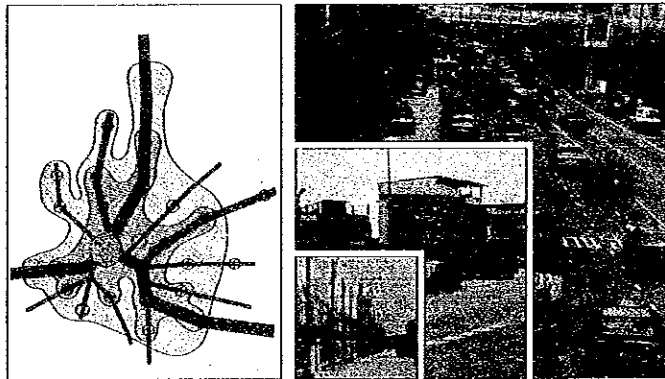


タイ王国

バンコク首都圏中・長期道路計画調査

報告書

ATCシステム



1990年3月

国際協力事業団

社調1

GR(3)

9Q-46(3)

タイ王国
バンコク
長期道路計画調査
報告書
ATCシステム

1990年3月
国際協

22
71
SF
BRARY

JICA LIBRARY



1086353(8)

21732

タイ王国

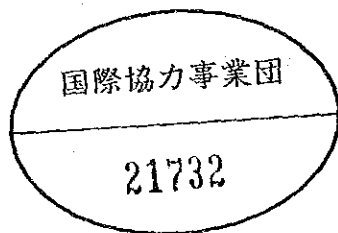
バンコク首都圏中・長期道路計画調査

報告書

ATCシステム

1990年3月

国際協力事業団



序 文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のバンコク首都圏中・長期道路計画に係わる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1988年11月より1989年3月、および、1989年5月より1990年1月まで八千代エンジニアリング（株）小寺重郎氏を団長とし、同社及び（社）国際建設技術協会と（株）アルメックから構成される調査団を現地に派遣した。

調査団は、タイ国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

1990年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

目次

頁

第1章 調査概要

1.1	調査背景	1
1.2	調査目的	1
1.3	調査方法	4
1.4	調査組織	4

第2章 道路交通現況

2.1	道路交通調査	5
2.1.1	調査種目	5
2.1.2	調査目的と調査概要	5
2.2	道路ネットワーク	7
2.3	自動車交通流	9
2.3.1	自動車交通量	9
2.3.2	旅行時間速度	18
2.3.3	交通事故	20
2.4	交通信号施設	22
2.5	現況交通及び現況交通信号施設の問題	23
2.5.1	交通流に関連した問題点	23
2.5.2	交通信号施設に関連した問題点	24

第3章 ATCシステムのフレームワークの設定

3.1	計画目標年次	25
3.2	将来ネットワークと計画プロジェクト	25
3.3	ATC制御対象エリア	27
3.3.1	選定手法	27
3.3.2	制御対象エリア	30

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ATC計画との関連	31
4.2	計画手法	31
4.2.1	概要	31
4.2.2	交通方式検討のための解析モデル	33
4.3	交通方式代替案の選定	37
4.3.1	現況交通方式の見直し	37
4.3.2	代替案の選定	41
4.4	交通管理計画	50
4.4.1	評価項目	50

4. 4. 2	現況ネットワークにおける代替案の評価	51
4. 4. 3	将来ネットワークにおける代替案の評価	63

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	70
5. 2	システムの機能	70
5. 3	ATC制御対象交差点	71
5. 3. 1	制御交差点の抽出	71
5. 3. 2	制御対象交差点の分類	73
5. 4	制御手法のコンセプト	74
5. 4. 1	基本的原則	74
5. 4. 2	原則的な制御手法	75
5. 4. 3	機器構成	77
5. 4. 4	組織と体制	79

第6章 予備設計

6. 1	将来自動車交通量の予測	81
6. 1. 1	予測手法	81
6. 1. 2	将来交通量	81
6. 2	ATCシステムのための交通管理施設計画	84
6. 2. 1	交差点改良	84
6. 2. 2	リバーシブル・レーン交通運用システム	91
6. 3	車両感知器	98
6. 3. 1	車両感知器の機能	98
6. 3. 2	車両感知器の標準配置	98
6. 3. 3	車両感知器の実際配置	101
6. 3. 4	車両感知器のタイプ	102
6. 3. 5	感知信号の集約	105
6. 3. 6	標準設置計画	106
6. 4	信号制御機	107
6. 4. 1	信号制御機の機能	107
6. 4. 2	交差点周辺の標準設置計画	107
6. 5	通信回線と伝送システム	113
6. 5. 1	最大伝送データ需要	113
6. 5. 2	通信回線の信頼性	113
6. 5. 3	通信回線計画	113
6. 5. 4	伝送システムと機器	115
6. 6	マンマシンインターフェイス	116
6. 6. 1	表示機器と機能	116
6. 6. 2	ワークステーション	117
6. 7	中央制御装置と付属装置	118
6. 7. 1	ハードウェア構成	118

6. 7. 2	ソフトウェア構成	121
6. 8	バンコクATCシステム	122

第7章 事業費積算および実施計画

7. 1	実施計画	123
7. 2	事業費積算	126
7. 2. 1	建設費積算の基準	126
7. 2. 2	稼働費積算の基準	127
7. 2. 3	プロジェクト・コスト積算	127
7. 3	運用・保守およびその体制計画	127
7. 3. 1	運用管理	129
7. 3. 2	保守管理	129
7. 3. 3	要員計画	129

第8章 ATCシステムの評価

8. 1	評価の方法	131
8. 2	経済コストの推計	131
8. 3	ATCの便益	133
8. 4	評価と結論	137

付録 世界におけるATCシステムの概要

1.	主要な国におけるATCシステムの現況	139
1. 1	英国	139
1. 2	フランス	141
1. 3	オーストラリア	142
1. 4	米国	144
1. 5	日本	145
2.	オフライン最適化手法	148
3.	代表的システムの制御戦略のまとめ	150
4.	交通条件の変動に対応するための種々な方法	150
	図一覧表	153
	表一覧表	156
	略語表	158

関係者リスト

<THAI SIDE>

Steering Committee (SINR)

Dr. Wicha Jiwalai Deputy Governor, BMA
 Mr. Prasert Samalapa Deputy Permanent Secretary, BMA
 Mr. Bamphen Jatooapreuk Director, PWD, BMA
 Mr. Chalit Sathon Deputy Director, PWD, BMA
 Mr. Charuay Chantavali Deputy Director, PWD, BMA
 Mr. Suwat Wanisubut Chief, PTSD, NESDB
 Mr. Pallop Onkcharoen Director, ED, DTCP
 Dr. Kitipol Asaparporn Director, TED, DOH
 Mr. Rapin Charudul Civil Engineer, OPP, MOI
 Mr. Anuchit sotsathit Director, PPD, BMA
 Pol.Maj.Gen.Charoen Chottidaarong Metropolitan Police Bureau
 Dr. Teerapong Attajarusit Director, TD, ETA
 Mr. Worawit Lertlaksana Deputy Director-General, PWD, MOI
 Mr. Prabok Iundilokwong Director, TPD, DLT
 Mr. Wanich Pansuwan Deputy Chief, SRT
 Dr. Visnu Palayanon Electrical Engineer, MEA
 Mr. Chamras Sindhawongse Director, PD, MWA
 Mr. Ong-Aj Pultavee Chief, NSED, TOT
 Mr. San Trachoo Director, PWD, BMA
 Miss Aporn Chancharoensuk Director, CPD, BMA
 Mr. Boonyawat Tiptus Director, TED, BMA
 Mr. Wisut Panutat Director, PWD, BMA
 Mr. Nikhom Prachnakhorn Director, PWD, BMA
 Mr. Thanit Srichoo Civil Engineer, PWD, BMA
 Mr. Suphot Phongkidakarn Director, PWD, BMA
 Mr. Oravit Hemachudha Civil Engineer, PWD, BMA
 Mr. Chalert Panchathewakup Civil Engineer, PWD, BMA

* As of January 1990, Professor Krisda Arunvong participated upon succeeding Dr. Wicha Jiwalai as Deputy Governor.

Road Network Sub-Committee (MP)

Mr. Bamphen Jatooapreuk Director, PWD, BMA
 Mr. Chalit Sathon Deputy Director, PWD, BMA
 Mr. Worawit Lonthong Director, PWD, BMA
 Mr. Wisut Panutat Director, PWD, BMA
 Mr. Sa-Nglum Mingwani Civil Engineer, DTCP
 Dr. Suwat Wanisubut Chief, PTSD, NESDB
 Mr. Worawit Lertlaksana Deputy Director-General, PWD, MOI
 Mr. Prachue Tanticharoen Engineering Division, SRT
 Mr. Vichit Vatcharin Director, TPD, ETA
 Mr. Bancha Vadhanaasindhu Civil Engineer, Planning Division, BOH
 Mr. Pranote Suriya Civil Engineer, OPP, MOI
 Mr. San Trachoo Director, DDS, BMA
 Mr. Kasamesanta Suwanarath Director, DPP, BMA
 Mr. Boonyawat Tiptus Director, TED, BMA
 Miss Aporn Chancharoensuk Director, CPD, BMA
 Dr. Wongchai Charoensawan Civil Engineer, DOH
 Mr. Thanit Srichoo Civil Engineer, PWD, BMA
 Mr. Oravit Hemachudha Civil Engineer, PWD, BMA
 Mr. Suphot Raveesaengsoon Civil Engineer, PWD, BMA

Area Traffic Control Sub-Committee

Mr. Bamphen Jatooapreuk Director, PWD, BMA
 Mr. Boonyawat Tiptus Director, TED, BMA
 Pol. Col., Sanong Kittayaban Metropolitan Police Bureau
 Assoc. Prof. Kanchit Phewnuan Chulalongkorn University
 Dr. Kasamesanta Suwanarath Director, DPP, BMA
 Pol. Lt. Col., Anan Sngasaeng Traffic Police Division, MPB

Mr. Wisut Panutat Director, PWD, BMA
 Mr. Santi Ruangwanich Chief, PWD, BMA
 Dr. Yodphol Thanaboriboon Aslan Institute of Technology
 Dr. Teerapong Attajarusit Director, TD, ETA
 Dr. Wongchai Charoensawan Civil Engineer, DOH
 Mr. Thanit Srichoo Civil Engineer, PWD, BMA
 Mr. Rapin Charudul Civil Engineer, OCHRT, MOI
 Dr. Suwat Wanisubut Chief, PTSD, NESDB
 Dr. Prapon Yongyichien Director, DPP, BMA
 Mr. Suppachai Tangsriwong Chief, TED, BMA
 Mr. Oravit Hemachudha Civil Engineer, PWD, BMA

Common Utility Duct Sub-Committee

Mr. Bamphen Jatooapreuk Director, PWD, BMA
 Mr. Charuay Chantavali Deputy Director, PWD, BMA
 Pol.Maj.Gen. Narong Rianthong Deputy Commissioner, MPB
 Mr. Jim Phanthukomol Chief, PWD, BMA
 Mr. Wisut Panutat Director, BMA
 Mr. Sawak Thanwanon Chief, PWD, BMA
 Mr. San Trachoo Director, DDS, BMA
 Mr. Palakorn Suwanarath OPP, MOI
 Mr. Kasamesanta Suwanarath Director, DPP, BMA
 Mr. Pairat Amnuaykan Electrical Engineer, TED, MEA
 Mr. Santi Somboonviboon Director, ADD, MWA
 Mr. Ong-Aj Pultavee Chief, NSED, TOT
 Mr. Suthi Paritpokee Director, NGTSD, PAT
 Mr. Seksun Loylapcharoenporn Assistant Director, DPD, CAT
 Pol. Lt. Col., Anan Sngasaeng Traffic Police Division, MPB
 Mr. Thanit Srichoo Civil Engineer, PWD, BMA
 Mr. Chalert Panchathewakup Civil Engineer, PWPSD, BMA
 Mr. Niphon Noeymuangpak Civil Engineer, PWD, BMA

<JAPAN SIDE>

Advisory Committee

Dr. Masaki Koshi University of Tokyo
 Mr. Hideaki Araki Ministry of Construction
 Mr. Shin-ichi Ishikawa Ministry of Construction
 Mr. Naofumi Takeuchi Ministry of Construction
 Mr. Michimasa Ikeda Ministry of Construction

JICA Study Team

Dr. Juro Kodera Team Leader
 Mr. Kenji Tanaka Urban Planning
 Mr. Tetsuo Wakui Transport Planning
 Mr. Masato Kotoh Public Transport Planning
 Mr. Katsumi Inamura Transport Survey (I)
 Mr. Tetsuo Horie Transport Survey (II)
 Mr. Kimio Kaneko Traffic Management (I)
 Mr. Seichi Horie Traffic Management (II)
 Mr. Kenji Takenaga Signal Control
 Mr. Yoshio Yoshida System Analysis
 Mr. Saburo Shimauchi Systems Design/Cost Estimate
 Mr. Shizuo Iwata Road Planning
 Mr. Tsutomu Horie Road Design
 Mr. Katsunori Fuse Structure Planning/Design (I)
 Mr. Kenji Miwa Structure Planning/Design (II)
 Mr. Iwane Mizuno Economic Analysis
 Mr. Akio Miyachi System Planning
 Mr. Setsuo Minomiya Common Utility Duct Planning

第 1 章

調査概要

第1章 調査概要

1. 1 背景

バンコク首都圏はタイ国における社会・経済活動の中心となっており、約1,600Km²の面積を有している。1989年現在の人口は629万人で、これは全国人口の約10%に当り、年率約2%の割合で増加しつつある。

バンコクのモータリゼーションは1970年代に入ってから急速に進み、現在、バンコク首都圏には82万台のオートバイと97万台の乗用車がある。2006年までに、オートバイは2倍、乗用車は2.3倍に増加すると予測される。

一方、道路の整備はこのモータリゼーションに追いつかず、高架道路の建設や、交差点の立体化が進められているが、多くの道路が容量の限界近くで利用されており、交通渋滞が慢性化して社会経済活動に障害となっている。

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0CMRT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。

一方、現在の道路網はバンコクの交通混雑を緩和するには不十分と思われ、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。

以上のような状況のもとで、タイ国政府の要望に答えて、日本国政府はバンコク市、エリア・トラフィック・コントロール・システムのフェージビリティ・スタディー（以下、調査と称する）のために技術援助の実施を決定した。日本政府の技術援助の実施に当たって、国際協力事業団（以下JICAと称する）は1988年の4月に本調査の現地調査及びS/Wを決めるための事前調査団を派遣した。これはその後バンコク首都圏庁（以下、BMAと称する）とJICAの間で協定され、1988年11月に調査団が派遣され、調査の実施が開始された。

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1.2.1に示す。

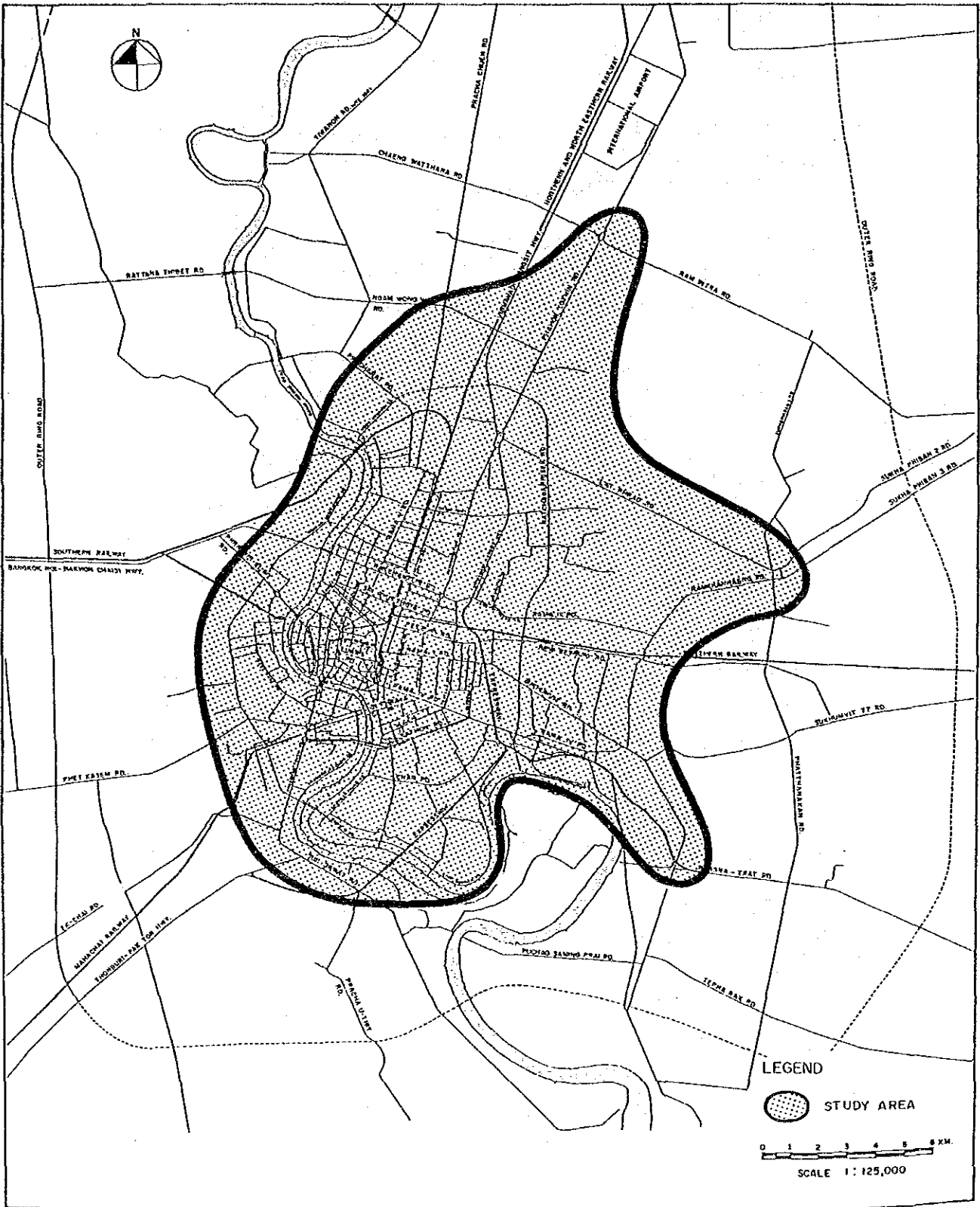


図1. 2. 1 調査対象エリア

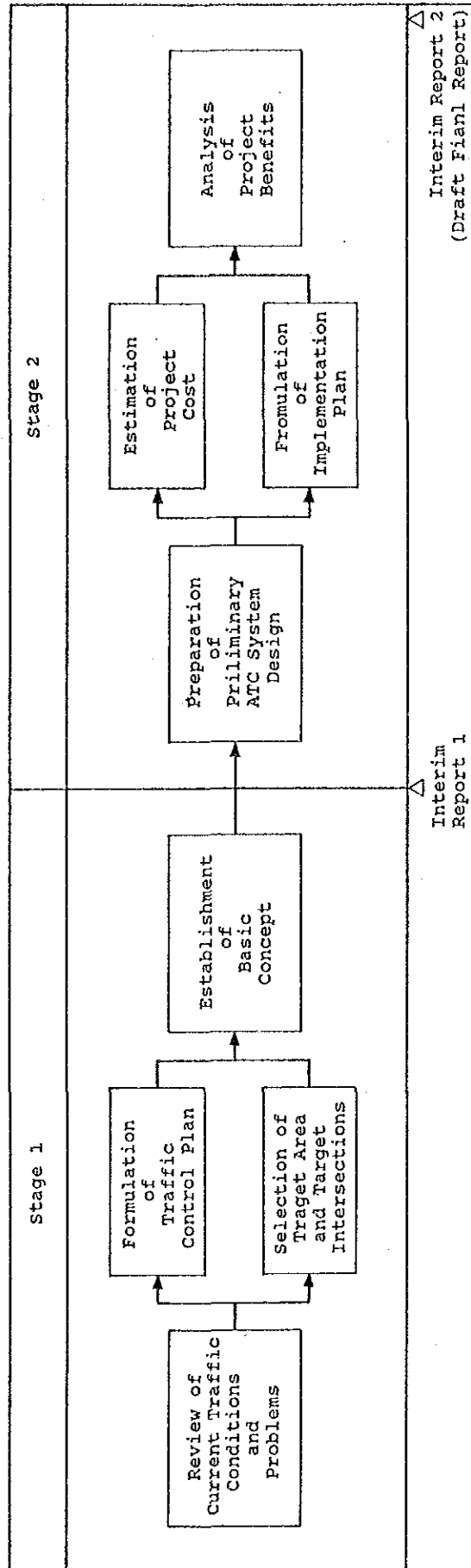


図 1. 3. 1 調査レポート

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。これらの作業フローは図1.3.1に示すとおりであり、主な作業内容は以下のとおりである。

(1) ステージ1

ステージ1では、既存資料の収集とレビューを行い、対象地域の交通現況と交通調査結果の分析に基づいて、ATCシステムに特に関係する現況問題を抽出し、整理、評価を行った。次いでいくつかの評価項目と将来道路網、首都圏拡張を考慮した上でATCシステムの制御エリアと制御対象信号交差点の抽出を行った。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、コストの推計、実施方法の検討を行った。ATCシステムのコントロール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た。さらに、便益分析を行った。

1. 4 調査組織

本調査は、タイ国政府の関係する各省庁とJICAとの共同体制の中で、タイ国内において実施した。本調査の調査組織は図1.4.1に示す通りである。

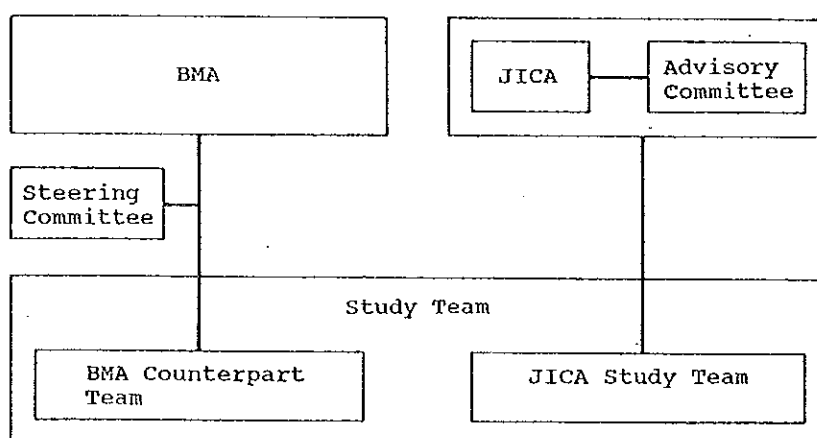


図 1. 4. 1 調査組織

第 2 章

道路交通現況

第2章 道路交通現況

2.1 道路交通調査

2.1.1 調査種目

交通管理計画およびATCシステム計画に関係し、交通現況の把握と計画に必要な基礎データを収集するため、以下に示す道路交通調査を実施した。

- a. 交差点および道路断面の自動車交通量調査
- b. 旅行時間調査
- c. 渋滞長調査
- d. 駐車台数調査
- e. 飽和交通流調査
- f. 交差点現況および交通管理施設調査

2.1.2 調査目的と調査概要

各調査の概要を表2.1.1に、調査地点を図2.1.1に示す。

表2.1.1 道路交通調査概要

Type of survey	Content	Area & Location	Method
Traffic Road side	. Vehicle type(8)	18 Locations	14 Hour:16 Locations
Volume	. Directions		24 Hour:2 Locations
Survey Intersection	. Vehicle type . Directions	20 Intersections	14 Hour:19 Intersections 24 Hour:1 Intersections
Queue Length Survey	. Queue length at intersection	20 Intersections	7:00-9:00 16:00-18:00
Travel Time Survey	. Link travel time . Peak hour . Average time of 3 round trips	31 Routes	7:00-9:00 16:00-18:00
Parking Survey	. No. of on-street parking vehicle . By hour	All old town	

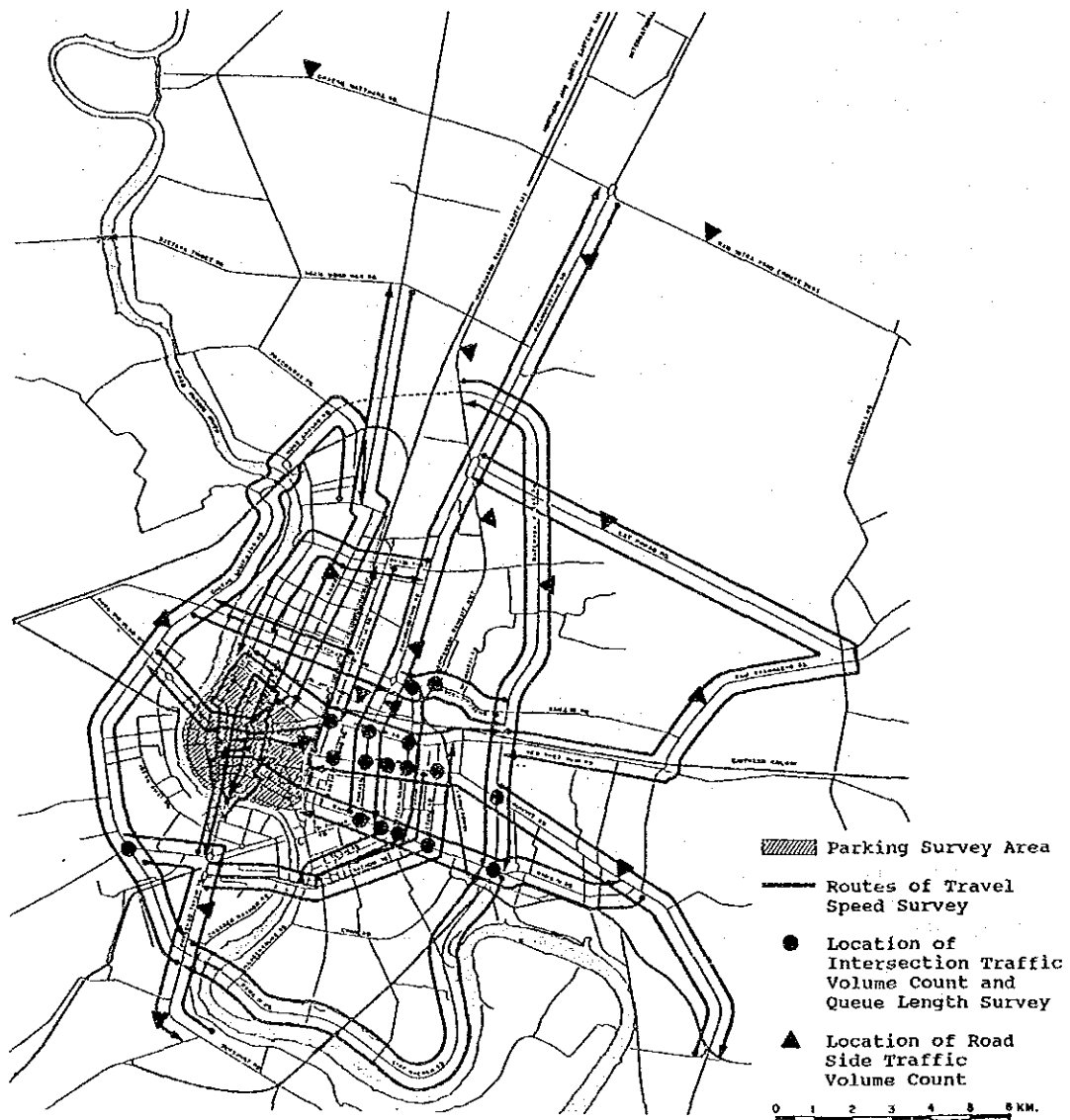


図2. 1. 1 道路交通調査地点

1) 交差点および道路断面の自動車交通量調査

本調査は主要道路および交差点の自動車交通量を把握するために行った。前回のJICA調査結果との比較、および交通量の伸びを調べることを主な目的であり、検討項目は交通量、時間変動、車種構成、方向比等である。

2) 旅行時間調査

本調査は主要道路の旅行速度を把握するために行った。交通量調査と同様に、前回のJICA調査結果との比較、速度分布状況を調べることを主な目的とし、検討項目は渋滞、停止理由等である。

3) 渋滞長調査

本調査は主要交差点の渋滞長状況を把握するために行った。前回のJICA調査以後において、大きな変化が認められた所、すなわち東西方向の一方通行主要幹線道路の主要交差点を主に調査した。検討項目は時間帯別の最大渋滞長等である。

4) 飽和交通流調査

本調査は制御ロジック、一方通行システム等を検討するために行った。主要交差点の飽和交通流率等を予測するためにビデオカメラでシミュレーション・データを収集した。検討項目はシミュレーション・パラメータを設定することである。

5) 交差点現況および交通管理施設調査

本調査は交通管理計画および一方通行システム等を検討するために行った。検討項目は主要交差点の信号現示、車線数、また対象エリアの交通規制、安全施設等である。

2. 2 道路ネットワーク

バンコク首都圏の主要道路網は図2.2.1に示すとおりである。いくつかの放射幹線道路は格子型道路網を構成する都心地域を起点として周辺部へ伸びている。また、放射道路を横断的に連結する環状道路としてはミドルリング道路とアウトerring道路の計画がある。ミドルリング道路（東西約8.5Km、南北約14Km）は、その北端部約4.5Km、南西部約2.7Kmが未完成であるが、他の部分は市街地の環状道路として供用されている。

ミドルリング道路内の主要幹線道路は、東西に以下の5本がある。

- a. ラチャウイッティ道路～アソウクディンデン道路
- b. ペブリ道路～ニューペブリ道路
- c. スクンビット道路
- d. ラマ4道路
- e. サトン道路

南北には以下の7本がある。

- a. ブイパワディ・ランシット道路
- b. ラチャダムリ道路～ラチャプラロップ道路
- c. パヤタイ道路～パフォンヨーチン道路
- d. チャルムアン道路～ラマ6道路
- e. サワンカロック道路～プラチャチェーン道路
- f. ラマ5道路
- g. パチャオタクシン道路～ラットダムノンノック道路

また、市内高速道路（ETA）が市中心部から南部と東部に向かって走っている。

市街部の道路網は主に以上のような主要幹線道路からなっており、幹線道路間を結ぶ準幹線道路の数が少ない。また、主要幹線道路沿いに袋小路になる細街路のソイ道路が多い。この様に道路網が荒いため信号交差点間のリンク長が長い傾向にある。



