車を移設し、路面電車を含んで3車線を確保できるようにした。

(2) 構造物

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

(1) 交差点

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。この運用形態は時間による変更の一方通行か両方向通行があるが立体交差の場合は容量が非常に少なくなる。

(2) 構造物

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

(1) 交差点

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。

単独立体交差の場合もBallygangi Circular Road や Rawdon Street はオーバーするため、これらの街路を利用する南北方向の交通は通過交通からは分離されることとなる。

(2) 構造物

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

(1) 交差点

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。

この場合の運用形態は、次のものが考えられる。

- a) 時間により変更する一方通行
- b) 重方向交通に2車線を割り振る2車線と1車線の両方向運用

(2) 構造物

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

(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。

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。

(2) 構造物

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

(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。

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。このためにPark StreetやMayo Road からの交通が南北の通過交通とは分離され交通流は大幅に改善されるものと思われる。また、J.L.Nehru Roadの西側に設置してあった路面電車は道路敷きの外に移設し、南北交通に対しては支障とならないようにした。

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。

J.Nehru Roadの交差点における車線数を北行、南行とも3車線または4車線にする平面改良計画の工事費を8章で算定し、テクニカルレポートに図面をのせた。しかしながら次の理由から経済評価は実施しなかった。

- 1) 4車線案でも1988年の予測交通量に対して信号交差点の容量は充分でない。
- 2) メダン公園内の用地を広範囲に亘って取得する必要がある。
- 3) 4車線以上に拡幅する場合には地下鉄の入口の改築、移転が必要となる。

(2) 構造物

この交差点では他の交差点と異なり西側にあるMaidan Parkを利用して現道に沿って走っている路面電車及び現道交通を公園側に工事中は切り回して橋梁工事を行うことができる。また、この地域はカルカッタ市でも風光明媚な所なので景観に配慮して検討を行った。

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

(1) 交差点

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。

(2) 構造物

鉄道を渡る橋梁で、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

(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。

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、墓地等があり拡張は困難と判断され、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か設置できるだけである。この場合の運用は2車線の時間による変更をする一方通行となる。

(2) 構造物

Park Streetに沿ってA. J. C. Bose Roadを跨ぐ立体交差橋である。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。

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	1,500㎡以内ごと	
換気	1時間当りは10×空積	

7.3.1 B. B. D. Bag 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 北の街路部分の路下も幅約5mにわたり使用することとした。出入路は B. B. D. Bag 北に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。

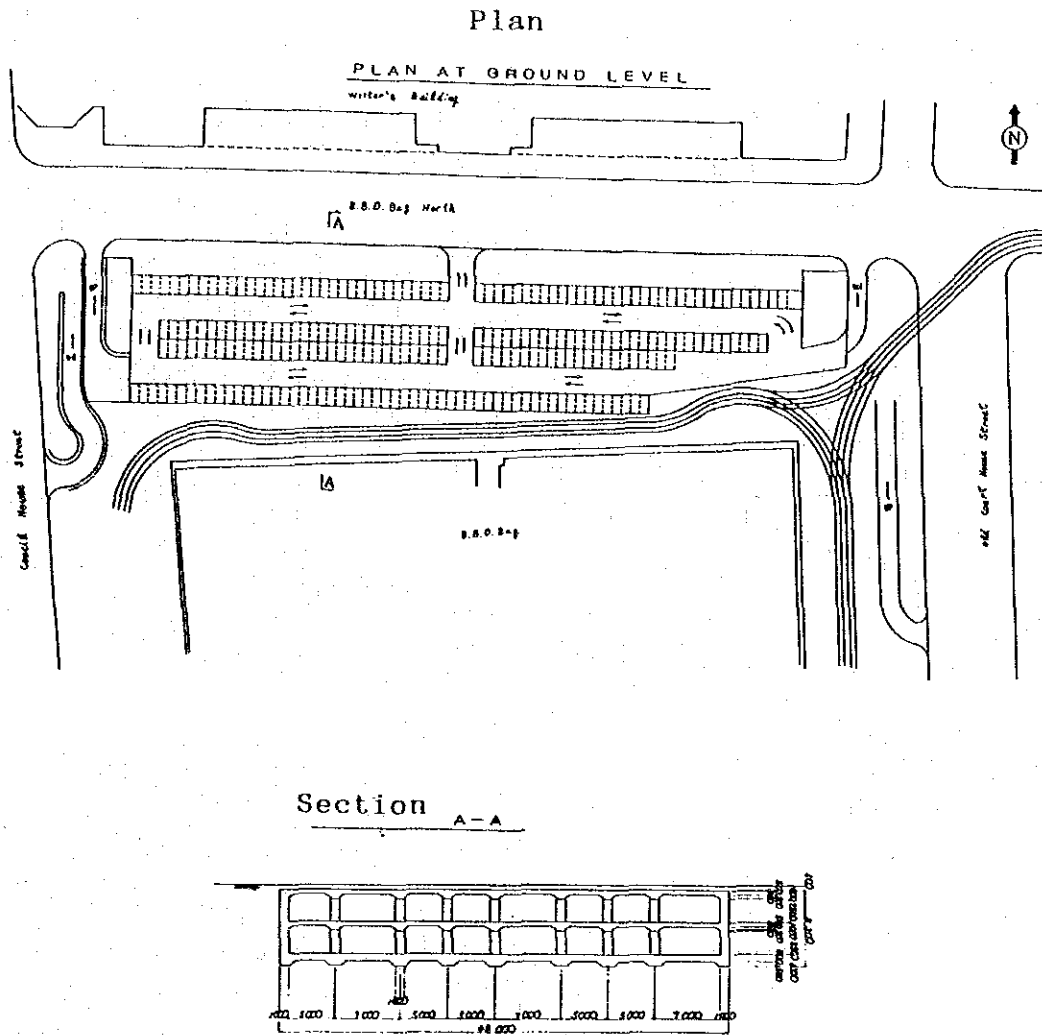


図7.3.2 B. B. D. Bag 駐車場

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。

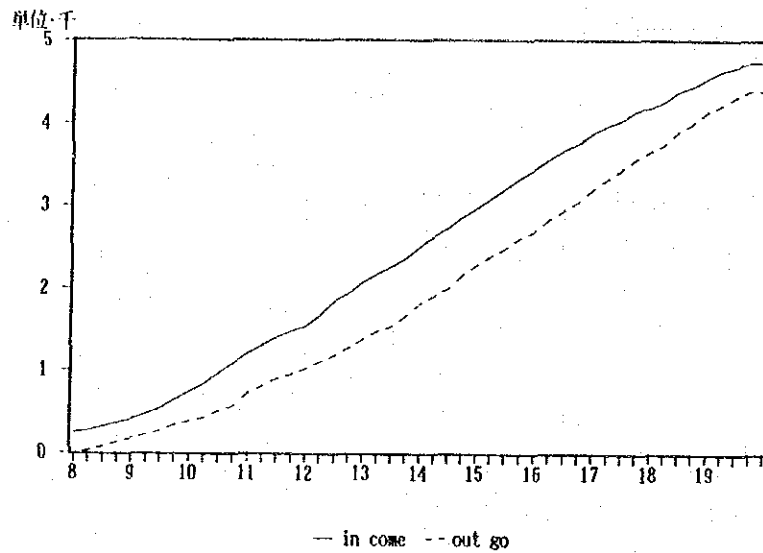


図7.3.3 Esplanadeの駐車特性

(2) 構造計画

設計条件はB. B. D. Bag 駐車場と同じとした。

a) 地上案

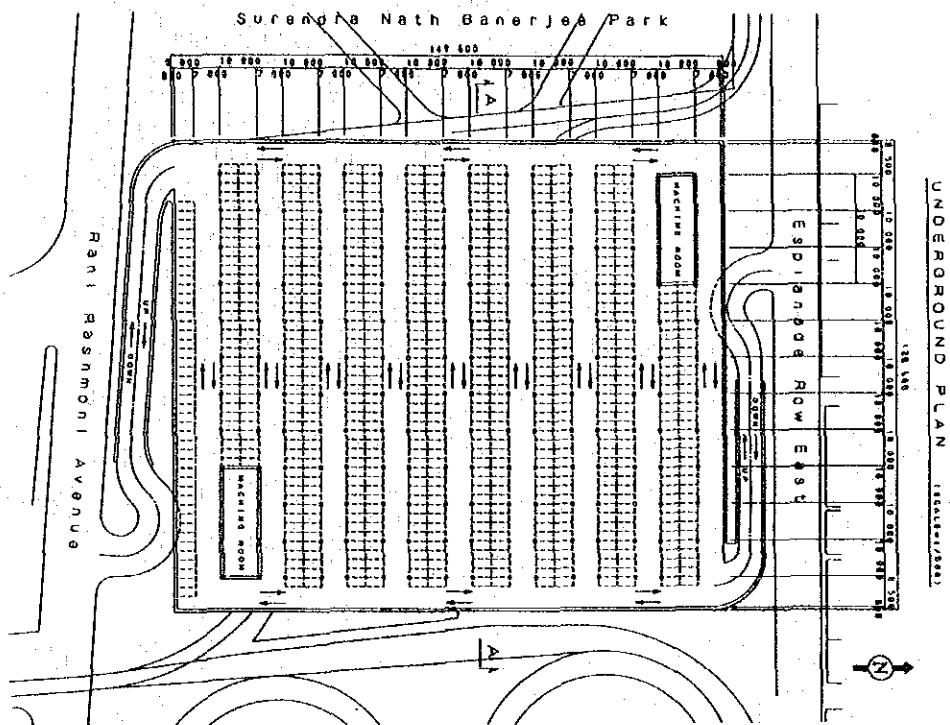
構造は鉄筋コンクリート構造を採用し、構造型式は種版床版、梁、柱で形成される構造とし基礎型式は杭基礎で場所打ち杭のD800で計画した。

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

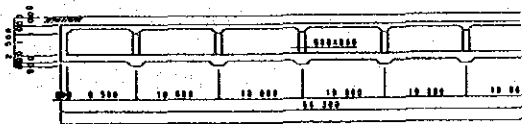
構造型式及び仮設方法はB. B. D. Bag 駐車場と同じように計画した。但し、仮設工事を着手する前に地上案と同様に路面電車線路を撤去しなければならない。

Plan



Section

Underground proposal



Above ground proposal

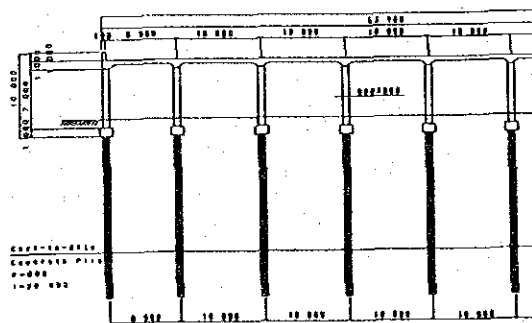


图7.3.4 Esplanade 駐車場

第8章

施工と積算

第8章 施工と積算

8.1 施工方法

8.1.1 立体交差

各立体交差ごとに提案された施工法、建設材料の概要については、7.2節で述べた。本節では、カルカッタの現在の状況や制約条件下での、最も適した施工方法について説明する。本調査交差点の多くのヶ所では建設に利用できる空間に余裕がないので、施工時には現行交通に大きな影響を及ぼすことが避けられない。採用された施工方法では、工期や建設期間中の交通障害を最小限に抑えなければならない。2つの主要橋梁タイプが提案されており、その各々の建設方式を以下に示す。

(1) アプローチ部にP C桁、道路交差点部に鋼桁

工期を最小限にする必要性を考慮して、殆どの立体交差に対してこのタイプが提案された。

各橋梁形式は、以下のような構成となる。

- a) 杭基礎の擁壁、盛土、舗装などからなるアプローチ区間
- b) 道路交差点部の鋼桁、床版構造はスパン長に応じて以下の形式とする；
 - － スパン20m～25m： 鋼鈹桁（コンクリート床版）
 - － スパン26m～45m： 鋼鈹桁（鋼床版）
 - － スパン46m以上： 鋼箱桁（鋼床版）
- c) アプローチ部はP C合成桁

