



土木研究所資料
第780号

道路交通管理
(道路の運用)

石井一郎
富田努

道路交通管理 (道路の運用)

目 次

ま え が き	1
1. 道路交通情報の現状	3
1.1 総 説	3
1.2 道路交通情報のはじまり	3
1.3 情報の種類と内容	5
1.4 情報の収集と体制	7
2. 交通管制の現状	9
2.1 交通管制の目的	9
2.2 交通管制の概要	10
2.3 交通管制の歴史	11
2.4 交通管制の構成要素	11
3. 交通情報の収集と伝送および処理	14
3.1 交通情報の要素	14
3.2 車両の感知方式	15
3.3 感知方式の精度	19
3.4 情報の伝送	22
3.5 情報の処理	22
4. 道路情報の収集と伝送	25
4.1 道路情報の種類	25
4.2 気象現象と道路交通障害	26
4.3 台風と災害	27
4.4 気 象 要 素	29
4.5 室外情報の収集と伝送	33
5. 交通信号制御	36
5.1 交通信号制御の目的と制御法	36
5.2 固定周期信号機	38
5.3 交通感应信号機	41
5.4 信号システム	44
5.5 信号システムの時間設定	47
6. 交 通 管 理	51
6.1 交通管理センター	51
6.2 交 通 誘 導	52
6.3 異常気象時の通行規制	54

6.4 交通指導	56
6.5 交通サービス	57
6.6 事故発生の探知と処置	58
6.7 トンネル内の交通管理	60
7. 可変標識と道路情報板	64
7.1 可変標識の目的と種類	64
7.2 迂回表示板と道路利用者の反応調査	65
7.3 道路案内標識	67
7.4 道路情報板の種類と制御	67
8. 一般道路の交通管制システムの実例	70
8.1 東京広域交通制御システム	70
8.2 神奈川県警の交通管制システム	73
9. 高速道路の交通管制システムの実例	76
9.1 高速道路における交通管制の目的	76
9.2 首都高速道路の交通管制システム	79
9.3 阪神高速道路の交通管制システム	82
9.4 近畿地方の高速自動車国道の交通管制システム	85
9.5 東名高速道路の交通管制管理システム	88
10. 欧米における交通管制システムの実例	95
10.1 ロサンゼルス	95
10.2 ヒューストン	95
10.3 シカゴ	96
10.4 ロンドン	96
11. 道路交通情報の提供	97
11.1 情報提供の機関	97
11.2 情報提供の方法	98
11.3 情報提供サービスの分類	100
12. 電話による問い合わせの解析	101
12.1 道路交通情報の一般的集計	101
12.2 異常の抽出と原因	101
12.3 曜日による変化	102
12.4 天候による変化	105
12.5 季節による変化	105
12.6 問い合わせ件数の度数分布	107
12.7 問い合わせ件数	107
13. ラジオによる道路交通情報利用者の推計	108
13.1 概要	108
13.2 利用者数の推定	109

13.3	カーラジオのベストテン	110
14.	幹線道路の路線速度の予測	113
14.1	概 要	113
14.2	調 査 内 容	114
14.3	路線速度の予測	114
14.4	適 用 例	119
14.5	高速道路における路線速度の予測	126
14.6	予測と情報サービス	126
14.7	道路の流入制限	127
15.	未来の道路交通管理システム	129
15.1	概 要	129
15.2	情報収集システム	130
15.3	情報処理システム	130
15.4	情報提供システム	131
	む す び	134
	参考文献	135

ま え が き

道路交通管理は道路運用ともいうべきもので、現在ある道路を如何に有効に十分利用するかということである。これを分類すると次のようになる。

1. 一般通路の交通管制

(1) 信号制御

交通警察の行なっているもので、信号機をコンピューターにより制御し、交通の流れをよくしようとするものである。

2. 高速道路の交通管制

(1) 入路閉鎖

自動車専用道路において流入路の料金所を閉鎖することにより本線上の交通渋滞を防ぐ。ランプ閉鎖という。

(2) 流入制限

自動車専用道路において料金所の車線数を制限して本線上に流入する交通量を調整し、交通渋滞を防ぐ。レーンコントロールという。

(3) 強制流出

自動車専用道路において、工事または事故のため、ある区間の本線上を閉鎖しなければならないとき、また異常な交通渋滞が発生したとき、手前のランプで強制的に車を出させるものである。

(4) 流出促進

自動車専用道路において、本線上に交通渋滞が発生したとき、1部の車をドライバーの任意の意志によりランプから流出させるものである。

3. 交通管理

(1) 交通誘導

交通渋滞が発生したとき、ドライバーへ経路の変更を指示することにより、交通状態のアンバランスを改善したり悪化を防ぐものである。道路工事のために道路を通行止にするときは、迂回路を指示して交通を誘導する。

(2) 交通指導

降雨後は路面がすべり易いので、「スリップ注意」「速度をおとせ」と指示したり、「濃霧発生」「降雪あり」と行先の情報を教えたり、積雪には「チェーン着装」と指示したりする。

(3) 通行規制

大雨や大雪の異常気象時に災害予防のための道路管理者は通行止の交通規制を行ったり、不幸にして道路が災害を受けたとき通行止の交通規制を行う。

(4) 特殊車輛通行認定

車輛制限令により制限以上の車輛を運行しようとするときには道路管理者の許認可を得てから運行するものである。

(5) 交通サービス

故障車を救援したり、交通事故が発生したとき救急車がかけつたり、事故車をレッカー車などで処理する。

3. 交通規制

(1) 禁止事項

駐車禁止、停車禁止、追越禁止、Uターン禁止、左折禁止、右折禁止など、道路交通容量の増大、交通事故や危険の防止のために、公安委員会つまり交通警察が禁止事項を道路の実情により決めるものである。

(2) 中心線移動

道路の車線数が3車線以上あって、例えば朝夕の混雑時に上りと下りの交通量がアンバランスのとき、中心線を移動することにより交通量の実態に合わせて車線数を変化させることをいう。

(3) 一方通行

狭い通路で2車線がとれず、その割合に交通量もあって往復交通とすることが無理である場合、道路の通行を一方通行にして交通の危険を防ぐものである。道路の交通容量を増大させるため、幹線道路の一方通行を行う場合もある。

5. 道路交通情報

交通渋滞、交通規制、道路案内、その他道路交通に関する情報をドライバーに与えるものである。

1. 道路交通情報の現状

1.1 総 説

人が乗物に乗って旅行しようとする場合に、旅行に関する情報を求めようとする。ここで鉄道や航空機や船で旅行しようとする場合には人は乗物に乗せてもらえばよいのであって、運行はプロの人達があたり、旅行者は途中のどこで乗換えすればよいかわかっておれば、その乗物のダイヤどおりに目的地に到着することができる。ダイヤさえ知っておれば間違いなく予定地に予定時刻に到着することができるので、旅行者は旅行の計画をたてやすい。

鉄道や飛行機や船は乗物が個人のものではないため、決められたダイヤに従って運行され、自分の好きな時間に出発するというわけにはいかない。これに対して自動車による道路交通は自分の好きな時間に自分の目的地に向って、戸口から戸口まで行くことができるという強味がある。しかしその反面運行は素人の個人がそれぞれあたらないといけない弱味がある。決まった路線をプロが運行しておれば情報などを必要ともしないが、知らない土地へ素人が旅行しようとするれば、当然情報が必要となってくる。なお定期路線バスや定期路線トラックはこの場合には鉄道や航空機や船と同じ立場となる。

自動車による道路交通だけが鉄道や航空機や船と違って運行に関する情報を必要としてくる。これが道路交通情報である。

道路交通情報には道路管理者を情報源とする道路情報と、公安委員会つまり交通警察を情報源とする交通情報に分れる。この二つの情報源とは直接関係のない情報、たとえば観光案内情報などは道路交通情報とは直接関係はないけれども、これを含むものとする。また道路交通に密接な関係のある気象情報も含まれる。

情報源により道路情報と交通情報に分れるが、これは行政上の理由によるものであって、元来は一体のものである。これをまとめて技術的に分けると、静的情報と動的情報に分れる。静的情報を伝達提供する方法としては道路標識のほかには道路地図や書籍があり、動的情報を伝達提供する方法としては道路情報板のほかにはラジオ放送、テレビ放映、テレフォンガイド、ファクシミリ、電話による問い合わせ、新聞雑誌がある。

1.2 道路交通情報の始まり

世界にも類をみない道路交通情報なるものが日本で何時誕生したのであろうか。

それは昭和36年6月にさかのぼる。場所は東京警視庁交通規制課の中の1つの机の上にマイクを置いてただけである。担当は文化放送の五十嵐アナウンサー。この人は交通情報育ての功労者の1人で表彰を受けたことのある人。NHK出身で宮田輝と同期の人である。

この頃は交通渋滞も現在ほどひどくはなく、特定の限られた交差点にきまっていた。それで五十嵐アナウンサーは放送5分ぐらい前になると、警視庁交通規制課の中から、そのきまっている交差点にある交番へ警察電話で電話をかけて渋滞状況を聞く。何ヶ所か渋滞している交差点から「信号何回待ち」とか、「何百米渋滞」とかの情報を聞き、それをまとめて時間がくると、マイクを通じ

て電波にのせるわけである。ただマイクが交通規制課の中の1つの机の上にあるだけなので、部屋の戸をあけしめるときのボタンという音がマイクに入って困ったという。

警察というと、市民は暗いイメージを持ち、本能的にきらう。その中で市民に直接サービスするものとして交通情報が誕生した。これが案外と好評を博したので、警察の唯一の市民サービスとして整備をはかることとなり、警視庁の屋上に建物を新築して交通情報センターとし、その中に交通状況表示板（写真－1.2.1 参照）を中心として、パトカーとの無線交信台、電話による問い合わせ応答台、放送ボックスなどを設けた。そして交差点にある交番の中で、警官が交通状況を目でみて判断し、所定のボタン（写真－1.2.2 参照）を押すと、警視庁の交通情報センターの交通状況表示板のその交差点の所に所定のランプがつく。ランプは渋滞度により色が変わる。パトカーからの情報も合せて、交通状況表示板の上には東京都内の交通状況が表示される。これを見て放送ボックスの中でアナウンサーが放送し、電話応答台では電話による問い合わせに応じる。この設備ができて使用を開始したのは昭和38年1月で、ラジオ放送も文化放送だけではなく、TBS、NHK、そして後ではラジオ関東も加わるようになった。

案外の好評に東京の警視庁だけではなく、大阪府警察本部もほぼ時を同じくして同じような設備で交通情報センターを発足させた。そして交通情報番組はラジオの放送番組の中で一番聴取率の高い番組となった。丁度この頃からテレビの普及でラジオを聞く人は減る一方で、せいぜいラジオを聞くのは自動車の中か病院のベッドの中かと云われるようになったことも交通情報の発達した一因となっている。

東京の警視庁や大阪府警察本部だけではなく、他の県警察も同じような設備をするようになり、施設も例えば情報収集を交番で警官がボタンを押すといった原始的な方法から、ループ式や超音波によるディテクターから交通量の情報を自動的に収集する方法がとられるようになり、またコンピューターも導入して情報の収集と処理を行い、信号機をコントロールして交通管制を行うようになった。東京の警視庁や大阪府警の設備も改善され、神奈川県警、埼玉県警、愛知県警、福岡県警、その他の県警でこのコンピューターを導入した交通管制システムが行われるようになった。

ここで交通情報の1つの大きな曲り角を迎えることとなった。それは電話で例えば警視庁の交通情報センターへ問い合わせる人たちが警察の交通情報だけでは満足しなくなったのである。警視庁の交通情報センターで判る情報といえば、道路交通情報のうち、地域交通渋滞、事故交通渋滞、催し

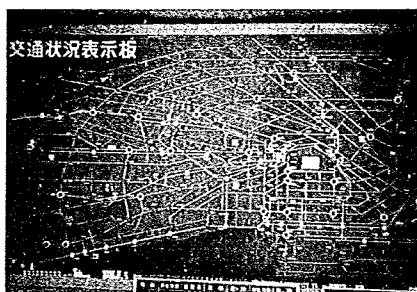


写真 1.2.1 警視庁交通情報センターの交通状況表示板



写真 1.2.2 警視庁交番の中にある交通渋滞度を示すボタンを押す警官

物などのための交通止の交通規制ぐらいのもので、ドライバーが欲しがる他の情報はほとんど判らないのである。これらドライバーの欲しがる他の情報は大部分が道路管理者側の情報であって、警視庁の交通情報センターでは判らない。ドライバーにとってはそんな行政機関の区分は分らないから、交通情報センターに聞けば何んでも判ると思って電話をかけて来る。そして神奈川県警や埼玉県警などの交通情報センターのように、電話をかけるとテレフォンガイドが働き、テープで90秒間現在何々交差点がどれだけ渋滞しているかだけしか教えてくれない。

ラジオ放送の方もマンネリ化して来た。毎日毎日同じことを繰り返してしゃべるだけである。渋滞している交差点は毎日殆んど同じであるから変化はない。これでは情報として価値はない。プロドライバーに云わすれば自然渋滞はラジオで聞く価値は無く、事故による交通渋滞の発生を知れば十分であるというようになった。

以上情報需要の変化をまとめると

(1) ドライバーが交通渋滞だけの単純な交通情報だけではなく、幅広い情報を求めるようになった。

(2) テレフォンガイドのテープによる一方的な情報提供ではドライバーに満足を与えない。

これらを解決するためには、(1)道路管理者から情報を警察の交通情報センターに連絡させる必要がある。(2)人員を増員して電話で直接応答する。

(1)の道路管理者から警察の交通情報センターに情報を連絡させることは、行政機関が異なる関係からうまく行かない。(2)の人員の増員は警察としては他にも増員を必要とするので定員の関係上そう簡単には実現できない。

丁度このとき、昭和43年飛騨川のバス転落事故が発生した。これを契機として道路管理者も道路情報センターを設けるようになったが、これを合せて日本道路交通情報センターが財団法人として発足し、上記の(1)(2)の問題点を一挙に解決することとなった。建設省地方建設局および道路三公団の管理局に、それぞれの退職者が日本道路交通情報センターの駐在員として勤務し、道路管理者側の情報を電話で警察の交通情報センターに送る。警察本部の交通情報センター（交通管制センターと名を変えたところもある）に、警察の退職者が日本道路交通情報センターの通信員として勤務し、電話による問い合わせに応じる。

以上であるから、日本道路交通情報センターは本部のある九段センターを除き、霞ヶ関センターとは警視庁、名古屋センターとは愛知県警、大阪センターとは大阪府警、福岡センターとは福岡県警、札幌センターとは北海道道警、それぞれの交通管制（情報）センターの中に机を並べているものである。そして各センター共情報提供のための電話は警察名義の電話である。

1.3 情報の種類と内容

情報の種類の分け方は静的情報と動的情報に分れる。これを内容から分類すると、(1)交通渋滞、(2)交通規制、(3)道路案内、(4)その他、の四つに分れる。

1.3.1 交通渋滞

(a) 地域自然渋滞（動的情報）

都市の一般道路の地域的交通渋滞で、今どこで交通がどれだけ渋滞しているかの情報。

(b) 高速自然渋滞（動的情報）

東京や阪神地方の都市高速道路や高速自動車国道の交通渋滞に関する情報、この交通渋滞解消のために行なわれるランプ閉鎖に関する情報。

(c) 路線自然渋滞(動的情報)

東京や大阪のような大都市から地方への幹線道路が年末年始とかお盆とかゴールデンウィークに交通渋滞する情報、なおこの渋滞は日時、場所、所要時間を予測することができる。

(d) 事故渋滞

交通事故が発生して、交通が渋滞しているという情報。写真-1.3.1

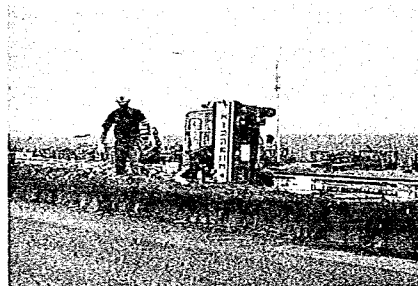


写真 1.3.1 交通事故

1.3.2 交通規制

(a) 恒常的交通規制(静的情報)

公安委員会つまり交通警察が最高速度を制限したり、一方通行、通行止、駐車禁止などの交通規制を行なっている情報。

(b) 一時的交通規制(動的情報)

(i) 催し物などのための通行止の交通規制

お祭りやデモなどのためにその日時だけ一時的に交通を規制するものである。

(ii) 道路工時による片側交互通行の交通規制

2車線道路において道路工事のために片側交互通行する情報。

(iii) 道路工事による迂回路のある通行上の交通規制

道路工事により通行止を行なうが近くに迂回路のある場合。

(iv) 道路工事による迂回路のない通行止の交通規制

道路工事により通行止を行なうが近くに迂回路のない場合。

(v) 災害予防のための通行止の交通規制

豪雨などのために災害が予想される場合にあらかじめその道路の交通を通行止にする情報。

(vi) 災害による通行止の交通規制

豪雨のため道路が欠損したり土砂をかぶったり冠水して通行止になっている情報。

(vii) 積雪による各種の交通規制

雪のためにチェーンを着装するとか、1車線通行になっているとかを通行止とかの情報。

1.3.3 道路案内

(a) 路線(静的情報)

目的地まで行くのにどの道路を通ればよいかの情報

(b) 距離(静的情報)

目的地までの距離

(c) 目的地への分岐点となる交差点(静的情報)

目的地へ行くのにどの交差点を曲ればよいかの情報。

つまり路線情報と合せて行先案内である。

(d) 所要時間(静的情報)

目的地までの通常の場合における所要時間。

(e) 有料道路とフェリー（静的情報）

有料道路やフェリーの通行料金、フェリーのダイヤに関する情報。

(f) 新道路開通（静的情報）

新しい道路が開通するとき、その道路に関する情報。

(g) 交通不能区間

一般国道ですらまだ峠付近とか河川で自動車の通れない箇所がある。この未開通区間に関する情報。

1.3.4 その他の情報

(a) 観光案内（静的情報）

観光地、海水浴場、スキー場、古跡名勝などに関する情報。

(b) 催し物・レジャー情報（動的情報）

お祭りとか、自動車ショーとか、スキー場の状況とかの情報。

(c) 道路の幅員構成など（静的情報）

道路の歩道の有無、車道の車線数、車道の幅員など、

(d) 道路の構造要因（静的情報）

橋梁の制限荷重、トンネルの高さなどに関する情報。

(e) 交通量（動的情報）

交通量およびその変動に関する情報。

1.4 情報の収集と体制

道路交通情報のうち静的情報については、道路管理者および公安委員会つまり交通警察が行政上の資料として整理保管しているものである。これを必要に応じて、道路利用者に何らかの方法で提供している。これに反して動的情報はたえず変化するものであるから、情報収集もたえず行なわねばならない。動的情報も道路管理者および交通警察が行政上の必要からたえず収集していて、他の者が入り込む余地はない。またその必要もない。ただ催し物とかレジャー情報については第三者に情報源を頼らざるを得ない実情にある。なお気象情報については気象庁を情報源とすることは、もちろんである。

以下、動的情報の収集について道路管理者および交通警察の行なっている現状を次に示す。

1.4.1 道路管理者の情報収集

高速自動車国道の管理体制と情報収集は、高速道路という性格からしてよく整備されている。日本道路公団の道路パトカーがたえずパトロールし、無線電話により管理局の交通管理所に連絡している。そして約1 km 毎に路側に設けられている非常電話が管理局の交通管理所に直通になっている。ドライバーからの情報が得られるようになっている。自動車が故障したり、事故が発生したり、道路に異常があるときには、ドライバーは路側にある非常電話により交通管理所に速報することができ、道路管理者たる日本道路公団はそれにより適切な処置をとることができる。なお道路工事による交通管制は管理局にて掌握していることはもちろんである。

都市高速道路つまり首都高速道路と阪神高速道路についても上記の高速自動車国道とほぼ同様な

管理体制と情報収集が行なわれている。そして非常電話の設置は数100m間隔に密度高く数多く設けられているのは、都市高速道路という性格上当然であり、さらに主要な地点にはループコイルを舗装内に埋設して1車線ごとの交通量と速度を自動的に測定し、中央管理局の交通管理課内にある電子計算機と結んで記録をとるとともに、交通が混雑してくると管理所内に表示されるようになっている。このほか工業用テレビも据付けられている。

一般国道のうち指定区間は建設省の直轄管理区間になっていて、各工事事務所の道路パトカーが1日に1回はパトロールすることになっている。高速自動車国道や都市高速道路に比べて、パトロールの密度が低いのは、自動車専用道路と一般道路の差異もあって致し方がない。その穴埋めの意味もあって、一般国道の沿道にあるガソリンスタンド、ドライブイン、整備工場、その他に依頼して道路モニターを置き、情報収集の一助をなしている。なお道路工事による交通規制については、工事事務所の所管である。

指定区間以外の一般国道や都道府県道についてはパトロールする自動車も少なく、モニターもないのが現状で、情報の収集についてはあまり多くを期待できない。

なお地方有料道路については、高速道路に準ずる管理体制と情報収集が行なわれている。

1.4.2 交通警察の情報収集

交通警察が道路交通に関して情報を収集する手段として用いているのは、パトカーによる無線電話と、交差点付近にある交番からの連絡である。最近各地に交通管制センターが設置され、車両感知器によって測定された情報が、即時自動的に中央に伝送され、電子計算機によって常時解析し、通過交通量、平均速度、平均密度、渋滞長などを算出する。これらの処理された情報は、管制室の中央地図板上（交通状況表示板）に交差点別、方向別に表示されるほか、信号制御も実施している（道路交通管制その2、その3参照）



写真 1.4.1 パトロールする道路パトカー

高速自動車国道の管理局にある交通管理所には、道路パトカーからと同様に警察のパトカーからの無線電話も受けられる。

交通管制の実施されていない一般道路では、数多くある交番が威力を発揮する。警視庁を例にとれば、地域制御の実施されているところでは、自動的に収集処理された情報が交通情報センター内にある交通状況表示板に表示される。しかしまだ実施されていない区域では、交番にある交通渋滞報告機と上記表示板とが電話線によって結ばれていて、交番で交差点の混雑状況をあらかじめ決められたボタンを押すことによって、交通状況表示板に各種のランプが点灯することとなっている。交差点付近に交番がないときには、電柱に交通渋滞報知機が取り付けられていて、パトロールする警官が必要に応じてボタンを押すこととなっている。なおこのほかにパトカーやヘリコプターからの無線による情報も収集されている。

2. 交通管制の現状

交通管制は一般道路の交通管制と高速道路の交通管制とに分れる。一般道路の交通管制とは交通信号機をコンピュータを使って交通量に応じて地域的にコントロールしようとするものであり、高速道路の交通管制とは入路閉鎖、流入制限、強制流出、流出促進を行うことにより自動車専用道路の交通渋滞を防ぐものである。

2.1 交通管制の目的

道路の交通状態は、自動車の保有台数が増加するにつれて悪化し、自然の成行きにまかせていたのでは、その役割を十分に果たせなくなってきた。それで「交通流を適当に処理し、交通の円滑と安全をはかるため」に交通管制が必要となってきた。具体的には

- (1) ドライバーの予期しない遅れ、これによって起る旅行時間の増大を防ぐこと。
- (2) 道路網としての処理能力の低下を防ぐこと。
- (3) 走行の安全性を高めること。

などを交通管制の目的としている。

以上は一般道路の場合であるが、高速道路の場合においても、供用延長の伸びと相俟って交通量も飛躍的に増加し、交通事故、渋滞の発生も増加の一途をたどっている。ことに高速道路は一般道路と異って一度流入すると迂回・経路変更などの制約が大きいので渋滞の影響は一段と深刻である。

道都高速道路において渋滞の発生が問題となり始めたのは昭和43年末からで、自然渋滞が顕著になったのは昭和44年6月以降である。この年の5月末に高速1号上野線が完成するにいたって1日約1万台の交通量が増加し、自然渋滞が頻繁に発生するようになった。

その後高速5号池袋線が全通し、都内線の交通量も1日30万台を越えた。また昭和45年4月には料金改定があったにもかかわらず、利用台数は徐々に増加する傾向にあり、交通事故も1日10件近く発生し、処理のための現場活動も非常に困難な状態になってきた。

表 2.1.1 首都高速道路月平均渋滞発生状況

(昭和44.9～昭和45.8)

渋滞種別	発生件数 (1日平均)	発生比 (%)	平均 渋滞長	平均渋滞 持続時間
自然渋滞	136 (4.5)	75	2.0	2 : 41
事故渋滞	35 (1.1)	19	3.6	1 : 13
その他の渋滞	10 (0.3)	6	4.6	1 : 37
全渋滞	181件 (6.0)	100%	2.4 km	2 : 20H

表-2.1.1に首都高速道路における渋滞発生状況を示す。この表は統計として渋滞延長約1km以上のものだけであり、この中には状況の悪化を防止するため流入路閉鎖や迂回指示等の強制管制

を行なったものも含まれている。

表 2.1.2 阪神高速道路空港線渋滞発生状況

(昭和44年度)

渋滞種別	件数	発生比(%)	平均渋滞経続時間	平均渋滞長(km)
自然渋滞	564	62	1:39	4.2
事故渋滞	187	21	1:10	3.1
故障車渋滞	63	7	1:01	3.0
その他渋滞	97	10	1:15	3.3
全渋滞	911	100	1:28	3.8

表 1.5.2 に昭和 44 年度の阪神高速道路空港線における渋滞発生状況を示す。また東名高速道路のような高速自動車国道においても、年末年始やゴールデンウィーク、お盆とかの特定の時期に帰省客や観光客が殺到し、交通渋滞をひき起している。今後もこの傾向は続くものと思われ、高速道路の供用が延長されるに従ってさらに一層の交通混雑が予想される。

これらの対策としては、交通の状況を常時把握し、事故、故障、渋滞を速やかに探知して、道路利用者に情報を提供し、あるいは規制する交通管制計画を樹立し、その運用体制を確立することが必要になる。特に高速道路においては高速道路通行中の高速、安全、確実性の確保、道路の有効利用、その他高速道路の機能を維持するためには自然渋滞の発生を予防し、事故発生の場合には流出指示強制流出流入制限等を行なって早期に機能を回復するための交通制御が必要である。

2.2 交通管制の概要

道路の交通状態は、自動車の保有台数が増加するにつれて悪化し、自然の成行きにまかせていたのでは、その役割を十分に果せなくなってきた。それで「交通流を適当に処理し、交通の円滑と安全をはかるため」に交通管制が必要となってきた。具体的には

- (1) ドライバーの予期しない遅れ、これによって起る旅行時間の増大を防ぐこと。
- (2) 道路網としての処理能力の低下を防ぐこと。
- (3) 走行の安全性を高めること。

などを交通管制の目的としている。

交通管制の体系には、これらの目的を達成するため

- (1) 与えられた交通体系において最適な管理運用が行なわれ、
- (2) 交通の流れを管制するため、所要の地点について交通流のデータを収集し、
- (3) 新しい体系が必要となったときでも容易に拡張または改善できるもの、

が要求される。

また運用面では⁷⁾

- (1) 交通に関する情報を収集できること、つまり自動的な収集装置(必要に応じて人力による収集を含む)と収集された情報の処理および記憶ができること。
- (2) 交通量、交通密度、速度、信号待行列長およびその他のデータによって、交通の状況および制御の判定を即座に行なえること。

- (3) 地点、路線、地域およびそれらの複合された地域の信号による制御ができること。
 - (4) 交通情報を表示できること。
 - (5) 迂回誘導を行なう必要性の判定と表示誘導が実行できること。
 - (6) 規制標識の制御が行なえること。
 - (7) 交通状況によって警報が出せること。
 - (8) 管制官による管制の割込みができること（これは交通状況により、特別の判断を必要とするとき、直ちに適切な管制が行なえるようにするためである）。
 - (9) 交通情報の提供が行なえること（ラジオ、テレビなどによる放送、特別な情報表示板による表示および特別な通信装置による車両との通話が行なえること）。
 - (10) 交通警察官による規制、誘導および必要に応じて交通機動隊の派遣による管制が行なえること。
 - (11) 緊急自動車が急行できるような信号制御によるグリーン・ウェーブが可能であること。
- 以上の各項目を有機的に結合し、総合的な機能を発揮できるようにすることが必要である。

2.3 交通管制の歴史

道路交通管制は、100年前ロンドンにおける手動式信号機が始まりだといわれている。1913年 James Hogeが電動式交通信号を開発し、翌1914年にクリーブランドで初めて使用された。これが1920年代初期に英国全土に普及した三色信号機の起源となった。つづいて進行系統式信号が1922年に考案され、1928年に交通感应式信号機が設置されている。

わが国でも、1930年に交通信号機が日比谷交差点に設置されたが、1960年頃までは本格的な研究開発が行なわれなかった。1963年になって感应式信号機が開発され、交通情報に基づく制御が研究されるようになった。1966年には電子計算機を用いた地域信号制御システムが開発され、まずトロント市に、ついでサンホセ、ウィチタフォール、ニューヨーク、ロンドン、グラスゴーおよびミュンヘンで建設されている（表-2.3.1参照）。トロントでは大きなデジタル汎用計算機 Univac 1107 を用い、2000個の感知器を配して1000個所の交差点を信号化した。1969年に、さらに600個以上の信号機が計算機に接続されている。サンホセはIBM 1800の小型計算機を用いて、420の感知器から得られたデータに基づき65の交差点を制御している。

日本では1966年に東京銀座地区で35交差点を対象とする小規模実験システムをつくり、ついで1970年5月に123交差点、196感知器をもった広域制御システムを完成させた（8.1節参照）。

交通信号による管制と並行して交通渋滞情報を主体とする道路交通情報センターが警視庁をはじめ主な府県警察本部に設置され、ラジオなどによる放送が行なわれるようになった。

2.4 交通管制の交通要素

道路運用つまり道路交通管理は、道路管理、車両管理および交通管理の三つに分けることができる。鉄道では線路、汽車電車および列車運行が一体として運用されているように、これら三者の間には密接な関係があるにかかわらず、道路交通ではそれぞれが独自に発展してきたので、道路交通をシステムとして眺めたとき、必ずしも十分な形態を整えているとはいえない。現在は道路交通システムを確立すべく、いろいろの障害を乗り越え、多方面からアプローチしている段階である。

表- 2.3.1 外国での地域制御例

都市名	信号数	感 知 器	制 御 方 式	電 子 計算機	伝送網	構 成	費 用 (億円)	自動計測 ささる 制御情報	完 成 年
ニュー ヘブン	200	—	6通りの週間 プログラムの 手動切換え	使用	無 線		18		
シドニー	95 (容量)	テレビカメラ 15台 (最終)	マニュアルプ ログラム選択	使用	自 営 線				1966
ワシン ト ン	100-200	ル ー プ	交通感应プロ グラム	使用	専 用 線			交通量, 速 度, オキュ パンスー待 時間	1971
バル チモア	860	踏板レーダー	交通感应プロ グラム選択	使用	自 営 線	8分割	25	交 通 量	1965
フィラデ ルフィア	320	10 踏板レーダー	交通感应プロ グラム	使用	自 線 および無線	7分割	35	交 通 量	
ニュー ヨーク	2700 (容量)	3600 超 音 波 レ ー ダ ー (容 量)	交通感应プロ グラム選択	使用	専 用 線	19分割→ 60分割	360	交 通 量 度	1970 (別に中心部 の計画あり)
パースル	50		交通感应プロ グラム選択	使用				交 通 量	
テル アビブ	100	200	交通感应プロ グラム選択	使用		20~30 信号 をマスターに 連結, 全マスタ ーを中央制御 機に連絡		交 通 量	
トロント	500 (1966年)	(容量1000) 1000 (容量2000) ループコイル	プログラム選 択方式にプロ グラム形成方 式を多少加え たもの	使用	専 用 線		136	交通量, 行 列長待時間	1966
西 ロンドン	68	400 ゴムチューブ ループコイル	交通感应プロ グラム選択		専 用 線			交通量, 速 度, 行列長	1967
サンホセ	59	400 ループコイル 370個 踏板式 80個	プログラム形 成制御	使用	専 用 線		0.36	交通量, 速 度, オキュ パンスー待 時間	1965

管理施設として

- (1) 交通信号
- (2) 規制標識
- (3) 規制標示
- (4) 交通情報

があげられる(図- 2.4.1 参照)。

(1)の交通信号の最終目標は面制御であるが、理論や実施面でのむずかしさのために実施されるようになったのは最近のことである。

(2)の規制標識については、今まで固定のものか、時間帯可変のものだけであった。ところが交通

状況は時間帯のみを変数とする関数ではないので、不合理な面が多く、交通信号とを関連させながら交通量の変動によって変更できるようにしなければならない。

(3)の路面表示を考えてみる。アメリカの郊外道路は通勤交通が主流を占めているので、車線変更を行なう例が多い。5車線道路あるいは7車線道路の中央車線を上りあるいは下りに繰入れて3:2とか4:3にしたり、ときには4車線を3:1とする場合もある。

車線変更の例にシカゴで行なわれているコンクリートブロックの昇降がある。これは水圧ポンプで道路に沿って埋め込まれたブロックを上下させるものである。また保守費用の比較的低い方法としては中央の2車線を独立した一方通行道路としてピーク時にその入口で進入の可、不可を表示するものである。最近の車線変更はほとんど電光表示方式をとっている。車線変更としては、その他に右折専用車線、追込車線の変更などがあげられる。

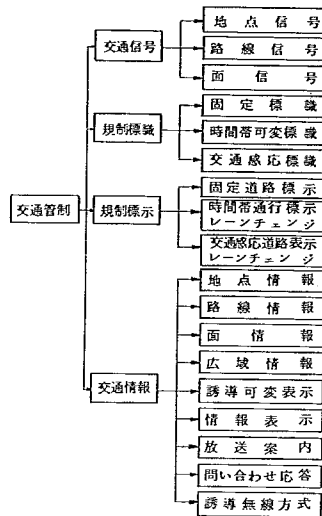


図 2.4.1 交通管制の構成図

(4)交通情報提供機関として警視庁や主要府県の警察本部に独立した情報センターが設けられているほか、1970年に全国の道路情報を随時提供することを目標に「日本道路交通情報センター」が設立されている。

しかしながら、これら情報センターは交通管制の一環として、また一般道路利用者が要望する道路交通情報の提供という点から考えると、情報収集や情報の処理能力を一段と高め、質の飛躍的向上をはからなければならない。

図 2.4.2 は交通管制システムの一例をブロック・ダイアグラムで示したものである。

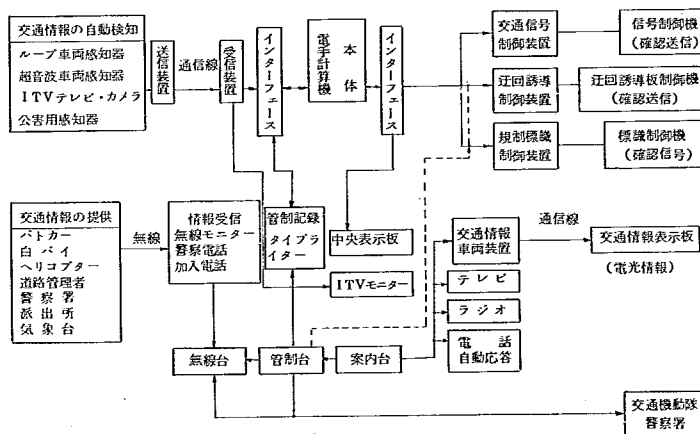


図 2.4.2 交通管制のブロック・ダイアグラム

3. 交通情報の収集と伝送および処理

3.1 交通情報の要素

交通管制の目的は2章で述べたように、交通渋滞の回避、緩和ないしは解消によって道路の効率的利用をはかろうとすることであるが、このためには道路の交通状態を的確に把握しなければならない。この交通状態を知る手掛りとなるものが交通情報であり、いくつかの種類がある。ここでその主なものをあげると、

(1) 交通量：最も一般的かつ基本的な交通情報で単位時間内に、道路のある地点を通過した車の台数を意味し、地点情報の一つである。これはわかりやすいという特長を有している反面、交通の混雑状態に対して2価関数的な関係をもっているため（図-3.1.1参照）単独情報としては価値が少ないので、他の情報と抱き合せて用いる必要がある。

(2) 速度：車の速度は交通混雑状態と対応しているので交通量よりはすぐれているが、車の性能、運転技術あるいは運転者の属性などによって相違する。これには時間平均速度と空間平均速度とがある。

時間平均速度は $\bar{v}_t$ は次式で表わされる地点情報である。

$$\bar{v}_t = \sum_{i=1}^n v_i / n \quad \text{.....(1)}$$

n ：観測地点をある時間内に通過した台数

v_i ：各車の速度（ $i = 1, 2, \dots, n$ ）

空間平均速度 $\bar{v}_s$ はある時間における区間情報である。

$$\bar{v}_s = \sum_{j=1}^m v_j / m \quad \text{.....(2)}$$

m ：ある道路区間に存在した台数

v_j ：各車の速度（ $j = 1, 2, \dots, m$ ）

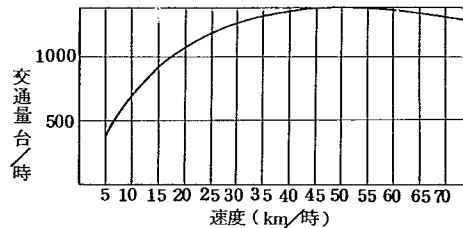
(3) 交通密度：道路の単位長当りに存在する車の台数で、瞬時の量である。 k を交通密度とすると、

$$k = m / L \quad \text{.....(3)}$$

L ：区間（km）

m ：区間 L 内にある車の台数

交通密度は交通混雑状態を忠実に表わす指標である。しかし瞬時の量であるから区間長 L や時間のとり方に注意する必要がある、 L は800m以上とすることが望ましい。



注) 2方向2車線道路の1方向1車線を示す。

図-3.1.1 速度と最大交通量関係図（2方向2車線道路の1方向1車線）

図より $f(35) = f(74) = 1371$

つまり $f(x_1) = f(x_2)$ であるが

$x_1 \neq x_2$

また交通量 q と空間平均速度および交通密度との間には次のような関係がある。

$$q = k \cdot \bar{v}_s \dots\dots\dots (4)$$

- (4) 空間オキュパンシー：ある一定長の区間内に存在する車の長さの総和がその区間長に占める割合で、交通密度に車長の要因が付加されたものである。空間オキュパンシーを O_{cs}

$$O_{cs} = \sum_{j=1}^m l_j / L \dots\dots\dots (5)$$

L ：区間長

m ：区間 L 内の車の台数

l_j ：各車の車長 ($j = 1, 2, \dots, m$)

もしすべての車の車長が等しく $l_j = \bar{l}$ の場合は

$$O_{cs} = m \bar{l} / L = \bar{l} \cdot k \dots\dots\dots (6)$$

となり、密度を定数倍したものとなる。

交通密度を計測するには、区間両端の交通量から求めるのに対し、空間オキュパンシーは長大ループを用いて計測するため検知ミスが少なく累積することもないので、費用はかさむが非常に好ましい情報といえる。

- (5) 時間オキュパンシー：ある 1 地点での計測時間全体に占めるその地点に車が存在した時間の割合で、これを O_{ci} で表わすと

$$O_{ci} = \left(\sum_{i=1}^n l_i / v_i \right) / T \dots\dots\dots (7)$$

T ：計測時間

n ： T 内に通過した車の台数

l_i ： i 番目の車の車長

v_i ： i 番目の車の速度

- (6) 所要時間：最も望ましい道路情報であるが、機械的に計測することがほとんど不可能と思われる。それで計測の可能な量を基にした予測値として交通制御システムに組入れれば有力な手段となる。
- (7) 渋滞長：ラジオの交通情報でよく使われており、観測手段としてヘリコプター、飛行機、警察官などの人の判断によって行なわれ、機器による正確な数値としてとらえにくい。
- (8) 事故：回避通行や通行止め、事故車の排除などきわめて重要な意味をもち、機器的に発見するには、交通密度、オキュパンシーの変化、交通量の 2 地点の相関などが考えられるが、一般電話、非常電話、パトロールカーによる通報が最も有用である。
- (9) 催物：お祭りやデモのため一時交通を通行止にするものであって、あらかじめ場所と時間が分っており、室外で収集すべき情報ではない。

3.2 車両の感知方式

車両の感知方式としては表-3.2.1.のように種々の方式が考えられるが、感知精度、機器の寿命設置および保守の難易性、運用上の規則、価格など実用上各種の要素を考慮し、ループ式と超音波式車両感知機が今日最も広く使用されている。

表 - 3.2.1 各種車両感知器の比較表

方 式		存在 検知	通過 検知	皮作用	精 度	安定度	設 置 難 易	寿 命	消費電力	車線区分	方向判別	車長 判別	環境変化に対する自動補正	COCU PANC Y(占有率)測定	分解能	待ち行列 検知	応答 速度	車頭 間隔	実施 例	価 格	問 題 点
圧力感応形	ゴムチューブ式	不可	可	中	やや良	良	容易	ゴムチューブは短	小 不可	不 可	組合せで可	不可	-	不可	良	不可	中	-	多	安価	ゴムチューブが切れやすい
	踏 板 式	不可	可	大	良	良	困難	中	小 可	可	組合せで可	不可	-	不可	良	不可	早い	-	少	安価	道路をいためやすい
	テ ー プ スイッチ式	不可	可	小	良	良	容易	短	小 可	不 可	組合せで可	不可	-	不可	良	不可	早い	-	少	安価	路面への固定が困難
	ロードセル式	不可	可	小	良	良	きわめて困難	中	小 可	不 可	不 可	不可	-	不可	良	不可	早い	-	なし	安価	デリケートな調整が多い
金属感応形	磁 気 式	可	可	なし	良	不良	きわめて困難	中	小 可	可	組合せで可	可	可	可	不良	可	早い	2m	なし	高価	路面に金属があると感応低下、補正機能必要
	ル ー プ コイル式	可/不可両方	可/不可両方	なし	きわめて良	きわめて良	やや容易	長	中 可	可	組合せで可	可	可	可/不可両方	やや良	可/不可両方	早い	0.5m	多	やや高価	同上 補正機能付が普及
形状感応形	光 電 式	可	可	赤外線はなし	不良	不良	や 困難	中	大 不可	不 可	組合せで可	不可	可のものあり	可	良	可	早い	-	少	安価	環境の影響を受けやすい。保守や電球の交換などで繁雑
	レーダー式	可	可	なし	良	きわめて良	容易	発振管	大 可	組合せで可	組合せで可	組合せで可	-	可	良	可	早い	-	少	高価	免許および無線従事者資格が必要
	トッブラレーダー式	不可	可	なし	良	きわめて良	容易	発振管	大 可	組合せで可	可	可のものあり	-	不可	やや良	不可	中	-	少	高価	同上
	超音波遮断式	可	可	なし	良	良	容易	長	中 可	組合せで可	組合せで可	組合せで可	-	可	良	可	早い	-	少	やや高価	風速20m以上
	超音波スバル式	可	可	なし	良	良	容易	長	中 可	組合せで可	組合せで可	可	-	可	良	可	早い	-	多	高価	同上
	超音波トッブラ式	不可	可	なし	良	良	容易	長	中 可	組合せで可	可	可のものあり	-	不可	やや良	不可	中	-	少	高価	同上
その他	雑音電波式	可	可	なし	不良	良	容易	長	小 不可	不 可	不 可	不可	-	可	不良	可	中	-	なし	安価	ディーゼル車検知せず
	雑音騒音式	可	可	なし	不良	良	容易	長	小 不可	不 可	不 可	不可	-	可	不良	可	中	-	なし	安価	外来騒音で誤動作

3.2.1 ループ式車両感知器

ループ式車両感知器は路面下 5 ～ 10 cm の深さにループコイルを埋設し、車両接近による電磁氣的定数の変化を検出するものであり、感知精度にはループの大きさと設置位置が影響する。この感知器はループの断線という欠点はあるが、異常通行がなければ 99.7 % 以上の精度が得られる。しかしループに接近して他の金属が存在すると検知感度が著しく減少する。したがってループと鉄筋間は 5 cm 以上、鋼床版など鉄板が存在するときは、10 cm 以上離すことが望ましい。また未舗装道路や舗装されていても路面の凹凸や亀裂のひどい所では使用できない（写真－ 3.2.1. 参照）

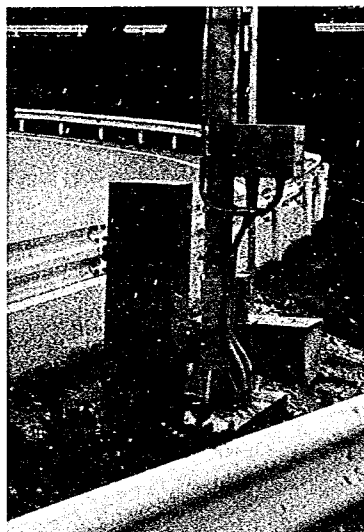


写真3.2.1 長大ループ式車列長感知

器車両の待ち行列長を、路面下に埋設したループにより計測するもので、ループのインダクタンス変化を検出し、検知出力に変換して検知する、1 基につき 150 m の範囲を検知している。

3.2.2 超音波式車両感知器

この感知器は図－ 3.2.1. のように道路上または側方に設置した感知器ヘッドからビーム状の超音波パルスを車両に向けて発射し、反射波の状況変化を検出する装置である。

この方式ではビーム投射方式が検知精度に大きく影響する。図－ 3.2.1. (a) は多車線道路の車線交通量を高精度で求め得るが、道路幅員が広いとヘッド固定用のアーム設置が大規模になる。また最近の乗用車はフロントガラスや後部が傾斜しているものが多く、時間オキュパンシーの測定には反射波が散乱して有効な反射波が少なくなる。図－ 3.2.1 (b) は斜上式と呼ばれ、ヘッド寄り車線を大型車が走行するとき遠方車線を並進する小型車は感知できないことがある。

図－ 3.2.1 (c) は単車線道路の車両感知、または多車線道路の場合、測定区間内の車両の有無を検知する場合に有効で、ヘッドの設置方法も容易である（写真－ 3.2.2 参照）。

初期の交通制御用車両感知器としては、車両の通過台数または車両存在の有無を検知することに重点がおかれていたが、現在ではこれに加えて検定範囲内に車両が存在した時間、つまり時間オキュパンシーに関する情報が必要とされている。

以上(1), (2)をまとめて表－ 3.2.2 になる。

表－ 3.2.2 車種構成と検知方式

車 種		自 動 2 輪 車	乗用車およびバス	大型トラック・特殊車
検知方式と条件など	ループ式	- 鉄筋入り道路では感度不足となることがある。 - ループの設置方法に考慮が必要である。	- 車両の床が低いので感度の点でも問題はない。 - 絶好の検知対象である。	- 床が高い車両では、1 台の車両で複数個の検知パルスが出ることもある。 - ループ寸法を広げるか複数のループを用いる必要があるが分解能が犠牲になる。
	超音波式	音波の反射面積が小さいので図－ 4 (c) のように側射式にすることが必要。	- とくに問題はない。 - ビーム投射方式にもよるが精度の点ではループ式に劣る。	とくに問題はないが、保持時間をやや長く設定することが望ましい。

3.2.3 気象状況による感知方式

寒冷地や山間部では気象条件を考慮することが必要であり、とくに積雪の多い地域においては、車両の走行チェーンやスノータイヤの使用および除雪作業などにより路面が損傷する。また路面に積雪があると、ループ式車両感知器ではループから車両底部までの距離が大きくなって感度が減少する。その他ループ断線時の保守の容易性などを考えると、積雪地帯における車両感知方式としては超音波方式が有利である。ただし超音波方式による場合でも図-3.2.1 (b), (c), では検知が困難となる。それは路面上の積雪面が、通過車両の深いワダチによって凹凸を生じ不規則に変化するからである。(図3.2.2 参照)。また図-3.2.1 (c)では除雪による堆雪によって音波ビームがさえぎられたり、取付位置によってはヘッドが埋まる可能性もある。

よって除排雪作業が十分でなく、積雪による路面状態が不規則に変化する場所での車両感知には、超音波方式を図-3.2.1(a)の頂上式で用いるとともに、機器調整時に實際上予想される積雪高を見込んでおかなければならない。

