

大阪大学大学院 正会員 飯田 克弘

大阪大学大学院 正会員 森 康男

大阪大学大学院 学生員 ○三木 隆史

大阪大学大学院 学生員 池田 武司

1. はじめに

高速道路本線上の特定のサグにおいては、慢性的に渋滞が発生しており、その対策や緩和策を立てることが急務となっている。

ここで、これまでの研究では、サグにおける渋滞発生原因の1つとして、ドライバーが無意識に速度を低下させる現象が指摘されている¹⁾。これは特定のサグにおいて、縦断勾配の変化への対応が遅れるため、意図せず速度が低下するという状態を示している。

ところが、このようにサグにおけるドライバーの運転行動仮説が提案されているにもかかわらず、運転行動変化に着目した、渋滞発生原因の追求、そして渋滞抑制のための提案を行った研究事例^{2) 3)}は少ない。さらに、サグにおける勾配変化の認知、速度低下の発生、そしてそれに対する回復行動までを一連の流れとして捉えた研究事例は見あたらない。

そこで本研究では、サグにおける運転行動変化と道路構造との関連を分析することを目的として、ドライバーの速度、アクセル使用量、ブレーキ使用量、心拍数、そして注視点変動に着目し、これらのデータを高速道路上での実走実験を通じて計測した。そして、これらを分析した結果に基づいて、渋滞の対策へ向けたサグの道路構造改善策について考察した。

2. 実走実験概要

実験対象区間は、中央自動車道の大月I.C.から上野原I.C.間に存在する、中野サグおよび猿橋サグとした。中野サグは上下線ともに渋滞多発箇所であるのに対し、猿橋サグでは渋滞がほとんど記録されていないため、本研究ではこのことに着目し、運転行動をサグ間で比較することによって、渋滞発生原因の特定を試みた。また、サグ間にI.C.やS.A.等が存在しないため、交通量および車種構成の変化が少ないということも、この区間を選定した理由として挙げられる。なお実験では、周辺交通の影響を考慮して、早朝の交通量の少ない時間帯(6:00～9:00)に走行を行った。

さらに、実走実験終了後、それぞれの被験者に対して、行動結果を提示する形式でのヒアリング調査を行っている。具体的には、勾配変化の認知を行った地点、速度を

低下した理由、およびアクセルの使用量を増加した理由を調査するために、実験中の被験者の注視点を含む前方ビデオ映像を提示し、各挙動に対して、それぞれ質問を行った。なおこの映像を用いた理由は、運転に対するくせや、走行中における周囲の状況が、それぞれの被験者で異なることを考慮したためである。

なお実験期間は、平成10年10月26日から10月30日であり、被験者は免許取得年数が1年以上経過した男子学生10名とした。

3. 周辺走行車両の影響分析

運転行動変化と道路構造との関連を分析するためには、実走実験で得られた運転行動変化のデータを、周辺走行車両の影響の有無によって分類する必要がある。

そこでまず、ヒアリング調査結果から、速度低下およびアクセル使用量増加について、周辺走行車両の影響を理由として挙げたサンプルを周辺走行車両の影響有り、それ以外のサンプルを周辺走行車両の影響無し、という2つのグループに分類した。

次に、この分類による行動結果を比較することで、分類の妥当性の検証と、その程度の把握を行った。表-1は速度低下時点において注視対象物が周辺走行車両であった場合とそうで無い場合の、それぞれのサンプル数を、表-2はサグ底部付近における速度低下量および、縦断曲線区間における周辺走行車両への注視時間が総注視時間に占める割合を示している。

表-1 速度低下開始時点における注視対象物

		注視対象物		合計
		周辺走行車両	周辺走行車両以外	
グループ	影響有り	11	4	15
	影響無し	5	17	22
合計		16	21	37

Fisher's Exact test (両側) = 5.88E-03 < 0.05 (有意水準5%)

表-2 各グループにおけるそれぞれの項目の平均値

		速度低下量(km/h)	注視時間割合(%)
グループ	影響有り	12.00	51.7%
	影響無し	8.14	16.9%

この結果、いずれの場合においても、これらのグループ間で、5%の有意水準で差が認められた。この他、アクセル使用増加時点における注視対象物、および車頭時間についても、それぞれ有意差が認められた。

以上の結果から、周辺走行車両の影響を明らかにしたとともに、ヒアリング調査に基づく分類の妥当性が示されたと考えることができる。なお以下の分析においては、周辺走行車両の影響を受けなかったサンプルについてのみ扱うこととする。

4. サグ間での行動結果の比較

サグ間での運転行動変化の違いを分析した。表-3に、代表的な運転行動変化を示すデータの平均値をサグごとに示した。ただし、各地点はそれぞれのサグの底部からの相対距離であり、正の方向が下流側である。

