

実走実験のデータを用いた高速道路トンネル部における速度変動に関する研究

大阪大学 学生員 臼井宏至
大阪大学大学院 正会員 飯田克弘
大阪大学大学院 学生員 池田武司

1. はじめに

高速道路トンネル部は渋滞の発生箇所にも占める割合が高く、渋滞の要因把握と対策検討が必要とされている。これに対し多くの研究が行われており、たとえば、佐野ら¹⁾や米川²⁾、飯尾ら³⁾、永関⁴⁾らはトンネル進入時の速度低下に着目し、車両の走行速度と道路構造や施設との関係を分析している。

しかし、トンネル部における渋滞は進入部だけで観測されているわけではない。これに関連して、既往の研究⁵⁾でも、トンネル部全体を対象として走行速度と道路構造・諸施設との関係を分析する必要があると示唆されているが、これに対応した調査研究は行われていない。

そこで本研究では、試験車両を用いた走行実験（以下、実走実験とする）で収集した速度データを用いて、トンネル進入前から通過後までの一連の速度変動を明らかにすることを目的とする。なお、本研究は最終的に走行速度と道路構造・諸施設との関係を分析することを目指しているため、データとしては自由走行に近い状態で走行したと考えられるサンプル（詳細は2章）の実験結果を用いている。

2. 研究に使用するデータ

本研究で用いるデータは、北陸自動車道刀根 P.A.～今庄 I.C.の上下線を対象とした実走実験⁶⁾で収集された車両の走行速度（km/h）である。なお実験は、すべて追越車線での走行で行われている。

分析対象区間は表-1に示した9トンネルのトンネル進入前500mからトンネル通過後500mとする。

ここで、先に述べた「自由走行に近い状態での走行」については、分析対象区間における運転者の視線の移動と運転者の前方風景映像を確認し、走行、追越両車線の前方に車両が存在しない場合、あるいは、走行車線前方にのみ車両が存在し、かつその車両を注視していない場合と定義した（計75サンプル）を

分析で用いることとした。

表-1 分析対象トンネル詳細

トンネル名	トンネル長 (km)	サンプル数
敦賀トンネル (上り線)	3.17	2
杉津トンネル (上り線)	0.45	16
越坂トンネル (上り線)	1.87	3
小河トンネル (上り線)	1.13	4
曾々木トンネル (上り線)	0.36	14
曾々木トンネル (下り線)	0.39	12
小河トンネル (下り線)	1.17	6
葉原トンネル (下り線)	0.90	11
杉津トンネル (下り線)	1.16	7

3. 速度推移パターンの分類

まず、キロポスト (kp) を軸として、トンネル別被験者別に速度推移図を作成し、速度推移の傾向を観察した。この結果、51サンプルでトンネル手前500mから坑口までに速度が低下していることが分かった。次に、速度推移傾向が類似しているデータを分類するために、車両の進行に沿って上昇する、一定となる、低下するといった速度変化の状態を、図-1に示す樹形図として表現したところ、10パターンの速度推移に分類できた。

このうち、最も出現頻度が高かった速度推移パターン（サンプル数28/51）は「トンネル手前500mから坑口までに速度が低下し、トンネル坑口付近で上昇に転じ、トンネル内で低下に転じ、トンネル出口付近でも低下し続ける」というものであり、対象とする9トンネル中、8トンネルで見られた。

4. 最も出現頻度の高い速度推移パターンに着目したトンネル別速度変動特性

次に、最も出現頻度が高い速度推移パターンを示す被験者の平均速度推移に着目し、速度推移の状態が変化する地点とトンネル坑口や出口との相対的な位置関係、および状態変化量を明らかにした。具体的にはまず、図-1に示した4つの状態変化地点（車両進行方向順に地点1～地点4：単位kp）と各地点の速度を抽出した。ここで、トンネル長は速度変動に影響を及ぼす要因として考えられるが、本稿では各

キーワード：高速道路、トンネル、実走実験、速度変動

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.06-6879-7612 Fax06-6879-7612

