

第2編

ATC システム

第2編 A T Cシステム計画 目 次

第1章	調査概要	2-1
1. 1	背景	2-1
1. 2	調査目的	2-1
1. 3	調査方法	2-1
第2章	A T Cシステムのフレームワークの設定	2-4
2. 1	計画目標年次	2-4
2. 2	将来ネットワークと計画プロジェクト	2-4
2. 3	制御対象エリア	2-4
第3章	道路交通現況	2-5
3. 1	自動車交通の問題	2-5
3. 2	交通信号施設の問題	2-5
第4章	A T Cシステムのための交通管理計画	2-7
4. 1	計画目的と計画手法	2-7
4. 2	現況交通方式のレビュー	2-9
4. 3	交通方式代替案	2-9
4. 4	現況ネットワークにおける代替案の評価	2-11
4. 5	将来ネットワークにおける代替案の評価	2-14
第5章	A T Cシステムのコンセプト	2-16
5. 1	A T Cシステムの必要性と目的	2-16
5. 2	システムの機能	2-16
5. 3	制御対象交差点	2-16
5. 4	制御手法コンセプト	2-16
第6章	予備設計	2-22
6. 1	将来自動車交通量の予測	2-22
6. 2	A T Cシステムのための交通管理対策	2-22
6. 3	車両感知器	2-28
6. 4	信号制御機	2-30
6. 5	通信回線と伝送システム	2-34
6. 6	マンマシンインターフェイス	2-36
6. 7	中央制御装置と付属施設	2-36
6. 8	バンコク A T Cシステム	2-37

第7章	事業費積算および実施計画	2-40
7.1	実施計画	2-40
7.2	コスト積算	2-41
7.3	運用・保守およびその体制計画	2-43
第8章	A T Cシステムの評価	2-44
8.1	評価の方法	2-44
8.2	経済コストの推計	2-44
8.3	A T Cシステムの便益	2-45
8.4	評価と結論	2-46
付録	世界の既存A T Cシステムの概要	2-48

第1章 調査概要

1.1 背景

バンコク首都圏の主要交差点は信号制御されており、現在、約200交差点に信号機が設置されている。これら信号交差点のうち、旧市街地区を中心に、47交差点がATCシステムによりコンピュータ制御されている。ATCシステムは1979年3月に0 CMRTによりオペレートされてきたが、BMAに移管された。現在のシステムはマニュアル・コントロールされており、現時点の導入規模ではその効果は特に期待できるほどのものではないと思われる。

また一方、現在の道路網はバンコクの道路混雑を緩和をおこなうには不適切と思われる、新たな道路建設が必要とされる。それと同時に、現在実施されつつある道路プロジェクトの完成による将来道路網に対して、バンコクの交通管制に適合する新たな技術の導入が望まれる。

1.2 調査目的

本調査の目的は将来のバンコク首都圏の拡張と道路混雑の増加を処理するために、また同時に円滑な交通流の確保のために、エリア・トラフィック・コントロール・システム（ATCシステム）改良および拡張計画を行うものである。調査対象エリアは主として、ミドルリング道路内の道路網とするもので、調査対象エリアを図1.1に示す。

1.3 調査方法

本調査は10ヶ月の間に、2ステージに分けて実施した。主な作業内容は以下に示すとおりである（図1.2）。

（1）ステージ1

ステージ1では、必要な既存資料の収集と見直しを行い、対象地域の交通現況や交通調査結果の分析に基づき、ATCシステムに特に関係する現況問題を抽出し、評価を行った。そしていくつかの評価項目と将来道路網、首都圏拡張を勘案した上で、ATCシステム制御エリアの決定と制御対象信号交差点の抽出を行った。さらに、以上の交通現況および交通問題を評価し、交通管理計画とATCシステムのコンセプトの作成を行った。

（2）ステージ2

本調査のステージ2では、ATCシステムの全体構成を設定し、ATCシステムのコンセプトに基づき、必要な施設の検討を行い、予備設計を行った。また、この予備設計に従い、プロジェクト・コストの推計、実施方法の検討を行った。ATCシステムの効果を評価するために、総走行費用と総旅行時間を予測し、便益分析を行った。

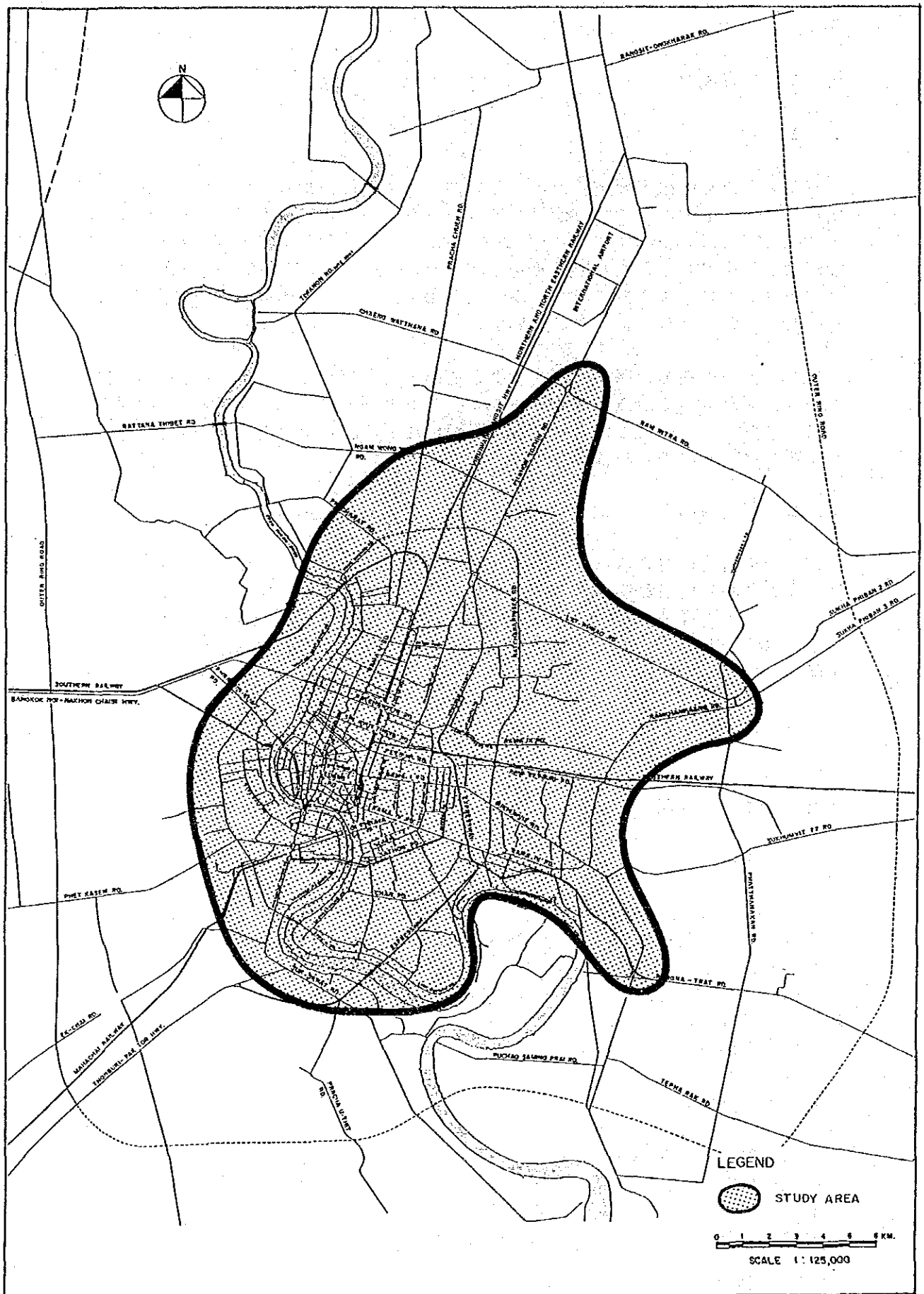


図1. 1 調査対象エリア

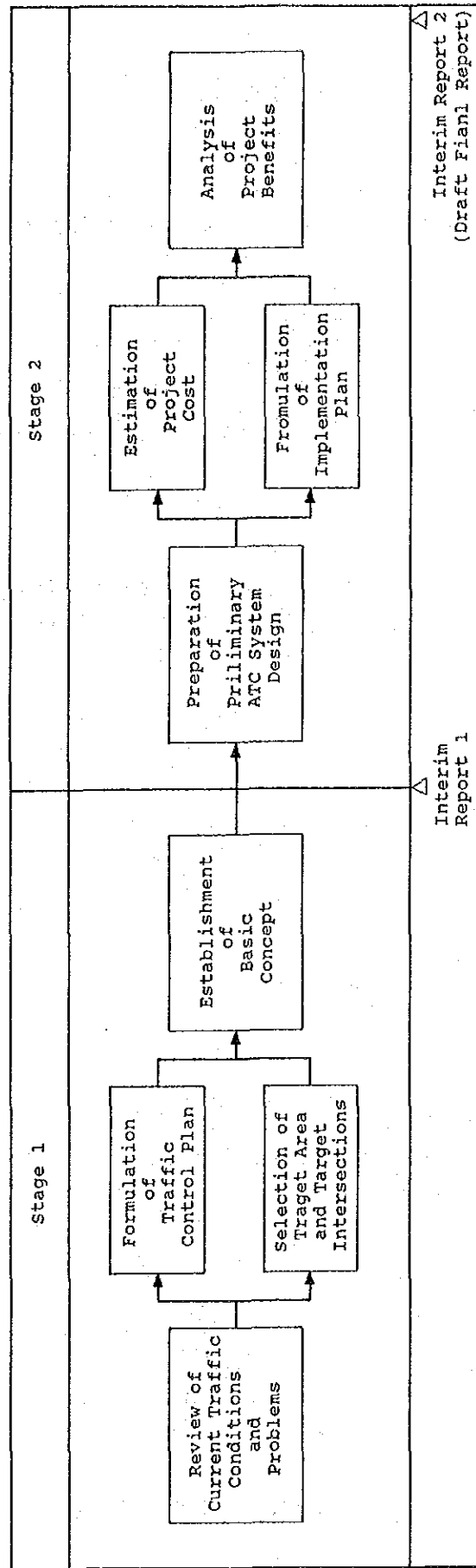


図 1. 2 調査作業フロー

第2章 ATCシステムのフレームワークの設定

2.1 計画目標年次

本計画のATCシステムはETAのセカンド・ステージである1993年を計画目標年次とした。

2.2 将来ネットワークと計画プロジェクト

現在、BMA、DOH、ETA等で計画されている道路交通プロジェクトは数多くある。ATCシステムの対象道路ネットワークは1993年までに建設完了予定の道路交通プロジェクトを前提条件とした。

2.3 制御対象エリア

ATCシステムの制御対象エリアは、交通量と道路リンク長の関係、道路交通混雑状況、将来道路ネットワークの評価基準を設定した上で行った。制御対象エリアは約101km²で、次に示す主なエリアを含むものである。(図2.1参照)

- a. ミドルリング道路、ペブリ道路、プラカノン・クルンタン道路、ラマ4道路、サットン道路、プラチャオ・タクシン道路、チャオブラヤ川で囲まれるエリア。
- b. ミドルリング道路の東西部分
- c. ラプロオ道路とラブラオ053道路の周辺部分
- d. ランカムヘン道路とラブラオ道路の周辺部分

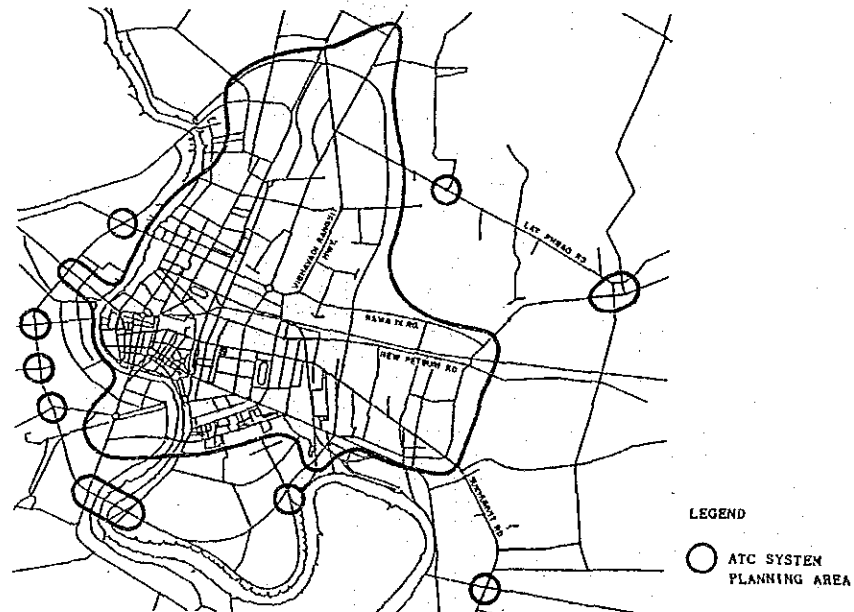


図2.1 ATCシステム制御対象エリア

第3章 道路交通現況

交通流の現況および交通信号施設の現況から、ATCシステム計画に関連した問題点をあげると、概ね以下に示すような内容が挙げられる。

3.1 自動車交通の問題

現況交通流調査結果および既存資料等から交通流に関連した問題点は以下のとおりである。

- a. 市の業務、商業の中心部を形成するエリアの中で、ラマ4道路とミドルリング道路とディンデン道路ラチャウィティ道路とチャオプラヤ川で囲まれるエリアは大量の自動車交通が集中し、慢性的な交通混雑を示している。
- b. 上記のエリアでは、ピーク時間帯における交通混雑が激しく、一車線当りの時間交通量からみて、主要信号交差点の交通量は飽和状態を示している。また、朝、夕のピーク時間帯の旅行時間速度は10Km/H以下を示し、停止理由のほとんどが交差点の信号待ちと先づまりで、交通混雑のボトルネックは信号交差点である。
- c. 主要信号交差点で交差点飽和度が1.0を越えており、飽和状態を示している交差点が非常に多い。
- d. 主要道路の自動車交通量の時間変動は、各道路で変動パターンが複雑で異なっており、業務時間帯の交通量変動が目まぐるしい。また交通量は曜日によってかなり変動している。このことから、交通信号制御現示パターンの設定がかなり複雑で困難となる。
- e. 主要幹線の一方通行道路で交通混雑が目だつ。全般にエリア内の全体道路網が荒く、信号交差点間のリンク長が長い傾向にあるので、自動車交通のトリップ長が長くなり、交通量の集中があるものと思われる。
- f. 交通事故は交通混雑の激しいラマ4道路、スクンビット道路、ペブリ道路、パヤタイ道路、シアユタヤ道路に多発傾向にある。
- g. オフィシャル・イベントによる交通流の遮断が多いことから、グリーンバンド・コントロール・システムが必要である。

3.2 交通信号施設の問題

現地観測および資料収集結果から既設交通信号施設に関連した問題点は以下のようなことがみられる。

- a. 設置されて10年間にパラメータの更新回数が少なく、交通状況の変化に対して迅速な適応がなされていない。
- b. ほとんどの信号交差点は交通警察官の手動制御で行われているが、微妙な交通状況の変化に適応したコントロールを行うのは困難である。また、信号制御が系統制御されていなく、長いサイクル長のため、交差点交通容量が低減傾向にある。

第4章 ATCシステムのための交通管理計画

4.1 計画目的と計画手法

1) 計画目的

現在バンコクで実施されている主要な交通管理計画は、旧市街地における一方通行計画とスクンビット道路、ペプリー道路を中心とする幹線一方通行計画、アンバランス・レーン、コントラ・フロー・レーンおよびバス専用レーン・システム等である。本ATCシステム計画ではこれらの交通管理方式と一体となったシステム計画が不可欠であり、一方において当局で交通方式計画の再検討がなされている現状において、よりよいATCシステム計画を立案する上からも本調査において信号方式と一体化した交通方式の検討が実施されねばならない。これらの必要性に基づき以下の検討を行った。

- a. 現況交通方式のレビューと評価
- b. 交通方式の代替案の提案と評価

2) 調査エリア

本調査エリアは現在実施されている交通コントロール・エリアで、東部ミドルリング道路、西部市街地、ラチャウイチ道路、北部アソークディンデン道路、スクンビット道路、南部ラマ4道路で囲まれる地区である。

3) 調査項目

本調査は下記に示す調査項目からなる。

- a. 交通方式の現況調査
- b. ピーク時間帯における交通運用方式の整理
- c. 1985年ODデータのレビュー
- d. 朝・夕のピーク時間別OD表の作成
- e. 代替交通方式の比較と改善交通方式の提案
- f. 1993年道路網と新設交差点の交通方式の確定
- g. 1993年における交通方式の検討

4) 解析方法

交通運用方式の評価のために、遅れ時間、渋滞長を予測し、交差点の飽和状態を再現するシミュレーション・モデルによる分析を実施する。シミュレーション・モデルは図4.1のエリアをカバーし、次に示す過程を踏むものである。

- a. 朝（7-8時）、夕（17-18時）のピーク時間帯別OD表の作成。
- b. 交通方式比較案別のリンクノード条件設定
- c. ピーク時間における交通配分モデルの作成とシミュレーション・モデルの入力データの作成。
- d. シミュレーションの実施。

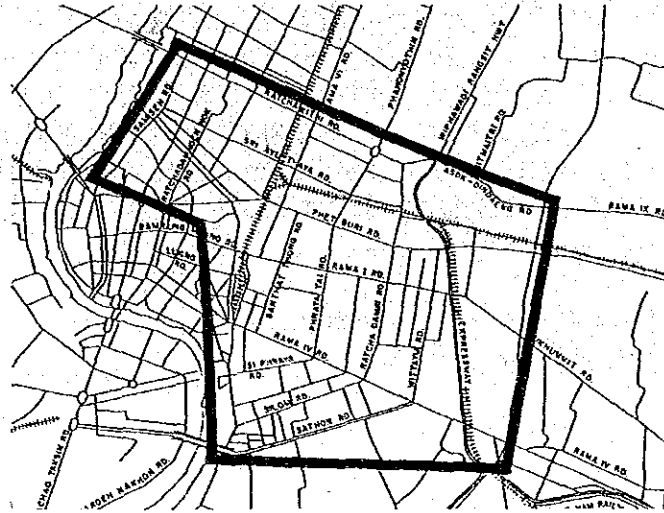


図4.1 シミュレーションモデルによる分析エリア

5) 評価項目

シミュレーションに基づく交通方式代替案の効果評価については、

- a. 対象エリア全体を対象とした評価項目
- b. 交差点あるいは道路区間を対象とした評価項目

とに分けて評価した。

- a. 対象エリア全体を対象とした評価
 - ・ 総遅れ時間
 - ・ 総渋滞長
- b. 交差点あるいは道路区間を対象とした評価
 - ・ 交差点の飽和度および飽和度の分布
 - ・ 主要道路の平均走行速度
 - ・ 主要交差点または主要区間の渋滞長
 - ・ 高速道路のランプにおける渋滞長

4. 2 現況交通方式のレビュー

現在の一方通行システムは過去2回にわたり実施されている。最初のもは道路が比較的狭く、相互に接続している準幹線道路の多い旧市街地におけるものであった。最近のものは1984年2月に実施されたもので、多くの幹線道路を含む2つの一方通行ループから構成されたものであった。現在、完全な一方通行が主要幹線から姿を消し、逆行レーン、リバーシブル・レーン、フィックスド・アンバランス・フロー・レーンとの併用となっている。しかし基本的には時計回りの一方通行を採用しており、1984年当時の一方通行の概念が維持されている。

現在の交通状況はピーク時間帯において、長い渋滞が発生する交差点が多く、孤立過飽和交差点が渋滞の影響で相互に関係しあうことにより渋滞路線が拡大し、広域的に道路網全体が過飽和状態となる。またETAの高速道路と街路とのリンクが悪く、高速道路のランプと本線に著しい渋滞が発生しており、高速道路の利用効果を妨げている。

4. 3 交通方式代替案

代替案の選定は交差点の飽和度を軽減し、対象エリア内の遅れ時間、渋滞を減少させ、また高速道路との円滑な交通を確保することに留意した。これらは次に示す考え方に従い検討した。

- a. リバーシブル・レーンを含むアンバランス対面通行システム迂回の必要性和交差点の負荷を最小限にする。
- b. タイ側から提示された（1989年、2月）現行時計回り一方通行システムの逆方式は朝・夕のピーク時において、高速道路と市中心部の集中交通量を軽減する。

以上の基本条件にしたがい、以下の5つの代替案について検討し評価を行った（図4.2）。

代替案1：現行交通方式

代替案2：反時計回り優先方式（固定タイプ、現行方式の逆転）

代替案3：反時計回り優先方式（リバーシブルタイプ）

代替案4：交通配分スタディをベースにしたリバーシブル対面通行システムとアンバランスレーン対面通行システム

代替案5：上記代替案4を簡略化したリバーシブル対面通行システム

上記のうち、代替案3と5は朝・夕の交通需要に対応し分配するのにフレキシブルなため最大の効果を示した。従って、これらについてより具体的交通方式案として以下の3案について詳細な評価を実施した。

ケース1 現行交通方式（上記代替案1と同様）

ケース2 反時計回り優先方式（上記代替案3と同様）

ケース3 リバーシブル対面通行システム（上記代替案5と同様）

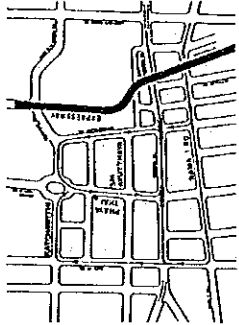
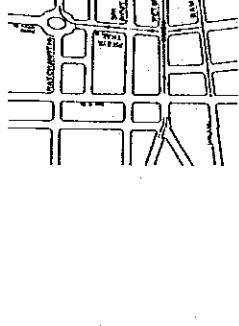
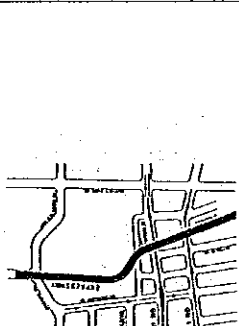
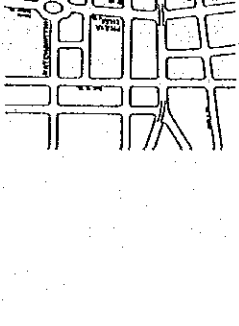
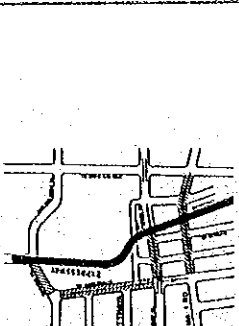
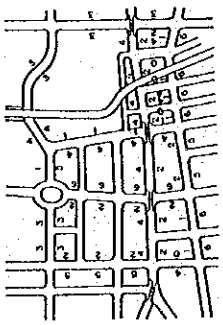
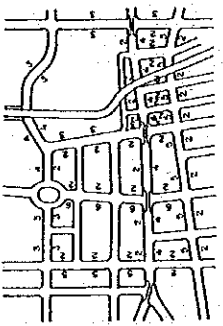
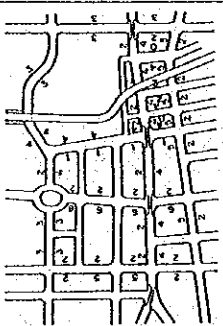
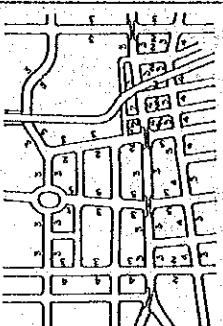
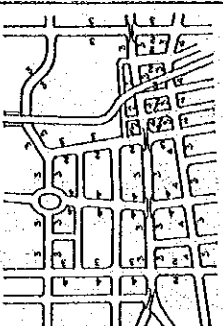
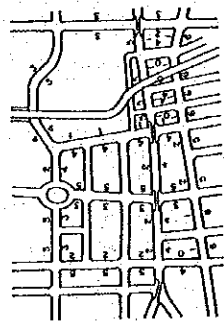
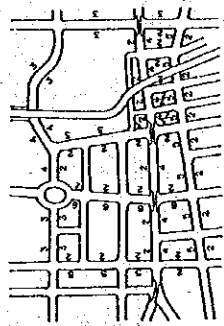
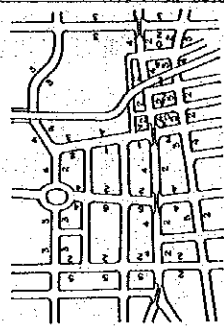
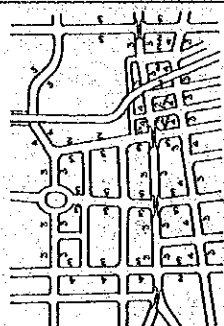
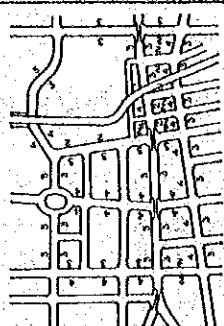
CASE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TYPE OF DIRECTION	ONE-WAY	ONE-WAY	ONE-WAY	TWO-WAY	TWO-WAY
REVERSIBLE	○ (MANUAL)	X	○	○	○
MAIN FLOW					
MORNING PEAK HOUR					
EVENING PEAK HOUR					
NO. OF LANE					

