

都市高速道路における自動車運転者の注視挙動調査*

Research of Driver's Viewing Behavior on Urban Expressway

杉山 清幸**・巻上 安爾***

By Kiyoyuki SUGIYAMA, Yasuji MAKIGAMI

This report describes driver's viewing behavior on information facilities such as route guidance signs, warning signs, pavement marking and so on. Urban expressway network such as the Hanshin Expressway have many radial and circumferential routes, and traffic stream becomes often complicated very much with many on and off ramps onto and from the network. In addition to that, the alignment is often poor with sharp curves and steep grade. Therefore the accident rate is also higher than that of the rural expressways. In order to cope with the situation, special route guidance signs and curve warning signs were installed on the Hanshin Expressway. In order to evaluate the effectiveness of those signs, Driver's behavior and speed characteristics were recorded using an eyemark recorder. The results of the measurements for driver's viewing time and viewing distance show interesting findings related to the way of sign posting and information content.

1 はじめに

(1)本調査の目的

本調査は、都市高速道路における自動車運転者の注視挙動、とりわけ標識や路面標示など運転者へ道路内の諸情報を提供する意味あいを持つ道路内設備に対する注視挙動をアイマークレコーダを用いて調査したものである。

今回調査を行なった阪神高速道路大阪環状線（以下「環状線」とする）は3～4車線の一方通行の環状線で、池田線・東大阪線・守口線など6本の放射線からの交通を都心部へ導くとともに都心部からの

* キーワード：注視挙動・都市高速道路・標識

** 学生会員 立命館大学大学院博士前期課程
理工学研究科土木工学専攻

*** 正会員 工博 立命館大学教授

理工学部土木工学科

(〒603 京都市北区等持院北町56-1)

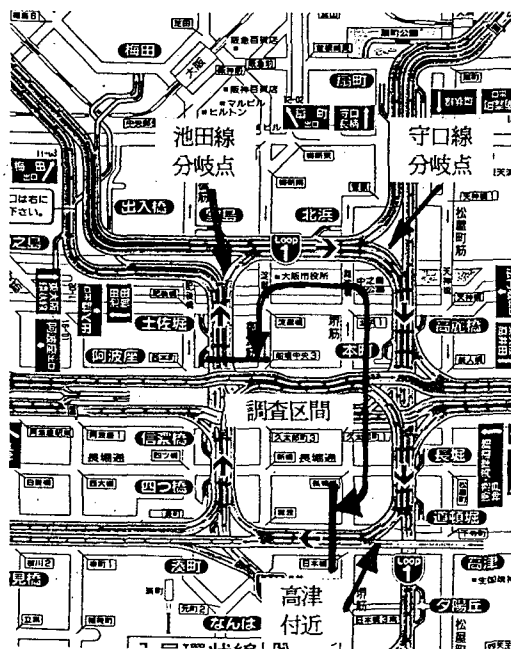


図-1 阪神高速道路大阪環状線

交通を各目的地へ向かう放射線へと分散させる機能を有している。すなわち環状線は阪神高速道路の路線ネットワークの機能に重要な役割をはたしている。しかしそのため全延長12.0kmの間に出入路および放射線からの合・分流部が10数カ所も存在し、交通の錯綜を招いている。また都心部を通過しているため曲線半径も小さいものとなっており、カーブ区間を曲がりきれず衝突するといったような事故も多発している。このため、様々な案内標識や注意看板、路面標示などを用いて運転者の所望の目的地への誘導、また危険度の高い区間に対する注意喚起を図っている。そこで、本調査では実際にアイマークレコーダを装着した被験者にこの環状線を自動車で走行させ、走行中の視線の動きを追跡した。また各運転者の結果から路線上のすべての情報伝達設備の一つ一つについて注目度などの観点から運転者の個人差なども関連付けながら位置・形態が視覚的に的確であるかどうかについて検討を加えたものである。

