

Sカーブ区間における自動車の走行挙動 (その2)

Driving Behavior at S-Curve Sections on the Metropolitan Expressway (II)

岩崎征人* 諸橋雅之** 渡邊健司*** 内田滋****

by Masato IWASAKI*, Masayuki MOROHASHI**, Kenji WATANABE*** and Shigeru UCHIDA****

1. はじめに

首都高速道路公団では、これまでも幾何構造と交通事故発生との関係について統計的な分析を行なうとともに、個々の地点に対するミクロ的な分析も行なってきた。しかし、平面曲線と縦断勾配が連続し、道路周辺の建築物等も運転者の挙動に影響を及ぼしていると考えられる首都高速道路では、カーブ区間を個々の曲線として扱うよりも、上下流の線形を考慮した「区間」としての分析を行う方が適当な場合が多い。

ここで、曲線区間における事故発生のメカニズムを分析するためには、幾何構造に関する検討を行なうと共に、基礎データとして車両の走行挙動を分析する必要があるが、この面に関する研究成果は少ないのが現状である。本稿は、このような観点から昨年度に発表した「Sカーブ区間における自動車の走行挙動」に続き、同様な平面線形をもち、交通条件も同様と考えられる他のSカーブ区間についての調査結果が得られたので、両者を比較しながらSカーブ区間についての走行挙動を分析しようとするものである。未だ分析途中のものであるが、幾つかの興味ある結果が得られたので、ここに概要を示す次第である。

2. 調査概要

a) 調査対象地点

上下流がほぼ直線と見做せる中にある、首都高速道路1号上野線下り・上野Sカーブ、および2号目黒線上り・五反田Sカーブを分析の対象とした。両地点はいずれも街路上の高架区間であり、幾何構造の概要は表-1に示すとおりである。

表-1 平面線形の比較

		上 野	五反田
第 一 カ ー ブ	Rmin (m)	1 5 2	1 1 9
	交角 (度)	5 2	4 0
	曲線長 (m)	2 3 8	1 3 8
	縦断勾配 (%)	+1.4	-1.5
直線区間 (m)		5	4 3
第 二 カ ー ブ	Rmin (m)	1 6 7	2 4 0
	交角 (度)	2 1	2 0
	曲線長 (m)	1 4 5	1 8 4
	縦断勾配 (%)	-1.8	-0.5

注) 縦断勾配は曲線中の代表値。

沿道の状況は、上野Sカーブでは中層の建築物が連担しているものの、第一カーブはJR上野駅前広場上の、部分的に視界が開ける所にある。また、第二カーブの内側には、見通し視距を妨げるような建築物が立地している。それに対して五反田Sカーブでは、沿道に中層の建築物が連担しているものの見通しを妨げるようなものではなく、視覚的な変化は上野Sカーブに比べて少ない。

b) 交通量と事故発生件数

上野Sカーブでは8000台/日、五反田Sカーブでは18,700台/日の交通量(1993年10月の平日平均)が観測され、両地点には2倍余りの差があるが、いずれも渋滞は殆ど見られない区間である。また、解

キーワード : 走行挙動分析、交通流、交通安全
 *正会員 工博 武蔵工業大学土木工学科教授
 [東京都世田谷区玉堤1-28-1
 Tel 03-3703-3111]
 **正会員 工修 首都高速道路公団計画部
 ***正会員 工修 首都高速道路公団計画部
 [東京都千代田区霞が関1-4-1
 Tel 03-3502-7311
 Fax 03-3503-1807]
 ****正会員 工修 日本交通技術㈱都市交通計画部
 [東京都千代田区西神田2-5-2
 Tel 03-3262-5171
 Fax 03-3262-5172]

