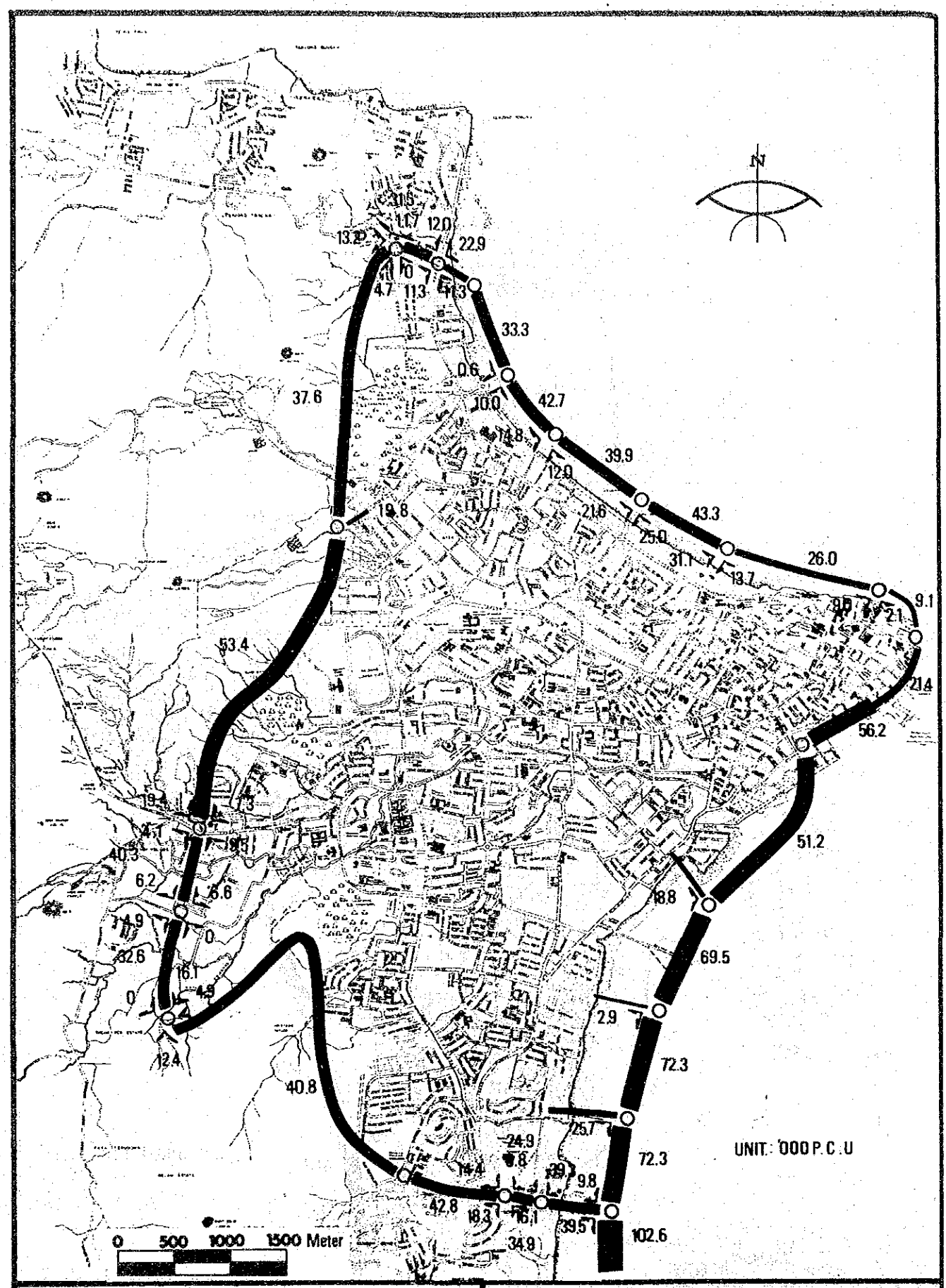


URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 3.11

PROJECTED TTRAFFIC VOLUME ON THE PROJECT ROAD
(PLAN 2-F, 2000) (4-LANE)

3.6.2 計画道路の効果

計画道路が建設されない場合と比較してみると、計画道路がある場合には混雑度が低下することがわかる。

Table 3.11 COMPARISON OF TRAFFIC CHARACTERISTICS BY PLAN FOR ENTIRE STUDY AREA

	Base		Plan 1		Plan 2	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000
Vehicle Kilometers ('000 p.c.u. kms)	2,682.4	5,890.9	2,675.6	5,953.5	2,672.4	5,964.4
Vehicle Hours ('000 p.c.u. hrs)	66.3	199.9	59.0	175.5	58.4	172.9
Average Travel Speed (km/h)	40.5	29.5	45.4	33.9	45.7	34.5

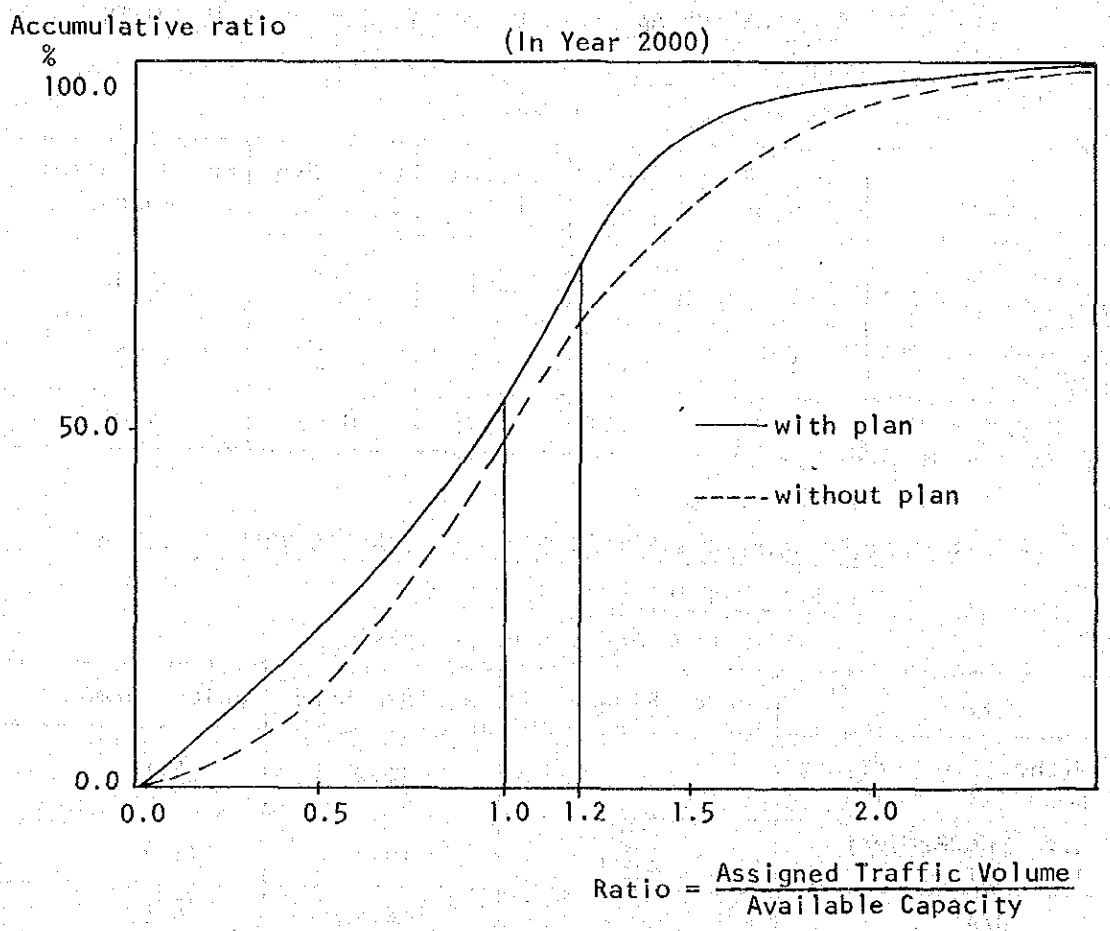


Fig. 3.12 DISTRIBUTION OF CONGESTION RATE ON ALL LINKS

計画道路の効果をより詳細に検討するため、図に示すようにAとBの2断面に於いて、計画道路のある場合とない場合の比較を行った。（表3.12，表3.13参照）

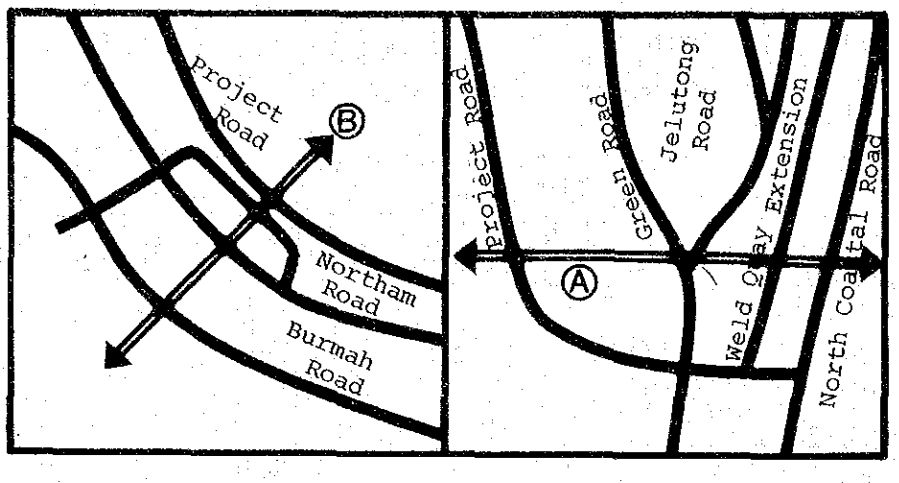


Table 3.12 COMPARATIVE ANALYSIS OF DAILY TRAFFIC VOLUME WITH AND WITHOUT PROJECT ROAD ON A-LINE

(In thousand p.c.u. per day)

1985	Outer Ring Road	Green Lane	Jelutong Road	Weld Quay Extension	North Coastal Road
Without the Project Road (A)	-	30.9	20.1	13.7	42.0
With the Project Road (B)	6.2	27.2	15.2	10.5	44.7
B/A	-	0.87	0.79	0.75	1.06

Table 3.13 COMPARATIVE ANALYSIS OF DAILY TRAFFIC VOLUME WITH AND WITHOUT PROJECT ROAD ON B-LINE

(In thousand p.c.u. per day)

1985	Outer Ring Road	Northam Road	Jalan Burma
Without the Project Road (A)	-	31.2	24.1
With the Project Road (B)	25.1	16.2	13.7
B/A	-	0.52	0.57

a) A断面では、計画道路の建設は他の道路の交通量低減、或いは増加ということをあまり生じない。

b) 計画道路がないと、ノーザム通り、ブルマ通りは、1985年ですらすでに容量を越えた交通となる。計画道路が建設されれば、かなり交通量の低減効果が期待でき、ペナンの北部地域の交通に良い影響を与える。

4. 路線調査及び概略設計

4.1 自然状況

4.1.1 地 形

ジョージタウンの市街地は、ペナン島の最も広い平野の上に、山と海に囲まれた三角形の形状を有している。町の最も古い部分はペナン港に接している。さらに町は内陸の丘陵地に向けてひろがり、又これらの外縁部には古い墓地が分布している。

4.1.2 気 候

一般的に高温多湿である。平均最高気温は32.2℃で平均最低気温は23.3℃である。湿度は70%から90%である。年間降雨量は2,670㎜である。年の変化は少いが、2～3月が乾期、9月から11月までモンスーンで、最も湿度が高く、当然ながら降雨量も多い。

4.1.3 風 力

ジョージタウンの海岸は北西に面しており、風向は西風と南風であるため直接の影響は少ない。風力はさほど強くなく静かなものである。しかし、熱帯特有の雷を伴うスコールが年に170～190回発生する。またスコールは1～2時間持続する。最大風速は1968年から1978年の間にNW22.4m/sec，SW22.9m/secを記録している。過去30年の記録では約51マイル/時（23m/sec）が最大風速である。

4.1.4 ペナン島における潮位

ペナンの潮位は下記の通りである。

	(A.C.D)	(測量局基準)
高、高潮位	+3.05m	+1.63m
高 潮 位	+2.35m	+0.93m
平均潮位	+1.42m	0.00m
低 潮 位	+0.40m	−1.02m
低、低潮位	−0.15m	−1.57m

4.1.5 潮 流

ペナン交通分散調査報告書によれば、海峡中央部の潮流の速さは、両方向とも比較的はやく約1.0m/secである。しかし、ペナン島北海岸に沿った浅い部分は非常に遅い。

4.2 調 査

4.2.1 地質調査

(1) 調査項目

下記の調査を実施した。

a) ボーリング調査、標準貫入試験及び乱されない土の採取。

b) 現場より採取した土と材料の室内試験。

c) 盛土用材料及び細骨材の調査。

(2) 地質概要

提案された道路線形は、ジョージタウンの南部から西部の丘陵地にある。この地域は花崗岩，沖積地，傾斜岩石堆よりなる。沖積地に於ける湿地はスンガイ・ペナンの河口に見出される。

a 花崗岩

花崗岩はこの国の至る所に分布し、通常高い地形を形成している。ペナン島も基本的には半島から分離した花崗岩のかたまりである。ペナン島の花崗岩は、輻射測定法による1.65億年から2.08億年のジュラ期に貫入されたようである。花崗岩は熱帯の気候で非常に風化し、その表面は残余土となっている。

風化深度は深く、１０ｍを越える事もまれではない。大きな花崗岩地域では、風化が著るしく進んだ結果花崗岩の大丸石が中心に形成され、残余土の中に浮かんだ状態となっている。このため調査では岩着が岩床かこの大丸石であるかの判断が難かしい。

b 傾斜岩石堆

急傾斜地や山地の麓では、風化した花崗岩がはがれて、ばらばらに堆積し、傾斜岩石堆となっている。

c 沖積地

約２万年前には海面は今より１００ｍも低く、その後除々に海面が谷沿いに浸食し、同時に浸食された物質が海底にたまった。

約６０００年前に、海浸は現在より５ｍ高いレベルで止まり、現在の市域は浅い静かな海となった。また沈でんは続いた。約２０００年前に海面が後退して現在の水位となり海岸平野が形成されるとともに、スンガイ・ペナンが現在とほぼ同様のルートで流れ出した。しかし、この時期には氾濫地はもっと広く、この結果現在の湿地が形成された。地質概要は図4.1に示されている。

(3) 調査の結果

地質概要は上記に述べられた。詳細な土質試験、土料試験は"テクニカルレポート03土質調査"に記載されている。

4.2.2 測 量

(1) 測量地点

a) 深浅測量

深浅測量は現在のガーニードライブ沖合約1.0㎞間行われた。

b) 縦・横断測量

これらの測量は、現道ウェルドケイ、ノーザム通り、ガーニードライブ、ケラウェイ通り、バガンジャマール通りとゴッドリーブ通りに沿い行われた。総測量延長は約12.0㎞であった。

c) 平面測量

平面測量は、橋梁架設地点である山地部について行われた。測量面積は約80,000㎡であった。

(2) 調査結果

深浅測量の結果、海岸線から500m区間は非常に浅く0m～－2.0mであり、また500mから1,000m区間は－3.0mである。しかし、市役所周辺の海は深く、海岸から500mもすれば－5.0mから－15mとなる。

縦・横断測量によればガーニードライブ、ノーザム通りの現道高はそれぞれ+2.5mと＋3.0mであった。

ベンチマークはマレーシア地理院の基準を採用した。また、深浅測量の基準はAdmiralty Chart Datumが使用された。Admiralty Chart Datumの0レベルは地理院の4.65フートに相等する。

4.2.3 建設材料調査

道路の建設にはコンクリート材、土砂及び土捨場等が必要である。

(1) 細骨材

細骨材はペナン島の内で数個所で存在する。砂は洗砂で花崗岩の風化したものである。現在の日生産量は1,000トンから2,000トンである。

(2) 粗骨材

粗骨材は花崗岩を粉砕しペナン島の中で生産出来る。現在8ケ所の砕石場があり、日生産量は4,000トンから5,500トンである。

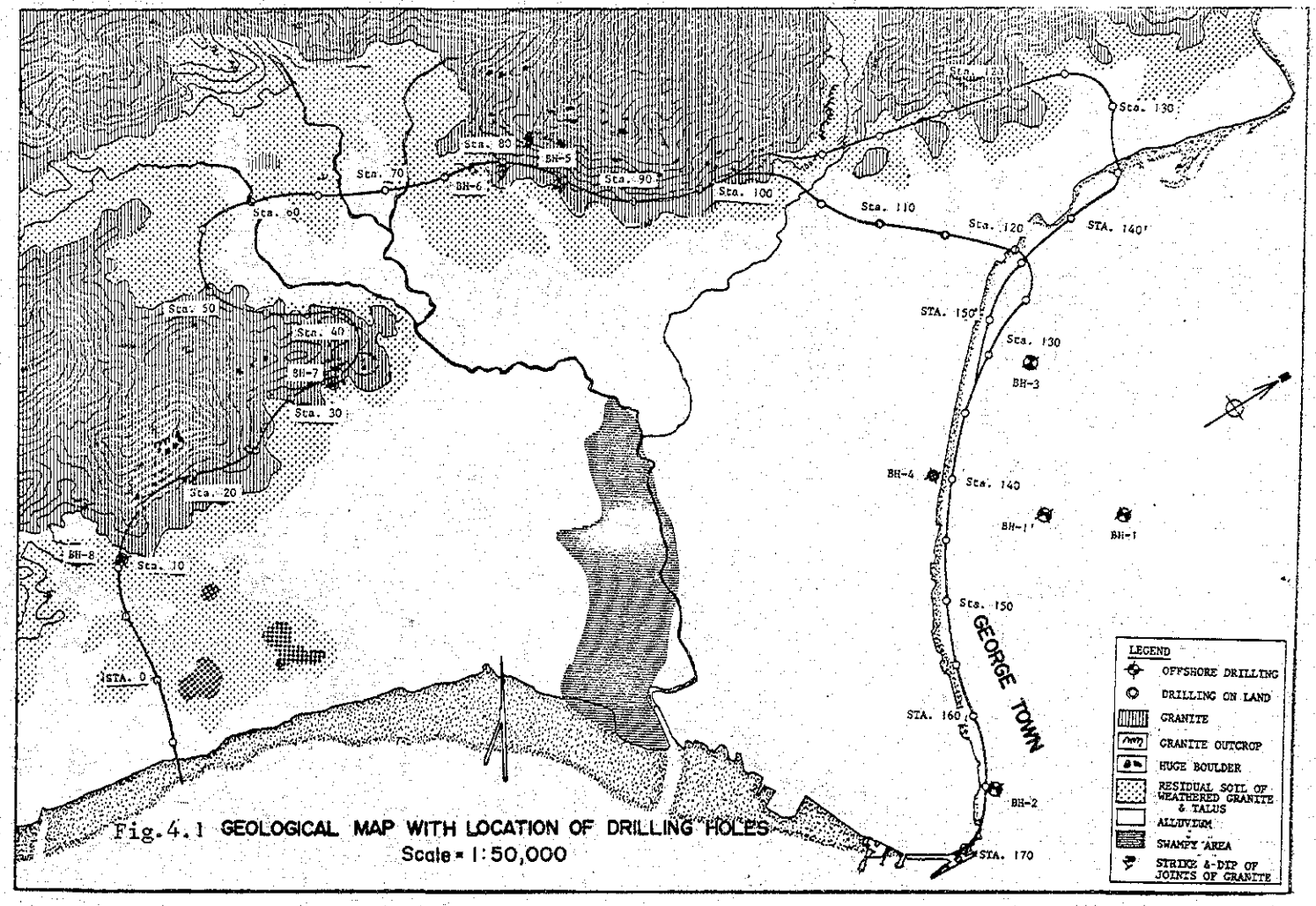


Fig.4.1 GEOLOGICAL MAP WITH LOCATION OF DRILLING HOLES
Scale = 1:50,000

(3) 盛土材

盛土材は山麓に豊富に存在する。土砂は花崗岩の風化した残存砂質土や残存粘土、或いはがいすいで、主として小石の混った粘土質及びシルト質の砂によって構成されている。

(4) 埋立て材料

ガーニー・ドライブ沿いの海底からとった土で埋立が可能かどうか検討した。ガーニー・ドライブに沿ったＢＨ－１からＢＨ－４では、６００ｍ沖合で砂層が見出される。

これは沖合になるにつれ次第に厚くなり、ＢＨ－１'では、やや軟らかい粘土層の下に１４.７ｍの厚さの層となっている。土質試験の結果では、埋立てに使用できる砂質土はＢＨ－３付近でえられる事がわかった。

