

Figure 4.2 Hazardous Criteria in Rate-Volume Method

(6) 統計的方法

統計的な方法によって危険区間を判別する方法はいくつかある。その中でよく用いられるものの1つは米国において用いられているQuality Control に用いられている方法を応用したものである。この方法は工場の品質管理と同じ概念により導びかれるものであり、事故件数や事故率が管理限界を越えたものを危険区間として抽出するものである。

他の方法としては、ある道路区間における実際の事故件数や事故率などの事故指標と回帰モデル式などの推計式から推定される推定値の間の差を利用するものである。この差から得られる次式の値 Z_i が、ある限界値を越える場合に危険区間と判断される。

$$Z_i = \frac{Y_i - \bar{Y}_i}{\sqrt{Y_i}}$$

Y_i : 道路区間 i の実際の事故指標

\bar{Y}_i : 道路区間 i の推計値

なお、ここで Z_i は通常、信頼限界 95% から統計的に 1.96 の値が用いられる。

4.2.2 判別方法の選択

先に述べた各々の方法は、それぞれ特徴を持っているのでそれらを配慮の上判別方法を選ばなければならない。特に、次の点を重視する必要がある。

(a) 全国的な範囲の道路網から危険区間を判別するため、交通量が非常に少ない所から多

い所まで適用できること

(b)現場の技術者が容易に利用できるように実用的なものであること

以上のような点から日本における経験およびDOHとの協議にもとづいて、DOH道路に対しては事故率-交通量法を適当なものとして採用することにした。

4.2.3 事故率-交通量法における判別基準の設定方法

危険区間を判別するために事故率-交通量法を用いる場合にも、当然ながら合理的な判別基準が必要である。判別基準を決めるために2つの方法、つまり統計的方法と経験的方法がある。また、この基準値の設定にあたっては経済的なあるいは政策的な考慮も必要である。

(1) 統計的アプローチ

このアプローチは先に述べた統計的方法による危険区間判別結果を用いるものである。

(a) 統計的方法によって危険区間を決めること(4.2.1(6)参照)

(b) Figure 4.3のような事故率-交通量図に各々の道路区間の判別結果を、例えば小円(危険区間)と点(その他)としてプロットする。

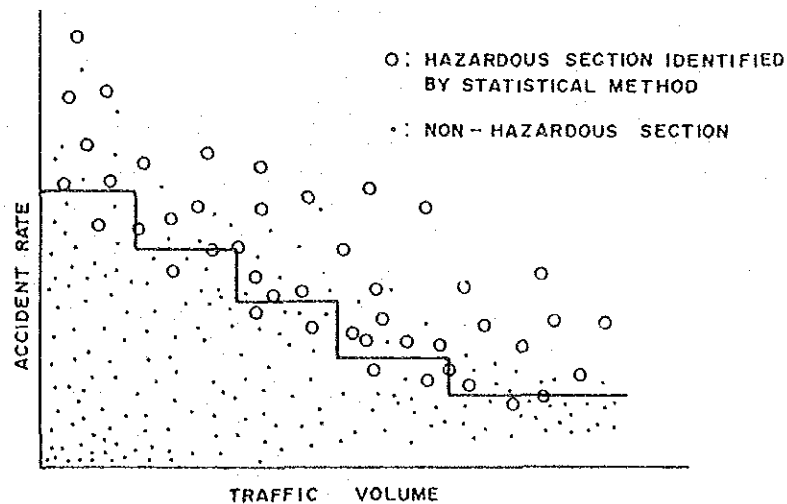


Figure 4.3 Setting Identification Criteria in Rate-Volume Method

(c) 図にプロットされた危険区間とその他区間の散布状況から、各交通量ランク毎に両者を区分できるように決める。

(2) 経験的アプローチ

この方法は、道路行政等に從事している道路、交通の技術者の経験と判断に基づく方法である。通常これらの技術者は経験や技術的な視点から危険と考えられる道路区間を

知っている。ここで用いる判別基準は彼らの危険、その他区間という区分に関する意見を
用いて次のステップから得られるものである。

- 道路技術者や交通技術者により危険区間を判別する
- Figure 4.3のように危険区間とその他区間を区分してプロットする
- (1)の統計的アプローチと同じように、交通量ランク毎に判別基準を決める

4.3 DOH 道路における危険区間判別方法の適用

交通事故は一般的には交通流、道路構造および周辺状況に関係する。また、非常に偶発的なものであり、道路の様々な所で発生する。危険区間を合理的に判別するには、交通流が一様であり道路の物理的な状況が同様な状態である区間別に分割することが望ましい。

本調査では、判別方法は交差点と単路区間の2つの部分にわけて検討する。これら2つの区間は交通流や事故発生状況および道路構造が明らかに異なっているためである。

また、事故に関係するものとして沿道の土地利用状況、つまり例えば都市部、地方部などが考慮されるべきものである。しかし、本調査では、これらのデータを全国的には入手することはできず要因としてとり込むことはできなかった。しかし、本調査では試験道路に関して沿道状況を現地調査によって得ていたため、都市部・地方部に区分した判定値を分析した。これによると、両者はほとんど同じ値となった。このことから、本調査で提案する判別基準が沿道状況を区分していなくてもあまり問題とはならないと考えられる。

4.3.1 単路区間の危険区間判別値

(1) 区間長

単路部の危険区間を抽出するには、抽出に適切な道路区間に分割する必要がある。この区間長は短くなれば、区間内の道路状況が一様であるような区間にすることができる。この場合、抽出される道路区間はその区間内が危険箇所だけからなる道路区間を抽出できるようになる。しかし区間数が膨大となりマクロ的な分析としては実用的ではない。一方、道路区間を長くすれば同一道路区間内の道路・交通状況の同質性がうすれ、同一区間内に実際の危険箇所とあまり危険でない区間が含まれてしまい、抽出した区間の内容があいまいになる。

本調査では適当な道路区間を設定するために Figure 4.4 に示すような分析を行った。これはHPD区間のデータをもとに、道路区間長を1, 3, 5, 10 KmおよびC, S (Control Section)に設定し、その各々の道路区間の事故密度(人/Km)の分布状況を示したものである。

この分析から、区間長が3 Kmを越えると5 Km、10 Kmの間の分布状況の差が小さくなることがわかる。また、事故密度が極端にある値近傍にだけ分布する場合には、その区間が他区間と比べて危険であるか否かの区別がつきにくくなり、統計的方法を用いることが困難になる。以上の観点から、DOH道路においては3 Kmを適当な道路区間長として設定することにした。

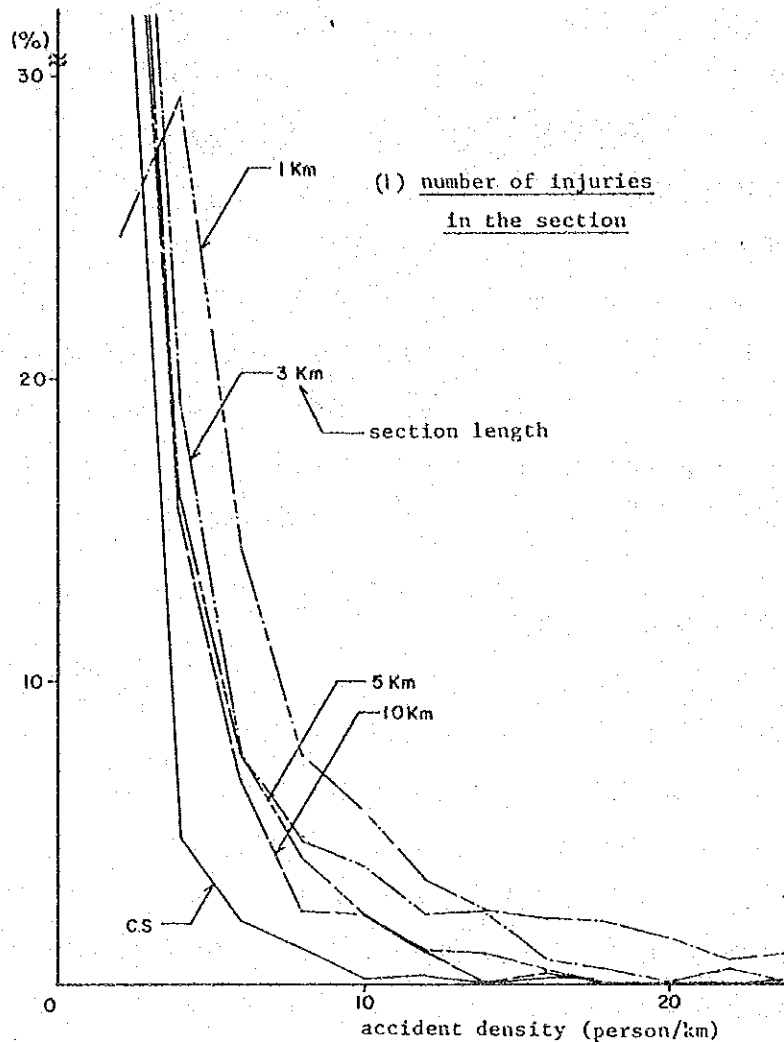


Figure 4.4 Distribution of Accident Density by Section Length

(2) 判別基準の設定プロセス

Figure 4.5 に判別基準の設定プロセスを示す。この図は、分析プロセス、データ加工および処理の流れを示すものである。

(3) 回帰モデル

統計的方法においては、事故密度や事故率のような事故指標を推定することが必要である。この推定値は通常、回帰モデルを用いて行われる。沿道環境に関わる要因や交通特性などが説明要因となる。しかし、全国的な範囲では交通量以外の要因を入手することが出来なかったため、本調査では説明要因として交通量だけを取りあげた。

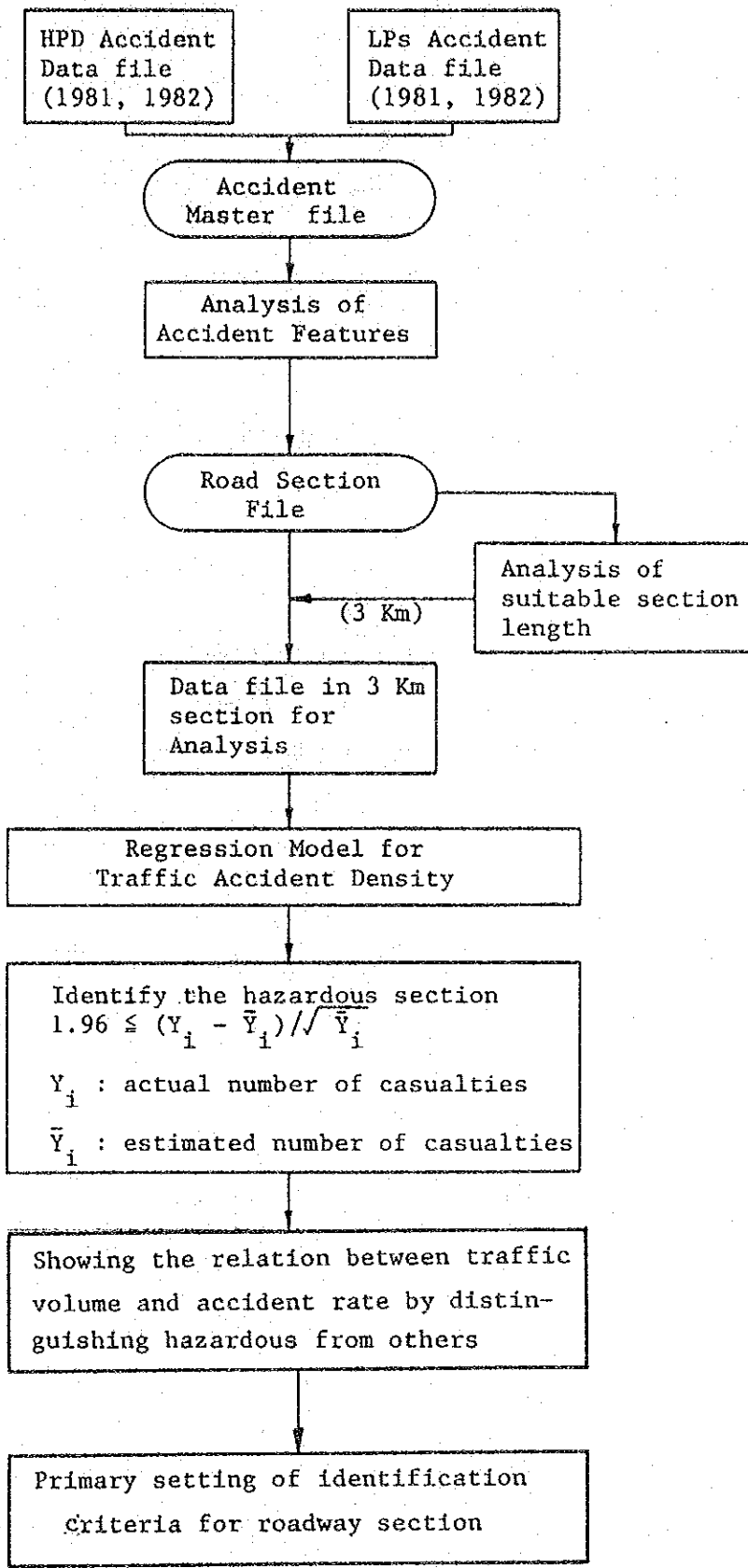


Figure 4.5 Process of Establishing Criteria for Roadway

回帰モデルは次の形式のものを用いた。

$$Y = a X^b$$

Y : 交通事故指標

X : 交通量 (台/日)

a, b : パラメーター

他に比較のために次の線形式を用いた。

$$Y = a + bX$$

結果としては、この両式による判別の結果は、ほとんど差のないものであったが、前式の方が一般に広く用いられているので採用した。結果として次式が得られた。

$$Y = 0.56 X^{0.196} \quad (R = 0.48)$$

この相関係数 R およびパラメーターは統計的に十分に有意なものであった。

この回帰モデルを用いて各道路区間 i ごとに推計事故密度 (\bar{Y}_i) を求め、 Z_i が 1.96 を越える区間が危険区間として判別される。この結果は Figure 4.6 に示す。

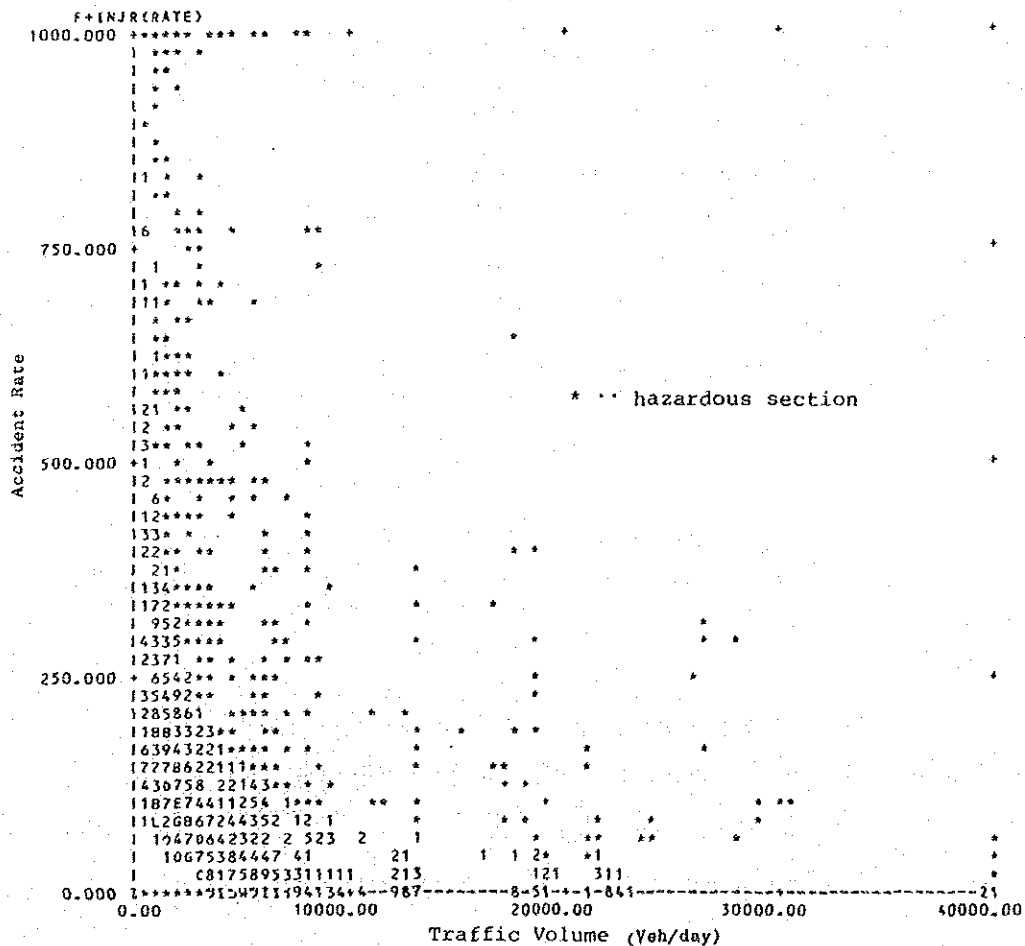


Figure 4.6 Identified Hazardous Section in Roadway

図から見られるように、危険区間として抽出された区間とその他区間の間には、はっきりとした見分けが可能である。これを、いくつかの交通量区分毎に判別基準を設定する必要がある。

下記の交通量区分は、DOH道路に適用するため、DOHの設計基準交通量を考慮に入れて決めたものである。また、500台/日以下の区間では、交通量が少ないため危険な箇所を容易に知ることが出来るので判別基準を設定しなかった。

交通量区分(台/日)

500	-	1,000
1,001	-	2,000
2,001	-	3,000
3,001	-	5,000
5,001	-	10,000
10,001	-	15,000
15,001	-	

各交通量区分毎の判別基準はTable 4.1に示す。この際、各判別基準は次のような点を考慮して決めた。

- a) 交通量区分の小さい方(小交通量)の事故数 N_i (死傷者)が交通区分の大きい方(大交通量)の事故数 N_{i+1} よりも大きくなること。

$$N_i \leq N_{i+1}$$

- b) 交通量の少ない区間の危険区間の値は、交通量の多い区間に比べ比較的ばらついている。しかしこれらばらついている危険区間の大部分が含まれるような値を設定する。

上記の判別基準は、ほとんど機械的な処理で得られるものである。この方法は現在まで様々な経験や検証から有効なものであることが確認されている。しかし、入手出来る要因だけを用いて行った本調査における判別基準の妥当性を確認することが望ましい。ここでは、現場の技術者に対しアンケート調査を行うことによって確認した。(Appendix 4.1「DOH技術者へのアンケート」)。

この結果、Table 4.1に示す本調査で提案した判別基準は、DOHのDistrict Engineerの経験からもほとんど妥当なものであると判断された。つまり、実際に交通事故が発生しかつ技術者によって危険と判断された110区間のうち90区間(82%)が、提案した判別基準によって危険度の高い区間と判別された。

したがって、提案した判別基準は、DOH道路に対して十分に適用できるものと考えられる。しかし、本調査は入手されている範囲の事故や要因だけを用いて行っているものであるため、今後さらに事故データが入手されたり、道路交通要因が入手できるような場合には必要に応じて見直しも必要となろう。

さらに技術的な判断だけでなく前述のように"危険"の定義は相対的なものであるため事業予算を考慮して判別基準を決めることも重要である。

(4) 判別区間

Table 4.1、Figure 4.7の判別基準によって危険区間として抽出された道路区間や事故死傷者数はTable 4.2のとおりである。

Table 4.1 Identification Criteria for Hazardous Road Section in Roadway

Average Daily Traffic (veh.)	Identification Criteria (rate)
- 500	not defined
501 - 1,000	400
1,001 - 2,000	300
2,001 - 3,000	250
3,001 - 5,000	200
5,001 - 10,000	150
10,001 - 15,000	100
15,001 -	100

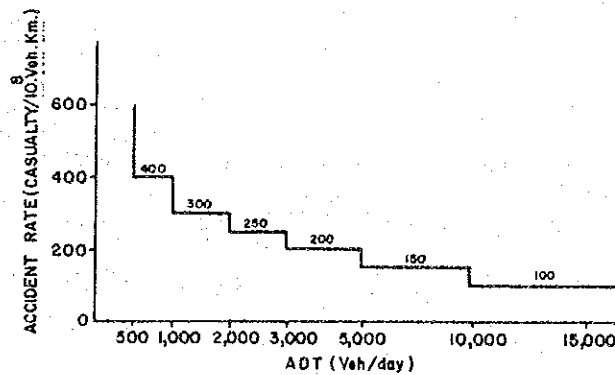


Figure 4.7 Identification Criteria for Roadway

Table 4.2 Number of Hazardous Road Sections and Casualties

Area	Road Length (Km)	Number of Sections	Number of Hazardous Sections	Number of Casualties
HPD area	15,700	4,844	375	4,470 ¹⁾

- 1) This figure consists of 1,037 killed and 3,433 injured. 4,470 persons is 61% of total casualties (7,277 persons, annual average for 1981 and 1982) on DOH roads in HPD area.