3.2.4 車両感知器により得られる交通情報

ループ式、超音波式のいずれも通過する車両が感知領域を占有している時間をパルス幅とする。パルスを発生するもので、このパルスを感知信号と呼んでいる。この感知信号を中央機関に送信する。このパルス数とその車線の通過交通量を示し、パルス幅が占有時間を示す。

パルス幅 t_i (車両 i が感知領域を通過するのに要する時間) は次式で表わされる。

$$t_i = (L + l_i) / v_i \quad \text{..... (8)}$$

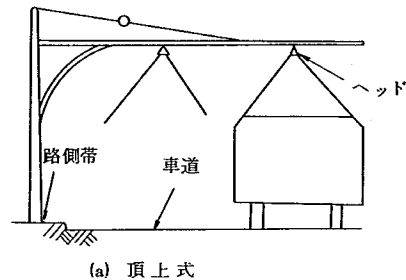
l_i : i 番目の車の車長

L : 車両感知器の検知幅

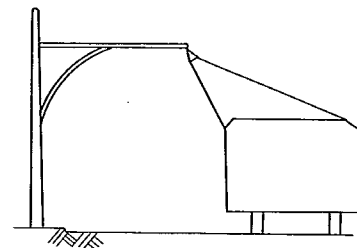
v_i : i 番目の車の速度

よって T 時間内に n 台の車両通過を感知した場合の時間オキュパンシーは

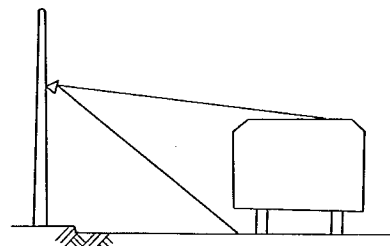
$$O_{ct} = \frac{\sum_{i=1}^n (L + l_i / v_i)}{T} \quad \text{..... (9)}$$



(a) 頂上式



(b) 斜上式



(c) 測射式

図-3.2.1 超音波式車両感知器のビーム投射方式

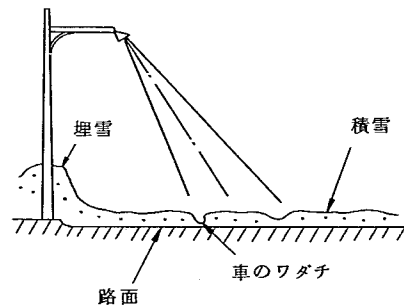


図-3.2.2 積雪時の路面状態と不適当な検知方式

となる。

実際にはこれに車両感知器の検知幅による補正係数を乗じなければならない。

$$O_{cl} = \alpha \sum_{i=1}^n l_i / T \quad (10)$$

α : 車両感知器の検知幅による補正係数

3.2.5 道路交通情報に使われる情報

(a) 道路交通情報で使われる交通渋滞を示す一つの尺度に行列長があり、これと同時にオキュパンシーとの関係を調べたものに図-3.2.4がある。これは横浜市の例であるが、信号待ち行列長の増加に伴ってオキュパンシーも増加し、行列長が車両感知器の設置位置に達すると、オキュパンシーが25%から35%に変わり、この点を越えると、再び行列長と比例して変化する。

この実験から、

- (i) 車両感知器の設置地点に達するまでの信号待ち行列長を予測することは可能である。
- (ii) 信号待ち行列の増加と減少状況とは若干異なり、ヒステリシス・カーブを描く。

といえる。

- (b) 車両感應制御に使用する交通情報に、車両が交差点に到着する状況を知るため、単位時間内に、交差点に到着する後続車があるかどうかを感知信号を走査して検知するものがある。
- (c) 系統化制御には、方向別の交通量と、その量に対応する最適平均走行速度を算出することが必要である。

3.3 感知方式の精度

現在交通管制用として広く用いられているループコイル式と超音波式感知器が車両をどの程度検知してるか調べてみよう。

3.3.1 交通量

車両感知パルス数は、実交通量に対して不足したり、過大となったりする。これは感知器が感知領域を通過している車と同数のパルスを発生しなければならないが、通過車量が重複したり(不足)感知パルスが断続して複数の車両が通ったと誤認(過剰)するからである。この原因の一つに異常

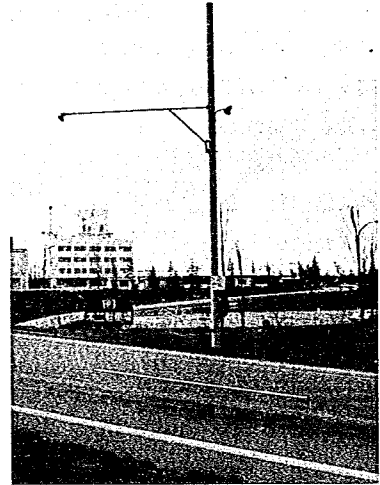


写真 3.2.2 超音波式車両感知器
交通量と時間オキュパンシを
頭上または路側より計測する
もので一定のくり返し周期で
超音波パルスを発射し、送信
波と受信波の時間差により、
車両の存在を検知する。

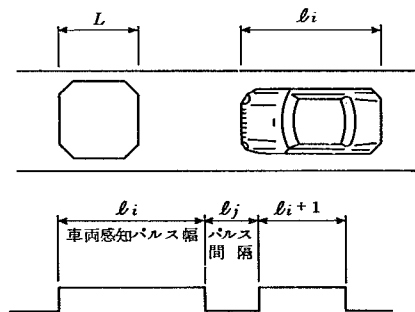


図-3.2.3 車両感知信号

通行、つまり感知領域を2台の車が並進したり、車両間隔がきわめて接近しているため、分離して感知できない場合、あるいは感知領域をはみ出して通行する車両などがあげられる。

図-3.3.1は阪神高速道路本町分岐点(船場行)での走行分布のデータである。

総通行台数 393台
異常通行台数 86台
異常通行率 22%

また45年10月初旬横浜市と大宮市で現在設置されている感知器の感知領域に対する車両の通行分布を調べると表-3.3.1のようである。

同じく実際に通った車に対して感知された車両の割合を調べたものに表-3.3.2があり、比較的高率で検知されていることがわかる。

また表-3.3.3は感知器による測定誤差を8回にわたって実測して求めたものである。

3.3.2 時間オキュパンシー

車両感知器で計測できるもう一つの情報は時間オキュパンシーである。表-3.3.4は車両が感知領域を通過し終るのに要する時間の1台当り平均と、感知器が実際に感知する時間長の平均とを比べたものである。

次に車両感知時間長と交通流パラメタとの理論的關係を改めてまとめてみると式(8)、(4)より

$$\sum t_i = \sum \left(\frac{L + l_i}{v_i} \right) = qT \frac{\bar{l}_s}{\bar{v}_s} = \frac{\bar{l}_s}{kT\bar{l}_s} \quad (1)$$

また

$$O_{ot} = \sum t_i / T = k\bar{l}_s = \sum k_i \cdot l_{s,i} \quad (2)$$

l_i : 車両*i*が感知領域を通過するのに要する時間

q : 単位時間当り交通量

T : 観測時間

$l_{s,i} = L + l_i$: 感知領域長+車両*i*の長

v_i : i 番目の車速

$\bar{l}_s$: k_i で重味をつけた $l_{s,i}$ の平均

$\bar{v}_s$: 空間平均速度

k : 交通密度

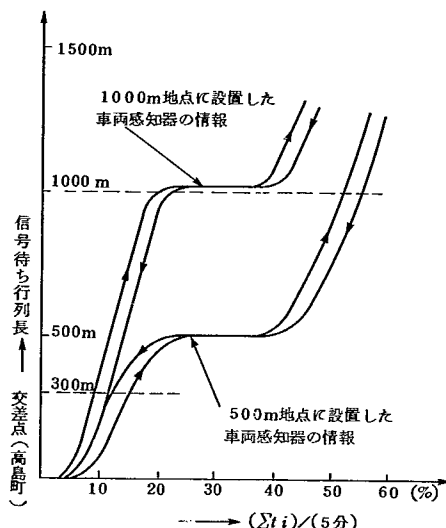


図3.2.4 オキュパンシーと行列長

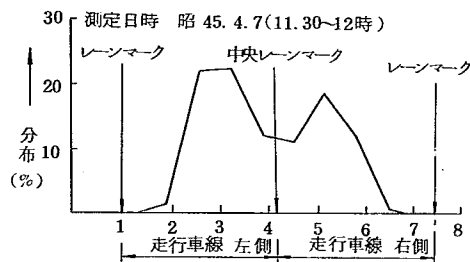


図3.3.1 車線通行分布

表3.3.1 感知された車両の通過位置分布

	ループコイル式		超音波式	
	A	B	C	D
中央(車(a)注)	76	83	84	81.5
1/3以下(車(b)注)	20	15	5	18
すれすれ(車(c)注)	4	2	4	0.5
域外			7	

注) 図-3.3.2参照

k_i : 各 $l_{s,i}$ に対応する車両密度

O_{cl} : 観測時間 T 中の時間オキュパンシーとなるから時間オキュパンシーを交通流のパラメタと結びつけるためには $\bar{l}_s$ を定めねばならない。 $\bar{l}_s$ は車種構成によって変化するが、同一地点では一定値であることが望ましいので、この地点に適当なある常数を用いたとき生ずる車種構成の変動や計測誤差に基づく誤差を調べることにする。感知器で計測された時間オキュパンシー（以下 O_{clp} と書く）に適用する $\bar{l}_s$ （以下 l_p と書く）と、実測して求めた時間オキュパンシー（ O_{clm} ）およびこれに対応する $\bar{l}_s$ （ l_m ）の値とを基本にして考えれば、両者が一つの交通量を同じように表現できるためには、式(3.3)から次の関係が生ずる。

$$l_p/l_m = O_{clp}/O_{clm} \quad (3)$$

もし観測時間帯による車種構成の変動や、感知誤差がなければ $O_{clp}/O_{clm} = \text{一定}$ となるはずであり、実測の結果でもおおむねそうであったと報告されている。

表 3.3.3 感知パルスによる 5 分間交通量計測の誤差

観測回数 観測地点		(%)							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ループ コイル式	A	+ 6.55	+ 5.34	0	0	0	0	- 1.45	- 2.64
	B	+ 5.10	+ 2.38	+ 1.72	0	0	- 2.63	- 5.06	- 6.33
超音波式	C	+52.50	+47.3	+25.7	+25.0	-14.7	+11.1	+3.20	0
	D	+17.9	+4.60	+1.80	+1.17	-2.22	+3.70	-5.06	-7.60

また l_m の値をみると、観測地点間では有意差を示し、また車種構成の違いを表わしているが、同一地点でほぼまとまった値を示している。（表-3.3.5 参照）。

次に各観測地点で l_p を一定値とし、 l_m の平均的な値と、 O_{clp}/O_{clm} の平均的な値との積をとると表-3.3.6 のようになる。この表によると観測点 A, B, D の順に誤差が大きくなっているが、表-3.3.5 の変動係数も同じ順序になっているので、車種構成の変動による誤差の重味がかかなり含まれている。

以上のことから、感知器による時間オキュパン

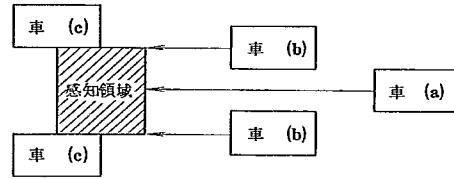


図 3.3.2 走行車両軌跡図

表 3.3.2 感知された車両の割合

	(%)			
	ループコイル式		超音波式	
	A	B	C	D
全車両のうち感知された車両の場合	62	47	56	91
大型車のうち感知された車両の割合	90	46	83	100
感知された車両中の大型車の割合	35	14	19	15
全交通量中の大型車の割合	24	14	13	14

表-3.3.4

	ループコイル式		超音波式
	A	B	D
大型車	70%	71	90
大型以外の 3, 4 輪車	60	70	77

表-3.3.5 $l_{s,i}$ の変動係数

観測地点	推定の標準誤差
A	4.35 %
B	5.50 %
D	6.70 %

シーの扱いには、車両感知実効長の決定が甚だ重要であることがわかる。

表- 3-3.6 感知器による平均感知実効長+感知領域長の推定精度

観 測 地 点	感知器による平均感知 有効長推定の標準誤差
A	6.3 %
B	8.8 %
D	10.2 %

3.4 情報の伝送

交通を管制するのに必要な情報伝送網には車両感知情報用、交通信号機制御用および可変標識制御用の3種類がある。

(1) 車両感知情報の伝送

車両感知器からは、車両ありのとき接点オン信号、車両なしのとき接点オフ信号が出力される。

(1) 交通信号制御用伝送

交通信号機は、1制御機当たり、1回線を使用する。交通信号機制御用伝送信号は、交通情報の伝送とは異なり、中央から送った指令に対して、端末からの動作確認をとるいわゆる閉ループ制御であり、双方向の信号伝送を行わねばならない。

(3) 迂回板制御信号の伝送

迂回板の表示には、左方向混雑、右方向混雑表示なしの3状態がある。このうち表示なしは迂回板制御信号“断”のときと同じ状態であり、結局2種類の信号で制御できる。迂回板制御には交通信号機と同じく指令に対し確認を取る閉ループ制御が必要である。

3.5 情報の処理

3.5.1 中央で行なう情報の処理と制御

伝送された情報に基づいて中央機関では一般に次のような処理と制御を行なっている。

- 車両感知信号の計測を行ない、地点別に、交通量とオキュパンシーを算出する。
- 交差点の流入路別に、交通渋滞度および平均速度を算出する。
- 路線の方向別に、交通量、平均速度、平均交通密度を算出する。
- 地図板などグラフィックディスプレイ装置に交通渋滞度および平均速度を表示する。
- 上記算出結果に基づいて自動感應系統式信号制御を行なう。
- 上記の算出結果および、車両感知信号に基づいて主要交差点や、それに関連する信号交差点群を直接制御する。
- 上記交通渋滞状況から、最適な迂回路を算定する。
- 収集された情報や処理および制御結果を記録する。
- 車両感知器の動作を常時検査し、異常があれば警報リストを行なう。
- 交通管制官の指令を受取り、設定値の変更を行なう。
- 機器の異常があれば、警報表示させる。

交通情報の処理には、交通情報の広報と迂回表示制御用、および交通信号機制御のための交通状況の演算処理に分類できる。

3.5.2 交通情報の広報と迂回表示制御のための演算処理

渋滞を主体とした道路交通情報の広報と、渋滞の解消とを目的とし、交差点から離れた位置（たとえば500, 1000 m）に設置された感知器より得られた情報を基に式(9)で計算し、交通渋滞度を求



写真 3.5.1 収集演算装置

交通情報を穿孔記録するための演算処理をする。

穿孔記録装置

演算処理したデータをコード化して、年月日、時間と共に紙テープにせん孔記録する。

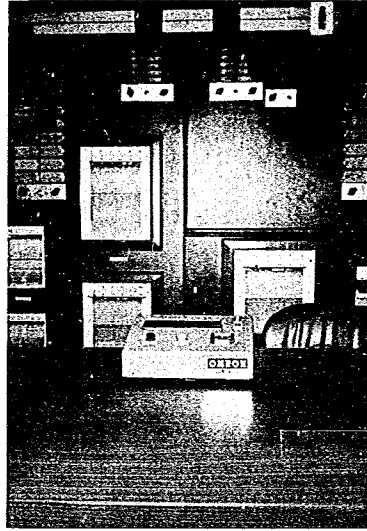


写真 3.5.2 デジタル表示装置

特定個所の交通情報を、表示操作盤の選択押ボタン操作によって数字表示管にデジタル表示する。

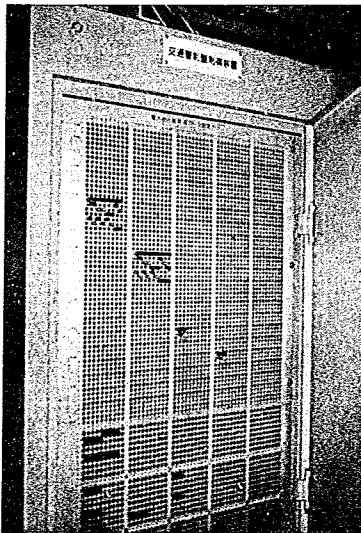


写真 3.5.3 プログラム・マトリックス

伝送制御装置

交通管理センターへの交通情報伝送および道路情報板制御指令伝送を行なう。

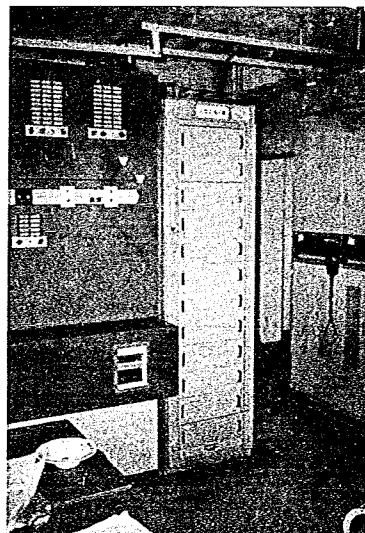


写真 3.5.4 分配記録装置

感知器から伝送制御装置を通じて送られてくる交通情報を一時保留し、この情報をディスプレイパネル制御装置、デジタル表示装置および穿孔記録装置へそれぞれの機器が要求するタイミングで転送する。

める。表-3.5.1は神奈川県警で現在使用しているものである。

また交通が渋滞しているときの速度を算出し、交差点容量との関係調べるため式(11)を変形して空間平均速度を求める。

$$\bar{v}_s = qT\bar{l}_s / (\Sigma t_i) \quad (11)'$$

この計算をして、同県警では平均速度を表-3.5.1(c)のような階数で表わしている。

3.5.3 路線の交通情報処理

交通量、空間平均速度、平均密度などについて路線毎に計算する。交通量については感知情報に補正係数を乗じなければならない。また平均交通密度は式(11)を変形すれば容易に求められる。

3.5.4 中央処理装置

収集された情報に基づき、道路交通情報として一般道路利用者に広報するのに便利ように地図版などのグラフィックディスプレイ装置に渋滞度、速度、迂回路の表示状況を示させるほか、後述の信号制御、可変標示(迂回路、渋滞度、規制状況)させる。

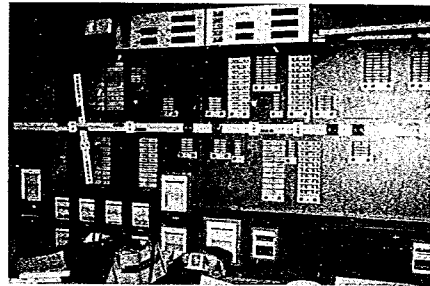


写真 3.5.6 ディスプレイパネル

ディスプレイパネルには本線やインターチェンジにおける交通状況や管制状態などが表示され、管制官がこれらの状態を正しく把握して、適切な管制が行なわれることを確認するものである。ディスプレイパネル上の表示内容はつぎのとおりである。

a 交通情報 本線またはインターチェンジにおける交通量、時間オキュパンシ、空間オキュパンシの状態表示。

b 渋滞現象、交通量、オキュパンシのランクに応じての混雑度ランプ表示。

c 道路情報板の内容表示 混雑情報、事故、工事、気象条件、路面状態などに関する道路情報板の内容表示

表-3.5.1 渋滞度の表示判定表

(a) 一般

	判 定 式	
	増 加 時	減 少 時
0	$I_1 (=15\%) > o_{cc}$	$D_1 (=18\%) \geq o_{cc}$
1	$25\% > o_{cc} \geq I_1$	$25\% \geq o_{cc} > D_1$
2	$I_2 > o_{cc} \geq 25\%$	$D_2 > o_{cc} > 25\%$
3	$o_{cc} \geq I_2 (=48\%)$	$o_{cc} > D_2 (=51\%)$

(b) 1000m地点に感知器が設置してある場合

渋 滞 度	判 定 式
2 以下	$25\% > o_{cc} (1000)$
3	$o_{cc} (1000) \geq 25\%$

注) $o_{cc} (1000)$ は1000m地点の感知器で計算されたオキュパンシー

(c) 速度の表示

平 均 速 度	判 定 式
1	$\bar{v}_s \leq 15 \text{ km/hr}$
2	$15 \text{ km/hr} < \bar{v}_s$

4. 道路情報の収集と伝送

最近の自動車交通は、道路および道路設備などの急速な発達にもかかわらず、これをはるかに上まわる交通量の増加などが原因となって、事故や渋滞が多発している。

事故や渋滞を未然に防ぎ、安全でスムーズな交通をはかるために、現在数々の交通管制システムが計画され、実施されている。しかも、これら交通管制システムは、電子計算機を駆使して、非常に緻密で高度な管制を行なうようになっている。

このような高度な交通管制を行なうには、その情報源となる検出部は、多岐多様化している交通現象の細部までも、的確にかつ迅速にとらえられるものが要求される。とくに、道路気象情報の収集は重要な要素であるにもかかわらず、見落されるケースが多く、しかも交通管制システムに本格的にとり入れられた例はまだない。

交通量、混雑度などの交通情報とともに、路面凍結、降雨、降雪、風速積雪などの気象データを中央管制室に送り、計算機はその傾向、度合などを総合的に判断し、的確な規制内容を自動的に決定する。決定された情報は各端末に送られ、道路情報板により、規制内容を表示し、交通の混乱を防止するとともに運転者あるいは乗客の安全性を確保する。

現在各地で実施されている地点感応、系統感応ならびに広域制御などの信号制御システムは気象条件の良いときは効率良く制御できるが、いったん降雨、降雪など気象条件が変化すると道路条件や走行特性が変わって制御が困難になることがある。今後は従来の交通情報に加えて、これらの道路気象情報を折込み、そのときの気象条件下における交通状況に合致した最適な信号制御パターンを与え、悪気象状態の中でもスムーズな交通管制を行う必要がある。

4.1 道路情報の種類

道路情報を大きく分けると次のように

(1) 気象災害

(A) 台風と大雨

(B) 豪雪

(C) 路面凍結

(D) 濃霧

(E) 地震

(2) 災害

(A) 土砂崩壊

(B) 地 亡 り

(3) 人為災害

(A) C O 度

(B) 透 過 率

(C) 火 災

(4) 道路工事による交通規制

- (A) 片側交互通行
- (B) 迂回路通行
- (C) 通行止交通規制
- (5) 通路構造要因
 - (A) 通路現況
 - (B) 橋梁現況
 - (C) トンネル現況
 - (D) 新道路開通

以上のうち(1)の気象災害と(2)の地形災害とは自然現象に関するもので、(3)の人為災害と合せてこれら災害に関する情報は通路とその周囲から収集させねばならない。そして道路の全延長にわたって収集する必要から自動的に収集する検出器が用いられ、伝送の方法として電話線利用による発信パルスによる方法が用いられている。ほかに工業用テレビによる映像の方法も用いられている。またパトロールカーによる通報や非常電話や公衆電話による通報も用いられている。

(4)の道路工事による交通規制と(5)の道路構造要因とは同じ通路情報であっても道路の現地に検出器や工業用テレビを設けて収集する必要はなく、室内で書類上から収集できる人為的情報である。前者を室外情報とすれば後者は室内情報である。

4.2 気象現象と道路交通障害

わが国における初めての本格的高速自動車道として昭和39年度に名神高速自動車道が開通し、その初年度の40年1～2月の冬期に降雪、凍結による事故が多発し、冬期の気象による高速道路の交通障害が大きくクローズアップされた。その後東名、中央の自動車道が開通するにおよび降雨、凍結、霧、突風などによる事故が相次いで発生している。

交通事故の原因は種々考えられ、自動車の構造、運転技術および規則違反、道路構造によるものと、前3者に関係なく起る気象現象によるものとが考えられる。わが国における気象に起因する事故発生率は5%前後であるが、これを天候別に見ると悪天候の場合が約50%となっており、一方悪天候の発現率は年間の約1/3であるから、いかに気象に影響されて事故が発生しているかが分かる。気象によるものは運転者の意志とは無関係に発生する自然現象であり、運転者の注意だけでは除去し得ない要素が多い。

自動車の高速化、大型化、重量化にともない、従来はあまり問題とならなかったような気象現象でも大きな障害となる。日本道路公団東京支社の調査によれば、高速道路における気象的原因による事故発生は雨によるものが最も多く、雪によるものがこれに次ぎ、以下風、霧の順となっている。

またアメリカ州際道路における資料でも雨、雪、霧の順になっており、特に湿潤路面や凍結路面でのスリップ事故は正面衝突の最も大きな原因となっている。元来高速道路は高速性、安全性、快適性を兼ね備



写真4.2.1 豪雨によるがけ崩れ
(静岡県大崩海岸)

えていることが要求されており、特に高速性に大きな意味があるので、気象などの自然現象によって常時これらの条件が阻害されるような地域では防除対策を行うと共に、ドライバーにその情報をすみやかに周知させる必要がある。

気象現象とこれによって起こる道路の障害現象は表-4.2.1に示すとおりである。

表 4.2.1 気象現象と道路交通障害現象

気 象 現 象	一 般 的 障 害 現 象	道 路 に 関 連 す る 障 害 現 象	
		道 路 に 関 す る も の	運 転 に 関 す る も の
気 温	寒冷, 酷暑, 異常気温	降雪, 凍結, 路面軟化, 凍上	スリップ, オーバーヒート, バック, 逃水
雨	豪雨, 霖雨 豪雪, 積雪, 暴風雪	洪水, 浸水, がけ崩れ, 水害 積雪, 除雪, 凍結, なだれ, 吹雪, 融雪, 吹きだまり, 日 陰と日向の積雪の差 防雪対 策	スリップ, 視程障害 視程障害, スリップ
雷	落雷, 降ひょう, 局地 的大雨	水害	フロントガラスの破損, スリッ プ, 落雷, 視程障害
風	暴風, 突風, 局地風, 竜巻, 早手	地物飛散, 暴風雨(雪)	横転, 路外逸脱, ハンドル操作 困難
霧	視程, 煙霧	路面湿潤	視程障害, スリップ

4.3 台風と災害

台風は猛烈な暴風雨をともなつて来襲し、風害、水害、高潮、波浪、乾風などの災害をもたらす。台風による被害は台風の強さに関係している。もっとも防災対策の変化、人口密度、台風の経路、季節などによって異なるものである。

4.3.1 台風の発生数

昭和15～42年の28カ年の資料によれば表-4.3.1に示すように、発生数は年間平均2.9、少ない年には2.1～2.2、多い年には4.0以上である。このうち日本に上陸したものは平均で3.9であり、月別に見ると8～9月の夏期に多く、11～3月の冬期にはほとんどない。

表-4.3.1 28カ年平均台風発生数上陸数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
発生数	0.5	0.4	0.4	0.8	1.0	2.0	4.5	6.6	5.3	3.9	2.3	1.5	29.0
上陸数	-	-	-	0.0	0.0	0.2	0.6	1.5	1.2	0.3	0.0	-	3.9

4.3.2 台風と風

台風による風は強い台風ほど強い風が吹く。また台風による風速や風向の変化は台風の移動にともない、図-4.3.1に示すように変わるので風の変化や気圧の変化を追跡していれば、台風の動きを推定することができる。

なお風は地形や地物の影響を受け、一般には内陸で弱く海岸や海上では強い。また高い所へ登るほど風速が強くなるのが普通である。

風による被害は風圧によるもので、風圧Pは次式で示すように風速の2乗に比例するから、

$$P = C \frac{1}{2} \rho V^2 A \div \frac{1}{16} V^2$$

但し、 ρ …空気密度、 A …風の当る面積
 C …建物の形による風力係数で1.0～2.0
 V …風速

風速が2倍3倍と大きくなるにつれ、風圧は4倍9倍と非常に大きくなり、破壊力は急に増大する。これらの関係を知っていれば、“土地カン”の少ないドライバーとしても台風情報を聞いて自分の所の風や雨の状況から台風の動きを推定しその影響を最小限にとどめることができる。

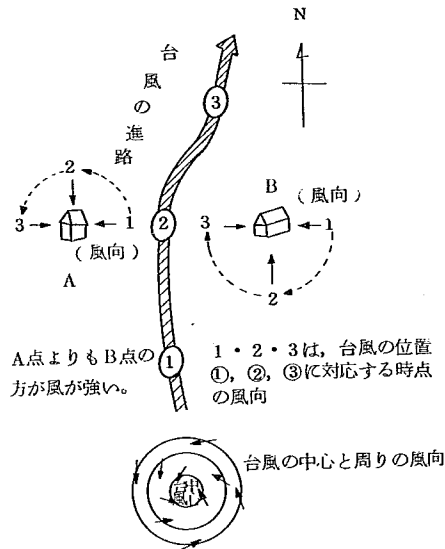


図4.3.1 台風の通過と風向の変化

4.3.3 台風による高波と高潮

台風による高波は、台風が遠方にある頃から本州の南岸に土用波と呼ばれる大波が打ち寄せるものと、台風が接近して風浪が高まるものがある。風浪は風が海岸線に対して沖合から陸へ吹く時には高くなるが、陸から海の方へ吹く時には風速が強くても余り高くない。

高潮は、風による吹き寄せと、気圧が低くなることによって海面が上昇する現象である。有名なものとしては大正6年10月の台風による東京湾、昭和9年9月の室戸台風による大阪湾、昭和34年9月の伊勢湾台風による名古屋港の高潮による大被害などがある。

4.3.4 台風と雨

日本における大雨の原因の大部分は台風によるものと、梅雨期の集中豪雨によるものである。台風によるものは、台風の中心付近における激しい上昇気流によって起こるものと、台風が可成り遠くにある頃からその前面にできる前線によるものがあり、これら2つの原因が重なると大雨となる。とくに山岳地方では平地の2～3倍の雨量となつてがけ崩れ、道路決壊、河川の洪水、浸水などの災害が発生する。

4.4 気象要素

4.4.1 気 温

寒暖による交通障害としては冬期の路面凍結や冷雨による着氷、夏の酷暑によるエンジンのオーバーヒート、アスファルトの軟化、タイヤのパンクなどの他に寒暖による間接的な影響も少なくない。寒暖の概況は気温分布図によって示されるが、平年気温分布図は一般の気候図に示されている。夏の暑さと冬の寒さを示すものとして、夏の暑さを示す夏日（日最高気温 25° 以上の日数）と夏日（日最高気温 30° 以上の日数）、冬の寒さを示す冬日（日最低気温 0° 以下の日数）と真冬日（日最高気温 0° 以下の日数）で示される。

例えば夏日が100日以上関東内陸部や長野盆地では夏の日中には酷暑がきびしく、40日以下の山岳部や高原地方では割合暑くないことを示している。冬日の方はこれとは逆に山間部や内陸で100日以上を示して可成り寒いのに、沿岸部では60日以下で温暖なことを示している。

気温は高度や海岸からの距離などに左右されるもので、100mについて $0.5\sim0.6^{\circ}$ づつ低くなり、1,000mの高度では約 $5\sim6^{\circ}$ 低いのが普通であるが、天気状況によってはこれよりも大きくなったり小さくなることもあり、時には高い所の方が低い所よりも気温の高いこともある。これを気温の逆転といい、このような時には霧やスモッグが発生しやすい。また内陸は朝方は冷え込み、日中は熱せられて暑くなり、冬は寒く夏は暑い大陸性の気候を示すのに対し、海岸地方はこれとは逆に寒暖の差が小さいいわゆる海洋性の気候となっている。

この他に気温に関係する現象として、日射の強い日中には路上に水を撒いたように見える逃水とか、天気の良いおだやかな日中には景色がゆらいで見える陽炎（かげろう）が現われる。

4.4.2 雨

雨による障害は路面スリップ、視程障害、排水障害などの直接的なものの他に、大雨が降ると浸水、洪水、がけ崩れなどの災害も発生する。また降水日は年間を通して100~200日にもおよび、その道路交通に影響する度合も大きい。

降雨をその原因によって分けると次のようになるが、実際には2つ以上の原因が重なるものが多い。

(A) 地形性降雨

水蒸気を多量に含んだ気流が山脈に当り、その風上側の上昇気流によって降る雨（冬の日本海側の雪、夏の静岡県北部の雨、房総半島の雨など）

(B) 前線性降雨

暖気流が冷氣流の上面を上昇するために降る雨（梅雨期の雨など）

(C) 低気圧性降雨

低気圧や台風の中心付近の上昇気流によって降る雨

(D) 不安定性しゅう雨

空気の垂直分布が不安定であると上昇気流が起り易く、断続的しゅう雨となる。

(E) 収約気流性降雨

空気が水平的に集まるような所では気流に上昇成分が生じ、降雨となることがある。

(F) 対流性降雨

地上の空気が局地的に熱せられて対流性上昇気流ができて降る雨（夏の雷雨など）

4.4.3 雪

雪による交通障害は冬だけの現象であるとは云え、路上障害、視程障害、スリップなどの他になだれ、吹溜り、吹雪などが発生し、これに伴って除雪、防雪、融雪流水溝などの問題が相次いで起ってくるので道路交通上は極めて重要なものである。雪は降雨と同じ現象であるが、地上の気温が氷点前後になると雨が雪に変わると考えてよい。

(A) なだれ

積っている雪の1部または全部が傾斜のある山地をすべり落ちてくる現象で大きな被害を起こす。なだれの起きる山地の傾斜は 30° 以上と考えられるが、かなり傾斜のゆるやかな所でも起こることがあり、表層なだれでは 18° 、全層なだれでは 24° を以てなだれの起きない限界と見た方が安全である。なだれの起こる危険が多いのは、(1)降雪中と新雪直後の場合に傾斜 25° 以上の斜面で積雪 1.5 cm の新積雪がある時、(2)古い積雪の場合には気温が平年よりも著しく高く、とくに雨が降ったりするような時である。なだれを防御するためには、階段工、予防柵、予防杭、スノーネット、吊桙、トンネルなどがある。

(B) 吹きだまり

降雪中に風があったり、降雪後でも温度が低く、風があれば吹雪、地吹雪などの現象で雪が風に流されて飛んで行く。地面に凹凸があったり、風に乱れが生じ風速が減少する所があるとここに雪が沈下して吹きだまりができる。吹きだまりの成長速度は積雪によるものよりも可成り速いので不均整な積雪部は増大して行く。この吹きだまりを防止したり制御するために防雪柵や防雪林が設けられる。この設置方法としては、路面の風上側の適当な距離に柵を設けて吹いてくる風が路面に達する時には風の中の雪を風上側に沈下させてしまう方法と、吹いてくる風は路面上でむしろ増加させて風の中の雪を路面上に沈下させないで吹払ってしまう方法とがある。

(C) 融雪

雪温が 0° 以上になると積った雪は融雪を始める。融雪によってまづスノージャムができ、走行が困難となる。気温が低下し融けた雪が凍結すると路面凍結となり、スリップの原因となる。さらに大規模の融雪は洪水にも連なる。なお、降雪中に路面に雪が積らないように散水融雪、電熱融雪及び薬品散布などによる消雪法も融雪の1部である。

(D) 路面凍結

雪や雨が路面上で氷の状態となると、路上のすべり摩擦係数が著しく減少し交通上の大きな障害となる。路面凍結に至る過程としては次のようなことが考えられる。

- (i) 降雨後路面に残された水分が路面温度の降下によって凍結する。
- (ii) 降雪後、融雪水が路面温度の降下により凍結する。
- (iii) 路面上の積雪が走行車によりスノージャム状となり、その後凍結する。
- (iv) 路肩上の残雪が融雪水となり路面凍結の原因となる。
- (v) 路面上の積雪が走行車の圧雪により表面が凍結する。
- (vi) 降雨時に路面温度が低くて凍結する。

これらの状態がどこで起こるか、いつ起こるかなどはその時々気象状況、交通量、地形などによって決まるが、凍結の起こりやすい地域は真冬日の分布図によってもわかる。

4.4.4 雷

雷は年間を通して見れば多い所で30日位であり、しかもその大部分が夏期に現われるので全般的に見ればさほど重要ではないが、落雷、降雹、局地的大雨などによって道路交通上からも局地的に影響を受ける。雷は強い上昇気流のある雲（積乱雲）の中に起る現象である。

雷による被害は地面と雲との間の放電による落雷によって起こる。強い雷の際には、強い雨や視界不良降雹、突風などの現象を伴い被害範囲は局地的ではあるが、被害発生頻度としては極めて高い比率を占めている。

冬期は発生回数が最も少ないが、冬は雷雨がまったく起こらないという訳はなく、時には雷（前線附近の上昇気流）などが発現する。また雷には突風や俄雨を伴った早手が発生することもある。

4.4.5 ひょう

ひょうは氷点下の上空でできた雪の結晶が強い上昇気流によって何度となく厚い雲の層を上下する間に氷のかたまりになってだんだん成長したものであり、一般には雷雨にともなって起こる現象である。直径は5～6mmのものが普通で時には5cm程度のものもめずらしくない。ひょうが大きく成長するためには上昇気流によって氷片が空中に長い間ささえられていなければならないので、一般に考えられる上昇気流の強さからみて直径10cm以上になることは殆んど考えられない。

雹は空中から氷の塊が降ってくるのであるから地上に色々な被害を及ぼすが、高速で走っている自動車は飛行機や新幹線の列車と違い平常これに対する防御法が考慮されていないので思わぬ被害を受けることも考えられる。

4.4.6 風

風による被害は普通の地上の工作物で20m/sec以上になると急に多くなっているが、静穏時に時速90kmで走っている車は常に25m/secの風を受けていることになる。これに対して、局地風や横風や急激な風の変化（風の息）があれば、走行中の車は前後左右から大きな力を受けることになり、速度が早くなる程大きな影響を受ける。風は大気中における空気の流れであるから地形の影響を受けやすい。一般に風速といわれているのは風速計で測った値の10分間平均値をm/secで表わしたものであを。風による被害は平均風速よりも瞬間的に起こる強い風による場合が多い。10分間の平均風速と瞬間最大風速との比は1.5位であるから、風速が20m/secであれば瞬間最大風速は30m/sec位と見ればよい。わが国における記録を見ると、最大風速は台風時に50m/sec位の値になることもあるが、岬や島や山頂などは70m/sec以上の記録もある。風速は高度が高くなると大きくなり、また海岸では強く、内陸に入ると急に弱まり、その割合は内陸を1とした場合、海岸では1.5倍位となっている。岬の先端や谷間の狭穿部では気流が収斂して局地的強風となる処もある。局地的強風は、特定の風向きの際に特定の地域に常に起りやすいもので新潟県の“荒川だし”岡山県の“広島風”、栃木県の“那須おろし”などがよく知られている。風は息を吹いているので自動車自体の固有周期と風の周期とが共振するようなことがあれば、風速は余り強くなくても思わぬ影響を受けることもある。

4.4.7 竜巻

低気圧や前線に伴う不安定な気層の中で局地的に発生する直径数百米以下の垂直のうずまきで高さは1,000m程度で主として夏期に発生する。製雲形の雲の底から象の鼻に似た漏斗状の雲がたれ下がりしだいに下に延びて地面（又は海面）に達する。このうず巻の近くでは風速が50～60m

にも達しその経路にあたる陸上では大きな被害が起こる。

昭和46年7月7日8時頃浦和市から大宮市にかけて襲ったたつ巻は台風前面の不安定な降雨域に発生したもので巾約20～30m、最強風速30m以上と推定され、死者1、家屋の全壊9、半壊又は1部破損100以上に及んだが、約4km位の細長い区域を約10分余り荒して去った。また昭和46年8月31日9時頃、台風23号の前面で千葉市の海岸に竜巻が発生し、現場の建物が吹き揚げられて走行中の乗用車に落下すると云う事故があり、海岸一带に大きな被害があった。

4.4.8 天気日数

天気現象をあらわす天気日数には、次に示す快晴、曇天、不照、雷電日数のほかに降水日数、雪日数、霧日数、暴風日数などの他に霜日数、煙霧日数などがあり、これら現象が1日のうちに短時間でも現われれば天気日数として算入し、いろいろな特殊現象のあらわれた日数を夫々の天気日数としている。

快晴日数(日平均雲量0.2以下の日数)

曇天日数(日平均雲量0.8以上の日数)

不照日数(1日中全く日が照らなかった日数)

雷電日数(雷の項の雷雨日数とほぼ同じであるが、雷鳴だけでも強いものは含まれる)

4.4.9 霧

霧は視程障害を起こし、道路交通上大きな気象障害の1つである。とくに車の高速化に伴い停止距離が増大し追突や衝突の危険が大きくなる。安全だけのためならば減速すればよいが観光スカイラインでは展望が悪くなって観光道路としての価値が低下する。霧を発生地点別に分類すれば次の5種類に分けることができる。

4.4.10 地震

(A) 地震の強さ

地球内部に変形を起こす程の何らかの力が加わると、突然破壊が起こる。この時に生じた弾性波(地震波)が周囲の岩石に伝わり、地表に達した時地表は振動し、これをわれわれは地震として感ずるのである。ある地点における地震の強さを表わすのに震度階級が用いられる。これは人体に感ずる強さを現わすものであるが、地震波は地球内部を伝わるうちに減衰するので、震度階級は震源における地震の強さを表わすものではない。震源付近における地震の大きさを表わすにはマグニチュード(M)が用いられる。

過去の大地震のマグニチュードは昭和8年の三陸沖地震が最も大きく8.5である。世界的に見ても9以上のものは起こったことがない。

マグニチュードは地震の強度を示すもので、マグニチュードが大きくても遠い所で起こった場合は震度はそれ程大きくないのに対し、小さいマグニチュードでも近くで起こったり浅い場合には震源地付近では震度は大きくなり被害が発生する。えびの地震や松代地震などは後者の例である。

(B) 地震の破壊力

地震による地面の振動は複雑であるが、物体に働く最大の加速度で、この加速度が破壊力となる。昭和23年の福井地震の最大加速度は0.6gと推定されている。大体0.5gの加速度で木造建物の大半はこわれると云われている。このように加速度による瞬間的衝撃力の他に土地は土質により、物体はその大きさなどによって固有周期があり、地震動の周期と地物の固有周期とが合致すると振

幅がしだいに大きくなって被害が倍加されることもある。また地盤の悪い所では地震の際に地割れ、山崩れ、地盤沈下、湧水、不同沈下などの現象が起こることもある。

(A) 山 霧

わが国ではどこの山でも霧が多い。この霧は平地から見上げれば雲であっても、雲の中にいる観測者には霧である。

(B) 冷たい海面に暖かい空気が流れ込んだり、暖かい海面に冷たい空気が流れ込むと空気中の水分が凝結し海面近くに霧が発生する。この霧は梅雨期から夏期にかけて発生しやすく、また海霧は海岸から1～2 kmも離れると消散してしまうことが多い。

(C) 盆 地 霧

盆地は空気が停滞しやすいので、高気圧におおわれた好晴の朝方には盆地の中に霧の発生を見ることが多い。

(D) 川 霧

川沿いの所では暖かい川面に冷たい空気が接触し、さらに盆地性の特性も加わって霧が発生しやすい。なお湿地性の霧が発生することもある。

(E) 都 市 霧

大都市では人間活動のために煙や塵埃が多いので煙霧（スモッグ）が多く、これが霧の発生を多くする。

4.5 室外情報の収集と伝送

天気予報は通常気象台から情報の提供を受ける。方法としては電話による連絡もあるが、気象図などの電送もあるのでテレファックス（模写電送）による方法が一番よい。このためには気象協会を通じて気象台と特別の業務提携をする必要がある。

以上により降雨、降雪、強風および台風などの情報を得ることができるが、気象台からの情報は予報と地域的な情報に限られている。道路交通に必要な気象情報は以上のほかに道路に直接影響のある局地的な雨量とか降雪量などの情報が必要でありそれらの情報は道路管理者が直接収集しなければならない。局所的な大雨や寒冷地や山間部での局所的な積雪または路面の凍結は道路交通に重大な障害を与えるからである。

4.5.1 雨 量 情 報

山間部で大雨によりけが崩れの予想される所では雨量計を設け、テレメールにより局地的な雨量情報を瞬時に収集することができる。

4.5.2 積雪、凍結情報

積雪や凍結の情報を得るために次のような機器を道路の路面下や路側に設ける。

- (1) 積雪トランスデューサ（路側）
- (2) 路面情報トランスデューサ
- (3) 地中温度計
- (4) 超音波感知器（車線）

積雪トランスデューサと超音波感知器により道路上の積雪の有無と積雪の高さを知ることができる。路面情報トランスデューサによって路面が水で濡れているかどうか分かる。（雨が降ってい

る場合もあるし、雪がとけている場合もある。)路面情報トランスデューサと地中温度計の情報を論理演算することによって路面の凍結しているかどうか分かる。たとえば路面に水分があって、地中温度が -2° 以下になれば路面凍結であることを示す。また温度の低下する状況により路面凍結を前以って予知することもできる。

また以上の積雪トランスデューサ、路面情報トランスデューサ、地中温度計による積雪、水分、温度の3つの情報を論理演算し、交通量の情報を合せて得れば、路面のジャム状の融雪状況を知ることができる。また道路の各車線ごとに車線の頭上に設置された超音波感知器によりその車線の交通状態および積雪の有無とその程度を感知して、車両通行の可否を判定することもできる。

4.5.3 霧 情 報

霧のよく発生する地点には透過率計(VI計)を設け、更に百葉箱の中に温度計その他の気象計器を入れて気温と露点温度を知るようにし、風速計をも設ける。以上により霧の発生を検出することができるし、更に霧の発生の可能性があるときには注意報を出すことができる。なお、工業用テレビ(ITV)を設けることによって管理所から確認することができる。

4.5.4 トンネル内情報

6,7の「トンネルの交通管理」参照

4.5.5 土砂崩壊情報

土砂崩壊と地沁りとは同じもので、前者は急速に崩れるものであり、後者は緩やかに崩れるものである。何れにしても山崩れやがけ崩れが発生するのは、山やがけの土質、傾斜、表面の状態などにより発生状態は異なる。同じ土質ならば水分の多い所の方が崩れやすい。表-4.5.1参照。一般には長雨の後ではがけ崩れが発生しやすく、台風による大雨によって起ることが一番多い。なおこれらを検知する方法としては法面に落石防止柵を設け、これに検知器を取り付け、テレメールにより知らせる方法がとられている。検知器には音響式、衝撃式、断線式がある。

4.5.6 その他情報

地震、風速、気圧、気温、湿度に関する情報はそれぞれ地震計、風速計、気圧計、気温計、湿度計を設けることにより情報を得ることができる。

表-4.5.1 土質と安定限界傾斜角

土質	砂	土	粘土
水分			
乾いたもの	35°	40°	26°
水分を含んだもの	30°	30°	15°

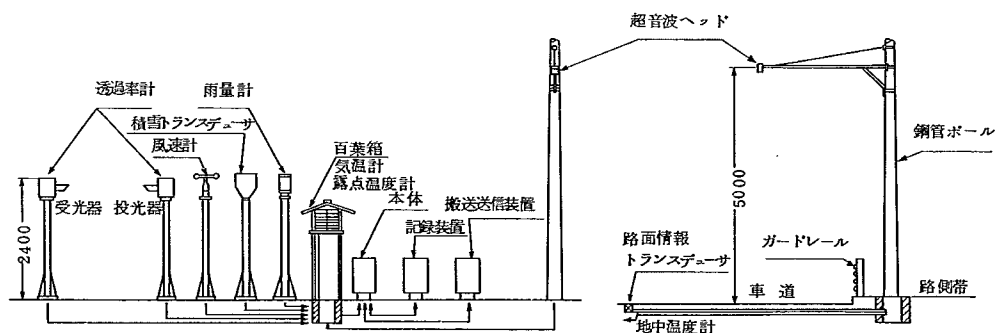


図-4.5.1 道路気象情報装置の1例

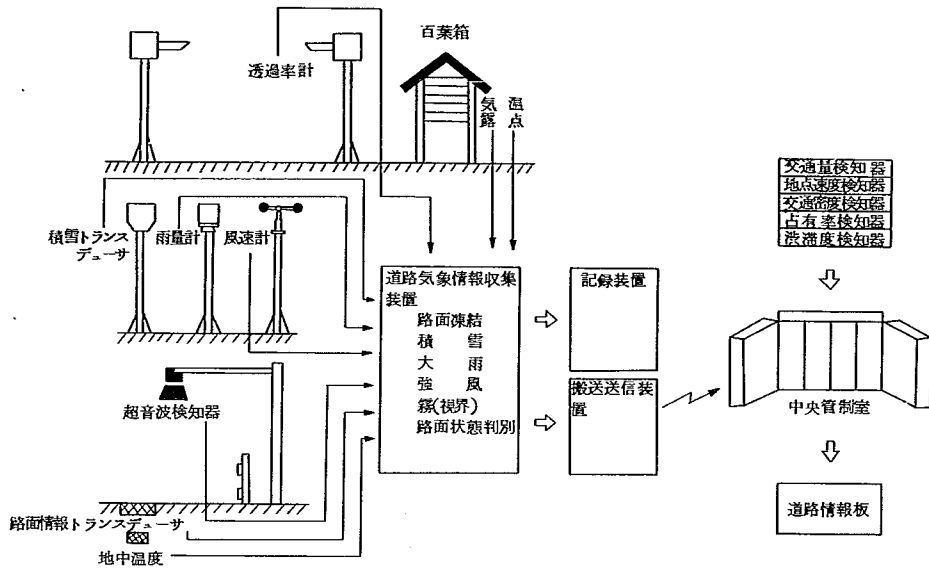


図- 4.5.2 道路気象情報システムの1例

5. 交通信号制御

5.1 交通信号制御の目的と制御法

5.1.1 交通信号制御の目的

幹線道路が赤信号で渋滞しているのに、横方向から2, 3台の車が通ったのみという現象をよく見受ける。このとき、幹線道路の緑信号をなるべく長くし横方向の緑現示をその車両数に合せて変更する。いわゆる感應制御方式を採用すれば、一定時間間隔で緑、黄および赤信号と切替る定周期方式に比べて交差点容量をはるかに大きくすることができる。