(5) 土捨場

道路建設の土工工事の間、土捨場として下記に示す地域が存在する。

a　タンジョン・トコンの海岸

b　ジュルトンの海岸

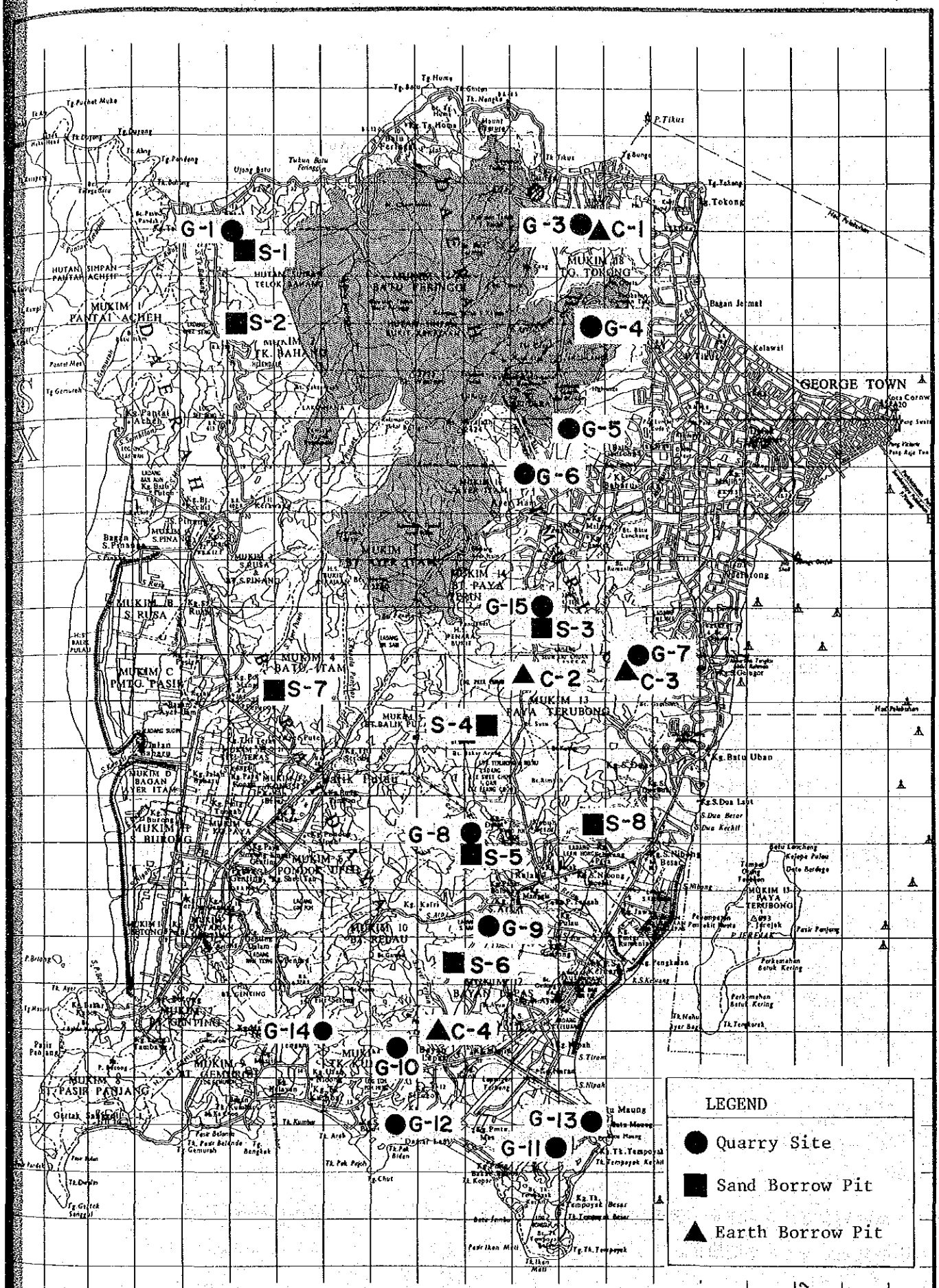


FIG. 4.2 LOCATION OF MATERIALS
(Coarse and Fine Aggregates and Embankment Material)

Table 4.1 SOURCE OF FINE AGGREGATE (SAND)

SOURCE NO.	SOURCE OF BORROWED SAND	ADDRESS OF OFFICE	PRESENT APPROX. PRODUCTION CAPACITY
S-1	LIM KHENG KIM	82-H, Free School Road	100 to 300 tons/day
S-2	FAR EAST DEVELOPMENT CO.	700, Mk.2, Jln. Sungei, Telok Bahang*	100 to 300
S-3	LAU GEOK SWEE CO. LTD.	324, Mk. 17, Batu Ferringhi	100 to 300
S-4	RELAU ESTATE	-	100 to 300
S-5	LIM KHENG KIM	82-H, Free School Road	100 to 300
S-6	POSSIBLE SOURCE (SEPULOH KONGSI)	-	-
S-7	NIMBUS SDN.BHD. (LIM TANG HOE)	156, Mk. 4, Ayer Puteh, Balik Pulau	500
S-8	TEOH CHEE KEONG	156, Beach Street	100 to 200

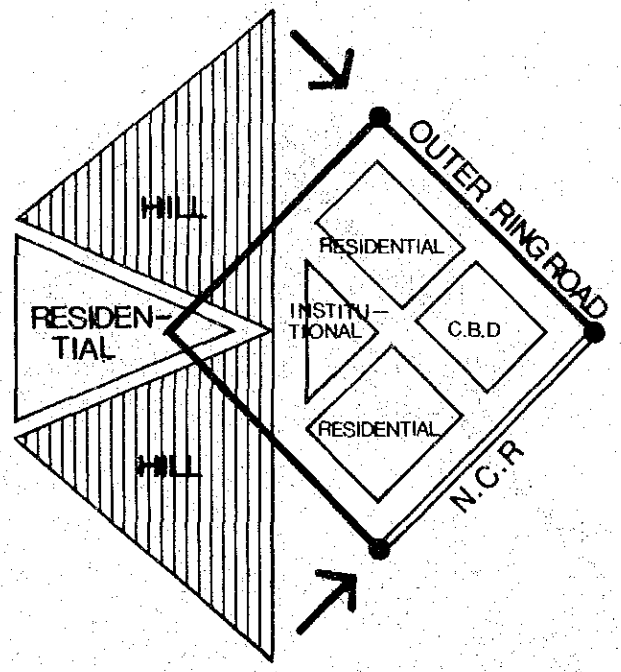
Note: * means site location

Table 4.2 SOURCE OF SUBGRADE MATERIALS

SOURCE NO.	NAME OF LOCATION
C-1	Mukin 18, Tanjong Tokong
C-2	Paya Terubong Estate
C-3	Mukim 13, Paya Terubong
C-4	Bukit Lada Mati

4.3　都市開発

次の概念図に示すように、ジョージタウンは山や海に囲まれ、開発適地は限られるため、中心部は高度に開発されている。従って、様々な住宅地開発が市の外縁部で進行中である。



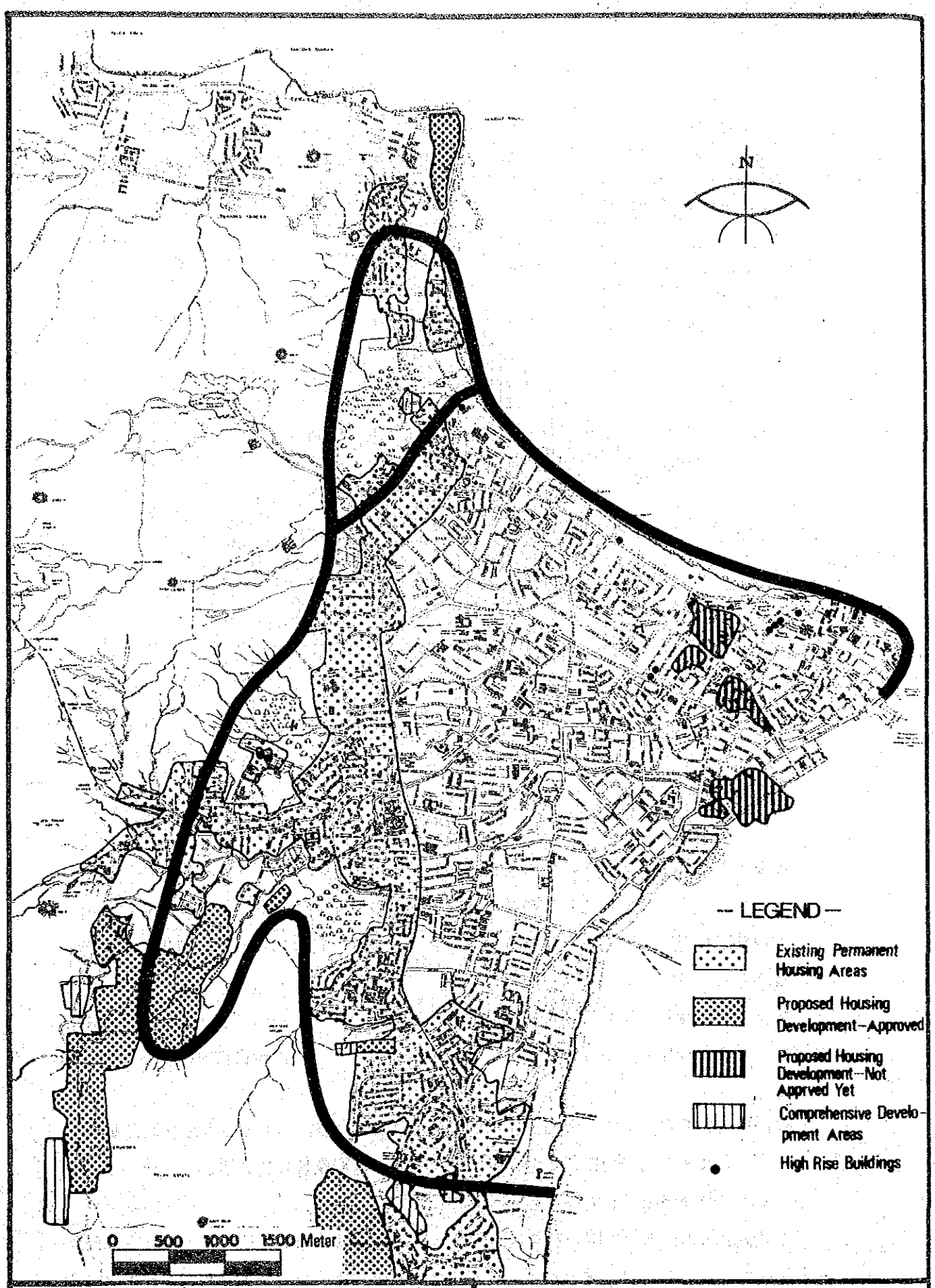
主要な承認済みまたは申請中の住宅地開発計画は、図 4.4 に示されるとおりである。アヤール・イタムにある住宅地開発は計画道路の影響を受けるものと思われる。

北部海岸のガーニー・ドライブ沖、タンジョントコン沖では埋立ての構想があるが、承認された計画や実施プログラムはない。

計画道路の線形に高い山のため障害となっているルマニア丘には、住宅の建設案もあるが、現在不確定的で計画の前提とはしなかった。従って、外環状道路はここでは迂回する。

都市再開発に関しては、中間ゾーニング計画では C.B.D 内に 3 の総合開発地区を設定している。また北海岸地区は中間ゾーニング計画では商業地に指定され、交通の便も良く、民間の開発が進行している。

外環状道路が完成した時の影響は、主として山地、既開発地を通るので余り直接的な影響はない。しかし、アヤール・イタムは交通の便が良くなって開発のスピードがはやまろう。



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.4
EXISTIIG & FUTURE DEVELOPMENT
ALONG PROPOSED ROAD

4.4 概略設計の基本概念

4.4.1 概 要

計画道路は、1979年に実施されたフェーズⅠ調査において主要幹線道路として位置づけられた。

フェーズⅠの調査結果から1985年及び2000年の交通量は現在の交通量と比較し、1.6倍及び2.5倍にそれぞれ増加する。

すでに交通渋滞を起こしている地域の現道拡巾は非常に困難であるため、将来増大される交通量を処理するには2つの方法が考えられる。一方はC.B.D内の交通を制御するものであり、他方はC.B.Dを通らずに交通を分散させるものである。そのため、計画道路は上記の交通分散を主目的とした機能をもった道路として提案された。

4.4.2 道路の性格

ジョージタウンの道路網は、環状道路と放射道路とで基本的に形成されている。C.B.Dとバガン・ジャマール間の道路は環状道路と放射道路とを構成している。

計画道路の主な機能，性格は下記の通りである。

(1) ジョージタウンの通過交通はC.B.Dの渋滞地域をさけ計画道路により迂回せしめる。

(2) C.B.Dとバガンジャマール間は、ジョージタウンと北部市街との通勤交通を処理する放射道路としての機能をもつ。

(3) 計画道路は特にアヤール・イタム，バヤン・バルー，タンジョン・トコンの様な近隣住宅地からの発生、集中する交通量を分散させる。

4.4.3 計画基本方針

計画道路の機能，性格及び環境状況を考察し、下記の様な基本方針が設定される。

a 長距離交通を機能的に処理すること。

b 交通流を円滑にし、かつ安全を確保すること。

c 住宅地域の分断をさけ、よりよい環境を確保すること。

そのため、概略道路設計のための方針は下記の通りである。

(1) 計画道路の線形は、極力現在の都市環境を保全する様計画しなければならない。

(2) よりよい環境を創造するために、緩衝緑地帯を設ける。特に北海岸沿は現在リクリエーション施設や風景が美しいため計画道路にパークウェイの性格を持たせる。

(3) 長距離交通をスムーズにまた安全に処理するために、流出入制限を行う。

(4) 計画道路の交差点からのみ流出入させるものである。

(5) 計画道路の交差点は平面交差点、或いは、立体交差点として計画され、細街路の様な規格の低い道路は計画道路を横断することは出来ない。

(6) 交通安全確保のため、計画道路は全面駐車禁止とする。

4.5 設計基準

4.5.1 道路設計基準

(1) 設計速度

計画道路の機能，性格及び周辺状況を考慮し、下記の様に設計速度が提案された。

平 地 部	80 km／h
丘陵地部	80 km／h
山 地 部	80 km／h

(2) 走行速度

交通の安全を確保するために、実用走行速度は60 km／hと仮定する。

(3) 設計車輌

設計車輌はセミトレーラーまでとする。

(4) 幾何構造

マレーシアーの幾何構造が適応される。これは、マレーシアの基準、アメリカのＡＡＳＨＴＯ、及び日本の道路構造令の比較検討した結果である。採用された幾何構造は表4.3に示される。

Table 4.3 DESIGN STANDARD

Items	Unit	Description
Adopted Group	-	04 - 06
Design Vehicles	-	All type of vehicles
Design Speed	Km.p.h.	80
Carriageway width	m	3.5 each lane
Central Reservation	m	3.0 each lane
Shoulder Width	m	Flat 2.0 Mountain 1.5
Maximum Gradient		
- Flat Terrain (F)	%	4
- Rolling Terrain (R)	%	5
- Mountain Terrain (M)	%	7
Critical Grade Length	m	F = 330 R = 240 M = 150
Stopping Sight Distance	m	105
Passing Sight Distance	m	540
Minimum Radius	m	210
Transition Curves Length	m	72
Vertical Curves (crest)	-	25.5
Vertical Curves (sag)	-	22.5

Note: F : Flat Terrain
R : Rolling Terrain
M : Mountain Terrain

4.5.2　橋梁設計基準

(1)　基　準

英国運輸省メモランダムを採用する。

○荷　重	B.S	5,400	part 2
○鋼　桁	B.S	153	
○コンクリート桁	B.S	5,400	part 4
○材　料	B.S	153	B.S 5,400
○基　礎	C.P	2,004	

(2)　建築限界

マレーシア国では建築限界は4.35mである。しかし、現道のオーバーレーその他の項目についても考慮する必要がある。そのため、本調査の最低建築限界は5.0 mを採用した。

4.5.3　交差点設計基準

(1)　平面交差点

平面交差点の設計基準はAASHTOの基準に準じるものとする。

(2)　立体交差点

立体交差点の設計基準はAASHTOの基準に準じるものとする。また、インターチェンジの設計基準は40 km／hとする。

4.5.4　舗装設計基準

アスファルトコンクリート舗装の設計基準は日本のアスファルトコンクリート舗装要綱を基準とするが、当然アメリカの基準、シェルの基準等も参考とする。

4.5.5　排水設計基準

設計基準はマレーシア国の設計基準を採用する。

4.6　比較路線調査

4.6.1　路線選定のための基本方針

(1)　路線選定場所

前節で述べられた様に路線選定は下記の場所を通過する。

a)　始点はウェルド・ケイとノース・コスタル・ロードとの交差点とする。

b)　上記交差点から現道を通りタンジョン・トコンまで。

c)　タンジョン・トコンからウォーター・フォール・ロード

d) ウォーター・フォール・ロードからアヤール・イタム通り。

e) アヤール・イタム通りからゴルゴール地区まで、そしてノース・コスタル通りで終点とする。

(2) 路線選定基準

路線の最も重要な事は交通をスムーズに流し、安全を確保することである。路線選定基準として下記の様な事項が挙げられる。

a) 現地形と斉合させる。

b) 現在及び将来の土地利用と斉合させる。

c) 現在の環境水準を確保する。

d) 平面、縦、横断と斉合させる。

e) 安全性、経済性を検討する。

f) 幾何構造と斉合させる。

g) 工事費の削減。

4.6.2 比較路線

図、4.5に示される様に8区間の異なった地域に分割できる。路線選定はこの8つの区間毎に検討した。

(1) A－B区間

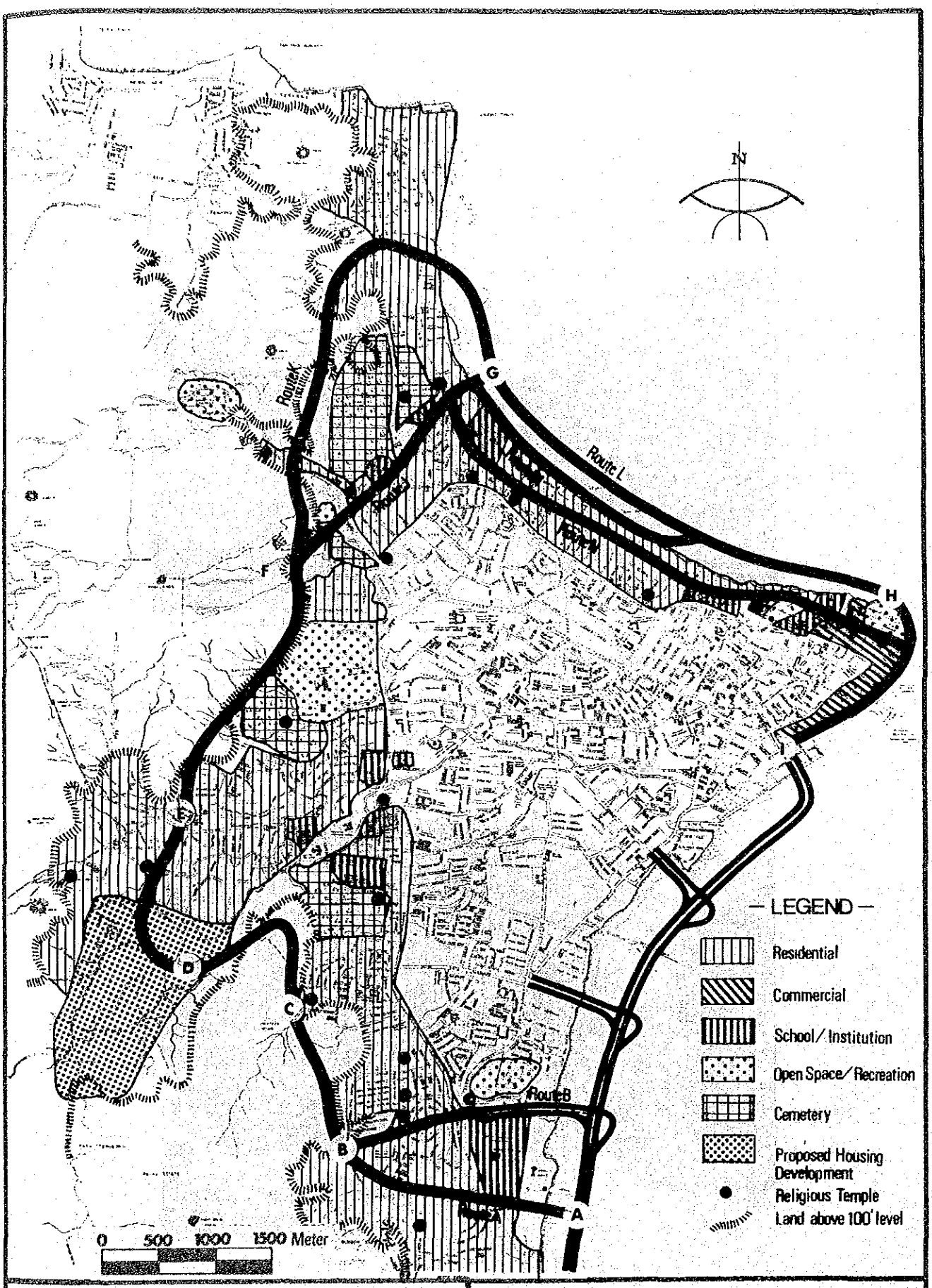
計画道路は、すでに承認された本調査の上位計画であるノース・コスタル・ロードと接続する。インターチェンジは、ノース・コスタル・ロードの交通を阻害しない様に計画される。この地域の主な土地利用は住宅地と墓地とで形成されている。そのため、路線選定は上記の住宅・墓地等を極力さける必要がある。また、幾何構造等をも考慮し、2本の比較案が提案された。比較A案はペナン橋架設地点より約1.6 km の位置に新しいインターチェンジを計画し、この点を始点とした。また比較B案は、現在承認されているUDINインターチェンジを延伸する計画である。