4.3.2 交差点の判別基準

(1) 判別基準の設定方法

危険区間を判別する上で最も基本的な考え方は、十分な資料とその分析を行うと共に、すべての道路網を詳しく調べることである。しかし、この方法では大量の道路区間の中から危険区間を抽出する場合、時間がかかりすぎて現実的でない。このため前述のような機械的に抽出する方法の開発が必要である。最終的には、危険またはそうでない区間の判別は現地調査を含む諸々の観点からなされるべきであるが、前述のように、単路部においては、機械的な方法は非常に有効なものである。

しかし、交差点においては単路区間に比べ各々の交差点や交通流や道路形状の特徴が多様である。また、事故の発生原因なども単路部より複雑なことが多い。このため回帰式をつくるためには単路部における場合よりも多くの要因を用いることが必要である。しかし、現時点では、交差点の交差側道路の交通量や交差点の形状および周辺状況をほとんど入手することは出来なく、単路部で用いた統計的な方法を用いることは現実的ではなかった。

DOH道路において、DOH道路どうしが交差するような大交差点の数は、大略1,500カ所と推定される(道路地図からの調査)。この各交差点を交通安全の面から調査しかつ評価することは交差点の判別基準を決める上重要な資料となる。

この考えに基づき、単路部において述べたアンケート調査と同時に、DOH道路の交差点に対するDistrict Engineerの評価を全国的に調査し、これから有効な情報を得た。

本調査では、District Engineerによる危険交差点に関する判断を調査したアンケート結果をもとにして、危険交差点判別のための値を作成することにした。つまり、交差点に関する判断基準は事故データとDistrict Engineerの経験上の判断を主にした経験的な方法によって作成されることになった。アンケートから得られた情報は、各

々の条件下における District Engineer の判断に基づくものであり、合理的なものと言えよう。

District Engineer が危険として抽出した全交差点を含めるような判別基準を決めることは可能である。しかし、“危険”という定義は相対的なもので往々にして主観的なものとなる。そのため、District Engineer によって危険交差点とされた交差点の危険度にもバラつきがあるはずである。よって技術者の経験的な判断から DOH 道路全体に適用できる判別基準の設定を行うには若干の分析が必要である。その分析は、District Engineer によって危険と見なされた交差点の死傷者数と交通量に関してなされた。つまり、1 交差点あたりの平均死傷者数 (\bar{X}) とその標準偏差 (σ) を交通量区分別に求めた。個々の交差点の危険度に関する判断の信頼性を検証する確かな方法はないが、標準偏差をその判断する上での拠所とした。つまり、死傷者数が ($\bar{X} - \sigma$) よりも大きい交差点は危険と判断し、($\bar{X} - \sigma$) を判別基準とする。

次の諸点と Figure 4.8 は判別基準の設定の方法を示すものである。

- DOH の District Engineer によって危険と判断される交差点を抽出する。
- 道路区間データ (3章6節参照) を用いて各危険交差点の死傷者数と交通量を求める。
- 危険交差点の平均死傷者数 (\bar{X}) と標準偏差 (σ) を計算する。
- 次式により判別値 S を求める。この S を判別基準とする。

$$S = \bar{X} - \sigma$$

なお、この判別基準 S によれば District Engineer によって危険とみなされた交差点のうち約 15% は含まれないことになる。(Figure 4.8 参照)

District Engineer が危険交差点と判断した交差点 98ヶ所に対する分析では、交差点あたりの平均死傷者数 (\bar{X}) と標準偏差 (σ) は各々 6.2、2.1 であった。また、分析によれば平均死傷者数は交通量区分別にみると交通量が増加するにつれわずかずつ増加する傾向にある。

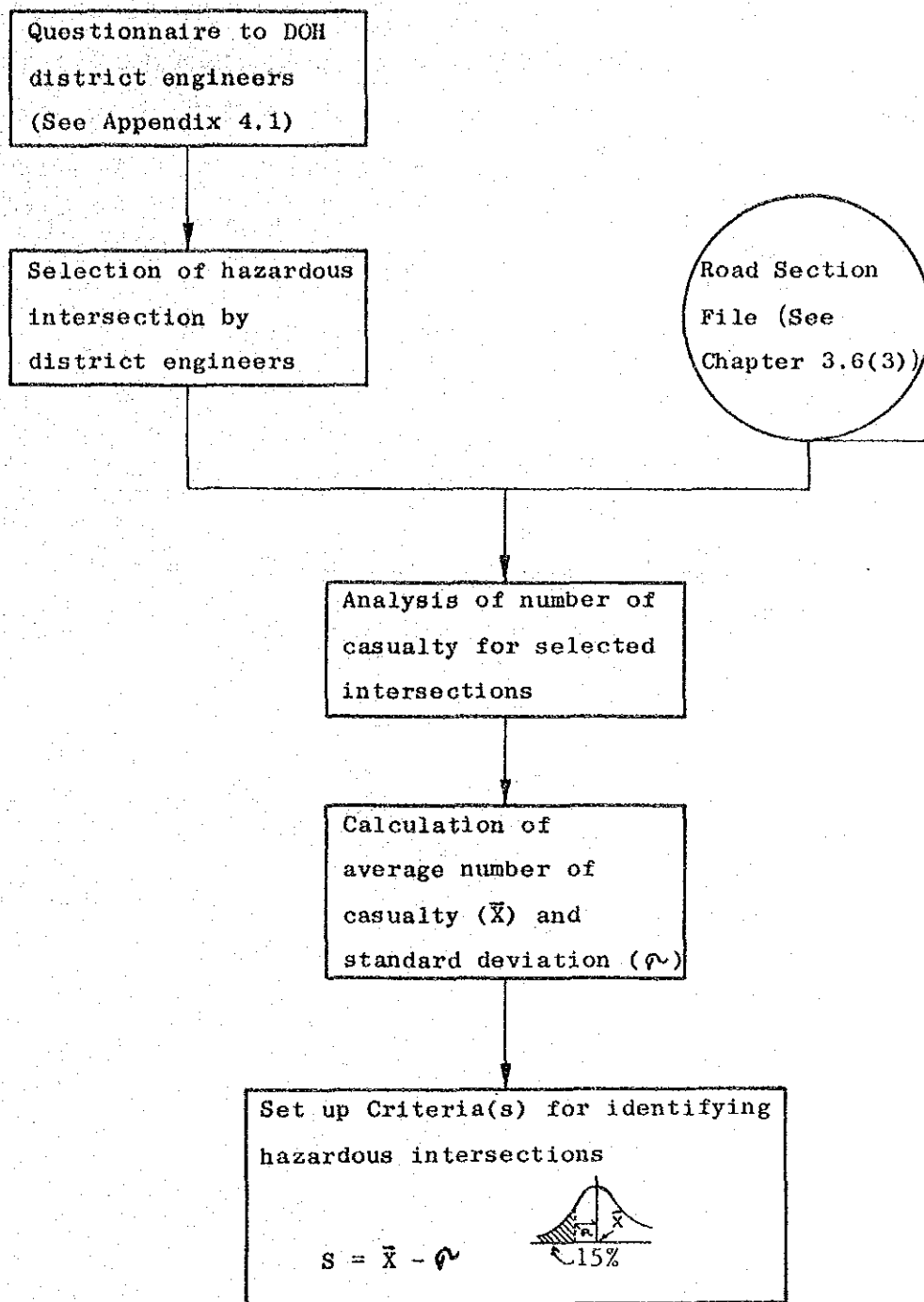


Figure 4.8 Process of Establishing Criteria for Intersection

(2) 交差点の判別基準

District Engineer によって危険とみなされる交差点の平均死傷者数は、交通量の増加とともに大きくなるが、これは当然なことである。しかし、交通量の多い交差点と交通量の少ない交差点の死傷者数の差は約 0.9 であり、実用的には有意な差と言えない。よって本調査では、交通量にかかわらず死傷者数 4 人/年を判別基準とした。この判別基準によって抽出された HPD 管轄下の DOH 道路の危険交差点と死傷者数を Table 4.3 に示す。

Table 4.3 Number of Hazardous Intersections and Casualties

Area	Total Length (Km)	Number of Hazardous Intersections	Number of Casualties
HPD area	15,700	78	341 ¹⁾

- 1) This figure consists of 58 killed and 283 injured. 341 persons is 76% of total number of casualties on DOH roads in HPD area.

第 5 章 交通安全施設設置指針

第5章 交通安全施設設置指針

5.1 序説

5.1.1 道路交通環境の改善

交通事故はその原因から見ると二種類に大別することができる。すなわち、自動車と歩行者あるいは自動車相互等の軋轢に原因するものと道路の本体、幾何構造上の欠陥によるものである。この点を踏まえれば道路交通環境の改善、ひいては交通安全の推進は以下の原則に基いて進めることが出来る。

- 異種交通の時間的・空間的分離
- 交通流の単純化
- 適切な運転環境の創出

また、交通事故というものは本来完全には無くせないので、「事故被害を軽減させること」も重要な原則であるといえる。

これらの原則に基き交通安全を進めていくには2つの工学的アプローチ、つまり、交通制御のための道路付属物の設置及び道路本体の改良、を適切に調和させることが重要である。Table 5.1にこれら2つのアプローチ毎に代表的な安全対策手法を示しているが、対策手法の選定、実施に当っては注意深い配慮が必要であることはいりまでもない。なお、対策箇所のタイプに応じた実用的な安全計画の立案手法については第6章に詳述している。

これらの安全対策は、十分な安全教育や厳格な交通取り締りもさることながら、とりわけ適切な配置計画に基いて設置された場合、大きく交通安全に寄与することが知られている。逆に、不適切な設置をした時は有効に機能しないばかりか時には道路利用者に不安感を生じさせ、かえって危険になることもある。従って、交通安全施設^{*}に関する設置指針の整備に力点がおかれるべきである。さらに、交通安全施設の中でも標識、路面標示や信号等はドライバーや歩行者に、ある「メッセージ」を伝えるよう意図されており、用法を統一し最大の効果をあげるために、設置指針の整備が不可欠のものといえる。

5.1.2 技術指針の提案

統一かつ効果的な交通安全施設設置のための技術指針は、(1)設置場所(条件)、(2)設置計画、(3)安全施設の標準形状、及び(4)運用・維持修繕手法に関する記述があることが望ましいが、以下の各節では主な交通安全施設の設置場所及び設置計画に関することが主として取り扱われている。

* 交通安全施設という用語は本調査では、道路付属物のみならず道路本体の一部である中央分離帯や歩道、バス停車帯等も含んでいる。

Table 5.1 Traffic Safety Improvement Measures

Principle of Safety Improvement	Traffic Safety Improvement Measures	
	Installation of Road Appurtenances	Improvement of Road
To separate the conflicting traffics by time and/or by space	Traffic Signal Stop Control (Sign, Marking) Guardfence Longitudinal Pavement Markings Raised Pavement Markers Crosswalk	Construction of By-pass and Expressway Sidewalk Bicycle Path Bicycle-Pedestrian Path Pedestrian Overpass Median Frontage Road Refuge Island
To simplify the traffic stream	Channelization of Intersection Pavement Markings Guide Signs Access Control One-Way System Parking Restriction	Bus Bay Grade Separation Traffic Island
To create proper driving circumstances	Highway Lighting Post Delineator Curve Mirror Warning Signs Guide Signs Glare Screen Traffic Information System	Elongation of Sight Distance Improvement of Shoulders Road Geometry Improvement (Alignment, Cross-Section) Anti-Skid Treatment Pavement Leveling
To mitigate the accident severity	Guardfence Speed Control Overtaking Control Breakaway Treatment of Roadside Appurtenance	Pavement Grooving Side Slope Flattening

Note ; Measures listed in the table are not all-inclusive.

Classification was made according to the principal facet of each measure.

DOHは既に標識と路面標示に関するマニュアルを有しており、調査団はその内容を再検討した。検討結果は本章の終りの部分に収録されている。したがって、本調査では標識と路面標示を除く以下の各施設に関して技術指針が提案された。

- 交通信号
- 防護柵
- 照明
- 視線誘導施設
- 歩道・自転車道
- 歩行者横断施設

上記の他に、路面のすべり抵抗及び平坦性に関する解説も本報告書に記述されている。

技術指針の制定は、工学的経験の蓄積や交通特性の変化、さらに道路利用者の行動特性、支出可能な予算の枠等種々の要素に対する配慮が要求される微妙な作業である。よって、技術指針は調査、研究、経験を通して得られた最新の知識の集積を基盤として制定される必要がある。

本調査では、次の手順に従って技術指針が提案された。

- a. 各安全施設に関する資料の収集
- b. 設置現況現地調査
- c. 収集された情報の工学的検討
- d. 各安全施設の技術指針の提案

次節以降の各節にこうして得られた技術指針が提案されている。タイ国では、交通安全施設に関する調査研究がさほど実施されていないこともあって本報告書の技術指針は主としてタイ国以外の国の文献及び試験施工の結果を参考にして作成されたものである。従って、以下の各技術指針は最終的なものではなく原案であることに注意しなければならない。つまり、これらは本来、将来の改訂を前提としたものであり、その改訂作業は現地での経験の蓄積と安全計画を立てる上での周辺条件の変化に基づいてなされるべきものである。

5.2 交通信号

5.2.1 交通信号の機能

(1) 交通信号の設置目的

交通信号は、交差点内の交錯する交通流に赤、黄、緑の光で通行権を配分し、秩序立った交通の流れを確保することを目的としている。

交通信号は、適切に設計、配置、運用された場合、次のような特長を発揮する。

- 秩序ある交通流を保ち交差点の交通容量を増す。
- 大交通量交差点における自動車の時間遅れを軽減する他、主道路を横断しようとする従道路の自動車や歩行者に横断の機会を与える。
- 事故発生数を減少させる。

以下の各項でこれらの特長について説明を加える。

(2) 信号交差点の交通容量

交通量の非常に少ない交差点に信号機を設置すれば交差点の交通容量が低減することはいうまでもないが、一定以上の交通量が存在すれば^{*}(ただし、交差点が飽和しない範囲内では)交差点の容量を増すことができる。

信号が緑現示の時に交差点に流入できる最大の通行量のことを「飽和交通流量」と呼ぶ。飽和交通流量は車線数や右左折交通量、横断者の多寡に影響を受けるが、乗用車換算で一車線当り2000 PCU/時^{**}程度の数字が実用上採用されている。

各流入部毎に設計交通量を飽和交通流量で除した値は、設計交通量をさばくのに必要な「有効青時間」のサイクル長に占める割合(率)を示している。

通常、ひとつの現示はいくつかの流入部を同時に対象としており、各々の流入部に対する上述の率の最大値のことを「現示の飽和率」といい、全現示の飽和率を足し合わせた数字が「交差点の飽和率」と呼ばれている。

交差点の飽和率はあるサイクル長に対する各現示の必要最小青時間の和の比率を示している。つまり、この値が1.0を越えた場合その交差点は交通容量の点で飽和しており、従って設計交通量を捌ききれないことを意味している。

このような場合、より高次元な交通対策、例えば交通信号の系統制御や、立体交差、

* 信号設置が交差点容量を増加するかどうかの限界の交通量は一つの設置条件と考えられる(次節参照)

** 2000 PCU/時という数字は種々の交差点における実測値による。

一方通行システム等の導入を考える必要がある。

(3) 信号交差点における遅れ

信号制御は従道路で合流・横断のための車の切れ目を待っている自動車に対しては遅れを減少させることができるが、逆に主道路を通行する車には信号待ちのための遅れを招来する。よって、「止まれ」標識と停止線による停止制御に代えて交通信号を導入することは必ずしも全体としての交差点の遅れを減少することにはならないことに注意すべきである。

交差点流入交通量と平均遅れの関係が Figure 5.1 に示されているが、この図によれば、交差点での遅れから見た場合、ある程度以下の交通量レベルでは信号制御よりもむしろ停止制御の方が好ましいことがよくわかる。

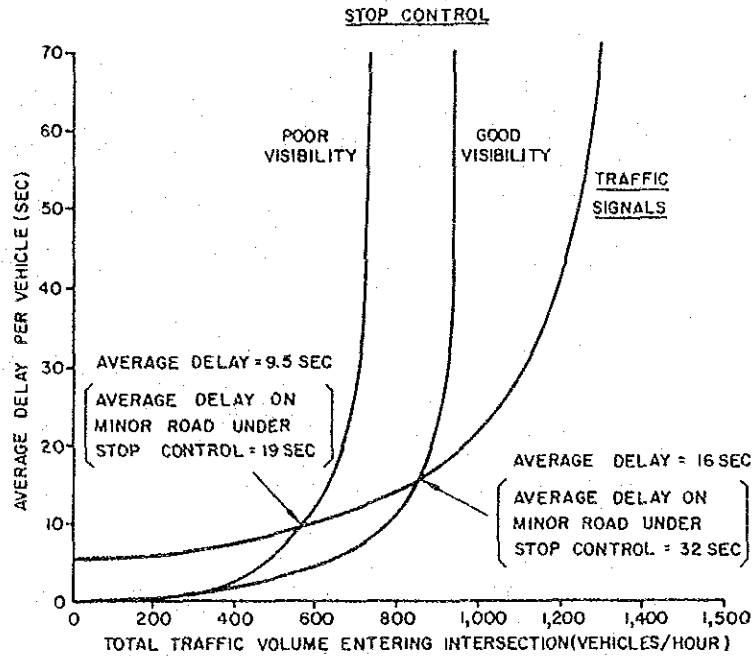


Figure 5.1 Relationship between Traffic Volume Entering Intersection and Delay of Vehicle

(4) 信号の交通安全向上効果

信号の設置は多くの場合追突事故が少し増す傾向があるものの、通常は実質的に事故数は減少する。追突事故の増加にしても各流入部に対して信号面を増設することによって防ぐことができる。

歩行者用の信号は歩行者を巻き込んだ事故を防ぐのに有効である。また、右折車線と

の専用現示は右折時の事故減少に非常に効果的である。

本調査ではDOH所管の国道336号の2つの交差点において、試験施工の一部として信号が設置されたが、事故数は設置前に比べて50%の減少を見た。この減少率は諸外国での調査結果と比べても妥当なものである。

5.2.2 設置条件

交通信号の設置条件は次の3タイプの信号、(1)定周期式信号機、(2)半感应式信号機、(3)歩行者用信号機、について定められた。また、事故防止の観点からの設置条件も併せて提案されている。

(1) 定周期式信号機の設置条件

定周期式信号機は、流入交通量とその車種構成及び交差点の形状等を考慮に入れて決定された固定制御パターンに従って作動する。

交通量が一定のレベル以下の場合には停止制御等の交通規制で対応することが出来るが、このレベルを越える交通量が存在する場合、スムーズな交通の流れを確保することが困難になり、その結果生起する混雑は事故発生の原因となる。

主道路4車線、従道路2車線の信号のない交差点を想定して行なわれたシミュレーションによれば、このような交差点の容量は次式により求めることができる。

$$N = \frac{N e^{-NL}}{1 - e^{-NL}} \quad (5.1)$$

ここに、M：従道路の流入交通量（一方向、台/時）

N：主道路の交通量（両方向、台/時）

e：自然対数の底

L：従道路から流入するのに必要な主道路の車頭間隔（秒）

式中Lの値は道路種別及び地域特性に対応した走行速度と車両の挙動により定まるものである。85パーセントイル走行速度50～60 Km/hを想定した時、Lの値はおおよそ6秒と推定される。

Mの値は主道路4車線従道路2車線の交差点において停止制御で対応できる最大の交通量を意味している。この他のタイプの交差点に関しては、より広幅員の道路では車の流れがよりスムーズで従って合流が容易になるという事実を踏えてMの値を求めることができる。

Figure 5.2に本調査で提案された定周期式信号機の設置条件が示されている。

(2) 半感应式信号機の設置条件

半感应式信号機は従道路のアプローチ部にのみ車両感知機を設置するもので、従道路からの車両が安全に横断・合流できない交差点に適用される。

本調査では、半感应式信号機の設置条件は日本における経験をもとに設定された。

(3) 歩行者用信号機の設置条件

横断歩行者に対する信号に関しては、歩行者交通量、車道幅員及び自動車交通量を勘案する必要がある。

本調査では、車道幅員が9～12mで横断歩道標示が描かれている場合を想定しており、この場合、歩行者の横断を困難にする最小の交通量は650～700台/時であるといわれている。

Table 5.3 に示した歩行者用信号機の設置条件は諸外国での経験を考慮に入れて設定したものである。

(4) 交通事故防止の観点による設置条件

交差点に信号機が設置された場合、追突事故は増す可能性があるものの衝突事故や歩行者事故等は減少すると考えられる。信号設置によってかなりの数の事故が防止できるとする調査結果もいくつか報告されている。従って、他の対策を施しても事故数が減らない場合信号機の設置が非常に重要になる。

事故歴を有する交差点の安全性を向上させる目的で設置する信号機の設置条件は諸外国の例を参考にして定められた (Table 5.4)。

(5) 設置条件のまとめ

1) 定周期式信号機

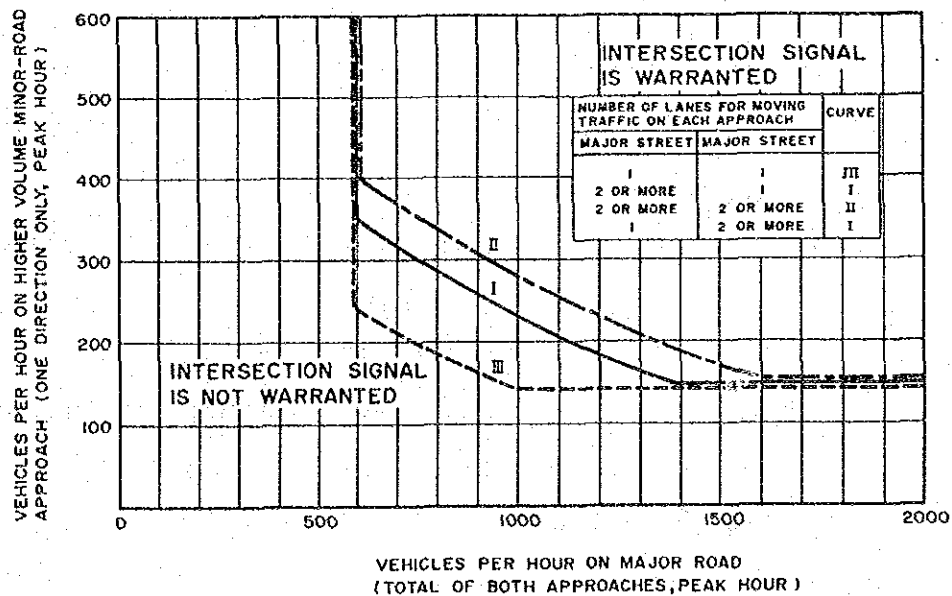


Figure 5.2 Warrant for Traffic Control by Pretimed Signal

2) 半感应式信号機

Table 5.2 Warrant for Traffic Control by Semi-Traffic-Actuated Signal

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

3) 歩行者用信号機

Table 5.3 Warrant for Traffic Control by Pedestrian Signal

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

4) 事故防止を目的とする信号機

Table 5.4 Warrant for Traffic Accident Prevention by Traffic Signal

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

5.2.3 信号制御方式の選定

信号制御方式には、(1)地点制御と(2)系統制御の2タイプがあるが、この内系統制御は都市内道路ネットワークに適用して初めて効果的な方式であるので、ここでは地点制御に絞って話を進める。

地点制御の信号機は、原則として隣接する信号交差点との間隔が、明確な車群が見られなくなる程度以上離れている交差点に設置される。

地点制御は次の様に細分される。

(定周期制御)

- 一段定周期制御
- 多段定周期制御
(交通感応制御)
- 交通半感応制御
- 交通全感応制御

定周期制御は、あらかじめ設定された時間表に従って作動する方式である。最も単純な一段定周期制御では、四六時中同じパラメーターで運用され、多段定周期制御では一日を幾つかの時間帯に分けて、それぞれ異なるサイクル及びスプリットを設定し、内蔵の時計で自動的に切り替えて運用される。

交通感応制御は流入交通の時間変動に応じて緑時間を変化させるタイプである。交通量の変動は車両感知器によって探知する。

「交通全感応制御」はすべての流入部の交通変動に応じて信号を制御する方式であり、「交通半感応制御」は従道路の交通量変動だけが信号制御パラメーターに反映される方式である。

単独交差点の制御方式の選択の目安は次のようにいえる。

- 交通量の多い幹線道路相互の交差点は多段定周期制御が適合する。
- 幹線道路と交通量の少ない従道路との交差点には半感応制御が適する。この場合には主道路を横断する歩行者に対して押しボタンを設ける必要がある。主道路を横断する歩行者交通量がある程度多く、ほぼ1分に1人以上常にあるようなら多段定周期の方がよい。
- 交通量の少ない道路相互の交差点は一段定周期制御でよいが、横断歩行者が少なく予算に余裕があれば全感応制御も考えられる。ただし、この場合歩行者用押しボタン信号の設置が必要である。

5.2.4 信号機器の配置

現行の信号機設置方法は、「交通信号機及び点滅形信号機仕様書、DOH、1980年」に規定されている。(以下、信号機仕様書と呼ぶ。)