図 2. 2. 1 バンコク首都圏の主要道路網

2. 3 自動車交通流

調査対象地域の1989年における自動車交通流状況は以下に示すとおりである。

2. 3. 1 自動車交通量

1) 12時間交通量

各主要道路の12時間往復交通量は表2.3.1に示すとおりである。本計画対象エリアにおける主要幹線道路の12時間往復交通量は乗用車換算でおよそ30,000～126,000台を示し、特に北部から市中心部につながるブイパワディ・ランシット道路の交通量が高く、約126,000台を示す。またそれに次いで市中心部の主要幹線道路網を形成するデインデン道路、ペブリ道路、ラマ4道路、スクンビット道路、パヤタイ道路、ラチャダムノン・クルング道路では70,300～80,900台を示し、大量な交通量が流れている。その他にサトン道路、パホンヨーチン道路、ラマ6道路、ラチャブラロップ道路等の道路では42,900～65,500台となっている。また市中心部を外周するミドルリング道路では25,000～60,500台を示し、未完成の区間があるためか比較的少ない。このようにラマ4道路～ミドルリング道路～デインデン道路～ラチャウイッティ道路～チャオブラヤ道路で囲まれるエリアは大量の自動車交通量が集中している。

2) ピーク時間交通量

各主要道路の午前のピーク時間往復交通量は表2.3.1に示すとおりである。本計画対象エリアにおける主要幹線道路のピーク時間往復交通量は乗用車換算でおよそ2,500～12,000台を示す。最大ピーク時間交通量を示す12,000台の地点はブイパワディ・ランシット道路で、高速の自動車専用道路である。一車線当りのピーク時間交通量は乗用車換算で約1,500台を示す。また市中心部の主要幹線道路でのピーク時間往復交通量は3,300～7,700台を示し、一車線当りのピーク時間交通量は乗用車換算で600～900台と非常に高く、飽和状態を示している。

表2. 3. 1 主要道路の自動車交通量

Road	PCU/12H for both directions	
	Range of Volume	
	12 Hour	Peak Hour
Vibhavadi Rangsit	116,300 - 126,300	9,300 - 12,000
Petburi	23,400 - 81,600	2,200 - 7,200
Rama IV	43,600 - 80,900	3,900 - 6,800
Sukhumvit	38,500 - 79,100	3,200 - 7,700
Din Daeng	53,900 - 73,700	4,800 - 7,700
Phaya Thai	41,300 - 72,800	3,000 - 7,000
Ratchadamoen Klang	70,300	6,700
Sathon	65,500	4,600
Ratchadaphisek	49,200 - 60,500	2,900 - 3,900
Phahon Yothin	40,700 - 57,100	2,900 - 4,700
Somdet Phra Chao Taksin	54,500	4,700
Rama VI	37,900 - 54,000	3,200 - 4,100
Suksawat	55,000	4,900
Charan Sanitwongse	52,000	6,600
Ratchaprarop	42,400 - 50,200	3,300 - 3,700
Witthayu	32,000 - 49,500	2,400 - 4,600
Sukhumvit 21	31,700 - 48,200	2,400 - 3,200
Ratchawithi	31,400 - 43,200	2,600 - 3,300
Lat Phrao	42,900	3,300
Henri Dunant	33,900 - 38,900	3,000 - 3,100
Rama V	29,900	2,500

SOURCE: SIMR

圖 2. 3. 1 (1) 自動車交通量時間變動

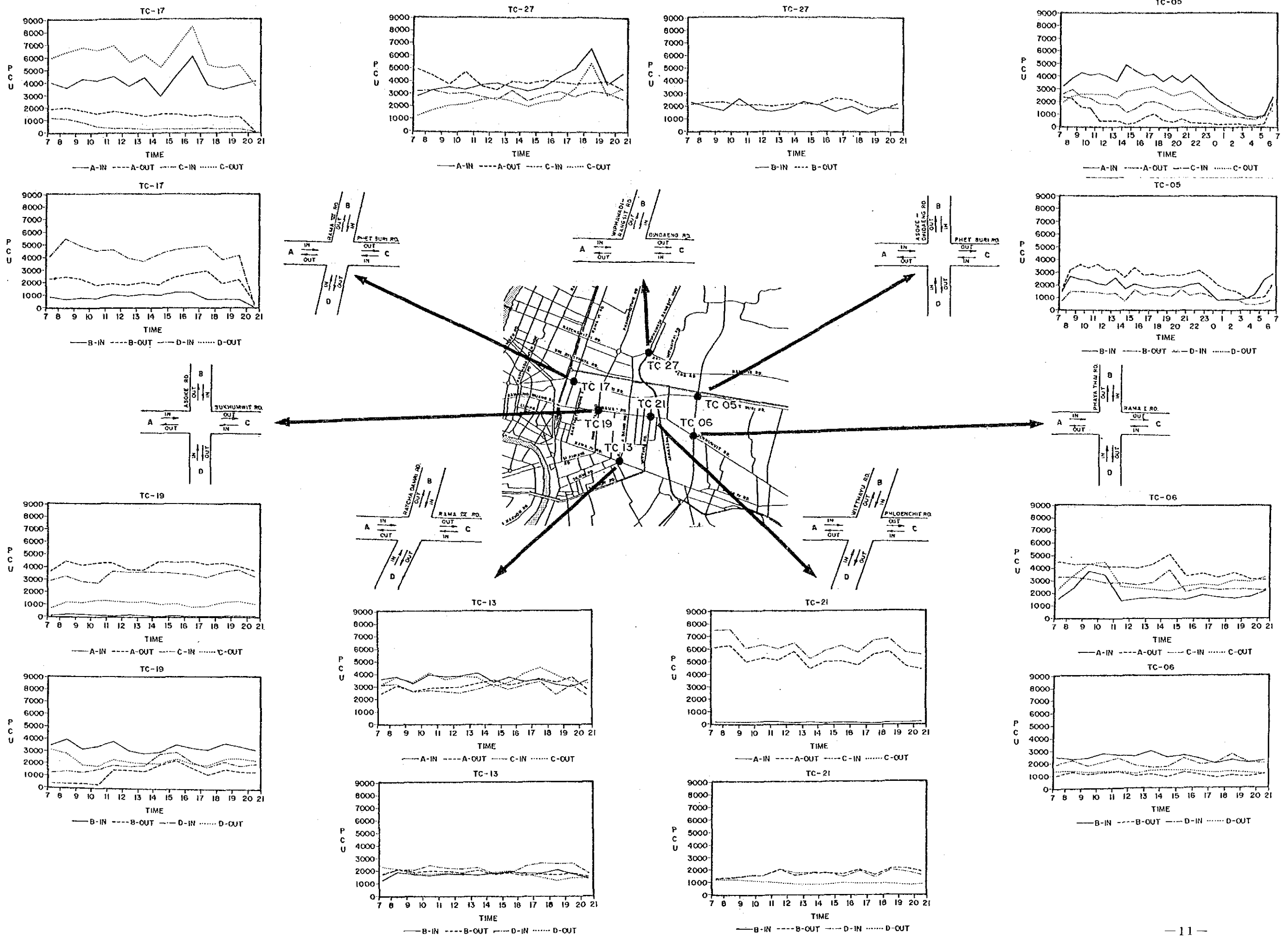
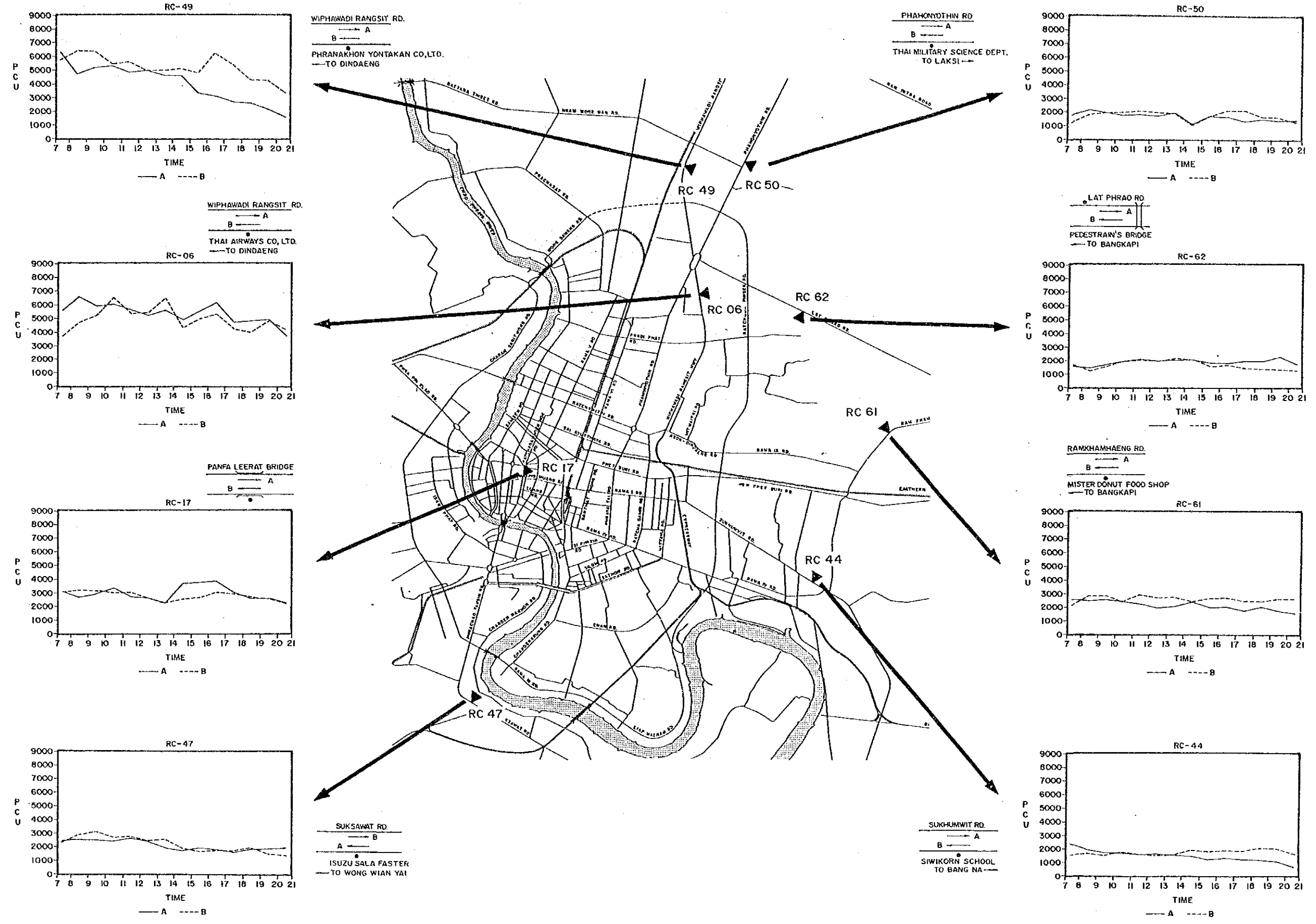


図 2. 3. 1 (2) 自動車交通量時間変動



3) 交通量の時間変動

図2.3.1に対象エリアの主要道路における自動車交通量時間変動を示す。各地点の時間交通量の変動パターンは複雑で異なったものとなっている。ピーク時間は概ね、午前で7~9時、昼間時で13~14時、午後で16~18時の3つのピークが見られるが、業務時間帯での交通渋滞等の変化のため、午前から午後にかけての交通量変動が目まぐるしい。

スクンビット道路のETA~ソイ3道路区間で観測した午前ピーク時間における曜日別15分間交通量変動を図2.3.2に示す。同地点における曜日別の交通量の変化は複雑な状況を示し、交通量の値は、日によってかなり変動しており、一定ではない。従って、この様に変動の複雑な街路交通流に対する交通制御を行うには、常に交通状況の変動を感知して、それに応じた最適な制御方法をとる、きめ細かい交通運用を行うことが必要であり、それにより多大の効果をあげることが期待できる。

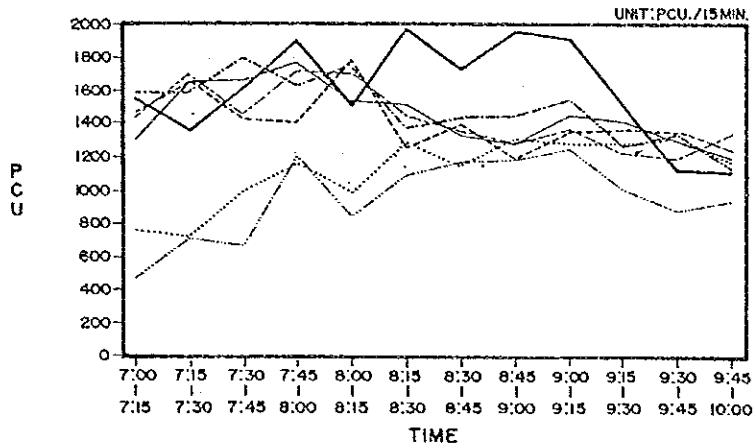


図2.3.2 交通量曜日変動(1)
(ETA~スクンビット・ソイ3断面、内向き)

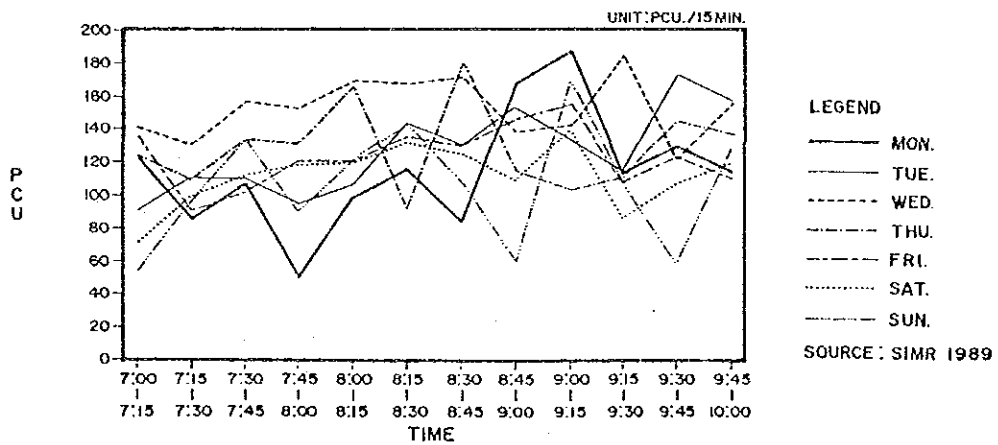


図2.3.2 交通量曜日変動(2)
(ETA~スクンビット・ソイ3断面、外向き)

4) 交差点飽和度

今回の交差点交通量調査点の交差点飽和度は図2.3.3に示すとおりである。20交差点のうち、以下の5交差点以外の交差点では飽和度は1.02~1.76と1.0以上を示し、過飽和状態を示している。

- a. ミドルリング道路／ペブリ道路交差点 (TC・05)
- b. ミドルリング道路／ラマ4道路交差点 (TC・09)
- c. ミドルリング道路／スクンビット道路交差点 (TC・06)
- d. ラマ4道路／パヤタイ道路交差点 (TC・14)
- e. チャランサンットウオン道路／ペットカセン道路交差点 (TC・29)

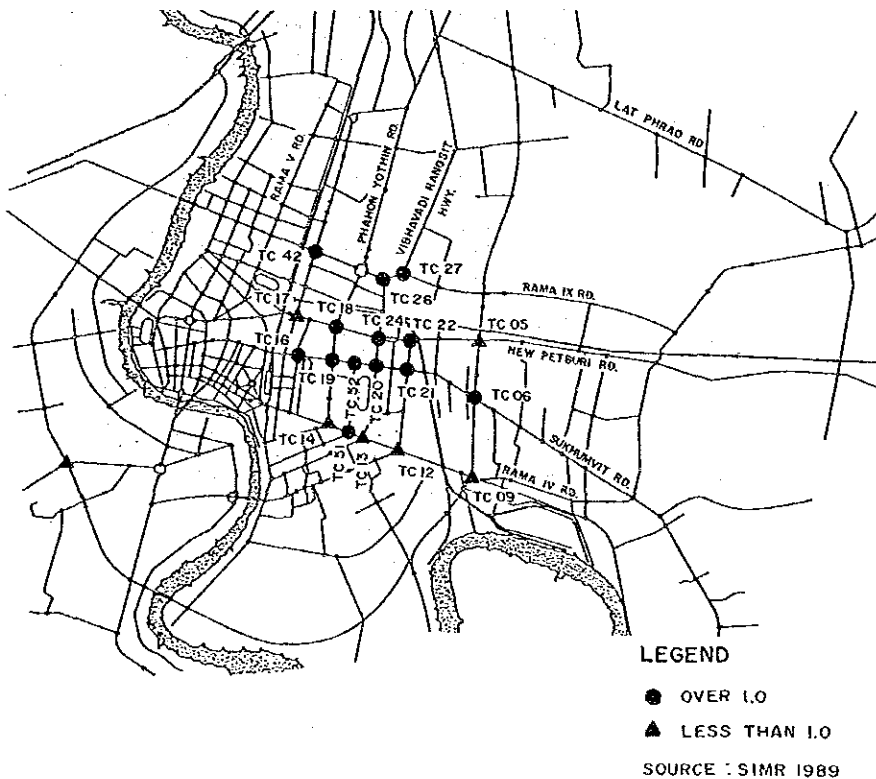


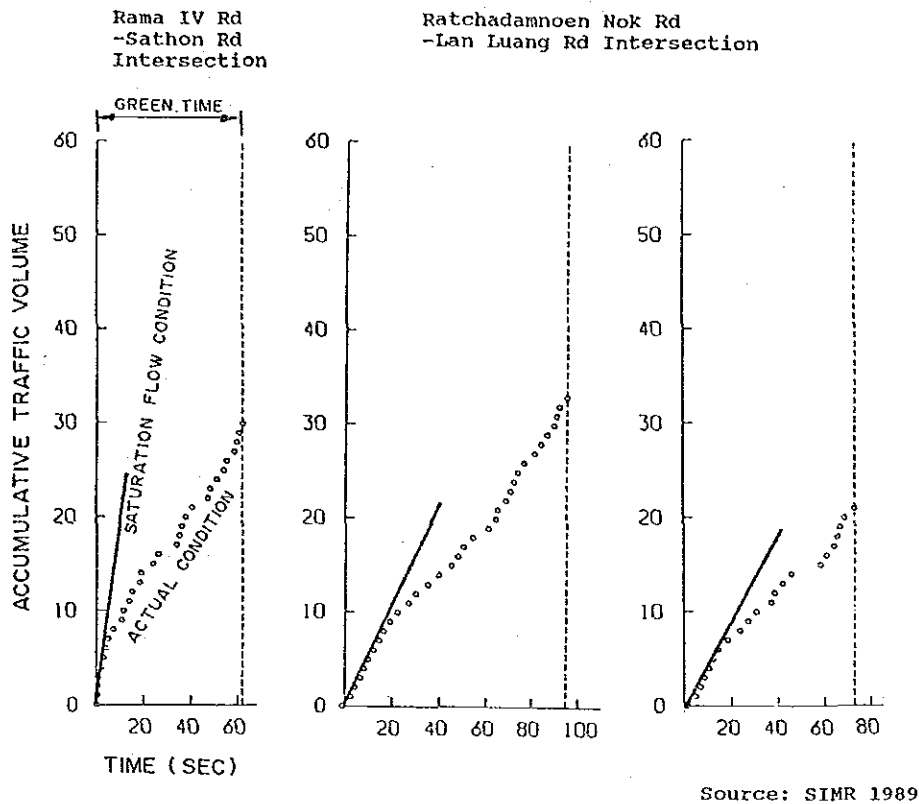
図 2. 3. 3 交差点飽和度

5) 飽和交通流

現在、信号交差点のほとんどは交通警察官によるマニュアル・コントロールがなされている。この場合、微妙な交通状況の変化に適合したコントロールを行うのは困難で、多くの交差点において、長い信号待ちを余儀なくされる。図2.3.4は飽和状態と思われる信号交差点において実施した飽和交通流のビデオ解析結果の例を示したものである。これは流入部別、サイクル別に車両が交差点の停止線を通過する時刻を読み取り、時間一累加台数曲線を作成したものである。これによると、与えられた青時間が有効に利用されていないことが分かる。従って、スプ

リット制御などにより信号スプリットの設定を工夫することにより、青時間の無駄がなくなり、交差点全体の交通処理能力の向上が図られるものと思われる。

この様に、現在の信号制御はまだ改善の余地が残されており、小刻みな交通状況の変化を監視し、それに適合した信号制御がされることにより、交通容量の増加が期待出来るものと思われる。



Source: SIMR 1989

図 2. 3. 4 飽和交通流のビデオ分析結果

6) 交通量の伸び

1985年のJICA調査の交通量と1989年の今回調査結果の交通量とを比較し、自動車交通量の伸びを計算した。その結果、各地点の交通量の伸び率はエリアで囲むと概ね図2.3.5に示すとおりである。クルンカセン道路とチャオプラヤ川で囲まれるオールド・バンコクとトンブリ地区の交通量の伸び率は約0.9と減少傾向を示している。また、チャオプラヤ川～タラン道路～スティサンウニットチャイ道路～ミドルリング道路～サトン道路で囲まれる交通混雑エリアは約1.1と10%増となっている。特に、交通量の増加が著しいのはミドルリング道路付近の市北部で伸び率は約1.5を示す。その他のエリアでは、ミドルリング道路の外側で市西部が約1.2、市東部で約1.14となっている。この様に、交通混雑の中心となるエリアは4年間の交通量の伸びがほとんどない傾向を示す。

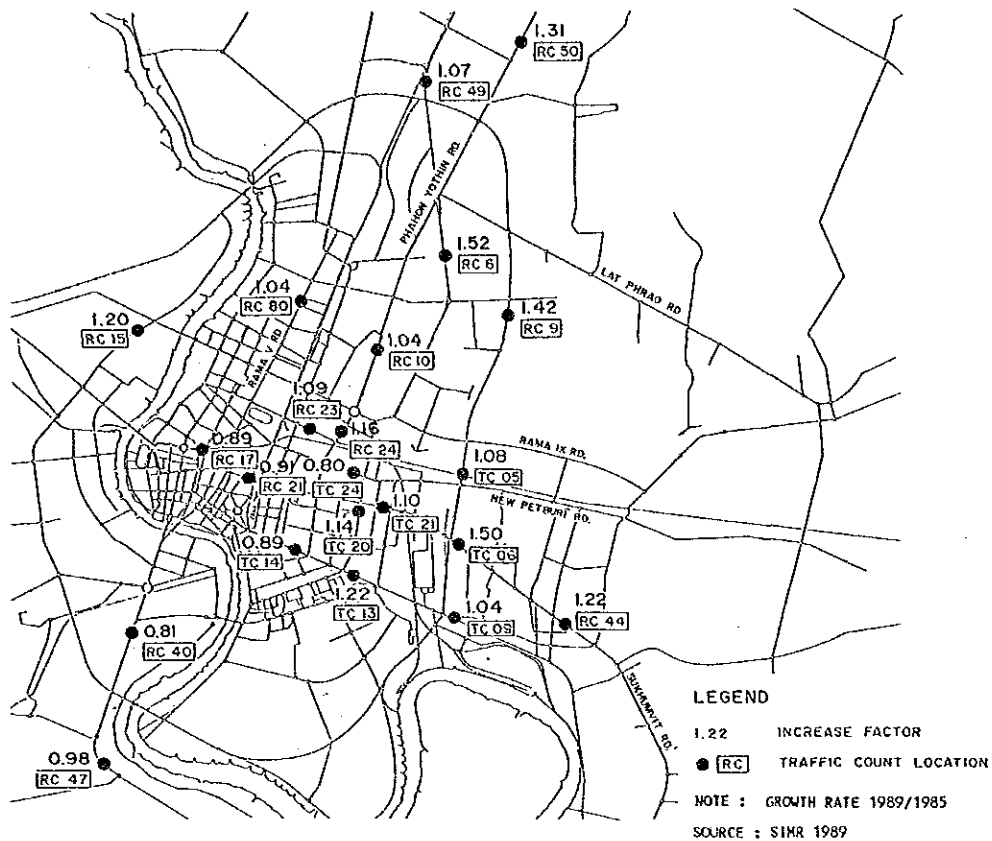


図 2. 3. 5 12時間交通量の伸び率

2. 3. 2 旅行時間速度

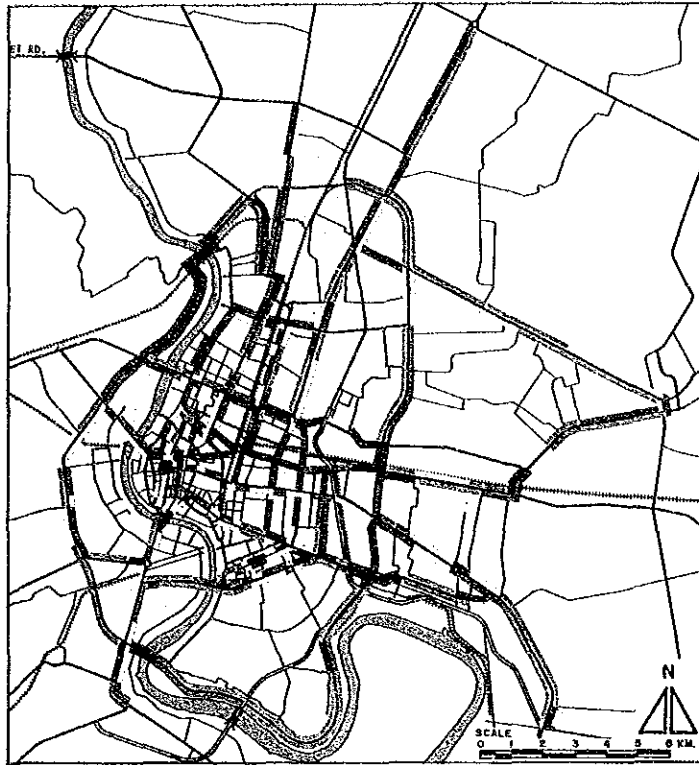
図2.3.6に午前ピーク時間帯と午後ピーク時間帯における区間旅行時間速度分布を示す。各時間帯の旅行速度状況は以下に示すとおりである。

1) 午前ピーク時間帯

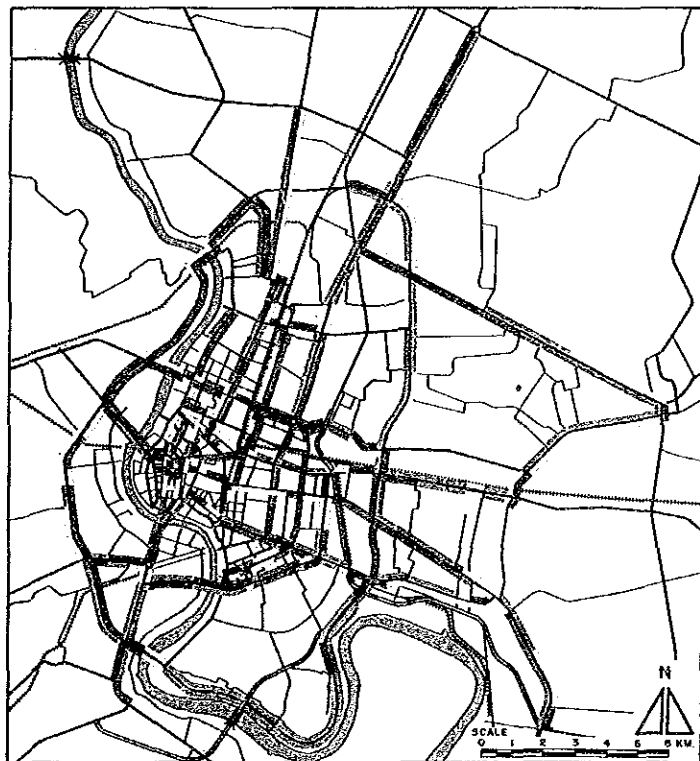
交通混雑を示す速度10Km/H以下の道路区間は、特に、チャルンサニットウオン道路～タワーン道路～パホンヨーチン道路～ディンデン道路～ミドルリング道路（ソイアソーク）～ラマ4道路～パヤタイ道路～バルンムン道路で囲まれる市中心部に集中している。また、この集中した交通混雑エリアと分離して、以下のようなミドルリング道路と主要道路の交差部およびその周辺に速度10Km/H以下の交通混雑が生じている。

- a. マイサワン道路とスクサワット道路の周辺
- b. ラットプラオ道路の周辺
- c. パホンヨーチン道路の周辺
- d. プラチャチュン道路プラチャート道路との周辺
- e. ラマ4道路スクンビット道路との交差部

Morning Peak Hour



Evening Peak Hour



- LEGEND
- UNDER 10 Km/h
 - 10 - 20 Km/h
 - 20 - 30 Km/h
 - 30 - 40 Km/h
 - OVER 40 Km/h

SOURCE : SIMR 1989

图 2. 3. 6 旅行時間速度分布

- f. サトン道路とチャルンクルグ道路の交差点周辺
- g. ニュウーペブリ道路とラムカンヘン道路の交差点
- h. ラムカンヘン道路とラットプラオ道路の交差点

以上のように、ラチャウイッティ道路、ディンデン道路、パホンヨーチン道路、パヤタイ道路、ラチャブラロップ道路、ラマ4道路を中心とした約20Km²のエリアで激しい交通混雑を生じている。

2) 午後ピーク時間帯

午後ピーク時間帯における旅行速度状況は、速度低下地点はほぼ午前ピーク時間帯と類似した傾向を示している。午前ピーク時間帯にくらべ、南北の方向に交通混雑エリアがひろがっている。ラチャウイッティ道路、ディンデン道路、ペブリ道路、パホンヨーチン道路、パヤタイ道路、ラチャブラロップ道路、ラマ4道路、ソリアソーク道路、シーロム道路を中心として約30Km²のエリアが激しい交通混雑となっている。

2. 3. 3 交通事故

1) 交通事故の経年変化

バンコク首都圏の交通事故の経年変化を表2.3.2に示す。1979年から1988年までの過去10年間における、バンコク首都圏の交通発生状況をみると、事故件数は約2.6倍の増加を示している。1981年に一旦減少傾向を示したが、その後、徐々に増加傾向を示し、1987年から急激に増加している。しかしながら、これらの交通事故件数と自動車登録台数の関係から登録台数100台当りの事故件数を調べると、過去10年間で3.4件から1.9件と約1/2に減少しており、交通安全対策の効果が見られる。

表2. 3. 2 交通事故の経年変化

Description	Year									
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Number of Accident	12,045	11,190	11,802	9,794	13,674	14,092	14,295	16,069	19,745	31,175
Number of Registered Vehicle in Bangkok	350,970	438,128	490,988	563,543	606,806	694,101	760,257	-	-	1,050,033
Accident/100 Registered Vehicle in Bangkok	3.4	2.6	2.4	1.7	2.3	2.0	1.9	-	-	1.9

