

## ◆ 道路特集 ◆

## 線形誘導標示板の設置方法についての実験及び一考察

木坂 聖\* 三橋勝彦\*\* 安藤和彦\*\*\* 石倉丈士\*\*\*

## 1. はじめに

「交通統計(平成9年度版)<sup>1)</sup>」によると、カーブ・屈折部における事故件数の割合は、総事故中では6.8%(このうち夜間2.2%)であるが、死亡事故の中では22.3%(このうち夜間12.0%)であった。このことはカーブ・屈折部で、特に夜間において重大事故が発生しやすい傾向を示している。またカーブ区間では、事故類型別の死亡事故件数で車両単独事故が最も多かった。これは運転者がカーブ線形を見誤って事故につながっていると考えられる。したがってカーブ区間等で、夜間における道路線形等の視認性の向上が今後さらに望まれるところである。

カーブ区間等の視認性向上の一手段として、視線誘導施設の設置が挙げられる。視線誘導施設は、道路線形等を明示して夜間等に車両を運転している運転者の視線誘導を図り、安全かつ円滑な交通を確保するため道路に設置されるものである。

カーブ区間等における視線誘導施設の機能は、線形予告と視線誘導に分けられる。線形予告とは、カーブ区間等に進入する以前に道路の線形及び屈曲度合いを運転者に明示し、その区間において適正な速度に誘導する機能である。視線誘導とは、カーブ区間内等で道路の線形を明示し、運転者の視線を誘導し、円滑なハンドル操作を促す機能である。

視線誘導施設には、最も良く用いられている円形タイプ視線誘導標(以下デリニエーターと称す)の他、線形誘導標示板、柱状タイプ視線誘導標及び縁石タイプ視線誘導標等がある。

デリニエーターは直径100mm程度の白色または黄色の反射体を持つ施設である。これに関し、建設省から「視線誘導標設置基準」が昭和59年に通達され、同年10月には社団法人日本道路協会から「視線誘導標設置基準・同解説<sup>2)</sup>」(以下「設置基準・同解説」と称す)が刊行されており、構造諸元や設置方法等が規定されている。

## 2. 線形誘導標示板

## 2.1 線形誘導標示板の概要

デリニエーター以外の代表的な施設としては、カーブ区間等に多く設置される視線誘導施設の一つとして、線形誘導標示板が挙げられる。これは矩形の反射板に山形や矢印を形取ったものである。線形誘導標示板の代表的なものには、シェブロンマーカーともいわれる山形タイプとアローマーカーともいわれる矢印タイプがある。山形タイプはカーブ区間に、矢印タイプは屈曲部や車線減少区間に設置されることが多い。山形タイプ線形誘導標示板の代表的な設置例を写真-1に示した。

線形誘導標示板のカーブ区間における有効性として、Barton E. Jenningsらは(a)デリニエーター(b)ゼブラ模様の反射柱、(c)山形タイプ線形誘導標示板の効果判定を行っている<sup>3)</sup>。これによれば、曲線半径が約250m以下の急カーブでは山形タイプ線形誘導標示板が3種類の中で最も効果的であり、約250m以上の緩いカーブではデリニエーターが効果的であるという結果であった。

## 2.2 設置における問題点

設置例の多い線形誘導標示板であるが、その設置方法に関しては参考する基準がなく、「設置基準・同解説」の付録として紹介されているにすぎない。設置方法の中でも、設置間隔と設置高さの設定が重要な要素である。

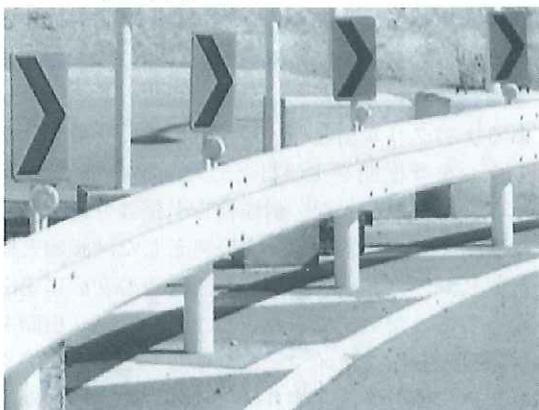


写真-1 線形誘導標示板設置例 (デリニエーターとの併用例)