車の発進や停止には一定の時間を要するので、交差点の信号サイクル長、つまり緑、黄および赤信号が一巡する長さを極端に短かくすると、車は1台も通れなくなる。この車が通過し得る最小の時間を切替ムダ時間といい、この間はいずれの車も利用できない。緑現示を長くすると切替ムダ時間の割合が減ってくるので処理できる交通量が増え、また後続車は減速することなく通過し得るので平均速度があり、流れがよくなる。

しかし緑信号が長くなりすぎ、通る車がなくなっても、反対側は赤信号のため、停車させられているので交差点はがら空きとなり、ムダ時間となる。交通量が少なければサイクル長を短くすることによってどちらの車も待たされる時間を短くし得る。このように道路を利用するときのムダ時間を減少し、道路を効率的に使うようにすることが交通信号制御である。

5.1.2 信号のもつ二つの「ムダ時間」

(a) 緑現示ムダ時間

通過する車がないのに引続き緑信号が点灯している時間であり、交差側の車は赤信号のため、この間不必要に待たされ、交差点は有効に利用されていない。

(b) 切替ムダ時間

信号切替のために交差する車を交互に通過させるので、一時的に交差点を「カラ」にする時間であり、交通安全上必要不可欠なムダ時間である。この出現回数は混雑する交差点では、非常に重要な意味をもっている。

上記について矢印灯器のない一般的な四差路を例にとって考えてみる。この種の信号機は黄時間が1サイクル中2度表われる。今、切替ムダ時間の合計が約10秒と仮定すると、この時間はサイクル長が60秒でも、120秒でもほぼ一定の10秒位で変らない。したがって1時間で考えるとサイクル長が60秒のときは60回切替り、切替ムダ時間の1時間内の合計は600秒となる。サイクル長を120秒にするとムダ時間は半分の300秒になる。

一般の車は、1車線あたり2秒に1台の割合で通過できるといわれているので、1時間に生じた300秒というムダ時間の差は、1車線あたり150台の車が通過できるかどうかの問題になる。車が信号待ちで停止しているときの1台あたりの車頭間隔を7mとすると、150台の車による信号待行列長は1050mとなる。

図-5.1.1はサイクルによる交差点の混雑度と車の待ち時間との関係を示したものである。つまり混雑度が低いときは「切替ムダ時間」はあまり関係なく、「緑ムダ時間」の少ない方が効率的で

あり、混雑度が高くなると、「切替ムダ時間」の影響が大きい。

5.1.3 地点感應制御

これは緑現示を交通量に応じて変化させるもので、感應式と呼ばれ、特に1交差点のみを制御するのが地点感應である。

もっとも一般的な制御方法は各交差点流入路に、交差点より少し離れて(4~50m程度)車両感知器を設置し、緑現示とサイクル長を制御するものである。

しかも緑時間とサイクル長の限界値は予想されるピーク時の状態であらかじめ設定しておけば全体としてのバランスを維持できる。この方式によるものが全感應信号機である。

また上級道路側は常時緑信号にしておき、下級道路に必要を生じたときのみ、下級道路に緑信号をだす 歩行者の押ボタン信号機に似た車両用信号機を半感應信号機という。

そのほか交差点全体の混雑を車両の発する騒音の総量を計測し、その値で交差点の混雑度を数段階に判別し、その状態での最適制御パターンを選択する方法もある。この方式によるものを音響多段式といっている。

5.1.4 系統信号制御

交差点の多い都市内の主要道路では、赤信号で停止しながら進まねばならない。これを避けるには、車の走行速度に適合した緑の信号を出させるようにすればよく、このように順に並ぶ信号機を関連づけて制御することを系統化という。

系統化する方法として、次のような基本制御パターンがある。

- | | |
|---------------|-------------|
| (a) 上り優先オフセット | (c) 平等オフセット |
| (b) 下り優先オフセット | (d) 同時オフセット |

ここでオフセットは、ある基準となる交差点を定め、その交差点の緑時間の始まりから他の交差点の緑が始まるまでの時間のことである。

いま幹線道路をスタートした車が、次の信号機に来たとき、緑信号となるように、信号機が次々と緑信号に変わるように交差点間の所要時間を求め、それだけずらして信号を制御すればよい。

しかし反対から来る車もノンストップで走れるとは限らない。そこで上りと下りの車の量を測定して、多い方がノンストップとなるように制御するのが、(a)および(b)の優先オフセットである。この場合もし交差点の間隔が規則正しく等間隔にあると、優先平等といったオフセットパターンの区別は不必要であるが、一般的には信号交差点の位置は等間隔ではないので、仮りに上り方向の車に都合のよいオフセットを組むと逆方向に進む下りは、信号交差点で止められる率が高くなる。したがって、この優先オフセットは、上り方向の車と下り方向の車の量に大きな差があるときのみ利用する。

両方向の車が混雑する場合には、主要道路の交通密度を平等に保つ同時オフセットで制御する。

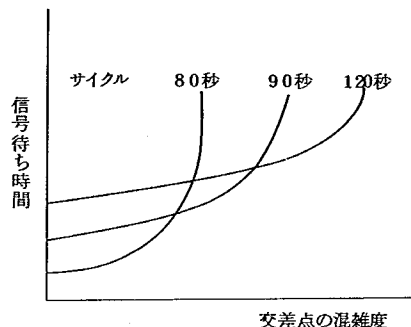


図- 5.1.1 交差点混雑度と信号待ち時間との関係

このオフセットは主要道路の全交差点が同時に緑や赤信号になるオフセットパターンである。オフセットパターンには、この他各オフセットの中間的なパターンや混雑解消パターンなどがある。

以上のオフセットと周期長およびスプリット（交差側の緑信号時間と主要道路側の緑信号時間との割合）を組合せた種々の制御パターンの中から、車の状況によって最適なものを選択して主要道路の信号機全体を制御する方法を自動感應系統信号機と呼んでいる。

5.1.5 地域信号制御

都心部や駅を中心とした地域は主要路線が縦横に交錯し、その交差点は互いに大きな関連をもっている。このような地域では、1交差点、1路線で生じた交通流の特異現象が直ちに他へ波及し、また他の特殊事情の影響が表われてくる。

このような地域の信号網は地点や路線の制御方式をそれぞれ独立に実施しても何ら効果がないので、地域信号制御はこのような地域に対して効果を上げる制御手法である。

地域信号制御の目的としてあげられるものは、

- (a) 地域全体の交差容量を最大限度に保持し、
- (b) 地域内の交通密度のバランスを保ち、
- (c) 地域内に発生する局部的交通異常現象を波及拡大しないようにし、しかも早急に解消することである。

地域全体にわたる地域信号制御の手法としては、

- (a) すべての信号交差点相互間に関連をもたせること。この関連とは信号サイクルとオフセット、スプリットとの関連のことである。
- (b) 地域内信号をグループ化し、群相互間に関連をもたせる。

地域内の信号交差点相互間に関連をもたせるためのいろいろな手法が研究されているが、いずれも電子計算組織の援助が必要である。

つづいて、固定周期信号機、交通感應信号機、信号システム、信号システムの時間測定について、「基礎交通工学」から引用する。

5.2 固定周期信号機

現在最も一般的に使用されている信号機で、固定または定められた時間配分にもとづいて運用されている。

5.2.1 固定周期制御の特色

(a) 利 点

- (i) 機構が単純であり設置、維持が比較的容易である。
- (ii) 与えられた路線沿いに、一定速度で連続的に交通を流すよう調整でき、その路線に対する確実な速度制御ができる。
- (iii) 時間配分の調整が容易である。
- (iv) ピークの状態を処理するよう操作することができる。

(b) 欠 点

- (i) 交通需要の一時的な変動を感知し、それに対処することができない。
- (ii) ピーク時以外においては、自動車や歩行者を遅れさせる。

5.2.2 果たすべき機能に従って変化する制御機構

(a) 非同調式制御機

時間配分は、制御機の許容範囲（通常40～120秒）内でどのような長さにも設定できる。時間配分は、電圧と温度により変化する。

(b) 同調式制御機

時間配分は、一連の歯車により設定され、制御機の許容範囲内において5秒きざみに調整でき、また時間配分は、電源の周波数により同調する。

(c) プログラムタイプ制御機

時間配分や周期は、あらかじめセットされたプログラムに従って、1日のうち何回か限られた回数だけ変化させることのできる同調式制御機である。

5.2.3 固定周期制御機による信号機の点滅の操作は次のようになされる

(a) 電気式操作

- (i) 目盛板モータが歯車を通して時間配分目盛板を回転させ目盛板の1回転が1サイクルとなる。

固定周期制御の場合、制御機は、一、二または三つの目盛板を内蔵する。目盛板は100に刻まれており、それぞれが周期の1%を示し、目盛板上の適当な位置に置かれたピンまたはキが1サイクル中の種々の信号現示を決定する。

- (ii) カム 目盛板上のキがマイクロスイッチにふれるたびに、カムシャフトは一つずつ進んでいく、それぞれのカム（プラスチック円盤で12または18の突出部を有する）は、ある特定の組合せの点灯を行なう。それぞれのカムの一定の突出部は削りとられており、サイクル中のいかなる信号現示においても正しく点灯するようになっている。カムの上にあるスイッチは、突出部が取除かれた位置にシャフトが届いたときに、閉じるようになっているので正しく点灯できる。

(b) ソリッドステート式操作

この制御機は、本質的には印字式読取器であり、60サイクルの周波数を地域の電力により変換して用いる。ソリッドステートの要素が目盛板、カムシャフト、信号スイッチ式の代りとなる。ある製作者は、3サイクル、2分割、3オフセットの装置を作制した。時間配分は、理論的なブロックにピンプラグを差込むことによって行なわれる。それぞれのサイクルは、整数の百分率に相当する100の間隔に分割されている。時間配分の修正は簡単であり、維持費も安い。装置のコストは電気式の約2.5倍に相当する。

5.2.4 信号時間配分

信号時間配分は交通の状況に合せることが大切である。ピークでないときの2現示式信号機のサイクル長は、40～60秒として（できる限り短くする）、自動車や歩行者が交差点を通れるようにする。ピークのときはサイクルを長くするが、これにより緑現示を長くして、ピーク交通の方向に多量の交通を流すことができ、また、発進加速のための遅れを少なくすることができる。実際の設置にあたっては、その位置に即して多くの要因を考慮しなければならないが、一般的な手順を述べると

(a) 黄時間の長さ

黄時間の長さは、流入する車の速度に基づいて選択する：35mph（56.3km/h）以下は3秒、

35～50 mph (56.3～80.5 km/h) は4秒、50 mph (80.5 km/h) 以上は5秒、非常に広い交差点または高速運転が問題となるような場所では、信号を全赤としてすべての交差点内の自動車を一掃する時間が必要となる。

(b) 歩行者一掃時間

歩行者一掃時間は全方向に関して毎秒4 ft (1.2m)の歩行速度を用いて決定する。

(c) 最小緑現示時間の計算

最小緑現示時間は、歩行者を一掃する時間から黄現示時間を差引き、さらに歩行者が横断を開始してもよい時間すなわち初期緑時間を加える。

(i) 歩行者専用信号のある場合は、初期緑時間は“進め”の指示時間となるので、最低7秒は必要である。

(ii) 歩行者専用信号を設置しない場合においては、初期緑時間としては最低5秒をとる。

(d) 緑現示時間の計算

これは以上の最小緑時間を基本に、最混雑時における最混雑車線上の流入交通量に比例して配分する。直進を示す現示は15秒以下であってはならない。

(e) サイクル長の調整

サイクル長(全緑時間と黄時間の合計)を直近上位の5倍数値まで引きのばし、余分の緑時間を配分する。容量のチェックは、十分な緑時間であることを確かめる。

(f) 百分率の計算(整数%)は、すべての現示時間に対して行なう。制御機の見盛は整数百分率で刻まれているので、サイクルの百分率を整数化する。

(g) 計算された時間配分を制御機にセットして交差点の実際の運用状況、特にピーク時における運用状況を観察する。交通量を円滑にするために、時間配分を現実に即して修正する必要がある。

(h) ここに述べた時間配分決定手法の一例を表-5.2.1に示す。

5.2.5 系統式システムの時間配分

(a) 系統式の場合には系統内の全信号機を同一周期にしなければならないが、周期内の時間配分は個々の交差点によって異なってもよい。

(b) 個々の信号の時間配分を上述の方法によって行ない、各信号のうち最長周期をそのシステムの周期として用いる。

5.2.6 固定周期信号機の点滅運用は、信号表示を必要としないほど交通量が少い時間帯に用いられる。夜間は信号を点滅させた方がよい。また、ピーク時のみ必要な信号機は、オフピーク時には日中でも点滅にした方がよい。

(a) 上級街路に対する点滅は、黄表示で行なう。

(b) 下級街路に対する点滅は、赤表示で行なう。

(c) 点滅回数は毎分50～60回とする。点灯されている時間の長さは、消灯されている時間の長さはほぼ等しくとること。

(d) 点滅運用は通常タイムロックにより制御され、系統式システムの場合には、(主制御機に取付けられた)ただ1個のタイムロックによってシステム内のすべての信号機の点滅を制御することができる。

5.2.7 非常時の特殊な場合には、制御機の手動操作が必要であり、このような事態の発生が予想され

る場所の信号機には、この装置を準備しておくのがよい。

5.3 交通感应信号機

固定周期信号機で遅れる恐れのある交差点に用いる。

5.3.1 交通感应制御の特色

(a) 利 点

- (i) 適切な時間配分により、交通の遅れが減少できる。
- (ii) 交通流の一時的な変動に対処し得る。
- (iii) 通常、交通容量を増大させる（緑時間の適正配分によって）
- (iv) 固定周期信号機ならば交通の遅れを避けるため、点滅運用とするような交通量が少ない交差点でも、継続的に運用することができる。
- (v) 多現示交差点において特に有効である。

(b) 欠 点

- (i) 建設費が固定周期信号機の2～5倍となる。
- (ii) 制御機および感知器が固定周期信号機より複雑であるから維持や検査の費用が大きくなる。しかしながらソリッドステート装置の使用によりこれらの費用は今後減少するだろう。
- (iii) 感知器の設置には多大の費用を要し、入念な検査と維持をしないと常に正しく作動させることができない。

5.3.2 半感应制御機

これは、比較的均一な交通流を有する上級街路と、交通量は少ないが幾つかの短時間のピークを有する下級街路との交差点に用いる。この場合ピーク時の一時停止標識による制御は不適當である。運用特性としては、

表-5.2.1 独立した交差点に対する信号時間配分の一例

歩行者専用表示をもつ独立した信号機をPine通りとOak通りの交差点に設置し、オフ・ピーク時の信号時間の配分を行うものとする。幅員はPine通り56ft(17.1m)Oak通りが40ft(12.2m)である。最混雑時において、最も混雑する車線の交通量は、Pine通りで275台/時、Oak通りで225台/時である。歩行者数は普通とする。車の流入速度はPine通りが40mph(64.4km/h)、Oak通りが25mph(40.2km/h)である。

(a) 黄現示時間の選定

Pine: 4秒 Oak: 3秒

(b) 歩行者一掃時間

Pine: $40/4 = 10$ 秒 ($12.2\text{m}/1.2\text{m/sec} = 10\text{sec}$)

Oak: $56/4 = 14$ 秒 ($17.1\text{m}/1.2\text{m/sec} = 14\text{sec}$)

(c) 最小緑現示時間

Pine: $10 - 4 + 7 = 13$ 秒 最低条件の15秒を用いる。

Oak: $14 - 3 + 7 = 18$ 秒

(d) 緑現示時間の計算 (Oak通りの値を限界最小値とする)

$275/225(18) = 22$ 秒 (Pine通りの緑現示時間)

(e) サイクル長の調整と余分の緑時間の再配分

合計サイクル = $22 + 4 + 18 + 3 = 47$ 秒。50秒とする。

余分の緑時間 = $50 - 47 = 3$ 秒

Pine: $275/(275+225)(3) = 1.65$ 秒。合計緑時間 $22 + 1.65 = 23.65$ 秒

(f) すべての現示時間に対する百分率の計算は、次表のとおりである。

順序	Pine 通り		Oak 通り		%	秒数
	車	歩行者	車	歩行者		
1		W- 17.65			35	17.5
2	G-23.65	C/- 6.0	R-27.65	DW-27.65	12	6.0
3	A-4.0				8	4.0
4		DW-26.35	G-19.35	W- 8.35	17	8.5
5	R-22.35		C/- 11.0		22	11.0
6			A-3.0	DW- 3.0	6	3.0
				合 計	100	50.0

R-赤 A-黄 G-緑 W-進め DW-止れ

C/-歩行者一掃("止れ"を点滅表示する)

- (a) 下級街路の流入部にのみ感知器を設置する。
- (b) 上級街路の信号現示に最少緑時間をセットする。
- (c) 上級街路の緑時間は、下級街路交通の感知によって止められるまでは最小緑時間の経過後も継続される。
- (d) 下級街路の信号は、上級街路の最小緑時間内に感知があれば、この終了した後に緑現示となる。
- (e) 下級街路の信号現示には、最小初期緑時間が定められている。
- (f) 下級街路の緑現示は、その後の追加的な感知により、あらかじめセットされた最大緑時間に達するまで延長できる。
- (g) 感知器による追加的な感知のあるうちに最大緑時間に到達した場合には、その事実を記憶装置が記憶し、上級街路の最小緑現示終了後に再び下級街路に緑現示が与えられる。
- (h) 黄現示は両方向の現示に対しあらかじめセットされている。

5.3.3 全感應制御器

これは、交差する両街路の交通量がほぼ等しく波形の分布をしているような独立した交差点に用いる。

- (a) すべての流入部に感知器を設置する。
- (b) 各信号現示には、停止していた自動車が発進できるような初期緑時間をあらかじめセットしておく。
- (c) 緑現示時間は初期緑時間後も、各感知ごとにあらかじめセットされた単位追加時間の分だけ延長される。
- (d) 緑時間はあらかじめセットされた最大緑現示時間まで延長することができる。
- (e) 黄現示時間は各信号現示に対してあらかじめ定めておく。
- (f) 各信号現示はリコール・スイッチをもつ。
- (i) 両方向のリコール・スイッチがオフの場合、一方の緑現示は他方の現示に交通需要が発生しない限り継続される。
- (ii) 片方のリコール・スイッチがオンの場合には、必要が生ずるたびにその方向が現示となる。
- (iii) 両方向のリコール・スイッチがオンの場合、両方向の交通需要がない場合の固定された時間配分に従って制御機が働く（各現示とも、1 初期緑時間と 1 単位追加時間）

5.3.4 交通量・密度制御機

これは最も複雑であるが、適正な設置時間配分がされれば、単一の交差点制御用として最も効果的である。これは、上級街路の交通変動が予想できないような交差点に用いられる。この型の制御機を効果的に運用するには、実際の交通状況に反応させられるだけ十分早期に交通情報を得ねばならない。それゆえ、感知器を交差点の十分手前に設置することが必要である。

- (a) すべての流入部に感知器を設置する。
- (b) 各信号現示は、制御機にある 3 個のダイヤルによりセットされる緑時間をもつ。
- (i) 最小緑現示時間
- (ii) 最小緑現示時間を延長しはじめるまでの感知回数

(iii) 1 回追加感知した場合の最小緑現示時間の増加

(c) 通過時間とは、追加的な感知によって、確保された緑時間が経過した後に延長される緑時間のことである。これは、自動車が感知器から交差点の停止線まで走行するのに必要な時間としてセットされる。この時間の長さは、次のようにして短くすることができる。

(i) あらかじめ定められる通過時間の最低限として、赤信号で待たされる自動車の待ち時間があらかじめセットされた値となるときをとる。

(ii) あらかじめ定められる通過時間の最低限として、赤信号で待たされる自動車の台数があらかじめセットされた台数を越えるときをとる。

(iii) あらかじめ定められる通過時間の最低限として、緑現示で通過する10秒あたりの自動車台数があらかじめセットされた台数を下回るときをとる。

(d) 自動車の車群のキャリーオーバー効果も、この制御機によって実現される。これは、一つ前の緑現示における交通量を記憶させ、これと赤現示で待機している自動車の台数とを相互に関連させて、次の自動車群が感知器にキャッチされたとき、より早く緑現示に変える。

(e) 最大緑追加時間も、あらかじめ決めて制御機にセットすることができる。しかし、通過時間の短縮作用によってこれに至ることはほとんどない。

(f) 黄表示も各現示してセットされる。

(g) 各現示は、上述の全感應制御機の場合と同じように作動するリコール・スイッチをもつ。

5.3.5 モジュール感應制御機

最近2、3年の間に、ソリッドステート回路を交通信号に応用することにより、新しい制御機の時代に入ったといえる。モジュール制御機は、特定の交差点に特に適した制御機を開発するために、交換可能な時間配分のモジュールと継続単位を用いるものである。適当な時間配分のモジュールと継続単位により2現示の固定周期型（普通使われない）から8現示の密度感應型にまで変化する制御機を作ることができる。時間配分モジュールには次のようなものが含まれる。

歩行者がいる場合の感應されない車

感應される車

感應される歩行者

歩行者がいる場合の感應現示

歩行者がいない場合の感應現示

各種形態の交通密度モジュール

これらの制御機は、普通現示を飛ばしたり重ねることができ、また制御せずに循環させることにより系統式システムにもなる。

5.3.6 小交通量制御機

これは上述の感應制御機と組合せて使用される。この目的は小さな散発的な交通に対して、信号のサイクルの中に付加的な感應現示を組入れることである。

5.3.7 歩行者用時間設定機

これは感應制御機とともに使用され、歩行者の横断に十分な緑時間を確保するとともに、制御機に長すぎる自動車通行時間があらかじめセットされるのを防いでいる。これは歩行者用押ボタンにより感應する。この時間設定機は普通ソリッドステート制御機の中に組込まれている。

5.3.8 感応制御補助装置

(a) 緑時間追加装置とは、交差点の1流入交通に対して一定時間の追加緑時間を与えるものである。これには非感応式（全サイクル感知なし）と感応式（特別な感知器の感知による）とがある。

(b) 計数器とは、感知器から自動車台数を計測するものである。計測された数は計測器に恒久的または一時的に記録される。

(c) 点滅装置とは、制御機が故障した場合に信号を点滅運用させるものである。

(d) 手動制御スイッチとは、信号を手動操作できるようにするものである。

(e) オーバーレーリレー装置とは、多現示制御機とともに用いられ、単一現示および二重に重なった信号現示のいずれをも可能にするのである。モジュール制御機はこの操作を内部で行なう。

(f) プリエンプターとは、制御機の作動を止め、あらかじめ定められた信号運用に変えるものである。これは鉄道踏切の近くとか、緊急の自動車の通る路線で用いられる。

5.3.9 感応式信号の感知器

これは、自動車や歩行者の存在を確認するための装置である。

5.3.10 感応式信号の時間配分

感応式信号の時間配分は、さまざまな機能、制御機の形式、感知器の形式と位置などのため複雑なものとなる。交通感応式信号は時間配分が不適当となるため感応式制御の利点を打ち消したり、不必要な遅れを引起すことがある。総合的な時間配分方法の一般的概要を次に述べる。

(a) 初期緑時間はできるだけ短くすべきである。長いループを用いた最近の感知器（停止線から後に50～100 ftのループが伸びている）においては、これら感知器のもつ特徴を生かして初期緑時間を省略している。

(b) 単位緑追加時間もまたできるだけ短い方がよい。長いループのときには、この時間は絶対最小値まで短縮することができる。

(c) 最大緑現示時間を30～40秒以上とすることは避けた方がよい。時間配分が適切な交差点では最大緑時間が3～4サイクル以上も続くことはほとんどない。実際の交差点における混雑や長い列は、多くの場合現実の交通需要によるよりはむしろ時間配分のまずさに起因している。

(d) 歩行者タイマーは歩行者交通が予想される場合には考慮した方がよい。歩行者のための必要以上の初期時間をセットした装置はほとんど1日中不必要な遅れをもたらす。

(e) 多重現示は屈折輻輳点や安全性の度合からみれば、できれば避けた方がよい。付加された各現示は交差点システムに遅れをもたらす。

(f) スキップおよびスプリット現示は多重現示が必要なときに可能な範囲で使用した方がよい。

5.4 信号システム

交通信号を系統化するシステムは、一つの優先街路についてもある地域全体についても考えられている。このようなシステムの目的は、街路もしくは街路網において、できれば両方向の連続した交通の流れを可能にし、各交差点での遅れ時間を減少させ、発進のための遅れを減らし容量を増大させ、速度を制御することである。

5.4.1 固定周期制御機を利用したシステムは系統システムのなかでは最も一般的かつ安価である。

(a) 独立式 個々の制御機をセットすることにより、同じ周期の制御機を統合化することがで

きるが、簡単に乱れるので、頻繁にチェックすることが必要である。これはあまり効果的でなく、信号機相互が系統化されるまでの仮の手段として用いられる。独立式システムはプログラム化できるがあまり効果的ではない。タイムクロックが各制御機に設置され、すべてのダイヤルは連続的に作動しなければならない。

(b) 系統式—現場主制御機 同周期の制御機群は、それらのうちの一つを主制御機として系統化できる。主制御機は、回路を相互に連絡することによってそのシステムの2次的な制御機群を管理する。通常すべての制御機は、調整を確認するため各サイクルに一度時間を合せる。相互連絡は多重誘導ケーブルや、電話線とコード装置または無線通話によってなされる。

ピーク時の要求にもみあうようなプログラムを変更することは、系統式システムと一諸に主制御機の中にタイムクロックまたはプログラム装置を用いることにより簡単にできる。

(c) 系統式—遠隔主制御機 系統化された回路は上のように用いられるが、主制御機は現場ではなく実際のシステムから遠く離れたところに設置される。主制御機は単純な時間設定機構からさまざまなタイプの計算機まで各種のものがある。主制御機の働きは、現場制御機の利用できる時間設定プログラムを選択し、これを実行することである。

5.4.2 感應式制御機を利用するシステムには、次のようなものがある。

(a) 二つの半感應式制御機の系統化は、二つの交差点が互いにかかなり接近していて大きなシステムの一部分となっていない場合に用いられる。単純な系統化により、幹線交通が1回以上停止しないようにすることができる。側方街路において感應があれば、両交差点における幹線街路の最小緑時間終了後においてのみ緑信号が与えられる。

(b) シンクロライザーは、半感應式制御機に対してバックグラウンド・サイクルを供給する主制御機を用いたものである。主制御機は基本サイドにセットされ、2次的な各制御機は、それぞれ適当なオフセットをもっている。側方街路の感應はそのサイクルにおける適当な時間にのみ緑信号を受けることができる。

(c) 系統ユニットもまたバックグラウンド・サイクルを利用するので、主街路へ緑時間を返す回路を切ったりつないだりして各現示の運用を制御する。

5.4.3 計算機システムとは、ある型の主計算機を利用するもので、現場から送られる交通情報に基づいて、そのシステムの各制御機に対して利用できるシステムプログラムを選択したり適用したりするもの〔TRA(Traffic Responsive, Average)システムとして知られている〕と、それぞれの交差点の信号を直接コントロールするもの〔TRD(Traffic Responsive Digital)システム〕とがある。

(a) TRA システム

- (i) 交通量の現場での検知は、一連のサンプル感知器によってなされる。1方向につき1～4個の感知機が用いられる。一つの幹線を制御するシステムでは2方向の交通流のみからサンプルをとればよいし、道路網全体を制御するシステムでは4方向すべての交通流からサンプルをとる必要がある。
- (ii) 計算機はサンプル感知器よりパルスを受けとり、ある時間間隔、通常5～15分の範囲について交通量の平均をとる。利用できる諸プログラムのなかから、最新の現場の情報に基づいて最新の現場の情報に基づいて最適のものを選択する。

アナログ計算機は、このシステムには最も一般的に用いられてきた。この計算機は電圧を集積するものであり、各交通検知により電圧が増加し、集積された電圧の合計が交通量の水準を示すことになる。

デジタル計算機の使用は増加しつつあり、さらに複雑なTRDシステムの中間的段階となるものである。この形式の計算機では感知器からのパルスは数として記憶され、最適なプログラムを決定するために、さまざまな数学的計算が実行される。

- (Ⅲ) TRAシステムに用いられる現場制御機は、定周期（通常3ダイヤル、3オフセット）、半感応式もしくは交通順応形式のものである。
- (Ⅳ) 情報伝達は各方向別感知器群から計算機へのインプットと、用いるべきプログラムを指定する計算機から出ている相互連絡リンクとからなっている。現場制御装置はそれぞれの現場の特性に従って選択されたプログラムを実行することにより作動する。
- (Ⅴ) 利用できる時間設定プログラムは、特定のシステムに依存している。それには現場制御機の自由な操作を選択する他に、1～6サイクル、1～5のオフセットパターンおよび1～4のサイクル・スプリットがある。計算機は感知した最大交通需要に基づいて適当なサイクルを選択し、各方向の交通量を比較して最適のオフセットパターンを探知する。現場制御機においてもサイクル・スプリットパターンを指定することが可能である。

サイクル、オフセットおよびスプリットの最大組合せ数は、そのシステムの融通性の真の尺度とはならない。組合せが多くなることは現場の状況に対して必ずしも有効ではない。

TRAシステムにおける主要な問題は、いろいろな情報を平均するのに要する反応時間の遅いことである。交通パターンが急激に変化するような状況の場合には（たとえば大工場の作業員交替時間）、システムは変化した需要にみあった反応をとれないであろう。幾つかの管轄区域では、よく起る大きな交通変動のためのプログラムをあらかじめセットするため、タイムクロックを利用した。しかしながら、これらのシステムは前述のシステムにより融通性があり、うまく時間設定されたシステムが確立されれば効果的な交通制御を行なうことができる。

(b) TRD システム

- (Ⅰ) 現場での検知は、TRAシステムよりも広範囲にわたる。感知器の全数は全システムにおける信号の数の約2～4倍になる。なかでも重要な交差点には全流入部に感知器を設置し、一方小さい交差点はそれほど設置しなくてもよい。あるシステムでは全交差点の全流入部に感知器を置いている。
- (Ⅱ) 計算機は、現場の制御機を通じて働くというよりも、むしろ各交差点の信号現示を実際に動かしている。デジタル計算機は感知器より提供される交通データを評価し、そのシステムにおけるすべての信号を連続的に変化させるために用いられている。
- (Ⅲ) 現場制御機はシステムもしくは情報伝達機能が働かない場合に制御を維持するためにのみ必要なものであり、単純な固定周期の1ダイヤル制御機でもよい。計算機の制御のもとでダイヤルは切離され、計算機は直接カムシャフトを操作する。
- (Ⅳ) 情報伝達の必要性は、TRAシステムにおけるより大きい。各感知器は情報を直接計算機へ送りこむ。さらに2方向のリンクが計算機と現場制御機との間で必要となる。計算機はカムシャフトを進めるために（または信号灯を変えるために）信号を送り、交差点から現示を送り返

させて生じた変化を確認する。現場から送られるすべての明らかなエラーは、計算機を切離し計算機からエラーのメッセージを伝達する原因となる。

- (V) 時間設定プログラムは非常にフレキシブルなものである。現在利用できるどのような独立制御形式（交通量・密度により時間設定された）またはシステム制御（TRAによる単純な系統化）でもシミュレートできる。

さらに、計算機の膨大な能力を利用した新しい制御形式が開発されている。これには新しい独立またはグループとしての信号体系、混雑解消プログラム、緊急手配（雪、火事など）および特別な事態のプログラムを含んでいる。これらの新しいシステムについて得られた経験から、さらに新しい制御形式を開発し試みるべきであろう。

TRDシステムの融通性は、交通パターンの変化に対応した非常に多くの制御形式の変化が可能なことである。最大の利点の一つは、他のシステムにつきものの反応の遅れなしにほぼ瞬間的に変化できることである。

5.5 信号システムの時間設定

5.5.1 固定周期制御を用いた簡単なシステム

固定周期システムは、都心部においてよく見受けられる。利用できる時間設定のパターンは、三つの周期と三つのオフセットの最大の組合せまでである。路上に現われるパターンは、通常、次の項目のどれか一つに相当する。

(a) 同時系統システム

“ある街路沿いのすべての信号が同じ時間には常に同じ現示をするような信号システム”

- (i) このシステムが容量を減少させるとか、全交通を停止させるとか速度を増加させる傾向があるとか、非能率的な時間設定となる場合にはすすめられない。
- (ii) 街区が短いとか、すべての交差点が信号化されているとか、上級街路にほとんどの時間緑現示できるとか、極端に多い交通流が存在する場合に最も適している。

(b) 交互系統システム

“交互の信号または信号群が、ある街路に対して同じ時間に反対の現示をするような信号システム”

- (i) 真の交互系統システムは一つの制御機で操作されその適用は次のような理由で限定される。ほとんどの交差点においては非効率的な50～60に分けたサイクルを必要とする。

街区が等間隔でないときはうまく適合しない。

二重の交互システムは通過時間帯を50%減少させる。

- (ii) 次のような場合に最も適している。

信号の間隔が等しいとき（一つの区間が少なくとも600ft）。

正方形街区の都心部（全方向について交通規制のないところ）。

(c) 進行系統システム

(i) 単純系統システム

ある街路を設計速度で走行する車両群をできるだけ連続的に流すため、その街路を制御する各種信号表示面が時間計測表に従って青信号を現示し、またそれがそのシステムの各部分ごとに変化する

るような信号システム

(ii) 可動進行システム

どの信号の時間もその交差点の交通需要に合わせて決められており、離れた信号の緑現示はそれぞれが最大の効果をもたらすであろうときに独自に始まるような信号システム全体のシステムは、ピーク時の条件によって変化する。

(iii) 時間設定システムに対する計算機プログラム

幹線街路沿いの時間設定と、格子状道網における時間設定を確立するための多くのプログラムが、最近2、3年の間に開発されてきた。

(d) 時間距離図は、交差点のオフセットを決定するのに用いられるものである。

(i) 時間距離図は、時間に対して距離をプロットした図である。この図は一方の軸に沿って信号化された各交差点の位置をプロットすることによってつくられる。通過帯を各方向の交通流が利用できるよう、各点ごとに信号の色のつながりと切れ目がプロットされる。

通過帯の勾配（距離を時間で除したもの）は進行系統の速度であり、幅はシステムを通過する各交通群の時間長を示す。

(ii) 通常、このような図は各方向の交通に対みて等しい配慮がなされるよう作製されるものである。1方向のみに非常に片寄ったピーク交通量がある街路（たとえば通勤交通の街路）では、それぞれの制御機が利用できるプログラムには特有の形式があり、このようなときには卓越したピーク方向の交通に適合した時用の別の図が用意される。サイクルの長さも変化し（完全なシステムでは、）、またオフセットは主制御機のタイムクロックを用いることにより変化する。オフピーク時の時間距離図の例は、それぞれ図-5.5.1 (a) および (b) に示されている。

(iii) 1日のすべての時間についてある速度に対する系統システムが確立されると、設定された速度を示す補助標識が掲げられる。

5.5.2 複雑なシステムの時間設定

さらに複雑な信号システムに対する時間設定およびプログラムの開発は非常に特殊化され、各システムの構成要素と配置に大きく依存している。時間設定の技術、方法論、原理はますます注目をあびつつある。この分野におけるさらに高度な研究が今後、2、3年のうちに予想されている。

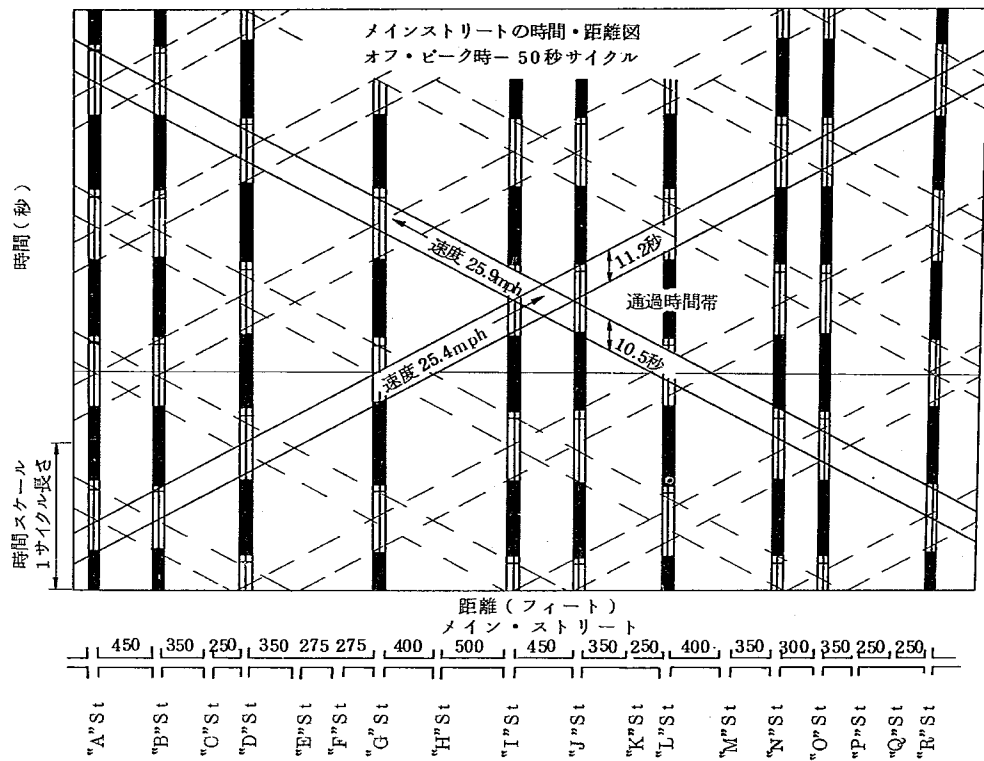


図-5.5.1(a) 両方向の交通を等しく処理するための時間距離図

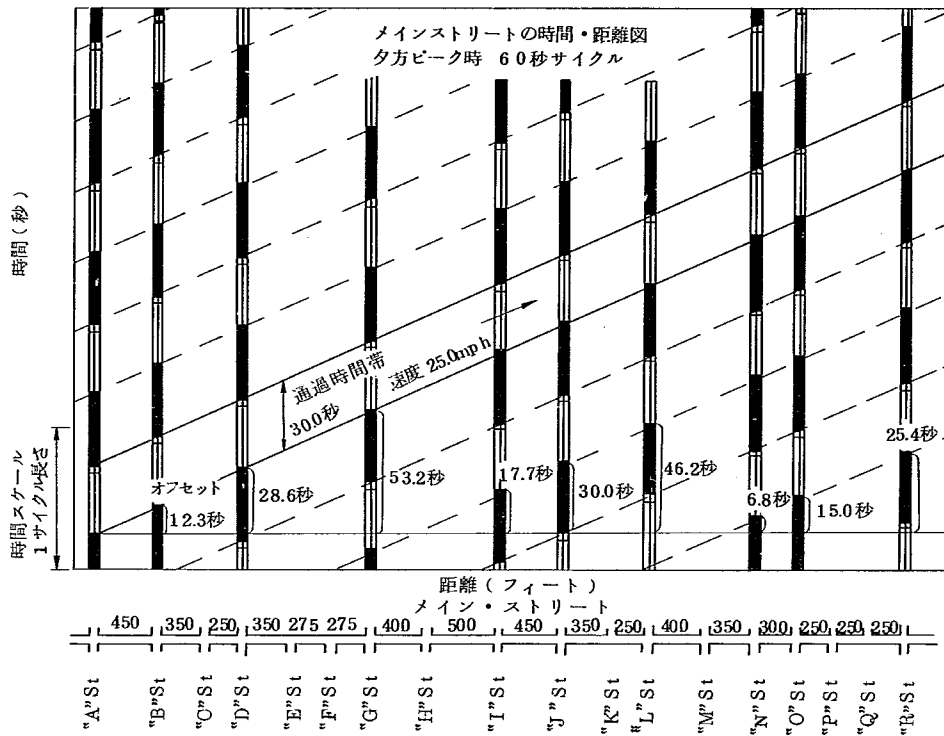


図-5.5.1(b) 1方向の交通を重視した時間距離図

6. 交 通 管 理

道路の機能を維持するためには、道路上の交通が常に安全かつ円滑な状態に保持されてなければならない。ところが、事故の発生や交通量の異状な増大により交通が停滞したり、停止する現象がしばしば発生する。

交通管理の業務は、こうした現象の発生を極力防止し一旦発生した時は、これを迅速、適切に処理し、拡大の防止と速かな原状復帰を図ることであり、そのために行なわれる利用者への周知、徹底、交通の誘導、規制、閉鎖等交通の人為的なコントロールが含まれる。

また異常気象時には道路管理者は災害予防のため通行止の規制を行なう必要があり、また、通路工事のため片側交互交通とか迂回路通行を行なうこともある。

6.1 交通管理センター

道路交通をコントロールする最初の試みは1.2の「道路交通情報の始まり」で述べたように交差点の混雑渋滞の情報を1ヶ所に集めて、これをラジオで一般ドライバーに流すことから始まった。これが交通管理センターの始まりである。当時は交通情報センターと呼ばれていた。交差点の混雑渋滞の情報を人手でまたは自動的に1ヶ所に集めるだけの施設であった。

集められた情報を元としてラジオ放送または電話による問い合わせによりドライバーに情報を流すだけでなく、交差点の交通信号機を交通量に合せてコントロールすることとなった。またドライバーに標識により混雑情報を与えることにより交通の流れをコントロールすることも考えられた(7.2参照)。何れも電子計算機が用いられるようになった。これが交通管制と呼ばれるもので、交通警察で用いられるようになった。現在東京、名古屋、札幌、福岡、横浜、北九州などの都市で用いられている。この場合交通管制センターと呼ばれている。

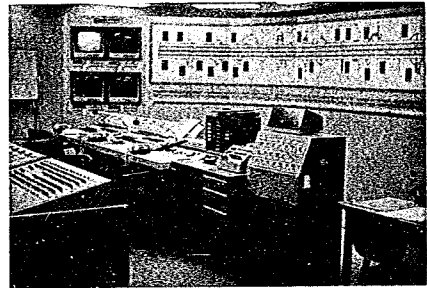


写真 6.1.1 交通管理センター

一方、名神高速道路や東名高速道路などの高速自動車国道や、首都高速道路や阪神高速道路の都市高速道路は出入を規制された自動車専用道路であるから交通管理が重要となってくる。それでそれらの道路には交通管理のための施設が設けられている。各高速道路により施設に差異はあるが、標準的な設備を述べると

屋 外 設 備

- 1 車両感知器
- 2 非常電話
- 3 道路用パトカーと無線電話
- 4 トールゲートの有線電話

5 工業用テレビカメラ

6 可変標識

7 道路情報板

屋 内 設 備 （ 交通管理センター ）

1 交通状況表示板（ディスプレイパネル）

2 データー表示板

3 モニターテレビ

4 コンピューターと周辺機器

5 有線電話卓

6 無線電話卓

7 操作卓（入力介入）

上記の設備のうち交通状況表示板には道路上（本線やインターチェンジを含む）における交通状況や規制状態などが表示され、交通管理をしようとする場合に、これらの状態を正しく把握して適切な交通管理が行なわれることを確認するものである。なお交通状況表示板の表示内容は次のとおりである。

1 交通情報

道路上における交通量、オキュパンシのデータ表示。

2 渋滞現象

交通量、オキュパンシのランクに応じたの混雑度をランプの色にて表示。

3 交通事故、道路工事、交通規制など

交通事故の発生地点、道路工事中の箇所、交通規制の状況等を地点表示。

4 道路情報板および可変標識の内容表示

混雑情報、事故、工事、迂回誘導、規制変更、気象条件、路面状態などに関する道路情報板および可変標識の内容表示。

以上は自動車専用的高速道路の場合であるが、一般道路でも建設省千葉国道工事事務所において千葉県内の一般国道について交通管理センターが設けられている。昭和47年現在、千葉国道工事事務所にしか実施例は無いが、設備は高速道路の場合とほぼ同様のものである。

6.2 交 通 誘 導

道路管理者が供用中の道路工事を施工する場合は、通行する交通に支障を与えないように処置し、安全施設を設ける。例えば2車線道路において道路を全面的に交通を遮断して工事を施工するわけには行かないので、2車線のうち1車線の交通を遮断し、残りの1車線を使って交通の用に供する。これが片側交互通行の交通規制である。

片側交互通行にした場合は道路の交通容量が半分に落ちる。その道路の交通量が交通容量の半分以上ならば、片側交互通行にしても道路交通には支障はない。しかし、交通量が交通容量の半分以上あるときは片側交互通行にすると交通渋滞をひきおこす。このようなときは夜間（22時より6時まで）に工事を施工し、夜間だけ片側交互通行とする。なぜなら大抵の道路は夜間には昼間の半分に交通量が減少するからである。