この信号機仕様書によれば、信号機器の配置はFigure 5.3に示す様に定められている。この配置は中央柱式(Pedestal)または張り出し式(Overhang)を想定しており、主灯器が手前に配置されている所に特徴がある。(以下、A配置という。)一方、Figure 5.4に示す配置法は張り出し式の主灯器が交差点の向う側に位置している。(以下、B配置という。)B配置は、信号機器の数が少なくて済む、高い視認性、設置費用が安い等の利点がある。A配置はタイ国で広く採用されている方法であるが、高速で接近する自動車からの

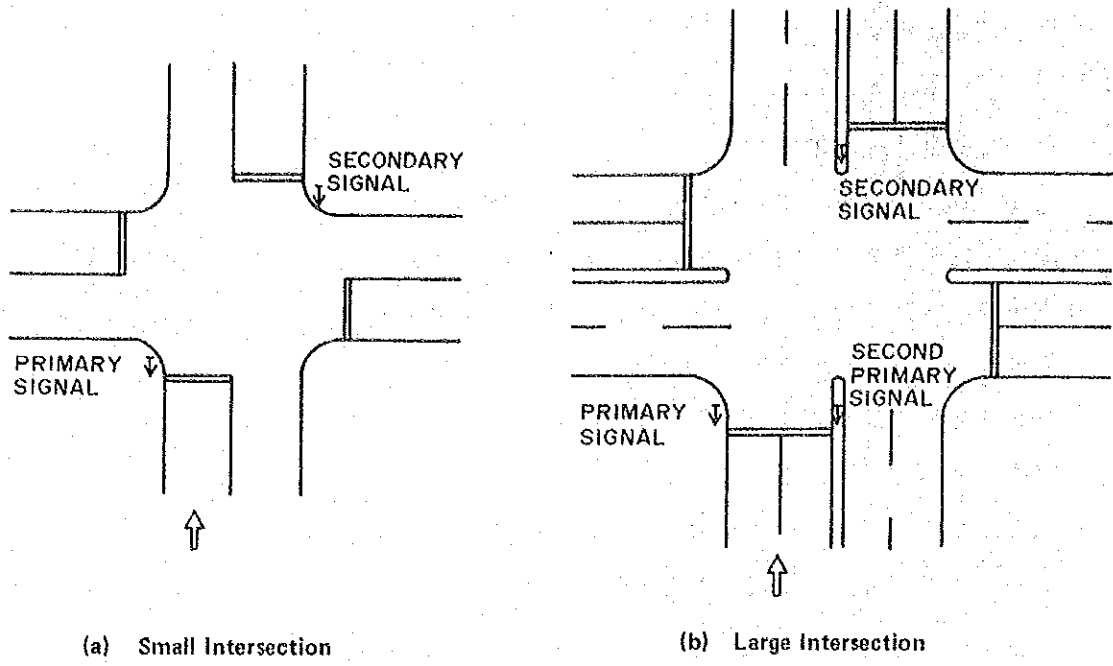


Figure 5.3 Standard Placement of Signal Faces (Method A)

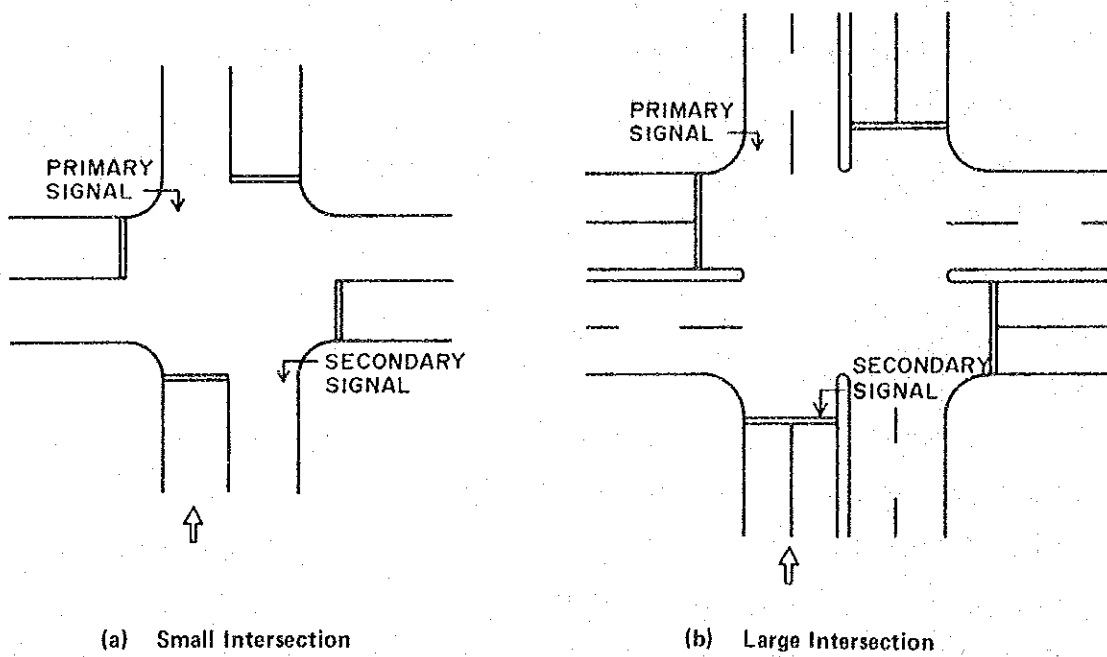


Figure 5.4 Standard Placement of Signal Faces (Method B)

視認性を上げるために張り出し式信号機の採用が盛んになっており、この場合B配置の方が有利であると考えられる。従って、走行速度が高く遠方から信号を視認する必要がある交差点にはB配置を採用することが望ましい。

以下、B配置を念頭に置いて信号灯器の配置法を説明する。

(1) 車両用灯器

1) 主灯器

- 交差点通過直後の左側に、進行方向に正対するよう設置する。
- 流入路が導流島で右・左折に分離されているときはそれぞれを流入路として考える。

2) 補助灯器

- 交差点の手前右側に設置する。通常反対方向の主灯器に背中合せに取り付ける。
- 流入路が3車線以上でかつ幅1 m以上の中央分離帯があるときはこれに設置する。
- 従道路の補助灯器は、その従道路の幅員が5.5 m以下で大型車の混入がほとんどなく、かつ視認性が十分に確保されているときは省略することができる。

3) 予告灯

- カーブ等で視認性が確保できない場合、主灯器又は補助灯器が見える地点のおおむね50 m手前に予告灯を設置する必要がある。予告灯は黄色点滅灯とし、「前方に信号機あり」を伝える標識を併設することが望ましい。

(2) 歩行者用灯器

歩行者用灯器は、横断開始時に最大の視認性が得られる様に、かつ歩行者の流れを阻害しない位置に設置しなければならない。横断歩道の向う側右又は左の位置が適している。

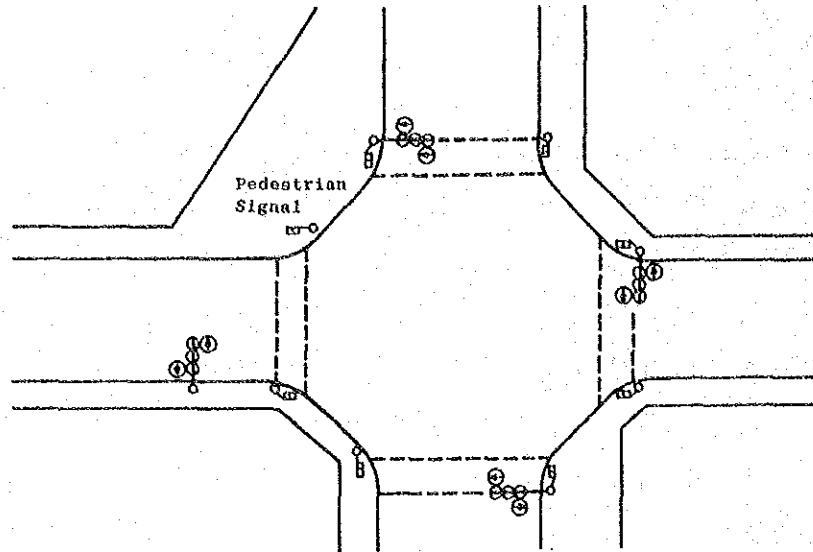
(3) 視認性の改善

外部からの光による視認性悪化を防ぐためだけでなく、信号表示を特定の流入交通に対してのみ見えるようにするため、すべての信号灯器にフードを取り付けるのがよい。

また、朝夕の日光によって視認性を阻害される場合は、(i)背面板の取り付け、(ii)主灯器の位置の検討、(iii)補助灯器の設置等を考慮する必要がある。

上記の配置法に基いた交差点信号設置例をFigure 5.5に示す。

(a) TYPICAL INTERSECTION



(b) DEFORMED INTERSECTION

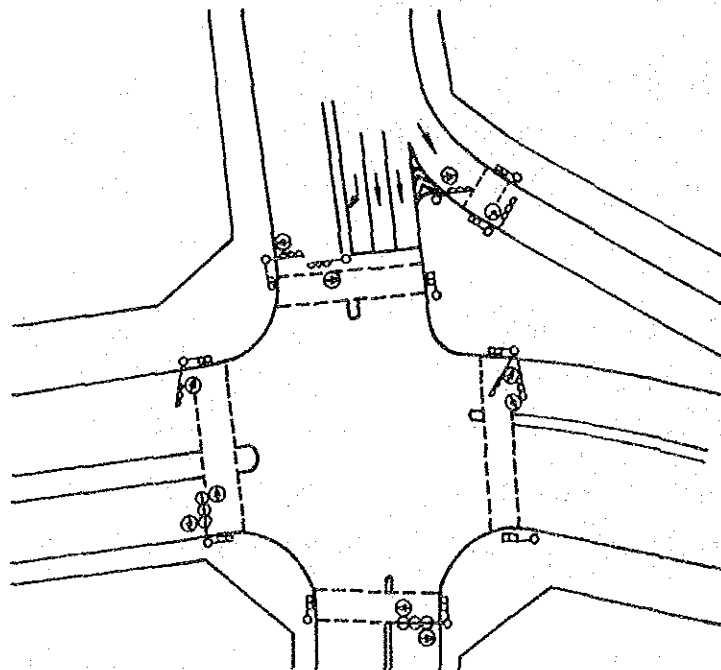


Figure 5.5 Examples of Signal Arrangement

5.3 防護柵

5.3.1 防護柵の機能と分類

(1) 機能

防護柵の主たる機能は進行方向を誤った車両が危険区域に逸脱し大きな被害を受けるのを防ぐことであるが、この他次のような機能も併せ持っている。

- 車両及び乗員の被害を最小限にする。
- 車両を正常な進行方向に復元させ他の交通を阻害しないようにする。
- 歩行者の安全を確保する。
- 歩行者のみだりを横断を抑制する。

適切に設計・設置された防護柵が道路の安全性に大きな効果をもたらしたという報告は今までに数多くなされているが、防護柵は上に挙げた種々の機能がある反面、不適切に設置された時は却ってひどい路上障害物にもなり得る。それゆえ、防護柵は「正しい工学的判断」に従って設置されて初めて道路の安全に大きく寄与できることがわかる。このことは又、設置条件、設計、材料に関する周到かつ包括的な技術指針の必要性にもつながってくる。

(2) 分類

防護柵の種類は多岐に亘るので、理解を助ける意味で分類と定義付けが試みられた。種々の防護柵の中でも一般によく使用されるのは、ガードレール、ガードパイプ、ボックスビーム、ガードケーブルの4種類である。以下各防護柵の特徴を簡単に記す。

- 1) ガードレールとは、本報告書の定義としては、波形断面の鋼ビームを鋼あるいは木製の支柱で支えたものをいう。ガードレールは衝突エネルギーを波形ビームの塑性変形で吸収する。
- 2) ガードパイプは主として歩行者の安全のために設置されることの多いタイプで、複数のパイプと支柱から成っている。衝突エネルギーはパイプの塑性変形で吸収される。
- 3) ボックスビームは連結された箱断面の鋼ビームと支柱でできており、表裏がないため、分離帯用として使用すると有利である。車両の衝突にはほとんど曲げて抵抗する。
- 4) ガードケーブルは初張力を与えたロープを支柱で支えた構造のもので、車両の衝突に対して引っ張りで抵抗する。

防護柵はまた、設置の目的別に3つのカテゴリーに分類できる。すなわち、路側用防護柵、分離帯用防護柵及び歩道用防護柵である。

路側用防護柵は主として、歩道を持たない道路に進行方向を誤った車両が車外に転落す

るのを防ぐ目的で設置される。また、分離帯用防護柵は対向する車両同士の衝突事故を減少させるために設置され、歩道用防護柵は歩行者の安全確保を目的としたものである。

(3) 設置現況

調査団の実施した調査によると、55%の防護柵はカーブ区間に、25%は盛土区間、20%は橋梁の前後に設置されている。分離帯用や歩道用の異種交通を分離するための防護柵はDOH道路にはまれにしか設置されていない。

5.3.2 設置条件

(1) 路側用防護柵

路側用防護柵は、これを設置しなければ進行方向を誤った車両が路外に転落ないし障害物に衝突することによって重大な損害を被る可能性の大きい区間に必要とされる。このような道路区間には次のような場所が考えられる。

- 路側が非常に危険な区間
- 設計水準の低い区間
- 橋梁・カルバート等の近傍
- 事故多発区間

1) 路側が非常に危険な区間

この範疇で代表的なのは、盛土道路や山腹の切土道路のように路面の高い道路である。この種の道路の危険度は路面の高さの他に法面の勾配に左右される。すなわち、勾配がゆるい程安全だといえる。Figure 5.6に示した斜めの線は路側用防護柵を設置すべきかどうかの境を示しているが、この線は諸外国の文献を参考にして決められたもので、転落事故を起した車両の「等損害曲線」を意味している。

路面の高さと法面勾配がこの基準に合わない場合でも、岩、大木、標識柱、照明ポール、家屋等の堅固な障害物が車道のすぐ近くに存在する場合は、通常防護柵の設置が求められる。

さらに、海や湖、池、川、堀等に沿った区間も、一定以上の深さがある場合は防護柵を設置する必要がある。この場合、深さ1.5mが、水中の車両から人間が脱出できるかどうかの境と考えられよう。

2) 設計水準の低い区間

道路の線形と交通事故の間関係は広く研究され数多のレポートが存在している。これらによれば、曲線半径の小さいカーブ区間や急な下り勾配の区間は他の区間に比べて危険度が高いことが知られている。

曲線半径に関していえば、Appendix 5.1 の図からもわかるように200 m未満の半径の道路は危険であり、むしろゆるやかな曲線区間で安全な走行が可能となる。他方、安全な曲線半径の大きさは次の様にして算出できる。すなわち、次式が車両に横滑りを起こさせない限界の半径を与える。

$$R = \frac{V^2}{127(i+f)}$$

ここに、R： 曲線半径

V： 走行速度

i： 路面の片勾配

f： 横すべり抵抗係数

本式にVとして80 Km/時、iに0.06、fに0.2をそれぞれ代入するとRは194 mとなる。これより、80 Km/時を越えるスピードで豪雨のような悪条件下で走行する自動車にとって、200 mに満たない半径のカーブ区間はかなりの危険性があるといえる。

道路の勾配と交通事故の関係ついていえば、付録5.2の図からわかるように、4%以上の下り勾配は非常に危険である。このような下り坂ではスピードを上げ勝ちであり車のコントロールをし難くなるのが原因と思われる。

この他、車線数や車道の有効幅員が急に減少している区間(すり付け率が20分の1よりきつい場合)も殊に夜間において危険であるので防護柵を設置する必要がある。

3) 橋梁・カルバート等の近傍

橋梁、高架、カルバートのアプローチ部分は車道幅員が急に縮小していることが多く、防護柵を必要とする。このような構造物に衝突した場合、構造物自身の損害だけではなく乗員に大きな被害を与えることになる。

また、車道の直近(およそ2 m以内)に橋脚、擁壁等剛な構造物が存在する場合も防護柵を必要とする。

4) 事故多発区間

防護柵を設置すべきかどうかの判断は、大抵の場合ケースバイケースに道路技術者の周到な検討を必要とする。いかえれば、これは技術者の「正しい工学的判断」によっているのである。

しかしながら、かなりの数の路外逸脱事故が起った区間には路側用防護柵を設置すべきであるといえる。

(2) 分離帯用防護柵

分離帯用防護柵の安全上の効果はやや議論の分かれる所である。分離帯に防護柵を設置することによって却って事故が増えたという報告がいくつかあるし、このことは防護柵自身が障害物になり得ることを示している。それでも、多くの報告は死亡事故につながりやすい分離帯乗り越し事故が、防護柵の設置によって顕著に減少するとしている。防護柵のあることで分離帯乗り越し事故が3分の1に減少したという日本の報告もある。

衝突事故が多発すると考えられる区間、例えば高い走行速度や大交通量、比較的狭い分離帯、悪い線形の道路区間には分離帯上に防護柵を設置することが望ましい。

高速道路における曲線半径と交通事故の関係の一例がAppendix 5.2に示されているが、これを見ると、車の走行速度が比較的高い場合には半径750m未満の道路で事故の危険性が大きくなることがわかる。また、同じく付録5.2には勾配別の全事故中正面衝突の占める割合を示す図があるが、これによれば、3%を越える坂路では正面衝突の率が特に高いことが示されている。よって、上に述べた区間には分離帯用防護柵の設置が望ましい。

(3) 歩道用防護柵

歩道用防護柵は次のような目的で設置されるものである。

- 方向を誤った車両から歩行者を守る。
- 歩行者やサイクリストが歩道、自転車道から転落するのを防止する。
- 車両が車道外に逸脱するのを防ぐ。
- 歩行者の危険な横断を抑制する。
- 歩行者と自動車交通を分離する。

急カーブ等では運転操作を誤った車両が歩道に突っ込み重大事故を起す可能性がある。道路の線形が悪く自動車事故が歩行者や住民を巻き込み勝ちな道路区間には防護柵を設置する必要がある。

さらに、自動車の走行速度が非常に高いため歩行者やサイクリストを危険にさらしているような区間にも歩車道境界に防護柵を設置するのが望ましい。

この他、歩行者がみだりに車道を横断して危険度が高い場合にも、歩道用防護柵が非常に効果的である。

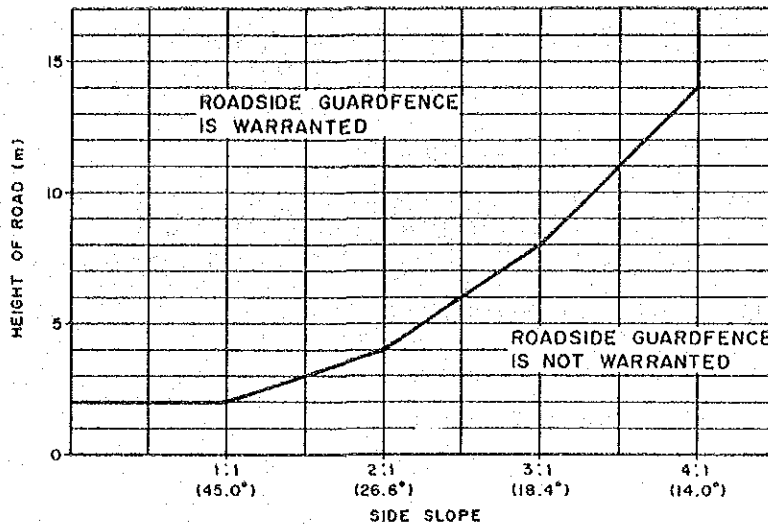
(4) 設置条件のまとめ

路側用防護柵、分離帯用防護柵、及び歩道用防護柵の設置条件は以下の通りである。

1) 路側用防護柵

(路側が非常に危険な区間)

a. 路面の高さと法面勾配が Figure 5.6 に適合する道路区間。



NOTE : "SIDE SLOPE" MEANS LATERAL LENGTH CORRESPONDING TO VERTICAL HEIGHT WHICH IS ASSUMED 1.