「設置基準・同解説」の付録には、線形誘導標示板の設置間隔について「曲線区間の路側、中央分離帯等に、運転者から常に2枚以上の線形誘導標示板が視野に入るよう設置する。」と解説されている。また米国の基準である MUTCD<sup>4)</sup>にも同様な記述がある。上記記述の問題点として、視野の定義が明確ではないこと、数値で示されていないため現場での設置において具体的な判断が行えないこと、などが挙げられる。

また設置高さについての具体的な解説はなされていない。

### 3. 実験

#### 3.1 実験目的

線形誘導標示板の、夜間、カーブ区間において、運転者が走行しやすい設置方法(設置間隔と設置高さ)を検討し、その線形予告機能と視線誘導機能を検証することを実験の目的とする。

#### 3.2 実験概要

本報告では、視野を固定範囲と仮定し、その範囲内に線形誘導標示板が2枚及び3枚入る場合を考え、曲線半径から設置間隔を計算する方法で実験条件を設定した。設置高さについては2通りで実験を行った。

できるだけ実際に即した形で行うため、実寸法の線形誘導標示板を配置したコースに夜間、実車両を走行させて実験を行った。また評価は被験者による主観評価を行った。主観評価は線形誘導標示板のもつ線形予告機能と視線誘導機能を検証できるものとした。実験結果から設置間隔及び設置高さについて有意差検定を行い、線形予告機能と視線誘導機能に関して望ましい間隔及び高さを提示した。

#### 3.3 実験条件

##### (1) 実験車両及び速度

実験車両は普通乗用車とした。その前照灯には、使用頻度が高くかつ視認性が低下する条件としてロービームを用いた。実験車両の速度は、60km/hと40km/hに設定した。これは一般的に線形誘導標示板が設置される道路の設計速度は60km/h以下の場合が多いためである。

##### (2) 曲線半径

実験車両の速度を60km/h、40km/hで行うため、それぞれの設計速度において道路構造令によ

る最小の半径150m、60mとした。

##### (3) カーブの長さ

道路構造令によると、曲線部を切り返しなどのハンドル操作に困難を感じないで走行するためには、少なくとも通過時間約6秒の曲線長を設置するのが適当であるといわれている。これにより、60km/hの場合100m、40km/hの場合70mとした。

##### (4) 車線幅及び路肩幅

道路構造令によれば、設計速度60km/hの場合の道路幅員は3.25mもしくは3.0m、40km/hの場合3.0mもしくは2.75mと規定されている。またその場合の路肩は0.75mが望ましい値とされている。これらから実験での車線幅は両速度で共通の3.0m、路肩は0.75mとした。

##### (5) 設置間隔

前述したように「設置基準・同解説」では視野の定義が明確ではない。運転中の視点の移動範囲(注視野)は周囲の環境や走行速度によって変化する<sup>5)</sup>ため、線形誘導標示板が視野の中に何枚という定義は難しい。本報告では設置間隔を設定するために、切土や構造物等によって見通しが悪い場合も考慮し、カーブ進入直前に最低確保されているであろう視野範囲を仮定した。その範囲は、車線幅(3m)+路肩(0.75m)を基本とし線形誘導標示板の幅を加味した幅(以下Wと称す)である4mをカーブ開始位置での、車両進行方向へ延長した固定範囲(図-1の中で斜線部として示した)である。

その固定範囲内に線形誘導標示板が2枚及び3枚入る場合、つまり設置間隔が広い(以下間隔広と称す)場合及び狭い場合(以下間隔狭と称す)を想定し、実験を行った150mと60mの曲線半径から設置間隔をそれぞれ計算する方法で実験条件を設定した。計算式及び各記号の意味を図-1に、計算の結果を表-1に示した。

曲線半径RとWから $\theta_0$ が決まり、固定範囲に入る枚数から $\theta$ が求められる。 $\theta$ から設置間隔Lが導かれる。ここでDは線形誘導標示板 $\alpha$ の最大有効幅で、この値以上の幅の板を設置すると、 $\alpha_1$ と $\alpha_2$ が重なってしまうことを示している。