図4.2 交通運用方式の代替案

4. 4 現況ネットワークにおける代替案の評価

代替案について比較検討を行った。以下にその特性を示す。

1) 総遅れ時間と総渋滞長

ケース3と5は朝・夕の時間帯とも現行のシステムより優れていることが示された(表4.1参照)。

2) 交差点の飽和度

対象交差点32交差点の中で飽和度1.0を越える交差点はケース1の現行方式では16カ所、ケース3が15カ所、ケース5が14カ所である。また飽和度が1.2以上の交差点は以上のケースで各13、8、5カ所となる(表4.2参照)。

ケース1の現行方式は渋滞が著しく、過飽和交差点が相互に関係し、複雑な交通状況が生じやすいことを示す。またケース5は他ケースに比べ、重度の過飽和交差点が少なく、ネットワークそのものが過飽和状態になることが比較的少なくなる。

3) 主要交差点の飽和度変化

上記2)の32交差点のうち主要な14交差点を選定し、ピーク時の飽和度変化を解析した。ケース5と3は共に現行方式に比して交差点の飽和度を低下させ、交通を改善する方向にあるが、ケース3ではラチャプラロップ道路とスクンビット道路の交差点等の交通状況が悪くなっている。またケース5の場合、現行方式の飽和度を高い交差点の飽和度を緩和させ、飽和度が低い交通容量に余裕のある交差点の飽和度を高める結果となっており、他のケースに比較して各交差点の飽和度のバラツキが少ないことがわかる(表4.3参照)。

4) 主要交差点の渋滞長

ケース5は朝・夕のピーク時において、高速道路のオン/オフ・ランプ上の渋滞が著しく減少している。またケース3は同様に交通渋滞の減少傾向があるが、朝ピーク時のスクンビット道路ランプの交通状況の改善がみられない(表4.4参照)。

5) 総合評価

ケース1の現行交通方式は総渋滞長等の対象エリア全体を対象とした評価指標が低く高速道路の渋滞が著しい。

ケース3はニューペブリ道路の高速道路オフ・ランプの渋滞が解消し、ニューペブリ道路の平均速度を著しく改善するが、一方スクンビット道路とスクンビット道路のオン/オフ・ランプが改善されず、また南北幹線の一部に悪影響がでている。

表4.1 現況道路網における交通運用方式代替案の
総遅れ時間と総渋滞長の比較

Case	Morning Peak Hour		Evening Peak Hour		Remarks
	Total Delay Time (Hours, Vehicles)	Total Queue Length (Km.)	Total Delay Time (Hours, Vehicles)	Total Queue Length (Km.)	
Existing System (Clockwise)	Case - (1) 9,648 (1.00)	92.8 (1.00)	9,058 (1.00)	76.1 (0.98)	Included new link of Rama IX
Counter-Clockwise System	Case - (3) 9,297 (0.96)	87.7 (0.95)	8,952 (0.99)	72.1 (0.95)	Included reversible lane
Two Way Reversible System	Case - (5) 8,978 (0.93)	79.7 (0.86)	8,476 (0.94)	64.0 (0.84)	Reversible link Din Daeng Road Ratchaprarop Road New Pheburri Road Sukhumvit Road

表4.2 現況道路網における交通運用方式代替案の
主要交差点飽和度の比較 Unit : No. of Intersection

Saturation Degree	Over Saturation			Near Saturation		Under Saturation		Total
	≥ 1.5	$1.5 > \geq 1.2$	$1.2 > \geq 1.0$	$1.0 > \geq 0.9$	$0.9 > \geq 0.8$	$0.8 > \geq 0.7$	< 0.7	
Case-(1)								(100)
	7	6	3	4	1	5	6	32
Case-(3)								(100)
	4	4	7	4	6	1	6	32
Case-(5)								(100)
	1	4	9	4	4	2	8	32

表4.3 現況道路網における交通運用方式代替案の
主要交差点飽和度の比較 (午前ピーク時間)

Intersection	Case-(1)			Case-(3)			Case-(5)		
	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)
Middle Ring & New Petburi Rd	1.47	2.02	1.38	Ratchaprarop Rd & Sukhumvit Rd	0.97	1.25	1.10		
Middle Ring & Sukhumvit Rd	1.28	1.19	1.09	Vibhavadi Rangsit Rd & Din Daeng Rd	2.07	1.15	1.12		
Soi 3 & New Petburi Rd	1.57	1.67	1.12	Ratchawithi Rd & Din Daeng Rd	1.24	1.00	0.86		
Soi 3 & Sukhumvit Rd	1.45	0.81	1.07	Victory Monument	1.59	1.26	1.41		
Witthayu Rd & New Petburi Rd	1.26	0.62	1.10	Phaya Thai Rd & Sri Ayutthaya Rd	0.72	1.10	0.98		
Witthayu Rd & Sukhumvit Rd	1.12	1.36	0.91	Phaya Thai Rd & Petburi Rd	0.80	0.95	0.72		
Ratchadamri Rd & New Petburi Rd	0.97	1.00	1.08	Phaya Thai Rd & Rama I Rd	0.62	1.14	0.88		

表4.4 現況道路網における交通運用方式代替案の
朝・夕ピーク時総渋滞長の比較

Location	Queue Length (m)					
	Morning Peak Hour			Evening Peak Hour		
	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)
New Petburi Rd ETA-off ramp	370	180	190	260	140	70
Sukhumvit Rd ETA-off ramp	340	350	210	310	100	120
New Petburi Rd outbound flow						
Witthayu Rd Intersection	340	210	220	small	430	100
Middle Ring Intersection	510	small	240	490	300	100
inbound flow						
Soi 3 Intersection	small	170	small	(contra)	small	small
Ratchaprarop Rd	small	360	small	(contra)	150	small
Sukhumvit Rd outbound flow						
between Soi 3 and Ratchadamri Rd	(contra)	860	small	150	200	180
inbound flow						
between Soi 3 and Witthayu Rd	480	240	310	small	550	100
between Soi 3 and Middle Ring Rd	430	560	450	460	330	280
Asok-Din Daeng Rd outbound flow						
Middle Ring Intersection	140	220	270	430	160	150
Din Daeng Rd inbound flow						
Ratchaprarop Rd	550	490	350	410	350	150
Ratchawithi Rd inbound flow						
Victory Monument	390	320	250	small	120	small
Ratchaprarop Rd inbound flow						
between Sri Ayutthaya Rd and Petburi Rd	(contra)	610	180	(contra)	200	100
Phaya Thai Rd inbound flow						
between Sri Ayutthaya Rd and Petburi Rd	250	530	120	70	500	small
Rama VI Rd inbound flow						
between Sri Ayutthaya Rd and Petburi Rd	180	110	130	small	small	130
Sawankhalok Rd inbound flow						
between Sri Ayutthaya Rd and Petburi Rd	230	330	280	210	250	150
Witthayu Rd north bound flow						
New Petburi Rd	360	150	100	small	110	small
South bound flow						
Sukhumvit Rd	(one-way)	190	230	(one-way)	small	150

(Note) small means "less than 100 m."

ケース5は総渋滞長、交差点飽和度、平均速度ともに他のケースに比較して良好な結果を示し、ニューベプリ道路とスクンビット道路のオフ・ランプと共に渋滞を著しく軽減している。

4.5 将来ネットワークにおける代替案の評価

1) 将来ネットワーク

計画ATCシステムが運用される1993年の将来ネットワークにおける代替案の検討を行った。現況ネットワークに対する主要計画道路はBMAから提示のETAのセカンド・ステージの高速道路そしてディンデン道路新フライオーバーとラチャブラロップ道路新フライオーバーである。

2) 評価のための交通運用方式代替案

将来ネットワークにおける交通運用方式代替案の追加検討として現況ネットワークの評価に基づき、ケース5の変形であるケース5'を提案した。

ケース5'：これはBMAから提示されたケース5の変形案である。これはケース5の全4方向をリバーシブル・レーンとして運用するのが困難なため2方向だけに限定し、ディンデ道路とニューベプリ道路にリバーシブル・レーンを設定し、スクンビット道路をアンバランス・フローとするものである。

3) 総遅れ時間と総渋滞長

1993年のケース5と5'は1988年に比べ、さらに改善された(表4.5参照)。

表4.5 ケース5と5'代替案の総遅れ時間と総渋滞長

Case	Morning Peak Hour		Evening Peak Hour	
	Total Delay (Vehicle-hrs)	Total Queue (km)	Total Delay (Vehicle-hrs)	Total Queue (km)
Case 5	8,031 (0.83)	72.7 (0.78)	7,652 (0.84)	59.0 (0.77)
Case 5'	8,031 (0.83)	72.7 (0.78)	7,943 (0.88)	62.0 (0.81)
Case 5 (1988 network)	8,978 (0.93)	79.7 (0.86)	8,476 (0.94)	64.0 (0.84)

Note: () : Index value;
1.00 = Case 1 (existing system, 1988 network).

4) 主要交差点の飽和度の変化

ほとんどの交差点の飽和度はラマ4とラマ1交差点を除くと1988年ネットワークよりも大体低く示される(表4.6参照)。これはETAセカンド・ステージでの高速道路が1993年に部分開通するためのものである。この交差点の飽和度は高速道路が全線開通すればもっと軽減するものと思われる。

5) 総合評価

現況ネットワークに関して、前節において提案したリバーシブル・レーン対面通行案のケース5と5'は将来ネットワークの基でも有効であることが確認された。なお、飽和度や渋滞長の増加する交差点等も若干見られるので、ラマ4道路に対しフィックスド・アンバランス・フロー・レーンを加える事が有効な手段になるように思われる。またケース5'は夕方の方のピーク時においてスクンビット道路のアウト・バウンド方向が渋滞しやすいので、将来、部分的にリバーシブル・レーンを導入することが望まれる。

表4.6 1988/1993年道路ネットワークのケース5における
午前ピーク時主要交差点飽和度

Location	Morning Peak Hour	
	New Network	Existing Network
	Case-(5) (m)	Case-(5) (m)
Middle Ring Rd & New Petburi Rd	1.38	1.38
Middle Ring Rd & Sukhumvit Rd	1.06	1.09
Ratchaprarop Rd & New Petburi Rd	0.74	1.08
Ratchaprarop Rd & Sukhumvit Rd	0.89	1.10
Phaya Thai Rd & Petburi Rd	0.71	0.72
Phaya Thai Rd & Rama I Rd	0.83	0.88
Rama VI Rd & Petburi Rd	0.90	0.86
Rama VI Rd & Rama I Rd	1.50	1.24
Ratchawithi Rd & Rama VI Rd	0.97	1.24
Victory Monument	0.98	1.41
Ratchawithi Rd & Din Daeng Rd	1.06	0.86
Vibhavadi Rangsit Rd & Din Daeng Rd	1.02	1.12
Witthayu Rd & New Petburi Rd	0.71	1.10
Soi 3 & New Petburi Rd	1.00	1.12
Soi 3 & Sukhumvit Rd	0.55	1.07
Witthayu Rd & Sukhumvit Rd	0.73	0.91

第5章 ATCシステムのコンセプト

5.1 ATCシステムの必要性と目的

ATCシステム導入の必要性と主要目的の概要を以下に示す。

- a. 信号制御を改良することにより既存の道路施設を最大限に活用し、道路容量を増大することができる。それは費用効果のある方法である。
- b. 現在、警察官によって、手動制御されている信号交差点の効率はATCシステムを導入することにより、更に増大することが出来る。
- c. ATCシステムの最も重要な目的は自動車交通が円滑に流れるようになることである。ATCシステムの導入により交通渋滞を軽減し、排気ガスや交通事故を減少することが可能になる。

5.2 システムの機能

ATCシステムの機能は下記に列挙するとおりである。

- a. 信号制御の広域的コーディネート機能
- b. 情報伝達機能
- c. データ処理機能
- d. モニタリング機能

5.3 制御対象交差点

ATC計画地域内にある既存信号交差点および将来信号制御される交差点は今回提案されるATCシステムで制御されるものとする。これらの交差点数は235で、そのうち198交差点は既に信号制御されている。また32交差点は将来信号制御されるものである。(BMA計画とETAの高速道路の2期線のランプ部分)更にいくつかの条件を基にして5カ所のUターン信号交差点を選定した。

235交差点の内、54交差点は飽和度等の評価基準を基に重要交差点と指定し、残りの交差点は一般交差点とした。重要交差点はATCシステムのサイクル、スプリット、オフセットを決める基準点となる。原則的に重要交差点は車両感知器から得られる情報による交通感应システムを基にして制御される(図5.1参照)。

5.4 制御手法コンセプト

1) 基本的事項

バンコクの交通を制御するのに感應式信号制御システムが必要な理由は、主に以下の3つの理由による。

- a. 交差点飽和度が高い
- b. スプリットは交通需要の変動に対応するために適格にコントロールさ

れなければならない。

c. 交通需要の変動は非常にランダムである。

交通制御システムは市のいろいろ変動する交通状況に有効に対応するように設計されなければならない。特に午後に長時間にわたって発生する近飽和、過飽和状態に対応することが重要である。

ATCシステムは車両感知器から得られるオンラインのデータを基にして、自動的に重要交差点の飽和度を評価し、飽和度の差によって異なった制御方法を適用する。同時に一般交差点の制御は近接重要交差点の制御方法に従うことになる。重要交差点の交通状態は非飽和、近飽和、過飽和の3種類に分類される。

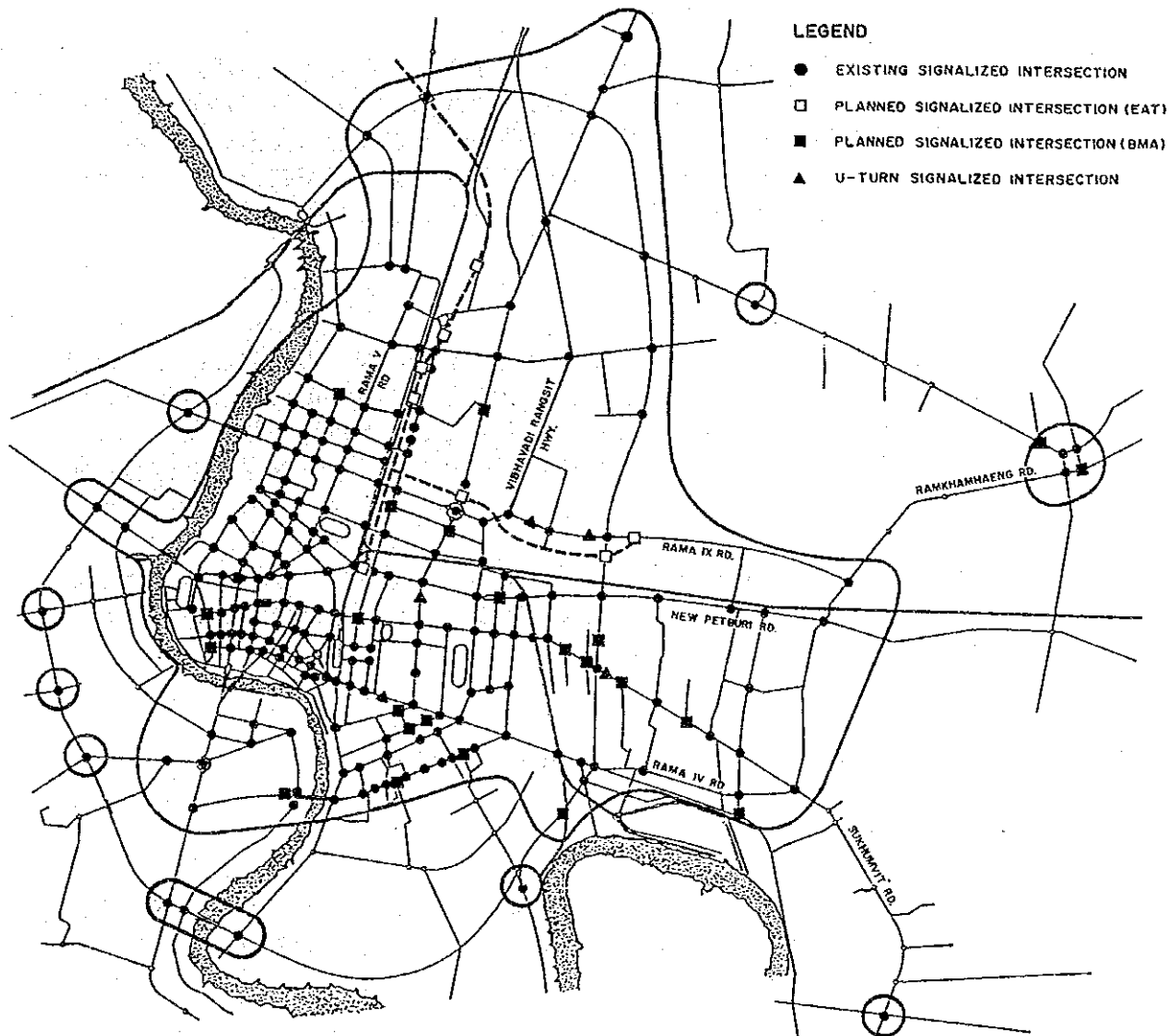


図5.1 ATC制御対象エリアの信号制御交差点

1) 原則的な制御方法

3種類の交通状態に対する原則的な制御方法は表5.1、表5.2にまとめて示してあるが、簡単に説明すると以下のとおりである。

(1) 非飽和状態

サイクル、オフセットはパフォーマンス・インデックスを最小にするようにコントロールする。即ち全ネットワークの遅れ時間の和、停止時間・回数の和、またはこの2つの加重和を最小にする。

(2) 近飽和状態

サイクル毎に交通需要は幅広く変動する。これにより渋滞が生じたり消えたりすることを繰り返す。そのためスプリットを敏感に調整して交通需要の変動に速やかに反応し、交差点の通過交通量を最大にすることが大切である。さらにオフセットは重要交差点に向かう車両が常に青信号を受けるようにセットされるべきである。

(3) 過飽和状態

過飽和状態では車両の先づまりが絶えることなく継続するので、通過量が最大になるサイクル長とスプリットを決める以前に、渋滞長を制限することを考えなければならない。さらに車両が重要交差点をスムーズに通過するようにすることは特に重要なのでオフセットは反進行形にするべきである。

その他の制御方法には小規模な右折交通のためのターン・アクチュエイテッド・コントロール、事故または過剰な需要に起因する先づまり現象の制御がある。

3) 機器構成

ATCシステムの必要な機器構成は以下に示すとおりである。

a. 車両感知器

車両感知器は制御パラメータを決めるためのデータを供給する。車両感知器にはループ・コイル・タイプと超音波タイプがあり、配置される環境にそれぞれの特徴が合う様に選択、配置する。

b. ローカル・コントローラ

ローカル・コントローラは、それぞれの交差点に配置され、コントロール・センターとオンラインで結合され、信号灯を適切に制御する。また近傍の車両感知器のデータをコントロール・センターに伝送する。

表5.1 交通流状況に対応した制御ロジック

	Undersaturation	Near Saturation	Oversaturation
Cycle (A)	Min. Performance Index	Max. throughput	Max. throughput
Split (B)	Min. Performance Index	Max. throughpu	Max. throughput
Offset (C)	Progressive	Progressive	Reverse progressive

Notes: (A): Sub-area (group of intersections that are coordinated based on the same cycle length)

(B): Intersection

(C): Link

Notes: (1) Performance Index: total delay time or total number of stop pages on the weighted sum of two.

(2) Progressive offset means that vehicles moving toward key intersections always receive the green indication. Reverse-progressive offset means that vehicles moving away from key intersections always receive the green indication.

表5.2 交通流状況に対応した制御方法

	Undersaturation	Near Saturation	Oversaturation
Cycle	Plan selection	Plan selection	Plan selection
Split	Plan selection	Plan formation	Plan formation
Offset	Plan selection	Plan selection	Plan selection

Notes: (1) Plan selection means that plans prepared off-line in accordance with forecast patterns of traffic condition are selected every 15 minutes or so based on data received from detectors.

(2) Plan formation means that signal control plans are prepared on the basis of cycle-to-cycle fluctuations in traffic demand as indicated by detectors.

c. 中央制御器

中央制御器は主としてホスト・コンピューターとフロントエンド・プロセッサから構成される。

- ・ ホスト・コンピューター
ホスト・コンピューターは、車両感知器のデータを処理して制御手法に基づき信号制御パラメーターを算出する。
- ・ フロント・エンド・プロセッサ
ローカル・コントローラーからの車両感知器のデータを前処理してホスト・コンピューターに渡すと共に、ホスト・コンピューターから信号制御パラメーターを受け取り、データを加工してローカル・コントローラーに伝送する。

d. リバーシブル・レーン 制御システム

リバーシブル・レーン制御システムは交通管理計画の項で選択された区間に適用する。道路をまたぐ門型柱（ガントリー）に可変標識と信号灯を装着する。

e. マン・マシン・インターフェイス

これは下記に列挙する施設を持つ。

- ・ ウォール・マップ・ディスプレイ
- ・ オペレーション・コンソール
- ・ グラフィックCRT
- ・ コンピュータ・ペリフェラルズ
- ・ その他

f. その他の施設

- ・ 無停電電源装置
- ・ 空調施設
- ・ 主配線盤
- ・ 放送室
- ・ ラジオ、電話

ATCシステム計画は1993年の交通状況予測に対して費用・効果の良い方法で計画されるべきで、かつ将来の拡張計画に汎用性を持たせるべきである。

4) 組織と体制

計画されたATCシステムの適正な環境を維持するために、またATCシステムの将来拡張の計画や関係機関との情報交換を行うために、効率良い運用と維持管理をもつ組織を編成する必要がある。

十分な経験と技術を持つ必要なスタッフがシステム拡張計画、交通調査、信号設計、システム運用とコントロールなどの分野をカバーするものとする。

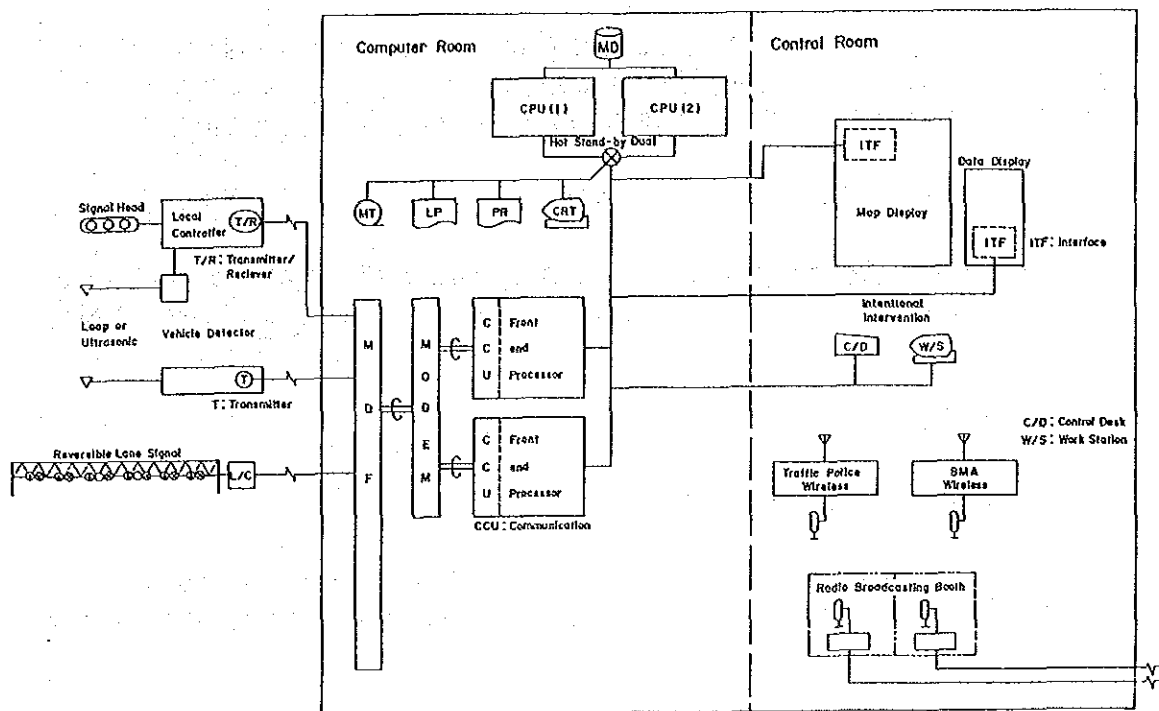


図5.2 バンコク市ATCシステム構想

第6章 予備設計

6.1 将来自動車交通量の予測

ATCシステムのオペレーションを開始する1993年における将来自動車交通量の予測を行った。1985年の自動車のOD表（JICA調査）に1993年ゾーン別発生量と集中量の伸び率（JICA調査）を考慮して1993年の将来道路網上に交通量を配分した。

6.2 ATCシステムのための交通管理対策

ATCシステムの効果を高めるために、交通管理対策が必要である。ATCシステムの信号施設設置に付帯して生じる交差点の改良、リバーシブル・レーン導入を検討した。

1) 交差点改良

(1) 計画対象交差点と計画条件

計画対象交差点はATCシステム対象の235交差点とする。また主な計画条件は、現況車道幅員内での改良を検討すること、交通管理計画を考慮した1993年交通量配分結果による計画交通量を用いることである。