施工順序は、以下の通りとなる。

- a) 立体交差建設工事に支障となる地下埋設物や路面電車の線路を歩道脇に移設し、十分な施工スペースを取ってから両側に幅5m以上の舗装を施工する。歩道部に仮設道路が設けられることもある。
ただし通常この舗装は、立体交差完了後に永久構造物の一部として残る。
- b) 立体交差の橋に沿ったこの舗装道路に、路面電車や車輛交通を一方通行として移す。殆どの場合において各立体交差両側に残された幅は1車線分しかないので、この車線は軌道などすべての車輛で共用することになる。工事作業区域となる中央部は、主要交差道路や重要な小規模交差道路の交差点以外は、柵で仕切られる。

- c) 立体交差端部のアプローチ区間には杭基礎擁壁、盛土、舗装、橋台などを建設する。
- d) 基礎や橋脚に関する工事を開始し、橋台から中央部スパンに向かって施工する。
- e) 完成した各アプローチ上に作業ヤードを設けて、標準PC桁の型枠、配筋、コンクリート打設、緊張などの工事を開始する。付近に適地があれば別に作業ヤードを設けることもある。
- f) 橋台に最も近い橋脚が完了したら、最初のPC桁を架設し、床版の型枠組立て、配筋、コンクリート打設を行う。PC桁の建設は、このようにして継続する。
- g) 鋼製橋脚は柱と水平部材の2ブロックに分けて工場で作成し現場まで運搬する。杭とフーチングの工事が終了してからまず柱を据え付け、次に柱の上端に水平部材を取り付ける。
- h) 鋼桁の組立てと塗装は工場内で行ってから、現場までトラックで運搬する。標準20mの橋桁を、継ぎ目なしに組立て、運搬し、据え付ける。20mより長い橋桁は、運搬、据え付けしやすいように、短く分けて製作され、運搬される。こうした場合の据付けでは、ベントが必要になる。橋桁はブロックごとにクレーンでベント上に架設され、ブロック間を接合してからベントを外す。ベント工事や据付け工事は夜間または週末に予定して、交通障害をできるだけ少なくする。床版工事（鋼またはコンクリート）は立体交差下の道路を開放しながら行う。
- i) 地表面での構造物工事が完了してから、舗装工事と交通信号、照明などの補助工事を行う。

工事の工程を、図8.1.1 に示す。

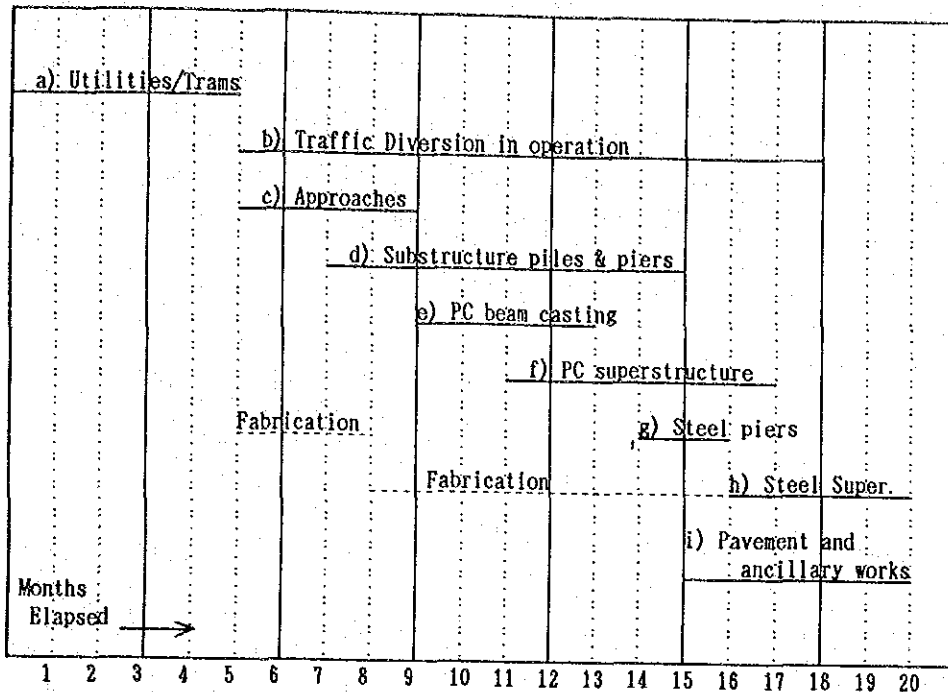


図8.1.1 標準的な立体交差建設工程

(2) アプローチ部にPC桁、道路交差部にPC箱桁

交差点 No. 8 には、主要交通流を迂回させるのに十分なスペースがある。このヶ所では、主要スパンに、鋼桁よりも経済的であるPC箱桁を採用する。他の交差点では主要スパンは鋼桁が用いられているが、上記理由により、ここではPC箱桁を採用した。

施工順序は、図8.1.1 の場合に似ているが、箱桁のステージング、型枠、緊張などが総工事期間全体に追加される。建設期間は、(1)の場合より3ヶ月ほど長くなるものと見込まれる。

2連の連続桁は、1連ずつ建設される。これは支保工が設置されている間、交差道路の交通を施工していない径間に迂回できるようにするためである。

8.1.2 駐車場施設

駐車場施設の構造的長短については、7.3節に説明した。

BBD Bag Squareの地下構造物に対する施工方法は、まず地下構造物周辺に鉄筋コンクリート連続地中壁を施工する。地中壁を支えるために切梁、腹起しを設置し、大規模な掘削が行われる。工期を短縮するために掘削は機械で行うが、機械が入らないカ所では人力掘削が必要になる。

BBD Bag北側道路の一部は一時閉鎖し、既存の平面駐車場は閉鎖される。構造物は路

面電車路線から離れているので、路面電車は建設工事期間中の運行に支障ないものと考えられる。

Esplanade の地上駐車構造物は鉄筋コンクリート構造物であり、パイル上に支持される。構造物は現行路面電車ターミナル構内にあり、予定工事期間の2年間はターミナルの営業がほぼ中断される。工事を調整してターミナルの営業を可能にする事はできるが、費用や建設工期が増大することが予想される。

8.2 積算

8.2.1 方法論と前提条件

建設費は以下の費用構成要素を考慮して、見積もった。

- (1) 直接工事費（労務費、材料費、機械費用）
- (2) 仮設、予備工事、移設、交通制御費用、環境保護に必要な経費、現場事務所の管理、本社経費、利益引当金などの間接工事費
- (3) 詳細設計、施工管理などの、エンジニアリング費用
- (4) 予備費
- (5) 用地買収、補償費用

建設費の積算の順序を図8.2.1 に示す。上記の各費用構成要素の費用詳細については、以下の8.2.2 以降の各節で説明する。

本プロジェクトの積算は、以下のような前提条件に基づいて作成された。

(1) 契約方法

各見積りは、主要建設工事が国際入札によって一括請負業者により落札されることを前提としている。現地入札または政府部門による直轄工事で同様なプロジェクトがこれまで実施されてきたし、検討中の工事の大部分は現地請負業者の能力や経験で十分行える範囲ではあるが、海外請負業者の援助が期待される側面もいくつかある。たとえば、建設は短期間で完了しなければならず、またカルカタであまり建設されていない中規模スパン鋼橋の技術的専門知識が必要になる。このためコスト積算を行う上で、対象プロジェクトが国際入札を通じて落札されるものと想定した。

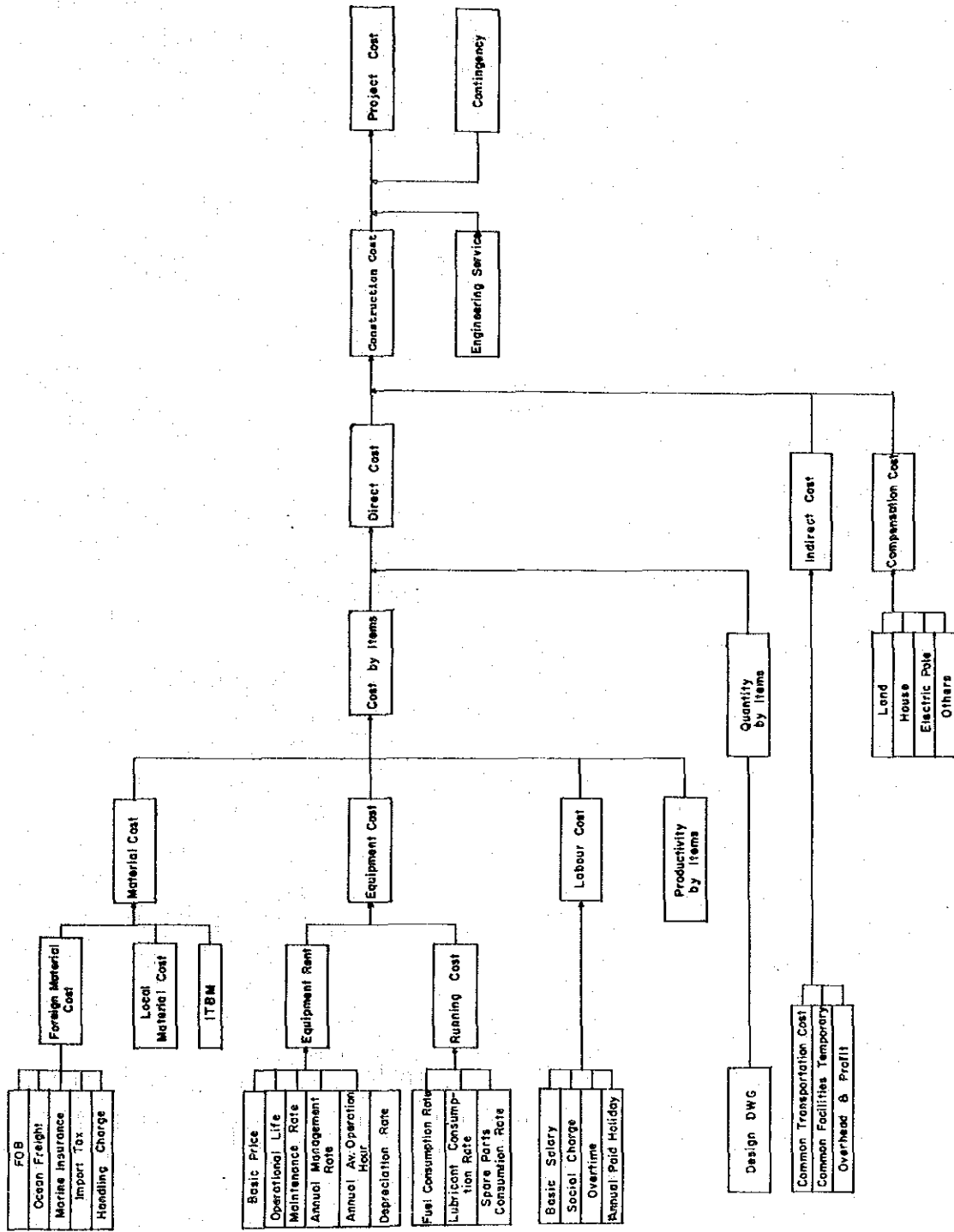


図8.2.1 積算の過程

(2) 施工方法

工事を比較的短期間に完了させる必要があり、また工事規模が大きいため、カッタで通常行われる場合より機械設備の利用を増やした工法が選ばれた。ただし、工事作業面積の狭さ、現行交通及び歩行者を考慮する必要性、地下埋設物を損なう危険性などから、人力によって施工しなければならない場所もある。上記の制約条件があるものとして、建設工期を減らすために機械化施工を可能な限り見込んでいる。

(3) 積算の基準年次

材料、労働力、機械などの積算は、1992年1月現在の価格に基づいている。

(4) 外貨、内貨の割合

総費用に占める外貨と内貨との割合を知るために外貨部分もルピーで表示した。外貨は、1992年1月の為替レートUS\$1 = 130円 = Rs26でルピーに換算された。外貨、内貨の配分は以下の原則に基づいて行った。

(a) 外貨

- 外国人要員の賃金；
- 海外企業の間接費と利益；
- 建設設備の減価償却；
- 輸入された、設備、材料、補給品；
- セメント、鋼材、石油各製品などインドが純輸入国になっている国産資材費の一部

(b) 内貨

- インドが純輸出国になっている、国内設備、資材、補給品；
- インド要員の賃金；
- 国内企業の間接費と利益；
- 設備の管理／保守費用；
- 税金

(5) 経済価格 = Economic Cost

プロジェクトの経済的評価を行うために、移転費用、税金などをすべて控除した。また、経済価格は内貨で計算されている。

8.2.2 直接工事費

通常の方法により、材料、機械類、労務費等の各構成要素を各工事費項目毎に組合せて、各建設工事品目ごとに単価を積み上げた。数量を予備設計から算出し、直接工事費を単価と数量の積で求めた。単価を算出するために用いた方法を、以下に説明する。

(1) 労務費

費用見積りのための労務費は、作業員監督者、オペレーター（工場と設備）、運転者（通常のトラック、ダンプトラック）、技能労働者（大工、鉄筋工、石工、鋼材取付け工など）、未熟練労働者の5つの項目に分類した。各項目の平均賃金単価は、カルカッタの民間企業と政府機関から得た。

労賃費用の他にも、社会保険、ボーナス、休暇、公休日、雨天障害、残業などを考慮する必要がある。

(a) 社会保険と間接費用

基本労賃は、週6日間、1日8時間を基準条件として、見積もられた。

表8.2.1 社会保険と間接経費

Description	Rate of Salary (%)	Comments
1. Social Security	15%	Allowance for workers compensation, health insurance, retirement benefits/pension etc.
2. Bonuses	15%	-
3. Public Holidays	4%	13 days per year
4. Vacation	4%	12 days per year
5. Wet Weather	10%	30 days per year
6. Overtime	22%	3 hours per day (except for 3, 4, & 5 above) at 100% above normal rates
TOTAL OVERHEADS	70%	

Source: Study Team enquiries.