(2) B－C－D区間

この区間の土地利用は、住宅地、墓地、丘陵地とに分類できる。これらの住宅地は、海抜20～25 m の丘陵地まで開発されている。そのため、路線は住宅地域及び急峻な地形をさけた海抜60～90 m の範囲内に選定された。

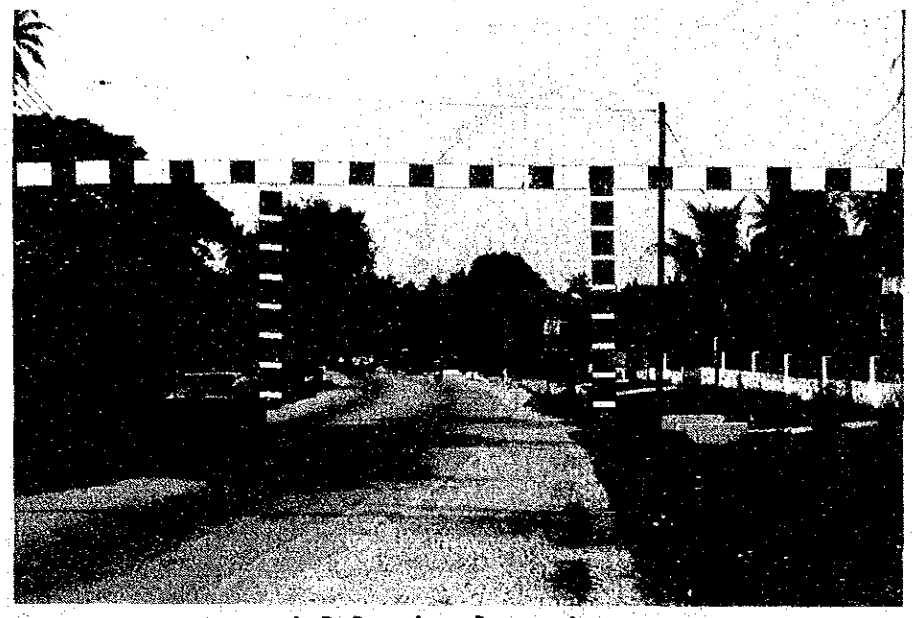
(3) D－E区間

この区間はアヤール・イタム町を通過するため特に次の事項について充分検討される必要がある。



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.5 LOCATION OF ALTERNATIVE ROUTES



A-B Section Route A

Grade Separation of Glugor Road

A-B Section Route A

a）将来開発計画

アヤール・イタムの南側地域は、すでにMPPPの計画課により開発計画が立案され、承認されている。この承認された計画案に従えば、44 mの道路が開発計画住宅地域の中央に選定されている。

b）現在住宅地域

現在の住宅地域は古く、高密度住宅地域である。路線選定は、住宅地域の分断或いは建設中の住宅等を考慮していくつかの比較路線を検討した。選定した路線はアヤール・イタム町の分断をさける様計画された。

(4) E－F区間

この区間の地形は丘陵地と山地部に区分出来る。丘陵地は海抜45 m位まで住宅地，墓地，レクリエーション等の施設として利用され、また、山地部の海抜90 m以上は岩が露出し非常に急峻である。

最適路線を定めるため、3つのケース・スタディーを行った。

ケースA→海抜120m以上に路線選定される場合、

最急勾配10％を使用しなければならなく、岩切削が多いため建設費が高くなる。

ケースB→海抜60 m～90 mに路線選定される場合

最急勾配6％で可能であり、住宅地域及び岩の多い地域もさけることができる。

ケースC→海抜30 mに路線選定される場合

住宅地，墓地等をさけることができない。

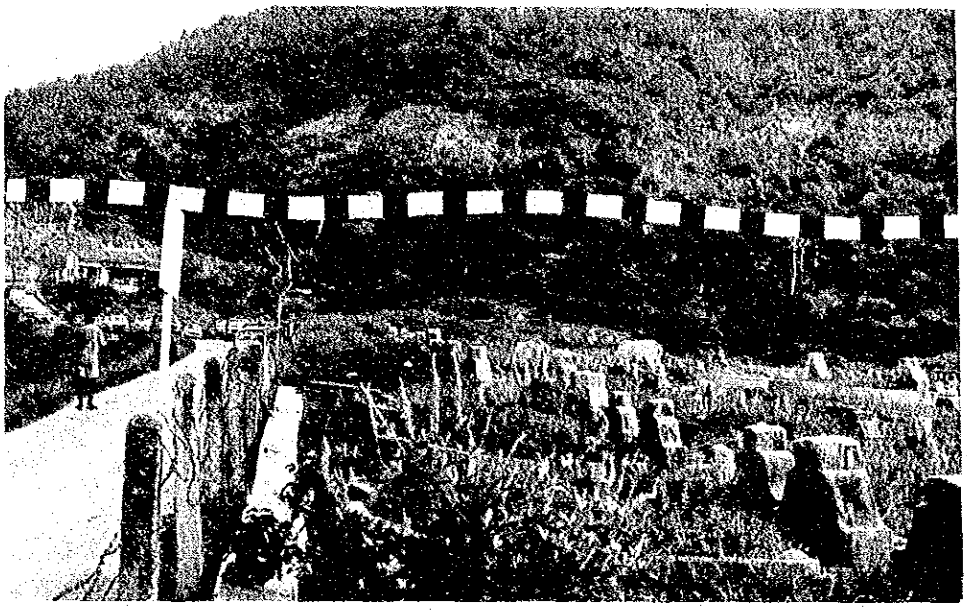
以上の検討結果からケースBが最適案として提案された。

(5) F－G区間

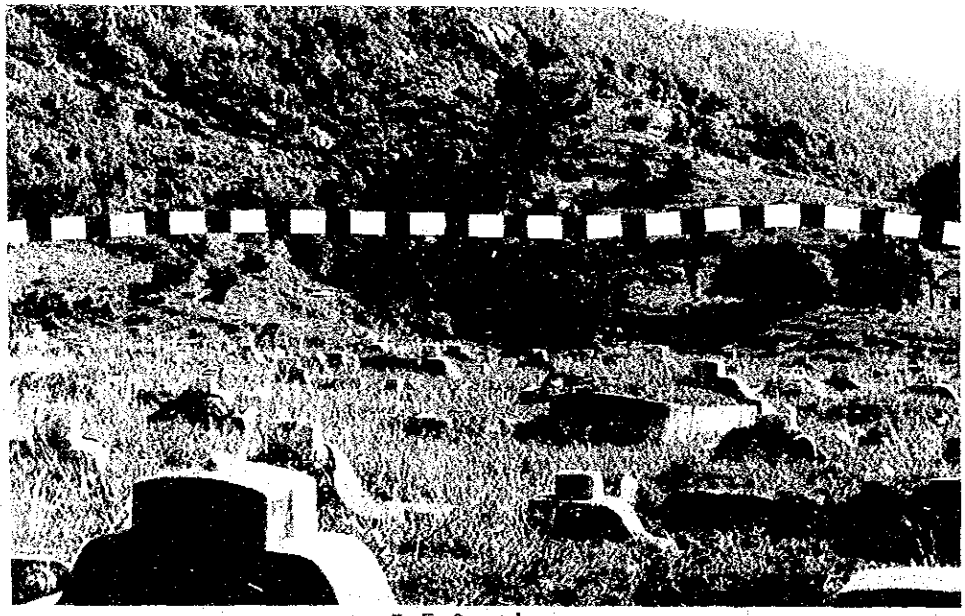
J路線及びK路線の2案が提案された。J路線はジェスエルトン町とバガン・ジェルマルを結び最短路線である。この場合ゴットリーブ道路、バガン・ジャーマル道路の拡巾が必要となる。これらの道路は両側にロイヤルパームヤシの街路樹がありとても美しく、また、道路沿いには多くの住宅と2～3の学校が存在する。この様な住宅地，学校等をさける路線としてK路線が選定された。K路線は中国墓地をさけ山のふもとを通過し、北側に曲がり、海岸を通りバガン・ジャーマルに結ばれる。路線延長はJ路線の約2倍となる。

(6) G－H区間

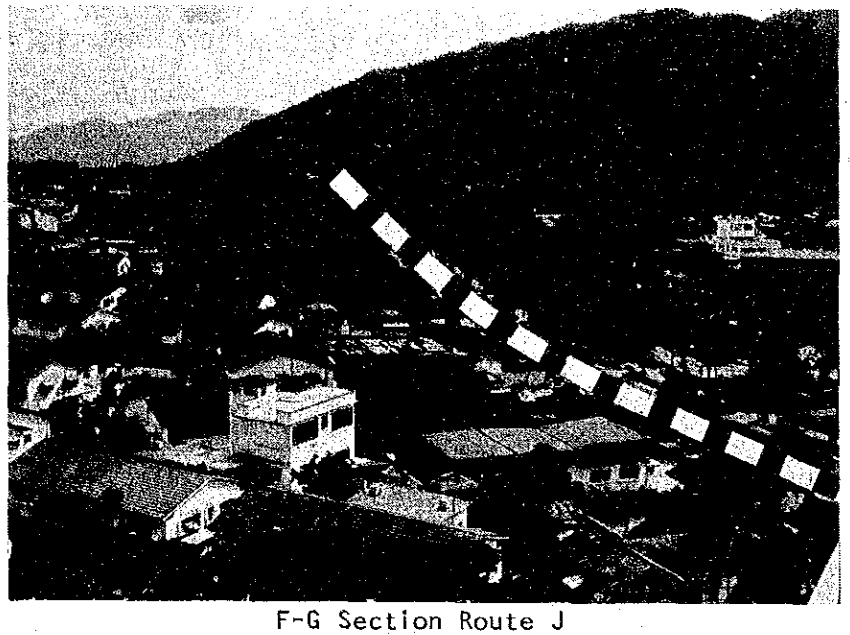
この区間、特にガーニー道路沿いは美しい風景とレクリエーション施設がある市民の憩いの場所である。そしてまた、幾つかのホテルも存在する。そのため路線の選定は環境保全に充分配慮しなければならない。



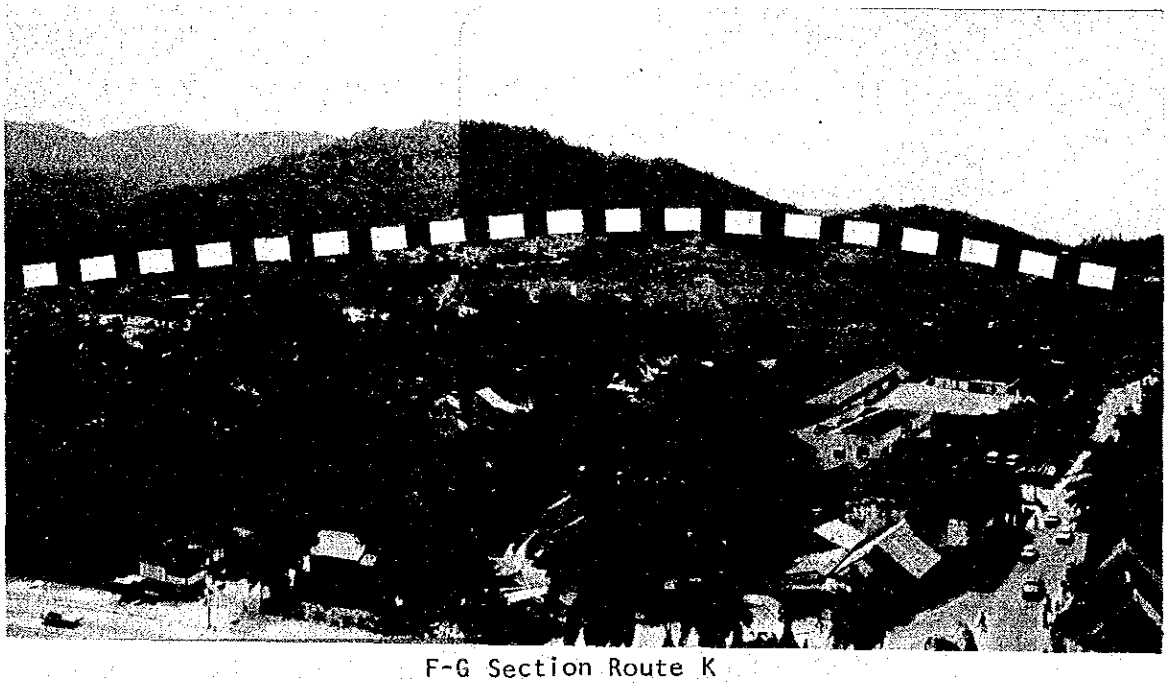
E-F Section



E-F Section



F-G Section Route J



F-G Section Route K

上記の事項を考慮して３つの比較案が作成された。

a） L路線

この路線は現在の海岸線から８０ｍ沖合に選定されたもの。この道路沿いには環境対策、美しい風景の確保のために緩衝緑地帯が計画されている。

b） M路線

現道であるガーニー道路を拡巾し、H地点に接続する。環境対策はL路線と同様に考えるが緩衝緑地帯が狭い。

c） N路線

この路線は新設道路でなく現道であるケラウイ道路とノーザム道路の改良である。

(7) H－I区間

この区間は現道であるウェルド・ケイ道路の改良である。

現道は２車線部分もあり、また１車線の区間もある。両側に古い大きなビル、港等も存在しており、拡大は困難であるため現道の巾を利用して改良する。

4.6.3 比較路線の選択

(1) 概　要

図4.5に示される様に７の比較案が作成され、第３回技術委員会（ペナン）で協議された。比較案の評価は表4.4に示される。

(2) 比較案の検討

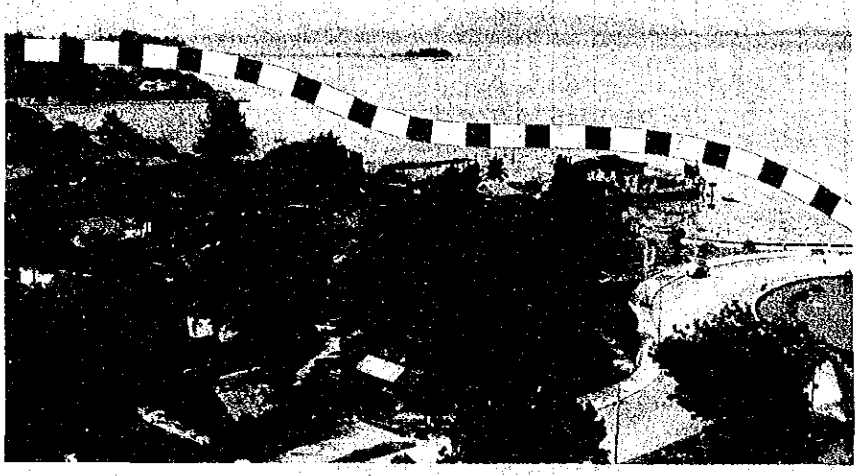
a） 路線Aと路線B

1） 技術的観点

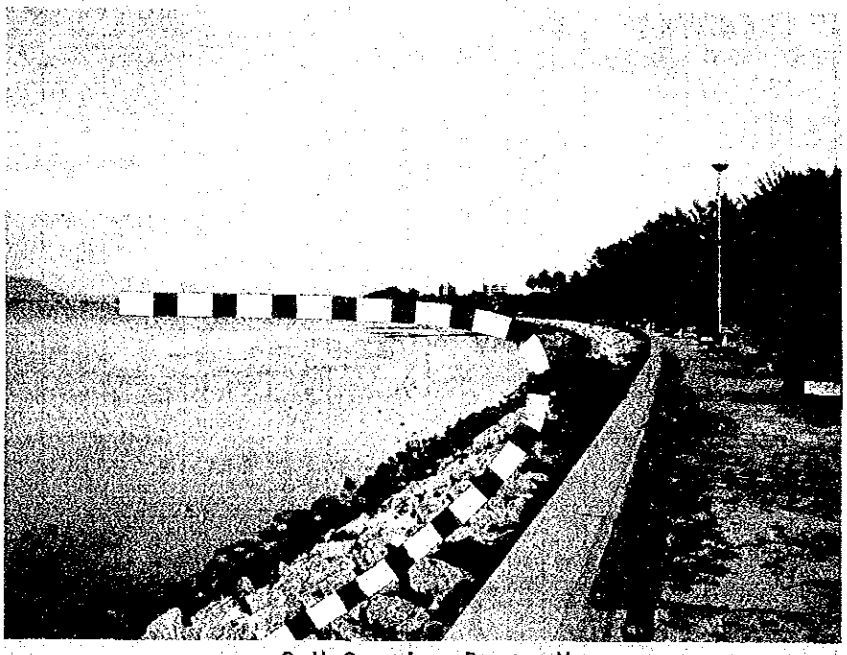
- 路線Aと路線Bの建設費はそれぞれ22,290,000マレーシアドルと30,419,000マレーシアドルであり、路線Aが明らかに安い。
- グルゴール交差点にはすでにマレーシア政府により立体交差点が計画、承認されている。そのため、路線Bのこの交差点は三層立体交差を設けなければならない。また、路線Bと現道グリーン道路及びグルゴール道路との接続は困難である。一方、路線Aにおけるグルゴール道路との接続は容易に行われる。
- 路線Aは現道のヴァリー道路沿いに計画され、ヴァリー道路沿いはほとんど政府用地である。しかしながら路線Bはほとんど民間地内を通過する。そのため路線Aの土地取得は路線Bより容易である。

2） 社会経済的観点

- 路線Aの通過地域には、住居地がほとんどなく環境に対する悪影響はほとんどない。



F-G Section Route K



G-H Section Route M

Table 4.4 COMPARISON OF ALTERNATIVE ROUTES

Item \ Route		A - B Section		F - G Section		G - H Section		
		Route A	Route B	Route J	Route K	Route L	Route M	Route N
Outline	Length	2.80 Km	2.50 Km	2.65 Km	6.47 Km	4.45 Km	4.40 Km	5.00 Km
	Plan	New Construction & Improvement of existing Valley Road	New Construction	Improvement of existing Jalan Gottlieb and Jalan Bagan Jermal	New Construction	New Construction	Improvement of existing Gurney Drive & New Construction	Improvement of existing Jalan Kelawai and Jalan Northam
	Land Use	Existing housing area & Future housing area	Existing housing area	Existing housing area	Mountainous area	Seashore	Existing housing area & seashore	Existing housing area & commercial area
Driving Comfort	Max. Grade	Below 3.00%	Below 3.00%	Below 6.00%	6.00%	Below 3.00%	Below 3.00%	Below 3.00%
	Min. Radius	Over 600 m	Over 500 m	Over 300 m	Over 300 m	Over 300 m	Over 300 m	Over 100 m
	Alignment	Smooth Almost flat	There are up and down slopes	Almost flat	There are up and down slopes	Very smooth Almost flat	Very smooth Almost flat	There are many curves.
Construction	Construction Condition	Easy	Many problems	Some problems	Easy	Easy	Easy	Some problems
	Land Acquisition	Easy	Many problems	Many problems	Easy	Easy	Easy	Many problems
	Safety	*More safe than* Route B	*Moderate*	*Moderate*	*More safe than* Route J	*More safe than* Route N	More safe than Route N	Moderate
Environment	Community	Route passes through the border of the community	Route passes through the community	Route passes through the border the community	Separate from the community	Separate from the community	Separate from the community	Passes through the border of the community
	Greenery	Can maintain existing good environment	Some problems in creating good environment	Some problems in creating good environment	Some problems existing good environment	Can maintain existing good environment	Can maintain existing good environment	Some problems in creating good environment
	Decreasing noise level	Some problems	Many problems	Some problems	No problem	No problem	No problem	Many problems
	View from Road	-	-	-	Beautiful	Beautiful	Beautiful	-
	View from Road	-	-	-	Mitigation	Mitigation	Mitigation	-
Construction Cost	Construction Cost	14,297	18,360	10,416	21,015	26,795	22,937	4,457
	Land Acquisition & Compensation	7,993	12,059	17,381	9,443	0	0	25,064
	Total	22,290	30,419	27,797	30,458	26,795	22,937	29,521

