

土木研究所資料

第1337号

道路反射鏡および区画線の
視認性に関する調査研究

昭和53年3月

建設省土木研究所
交通安全研究室

ま え が き

道路反射鏡は比較的視距が短い道路等において前方、あるいは側方の道路状況または鉄道状況を確認するための鏡であり、自動車運転者の視距確保に重要な役割を果し、交通事故防止に役立っている。

また、区画線は交通を整理、誘導するための極めて重要な交通管理施設である。区画線は、その優れた視認性により運転者に与える感覚的疲労が少なく、したがって安全かつ快適な走行を助けるとともに、その設置方法が比較的容易であること等の理由から、全国の道路で広く設置されている。

しかし、道路反射鏡の設置基準については現在のところ制定されておらず、各道路管理者の判断に委ねている。また区画線は、「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」（昭和35年12月17日、総理府、建設省令第3号）に基づいて設置、管理されている。しかし、最近の道路、交通状況の変化等の現状に照らして、道路反射鏡および区画線の技術基準作成のための技術的検討がなされるべき点も指摘されている。昭和52年度、当研究室では道路反射鏡および区画線の視認性について若干の試験を行ない検討したのでここに報告する。

昭和53年3月

交 通 安 全 研 究 室

室 長 栗 本 典 彦

研究員 高 木 正 幸

松 野 敏 行

目 次

まえがき

第Ⅰ編 道 路 反 射 鏡

第1章 道路反射鏡の現況	1
1-1 道路反射鏡の機能および構造	1
1-2 道路反射鏡の設置状況と問題点	1
第2章 道路反射鏡の見え方	3
2-1 試験目的	3
2-2 試験内容	3
2-2-1 試験条件	3
2-2-2 試験方法	3
2-3 試験結果および考察	5
2-3-1 走行速度と視線長との関係	5
2-3-2 曲率半径と視線長との関係	6
2-3-3 鏡面径と視線長との関係	10
第3章 道路反射鏡の結像および視界について	12
3-1 道路反射鏡の結像	12
3-1-1 横倍率の算出方法	12
3-1-2 横倍率の計算	16
3-2 道路反射鏡の視界	18
第4章 曲率半径の決定方法について	20
4-1 単路部	21
4-2 交差部	22
第5章 まとめ、および今後の問題	24

第Ⅱ編 区 画 線

第1章 マーキングの現況	25
1-1 マーキングの機能および分類	25
1-1-1 路面標示の種類	25
1-1-2 路面標示の設置	26
1-2 路面標示の分類および施工	26
1-2-1 路面標示の分類	26
1-2-2 路面標示の施工	28

1-3 反射式路面標示の効果	28
第2章 区画線の見え方試験	30
2-1 試験目的	30
2-2 試験内容	30
2-2-1 試験条件	30
2-2-2 試験方法	32
2-3 試験結果および考察	33
2-3-1 アンケート結果	33
2-3-2 視認距離と見え方との関係	33
2-3-3 視認距離と供試体	35
2-3-4 視認距離と輝度および反射率との関係	38
2-3-5 視認距離とガラスビーズとの関係	42
2-3-6 視力による見え方の違い	47
第3章 まとめ, および今後の問題点	50
あ と が き	51
参 考 資 料	53
道路反射鏡資料	
(I) 走行速度と視線長との関係(実験Ⅰ)	55
(II) " (実験Ⅱ)	59
(III) 曲率半径と視線長との関係(実験Ⅰ)	62
(IV) " (実験Ⅱ)	64
(V) 横倍率計算結果	65
区 画 線 資 料	
(VI) 見え方評価値の計算結果	66
(VII) 視認距離と評価値との関係	68
(VIII) 視認距離と供試体との関係	77
(IX) 視認距離と光度との関係	80
(X) 視力の違いによる視認距離と評価値との関係	82

第I編 道路反射鏡

第1章 道路反射鏡の現況

1-1 道路反射鏡の機能および構造

道路反射鏡は、道路法施行令第34条の第1号の3に「他の車両または歩行者を確認するための鏡」と定められている。

道路は、十分な視距が確保されなければ、その道路は、安全性、快適性の上から不完全なものとなり、視距はすべての道路において確保されなければならない。道路構造令には設計速度に対応した視距が規定されているが、これは道路を新設し、または改築する場合に適用されるため、山間部等、未改良の道路、および交差部や鉄道の踏切り等で視距の不足している箇所が認められる。これらの区間においては、適切な視距がとれるよう道路改良を実施するのが望ましいが、種々の制約により、緊急に工事が行なえない場合は、視線誘導標、防護柵、あるいは、道路標識等の適切な設置に加えて道路反射鏡による前方および側方の道路状況または鉄道状況を確認することが有効となる。道路反射鏡は凸面鏡であるため正立像となり、また視界が平面鏡より大きく屈曲、屈折部の道路状況の確認には有効な手段である。

一般に道路反射鏡は図-1.1に示すように鏡面と支柱からなっている。

道路反射鏡の形式は図-1.1に示すような丸形一面鏡の他、角形、楕円形があり、それぞれ一面鏡、二面鏡がある。

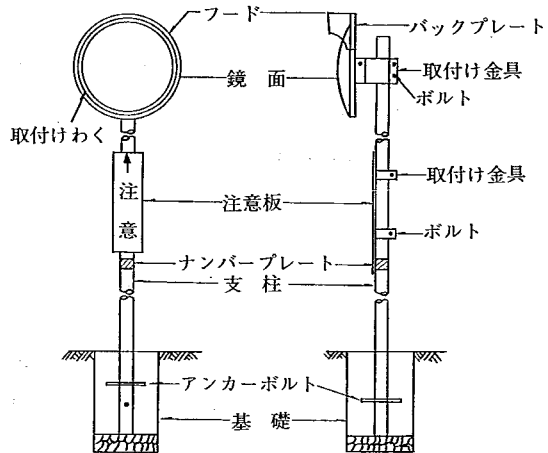


図-1.1 道路反射鏡の各部名称

鏡面形状および鏡面径は視界を決定する大きな要因であり、曲率半径は視界および結像に多大な影響を及ぼすため、それらは道路反射鏡を設置する交通状況、道路状況により決定する必要がある。

支柱および基礎は、主として風圧力に対して十分安全である構造、形状でなければならない。

1-2 道路反射鏡の設置状況と問題点

道路反射鏡は、設置が簡略で、かつ前方、側方の道路状況等を確認するための有効な手段であることから

(1) 未線形改良の道路

(2) 見通しの悪い交差点、踏切

(3) 各種施設からの乗入箇所

等、視距の不足している区間において、全国の道路で多数使用されている。

(写真-1.1)

道路反射鏡の技術基準は現在のところ制定されていないため、各道路異なった曲率半径の道路反射鏡を設置している。そのため、距離感がつかみにくい等の問題があり、それら問題点を列挙すると次のとおりである。

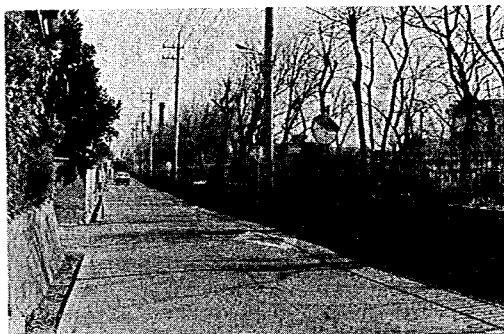


写真-1.1 道路反射鏡の設置状況

(1) 道路状況、交通状況と曲率半径との関係

反射鏡の結像は曲率半径に大きく左右されるため設置場所の道路・交通状況に合った曲率半径を選ぶ必要がある。すなわち一定規格の幹線道路と交差する街路等との交差点に設置する道路反射鏡はほとんど同じ曲率半径にすることが、より距離感を把みやすいであろう。

(2) 反射鏡の反射効率

反射鏡の映像は、鮮明でなければならないが、一般に、反射鏡設置後経時とともに汚れ等により映像が不鮮明となる傾向がある。映像が鮮明であるためには、鏡面にヒビがないことはもちろん、反射効率が高いことが肝要である。またこの反射効率は、経時変化の少ないことも必要でありホコリ、ゴミ、および気象の変化等に対しても低下率は、きわめて小さくなければならない。その他、寒冷地、霧中においても鏡面の曇り等が、出来るだけ少ないのが望ましい。



写真-1.2 道路反射鏡の好ましくない設置例

(3) 反射鏡の割れ、およびヒズミ（強度）

反射鏡は路側に路面より2.5m上方に設置されるため、車両に飛ばされた小石等が当たる場合、その他、イタズラ等もあり、それらに対して割れ、およびヒズミ等がほとんど無いような強度を所持するのが望ましい。その他、反射鏡の設置場所は他の施設の陰にならないよう十分留意しなければならない。(写真-1.2)

以上述べた様な問題点があるが、当研究室では、(1)道路状況、交通状況と曲率半径との関係について検討を行なったので次章に述べる。

第2章 道路反射鏡の見え方

2-1 試 験 目 的

道路反射鏡はそれぞれ設置場所の条件に適合したものを選択しなければならないが、まず問題となるのは、その曲率半径であろう。そのため各曲率半径における被験車の視線長（映像の確認距離）を知るために、走行車による視認試験を行なった。

2-2 試 験 内 容

2-2-1 試 験 条 件

試験条件は、次のとおりである。

- (1) 場 所： 土木研究所千葉支所試験走路
- (2) 期 日： 昭和52年11月16日～11月17日
- (3) 車 両： 標的車 クラウンカスタム（ブルー）
実験車 コロナ（3台）
- (4) 供 試 体： 表-1.1 に示すとおりである。

表-1.1 供 試 体 の 種 類

1) 丸 形

材 質 記 号 諸元	ス	ア	ス	ア	ス	ア	P・C	ア	ス
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
直 径	600	〃	〃	800	〃	〃	1000	〃	〃
曲 率 半 径	1500	2200	3000	2200	3000	3200	2200	3600	4500

2) 角 形

材 質 記 号 諸元	ア	ア	ス	化学強化ガラス	ア	ス
	J	K	L	M	N	O
縦 × 横	500×600	〃	450×600	600×800	〃	〃
曲 率 半 径	2200	2600	3000	3800	2800	4000

材質：ス（ステンレス），ア（アクリル），P・C（ポリカーボネート）

2-2-2 試 験 方 法

(1) 実験Ⅰ：被験者が走行車両（実験車）に乗っている場合

- 1) 試験走路の脇に道路反射鏡を設置し、走路にはぼ90°方向、および80°方向に標的車を置いて、所定の速度で速行中の実験車から道路反射鏡を通じて標的車を確認できる位置を調べた（写真-1.3）。

- 2) 実験車は、定められた速度（20，40および60 km/h）で進入し，被験者（3名）が，道路反射鏡内の標的車の像を確認する位置を調べた。
- 3) 標的車は，図-1.2 に示す位置（4箇所）に置き，それぞれ2）で述べた実験を行なった。



写真-1.3 試験状況

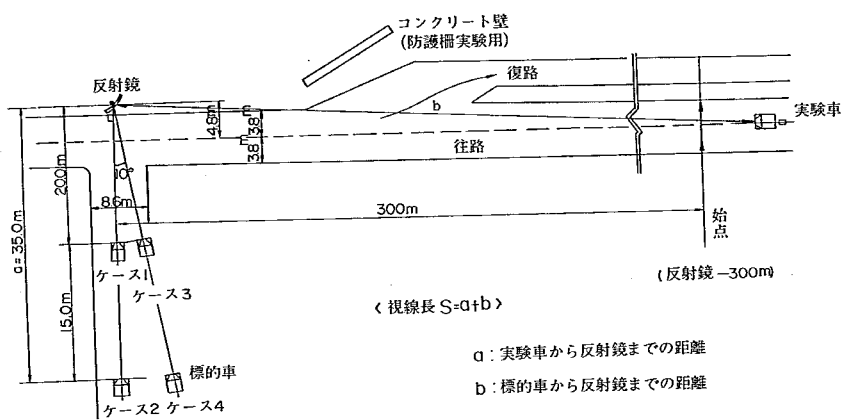


図-1.2 反射鏡の見え方試験方法

- (2) 実験2：被験者が(1)の場合の標的車に乗っている場合
- 1) 試験走路の脇に道路反射鏡を設定し，走路にはぼ90°方向に標的車（被験者が乗っている）を置いて，所定の速度で走行している実験車を道路反射鏡を通じて標的車から確認できる位置を調べた。
- 2) 実験車は，定められた速度（20，40，および60 km/h）で進入し，標的車に乗っている被験者が道路反射鏡内の実験車を確認した位置を調べた。
- 3) 標的車（被験車）は，図-1.2 に示すケース1およびケース2の位置（2箇所）に置きそれぞれ2）で述べた実験を行なった。なお，道路反射鏡からの実験車（走行中）の距離確認は，実験車に添乗している添乗員が，被験者から確認の合図を受けると同時に，試験走路に立てられた距離標を読み取る方法によった。

2-3 試験結果および考察

2-3-1 走行速度と視線長との関係

(1) 実験〔I〕

供試体は、15種類であるが、図-1.3 に供試体Aの走行速度と視線長との関係を示す。供試体B～供試体Oは参考資料(I)に示す。

ほとんどの供試体ともケース1～ケース4全て、走行速度が速くなれば視線長 S ($S = a + b$, a : 実験車から反射鏡までの距離, b : 標的車から反射鏡までの距離)は、短くなる傾向が認められ、その低下の程度は、ほとんど同じである。標的車の位置による視線長の変化は、供試体Aについては標的車が道路反射鏡に近い程、視線長が長くなる傾向が認められるが、他の供試体では、逆の場合もあり一概に決定しがたい。また車両の走行方向と標的車の置いてある方向の角度については、一般的な傾向は認められない。

(2) 実験〔II〕

供試体は10種類であるが、図-1.4 に供試体Aの走行速度と視線長との関係を示した。

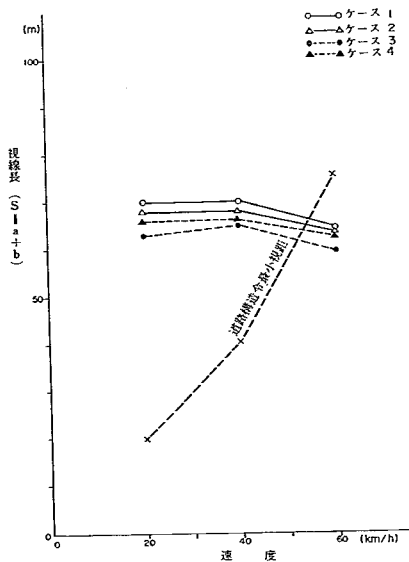


図-1.3 走行速度と視線長との関係
(実験I, 供試体A)

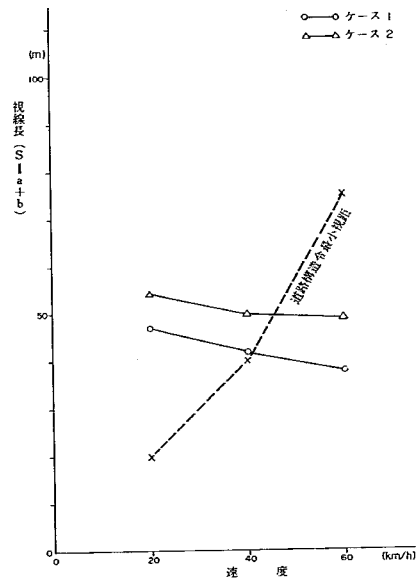


図-1.4 走行速度と視線長との関係
(実験II, 供試体A)

他の9供試体は参考資料(II)に示す。この場合も実験Iと同様に走行速度が速くなれば、視線長は短くなる傾向が認められる。また、本実験の場合は、全ての供試体とも、標的車の位置が道路反射鏡に近い程、視線長が長くなる傾向が認められた。図-1.3, 図-

1.4より、視線長は、同走行速度の場合には実験Ⅰの方が実験Ⅱに比し、長い傾向が認められる。すなわち被験者が走行している場合（標的車は停止）の方が、停止している車両にて走行車を確認する場合よりも、より長い視線長で確認できる傾向が認められる。しかしこれは、図-1.3（実験Ⅰ）、図-1.4（実験Ⅱ）の実験を行なった天候が異なっているため（図-1.3・曇、図-1.4・雨）このような結果になったと考えられる。供試体M、Oについて、実験Ⅰと実験Ⅱを比較すると（同一期日、雨）ほとんど視線長に差異は認められない。

次に道路構造令で規定されている視距との関係を見ると、供試体Aは、実験Ⅰ（曇天）の場合 50 km/h 以上、実験Ⅱ（雨天）の場合 40 km/h 以上の走行速度においては視距の不足を補うことは困難であろう。しかし、他の供試体、すなわち曲率半径の大きいものは、その不足を補うことは可能である。これについては、2-3-2で述べる。

2-3-2 曲率半径と視線長との関係

(1) 実験Ⅰ

一般に、曲率半径が大きくなるにつれ視線長は長くなるが、図-1.5は円形の道路反射鏡の曲率半径と視線長との関係を示したものである。

角形については参考資料(Ⅲ)に示す。

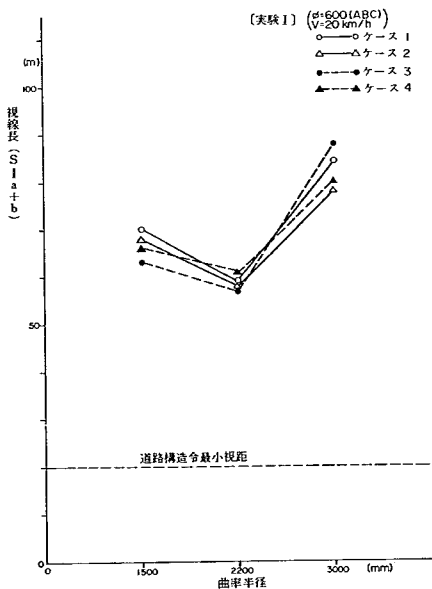


図-1.5 曲率半径と視線長との関係(1)

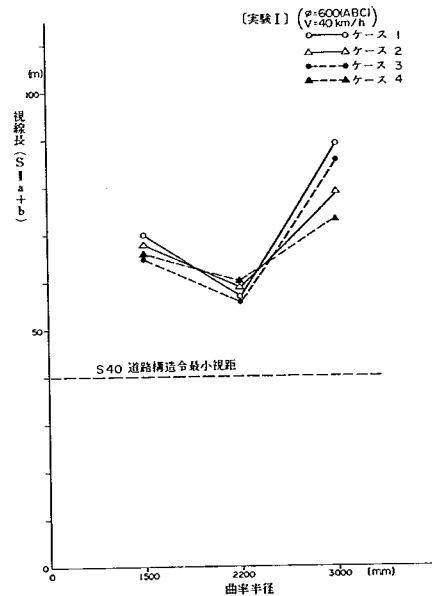


図-1.5 曲率半径と視線長との関係(2)

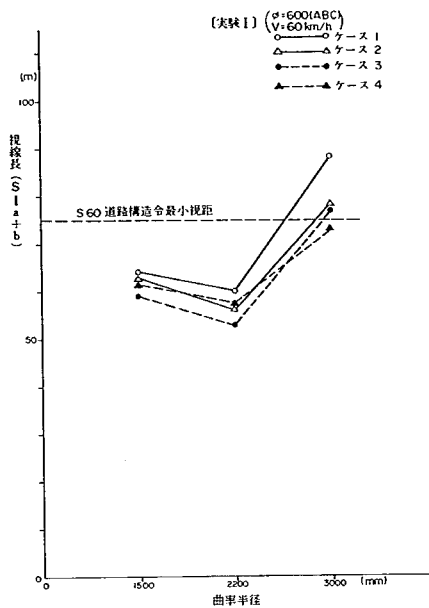


図-1.5 曲率半径と視線長との関係 (3)

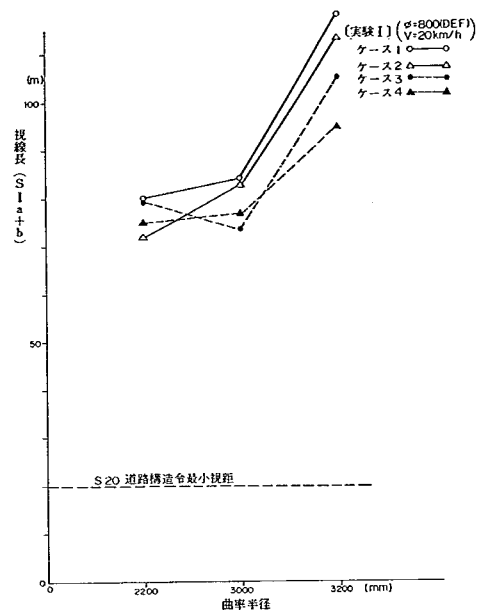


図-1.5 曲率半径と視線長との関係 (4)

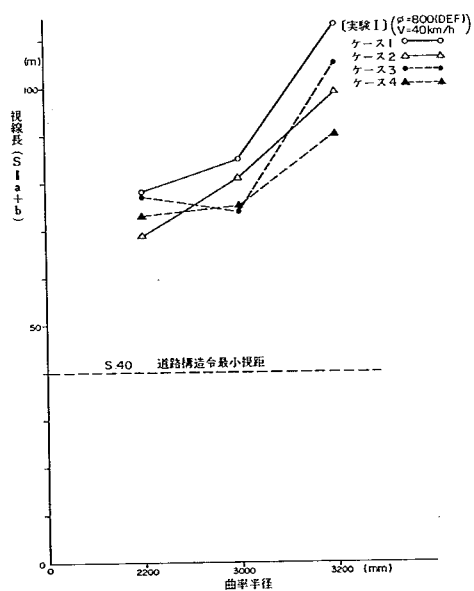


図-1.5 曲率半径と視線長との関係 (5)

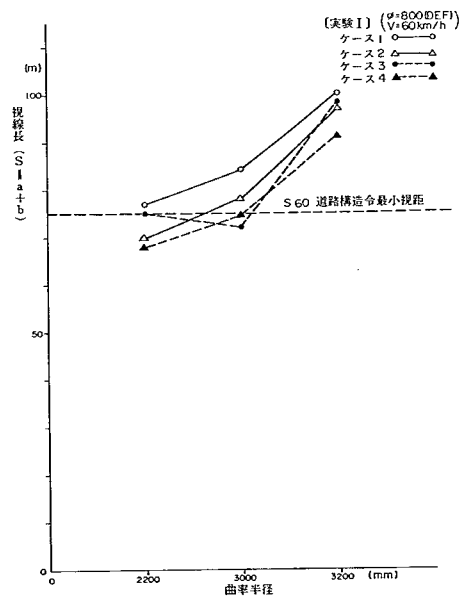
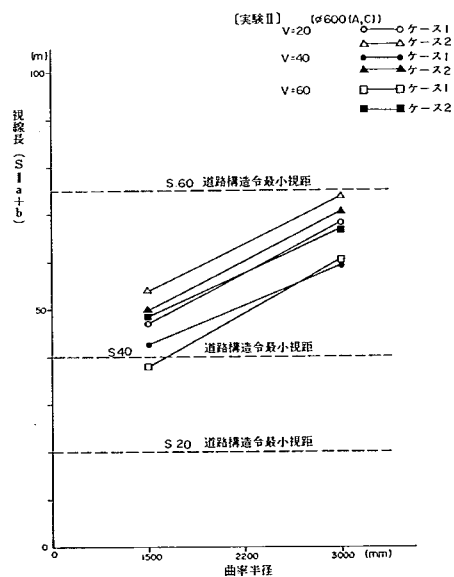
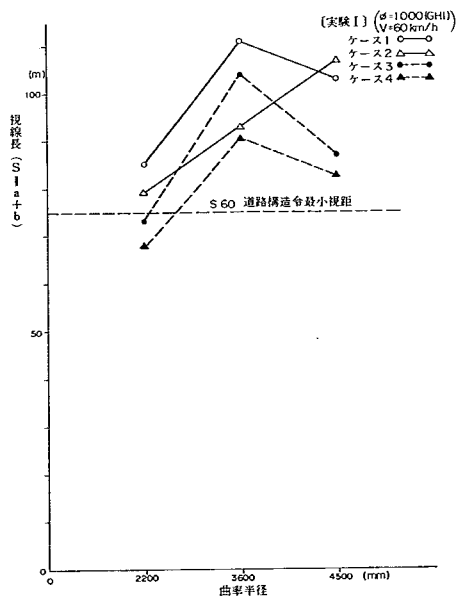
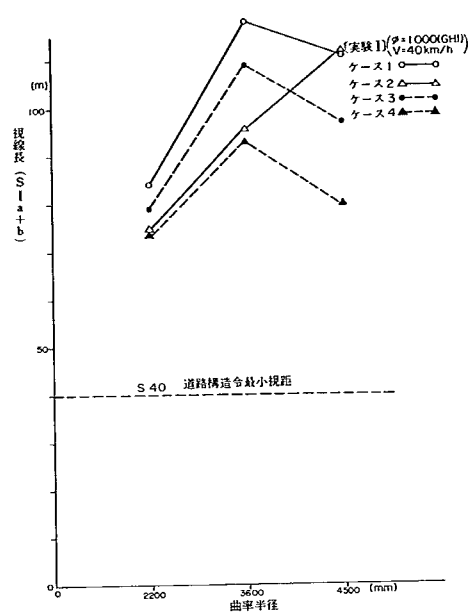
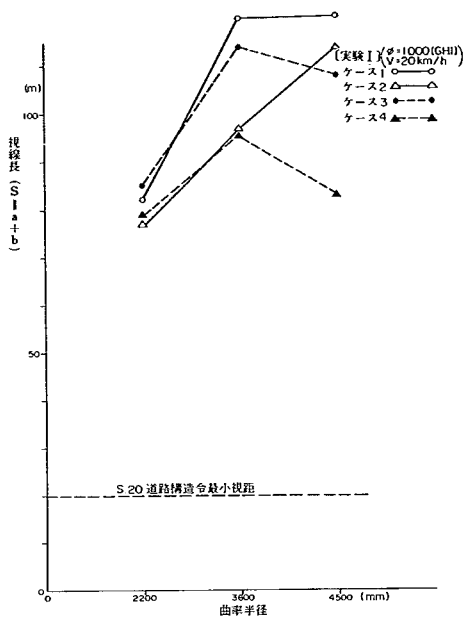


図-1.5 曲率半径と視線長との関係 (6)



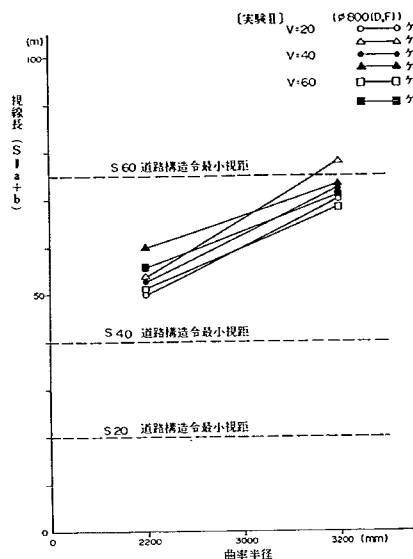


図-1.6 曲率半径と視線長との関係 (2)

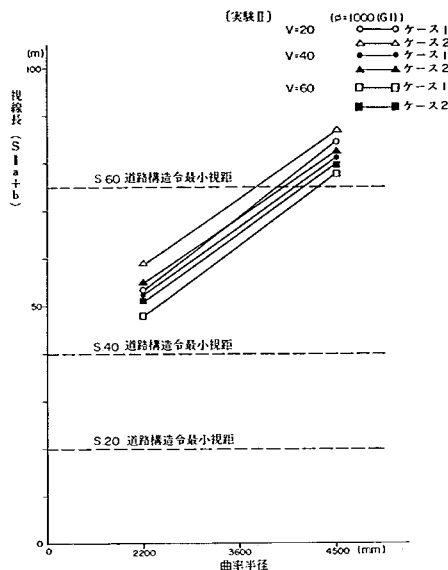


図-1.6 曲率半径と視線長との関係 (3)

総合的にみると、本実験では、曲率半径の増加に伴ない、視線長は長くなる傾向が認められる。供試体 B ($R=2200$) および供試体 I ($R=4500$) は上記と若干異なった傾向を示したが、これは、被験者の映像確認の判断のパラツキと考えられる。

道路構造令の最小視距と視線長との関係をみると、走行速度 20 km/h および 40 km/h の場合は、全ての供試体ともそれらの視距を確保することができる。

しかし走行速度 60 km/h の場合には、曲率半径の小さな供試体 ($R=3000$ 以下) は、視距の確保が困難である。曲率半径 3000 の反射鏡はケース 3 およびケース 4 (車の走行方向と標的車の置いてある方向の角度が 80°) の時、その視距を確保することは困難な場合も認められる。曲率半径が 3200 以上であれば全てのケースとも、 60 km/h の場合の視距を確保することは可能である。

すなわち、道路反射鏡を設置する場合は、その設置場所に応じた曲率半径を持った反射鏡を設置することが肝要である。

(2) 実験 (Ⅱ)