(b) 実労務費

上記(a)の基本賃金率と間接費用から、以下の表8.2.2に示すような有効労務費が算出された。

表8.2.2 有効労務費

Category	Unit	Wage Rate (Rs)	Overheads Allowance (%)	Effective Wage Rate (Rs./hr)
Foreman	hour	12	70	20
Plant/Equip Operator	hour	10	70	17
Driver	hour	10	70	17
Skilled Labour	hour	8	70	14
Unskilled Labour	hour	5	70	8.5

Source: Study Team enquiries.

(2) 材料費

本プロジェクトに必要な基本材料はすべてインド国内で生産されており、材料費はカルカッタ市場価格を基準にしている。

基本的材料の外貨部分を判定する上で、各材料ごとの輸入、輸出金額を考慮した。セメント、鋼材、石油各製品などのようにインドが純輸入国になっている場合には、高い外貨比率が見積もられている。

インドが純輸出国になっている材料でも、ある程度の外貨部分が見込まれた。搬送、生産過程で、一部の原材料、燃料、生産プラント、設備が輸入されたものと考えた。

主要資材の単価と外貨、内貨の推定比率を、以下の表8.2.3に示す。

表8.2.3 主要資材の単価

Material	Unit	Unit Cost(Rs)	Foreign Portion (%)	Local Portion (%)
Cement	tonne	2100	50%	50%
Sand	m3	300	-	100%
Crushed Agg.	m3	400	-	100%
Filler	m3	1375	50%	50%
Softwood	m3	5000	-	100%
Hardwood	m3	7000	-	100%
Asphalt	tonne	4100	50%	50%
Structural Steel	tonne	15000	50%	50%
Prestressing Cable	tonne	22000	50%	50%

Source: Study Team enquiries.

費用見積りに採用された建設材料や費用すべての明細表を、表8.2.4 に示す。

(3) 機械費

施工中に使用されるとみられるプラントについて、時間当りの機械費の評価を行った。時間当りの直接経費と運転経費から、時間当りの費用が求められる。

直接経費は、機械を借り上げた場合のリース料金に相当し、機械価格、減価償却費、残存価値、年間操業費、維持費、修理費などが含まれる。直接費用は、カルカッタにおける機械費をもとに、以下のように計算した。

表8.2.4 材料費

Material Name	Unit	Price	Material Name	Unit	Price
Asphalt 80-100	TON	4,100	PVC Conduit	LM	80
Asphalt Emulsion-2	Litre	6	Reinforcement	ton	12,000
Cement	TON	2,100	Release Material	Litre	50
Conc. Admixture	Kg	55	Sand	CUM	300
Crusher Run	CUM	400	Scaffolding	PCS	263
Curing Mat	SQM	36	Screened Crusher	CUM	450
Curing Material	L	80	Soft Wood	CUM	5,000
Filler	CUM	1,375	Steel Form 0.3*1.5	PCS	675
Hard Wood	CUM	7,000	Structural Steel	ton	15,000
PC Anchor	PCS	1,200	Steel Wire #10	ton	25,000
PC Sheath D65	LM	35	Wire Mesh	SQM	50
PC Steel D12.7	ton	22,000			

表8.2.5 機械費

Equipment Name	Basic Price	Cost/hour (Rs)	Equipment Name	Basic Price	Cost/hour (Rs)
Agg. Spreader 2.3m	500,000	459	Hand Hammer 1.1m ³	50,000	23
Apron Feeder 30t	250,000	54	Hydro-Shovel 0.6m ³	3,000,000	704
Asphalt Plant 60t	7,000,000	27,613	Mac. Roller 12t	1,500,000	322
Asp. Finisher 3m	2,500,000	1,249	Motor Grader 3.7m	2,500,000	529
Batching Plant	2,500,000	1,218	PC Jack	200,000	43
Belt Con. 0.35*10m	125,000	191	Road Sweeper 1.8m	500,000	190
Belt Con. 0.6*15m	200,000	164	Soil Compactor 0.05t	100,000	41
Bulldozer 11t	2,100,000	458	Soil Compactor 0.2t	200,000	81
Compressor 4.6m ³	250,000	92	Sprayer 0.3kl	30,000	12
Compressor 9.6m ³	800,000	234	Surf. Vibrater 1.5*3	50,000	44
Concrete Cutter 0.3m	50,000	35	Tandem Roller 10t	1,500,000	344
Conc. Breaker 30kg	100,000	63	Tire Roller 15t	1,500,000	323
Conc. Bucket	20,000	12	Truck 5t	500,000	169
Conc. Finisher 5.5m	2,000,000	959	Truch 8t	600,000	206
Conc. Spreader 2.3m	2,000,000	954	Truch Crane 11t	2,000,000	451
Crawler Crane 35t	5,000,000	1,020	Truck Crane 16t	4,500,000	1,002
DMC Pile Excavator	500,000	88	Truck Crane 5t	800,000	188
Distributor 4kl	500,000	275	Truck Mixer 3m ³	1,000,000	318
Dump Truck 11t	800,000	233	Vibrater	5,000	2
Dump Truck 2t	200,000	90	Vib-Roller 3.5t	400,000	116
Dump Truck 6t	800,000	224	Watering Cart 5.5kl	600,000	244
Engine Pump 4in	70,000	41	Wheel Loader 1.4m ³	2,000,000	415
Grout Mixer	40,000	38	Truck Crane 40t	12,000,000	2,614
Grout Pump	90,000	81	Truck Crane 70ton	18,000,000	3,907

$$\text{直接経費} = B P [(D R + M) / T + M g] \times 1 / H r$$

ここで B P : 基礎価格
D R : 減価償却率
M : 修理費
M g : 年間維持費
T : 耐用年数
H r : 年間稼動時間

機械の耐用年数と年間稼動時間は、現地の経済条件を考慮して、日本国内で通常採用されるレベルを上回った値を採用した。どの機械についても、10%の残存価値が見込まれた。

運転経費は燃料消費分と潤滑剤とで構成され、カルカッタ市内の価格を基準にしている。

表8.2.5 は、運転時間あたりの機械費を示す。運転経費の実態をよく反映するような方法で積算し、機械を1つ以上のプロジェクトに使用するものとしている。

(4) 建設工事の単価

上記の(1)、(2)、(3)に記した労務費、材料費、機械費から工事の単価を求めた。工事単価は以下に述べるようにプラント製品、現場製品、工事項目の3つのレベルで求められる。

プラント製品とは、アスファルト・コンクリートなどのように、野外プラントで製造、出荷される資材のことである。プラント製品に他の材料、機械、労務を付加すると現場製品を構成する。たとえばアスファルト・生コンクリートはプラント製品だが、打ち込み、突き固め、仕上げなどを行うと、現場製品であるアスファルト表面層を形成することになる。

工事項目は、予備設計で確定された建設項目に対して用いられる。これらは、プラント製品の単価から、また現場製品、材料、機械、労務の各単価から算出される。たとえば舗装は、路盤層、プライムコート、タックコート、アスファルト表層など、いくつかの現場製品からなる工事項目である。

大型重機を利用できない地域が数多くあるので、いくつかの品目の単価を出す際に手作業に頼る度合いが増すものと仮定した。舗装工事の場合には、主に手作業で建設される舗装道路の工事項目を別に設けた。

主なプラント製品、現場製品、工事項目、及びそれらに対応する単価を、表8.2.6に示す。

各工事項目の単価たとえば舗装1㎡当たりの単価に、予備設計から計算した数量を乗じると、直接工事費の見積り額が得られる。

8.2.3 間接工事費

間接工事費とは、特定の工事に関して直接的でない費用である。間接工事費は、準備、撤去費、電力供給などの仮設施設の据付けと取外し、交通の切廻し、安全対策費、品質、工程管理、環境保護などの費用で構成される。

現場管理費には事務所で発生する人件費、事務補給品、事務保守などの費用も含まれる。

大きな間接工事費としては、この他に、請負業者の本社経費や請負業者利益引当金などがある。

表8.2.6 単 価 (Rs)

(a) プラント製品

Description	Unit	Total Financial	Description	Unit	Total Financial
Asphalt Concrete	CUM	2,580	Grout Mortar	cum	6,746
BT Aggregate	CUM	2,308	Lean Concrete	CUM	1,334
Concrete	CUM	1,395	PC-Concrete	CUM	1,708
Fabricated Steelwork	TON	33,121	Screened Aggregate	CUM	705
Foundation Concrete	CUM	1,359			

(b) 現場製品

Description	Unit	Total Financial	Description	Unit	Total Financial
Agg. Subbase Course	CUM	836	Main-D400mm	LM	1,434
Approach Filling	CUM	50	Main-D600mm	LM	1,828
Asphalt Surface	CUM	2,813	Main-D800mm	LM	3,366
BT Base Course	CUM	2,551	Pipe-D1000	LM	3,850
Conc. Curing	SQM	20	Pipe-D1200	LM	5,252
Concrete Pavement	CUM	2,153	Pipe-D2000	LM	10,604
Cutting	CUM	40	Pipe-D400	LM	1,302
Equip. Backfill	CUM	18	Pipe-D600	LM	1,697
Erection 16t	ton	637	Pipe-D800	LM	2,840
Erection 40t	ton	1,638	PC Concreting	CUM	1,954
Erection 70t	ton	2,600	Prestressing	ton	43,407
Grouting	LM	30	Prime Coating	SQM	12
Hand Agg. Subbase	CUM	808	Reinforcing	ton	14,891
Hand Asphalt Surf.	CUM	2,777	Staging	CUM	173
Hand BT Base Course	CUM	2,492	Steel Forming	SQM	139
Hand Backfill	CUM	18	Structure Excavation	CUM	86
Hand Excavation	CUM	106	Strutting	Ton	17,249
Main-D1000mm	LM	4,376	Tack Coating	SQM	24
Main-D1200mm	LM	3,677	Wood Forming	SQM	94
Main-D2000mm	LM	14,549	Structure Concreting	CUM	1,627

(c) 工事項目

Description	Unit	Total Financial	Description	Unit	Total Financial
Asphalt Pavement A-1	SQM	998	PC Superstr. 4L*20m	Item	2,229,050
Asphalt Pavement A-2	SQM	742	Steel Piers	Ton	34,760
Bored Piling D800	LM	2,186	Steel Superstructure	TON	34,760
PC Superstr. 2L*20m	Item	1,231,890	Concrete Pavement 20	SQM	558
PC Superstr. 3L*20m	Item	1,824,670			

