

タイ王国  
バンコク首都圏庁

バンコク市道路改良・交通安全計画調査  
報告書

要約編

昭和62年3月

国際協力事業団

開一

~~87-007~~

87-007



JICA LIBRARY



1030880[7]



タイ王国  
バンコク首都圏庁

バンコク市道路改良・交通安全計画調査  
報告書

要約編

昭和62年3月

国際協力事業団

國際協力事業団		
受入 月日	'87. 5. 9	122
登録 No.	16306	71
		SDF

## 序 文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国バンコク市道路改良・交通安全計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

当事業団は、社団法人国際建設技術協会の埜本信一氏（昭和60年9月まで）及び針貝武紀氏（昭和60年9月以降）を団長とする調査団を編成し、昭和60年6月より昭和62年3月まで調査を実施し本報告書を取りまとめた。

この調査結果が、対象地区の交通整備に寄与すると共に、日本、タイ両国の友好親善関係の増進に役立つことを願うものである。

最後に本調査の実施にあたり、御支援と御協力をいただいた関係各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

昭和62年3月

国際協力事業団

総裁 有田圭輔





# 伝 達 状

昭和62年3月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔 殿

貴事業団より(社)国際建設技術協会が受託いたしました「バンコク市道路改良・交通安全計画調査」の最終報告書が完成の運びとなりましたので、ここに提出いたします。

日・タイ両政府の緊密な協力のもとで、我々がこの調査を実施する機会を得ましたことは光栄とするところであります。

最終報告書(英文)は、調査団による2年間の作業成果をとりまとめたものであり、バンコク首都圏のミドルリングロードに囲まれる約350Kmの道路を対象に、1)交通調査と分析、2)2地区のデータ整備を含む道路インベントリーシステムの開発、3)道路改良計画案の作成、4)舗装補修計画案の作成、5)交通安全計画案の作成、及び6)それらに必要な技術指針の整備等を内容とした、サマリーを含む8分冊から構成されております。

当調査の遂行にあたりましては、貴事業団ならびに政府関係機関の各位より多大なるご指導とご協力を賜わり、深く感謝申し上げます。また、約17か月間の現地作業に対しては、バンコク首都圏庁をはじめとするタイ王国政府機関より十分な協力があったことをご報告申し上げます。

おわりに、当調査が今後のバンコク首都圏の交通問題解決の一助となることを念願しつつ、調査期間中に賜りましたご高配にあらためてお礼申し上げます。

バンコク市道路改良・交通安全計画調査 調査団長 針 貝 武 紀

(社団法人 国際建設技術協会研究第三部長)



## LIST OF ABBREVIATIONS

BMA	Bangkok Metropolitan Administration
CPD	City Planning Division, BMA
CMD	Construction and Maintenance Division, BMA
DD	Design Division, BMA
PPD	Policy and Planning Division, BMA
PPSd	Public Works Planning Sub-division, BMA
DPW	Department of Public Works, BMA
DDS	Department of Drainage and Sewerage, BMA
TED	Traffic Engineering Division, BMA
MOI	Ministry of Interior
OARD	Office of Accelerated Rural Development, MOI
OCMRT	Office of the Committee for the Management Road Traffic, MOI
OPP	Office of Policy and Planning, MOI
PWD	Public Works Department, MOI
TCPD	Town and Country Planning Department, MOI
TPD	Traffic Police Division, MOI
LDPD	License Division of Police Department, MOI
MOC	Ministry of Communications
DOH	Department of Highways, MOC
DLT	Department of Land Transport, MOC
ETA	Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand
NESDB	National Economic and Social Development Board
SRT	State Railway of Thailand
MEA	Metropolitan Electricity Authority
AIT	Asia Institute of Technology
AASHO	American Association of State Highway Officials
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
BS	British Standards
CAB	Cable Box
CBD	Central Business District
HCM	Highway Capacity Manual
MCI	Maintenance Control Index
MSL	Mean Sea Level
MTS	Mass Transit System
NECO	National Executive Council Order
PCU	Passenger Car Unit
PSI	Present Serviceability Index
RAL	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen
SSES	Second Stage Expressway System
STTR	Short Term Urban Transport Review



## 目 次

1. 序 論 .....	1
2. 交 通 調 査 .....	3
3. 道路インベントリ - .....	12
4. 道 路 改 良 .....	16
5. 舗 装 補 修 .....	30
6. 交 通 安 全 .....	34
7. 技 術 指 針 .....	44
8. BMA道路行政組織の検討 .....	69
9. 関 連 調 査 .....	71



## 1. 序 論

### (1) 背 景

バンコク首都圏における旅客及び物資の主たる輸送基盤は道路である。首都圏における経済的・社会的な諸活動の進展とともに、圏域の自動車登録台数は、道路整備をはるかに上回るテンポで増加し、1983年時点でほぼ100万台に達している。

その結果、交通混雑と交通事故の激増という形で深刻な道路交通問題を惹起するに至った。

交通問題の不断の拡大に対処するには、大規模な道路プロジェクト等の整備と並行して、現存の道路システムを十二分に活用する手だてがなされる必要がある。

このようなことから、バンコク首都圏庁(BMA)としては、バンコクで直面している、都市道路に関する同様の諸問題を解決してきた日本の技術的・行政的な経験を活用することとした。そこで、タイ政府は、日本政府に対して、バンコク市の道路改良・舗装修繕及び交通安全に関する調査(以下、本調査という)の実施を要請した。

日本政府の技術協力の実施機関である国際協力事業団は、本調査実施に対し、社団法人 国際建設技術協会を通じてコンサルティングサービスを行うこととした。

### (2) 調査の目的

本調査では、既存道路を最大限に活用し、交通流の改善、道路交通安全の向上及び適切な路面を確保するために、今後、BMAがその管理する道路について、必要なデータを収集、管理して、1)交通安全対策案、2)道路改良計画案、3)舗装補修計画案を作成する際、参考となる資料をとりまとめることを目的とする。

### (3) 調査の範囲

本調査では、次の幅広い交通技術分野の調査・分析・開発及びケーススタディとしての計画案作成を含む。

- 1) 交通調査(交通量調査(交差点方向別交通量調査を含む)、自動車OD調査、旅行速度調査、渋滞長調査及びその分析)
- 2) 道路インベントリー  
(データベースシステムの開発、パイロットインベントリーの作成)
- 3) 道路改良(道路交通評価手法の開発、道路改良計画案の作成)

- 4) 舗装補修（舗装評価手法の開発、舗装修繕計画案の作成）
- 5) 交通安全（危険道路区間の判別手法の開発、交通安全対策案の作成）
- 6) 技術指針の作成
- 7) BMA道路部門組織の検討

(4) 調査対象地域

おおむねバンコクの「ミドルリングロード」に囲まれる地域とし、調査対象道路の延長は約350 Kmである。

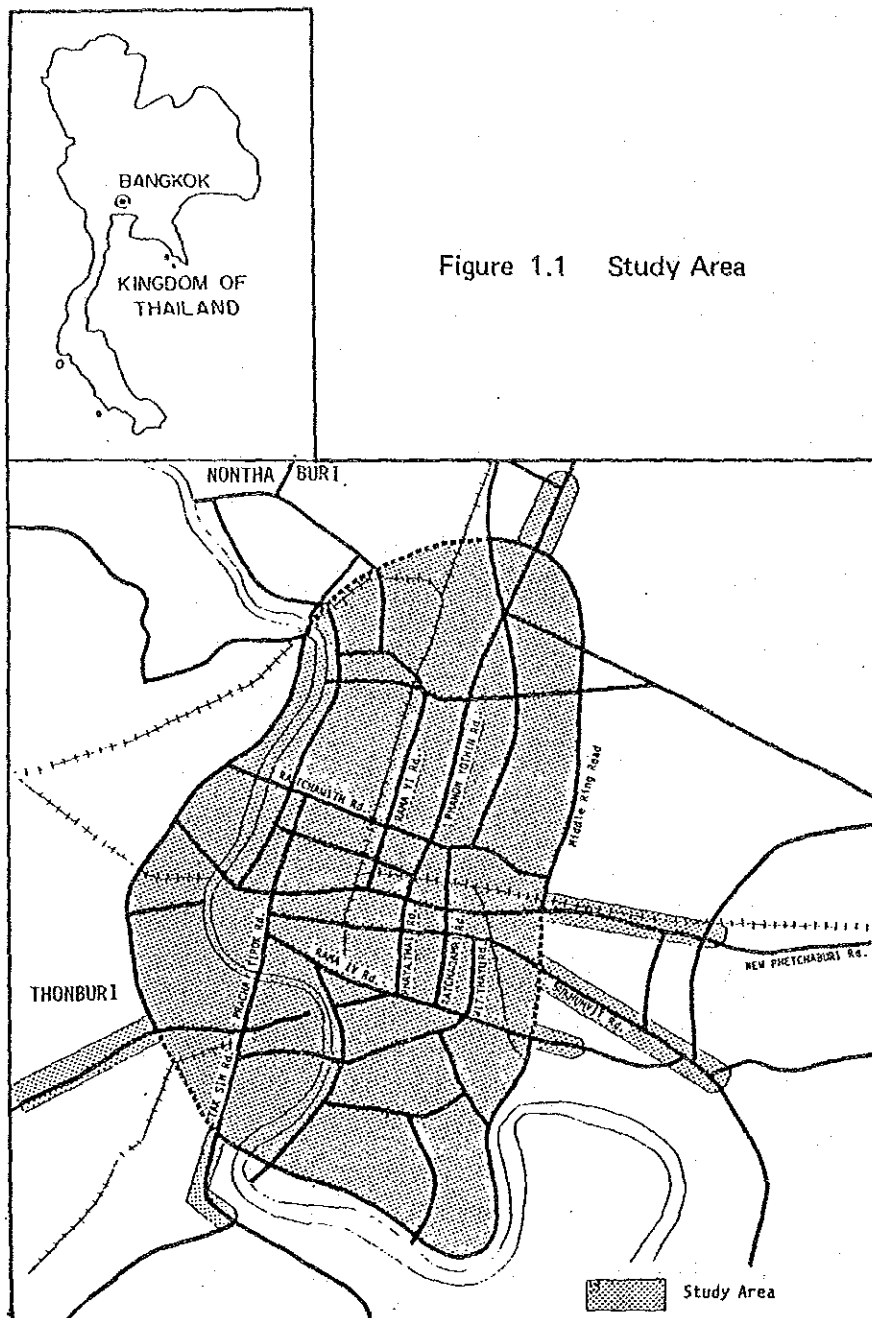


Figure 1.1 Study Area



## 2. 交通調査

### (1) 調査内容

交通調査は次に示す5項目について行った。

- 1) 交通量調査
- 2) 交差点方向別交通量調査
- 3) 旅行速度調査
- 4) 交差点交通渋滞調査
- 5) 自動車OD調査

### (2) 交通量調査

交通量観測は50地点で行った。また、この実測データを利用して、1984年にOCMRTで実測した交通量データを1985年に補正した。両データを合わせ248地点の交通量データを得た。この時、OCMRTの交通量データは車種別に測定されていないため、本調査による車種区分(8車種)に分割した。

実測結果から、最も交通量の多い道路はVibhavadi Rangsit Highwayであった(80,000~90,000台/12時間、2輪車を除く)。Phahon Yothin Rd. も又同様に交通量が多く約55,000台/12時間となっている。これらの道路はバンコクの北部地域と業務中心地(CBD)を結んでいる道路である。他の主要道路のうち交通量が45,000台/12時間以上の道路を以下に示す。

Rama IV Rd.	53,000 - 74,000	Vibhavadi Rangsit Highway	80,000 - 90,000
Rama I Rd.	49,000	Phahon Yothin Rd.	46,000 - 56,000
Sukhumvit Rd.	46,000 - 48,000	Somdet Phra Chao Taksin Rd.	54,000 - 64,000
Petburi Rd.	46,000 - 80,000	Ratchadamnoen Klang	69,000 - 89,000
Phaya Thai Rd.	54,000	Asok-Din Daeng	47,000

(2輪車を除く)

車種構成を見ると、調査地域内の北部及び東部地域において、乗用車が約45%を占めている。同様に南部で約30%、西部(Thonburi)で25%となっている。これらの車種構成の地域による違いは土地利用パターンの特性によるものと見られよう。

単路部における交通状況を示すものとして混雑度がある。混雑度とは交通量と設計交通容量との比である。単路部の混雑度をみると、道路延長で調査対象道路の約 $\frac{2}{3}$ の

道路は混雑度 0.5 以下であり、わずか 2% が混雑度 1.0 を越えている。このことは大部分の道路は現在の交通需要量を十分に処理しうる交通容量を有していることを意味している。換言すれば、バンコクで見られる交通混雑は大部分が交差点での交通ボトルネックがその原因と考えられる。

### (3) 交差点方向別交通量調査

交差点方向別交通量調査は主要交差点 46ヶ所について行った。交通量測定は交差点流入交通量を直進、右折、左折別にそれぞれ計測した。

交差点飽和度を、OCMRTで設定している飽和交通流率を用いて算出した。この結果、実測した交差点の約 31% が飽和度 0.9 を越えている。このことはバンコクにおける交通ボトルネックは交差点であることを示している。

### (4) 旅行速度調査

旅行速度は道路のサービスレベルを示す最も適切な指標である。旅行速度はその道路の交通状況によって変動する。すなわち、交通量が道路の交通容量に余裕のある区間では旅行速度は高くなり、逆に交通容量に達しているような区間では低くなる。

そこで、旅行速度の分析は交通上のボトルネックを明らかにするための手がかりとなろう。本調査では主要路線の上下方向を含め 23 ルートについて旅行速度を計測した。旅行速度は朝・夕のピーク時間帯について測定し、これらの結果は交通上のボトルネックを見つけるための道路交通評価手法の開発に使われた。

### (5) 自動車 OD 調査

交通量調査や交差点方向別交通量調査は、交通制御、交通管理、短期道路計画等の基礎となる。しかしながら、これらの調査だけでは、道路改良や交通条件の変化等による交通の変化に対応した道路の長期計画を立てるにはおのずと限界がある。そこで、量的、質的な両面から交通需要動向を把握するためには、自動車 OD 調査が最も効果的手段である。

#### 1) 調査の方法

自動車 OD 調査は オーナーインタビュー OD 調査と路側 OD 調査で構成されている。オーナーインタビュー OD 調査は、調査地域内で約 31,000 サンプル（抽出率 6.1%）のデータをサンプリングした。また、路線バスはバス運行データ

をもとにしてODトリップデータを作成した。

路側OD調査は調査地域外に登録してある自動車の調査地域への流出入状況を把握するために必要である。この結果はオーナーインタビューOD調査結果と調整して用いられる。調査は調査地域の境界に設定したコードンライン上、17ヶ所、E T Aの都市高速道路のオンランプ上、10ヶ所でのインタビューを行ったものである。抽出率は約8%であった。

自動車OD調査はサンプリングにより行われるので、調査結果は自動車トリップの全数を知るため拡大されなければならない。拡大係数はオーナーインタビューOD調査に関しては登録台数とサンプルデータ数、路側OD調査は各路側地点での通過交通量とサンプルデータ数とから求められる。

自動車OD調査の精度を確認するため、3ヶ所スクリーンラインを設定し、このスクリーンライン上での実測交通量とODトリップ数を比較した。この比較結果は0.86～1.09の間にあり、満足のいくものであった。

自動車OD調査を行うためには自動車トリップの起終点を明確にするため、対象とする地域をゾーンに分割しなければならない。本調査では調査地域内は58ゾーンに、調査地域の外側地域は28ゾーンにそれぞれ分割した。

## 2) インタビューの調査事項

オーナーインタビューにより得られるインタビューの調査事項は全部で19項目である。そのうちの主なものを列挙すると以下のとおりである。

- 職 業
- 車 種
- 自動車の使用頻度
- 出発地と目的地
- 運行目的
- 駐車場所
- 積載品目
- 乗車人員

路側インタビュー調査に関しては、聞き取りに時間的制約があるため、インタビュー項目は最低限本調査に必要な項目のみに制限した。その主なものは以下のとおりである。

- 車 種
- 出発地と目的地
- 運行目的
- 積載品目
- 乗車人員

3) トリップ発生量

調査地域内で流動する自動車交通量は、1日約220万台(2輪車を除く)である。このうち、調査地域内-内で移動する交通量は約170万台、調査地域の内-外に移動する交通量は約50万台、残りは調査地域の外-外に移動する交通量で約5.3万台となっている。

調査地域内のトリップ発生量は約190万台/日(2輪車を除く)である。これを車種別にみると、45%は乗用車、21%貨物車となっており、残りの34%はタクシー及びバスである。

Table 2.1 Vehicle Trip Generation and Attraction in 1985 (Study Area)

(Unit: Vehicle Trip/day)