Source : Department of Land Transport
Dec. 1988

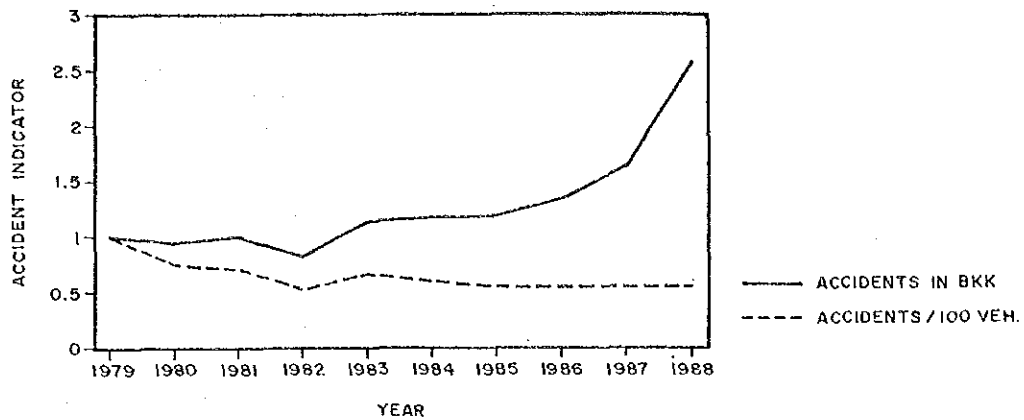


図 2. 3. 7 交通事故と自動車登録台数

2) 交通事故発生状況

バンコク市街地周辺（ミドルリング道路周辺までのエリア）の主要道路における年間交通事故多発地点を図2.3.8に示す。交通量が大量に集中し、交通混雑の激しい、市中心部のラマ4道路、スクンビット道路、ペプリ道路、パヤタイ道路、シアユタヤ道路に事故多発傾向が見られる。また、事故形態別件数をみると、車両相互の事故件数（二輪車の事故を含む）が76%と非常に高い割合を占め、次いで、歩行者事故が20%を示している。

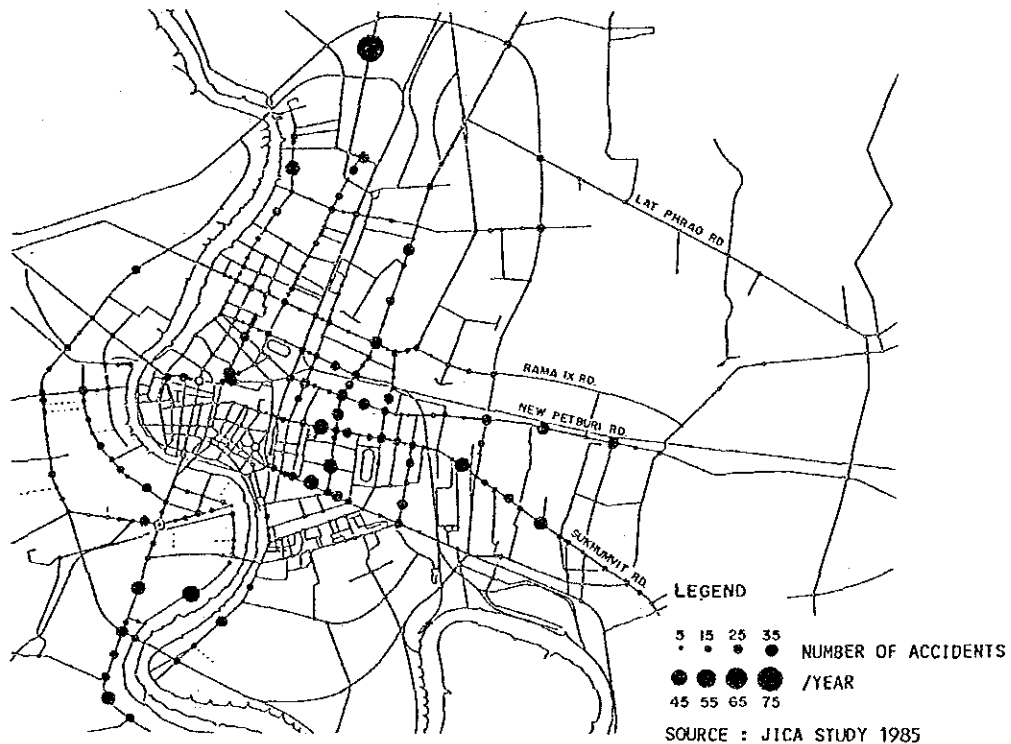


図 2. 3. 8 交通事故多発地点

事故類型別件数では、追突が25%、右折時側面衝突が20%、および接触事故が17%の割合で高い。一方、歩行者事故では、横断歩道以外の所で横断中の事故が11%と多い。以上の事故に対して事故原因をみると、事故原因の約半数（47%）が「不適当な運転速度」で、次いで「不適当な追越し」が27%、「不適当な右左折」が24%となっている。

2. 4 交通信号施設

1) 既設ATC信号制御施設

既設ATCシステムは中央設備がOPPビルに設置され、信号制御機は旧市街地とその北側に隣接する官庁街をカバーしている。これは1979年に設置された。既設ATCシステムの概要は下記のとおりである。

- a. 制御方式： トランジット7によって設定され、4パターンのタイミングプランを5つの時間帯に充当するタイムフィックスド制御方式である。
- b. 制御交差点： 最大容量は64交差点であり、現状では47交差点が制御されている。
- c. 通信方式： TDM全二重方式で1:Nマルチドロップの回線構成である。Nの最大値は8である。モデムは最大8ユニット実装できるが現状では6ユニットが実装されている。
- d. 監視機能： グラフィックパネル上に「オンライン状態」「許可された手動」「単独動作（通信不良あるいは無許可手動）」「主道路グリーン」を表示する。観察では、週日の10:00時点で20%がオンライン状態であり、80%が許可なし無許可の手動状態と推定される。またプリンターにエラー状況、制御パラメータの変化を印字する。

2) 既設ATCの運用

既設ATCは下記のように運用されている。

- a. 設置されて10年の間にパラメータの更新は2回行われた。パラメータ更新の手順は交通量調査データを外国に送り、算出されたパラメータを返送してインプットしている。
- b. 既述のとおりタイミングプランは4パターンであり、そのうち周期は60秒、90秒、120秒の3パターンである。
- c. 雨期には回線状態が良くない。TOTの回線の信頼性については実績データはなく、目標値があるのみである。目標値は回線の復旧について、24時間以内に80%、7日以内に99%としている。
- d. ATCシステムの信号制御機にTOT回線が直接引き込まれている。

3) 既設信号制御設備と運用状況

現在使用されている信号制御設備と運用状況は次に示すとおりである。

- a. ほとんどの信号交差点は交通警察官によって現場で手動制御されている。手動の周期は観測結果によると、およそ2.5から8分位である。ただし、現示の飛び越し、後戻り等周期の概念が薄い。手動の動作は交通警察官の視界あるいはトランシーバーによる連絡を判断材料とした地点感応動作になっている。
- b. ポールが低くまた灯器の径は約20cmのものが多く、明るさは暗い傾向を示す。電力はトランスで降圧し、12V50W程度となっている。
- c. 1つの灯器と信号制御器が中継なしの1本のケーブルで結合されている。

4) 保守体制

既設ATC設備および定周期信号設備の保守要員はATCシステムのオペレータを含め昼間4名、夜間8名をスタッフ総数17名からローテーションにより充当している。昼間の要員が少ないのはオフィスワークも兼務しているためである。

2. 5 現況交通および現況交通信号施設の問題

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。

2. 5. 1 交通流に関連した問題点

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。

- 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～ミドルリング道路～ディンデン道路～ラチャウイッティ道路～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や先づまりで、交通混雑のボトルネックは信号交差点と推定される。
- c. これらの多数の主要信号交差点の交差点飽和度が1.0を越えており、飽和状態を示している交差点が多い。
- d. 主要道路の自動車交通量の時間変動をみると、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の交通混雑が目だつ。全般にエリア内の道路網が粗く、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、バヤタイ道路、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中断が多いことから、グリーンバンド

制御システムが必要である。

2.5.2 交通信号施設に関連した問題点

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には以下のようなことがみられる。

- 1) 既設ATCシステムの運用状況で、いくつかの課題をかかえている。
 - 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。また総じて、コントロール・パラメータが粗く、ピーク時の周期が不足している。雨期には回線状態がよくない。
- 2) 既設信号制御設備と運用状況で以下に示す問題点がみられる。
 - a. 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合したコントロールを行うのは困難である。系統制御されていなく、また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。
 - b. ボールが低くまた灯器が小さいものが多く、視認性が低い。
 - c. 保守体制でスタッフ数、スペア・パーツ等の不足がみられる。

第3章

ATC システムのフレームワークの設定

第3章 ATCシステムのフレームワークの設定

ATCシステム計画のために目標年次の道路ネットワーク、制御対象エリア等のフレームワークを以下に示す。

3.1 計画目標年次

本計画のATCシステムは短期的な交通管理計画のため5年以内を建設の目標年次と設定する。ATCシステム計画エリアにおける道路ネットワークの状況を考え、ETAのセカンドステージの建設が部分的に完了する1993年をATCシステムの計画目標年次とする。

3.2 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り、1993年までに建設完了予定の道路交通プロジェクトは図3.2.1に示すとおりである。(プロジェクトの詳細は別途、中長期道路計画の将来ネットワーク計画を参照) ATCシステムの道路ネットワークはこれらのプロジェクトを前提条件で検討する。各プロジェクト名称は表3.2.1に列挙するとおりである。

表3.2.1 道路交通プロジェクト名称

Project	Public Agency
1) ETA projects	a. Second stage expressway b. Ekkamai - Ram Intra expressway
2) BMA projects	a. Flyover, Din Daeng - Ratchaprarop b. Flyover, Ngam Wong Wan - Pracha Chuen c. Flyover, Middle Ring - Pracha Rat d. Flyover, Rama IV - Sukhumvit e. Flyover, Sri Ayutthaya - Ratchadamri f. Flyover, Middle Ring - Lat Phrao g. Flyover, Middle Ring - Rama IV h. Flyover, Middle Ring - Pracha Chuen i. Flyover, Phatthanakan - Ramkhamhaeng j. Flyover, Sondet Phra Pin Klao - Charan Sanit Wong k. Flyover, Intraphithak - Charan Sanit Wong l. Flyover, Middle Ring - Phahon Yothin m. Flyover, Phahon Yothin - Sutthisan n. Flyover, Rama IV o. Elevated road, Soi Asok p. Improvement intersection, Rama IV - Ari q. Extension, Pracha Rat r. New road & Improvement, Mahaisawan s. New road & Improvement, Itsaraphap t. New road & Improvement, Ratchadaphisek u. New road & Improvement, Route 343 v. New road & Improvement, Klong Chong Nonsi
3) DPW projects	a. Extension, Sathon b. Bridge, Rama VI bridge & approach
4) DOH projects	a. New road, Route 35 b. New road, Route 343 c. New road, Route 45 d. New road, Phahon Yothin - Sukhaphiban

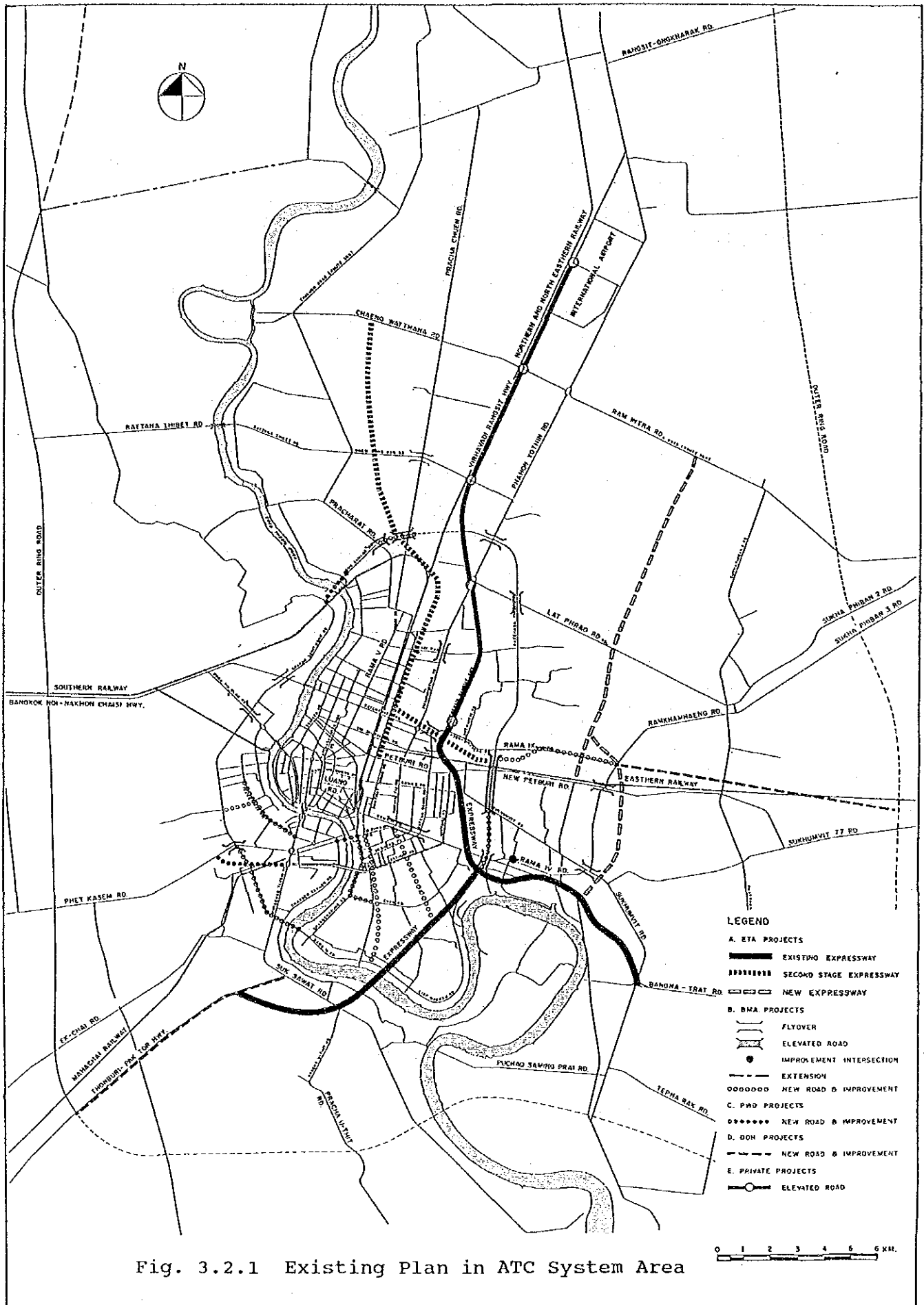


Fig. 3.2.1 Existing Plan in ATC System Area

図3. 2. 1 ATCエリアにおける既存道路交通計画

3.3 ATC制御対象エリア

3.3.1 選定手法

ATCシステムの制御対象エリアの選定は、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を評価基準に設定して行った。これらの評価基準は表3.3.1に示すとおりである。

評価基準はATCシステムのオペレーションの効率を考え、バンコク市の調査対象エリア内の主要道路における道路交通量と道路リンク長の関係を主とした。一般に道路リンク長が短いほど、また交通量が増大するほどシステム・オペレーションの重要度が増大する。このことより、道路交通量(V)とリンク長(L)から $I=V/L$ の指標を用い、下位のリンクより順に除去していくことにより、全体ネットワークを複数のエリアに分割する。この結果を基に、エリア内の交通調査から旅行速度状況、渋滞状況の交通混雑状況を加味し、さらに将来ネットワークを考慮して、対象エリアを概略選定した。

図3.3.2にV/Lの累加分布を示す。図3.3.2に交通量とリンク長の関係、図3.3.3に10Km/H以下の旅行速度状況、図3.3.4に主要交差点の渋滞長状況を示す。

表3.3.1 制御対象エリア選定のための評価基準

Item	Criteria	Remarks
1. Relationship between traffic volume and link length	$V/L \geq 4.0$	V=Traffic volume (PCU/P.H.) L=Link length (M) (Source:OD trips 1988)
2. Travel speed	$V \leq 10 \text{ Km/H}$	V=travel speed(Km/H) (Source:Travel time survey 1989)
3. Queue length	$L \geq 100M$ (Max)	L=Queue length(M) (Source:Traffic congestion survey 1985&1989)
4. Future road network		

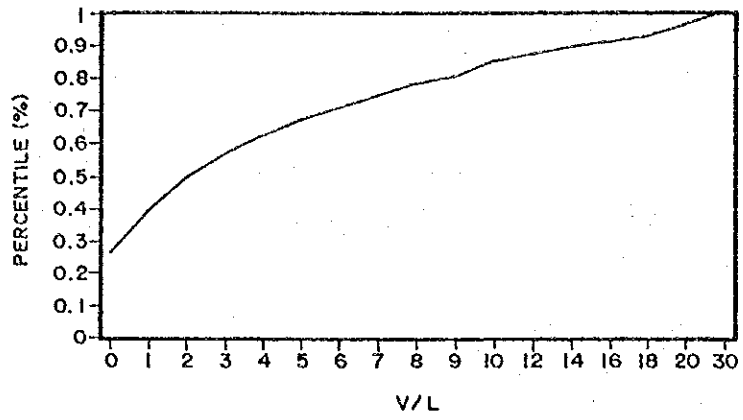


図3.3.1 V/Lの累加分布

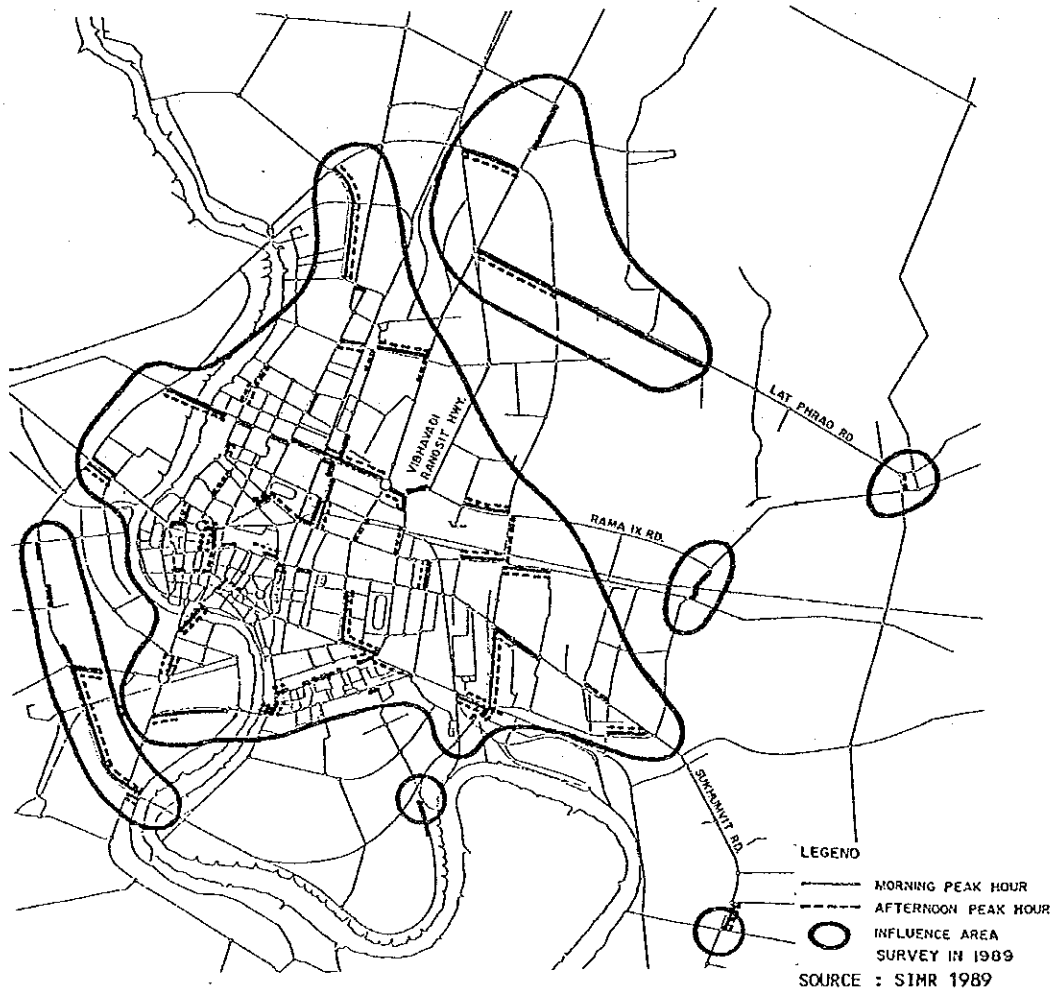


図3.3.2 10km/H以下の旅行速度状況

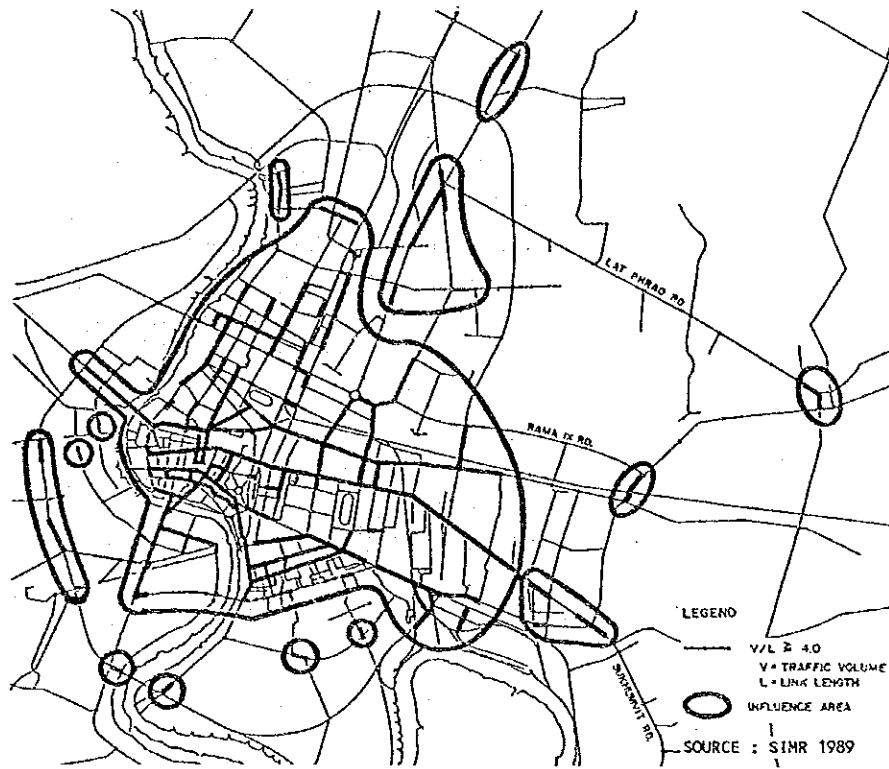


図 3. 3. 3 交通量とリンク長の関係

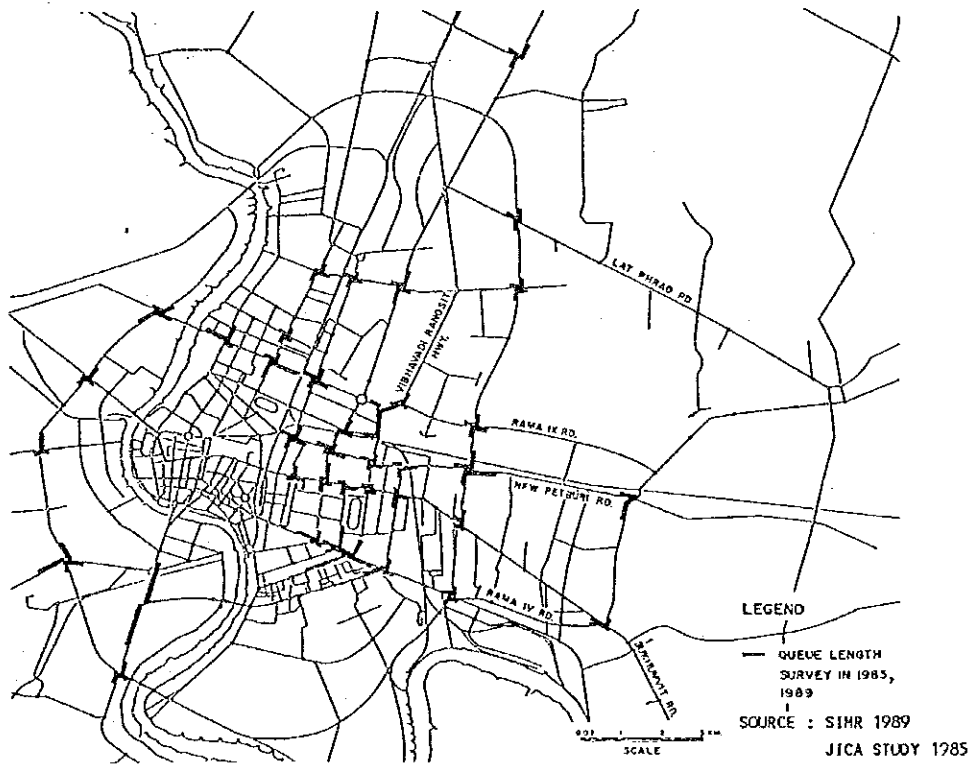


図 3. 3. 4 主要交差点の渋滞長状況

3. 3. 2 制御対象エリア

ATCシステムの制御対象エリアは前述の評価基準に従い、図3.3.5および表3.3.2に示すとおりとした。制御対象エリアはいくつかのエリアからなる。主要なエリアはミドルリング道路とペブuri道路とプラカノンクロンタン道路とラマ4道路とサトン道路とプラチャオタクシン道路とチャオプラヤ川で囲まれ、計画エリアの中で最も重点整備地区である。その他のエリアは市の西部および南部のミドルリング道路沿いと、ラットプラオ道路とランカムヘン道路沿いに位置している。尚、評価基準項目のうちの将来道路ネットワークでは、1993年に部分的建設完了するETAのセカンドステージ・プランにおけるランプと主要道路の交差点を抽出し、エリアを考慮した。

表 3. 3. 2 ATCシステム制御対象エリア(1993年)

Area(Km2)	Main Area
101.0	<ul style="list-style-type: none"> * Middle Ring Rd - Petburi Rd - Phrakhanong Klongton Rd - Rama IV Rd - Sathon Rd - Somet Phra Chao Taksin Rd - Chao Phraya River * Western and Eastern area on Middle Ring Rd * Lat Phrao Rd - Lat Phrao 053 Rd * Ramkhamhaeng Rd - Lat Phrao Rd

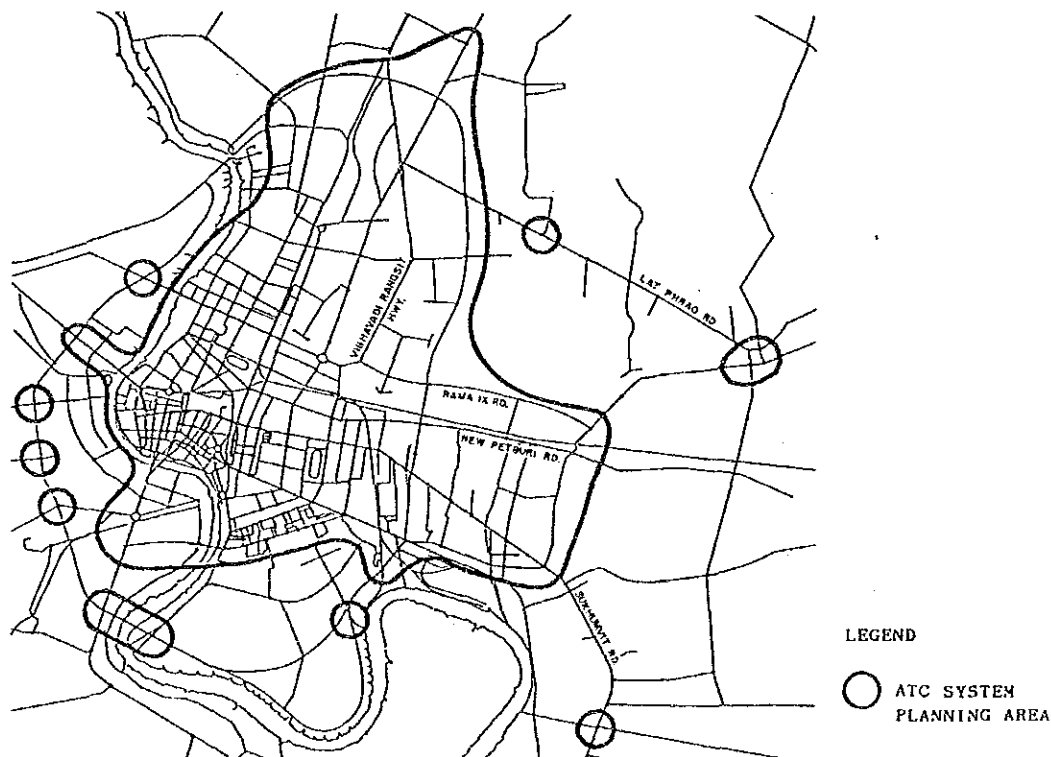


図 3. 3. 5 ATCシステム制御対象エリア(1993年)

第4章

ATC システムのための交通管理計画

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ATC計画との関連

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、ペブリ道路を中心とする幹線一方通行計画、アンバランスト・フローレーン、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が、「中長期の交通管理計画」においては公共交通計画からの交通管理計画や、STTRにおいて検討されたエリア・ライセンス計画等も検討されるであろう。

1993年を対象年度とする本ATC計画においては、『中長期の交通管理計画』の一部先行調査として、現在実施中のスクンビット、ペブリ道路を中心とする幹線一方通行計画、アンバランスト・フローレーン、コントラ・フローレーン計画を行う。現在、スクンビット、ペブリ、パヤタイ、ラチャビッチおよびラチャ・プラロップ通り等の交通管理計画の変更が検討されており、決定次第早急に実施されることになっている。

これらバンコクの中心的道路網の交通方式の変更は、現状と大きく異なる交通現象を生み出すと共に、現状のボトルネックを解消したり、または新たなボトルネック箇所を生じさせることが十分に予想され、ATC計画に決定的な影響を与えることとなる。

交通管理計画、例えば一方通行計画は、ATC計画の立案に不可欠であり、交通管理計画の再検討がなされている現状においては、ATC計画の基礎をなす上記交通管理計画の検討を、よりよいATC計画を立案する上からも本調査において実施せねばならない。

