都市高速道路曲線部通過時における運転者の挙動

武蔵工業大学　学生会員　○西川裕一　門間健　　正会員　岩崎征人

1．はじめに

わが国の近年の交通情勢は、車両保有台数、運転免許保有者数、交通量の増加などに伴い厳しさを増している。このような厳しい情勢を踏まえて、交通の安全性と円滑性を確保するために交通事故の実態の詳細を把握する必要性がある。本解析は都市高速道路曲線部において発生する施設接触等の車両単独事故の詳細について運転者挙動に着目して考察を述べたものである。

都市高速道路には道路構造上の制限から線形の厳しい区間が多数存在しており、このことが自由流領域において発生する施設接触等の車両単独事故の主要因となっている。一般的にこれらの事故の多くは運転者の認知・判断・操作のミスである「ヒューマンエラー」により引き起こされていると言われている。このことから本研究では実車走行実験を実施し、車両の曲線部通過時における運転者挙動に関するデータを取得し、解析を行った。具体的には曲線部を相対的に多大な遠心加速度で通過していた被験者を抽出し、その時被験者がどのような挙動を示していたかについての解析を行い、それに考察を加えた。運転者挙動としては、運転に必要な情報の約 90%が視覚的情報であると言われていることから特に注視挙動についての解析を行った。

2．実験概要

首都高速道路において実車走行実験を実施し、データを計測した。実験は各路線 6～8 人の被験者を用いた。被験者にはコースを指示する以外の情報を与えず、可能な限り普段通りの走行状況を再現した。本解析では 2 号目黒線上り走行車線西五反田カーブを調査対象区間とした。使用データは表１の通りである。速度、ハンドル操舵角は 10m 単位で計測した。注視挙動は nac 製 EMR-8 のアイマークカメラで計測、解析ソフトを用いて注視時間を求めた。

表１　本解析における使用データ

運転特性	速度　ハンドル操舵角
注視特性	注視時間　注視位置

3．解析方法及び使用データの概要

3.1 遠心加速度

曲線部走行時の遠心加速度は門間ら[1]が用いた式により算出した。

$$\alpha = \frac{\left[v \cdot (1/3.6)\right]^2}{b / \sin\left(h \left| \phi_{\max} / h_{\max}\right.\right)} \cdot \cos\theta - g \cdot \sin\theta \left(m/\sec^2\right)$$

v：速度(m/sec)　　b：ホイールベース
h：操舵角度(°)　　θ：バンク角(°)
φmax：最大操舵角時の前輪の傾き(°)
hmax：最大操舵角度(°)

この遠心加速度が正規分布における上側確率 5%の閾値(平均値+1.64×標準偏差)を超える地点を本解析では危険走行(以下ニヤミス走行)と定義することとした。

3.2 注視挙動

注視時間と水平注視角度の 2 指標を解析に用いた。

3.2.1 注視時間

本解析で注視とは同一対象物を眼球移動速度 30deg/sec 以下でかつ 0.165 秒以上見続けた挙動を言う。直線部では 1 点を長く見やすいため注視時間は長く、曲線部では先の情報を得ようとするため注視挙動が活発になり注視時間は短くなると言われている[2]。 従って、曲線部での長時間の注視は注意が 1 点に集中しすぎ、周囲への注意が散漫になるため危険であると考えられる。このことから「遠心加速度が閾値を超えたニヤミス走行と判断した地点付近において注視時間が長くなる傾向が見られるのではないか？」という仮説について検証する。なお図において 2 地点以上にわたる長い注視時間は点同士を線で結ぶ事により表記した。

3.2.2 水平注視角度

図 1 に示すように、車両進行方向に対する運転者の注視位置をビデオ映像から平面線形図上にプロットし、水平注視角度 βを計測した。曲線部通過時、多くの被験者はカー

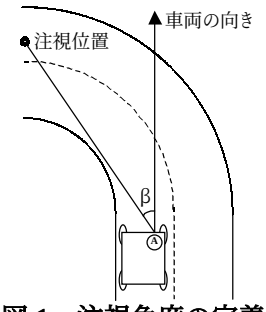

図１　注視角度の定義

キーワード：車両単独事故，運転者，遠心加速度，ニヤミス，注視挙動
連絡先：〒158-8557　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　TEL：03‐3703‐3111(内線：6525)　FAX：03‐5707‐1156

ブの先の情報を得ようとするため、注視角度は平面線形に類似する。しかし、それとは異なる挙動を示す被験者もおり、その中でも特に注視角度が左右に大きく変動するような挙動は眼球運動に負荷がかかるため危険であると考えられる。このことから「ニヤミス地点付近において注視角度が左右に大きく変動する傾向があるのではないか？」という仮説について検証する。