Type of Vehicle	Trip Generation	Trip Attraction	Total
1. Passenger Car	850,800	888,800	1,739,600 (45.4%)
2. Pick-up & Heavy Truck	392,200	412,500	804,700 (21.0)
3. Taxi & Samlor	550,500	558,700	1,109,200 (29.0)
4. Mini Bus & Bus	87,300	88,600	175,900 (4.6)
5. Total	1,880,800	1,948,600	3,829,400 (100.0)

4) ODデータから見たバンコクの交通特性

a) トリップ回数

平均トリップ回数は全車平均で4.23回/日であり、乗用車3.57、小型貨物車2.86、普通貨物車2.82、そしてタクシー3.501となっている。

b) 旅行距離

1台の自動車は1日に走行する総走行距離すなわち旅行距離は、全車平均値で35Km/日である。車種別に見るとタクシーが最も長く235Kmとなっており、普通貨物車33Km、乗用車30Kmと続く。

c) トリップ分布特性

トリップ分布特性を図2.1に希望線図で示す。これは各ODペアをそのODトリップ量に比例させた太線幅でゾーン間交通量を表現したものである。この図から、ゾーンブロック4 ( Pathumwan & Bang Rak ) に交通が集中しており、とりわけ、1 ( Pra Nakhon )、4、6 ( Phra Khanong ) を結ぶ交通流が顕著である。

d) トリップ目的

1日の交通のトリップ目的の構成比を図2.2に示す。この図から明らかなように、27%は通勤・通学が占めており、17%業務、16%買物・娯楽等の私用、残り40%が帰宅となっている。通勤目的のうち約16%は子供を学校に送り、その後職場に向かうトリップとなっておりバンコクの交通形態の1つの特徴といえよう。

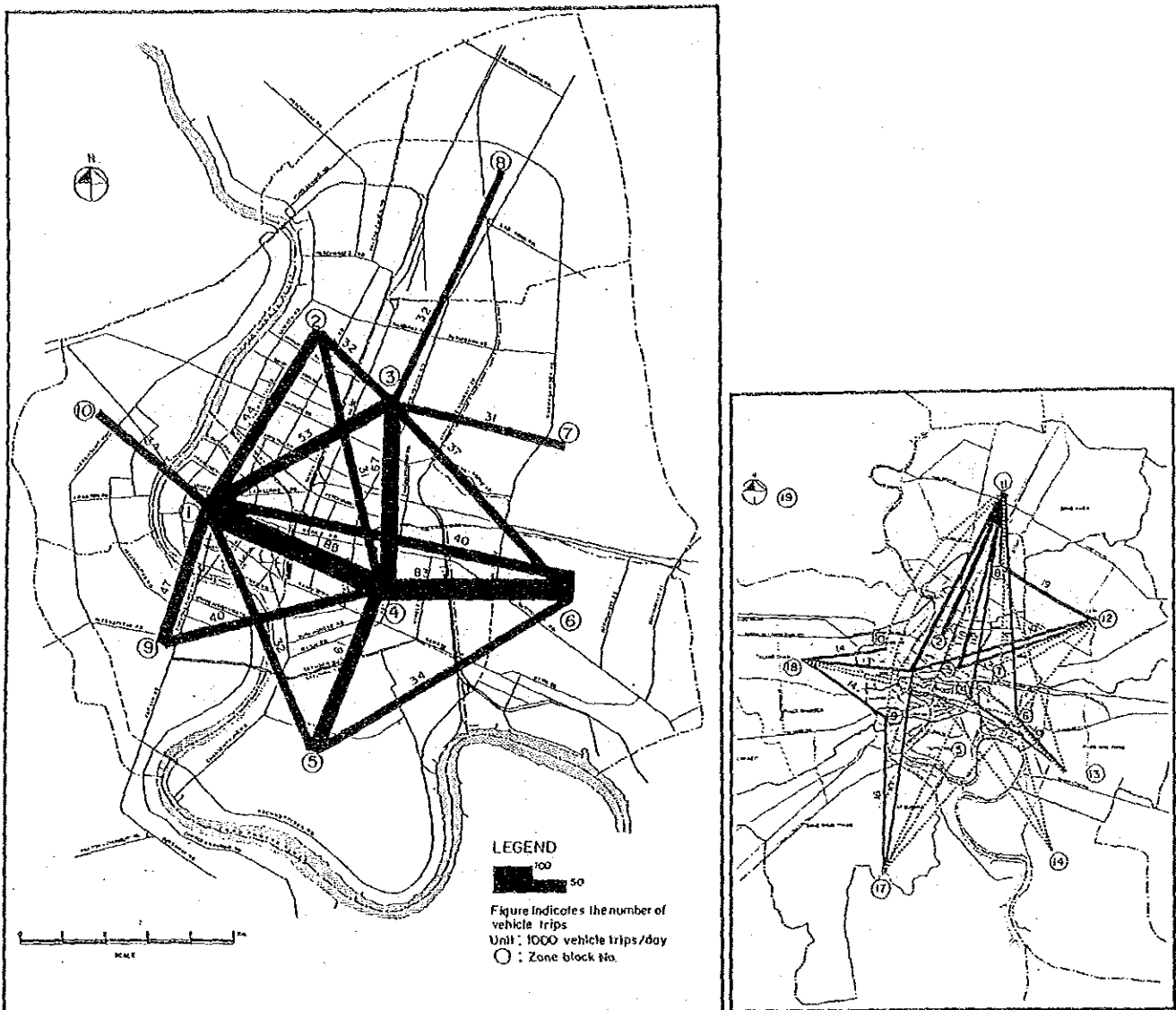


Figure 2.1 Desire Lines of Zone Trip

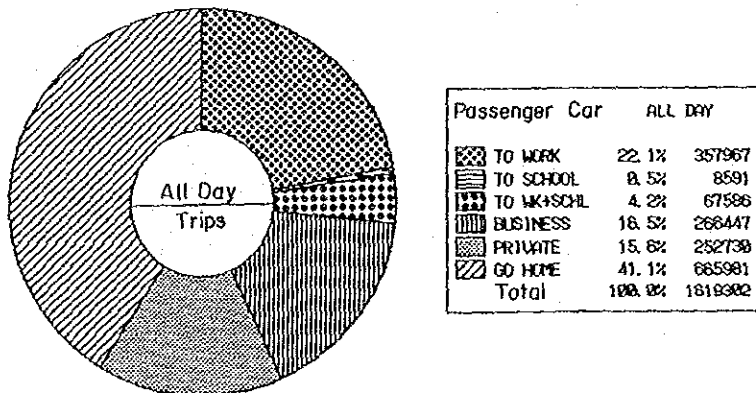


Figure 2.2 Trip Purposes (All Day)

(6) データ整備

交通調査結果はコンピューターによる利用を容易にするため、次に示す3つのマスターファイルを作成した。

a) 単路部交通データマスターファイル

これらは以下の内容のデータを含んでいる。

- 交通量
- 旅行速度
- 交通容量
- 道路データ

b) 交差点交通マスターファイル

- 方向別交通量
- 渋滞長
- 道路データ
- 飽和度

c) 自動車ODマスターファイル

(7) 交通量配分

得られた自動車OD表をもとに交通量配分を行った。交通量配分は、①現況道路網、②現在建設中及び近い将来建設予定の計画道路を含めた将来道路網、の2ケースのネットワークに現況OD表(今回作成したOD表)を配分した。

交通量配分はQ-V式転換率式併用方式である。転換率式は自動車OD調査結果からETAの都市内高速道路への転換率を推計し、作成した。

(8) 道路機能分類

1) 道路機能

道路網の中で各道路は、明示的であるかどうかを問わず機能的特徴を持っている。都市部やその周辺地域の道路をその交通特性から大きく4つに分類した。すなわち主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路そして地区内道路である(本調査では地区内道路は対象としていない)。

各道路の機能に合わせた構造基準を適用した道路計画や設計は、交通をスムーズに安全にしかも経済的に処理するために非常に重要である。

## 2) 道路区分

交通機能からみた道路区分はその道路に負荷された交通量、トリップ長、大型車交通量のような、交通特性によって分類できる。調査地域内の道路を機能分類するため、本調査では交通量配分結果も利用して次の2つの方法、すなわち交通量とトリップ長の関係及び交通量と大型車交通量との関係から機能分類した。

交通量とトリップ長とを用いた具体的な分類方法は次のようである。

- a) 交通量をX軸上に、トリップ長をY軸上に取り、この座標系に各道路区間毎の値をプロットする。
- b) 次に図 2.3 に示すように、交通量とトリップ長の両方とも分類のための基準点を定め、これによって道路の各区間を4分類する。

分類のための基準については、トリップ長(X-軸)はトリップ長分布の変曲点を考慮し、15 Kmに設定した。交通量は4車線道路の交通容量を基準点と考え、50,000台/日とした。同様の方法を交通量と大型車交通量についても行い、この結果は前記方法からの結果を補正するのに用いた。

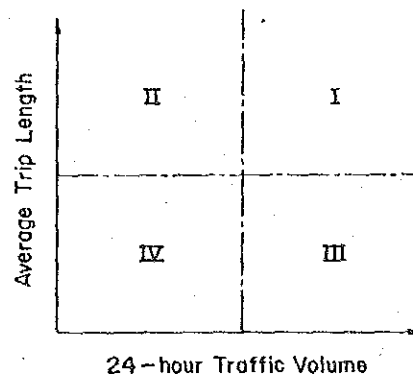


Figure 2.3 Categorization by Traffic Volume and Trip Length

この分類基準にしたがって、各道路を機能分類した。道路区分の結果を図 2.4 に示す。この図から、交通量が多くしかも長トリップ交通が利用している道路区間はグループ I に属し、これを主要幹線と区分した。同様に、交通量はそれ程多くないがトリップ長の長い交通が利用している道路区間はグループ II に属し、これもその性格から主要幹線に区分した。グループ III に属する比較的短トリップで交通量の多い道路区間は幹線道路に区分した。残りのグループ IV に属している道路区間は補助幹線道路とした。



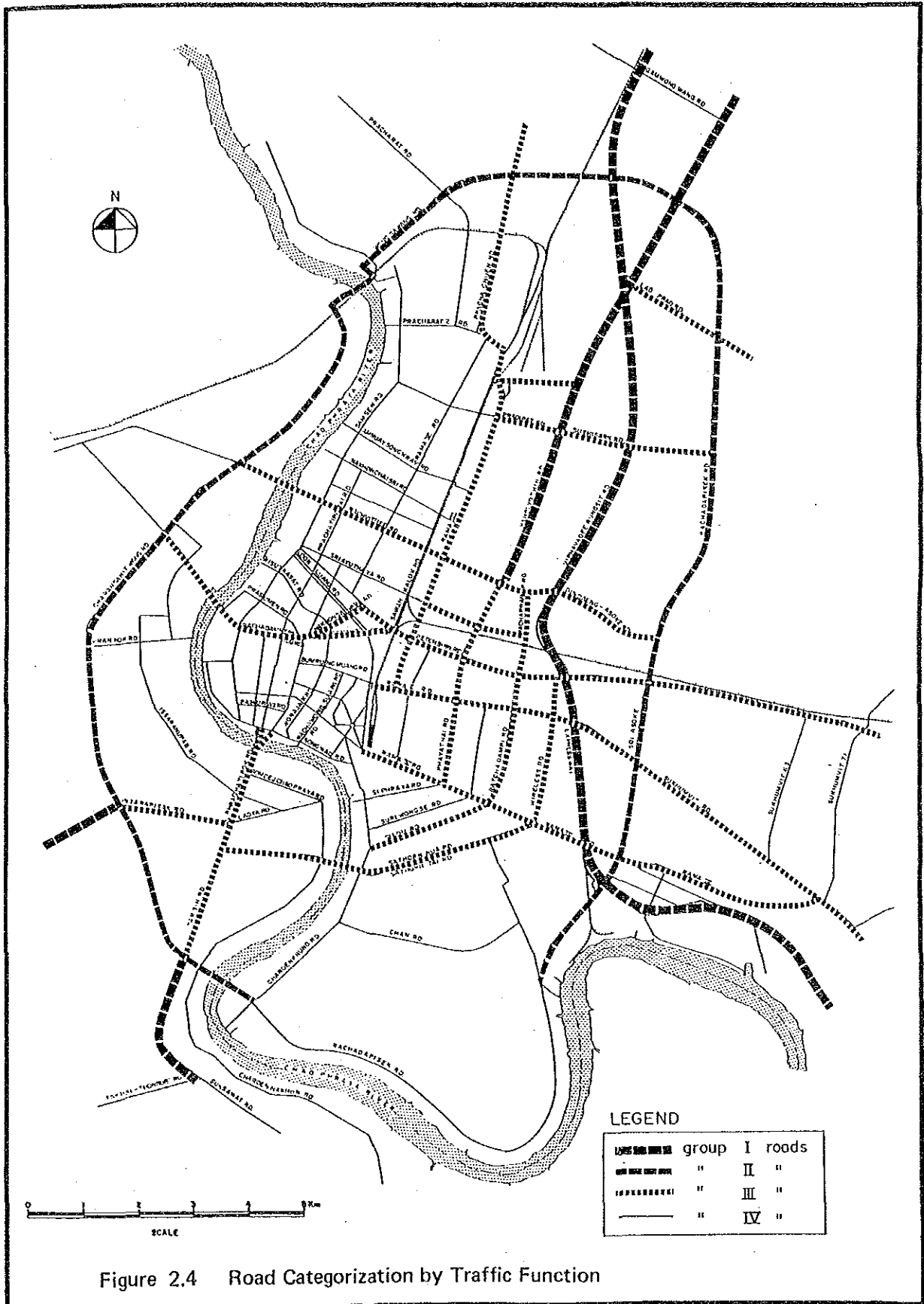


Figure 2.4 Road Categorization by Traffic Function

### 3. 道路インベントリー

#### (1) 業務の範囲

道路とその交通条件に関するデータや情報が迅速に得られることによって、道路管理業務は質的に向上し、ひいては経済的な道路管理が可能となる。道路管理者は、適切に設計された道路インベントリーシステムによって、これらの情報をたやすく入手することができる。本業務では、リレーショナルデータベース・マネジメントシステムに関する最新の情報処理技術を駆使して、インベントリーシステム (Metropolitan Road Inventory System を象徴して METROS と名付けられた) を開発した。システム開発の他に、開発されたシステムの活用方法を示すために、Pathumwan 地区と Bangrak 地区についてパイロットインベントリーを作成した。

#### (2) コントロールリンクとノード

道路の諸データと交通条件を関連付けるために、道路ネットワークは、各リンクの両端にノードを有するコントロールリンクに分割した。分割方法は、技術的及び行政的観点から見て、コントロールリンクが均質な特性を持つように行った。

実用的観点から、ノードはプライマリーノードとセカンダリーノードに分けた。プライマリーノードは主要交差点に対応し、セカンダリーノードは、隣接する交差点間の道路を二つ以上のコントロールリンクに分ける必要がある場合に設けられた。コントロールリンクとプライマリーノード及びセカンダリーノードの概念を図-3.1に示す。

37.2 Kmにおよぶ調査道路の道路ネットワークにおけるコントロールリンクの数は、約800である。

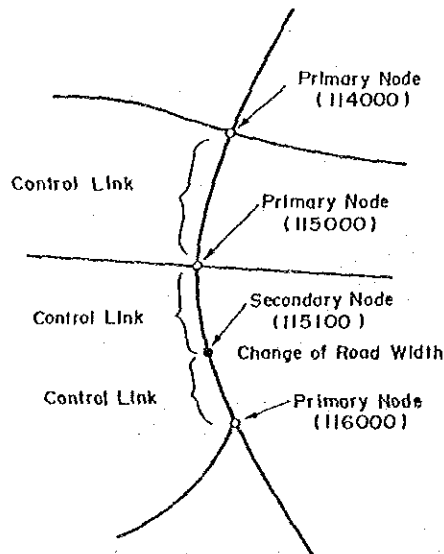


Figure 3.1 Illustration of Control Links and Nodes

### (3) データベース

道路インベントリ-のデータ項目のうち、基本的な情報はコントロール リンク データベースに格納される。さらに、橋梁や舗装のように適切な管理を行うために、より詳細な情報が必要なものについては、個別のデータベースに格納される。その結果、次の6個のデータベースを作成した。各データベースの項目数及び主要なデータ項目は以下に示すとおりである。

- コントロール リンク：道路の幾可構造寸法、車線数、道路施設の数及び形式、交  
データベース 通及び事故データ等の84項目。
- 橋 梁データベース：橋の形式、橋長、幅員、架設年及び損傷の程度等の27項  
目。
- 歩道橋データベース：橋の形式、橋長、幅員、架設年及び損傷の程度等の23項  
目。
- 舗 装データベース：舗装の種類、舗装の幅及び面積、施工年、現在の変状等の  
23項目。
- 公共施設データベース：水道、電気、電話、道路排水等の施設の有無、位置及び形  
式等35項目。
- 交差点データベース：交差点のタイプ、方向の規制、信号の有無及び配置、渋滞  
長等43項目。

