

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 バンコクの道路概況

(1) バンコク市の概況

ア. 人口

近年のタイ国の著しい経済発展は、首都バンコクに過度に集中しており、首都圏の都市機能に強いインパクトと圧力をかけている。外貨を導入をしての輸出志向産業の成長はその規模と速度にめざましいものがある。工場、オフィスビル、ホテル、住宅、ショッピングセンター、その他の関連商業及び経済活動は特にバンコク地域に強い社会的影響を与えているが、その反面現存する都市インフラストラクチャーの多くはその飽和容量に達している。

1970-88年の間、全国の人口が年率2.44%の伸びであるのに、バンコクの人口は年率3.31%と全国平均を大きく上まわっている。

バンコク首都圏とタイ全国との人口比較及び人口増加率

年度	1970	1988	年率1970-88
バンコク	3,185,000(8.9%)	5,717,000(10.4%)	3.31%
タイ全国	35,633,000(100.0%)	54,961,000(100.0%)	2.44%

イ. 産業及び経済

タイ国も1980年から1985にかけて世界的経済不況に見舞われて、GDP(国内総生産)の成長傾向はその期間は地味であった。しかし、1986年以降タイ国は投資の流入と輸出業績の向上によって経済の改善をはっきり示し、これによりGDPの年成長率は増加した。バンコク首都圏のGDPが全国に占める割合は着実に増加の傾向にある。

国内総生産 1972年値

(100万バーツ)

年度	1980	1985	1986	1987	年平均増加率	
					80-85	85-87
バンコク	104,194 (34.8%)	147,986 (37.5%)	159,012 (38.5%)	178,061 (40.3%)	7.27%	9.69%
タイ全国	299,482 (100.0%)	394,111 (100.0%)	412,608 (100.0%)	441,894 (100.0%)	5.65%	5.89%

(出所: NESDB)

工業、商業とサービス業はバンコク首都圏及びその周辺地域の主要産業である。バンコクでは工業はGDPに関して最大産業部門でGDP総額の40%を占めている。バンコク地域のGDPの年成長率は全国のその2倍近い。

ウ、バンコク首都圏庁 (BMA)

BMAの管轄する地域は行政上24の地区(Districts)に分けられている(図2-1-1参照)。人口密度の大きい地区は市の中心部で、表2-1-1に示すように、Pom Pram Sattrupai(7)が最大でSampanthawong(8)、Thon Buri(2)、Dusit(5)、Phya Thai(11)、Khlong San(1)、Phra Nakhon(6)、Bangkok Yai(3)、Pathumwan(9)、Bang Rak(10)が続いている。ラマ四世道路はこのうちの(7)、(8)、(9)、(10)の行政区に関係している。(東京23区平均人口密度、14,109人、1980年)

参考データ : 東京23区平均、1980年

人口密度	道路延長 地区面積	道路面積 地区面積	道路面積/人
14,109人/kd	8.151m/kd	141,000m ² /kd	10.0m ² /kd

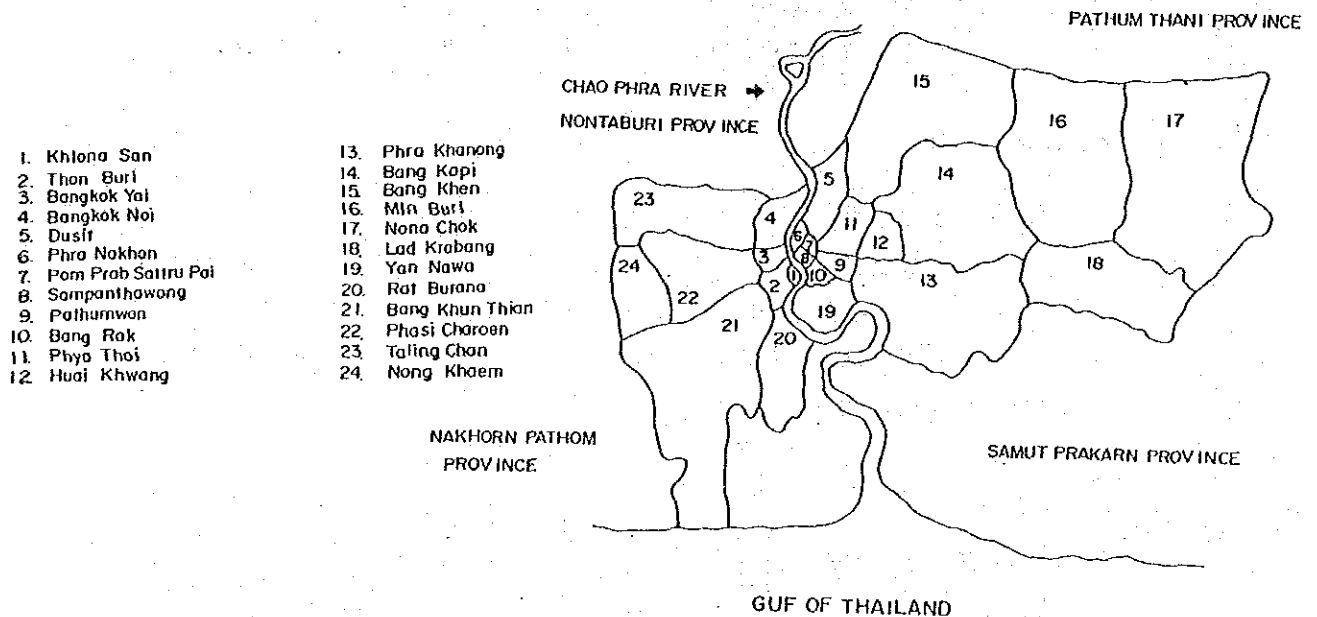


図 2-1-1 BMA管轄下の24地区

表 2-1-1 バンコク地区毎の道路密度

地 区	地区面積 (km ²)	人口(人) 1987	道路延長 (m)	道路用地面積 (m ²)	人口密度 1987 (人/km ²)	道路延長		道路面積	
						地区面積 (m/km ²)	地区面積 (m ² /km ²)		
1. Khlong San	6.051	146,781	45,161	604,797	24,257	7,463	99,950	4.12	
2. Thon Buri	8.626	274,949	37,661	511,736	31,874	4,366	59,325	1.86	
3. Bangkok Yai	6.180	108,171	30,390	333,383	17,503	4,917	53,945	3.08	
4. Bangkok Noi	23.304	297,324	114,620	1,298,245	12,758	4,919	55,709	4.37	
5. Dusit	22.210	561,979	122,832	1,909,728	25,303	5,530	85,985	3.40	
6. Phra Nakhon	5.536	104,791	55,413	829,163	18,821	10,009	149,777	7.91	
7. Pom Pram Sattrupai	1.931	83,412	38,607	564,780	43,196	19,993	292,481	6.77	
8. Sampanthawong	1.461	50,089	24,308	274,978	34,284	16,638	188,212	5.49	
9. Pathumwan	8.369	145,110	31,390	742,049	17,339	3,751	88,666	5.11	
10. Bang Rak	5.536	88,554	55,050	635,099	15,996	9,944	114,722	7.17	
11. Phya Thai	14.050	350,780	137,530	1,755,022	24,967	11,212	124,913	5.00	
12. Huai Khwang	22.838	262,262	144,565	1,468,487	11,484	6,330	64,300	5.60	
13. Phra Khanong	143.559	650,572	327,914	3,810,631	4,532	2,284	26,544	5.86	
14. Bang Kapi	149.283	442,420	353,175	3,474,385	2,964	2,366	23,274	7.85	
15. Bang Khen	169.310	581,508	222,035	1,937,255	3,435	1,311	11,442	3.33	
16. Min Buri	174.331	81,110	138,630	1,121,714	465	795	6,434	13.83	
17. Nong Chok	236.261	60,142	135,850	1,159,139	255	575	4,906	19.27	
18. Lad Krabang	123.859	63,875	75,983	1,680,190	516	613	13,565	26.30	
19. Yan Nawa	36.909	414,235	170,359	1,480,108	11,223	4,616	40,102	3.57	
20. Rat Burana	42.874	154,177	60,728	729,689	3,596	1,416	17,019	4.73	
21. Bang Khun Thian	181.156	286,165	135,701	3,168,056	1,580	749	17,488	11.07	
22. Phasi Charoen	53.947	236,572	141,414	1,234,661	4,385	2,621	22,887	5.22	
23. Taling Chan	79.689	98,552	114,410	2,419,953	1,237	1,436	30,364	24.56	
24. Nong Khaem	48.283	65,822	66,668	1,290,334	1,363	1,381	26,724	19.60	
バンコク全体	1,565.562	5,609,352	2,800,397	34,496,533	3,583	1,798	22,035	6.15	

(2) バンコク市の交通概要

ア. 鉄 道

1. タイ国有鉄道

バンコク・ターミナル駅より3本の鉄道線（南線、北線及び東北線、東線）が出ており、バンコク市内では鉄道線が影響する区域は少ないので、タイ国有鉄道は、都市内輸送よりはむしろ地域間輸送に役立っている。通勤その他の目的での乗客の動きは僅少である。（巻頭プロジェクト位置図参照）

2. 都市鉄道建設計画

バス輸送に替わる大量旅客輸送機関として、内務省管轄下のタイ国高速道路・鉄道公社（ETA）が8年前からバンコク市内に鉄道施設の建設を計画している。後述の高速道路の場合と同様に民間企業が資金調達・建設・運営を行なうものである。3.2(3)節に述べるように、ラマ四世鉄道線の建設がラマ四世道路上に計画されている。完工後はラマ四世道路上を走るバスの台数が減少するものと予想される。ラマ四世道路高架橋も鉄道高架橋もともに脚柱を道路の中央分離帯の中に建設する計画である。（巻頭プロジェクト位置図参照）

イ. 水 運

チャオプラヤ河周辺の平坦地を横切る運河や河川は、以前、船舶が行交う伝統的な交通手段であった。しかし、今日では輸送部門におけるそれらのシェアは、多くの水路が道路に改修建設されたので、水路は減少して、水運の都市交通に占める割合は僅少となっている。

ウ. 道 路

1. 道路網

バンコク市内の道路網は図2-1-2に示す中郭環状道路（Middle Ring Road）の内側と外側とでは異なった構成となっている。中郭環状道路の内側は、不連続ながらも格子状道路網が形成されているが容量不足である。一方、中環の

外側でも主要放射道路間を連絡する道路が交通需要に対して著しく不足している。主要な問題点を整理すると次のようになる。

- ① 道路網は需要に対して質、量とも絶対的に不足している。中心市街地を形成している中環の内側では道路に使用される面積率は4%以下と低い（東京都区部は14.1% 1980年）。
- ② 道路の機能は、高速道路、主要街路と“ソイ”（路地）に分類できる。全体としては自動車の動き易さと目的地への達し易さに欠けているため道路網の効率が低下している。すなわち、道路網の形が機能的でなく、路線が続いてないために、限られた道路に交通が集中したり、右左折を繰り返すために道路網全体の効率が低下させている。これは主にここ十数年の交通需要の急激な増大に道路整備が追い付かないことに起因している。
- ③ 中郭環状道路の外側では急激な都市化が進み、新たな交通需要が発生しているが、道路整備が遅れているため、交通渋滞の深刻さを増している。
- ④ 上記①、②の理由により、既存の道路には交通が集中している。図2-1-3は各幹線道路の交通量を示しているが、東西方向の道路のうちラマ四世道路の交通量は最大に属する。

2. 道路特性

中郭環状道路の内側の車線数別道路網は図2-1-4に示す通りであり、車線数別の道路延長の比率は次り通りである。

2車線	20%
4車線	37%
6車線	26%
8車線及びその以上	17%
計	100%

道路相互の交差方式は平面交差がほとんどで、主要交差点では信号制御が行われている。しかし急増する交通需要に対応しきれないためバンコク首都圏庁（BMA）は、中心市街地において積極的にかつ大たんな方向規制やバス専用車線、2方向共用車線等々を採用して、交通流の改善と朝・夕のピーク時の交通渋滞の軽減を図って来たが、近年は道路網全体の改善を図る為、中郭環状道路を初めとする幹線道路の拡幅整備、新規格線の建設、平面交差点の立体交差化に取り組んでいる。

3. 交通特性

バンコク市内の主要交通手段は道路交通であり、公共輸送機関としては鉄道よりも、バス輸送が中心となっている。近年の社会・経済発展は著しいものがあり、これに伴ってバンコク市内の交通需要は著しく増加した。1985年から1989年までの4年間に4輪で30%、オートバイで36%の伸びが記録されている。一方、中心市街地では増大する交通需要に道路の交通容量は既に飽和状態に達したために、ピーク時では4輪は減少し、逆にオートバイが増加の一途を辿っている。

車種構成は乗用車とオートバイが多く、両車で60~70%を占め、ピックアップ、タクシーが続いている。大型車ではバスが大半を占め、大型トラックは日中交通規制されていることもあり全般に少ない。比較的多い国道1号線でも6.5%程度である。しかし、夜間にはこれらのトラックは市内に出入できる。トラックは経済性を考えて、規定以上に重い荷を運ぶので、BMA管轄内の構造物に悪い影響を与えている。そのためBMAは橋梁の設計荷重に割増しを規制した。

4. バンコク市の道路開発計画

① 道路及び交差点改良計画

急速に進む都市化と増大する交通需要、深刻さを増す交通渋滞に対応するため、タイ国政府は日本政府に開発調査を要請し、国際協力事業団が昭和60年から62年の間「バンコクの道路改良、補修、交通安全に係わる調査」(以下JICA開発調査と呼ぶ)を実施したことは1.1節に述べた。このJICA開発調査は、バンコクの中郭環状道路内の道路網延長約350kmを調査して、道路・舗装改良及び交通安全対策の計画立案に必要な専門技術をBMAに供与するために実施された。調査の内容は交通調査、道路状況検察、道路改良、舗装補修、交通安全、前記項目の技術指針の作成及びBMAの道路運営体制の見直し等にわたっている。

上記のうち道路改良の調査では、交通混雑の発生する道路を調査して、交通緩和方策を検討した。28ヶ所の障害部を選出して、最終的に11ヶ所の交差点の改良を提案した。このうちラマ四世道路の立体交差化(シープラヤからサトーン道路まで)が技術的にも経済的にも最も効率的な計画であるとしている。

現在BMAは1993年完成を目標に19の道路改良計画（表2-2-1 計画番号の1から19まで）を進めているが、その中にJICA開発調査が提案した3計画が含まれている。上記11ヶ所の交差点改良の位置及びBMAによる道路改良事業の位置を図2-1-5に示し、それらの計画の進捗状況を表2-1-2に示す。

② 中郭環状道路計画

バンコク中心地を囲む環状道路として、1960年代に計画された。全長約45km。現在6車線の一般道路が完成しつつあるが、沿線は既に市街化している。北部の一部（ラマ六世橋付近）がまだ完成されていない。

上記の計画に関連するが、内務省管轄下の公共事業局は、バンコク市北西チャオプラヤ河に既存のラマ六世橋（鉄道・道路併用橋）に隣接して、新しい道路橋（新ラマ六世橋）の建設工事を開始する。新橋は東部でラマ四世道路と交差している中郭環状道路を渡河させ、市内東部の交通を吸収して西岸に分散させる役割を果たす。

③ 第2次高速道路建設計画

内務省管轄下のタイ国高速道路・鉄道公社（ETA）が運営・維持している、現在のバンコク市内の第1次高速道路（延長27km）の延伸である第2次高速道路（延長約30km）の建設が90年4月から着工される。これは民間企業が資金を出して建設し、ある期間運営した後、上記公社へ移管する制度である。

第2次高速道路の南北線（図2-1-2 参照）は、ラマ四世道路西部で交差する計画であり、また高速道路の東西線が北側にも走る計画であるので、これらの完工後はラマ四世道路の交通需要はさらに増大することが予想される。