(2) 改良計画

既存信号交差点の中央車線変移に伴い、自動車交通の円滑な交通流を確保するため、交差点周辺の路面標示計画を行う。また、新設信号交差点の設置に伴い、主道路と従道路の自動車交通の整理および歩行者の交通安全のために、交差点の導流化を図る。ATCシステム対象エリアの235交差点のうち、91交差点が改良すべき交差点とする。表6.1に交差点の改良項目を示す。図6.1に改良すべき交差点を示す。

2) リバーシブル・レーン交通運用システム

(1) 計画対象区間と計画条件

計画対象区間はディンデン道路の約0.6 Km、ラチャプラロップ道路の約1.4 Km、ペブリ道路の約0.9 Km、スクンビット道路の約2.5 Kmである。また主な計画条件は、第4章ATCシステムのための交通管理計画の代替案の評価による第5案に則る。

表6.1(1) 交差点改良方法

Int. No. ¹⁾	Type	App- roach	Main Projects ²⁾			Improvement Measures ³⁾						Remark	
			I	II	III	1	2	3	4	5	6		
1	K	4	*			o		o			o		Change to Two-Way
3	K	4	*		*	o		o				o	Reversible Lane
6	B	4				o	o						
10	K	6									o		
12	A	4									o		
13	K	5			*			o			o		
15	K	4				o							
18	K	4	*		*	o							Change to Two-Way, Flyover
19	K	3	*		*			o			o		Reversible Lane, Flyover(Plan)
20	K	4	*		*	o	o	o				o	Reversible Lane
22	K	4	*		*	o	o				o		Reversible Lane, Flyover
25	B	4	*			o	o					o	
30	C	4				o							One-Way
32	B	4				o							
36	K	4				o							One-Way
39	A	4	*		*	o	o						Change to Two-Way
40	K	4				o	o				o		Ramp(Plan), Flyover
41	A	3	*			o							Change to Two-Way
42	B	4	*			o		o				o	
43	K	4	*			o						o	Reversible Lane, Ramp
45	B	3									o		
49	B	4				o							One-Way
51	K	4			*	o	o						Elevated Road(Plan)
52	B	4						o					
54	B	4				o							One-Way
60	B	4						o			o		
62	B	4				o							
63	A	4			*			o					Elevated Road(Plan)
67	B	3	*			o		o					Change to Two-Way
69	K	4				o							
70	B	4				o							One-Way
71	B	5				o							One-Way
73	B	4				o	o						One-Way
75	B	4				o							One-Way
76	A	4				o							
79	B	4				o							
80	B	4				o							
82	B	4	*			o	o	o					Change to Two-Way

Note : 1) Int No.: Intersection No. is specified by Traffic Police

: 2) Main Projects

- I : Traffic Circulation System Plan
- II : Planned Signalized Intersection
- III : Right-turn Traffic-actuated Control

: 3) Improvement Measures

- 1 : Road Marking
- 2 : Exclusive Right-turn Lane
- 3 : Installation of Pedestrian Crossing
- 4 : Improvement of Channelizing Island
- 5 : Improvement of Median
- 6 : Improvement in Conjunction with Introduction of Reversible Lanes

表6.1(2) 交差点改良方法

Int. No. ¹⁾	Type	App- roach	Main Projects ²⁾			Improvement Measures ³⁾						Remark	
			I	II	III	1	2	3	4	5	6		
83	C	6				o							One-Way
86	C	4				o							
94	A	4				o							One-Way
96	K	4	*		*	o		o					Change to Two-Way
98	B	4				o							
99	K	5	*		*	o		o					Reversible Lane
101	B	6					o						
102	B	3	*			o	o	o					Change to Two-Way
103	K	4			*	o							Flyover
105	K	4	*			o		o			o		Reversible Lane
106	K	4	*			o	o	o					Change to Two-Way
109	K	4	*		*	o							Change to Two-Way
110	K	4	*		*	o							Change to Two-Way
115	K	4	*		*	o	o	o			o		Reversible Lane, Elevated Road(Plan)
123	K	4			*	o			o				Flyover(Plan)
125	B	4				o		o					
127	K	4			*	o							
133	B	4			*		o						
134	K	4	*		*	o	o						Flyover, Elevated Road(Plan)
136	A	4			*	o							
143	K	5	*			o	o	o	o		o		Reversible Lane
145	K	4			*	o							
152	K	4			*	o							
157	A	4				o							Viaduct(Plan)
160	C	3				o							One-Way
163	K	4	*						o	o	o		Reversible Lane, Underpass(Plan)
164	B	4	*			o							
166	K	3					o						
170	K	4			*	o							Flyover
179	K	4			*	o							Flyover(Plan)
180	K	4			*	o							Flyover(Plan)
184	C	4	*			o	o	o					Change to Two-Way
188	C	4				o							One-Way
193	A	4					o						
195	A	6			*	o							
199	A	5				o	o	o					
207	B	4					o						
217	B	3				o							
218	B	4				o							
221	B	3				o							
234	B	5				o							Rail-Crossing
236	B	4	*			o		o	o	o	o		Reversible Lane
237	B	4	*			o		o			o		Reversible Lane
238	B	3	*			o		o			o		Reversible Lane
254-257	K	4	*			o			o				Ramp(Plan)
801	U	3		*							o		
802	U	3		*		o	o	o					
803	U	2	*	*		o	o	o					
804	U	2		*		o	o	o					
805	U	2		*		o	o	o					
901	B	3		*		o							
905	C	3		*		o							
906	C	4		*		o		o					New Road

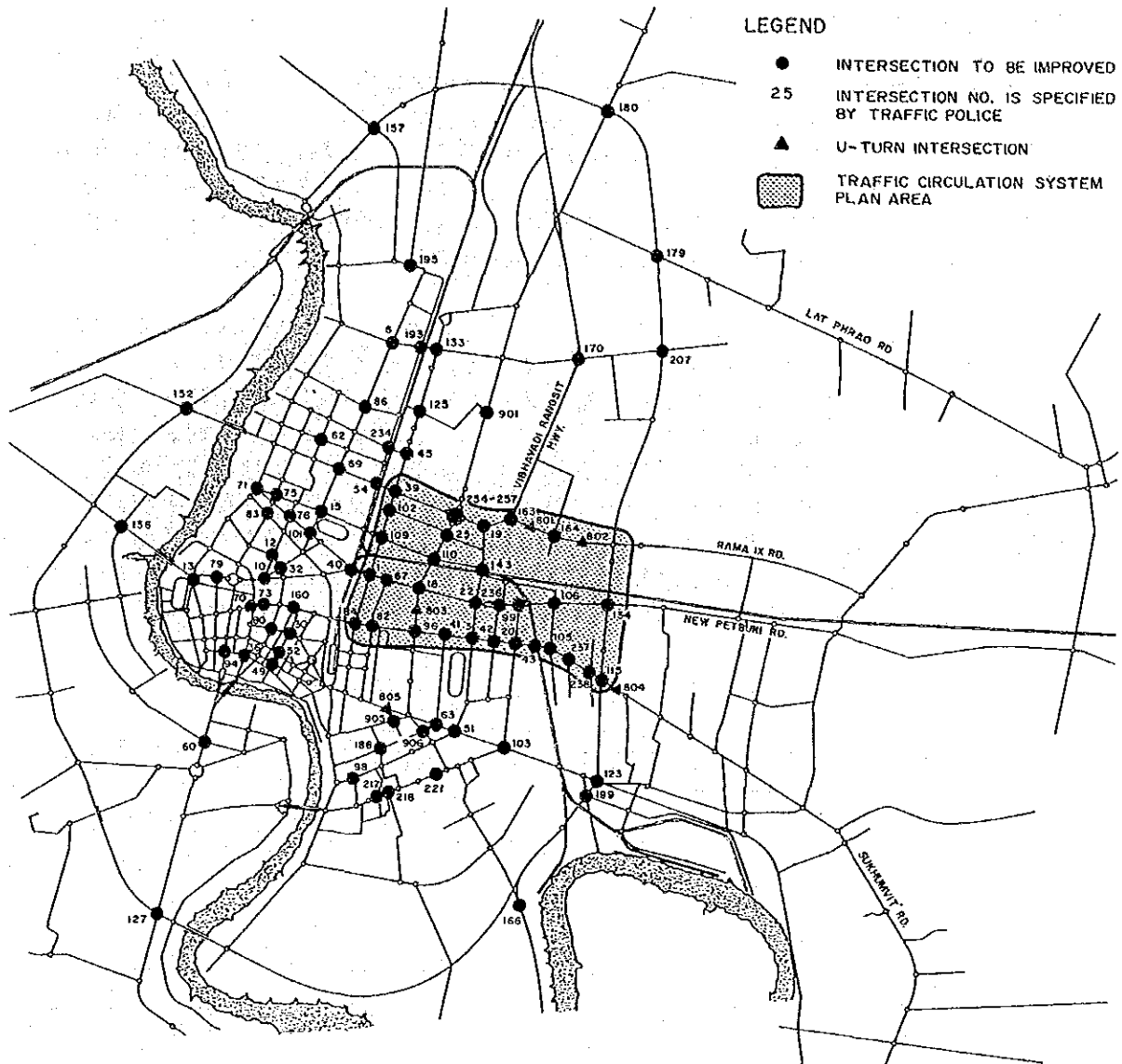


图6.1 改良交差点

(2) 運用システム手法

リバーシブル・レーンの時間帯は通勤・通学交通が集中する午前中にイン・バウンド方向に優先方向(6:00-11:00)、そして午後にはアウト・バウンド方向に優先方向(11:00以降)を行う。この時間帯の設定は、計画対象エリアの東西方向の主道路の合計断面交通量をイン・バウンド、アウト・バウンド別に時間交通量変動を調べ、車線変移の効果を検討した結果である。この時間帯はバンコク市内で実施されている現行のリバーシブル・レーンの時間帯と一致する。

交通処理方法は警察官の立会いのもとに、信号灯器やマーキング等による車線標示によって、ドライバーを誘導するものである。ドライバーへのリバーシブル・レーンの通告方法は本線上においては、オーバーヘッド式車線標示信号、区画線の色分け標示、車線市標示版を併用する。リバーシブル・レーンの起終点においてはオーバーヘッド式車線標示信号を使用し、中間点においては既設歩道橋を利用して車線標示板を設置する。交差点部の標示は区画線の色分け標示と車線位置標示板を使用する。またリバーシブル・レーン区画外では、起点より上流に案内板を設置する。交差点部および単路部における標準処理方法を図6.2に、リバーシブル・レーン運用に伴い必要な交通施設数量と位置を表6.2、図6.3に示す。

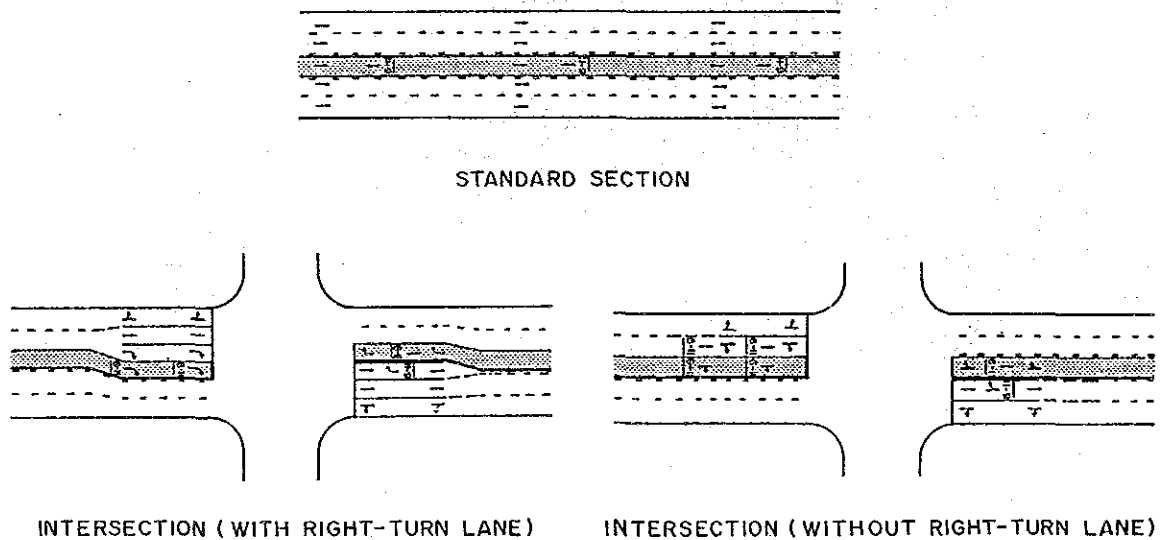


図6.2 標準処理方法

表6.2 リバーシブルレーン運用に必要な交通施設数量

Road	Overhead Type Traffic Signal Head (Gantry)	Direction Sign for Lane (Pedestrian Bridge)	Traffic Sign for Designating of Center Line	Guide Sign	Road Marking (m ²)
DIN DAENG	19(2)	9	2	4	160
PETBURI	16(2)	26	4	6	570
RATCHAPRAROP	11(4)	24	2	7	300
SUKHUMVIT	17(2)	48	2	14	560

(); Number of Gantry

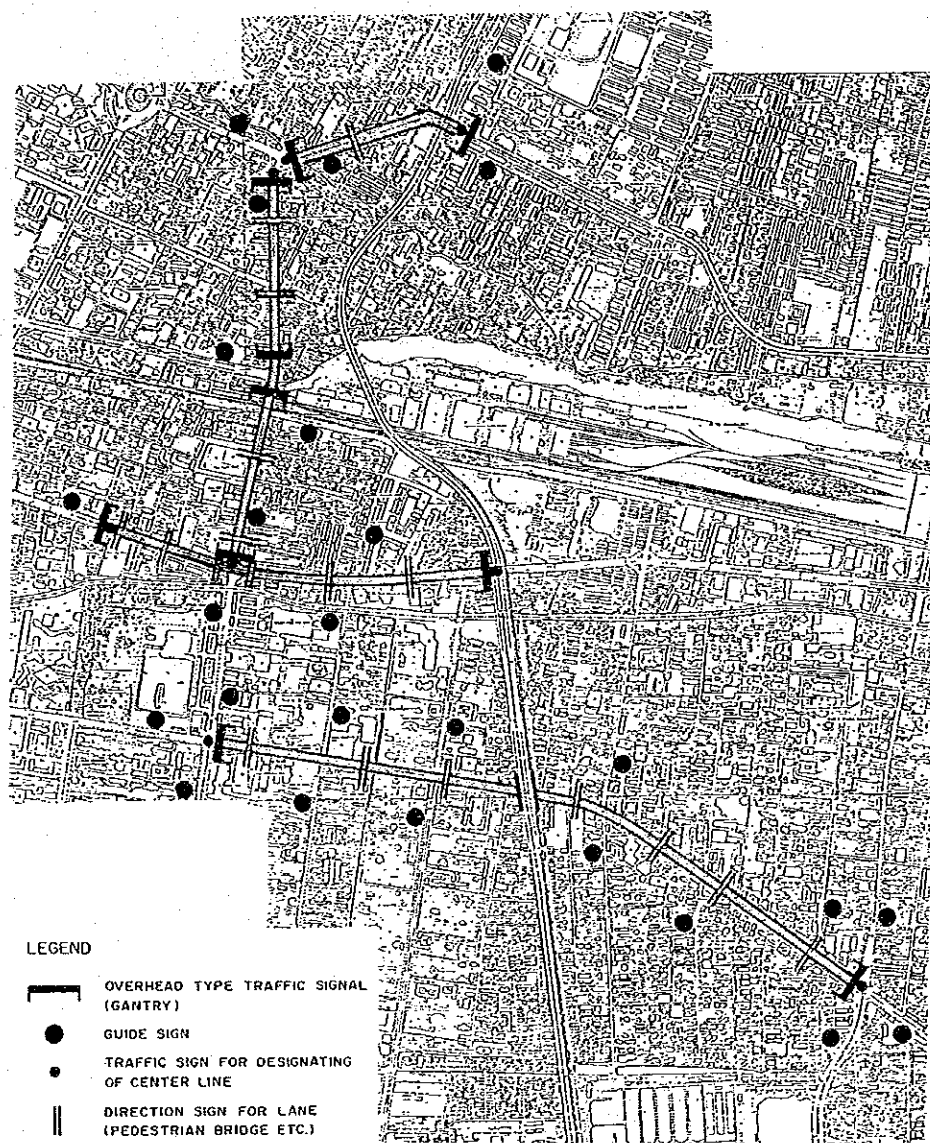


図6.3 リバーシブルレーン運用に必要な交通施設位置

6.3 車両感知器

1) 車両感知器の機能

車両感知器の機能は車の存在を検出して交通データとして集め、エリア制御用、スプリット制御用、感應制御用、渋滞表示用、交通データ統計用の5つの機能を果たす。

2) 車両感知器の標準配置

車両感知器の標準配置では、コーディネーション、スプリット制御、フローレート感応用のフローレート用感知器を重要交差点に対して図6.4のように配置する。右折感応用感知器および交通データ統計用感知器は、それぞれ図6.5、図6.6のように配置する。

3) 車両感知器の実際配置

車両感知器の配置にあたってはATCシステムの機能を維持しつつ、コストや設置場所を考慮し、車両感知器の配置数の減少を図る必要があり、以下の検討項目により配置の計画を行った。

- a. 異なる機能の感知器が同じ位置にオーバーラップして配置されている場合には無駄をなくす。
- b. 最大渋滞長を予測して、それ以上の区間の渋滞表示用感知器を減らす。
- c. 複数のレーンに計画された場合には代表車線のみにする。
- d. 複数の右折感応用感知器の省力。

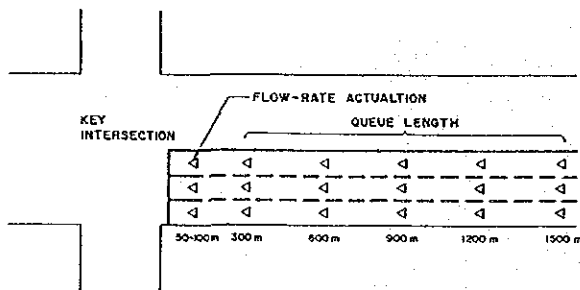


図6.4 フローレート用感知器

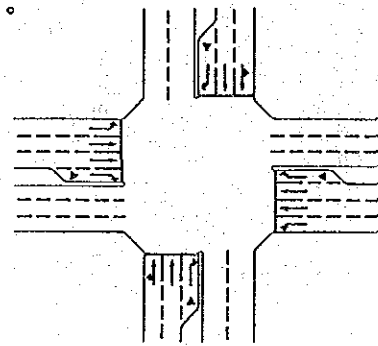


図6.5 右折感応用感知器

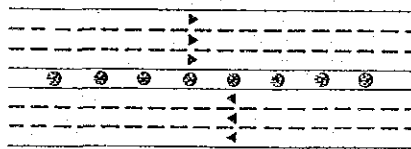


図6.6 交通データ統計用感知器

4) 車両感知器のタイプと選択

感知器のタイプはループ式感知器と超音波式感知器に分類されるが、それぞれの感知器の選択は特質と設置場所の特性に応じて行う。主な選択理由は下記に列挙するとおりである。図6.7に感知器のタイプを、表6.3にタイプ別感知器の数量を示す。

表6.3 必要車両感知器の数量

Functions	Loop	Ultra-sonic
Coordinated Area Control & Split Control	32	264
Vehicle Actuated Control	42	30
Congestion Indication	0	10
Compiling Traffic Statistics	0	45
Sub-Total	74	349
Total		423

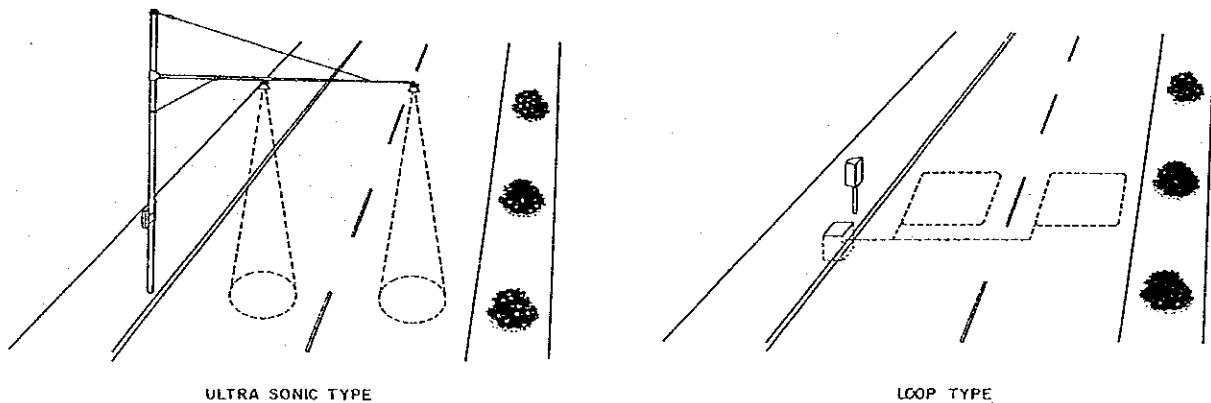


図6.7 車両感知器のタイプ

(1) 超音波式感知器の選択理由

- a. 成長期にある都市など路面掘削の工事が頻繁な場所ではループ式感知器のループコイルは度々切断され易い。
- b. 超音波式感知器の場合、感知器の設置時や保守時のための交通規制が最小限ですむ。

(2) ループ式感知器の選択理由

- a. 景観を重視する必要がある道路にはループ式感知器を設置する。
- b. 片側4車線以上の広幅員道路の場合、ループ式感知器を採用し、歩道橋が利用できる所は超音波式感知器を採用する。
- c. 街路樹の枝で厚く覆われた道路の場合、超音波式感知器の性能支障が生じるのでループ式感知器を採用する。

5) 感知信号の集約

感知器からの感知器信号はTOTから借用する回線数を節約するため、近傍の伝送装置を内蔵した信号制御器に集約する。交差点から300 M以内の感知器は信号制御器と結ぶためのケーブルを敷設し、300 M以上離れている感知器はその1つに伝送装置を内蔵させ、近傍の感知器と結合させる。図6.8に標準的な感知信号の集約プランを示す。

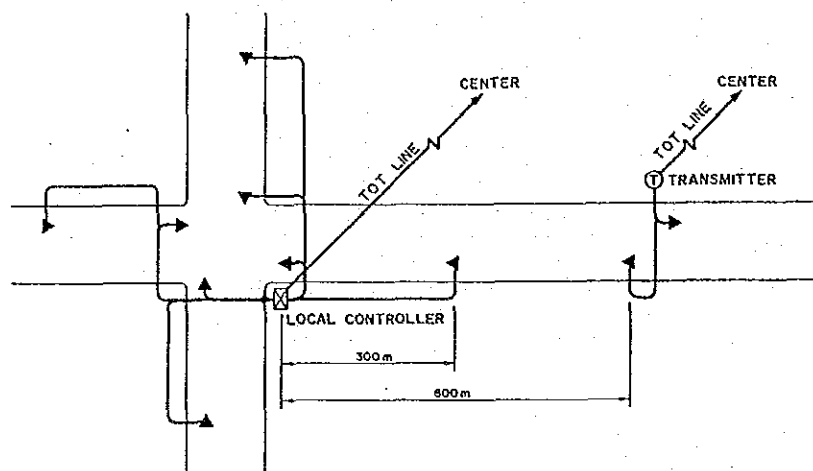


図6.8 感知信号の集約プラン

6) 標準設置計画

感知器の標準設置を図6.9、図6.10に示す。

6.4 信号制御器

1) 信号制御器の機能

信号制御器は、中央のコンピュータと機能を分担し、以下の機能を有する。

- a. 信号灯器をオンライン制御
- b. フローライトと右折の感応制御
- c. バックアップ機能
- d. 手動制御機能。

2) 交差点周辺の標準設置計画

標準設備はコスト節減のため、できるだけ既存施設の有効利用を考え、信号柱やハンドホールやコンジットは再利用する。また信号制御器はオンライン用に更新する。視認性の不足している灯器は高いポールに灯器をつけたものを追加する。配線については多芯のケーブルに張り替える。

3) 交差点別標準設置計画

形状の異なる交差点の標準設置計画を図6.11に示す。交差点タイプをキー交差点(K)、主道路と従道路の車線数の組合せで分けた交差点(A~C)、歩行者横断地点(D)、Uターン交差点(U)、ETAランプ取り付け部(BTA)の7種類に分類して検討した。