### (4) ハードウェア及びソフトウェア

METROSは、次のハードウェア構成のもとで稼動される。

- マイクロプロセッサ システム：NEC N5200/05MKII (768KB)
- ハードディスク：NEC N5257-11 (20KB)
- プリンター：NEC 5233-61 (ドットマトリックスプリンター)

このハードウェアは、バンコクのすべての主要道路のデータを十分格納できる容量を有している。

METROSは、次のソフトウェア環境のもとで、稼動される。

- オペレーティング システム：MS-DOS V2.11
- データベース マネージメント システム：dBASE II V2.4

METROSは、MS-DOS環境のもとで動くリレーショナル データベース マネージメント システムの一つであるdBASE IIを用いて設計された。

(5) システム

道路インベントリーのシステムフローを図-3.2に示す。dBASE IIはインベントリーシステムを処理するための幅広い機能を有するが、道路インベントリーシステムの操作を簡便に行うと同時に誤操作を防ぐために、インプット、エラーチェック及びアウトプットの3つの接続プログラムを作成した。

インプット接続プログラムは、新しいデータの追加、不要なデータの消去及びデータの修正を行うためのものである。

エラーチェック接続プログラムは、誤ったデータが入力された場合に、エラーメッセージを出力するものである。

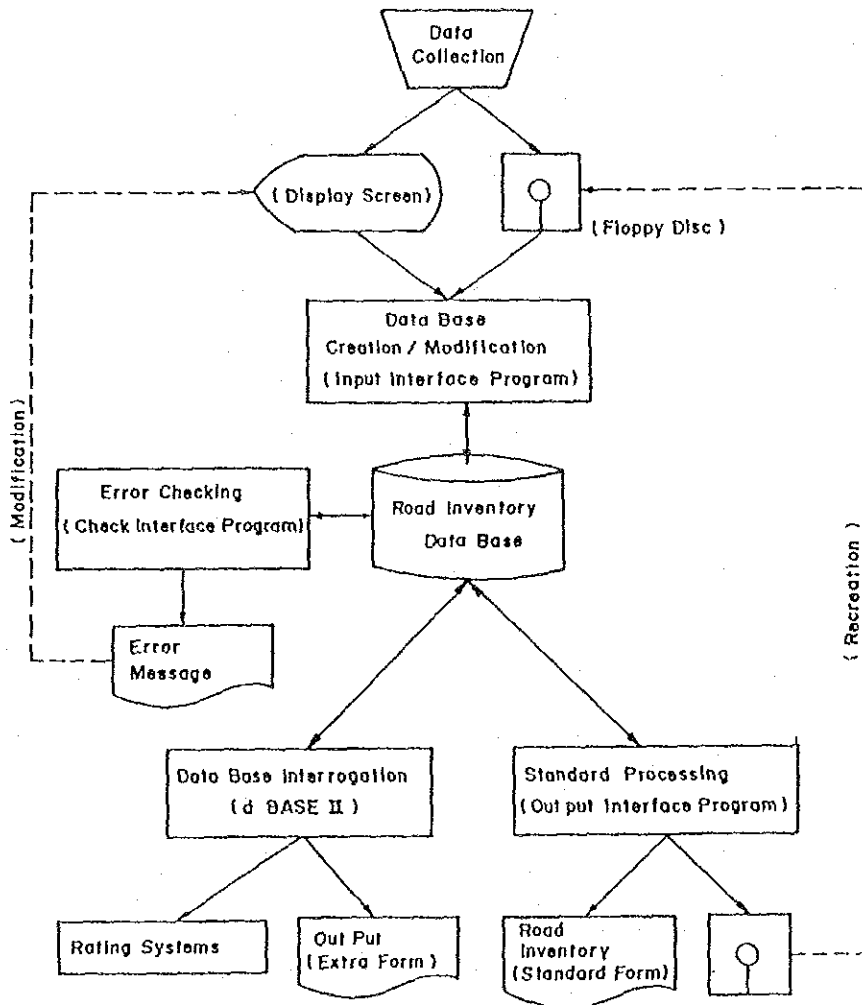


Figure 3.2 System Flow

アウトプット接続プログラムは、二つの出力機能を有している。一つは、利用頻度の多いデータの効率的検索と、定型書式としての出力である。他の一つは、誤操作によるデータベースの破壊に対する防護手段として、データベースを再構築するためのバックアップ用フロッピーディスクの出力である。

(6) マニュアル

道路インベントリシステムの利用者を支援するために、次のマニュアルを作成した。

- 1) ユーザー マニュアル
- 2) システム マニュアル
- 3) dBASE II マニュアル
- 4) MS-DOS マニュアル
- 5) オペレーション マニュアル

(7) パイロット道路インベントリ

開発したインベントリシステムの機能を確認し、操作方法を示すために、各々の道路延長が35.2 Kmと19.1 KmのPathumwan地区とBangrak地区の道路について、パイロット道路インベントリを作成した。

上記の二地区のコントロールリンク及び主要な施設の数、以下のとおりである。なお、地下に埋設された公共施設に関する詳細なデータは入手できなかった。

	Pathumwan 地区	Bangrak 地区
コントロール リンク :	83	68
ノード :	43	40
橋 梁 :	13	5
歩 道 橋 :	14	0
道 路 延 長 :	35.2 Km	19.1 Km

#### 4. 道路改良

##### (1) 調査内容

バンコクの交通問題の解決は、道路新設、既存道路の改良、適切な交通管理の導入など、多様な手法の動員によってはじめて可能となると思われる。

本調査はそれらのうち、既存の道路を有効に活用するための道路改良計画に必要な、基礎資料をバンコク首都圏庁に附与することを目的とする。

道路改良計画は、2つのステップに分れており、まず、交通上のボトルネックを判別し、次いで、これらから選定された箇所に対し、改良計画を立案する手順を踏む。

したがって、本章では、(1)道路交通のボトルネックの判別手法の開発、(2)選定されたボトルネックの改良計画の立案、の2点に絞られる。

##### (2) 交通のボトルネック

本調査においては、交通のボトルネックを「交通混雑を惹き起している何らかの欠損が存在している道路の場所」と定義する。道路交通評価手法を開発するに当たっての基本的事項は、客観的かつ数量的に交通状況が評価できる指標を決定することである。

交通の状況は、旅行速度、混雑度あるいは交通混雑のために生ずる渋滞長等の交通の諸特性によって計測され、表示されよう。

##### (3) 交通状況表示のための指標

###### 1) 旅行速度

所定の道路延長上の平均旅行速度は、旅行距離と旅行時間の比によって計算される。ここに、旅行時間は、走行時間及び交通混雑や交通信号によって生ずる待ち時間の両者を含む。旅行速度による道路交通評価手法は簡単で、道路利用者にとっても交通状況を直感的に判断するために納得されやすいものである。

旅行速度による評価手法は、隣接する道路延長の両者の旅行速度を比較するものであり、もし、両者のギャップが相当に大きい場合、両者の道路延長の間のある区間または地点は、ボトルネックであるとの推論を導くものである。

この評価手法は、ボトルネックとしての問題地点（主に交差点）を発見する場合に適している。

他の指標、即ち、ある道路区間の交通量を交通容量で除して求められる“混雑度”、交通信号や道路上の何らかの障害物によって、停車させられた一連の待ち台数の先端と末端の間の距離で示される、“渋滞長”などは、旅行速度に比較して交通評価上の信頼性に劣る。これらは、本調査では補助的な手段として用いられる。

## 2) 交通状況の抽出

ある道路区間における交通状況は時間変動や日変動を伴うが、本調査においては、評価手法は、ピーク時間帯における交通状況を対象として開発されたものである。交通状況の日変動に対しては、着目する道路の交通状況を代表するものとして、ある交通特性（指標）を、数回計測した平均値を用いている。本調査においては6回の計測の平均旅行速度を用いた。

## (4) 道路交通評価手法

本調査における交通調査や技術者の観測によって、バンコク市内の道路網の交通上のボトルネックのうちのかなりの部分を交差点がしめていることが明らかである。すでに述べたように、旅行速度による評価手法は点としてのボトルネック（主として交差点）を判別することに適している。したがって、以下、旅行速度を交通状況の指標として道路交通評価手法の開発を進めた。

旅行速度による道路交通評価手法の概念を図式的に図 4.1 に示す。交差点通過前の旅行速度と、通過後のそれとの速度ギャップがバンコク市の一般的な交通状況や、期待されるサービスレベル、道路改良への投資可能性の見通しなど、様々な要素を考慮に入れて決定される、ある限界値を超えていれば、この交差点は交通上のボトルネックであると推論するものである。

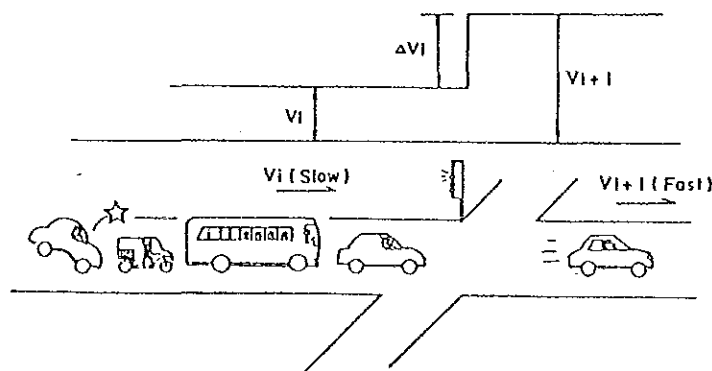


Figure 4.1 Schematic Illustration of Increase of Travel Speed at Bottleneck

統計的方法によって、限界値を決定する場合、速度ギャップは

- (1) 両者の旅行速度の絶対差 ( $\Delta V_i = V_{i+1} - V_i$ ) か、または
- (2) 両者の比 (速度差を、低速区間の旅行速度で除したもの、 $K = \Delta V_i / V_i$ ) によって表しうるであろう。

調査対象地域の主要交差点前後の旅行速度調査の結果を、図 4.2 (右図) に示す。

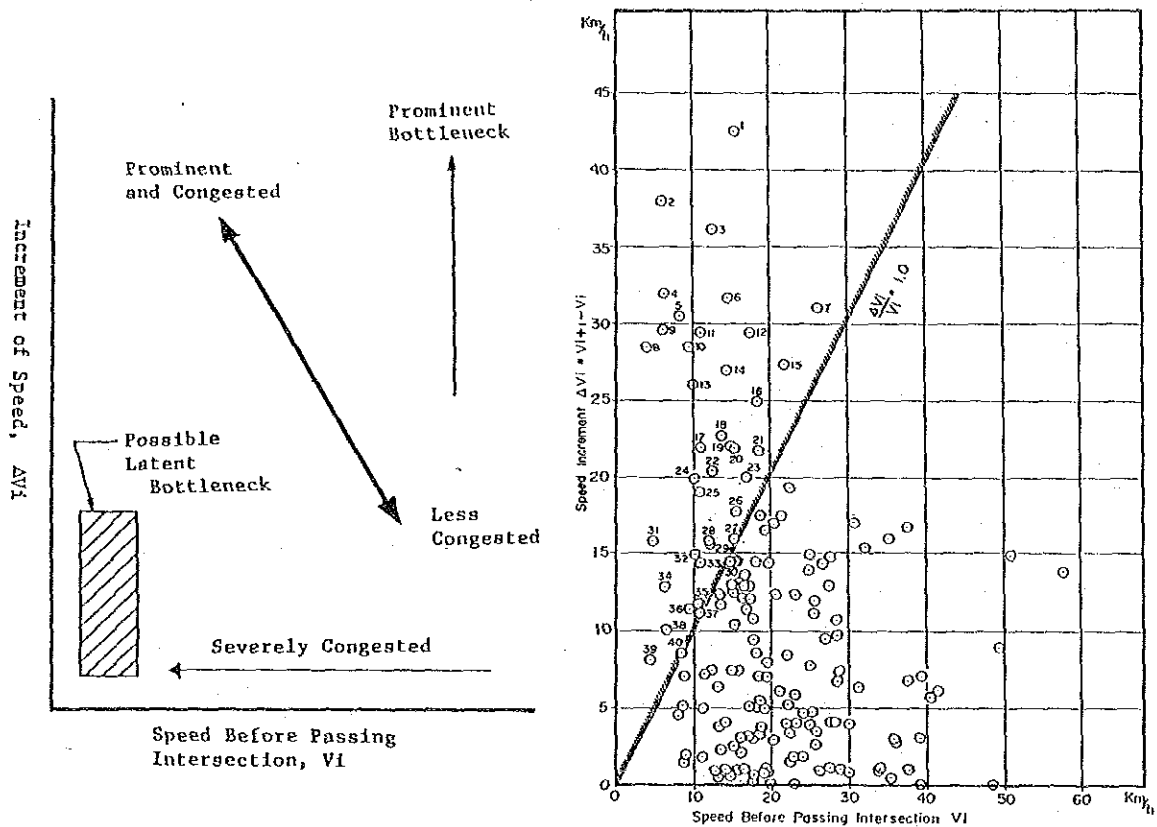


Figure 4.2 Speed Increment and Speed Before Passing Intersection

左下隅にプロットされた交差点は、旅行速度が小さいため相当混雑していることを示している。交差点通過後の旅行速度がわずかしき増加していないことは、交通の下流側にボトルネックの存在を示していると考えられる。これらの交差点は潜在的なボトルネックとしての可能性がある。仮に、その下流側のボトルネックが除去されたとすれば着目交差点はその容量と交通量の如何によって、新たなボトルネックとして表れる可能性がある。

一方、左・上方にプロットされた交差点は交差点通過前の旅行速度は遅く、通過後飛躍的に速度が増加するものであるから、相当の混雑を伴う顕著なボトルネックであ



り、右・下方にプロットされた交差点は、その逆である。十分な考察や議論を踏まえ、速度ギャップを比にて表すこととし、ボトルネックとして判別する限界値を1 ( $\Delta V_i / V_i = 1.0$ ) と定めた。言いかえれば、交差点通過後の速度が通過前の速度の2倍以上であれば、当該交差点はボトルネックとして判別される。

#### (5) 改良計画箇所の選定

道路交通評価手法により抽出されたボトルネックは28ヶ所であり、その中から、道路改良計画の対象とする代表的な11ヶ所を選定した。その交差点名と、位置を表4.1及び図1.3に示す。

#### (6) 改良計画の前提

##### 1) 技術的側面

改良計画に当っては、次の諸点を考慮した。

- a) 当該箇所または路線の道路ネットワーク上の重要度
- b) 路線全体よりみた改良案の適切さやバランス
- c) 交通流改善のために設定した目標値の達成

現状分析と、これに対応する改良計画の立案の過程で解決すべき課題は、さらに明確化される。このため、一般に次の3段階の手法による改良効果、課題を検討しつつ最終案を求めることとした。

- a) 信号現示の改善
- b) 平面改良
- c) 立体交差

その主な流れは次の通りである。

##### a) 現状分析

交通量、地理的制約条件、交差点の飽和度、交差点渋滞長、待ち時間、信号時間配分

##### b) 複数改良案の検討

##### c) 改良案の考察

##### d) 改良効果の計算

##### e) 建設コストと技術面からの評価(1次選択)

##### f) 経済分析(2次選択)

Table 4.1 Selected 11 Intersections

Intersection	Node Number	Recommended Improvement
1. Rama IV/Si Phraya - Sathon Rds.	023	Flyover
2. Ratchadamnoen Klang/ Ratchadamnoen Nai Rds.	202	Underpass
3. Dindaeng/Ratchaprarop Rds.	613	Flyover
4. Pradiphat/Phahon Yothin Rds.	511	Flyover
5. Petburi/Rama VI Rds.	212	Flyover
6. Pracharat II/Pracha Chuen Rds.	360	At-Grade
7. Sukhumvit/Rama IV Rds.	131	Flyover
8. Petburi/Ramkhamhaeng Rds.	245	At-Grade
9. Rama IV/Kasemrat Rds.	035	At-Grade
10. Dindaeng - Asok Rds.	900	-
11. Petburi Rd./Soi Asok	220	At-Grade

