

第IV部門 トンネル進入時におけるドライバーの挙動および反応の分析

大阪大学 正会員 森 康男
大阪大学 正会員 飯田 克弘
大阪大学 学生員 ○三木 隆史
大阪大学 学生員 三井 大生

1. はじめに

近年の自動車交通の増大に対応して、高速道路においてもその発達、拡充により利用価値は高まりを見せている。

その一方で、高速道路における渋滞の慢性化が深刻な問題となっている。特に、料金所やインターチェンジ、トンネル、サグなどは、交通容量上のボトルネックとなっており、これらの場所では走行車両の速度が低下するため渋滞が発生する。

このうちトンネル手前での速度低下の原因は、トンネル進入部の視環境や道路幅員の縮小、坑口形状などが、ドライバーの心理面に影響を与えているためであると考えられる。

このような速度低下、それにより発生する渋滞を解消するために、現状では車線を拡幅し、交通容量自体を増加させる方策が基本的にとられている。しかし車線の拡幅は、莫大な費用と時間を要し、かつ上述した進入部におけるドライバーの心理面に対する影響を根本的に解決するものにはなっていない。今後の交通量の増加を考慮すると、ドライバーに心理面の影響を与える要因を抽出し、それらとドライバーの挙動の関係を分析する必要がある。

本研究ではこのような背景のもと、トンネル進入時の速度変化、ドライバーの心拍数変化とドライバーの注視点の関係を分析する。また、坑口形状の違いとドライバーの注視時間の関係についても分析を行う。

2. 実験概要

本研究では、上述した関係を調査するため、高速道路上で実走実験を行った。

実験対象区間は、北陸自動車道の刀根P.A.から今庄I.C.間の往復とした。この区間を選定した理由は、現行の坑口形状のほとんどが存在することと、昼間の交通量が少ないことである。特に交通量に関しては、周辺走行車両の台数が多いとドライバーの挙動に少なからず影響があると既往の研究で述べられていることを参考にしたり^{1) 2)}。なお、実験はこの区間内の10トンネルについて行われた。

調査項目は心拍数、アクセル使用量、ブレーキ使用量、走行速度そしてアイマークレコーダーを用いた視点の移動についてである。

実験期間は平成8年10月6日から10月11日であり、被験者は20才から23才までの男子学生25名である。

3. トンネル進入時におけるドライバーの挙動変化

トンネル手前500mからトンネル進入時までのドライバーの挙動について、心拍数、速度、アクセルおよびブレーキ使用量を、対象トンネルごとに全被験者についてグラフ上で統合、整理した。図-1に例図を示す。

このグラフからドライバーの挙動変化を読み取った結果、この区間で心拍数に上昇が起きたデータは全データ(250)中208データ(82%)であり、アクセル使用量に減少のみられたデータは159(62%)存在することがわかった。しかし、この区間でブレーキを使用したデータは1データのみであった。

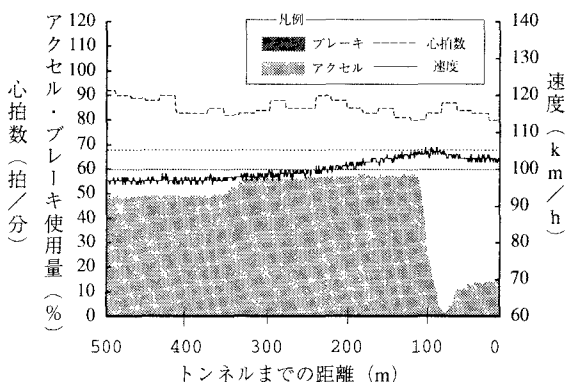


図-1 トンネル進入までのドライバーの挙動変化例

4. トンネル坑口付近の要素と挙動変化の関係の調査

次に3.で提示したグラフから、ドライバーに心拍数の上昇やアクセル使用量の減少という挙動変化が起きた地点についてドライバーの注視点状況を抽出した。この集計結果のうち心拍数の上昇に関する結果を表-1に示す。この結果について同一ドライバーが2箇所以上

の地点で心拍数の上昇が起きた場合は、それぞれを1サンプルとして集計した。

表-1をみると、心拍数の上昇時に最もよく注視されていた要因は暗部であることがわかる。これは、暗部が明暗の差や側方および上方余裕の減少といった特徴からドライバーに不安感などの心理的影響を与えるためであると考えられる。また側方余裕の急激な減少を起こす坑口右側についても、実験が追い越し車線走行としていたため心拍数の上昇時に注視対象物となる頻度が高かったと考えられる。