直接工事費とは異なって、これらの間接工事費は請負業者ごとに大幅に違うことがある。概算工事費を求めるために間接工事費は直接工事費の30%と考えた。

8.2.4 設計、施工管理費

詳細設計費と施工管理費が、これらの作業が行われるものとして見込まれた。これまでの経験から、これらの費用は直接、間接工事費全体の10%としている。

8.2.5 予備費

予備費は、詳細設計、建設で明らかにされる予想外の費用を考慮して、事業費に含めた。本プロジェクトでは人口密度が高い都会地区での工事が必要になるため、こうした予想外の障害が生じやすくなるものと見込まれ、10%の余裕がフィジカルコンテイングエンシーとして考慮された。エスカレーションについては、財務分析において別途に考慮されている。

8.2.6 用地買収／補償費

用地買収は、絶対最小限に抑えられたが、買収が必要な代替案がいくつかある。この場合には、用地買収、建物の復元、補償などに対して費用手当を施さなければならない。公共工事で用地買収に適用される法規制は現在も有効だが、用地買収や補償費に利用できる情報は多く得られなかった。

用地費自体は土木工事費に比べて低いが、政府機関の意見を聞いて、中心、郊外区域の用地に対して、それぞれ10 lakhs/katta(14,000Rs/m²)、5lakhs/katta(7,000Rs/m²)の用地費を見込んだ。

建て直し、補償費は、各ケースごとに多くの要素を考慮しなければならないので、見積りがいっそう困難になる。民間用地の買収が必要になるのは、交差点 No. 2 の平面改良工事だけである。この改良工事では、用地買収、建て直し、補償費のために1億Rsの引当金が考慮されている。この数字は、費用の目安として挙げただけに過ぎず、既設建物の床面積と同等の床面積をもつ建物の建て直し費用に用地費を加算したものを基にしてある。

用地買収、補償費は、道路、鉄道の線路用地、BBD Bag Square、Esplanade の路面電車ターミナル地域や交差点 No. 8 に隣接したMaidan Parkなどの公共用地を使用する場合には考えなかった。

8.2.7 積算結果

(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8.2.7に要約して掲げる。この表は、以下の(2)で検討する各サブプロジェクトの経済価格についても示している。

実施することを提案された立体交差、平面改良と駐車用構造物について各々の詳細工事書を表8.2.8、表8.2.9、表8.2.10に示す。

(2) 内貨、外貨の割合と経済価格

各オプションの財務価格の総計の他に外貨配分と経済価格を算定した。

外貨分と経済価格の見積りを行う場合に、外貨や或種の国内産品が不足しているインドでは、多くの仮定を設ける必要がある。国産品、ときには輸入品でも価格が助成を受けることもあり、また商品の輸入が厳しく規制されている。こうした状況では、国内調達品に外貨分を見込み、政府助成金を考慮して経済価格を算出する必要がある。

これらの経済的考察についての詳細な検討は本調査では行わなかったが、利用可能な情報を基にして概略の見積りを行った。たとえば主要資材について推定した外貨、内貨の配分を表8.2.3に示す。外貨分の総プロジェクト費用に対する比率はサブプロジェクトごとに異なるが、平均すると約60%である。実際の外貨の割合は、国内資材、設備が良好に供給される場合には、これをかなり下回るものとみられる。

外貨の割合を高目に仮定すると、外貨の割合が低い場合よりB/C比率やIRRが僅かながら低下するので、プロジェクトの予備評価段階では控え目な数字が得られる。これは、税金を内貨部分から控除するのは経済価格を判定する時だけなので、内貨の割合を高く見積もると経済価格がやや減少するためである。

8.2.8 維持管理費

維持管理費は、プロジェクトの財務/経済分析で必要になる。維持管理工事には、定常的保守（照明用電力、交通信号の保守、道路面の清掃、排水施設、標識など）、や定期的維持工事（パッチング、オーバーレイ、鋼製構造物の塗装、路面表示の更新等）がある。

利用可能なデータやStudy Teamが行った質問に基づいて、立体交差と平面交差改良の各年度の維持費用は初期建設費用の平均4%になるものと見積もられた。

駐車場構造物については、地下構造物では2%、地上構造物では1%の年間維持管理費が見込まれた。また地下構造物では1%、地上構造物では0.5%の年間操業費を採用した。

表8.2.7(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8.2.7(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.

表8.2.7(c) 駐車場構造物費用の要約

Item	unit	Esplanade		BBD Bag
		Over-head	Underground	Underground
Capacity	Cars	799.0	759.0	794.0
Total Financial Cost	Mill. Rs	193.5	557.5	587.9
Total Economic Cost	Mill. Rs	175.1	517.3	544.6

表8.2.8(a) 交差点 No. 1 の立体交差工事費

Intersection No. 1 (4 Lanes, 636m)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)	
			Total Financial	Cost (Rs.)
SUPERSTRUCTURE				
Steel Superstructure	Item	-	43,047,000	43,047,000
PC 20m Spans	No.	8	2,229,050	17,832,400
SUBSTRUCTURE				
Concrete Piers	Item	-	2,159,815	2,159,815
Steel Piers	Ton	426	34,760	14,807,803
Pilecaps	Item	-	6,972,420	6,972,420
Pier Piles	LM	7,664	2,186	16,749,672
Abutments	Item	-	862,406	862,406
Abutment Piles	LM	896	2,186	1,958,217
APPROACHES				
Walls and Pavement	Item	-	5,832,970	5,832,970
Piles	LM	1,600	2,186	3,496,816
OTHERS				
PAVEMENT IMPROVEMENTS	SQM	6,118	742	4,537,721
TRAFFIC SIGNALS	Item	-	1,000,000	1,000,000
TRAM TRACK RELOCATION	LM	820	10,000	8,200,000
MAJOR UTILITIES	Item	-	5,051,230	5,051,230
LIGHTING	LM	636	3,000	1,908,000
Sub-total				134,416,469
OTHER UTILITIES	%	5		6,720,823
DRAINAGE	%	5		6,720,823
Total Direct Cost				147,858,116
INDIRECT COST	%	30		44,357,435
LAND ACQUISITION	SQM	0	14,000	0
Construction Cost				192,215,551
ENGINEERING SERVICES	%	10		19,221,555
CONTINGENCY	%	10		19,221,555
Project Cost				230,658,661

表8.2.8(b) 交差点 No. 5 & 6 (連続) の立体交差工事費

Intersection No. 5&6 (3 Lanes, 2290m)				
Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial
SUPERSTRUCTURE				
Steel Superstructure	Item	-	150,558,400	150,558,400
PC 20m Spans(3L, 2L)	No.	16		22,081,340
SUBSTRUCTURE				
Concrete Piers	Item	-	2,573,260	2,573,260
Steel Piers	Ton	2,238	34,760	77,807,008
Pilecaps	Item	-	29,046,500	29,046,500
Pier Piles	LM	17,718	2,186	38,722,866
Abutments	Item	-	787,359	787,359
Abutment Piles	LM	594	2,186	1,298,193
APPROACHES				
Walls and Pavement	Item	-	7,678,480	7,678,480
Piles	LM	1,650	2,186	3,606,092
OTHERS				
PAVEMENT IMPROVEMENTS	SQM	19,673	742	14,591,093
TRAFFIC SIGNALS	Item	2	1,000,000	2,000,000
TRAM TRACK RELOCATION	LM	0	10,000	0
MAJOR UTILITIES	Item	-	36,034,300	36,034,300
LIGHTING	LM	2,290	3,000	6,870,000
Sub-total				393,654,891
OTHER UTILITIES	%	5		19,682,745
DRAINAGE	%	5		19,682,745
Total Direct Cost				433,020,380
INDIRECT COST	%	30		129,906,114
LAND ACQUISITION	SQM	0	14,000	0
Construction Cost				562,926,494
ENGINEERING SERVICES	%	10		56,292,649
CONTINGENCY	%	10		56,292,649
Project Cost				675,511,792

表8.2.8(c) 交差点 No. 8 の立体交差工事費

Intersection No. 8 (4 Lanes, 568m)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
SUPERSTRUCTURE						
Steel Superstructure	Item	-	18,126,640		18,126,640	
PC 20m Spans	No.	9	2,229,050		20,061,450	
SUBSTRUCTURE						
Concrete Piers	Item	-	3,519,140		3,519,140	
Steel Piers	Ton	156	34,760		5,436,480	
Pilecaps	Item	-	4,832,220		4,832,220	
Pier Piles	LM	5,280	2,186		11,539,493	
Abutments	Item	-	862,406		862,406	
Abutment Piles	LM	616	2,186		1,346,274	
APPROACHES						
Walls and Pavement	Item	-	5,940,300		5,940,300	
Piles	LM	1,100	2,186		2,404,061	
OTHERS						
PAVEMENT IMPROVEMENTS	SQM	4,984	742		3,696,633	
TRAFFIC SIGNALS	Item	-	1,187,500		1,187,500	
TRAM TRACK RELOCATION	LM	1,210	10,000		12,100,000	
MAJOR UTILITIES	Item	-	892,745		892,745	
LIGHTING	LM	568	3,000		1,704,000	
Sub-total					93,649,341	
OTHER UTILITIES	%	5			4,682,467	
DRAINAGE	%	5			4,682,467	
Total Direct Cost					103,014,276	
INDIRECT COST	%	30			30,904,283	
LAND ACQUISITION	SQM	0	14,000		0	
Construction Cost					133,918,558	
ENGINEERING SERVICES	%	10			13,391,856	
CONTINGENCY	%	10			13,391,856	
Project Cost					160,702,270	

表8.2.8(d) 交差点 No. 9 の立体交差工事費

Intersection No. 9 (4 Lanes, 633m)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
SUPERSTRUCTURE						
Steel Superstructure	Item	-	14,277,190		14,277,190	
PC 20m Spans	No.	19	2,229,050		42,351,950	
SUBSTRUCTURE						
Concrete Piers	Item	-	6,537,730		6,537,730	
Steel Piers	Ton	0	34,760		0	
Pilecaps	Item	-	5,668,610		5,668,610	
Pier Piles	LM	6,216	2,186		13,585,130	
Abutments	Item	-	862,406		862,406	
Abutment Piles	LM	588	2,186		1,285,080	
APPROACHES						
Walls and Pavement	Item	-	5,766,710		5,766,710	
Piles	LM	1,100	2,186		2,404,061	
OTHERS						
PAVEMENT IMPROVEMENTS	SQM	6,020	742		4,465,034	
TRAFFIC SIGNALS	Item	-	0		0	
TRAM TRACK RELOCATION	LM	0	0		0	
MAJOR UTILITIES	Item	-	2,439,030		2,439,030	
LIGHTING	LM	633	3,000		1,899,000	
Sub-total					101,541,931	
OTHER UTILITIES	%	5			5,077,097	
DRAINAGE	%	5			5,077,097	
Total Direct Cost					111,696,124	
INDIRECT COST	%	30			33,508,837	
LAND ACQUISITION	SQM	0	14,000		0	
Construction Cost					145,204,961	
ENGINEERING SERVICES	%	10			14,520,496	
CONTINGENCY	%	10			14,520,496	
Project Cost					174,245,954	

表8.2.8(e) 交差点 No.10 の立体交差工事費

Intersection No. 10 (2 Lanes, 474m)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
SUPERSTRUCTURE						
Steel Superstructure	Item	-	8,677,800		8,677,800	
PC 20m Spans	No.	8	1,231,887		9,855,096	
SUBSTRUCTURE						
Concrete Piers	Item	-	1,126,364		1,126,364	
Steel Piers	Ton	81	34,760		2,829,472	
Pilecaps	Item	-	1,942,420		1,942,420	
Pier Piles	LM	2,572	2,186		5,621,132	
Abutments	Item	-	463,078		463,078	
Abutment Piles	LM	512	2,186		1,118,981	
APPROACHES						
Walls and Pavement	Item	-	4,102,060		4,102,060	
Piles	LM	1,600	2,186		3,496,816	
OTHERS						
PAYEMENT IMPROVEMENTS	SQM	1,939	742		1,438,156	
TRAFFIC SIGNALS	Item	-	1,000,000		1,000,000	
TRAM TRACK RELOCATION	LM	830	10,000		8,300,000	
MAJOR UTILITIES	Item	-	1,689,669		1,689,669	
LIGHTING	LM	474	3,000		1,422,000	
Sub-total					53,083,044	
OTHER UTILITIES	%	5			2,654,152	
DRAINAGE	%	5			2,654,152	
Total Direct Cost					58,391,349	
INDIRECT COST	%	30			17,517,405	
LAND ACQUISITION	SQM	0	14,000		0	
Construction Cost					75,908,753	
ENGINEERING SERVICES	%	10			7,590,875	
CONTINGENCY	%	10			7,590,875	
Project Cost					91,090,504	