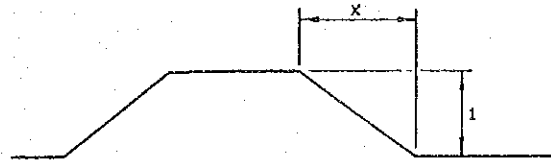


Figure 5.6 Guardfence Warrant for Road Height and Side Slope

b. 車道から 2 m 以内の区域に岩、大木、家屋等の障害物が存する区間。

c. 水深 1.5 m を越える海、湖、池、川、堀等が接している区間。

(設計水準の低い区間)

a. 半径 200 m 以下の曲線部。

b. 勾配 4 % 以上の下り坂。

c. 車道幅員または車線数が急激に減少している箇所。

(橋梁、カルバート等の近傍)

a. 橋梁、高架、カルバートへのアプローチ部。

b. 車道から 2 m 以内の区域内に橋脚、橋台、擁壁等剛な構造物が存在する区間。

(事故多発区間)

a. かなり多数の路外逸脱事故が発生したか発生することが見込まれる区間。

2) 分離帯用防護柵 (分離帯の幅が 10 m 未満の場合に限る)

a. 85 パーセントイル速度が 80 Km/時以上で、次の条件のいずれかに該当する区間。

- 縦断勾配 3 % 以上

- 曲線半径 750 m 以下

b. 走行速度が高いため分離帯用防護柵が必要とされる区間。

3) 歩道用防護柵

(車両の路外逸脱を防止するための防護柵)

a. 平面線形が厳しく、車両が歩道上の歩行者に突入する恐れのある区間。

b. 走行速度が非常に高く、歩行者やサイクリストの保護が必要と考えられる区間。

(歩行者の横断防止のための防護柵)

a. 歩行者の横断を禁止すべき区間。

(歩行者や自転車の路外転落防止用防護柵)

a. 溝、川や低地等に沿った危険な区間。

5.3.3 防護柵の種類を選択

防護柵の選定に当っては各タイプの長所・短所に関する知識が大変有用であると考えられる。Table 5.5 に4種類の防護柵の特徴をまとめた。この表を見てもわかる通り、各タイプは互いに異なった特性を有しているので、選択に当っては慎重な正しい判断が必要とされる。

Table 5.5 Characteristics of Various Guardfences

Type of Guardfence	Advantage	Disadvantage	Usage
Guardrail	<ul style="list-style-type: none"> - Appropriate rigidity and tenacity - Easy replacement of damaged part - Good visual guidance to drivers - Good adaptability to small-radius curve 	<ul style="list-style-type: none"> - Easily stained 	<ul style="list-style-type: none"> Roadside Median Sidewalk
Guard-pipe	<ul style="list-style-type: none"> - Good adaptability to small-radius curve - Good scenic view from passengers 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulties in pipe connection 	<ul style="list-style-type: none"> Sidewalk
Box-beam guardfence	<ul style="list-style-type: none"> - Good adaptability to narrow median - Good scenic view from passengers 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulty to install to small radius curve 	<ul style="list-style-type: none"> Median
Guard-cable	<ul style="list-style-type: none"> - Easy rehabilitation through reusing the steel cable - Better scenic view from passengers - Free placement of supporting posts - Allowable to differential settlement of posts 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulty to install to small radius curve - Uneconomical to short section - Difficulty in repairment of cable terminals 	<ul style="list-style-type: none"> Roadside Median

Table 5.6 は特定の道路区間に適するタイプが何であるかを示して現場技術者の用に供そうとしたものであるが、最終的な決定は、周到な現場調査に加えて、経済的、社会的諸条件を勘案の上でなされなければならないことはいうまでもない。

Table 5.6 Applicability to Specific Road Sections

Type of Road Section of..... Guardfence	Guardrail	Guard-pipe	Box-beam guardfence	Guard-cable
Small-radius (R=300m) curve	⊙	○		
Visual guidance needed	⊙			
Good scenic view needed		○	○	⊙
Narrow median	○		⊙	○
Big differential settlement				⊙
Corrosion resistance needed	○	○	○	○
Long tangent roadway	○	○	○	⊙

Legend ; ⊙ : Highly Applicable
 ○ : Applicable

5.4 道路照明

5.4.1 道路照明の機能と視覚情報

夜間は視認性が低下し、道路利用者は昼間に比べてかなり危険な状況下におかれる。道路照明の主たる目的は次のような重要な情報を明確に感知できるように、夜間の視認性を上げ安全な運転状況を確保することにある。

- 位置情報 : ハンドル操作、速度制御のために必要
- 状況情報 : 速度、進行方向及び位置の変更のために必要
- 進路情報 : 目的地への経路選択のために必要

Table 5.7 は安全な夜間運転のため必要とされる主な要素を示している。これらの要素は照明システムの計画に当たって考慮されなければならない。

Table 5.7 Major Elements of the Nighttime Visual Improvement

Kind of Information	Elements
Positional Information	Roadway geometry, Channelization, Lane Marking, Roadside and Roadside objects, Curbs, Vehicles, Pavement edge, Delineation
Situational Information	Roadway geometry, Intersection, Channelization, Lane Markings, Roadside and Roadside objects, Curbs, Pedestrians, Vehicles, Signs, Signals, Delineation, Roadway object, Road condition.
Navigational Information	Intersection, Roadside and Roadside object, Guide Signs

夜間運転中のドライバーに十分な視覚情報を与えるために、道路照明は明るさ、均一性、まぶしさ等が適当に設定されていなければならない。

しかしながら、照明の設置・管理は費用がかさむので、DOH道路全線に設置する訳にはいかない。従って、照明施設の設置に当たっては、先ず効果的な照明システムを周到に計画する必要がある。ここにいう「効果的」という言葉は次の二つの意味を持っている。

- 照明以外の対策、例えばデリニエーター、路面標示、防護柵等に対する優位性。
- 光源の選定、灯具の配置及び高さ、クレアの制限その他重要な要素に関する適切な照明設計。

道路照明設置の必要性は設置場所の特に必要とされる視覚情報の種類によって変化する。

例えば、ある場所では道路の線形を明確にすることが特に求められ、他の場所では歩行者を浮き立たせることが要求されるであろう。このような場合、道路照明に比べ安価な他の安全施設で代替できるかも知れない。Table 5.8はこのような照明に代替できる安全施設等を示しており、道路照明の設置を決定する前にその可能性を検討しておくべきものである。道路照明は他の安全対策では不十分な場合に限り設置されるべきである。

Table 5.8 Alternative Countermeasures to Highway Lighting

Element	Alternative Countermeasure
Road geometry	Road delineators Reflective raised pavement markers on center line Longitudinal marking (edge line, center line)
Intersection channelization	Hazard identification beacon (Flashing signal) Intersection identification marker; to smaller intersection Stop control (Sign, Marking) Speed control Channelization by marking Reflective curb markers Reflective markers along zebra (Chevron) marking
Roadside objects	Guardrail with delineators Object marking Clearance of roadside object
Pedestrians	Guardrail with delineators Spot lighting of crosswalk
Alignment change	Guardrail with delineators Pavement markings and signs Reflective raised pavement markers

5.4.2 設置条件

前項で述べたように、照明を設置すべきかどうかの決定は詳細な調査を通してなされるべきである。照明設置の一般原則は、(1)調査の結果、夜間の安全性が照明によって大きく改善されると考えられる場所、または、(2)照明によって便益を受ける道路利用者の数が多い場所、に優先的に設置されるべきであるということである。

(1) 設置条件の決定

道路照明の設置方法には、連続照明と局部照明の2方式がある。灯具が一定の長さの区間（通常0.5 Km以上）にわたって連続的に配置されている場合、これを連続照明という。また、交差点、橋梁、料金所等特定の場所の照明のことを局部照明と呼ぶ。

1) 連続照明

都市化された地域での連続照明は環境改善と犯罪防止の意味で一般的に認められている。しかし、DOH道路の照明は主として交通事故の防止を目的としたものである。都市地域といえども連続照明は交通条件、地形条件が適合する場合に限って設置すべきである。

事故の減少に伴う便益は交通量に比例して増えるものと考えられる。そして、日交通量2万5千台以上の道路は連続照明を設置するに見合う便益をもたらすものと思われる。しかしながら、交通量が2万5千台ない場合でも夜間多数の歩行者があり危険な状況を呈すると考えられる場合は連続照明をする必要がある。

2) 局部照明

一般に、交差点は複雑な交通流を創り出し道路利用者にとって非常に危険な場所である。横断歩道は、ドライバーが適切な反応ができる充分手前から明確に視認できる必要がある。

ところで、交通信号機（歩行者用含む）は、その設置要件として一定の交通量が必要とされている。ということは、信号機の設置条件に適合する交差点や横断歩道は、照明施設の設置によってこれに見合う経済的な便益をもたらすことが期待できるといえよう。

夜間の安全走行のためには、道路の線形、幾何構造に関する視覚情報が基本的に重要である。道路線形や幾何構造が急変する箇所では照明の設置が考慮されてよい。次のような箇所がこれに該当する。

- 見通しの悪い屈曲部、屈折部
- 平面線形の連続性が悪い場所
- 縦断勾配が急な場所

一車線数、道路幅員が急減する場所

上記のほか、夜間と昼間の事故率比が2.0を越える箇所は夜間走行が特に危険であると考えられ、道路照明が必要である。

以上、照明を設置すべき代表的な箇所について説明してきたが、本来、ある箇所を照明すべきかどうかは原則的にエンジニアの判断領域に属するものである。よって、調査の結果道路照明の設置が夜間の交通事故をかなりの程度減少させると見込まれる場合は、照明設置が検討されるべきであるといえる。

(2) 設置条件のまとめ

1) 連続照明

都市域での連続照明は次の区間に設置できる。

- a. 日平均交通量が2万5千台以上の区間
 - b. 隣接地域の照明レベルが高く、ドライバーの視認性に悪影響を与える区間
 - c. 夜間の歩行者交通量がかなり大きい区間
 - d. 道路照明施設が設置されている場所には含まれた延長1km以上の区間
- 地方部では原則として連続照明は設置しないものとする。

2) 局部照明

局部照明は次の箇所に設置できる。

- a. 信号機の設置条件に合致し、設置されている交差点
- b. 歩行者用信号機の設置条件に合致し、設置されている横断歩道
- c. 幅員構成が急変する箇所
- d. 急な屈曲部、坂路
- e. 料金徴収所とそのアプローチ部
- f. 夜間と昼間の事故率比が2.0以上の場所
- g. 調査の結果照明設置によって夜間の事故率をかなりの程度減少できると見込まれる区間

5.4.3 照明設計

(1) 道路分類、沿道分類

道路照明の設計は道路等級と周辺地域の明るさを考慮に入れる必要がある。

本節での道路分類は次によるものとする。

- a. 主要幹線道路 - 主として通過交通のための最も基本的な道路ネットワークとして機能する道路をいう。

- b. 幹線道路 - 主として通過交通のための基本的な道路ネットワークとして機能する道路で、主要幹線道路網を補完する道路をいう。
- c. 補助幹線道路 - 主要幹線道路あるいは幹線道路と生活道路の間を連絡する道路をいう。

本道路分類は道路網の機能的特質に依っているので、DOHの道路分類には直接対応しない。原則的には、各道路の種類分けはその機能に応じて成されるべきであるが、大雑把にいうと本分類とDOHの道路は次のような関係があるといえよう。

- a. 一桁または二桁の路線番号を持つ主要国道は主要幹線道路に対応する。
- b. 三桁の路線番号を持つ補助国道は幹線道路に対応する。
- c. 四桁の路線番号を持つ県道は補助幹線道路に対応する。

さらに、沿道条件はグレア（まぶしさ）の程度によって次のように分類される。

- a. 外部条件A；沿道の光が道路交通に連続的な影響を及ぼす。
- b. 外部条件B；沿道の光が道路交通に断続的な影響を及ぼす。
- c. 外部条件C；沿道の光が道路交通に殆んど影響を及ぼさない。

(2) 道路照明の質

道路照明の質を左右する要素としては次の4つが挙げられる。

- 平均路面輝度
- 輝度均斉度
- グレア（まぶしさ）
- 視線誘導性

1) 平均路面輝度

夜間の視認性にとってコントラストは非常に重要である。対象物の認識は主として、対象物とその背景の明るさ（輝度）の差異の認知によって行なわれる。夜間では、障害物は明るい背景に対する暗い部分として見える分（シルエット）、暗い背景に対する明るい部分として見えるか（逆シルエット）のどちらかである。図5.7に、対象物の視認性と明るさの関係が示されている。照明はシルエットによる認知をし易くすることを目的としている。

DOHの道路照明仕様書はTable 5.9に示すような平均路面照度基準を有している。表中照度の値は輝度に換算して括弧内に記してある。

日本における試験研究の成果によれば、輝度均斉度が0.4である時、最低の平均路面輝度必要レベル（基準輝度）は 1 cd/m^2 であるとしているが、CIE（国際照明委員会）では 2 cd/m^2 を推奨している。DOHの仕様書では「主要道路」で約 1.4 cd/

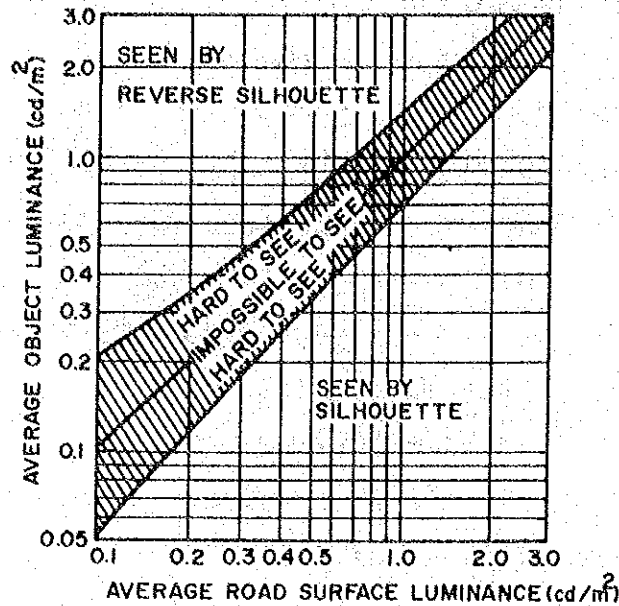


Figure 5.7 Relation between Visivility and Brightness

m^2 となっており日本とCIEの中間の値となっている。しかしながら、照明施設には多額の費用がかかるので、基準輝度としては 1 cd/m^2 が推奨される。更に、日本では 1 cd/m^2 の基準輝度で多くの実績があり、道路照明として充分であることが確かめられている。

Table 5.10は、道路種別、外部条件毎の推奨基準輝度を示している。ここで、基準輝度は最小 0.5 cd/m^2 を採っているが、これは最低限の視認性を得るための絶対最小値と考えられている。

2) 輝度均斉度

輝度の均斉性はドライバーがはっきりと不快なく視認するために必要である。障害物の視認は明るい部分では容易で、暗い部分では困難であるが、明るさの均斉性が保たれていない場合は、暗い部分の視認性が低下するだけでなく、運転手の目の中に光の散乱が生じ視力が低下するということがある。

均斉度は L_{\min}/\bar{L} と表現できる。ここに、 L_{\min} は最小部分輝度で \bar{L} は車道全体の平均路面輝度である。対象物の見え方と輝度均斉度の関係が Figure 5.8 に示されているが、均斉度の視認性に与える大きな影響がわかる。一般的には最小限として 0.4 の均斉度が必要であるとされている。路面輝度の均斉性を高めるには適切な灯具配置が必要とされる。

Table 5.9 Current Average Illumination (Luminance) Requirements

Unit : lm/m² (cd/m²)

	Central Urban Area	Suburban Areas	Rural Areas
High Grade Motorways	21.5 (1.43)	15.0 (1.00)	10.75 (0.72)
At Junctions	21.5 (1.43)	21.5 (1.43)	15.00 (1.00)
Main Routes	21.5 (1.43)	13.0 (0.87)	9.70 (0.65)
Secondary Routes	13.0 (0.87)	9.7 (0.65)	6.50 (0.43)
Local Roads	9.7 (0.65)	6.5 (0.43)	2.10 (0.14)

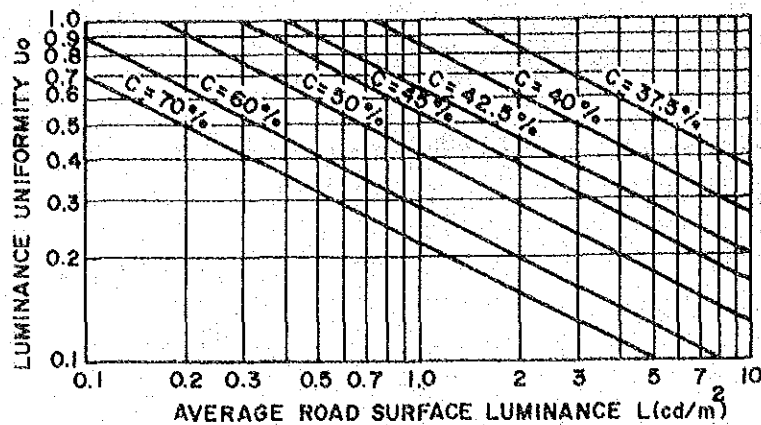
Note : Conversion from illumination to luminance is done assuming that pavement is asphaltic concrete.
(15 lm/m² = 1 cd/m²)

Table 5.10 Recommended Average Road Surface Luminance

Unit : cd/m²

Road Class \ Roadside Condition	A	B	C
Major Arterial Roads	1.0 (0.7)	0.7 (0.5)	0.5 (-)
Arterial Roads	0.7	0.5	0.5
Collector Roads	(0.7)	(-)	(-)

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



NOTE: C IS "LUMINANCE RATIO", DEFINED AS FOLLOWING:

$$\frac{\text{AVERAGE ROAD SURFACE LUMINANCE}}{\text{OBJECT LUMINANCE}} \times 100 \quad (\%)$$

Figure 5.8 Thresholds of Object Recognition with Regard to Road Surface Luminance and Luminance Uniformity

3) グレア (まぶしさ)

グレアには、不快グレアと視覚低下グレアとがある。不快グレアは心理的な不快感を与えるものであり、視覚低下グレアは生理的な視機能を低下させるものである。すなわち、目の中で光の散乱が生じ、これが視覚情報の「ノイズ」となって見え方を妨げるものである。

不快グレアを十分に制限すれば、視覚低下グレアの影響も最小限にできるので、主として不快グレアを考慮すればよい。

グレアの程度は灯具の高さ、数、及び灯具の配光によって変化する。カットオフ形はグレアを厳しく制限したもので、グレアを少なくする必要がある重要な道路に適する。セミカットオフ形はグレアをある程度制限したもので、比較的周辺の明るい道路に適する。また、ノンカットオフ形は一般に道路照明では用いられない。配光タイプの選定は Table 5.1.1 によるものとする。

Table 5.11 Selection of Light Distribution Type

Roadside Condition \ Road Class	A	B	C
Major Arterial Road	semi-cut-off	cut-off	cut-off
Arterial Road Collector Road	semi-cut-off	semi-cut-off	cut-off

4) 視線誘導

運転者は道路の線形、幾何構造の変化に関する情報をあらかじめ認知する必要がある。レーンマークや視線誘導標ももちろんこのような情報を与えるものであるが、道路照明も適切な配置によって効果的に視線誘導することができる。逆に、不適切な配置は運転者に混乱を招きやすい。

灯具の配置法については後ほど詳述する。

(3) 道路照明設計

1) 光源

光源の選定に当たっては、効率、寿命、温度、安定性、演色性等種々の側面を考慮に入れる必要がある。道路照明用としては次の光源が一般に用いられている。

- 高圧ナトリウムランプ
- 低圧ナトリウムランプ
- けい光水銀ランプ
- メタルハライドランプ
- けい光ランプ

各ランプの特性は Table 5.12 にまとめている。各々の特徴を考慮して光源を選定するには Table 5.13 を参考にするとよい。

DOHの道路では、交差点や危険区間等重要な箇所に数多く設置されている光源は、大抵の場合 オレンジ色の光色を有する低圧ナトリウムランプである。ただ、この色は点滅灯や「黄色」信号の色に大変よく似ている。

Table 5.12 Characteristics of Typical Light Sources

Lamp Item	High-Pressure Sodium	Low-Pressure Sodium	Mercury Vapor	Metal Halide	Fluorescent
Wattage (W)	220	35	400	400	40
Luminous Flux (lm)*	40,000	4,600	21,000	30,000	3,000
Efficacy (lm/W)	87	78	47	65	55
Lamp Life (hr)	12,000	9,000	12,000	9,000	10,000
Light Color	Hazy Orange	Orange	White	White	White
Color Rendering	Average	Bad	Good	Good	Good
Dimming	Possible	Impossible	Possible	Impossible	Possible
Minimum Temperature for Usage (°c)	-20	-20	-5	-5	5
Maximum Starting Time	8	20	8	8	Negligible
Maximum Re-Starting Time	3	Negligible	10	15	Negligible

* Standard value used for design computation of roadway lighting.

Table 5.13 Suitability of Lamps

Lamp Road	High-Pressure Sodium	Low-Pressure Sodium	Mercury Vapor	Metal Halide	Fluorescent
Freeway, Expressway	⊙	⊙	○		
Inter-City Road	⊙	○	○		
Urban Road	⊙		⊙	○	
Commercial Street			⊙	○	⊙
Road in Residential Area			⊙		○

Legend ; ⊙ : Recommended ○ : Suitable

低圧ナトリウムランプを採用することは、比較的効率が高く維持費用が安くあがる利点があるが、反面演色性とランプの寿命の点で問題がある。一方、高圧ナトリウムランプは演色性がよく、長寿命で効率も高い。したがって高圧ナトリウムランプの導入も考えられてよいであろう。

2) 灯具の配置

灯具の位置は設置高さ、オーバーハング、傾斜角度、及び配列法によって決まる。なお、以下の説明には Figure 5.9 を参照すること。

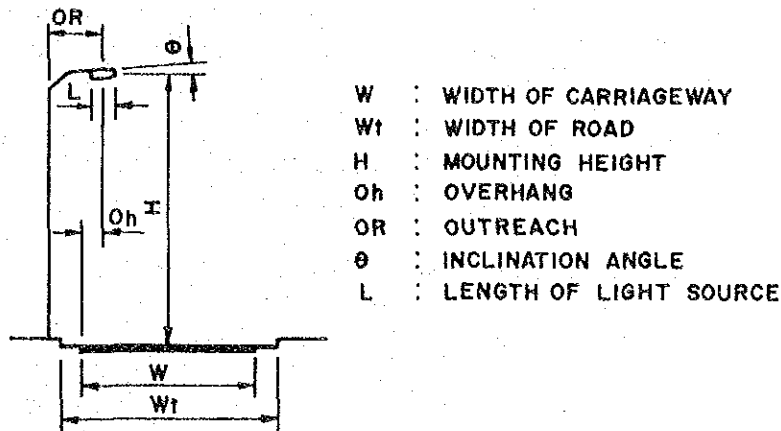


Figure 5.9 Basic Dimensions of Luminaire

(灯具の取付高さ)

一般的には、灯具の高さが高い程グレアの出方が弱くなる。また、灯具が高ければ、輝度均斉度も改善される一方設置費がアップする。経済的な高さは、一般に 1.0 ~ 1.5 m とされている。

(オーバーハング)

路面が乾いているときは、オーバーハングを大きく取る方が平均路面輝度が高くなる。しかし、路面が濡れていれば道路端や路肩部分の輝度が大きく落ちる。よって、雨季のことを考えれば小さいオーバーハングの方が好ましいといえる。

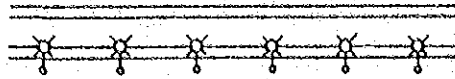
(傾斜角度)

傾斜角度を大きくとれば、ある程度明るさと均斉度がよくなるが、それ以上に不快グレアの増大をもたらす。一般に 5 度以下が良いとされている。

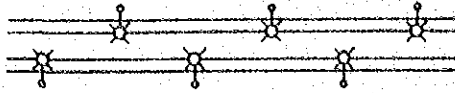
(灯具の配列)

配列法は Figure 5.10 に示すように、4 タイプの基本形 (片側配列、千鳥配列、向き合わせ配列、中央配列) がある。

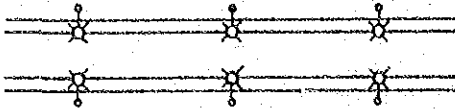
ONE - SIDE PLACING



STAGGERED PLACING



OPPOSITE PLACING



MEDIAN PLACING

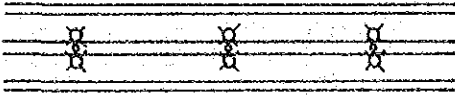
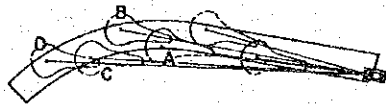


Figure 5.10 Typical Luminaire Placing Arrangements

カーブ区間に連続照明を計画する場合、灯具による視線誘導効果を考慮に入れる必要がある。配列タイプでは、千鳥配列は適していない。一方、片側配列をカーブの外側に適用するのが、視線誘導の点で一般に奨められる。運転者の目から見た透視図による両配列法の比較が Figure 5.11 に示されている。



(a) STAGGERED PLACING AT A CURVE

(b) ONE-SIDE PLACING AT A CURVE

Figure 5.11 Lighting Placing at a Curve

3) 灯具配置の設計基準

灯具の取付高さ、オーバーハング、傾斜角度は Table 5.1 4 に従うものとする。

実際の高さ、間隔は車道幅員、灯具配列形及び配光タイプによって決まり、Table

5.15 から求められる。

カーブ区間の外側の灯具配列に関しては Table 5.16 の規定値も同時に満足する必要がある。

Table 5.14 Mounting Height, Overhang and Inclination Angle of Luminaire

Luminous Flux of a Light Source (lm)	Mounting Height (m) H	Overhang(m) Oh	Inclination Angle (deg.) θ
Less than 15,000	8 or more	$-1 \leq Oh \leq 1$ (lamp length < 0.6m) $-1.5 \leq Oh \leq 1.5$ (lamp length $\geq 0.6m$)	
15,000 - 30,000	10 or more		5 or less
30,000 or more	12 or more		

Table 5.15 Mounting Height and Spacing of Luminaire

Light Distribution Height and spacing Type of Placement	Cut-Off		Semi-Cut-Off	
	Mounting Height(m) H	Spacing(m) s	Mounting Height(m) H	Spacing(m) s
One-Side Placement	$\geq 1.0W$	$\leq 3.0H$	$\geq 1.1W$	$\leq 3.5H$
Median Placement	$\geq 1.5W$	$\leq 3.5H$	$\geq 1.7W$	$\leq 4.0H$
Staggered Placement	$\geq 0.7W$	$\leq 3.0H$	$\geq 0.8W$	$\leq 3.5H$
Opposite Placement	$\geq 0.5W$	$\leq 3.0H$	$\geq 0.6W$	$\leq 3.5H$
	$\geq 0.7W$	$\leq 3.5H$	$\geq 0.8W$	$\leq 4.0H$

Note ; W is width of carriageway.