右ガードレールや右レーンマークの頻度が高かったのは、これらがドライバーにとって視線誘導の働きをもつためである。

その他、換気塔型トンネルにおける坑口上部の頻度が高いことがわかった。本研究で対象とした換気塔型トンネルの坑口上部は、他の坑口上部が半円形であるのに対して長方形状となっている。また他の坑口上部と比べてコンクリート壁の面積が広い。これらのことから、他のトンネルと比べてトンネル進入の際に上方余裕が急激に減少するようにドライバーが感じるのではないかと考えられる。

表-1 心拍数に上昇がみられた時点での注視対象物

	換気塔	逆ベルマウス	アーチウイング	竹割	ウイング	合計
右レーンマーク	5	3	7	4	5	24
中央レーンマーク	1	4	2	1	1	9
左レーンマーク	1	0	0	0	1	2
右ガードレール	2	1	4	4	5	16
左ガードレール	1	3	1	2	1	8
坑口右側	4	5	5	3	4	21
坑口上部	6	0	2	3	1	12
坑口左側	1	2	3	3	3	12
トンネル看板	0	0	1	3	4	8
電灯	0	1	1	1	0	3
暗部	8	6	9	11	11	48
暗部と路面の境界	3	3	1	1	2	10

5. 坑口形状の違いによる視点状況の変化

4で考察を行った暗部や坑口右側および坑口上部について、坑口形状の違いによるドライバーの注視点状況についてを詳しく調査した。ここで使用するデータはトンネル手前500mからトンネル進入時までの区間における坑口右側、坑口左側、坑口上部そして暗部に対するドライバーの注視時間の割合である。この結果を表-2に示す。ただし注視時間の割合とは、各トンネルにおいて坑口の各部分に対する全被験者の注視時間の合計を、これら4部分の総和で割った割合である。

その結果、先にも述べた暗部への注視時間が長かった。また、坑口右側に対する注視時間も比較的長くなっていることがわかった。ここで坑口右側の注視時間の割合は、走行条件の関係で道路線形に影響を受けている可能性があるため、坑口右側に対する注視時間

の割合とトンネル進入部の曲線半径との間で相関係数を求めた。その結果、相関係数の値は-0.712となりトンネル進入部の半径が小さいほど割合が増加する傾向があることがわかった。

また、坑口の各部分のうちで、アーチウイング型坑口形状や換気塔坑口形状形状のように、ある部分の面積が他の部分と比べて大きいトンネルでは、その部分の注視時間の割合が他のトンネルと比べて高い値を示すことがわかった。

表-2 坑口各部の注視時間の割合

	換気塔	逆ベルマウス	アーチウイング	竹割	ウイング
坑口右側	19.7%	20.2%	26.1%	16.5%	19.3%
坑口上部	21.8%	11.7%	6.9%	9.8%	10.4%
坑口左側	3.6%	9.0%	9.7%	5.8%	9.6%
暗部	54.8%	59.1%	57.3%	67.9%	60.7%

6. 結論および今後の課題

心拍数の上昇やアクセル使用量の減少といった挙動変化は、一般にドライバーが心理的影響、特に危険を感じた時に起こる現象である。これらの現象が起きた時のドライバーの視点状況を調査した結果、暗部や右レーンマーク、右ガードレール、坑口右側そして換気塔型トンネルの坑口上部が、注視頻度の高い要素であることがわかった。

また、坑口形状の差によるドライバーの視点状況の違いについて調査した結果、坑口のある部分が他の部分と比べて面積が大きい場合は、ドライバーの注視時間も長くなることがわかった。

しかし、先の要素がどの程度ドライバーの挙動変化に影響を与えているのか、また挙動変化の発生時と注視時との定量的な関係については本研究は明らかにしていない。今後は、これらの定量的な関係を分析し、ドライバーの受ける心理的影響が軽減されるような構造物や坑口形状といったものについて、支援情報を提案することが課題となる。そしてこの提案に対して、CG画像等を用いた室内実験から検証を行う必要があると考えられる。

参考文献

1) 杉山、巻上：都市高速道路における自動車運転の注視挙動、土木計画学研究・講演集、No.1 (1) 1992年
2) 巻上、安田：アイカメラを用いた注意喚起標識に関する調査研究、土木計画学研究・講演集、No.18 (1) 1995年