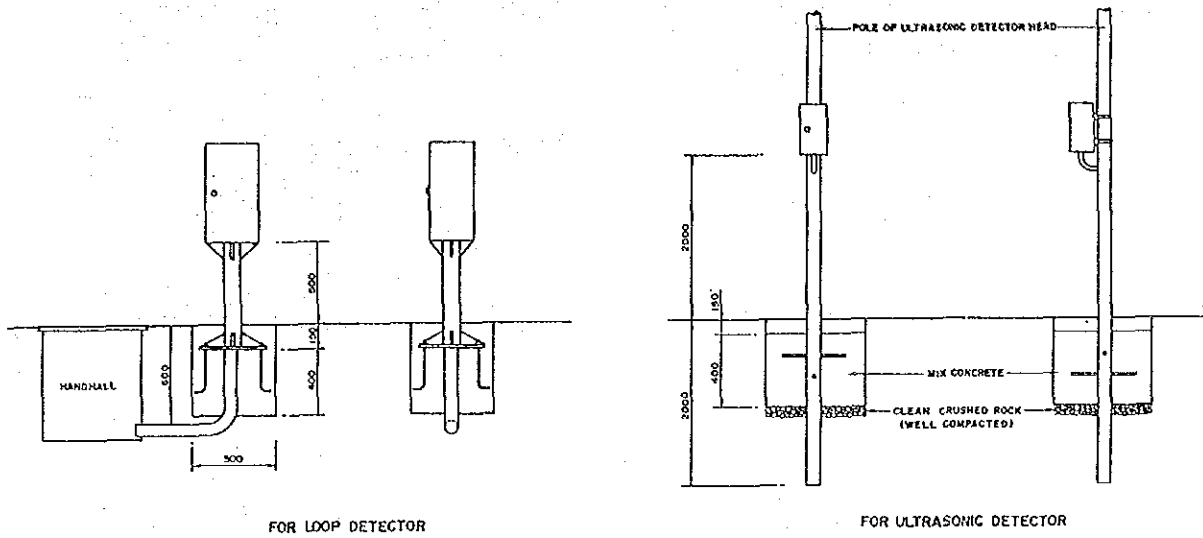


図6.9 感知器ボックスの標準設置

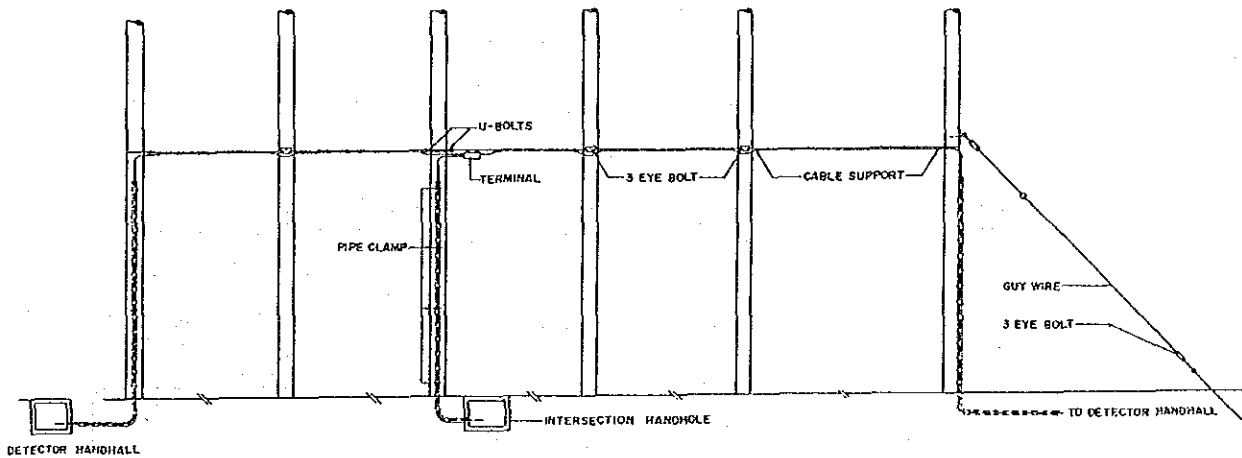
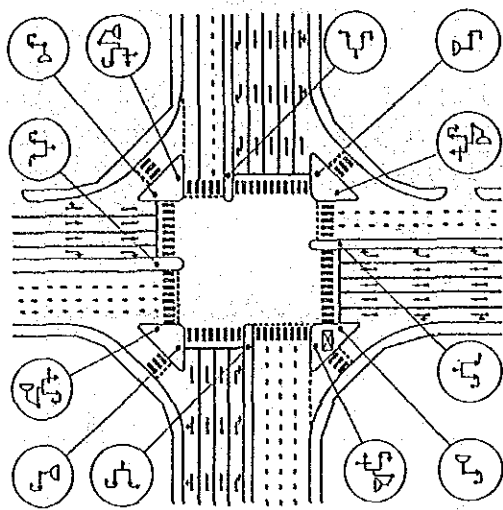
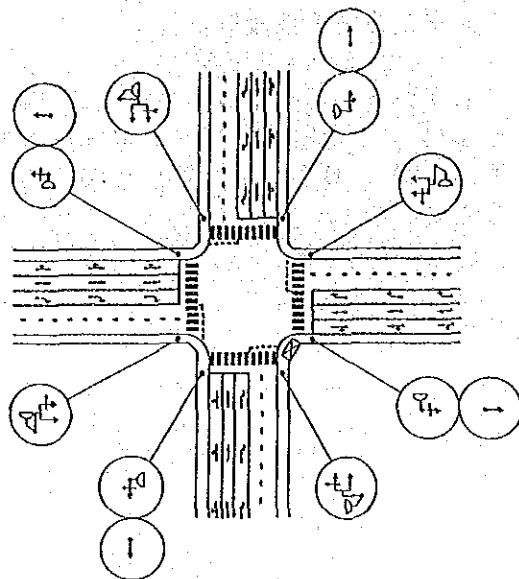


図6.10 架空線



TYPE-K

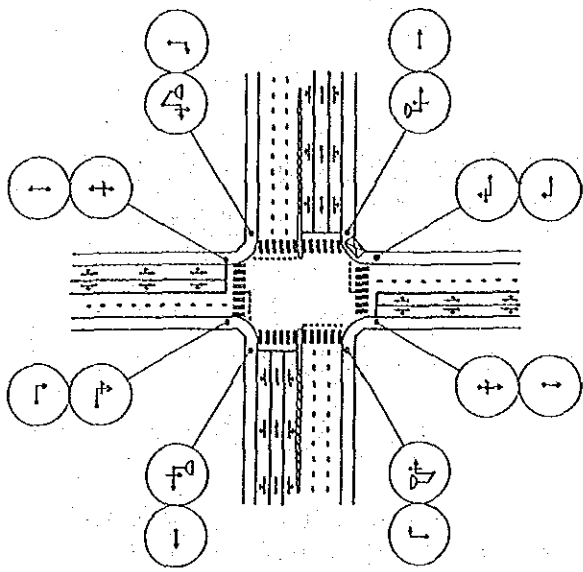


TYPE-A

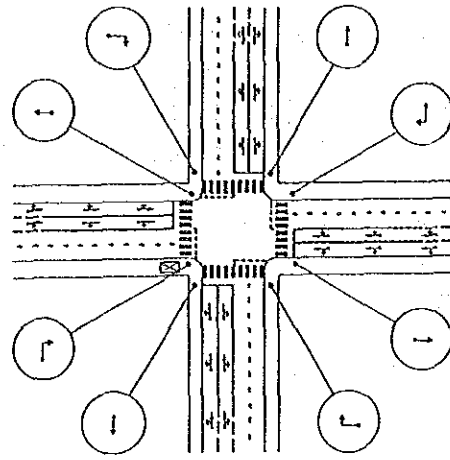
SYMBOLS FOR ASPECTS

SYMBOL	ITEM	SYMBOL	ITEM	SYMBOL	ITEM	SYMBOL	ITEM
							PUSH BUTTON
							TRAFFIC SIGNAL CONTROLLER
							UNTRA SONIC TYPE DETECTOR

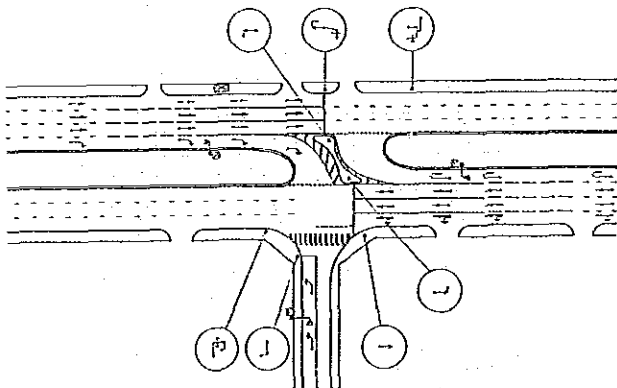
图6.11(1) 交差点別標準設置計画



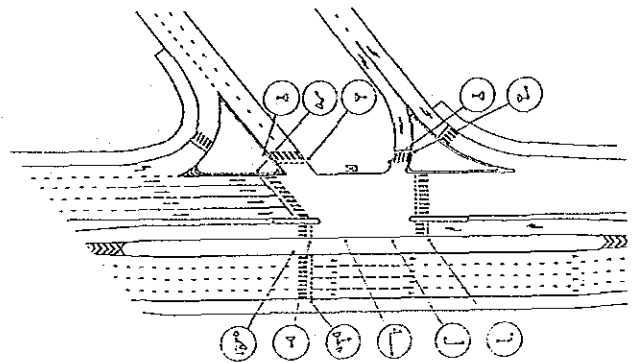
TYPE-B



TYPE-C



TYPE-U



TYPE-ETA

図6.11(2) 交差点別標準設置計画

6. 5 通信回線と伝送システム

1) 最大伝送データ需要

施設間の伝送は、次に示す4種のペアーがあり、このうちローカル・コントローラーからセンターの伝送データの需要は約8000 ビット/サイクルとなる。

2) 通信回線の信頼性

通信ネットワークとバックアップシステムはTOTの回線の信頼性の目標値に則る。

3) 通信回線計画

ATCシステムのネットワークはTOTのPCMネットワークを専用回線として借用する。また2ワイヤー方式で使用し、回線構成は1:1とする。図6.12に通信回線の概略イメージを示す。

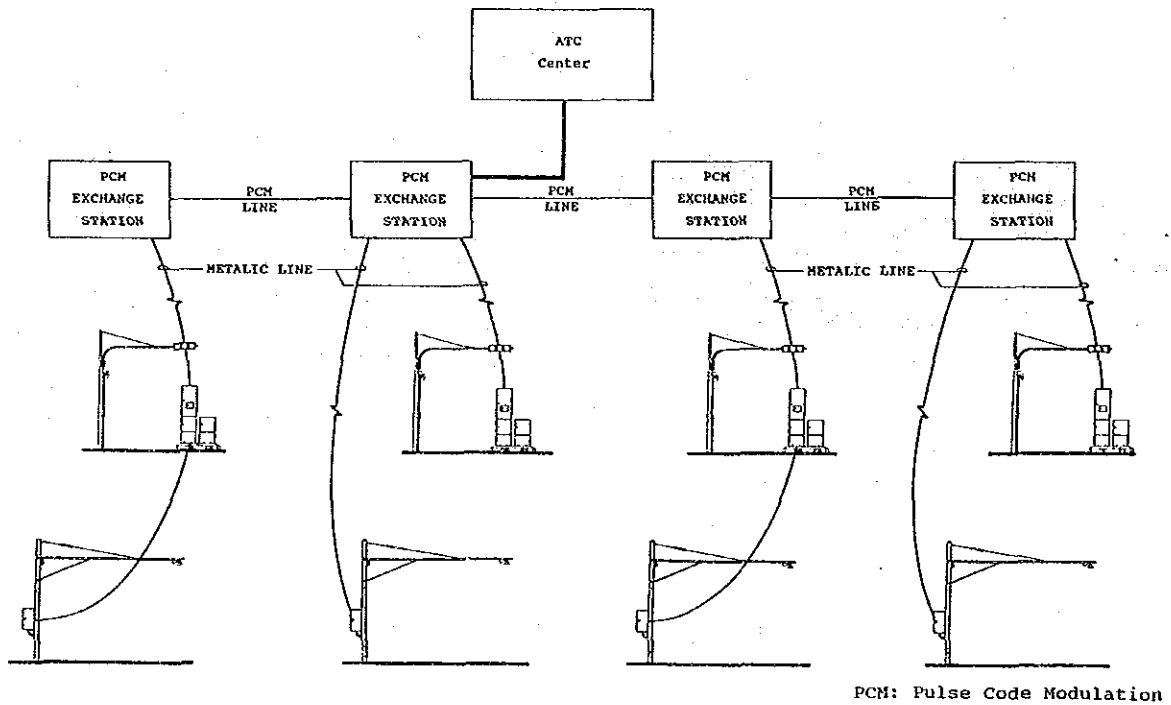


図6.12 通信回線計画

4) 伝送システムと機器

(1) 伝送システム

伝送システムは以下に示すとおりである。

回線	----PCMネットワークの2ワイヤ方式
通信モード	----全二重方式
モジュレーションメソッド	----FSK (FREQUENCY SHIFT KEYING)あるいは PSK(PHASE SHIFT KEYING)
レスポンドモード	----SRM(SYNCHRONOUS RESPONSE MODE)
プロトコールレベル	----データリンクレベル
データ長	----可変データ長

(2) 伝送機器

伝送機器は通信制御ユニット (CCU)、集約モデム、メイン・ディストリビューション (MDF)、ターミナル・トランスミッター・レシーバから構成される (図6.13)。

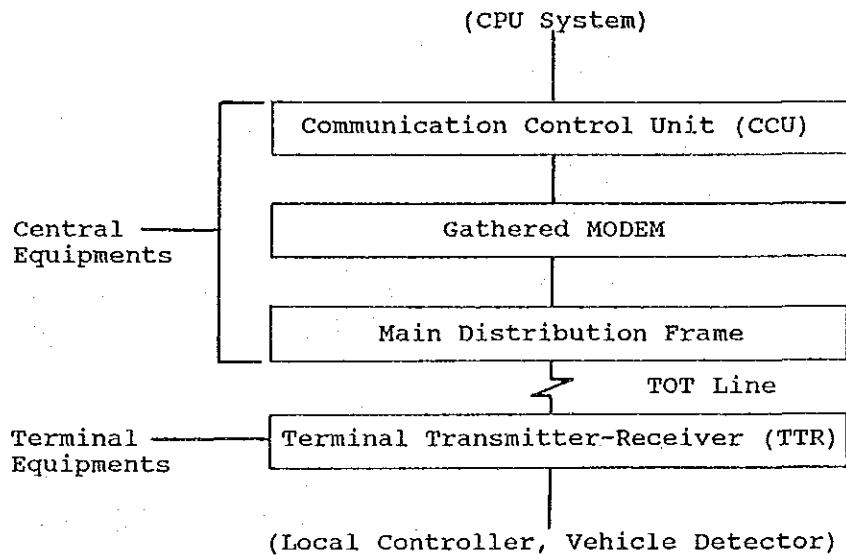


図6.13 伝送機器

6. 6 マンマシン・インターフェイス

ATCセンターにおいて、交通情報に応じた的確な指令や交通渋滞の広報活動等に役立つ情報を供給したATCシステムを操作する機器をマンマシン・インターフェイスと総称する。

1) 表示機器と機能

表示機器はウォール・マップとキャラクターCRTディスプレイを併用する。ウォール・マップ・ディスプレイは総合的な交通状況を表示し、主な表示内容は渋滞度と行列長、現場での手動操作状況、ATCセンターからのインテンション・インターバージョンであり、必要に応じて交通規制や車線を制限するようなインシデント等である。キャラクターCRTディスプレイはホスト・コンピューターに集められた交通データ情報を表示する。

2) ワークステーション

ワークステーションは多目的な交通制御用コンソールで、インテンション・インターバージョンやインシデント・インプット/キャンセレーションやオフライン・ジョブやその他のコミュニケーション機器の操作を行う。

6. 7 中央制御装置と付属施設

1) ハードウェア構成

(1) ハイアラキー・アーキテクチャー

上位のコンピュータとして、ホスト・コンピューターと、下位のコンピュータとしてフロントエンド・プロセッサの階層構造を備えたコンピュータ複合体を採用する。

(2) デュアルシステム構成

ホスト・コンピューターはバックアップとオフライン・ジョブ用を兼ねて、デュアル構成とする。

(3) 制御容量と将来の拡張

制御容量は対象交差点が235交差点であることから約300交差点分の関係機器を設定し、将来の拡張に対して、フロントエンド・プロセッサの増設で対応するものとする。

(4) 機器構成

機器構成はホスト・コンピューターとフロントエンド・プロセッサから構成さ

れる（図6.14）。

2) ソフトウェア構成

図6.15にソフトウェア構成を示す。

6. 8 バンコクATCシステム

前節までを統合し、バンコクのATCシステムのトータル・システム構成を図6.16に示す。

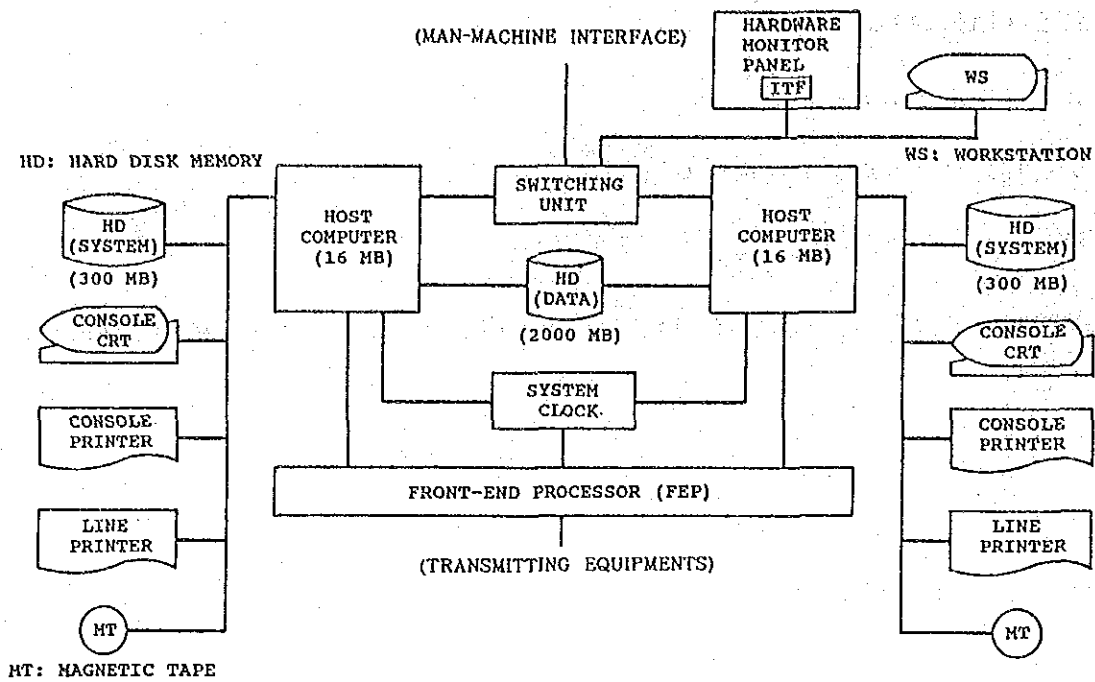


図6.14 ハードウェア構成

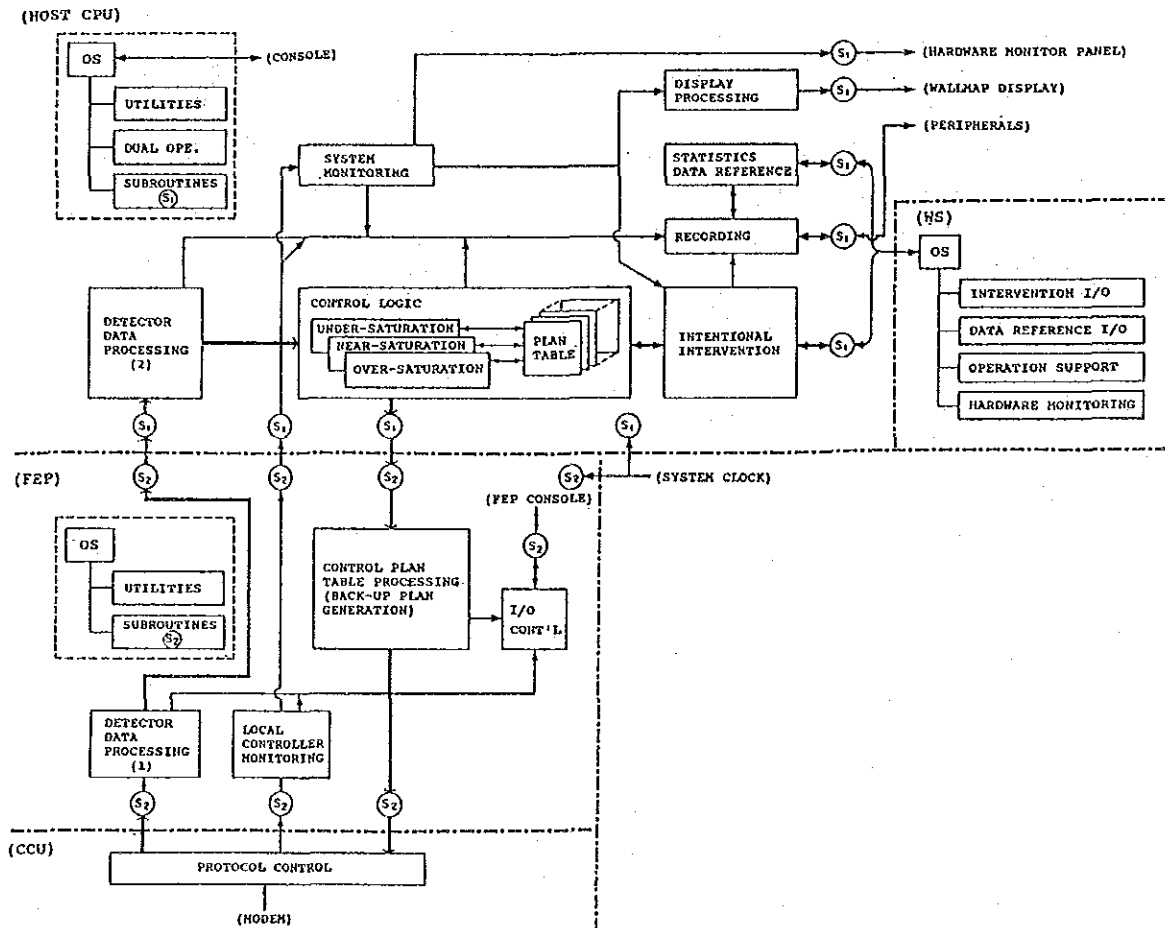


図6.15 ソフトウェア構成

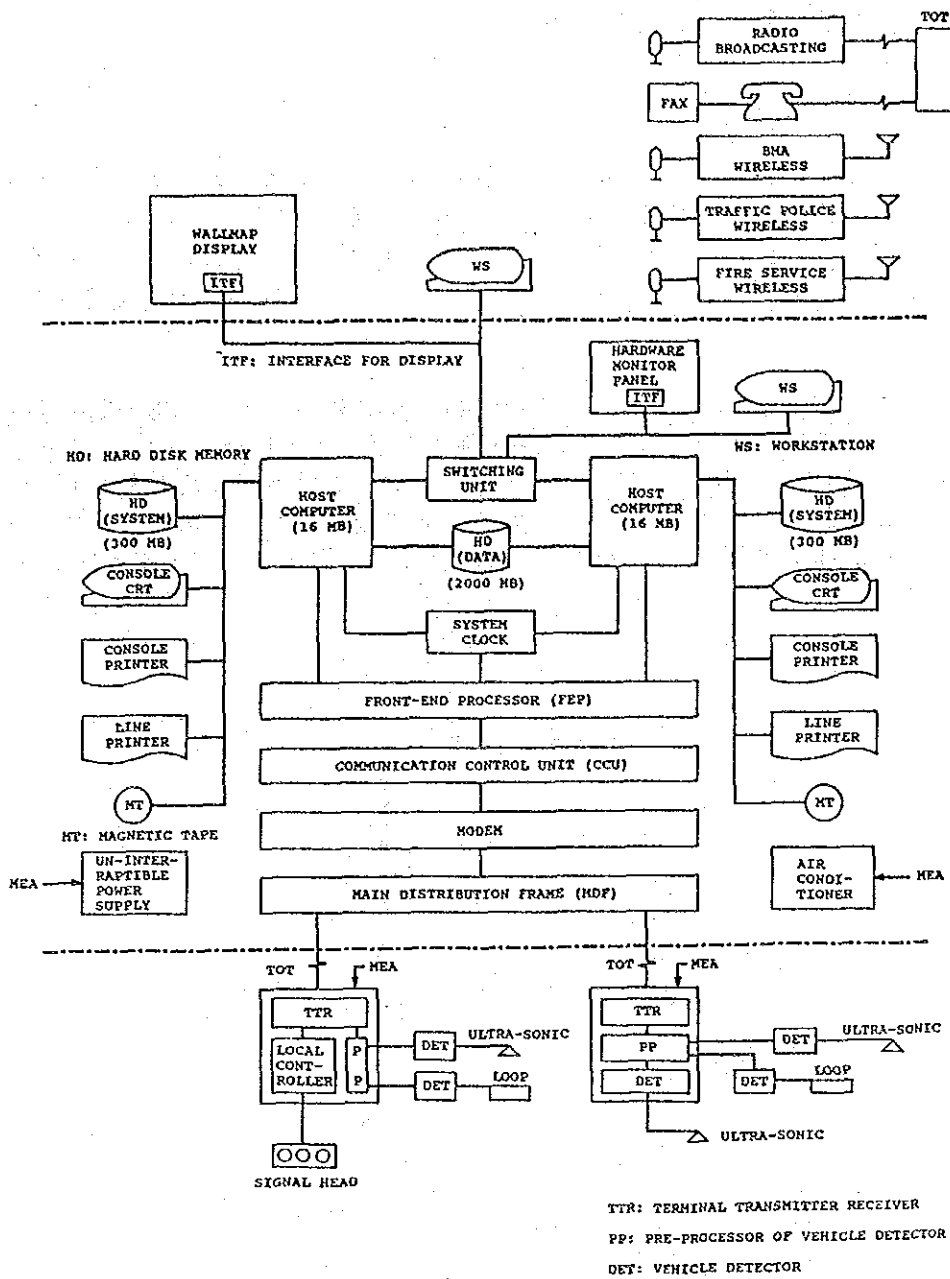


図6.16 バンコクATCシステム

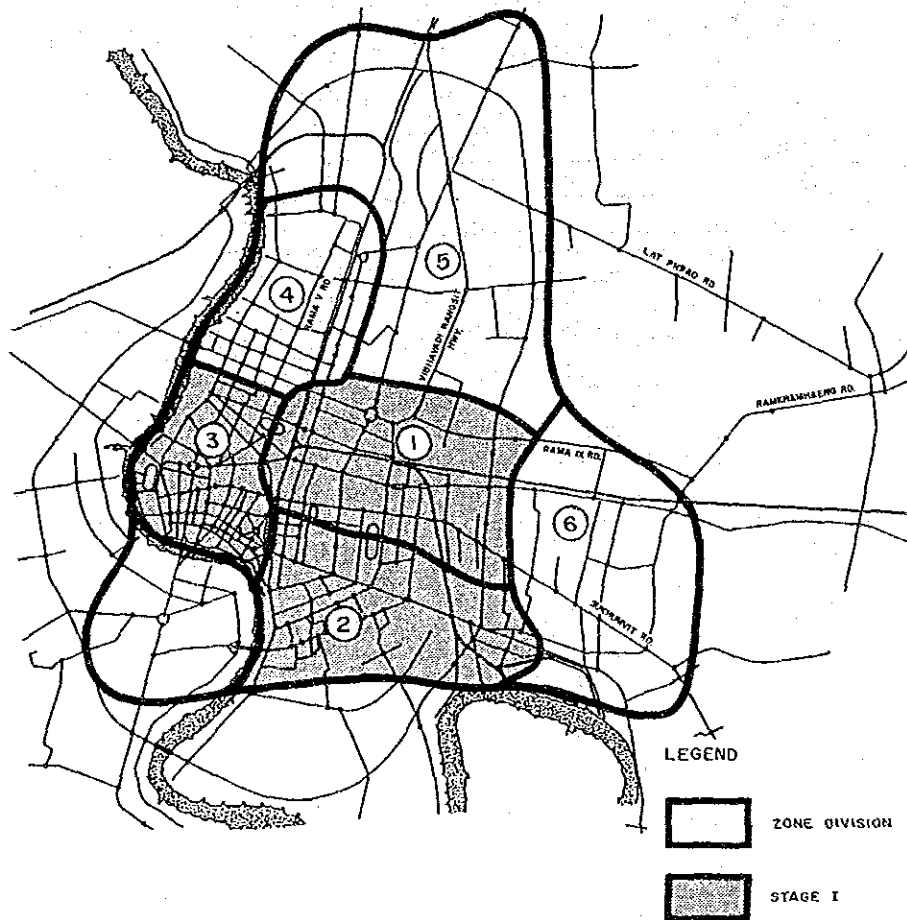
第7章 事業費積算および実施計画

7.1 実施計画

本計画対象エリアのATCシステムの実施は1993年のシステム・オペレーションに向けて、段階施工を導入する。ステージング・プランは表7.1に示すとおりで、ステージIとステージIIに分類される。ステージIの対象エリアは図7.1に示すとおりで、対象交差点は143交差点である。またステージIIの対象交差点は残り92交差点である。