析を行なった時間帯の交通量は、上野Sカーブでは50台/5分、五反田Sカーブでは100台/5分程度であり、いずれも自由走行と見做せる時間帯である。

両地点における交通事故発生件数は、上野Sカーブで計100件（1984年～1993年・以下同様）、そのうち幾何構造との関係が高いと考えられる「施設接触・衝突」事故は計85件であった。また、五反田Sカーブでは、それぞれ61件と54件であった。したがって、台数ベースの「施設接触・衝突」事故発生率で言えば、上野Sカーブの方が五反田Sカーブよりも3倍ほど事故率が高いと言える。

c) 調査方法

沿道のビル屋上からVTRによって平日に撮影を行ない、以下の断面について読取りを行なった。

- I : Sカーブ区間上流の直線部
- II : 第一カーブ（右）の始点
- III : 第一カーブ（右）の頂点
- III+I : 第一カーブ（右）の終点（五反田のみ）
- IV : 第一カーブと第二カーブの間
- V-1 : 第二カーブ（左）の始点（五反田のみ）
- V : 第二カーブ（左）の頂点
- VI : 第二カーブ（左）の終点
- VII : Sカーブ区間下流の直線部

VTRの読取りは、それぞれ連続した約1000サンプルの個々を追跡しながら、以下の内容を断面毎に行なった。

- *車種（大型車類と小型車類の二分類）
- *各断面の通過時刻
- *各断面での地点速度
- *各断面での走行位置（左外側線からの距離）
- *各断面での走行形態（単独走行、並走、追従、雁行、追越し、追越され等の別を、上下流側のVTRを同時に再生することにより判断。）

したがって各サンプルは、上野Sカーブでは7断面分の、五反田Sカーブでは9断面分の、それぞれ連続したデータを持つことになる。

3. 分析結果

(1) 地点速度

区間に進入後の速度変化の状況を、上野SカーブのI断面（上流の直線部）に対する差として示したものが図-1であり、例として全断面を通して単独

走行したサンプルの平均を示す。なお、ここに言う「単独走行」とは他車との車頭時間またはラグタイムが5秒以上の、他車の影響を受けていないと考えられるサンプルとした。

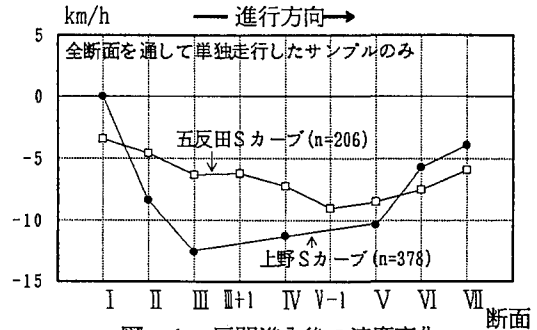


図-1 区間進入後の速度変化

上野Sカーブで最も速度の低下するIII断面（第一カーブ頂点）では、I断面と比べて13km/hの低下となる。それ以降の断面では地点速度は上昇していくものの、Sカーブ区間下流直線部のVII断面ではI断面よりも未だ4km/hほど低く、進入時の速度を完全に回復するには至っていない。また、I断面での速度ランク別に行なった分析結果では、Sカーブ区間進入時の速度が高いものほどIII断面での速度低下が大きく、さらに、以降の断面における速度の上昇も緩やかであった。

それに対して、五反田Sカーブで最も速度の低下するのはV-1断面（第二カーブの始点）であり、上野Sカーブとは様相が若干異なる。ただし、この時のI断面との速度差は6km/h程であることから、ブレーキングによる速度減少というよりは、アクセルオフによる速度調整と考えた方が適当と思われる。また、I断面の速度ランク別に行なった分析では、上野Sカーブの場合と同様に区間進入時の速度が高いものほど区間内での速度低下も大きい、上野Sカーブの場合に比べて差は僅かであった。

