

高速道路トンネル内部で発生する速度低下と運転行動との関連性分析

大阪大学大学院 学生員 白井宏至
大阪大学大学院 正会員 飯田克弘
国土交通省 正会員 池田武司

1. はじめに

高速道路のトンネル部は渋滞が多発する区間であり、さらには渋滞に起因する追突事故も発生している。これに対し既往の渋滞要因把握と対策検討に関する研究例の多くでは、主にトンネル進入部が対象とされており、トンネル進入時に走行車両の速度が低下していることや、トンネル坑口形状の変更や内装板の設置などにより速度低下を緩和させる効果が見られることが報告されている¹⁾²⁾。しかし、実際にはトンネル部での渋滞の先頭が内部あるいは出口部と推測されるような事例も観測されていることから、トンネル部全体を対象として車両の走行速度と道路構造、諸施設との関係性を分析する必要性が示唆されている³⁾。

このため筆者らは、複数のトンネルを対象に、自由走行状態とみなせるの車両のトンネル進入前から通過後までの速度推移を調査した。そして、既往研究で明らかにされてきた進入部の速度低下に加えて、内部から出口部にかけても速度が低下している場合があることを明らかにした。また、トンネルによっては進入部よりも内部から出口部にかけての速度低下の方が急激で低下量も大きいことを明らかにした⁴⁾。しかしこの研究では、速度低下の特性を含む速度推移について把握した段階であり、その要因把握までは至っていない。

そこで、本研究では先行研究⁴⁾で最も多く出現が確認された(29サンプル/75サンプル)トンネル手前500mから坑口までに速度が低下し、坑口付近で上昇に転じ、その後トンネル内で低下が始まり、トンネル出口付近でまで低下が継続する」という速度推移を示したサンプル(図-1, 図-2)について、アクセル使用量や被験者の注視点といった挙動および、車両の進行に伴って、出口から差し込む光が初めて視認できる地点(以下地点Aとする)および出口の形状が初めて視認できる地点(以下地点Bとする)といったトンネルの構造との関連性を分析することで、特にこれまで取り扱った事例が少ない内部から出口部にかけての速度低下の要因を探ることを目的とする。

2. 分析に用いたデータと分析対象サンプル

本研究では先行研究⁴⁾の分析と同様に、北陸自動車道刀根P.A.～今庄I.C.の上下線で男子学生25名を被験者として実施した試験車両を用いた走行実験⁵⁾で収集されたデータを使用した。この実験では、常時、追越車線を自由走行する試験車両の走行速度(km/s)、アクセル使用量(%)に加え、アイマークレコーダーにより被験者の視線の移動が記録されている。また地点Aおよび地点Bは実験時における被験者の視環境を把握するために、視線の移動と同時に撮影されたビデオ映像を用いて特定した。なお、分析対象とする速度推移を示すサンプルは、実験対象9トンネル中8トンネルで観測されている。分析対象各トンネルの諸条件およびサンプル数は表-1、表-2のとおりである。

表-1 分析対象トンネルデータ

トンネル名	サンプル数	トンネル長(m)	出口から差し込む光が初めて視認できる地点(*)	出口の形状が初めて視認できる地点(*)	
上り線	杉津	11	460	310	260
	越坂	1	1860		880
	小河	2	1130	390	260
	曾々木	2	360		250
下り線	曾々木	4	390	270	250
	小河	3	1160		830
	葉原	2	900		880
	杉津	4	1160	350	260

(*)は出口からの距離(m)

表-2 分析対象トンネルの道路線形

トンネル名	縦断勾配(%)	平面線形	
上り線	杉津	-3.3	坑口から出口まで左カーブ(R=1000m)
	越坂	-3.1	坑口から300mまで右カーブ(R=800m),以降出口までほぼ直線
	小河	1.1	坑口から670mまでほぼ直線,以降出口まで左カーブ(R=800m)
	曾々木	0.9	坑口から160mまで右カーブ(R=800m),以降出口までほぼ直線
下り線	曾々木	-1.0	坑口から280mまでほぼ直線,以降出口まで左カーブ(R=800m)
	小河	-1.1	坑口から300mまで右カーブ(R=700m),以降出口まで直線
	葉原	0.9	坑口から出口まで直線
	杉津	0.9	坑口から950mまで右カーブ(R=2000m),以降出口まで右カーブ(R=800m)

3. 内部で発生する速度低下の要因分析

各トンネルについてトンネル内部で速度低下が開始する地点と地点Aおよび地点Bの位置関係に着目したところ(表-3)、全サンプル中22サンプルは地点Aおよび地点Bより出口側(下流側)から速度が低下し始めていた。一方、残りの7サンプルは地点Aおよび地点Bより坑口側(上流側)から速度が低下し始めていた。

キーワード：高速道路，トンネル，速度推移，実走実験，運転挙動

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 Tel.06-6879-7610 Fax.06-6879-7612