ステージ分類の方法はATCシステムの全体エリアに対して、ATC効果が高いと推定されるエリアを1走行台Km当りの遅れ時間効果による評価によって選出したものである。ATC全体エリアに対して、ミドルリング道路内を中心に対象信号交差点の数をできるだけ類似するように7つのエリアに分割した。その際、分割するそれぞれのエリアはできるだけ一体化した交通特性と道路ネットワークを持つように考慮した。

表7.1 ステージング・プラン



	1990	1991	1992
	Stage I		Stage II
Target Area	143 intersections		92 intersections
Terminal Equipment	-143 local controllers -Vehicle detectors related to above		-92 local controllers -Vehicle detectors related to above
Central Equipment	-Host computer and its peripherals -Control plans for 143 intersections -Software for 143 intersections -Wallmap display and hardware monitor panel for 143 intersections -Air conditioner, UPS -All man-machine interfaces -FEP's, CCU's and modems in quantities required to handle terminal equipment installed		-Control plans for intersections added -Software for 92 intersections -Interface lines for wallmap display and hardware monitor panel in quantities required to handle additional terminal equipment installed -FEP's, CCU's and modems in quantities required to handle additional terminal equipment installed

図7.1 ステージ別対象エリア

以上の結果から、評価値が高いエリア1、2、3は優先的にATCの導入を行うものが有利と判断し、このエリアをステージIと設定した。表7.2にエリア別評価値を示す。

表7.2 エリア別評価値

Zone	Index (seconds per vehicle-km)
1	68
2	73
3	61
4	20
5	21
6	20
7	12

7.2 コスト積算

バンコクATCシステムのプロジェクト・コスト積算結果を、各ステージ毎に表7.3に示す。

表7.3 バンコクATCシステム・プロジェクト・コスト

(Unit: Baht 1,000)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Import	
Stage	Description	Central Equipments	ditto Install-ation	Inher- section Equipments	ditto Install- ation	Detector Equipments	ditto Install- ation	Adjustment work on site	Staff Training	Project Management	Sub- Total	Tax	Conti- nency	Engineer- ing Service	Total
I	Financial (Foreign) cost	261,615	0	112,080	0	23,833	0	10,588	2,522	52,548	469,352	0	21,206	30,010	520,568
	Financial (Local) cost	63,043	3,420	40,193	17,478	11,856	11,406	0	242	4,910	152,588	28,717	12,138	3,234	265,152
	Tax	33,043	0	38,294	0	3,732	0	0	34	12,066	54,100	28,717	6,698	3,334	150,833
	Financial cost	324,658	3,420	152,773	17,478	41,769	11,406	10,588	2,794	57,458	621,910	57,434	33,344	33,344	785,720
II	Economic cost	261,615	3,420	113,955	17,478	32,037	11,406	10,588	2,730	56,465	509,854	58,375	26,848	30,010	634,887
	Financial (Foreign) cost	32,534	0	74,113	0	15,834	0	10,248	0	14,257	147,086	0	9,618	14,185	170,887
	Financial (Local) cost	13,959	608	25,494	12,737	6,303	6,288	0	0	3,648	70,101	32,320	6,146	1,578	123,718
	Tax	46,493	0	25,604	0	5,105	0	0	0	591	44,810	13,575	3,263	1,578	83,224
Total	Financial cost	46,493	608	100,607	12,737	22,240	6,288	10,248	0	17,905	217,187	32,320	15,782	15,782	284,505
	Economic cost	32,534	608	75,543	12,737	17,044	6,288	10,248	0	17,314	172,377	32,320	12,489	14,185	231,381
	Financial (Foreign) cost	294,149	0	180,189	0	45,827	0	20,938	2,522	66,805	516,438	0	30,822	44,195	631,455
	Financial (Local) cost	77,002	4,089	66,687	30,215	18,202	17,604	0	242	8,558	222,689	100,695	18,284	4,910	388,870
I	Tax	371,151	4,089	252,885	30,215	64,029	17,604	20,935	34	1,584	156,856	42,292	9,959	4,910	214,057
	Financial cost	294,149	4,089	189,538	30,215	49,081	17,604	20,938	2,730	73,799	682,231	100,695	39,147	44,185	866,268
	Economic cost	294,149	4,089	189,538	30,215	49,081	17,604	20,938	2,730	73,799	682,231	100,695	39,147	44,185	866,268
	Operating cost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	Inter- section Improvement	0,821	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Financial (Foreign) cost	5,015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Financial (Local) cost	2,173	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tax	14,835	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	Financial cost	12,653	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Financial (Foreign) cost	553	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Financial (Local) cost	281	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tax	834	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	Financial cost	10,374	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Financial (Foreign) cost	5,238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Financial (Local) cost	2,213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Economic cost	15,470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

7. 3 運用・保守およびその体制計画

ATCシステムの目的を十分に達成するために、システム機器が常に良好な状態に維持しておかねばならない。そのために運用および保守体制を十分に整えておくことが必要である。

1) 運用管理

運用管理の主な業務内容は、センターからの指令や情報交換やシステムの操作等に関連するATCセンターの運用管理および交通調査、信号制御パラメータのチェック等に関連するATCシステムの拡張等に伴う運用管理である。

2) 保守管理

保守管理はシステムならびに機器全般に精通した委託業者が保守サービス業務を受託し、責任を負うことにする。主な業務内容は機器の点検と故障修理である。

3) 要員計画

前述の保守・運用業務内容に基づき、スタッフの体制はシニアトラフィックエンジニア（1名）、システムエンジニア（1名）、電子エンジニア（2名）、オペレーター（5名）とする。

第8章 ATCシステムの評価

8.1 評価の方法

費用便益分析手法に従って、前章のATCシステム・プロジェクトを評価する。便益はATCシステム導入によってもたらされる車両走行費用（VOC）と旅客の時間費用（TTC）の節減額である。これらはATCシステムによる交通制御と現状の方法による交通制御の両ケースについてコンピューター・シミュレーションを行い、その結果を比較して推計した。評価はステージIとIIの両方を前章で示したスケジュールに従って実施した場合と、ステージIのみを実施した場合の両ケースについて行った。

8.2 経済コストの推計

ATCシステム・プロジェクトの経済コストは総額866百万バーツとなり、これらは財務コストの80%に相当する（表8.1参照）。表8.2は経済コストで投資額を示す。ATCシステムの運用開始後、運営費はシステムの維持のために毎年22百万バーツと推計される（表8.3参照）。

表8.1 プロジェクトの経済コスト

(1,000 baht)

Stage	Financial Cost	Economic Cost
Stage I	785,720	634,887
Stage II	294,605	231,381
Total	1,080,325	866,268

表8.2 経済コストによる年別投資額

(1,000 baht)

		1990	1991	1992
Stage I	Engineering Cost	18,006	12,004	
	Construction Cost (of which ATC Center Cost)		521,322 (181,480)	
Stage II	Engineering Cost		5,674	8,511
	Construction Cost (of which ATC Center Cost)			300,751 (116,758)
Total		18,006	539,000	309,262

表8.3 ATCシステムの運営費

(1,000 baht p.a.)

	Financial Cost	Economic Cost
Stage I	25,045	22,205
Stage II	25,241	22,397

Note: Operating cost includes maintenance cost.

8.3 ATCシステムの便益

1) 交通流シミュレーション

車両走行費用 (VOC) と旅客の時間費用 (TTC) の節減額を求めるために、ATCシステムによる信号制御を実施した場合としない場合における総遅れ時間と総停止回数をシミュレーションによって計算した。1993年のシミュレーションOD交通量は1985年の自動車OD表とJICA/SIMR調査によって検討された将来フレームを使用し予測した。

将来交通流はリバーシブル・レーン対面通行による交通方式を前提としてシミュレートしたものである。ATCシステム制御の有無はトラフィック・レスポンスブル・コントロール、飽和度、系統信号等の異なった制御条件を設定した。シミュレーションは朝、昼、夕の3時間帯に対して行い、総遅れ時間と総停止回数を求めた結果を表8.4に示す

表8.4 ATCシステムの導入による総遅れ時間と総停止回数の減少

	Without ATC			With ATC		
	Morning 7-8:00	Daytime 13-14:00	Evening 17-18:00	Morning 7-8:00	Daytime 13-14:00	Evening 17-18:00
Total Delay Time (hours)	17,201 (1.00)	10,086 (1.00)	13,808 (1.00)	12,321 (0.72)	7,818 (0.78)	10,102 (0.73)
Total Number of Stopping (1000 times)	1,230 (1.00)	665 (1.00)	1,040 (1.00)	836 (0.68)	531 (0.80)	752 (0.72)

Note: Figures in () shows the rate to "without ATC" case

2) ATCシステムの導入による経済便益

ATCシステムのシミュレーションを行った道路ネットワークは781のリンクからなる(ステージIは447リンク、ステージIIは334リンク)。これらの各リンクの交通量にVOC、TTCの原単位を乗じたものの総和をもとめることによって、対象地区全体としての1時間当りの総交通費用を求めた。ATCを導入した場合としない場合の双方について、この総交通費用を求め、その差をATCプロジェクトの経済便益とした。

以上の計算は交通量の車種構成を考慮したVOC、TTC原単位を使用して実施したものである。表8.5は1993年と2007年の経済便益を示す。

表8.5 1993年と2007年の経済便益

Million Baht

Stage I			Stage II			Stage I+II					
Year	VOC Saving	TTC Saving	Total	Year	VOC Saving	TTC Saving	Total	Year	VOC Saving	TTC Saving	Total
1993	181	540	722	1993	89	290	379	1993	271	830	1,101
1994	185	570	755	1994	91	306	397	1994	276	876	1,152
1995	189	599	788	1995	94	322	415	1995	282	921	1,203
1996	192	629	821	1996	96	337	433	1996	288	966	1,254
1997	195	654	848	1997	97	351	448	1997	292	1,004	1,296
1998	198	678	876	1998	99	364	462	1998	296	1,042	1,338
1999	200	703	903	1999	100	377	477	1999	301	1,080	1,380
2000	203	727	931	2000	102	390	492	2000	305	1,118	1,423
2001	206	752	958	2001	103	403	507	2001	309	1,155	1,465
2002	209	777	985	2002	105	417	522	2002	314	1,193	1,507
2003	212	805	1,017	2003	107	432	538	2003	318	1,237	1,555
2004	215	835	1,049	2004	108	448	556	2004	323	1,283	1,605
2005	218	866	1,082	2005	110	464	574	2005	328	1,330	1,656
2006	221	898	1,116	2006	112	482	592	2006	333	1,380	1,709
2007	224	931	1,151	2007	114	499	612	2007	338	1,431	1,763

8. 4 評価と結論

ATCシステムの便益とプロジェクトコストとの比較による、内部収益率(IRR)、現在価値(NPV)、便益/コスト比率(B/C)の評価指標の計算結果についてプロジェクト全体の評価(ステージIとステージII)を表8.6に、ステージIだけの評価を表8.7に示す。割引率はタイで通常、公的に使用されている12%を適用した。

このプロジェクトのIRRは極端に75%と高く、全ての初期投資額は12%の割引率の下に、システム開始後、12.1カ月で回収される。NPVは5,631千バーツを示し、B/Cは8.3となる。

この種の経済評価をどのように測定するか議論の多いところである。本調査では、時間価値は対象エリアの経済的な市民活動の生産性に基ずいて計測したものである。たとえこの単位時間価値が認められた場合でも、節減した旅行時間数分のほんの少しのものをこの価値とするのは異論があるだろう。そこで確定的なVOC節減便益だけを取るとIRRは17.2%と計算されるが、ATCプロジェクトは、なお経済的にフィージブルである。

インフラストラクチャーの公共交通プロジェクトで非常に高い内部収益率のものは数少ない。そのためこのプロジェクトは非常に高い優先度を与えるべきで、このプロジェクトの詳細設計と実施計画およびファンドの獲得の準備を緊急に開始することを強く勧告するものである。

表8.6 ATCプロジェクトの評価 (ステージI、ステージII)

(1,000 Baht)

Year	Cost	Benefit	B-C	B-C discounted by 12% p.a.
1990	18,006		-18,006	-16,007
1991	539,000		-539,000	-429,688
1992	309,262		-309,262	-220,127
1993	22,397	721,658	699,261	444,393
1994	22,397	1,151,967	1,129,570	640,949
1995	22,397	1,203,027	1,180,630	598,144
1996	22,397	1,254,088	1,231,691	557,154
1997	22,397	1,296,225	1,273,828	514,478
1998	22,397	1,338,363	1,315,966	474,550
1999	22,397	1,380,500	1,358,103	437,273
2000	22,397	1,422,639	1,400,242	402,536
2001	22,397	1,464,776	1,442,379	370,223
2002	22,397	1,506,914	1,484,517	340,213
2003	22,397	1,622,050	1,599,653	327,321
2004	22,397	1,745,935	1,723,586	314,893
2005	22,397	1,879,384	1,856,987	302,915
2006	22,397	2,022,979	2,000,582	291,373
2007	22,397	2,177,564	2,155,167	280,254
Total	1,202,223	22,188,096	20,985,873	5,630,778
Internal Rate of Return (%)				75.1
Net Present Value (million B.)				5,631
Benefit/Cost Ratio				8.27

表8.7 ATCプロジェクトの評価 (ステージIのみ)

(1,000 Baht)

Year	Cost	Benefit	B-C	B-C discounted by 12% p.a.
1990	18,006		-18,006	-16,077
1991	533,326		-533,326	-425,164
1992	22,205		-22,205	-15,805
1993	22,205	721,658	699,453	444,515
1994	22,205	754,812	732,607	415,701
1995	22,205	787,965	765,760	387,958
1996	22,205	821,118	798,913	361,388
1997	22,205	848,494	826,289	333,724
1998	22,205	875,869	853,664	307,840
1999	22,205	903,245	881,040	283,671
2000	22,205	930,620	908,415	261,148
2001	22,205	957,995	935,790	240,194
2002	22,205	985,370	963,165	220,732
2003	22,205	1,016,543	994,338	203,461
2004	22,205	1,048,704	1,026,499	187,537
2005	22,205	1,081,881	1,059,676	172,856
2006	22,205	1,116,108	1,093,903	159,321
2007	22,205	1,116,108	1,129,213	146,842
Total	906,612	14,001,801	13,095,189	3,669,843
Internal Rate for Return (%)				73.9
Net Present Value (million B.)				3,670
Benefit/Cost Ratio				7.50

付録

世界の既存ATCシステムの概要

1. 概要

この付録では英国、フランス、オーストラリア、米国、日本において現在稼働しているATCの概要を示す。

2. 英国

現在、約5000の信号制御器をフィクスト・タイム・プランでコードネイトする24の信号システムである。フィクスト・タイム信号システムの多くは、TRANSYT(オフ・ラインの最適化手法)をもとにしたタイミング計画を用いている。しばしばこのプランは現地の交通状況の変化に適応するように手動的に部分修正を加えている。フィクスト・タイム信号システムは非常に効率の高いことが実証されているが、高い効果を常に維持するための全く新しい信号プランをその都度製作する費用を捻出することが難しいことが経験でわかっている。フィクスト・タイム・プランを実行する必要性とその費用が、最近英国で発注される大部分の信号システムがSCOOTによる交通感应式のコントロールを指定している主な原因であるといわれている。或場所では従来のフィクスト・タイム・システムが、高度に自動化された交通対応システムをもったSCOOTで置き換えられている。

3. フランス

フランスでは、50以上の都市もしくは人口8万人以上の都市に中央制御信号システムが設置されている。フランスにおけるコントロール戦略の典型的な例は次の通りである。対象地域の全交差点をいくつかのブロック別に分類する。個々のブロックはブロック間の交通の関連性を解析して求める。一つのブロックは、10~50の交差点からなる。地域レベルの戦略は、予めコンピューター化した交通プランの自動的な選択にもとずいている。選択のプロセスは2段階の作業よりなる。第一にブロック・レベルでの選択を次のように行う。選択したリンクの混雑度に応じて次の2種類のプロセスのいずれかで、3分おきに自動的な交通解析を行う。

- a) これらのリンクの混雑度が与えられたレベルより低ければ、最適のパラメータパターンを選ぶ。混雑度の計測には、12分間でならした占有率と交通量とを1次的に加算した値を用いる。
- b) 混雑度が与えられたレベルを越えたときは、当該リンクの混雑を救済することに第一優先度を与えるために、選択プロセスは計測点の部分集合だけを用いる。

各ブロックのプラン選択を行った後に、車両アクチュエーションと渋滞表示用感知器を使って、個々の交差点に対してサイクルごとにセンターのコンピューターにより自動的に局地的な修正がなされる。

4. オーストラリア

オーストラリアには、約5500の交通信号機がある。その大部分は人口100万以上の都市に設置されている。オーストラリアのATCシステムの制御方法は次の4種に分類できる。

- 1) フィクスト・タイム・コントロール：これは今でもメルボルンの都心の一部で使われている。
- 2) トラフィック・アダプティブ・セレクションのプレセット計画：車両感知器からの情報により予めセットされた信号制御計画を選ぶもので、ブリスベーンの都市内道路で用いられている。
- 3) リンクド・ピークル・アクチュエイテド・コントロール：フィクスト・タイムのATCシステムで車両感応式交差点制御器を使用している。メルボルン、アデレード、ブリスベーンの都市部で使われている。
- 4) トラフィック・レスポンス・コントロール：SCAT (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System) を使用

5. 米国

アメリカでは、1968年から1975年にかけてFHWAがUTCS (都市交通制御システム) プロジェクトを設立した。このプロジェクトの目的は、世界各国の現状のもとで新しいコンピューター利用の交通制御戦略を開発しテストすることである。UTCSプロジェクトの制御戦略研究開発は次の三つの段階に分けられる。

- 1) 第一段階：オフラインの最適解を求める技術により、予め準備されたタイミ
ング・プランを開発する。
- 2) 第二段階：現況の交通データをもとに、オンラインでタイミ
ング・プランを
コンピューターで計算する。
- 3) 第三段階：サイクル毎にタイミ
ング・プランをコンピューターで計算する。

交通技術協会は、1987年1月に米国とカナダの交通信号システムの調査を基にし
て報告書を作成した。総数245ヶの交通信号システムのうち143ヶが稼働中、58ヶ
が建設中、44ヶが計画中であった。現在稼働中のシステムの大部分は従来のプラン
選択制御 (第一段階) を使用している。タイミ
ングプランはTRANSYTのようなオ
フラインの最適解法を使っている。現況交通データに基づいたオンライン制御方
法 (第一段階と第二段階の半ば) は小数ながらいくつかのシステムで試験的に適
用されている。

6. 日本

表A.1に1987年3月現在の日本における種々なタイプの交通信号制御の実数を示す。交通信号機の総数は約122,000で、そのうち34,500が74都市のATCシステムに配置されている。ATCの制御の基本方針は、原則的に従来のトラフィック・アダプティなプラン選択タイプである。しかしながら、重要交差点の青信号時間は、トラフィック・レスポンスなプラン形成法によって一般にコントロールされている。ATCシステムの対象地域は、一つのサブエリア内の交通状況の変動が同様になるように、いくつかのサイクル長、スプリット、オフセットなどの信号タイミングは基本的には個々のサブエリアに対して個々に定められる。普通の場合、保守上の理由により超音波感知器が使用されている。車両感知器は、主要交差点の全アプローチの停止線から150-200m上流側に配置される。

表A.1 日本の交通信号制御（1987年）

Type	Number of Traffic Signalized Control Intersection
Area Control (74 cities)	34,510
Coordinated (3,8860 groups)	19,499
traffic-responsive	5,247
pretimed multi-program	12,584
pretimed single-program	460
coordinated push button	1,208
Isolated	67,795
full traffic-actuated	1,039
semi traffic-actuated	6,439
bus/rail-responsive	390
pretimed multi-program	39,223
pretimed single-program	588
push button	19,471
others	645
Total	121,804

第3編

共同溝システム

第3編 共同溝システム計画 目 次

第1章 序	3-1
1.1 背景	3-1
1.2 目的	3-1
1.3 調査フロー	3-2
第2章 概要	3-3
2.1 バンコクの公共施設	3-3
2.2 地下公共施設	3-4
2.3 公益施設の将来需要と道路掘削工事	3-5
2.4 共同溝の分類	3-6
2.5 共同溝の効果	3-8
2.6 共同溝の必要性	3-8
第3章 技術指針	3-9
3.1 基本計画	3-9
3.2 幾何計画	3-9
3.3 構造計画	3-10
第4章 法令等の準備	3-10
4.1 概要	3-10
4.2 日本の共同溝法の概要	3-11
第5章 ケーススタディー	3-12
5.1 目的と方法	3-12
5.2 幹線共同溝	3-12
5.3 供給管共同溝	3-18
5.4 事業費と実施計画	3-22
5.5 評価	3-27
5.6 結論と提言	3-32

第1章 序

1. 1 背景

バンコク、首都圏の社会／経済の急速な発展と人口の集中は、電話、電力、給排水といった公共施設の需要の急激な伸びをもたらした。このような公共施設は健全な都市生活には欠くことのできないものであり、ライフラインと呼ばれている。

公共施設の伸び続ける需要に対処するために関連企業は、施設を新設したり既設のものを改良したりする努力を続けてきた。例えば、電話は過去10年間の間に4倍の伸びを示し、今後数年でさらに2倍になると予測している。

世界の主要な都市と同じように、バンコクでもほとんどの公共施設は道路の路面下に造られてきており今後もそうであろう。これらの施設の敷設工事は道路の掘削を余儀なくされ、現在でさえ交通容量が不足している道路に、より深刻な交通過密を助長することになる。

もっと悪いことには、敷設工事はそれぞれの企業者にとって都合の良いときに進められるため次々と路面掘削が繰り返されるということである。交通の流れのうちたとえ1カ所でも障害物があれば、それがごく小さくものであっても、道路の慢性的な過密状態というバンコク市内の道路網はかなり広範囲にわたって深刻な交通麻痺を引き起こすということを忘れてはならない。

この問題に対する答えの一つがいわゆる共同溝と呼ばれるもので一般的に路面の下に敷設されるものである。この共同溝にはさまざまな形式があるが、基本思想は、共同溝建設により、その中に敷設される企業者の異なる公益施設の敷設工事や維持管理のためのスペースを設けることで、それ以後の建設工事による交通障害を解消するというものである。