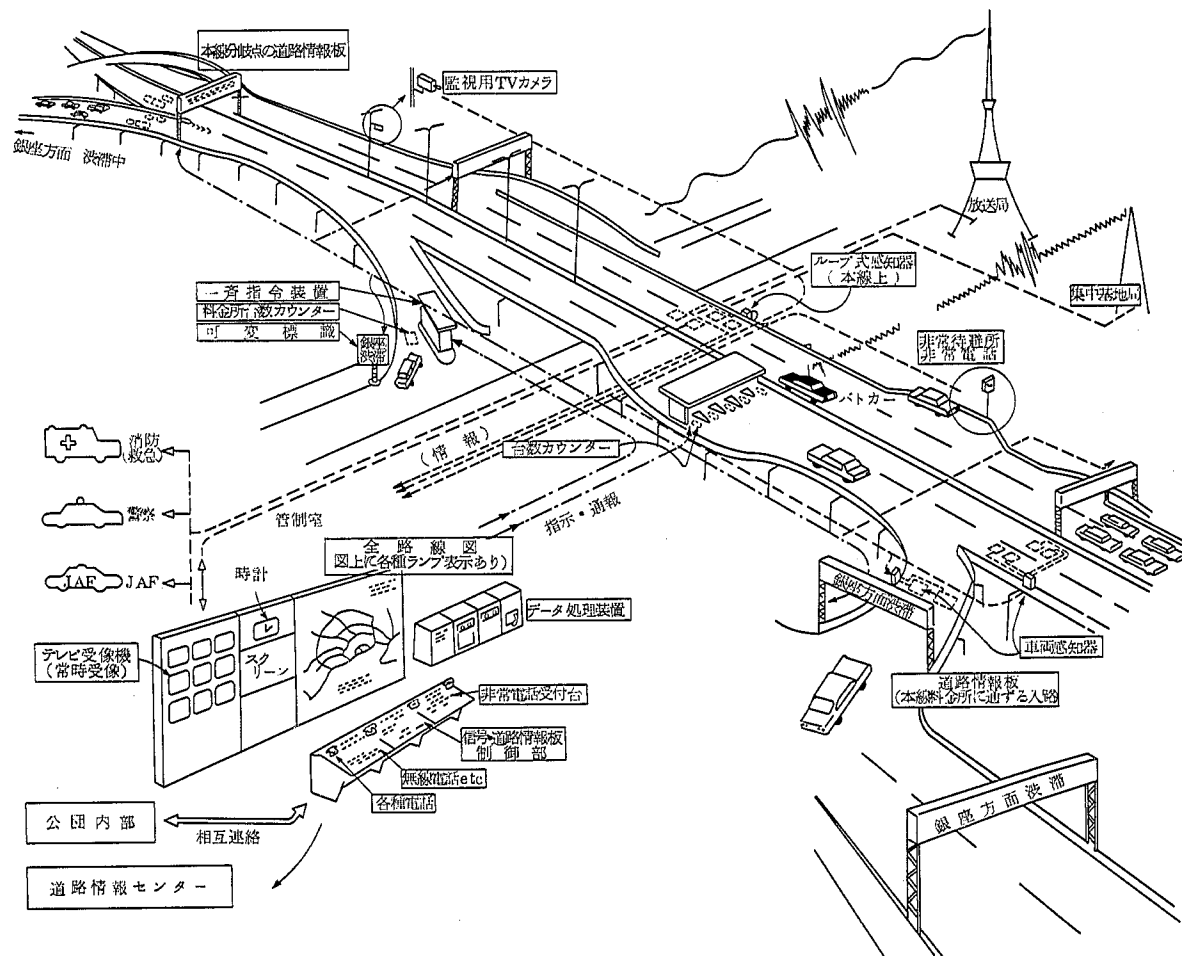


図 6.1.1 首都高速の交通管制と道路交通情報の系統図

以上のように道路工事のために片側交互通行とする場合には工事個所の前後に安全施設と共に信号機または旗振り人夫を置き、必要な道路標識を設置して交通を誘導する。

以上は2車線道路であるが、片側2車線以上ある道路、つまり4車線以上の道路の場合には片側交互通行とする必要はないが、例えば4車線道路の場合、片側2車線であるので、片側1車線通行とせざるを得ない。または片側2車線を通行止として反対側の2車線を使って往復交通の用に供する。

何れにしても車線数が減少するので、追越車線が無くなり、相当手前からドライバーに情報を与えないと危険である。それで道路管理者は道路情報板や立看板の工事標識によりドライバーに情報を十分与えて交通誘導をはかっている。

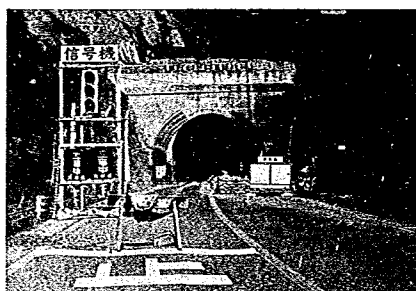


写真 6 2 1 道路工事のための片側交互通行

次に道路管理者は道路工事の施工の必要上、どうしても供用中の道路をどうしても短時間または長期間通行止にせざるを得ない場合がある。短時間とは横断橋を架設する場合であって1時間前後が多い。長期間とは、例えばスノーシェッドを山間部で設ける場合とか、橋梁を架け換える場合で、1ヶ月以上はかかる。

このように通行止にした場合、道路管理者は迂回路を指定し、その迂回路に沿って必要な道路標識を設置して交通誘導をはかる。迂回路は通行止区間のすぐ近くにある場合が大部分であるが、ときには大変な大廻りになることがある。何れにしても道路管理者は通行止区間の相当手前から迂回路の標示をして交通の誘導に支障のないようにしている。

片側交互通行とか、通行止のような場合でなくても、道路が特に混雑して交通渋滞が起きた場合、道路管理者は比較的交通の空いている道路へ自動車を誘導することもある。これは道路情報板とラジオなどによりドライバーに情報を与えて誘導するものであるが、強制するものではない。なおこれは日本では現在あまり行なわれていない。

6.3 異常気象時の通行規制

表 6 3 1 に示すように我が国の国土の70%は山地部であり、しかも道路の約40%が山地部に存在している。そして日本列島が台風を受け易い位置にあり、その地形も局地豪雨の可能性も大きく、気象条件のきびしい国土である。以上から我が国の道路は災害を多く受けやすい。それに加えて最近の交通量の増加は道路災害にともなう人身事故の発生の危険率を高めている。

そこで道路に災害が予想されるときは道路交通を規制して人身事故を防ぐのが一番良いわけであるが、従来道路管理者は道路の交通を確保することを第一と考えていたくらいがあった。道路法第46条を狭義に解釈して道路自体に欠陥が現われるまで通行規制を行なわなかった。

ところが昭和43年の飛弾川事故が発生して、降雨などによって道路の通行が危険と認められるときには事前に通行を規制して、道路における交通の危険を少しでも防止することの必要性が認められるようになった。そこで昭和44年4月1日付建設省道路局長名で「異常気象時における道路

「通行規制要領」が定められた。その内容は
 大体次のようである。

- (1) 道路およびその周辺の状況（道路の
 構造、地形、地質、過去の被害の程度、
 路線としての重要性等）から、異常気
 象時において被害が発生するおそれが
 著しい箇所を含む相当の区間を異常気
 象時通行規制区間として指定するもの
 とする。
- (2) 関係警察本部および関係道路管理者
 の意見をきいて、規制区間に係る道路
 通行規制基準を作成するものとする。
 通行規制基準は規制区間ごとに道路お
 よびその周辺の状況並びに気象の状況
 （降雨量、積雪深、風速、震度等）を
 基準として、異常気象時において未然
 に事故を防止することができるよう定めるものとする。
- (3) 通行規制の実施は通行規制基準に基づき、規制区間を所轄する道路管理担当責任者が行なう
 ものとし、通行規制の解除は責任者が通行の安全を確認した後すみやかに行なうものとし、規
 制の実施および解除のいずれの場合も当該規制区間を管轄する警察署長に通知するものとする。

表 6 3 1 道路と地形

国土における山地と平地の割合

{	山	地	72%	{	山	地	55%
					火	山	6
					丘	陵	11
					山	ろく	1
					火	山ろく	3
{	平	地	28%	{	台	地	11
					低	地	13

道路の種類別の地形状況

		一般国道	都道府県道	計
山地		29.6%	42.3%	39.9%
平地		70.4%	57.7%	60.1%



写真 6 3 1 土砂崩れのための通行止の
 通行規制の標識

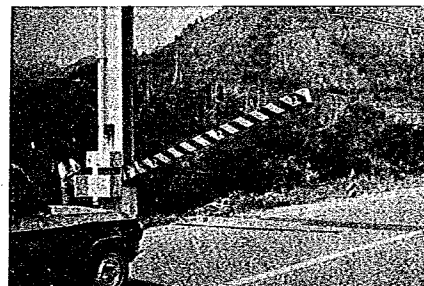


写真 6 3 2 通行止の通行規制をするとき
 自動車をとめる遮断機

規制区間には「通行規制区間」と「特殊通行規制区間」の2種類があり、前者は過去の記録により異常気象と危険箇所の事故発生との間に相関関係がある場合で、異常気象による規制の基準値を定めて行なうものである。後者は異常気象と危険箇所の事故発生との間に相関関係が無い場合で、パトロール等により、気象や現地の状況から判断して危険が予想される場合に事前規制を行なうものである。

規制基準は降雨の場合には連続雨量、24時間雨量、時間雨量の2以上の組み合わせあるいはいずれかの降雨量により定めている。そのほか積雪の場合は積雪深、雪崩注意報の発令により、風速につい

ては最大風速、暴風警報、波浪高等によって定められている。

なお、通行規制には「通行止」と「通行注意」の２種類があり、道路標識を以て表示すると共に、ラジオその他により一般に広報される。表 6 3 2 に一般国道の通行規制区間の状況を、表 6 3 3 に地方建設局が行なっている降雨量による規制基準を例示する。

なお危険が去れば通行規制は解除されるが不幸にして豪雨等のため道路が災害を受けて交通不能となれば、道路管理者は復旧に全力をあげると共に、交通が可能となるまでの間当該道路の通行止の交通規制を行なう。

表 6 3 2 通行規制区間の状況

	一般国道指定区間内		一般国道指定区間外	
	区間数	延長 (km)	区間数	延長 (km)
通行規制区間	182	1,115	502	3,425
特殊通行規制区間	335	1,808	45	194
計	517	2,923	547	3,619

表 6 3 3 降雨量による規制基準（例示）

地方名	地方建設局
	通行止め
北海道	㊦ 40～40mm
東北	(時) 30～30 または (連) 100～150
関東	(時) 25～40 または (連) 150～230
北陸	(時) 30～50 または (日) 60～140
中部	(時) 25～250 (連) 80～250
近畿	(時) 100～250
中国	(時) 30～50 (連) 120～250
四国	(時) 200 の後 (時) 50 または (連) 300
九州	例示 (時) 40 と (日) 120 または (時) 30 以上が 3 時間

(注) (連)は連続雨量, (時)は時間雨量, (日)は日雨量, ㊦は 24 時間雨量

6.4 交通指導

道路の路面上には自動車のタイヤが持ち込んだ泥や風で運ばれて来た土が薄くかぶっている。これらの泥土は粒子が細かいので雨が降ると、水分を含んでノリのようになり、自動車がノリの上に乗って非常にすべりやすくなる。そのうちに雨が路面の上のノリ状になった泥土を側溝に押し流してしまうので、危険な状態は雨の降りはじめた初めの頃に限られる。

それで道路管理者は雨が降りはじめると道路情報板によりスリップ注意の情報を出してドライバーの注意を喚起する。間もなく雨が路面上の泥土を押し流してくれるのでスリップ注意は一応解かれるが、路面は雨水のため摩擦係数が落ち、乾いているときに比べてすべりやすいことは間違いのない。特に路面に雨水があり、自動車が高速運転するときには、ハイドロ・ブレーニング現象が起き

てタイヤがちょうどアイスパーンの上に乗ったと同じ状態となってスリップするので、雨が降るとスリップ注意の情報を道路管理者はドライバーに与えるとよい。

雨が降らなくても濃霧のため走行が危険となることが多い。本当に1寸先も見えなくなることがある。霧が局部的に発生することもあるので道路管理者はあらかじめ発生しやすい場所を調査しておく必要がある。概して峠に多い。局部的に霧が発生したならば、道路管理者は道路情報板またはラジオなどにより、その情報をドライバーに知らせる必要がある。特に高速道路においては危険が高い。なお地域的に広く発生することもあるが、この場合はドライバーは自然と情報を得て注意するから事故につながることは少ない。

次に道路は設計速度によりある一定区間は決められた速度以下ならば支障はないはずであるが、道路構造令に合致しない構造つまりカーブの箇所も存在することは止むを得ない。それで道路管理者は法定速度では走行すると危険なカーブについては「安全速度○○km/h」と道路標識により標示して指導すると共に、「カーブ注意」などの標識も設置している。

また冬期雪国にドライブするときはチェーンを携帯するのは常識であるが、道路管理者は路面凍結や積雪のあるときは道路情報板によりチェーンの着装をドライバーに知らせる。なお豪雪のため道路管理者として除雪作業が間に合わず、通行止にすることがある。これは雪が止んだり、除雪作業がすすめば通行止

は解除される。また冬期間豪雪のため除雪作業を全然行なわない区間もある。何れも道路情報板またはラジオなどを通じて道路管理者はドライバーに周知させる必要がある。

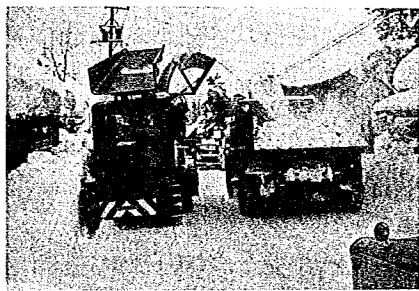


写真6.4.1 除雪作業

6.5 交通サービス

6.5.1 道路巡回

道路上の障害物や天災等災害による道路損壊発見や通報そして応急措置等の目的で道路パトカーが自らの管理区間を絶えずパトロールして、異常があれば無線電話により管理事務所へ連絡している。交通事故の発生した場合、それが道路交通上の障害となる場合や道路構造物が損壊された場合には道路パトカーはすぐかけつける必要がある。

6.5.2 事故車等の排除

交通事故が発生して、その事故車が交通障害となる場合には、道路管理者は直ちにこれを排除しなければならない。それで道路管理者はレッカーやクレンカーを配備して何時でも出動できるようにしているが、地方自治体

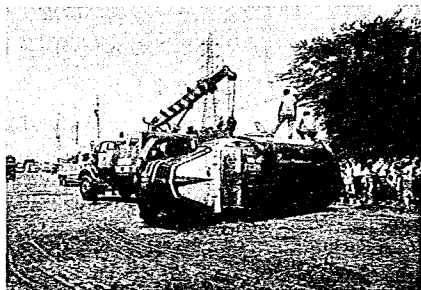


写真6.5.1 事故車とレッカー車

等では自らレッカーやクレンカーを所有しないで、これを所有する会社と何時でも借りる体勢のところもある。

6.5.3 故障車の救済

ガス欠、パンク、オーバーヒート等の理由によりドライブ中に故障し、止むを得ず路側なり、適当な空地なりへ駐車せざるを得ないことがある。これらの故障車はパトロール中の警察の車が道路パトカーが発見して連絡することもあるが、大ていの場合は故障車の運転者が近くの電話から修理を頼むことになる。高速道路では路側に1キロ毎ぐらいに大てい非常電話が設けられていて、この非常電話が公団の管理所に通じていてすぐ修理車が出動して救済してくれることになっている。

一般道路では非常電話があつて道路管理者の管理所にすぐ通じるのは、トンネルなどの特殊な個所に限られている。普通の箇所では公衆電話か、人の電話を借りるほかに方法が無い。そして近くにある修理業者の電話番号が分らないのでドライバーがもたもたしているのが欠点である。

6.6 事故発生の探知と処置

交通事故の発生したとき、殆んどの場合走行中の他の車のドライバーがかける非常電話による通報が多い。パトカーによる無線連絡による場合もある。しかし車両感知器によってこれを検出することもできる。

交通事故が発生した場合、後続の車はこれを避けて通行する。隣接した車両感知器によって各地点のオキュパンシーが絶えず測られている。道路のある部分で事故が発生すると、事故発生地点の前方のオキュパンシーは低下すると共に、後方のオキュパンシーは上昇する。この前方と後方のオキュパンシーの差の比率が大きくなると、そこに隘路となるような状態、つまり交通事故が発生して車線が狭められている状態が発生していることを示している。

以上から隣接の地点のオキュパンシーの相対的比率がある値を超えると、コンピューターによりその地点のランプを点滅させるようにすれば、自動的に交通事故の発生を知らせることができる。またコンピューターからCRTディスプレイによって時刻、感知器位置、交通量、オキュパンシーを求めることもできる。

非常電話による通報によるにしても、感知器による自動的探知にしても、道路上にて交通事故が発生し、道路交通に障害を与えていることが判れば、交通管制センターでは直ちに次の処置をとる。

- (1) 警察に連絡して警察のパトカーを直ちに現場へ派遣する。
- (2) 関係自治体に連絡して救急車を直ちに現場へ派遣する。
- (3) 道路パトカーを直ちに現場に派遣する。
- (4) 事故発生地点より後方の運転者に対して道路情報板や誘導無線により事故の発生を知らせる。
- (5) ラジオ放送により通報する。
- (6) 交通の障害となっている事故車の排除のため、レッカー車等を現場へ派遣する。
- (7) レッカー車等により事故車の排除が終ったとき、道路情報板および誘導無線によりその旨知らせる。またラジオ放送により事故の様子、遅延時間等を知らせる。

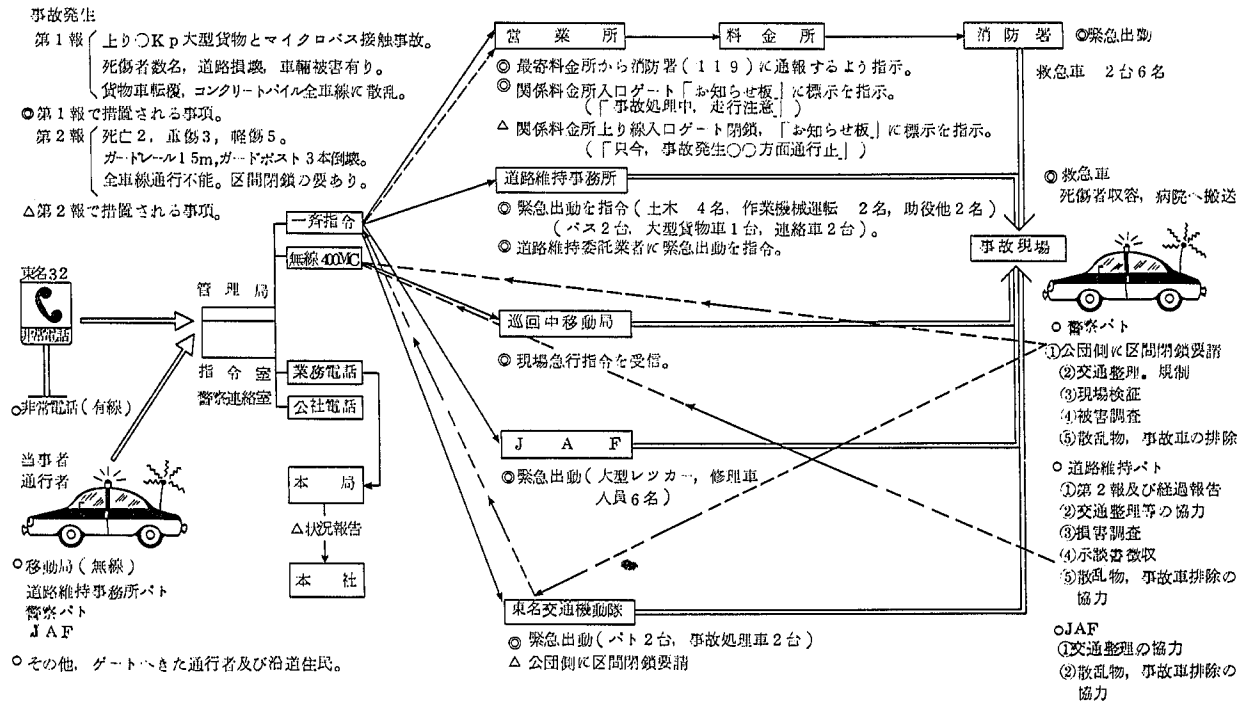


図 6.5.1 高速道路における事故処理系統図

6.7 トンネル内の交通管理

6.7.1 渋滞検知システムの必要性

交通管制とは安全かつ円滑で適正な交通状態を確保するために行なう交通管理の手法であって、次の2つに分けられる。

- (1) 交通を或るサービスレベル内に保つための定常的な制御。
- (2) 事故や災害など緊急時に行なう制御。

交通管制において、特にトンネルは他の一般道路部に比べて条件がきびしく、一たび事故や火災が起きると極めて悲惨な事態が生じるし、交通の渋滞による被害も大きい。それでトンネル部の交通管制は他の一般道路部に比べて極めて必要性が高い。

トンネル内の交通管制システムが特に必要であるかという点について考えてみると次のことが主にあげられる。

- (1) トンネル部は明かり部分に比べて事故率は高い。
- (2) 交通の渋滞や火災等が起ると、交通量にもよるが、CO濃度は短時間に急激にあがり危険である。
- (3) トンネルは道路構造上の条件（路肩、内部照明等）も普通部に比べて悪く、容量が低下するので渋滞を起しやすい。

然らばトンネル内で渋滞が発生する原因を考えてみると

(1) 交通事故 (2) 車輛故障 (3) 低速車の並列 (4) 積荷等の落下、障害物の散乱 (5) 工事規制 (6) 交通量の増加にともなう容量低下 (7) 火災

以上からトンネル内部には他に比べて密度の高い交通管理の施設が設けられる。そして必要とされる交通管理の施設としては

- (1) 車輛感知器 (2) 工業用テレビ（ITV） (3) CO計 (4) VI計 (5) 火災感知器
- (6) 道路情報板 (7) 誘導無線 (8) 交通信号機 (9) スピーカー (10) 非常電話 (11) 事故報知用ボタン (12) 消火栓 (13) スプリンクラー

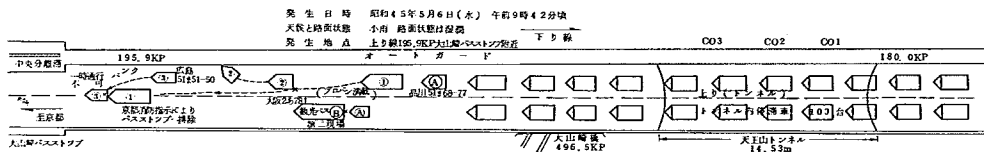


図 6.7.1 天王山トンネル上り東出口附近にて発生した追突事故概要

6.7.2 平常時のトンネル内の交通管制

トンネルの換気設備を設けると、その設備の規模を決めるに当たっての要素は(1)トンネルの延長(2)交通量 (3)縦断勾配とされているが、ここで一つ大きなことが忘れられている。それはトンネル内で交通がスムーズに流れているときと、渋滞しているときでは排気ガスの量が大変に違うことである。渋滞しているときは、車の停止発進が繰返され、発進のときの排気ガスの量が大変に大きい。それでトンネル内では各車がギアチェンジを行なわないでほぼ一定のスピードで走れるようにす

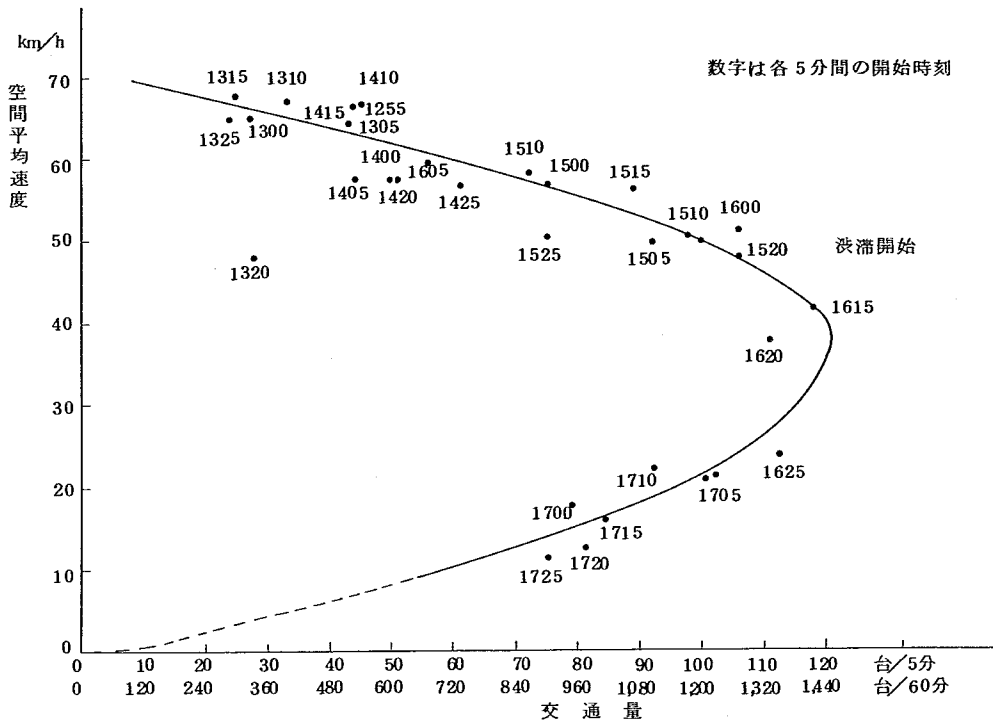


図 6.7.2 中央道小仏西入口附近における混雑時の上の交通量と平均速度

ることが換気の面からも必要となって来る。また図 6.7.2 にて示すようにある一定以上の交通量つまり交通容量を超えると、渋滞が始まり、交通容量が落ちてくる。つまり、渋滞しないようにコントロールすることができればそのトンネルの交通容量をあげることができるわけである。ニューヨークのホーランド水底トンネルでは交通信号機を設けて流入する車をコントロールした結果、トンネル内の交通渋滞を防ぐことができ、その結果換気設備を動かす必要性が少なくなり、電気代の節約となり、交通容量も増大した。トンネルの交通管制に要した費用はすぐ取戻したと云われる。

図 6.7.2 は中央道の小仏トンネルの西入口にて測定した結果である。このトンネルは対向 2 車線道路でトンネルも長い。休日の夕方東京方面へ帰る車の列が渋滞することでドライバーには有名なトンネルである。この図からみても 1 車線の交通量は 1,400 台/時である。明かり部分の何ら制限のない道路で可能交通量は 2,500 台/時とされているが、トンネル内部は側前余裕も無く、その他の制限もあり、実際のトンネルの例ではこの 1,400 台/時というのがぎりぎりの容量であろう。これだと速度も 40 キロ/時以下と低いので、実用交通容量としてはトンネル内部では 1,200 台/時という所が良い線であるこれだと毎分 20 台で 50 キロ/時前後の速度が期待できる。

毎分 20 台ぐらいにコントロールするには高速道路ではインターチェンジで行なうか、一般通路ではトンネルの手前で行なうほかはない。前述のホーランドトンネルはトンネルの手前に交通信号機を設けている。トンネルが短い場合にはトンネルの入口と出口に車輛感知器を設けてトンネル内

に入っている車の数をチェックしながら信号機を操作すればよいが、トンネルが長くなると、トンネル内部の各区間毎の交通量の変化が生じて渋滞を起す危険性がある。そこでトンネルの入口と出口にだけ車輻感知器を設けるのではなく、トンネル内部に1キロ毎か500メートル毎に車輻感知器を設け、例えば1キロ毎ならば、どの区間内にも20台以上の車が入らないように流入制限を行なう必要がある。つまり1キロ毎のどの区間内にも車が絶えず20台以下になるように流入制限を行なっていれば、交通渋滞を起すことはないし、渋滞による排気ガスの増加の心配は無く、また交通容量の低下も無い。

なおCO計、VI計は換気設備を自動的に動かすようになっているのが普通である。

6.7.3 トンネル内の事故等発生を検知

トンネル内の事故発生を検知は一般の明かり部分の場合と同じである。それで前節6.6の場合と同じであるが、本節で前述したように、トンネル内部の事故は悲惨な事態が生ずるので、事故の発生を検知は明かり部分に比べて重大かつ1秒を争うほど急を要する。それで非常電話もトンネル内部では間隔を非常に狭くして設置される。

車輻感知器の設置間隔も狭くする必要がある。というのは間隔が広いと、事故の発生を検出に時間がかかるだけでなく、交通量の少ない時間帯では事故や故障車の発見が出来ないからである。トンネル内部では事故の発生を検知は一刻も争うし、また交通量の少ない時間帯といえども四六時中、事故の発生を検知する必要性があるからである。事故車だけではなく故障車を検出することも必要である。

車輻感知器から送られてくるオキュパンシーの変化から事故を検出することができるが、前述のようにある間内に一定以上の車が入っていることを知ることにより、何か異常を検出することもできる。コンピューターにより異常を検出すると、その地点の工業用テレビ(I T V) にスイッチを入れ、目で何が発生したかを見る。工業用テレビはトンネル内の輝度や透過率の関係から150m間隔ぐらいに設けられるのが理想的だが、トンネルが長くなると、設置されるカメラの数が多くなり、すべてのカメラの映し出す映像を交通管理センターで人間が監視しているわけには行かない。どうしても必要に応じてスイッチを入れることになる。それで、車輻感知器が知らせてくる交通量のデータからコンピューターが異常を知らせることにより工業用テレビを見ることとなる。

このほかにCO計、VI計が換気設備を動かすと同時に事故発生を知らせる役目も果たす。非常電話のほかに事故報知用ボタンが連絡してくることもある。また火災が発生したときは火災感知器が知らせてくれる。

6.7.4 ドライバーに対する情報の提供

トンネル内の交通状況の情報は絶えずドライバーに知らせる必要がある。特に事故発生ときには一刻も早くドライバーに知らせる必要がある。

(1) 道路情報板

トンネル入口だけではなく、トンネル内部に要所々々設ける必要がある。ただトンネル内部に設ける場合には場所に制限されるし、ドライバーからも見えにくいという欠点がある。

(2) 誘導無線

ドライバーがどの波長のラジオを聞いていても、誘導無線の放送を行なうことによりそれに強制介入して情報を知らせることができる。しかし、ラジオのスイッチが入っていなかった

場合にはどうしようもない。

(3) 交通信号機

トンネル入口とトンネル内部に信号機を設け事故発生と共に信号を赤にして交通を停める。
ただし停めるだけで情報を知らせることはできない。それでドライバーは信号が赤になったら、
ラジオのスイッチを入れ、誘導無線により情報を知るようにする必要がある。

(4) スピーカー

事故発生すると大きな混乱が起きる。道路情報板を見る余裕もないし、ラジオを聞く余裕もないことが多い。それでトンネル内部にスピーカーを数多く設けて、誘導無線の放送と同じ放送を行なってドライバーに情報を知らせるわけである。

7. 可変標識と道路情報板

7.1 可変標識の目的と種類

規制標識には駐停車禁止、追越禁止、速度規制、右折禁止、中心線移動など多くの種類がある。交通管制で問題となるのは、このうち時間や交通の需要に応じて変化させる方がよいもの、たとえば右折禁止、速度、駐停車禁止、中心線移動、進入禁止などの規制や迂回表示などの案内板である。

以上のように時間や交通の需要に応じて交通規制の内容を変化させる標識のことを可変標識といい、現在では規制標識と指示標識だけにしか可変標識は存在しないが、将来は道路標識全部に可変標識が生まれることもあり得る。

現在用いられている交通規制の例でいえば、午前中と午後の一方通行が逆である場合、時間がくれば自動的に標識が変わるものである。また時間により自動車の進入禁止という場合にも時間により自動的に標識が変わるものである。

時間帯規制は正確な時計があれば、現場の制御は必ずしも不可能でないが、種々の条検や、現地状況により、実施するのは容易ではない。また交通需要に応じて規制を変化させるには交通情報とその判定装置を現場に設置し、個々に判断させるのは、経費的にも技術的にも無理が伴うので、判定機能を中央に集中して遠方制御を行なう方式を採用する例が多くなってきた。各高速道路では情報と案内を集中的に遠方制御している。

迂回板のように右こんざつ、左こんざつ、消灯と3項目の制御であれば電話線を用いて比較的容易に実施することができる。制御項目が4項目以上になると多少装置が複雑にはなるが、電話線1対(2線)で同様に実施することができる。

これらの制御は、中央の結合と現場の表示が合っているかどうかの確認が重要である。電話線1対で指令と確認を同時に行なうには、指令に直流を、確認に交流を用いるのが便利である。確認は8項目程度をトーンで得ることは経験的にも問題はない。市外線を使用する場合は、指令、確認ともに交流を用いるので4線式となる。

可変標識板は部分的に開発が行なわれ、実験されているが、現状では確定した規格品はない。従来経験から次のような種類がある。

- (1) 電 光 式
- (2) 内 照 式
- (3) 字 幕 式
- (4) 反 転 式

この中で注意をひくものは字幕式である。見やすく、操作が比較的簡単であるから、将来可変標識の主力になると思われる。そのほか電光式は構造が多少複雑になり、また内照式は太陽光の下では見えにくい難点があるが構造が簡単である。中心線移動は電光式あるいは内照式が使われる例が多い。

7.2 迂回表示板と道路利用者の反応調査

7.2.1 迂回表示板

迂回路として考えられる1対の道路区間のうち、どちらかに渋滞の発生したことがわかった場合、両道路の分岐点となる交差点で図5.2.1のような表示板を用いて道路利用者に知らせるものである。この表示板は混雑している道路に対して赤色の朱印の中に「こんどつ」の文字を表示する。両道路とも表示を行なわない。

7.2.2 道路利用者の反応調査

どちらおも利用できるような2通りの経路の分岐点において、どちらかの道路が混雑していることを利用者に表示した場合利用者の反応を桜木町駅前交差点付近と、矢部立体交差点付近に設置した表示板を選んで調べた。

(a) 分 析

- (i) 混雑の表示は、両道路区間のどちらを利用しても目的地に行けるトリップに対して混雑している道路を知らせることによって、そのトリップが混雑していない方の道路を選択することで混雑側の需要が減ることを期待している。

もしこの期待が実現した場合、両道路の流入部分で測定した交通量に見られる変化は単純に予測できない。それは、両道路の交通は、どちらの道路おも利用できるトリップと、反対の道路を利用することはその目的地からみて不可能または著しく不便なトリップとから構成されているから、それぞれの道路の交通量の増減にはこの2種類の交通の増減の多くの組合せのケースが考えられるからである。

今、各道路における上記2種類のトリップ構成に関する情報は皆無であるから、どちらのルートをも選び得るトリップが圧倒的に多くて、各道路におけるその増減が各道路の交通量の増減に反映するとした場合を想定したときに、それと比べて実際の交通量の増減はどうであるかを調べることにする。

- (ii) 図7.2.1において、混雑表示前の交通量に対する混雑表示後の交通量の増減分を、混雑表示のあった側(ΔX)については横軸、他の側(ΔY)については縦軸にとり、そうすると、直線 $\Delta Y = \Delta X$ に関して左側は、 $\Delta Y > \Delta X$ つまり混雑表示のない側の交通量の混雑表示前後の変化分が、混雑表示のあった側のそれ(両者いずれも正負の符号をつけて比較する)より大きい領域であり、右側はその反対の領域である。

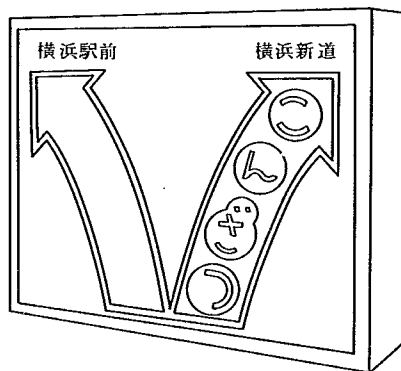


図7.2.1 混雑表示板

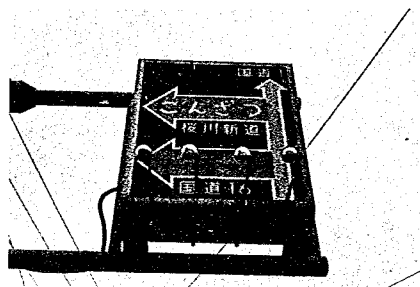


写真7.2.1 混雑表示板

また、直線 $\Delta Y = \Delta X$ に関して右側は、
両道路の交通量の合計 ($X + Y$) が増加
した領域であり、左側はそれが減少した
領域である。

前述の想定においては、この座標にプ
ロットされた点は、両道路の合計交通量
の増減いかにかわらず直線 $\Delta Y = \Delta X$
に関してその左側に落ちるはずである。

(iii) 混雑表示が出た時点前 15 分間の交通

量と比べて混雑表示中の各 15 分間交通量の増減分について、上述の $X Y$ 座標にプロットしてみ
ると、図 7.2.2 のようである。

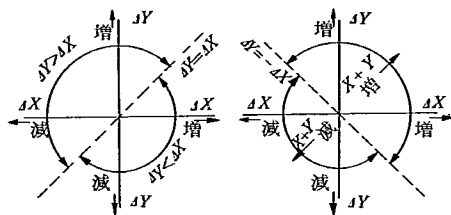
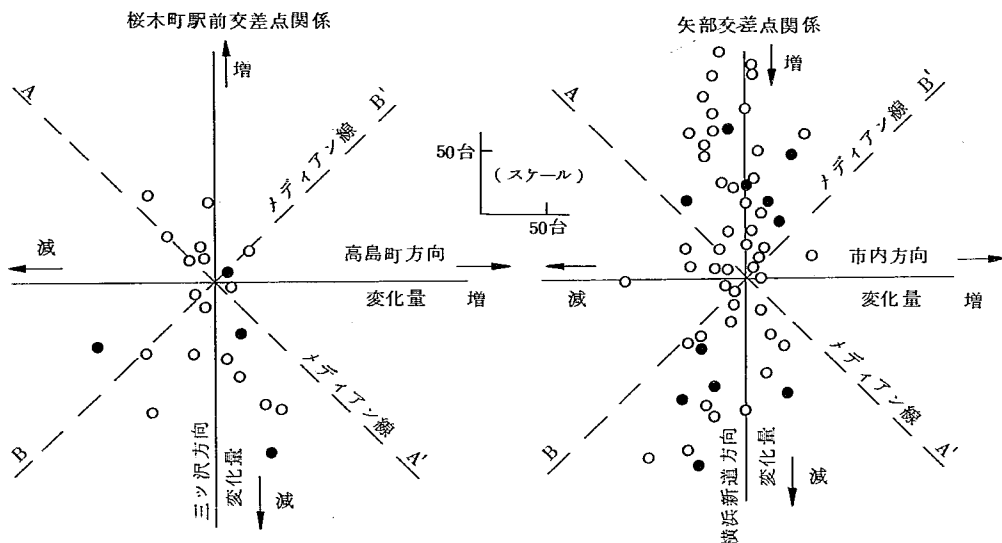


図 7.2.2 2つの道路の各交通量 X, Y のそれ
ぞれの変化量 $\Delta X, \Delta Y$ の関係



注) 横軸が混雑表示のた方向

● は混雑表示解除直前 15 分間の交通量に関するもの

図 7.2.3 混雑表示中の各 15 分間交通量の、混雑
表示直前の交通量に対する変化量の関係

(iv) 図 7.2.2 において、メディアン線 AA' の右側領域と左側領域とに分けて符号検定を試みる
と表 7.2.1 のようであって、ここで分析の対象としている交通については、混雑表示が出され
てからの両道路合計交通量は、増加傾向にあったとも減少傾向にあったともいえないことがわ
かる。

(v) このような条件において、混雑表示後の各道路の交通量の増減の強さに何か有意な傾向があ
るかどうかをみるために、図 7.2.2 においてメディアン線 BB' の左側領域と右側領域とに分け
て符号検定を試みると、表 7.2.2 のようである。

これによれば、桜木町交差点の関係については、混雑表示後にどちらかの道路の交通量が他の側の交通量よりも有意な変化をしたとはみられない。

矢部交差点の関係については、次のことが危険率5%で有意といえる。つまり、旧国道方向の混雑表示後において、その方向の交通量の増加は横浜新道方向の増加より弱いか、旧国道方向は減少して横浜新道方向が増加するか、または旧国道方向の減少分は横浜新道方向の減少分より大きいかの傾向にある。

- (vi) 混雑表示解除直前の15分間交通量の分について、これが特定の領域にあるという傾向はみられない。

7.3 道路案内標識

道路管理者および交通警察が道路利用者つまりドライバーに道路上にて道路交通情報のうち静的情報を与える方法である。道路管理者の行なう道路案内、道路工事による交通規制、交通警察の行なう交通規制はすべて道路上にて道路標識にてドライバーに情報を与えている。道路標識には案内標識、警戒標識、指示標識とあることは周知のとおりである。

7.4 道路情報板の種類と制御

道路管理者および交通警察が道路利用者つまりドライバーに道路交通情報のうち動的情報を与える方法である。従来このような動的情報はラジオに頼るほかなかった。それで道路上を走っているドライバーに十分サービスすることができず、ドライバーは通行止であることを知らずに走ってしまい、途中から引き返さざるを得ないことが多かった。これではドライバーが無駄な走行をすることとなり、また事故にもつながる恐れがあった。それで道路管理者が数年前から道路情報板を整備するようになった。

道路情報板にはA型とB型とC型とがあり、A型はオーバーヘッド式の大規模なものであって、電光式と字幕式の2種類がある。いずれも代表的な地点または規制区間の前後に設け、遠隔操作もできるし、現地でも操作することができる。このA型は表示内容の枠が2枠のものと3枠のものがあ、即時に情報を表示することができる。

表 7.2.1 両道路合計交通量の増減傾向の有意性についての符号検定

両道路の合計交通量が	桜木町駅前 交差点関係	矢部交差点 関 係
増加の事象数	8(5)	32(37)
減少の事象数	13(16)	26(21)

注) () 内の数字は危険率5%の上限と下限を示す。

表 7.2.2 両道路を比べて混雑表示前後の交通量の変化に差異があるかどうかに関する符号検定

混雑表示前と比べて表示中の交通量は、表示された方の道路が反対の道路よりも	桜木町駅前 交差点関係	矢部交差点 関 係
強い傾向の事象数	13(16)	21(21)
弱い傾向の事象数	8(5)	37(37)

注) () 内の数字は危険率5%の上限と下限を示す。



写真 7.3.1 案 内 標 識

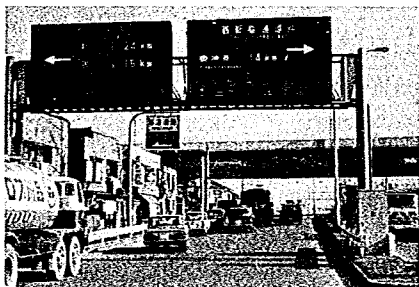


写真7.4.1 A型道路情報板

事故、工事、通行止、渋滞とその区間、迂回推奨、などをドライバーに案内表示する。電光点綴可変方式が用いられ、管制室などから遠隔手動制御で操作する。

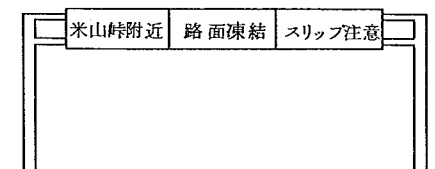


写真7.4.2 C型道路情報板

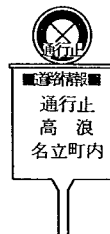
B型は規制区間の前後や危険個所の前後の路側に設けられる字幕式の小型のものである。遠隔操作はできないので現地で操作する。

C型はB型と同じく規制区間の前後や危険個所の前後の路側に設けられるもので、B型を更に簡単にして情報内容を板に書いて道路情報板に取付けるものである。立看板を固定化して一寸立派にしたようなものである。B型と同じく遠隔操作はできないので担当がいちいち情報を書いた取付けなければならないが費用が安くてすむ。なおB型を用いない道路管理者においては、このC型をB型と称している場合もある。

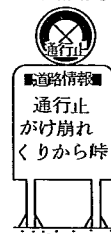
A型道路情報板



B型道路情報板



C型道路情報板

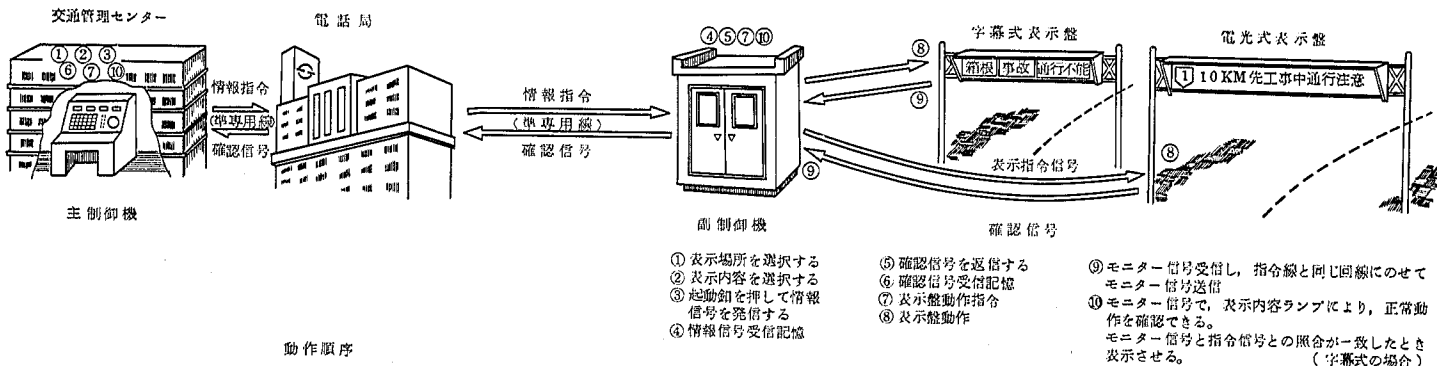


B型・C型道路情報板共に「通行止」のときは道路標識(301)もあわせて掲示する。(表示中は黄色注意灯が点滅する)

A型道路情報板の表示内容(例)

A 枠	B 枠
災害発生	通行止
大雨	除雪作業中
大雪	スリップ注意
路面凍結	通行注意
なだれ	チェーン着用
土砂くずれ	

図7.4.1 道路情報板



動作順序

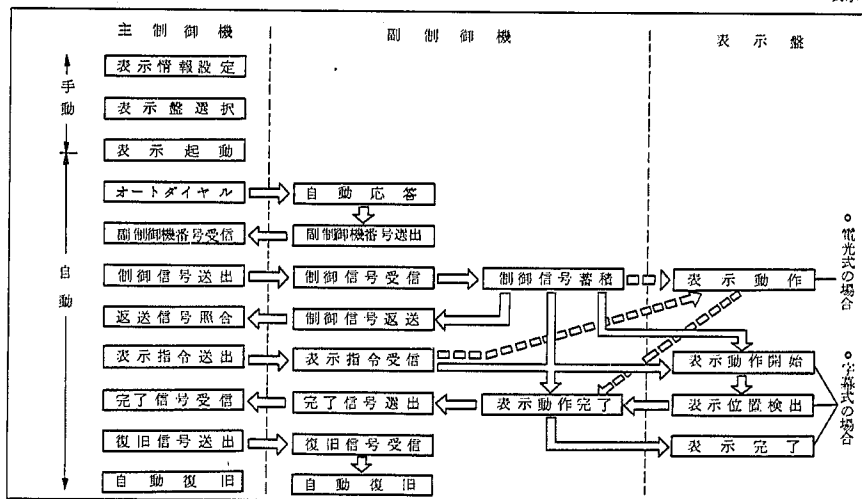


図 7.4.2 電々公社専用線を利用した場合の道路情報板の操作

8. 一般道路交通管制システムの実例

交通事故の増大と交通混雑の激化に対処するため、警察庁では交通管理体制の確立に関する長期計画を策定し、各都道府県に交通管制センターの設立を進めている。

8.1 東京広域交通制御システム

8.1.1 制御内容の概要

このシステムは、実時間処理機能を十分に活用し、次のような制御内容をもっている。

(a) 伸縮可変のサブエリア

現在実施されている都心部約120交差点の制御範囲を図8.1.1に示す。制御領域はこの中に含まれる重要交差点を核にした幾つかのサブエリアで構成されている。サブエリアは時々刻々の交通実態に応じて流動的に伸縮し、常に最適制御ができるようなサイクルの値をとる。