図-1.6 は、実験Ⅱにおける円形反射鏡の曲率半径と視線長との関係を示したものである。この実験日の天候は雨であったため、晴天に比べ視線長は短い値となっている。すなわち、悪条件下における道路反射鏡の視距確保状況を示すものであり、一般の場合とは若干傾向が異なる。角形反射鏡については、参考資料 (Ⅳ) に示す。本実験において全ての供試体が走行速度

20 km/h および 40 km/h の場合は、それぞれの走行速度の道路構造令最小視距以上の視線長を有しており、これらの走行速度の道路では、本実験に使用した反射鏡は、全てその場所への設置が可能である。しかし、走行速度 60 km/h の場合は、道路構造令最小視距以上の視線長を有する反射鏡は、曲率半径 4500 mm（鏡面径 1000 mm）のみであり、他の反射鏡は、その視距を補うことは、困難であろう。ただし、本実験は、雨天時に行なったためこのような結果になったと考えられ、晴天時には、より視線長は長いと推察される。晴天時には、曲率半径が 4500 mm のみでなく、 $R=3600$ 、または $R=3200$ 程度で走行速度 60 km/h の場合の最小視距以上の視線長を保持するものと考えられるが、これは実験〔I〕の結果に表われている。

2-3-3 鏡面径と視線長との関係

(1) 実験〔I〕

反射鏡の大きさ（鏡面径）は、視界に大きな影響を及ぼし、結像には特に影響を及ぼさない要因であるが、図-1.7 に示した鏡面径と視線長との関係をみると（曲率半径は全て 2200 mm）鏡面径が大きくなるにつれ視線長は長くなる傾向が、認められる。これは、映像の大きさは、各反射鏡とも同じであるが、被験者は、道路反射鏡が大きい程、それ自体を発見しやすく、反射鏡内の標的車の映像の視認が容易になるためと推察される。

現道に設置する反射鏡の大きさは、本実験により鏡面径が大きい程、視線長は長くなる傾向

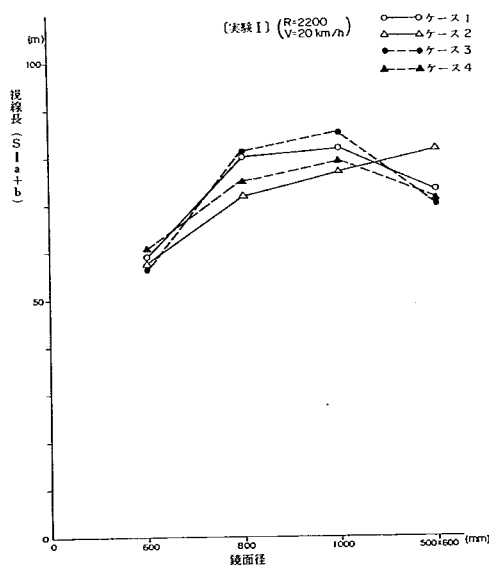


図-1.7 鏡面径と視線長との関係(1)

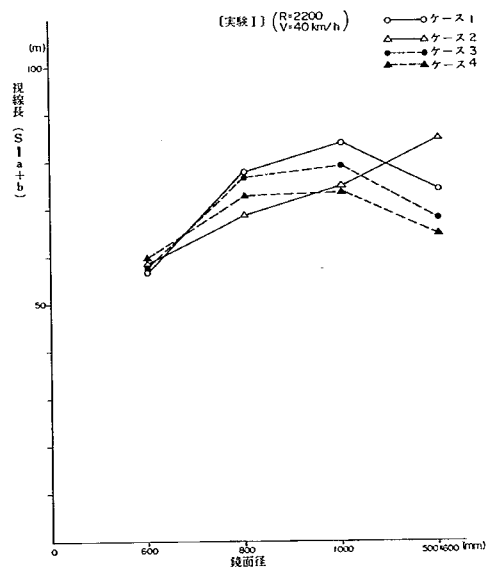


図-1.7 鏡面径と視線長との関係(2)

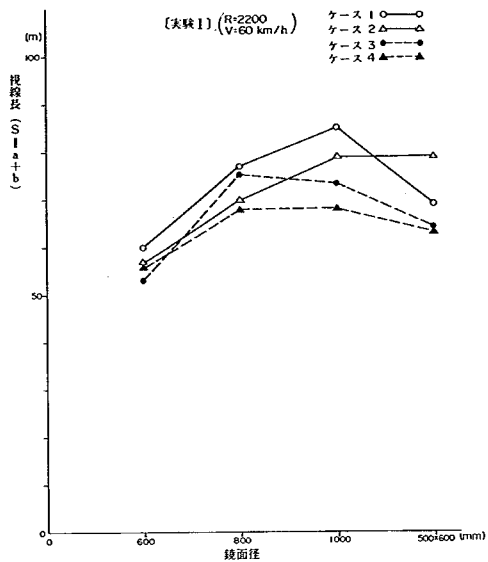


図 1.7 鏡面径と視線長との関係(3)

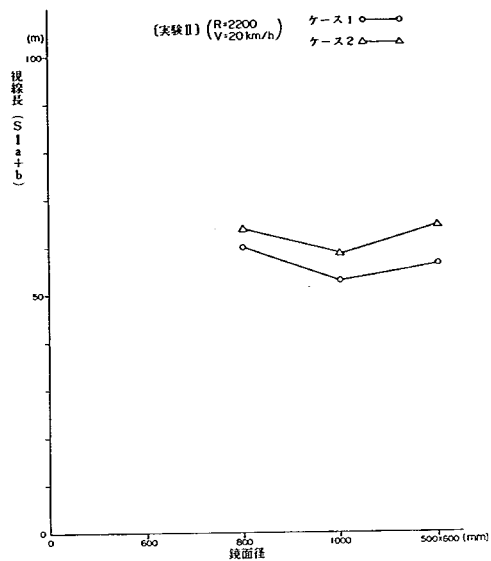


図 1.8 鏡面径と視線長との関係(1)

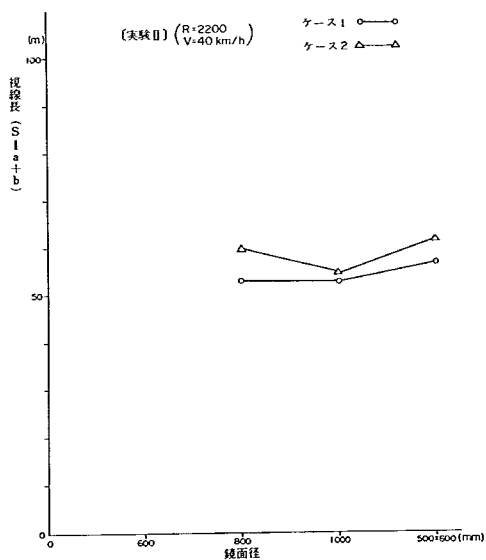


図 1.8 鏡面径と視線長との関係(2)

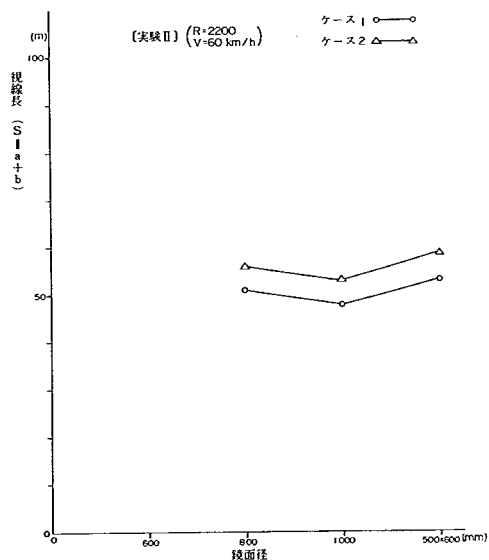


図 1.8 鏡面径と視線長との関係(3)

が認められたことから、視界の面も考慮して、大きい反射鏡を設置するのが、より好ましいと考えられるが、これは経済性、占有面積、および道路景観等も合せ検討することが必要である。

(2) 実験〔Ⅱ〕

図-1.8 は実験Ⅱの場合の鏡面径と視線長との関係を示したものであるが、この場合は、特にきわだった傾向は認められない。これは、被験者が停止した状態であるため、道路反射鏡の発見に際しては、その大きさはほとんど影響しなく（常時、反射鏡を見ている。）反射鏡内の走行車の映像の大きさのみにより視線長が求められたためと考えられる。

すなわち映像の大きさは、鏡面径に左右されず（この場合、曲率半径は、2200 mm と一定）、同じ距離の車両は、全ての供試体とも同じ大きさの映像であるため、視線長に変化は認められなかったと推察される。

第3章 道路反射鏡の結像および視界について

3-1 道路反射鏡の結像

3-1-1 横倍率の算出方法

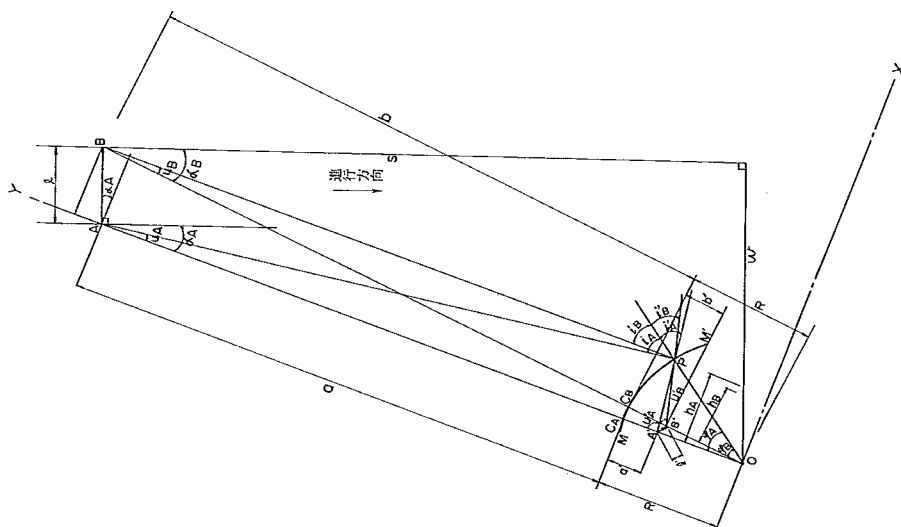


図-1.9 道路反射鏡の結像

図-1.9 は、路肩に設置された道路反射鏡による物体の像の求め方を示したものである。すなわち反射鏡MM' (曲率半径R) の極Oから道路方向に距離S離れた位置にある物体ABの像A'B'を図に示した符号で求めようとするものである。

ただし、

W: 球心Oから物体ABの進行方向に垂ろした垂線との交点までの距離

S: 球心Oから物体ABまでの進行方向に測った距離

R: 曲率半径

a: 極O_Aから物点Aまでの距離

b: 極O_Bから物点Bまでの距離

ℓ: 物体ABの長さ

ℓ': 物体ABの像A'B'の長さ

U_A, U_B: 入射光線と主軸との間の角

U'_A, U'_B: 射出光線と主軸との間の角

α_A, α_B: 物体ABの進行方向と主軸との間の角

図-1.9 のように設置した反射鏡について物体AB=ℓに対する像A'B'=ℓ'の長さの比(横倍率) $m = \frac{\ell'}{\ell}$ を求める。

A点の像点A'を求める。

$$\triangle APO \text{ において } \frac{\sin U_A}{R} = \frac{\sin i_A}{a+R} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$\triangle POA' \text{ において } \frac{\sin U'_A}{R} = \frac{\sin i'_A}{R-a'} \dots\dots\dots (1.2)$$

$$\text{ここで } i_A = i'_A \quad U'_A = \varphi_A + i'_A \quad U_A + \varphi_A = i_A$$

$$\varphi_A = i_A - U_A \quad \therefore U'_A = 2i_A - U_A$$

$$\text{式(1.1)より } i_A = \sin^{-1} \left(\frac{a+R}{R} \sin U_A \right)$$

$$\therefore U'_A = 2 \sin^{-1} \left(\frac{a+R}{R} \sin U_A \right) - U_A \dots\dots\dots (1.3)$$

$$\text{又は } \sin \frac{U'_A + U_A}{2} = \frac{a+R}{R} \sin U_A \dots\dots\dots (1.3')$$

$$\text{式(1.2)より } R - a' = \frac{\sin i'_A}{\sin U'_A} R = (a+R) \frac{\sin U_A}{\sin U'_A}$$

$$\therefore a' = R - (a+R) \frac{\sin U_A}{\sin U'_A} \dots\dots\dots (1.4)$$

ここで角度がある程度小さければ

$$\sin \alpha \approx \alpha, \quad \tan \alpha \approx \alpha, \quad \cos \alpha \approx 1 \text{ であるから}$$

$$\text{式(1.4)は、} a' = R - (a+R) \frac{U_A}{U'_A} \dots\dots\dots (1.5)$$

$$\text{式(1.3')は、} \frac{U'_A + U_A}{2} = \frac{a+R}{R} U_A \dots\dots\dots (1.6)$$

$$\therefore \frac{U'_A}{U_A} = \frac{2a+R}{R} \dots\dots\dots (1.6')$$

$$\text{式 (1.5), 式 (1.6) より } a' = \frac{aR}{2a+R} \dots\dots\dots (1.7)$$

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{2}{R} \dots\dots\dots (1.8) \text{ となる。}$$

なお、一般に球面鏡において

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{2}{R} \dots\dots\dots (1.9)$$

が成立するが、式 (1.8) は凸面鏡の場合に a, a', R とも正の数を代入すれば、図-1.9 に示した箇所に像ができることを示すものである。

これに対し、式 (1.9) を凸面鏡に用いる場合は $a < 0, a' > 0, R > 0$ として数値を代入する必要がある。

次に B 点の像点 B' を求める。

$$\triangle BPO \text{ において } \frac{\sin U_B}{R} = \frac{\sin i_B}{b+R} \dots\dots\dots (1.10)$$

$$\triangle POB' \text{ において } \frac{\sin U'_B}{R} = \frac{\sin i'_B}{R-b'} \dots\dots\dots (1.11)$$

$$U'_B = 2i_B - U_B$$

$$\text{式 (1.10) より } i_B = \sin^{-1} \left(\frac{b+R}{R} \sin U_B \right)$$

$$\therefore U'_B = 2 \sin^{-1} \left(\frac{b+R}{R} \sin U_B \right) - U_B \dots\dots\dots (1.12)$$

$$\text{又は, } \sin \frac{U'_B + U_B}{2} = \frac{b+R}{R} \sin U_B \dots\dots\dots (1.12')$$

$$\text{式 (1.11) より } R-b' = (b+R) \frac{\sin U_B}{\sin U'_B}$$

$$\therefore b' = R - (b+R) \frac{\sin U_B}{\sin U'_B} \dots\dots\dots (1.13)$$

角度が小さい場合

$$\frac{1}{b'} - \frac{1}{b} = \frac{2}{R} \dots\dots\dots (1.14)$$

次に a', b', U'_B より $\ell' = A'B'$ を求める。

球心 O を原点とし OA を Y 軸とする座標を考えると各点は、次の様に表わされる。

O (0, 0), C_A (0, R), A (0, R+a), A' (0, R-a')

C_B (式 (1.17) で示すとおり), B ($\ell \cos \alpha_A, R+a+\ell \sin \alpha_A$), B (式 (1.19) で示すとおり)

ここで

W, S は既知であるから

$$\alpha_A = \tan^{-1} \frac{W-\ell}{S}, \quad \alpha_B = \tan^{-1} \frac{W}{S}$$

鏡面MM'は次式で表わされる。

$$x^2 + y^2 = R^2 \quad \dots\dots\dots (1.15)$$

直線OBは次式で表わされる。

$$y = a_1 x + b_1$$

この直線は、O (0, 0), B (ℓ cos α_A, R + a + ℓ sin α_A) の2点を通ることから

$$b_1 = 0$$

$$\therefore R + a + \ell \sin \alpha_A = a_1 \ell \cos \alpha_A$$

$$y = \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right) x \quad \dots\dots\dots (1.16)$$

式 (1.15), 式 (1.16) より点C_Bの座標を求める。

$$\begin{aligned} x^2 + \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right)^2 x^2 &= R^2 \\ \therefore x &= \frac{R \ell \cos \alpha_A}{\sqrt{(R+a)(R+a+2\ell \cos \alpha_A \cdot \tan \alpha_A) + \ell^2}} \\ y &= \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right) \frac{R \ell \cos \alpha_A}{\sqrt{(R+a)(R+a+2\ell \cos \alpha_A \cdot \tan \alpha_A) + \ell^2}} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1.17)$$

次にB'の座標を求める。

B' (x_{B'}, y_{B'}) とする。

$$x_B'^2 + y_B'^2 = (R-b')^2 \quad \dots\dots\dots (1.18)$$

式 (1.16) より

$$\begin{aligned} y_B' &= \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right) x_B' \\ x_B'^2 + \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right)^2 x_B'^2 &= (R-b')^2 \\ \therefore x_B' &= \frac{\ell (R-b') \cos \alpha_A}{\sqrt{(R+a)(R+a+2\ell \cos \alpha_A \cdot \tan \alpha_A) + \ell^2}} \\ y_B' &= \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right) \frac{\ell (R-b') \cos \alpha_A}{\sqrt{(R+a)(R+a+2\ell \cos \alpha_A \cdot \tan \alpha_A) + \ell^2}} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1.19)$$

以上よりℓ' = A'B'を求める。

$$\ell' = \sqrt{(x_B' - 0)^2 + \{ y_B' - (R-a') \}^2}$$

$$\text{ここで } \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right) = F$$

$$(R+a)(R+a+2\ell \cos \alpha_A) + \ell^2 = G \quad \text{とすると}$$

$$\frac{\ell'}{\ell} = \sqrt{\frac{\ell^2 (R-b')^2 \cos^2 \alpha_A (1+F^2) - (R-a')\sqrt{G} \{2F\ell(R-b') \cos \alpha_A - (R-a')\sqrt{G}\}}{G\ell^2}} \quad (1.20)$$

以上をまとめ具体的な計算順序を示すと

$$a \doteq \sqrt{(W-\ell)^2 + S^2} - R \quad b = \sqrt{W^2 + S^2} - R$$

$$U_A = \tan^{-1} \frac{h_A}{a} \quad U_B \doteq \tan^{-1} \frac{h_B}{b}$$

より a , b , U_A , U_B を求め次式に代入する。

$$U_A' = 2 \sin^{-1} \left(\frac{a+R}{R} \sin U_A \right) - U_A \quad (1.3)$$

$$\therefore a' = R - (a+R) \frac{\sin U_A}{\sin U_A'} \quad (1.4)$$

同様に

$$U_B' = 2 \sin^{-1} \left(\frac{b+R}{R} \sin U_B \right) - U_B \quad (1.12)$$

$$b' = R - (b+R) \frac{\sin U_B}{\sin U_B'} \quad (1.13)$$

これより横倍率 $m = \frac{\ell'}{\ell}$ を次式より求める。

$$\frac{\ell'}{\ell} = \sqrt{\frac{\ell^2 (R-b')^2 \cos^2 \alpha_A (1+F^2) - (R-a')\sqrt{G} \{2F\ell(R-b') \cos \alpha_A - (R-a')\sqrt{G}\}}{G\ell^2}} \quad (1.20)$$

また, ℓ' は次式によっても求めることができる。

$$\ell' = \sqrt{(R-a')^2 + (R-b')^2 - 2(R-a')(R-b') \cos \{90^\circ - \tan^{-1} \left(\frac{R+a}{\ell \cos \alpha_A} + \tan \alpha_A \right)\}} \quad (1.21)$$

以上より, 像の大きさ ℓ' は, R , a' , b' , ℓ , a , α_A の関数で表わされることが導かれた。

3-1-2 横倍率の計算

図-1.10 に示すような状況の場合にそれぞれ数値を代入して計算する。

$$R = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 \text{ m}$$

$$\ell = 1.7, 2.5 \text{ m}$$

$$W = 7.0 + 0.707 R$$

$$S = 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 \text{ m}$$

それぞれの計算結果は, 参考資料 (V) に示す。

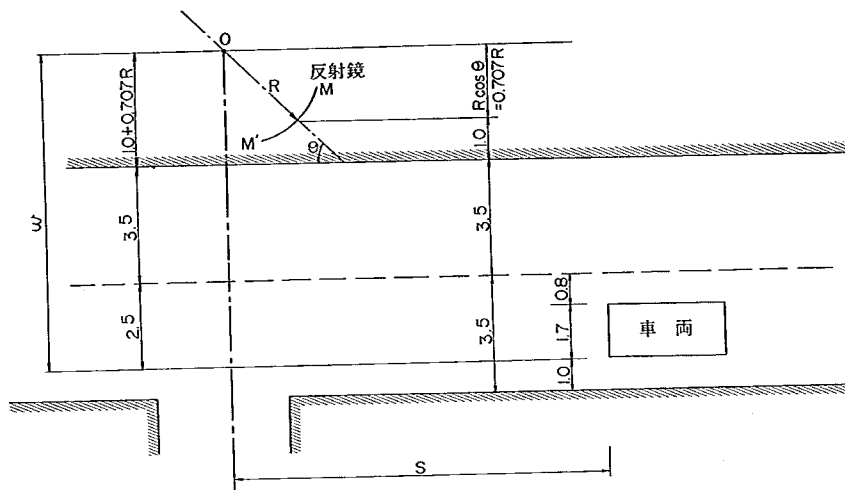


図-1.10 横倍率計算例

(1) 曲率半径と横倍率との関係

図-1.11は曲率半径と横倍率との関係を示したものである。図より、曲率半径が大きくなるにしたがい、横倍率は、大きくなる。したがって反射鏡内の標的車は、視認しやすくなり、これは、実験結果と合致している。距離が20m、物体の大きさ1.7mの時、曲率半径が1.5mの場合の横倍率 m は、約0.034であるか、曲率半径が3.0mになれば $m=0.067$ と約2倍の値である。距離が70mの時、 $R=1.5m \rightarrow m=0.011$, $R=3.0m \rightarrow m=0.022$ とこれも約2倍の横倍率である。したがって曲率半径が大きくなるにつれ結像も大きくなり視認しやすくなる。また横倍率の増加傾向は、球心からの距離 S が一定であれば、物体の大きさ L にはほとんど影響されず同一傾向を示す。しかし球心からの距離が異なれば

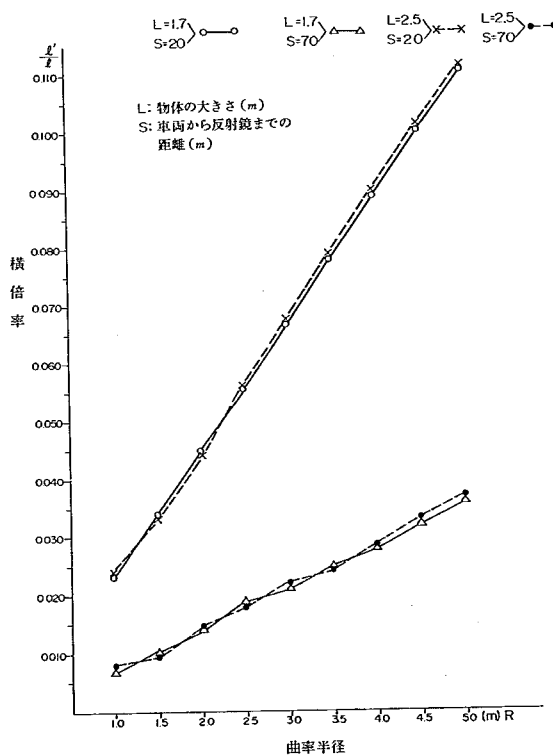


図-1.11 曲率半径と横倍率との関係

ただし、

α, β : 入射角

θ : 鏡の設置角度 (道路 y となす角)

D : 鏡 径

r : 曲率半径

φ : 視界の決め方

入射線 A, B は、道路 (Y 軸) と平行とすると視界 φ は次のように求められる。

$$\varphi + \alpha = \beta + (\beta - \alpha)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \theta - \sin^{-1} \frac{D}{2r} \\ \beta = \theta + \sin^{-1} \frac{D}{2r} \end{array} \right\} \text{より}$$

$$\varphi = 4 \sin^{-1} \frac{D}{2r} \dots\dots\dots (1.22)$$

$$\text{ただし } 0^\circ \leq |\theta| \leq 90^\circ - \sin^{-1} \frac{D}{2r}$$

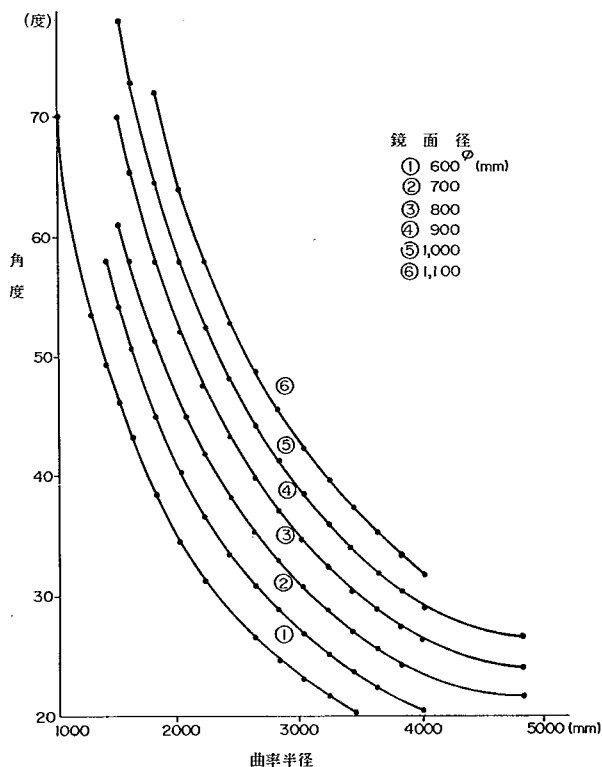


図-1.14 曲率半径と視界の関係

図-1.14 は、式 (1.22) を計算した結果である。これより鏡面径が大きく曲率半径の大きいもの程、視界は、大きい。また同じ鏡面径では、曲率半径の小さいもの程、視界は大きくなる。しかし視界が大きくなっても像の歪が大きくなり、それぞれ適切な曲率半径と鏡面径を選ぶことが肝要である。

図-1.15 は、鏡面より Y 軸方向に距離 L だけ離れた位置に視点を置いた場合の求め方を示したものである。

ただし、

a, b : 視点と鏡のなす角 (視角)

L : 鏡から視点までの距離

その他の符号は、図-1.13 と同じ

$$\varphi + \alpha = \beta + \{ (\beta - b) - (\alpha + a) \}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \theta - \sin^{-1} \frac{D}{2r} - a \\ \beta = \theta + \sin^{-1} \frac{D}{2r} + b \end{array} \right\} \text{より}$$

$$\varphi = 4 \sin^{-1} \frac{D}{2r} + (a + b) \cdots (1.23)$$

$$\text{ただし } 0^\circ \leq |\theta| \leq 90^\circ - \sin^{-1} \frac{D^2}{4rL} - \sin^{-1} \frac{D}{2r}$$

式 (1.23) は式 (1.22) に比べ

($a + b$) だけが広がることを意味しているが、この値は、 $L = 15 \text{ m}$ とすれば約 $3^\circ \sim 4^\circ$ 程度である。

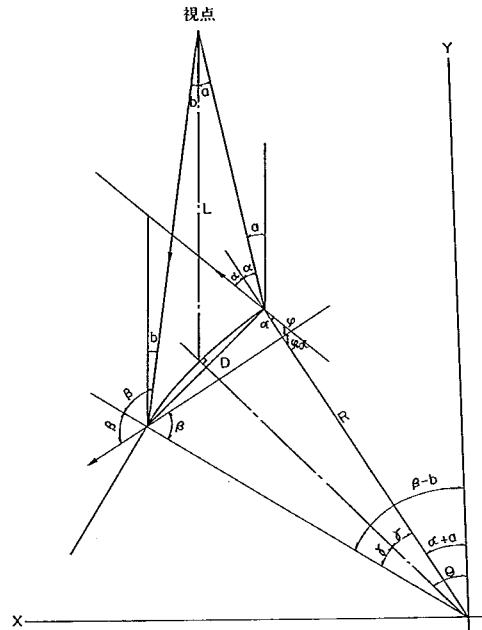


図-1.15 道路反射鏡の視界

以上より視界は次のような関係がある。

(1) 鏡面径一定の時 $r \propto \varphi$

(2) 曲率半径一定の時 $D \propto \varphi$

曲率半径が大きくなると視界 φ も大きくなるが、その反面、像に歪が大きくなり現われ像が急激に大きくなるといった錯覚を起こす恐れがあるため、適切な曲率半径を選ぶ必要がある。

第4章 曲率半径の決定方法について

道路に設置する反射鏡の曲率半径を選定するには、その道路の走行速度、規制速度、視距、曲率半径および幅員構成等を調査しなければならない。本章で検討する曲率半径の決定方法は、まず、視距が調査あるいは計算で求められた場合に、その視距を確保することができる反射鏡を選定することによって。