○　路線Bは現在のグルゴール住宅地域の中央を通過するため地域環境を分断する可能性がある。

以上の結果から路線Aを選択する。

b) 路線Jと路線K

1) 技術観点

○　路線Jと路線Kの建設費は27,292,000マレーシアドルと30,458,000マレーシアドルであり、路線Jは路線Kに比べて約10%安い。

○　路線Jは現道ゴットリーブ道路及びバガン・ジャーマル道路の改良計画であり、現道路には住宅地，商店，学校等が建ちならぶ。そのため種々の問題が生じる可能性がある。一方、K路線は山地部を通過するので用地取得が簡単である。

2) 社会経済的観点

○　現在の路線J沿いは良い環境が保全されているため計画路線も環境対策を充分する必要がある。これに比べて路線Kは山地部を通過するため比較的環境に対する問題が少ないであろう。

○　路線Jは現道の2車線から4車線への改良案である。現道沿いには2～3の学校があり、交通量の増加と共に、生徒の交通事故発生件数が増加することが考えられ、生徒の安全に対する問題が残る。

以上の様に技術的観点及び社会経済的観点からのみの評価ではK路線が優れているが、双方の路線を使用した場合の道路網形体が異るため後節において経済評価を行い、結論を定めることとする。

c) 路線L．M．N

1) 技術的観点

○　路線L.MそしてNの建設費はそれぞれ26,795,000マレーシアドルそして29,521,000マレーシアドルである。最も安い建設費は路線Mである。

○　路線Lと路線Mは埋立地内に道路を通すため用地取得は容易であるが、路線N沿いには数多くの住宅また学校等が存在しているため用地取得は非常に困難である。

2) 社会経済的観点

○　緩衝緑地帯の巾は路線Lでは50m、路線Mでは20m確保されている。これらはガーニー道路沿いの環境を充分保全することができる。

○　現在のノーザム道路沿いは良い環境が整備されている。しかし、現道が2車線から4車線に改良された場合、用地取得の問題から、充分良い環境を保

全するには多少問題があるだろう。

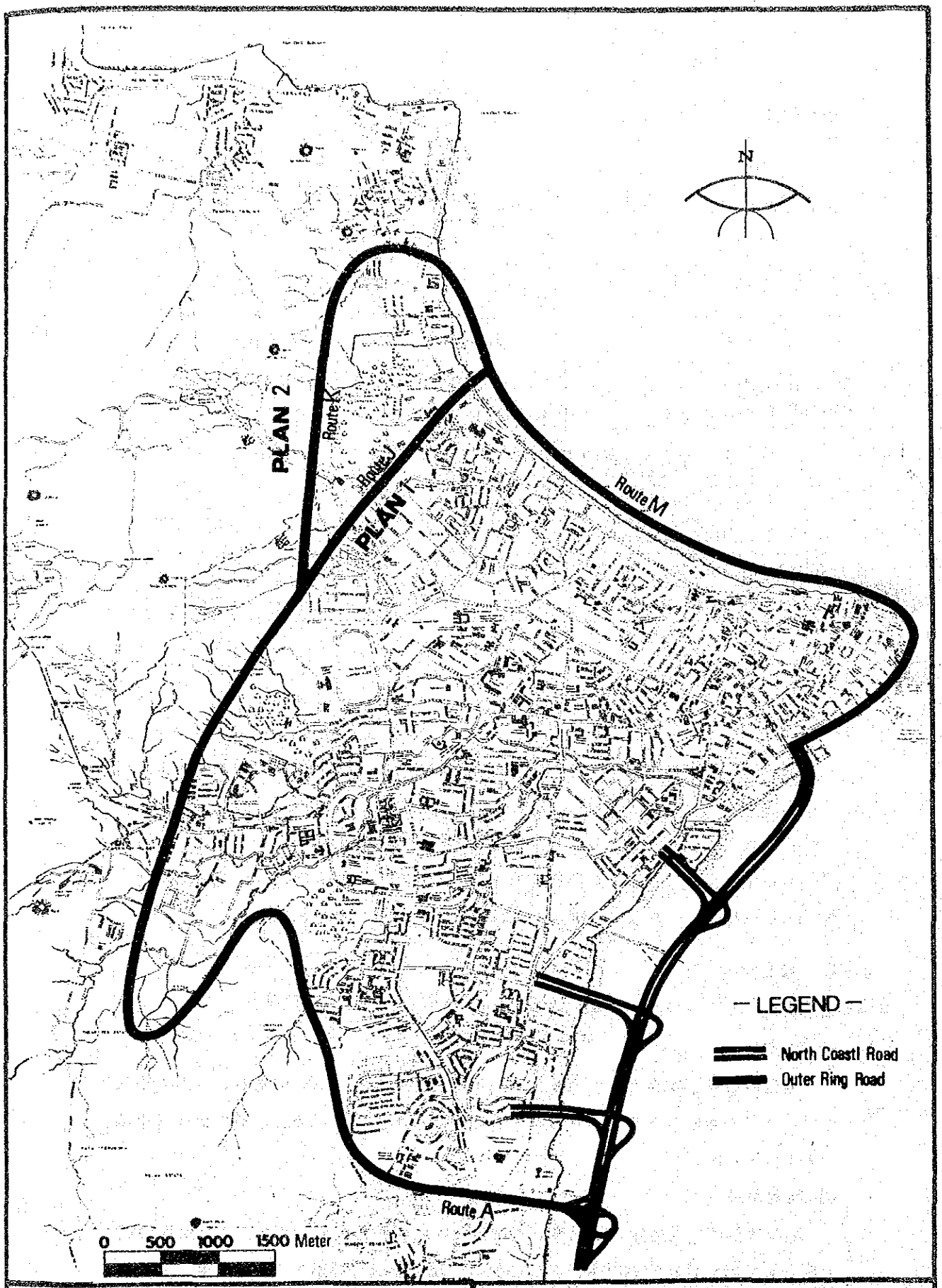
上記に述べられた様に、この区間では路線Mが最も優れているものとして提案される。

以上の評価によって、ルートA、ルートJ、ルートK、ルートMの組み合せによる2つの路線を比較案として作成し、以後の評価をすすめるものとする。

プラン1：ルートA，ルートJ，ルートM

プラン2：ルートA，ルートK，ルートM

この2案を図に示すと、図4.6のようになる。



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.6 ALTERNATIVE ROUTES SELECTED

4.7 概略設計

4.7.1 概 要

設計基本方針及び調査を基に、概略設計を次の各項目について行った。

Table 4.5 SCALE USED IN THE DESIGN OF THE PROJECT ROAD

Items		Scale	Remarks
Road Design	Plan	1 : 3,000	Topographical Map
	Profile	H = 1 : 3,000 V = 1 : 500	
	Cross-Section	1 : 200	
Typical Cross-Section		1 : 100	
Intersection Design		1 : 500	
Bridge Design		1 : 500	Survey Map
Land Acquisition		1 : 3,000	

4.7.2 線 形

(1) 平面線形

路線選定の結果を基に1：3000地形図を使用して、平面線形を計画した。

(2) 縦断線形

最急縦断勾配は6.0％とし、最少縦断勾配は排水等の関連から0.3％とした。海岸部の道路計画高は超波量から推定し3.00mと決められた。海岸部の縦断勾配は0.00％である（レベル）が、排水には問題がないのでレベルとした。

4.7.3 横断構成

横断構成はマレーシアの基準に従った。

a) 車道巾員

運転の容易、安全性等は直接、車道巾員と関連をもつものである。計画道路はマレーシア基準の04～06の基準が採用された。そのため、車道巾員は1車線3.5mとした。

b) 路肩巾員

路肩巾員は、緊急用の停止等を考慮しなければならない。また、主な路肩の機能としては、自転車通行帯、舗装の保護、視距の確保等がある。J.K.Rの基準に従えば、平担地の路肩巾員は3.0mであり、山地部のそれは、1.5mである。

しかし、本調査では平担地の路肩巾員を2.0 mとした。その理由は下記のとおりである。

＊　平担地はすべてに都市化されて、用地費が非常に高い。そのため工事費節減のために、3.0 mを2.0 mに縮少した。

＊　2.0 mの路肩巾員は、上記に述べられた路肩機能を充分満足するものである。

また、山地部の路肩巾員は基準通り1.5 mとする。

c) 中央帯

中央帯は、交通流を分離するものであり、中央分離帯には庶光壁の設置も可能である。中央分離帯に構造物を設置するためには、少なくとも3.0 mの巾員は必要である。また、中央帯とは、中央分離帯と内側帯とから成る。ここでは、中央分離帯を2.0 mとし内側帯はそれぞれ0.5 mとする。

d) 用地巾

住宅地内の用地巾は30.0mとする。ただし、アヤールイタムの南側の様に今後開発される地域に対しては、23.0mを採用する。横断構成は、図4.7，図4.8に示される。

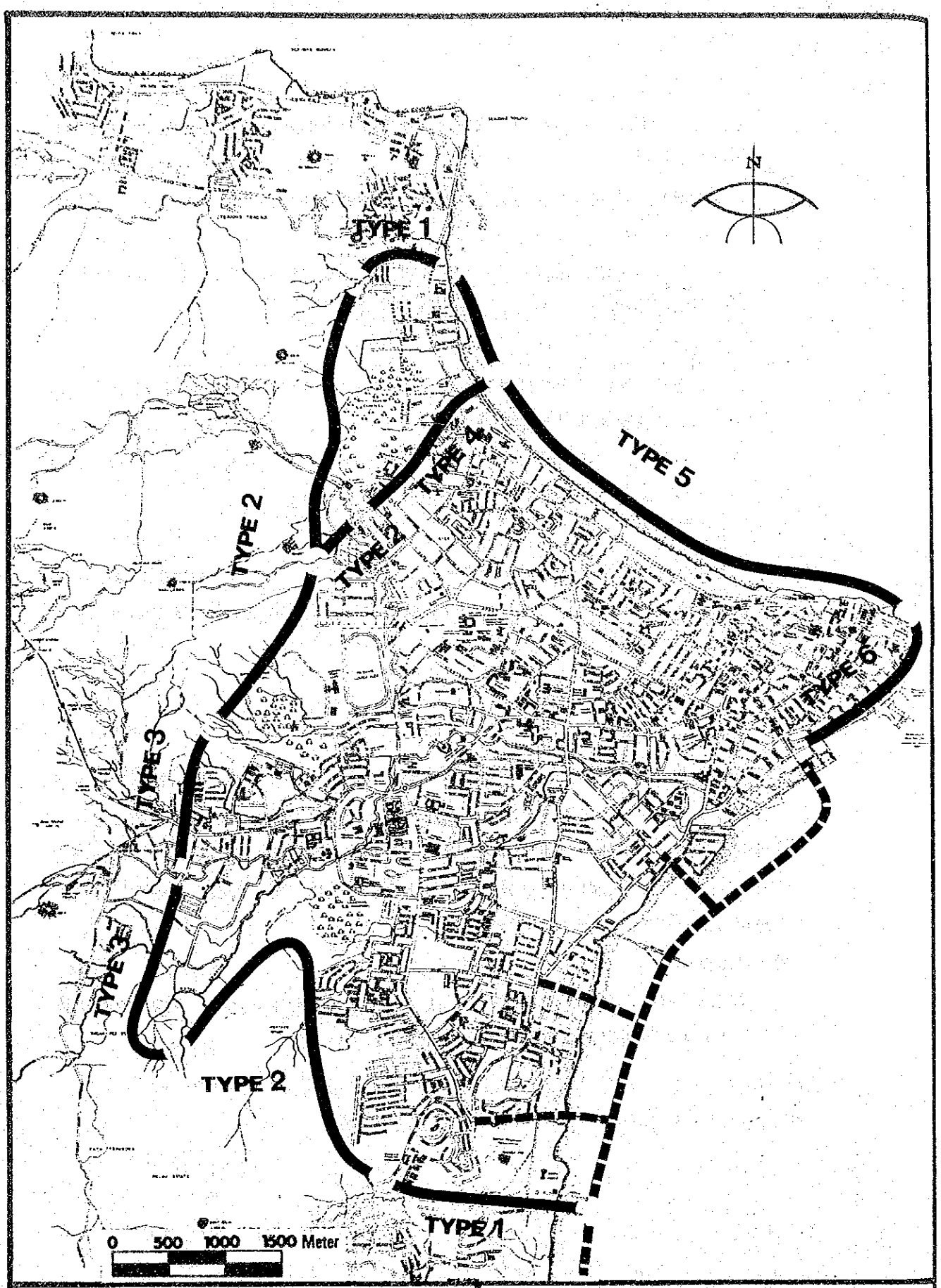
4.7.4　交差点計画

(1) 交差点の一般形状（形式）

計画道路は、主要幹線道路（都市内）であるため、一般街路よりも速い速度が要求される。そして、交通流を阻害されない様にする必要がある。一般論的に言って、外環状道路と、それに関連する道路との交差方式は表4.6に示される。この表は交差点形式を示したものであるが、地形，状況，暫定施工等を考慮した場合、形式の変更もありうる。

(2) 交差点配置

交差点配置は、図4.9に示される。1つのインターチェンジと、3つの立体交差点及び13の平面交差点が計画道路に計画されている。



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.7
LOCATION OF EACH CROSS-SECTION TYPE

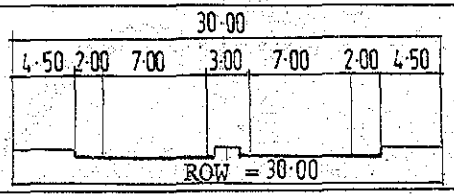
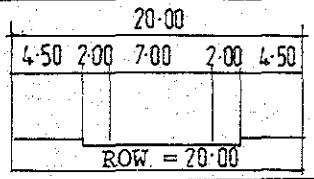
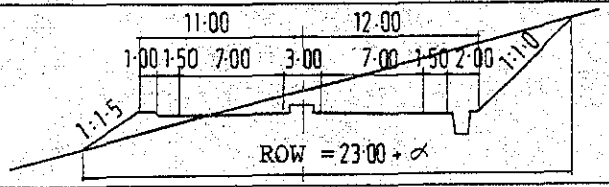
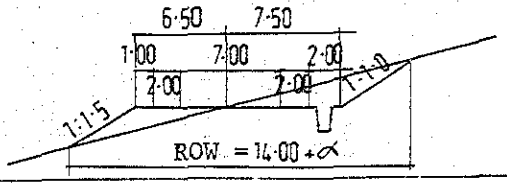
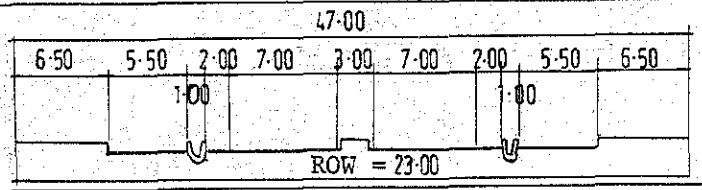
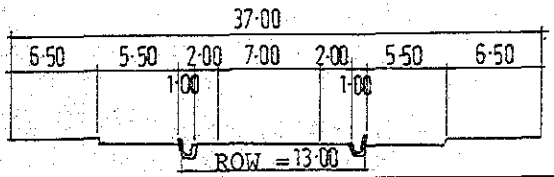
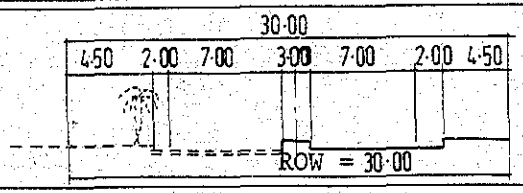
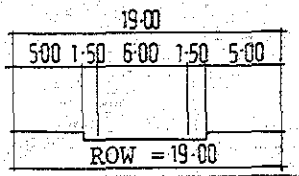
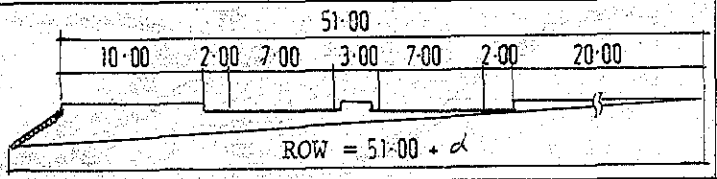
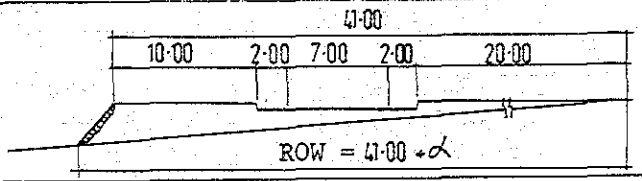
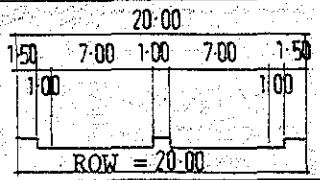
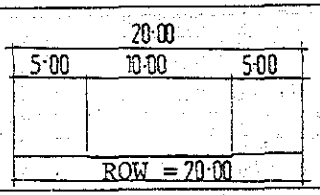
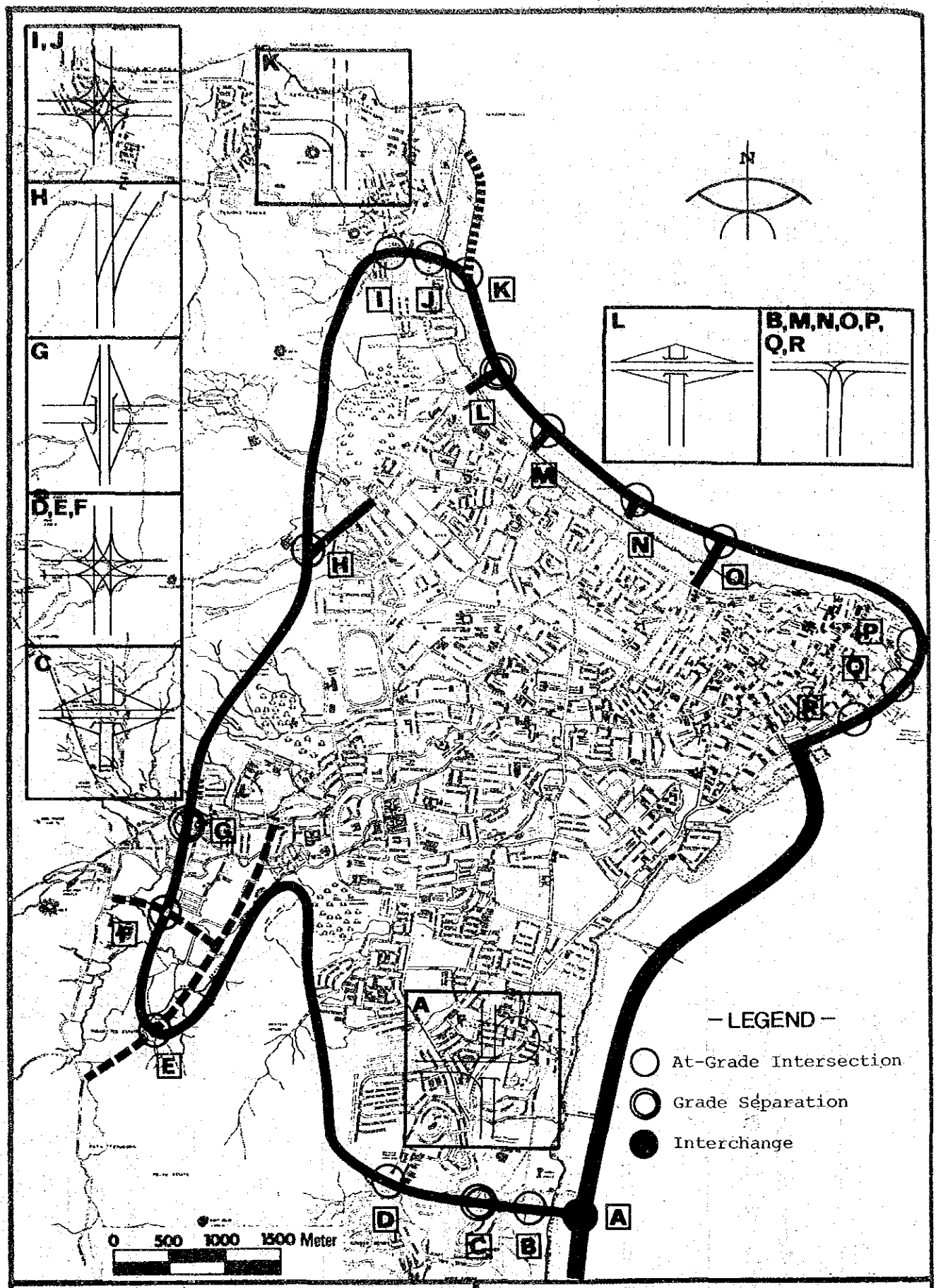
	type	Typical Cross-Section	
		4-lane	2-lane
Residential Area (without Service Road	1		
Mountain Area	2		
Residential (with Service Road)	3		
Improvement of Existing Gottlieb Road	4		
Gurney Drive Extension	5		
Improvement of Existing Weld Quay	6		

Fig. 4.8 TYPICAL CROSS-SECTION



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.9 INTERSECTION LOCATION & TYPE

Table 4.6 TYPE OF INTERSECTION

Intersection of Outer Ring Road	At-grade intersection		grade separation	Remarks
	non-signalled	signalled		
to Primary Distributor inter-urban	X	X	0	
to Primary Distributor intra-urban	X	X	0	
to District Distributor	X	0	X	
to Local Distributor and Access Road	X	X	X	access control
to Approach Road (relating to Project Road)	X	0	X	

Note : 0 - suitable type of intersection.
X - not suitable type of intersection.