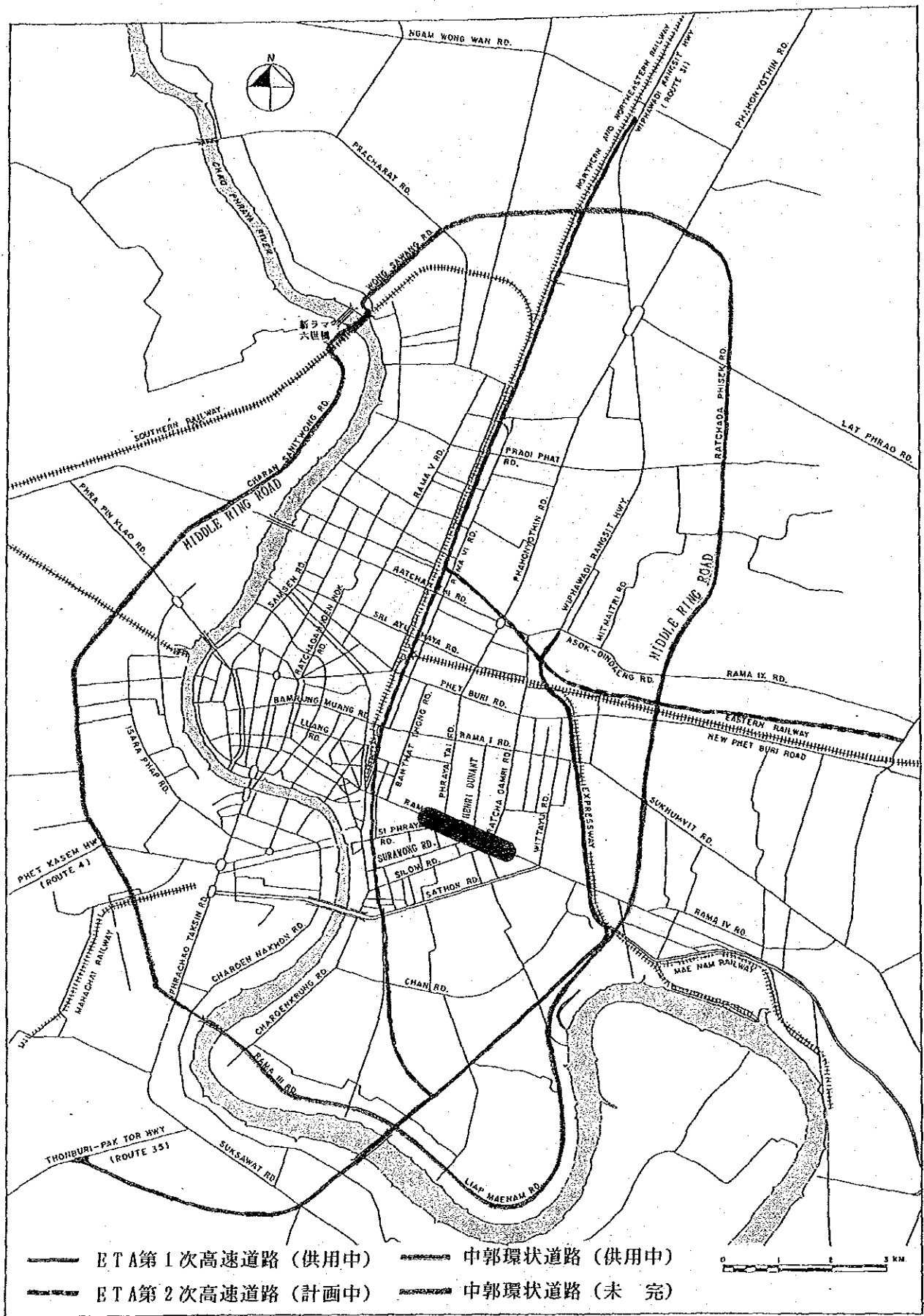


図 2-1-2 バンコク市の道路網

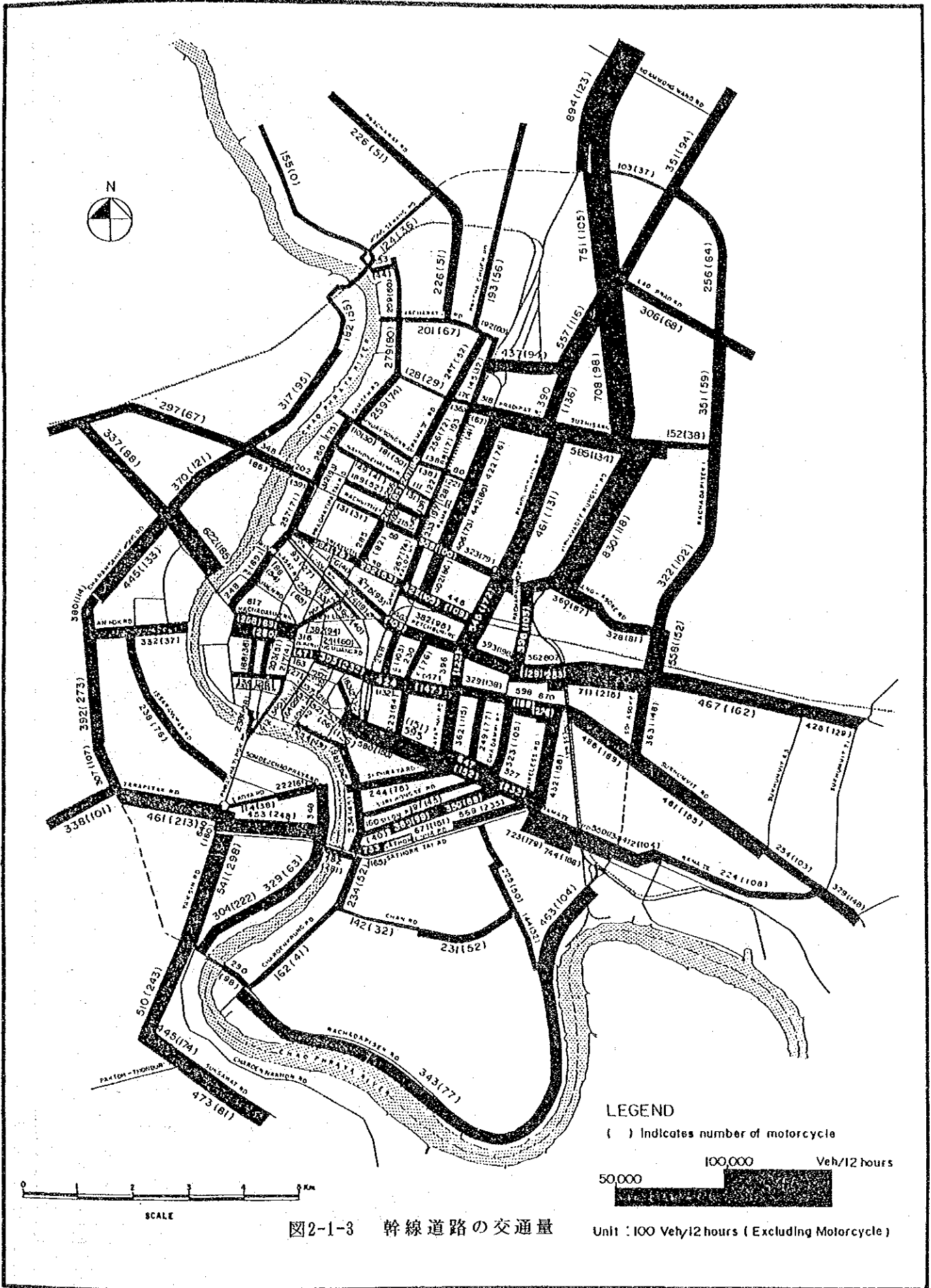


図2-1-3 幹線道路の交通量

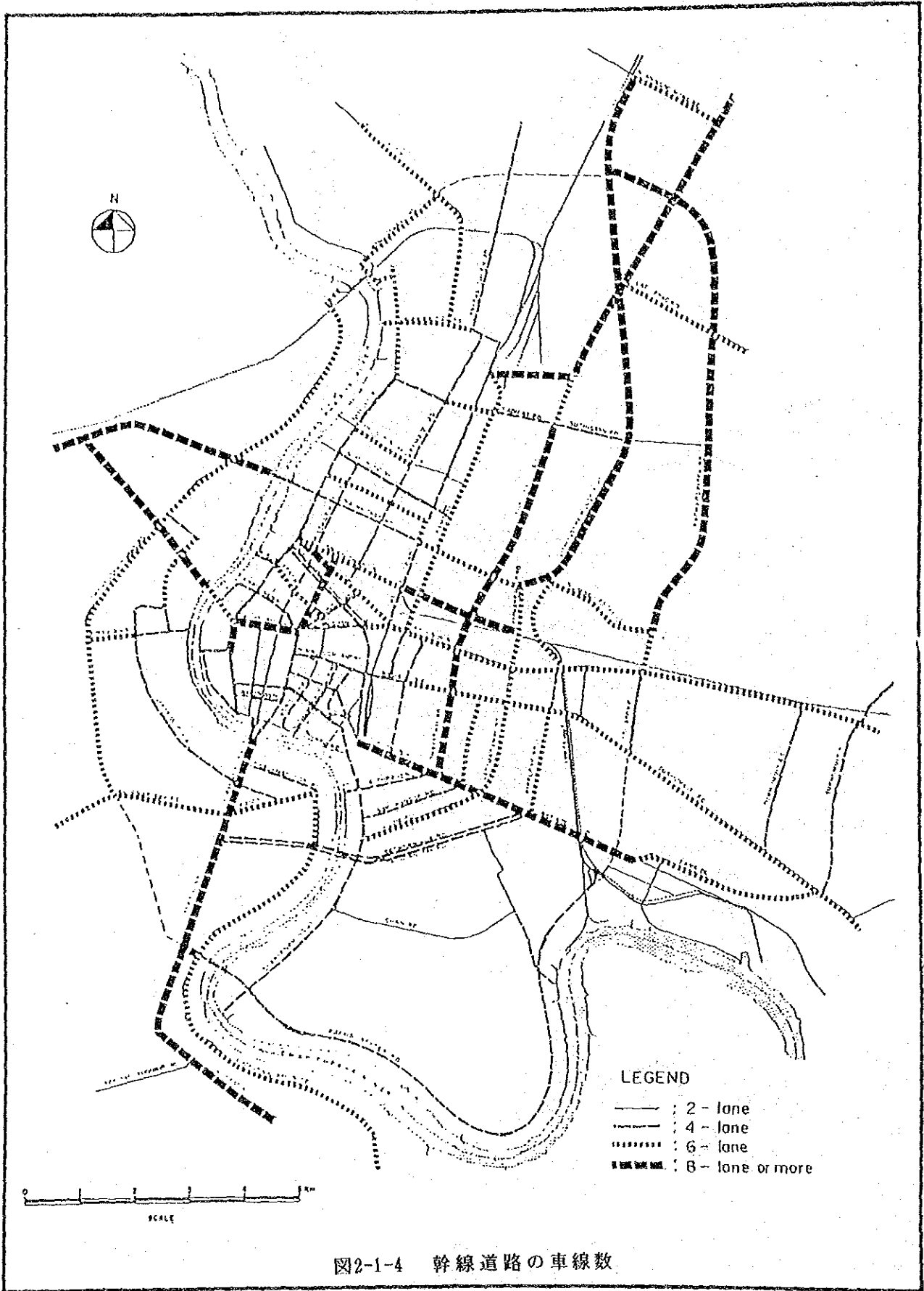


図2-1-4 幹線道路の車線数

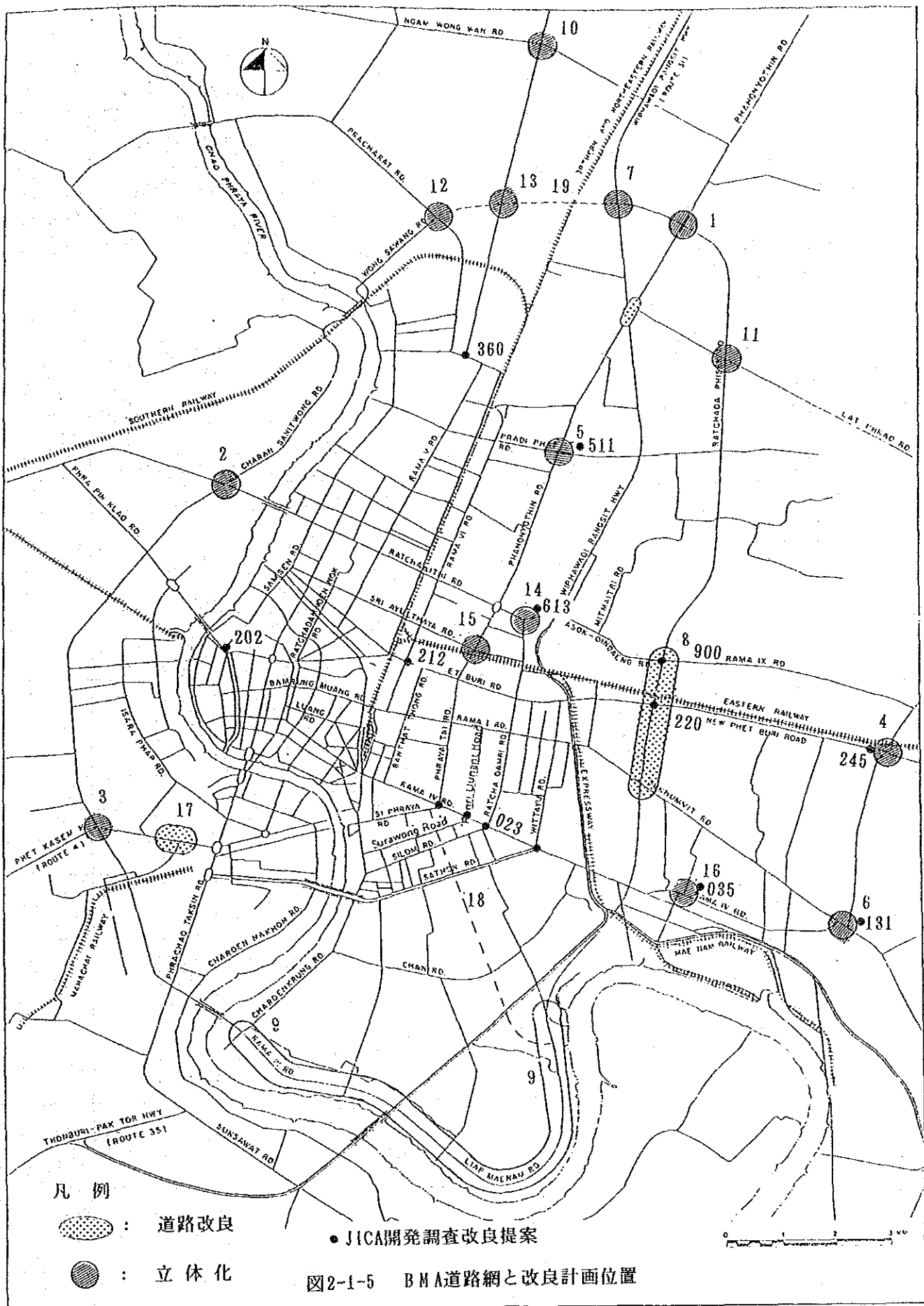


表 2-1-2 道路改良事業

プロジェクト名	JICA提案 ノード番号付	進捗状況	備考
0. フライオーバー RamaIV/SI Phraya-Sathon Roads 高架橋	023 フライオーバー	89年基本設計JICA	日本政府の 無償資金
1. フライオーバー Ratchada Phisek-Ohahonyothin		詳細設計及び建設の ための入札中	自己資金
2. フライオーバー Charansanitwong-Ratchawithi		同 上	同 上
3. フライオーバー Phet Kasem HWY-Ratchada Phisek		同 上	同 上
4. フライオーバー Phetburi-Ram Kamhaeng		同 上	同 上
5. フライオーバー Phanonyothin-Suthi San		詳細設計のため入札中	同 上
6. フライオーバー Rama IV-Sukhumvit		同 上	同 上
7. フライオーバー Ratchada Phisek-Wiphawadi Rangdit HWY		建設のため入札中	同 上
8. 高架橋 Rachada Phisek(M.O.T Intersection to Sukhumvit)	900 平面交差 220 平面交差	予備設計中	カナダ政府の援助
9. 道路改良 Ratchada Phised(Rama III to Liap Maenam)		90年拡幅の予定	自己資金
10. フライオーバー Ngam Wong Wan-Pracha Chen		未 定	
11. フライオーバー Ratchada Phisek-Lat Pharao		未 定	
12. フライオーバー Ratchada Phisek-Pracha Rat		未 定	
13. フライオーバー Ratchada Phisek-Pracha Chuen		未 定	
14. フライオーバー Dindaeng-Ratcha Chen		未 定	
15. フライオーバー Sri Ayutthaya-Ratcha Prarop		未 定	
16. 道路改良 Rama IV Ari		未 定	
17. 橋梁とフライオーバー In Thara Phi Thak-Phet Kasem HWY		未 定	
18. 道路新設と改良 Khlong Chong Nonsri		未 定	
19. 道路新設と改良 Rachada Phisek		未 定	
Ratchadamnoen Klang /Rachadamnoen Nai Roads	202 地下道	未 定	
Dindaeng/Ratchapraron Rds	613 フライオーバー	未 定	
Pradiphat/Phahon Yothin Rds	511 フライオーバー	未 定	
Petburi/Rama IV Rds	212 フライオーバー	未 定	
Pracharat II/Pracha Chuen Rds	360 平面交差	未 定	
Sukhumvit/Rama IV Rds	131 フライオーバー	未 定	
Petburi/Ramkhamhaeng Rds	245 平面交差	未 定	
Rama IV/Kasemrat Rds	035 平面交差	未 定	

2.2 要請の経緯と内容

日本国政府はタイ国政府の要請を受けて、国際協力事業団が昭和60年6月からJICA開発調査を実施し、昭和62年3月に最終報告書を作成した。この調査では、バンコク市内において都市交通上のボトルネックとして選定した11ヶ所の交差点について、具体的な改良計画を提案している。

その後、BMAはバンコク市内の交差点改良の実施計画を策定し、その一環としてラマ四世道路上のサトーン道路との交差点の改良をベルギー政府の援助により、立体交差化事業として実施し、昭和63年4月に完成させた。

これと並行して、タイ政府は上記のうちもっとも改良効果が大きいと考えられる、ラマ四世道路上のシーロム道路との交差点からシープラヤ道路との交差点までの3交差点を連続して立体交差化する「ラマ四世道路高架橋建設計画」について、日本政府に無償資金協力援助を要請してきた。国際協力事業団はタイ国政府の要請内容の確認とともに、無償資金協力対象として適正かつ妥当な協力内容を検討するため、平成元年3月26日から同年4月4日まで、プロジェクト形成調査団をバンコクへ派遣した。タイ国政府の本計画についての我が国への要請内容は、以下の通りである。

ラマ四世道路上に同道路の高架橋を建設し、交通流を改善することを目的とする。タイ国政府側の実施機関はバンコク首都圏庁（BMA）管轄下の公共事業局（DPW）である。高架橋の位置はラマ四世道路上、シープラヤ道路の交差点からシーロム道路の交差点にわたる。上部工と脚柱は鋼製、基礎は現場打ちコンクリート杭でいずれも他の計画のいかなる構造物とも連結しない。設計基準は1987年4月にBMAに提出されたJICA開発調査報告書に準ずる。車線数は4車線、一部2車線、全長約1.5km。

第 3 章 計画の内容

第3章 計画の内容

3.1 計画の目的

本計画は、ラマ四世道路のシーブラヤ道路、スリウォン道路、シーロム道路との3交差点上に鋼製高架橋を建設し、もってラマ四世道路の交通の流れを円滑にし改善することを目的とする。

3.2 要請内容の検討

(1) 計画地の位置及び状況

ア. 対象地域

本計画の対象地域は、ラマ四世道路上で、シーブラヤ交差点の西側からシーロム交差点の東側までの橋梁延長約 1,500m及びその取付区間である。

イ. ラマ四世道路の現況

バンコク市の中心市街地を東西に横断するラマ四世道路は、10車線の分離道路で、市内を南北方向に走る主要道路と平面交差している。沿道北側はチュロンコン大学、その附属病院、ルンピニ公園などの文教地区であり、南側はバンコクでも有数のビジネス、ホテル、ショッピング、飲食街があり、最も重要な商業地区となっている。

ラマ四世道路は10車線と十分な幅員を有しているにも拘らず、交差点が連続しているため、慢性的な渋滞を生じているのが現状である。ラマ四世道路の現況交通量は、日交通量で 100,000台から 140,000台（オートバイを含む）、ピーク時間交通量で 6,300台から 8,400台を記録している。また、交差道路のサトーン、ウイタユ、ヘンリドゥナン、パヤタイも40,000台/日から90,000台/日と交通量が多いため、交通渋滞は深刻で、ピーク時の平均走行速度は12km/時、渋滞長 500～600m、信号待ち時間は各交差点で3分～12分に及んでいる。図3-2-1に現況車線数を、また、図3-2-2に各交差点での交通量を示す。

昭和63年ベルギー政府の援助により、サトーン道路との交差点が立体交差化された。その結果、供用開始後の各交差点の交通状況はサトーン道路を中心に改善はあったものの、他にも大きな交差点の続くラマ四世道路は東西方向の交通が多いことから、その効果は十分に発揮されていない。

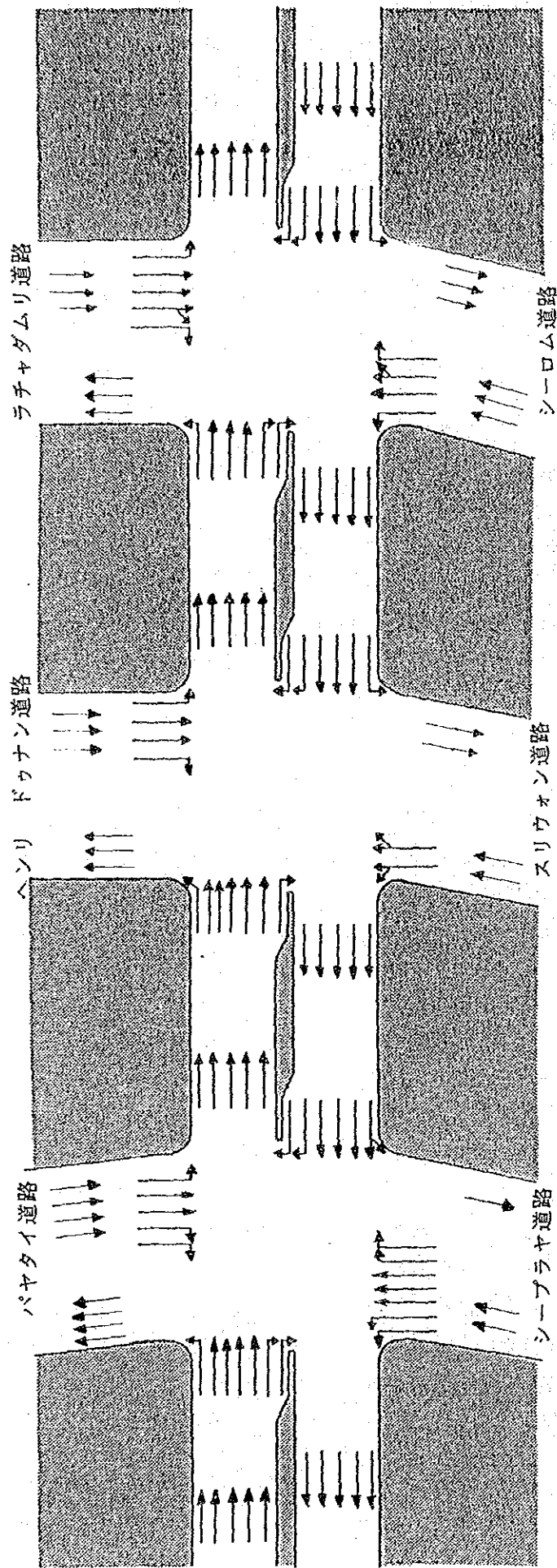


図 3-2-1 本計画地のラマ四世道路の現況車線数

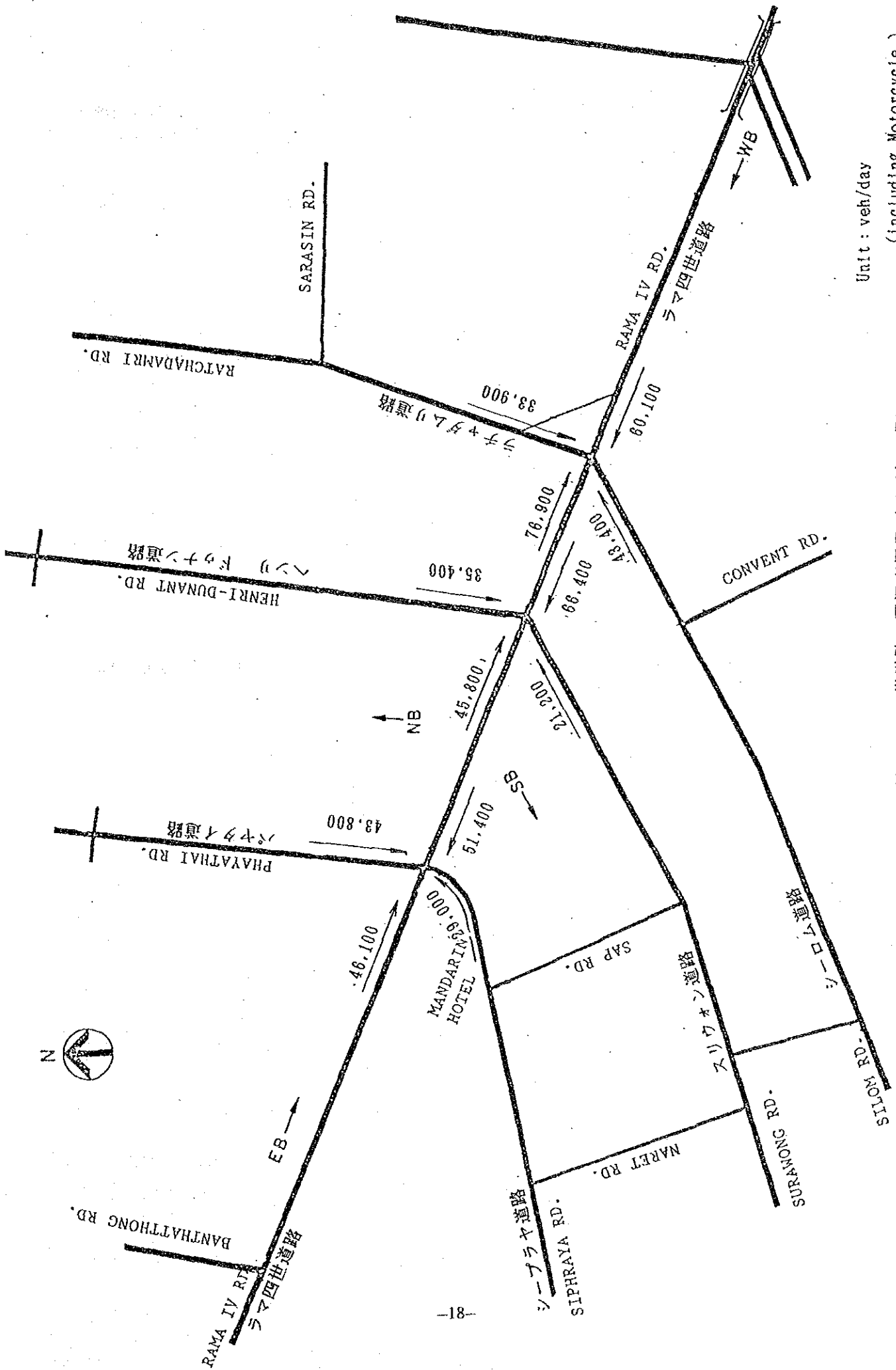


図 3-2-2 本計画地のラマ四世道路の現況交通量 (1989年 8月)

(出典: JICA基本設計調査)

さらに、本計画地区の東側には南北に高速道路が走っており、ラマ四世道路を経て中心市街地にアクセスしているが、第2次高速道路建設計画によると、西側にも南北と東西方向に高速道路が計画され、その実施も決定しており、これらが完成すると東西方向の交通需要はさらに増大すると思われ、特にラマ四世道路に交通が集中されることが予想されている。

ウ. 測 量

本計画の高架橋が建設される位置を確認するため、地形測量を行なった。地形測量はラマ四世道路上を延長 1,800m、面積 104,000㎡にわたった。

主な作業概要は巻末、資料3.2.1に添付した。

エ. 交通量調査

本計画地の現況交通を把握するために、交通量調査を行なった。

1. 交差点方向別交通量観測

3交差点（シーロム、スリウォン、シープラヤ）で24時間交通量を車種別に観測した。観測した車種は次の7車種である。

車 種	乗用車換算係数
オートバイ/サムロ	0.175
普通乗用車	1.0
タクシー	1.0
軽・中型バス	1.5
大型バス	2.1
軽・中型トラック	1.0
大型トラック	2.5

図3-2-3はピーク時の各交差点の方向別交通量である。

2. 平均走行速度調査及び信号待ち時間

3交差点（シーロム、スリウォン、シープラヤ）を含む範囲のラマ四世道路とその交差道路で調査を実施した。図3-2-4に走行速度調査ルート図を示し、表3-2-1～表3-2-4に結果を示す。

3. 観測結果

ラマ四世道路の交通特性は次の通りであった。

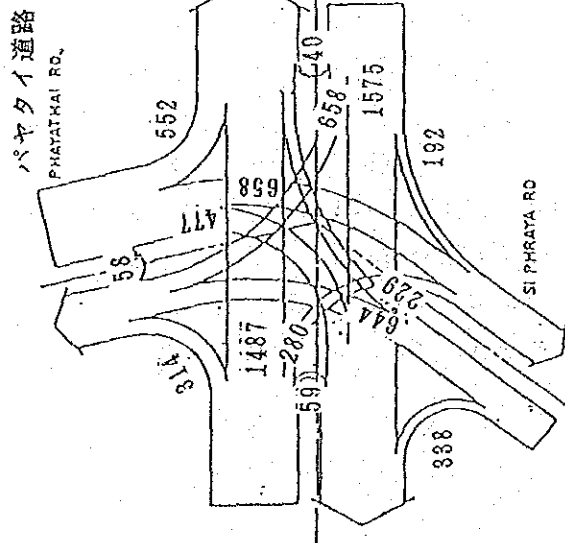
ピーク時	15:00 ~ 16:00 時	(オートバイも含め1時間当りの台数が
昼夜率	69.0%	一番多かったシーロム-スリウォン間
ピーク率	6.2%	でのピーク時とした)
重方向率	53.2%	(東進)

オ. バンコク市の地形・地質

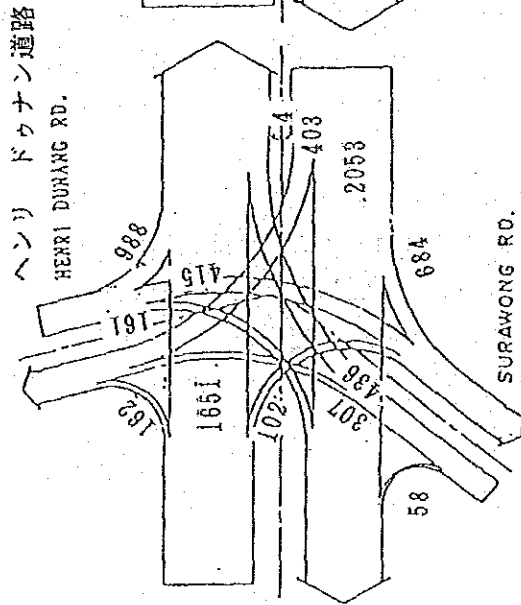
バンコク市は、広大なチャオプラヤ河流域(中央平野)のほぼ中央、河口から約30km上流に位置する。地形はいわゆる河口デルタでほぼ平たんで海拔が小さく、雨期にはしばしば冠水する。地質的には海洋性の厚い堆積地形で第4紀沖積層に分類され、その深さは数百メートルに達する。