4.2 計画手法

4.2.1 概要

この調査は、現在交通方式の変更を討議されている区域、つまり、東はミドル・リングロード、西は旧市街地との境、北はラチャビッチロード、アソーク・デインデンロードと南はスクンビットロード、ラマI世通りに囲まれた道路ネットワークを対象として、渋滞・旅行速度・交通容量の改善に資する交通方式を比較検討し、提案するとともに、ATC計画に必要な交差点の重要度（飽和度）が交通方式の変更によって、いかに変化するかを解析する。この解析結果はATC計画の重要な参照資料として役立つものである。

この調査結果は1989年3月までに必要とされたので、中長期計画から得られるはずのODデータは使用できなかった。さらにフィージビリティ調査の目標年次である1993年での新道路網はこの段階では決定していないので、本調査では1988年の現況道路網に対する交通処理改良計画を提案する。上記道路網の形態が決定し、新たな交差点での右左折規制が決定した後、1993年道路網に対してさらに調査が

行われるであろう。

調査は1985年ODデータを基にして1988年および1993年道路網に対するピーク時間OD表を編集することから始まった。次いで交通量配分およびシミュレーションモデルの構築を行った。

1988年実査で示されたように、調査対象地域のピーク時間交通量は前回調査（1987年JICA調査）とほぼ同様である。これより、対象地域の道路交通容量はほぼ飽和に達していると考えられる。言い換えれば対象地域のピーク1時間の交通需要は、自動車保有率が増加しているにもかかわらず、前回調査以来増加していない。この観点から、1985年での値を保有率の増加に基づいて1988年の値に補正するよりも、1985年での値を補正せずに1988年ピーク時間交通需要として用いた。

調査のフローを図4.2.1に示す。調査の手順は以下のとおり。

- a. 現況交通方式の調査
車線数、リンク長に関して前回JICA調査結果の修正およびJICA調査以降の道路、立体交差点の調査
- b. ピーク時間帯交通処理方法の整理
方向別、午前/午後ピーク別の車線数、リンク長に関するデータおよびバスレーン、バス網、逆行レーン、フィックスト・アンバランスレーン、リバーシブルレーンの運用状況、および方向規制に関するデータの編集、整理
- c. 時間帯毎の1989年ODデータの見直し
- d. 午前および夕方ピーク時間OD表の準備
- e. 交通処理システムの比較および現況道路網に対する提言
- f. 1993年道路網と新規交差点での方向規制の決定
- g. 1993年道路網に対する交通処理計画の調査

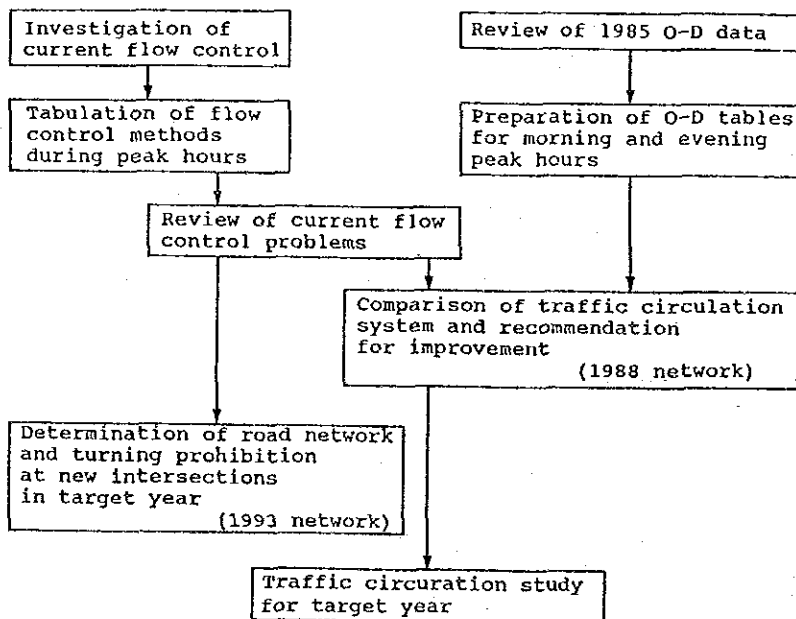


図4.2.1 交通方式調査フロー

4. 2. 2 交通方式検討のための解析モデル

1) モデルに求められる基本要素と解析手順

交通運用計画の評価のために、遅れ時間、渋滞長を表現し、各交差点毎の飽和状態を再現する必要がある。そのため車の遅れや、渋滞を再現するシミュレーションモデルの利用を考えねばならない。また、シミュレーション・モデルは、以下の条件に対応できねばならない。

- a. 加飽和交通状態が再現できること
- b. 交通管理の変化に対応でき、演算時間が比較的短いこと

解析手順として以下の事項を考える。なお、車種は表 4.2.1の車種別乗用車換算係数(PCU)を用いて乗用車換算し、1車種として扱う。

- a. 朝(7~8時)、夕(17~18時)のピーク時間帯別OD表作成
- 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

表4. 2. 1 乗用車換算係数

Vehicle	Coefficient (pcu)
Car	1.0
Taxi	1.0
Mini Bus	1.5
Large Bus	2.1
Pick-up	1.0
Truck	2.5

2) 交通配分モデル

シミュレーションモデルへの入力情報を作成するために交通配分モデルを設定する。交通配分手法をフロー図に示すと、図 4.2.2のとおりである。リンクの時間当たりの容量は、リンクとあい路の容量により表現される。本調査の対象道路網では、リンク上の隘路は多くの場合、リンク端にある信号交差点に存在する。したがって時間当たりのリンク容量はリンク端にある信号機の青時間比率(g_i)により決定できると考える。以上より各リンク (i) の1時間 (t 時間) 当たりのリンク容量は次式により設定した。

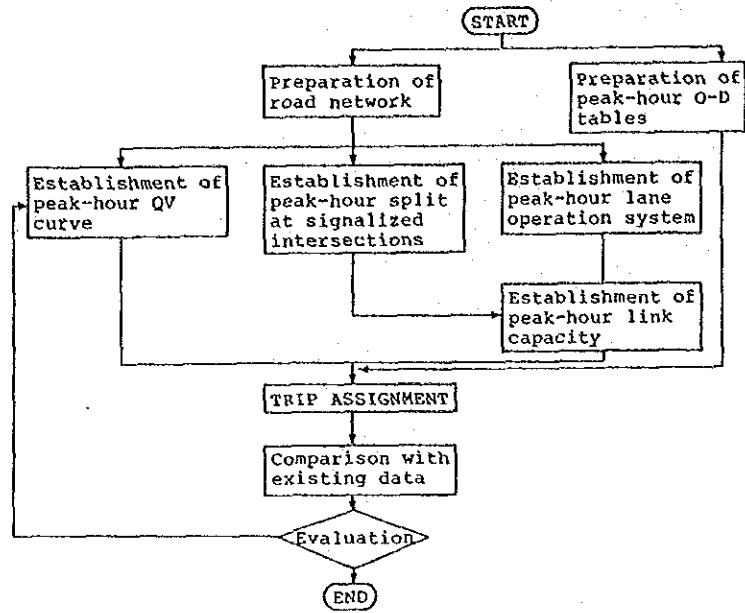


図4. 2. 2 交通量配分手順

$Q_{oit} = S_{it} \times g_{it}$
 S_{it} = t時のi道路の交通容量
 g_{it} = t時の青時間比率

3) 交通状況再現シミュレーション・モデル

シミュレーション・モデルは図4.2.3に示すようにスクンビット通りのように一方通行変更対象路線を含み、北はビクトリーモニュメント、南はサトン通り、東はミドルリング道路、西は旧市街地との境界までの範囲を対象として作成する。

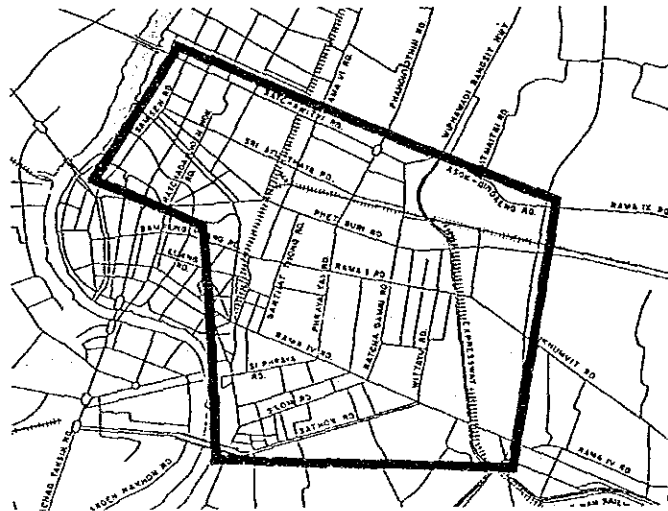


図4. 2. 3 シミュレーション対象地域

表 4. 2. 2 既存シミュレーション・モデルの概要

Model	Main Use	Developed by (Year)	Basic Conditions				Remark
			Simulates Road Network	Simulates Excess Saturation	Responds to Changes in Flow Control	Short Computing Time	
TRANS	Signal control evaluation	U.S. (1966)	YES	NO	NO		
UTCS	Signal control evaluation	U.S. (1971)	YES	NO	NO	Based on TRANS; lane change, conflict between pedestrians and turning vehicles	
NETSIM	Signal control evaluation	U.S. (1977)	YES	NO	NO	Improved version of UTCS; estimates fuel consumption and exhaust	
MACSTRAN	Signal control evaluation	Japan (1975)	YES	YES	YES	Based on TRANS; improvement on turning and lane change movements; vehicles move at fixed speed or stand still	
MICSTRAN	Signal control evaluation	Japan (1975)	YES	YES	YES		
SIGOP	Optimization of signal control parameters	U.S. (1974)	YES	NO	NO		
TRANSYT	Optimization of signal control parameters	U.K. TRRL (1974)	YES	NO	NO		
DFSC	Signal control evaluation & optimization of signal control parameters	Japan TUSL (1986)	YES	YES	YES	Includes macromodel (conti- nuous volume) and micromodel (unit basis) for right-turning vehicles	
Signal Forecast Control Model	Optimization of signal control parameters	Japan (1986)	YES	YES	NO	Forecasts traffic demand several minutes ahead and seeks best control parameter (split) for achieving target traffic condition (queue)	
TRACSS	Signal control evaluation	Japan (1980)	YES	YES	NO		

交通流を再現するシミュレーションモデルは表 4.2.2に示すものが既に開発されているが、前節で示した基本条件を満たし、このスタディに適用できるモデルとして、東大生研で開発したモデルを活用することが適当である。このモデルは、広範囲の道路網を対象に、各種信号制御手法の評価とオンライン最適化実験による信号制御の改善および新制御方法の確立を目的に開発されたものであり、当スタディの交通方式の評価のために当モデルを簡略化し適用する。

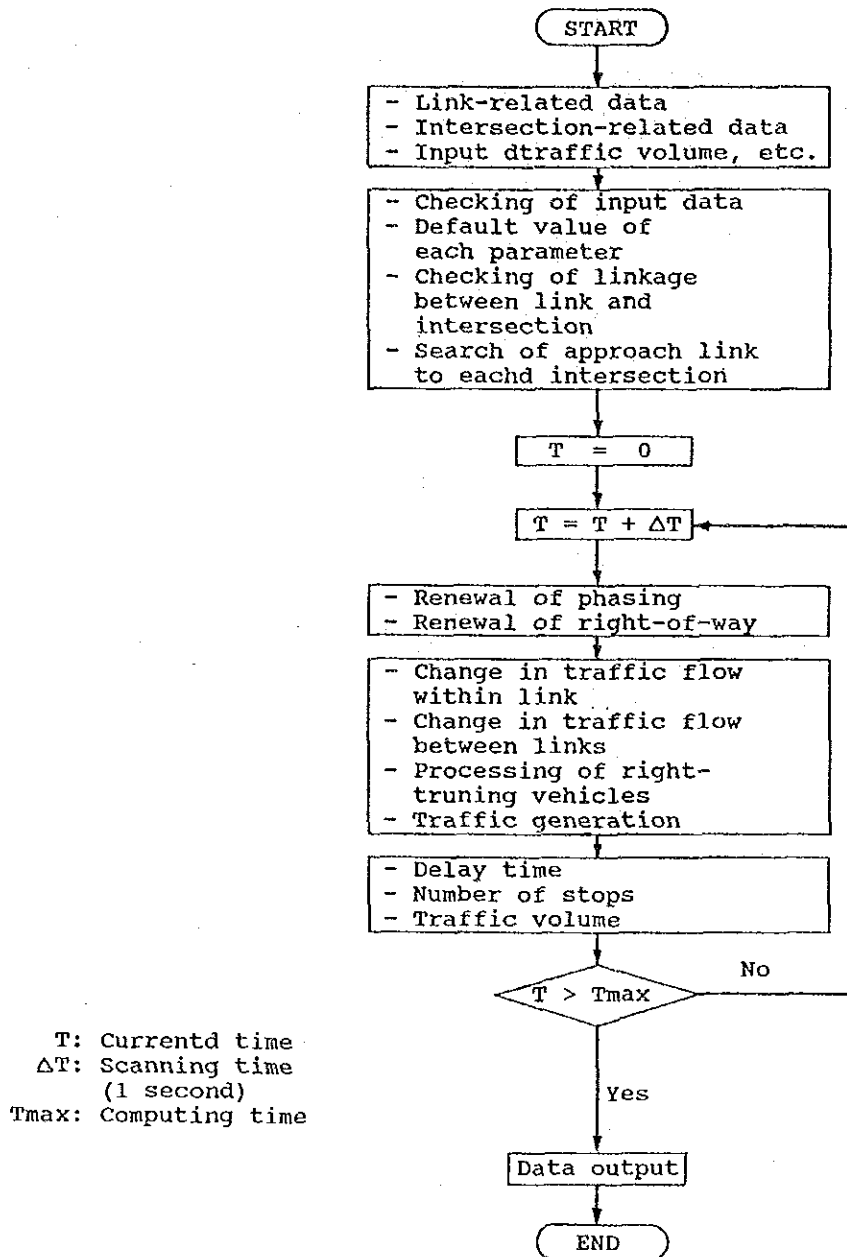


図 4. 2. 4 シミュレーション手順

モデルの構成を図 4.2.4に示す。モデルの主要部分は、データ入力セクター、信号制御セクター、交通流セクターおよび出力データ作成セクターからなり、シミュレーションの進め方はピリオディック・スキニング方式であり、1秒毎のタイム・スキニングで実行するものとする。入力情報として各リンク情報、信号制御手法および制御パラメータ、入力（流入）交通量が必要となる。リンク情報は、幾何構造条件と飽和交通流率と交差点での分岐率等の交通条件より構成される。流入交通量、分岐率は当スタディにおいては、交通配分モデルの演算結果より求め、飽和交通流率は、実測結果による。各入力情報の設定は以下の通りである。

(1) 流入交通量

流入交通量は、対象エリアの境界リンクにおける断面交通量配分結果を用いて、その断面交通量を流入交通量として設定した。また、対象エリア内に発生ノードが存在するため各発生ノードからの発生交通量が発生リンクを設けて入力している。

(2) 飽和交通流率

飽和交通流率は、飽和交通流率調査を実施した地点の飽和交通流率の平均値で一律に設定するものとし、1900pcu/青1時間/車線とした。

(3) 信号制御パラメータ

- a. 現示方式…2現示方式（右折専用のある場合は4現示方式）を原則とする。
- b. サイクル長…一律 180秒とする。
- c. スプリット…交通量配分による方向交通量をもとに、スプリット比を設定する。
- d. オフセット…オフセットは設定しない。

警察官のマニュアル制御には再現性がなく一方通行の比較評価を行う上で、信号制御の質を一定にする必要上、現示方式、サイクル長、オフセット条件は上記のように一定にした。なお、このモデルでは鉄道平面交差の影響は小さいと考えて考慮していない。また、モデルは乗用車換算（PCU）ベースのため、バスの挙動はシミュレートできていない。シミュレーション・モデルによる現況再現結果とOCMRTが1988年に実施した交差点交通量調査（全体20ヶ所、対象エリア内4ヶ所）結果を比較し、ミドル・リング道路上の2交差点、ラマ4世通りの2交差点ともに良好な結果を得た。

4. 3 交通方式代替案の選定

4. 3. 1 現況交通方式の見直し

バンコク首都圏においては、交通流の円滑な確保を目的に、過去2回にわたり一方通行システムが導入された。最初のものは、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月に導入されたもので、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

その後の交通方式の変更は、以下のとおりである。

- 1) 1986年においては、ラマ6道路、キャワボン道路、ラチャビッティ道路3つの街路で対面通行の運営がなされた。その理由は、右折交通のために長い渋滞列が生じたためとされている。
- 2) 1987年においては、次の3つの街路において逆行レーンの運用がされている。
 - a. ラマI道路のプラツム交差点からラチャラソン交差点までの区間（全日）
 - b. ペプリ道路のETAオランプからモトルムまでの区間
 - c. ラチャプラロップ道路のデインデンからマッカッサンまでの区間（全日）

現在の交通方式は、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。朝のピーク時の車線数の現状を図 4.3.2に、一方通行およびアンバランスト・フローレーンの現状を図 4.3.3に、バス・レーンの状況を図 4.3.4に示す。

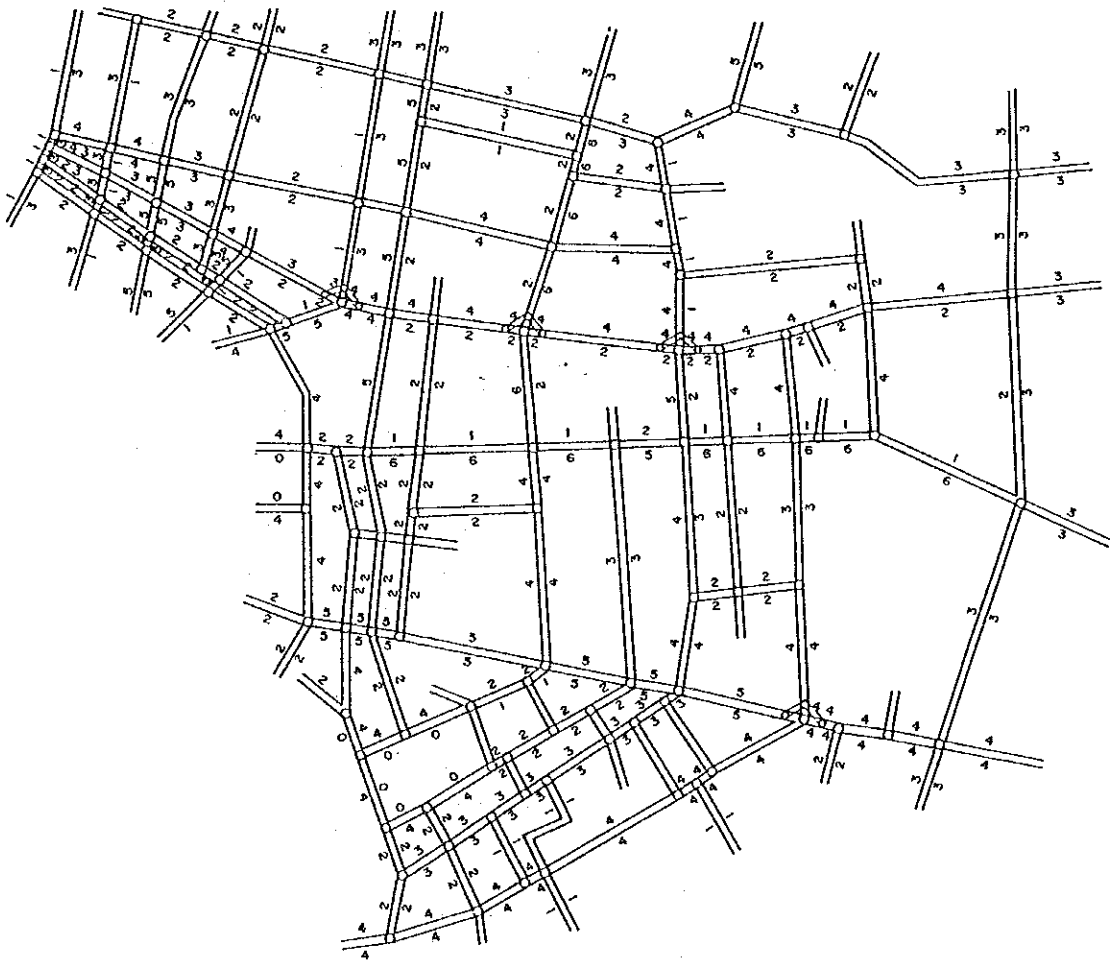


図 4. 3. 2 車線数の現況

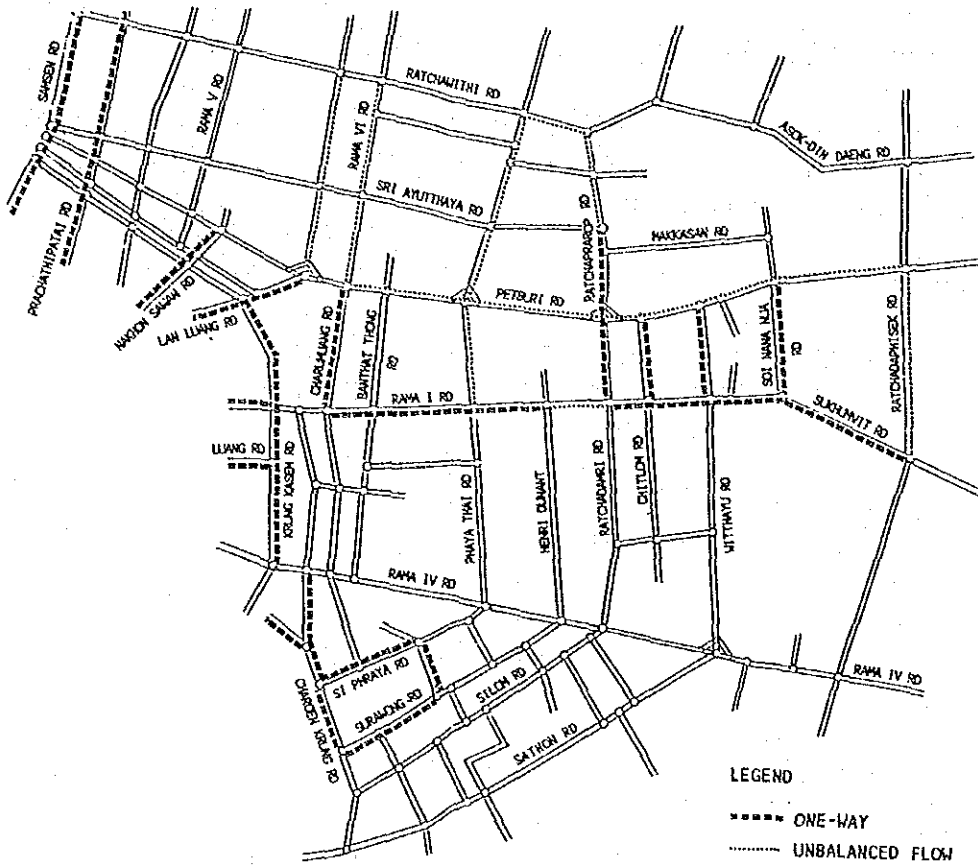


図 4. 3. 3 一方通行およびアンバランス・フロー道路の分布

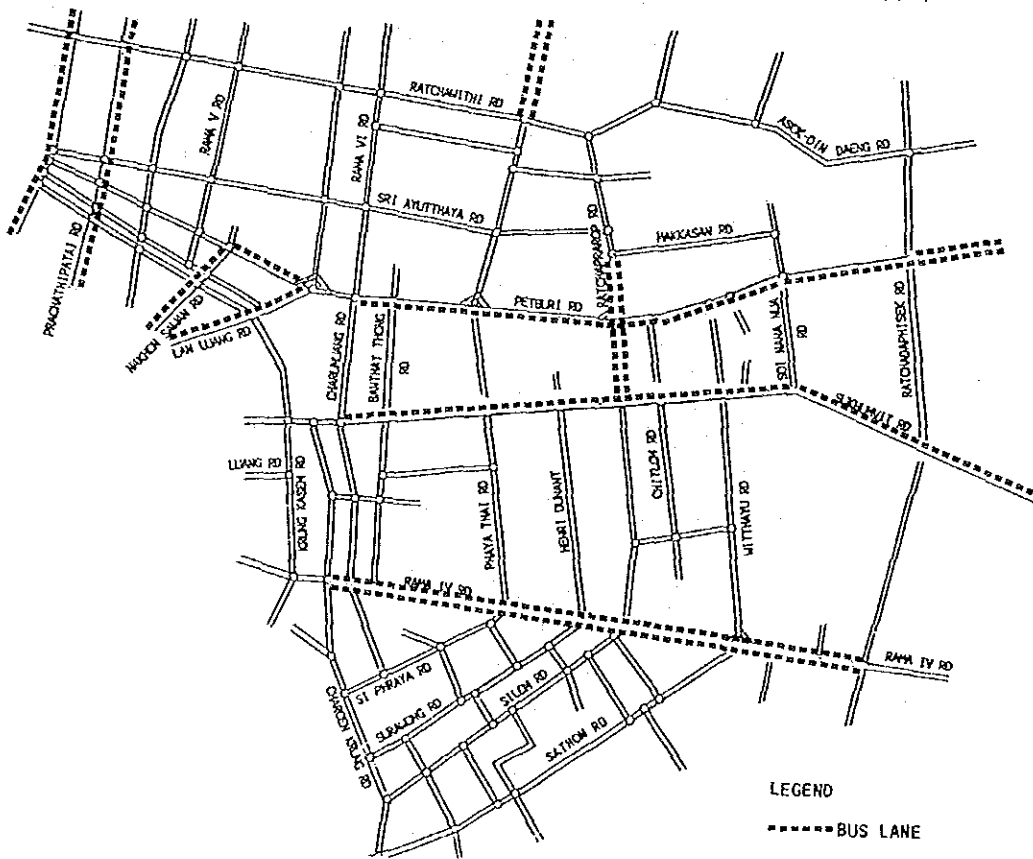


図 4. 3. 4 バスレーンの分布

現在の交通状況は、幹線の一方通行のため迂回を強いられる交通が増える結果、幹線一方通行区間以外で利用しにくい区間が生じたり、旅行距離が一般的に長くなり、ドライバーにとって必要以上に混雑している交差点を通過しなければならない無駄な走行が生じている。特に、ピーク時間帯においては、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全体ネットワークのある部分がまとまって過飽和状態となり、交通が麻痺することが時々生ずる。また、ETAの高速道路と街路とのリンクが悪く、高速道路のランプおよび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. 2 代替案の選定

代替案の選定にあたっては、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する必要がある。

そのため、無駄な走行を減少するとともに、交差点の飽和度を軽減させるため、アンバランス・フローレーン対面通行（リバーシブル・フローレーンを含む）に関する調査と高速道路の朝・夕のピーク時に卓越している都心間との交通について、その円滑な流れを確保し、高速道路の利用を促進させるために警察が提案している現一方通行の逆転方式等を代替案として検討せねばならない。代替案の作業フローを図示すると図 4.3.5のとおりである。

アンバランス・フローレーン対面通行の検討においては、アンバランス・フローレーンの対象候補路線およびその車線数を計画、立案するために各道路区間上り・下りの車線数を均等割りした通常のアンバランス・フローレーン対面通行を対象として、次の方法により検討した。すなわち、アンバランス・フローレーンの対象候補路線は、各道路区間ごとの容量制限を考慮に入れない最短経路配分により交通需要量を求め、潜在需要の高い道路区間およびアンバランス・フローレーンの候補路線を抽出した。また、上り・下りの車線数は各道路区間ごとの容量制限を考慮した分割配分により交通需要を求め、同一区間の方向別混雑度が均等化するように再配分することにより設定した。

その結果、代替案の選定にあたっては、以下の5案について検討を行った。なお、4)、5)のリバーシブル・レーン対面通行案は、上記アンバランス・フローレーン対面通行の検討において、朝のピーク時、夕のピーク時間ごとに車線計画を構成し、リバーシブルにすることが適当であると判断し提案したものである。

- 1) 現行交通方式
- 2) 反時計回り優先方式：固定タイプ、現行方式の逆転、カウンター・クロックワイズ方式。スクンピット、ペブリ通りにおいては、対面車線（非優先化車線）は2車線を確保する。
- 3) 反時計回り優先方式：リバーシブルタイプ。リバーシブルレーン採用区間を大幅にとり入れた警察の提案
- 4) 交通配分スタディをベースにしたリバーシブル・レーン対面通行システムと

Two-way Traffic System Study

Study of balance flow operation

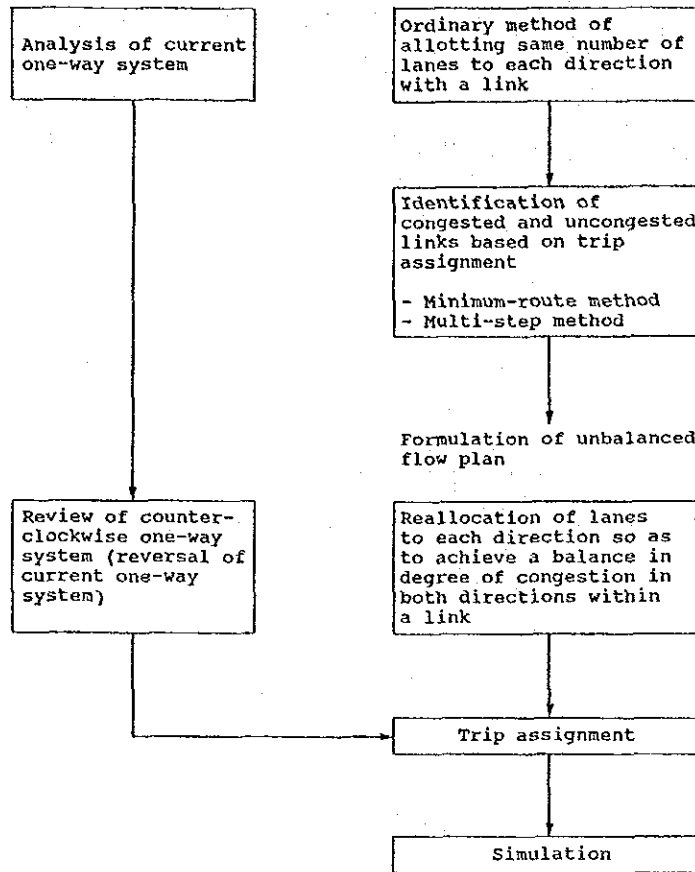


図 4. 3. 5 代替案選定手順

アンバランスト・レーン対面通行システム

5) 上記4)を簡略化したリバーシブル・レーン対面通行システム

上記5案の交通方式の比較を表 4.3.1、表 4.3.2に示す。これら上記5案に簡単な検討を加え、以下3案を抽出し、詳細検討を実施した。

- | | | |
|--------|---|---------|
| Case-1 | 現行交通方式 | 上記1)と同じ |
| Case-3 | 反時計回り優先方式 (リバーシブルタイプ)
(カウンタークロックワイズ対面通行システム) | 上記3)と同じ |
| Case-5 | リバーシブルレーン対面通行システム | 上記5)と同じ |