1. 2 目的

共同溝計画の検討目的は、共同溝の一般知識と応用について、合わせて工学上の基本事項及び行政上の知識並びにバンコクにおける共同溝計画と実施のための必要資料をBMAに対して提供するものである。

この検討のために、以下の作業を実施する。

- a. バンコクにおける共同溝の必要性の検討
- b. 共同溝の計画及び設計に関する技術基準作成
- c. 対象道路での共同溝の計画に関するケーススタディー

次項で述べるように共同溝は交通工学上、経済上からもかなり利点がある。国によって名称の付け方や機能などにより、異なる呼び方をしているこの共同溝に

関しては、いくつかの国が建設に熱心である。

1. 3 調査フロー

この調査は2段階にわたり、合計10カ月で行われた。調査フローは図1.1に示す。

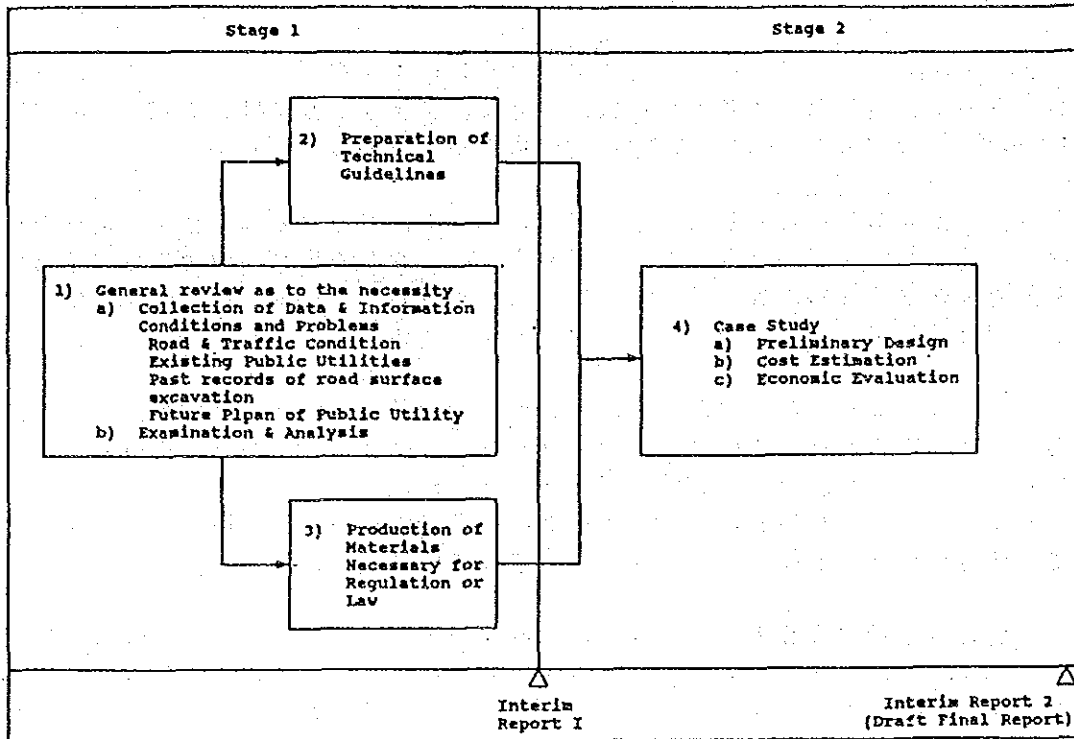


図 1.1 調査方法の流れ

第2章 概 要

2. 1 バンコクの公共施設

バンコクでは、主要な公共施設の内、電話、電力ケーブルと上下水道の管渠は道路空間に敷設されているが、都市ガス供給システムは開発されていない。

1) 電話

電話ケーブルにおいても、電話局と分電盤をつなぐ基線ケーブルは大部分地中化されており、一方、各ユーザーへのサービスケーブルは架空線でつながれている。現在バンコクの地中化率は約50%である。TOTの基本的な方針は、基線ケーブルは地中線として、サービスケーブルは架空線として敷設するとしているが、TOTもMEAと同様に、景観保全地区において架空線で敷設されているサービスケーブルの地中化も積極的に検討されることになろう。

2) 電気

電気の供給系統は図-2.5に示すように、EGATの230KVの外輪ループ系統からバンコク都市部のMEAの1次変電所に送電される。それより69KVの送電線で2次変電所へ送られ、そこから12KVの配電線で電柱上の変圧器に送られ、そこで220Vに減圧され一般ユーザーに供給されている。大口の需要者に対しては12KVあるいは69KVで直接サービスされている。

69KV2次送電線は、バンコクの官庁街あるいは王宮、寺院のあるプラナコン地区において地中ケーブルで敷設されているが、その他の大部分は架空線である。12KVの1次配電線は、バンコクの新業務地区であるパトムワンおよびバングラ地区では約20%が地中線であり、その他の地区と比べ地中化が進んでいる地区と言えよう。地中ケーブルの大部分は歩道下に設置されている。

MEAとしては、電力設備の拡張計画に対し、バンコク市の急激な都市化現象に伴う通過権、建物への接近、美観、安全などの問題を抱えている。従ってMEAは、地中設備に対する経済的な問題はあるものの、将来地中設備の拡大に対して、積極的に検討をしている。

3) 上水道

上水道の供給系統はバンケン、トンブリ、サムセンの浄水場より送水管(φ2.0~3.4m)で各ポンプステーションに送られ、そこより、幹線(φ400~1,500)、枝線(φ100~300)、取付管(φ50~75)と徐々に管径を小さくしてユーザーに供給されている。

枝線および取付管は歩道下に設置され、幹線は歩道に近い車道下に設置されている。送水管は専用敷地内に設置されている。

4) 排水

敷設されている排水管はφ300～□2700×2550までの管路あるいはボックスカルバートが枝線管、幹線管の役割に応じて、歩道下または歩道に近い車道下に敷設されている。

2. 2 地下公共施設

図-2.1はバンコク中心地区の幹線道路であるシーロム道路における公益施設の道路地下敷設状況を示したものである。電力線用管路として24管路、電話線用管路として9管路、排水管が2本（φ1.2mとφ60）、水道管が3本（φ600、φ300×2）、合計38管路が両側歩道下あるいは歩道に近い車道下に敷設されている。これらの施設は自動車交通に影響を与えない歩道下に敷設されてきたものの、各施設の拡張整備により車道下に及んでいる。

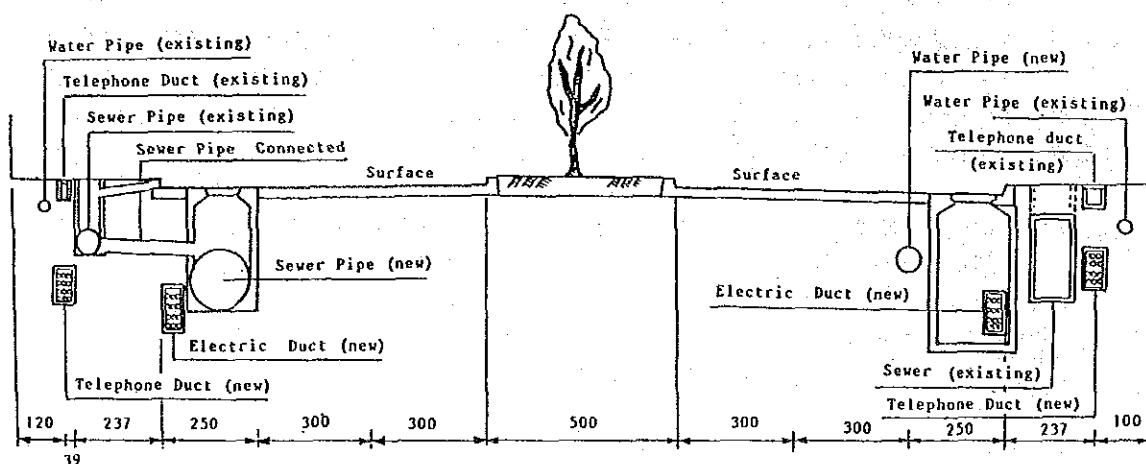


図 2.1 シーロム通り下に敷設された公益施設

さらに、これらの公益施設は、各公益企業者の拡張計画に基づき敷設されたものであるために必ずしも整理された利用状況とは言えない。このようなことは、他の幹線道路についても言えることであり、他に道路地下空間を利用した施設計画、すなわちマス・トランジット・レイルウェイ、高速道路、下水道設備などの計画が将来において推進されるなか、道路地下空間の有効な利用という意味において、秩序ある道路空間の利用が望まれる。

2.3 公共施設の将来需要と道路掘削工事

各公益施設のための掘削工事は、原則的に夜間工事とされているが、工事を行わない昼間においても、道路の車線回復がなされておらず、工事期間中は車線規制により容量低下をまねいている。

図2.2は各公益事業者の施設拡張、修理に伴う道路路面掘削の頻度を示したものであり、その傾向は年々増加している。各公益施設の拡充計画を簡単に記せば以下の通りである。

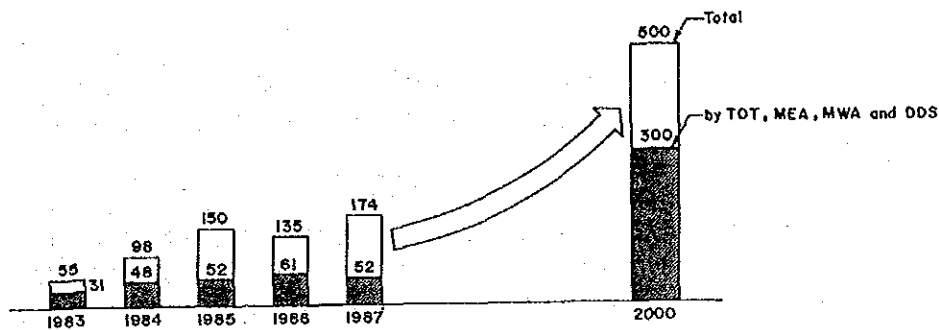


図 2.2 公益施設の需要と道路掘返し件数

1) 電話回線

電話回線は、1986年時点の87万回線を1992年には176万回線に増設する計画（TOT資料）である。又、電話回線の需要は1997年で210万回線、2002年には280万回線に増加すると予想される。

2) 電力

電力は、2次送電線拡充計画として、1982年から1991年まで68.8km、1992年から2001年まで214.1kmの増設と、配電線拡充計画として1981年時のファイダー数345を1991年時に487（ケーブル延長914kmの追加）、2001年時に770（ケーブル延長1538kmの追加）の増設が必要とされている（1982年M/P-JICA）。そのうち、2次送電線18.2kmが地中線として計画されており、また配電線についてもCBDや景観保全地区において地中化が進められるであろう。

3) 上水道

上水道は、MWAの第3次供給計画（1986～1990, Stage II Phase 1A）として、1,000kmの枝線の敷設、125kmの幹線および準幹線配水管と1,000kmの取付管のリハビリ

を、第4次供給管（1988～1991、Stage II Phase 1A）として、1,000kmの枝管の敷設が予定されている。

4) 排水管

排水管については、排水管網としての整備はすでに終わっているものの、今後共そのリハビリが続くであろう。下水道整備計画については、1981年M/P-スタディ（JICA）によれば、事業開始後20年間で整備を予定している幹線管渠が36.8km、枝線管渠が1,020kmである。

5) 天然ガス

PTTのマスタープランによれば、将来バンコク首都圏の周囲を8～16インチの天然ガス供給管を敷設し、これから都市内に4～10インチ管で引き込み、1～6インチ管で各需要者に供給する。

以上のようにバンコクの急激な都市化に伴い、これらの公益施設拡充計画による路面掘削工事は今後とも一層増加することが予想され、路面掘削工事の増加が交通混雑に一層の拍車をかけるばかりでなく、道路構造の弱体化を招き、また沿道住民の日常生活にも多大な影響を与えることは明かであろう。

2. 4 共同溝の分類

共同溝は公益物件の供給、処理施設のどの部分を共同溝に収容するかによって、共同溝の性格、構造もおのずと変わってくる。従って、共同溝はその性格により幹線共同溝と供給管共同溝に大別される。さらに、供給管共同溝の最もシンプルなものとして、電気、電話などのケーブル類のみを収容するものがあり、通常、CAB（Cable Box）と呼ばれている。

1) 幹線共同溝

幹線共同溝は直接沿道地域のサービスを目的としないメインケーブル（例えば電力では一次変電所から二次変電所へのケーブル、電話では中継局間のケーブル）やメインパイプ（例えば上水では水源池から処理場までのパイプ）を収容するもので主として車道の地下に設置されている。

幹線共同溝に収容された幹線輸送施設のほとんどは二基地間を連結するものであるが、周辺地域の需要状況によっては、供給のためその道路の主要交差点等において、供給施設の一部を分岐させる場合がある。このような分岐に必要なスペースを特殊部と呼んでいる。特殊部には、そのほかに電気、電話のケーブル類のジョイント部（投入ケーブルの長さ制限によるため）や、公益物件を敷設導入するためのホールなどがある。

このように、共同溝には多くの特殊部があり、従って各占用者の特殊部はでき

るだけ整理統合し、特殊部の箇所数を少なくすることが、地下利用および経済性の面で望ましく、計画時点で留意することが大切である。

2) 供給管共同溝

供給管共同溝は沿道地域へ直接サービスをするケーブル及び管路を収容する施設であり、沿道の各施設の需要に対して、その都度道路を掘返すことなく直接共同溝から供給される。したがって、供給管共同溝は供給の容易さから歩道部分に設けられるのが普通である。

3) CAB

キャブシステムは、道路空間の有効利用、都市の防災機能の強化、都市景観の向上を直接の目的とするもので、電話、電気のケーブルのほかに、今後の高度情報化社会の進展に伴い普及することが予想されるニューメディアに関するケーブルも同時に収容するものである。一般に、キャブシステムは施工性と維持管理面から歩道下に設置され、ふたかけ方式のU字型構造である。

それぞれの共同溝の概要図を図2.3に示す。

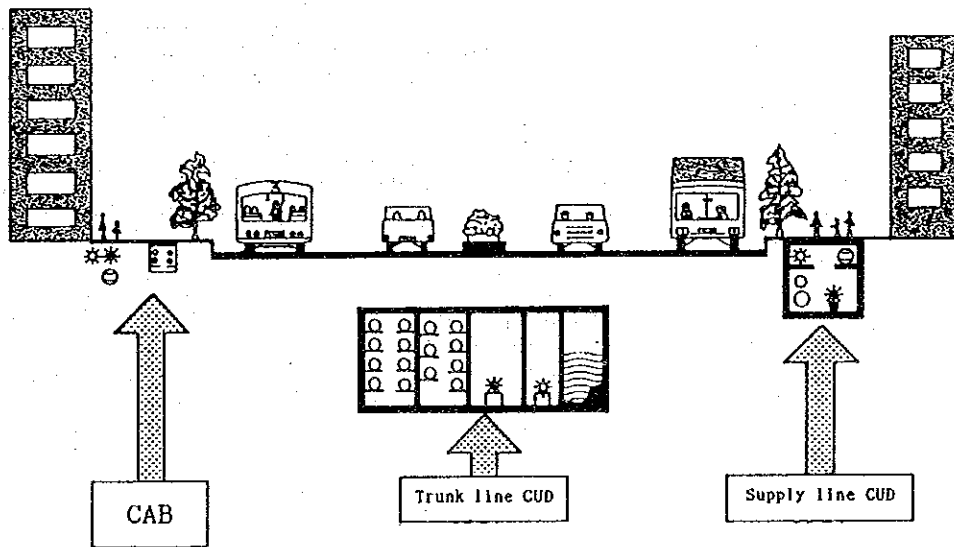


図 2.3 共同溝の概念図

2. 5 共同溝の効果

共同溝の整備効果を表2.1に示す。

表 2.1 共同溝の見込まれる便益

Benefits		Details of Benefits
Benefits to Authorities Responsible for Road Management	Smooth flow of road traffic	- Elimination of traffic congestion due to road surface excavations. - Avoidance of traffic accidents due to road surface excavations.
	Preservation of road structure	- Reduced maintenance and repair costs of roads. - Prevention of vibrations and noise due to deterioration of road surfaces.
	Prevention of public nuisance (noise and vibrations) due to construction works	- Noises and vibrations due to construction works can be prevented since they are undertaken in the duct.
	Effective utilization of road spaces	- Larger road spaces available as a result of concentration of public utility facilities. - Larger spaces available for planting and pedestrian traffic as a result of expansion of road spaces.
Benefits to public utility enterprises	Higher priority to expansion or renewal of public utility facilities	- Easier to expand or renew public utility facilities according to public demand and changes in land utilization.
	Increased safety of public utility facilities and stabilized supply of power, water and gas	- Visual inspection helps achieve, reliable maintenance which in turn ensures safety of public utility facilities and stable supply of power, water and gas.
Improved scenery of street		- Improvement of street scenery as a result of laying overhead cables underground. - Improved street scenery contribute toward enhancing the value of cultural and tourist resources of Bangkok.

2. 6 共同溝の必要性

共同溝の整備効果と現在のバンコクの急激な社会・経済活動の発展、人口集中による急激な都市化、道路交通状況、公益施設の拡張計画を照らし合わせれば、共同溝整備の必要性は当然といえる。

しかしながら、共同溝の建設は、巨額な投資と共に長い工事期間を伴う大規模な土木工事であることに留意しなければならない。

共同溝の計画者は、その建設の初期段階において、いくつかの交通上の問題や、財政上の困難さを予測し、工事期間の交通障害を最小限に留める予防策を講じるようにしなければならない。

第3章 技術指針

この技術指針は幹線、供給管共同溝及びキャブの計画、設計するために用意された。主な項目は1) 基本計画、2) 線形計画、3) 構造計画である。

3.1 基本計画

共同溝の計画に当たっては、道路の占用物件の状況等を把握したうえ、関連事業計画等の有無を調査し、関係機関と十分協議並びに調整を図り計画するものとする。

共同溝と高架道路の橋脚等とは分離構造とするのが望ましい。ただし、一体構造とする場合は、共同溝の位置及び構造等について、協議の上、計画するものとする。また、共同溝と高架道路の橋脚等が隣接する場合は、高架道路の事業者の意見を聴取の上、位置及び構造等について計画するものとする。

3.2 幾何構造

1) 内空断面

標準断面は各企業者の収容計画及び維持管理用のスペースを基づいて計画された必要断面を考慮して決定される。

通常、幹線及び供給管共同溝は維持管理のために2.1mの内空高さを必要とする。

2) 土被り

車道下の土被りは舗装厚さや横断管を考慮して計画される。又、歩道下の土被りは舗装厚が考慮して、定められる。

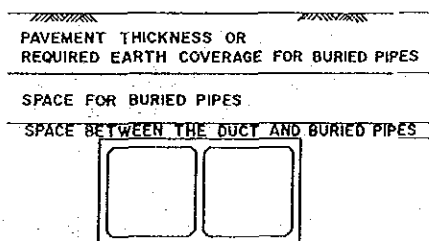


図 3.1 歩道下の土被り厚

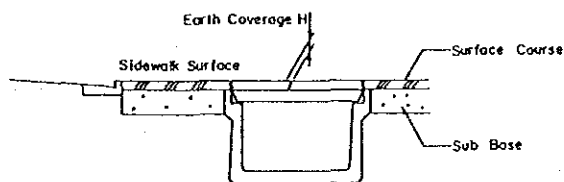


図 3.2 横断道路下の土被り厚

3) 線形

需要者に直接サービスしない幹線共同溝は車道下に、供給管共同溝やキャブは歩道下に計画される。共同溝の平面線形は原則として、道路線形と一致して計画される。

共同溝の縦断勾配は、特殊部を除き排水を考慮して0.2%以上とし、共同溝の収容物件や維持管理等を考慮して、できる限り道路の縦断勾配に合わせて計画するものとする。

3. 3 構造計画

1) 荷重

共同溝本体構造物の設計に当たっては、設計荷重は死荷重、活荷重、土圧、水圧及び浮力を考慮しなければならない。地下水位が高く、土かぶりの少ない箇所については、浮き上がりに対する安全率は、1.2以上でなければならない。

2) 容応力度

鉄筋コンクリート部材の設計方法は、AASHTOの許容応力度法に従わなければならない。

3) その他

幹線及び供給管共同溝は維持管理のために換気孔と排水システムを設置しなければならない。

第4章 法令等の準備

4. 1 概要

共同溝システム導入の推進のためには、主に次のような理由から立法措置が必要である。

- a. 共同溝は結果としては公益事業者及び道路管理者に利益をもたらすものであるが、建設に関して初期投資が高額のため共同溝の建設プロジェクトの参入にたいし消極的になる。
- b. 特定道路でのそれぞれの公益事業者による工事の禁止は共同溝システムの促進に有効である。

- c. 共同溝システムは関連する企業者が足並みを揃えて協力しないと効果が挙がない。
- d. 各企業者の費用分担割合の決め方が共同溝建設に関して最も基本的な問題の1つである。

4. 2 日本における共同溝法制定の背景

1923年に起きた関東大震災後の復興事業の一環として、1925年に東京九段坂に日本で初めて延長270mの共同溝が建設され、同様な共同溝が東京中心部の八重洲通りと銀座通りを含めた4箇所建設された。震災後、それ以後30年近く日本では建設されなかった。

1955年、全国的なモータリゼーションの著しい伸びと全国道路網の急速な整備によってますます増加する市街地の深刻な交通混雑に対処する方法として、たび重なる道路工事を防ぐための手段として大都市における共同溝の建設の必要性が認識されてきた。

このような歴史的推移を経て、1963年に、共同溝法が制定され、日本において、共同溝の建設と維持管理の基礎ができた。これ以来、共同溝の建設は主要都市で飛躍的に進むことになり、東京では約100kmが整備された。

共同溝は「交通が著しく輻輳している道路または著しく輻輳することが予想される道路」で占用工事が道路交通上著しい支障を生ずる恐れがあると認め、「共同溝を整備すべき道路」として建設大臣が指定する道路において建設される。当該指定がなされた道路における占用工事は原則として禁止される。

共同溝整備道路が指定されると、道路管理者は関係公益事業者に意見を求めたうえ、共同溝を建設する旨の公示を行い、共同溝整備計画を作成し、これについての各公益事業者の意見書の提出を受けて整備計画を確定し、建設に着手することとなる。

本来、道路付属物は道路管理者が自ら費用を負担して建設するものであるが、共同溝の場合は他の道路付属物と異なり、各公益事業者が共同溝の占用部分を独占的に使用できる権利を与えられるものである。共同溝に収容することによって、公益事業者が受ける利益等を勘案して、公益事業者が建設に要する費用の一部を負担することが妥当であるとされている。

これに関連して、公益事業者の共同溝の建設費の分担金に対して、日本開発銀行の融資の途が開かれている。共同溝の維持管理のために、共同溝管理規程が道路管理者によって義務づけられている。

第5章 ケース スタディー

5.1 目的と方法

調査結果によれば、今後10年間に公益物件は急速な需要増加が予想されるが、各公益事業者は長期的な将来計画網を持っておらず、供給不足の生じている地域に対して、各公益事業者が単独で後追いの整備事業を行っており、これが交通渋滞を助長しているのがバンコック市の現状である。

これ故、共同溝整備の必要性が第2章で指摘されたが、このケーススタディーでは計画から設計、評価までの一例を示し、今後の共同溝事業の確立の参考資料とする。

5.2 幹線共同溝

5.2.1 対象道路

幹線共同溝が計画される対象道路は以下の条件が満たされていなければならない。

- a. 対象道路の沿道周辺の人口密度が高いこと。
- b. 沿道周辺の発展によって公益物件の需要増大が予想されること。
- c. これらの増大に伴って占用工事が道路交通に支障をきたすことが明らかなこと。

また、公益物件の幹線計画網が対象道路に計画されていることが望ましい。これらの事項を考慮して、調査された内環状道路内の幹線と調査地区に選定した2地区（パトムワン、バングラ）の14路線中から、幹線共同溝の対象道路はパホンヨーテン道路が選定された。

5.2.2 予備設計

1) 前提条件

予備設計のための前提条件は次の通りである。

- a. 対象道路区間
対象道路はパホンヨーテン道路のサムセン運河～AR17小路（Soi AR17）の間とし、計画延長はおよそ1200mとする。
- b. 基礎形式
バンコク市は10m～12mの厚い沖積層上に立地しているため、橋梁の基礎は杭等の深い基礎を採用している。共同溝の基礎は橋梁とは異なる。

り連続して地下に施工されるので、仮に沈下が生じてても不等沈下はせず、ほぼ一様に沈下すると考える。

また杭基礎を採用したとき、共同溝の上の道路は沈下しないが他の部分の道路は沈下するので舗装の管理が難しい。よってこのケーススタディでは杭等の深い基礎は考慮しない。

c. 仮設工法

土被りが浅い場合、地下工事等で採用され、施工実績も多く経済性にも優れる開削工法とする。

d. 特殊部

幹線共同溝には、共同溝本体や占有物件の保全のための巡回点検補修作業のための出入口や、構内換気のための外気取入口が必要である。電気、電話のケーブル類の投入ケーブルの長さに制限がありジョイントするためのスペースが必要となる。また、ガス管は内蔵されるものが気体であるため温度変化、応力変化を吸収するための部屋が必要となる。そのほか、収容物件の一部が分岐するときその物件の折曲げ半径を確保するために標準断面より大きいスペースがいる。