4-1 単 路 部

(1) 一 車 線 道 路

表-1.2 走行速度と曲率半径との関係

車両の速度 (km/h)	視 距 (m)	曲 率 半 径 (mm)
40	80	3,200
30	60	3,000
20	40	1,500

すれ違い余裕がない一車線道路では、対向する車両が互いに相手を確認して制動停止するために、道路構造令に定められた値の2倍の視距が必要となり、表-1.2に示す値以下の場所には道路反射鏡を設置し、視距を確保するのが望ましい。この場合、反射鏡の曲率半径の選定については、本実験より必要な視距以上の視線長を有した反射鏡とした。すなわち

1) 速度 $20\ km/h$

この場合は、視距 $40\ m$ 以上必要である。本実験に用いた供試体全てがその値を満足し、視距の確保は可能であるが、経済性、占有面積等を考慮し、曲率半径を $1500\ mm$ 以上とした。

2) 速度 $30\ km/h$

この場合の視距は $60\ m$ 以上である。本実験は走行速度 $30\ km/h$ は行なっていないため、 $40\ km/h$ の実験結果を参考に視線長 $60\ m$ 以上の曲率半径を選定した。その結果、曲率半径 $3000\ mm$ 以上であれば、視距不足を補うことは可能であるが 1) と同様の理由で $3000\ mm$ 以上とした。

3) 速度 $40\ km/h$

視距は $80\ m$ 以上必要となる。本実験の $40\ km/h$ 走行時の視線長 $80\ m$ 以上を有する曲率半径は $3200\ mm$ 以上であるが、1) と同様の理由で $3200\ mm$ 以上とした。

4) 速度 $50\ km/h$ 以上

表-1.2には規定しなかったが、これは、視距 $110\ m$ 以上必要となり、本実験に使用した反射鏡ではその視距を補うことは困難であり、また道路反射鏡が設置されている場所では、この速度をこえて走行することが好ましくなく、道路反射鏡以外の対策を講ずることが望ましいと考えられるためである。

(2) 2車線以上の道路

2車線以上の道路であっても、道路構造令に規定されている視距を確保するのが困難な道路が存在し、表-1.3に示す視距以下の場所には道路反射鏡を設置するのが望ましい。

表-1.3 走行速度と曲率半径との関係

車両の速度 (km/h)	視 距 (m)	曲 率 半 径 (mm)
60	75	3,200
50	55	3,000
40	40	1,500
30	30	1,500
20	20	1,500

1) 速度 20, 30, および $40 km/h$

この場合の視距はそれぞれ 20, 30, および $40 m$ 必要である。20 m および 30 m の視距は、本実験より曲率半径 1500 mm 以下でも確保できると推定されるが、数種の曲率半径の反射鏡を使用することは、かえって道路利用者の混乱を招く恐れがあるため 40 m の視距を保有する曲率半径 1500 mm 以上とした。

2) 速度 $50 km/h$

この場合の視距は 55 m 以上必要である。本実験は走行速度 $50 km/h$ は行なっていないため $60 km/h$ の実験結果を参考に視線長が 55 m 以上の曲率半径を選定した結果、曲率半径 3000 mm 以上であれば視距不足を補うことは可能である。

3) 速度 $60 km/h$

視距は、75 m 以上必要となる。本実験から $60 km/h$ 走行時の視線長 75 m 以上を有する曲率半径は、3200 mm 以上が適切と考えられる。

4-2 交 差 部

(1) 十 字 交 差 点

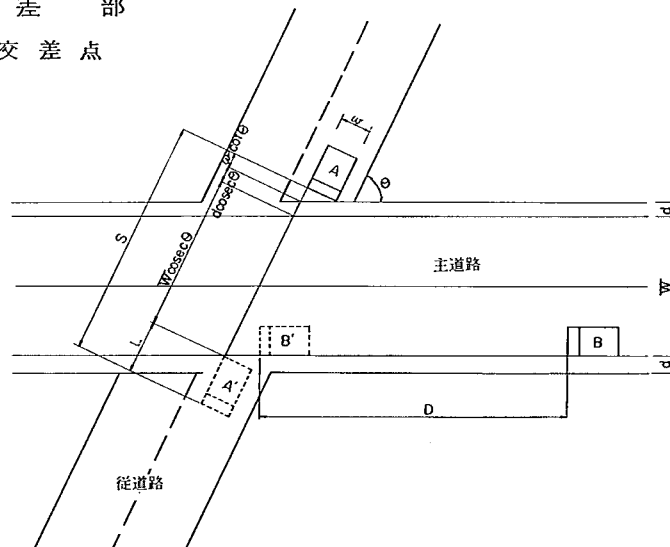


図-1.16 十 字 交 差 点

図-1.16に示すような十字交差点の従道路において見通す事ができる距離が次式において求められた値以下の場所には、道路反射鏡を設置するのが望ましい。

$$D = V (T + t) / 3.6 \dots\dots\dots (1.24)$$

式 (1.24) および図-1.16 において

- D : 主道路上の車両の走行距離 (m)
- W : 主道路上の車線縁より他の側の車線縁までの距離 (m)
- d : 主道路の車線縁より従道路の停止線までの距離 (m)
- S : 従道路上の車両 A の走行距離 (m)
- L : 車両 A の全長 (m)
- w : 車両 A の車幅 (m)
- θ : 主道路と従道路の交差角 (度)
- V : 主道路の車両の走行速度、または規制速度 (km/h)
- T : 従道路における車両が主道路を確認してから発進するまでの時間 (sec)
- t : 主道路を横断するに必要な走行時間 (sec)

ここで、時間 T は反応時間で約 2 秒である。また時間 t は車両 A が、加速しながら距離 S を走行する時間であり、加速度を α とすれば

$$S = \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{\alpha}} \dots\dots\dots (1.25)$$

ただし

$$S = (W + d) \operatorname{cosec} \theta + W \cot \theta + L \dots\dots\dots (1.26)$$

交差角 θ が 90° の場合、式(1.26)は、

$$S = W + d + L \dots\dots\dots (1.26')$$

となる。

以上より主道路上の車両 B の走行距離 D を求め、この距離以上を見通し距離として確保するのが困難な場合は、道路反射鏡の曲率半径を表-1.3 の視距を参考に決定し設置する。

(2) T 型交差点

この場合も十字交差点と同様、次式より求められた値（見通し距離）以下の場所には、道路反射鏡を設置するのが望ましい。

$$D = V (T + t) / 3.6$$

記号は、図-1.16 と同じであるが、ただ時間 t の考え方が若干異なる。すなわち、T 型交差点の場合は、加速しながら走行する距離 S は次式で表わされる。

$$S = \left(\frac{W}{2} + d \right) \operatorname{cosec} \theta \dots\dots\dots (1.27)$$

なお、距離 d を路肩の幅員 d と路肩から停止線までの距離 e とに分けて考える場合は、

$$S = \left(\frac{W}{2} + d + e \right) \operatorname{cosec} \theta \dots\dots\dots (1.28)$$

交差角 θ が 90° の場合は、

$$S = \frac{W}{2} + d + e \dots\dots\dots (1.28')$$

となる。以上より、主道路上の車両 B の走行距離 D を求め、この値以上を見通し距離として確保するのが困難な場合は(1)十字交差点と同様、表－1.3 より曲率半径を選定し設置する。

第 5 章 ま と め お よ び 今 後 の 問 題 点

道路反射鏡の曲率半径、および鏡面径と視線長との関係について検討してきたが、実際に道路反射鏡を設置する場合は、設置場所の道路状況、および交通状況等を十分勘案して反射鏡を選定する必要がある。曲率半径の選定については表－1.2 および表－1.3 に案を示したので参考にされたい。

道路反射鏡については、今後、鏡面の反射効率、強度、および経済性等についても試験研究し、有効的な反射鏡の設置方法を検討することが肝要である。

第Ⅱ編 区 画 線

第1章 マーキングの現況

1-1 マーキングの機能および分類

マーキングは道路標識と共に交通を整理、誘導し、あるいは規制する施設であり、交通管理施設として極めて重要なものである。マーキングの分類を図-2.1 に示す。マーキングは、舗装路面上に設置される路面標示と道路に近接する構造物等の前面に設置される垂直面標示とに分類される。

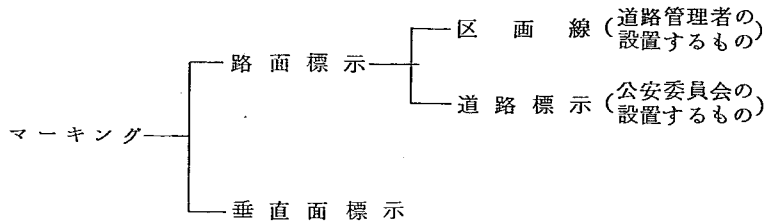


図-2.1 マーキングの分類

路面標示はその設置者によって呼称が異なり、道路管理者の設置するものは区画線、公安委員会の設置するものは道路標示と呼ばれている。同じまたは類似の働きや、効果のある区画線、道路標示でも異なった名称、様式寸法等になっていて統一した理解がしにくい以下路面標示についてその概要をのべる。

1-1-1 路面標示の種類

路面標示の色彩は白色を原則とし、規制標示の一部には黄色を使用する。

(1) 車道中央線、車道外側線および車線境界線

これらのいわゆる縦方向の線は「実線」と「破線」とに分類され一般的に次のような原則に従って設置される。

- 1) 白色の実線……横断、転回、右左折、駐停車等のため横切る場合を除き、この線を踏み越えてはならない。
- 2) 白色の破線……追越しを行なおうとする場合等で交通上支障のないときは、踏み越えることができる。
- 3) 黄色の実線……車線変更、または追越し禁止の意味で用いる。
- 4) 夜間の視認性のよいようにできるだけ反射性のものを用いる。

(2) 横断歩道、停止線、文字等

横方向の路面標示は、一般的に次のような原則に従って設置される。

- 1) 一般には、白色の斜線で車両の進入を押えたり、文字や矢印で交通情報を伝達したり、横断歩道等の表示をする。
- 2) 黄色の実線で描かれた区画は、車両の進入を禁止したり、進入の制限を強調する意味がある。

1-1-2 路面表示の設置

既存および新築された道路に路面標示を設置する場合は、道路状況、交通状況等を十分把握しなければならない。もちろん沿道環境を十分調査し、その道路に合った路面標示の設置が望ましい。

道路照明灯が設置されていない道路では当然反射式の路面標示の設置が考慮され、反射材の選択、および使用については特に留意する必要がある。しかし、現在の所、反射材の使用法等についての詳細な試験は、一部の例外を除いてほとんど実施されていないのが現状である。また、2車線道路の車道中央線は車道外側線に比較して、車両の走踏回数が多いと考えられるため、外側線に比し耐磨耗性に優れているもの、あるいは肉厚を厚くしたものを使用するのが効果的であろう。

このように、道路状況に適した路面標示が設置されるよう、下記のような項目について調査検討を行ない、設置位置、方法等を決定することが肝要である。

- 1) 歩道の有無
- 2) 道路照明灯の有無
- 3) 交通量調査（自転車も含む交差点附近は、左右折車交通量）
- 4) 道路構造（車道幅員、中央分離帯等）
- 5) 都市部か地方部であるか
- 6) 気象の把握

1-2 路面標示の分類および施工

1-2-1 路面標示の分類

路面標示の材料による分類は以下のようである。

(1) 路面標示用ペイント

路面標示用ペイントは次のように分類できる。（図-2.2）

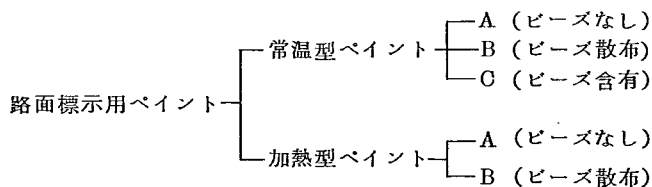


図-2.2 路面標示用ペイントの分類

色彩は白色および黄色とする。

常温型は、ガラスビーズなし、ガラスビーズ散布、およびガラスビーズ含有の三種類とし加熱型はガラスビーズなし、およびガラスビーズ散布の二種類に分類できる。しかし、常温型のビーズ含有および加熱型のビーズなしについては現在ほとんど施工されておらず、今後は残りの種類について施工するのが望ましい。また加熱型の塗装温度は、60～70℃である。

(2) 溶着式塗料

溶着式塗料はペイントの常温型と同じようにガラスビーズの含有により3種に分けられる。(図-2.3) 材料は、顔料、体質材、および反射材からなる固体成分と合成樹脂からなる結合材を化学的に調合したものである。溶着式は塗料が熱可塑性化合物であるため施工時の温度管理を慎重におこなわなければならない。

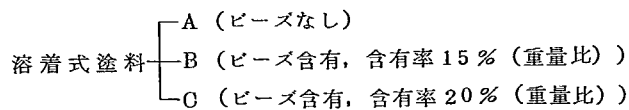


図-2.3 溶着式塗料の分類

(3) 道路鋸式路面標示

道路鋸の分類(材料による)を図-2.4に示す。

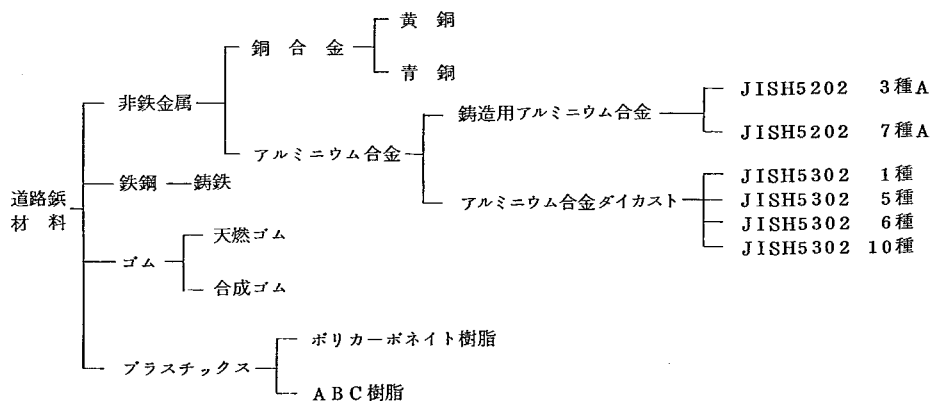


図-2.4 道路鋸式路面標示の分類

道路鋸は反射性のあるものとなないものに分けられるが、ここでは本体の材質により、図-2.4のように分類した。

(4) 貼付式路面標示

貼付式路面標示の分類を表-2.1に示す。

材料は合成ゴムまたは合成樹脂からなる結合材と顔料および体質材を主成分としたシートの裏面に接着剤を塗布し、離型紙を附したものである。

貼付式も他の路面標示と同じく路面を充分清掃する必要がある、

冬期等で接着不良になるおそれがあるときは、処理剤を薄く適用して、路面との接着を十分なものとすることが重要である。施工方法は離型紙を剝したシートを路面に貼り、十分に圧着するのみである。

(5) 分離紙（チャッターバー）

チャッターバーに関しては、当研究室が継続的に研究し、本年度その研究成果を土木研究所資料第1288号「チャッターバーの設置技術に関する研究」（昭和52年11月）に発表したのを参照されたい。

表-2.1 貼付式路面標示の分類

種 別	厚 さ (mm)	巾 (cm)
A	0.5 ~ 2.0 (接着剤を含む)	10
B		15
C		30
D		45

1-2-2 路面標示の施工

路面標示の施工時には、使用材料により種々の施工条件が生ずるが、一般的に次のようなことに留意する必要がある。

1) 材 料 面

- ・耐久性が大きいこと。
- ・視認性が良いこと。
- ・車両・歩行者の安全を阻害しないこと。

2) 施 工 面

- ・機動性があること。
- ・作業性が大で、他交通への障害が少ないこと。

1-3 反射式路面標示の効果

路面標示は、車線を区別し、道路の端を明瞭にすること等により、自動車運転者の視線誘導に大きな役割を果たし、一般道路および高速道路に設置されてきた。

また道路の両端をはっきり見極め、道路上における自分の位置を正しく見直することが容易にできることから、交通の安全と円滑を図り、道路交通容量を増大させることができよう。

このような路面標示の設置による恩恵は、通常夜間において最大になると考えられ、道路照明灯の設置されていない道路、および設置されている道路にも路面標示は設置される。しかし、夜間における路面標示の視認は、道路照明がなされていない道路では、車両のヘッドライトのみに依存することになる。

そこで、物の見え方については次のようなことが考えられる。

- 1) 与えられた光度が低ければ、眼が物を識別する感度は鈍くなる。
- 2) 対向車のヘッドライトによるグレア、および視界中にある他の明るい光源によってグレアがひき起こされ、視界能力の一層の破壊をひきおこす。
- 3) 視界の中の物体が非反射体の場合は、物体と、物体の背景をなしているもののコントラストは貧弱なものとなり、視認性を低下させる。

これは路面標示についても考えられるわけで、このような状況を改善する一方法として、ガラスビーズを用いた反射材を使用することがある。この方法は、ガラスビーズの再帰反射性を利用して光源方向に光を反射するようにしたものである。

すなわち、反射材の使用は、自動車運転者の視線誘導等の手助けとなり、交通安全の面からも極めて効果的である。以上のことをふまえて、ガラスビーズの使用法、および選択方法等について若干試験検討したので報告する。

第2章 区画線の見え方試験

2-1 試験目的

区画線は昼夜を問わず、かつ湿潤路面、乾燥路面で視線誘導効果が十分なものでなければならぬ。現在施工されている区画線は、降雨時に視認性が急激に低下し安全な視線誘導効果の保持が困難である。そのため今年度、この状態における在来の区画線は自動車運転者によってどの位、視線誘導効果をはたしているか、また、この状態での視認性を良好にするものとして考えられた段差式、およびガラスビーズの混入、屈折率の大である区画線の視線誘導効果等を把握しようとした。本試験は、施工条件が異なる供試体について静的な見え方試験を行なうことによった。

2-2 試験内容

2-2-1 試験条件

- (1) 場所 土木研究所千葉支所試験走路
- (2) 時間 17:00~24:00
- (3) 供試体

供試体は、図-2.5 に示す化粧板
{ L (長さ) = 1800 mm, b (幅)
= 200 mm, t (厚さ) = 3 mm } の上
に { L' (長さ) = 1800 mm, b' (幅)
= 150 mm, t' (厚さ) = 0.2~1.5 mm }
の区画線を施工し乾燥後、両側を黒
のペイントで塗装し、これに補強材
としてベニヤ合板を取り付け、その
裏を黒のペイントで塗装したものである。これを一直線上に6枚連続にならべたものを供試体とした。

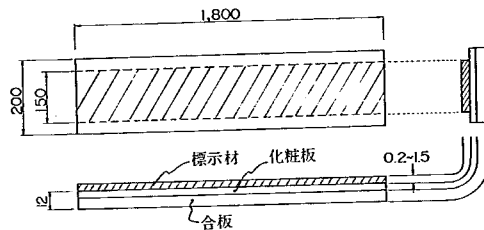


図-2.5 供試体寸法図 (mm)

標示材の条件として表-2.2 に示す仕様のものを使用した。表-2.2 は設計配合および散布量の実配合の数値を示す。ここで設計配合と実配合とは多少異なるが、これは、施工機器の精度、施工技師の熟練の程度等により異なるためであるが、見え方の試験結果の検討にあたっては表-2.2 実配合 (散布量) の数値を適用した。

7

供試体 記 号	種 別	ビーズの 屈 折 率	ビーズの 散 布 量 (g/m)	ビーズの 含 有 率 (%)	塗 膜 厚 (μm)	ビーズの 実散布量 (g/m)
A	溶 着 式	1.5	10	15	1.5	14
B	"	"	20	"	"	24
C	"	2.2	"	"	"	28
D	"	1.9	"	"	"	20
E	"	1.5	30	25	"	32
F	"	"	40	35	"	44
G	"	"	—	15	"	—
H	"	—	—	—	"	—
I	溶 融 ス プ レ ー	1.5	20	15	"	25
J	常 温 ベ イ ン ト 式	—	—	—	0.2	—
K	"	1.5	40	—	—	47
L	加 熱 ベ イ ン ト 式	"	60	—	0.4	81
M	溶 着 式 (段 差 式)	"	20	15	1.5×2	26

(4) 光源

一般車両の前照灯の規格を満足する運搬可能なものを使用した。

4 燈式 (12.8 V) でビームの向きは、走行ビーム (上向き)、すれ違いビーム (下向き) の 2 通りとした。

(5) 道路照明灯

道路照明灯の設置状況は図-2.6 に示すと

おりである。図-2.6の蛍光水銀灯は片側

40 m 間隔で配列されている。

(6) 観測者 (10~12名)

観測者の属性は表-2.3のとおりである。

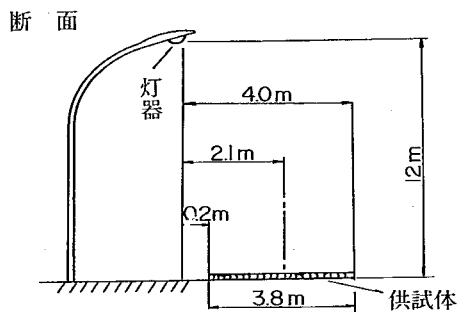


図-2.6 道路照明灯の設置状況図

表-2.3 観測者の属性

条件		視測者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
眼鏡			無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	有
視力	右		1.5	1.5	1.0	1.0	1.2	1.5	0.4	1.2	1.5	1.5	1.0	1.2
	左		1.5	1.5	0.3	0.8	1.5	0.3	1.0	0.5	1.5	1.5	1.0	1.2

2-2-2 試験方法

夜間の見え方試験は、表-2.4 に示す6条件について、図-2.7 に示すような静的試験を実施した。観測者は光源（前照灯）といっしょに、前照灯が走行ビームのときは供試体から160 m はなれた地点から20 m 毎に近づき、またすれ違いビームの場合は、60 m の地点から20 または10 m 毎に近づきアンケートを取った。

表-2.4 試験条件

条件 No	道路照明 有無	供試体の 状況	ビームの 向き
1	無	乾燥	走行
2	"	"	すれ違い
3	有	"	"
4	無	湿潤	走行
5	"	"	すれ違い
6	有	"	"

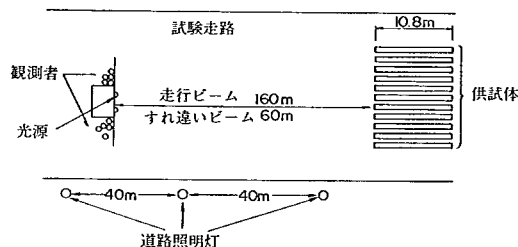


図-2.7 見え方試験状況図

供試体はすべて裏がえしておき、黒のペイントで塗装された面が上面にくるようにしてランダムに配置しておく。次に最遠の観測地点において、試験しようとする供試体の延長上に光源の右縁がくるように光源を移動した後、供試体を表にし観測する。供試体を観測者に見せる時間は数秒である。アンケートに記入後、供試体を裏がえしする。以下同様に13個の供試体について行ない、次の観測地点へ移動する。アンケートの様式は表-2.5のとおりである。

表-2.5 アンケート用紙

実験番号	判 定					意 見
	見えない	やや見える	見える	よく見える	非常によく見える	
1		○				
2		○				
3				○		
4			○			
5					○	
⋮						

観測者の見え方評価判定は、「見えない」、「やや見える」、「見える」、「よく見える」、「非常によく見える」の5段階評価方式とした。観測者は、主観的判断でこの5段階評価のうち

で該当すると思われるものに「○」印を記入する。また「意見欄」には観測者が特に試験中感じたことを記入できるようにした。

2-3 試験結果および考察

2-3-1 アンケート結果

アンケートの回収後、各試験条件別に分類し、式(2-1)に示す計算式で見え方評価値を求めた。試験条件毎の総人数は10~12名である。

$$\text{見え方評価値} = \frac{\sum (\text{各評点} \times \text{該当人数})}{\text{各供試品毎の総人数}} \quad (2.1)$$

このとき、評点は表-2.6に示す値とした。この評点は、土木研究所資料第1137号および、第1217号「視線誘導効果の調査研究」(その1)、(その2)を参考にしたものである。試験条件別の見え方評価値の計算結果を資料編Ⅵに示す。

表-2.6 評 点

見え方 項 目	評 点
見 え な い	0.
や や 見 え る	0.25
見 え る	0.5
よ く 見 え る	0.75
非常に よく見える	1.0

2-3-2 視認距離と見え方との関係

視認距離(x)を横軸に見え方評価値(y)を縦軸にとった直角座標系に各々の試験条件における各供試体の試験結果をプロットし、その例を図-2.8に示す。なおそのほかの結果を資料編Ⅶに示す。

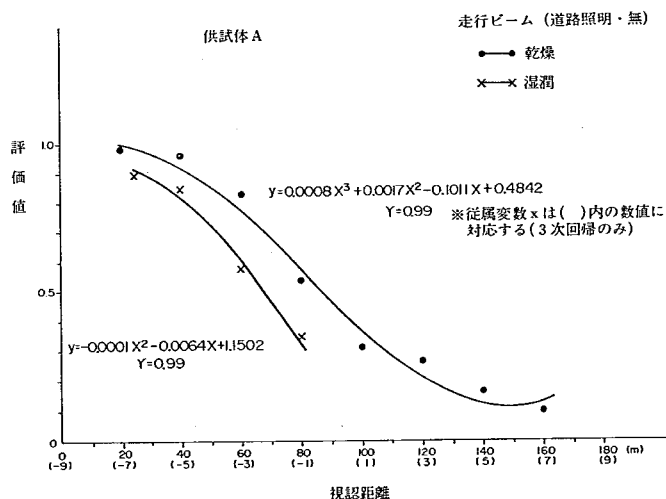


図-2.8 視認距離と見え方評価値との関係(1) (走行ビーム)

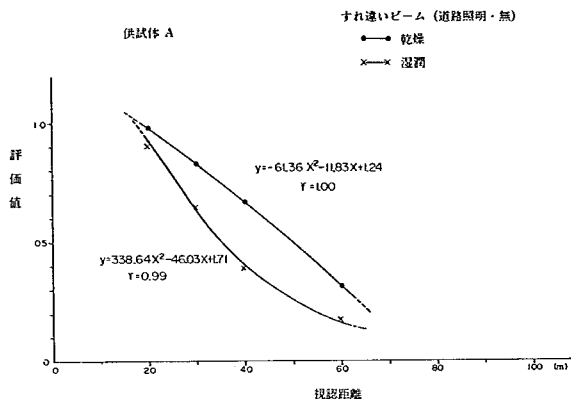


図-2.8 視認距離と見え方評価値との関係(2)
(すれ違いビーム)

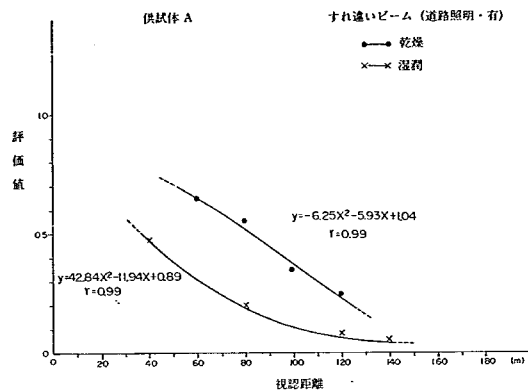


図-2.8 視認距離と見え方評価値との関係(3)
(すれ違いビーム)

このとき、 x と y の関係は 3 次の曲線になると推察され、このデータ $\{x_i$ (距離), y_i (評価値) $\}$ を用いて、3 次回帰曲線 $Y = a_3 X^3 + a_2 X^2 + a_1 X + a_0$ を推定した。

このとき、回帰係数 a_0, a_1, a_2, a_3 の算出式として式 (2.2) を用いた。

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{\sum x^2} (\sum x^2 y - a_2 \sum x^4) \\ a_1 &= \frac{1}{\sum x^2} (\sum x y - a_3 \sum x^4) \\ a_2 &= \frac{\sum x^2 \sum y - n \sum x^2 y}{(\sum x^2)^2 - n \sum x^4} \quad a_3 = \frac{\sum x^4 \sum x y - \sum x^2 \sum x^3 y}{(\sum x^4)^2 - \sum x^2 \sum x^6} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.2)$$

n : データ数 x : $-7 \leq x \leq 7$ ($20 \text{ m} \leq x \leq 160 \text{ m}$) に変換、視認距離 = $10x + 90$

しかし実験条件 2～6 においては、時間の都合上観測区間 (120, 140, 60 m を始点とした) を縮小したために、3 次曲線よりむしろ 2 次曲線になると考えられ、実験条件 2～6 では、2 次回帰曲線 $Y = a_2 x^2 + a_1 x + x_0$ を推定した。このときの回帰係数 a_0, a_1, a_2 の算出式としては式 (2.3) を用いた。