##### (6) 設置高さ

設置高さについては、線形誘導標示板の下端の高さとして1.8mと1.0mの2通りに設定した。

道路標識設置基準には、路側式の標示板の設置高さ(路面から標示板の下端までの高さ)は1.8mを標準とすると定められているため、実験条件の一方は1.8mとした。

「設置基準・同解説」に解説されているデリニエーターの設置高さは通常0.9mである。これに線形誘導標示板の大きさを考慮し、もう一方の実験条件は1.0mに設定した。

#### (7) 線形誘導標示板

「設置基準・同解説」に紹介されている線形誘導標示板の大きさは、幅600mm×高さ750mmと幅220mm×高さ400mmの2種類である。実験ではこれらのほぼ中間の大きさである幅400mm×

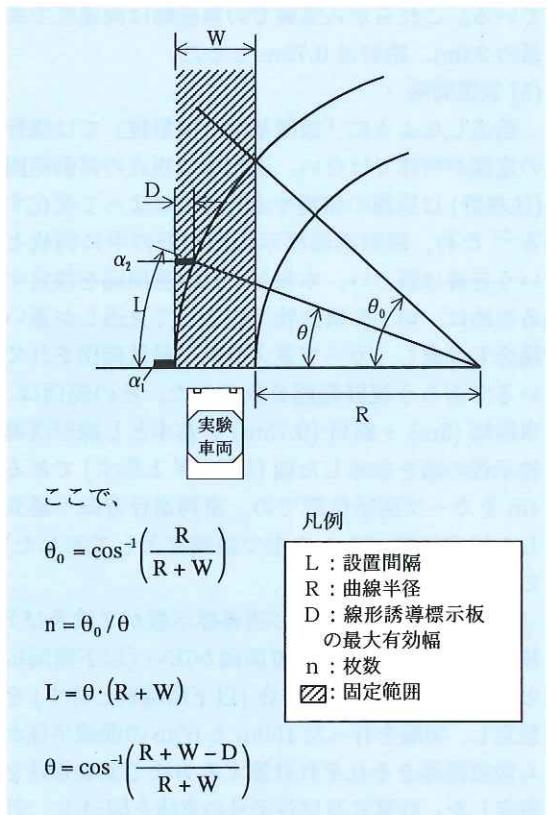


図-1 設置間隔算出模式図

表-1 設置間隔

曲線半径 R(m)	設置間隔		最大有効幅 D(m)	固定範囲に入れる枚数(n)
	呼び称	L(m)		
60	間隔狭	7.6	0.45	3
	間隔広	11.4	1.00	2
150	間隔狭	11.7	0.45	3
	間隔広	17.6	1.00	2

高さ500mmのものを用いた。幅400mmを選択するに当たっては、実験での最大有効幅Dが間隔狭の場合でも450mmであるため、板相互の重なりの影響を取り除くことにも配慮した。

線形誘導標示板のデザインは、本実験が曲線部を想定していることから、曲線部で多く利用されている山形タイプを用いた。なお山の数は一般的な1つのものとした。

色彩については、米国の規格であるMUTCDに規定されており、また日本国内で一般的に用いられている黄色地に黒の山形を実験に用いた。

#### (8) 実験場

実験は、(財)日本自動車研究所 旋回実験場で行った。実験場配置図を図-2に、コースの詳細を図-3に示した。線形誘導標示板の効果のみを把握するために、曲線区間には区画線等他の走行基準となるものは配置しなかった。