このように共同溝には多くの特殊部があるが、各占有者の特殊部はできるだけ整理統合し、特殊部の数量を少なくすることが、地下空間の有効利用および経済性の面で望ましい。これらの特殊部の計画は以下の通りとする。

- a. 電気、電話のケーブルジョイント部は約400m間隔とする。
- b. ガス管のためのループ室は1箇所とする。
- c. 供給施設の分岐は3箇所とする。
- d. 自然換気と強制換気をおよそ200m毎に交互に計画する。
- e. 出入口は1箇所とし自然換気と同一位置とる。

2) 収容計画

収容計画は要求された全ての公共物件を収容するように設定し、必要な特殊部を計画した。対象道路の道路の交差点で公共物件は分岐されるとし、3箇所の分岐部を設けて収容計画を作成し予備設計を行った。特殊部間の標準断面は極力収容される公共物件が内空断面に無駄なく配置されるように計画されなければならない、その結果6タイプの断面が決定された。収容計画は図5.1に、断面は図5.2に示す。

起点から100m区間については3種類のタイプが用意された。タイプFは下水道を収容する計画の場合であり、タイプC、Dは下水道を考慮しない場合である。

3) 換気計画

共同溝の換気は、自然換気と強制換気を200mの間隔を標準として交互に計画された。ただし、ガス洞道の換気は、他の施設の安全を確保するために他の洞道と

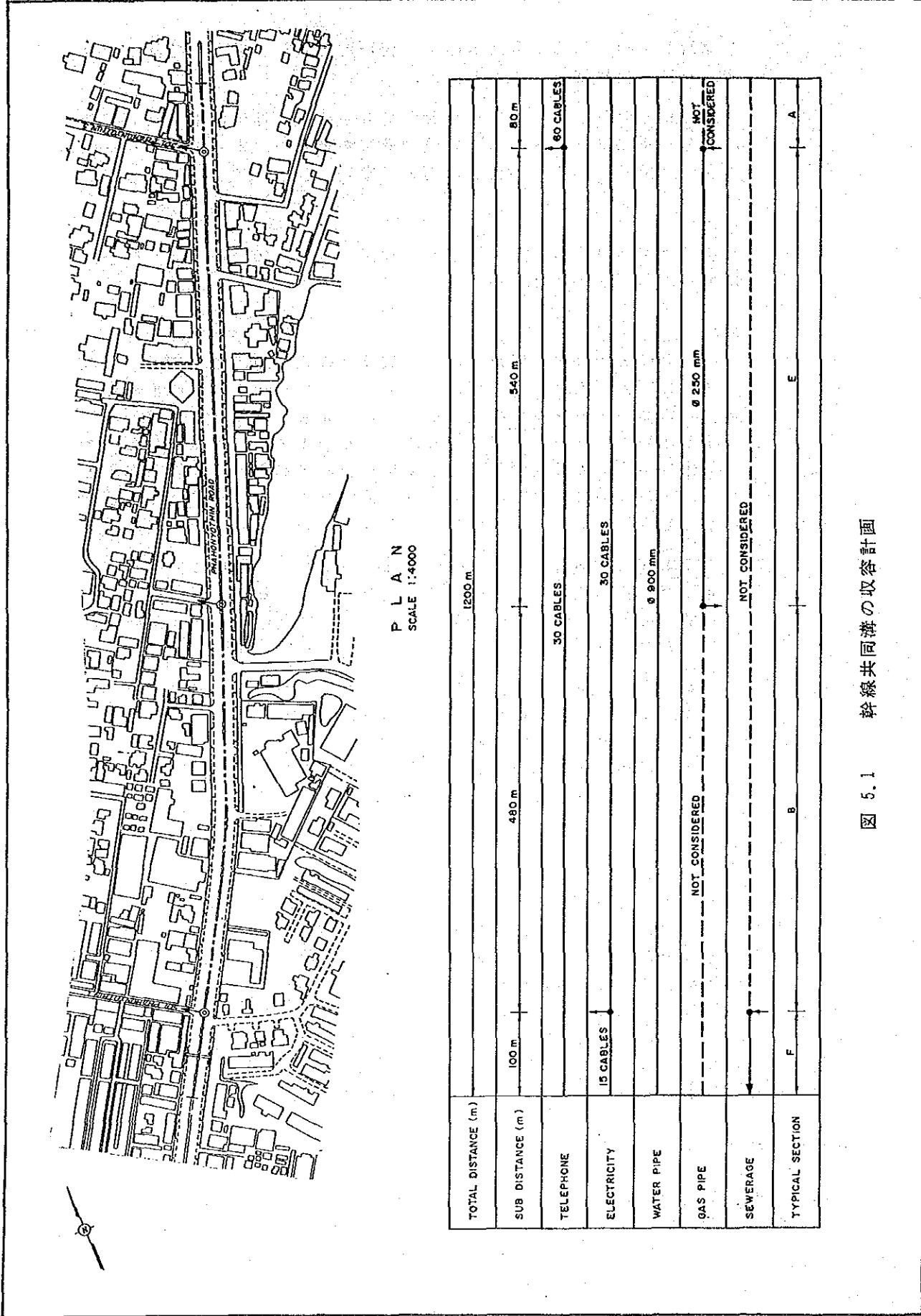


図 5.1 幹線共同溝の収容計画

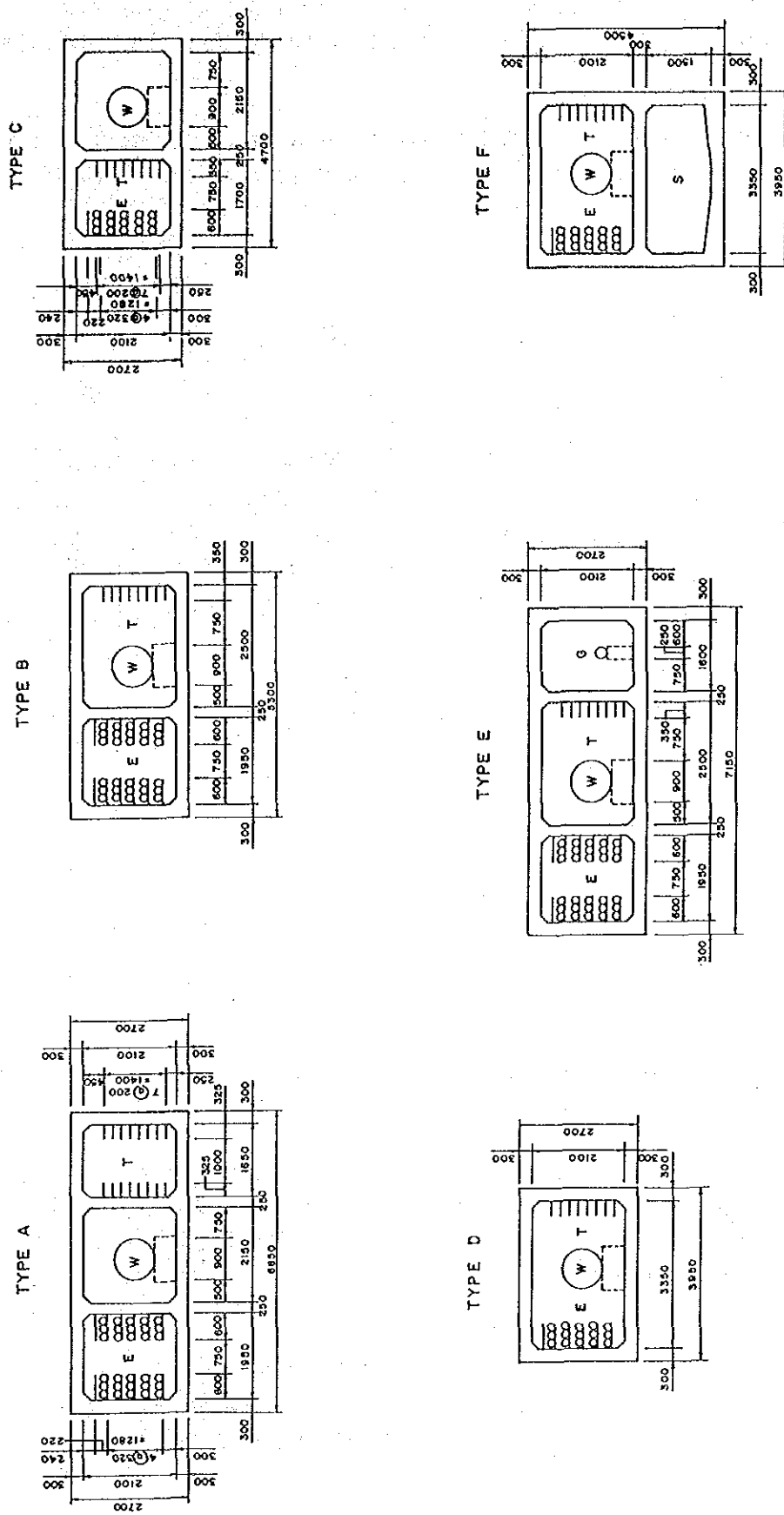


図 5.2 各区間の標準横断面

分離した構造で計画された。自然換気孔は出入口を兼ねた構造とし、洞道への昇降は梯子によるものとするが、1箇所は非常用出入口とし、階段構造として計画された。

換気口の位置は、換気ファンの騒音が排出口より出るため、住宅から離れた所に設置することが望ましいので、中央分離帯に計画された。設置計画は図5.3に示す。

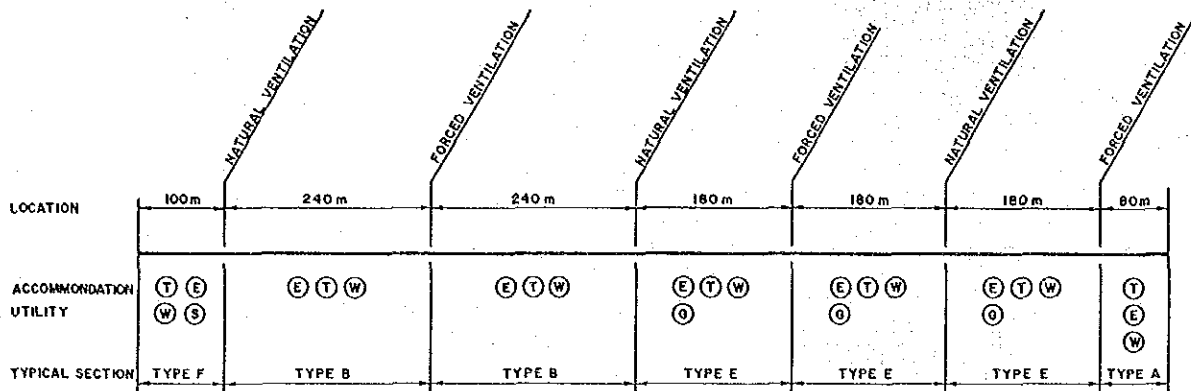


図 5.3 換気計画

4) 線形計画

(1) 平面線形

平面線形の計画にあたってのコントロールポイントは以下のものである。

- a. 道路の平面線形
- b. 道路用地境界からの距離
- c. 都市計画、関連事業計画

選定されたパホンヨーテン道路は特に車道下に大きな埋設物が敷設されておらず、関連事業の計画もないので現況道路の平面線形と一致させて計画される。出入口や換気口のためのスペースとして中央分離帯が利用できるため、共同溝の中心線は道路中心線と一致させた。

(2) 縦断線形

縦断線形は平面線形と同時に検討する必要があるため、平面線形計画の際のコントロールポイントのほかに以下の事項を考慮しなければならない。

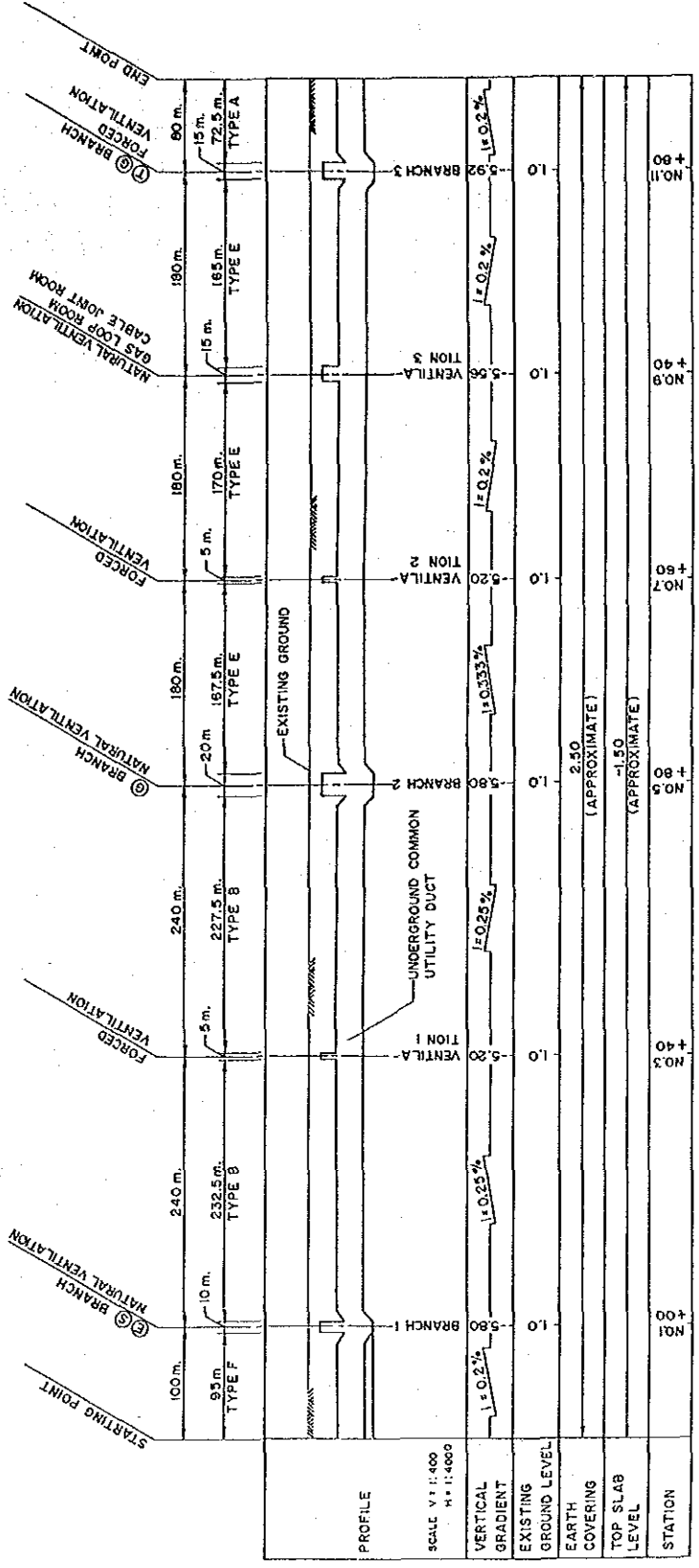
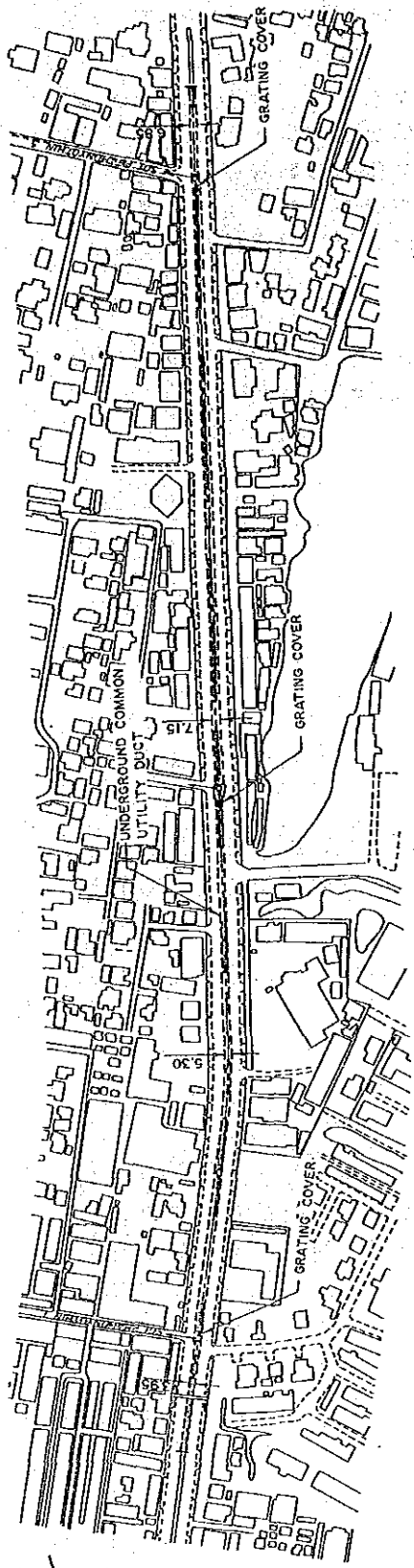


図 5.4 幹線共同溝の平面、縦断

- a. 共同溝の土被り（道路面より共同溝の上床版までの距離）
- b. 縦断勾配

この路線は大きな横断管は埋設されていないので、縦断線形計画を行う上でコントロールポイントとなるのは土被りとなる。特殊部は標準部に比べ断面が大きく、土被りが深くしなければならず、この結果共同溝全体の縦断線形は道路面より深い位置で計画されることになり、施工性、経済性の面から見てもこのましくない。よって、特殊部付近では階段を設けて部分的に深くし、標準区間の土被りを浅くなるように計画された。

共同溝の土被りは、ガイドラインに従い標準部で2.5m、特殊部で1.0m以上を確保した。縦断勾配は特殊部を除き排水を考慮して0.2%以上で計画された。これらの計画は図5.4に示す。

5. 3 供給管共同溝

5. 3. 1 対象道路

供給管共同溝の整備が望まれる路線は

- a. 路線の沿道利用率が高く、さらに沿道開発が促進されると予想される地区であること。
- b. 公益物件の効率的な拡充の可能性を確保することが必要な地区の道路の内、交通量が多く混雑している道路もしくは混雑が予想される道路であること。
- c. すでに都市計画が都市計画が完了して十分な道路幅があり、将来にわたって道路拡幅が見込まれない道路であること。
- d. 設置に必要な幅の広い歩道があること。

これらの諸条件を考慮し、調査された2地区（パトムワン、バングラ）の中から、ラマIV道路、ニューペブリ道路と並び東西方向の幹線道路であり、現況の日交通量は78,000台/日と多いラマI道路が選定された。また、この道路の沿道はホテル、デパート、世界貿易センター、病院など、大きな恒久的建物で形成されている地区であり、沿道商店等を利用する歩行者も多い。

5. 3. 2 予備設計

1) 前提条件

予備設計はラチャダムリ道路を挟んで、およそ700mの区間で行われた。予備設計は下記の前提条件を踏まえて行った。

- a. 現況地下埋設物の内、基線ケーブル及び幹線管渠は幹線共同溝に移設する。
- b. 現況上水道は供給管なので供給管共同溝に移設する。

2) 収容計画

対象道路の現況地下埋設物の状況から判断して、歩道下には幹線及び供給レベルのケーブル及び管渠が多く埋設され、これらをすべて移設させることは困難である。また、沿道家屋からの取付管が車道に近い歩道に設置されている下水のマンホールに向かって歩道下約50cmの所を歩道と直角に10m~20m間隔で敷設されているため、家屋と下水幹線の間歩道直下に大きな構造物を歩道と平行に、しかも連続して構築することは不可能である。よって供給管共同溝は下水道の取付管の下に計画され、土被りは1.0m程になる。

収容される公共物件は中圧と低圧の電力ケーブル、供給電話線、情報通信ケーブル及びφ300mmの水道供給管渠が考慮された。また、歩道下で土被りがほとんどなく設置されるCABは下水道の取付管が障害となって設置が不可能であるため、このケーススタディでは計画されない。標準断面を図5.5に示す。

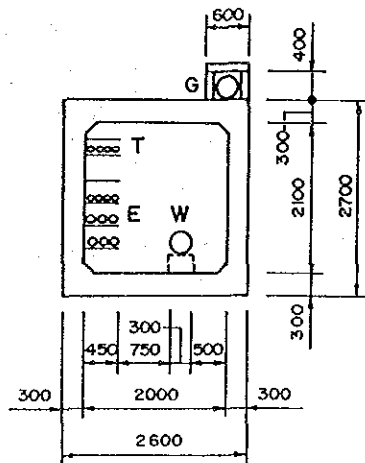


図 5.5 供給管共同溝の断面

3) 換気計画

幹線共同溝と同じく、自然換気と強制換気をおよそ200mの間隔を標準として交互に計画された。換気孔の位置断面図は図5.6に示すように歩道に設けた。

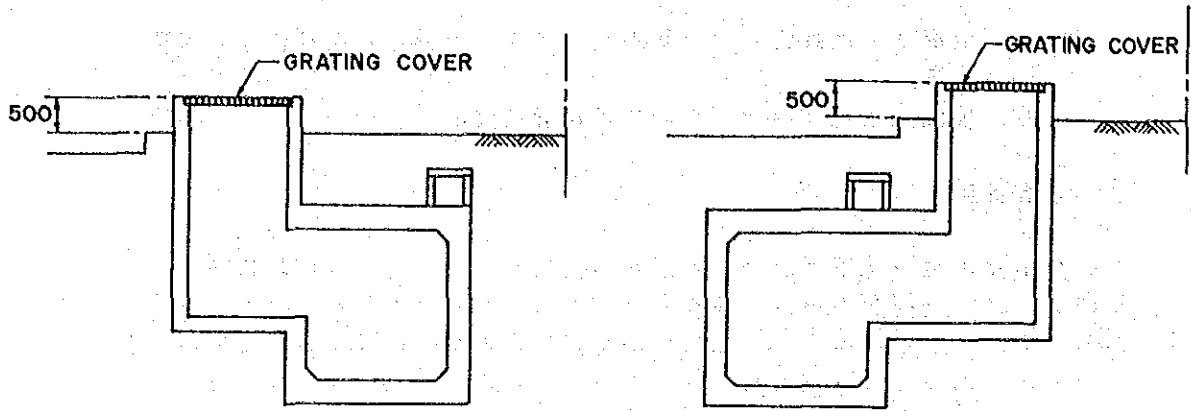


図 5.6 換気部の断面

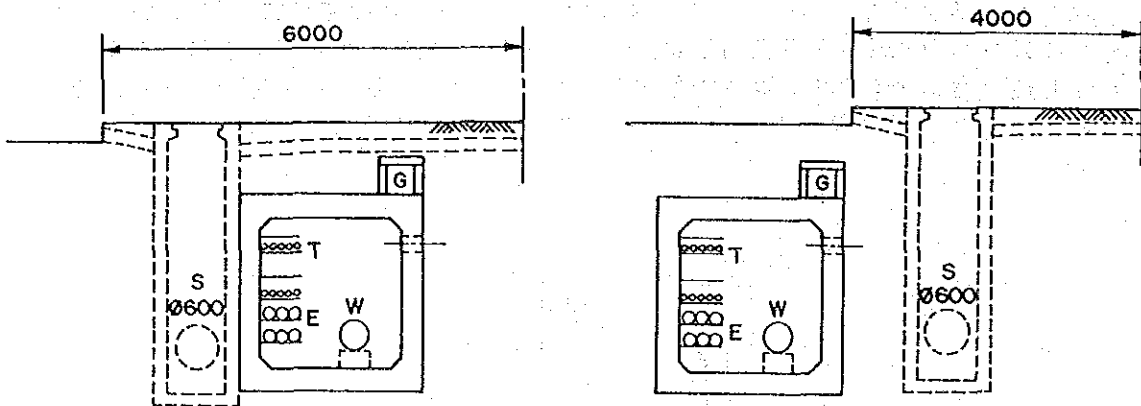


図 5.7 共同溝の下水管の関係

4) 線形計画

(1) 平面線形

歩道下の現況地下埋設物の内、下水道管渠が大きなスペースを占有している。ラマI道路は6mを越える歩道幅があるため、共同溝は歩道のほぼ中央に計画された。プロンチッド道路側は歩道幅も4mと狭く、またデパートの前の歩道橋もあり、下水道管渠を避けて歩道下に設置できないので、この区間は車道下に計画された。

(2) 縦断線形

最小土被りは現況の幹線地下埋設物を考慮して1.0mとし、道路横断部は横断管の位置を避けて下越しになるよう計画され、土被りは2.5mとした。縦断勾配は最低0.2%を確保し、道路横断部付近は土被りが深くなるため排水施設が設置するように計画された。図5.8に平面及び縦断線形を示す。