(2) アイマークレコーダ

アイマークレコーダは文字どおり被験者の眼球の動き、すなわち視線の動きを記録する装置である。

眼球の動きの記録方法にはいくつかの方法があるが、今回用いた装置では眼球に光を当て、眼球からの反射光の前面レンズ(図-2内 部分a)への投影位置を検出し、その位置から眼球の向きを決定するという原理である。前面レンズへの投影画像は CCDカメラ(映像を光の強弱から電気信号の強弱へ置き換えて記録するカメラ)を用いている。眼球の向き、すなわち視線の向きは上部に設置された視野カメラの映像内に、画面上での相対的な位置として挿入されるが、その位置決定には被験者の前面に立てたキャリブレーション・フレームを用いる。このフレーム上にいくつか配置されている発光体を注視しながら確認信号を入力することにより、ある発光体を注視しているときの眼球の向きを記録するものである。

こうして得られた注視挙動データは映像出力端子を経てビデオテープレコーダーに記録された。

2 調査の概要

本調査は1991(平成3)年9月15日(日)に実施された。

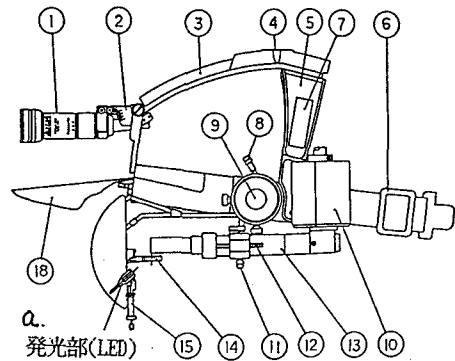


図-2 アイマークレコーダ
(アイカメラ部側面図)

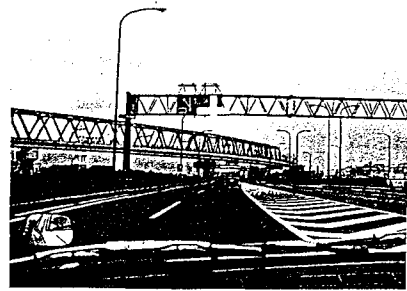


図-3 道路上におけるドライバーの
アイマーク

調査の時間帯は比較的通行車両の少ない早朝から昼間とした。今回調査の対象としたのは前述のとおり阪神高速道路環状線(一部堺線も含む)で、対象とした区間は信濃橋入路付近(湊町起点2.0027km地点)から堺線高津入路付近(湊町起点6.9095km地点)までの約5km区間(図-1)で、試験車両にはワンボックス・タイプのワゴン車(1991年式トヨタ・エスティマ)を用いた。

調査基地は区間手前の四ツ橋入路の近くにある阪神高速道路公団大阪管理部四ツ橋交通管理所におき、ここでアイマークレコーダの装着および調整を行なった。走行区間は調査対象区間が含まれるよう、完全に1周するコース、すなわち環状線四ツ橋入路から進入し池田線・守口線・東大阪線分岐点、高津から堺線、湊町から再び環状線に戻って信濃橋出路から流出するという経路をとった。(図-1)

また被験者はアイカメラを装着しており、運転中の後方・側方確認が困難な状況にあったため試験車

両の安全確保の観点から試験区間内を車線変更を行わずに走行できるよう、最も右側の車線を走行した。

今回の調査で被験者となったのは4名で、全員男性、うち20代3名、50代1名である。このうち20代のうち2名については2度に分けての試験走行を行なったため被験者数は延べ6人、試験走行回数は延べ10回となった。このうちデータとして採用したのは5回である。

試験走行においては運転者の注視挙動のデータをとると同時に任意の経過時間における走行位置を確定させるための地点速度調査も行なわれた。これはテープレコーダによって通過タイミングを記録するという方法で行なわれた。通過タイミングの記録には一般にキロポストの通過タイミングで行なうが、今回は視覚上の理由から（キロポストが白色プレートに記入されており見づらいため）橋脚番号標（ピアンナンバー）の通過タイミングを記録した。