バンコク市地域において、一般に基礎工学上考慮しなければならない地盤の深さは、特別、大規模な構造物を除けば、約50~60mまでである。上位より盛土、軟弱粘土、堅いシルト質粘土と続きその下位によく締まった砂層が現れる。この砂層は場所によって異なるが、約3~10mの層厚で中小構造物基礎の支持層とされている。これを通ると、砂を挟んだシルト質粘土が深さ約50~60mまで続いた後、非常によく締まった砂層が現れる。大規模構造物、高層ビルなどはここに基礎を置いており、バンコク市の基礎地盤として広く厚く分布している。

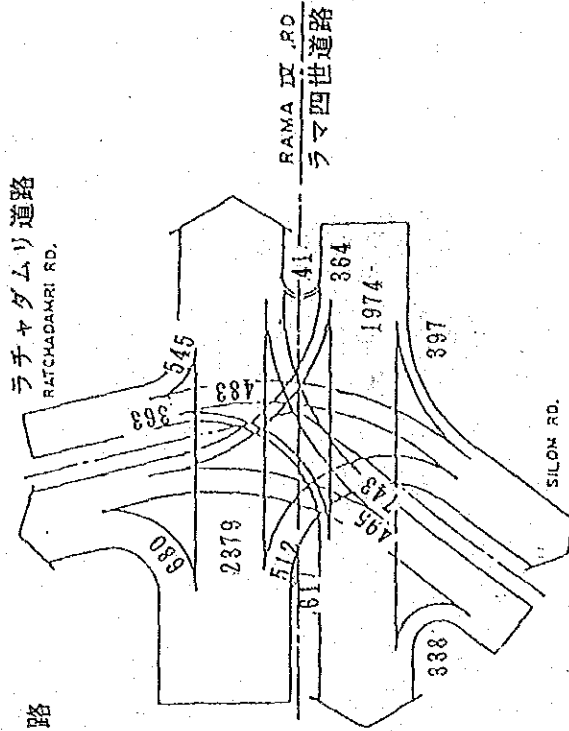
バンコク市の地盤沈下は砂層(First Sand Layer)の地下水の汲み上げが原因でシルト質粘土層が圧密して起きたものであるが、数年前より圧密が軟弱層上部にまで及び、沈下速度が早まり年間6~10cmの観測もある。沈下した道路は、洪水対策のため嵩上げ盛土される。また、交通量増加は、軟弱粘土層への載荷重を増やし、沈下を一層早めている。地盤沈下はバンコク市全域に及んでおり、杭基礎構造物が路面よりもり上がっている現象が随所に見られる。このため、砂層まで根入れした杭基礎には、軟弱粘土層の圧密沈下による負の周面摩擦力を考慮する必要がある。斜杭は、沈下により杭体に大きな曲げモーメントの生じる恐れがあるので、一般には使用されていない。



SI PHRAYA
シープラヤ交差点



SURAWONG
スリウォン交差点



SILOM
シーロム交差点

夕方ピーク時
(15:00 ~ 16:00)
UNIT: PCU/hr

(出典: JICA基本設計調査) 図 3-2-3 方向別現況交通流 (Aug. 9. 1989)

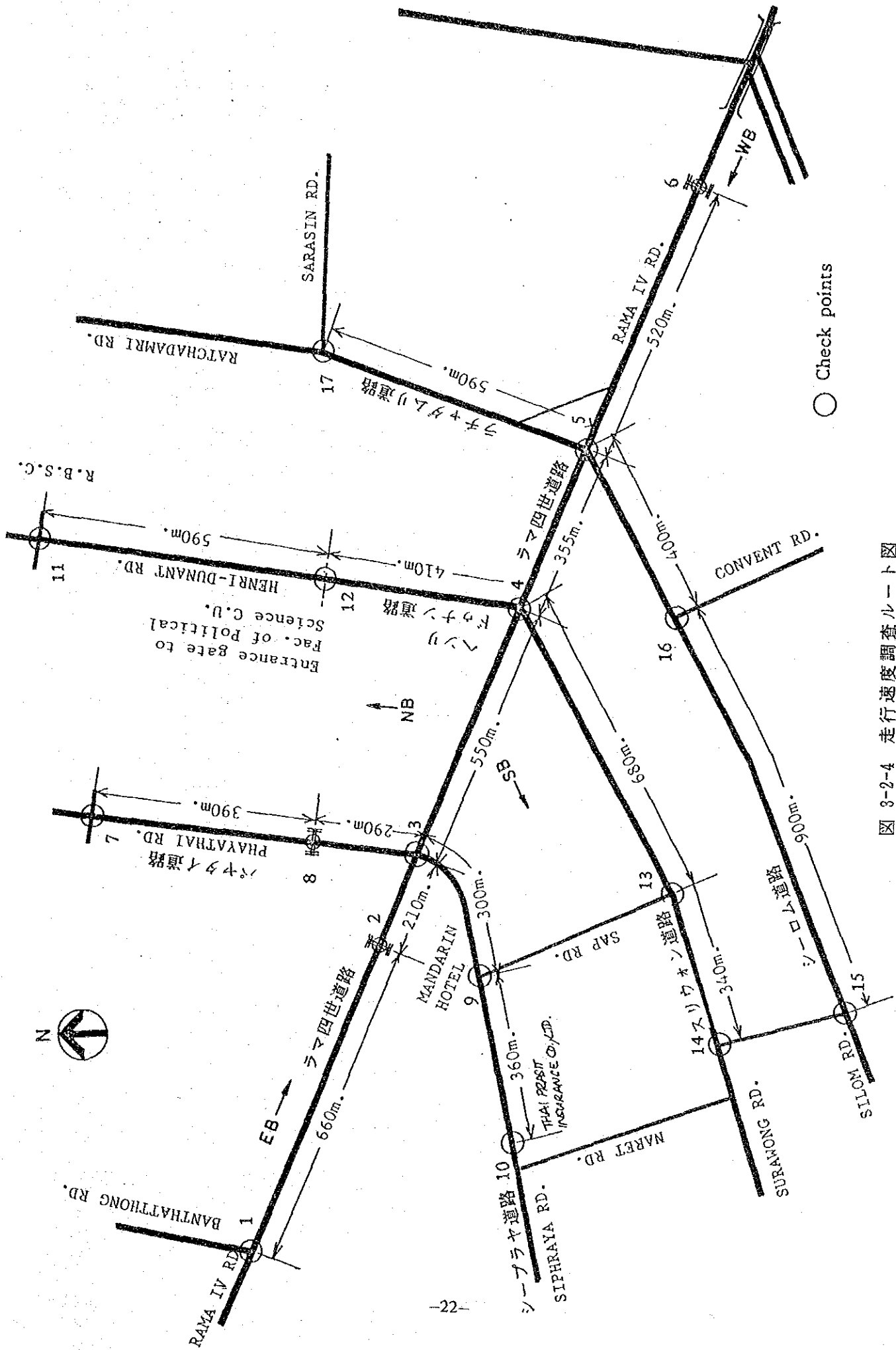


図 3-2-4 走行速度調査ルート図

図 3-2-1 走行時間および遅滞観測 : 距離 2.295m

TRAVEL TIME AND DELAY OBSERVATIONS

SUMMARY OF RESULTS FOR EACH DIRECTION

TT-5-RH

Study Route : RANA IV RD.

Total Distance : 2295 metres

Date : Wed 9th August 1989

Time	Run No.	Travel Time (sec)	Running Time (sec)	Travel speed (kph)	Running speed (kph)
07:00-09:00	1 - EB	939.05	437.90	8.8	18.9
	2 - EB	728.67	294.67	11.1	28.0
	3 - EB	939.68	482.28	8.8	17.1
	Av. - EB	869.13	404.95	9.6	21.3
	4 - WB	629.80	255.03	13.1	32.4
	5 - WB	456.25	257.72	18.1	38.1
	6 - WB	834.47	396.06	9.9	20.9
Av. - WB	640.17	302.94	13.7	28.5	
11:00-14:00	7 - EB	720.17	254.21	11.5	32.5
	8 - EB	562.15	236.56	14.7	34.9
	9 - EB	702.64	303.51	11.8	27.2
	Av. - EB	661.65	264.76	12.7	31.5
	10 - WB	735.60	391.03	11.2	27.4
	11 - WB	787.87	288.44	10.5	28.6
	12 - WB	423.27	297.43	19.5	27.8
Av. - WB	648.91	296.63	13.7	27.9	
17:00-19:00	13 - EB	2687.00	1103.74	3.1	7.5
	14 - EB	2723.00	1357.00	3.0	6.1
	15 - EB	1568.51	397.98	5.3	20.8
	Av. - EB	2326.17	952.91	3.8	11.5
	16 - WB	902.14	303.93	9.2	27.2
	17 - WB	836.00	317.00	9.9	26.1
	18 - WB	808.21	385.87	10.2	20.9
Av. - WB	848.78	338.73	9.8	24.7	

図 3-2-2 走行時間および遅滞観測 : 距離 1,340m

TRAVEL TIME AND DELAY OBSERVATIONS

SUMMARY OF RESULTS FOR EACH DIRECTION

TT-5-PS

Study Route : PHAYA THAI RD.-SIPHAYA RD.

Total Distance : 1340 metres

Date : Wed.2nd August 1989

Time	Run No.	Travel time (sec)	Running time (sec)	Travel speed (kph)	Running speed (kph)	
07:00-09:00	2 -NB	233.93	171.31	20.6	28.2	
	4 -NB	692.59	249.49	7.0	19.4	
	6 -NB	276.92	202.05	17.4	23.9	
	Av. -NB	401.15	207.62	15.0	23.8	
	1 -SB	371.49	202.05	13.0	23.9	
	3 -SB	584.23	247.34	8.3	19.5	
	5 -SB	487.74	178.39	9.9	27.0	
	Av. -SB	481.15	209.26	10.4	23.5	
	11:00-13:00	8 -NB	260.02	138.89	19.6	34.7
		10 -NB	274.66	141.23	17.6	34.2
12 -NB		243.35	106.48	19.8	45.3	
Av. -NB		259.34	128.87	18.7	38.1	
7 -SB		258.24	176.73	15.7	27.3	
9 -SB		230.08	151.15	21.0	31.9	
11 -SB		263.85	143.45	18.3	33.6	
Av. -SB		250.72	157.11	18.3	30.9	
17:00-19:00	14 -NB	426.84	218.35	11.3	22.1	
	16 -NB	384.21	221.64	12.6	21.8	
	18 -NB	281.12	202.36	17.2	23.8	
	Av. -NB	364.06	214.12	13.7	22.6	
	13 -SB	283.86	199.36	17.0	24.2	
	15 -SB	546.42	280.35	8.8	17.2	
	17 -SB	533.64	283.37	9.0	17.0	
	Av. -SB	454.64	254.36	11.6	19.5	

図 3-2-3 走行時間および遅滞観測 : 距離 2,020m

TRAVEL TIME AND DELAY OBSERVATIONS

SUMMARY OF RESULTS FOR EACH DIRECTION

TT-5-NS

Study Route : HENRI DURANT RD.-SURAWONG RD.

Total Distance : 2020 metres

Date : Wed. 2nd August 1989

Time	Run No.	Travel time (sec)	Running time (sec)	Travel speed (kph)	Running speed (kph)
08:00-09:00	2 -NB	819.61	254.65	8.9	28.6
	4 -NB	409.12	215.39	17.8	33.8
	6 -NB	539.45	200.33	13.5	36.3
	Av. -NB	589.39	223.46	13.4	32.9
	1 -SB	936.48	452.45	7.8	16.1
	3 -SB	993.06	519.99	7.3	14.0
	5 -SB	693.71	353.04	10.5	20.6
	Av. -SB	874.42	441.83	8.5	16.9
11:00-12:00	8 -NB	372.33	189.63	19.5	38.3
	10 -NB	367.24	201.74	19.8	36.0
	12 -NB	417.43	158.93	17.4	45.8
	Av. -NB	385.67	183.43	18.9	40.0
	7 -SB	414.49	287.36	17.5	25.3
	9 -SB	638.24	320.76	11.4	22.7
	11 -SB	341.49	232.74	21.3	31.2
	Av. -SB	464.74	280.29	16.7	26.4
16:00-17:00	14 -NB	826.81	262.88	8.8	27.7
	16 -NB	739.52	262.77	9.8	27.7
	18 -NB	902.14	256.68	8.1	28.3
	Av. -NB	822.82	260.77	8.9	27.9
	13 -SB	889.62	278.03	8.2	26.2
	15 -SB	838.46	316.88	8.7	22.9
	17 -SB	1126.30	214.73	6.5	33.9
	Av. -SB	951.46	269.88	7.8	27.7

図 3-2-4 走行時間および遅滞観測 : 距離 1.890m

TRAVEL TIME AND DELAY OBSERVATIONS

SUMMARY OF RESULTS FOR EACH DIRECTION

TT-5-RS

Study Route : RATCHADAMRI RD.-SILOM RD.

Total Distance : 1890 metres

Date : Wed.2nd August 1989

Time	Run No.	Travel time (sec)	Running time (sec)	Travel speed (kph)	Running speed (kph)	
07:00-09:00	1 -NB	779.26	234.17	8.7	29.1	
	3 -NB	834.93	265.38	8.1	25.6	
	5 -NB	595.46	213.40	11.4	31.9	
	Av. -NB	736.55	237.65	9.4	28.9	
	2 -SB	850.02	269.14	8.0	25.3	
	4 -SB	894.92	218.43	7.6	31.1	
	6 -SB	965.48	286.83	7.0	23.7	
	Av. -SB	903.47	258.15	7.5	26.7	
	11:00-13:00	7 -NB	564.39	200.21	12.1	34.0
		9 -NB	588.35	270.84	11.6	25.1
11 -NB		578.15	317.73	11.8	21.4	
Av. -NB		576.96	262.93	11.8	26.8	
8 -SB		381.21	224.17	17.8	30.4	
10 -SB		544.29	239.34	12.5	28.4	
12 -SB		577.46	250.01	11.8	27.2	
Av. -SB		500.98	237.84	14.0	28.7	
17:00-19:00		13 -NB	823.62	225.19	8.2	30.2
		15 -NB	1481.20	338.53	4.6	20.1
	17 -NB	767.08	331.63	8.9	20.5	
	Av. -NB	1027.30	298.45	7.2	23.6	
	14 -SB	1717.00	265.31	4.0	25.6	
	16 -SB	1336.50	380.63	5.1	17.9	
	18 -SB	395.17	219.10	17.2	31.1	
	Av. -SB	1149.56	288.35	8.8	24.9	

カ、計画地の地形・地質

本計画地のラマ四世道路は、かつて中央に水路（Khlong）が流れていたが、それを埋立てて現在の往復10車線の道路になった。水路は 2.7m×2.75mのボックスカルバートに置き換えられ、中央分離帯より若干南側に道路と平行に埋設されている。

BMAは、本計画実現を促進する為、計画線沿いに図3-2-5に示す5本の地質ボーリング調査を実施し、1988年5月に報告している。この地質調査報告書によれば現場の地質は前に述べたバンコク市の地質概要によく当てはまり、支持層と考えられる上位砂層は地表面より約30mの深さである。これらのボーリング孔をつないだ想定地質縦断図を図3-2-6に示す。

地表面より層毎の特徴を以下に分類する。

1. 表層盛土

現ラマ四世道路を建設した当時の路体材料（砂）で、1.0～1.7mの層厚があり、比較的締まっている。

2. 軟弱粘土層

極めて軟弱な粘土層で、Bangkok Soft Clayと呼ばれ、約10mの深さまで続く。地質的には最も新しい時代の海成物で、暗灰色を呈し、圧縮性が高い。この層における標準貫入試験の値は得られていない。

3. 硬質粘土層

暗灰色～暗褐色を呈する硬いシルト質粘土層で、所々に薄層の細砂を伴う。砂の含有分が多くなると黄褐色を呈する。圧縮強度が高く、標準貫入試験地はN=11～40（平均20）を示す。ほぼ、深さ14mから28m付近に分布する。

4. 密な砂層

よく締まったシルト質細砂層で粘土の薄層を挟んでいる。層の厚さは、それほど大きくなく、約6～14mを確認している。標準貫入試験値のばらつきは大きく、粘土層に近い位置ではN=17～30であるが、密な層ではN=50以上を示す。

各層の土質定数を地質調査報告書より整理して表3-2-5に示す。ボーリング孔内の水位は地表面より約1.0～3.4mの深さに観測された。

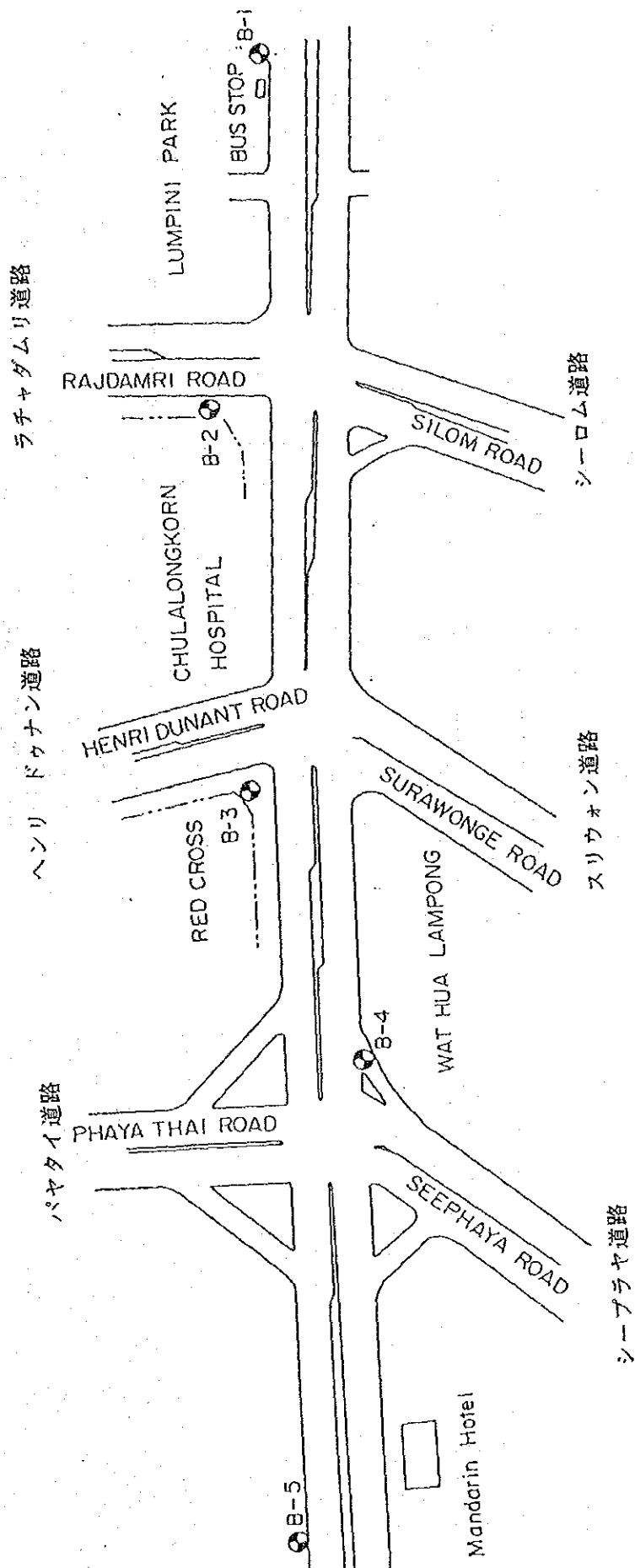


図 3-2-5 高架橋のためのボーリング位置

(出典: BMA)

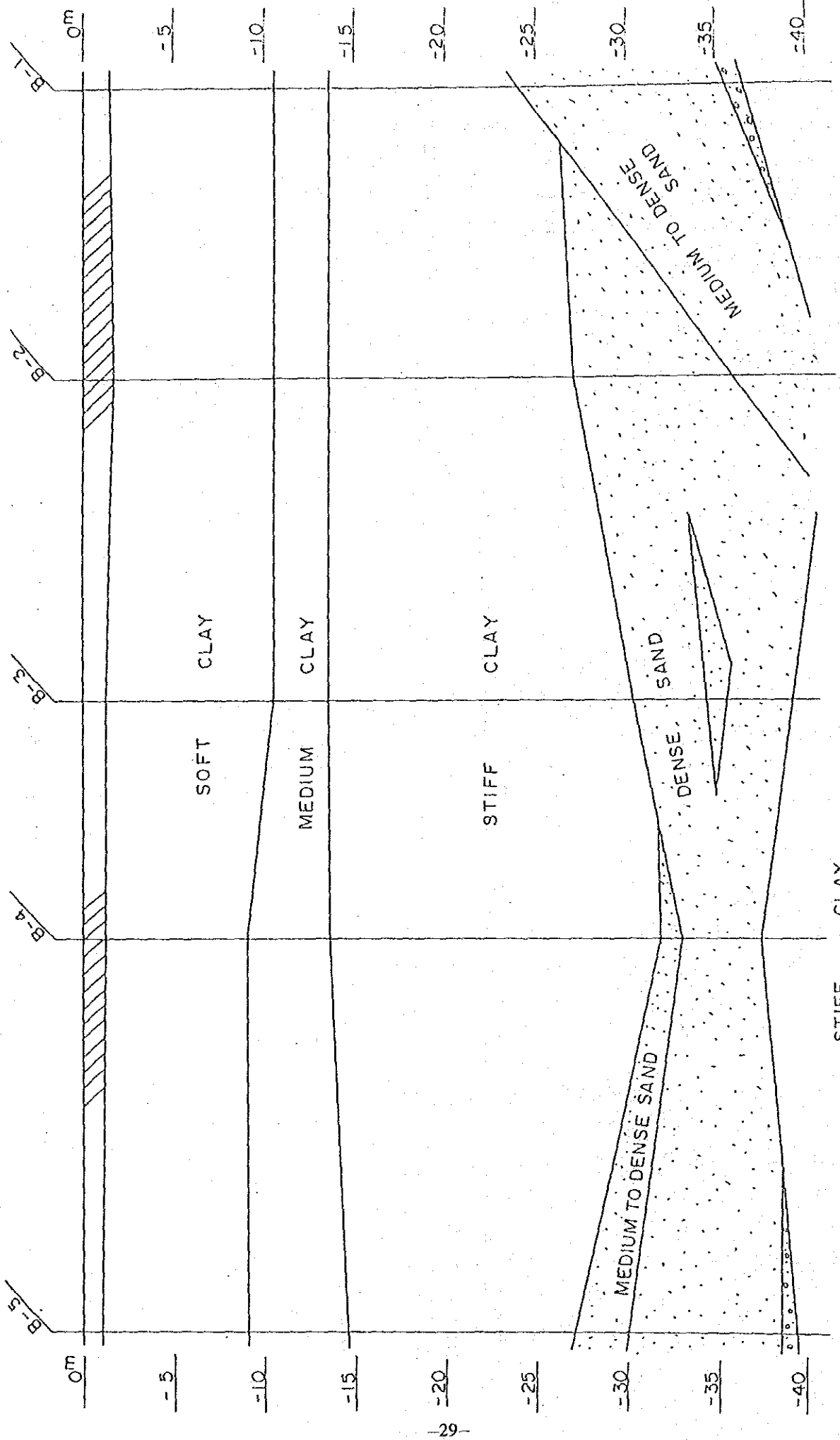


图 3-2-6 想定地質縦断面图

(出典: JICA基本設計調査)