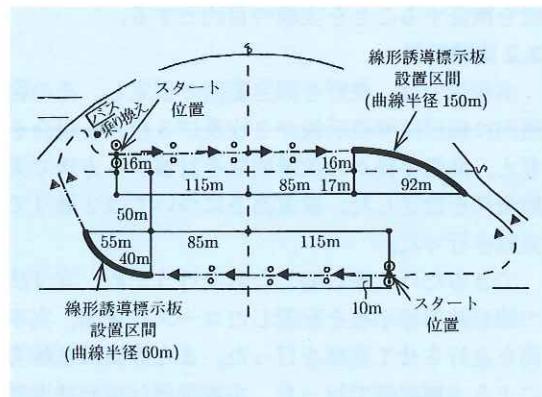


図-2 実験場配置図

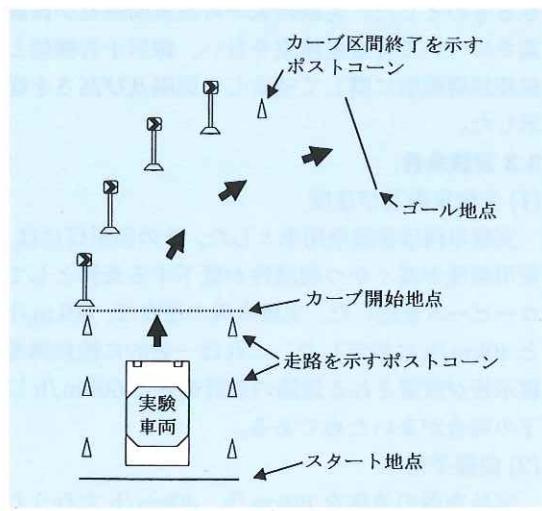


図-3 コース詳細図

## (9) スタート地点

少なくともカーブ開始地点の 50m(60km/h 時の制動停止距離) 手前までに、実験車両の速度を 60km/h にすることができる十分な助走距離を確保するため、200m 手前をスタート位置とした。

## (10) 曲がる方向

左曲がりのカーブという設定にした場合、通常はセンターラインがあり、線形誘導標示板と同時に視野に入る。線形誘導標示板以外の要因を排除するため、右曲がりのカーブで実験を行った。

## (11) 縦断勾配

実際のカーブ区間には、縦断勾配がついている場合が多いが、実験場の制約から縦断勾配を設定せず平坦で実験を行った。

## (12) 実験ケース

実験ケースは表-2 に示す 8 通りとした。

## (13) 被験者

被験者は 22 歳から 40 歳で、運転経験及び座高(眼の高さ) は特に定めなかった。

以上の実験条件をまとめ、表-3 に示した。

## 3.4 実験手順及び評価内容

線形予告機能と視線誘導機能を検証する 2 通りの評価を行った。

走行前スタート地点で、被験者に線形誘導標示板を見せ、アンケートする方法で線形予告機能評価を行った。(内容と評点を表-4 に示した)

走行後ゴール地点で、被験者に線形誘導標示板設置区間を走行した感想についてアンケートする方法で視線誘導機能評価を行った。(内容と評点を表-5 に示した) 加えて全走行終了後に総括として、走行しやすい設置間隔と設置高さについてアンケートを行った。(内容を表-6 に示した)

以下に実験手順を示す。

- (1) スタート地点で線形予告機能のアンケート
- (2) 実験車両がスタート地点を出発
- (3) 助走区間で実験速度までに加速

表-2 実験ケース

設置高さ (m)	曲線半径 (m)	設置間隔	
		間隔広	間隔狭
1.0	150	ケース 1	ケース 5
	60	ケース 2	ケース 6
1.8	150	ケース 3	ケース 7
	60	ケース 4	ケース 8

- (4) 実験速度を保ったまま、線形誘導標示板設置区間を通過
- (5) 減速、停止後、視線誘導機能のアンケート
- (6) 次の条件のコースへ移動、順次上記 (1) から (5) を繰り返す。
- (7) 全走行終了後、総括のアンケート

表-3 実験条件一覧

項目	実験条件	
実験車両	普通乗用車	
実験車両の前照灯	ロービーム	
実験車両速度	40km/h	60km/h
曲線半径	60m	150m
カーブの長さ	70m	100m
車両幅及び路肩幅	3.0m 及び 0.75m	
設置間隔	間隔広、間隔狭 (数値は表-1 参照)	
設置高さ	1.0m、1.8m	
線形誘導標示板	種類	山形タイプ(山の数=1)
	大きさ	幅 400mm × 高さ 500mm
	色彩	黄色地に黒色の山形
	材質	黄色部分にカブセルレンズ型反射シートを使用
実験場	(財)日本自動車研究所 旋回実験場	
実験車両のスタート地点	カーブ開始地点の 200m 手前	
カーブの方向	右カーブ	
カーブの横断勾配	平坦	
実験ケース	8 ケース(表-2 参照)	
被験者	10 名	