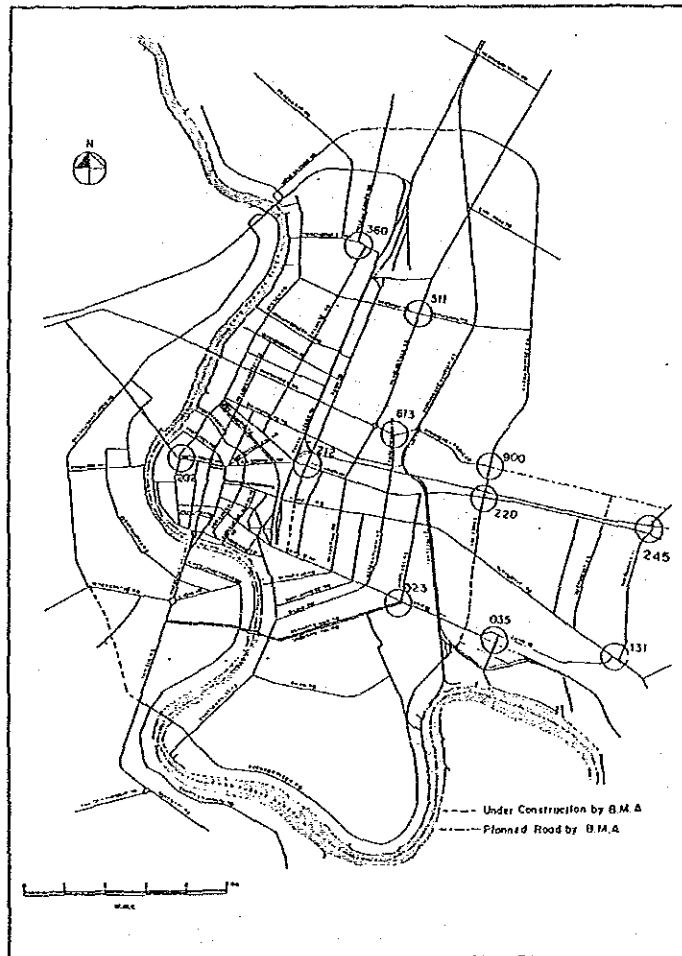


Figure 4.3 Location of Eleven Intersections

#### g) 総合評価

上記のように複数の改良代替案の中から最終的に1つの案を選ぶまでに2段階の選択を行った。第1次選択は建設コストと技術面からのものであり、これにより1つないし2つの案に絞った。次の第2次選択においては経済分析を行い、改良案の経済的妥当性、優位性を比較し、優良案を提案した。

また改良効果は交差点の次の項目について行った。

- a) 交差点の飽和度の減少
- b) 渋滞長の減少
- c) 待ち時間の減少

#### 2) 経済分析

道路改良計画の経済分析は、内部収益率、費用便益差と費用便益比率によって行っている。経済便益としては道路改良効果としての旅行時間短縮による時間便益及び走行経費の軽減としての走行便益によるものとし、費用は建設費と維持管理費とする。

評価期間は、改良計画案が短期の道路計画であり、また比較的小規模なものであるとの視点から10年とし、補完的に20年についても行っている。

交通量については、改良計画区間前後の道路交通容量に限界があること、一方、長期的な交通量の増加は比較的規模の大きい道路新設・改良（本調査では対象としていない）によって対応すべきであるとの観点から、現在の交通量に変化がないものとして個々の交差点を独立的にとりあつかっている。交通量の伸びを想定しないことは、経済便益を低めに計測すると考えられる。

#### a) 費用の推計

各々の改良計画に対する費用は、建設費と維持管理費に分けて推計を行った。建設費の中には、直接工事費、間接工事費、用地費、補償費、調査費および予備費が含まれている。

単価は1986年時点のものである。

#### b) 便益要素の計測

道路改良による便益は、道路改良の前後の、当該交差点での遅れ時間の変化と走行速度の差異とに基づいて計測する。

遅れ時間の算定に当たっては、交差点交通量が過飽和状態及び非飽和状態に対するそれぞれの算定手法にて求めている。また、走行速度については遅れ時間短縮

に伴う区間走行速度の変化により求めている。

#### －時間便益の単価

時間便益の単価は、OD調査、一般交通量調査等より求めた各改良対象箇所  
の車種構成が、ほぼ一定であるところから、すべて同一の車種構成であるとし  
た上で、それぞれの車種別単価を重みづけして全車種平均値を求めている。

その単価は、1台・時間当り22.1パーセントであり、根拠となる車種毎の時間  
単価は、E.T.Aの高速道路第Ⅱ期計画調査等に示された値を参考として求め  
た。

#### －走行便益の単価

走行便益は、燃料や減価償却費等により構成され車種毎に異なる。それぞれ  
の車種毎の単価は、時間便益と同様の方法によっている。

#### c) 費用・便益の計測

道路改良案のうち、9箇所について純便益及び費用便益比率を次の条件及び仮  
定に基づいて求めた。

- 1) 評価期間 : 10年、20年(補足)
- 2) 価格 : 1986年時点
- 3) 時間単価 : 1台当り平均時間単価22.1パーセント
- 4) 走行費用単価 : 付属資料4.4.8(第2巻道路改良)参照
- 5) 年間有効日数 : 260日
- 6) 割引率 : 年5%

分析結果を全体評価とともに、次節にて示す。

#### (7) 改良案の計画

##### 最適改良案

選ばれた11か所の交差点について前述の前提のもとづいて調査を行い、10か所  
の交差点について改良案を作成し、最適案を提案した。その概要を表4.2に示す。

改良の主旨は、特にピーク時間にかけるボトルネックの解消にあり、改良手法もフ  
ライオーバー、アンダーパス、拡幅、新規道路の建設など交差点によってそれぞれ異な  
った案となっている。

改良案の実施にあたっては現在及び将来の交通需要を踏まえ、道路ネットワーク全体

Table 4.2 Summary of Improvement Plan

Location	Recommended Improvement	Direction	Length
1. Rama IV/ Si Phraya- Sathon	Sathon : Two-way, 4-lane flyover Si Phraya-Silom : Two-way, 4-lane (partly 2-lane) continuous flyover	Rama IV direction	Sathon:unknown Si Phraya-Silom: 1,470 m
2. Ratchadamnoen Klang/Nai	One-way, 3-lane underpass	Ratchadamnoen - Phrapinklao	520 m
3. Dindaeng/ Ratchaprarop	At Ratchaprarop : One-way, 2-lane flyover (including 1 reversible) At Expressway : One-way, 2-lane underpass	Dindaeng- Ratchawithi. Dindaeng Rd. direction	420 m 390 m
4. Pradiphat/ Phahon Yothin	Two-way, 3-lane (including 1 reversible) flyover	Phahon Yothin Rd.	520 m
5. Petburi/ Rama VI	One-way, 2-lane flyover	Petburi Rd.	520 m
6. Pracharat II/ Pracha Chuen	At-Grade (new road)	Along Khlong Prapa	730 m
7. Sukhumvit/ Rama IV	Two-way, 2-lane flyover	Rama IV Rd.	770 m
8. Petburi/ Ramkhamheang	At-Grade (Road widening)	All directions	-
9. Rama IV/ Kasemrat	At-Grade (new road)	Beside Soi Ari	250 m
10. Dindaeng-Asok	(Plan coordination with Middle Ring road required)		
11. Petburi/Soi Asok	At-Grade (increase of lane numbers)	Two direction	-

Table 4.3 Summary of Evaluation by Engineering Factors

Name of Intersection	Saturation degree	Max. Queue length (m)	Max. Stopped delay (sec./veh)	Main Traffic flow (PCU/Hour)	Remarks
1. Rama IV/Si Phraya-Sathon Rd.	1.00 0.78	300 50	240 40	2,700	Evening Silom Inter- section Flyover
2. Ratchadamnoen Klang/ Ratchadamnoen Nai Rd.	0.99 0.80	450 30	670 30	3,400	Morning Underpass
3. Dindaeng/ Ratchaprarop Rd.	0.88 0.51	500 70	240 30	4,000	Morning Flyover
4. Pradiphat/ Phahon Yothin Rd.	0.75 0.69	550 60	350 30	2,500	Morning Flyover
5. Petburi/Rama VI Rd.	1.00 0.74	550 20	260 10	3,500	Morning Flyover
6. Pracharat II/ Prachachuen Rd.	1.06 0.68	120 30	150 30	1,700	Morning At-Grade
7. Sukhumvit/Rama IV Rd.	0.91 0.37	650 40	340 20	3,800	Morning Flyover
8. Petburi/Ramkham- haeng Rd.	1.20 0.81	800 30	760 30	4,100	Morning At-Grade
9. Rama IV/Kasemrat Rd.	1.04 0.82	550 50	420 40	3,900	Morning At-Grade

Note : Upper figure = Before improvement

Lower figure = After improvement

Table 4.4 Summary of Economic Evaluation of Proposed Plans for Road Improvement

(Unit: Cost & Benefit; Baht in million)

Plan No.	Imp. Alt. No.	Improvement Location (Intersection)	Const. Period (Year)	Initial Cost	O/M Cost (per year)	Evaluation Period: 10 Years				Evaluation Period: 20 Years									
						Benefit (B)		Evaluation		Cost (C)	Benefit (B)		Evaluation						
						Time Saving	VOC Saving	Net Benefit (B-C)	B/C		IRR	Time Saving	VOC Saving	Total Benefit	Net Benefit (B-C)	B/C	IRR		
P-1	3	Rama IV / Si Phrayas - Sathon	2	361.7	3.9	377.09	912.86	81.24	994.10	617.01	2.64	0.233	396.51	1651.03	146.94	1797.97	1401.46	4.53	0.268
P-2	3	Rachadamoen Klang / Nai	3	134.4	4.2	150.14	133.93	12.58	146.41	-3.74	0.98	0.031	171.05	260.75	24.51	285.26	114.21	1.67	0.107
P-3	2	Din Daeng / Rachaprarop	3	98.5	3.7	115.30	212.52	39.74	252.26	138.96	2.23	0.189	131.72	414.07	77.43	491.50	359.78	3.73	0.234
P-4	3	Pradipat / Phahon Yothin	2	76.7	1.1	81.64	168.40	64.50	232.90	151.25	2.85	0.255	87.12	304.57	116.65	421.22	334.10	4.83	0.287
P-5	2	Petburi / Rama VI	2	45.6	1.2	51.90	179.47	61.38	240.85	188.94	4.64	0.397	57.87	324.59	111.01	435.60	377.73	7.53	0.415
P-6	1	Pracharat II / Pracha Chuen	1	24.1	0.5	27.65	26.86	10.50	37.36	9.71	1.35	0.107	30.14	45.67	17.85	63.52	33.38	2.11	0.160
P-7	3	Sukhumvit / Rama IV	2	70.4	1.5	77.96	156.17	20.30	176.47	98.51	2.26	0.207	85.42	282.45	36.71	319.16	233.74	3.74	0.245
P-8	1	Petburi / Ramkhabong	1	30.5	1.0	37.61	288.87	121.04	409.91	372.30	10.90	0.951	42.59	491.16	205.80	696.96	654.37	16.37	0.952
P-9	1	Rama IV / Kasemrat	1	36.5	0.6	40.76	73.27	32.10	105.37	64.60	2.58	0.272	43.75	124.59	54.57	179.16	135.41	4.09	0.299

Source: JICA Team Estimation

Remarks: 1. Costs and Benefits are calculated at 1986 price.

2. Rate of discount: 5% per annum.

3. Traffic flow and volumes are set at 1986 level.

4. Weighted average time value: 22.1 Baht per vehicle-hour.

5. VOC stands for vehicle operating cost, comprising the costs of fuel, oil, tyres, depreciation, maintenance for parts and labour, interest and age depreciation.

からみた道路行政上の位置付け、環境的側面、そして必要な建設資金の調達など、技術的、経済的側面に加えて総合的な評価が必要である。

#### 改良効果の評価

改良効果は、飽和度、渋滞長、待ち時間の減少、また、経済的側面では、純便益額、便益／費用比と内部収益率によって評価される。

なお、改良計画は10ヶ所を対象に行ったが、BMAカウンターパートと討議の結果、改良効果の計算はPetburi／Soi Asokの交差点の改良を最少限のものとしたことからこれを除き、計9ヶ所となっている。

また、今回の評価は経済的、技術的側面からの評価であり、最終的には担当官庁の計画実施に要する財務的裏付けなど、行政側の評価が加わってくることはいうまでもない。

技術的評価の要約は、表4.3に、経済的評価の要約は表4.4に示されている。両者合わせた総合的評価の要約を各交差点について次に示す。

#### i) Rama IV／Si Phraya - Sathon 交差点

最終的に推薦された案は、3つの交差点をまたぐ連続フライオーバーであり、技術的にも、便益の面でも、10ヶ所の交差点の中で最も改良効果が大きい。その中でシーロム交差点では、現在のピーク時交通量のうち2,700 PCU / hrがフライオーバーに乗ると推定される。なおここは高速鉄道の計画があるので実施に至る段階で、ETAとの計画の調整が必要である。

改良効果としては、シーロム交差点で飽和度が1.09→0.78、渋滞長が300 m→50 m、待ち時間が240秒→40秒に減少する。経済効果では、10年間で6億バツの便益が見込まれる。B/Cは2.6であり、IRRは0.23である。

#### ii) Ratchadamnoen Klang/Ratchadamnoen Nai 交差点

推薦案は、Ratchadamnoen Klan 道路方向からPhrapinklao橋に向けてアンダーパスを作る案である。この案はSanam Luang周辺の歴史的、美観的要素を特に考慮して作られた。アンダーパスには、ピーク時3,400 PCU/hrの車が通過すると推定される。

この改良により飽和度0.99→0.80、渋滞長は450 m→30 m、待ち時間は670秒→30秒に減少する。経済的純益は20年間で1億1千万バツ、便益／



費用比 ( B / C ) は 1.6 である。10 年間では B / C はほぼ 1 である。

このアンダーパス案は、改良効果としては中位であり、周辺的美観的要素を重視した案といえる。

### iii) Dindaeng / Ratchaprarop 交差点

推薦案は、Dindaeng 交差点にフライオーバー、高速道路下の交差点にアンダーパスを、それぞれ東西方向に計画したものである。

この改良により、飽和度は 0.88 → 0.51、渋滞長は 550 m → 70 m、待ち時間は 240 秒 → 30 秒に減少する。またフライオーバーとアンダーパスを通る交通量は、ピーク時で 4,000 PCU / hr と推定される。経済的純益は 10 年間で 1 億 3 千万バーツ、B / C は 2.2、IRR は 0.19 である。

### iv) Pradipat / Phahon Yothin 交差点

推薦案は、3 車線 ( 内 1 車線はリバーシブル車線 ) のフライオーバーを南北に計画したものである。計画地はバンコクの北の商業中心地であり、フライオーバーの推定交通量はピーク時で 2,500 PCU / hr である。飽和度は改良により、0.75 → 0.69、渋滞長は 550 m → 60 m、待ち時間は 350 秒 → 30 秒に減少する。経済的純益は 10 年間で 1 億 5 千万バーツ、B / C は 2.8、IRR は 0.26 である。

### v) Petburi / Rama VI 交差点

推薦案は既存のフライオーバーを東に 530 m 延長して、この交差点を高架で通過する案である。改良により飽和度は 1.00 → 0.74、渋滞長は 550 m → 20 m、待ち時間は 260 秒 → 10 秒に減少する。フライオーバーの推定交通量はピーク時間で 3,500 PCU / hr である。

経済的純益は 10 年間で 1 億 8 千万バーツ、B / C は 4.6、IRR は 0.40 である。なお、この案は、E T A の Second Stage Expressway のランプと重なる位置にあるので、E T A との計画の調整が必要である。

### vi) Pracharat / Pracha Chuen 交差点

推薦案は、ブラバという名の運河に沿って新しい道路を作る案で、土地収用の面積は 2,800 平方メートルである。この改良案により、飽和度は 1.06 → 0.68、

渋滞長は120m→30m、待ち時間は150秒→30秒に減少する。また、ピーク時間の主方向の交通量は1,700PCU/hrで他と比べると少ない。土地取得のためにプロジェクトのコストが大きいため経済的純益はやや小さい。10年間で、経済的純益は9百万バーツ、B/Cは1.3、IRRは0.107である。

この改良案は、経済効果は比較的小さいが、交通改善の効果は十分大きいと考えられる。

vii) Sukhumvit / Rama IV 交差点

推薦案はスクンビット道路にフライオーバーを架ける案で、推定利用交通量は、ピーク時で3,800PCU/hrである。飽和度は0.91→0.37、渋滞長は650m→40m、待ち時間は340秒→20秒に減少する。

経済的純益は10年間で9千8百万バーツ、B/Cは2.2、IRRは0.21である。

viii) Petburi / Ramkhamhaeng 交差点

推薦案は、十字交差点の道路幅を広げる案で、土地に余裕があるため、用地費は少ない。この交差点のピーク時の主方向の交通量は4,100PCU/hrである。改良により飽和度は1.20→0.81、渋滞長が800m→30m、待ち時間が760秒→30秒に減少する。経済的純益は10年間で3億7千万バーツ、B/Cは1.09、IRRは0.95である。

ix) Rama IV / Kasemrat 交差点

推薦案は今2つある近接交差点を1つにまとめる案で、Soi Ariから枝線を出してKasemrat交差点に接続する。改良により飽和度は1.04→0.82、渋滞長は550m→50m、待ち時間は420秒→40秒に減少する。新道路を利用する交通量はピーク時3,900PCU/hrと推定される。

経済的純益は10年間で6千4百万バーツ、B/Cは2.5、IRRは0.27である。

x) Petburi / Soi Asok 交差点

推薦案は、車線数を増やすチャンネルゼーションによって、円滑な交通流が確保されるようにした案である。

以上を要約すると、提案された全ての改良案はそれぞれ多少の相違はあるが、総合的に判断すれば、妥当かつ効果的であると言うことができる。

## 5. 舗装補修

### (1) 調査内容

道路における自動車の乗りごころは舗装状態に左右されるので、舗装補修工事は道路改良工事と同様に重要である。舗装の状態は、適当な時期に適切な補修が行われないう場合、急激に悪化する。従って、補修を要する舗装道路区間を時期を失しないように選定することが必要である。そこで、本調査では、補修を要する舗装の悪化状態とその道路区間を選定するための、舗装の評価方法を開発した。また、舗装補修計画の一例として、選定した5箇所の道路区間について舗装補修計画を立案した。

### (2) 舗装評価の一般的方法

本調査における舗装評価方法は、舗装状態及び軸荷重がバンコクの状況と類似している日本で用いられている評価方法を修正し、提案した。日本においては、舗装状態を定量的に評価するために以下に示す2つの方法が用いられている。

- Present Serviceability Index (P.S.I.)