実際のフライオーバーの基礎は現道のほぼ中央、かつての水路跡に位置する。本計画に対して、ボーリング調査は車道から離れた歩道上で行われたため、上層の粘土層の厚さは多少、ボーリングデータと違うことが予想されるが、杭基礎施工に際して支持層の深さに変化はないものと推定される。

キ. 地下埋設物

ラマ四世道路には、多くの地下埋設物が埋設されている。図3-2-7に示すように、道路中央部には、上水道管が3本、その周辺には前述した水路暗渠（2.70m×2.75m）及び上水道大型本管（直径 2.5m）が埋設されている。また両側歩道部には、上水道管、電話線、電力線、配水管などが埋設されている。交差道路も、ラマ四世道路同様多くの埋設物が依存している。特筆すべきものに、シーロム道路-ラチャダムリ道路には、上水道本管（直径 1.5m）が埋設されている。交差点部では、これらの地下埋設物が複雑に錯綜している。

これらの埋設物のうち、本プロジェクトに直接関係すると考えられるものは道路中央部の上水道本管であるが、同水道管は既にかなり老朽化している。また、高架橋基礎の支障となるので、都市圏水道公社（MWA）は、本計画実施に先だち移設することを了解している。

水路暗渠は、その大きさとこれに接続する排水支管の数から考え、限られた工期の中で移設することは困難であるため、移設する必要がないように高架橋の基礎の位置を計画する。

(2) 要請構造物の内容検討

本計画の高架構造物の全長は約 1,500m。

タイ国高速道路・鉄道公社（ETA）が同高架橋の上にラマ四世鉄道（往復）を計画していて、その鉄道高架構造物（MTS）用の脚柱が同高架橋構造物の中央に建設されるため、上下線の分離高架橋の間は 2.8mの空きをとる。

車線数は西端からシープラヤ交差点を過ぎて、スリウォン交差点手前までは他と比べ少ない交通量に見合うよう上下線各1車線とし、スリウォン交差点へのシープラヤ、パタヤイ道路からの交通を考慮し、ここに1車線ランプ車線を各上下線に追加、交通量の多いスリウォン交差点上からは上下各2車線となり、東端までそのまま2車線（上下線合計4車線）と計画した。

高架橋の大部分を占める標準支間長は30mとしたが、これは経済性及び側面からみた美的観点より、30mスパンで建設されるMTS鉄道構造物と整合をとるためである。交差点では、右左折交通に必要な（水平）空間を考慮して、50m支間長とした。

表 3-2-5 地表面下の土の物理的性質

土の特性	地層		柔らかい粘土		中程度硬い粘土		硬い粘土		密にしまった砂	
	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
深さ	1.5~10.0		10.0~14.0		14.0~28.0		28.0~38.0			
単位	m		%		%		%		%	
砂利	3	3	-	-	0	0	0~2	1		
砂	25	25	-	-	6~35	23	68~94	82		
シルト又は粘土	72	72	-	-	65~94	77	5~32	17		
液性限界、LL	62~94	76	62	62	33~72	53	-	-		
塑性限界、PL	23~34	28	25	25	15~25	20	-	-		
塑性指数、PI	39~65	48	37	37	18~47	33	-	-		
含水量	40~81	63	35~75	55	17~45	26	9~28	19		
湿潤密度	1.53~1.80	1.64	1.56~1.86	1.69	1.74~2.10	1.96	-	-		
土の分類	C H		C H		C L, C H		S C, S M, S P			
標準貫入値	-	-	-	-	11~40	20	17~68	39		
一軸圧縮強さ	2.0~5.0	3.5	5.4~12.2	7.2	10.6~45.0	21.8	-	-		
	t/m ²		t/m ²		t/m ²		t/m ²			

(出典：JICA基本設計調査)

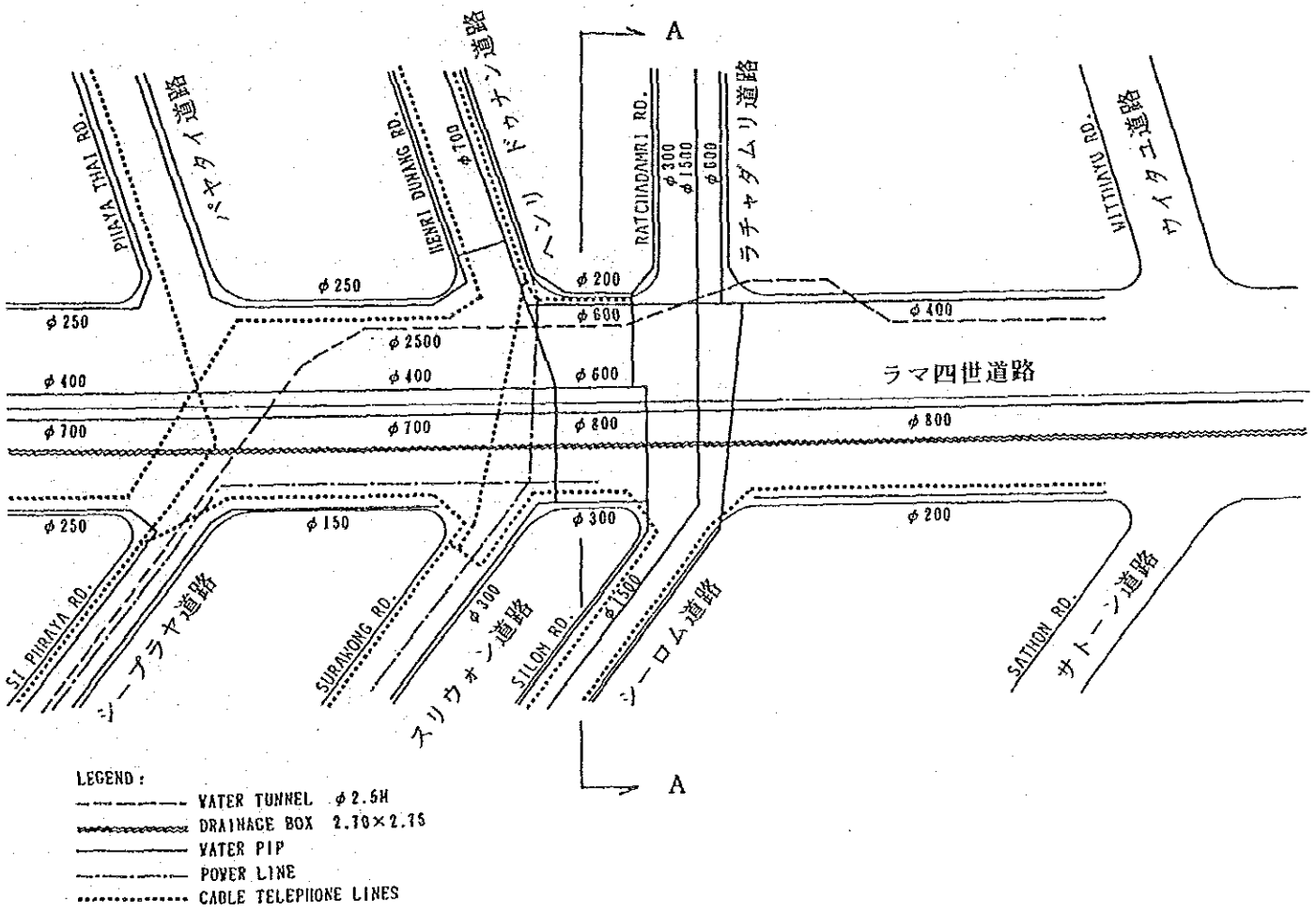
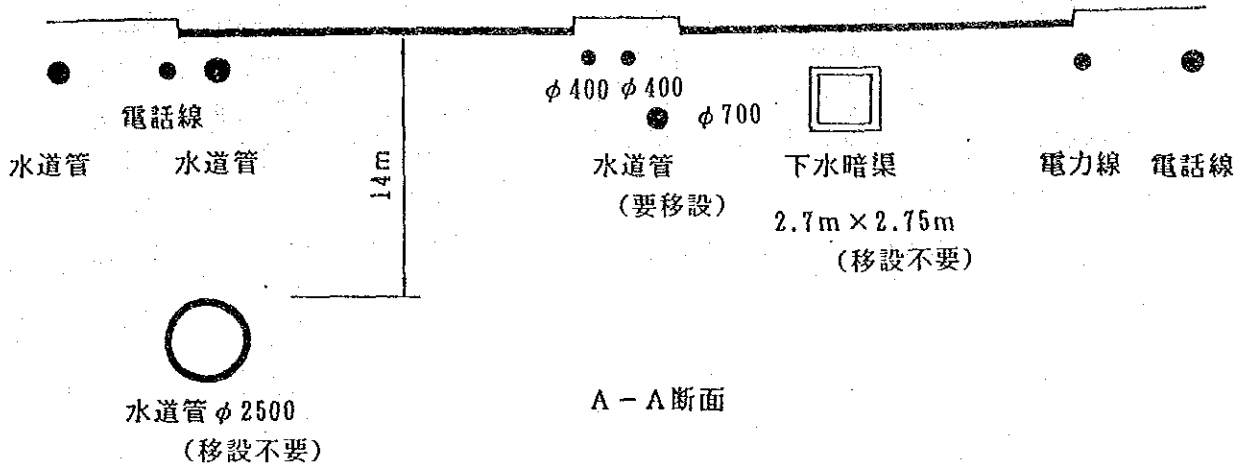


図 3-2-7 地下埋設物の現況図

(3) 類似計画や他の援助計画との関係・重複等の検討

本計画の高架橋が建設されるラマ四世道路の上には、2.1.(2)で述べたように、ETAが8年前より都市鉄道ラマ四世線の建設を民間企業による資金調達建設運営償還で計画し、タイ国政府の許可を得ている。両計画共に、同一中央分離帯に橋脚をたてるものであるが、この為の中央部の空き幅について、BMAとETAとの調整が難行した。結局タイ国首相指示によりETA側の要望を入れ、2.8mという最大限の空き幅をとり、後に続くETAの建設に支障の生じないように配慮がなされた。但し、両構造は連結もしくは共有されないということはBMA、ETAの間で確認されている。

(4) 計画の妥当性及び必要性

本計画の対象地となるラマ四世道路は、バンコク港と市の中心部を東西方向に直接に連結しているバンコク市の道路交通網にとって、数少ない重要な幹線街路の一つである。本計画地域では、バンコク市を南北方向に走る主要道路がラマ四世道路と平面交差していて、沿道北側はチュラロンコン大学、その附属病院、ルンピニ公園などの文教地区であり、南側はバンコクでも有数のビジネス、ホテル、ショッピング、飲食街があり、最も重要な商業地区となっている。それ故に、多くの交通量がラマ四世道路に集まり、バンコク市で最もひどい交通混雑を起こして、バンコク市の自動車による物資の輸送と人の移動に支障を来している。

昭和62年3月、国際協力事業団が調査した「バンコク道路改良、補修、交通安全に関わる調査」の開発調査報告書によると、サトーン・フライオーバーを含めての本計画の経済分析は（10年の分析期間で）

費用便益比 : 2.64
内部収益率 : 23.3%

という高収益率で、本計画は（サトーン・フライオーバーを含めて）経済的に妥当であることを示している。2年経過した現在でも上記の経済的妥当性は変わらないものと考えられる。

本計画の実施によって下記の効果が期待される。

- ① タイーベルギー橋（橋長：330m）の受持つ範囲長を含めば、ラマ四世道路高架橋の建設によって、ラマ四世道路の交通は直進通過交通と右左折交通の分離が図られ、全長約2.5kmにわたってスムーズな流れとなり、総車線数が10車線から8車線に減少するにも拘らず、交通容量は20%増大し、交通混雑が大いに緩和される。
- ② ラマ四世道路高架橋の建設によって、連続するシーロム、スリウォン、シープラヤ交差点で直進車と右左折車の分離が図られ、朝夕のピーク時に信号待ち時間が現在の3分から12分のものが、1分程度に減少し、交通渋滞が大いに軽減できる。
- ③ 上記①、②により、ラマ四世道路と交差道路の事故が減少することが期待される。
- ④ 上記①、②、③により、自動車輸送による国家的経済費用の節減、即ち、車の走行費用の逡減と、利用者の運転時間の節約が図られる。
- ⑤ スムーズな交通の流れとなるので、交通公害（排気ガス及び自動車騒音）が減少して、生活環境が現在より向上する。
- ⑥ 現在ラマ四世道路の交通が混雑しているため、住民が横断するのに危険があるが、高架橋完成後は、直進交通車輛は高架橋上を走るのので、住民はそれだけ横断し易くなる。
- ⑦ 高架橋完成後は交通流に余裕ができるので、チュラロンコン病院への患者の緊急輸送が非常に容易になる。

本計画を実施することは、ラマ四世道路の交通混雑を緩和し、自動車の直進交通は停止のないスムーズな流れとなり、自動車の排気ガス及び騒音を減少して周辺の生活環境が改善され、バンコク市の交通輸送の発展、ひいては都市輸送活動及び経済の活性化のために必要であると思われる。

3.3 計画の概要

(1) 高架橋の概要

ラマ四世道路高架橋は、図3-3-1に示す通りシーブラヤ道路との交差部の西約250mを始点とし、シーロム道路との交差部の東約250mを終点とする約1.6kmの道路高架橋である。シーブラヤ道路との交差部は2車線で立体交差し、こことスリウォン道路との間に2車線のセンターランプ（内側車線ランプ）があり、これが高架部で分合流し4車線となる。4車線の高架橋はシーロム道路との交差部を立体交差し平面街路へおりる。終点の東約600mのサトーン道路との交差部には昭和63年にベルギー政府の援助により完成したタイーベルギー橋がある。シーブラヤ道路とスリウォン道路との間にあるセンターランプは次の目的を果たす。

- ① ラマ四世道路東部からの自動車が高架橋を利用して交差道路、パタヤ道路及びシーブラヤ道路に行けば、早く到達でき、同時に平面街路部の交通が減少して、サービス・レベルが向上する。
- ② 交差点前後に設けられるUターン路を利用することによって高架橋の利用効率の向上が図れる。
- ③ センターランプにすることにより平面街路の桁下空間の利用範囲が増す。

高架橋の概要は下記の通りである。

1. 高架橋構造物延長： 1.487m
2. 形 式
 - a. 上 部 工： 鋼床版単純鉄桁（支間長50m）
交差点及びその他1ヶ所
上下線合計 8連
： プレキャストコンクリート床版単純鉄桁
（支間長30m）、標準部（大部分の上部工）
上下線合計 90連
： アプローチ部：アプローチスラブ
 - b. 橋 脚 工： 1柱式T型鋼橋脚：43基
脚柱部は円筒形、張出し部は矩形断面
 - c. 基 礎 工： 場所打ち鉄筋コンクリート杭、
直径1,000mm、深さ約30m
3. 標準有効幅員： 2車線部は7.0m、1車線部は4.75m
4. 荷 重： 1.3倍×AASHTO、タイ・トラック荷重
5. 舗 装： アスファルト舗装
6. 設 計 震 度： Kh=0.05

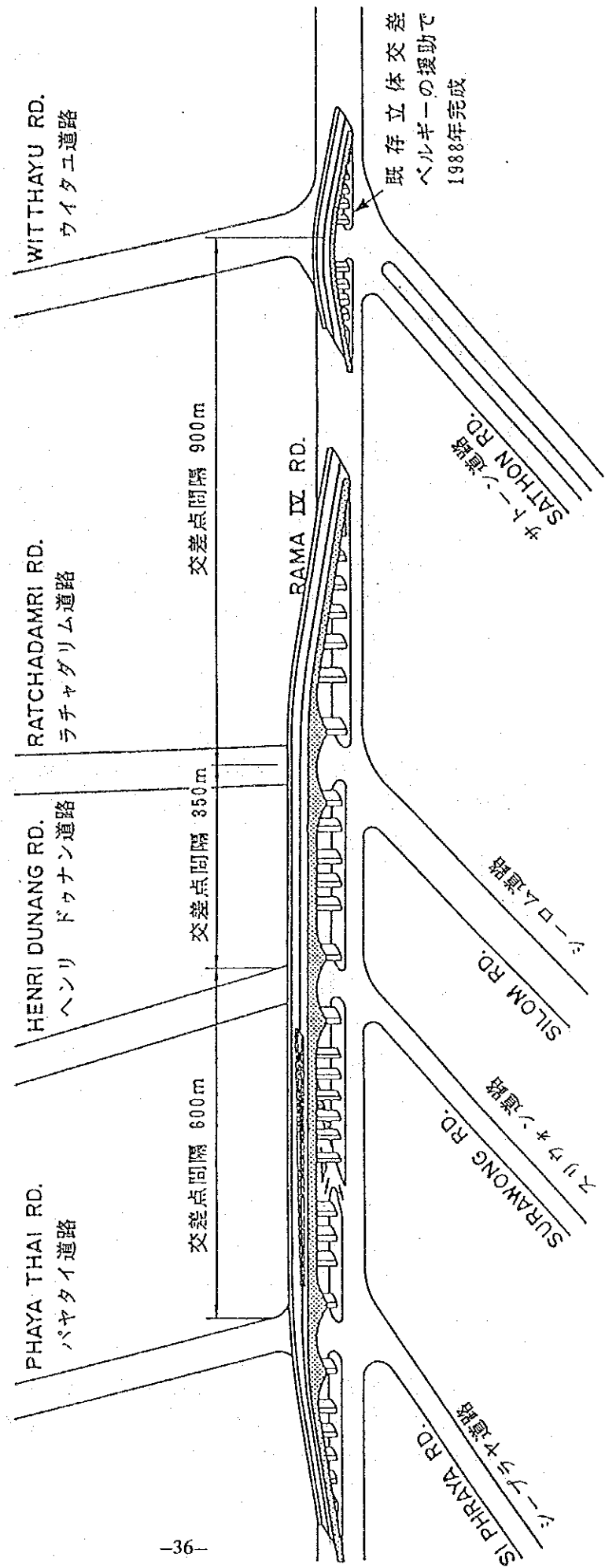
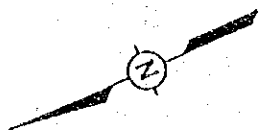


図 3-8-1 ラマ四世道路高架橋の位置

(2) 本計画の実施運営機関

本計画は高架橋の建設であり、その完工後は高架橋の保守・維持管理が必要となる。BMA管轄下の公共事業局 (Department of Public Works, DPW) のなかに橋梁維持管理課 (Bridge Maintenance Section) が設けられている。本計画の実施機関はDPWであり、運営 (保守・維持管理) には橋梁維持管理課があたることになる。BMA、DPW及び橋梁維持管理課の組織の内容を概略する。

ア. BMA

BMAはバンコクの最も都市化した地域を含んだ 1,565,000km²の行政府であって、24の小行政区 (Districts) に分けられている (図2-1-1参照)。

BMAは12局 (Departments) の機構を有し、各局はBMA管轄下24地区に関連の小機構を管轄している (図3-3-2参照)。BMA内の道路施設を管轄するのは公共事業局 (DPW) である。

イ. DPW

DPWはBMA管轄内での建物及び土木工事の計画、設計から建設及び保守、建設管理、用地及び土地収用までの権限を持っている。DPWは下記の部署からなっている (図3-3-3参照)。

- 書記官室
- 設計部
- 建設・保守部
- 公共事業計画部
- 建設管理部
- 建築管理部
- 用地・土地収用部

BMA予算のうち公共事業部門への配分が最も多く、1985、1986、1987、1988年度ではBMA予算全体の21%以上を占めた (表3-3-1参照)。DPWが担当する道路予算はBMA予算全体の20%以上を占め、公共事業の予算全体の90%を占めている。

DPW及びその管轄下で工事・維持管理を担当する建設・維持管理部、Construction & Maintenance Division (C&MD) の人員数は下記の通りである。(1988年度、臨時職員を除く)。

	DPW	C&MD
土木技師	133 人	16 人
機械技師	3	2
電気技師	1	—
建築技師	41	3
技能者（土木、測量、製図）	473	127
技能者（機械）	20	20
法律家	1	—
総務・人事（タイピスト・倉庫係を含む）	175	33
税理士	34	11
運転手・掃除	24	19
計	905 人	231 人

ウ. 橋梁維持管理課 (Bridge Maintenance Section)

橋梁維持管理課は図3-3-4に示すように、DPWの建設・維持管理部 (Construction & Maintenance Division) の管轄下において、現在のところ土木技師3名、技能者18名、作業員25名という比較的小さな管理組織で運営されており、管内を4地区に分けて、中小のコンクリート橋梁の点検業務を行なっている。1989年度の予算は\$31,002,000が計上されている。

エ. 実施機関

BMA管轄の主要幹線道路では、橋梁の新設、旧橋の架替及び交差点の立体化が計画されている為、数年のうちには、人的にも予算的にも現体制では維持管理を行なうことが難しくなると考えられる。

しかし、幸いにも、BMA及びDPW共に、道路事業に関して予算の配分が多く、またDPWには現在133名の土木技術を擁しているため、鋼橋の維持管理に経験のある技師を配属させれば、維持管理の問題は処理できるものと考えられる。