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= \frac{\sum y \sum x^4 - \sum x^2 \sum x^2 y}{n \sum x^4 - (\sum x^2)^2} \\ a_1 &= \frac{\sum x y}{\sum x^2} \\ a_2 &= \frac{n \sum x^2 y - \sum x \sum x^2}{n \sum x^4 - (\sum x^2)^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.3)$$

n : データの組数

次に、上記のように示された3次回帰式および2次回帰式による計算評価値と実測評価値との相関性を見るために相関係数 r を求めた。その結果ほとんどの相関係数 r は、0.95以上の値である。この有意性を検定した結果、5%の危険率で相関関係ありと検定された。すなわち実験データより求めた回帰曲線は、実験結果とほぼ一致していると思われる。そのため、今後の解析に用いる見え方評価値は回帰式より求めたものを使用する。

一般に見え方評価値と距離との関係は、距離が十分長くなると評価値はゼロ、あるいはゼロに近い値となり、逆にきわめて短くなると1あるいは1に近い値になると思われる。本実験結果も、見え方評価値と距離との関係はその様な傾向が認められ、しかも実験条件Ⅵ1においては距離90m前後（見え方評価「見える」前後）に屈曲点が生じている。

2-3-3 視認距離と供試体

自動車運転者にとって、路面標示が視線誘導の役割を果たすと思われるのは「やや見える」の評価と思われる。「見える」「よく見える」の評価であれば、さらに良好な視線誘導が可能であるが、この場合距離がかなり短かく条件が厳しいため実際の視線誘導に適合しないであろう。今後は「やや見える」（見えはじめ）について検討を加える。

実験条件の違いによる各々の供試体の視認距離（見えはじめ）を図-2.9に示す。

(1) 走行ビーム（道路照明・無）

車両の前照灯が走行ビームのときは、路面状態の違いにより、図-2.9(1)に示す視認距離の相違が認められた。

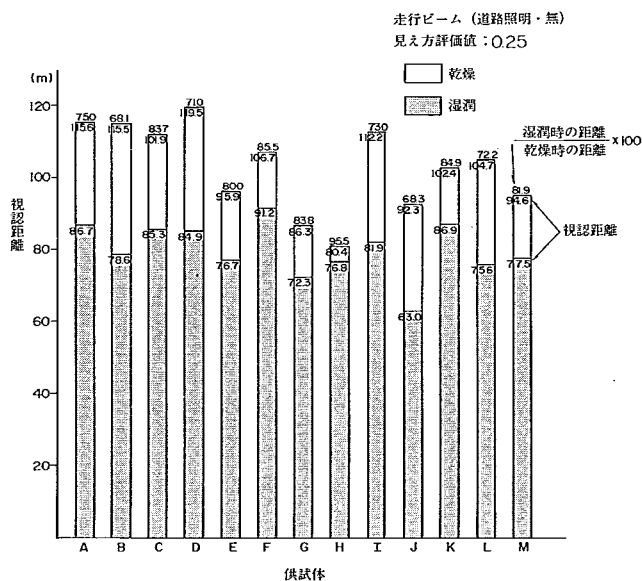


図-2.9 視認距離と供試体との関係(1) 走行ビーム（道路照明・無）

乾燥路面における供試体の視認距離は、最も長い供試体で約120m、最も短い供試体約80mとその差は約40mも生じ、供試体の違いによる見え方の相違はかなり大きい傾向がある。また、湿潤路面においては最大視認距離は約91mであり、最小視認距離は約63mでその差は約28mと乾燥路面に比較して小さい。しかし、視認距離の値は乾燥時の70~85%程度である。

乾燥路面において供試体を視認性の良い順に列挙すればD、A、B、I種……となり、同様に湿潤路面について列挙すればF、K、A、C種……となる。ここで路面標示は、乾燥、湿潤の路面に関係なく、いかなる状態においても十分な視認性が維持できるものでなければならない。このようなことを考慮に入れ、今回実験に用いた供試体を検討すれば車両が走行ビームで走行するとき、最も視線誘導効果が大きい区画線は、A種の区画線と推察される。しかしこれは本実験の視認性からの評価のみであり、また試験回数も少ないことから、今後耐久性、経済性等をも合せ検討する必要がある。

(2) すれ違いビーム (道路照明・無)

前照灯をすれ違いビームにした場合の各種供試体の視認距離を図-2.9 (2)に示す。図-2.9 (1)、(2)より前照灯の向きを上向きから下向きに変更すれば、乾燥路面において視認距離は約60%ほどに減少することが認められる。また湿潤路面においては、A種供試体の場合(86.7m-50.6m) 36.1m、B種 (78.6m-44.6m) 34.0m、C種 (85.3m-53.1m) 32.2m、D種 (84.9m-45.4m) 29.5m 視認距離は、走行ビームに比較して減少し、その減少率は約30~50%程度である。

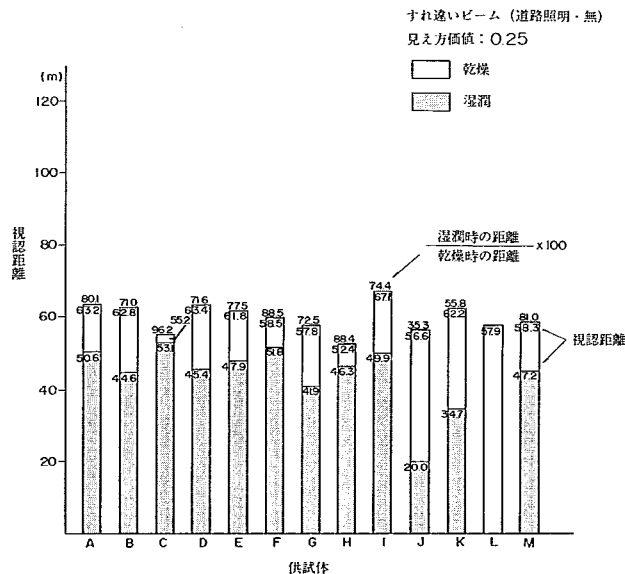


図-2.9 視認距離と供試体との関係
(2)すれ違いビーム (道路照明・無)

また、J種、K種、L種の供試体においては、J種で見え始め距離が20m、K種で34.7mと非常に短いため、湿潤時にすれ違いビームで走行する事は危険が伴ない、慎重な運転が必要である。特にL種は距離が20m以下で見え始めると推定され視線誘導の点で最も効果の薄い標示材であると思われる。I種、J種、K種、これらはペイント系の供試体であることから、溶着式に比較してペイント系は降雨時に視認性が劣る傾向が認められた。ただし、これは特にガラスビーズ、塗膜厚等によるものと考えられる。

走行ビームと同様の評価方法で供試体を評価するとA種の供試体が最も良い視認性を示す。これは、走行ビームの場合と同一の供試体である。

すなわち、地方部での区画線としてはA種の標示材を使用するのが最適と思われる。しかしこれは本実験による視認性だけの評価であり、今後標示材の耐久性、耐候性、および経済性をも含めて評価する必要がある。

(3) すれ違いビーム (道路照明・有)

前照灯をすれ違いビームの状態にしたままで道路照明灯を点灯した場合の供試体の視認距離を図-2.9(3)に示す。

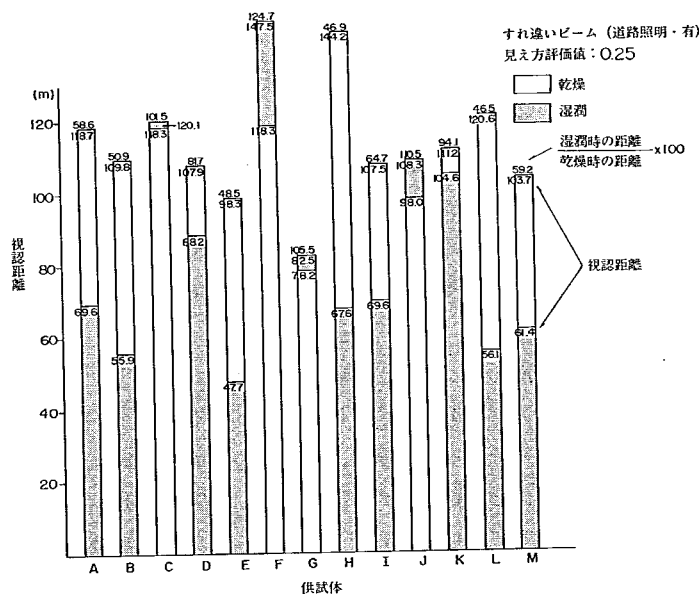


図-2.9 視認距離と供試体との関係
(3)すれ違いビーム (道路照明・有)

乾燥路面における視認距離は一部の例外を除いてすれ違いビーム（道路照明・有）でも、道路照明・無における走行ビームの視認距離同程度までに回復されることが認められた。ただし供試体 H 種にいたっては、走行ビーム（道路照明・無）の距離より（144.2-80.4）63.8 m も増加しており、道路照明灯の設置は、区画線の視認性を高めるうえで有効的な手段であることに夜間の交通事故を防止するための重要な対策と思われる。

路面が湿潤状態の走行ビーム（道路照明・無）での視認距離とすれ違いビーム（道路照明・有）の視認距離の差を表わしたのが表-2.7である。

表-2.7 距 離 差

供試体 記号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
※ 距離差 (m)	-17.1	-22.7	+34.8	+3.3	-29.0	+56.3	+10.2	-9.2	-12.3	+45.3	+17.7	-19.5	-16.1

※すれ違いビーム（道路照明・有）の視認距離-走行ビーム（道路照明・無）の視認距離
路面状況：湿潤 見え方評価値：0.25

表によると、走行ビーム（道路照明・無）の視認距離よりすれ違いビーム（道路照明・有）の視認距離の方が F 種で 56.3 m, J 種で 45.3 m, C 種供試体で 34.8 m, K 種で 17.7 m, G 種で 10.2 m, D 種で 3.3 m 増加しており、この種類を使用した区画線は、湿潤路面においてすれ違いビーム（道路照明・有）でも走行ビーム（道路照明・無）の視認距離以上を保持することが可能であると推察される。また、走行ビーム（道路照明・無）の A 種の視認距離（乾燥で 115.6 m, 湿潤で 86.7 m）とすれ違いビーム（道路照明・有）の F 種（乾燥で 118.3 m, 湿潤で 147.5 m）、C 種（乾燥で 120.1 m, 湿潤で 118.3 m）のそれとを比較すると、F 種、C 種のほうが長い視認距離を示し、道路照明の効果が大きく認められた。

2-3-4 視認距離と輝度および反射率との関係

区画線の視認性は設置後年数が経過するに従い低下するが、この率を把握することは道路を維持管理する上で重要なことである。本試験は 3 種類の反射性能測定計器による反射性能測定結果と、視認距離との対応関係を把握し、区画線を新しく設置計画する場合の参考資料を得ようとした。なお、区画線の反射率、輝度の測定計器として、反射性能測定試験装置（SAE 基準）、夜光反射率計（NR-2 型）、45°・0°拡散反射率計（グロスメートル GM-24 型）の三器種を使用した。

(1) 反射性能（光度）と視認距離

反射性能測定試験は、図-2.10 に示す方法に依り、光源としては JIS Z-8701 による標準の光 A を使用した。

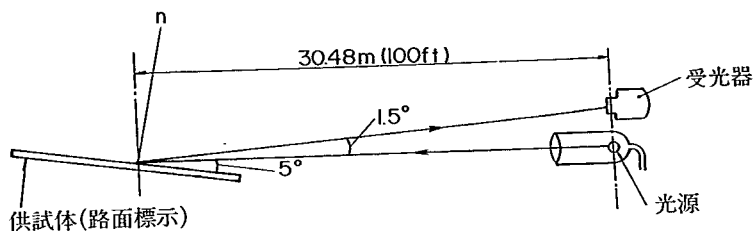


図-2.10 反射性能試験法

SAE規格によると光源から100ft離れた位置に供試体を設置することになっているが、現道の場合、100ft離れた位置における車両からの光線の区画線への入射角は 88.7° 、観測角は 0.95° (目の高さ1.2m) となり、これを反射性能測定試験の測定角にした場合は、輝度値がきわめて小さいために輝度測定が困難である。このため供試体の違いによる反射性能の相違が判定できない可能性がある。そこで入射角を 85° 、観測角を 1.5° 、測定距離を100ftにして、輝度値を大きくすることにより、測定精度を高めた。すなわち、現道とは若干異なる条件で反射性能測定試験を行なった。

乾燥路面の走行ビーム (道路照明・無) において見え方評価値0.25、0.50および0.75の場合の視認距離と光度との関係を図-2.11に示す。なおその他の試験条件の結果を資料編Ⅸに示す。これらの関係を最小2乗法により回帰式 $X=Ae^{Bx}$ {X: 光度 ($\text{cd}/10.76lx$), Y: 視認距離 (m), A, B定数} を求め測定値との相関係数 r を算出すると $r=0.79$ 以上と高い値が得られた。(図-2.11) 図から光度 $3 \times 10^{-2} \text{ cd}/(10.76lx)$ 前後で視認距離の増加傾向は鈍化が認められる。この $3 \times 10^{-2} \text{ cd}/(10.76lx)$ を回帰式に代入し視認距離を求めると見え方評価値0.25の場合105mとなる。すなわち光度を $3 \times 10^{-2} \text{ cd}/(10.76lx)$ より大きくしても視認距離の増加はそれほど期待できない。

また、走行速度 60km/h の場合の視距は75m以上必要であるが、この75mの視認距離を有する光度は $8.01 \times 10^{-3} \text{ cd}/(10.76lx)$ (走行ビーム, 乾燥路面, 見え方評価値0.25の条件) であり、この値以上の光度を保持している区画線は、視線誘導効果があるものと考えられ、区画線の再塗装の必要はなからう。なお、表-2.8に各視距を保持するための光度値を示す。

表-2.8 視距と光度との関係

設計速度 (km/h)	視 距 (m)	※ 光 度 (cd/10.76 lx)
120	210	2.69
100	160	0.33
80	110	0.037
60	75	8.01×10^{-3}
50	55	3.3×10^{-3}
40	40	1.73×10^{-3}
30	30	1.12×10^{-3}
20	20	7.2×10^{-4}

※条件 走行ビーム（道路照明・無）
路面状態：乾燥
この条件で見え始める（やや見え
る）ための光度

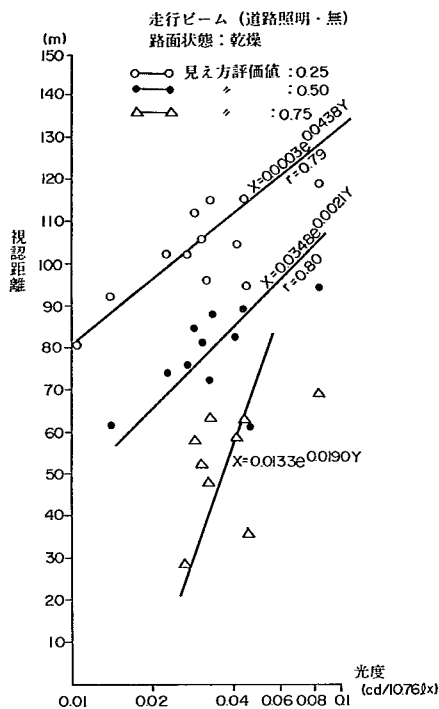


図-2.11 視認距離と光度との関係

(2) 45°・0° 拡散反射率と視認距離

45°・0° 拡散反射率計（JIS K 5400-1970）は、供試体（白塗料）の塗膜の色の明るさを、入射角45度、受光角0度のときの反射率を測定して百分率（%）で表わすものである。

測定方法はまず標示材を合板の上に塗装し塗面を上向きに、板を水平にして48時間置いたものを試験片として用いる。次に、拡散反射率測定装置を用いて、光源からの入射角を45度、反射角を0度として試験片の反射率を測定する。

このとき試験片の周辺および側面を黒い膜等でおおって光源以外の光線が入らないようにする。測定は、試験片の3箇所について行ないその平均値を反射率とする。

乾燥路面の走行ビーム（道路照明・無）における見え方評価値0.25の場合の視認距離と拡散反射率との関係を図-2.12に示す。

これによると視認距離と拡散反射率との相関性は特に認められない。

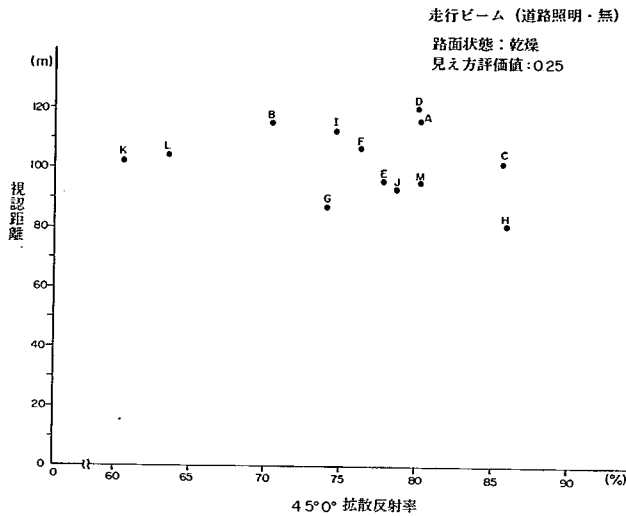


図-2.12 視認距離と拡散反射率の関係

(3) 夜光反射率と視認距離

夜光反射率計 (NR-2型) は路面標示の反射係数を測定する装置である。

NR-2型は, Federal Specification TT-P-85d に規定するトラフィックペイントの反射係数を測定するもので ASTM-D 1011 (52) の規格にも適合する。反射率の測定方法は試料面に 88° で光を投射したときの反射係数を光電的に測定するものがある。

この結果を図-2.13 に示す。

図より, NR-2型による反射率は, 反射性能試験装置による反射率と同様の傾向を示す。すなわち, 夜光反射率と視認距離との関係は, かなり高い相関が認められる。

(図-2.14)

反射性能試験装置は, 持ち運びが困難で高

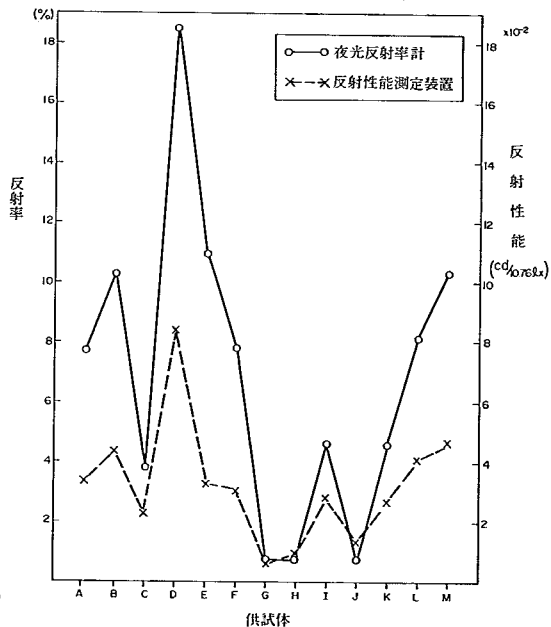


図-2.13 反射性能試験装置による反射率と夜光反射率との関係

価なため、路面標示の反射性能を調査する場合は、簡易測定機器として夜光反射率計を使用するのが能率的であり、視認距離との関係もある程度は把握できよう。

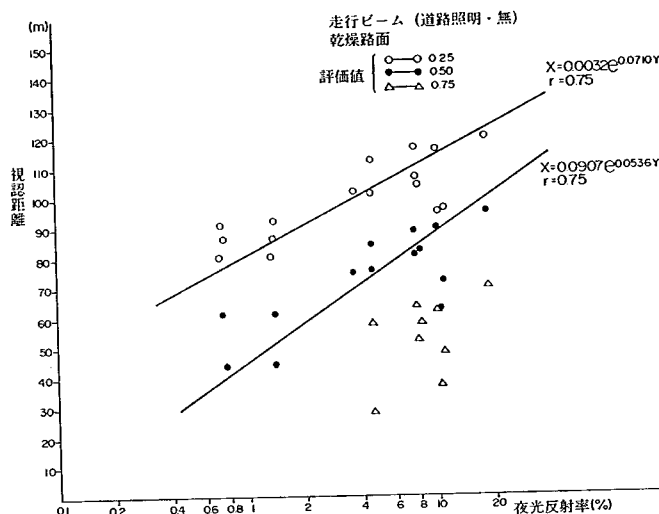


図-2.14 視認距離と夜光反射率との関係

2-3-5 視認距離とガラスビーズとの関係

路面標示は昼夜を問わずに自動車運転者に鮮明かつ容易に視認できる構造、機能を有していることが重要である。しかし、夜間における湿潤路面での路面標示の視認性が劣ることはこの状態で自動車を運転したことのあるドライバーならばだれもが認めることであろう。

そのためドライバーには、多大の精神的、肉体的負担がかかり交通事故の起因となる恐れが生ずる。この原因は降雨により路面および路面標示が水膜で覆われ、車両の前照灯からの入射光が水膜のため路面標示上で乱反射、全反射する結果、路面標示からの再帰反射光量が減少することにより、視認性が劣ると考えられる。この対策としては、

- 1) 路面標示上の雨水を取り除く。
- 2) ガラスビーズによる対策
- 3) 区画線の補助として道路鋸等を取り付ける。

が考えられる。

1) の方法として次の2方法があろう。第1に標示材等に撥水性を持たせる。第2に区画線を路面より嵩上げし、排水性を良好にする方法であるが、第1の方法は撥水性の長期維持が困難であり、第2の方法は片勾配のついた路面上の排水の問題、自動車の円滑な運転操作等の問題点が生ずる。しかし第1の方法については材料の改善、第2の方法については断続的に設置する事等を考慮すれば、今後、検討する余地があろう。

2) の方法は、視認性を高めるという点で容易、かつ有効的な方法であると思われる。この方法は、標示材にガラスビーズを混入、または散布するものである。ガラスビーズは直径数ミクロンから数ミリに至る小さな球形である。この小さなガラスビーズは、ガラス自体の性質を有し、か

つ透明な球体であることからこの性質を応用し、光を光源方向に効率よく反射するようにしたものである。反射光量は、ガラスビーズの屈折率、含有量等により異なるため、その選択には十分留意する必要がある。

3)の方法は降雨時における夜間の視線誘導等にきわめて効果的なものと思われるが、次のような問題が残ろう。第1に高価である。第2に道路鋸等の維持管理に十分留意する必要がある。第3に、積雪地域における除雪時の障害物となる。第4に二輪車の走行時の障害物となる。しかし使用方法によっては、きわめて有効的な手段であるため、現地の条件が満足されればこれらの設置を考慮するのが望ましい。

ガラスビーズの混入量、散布量、および屈折率の違いによる区画線の視認性について、若干試験検討したので以下に示す。

(1) 視認距離と屈折率との関係

乾燥路面および湿潤路面におけるガラスビーズの基本的な再帰反射の性質を図-2.15に示す。

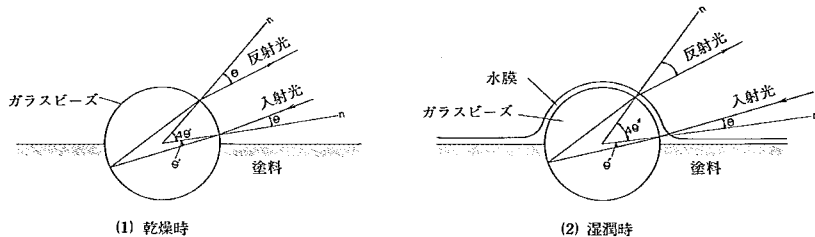


図-2.15 ガラスビーズの再帰反射の性質

1) 乾燥時入射光と反射光の交角 δ は

$$4\theta' - 2\theta = \delta \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

で表われ、 $\delta = 0$ のとき最良の再帰反射となる。

この場合のガラスビーズの屈折率を式 (2.4) より求めると

$$\begin{cases} 4\theta' - 2\theta = 0 & \theta' = \frac{\theta}{n} \\ \frac{4\theta}{n} - 2\theta = 0 \\ 2\theta \left(\frac{2}{n} - 1 \right) = 0 \end{cases}$$

n : ガラスビーズの屈折率

θ : 入射角

θ' : 屈折角

$\therefore n = 2$ となる。

すなわち、乾燥路面においては屈折率が2であるガラスビーズを使用した場合、区画線は最良の視認性が得られるであろう。

2) 湿潤時 ガラスビーズが等厚な水膜でおおわれるものと仮定すれば、式(2.5)に示す入

射光と反射光の交角 δ が求められる。

$$4\theta'' - 2\theta = \delta \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\theta'' = \frac{1.33}{n} \cdot \theta$$

n : ガラスビーズの屈折率

θ : 入射角

θ'' : 屈折角

式(2.5)において、 $\delta = 0$ の時、 $n = 2.65$ である。

すなわち、ガラスビーズの屈折率が2.65のとき湿潤路面において最良の視認性が得られるものと推定される。

以上、理論的に2様態の路面状態における最適のガラスビーズの屈折率を推定したが、これと実験から求められたガラスビーズの屈折率の違いによる視認性との比較検討をする。

実験はガラスビーズの屈折率1.5, 1.9および2.2を使用し、図-2.16に走行ビーム(道路照明・無)、図

-2.17にすれ

違いビーム(道路照明・無)、

図-2.18にすれ

違いビーム(道路照明・有)の場合の屈折率と視認距離との関係を示した。

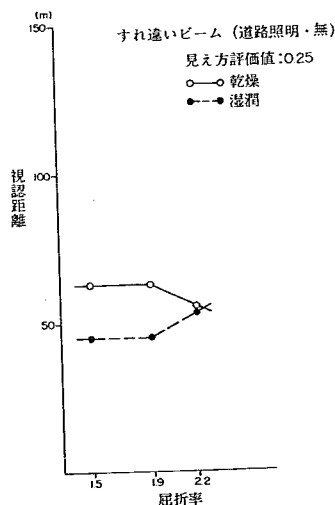


図-2.17 視認距離と屈折率との関係(すれ違いビーム)

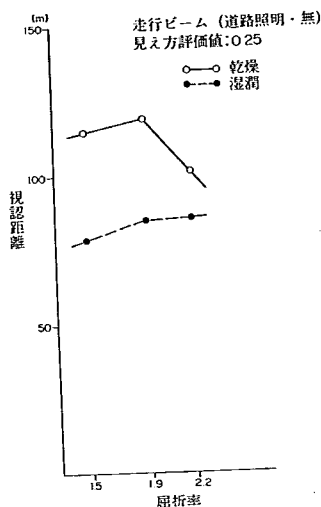


図-2.16 視認距離と屈折率との関係(走行ビーム)

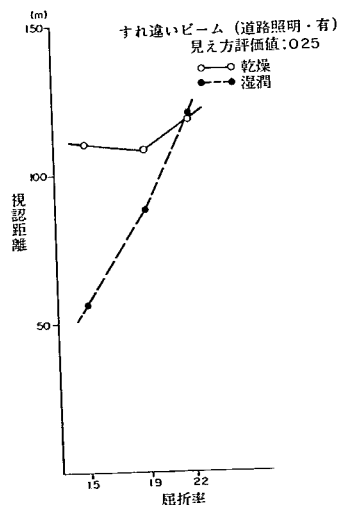


図-2.18 視認距離と屈折率との関係(走行ビーム)

(図-2.16, 図-2.17)より乾燥路面(道路照明・無)の場合は屈折率 1.9 前後で視認性が最も良くなると推察でき理論的に求められた屈折率 2.0 とはほぼ合致する。

湿潤路面(道路照明・有無とも)においては、屈折率が大きくなるほど視認性も良くなる傾向が認められるが、本実験は理論的に求められた最良の屈折率 2.65 については行なっていないため、明確にその関係を把握することは困難である。しかし、屈折率と視認距離との関係は図に示す限り増加傾向を示し、ある程度までは屈折率が大きい程、視認性は良くなると推察されるが、実際問題として、高屈折率のガラスビーズほど価格も高く、区画線に使用することは経済的に問題が残ろう。

(2) 視認距離と散布量との関係

区画線のガラスビーズによる視認性を良くする方法として散布量を多くすることが考えられる。しかしガラスビーズが過密に散布された場合、反射光の阻害現象が生じ効率を悪くすることがある。

今、2番目のガラスビーズに着目して、これが再帰反射しているときに、1番目のガラスビーズとの間隔がLより小さくなると、明らかに2番目のガラスビーズの反射が阻害される。

(図-2.19)

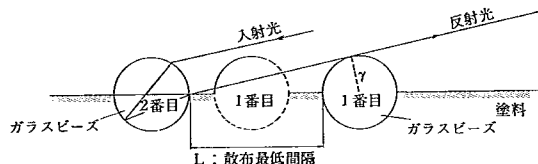


図-2.19 再帰反射の阻害現象

そこでガラスビーズが、互いに反射を阻害しないガラスビーズとガラスビーズの散布最低間隔Lを求めると、

$$L = r \left\{ \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \theta} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right\} \dots \dots \dots (2.6)$$

