

平面及び縦断線形の要素、測点、平面曲線半径、縦断勾配曲線及び現地盤高が上記の図面の中に表わされている。

線形の検討においては、下記の項目をコントロールポイントとした。

- 現道改良部分においては、曲線部分の一部修正を含め、基本的には現在の線形を踏襲する。
- プライ河橋梁には最大勾配4%を採用する。
- 路面排水のため、最小勾配0.3%を採用する。
- 立体構造物の最小余裕高は4.75mを採用する。
- 最大盛土高は4.0mを採用する。
- 平面及び縦断線形の組み合わせについても、同時に考慮する。

(2) 横断面

B.4.3節で示されている計画道路に適切な横断面構成要素を基にして、標準横断面が設定され図B.4.3及びB.4.4に示される。

計画道路に適切な2つの比較横断面が提案される。

プラン1

有料高速道路の交点からプライの交差点区間を6車線計画とし、その他の計画道路区間を4車線計画とする。

プラン2

有料高速道路との交点からパタワース北部コンテナ埠頭区間を6車線計画とし、その他の計画道路区間を4車線計画とする。

図B.4.4は計画道路のプラン1についての計画が示されている。

(3) インターチェンジ及び交差点の設計

5ヶ所の立体交差点、及び5ヶ所の平面交差点がこの調査で提案され、図B.4.5に示される。有料高速道路とのインターチェンジに関しては、一部サービス及び全サービス・インターチェンジが比較案として作成され、経済評価の検討結果により結論が出される。

(4) 舗装設計

アスファルト舗装はコンクリート舗装との比較分析の結果、技術的だけでなく、経済性の面からも適切であることが示されており、その為、計画道路の舗装にはアスファルト舗装が提案された。またこの事は最近のベナンにおける舗装作業とも適合する。