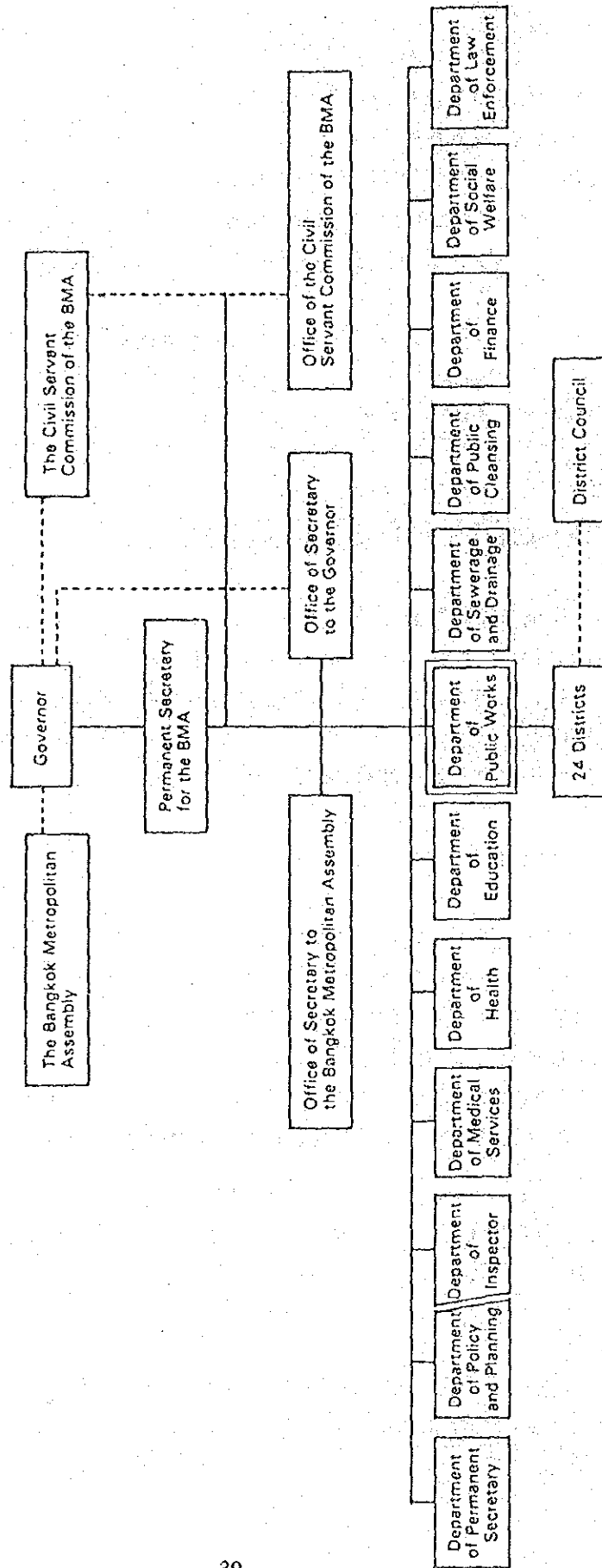


図 3-3-2 バンコク首都圏庁の組織

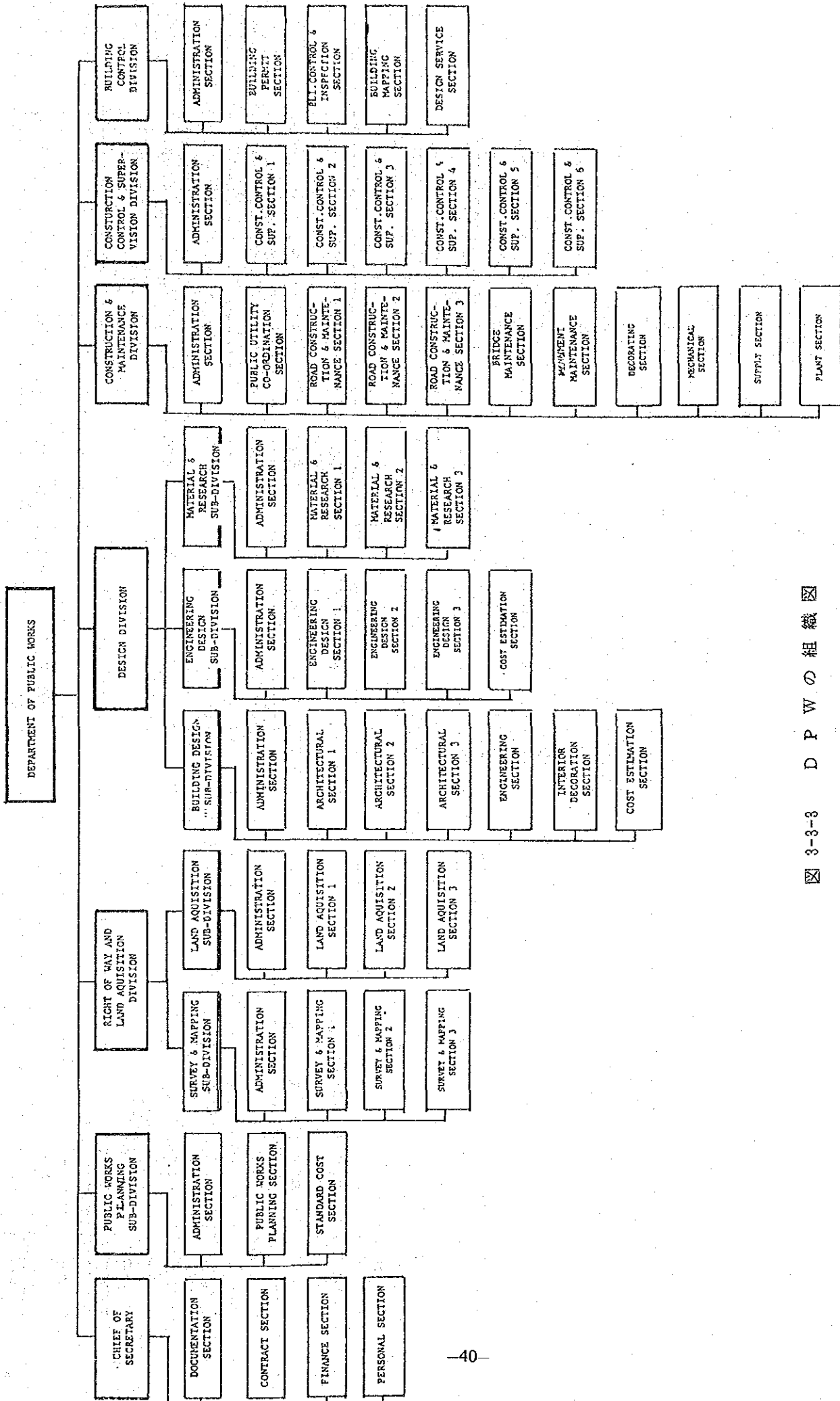


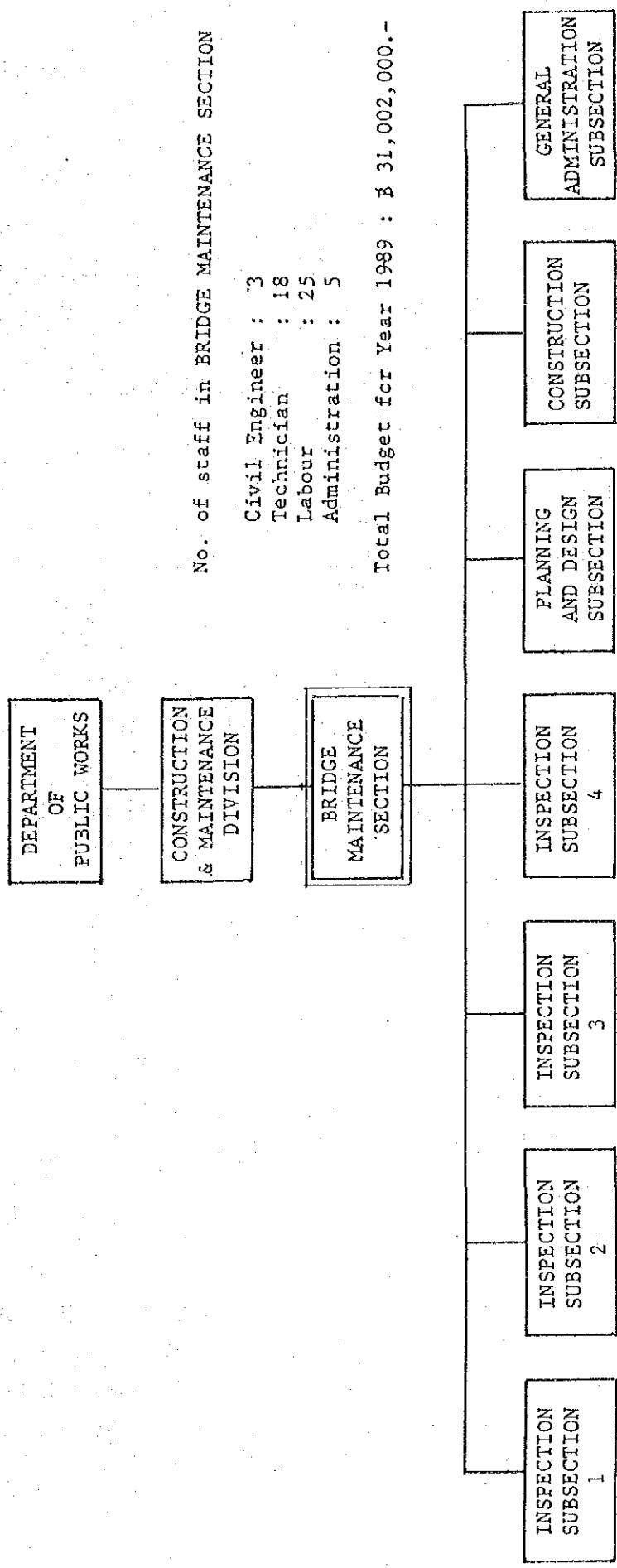
図 3-3-3 D P W の組織

表 3-3-1 BMA 予算支出額 : 1985 - 1988年度

(Unit : Million Baht)

Year	1985		1986		1987		1988	
	Amount	%	Amount	%	Amount	%	Amount	%
Activities								
Public Works	1,339.8	21.4	1,968.6	28.9	1,511.2	23.5	1,808.8	26.4
Road : New Construction	729.0	11.6	580.1	8.5	357.3	5.6	893.8	13.0
Improvement	148.6	2.4	148.6	2.2	168.1	2.6	119.0	1.7
Maintenance	326.1	5.2	217.4	3.2	234.4	3.6	286.9	4.2
Traffic	22.8	0.4	903.3	13.3	594.3	9.2	381.5	5.6
Other Public Works	113.3	1.8	119.2	1.7	157.1	2.5	127.6	1.9
Education	1,007.9	16.1	1,039.9	15.3	1,124.6	17.5	1,214.4	17.7
Contingent Fund	707.9	11.3	707.0	10.4	-	-	-	-
General Administration	639.3	10.2	676.7	9.9	1,068.8	16.6	901.2	13.1
Medical and Health Services	610.7	9.8	668.2	9.8	698.0	10.8	780.3	11.4
Public Cleansing	778.1	12.4	573.4	8.4	645.1	10.0	909.2	13.3
Drainage and Sewerage	715.3	11.4	810.0	11.9	998.3	15.5	829.9	12.1
Social Welfare	207.1	3.3	296.9	4.4	330.6	5.1	334.1	4.9
Debt Payment	-	-	-	-	-	-	-	-
BMA Commercial	253.7	4.1	66.3	1.0	57.0	0.9	76.0	1.1
Total	6,259.8	100.0	6,807.0	100.0	6,433.6	100.0	6,853.9	100.0

Source : Budget Division, Department of Permanent Secretary for BMA



No. of staff in BRIDGE MAINTENANCE SECTION

Civil Engineer : 3
 Technician : 18
 Labour : 25
 Administration : 5

Total Budget for Year 1989 : ¥ 31,002,000.-

図 3-3-4 D P W の 橋 梁 維 持 管 理 課 の 組 織

3.4 維持・管理計画

(1) 橋梁維持管理のための提言

1988年のタイーベルギー橋（鋼体）の竣工によってBMAは塗装、添接ボルトの点検を含めて、鋼橋にかかわる維持管理業務を開始したが、本計画のラマ四世道路高架橋はさらに大規模な鋼橋であることから、BMAは新規の維持管理体制を組織しなければならない。鋼橋の定期塗装は専門業者に委託すればよいが、日常の点検作業には職員の増員が必要である。日本の事例から検討すると、同じ規模の鋼橋としては、下記の作業がある。

1. 毎日必要なもの	見回り点検	2名
	排水管掃除	4名
	路面掃除	4名
2. 随時必要なもの	照明ランプ取替え	
3. 5～15年毎	塗装及びそのための足場作業（委託）	

以上を考慮すれば、日常業務のため技師1名、技能者1名、労務者8名を追加して、既存の「橋梁維持管理課」を強化する必要がある。

現在のところ、BMAは鋼橋の維持管理のための経験も器具も所持していない。しかし、本報告書 3.3 (2)節に述べたように、BMAの道路予算は、他の部門と比べて多く、しかも、そのうちのかなりの部分を道路維持補修予算に充当している実情からみて、今後、橋梁維持管理課に鋼橋専門の技術者を配置し、維持補修機械を整備していくことは可能であろう。

(B Million)

年 度	1985	前年比増	1986	前年比増	1987	前年比増	1988
道路維持補修予算	326.1	-33.3%	217.4	7.8%	234.4	22.3%	286.9
道路交通予算に占め割合	26.6%		11.7%		17.3%		17.0%
BMA全体予算に占める割合	5.2%		3.2%		3.6%		4.2%

(出典：BMA)

本計画の工事中に、BMAはコンサルタント及び業者の協力を得て、鋼橋維持管理のためのマニュアルを作成し、BMA内に本高架橋の維持管理に必要な組織を編成して、塗装の補修ボルトの締めつけ等に関して、現場で技術移転を受けることも可能である。組織の変更ないし増員に伴う出費増加は、前述のように、BMAの現状予算で十分に対応できるものと考えられる。

3.5 技術協力

国際協力事業団はタイ政府の要請を受け、昭和60年6月～62年3月「バンコク市道路改良・交通安全計画調査」を実施した。この開発調査において、バンコク市内の道路交通の改良策として11ヶ所の交差点改良計画が提案された。この調査の提案の1つである本計画は、日本政府の無償資金協力援助として検討されることになった。建設予定地はバンコク市内でもっとも交通量の多い所で、施工方法は今までにない準備と細心の注意が必要となろう。特に橋梁架設時における交通制限と交通処理計画は、BMA及び同国警察局に密接な協力を求める必要がある。

本計画は大規模な鋼構造物の建設であることから、その詳細設計、施工計画及び工事管理はBMAにとって今まで経験していない規模のプロジェクトとなる。BMAの技術者は鋼構造物の設計及び施工管理の手法の習得を望んでいるが、同技術者に対しては、オンジョブトレーニングにより、その技術協力が充分効果があがる様、コンサルタント、施工業者からのサポートが必要である。構造物は鋼製であり、定期的な維持管理が必要となる。BMAは、完成後に随時必要な塗装の補修、ボルトの締めつけ、遮音板取替え等の簡単な作業から定期的に行なわれる再塗装等の維持管理のための技術修得をする必要がある。

第 4 章 基 本 設 計

第4章 基本設計

4.1 設計方針

タイ国で採用されている設計条件を使用することとする。補足が必要な場合には、AASHTO基準及び日本道路協会の構造令／示方書を参照することとする。

4.2 設計条件の検討

ア. 道路設計条件

道路設計に係わる主要な設計条件に次のものがある。

- ① 幾何構造設計条件
- ② 排水設計条件
- ③ 舗装設計条件
- ④ 道路附属施設設計条件

これらの設計条件についてBMA設計担当者と協議し、本計画で採用されるべき条件を確認した。

1. 幾何構造設計条件

幾何構造設計に係わる設計基準はJICA開発調査「バンコク道路改良、補修、交通安全に係わる調査、昭和61年」で準備された「技術指針」(Technical Guideline)を基本とする。設計条件のうち主要なものは表4-2-1に示す通りである。本計画の道路（高架橋をも含めて）の横断構成を図4-2-1、図4-2-2及び図4-2-3に示す。

2. 排水設計条件

高架橋の橋面排水及びラマ四世道路に埋設されている排水ボックスカルバートまで導水する排水構造物の設計条件は次の通りである。

確率降雨強度（雨の強さ）

路面排水施設	2年確率雨量（2年に1度発生する降雨）
道路隣接地排水施設	5年確率雨量（5年に1度発生する降雨）
設計降雨強度	図4-2-4参照

表 4-2-1 ラマ四世道路高架橋の車道部設計基準

	Throughway		Ramp	At-grade Street
	2-lane	1-lane		
Classification of Road in BNA	Major Road			Minor Road
Design Speed (km/h)	60	60	40	40
Design Vehicle	Semi-trailer			Large-Sized Motor Vehicle
Lane Width (m)	3.25	3.25	3.25	3.0 (2.75)
Median	Refer to Technical Guideline			
Shoulder, Outer (m)	0.5	1.5	1.5	0.3
Shoulder, Inner (m)	0.5	0.5	0.5	0.3
Stopping Lane	N/A	N/A	N/A	N/A
Bus Lane (m)	N/A	N/A	N/A	3.6
Bus Day	N/A	N/A	N/A	N/A
Min Sidewalk Width (m)	N/A	N/A	N/A	2.75
Standard Cross Section	Refer to Fig.3-2-1	Refer to Fig.3-2-2	Refer to Fig.3-2-2	Refer to Fig.3-2-3
Clearance	Refer to Technical Guideline			
Radius of Horizontal Curvature		ditto		
Length of Curve		ditto		
Superelevation		ditto		
Widening on Curves	Refer to Technical Guideline			
Transition Section		ditto		
Superelevation Runoff		ditto		
Stopping Sight Distance		ditto		
Grades		ditto		
Vertical Curves		ditto		
Cross Slope (%)	1.5	1.5	1.5	1.5 - 2.0
At-grade Intersection	N/A	N/A	N/A	Refer to Technical Guideline

Note: Figure in parenthesis shows the absolute minimum.

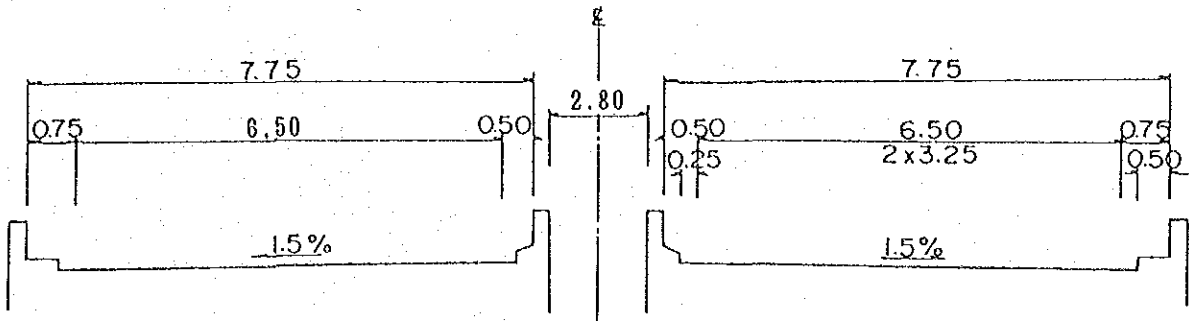


図 4-2-1 2方向4車線部の標準横断

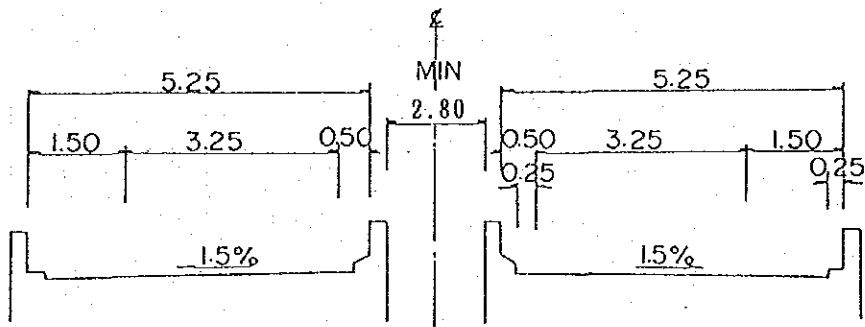


図 4-2-2 2方向2車線部の標準横断

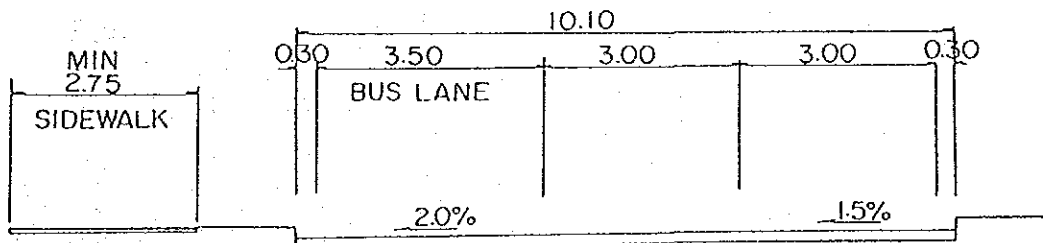
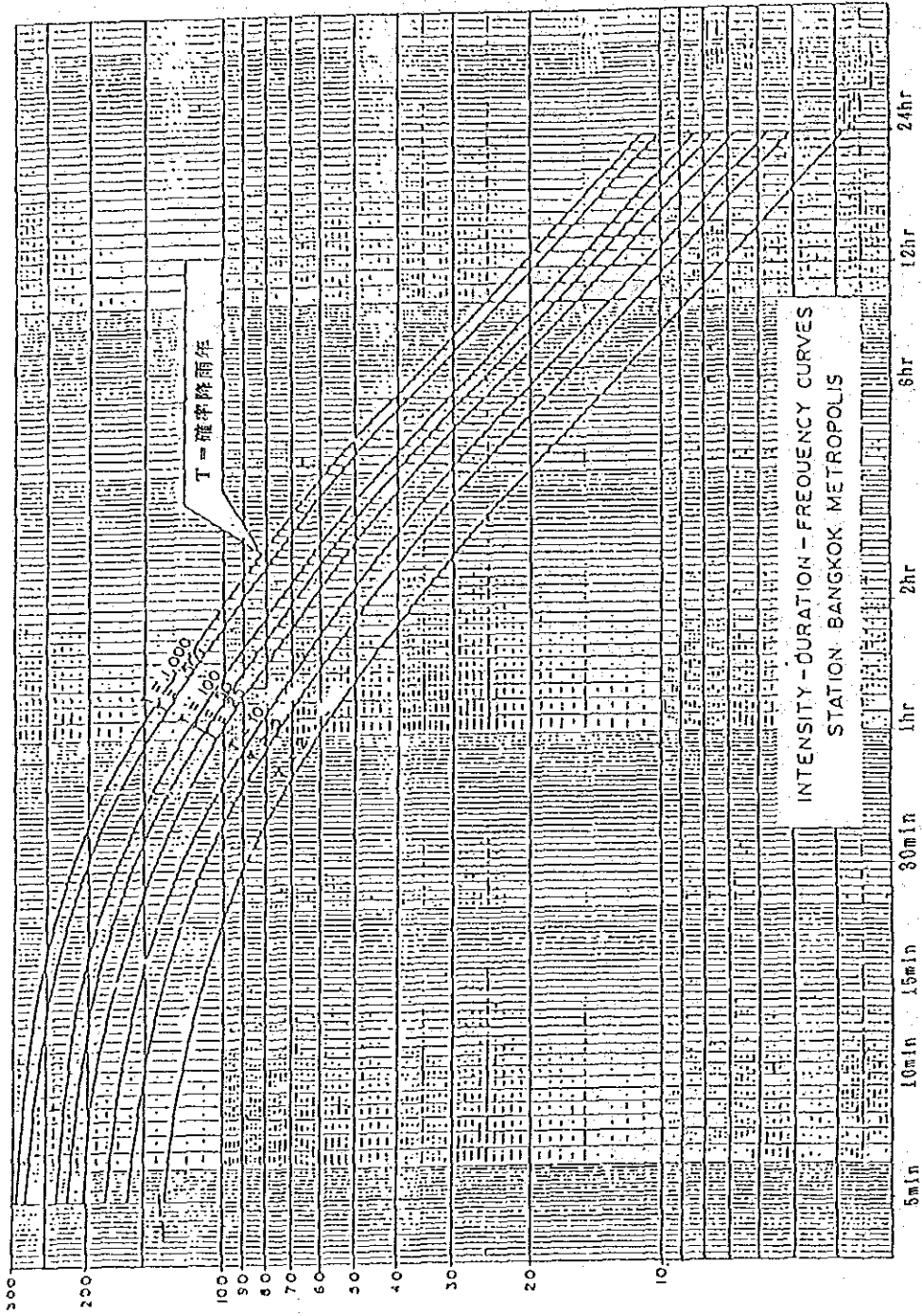


図 4-2-3 街路部標準横断

平均降雨強度 (mm/時)



(出典: BMA)

降雨継続時間 (分・時間)

図 4-2-4 バンコク地域の確率降雨年毎の降雨強度の継続時間

3. 舗装設計条件

高架橋の橋面舗装には、コスト、騒音、維持管理の面で有利な通常のアスファルト・コンクリートを使用する。ここでは橋面舗装以外の舗装についての条件について述べる。

本計画の舗装工は、橋梁基礎工による既存舗装の修復及び平面街路の改修、交差点改良に伴う舗装工がある。

コンクリート舗装で修復される箇所は、現在コンクリート舗装で橋梁基礎工のために取壊されるが、高架橋完成後は平面街路の一部として供用される箇所である。コンクリート舗装は版として機能しているため、修復は版単位を原則とする。

