

# カーブ道路走行時における運転者の視線移動量測定結果

自動車安全部

岡田 竹雄

森田 和元

益子 仁一

関根 道昭

## 1. はじめに

夜間における前方視認性を向上させるために、前照灯の配光を走行条件によって変化させる可変配光前照灯(Adaptive Front-lighting System : AFS)が開発されている。たとえば右にカーブする道路を走行する場合には、右方向をより明るく照射しようとする技術である。このような場合、どのように配光を変化させるのかを決定するためには、通常の運転者がカーブ走行時にどのように視線を移動させているのかの基礎的なデータが必要となる<sup>(1),(2)</sup>。この種のデータは既にいくつか報告<sup>(3),(4)</sup>されているが、さらにデータの蓄積を図るために、今回は、山間部におけるカーブ道路を走行して、そのときの運転者の視線の動きをアイマクレコーダにより記録して、昼間と夜間との視線移動量の差異などを調べた。

## 2. 実験方法

### 2. 1. 実験状況

運転者の視線移動量を調査するためには、対向車両などの外部からの影響が少ない条件で実施する必要があることから、今回は、走行道路として山間部のカーブ道路(幅員約8m、車線部分は6.4m)を選定した(図1)。対象となる測定区間を150mとして、同一カーブの往路と復路において測定を行った。ただし、往路と復路とで約30mずれた位置を設定している。往路と復路のそれぞれの測定開始位置と終了位置とを図中に示す。カーブの曲率は約70~95mであり、勾配については往路に関して緩やかな下り坂であった。道路の片側は川であり、もう片側は民家が並んでおり、街灯が夜間に点灯した。往路側から見た道路風景を図2に示す。実験時には、測定開始時点の道路脇に目印となるようにパイロンを設置し、また、夜間時にはパイロン上に懐中電灯を点灯した。

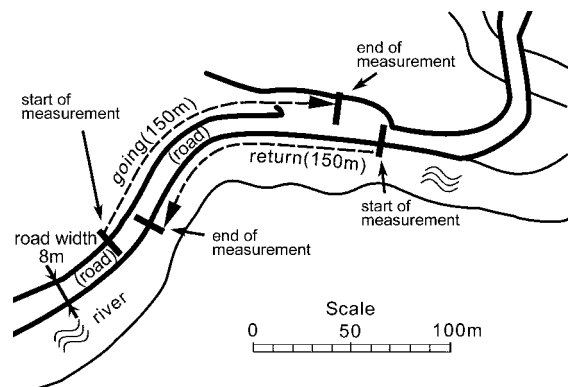


Fig.1 Road used in tests of movement of line of sight



Fig.2 Road scene viewed from the outgoing side

実験は3日間にわたって昼間と夜間において行った。天候は曇天のときが多く、実験前に小雨が降ったために路面が濡れた状態のときもあった。夜間の路面上の明るさについて、照度計(トプコン製 IM-5)により水平面照度を測定すると、街灯直下で約8lx、少し離れたあたりで約2~3lx、暗い所で約0.2lxという状況であり、夜間においても暗闇という状況ではなかった。

実験車両はワゴンタイプの乗用車(2,000cc)であり、前照灯はハロゲン球(H4)のすれ違いビームをその

まま使用した。H4 電球の路面上の照度分布の例を図3に示す。なお、前照灯は夜間走行時のみ点灯した。運転者（被験者）に対して、普段どおりの運転をするように指示をした。運転者は6名（男性5名、女性1名）であり、いずれも裸眼のものであった。実験時には、測定対象となるカーブ部分を含み、往復で約4kmの区間を一人あたり3～4回往復した。そのうち、対向車両、先行車両などのない状況で適切にデータが記録できた場合について解析を行った。