Table 5.16 Spacing of Luminaires along Outer Edge of Curve

Curve Radius (m)	300 or more	250 to 300	200 to 250	Less than 200
No more than 12 m	35 or less	30 or less	25 or less	20 or less
More than 12 m	40 or less	35 or less	30 or less	25 or less

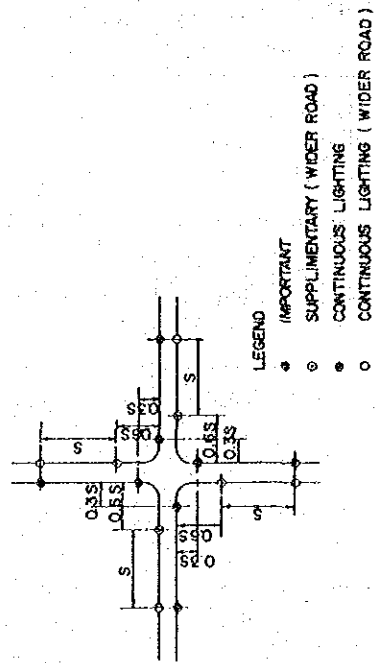
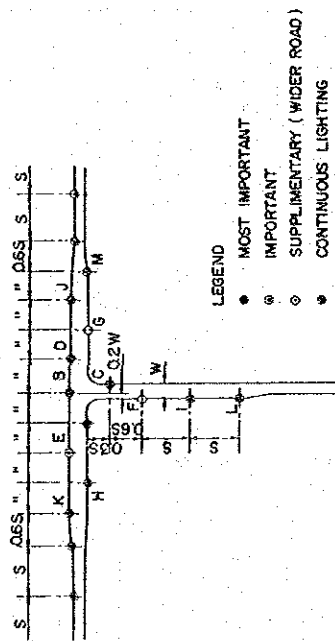
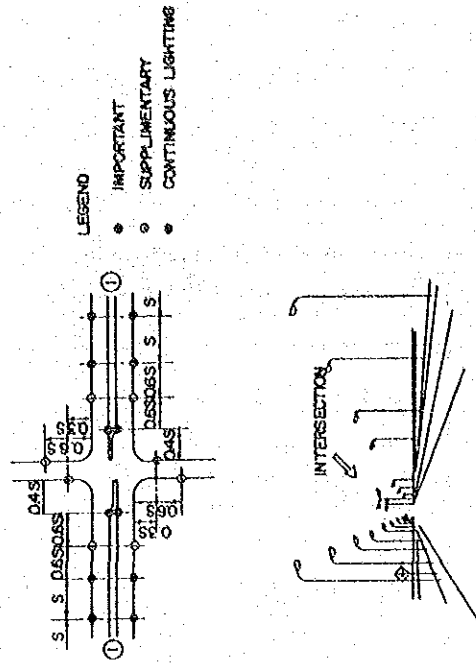
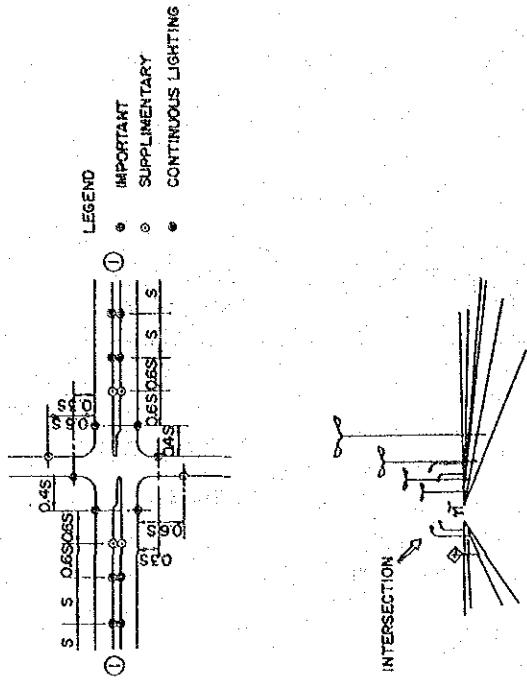


Figure 5.13 Typical Luminaire Arrangements (Indication of Intersection)

Figure 5.12 Typical Luminaire Arrangements (Intersections)

(4) 局部照明における灯具配置

1) 交差点

交差点における灯具配置は、交差点に接近する運転手が、交差点付近の他の自動車、歩行者等を容易に識別できるように、また、交差点の存在がかなり遠方から運転手の注意を惹くようになされなければならない。

Figure 5.12にT字路と十字路における灯具の配置例を示している。この例では、特に右左折自動車がよく見えるように灯具配置が決定している。

中央分離帯を有する道路の交差点では2種類の灯具配置が考えられる。(Figure 5.13参照)もし、連続照明が中央配列の場合は、交差点での灯具配置を向き合せ配列にして、運転者に交差点の存在を知らせるようにするのが望ましい。逆に、連続照明が向き合せになっている場合は、交差点部を中央配列にするのがよい。

2) 横断歩道

横断歩道における照明は歩行者の姿が明確に浮かびあがるように設置する必要がある。歩行者の安全を確保するためには少なくとも50m手前から視認できなければならない。このためには横断歩道の向う側35mの範囲を照らせればよい。更に、横断歩道自体を照明することは、シルエット効果が損われる点で好ましくない。Figure 5.14に横断歩道照明の例を示す。

3) 幅員が急変する箇所

幅員が急激に縮小している部分での局部照明の例をFigure 5.15に示す。このような場所ではその存在が容易に視認できることが重要である。

4) その他

カーブ部分の照明については前項に述べてある。その他、橋梁、坂路、料金所、休憩施設等の照明は、上に述べた方法を応用して適用すればよい。

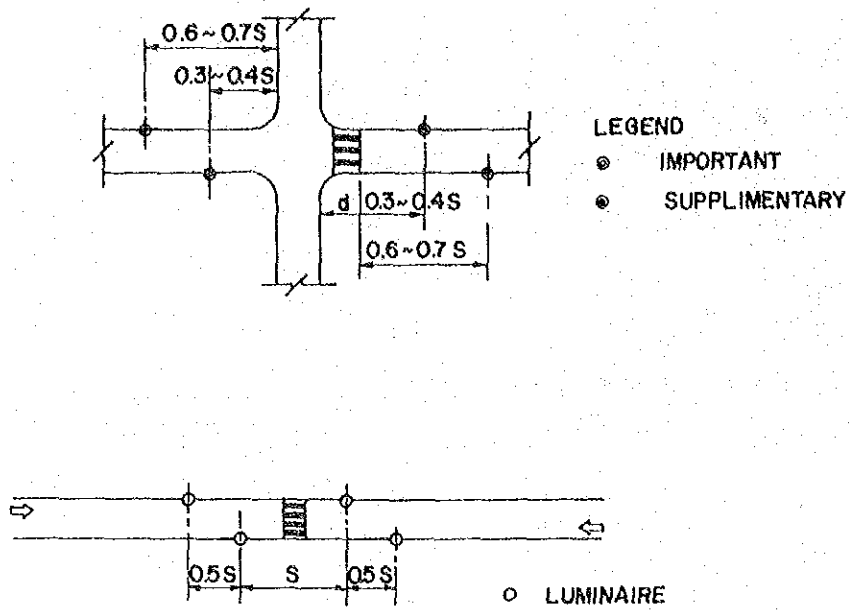


Figure 5.14 Typical Luminaire Arrangement (Crosswalk)

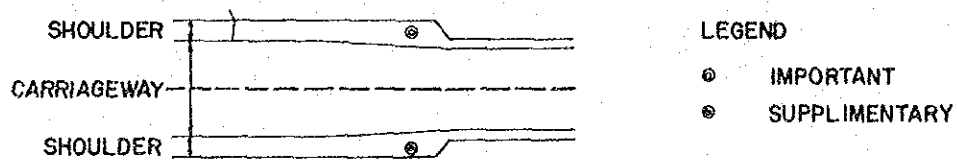


Figure 5.15 Typical Luminaire Arrangement (Width Transition)

5.5 視線誘導施設

5.5.1 道路の視線誘導

前節に述べたように、夜間走行中の運転手は種々の視覚情報を必要とするが、中でも視線誘導は照明されていない場合特に重要である。効果的な視線誘導は道路の安全に寄与し運転を容易にするものである。

実質的に視線を誘導する方策には次のようなものがある。

- 視線誘導標 (post delineators)
- 道路鋳 (raised pavement markers)
- 道路区画線
- 縁石
- 防護柵
- カラー舗装
- 照明灯器の配列

これらの方法のうち、本節では視線誘導標と道路鋳を取り上げることにする。なお、区画線、ガードレール、照明灯器の配列に関しては、それぞれ関連する節で言及している。

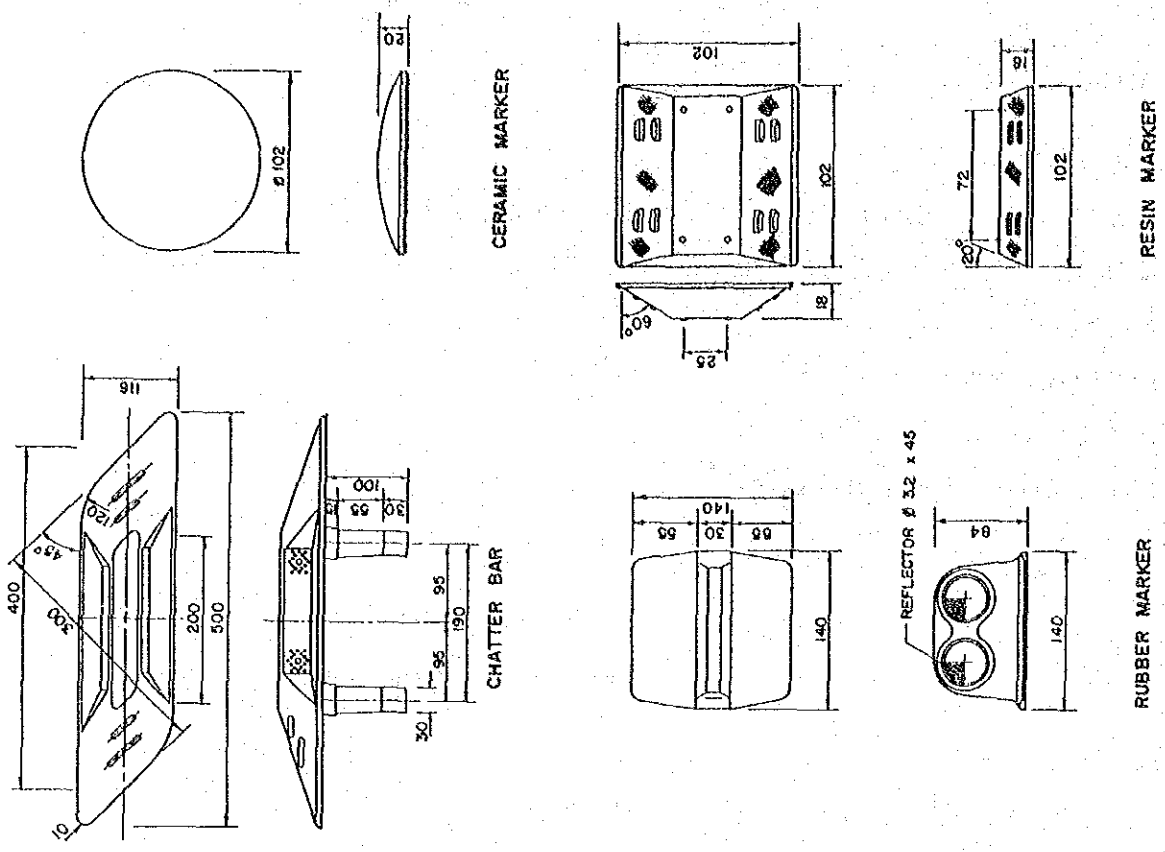
DOHは既に、多数のいわゆる「ガイドポスト」を、曲線部、橋梁アプローチ部等に設置している。ガイドポストはコンクリート製の高さ0.8 m程度の四角柱で黑白のまだらに着色されたものであるが、頭部を反射性にしたものは視線誘導標の一種であると考えられる。視線誘導標の種類は形状、材質によって多岐にわたるが、教例をFigure 5.16に示す。

一方、道路鋳も車両の誘導のための種々のタイプが実用に供されている。(Figure 5.17にいくつか例示している。)形状、色、材料にはさまざまなものがあるが、大雑把にいった次のように分類できよう。

- 非反射式道路鋳
- 反射式道路ボタン
- 反射式道路バー (いわゆる「チャッターバー」)
- 反射式縁石鋳
- 交差点標示道路鋳
- その他の反射式道路鋳

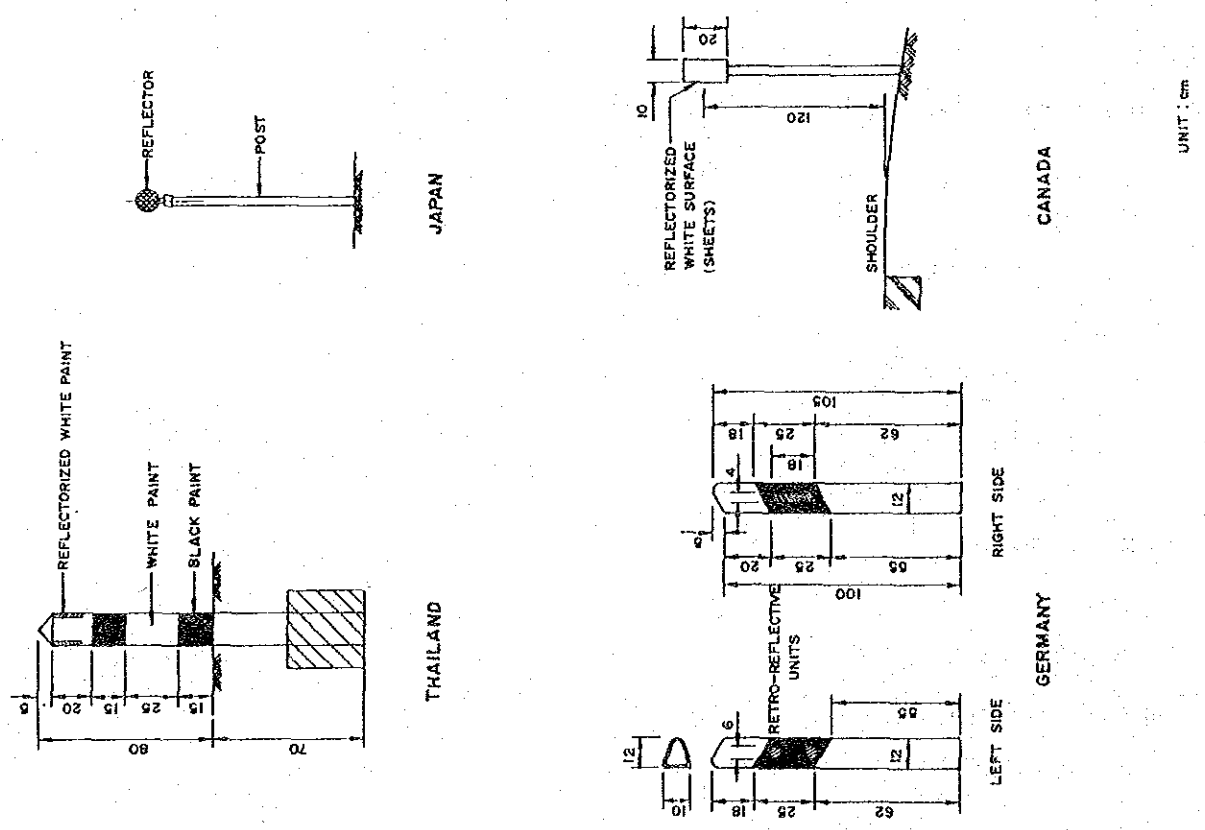
道路鋳の設置目的としては次のようなものがあげられる。

- 区画線を強調する。
- 追い越しを抑制する。



UNIT : mm.

Figure 5.17 Various Raised Pavement Markers



UNIT : cm

Figure 5.16 Various Post Delineators

- 縁石線を目立たせる。
- 車速を抑制する。
- 交通を導流する。
- 交差点の存在を標示する。
- 危険箇所の存在を標示する。

道路標識の種類を選定方法には確立されたものはないので、エンジニアは各タイプの特徴を考慮に入れ、最大の効果が得られるタイプを選定することを求められる。

本節では、主として反射式道路バー（チャッターバー）を取り扱うことにするが、これは、日本において種々のケースで適用され、良好な結果を見ていることによる。

5.5.2 設置条件

(1) 視線誘導標

DOHの「交通制御施設マニュアル」に次のような記述がある。

「一般に、視線誘導標は縦断方向、横断方向に線形が急変する場合、または、道路幅員が変化する箇所で用いられる。しかし、直線道路でも必要に応じて設置を検討すべきである。」

このDOHのマニュアルでは、ガイドポストの頭部に置かれる反射材料（通常、白色蛍光塗料）を視線誘導標（delineator）と規定している。しかし、照明されていない道路に設置された非反射式のガイドポストは、夜間走行中の車両にとって障害物に他ならないといえるので、以下の議論は非反射式ガイドポストには適用しないものとする。

マニュアルに記載されているように、視線誘導標を設置する区間には次の3種類ある。

- 平面的・縦断的曲線区間
- 道路幅員が変化する箇所
- 直線区間

ガードレールは視線誘導標に似通った役割の部分があるので、視線誘導標の設置条件はガードレールの場合を参考にして決定する必要がある。

しかしながら、ガードレールは特に部分的に反射性にした場合、高い視線誘導効果を有しているので、ガードレールが設置されている場合には視線誘導標は思った程効果的でないことに注意すべきである。

防護柵の設置条件は、半径200 m以下の曲線部または4%以上の下り勾配部に設置することになっている。

視線誘導標は、比較的設置費用が安いのでこれより広く設置すべきだと考えられる。

視線誘導標は通常半径400m以下の曲線部に設置することが望ましく、坂路には必ずしも設置する必要はないと考えられる。

また、車線数や車道幅員が急変する区間も運転者をしっかり誘導することが特に必要とされるので、視線誘導標を設置すべきである。

直線部への視線誘導標の設置は、夜間の走行速度がかなり高く、円滑で安全な交通流の確保のため必要な区間、あるいは、路外逸脱事故の多発した区間に限るものとする。

(2) チャッターバー

チャッターバーは日本でさまざまなケースに設置されている。チャッターバーは2つの面で効果がある。ひとつは反射体部分による視線誘導効果であり、もう一つは不注意なドライバーに与える振動効果である。チャッターバーは、交通を導流化し夜間視覚的に誘導することが求められるような箇所に使用すると大変効果的である。

半径の小さいカーブでは、内側車線を走行している車両が遠心力を和らげるために反対車線に入ることがしばしばあり、これは悲惨な正面衝突事故につながる危険性がある。このような小半径カーブ区間のセンターラインに沿ってチャッターバーを埋め込むことは大変効果的であることが知られている。このことはDOH管轄の国道306号で実施された試験施工を通して確かめられた。ところで反対車線へのはみ出し傾向は「運転のしやすさ」と関係がある。進入速度60km/hを仮定した場合、横方向の力を計算した結果から半径150mが運転が容易な最小の限度と考えられる。

直線道路であっても時にはセンターラインで物理的に分離すべきである場合がある。例えば、非分離の多車線道路や追い越し禁止の区間がそれである。4車線以上の道路は、原則として重大な正面衝突事故を防ぐために、中央分離帯で分離すべきであるが、マウンドアップした縁石付きの中央分離帯の設置が困難な場合や、道路に出入りする交通が頻繁にセンターラインをクロスする場合にはチャッターバーの設置が効果的である。

チャッターバーのもうひとつの効果的使用法はセブラ標示の境界を強調することである。夜間にチャンネリゼーションをはっきりさせ、不注意なドライバーに対して振動効果で注意を喚起する目的で、セブラ標示の境界に沿ってチャッターバーを設置することは、このような標示が交通島や車道に立てられた橋脚等剛な障害物に近接している場合特に有効である。

(3) 設置条件のまとめ

1) 視線誘導標

視線誘導標はガードレールが設置されている場合を除き以下の区間に設置することができる。

- a. 半径 400 m 以下の曲線部及びそのアプローチ部分
- b. 車線数又は車道幅員が急変する箇所
- c. 夜間の路外逸脱事故が多く、調査の結果安全な交通流を確保するために必要であると認められた区間

2) チャッターバー

チャッターバーは次の区間に設置することができる。

- a. 曲線半径 150 m 以下の曲線部
- b. センターラインの乗り越しを禁止すべき区間
- c. 交通島、車道に立つ橋脚等剛な障害物に近接して描かれた導流標示の境界

5.5.3 設置方法

(1) 視線誘導標

1) カーブ区間

DOHのマニュアルでは、カーブ区間における視線誘導標の設置間隔は、運転者から最低5本の視線誘導標が見えるように設定されている。この基準は日本の基準と併せ Figure 5.18 に図示されている。なお、日本の基準は $S = 1.1 \sqrt{R - 15}$ に従ったものである。双方は似通っており、DOHの基準間隔は妥当なものといえる。