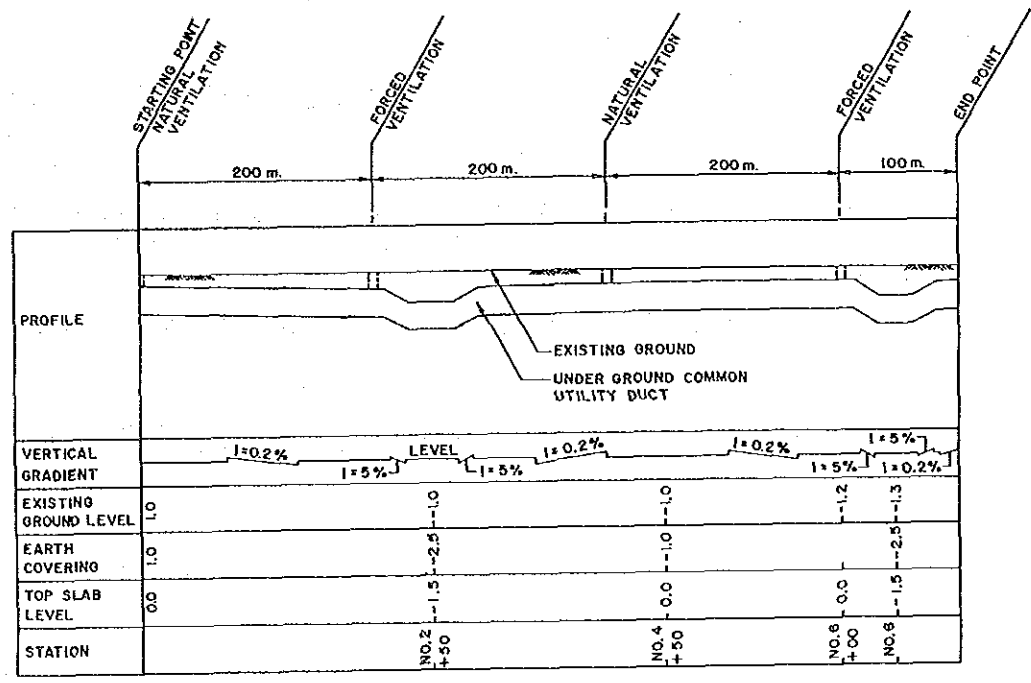
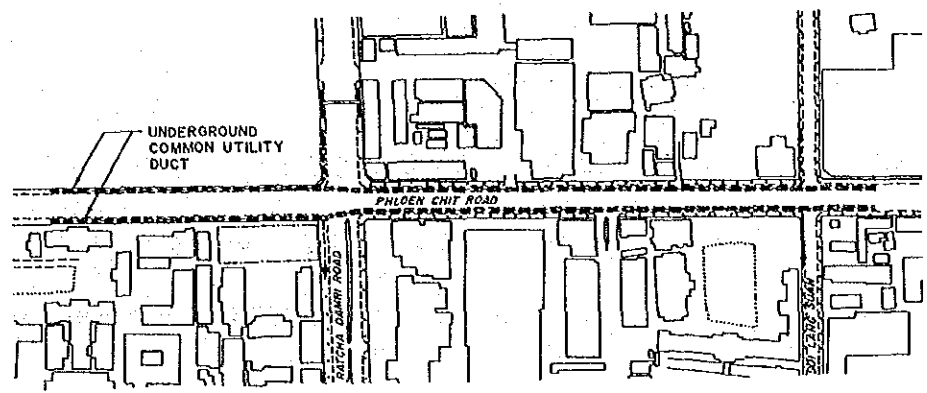


図 5.8 供給管共同溝の平面，縦断

5. 4 建設コストと実施計画

建設コストは概略設計に基づき各共同溝の建設費用を算出するとともに、経済分析に必要な経済コストも算出した。

5. 4. 1 建設コストの前提条件

建設費算出は、つぎに示す事項を基準として行った。

- a. 工事単価は、1989年7月時点におけるデータを基準とする。
- b. 建設事業費は直接工事費のほか、諸経費や利益等の間接工事費、予備費及び詳細設計、施工管理費が含まれる。
- c. 各工事項目の単価は、労務、資材、機材等を積上げて算出された。これらの事項目は、最近のタイ国における建設工事費との照査が行われた。
- d. 共同溝に必要な付帯及び付属施設費は直接工事費の中に含まれるものとする。
- e. 間接工事費は、タイ国の過去の事例に基づいて直接工事費の25%とした。
- f. 詳細設計及び施工管理費は建設工事費（直接工事費＋間接工事費）の10%を計上した。
- g. 予備費として、工事費と設計及び施工管理費の合計の10%を考慮した。

これらをまとめると図5.9に示すフローになる。

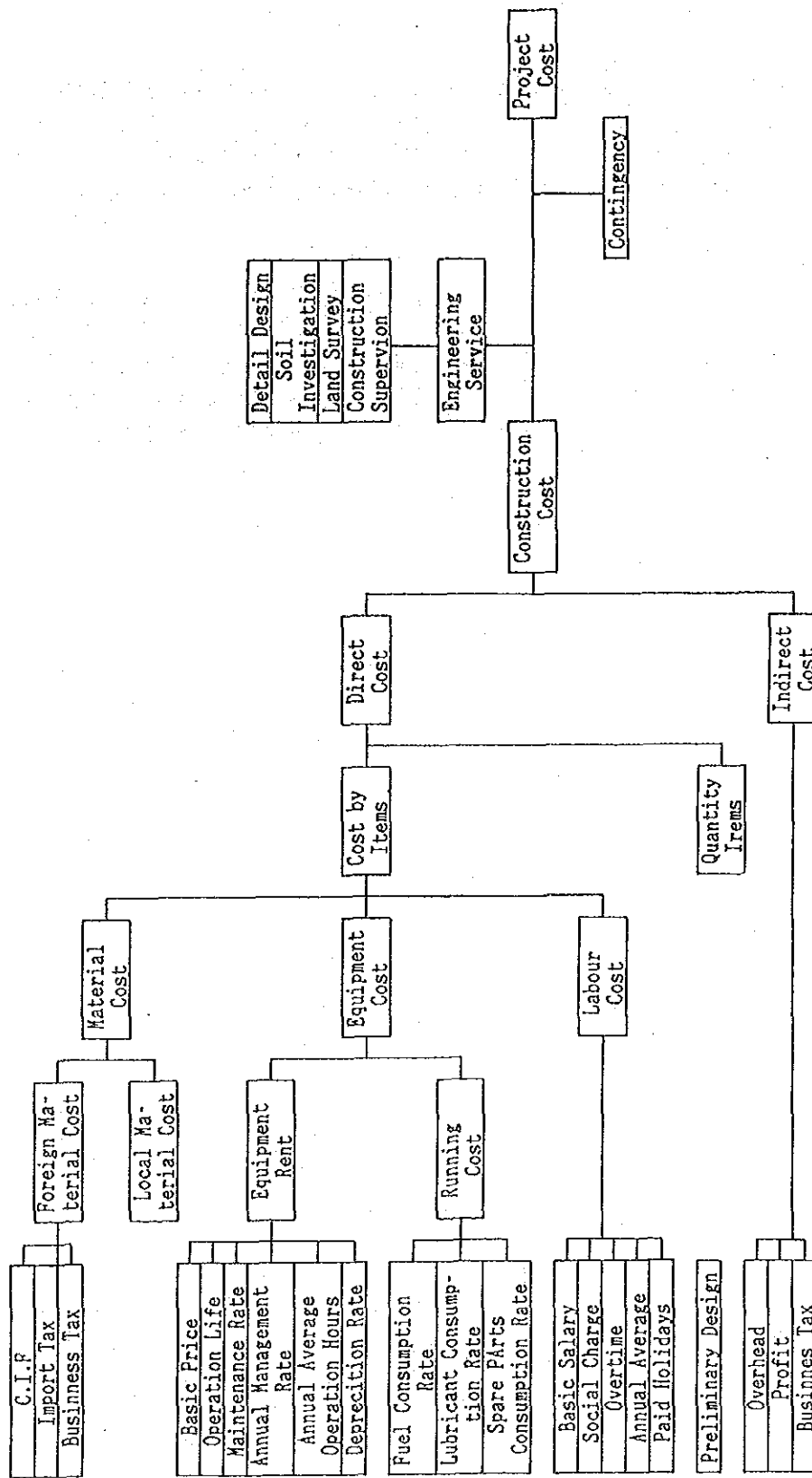


図 5.9 工事費積算の手順

5. 4. 2 建設事業費

幹線及び供給管共同溝の建設事業費はそれぞれタイプ別に内貨と外貨に分け、表5.1と表5.2に示す。外貨は米貨を用いて表した。幹線共同溝の合計は、外貨分約6百万ドル、内貨分89百万パーツであり、供給管共同溝はそれぞれ約2百万ドルと29百万パーツとなった。これらはいずれも1989年7月価格であり、インフレによる物価上昇分は含まれていない。

外貨分1米ドル=25パーツの実勢レートを用いて内貨と合計すると、幹線共同溝は約251百万パーツ、その内外貨分は65%であり、供給管共同溝はそれぞれ約82百万パーツ、64%となった。1m当りの建設事業費は幹線で210千パーツ、供給管で17千パーツとなった。建設事業費の内、仮設費の占める割合が大きくおよそ60%となった。これは仮設に使用される材料がほとんど輸入材のためである。

表 5.1 幹線共同溝の財務事業費

UNIT: 1000 BAHT

SECTION	LENGTH (M)	CONSTRUCTION		TOTAL	PER LM	FOREIGN (%)	LOCAL (%)
		FOREIGN	LOCAL				
TYPE F	95.0	10,870	5,937	16,807	177	64.7	35.3
BRANCH 1	10.0	1,230	702	1,932	193	63.7	36.3
TYPE B	460.0	47,350	25,891	73,241	159	64.6	35.4
VENTI 1	5.0	628	356	984	197	63.8	36.2
BRANCH 2	20.0	2,687	1,517	4,204	210	63.9	36.1
TYPE E	502.5	57,556	31,443	89,000	177	64.7	35.3
VENTI 2	5.0	746	431	1,177	235	63.4	36.6
VENTI 3	15.0	2,214	1,288	3,502	233	63.2	36.8
BRANCH 3	15.0	2,155	1,264	3,419	228	63.0	37.0
TYPE A	72.5	8,713	4,822	13,535	187	64.4	35.6
TOTAL	1200.0	134,149	73,652	207,800	173	64.6	35.4
ENGINEERING SERVICE		13,415	7,365	20,780		64.6	35.4
CONTINGENCY		14,756	8,102	22,858		64.6	35.4
GRAND TOTAL	1200.0	162,320	89,118	251,438	210	64.6	35.4

表 5.2 供給管共同溝の財務事業費

UNIT: 1000 BAHT

SECTION	LENGTH (M)	CONSTRUCTION		TOTAL	PER LM	FOREIGN (%)	LOCAL (%)
		FOREIGN	LOCAL				
TYPE 1	210.0	11,079	6,235	17,314	82	64.0	36.0
TYPE 2	340.0	20,850	11,627	32,477	96	65.0	35.8
TYPE 3	150.0	11,732	6,326	18,507	120	64.4	35.0
TOTAL	700.0	43,660	24,188	67,848	97	64.4	35.6
ENGINEERING SERVICE		4,366	2,419	6,785		64.4	35.6
CONTINGENCY		4,803	2,661	7,463		64.4	35.6
GRAND TOTAL	700.0	58,829	29,267	82,096	117	64.4	35.6

5. 4. 3 実施計画

共同溝は歩道を含めた道路の下に建設されるため用地買収は必要としないが、道路下には現況の公共物件が多く埋設しているため、これらの調査が必要である。この調査も含め設計期間は1年考慮された。建設期間はそれぞれの区間の工事量によって区間別に設定された。幹線共同溝は表5.3に、供給管共同溝は表5.4に実施計画を示す。

表 5.3 幹線共同溝の実施計画

SECTION/YEAR	1990	1991	1992	1993	1994	1995
E/S & Preparation -----						
TYPE F		=====				
BRANCH 1		=====				
TYPE B			=====			
VENTI 1			=====			
BRANCH 2			=====			
TYPE E				=====		
VENTI 2				=====		
VENTI 3				=====		
BRANCH 3					=====	
TYPR F						=====
LEGEND		=====	CONSTRUCTION			
		-----	E/S & Preparation			
NOTE :	E/S;ENGINEERING SERVICE					

表 5.4 供給管共同溝の実施計画

SECTION/YEAR	1990	1991	1992	1993	1994	1995
E/S & Preparation -----						
TYPE 1			=====			
TYPE 2			=====			
TYPE 3			=====			
LEGEND		=====	CONSTRUCTION			
		-----	E/S & Preparation			
NOTE :	E/S;ENGINEERING SERVICE					

5.5 評価

5.5.1 評価の方法

共同溝プロジェクトのケーススタディの評価は、プロジェクトが実施された場合（“with” case）と実施されない場合（“without” case）を比較した単年度費用便益分析によって行う。

共同溝プロジェクトは、異なった断面をもついくつかのサブセクションからなっている。各サブセクションはそれぞれ個別に評価するとともに、全体としても評価を行う。

その作業の流れは次図に示す通りである。

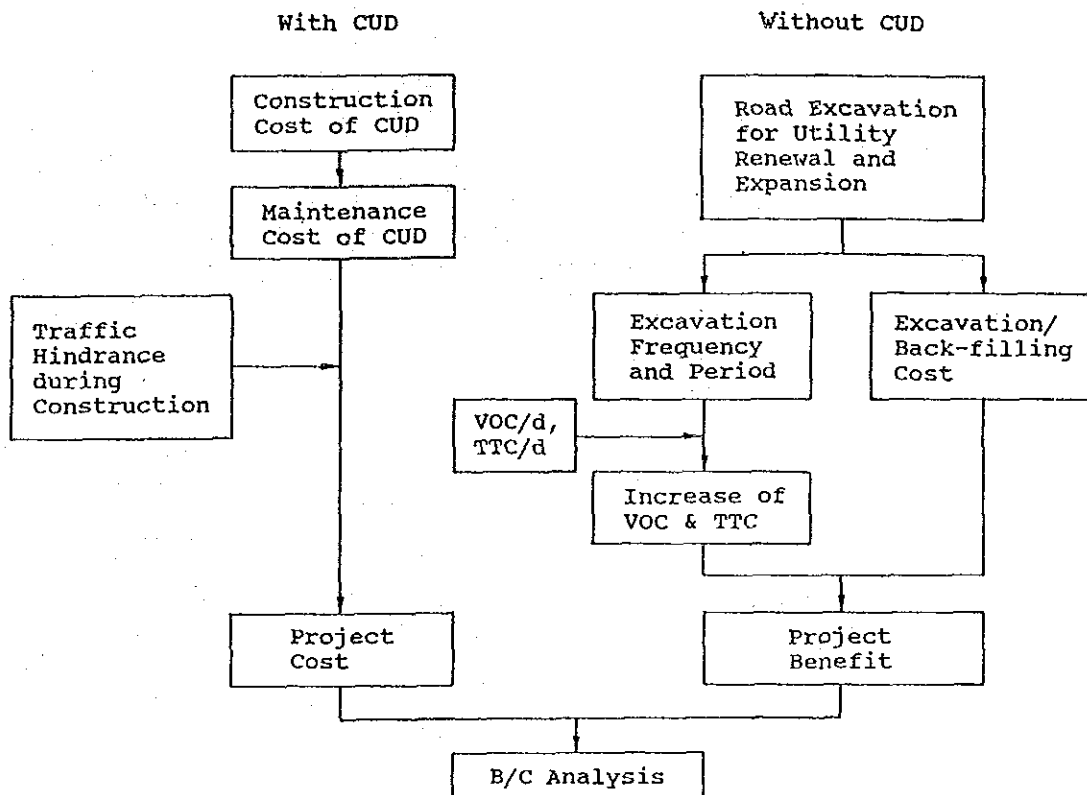


図 5.10 共同溝の費用便益分析の流れ

5. 5. 2 幹線共同溝の評価

以上のように算定した費用と便益からB/C比を求めると表5.5のようになる。

表 5.5 幹線共同溝の区間別費用と便益の比

Section	B/C Ratio
1	0.42
2	0.66
3	0.96
4	0.23
Whole Project	1.16

B/C比は全体で1.06であるが、セクション1やセクション4は極めて低い。これは共同溝の区間が短いわりに建設期間が長くとってあることにより交通阻害コストが大きくなっていることに原因がある。現実的に100mや80mといった短い区間だけの共同溝化は考えられないので、仮に1,200m全区間をそれぞれのタイプで共同溝化したものとし、工事期間を3年として費用と便益を算定してみると、次のようになる。

表 5.6 幹線共同溝の種類別費用と便益

Unit: ¥1000

	Type F	Type B	Type E	Type A
Cost				
Construction Cost	211164	191620	215398	227715
Traffic Hindrance Cost	247380	247380	247380	247380
Cost during Const. Period	458544	439000	462778	475095
Annual Equivalent Cost	55037	52691	55545	57023
Annual Maintenance Cost	422	383	431	455
Annual Equiv. Project Cost	55459	53074	55976	57478
Benefit				
Reduction of Excavation Cost	42576	34170	38251	34170
Mitigation of Congestion	641209	404054	487064	404054
Benefit from Avoid. of Excav.	683785	438224	525315	438224
Annual Equiv. Project Benefit	85929	55874	67294	55874
B/C Ratio	1.55	1.05	1.20	0.97

タイプFは下水道が、タイプEはガスが含まれているので、これらを共同溝化する便益があるため、B/C比はタイプBやタイプAに比較して大きくなる。タイプBとタイプAは便益は等しいがタイプAの建設コストが大きいため、B/C比はタイプAが小さくなっている。

プロジェクトコストのうち、建設中の交通阻害コストは建設投資額を上回るほどの規模になる。維持管理コストは建設コストや交通阻害コストに比べればネグリジブルである。

便益は掘削・埋戻しの工事費の削減効果よりも、交通混雑コストの低減効果が格段に大きい。この便益は個別工事の期間、頻度によって大きく異なる。仮定した建設期間や頻度よりも少なければ便益は減少し、多ければ増加する。この評価では今後20年間にいずれの施設も少なくとも1回は更新あるいは増管のため車道を掘削することとしているが、経済的耐用期限が来ても、更新しないことはよくあり、掘削頻度が仮定より少なくなる可能性はある。

経済的効果を上げるためには、工法や工事手順に工夫をこらし、建設期間中の交通阻害を極力減らすことが重要である。

5. 5. 3 供給管共同溝の評価

以下のように算定した費用と便益からB/C比を求めると表5.7のようになる。

表 5.7 供給管共同溝の種類別費用と便益の比

Type	B/C Ratio
1	0.28
2	1.15
3	1.01
Whole Project	1.52

タイプ1は交通阻害要因が含まれていないので建設費だけの比較となり、共同溝が不利になっている。都心部の交通量の多いところでは、共同溝の場合も個別建設の場合も建設費に比べて交通阻害コストが格段にきいてくる。いわば目に見えない費用と便益を比較することになる。

従って共同溝の経済的効果を上げるためには、その目的の一つである交通混雑コストの低減を自ら否定することにならないよう、建設期間の短縮や工法の十分な検討が必要である。建設費が多少高くなっても、交通阻害コストに比べれば1ケタ下の額におさまるはずである。

5. 5. 4 感度分析

共同溝プロジェクトの便益を大きく左右するのは、個別に供給処理施設を更新あるいは増設する頻度と車線閉鎖期間である。同様に共同溝の建設期間中の非便益もその工期によって大きく変化する。

そこで、以下では、共同溝の工期にいくつかのケースを設定して、ケースごとに個別工事の頻度と車線閉鎖期間を変化させてB/C比の動きを検討する。

1) 幹線共同溝

幹線共同溝のケーススタディでは工期を3年としており、この場合の年相当コストは57,774千パーツである。これをベースケースとする。この工期が2.5年（ケース1）、2年（ケース2）と短縮できた場合には、年相当コストはそれぞれ52,342千パーツ、46,909千パーツに低下する。これは、建設費は変わらないが、交通阻害コストが減少するためである。

ベースケースで個別工事の年相当コストが57,774千パーツを超える（すなわちB/C比が1を超える）ためには、今後10年間の掘削頻度と工事月数の積が29月・回を超えることが必要である。ケース1とケース2では、この値が共同溝の年相当コストの低下割合に比例して小さくなる。

表5.8はベースケースにおける、個別工事の頻度と工事期間によるB/C比の変化を示している。表によれば、パホンヨーチン道路で、毎年1回3カ月以上、5年に1回15カ月以上、あるいは10年に1回29カ月以上続く掘削工事が行われるならば、ケーススタディで検討したような共同溝を工期3年で建設することが経済的にフィージブルになると言えよう。

共同溝の工期を2/3の2年に短縮することができれば、個別工事が5年に1回12カ月以上、10年に1回23カ月以上程度発生すれば、共同溝プロジェクトがフィージブルとなる。

表 5.8 個別工事の頻度と工事期間によるB/Cの変化（幹線共同溝）

Unit: month

Excavation Frequency	Traffic Hindrance Period		
	Base Case	Case 1	Case 2
Once during 10 years	14.5	13.2	11.9
9	13.1	11.9	10.7
8	11.6	10.6	9.5
7	10.2	9.2	8.3
6	8.7	7.9	7.1
5	7.3	6.6	5.9
4	5.8	5.3	4.8
3	4.4	4.0	3.6
2	2.9	2.6	2.4
1	1.5	1.3	1.2

2) 供給管共同溝

供給管共同溝のケーススタディでは、建設期間が2年で年相当コストが48,636千パーツと推定される。これをベースケースとし、工期が20カ月、18カ月になった場合をそれぞれケース1、ケース2とする。工期短縮により、建設費が変わらないとすれば、ケース1の年相当コストは41,899千パーツ、ケース2のそれは38,530千パーツとなる。表5.9は、それぞれのケースにおけるB/C比が1以上となる領域を示している。プルンチット道路は都心部にあり、1車線閉鎖による交通混雑への影響が大きいため、個別工事の頻度や工事期間が少なくても共同溝がフィージブルになる可能性は大きい。すなわち、ベースケースでは毎年1回1ヵ月以上、5年に1回4ヵ月以上、あるいは10年に1回7ヵ月以上続く掘削があれば、共同溝はフィージブルとなる。工期を18カ月としたケース2のときには、さらにその80%程度の掘削頻度でフィージブルとなる。

なお、工期短縮によって共同溝の建設コストが上昇しても、交通阻害コストに比べて相対的にウェイトが低いので、年相当コストは低下する。例えば、ケース1で建設費が20%アップ、ケース2で50%アップしたとしても、年相当コストはそれぞれ、43,541千パーツ、42,636千パーツとなり、ベースケースよりは低くなる。

上に述べたように、共同溝プロジェクトの成立性にとっては、交通阻害期間が大きな影響をもつ。従って、交通阻害を引き起こす建設期間を極力短縮するように努めることが重要である。

表 5.9 個別工事の頻度と工事期間によるB/Cの変化 (供給管共同溝)

Unit: month

Excavation Frequency	Traffic Hindrance Period		
	Base Case	Case 1	Case 2
Once during 10 years	5.0	4.4	4.0
9	4.5	4.0	3.6
8	4.0	3.5	3.2
7	3.5	3.1	2.8
6	3.0	2.6	2.4
5	2.5	2.2	2.0
4	2.0	1.8	1.6
3	1.5	1.3	1.2
2	1.0	0.9	0.8
1	0.5	0.4	0.4

5. 6 結論と提言

ケーススタディ共同溝の経済評価の結果、道路掘削工事の減少による、交通渋滞緩和効果と掘削工事費の節減の2種類の便益だけでも、共同溝の建設費を上まわる便益が期待できることが判明した。特に、交通量の多い都心部では、交通を阻害する不経済は非常に大きい。今後、バンコク都市圏の交通量がますます増加し、交通問題が深刻化してゆくことを考えると、共同溝整備の推進は長期的な重要課題の一つであると言えよう。

一方、共同溝の整備には、膨大な投資を必要とする。ケーススタディでの試算によれば、幹線共同溝で1m当り16-23万パーツ、供給管共同溝で8-12万パーツの建設費を要する。仮に、幹線20km、供給管80kmの共同溝網を整備しようとする、およそ120億パーツの投資額となる。

反面、バンコク首都圏の各種都市インフラ整備の需要は急増している一方で、それに当てられる投資資金には限界がある。従って、共同溝の整備も他のインフラ整備との相対的な優先度の下で、長期的な計画に沿って進める必要がある。共同溝を実現するために以下の準備を進めることが提案される

1) 幹線共同溝マスター・プランの形成

各種公益施設の長期計画を担当機関が作成し、これに基づいて、長期的な幹線共同溝整備計画を立案する。このために、共同溝の計画、建設、維持に関して討議、調整するため、各公益施設の機関、道路管理機関の代表から成る組織を設立する。

2) 共同溝建設に係る技術的検討

交通量の阻害を最小にするための工法の研究や建設基準の作成を行う。バンコクでは地盤沈下が激しいので、この対策を十分検討する必要がある。また、バンコク市の地盤の高さや気候条件を考えると雨水の流入防止の対策も必要である。

3) 共同溝パイロットプロジェクトの推進

共同溝の利点を実証し、問題点を明確にするために、掘り返し需要、交通量、都市景観の各観点から、最も重要な道路を選択し、共同溝のパイロットプロジェクトを実施することを検討する。

投資効率を高めるために、共同溝を整備する道路区間を厳選するに当たって、多くの種類の公益施設が埋設されている区間で、沿道の公益サービス需要が増加しており、増設のための掘り返し頻度が多くなる可能性のある道路が優先されるべきである。現在の電話、電線状況や沿道の土地利用状況等から考えると、供給管共同溝から行うのが適当であろう。

4) 法制度の準備

共同溝の建設する道路の指定と個別掘堀返しの禁止、共同溝の監理責任と費用負担等を明確にすることが必要であり、このために法令を制定する。

JICA