図 4.3.6は上記3案の交通方式を示したものである。また、図 4.3.7はケース-3およびケース-5の具体的交通方式を示したものである。

表4.3.1 代替案の概要

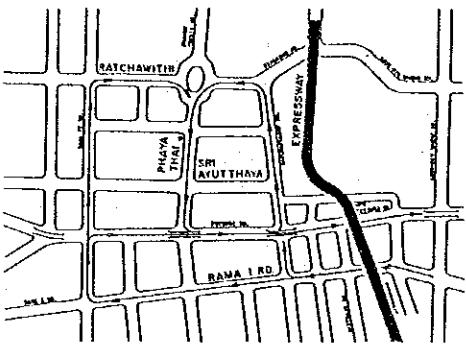
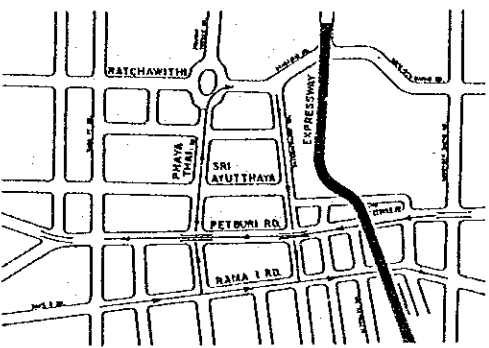
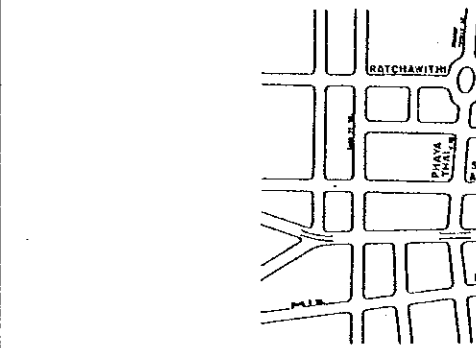
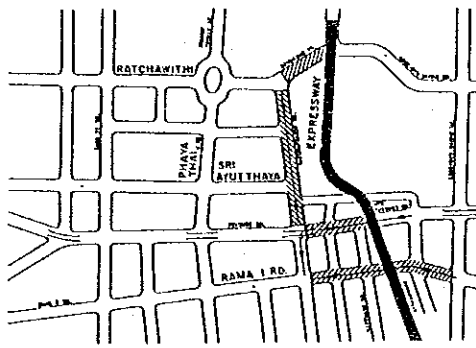
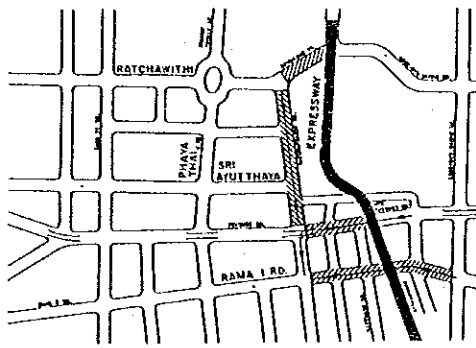
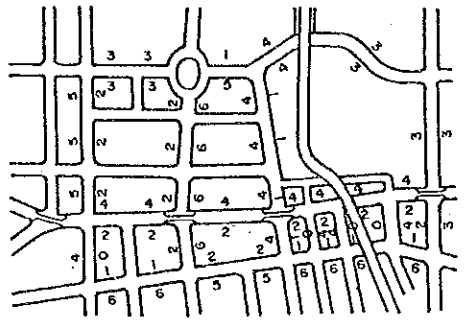
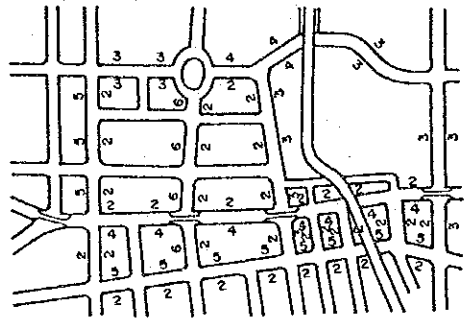
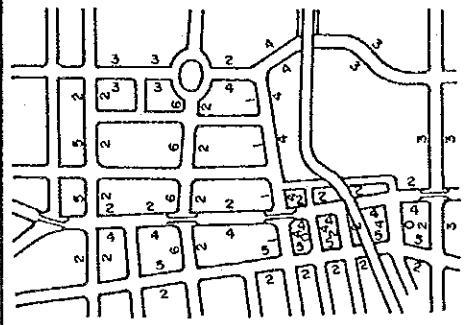
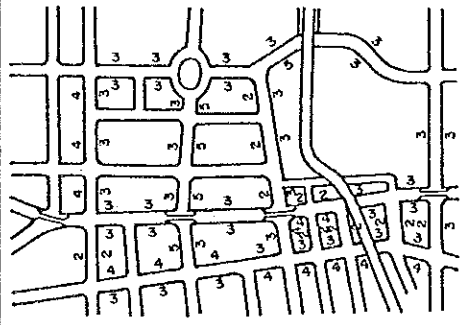
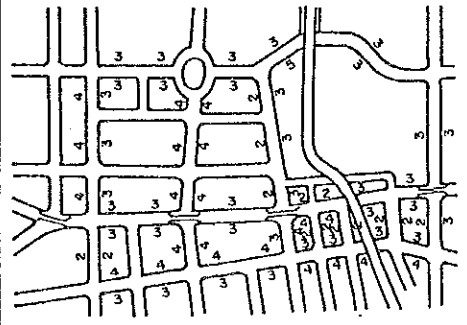
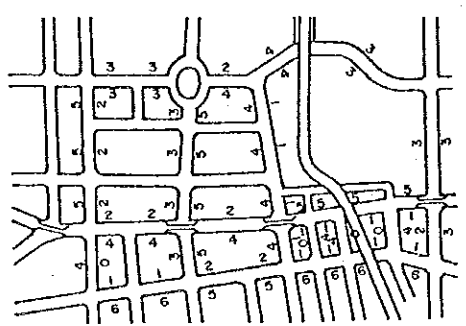
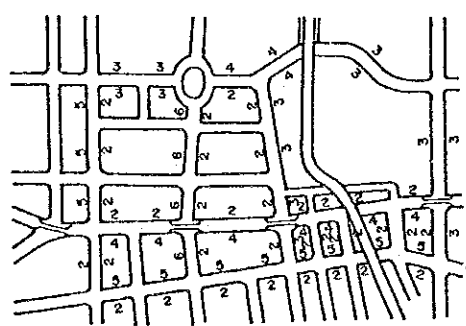
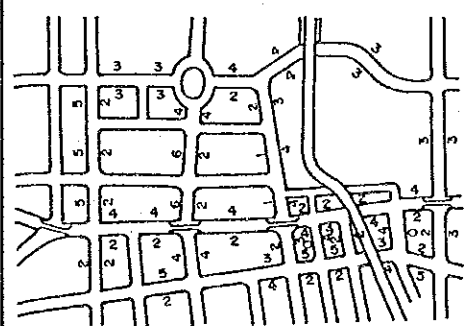
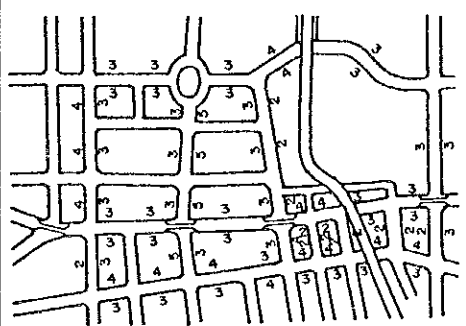
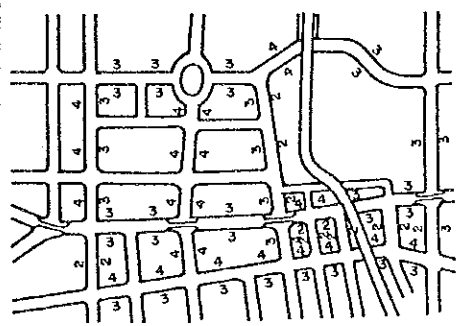
CASE		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TYPE OF DIRECTION		ONE-WAY	ONE-WAY	ONE-WAY	TWO-WAY	TWO-WAY
REVERSIBLE		○ (MANUAL)	X	○	○	○
MAIN FLOW						
					/// Link with reversible lane	
NO. OF LANE	MORNING PEAK HOUR					
	EVENING PEAK HOUR					

表 4. 3. 2 代替案別車線数 (1)

ALTERNATIVES		(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		
		INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	
DIN DAENG-RATCHAWITHI (A)	①	M/P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		E/P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	②	M/P	5	1	2	4	4	2	3	3	3	3
		E/P	4	2	2	4	2	4	3	3	3	3
	③	M/P	4	4	4	4	4	4	5	3	5	3
		E/P	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	④	M/P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		E/P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										
PETSURI (B)	①	M/P	2	4	4	2	4	2	3	3	3	3
		E/P	1	5	4	2	2	4	3	3	3	3
	②	M/P	2	4	4	2	4	2	3	3	5	3
		E/P	1	5	4	2	2	4	3	3	3	3
	③	M/P	2	4	4	2	4	2	4	2	4	2
		E/P	1	5	4	2	4	2	2	4	2	4
	④	M/P	2	4	4	2	4	2	4	2	4	2
		E/P	1	5	4	2	4	2	2	4	2	4
	⑤	M/P	2	4	4	2	4	2	3	3	3	3
		E/P	1	5	4	2	4	2	3	3	3	3
	⑥	M/P	2	4	4	2	4	2	3	3	3	3
		E/P	1	5	4	2	2	4	3	3	3	3

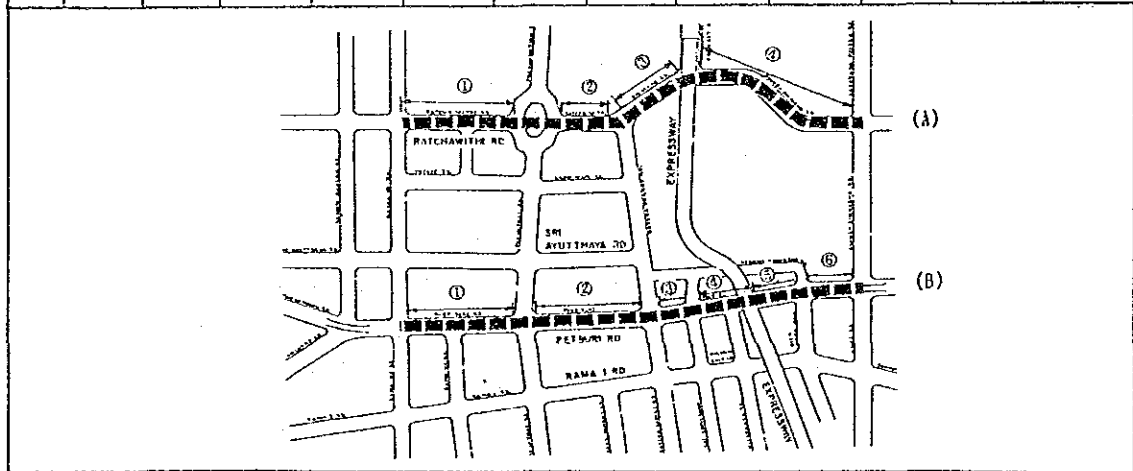


表 4. 3. 2 代替案別車線数 (2)

ALTERNATIVES		(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		
		INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	INBOUND	OUTBOUND	
RAMA 1 (C)	①	M/P	6	1	2	5	2	5	3	4	3	4
		E/P	6	1	2	5	2	5	3	4	3	4
	②	M/P	5	2	2	5	2	5	3	4	3	4
		E/P	5	2	2	5	4	3	3	4	3	4
	③	M/P	6	1	2	5	2	5	4	3	4	3
		E/P	6	1	2	5	2	5	3	4	3	4
	④	M/P	6	1	2	5	2	5	4	3	4	3
		E/P	6	1	2	5	2	5	3	4	3	4
	⑤	M/P	6	1	2	5	2	5	4	3	4	3
		E/P	6	1	2	5	4	3	3	4	3	4
	⑥	M/P	6	1	2	5	2	5	4	3	4	3
		E/P	6	1	2	5	5	2	3	4	3	4
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										

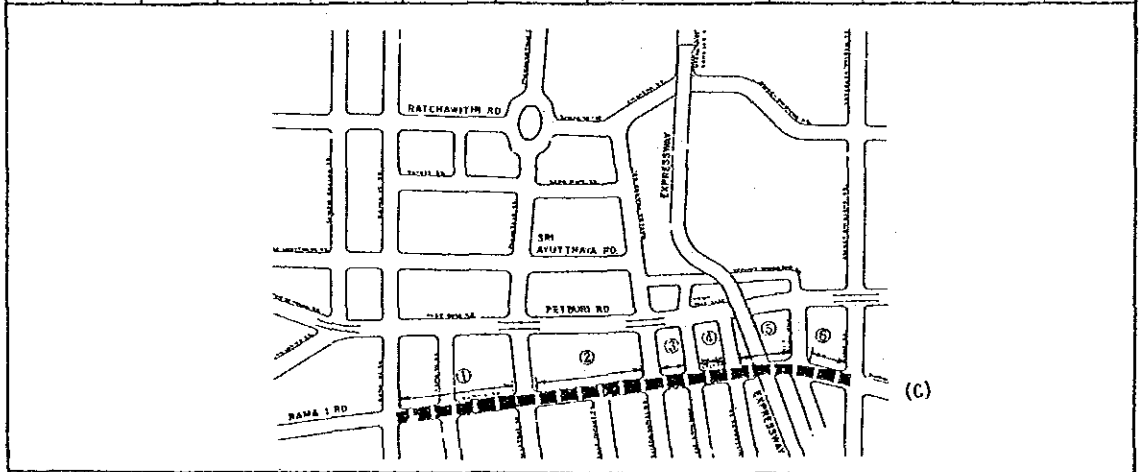


表 4. 3. 2 代替案別車線数 (3)

ALTERNATIVES			(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
			SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN
RAMA YI (D)	①	M/P	2	5	2	5	2	5	3	4	3	4
		E/P	2	5	2	5	2	5	3	4	3	4
	②	M/P	2	5	2	5	2	5	3	4	3	4
		E/P	2	5	2	5	2	5	3	4	3	4
	③	M/P	2	5	2	5	2	5	3	4	3	4
		E/P	2	5	2	5	2	5	3	4	3	4
	④	M/P	-	4	2	2	2	2	2	2	2	2
		E/P	-	4	2	2	2	2	2	2	2	2
PHAYA THAI (E)	①	M/P	6	2	2	6	2	6	5	3	4	4
		E/P	5	3	2	6	4	4	5	3	4	4
	②	M/P	6	2	2	6	2	6	5	3	4	4
		E/P	5	3	2	6	2	6	5	3	4	4
	③	M/P	6	2	2	6	2	6	5	3	4	4
		E/P	5	3	2	6	2	6	5	3	4	4
	④	M/P	6	2	2	6	2	6	3	5	4	4
		E/P	5	3	2	6	4	4	3	5	4	4
RATCHAPRAROP (F)	①	M/P	1	4	3	2	4	1	3	2	3	2
		E/P	1	4	3	2	3	2	2	3	2	3
	②	M/P	1	4	3	2	4	1	3	2	3	2
		E/P	1	4	3	2	4	1	2	3	2	3
	③	M/P	1	4	3	2	4	1	3	2	3	2
		E/P	1	4	3	2	4	1	2	3	2	3
	④	M/P	1	4	3	2	4	1	4	3	4	3
		E/P	1	4	3	2	3	2	4	3	4	3

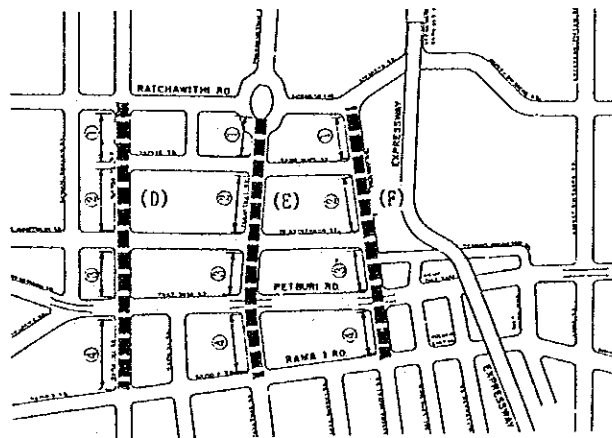
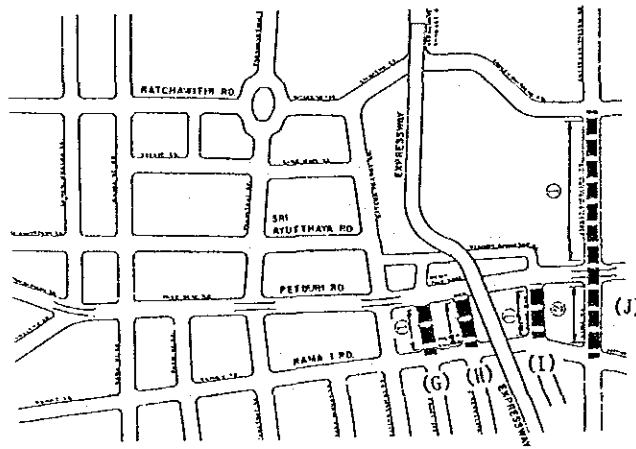
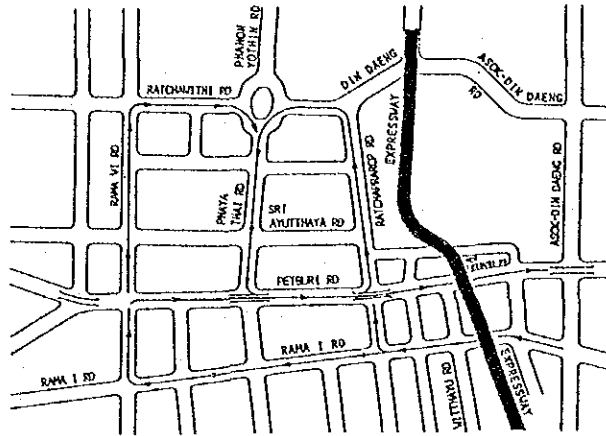


表 4. 3. 2 代替案別車線数 (4)

ALTERNATIVES			(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
			SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN	SOUTHERN	NORTHERN
RATCHADAMRI (G)	①	M/P	4	-	2	2	4	-	2	2	2	2
		E/P	4	-	2	2	4	-	2	2	2	2
		M/P										
		E/P										
WIRELESS (H)	①	M/P	-	4	2	2	2	2	2	2	2	2
		E/P	-	4	2	2	2	2	2	2	2	2
		M/P										
		E/P										
SOI-NANA (I)	①	M/P	4	-	2	2	-	4	2	2	2	2
		E/P	4	-	2	2	-	4	2	2	2	2
		M/P										
		E/P										
ASOK (J)	①	M/P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		E/P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	②	M/P	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
		E/P	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										
		M/P										
		E/P										



Existing System, Case (1)

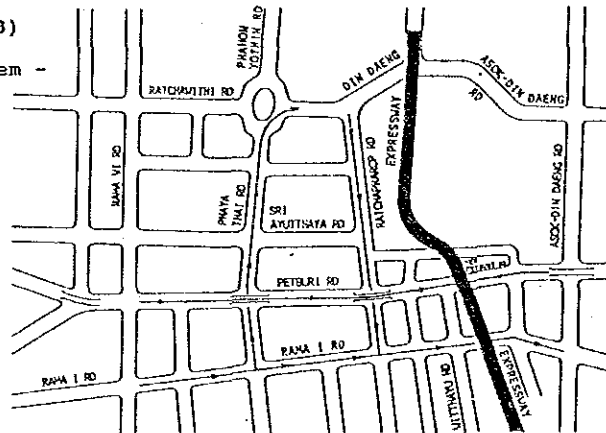


Legend

—— main flow

Counter-clockwise System, Case (3)

- Reverse flow of existing system -

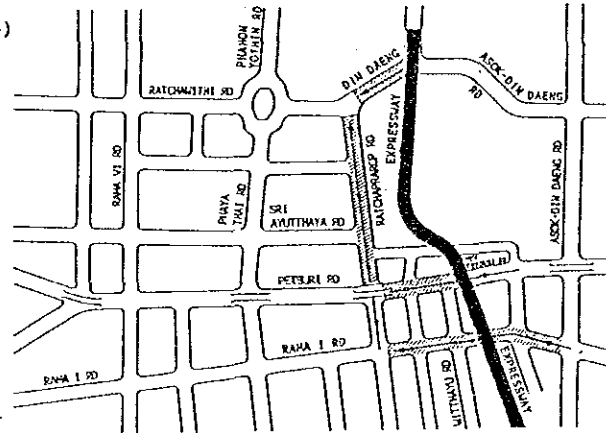


Legend

—— main flow

Note: Two lane for opposite flow

Two-Way Reversible Flow, Case (5)



Legend

//// Link with reversible lane

—— main flow in morning peak hour

図 4. 3. 6 代替案の概念図

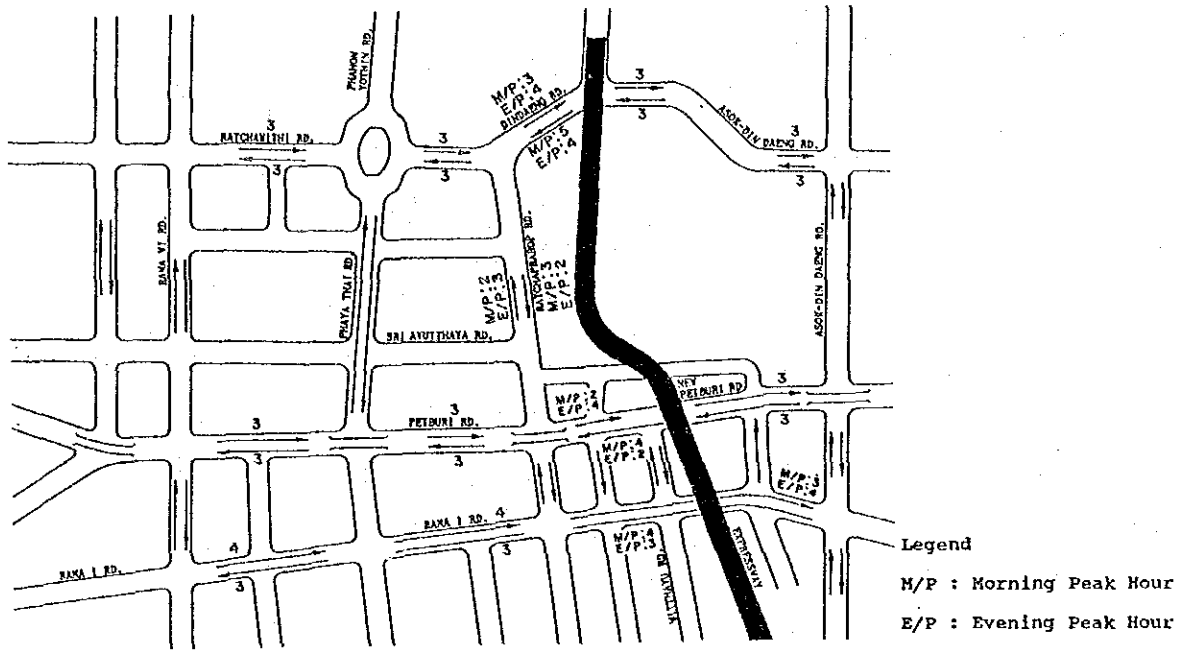


図4.3.7 2方向リバーシブルレーン計画(ケース5)の車線配分計画

4.4 交通管理計画

4.4.1 評価項目

評価項目は、交通方式全般を相互比較することを目的として、対象エリア全体を対象とした評価項目と各交差点あるいは各道路区間を対象とした評価項目に分けて選定した。選定した評価項目は次のとおりである。

1) 対象エリア全体を対象とした評価

- a. 総遅れ時間：対象エリア内での車両の総遅れ時間は、ピーク1時間において対象エリア内および対象エリアの境界交差点に隣接する区間で生ずる車両の遅れ時間の総和である（車両が旅行を完了させるまでに生ずる遅れ時間の総和ではない）。
- b. 総渋滞長：対象エリア内での総渋滞長は、対象エリア内及び対象エリアの境界交差点で生ずる総渋滞長の総和である。

2) 各交差点あるいは各道路区間を対象とした評価

- a. 交差点の飽和度および飽和度の分布
- b. 主要道路の平均走行速度
- c. 主要交差点または主要区間の渋滞長
- d. 高速道路のランプにおける渋滞長

4. 4. 2 現況ネットワークにおける代替案の評価

1) 総遅れ時間、総渋滞長

前節3ケースに関する総遅れ時間、総渋滞長、のシミュレーション結果を表 4. 4.1に示す。朝・夕のピークともに、ケース-5)、ケース-3)が現在の交通方式より優れている事を示している。総遅れ時間は、ケース-5)が現行交通方式に対し朝のピーク時7%、夕のピーク時6%に減少させることが可能であり、ケース-3)においても各々4%、1%減少させることができる。総渋滞長はケース-5)において著しい効果が見られ朝のピーク時14%、夕方ピーク時16%、現況より削減できる。

表 4. 4. 1 各代替案の比較（一方通行の検討）

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 Pheburi Road Sukhumvit Road

2) 交差点の飽和度の分析

現一方通行変更対象道路上の主要交差点32ヶ所について、各ケース毎の飽和度を求め、飽和どの分析状況を表 4.4.2にまとめた。対象32交差点の中で飽和度 1.0を越える交差点は、ケース-1)現行方式では16ヶ所、ケース-3)では15ヶ所、ケース-5)では14ヶ所となる。現行方式ケース-1)では、上記16ヶ所の交差点のうち飽和度の非常に高い交差点(1.2以上)が13ヶ所にものぼり、この結果は現行方式は渋滞が著しく、過飽和交差点が相互に関係しあい、複雑な交通状況を生じやすいことを示している。

ケース-3)の現行の逆転方式では、上記15ヶ所のうち8ヶ所が飽和度1.2を越えている。しかしケース-5)では5ヶ所にとどまっている。ケース-5)は、ケース-1)、3)に比較し、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は比較的少なくなる。

表4. 4. 2 各ケースでの交差点飽和度の評価（午前ピーク）

Unit : No. of Intersection

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

3) 平均走行速度の変化

シミュレーション結果より、主要路線の平均走行速度のケース毎の変化を表4.4.3に示す。対象道路として、ミドル・リング・ロードとパヤタイ道路間の主要な三本の東西幹線 アソク～ディンデン道路、ディンデン道路、ラチャウイッティ道路とニューペブリ道路、ペブリ道路およびスクンビット道路、ラマ1道路そしてラチャウイッティ道路とラマ4道路間の主要な2本の南北幹線 パセタイ道路とラチャプロラップ道路、ラチャダムリ道路を選定している。主たる解析結果は以下の通りである。

a) 都心向き交通の朝ピーク時の平均速度（東西三路線）

ケース-5)は、ニューペブリ、スクンビット両路線とも著しく改善されるがアソク・ディンデン道路は現状と同じである。ケース-3)は、ニューペブリ路線を著しく改善するが、残り二路線は現状と変わらない。

b) 郊外向き交通の朝ピーク時の平均速度（東西三路線）

ケース-5)はニューペブリ道路の交通状況を著しく改善するが、アソク・ディンデン道路は速度レベルを現状より少し上げるが、スクンビットでは少し下まわる。ケース-3)はニューペブリ道路の交通状況を改善するが、スクンビット道路の平均速度はかなり低い結果となる。

c) 夕方ピーク時の東西三路線

ケース-5)では郊外方向交通に対して、アソク・ディンデン道路、スクンビット道路に著しい改善が見られ、都心向け交通に対してはニューペブリ道路、スクンビット道路に著しい改善が見られる。ケース-3)では都心向け交通に対して、ケース-5)と同様改善効果が見られる反面、郊外向交通においては、ニューペブリ道路、スクンビット道路を改善するのに対し、アソク・ディンデン道路を逆に悪化させる結果となった。

表4. 4. 3 シミュレーション分析による平均走行速度

Unit : Km/hour

Section	Case	Morning Peak Hour			Evening Peak Hour		
		(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
1	A	10.4	11.4	12.4	10.3	21.5	24.1
	B	18.6	21.8	22.0	23.3	16.5	23.3
2	A	17.9	26.7	27.9	26.2	26.4	26.9
	B	9.8	23.4	25.0	14.8	23.8	24.5
3	A	9.0	12.3	17.2	15.9	23.5	25.1
	B	17.6	12.0	14.9	12.1	19.5	20.3
4	A	7.8	16.4	18.7	9.7	19.2	20.8
	B	20.6	20.4	21.2	19.8	20.7	21.1
5	A	14.0	19.4	17.5	14.7	21.3	22.7
	B	21.5	5.6	23.2	21.2	6.8	23.3

Between
Middle Ring Rd
and Phaya Thai Rd

- 1. : Asok-Din Daeng Rd, Din Daeng Rd
and Ratchawithi Road
- 2. : New Petburi Rd and Petburi Rd
- 3. : Sukhumvit Rd and Rama I Rd

Between
Ratchawithi Rd
and Rama IV Rd

- 4. : Phaya Thai Rd
- 5. : Ratchaprarop Rd and Ratchadamri Rd

- A : (1,3) Inbound Flow
- B : (5) Southern Flow
- C : (1,3) Outbound Flow
- D : (5) Northern Flow

d) 南北二路線

朝のピーク時都心向交通に対し、ケース-3)、ケース-5)ともに改善効果は高いが、ケース-3)ではラチャプラロップ、ラチャダムリ道路の交通状況が著しく悪化する。夕方のピーク時でも朝の場合と同様の結果が生じている。

4) 主要交差点の飽和度変化

前記2)の32交差点より主要な14交差点を選定し朝のピーク時の飽和度の変化を解析し、その結果を表 4.4.4にまとめた。

表 4. 4. 4 各交差点の飽和度の評価

(Morning Peak Hour)

Intersection	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)	Intersection	Case-(1)	Case-(3)	Case-(5)
Middle Ring & New Petburi Rd	1.47	2.02	1.38	Ratchprarop 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

ケース-5)、ケース-3)ともに、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)においては、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る。ケース-5)の場合、現行方式で飽和度の高い交差点の飽和度を緩和させ、飽和度の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。

5) 主要交差点の渋滞長

主要交差点および主要区間の渋滞長（ピーク時間1時間の平均渋滞長）を表 4.4.5に示し、ケース-1)、-3)、-5)の朝のピーク時の渋滞状況を（渋滞長100m以上）を図4.4.1~4.4.6に示す。図4.4.1、図4.4.3および図4.4.5の朝ピーク時の各ケースの比較より、ケース-5)において渋滞が全般的に減少していることがわかる。夕方のピーク時比較、でも同様の結果となっている。

特筆すべきことは、高速道路のオフ・ランプ上の渋滞がケース-5)において朝・夕ピーク時とも著しく減少し、高速道路の利用効率を高めることが明らかになった。ケース-3)においても、同様の傾向があるが、残念ながら朝ピーク時のスクンビット道路ランプの交通状況を改善できない結果となっている。

表 4. 4. 5 各代替案の比較

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."