(b) トリーパターンの形成

オフセット制御効果をできるだけ大きくするように、系統制御の経路をつくりあげて、しかもその系統特性は常に交通需要にあったオフセットパターンとなる。

(c) スプリットの決定

通常は幹線側を優先するスプリットを与えるが、重要交差点では、交通量に応じた個別のス

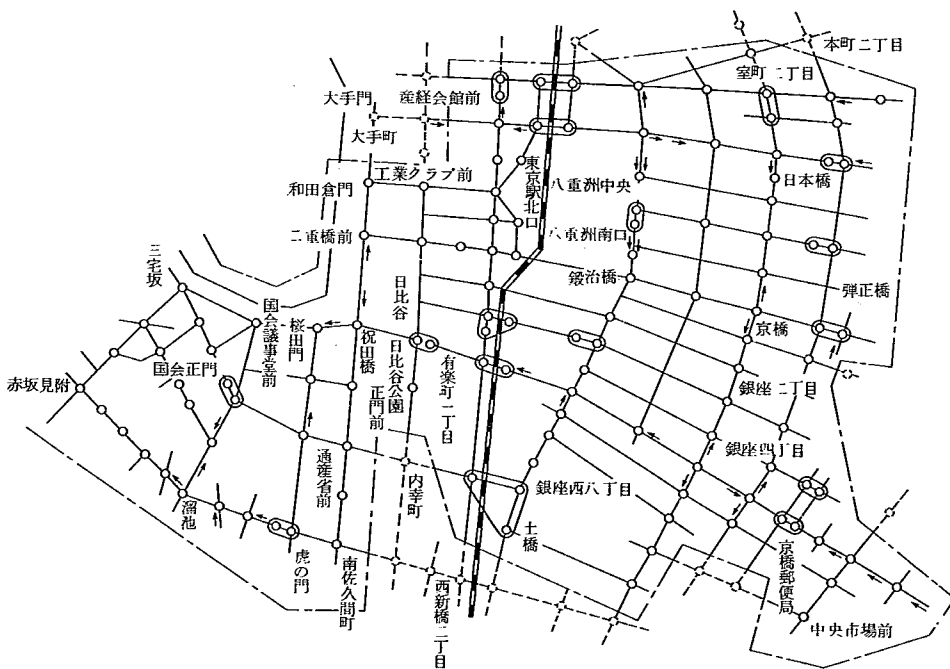


図 8.1.1

プリットを決定できる。

(d) 制御モード

このシステムは、表 8.1.1 に示すような 5 通りのモードを考え、変化する交通状況に対応して最適なもの、この中から選択する。

これらを適用するモードエリアは、重要交差点を中心にして構成される。

表 8.1.1

モードの種類	交通状況	制御目的
1. 停止	交通量の比較的少ない状態	信号による停止回数の減少
2. 遅れ	通常の交通量の場合	信号待時間の減少
3. 容量	飽和する交差点とその周辺	交通容量の増大
4. 行列	容量モードでもさばけぬほどの交通量	待行列が他へ影響を与えぬように制御
5. 渋滞	一定の待行列以上に渋滞した交通量	すみやかな渋滞の解消

(e) オフセットパターン

遅れを最小にし、渋滞を防止するオフセットパターンは、一般交差点と重要交差点に分けて表 8.1.2 の手法で決定する。

なお、今回特に遅れモードのとき、オフセット効果の直接フィードバックによるオフセットプログラム形成の手法を、一部の区間において試験的に実施することとしている。

表 8.1.2

モードの種類	一般区間	重要交差点
1. 停止	通過帯の連続性	同 左
2. 遅れ	赤時間遅れの総和の減少	同 左
3. 容量	同上	交差点交通容量を最大にするオフセット
4. 渋滞	渋滞解消シーケンス	—

8.1.2 システム構成とその機能

このシステムブロックダイアグラムを図 8.1.2 に示す。多数の車両感知器から送られてくるデータは、電子計算機で演算処理され、その結果に基づいてソフトウェアの変更により、制御範囲の伸縮、最適プログラムの選定などが自由に行なわれ、信号切替指令は計算機から各交差点へ、独立に、直接指令される。

(a) 電子計算機（中央処理装置）

制御用デジタル計算機 NEAC—3100 を使用している。

本計算機は記憶容量 32 kW、語長 18 ビット、サイクルタイム 2 μ s の性能をもち、将来約 400 交差点、約 1,000 感知器まで処理することができる。

電話線で中央へ集められた各車両感知器からの情報により、制御範囲全体の車の台数、速度、オキュパンシーなどを計算し、全域の信号機に対して、交通状況に適応した制御を行なう。本システムの周辺装置は表 8.1.3 のとおり構成されている。

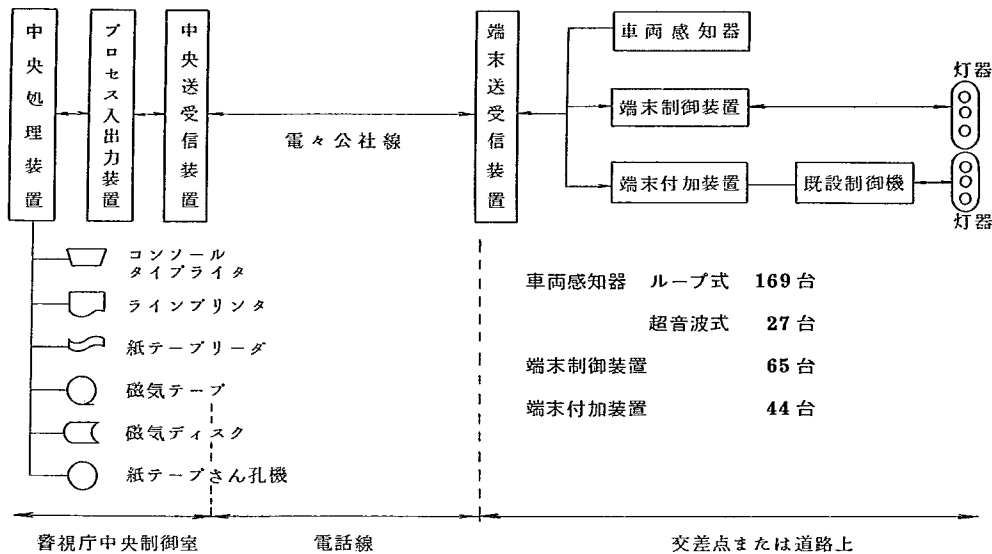
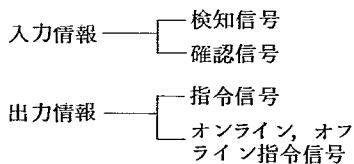


図 3.1.2

(b) プロセス入出力装置

入出力情報を、対象プロセスと計算機NEAC-3100 との間でオンラインリアルタイムに転送を行なう。

本システムにおいては、デジタル入力およびデジタル出力インターフェースをもつ。



(c) 中央送受信装置

端末送受信装置から電話線を介して周波数多重伝送されてきた車両検知信号および現示確認信号を電圧に

変換し、計算機からの信号機灯色歩進パルスを変調して、端末送受信装置へ送出する。

計算機が停止しているときには、各端末へ同期信号を送出し、単純系統動作を維持させる1次フェイルセーフ機能をもっている。表 8.1.4 のとおりの構成である。

(d) 端末送受信装置

中央送受信装置からの指令信号を受信して、端末制御装置、端末付加装置を駆動し、現在の

表 8.1.3

名 称	数 量	名 称	数 量
紙テープ入力装置	1	高速製表印字装置	1
紙テープ出力装置	1	ディスクバック装置	1
入出力タイプライタ	1	プロセス入出力装置	1
磁気テープ装置	4		

表 8.1.4

	各 部 の 機 能
検知信号受信部	車両感知器のAM信号を受信し、直流パルスに復調する。
確認信号受信部	信号機からの動作確認信号を受信する。
指令信号送出部	中央処理装置からのパルスを受信し、指令信号に変換して信号機へ送出する。1次フェイルセーフ機能も併せてもつ。

信号表示を音声周波に変換して中央送受信装置へ返送する。また車両検知信号をこれに重畳して中央へ送り、これらの情報は1対の電話線を使用する。この装置は端末制御装置、端末付加装置の函体内部に実装され各部の機能を表8.1.5に示す。

- (e) 端末制御装置および端末付加装置
 端末送受信装置からの指令信号を受けて、これをチェックし、歩進動作を行ない信号灯を点灯する機能をもつ。

また、ステータス変更パルスを受けて特殊現示に切替えることも可能である。端末付加装置は、端末制御装置と全く同じ機能をもつが灯器制御回路をもたず、既設定周期式信号機に接続して使用される。

灯器点滅の状態は、そのまま同一電話線を介して、現示確認信号として中央送受信装置へ返送される。指令情報が悪かったり、電話線が切断した場合には、内蔵されているタイマーで2次フェイルセーフとして単独定周期動作を行なう。

- (f) 車両感知器

目的と場所の条件により、ループ式、超音波式、長大ループ式車両感知器の3種類を用い、車の通過量、速度および密度を検出する。

表 8.1.5

	各部の機能
検知信号送信部	車両感知器の出力情報は標準4波（最大8波）まで、AM変調により多重伝送される。
確認信号送信部	信号表示4波、ステータス4波をもち、正常運転時には、それぞれ1波ずつ送出される。
指令信号受信部	1周期の信号表示によって定まるステップ数と同数のオフパルス（線間DC96V～48V）を受信する。

8.2. 神奈川県警察の交通管制システム

8.2.1 規模

神奈川県警の交通管制システムは、図8.2.1に示すような業務システムであり、電子計算組織を導入して、昭和45年4月1日から、情報収集、解析、表示、記録などを行なっている。

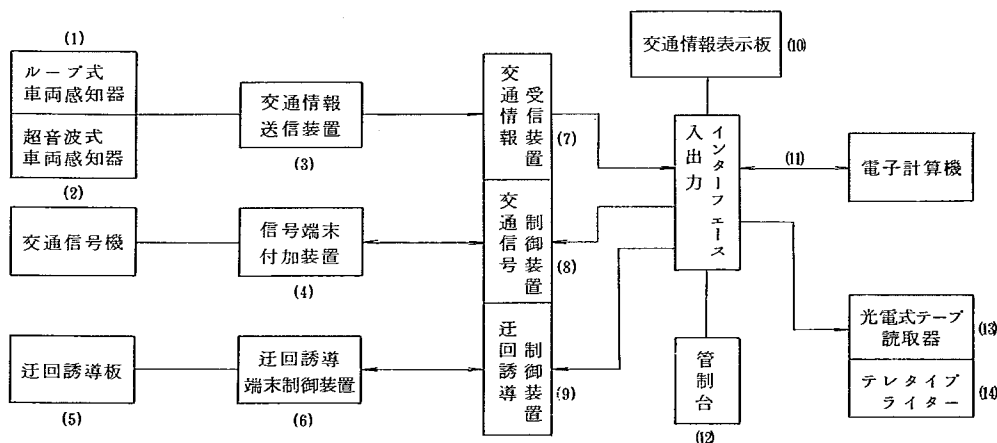


図 8.2.1 交通管制センターシステム系統図

(a) 交通情報活動の自動化地域

県下主要道路の36交差点、105流入路にループ式車両感知器94、超音波式車両感知器13、迂回表示板が8個設置してある。

(b) 集中監視制御路線および地点

自動感应式系統信号機は国道1号線、神奈川区二ツ谷交差点から保土ヶ谷橋交差点までの18交差点約5.5kmの区間と、国道16号線、西区洪福寺交差点から旭区鶴ヶ峰交差点までの16交差点約6.8kmの区間で、この他小地域自動感应制御として国鉄桜木町駅周辺の5交差点を実施している。

8.2.2 システムの概要

(a) 交通情報の収集

車両感知器によって測定された情報は、即時自動車の中央に伝送され、電子計算機によって、常時解析、通過交通量、平均速度、平均密度、渋滞度などを算出する。

(b) 交通情報活動

電子計算機によって演算処理された情報は管制室の中央地図板上に交差点別、方向別に渋滞度ならびに速度が表示される。管制官は事前に保有する情報などを総合的に判断して管制桌上的のボタンを操作し、必要に応じ重要交差点(分岐点)に設置した迂回表示板に迂回指令を行ない、有線、無線電話により必要事項を関係方面に指示、連絡する。

また、隣接都県警察の交通情報センター、道路管理者の設置する道路交通情報センター、報道機関ならびに電話自動案内装置などを通じて、道路利用者に広報する。

(c) 信号制御

収集された交通情報を演算処理しその結果最適信号制御パターンを系統主制御装置に指令すると共に、重要交差点とその近傍交差点は電子計算機により直接信号現示ステップを指令する。

主制御装置は選択されたサイクル、オフセット、スプリットの信号を各交差点の定数設定部に指令する。各信号機の定数設定部は、上記指令信号により各交差点の青、黄、赤の実際の信号時間間隔を設定して端末付加装置へ送信する。端末付加装置は指令をチェックし、信号現示を制御する。

なお、中央部の停電、回線の障害などが発生した場合、端末付加装置を自動的にスムーズに単独定周期信号機に切替えるフェイルセーフ機能を有する。手動操作も従来と全く同様に現場で行なうことができる。

(d) 中央での情報処理と制御

中央において3.5.1で述べたような処理と制御を行なっている。

8.2.3 交通情報の広報と迂回制御表示制御のための演算処理

(a) 交通情報用感知器の設置地点

原則として交差点から500mの地点に設置するが、しばしば渋滞長が1000mを越える交差点には、さらに1kmの地点にも感知器を設置する。

(b) 交通渋滞度の算出(地図板に表示するため) 3.5.2で述べたように(10)式でオキュパンシーを計算し、表3.5.1で判定し渋滞度を地図板に表示させる。

(c) 交通信号制御

現在導入されている電子計算機(16K語)で20系統制御, 20直接計算制御まで可能であるが, 2系統制御し, 11の直接計算制度が稼働している。

表8.2.1参照。

(d) 迂回表示

8地点を選び図7.3.1のような迂回表示板をたて, 道路交通を制御している。

表8.2.1 交通信号制御の対象範囲

交差点または路線	交差点数	系統制御数	直接計算制御数
国道1号線 二つ谷交差点～ 保土ヶ谷崎交差点	19	1	5
国道16号線 洪福寺交差点～ 鶴ヶ峰交差点	17	1	4
桜木町駅前	4	0	2
計	40	2	11

9. 高速道路の交通管制システムの実例

9.1 高速道路における交通管制の目的

高速道路の建設は、元来平面街路の交通混雑の緩和と都市機能の回復を図るということから進められてきたが、モータリゼーションの波はとどまるところを知らず、供用延長の伸びと相俟って交通量も飛躍的に増加し、交通事故、渋滞の発生も増加の一途をたどっている。

ことに高速道路は一般街路と異って一度流入すると迂回・経路変更などの制約が大きいため渋滞の影響は一段と深刻である。

首都高速道路において渋滞の発生が問題となり始めたのは昭和43年末からで、自然渋滞が顕著になったのは44年6月以降である。この年の5月末に高速1号上野線が完成するにいたって1日約1万台の交通量が増加し、自然渋滞が頻繁に発生するようになった。

その後高速5号池袋線が全通し、都内線の交通量も1日30万台を越えた。また45年4月には料金改定があったにもかかわらず、利用台数は徐々に増加する傾向にあり交通事故も1日10件近く発生し、処理のための現場活動も非常に困難な状態になってきた。(図9.1.2参照)

この1年間渋滞は1日平均約6件発生しかなりの低速走行状態が2時間半近くも続いている。また発生比からみると自然渋滞が全体の75%をしめているが、事故渋滞などに比べ距離は短く経続時間は長いという結果になっている。(表9.1.1)

この表は統計として延長約1km以上のものだけであり、この中には状況の悪化を防止するため入路閉鎖や迂回指示等の強制管制を行なったものも含まれている。

表9.1.1 首都高速道路月平均渋滞発生状況
(昭和44.9～昭和45.8)

渋滞種別	発生件数 (1日平均)	発生比 (%)	平均 渋滞長	平均渋滞 経続時間
自然渋滞	136 (4.5)	75	2.0	2:41
事故渋滞	35 (1.1)	19	3.6	1:13
その他の渋滞	10 (0.3)	6	4.6	1:37
全 渋 滞	181件 (6.0)	100%	2.4 km	2:20 H

1.2 空港線渋滞発生状況(昭和44年度)

渋滞種別	件 数	発生比(%)	平均渋滞経続時間	平均渋滞長(km)
自然渋滞	564	62	1:39	4.2
事故渋滞	187	21	1:10	3.1
故障車渋滞	63	7	1:01	3.0
その他渋滞	97	10	1:15	3.3
全 渋 滞	911	100	1:28	3.8

表9.1.2に昭和44年度の阪神高速道路空港線における渋滞発生状況を示す。また東名高速道路のような高速自動車国道においても、年末年始やゴールデンウィーク、お盆とかの特定の時期に帰省客や観光客が殺到し、交通渋滞をひき起している。今後もこの傾向は続くものと思われ、高速道路の供用が延長されるに従ってさらに一層の交通混雑が予想される。これに対して無策であれば、自然渋滞や事故渋滞等の

頻発は避けられず、交通処理能力は低下し、利用者の時間損失、走行の安全性が阻害されることになる。

これらの対策としては、交通の状況を常時把握し、事故、故障、渋滞を速やかに探知して、高速道路利用者に情報を提供し、あるいは規制する交通管制計画を樹立し、その運用体制を確立することが必要になる。高速道路通行中の高速、安全、確実性の確保、道路の有効利用、その他高速道路の機能を維持するためには自然渋滞の発生を予防し、事故発生の場合には流出指示、流入制限等を行なって早期に機能を回復するための交通管制が必要である。

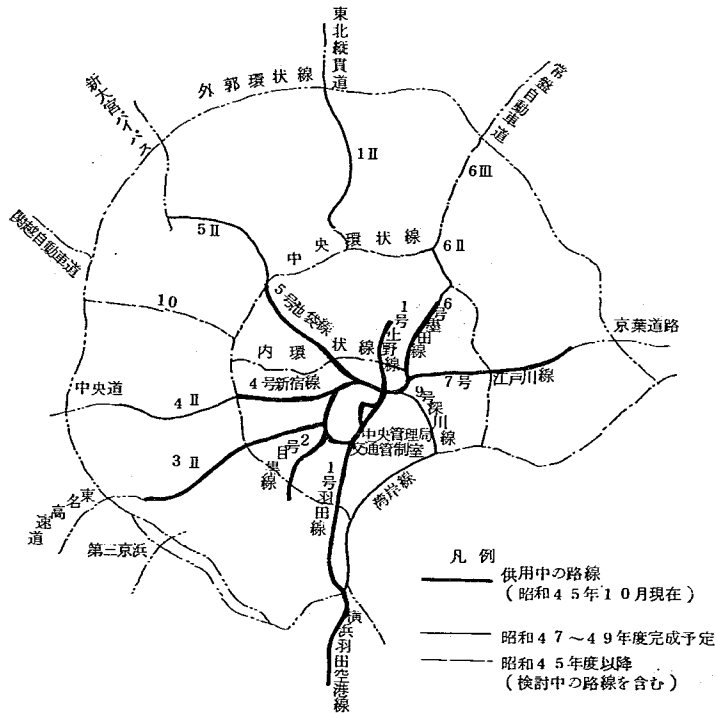
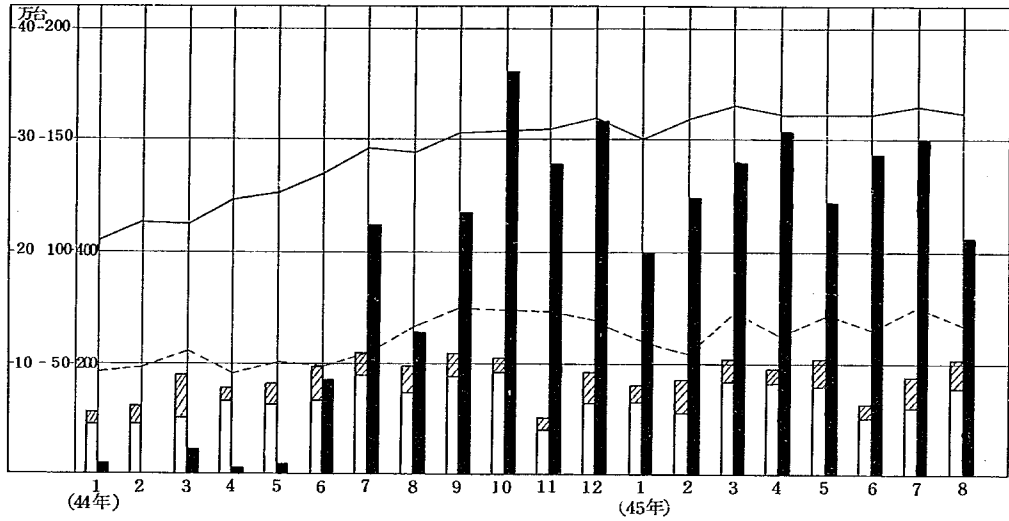


図9.1.1 首都高速道路網図(東京都内分)

事故発生件数
月
渋滞発生件数
月
平日平均交通量
月



注 昭和44年 5月31日 高速1号上野線 (3.5 km) 供用開始
 " 6月27日 高速5号池袋線、西神田～護国寺間 3.9 km 供用開始
 " 12月19日 " (護国寺～北池袋間 3.0 km) 供用開始

凡 例 ———— 月別平日平均交通量
 - - - - - 月別事故発生件数
 ■ 月別自然渋滞発生件数
 □ 月別事故渋滞発生件数
 ▨ その他の原因による月別発生件数

図 9.1.2 首都高速道路の交通状況 (東京都内のみ)

9.2 首都高速道路の交通管制システム

交通管制システムには図9.2.1に示すような種々の新しい機器が使われ、これに既存の非常電話、パトロール等を含めて情報の収集、処理、提供を行なっている。

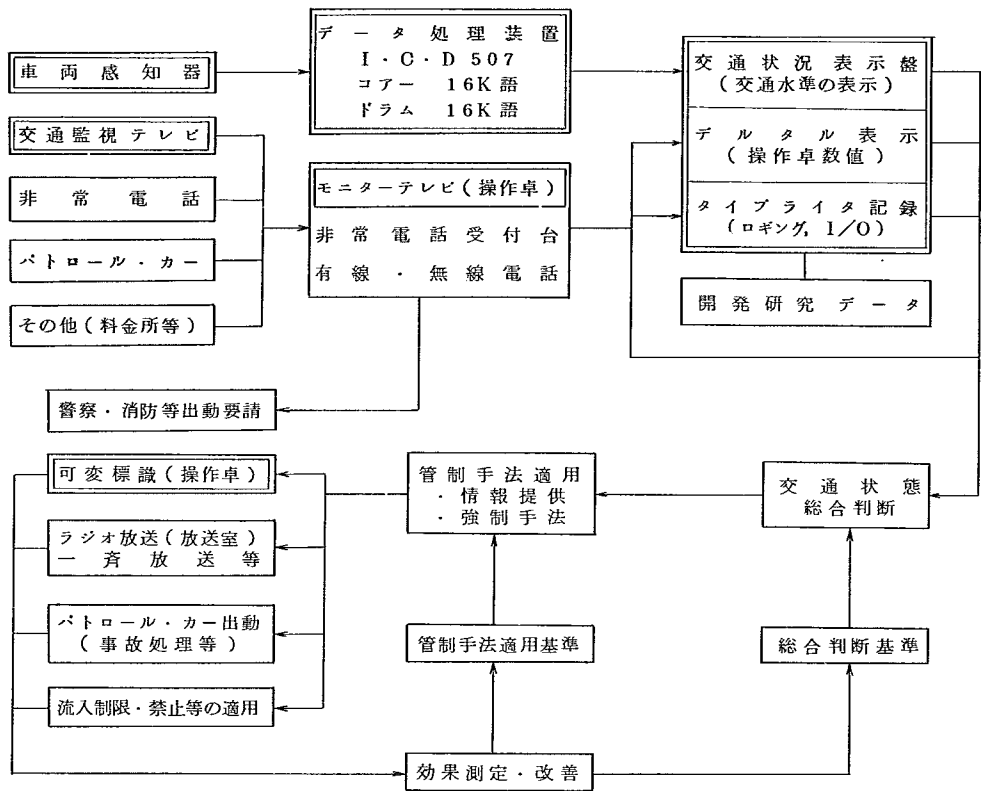


図9.2.1 管制システムのフローチャート

凡例 新管制施設

9.2.1 情報収集

たえず変化している交通状況や、交通事故の発生、渋滞の程度などをできるだけ正確にしかも迅速に把握することは管制を行なう上で最も重要なことである。

情報収集の方法は車両感知器による定量的な情報と、交通監視テレビのような定性的な情報がある。

(イ) 車両感知器

車両感知器にはループ式、超音波式、光電管式などがあるが、現在はループ式だけを使っている。

この方式はループ状の電線を路面に埋設し、車が通るとインダクタンスの変化が生じ、この信号パルスがデータ処理装置に送られ交通量、速度、オキュパンシー（道路の混み具合を示すバロメーターの1つ）などが求められる。

現在、環状線には平均700m、放射線は1～2kmごとに合計88ヶ所（177車線）の感知

器が埋設されている。

(ロ) 交通監視テレビ

テレビは交通状況の変化や交通事故等を早く発見したり確認したりすることを目的として、渋滞や事故の多い地点に重点をおいて設置してある。車両感知器のように定量的な計測はできないが、視覚情報として効果を発揮する。テレビカメラは現在 15 ケ所に設置してあるが、中央にある 6 台のモニターテレビに伝送され、テレビ操作卓によって任意の地点を呼びだして見ることができる。

(ハ) 非常電話

高速道路上に約 500 m 間隔に設置してある非常電話は現在 226 台 あるが、事故故障などの情報が 1 日平均約 70 回も通報され、警察、消防署への連絡に役立っている。

(ニ) パトロール・カー

パトロールまたは緊急出動車からの交通情報は無線によって指令室に送られる。

環状線のように交通量の多い区間のパトロールはかなりの頻度で行なわれ、交通誘導、情報収集にあたっている。

9.2.2 情報処理

情報処理は入手したデータの処理から交通状態の総合判断までをいう。

(イ) データ処理装置

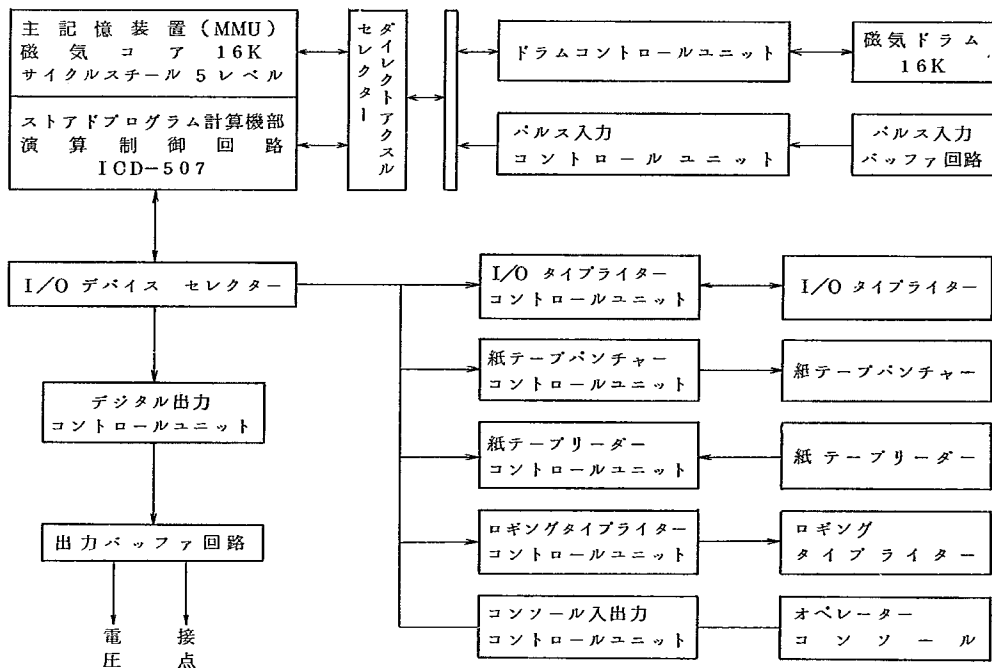


図 9 2 2 データ処理装置と周辺機器の構成図

車両感知器からのパルスデータはダイレクトアクセス機能によってデジタル変換し磁気コアメモリの中に記憶する。演算制御装置はI・C素子で構成され、高速での制御処理ができる。処理装置のプログラムは次の通りである。

生データ処理……………各地点ごとの交通量、速度、オキュパンシー等を定時間隔ごとに集計、計算する。

交通水準の判定……………交通量と速度の関係などから交通水準を5段階に分けて判定する。
(自然渋滞の検出)

突発渋滞の検出……………交通量、オキュパンシーの急激な変化から事故、故障による突発的な渋滞を検出する。

区間交通状態の判定…数個の車両感知器の関係から区間の交通状態を知るため係数を加味して判定する。

自然渋滞の発生予測…統計的予測、直接的予測等多くの方法があるが、特定地点についてのみ可能である。

旅行時間の計測……………特定区間について旅行時間を計測する。

交通量常時観測……………主要地点の時間別交通量を継続して集計する。

(ロ) 交通状況表示盤と出力情報

交通水準の判定結果は指令室の交通状況表示盤に3段階に色別(赤、黄、緑)して表示する。また定量的な状況はタイプライターおよび操作卓のデジタル表示によって得ることができる。

(ハ) 交通状態の総合判断

中央の指令室には性質の異った種々の交通情報が入ってくる。これらの情報を関係づけ、または補足的な調査を実施することによって、より正確に交通の現状を把握する必要がある。

交通状態の総合判断は情報処理の最終段階を指す。

9.2.3 情報提供

自然渋滞や事故渋滞が発生した場合には速かにその状況を利用者に知らせる。情報提供は道路情報板、ラジオ放送などによって行なわれます。

(イ) 道路情報板

道路情報板には電光式、字幕式、行灯式があるが、最も一般的に使われているのは電光式で遠方からでも良く見える。これらの機種は交通量、情報量、設置地点の状況によって使い分けられている。

道路情報板による情報は次のような場所に出される。

○入口に設置する道路情報板

入口または入口に近い街路上で高速道路状況を知らせる。この情報によってドライバーは高速道路を利用するかどうかの判断をすることになる。

自然渋滞が発生すると「〇〇方面渋滞」、交通事故による渋滞は「〇〇事故渋滞」と道路情報板を点灯します。また交通状態が極度に悪くなって流入禁止などの措置がとられると「〇〇入口交通止」といった表示が出る。

○本線分岐部に設置する道路情報板

本線分岐点の手前にも入口と同じような情報が出されるが、ドライバーは迂回して目的地

に行くこともできる。信号機や可変規制標識のような規制力はありませんが「〇〇事故不通」といった状態ではこれに近い効果があると思われる。

○ 出口分岐部に設置する道路情報板

出口手前の本線上に設置した可変標識によって事故、渋滞などを知らせる。ドライバーは目的地までの距離や表示内容から流出する方がよいかどうかの判断をすることになる。また2車線を閉鎖する事故が発生した場合などは「〇〇事故不通」と表示され、警察官や公団管理員の誘導によって異常区間の手前で一旦流出し、異常区間の直後の入口から再び流入するいわゆる乗次ぎ方式がとられる。

道路情報板による情報は視覚情報であるので大量の情報を走行中に判読することはドライバーにとって限度がある。したがって現在表示してある道路情報板の表示内容は8～9文字で、自然渋滞、事故渋滞といった異常状態のみを表示することになっている。このため利用者には表示内容がどんな意味をもっているかを理解してもらわねばならないが、当面の基準を次のように設定している。

「〇〇方面渋滞」……………自然渋滞が発生し低速走行になった状態が2 km 以上（遅れ時間が5分以上）の長さになった場合に道路情報板を点灯する。

「〇〇事故渋滞」……………交通事故が発生しこれによって渋滞が始まった場合に点灯する。

自然渋滞に比べて交通状態は極度に悪い場合が多い。

「交通止」と「不通」……“交通止”の表示は入口で出されるが、渋滞の延伸を防ぐか解消するための措置として入口を一時閉鎖した場合に表示される。

“不通”の表示は入口または本線上の道路情報板に出されるが、2車線とも閉鎖した状態が長時間続くことを意味する。

道路情報板による情報は今後渋滞の定量的表示（たとえば渋滞度、遅れ時間）を加えるように考えている。これには管制システムの精度向上をもとに、利用者の心理的反応や交通流の変化予測といった総合判断が重要なファクターになり、当面これらについてはまだ技術的にも未開発である。

(F) ラジオ放送

放送室には道路交通情報センターの職員が常駐し、民放4社を通じて1日約20回交通情報を流している。

9.3 阪神高速道路の交通管制システム

阪神高速道路の交通管制システムは、交通情報の収集、処理および表示の三つの機能に大別される。

9.3.1 交通情報収集

(a) 車両検知器

車両感知器はループ式と超音波式とを用い、次のような交通情報を収集している。

(i) 流入交通量

入口のブースごとに設置された車両感知器で流入車両を検知し、直流伝送により各路線ごとに設置された中継収集装置へ送る。

(ii) 流出交通量

流出ランプに設置された車両感知器で流出車両を検知する。検知信号の収集は流入交通量と同じ方法で行なう。

(iii) 本線交通量・オキュパンシー、速度

本線の代表的地点に設置された車両感知器で本線を通行する車両を検知し、流入および流出交通量と同じ方法で検知信号を収集する。

(b) 閉回路テレビジョン

道路上の交通状況を視覚によって確認し、質的に高度な情報を得ている。テレビカメラは主として渋滞多発区間、多量な分合流のある区間、事故多発区間に設置、中央管制室において監視している。テレビモニタパネルの各路線ごとに設置された受像機には、所要のカメラの画像を選択することができる。

9.3.2 交通情報処理

5分間ごとに収集されたデータは、処理、解析が行なわれ、最適交通情報を交通管制官に与えるとともに統計用データを作成する。

オンラインジョブ用プログラムの主な内容は次のとおりである。

- (a) システム全体の同期
- (b) 交通データの伝送
- (c) データのチェック
- (d) 交通データの記録
- (e) 交通状況の表示
- (f) 区間交通量の予測
- (g) 制御出力の算出
- (h) 可変表示板の最適表示項目の選出
- (i) システム全体の監視
- (j) 停電時の処理

オフラインジョブ用プログラムの主な内容は次のとおりである。

- (a) 日報作成プログラム
- (b) 週報作成プログラム
- (c) 月報作成プログラム

上記処理に使用した中央演算処理装置の主な仕様は、

サイクルタイム……………900 ns

主記憶容量

磁気コア……………32 kW

補助記憶装置

内部磁気ドラム……………262 kW

外部磁気ドラム……………262 kW

である。

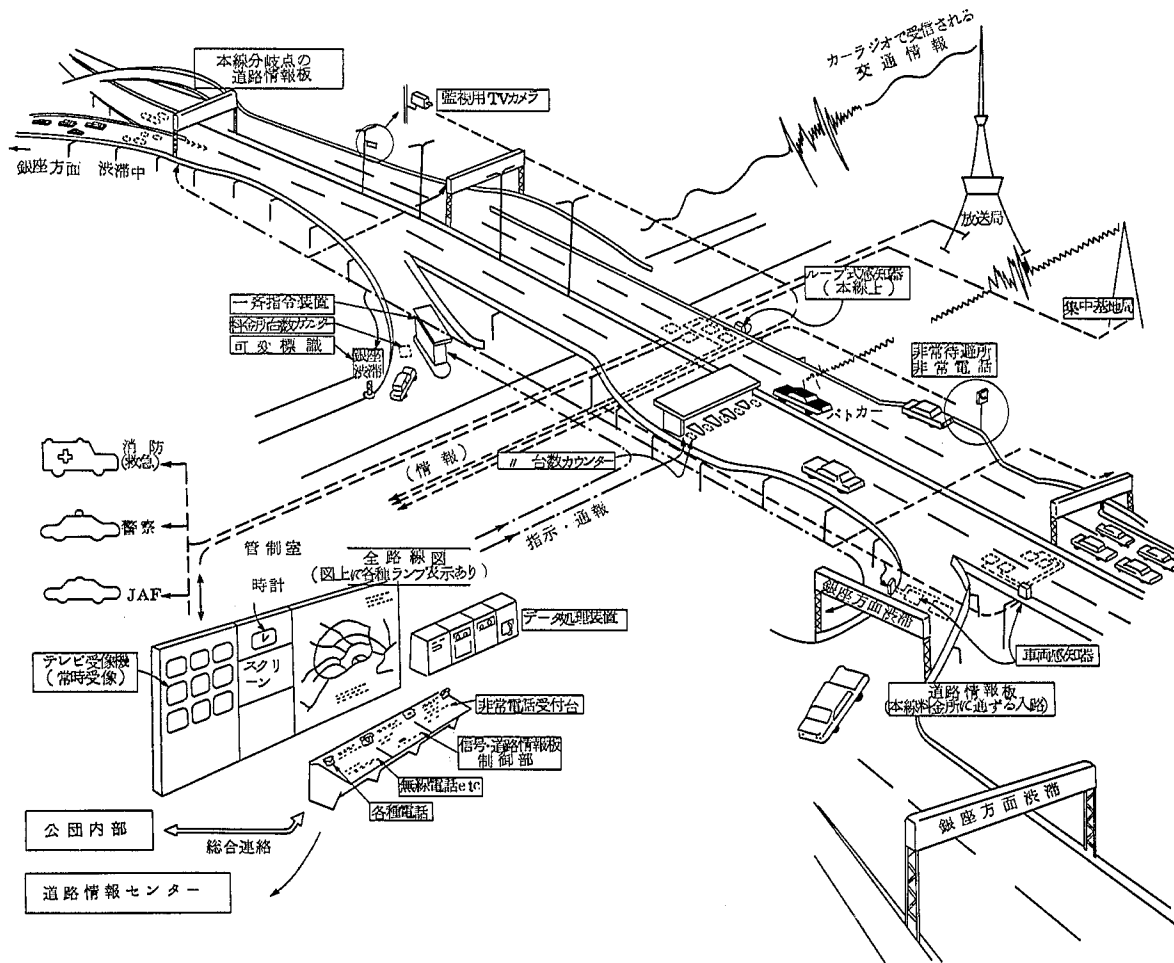


図 9 2 1 交通管制系統図

9.3.3 交通情報表示

(a) 交通管制官に対する表示

(i) 交通情報デジタル表示

収集したオキュパンシーデータの上位5地点の交通量、速度、オキュパンシーをデジタル表示し、さらに管制用コントロール卓の操作により、任意5地点の実測、予測データを表示できる。

(ii) 交通情報グラフィック表示

本線を区間に分割し、オキュパンシー情報によって、各区間を混雑度(オキュパンシー)に応じ、消灯(20%以下)、黄色(20~25%)、赤色(25~30%)、赤点滅(30%以上)の4通りに表示する。また区間の交通量を中央演算処理装置で予測し、入口での流入制限をするため、制限程度に応じて入口のシンボルを消灯、黄色、赤色点滅の4通りに表示し得る。

本線各区間に事故、故障車、工事中、積雪、路面凍結などの通行障害が発生したときは、その障害程度を管制官の判断により軽、中、重の3段階に表示する。また収集した交通情報の内容から、または発生した障害などのために使用すべき可変表示板のグループ指定を行なう。

(iii) ハードウェアモニタ盤

交通資料収集および管制用に使われる機器の動作状況を監視し、事故発生時は重要度に応じた最重故障(ベル断続)、重故障(ベル)、軽故障(ブザー)の3段階の警報を発し、故障機器の表示板を赤点滅させる。

(b) 高速道路利用者に対する表示

収集した交通情報に基づき、算出された予測情報および事故、工事中など管制官の指令を流出ランプおよび本線上に設置された可変表示板に表示し、高速道路利用者に情報を提供する。

9.3.4 結 び

この交通管制システムは、各流入流出ランプおよび本線上に設置された車両感知器より交通情報を収集し、演算処理および解析を行なっている。この結果を交通管制官に表示するとともに、可変表示板のオンライン制御により、道路利用者に道路事情表示を行ない、高速道路を有効に快適に利用していただく交通管制システムを採っている。

そして、昭和46年以降に予定されている大阪守口線、大阪堺線の全線供用に備え、この交通管制システムはさらに拡大の方向に向っている。さらに電子計算機の機能を十分発揮させて、予測計算の規模ならびに精度の向上を図るとともに全く新しい交通制御を考案し、交通管制官に次のステップ時の交通事情を把握させ、広報活動を活発にさせると同時に制御方式も手動から半自動、自動の方向へ推移させ、利用者に対しても可変表示板の完全オンライン化により、道路情報を提供できるように計画している。

9.4 近畿地方の高速自動車国道の交通管制システム

9.4.1 概 要

名神高速道路の近年における交通需要の増加は著しい。とくに栗東〜西ノ宮間においては激増の傾向がみられ、高速道路としての機能を維持するための交通流監視制御システムの導入が望まれていた。そのための制御方式は多年にわたり、専門機関で研究され、折しも昭和45年3月に吹田インターチェンジ近傍で日本万国博覧会が開催されたことを契機として、万博時交通管制システムが

実施された。これは名神高速道路交通管制システムの第1段階として施工され、万博直前に一部供用開始をみた中国縦貫高速道路と近畿高速道路を含めて、吹田を中心として名神栗東～西ノ宮間の交通情報の収集、監視を行なうものである。

このシステムを母体として、近畿圏都市間高速道路の総合的交通管制システムへの展開が計画されている。

9.4.2 システムの特徴

- (A) インターチェンジ付近の本線およびランプウェイの5分間交通量と時間オキュパンシーを交通情報として収集している。
- (B) 車両検知器は超音波パルス式が採用されている。
- (C) 万国博の玄関口であった吹田インターチェンジのオフランプは停滞の早期検出のため、オフランプ全体の監視が必要であるため、長大ループ方式による空間オキュパンシー情報をとり入れている。
- (D) 吹田管制室内のディスプレイパネルには、交通量およびオキュパンシーにより、各所の混雑度が3段階に自動で色表示される。
- (E) ディスプレイパネルには案内情報板の表示内容を手動（一部自動）でモニタ表示することができる。また混雑度と案内情報板の表示内容との関係をピンボードマトリックスでプログラム設定しておくことにより、モニタ表示ランプの点滅で自動的に表示内容の推奨案を示し、管制官の判断を支援することができる。
- (F) 中国・近畿道を除く名神・栗東～西ノ宮間のすべての交通情報は管制室内のデジタル表示装置に、操作盤のスイッチ操作により任意に測定場所を選択して数字表示させることができる。
- (G) すべての交通情報は紙テープに穿孔記録すると同時に、ペンレコーダでアナログ記録し、情報の変動状態を連続的に早い応答で知ることができる。

9.4.3 管制の範囲

- (A) 名神高速道路の栗東以西における交通需要の増加は著しく、豊中I.C.や茨木I.C.ではすでに流出交通の自然渋滞が本線に影響することもあり発生している。
- (B) 交通の要所となるI.C.が、都市間高速道路としては近距離で連続している。
- (C) 西ノ宮I.C.・豊中I.C.・茨木I.C.・京都南I.C.などが、主要道路と直結している。
- (D) 中国高速道路および近畿高速道路の当面供用区間は短距離であり、都市内高速道路の性格をもつものと考えられる。
 - (i) 名神高速道路 栗東インターチェンジ～西宮インターチェンジを対象区間とし、常時情報収集は吹田インターチェンジを中心として、吹田に向かう交通に重点を置き、吹田に近いほど情報密度を高くしてインターチェンジ付近についての情報収集を行なう。事故などの緊急情報は非常電話やパトロールカーからの連絡による。
 - (ii) 中国、近畿道 中国豊中ランプ、摂津南ランプを対象区間とし、吹田インターチェンジ周辺の交通の情報収集に重点を置く。

とくに交通混雑発生をみた万国博期間においては、つぎのような効果が主としてあげられる。

- (A) 本線やインターチェンジ・ランプウェイに設置された車両検知器からの情報で、各種の交通流パターンが予測でき、万博開催時の交通管制に大いに活用された実績をもつ。

- (B) ディスプレイパネルに自動表示された混雑度と、交通情報の記録を監視することにより、吹田・茨木両インターチェンジの交互管制による万博交通の配分に効果があった。
- (C) 事故・渋滞・気象・万博駐車場などに関する情報が事前に高速道路利用車に提供され、ドライバーへの注意喚起、安全走行、旅行計画の変更など予防的な行動が促せるようになった。

9.5 東名高速道路の交通管制管理システム

9.5.1 交通管制管理の概要

高速道路の機能を維持するためには、高速道路上の交通が常に安全かつ円滑な状態に保持されていなければならない。ところが、事故の発生や交通量の異常な増大により交通が停滞したり、停止する現象がしばしば発生する。

交通管理の業務は、こうした現象の発生を極力防止し一旦発生した時は、これを迅速、適切に処理し、拡大の防止と速かな原状復帰を図ることであり、そのために行なわれる利用者への周知、徹底、交通の誘導、規制、閉鎖、交通の人為的なコントロールが含まれる。

従って業務範囲も極めて広域に及び、しかも、警察・消防等諸機関と一体となって、総合的に遂行されるものであるが、道路公団が行なう業務は、①通信連絡、②事故車等の排除、③路側援助、④警察への協力、⑤消防への協力、⑥情報の提供に大別できる。

- ① 通 信 連 絡 交通整理に必要な情報の収集、分析、伝達、指令を東京通信管理所が中心となり、迅速、効率的な業務遂行のため一元的に行なう。(通信管理の項参照)
- ② 事故車等の排除 交通障害となる事故車等の排除は、公団の委託を受け日本自動車連盟(J. A. F)が実施している。
- ③ 路 側 援 助 名神高速道路では、主にパトロールによる通報に基づいて路側援助を行なっているが、東名では路側1 km 毎に設置された非常電話による連絡で修理車が出勤し、交通障害となる故障車の救済を行なっている。この業務は、公団との協定に基づき日本自動車連盟が担当している。
- ④ 警察への協力 高速道路における交通規制、取締りについては、本来、警察の職務に属するものであるが、事故現場、渋滞現場等の規制、誘導等の現場業務について、公団は可能な限り警察官に協力し、実施している。(警察の項参照)
- ⑤ 消防への協力 消防救急業務は、沿線自治体消防によって行なわれるが、公団は沿道の市町等に対して、救急自動車の貸与等を行なっているほか、救急病院の空ベット数の把握、出勤要請の通信連絡等の面で協力を行なっている。
- ⑥ 情 報 の 提 供 入口の案内情報板、電光標識板による交通状況の伝達、ラジオによる東名交通情報の放送、走行マナー等広報印刷物の配布により利用者の交通現況、走行方法等に関する情報の把握を容易にし、安全、円滑な交通の形成を図っている。(“情報提供”の項参照)

9.5.2 通信施設

高速道路の維持、管理が円滑に遂行され、道路の真価が発揮されるためには、道路の管理を担当する関係者相互間は勿論、道路利用者との間において、十分なコミュニケーションが確保されなけ