地点とトンネル坑口や出口の関係を、距離の概念を除き相対的に表現することでトンネル部での速度推

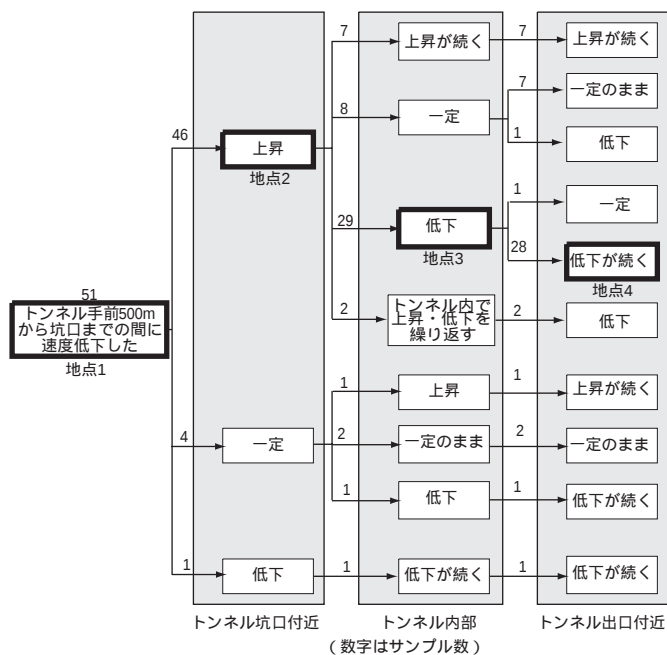


図-1 速度推移パターン

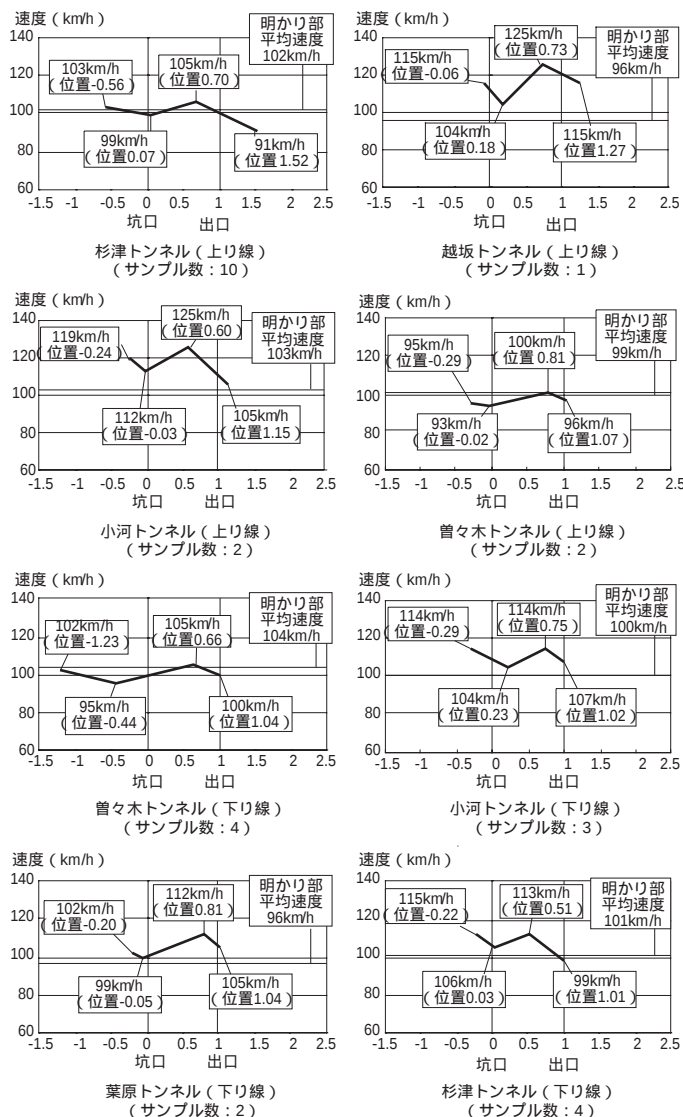


図-2 トンネル別の速度推移概況図

移の概況を把握することを試みた。具体的には、トンネル坑口を原点としトンネル長を1としたトンネル長との相対的な距離（坑口が0、出口が1）として各地点を表現した。その上で、トンネルごとに各被験者のデータの平均値を求め、図-2に示す速度推移の概況図を作成した。これによりトンネル進入部とトンネル内部から出口を過ぎるまでの区間（以下、出口部とする）の速度低下量を比較したところ、5トンネルでトンネル進入部より出口部の方が値が大きかった。ここで、連続する2地点の速度の差を距離（kp）で除した速度変化率（表-2）を求めたところ、5トンネルでトンネル進入部より出口部の速度低下率の方が値が大きかった。さらに、3トンネルではトンネル通過後に最も速度が低くなっていることが分かった。

表-2 トンネル別速度変化率

上り	地点1-2	地点2-3	地点3-4	下り	地点1-2	地点2-3	地点3-4
杉津	-20.4	20.5	-40.5	曾々木	-34.6	23.7	-33.8
越坂	-23.1	19.7	-9.9	小河	-17.4	17.5	-23.0
小河	-31.2	21.2	-32.3	葉原	-41.8	17.5	-43.1
曾々木	-15.8	21.9	-39.0	杉津	-32.6	12.2	-21.4

これらのことは、トンネルによっては、進入部より出口部の速度低下の方が急激でその量が大きくなる場合があることを示している。すなわち、これまで研究されてきたトンネル進入部の速度低下だけでなく、出口部の速度低下も交通流に大きな影響を及ぼす可能性があり、これに着目して研究を行うことの重要性を示唆していると考えられる。

5. まとめ

本研究では、トンネル部における速度推移パターンの分類を行うと同時に、最も出現頻度が高いパターンに着目してトンネル別速度変動特性の把握を行い、トンネル進入部に加え出口部でも大きく速度が低下していることが分かった。

今後は、既往の研究⁵⁾で述べられている道路構造と速度推移の関係を明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 佐野信夫・嘉指登志也・米川英雄・富高久智：トンネル部における走行円滑性に関する一考察，高速道路と自動車，Vol.38，No.3，pp.20-28，1995.3.
- 2) 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，Vol.39，No.5，1996.5.
- 3) 永関久信・米川英雄：交通特性とトンネル内照明，高速道路と自動車，Vol.35，No.10，1992.10.
- 4) 飯尾廣美・榎戸靖暢・水上秀夫：トンネル部の路肩幅員と走行特性，高速道路と自動車，Vol.34，No.2，pp.27-34，1991.2.
- 5) 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，Vol.10，No.1，1984.3.
- 6) 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.