ここで L : 散布最低間隔 (mm)

r : ガラスビーズの半径 (mm)

θ : 入射角

となる。

すなわち、1個のガラスビーズに対して再帰反射が阻害されないために最低占有面積が、 $\pi (L + r)^2$ 必要であると考えらるならば、幅 15cm、長さ 1m 当りのガラスビーズの個数 n は、

$$n = \frac{1000 \times 150}{\pi (L + r)^2} \text{ で示され、重量として } W = n \cdot q \text{ (} q \text{ : 一個当りの重量) 必要である。}$$

しかし、実際散布に使用するガラスビーズは一定の粒度分布がされたものであり、式(2.6)

に示した間隔は適用されず一定の粒径のガラスビーズ散布の場合に限って成り立つものと思われる。また、間隔が求められても今日の技術ではビーズの散布密度を一定にすることは極めて困難である。

そこで視認性の面において散布量の最適値を求めるために 20 g/m 、 30 g/m 、および 40 g/m と散布量を変化させ、視認性の試験を行なった。

ガラスビーズの散布量と視認距離（見え方評価「やや見える」）との関係を図-2.20（走行ビーム，道路照明・無），図-2.21（すれ違いビーム，道路照明・無），および図-2.22（すれ違いビーム，道路照明・有）に示す。

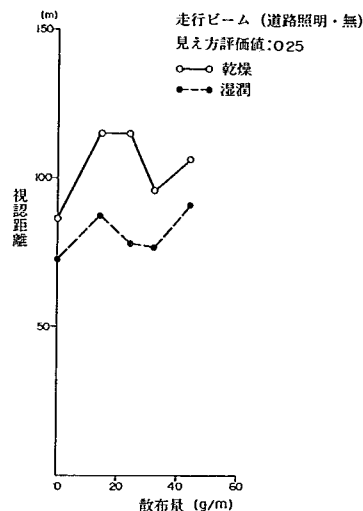


図-2.20 視認距離と散布量との関係（走行ビーム）

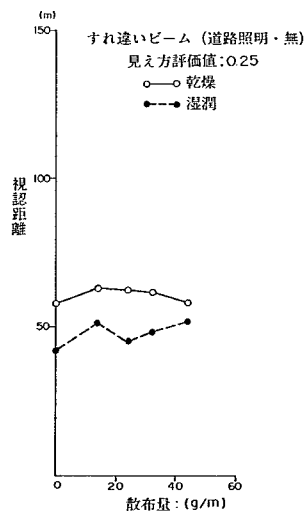


図-2.21 視認距離と散布量との関係（すれ違いビーム）

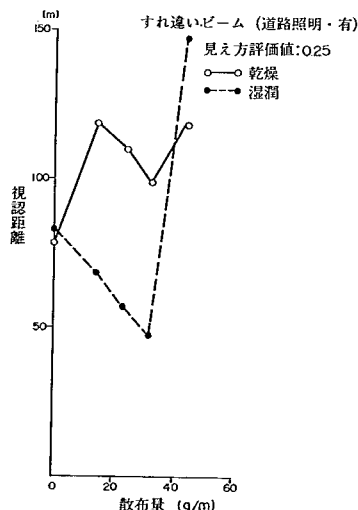


図-2.22 視認距離と散布量との関係（すれ違いビーム）

図より道路照明が無い場合、乾燥湿潤路面に関係なく散布量 20 g/m 前後で視認距離は極大値を示し、 30 g/m 前後で極小値を示すことが認められる。また、道路照明が有る場合、乾燥路面では散布量の違いによる視認距離の変化はそれほど大きくないが、湿潤路面では視認距離の差が約 100 m 近くも生じる時があり、傾向が把握しにくい。

以上より、今回の試験では、ガラスビーズの散布量による視認性の相違は特に認められなかった。

しかし、試験回数も少なく、データーのバラツキもあることから、今後、標示体自体の耐久性も合わせて考慮した試験を実施し、詳細な検討をすることが肝要である。

2-3-6 視力による見え方の違い

(1) 視力の違いによる視認距離と見え方との関係

2-3-2 と同様の解析により、走行ビーム（道路照明・無）における乾燥路面の視認性を求め、その一例を図-2.2.3に示す。その他の結果を資料編(X)に示す。視認距離が長くなると視力 1.5（6人）の人に対して、視力 1.0（4人）の人は、アンケート結果より視認

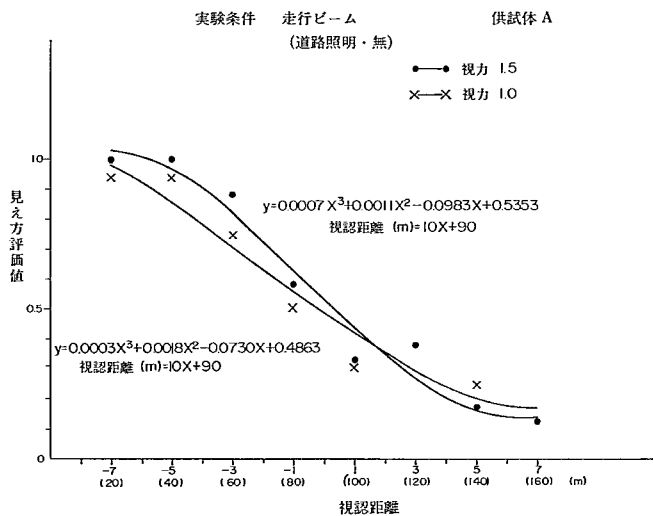


図-2.2.3 視力の違いによる視認距離と見え方評価値との関係

性の評価に大きな変動が認められる。これは、視認距離が長いと反射光量が小さく視力の低い人は評価の判断にまようためと思われる。しかし、視認距離が徐々に短くなると、評価水準は異にするが、視力差に関係なく三次の曲線形をなして見え方評価値は 1 に近づく傾向が認められる。

次に視力差による視認距離の違いを表-2.9に示す。

表 - 2.9 視力差による視認距離の違い

供 試 体	A			B			C			D			E		
	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
見え方評価値	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
視力 1.0 の人の視認距離(m)	128.3	88.1	55.1	118.6	81.0	47.1	100.1	62.8	—	126.5	89.5	41.7	96.4	73.4	48.3
視力 1.5 の人の視認距離(m)	122.7	93.6	67.9	126.8	97.3	69.4	99.5	78.3	52.5	119.8	97.4	76.0	99.7	75.8	52.3
距離差 (m)	— 5.6	5.5	12.8	8.2	16.3	22.3	— 0.6	15.5	—	— 6.7	7.9	34.3	3.3	2.4	4.0

供 試 体	F			G			H			I			J		
	0.25	0.50	0.75	1.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
見え方評価値	0.25	0.50	0.75	1.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
視力 1.0 の人の視認距離(m)	103.6	78.3	49.2	99.6	80.6	58.8	96.9	—	—	108.2	79.3	51.8	94.5	44.9	—
視力 1.5 の人の視認距離(m)	104.8	82.8	59.5	104.3	88.8	72.8	93.8	31.7	1.5	116.9	88.4	61.3	92.4	67.9	—
距離差 (m)	1.2	4.5	10.3	4.7	8.2	14.0	— 3.1	—	—	8.7	9.1	9.5	— 2.1	23.0	—

供 試 体	K			L			M		
	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
見え方評価値	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75	0.25	0.50	0.75
視力 1.0 の人の視認距離(m)	105.1	75.8	—	99.9	78.1	54.6	98.4	72.3	39.7
視力 1.5 の人の視認距離(m)	99.4	77.3	48.4	108.2	85.1	61.6	89.0	62.9	40.2
距離差 (m)	— 5.7	1.5	—	8.3	7.0	7.0	— 9.4	— 9.4	0.5

表より、見え方評価値 0.25 (やや見える) の場合、視力 1.0 と視力 1.5 の違いによる視認距離の差は最大で約 9.4 m であり、見え方評価値 0.75 (よく見える) の場合、その差は最大で約 34.3 m であり、見え方評価が良い程差は大きくなる傾向が認められる。

(2) 視力と光度

視力の違いによる視認距離と光度との関係図 2.24 に示す。夜間、乾燥路面を走行ビーム (道路照明・無) で走行するとき、75 m (走行速度 60 km/h の場合の必要最小視距) 前方の路面標示が「見える」ためには視力 1.5 の人で $0.023 \text{ cd}/10.76 \text{ lx}$ 以上必要であり、視力 1.0 の人であれば $0.034 \text{ cd}/10.76 \text{ lx}$ 以上必要になる。

このように視力差により視認距離が異なり、全ての自動車運転者に対して区画線が有効的に視認誘導機能を発揮するためには、視力 0.7 の運転者を対象に検討することになる。

しかし、視力 0.7 の運転者を基準にすることは、経済的に問題点が残る、今後検討する必要がある。

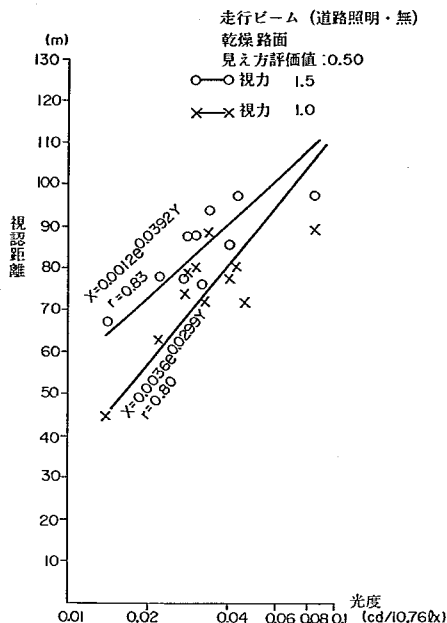


図-2.24 視力の違いによる視認距離と光度との関係

第3章 まとめおよび今後の問題点

区画線の視認性について走行ビーム，すれ違いビーム，および道路照明・有の場合の乾燥路面・湿潤路面それぞれについて試験を行なった。その結果，湿潤路面は乾燥路面に比し視認性はかなり劣るが，道路照明が有る場合の視認性は良好となり，道路照明効果はこの面においても顕著に表われた。

区画線の視認距離と夜光反射率との関係を図-2.14に示した。今後は現地で夜光反射率を測定すれば，その区画線の視認距離は図中の回帰式から推定できる。

ガラスビーズの屈折率による視認性の変化は，乾燥路面，湿潤路面とも理論的に求められた傾向と試験結果は類似しており，視認性に与える影響は多大なものである。しかし，屈折率の大きいガラスビーズは高価なものとなり，経済性の面で今後検討する必要がある。

ガラスビーズの散布量による視認性の変化については，今回の試験では特筆すべき傾向は認められなかったが，散布量もある程度までは多い方が視認性は良好であると推察される。散布量の増加による路面標示の価格増加はそれ程大きくなく，今後はガラスビーズの屈折率と合わせて，散布量についても十分検討し，従来より若干多量に散布するのが望ましいであろう。また，路面標示の耐摩耗性，耐候性，および経済性等についても今後調査研究することが肝要である。

あ と が き

昭和52年度においては、道路反射鏡および区画線の視認性に関する試験を実施し、若干の考察を試みたが、実際現地における見え分は交通条件、気象条件等がより複雑であり、試走路の試験とは異なる評価になるものと思われ、それらの条件を十分考慮して運用される必要があろう。

また今回は視認性について検討したが、今後は材質の耐候性、耐久性、および経済性等について検討する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 木下是雄：光学，新物理学講座A編・物理学の基礎5，ダイヤモンド社
- 2) 日本道路協会：道路反射鏡設置基準解説（案）昭和47年12月
- 3) 多田宏行・有山勇次郎・松下勝二：道路の交通安全付属施設，山海堂
- 4) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用
- 5) 建設省土木研究所交通安全研究室：OECD道路研究計画，照明，視認性および交通事故，
土木研究所資料第872号
- 6) 建設省土木研究所交通安全研究室：視線誘導に関する調査研究（その1）
土木研究所資料第1137号
- 7) 建設省土木研究所交通安全研究室：視線誘導に関する調査研究（その2）
土木研究所資料第1217号
- 8) 全国道路標識業協会：道路標示に関する基礎的研究（第1分冊）
- 9) 全国道路標識業協会：道路標示に関する基礎的研究（第2分冊）

参 考 資 料

道路反射鏡資料

(I) 走行速度と視線長との関係(実験 I)

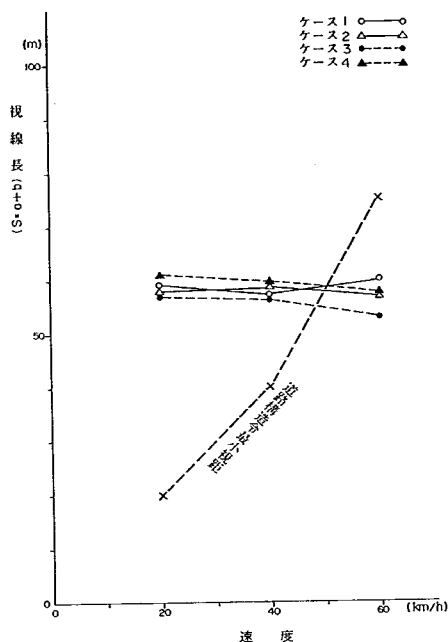


図 I-1 V-S (供試体 B)

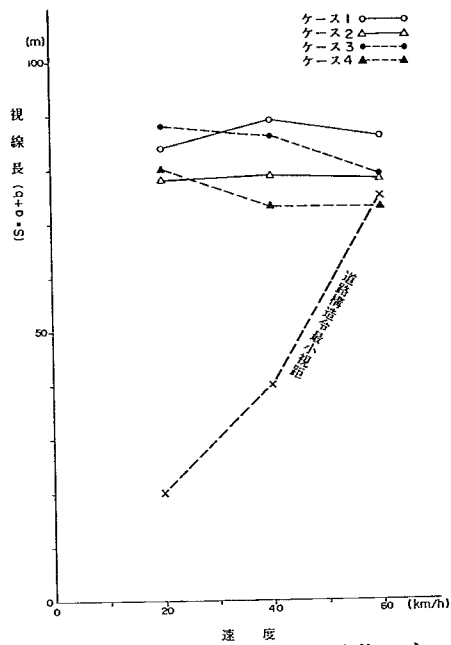


図 I-2 V-S (供試体 C)

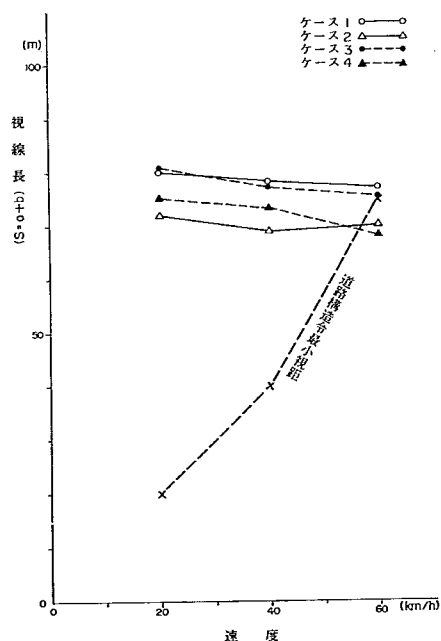


図 I-3 V-S (供試体 D)

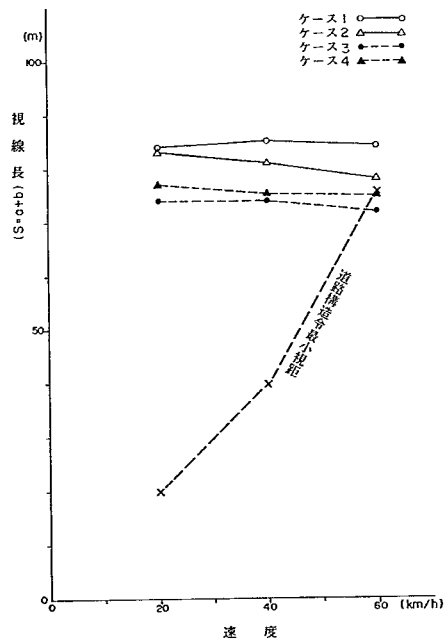


図 I-4 V-S (供試体 E)

(I) 走行速度と視線長との関係 (実験 I)

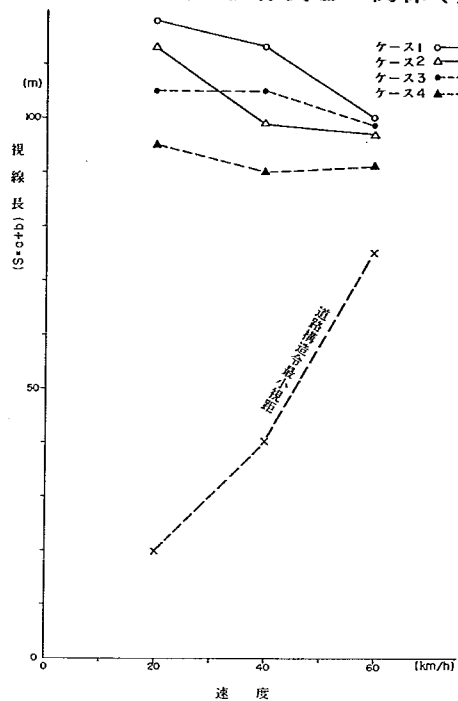


図 I-5 V-S (供試体 F)

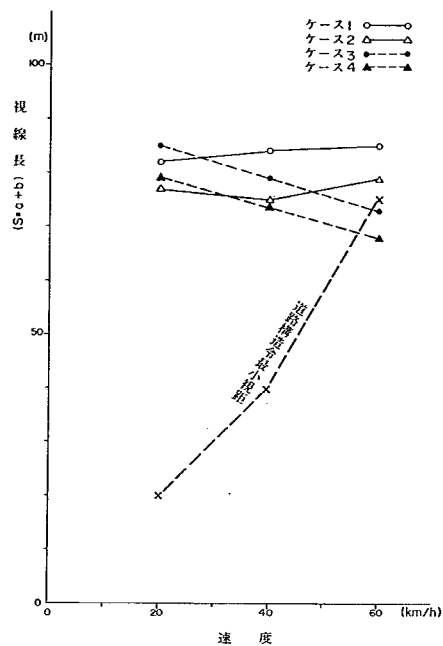


図 I-6 V-S (供試体 G)

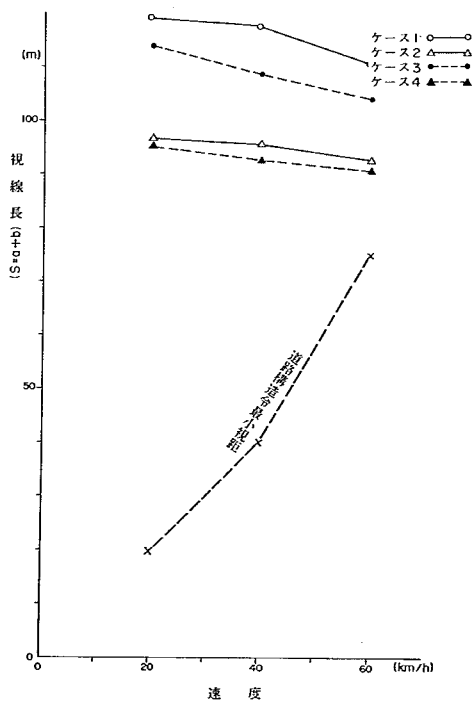


図 I-7 V-S (供試体 H)

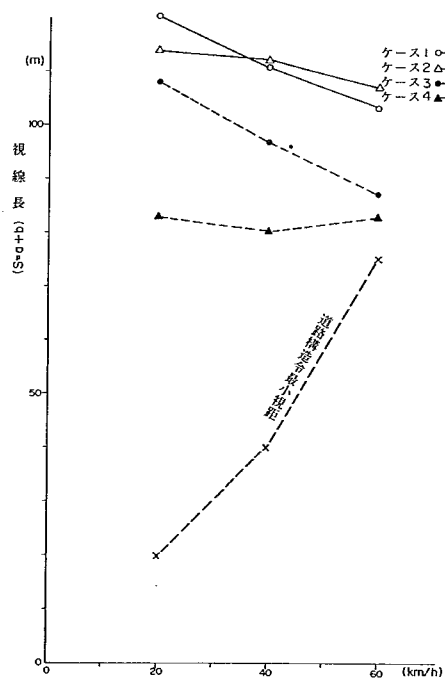


図 I-8 V-S (供試体 I)

(I) 走行速度と視線長との関係 (実験 I)

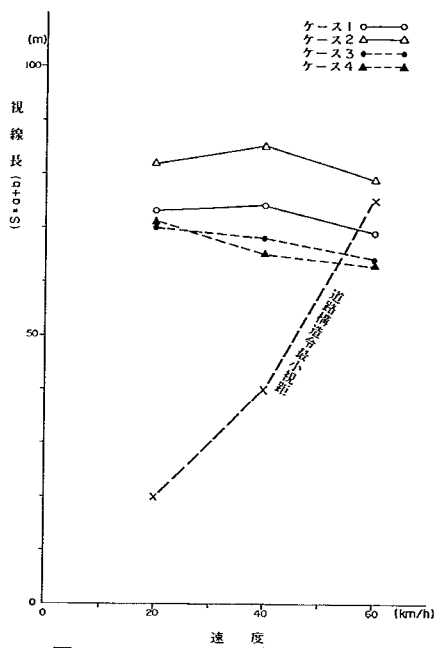


図 I-9 V-S (供試体 J)

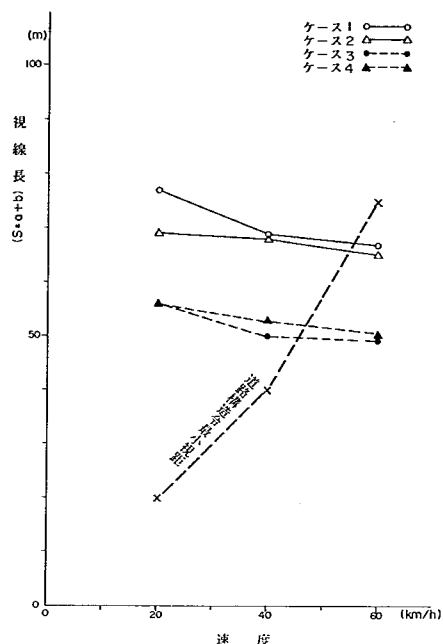


図 I-10 V-S (供試体 K)

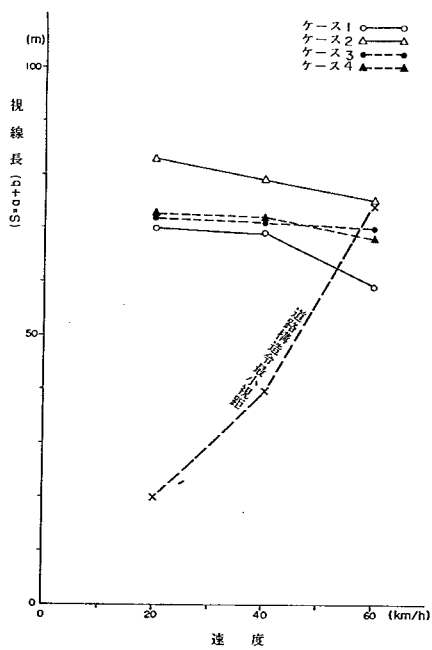


図 I-11 V-S (供試体 L)

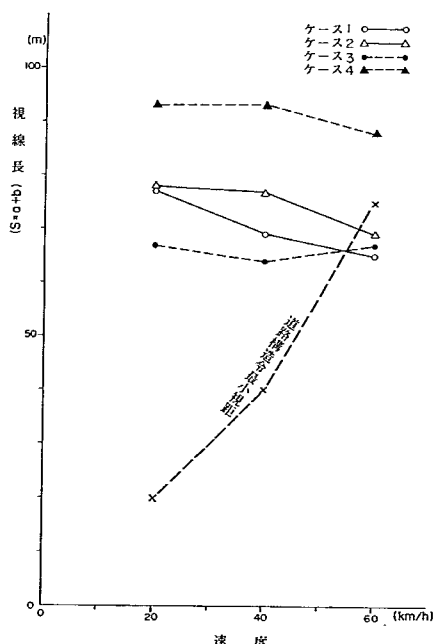


図 I-12 V-S (供試体 M)

(I) 走行速度と視線長との関係 (実験 I)

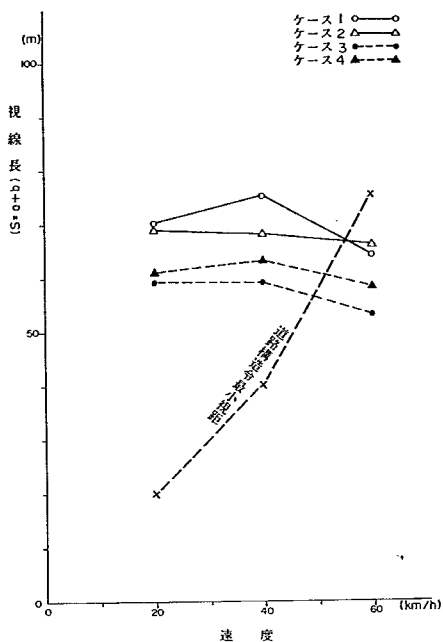


図 I - 13 V - S (供試体 N)

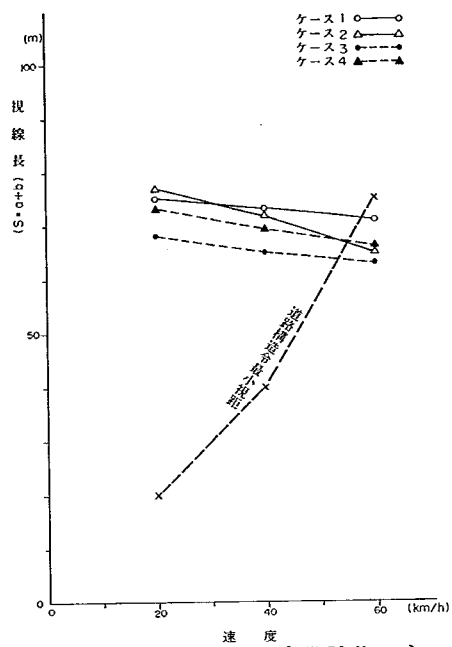


図 I - 14 V - S (供試体 O)

(II) 走行速度と視線長との関係(実験 II)

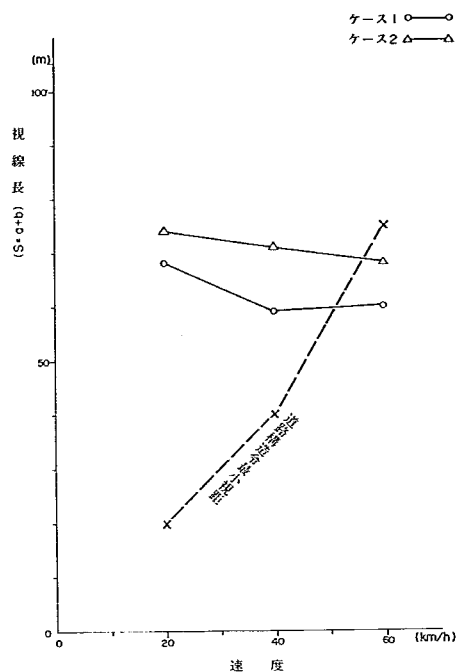


図 II - 1 V - S (供試体 C)

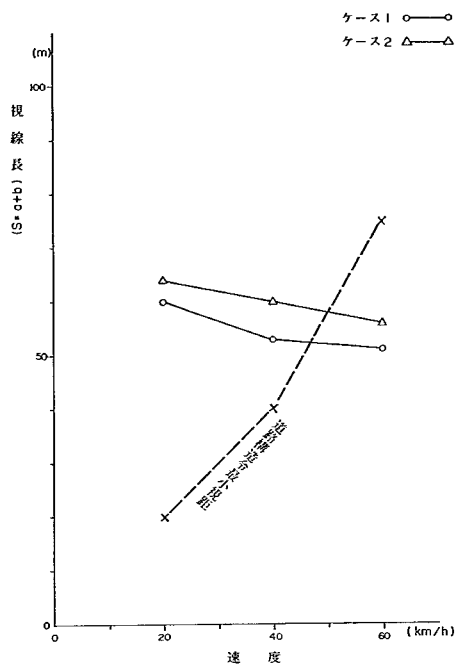


図 II - 2 V - S (供試体 D)