(3) 交差点計画

1. A交差点（図4.10参照）

A交差点は主要幹線道路（都市内）と主要幹線道路（都市内）との交差点である。上記の2路線は共に幹線道路である。そのため、立体交差点として計画されることが必要である。ここで3案の比較案が考えられる。(図4.10参照)

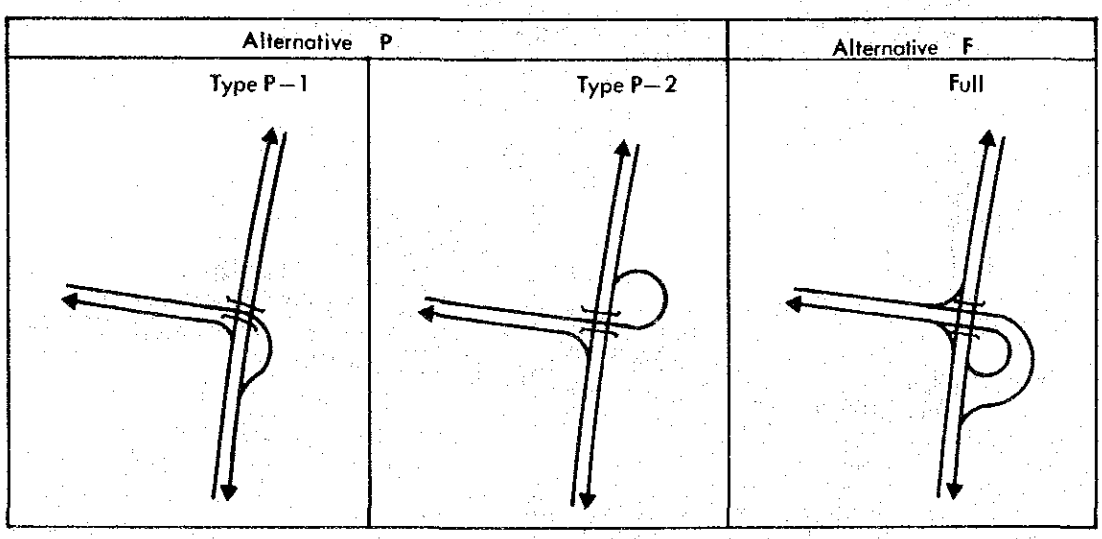


Fig. 4.10 ALTERNATIVE PLANS

この3案の比較を、交通流、このインターとペナン橋のインターとの間のヴィービング長等から評価する。しかし交通流にはあまり差がないので、ヴィービング長について主として検討した。この結果P－2タイプが最も高いサービス水準（サービス水準C、2000年）となり、この案が望ましいと考えられる。

2. B交差点（図4.9参照）

B交差点は都市内主要幹線相互の交差点である。また、この交差点の交通量は非常に多い。交差点交通容量解析の結果、2000年までは容量を越えない。また、A交差点及びB交差点が隣接して計画されているため、織込車線長、標識等の設置に問題がある。そのため、この交差点は平面交差点として提案する。

しかし、2000年以降は交通量も増加するので、立体交差が必要となる。この場合の1例として図4.11のような交差点が考えられるが、その時点で交通量を実際に測定する必要がある。

3. C，G及びL交差点（図4.9参照）

これらの交差点は、都市内主要幹線相互の交差点である。表4.6に従い、立体交差点とする。

4. K交差点（図4.9参照）

K交差点は、埋立てによってタンジュン・トコン道路が建設された場合、外環状道路の機能を維持するため立体交差とする必要がある（図4.12）。しかし、現状ではこの道路の計画が不確定なため、平面交差で計画をたてた。

5. その他の交差点

その他の交差点は、計画道路と補助幹線、及び準幹線道路との交差点である。交通量もさほど多くないので、平面交差点として計画する。

Fig. 4.11 **GRADE SEPARATION PLAN**

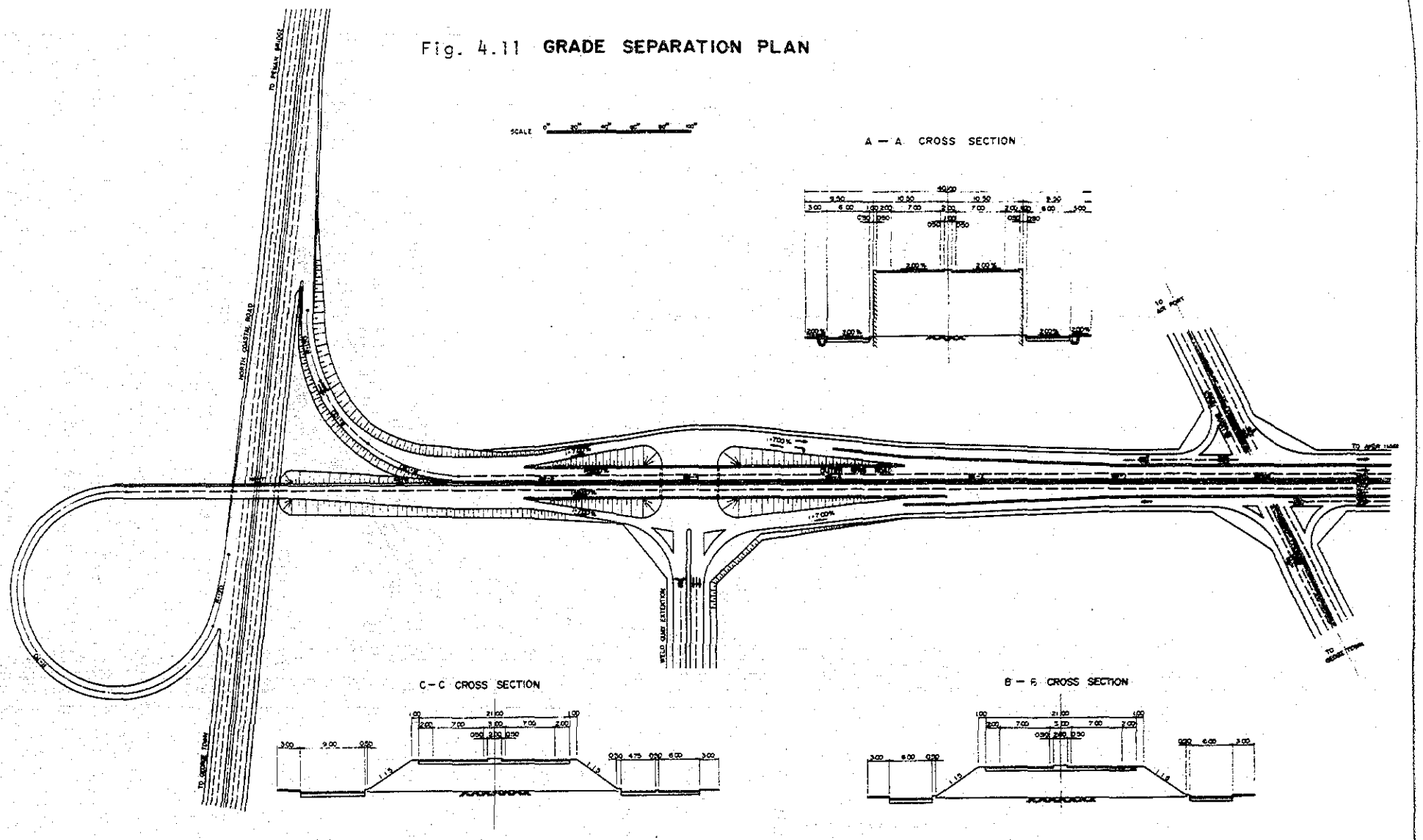
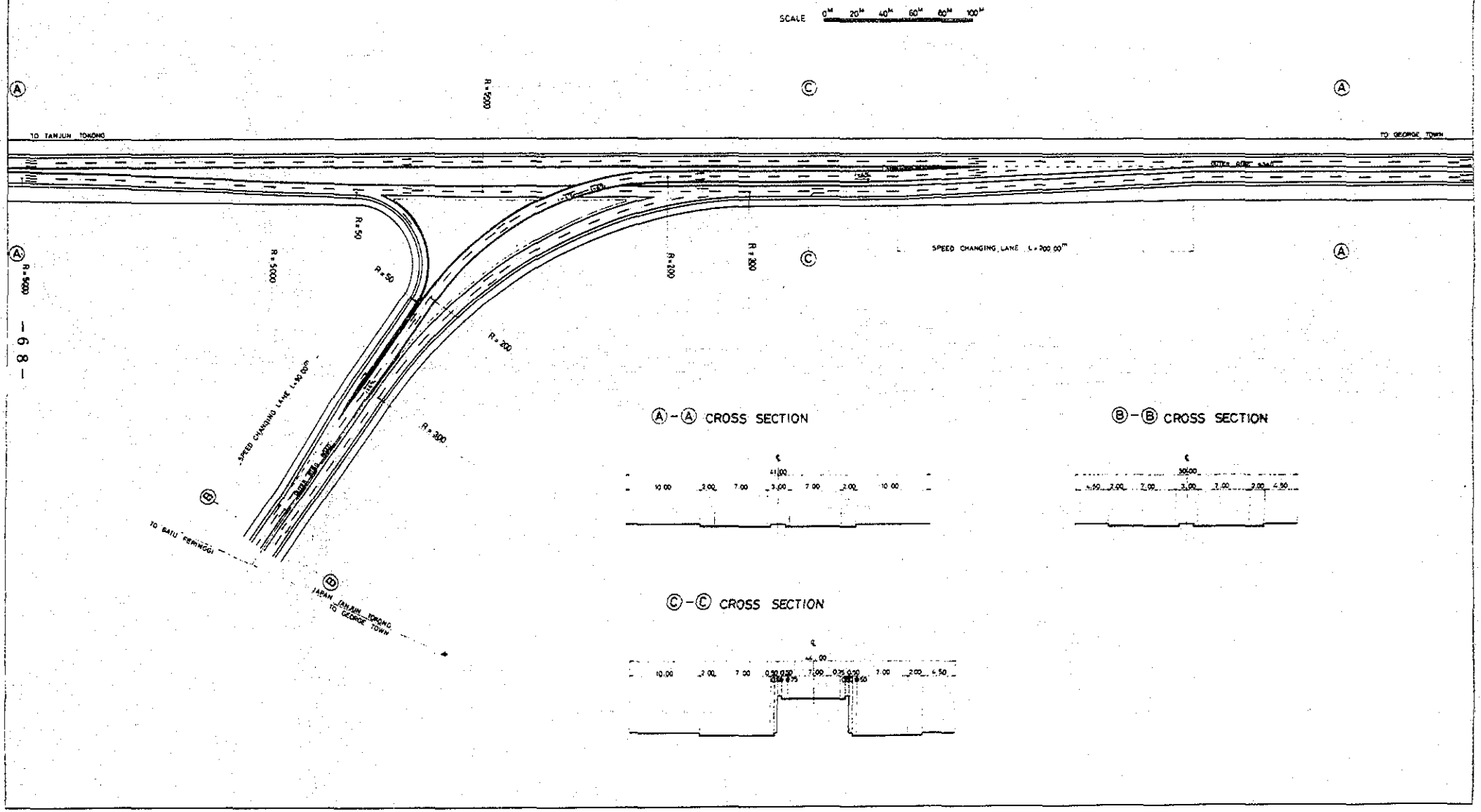


Fig. 4.12 GRADE SEPARATION PLAN (STA 145')
(ALTERNATIVE PLAN)



4.7.5　橋梁計画

(1)　上部工

マレーシア国においては、鋼桁橋より、むしろコンクリート桁橋（プレストレスト・R・C）が望ましい。鉄筋コンクリート橋の最長経済スパンは30mから40mであり、プレストレストコンクリート橋の最長経済スパンは、15mから20mである。

上記の事項を考慮し、深い沢は、ポストテンション桁橋を採用した。

(2)　橋　台

橋台の位置は地形，地質，施工性，経済性を考慮して決められた。立体交差点における橋梁部の橋台は、桁下空間の景観を考慮して決定された。このため、桁下高を2.0mとおさえた。この桁下と現地盤とが2.0mの地点に橋台を設ける計画を行った。

(3)　橋　脚

橋脚位置選定は、橋台位置選定と同様に行われた。橋梁架設地点の深い沢の部分は、当然ながら高い橋脚が要求される。この様な橋脚はコスト高になるため、この様な区間は上部工スパンを伸ばし、橋脚を短くした。これは、経済的観点からである。立体交差点の中央スパンは、交通流を考慮して決められた。

(4)　基礎工

土質調査の結果、現場により異るが、大体5.0mから10.0mで岩が出る。そのため、ベタ基礎で処理された。しかし、平担部の立体交差点のための橋梁は、地質が良くないため、杭基礎が必要になると思われる。この杭基礎は、現場の地質により非常に異るものであるので、詳細設計時に再度検討されるべきである。

4.7.6　護岸計画

(1)　護岸形式

一般的に護岸形式は3つに区分される。①前面斜、②前面直、③①，②の混合。護岸形式を決定する場合、次の様な事項について検討を行う。

1)　波の状態

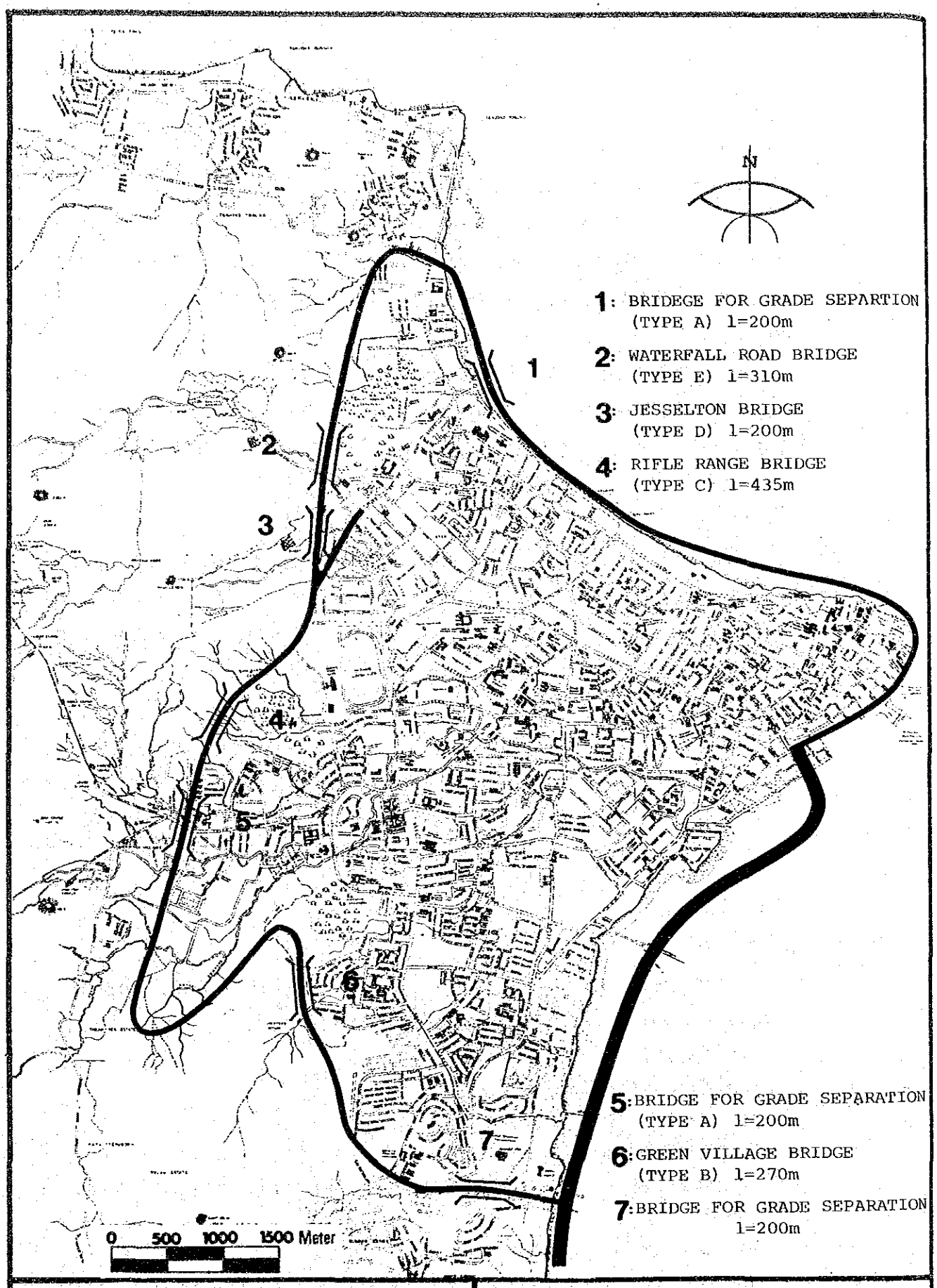
2)　基礎における地形、地質の状態

3)　建築材料、期間、建設費

4)　海岸線の利用

上記の状態を検討した結果、石積護岸形式が、最もこの場所に適しているものと思われる。

同プロジェクトの道路切土量が多いため、この土を少しでも利用出来る様に考えられている。またコンクリートのコストは高いが、量はあまり必要でない。また構造は傾斜をつけて、市民と海のふれ合いを確保するようにする。



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.13 LOCATION OF MAJOR BRIDGES