- Maintenance Control Index (M.C.I.)

P.S.I法は米国において、舗装状態を計器を使用して計測した結果と、同一の道路区間についてサービス性の面から道路技術者が視察評価した結果との相関関係に基づいて、開発されたものであり、日本においてはアスファルト舗装に対して米国のP.S.I.法を修正した形のものを用いている。

一方、M.C.I.法は日本において、舗装のサービス性だけでなく、補修の必要性及び程度を考慮して、開発されたものである。M.C.I.式は、舗装状態を計器を使用して計測した結果と、同一の道路区間について道路技術者が視察評価した結果との相関関係に基づいて作成された。

### (3) 舗装調査

上記の評価方法を修正する目的で、以下に示す種類の舗装調査を調査対象地域内の111箇所の道路区間(アスファルト舗装66箇所及びコンクリート舗装45箇所)において実施した。調査地点の選定にあたっては、調査対象地域内の道路網での一般的な舗装状態を代表するような箇所を選定するように努めた。

- ひび割れ調査
- 縦断方向凹凸調査
- わだち掘れ調査
- 舗装状態の視察評価

#### (4) 舗装評価方法

本調査における評価方法の開発に際しては、バンコクの道路状況及び交通状況に最も適するような形に、現在日本で採用されている方法を修正したものである。舗装調査により得られたデータを用いて修正した評価式は以下に示す通りである。

##### a) アスファルト舗装

$$M.C.I. = 10.0 - 0.88C^{0.3} - 2.03\sigma^{0.2} - 0.22D^{0.7} \quad (R = 0.83)$$

(わだち掘れ深さの値が小さい場合、次式)

$$M.C.I. = 10.0 - 0.97C^{0.3} - 2.61\sigma^{0.2} \quad (R = 0.81)$$

$$P.S.I. = 3.64 - 0.22\sqrt{C} - 0.9\log\sigma \quad (R = 0.79)$$

C : ひび割れ率 (%)

$\sigma$  : 縦断方向の凹凸の標準偏差 (mm)

D : 平均わだち掘れ深さ (mm)

R : 重相関係数

##### b) コンクリート舗装

$$M.C.I. = 10.0 - 0.83C^{0.3} - 2.65\sigma^{0.2} \quad (R = 0.59)$$

C : ひびわれ度 (cm/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  : 縦断方向の凹凸の標準偏差 (mm)

本調査においては、P.S.I.の重相関係数(R)がM.C.I.のそれよりも小さく、また調査の主目的が舗装補修の必要性の判別にあること(P.S.I.は乗りごちのみを考慮している)を考慮して、アスファルト舗装のP.S.I.式は採用しなかった。

#### (5) 舗装補修の程度

一般的に舗装補修の程度は、表5.1に示すM.C.I.の値に従って決定することができる。

Table 5.1 Evaluation of Pavement Condition by M.C.I. Value

MCI Value	Required Extent of Rehabilitation
$MCI \geq 5.0$	Unnecessary to repair
$4.0 \leq MCI < 5.0$	Maintenance
$3.0 \leq MCI < 4.0$	Partial repair
$MCI < 3.0$	Full scale repair

6) 維持修繕要否判断の基準値による舗装状態の評価

舗装状態の一般的な評価はM.C.I.法を用いて行うことができるが、M.C.I.法は独立した種類の破損については無視する傾向にある。従って、一般的な評価を補足するために、表 5. 2 及び 5. 3 に示す維持修繕要否判断の基準値により評価を行う必要がある。

Table 5.2 Damage Type Criteria for Rehabilitation  
(Asphalt Pavement)

Road Classification	Item	Rutting Depth (mm)	Bump (mm)		Skid Resistance Coefficient	Longitudinal Roughness (mm)	Cracking Ratio (%)	Pot Hole Diameter (cm)
			Abutment	Culvert Box				
	Highways with Heavy Traffic	30 - 40	60	60	0.25	4.0 - 5.0(σ) (3 m profile)	30 - 40	20
	Other Highways	40	60	-	-	-	40 - 50	20

Table 5.3 Damage Type Criteria for Rehabilitation  
(Cement Concrete Pavement)

Road Classification	Item	Rutting Depth (mm)	Bump (mm)	Skid Resistance Coefficient	Longitudinal Roughness (mm)	Cracking Index (cm/m <sup>2</sup> ) (Develop the bottom of the slab)	Joint Damage
	Highways with Heavy Traffic	30 - 40	15	0.25	5.0 (σ) (3 m profile)	30	If the damage can be found
	Other Highways	40 - 50	-	-	-	50	

(7) 舗装補修計画

前述のM.C.I.法により、111箇所の調査地点のうち、27箇所においてM.C.I.が5以下であった。この調査結果を表5.4に示す。

Table 5.4 Evaluation of Pavement Condition at 111 Road Sections

Pavement Type	M.C.I. value	4 ≤ M.C.I. < 5 (Maintenance)	3 ≤ M.C.I. < 4 (Repair)	M.C.I. < 3 (Full Repair)	Sub Total	M.C.I. ≥ 5 (Unnecessary to repair)	Total
Asphalt Pavement		15	7	None	22	44	66
Cement Concrete Pavement		5	None	None	5	40	45
Total		20	7	0	27	84	111

これら27箇所の道路区間の中から、5箇所を選定し舗装補修計画を立案した。これら5箇所の道路区間の位置及び提案した補修方法を表5.5に示す。

選定した5箇所の道路区間についての舗装設計は、「舗装補修の技術指針」に述べられている方法で行った。

Table 5.5 Road and Type of Rehabilitation

Road Name	Type of Rehabilitation
Itsaraphab Road (As)	Overlay
Charoen Krung Road (As)	Overlay
Sutthisan Road (As)	Overlay
Petburi Road (Co)	Joint sealer
Nang Linchi Road (Co)	Patching, Partial reconstruction

Note : As : Asphalt pavement

Co : Cement Concrete pavement

## 6. 交通安全

### (1) 調査内容

バンコクにおいては、近年自動車台数の増加と共に、交通事故の発生件数も急増している。交通事故件数は、交通工学的見地からの道路改良、道路利用者に対する交通安全教育及び交通違反取り締まりを含む総合的な交通安全対策により、減少させることが可能である。しかしながら、本調査においては、交通安全教育及び交通違反取り締まりは関係機関によって適切に実施されるという前提のもとに、交通安全計画を主として交通工学的見地から検討した。

交通安全計画調査の内容は以下に示す通りである。

- 交通事故関係のデータ及び情報の収集
- 危険道路区間判別方法の開発
- 選定した道路区間に対する交通安全対策の立案
- 交通安全対策案についての経済性の検討

### (2) 交通事故現場検証及び事故統計原票

バンコクで発生した交通事故の現場検証及び事故統計原票の作成は、内務省の警察庁が65の警察署を通じて行っている。各警察署においては、現場検証及び事故調書の作成を終了した後、指定様式で作成した事故統計原票を警察庁本庁に送付するシステムとなっている。しかしながら、必ずしも全警察署が指定様式での事故統計原票作成及び警察庁本庁への送付を実行しているわけではないので、警察庁本庁で入手可能なデータは詳細な事故分析を行うには不十分である。

各警察署においては、前述のように必ずしも統一した様式で事故統計原票を作成してはいないが、一般的に以下に示す事故の情報は含まれている。

- 事故発生日時
- District 名
- 事故発生地点
- 死傷者数
- 事故主体別類型
- 事故形態別類型
- 事故原因



しかしながら、事故分析及び交通安全対策案作成に際して有効な事故発生状況図は各警察署では作成しておらず、その代わりに事故発生状況の概要が記述されているのみである。

### (3) データ収集

本調査において調査団は、各警察署で事故統計原票の必要な情報を転記する方法で事故データを収集した。これらの事故データ収集に際しては、対象道路及びその他の道路に分けて異なったデータを収集した。

対象道路で発生した事故については、詳細な事故分析及び危険道路区間判別の目的で、交通担当警察官からの聞き取り調査を含む、入手可能データをすべて収集した。一方、対象道路以外の道路で発生した事故については、バンコクでの一般的な事故状況把握の目的で、基礎的な情報に限定してデータ収集を行った。

本調査において、調査団が各警察署から収集した事故データの概要を、表 6.1 に示す。

Table 6.1 Size of Collected Traffic Accident Data

Area	Road Length	Year		
		1983	1984	1985
BMA Area	1,883 Km			
No. of Accident		12,564	13,093	6,578
No. of Fatality		627	639	361
No. of Injury		4,888	5,061	2,306
Study Road	350 Km			
No. of Accident		4,321	4,271	1,948
No. of Fatality		152	158	93
No. of Injury		1,702	1,827	768

Note : Traffic Accident Data in 1985 are from January through June.

Source : Study Team

#### (4) 事故データの集計

収集したすべての事故データは、基本事故データ・ファイル、事故マスター・ファイル、道路区間ファイルの3種類のファイルとして、マイクロ・コンピュータに入力した。

基本事故データ・ファイルは、本調査におけるオリジナルの事故データ・ファイルであり、このファイルでは事故発生地点は道路インベントリ・システムのコントロール・リンク及びプライマリー・ノードに対応している。

事故マスター・ファイルは、1983、1984及び1985年の3箇年について作成された。このファイルは、事故データ、交通量データ及び道路状況データの必要情報を各事故についてまとめたものであり、したがってファイルの情報は各事故について取り出すことができる。

道路区間ファイルは、単路部及び交差点部に分けて作成された。このファイルは、事故マスター・ファイルと同様の内容及び事故率等を道路区間毎にまとめたものであり、したがってファイルの情報は各道路区間について取り出すことができる。

#### (5) 交通事故分析

##### 1) タイ及びバンコクにおける交通事故

タイ全国及びバンコクにおける交通事故発生状況を表6.2に示す。バンコクでの自動車登録台数は全国の35%であるにもかかわらず、交通事故はバンコクに集中している。すなわち総事故件数の77%がバンコクにおいて記録されているとともに、24%の死者及び52%の負傷者が記録されている。この内バンコクにおける死者の割合は、現段階では比較的低いのが、過去9年間に年率9%で継続して増加していることに注目すべきである。

Table 6.2 Traffic Accident in Thailand and Bangkok

Description		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Number of Accident	Thailand	13,831	16,583	18,669	23,120	17,742	16,361	16,047	17,864	18,445	18,420
	Bangkok	7,965	10,482	11,680	12,045	11,190	11,802	9,794	13,674	14,092	14,295
	Bangkok per Thailand	0.58	0.63	0.63	0.52	0.63	0.72	0.61	0.77	0.76	0.77
Fatality	Thailand	3,764	2,545	3,952	8,365	4,493	2,760	3,091	3,005	2,908	2,700
	Bangkok	403	474	534	571	624	631	689	703	736	657
	Bangkok per Thailand	0.11	0.19	0.14	0.07	0.14	0.23	0.22	0.24	0.25	0.24
Injury	Thailand	10,183	9,306	10,568	21,639	13,392	9,297	9,340	9,026	5,949	8,289
	Bangkok	3,628	4,751	4,844	5,032	4,585	4,810	3,693	4,551	4,672	4,330
	Bangkok per Thailand	0.36	0.51	0.45	0.23	0.34	0.51	0.40	0.50	0.79	0.52

Source : Research and Planning Division, Police Department  
Central Traffic Police Division, Police Department

## 2) 事故主体別類型

調査対象道路においては、車相互の事故件数（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%を占めている。

## 3) 事故形態別類型

事故を形態別に分類すると、追突（25%）、右折時側面衝突（20%）及び接触事故（17%）の割合が高い。一方歩行者事故では、横断歩道以外の箇所を横断中の事故形態が多い（11%）。

## 4) 事故原因

不適当な運転速度が事故原因の約半数（47%）を占め、次いで不適当な追越し（27%）及び不適当な右左折（24%）の割合が高い。

## (6) 危険道路区間の判別方法

### 1) 判別方法

“危険道路区間”とは、交通事故が多発し、安全対策を実施する必要がある道路区間と定義される。本調査においてBMA道路に適用する判別方法を選定するに際しては、以下に示す7種類の判別方法のレビューを行い、BMAとの協議にもとづいて選定した。

- 事故数法
- 事故密度法

- 事故率法
- 事故数 - 交通量法
- 事故数 - 事故率法
- 事故率 - 交通量法
- 統計的方法

上記の検討結果に基づいて、本調査においては、単路部については事故率 - 交通量法、交差点部については事故数 - 交通量法を判別方法として採用することとした。なお、この場合の事故率とは、年間自動車走行億台キロあたりの事故数等であり、一方、交通量は日交通量である。

## 2) 判別基準の設定

危険道路区間の判別方法を用いる場合、当然ながら合理的な判別基準が必要である。事故率 - 交通量法及び事故数 - 交通量法における判別基準の決定方法について、以下に記す。

本調査においては、統計的アプローチにより以下の手順で判別基準を設定し、判別結果を交通担当警察官の意見による経験的方法によって検証した。

- 統計的方法により危険道路区間を選別する。
- 危険道路区間の選別結果を、単路部の事故については事故率 - 交通量図に、交差点部の事故については事故数 - 交通量図にプロットする。図 6.1 の事故率 - 交通量図では、小円が統計的方法により選別された危険道路区間を示す。

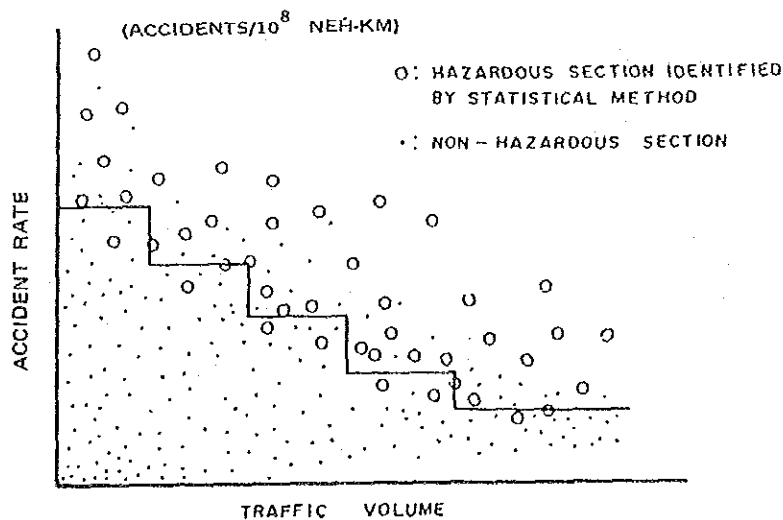


Figure 6.1 Identification Criteria in Rate-Volume Method

- 図にプロットされた危険道路区間とその他道路区間の散布状況から、各交通量ランク毎に両者を区分できるような基準線を決定する。

道路区間が危険であるかどうかの判断は、次式を用いて行った。この方法は、ある道路区間における実際の事故件数や事故率などの事故指標と回帰モデルなどの推計式からの推定値との差を利用するものである。この式から得られる  $Z_i$  の値が 1.96、すなわち統計的な信頼限界 95% をみたく限界値を越える場合に、道路区間  $i$  が危険道路区間と判断される。

$$Z_i = \frac{(Y_i - y_i)}{\sqrt{y_i}}$$

$Y_i$  : 道路区間  $i$  の実際の事故指標

$y_i$  : 道路区間  $i$  の事故指標推計値

事故指標の推計に際しては通常回帰モデルが使用され、本調査においても以下に示すモデルを作成し推計に使用した。

- \* 単路部の事故指標推計モデル

$$r_i = 53.85 + 572503 / X_i$$

$r_i$  : 道路区間  $i$  の事故率推計値

$X_i$  : 道路区間  $i$  の日交通量

- \* 交差点部の事故指標推計モデル

$$y_i = 0.0002X_i + 0.47K_i - 3.56$$

$y_i$  : 交差点  $i$  の事故件数推計値

$X_i$  : 交差点  $i$  の日流入交通量

$K_i$  : 交差点  $i$  の流入部車線数

上記の方法によって設定した、単路部及び交差点部についての交通量ランク毎の危険道路区間判別基準を、表 6.3 及び表 6.4 にする。

Table 6.3 Proposed Identification Criteria for Mid-block Section

Average Daily Traffic Volume (veh/day)	Identification Criteria (Accident Rate)
- 15,000	500
15,001 - 30,000	150
30,001 - 50,000	125
50,001 - 70,000	100
70,001 - 100,000	75
100,001 -	75