3 解析結果

今回得られたデータからの解析の結果を以下に述べる。本調査においては、自動車運転者の注視状況、とりわけ標識など運転者に情報を提供する設備への注視状況を調査するのを第一の目的としている。そこで道路上に設置されているこれらの設備（標識・路面標示・その他案内、警告看板など）のグルーピングを行ない、そのグループごとの注視特性を調べた。そしてその際の指標として注視距離、注視時間、そして注視率の3つを用いた。注視距離とは、被験者がある注視対象物に対して注視行動を行なったとき、その対象物と被験者の走行位置との距離で表さ

れる。また注視時間は注視行動を開始してから終了するまでの経過時間で表されるものである。注視率は「全試行回数におけるある対象物を注視した被験者の割合」と定義され、一つ一つの対象物について算出されるものである。

グルーピングは、2つの観点によって行なった。一つはその標識、看板などの意味する内容によって、もう一つはそれらの設置されている状態によってである。以降それぞれ「表記内容別分類」「設置位置別分類」と呼ぶことにする。これらの2つの分類について前述の3つの指標を用いて検討を行なった。詳しい分類の内容は図-4に示すとおりである。

(1)注視時間

表記内容別分類による平均注視時間を図-4-1に、設置位置別分類による平均注視時間を図-4-2に示す。

まず表記内容別分類の特徴的な点を述べる。標識や路面標示などに表記されている内容はだまかには

文字による情報

絵による情報

の2つに分けられる。前者は入路・分岐点などの案内標識や路面標示一般（前述の分類表のAからDまで）が含まれ、後者には一般的な路側設置標識（分類表のEからGまで）が含まれる。Gは電光式の可変式情報板で、基本的には文字情報が表示されるが当日は調査時間帯については何も表示されていなかったため後者のほうに含めた。

こういった前提のもとに前者と後者を比較すると、文字による情報を提供している前者のほうが後者に比べ平均注視時間が長くなっていることがわかる。また前者の中でもAからCまでのいわゆる路面標示は、標識に比べやや注視時間が長くなっている。こ

表-1 標識類のグルーピング

(I) 表記内容による分類			
標識	規制標識	標識令に規定される規制標識	
	警戒標識	標識令に規定される警戒標識	
	案内標識	標識令に規定される案内標識	
	その他標識	標識令に規定されない案内・警戒看板等	※
	規制標示	標識令に規定される路面標示（速度規制等）	
路面標示	案内標示	標識令に規定されない路面標示（方面案内等）	※
	その他路面	標識令に規定されない路面標示（警戒等）	※
	情報板	道路情報及び交通情報提供装置	

(II) 設置位置による分類

門型	道路にまたがって設置されているもの（図内A）
T/F型	側壁等に支柱を立て、上空に設置されたもの（図内B）
路側設置	側壁に設置されるものでT/F型以外のもの
路面標示	路面標示

(注) 1. ※印のものは阪神高速道路公団の規格に沿って設置されたもの

れは絵を用いた情報伝達が直感的に行なわれるのに対し、文字のほうは内容を読みとって理解するため、長くなっているものと思われる。さらに路面標示の文字は案内標識に表記される文字に較べると判読しにくいものとなっており、読みとりにより時間がかかるものと思われる。

設置位置別分類ではT/F型や門型、路面標示で注視時間がやや長くなっている。これらの設置方法によるものは案内などの文字情報が多く、こちらからも同様のことが考えられる。