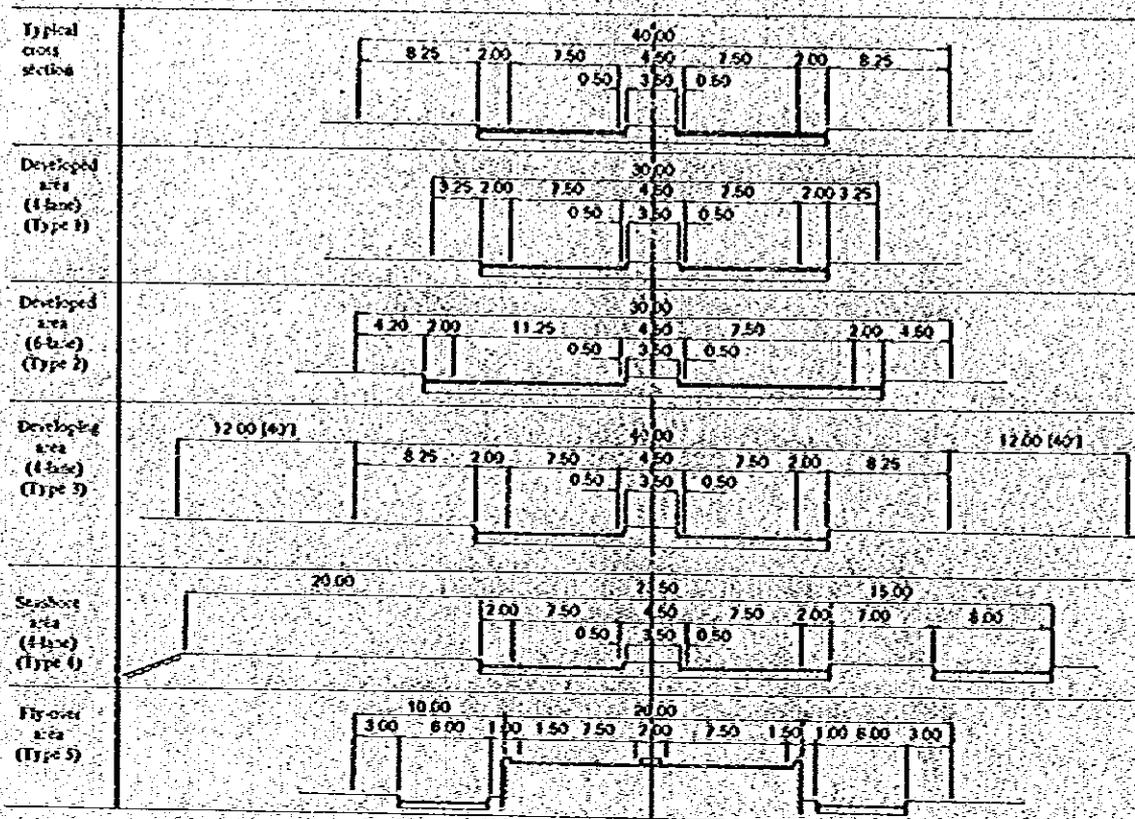


Fig. B.4.3 TYPE OF CROSS-SECTION

URBAN TRANSPORT STUDY

LARGE TOWN, BUT CONSIDERED AS SMALL METROPOLIS

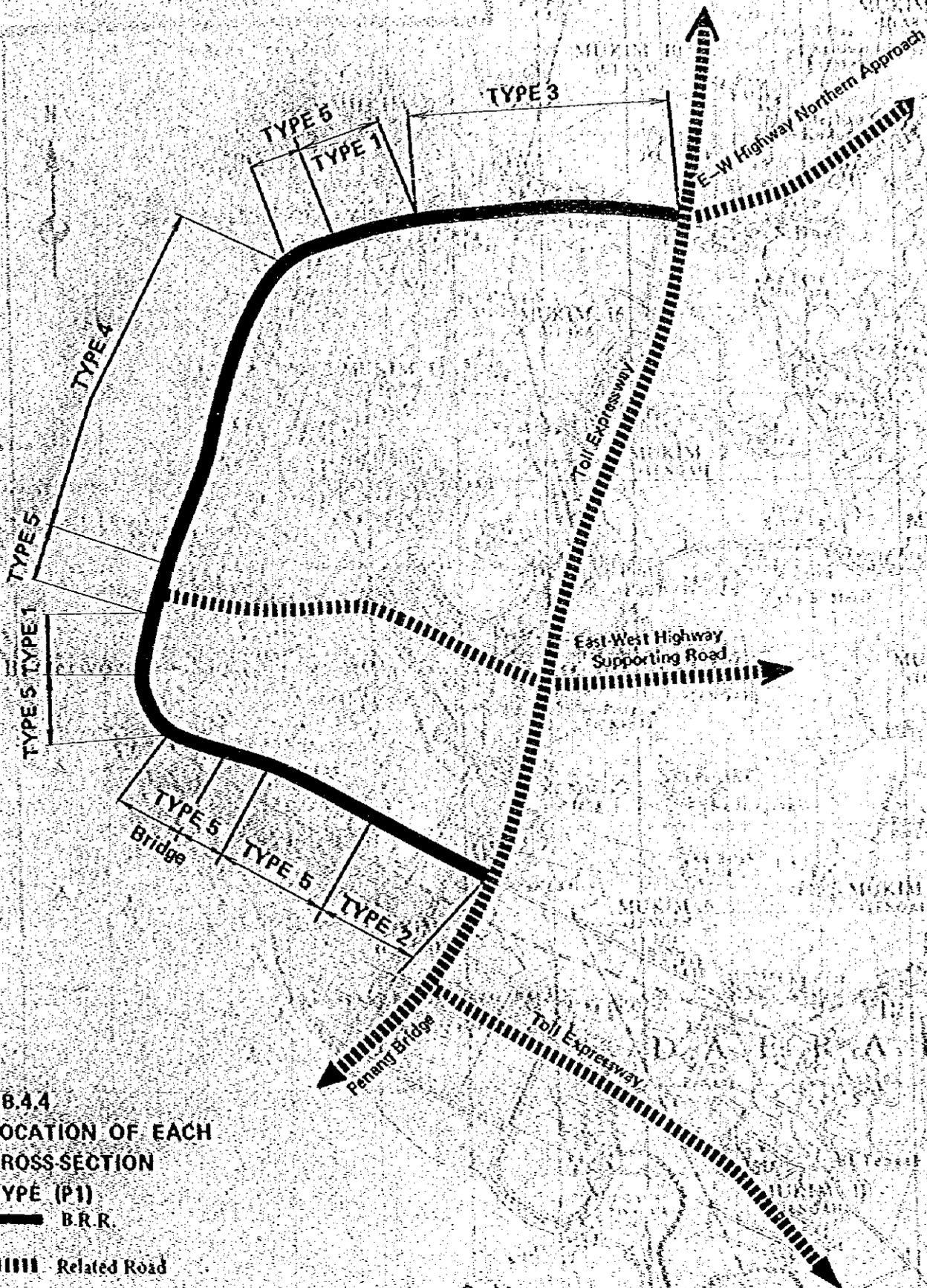


Fig. B.4.4
LOCATION OF EACH
CROSS SECTION
TYPE (P1)
B.R.R.

Related Road

URBAN TRANSPORT STUDY IN GEORGETOWN, BUTTERWORTH & BUKIT MERIAJAM

SCALE

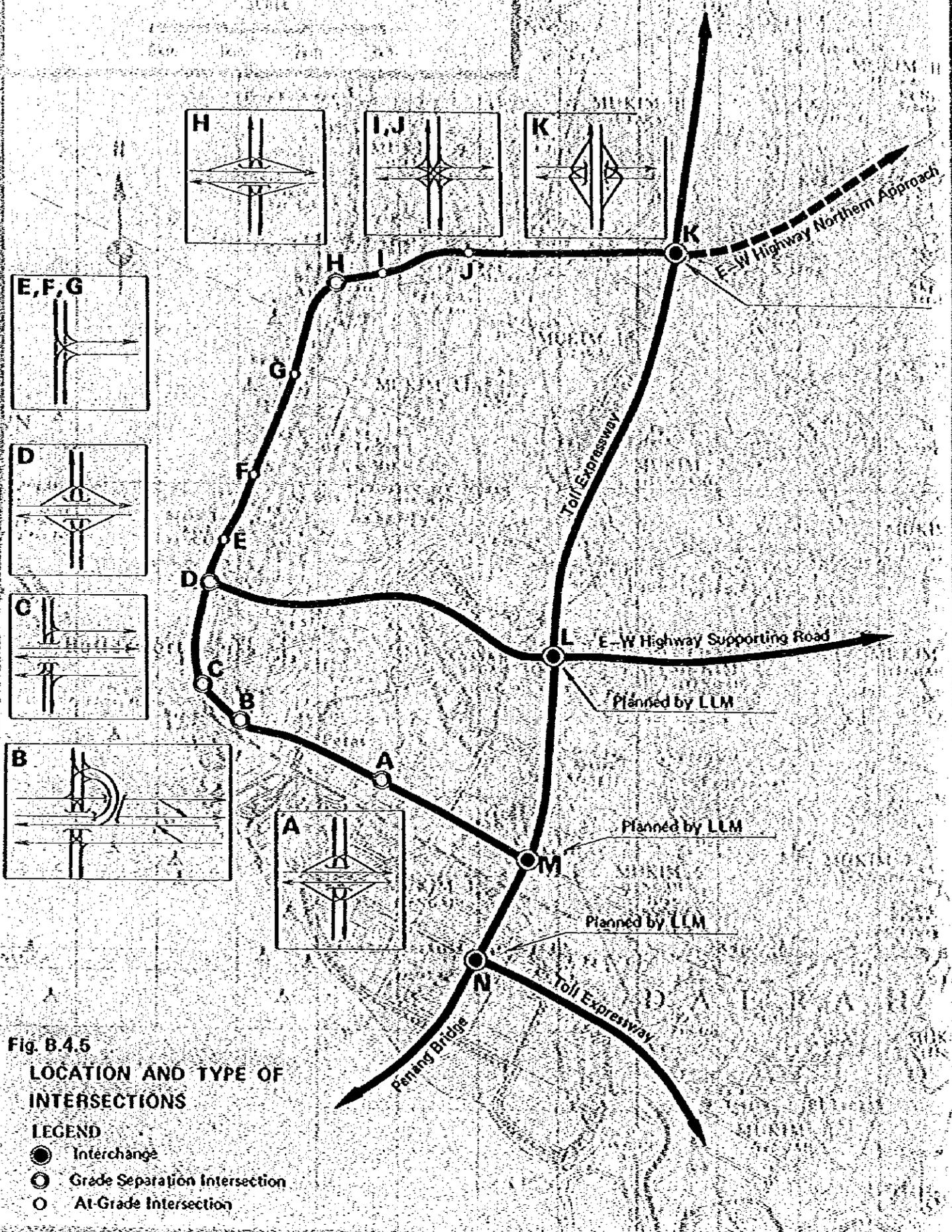


Fig. B.4.5
LOCATION AND TYPE OF INTERSECTIONS

LEGEND

- Interchange
- ◐ Grade Separation Intersection
- At-Grade Intersection

B.4.6 フライ河比較構造物調査

(1) 概要

構造物の比較案の作成に先立って、構造物の型式、支間長、寸法等の決定の為に、以下の調査が行われた。

- 構造基礎予定地点における土質調査
- 調査地点における測量及び水深測定
- 材料取得可能性、航路限界等を含む必要調査

これらの調査結果に基づき、航路限界は以下の3種の比較案を考慮する。

- 余裕高 2.5.0 m
- 余裕高 1.6.0 m
- 余裕高 3.5 m

(2) フライ河構造物比較

現場調査、航路限界、建設材料、施工方法等に基づいて、フライ河構造物比較案を策定方針を設定した。設定された比較案策定方針は、表B.4.4及び図B.4.6に示した。

Table B.4.4 ALTERNATIVE STRUCTURE PLANS

Navigation and Compensation Need \ Structure Type	Fixed	Movable
Free passage for all ships and no specific compensation need	High Level Bridge (1) High Level Bridge (2) Underwater Tunnel	Medium Level Bridge Low Level Bridge
Limit passage of some or most of ships and compensation is necessary for the Hong Leong Shipyard and the P.P.C. Dockyard	Medium Level Bridge Low Level Bridge	