Table 6.4 Proposed Identification Criteria for Intersection

Average Daily Inflow Traffic Volume (Veh./day)	Identification Criteria (No. of Accidents)
- 30,000	5
30,001 - 60,000	5
60,001 - 100,000	10
100,001 - 140,000	15
140,001 - 200,000	15
200,001 -	15

3) 判別結果

単路部及び交差点部について設定した判別基準を用いて、調査対象道路の危険性を判別した結果を表 6.5 に示す。

Table 6.5 Number of Hazardous Road Sections

	No. of Sections	No. of Accidents at whole section	No. of Hazardous Sections	No. of Accidents at Hazardous Sections
Mid-block Section	659	2,645	61 (9.3%)	1,256 (47.5%)
Intersection	393	1,632	51 (13.0%)	890 (54.5%)

この結果より、危険区間として判別された単路部は全単路部区間のわずか9.3%であるにもかかわらず、単路部において発生した事故の47.5%が集中していることが判明した。一方、交差点についても13%の交差点に54.5%の事故が集中している。

#### (7) 交通安全計画

交通安全に対する技術面からの対策手法の例として、前述の判別方法により判別した危険道路区間の中から10箇所の道路区間を選定して、交通安全計画を立案した。

交通安全計画立案に際しては、追加の事故データ収集、地形測量、追加交通量調査及び現地踏査を実施した。そして、事故形態、事故発生状況図、交通状況及び現場の状況等の分析結果に基づいて、各計画対象道路区間についての問題点を抽出した。最後に、各計画対象道路区間の問題点解消に最も適切な安全計画を立案した。計画対象道路区間の位置及び立案した安全計画案の主要項目を図6.2に示す。

交通安全計画案立案に対して、1986年度価格の単価に基づいて、安全施設の設置費及び10年間についての維持補修費を積算した。

#### (8) 交通安全計画の経済評価

10箇所の危険道路区間に対する交通安全計画案の経済評価は、評価期間を10年間とした純便益額(B-C)及び費用便益比(B/C)により行った。この際、交通安全計画の実施により減少すると予想される死傷者及び物損を経済的価値におきかえたものを便益とし、一方、交通安全計画の中で使用される安全施設の設置費及び維持補修費を費用とした。

今回の経済評価では、便益及び費用は1986年度価格で算出し、割引率は年5%、交通事故発生件数は1986年レベルに固定するという前提で評価を行った。また、死傷者及び物損の経済的価値への変換については、死者90万パーツ、負傷者9万パーツ、物損事故2万パーツという単価を使用した。

経済評価の結果を表6.6に示すが、費用便益分析では10箇所の危険道路区間に対する交通安全計画案は、すべて非常に高い純便益額及び妥当な費用便益比を得られることが証明された。

また、今回の10箇所の危険道路区間に対する交通安全計画案の実施により、178件の交通事故及び90人の死傷者が減少することが予想され、平均減少率は42%となる。

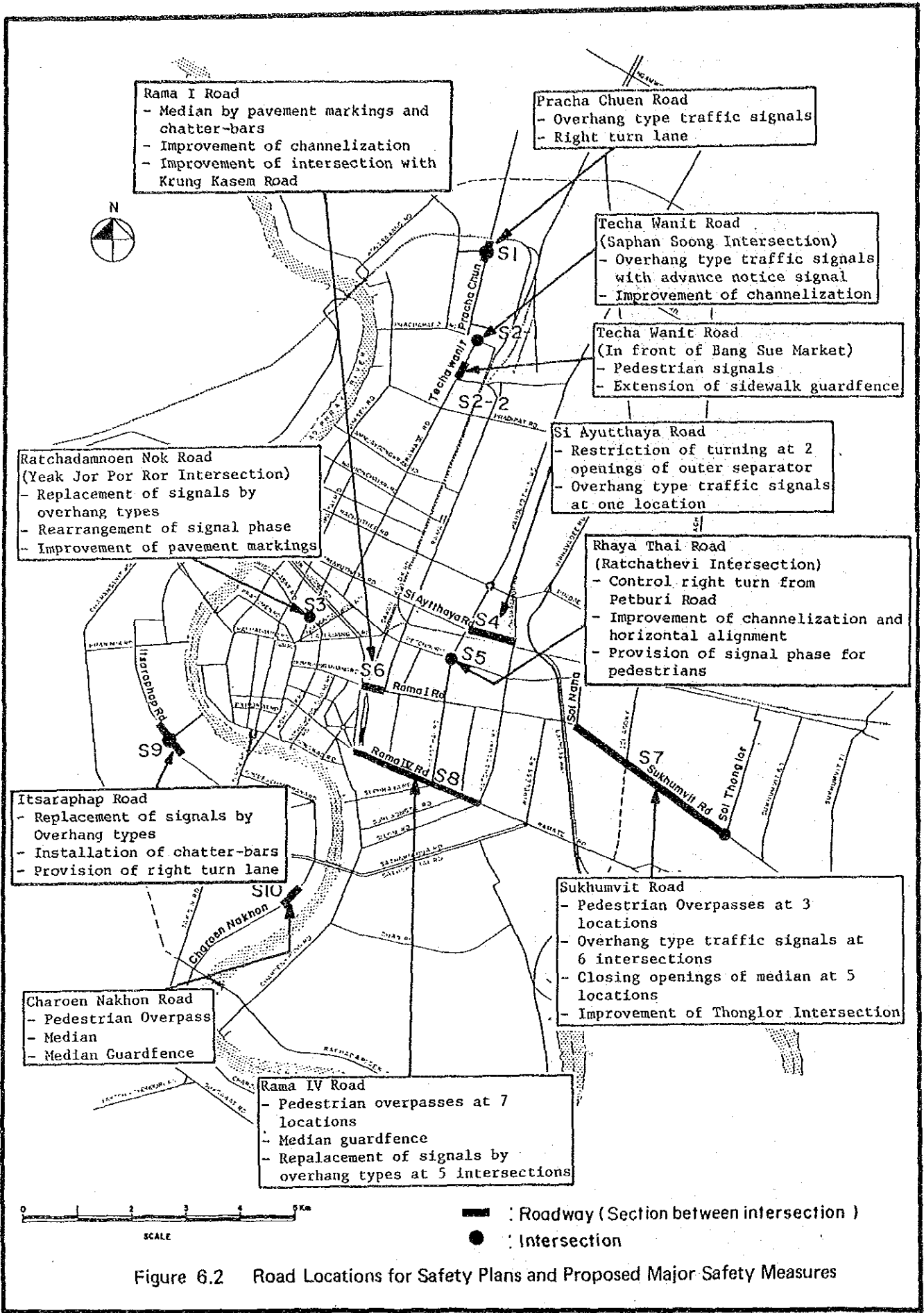


Figure 6.2 Road Locations for Safety Plans and Proposed Major Safety Measures



Table 6.6 Summary of Economic Evaluation for Traffic Safety Plans

(Unit : Cost & Benefit : Baht in million)

Road Segment No.	Evaluation Period : 5 Years			Evaluation Period : 10 Years				
	Cost	Benefit	Net Benefit (B-C)	B/C	Cost	Benefit	Net Benefit (B-C)	B/C
S1	1.357	1.380	0.023	1.02	1.687	2.448	0.761	1.45
S2-1	1.015	1.334	0.319	1.31	1.307	2.367	1.060	1.81
S2-1	0.983	6.944	5.961	7.06	1.201	12.312	11.111	10.25
S3	1.089	3.484	2.395	3.20	1.476	6.180	4.704	4.19
S4	1.123	1.113	△ 0.010	0.99	1.559	1.974	0.415	1.27
S5	0.781	3.099	2.318	3.97	1.112	5.497	4.385	4.94
S6	1.507	3.759	2.252	2.49	1.685	6.668	4.983	3.96
S7	19.652	21.586	1.934	1.10	24.202	38.289	14.087	1.58
S8	20.400	21.373	0.973	1.05	22.300	37.911	15.611	1.70
S9	0.936	7.398	6.462	7.90	1.112	13.125	12.013	11.80
S10	2.488	7.669	5.181	3.08	2.721	13.603	10.882	5.00

Source : JICA Team Estimate

Remarks 1. Nos. of accident and casualties are based on 1986 survey by JICA Team.

2. The costs and benefits are calculated at 1986 price.

3. Unit values of fatality, injury and property damage are;

1) fatality = ¥ 0.9 million

2) injury = ¥ 0.09 million

3) property damage = ¥ 0.02 million

4. Traffic volume is set at 1986 level.

5. Rate of Discount : 5% per annum

## 7. 技 術 指 針

### (1) 指針作成の範囲

道路建設・改良及び維持管理を効率的、経済的に行うため、経験を踏えた適切な技術基準の整備が必要である。BMAは道路技術に関して、蓄積された知識を持っており、道路計画や設計に関する総合的な技術基準を策定することは適切で時機を得たものである。

本調査では、ケース・スタディーとして行なう次に示す道路改良計画、舗装補修計画及び交通安全計画のための諸計画基準を提案する。

1. 道 路 計 画
2. 交通安全計画
3. 舗装補修計画

技術指針の作成にあたっては、

- タイ国で用いられている諸基準
- 日本、諸外国で用いられている諸基準
- BMAの(既存)道路技術の実際

を参考にする。

### (2) 本指針の項目

本指針に提案されている主な項目を以下に示す。

#### 1. 道 路 計 画

##### 1.1 道 路 計 画

- 道路の区分
- 設計速度
- 横断面の構成
- 線形および視距
- 平面交差
- 立体交差

##### 1.2 橋 梁 設 計

- 荷 重
- 横断面の構成

### 1.3 交通容量

- 単路部

- 平面交差点

### 2. 交通安全施設計画

- 防護柵

- 視線誘導標

- 歩道

- 歩行者横断施設

- 道路照明

- 信号機

- 標識

- 路面標示

### 3. 舗装補修計画

- 舗装路面評価のための調査

- アスファルト舗装の補修

- コンクリート舗装の補修

- 新設舗装の設計

(3) 技術指針の主項目

以下、技術指針の主な項目を記述することとする。

1) 道路計画

a) BMAにおける道路の区分

1. BMAの道路は、表7.1に示されるように区分するものとする。

Table 7.1 Classification of BMA Roads

Class	Design Speed (km/h)		Number of lane		Access Control	Remarks
	Urban	Suburban Rural	Urban	Suburban Rural		
1. Major Trunk Road	60~80	80~100	≧4	≧4	* F.P.N	
2. Major Road	40~60	60~80	≧4	≧2	N.	
3. Minor Road	30~50	40~60	≧2	≧2	N.	
4. Access Road	20	30~60	≧1	≧1	N.	

F : Full control of access

P : Partial control of access

N : No control of access

\*Full access control is included here for the future construction of high standard road and may be used only in very limited cases at present. Hence, other parts of this guideline do not cover designs for fully access-controlled road.

b) 設計速度

1. 道路の設計速度は、道路の区分および地域に応じて、表7.2に示される値とする。

Table 7.2 Design Speed

Class	Type (Area)	
	Urban	Suburban, Rural
1. Major Trunk Roads	60~80	80~100
2. Major Roads	40~60	60~80
3. Minor Roads	30~50	40~60
4. Access Roads	20	30~50

c) 設計車輛

1. 道路の設計にあたっては、主要幹線道路及び幹線道路にあつては、セミトレーラ連結車及び小型自動車、その他の道路にあつては、普通自動車及び小型自動車が安全かつ円滑に通行できるようにするものとする。
2. 道路の設計の基礎とする自動車（以下「設計車輛」という）の種類ごとの諸元は、表 7.3 に掲げる値とする。

Table 7.3 Design Vehicle

Type of vehicles	Length	Width	Height	Front over-hang	Wheel base	Rear over-hang	Minimum turning radius
Small-sized motor vehicle	4.7	1.7	2.0	0.8	2.7	1.2	6
Large-sized motor vehicle	12.0	2.5	3.8	1.5	6.5	4.0	12
Semi-trailer	16.5	2.5	3.8	1.3	front 4 rear 9	2.2	12

Source : Japan - the Road Structure Ordinance  
(enacted in 1970 according to the Road Law)

d) 横断面の構成要素とその組合せ

1. 横断面の構成要素の標準幅員は表 7.4 に掲げる値とする。表 7.4 に示されている中央帯、路肩、歩道及び自転車道の幅員は最小値であつて、植樹帯の幅員は標準値である。

Table 7.4 Cross Section Elements

Class	Lane	Median		Shoulder*	Sidewalk	Cycle track	Green belt	Stopping lane
		Median	Marginal strip					
1. Major Trunk Roads	3.5	over 1.5(1.0)	0.30(0.25)	over 0.75	over 5.00(3.50)	over [2.00(1.00)]	over [1.50]	[2.50(2.00)]
2. Major Roads	3.25	1.5(1.0)	0.30(0.25)	0.50	5.00(3.50)	[2.00(1.00)]	[1.50]	[2.50(1.75)]
3. Minor Roads	3.00	[1.5(1.0)]	[0.30(0.25)]	0.50	2.75(2.0)	[2.00(1.00)]	[1.50]	[2.00(1.75)]
4. Access Roads	4.00 or 3.00 roadway			0.50	1.50(1.0)	[2.00(1.00)]	[1.50]	[2.00(1.50)]

Note : [ ] : Only when necessary

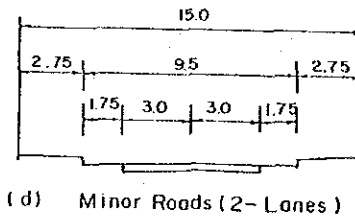
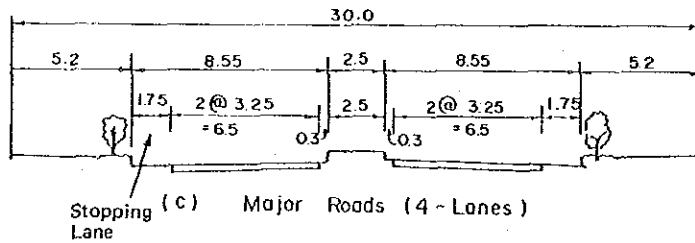
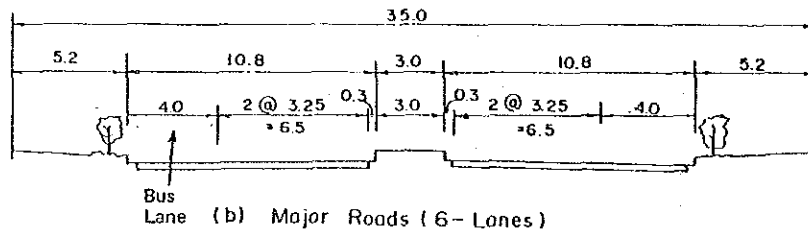
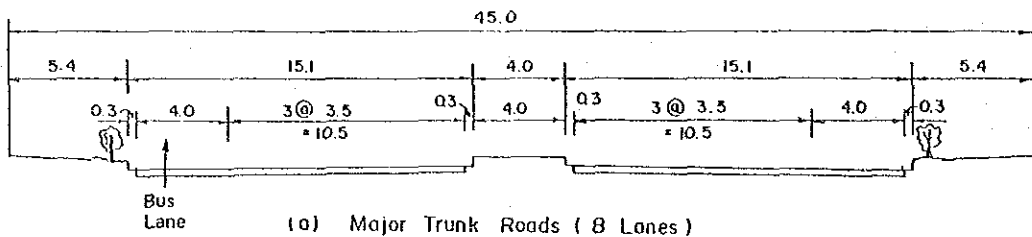
( ) : Applied in the case of bridge, etc.

\* : Desirable value is 2.0 m

c) 標準横断構成

1. 道路の幅員及び構成を決めるに当たっては、標準幅員を考慮して定めるものとする。ただし地域の状況または交通の状況により、これにより難しい場合においては、この限りではない。

横断面構成要素の種類及び幅員は、図7.1の標準横断構成図を参考に定めるものとする。



\* The total width of road is rounded, so that a fraction of width of sidewalk arises.