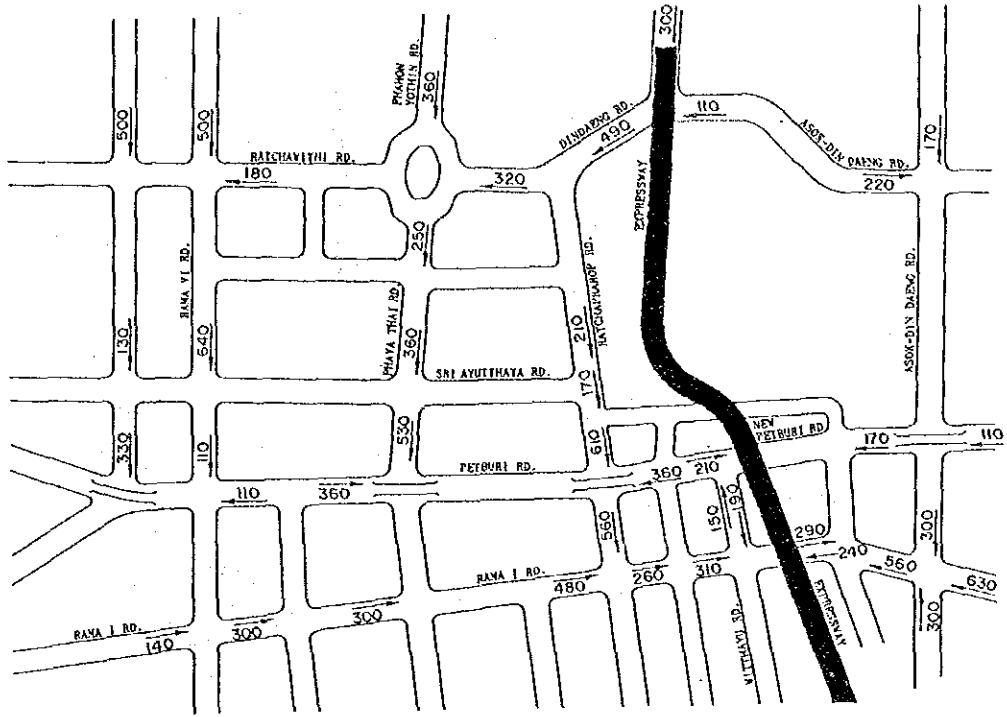


図 4. 4. 3 渋滞長：ケースー(3)

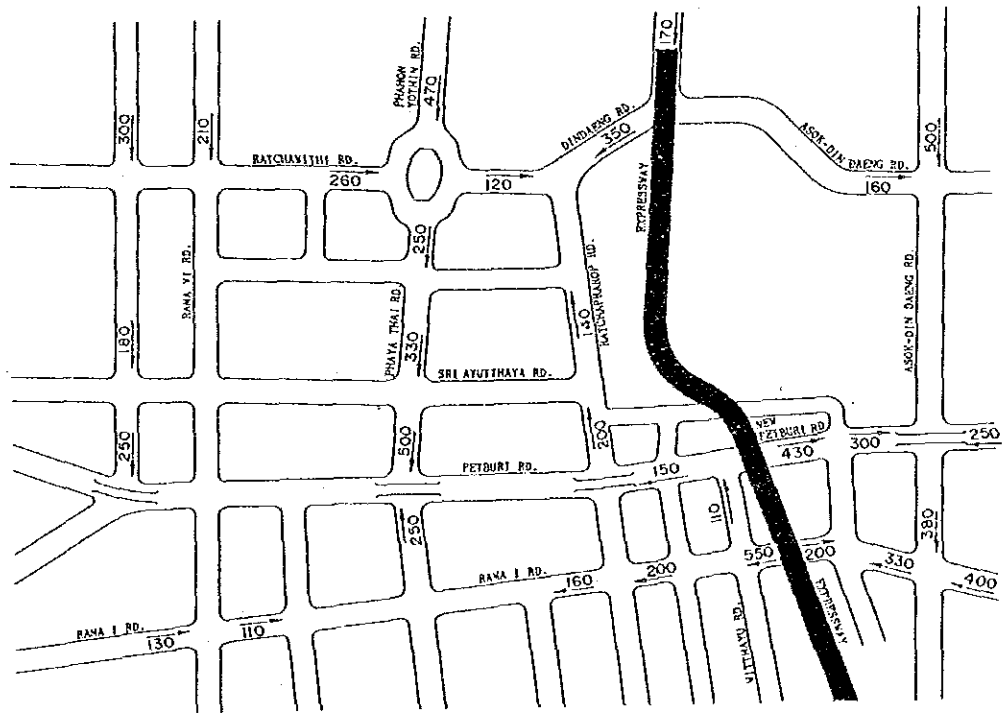


図 4. 4. 4 渋滞長：ケースー(4)

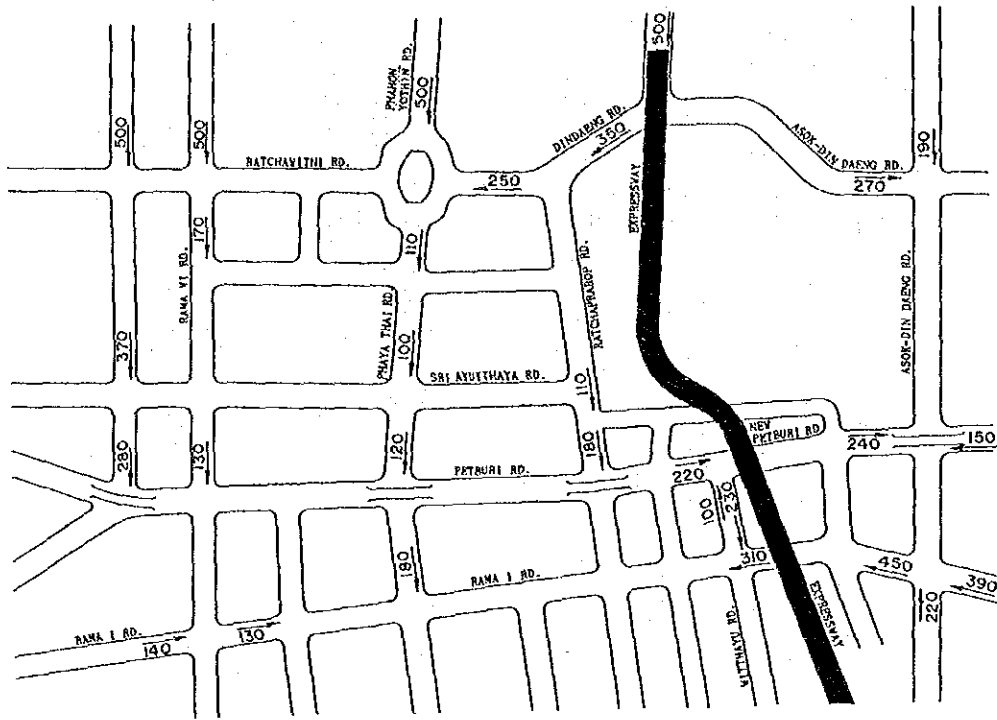


図 4. 4. 5 渋滞長：ケースー (5)

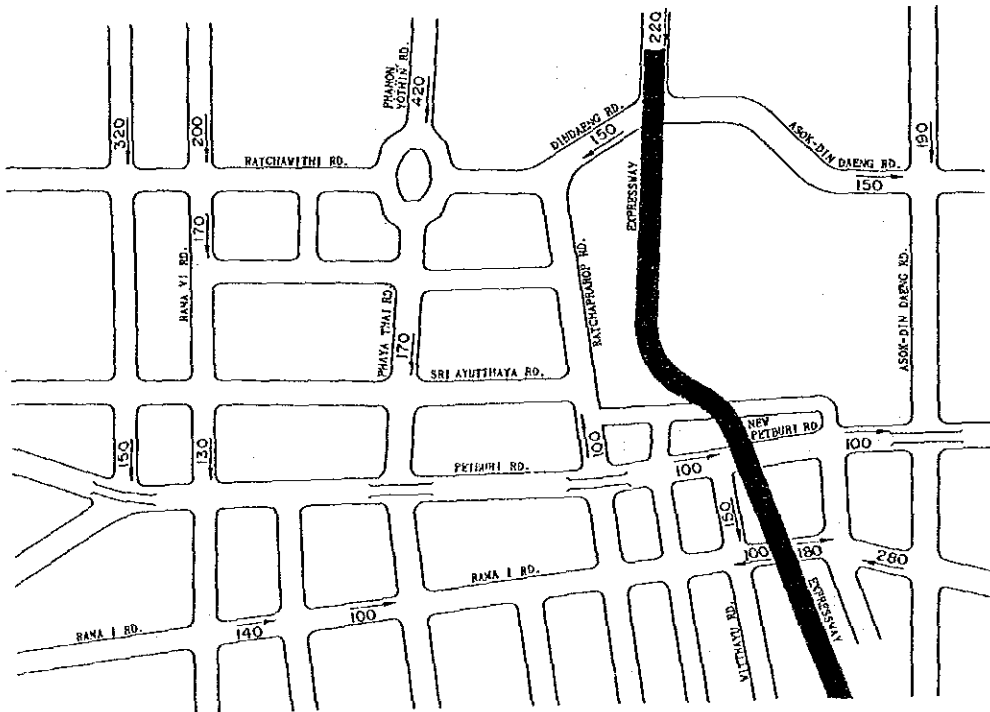


図 4. 4. 6 渋滞長：ケースー (5')

6) 総合評価

前記各評価を各ケース毎にまとめると以下のとおりである。

現行交通方式(ケース-1)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い。かつ交差点飽和度解析では、飽和度の高い交差点が多く、過飽和交差点が連続する状況にあること、そして高速道路の渋滞が著しいことが判明した。

ケース-3)は現行交通方式を逆転させたことにより、ニューペブリ道路の高速道路のオフ・ランプの渋滞をほぼ解消し、ニューペブリ道路の平均速度を著しく改善するなど、部分的改良効果は高いが、反面スクンビット道路やスクンビット道路のオフ・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。

ケース-5)は、総渋滞長等の評価指標および交差点飽和度分布平均走行速度ともに他のケースに比較して良好な結果を示しており、ニューペブリ道路、スクンビット道路のオフ・ランプ共に渋滞を著しく軽減している。

結論

1. 現行方式は、この度検討した代替案のいずれよりも効率が劣っている。
2. リバーシブルレーン対面通行(ケース-5)方式は、望ましい方式である。なお、リバーシブルレーンの実施上、付加的施設が必要となる。
3. ケース-3)反時計回り優先方式(カウンタークロックワイズ対面通行システム)は、一部高速道路のオフ・ランプの渋滞幹線道路の走行速度を改善するが、他の区間に悪影響がでており現在の交通状況を必ずしも改善することにはならない。

7) リバーシブルレーン対面通行システムの追加検討

今までの検討により現在の道路ネットワークに対してリバーシブルレーン対面通行システム(ケース-5))が最も有効な交通管理方式であると推薦されるが、同時に4区間でリバーシブルレーンのオペレーションを実施することは難しいので、代替案としてリバーシブルレーンを2区間に導入する案を検討した。

現在ディンデン道路は警察官により手動でリバーシブルレーンとしてオペレートされている。これに加えてニューペブリ道路とスクンビット道路のリバーシブルレーンシステムが有効であろう。それでBMAの要望に従い、次のシステムを追加案(ケース-5'))として検討した。即ちディンデン道路とニューペブリ道路にリバーシブルレーンシステム、スクンビット道路とラチャプラトップ道路をフィックス・アンバランスフローシステムにする。(図 4.4.7)

表 4.4.6は4つの代替案を夕方ピーク時の総遅れ時間、総渋滞長について比較したものである。表 4.4.7では主要地点の夕方ピーク時の渋滞長を比較してある。夕方ピーク時の飽和度をケース-5)とケース-5')で比較したものを図 4.4.8に示す。ケース-5')の総遅れ時間と総渋滞長はケース-5)より大きい。ケース-1)、ケー

ス-3)よりは小さい。またケース-5')における主要地点の渋滞長、飽和度はケース-5)と同じかほんの僅かに高いかである。この結果からケース-5')は一時的な方法としては有効であると考えられる。

表 4. 4. 6 総遅れ時間および総渋滞長

	Morning Peak Hour		Evening Peak Hour	
	Total Delay (hours)	Total Queue (km)	Total Delay (hours)	Total Queue (km)
Case-(1)	9,648 (1.00)	92.8 (1.00)	9,058 (1.00)	76.1 (1.00)
Case-(3)	9,297 (0.96)	87.7 (0.95)	8,952 (0.99)	72.1 (0.95)
Case-(5)	8,978 (0.93)	79.7 (0.86)	8,476 (0.94)	64.0 (0.84)
Case-(5')	8,978 (0.93)	79.9 (0.86)	8,733 (0.96)	67.0 (0.88)

- Notes :
1. Case-(1) : Existing System
 2. Case-(3) : Counter-Clockwise System
 3. Case-(5) : Two-way Reversible System with 4 reversible links
 4. Case-(5') : Two-way Reversible System with 2 reversible links
 5. () : Index values : 1.00 = Case-(1)

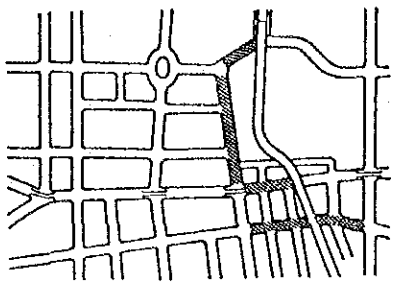

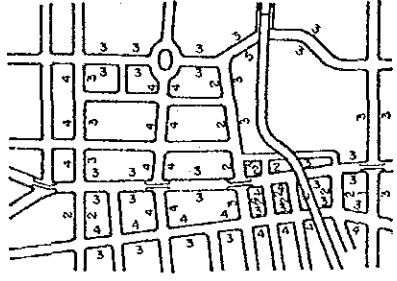
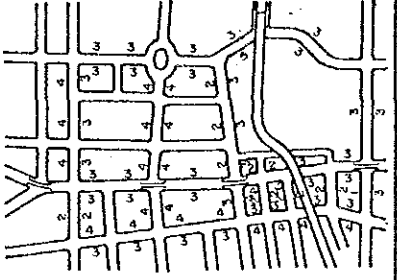
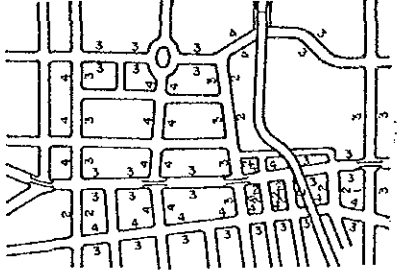

CASE		(5)	(5')
TYPE OF DIRECTION		TWO-WAY	TWO-WAY
REVERSIBLE		○	○
MAIN FLOW		 LINK WITH REVERSIBLE LANE	 LINK WITH REVERSIBLE LANE
NO. OF LANE	MORNING PEAK HOUR		
	EVENING PEAK HOUR		

図 4. 4. 7 BMA 要望の 2 方向リバーシブル・レーン案

表 4. 4. 7 各代替案の比較

Location	Evening Peak Hour (m)		
	Queue Length (m)		
	Case-(1)	Case-(5)	Case-(5')
New Petburi Rd ETA-off ramp	260	small	small
Sukhumvit Rd ETA-off ramp	310	120	140
New Petburi Rd outbound flow			
Soi 3 Intersection	small	100	120
Middle Ring Intersection	490	100	110
inbound flow			
Soi 3 Intersection	(contra)	small	small
Ratchaprarop Rd	(contra)	small	small
Sukhumvit Rd outbound flow			
between Soi 3 and Ratchadamri Rd	150	180	290
inbound flow			
between Soi 3 and Witthayu Rd	small	100	small
between Soi 3 and Middle Ring Rd	460	280a	310
Din Daeng Rd inbound flow			
Ratchaprarop	410	150	150
Ratchawithi Rd inbound flow			
Victory Monument	small	small	small
outbound flow			
Ratchaprarop	small	small	110
Rama I Rd outbound flow	small	100	160
Ratchaprarop Rd outbound flow			
between Din Daeng Rd and Sri Ayutthaya Rd	small	small	190
Phaya Thai Rd inbound flow			
between Victory Monument and Sri Ayutthaya Rd	small	170	230

Note small : less than 100 m

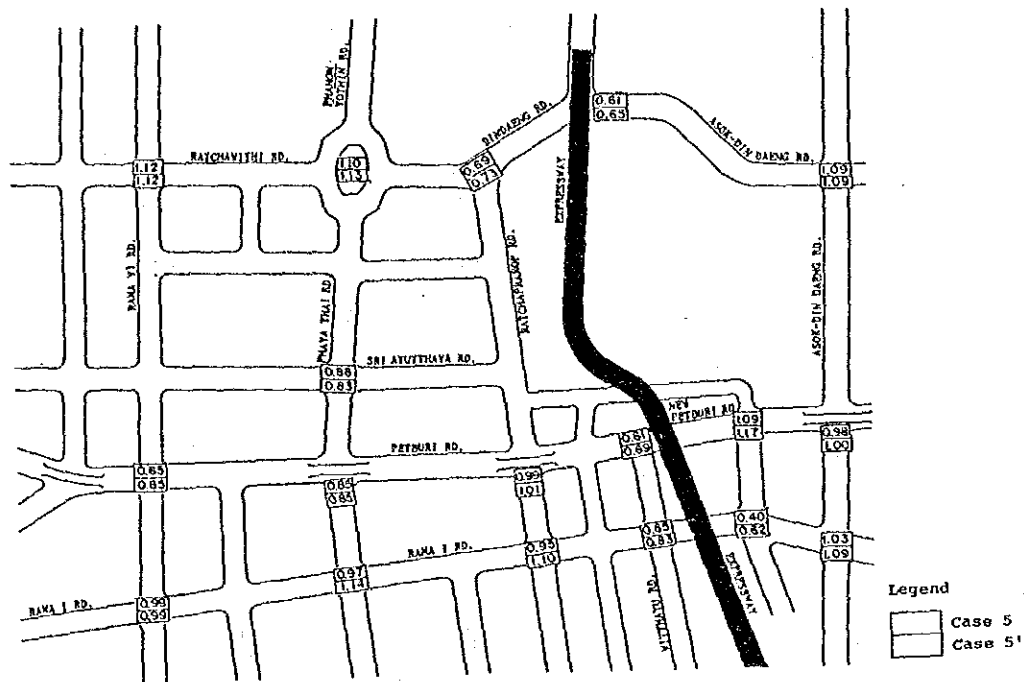


図 4. 4. 8 現況道路網でのケース 5 とケース 5' の飽和度の比較

4. 4. 3 将来ネットワークにおける代替案の評価

前節において、現ネットワークに関する交通管理計画を検討し、リバーシブルレーン対面通行(ケース-5))、とケース-5)の変形としてのディンデン道路、ニューペブリ道路をリバーシブルとするケース-5')案を提案した。

今後ETA-2期線や、立体交差事業等が完成すると、調査エリア内の交通にかなりの影響を与えると考えられる。そこで、上記2案に、これら事業の完成が、いかなる影響を与えるのか、また、この新しいネットワークのもとでこれらの案を修正する必要があるのかどうかを知らねばならない。

ATC導入年度の1993年のネットワークは、前節3.2に記してあるが、BMA提言により、ディンデン道路ーラチャブラロップ道路立体交差が1993年にはない場合を基本に検討することとした。

1) 総遅れ時間、総渋滞長

ケース-5)およびケース-5')を1993年ネットワークに適用した場合の総遅れ時間、総渋滞長に関するシミュレーション結果を表 4.4.8に示す。いずれのケースでも新しいネットワークで総遅れ時間、総渋滞時間が減少している。この評価値のみ限り、ケース-5)、ケース-5')の1993年における適用は問題ないように見える。

表 4. 4. 8 総遅れ時間と総渋滞長 (1993年道路網)

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).

2) 主要交差点の飽和度

1993年ネットワークで得られた主要交差点の飽和度を1988年のケース-5)と比較し、各交差点への新ネットワークの影響を調べた(表4.4.9)。

表 4. 4. 9 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

大部分の交差点の飽和度が、現ネットワークと比較して、同等または下回った値を示し、ETA-2期線や立体交差の渋滞削減効果を示している。しかし、ラマ4道路とラマ1道路の交差点は、逆に飽和度が高くなっており、ETA-2期線の部分開通により、影響しているものと考えられる。ETA-2期線の全線供用により、当交差点の飽和度が低下すると考えられる。このことより、リバーシブルレーン対面通行システムとして提案された内容を変更する事はないと思われる。

3) 主要交差点の渋滞長

ETA-オフランプおよび主要交差点の渋滞長を表4.4.10（午前ピーク）、表4.4.11（午後ピーク）に示す。午前ピーク時において、ETA-2期線のペブリランプとペブリ道路の交差部に渋滞が発生する。またラマ4道路は、渋滞がわずかに増加しておりETA-2期線のランプが数カ所設置されることが影響していると思われる。ニューペブリ道路、スクンビット道路、ディンデン道路のリバーシブルレーン検討対象道路は、総じて渋滞長が減少しており、新ネットワークのもとでケース-5)の有効性が確認された。

表 4. 4. 1 0 渋滞長（午前ピーク）

Location	Morning Peak Hour	
	New Network	Existing Network
	Case-(5) (m)	Case-(5) (m)
ETA - off ramp		
New Petburi Rd	110	190
Sukhumvit Rd	190	210
Petburi Rd	150	-
(ETA - 2nd Stage)		
Din Daeng Rd		
(in bound) Ratchaprarop Rd	150	350
Ratchawithi Rd		
(in bound) Victory Monument	190	250
Ratchaprarop Rd		
(in bound) Sri Ayutthaya Rd	small	110
(in bound) Petburi Rd	240	180
Phaya Thai Rd		
(in bound) Sri Ayutthaya Rd	180	210
(in bound) - Victory Monument		
Rama VI Rd		
(in bound) Ratchawithi Rd	260	170
- Sri Ayutthaya Rd		
Sri Ayutthaya Rd	240	130
- Petburi Rd		
New Petburi Rd & Petburi Rd		
(out bound) Middle Ring Rd	160	240
(out bound) Witthayu Rd	160	220
(out bound) Banthat Thong Rd	180	-
Sukhumvit Rd & Rama I Rd		
(in bound) Soi 3 - Witthayu Rd	110	310
(in bound) Soi 3 - Middle Ring Rd	220	450

表 4. 4. 1 1 渋滞長（午後ピーク）

Location	Evening Peak Hour		
	New Network	New Network	Existing Network
	Case-(5) (m)	Case-(5') (m)	Case-(5) (m)
ETA - off ramp			
New Petburi Rd	50	50	70
Sukhumvit Rd	50	50	120
Petburi Rd (ETA - 2nd Stage)			
Din Daeng Rd			
(in bound) Ratchaprarop Rd	130	130	150
Ratchaprarop Rd			
(out bound) Sri Ayutthaya Rd	110	120	100
Ratchawithi Rd		110	small
Rama VI Rd			
(in bound) Ratchawithi Rd			
~ Sri Ayutthaya Rd			170
Sri Ayutthaya Rd			
~ Petburi Rd	90	90	130
New Petburi Rd & Petburi Rd			
(out bound) Middle Ring Rd	100	100	100
(out bound) Soi 3	-	-	100
(out bound) Banthat Thong Rd	60	60	-
Sukhumvit Rd & Rama I Rd			
(out bound) Middle Ring Rd	-	100	small
(out bound) Soi 3 ~ Ratchadamri Rd	-	380	180
(in bound) Soi 3 ~ Witthayu Rd	160	60	100
(in bound) Soi 3	140	110	280

4) ディンデン道路立体交差プロジェクトの追加検討

(1) 目的

この検討作業の目的は次にのべるオーバーパスが地下道の建設によりリバーシブルレーン対面通行システムの交通の流れがどのように影響されるかを知ることである。

- a) 都心方向への流れを通すためにディンデン道路とラヤウィッティ道路にオーバーパスを設ける。
- b) 郊外方向への流れを通すためにディンデン道路とアソク道路～ディンデン道路との間にアンダーパスを設ける。

(2) 検討対象

次の4つのケースについて検討する。リバーシブルレーン対面通行システムのケース-5)とこの4つのケースとをそれぞれ組み合わせて検討した。工事費の実現可能性から判断してケース-a)、ケース-c)をケース-5')と組み合わせたものも検討した。

- ケース-a): オーバーパスなし、アンダーパスなし
- ケース-b): オーバーパスあり、アンダーパスなし
- ケース-c): オーバーパスなし、アンダーパスあり
- ケース-d): オーバーパスあり、アンダーパスあり

(3) 評価

総遅れ時間と総渋滞長は次のとおりである。

- ・ 渋滞長を減じるには明かにケース-d)が最も有効である。
- ・ BMAの要望によりケース-b)とケース-c)との比較を行なった。表4.4.12および表4.4.13によるとディンデン道路とアソク道路-ディンデン道路との間のアンダーパスは、ディンデン道路とラチャウイティ道路との間のオーバーパスに比して朝ピーク時により値を示している。

表 4. 4. 1 2 総遅れ時間と総渋滞長 (午前ピーク)

Case	Flyover	Underpass	Total Delay Time (hours)	Total Queue Length (km)
Case 5 (a)	without	without	8,031 (0.83)	72.7 (0.78)
Case 5 (b)	with	without	7,896 (0.82)	72.5 (0.78)
Case 5 (c)	without	with	7,949 (0.82)	71.9 (0.77)
Case 5 (d)	with	with	7,784 (0.81)	69.2 (0.75)

Note : () : Index values
1.00 = Case-(1) (Existing System, 1988 Network)

表 4. 4. 1 3 総遅れ時間と総渋滞長 (午後ピーク)

Case	Flyover	Underpass	Total Delay Time (hours)	Total Queue Length (km)
Case 5 (a)	without	without	7,652 (0.84)	59.0 (0.77)
Case 5 (b)	with	without	7,650 (0.84)	58.2 (0.76)
Case 5 (c)	without	with	7,614 (0.84)	58.1 (0.76)
Case 5 (d)	with	with	7,528 (0.83)	57.9 (0.74)
Case 5'(a)	without	without	7,943 (0.88)	62.0 (0.81)
Case 5'(c)	without	with	7,919 (0.87)	61.5 (0.81)

第5章

ATC システムのコンセプト

第5章 ATCシステムのコンセプト

5.1 ATCシステムの必要性和目的

ATCシステムの必要性和目的は次のとおりである。

- a. 信号制御の改良は既存の道路施設を最大限に活用し、道路容量を増加することが出来る1つの手段である。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を円滑に流れるようにすることである。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である。

5.2 システムの機能

5.1で述べた目的に対応してバンコクのATCシステムには次の機能が要求される。

1) 地域全域をコーディネートする信号制御機能

このシステムは車両感知器により入手する、交通状況の変化に対応することができなければならない。緊急時には手動システムが操作できる機能が必要である。

2) 情報伝達機能

このシステムは交通状況に関する情報をコントロール室のウォールマップに供給することができなければならない。この情報は車両感知器でモニターすることが出来る。操作指令官とラジオアナウンサーはこの情報を見ることが出来る。

3) データプロセッシング機能

このシステムは統計資料を更新するため重要交差点の車両感知器からえられたデータを編集し、処理することが出来なければならない。この機能に基づいて信号制御パラメータを必要に応じ更新し、制御方法を改良することが出来る。

4) モニタリング機能

このシステムは信号制御機と車両感知器をモニターし、これらが中央コンピュータの指令どおりに動いているかどうかを常にチェックすることが出来なければならない。

5.3 ATC制御対象交差点

5.3.1 制御交差点の抽出

第3章における制御対象エリアに基づき、エリア内の制御対象交差点は既存信号交差点と新設信号交差点に分類し、抽出を行った。新設信号交差点はBMAにおいて計画されている信号交差点（計画道路の交差点を含む）、ETAとのランプ位置で重要と思われる交差点（ETAのセカンドステージ・プラン）、Uターン信号交差点を対象とした。（Uターン信号交差点は重要交差点の手前に設ける。重要交差点でUターンする必要がなくなるので、重要交差点の飽和度は減少する。Uターン信号交差点は大きなソイ道路との交差点に設ける）。制御対象交差点数は全部で235交差点であり、内訳をみると、既存信号交差点が198交差点、新設信号交差点が32交差点、Uターン信号交差点が5交差点である。表5.3.2にタイプ別信号交差点数を示し、図5.3.1に制御対象交差点位置を示す。尚、BMAで計画されてるエリア内の新設信号交差点は23交差点である。

表5.3.1 タイプ別制御対象交差点

Year	Existing Signalized Intersections	Planned Signalized Intersections	U-turn Signalized Intersections	Total
1993	198	32	5	235

表5.3.2 道路幅員と交通量の関係

Road Width		Two-way Traffic Volume on Major Rd		Volume of Traffic on Minor Approach with the Greatest No.	
Major Rd	Minor Rd	12 Hours	Peak Hour	12 Hours	Peak Hour
		10,000	900	3,800	350
Above 10m	Under 10m	12,000	1,000	3,100	270
		15,000	1,400	2,000	190
		20,000	1,800	1,450	140
		10,000	900	4,500	420
Above 10m	Under 10m	12,000	1,000	3,500	320
		15,000	1,400	2,500	220
		20,000	1,800	1,700	160

交通信号機の設置は主として車両の交通整理のため交差点に設置する場合には、車道幅員と自動車交通量からきめるのが好ましい。都市部街路では、主道路の車道幅員が10m以上で従道路の車道幅員が10m未満あるいは10m以上の時、主道路の自動車交通量と従道路のうち最大流入量を有する道路の自動車交通量が表5.3.2に示す基準以上であると信号交差点に適する。前述のBMAの計画信号交差点のピーク時間交通量は主道路で900～5,800往復・台/時、従道路で140～2,400台/時を示し、これらの基準を満たす。尚、交通量は第4章の交通方式（リバーシブルレーン対面通行）での配分交通量から検討を行った。