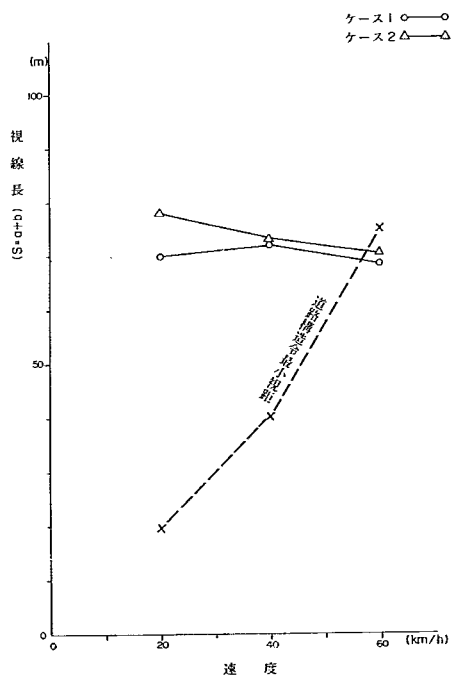


図 II - 3 V - S (供試体 F)

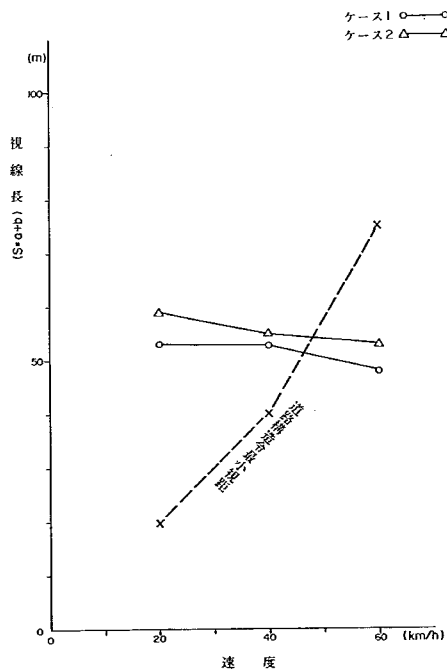


図 II - 4 V - S (供試体 G)

(II) 走行速度と視線長との関係 (実験 II)

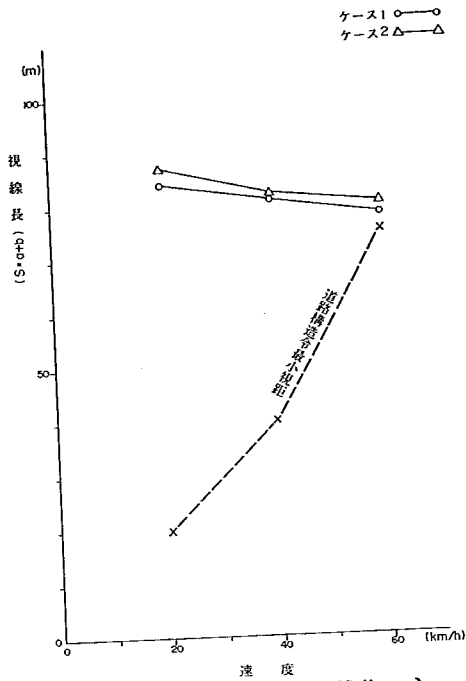


図 II-5 V-S (供試体 I)

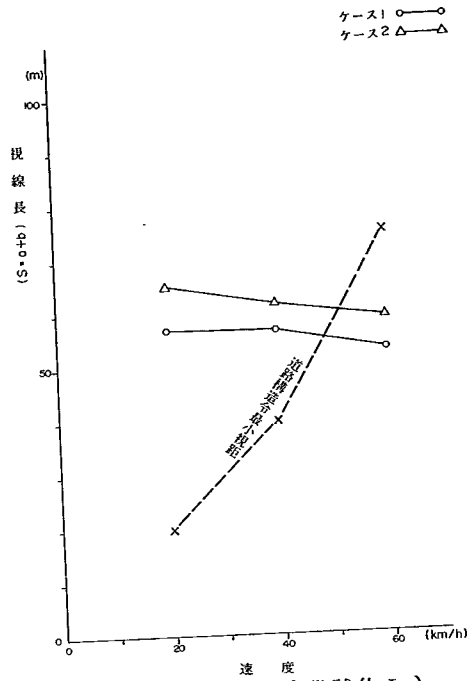


図 II-6 V-S (供試体 J)

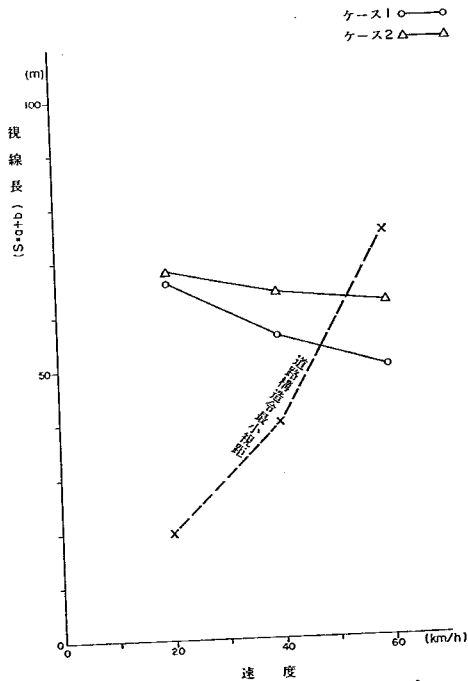


図 II-7 V-S (供試体 L)

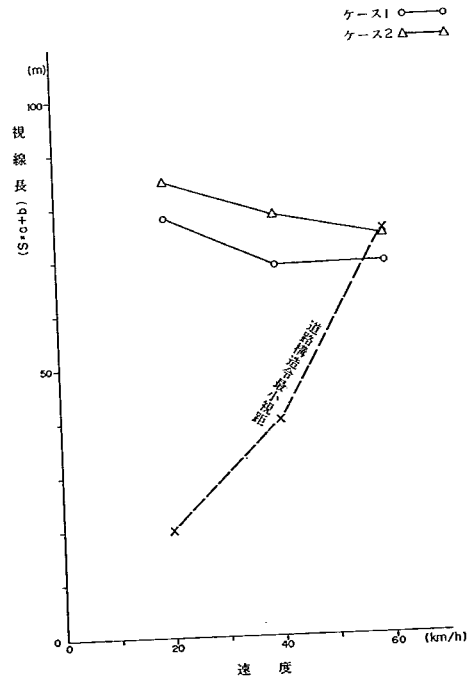
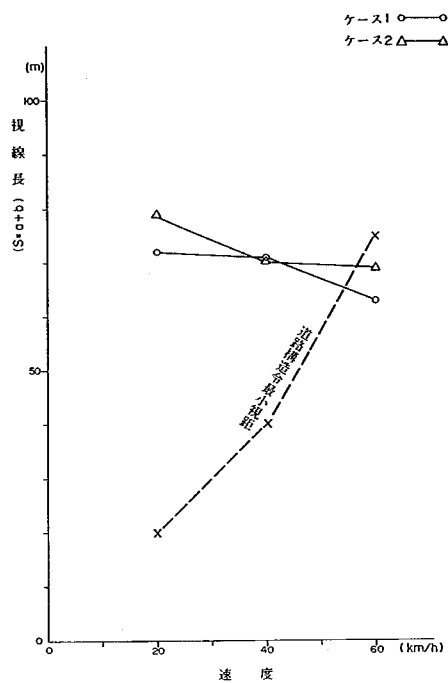


図 II-8 V-S (供試体 M)

(II) 走行速度と視線長との関係(実験Ⅱ)



図Ⅱ-9 V-S (供試体O)

(Ⅲ) 曲率半径と視線長との関係(実験Ⅰ)

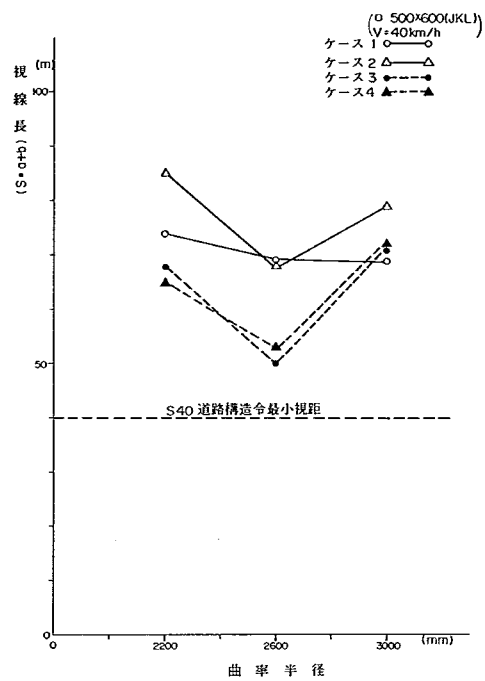
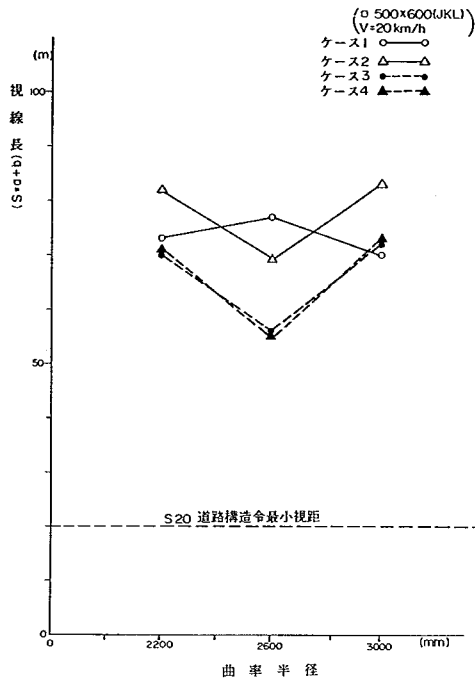


図 Ⅲ-1 $R-S$ ($\square 500 \times 600$, $V=20$) 図 Ⅲ-2 $R-S$ ($\square 500 \times 600$, $V=40$)

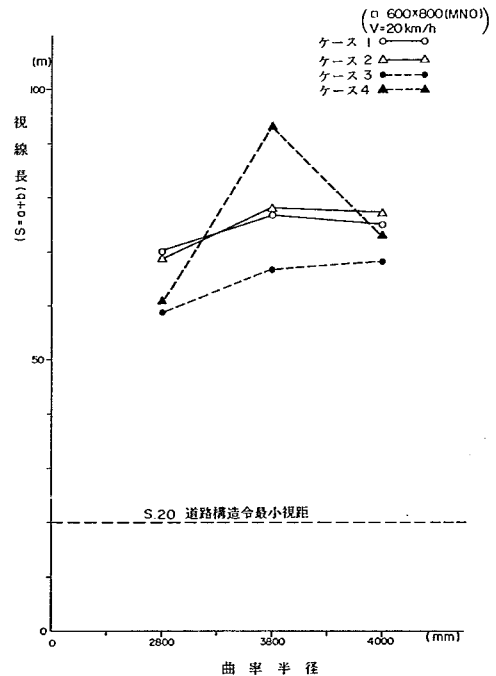
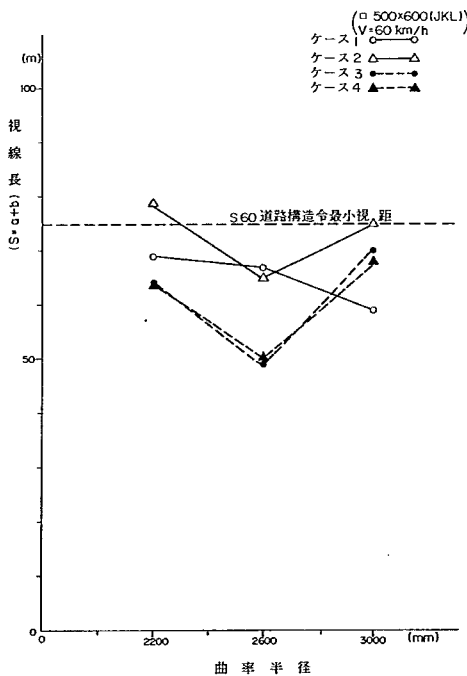


図 Ⅲ-3 $R-S$ ($\square 500 \times 600$, $V=60$) 図 Ⅲ-4 $R-S$ ($\square 600 \times 800$, $V=20$)

(Ⅲ) 曲率半径と視線長との関係 (実験Ⅰ)

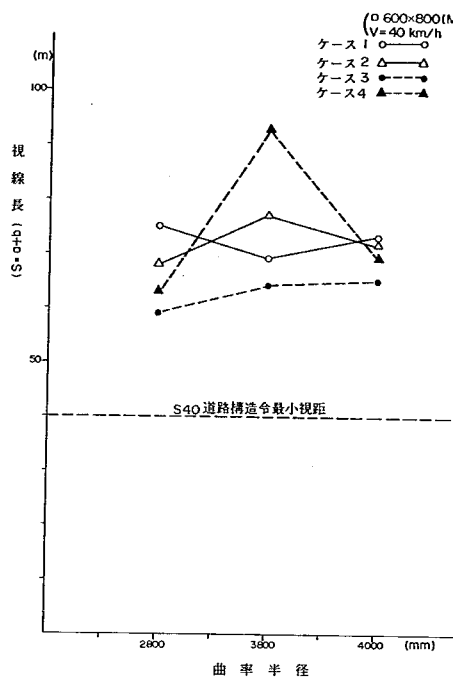


図 Ⅲ-5 R-S ($\square 600 \times 800$, $V=40$)

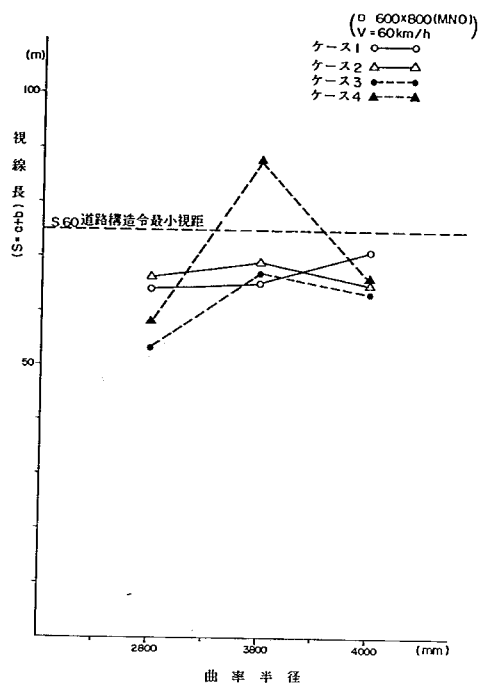
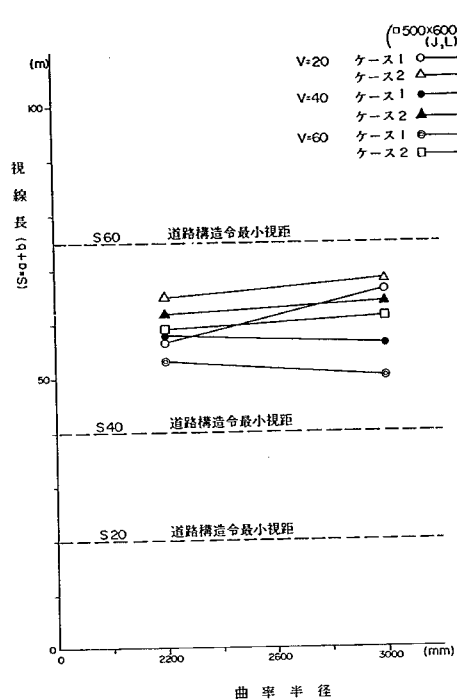
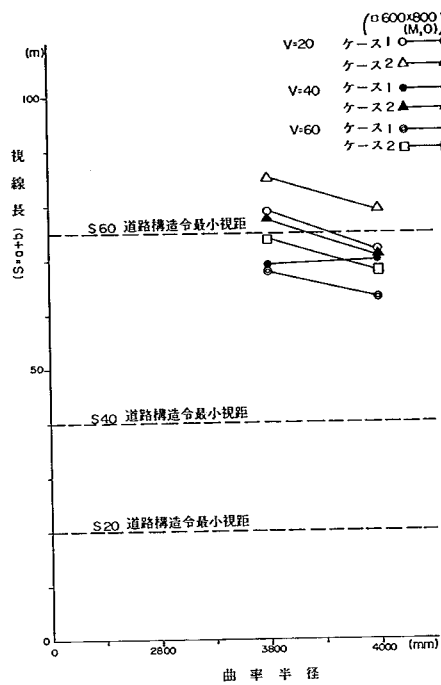


図 Ⅲ-6 R-S ($\square 600 \times 800$, $V=60$)

(Ⅳ) 曲率半径と視線長との関係 (実験Ⅱ)



図Ⅳ-1 R-S (□ 500×600)



図Ⅳ-2 R-S (□ 600×800)

(V) 横 倍 率 計 算 結 果

$L = 1.7$

R	S	m	R	S	m	R	S	m
1.0	20	0.02344	2.5	20	0.05623	4.0	20	0.08923
	40	0.01281		40	0.03100		40	0.04975
	60	0.00867		60	0.02099		60	0.03367
	80	0.00653		80	0.01580		80	0.02533
	100	0.00524		100	0.01265		100	0.02027
1.5	20	0.03422	3.0	20	0.06726	4.5	20	0.10014
	40	0.01875		40	0.03722		40	0.05605
	60	0.01269		60	0.02519		60	0.03795
	80	0.00956		80	0.01896		80	0.02854
	100	0.00766		100	0.01518		100	0.02283
2.0	20	0.04520	3.5	20	0.07827	5.0	20	0.11098
	40	0.02484		40	0.04347		40	0.06239
	60	0.01682		60	0.02942		60	0.04224
	80	0.01267		80	0.02214		80	0.03176
	100	0.01015		100	0.01772		100	0.02540

$L = 2.5$

R	S	m	R	S	m	R	S	m
1.0	20	0.02349	2.5	20	0.05637	4.0	20	0.08953
	40	0.01281		40	0.03102		40	0.04977
	60	0.00867		60	0.02099		60	0.03368
	80	0.00654		80	0.01580		80	0.02533
	100	0.00524		100	0.01266		100	0.02027
1.5	20	0.03429	3.0	20	0.06745	4.5	20	0.10051
	40	0.01876		40	0.03723		40	0.05609
	60	0.01270		60	0.02519		60	0.03796
	80	0.00956		80	0.01896		80	0.02854
	100	0.00766		100	0.01518		100	0.02283
2.0	20	0.04530	3.5	20	0.07851	5.0	20	0.11143
	40	0.02485		40	0.04349		40	0.06242
	60	0.01682		60	0.02942		60	0.04225
	80	0.01267		80	0.02214		80	0.03177
	100	0.01015		100	0.01772		100	0.02541

L : 物体の大きさ (m) R : 曲率半径 (m) $m = \text{横倍率} \frac{L'}{L}$
 S : 反射鏡の球心から物体までの進行方向に測った距離 (m)

L' : 像の大きさ (m)

区 画 線 資 料

(Ⅴ) 見え方評価値の計算結果

実験 №1

供試体 距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
160	0.10	0.04	0.02	0.08	0.07	0.00	0.02	0.00	0.06	0.02	0.00	0.06	0.10
140	0.17	0.06	0.06	0.19	0.06	0.00	0.02	0.00	0.13	0.04	0.04	0.04	0.15
120	0.27	0.27	0.13	0.21	0.08	0.19	0.02	0.08	0.19	0.08	0.13	0.13	0.13
100	0.31	0.38	0.23	0.42	0.19	0.31	0.17	0.10	0.31	0.15	0.29	0.27	0.21
80	0.54	0.52	0.38	0.65	0.38	0.44	0.25	0.19	0.56	0.27	0.31	0.52	0.29
60	0.83	0.83	0.69	0.83	0.60	0.73	0.46	0.48	0.73	0.60	0.73	0.71	0.50
40	0.96	0.92	0.75	0.92	0.92	0.83	0.52	0.35	0.90	0.63	0.79	0.94	0.83
20	0.98	0.94	0.71	0.83	0.92	0.88	0.50	0.50	0.98	0.63	0.69	0.93	0.88

実験 №2

供試体 距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
160													
140													
120													
100													
60	0.31	0.31	0.15	0.33	0.29	0.23	0.21	0.15	0.38	0.19	0.27	0.19	0.23
40	0.67	0.69	0.48	0.69	0.60	0.54	0.44	0.38	0.69	0.46	0.60	0.67	0.58
30	0.83	0.83	0.75	0.77	0.83	0.81	0.60	0.58	0.81	0.58	0.67	0.81	0.81
20	0.98	0.95	0.75	0.82	0.93	0.95	0.41	0.64	0.91	0.57	0.91	0.89	0.89

実験 №3

供試体 距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
160													
140													
120	0.25	0.23	0.23	0.17	0.15	0.23	0.12	0.40	0.15	0.10	0.21	0.27	0.17
100	0.35	0.29	0.40	0.27	0.27	0.37	0.12	0.46	0.35	0.21	0.35	0.37	0.29
80	0.56	0.46	0.52	0.42	0.38	0.60	0.27	0.71	0.46	0.44	0.50	0.62	0.42
60	0.65	0.69	0.75	0.54	0.69	0.73	0.35	0.81	0.67	0.56	0.65	0.67	0.69
40													
20													

実験 № 4

供試体 距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
160													
140													
120													
100													
80	0.35	0.25	0.35	0.35	0.19	0.44	0.10	0.17	0.29	0.23	0.19	0.18	0.21
60	0.58	0.54	0.67	0.65	0.48	0.69	0.44	0.60	0.52	0.23	0.52	0.40	0.52
40	0.85	0.79	0.85	0.83	0.77	0.83	0.67	0.79	0.81	0.29	0.62	0.54	0.83
30	0.90	0.83	0.92	0.85	0.85	0.88	0.69	0.88	0.81	0.27	0.77	0.37	0.83

実験 № 5

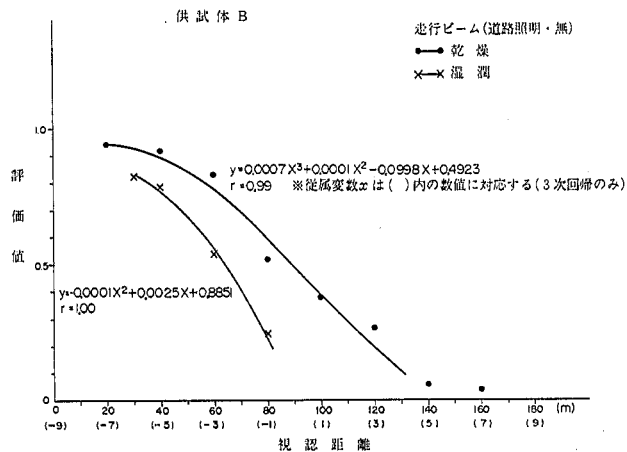
供試体 距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
160													
140													
120													
100													
60	0.17	0.08	0.23	0.17	0.10	0.15	0.06	0.13	0.15	0.10	0.06	0.02	0.08
40	0.40	0.25	0.44	0.29	0.38	0.50	0.25	0.38	0.40	0.08	0.19	0.13	0.35
30	0.65	0.60	0.56	0.48	0.60	0.58	0.50	0.50	0.63	0.06	0.31	0.71	0.69
20	0.92	0.69	0.96	0.65	0.85	0.96	0.67	0.84	0.88	0.27	0.79	0.16	0.92

実験 № 6

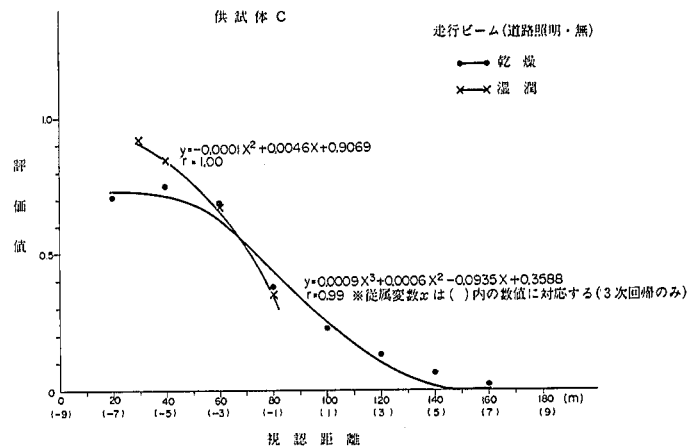
供試体 距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
160													
140	0.05	0.00	0.15	0.15	0.03	0.25	0.03	0.00	0.05	0.10	0.10	0.03	0.03
120	0.08	0.00	0.20	0.13	0.00	0.28	0.05	0.00	0.05	0.15	0.18	0.03	0.05
100													
80	0.20	0.18	0.53	0.38	0.08	0.58	0.28	0.18	0.18	0.35	0.43	0.13	0.15
60													
40	0.48	0.30	0.68	0.42	0.30	0.83	0.45	0.43	0.45	0.40	0.73	0.35	0.40
20													

※ 空欄は実験を行っていない。

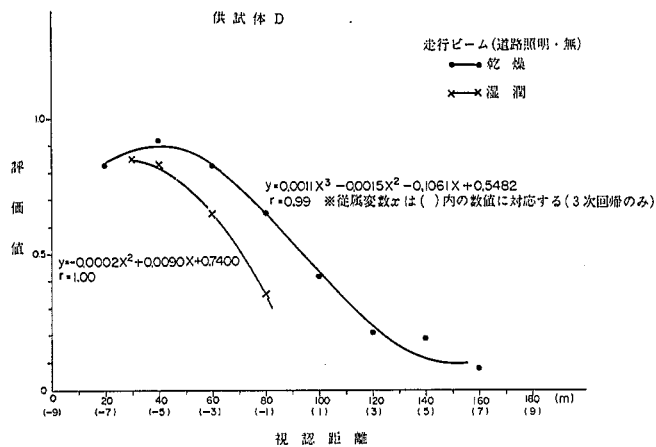
(Ⅶ) 視認距離と評価値との関係



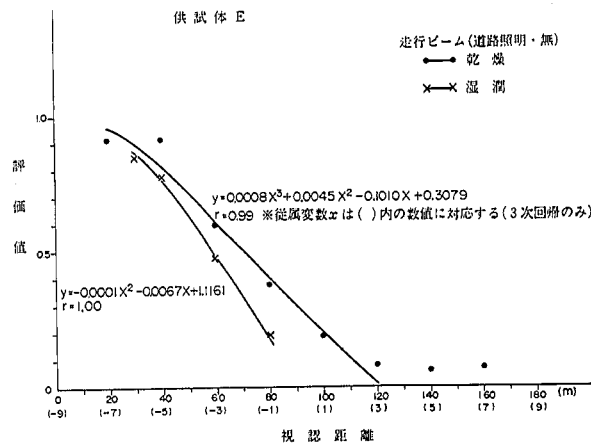
図Ⅶ-1 (供試体 B)



図Ⅶ-2 (供試体 C)

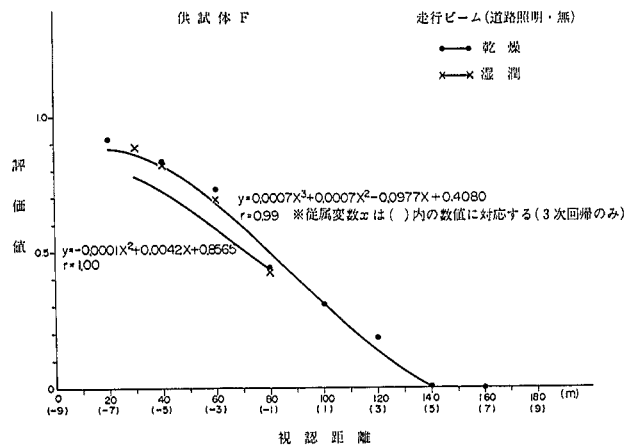


図Ⅶ-3 (供試体 D)

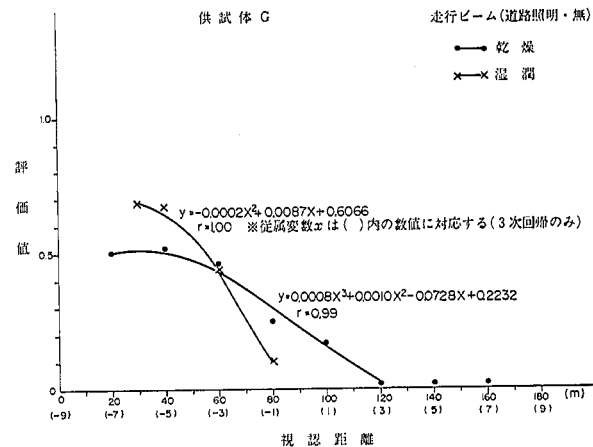


図Ⅶ-4 (供試体 E)