表 8.2.9(a) 交差点 No. 2 の平面改良工事費

Intersection No. 2 (At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
Pavement						
Asphalt Pavement A-1	SQM	3,000	998		2,993,580	
Asphalt Pavement A-2	SQM	21,500	742		15,946,550	
OTHERS						
TRAFFIC SIGNALS	SET	2	1,000,000		2,000,000	
TRAM TRACK RELOCATION	LM	600	10,000		6,000,000	
LIGHTING	LM	400	3,000		1,200,000	
Miscellaneous	%	25			7,035,033	
Total Direct Cost						35,175,163
INDIRECT COST						
	%	30			10,552,549	
LAND ACQUISITION						
	SQM	750	14,000		10,500,000	
	ITEM	-			90,000,000	
Construction Cost						146,227,711
ENGINEERING SERVICES						
	%	10			14,622,771	
CONTINGENCY						
	%	10			14,622,771	
Project Cost						175,473,254

表 8.2.9(b) 交差点 No. 3 の平面改良工事費

Intersection No. 3 (At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
Pavement						
Asphalt Pavement A-1	SQM	140	998		139,700	
Asphalt Pavement A-2	SQM	11,800	742		8,752,060	
OTHERS						
TRAFFIC SIGNALS	SET	1	1,000,000		1,000,000	
TRAM TRACK RELOCATION	LM	0	10,000		0	
LIGHTING	LM	400	3,000		1,200,000	
Miscellaneous	%	25			2,772,940	
Total Direct Cost						13,864,701
INDIRECT COST						
	%	30			4,159,410	
LAND ACQUISITION						
	SQM	0	14,000		0	
Construction Cost						18,024,111
ENGINEERING SERVICES						
	%	10			1,802,411	
CONTINGENCY						
	%	10			1,802,411	
Project Cost						21,628,933

表 8.2.9(c) 交差点 No.4 の平面改良工事費

Intersection No. 4 (At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
Pavement						
Asphalt Pavement A-1	SQM	110		998		109,765
Asphalt Pavement A-2	SQM	9,300		742		6,897,810
OTHERS						
TRAFFIC SIGNALS	SET	1		1,187,500		1,187,500
TRAM TRACK RELOCATION	LM	620		10,000		6,200,000
LIGHTING	LM	500		3,000		1,500,000
Miscellaneous	%	25				3,973,769
Total Direct Cost						19,868,849
INDIRECT COST						
	%	30				5,960,653
LAND ACQUISITION						
	SQM	0		14,000		0
Construction Cost						25,829,496
ENGINEERING SERVICES						
	%	10				2,582,950
CONTINGENCY						
	%	10				2,582,950
Project Cost						30,995,395

表 8.2.9(d) 交差点 No.7 の平面改良工事費

Intersection No. 7 (At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
Pavement						
Asphalt Pavement A-1	SQM	50		998		49,893
Asphalt Pavement A-2	SQM	11,000		742		8,158,700
OTHERS						
TRAFFIC SIGNALS	SET	1		1,000,000		1,000,000
TRAM TRACK RELOCATION	LM	0		10,000		0
LIGHTING	LM	400		3,000		1,200,000
Miscellaneous	%	25				2,602,148
Total Direct Cost						13,010,741
INDIRECT COST						
	%	30				3,903,222
LAND ACQUISITION						
	SQM	0		14,000		0
Construction Cost						16,913,964
ENGINEERING SERVICES						
	%	10				1,691,396
CONTINGENCY						
	%	10				1,691,396
Project Cost						20,296,756

表8.2.9(e) 交差点 No. 8 の平面改良工事費

(3 lanes each way on J.L. Nehru Road)

Intersection No. 8 (3 Lane At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)	
			Total Financial	Cost (Rs.) Total Financial
Pavement				
Asphalt Pavement A-1	SQM	9,300	998	9,280,098
Asphalt Pavement A-2	SQM	10,500	742	7,787,850
OTHERS				
TRAFFIC SIGNALS	SET	1	1,187,500	1,187,500
TRAM TRACK RELOCATION	LM	1,000	10,000	10,000,000
LIGHTING	LM	500	3,000	1,500,000
Miscellaneous	%	25		7,438,862
Total Direct Cost				37,194,310
INDIRECT COST				
LAND ACQUISITION	%	30		11,158,293
	SQM	0	14,000	0
Construction Cost				48,352,603
ENGINEERING SERVICES	%	10		4,835,260
CONTINGENCY	%	10		4,835,260
Project Cost				58,023,124

表8.2.9(f) 交差点 No. 8 の平面改良工事費

(4 lanes each way on J.L. Nehru Road)

Intersection No. 8 (4 Lane At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)	
			Total Financial	Cost (Rs.) Total Financial
Pavement				
Asphalt Pavement A-1	SQM	12,500	998	12,473,250
Asphalt Pavement A-2	SQM	10,500	742	7,787,850
OTHERS				
TRAFFIC SIGNALS	SET	1	1,187,500	1,187,500
TRAM TRACK RELOCATION	LM	1,000	10,000	10,000,000
METRO ENTRANCE MODIF.	ITEM	-	-	3,125,000
LIGHTING	LM	500	3,000	1,500,000
Miscellaneous	%	25		9,018,400
Total Direct Cost				45,092,000
INDIRECT COST				
LAND ACQUISITION	%	30		13,527,600
	SQM	0	14,000	0
Construction Cost				58,619,600
ENGINEERING SERVICES	%	10		5,861,960
CONTINGENCY	%	10		5,861,960
Project Cost				70,343,520

表 8.2.9(g) 交差点 No.10 の平面改良工事費

Intersection No. 10 (At-Grade)

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)	Cost (Rs.)
			Total Financial	Total Financial
Pavement				
Asphalt Pavement A-1	SQM	0	998	0
Asphalt Pavement A-2	SQM	9,100	742	6,749,470
OTHERS				
TRAFFIC SIGNALS	SET	1	1,000,000	1,000,000
TRAM TRACK RELOCATION	LM	600	10,000	6,000,000
LIGHTING	LM	400	3,000	1,200,000
Miscellaneous	%	25		3,737,368
Total Direct Cost				18,686,838
INDIRECT COST				5,606,051
LAND ACQUISITION	%	30		
	SQM	0	14,000	0
Construction Cost				24,292,889
ENGINEERING SERVICES	%	10		2,429,289
CONTINGENCY	%	10		2,429,289
Project Cost				29,151,467

表8.2.10(a) Esplanadeの立体駐車場構造物の工事費

Esplanade Overhead Parking

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)	Cost (Rs.)
			Total Financial	Total Financial
STRUCTURE				
Concrete Piers	CUM	13,941	1,627	22,679,776
Steel forming	SQM	23,514	139	3,257,394
Reinforcing	TON	2,091	14,891	31,136,767
Excavation	CUM	3,848	86	332,236
Hand Excavation	CUM	0	106	0
Backfill	CUM	3,272	18	59,060
Piles	LM	5,400	2,186	11,801,754
Diaphragm wall	SQM	0	4,500	0
Strutting	TON	0	17,249	0
Electrical Services	SQM	5,000	1,000	5,000,000
Mechanical Services	SQM	2,000	4,500	9,000,000
Finishing	SQM	5,000	4,500	22,500,000
TRAM TRACK RELOCATION	LM	700	10,000	7,000,000
MISCELLANEOUS	%	10		11,276,699
Total Direct Cost				124,043,687
INDIRECT COST	%	30		37,213,106
Construction Cost				161,256,793
ENGINEERING SERVICES	%	10		16,125,679
CONTINGENCY	%	10		16,125,679
Project Cost				193,508,152

表8.2.10(b) BBD Bagの地下駐車場構造物の工事費

BBD underground parking

Item	Unit	Quantity	Unit Price (Rs.)		Cost (Rs.)	
			Total Financial	Total Financial	Total Financial	Total Financial
STRUCTURE						
Concrete Piers	CUM	25,718	1,627		41,839,071	
Steel forming	SQM	28,748	139		3,982,460	
Reinforcing	TON	2,572	14,891		38,299,266	
Excavation	CUM	89,459	86		7,723,890	
Hand Excavation	CUM	5,000	106		531,300	
Backfill	CUM	4,972	18		89,745	
Piles	LM	0	2,186		0	
Diaphragm wall	SQM	4,902	4,500		22,059,000	
Strutting	TON	1,694	17,249		29,219,637	
Electrical Services	SQM	19,886	1,000		19,886,000	
Mechanical Services	SQM	19,886	4,500		89,487,000	
Finishing	SQM	19,886	4,500		89,487,000	
TRAM TRACK RELOCATION	LM	0	10,000		0	
MISCELLANEOUS	%	10			34,260,437	
Total Direct Cost					376,864,806	
INDIRECT COST	%	30			113,059,442	
Construction Cost					489,924,248	
ENGINEERING SERVICES	%	10			48,992,425	
CONTINGENCY	%	10			48,992,425	
Project Cost					587,909,097	

第9章

代替案の評価

第9章 代替案の評価

9.1 技術的評価

本節では、5-3-5 で設定した交差点改良案による交通流の変化から生じる効果について評価した。交通流シミュレーションによる結果を主体に、現地調査による道路幅員等の他の要素も含め、技術的評価を行った。

9.1.1 代替案-1

この代替案は、A. J. C. Bose Road の南及び東側に位置する交差点 (No. 5, No. 6, 及びNo. 1) とカルカッタ市の中心部を通過するJ. L. Nehre Roadの交差点 (No. 2 とNo. 8) の立体交差の建設を提案している。

これら5つの交差点の将来交通量は、平面交差点の容量をオーバーすることが予想されるが、交通流シミュレーションによれば、これらの交差点の立体交差の建設により、将来の混雑及び遅れを大幅に緩和する効果が得られることが期待できることがわかった。

交差点No. 5 とNo. 6 は平面の道路幅員の制限から、2車線の立体交差となる。したがって、その運用は一方通行となり、時間帯によるリバーシブルレーンとして運用することが考えられる。当交差点の交通パターンには顕著なピークがなく、側道も2車線しか確保できないため、主流の交通を処理するには十分でなく、立体交差を利用しない方向の交通は、平面街路上で混雑することが予想される。

また、交差点No. 5 とNo. 6 の立体交差の間には、いくつかの小規模交差点があり、立体交差からの交通がこれらの交差点で右左折する局地交通と輻輳し、交通混雑が発生することが予想され、立体交差の効果を低減させることになる。

しかし、交差点No. 5 とNo. 6 の立体交差を連結した場合は3車線立体交差の建設が可能である。この場合の運用は、中央車線をリバーシブルレーンとして、交通状況に応じ多い方の交通に割り当てることが考えられる。これをより効果的に、安全に運用するためには各レーンの現在の運用方向を表示する頭上式の標識を設置するとともに、リバーシブルレーンのレーンマーキングに沿ってセーフティーコーンを設置することも必要である。また、マスメディアを通じ、この様な交通運用に関する情報を利用者に対し提供することも必要である。

この様な運用が、効率良く、安全に実施できた場合には、交差点容量としては3車線道路でもかなりの改善を期待できる。また、交差点No. 5 とNo. 6 の間の小規模交差点も局地交通のみを処理することとなり、これらの交差点での交通混雑は減少するものと考えられる。

宗教施設に面している交差点 No. 1 の現在の交通容量の不足は、立体交差の建設により改善されることが期待でき、これにより南北方向の交通の改善が期待できる。また一方通行のペアー道路であるLenin SaraniとS. N. Banerjeeについても南北方向の交通による輻輳の減少により、交通容量が向上することが期待できる。