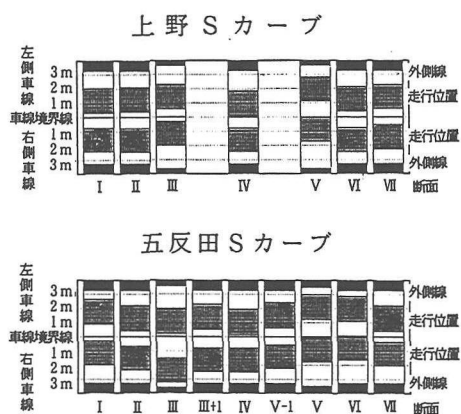
このように、地点速度の変動は上野Sカーブの方が顕著と言える。また、上野Sカーブにおける第一カーブの最小曲線半径は五反田Sカーブよりも大きいにもかかわらず速度が著しく低下する理由は、(a) 高欄にゼブラがペイントされ、運転者に注意を喚起している (b) J R 上野駅前広場上に位置し、沿道に建築物が連担する上流区間とは視覚的に異なった様

相を呈している 等が考えられる。

なお、その他の一般的な特性として、右側車線の走行車の方が左側車線の走行車よりも速度は高く、走行形態の違いによる速度差よりは、利用車線の違いによる速度差の方が大きかった。

(2) 車線内の走行位置

単独走行をした車両について、走行位置の分布をみたものが図-2である。一般にカーブ区間では、車両はカーブの内側を走行しようとする傾向があるが、これは横滑りに対応しようとする行動の結果と解釈されている。



Ⅲ, V断面は曲線部の拡幅がある。

図-2 単独走行車の走行位置

第一カーブ(右カーブ)ではこの考え方からすれば、カーブの頂点(Ⅲ断面)では車線内の右側に寄ってしかるべきである。しかし上野Sカーブでは、右側車線では明らかに車線内でのカーブの外側、すなわち車線境界線寄りを走行している。また、左側車線についても同様な傾向が窺え、車線境界線すなわちカーブの内側よりは若干離れて走行している。

それに対して五反田Sカーブでは、両車線ともに車線内の右側、すなわちカーブ内側を走行し、上野Sカーブとは明らかな違いがある。

この理由としては、見通し視距の確保が考えられる。すなわち、五反田Sカーブでは多少の勾配変化があるものの様な下り勾配であるのに対し、上野Sカーブでは変曲点付近にクレストがあり、下流の

状況が判断し難い。また、上野Sカーブの第一カーブは交角が五反田Sカーブよりも大きく、この面からも下流の状況が判断し難いことが考えられる。したがって上野Sカーブの第一カーブでは、特に右側車線で顕著のようにカーブの内側から離れて、この場合はカーブの外側となる車線境界線側に寄って、見通し視距を確保しようとしたものと考えられる。

次に第二カーブ(左カーブ)では、五反田Sカーブでは車線内でのカーブ内側、すなわち車線内の左側を走行し、常識的な結果が得られたものと考えられる。上野Sカーブでもこの傾向は同様であるが、左側車線では僅かではあるがカーブ内側に寄る程度が、五反田Sカーブの場合よりは少ない。

なお、五反田Sカーブの場合、カーブの頂点付近でカーブ内側に寄ろうとする傾向は第一カーブの方がやや強いように思われるが、これは第一カーブは $R_{min}=119 (IA=40)$ 、第二カーブは $R_{min}=240 (IA=20)$ と、第一カーブの方が平面線形的にやや厳しいことによるものと考えられる。また、両カーブの間にある直線区間(Ⅳ断面)で左側車線を走行する場合に、車線内の右側すなわち車線境界線寄りを走行する傾向が見られるが、これは、続く第二カーブ通過時の走行軌跡すなわち半径を大きくとるための行動と考えることができる。

次に、並走車および雁行車については、両地点ともそれぞれ単独走行車の場合と同様な傾向が見られるが、両走行形態の横方向の離れ量は、単独走行車の場合よりは若干多いものとなっている。したがって、並走車および雁行車は互いに走行位置に影響を及ぼし合い、その程度は平面線形の状況によって左右されているものと考えることができる。