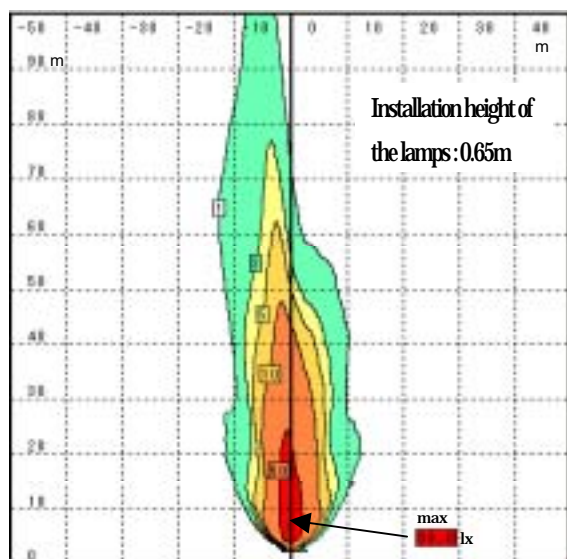


Fig.3 Road surface isolux distribution (H4, Passing beam)

## 2.2. 測定方法

運転者の視線移動を測定するために、アイマークレコーダ（NAC社製 EMR-8）を使用し、その映像出力を録画した。また、非接触式車速計による実験車両の速度および走行距離を車室内の表示装置により表示させ、それをビデオカメラにより撮影した。また、前方の道路状況を車室内の8mmビデオカメラにより撮影した。このほか、車体の左側にビデオカメラを設置して、左側路側の状況を撮影した。こうすることにより測定開始地点のパイロン等を撮影できるようにした。以上の4種類の映像を合成して1画面としてビデオテープレコーダにより録画した。その記録例を図4に示す。

アイマークについては、被験者6名のうち5名は左眼の測定を行い、他の1名は右眼の測定を行った。ここで、アイマークレコーダの数値出力は被験者の頭部に対する視線方向の相対的な位置を示すものとなっている。このため、実際の走行時には運転者の頭部が



Fig.4 Example of composite display (outgoing, daytime)

自由に動くために、アイマークレコーダの数値データ出力そのものが実際の視線方向を表すことにはならない。したがって、今回は、車体のボンネット前端で運転者の正面となる位置に赤外線LEDを設置し、この点を基準として相対的なアイマークの位置を実験終了後にビデオ画像から読みとることにより視線方向を解析することとした。このさい、ボンネット前端で水平方向に60cm左側に離れた位置にも赤外線LEDを設置し、これら2つの赤外線LEDの位置関係を利用して画像上の座標と実際の視線方向の角度との関係を校正できるようにした。

## 3. 実験結果

### 3.1. 解析方法

ビデオテープに録画した映像を実験終了後にパソコンに取り込み、解析対象となる道路区間のデータのみを取り出して記録保存した。つぎに、1/30秒ごとの各画面におけるアイマーク位置及びボンネット上の赤外線LED位置の座標を読み取った。赤外線LED位置を基準としたアイマーク位置を求め、その値を視線方向の角度に変換した。水平方向について右側がプラス、垂直方向について上側がプラスとした。各被験者について、往路、復路各1回の走行データを解析した。この結果を基にして、閉眼時及びサッカード（視線の急激な移動）時のデータを除外した。閉眼については、アイマークが記録されないことから閉眼であることが判断される。サッカードについて、1/30秒の区間に4度以上視線が移動したものをサッカードと判断した。

ここで、運転者によって走行速度が異なるので、このようにして求めた1/30秒ごとのデータを基にして

解析すると、遅い運転のときのデータが相対的に多くなる。この影響を除外するため、走行距離 1 m ごとのデータを求めて後の解析を行うこととした。

なお、車両のボンネット前端的赤外線 LED 位置を基準として視線方向を求めることから、垂直方向の視線移動量に関しては、車両のピッチングの影響を受けて実際の視線方向所と異なる結果が得られることが予想されたので、今後は、水平方向の視線移動量について解析を行う。

### 3.2. 車速

各走行条件における車速を図 5 に、平均車速を表 1 に示す。

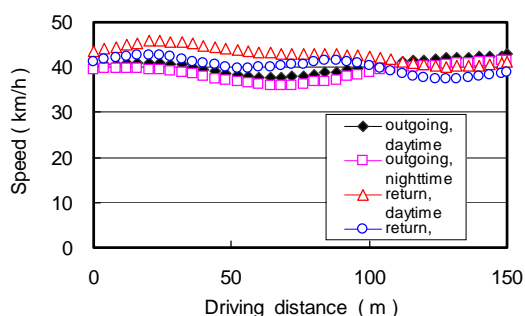


Fig.5 Average speed (km/h)