交差点 No. 2 の立体交差は、地下鉄の上に建設されることになる。このような建造物は多額の費用が必要となるばかりでなく、建設自体も非常に困難であるので、代替案として交差点の平面交差改良案が考えられる。シミュレーションによるとこの案でも立体交差と同等の交通の改善がみられた。この改良案では車道部の拡幅とともに、将来の歩道橋建設を見込んで、橋脚と階段部分を収容するために、歩道についても拡幅することになる。

交差点 No. 8 の立体交差は、交差点での南北方向の交通と東西方向の交通を分離することにより、交通混雑が減少することが期待できる。

9.1.2 代替案 - II

代替案 II は、代替案 I の提案に交差点 No. 4, No. 7 と No. 10 立体交差の建設を加えたものであり、鉄道線路の上を越える Lock Gate Road の立体交差（交差点 No. 9）を No. 4 と No. 7 の立体交差の代わりに建設するというサブオプションを設けている。

5 枝交差点である交差点 No. 4 は道路数幅員の制約から 3 車線の立体交差を提案しているが、この改良により交通流は大幅に改善することが期待できる。この場合の交通運用は、交差点 No. 5 と No. 6 の連続立体交差の場合と同様の中央車線のリバーシブル運用となろう。

交差点 No. 7 は狭い道路上での立体交差の建設というメリットから、南北方向の交通処理の面で交差点容量を増加させる結果となっている。

鉄道敷をオーバーする立体交差を建設する Lock Gate Road（交差点 No. 9）が開通した場合、北部の B. T. Road からの交通が Lock Gate Road と交差点 No. 4 に分散されることになる。これによる交差点 No. 4 への交通量の減少に伴い、5 枝交差点である交差点 No. 4 は交通流を阻害しないように 4 枝交差としての運用やモニュメントを移設するといった平面改良の実施で、交通需要に対する処理上の問題はなくなるであろう。したがって、Lock Gate Road での立体交差の建設は、交差点 No. 4, No. 7 での立体交差の建設と同様の効果をもたらすものと考えられる。しかしながら、Lock Gate 立体交差に先立ち、Kashpur Road 及び Lock Gate Road 南側終点部分への接続の整備と Lock Gate Road / Barakpur Road における整備が必要である。

市内への流入部に位置する当地点は、北部の都市化が進展している Barakpur や Kalyani 地区へのアクセス上重要な地点である。交差点 No. 4 での低い交通容量は交通需要に対する制約となり、他ルートへ交通が転換するという結果になっているが、もし、Lock Gate Road が改善されれば、当地点での潜在交通需要により、交通量は急激に増加するものと思われる。このような CMD の北部地域からの需要に対しては、本調査での提案する改善策以外にも Central Canal 上の橋梁の拡幅や Hooghly に沿った環状道路の新設の様な方策が必要となると思われる。

交差点 No. 10 では南北、東西の両方向とも道路幅員は 4 車線、あるいは 3 車線の立体交差を収容するに十分ではない。しかし、Eastern Metropolitan Bypass へのアクセス改善に伴う東西方向の潜在的な交通需要を考えれば、東西方向 2 車線の立体交差

で、将来の交通状況が改善されるものと考えられる。この立体交差の運用は、Park Streetで実施されていると同様な時間帯による一方通行となるであろう。

9.1.3 代替案Ⅲ

代替案Ⅲは、検討対象の10箇所の交差点すべてについて立体交差を建設するケースである。シミュレーションによれば代替案Ⅰに対し、交差点No. 3, 4及びNo. 7に立体交差を追加建設する場合の便益の増加分はほんのわずかであった。従って、No. 4, 7とNo. 9の立体交差を同時に建設する必要あまりない。また交差点No. 3についても1998年までの将来交通量が平面交通量の容量をオーバーすることはなく、1998年まで立体交差を建設する必要はないものと思われる。

交通は動的で交通需要は常に変動しており、時間帯によっては交差点No. 3, 4及びNo. 7でも交通混雑が生じることもありうるが、立体交差を建設して解消をはかるほどの状況ではないものと思われる。従って路面電車の軌道の改善を含めた、平面交差点の改良を実施することが妥当と考えられる。

9.2 経済分析

9.2.1 交差点改良案に対する経済評価

交差点改良に対する代替案の経済的妥当性を検討するため、経済分析を実施した。経済分析に用いた経済指標は次の通りである。

1. IRR (内部収益率)
2. B/C Ratio (費用便益比)
3. NPV (純現在価値)

これらの経済指標を算出するための前提条件は次の通りである。

1. 建設費	: 第8章で積算した代替案の経済コスト
2. 建設期間	: 9.6節に示した各代替案の建設期間
3. 耐用年数	: 20年
4. 維持費	: 建設費の4%
5. 時間節減による便益	: 各代替案の総遅れ時間の節減分を貨幣価値換算
6. 燃料料節減による便益	: 旅行速度の向上に伴う燃料消費量の節減
7. 割引率	: 12%

いかなる経済分析においても最も重要である要素は、調査対象地域における時間評価値である。本調査においては、IRCの“Manual of Economic Evaluation of Highway Projects in India”で示されている時間評価値を西ベンガル州での国民所得GRPの変動率により1992年に補正した値を用いている。1984年における乗用車及びタクシーの乗客の時間評価値は8.21Rs/hであり、1984年からの国民所得の増加から、現在の単価を増加させるとともに、将来においてもこの成長率を仮定している。

(1) 代替案 I

交差点No. 1, 2, 5, 6, 8の改良案がこの代替案である。交差点No. 5, 6に関してはそれぞれ個別に立体交差を建設する場合と連続して設置する場合、交差点No. 2に関しては立体交差を建設する場合と平面改良を実施する場合のそれぞれのオプションを設けており、これらの経済指標を示すと次の通りである。

オプション案I-1, I-2を比較すれば、I-2の経済指標はI-1に比べやや低い。これは主に交差点No. 5とNo. 6の連続立体交差の建設費が高くなるためである。

しかしながら、オプション案I-2とI-3では、I-3が経済指標は高くなっているとともに、I-1の経済指標をも上回っている。これは交差点No. 2平面交差改良の建設費が安いこと、交差点No. 5とNo. 6を連続立体交差とすることによる建設コストの増加分を十分に埋め合わせているためである。

表9.2.1 代替案 I のオプション案の比較

オプション (立体交差No)	経済コスト (百万RS)	便 益 (百万RS)	IRR (%)	B/C	NVP (百万RS)
I-1 No. 1, 2, 5, 6, 8	1,188	1,258	12.9	1.1	70
I-2 No. 1, 2, 5-6, 8	1,535	1,491	11.5	1.0	-44
I-3 No. 1, 2(G), 5-6, 8	1,292	1,462	14.0	1.1	170

注) No. 5-6 : No. 5, No. 6 連続立体交差

No. 2(G) : No. 2 平面交差改良

(2) 代替案 II

この代替案に関しては代替案 I に、交差点No. 10を加えた場合の便益の増加と、交差点 No. 9の立体交差の方がNo. 4とNo. 7の立体交差に比べ便益が高いかどうかという点について分析している。分析結果は表9.2.2の通りである。

オプションII-1とII-2の比較では、II-2の方が高い経済指標を示しており、交差点No. 10の建設費が比較的低いため、No. 10についても立体交差を建設した方がB/Cが高くなる事が分かる。

表9.2.2 代替案Ⅱのオプション案の比較

オプション (立体交差No)	経済コスト (百万RS)	便 益 (百万RS)	IRR (%)	B/C	NVP (百万RS)
Ⅱ-1 As in I-2, and No. 4, 7, 3(G)	1,809	1,871	12.6	1.0	62
Ⅱ-2 As in I-2, and No. 4, 7, 10, 3(G)	1,866	2,132	14.2	1.1	266
Ⅱ-3 As in I-2, and No. 9, 10, 3(G), 4(G), 7(G)	1,723	2,204	16.0	1.3	481
Ⅱ-4 As in I-3, and No. 9, 10, 3(G), 4(G), 7(G)	1,474	2,176	18.4	1.5	702

注) No. 5-6 : No. 5, No. 6 連続立体交差
No. 2(G) : No. 2 平面改良

オプションⅡ-2とⅡ-3では、Ⅱ-3の経済指標が高く、交差点 No. 9の立体交差の建設がNo. 4, No. 7での建設に比べ有益であるということがわかる。これは、No. 9の建設費がNo. 4とNo. 7の合計の建設費に比べ低いにもかかわらず、交通流の改善という点ではほぼ同様の効果があるためである。

オプションⅡ-4はⅡ-3と同じであるがNo. 2に於いては平面交差改良とした場合である。このオプションが最高の経済指標を示しており、本調査に於いて最も推奨されるオプションである。

(3) 代替案Ⅲ

代替案Ⅲは10ヶ所の交差点での改良案をすべて含むケースであり、その結果は表9.2.3の通りである。

表9.2.3 代替案Ⅲのオプション案の比較

オプション (立体交差No)	経済コスト (百万RS)	便 益 (百万RS)	IRR (%)	B/C	NVP (百万RS)
Ⅲ-1 As in Ⅱ-3, and No. 3, 4, 7	2,124	2,212	12.7	1.0	88

この代替案の経済指標は、追加した立体交差の建設費が高い割には便益の増加が期待できないため、代替案ⅡのⅡ-2、Ⅱ-3やⅡ-4のケースに比べ低くなっている。

(4) 感度分析

経済分析に適用した状況は変化するものである。このため、状況の変化に対する経済指標の感度を分析するため、建設費と交通量を変数として採用し、9.2.1節で最も高いIRRを示したⅡ-4のケースに対し、それぞれ±5%の増減させて検討してみた。結果は表9.2.4に示す通りである。

この表から、交通量に比べると建設費の方が感度は低くことがわかる。交通量に関しては、交通量の減少により指標は増加し、逆に交通量が増加した場合、指標は減少するが、その程度は低いということがわかる。

この2つの変数とも5%減少するケースが最も良好な結果示しており、指標はかなりの増加を示している。しかしながら、建設費、交通量とも5%増加した最悪のケースでもIRRは17.7%、B/Cは1.4を示しており、代替案Ⅱ-4はこの様な場合でもフィージブルといえる。

表9.2.4 感度分析結果

		IRR			B/C		
		交通量			交通量		
		+5%	N/C	-5%	+5%	N/C	-5%
建設費	+5%	17.1		21.2	1.4		1.7
	N/C		18.4			1.5	
	-5%	18.9		23.2	1.5		1.9

N/C=交通量、建設費が変化しない場合の数値

9.2.2 駐車場に対する経済評価

駐車場の整備効果としては街路から駐車車両が排除される結果、その街路の容量が増加し走行速度が上昇する等走行性が向上することが挙げられる。ある街路の走行性が上昇すれば他の街路から交通が転換し、都心部の街路網全体としては均質化の方向になることが予想される。しかし、このような現象を考慮して整備効果を定量的に把握することは最新のシミュレーション手法を用いても不可能であるので、本調査では各駐車場の影響圏内の主要な街路に於いて駐車車両が排除されたことによる効果のみを考慮することとする。

走行速度調査の結果に基づき、駐車車両が存在する場合の走行速度は10km/h、駐車

車輛が存在しない場合は13km/hと設定する。この速度の上昇により、各街路の区間を走行した場合の時間節約量を考慮した。しかし、交通量は現況のままとし他の街路からの転換は考慮していない。以上のような仮定に基づき各駐車場の節約時間を計算すると表9.2.5 の様になる。この時間節約に対し立体交差に於けると同様に平均乗車人員と時間評価値を乗じて便益とした。

また、その他にも視認性が良くなり駐車車輛の陰から歩行者が突然現れて事故になるケースを未然に防ぐ等の交通安全に関する効果が期待できるが定量的に把握することは困難である。

表9.2.5 駐車場建設による節約時間

B. B. D. Bag Parking

No.	name of streets	length(m)	$\Delta T(\text{min.})$	volume	$v \cdot \text{min}$
1	B. B. D. Bag North	230	0.28	18,000	5,040
2	B. B. D. Bag East	230	0.28	40,000	11,200
3	N. S. Rd.	490	0.60	30,000	18,000
4	R. N. Mukerjee	270	0.32	25,000	8,000
5	B. B. D. Bag South	510	0.61	25,000	15,250
6	Brabourne	200	0.24	40,000	9,600
	total				67,090

