

Ⅳ-108

バーチャルリアリティシミュレーションシステムを用いた トンネル進入部走行実験システムの構築

三和総合研究所 正会員 三井 大生 大阪大学工学部 正会員 森 康男
大阪大学工学部 正会員 飯田 克弘 大阪大学工学部 学生員 三木 隆史

1. はじめに

国内の主要幹線高速道路において、トンネル進入部における自然渋滞が慢性化している。この渋滞の原因となる交通容量の低下は、坑口形状や道路線形などの走行環境構成要素がドライバーに心理的圧迫感を与え、走行速度低下を起こす車両が発生することによると一般的に考えられているが、これらの定量的な相関関係については明らかにされていない。これを解明するためにはまず、走行環境構成要素とドライバーの挙動との関係を調査する必要がある。よって本研究ではまず、トンネル進入部について高速道路上での実走実験によってドライバーの挙動を調査した。しかし、この実走実験では天候や周辺走行車両などの実験条件を統一できず、また、高齢層などの速度低下を起こしがちと思われる属性のドライバーに対しても交通安全上の問題より調査できなかった。そこで次に、実走実験と同様の項目をバーチャルリアリティシミュレーションシステムを応用した室内実験を通じて調査し、両実験結果の比較によって、室内実験でのドライバーの挙動の再現性を調査した。そして将来的には、実走実験結果から導かれる走行環境改善方針の効果を確認できる室内実験システムの構築を目的とする。

2. 実走実験の概略

実走実験の対象区間は、多様なトンネル坑口形状が混在し、かつ平日の交通量が少ない、北陸自動車道の賤ヶ岳S.A.～今庄I.C.間（上下線）とした。この区間に存在する坑口形状は、ウィング型、アーチウィング型、逆ベルマウス型、竹割型、換気塔型である。被験者の属性は、普通運転免許を保有する20～23歳の男子学生25名である。調査項目は、被験者の視点の移動、心拍数の変化、アクセル開度の変化、アクセル開度の変化とした。

実走実験対象トンネルの1例を図-1に示す。

3. 室内実験システムおよび室内実験の概略

本研究で構築した室内実験システムでは、ワークステーション上においてCGによるトンネル進入部の3次元仮想空間を構築し、ウォークスループログラムと呼ばれるアプリケーションによって、仮想空間内を自由に移動できる。また、画面表示は実験室内に設けられた120インチのプロジェクターを用いる。本研究で作成した仮想空間はトンネル坑口手前1000m～トンネル進入後500m程度まで（道路線形は勾配なしの直線）であり、トンネル坑口形状としては実走実験区間に存在する坑口の形状と同種のものを作成した。実験対象となるCGの1例を図-2に示す。

室内実験の被験者は、仮想空間上の高速道路の追い越し車線（視点高さ：1m 視角度：110°）を



図-1 実走実験対象トンネルの1例
（敦賀TN：上り）

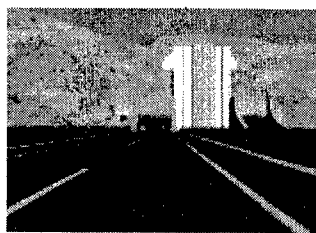


図-2 室内実験対象トンネルの1例

80km/h～140km/hで走行し、速度の調整のみをマウスで行うものとした。被験者は実走実験の被験者のうちの21名である。調査項目は、被験者の視点の移動、心拍数の変化、アクセル開度の変化、および実験後に印象に残った坑口形状等のアンケートである。

4. 実験結果の比較

実走実験および室内実験終了後、それぞれの実験結果より、

- ・ 走行環境構成要素ごとの注視率
- ・ アクセル開度低下の発生した位置および低下発生件数
- ・ アクセル開度低下の程度
- ・ アクセル開度低下時における心拍数上昇件数およびその程度
- ・ アクセル開度低下時における注視対象物

について整理した。このうちアクセル開度低下の発生した位置を横軸、その程度を縦軸にとった散布図を、アクセル開度低下状況として図-3および図-4に示す。

この結果より、両実験とも発生位置や発生件数に多少のずれはあるが、坑口手前での速度低下が発生していることが分かる。また、今回の室内実験は実走実験と比較して、

- 1) アクセル開度低下発生件数が少ない
- 2) アクセル開度低下の程度が小さい
- 3) 散布図の分布状況がまとまっている

などのことが言える。これらの原因として、まずアクセル開度低下の発生件数およびその程度が少ないのは、室内実験においてスピード感や臨場感が不足したためと考えられる。また、室内実験結果の散布図の分布がまとまっているのは、すべての実験条件が統一されているためと考えられる。

この他、実験結果の一致した項目と一致しなかった項目についてまとめると以下ようになる。

<実験結果の一致した項目>

- ・ 前方風景、坑口中央部、自転車走行車線の前路面等への注視率が高かった。
- ・ ドライバーから見た面積が大きい坑口ほど、坑口への注視率も高くなる傾向にあった。
- ・ 速度低下時において、坑口中央部が注視される傾向が強かった。

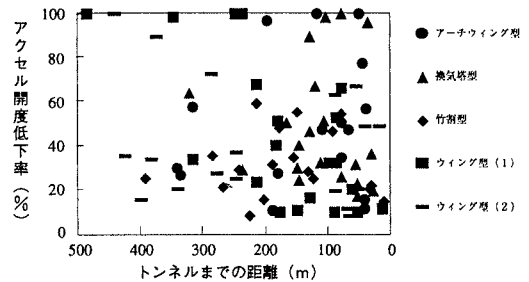


図-3 実走実験でのアクセル開度低下状況

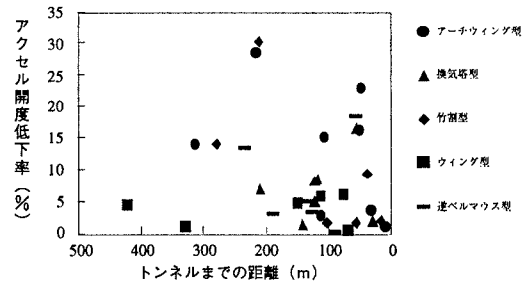


図-4 室内実験でのアクセル開度低下状況

<実験結果の一致しなかった項目>

- ・ 換気塔型の坑口では、室内実験では換気塔への注視率が高かったのに対し、実走実験では換気塔への注視率はそれほど高くなかった。
- ・ 速度低下程度の平均や心拍数上昇程度の平均などについて、坑口形状ごとの大小関係が異なっていた。

5. 今後の課題

実走実験と室内実験の結果の比較、および室内実験後のアンケート結果より、今後の室内実験システムの改善点としては、スピード感および臨場感を増すべきであることがわかった。これらの点を改善し、室内実験結果をより実走実験結果に近づけるためには以下のような事項が必要である。

- ・ 道路に近接した樹木や看板などの描写
- ・ 遠方まで視認可能なレーンマークの描写
- ・ 立体視および音響効果の設定
- ・ 周辺走行車両の描写

【参考文献】

- 1) 三木・飯田・森：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，平成9年度土木学会関西支部年次学術講演概要