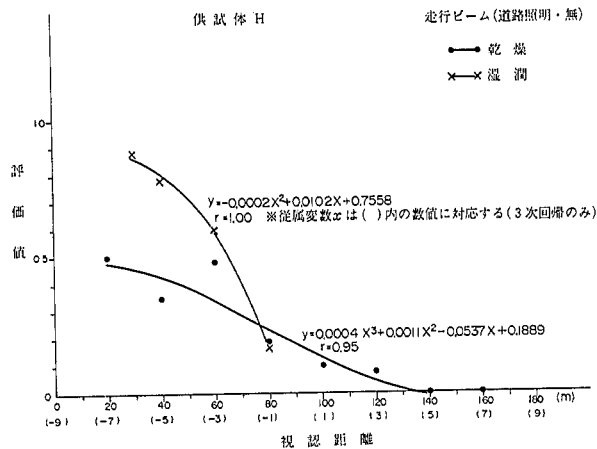
(Ⅶ) 視認距離と評価値との関係



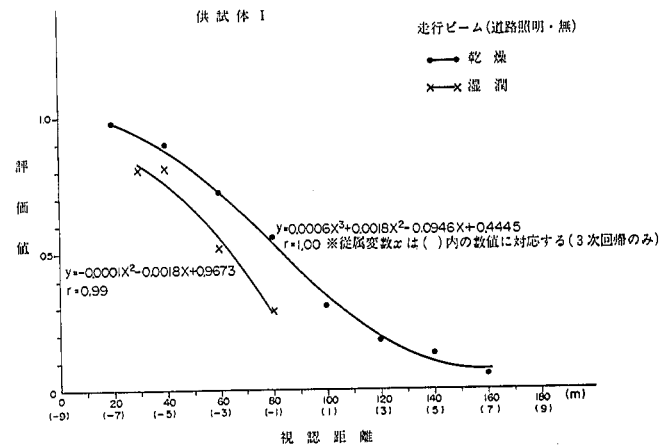
図Ⅶ-5 (供試体 F)



図Ⅶ-6 (供試体 G)

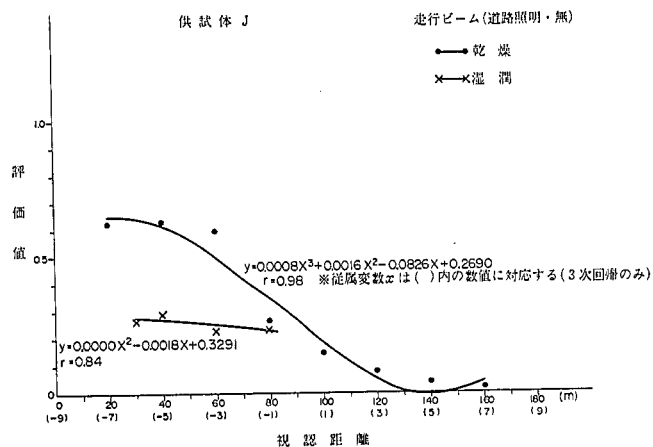


図Ⅶ-7 (供試体 H)

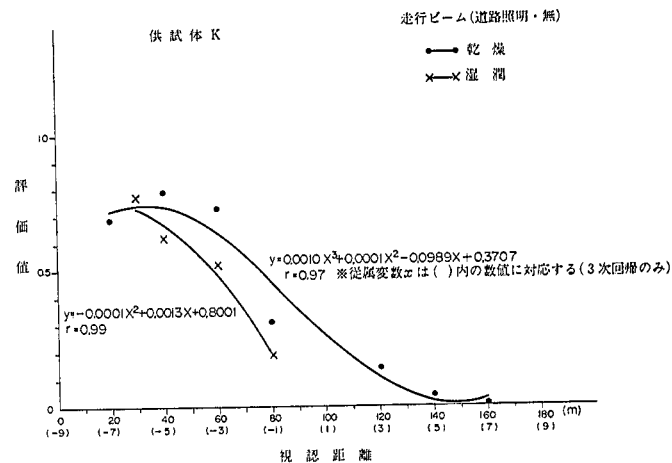


図Ⅶ-8 (供試体 I)

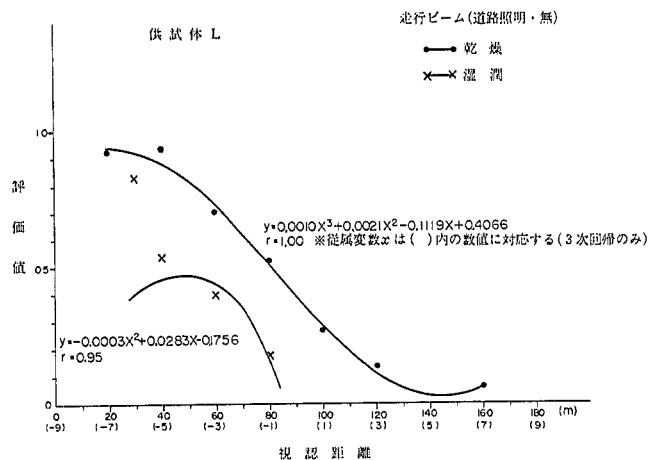
(Ⅶ) 視認距離と評価値との関係



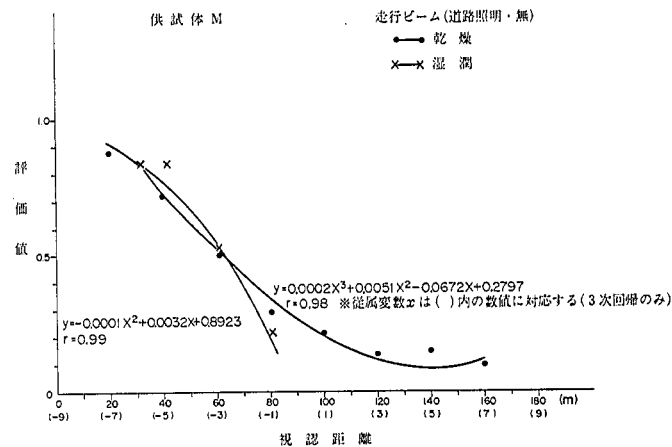
図Ⅶ-9 (供試体 J)



図Ⅶ-10 (供試体 K)

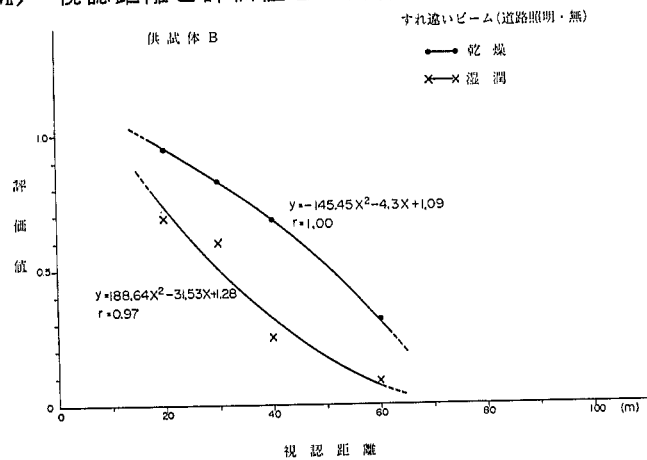


図Ⅶ-11 (供試体 L)

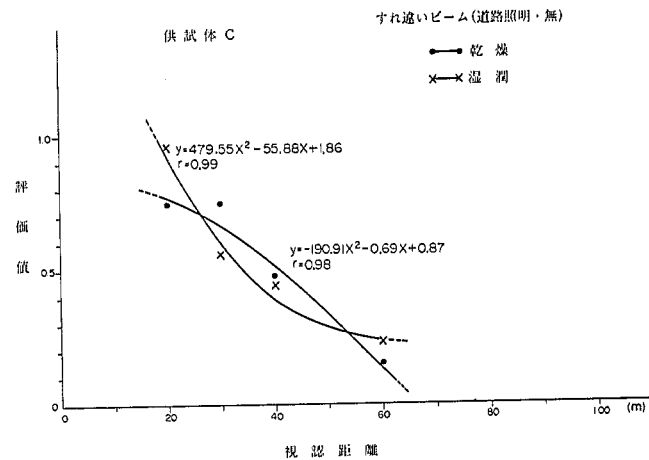


図Ⅶ-12 (供試体 M)

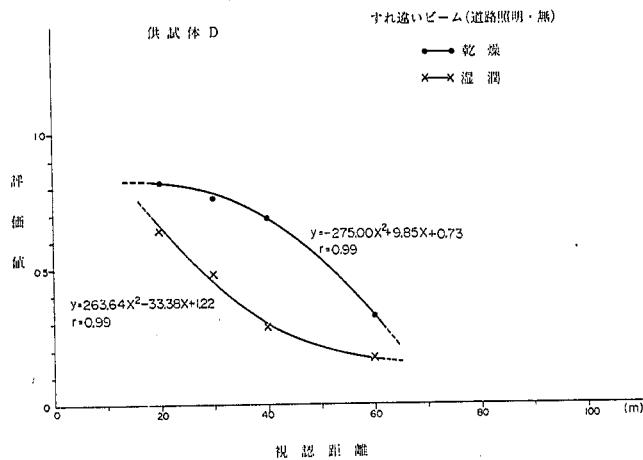
(Ⅶ) 視認距離と評価値との関係



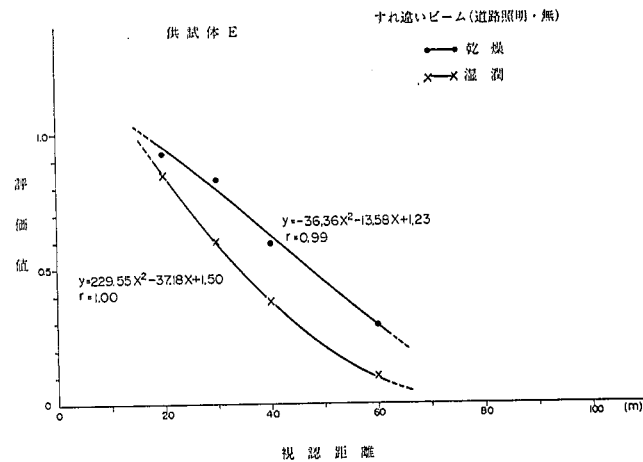
図Ⅶ-13 (供試体 B)



図Ⅶ-14 (供試体 C)



図Ⅶ-15 (供試体 D)



図Ⅶ-16 (供試体 E)

(VI) 視認距離と評価値との関係

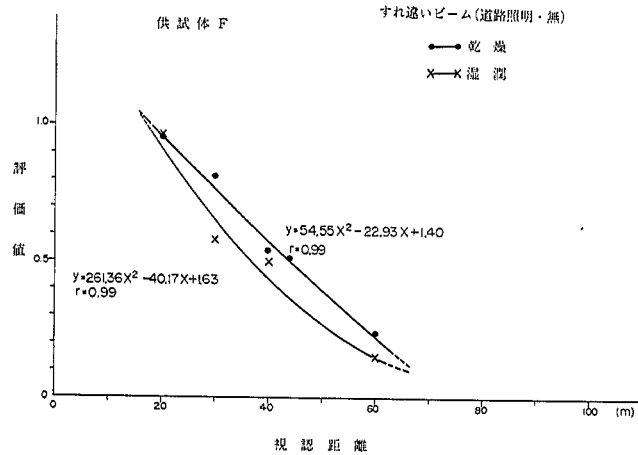


図 VII-17 (供試体 F)

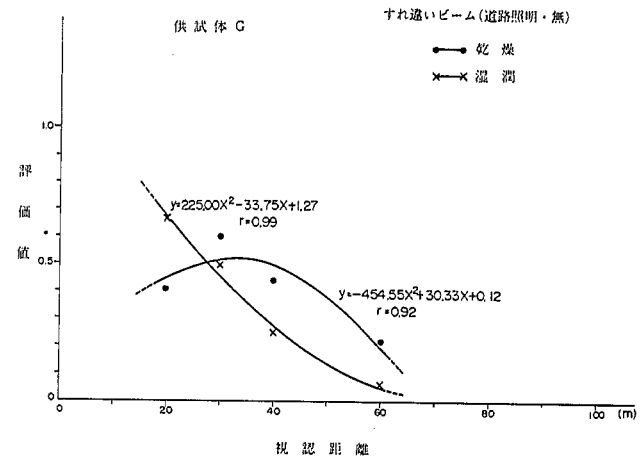


図 VII-18 (供試体 G)

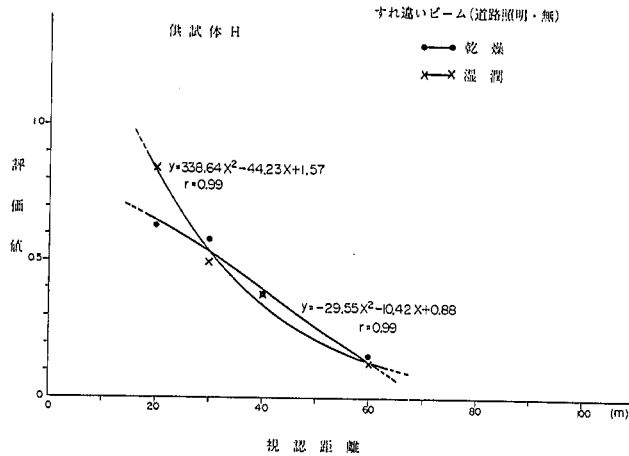


図 VII-19 (供試体 H)

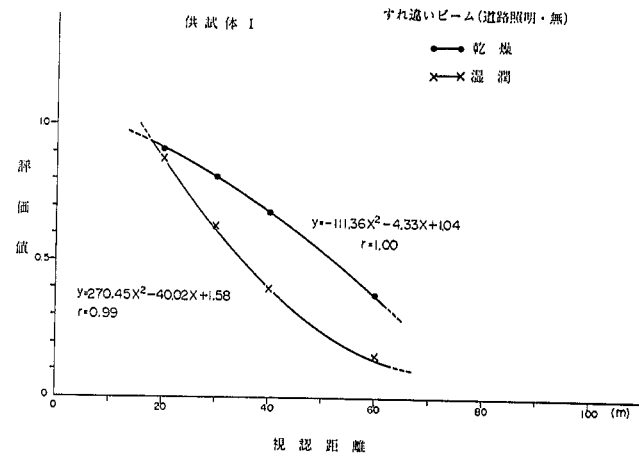


図 VII-20 (供試体 I)

(VI) 視認距離と評価値との関係

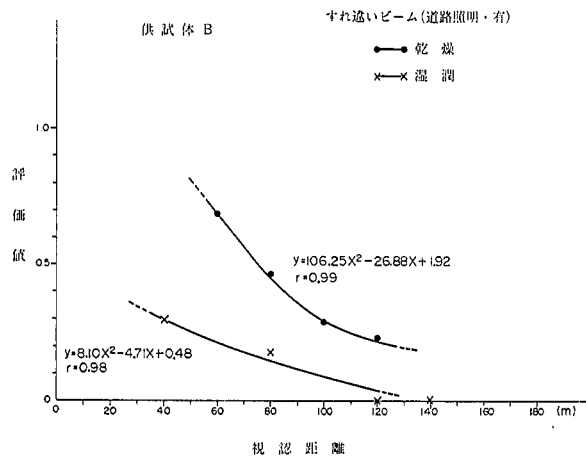


図 VII-25 (供試体 B)

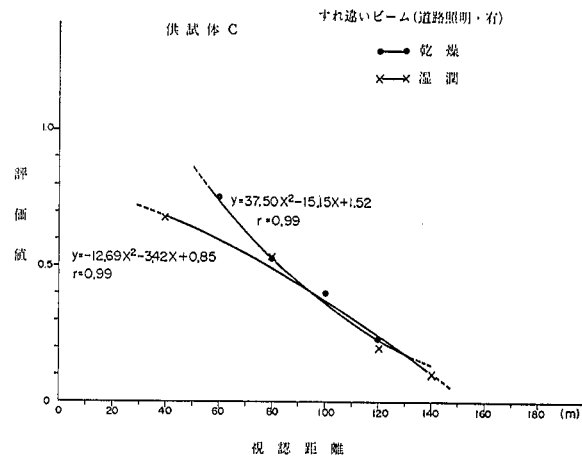


図 VII-26 (供試体 C)

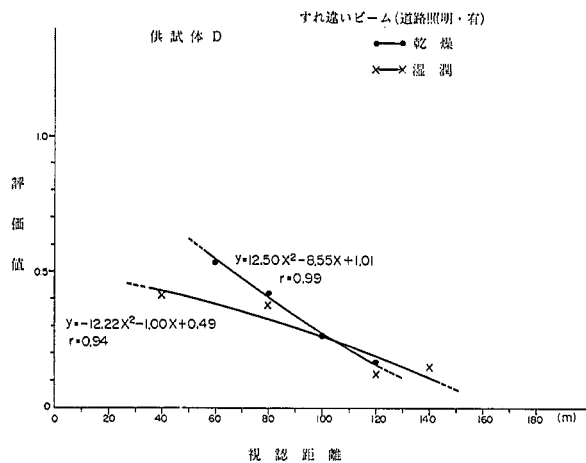


図 VII-27 (供試体 D)

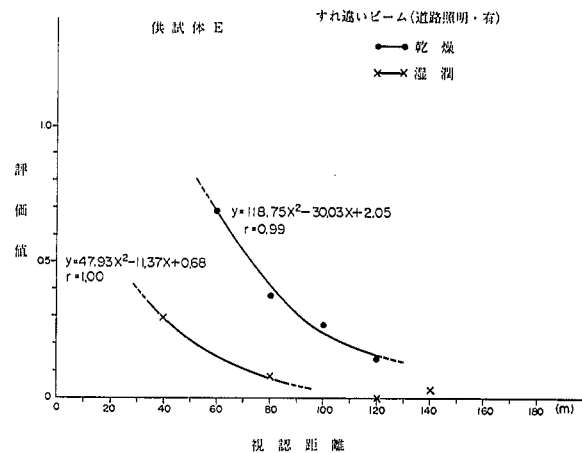
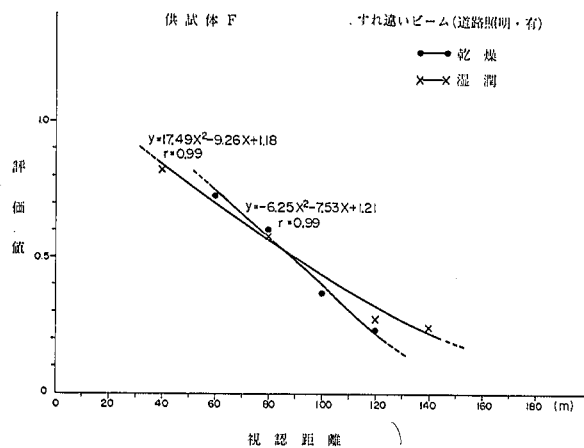
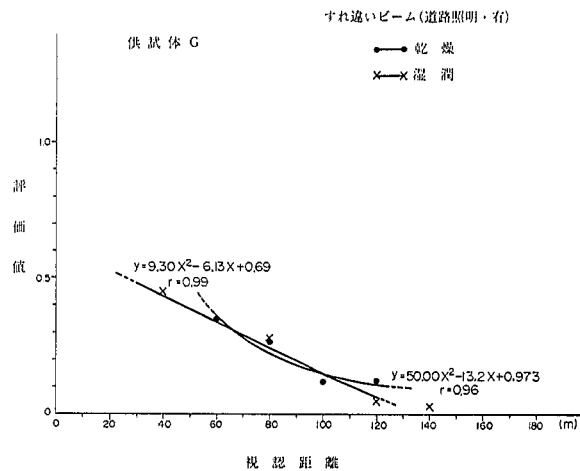


図 VII-28 (供試体 E)

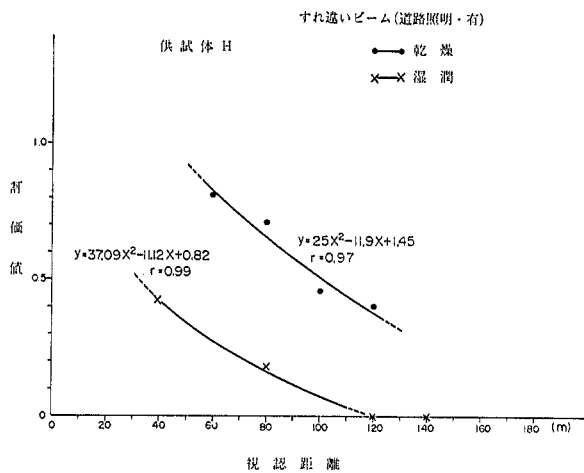
(Ⅶ) 視認距離と評価値との関係



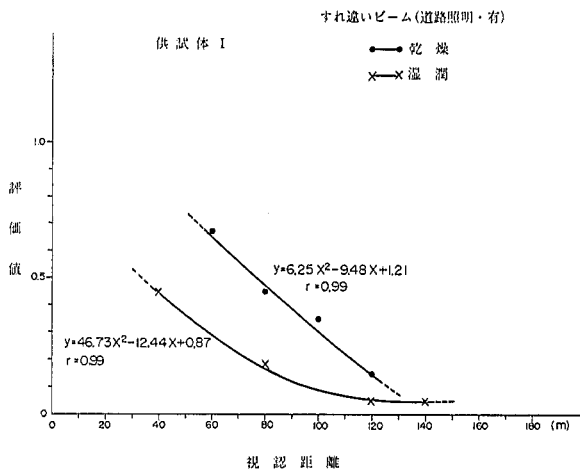
図Ⅶ-29 (供試体 F)



図Ⅶ-30 (供試体 G)



図Ⅶ-31 (供試体 H)



図Ⅶ-32 (供試体 I)

(VI) 視認距離と評価値との関係

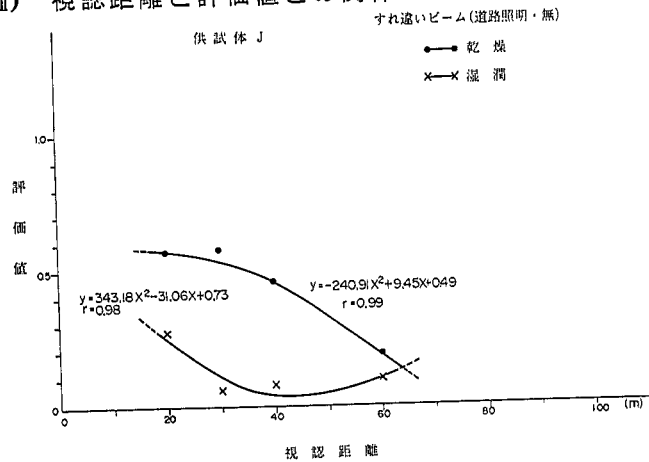


図 VII-21 (供試体 J)

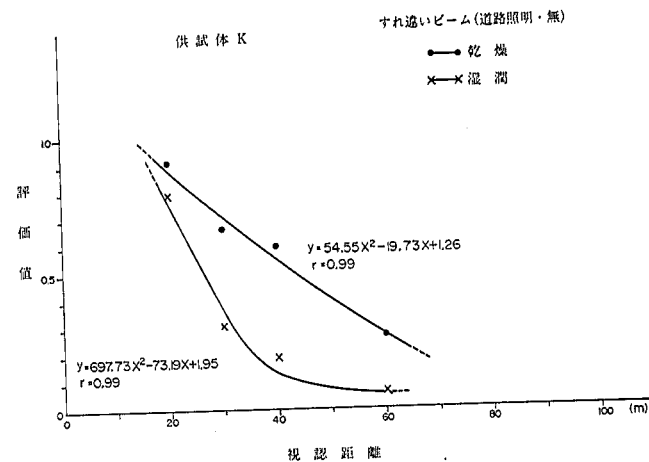


図 VII-22 (供試体 K)

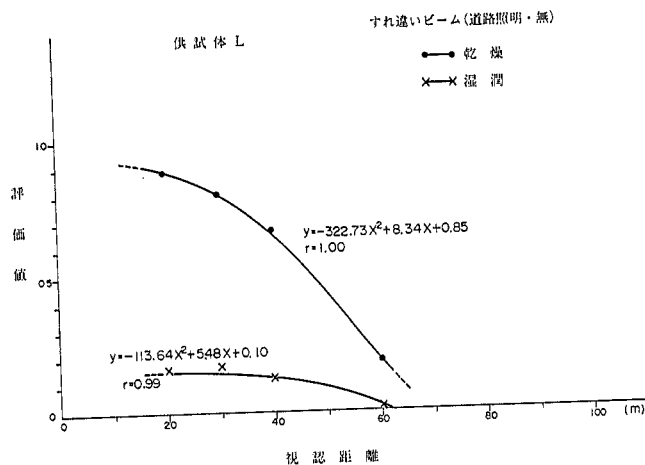


図 VII-23 (供試体 L)

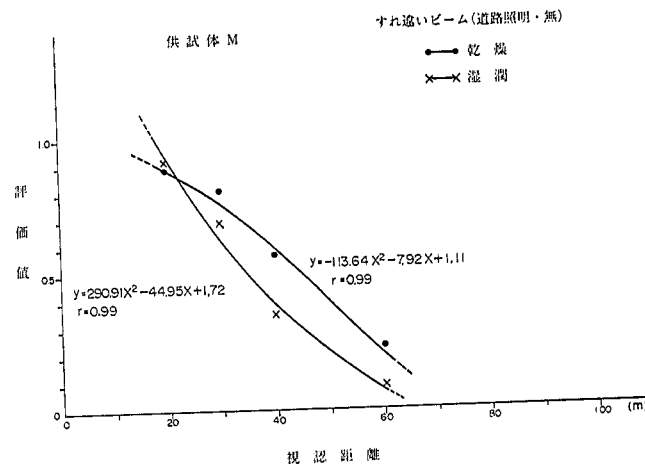


図 VII-24 (供試体 M)

(VII) 視認距離と評価値との関係

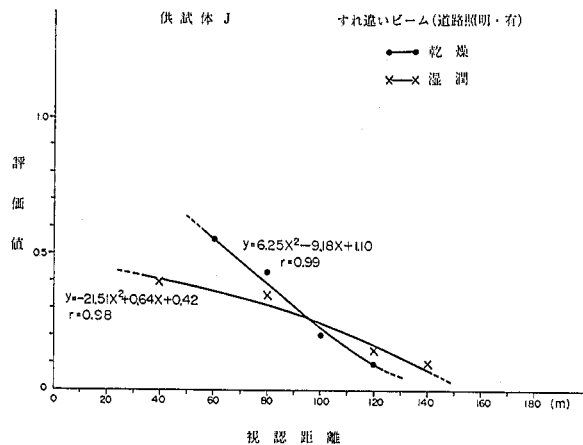


図 VII-33 (供試体 J)

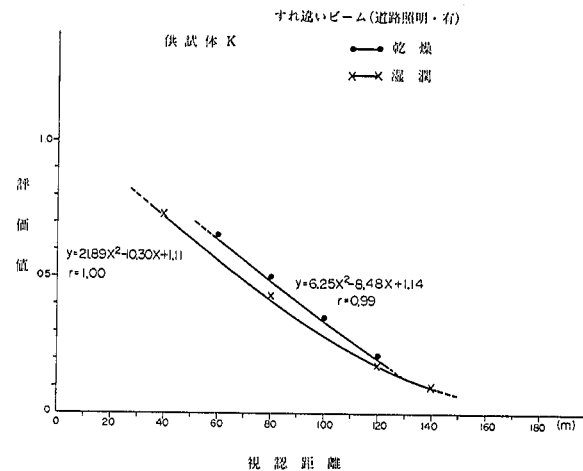


図 VII-34 (供試体 K)

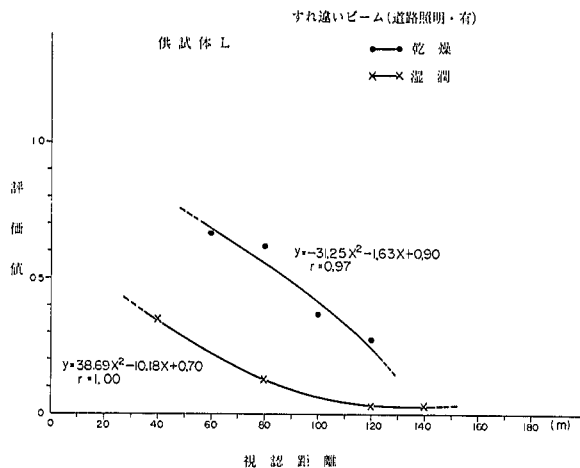


図 VII-35 (供試体 L)