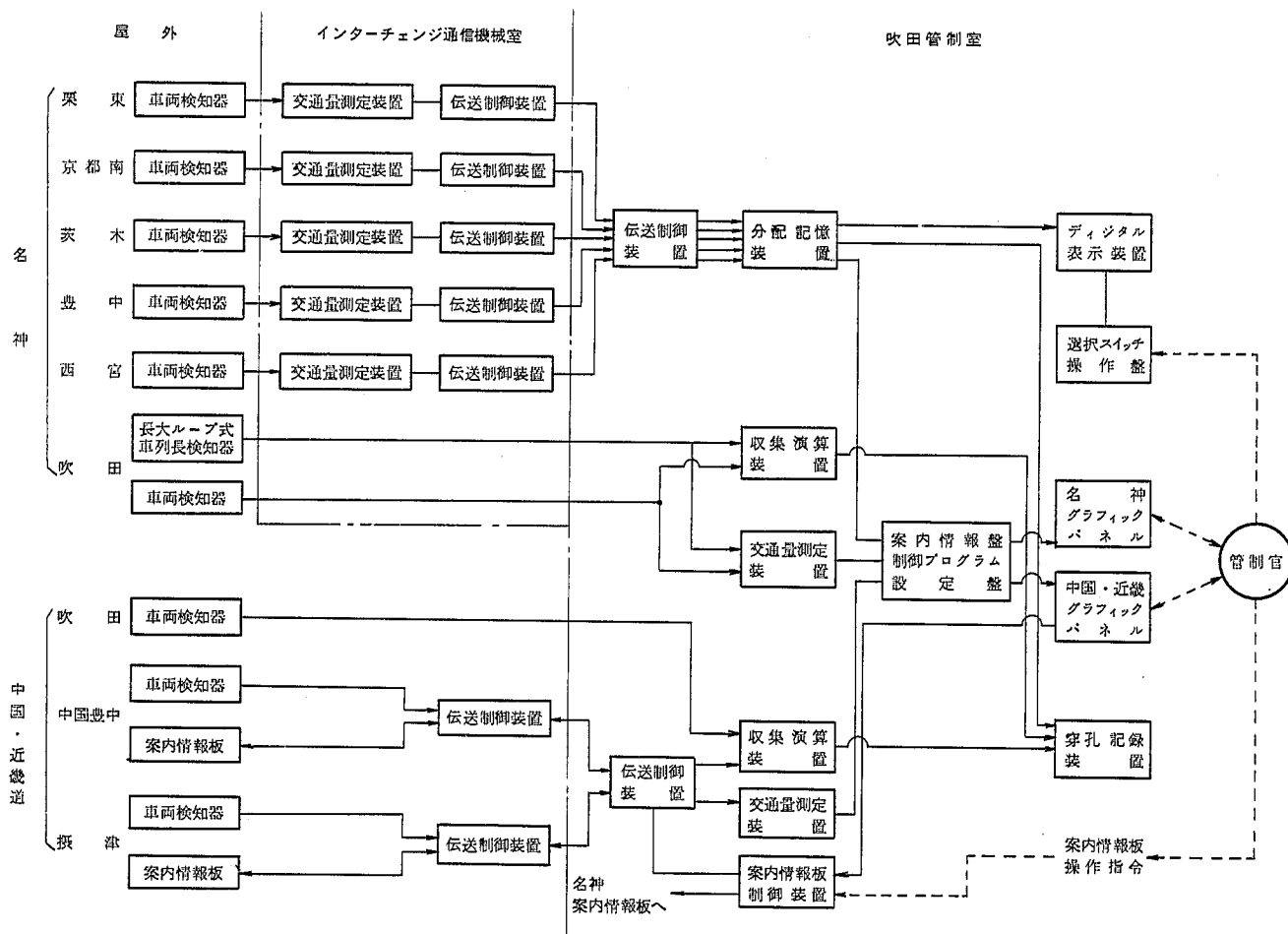
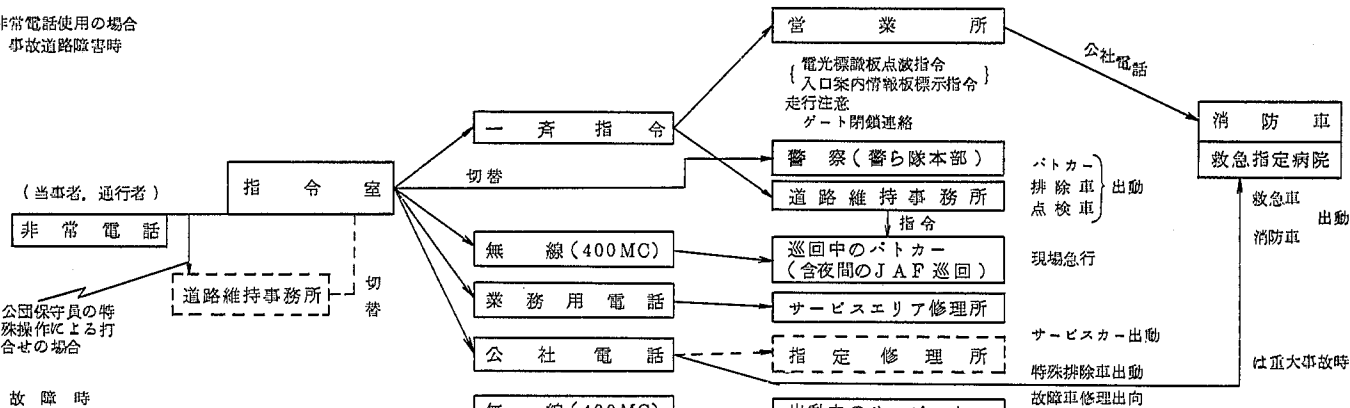
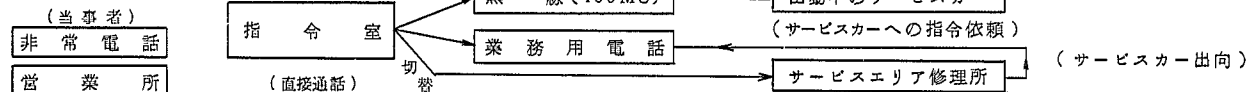


図 9.4.1 名神・中国・近畿道の交通情報処理，制御系統

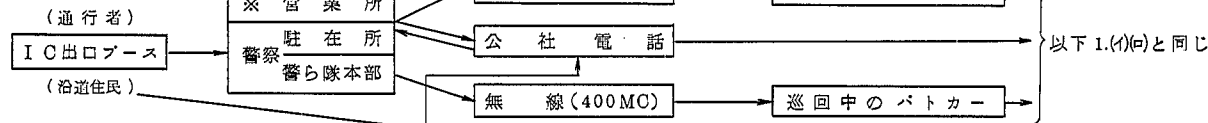
1. 非常電話使用の場合
(イ) 事故道路陥害時



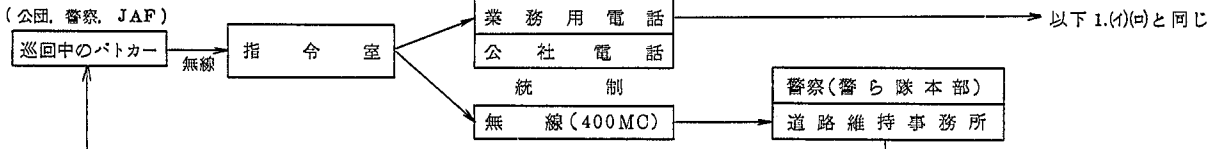
(ロ) 故障時



2. 出口ブース等通報の場合



3. パトカーの発見の場合



4. ラジオ放送(道路状況伝達)

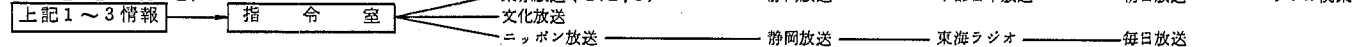


図9.5.1 通信業務運用系統図

事故発生

第一報 { 上り〇K p 大型貨物とマイクロバス接触事故。
死傷者数名、道路損壊、車両被害有り。
貨物車転覆、コンクリートバイル全車線に散乱。

◎第一報で措置される事項。

第二報 { 死亡 2, 重傷 3, 怪傷 5。
ガードレール 15m, ガードポスト 3 本倒壊。
全 通行不能。区間閉鎖の要あり。

△第二報で措置される事項。

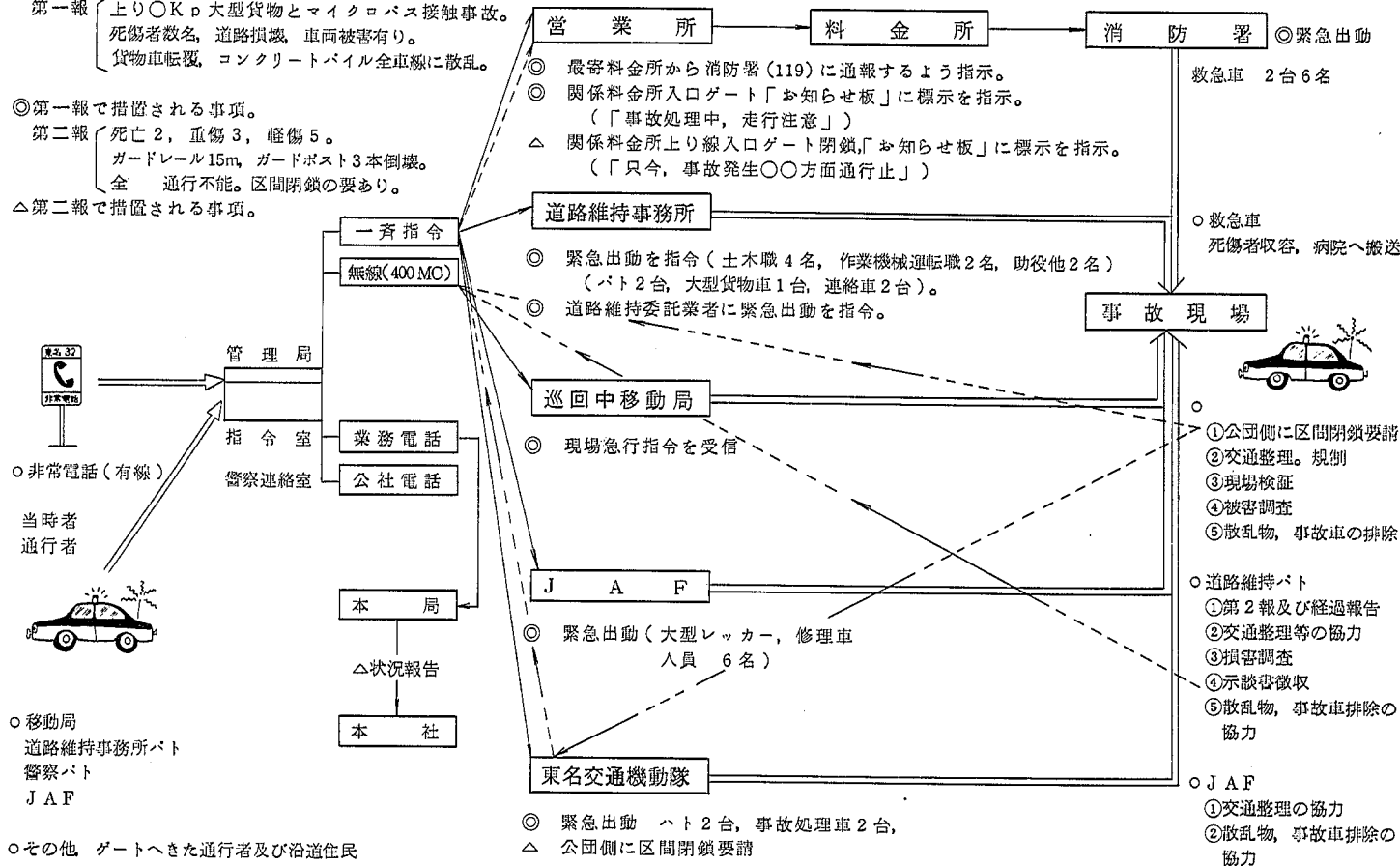


图 9.5.2 事故处理系统图

ればならない。この意味で通信管理業務は高速道路管理の基盤であり、中枢神経であると云える。

東名高速道路における通信系統の主なものは、次の種類である。

- ① 非常電話 高速道路の両側に 1 km 間隔で設置されており、一般通行者等から事故、故障等の通報が行なわれる。
- ② 移動電話 高速道路を巡回する公団、警察、J A F 等のパトロールカーから周波数 400 MC (移動無線) の無線によって道路交通の状況が時々刻々通報される。
- ③ 業務電話 東名、名神全域の各機関相互の連絡が、直通の内線電話で行なえる。
- ④ 指令電話 道路閉鎖等の連絡、指示等がスピーカー付電話で全機関または複数の機関に対して一斉に行なわれる。

このほか、トンネル内の換気、消火、道路照明等を維持事務所内コントロール室から監視、制御するための遠隔監視制御系統、トンネル内の煙霧透過計、トラフィックカウンター等の諸計器からデーターの電送を行なうためのデーター電送系統の通信網がある。

これら各通信系統の大部分は、電電公社が公団の依頼を受けて設置し、保全を行なっている。前記通信系統のうち、東京～三ヶ日間の非常電話、移動無線、指令電話は、総て管理局庁舎内に設けられた東京通信管理所に集約されている。

また情報伝達の最も重要部分である高速道路交通状況、道路状況及びこれらに影響を及ぼすあらゆる情報も総て、同管理所に集約されており、これらの情報に基づく総ての連絡指示等も同所を通じて行なわれている。

同管理所においては、そのほかに電光標識板及び入口案内情報板の運用、事故発生等による本線閉鎖、車線規制に伴う警察との協議、事故処理等のための出動要請その他指令の伝達、ラジオ放送を通じての道路情報の提供等を担当しており、高速道路管理上極めて重要な役割を果たしている。

9.5.3 情報収集

① 交通量

約 50 キロ毎にトラフィックカウンターが設置され、各道路維持事務所を通じて断面交通量が管理所に知らされる。

② 交通事故

路側に約 1 km 毎に設置された非常電話により、本線上の大部分の事故が通報される。事故の位置は非常電話の番号によって確認することができる。例えば番号 100 番というのは東京から約 100 km 附近のことである。そして上り下りの別およびその場所は交通管理所内にある交通管制盤に自動的にランプがつく。また公団、警察、J A F 等のパトカーが発見したときは、その無線にて交通管理所に知らされる。

③ 天気予報

中央気象台からファクシミリにより降雨、強風、台風等の情報が知らされる。

④ 現地気象

局地的な路面の凍結とか降雪とかの情報は、路面温度計・湿度計・路面輻射計などのシュミレーション装置により収集する。よって凍結も 2 時間前には予知され、路面上の湿潤状態、積雪状況も常時わかる。

また霧の発生しやすい地点には工業用テレビカメラおよび透視度計が設置されていて道路維持事

務所にて監視されている。

⑤ トンネル設備

トンネル内には約200m毎に非常電話があり、50m毎に火災感知器があって、自動水噴霧器は火災報知器に自動連動している。また透視度計やCO計（一酸化炭素の濃度計）が設けられていて、自動車の排煙または排煙中に含まれているCO量が一定以上になると換気用送風機が自動的に作動する。このほかトンネル内には工業用テレビカメラも設けられている。

9.5.4 交通管理所指令室

交通管制盤はその中央に東京～三ヶ日間251.7kmを4万分の1に縮小した道路略図を入れている。非常電話がかかると、その地点のブロックが自動点灯し、場所上下の別に表示される。事故処理盤に事故表示をすると、その地点に応じて赤色ランプが点灯し、また走行注意および規制の区間についても黄色でインターチェンジ区間毎に帯状に点灯する。更に無線基地局の使用状況は緑色ランプにより発信時自動点灯する。

事故処理表示盤は事故の発生から処理が完了するまでの処理内容を各件毎に逐次表示する。処理表示盤は4面あり、同時に4件の事故処理が表示することができ、操作卓のボタン操作により表示する。なおこれらは逐次電動タイプライターにより自動作表する。

9.5.5 情報提供

高速道路上では、あらかじめ計画的に施工する補修工事のほか、急を要する災害復旧工事、全く予知できない交通事故、降雪、凍結、強風等の気象変化等、種々の道路状況が現われる。

道路情報の提供、徹底は、この様に、極めて重要であるが、東名高速道路では、①入口案内情報板、②電光標識板、③民間ラジオ放送社と提携し、東京通信管理所指令室から放送する東名情報によって行なっている。

①及び②の概要は、以下のとおりである。

① 入口案内情報板（東京管理局管内）

イ. 目 的 各インターチェンジ入口料金所において、これから通行しようとする利用者に対し、あらかじめ道路状況、交通状況を予告する。

ロ. 構 造 字幕式内部照明表示方式

ハ. 表示内容

	表 示 内 容	表 示 文 字 色	
		文 字 色	地 色
上 段 表 示 文 字 (規制内容)	通 行 止 車 線 減 少 ス リ ッ プ 注 意 チ ャ ー ジ 装 着 チ ャ ー ジ 携 行 走 行 注 意 安 全 速 度 50 km/h 安 全 速 度 60 km/h 安 全 速 度 80 km/h	赤 黒 " " " " " " "	白 黄 " " " " " " "
中 段 表 示 文 字 (区間表示)	インターチェンジ名 (注) 参 照	白	緑
下 段 表 示 文 字 (原因等)	事 故 発 生 工 事 中 災 害 発 生 火 災 発 生 キ リ 発 生 ユ キ 豪 雨 路 面 凍 結 強 風 渋 滞 中	赤 黒 赤 " 青 " " " " 黒	白 黄 白 " " " " " " 黄

(注) 東京～厚木は静岡までのインターチェンジ名
大井松田～富士は東京から浜松までのインターチェンジ名
清水～吉田は東京から豊田までのインターチェンジ名
菊川～三ヶ日是御殿場から小牧までのインターチェンジ名

ニ. 設 置 数 東 京 料 金 所…… 3 基 横 浜 及 び 厚 木 料 金 所…… 2 基
その他の料金所…… 1 基 合 計 20 基 (東京～三ヶ日間)

② 電光標識板 (東京管理局管内)

イ. 目 的 各インターチェンジ上, 下線出口ランプウェイ手前, 各トンネル入口等において,
高速道路走行中の利用者に対し, 道路状況, 交通状況についての情報を提供する。

ロ. 表示内容及び位置

昭和年4月1日現在

種 別	位 置	表 示 内 容
東名起点電光標識板 操作指令 東京通信管理所 操作機関 "	環状8号線取付部 下り線入口 (B)	(B) (1) 上段、下段それぞれいずれか1行
東名本線電光標識板 操作指令 東京通信管理所 操作機関 各インター管轄 の営業所	各インターチェンジ上下線出 口ランプウェイ手前 (川崎イ ンターチェンジ下り線を除く) (A)	(A) (29)
トンネル入口電光標識板 操作指令 東京通信管理所 操作機関 各道路維持 事務所	都夫良野、薩埵、興津、清見 寺、袖師、トンネル上下線入 口、蒲原、小坂トンネル下り 線入口、日本坂トンネル上り 線入口 (C) 蒲原トンネル上り線入口 (D) 吾妻山トンネル下り線入口 (E) 吾妻山トンネル上り線入口 (F)	(C) (D) (E) (F) (13) (1) (1) (1)
気象警告電光標識板 操作指令 東京通信管理所 操作機関 御殿場道路維持 事務所及び自動 点灯	沼津～御殿場間上り本線1 G 御殿場～大井松田間上り本線1 沼津～御殿場間上り本線1 沼津～御殿場間下り本線2 御殿場～大井松田間下り本線 1 (H) 御殿場～大井松田間上り本線 1 (I) 御殿場～大井松田間上り本線 5, 下り本線3 (J) 御殿場～大井松田間下り本線 1 (K) 沼津～富士間上下線各1 (L) 富士～沼津間上り本線1 (M) 厚木～大井松田間下り本線1 (M)	(G) (H) (I) (J) (1) (5) (1) (8) (K) (L) (M) (2) (2) (2)

(注) 表示内容欄 () 内の数字は基数である。

ハ. 設置総数 66基

10. 欧米における交通管制システム

10.1 Los Angeles Area Freeway Control System (ロサンゼルス)

高速道路の都市ロサンゼルスでは多車線の高速道路が発達し、250万台/日の交通量があるが交通混雑によって30万台/日の車が30分以上の遅れを生じ、年間6,500万ドルの損失になると評価されている。このための都市部42マイルの環状部を中心にした交通管制システムである。

電子工学を応用した管制システムは道路上に1/2マイルごとに設置された700個以上の感知器により構成されており、これらの器機はコントロールセンターにデータを送ってくる。コントロールセンターには送られて来たデータを解析するコンピューター(XDS SIG MAS, コア28K語, デスク12,000K語), 常時道路の交通状態を3色(緑, 黄, 赤でランプ表示している。表示板, コンピューターによる解析データを表わす装置, テレビスクリーン, 外部への通報装置等がある。またヘリコプターを使って無線テレビで情報をセンターに送る。

この交通管制システムは技術的に次の四つに分類される。

- (1) 交通感応式ランプコントロール: 実施された結果好評である。一定時間ごとに本線の混雑状態をもとにしてランプの流入交通量を決定するシステムであり、コンピューターによって決定される。
- (2) 早期発見, 早期除去: ある地点に事故が発生したことが確認されると、テレビジョンを搭載したヘリコプターと特別に装備された牽引車によって道路の障害物はすみやかに道路外に除去される。ヘリコプターはコントロールセンターに対し

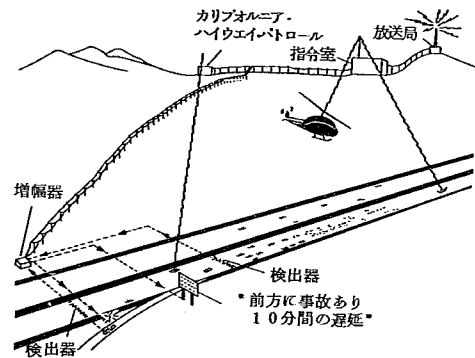


図 10.1.1

て次の指令を出すのに必要な詳しいデータを与えることにも役立つ。

- (3) 運転者に与える情報: 道路上の突発事故が発生と同時に通報出来る装置としてラジオの使用, 路肩に設置した誘導無線および道路情報板などが用いられている。これら三つの組み合わせによる視覚, 聴覚を利用した通報方法は非常に有効なものである。
- (4) 故障車に対するサービス: 故障車に対しては非常電話とパトロール車によるサービスが一番有効である。

10.2 Gulf Freeway Control System (ヒューストン)

Gulf Freeway の6.5マイル区間について6年間にわたり高速道路の交通管制について開発研究が行なわれた。これは1965年手動によるランプメータリングで始まり2カ所の自動による proto type Controller が試作され, その後8カ所の入路に Analog Control System が設計され, 1967年に設置された。またセンターには17台のCCTVモニターがあり, 高速道路

上を常時監視し、車両感知器には107個のループ式が用いられ、電子計算機はIBM 1800(24K語)が使用されている。

ランプメータリングは朝夕のピーク時だけ行なわれ、その信号機は他の時間は消灯されている。計算機の故障時にはAnalong Controllerがバックアップに用いられ、システムの運用には28名の人員がこれに当たっている。管制効果としてはTotal Travel 16%増(サービス道路を含めて)、平均速度21.2 mphは32.6 mphへ回復、交通事故27%減といわれる。

10.3 Chicago Area Expressway Control System〔シカゴ〕

シカゴの都市部でも交通流改善のため1961年に連邦道路局、州、市の関係機関でプロジェクトチームが発足した。1962年にEisenhower Expresswayに対象が選定され、1962年にランプメータリングのシステムが導入された。現在はこの他1路線が実施中で、他の2路線に拡張される予定である。

車両感知器はループ式700個を使用し、将来1,000個を予定している。電子計算機はGE-4020(32K語)で処理され、電送は電話回線を用いている。流入路のランプメータリングは39カ所で行なわれ、ピーク時以外は青に点灯しており、その基準値は表10.3.1のとおりで1回の青で1台流入させる。

表 10.3.1

オキュパンシー(%)	流入台数(台/分)
20 ~ 22	13
22 ~ 25	10
25 ~ 28	8
28 ~ 30	6
30 以上	4

また道路情報板を4カ所試験的に設置して運用しているが、交通流改善には役立たないので取はずされる予定。運用には21名が従事し、効果については10マイル区間で旅行時間が26分から16分に減少、事故の17%減などが上げられている。

10.4 M4 Motorway Surveillance System〔ロンドン〕

ロンドン市内と空港を結ぶM4の14マイルの区間で走行速度の調節と異常天候状態を知らせる施設として可変標識が用いられ、これは電子計算機によって自動的に制御されている。この表示は路側または頭上に1.2×1.2mほどの電光式のもので一定間隔に設置され、進行方向に順次に30-20-10 mphまたは30-20-STOPなどと表示され、合理的に速度を落とさせることをねらっている。情報はループ式車両感知器(500m間隔に設置)で集められ、Hestonの管制センターには小型のグラフィックパネル、電子計算機Elliott 903(8K語)、管制卓、テレビモニター(2台)などが置かれ、警察官によって運用されている。この計画はM1、M18、A1(M)などの高速道路にも拡張されており、将来は2,000 kmの道路網にも適用する予定となっている。また管制手法としては流入は完全閉鎖によって実施する。

11. 道路交通情報の提供

11.1 情報提供の機関

道路管理者ならびに公安委員会つまり交通警察はその行政上の必要から道路交通情報を整理収集し、道路標識および道路情報板によりドライバーに提供している。道路交通情報を提供できるのは主として道路管理者と交通警察であり、道路標識や道路情報板以外でも電話などによる問い合わせにも応じている。

道路を走っておれば道路標識や道路情報板により、ドライバーは大抵の情報を得ることができる。しかし出発前にあらかじめ情報を得たいときは道路標識や道路情報板では得ることができない。

ここで道路利用者は情報をあらかじめ知りたいときはそれぞれの道路管理者または交通警察に聞かねばならない。交通警察は都道府県毎に一元化されているが、道路管理者の方は同じ都道府県の中でも前述のように数多くあり、道路利用者としてはどの道路がどの管理者で、どこに聞いてよいか分らないうらみがある。この行政機関のほかにも民間機関で道路交通情報の提供サービスを行なっているところがある。

道路交通情報のうち静的情報を提供している手段としては、前述のように道路管理者が道路に道路標識および道路情報板を設けており、公安委員会つまり交通警察が道路標識を設けている。これ以外の情報提供サービスを行なっている実情を示すと、次のようになる。

(1) 都道府県警察本部

管内の各道路の交通状況を把握しており、最近では多くの都道府県で交通管制センターを設けている。それで管内の交通情報をテレフォンガイドにより情報を提供し、道路利用者は電話をかけることにより情報が得られる。

(2) 建設省各地方建設局

地方建設局毎に指定された重要な国道について、管理しており、下部機関として1都道府県毎に1～2個所の国道工事事務所がある。よって道路利用者は地方建設局なり、国道工事事務所へ電話をかけることにより、国道の道路情報について教えてもらえる。夜間などの勤務時間外でテレフォンガイドを設けているところがある。

なお北海道では地方建設局の代りに北海道開発局があり、国道工事事務所の代りに各地に開発建設部がある。

(3) 都道府県土木部道路課

都道府県内の国道（国が管理する前記の区間を除く）、都道府県道について管理しており、担当は道路課（道路維持課の場合もある）であるが、各地に下部機関として土木出張所（土木事務所、工営所などの別名の場合もある）を設けてある。道路利用者は電話をかけることにより管轄する道路について道路情報を教えてもらえる。テレフォンガイドを設けているところは現在のところない。

(4) 市町村役場

その行政区域内の市町村道について道路を管理しており、道路利用者は担当部課に尋ねることにより情報を得られる。ただし政令指定都市（大阪、名古屋、横浜、京都、神戸、北九州、福岡、札幌、川崎）については市道だけではなく、府県の管理する道路で、その市域内に存する道路につい

でも管理している。

(5) 日本道路公団

高速自動車国道、一般有料道路を管理しており、各地に管理局、管理所を設けている。道路利用者はその管理局や管理所に電話をかけることにより道路情報を得ることができる。

(6) 首都高速道路公団、阪神高速道路公団

いわゆる都市高速道路であるが、それぞれ管理局、管理部を設けて管理しており、道路利用者はそこに電話で情報を聞くことができる。

(7) その他の有料道路

地方自治体が道路公社とか企業局で管理しているところもあり、道路運送法に基づく自動車道では民間会社の場合もある。それぞれの管理する事務所へ尋ねれば道路情報がわかる。

(8) 日本交通公社ドライブコーナー

日本交通公社は旅館の予約をコンピューターを利用して行っており、元来鉄道利用の旅客だけを対象としていたが、マイカー時代となって旅館の予約と共に道路案内を行なうようになった。以上の主旨から観光案内が主となっている。電話の問い合わせにも応ずるし、直接出向いてもよい。

(9) 日本石油ドライブ相談室

石油会社がサービスで始めたもので、道路交通情報サービスの分野では、先駆者にあたる。たえず担当者が各地をドライブして新しい情報を入手することにつとめており、全国の道路に精通していて、観光案内を主とする場合には、マイカーにとってよい相談相手となっている。電話による問い合わせにも応じているし、直接出向いてもよい。

(10) 日本道路交通情報センター

建設省と警察庁の外廓団体である財団法人として発足したもので、道路管理者と公安委員会の情報を総合して提供することを目的としている。しかし事務所としては、東京、名古屋、大阪、福岡の4都市にしかなく、たとえば同じ福岡県下でも、北九州市にはない。その他の都市についても、もちろん道路情報と交通情報を総合して得ることはできない。また道路管理者の道路情報も県道以下の道路については、ほとんど情報が得られないのも欠点となっている。ただし事務所の所在する都市の交通情報と、国道および有料道路に関する工事規則、通行止に関する情報については前記の他の二つの民間機関に比べてすぐれている。

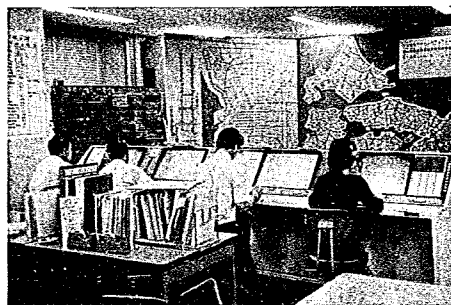


写真 11.1.1 日本道路交通情報センター

1 1.2 情報提供の方法

(1) 道路標識

9.4 参照

(2) 道路情報板

9.5 参照

(3) 地図、書籍

静的情報を提供する方法として広く用いられている。多くの出版者が各種の地図や書籍を出版しており、かくれたベストセラーとなっている。ただ正確さという点からいえば、出版社により随分差がある。

(4) ラジオ

刻々と変化する交通情報について、これを提供伝達する方法としてはラジオが最適であり、またラジオ以外には考えられない。現在ではほとんどの自動車にラジオをセットしており、運転に支障なく情報をキャッチすることができるので、交通情報を中心として各種の道路情報を提供するには、最適の方法である。なお現在民間ラジオ放送では聴取率の高いドル箱番組は道路交通情報であり、あらゆる方面から道路交通情報を集めては放送している。

(5) テレビ

刻々と変る交通情報をテレビで放映しても意味はない。予め判明している交通規制とか交通渋滞の予測とか、通行止とかを知らせる程度である。

昭和45年10月からフジテレビの毎週金曜日の「東京ホームジョッキー」昭和46年1月から毎週日曜日の「オールナイトフジ」の番組に関東地方の週末道路情報が放映されており、そのほか昭和45年10月から広島テレビの毎週金曜日の「道路情報」の番組に中国地方の国道および主要地方道の道路情報について放映されている。

(6) テレホンサービス

道路利用者が決められた番号に電話をかけ、自動応答装置につながり、あらかじめテープに吹きこまれた交通情報をテープの回転とともに聞く方法で、現在行なわれている、177番（電気予報）や117番（時報）と同じものである。各都道府県警察本部の交通管制センターが電話による交通情報として流しているのは、この方法である。

(7) 電話による問い合わせ

担当者が電話口に出て答えてくれるものであって、一番親切な方法である。各道路管理者や民間の日本交通公社、日本石油、日本道路交通情報センターはこの方法によっている。ただし夜間は一部自動応答装置に切替えているところもあるが、たいていはお休みとなっている。

(8) 誘導無線

道路の路側に電線を張り、特定の波長の電波を発射し、道路を通行する自動車にだけ道路交通情報を提供するシステムである。試験的には成功しているが、自動車に備えつけてあるラジオではそのままで聞えず、改造するか、特別の受信機を備えつける必要があり、まだ実用化していない。

(9) ファクシミリ

電送装置によって特定の需要家に情報を送る方法であるが、経費が高くなる欠点があって現在試験的に行なわれているに過ぎない。

(10) 新聞雑誌

週末道路交通情報として主に休日のレジャー情報をのせている新聞がある。また新聞にしても雑誌にしても休日のレジャーのための特集の一環として記事にしていることが多い。要するにニュースとして価値ある情報は新聞雑誌を通じて自然と流れている。

1 1.3 情報提供サービスの分類

現在行なわれている道路交通情報サービスを分類すると次のようになる。

(1) 公共無料サービス

(a) 各都道府県警察本部

方法：道路標識，自動応答装置

内容：交通規制，交通渋滞

(b) 各道路管理者

方法：道路標識，道路情報板，電話による問い合わせ

内容：雪や台風など異常気象による道路情報道路工事による交通規制

(c) NHK

方法：放送，放映

内容：すべてを含む

(2) 広報無料サービス

(a) 日本交通公社ドライブコーナー

旅館の宿泊予約業務のサービスの一環として行なっている。

(b) 日本石油ドライブ相談室

自社の石油製品売上増進のため行なっているサービスである。

(c) 民間放送

ラジオにしてもテレビにしても，スポンサーの広報活動の一環として行なっているものである。

(d) 日本道路交通情報センター

財団法人で道路情報や交通情報を集めて無料で電話による問い合わせに応じている。東京，大阪，名古屋，福岡の4都市にしか事務所はない。なお財源は寄付に頼っている。

(3) 有料サービス

(a) 道路地図

静的道路交通情報を得る一番よい方法である。値段は案外安い。

(b) 新聞雑誌

読者はこれより，動的情報を得ることができる。

12. 電話による問い合わせの解析

組織的に道路交通情報を提供している唯一の機関である日本道路交通情報センターが、電話による問い合わせ業務を開始した45年3月1日から1年間の資料を解析したものがある。

12.1 道路交通情報の一般的集計

図12.1.1(a), (b), (c)は提供件数を場所別、内容別および道路別(九段センター)にまとめて図示したものである。(a)のセンター別のうち、名古屋センターは46年1月1日に業務を開始しているの、その他に入れた(福岡センターは46年3月1日より業務開始をしている)。

また(c)の道路別は、東名・名神が最も多く、続いて一般国道の17号、18号、4号線がこれに続いている。

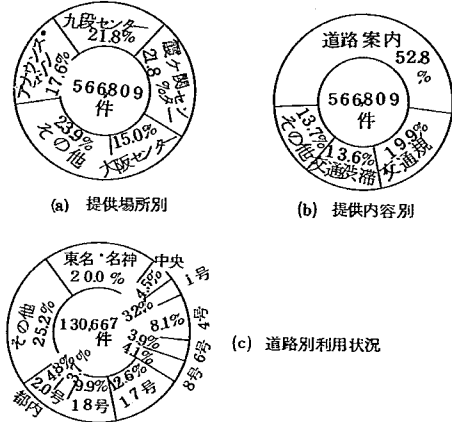


図12.1.1

表12.2.1 異常日一覧表(その1)
(管理限界上限を越えたもの)

	年月日	曜	原因		年月日	曜	原因
1	45. 3.20	金	連休の前	12	46. 1. 3	日	積雪
2	6.15	月	異常気象(豪雨)	13	1. 4	月	"
3	6.16	火	"	14	1. 5	火	"
4	7. 1	水	"	15	1. 6	水	"
5	7. 2	木	"	16	1.14	木	飛石連休の前
6	10. 9	金	連休の前	17	1.21	木	東京雨(北国雪)
7	10.31	土	飛石連休の前	18	1.23	土	"
8	11.20	金	連休の前	19	2.13	土	"
9	11.21	土	"	20	2.15	月	"
10	12.25	金	年末の帰省	21	2.26	火	"
11	12.26	土	"				

表12.2.2 異常日一覧表(その2)
(管理限界下限より低いもの)

	年月日	曜	原因		年月日	曜	原因
1	45. 6.14	日	日曜日のため	5	45.11.29	日	日曜日のため
2	10. 4	日	"	6	12. 6	日	"
3	10.25	日	"	7	12.20	日	"
4	11. 3	火	祝祭日のため				

照会件数の解析をするためには、まず異常日を抽出し、その原因を追求するとともに、正常状態についての考究を進めていかなければならない。

異常を抽出するために、毎日の問い合わせ件数 x と各件数 x との逐次範囲 R (range)とを合せ考えた $x-R$ 管理図を用いることとした(図12.2.1参照)。ここで用いた $x-R$ 管理図は品質管理(QC)で通常使用されているような異

常が認められたら、直ちに生産をストップして原因の追求をするのとは性質が若干異なり、むしろ棄却データの選出を目的としているので、管理限界を1週間毎に計算するに止め、一般の $\bar{x}-R_s$ 管理図のように1月程度まとめて計算し、翌月の管理限界を作成することはしなかった。

図12.2.1にあるように管理限界を越えたものを異常とし、その原因を考えてみることにする。異常日は昭和45年3月8日から46年2月28日までの358日のうち、上限を越えたもの21日、下限を越えたもの7日が観測された。

これから異常日の原因を調査すると、

(1) 異常に多い場合

- (a) 異常気象……豪雨
- (b) 降 雪……積雪量に関係なく、道路交通は雪に異常に弱いといえる。
- (c) 連休日前……季節に関係なくすべて(45年度中には3回あった)。
- (d) 飛び石連休日前……すべてが異常とはいえないが一般的に問い合わせ件数が多くなる。
- (e) 年末帰省……クリスマス前後に多い。

(2) 異常に少ない場合

日曜日、祝祭日など休日に限られる。

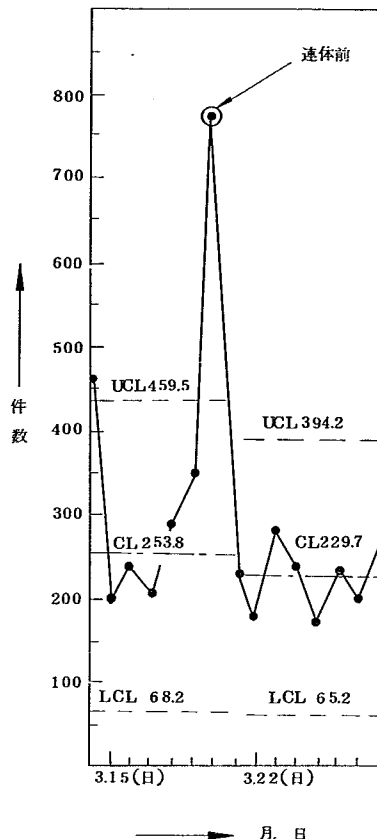


図12.2.1 問い合わせ件数の管理図例($\bar{x}-R_s$ 管理図)

12.3 曜日による変化

曜日による問い合わせ件数の変動を調べると図12.

3.1のようになり日、月、……土(水曜日のみ例外)となるにつれて増加し、日曜日(祝祭日を含む)が非常に少ない。また問い合わせ件数を横軸に、度数を縦軸にとった度数分布図(図12.3.2参照)をみても休日は他の曜日と明らかに異なっている。

このことを立証するには、休日と月曜日についての二つの正規母集団 $N(\mu_x, \sigma_x^2)$ と $N(\mu_y, \sigma_y^2)$ との平均値の差 $\delta = \mu_x - \mu_y$ が0であるか否かを調べればよい。

まず

- (1) 帰無仮説 $H_0: \mu_x = \mu_y$

対立仮説 $H_1: \mu_x \neq \mu_y$

をたてる。

ここで $\begin{cases} \mu_x: \text{日曜日の平均値} \\ \mu_y: \text{月曜日} \end{cases}$

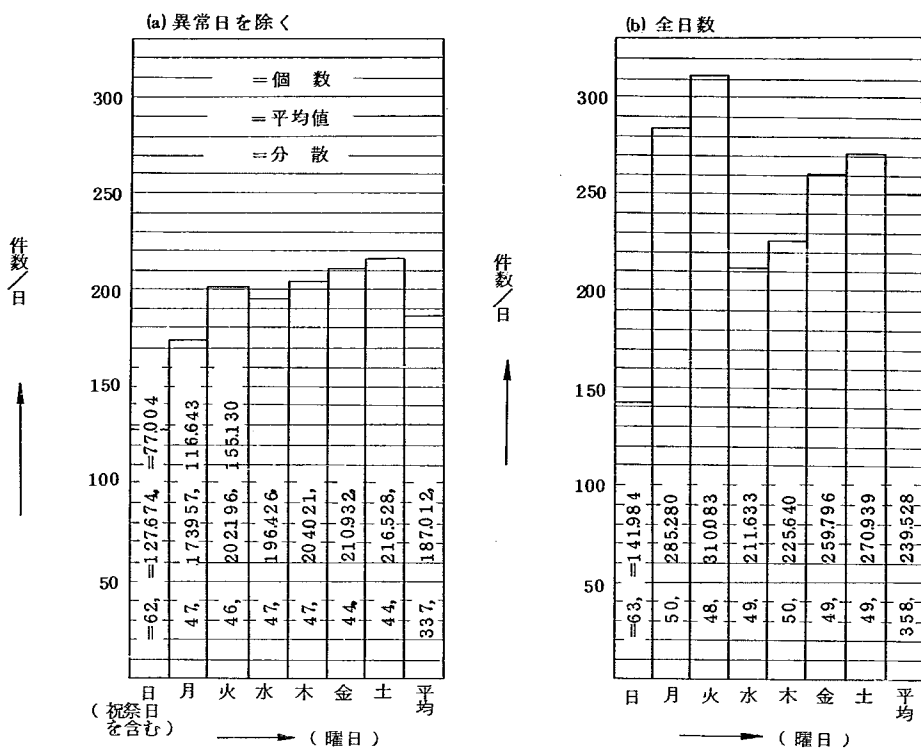


図12.3.1 曜日別問い合わせ件数 (45.3.8~46.2.28)

日本道路交通情報センター 九段センター

(2) 次に曜日毎に計算して

$$n_x = 62 \quad n_y = 47 \quad (\text{件数})$$

$$\bar{x} = 127.7 \quad \bar{y} = 174.0 \quad (\text{平均値})$$

$$s_x^2 = 5929.6 \quad s_y^2 = 13605.7 \quad (\text{分散})$$

$$s_x = 77.0 \quad s_y = 116.6 \quad (\text{標準偏差})$$

(3) つづいて等分散性を検定するため F 検定を行なう。

$$\text{つまり } H_0 : \sigma_x^2 = \sigma_y^2 ; H_1 : \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2 ;$$

とし、不偏分散比 F_0 を調べる。

$$F_0 = \frac{n_y s_y^2 / (n_y - 1)}{n_x s_x^2 / (n_x - 1)} = \frac{47 \times 13605.7 / 46}{62 \times 5929.6 / 61} = 2.31$$

$$\text{一方 } F_{\phi_2}^{\phi_1}(\varepsilon/2) = F_{\alpha}^{46}(0.05/2) = 1.74$$

よって $F_0 > F_{\phi_2}^{\phi_1}(\varepsilon/2)$ であるから $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ とはいえない。

(4) よって Welch の検定によって $\mu_x = \mu_y$ を調べる。

$$\hat{\sigma}_x^2 = \frac{n_x s_x^2}{n_x - 1} = \frac{62 \times 5929.6}{61} = 6020$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = \frac{n_y s_y^2}{n_y - 1} = \frac{47 \times 13605.7}{46} \div 13900$$

$$c = \frac{\hat{\sigma}_x^2}{n_x} \div \left(\frac{\hat{\sigma}_x^2}{n_x} + \frac{\hat{\sigma}_y^2}{n_y} \right) = \frac{6020/62}{(6020/62) + (13900/47)} = \frac{97}{97 + 296} = 0.247$$

$$\frac{1}{\phi} = \frac{c^2}{n_x - 1} + \frac{(1-c)^2}{n_y - 1} = \frac{0.247^2}{61} + \frac{0.753^2}{46} = 0.013$$

$$\phi = 77$$

$$t_{\phi}(\varepsilon/2) \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_x^2}{n_x} + \frac{\hat{\sigma}_y^2}{n_y}} = 1.99 \sqrt{97 + 296} = 1.99 \sqrt{393} = 39.4$$

$$\bar{x} - \bar{y} = -46.3 < -t_{77}(0.05/2)$$

$$\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_x^2}{n_x} + \frac{\hat{\sigma}_y^2}{n_y}} = -39.4$$

(5) であるから, $\mu_x = \mu_y$ は有意水準 5% で棄却される。

(6) つまり日曜日と月曜日とは平均にも分散にも差があるといえる。

次に月曜日と火曜日について調べることとする。

前と同様に

$$n_y = 47$$

$$n_z = 46$$

$$\bar{y} = 174.0$$

$$\bar{z} = 202.2$$

$$s_y^2 = 13605.7$$

$$s_z^2 = 24605.3$$

$$s_y = 116.6$$

$$s_z = 155.1$$

$$F_0 = \frac{n_z s_z^2 / (n_z - 1)}{n_y s_y^2 / (n_y - 1)} = \frac{46 \times 24065.3 / 45}{47 \times 13605.7 / 46} = 1.76$$

$$F_{\phi_2}^{\phi_1}(\varepsilon/2) = F_{n_y-1}^{n_z-1}(\varepsilon/2) = F_{46}^{45}(0.025) = 1.81$$

$F_0 < F_{\phi_2}^{\phi_1}(\varepsilon/2)$ であるから, $\sigma_y^2 = \sigma_z^2$ といえる。

$$\sqrt{\frac{n_y s_y^2 + n_z s_z^2}{n_y + n_z - 2} \left(\frac{1}{n_y} + \frac{1}{n_z} \right)} = \sqrt{\frac{47 \times 13605.7 + 46 \times 24065.3}{47 + 46 - 2} \left(\frac{1}{47} + \frac{1}{46} \right)} = 28.6$$

$$\phi = n_y + n_z - 2 = 47 + 46 - 2 = 91 \quad (\text{自由度})$$

$$t_{\phi}(\varepsilon/2) = t_{91}(0.025) = 1.99$$

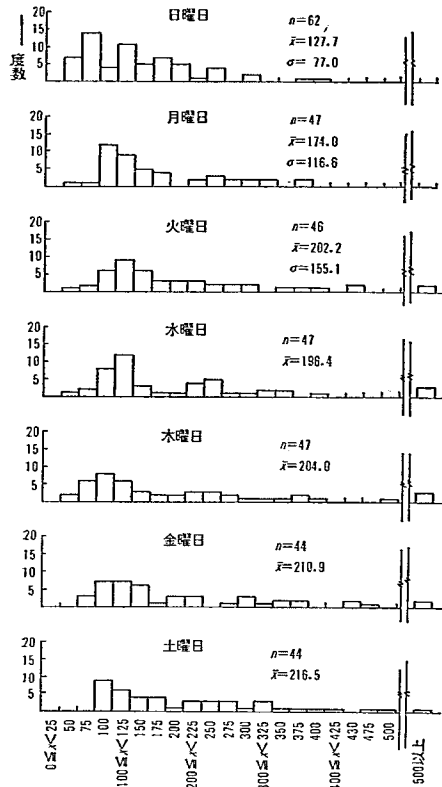


図 12.3.2 問い合わせ件数度数分布図

(45.3.8~46.2.28) 九段センター

$$\bar{y} - \bar{z} (= -28.2) > t_{\phi}(\epsilon/2) \sqrt{\frac{n_y s_y^2 + n_z s_z^2}{n_y + n_z - 2} \left(\frac{1}{n_z} + \frac{1}{n_y} \right)}$$

(= -56.9)

であるから危険率5%で H_0 を採択する。

以上の検定計算から、日曜日と月曜日では平均値にも分散にも差があるにかかわらず、月曜日と火曜日には差がなく、一般的にいて休日は問い合わせ件数も分布も他の曜日と異なっていることが判明した。

12.4 天候による変化

問い合わせ件数が天候による影響を受けていると想像されるので、気象庁発表による東京の天候別に照会件数を調査すると図12.4.1のようになり、快晴が異常に多いことが判明する。また度数分布図、図12.4.2をみても快晴の場合の問い合わせ件数の分布が明らかに他の天候と異なっている。

この2図より問い合わせ件数は

- (1) 快晴が異常に多い。
- (2) 快晴、晴、曇、雨と天候が悪くなると減ずる。
- (3) 雪が降ると非常に多い。

ということがうかがえる。

12.5 季節変化

照会件数の長期変化をみるため週毎の平均をplotすると図12.5.1のようになる。これによると3月は冬の名残りの残雪や、おそいスキー客などによる問い合わせが多い。しかし4月から減少し、5月は最低となる。これは連休が続くためと、天候が比較的安定しているためである。梅雨期に入るとよく集中豪雨に襲われ、このため、6月下旬から7月中旬にかけて問い合わせが多くなり、9、10月はまた減少する。12月になって積雪が伝えられるようになると通行の可能性や、チェーンを携行する必要の有無を求めて照会件数が増大する。