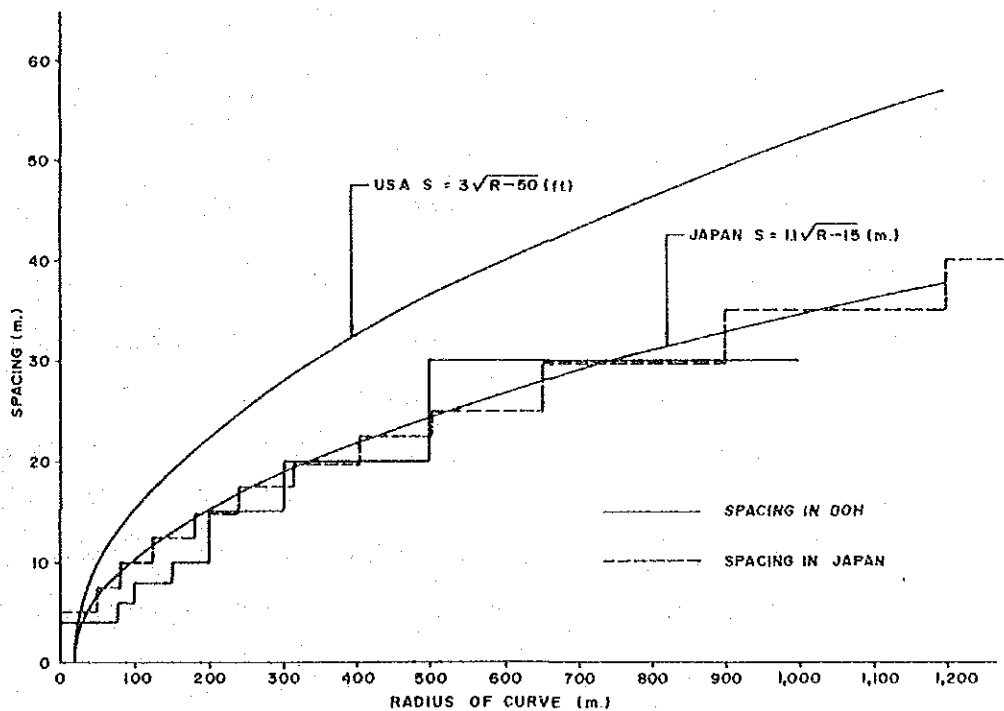


Figure 5.18 Spacing of Post Delineators

視覚の点からいえば、カーブの外側にだけ視線誘導標を設置すれば十分ではあるが、両側に設置すればよりクリアーになる。この場合2色制、つまり運転手から見て左側を白、右側をオレンジ色にすることが望ましいが、DOHの視線誘導標の形状が現行のままである限り2色制の導入には困難がある。よって、警告を目的とする場合以外は1色制(つまり白)が薦められる。

2) 車道幅員の変化区間

車道幅員が減少する区間では、視線誘導標の反射体部分の色を変え(白→橙)設置間隔を短くすることで、幅員変化の予告とすることができる。

道路の両側に視線誘導標を設置することは危険性を強調し、その結果より低速で注意深い運転に結び付くと考えられる。

3) 直線区間

道路の左側に40m間隔で設置するものとする。

(2) チャッターバー

1) カーブ区間

急カーブのセンターラインへの設置は安全の改善に大きな効果がある。チャッターバーの設置間隔はTable 5.17に従うものとする。

Table 5.17 Spacing of Chatter Bars

Curve Radius (m)	Spacing (m)
Less than 50	2
50 to 300	3
300 or more	4

2) 中央分離帯の代用

センターラインにチャッターバーを設置して簡単な中央分離帯として用いるのも効果的な使用法である。チャッターバーの高さは路面から約5cm程あり、センターラインを越えようとする車両に激しい振動を与えこれを抑制する一方、ゆっくり移動している車は楽に乗り越えることができる。それゆえ、チャッターバーによる簡単な中央分離帯は、往復分離が必要でしかも隣接地域からの出入りが可能であることが求められる場合有用で効果的だといえる。図5.19にこのような使用例が示されている。

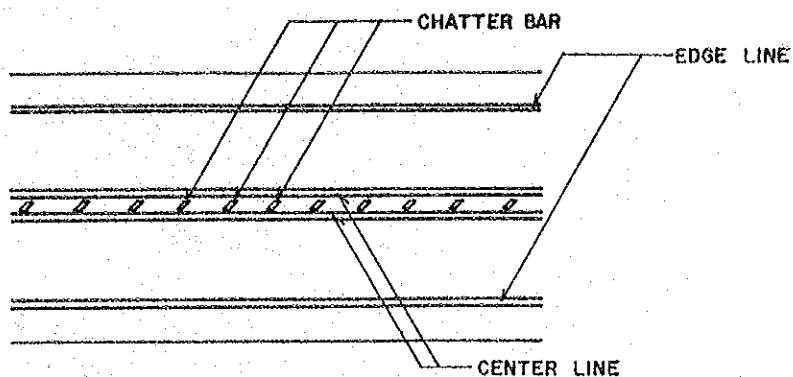


Figure 5.19 An Example of Simple Median Making Use of Chatter Bars

3) ゼブラ標示の強調

ゼブラ標示によって交通流を導流化することは交差点の安全性と交通容量を増大させるのに有効な手段である。しかし、ペイントによる導流では、運転者がゼブラ標示で示された進路を守らない例がしばしば見受けられ、このことが導流化の効果を低減させている。このような場合、ゼブラ標示の境界に沿ってチャッターバーを埋め込むのがよい。Figure 5.20に示すように設置されたチャッターバーは、振動効果と反射体による視線誘導で効果的に運転者の進路を示すことができる。

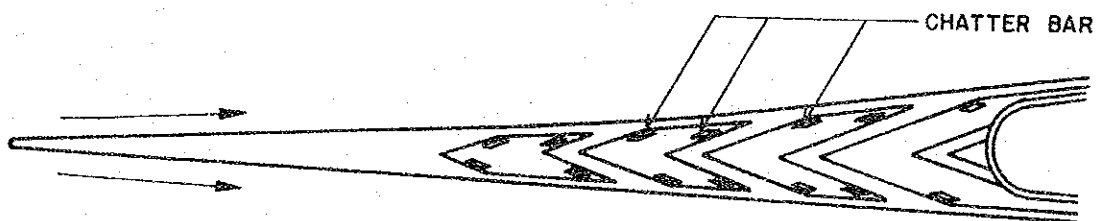


Figure 5.20 Enhancement of Channelization by Chatter Bars

5.6 歩道及び自動車道

5.6.1 一般

DOH道路の事故統計(1982、83年)によれば、歩行者または自転車を巻き込んだ事故は地方部、都市部でそれぞれ18%、34%に達している。

重交通道路では事故防止の目的で歩行者・自転車交通を、専用道路という形で、自動車交通と分離するのが通例である。

歩行者のために歩道を、自転車利用者のために自転車を建設することは、歩行者・自転車利用者の安全に寄与するだけでなく、彼らの不意の飛び出しを抑制することで自動車交通の安全にも役立つ。また、交通容量と走行速度を上げることにもなる。

実際には歩道と自転車道は別々に設置することもあるし組み合わせることもある。本調査では次の3種類の通行帯について設置基準を検討した。(以下これらを「低速通行帯」と呼ぶ)

- 歩道
- 自転車歩行者道
- 歩道+自転車道

歩道は歩行者専用の通行帯であり、自転車歩行者道は歩行者の通行帯であり、自転車歩行者道は歩行者の通行を許した自転車道であると考えられる。歩道プラス自転車道は歩道と並行して自転車道を設置したもので両者が分離されているものをいう。Figure 5.2.1に低速通行帯の横断構成を例示している。

5.6.2 設置条件

(1) 設置条件の考え方

低速通行帯の設置条件は次の3点に分けて議論する。

- a) 歩行者分離の条件
- b) 自転車分離の条件
- c) 歩行者と自転車を分離する条件

各低速通行帯の設置は以下の条件が満たされる必要がある。

- 条件 a)が適合 ⇨ 歩道
- 条件 b)が適合 ⇨ 自転車歩行者道
- 条件 b)と c)が適合 ⇨ 自転車道プラス歩道

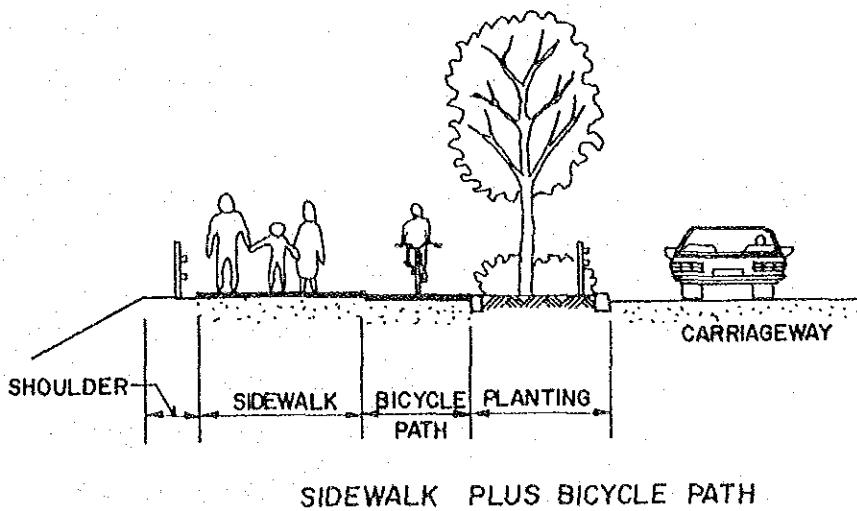
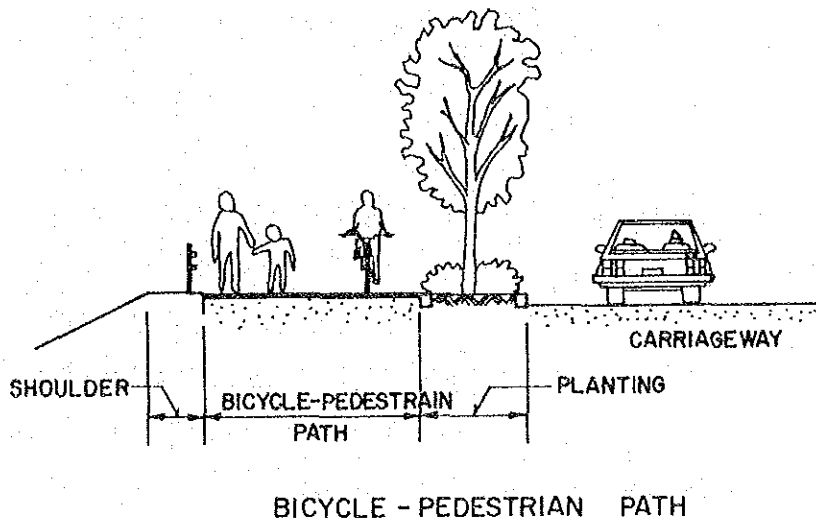
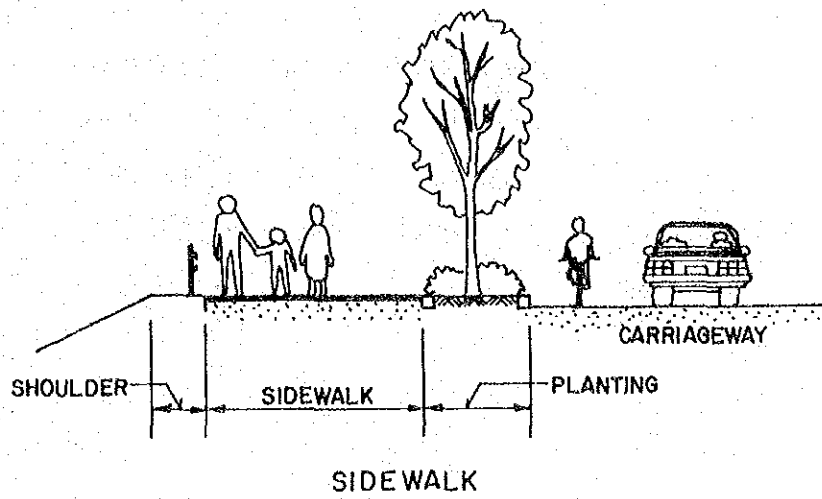


Figure 5.21 Typical Types of Slow-Traffic Path

(2) 歩行者の分離

歩行者を分離すべきかどうかは歩行者と自動車の交通量を勘案して決める必要がある。

歩行者が30秒毎に自動車に追い越される状態はかなり危険と考えられる。自動車と歩行者の速度が各々60Km/時、4Km/時とした場合この状況は毎時260台の交通量のとき出現する。また、この交通量は一日当り3,000台に相当する。

運転者の側から見た場合、15秒毎に歩行者に出会う状況は危険といえる。毎時35人(250人/日)ある場合がこれに該当する。

これら2つの交通量条件に適合すれば歩道設置が考えられる。ただ、この設置条件は地方部道路に限って適用すべきである。なぜなら、都市域における歩道整備は交通安全の観点からだけでなく都市計画的考え方や社会的な観点からも検討されるべきものであり、建物連担地区での歩道設置の条件は地方部における場合より低いレベルに設定されるべきである。

(3) 自転車の分離

自転車交通を自動車から分離する条件は、自転車交通量、自動車の交通量及び車速によって決まる。

自転車は速度が遅く不安定な走行を示すのでしばしば交通容量を低減させる。自転車が自動車交通に与える障害の程度は交通量の増加に伴い飛躍的に増大する。2車線道路で自動車の交通量が200~250台/時ある時には交通量の観点からいって、1台の自転車が1台の乗用車に匹敵するようになるといわれている。よって、この交通量(日交通量に勘算して約2,000台/日)は自動車交通量に関する限界値と考えられる。一方、歩行者に関していえば、自転車が30秒に1回の割合で自動車に追い越される状況はかなり危険な状況と考えられる。この状況は自転車が毎時120台(または1,000台/日)で起こる。

自転車交通量が1,000台/日に達していない場合でも、自動車の走行速度が非常に高く自転車の安全が確保し難い場合は、もっと低い交通量(例えば500台/日)でも分離すべきである。

(4) 歩行者と自転車の分離

歩行者と自転車の程度による。一般に、歩行者と自転車を合わせた交通量が3,000台/日を越える場合、両者の間の抵抗が強くなり交通流が混乱し危険な状態が起こる。従って、この交通量をもって自転車と歩行者を分離するかどうかの目安にしてよいと思われる。

(5) 路肩の舗装

これまで低速通行帯の設置条件を述べてきたが、これらの建設は費用がかさむので、もっと廉価な代替策を考案する必要がある。もっとも簡便な方法は路面に外側線を明確に引き路肩を歩道あるいは自転車道に指定することである。外側線に沿って道路紙を埋め込めばより明確で安全であろう。しかし、DOH道路によくあるように路肩が舗装されていない場合があるが、これは舗装すべきである。路肩の舗装は低速交通のみならず自動車交通に対しても安全な状況をもたらすことが出来る。

(6) 設置条件のまとめ

1) 歩道

- a. 自動車交通量^{*}が3,000台/日以上かつ歩行者交通量が250人/日以上。

(都市内の道路にあってはこの交通量に関わりなく、設置の必要性が認められ用地問題がない場合は歩道を設置することが望ましい。)

2) 自転車歩行者道^{**}

- a. 自動車交通量^{*}が2,000台/日以上かつ自転車交通量が1,000台/日以上。

- b. 車速が非常に高い場合、自動車交通量^{*}が2,000台/日以上かつ自転車交通量が500台/日以上。

3) 自転車道プラス歩道

- a. 自転車と歩行者の交通量が3,000人台/日以上。

注： 上記の設置条件の内2つ以上が同時に適合する場合、プライオリティは3)、2)、1)の順となる。

* ……両方向の最外側車線の交通量

** ……歩行者通行可能な自転車道

5.6.3 設計のための資料

(1) 横断面

低速通行帯の代表的な横断構成を参考として Figure 5.2.2 に示す。以下、通行帯幅員、路肩、上方余裕の順に説明する。

1) 通行帯の最小幅員

歩行者の占有幅を0.6 mとすれば、一列の歩行者(車線のようなもの)の単位幅は余裕幅を入れて0.75 m程度と考えられる。(Figure 5.2.3 参照)自転車の占有幅も歩行者と同じであるが、自転車の走行は不安定であるので、単位幅としては1.0 m程度必要である。

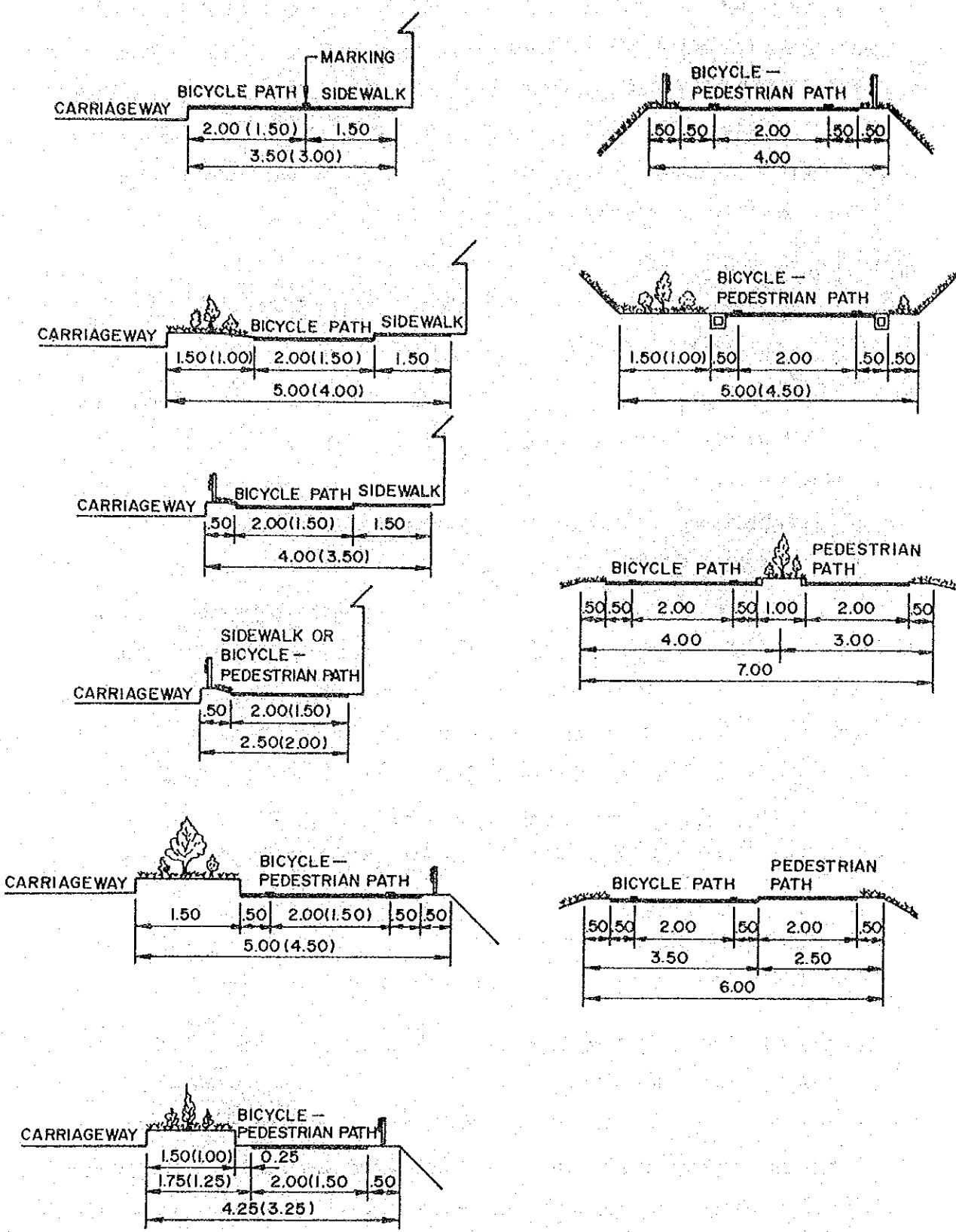
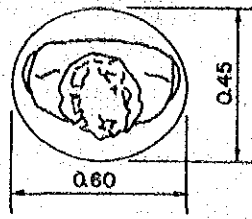
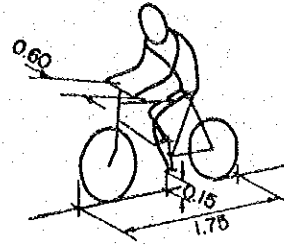


Figure 5.22 Typical Cross-sections of Slow Traffic Paths



PEDESTRIAN



BICYCLE

Figure 5.23 Dimensions of Pedestrian and Bicycle

通行帯の幅員は通行量と Figure 5.24 に示した通行パターンによって決められる。
 最小幅員は Table 5.18 に示す通りである。

ROAD	BICYCLE PATH	BICYCLE-PEDESTRIAN PATH	SIDEWALK
URBAN ARTERIAL ROAD		3.0m. 3.25m. 3.5m.	3.0m. Spacing: 0.75 0.75 0.75
	2.0m. Spacing: 1.0 1.0	1.5m. 1.75m. 2.0m. Spacing: 1.0 1.0	1.5m. Spacing: 0.75 0.75

Figure 5.24 Minimum Width of Slow-Traffic Paths

Table 5.18 Minimum Width of Pathway

Road \ Pathway	Slow Traffic Path	Bicycle Path	Bicycle-Pedestrian Path	Sidewalk
Urban Road		2.0 (1.5)	3.5 (2.0)	3.0 (1.5)
Other Roads		2.0 (1.5)	2.0 (1.5)	1.5 (1.0)

Note : Reduced values in the parentheses shall be applied when
 (1) volume of slow traffics (pedestrian or bicycle) are relatively small, or (2) planned on bridge longer than 50m.