Table.1 Average speed (km/h)

|          | Daytime | Nighttime |
|----------|---------|-----------|
| Outgoing | 40.2    | 38.8      |
| Return   | 42.9    | 40.2      |

データに対応のある場合の t 検定 (有意水準 5%) を行うと、往路と復路の場合いずれにおいても、昼間と夜間とで有意に昼間の方が車速が高いことが認められた。また、昼間と夜間の場合いずれにおいても、復路の方が往路の場合よりも車速が高いことが認められた。ただし、それらの差は 2 km/h 程度であるので、実際上大きな差ではない。

### 3.3. 視線方向

各実験条件における視線方向の結果を走行距離に関して図示すると、図 6 (往路、昼間) 図 7 (往路、夜間) 図 8 (復路、昼間) 図 9 (復路、夜間) となる。今回のような曲率半径が 70 ~ 95m 程度のカーブにおいては、いずれの条件においても視線方向の角度は 30 度程度以内となっている。また、往路と復路とを比較すると、往路の場合の方がデータのばらつきが

大きいという特徴がある。これは、往路の場合には右カーブとなるため、カーブ方向の視線が対向車線と重なり、自車の進行方向から対向車線へと視線が大きく移動する余地があるのに対して、復路の場合には、左カーブとなるためにカーブ方向の視線がガードレール上に誘導されることになり、移動できる余地が少ないためと考えられる。なお、ガードレール上には反射材が取り付けられており、特に夜間においては運転者に対して視線を誘導するような状況であったと推定される。

全被験者について平均を求めて、走行距離に関して視線方向を図示すると図 10 となる。ここで、図中の横軸である走行距離に関しては、往路と復路とで、測定開始地点が逆となっていることに注意されたい。これをみると、昼間と夜間における差はほとんどないものと判断される。また、往路と復路においても大きな視線方向の角度差は認められず、約 20 度以内の視線方向を示している。昼間の方が、周囲の明るい部分が多いため、視線が大きく移動することも予想された

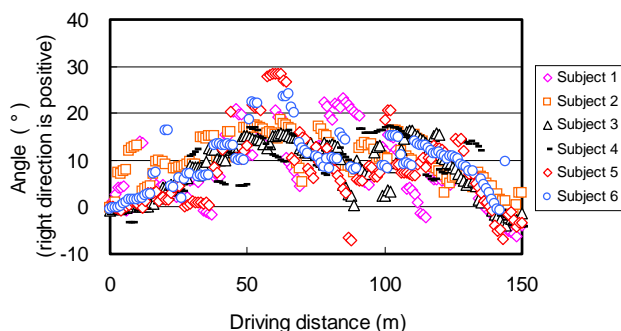


Fig.6 Results of measurement of line of sight movement (outgoing, daytime)

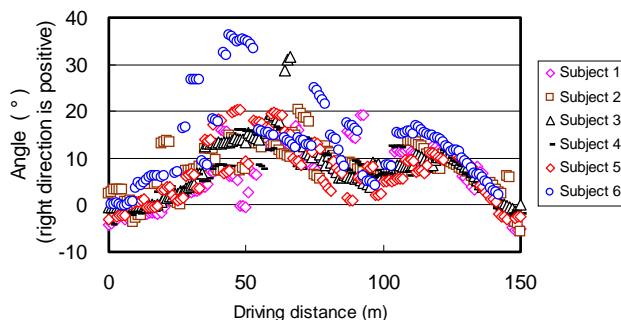


Fig.7 Results of measurement of line of sight movement (outgoing, nighttime)



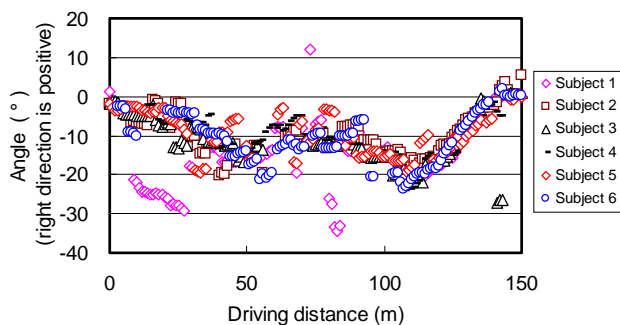


Fig.8 Results of measurement of line of sight movement  
(return, daytime)