冬期では、東京が雨であっても、郊外に雪の降

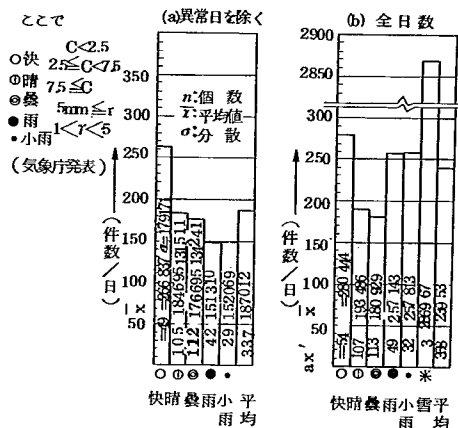


図12.4.1 天候別問い合わせ件数
(45.3.8~46.2.28)九段センター

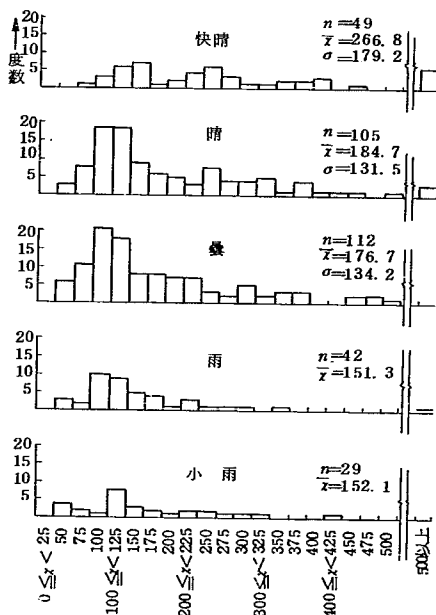


図12.4.2 問い合わせ件数度数分布図
(45.3.8~46.2.28)九段センター

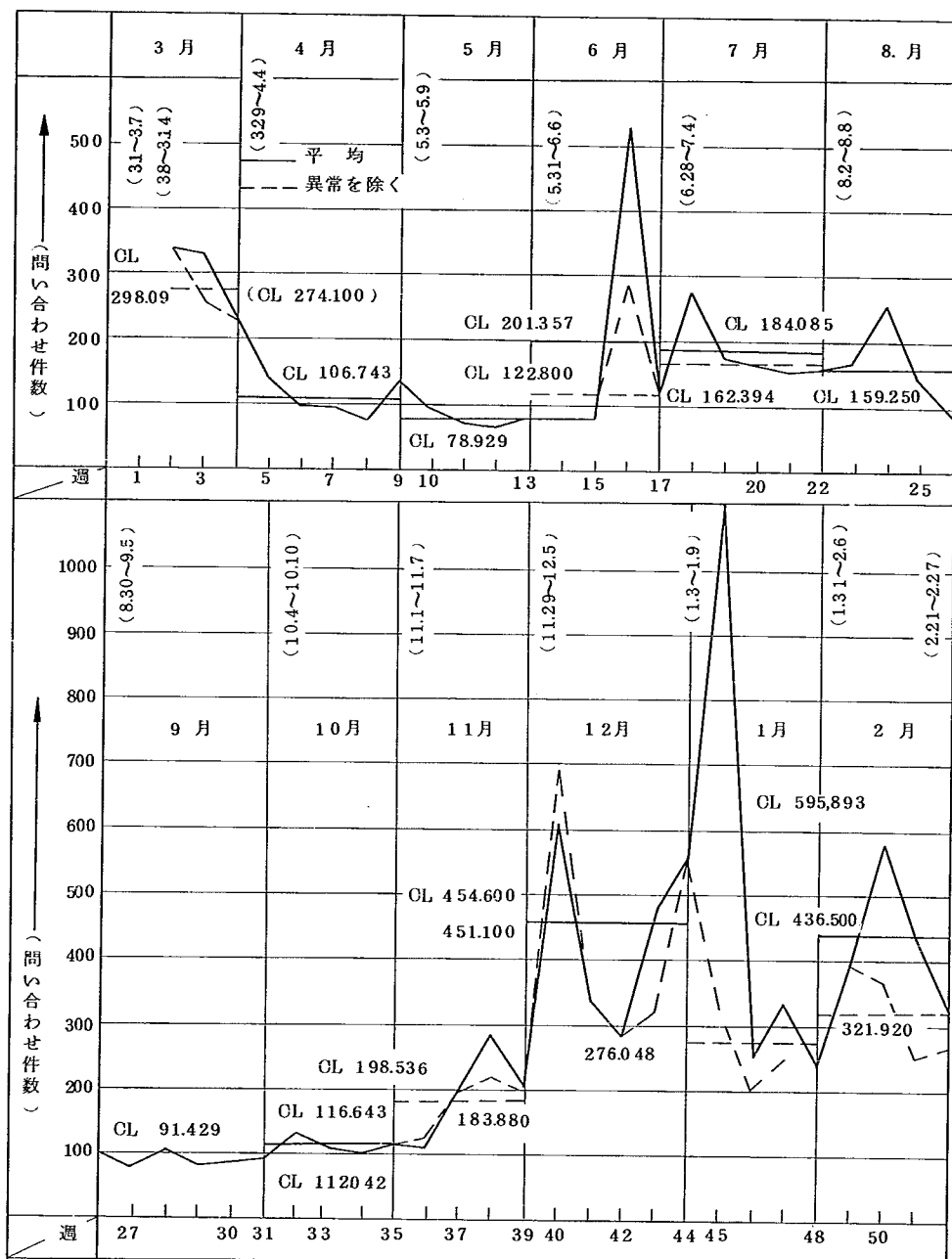


図12.5.1 週平均変化図(45.3.8~46.2.28)

ることが多く、このため東京に雪が降らなくても、雨天であれば一般的に問い合わせ件数が激増する。

12.6 問い合わせ件数の度数分布

九段センターが業務を開始してから、過去1年間の問い合わせ件数を、天候、曜日に関係なく集計し、度数分布図を描くと、図12.6.1のようになり、ポアソン型分布をしている。これによると最大頻度は100件/日から125件/日の間にあり年間60件であった。また50件/日から175件/日が195件あり、年間の全問い合わせ件数337件（異常日を除く）の58%を占めている。

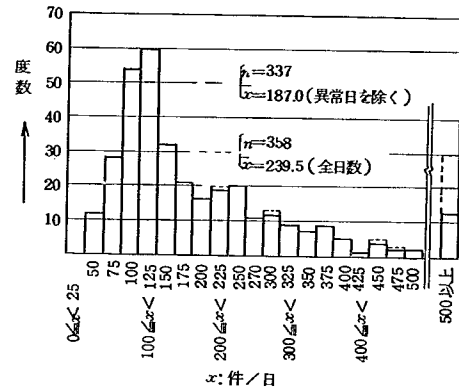


図12.6.1 問い合わせ件数度数分布図
(45.3.8~46.2.28)

12.7 問い合わせ件数時間変化

九段センターにおける問い合わせ件数の時間変化を調べ、年間を平均してグラフ化すると図12.7.1のようになり、午前零時から7時頃までは非常に少く、7時から10時まで急増し、年間を通じてのピークは17時~18時といえる。19時を過ぎると24時まで急勾配で減少する。

今主な時間帯で、このカバー状況を調査すると表12.7.1のようになり、過去1年間の実績でみる限り、道路交通情報の提供に24時間従事するのは明らかに過剰サービスと思われ、9時から20時までの間に、1日当りの問い合わせ件数の72.5%がカバーされるので、実作業としては、これで十分と思われる。

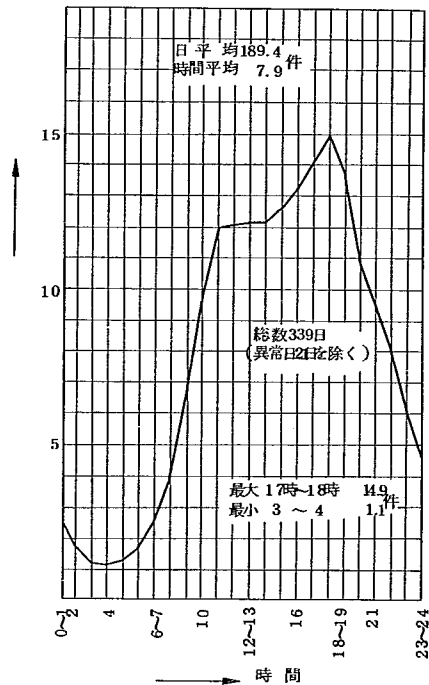


図12.7.1 問い合わせ件数時間変化図
(45.3.6~46.2.28)

表12.7.1 時間帯別被覆状況表

時間帯	被覆件数	%
7時~24時	176,903	93.4
8~23	167,974	88.7
8~22	161,939	85.5
9~20	137,367	72.5

13. ラジオによる道路交通情報利用者の推計

13.1 概 要

一般道路利用者に道路交通情報を提供するために、いろいろな方法が研究されているが、報道機関を利用するのが最も経済的であり、普遍的なものと考えられる。現在では、表1（近畿地方での昭和43年の例）のように、ほとんどすべての車が、カーラジオをセットしており、運転業務に支障なく確実に情報をキャッチできるから、ドライバーにはラジオによる放送が最適であると思われる。

表13.1.1 自動車台数とカーラジオ

			大阪府	兵庫県	京都府	奈良県	和歌山県	滋賀県	計	装 備 率(%)	カーラジオ 台数	
貨物車	普通車	自営	30932	17,122	4957	3963	4662	4114	65,750	75	49300	
		営計	22427	9744	2918	1094	2102	1392	39,677		29800	
			53359	26866	7875	5057	6764	5506	105,427		(79,100)	
	小型車	四輪	自営	245,753	106,695	62,910	27,126	34,390	25,623	502,497	80	402000
			営計	8484	1886	1984	305	460	450	13,569		10900
				254,237	108,581	64,894	27,431	34,850	26,073	516,066		(412900)
		三輪	自営	15,917	10,542	2,836	1,340	3,668	1,313	35,616	25	8900
			営計	2,244	1,038	422	162	513	220	4,599		1,100
				18,161	11,580	3,258	1,502	4,181	1,533	40,215		(10,000)
乗用車	普通車	自営	7336	2306	1,146	341	342	285	11,756	100	11800	
		営計	221	87	114	5	1	12	440		400	
			7,557	2,393	1,260	346	343	297	12,296		(12,200)	
	小型車	自営	243,478	127,273	85,284	24,348	33,070	26,239	539,692	91	491,100	
		営計	15,970	7,910	5,045	1,094	1,828	779	32,622		29,700	
			259,448	135,183	90,329	25,442	34,898	27,014	572,314		(520,300)	
特殊用途	普通車	7,557	4855	1527	779	1,097	1,256	17,071				
	小型車	4,618	2606	982	565	758	352	9,881				
大型特殊車			3,791	3,456	596	180	407	366	8,796			
小型二輪車			3,409	2,345	1,291	475	737	321	8,578			
軽自動車	四三二	輪	243301	141,216	84325	31,867	46,610	36525	583844	62	362000	
		輪	19590	17532	4177	3,356	5,459	2,915	53,029			
		輪	54754	26,478	18,485	6,816	10,122	5,638	122,293			
乗合用			7,366	4,390	2,796	980	1,397	1,246	18,175	75	13,600	
計			937,883	488,175	281,937	104,822	147,661	109,084	2,069,562		1,410,600	

そのため、ラジオの各放送局は、日中かなりのスペースを道路交通情報にあてており、これがどの程度利用されているか調べるため、アンケート方式による標本調査法を用いた。この調査はラジオを聞いているか（X=1）、いないか（X=0）よりなる有限な母集団から抽出されたものとし、これより母集団の聴取率と聴取者数を、東京地区と大阪地区を例にとり、推計することとした。

東京地区にはNHKを含めて、5社の放送局があり、昭和46年10月31日以前は出力が100, 50, 10kWと一定してないので、サービスエリアが異なる外、各放送局毎の特色や、放送時間帯

により、聴取率も最高5.6 %から最低0.2 %までかなりの変動が認められた。

大阪地区でもNHKを含めて6社放送しており、出力も100, 20, 10kW、聴取率は6.9 %から0.1 %までと幅広く変化している。

全利用者を推定するために必要なサービスエリアとその中の人口に関する最新の確実な資料が得られなかったため、古い資料や電界区間から推定したのと、標本調査数が少なかったため、90 %以上の信頼度が得られなかったが(大阪地区では一部に95 %の信頼度が得られた)、利用状況を推計するには十分であると思われる。

1.3.2 利用者数の推定

(1) 朝、昼、夕の3段階に分け、その都度聴取者数を推算した。放送局によっては、その時間帯に放送していないところもあるし、放送時間も少しずつ異なっているが、その都度放送局を追ってダイヤルを廻すようなドライバーは無視できる程度に少ないであろうから、その時間帯における各放送局(放送局毎に1つあて、また大阪では4局選んだ)の聴取率に各々のサービス人口を乗じ、その和を求めると

(イ) 朝9時頃				
東京地区	177万人	～	250万人	(中央値 213万人)
大阪地区	8	～	32	(" 20)
(ロ) 昼13時頃				
東京地区	222	～	341	(" 277万人)
大阪地区	27	～	57	(" 42)
(ハ) 夕17時頃				
東京地区	209	～	305	(" 257万人)
大阪地区	9	～	36	(" 23)

(大阪は市内に放送局を有する4社についてとりまとめた)

(2) 1日中に道路交通情報を聞いた延人員

1日中に放送された道路交通情報を聞いた延人員(12～59才までの人)は、

東京地区	25,000 千人
大阪地区	12,000 千人

(3) 年間延利用者

上記の数値に365倍すると年間延べ東京地区にて約90億人、大阪地区にて約44億人が道路交通情報を利用したことになる。

上記の計算には、標本数が少ないことを始め、曜日、天候や季節など多くの因子が複雑にからみあっており、これら因子についての詳細な考究をしなかったため、多少の誤差は避けられないが、関東地方や近畿地方では非常に多くの人々がラジオによる道路交通情報を利用していることは間違いない。

13.3 カーラジオのベストテン

カーラジオの利用状況について、番組別に調べたものに、表13.3.1と図13.3.1があり、いずれも大阪地区の例である。これによると、道路交通情報が営業車で非常に多く利用されていることがわかる。

また、図13.3.2はカーラジオの時間別聴取率を調べたものであり、ここでもカーラジオが営業車で高率に利用されていることがわかる。

表13.3.1 カーラジオのベストテン

	順	位	聴取率	順	位	聴取率
	平	日		休	日	
自 家 用 車	1.	日産ミュージックギャラリー	11.3	1.	ニューヒットパレード	11.8
	2.	悩みの相談室	9.4	1.	ビクターミュージックパレード	11.8
	3.	空からこんにちは —ABCヘリ情報—	8.9	3.	日産ミュージックドライブイン	9.9
	4.	歌謡大行進(第2部)	8.2	4.	三菱ダイヤモンドハイウェイ	8.5
	5.	歌の並木道	8.0	5.	日産チューンナップタイム	8.2
	6.	スバルで行こう	7.7	6.	リクエスト大行進(後1.00)	8.0
	6.	お元気ですか、橋幸夫です	7.7	7.	ニュース天気予報(後1.00)	7.7
	6.	空からこんにちは —トヨタスカイパトロール—	7.7	8.	ヒットアンドポップス	7.0
	6.	歌謡大行進(第1部)	7.7	9.	平凡アワー スターハイライトショー	7.0
	6.	お昼のお笑い寄席	7.7	10.	日曜ナイター	6.8
タ ク シ ー	1.	空からこんにちは —ABCヘリ情報—	53.2	(昭和43年6月、大阪地区)		
	2.	ヤングリクエスト	49.5			
	3.	お昼のお笑い寄席	43.6			
	4.	火曜ナイター	41.8			
	5.	朝の交通ニュース	40.5			
	6.	空からこんにちは —トヨタスカイパトロール—	40.0			
	7.	歌の並木道	38.6			
	8.	悩みの相談席	35.9			
	9.	ニュース、天気予報、交通ニュース	35.5			
	9.	東西お笑い劇場	35.5			

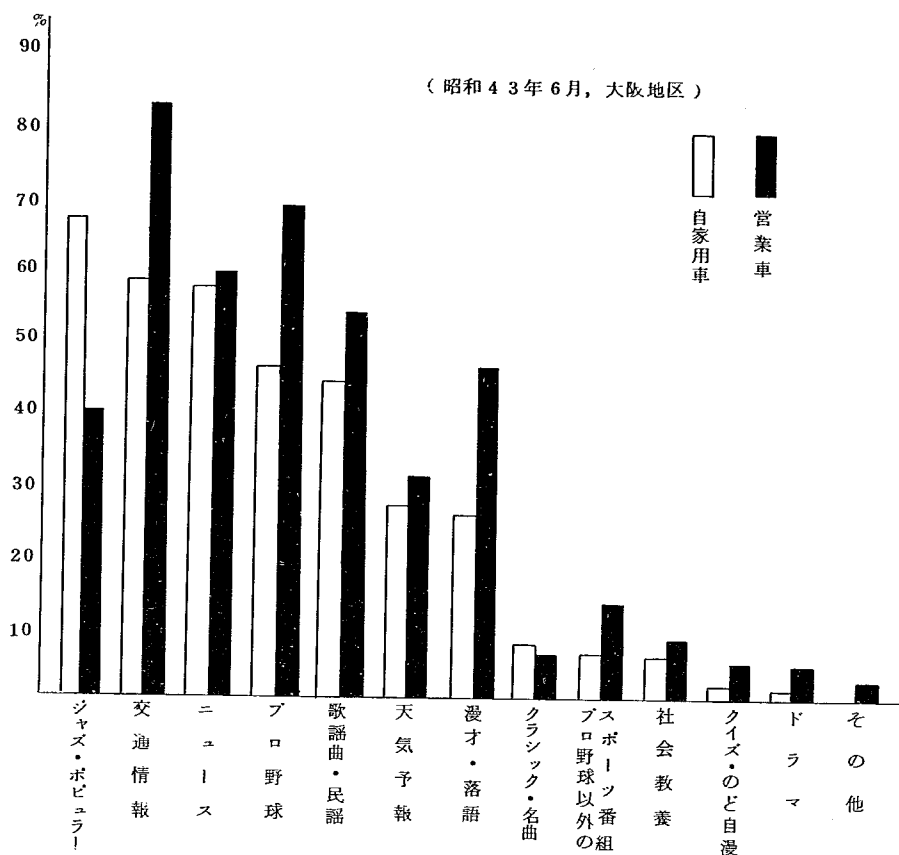


図13.3.1 カーラジオの番組嗜好

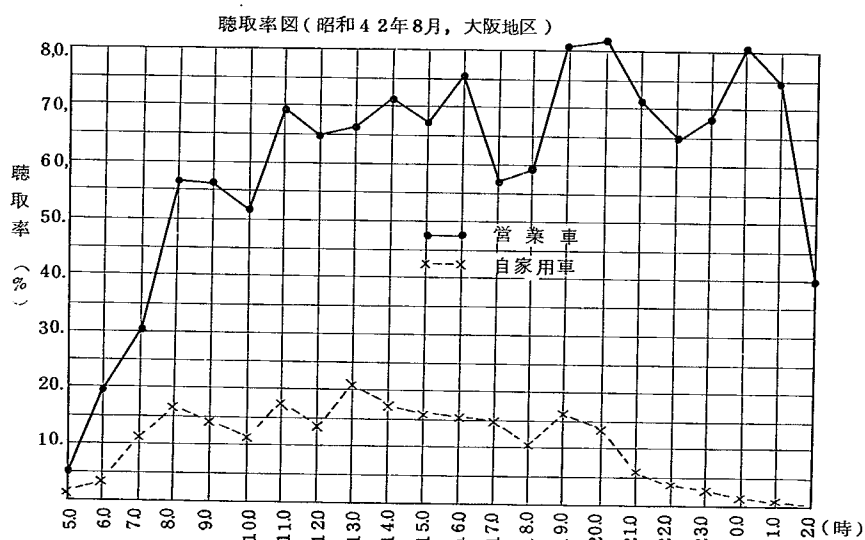


図13.3.2 カーラジオの時間別

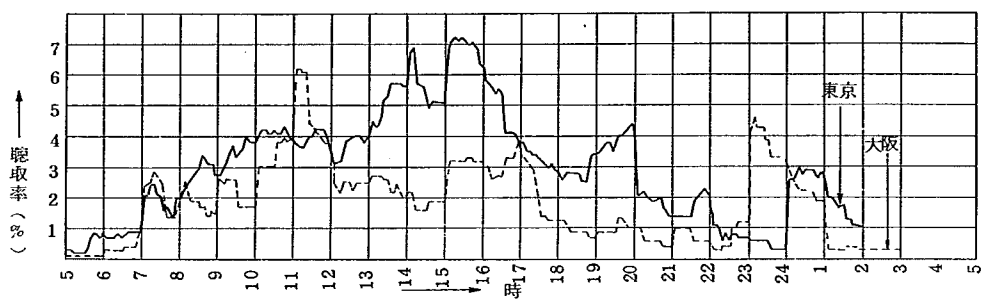


図13.3.3 ラジオの時間別聴取率図 (45年秋)

14. 幹線道路の路線速度の予測

14.1 概 要

一般の道路利用者はなんらかの方法で目的地までの所要時間を求めようとしており、この要求を解決する一手段として、建設省で実施している常時交通量観測資料を利用する方法論を考究し、理論式を確立した。さらにこの式の正確性を実験的に立証するため、国道4号線千住大橋、宇都宮間と国道6号線新葛飾橋、水戸偕楽園入口間と国道17号線戸田橋、高崎間および国道2号線高砂市～岡山市間で速度調査を実施したが、いずれも理論値とかなり高い精度で一致しているので、少なくとも主要国道では、路線速度の予報を行なうことが可能であるという結論を得た。

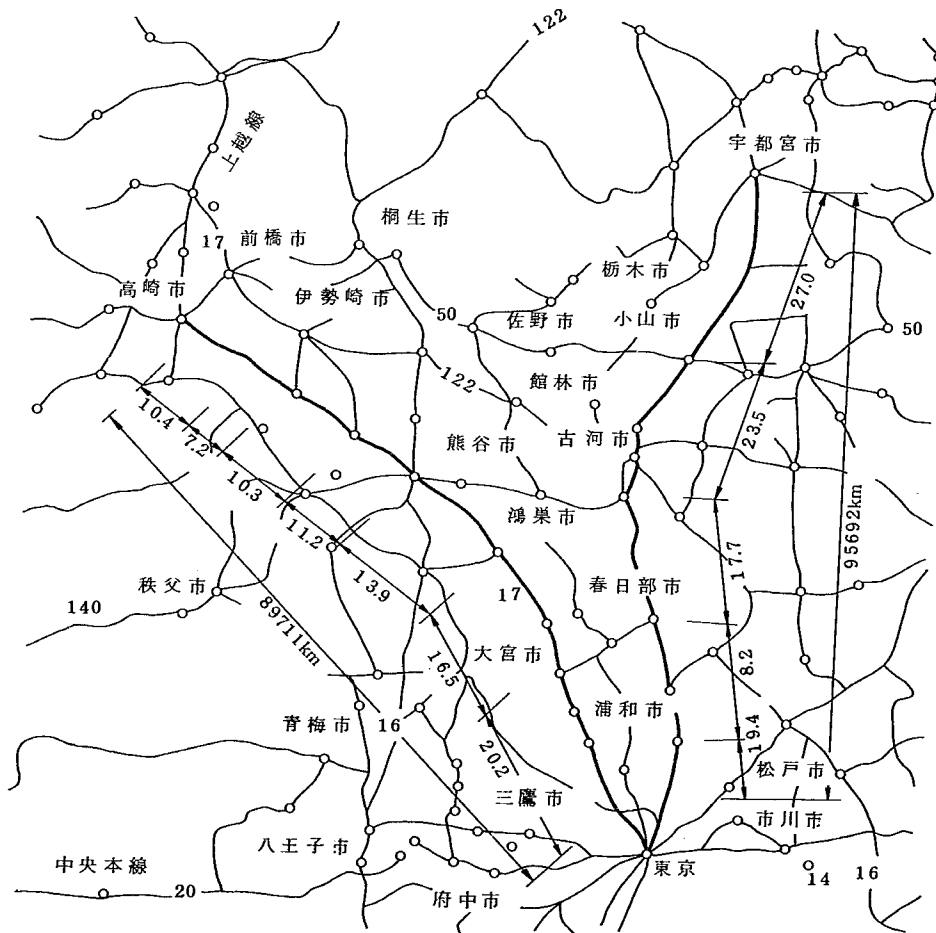


図 14.1 路線速度の予測区間
(4号と17号のみ例示)

なお本文で初めて使用した用語と記号は、

路線速度 V (km/h)：予測しようとする路線のある区間（以下該区間と略称）を走行するために要する全時間（信号、交通渋滞などによる停止時間を含む）とその区間距離から求めた速度で、時間によって変化する。

路線交通量係数 β ：該区間における交通量常時観測地点（以下該地点と略称）での路線可能交通量 Q_b と最大交通量 Q との比で、該区間に固有な値である。

最大交通量 Q (台/時)：該地点における走行速度の時間平均より理論的に定まる可能最大の交通量であって、交差点、交通渋滞などは考慮していない。

路線可能交通量 Q_b (台/時)：該地点を中心としたある区間を通過し得る可能最大の交通量であって、交差点、交通渋滞の影響を受け、時間によって変化するものである。したがって路線速度の関数である。

実通過交通量 Q_a (台/時)：該地点で実際に観測された交通量。

繰延べ交通量 Q_r (台/時)：路線可能交通量 Q_b を越えた次の時間に持越さるべき交通量。一般的に仮想交通量 Q_b と路線可能交通量 Q_b との差として与えられる。

仮想交通量 Q_v (台/時)：実通過交通量 Q_a と繰延べ交通量 Q_r の和で、その時間に該地点を通過しようとする仮想的な交通量。

交通量集中係数 α ：仮想時間交通量を5分間交通量に換算するときの係数であって、交通量の集中程度と、車種構成など道路交通状況を示す該区間に固有な値である。



写真 14.1.1 交通渋滞

14.2 調査内容

過去の例から、交通量の最も混雑すると思われるお盆、敬老の日、体育の日、文化の日、勤労感謝の日など連休を目標に乗用車による実測調査を行なった。この調査では、運転者個人の習性が入ることをでき得る限り避けるため、人や車を定めず、全く任意に調査した（表 14.2.1 参照）。

14.3 路線速度の予測

交通量は時々刻々変化しているが、ある程度の規則性が考えられ（図 14.4.1 参照）、一般のビジネスを主体とするもの、観光を主目的とするものなど、その道路固有の性格によって、かなりの精度をもって交通量の時間的変動を予測することができる。

交通量がふえるに従って、平均速度が低下することはよく知られている事実である。つまり交通量が少ないときは、高い速度から低い速度まで自由にとり得るが、交通量が増大するにつれて高速車は低速車に妨害されて自由な走行が次第に困難となり、遂には道路上のあらゆる車はほとんど同一の速度で走行せざるを得ない状態になる。

いま2方向2車線道路を考える。車種構成がトラック・バス 15～30%、乗用車 35～40%、小型4輪トラック 15～30%の場合、速度と交通量の間には実測の結果より

表14.2.1 路線速度調査表

(1) 千住大橋～宇都宮区間

区 間	距 離		45.8.17 (月)	45.10.10 (出)	45.10.11 (日)	45.11.1 (日)		45.11.3 (火)		45.11.22 (日)		45.11.23 (月)	
	道路現況 (km)	自動車 メーター	下 (km/h)	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上
千 住～越 谷	19.383	(20.6)	35.2	33.4	43.0	34.2	36.3	46.5	40.2	32.3	46.5	46.5	53.0
越 谷～春日部	8.155	(8.8)	37.1	7.0	29.2	30.6	48.9	44.6	48.9	16.3	35.0	32.6	8.8注)
春日部～栗 橋	17.701	(19.0)	47.8	6.2	44.3	22.1	48.4	50.6	44.2	18.6	46.2	48.4	44.2
栗 橋～小 山	23.470	(25.5)	31.2	13.0	11.8	19.8	37.1	44.1	10.7	12.8	37.2	34.4	13.7
小 山～宇都宮	26.983	(27.7)	35.6	33.4	13.7	45.0	46.2	47.6	24.9	50.6	50.6	49.0	22.8
千住大橋 (東京側)	路線速度 (km/h)		36.4	13.3	18.9	28.0	41.9	45.2	22.2	21.6	43.5	42.2	20.8
～宇都宮 (バイパス入口) (95.692km)	所要時間 (時分)		2.38	7.11	5.05	3.25	2.17	2.07	4.19	4.25	2.12	2.16	4.36
	出発時刻～到着時刻 (時分)		12.29 ～15.07	5.46 ～12.57	17.47 ～22.50	7.00 ～10.25	5.41 ～ 6.23 11.07 ～12.42	14.27 ～15.56 22.07 ～22.45	17.40 ～21.59	8.35 ～13.00	7.55 ～ 8.34 13.05 ～14.38	17.14 ～18.50 23.39 ～ 0.19	19.00 ～23.36
備 考	注) 道路工事のために片側通行												

(2) 戸田橋～高崎区間

区 間	距 離		45.8.14 (金)		45.8.17 (月)		45.9.12 (土)		45.9.13 (日)		45.10.10 (土) 祝		45.10.11 (日)	
	道路現況 (km)	自動車 メーター	下 (km/h)	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上
戸 田～大 宮	20.244	(20.8)					37.2	43.2	42.1	37.2	40.6	35.5	43.8	41.2
大 宮～鴻 巣	16.460	(18.1)	46.3	35.2	35.4	46.5	39.0	48.7	46.8	44.8	42.6	47.5	45.9	42.0
鴻 巣～熊 谷	13.911	(14.8)	14.8	53.9	83.4	49.5	32.2	48.7	47.0	48.4	7.1	48.3	44.3	48.2
熊 谷～深 谷	11.206	(11.9)	10.8	23.3	36.9	13.3	25.0	52.2	47.1	19.0	9.7注)	44.6	42.6	9.3
深 谷～本 庄	10.330	(11.4)	25.8	25.7	39.1	15.3	39.2	45.7	45.4	44.2	22.6	51.5	50.2	15.2
本 庄～新 町 (県境)	7.208 (6.679)	(6.5)	40.8	48.1	52.2	34.1	(25.3)	(29.6)	(58.6)	(53.0)	23.2	49.1	59.6	25.8
新 町～高 崎 (県境)	10.352 (10.881)	(12.0)	12.8	48.3	30.2	21.6	(38.1)	(42.2)	(39.2)	(29.6)	10.8	64.5	42.8	20.0
戸田橋～高 崎 (89,711km)	路線速度 (km/h)		18.6	34.6	41.2	24.3	35.9	47.4	45.2	35.6	15.6	45.7	45.6	23.2
	所要時間 (時・分・秒)		3.43.25	2.00.55	1.40.55	2.51.35	2.30.05	1.53.30	1.59.10 13.37.20	2.31.10	5.45.00	1.57.40 13.27.20	1.58.05 13.05.20	3.51.41
	出発時刻～到着時刻		11.05.25 ～11.48.50	15.52.10 ～17.58.05 (休5分)	11.29.15 ～13.40.20 (30分10秒)	14.35.10 ～17.56.30	16.27.00 ～18.57.05	20.00.00 ～21.53.30	～15.09.30 18.39.00 ～19.06.00	16.00.00 ～18.31.10	7.00.00 ～12.45.00	～14.59.40 6.18.00 ～6.43.20	～14.42.25 19.57.00 ～20.23.30	16.06.19 ～19.58.00
備 考	注) 11時15分深谷市において交通事故、この区間通過時刻11時00分～11時27分													

(3) 新葛飾橋-偕楽園入口

区 間	距 離		46.4.29(木)祝		46.5.1(土)		46.5.3(月)祝		46.5.5(水)祝	
	道路現況 (km)	自動車 メーター	下 (km/h)	上	下	上	下	上	下	上
新 葛 飾 橋 ～ 柏 市	15.4	15.8	21.5	21.5	28.0	38.5	48.6	46.2	54.4	48.6
柏(16号交差点)～大利根橋	7.4	7.8	44.4	29.6	44.4	24.7	13.4	27.7	44.4	29.6
大利根橋～土浦駅入口	27.2	29.0	33.3	29.1	13.4	25.5	43.0	6.6	42.9	9.2
土浦駅入口～渦沼川	32.8	32.9	48.0	45.8	38.6	45.8	51.8	23.1	46.6	45.8
渦沼川～偕楽園入口	9.9	10.2	42.4	34.9	39.6	99.0	49.5	39.6	54.0	45.7
新葛飾橋～偕楽園入口 (92.7km)	路線速度(km/h)		35.4	32.0	24.0	33.7	39.7	14.6	49.2	20.8
	所要時間(時分)		2.37	2.54	3.51	2.45	2.20	6.22	1.53	4.27
	出発時刻		12.42	11.47	14.41	14.15	21.39	15.16	19.19	19.17
	～到着時刻		15.19	17.00	18.32	18.44	12.47	21.38	11.30	14.50
				～19.11		～20.55	～14.48		～13.06	

(4) 高砂市(魚橋)-岡山市間

区 間	距 離		46.4.29(木)祝		46.4.30(金)		46.5.1(土)		46.5.2(日)		46.5.3(月)祝		46.5.4(火)		46.5.5(水)	
	道路現況 (km)	自動車 メーター	下 (km/h)	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上
魚 橋 ～ 市 川 橋		9.1	39.6	21.2	41.4	21.2	16.5	36.4	17.2	21.1	16.0	22.8	39.6	26.0	39.6	20.2
市 川 橋 ～ 夢 前 橋		下7.9 上7.4	35.9	15.4	31.6	15.4	18.8	8.9	24.7	10.3	34.3	9.9	34.3	11.0	35.9	14.2
夢 前 橋 ～ 179号分岐点		7.6	44.7	34.6	38.0	33.0	38.0	34.5	38.0	25.3	50.7	28.1	42.2	23.0	44.7	20.6
分 岐 点 ～ 有 年 橋		20.0	47.6	41.6	50.0	40.0	47.6	47.6	42.6	35.1	41.7	35.1	42.5	35.0	38.5	30.8
有 年 橋 ～ 船 坂 トンネル		11.1	50.5	55.4	44.4	55.5	44.4	50.5	48.2	48.2	48.2	55.0	30.0	55.5	48.3	55.5
船坂トンネル～片山トンネル		14.9	59.6	59.6	64.8	59.6	45.2	53.2	64.8	55.2	45.2	49.6	49.6	53.2	49.6	53.2
片山トンネル～芦田橋		9.0	50.0	45.0	50.0	40.9	39.1	45.0	33.3	52.9	40.9	50.0	39.1	50.0	40.9	45.0
芦 田 橋 ～ 岡 山 市		16.1	43.5	43.5	43.5	40.2	42.4	48.8	35.8	38.4	35.8	38.3	46.0	38.3	48.8	38.3
高 砂 市 ～ 岡 山 市 (下り95.7km 上り95.2km)	路線速度(km/h)		46.6	36.2	45.5	35.0	34.4	34.6	35.4	30.7	35.8	30.9	42.2	31.7	43.1	30.9
	所要時間(時分)		2.03	2.38	2.06	2.43	2.47	2.45	2.42	3.06	2.40	3.05	2.16	3.00	2.13	3.05
	出発時刻		8.30	13.00	8.30	13.00	9.00	13.00	9.00	13.00	9.00	13.00	9.00	13.00	9.00	13.00
	～到着時刻		～10.33	～15.38	～10.36	～15.43	～11.47	～15.45	～11.42	～16.06	～11.40	～16.05	～11.16	～16.00	～11.13	～16.05
有 年 橋 ～ 岡 山 市 (51.1km)	路線速度(km/h)		50.1	50.1	49.5	48.0	42.6	49.5	43.2	47.2	41.6	46.4	44.4	47.2	47.2	46.4
	所要時間(時分)		1.01	1.01	1.02	1.04	1.12	1.02	1.11	1.05	1.14	1.06	1.09	1.05	1.05	1.06

$$V_t = 55 - 0.1Q_5 \dots\dots\dots(1)$$

V_t : 時間平均速度 (km/h)

Q_5 : 5 分間交通量 (台/5 分間)

なる関係式が提案されている¹⁾。

また最小頭間隔と速度との間には

$$S = 5.7 + 0.14V_t + 0.0022V_t^2 \dots\dots\dots(2)$$

S : 最小車頭間隔 (m)

V_t : 時間平均速度 (km/h)

という関係がある¹⁾。

このとき交通量 Q は

$$Q = V_t / S \dots\dots\dots(3)$$

Q : 交通量 (台/時)

V_t : 時間平均速度 (km/h)

S : 最小車頭間隔 (m)

であるから、各速度に対する最大交通量は表 14.3.1 のようになり、速度が 52 km/h のとき処理し得る交通量が最大となる。

路線速度の推定を行なうには、上記の関係をうい、(1)式における時間平均速度 V_t を路線速度 V_r に置換えればよい。

しかし(3)式より求める最大交通量 Q (台/時)は、信号など道路交通を阻害する要素の少ない道路を対象としているので、まず道路に固有な路線可能交通量 Q_0 を定めなければならない。これには Q に路線交通量係数 β を乗ずることによって求めることができる。

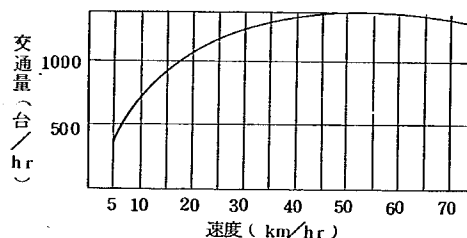


図 14.2.1 速度と最大交通量関係図

表 14.3.1 速度と最大交通量

V_r (km/h)	Q (台/時)	V_r (km/h)	Q (台/時)	V_r (km/h)	Q (台/時)	V_r (km/h)	Q (台/時)	V_r (km/h)	Q (台/時)
5	337	6	453	7	516	8	575	9	631
10	683	11	733	12	780	13	824	14	865
15	904	16	941	17	975	18	1,008	19	1,038
20	1,066	21	1,093	22	1,118	23	1,141	24	1,162
25	1,182	26	1,201	27	1,218	28	1,234	29	1,249
30	1,263	31	1,276	32	1,287	33	1,298	34	1,308
35	1,317	36	1,325	37	1,332	38	1,339	39	1,345
40	1,350	41	1,354	42	1,359	43	1,362	44	1,365
45	1,368	46	1,370	47	1,371	48	1,372	49	1,374
50	1,374	51	1,374	52	1,374	53	1,373	54	1,372
55	1,371	56	1,370	57	1,368	58	1,367	59	1,365
60	1,363	61	1,360	62	1,358	63	1,355	64	1,352
65	1,348	66	1,346	67	1,342	68	1,339	69	1,336
70	1,332	71	1,328	72	1,325	73	1,321	74	1,317

注) 2 方向 2 車道線路の 1 方向車線を示す

$$Q_b = \beta Q = \beta V_r / S \dots\dots\dots(4)$$

- Q_b : 路線可能交通量 (台/時)
- Q : 最大交通量 (台/時)
- β : 路線交通量係数
- V_r : 路線速度 (km/h)
- S : 最小車頭間隔 (m)

次に路線速度 V_r (km/h) を(1)式より求めるため、時間交通量を5分間交通量 Q_5 (台/5分) に換算する必要があり、本文では交通量集中係数 α を Q_b (または Q_a) に乗ずることとした。

$$Q_5 = \alpha Q_b \text{ (または } Q_5 = \alpha Q_a) \dots\dots\dots(5)$$

- Q_5 : 5分間交通量 (台/5分)
- α : 交通量集中係数
- Q_b : 仮想交通量 (台/時)

α , β は路線のある区間についての固有な係数であるから、路線速度の予測をするために是非求めておかねばならない常数である。いま α , β が既知であると仮定 (実験的に求める方法は次に述べる) すれば、路線速度の推定は、

手順1. ある地点の実通過交通量 Q_a (台/時) または仮想交通量 Q_b (台/時) に交通量集中係数 α を乗じ、5分間交通量 Q_5 (台/5分) を求める。
($Q_5 = \alpha Q_b$)

手順2. 5分間交通量 Q_5 より(1)式を用いて路線速度 V_r (km/h) を求める。
($V_r = 55 - 0.1 Q_5$)

手順3. 路線速度 V_r を使い、表 14.3.1 から求めた最大可能交通量 (台/時) に路線交通量係数 β を乗じ、路線可能交通量 Q_b (可能交通容量ではない) を求める。
($Q_b = \beta Q$)

手順4. 路線可能交通量 Q_b (台/時) が、実通過交通量 Q_a (台/時) または仮想交通量 Q_b (台/時) より少ないときは、その差 Q_c (台/時、繰延べ交通量) を求め、次の時間に移る。

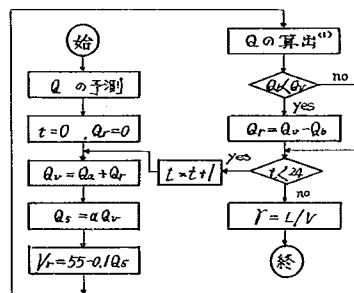
この Q_c に Q_a を加えて仮想交通量 Q_b として上記の手順1～4を予測しようとする時間まで繰返せばよい (図 14.3.2 参照)。

次に係数 α , β を求める問題が残されている。この理論式はまだ確立されていないが、数回の実験によって容易に定めることができ、上記の手順を繰返せばよい。すなわち

(a) 交通量集中係数 α を求めること。

実通過交通量 Q_a の少ないときに実測された路線速度を(1)式に代入し、これを満足するような α を求めればよい。

$$V_r = 55 - 0.1 Q_5 = 55 - 0.1 \alpha \cdot Q_a$$



注) 表 14.2.1 より α を求め β を乗ずる。

図 14.3.2 路線速度の予測計算手順図

であるから

$$\alpha = (55 - V_r) / (0.1 Q_a)$$

(b) 路線交通量係数 β を求めること。

β の初期値を適当に仮定し、上記の手順1～4に従って計算し、 Q_a のかなり多いときに実測された速度と計算上の速度とが、ほぼ一致するまで β の値を変更し、試算を繰返せばよい。

1.4.4 適用例

上記理論を実際に適用してみる。

まず国道4号線千住大橋(右岸側)と宇都宮バイパス入口間95.692kmでは栃木県小山市粟宮における交通量常時観測(表14.4.1, 図14.4.1)を用い、

$$\begin{cases} \alpha = 0.15 \text{ (交通量集中係数)} \\ \beta = 0.75 \text{ (路線交通量係数)} \end{cases}$$

とし、

国道17号線戸田橋(左岸側)と高崎バイパス入口間89.711kmでは、埼玉県鴻巣市における交

表 14.4.1 交通量時間変化表

場 所 日 時 方向	粟 宮				鴻 巣			
	45.10.10(土)		45.10.11(日)		45.10.10(土)		45.10.11(日)	
	上	下	上	下	上	下	上	下
0～1	334	882	340	450	386	1,246	372	324
1～2	380	779	238	361	434	879	222	259
2～3	314	980	232	348	365	620	226	179
3～4	382	656	233	211	380	538	206	152
4～5	387	1,235	285	256	446	721	235	204
5～6	503	1,021	278	384	604	1,065	282	301
6～7	477	1,204	430	615	645	1,597	384	548
7～8	562	1,088	449	912	992	1,763	622	869
8～9	687	1,155	643	1,024	1,110	1,841	737	1,009
9～10	744	1,160	771	1,090	1,047	1,809	898	1,221
10～11	771	1,191	951	1,104	1,101	1,704	956	1,209
11～12	697	940	1,031	1,080	1,055	1,767	1,053	1,103
12～13	632	1,116	1,121	962	863	1,652	1,088	911
13～14	816	1,136	1,214	723	877	1,317	1,097	863
14～15	961	1,092	1,197	655	993	1,173	1,356	845
15～16	1,093	1,007	1,058	665	1,051	1,179	1,487	976
16～17	869	831	1,122	739	1,237	1,266	1,536	1,003
17～18	736	806	1,111	707	1,217	1,448	1,595	996
18～19	1,012	1,031	1,111	659	1,174	1,127	1,505	916
19～20	1,011	1,019	1,025	559	1,182	837	1,389	738
20～21	940	810	1,324	492	1,002	802	1,487	672
21～22	779	677	1,143	423	953	686	1,599	565
22～23	644	555	1,220	418	842	562	1,338	628
23～24	474	533	951	368	608	413	1,282	338

注) 太線内は表 14.4.1 の Q_a に用いてある

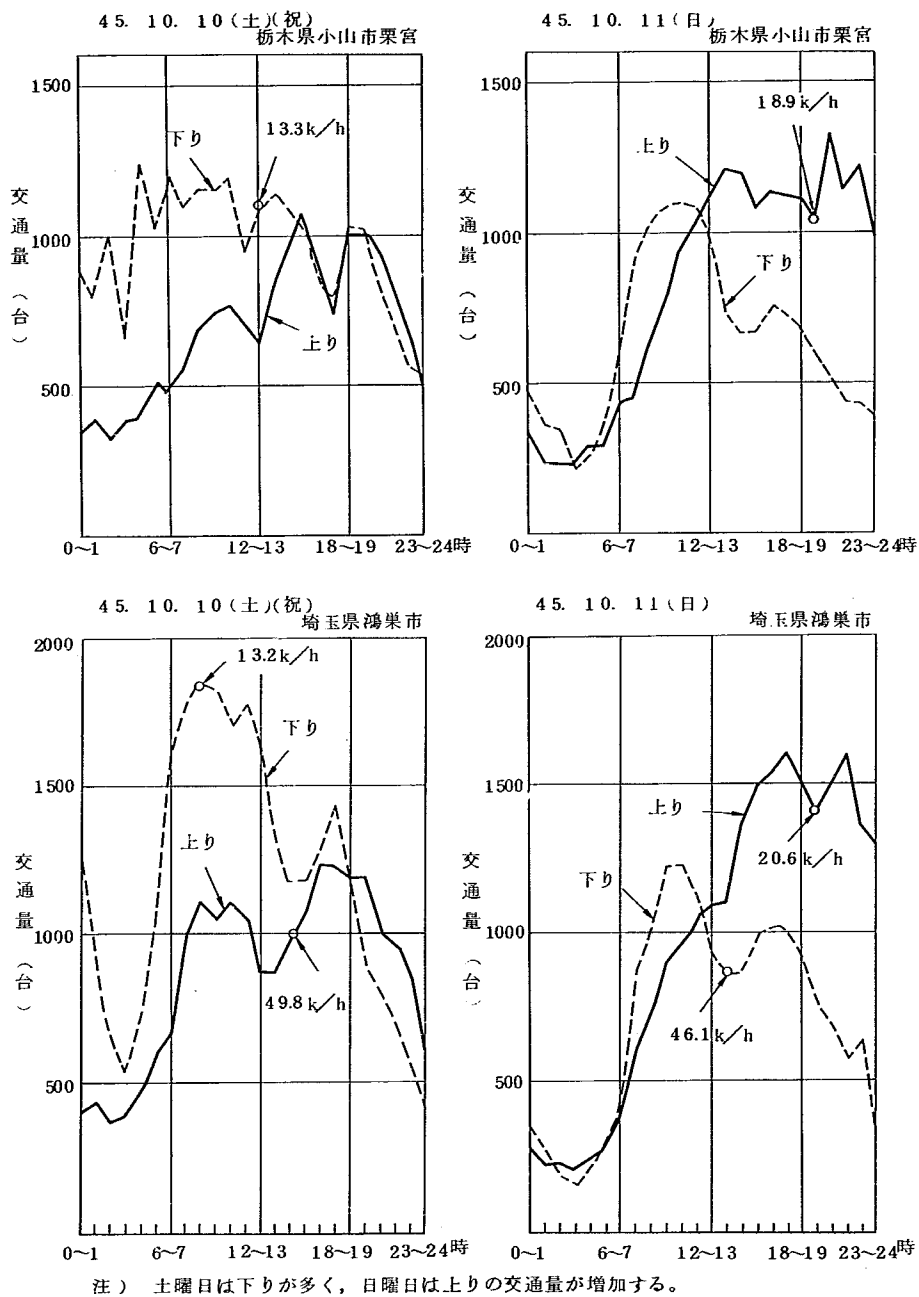


図14.4.1 交通量時間変化図

表14.4.2 路線速度の計算例

(1) 千住大橋・宇都宮間

時 間	実通過 交通量 Q_a (台時)	繰延べ 交通量 $+Q_r$ (台時)	仮 想 交通量 $=Q_v$ (台時)	5 分間 交通量 Q_s (台分)	路 線 速 度 55-0.1 Q_s = V_r (km/h)	可 能 交 通 量 Q_b (台時)	繰延べ交通量 $Q_v-Q_b=Q_r$ (台時)
◎ 45. 10. 10 (土) (祝) 下り (栗宮通過時刻12時7分頃) 実測速度13.3km/h, 計算速度12.7 km/h							
4~5	1,235		=1,235	185	55-19=36	990	1,235- 990= 245
5~6	1,021+	245	=1,266	190	55-19=36	990	1,266- 990= 276
6~7	1,204+	276	=1,480	222	55-22=33	970	1,480- 970= 510
7~8	1,088+	510	=1,598	239	55-24=31	960	1,598- 960= 638
8~9	1,155+	638	=1,793	269	55-27=28	930	1,793- 930= 863
9~10	1,160+	863	=2,023	304	55-30=25	890	2,023- 890=1,133
10~11	1,191+	1,133	=2,324	348	55-35=20	800	2,324- 800=1,524
11~12		940+	1,524=2,464	369	55-37=18	760	2,464- 760=1,704
12~13	1,116+	1,704	=2,820	423	55-42. ³ =12. ⁷	620	2,820- 620=2,200