Figure 7.1 Standard Cross Section

f) 建築限界

1. 建築限界は、車道にあっては図7.2、歩道にあっては図7.3に示すところによるものとする。
2. 車道の建築限界の高さは5.0 mとする。ただし、地形の状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合においては、4.5 mまで縮小することができる。
3. 歩道の建築限界の高さは2.5 mとする。ただし、やむを得ない場合においては、2.4 mまで縮小することができる。

Roads without sidewalk or cycle track		Roads with sidewalk or cycle track	
with shoulder		without shoulder	with shoulder
Carriageway in viaduct, bridge and underpass	the other section	—	—

Hr : 5.0m. In case it is necessary because of the topographical condition or for any other reasons, the value can be reduced to 4.5 m.

Figure 7.2 Clearance on Carriageway

Sidewalk or cycle track adjacent to Carriageway	Sidewalk or cycle track with a space for road appurtenances in it

Hs : 2.5 In unavoidable case the value can be reduced to 2.4 m

Figure 7.3 Clearance on Sidewalk

g) 線形要素

1. 道路線形は安全で円滑な交通流確保のために極めて重要な役割をもっている。車輛の走行速度は、道路線形によって直接影響される。それゆえに線形要素の値は、設計速度に応じて定められ、その値は表 7.5 に掲げた値とする。

Table 7.5 Elements of Alignment

Design speed (km/h)	Radius of curve (m)		Length of transition curve (m)	Maximum Grade (%)	Minimum stopping sight distance (m)	Radius of vertical curve (m)	
	Maximum superelevation rate					Crest	Sag
	6%	10%					
100	460	380	85	3	160	6,500	3,000
80	280	230	70	4	110	3,000	2,000
60	150	120	50	5	75	1,400	1,000
50	100	80	40	6	55	800	700
40	60	50	35	7	40	450	450
30	30		25	8	30	250	250
20	15		20	9	20	100	100

h) 平面交差

1. 道路は、駅前広場等特別の箇所を除き、同一箇所において同一平面で5以上交会させてはならない。
2. 道路が同一平面で交差し、又は接続する場合においては必要に応じ、屈折車線、変速車線もしくは交通島を設け、又は隅角部を切り取り、かつ適当な見とおしができる構造とするものとする。
3. 屈折車線及び変速車線を設ける場合においては、当該部分の車線（屈折車線及び変速車線を除く）の幅員は、都市部の主要幹線道路及び幹線道路にあっては3.0 mまで、その他の道路にあっては2.75 mまで縮小することができる。
4. 屈折車線及び変速車線の幅員は、3 mを標準とするものとする。
5. 屈折車線又は変速車線を設ける場合においては、当該道路の設計速度に応じ、適切にすりつけるものとする。

i) 立体交差

1. 車線（登坂車線、屈折車線及び変速車線を除く）の数が4以上である道路が相互に交差する場合においては、当該交差の方式は立体交差とするものとする。ただし、交通の状況により不相当なとき又は地形の状況その他の特別の理由によりやむを得ないときは、この限りではない。
2. 道路を立体交差とする場合においては、必要に応じ交差する道路を相互に連結する道路（以下「連結路」という）を設けるものとする。



## 2) 橋梁設計

### a) 活荷重

#### i) 車道部分に負載する活荷重

1. 橋、高架の道路その他これらに類する構造の道路（以下「橋等」という）の車道部分の活荷重は標準自動車荷重と車線荷重を負載する。この荷重体系はAASHTOの基準でありH荷重とHS荷重からなる。HS荷重はH荷重よりも大きく、トレーラー荷重を相定している。
2. 道路の区分に応じて、次に示す荷重が負載される。

H20、H15、HS20及びHS15（AASHTO基準）

アクセス道路を除くすべての道路には、H20荷重を負載することとする。アクセス道路にはH15荷重を負載する。大型車の通行量が多い主要幹線道路等の路線においてはトレーラー荷重（HS荷重）を考慮しなければならない。

#### ii) 歩道部分に負載する活荷重

1. 歩道等の床板及び床組を設計する場合には、歩道部分に415 Kg/m<sup>2</sup>の等分布荷重を負載するものとする。
2. 桁、トラス、アーチ等の主けたを設計する場合には、その支間長に応じて以下に示す等分布荷重を歩道部分に負載するものとする。

支間長  $0 < L \leq 7.5 \text{ m}$  ..... 415 Kg/m<sup>2</sup>

$7.5 < L \leq 30.0 \text{ m}$  ..... 300 Kg/m<sup>2</sup>

$30.0 < L$  .....  $P = \left( 1575 + \frac{48000}{L} \right) \left( \frac{16.8 - W}{164} \right)$

P = 等分布荷重 ( Kg/m<sup>2</sup> )

最大 300 Kg/m<sup>2</sup>

L = 支間長 ( m )

W = 歩道の幅員 ( m )

b) 橋梁部の横断構成

1. 都市部においては、橋梁部の横断構成の標準幅員は一般道路と等しい横断構成とすべきである。ただし、やむを得ない場合は、表 7.4 に示されている( )内の値まで縮小することができる。
2. 郊外部や地方部においては、横断構成要素の幅員は表 7.4 に示されている( )内の値まで縮小することができる。しかしながら、一般道路部と等しい横断構成にでき得るならば、その方が望ましい。
3. 高架またはトンネルの横断構成の計画・設計に当たっては表 7.4 に示されている標準幅員を考慮に入れて定めなければならない。主要幹線道路及び幹線道路の高架橋の標準横断構成図は、図 7.4 及び図 7.5 に示されているとおりとする。

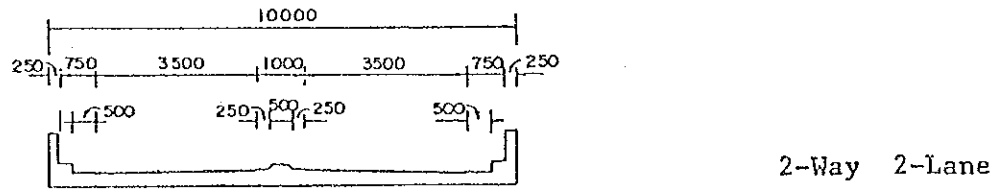
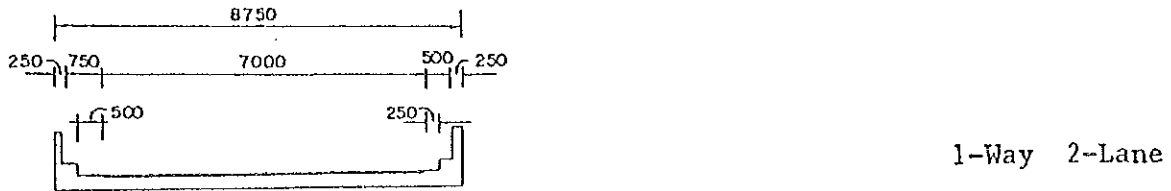
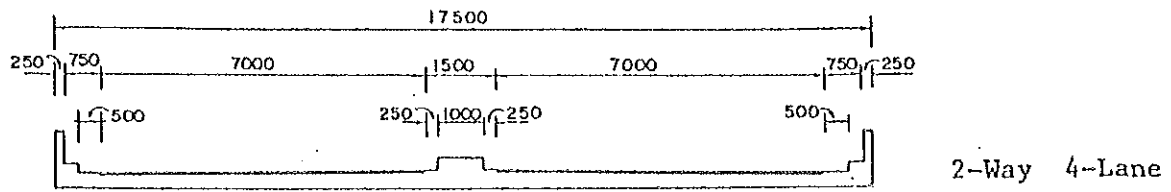


Figure 7.4 Standard Cross Section (Flyover) (Major Trunk Roads) Design Speed = 80 km/h

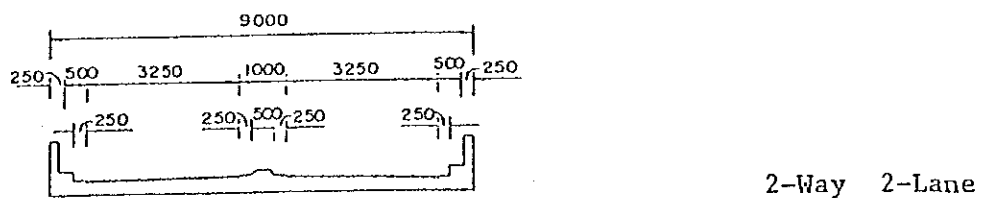
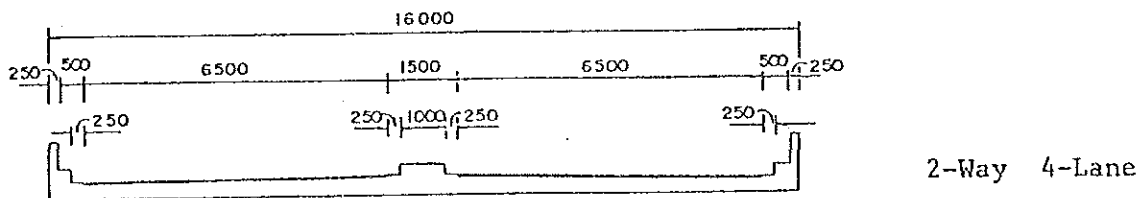


Figure 7.5 Standard Cross Section (Flyover) (Major Roads) Design Speed = 60 km/h

### 3) 交通容量

#### a) 単路部

##### i) サービス水準

1. 単路部のサービス水準を、旅行速度の設計速度に対する比で表わし、その値は表 7.6 に示されているとおりとする。

表に示されている交通量-交通容量比及び最大サービス交通流率は理想条件の下での基準である。

Table 7.6 Levels of Service of Basic Freeway Segments

Level of Service	$V_D \geq 80 \text{ Km/h}$			$V_D \leq 80 \text{ Km/h}$		
	$V_A/V_D$	$v/c$	MSF (PCPHL)	$V_A/V_D$	$v/c$	MSF (PCPHL)
I	$\geq 0.80$	0.75	1,650	$\geq 0.85$	0.65	1,450
II	$\geq 0.70$	0.85	1,850	$\geq 0.75$	0.85	1,850
III	$\geq 0.55$	1.0	2,200	$\geq 0.80$	1.0	2,200
IV	$< 0.55$	*	*	$< 0.60$	*	*

$V_A$  = 平均旅行速度 (Km/h)

$V_D$  = 設計速度 (Km/h)

MSF = 乗用車換算台数 (pcu) / 時 / 車線単位での、理想条件の下でのサービス水準における車線当たりの最大サービス交通流率

$(v/c)_i$  = サービス水準  $i$  に対応した最大交通量-交通容量比

\* = 想定された交通容量に対する予想された交通流率の比が 1.0 を越える時

註) = 最大サービス交通流率の値は 50 pcu / 時 / 車線単位に丸められている。

##### ii) サービス交通流率

1. サービス水準  $i$  に対応したサービス交通流率は次式から求められる。

$$SF_i = MSF_i \times N \times f_L \times f_C \times f_R$$

ここに

$SF_i$  = 1 方向当たりの車線数  $N$  に対する通常の道路条件と交通条件の下でのサービス水準  $i$  に対するサービス交通流率 (台/時)

$$MSF_i = C_j \times \left(\frac{v}{c}\right)_i$$

$MSF_i$  = pcu / 時 / 車線単位での理想条件の下でのサービス水準における車線当たりの最大サービス交通流率

$(v/c)_i$  = サービス水準  $i$  に対応した最大交通量-交通容量比

$C_j$  = 車線数  $j$  に対する理想的条件の下での交通容量、すなわち、多車線道路の場合：2,200 pcu/時/車線、2方向2車線道路の場合、往復合計で2,500 pcu/時、 $C_j$  の値は表 7.6 におけるサービス水準 III に対する最大サービス交通流率と同じ意味である。

$N$  = 1 方向当たりの車線数

$f_L$  = 車線幅員の影響に対する補正係数

$f_C$  = 側方余裕の影響に対する補正係数

$f_R$  = 沿道状況の影響に対する補正係数

b) 平面交差点 (信号交差点)

i) 飽和交通流率

1. 飽和交通流率は次式の様に車線ごとに、その道路・交通条件の各要因の補正率を、理想的な飽和交通流率  $S_0$  に連乗して求まる。

$$S = S_0 \times N \times f_w \times f_g \times f_{HV} \times f_{RT} \times f_{LT}$$

ここで、

$S$  = 対象車線群の飽和交通流量率で、実際の条件下における全車線の合計で表わされる (台/青 時間)

$S_0$  = 1 車線当たりの理想的な飽和交通流率 (pcu/青 1 時間/車線)

$N$  = 車線群の車線数

$f_w$  = 車線幅員の補正係数

$f_g$  = 交差点流入部の勾配に属する補正係数

$f_{HV}$  = 交通流率中の大型車に関する補正係数

$f_{RT}$  = 車線群内の右折に関する補正係数

$f_{LT}$  = " 左折 "

ii) 理想的な飽和交通流率

1. 理想的な飽和交通流率は、表 7.7 に示された値とする。

Table 7.7 Ideal Saturation Flow Rate,  $S_0$

Type of lane	Ideal saturation flow rate (pcphgpl)
Through	2,200
Left-turn	2,000
Right-turn	2,000

pcphgpl : passenger cars per hour of green time  
per lane

#### 4) 交通安全施設

##### a) 防護柵

###### 設置条件

###### 1. 路側用防護柵

###### 1) 路側が非常に危険な区間

- ・ 車道から 2 m 以内の範囲に大木、信号機、家屋等の障害物が存在する区間。
- ・ 水深 1.5 m 以上の池、川、運河、側溝等に沿う区間。
- ・ 橋梁及び立体交差上。

###### 2) 設計水準の低い区間

- ・ 半径 200 m 以下の曲線部。
- ・ 勾配 4 % 以上の下り坂。
- ・ 車道幅員または車線数が急に減少する箇所。

###### 3) 橋梁、カルバート等の近傍

- ・ 橋梁、高架、カルバートへのアプローチ部。
- ・ 車道から 2 m 以内の範囲に橋脚、橋台、擁壁等剛な構造物が存在する区間。

###### 4) 事故多発区間

- ・ かなり多数の路外逸脱事故が発生したか、発生することが予測される区間。

###### 2. 分離帯用防護柵（分離帯の幅が 10 m 未満の場合に限る）

- ・ 走行車両の 85 パーセントイル速度が時速 80 Km 以上で、以下の条件を満たす場合。
  - － 縦断勾配が 3 % 以上、または
  - － 半径 750 m 以下の曲線部。
- ・ 車両の走行速度が高く分離帯用防護柵の設置が必要と考えられる区間。
- ・ 歩行者の車道横断を禁止すべき区間。
- ・ 対向車のヘッドライトによる影響を防止する必要があると考えられる区間。

### 3. 歩道用防護柵

#### 1) 車両の路外逸脱を防止するための防護柵

- ・平面線形が厳しく、車両が歩道上の歩行者に突入する恐れのある区間。
- ・車両の走行速度が非常に高く、歩行者の保護が必要と考えられる区間。
- ・歩道が設置されている橋梁上の区間。

#### 2) 歩行者の横断防止のための防護柵

- ・歩行者の車道横断を禁止すべき区間。

#### 3) 歩行者の路外転落防止用防護柵

- ・側溝、川や低地等に沿った危険な区間。

### b) 視線誘導施設

#### 設置条件

#### 1. 視線誘導標

視線誘導標は、以下に示す条件の区間で、防護柵が設置されていない場合に設置する。

- ・半径300m以下の曲線部及びそのアプローチ部。
- ・車線数または車道幅員が急に減少する箇所。
- ・夜間の路外逸脱事故が多く、調査の結果、安全な交通流を確保するために必要であると認められた区間。

#### 2. チャッターバー

- ・半径150m以下の曲線部。
- ・車両によるセンターライン・オーバーを禁止すべき区間。
- ・交通島、車道に立つ橋脚等剛の障害物に近接して描かれた導流標示の境界。

### c) 歩道

#### 設置条件

都市近郊部においては、両方向の最外側車線の日交通量が3,000台以上で、かつ歩行者交通量が250人以上の場合、歩道を設置することが望ましい。一方都市部の道路においては、この交通量に関わりなく設置の必要性が認められ、用地問題がない場合は歩道を設置することが望ましい。



d) 歩行者横断施設

設置条件

1. 横断歩道

- 1時間に100人以上の歩行者が車道を横断する箇所。
- 学童の横断が多い箇所。
- 交差点の横断区域。
- 自動車交通が歩行者の横断を阻害している箇所。

2. 歩行者待避島

歩行者待避島は、4車線以上の車道を歩行者が横断する際、一度に渡り切れず道路の中央で待機せざるを得ない場合に設置するものとする。なお歩行者待避島は、原則として横断歩道と共に設置すべきである。

3. 横断歩道橋／横断地下道

単路部または信号制御されていない交差点における横断歩道橋／横断地下道の設置条件は以下に示す通りである。

- i) ピーク時に100人以上の横断歩行者があり、自動車交通量と車道幅員が図7.6の線より上にくる場合。(ただし、学童横断用の場合には図7.7によるものとする)