自転車道の幅員は交通容量を考慮に入れて決定しなければならない。ここで、「自転車道の交通容量」とは自転車が容易かつ快適に走行できる場合の一車線当り最大の自転車交通量を意味している。Table 5.19に、実験と観察に基づいて求められた自転車の基本交通容量を示している。この表と自転車の交通量から、例えば、自転車が2,000台/日以下なら2車線、すなわち2m、2,000~3,000台/日なら3m、また、3,000台/日以上ならば4m幅の自転車道というように必要な幅員が求められる。

Table 5.19 Traffic Capacity of Exclusive Bicycle Path

Lane Number	Bicycles Per Hour
2	2,000
3	3,000

一方、自転車歩行者道の交通容量は歩行者交通の影響を受ける。歩行者交通の混合による容量の補正係数は、毎時200～400人の歩行者がある場合で0.8と考えられている。自転車歩行者道の交通容量をTable 5.20に示す。本表より、自転車歩行者道の幅員が自転車道の場合と同様に求めることができる。

Table 5.20 Traffic Capacity of Bicycle-Pedestrian Path

Lane Number	Bicycles Per Hour
2	1,600
3	2,400

歩道に関していえば、容量を決めるのは非常に困難である。なぜなら、歩行者の交通量は高々5分程の間で大きく変化するし、その交通特性は歩行目的、性、年齢によって変化するからである。従って、最終的な判断は歩行者の交通特性と通行量を勘案して、担当技術者が行なうものとする。

2) 路 肩

路肩には次のような多目的な機能がある。

- 通行帯の主要構造部を保護する。
- 路上施設（防護柵、標識等）を設けるスペースとなる。
- 植栽を設けるスペースとなる。
- 駐停車、すれ違いのための側方余裕となる。
- 利用者の快適性を向上する。

植栽のためのスペースの場合を除き、一般には0.5 mの路肩があれば各々の目的がかなうものと考えられる。植栽スペースは1.0～1.5 m程度であろう。ただし、橋梁部分やその他特別の制約のある場合は0.25 mまで縮小することができる。

3) 上方余裕

自転車や歩行者の高さは2.0 m以下と考えられるので、自転車（歩行者）道及び歩道の上方空間は2.5 m程度がよい。

(2) 交通分離の方法

低速交通をより高速な交通から分離する方法には種々あり、簡単なものでは単に外側線を引くだけのものからマウンドアップして防護柵と植栽を設けるものまでである。代表的な分離手法をFigure 5.25に例示した。

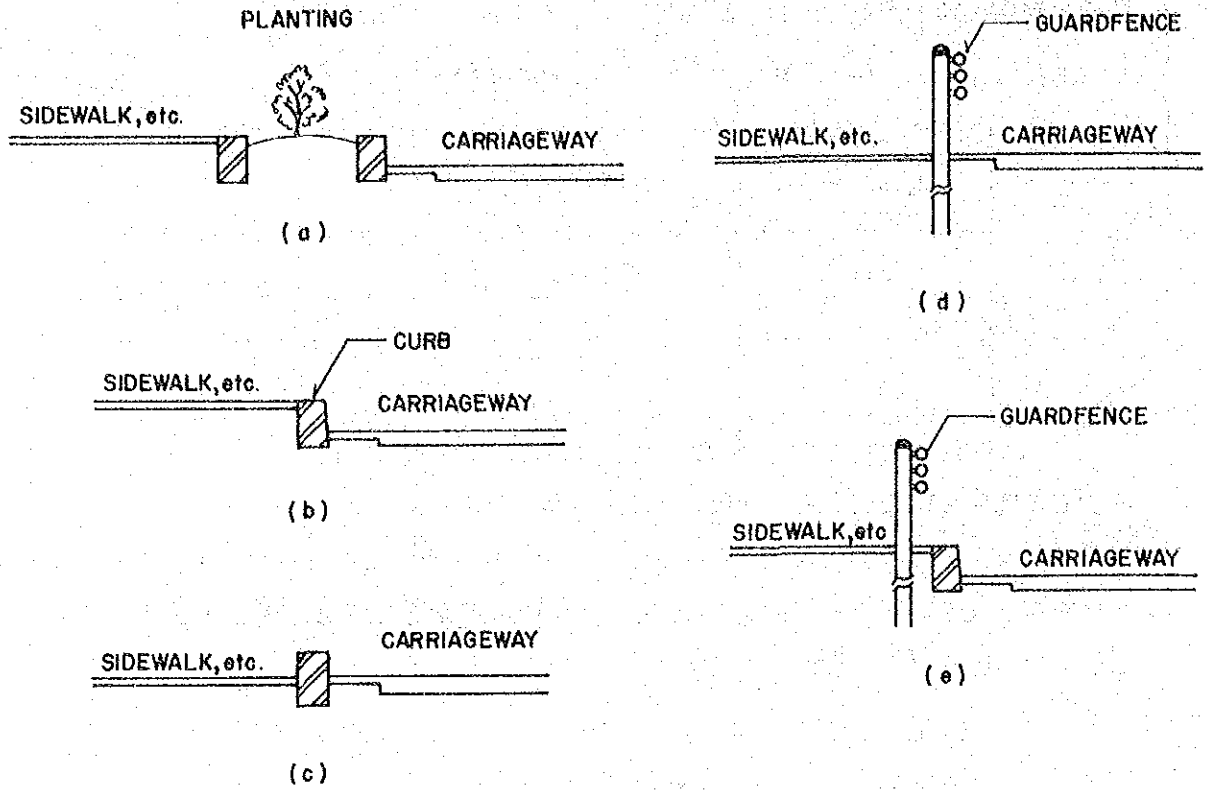


Figure 5.25 Various Methods of Slow Traffic Segregation

5.7 歩行者横断施設

5.7.1 一般

横断施設の目的とするところは、自動車と横断歩行者の間の軋轢を軽減することによって歩行者の安全を確保することである。横断施設はまた、歩行者の無秩序な横断行動に原因する自動車の遅れを減少するのに役立つ。

横断歩道、待避島、歩行者信号、立体横断施設は横断施設としてよく知られているし実用的なものである。車両に対する障害の程度も建設コストも各タイプによって異なるので地点に最も適した施設を選択するよう注意を払うべきである。

各横断施設の特質は次節に詳説してあるが、この内いくつかはその複雑性の故にかなり主観的なものとなっており客観的でも決定的でもない。それゆえ、横断施設の種類と位置の選定の最終決定は当該地点の道路・交通状況に詳しい技術者が行なうべきである。

なお、以下の議論では歩行者用信号は除外されているが、これは5章2節「交通信号」で説明してある。

5.7.2 設置条件

(1) 横断歩道

横断歩道は歩行者が安全に道路を横断できるスペースとして車道の一部に指定された歩行区域である。横断歩道は昼夜間を問わず視認できるようペイントで明確に表示することが重要である。はっきりとした横断歩道は歩行者の利用を促すし、これに接近する自動車の運手に注意を喚起する。

横断歩道に付属して点滅灯や照明、警戒標識等の安全施設を適切に配置することより効果的である。また、歩行者用防護柵も歩行者を横断歩道に誘導するようによく設置すれば無謀な横断やバラバラの横断を防ぎ、横断歩道の効果を高めるのに大きく役立つ。

ペイント標示の横断歩道の設置条件としては確立されたものはないが、以下の要素を考慮する必要がある。

- 横断歩行者数
- 自動車交通量と歩行速度
- 事故発生頻度
- 学童横断の多寡

横断歩行者数については、一般に1時間当り100人以上ある箇所では認められよう。そして、100人の横断により自動車交通流が影響を余り受けないのは交通量が最大でも毎時450台以下の範囲であると推定される。横断歩道の最小設置間隔は円滑な交通流の確保を念頭において決められなければならない。歩行者の安全と円滑な交通流とは

相入れない面もあるが、最小間隔として200m程度が妥当な数字と思われる。

(2) 歩行者待避島

待避島は車道の中央に設けられる歩行者専用の安全地帯であり、車道幅が広く重交通のために多くの歩行者が一時に横断することが困難で危険な場合に設置されるものである。車道の中央に待避島があれば歩行者はそこで横断を終えるのに必要な車間距離が出現するのを安全に待つことができる。

また、待避島は広幅員道路における信号交差点に設置した場合も、歩行者が横断するための長い現示を与える必要がなくなり交差点の容量を上げるうえで有効な場合もある。

待避島の効果を高めるために、横断歩道や照明等の適切な施設を設置することが望ましい。

(3) 横断歩道橋

横断歩道橋は人と自動車を完全に分離するものなので横断歩行者の安全のために最も効果の高い手段である。

しかしながら、建設コストが高いためそれ程頻繁に設置することができない上、歩行者にしても遠回りしたり階段の上がり降りに疲れてしまうことからむしろ平面の横断歩道を好む例もある。

であるから、横断歩道橋は自動車と歩行者の交通量が多く、歩行者事故が頻発しているような非常に危険な箇所、しかもより簡便で廉価な対策では解決できない場合に設置されるべきであろう。同様の議論は横断地下道にも当てはまるものである。

横断歩道橋の設置に当っては横断歩道と歩道橋に対する総合的な評価が必要であろう。この場合最も基本的な指標は、歩行者が平面で横断するのに必要となる自動車交通の時間間隔である。

この時間間隔と横断歩行者数には次式の関係がある。

$$G = \frac{W}{V} + t + f(n) \quad (1)$$

ここに

G : 歩行者の横断所要時間(秒)

W : 横断車道幅(m)

V : 歩行者の平均速度(m/sec)

t : 知覚反応時間(sec)(無視できる)

f(n) : 関数、nは横断時間交通量

上式は、種々の調査研究によるデータによって次の様になる。

$$G = \frac{W}{1.3} + 2(N - 1) \quad (2)$$

ここに、Nは横断者列数である。

Table 5.21 Number of Rows for Pedestrian

Number of Pedestrian (persons/hour)	Number of Rows
100 - 300	1
301 - 600	2
601 - 900	4
901 -	6

Note: Prepared based on the assumption that pedestrian cross roadway five abreast in a row.

一方、自動車の交通量がT台/時の場合、G秒間にK台到着する確率分布は次のポアソン分布に従うと考えられる。

$$P(k) = \frac{\left(\frac{TG}{3600}\right)^k \cdot e^{-\left(\frac{TG}{3600}\right)}}{k!} \quad (k=0, 1, 2, \dots) \quad (3)$$

横断所要時間G秒の間に上り、下り各々1台ずつ自動車の滞留を許す場合、このようなGが60秒に1回の割合で生じる条件は次のように表わされる。

$$\sum_{k=0}^2 P(k) = \sum_{k=0}^2 \frac{\left(\frac{TG}{3600}\right)^k \cdot e^{-\left(\frac{TG}{3600}\right)}}{k!} \leq \frac{G}{60} \quad (4)$$

式(2)、(4)及び表5.21を用いて、横断歩道橋の設置条件は図5.23に示すような形で提案できる。

(4) 設置条件のまとめ

1) 横断歩道

- a. 学童の横断の多い箇所
- b. 交差点の横断区域
- c. 自動車交通が歩行者の横断を阻害している箇所

2) 歩行者待避島

歩行者待避島は4車線以上の車道を歩行者が横断する際、一度に渡り切れず道路の中央で待機せざるを得ない場合に設置するものとする。

なお、歩行者待避島には原則として横断歩道を併設しなければならない。

3) 横断歩道橋

- a. ピーク時100人以上の横断者があり、自動車交通量と車道幅員が Figure 5.26 の線より上にくるとき。(ただし、学童横断用の場合には Figure 5.27 によるものとする)。

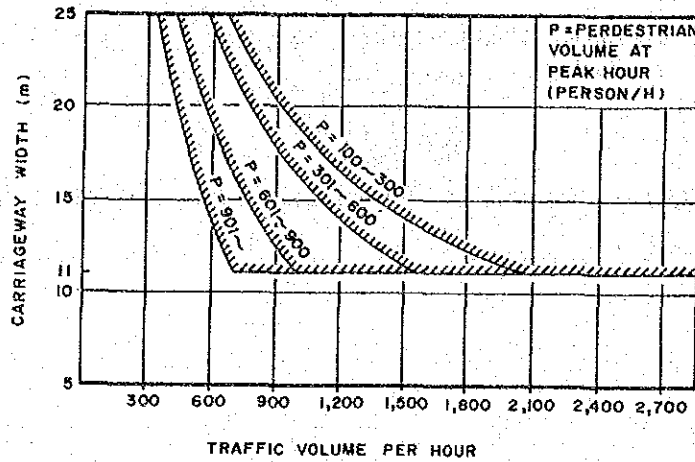


Figure 5.26 Warrant of Pedestrian Overpass

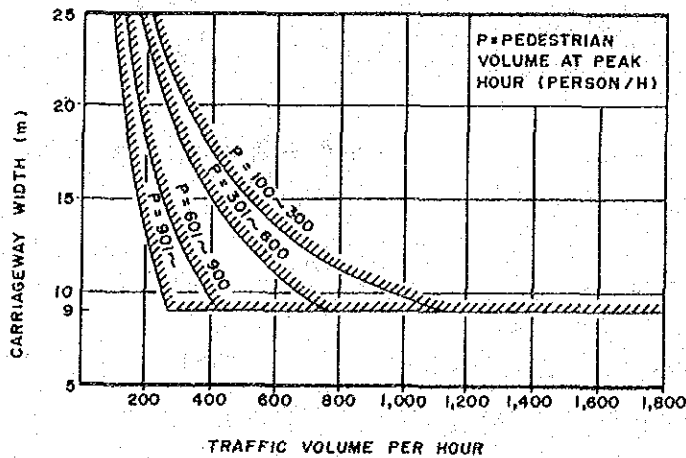


Figure 5.27 Warrant of Pedestrian Overpass for School Children

b. 以下の条件に合致するとき。

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

5.7.3 計画手段

(1) 横断歩道

1) 横断歩道標示の種類

横断歩道の路面標示としては3種類が考えられる。すなわち、白のロードペイントによるゼブラ標示、同じく白のロードペイントの2本の平行線、それに道路鏡による2本の平行線である。横断歩道の視認性の点ではゼブラ標示が他の2方法よりすぐれている。

2) 設置計画

横断歩道の計画は以下の点に留意して行なうことが望ましい。

- 横断歩道の標準幅員は 4.0 m とし、歩行者数に応じて増減させるものとする。ただし、最小幅員は 3.0 m とする。
- 横断距離は歩行者が一度で横断を終えられるように最長でも 15 m までとする。
- 横断歩道標示に併せて停止線を引くものとする。
- 横断歩道の最小設置間隔は都市部で 200 m 、地方部で 300 m とする。ただし、学校、病院の近くや歩行者数の多い場所では、この最小設置間隔にかかわらず設置できるものとする。

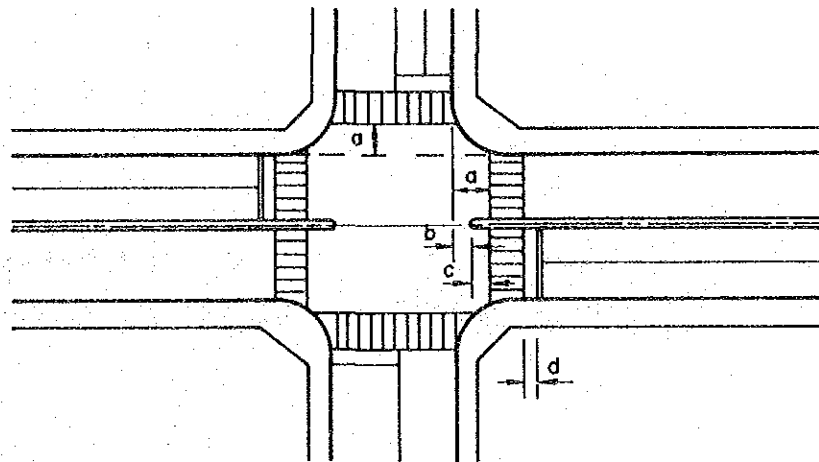


Figure 5.28 Crosswalk Planning at Intersection

(2) 歩行者待避島

待避島の設置計画は次の様に行なうことが望ましい。

- 待避島の最小幅は 2.0 m とする。
- 待避島には防護柵や縁石等を整備して自動車の衝突から保護する必要がある。
- 待避島に接近する車両、側を通過する車両に対しその存在を示し注意を喚起するための適切な施設を設置する必要がある。例えば次のような施設である。
 - a. 路面標示
 - b. 標識
 - c. 視線誘導標
 - d. 点滅灯
 - e. 道路鏡
 - f. 道路照明

(3) 横断歩道橋

横断歩道橋は永久構造物でありその建設コストも高いので、他の横断施設と異なり、歩行者数が将来変化したとしても改築するものは非常に困難である。

従って、建設に先立って歩道橋の構造寸法に関しては特に綿密な検討を加えておく必要がある。以下歩道橋の構造基準について述べる。

a. 通路の幅員

必要幅員は次式で与えられる。

$$W = \frac{Q}{V} \cdot D$$

- ここで、
- W : 有効幅員 (m)
 - Q : 歩行者数 (人 / 分)
 - V : 歩行速度 (m / 分)
 - D : 1 人の歩行者に与える空間 (m² / 人)

歩道橋の最小幅員は 1.5 m とする。ただし、自転車、乳母車や車いす等の通行が見込まれる場合は 2.0 m とする。(Table 5.2.2 参照)。

b. 階段等の幅員

階段、斜路の最小幅員は各々 1.5 m、2.0 m とするが、特別の事情がある場合は 1.2 m、1.7 m まで縮小できるものとする。斜路付き階段の斜路部分の幅は 0.6 m を標準とする。

c. 階 段

標準的な階段の勾配は 1 : 2 とする。階段の高さが 3 m 以上のときは、半分の高さ

に踊り場を設けるものとする。

Table 5.22 Width of Pedestrian Bridge

(Unit : meter)

Method for rise and fall	Minimum width of footpath	Minimum width of stairway or slopeway	
		rule	reduction
Stairway	1.5	1.5	1.2
Slopeway	2.0	2.0	1.7
Stairway with slope	2.0	2.1	1.8

5.8 標識・路面標示の既存マニュアルのレビュー

DOHにより制定された現行の技術基準の内、「交通制御装置マニュアル」の内容についての検討を行なった。このマニュアルは第一部交通標識、第二部路面標示に分かれており、寸法、位置、設置方法に関する詳細な記述が見られる。

以下、いくつかのレコメンデーションについて述べる。

5.8.1 交通標識

(1) 規制標識

マニュアルでは各標識を個別に設置する場合の位置は規定してあるが、例えば地区単位で速度規制をかける場合など、ゾーンを対象に規制する場合には適当な間隔で標識の連続設置を考慮する必要がある。この場合、矢印の補助標識を各規制標識を各規制標識に付属して設置するのが効果的である。

日本のマニュアルから引いた Table 5.23 の標準設置間隔が参考になろう。

Table 5.23 Standard Spacing of Regulatory Signs

Type of Signs	Highway		Expressway
	Urban area	Rural area	
No-Passing	200 m	400 m	800 m
Maximum speed	200 m	400 m	800 m
Minimum speed	-	800 m	800 m
No stopping or standing	100 ~ 200 m	400 m	800 m
No-Parking	100 ~ 200 m	400 m	800 m
No crossing of Pedestrian			
- with guardfence	150 m	150 m	-
- without guardfence	100 m	100 m	-

(2) 警戒標識

適切に配置された警戒標識は、危険箇所や危険性を含んだ箇所を運転者に知らせることにより非常に有効であるが、過剰な設置は却って無視されることになるので、周到に調査の上必要最小限に留めるべきである。

1) "前方交差点あり"の標識

この警戒標識が必要であるかどうかは現実の道路及び交通の条件に左右されるのであって、マニュアル中に道路タイプと交通量で決められた設置箇所以外に次のような

箇所についても詳しい現地調査の上、設置を検討してしかるべきであろう。

- 高い走行速度ないし幾何構造、沿道条件による不十分な視距のため、交差点の存在やその通行状況を認識するのが困難な場合。
- 信号のない交差点で停止標識が識別できない場合。
- 事故率の高い危険な交差点。

逆に、信号交差点や案内標識が適切に配置されている交差点等交差点の存在が明確に示されている場合には、この標識は必ずしも必要とはされないと考えられる。

2) "屈折、屈曲、つづら折りあり"の標識

DOHの主要道路での走行速度は一般にきわめて高く80~85 Km/hに達している。マニュアルではこれらの標識はカーブ区間の推奨速度で区別することになっており50 Km/h以下なら"屈折"、50~90 Km/hの時は"屈曲"を採るものとしているが、これはこのような交通状況を反映しているものと思われる。

しかし、この設置条件では山間部の道路のように設計基準の低い道路にあっては、余りにも数多くの屈折、屈曲標識を設置することになりかねない。従って、この標識は平面線形の急激な変化によって急速な減速を強いられるような箇所(例えばTable 5.24に示すような)に限られるべきである。

Table 5.24 Selection Criteria for Turn or Curve Sign

a. Prevailing approach speed 60km/hr or more

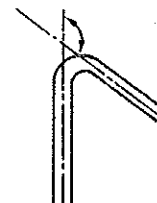
Curve Radius	Intersection Angle	Remarks
300m or more	0° - 180°	not necessary
60 - 300 m	0° - 180°	Curve
30 - 60 m	0° - 45°	Curve
	45° - 180°	Turn
Less than 30 m	0° - 180°	Turn

b. Prevailing approach speed about 40 km/hr

Curve Radius	Intersection Angle	Remarks
120 m	0° - 180°	not necessary
30 m - 120 m	0° - 180°	Curve
15 m - 30 m	0° - 60°	Curve
	60° - 180°	Turn
Less than 15 m	0° - 180°	Turn

Note ; Intersection angle shall conform to right-hand figure.

INTERSECTION ANGLE



カーブが連続している区間には、“つづれ折りあり”の標識を、とくにカーブの集中した区間の長さを示す補助標識とともに用いるのが効果的である。これはまた、警戒標識の濫用を防ぐ上でも効果的である。

3) 先行距離

マニュアルでは警戒標識の先行距離をタイプ別に100mから250mの間に定められており、中でも200~250mが多くなっている。

この距離は80Km/h以上のかかなり高い走行速度の場合には妥当なものといえるが、速度がもっと低いときには60~100mの先行距離の方が望ましい。この数字は次項でふれる計算式を用いて求めたものである。

(3) 案内標識

1) 交差点における案内標識

交差点における案内標識は Figure 5.29 に示すように、通常“交差点標識”、“目的地・方向標識”、“路線標識”から成っている。

この内、交差点標識に付属した路線標示板は路線に従って運転しているドライバーに混乱を与えるもので不必要である。

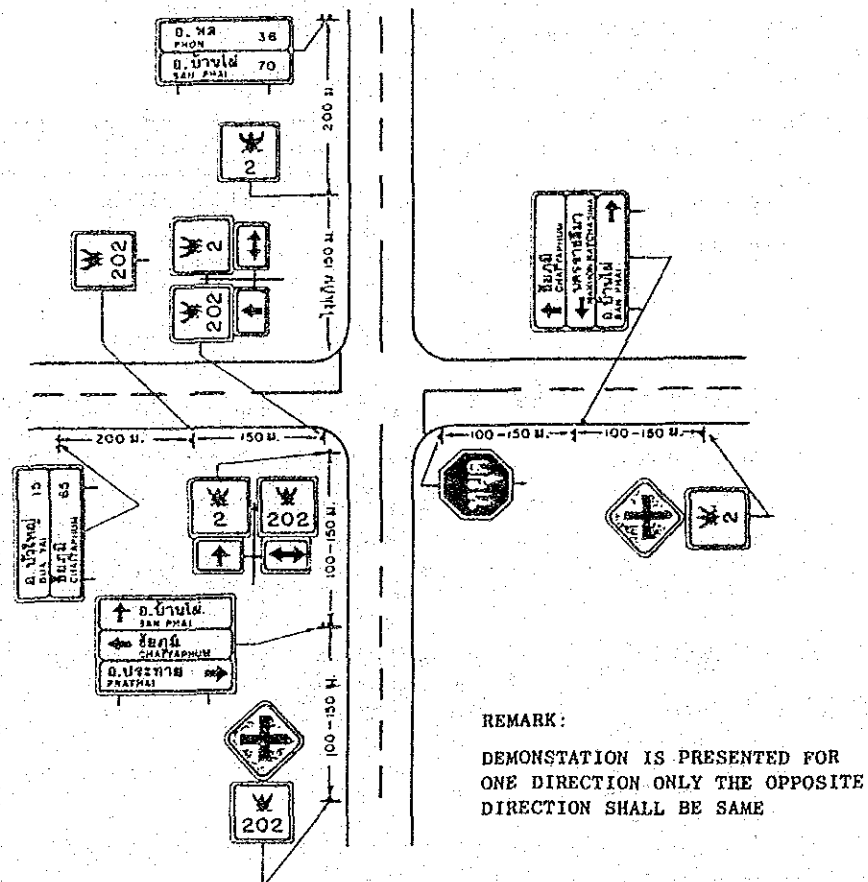
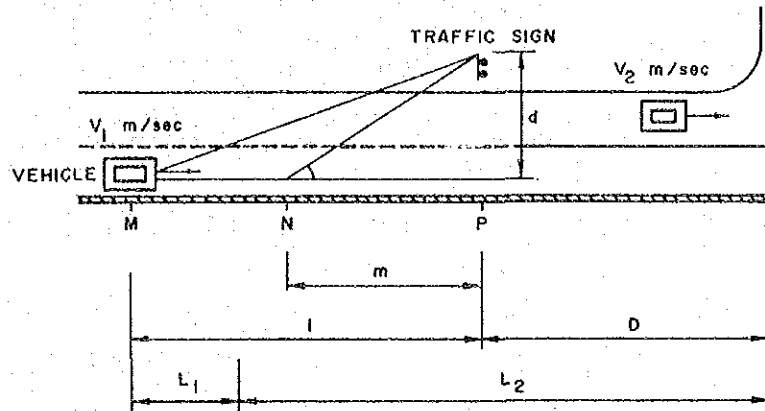


