

ドライビングシミュレーターを用いた トラック隊列走行時の高速道路合流部における 安全対策効果検証

伊藤亜矢¹・川口正¹・佐藤大介²・伊原泰之³・立花嵩³

¹ (株) 東京建設コンサルタント中部支社 (〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-5-5八木伝馬町ビル)

² (株) 東京建設コンサルタント東京本社 (〒170-0004 東京都豊島区北大塚1-15-6)

³ 中日本高速道路株式会社東京支社 (〒105-6011 東京都港区虎ノ門4-3-1城山トラストタワー)

新東名高速道路において走行が計画されているトラック隊列走行車両に対する合流部の安全対策として、高速道路管理者において現在の道路構造内で実施可能な、簡易情報板設置による注意喚起対策の効果検証を行った。

効果検証は、高速道路合流部の3次元モデルを作成し、トラック隊列走行車両の合流状況を想定したドライビングシミュレーターにより実施した。「対策なし」と、簡易情報板を合流部手前に設置した「対策あり」について走行調査を行い、対策の確認状況や、車線変更位置の変化について確認を行い、簡易情報板設置について避走を促す効果があることを確認した。

Key Words : ドライビングシミュレーター, トラック隊列走行

1. はじめに

運転者不足に対応する革新的効率的な物流サービスの実現を目指し、高速道路でのトラック隊列走行車両の運用検討が進められている。政府によるロードマップでは、早ければ2022年に高速道路での隊列走行車両の商業化を行う予定であり、経済産業省・国土交通省・警察庁・自動車メーカーにおいて各分野の検討や実証実験が進められている。新東名高速道路においては、トラック隊列走行車両の実用化に向け、2019年1月から無人隊列走行車両（後続車有人による実験走行）による実証実験が開始された。

今後の実用化に向け、トラック隊列走行車両走行時の安全性を確保する必要がある。中でもトラック隊列走行車両と一般車両が交錯する分合流部の安全性確保は喫緊の課題といえる。

本検討では、新東名高速道路において走行が計画されているトラック隊列走行車両に対する合流部の安全対策として、高速道路管理者において現在の道路構造内で実施可能な、簡易情報板設置による注意喚起対策の効果検証を行う。効果検証は、高速道路合流部の3次元モデルを作成し、トラック隊列走行車両の合流状況を想定したドライビングシミュレーターにより実施した。

2. 使用するドライビングシミュレーター

ドライビングシミュレーターは弊社の保有する株式会社フォーラムエイト製のドライビングシミュレーターを使用する。運転席は実際の乗用車を想定したシート、ハンドル及びアクセル・ブレーキが設置されており、42インチのPDPモニター3画面で運転者の視界を表示している（図-1）。サイドミラーについても、この画面内での表示となる。また、音響エンジンを搭載しており、走行時のエンジン音を再現することができる。



図-1 ドライビングシミュレーター

3. 実験条件

(1) 道路条件

新東名高速道路浜松浜北IC下りオンランプを参考に、全長3kmのモデルを作成した。当該箇所は本線3車線、ランプ1車線の合流部で、合流車線長は新東名高速道路の規定値である490m（うちテーパー長100m）である。モデルでは合流部の形状の他、合流部に設置されている標識、路面標示、安全対策施設、照明を再現した。

(2) 周辺環境

トラック隊列走行車両の運行形態として、現在の大形貨物による物流と同様に、東京－大阪間の夜間の運行が想定される。このため、走行実験においては夜間の走行を想定し、天候は晴れとした。

(3) 周辺一般車両

本線を走行する一般車両は、2018年の新東名高速道路のトラカンデータから、夜間（21時～6時）の時間帯で乗用車換算台数が最も多い「浜松IC～浜松スマートIC間 上り22時～23時」の交通量を用い、本線交通量1,550台/時、大型車混入率52%とした。

一般車両は第2車線・第3車線を走行させ、調査対象車両が走行を開始する第1車線には、調査対象車両の走行に影響しないが、目視で車両が確認できる距離（前後約1kmの位置）に車両を走行させた。

なお本検討では、トラック隊列走行車両の走行及び、簡易情報板確認時の調査対象車両の挙動変化を確認することを目的としているため、周辺一般車両の車速の差による追い越し挙動や車線変更は考慮せず、ほぼ定速で走行している状態とした。

(4) トラック隊列走行車両の設定

トラック隊列走行車両は平成30年度に経済産業省・国土交通省により実施された実証実験を参考に、車長12m、車間10mとし、1編成が56mとなる3台の隊列とした。また、トラックのデザインについても、実証実験車両のデザインを再現した（図-2）。

モデル内におけるトラック隊列走行車両の挙動は、隊列編成の後方の2台は車間距離10mを保持したまま、先頭車両の走行軌跡を追従して走行するものとした。調査対象者が運転する一般車両がトラック隊列走行車両間へ割り込みを行ったり、接近をしたりしても、車間や走行速度は保持するものとし、トラック隊列走行車両が「ゆずる」行動は考慮していない。