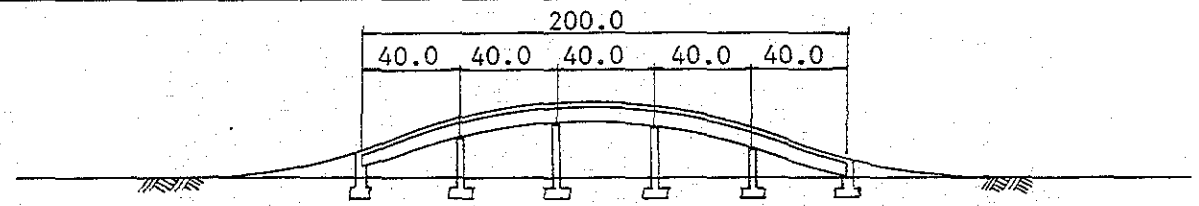
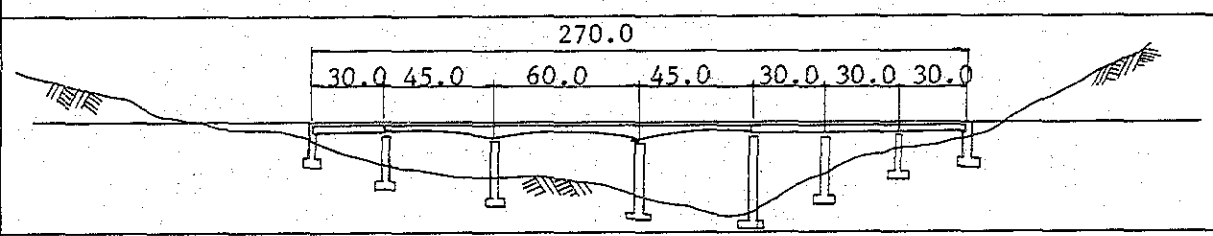
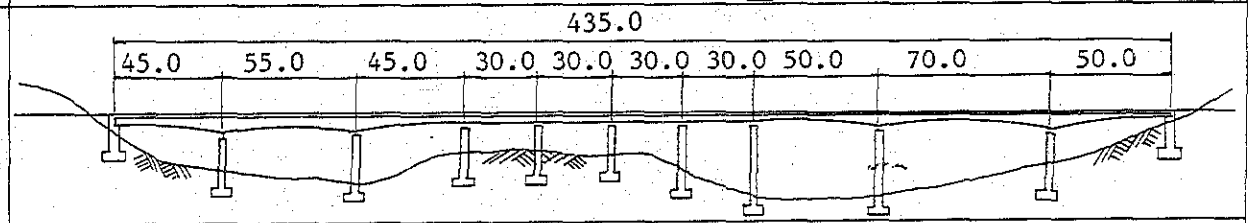
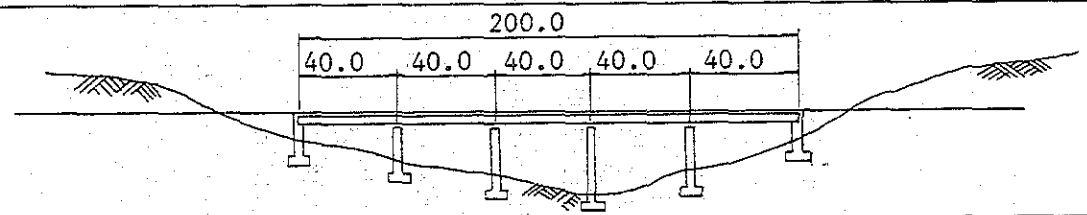
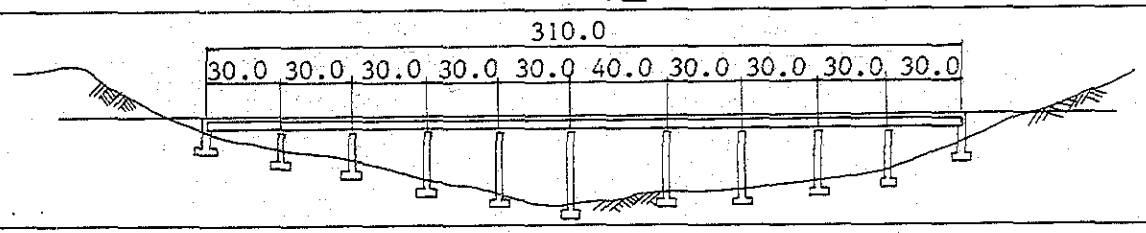
Station	Type	Length	Width	General Profile
No-1+0 No1+0 No77+50 No79+50 No153'+50 No130+10 (Grade Separation)	A	200	2 @ 9.00 = 18.00	
No27 + 70 No30 + 40 (Green Village Bridge)	B	270	2 @ 9.00 = 18.00	
No88 + 35 No92 + 70 (Riffle Range Bridge)	C	435	2 @ 9.00 = 18.00	
No103'+50 No105+50 (Jesselton Bridge)	D	200	2 @ 9.00 = 18.00	
No112'+40 No115'+50	E	310	2 @ 9.00 = 18.00	

Fig. 4.14 GENERAL VIEW OF MAJOR BRIDGES

(2) 護岸の天端高

護岸の天端高は、超波量の許容量を基礎にして決められた。許容量は $10^{-4}\ m^3/m \cdot sec$ を採用した。10^{-4} という数字は一般的なもので、この現場でも使用出来るものである。

上記の計算結果から天端高は、4.0 m となった。

4.7.7 法面保護

(1) 普通土の法面

一般的に普通土における法面保護工は、種子吹付と張芝とがある。本調査プロジェクトでは張芝を採用した。その理由は以下のとおりである。

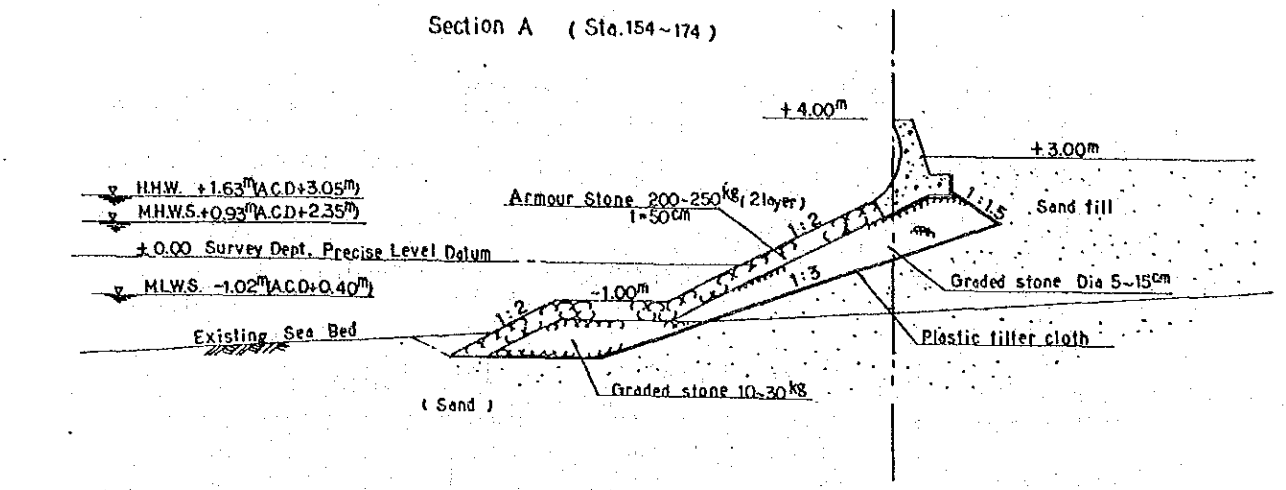
a) マレーシア国は、多くの張芝工の経験を有しており、技術的に満足いくものである。

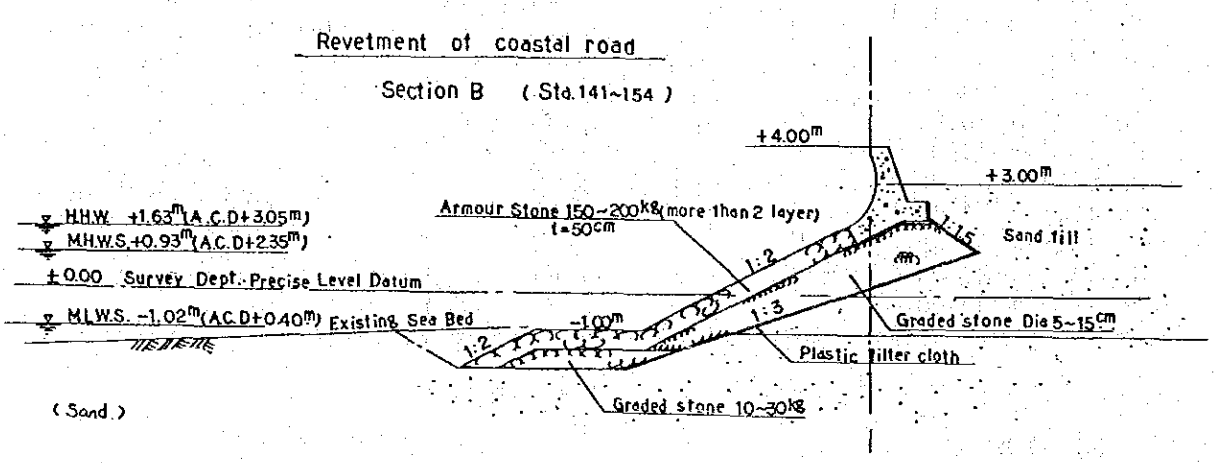
b) 種子吹付の材料は輸入しなければならないが、張芝工は容易にマレーシアの国内で生産出来る。

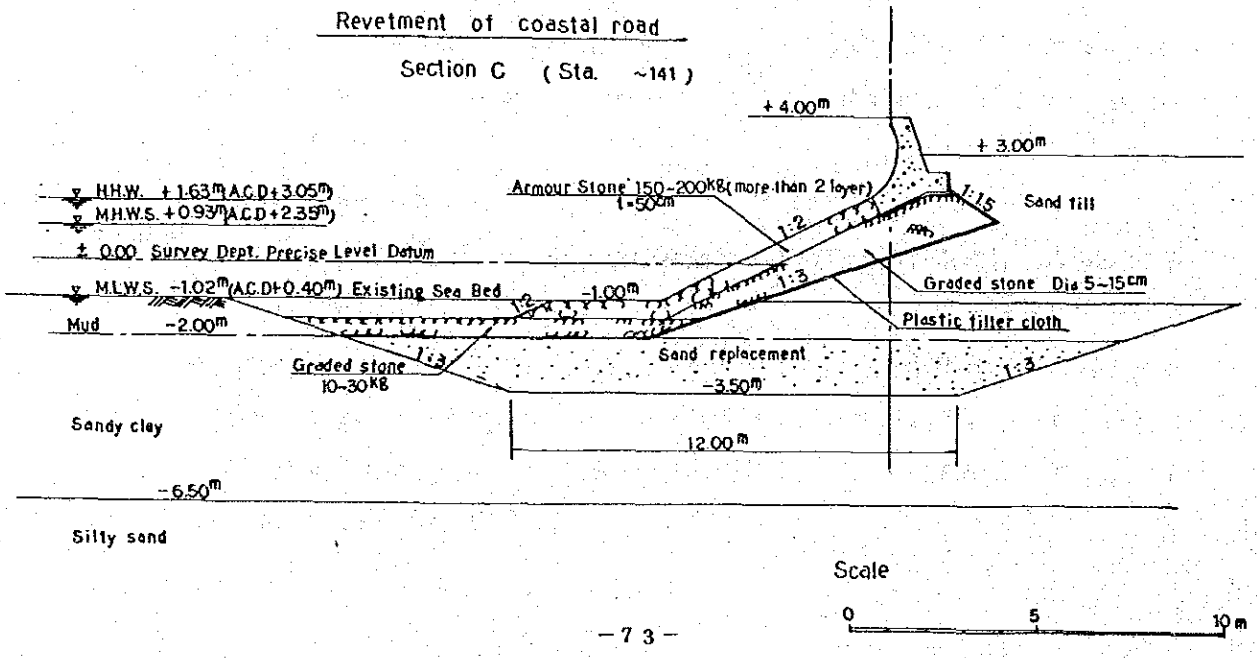
(2) 岩の法面保護

現在多くの岩の法面保護工法が開発されている。本調査では、この内のモルタル吹付工法を提案する。なぜならば、この工法が花崗岩の湧水等に対して最も効率が良いからである。

Fig. 4.15 REVENTMENT OF COASTAL ROAD







4.7.8　排水計画

(1)　カルバートボックス

カルバートボックスは、沢の部分と小さな川に架設される。カルバートボックスの断面は、流出量により決定される。流出量を計算した結果 2.0 × 2.0 m のボックスで充分である。しかしながら、土砂，砂，小枝等が流入して来るため、3.0 × 3.0m のボックスを計画した。流出量と許容流量は表 4.7 に示される。

Table 4.7- THE COMPARISON OF EACH VOLUME

Section	Section (m)	Discharge volume (m3/sec.)	Capacity discharge volume (m3/sec.)
No 6 + 40.00	3.00 x 3.00	4.29	30.00
No 35 + 0.00	"	0.93	"
No 39 + 0.00	"	1.39	"
No 42 + 0.00	"	0.90	"
No 33 + 50.00	"	1.52	"
No 123' + 10.00	"	1.79	"
No 123' + 70.00	"	1.79	"
No 126' + 20.00	"	3.36	"
No 131' + 70.00	"	3.44	"
No 132' + 60.00	"	3.44	"
No 133' + 40.00	"	1.84	"
No 134' + 80.00	"	1.76	"

(2)　側溝計画

側溝は、住宅地内と山地部に分けられる。山地部は、1.0 × 1.0 m のオープン側溝が設けられ、住宅地内は、0.50 × 1.0 m のフタ付側溝が歩道の下に設けられる。計画道路に影響する地域の流出量が計算されている。その結果と、許容流量との比較表は表 4.8 に示される。

Table 4.8 THE RESULT OF CALCULATION OF DISCHARGE VOLUME

Station		Section	% Gradient	Discharge volume (m^3/sec.)	Capacity of discharge volume (m^3/sec.)
No 8 + 0	STA No 0 + 0	0.5 x 1.0	4.1	1.43	2.1
No 0 + 0	No 6 + 0	0.5 x 1.0	2.5	1.07	1.7
No 6 + 0	No 9 + 0	0.5 x 1.0	2.0	1.07	1.6
No 9 + 0	No 16	1.0 x 1.0	6.0	7.79	8.0
No 16 + 0	No 28	1.0 x 1.0	3.0	1.9	1.9
No 28	No 37	1.0 x 1.0	4.0	0.9	2.0
No 37	No 42	1.0 x 1.0	5.0	1.15	2.5
No 42	No 50	1.0 x 1.0	1.34	0.81	1.4
No 50	No 80	0.5 x 1.0	-	-	-
No 80	No 88	0.5 x 1.0	6.00	2.44	2.8
No 96	No 104	1.0 x 1.0	6.00	2.5	2.8
No 106'	No 112'	1.0 x 1.0	6.00	2.25	2.8
No 116'	No 128'	1.0 x 1.0	1.09	1.19	1.2
No 128	No 140'	1.0 x 1.0	2.14	1.12	1.6

4.7.9 舗装計画

(1) 舗装形式

舗装には２種類ある。１つは、アスファルトコンクリート舗装、他はセメントコンクリート舗装である。本調査では、アスファルトコンクリート舗装が提案された。その理由は下記のとおりである。

1. 建設費が安い。

ペナン周辺には、コンクリート舗装に使用する砂が少ない。また、砂は非常に高い。そのため、アスファルトコンクリート舗装は、セメントコンクリート舗装より安くなる。例えば、アスファルトコンクリート舗装２８.８マレーシアドル／㎡ セメントコンクリート舗装は３３.４ マレーシアドル／㎡である。（表 4.9 参照）

2. 材料の入手が簡単

アスファルトコンクリート舗装用の路盤及び下層路盤の材料は、山地部の道路堀削から容易に得ることが出来る。しかし、セメントコンクリート舗装に用いる砂は比較的むずかしい。そのため、アスファルトコンクリート舗装が有利である。セメントコンクリート舗装には鉄筋コンクリートが使用される。しかし、鉄筋及びコンクリートは、マレーシア国内では品不足である。そのため、アスファルトコンクリート舗装を提案する。

Table 4.9 COMPARISON OF CONSTRUCTION COST BETWEEN CEMENT CONCRETE PAVEMENT AND ASPHALT CONCRETE PAVEMENT

Unit: M$ per m^2

Items	Cement Concrete Pavement			Asphalt Concrete Pavement		
	Quantity	Unit Cost	Cost	Quantity	Unit Cost	Cost
Surface Course	0.20 m^3	141.3	28.3	0.10 m^3	196.0	19.6
Base Course	0.15 m^3	28.0	4.2	0.25 m^3	20.0	5.0
Sub-Base Course	0.20 m^3	4.7	0.9	0.20 m^3	20.8	4.2
Total	-	-	33.4	-	-	28.8

3. 技術力

アスファルトコンクリート舗装は、マレーシア国内において多くの経験がある。そのため、施工が非常に容易である。

4. 維続管理

都市内においては、ガス，水道等のために、舗装を一部切って埋設する事がしばしば生じる。この様な場合、セメントコンクリート舗装より、アスファルトコンクリート舗装の方が、より簡単に施工される。

(2) 舗装設計

1. 設計条件

a 地質調査結果から、ＣＢＮ値は 5.0～ 6.0 %である。

b 交通量調査結果から、トラック混入率は 5. 0 %以下である。

c 平均日交通量は 53,000 台／日とする。これは、アヤールイタム道路とウオーター・フォール道路間の２０００年における交通量である。

d アスファルトコンクリート舗装の耐久年数は２０年間とする。

2. 各層の厚さの計算

a 各層の使用する材料は、図 4.16 に示される。

3. 厚さの検討

a 各層の厚さは表 4.10 に示される。

b 交通量に道路区分

平均日交通量は、53,000 台／日である。大型車混入率は、5. 0 %である。一方向大型車交通量は、53,000 × 0.5 × 0.05 = 1,325 台／日であり、 Ｃクラ

スの道路と言える。

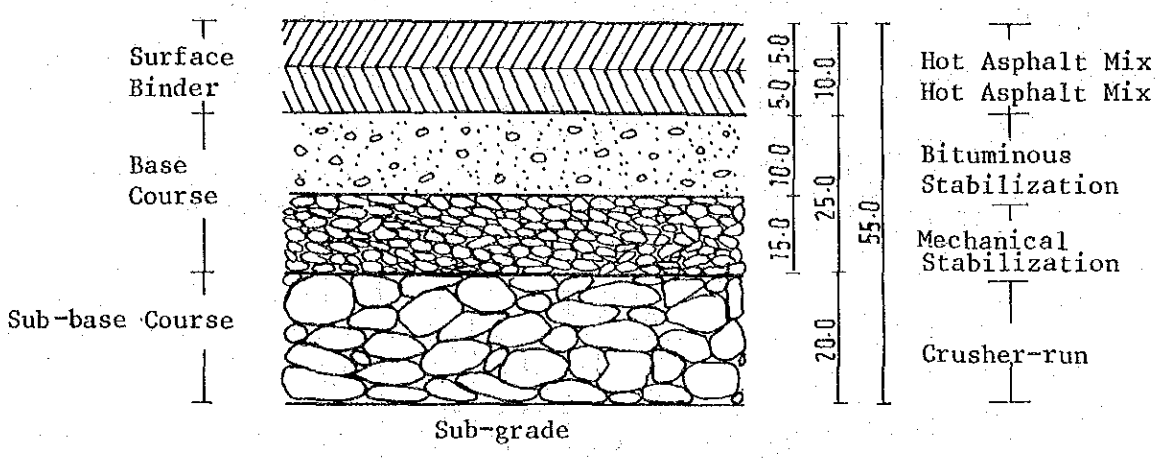


Fig. 4.16 CROSS-SECTION OF PAVEMENT

Table 4.10 THE THICKNESS OF EACH COURSE

Surface	(1.0)	5.0
Binder	(1.0)	5.0
Bitumen Stabilized Course	(0.8)	10.0
Mechanically Stabilized Course	(0.35)	15.0
Crusher-run	(0.25)	20.0
		55.0

c　TA とHの厚さ

下層路盤のＣＢＮ値は 6.0 %である。そのため、表 4.11 からＴＡ＝２８ cm、Ｈ＝４７ cm が必要とされる。表 4.10 からＴＡの厚さを計算すると

$$TA = 5.0 \times 1.0 + 5.0 \times 1.0 + 10.0 \times 0.8 + 15 \times 0.35 + 20.0 \times 0.25 = 28.25\ cm$$

また　Ｈ＝５５ cm

以上の計算から、要求される厚さよりも使用する厚さが大なるため、充分な厚さを持っていることになる。

TAble 4.11 TARGET VALUE FOR T_A AND FOR THE TOTAL PAVEMENT THICKNESS H

Unit : cm

Design CBR	Road Classification									
	L		A		B		C		D	
	T_A	H	T_A	H	T_A	H	T_A	H	T_A	H
2	17	52	21	61	29	74	39	90	51	105
3	15	41	19	48	26	58	35	70	45	83
4	14	35	18	41	24	49	32	59	41	70
6	12	27	16	32	21	38	28	47	37	55
8	11	23	14	27	19	32	26	39	34	46
12	-	-	13	21	17	26	23	31	30	36
20 or more	-	-	-	-	-	-	20	23	26	27