(3) フライ河構造物比較案の分析

フライ河構造物比較案は、技術的な建設可能性、建設費及び計画道路の機能の面から比較分析された。比較案の評価は、表B.4.5に示される。

Table B.4.5 COMPARISON OF ALTERNATIVE STRUCTURE PLANS

Alternative Plans	Construction Cost (M\$'000)	Shifting of Shipyard	Other Viewpoints
1. High Level Bridge (1)	61,681	Not necessary to shift shipyards	-
2. High Level Bridge (2)	40,839	-- do --	-
3. Underwater Tunnel	128,036	-- do --	Technically possible, but rather hard to construct. Maintenance and operating costs of tunnel are required.
4. Medium Level Bridge	45,660	Shifting of Hong Leong Shipyard is necessary	-
5. Low Level Bridge	52,656	Shifting of both H.L. and P.P.C. Dockyard is necessary	-
6. Medium Level Bridge (Movable)	38,917	Not necessary to shift Shipyards	Necessity to control traffic on the Bridge while the Ship is passing through the bridge. Maintenance and operating costs of bridge are additionally required.
7. Low Level Bridge (Movable)	33,078	No Need	Same problems as mentioned in No. 6.

Note: Construction Costs are the total costs of the Prai Roundabout Fly-over Bridge, the structures for the Prai River and the Chain Ferry Fly-over Bridge, and also includes the compensation costs for the shipyards.

表 B.4.5 より、以下の結論が得られる。

- a. 計画道路の機能の面（B.4.1節で述べられている）から考えて、固定橋タイプが可動橋タイプより明らかに優れていると言える。
- b. 河底トンネル案は、建設費及び維持管理費が非常に高く、また、将来の維持管理の困難さの観点から比較案の対象から除外する。
- c. 最少費用評価の観点から中、高架橋案と高、高架橋案との2案が選択された。

Alternative Structure Plan	Navigation Operating	Compression	Longitudinal Profile of Structure	Construction Cost (M\$'000)
B-1 High Level Bridge (1)		No Need		51,681
B-2 High Level Bridge (2)		No Need		40,379
B-3 Under water Turret		No Need		128,026
B-4 Medium Level Bridge		Need for Hong Kong-Lumen Shipyard		45,660
B-5 Low Level Bridge		Need for Hong Kong-Lumen Shipyard and Regan-Dalum Dockyard		52,656
B-6 Medium Level Bridge (Movable)		No Need		38,917
B-7 Low Level Bridge (Movable)		No Need		33,078

Fig. B.4.6 ALTERNATIVE STRUCTURE PROFILES

B.4.7 概略橋梁設計

(1) 上部構造

a. フライ河橋梁一(ルートA)

ルートAに架かるフライ河橋梁は、橋長、スパン割、計画高等すべて現在の橋梁と同一とする。

構造型式としてはプレストレスト・コンクリート桁橋が望ましい。

b. フライ河橋梁一(ルートB)

径間橋には、建設費、施工条件、維持及び美観を考慮すると中央径間70mのプレストレスト・コンクリート箱桁橋が望ましい。

取付部橋には、主径間橋と同様な観点から、支間長30~35mのプレストレスト・コンクリート中空スラブ橋が望ましい。

c. フライ河橋梁一(ルートC)

ルートBと同じ構造型式が用いられる。

d. 立体交差橋

フライ河橋梁の取付部橋と同様である。

(2) 下部構造

地質調査の結果より、橋梁架設地点における地質状態は非常に悪いことが判明した。従って杭基礎の検討結果から橋梁の下部構造には、以下に示す杭基礎を使用する。

a. 杭の種類 : プレストレスト・コンクリート杭

b. 杭の直径 : 60cm

c. 杭の長さ : 55m

B.4.8 環境調査

環境調査は、防止面からの道路沿道環境の評価、環境破壊が予知される場合における緩和方策の策定、及び道路開発の概念的役割の設定を行うことを目的とする。

予知される環境破壊の低減の為、緩衝帯の設置及び街路樹の植樹等の緩和方策を提案する。これらの設計例を図B.4.7に示す。

B.5 比較案への交通量配分

B.5.1 配分方法

調査道路の比較案への交通量配分手法を図 B.5.1 に示す。

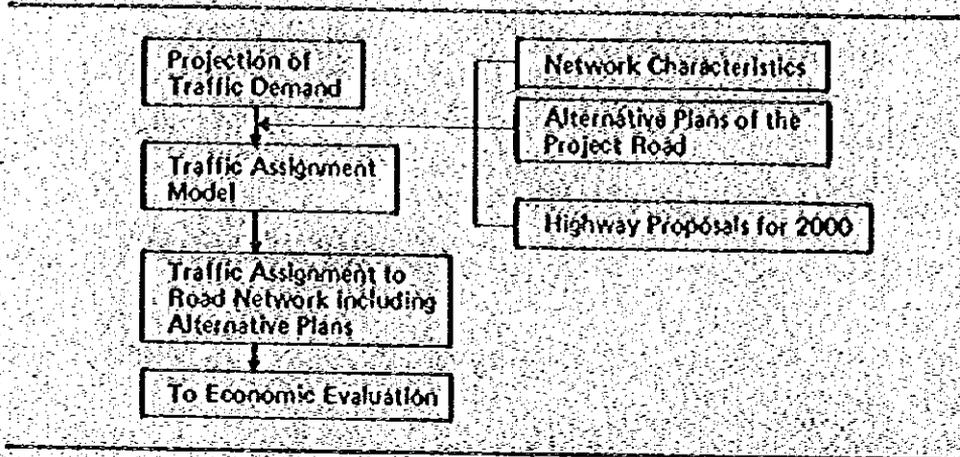


Fig. B.5.1 PROCEDURE FOR TRAFFIC ASSIGNMENT

B.5.2 道路網

フェーズ I 調査で用いられた 2000 年における道路網は、この調査においても用いられている。

また、ペナン橋の完成後もフェリーは乗客、モーターサイクル及び自家用車の輸送の為に存続し、東西ハイウェイは、パタワース市の中心部を通り、パタワース北部コンテナ埠頭に接続する、という条件で調査が行われている。

計画道路に関しては、技術面、環境面と同様に道路網構成の面からも多くの比較路線についての検討が行われる。図 B.5.2 に示される 6 路線は、比較路線の組合せ結果である。