(2)設置位置による注視距離の相違

表記内容別による注視距離の頻度分布は図-5-1で示される。また設置位置別分類による注視距離の頻度分布は図-5-2で示されるとおりである。図-5-2によれば分類 1および 2、すなわち道路の上方に設置されているものは、注視距離が最短で 60.5m、最長で223.3m (平均135.5m) と、他の2つより比較的最長いという結果になった。これは道路の上方、すなわち運転者の視野内に入りやすい場所にあるためであると思われる。道路内、すなわち運転者の視野内存在しているものとしてはこの他に路面標示があるが、こちらのほうは平均注視距離が 45.2mと短くなっている。これは路面標示が先行する車両の下に隠れてしまい、確認できるのは先行車両がその路面標示上を通過してからとなるためであろう。これは路側設置型の標識類についても同様のことが言えるであろう。表記内容別では案内標識に対する注視距離が他のものに較べて高くなっている。比較的目的性を持っているためであろうが、むしろ案内標識のほとんどが道路の上方に設置されているからと見るべきであろう。

(3)各分類による注視率の相違

注視率とは前述のとおり、ある標識が注視される確率を計算したもので、いわばその標識への誘目性を評価する指標である。本調査では注視率 p を、有効な試験走行回数を a 、注視行動を行なった試験走行回数のうち有効なもの回数を b として次のように定義した。

$$p = (b/a) \times 100 (\%)$$

表記内容別の平均注視率および設置位置別の平均注視率を図-6に示す。

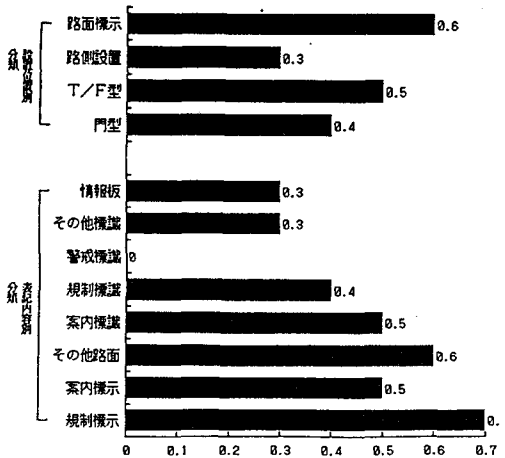


図-4-1, 2 各分類ごとの平均注視時間 (単位: 秒)

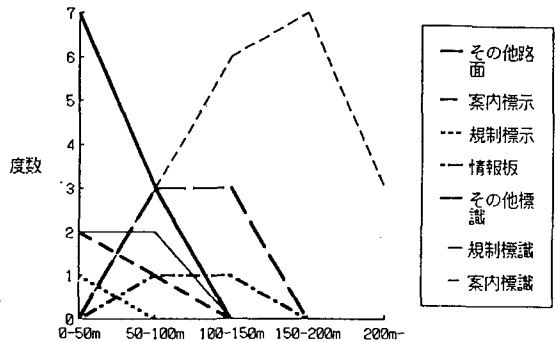


図-5-1 注視距離の度数分布 (表記内容別)

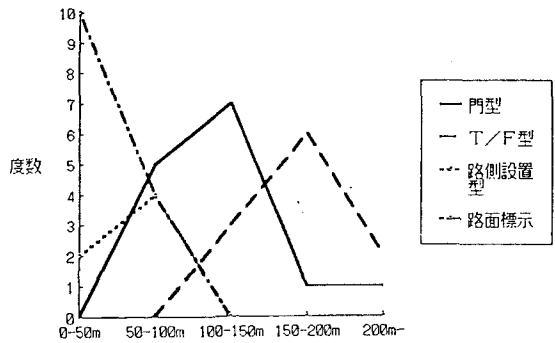


図-5-2 注視距離の度数分布 (設置位置別)

まず設置位置別の分類について述べる。T型およびF型については道路の右側および左側に設置されているものに分類して検討を加えた。上方に設置されているものの中でも特に道路右側に設置されているものの注視率が高く50%に達しており、その後門型、左側設置と続いている。これは試験車が道路の右側のみを走行していたため右側に設置されているものが特に視野内に入りやすかったためであると思

