

IV-156

サグ部におけるドライバーの運転行動分析結果に基づいた道路構造改善策の検討

J R西日本 正会員 三木 隆史
 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 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、意図せずに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て渋滞発生原因の追求を行い、この結果を用いて渋滞対策を提案している研究事例は少ない²⁾。さらに、このような提案に対して、ドライバーの運転行動に着目した効果の検証は、行われていない。

そこで本研究では、まず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、高速道路上での実走実験を行い、ドライバーの運転行動の把握を行った³⁾。そして、この分析結果、および既往の研究における提案に基づいて、サグの渋滞対策としての改善策を考察し、その効果をドライビングシミュレータを用いた室内実験結果に基づいて検証した。

2. 実走実験結果³⁾

実走実験は、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の上下線を実験対象区間として行った。また実験終了後、それぞれの被験者に対して、実験中の行動記録を提示し、行動結果に対する理由をヒアリングしている。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。実走実験で得られた結果を以下にまとめる(表-1参照)。

表-1 実走実験結果（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

1) 全てのサグで、勾配変化の認知は、底部から下流側（上り勾配側）へ遅れた地点で行われている。これは、実験対象サグは全て、縦断曲線半径が大きい($r>10,000\text{m}$)ため、勾配変化の分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²⁾の裏付けとなる結果となった。

2) 道路形状および隣接する構造物により影響を受ける前方の見通しの良否は、勾配変化認知およびアクセル使用に大きく影響を与え、特に中野サグでは、前方の見通しが悪いことが勾配変化の認知遅れの原因の1つとなる、と考えられた。

この結果から、サグの渋滞対策としての道路構造改善策としては、

- 1) 縦断曲線半径を設計基準値まで小さくする
 - 2) 前方の見通しを悪化させる要素を取り除く
- の2点が有効であると考えた。

3. 室内実験概要

室内実験の実験対象区間は、実走実験区間のうち、上り線の猿橋サグおよび中野サグを含む区間を用いることとした。さらに、中野サグで渋滞が頻発していることから、上述した改善策を中野サグに適用し、運転行動の相対変化を調査することを目的とした。

また改善策の具体的な内容は以下の通りである。

- 1) 縦断曲線半径を、現状の $r=11,594\text{m}$ から設計基準値である $r=2,000\text{m}$ に変更する

キーワード：運転者行動、サグ、ドライビングシミュレータ

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 tel.06-6879-7610 fax.06-6879-7612

2) 隣接する法面、防音壁、山の斜面を取り除く

なお、室内実験の被験者は、実走実験経験者10名を含む35名であり、調査項目は実走実験と同様、速度、アクセル使用量、ブレーキ使用量、心拍数、そして注視点変動である。一方、実験システムは、バーチャルリアリティを応用したドライビングシミュレータ⁴⁾を用いた。

4. 室内実験システムの信頼性評価

室内実験で得られた調査結果を、実走実験の調査結果と比較することによって実験システムの信頼性を評価する。具体的には、各調査項目の区間平均値および推移、そして運転行動変化状況に着目した。分析結果を表-2に示す。

表-2 実験システムの信頼性評価のためのデータ

		猿橋サグ		中野サグ	
		実走実験	室内実験	実走実験	室内実験
速度 (km/h)	平均値	98.7	102.2	98.3	105.1
	推移の相関係数	-0.179		0.505	
アクセル使用量 (%)	平均値	17.3	41.3	18.7	43.7
	推移の相関係数	0.848		0.900	
心拍数 (拍/分)	平均値	70.2	69.7	77.3	67.4
	推移の相関係数	0.022		-0.018	

網掛け：無相関の仮説が棄却されなかったデータ

この結果、アクセル使用量に関して、推移については非常に高い相関係数を示したが、区間全体での平均値には有意差が見られた。これは、本実験システムの特性として、アクセルペダルの重さが実車と多少異なることが関係していると思われるが、アクセルを踏み始めた位置や推移などから判断すると、ドライバーの運転行動結果について、実走実験の状況を概ね再現している結果となった。

5. 改善策の有効性評価

中野サグに施した改善策の有効性を評価するために、サグにおける運転行動変化のデータを比較した。表-3は、各サグにおけるそれぞれの運転行動変化のデータの平均値である。ここで反応遅れ距離とは、速度低下が発生してからアクセルを踏むまでの距離である。

この結果、統計的検証はできていないが、反応遅れ距離やアクセル使用地点では、若干の改善効果が確認できた。

さらに、アクセルを使用した時点における注視対象物を調査した結果（表-4）、縦断曲線を変更した場

合では、路面を注視していた割合が高くなった。このことから、縦断曲線変更サグは、路面が勾配変化の認知を促す構造となっていると考えることが出来た。

表-3 それぞれの運転行動変化のデータの平均値

	現状再現	縦断変更	見通し変更
速度低下開始地点 (km)	-0.32	-0.25	-0.34
速度低下量 (km/h)	16.6	17.8	16.4
アクセル使用増加地点 (km)	0.02	0.00	-0.03
反応遅れ距離 (km)	0.34	0.25	0.30

改善効果が見られたデータについて、網掛けを行った。

表-4 アクセル使用時点での注視対象物の発生割合

	現状再現	縦断変更	見通し変更
視線誘導	41.2%	31.3%	41.2%
路面	14.7%	37.5%	23.5%
風景	11.8%	9.4%	14.7%
道路隣接要素	29.4%	12.5%	14.7%
その他	2.9%	9.4%	5.9%
合計	100%	100%	100%

6. まとめ

本研究では、実走実験結果、および既往の研究に基づいて提案されたサグ部の道路構造改善策について、ドライビングシミュレータを用いた実験によりその有効性を検証した。

一方、残された課題としては、検証を試みた仮説に対して、統計的な裏付けを行うことが出来なかったことに対し、まずサンプル数を増やすことが必要であるという点が挙げられる。また、実験システムについて、慣性や制御遅れ等のさらに詳しい設定を行い、再現性を高めることが当面の課題となる。

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) 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
- 3) 飯田克弘・森康男・三木隆史・池田武司：サグ部の交通挙動と縦断線形の関連性分析、土木学会関西支部講演集、1999年5月（投稿中）
- 4) 飯田克弘・森康男・金鍾旻・池田武司・三木隆史：バーチャルリアリティシミュレーションによる室内実験の構築とその再現性検討、土木計画学研究・講演集、No(1)、pp507-510、1998年11月