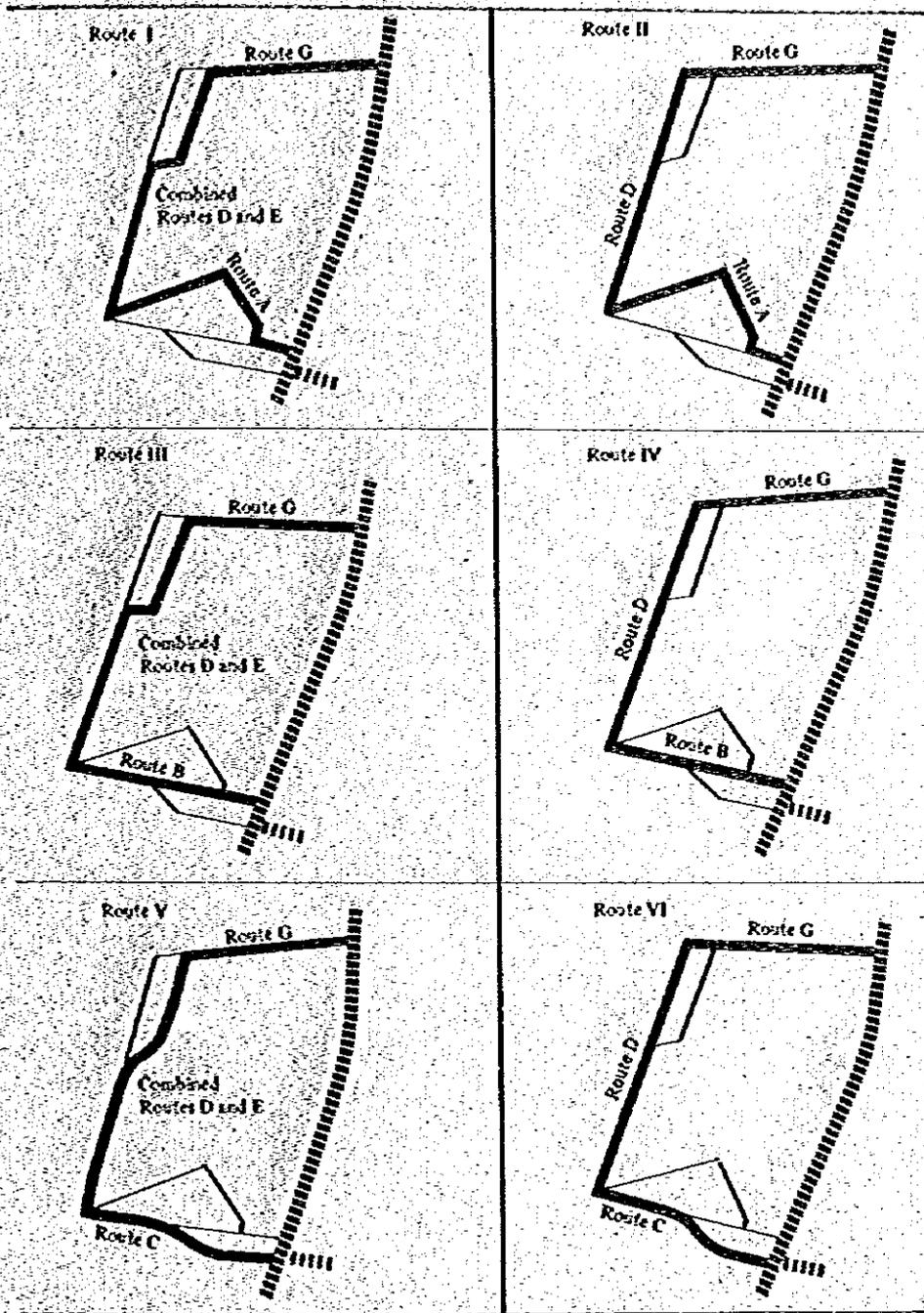


Fig. B.5.2 ALTERNATIVE ROUTES FOR THE PROJECT ROAD

B.5.3 交通配分結果

(1) 計画道路の交通量

主として4車線のルートNに関して、1990年及び2000年の日台キロは、それぞれ404,000 P.C.U.・Km、538,000 P.C.U.・Kmと推定される。また計画道路の1990年及び2000年の日交通量は、それぞれ92,000 P.C.U.、136,000 P.C.U.と推定される。

1990～2000年の平均伸び率は、年率4.0%となる。

Table 8.5.1 DAILY TRAFFIC VOLUME ON THE PROJECT ROAD

Items	Year	Traffic Volume ('000 P.C.U.)	Vehicle Kilometer ('000 P.C.U.-Kms)
Route III (Plan 1) and full access interchange	1990	95.9	381.2
	2000	148.9	639.6
Route IV (Plan 1) and full access interchange	1990	91.7	403.6
	2000	136.7	638.4

図B.5.1は道路網の日交通量を示している。この図より、以下の結論が得られる。

- a. 計画道路への配分交通量は、比較的多い。
 - b. 南部区間(第1工区)の将来交通量は、北部区間(第2工区)よりも多い。
- (2) 比較路線の混雑度

表B.5.3は比較路線別の混雑度を示す。混雑度から判断して、特にバタワース中心部の混雑の緩和という面から、ルートNは他の比較路線に比べて優れている。

ルートI及びルートII(既存のフェデラル・ルートI沿いのルート)に関しては、混雑度は他の比較案よりも高い。

Table B.6.2 CONGESTION RATE BY ALTERNATIVE ROUTES

Area	Alternative Route Item	Alternative Route						Base Case
		Route I	Route II	Route III	Route IV	Route V	Route VI	
C.B.D.	Road Capacity	526.9	526.9	539.6	539.6	539.6	539.6	398.1
	Congestion Rate	0.68	0.68	0.59	0.59	0.61	0.61	0.95
Area affected by the Project Road	Road Capacity	1894.6	2011.6	1863.5	1980.6	1801.6	1918.7	1371.6
	Congestion Rate	0.69	0.67	0.62	0.63	0.63	0.61	0.90
Study Area	Road Capacity	7533.3	7650.4	7602.4	7719.6	7543.9	7661.0	7010.5
	Congestion Rate	0.64	0.63	0.62	0.61	0.62	0.61	0.69

Note:

$$\text{Congestion Rate} = \frac{\text{Running vehicle kilometers of traffic volume through the area excluding internal trips of the area}}{\text{Total of traffic capacity of roads in the area including the Project Road (road lengths x road capacities)}}$$

(3) 計画道路による影響

1) 混雑度の低減及び走行速度の増加

計画道路が建設されない、というベース・ケースと比較して、図 B.5.2 に示されるように、ルートⅡ及びルートⅣは混雑度の低減及び走行速度の増加の面で効果的であることが実証される。