Figure 5.29 Array of Guide Signs at Intersection of National Highways

2) 先行距離

交差点における案内標識配置は図 5.2.6 に示す一定の形をとっているようであるが、特に目的地・方向標識の先行距離については検討の必要性がある。最適な設置位置は文字の大きさと車両の走行速度に応じて変化するものと考えられるからである。

次に述べるのは案内標識の先行距離を算出するための一般的な手法を紹介したものである。Figure 5.3.0 は車両と標識と交差点の位置関係を示したものである。



- M : READING POINT (THE DRIVER FINISHES READING THE SIGN)
- N : VANISHING POINT (THE SIGN VANISHES FROM THE DRIVER'S SIGHT)
- P : SIGN LOCATION
- S : INTERSECTION OR CORRESPONDING HAZARDOUS POINT
- D : ADVANCE DISTANCE
- d : TRANSVERSE DISTANCE OF SIGN BOARD (OUTER EDGE)
- m : DISTANCE OF THE VANISHING POINT FROM THE SIGN
- l : READING DISTANCE
- L_1 : DISTANCE FOR PERCEPTION AND REACTION
- L_2 : DISTANCE FOR CHANGING LANE AND REDUCING SPEED

Figure 5.30 Illustration of Sign Location

この図から、運転者がS点に到達するまでに安全に車両を車線変更するために必要とされる条件は次のように書き表わされる。

$$D + \ell \geq L_1 + L_2 = 2.5 V_1 + (n - 1) \cdot V_1 \cdot t + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \alpha} \dots\dots\dots (1)$$

$$\ell \geq m = d / \tan \theta \dots\dots\dots (2)$$

- ここで、 V_1 : 走行速度 (m / sec)
- V_2 : S点における速度 (m / sec)
- n : 車線数
- α : 減速度 (1 ~ 2.5 m / sec²)

式(1)中、知覚反応時間は2.5秒程度と考えられる。案内標識の場合表示内容を読み取るために30mの距離を見ておく必要がある。また、1車線分のソフトを行なうための距離(式(1)の第2項)は日本における研究でおよそ150m程度と考えられている。

式(2)中、 θ はオーバーヘッド形かオーバーハング形を想定した場合、水平方向10度、鉛直方向7度程度である。

式(1)でキーになる値は読み取り距離でありこれは文字の種類、大きさと移動速度の関数として次のようにして求められる。

$$\ell = \frac{20}{3} \cdot K \cdot R \cdot h \quad (h \geq 4.5 \text{ cm}) \dots\dots\dots(3)$$

ここに、K：文字の種類による係数

アルファベット K = 1.2

タイ文字 K = 0.8

R：動的視認係数

$V_1 = 0 \text{ Km/h}$ のとき R = 1.0

$V_1 = 40$ R = 0.91

$V_1 = 60$ R = 0.87

$V_1 = 80$ R = 0.82

h：文字の高さ (cm)

タイ文字の係数は、Sarai thong と Hual thanom の行なったタイの地名の判読に関する調査を参考に決定した。

(目的地・方向標識の計算例)

条件； $h = 2.5 \text{ cm}$ 、 $V_1 = 80 \text{ Km/h}$ (22.2 m/sec)、

$V_2 = 20 \text{ Km/h}$ (5.6 m/sec)、 $\alpha = 1.5 \text{ m/sec}^2$ 、

$n = 1$ 、 $d = 10 \text{ m}$

$$\ell = \frac{20}{3} \cdot 0.8 \cdot 0.82 \cdot 2.5 = 109.3 \text{ m}$$

$$D = L_1 + L_2 - \ell$$

$$= 85.5 + 153.8 - 109.3 = 130.0 \text{ m}$$

$$m = 10 / \tan 10^\circ = 56.7 \text{ m} < 109.3 \text{ m}$$

5.8.2 路面標示

(1) 区画線

1) 線の幅

区画線の幅は一般に10cmを通常の場合での標準としてよいが、危険な区間や交差点等で秩序立った交通流を確保するため運転者の特別な注意をひく必要のある場所では20cmと広くすると効果的である。

2) 外側線

マニュアルには外側線を引くべき場所が車線数、車道幅員と日交通量で規定されている。交通量調査の結果を用いるとこの設置条件に該当するのは、国道のおよそ15%、県道の数%にすぎない。危険な交差点のアプローチ部や低速交通を分離する必要のある区間等、もっと積極的に外側線を引くべきである。

(2) 交差点における路面標示

車道幅の変化する地点での合流レーン長を算出するためにマニュアルで用いられた次の計算式は、交差点の右折レーンの遷移に必要な距離の算出にも応用することができる。

$$L = K \cdot V \cdot W$$

ここに、L：テーパー長(m)

V：走行(設計)速度(Km/hr)

W：ソフト量(m)

K：定数

(0.6) 一般道路区間

($\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$) 交差点アプローチ

($\frac{1}{6}$) 屈折車線の始まり部分

2) その他

Uターン禁止や速度制限等の場合、規制標識の設置に加えて路面標示をするとよい場合が多い。

この他路面標示の有効な使用法として次のようなものがある。

- 交差点の中央の右折車誘導を目的とした図形標示(図面集 図A9参照)

- 横断歩道予告のための図形標示(図面集 図A11、A19参照)

(注) ここでは「前方優先道路」の標示(二等辺三角形である)と区別するためにひし形の標示としたが、バンコック市内では横断歩道予告として前者が広く採用されている。

5.9 その他の対策

5.9.1 路面のすべり抵抗

(1) 路面のすべりやすさの評価

判別手法と事故パターンの分析から判明した危険区間の中でも事故発生の原因が車両のスリップによると考えられる区間が見受けられる。

路面のすべりやすさを決めるために一般的方法を次に紹介する。

a) 湿潤時事故率

湿潤時事故率は通常次式で求められる。

$$(\text{湿潤時事故率}) = \frac{(\text{湿潤時事故数})}{(\text{湿潤時事故数}) + (\text{乾燥時事故数})} \times 100$$

この率が30～50%以上の時は事故の原因が路面のすべりにあると考えられる。

b) 湿潤すべり摩擦係数

可能なら道路の湿潤すべり摩擦係数を測定するのが望ましい。この値が小さいとき(次表参照)事故原因が路面のすべりにあると判定される。

Table 5.25 Recommended Minimum Interim Skid Numbers (Proposed, H R B, U.S.A.)

Main traffic speed V (mph)	Skid number	
	SN ^b	SN _{40c}
0	60	-
10	50	-
20	40	-
30	36	31
40	33	33
50	32	37
60	31	41
70	31	46
80	31	51

1. On the basis of measuring method of ASTM E-274
2. SN_p the measured value at mean traffic speed
3. SN₄₀ is the measured value at 40 mph speed
4. Skid number is the 100 times of coefficient of skidding friction. This applies the same in others.

(2) 対策方法

路面のすべりに対する対策のためにはいくつかの点を考慮に入れる必要がある。

a) バインダー

アスファルト舗装もコンクリート舗装もバインダー（瀝青材料、ポルトランドセメント）の量は少ない程よい。コンクリート舗装の場合すべりを防ぐためにはセメント量を 300 Kg/m^3 とするのがよく最大でも 330 Kg/m^3 までが望ましい。 330 Kg/m^3 以上用いられたときは打設の前にすべり試験を行なうべきである。

アスファルト舗装の場合もアスファルト量はマーシャル安定度の許容限度内で最小にすべきである。

その他特殊なバインダー（ゴム入りアスファルト、高分子化合物）の使用も検討されるべきである。

b) 骨材

石灰岩や変成岩はすべり抵抗がよくない。スラッグ、砂岩、エメリ、珪砂はすべり抵抗がよい。

c) 配合

アスファルトのすべり止め舗装としては、開粒アスコンが適している。

Table 5.26 Mix Proportion of Aggregates for Open Graded Asphalt Concrete

		Open Graded Asphalt Concrete
Compacted Thickness (cm)		3 - 4
Max Particle Size (mm)		13
Weight percent passing sieve	25 mm	-
	20	100
	13	95 - 100
	5	23 - 45
	2.5	15 - 30
	0.6	8 - 20
	0.3	4 - 15
	0.15	4 - 10
	0.074	2 - 7
Asphalt Content (%)		3.5 - 5.5

d) 路面処理

すべり止めのための路面処理としては次のものがある。(1)アスファルト表層の上に硬質骨材を散布して締め固める（ロードアスファルト）(2)アスファルト表層の上にアスファルト乳剤をまぶした砂利を散布する。(3)サーフェスドレッシング：エポキシ樹脂を塗布後（ 1.5 Kg/m^2 標準）その上に骨材（粒径 $1.2 \sim 3.2 \text{ mm}$ ）を 7 Kg/m^2 散布する。

これらの処理はすべり止めの効果がある上、走行速度の抑制にも役立つ。ただし、この種の舗装は密粒アスコン舗装と比べておよそ3～5 dBA程騒音が高くなる。これらは次図に示すように交差点のアプローチ部やカーブ区間等速度の抑制の必要な箇所に適している。

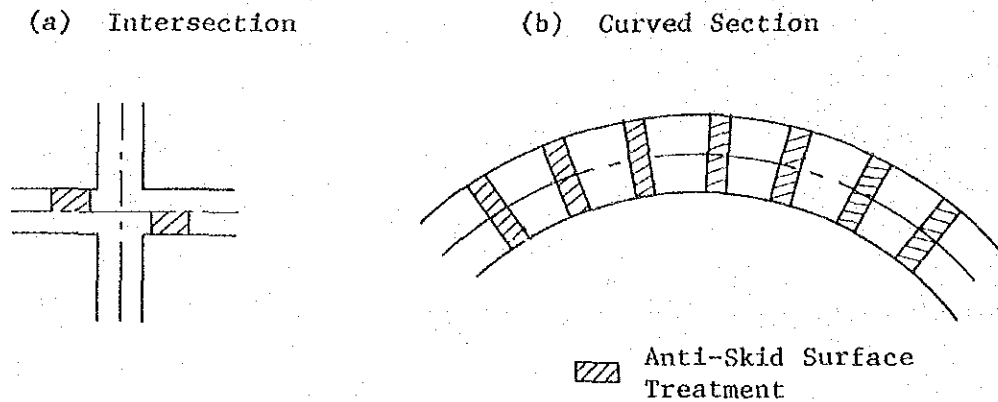


Figure 531 Application of Anti-Skid Surface Treatment

e) 舗装面のグルーピング

グルーピング法もすべり止めに用いられるが、これは特に高速走行の道路におけるハイドロプレーニング現象を抑えるのに有効である。近年ではタイングルーピングも簡単で安価なのでよく用いられている。この方法は鋼製のワイヤーで、まだ固まっていないコンクリート表層の表面を引っかくものである。

5.9.2 路面の平坦性

(1) 道路延長方向の平坦性

路面の平坦性はラフネスとプロファイルで測る。ラフネスは供用性の指標となりプロファイルは交通安全の観点から見た補修限界の指標となる。日本ではプロファイルの限界値として、高速道路では8mプロフィロメーターによる9.0mm/Km (Pr I)、幹線道路では3mプロフィロメーターによる5.0mm(σ)が採用されている。また、段差(例えば橋梁端部)の限度値は高速道路で10～30mm、幹線道路で15～40mmとなっている。

(2) 舗装のわだち堀れ

舗装のわだち堀れは横断方向のプロファイルで計測する。日本では、わだちの限度値として、高速道路2.5mm、幹線道路3.0～4.0mm、その他の道路4.0～5.0mmとなっている。

第6章 交通安全計画

第6章 交通安全計画

6.1 交通安全計画の手順

6.1.1 概説

交通事故問題は複雑で、道路利用者、交通警察、道路管理者が一体となって総合的な対策と取り組むことによって抑止し得る。この観点から、道路管理者による交通安全計画は、関連諸機関と密接な協力のもとに実施されなければならない。

交通安全施設計画は、改良工事を必要とする危険区間に対し、効果的かつ現実的な対策を立て、詳細設計および工事費の積算を含む実施計画をつくりあげることである。

ある地点の交通安全対策は、一般的に次の段階を経て計画を立てられる。

- 改善を必要とする箇所を選定
- 交通事故に関する資料および情報の収集とその分析
- 主要な事故原因および事故形態の明確化
- 当該地点に適用可能な安全対策の決定
- 実施計画の立案

6.1.2 手順

(1) 地点の選定

交通安全対策のための事業費は、準備出来る資金を上廻るのが普通である。その限られた投資源資を有効に活かすために、危険度が高い道路区間の優先度が高くなるように危険区間を選定すべきである。したがって、正しい技術的手法にもとづいて、適当な期間（5年）の中期計画を確立し、その中期計画の枠組の中で優先度の高い地区を選ぶのが望ましい。

優先区間を選ぶために、事故ヒストグラムをつくること、および危険区間判別法を用いることは非常に有益である。

また、DOHのDistrict Officeの術者、警察官や地域住民の意見を聞くことは、その地域の要望を把握するための基本となる。

最終的に安全計画を実施する場所を決める場合、DOHの本局において、各関連部門が協調することが、二重の投資をさける意味で重要なことである。

(2) 資料の収集分析

安全施設工事を計画するに当っては、事故データがあることが必須条件である。HPDが管轄する道路区間については、DOHで基本的なデータが得られる。その他の道路につ

いては第3章で述べた方法を採用する必要がある。

道路条件に関しては、得られる情報は非常に限定されている。したがって、District Office またはDOHの職員によって、舗装の状態、線形、安全施設の現況、道路周辺の土地利用等の情報を調査しなければならない。

危険区間を正確に指定し、事故の特徴や主な原因を把握し、可能ならば、道路上の欠陥を見つけるために、得られたデータおよび情報は綿密に分析されるべきである。

(3) 事故原因と事故形態の明確化

交通事故は複雑な原因がからみ合っ起り、しかも、道路条件に帰することが出来ない原因で起るものもある。このため、危険区間が選ばれたとき、その場所における事故データの綿密な分析によって、事故の原因を明らかにすると同時に、安全施設工事をすることが有効かどうかを知る必要がある。

分析は、事故記録、事故図、位置図、道路条件を用いて行なうことが出来、それによってその地点での主な事故原因が明確になる。

交通事故は偶発的な現象であり、その事故現場に特有な対策によって防ぐべきものであるけれども、大部分は、事故形態と事故対策の間には共通する関連性が見い出せる。

交通事故は、Table 6.1 に示す事故形態別に類系化出来、その事故形態に対応出来る対策は後に示す指針の中から選び出せる。

(4) 安全対策の決定

ある危険区間に適用し得る対策案はいくつの案が考えられる。最終対策案の決定に当っては、現状の安全施設、交通規則、交通の特性、道路条件それに投資可能な資金を勘案し考え得る対策案の中から適切な対策案もしくはその組合せを選ばなければならない。第5章に述べた技術指針もまた参考にすべきである。

Table 6.1 Comparison of "Accident Patterns" and Collision Diagram Code by DOH

Accident Pattern	Collision Diagram Code (DOH)
10. <u>Vehicle vs. Pedestrian</u>	
11. Hit pedestrian walking along carriageway	05,06
12. Hit pedestrian crossing carriageway at intersection	07
13. Hit pedestrian crossing carriageway at crosswalk	09
14. Hit pedestrian crossing carriageway other than crosswalk	01,03
15. Hit pedestrian emerging on carriageway	02
16. Hit pedestrian playing on carriageway	04
17. Others	08
20. <u>Vehicle vs. Bicycle</u>	
21. Head on collision	19
22. Rear end collision	11
23. Side collision during crossing	12
24. Side collision during right turn	13,16
25. Side collision during left turn	-
26. Others	14,15,17,18
30. <u>Vehicle only</u>	
31. Off carriageway	71,72,73,74,75,76,78,81,82,83,84,86,87
32. Collision with parked vehicle	52,53,54
33. Collision with guard rail	55,56,79
34. Collision with electric pole	-
35. Collision with other objects	48,57,58
36. Others	59,91,92,93,94,95
40. <u>Vehicle vs. Vehicle</u>	
41. Head on collision	36,46,61,77,85,88
42. Rear end collision	33,35,37,38,51
43. Side collision during crossing	21,22,23,29,44
44. Side collision during right turn	24,25,26,31,32,41
45. Side collision during left turn	27,28,34
46. Side contact	42,43,47
47. Others	62,63,64,65,66,89
50. Unknown	96

* See Appendix 3.1

6.2 交通安全計画に対する指針

6.2.1 概 説

交通事故は、一般にいくつかの複数の原因から起っている。したがって、事故を防ぐための安全施設計画は、詳細な分析および各々の事故現場での調査に基づいて立案されるべきである。

交通事故に対する過去の調査の経験から、事故の形態と原因の間にはかなり関連性がある事は、よく知られている。これを道路形式別に見ると、この関係はもっと明らかである。これは、道路技術者が事故形態と道路形式毎に一連の安全計画を行うことを可能にしている。このことは非常に有用な手段となるものと期待出来る。すなわち、基本的な情報を持つ技術者が、所定の対策箇所に実際のかつ有効な対策をし得ることを意味する。

本章では、Figure 6.1 に示す道路形態別に、一連の交通安全計画案（交通安全計画指針）を準備した。この報告書に示す指針は標準化したものであり、種々の比較案が示されている。最終案は、道路条件、施設の設置基準、経済性等種々の要素を考慮し作成されるべきである。

さらに、次に述べる種々の安全対策は、すべての道路利用者が交通規則を十分守ったときに有効に働くことを忘れてはならない。

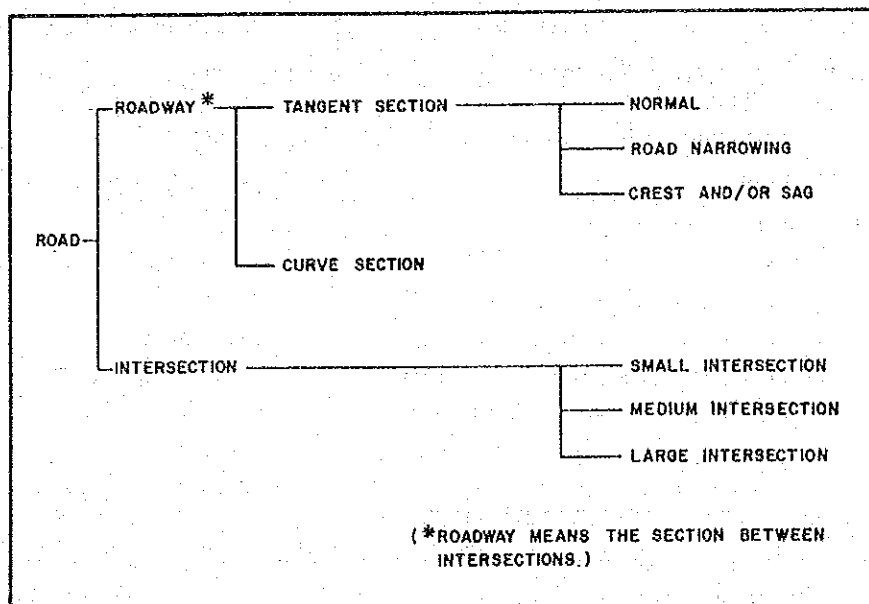


Figure 6.1 Road Classification by Type

6.2.2 単路部

(1) 単路部 - 直線部 / 一般部

直線部の一般的断面をもつ道路における典型的な事故形態は、

- 路外逸脱
- 正面衝突
- 追突
- 歩行者事故

である。これらの事故形態に対する主な安全対策を主な原因別にとまとめると Table 6.2 ~ 6.5 のとおりである。

Table 6.2 Safety Measures for Off-Carriageway Accident on Roadway; Tangent/Normal

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Excessive speeding	Limitation of running speed	Regulatory sign Pavement marking
Disorderly traffic flow	Ensurance of orderly traffic flow	Lane marking Delineator
Slippery and irregular surface	Treatment of surface	Skid resistant pavement Patching
-	Prevention of serious accident	Guardfence Improvement of shoulder

Table 6.3 Safety Measures for Head-on Collision on Roadway; Tangent/Normal

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Improper Overtaking	Restriction of overtaking	Regulatory sign Continuous center line Raised pavement marks Median
Excessive Speeding	Limitation of running speed	Regulatory sign Pavement marking

Table 6.4 Safety Measures for Rear-end Collision on Roadway; Tangent/Normal

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Interruption of smooth traffic flow	Separation of pedestrian and bicycle from vehicular traffic	Edge line Sidewalk Bicycle path
	Prevention of crossing by pedestrians	Crosswalk Crosswalk with traffic signal Pedestrian overpass Warning sign Guardfence
	Restriction of parking Separation of slower speed vehicles in congested area	Regulatory sign Marking on curbs Edge line Bus bay Frontage road
Disorderly traffic flow	Ensurance of traffic flow	Lane marking Guide sign
Improper Overtaking	Restriction of overtaking	Regulatory sign Continuous center line Raised pavement marks Median

Table 6.5 Safety Measures for Pedestrian Accident on Roadway; Tangent/Normal

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Random crossing on road	Provision of crossing facilities	Crosswalk Crosswalk with traffic signal Pedestrian overpass Warning sign Guardfence Lighting
Walking on Carriageway	Separation of pedestrian	Edge line Sidewalk

(2) 単路部-直線部/幅員縮小部

橋梁の取付部、車線数の変更する箇所など道路幅員がせばめられる箇所における典型的な事故形態は、

- 路外逸脱
- 追突

である。これらに対する安全対策を Table 6.6 に示す。

Table 6.6 Safety Measures for Off-Carriageway Accident and Rear-end Collision on Roadway; Tangent/Narrowing

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Sudden narrowing	Information of road condition Provision of visual guidance Ensurance of length for lane shifting	Warning sign Lighting Lane marking Delineator Lane marking
Improper merging	Clarifying the priority of lane	Pavement marking
Improper overtaking	Restriction of overtaking	Regulatory sign Continuous center line

(3) 単路部-直線部/サグ、クレスト

縦断線形が急に盛り上ったり、たれ下ったりする箇所に於ける典型的な事故形態は、

- 路外逸脱
- 正面衝突

である。これらの事故に対する安全対策は Table 6.7、6.8 に示す。

Table 6.7 Safety Measures for Off-Carriageway Accident on Roadway;
Tangent/Crest or Sag

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Excessive speeding	Provision of visual guidance Limitation of running speed Information of road condition	Lane marking Regulatory sign Pavement marking Warning sign
-	Prevention of serious accident	Guardfence Improvement of shoulder

Table 6.8 Safety Measures for Head-on Collision on Roadway;
Tangent/Crest, Sag

Causes of Accident	Safety Measures	Safety Devices
Improper overtaking	Restriction of overtaking	Regulatory sign Continuous center line Raised pavement marks Median
Excessive speeding	Limitation of running speed Information of road condition	Regulatory sign Pavement marking Warning sign

(4) 単路部 - 曲線部

曲線部における典型的な事故形態は、

- 路外逸脱
- 正面衝突

である。これらの事故に対する安全対策を Table 6.9、6.10 に示す。