コンクリート舗装の構造はBMAの標準設計に準拠する。

現在の交差部の舗装はアスファルト舗装である。従って交差部での基礎工による既存舗装の修復や導流化に伴う改良工事はアスファルト舗装となる。

平面街路の改修でも、既存コンクリート舗装を最大限利用しながらも細長い形状の舗装が続くところでは、短時間での交通開放が可能である、アスファルト舗装を用いる。

高架橋アプローチ部ではアスファルト・コンクリート舗装を採用する。

アスファルト舗装の構造はBMAの標準設計である図4-2-5に準拠する。

4. 道路附属施設設計条件

道路附属施設は交通安全施設と交通管理施設から成る。交通安全施設のうち今回関連するものは防護柵と照明施設である。

防護柵は高架橋では高欄、分合流ノーズ部に設置する。また平面街路では、交差点改良に伴う交通島、橋脚と街路が接近している箇所に設置する。防護柵の構造は、高欄ではガードパイプ形式、分合流ノーズ部は交通島、橋脚防護はガードレールを使用する。

道路照明は、夜間における交通事故を減ずる効果があることから、高架橋には照明施設を設置する。

設置範囲 : 高架橋本線及びランプ
設計照度 : 10ルクス (0.7cd/m²)
照明柱と高さ : 13m テーパーポール オーバーハング式
傾斜角 5度以下

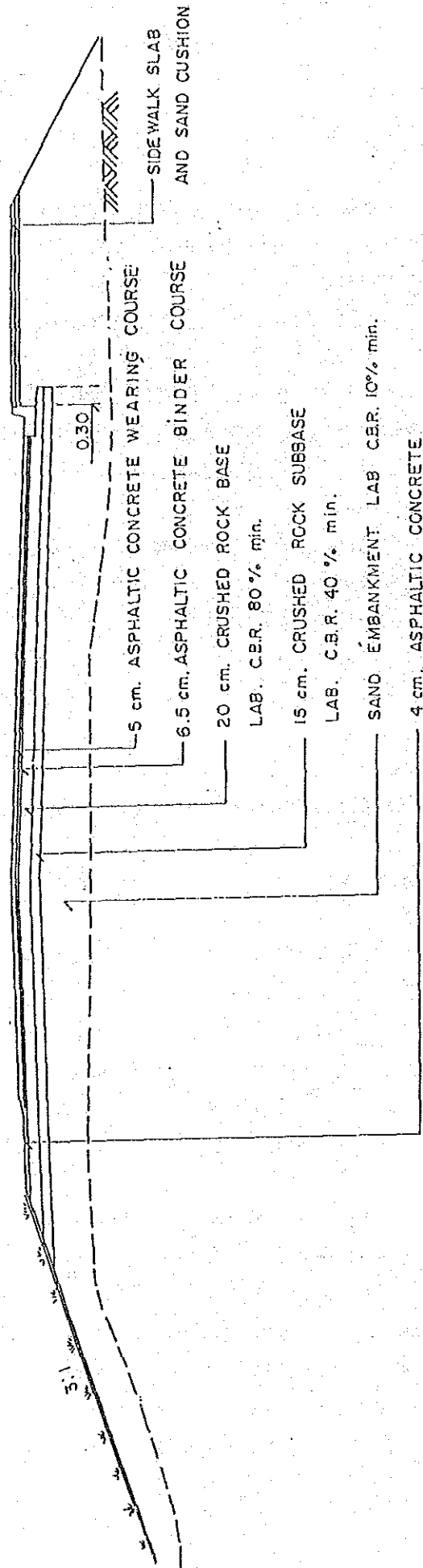


図 4-2-5 標準アスファルト舗装構成

(出典：BMA)

照明柱は中央分離帯側に設置して上下線を照明することも可能であるが、高架鉄道計画との整合性を考慮して、両側に設置するのを原則とする。

交通管理施設は、道路標識、マーキング、道路情報板及び交通信号機である。これらの計画・設計はタイ国で現在用いられているものに準拠する。

イ. 構造設計条件

1. 設計荷重

a. 死荷重

死荷重の算定には下記の表に記載された材料の単位重量を使用する。

材料の単位重量

Material	Unit Weight	
	Kg/m ³	(#/cu.ft)
Steel or case steel	7,850	(490)
Cast iron	7,200	(450)
Aluminum alloys	2,800	(175)
Timber (treated or untreated)	800	(50)
Concrete, plain or reinforced	2,400	(150)
Compacted sand, earth, gravel or ballast	1,900	(120)
Loose sand, earth, and gravel	1,600	(100)
Macadam or gravel, rolled	2,250	(140)
Cinder filling	950	(60)
Pavement, other than wood block	2,400	(150)
Railway rails, guard rails and fastenings (per linear foot of track)	3,200	(200)
Stone masonry	2,700	(170)
Asphalt plank	1,750	9 lb.sq.ft./lin.thick

(出典: AASHTO 1983, 3.3.6条)

b. 活荷重（自動車荷重）

BMAでは、昨今の交通量の増大、市内に乗り入れる貨物車輛の増加による道路の損傷が問題になってきた。このため、幹線道路にかかる橋梁の設計荷重は、従来のAASHTO、H20（トラック荷重）及びHS20（トレーラ荷重）荷重では不足と判断して、HS20の30%割増し、さらにBMA独自の荷重として貨物車輛の連行載荷（タイ・トラック荷重）を加えて適用している（図4-2-6参照）。当該高架橋が建設されるラマ四世道路はバンコクの重要幹線道路に当るため、タイ側の設計荷重で計画した。

c. 衝撃係数

衝撃係数は次式により算出するものとする。

$$I = \frac{50}{L + 125}$$

I : 衝撃係数（最大30%）

L : 部材間の距離（フィート）

d. 進行方向衝撃

同方向を走る交通を通す全ての車線の活荷重の5%の力を考慮するものとする。

e. 地震・高欄荷重

地震は1フィート（30.5cm）当り500ポンド（227kg）以上の横圧に抵抗するよう設計するものとする。応力の作用点の高さは10インチ（25.4cm）とする。高欄の高さは3フィート6インチ（106.7cm）以上とする。

f. 風荷重

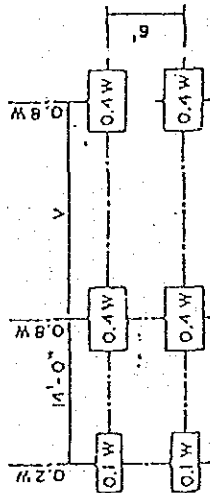
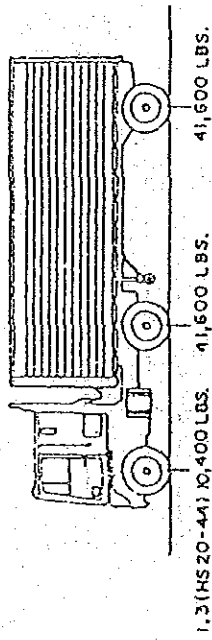
タイ国では過去にAASHTOで定めるような強風記録がないため、タイ国の建築規準に定めている高さ10mまでの建物に対する風荷重（対象物の投影面積に対して50kg/m²）を適用する。

g. 温度変化

タイ国の気温に従い、鋼構造の設計に対して、10℃～60℃とする。

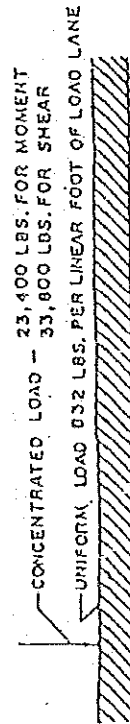
h. 地震

タイ国のバンコク地域における少ない地震発生頻度および地形、地質より震度法による設計度は0.05とする。

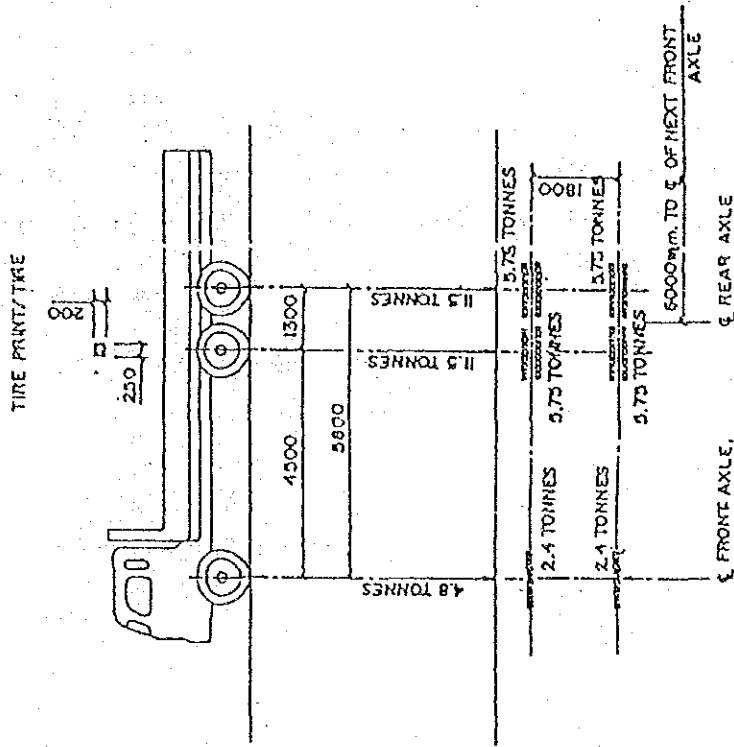


W = COMBINED WEIGHT ON THE FIRST TWO AXLES.
 V = VARIABLE SPACING - 14 FEET TO 30 FEET INCLUSIVE. SPACING
 TO BE USED IS THAT WHICH PRODUCES MAXIMUM STRESSES.

MODIFIED HS TRUCK LOADING



MODIFIED HS LANE LOADING



THAI TRUCK LOADING

(出典: BMA)

図 4-2-6 BMA の設計車輛荷重

1. 荷重の組合せ

荷重の組合せについては、構造物に影響すると思われる諸々の力の組合せグループの全てに安全に抵抗するものとする。サービス荷重設計と荷重要素設計のグループの荷重組合せは、次式で与えられる。基礎単位応力の割合を下表に示す。

$$\text{Group (N)} = r [B_D \cdot D + \beta_L (L+I) + \beta_C CF + \beta_E E + \beta_B B + \beta_S SF + \beta_W W + B_{WL} WL + \beta_{LF} LF + \beta_R (R+S+T) + \beta_{EQ} EQ + B_{IEC} IEC]$$

- | | | | |
|---------|----------|-----|-----------|
| N | = グループ番号 | W | = 風 荷 重 |
| r | = 荷重要素 | WL | = 活荷重の風荷重 |
| β | = 係 数 | LF | = 縦 力 |
| D | = 死 荷 重 | CF | = 遠 心 力 |
| L | = 活 荷 重 | S | = 収 縮 |
| I | = 活荷重衝撃 | T | = 温 度 |
| E | = 地 震 厚 | EQ | = 流 線 圧 |
| B | = 浮 力 | IEC | = 氷 圧 |

Table of Coefficients γ and β

Col. No.	1	2	3	3A	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GROUP	γ	β FACTORS													%
		D	(L+I) _n	(L+I) _p	CF	E	B	SF	W	WL	LF	R+S+T	EQ	IEC	
SERVICE LOAD	I	1.0	1	1	0	1	β_E	1	1	0	0	0	0	0	100
	IA	1.0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
	IB	1.0	1	0	1	1	β_E	1	1	0	0	0	0	0	**
	II	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	125
	III	1.0	1	1	0	1	β_E	1	1	0.3	1	1	0	0	125
	IV	1.0	1	1	0	1	β_E	1	1	0	0	0	1	0	125
	V	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	140
	VI	1.0	1	1	0	1	β_E	1	1	0.3	1	1	1	0	140
	VII	1.0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	133
	VIII	1.0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	140
LOAD FACTOR DESIGN	IX	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	160
	X	1.0	1	1	0	0	β_E	0	0	0	0	0	0	0	100
	I	1.3	β_D	1.67	0	1.0	β_E	1	1	0	0	0	0	0	0
	IA	1.3	β_D	2.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IB	1.3	β_D	0	1	1.0	β_E	1	1	0	0	0	0	0	0
	II	1.3	β_D	0	0	0	β_E	1	1	1	0	0	0	0	0
	III	1.3	β_D	1	0	1	β_E	1	1	0.3	1	1	0	0	0
	IV	1.3	β_D	1	0	1	β_E	1	1	0	0	0	1	0	0
	V	1.25	β_D	0	0	0	β_E	1	1	1	0	0	1	0	0
	VI	1.25	β_D	1	0	1	β_E	1	1	0.3	1	1	1	0	0
VII	1.3	β_D	0	0	0	β_E	1	1	0	0	0	0	1	0	
VIII	1.3	β_D	1	0	1	β_E	1	1	0	0	0	0	0	1	
IX	1.20	β_D	0	0	0	β_E	1	1	1	0	0	0	0	1	
X	1.30	1	1.67	0	0	β_E	0	0	0	0	0	0	0	0	

Culvert

Not Applicable

Culvert

(L + I)_n - Live load plus impact for AASHTO Highway H or HS loading

(L + I)_p - Live load plus impact consistent with the overload criteria of the operation agency.

2. 主な使用材料

a. 鋼構造用鋼材

日本工業規格 (JIS) に従う。ただし、接合用鋼材については日本鋼構造協会規格 (JSS) も準用する。

- | | | | |
|-----------|---------------|----|-----------------------------------|
| ① 構造用鋼材 | JIS G 3101 | …… | SS 41、SS 50 |
| | JIS G 3106 | …… | SM 41、SM 50、SM 50Y
SM 53、SM 58 |
| ② 接合用鋼材 | JIS B 1186 | …… | F 10T |
| | JSS H 09-1981 | … | S 10T |
| ③ アンカーボルト | JIS G 4051 | …… | S 35CN |

b. コンクリート構造用鋼材

AASHTO材料規準、または日本工業規格 (JIS) に従う。

	AASHTO	JIS
- 鉄筋	M 31 - 86、Grade 40	G 3112、SD 30
- PC鋼棒	M 275 - 79	G 3109、SBPR
- PC鋼より線	M 203 - 83、Grade 270	G 3536、SWPR 7B

c. セメント

	AASHTO	JIS
- ポルトランド・セメント	M 85 - 84	R 5210

4.3 基本設計

(1) 道路及び交差点設計

ア. 街路計画

現在10車線あるラマ四世道路は中央部に4車線（一部2車線）の高架橋が出来ることにより車線数は減少することになる。

高架橋完成後の平面街路部の車線数と各交差点流入部の車線数を図4-3-1に示す。

高架部と平面街路部の車線数の合計はスリウォン道路～シーロム道路間以外は8車線に減少するが、高架橋に乗る直進交通が交差点で停止しないで流れ続けること及び交差点部への負荷が大幅に減少することから、交通容量的には逆に増加する。

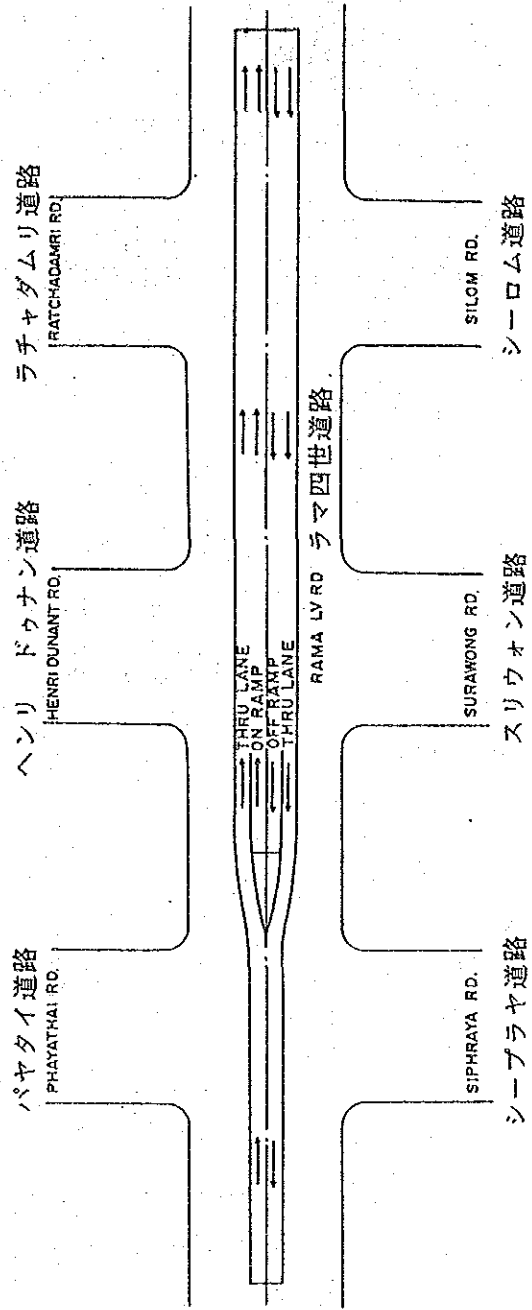
また、各交差点部前後には容易にUターン路を設けることが出来ることから、現在見られるような沿道利用のための大幅な迂回は解消できる。

図4-3-2はJICA開発調査（「バンコク道路改良、補修、交通安全に係る調査、昭和61年」）で明らかにされた改良による効果で、渋滞長、信号待ち時間で大幅な改善が見込まれている。即ち、タイベルギー橋の受持つ範囲長を含めば、本計画の実施によって、ラマ四世道路の交通は直進通過交通と右左折交通とに分離し、全長約2.5kmにわたってスムーズな流れとなり、総車線が10車線から8車線に減少するにも拘らず、交通容量は20%増大し、交通混雑が緩和される。又、連続するシーロム、スリウォン、シーブラヤ交差点で直進車と右左折車が分離され、朝夕のピーク時に信号待ち時間が現在の3分から12分のものが、1分程度に減少し、交通渋滞が軽減されることがわかる。

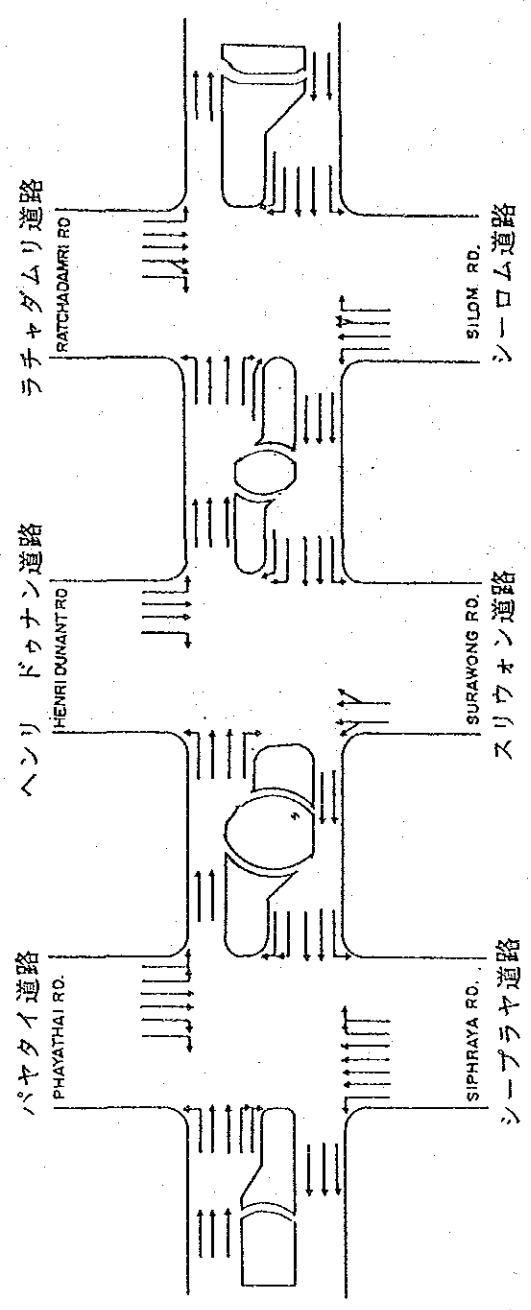
本計画地点には2つの横断歩道橋があるが、本計画の実施にともなって、この2つの歩道橋は移設又は撤去が必要となる。ただし、スリウォン道路とシーロム道路間にある歩道橋については、横断車線数が2車線に減少することと、高架橋下に十分な待ちスペースが生まれることから、横断歩道で対応できる。

イ. 交差点設計

現況3交差点はともに信号制御された交差点で直進交通量が多い。信号制御の現状は各交差点で警察官が各流入部の待ち行列の状況を見ながら各流入部ごとに流入させている。従ってサイクルタイムは一定ではなく、かつ1サイクルが5分以上になることもある。



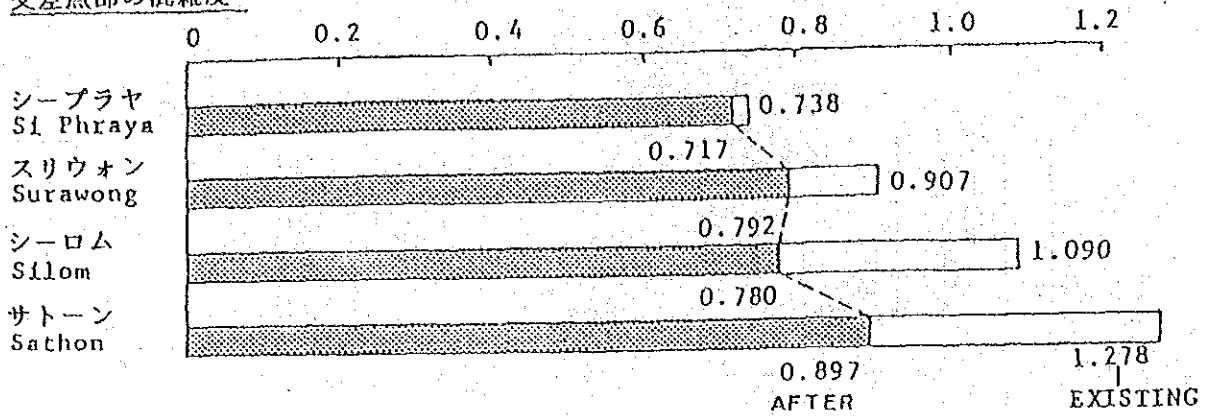
高架橋の車線



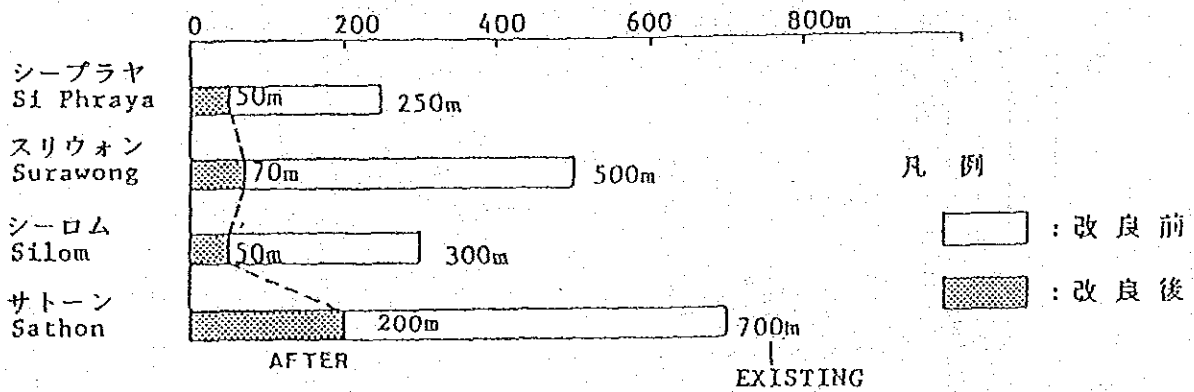
街路部の車線

図 4-3-1 高架橋完成後の車線数

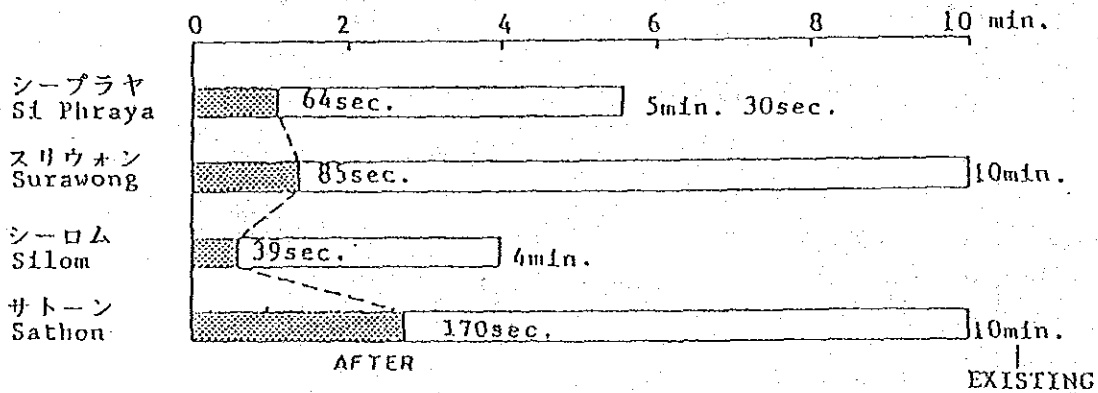
1. 交差点部の混雑度



2. 渋滞長 (東進)