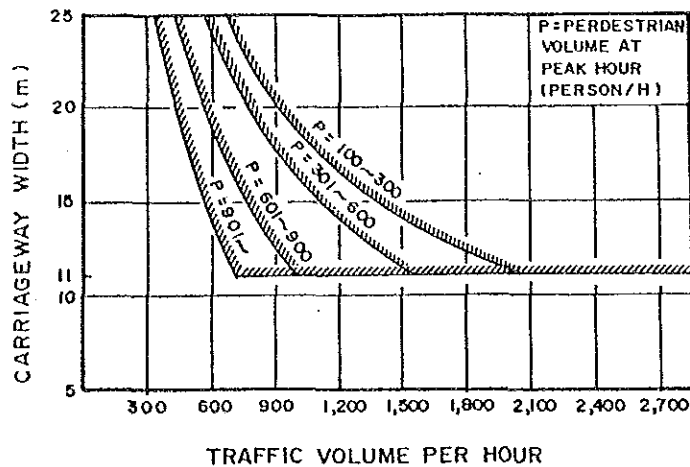


Figure 7.6 Warrant of Pedestrian Overpass/Underpass

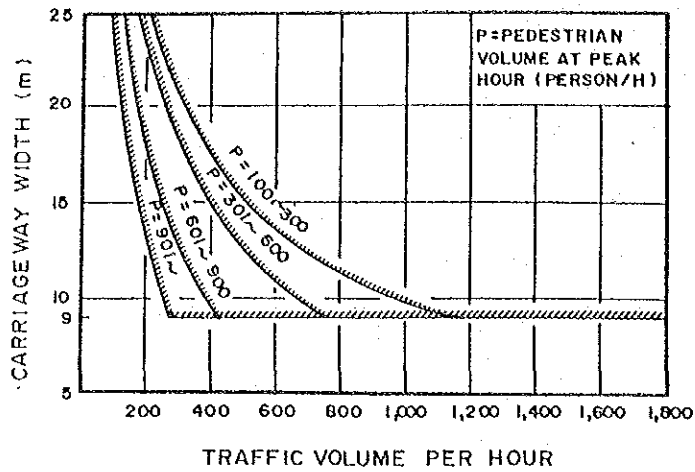


Figure 7.7 Warrant of Pedestrian Overpass/Underpass for School Children

ii) 以下の条件を満たす箇所

- 車道幅員が25m以上で、中央分離帯や待避島を設置するスペースがない場合。
- 横断歩行者が非常に多く自動車交通に大きく影響を与える場合。
- 高速道路のように歩行者の横断が許されていない場合。
- 立体交差の取付部付近、踏切から200m以内の箇所、または十分な視距が取れない等の箇所で、平面横断歩道では横断歩行者の安全確保が困難な場合。

e) 道路照明

設置条件

1. 連続照明（都市部に限る）

- 日平均交通量が25,000台以上の区間。
- 隣接地域の照明レベルが高く、ドライバーの視認性に悪影響を与える区間。
- 夜間の歩行者交通量がかなり多い区間。
- 道路照明施設が設置されている場所にはさまれた延長1km以内の区間。

2. 局部照明

- 信号機の設置条件に合致し、信号機が設置されている交差点。

- ・歩行者用信号機の設置条件に合致し、歩行者用信号機が設置されている横断歩道。
- ・幅員構成が急変する箇所。
- ・急な屈曲部、坂道。
- ・料金徴収所とそのアプローチ部。
- ・夜間の事故件数が昼間と比較して非常に多い箇所。
- ・調査の結果、照明設置によって夜間の事故率をかなりの程度減少できると予想される区間。

道路照明の設計条件

1. 平均道路面輝度

Table 7.8 Recommended Average Road Surface Luminance

Unit: cd/m<sup>2</sup>

Roadside Condition Road Class	A	B	C
Major Trunk Roads	1.0 (0.7)	0.7 (0.5)	0.5 ( - )
Major Roads Minor Roads	0.7 (0.5)	0.5 ( - )	0.5 ( - )

Note: Values in parentheses are applied to roads where median is furnished with glare screen.

2. 照明灯具配光

Table 7.9 Selection of Light Distribution Type

Roadside Condition Road Class	A	B	C
Major Trunk Road	semi-cut-off	cut-off	cut-off
Major Road Minor Road	semi-cut-off	semi-cut-off	cut-off

f) 交通信号機

設置条件

1. 定周期式信号機

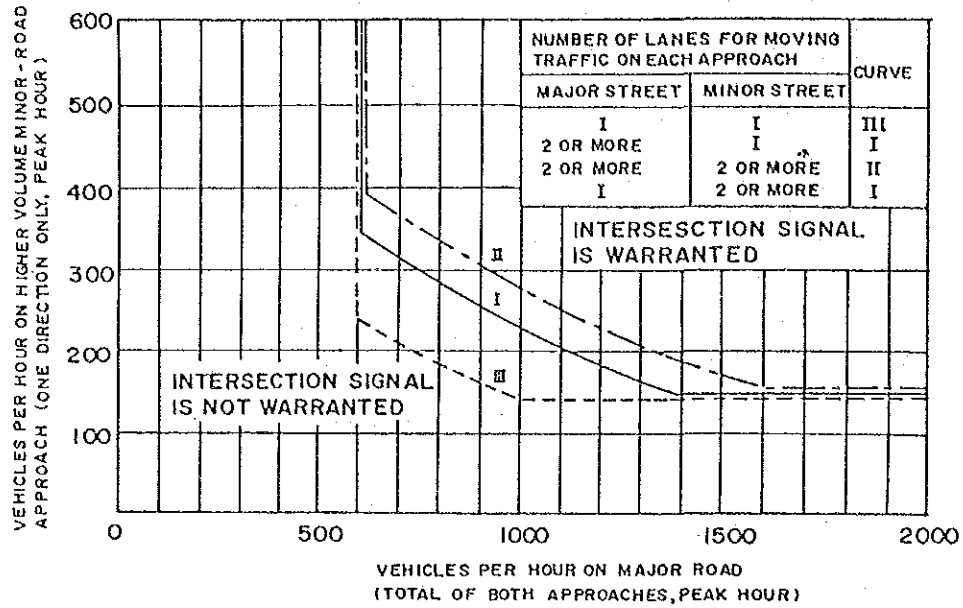


Figure 7.8 Warrant for Traffic Control by Pretimed Signals

2. 半感应式信号機

Table 7.10 Warrant for Traffic Control by Semi-Traffic-Actuated Signals

	Vehicle per hour on major road (total of both approaches)	Vehicle per hour on higher-volume minor road approach (one direction only)
Peak hour traffic volume	900 or more	100 or more

3. 歩行者用信号機

Table 7.11 Warrant for Traffic Control by Pedestrian Signals

	Vehicle per hour on the street (total of both directions)	Pedestrian per hour on the crosswalk crossing the road
Peak hour traffic volume	650 or more	200 or more

4. 事故防止を目的とする信号機

Table 7.12 Warrant for Traffic Accident Prevention by Traffic Signals

	Accidents Preventable by Traffic Signals
Number of Accidents within a 12-month Period	5 or more

g) 道路標識

現在BMAのTraffic Engineering Divisionで使用している「反射式道路標識の製作及び設置基準」の見直しを行った。

h) 路面標示

現在BMAのTraffic Engineering Divisionで使用している「反射溶融プラスチックによる路面標示基準」の見直しを行った。

5) 舗装補修

a) 舗装状態の評価に必要な調査

1. 調査項目

i) 視察による調査

ii) 詳細調査

- ひびわれ
- 縦断凹凸量
- わだち堀れ深さ
- 段 差
- たわみ量

b) アスファルト舗装の維持修繕

1. 舗装状態の評価

i) MCI法による評価

$$MCI = 10 - 0.88 C^{0.3} - 2.03 \sigma^{0.2} - 0.22 D^{0.7}$$

C : ひびわれ率 (%)

$\sigma$  : 縦断方向の凹凸の標準偏差 (mm)

D : 平均わだち堀れ深さ (mm)

舗装の状態は表 7.13 に示す MCI 値によって評価する。

Table 7.13 Evaluation of Pavement Condition by M.C.I. Value

MCI Value	Required Extent of Rehabilitation
$MCI \geq 5.0$	Unnecessary to repair
$4.0 \leq MCI < 5.0$	Maintenance
$3.0 \leq MCI < 4.0$	Partial repair
$MCI < 3.0$	Full scale repair

ii) 維持修繕要否判断基準値による評価

Table 7.14 Damage Type Criteria for Rehabilitation  
(Asphalt Pavement)

Item Road Classifi- cation	Rutting Depth(mm)	Bump (mm)		Skid Resistance Coeffi- cient	Longitudi- nal Rough- ness (mm) (3m profile)	Cracking Ratio (%)	Pot hole diameter (cm)
		Abutment	Culvert Box				
Highways with heavy traffic	30 - 40	60	60	0.25	4.0-5.0(d)	30 - 40	20
Other highways	40	60	-	-	-	40 - 50	20

2. 維持修繕工法

i) 主な維持工法

- パッチング
- 表面処理
- 局部打換え
- 切 削
- グルーピング

ii) 主な修繕工法

- オーバーレイ
- 切削打換え
- 打 換 え

c) セメントコンクリート舗装の維持修繕

1. 舗装状態の評価

i) MCI法による評価

$$MCI = 10 - 0.83 C^{0.3} - 2.65 \sigma^{0.2}$$

C : ひびわれ度 (cm/m<sup>2</sup>)

σ : 縦断方向の凹凸 (mm)

舗装の状態は表 7.13 に示す MCI 値によって評価する。

ii) 維持修繕要否判断基準値による評価

Table 7.15 Damage Type Criteria for Rehabilitation  
(Cement Concrete Pavement)

Road Classification \ Item	Rutting Depth (mm)	Bump (mm)	Skid Resistance Coefficient	Longitudinal Roughness (mm)	Cracking Index(cm/m <sup>2</sup> ) (Develop the bottom of the slab)	Joint Damage
Highways with Heavy Traffic	30 - 40	15	0.25	5.0 (σ) (3 m profile)	30	If the damage can be found
Other Highways	40 - 50	-	-	-	50	

2. 維持修繕工法

i) 主な維持工法

- 目地及びひびわれ箇所への注入目地材の注入
- パッチング
- 表面処理
- 局部打換え
- 注入工法

ii) 主な修繕工法

- オーバーレイ
- 打換え

d) 新設の場合の舗装設計

1. 設計交通量の区分

Table 7.16 Pavement Design Classification by Traffic Volume

Pavement design Classification	One Way Daily Traffic of Heavy Vehicles
L	Less than 100
A	100 to 250
B	250 to 1,000
C	1,000 to 3,000
D	More than 3,000



2. アスファルト舗装厚の設計

$T_A$ と合計厚の目標値 $H$ を表7.17に示す。

Table 7.17  $T_A$  Target Values and for the Total Pavement Thickness,  $H$ , cm

Design C.B.R. equal to or larger than	$T_A, H$ by Pavement Design Classification (cm)									
	L		A		B		C		D	
	T	H	$T_A$	H	$T_A$	H	$T_A$	H	$T_A$	H
2	17	52	21	61	29	74	39	90	51	105
3	15	41	19	48	26	58	35	70	45	83
4	14	35	18	41	24	49	32	59	41	70
6	12	27	16	32	21	38	28	47	37	55
8	11	23	14	27	19	32	26	39	34	46
12	-	-	13	21	17	26	23	31	30	36
20 or more	-	-	-	-	-	-	20	23	26	27

where  $T_A$ : thickness of hot bituminous mixture for surface course converted from the total pavement thickness

$H$ : total pavement thickness

3. セメントコンクリート舗装厚の設計

i) 設計C.B.Rと路盤厚

Table 7.18 Relationship between Design C.B.R. and Base Course Thickness

(Unit:cm)

Pavement Design Classification	Design CBR of Sub-grade					
	2	3	4	6	8	12 and over
L and A	50	35	25	20	15	15
B, C, and D	60	45	35	25	20	15

ii) コンクリート版標準厚

Table 7.19 Standard Thickness of Concrete Slab

Pavement design Classification	Thickness of Concrete Slab (cm)
L	15 (20)
A	20 (25)
B	25
C	28
D	30

Note : Figures in parentheses are under bending strength of 40 kg/cm<sup>2</sup> in L and A traffic.

## 8. B M A 道路行政組織の検討

B M A の道路行政組織検討の目的は、急速な都市環境の変化に対応し、B M A がその道路行政を効率良く執行出来るような組織改造をするために、有効な情報とコメントを提供することである。

この検討は、B M A の道路行政のための現有組織につき、

- 1) 急速に変化する社会、経済並びに技術的環境への対応
- 2) 行政効率の改善
- 3) 道路の計画、設計、建設、維持並びに交通管理を担当する B M A の能力向上

という観点より行ったものである。

同時に、今回の J I C A 調査の成果が、B M A のスタッフにより調査終了後も継続的に活用されるような組織体制のため特に注意がはらわれた。

道路行政組織の検討は具体的には、B M A の公共事業局 ( D P W )、都市計画部 ( C P D )、交通エンジニアリング部 ( T E D )、区役所 ( D . O ) 等の現有組織機構を把握、分析することにより行った。その手段としては、B M A のカウンターパート及び道路関連部局の担当官、並びに内務省、運輸通信省等 B M A 以外の政府機関の関係者とのインタビューと協議により行った。

検討の結果は、B M A の道路及び交通管理を担当する各組織機構とその責任・機能に関する簡単な評価と、全体的な道路行政の機能効率化に関する提言より成っている。

前者の各組織とその機能に関する評価は3つの側面より成り、その1は、B M A が新たに受け持つ予定のバンコク市全体の交通管理機能に関するものであり、このため担当部門の要員増を含めた拡充が必要とされるとしたものであり、第2には J I C A の調査結果の継続的有効活用についてであり、このために本調査で提案された種々のシステム、方法、ガイドラインの積極的な活用と、それらの適切な維持、データの効果的な更新や改良を提言している。第3は、道路・交通関連の各単位組織についてであり、ここでは、それぞれの機能の強化のための組織機構の拡充や明確な責任分担等による分割等が示されている。

全体的道路行政の機能向上に関する提言は、1) 計画能力の向上、2) 計画、実施、検討の各段階における道路関連の各担当機関間の効率的調整、3) 職員の能力向上を目的とした訓練の積極的実施及び、4) 道路行政業務におけるコンピューターの積極利用の

4点である。

最後に、道路行政の効率改善を目的とした公共施設物別の組織改革の可能性を検討する調査、研究の必要性を提案している。

## 9. 関連調査

### (1) 道路浸水対策

バンコクにおいては、ほとんど毎年、雨期における路面冠水の被害を受けている。1983年には、調査対象地域内において、200ヶ所以上の地域が路面冠水による被害を受け、交通がほとんどマヒした。洪水対策は、本来、道路関係部局の所管するところでなく、他の部局に求めるべきと考えられるが、道路関係部局も道路浸水対策についていかにすべきか取り組む必要がある。

本調査において、1983年と1986年の両年の路面冠水の被害を取りまとめ、道路ネットワーク上に正確に図化した。その図面は、道路改良計画や維持管理計画をたてる上で、非常に役立つものと思われる。

また、バンコクにおける浸水被害の原因の概要を調査し、現在進行中の排水対策工事ならびに今後の関連計画による道路浸水に対する影響評価を行い、道路側としての浸水対策をいかにすべきか提言している。

### (2) 共同溝

都市部の道路は、社会経済活動に不可欠な公共公益施設を収容しうる空間機能を有する。しかし、このためにする道路の掘返しは幾度となくされることによって、交通が阻害され、多大な社会・経済的損失を伴う。共同溝の整備は完成後、路面の掘削を大幅に軽減するため、この問題の重要な解決策となる。

本調査においては、日本における共同溝の経験をふまえて、共同溝に関する計画論等、一般的事項に言及した。

調 査 団 員

氏 名	担 当
禁 本 信 一	総 括 (前)
針 貝 武 紀	総 括
小 森 和 男	道 路 計 画
櫻 井 裁 之	交 通 計 画 A
関 根 憲 一	交 通 計 画 B
西 村 光	交 通 安 全
往 住 虎 雄	道 路 改 良 A
武 田 治 男	道 路 改 良 A
鈴 木 幸 司	道 路 改 良 B
市 原 薫	舗 装 補 修 A
神 永 晃	舗 装 補 修 B
中 條 隆 司	構 造 物 計 画 A
忍 足 正	構 造 物 計 画 B
和 田 絃 二	道 路 イ ン ベ ン ト リ ー
辻 光 弘	シ ス テ ム 開 発
小 久 保 伸	経 済 分 析
竹 内 洋 市	水 文 計 画
木 村 洋 一	交 通 調 査









JICA