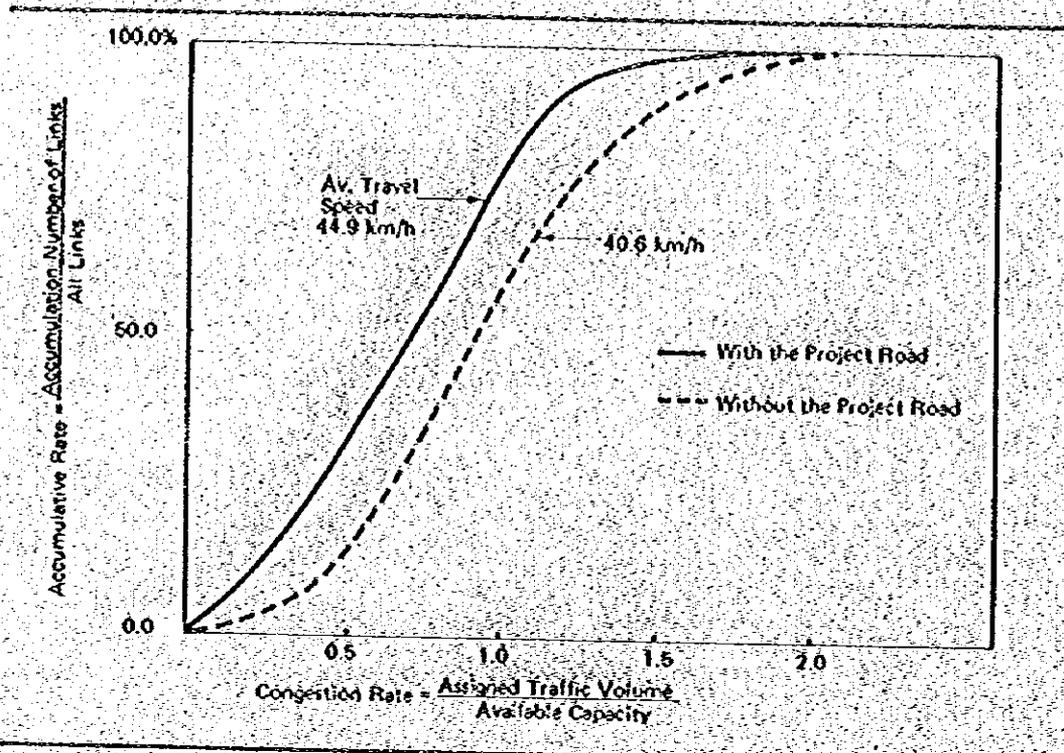


Fig. B.5.3 DISTRIBUTION OF CONGESTION RATE ON ALL LINKS (YEAR 2000)