(3) 地点速度と走行位置の関係

各断面における地点速度と走行位置(車体中央)の関係を、パターン化して比較したものを表-2に示す。なお、両地点のパターンが同様と見做せる断面については、表中に  で示してある。

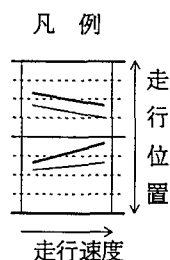
単独走行車についてみれば、両地点とも速度が高くなるほど車線境界線に寄る傾向が一般的であり、これは路側からの余裕をとろうとする行動と解釈できる。また、上野Sカーブおよび五反田SカーブのⅢ断面、すなわち第一カーブ(右カーブ)の頂点で

表-2 地点速度と走行位置の関係

断面		I	II	III	IV	V	VI	VII
		上流直線部	第一カーブ始点	第一カーブ頂点	変曲点	第二カーブ頂点	第二カーブ終点	下流直線部
単独 走行車	左側車線	3m						
	2m							
	1m							
	車線境界線							
並走車	右側車線	1m						
	2m							
	3m							
	車線境界線							
並走車	左側車線	3m						
	2m							
	1m							
	車線境界線							
並走車	右側車線	1m						
	2m							
	3m							
	車線境界線							

* 車体中央の位置を示す。 — : 上野Sカーブ — : 五反田Sカーブ

* 両地点のパターンが同様もしくは同様とみなせる。



は、両車線の利用車とも車線内の右側であるカーブの内側を走行しようとする傾向があり、これはカーブ区間での横滑りに対応する一般的な行動と解釈できるが、上野Sカーブの方が内側に寄る程度は少ない。この理由として、上野Sカーブでは変曲点付近にクレストがあり、また、沿道の環境（視界）が上下流とは異なって部分的に開けていることから下流の状況判断し難いため、見通し視距を確保するためにカーブの内側（すなわち右側の高欄）から離れようとした結果と判断できる。

それに対して第二カーブ（左カーブ）の頂点、すなわちV断面の左側車線では、程度の差こそあれ両地点とも速度が高くなるほど車線境界線側、すなわち車線内のカーブ外側を走行する傾向が窺える。この理由は、横滑りに対応するためには高い速度の場合ほどカーブの内側に寄りたものの、速度に応じた視距を確保するためには左側の高欄から離れる必要があることによるものと考えられる。

次に並走車について、第一カーブの頂点すなわちⅢ断面の右側車線をみれば、上野Sカーブでは単独走行車の場合と同様に走行速度の違いによる走行位置の違いは少なく、また、右カーブであるにもかかわらず車線内の外側寄りを走行している。それに対し五反田Sカーブでは、並走車は走行速度にかかわらず、ほぼ同様な位置を走行し、かつ、単独走行車よりもカーブの内側を走行している。

この理由は、上野Sカーブの場合は縦断線形や沿

道の視環境の関係から下流の状況が判断し難いため、単独走行車と同様なパターンを示したものと考えられる。それに対して五反田Sカーブの場合は、下流の状況も判断し易いために、左側車線を並走する車両との横方向の離れを大きくし、結果として単独走行車よりもカーブの内側を走行したものと考えられる。

また、第二カーブの頂点、すなわちV断面の左側車線における並走車は、両地点ともに走行速度が高くなるほどカーブの内側を走行しようとしている。これは、走行速度に応じた視距を確保することよりも、走行速度が高くなるほど横滑りの可能性も高くなるので、右側車線を並走する車両との接触を避けようとした結果と判断できる。

4. おわりに

ほぼ同様な平面線形と考えられる二つのSカーブ区間を比較分析した本稿であるが、いくつかの点では両者に共通する特性も見られたものの、相違する特性も少なからず見られた。また、これまでの分析は主に幾何構造との関係から行ってきたが、今回の分析結果からは、運転者の側から見た視環境との関係を併せて分析する必要が認められる。今後は他地点での分析結果をも併せて収集することにより、分析をより一般的なものとして、安全対策に資するよう研究を続けたい。