3. 停車による遅れ (東進)



Intersection : Rama IV/Si Phraya - Sathon Rd. (No. 020 - 023) (P.M. Peak)

図 4-3-2 ラマ四世道路改良事業による効果

各交差点の方向別交通量の現況は図3-3-3に示したが、高架橋完成後は各交差点での東西方向の直進交通は高架橋を利用することが予想される。同開発調査では、高架橋へ転換する交通量を図4-3-3に示すように設定した。

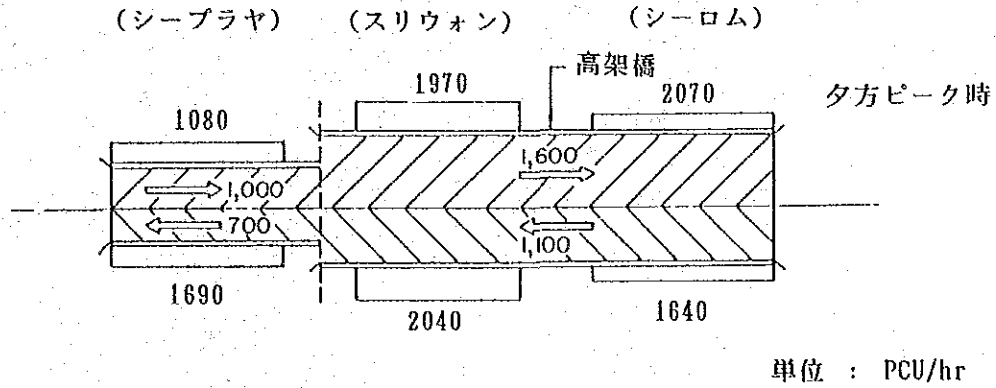


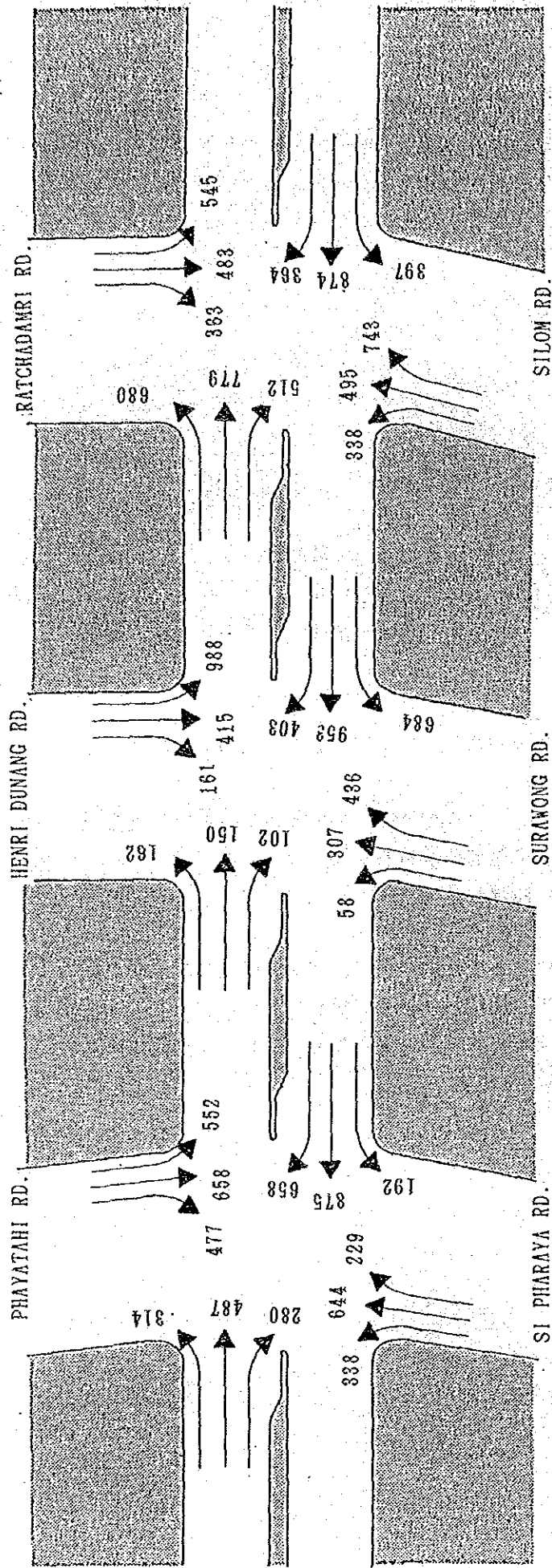
図 4-3-3 高架橋への転換交通量

高架橋の利用しない直進交通では次のものが考えられる。

- シーブライヤを除く各交差点で右左折する交通
- 交差道路から右左折で流入した交通
- 路線バスを含む沿道利用交通

以上のことを考慮して、高架橋完成後の各交差点での方向別交通量を図 4-3-4のように設定し、交差点解析を行った。

交差点解析は同開発調査で準備された「技術指針」(Technical Guideline)に基づいて行った。



ピーク時 : 15:00~16:00

Unit : PCU/hr

図 4-3-4 高架橋完成後の各交差点方向別交通量

交差点設計では、次の2点に留意して設計を行った。

① 平面交差点内では右折内回りの交通運用を行う。

平面交差点では中央部に橋脚を設けず、図4-3-5に示すような、右折内回りで右折交通流を処理する。この交通処理方法は、処理能力が高く、交差点内の視距が十分に確保できるため安全である。

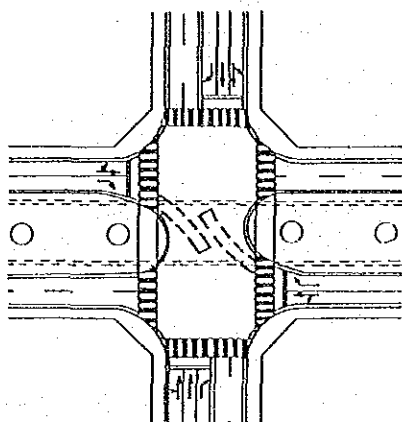


図 4-3-5 右折内回り交通処理

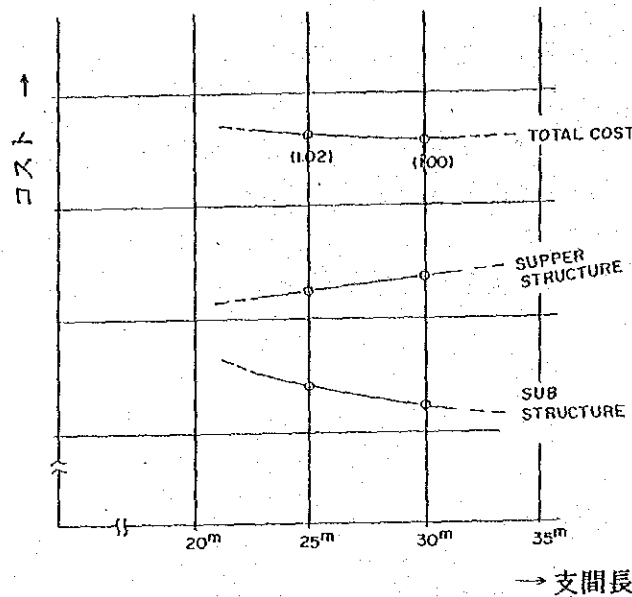
② 高架橋の中央支間長

高架橋の中央支間長は短いことがコスト面から望ましい。しかし、上記の右折内回り交通処理を行うと高架橋の中央支間長が長くなるが、高架橋下に右折車線を設け、交差点をコンパクトになるように努め、中央支間長を50mとした。

(2) 高架橋の上部構造

ア. 支間長

橋梁の支間長は一般的に下部条件及び経済性から決定される。交差点部は街路交差条件から支間長を50mとし、交差点部以外の標準部は基本支間長を30mとした。30mを採用した理由は最適経済支間長（上下部工合計工事費が最低となる支間長）が下図に検討した通り、25m～30mとなること、さらに将来計画中のMTSの基本支間長が30mであるのでこれとの整合をとるためである。



支間長とコストの比較

イ. 鋼床版 (図4-3-6 参照)

本計画の重要な要件の1つとして現場施工時間の短縮があげられる。これは、交通混雑している本計画地に与える工事の影響を可能な限り小さくしようとする配慮からである。この為、1連の架設中、最終段階に近い工程となる各交差点の上は、桁架設後、舗装工を経て、早目に供用可能となる鋼床版構造を採用した。さらに交差点部の支間は50mと大きく反力が過大となり、鋼床版桁の採用は桁重量を低減し、下部橋脚の部材寸法縮小化にもなる。

ウ. コンクリート床版 (図4-3-7 参照)

交差点部以外の標準部はプレキャストコンクリート床版を計画した。プレキャストコンクリート床版は鋼床版と比較して重量が大きく、下部工に与える影響が大きいが、工事費が大幅に低減する事、舗装工に与える影響等を考慮した。熱帯地方における鋼床版上の舗装については、バンコクでの実例を見る限り問題が多い。即ち、ラマ9世橋では、開通後1年以内に5%勾配の斜路部で流動破壊が始まり、補修を重ねているが、決定的な対策は無いと聞いている。一方、タイ-ベルギー橋で採用したエポキシ樹脂舗装も、一部剥離しており、耐久性に懸念が残る。

コンクリート床版は、桁架設後吊型枠を行い現場打設を行うのが、一般的であるが、本計画では現場での作業期間短縮の為、プレキャスト床版を計画したのである。比較表を表4-3-1示す。

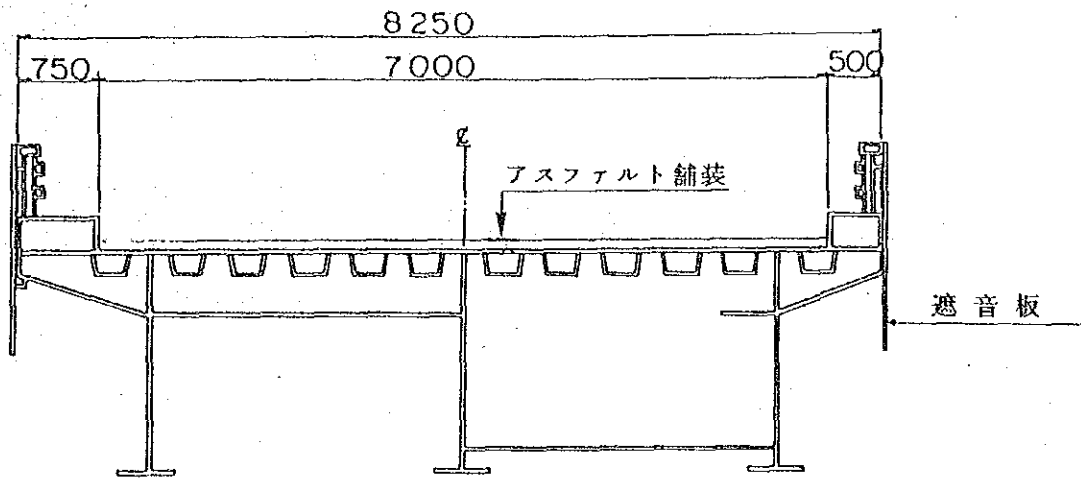


図 4-3-6 標準断面図 (鋼床版)

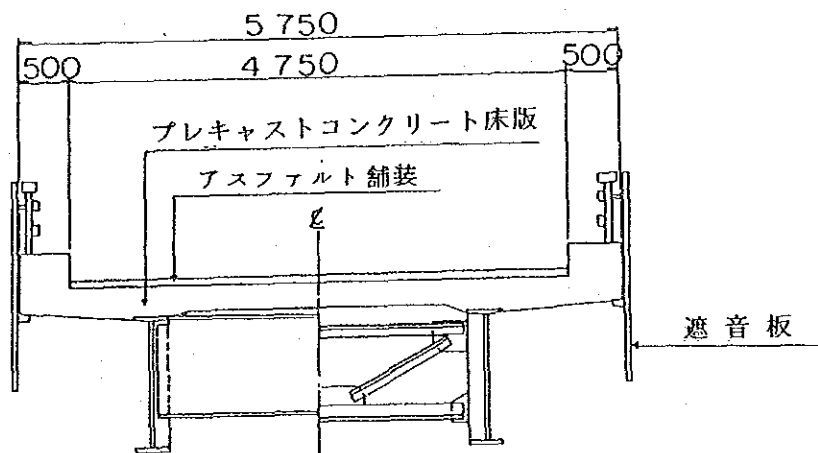
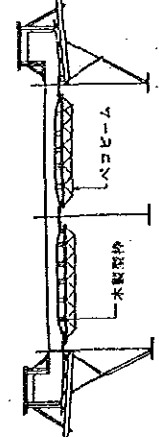
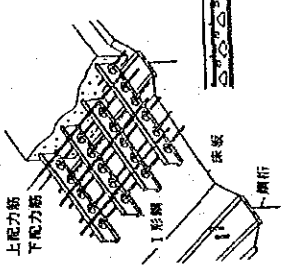
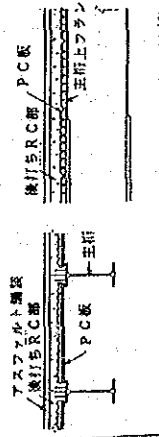
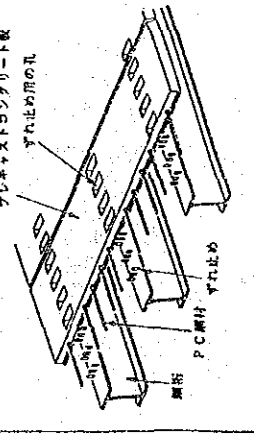
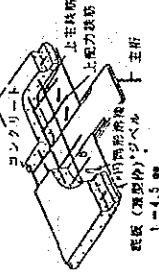
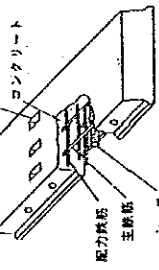
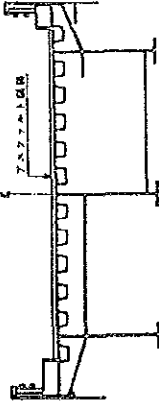


図 4-3-7 標準断面図 (プレキャストコンクリート床版)

表 4-3-1 床版型式比較表

形状図	工期						工事費(直工出/㎡)	総合評価
	月	5	10	15	20	25		
<p>吊型枠現場打設</p> 	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p> <p>床版工程がクリテカルとなる為 組立・仮設に余裕が生じる。</p>	29,000	○					
<p>グレーチング床版</p>  <p>底版の主要部材としてのI形鋼に点溶接した 亜鉛メッキ型枠鉄板から構成される。</p>	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p>	50,000	○					
<p>PC合成床版</p>  <p>PC型枠型枠を主桁間に配置し、その上に鉄筋 を配筋し、コンクリートを打設、両者が一体と なり外力に抵抗する。</p>	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p>	70,000	○					
<p>PCプレキャスト床版</p>  <p>床版下面に配筋した 薄床版と、その上に 打設されたコンクリ ートを鋼版上のジベ ルを介して合成する。</p>	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p> <p>製作架床</p>	70,000	○					
<p>コンポスラブ</p>  <p>床版下面に配筋した 薄床版と、その上に 打設されたコンクリ ートを鋼版上のジベ ルを介して合成する。</p>	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p> <p>製作架床</p>	55,000	○					
<p>RCプレキャスト床版</p>  <p>主応力方向はPCである為A案と同様となり、 床版パネル間の接続をPCケーブルで補める。</p>	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p> <p>製作架床</p>	50,000	○					
<p>鋼床版</p> 	<p>基礎工</p> <p>詳細設計 材料手配・切斷 輸組架床</p>	120,000	△					

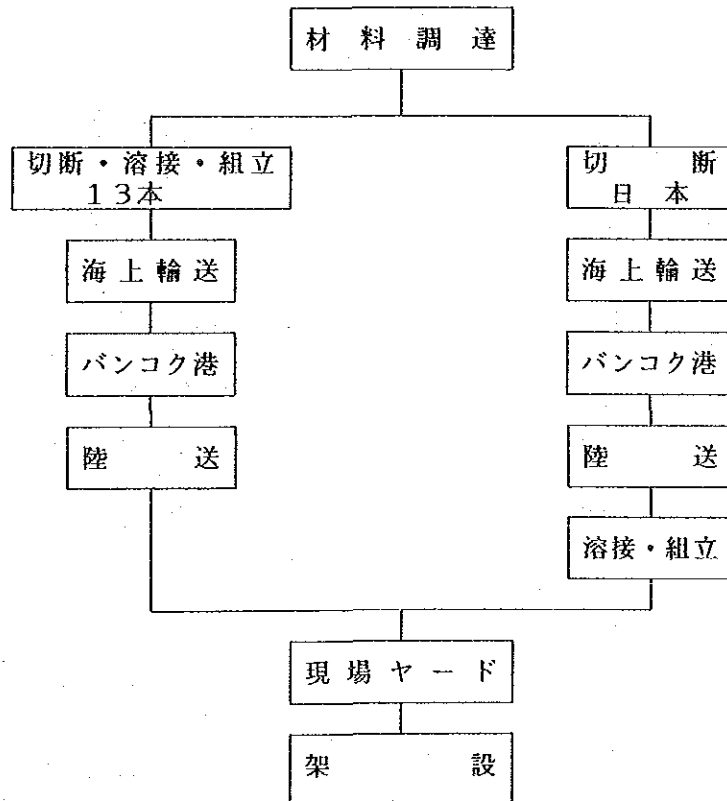
エ. 単純桁型式の計画

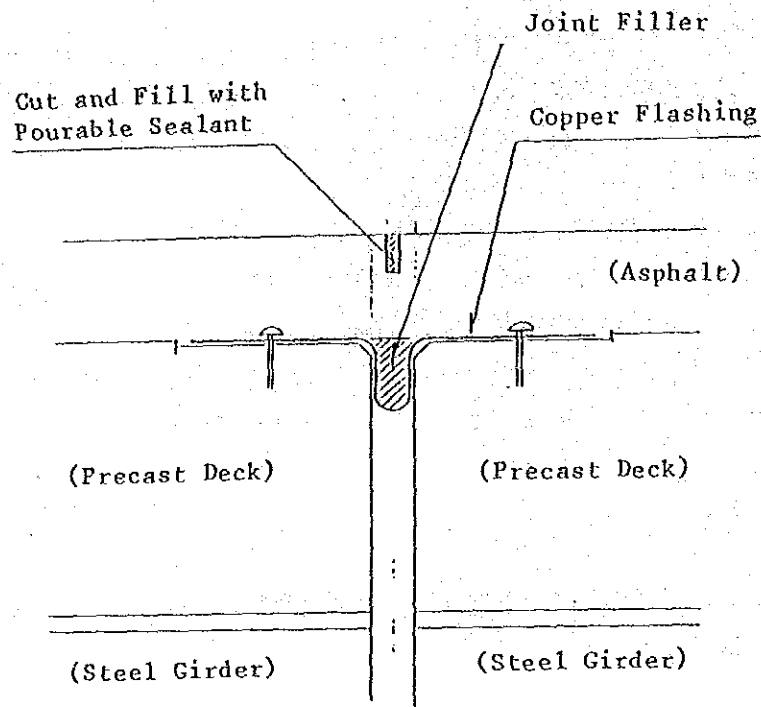
バンコクでの過去10年間の地盤沈下量は5～40cmと大きな値となっている。又、基礎は杭形式を計画するが、支持層は明確ではなく、中間砂層に杭先端をセットする、支持杭と摩擦の中間的な性格の杭である為、杭先端の挙動が各杭で不均一となりうる恐れがある。

このような条件下で連続桁型式を計画した場合、過大な不等沈下応力が予想される為、単純桁型式とした。単純桁型式の欠点は伸縮の数が多いことであるが、スパン長30mの標準部では、簡易な伸縮装置（シール・ジョイント）を施し、アスファルト舗装は連続させるので問題は少ない。50mスパン部には補強ゴム・ジョイントを考えている（図4-3-8参照）。

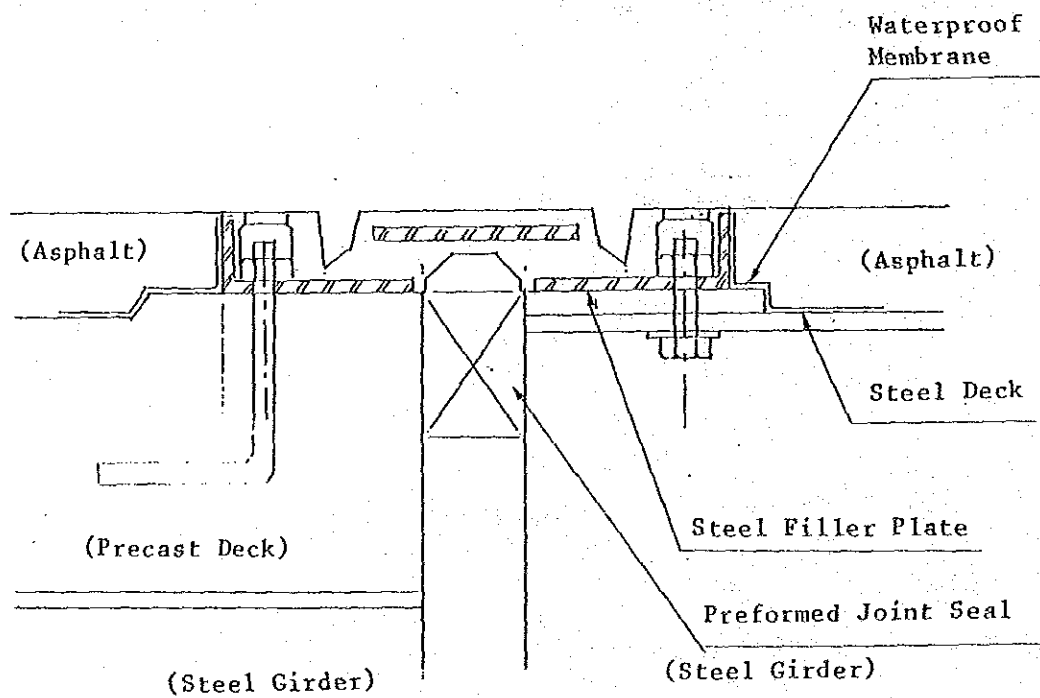
オ. 架 設

4.4 施工計画の項でも記述するが、材料調達～架設までのフローを示すと以下のようになる。





シール・ジョイント



補強ゴム・ジョイント

図 4-3-8 伸縮装置

フロー中、バンコク港～現場ヤードまでの輸送可能最大寸法は調査結果 4.0 m × 3.5 m × 20 m、30 t～ 50 t程度であり、上部工桁の最大寸法はこれを基準に計画する。