4. 解析結果と考察

4.1 遠心加速度と注視挙動の関係

遠心加速度、相対速度(ある速度を 1 とした)、ハンドル操舵角および注視挙動の解析結果を図 2 に示した。まず、遠心加速度の検定によりニヤミス走行と判断した地点が①~③である。①、②は被験者 a、③は被験者 b のニヤミスである。それぞれニヤミスの理由として以下のように考察した。まず、①は被験者 a の曲線部進入時における速度選択のミスに起因していると考えられる。被験者 a は相対速度が高く、特にA付近では曲線部進入時にも関わらず高い速度で走行しており、その結果大きな遠心加速度がかかったものと思われる。次に、②は図のBから分かるように長い注視時間に起因していると考えられる。注視時間は 1.2 秒、注視位置は左前方の側壁付近であった。これは被験者がより早くカーブの先の情報を得ようと、カーブの先端付近を注視し過ぎた結果であると考えられる。②は 3.2.1 で述べた仮説と一致する一例である。最後に、③は図のCから分かる様に注視角度が左右に大きく振動する挙動に起因していると考えられる。被験者 b は常時被験者 a に次ぐ高い速度で走行していたものの曲線部頂点付近で遠心加速度は低く、速度選択ミスとは考えにくい。アイマークカメラの映像によるとC付近において被験者 b は道路右側の構造物とカーブ前方の注視を数回繰り返している。このため被験者 b の眼球運動に負荷がかかり③に至ったと考えられる。③は 3.2.2 で述べた仮説と一致する一例である。

4.2 まとめ

本解析の結果、運転者のニヤミス走行時の運転者の眼球運動には以下の傾向が見られた。

①ニヤミス走行が行われた付近において比較的長い注視時間での走行が認められた。

②ニヤミス走行が行われた付近において注視角度は左右に大きな振幅で変動する事が分かった。

5. 今後の課題

今回の解析では仮説が顕著に現れている路線を示した。今後は今回行った仮説の傾向が、まだ未解析である 2001 年実験に実施した実験における実験データでも今回と同様な傾向が見られるかどうか調べ、今回行った仮説の正当性の検証を行っていく。

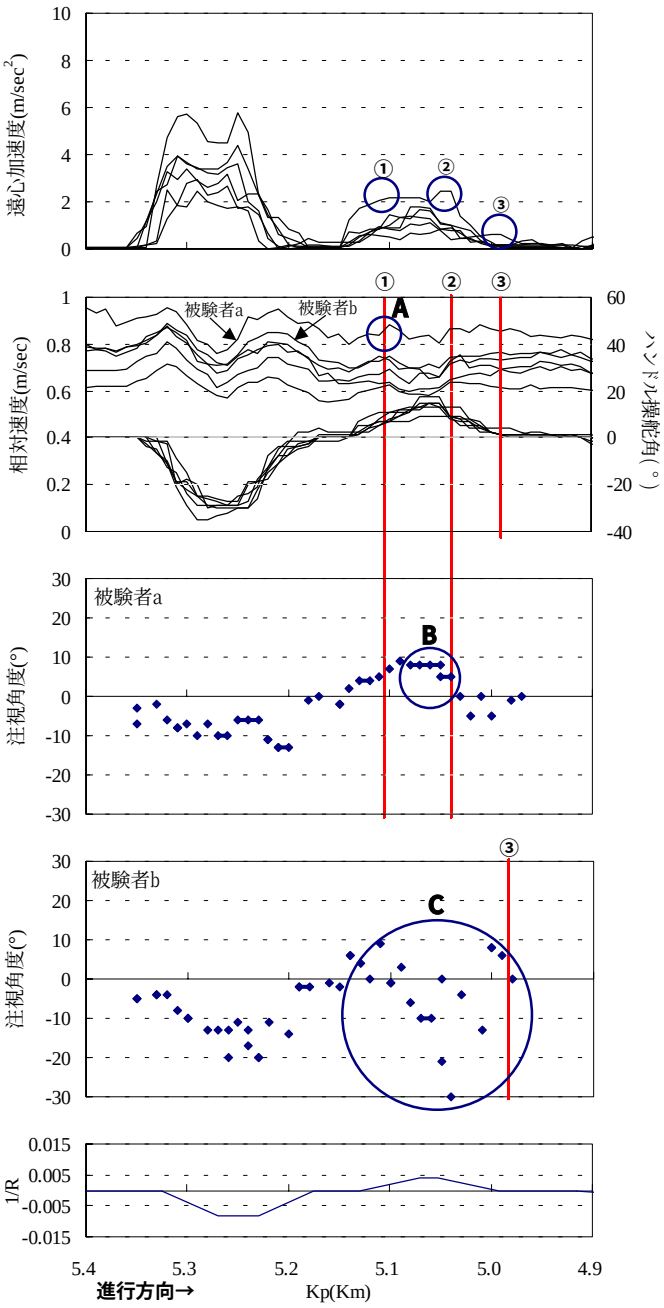

図２　ニヤミス走行時における運転者の挙動

＜参考文献＞

1） 門間健，古市朋輝，岩崎征人：都市高速道路曲線部における遠心加速度と運転者の注視挙動，自動車技術会学術講演会前刷集 No.6-02(2002)

2） DAVID SHINAR，EDWARD D.McDOWELL，and THOMAS H.ROCKWELL：Eye Movements in Curve Negotiation，HUMAN FACTORS，19(1)，63-71(1977)