2) 利用度の改善

計画道路の建設は、走行の利便性によって、各ゾーンの利用度が高まる。利用度は以下の式によって算出され、図B.5.3に示される。

$$A_i = \sum_{j=1}^n \cdot (P_j \times t_{ij}) / \sum_{j=1}^n P_j$$

ここで、 A_i : i ゾーンの接近性

P_j : j ゾーンの人口

t_{ij} : i, j ゾーン間の所要時間

この図より、計画対象道路は各ゾーンの利用度の改善に寄与することを示す。

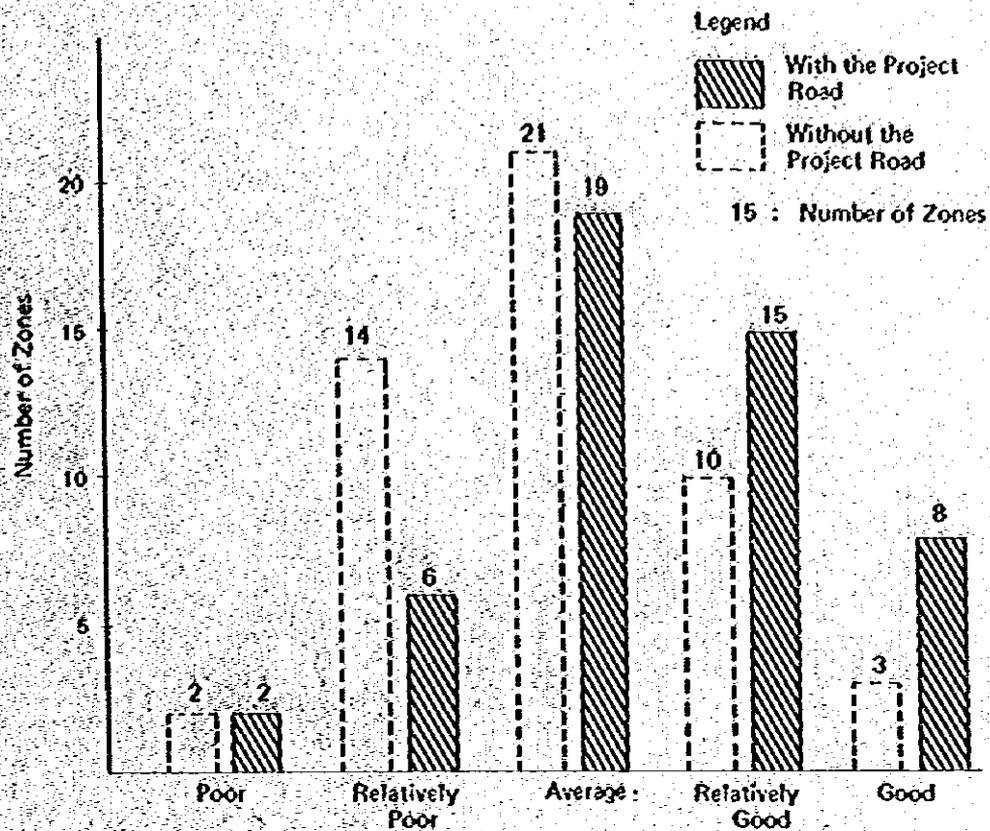


Fig. B.6.4 DISTRIBUTION OF ACCESSIBILITY BY ROAD NETWORK

URBAN TRANSPORT STUDY
 IN
 GEORGETOWN, BUTTERWORTH & BUNT MENTAJAM

SCALE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

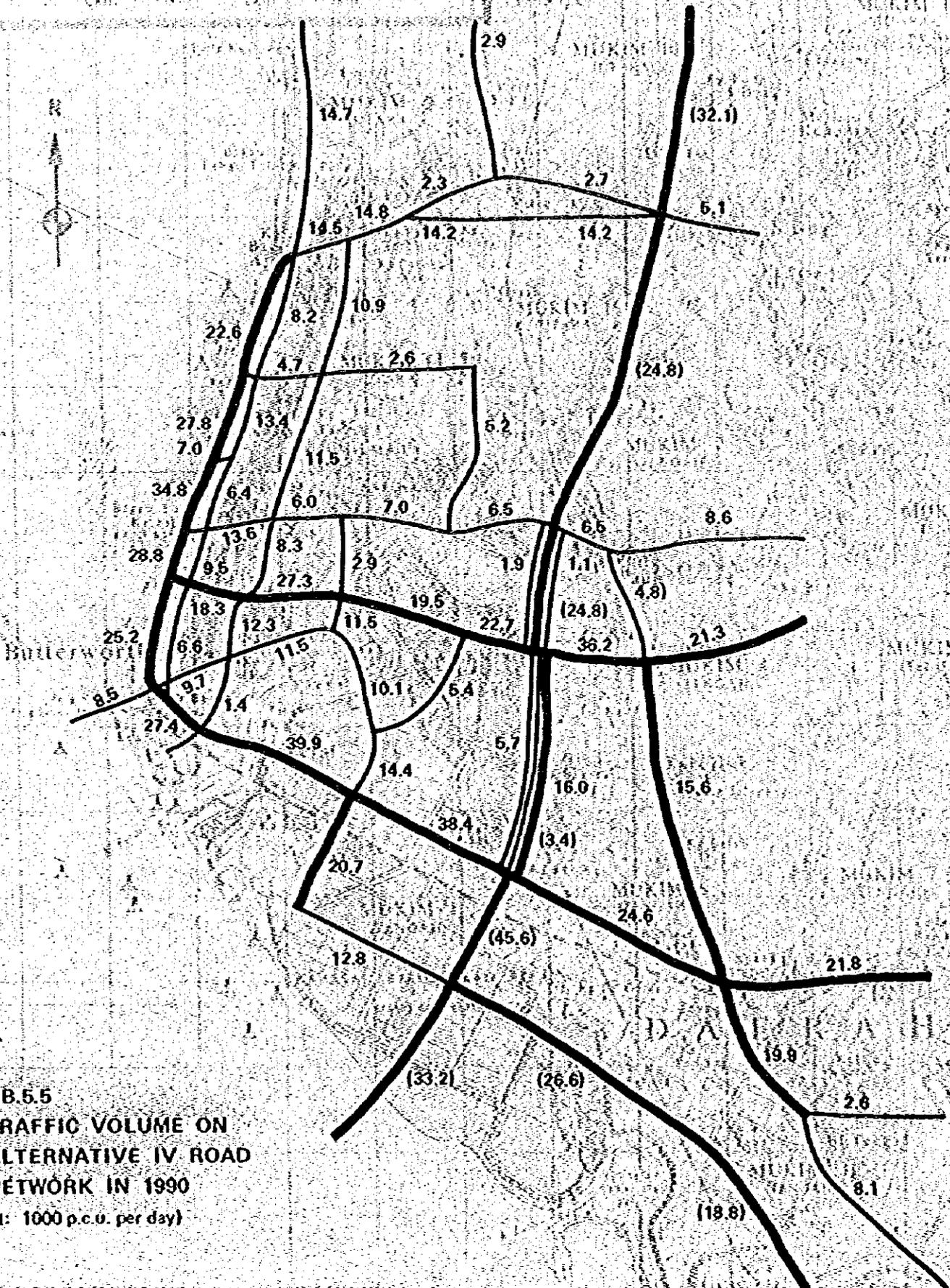


Fig. B.5.5
 TRAFFIC VOLUME ON
 ALTERNATIVE IV ROAD
 NETWORK IN 1990
 (Unit: 1000 p.c.u. per day)

URBAN TRANSPORT STUDY

GEORGETOWN, BUTTES WORLD & DUNE MARSHALIAN

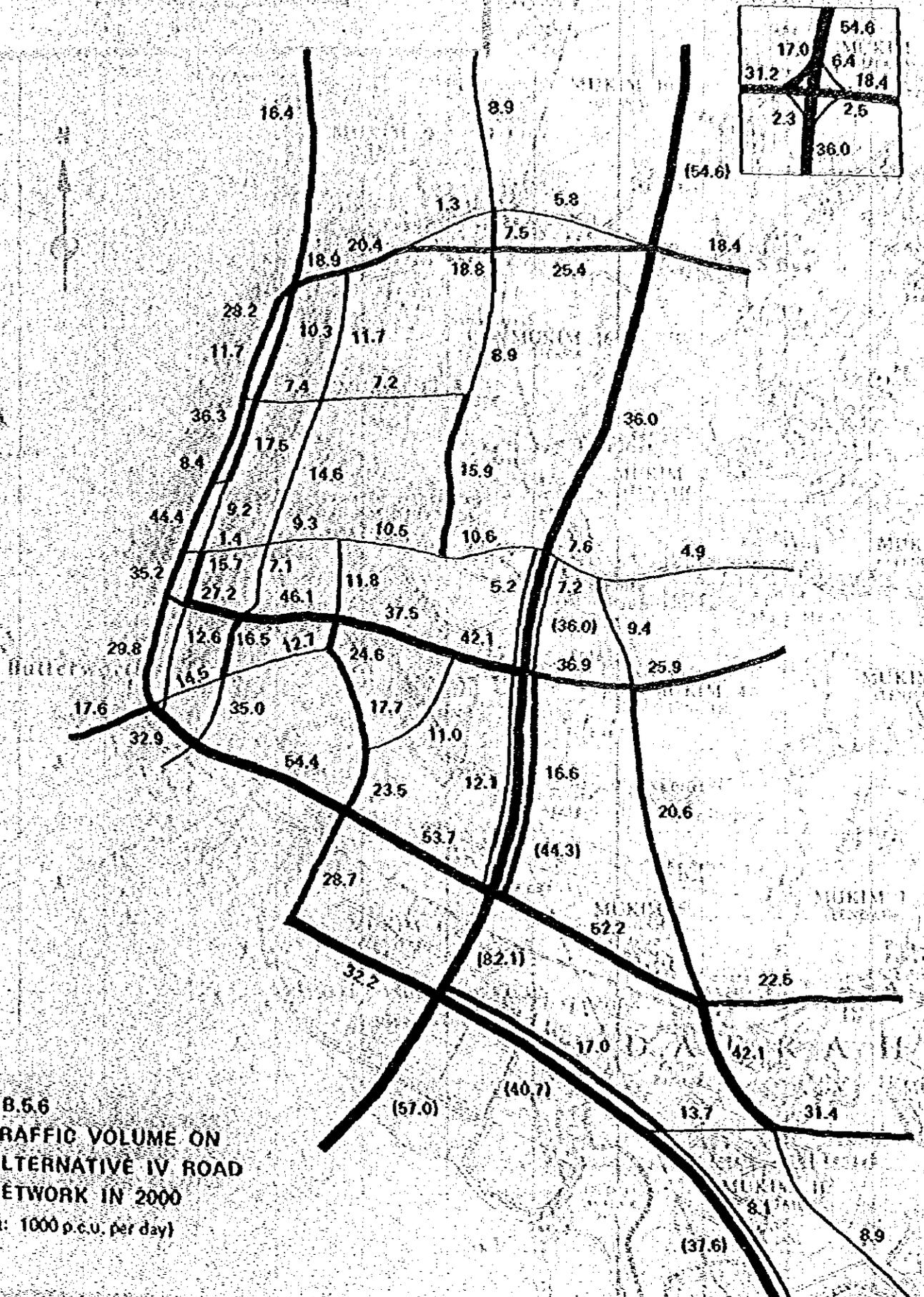


Fig. B.5.6
 TRAFFIC VOLUME ON
 ALTERNATIVE IV ROAD
 NETWORK IN 2000
 (Unit: 1000 p.c.u. per day)