表-4 線形予告機能評価の設問内容と評点

設問番号	設問内容	評点				
		1	2	3	4	5
1-1	線形誘導標示板に対する視認性について	非常に見にくく	見にくく	普通に見える	見やすい	非常に見やすい
1-2	カーブ状況の把握について	非常にわかりにくい	わかりにくい	どちらともいえない	わかりやすい	非常にわかりやすい

表-5 視線誘導機能評価での設問内容と評点

設問番号	設問内容	評点				
		1	2	3	4	5
2-1	走行中の線形誘導標示板に対する視認性について	非常に見にくく	見にくく	普通に見える	見やすい	非常に見やすい
2-2	走行中のカーブ状況の把握について	非常にわかりにくい	わかりにくく	どちらともいえない	わかりやすい	非常にわかりやすい
2-3	走行中の安心感について	非常に不安である	不安である	どちらともいえない	安心である	非常に安心である
2-4	走行中の車両操作について	非常に運転しにくい	運転しにくい	どちらともいえない	運転しやすい	非常に運転しやすい
2-5	設置間隔について	非常に狭い	狭い	ちょうど良い	広い	非常に広い
2-6	設置高さについて	非常に広い	低い	ちょうど良い	高い	非常に高い

表-6 総括での設問内容

設問番号	設問内容
3-1	設置間隔は広いほうで運転しやすかったですか、狭い方が運転しやすかったですか。
3-2	設置高さは高いほうが運転しやすかったですか、低いほうが運転しやすかったですか。

#### 4. 実験結果

線形予告機能評価(設問1-1,1-2)と視線誘導機能評価(設問2-1~2-4)の評点の平均値はそれぞれ3.1と3.2であった。どちらの値も中間値3以上であり、実験に用いた線形誘導標示板は、比較的誘導効果が低下するロービーム状態下にあっても、両機能を保持しているといえる。

次に曲線半径(実験速度)、設置間隔及び設置高さについて、線形予告機能評価(設問1-1,1-2)と視線誘導機能評価(設問2-1~2-6)の評点を用い、t検定(5%水準)の有意差検定を行った。

曲線半径(実験速度)についての有意差はなかったため、以下の結果は設置間隔と設置高さにのみ着目して示している。

各設問の評点の平均値と有意差検定の結果を、設置間隔について(設問2-6は除く)は表-7に、設置高さについては表-8(設問2-5は除く)に示した。なお有意差があるものには○を付け、値が高いほど望ましい設問(設問1-1,1-2,2-1~2-4)については、望ましいケースに網掛けを付けた。また表-9に総括の結果を示した。

表-7 実験結果と設置間隔の検定結果

設問番号	設問内容	設置高さ	評点の平均値		有意差
			間隔広	間隔狭	
線形予告技能評価	線形誘導標示板に対する視認性について	1.0m	2.8	3.2	×
		1.8m	3.2	3.1	×
2-1	カーブ状況の把握について	1.0m	3.0	3.3	×
		1.8m	3.2	3.2	×
2-1	走行中の線形誘導標示板に対する視認性について	1.0m	3.0	3.6	○
		1.8m	3.1	3.0	×
2-2	走行中のカーブ上の把握について	1.0m	3.1	3.8	○
		1.8m	3.1	3.3	×
2-3	走行中の安心感について	1.0m	2.7	3.7	○
		1.8m	3.1	3.2	×
2-4	走行中の車両操作について	1.0m	2.9	3.5	○
		1.8m	3.1	3.2	×
2-5	設置間隔について	1.0m	2.9	2.8	×
		1.8m	3.0	2.9	×