4.8 環境に対する考察

4.8.1 調査の目的

環境調査の目的は、計画道路の建設により生じる社会的矛盾、及び予想されない環境に対し、これを最小限にくいとめることである。また当然、ジョージタウンの将来開発に対する、社会・文化ニーズ等も含まれる。さらに環境の質の向上も考慮するものである。

調査は主に3の項目からなる

a 道路環境の保全の評価

b 環境対策における計画案の作成

c 社会需要に適した環境に対する基本方針、或るいは、道路の概念的役割の確立

4.8.2 調査方法

調査方法は、図4.15に示される様に4つの主要項目からなる。開発動向の評価は、開発不適地域の抽出、或いは、よりよい路線選定位置を決定するために始めに行われる。沿道環境の評価は、第1に沿道環境のタイプの確立、第2に問題点の分析、第3に問題点の解決策の3段階に分けられる。環境対策基本方針決定後、解決策が策定される。環境対策案策定にあたり、2つの方法がとられる。まず第1、比較環境対策の検討、そして、次に、基本環境対策案の策定である。計画道路の設計内容、概念的

役割は、ジョージタウンの社会的・文化的な構造のなかで明らかにされる必要がある。このためには、計画道路と環境の関係、ジョージタウンの社会・文化の特性を分析する必要がある。

本調査では、計画道路の、ジョージタウンの社会空間・環境に対する影響に主として焦点をあてるものである。

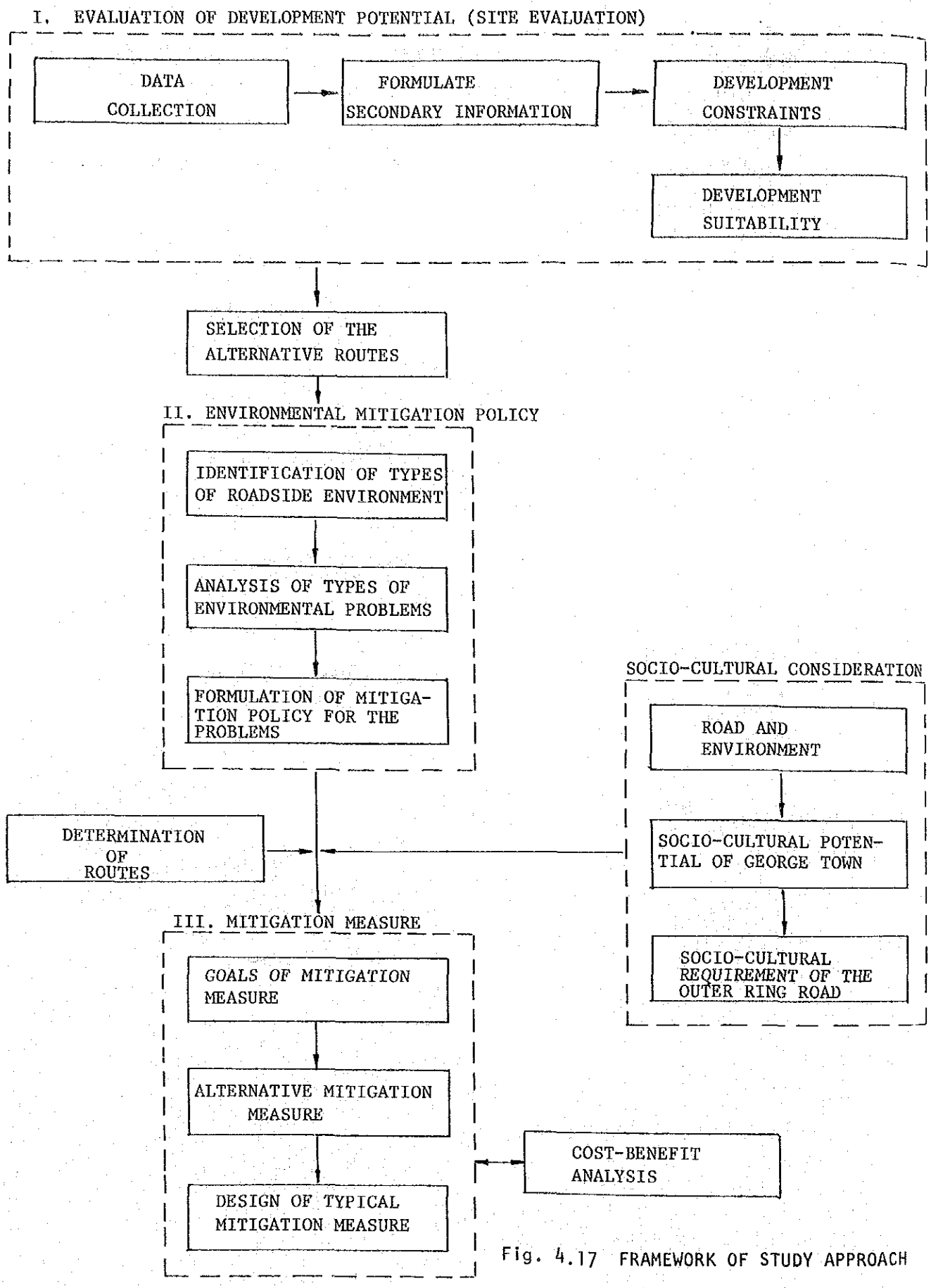


Fig. 4.17 FRAMEWORK OF STUDY APPROACH

4.8.3　土地条件評価

現在の環境を保全するためには、計画道路の位置が最も環境に影響が少くするようにすることが重要である。このために、計画道路の沿道地域をメッシュシステムによって評価した。土地は次の条件で評価した。

物理的条件	・斜面勾配 ・不安定な石の分布 ・土　質
社会的条件	・環境要素（歴史的記念物等） ・要配慮施設（学校・病院等） ・人口密度

これら全ての条件を考慮した開発適地図によって、計画道路の路線の評価を行った。

4.8.4　道路の影響

影響を概念的に示すと、図4.17のような基本構造をもつと考えられる。

(1)　直接的影響

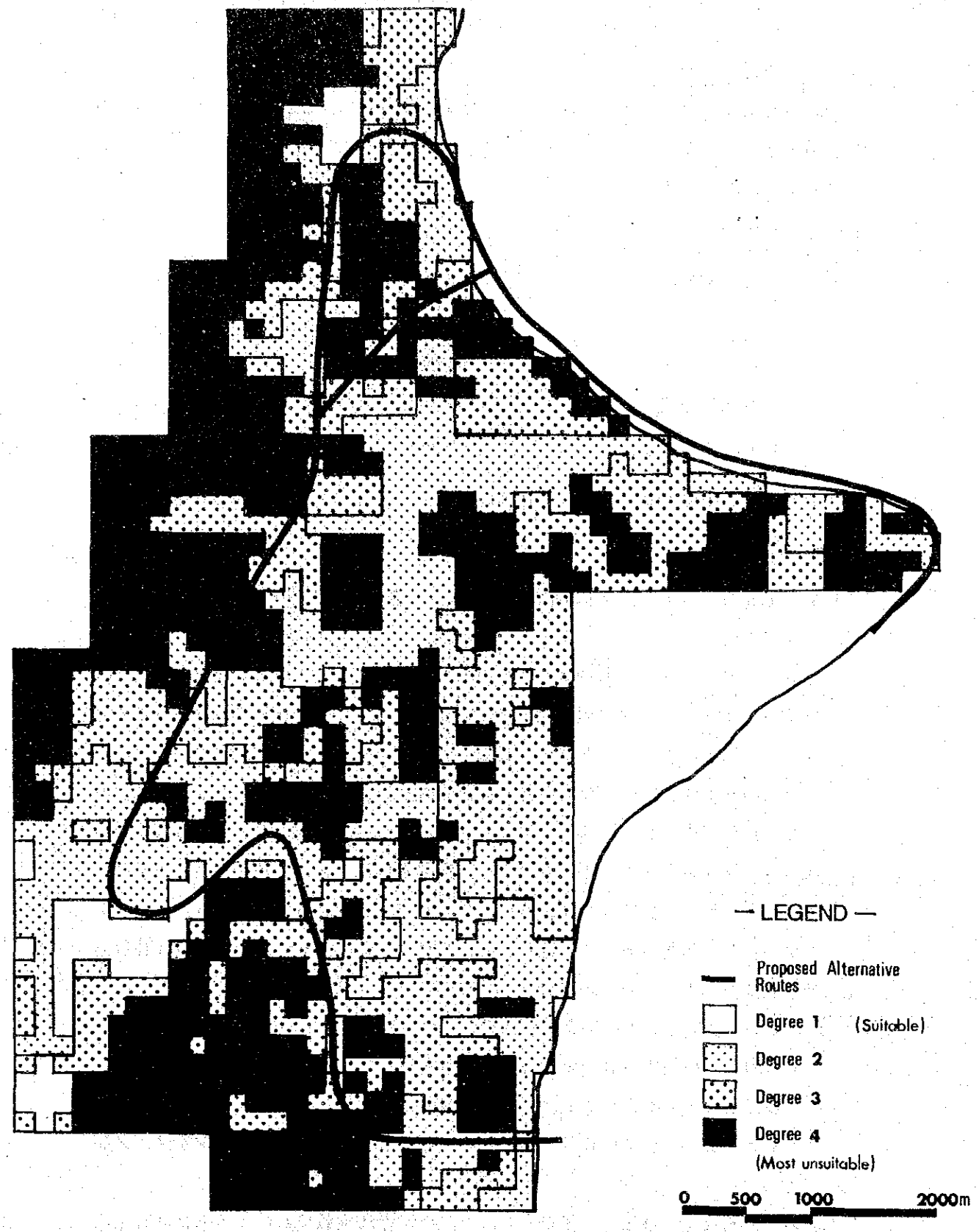
直接インパクトは、計画道路沿道への物理的インパクトである。大気汚染はジョージタウンに北西から吹く強い風によって拡散されてしまうと思われ、直接的なインパクトは沿道に限られると想定される。直接インパクトは一般に3つの特徴をもつ。

a)　道路の影響は、騒音・大気汚染・振動であるが、この場合騒音が主である。しかし、道路リザーブから6.0 m以上の後退が建築物に法的に義務づけられており、またサービス道路が計画されれば、この空間が緩衝帯として機能すると考えられる。従って新しい住宅地では、巾員12 mのサービス道路を確保することが必要となる。なお既開発地では、計画道路のリザーブから6.0 m以内の建物は補償対象と考えられる。また北海岸では10.0～50.0 mの緩衝帯を提案する。

b)　道路の構造物としての影響は、景観の悪化，地域分断である。道路リザーブから6.0 m以内の建物への補償、修景、横断歩道を提案する。

c)　建設工事によるインパクトは、騒音、振動、現場からのほこり、大型車交通によるものである。慎重に建設プログラムを作成し、総合的に労務管理をする必要がある。

上記の一般的なインパクトと対策ともに、北海岸では全線にわたって修景計画を提案した。



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 4.18
DEVELOPMENT SUITABILITY

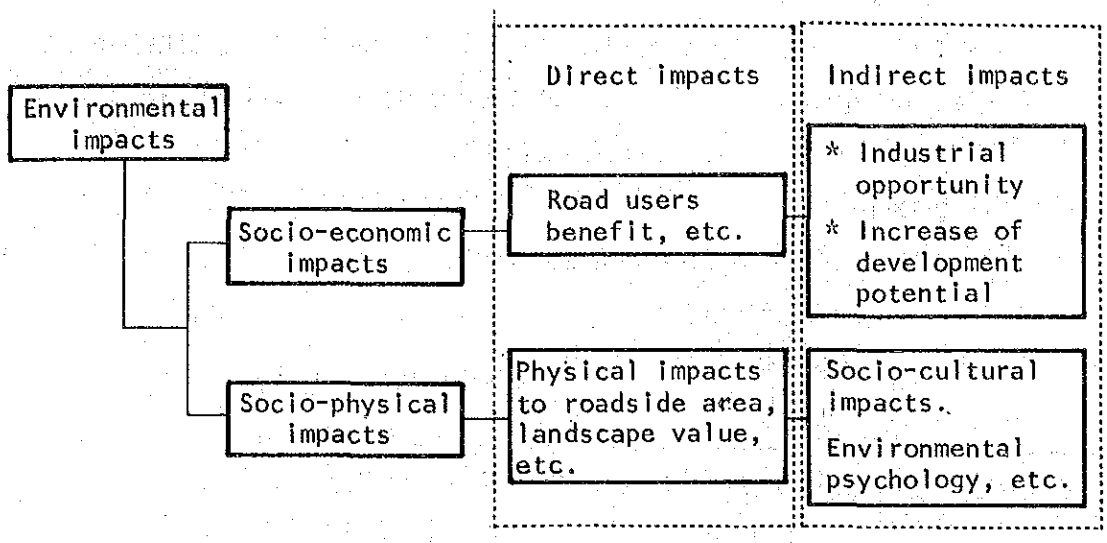


Fig. 4.19 BASIC COMPOSITION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS

(2) 間接的影響

間接的なインパクトは、社会経済的，社会文化的なものである。社会文化的なインパクトは、明らかになるに時間がかかり、より広範囲な観点からも論ずることができる。また定量的な方法論はないが、概略次のように言える。

物理的要素としての道路は、一般に環境の最も永続的な構造であり、社会文化的に特異性をもつジョージタウンの将来イメージに大きな影響をもつ。計画道路はジョージタウンの市街地へ、空港や海や他の地域からの主要な接近路となる。また地形特性とともに、計画道路は市の外縁を明確化する。従って次に述べるように計画道路は位置づけられる。

a) ヒエラルキー・システムの中で、計画道路は都市内幹線道路として位置づけられる。より良い人間環境に必要な都市環境の明確化をすすめる上に、機能・空間的な差異性が役立つ。

b) 市の境界を明確にする。

c) 30.0～60.0 mの標高を曲りくねる道路は、様々な景観を提供する。これは新しい観光名所として、公園道路的性格を有する。

d) さらにガーニードライブ沖へ、公園道路として伸びる。ここでは、沿道のレクリエーション施設整備が必要である。

e) 植栽・修景によって、計画道路は現在の町の景観を向上させうる。また沿道の植栽は、町の景観構造の骨格となりうる。

4.8.5　環境対策

道路の様々なインパクトを考慮し、種々の環境対策を検討した。実際、緩衝帯，植栽，盛土，緩衝壁の4つの組み合せを道路構造に対応して検討した。特に住宅地とガーニードライブ沖では、次のような対策を提案した。

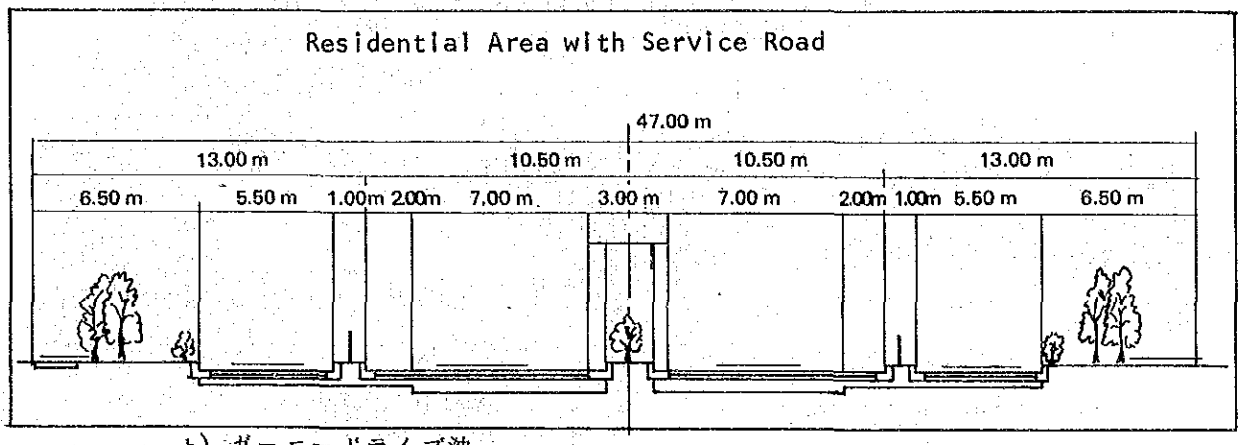
a）住宅地

修景　サービス道路に街路樹を植える

個人敷地の垣根

中央帯に植栽

歩道



b）ガーニードライブ沖

修景　緑地帯の植栽

公園，レクリエーション施設の配置

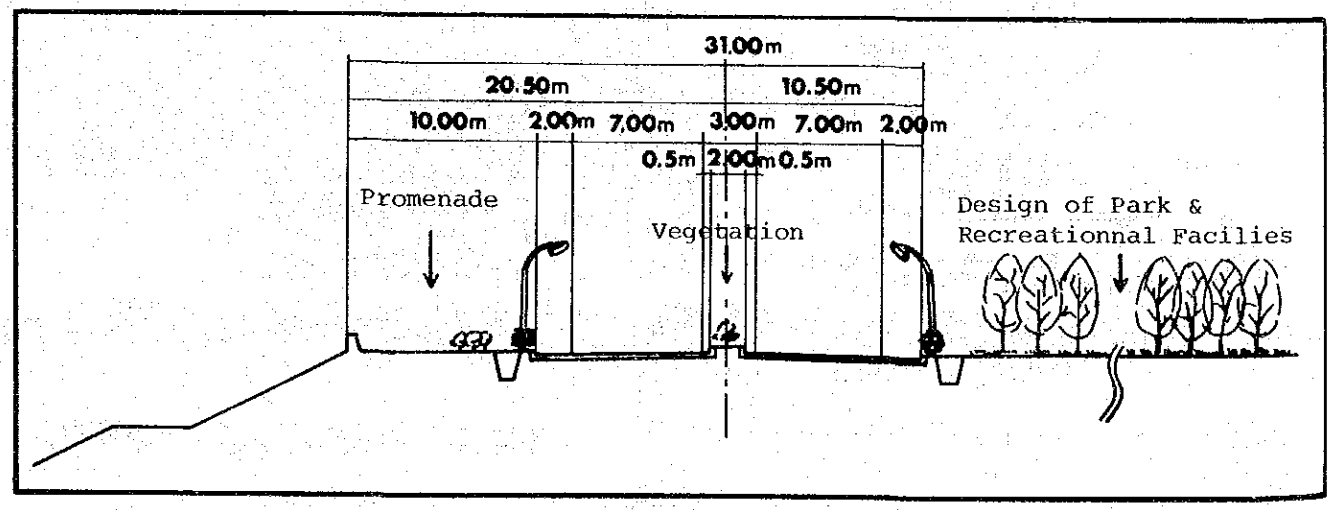
海岸沿いにプロムナード

駐車帯、バス停

公衆電話，ポスト，その他街路施設

標式

個人敷地の垣根



5. 事業費推計

5.1 概　要

イースト・ウエスト・サポーティング道路，インター・アーバン・トール・エクスプレスウェイ及びノース・コスタル・ロードを参考として、1980年価格による事業費の推計を行った。