B.6 プロジェクト事業費の算出

B.6.1 工事費

概略設計に基づき、比較案ごとの工事数量を算出する。その後、ペナン州における現地事情を考慮して材料費、労賃、機械類等の状況から、各工事項目ごとの単価を算出する。

各工事項目ごとに算出された工事数量及び工事単価に基づき、建設費を算出し、これらの建設費を外貨分、内貨分及び税金に分割する。

建設費は、1981年価格で経済費用及び財務費用として算出される。

経済費用は外貨、内貨から成り、財務費用は外貨、内貨及び税金から成る。

各比較路線別に算出した建設費を表B.6.1及び表B.6.2に示す。

B.6.2 用地取得費及び補償費

(1) 用地取得費

用地取得費は、土地価格及び計画道路により影響をおよぼす用地面積を基にして算出する。土地価格は、Land Valuation Office及び他の調査の結果より得られる。用地取得費は、経済費用及び財務費用について算出する。

経済費用の算出では、計画道路が影響をおよぼす海岸部、公有地及び私有地の用地費を考慮する。しかし財務費用の算出では、計画道路が影響を及ぼす私有地の用地費のみ考慮する。

用地取得費を表B.6.1及び表B.6.2に示す。

(2) 補償費

計画道路沿いで影響を受ける家屋の価値を得るため、家屋数及びそれらのタイプ別分類についての調査を行った。

現道の両側に位置するすべての家屋は、位置、建物のタイプ、道路端から建物までの距離、土地利用、建物用途、階数及び建物の構造的状況等現地調査し、その結果を1:3000地形図に記載した。

橋梁比較案の内、中高架橋案は、ホング・レオン・グールセン造船所及びPPCのフェリーのマストに影響を与えるため、それらの造船所に対する補償費は、1,550万マレイシアドルと算出される。

B.6.3 年間維持管理費

維持管理費の算出に際しては、「マレイシア高速道路維持管理調査」(1974年公共事業局)及び他の関係資料が参考にされた。維持管理には、再舗装、街路樹、排水施設、縁石、路面表示、信号機の修理、及び取替が含まれている。

年間の維持管理費は、1 Km 当り 4 車線道路で約 3140 万マレーシアドル、6 車線道路で約 3770 万マレーシアドルと設定された。

Table B.6.1 PROJECT COST BY ALTERNATIVE PLANS (ECONOMIC COST)
(In Thousand MS at 1981 Prices)

Alternative Route	Type of Bridge	Cross-Section	Access Type	Land Acquisition & Compensation	Cost			Engineering Service		Total	Maintenance Cost
					Road	Bridge	Total	Design	Supervision		
Route I	-	4-L	Full	37,841	24,855	22,390	47,250	2,363	2,363	89,617	500
Route II	-	4-L	Full	34,752	33,713	21,526	55,239	2,762	2,762	96,515	502
Route III	High Level	6-L, 4-L	Full	37,053	25,678	46,351	72,029	3,601	3,601	116,284	466
		Plan 1	Partial	36,941	25,013	46,351	71,369	3,568	3,568	115,446	329
	Medium Level	6-L, 4-L	Full	41,348	26,713	57,778	84,491	4,225	4,225	134,289	492
		Plan 2	Full	53,169	23,522	37,215	60,737	3,037	3,037	119,980	466
Route IV	High Level	6-L, 4-L	Full	34,164	34,535	45,481	80,016	4,001	4,001	122,182	468
		Plan 1	Partial	34,052	33,875	45,481	79,356	3,968	3,968	121,344	331
		6-L, 4-L	Full	38,459	35,570	56,909	92,479	4,624	4,624	140,186	494
		Plan 2	Full	50,280	32,379	36,346	68,725	3,436	3,436	125,877	468
Route V	High Level	4-L	Full	34,437	24,529	56,685	81,214	4,061	4,061	123,773	472
Route VI	High Level	4-L	Full	31,548	33,386	55,816	89,202	4,460	4,460	129,670	474
Route III (Section-1)	High Level	6-L, 4-L	Full	17,855	10,483	38,886	49,369	2,468	2,468	72,160	201
Route III (Section-2)	High Level	6-L, 4-L	Full	19,198	15,195	7,465	22,660	1,133	1,133	44,124	265
Route IV (Section-1)	High Level	6-L, 4-L	Full	17,855	10,483	38,886	49,369	2,468	2,468	72,160	201
Route IV (Section-2)	High Level	6-L, 4-L	Full	16,309	24,052	6,596	30,648	1,532	1,532	50,021	267

Table 3.6.2 PROJECT COST BY ALTERNATIVE PLANS (FINANCIAL COST)
(In Thousand/MS at 1981 Prices)

Alternative Route	Type of Bridge	Cross-Section	Access Type	Land Acquisition & Compensation	Cost			Engineering Service		Total	Maintenance Cost
					Road	Bridge	Total	Design	Supervision		
Route I	-	4-L	Full	25,988	26,222	23,574	49,796	2,490	2,490	80,765	500
Route II	-	4-L	Full	18,177	35,703	22,659	58,362	2,918	2,918	82,375	502
Route III	High Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	24,802	27,101	48,790	75,891	3,795	3,795	108,283	466
		6-L, 4-L Plan 2	Partial	24,802	26,440	48,790	75,230	3,762	3,762	107,556	326
Route IV	Medium Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	29,293	28,184	60,819	89,003	4,450	4,450	127,196	492
		6-L, 4-L Plan 2	Full	40,918	24,828	39,050	63,878	3,194	3,194	14,194	466
Route V	High Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	16,990	36,582	47,875	84,457	4,223	4,223	109,893	468
		6-L, 4-L Plan 2	Partial	16,990	35,922	47,875	83,797	4,190	4,190	109,167	331
Route VI	High Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	21,481	37,666	59,904	97,570	4,879	4,879	128,809	494
		6-L, 4-L Plan 2	Full	33,106	34,310	38,135	72,445	3,622	3,622	112,795	463
Route III (Section 1)	High Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	22,186	25,881	59,669	85,550	4,278	4,278	116,292	472
		6-L, 4-L Plan 2	Full	14,374	35,363	58,753	94,116	4,706	4,706	117,902	474
Route III (Section 2)	High Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	12,198	11,045	40,932	51,977	2,599	2,599	69,373	201
		6-L, 4-L Plan 2	Full	12,604	16,056	7,858	23,914	1,196	1,196	38,910	265
Route IV (Section 1)	High Level	6-L, 4-L Plan 1	Full	12,198	11,045	40,932	51,977	2,599	2,599	69,373	201
		6-L, 4-L Plan 2	Full	4,792	25,537	6,943	32,480	1,624	1,624	40,520	267