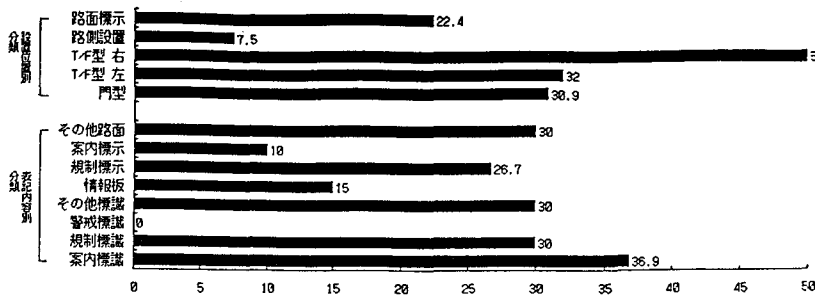


図-6-1,2 各分類ごとの平均注視率 (単位: %)

われる。路側設置型は前項でもふれたとおり先行車などが障害となって視野内に入りにくかったため、このような低い注視率になったと思われる。

次に表記内容別の分類について述べる。ここでは警戒標識については誰も注視行動を行なわなかったという結果が出ている。これは比較的注視されにくい路側に設置されているのに加えて汚れなどで色彩的にも誘目性がかなり低下していたためと思われる。これらと同じ設置方法をとる規制標識・その他標識もやはり注視率が低くなっている。これに対し案内標識や路面標示一般は比較的高い注視率を示している。案内標識は色彩的に鮮やかであるうえ前述の上方設置によるものが多かったためであろう。路面標示は視野内に強制的に入ってくるためと思われる。

(4) 複数回の走行による注視挙動の変化

一度試験走行を行なった後もう一度行なうことによって運転車の注視行動にどのような変化が現れるかを表したのが図-7である。これは環状線を1周して流出するところをもう1周走行させたものである。

1周目と比較すると注視した標識などの個数に増加がみられ、2周目で注視された17の対象物のうち11個までが1周目で確認されなかったものである。

また1周目で注視したものに対しても一部のものに対しては再び注視行動を行なっている。さらに平均注視時間も1周目の0.3秒に対し2周目が0.5秒と増加している。これから、1周目で見落とししたものや注視しても意味が把握しきれなかったものに対しての注意が強まっているものと思われる。

(5) カーブ区間における標識・路面標示の効果

今回調査を行なった環状線はいくつかの急カーブ区間を持つ。これらのカーブ区間では速度の出しすぎによる事故が後を立たない。そのため、これらの区間には速度規制や「速度落せ」と言ったメッセージを路面標示で設置するなど減速を促す方法がとられている。そこでこれらのいわば「減速を促す情報提供設備」に対する注視状況を調べたのが表である。環状線には今回の走行区間内だけでも池田線分岐点付近・守口線分岐点付近・堀線分岐点付近・湊町付近の4カ所に急カーブ区間がある。このうち湊町付近は調査区間外となるため、前者3つについて検討を行なった。またここで取り上げた標識・路面標示類は速度規制の標識および路面標示、「速度落せ」と書かれた路上マーキングで、それぞれの区間

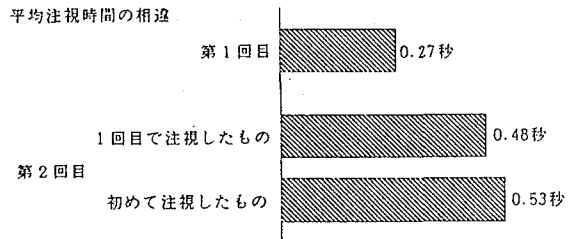
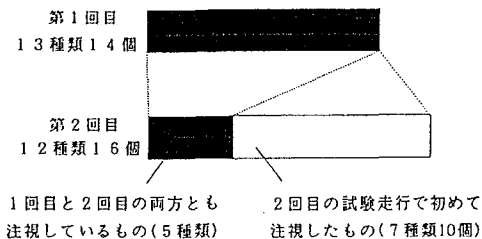


図-7 第1回目と第2回目の試験走行における注視状況の相違

表2 カーブ区間における標識などの注視状況および減速状況(単位: km/h)