5.1.1 推計の方法

図5.1に示す手順で推計を行った。

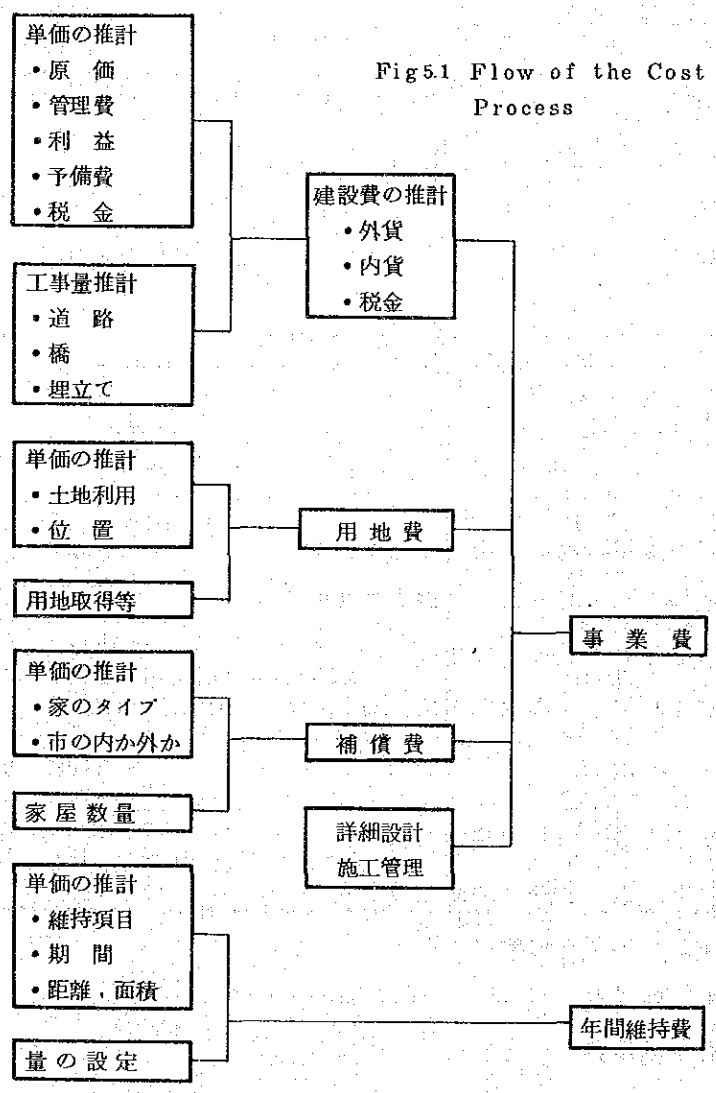


Fig5.1 Flow of the Cost Estimation Process

5.1.2　条　件

1）建設費はマレーシア・ドルで示す。

2）建設費は1980年価格である。

3）建設費は外貨，内貨，税金に分類する。

5.1.3　原　価

建設原価は次よりなる。

1）労務費

2）機材，材料費

3）その他必要な費用

5.1.4　建設費

建設費は次よりなる。

1）原　価

2）管理費

3）利　益

4）予備費

5）税　金

5.1.5　外　貨

外貨は次のものに対し、用いられる。

1）輸入機械（ＣＩＦ価格），鉄製品等の資材

2）詳細設計，施工管理費の１部

3）管理費，利益，予備費の１部

5.1.6　内　貨

内貨は次のものに対し、用いられる。

1）セメント，土，砂等の国産品の購入

2）詳細設計，施工管理費の１部

3）労務費，輸送費

4）用地費，補償費

5.2　建設単価

〃ペナン島交通分散計画書〃，〃イースト・ウエスト・サポーティング道路報告書〃〃ペナン橋報告書〃，〃インター・アーバン・トール・エクスプレスウェイ報告書〃を

参考に単価の分析を行った。

5.2.1 建設単価の構成

建設単価は内貨，外貨，税金に分かれるが、内貨・外貨については、次表に示す割合で管理費，利益，予備費を設定した。（表5.1）

Table 5.1 PERCENTAGE OF COST COMPONENT'S

	Percentage (%)	Remarks
Base Cost	100	
Overhead	10	of the Base Cost
Profit	10	
Contingency	5	

5.2.2 労務費

表5.2に示すように設定した。

Table 5.2 LABOUR COST

	Items	Unit Cost per 8 hour day (M$)
1	General Labourer	14.00
2	Concrete Labourer	20.00
3	Mason	20.00
4	Mason's Labourer	16.00
5	Carpenter	22.00
6	Carpenter's Labourer	18.00
7	Steel Bender and Fixer	20.00
8	Pneumatic Tool Operator	22.00
9	Fitter	28.00
10	Welder	28.00
11	Painter	22.00
12	Truck Driver	24.00
13	Earth Moving Equipment Operator	32.00

5.2.3 材料費

材料費は、州J.K.R及びM.P.P.Pの技術部門等との協議により表5.3に示すように設定した。

Table 5.3 MAJOR MATERIAL COST

Materials	Discription	Unit	Market Price (M$)	Remarks
Red Earth	Standard	M^3	5.2	
Sand	25-5	"	20.9	
	40-5	"	20.9	
Crushed Stone	Granite dust	"	11.8	
	ø 20	"	30.1	
	ø 40	"	23.5	
	ø 150-200	"	17.0	
Concrete	1:3:6	"	141.3	
	1:2:4	"	176.6	
	$1:1\frac{1}{2}:3$	"	282.5	
Cement	Portland	T	167.5	
PC Pipe	ø 200	1.83 m	29.0	
	ø 500	1.52 m	69.5	
	ø 800	1.52 m	129.5	
	ø 1,000	1.52 m	159.0	
Steel Bars	ø 6	T	845.0	
	ø 13	"	872.0	
	ø 22	"	817.0	
	ø 32	"	817.0	
Steel Angle	U type	"	940.0	
	H type	"	1,299.0	
	L type	"	1,053.0	
Frame Work	Wood	M^2	3.2	
Drainage	230 mm	M	48.0	
Guardrail	JKR standard	M	31.0	
Kerb	Concrete	"	13.0	
Tree		Nois	50.0	by MPPP
Painting	110 mm width	M	0.9	
Turfing	Grass	M^2	5.0	
Fence	H = 1.70 m	M	17.0	

Table 5.4 UNIT COST

Item	Sub-Item	Class	Unit	F.C	Unit Cost (M$) L.C	Tax	Total
Site Clearance	Residential		M^2	1.80	1.20	0.15	3.15
	Field		"	0.25	0.16	0.02	0.43
	Mountain		"	0.35	0.20	0.03	0.58
Excavation	Soil		M^3	1.18	0.85	0.1	2.13
	Rock		"	5.51	10.58	0.81	17.0
Embankment	Soil		M^3	1.4	0.9	0.11	2.41
Slope	Grass		M^2	0	5.0	0.3	5.3
	Concrete		"	4.8	3.8	0.7	9.3
Turfing	Sidewalk	Grass & Tree	M^2	1.2	4.7	0.3	6.2
	Open Space	Grass	"	0	5.0	0.3	5.3
Drainage	Roadside	0.5 x 1.0	M	48.5	101.3	6.1	155.9
		1.0 x 1.0	"	54.0	99.1	6.6	159.7
	Pipe Culvert	ø = 600	"	59.3	91.4	6.8	157.5
	Box Culvert	3.0 x 3.0	"	609.5	702.15	77.4	1,389.05
		5.0 x 5.0	"	1,374.3	1,563.9	162.7	3,100.9
	Demolishing	0.5 x 1.0	"	6.8	3.1	0.9	10.8
Wall	Concrete	H = 1.0	M				
	Concrete	H = 5.0	"	459.6	557.9	58.3	1,075.3
	Masonry	H = 5.0	"	76.0	116.8	9.7	202.5
	Revetment	Stone	"	671.1	1,110.5	123.6	1,905.2
	Demolishing						
Pavement	Carriage-way	Asphalt	M^2	15.9	11.6	1.3	28.3
	Shoulder	Asphalt	"	12.4	8.3	1.0	21.7
	Service Road	Asphalt	"	12.4	8.3	1.0	21.7
	Side Walk	Concrete Block	"	6.1	8.4	0.8	15.3
	Overlay	Asphalt	"	2.5	10.3	1.4	14.2
	Removing	Asphalt	"				
Additional Facility	Kerb	Concrete	M	5.7	12.6	0.9	19.2
	Central Reservation	Concrete	"	10.4	25.2	1.8	37.4
	Guard Rail	Steel	"	34.5	10.3	4.4	49.2
	Lighting	Steel	"	11.0	9.0	1.0	21.0
	Lane-Marks	Paint	"	0.3	0.6	0.05	0.95
Inter-Section	At-grade		No.	30,534.8	59,728.4	2,706.2	92,969.4
	Grade Separation						
	Interchange		Vol.	705,314.0	775,542.6	74,928.8	1,555,785.4
Bridge	L = 50	Concrete	M^2				
	L = 50	Concrete	M^2	380	570	50	1,000
Approach Road			M	428.2	461.3	45.1	934.6

Note: F.C : Foreign Cost
L.C : Local Cost

5. 2. 4　機材費

近年マレーシアでは様々なプラントの単価分析が行なわれている。これらの資料に基づくと、計画道路に適すると思われる機械の内容は次のようになる。

(i)　耐用年数　　8年

(ii)　年間稼動時間　　2160時間

(iii)　金　利　　8％

(iv)　年間の部品費　　機械購入費の5％

(v)　維持．修理費　　機械購入費の5％

(vi)　平均稼動率　　70％

5. 2. 5　建設単価推計の結果

表5. 4に示すような建設単価となった。なお単価には原価，管理費，利益，予備費が含まれている。

5.3　工事量の推計

建設材料は、1：3000地形図を使用した概略設計を基に計算される。

5. 3. 1　数　量

(1)　切土量と盛土量

切土量と盛土量のバランスは、ほぼ等しい。しかし、各工区毎のバランスは、山地部においては切土量が多い。一般的に言っても、山地部は切土量が多い。しかし、段階施工を考えた場合、土取場，土捨場等の設地は不用である。土取場としては、現場内にある。また土捨場は、ガーニードライブ周辺に捨土すればよいからである。土の換算係数は、土砂0. 9，岩1. 5である。全切土量は2,685,000 m^3，全盛土量は2,500,000 m^3である。そのため、185,000 m^3は、護岸用の砕石，舗道の路盤工等に使用される。

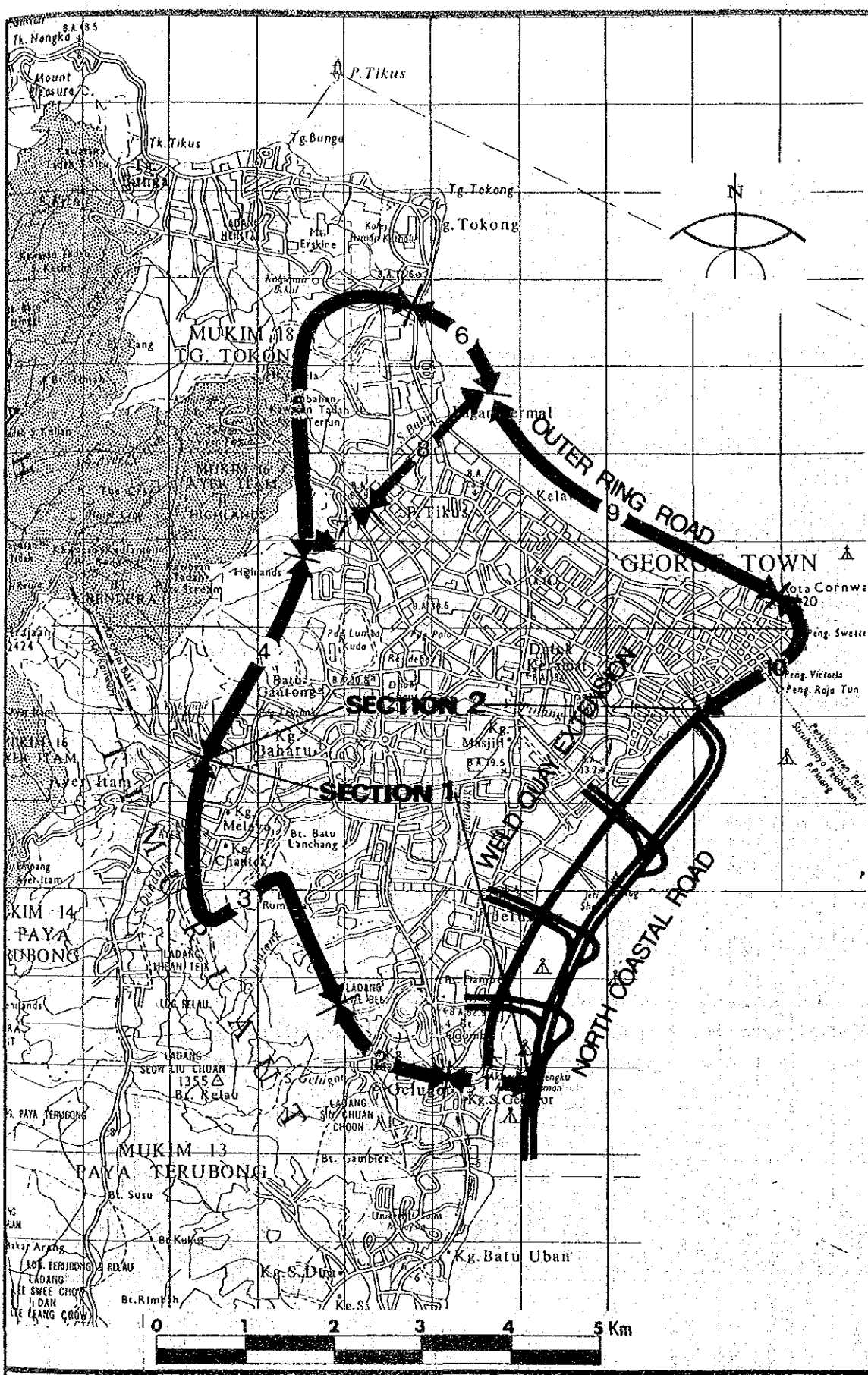
(2)　埋立のための盛土材料

埋立に必要な土砂は、1,760,000 m^3である。これらの土量はすべて、計画道路の切土量からまかなうことが出来る。

(3)　舗装材料

舗装材料は全体で330,000 m^3，路盤材として必要である。また砕石も130,000 m^3必要となる。これらはすべて、計画道路内から入手することが出来るだろう。

5. 3. 2　各工区毎の数量



URBAN TRANSPORT STUDY

Fig. 5.2

THE ROUTE AND SEGMENTS OF THE PROJECT ROAD

Table 5.5 QUANTITY LIST (4-lane)

Item	Sub-Item	Class	Unit	Quantity									
				Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8	Segment 9	Segment 10
Site Clearance	Residential		M^2	25,400	75,260	0	0	0	0	0	15,000	0	0
	Field		"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mountain		"	0	0	297,030	80,190	163,130	0	45,670	0	0	0
Excavation	Soil		M^3	18,000	263,800	579,500	168,600	353,000	0	88,000	11,250	0	0
	Rock		"	0	328,800	234,100	162,050	223,500	0	169,400	0	0	0
Embankment	Soil		M^3	12,600	47,650	503,750	30,650	164,200	273,250	13,550	0	1,490,660	0
Slope	Grass		M^2	1,160	12,690	44,520	17,790	29,850	0	9,400	0	0	0
	Concrete		"	0	23,260	23,970	14,480	21,590	0	14,470	0	0	0
Turfing	Side Walk		M^2	1,160	755	0	0	0	1,150	0	1,700	44,500	0
	Open Space		"	0	0	16,450	0	0	0	0	0	157,400	0
Drainage	Roadside	0.5 x 1.0	M	1,600	4,000	4,500	0	1,600	1,150	0	1,900	8,900	4,000
		1.0 x 1.0	"	0	1,100	3,600	2,150	7,000	0	1,120	0	0	0
	Pipe Culvert	ø = 600	"	60	120	468	172	344	92	89	90	360	0
	Box Culvert	3.0 x 3.0	"	0	40	185	0	265	325	0	200	180	0
		5.0 x 5.0	"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Demolishing	0.5 x 1.0	"	0	0	0	0	0	0	0	1,900	0	4,000
Wall	Concrete	H = 1.0	M	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0
	Concrete	H = 5.0	"	0	200	200	300	0	200	200	0	0	0
	Masonry	H = 5.0	"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Revetment	Stone	"	0	0	0	0	0	1,150	0	0	4,500	0
	Demolishing	Concrete	"	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0
Pavement	Carriageway	Asphalt	M^2	14,200	33,400	90,280	28,440	50,240	18,400	18,400	12,000	71,200	0
	Shoulder	Asphalt	"	2,400	5,400	13,015	4,230	7,080	3,450	2,400	2,250	13,350	0
	Service Road	Asphalt	"	0	0	0	1,800	0	0	0	0	0	0
	Side Walk	Concrete	"	7,400	7,600	3,480	7,480	6,400	11,500	0	6,000	44,500	3,000
	Overlay	Asphalt	"	0	0	0	0	0	0	0	17,000	0	28,000
	Removing	Asphalt	"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Additional Facility	Kerb	L = 50	M	1,600	4,000	11,700	4,300	8,600	2,300	2,240	3,400	8,900	4,000
	Central Reserved		"	800	2,000	5,850	2,150	4,300	1,150	1,120	1,700	4,450	2,000
	Guard Rail		"	800	1,000	4,500	2,150	4,300	2,300	0	3,200	8,900	4,000
	Lighting		"	0	0	0	0	0	1,150	0	0	4,450	0
Inter-Section	Lane-Marks		M	800	2,000	5,850	2,150	4,300	1,150	0	1,700	4,450	0
	At-grade		Vol.	1	1	2	0	3	0	0	4	3	3
	Grade Separation		Vol.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
Bridge	Interchange		Vol.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	L = <50		M^2	0	0	1,755	540	0	0	450	0	0	0
	L = >50		M^2	1,800	1,800	6,600	9,630	7,380	3,600	1,800	3,600	1,800	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	300	0

Table 5.6 QUANTITY LIST (2-lane)

Item	Sub-Item	Class	Unit	Quantity									
				Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8	Segment 9	Segment 10
Site Clearance	Residential		M^2	17,430	40,920	0	0	0	0	0		0	
	Field		"	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Mountain		"	0	0	190,690	55,660	118,125	0	35,170		0	
Excavation	Soil		M^3	10,600	204,950	433,244	136,650	272,050	0	64,350		0	
	Rock		"	0	258,800	183,000	140,100	178,700	0	13,200		0	
Embankment	Soil		M^3	8,550	27,200	238,600	15,600	102,160	273,250	6,900		1,009,960	
Slope	Grass		M^2	1,160	11,930	45,450	20,370	30,170	0	9,720		0	
	Concrete		"	0	24,560	26,700	16,720	23,050	0	16,470		0	
Turfing	Side Walk		M^2	1,160	755	0	0	0	1,150	0		0	
	Open Space		"	0	0	16,450	0	0	0	0		146,720	
Drainage	Roadside	0.5 x 1.0	M	1,160	4,000	4,500	0	1,600	1,150	0		9,000	
		1.0 x 1.0	q"	0	1,100	3,600	2,150	7,000	0	1,120		0	
	Pipe Culvert	ø - 600	"	60	80	351	114	229	92	89		0	
	Box Culvert	3.0 x 3.0	"	0	30	155	0	205	325	0		90	
		5.0 x 5.0	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Demolishing	0.5 x 1.0	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
Wall	Concrete	H = 1.0	M	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Concrete	H = 5.0	"	0	0	0	300	0	0	0		0	
	Masonry	H = 5.0	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Revetment	Stone	"	0	0	0	0	0	1,150	0		2,700	
	Demolishing	Concrete	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
Pavement	Carriageway	Asphalt	M^2	6,400	16,000	52,440	13,250	25,120	9,200	9,700		46,400	
	Shoulder	Asphalt	"	2,400	6,000	19,665	5,070	9,420	1,725	3,645		8,700	
	Service Road	Asphalt	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Side Walk	Concrete	"	6,400	3,000	3,480	5,200	6,400	11,500	0		45,000	
	Overlay	Asphalt	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Removing	Asphalt	"	0	0	0	0	0	0	0		0	
Additional Facility	Kerb	L = 50	M	1,600	4,000	0	4,300	8,600	2,300	2,240		0	
	Central Reserved		"	0	0	0	0	0	0	0		0	
	Guard Rail		"	0	1,000	4,500	2,150	4,300	2,300	0		0	
	Lighting		"	0	0	0	0	0	1,150	0		0	
Inter-Section	Lance-Marks		M	800	2,000	5,850	2,150	4,300	1,150	0		0	
	At-grade		Vol.	2	0	3	0	4	1	1		4	
	Grade Separation		Vol.	0	0	0	0	0	0	0		0	
Bridge	Interchange		Vol.	0	0	0	0	0	0	0		0	
	L = < 50		M^2	0	0	405	270	0	0	0		0	
	L = > 50		M^2	0	0	1,350	4,050	4,050	0	0		0	

5.4 建設費

5.4.1 道路建設費

道路建設費の内訳は、土工，舗装，排水工，コンクリート小構造物，カルバート・ボックス，カルバート・パイプである。第2工区，第7工区の建設費は、約4億円／kmであり、これはかなり高い。これは、岩掘削量が多いためである。他工区の建設費は2億円～2.5億円／kmである。建設費を減少させるためには、極力切土量を減らすことである。しかし、縦断線形を上げて切土量を減すことは、また、橋梁が長くなる可能性があり、充分バランスを考慮して計画した。

5.4.2 橋梁建設費

構造物建設費は、橋梁工のみの建設費である。橋梁建設費は30mスパン，40mスパン，連続桁の様に、各スパン毎に精算された。1平方米あたりの建設費は630マレーシアドルから810マレーシアドルとなった。

5.4.3 埋立建設費

ここで言う埋立建設費とは、埋立に必要な盛土と護岸の建設費である。これらの材料は、すべて同プロジェクト現場から入手可能である。

5.4.4 建設費の算出

各工区毎の集計された建設費は、表5.8（2車線）表5.9（4車線）に示されている。また比較案毎の建設費は表5.7に、セグメント1の比較案別建設費は表5.10に示す。