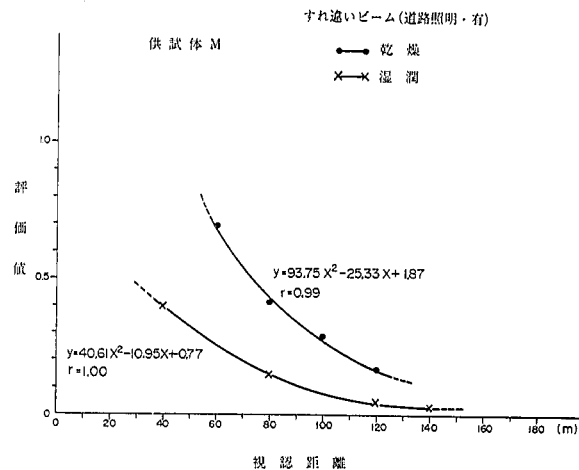
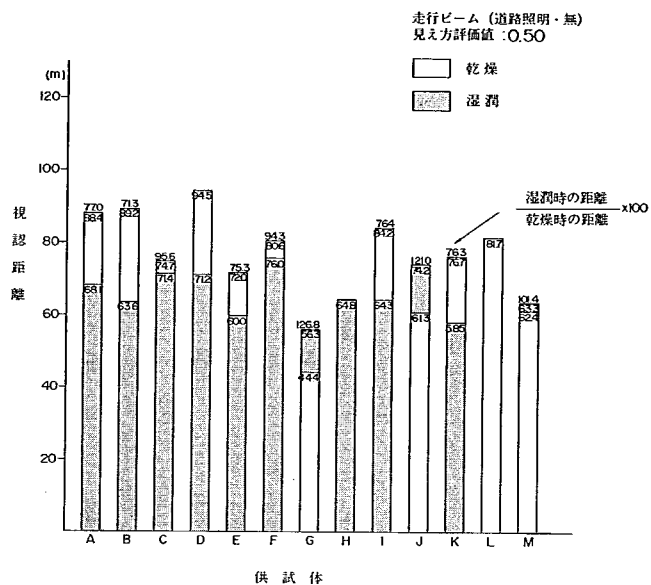
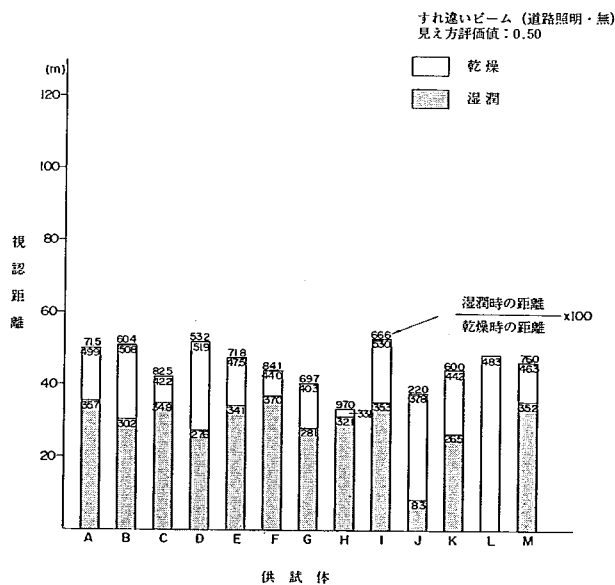


図 VII-36 (供試体 M)

(Ⅶ) 視認距離と供試体との関係

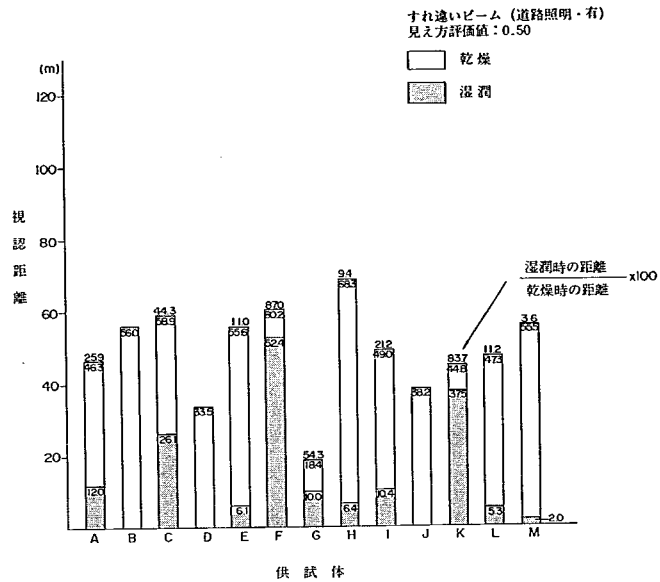


図Ⅶ-1 (0.5)

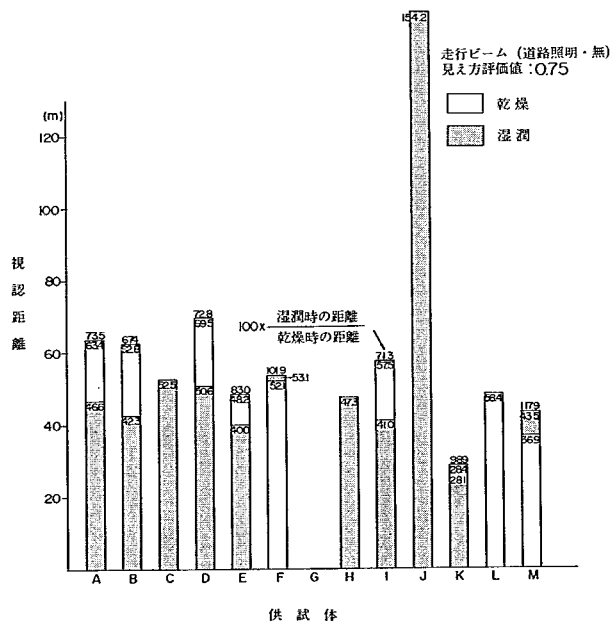


図Ⅶ-2 (0.5)

(Ⅶ) 視認距離と供試体との関係

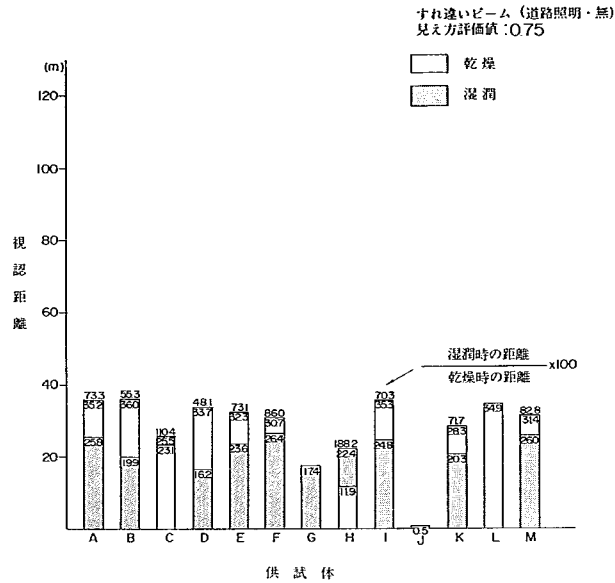


Ⅶ-3 (0.5)

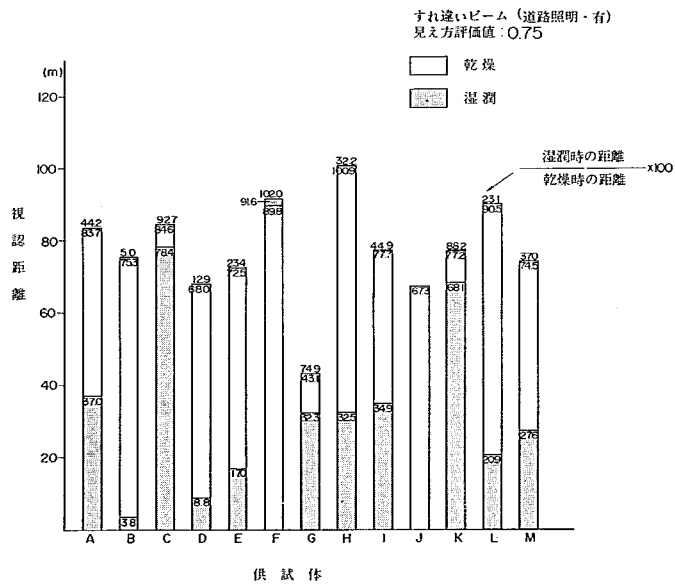


Ⅶ-4 (0.75)

(Ⅶ) 視認距離と供試体との関係

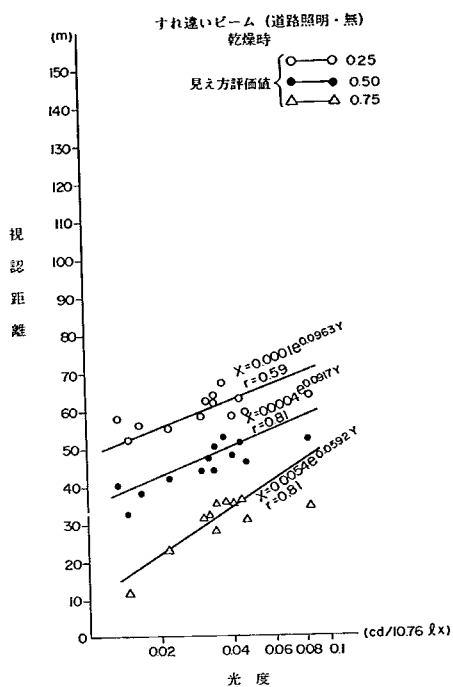


図Ⅶ-5 (0.75)

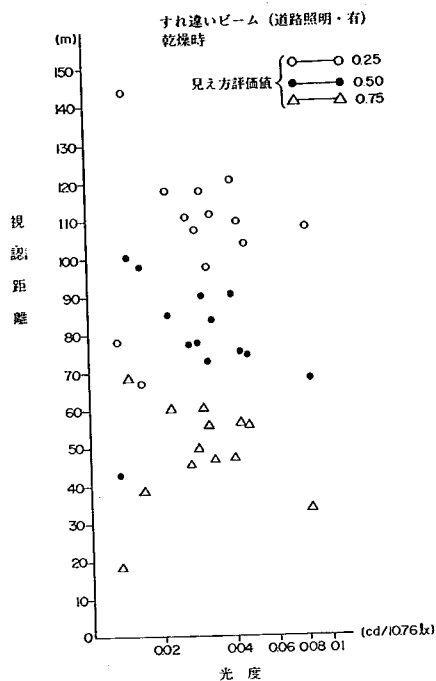


図Ⅶ-6 (0.75)

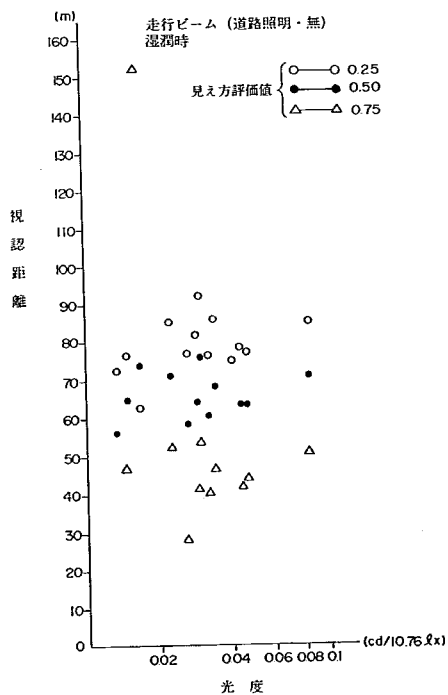
(Ⅱ) 視認距離と光度との関係



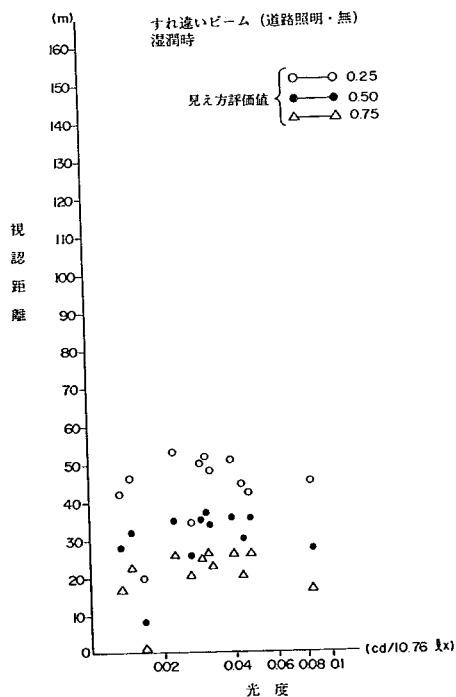
図Ⅱ-1



図Ⅱ-2



図Ⅱ-3



図Ⅱ-4

(K) 視認距離と光度との関係

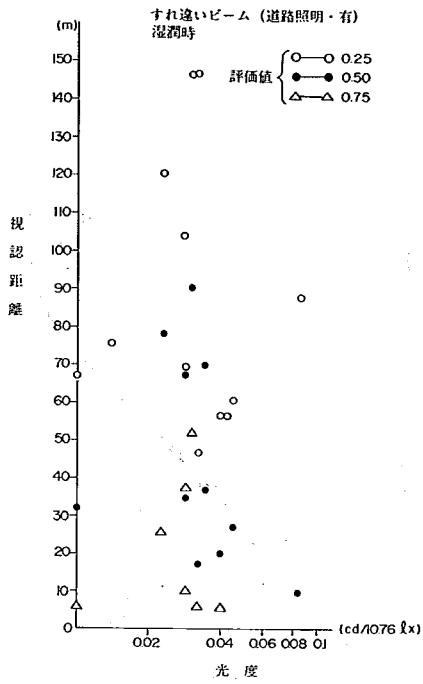


図 K-5

(X) 視力の違いによる視認距離と評価値との関係

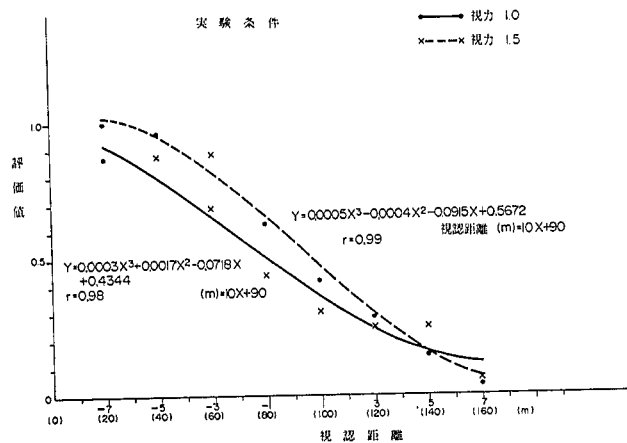


図 X-1 (供試体 B)

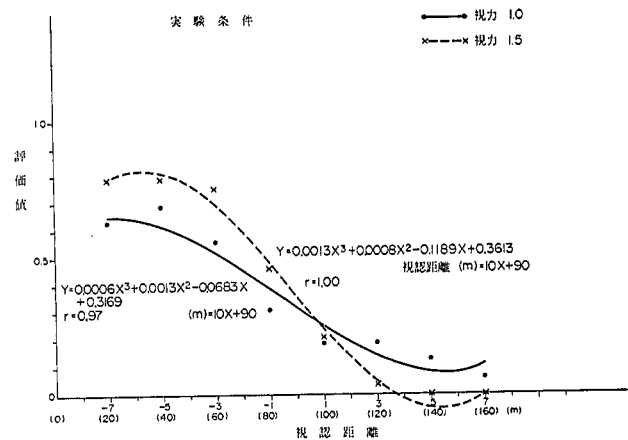


図 X-2 (供試体 C)

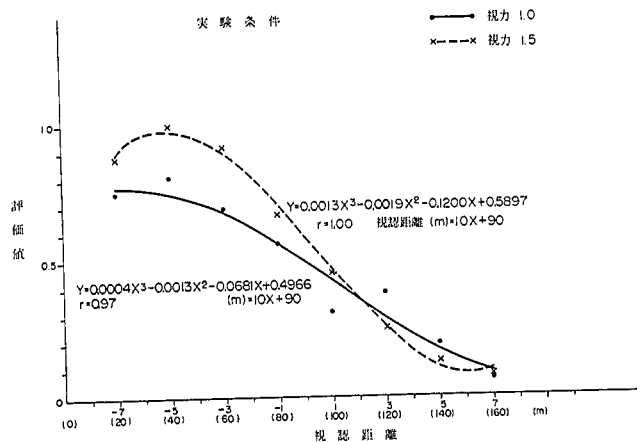


図 X-3 (供試体 D)

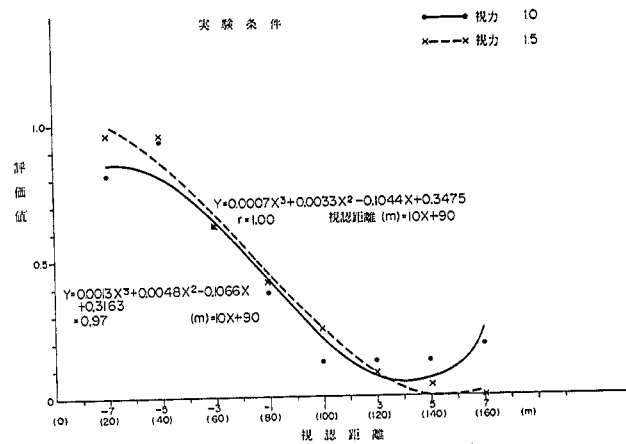


図 X-4 (供試体 E)

(X) 視力の違いによる視認距離と評価値との関係

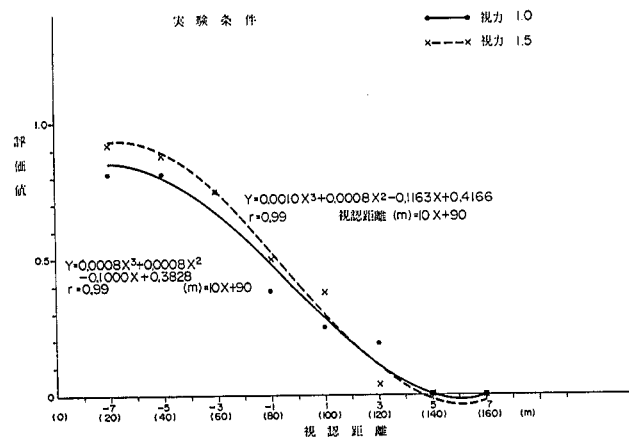


図 X-5 (供試体 F)

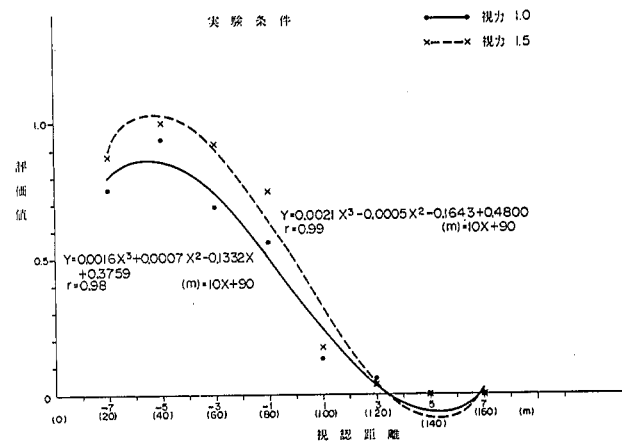


図 X-6 (供試体 G)

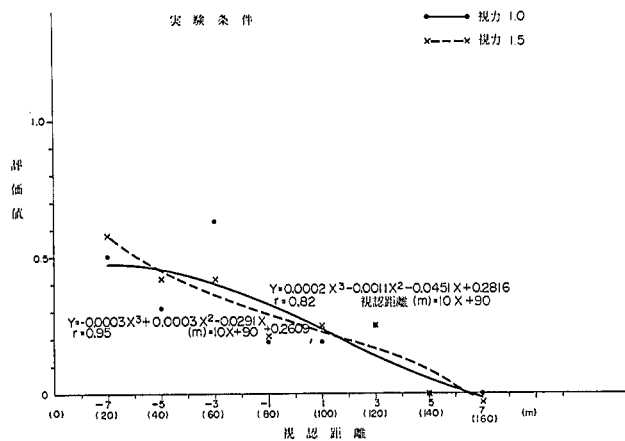


図 X-7 (供試体 H)

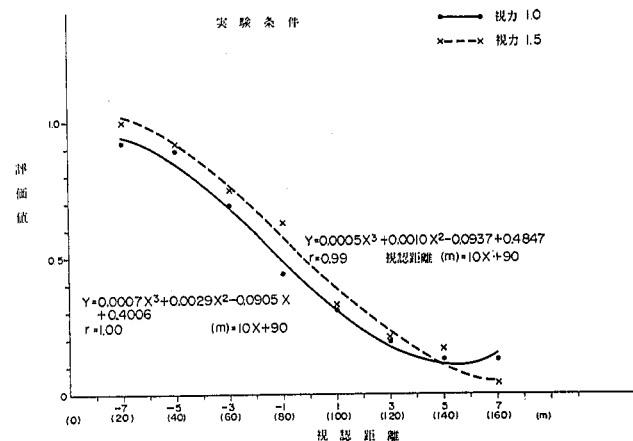


図 X-8 (供試体 I)

(X) 視力の違いによる視認距離と評価値との関係

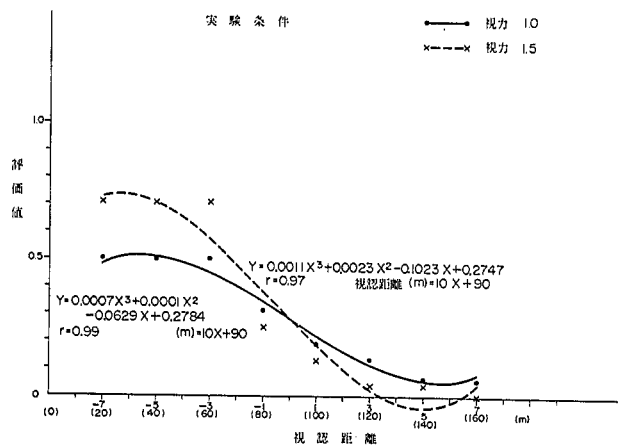


図 X-9 (供試体 J)

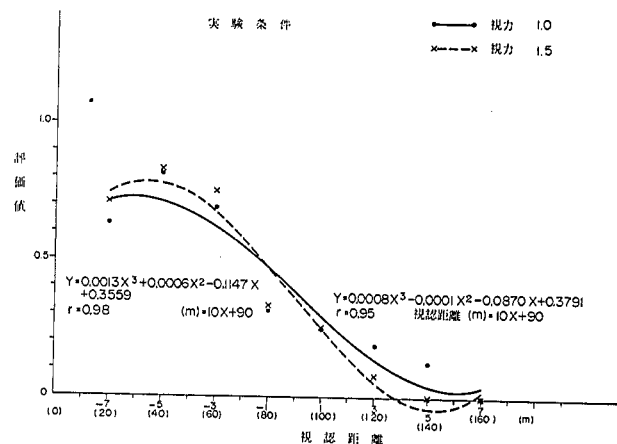


図 X-10 (供試体 K)

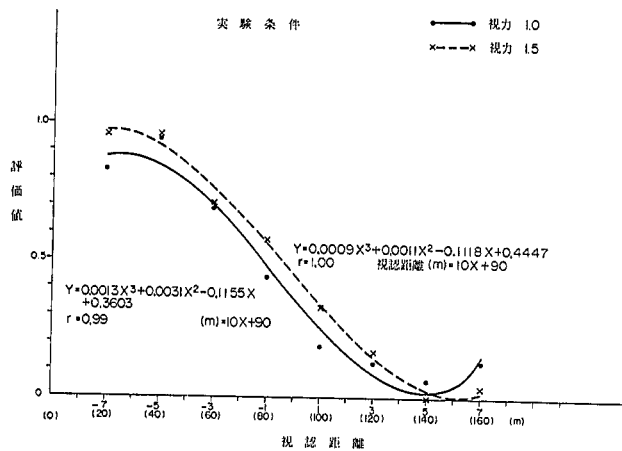


図 X-11 (供試体 L)

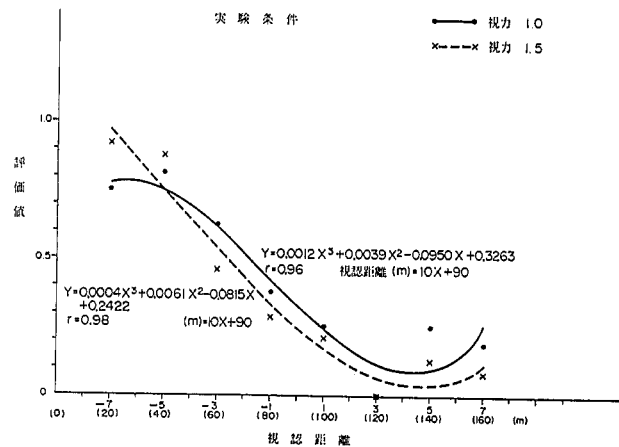


図 X-12 (供試体 M)

交通安全研究室既版資料一覧

<土木技術資料>

課 題 名	発 表 者 名	年 月
タイヤ摩耗量とすべり抵抗	市原薫, 小野田光之	45. 10
路面のすべりに関する 2, 3 の相関	溝口忠	45. 12
— 速度および路面温度の影響について —		
縦断こう配と平面曲線が重なった場合のこう配の低減	市原薫, 満田喬, 溝口忠	46. 1
路面の粗さの測定法	溝口忠	46. 4
路面の粗さとすべり抵抗	溝口忠, 小野田光之	46. 6
道路環境における景観工学	木倉正美	46. 11
路面覆工板上の走行車輛の安全性	木倉正美, 小野田光之	48. 6
— 各種加工路面のすべり摩擦係数 —		
道路構造と交通事故の関連性	荒牧英城, 寺地守	48. 10
高速道路における流入特性	満田喬	48. 12
高速走行時のすべり摩擦係数	木倉正美, 小野田光之	48. 1
— ハイドロブレーニングについて —		
交通事故と道路要因	栗本典彦, 荒牧英城	49. 7
道路試験車による人間工学的走行試験 (紹介)	小野田光之, 田宮隆夫	49. 7
高速走行時のすべり摩擦係数 (その 2)	栗本典彦, 小野田光之,	49. 7
— ハイドロブレーニング —	田宮隆夫	
コンクリート壁式防護柵	荒牧英城	49. 7
チャッターバーの強度	栗本典彦	49. 7
高速走行時のすべり摩擦係数 (その 3)	栗本典彦, 小野田光之,	50. 5
— ハイドロブレーニングについて —	田宮隆夫	
チャッターバーの固定強度 (その 2)	栗本典彦, 高木正幸,	50. 8
	松野敏行	
交差点における交通事故と道路交通要因	栗本典彦, 梶太郎,	50. 10
	大友恭也	
案内標識の改良に関する考察 (その 1)	栗本典彦, 梶太郎,	50. 12
— 路線番号優先系統方式について —	大友恭也	
道路の安全施設による視線誘導 — 反射器の視認性 —	栗本典彦, 高木正幸,	51. 10
	松野敏行	
単路部における交通事故と道路交通要因 — 第 1 報 —	栗本典彦, 梶太郎,	51. 12
	大友恭也	
特殊路面のすべり — 路面標示材設置路面 —	栗本典彦, 小野田光之,	51. 12
	田宮隆夫, 安藤和彦	

課 題 名	発 表 者 名	年 月
道路標識の現状と問題点	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	52. 5
単路部における交通事故と道路交通要因 —第2報—	栗本典彦, 梶太郎	52. 10
〃 —第3報—	栗本典彦, 梶太郎, 高木正幸	52. 12
〃 —第4報—	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	53. 1

<土木研究所資料>

番 号	課 題 名	発 表 者 名	年 月
643	一般路面のすべり摩擦係数	溝口忠, 小野田光之	46. 3
657	防護柵支柱の力学特性に関する研究		46. 9
680	東名・名神高速道路の分離帯事故		46. 4
740	すべり摩擦測定車の合同比較試験	市原薫, 木倉正美, 小野田光之	47. 3
757	OECD道路計画「交通事故の解析における統計的手法の利用に関するシンポジウム」論文集	荒牧英城	47. 3
872	OECD道路研究計画照明・視認性および交通事故		48. 9
892	交差点改良の交通安全効果 (その1) —昭和47年事前事後事故調査結果別—	栗本典彦, 満田喬, 大友恭也	49. 3
948	チャッターバーの固定強度と振動効果	栗本典彦, 荒牧英城, 小野田光之, 寺地守 田宮隆夫, 大友恭也	49. 5
985	交通事故と道路交通要因との関連 (その1)	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	49. 10
1028	交差点改良の交通安全効果 (その2) —昭和48年事前事後事故調査結果より—	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	50. 3
1041	チャッターバーの固定強度 (その2) —現地試験結果—	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	50. 5
1090	交差点における交通事故と道路交通要因 (その1)	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	50. 10
1097	案内標識に関する調査研究 (その1) —路線番号優先系統方式に関する考察— —108標識のデザインに関する実験—	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	50. 10
1098	チャッターバーの固定強度 (その3)	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	51. 3
1099	各種舗装のすべり摩擦係数と温度	栗本典彦, 小野田光之, 田宮隆夫, 安藤和彦	51. 2
1105	デュアルモード・バス・システム安全性に関する調査 (その1)	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	51. 3
1137	視線誘導に関する調査研究 (その1) —反射器の視認性—	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	51. 5
1205	デュアルモード・バス・システム安全性に関する調査 (その2)	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	52. 3

番 号	課 題 名	発 表 者 名	年 月
1210	交通事故と道路交通要因との関連 (その2)	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	52. 2
1211	案内標識に関する調査研究 (その2)	栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也	52. 2
1217	視線誘導に関する調査研究 (その2)	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	52. 3
1288	チャッターバーの設置技術に関する研究	栗本典彦, 高木正幸, 松野敏行	52. 11