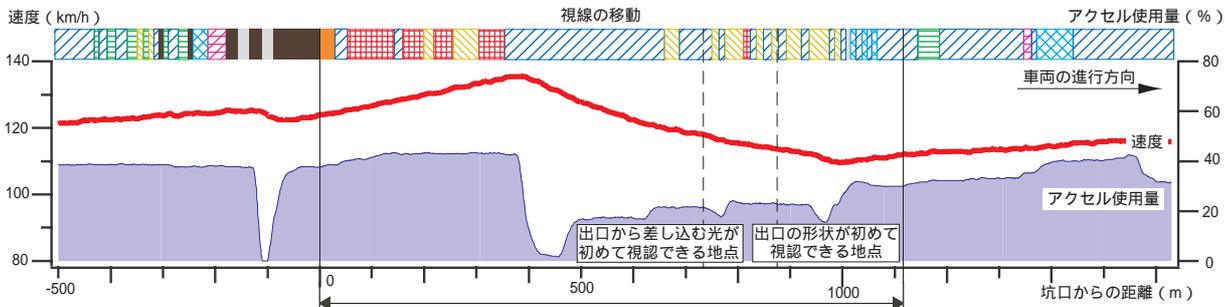


図-1 小河トンネル（上り線）被験者 No.15

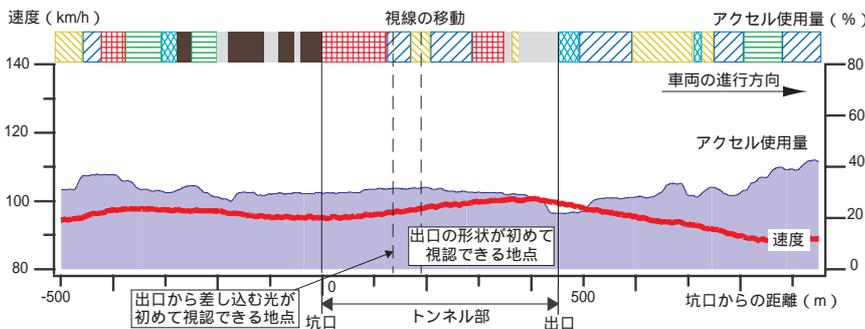


図-2 杉津トンネル（上り線）被験者 No.21

【被験者の注視点の凡例】

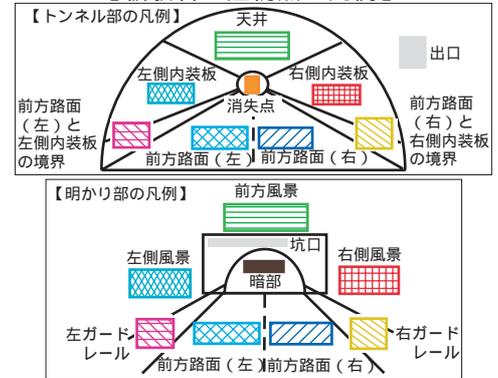


表-3 速度低下開始地点と地点A，地点Bの関係

トンネル名	内部で発生する速度低下開始地点		
	地点A，地点Bより坑口側	地点Aと地点Bの間	地点Bより出口側
上り線	杉津	1	9
	越坂	0	1
	小河	2	0
	曾々木	0	2
下り線	曾々木	0	4
	小河	0	3
	葉原	0	2
	杉津	4	0
合計	7	1	21

地点Aおよび地点Bより出口側（下流側）から速度が低下し始めたケース（図-2）は、被験者が出口を注視した後に速度が低下し始めたと考えことができ、速度低下の要因としては「トンネル部から明かり部へ移行する出口部では明順応に遅れが生じることや出口の先の道路線形が把握しづらい」という、トンネルの道路構造に帰着する事項が考えられる。

しかし、地点Aおよび地点Bより坑口側（上流側）、すなわち視環境の変化を伴わない状況で速度が低下し始めたケース（図-1）も存在した。これらのケースでは坑口までに低下した速度を回復しようとしたが、坑口から内部にかけて速度が上昇しすぎたためにその反動で速度が低下したという補償行動が原因として考えられる。ここで、図-1を見ると、坑口から速度が上昇している間はアクセル使用量がほぼ一定であった。また、この間、右側内装板を注視する割合が高くなっていることが分かる。つまり、視環境の変化がない状況で、明かり部では注視することがない部分を注視したことで、速度感がつかめなくなり、速度が上昇し続けているにもかかわらず、速度調整を行わなかったため意図す

る以上に速度が上昇したのではないかと考えられる。この傾向は7サンプル中4サンプルで確認できた。

しかし、実験段階では、被験者の行動意図および行動理由の調査を考慮しておらず、本分析で述べた要因は推察の域を出ない。そのため、要因を明確にするには、運転者にヒアリング調査等⁶⁾を行い、認知-判断過程を含めた被験者の行動意図を把握する必要があると考えられる。

4. まとめ

本研究では、運転行動との関連から高速道路トンネル内部で発生する速度低下について、視環境の変化を伴う道路構造の影響と、速度感の喪失による速度調整の乱れを要因として推察した。この要因と挙動との関係を明確にするには運転者の行動意図の把握が必要不可欠であり、今後調査を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 米川英雄：トンネル坑口部における走行性への影響要因，高速道路と自動車，第39巻 第5号，pp.28-34，1996
- 2) 松本晃一，古川健，野口雅弘，森康男，飯田克弘，池田武司：交通機能面から見たトンネル坑口のあり方に関する研究，交通工学，Vol.35 No.1，pp.28-37，2000
- 3) 越正毅：高速道路トンネルの交通現象，国際交通安全学会誌，Vol10 No.1，pp.32-38，1984
- 4) 飯田克弘・池田武司・臼井宏至：実走実験結果に基づく高速道路トンネル部の車両速度変動に関する分析，第21回交通工学研究発表会論文報告集，pp.317-320，2001
- 5) Katsuhiko IIDA, Yasuo MORI, Koichi MATSUMOTO and Akira HAYAMA : Analysis of The Driver's Behavior at The Entrance of Tunnel, Selected proceedings of the 8th World Conference on Transport Research ,Vol.3 ,pp.391-406，1999
- 6) 吉川聡一，高木修：プロトコル法による運転行動の意思決定過程の研究，社会心理学研究，第14巻 第1号，pp.31-42，1998