

## 都市高速道路曲線部走行時の遠心加速度

武蔵工業大学大学院 学生会員 門間 健、古市 朋輝  
武蔵工業大学 正会員 岩崎 征人

### 1. はじめに

都市高速道路の線形は路線構造上の制限から厳しい区間が多数存在する。特に曲線区間では類似線形にもかかわらず、施設接触事故等の車両単独事故の危険度に大きな差がある地点が存在する。一般的に事故の多くはヒューマンエラーにより引き起こされているといわれている。しかし、多数の車両は事故を起こすようなハンドル操作、速度制御等の走行挙動をしているわけではない。本研究では都市高速道路上での実車走行試験から得られたデータを用いて、類似した線形を持つ曲線区間における運転者の運転/走行挙動を分析したものである。具体的には、試験車両の速度と操舵角、運転者の注視点を計測し曲線部における運転者の挙動が事故発生危険度とどのような関係を持っているかについて考察している。

### 2. 実験及び収集データ

事故発生危険度の大小については首都高速道路公団が作成した資料をもとに独自に判断した。その結果をもとに、首都高速道路の類似線形とみなせる曲線区間の組み合わせを対象とし、被験者を用いた走行実験を行った。表-1 に本研究で用いた対象路線の組み合わせを示す。実験にはホンダオデッセイ（AT車）を使用した。1日1路線の走行実験を行い、各路線6人～8人の被験者を用いた。被験者は20代の男性で1人あたり1回目を走行車線、2回目を追越車線とし連続して対象路線を2往復走行してもらった。被験者にはコースを指示する以外は情報を与えず、会話なども許可し、なるべく普段の走行に近い状況で行った。この報文では表-2 の計測項目を使用した。実験ではこれ以外のデータも計測している。

表-1 路線比較

地点番号	位置	曲線形状と進行方向	
1-小	A路線下り	右AA	左ARA
1-大	B路線下り	右ARA	左ARA

大：事故発生危険度大 小：事故発生危険度小

右・左：曲線の方向

A：緩和曲線・R：円曲線区間・：直線区間

表-2 計測項目

走行特性	走行距離・速度・操舵角
------	-------------

### 3. 近似遠心加速度の求め方

都市高速道路曲線部通過時の運転者の速度選択について以下のように考える。一般的に運転者は曲線半径が小さいところでは速度を低下させる。一方、曲線半径が大きいところでは速度低下の度合いは少ない。運転者は経験的にリスク目標値を設定し、現在の速度でこれから通過する曲線が通過できるかどうかを判断しながら走行していると考えられる。その判断基準は運転者ごとに曲線の大きさと通過速度による関係を維持できる範囲内になるように決定されているはずである。道路構造令によれば、曲線部設計の指標の一つに遠心加速度がある。実際の走行は設計速度ではないし、曲線部の走行軌跡が構造令と一致していない。そこで、試験車両の遠心加速度を地点速度、操舵角、横断勾配から表した。一般的に遠心加速度（ $m/sec^2$ ）は

$$=v^2/R \quad (v: \text{速度} (m/sec) \quad R: \text{半径} (m))$$

で表せる。図1において走行時半径  $R(m)$  は近似的に  $R=b/\sin$ （ $b$ ：ホイールベース（ $m$ ））

であり、さらに  $h$  が操舵角  $\theta$  に比例するとすれば

$$=h|_{\max}/h_{\max}$$

$h_{\max}$ ：最大操舵角時の前輪の傾き（ $^\circ$ ）

$h$ ：最大操舵角度（ $^\circ$ ）

となる。以上より、遠心加速度は横断勾配及び重力加速度  $g (m/sec^2)$  を考慮して、

$$= \frac{[v \cdot (1/3.6)]^2}{b/\sin(h|_{\max}/h_{\max})} \cdot \cos q - g \cdot \sin q (m/sec^2)$$

と表すことができる。

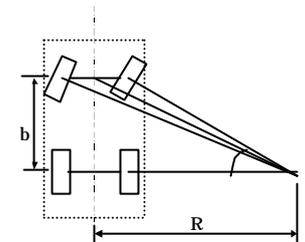


図1 車両旋回時半径

キーワード：曲線区間 速度変化 操舵角 ヒューマンファクター 遠心加速度

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL(03)5703-3111(内線 6525) FAX(03)5707-1156