Esplanade Parking

No.	name of streets	length(m)	$\Delta T(\text{min.})$	volume	$v \cdot \text{min}$
7	Esplanade Row East	280	0.34	13,900	4,726
8	Esplanade Row West	370	0.44	10,000	4,400
9	Govt. Palace East	560	0.67	44,000	29,480
10	Govt. Palace West	560	0.67	30,000	20,100
11	A. S. Roy & G. P. N.	580	0.70	20,000	14,000
	total				72,706

これを用い第8章で積算した工事費から経済指標を計算すると表9.2.6 の様になり、いずれの場合にもフィージブルとはならなかった。

表9.2.6 駐車場の経済分析結果

駐車場	経済コスト (百万Rs)	便 益 (百万Rs)	IRR (%)	B/C	NPV (百万Rs)
Esplanade (地上)	183	157	9.8	0.9	-26
Esplanade (地下)	556	144	-	0.3	-412
B. B. D. Bag (地下)	550	120	-	0.2	-429

9.2.3 歩行者施設に対する経済評価

歩行者施設の整備効果としては2つの種類に分けられる。すなわち、自動車交通に対しては歩行者を車道から排除できるので自動車交通の速度が上昇することによる効果、及び歩行者の歩行環境が整備されることにより歩行者の速度が上昇することによる効果である。また、歩行者の安全性、快適性が向上することによる効果が挙げられるが定量的な把握が困難であるので経済分析の対象とはできなかった。

歩行者施設が整備されることによる速度の上昇を駐車場の効果と同様に10km/hから13km/hとすれば約1.5kmの整備区間を走行することにより2.1分の時間節約がある。交通量は現在は Sealdah 駅に近い区間は殆どないが将来は鉄道線路より東側の地区の交通量が流入するので、C. R. Avenue 付近の交通量と同等と仮定して20,000台とした。以上のような仮定に基づき第10章の工事費概算結果により経済分析を行った。

また、歩行者についてはこの1.5kmの区間を約20分かけて路上商店の間を歩行しているが歩行者施設の整備により10%の歩行速度の改善があるものとし、便益に計上した。

表9.2.7 歩行者施設経済分析結果

歩行者施設	経済コスト (百万Rs)	便 益 (百万Rs)	IRR (%)	B/C	NPV (百万Rs)
歩行者施設 (1.5km)	170	136	8.7	0.8	-34

この分析によると歩行者施設はフィージブルとならなかった。しかし、この分析では交通機能のみを計上したものであり、そのほかにも考えられる定量化が困難な歩行者の快適性、安全性を考慮すればこの計画は実行する価値はあるものと思われる。

9.3 駐車施設の財務分析

9.3.1 基本的条件

提案した駐車施設の財務分析を行う上での前提条件は次の通りである。

項目	Esplanade 地 上 (Case1)	地 下 (Case2)	B. B. D. BAG 地 下 (Case3)
駐車容量	779	759	784
回転率	6.1	6.1	4.8
駐車台数/日	4,552	4,630	3,763
建設期間	2年	3年	4年
耐用年数	25年	25年	25年
維持管理費※	1.5%	3.0%	3.0%
インフレ率	3%/年	3%/年	3%/年

※建設費に対するパーセント

駐車施設の財務的妥当性を検討するため、次ような財政援助を考慮した。

1. グラント …… プロジェクトコストの50%
2. 長期ローン …… 据置期間5年間、返済期間20年間で利息8%
3. 補助金 …… 政府からの毎年の運転資金の補助

カルカッタにおける駐車料金は、現在、1時間あたり1～2ルピーであるが、将来的な投資を考慮し、駐車料金を次のように仮定した。

期 間	1時間あたり駐車料金
1996-2000	2.5 ルピー
2001-2005	3.0
2006-2010	4.0
2011-2015	5.5
2016-	7.5

駐車施設の建設費は第8章で積算されている通りであり、建設費に用地費は含まれていない。

9.3.2 分析結果

(1) ケース1 Esplanade での地上駐車施設

Esplanade での地上駐車施設に対する財務分析をみると、もし総建設費の50%を無償で借り入れ、残りを利息8%のローンとした場合、供用開始後21年で黒字となり収益が生じることとなり、財政的にフィージブルとなる。もし、無償の資金が建設期間の2年間の間に確保できない場合は、ローンの返済が供用開始年から始まっても、同額の補助金が20年間に亘って受けられる場合には財政的にフィージブルとなり、この場合は供用後20年で収益が生じることになる。

(表9.3.1 参照)

(2) ケース2 Esplanade での地下駐車施設

同様の財務分析によれば、Esplanade に地下駐車施設を建設した場合は無償分を70%まで増大させても財政的にフィージブルとならないという結果である。建設費はケース1の2.9倍も高い上に駐車料金による毎年の収入のみではこの様な地下施設の維持管理費もカバーできないほど低いためである。

もし、Esplanade での地下駐車施設を行政的にフィージブルにするためには、建設期間中に総建設費の50%の無償資金を確保するとともに、プロジェクトの耐用期間の間中、毎年30百万ルピーの補助金が必要となる。(表9.3.2 参照)

したがって、Esplanade においては、地上駐車施設の建設が提案される。また、この様なインフラ施設の投資に対する収入増を図るためには、他の商業施設との合体等について考慮することも必要である。提案施設の位置は、カルカッタの商業地区に極めて近いため、駐車施設の中へ商業スペースを取り組み、付加的な収入を生み出すことは、そのプロジェクトをよりフィージブルな状態にする手助けとなるであろう。

(3) B. B. D. Bag での地下駐車施設

B. B. D. Bag での地下駐車施設は、無償分を拡大(70%)してもフィージブルとはならない。したがって、高い維持管理費をカバーするため、さらに多くの補助金が必要となり、建設費の50%を無償分で確保するとともに、プロジェクトの耐用期間を通じて毎年35百万ルピーの補助金を得て、はじめて財政的にフィージブルとなる。

政府への負担を軽減しつつ、当施設の実現を図る方策としては、Esplanade の駐車施設で得られる商業施設の取り組みによる収入を割り当てることが考えられる。また、この収入でB. B. D. Bagの駐車施設の運営費の赤字分に対する補填もできると考えられる。

9.3.3 結 論

- ・カルカッタにおける地下駐車施設は、駐車料金の収入のみでは財政的にフィージブルとはならない。
- ・地上駐車施設は無償資金（建設費の50%）が供与されれば財政的にフィージブルとなる。
- ・駐車施設の採算性を改善するには、例えば駐車施設の上に商業施設を建設し、複合施設として収入増をはかる必要がある。

表9.3.1. 立体駐車施設収支分析結果 (Espianade)

Case: Espianade Above Ground

Year	Revenue	Operation/ Maintenance Outlays	Construc Cost	Net Revenue	Loan Taken	Grant/ Subsidy	Total Inflow	Loan Repay- ment	Interest	Total Outflow	Balance At Year	Cumulative Balance
1994			96760	-96760	48,380	4,838	-43542	0	3,870	3,870	-47412	-47412
1995			96760	-96760	48,380	4,838	-43542	0	7,741	7,741	-51283	-98695
1996	8,672	2,419		6253		4,838	11091	4,838	7,741	12,579	-1487	-100183
1997	8,672	2,492		6181		4,838	11019	4,838	7,354	12,192	-1173	-101356
1998	8,672	2,566		6106		4,838	10944	4,838	6,967	11,805	-861	-102216
1999	8,672	2,643		6029		4,838	10867	4,838	6,580	11,418	-551	-102767
2000	8,672	2,723		5950		4,838	10788	4,838	6,193	11,031	-243	-103010
2001	10,407	2,804		7603		4,838	12441	4,838	5,806	10,644	1797	-101213
2002	10,407	2,888		7518		4,838	12356	4,838	5,419	10,257	2100	-99113
2003	10,407	2,975		7432		4,838	12270	4,838	5,032	9,870	2400	-96712
2004	10,407	3,064		7343		4,838	12181	4,838	4,644	9,482	2698	-94014
2005	10,407	3,156		7251		4,838	12089	4,838	4,257	9,095	2993	-91021
2006	13,876	3,251		10625		4,838	15463	4,838	3,870	8,708	6755	-84266
2007	13,876	3,348		10527		4,838	15365	4,838	3,483	8,321	7044	-77222
2008	13,876	3,449		10427		4,838	15265	4,838	3,096	7,934	7331	-69892
2009	13,876	3,552		10323		4,838	15161	4,838	2,709	7,547	7614	-62278
2010	13,876	3,659		10217		4,838	15055	4,838	2,322	7,160	7895	-54383
2011	19,079	3,769		15311		4,838	20149	4,838	1,935	6,773	13375	-41008
2012	19,079	3,882		15198		4,838	20036	4,838	1,548	6,386	13649	-27358
2013	19,079	3,998		15081		4,838	19919	4,838	1,161	5,999	13920	-13438
2014	19,079	4,118		14961		4,838	14961	4,838	774	5,612	9349	-4089
2015	19,079	4,242		14838		4,838	14838	4,838	387	5,225	9613	5523
2016	26,017	4,369		21648			21648		0	0	21648	27171
2017	26,017	4,500		21517			21517		0	0	21517	48689
2018	26,017	4,635		21382			21382		0	0	21382	70071
2019	26,017	4,774		21243			21243		0	0	21243	91314
2020	26,017	4,917		21100			21100		0	0	21100	112414
Total	390,258	88,195	193,520	108,543	96,760	96,760	302,063	96,760	92,890	189,650	112,414	

(in thousand rupee)

Note: Grant at 50% of Project Cost

Long Term Loan at 8% Interest Rate for 50% of the Project Cost

表 9.3.2 地下駐車施設収支分析結果 (Esplanade)

Case: Esplanade Under Ground

Year	Revenue	Operation/ Maintenance Outlays	Constru Cost	Net Revenue	Long Term Loan	Grant/ Subsidy	Total Inflow	Loan Repay- ment	Interest	Total Outflow	Balance At Year	Cumulativ Balance
1994			185,852	-185,852	92,926	92,926	0	0	7,434	7,434	-7434	-7434
1995			185,852	-185,852	92,926	92,926	0	0	14,868	14,868	-14868	-22302
1996			185,852	-185,852	92,926	92,926	0	0	22,302	22,302	-22302	-44604
1997	8,450	13,939		-5489		30,000	24511	13,939	22,302	36,241	-11730	-56335
1998	8,450	14,357		-5907		30,000	24093	13,939	21,187	35,126	-11033	-67368
1999	8,450	14,788		-6338		30,000	23662	13,939	20,072	34,011	-10349	-77717
2000	8,450	15,231		-6782		30,000	23218	13,939	18,957	32,896	-9677	-87395
2001	8,450	15,688		-7239		30,000	22761	13,939	17,842	31,781	-9019	-96414
2002	10,140	16,159		-6019		30,000	23981	13,939	16,727	30,666	-6685	-103099
2003	10,140	16,644		-6504		30,000	23496	13,939	15,612	29,550	-6055	-109153
2004	10,140	17,143		-7003		30,000	22997	13,939	14,496	28,435	-5439	-114592
2005	10,140	17,657		-7518		30,000	22482	13,939	13,381	27,320	-4838	-119430
2006	10,140	18,187		-8047		30,000	21953	13,939	12,266	26,205	-4253	-123682
2007	13,520	18,733		-5213		30,000	24787	13,939	11,151	25,090	-303	-123986
2008	13,520	19,295		-5775		30,000	24225	13,939	10,036	23,975	250	-123736
2009	13,520	19,874		-6354		30,000	23646	13,939	8,921	22,860	786	-122949
2010	13,520	20,470		-6950		30,000	23050	13,939	7,806	21,745	1305	-121644
2011	13,520	21,084		-7564		30,000	22436	13,939	6,691	20,630	1806	-119838
2012	18,589	21,716		-3127		30,000	26873	13,939	5,576	19,514	7359	-112479
2013	18,589	22,368		-3778		30,000	26222	13,939	4,460	18,399	7822	-104657
2014	18,589	23,039		-4449		30,000	25551	13,939	3,345	17,284	8266	-96391
2015	18,589	23,730		-5141		30,000	24859	13,939	2,230	16,169	8690	-87700
2016	18,589	24,442		-5852		30,000	24148	13,939	1,115	15,054	9093	-78607
2017	25,349	25,175		174		30,000	30174		0	0	30174	-48433
2018	25,349	25,930		-581		30,000	29419		0	0	29419	-19014
2019	25,349	26,708		-1359		30,000	28641		0	0	28641	9627
2020	25,349	27,510		-2160		30,000	27840		0	0	27840	37466
2021	25,349	28,335		-2986		30,000	27014		0	0	27014	64481
Total	380,239	508,202	557,556	(685,519)	278,778	1,028,778	622,037	278,778	278,778	557,556	64,481	