B.7 プロジェクトの経済評価

B.7.1 経済評価の手法

プロジェクトの評価方法を下記に示す。

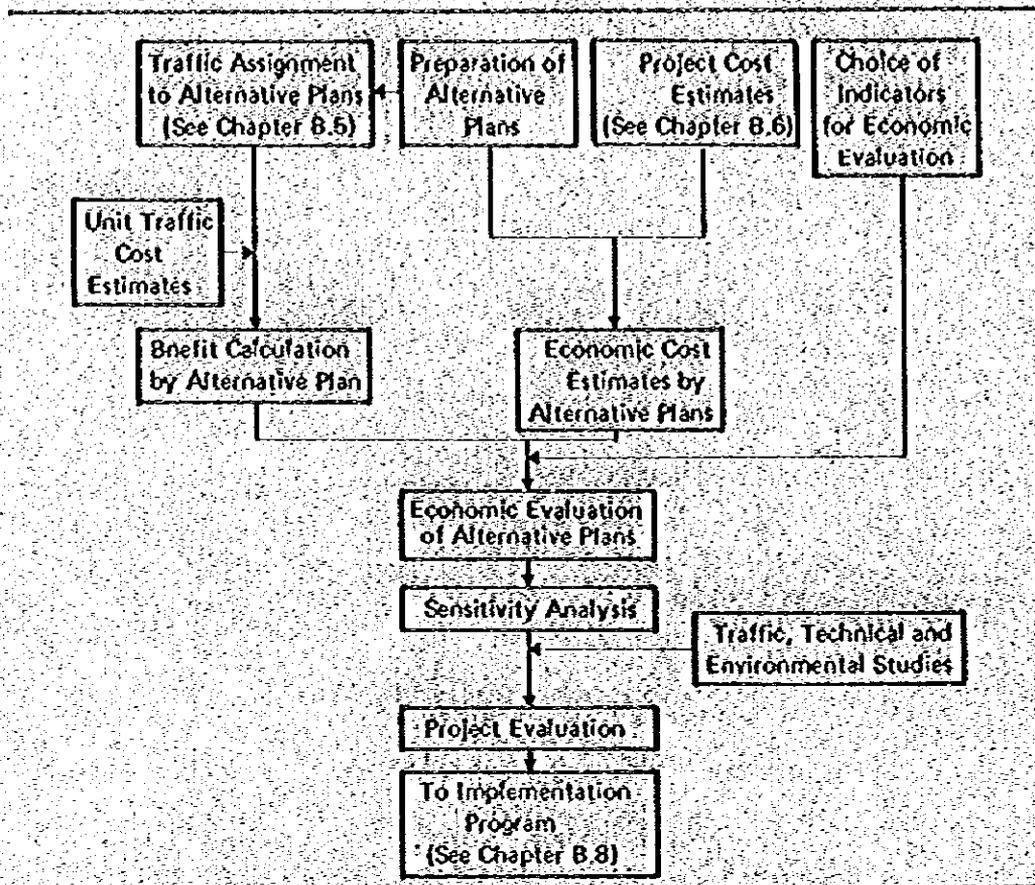


Fig. B.7.1 PROCEDURE FOR PROJECT EVALUATION

評価方法は2パートから成る。すなわち、定量的便益及び費用を基にする経済評価、及び定量的に計り得ない社会的評価である。

これらの2つの評価を基にして、比較案の中の最良案が選定される。

B.7.2 経済評価の指標

計画道路は、経済企画庁（EPU）及び国際金融機関において一般的に用いられている以下の3指標によって、経済的に評価される。

- a. 内部収益率（IRR）
- b. 現在価値（NPV）
- c. 費用便益比（B/C Ratio）

経済的評価を得るため、以下の状況が仮定された。

- a. プロジェクト・ライフ：25年
- b. 開業年：1988
- c. 資本の機会費用：1.2%

B.7.3 経済評価のための比較案

以下の比較案が経済評価の対象となる。(図B.5.2及びB.7.2参照)

(1) 路線

技術的及び環境面の検討によって選択された以下の比較路線について経済評価が行われる。

- a. ルートI：ルートA, ルートD, Eの組合せルート及びルートG経由
- b. ルートII：ルートA, E及びG経由
- c. ルートIII：ルートB, ルートD, Eの組合せルート及びルートG経由
- d. ルートIV：ルートB, ルートB, E及びG経由
- e. ルートV：ルートC, ルートD, Eの組合せルート及びルートG経由
- f. ルートVI：ルートC, ルートC, E及びG経由

(2) 橋梁の型式

技術的検討によって選択された橋梁の型式の比較案は：

- a. 余裕高2.5mの高、高架橋
- b. 余裕高1.6mの中、高架橋

(3) 車線数

ルートIII及びルートIVの車線数の比較案は、下記に述べる2案である。この2案について経済評価を行う。

- a. プラン1：有料高速道路からプライ・ロータリーまで6車線道路、その他の区間の計画道路は4車線道路。
- b. プラン2：有料高速道路からパタワース北部コンテナ埠頭まで6車線道路、その他の区間の計画道路は4車線道路。

しかし、上記の他の比較路線の車線数は、4車線として経済評価される。

(4) 有料高速道路への取付け方法

比較案として選択された、計画道路から有料高速道路へのスنگアイ・ドラア道路における取付け方法については、以下の通りである。

- a. 全アクセス・インターチェンジ
- b. 一部アクセス・インターチェンジ

(5) 区間ごとの段階施工

経済評価の中で、下記の2案の比較段階施工計画が経済評価される。

- a. 第1工区
- b. 第2工区

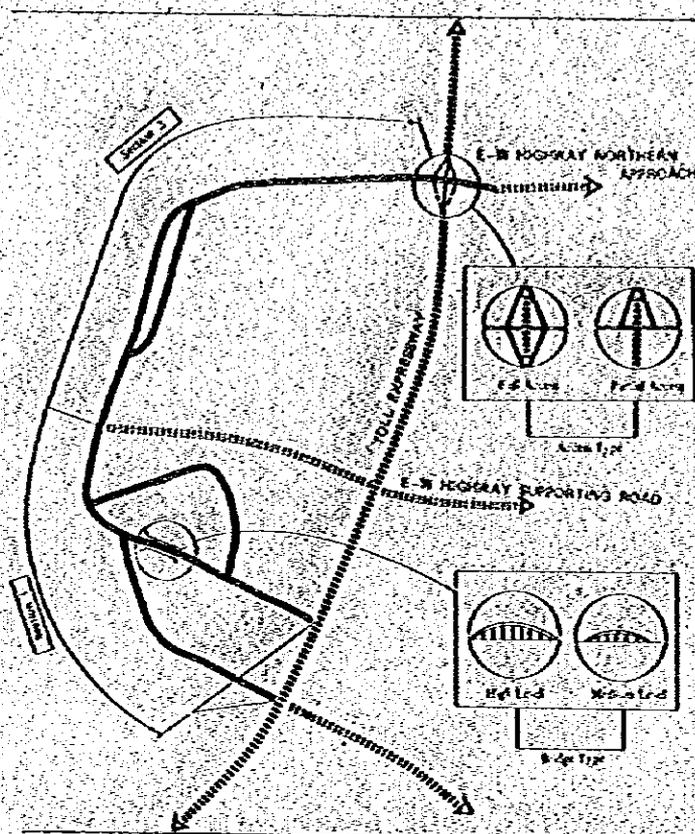


Fig. B.7.2 ALTERNATIVES OF BRIDGE TYPE AND ACCESS TYPE

B.7.4 経済費用

計画道路の経済評価に際し、費用及び便益は経済的価値として表現される。各比較案の経済費用は、財務費用から税金分を差し引くとともに、海岸部及び公有地の用地費を加えたものである。

各比較案の経済費用を表B.7.1及びB.7.2に示す。