No	堂島区間				守口線分岐点付近				高津区間			
	31	33-1	33	34	58	52	56-1	61	91	92	92-1	93他
	種別 H 4	B 3	F 4	F 4	B 3	H 4	H 4	B 3	H 4	H 4	H 4	F 4
2-1	7.0	2.0	-6.5	0.5	0.0	1.0	1.5	1.0	-5.0	-1.5	10.0	-8.0
2-2	-4.0	13.0	-9.5	-1.0	0.0	-1.0	-0.5	0.0	1.0	3.0	13.0	-9.0
3-1	5.5	-7.0	4.0	-0.5	-9.0	5.0	-2.0	5.5	0.0	-10.	12.0	-5.0
5-2	-3.0	13.0	-11.	2.0	-1.0	29.0	-35.	9.0	-3.0	-3.0	-2.5	3.0
6-1	-4.5	8.0	-8.0	-2.0	-7.5	3.0	0.0	3.0	3.0	4.0	7.0	-8.0

- ※ 1. 「31～93他」は標識等の番号、「2-1～6-1」はテストドライバー番号を表す。
 2. 斜字はそのテストドライバーが注視している状況にあることを表す。
 3. 種別は(表-1) 参照

内で4つずつを取り上げた。これによれば5組の試験走行のうちいずれかの被験者がこれらの標識類のどれかを注視しており、注目性が存在することが明らかとなった。いずれの被験者も実際に減速は起こっていないが、これは試験者の走行速度が制限速度以下という低速だったためと思われる。

3. 結論

今回の調査で得られた結論は次のとおりである。

注視時間の長さは、その表記されている内容に大きく左右される。すなわち絵で表示するなど直感的に把握できるものは注視時間が短く、文字で書かれているものは理解する分注視時間の伸びが見られる。また、注視距離や注視率、つまり標識への注目度はその設置される位置に大きく左右され、視野内に容易に入る道路上方設置や路面表示などは注目度が高く、さらに道路上方設置型はより遠くからの注視が可能である。これより、方面案内など確認した後何らかの行動を取らねばならないような情報は道路上方に設置されるような方式が事前に車線変更などの動作を行なう余裕ができ、また注意を促すような情報には自動車運転中のような高速移動をする状態においても容易に情報を収集できるようなビジュアルな情報提供が望ましい。そういった意味で標識などの設置状況はおおむね的確といえる。

今回の調査の問題点としては、まず第1に交通量の変動がある。できるだけ交通量が少なく、かつ変動の少ない日曜日に調査を実施したのであるが、当日もやはり9時頃から通行量が増加しはじめ、10時前後には試験区間の手前で渋滞も発生している。渋滞が注視挙動に及ぼす影響としては、まず車間距離

が短くなるため路面標示などに対する注視がほとんど不可能になること、また先行車の動向を把握するため先行車に対する注視が中心となり標識などに対する注視があまり行なわれなくなることなどが考えられる。今回はそれほどの混雑は試験区間内では発生しなかったが、試験開始時(早朝)と終了時(正午近く)ではかなり交通量が変化しているため、これがどの程度影響を与えるかについて検討の余地がある。また、試験車は安全性の観点から一番右側の車線のみを走行していたが、この環状線には4車線があり、それぞれの車線で視覚的条件もかなり異なっている。走行位置によって注視状況にどのような相違点が生じるのか、ということも一つの課題となっている。

最後に、調査にあたり阪神高速道路公団から多大の御協力を得た。また交通計画研究室においては水野、宮本両氏にアイマークデータの解析作業に従事してもらった。ここに記し、謝意を表したい。

◎参考文献

- ・小林、村田、巻上：高速道路工事区間での注視点調査(交通工学増刊号,1972)
- ・村田、中村：自動車運転車の注視点(交通工学,Vol.5,No.5,pp.7-8,1970)
- ・萩原、加来：運転車の注視点とその評価に関する研究(土木計画学研究・論文集,1988)