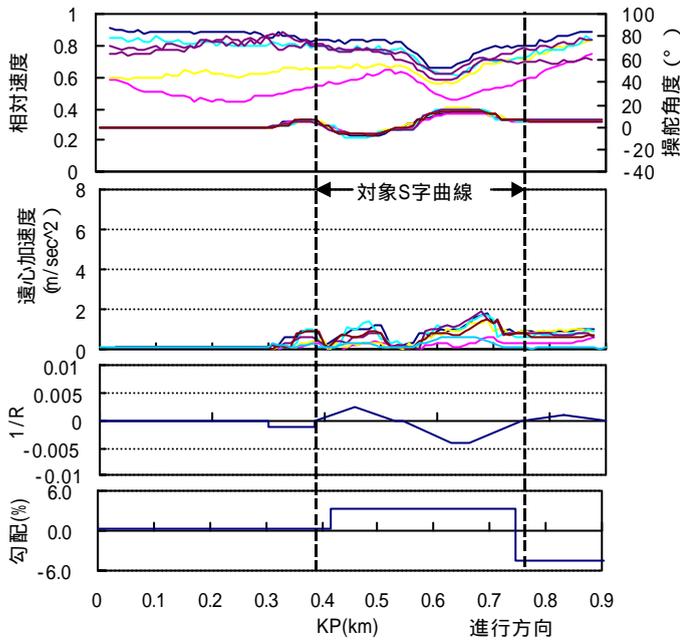


図2 A路線下り 走行車線

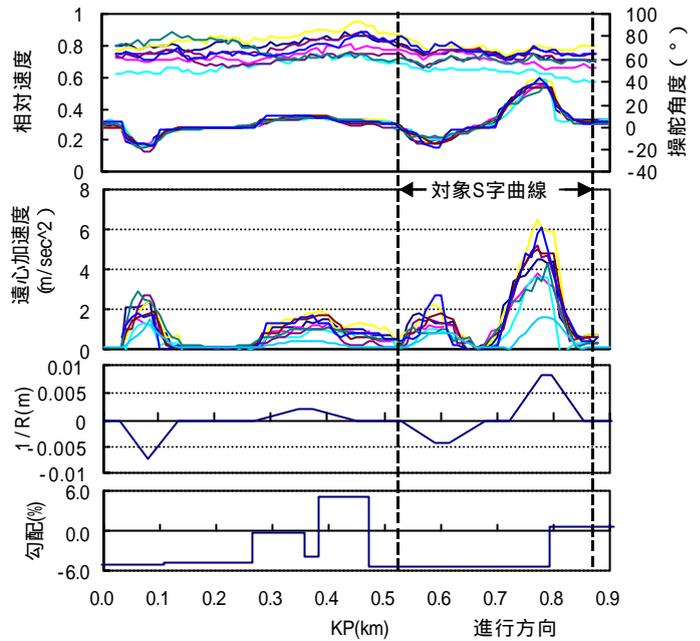


図3 B路線下り 走行車線

4. 結果及び考察

図-2, 3は走行実験で得られたデータを式に適用した結果である。上から順に、相対速度・操舵角、遠心加速度、平面線形、縦断線形である。相対速度はある速度を1として表したものである。遠心加速度の図中にある太線は平面線形で規定されている曲線上を設計速度で走行した場合（理論値）である。表-3は対象S字曲線区間の構成要素を表している。

これらの結果を見ると、A路線のS字曲線区間では第二曲線部前から適宜減速を行い通過している。そのため遠心加速度は第一曲線部通過時と第二曲線部通過時とでほとんど差がない。この速度低下の要因として、S字曲線部が上り勾配になっていることや曲線部通過後の線形が見えにくくなっていることが考えられる。B路線では対象S字曲線区間で明らかな減速が見られない。B路線のS字曲線区間走行時の運転者が明らかな減速を行わなかったということは、曲線部進入時に現在の速度で目前のS字曲線を通過できると判断したと考えてよい。対象S字曲線区間における被験者間の遠心加速度のばらつきをみるとB路線では平均値±1.65の領域外になるものが2サンプルあった。第二曲線部における遠心加速度にばらつきが生じる原因としてB路線ではS字曲線部後に出口が存在するため出口を示す案内板等が設置されており、運転者が多くの情報を曲線走行中に処理しなくてはならないことが考えられる。

実験結果を見ると、運転者は経験上の判断から曲

表-3 対象S字区間線形比較

	第一曲線部		第二曲線部	
	曲線半径	横断勾配	曲線半径	横断勾配
A路線	400(m)	5(%)	240(m)	7(%)
B路線	240(m)	4(%)	120(m)	10(%)

線区間を走行する際に遠心加速度3 (m/sec<sup>2</sup>)程度までは同様な挙動で、それ以上は被験者間のばらつきが顕著になる傾向がある。特にB路線の第二曲線部頂点では遠心加速度の平均値4.7 (m/sec<sup>2</sup>)は理論遠心加速度1.6 (m/sec<sup>2</sup>)の約3倍となり乖離が大きいことがわかる。

5. 今後の課題

本論文は曲線部の遠心加速度だけについて分析を行ったものである。運転者の速度選択及び操舵は最終的な出力である。これらの出力は視覚情報等の外的な刺激によって生ずるものである。よって、反応時間を考慮して運転者の注視挙動及び生理反応とも関連させた分析が必要となる。

6. 謝辞

(財)国土技術研究センターの受託研究の一部として実施し、2000年度実験では首都高速道路技術センターから物心両面にわたる援助を受けた。記して関係各位に謝意を表す。

参考文献

(1)蓮花一己他：交通行動の社会心理学，北大路書房（2000.11），p.29  
 (2)日本道路協会：道路構造令の解説と運用，丸善(1978)，pp.227-232