この結果から、勾配変化認知地点は全て、サグ底部の下流側へ遅れてた地点であることが分かる。これは、実験を行った4箇所のサグ全ての縦断曲線半

表-3 各サグにおけるそれぞれの項目の平均値

	下り中野サグ	下り猿橋サグ
勾配変化認知地点(km)	0.26	0.18
速度低下開始地点(km)	-0.30	-0.10
アクセル使用増加開始地点(km)	-0.08	0.14
速度低下量(km/h)	9.0	6.8
アクセル使用増加量(%)	16.2	8.0
	上り猿橋サグ	上り中野サグ
勾配変化認知地点(km)	0.18	0.24
速度低下開始地点(km)	-0.54	-0.34
アクセル使用増加開始地点(km)	-0.14	0.01
速度低下量(km/h)	6.3	10.3
アクセル使用増加量(%)	8.2	11.0

径が大きい($r>10,000m$)ため、勾配変化の分かりにくい構造であるという、既往の研究で述べられている指摘⁹⁾の裏付けとなる結果となった。また、速度低下は全て上流側で発生した。しかしこれらの項目からは、サグ間で有意な差は認められなかった。その原因としては、各サグともに道路構造そのものには違いが少ないためである、と考えられる。

一方で、前方の視認性の良否と、勾配変化認知、およびアクセル使用量増加行動との関係について分析を行った。具体的には、視認性を悪化させる要素を、道路に隣接する法面、遮音壁、そして山の斜面などの近景と考え、これらに対する注視時間と、上記の行動の発生地点との相関係数を求めた。この結果を表-4に示す。

表-4 道路隣接要素への注視時間と各地点との相関係数

	下り中野サグ	下り猿橋サグ
勾配変化認知地点	0.914	-0.675
アクセル使用増加開始地点	0.706	0.140
	上り猿橋サグ	上り中野サグ
勾配変化認知地点	-0.051	0.123
アクセル使用増加開始地点	-0.087	0.822

なお網掛け部は無相関の仮説が棄却されなかったデータ

この結果から、中野サグでは上下線ともに、上記の要素への注視時間が長いほど、勾配変化認知地点やアクセ

ル使用増加開始地点が、底部から下流へ遅れることが分かった。これは、中野サグは上下線ともに、進行方向の見通しを悪化させる要素の影響が強いことを示しており、これがサグ間での違いとして特定できた。

5. 道路構造の影響による運転行動変化の把握

ヒアリング調査結果から、サグにおけるドライバーの運転行動変化について、以下に示す流れを把握することができた。

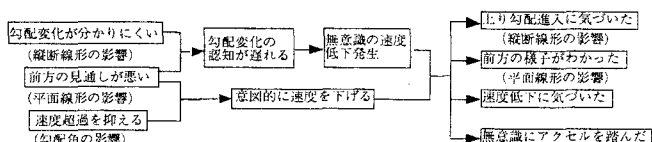


図-1 運転行動変化の流れ

この結果に基づき、無意識の速度低下と、意図した速度低下の違いを分析した結果、無意識の速度低下は、意図した速度低下と比較して、単位時間当たりの低下量が大きいことがわかった。この無意識の急激な速度低下が、越らの言う、渋滞発生原因となる現象の1つである、減速波の発生¹⁾を示していると考えられる。

6. 道路構造改善策の方針

本研究の結果から、サグにおける勾配変化認知遅れが原因となる速度低下は、縦断線形の影響と前方の見通しの良否にの影響であると考察した。

そこで、サグにおける道路構造改善策としては、

- 1) 緩やかな縦断曲線に対して、縦断曲線半径を設計基準値まで小さくし、勾配変化認知を促す構造とする。
- 2) 前方の見通しを悪化させる要素を取り除き、見通しを良好にすることで、勾配変化認知を促す構造とする。

最後に本研究を進めるにあたり多大なご支援・ご協力をいただいた日本道路公団試験研究所・交通研究室ならびに東京都立大学大口敬先生に紙上を借りてお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 越 正毅：高速道路のボトルネック容量、土木学会論文集 第371号、pp.1-7、1986年7月
- 2) 藤原 寛史・越 正毅：首都高速道路のサグ部および曲線部におけるドライバーの運転挙動に関する研究、第17回交通工学研究発表会論文報告集、pp.85-88、1997年11月
- 3) 古市 朋輝・松本 展和・岩崎 征人・小谷 益男・児島 正之：運転者のサグ(SAG)の認知挙動に関する実験研究、土木学会第53回年次学術講演会、IV-257、pp.498-499、1998年10月
- 4) 社団法人 交通工学研究会：高速道路の交通容量に関する調査検討報告書、1998年2月
- 5) 越 正毅・大口 敬：高速道路サグにおける渋滞とその対策、道路、pp.65-69、1995年5月