※網掛けはより望ましいと検定されたケース

表-8 実験結果と設置高さの検定結果

設問番号	設問内容	間隔	評点の平均値		有意差	
			設置高さ			
			1.0m	1.8m		
線形予告機能評価	線形誘導標示板に対する視認性について	広	2.8	3.2	○	
		狭	3.2	3.1	×	
1-2	カーブ状況の把握について	広	3.0	3.2	×	
		狭	3.3	3.2	×	
2-1	走行中の線形誘導標示板に対する視認性について	広	3.0	3.1	○	
		狭	3.6	3.0	○	
2-2	走行中のカーブ状況の把握について	広	3.1	3.1	×	
		狭	3.8	3.3	○	
2-3	走行中の安心感について	広	2.7	3.1	×	
		狭	3.7	3.2	○	
2-4	走行中の車両操作について	広	2.9	3.1	×	
		狭	3.5	3.2	×	
2-6	設置高さについて	広	3.1	3.9	○	
		狭	2.8	3.6	○	

※網掛けはより望ましいと検定されたケース

表-9 総括の結果

設問	結果
3-1	10名中6名が、設置間隔について <u>狭い</u> ほうが運転しやすかったと回答した。
3-2	10名全ての被験者が設置高さについて <u>低い</u> ほうが運転しやすかったと回答した。

## 5. 考察

線形予告機能評価では、設置間隔や設置高さが変わっても、評点の平均値は変化していないという結果であった。わずかに設置高さにおいて設問1-1で、間隔広の時に1.8mのほうが有意に評点が高かったが、設問1-2では有意な差はなかった。以上から設置間隔、設置高さの線形予告機能への影響はあまりないものと考えられる。

視線誘導機能評価に関して、設置間隔では設問2-1~2-4で設置高さ1.0mの時に間隔狭のほうが、設置高さでは設問2-1~2-3で間隔狭の時に1.0mのほうがそれぞれ有意に評点が高かった。以上から設置間隔が狭く、設置高さが低いほうが、視線誘導機能が高く運転しやすいといえる。

次に視線誘導機能に対して、設置間隔と設置高さはどちらが有効かを考える。総括の設問において、設問3-2で設置高さの低いほうが運転しやすかったという回答割合は100%で、設問3-1で設置間隔の狭い方が運転しやすいという回答割合の60%より多かった。また設問2-6では設置高さ1.8mでは「高い」という結果であるが、設問2-5では間隔広も間隔狭も評点3、つまり「ちょうど良い」、に近い結果であり、総括の結果を裏付けている。したがって視線誘導機能は、設置高さを低くしたほうが有効であると考えられる。

## 6. まとめと今後の課題

本報告で、実験を行った範囲内において以下のことわかった。

(1) 線形誘導標示板は、ロービーム状態でも線形予告機能と視線誘導機能を保持している。

(2) 線形予告機能は、設置間隔と設置高さの影響をあまり受けない。

(3) 視線誘導機能は、設置間隔が狭く、設置高さが低いほうが有効である。設置間隔と設置高さでは、設置高さのほうが有効な因子である。

今後の課題として、設置高さが視線誘導機能に対して有効な因子であるため、今回実験に用いた普通乗用車と運転者の眼の高さやヘッドライトの位置が異なる大型車での検証も必要である。

他の課題として、カーブの縦断勾配、幅員、周囲の環境、気象条件、線形誘導標示板の面積、反射率、色彩、デザイン、設置角度等が挙げられる。

## 参考文献

- 1) (財)交通事故総合分析センター：交通統計(平成9年度版)
- 2) (社)日本道路協会：視線誘導標設置基準・同解説、昭和59年10月
- 3) Barton E. Jennings and Michael J. Demetsky : Evaluation of Curve Delineation Signs ,Transportation Research Record ,No.1010,pp.53-61,1985.
- 4) US Department of Transportation Federal Highway Administration : MUTCD(Manual on Uniform Traffic Control Devices),1988.
- 5) 村田隆裕:交通安全施設に対する注視行動、交通工学、第8巻、第6号、pp.13-27,1973.

木坂 聖\*



建設省土木研究所道路部  
交通安全研究室  
交流研究員  
Kiyoshi KISAKA

三橋勝彦\*\*



同 交通安全研究室長  
Katsuhiko MITSUHASHI

安藤和彦\*\*\*



同 交通安全研究室  
主任研究員  
Kazuhiko ANDO

石倉丈士\*\*\*\*



関東地方建設局  
千葉国道工事事務所  
(前 交通安全研究室研究員)  
Takeshi ISHIKURA