(in thousand rupee)

Note: Grant at 50% of Project Cost, and Yearly Subsidy at 30 million

Long Term Loan at 8% Interest Rate

表 9.3.3 地下駐車施設収支分析結果 (B. B. D. Bag)

Case: BBD Bag Under Ground

Year	Revenue	Operation/ Maintenance Outlays	Constru Cost	Net Revenue	Long Term Loan	Grant/ Subsidy	Total Inflow	Loan Repay- ment	Interest	Total Outflow	Balance At Year	Cumulativ Balance
1994			146,994	-146994	73,497	73,497	0	0	5,880	5,880	-5880	-5880
1995			146,994	-146994	73,497	73,497	0	0	11,760	11,760	-11760	-17639
1996			146,994	-146994	73,497	73,497	0	0	17,639	17,639	-17639	-35279
1997			146,994	-146994	73,497	73,497	0	0	23,519	23,519	-23519	-58798
1998	6,867	14,699		-7832		35,000	27168	14,699	23,519	38,218	-11050	-69848
1999	6,867	15,140		-8273		35,000	26727	14,699	22,343	37,042	-10315	-80163
2000	6,867	15,595		-8727		35,000	26273	14,699	21,167	35,866	-9594	-89757
2001	6,867	16,062		-9195		35,000	25805	14,699	19,991	34,691	-8885	-98642
2002	6,867	16,544		-9677		35,000	25323	14,699	18,815	33,515	-8191	-106833
2003	8,241	17,041		-8800		35,000	26200	14,699	17,639	32,339	-6138	-112972
2004	8,241	17,552		-9311		35,000	25689	14,699	16,463	31,163	-5474	-118445
2005	8,241	18,078		-9837		35,000	25163	14,699	15,287	29,987	-4824	-123269
2006	8,241	18,621		-10380		35,000	24620	14,699	14,111	28,811	-4191	-127460
2007	8,241	19,179		-10938		35,000	24062	14,699	12,935	27,635	-3573	-131033
2008	10,988	19,755		-8767		35,000	26233	14,699	11,760	26,459	-226	-131259
2009	10,988	20,347		-9359		35,000	25641	14,699	10,584	25,283	368	-130901
2010	10,988	20,958		-9970		35,000	25030	14,699	9,408	24,107	923	-129978
2011	10,988	21,587		-10599		35,000	24401	14,699	8,232	22,931	1470	-128507
2012	10,988	22,234		-11246		35,000	23754	14,699	7,056	21,755	1999	-126509
2013	15,108	22,901		-7793		35,000	27207	14,699	5,880	20,579	6628	-119880
2014	15,108	23,588		-8480		35,000	26520	14,699	4,704	19,403	7117	-112763
2015	15,108	24,296		-9187		35,000	25813	14,699	3,528	18,227	7585	-105178
2016	15,108	25,025		-9916		35,000	25084	14,699	2,352	17,051	8032	-97146
2017	15,108	25,775		-10667		35,000	24333	14,699	1,176	15,875	8458	-88688
2018	20,602	26,549		-5946		35,000	29054		0	0	29054	-59634
2019	20,602	27,345		-6743		35,000	28257		0	0	28257	-81377
2020	20,602	28,166		-7563		35,000	27437		0	0	27437	-9940
2021	20,602	29,010		-8408		35,000	26592		0	0	26592	22652
2022	20,602	29,881		-9278		35,000	25722		0	0	25722	48374
Total	309,036	535,928	587975	(814,867)	293,988	1,168,988	648,108	293,988	305,747	599,735	48,374	

(in thousand rupee)

Note: Grant at 50% of Project Cost, and Yearly Subsidy at 35 million

Long Term Loan at 8% Interest Rate

9.4 社会及び環境に与える影響

立体交差の建設に伴い、社会や環境に対して影響が発生するものと考えられるが、これらの影響について述べると次の通りである。

9.4.1 社会的効果

提案したプロジェクトの実施により、多くの数の作業員が立体交差の建設や交差点の改良事業に必要となるので現地での雇用の機会を生み出すこととなる。また地元の建設業者も仕事を得ることが考えられるので、地域経済に対し前向きなインパクトを与えるであろう。

次に立体交差に隣接した空間は、例えば車道や歩道といった道路の構成要素が秩序良く利用されるようになり、資産価値が上昇するであろう。立体交差の下の空間は駐車場としての活用が考えられ、付加的な駐車場を提供することにより、駐車場不足の解決策となりうるものと考えられる。また立体交差の建設は、荒廃した古い街区の再建に対する投資を活性化するということも考えられる。

その他、交通流の改善に伴う効果として経済分析の中で考慮した以外にも、いくつか考えられ、定量的な評価はむずかしいが次のようなことが指摘できる。

- a. 交通流及び速度の改善に伴い、業務交通や私用交通といった都市内のすべての交通の旅行時間に対する予測が可能となる。
- b. 立体交差道路上のレーンマーキングの遵守はドライブマナーの向上といった効果を生み出す。
- c. 立体交差の下の横断歩行者施設の指定は、他の場所での歩行者の横断マナーの向上に役立つ。
- d. これらの歩行者を含め交通事故の減少が期待できる。

9.4.2 環境面での効果

カルカットはすさまじい大気汚染に直面している。提案したプロジェクトの実施により交通混雑や遅れ時間の減少、旅行速度の改善により燃料消費量が減少することから、わずかではあるが大気汚染の悪化に寄与できるであろう。シミュレーションによると1998年では年間約20百万リットルの燃料消費量の節減が見込まれる。また副次的にはノロノロ運転の状態から速度が速くなるので、汚染物質発生割合は減少するものと考えられる。

提案した立体交差の勾配は、物理的な制約から5%を採用せざるを得ない数ヶ所を除いては、IRC設計基準に基づき4%に設定してある。この勾配は他の国における同様の施設に比べ低いといえる。この勾配はなだらかであり、登坂に伴う燃料消費の増加は無視できる程度である。

騒音公害に関しては、カルカットではその騒音源はエンジン音やタイヤ音ではなく、主に自動車の警音である。従って、交通流が整流化すれば警音を鳴らす必要も少なくなり、このことにより騒音公害も減少することが期待できる。

9.5 交通施設改良プロジェクトの選択

以上の結果を受け、1998年までに下記に示すプロジェクトを実施することが提言できる。実施及び支出計画には1998年までに実施すべき次のサブプロジェクトが含まれる。

9.5.1 交差点改良（代替案II-4）

以下に示す改善案の整備効果や経済的妥当性はすでに実証済みである。

交差点No. 1	.....	南北方向の立体交差
” No. 2	.....	平面改良
” No. 3	.....	”
” No. 4	.....	”
” No. 5&6	.....	連続立体交差
” No. 7	.....	平面改良
” No. 8	.....	南北方向の立体交差
” No. 9	.....	”
” No. 10	.....	東西方向の立体交差

上記以外の交差点については、プライオリティーは低いものと考えられるが、何らかの改善は実施すべきであろう。交差点No. 3, No. 4とNo. 7は少なくとも1998年までに比較的簡単な平面改良を実施すれば十分であり、もし可能なら国内の基金を利用した実施が提案できる。

9.5.2 駐車施設

調査の結果、カルカッタ都心部の路外駐車場の不足は深刻であることが分かった。このため路上駐車が多くなり、都心部の交通渋滞、公共交通の遅れなどをもたらすことになる。

しかしながら調査の結果、建設費の大半をグラントで補助しなければ路外駐車施設建設は財務的にフィージブルにはならないことが分かった。それ故、駐車場単独施設は実施計画のリストにはあげなかった。

駐車場を充足することは緊急な課題ではあるので駐車場施設を他の商業施設と一体として建設することを検討すべきである。駐車場の建設費、維持費は他の収入によりカバーできよう。Esplanadeの駐車場計画地点は路面電車のターミナルにあり、その付近は商業、交通の要地なので、この点有望な候補地である。

9.5.3 歩行者施設

Sealdah駅からB. B. D. Bagへ向けてのB. B. Ganguly Streetの歩行者交通量は特に多く、ピーク時2万人を超えている。自動車交通量もB. B. Ganguly Streetの南側終点地点において予定される工事が完了すれば、さらに増えること予想される。

この区間の道路幅はせまく、歩行者と自動車が互いに交通の流れを阻害するばかり

でなく、歩行者の安全性に問題がある。主に歩行者の安全と快適性が改善されることを評価して、高架歩道橋を実施計画のリストに加えることにした。

B. B. Ganguly Streetにおけるバスと路面電車の交通は、Raja Rammohan Sarani以西で多いので、歩行者を高架上に移せば地上の交通の流れは改善される。

B. B. Ganguly Streetの東端 Sealdah駅付近では道路の改良が予定されており、その結果、この地点でB. B. Ganguly Street上の自動車交通の急増が予測され、歩行者を高架上に移す意義が高まる。

1994年に予定されている地下鉄 Central駅の開業もB. B. Ganguly Streetの歩行者交通を高めることになろう。

9.6 実施計画

提案した工事の目標完成年度は1998年である。設計と契約に必要な時間を考慮すると建設は1994年から1997年の4年間に実施される必要がある。多くの業務が必要な割には、期間は非常に短い。必要な資金が十分に用意されればこの達成は十分に可能である。しかし、短期間に工事を完成させるために次の2点について政府レベルの強いサポートが必要である。

a. 地下埋設物と電車軌道

交差点の工事には、電車軌道敷と地下埋設物の移転が必要となるが、これらの工事は主工事の開始前に終了しなければならない。

カルカットにおける通常の工事では、主請負者が地下埋設物の移設工事を関連する政府機関に金を払って行わせている。主契約が成立すると、主請負者は移設工事の工費見積書を政府機関から受取り、必要な資金を政府機関に振り込む。政府機関は資金を受け取ると工事を実行しようとするが、彼らが実行している他の多くの工事にしばられており、新規工事の実行が遅れがちである。

このプロジェクトにとって、そのようなやり方では本工事は地下埋設物の移設工事の資金準備、承認、準備、実行に要する期間だけ遅れを生じさせるであろう。又もし主請負者が、期間内に現場での建設用地を確保できないならば、おくれによる損失は非常に高く付くであろう。

もし、移設工事が主契約に含まれ、そして主請負者によって直接に関連機関への承認申請が実施されたり、前もって各機関毎に調整がなされ、地下埋設物の移設工事が主契約の前に完了し、そして移設工事がクリティカルパスになっていなければ、総工期はかなり縮小されるだろう。この移設工事を前もって完了しておくことのメリットは地下埋設物移設に関連する予期できない工事が前もってわかり、その結果、主工事が遅れなく実行できることにある。

b. 用地買収

用地買収はいくつかのオプションを除けば、最小限にとどめている。用地買収が必要である唯一のNo. 2の平面交差点改良計画では、回教寺院の前の私有地の取得が必要である。用地買収の他に、既存の建物の取り壊しも必要となる。用地買収や補償は取り壊しや再築とともに、主工事の前になされるべきである。その結果、道路拡幅と交差点改良をスケジュールどおりに進めることができる。

用地買収における交渉と法的手順には時間がかかる。だから、No. 2の交差点改良計画が採用された場合はこれに最大のプライオリティを与えるべきである。

No. 8交差点では立体交差工事中にMaidan Parkの政府用地を一時的に利用する必要となる。また、同じ交差点の平面交差改良計画では、政府用地を永久的に確保する必要はある。