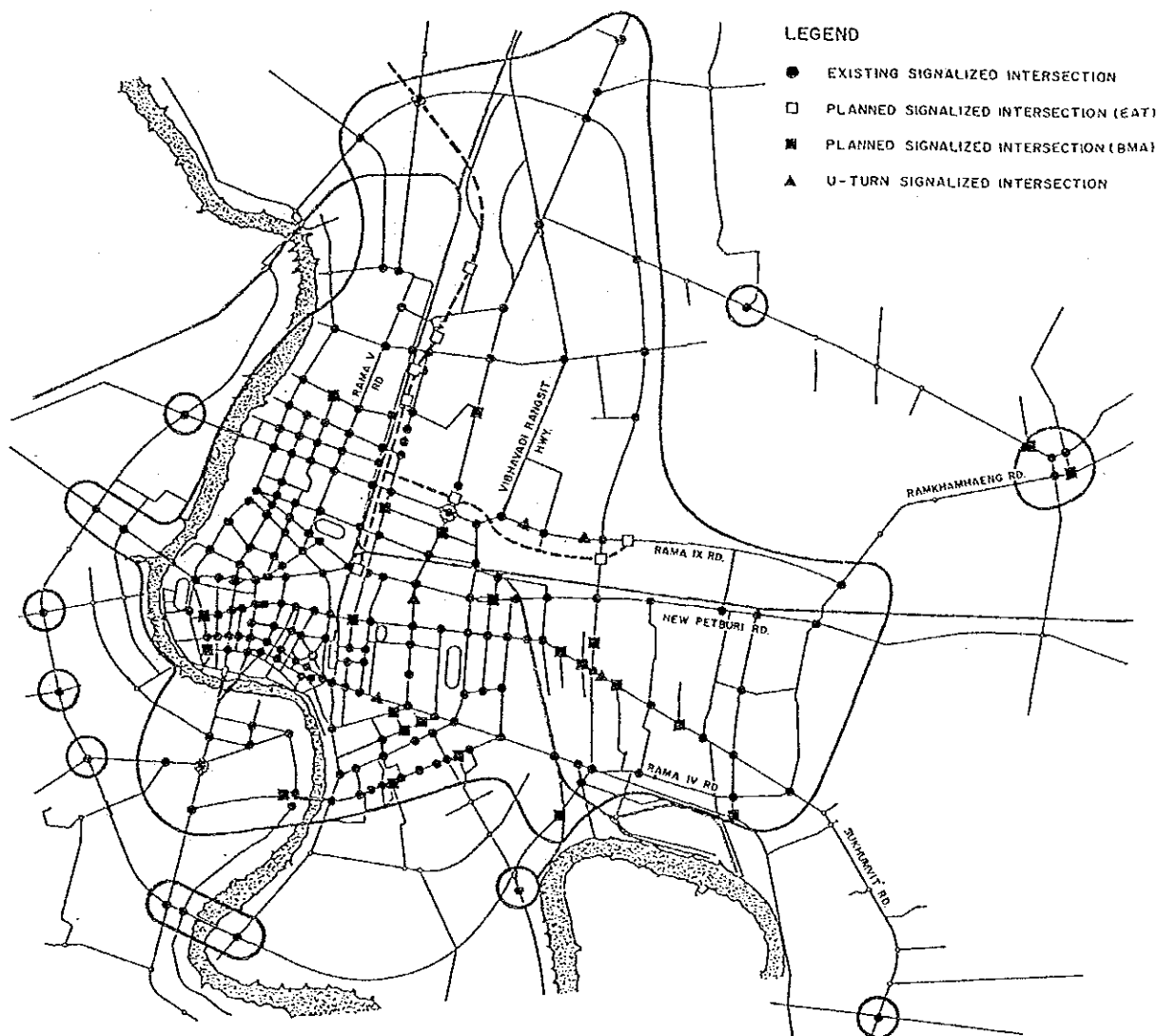


図5.3.1 ATC制御対象エリアの信号交差点

エリア内のETAとの計画ランプと主要道路の交差点は9交差点である（図5.3.1参照）。ETAのセカンドステージ・プランにおけるランプとの接続道路のピーク時間交通量は1,400～5,800往復・台/時を示し、これらの交差点は信号の設置が必要である。Uターン信号交差点の選定は主として次の事項がいくつか当てはまることを条件とした。

- a. 交通混雑交差点に隣接していること
- b. リンク長が長いこと
- c. 中央分離帯があること
- d. 車道幅員が広いこと（往復4車線以上）
- e. リンク間にソイ道路が多いこと
- f. 通過交通量が多いこと。

以上のことから、図5.3.1に示すように5交差点をUターン信号交差点として選定した。

5. 3. 2 制御対象交差点の分類

1) 概要

前述のATCシステムで制御する235交差点のうち54を重要交差点、181を一般交差点に分類した。重要交差点はATCシステムのサイクル、スプリット、オフセットを決定するベースポイントとなり、原則的に感應型システムの下に制御される。図5.3.2に重要交差点の位置を示す。

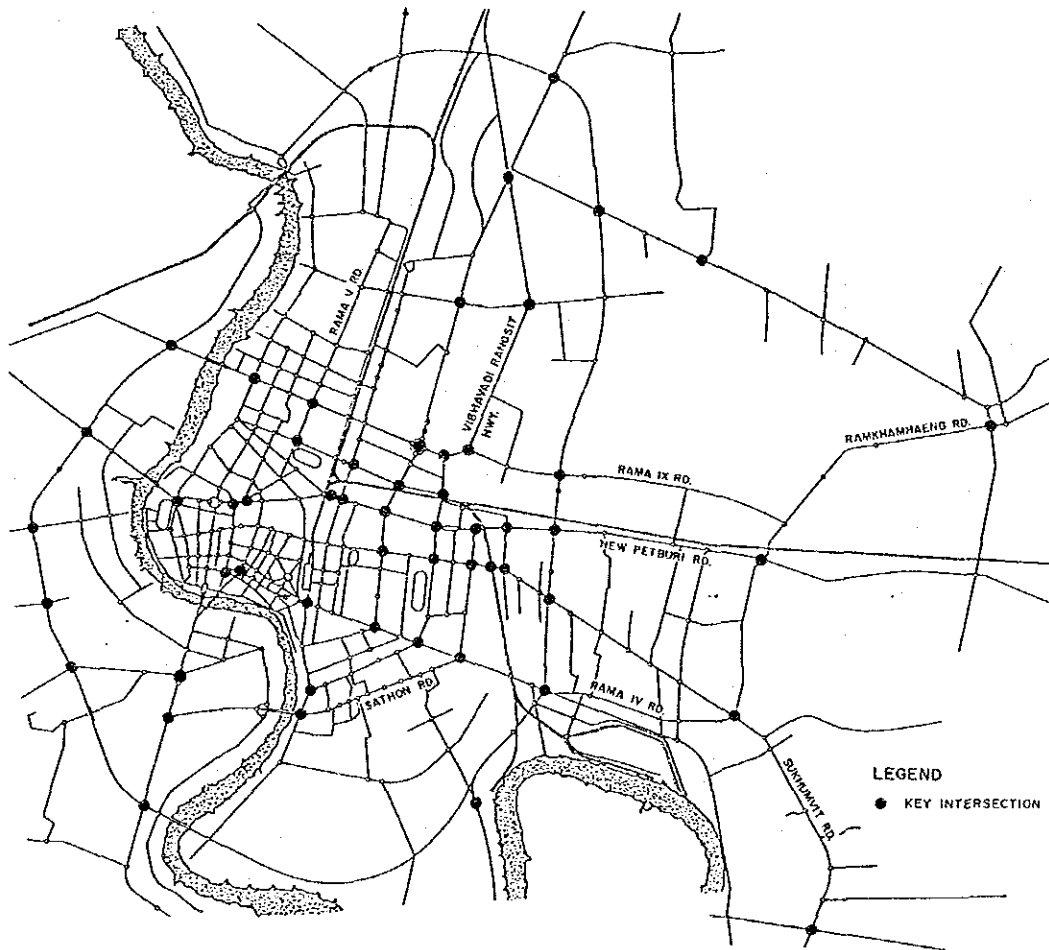


図5. 3. 2 重要交差点の位置

2) 重要交差点の選定

重要交差点は次に示す条件および基準に従って選定した。

- a. 少なくとも1本の流入路はATCシステム計画地域の主要道路（幹線道路、準幹線道路）であり、この条件を満たし、かつ交差点飽和度が0.7以上があれば、重要交差点とする。交差点飽和度0.7以上とした理由は交通量の変動と、非常に遅い旅行速度を処理することを考慮したからである。
- b. 目標年次における将来ネットワークを検討し、ETAランプと主要道路の交差点で交通処理の上で、重要と思われる所を重要交差点とする。

5. 4 制御手法のコンセプト

何故、トラフィック・レスポンス制御システムがバンコクの交通制御システムにとって必須となるのか、それは以下の3点の理由よりなる。

- 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的確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。

トラフィック・レスポンス制御システムには複雑なシステムから、より簡単なシステムまで多様なシステムがある。バンコクにおける交通制御を考える場合、重要な事は多様な交通状況、即ち非飽和、近飽和、過飽和の各状態に対応できる制御システムであり、特に昼間時における長時間にわたる近飽和、過飽和状態への対処方法である。

このようなバンコクの交通状況の特殊性に鑑み、当調査では既存システムにはとられず、バンコクの交通改善のための信号制御に対する最も費用効果の高い制御手法を検討する。

5. 4. 1 基本的原則

前節で述べたように信号交差点は道路ネットワーク全体の信号制御の基となる重要交差点とその他の一般交差点に分けて制御する。重要交差点では車両感知器からオンライン情報により、交差点の飽和度状況を自動的に判断し、飽和状態に応じて異なる制御手法を適用する。そして一般交差点については近接する重要交差点の制御に従属した制御を適用する。重要交差点の交通状況は次のように定義し、図5.4.1に示すように3タイプに分類する。

1) 非飽和時の交通状況

当該重要交差点の全流入路において信号1回待ち以下で捌ける状況。1周期の需要交通量は交差点容量より少ない。

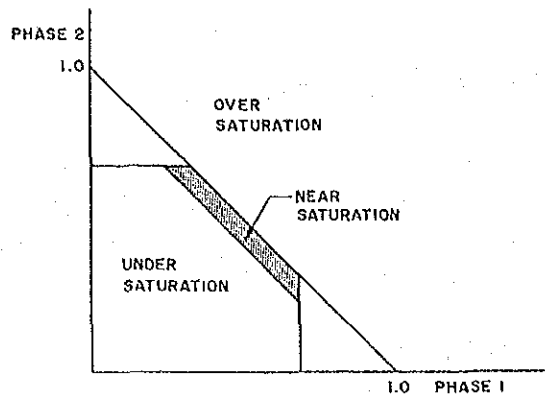


図5.4.1 重要交差点の交通状況の分類

2) 近飽和時の交通状況

近飽和とは非飽和と過飽和の間の交通状況で、いずれの現示においてもサイクルによっては信号1回以上待ちの状況が起こることのあるような状況。1周期の需要交通量は交差点容量とほとんど同じである。

3) 過飽和時の交通状況

当該重要交差点のいずれの現示においても捌け残りがあって、信号1回待ち以上の状況が続く状態。1周期の需要交通量が交差点容量より多い場合と、交差点容量よりも少ない場合だが、過去の渋滞が解消せずに残っている場合とがある。重要交差点から渋滞が延び、上流側交差点に先づまり現象を起こすことがある。

5.4.2 原則的な制御手法

1) 非飽和時

道路ネットワークの総遅れ時間や総停止回数、あるいはこれらの加重和といったパフォーマンス・インデックスを最小化するようにサイクル、オフセットを制御する手法を考える。スプリットについては、重要交差点では各現示毎の飽和度の割合に応じて配分する。一般交差点においては重要交差点に連なる主要交差点方向に対し、重要交差点以上のスプリットを与える。

2) 近飽和時

信号交差点の容量が交通需要量とかなり接近しているにでわずかの交通需要の変動や信号制御の追従の遅れがあると渋滞長が成長し、過飽和状態におちいり易い不安定な状態である。そのため交通処理上、注意を払うべき領域に位置する。この状況では渋滞の成長を抑制し過飽和状態におちいらぬように、または過飽和状態の出現を出来るだけ遅らせる制御手法が必要となる。

近飽和時には、待行列が生じたり消えたりし、サイクル毎の需要交通が大きく変動するので、その時々々の需要交通量の変動に鋭敏にスプリットを変動させ、交差点の捌け量最大を図ることが重要である。またオフセットは重要交差点に向かう対象交通流が必ず青信号に出会うようオフセットの更新をおこなう必要がある。

3) 過飽和時

常に、捌け残り車両がある状態であるにで渋滞を最も効率的に解消させるため、渋滞長の制約を満たした上で、捌け量最大を図るようにサイクル、スプリットを決める制御手法が必要になる。また重要交差点から流出してくる交通流は支障なく通過させるのが重要交差点の機能上、特に必要となるのでリバースオフセットすることが重要である。

4) その他の制御

その他検討せねばならない制御手法として、マイナーな右折交通のフェーズを効率化し、重要交差点の容量を最大化することを支援するため右折感応制御と、事故や自然渋滞において生じる先づまり現象に対して対拠する制御があげられる。

尚、各飽和状態に対応する制御手法を簡単に表にすると表5.4.1のとおりである。また信号制御タイプ面より分類すると表5.4.2に示すとおりである。

表 5. 4. 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. 4. 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.

重要交差点を含む道路ネットワークが過飽和している状態では、交差点の交通は先に進むことが出来ない。そのためこのような状態を緩和することの出来る制御パラメータを選択するには、当該交差点だけでなく隣接交差点の交通状況も考慮する。

5. 4. 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。

1) 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。車両感知器は重要交差点の交通状況（非飽和、近飽和、または過飽和状況時）のデータを供給する。このデータは信号制御パラメータ（サイクル長、スプリット、オフセット）を決めるのに必要である。車両感知器はこれらのデータを得るのに適した地点に配置する。車両感知器にはループタイプと超音波タイプがあり、配置される環境に最適するように選択され配置される。

2) ローカル・コントローラー

ローカル・コントローラーは、それぞれの信号交差点に配置され、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。

3) 中央制御器

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

- a. ホストコンピュータ：ホストコンピュータは、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。また周辺装置やウォールマップ・ディスプレイ等のマンマシン・インターフェイスを介してオペレータとコミュニケーションする。
- b. フロント・エンド・プロセッサ：ローカルコントローラ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に渡すと共に、ホストコンピュータ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に送出する。これらの高速実時間ルーチンタスクを分担して、ホストコンピュータのパフォーマンスを高める。

4) 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第4章で論じた交通管理計画の項で選択された区間に導入される。道路をまたぐ門型柱（ガントリー）に可変標識と信号灯を設置する。これらの標識は信号制御とシンクロナイズされ、ドライバーにリバーシブルレーンの流れの方向を知らす。

5) マンマシン・インターフェイス

コントロールセンターには既述のホストコンピュータ、フロントエンドプロセッサの他、オペレータとコンピュータがコミュニケーションするための各種の機器が設置される。これらはマンマシンインターフェイスと総称される。これは下記に列挙する施設を持つ。

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

6) その他の機器

次の設備はATCシステムに必要である。

- a. 無停電電源装置
- b. 空調施設
- c. 主配線盤
- d. 放送室
- e. ラジオ、電話

7) デュアルシステム

バンコクの交通の道路依存性が高いのでATCシステムの信頼性が高いことが重要である。特にホストコンピュータとローカルコントローラとを結ぶシステムの故障はバンコクの交通に非常に大きな影響を与えかねない。そのため以下のシステムの機器コンポーネントはデュアル・システムでなければならない。

- a. ホスト・コンピューター
- b. フロントエンド・プロセッサ
- c. センター～端末間伝送システム

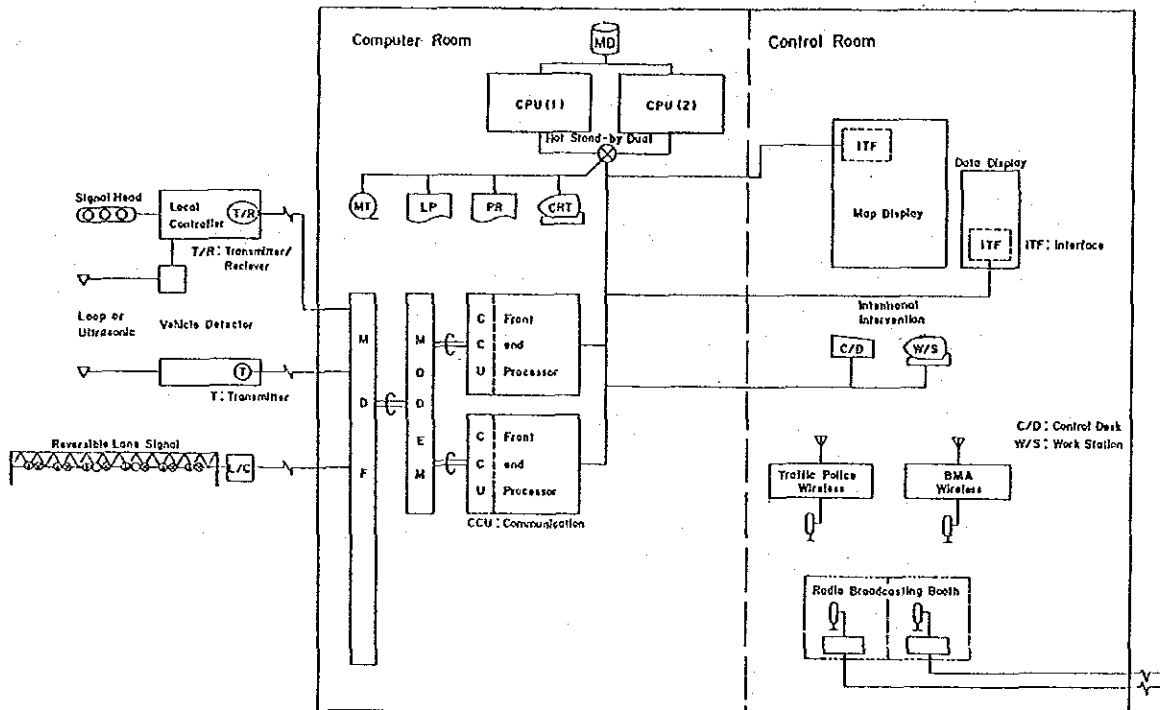


図5. 4. 2 バンコク市ATCシステムの構想

5. 4. 4 組織と体制

前述のATCシステムを望ましい状態に維持するために、システム運用と維持管理のための組織と体制が充分に確立される必要がある。システム運用に関しては、対象エリアの拡大、システムの更新、他の関係機関との情報交換を考慮して適切な組織が設立されねばならない。必要な技術と経験を持ったシステム運用のための職員を採用しなければならない。システム運用の作業には主に信号制御計画とエリアの拡大、信号設計、システムの運用と管制等である。

維持管理に関しては、常時の維持管理とシステム機器の故障の防止をサポートするための組織が設けられなければならない。維持管理の作業は主に検査と修理等である。

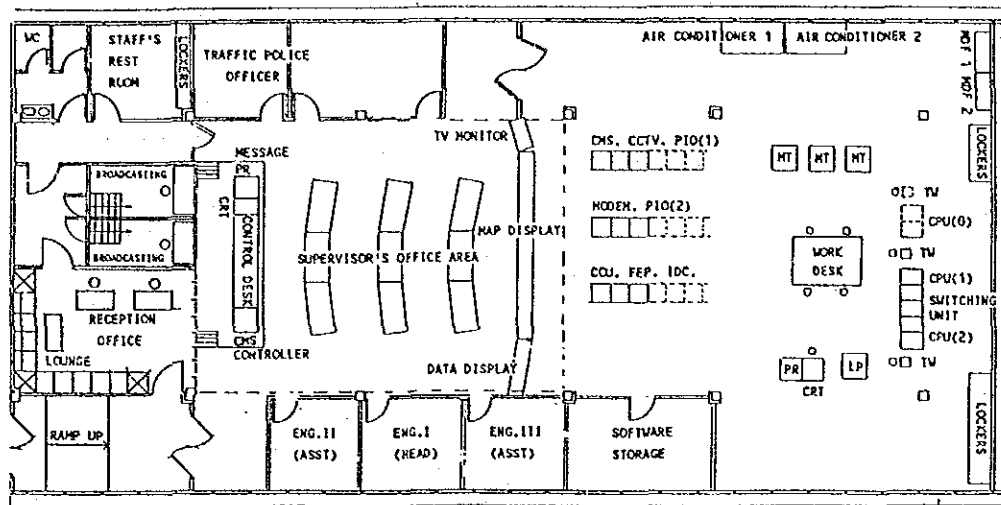


図5. 4. 3 中央制御装置の概要

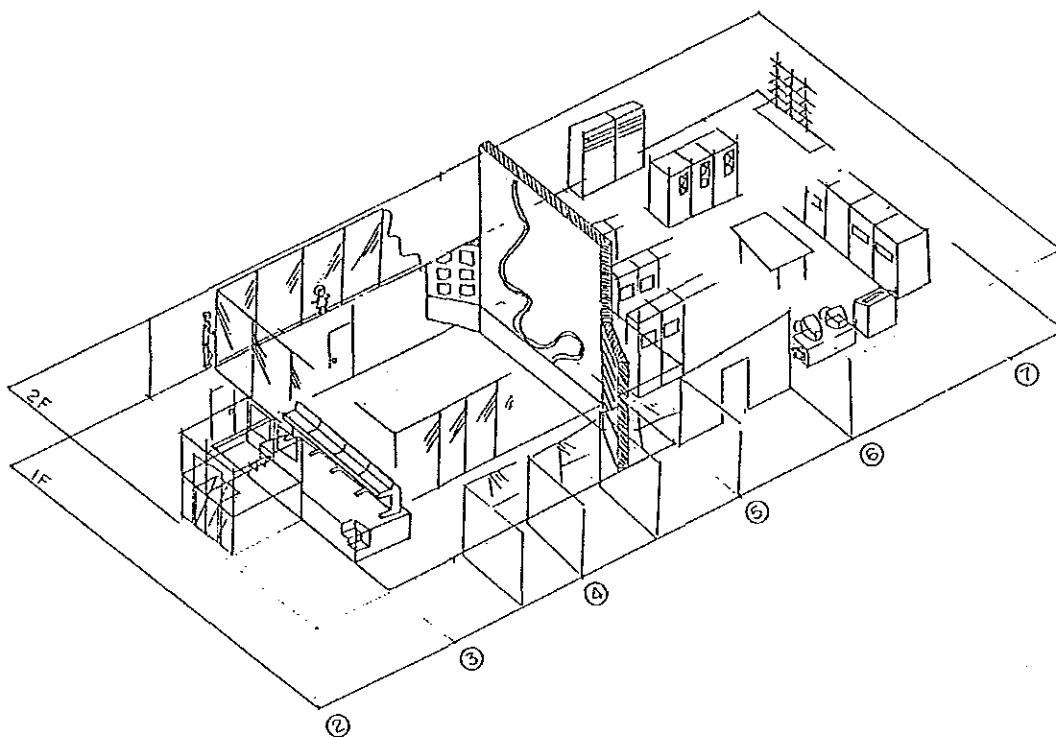


図5. 4. 4 ATCセンター構想

第6章

予備設計

第6章 予備設計

6.1 将来自動車交通量の予測

ATCシステムの予備設計を実施するために、将来交通量の予測を行った。将来交通量の設定手法と将来交通量予測結果を以下に示す。

6.1.1 予測手法

ATCシステムのオペレーションを開始する目標年である1993年における将来自動車交通量の設定を下記の条件に従い行った。交通量予測の作業方法は図6.1.1に示すとおりである。

1) 道路条件

交通量を配分する対象道路網は第3章における将来道路網(1993年)の設定条件に従うものとする。したがって、1993年におけるETAのセカンドステージ・プランの部分開通予定区間およびラマ4道路連続立体、ソイアソク道路の高架道路、ミドルリング道路の立体交差等の工事完了を考慮したものである。

2) 自動車ODデータ

自動車ODデータは1985年、JICA調査の自動車OD調査結果に基づく。この1985年自動車OD表に本調査で検討した1993年ゾーン別発生量と集中量の伸び率を考慮し、1993年自動車OD表を作成した。

6.1.2 将来交通量

前述の設定条件に基づき、1993年将来自動車交通量の配分を行った。図6.1.2に午前ピーク時の時間交通流量図、図6.1.3に午後ピーク時の時間交通流量図を示す。

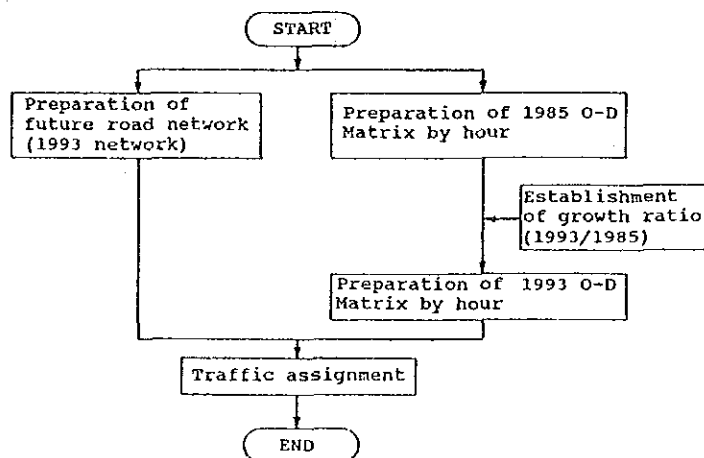


図6.1.1 交通量予測の作業方法

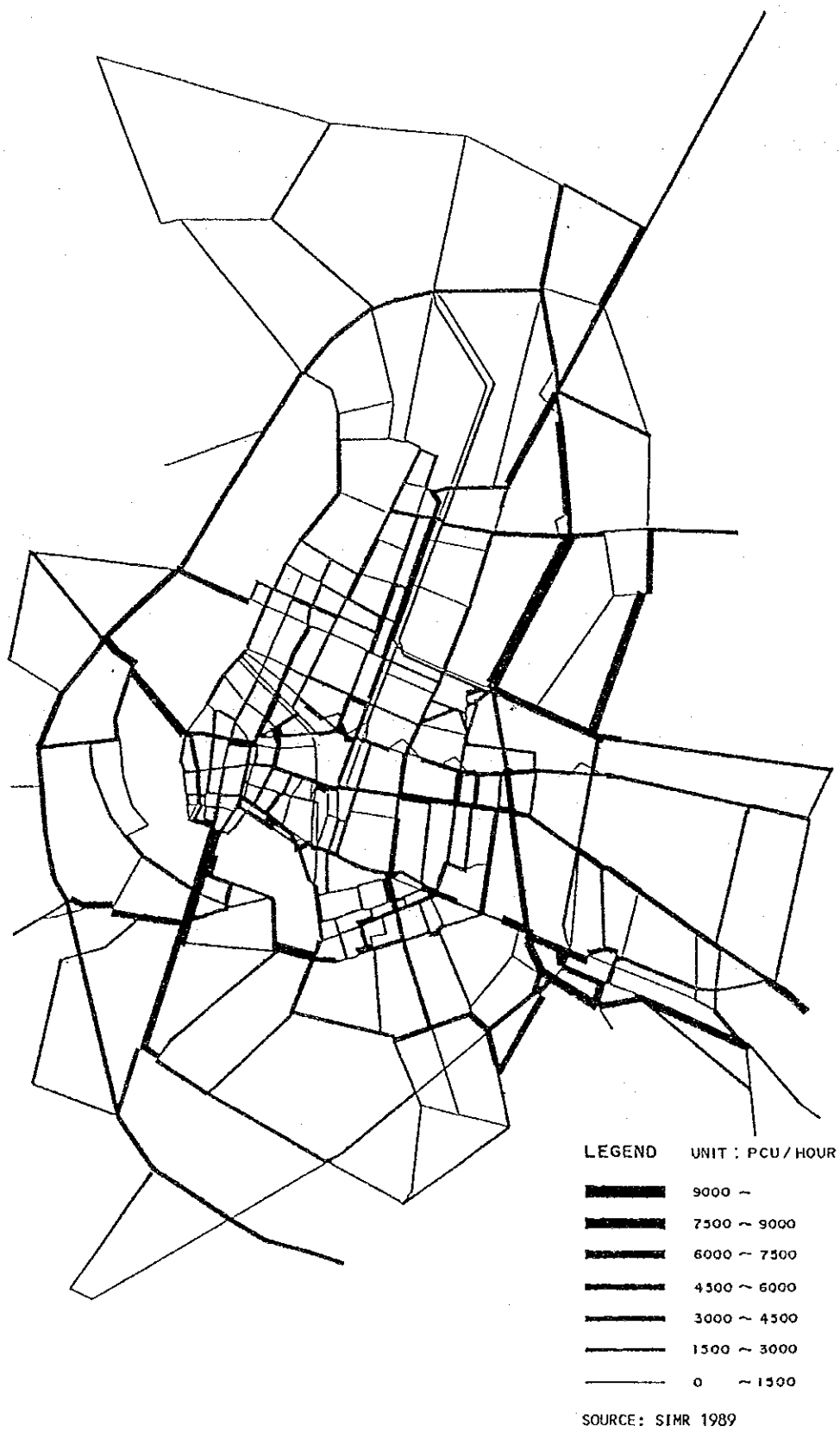


図 6 . 1 . 2 1993年将来自動車交通量 (午前ピーク時)