◎ 45. 10. 11 (日) 上り (〃 19時48分頃) 実測速度18.9km/h, 計算速度18.9km/h							
11~12	1,031+		=1,031	155	55-16=39	1,010	1,031-1,010=21
12~13	1,121+	21	=1,142	171	55-17=38	1,000	1,142-1,000=142
13~14	1,214+	142	=1,356	204	55-20=35	990	1,356-990=366
14~15	1,197+	366	=1,563	234	55-23=32	970	1,563-970=593
15~16	1,058+	593	=1,651	248	55-25=30	950	1,651-950=701
16~17	1,122+	701	=1,823	273	55-27=28	930	1,823-930=893
17~18	1,111+	893	=2,004	301	55-30=25	890	2,004-890=1,114
18~19	1,111+	1,114	=2,225	334	55-33=22	840	2,225-840=1,385
19~20	1,025+	1,385	=2,410	361	55-36. ¹ =18. ⁹	780	2,410-780=1,630

(2) 戸田橋・高崎間

時間	実通過 交通量	繰延べ 交通量	仮想 交通量	5分間 交通量	路線速度 55-0.1Q _s = V _r (km/h)	可 能 交 通 量	繰延べ交通量 Q _v -Q _b =Q _r (台/時)
	Q _a +Q _r =Q _v (台/時)			Q _s (台分)	V _r (km/h)	Q _b (台/時)	
◎ 45. 10. 11 (日) 下り (鴻巣通過時刻13時34分) 実測速度 45.6 km/h , 計算速度 47.1 km/h							
13~14	863	=	863	785	55- 7. ⁹ =47. ¹	1,140	
〃 上り (〃 19時05分) 実測速度 23.2 km/h , 計算速度 23.7 km/h							
14~15	1,356	=	1,356	123	55-12=43	1,130	1,376-1,130= 226
15~16	1,487+	226=	1,718	156	55-16=39	1,120	1,718-1,120= 593
16~17	1,536+	593=	2,129	193	55-19=36	1,100	2,129-1,100=1,029
17~18	1,595+	1,029=	2,624	238	55-24=31	1,060	2,624-1,060=1,564
18~19	1,505+	1,564=	3,069	278	55-28=27	1,010	3,069-1,010=2,059
19~20	1,389+	2,059=	3,448	313	55-31. ³ =23. ⁷	960	3,448- 960=2,488

表 14.4.3(1) 4 号国道 (千住大橋～宇都宮間)

調 査 年 月 日 (曜)	方 向	実 測 値		計 算 値		誤 差	
		速 度 km/h	所要時間 時 分	速 度 km/h	所要時間 時 分	速 度 km/h	所要時間 時 分
45. 8. 17 (月)	下	36. 4	2. 38	36. 7	2. 37	- 0. 3	- . 1
11. 10 (土) (祝)	注) 下	13. 3	7. 11	12. 7	7. 33	0. 6	. 22
10. 11 (日)	注) 上	18. 9	5. 05	18. 9	5. 05	0.	0.
11. 1 (日)	下	28. 0	3. 25	35. 0	2. 43	- 7. 0	- . 42
	上	41. 9	2. 17	44. 6	2. 25	- 2. 7	- . 8
11. 3 (火) (祝)	下	45. 2	2. 07	43. 6	2. 12	1. 6	. 5
	上	22. 2	4. 19	38. 7	2. 29	-16. 5	-1. 50
11. 22 (日)	下	21. 6	4. 25	34. 0	2. 43	-12. 4	-1. 42
	上	43. 5	2. 12	41. 6	2. 18	1. 9	. 6
11. 23 (月) (祝)	下	42. 2	2. 16	45. 1	2. 07	- 2. 9	- . 9
	上	20. 8	4. 36	24. 3	3. 57	- 3. 5	- . 39

表 14.4.3 (2) 6 号国道 (新葛飾橋～水戸借楽園入口間)

調 査 年 月 日 (曜)	方 向	実 測 値		計 算 値		誤 差	
		速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分
46. 4. 29 (木) (祝)	下り	35. 4	2. 37	37. 0	2. 30	- 1. 6	- . 7
	上り	32. 0	2. 54	38. 0	2. 26	- 6. 0	- . 28
5. 1 (土)	下り	24. 0	3. 51	26. 0	3. 34	- 2. 0	- . 17
	上り	33. 7	2. 45	34. 0	2. 43	- 0. 3	- . 2
5. 3 (月) (祝)	下り	39. 7	2. 20	29. 0	3. 10	10. 0	. 50
	上り	14. 6	6. 22	16. 0	5. 50	- 1. 4	- . 32
5. 5 (水) (祝)	下り	49. 2	1. 53	34. 0	2. 43	15. 2	. 50
	上り	20. 8	4. 27	23. 0	4. 02	- 2. 2	- . 25

表 14.4.3 (3) 17 号国道 (戸田橋～高崎間)

調 査 年 月 日 (曜)	方 向	実 測 値		計 算 値		誤 差	
		速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分
45. 8. 14 (金)	下	18. 6	3. 43	18. 6	3. 43	0.	-0.
	上	34. 6	2. 01	42. 5	1. 38	- 7. 9	- . 23
8. 17 (月)	下	41. 2	1. 41	42. 6	1. 38	- 1. 4	- . 3
	上	24. 3	2. 51	24. 8	2. 48	- 0. 5	- . 3
9. 12 (土)	下	35. 9	2. 31	35. 9	2. 31	0.	-0.
	上	47. 4	1. 54	49. 5	1. 49	- 2. 1	- . 5
9. 13 (日)	下	45. 2	1. 59	47. 0	1. 55	- 1. 8	- . 4
	上	35. 6	2. 31	40. 7	2. 12	- 5. 1	- . 19
10. 10 (土) (祝)	下	15. 6	5. 45	27. 8	3. 14	-12. 2	-2. 31
	上	45. 7	1. 58	46. 0	1. 57	- 0. 3	- . 1
10. 11 (日) (注)	下	45. 6	1. 58	47. 1	1. 54	- 1. 5	- . 4
	上	23. 2	3. 52	23. 7	3. 47	- 0. 5	- . 5

表 14.4.3 (4) 2 号国道 (高砂市～岡山市)

調 査 年 月 日 (曜)	方 向	実 測 値		計 算 値		誤 差	
		速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分
46.4.29 (木・祝)	上り	36.2	2.38	32.5	2.56	3.7	18
4.30 (金)	"	35.0	2.43	35.2	2.43	- 0.2	0
5.1 (土)	"	34.6	2.45	36.1	2.38	- 1.5	- 7
2 (日)	"	30.7	3.06	32.2	2.58	- 1.5	- 8
3 (月・祝)	"	30.9	3.05	36.1	2.38	- 5.2	27
4 (火)	"	31.7	3.00	31.1	3.04	0.6	4
5 (水・祝)	"	30.9	3.05	30.1	3.10	0.8	5

表 14.4.3 (5) 2 号国道 (赤穂市～岡山市)

調 査 年 月 日 (曜)	方 向	実 測 値		計 算 値		誤 差	
		速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分	速 度 (km/h)	所要時間 時 分
46.4.29 (木・祝)	下り	50.1	1.01	50.1	1.01	0	0
	上り	50.1	1.01	48.6	1.03	1.5	2
46.4.30 (金)	下り	49.5	1.02	50.5	1.01	- 1.0	- 1
	上り	48.0	1.04	48.8	1.03	- 0.8	- 1
46.5.1 (土)	下り	42.6	1.12	46.6	1.06	- 4.0	- 6
	上り	49.5	1.02	47.0	1.05	2.5	3
46.5.2 (日)	下り	43.2	1.11	45.6	1.07	- 2.4	- 4
	上り	47.2	1.05	48.1	1.04	- 0.9	- 1
46.5.3 (月・祝)	下り	41.6	1.14	48.8	1.03	- 7.2	-11
	上り	46.4	1.06	45.6	1.07	0.8	1
46.5.4 (火)	下り	44.4	1.09	50.1	1.01	- 5.7	- 8
	上り	47.2	1.05	46.9	1.05	0.3	0
46.5.5 (水・祝)	下り	47.2	1.05	48.4	1.03	- 1.2	- 2
	上り	46.4	1.06	44.2	1.09	2.2	3

通量常時観測 (表 14.4.1, 図 14.4.1) を用い,

$$\begin{cases} \alpha = 0.09 \text{ (交通量集中係数)} \\ \beta = 0.83 \text{ (路線交通量係数)} \end{cases}$$

その他国道 6 号線 (新葛飾橋～水戸偕楽園入口間 92.7km) では, 茨城県東茨城郡茨城町奥の谷観測所を用い,

$$\begin{cases} \alpha = 0.30 \\ \beta = 0.70 \end{cases}$$

国道 2 号線 (高砂市～岡山市間) “上り” 95.2km は兵庫県高砂市阿弥陀町観測所より $\alpha = 0.24$, (ただし “下り” については姫路市内で一方通行を行なっているので, 本式は適用できない) また

国道 17 号線 (戸田橋 ←→)

(8 月)

	距離 (km)	区 間	出 発 到									
平	0	戸 田 橋	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	20.2	大 宮	0.25	1.25	2.25	3.25	4.25	5.25	6.25	7.30	8.30	9.30
	36.7	鴻 巣	0.45	1.45	2.40	3.40	4.40	5.45	6.45	7.50	8.50	9.55
	50.6	熊 谷	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.10	9.10	10.15
	61.8	深 谷	1.15	2.15	3.10	4.10	5.10	6.15	7.15	8.20	9.25	10.30
	72.2	本 庄	1.25	2.25	3.20	4.20	5.20	6.25	7.30	8.40	9.40	10.45
	79.4	新 町	1.35	2.35	3.30	4.30	5.30	6.35	7.40	8.50	9.50	10.55
	89.7	高 崎	1.45	2.45	3.40	4.40	5.40	6.45	7.50	9.00	10.05	11.10
	0	高 崎	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	10.4	新 本	0.10	1.10	2.10	3.10	4.10	5.15	6.10	7.15	8.15	9.15
	17.6	深 谷	0.20	1.20	2.20	3.20	4.20	5.25	6.20	7.25	8.25	9.25
	27.9	熊 谷	0.35	1.35	2.35	3.35	4.35	5.35	6.35	7.40	8.40	9.40
	39.1	鴻 巣	0.45	1.45	2.45	3.45	4.50	5.50	6.50	7.55	9.00	9.50
	53.0	大 宮	1.00	2.00	3.00	4.00	5.05	6.10	7.05	8.15	9.20	10.10
	69.5	戸 田 橋	1.20	2.20	3.20	4.20	5.25	6.30	7.25	8.40	9.40	10.35
土 曜	89.7	戸 田 橋	1.45	2.45	3.45	4.45	5.50	6.55	7.50	9.05	10.10	11.00
	0	戸 田 橋	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	20.2	大 宮	0.25	1.25	2.25	3.25	4.25	5.25	6.25	7.30	8.30	9.30
	36.7	鴻 巣	0.45	1.45	2.40	3.40	4.45	5.45	6.45	7.50	8.55	9.55
	50.6	熊 谷	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.05	8.10	9.15	10.15
	61.8	深 谷	1.15	2.15	3.10	4.10	5.15	6.15	7.20	8.25	9.30	10.35
	72.2	本 庄	1.25	2.25	3.20	4.20	5.25	6.30	7.35	8.40	9.45	10.50
	79.4	新 町	1.35	2.35	3.30	4.30	5.35	6.40	7.40	8.50	9.55	11.00
	89.7	高 崎	1.45	2.45	3.40	4.40	5.45	6.50	7.55	9.05	10.10	11.15
	0	高 崎	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	10.4	新 本	0.10	1.10	2.10	3.10	4.10	5.10	6.10	7.15	8.15	9.15
	17.6	深 谷	0.20	1.20	2.20	3.20	4.20	5.20	6.20	7.25	8.25	9.25
	27.9	熊 谷	0.30	1.35	2.35	3.35	4.35	5.35	6.35	7.40	8.40	9.40
	39.1	鴻 巣	0.45	1.45	2.45	3.45	4.45	5.50	6.50	7.55	8.55	9.50
	53.0	大 宮	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.05	7.05	8.15	9.15	10.10
	69.5	戸 田 橋	1.20	2.20	3.20	4.20	5.20	6.25	7.25	8.40	9.40	10.35
休 日	89.7	戸 田 橋	1.40	2.45	3.45	4.45	5.45	6.50	7.50	9.05	10.05	11.00
	0	戸 田 橋	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	20.2	大 宮	0.25	1.25	2.25	3.25	4.25	5.25	6.30	7.30	8.30	9.30
	36.7	鴻 巣	0.45	1.45	2.40	3.45	4.45	5.45	6.50	7.50	8.55	9.55
	50.6	熊 谷	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.10	8.10	9.15	10.15
	61.8	深 谷	1.15	2.15	3.10	4.15	5.15	6.15	7.20	8.20	9.30	10.30
	72.2	本 庄	1.30	2.25	3.20	4.25	5.25	6.30	7.40	8.40	9.45	10.45
	79.4	新 町	1.40	2.35	3.30	4.35	5.35	6.40	7.50	8.50	9.55	10.55
	89.7	高 崎	1.50	2.45	3.40	4.45	5.45	6.50	8.00	9.00	10.10	11.10
	0	高 崎	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	10.4	新 本	0.10	1.10	2.10	3.10	4.10	5.10	6.10	7.15	8.15	9.15
	17.6	深 谷	0.20	1.20	2.20	3.20	4.20	5.20	6.20	7.25	8.25	9.25
	27.9	熊 谷	0.35	1.35	2.30	3.30	4.35	5.35	6.35	7.35	8.35	9.35
	39.1	鴻 巣	0.45	1.45	2.45	3.45	4.45	5.45	6.45	7.50	8.50	9.50
	53.0	大 宮	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.10	9.10	10.10
	69.5	戸 田 橋	1.20	2.20	3.20	4.20	5.20	6.20	7.20	8.30	9.30	10.30
	89.7	戸 田 橋	1.45	2.45	3.40	4.40	5.45	6.45	7.45	8.55	9.55	10.55

高崎)所要時刻予定表

着 予 定 時 刻 表													
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
10.30	11.35	12.35	13.35	14.35	15.35	16.35	17.35	18.40	19.40	20.35	21.35	22.30	23.30
11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.05	19.10	20.10	21.05	22.00	22.55	23.50
11.20	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	18.30	19.35	20.35	21.30	22.25	23.15	0.10
11.40	12.45	13.45	14.45	15.45	16.45	17.45	18.50	19.55	20.55	21.50	22.45	23.35	0.20
11.55	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.05	20.15	21.15	22.10	23.00	23.50	0.40
12.05	13.15	14.15	15.15	16.15	17.15	18.15	19.20	20.30	21.30	22.25	23.15	0.00	0.50
12.20	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30	19.35	20.45	21.45	22.40	23.30	0.15	1.00
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.40	22.00	23.00
10.15	11.15	12.15	13.15	14.15	15.15	16.15	17.15	18.15	19.15	20.15	21.15	22.10	23.10
10.25	11.25	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	18.25	19.25	20.25	21.25	22.20	23.20
10.40	11.40	12.35	13.40	14.40	15.40	16.40	17.40	18.40	19.40	20.40	21.40	22.35	23.35
10.50	11.50	12.50	13.50	14.50	15.50	16.50	17.55	19.00	20.00	21.00	21.55	22.50	23.45
11.10	12.10	13.10	14.10	15.10	16.10	17.10	18.15	19.20	20.20	21.20	22.05	23.05	0.00
11.35	12.35	13.30	14.35	15.35	16.35	17.35	18.40	19.40	20.40	21.40	22.40	23.25	0.20
12.00	13.00	13.55	15.00	16.00	17.00	18.00	19.05	20.10	21.10	22.10	23.05	23.50	0.45
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
10.30	11.35	12.35	13.35	14.35	15.40	16.40	17.50	19.15	20.35	極 度 に 渋 滞	極 度 に 渋 滞	極 度 に 渋 滞	極 度 に 渋 滞
11.00	12.00	13.00	14.00	15.05	16.10	17.15	18.30	20.20	21.50				
11.20	12.20	13.20	14.25	15.30	16.35	17.45	19.00	21.10	22.55				
11.40	12.40	13.40	14.45	15.50	17.00	18.10	19.30	21.50	23.45				
11.55	13.00	14.00	15.00	16.10	17.20	18.30	19.55	22.30	0.35	極 度 に 渋 滞	極 度 に 渋 滞	極 度 に 渋 滞	極 度 に 渋 滞
12.05	13.10	14.10	15.15	16.25	17.30	18.45	20.10	23.00	1.10				
12.20	13.25	14.25	15.30	16.40	17.50	19.05	20.35	23.35	1.55				
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
10.15	11.15	12.15	13.15	14.15	15.15	16.15	17.15	18.15	19.15	20.15	21.15	22.10	23.10
10.25	11.25	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	18.25	19.25	20.25	21.25	22.20	23.20
10.40	11.40	12.35	13.30	14.40	15.40	16.40	17.40	18.40	19.30	20.40	21.40	22.35	23.35
10.50	11.50	12.50	13.50	14.50	15.50	16.50	17.55	19.10	20.00	21.00	21.50	22.50	23.45
11.10	12.10	13.10	14.10	15.10	16.10	17.10	18.15	19.20	20.20	21.20	22.10	23.05	0.00
11.35	12.35	13.30	14.35	15.35	16.35	17.35	18.40	19.40	20.40	21.40	22.35	23.25	0.20
12.00	13.00	13.55	15.00	16.00	17.00	18.00	19.05	20.10	21.10	22.10	23.00	23.50	0.45
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
10.30	11.30	12.30	13.25	14.25	15.25	16.25	17.30	18.30	19.25	20.25	21.25	22.25	23.25
10.55	11.55	12.50	13.45	14.45	15.45	16.45	17.50	18.50	19.45	20.45	21.45	22.45	23.45
11.15	12.15	13.10	14.05	15.00	16.00	17.05	18.10	19.10	20.05	21.00	22.00	23.00	0.00
11.30	12.30	13.25	14.20	15.15	16.15	17.20	18.25	19.20	20.20	21.15	22.15	23.15	0.15
11.45	12.45	13.40	14.35	15.30	16.30	17.35	18.40	19.40	20.35	21.30	22.30	23.25	0.25
11.55	12.55	13.50	14.40	15.40	16.40	17.40	18.50	19.50	20.40	21.40	22.40	23.35	0.35
12.10	13.10	14.05	14.55	15.50	16.50	17.55	19.05	20.00	20.55	21.50	22.50	23.45	0.45
10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
10.15	11.15	12.15	13.15	14.15	15.15	16.15	17.15	18.15	19.20	20.20	21.25	22.25	23.25
10.25	11.25	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	18.30	19.30	20.35	21.40	22.45	23.45
10.35	11.35	12.35	13.35	14.40	15.40	16.40	17.45	18.45	19.50	21.00	22.00	23.10	0.10
10.50	11.50	12.50	13.50	14.50	15.50	17.00	18.00	19.05	20.10	21.20	22.30	23.40	0.40
11.10	12.10	13.10	14.10	15.10	16.10	17.20	18.20	19.30	20.40	21.50	23.00	0.15	1.15
11.30	12.30	13.30	14.30	15.35	16.35	17.40	18.50	20.00	21.10	22.25	23.40	0.55	1.55
11.55	12.55	13.55	14.55	16.00	17.00	18.10	19.20	20.30	21.45	23.05	0.25	1.45	2.45

同線（赤穂市～岡山市間）51.1 kmは、岡山県和気郡三石町三石の資料より $\alpha = 0.14$ を得（ただし2号線は調査日の交通量が少なかったため、路線交通量係数 β を求めることができなかった）それぞれ実測値と比較すると、表14.4.3のようになり、その間に高い信頼性が得られた（表14.4.2参照）。

実測値と計算値との間に大きな差があったのは、いずれも交通事故や、道路工事などによる規制が原因となっているので、この理論が十分実用に供し得ることが判明した（6号線の5月3日、5日の“下り”に誤差が多いのは調査時間に差があったから）。また交通量が少なくなると、自由に走行し得るので、調査者によって速度に多少の差異が認められるが、所要時間では100 km区間でせいぜい数分に過ぎない。

1 4.5 高速道路における路線速度の予測

高速道路では一般道路にくらべて信号機を必要とする平面交差点が少なく、ゲート間では車線数が大体同じであるから、単路部とみなし得る。それにゲートを通りぬければ、交通量も一定であるから、路線速度を予測するためには、関係式を求めることも一般道路にくらべれば容易であり精度も高い。

一般的にいて、 $V-Q$ 曲線より速度を求め、それにゲートを通過するに要する時間を加えればよいと思われる。ゲートで流入制限を加えた場合には、そのゲートに入るまで、車が渋滞し、速度が低下するから、当然これを考慮しなければならない。

1 4.6. 予測と情報サービス

路線速度の予測を行なうには、

- (a) 交通量の時間変化（表または図）を予測すること。
- (b) 上記変化表より、9.3で求めた計算法を反覆し、時間毎に路線速度の予測表を作成すればよい。

(a)の交通量の時間変化を推定するには、過去の常時観測量より、2次回帰式などにより、時間毎の交通量を求めるような方法も考えられる。

表9.6.1は所要時間の予測をしたものの例であり、このような表が全国的な規模で作成されれば、道路利用者が道路を適当に選択できるから、道路の均等利用に役立てうる。ただしこの計算には、上述のように、交通量のパターンを予測しなければならないが、このパターンは季節、月日、曜日、連休、天候、催し物など、いろいろな要素が組み合わさっているので、推定には多少の誤差はまぬがれないが、概略を類推するには十分であろう。

これに対して、車両感知器等により実測された交通量をもとに所要時間を計算すれば、はるかに精度の高い数値が得られるので、図9.6.1のようなA型道路情報板を用いてドライバーに知らせるような措置が望まれる（所要時間の枠内口時口分の数値は、管理センターにおける電子計算機とオンラインで結び計算結果を遠隔制御する）。

この方法による計算値と実測値とは非常によく適合（表14.4.3参照）しているのでこの理論は一般利用者に所要時間を提供するという初期の目的を十分果し得たものといえよう。

ただこの方法では交通量集中係数 α と路線交通係数 β とを実測によって定めなければならないの

で、これら係数を理論的に解明する必要が残されている。

また交通事故などによる渋滞についても確率的な事象として本理論にくみこみ、さらに所要時間の報道によって一時的に起る交通現象を正しく把握する必要が今後の問題点として残されている。

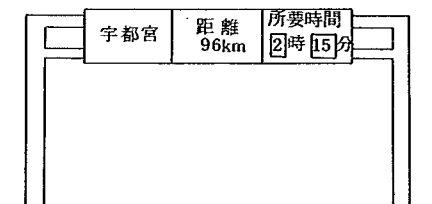


図 14.6.1 A型道路情報板（所要時間案内、千住大橋にて）

1 4.7 道路の流入制限

既述のように道路はそれぞれ固有の最適容量を
もっているの、交通車両をつぎつぎにいれるよりは、ある容量量に制限し、これをこえた交通量は一時的にある場所に留めておいた方が、結果的に早く目的地へ到着できる。表 14.4.2 と表 14.4.3(1)の実例によると、千住大橋を 12 ～ 13 時の間に出発した車が宇都宮バイパス入口に到達するのは計算値で 7 時 33 分後（実測値は 7 時 11 分）であるが、もしこの橋の前で、交通量を 1,000 台/時に制限し、それ以上の車は 1 時間待たせるものと仮定すれば、所要時間は時速約 40km、したがって 2 時間 25 分を基準に、待ち時間 1 時間ずつを加えればよく、表 14.7.1 はこれを計算したものである。運が悪くても 4 時間 25 分後に到着できることになり、自由通行させたものより 2 ～ 3 時間速い。

表 14.7.1 流入制限による所要時間

時 間	実交 通量	そのまま 通れる交 通量	待たされる交通量	
			1 時間	2 時間
		2時 25分	3時 25分	4時 25分
4 ～ 5	1,235	1,000	235	
5 ～ 6	1,021	765	256	
6 ～ 7	1,204	744	460	
7 ～ 8	1,088	540	548	
8 ～ 9	1,155	452	703	
9 ～ 10	1,160	297	863	
10 ～ 11	1,191	147	1,000	54
11 ～ 12	940		946	48
12 ～ 13	1,116		952	158

ただし、ここで問題となるのは、車を待たせるための駐車場が必要となってくることである。しかし有料道路では、ゲートがこの作用を果してくれるので、ゲートを通れば車はかなり高速で走れることになり、ゲート前は河川で言う遊水池と同じく速度が低下するが、全体的には目的地に早く到着できる。つまり一般道路でも、ネック（信号機による制御を含む）を所々に設け、その手前の車線数を増し、駐車能力をふやすような設計も今後の課題として考えられる。

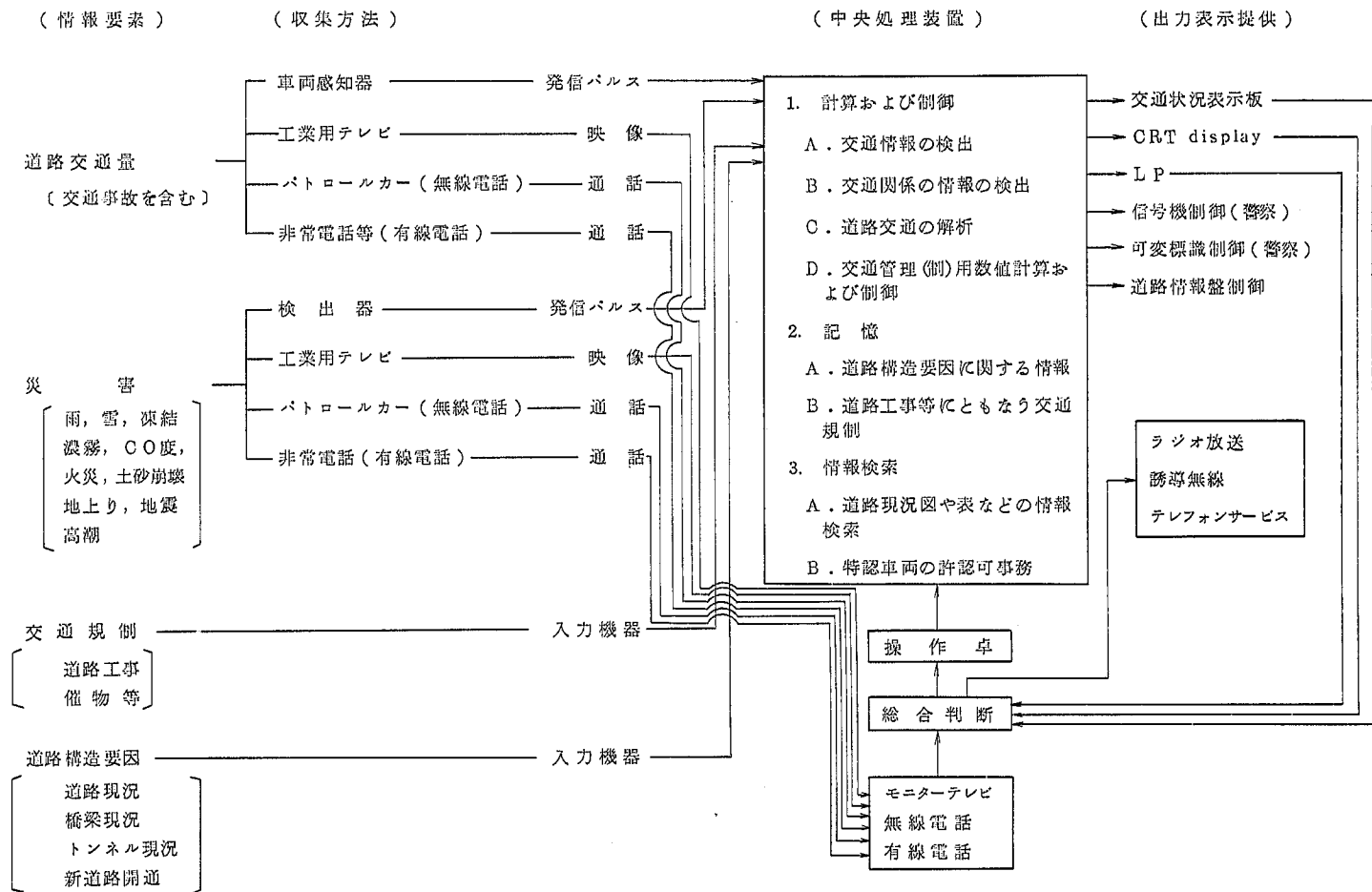


図 15.1.1 道路交通情報の収集と処理と表示提供のシステム

15. 未来の道路交通情報システム

15.1 概 要

前章までに述べた道路交通情報の収集と処理と表示提供のシステムを図15.1.1に示し、情報案内の種類と提供方法との関連を図15.1.2に示す。

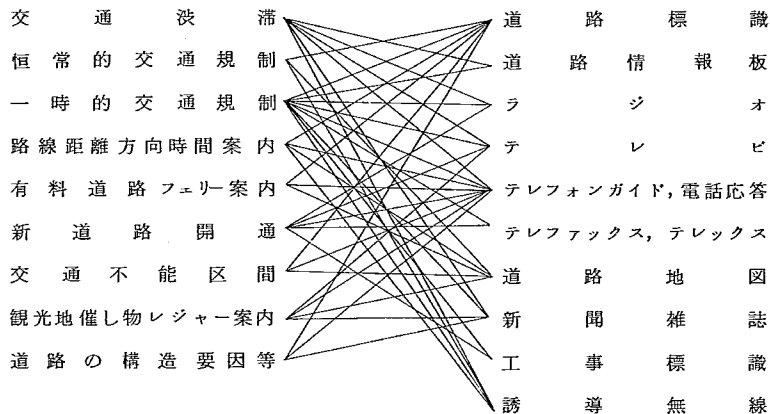
すでに述べたように、警察では広域にわたる面制御を推進しており、主要な道路については道路管理者が可変標識ともいうべき、道路情報板を急速に整備している。つまり各行政機関は道路交通に関する情報の収集と処理および提供について積極的に取り組んでいる。

一般道路利用者に提供する道路交通情報は、現在主流をなしている交通渋滞や事故あるいは片側通行といった交通規制などのような、せつ的なものから早く脱皮し、情報理論的にみて価値の高いもの、つまり予測を中心とした情報を提供し、「天気予報」のように日常生活のなかに浸透するような情報でなければならない。

しかし道路延長は1971年建設省の道路統計によると、市町村道まで含めると105万5,936kmあり、一般国道だけでも38,541kmという膨大なものである。それで合目的な道路情報を提供で

(道路 交通 情報 案内 の 種類)

(情報 提供 方法 の 種類)



きるようにするためには、現在のような人力を中心とするシステムでは不可能であり、電子計算組織の導入が不可欠である。しかしこれには莫大な費用がかかり、利用者が到底その負担に耐えることはできないので、採算性という点から考えると大きな疑問が残る。電子計算機は日進月歩であり、安価ですばらしい能力を有する機種がいつ出現するかわからないが、一応現時点で考えられる方法を、経済性を無視して考えてみる。

道路交通情報の提供システムは今まで述べてきたように情報収集、情報処理、情報提供の3つのサブシステムの集積と考えられる。

このうち情報収集システムは、基礎的情報の収集と、定常的なものおよび緊急を要するものから

なる日常的情報の収集とに分類され、情報発生源として道路管理者、交通警察、気象の3つに大別され随時全国的にわたって発生するもので、複雑かつ多種類にわたる情報を正確にとらえ、しかも最低の費用で実用上差支えない程度の迅速さと正確さをもって伝送し得るようなシステムでなければならない。

収集された情報は、

- (a) ファイル処理に関するもの（道路現況、交通量など）で、永久的なもの（道路工事の完工）と、一時的なもの（道路工事や事故による一時的規制などで1日に復するもの）の別がある。
- (b) 通行距離、有料道路の料金、平均走行速度、所要時間の計算。
- (c) 交通流配分理論による最適道路の選択と所要時間の予測計算。
- (d) 気象予報にもとづく道路交通状況の予測など情報センターへの需要予測を行ない、リクエストに直ちに応じられるような最適システムを確立することである。

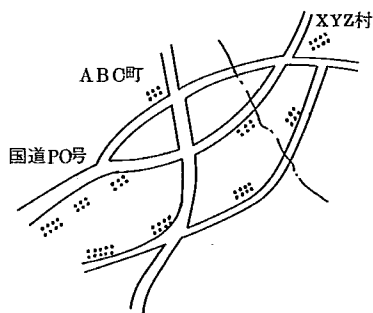
最後の情報提供に関するシステムは道路交通情報処理システム固有のものであって、複雑多岐にわたる問合せや、道路管理者あるいは道路交通規制者の必要とする統計資料などを要求に応じて即時提供可能なシステムを開発することである。

1 5.2 情報収集システム

情報収集システムは発生した多くの情報のなかから、真に道路交通に影響を及ぼすような因子を確実に押出し、しかも情報発生源より中央機関に迅速かつ高いS/N比で伝送し、中央機関において処理された結果は、必要に応じて情報発生源にフィード・バックされ、以後道路交通の便に供し得るようなシステムを開発することである。しかしながら発生する情報は複雑多岐にわたるから、電子計算組織を十分に活用することであり、情報収集も可及的に自動化し、そのための自動情報収集器の開発と、これにより得られた連続的なアナログ量でデジタル化するための安価にして適切なA・Dコンバータの開発、および道路工事や供用開始、交通事故など情報収集が人力により行なわねばならないものについては、入力に際して、でき得る限り容易にして誤りを防ぐような方法を考えねばならない。

情報伝送には、マーク・リーダを利用し、区間内道路網の印刷してあるマーク・シートに該当事項を鉛筆でぬりつぶすような方式を採用するのが簡便で間違いも少なく、現時点では最良の方法と考えられる。

現在都道府県警察本部で設置されている交通管制センターともオンラインで接続するのはもちろんである。



雪	災害	交通事故	道路工事
一方通行	通行禁止		

1 5.3 情報処理システム

情報処理システムにおいてまず第一に重要なことは、幹線道路網に関する膨大な量の情報を、短時間にアクセスできるよう、適切な方法でストッ

図15.2.1 マーク・シート例

ックすることである。この情報はまた道路改築などによって永久的に、または一時的に変更され、ある期間の復旧されるような性格のものであるから、ファイル修正が容易なものであることが必要であり、供給すべき情報の種別も需要者の期待にそって直ちに編集し得るようなものでなければならない。

第二はユーザーの求めに応じて、臨時に情報処理を行ない、必要な結果が直ちにとり出せるよう、道路交通情報に関する多くのプログラムを開発し、計算機に内蔵しておくことである。第一のファイル作製は現況を適当な方法でコード化し、計算機のコアまたは外部補助記憶装置の占有量ができる限り少なくするように努力する必要があるが、技術的にも理論的にもきわめて容易であり、現在建設省や警察庁で行なっている道路現況調査、採梁台帳、交通事故など多くの統計量については随時とりだすことができるようにする。

第三は道路交通情報システムとして窮極の目標として掲げるものであって、最適な交通を行なうための予測を含む的確な情報が提供できるようなシステムを開発することである。

15.4 情報提供システム

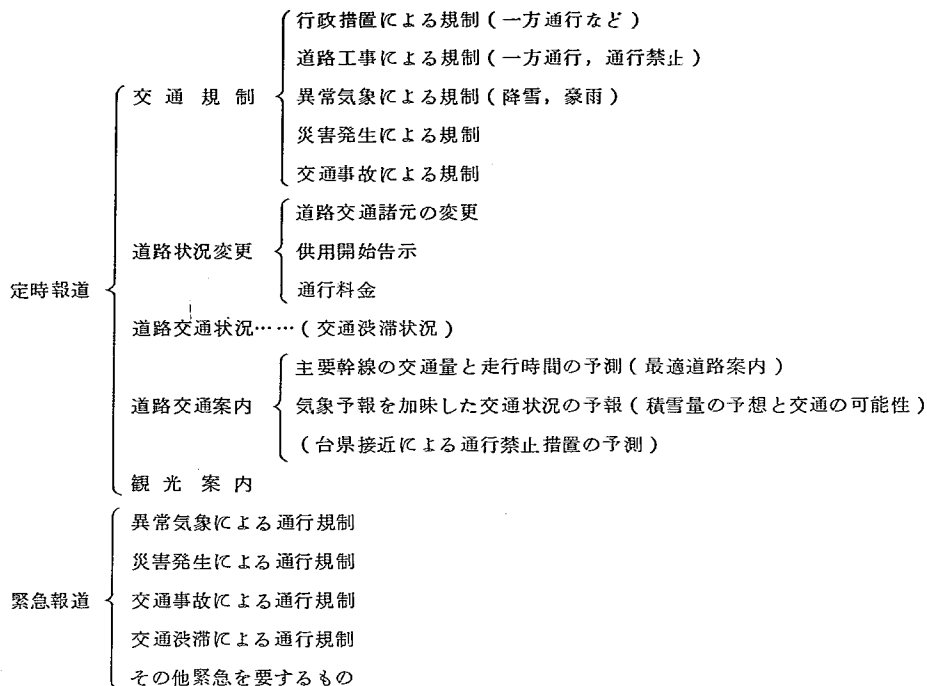
情報提供に関するシステムは、

- (1) (a)諸官公庁で要求される統計資料を主体とした情報。(b)道路交通についての多方面にわたる解析とその結果、(c)特認車両の認定を始めとする各種許認可に関する情報など、資料提出にある程度時間的余裕があり、また大部分は提供すべき資料の項目や編集形式が定められているもの。
- (2) 報道機関を対象に、定時または臨時に提供するものであって通常ある定められた形式で編集すればよい。
- (3) 一般道路利用者による電話などによる照会であって、規則性が全くなく、随時広範囲にわたって寄せられた複雑多岐の質問を、質問者が満足する内容を正確かつ瞬時に回答するものと3種類に大きく分類できる。

このうち(1)については10.3で述べた情報処理システムが完成していれば、電子計算組織の導入により直ちに解決できるものであり、結果もLP(印字機)に出力させればよい。

(2)の報道機関についても、ラジオ、新聞などについては、(1)と同様情報処理に関するプログラムの開発が進むにつれて、現時点での入力情報と、ストックされているファイルをもとに予測を含んだ情報をLPに印字させ、その結果を報道機関に提示すればよい。またテレビなどについては、C.R. Tディスプレイを各放送局とオンラインで直結し、前述のような方法で処理された道路交通に関する情報を所定の編集形式に従って、計算機に自動編集させ、テレビに映像させればよい。

15.3の処理プログラムと編集用プログラムの開発が進めば技術的にも理論的にもあまり大きな困難は認められない。この場合提供すべき内容は、



などが考えられる。

第(3)番目の一般道路利用者の照会に対して，即時に応答し得るようなシステムの開発が，道路処理システムにおける最も困難な問題であるとともに，このシステム固有のものである。類似の方法は時刻と天気予報の電話照会があり，これらは全国一定もしくは少なくともある限られた地域に共通な情報を提供するものであり，テープレコーダの吹込みにより目的を達している。これに対して道路交通情報は広範な地域にわたるので，短時間に全国的な交通情報を，予測を含めて報道することはまず不可能であり，また要求しない情報を提供されることは質問者にとって全く不要であるばかりか，むしろきわめて迷惑である。

この解決方法として考えられるものに，

(a) 最も理想的な方法はタイムシェアリング装置を有する電子計算機とテレビ電話をオンラインで接続し，テレビ電話付属のボタンにより，テレビ電話に順次道路図が映像され，同時に音声合成装置またはあらかじめ吹込んであるテープ中から該当する部分を計算機によって選択し，該当区間を放送するような装置を開発することであるが，多額の費用と時間が必要である。

(b) 次に考えられるのは，電話の押しボタンによって該当する地域のテープを計算機にセクトさせ電話から流す方法であり，これもまだ実現させるには多額の費用を要する。

前記2方法は入力された情報により自動処理され，計算機の信号により，吹替えを要するアナウンス業務以外は完全に自動化し得る。

(c) タイムシェアリング装置を有する計算機にオンラインで直結したC.R.T ディスプレー装置を電話の回答者に1台ずつあたえ，電話照会に応じて必要な情報を回答者が入力し，ディスプレイ装置に表示された映像によって回答する方法である。

(d) (c)と同様であるが高価なディスプレイ装置のかわりに、回答者が該当する地名を入力することによって、あらかじめ印刷されている道路地図上に道路情報を印字した回答用紙が自動的に渡されるので、これをもとにして回答すればよく安価にして質問者に十分満足できる回答を与えることができるが、入力してから回答用紙が印字されてくるのに、30秒～1分ぐらい時間がかかる欠点がある。この場合出力装置は電話回答者に限らず、常時情報提供を受けるユーザー、ガソリンスタンドなどにも備えておけば非常に便利である。また出力表示に高速ファクシミリを利用することも考えられる。

(e) もっとも単純な方法であるが各県毎ぐらいの道路地図を作成し、壁面に掲示しておく。電話照会により回答者が押すボタンにより、テレビカメラを移動させ、該当地図をブラウン管上の映像させ、この映像によりサービスを行なう方法で、情報が入り次第入力により該当道路図に情報を記入し前掲図と取替える方法である。

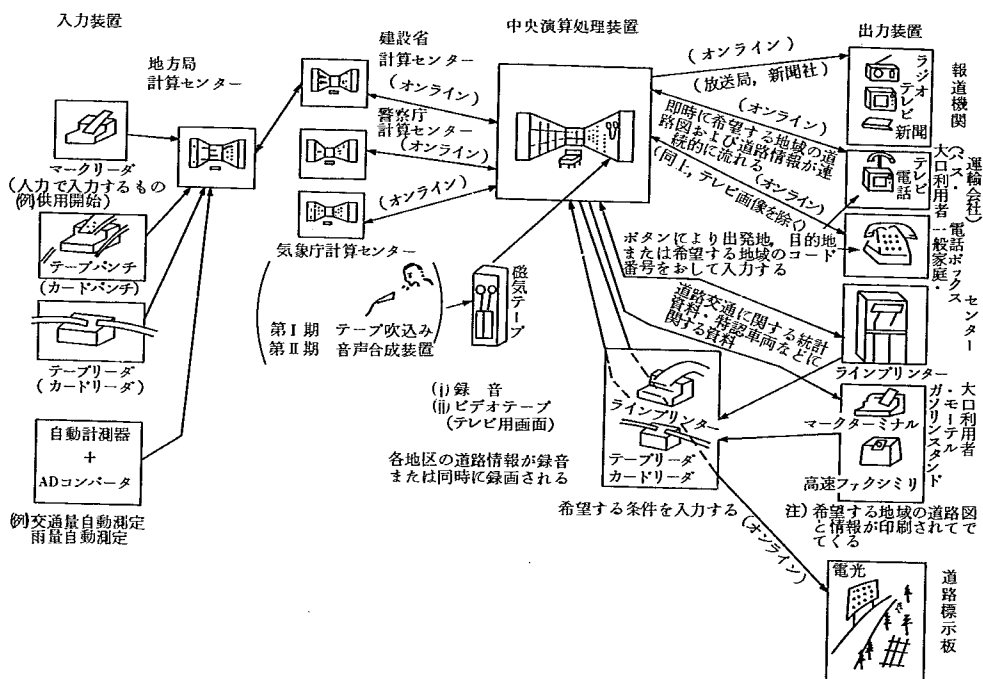


図 15.4.1 道路交通情報処理システム

む す び

道路交通管理は新しい学問であり、未解決の分野が非常に多く、目下多くの人たちによって研究されている学問である。したがって一つの体系づけられたものとは未だなっていない。それで用語にしてもまちまちで、一つの物を色々な呼び方をされている例がある。以下それを説明すると、

(1) 車両感知器

自動車が通過することを知覚することによって交通量を自動的に計測するものである。以前はチューブ式が多く用いられていたが、現在は超音波式かループ式か何れかが用いられている。交通量感知器、交通量検知器、車両検出器、交通量検出器など色々な言葉が使われている。

(2) 道路情報板

電光式と字幕式と立看板の3種類あることは本文で述べたとおりである。名前のとおり道路交通情報をドライバーに知らせるために道路上に設けるものである。電光式と字幕式のものを可変情報板と称することもあり、電光式のことを電光情報板または電光標識板、案内情報板と称することもある。なお電光式と字幕式のものとは本文の中で述べた可変規制標識とを合せて可変標識板と呼ぶこともある。道路情報板が可変の案内標識ともいうべきものであり、可変規則標識が可変の規制標識であることから、これら2つを合せて可変の標識つまり可変標識板と呼ばれるものである。

参 考 文 献

- 1) 高速道路の交通流監視制御装置に関する研究報告書, 昭和46年2月, ㈱高速道路調査会
- 2) 高通流の適正処理に関する研究報告書, 昭和46年3月, ㈱日本自動車工業会
- 3) 阪神高速道路の交通管制システム, 昭和46年1月, 阪神高速道路公団
- 4) 首都高速道路の交通管制, 昭和45年10月, 首都高速道路公団
- 5) 東京広域交通制御システムの概要, 昭和45年5月, 警視庁交通部
- 6) 交通管制システムの概要, 昭和45年3月, 神奈川県警察本部
- 7) 交通管制No.1, 昭和45年5月, 警察庁交通局交通規制課
- 8) ノーマン・ケネディ他2氏共著, 日本通路協会訳, 基礎交通工学, 昭和46年3月, 日本道路協会
- 9) 池之上慶一郎, 車両感知器による計測量の評価と迂回表示板が交通量に及ぼす影響, 交通工学 VOL.6, No.4
- 10) 桜洋一郎, カルフォルニア州における交通制御管理システム道路1971-9
- 11) 建設省関東地方建設局, 日本気象協会, 関東地建管内の幹線自動車道計画に関連する気象調査報告書, 昭和46年10月
- 12) 横沢伯達, 松本良夫, 異常気象時における通行規制, 道路1971, 11
- 13) 石井一郎, 道路交通情報と道路管理体系, 高速道路と自動車, VOL.Ⅺ, No.7, 1970
- 14) 石井一郎, 富田努, 路線速度の予測に関する研究, 交通工学, VOL.6, No.4, 1971
- 15) 石井一郎, 富田努, 道路交通情報の解析, 道路建設, No.284, 9月, 1971
- 16) 年報, 昭和45年度, 日本通路交通情報センター
- 17) 第3回理事会議事録, 日本通路交通情報センター
- 18) 伊吹山四郎ほか, 道路交通工学, 金原出版K.K. 1964
- 19) 小糸製作所, 道路情報装置
- 20) 東名高速道路, 1970, 日本道路公団高速道路東京管理局
- 21) 高速道路の管制システム, 日本道路公団高速道路名古屋管理局
- 22) 東名高速道路の情報施設, 日本道路公団高速道路東京管理局
- 23) 立石電機, 道路気象情報収集装置と交通管制システム
- 24) 菊田聡裕, 欧米都市新交通システムにおける交通制御管理システム道路1971-9
- 25) 高速道路調査会, トンネル渋滞検知施設調査報告書

道路交通管理
(道路の運用)

土木研究所資料第780号
昭和47年12(1972)

建設省土木研究所道路研究室

要 旨

道路交通管理(道路の運用)の現況および将来の展望, 走行時間の予測についての研究をまとめたものである。



郵便はがき

は
十
四
切
手
を
い
は
つ
て
下
さ

2 8 0 - □ □

建設省
土木研究所
振動研究室
御中

千葉県千葉市穴川
四丁目十二番五二号

No. 148

土木研究所資料第780号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印