架設時間を短縮する為、現場ヤードでさらに可能な限り大きなブロックに組立てる。現地の状況から判断すると、ヤードから架設現場までは 8.5 m × 30.0 m 程度のものの運搬は可能であると考えられる。この場合には、標準の 30 m スパン部では 1 スパンの一括架設となり、交差点上の 50 m スパン部ではベント 1 ヶ所となる。但し、吊り能力 150 t 以上のクレーン車、及び特殊台車が必要となる。

カ. 橋梁附属物

1. 防護柵

高架橋上の防護柵は図4-3-9に示すものを提案した。

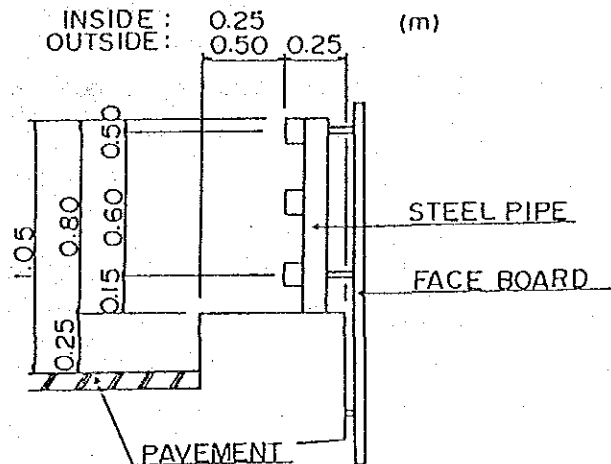


図 4-3-9 高架橋の防護柵

2. 沓

バンコクでの高架橋（チャオプラヤ河上の大橋梁は別として）では、日本大使館前のフライオーバーの線支承を除いて、大半がゴム支承が使用されている。したがって、タイ国で製作されているゴム沓を計画した。

3. 伸縮装置

伸縮装置は、将来の維持管理上、弱点になり易いので、構造が簡単で補修の容易な形式を選ぶ。バンコクは年間の気温の変動が少なく、また標準スパン(30m)の鋼桁は、コンクリート床版で覆われているため、桁の伸縮は小さいと予測される。したがって、標準スパンに対しては、シール・ジョイント形式を採用する。この形式のジョイント上の舗装は連続するので、走行性に優れている。

しかし、スパン長50mの鋼床版桁については、鋼床版の日射による温度上昇が大きいと考えられるので、ある程度の伸縮量を吸収できる補強ゴム・ジョイント形式を計画する(図4-3-8 参照)。

伸縮からの漏水は沓その他の耐久性に大きく影響する。タイ国での維持管理の実情を考えて防水は完全に行う必要がある(図4-3-8)。

4. 照 明

将来MTSが本高架橋計画の上空に設置される場合、照明燈がMTS構造物の障害となる為、中央分離帯部は避け、外側に配置する。

5. 排 水

バンコックではたれ流し構造が一般的であるが本計画では縦引きを行い橋下端、又は排水溝まで導く。

6. 遮音板

車輛走行による騒音を減少させる目的で遮音板を設置する。高欄側面に位置するため、景観を考慮した化粧板を兼用する。

7. ポリススタンド

BMA側の要請により、各交差点上にポリススタンドを設置する。

写真4-3-1はニューペブリ通りのフライオーバーに設置されたポリススタンドを示す。

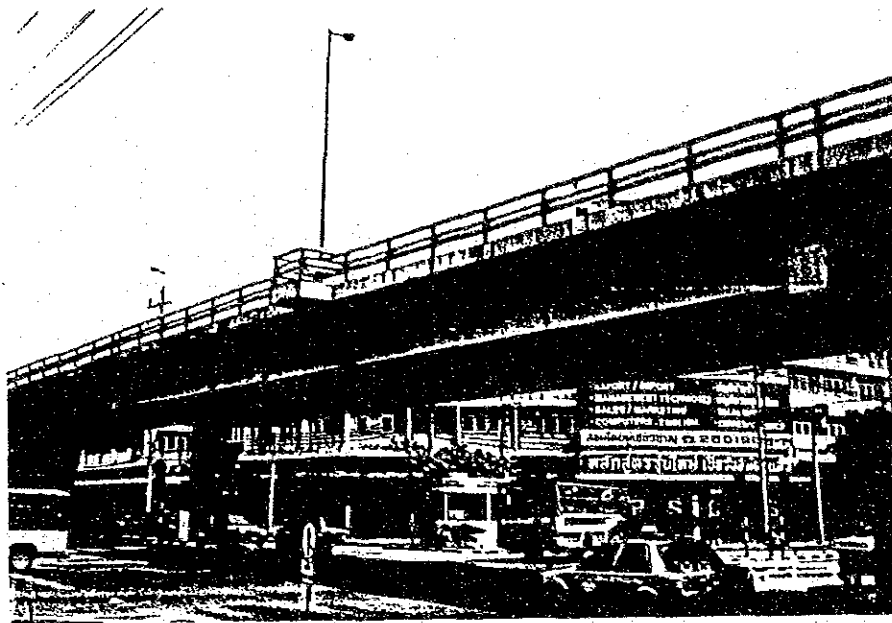


写真 4-3-1 ニューペブリフライオーバーのポリススタンド

(3) 高架橋の下部構造

ア. 橋脚の設計

1. 橋脚の形状

市街地における高架橋は、桁下空間を有効に利用するため、また美観上、橋脚が風景をさえぎらないように、一般には柱形式の橋脚が用いられる。

橋脚は、基本的には、街路の中央分離帯内に柱を立て、それより左右に横梁を張出して高架橋上部構造を受けるT形構造とする。橋脚の外観は桁下から見て、できるだけ統一した形とし、柱は中心線上に揃えて配置する。計画した橋脚の標準断面を図4-3-10に示す。

2. 鋼製橋脚の計画

橋脚部材は、サイトの施工条件から、及び広い幅（最大約25m）の上部構造を一本の柱で受けるT形構造を実現するために、全て鋼製とする。

鋼構造の計画理由を、コンクリート構造と比較して以下に述べる。

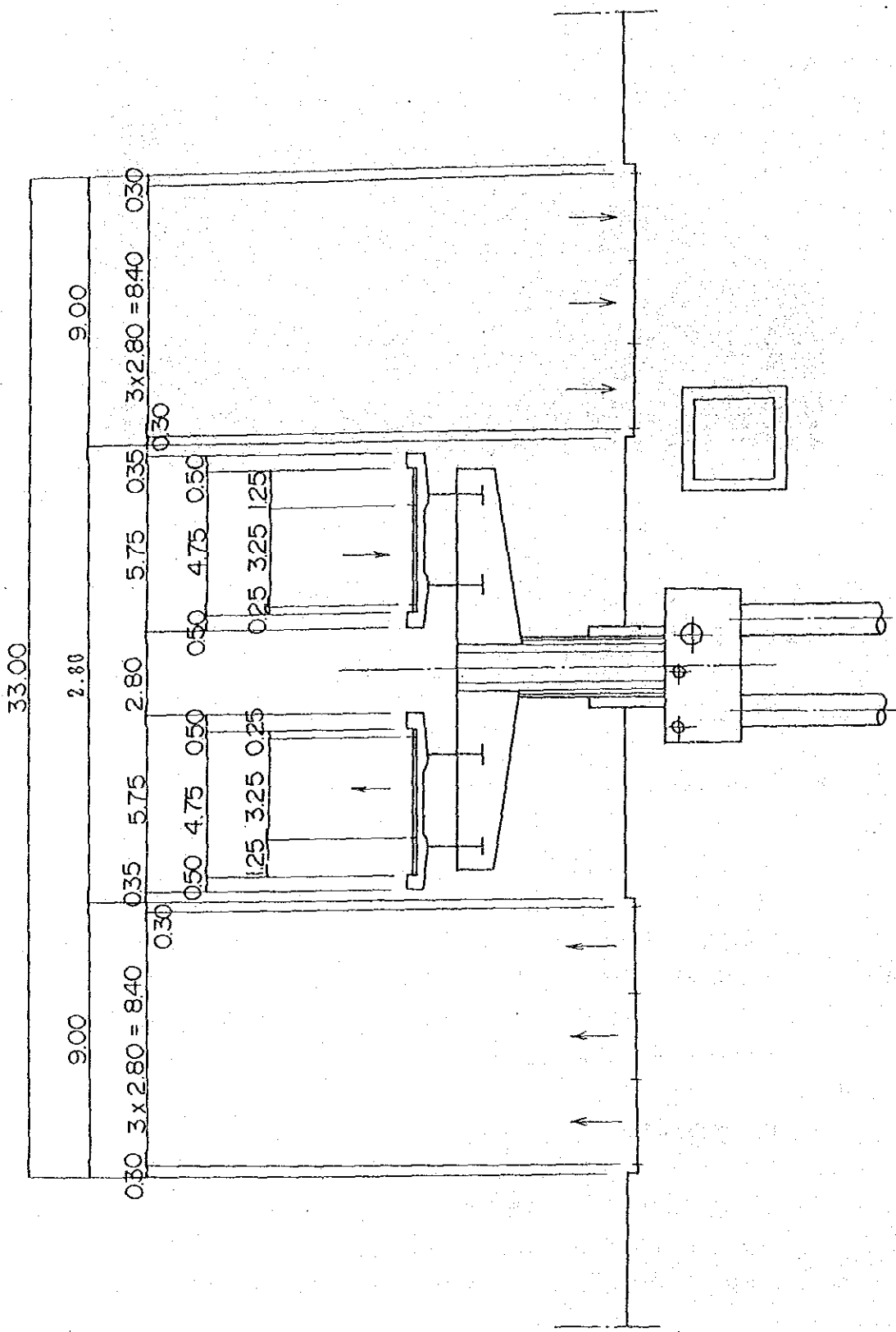


图 4-3-10 标准断面 (1/3)、2 车道区段

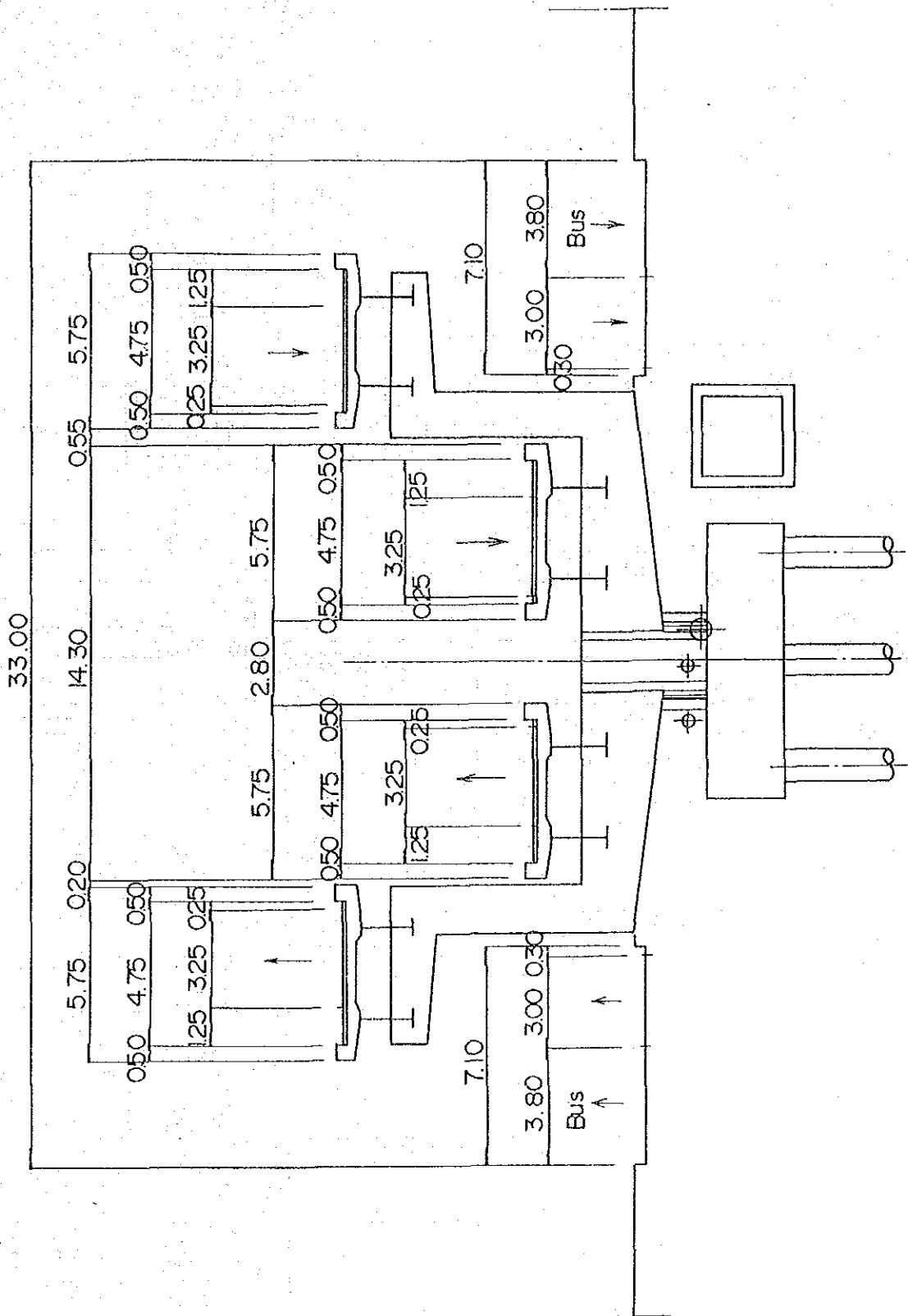


図 4-3-10 標準断面 (2/3)、センサーランプ部

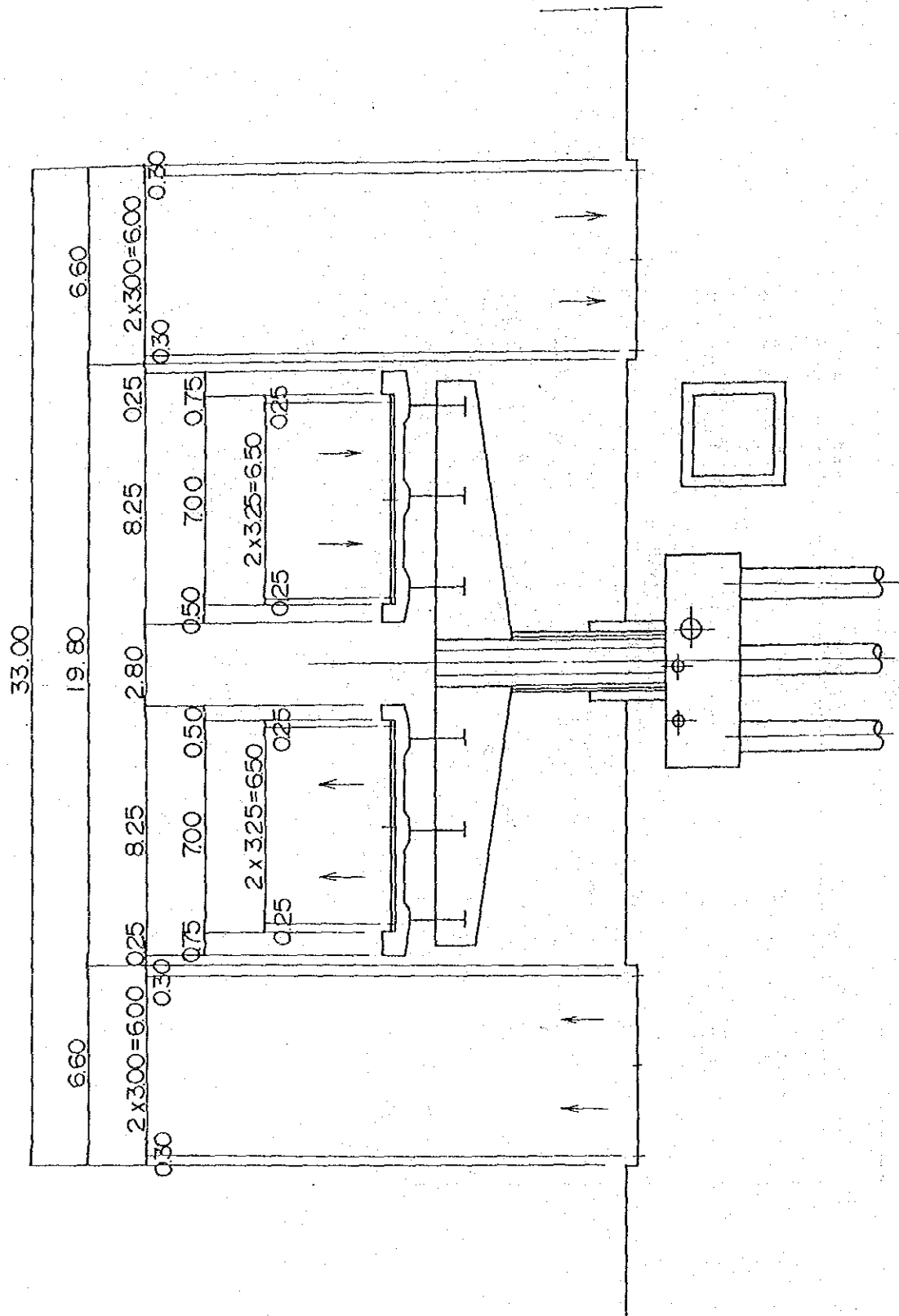


图 4-3-10 标准断面 (8/3)、4 车线区间

a. 工期短縮

本計画地の交通量の大きさと混雑ぶりから、工期短縮を考えた設計が強く要請されている。現場作業の多い場所打ちコンクリート構造では、この要請に答えることは難しく、工場製作を利用したプレハブ部材を全面的に取入れる必要がある。

b. 工事中の交通緩和

工事中、隣接する交通車線を広く確保するために、工事スペースの小さい工法が望まれる。この点で、場所打ちコンクリート構造は不利で、梁の型枠・支保工のため車線上を昼夜にわたって占有しなければならない。これに対して、鋼製のプレハブ部材は夜間に架設され、昼間は架設された構造物の下の車線に自動車を通すことができる。

c. 大きい張出しスパン長

図4-3-10(2/3)に示すような大きい片持ち梁をコンクリートで造る場合、プレストレスの導入が必要であるが、梁の重量(約100トン)が重いため、プレキャスト部材で製作して架設することは困難である。これに対して、鋼製の場合は軽量で、架設が容易である。

鋼構造はコンクリート構造に比べて一般にコスト高となるが、コンクリート構造では上記の施工条件を満足することができないと判断されるため、鋼構造を計画する。

3. 橋脚の部材断面

鋼橋脚の部材断面は、美観上、外観を統一するため、また、構造設計上有利な形である箱形の梁と円筒形(鋼管)の柱を計画した。

イ. 基礎の設計

1. 杭基礎

上部粘土層は、軟弱で構造物の支持地盤としては、不適當である。このため、基礎は下部の堅い粘土層から砂層に達するまで根入れする必要があり、深くなるので(約30m)杭基礎となる。

2. 場所打ちコンクリート杭工法の計画

杭工法の選択は、サイトの地質条件、市街地における施工性及び経済性の面から下記の3種類の比較案を検討した結果、タイ国における施工実績の多い場所打ちコンクリート杭を計画する。

比較案 1. 場所打ちコンクリート杭、径 1.0m (採用)

1本当りの支持荷重(約 280トン)が大きく、工事中の騒音・振動は打込み杭に比べて小さい。タイ国における施工実績が多く、専門業者も数社以上ある。

比較案 2. 既製プレストレスコンクリート杭、径 0.6m (一部採用)

タイ国で製造しており、経済的な工法であるが、打込みによる騒音・振動に問題がある。低騒音・低振動の中掘り工法はタイ国においては、まだ実績が少なく、外国から機械を導入するためコスト高となる。

比較案 3. PCウェル、径、3.0~5.0m (不採用)

タイ国に実績がなく、新しく技術導入が必要であるが、工期、施工上、有利な点が多いので検討案に加えた。当工法の特長は1本柱の橋脚を直接、PCウェル頭部に固定する点で、これによりフーチングを省略して、基礎工事の期間を短くでき、工事スペースも少なくできる。

以上の比較案の要点を表4-3-2に示す。

ウ. アプローチ部の設計

1. 盛土高さ

他のバンコク市地域と同様、本計画地においても、路面下の地盤(軟弱粘土層)が悪いため、アプローチ部の盛土を高く施工することはできない。盛土荷重による沈下が大きくなる恐れがあり、約 1.5m~2.0mが盛土高さの限界と考えられている。

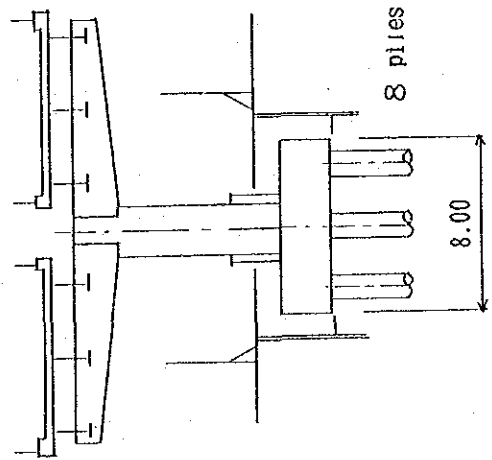
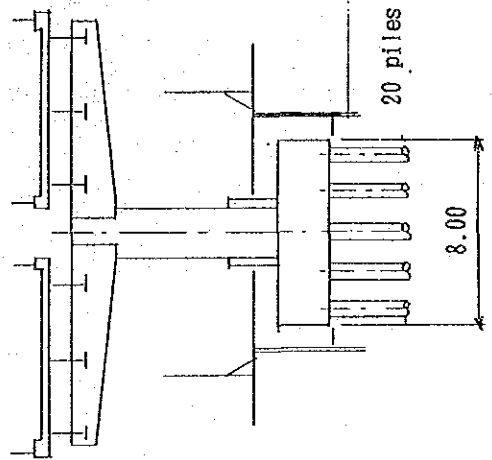
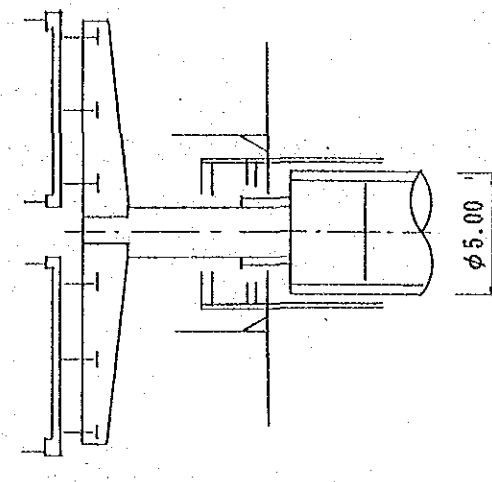
Method	Cast-in-Place Concrete Pile. Dia. 1.0m	Precast Concrete Pile. Dia. 0.6m	Prestressed Concrete Well. Dia. 5.0m
Cross-section	 <p>8 piles 8.00</p>	 <p>20 piles 8.00</p>	 <p>φ5.00</p>
Cost Index	1. 10	1. 00	2. 90
Execution Time	Piles 10 Footing 25 Sum 35 days	Piles 11 Footing 25 Sum 36 days	PC Well 9 Top Con. 9 Sum 18 days
Execution Space	W=12. 0m	W=12. 0m	W=9. 0m
Noise Vibration	low low	high high	low low

表 4-3-2 基礎タイプの比較