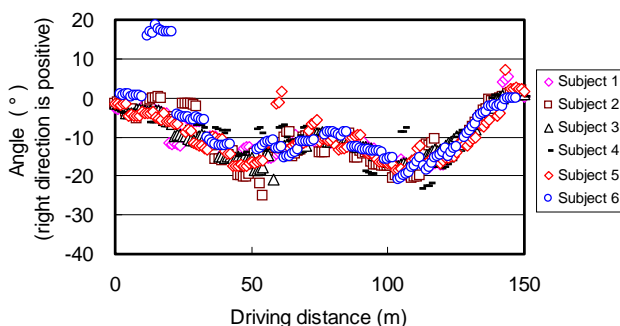


Fig.9 Results of measurement of line of sight movement  
(return, nighttime)

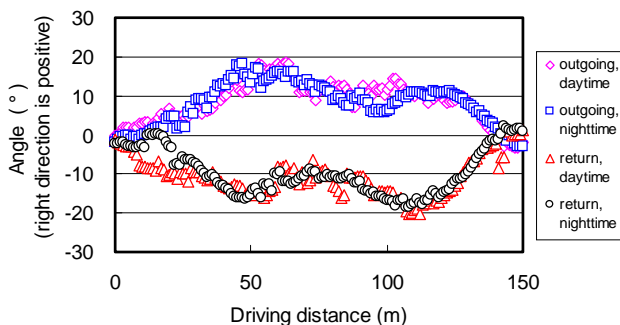


Fig.10 Mean line of sight movement (All subjects)

が、今回はそのような結果とならなかった、今回の走行路に関しては、夜間といっても街灯があるため道路面が暗闇の状態ではなかったということが影響していると考えられる。なお、今回のようにガードレールの先が見通せる曲率半径 80m 程度のカーブ道路を車速 40km/h で走行する場合について、運転者の視線の水平方向の角度を 20 度として、走行軌跡と視線との関係を単

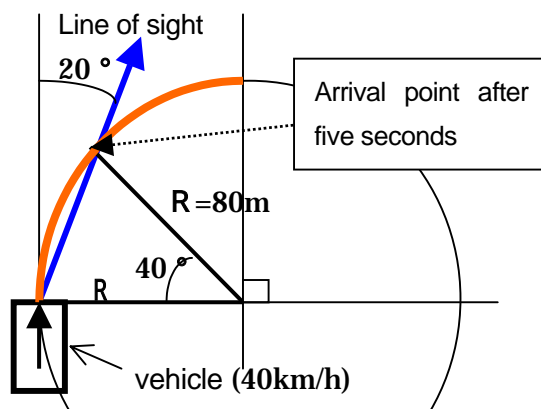


Fig.11 Schematic of a run curve and driver's  
line of sight

純な図形で表す(図11)と、約5秒後に自車が通過する地点付近を見ていることとなる。

#### 4. まとめ

山間部のカーブ道路を走行して、その際の運転者の視線方向をアイマークレコーダにより測定した。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 曲率半径が 70~95m 程度のカーブ道路であれば、視線方向の角度は平均で約 20 度以内となる。
- (2) 右カーブの場合の方が左カーブの場合よりも視線方向のばらつきが大きい。これは、車両が道路の左側を走行するため、右側の走行車線の方角も含めて視線移動の余地が大きいと考えられる。
- (3) 昼間と夜間とでは視線方向の大きな差は認められない。これは、今回の走行路面が街灯のために暗闇ではなかったということが関係していると考えられる。

#### 参考文献

- (1) 益子, 森田, 岡田: 眩惑状況シミュレーション解析ソフトウェアの製作について, 第2回交通安全環境研究所研究発表会講演概要, (2002)
- (2) 益子, 森田, 岡田, 関根: 可変配光前照灯 (AFS) が対向車ドライバに与える眩惑状況の解析, 第2回交通安全環境研究所研究発表会講演概要, (2002)
- (3) 仲田, 金井, 上條, 佐渡山, 小林, 田中: 曲路走行時における運転者の注視点計測, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.108-01, pp.9-12, (2001)
- (4) 市村, 山本, 後藤: 注視点挙動に基づく林道の構造評価, 日林誌, 78(4), pp.433-438, (1996)