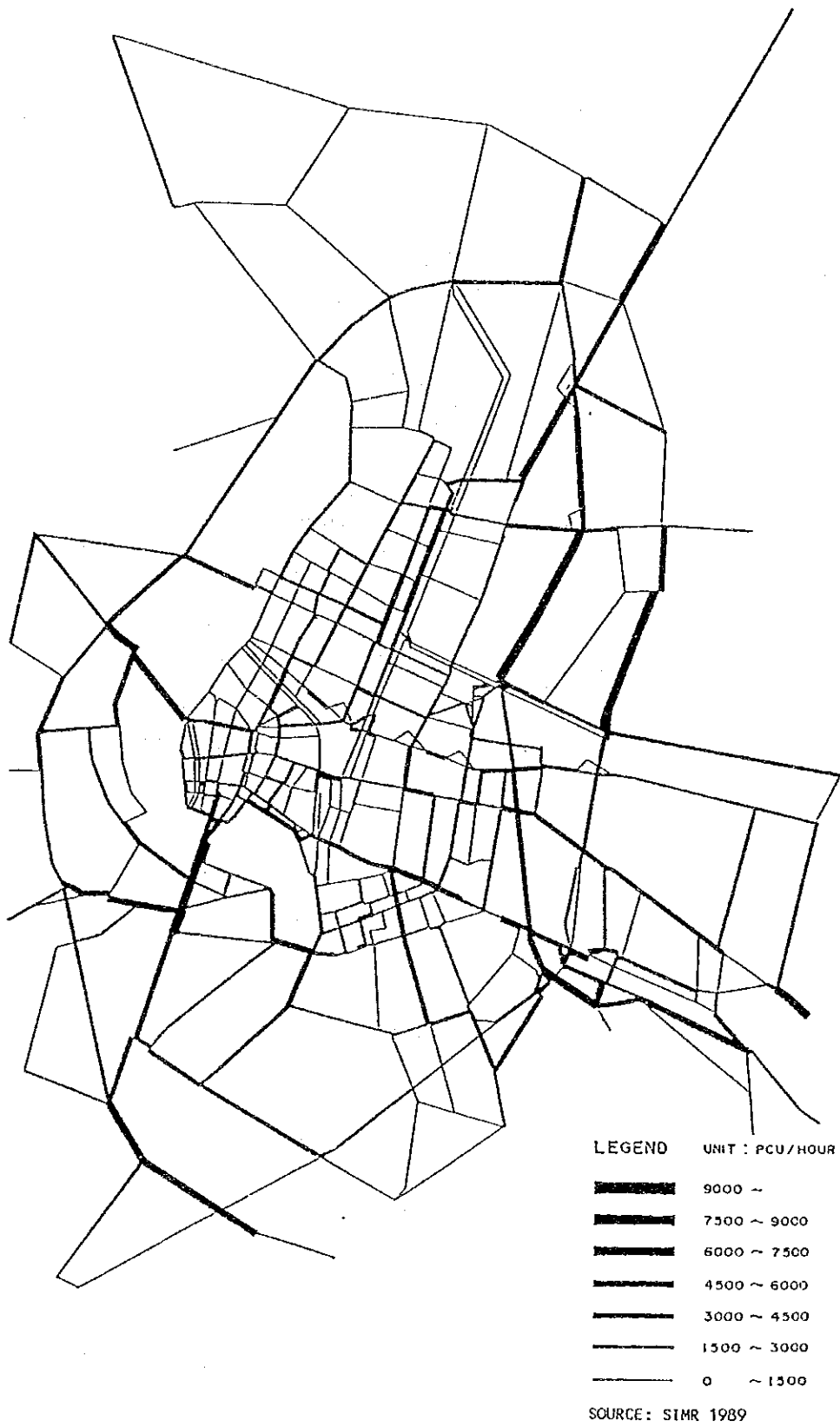


図6. 1. 3 1993年将来自動車交通量（午後ピーク時）

6. 2 ATCシステムのための交通管理施設計画

ATCシステムの設置に伴い、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。この節ではATCシステムの信号施設設置に付帯して生じる以下の交通管理施設の計画を行うものである。

6. 2. 1 交差点改良

交差点改良は以下の要因に基づくものを対象にチャネリゼーション計画を検討した。

- a. 交通管理計画計画（リバーシブル・レーン・システム計画を含む）に伴う交差点改良
 - ・リバーシブルレーン
 - ・交通規制の変化
- b. 将来道路網の交通流動に対応した車線運用の改良に伴う交差点改良
 - ・右折専用車線の付加
 - ・導流島の改良
- c. 信号機新設に伴う交差点改良
 - ・新設信号交差点
 - ・Uターン信号設置地点

これらの検討は、1993年将来交通量を踏まえ、現況交差点形状および既定計画を考慮して行った。

1) 計画対象交差点

計画対象交差点はATCシステム対象交差点の235交差点とした。

2) 計画条件

交差点改良の計画は、以下の条件に基づき行った。

- a. 交差点改良は、現況車道幅員内で行う。
- b. 将来交通量は、原則として交通管理計画を考慮した1993年の交通量配分結果を用いる。
- c. 車線運用は、専用車線を原則とするが、幅員の制約がある場合は、混合車線とする。
- d. 車線幅員は、最小3.0mとする。ただし、付加車線は、最小2.75mとする。

3) 改良計画

交通管理計画の既設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。改良項目は、表6.2.1に示すとおりである。主に留意すべき内容は以下に列挙するとおりである。

表 6. 2. 1 改良項目

Improvement Measures	Traffic Circulation Plan	Lane Operation for Future Traffic Flow	Planned Signalized Intersection
1. Improvement of pavement markings where lane operation is to be altered	●	●	●
2. Addition of exclusive right-turn lane	●	●	●
3. Improvement of channelizing island	●	●	●
4. Improvement of median	●		●
5. Installation of pedestrian crossing	●		●
6. Improvement in conjunction with introduction of reversible lanes	●		●

- (1) 車線運用変更に伴うマーキング改良
 一方通行規制が変更される交差点や交通需要の変化により車線運用を変更する交差点において矢印、停止線、中央分離線などの改良を行う。
- (2) 右折専用車線の付加
 右折交通が多い交差点では、本線交通の流れを円滑に保ち、また右折交通を効率よく捌くために右折専用車線を設置する。右折専用車線計画は次に示す項目に留意して計画する。
 - a. 右折専用車線は右折ポケットを設けるものとする。
 - b. 右折ポケットの設置は中央分離帯を切除し、それをポケットに割り当てるか、中央分離帯の無いところでは、中央線を反対車線にシフトし設けるものとする。
- (3) 導流島の改良
 左折交通量が多く、左折専用車線が現況以上に必要な交差点や交通規制の変

更により交通動線が変更される交差点では、導流島の位置、形状の改良を検討する。

- (4) 中央分離帯の改良
交通規制の変更や新設道路の供用に伴い、直進交通が発生する場合、中央分離帯の開削を行う。
- (5) 横断歩道の設置
交通規制の変更とともに一方通行が両方向通行に変わる交差点については、横断歩道橋が隣接しない場合横断歩道を設置する。

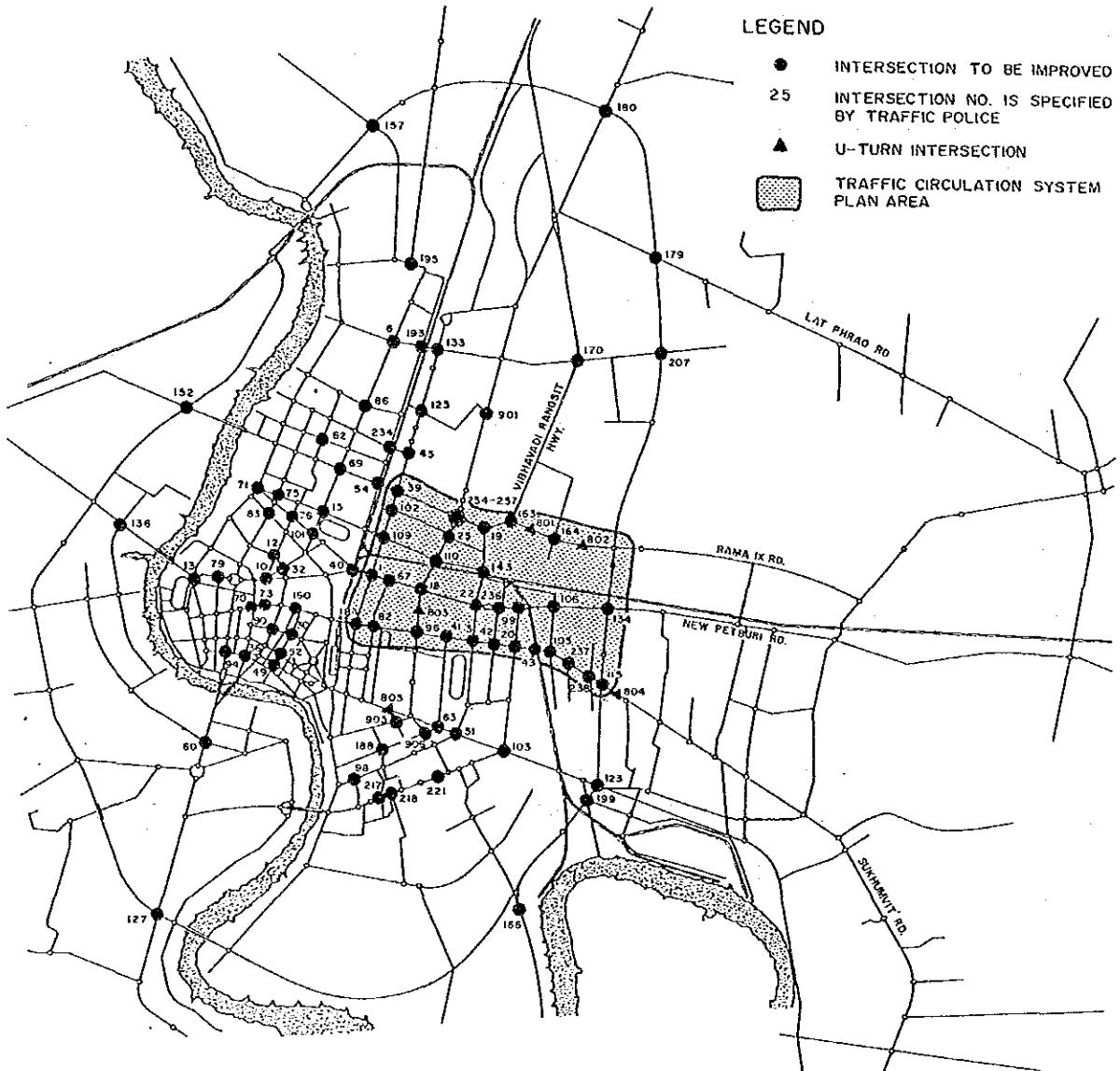


図 6. 2. 1 改良交差点

表 6. 2. 2 (1) 交差点別改良項目

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		o	Reversible Lane, Flyover(Plan)
20	K	4	*		*	o	o	o			o	Reversible Lane
22	K	4	*		*	o	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. 2. 2 (2) 交差点別改良項目

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	X	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

(6) リバーシブルレーン化に伴う改良

リバーシブルレーンの運用を行うためマーキング、標識などの改良を行う。

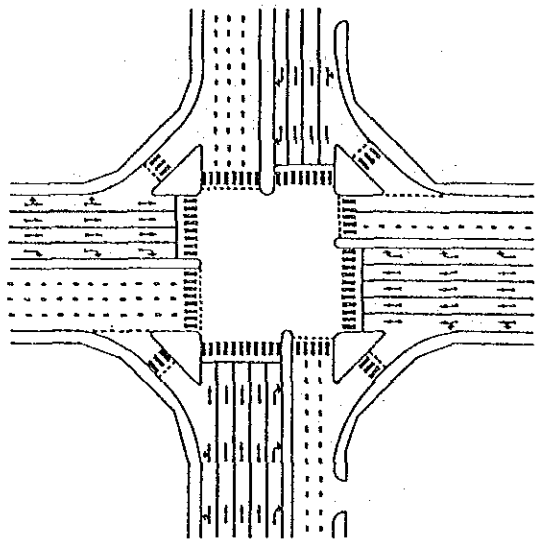
交差点改良が必要な交差点は図6.2.1に示すとおりで、253カ所のATCシステム対象交差点のうち91交差点である。交差点別改良項目は表6.2.2に示すとおりである。

4) 交差点標準図

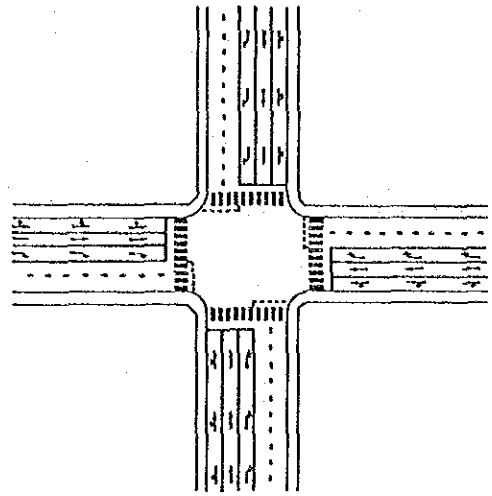
交差点を表6.2.3の5種類に分類し、タイプ別交差点標準図を図6.2.2に示す。

表6.2.3 タイプ別交差点

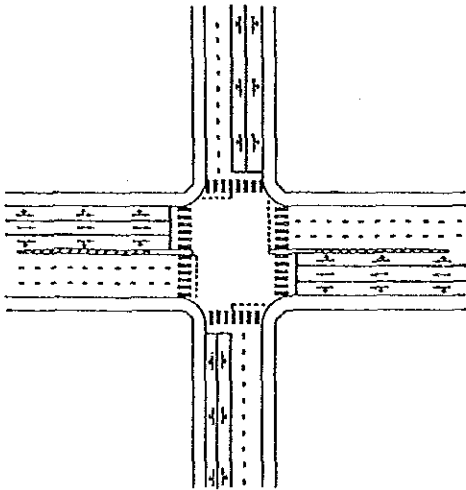
Type	Major Approach	Minor Approach
K	Key intersection	
A	5 lanes or more	5 lanes or more
B	5 lanes or more	4 lanes or less
C	3-4 lanes	3-4 lanes
U	U-turn signal	



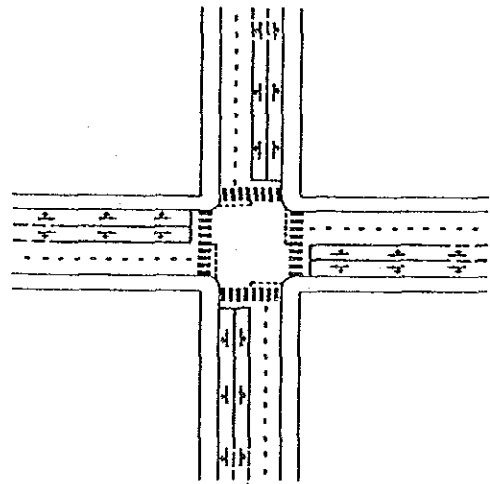
TYPE-K



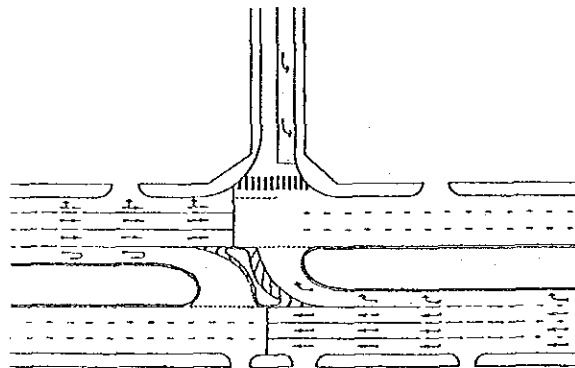
TYPE-A



TYPE-B



TYPE-C



TYPE-U

図6. 2. 2 タイプ別交差点標準図

6. 2. 2 リバーシブル・レーン交通運用システム

この節では、交通管理計画のリバーシブル・レーン システム実施に基づいて、リバーシブル・レーンの交通運用システム手法の検討およびそれに必要な交通施設の計画を図るものである。本計画は第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案に則るものとする。

1) 計画対象区間

計画対象区間は デインデン道路のラチャプラロップ道路～パイバワディ・ランシット道路区間（約0.6Km）、ラチャプラロップ道路のデインデン道路～ペブリ道路区間（約1.4Km）、ペブリ道路のラチャプラロップ道路～ETA高速道路区間（約0.9Km）、スクンビット道路のラチャプラロップ道路～ミドルリング道路区間（約2.5Km）で図6.2.3に計画対象区間を示す。

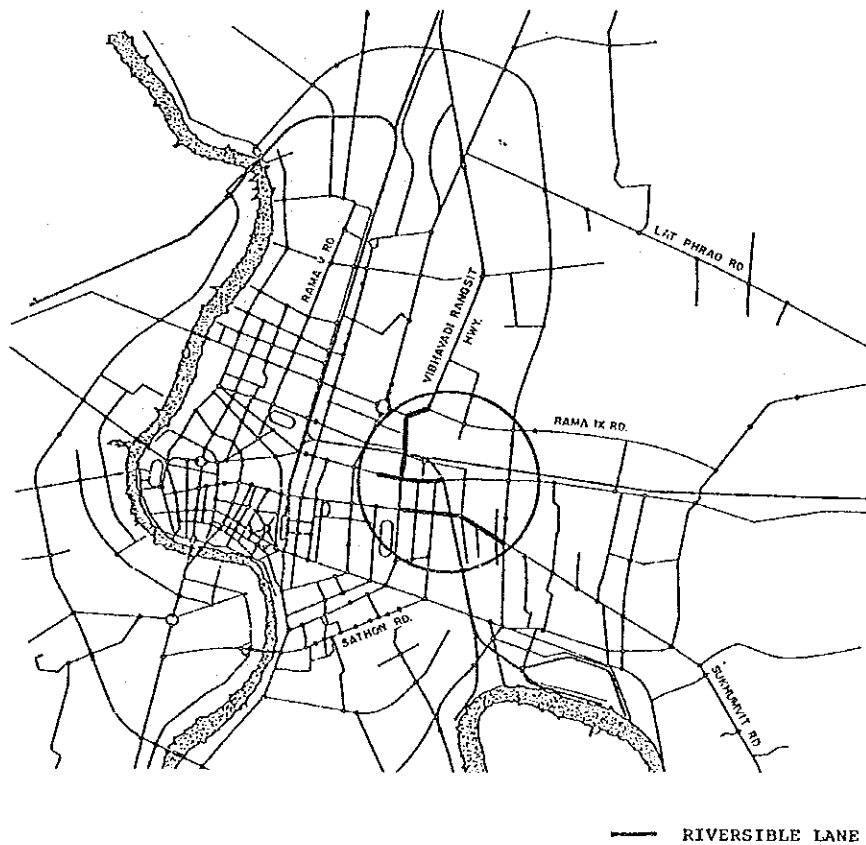


図6. 2. 3 リバーシブル・レーン設置区間

2) 計画概要

(1) 運用システム手法

a. 車線変移の時間帯の設定

リバーシブル・レーンの時間帯の設定は、原則として、通勤・通学交通が集中する午前中に内向き方向に優先方向、午後には外向き方向に優先方向を行うようにする。各優先方向の時間帯は6:00-11:00の時間帯に内向き方向に優先を、また11:00以降の時間帯に外向き方向に優先を行う。

この時間帯の設定はバンコク市内で実施されている現行のリバーシブル・レーンの時間帯および図6.2.4に示す調査結果に基づくものである。本調査で実施された交通量調査結果から、東西方向の主要道路であるディンデン道路、ペブリ道路、スクンビット道路、ラマ4道路の合計断面時間交通量を内向き、外向き別に時間交通量変動を調べると午前の11:00頃までの間に車線変移の効果が見られる。

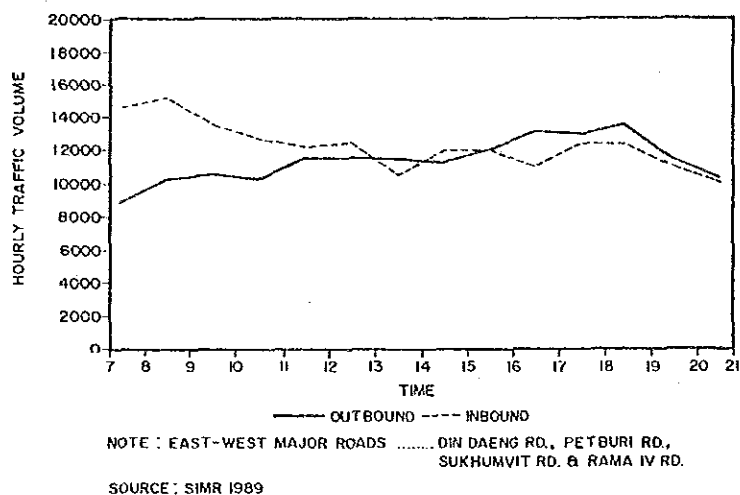


図6.2.4 東西方向の主要道路断面における時間交通量変動

b. 交通処理方法

リバーシブル・レーンは警察官の立会いの下で実施する。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（ガントリーと歩道橋等）、区画線の色分け標示、車線位置標示板（現在、警察が使用してる簡易移動標示板）を併用する。原則として、リバーシブル・レーンの起終点にオーバーヘッド式車線標示信号を使用し、中間点では既設歩道橋を利用して車線標示板を設置する。既設歩道橋の利用はオーバーヘッド式車線標示のコスト高をカバーするためである。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・レーン区間外では、起点より上流150～200m地点に案内標識を設置し、ドライバーに予告する。

変移区間は駐車禁止、取り付け道路への右折禁止、無信号交差点における交差側からの右折合流の禁止などの交通規制を行う。

交差点部および単路部における標準の交通処理方法は図6.2.5に示すとおりである。

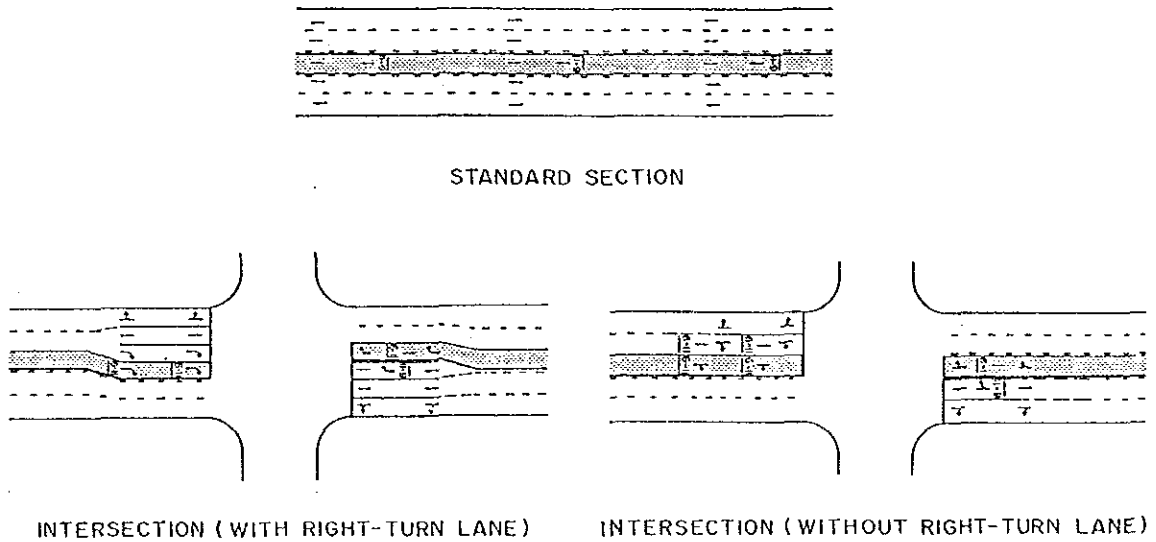


図6.2.5 リバーシブル・レーンの標準交通処理方法

(2) 交通施設計画

各計画路線の交通処理方法と標識等の設置位置計画は図6.2.6に示すとおりである。リバーシブル・レーン運用に伴い必要な交通施設の標準図を図6.2.7に、路選別数量を表6.2.4に示す。

表 6. 2. 4 リバーシブルレーンのための交通施設の路線別数量

Road	Overhead Type Traffic Signal Head (Gantry)	Direction Sign for Lane (Pedestrian Bridge)	Traffic Sign for Designating of Center Line	Guide Sign Marking	Road Marking (m^2)
DIN DAENG	19(2)	9	2	4	160
PETBUR1	16(2)	26	4	6	570
RATCHAPRAROP	11(4)	24	2	7	300
SUKHUMVIT	17(2)	48	2	14	560

(); Number of Gantry

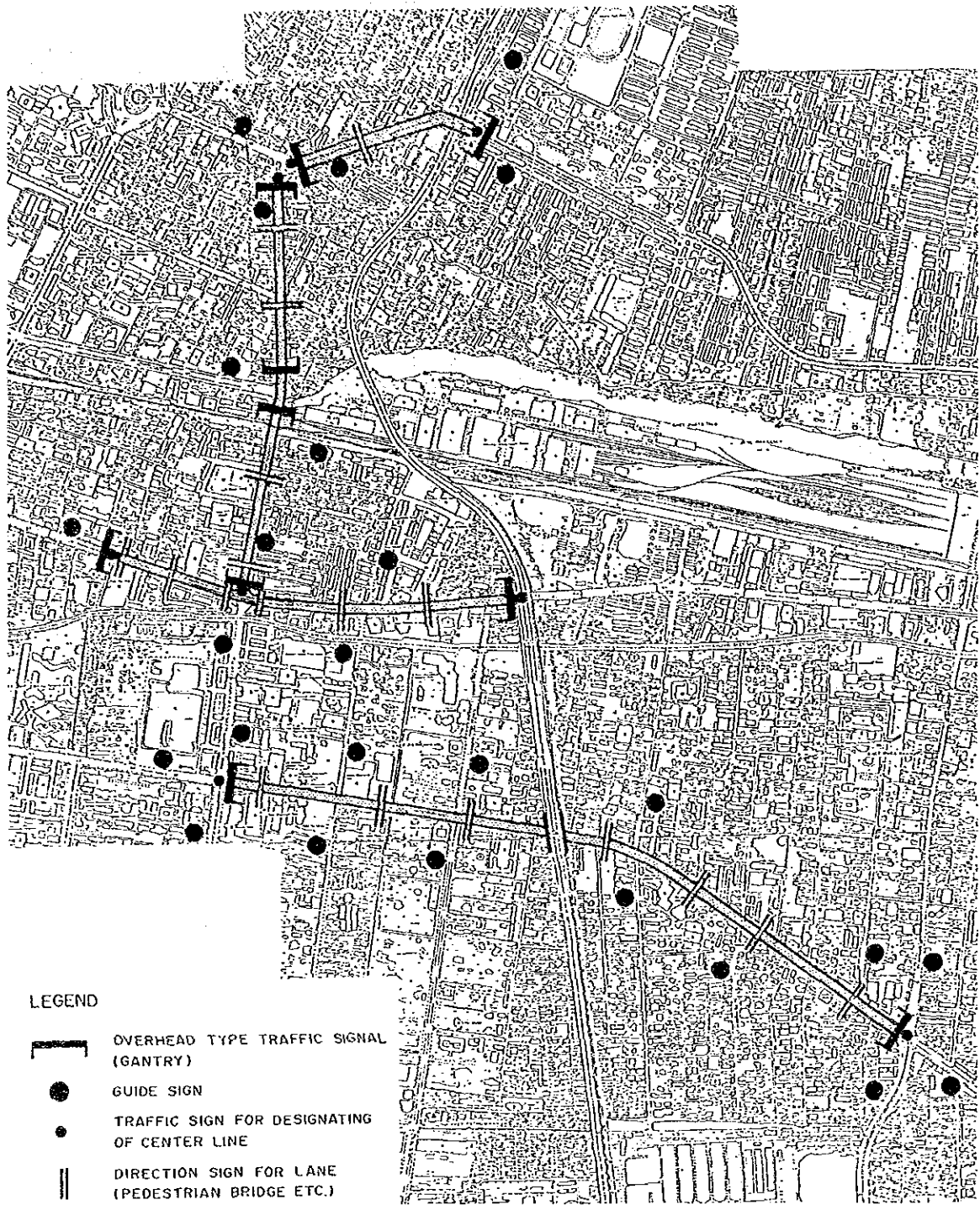
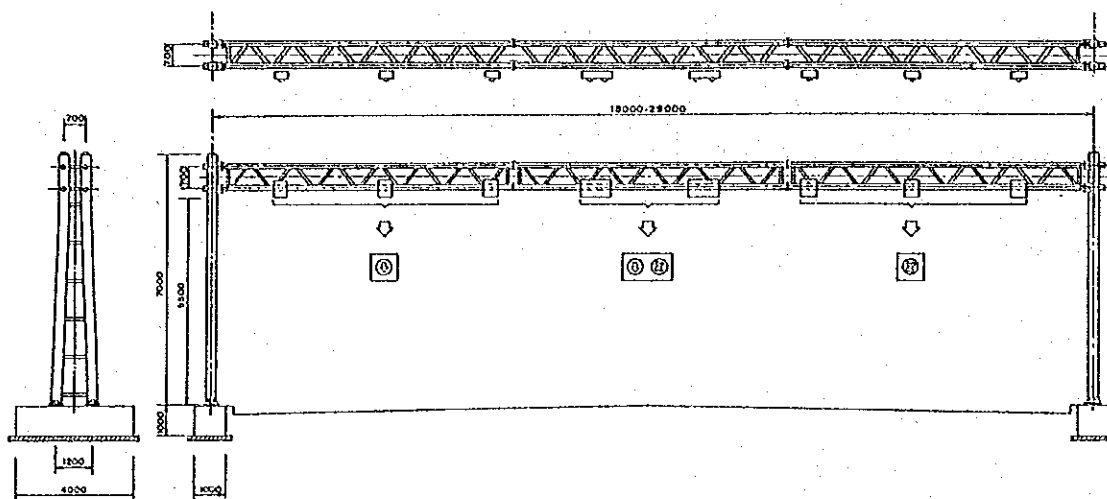
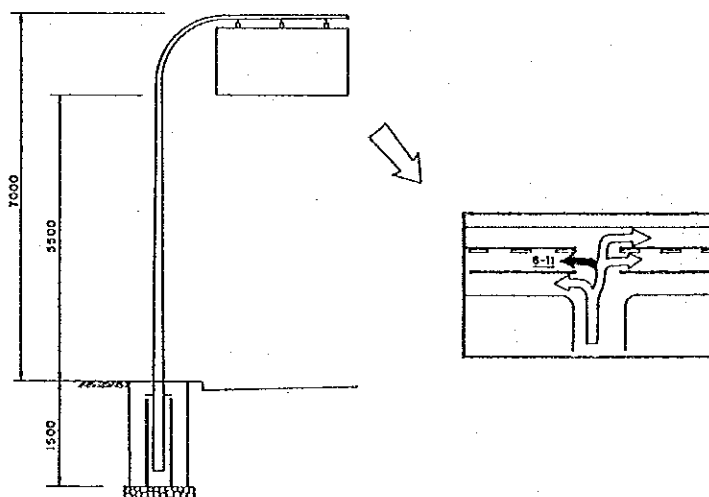


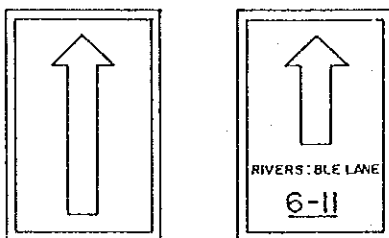
図 6. 2. 6 リバーシブルレーンのための交通施設



GANTRY



GUIDE SIGN (SIGNALIZED INTERSECTION)



DIRECTION SIGN

図 6. 2. 7 (1) 交通施設の標準図