(5) 車速の設定

トラック隊列走行車両の本線上の車速は80km/hとした。トラック隊列走行車両がランプから本線に合流する場合は、ノーズを50km/hで通過し、加速車線長内で80km/hまで加速した後合流するものとする。なお、調査対象者には本線の設定速度は110km/hであることを事前に教示した。



図-2 モデル上のトラック隊列走行車両

4. 対策内容とシナリオ設定

(1) 対策内容

ランプ部からトラック隊列走行車両が合流することに対する注意喚起方法として、簡易情報板を合流部手前に設置する対策について検討を行った。

a) 簡易情報板の表示内容とサイズ

設置する簡易情報板として、サイズ3,180mm×1,700mmの既製品を想定した。表示させる文字は、隊列している車両台数を認知させるため「トラック隊列3台 走行注意」とした。

ドライビングシミュレーターではディスプレイ上に走行モデルを表示させるため、高速走行時に実際の状況よりも情報板等の文字が読み取りにくくなる傾向がある。「道路標識設置基準・同解説」（昭和62年1月 社団法人 日本道路協会）より、簡易情報板の視認距離を算出すると約70mとなることから、ドライブシミュレータ実施時に、70m手前で簡易情報板の文字がはっきり見えるよう簡易情報板のサイズを調整し、モデル内では実際の200%のサイズで作成を行った。

b) 簡易情報板の設置位置

簡易情報板の設置位置は、本線を110km/hで走行する時に、情報板確認後ソフトノーズまでに避走行動を完了できる位置とした。

「道路構造令の解説と運用」による設計速度120km/hの制動停止視距は210mである。また、隣の車線に避走するために必要な避走視距は、制動停止視距があれば十分である。ここから、標識設置位置はソフトノーズから210m以上手前に設置するものとした。モデルを作成する中で、簡易情報板確認時に合流部の交通状況が見えないよう簡易情報板及び遮音壁の設置位置の調整を行い、ソフトノーズから240m手前（ハードノーズから150m手前）に簡易情報板を設置するモデルを作成した（図-3）。

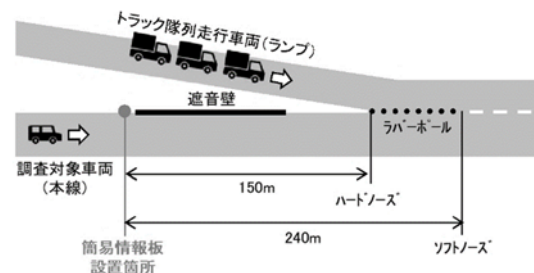


図-3 簡易情報板設置位置



図-4 モデル上の簡易情報板

(2) 実験シナリオ

本実験では、トラック隊列走行車両がランプから本線に合流する場面について実験を行った。調査対象者は一般車両のドライバーとして高速本線を走行し、走行後には各走行に関するヒアリングを行った。トラック隊列走行車両の発生タイミング及び発生位置は、調査対象車両が110km/h定速走行する場合を想定し、調査対象車両がハードノーズを通過する時に、トラック隊列走行車両の先頭車両がソフトノーズを通過するタイミングとした。また「対策あり」（簡易情報板設置時）では、調査対象車両の速度によらず簡易情報板通過後に初めてトラック隊列走行車両を確認できるタイミングとなるよう、モデルを調整した。

(3) 調査対象者

調査対象者は、自動車の普通免許を保有する健全な成人の10名とする。いずれの調査対象者も日常的に運転を実施しており、1年に1回以上は高速道路を利用している。

(4) 実験手順

すべての調査対象者に実験の目的・内容、トラック隊列走行について事前説明を行い、インフォームドコンセントを得てから実施した。

調査対象者は、ドライビングシミュレーターの操作について説明を受け、操作に慣れるための練習走行を行った後、実験走行（第1走行：対策なし，第2走行：対策あり）を行った（表-1）。

実験走行が終了した後、走行状況に応じてヒアリングを行った。なお、調査対象車両がトラック隊列走行車両に対してどのような走行挙動（避走、追い越し・追従）をとったかは、走行実験中に調査員が目視で確認を行った。

表-1 走行ケース・走行順序

	対策状況	トラック隊列走行	周辺交通
練習走行	対策なし	走行なし	なし
第1走行	対策なし	ランプより合流	あり
第2走行	対策あり (簡易情報板)	ランプより合流	あり

5. 実験結果

(1) トラック隊列走行車両に対する走行状態の変化

調査対象者10名の走行データから、トラック隊列走行車両に対する合流部の走行挙動と、ヒアリングにより「対策あり」での簡易情報板の読み取り状況を確認した。

「対策なし」では、調査対象者10名のうちトラックの避走が8名、確認前の避走が1名、第1車線を走行し続け、合流するトラック隊列走行車両を追い越す走行が1名であった。なお、トラック隊列走行車両を確認する前に避走した1名は、ヒアリングより普段から第2車線を走行しており、走行開始からすぐに第2車線へ車線変更を行っているため「対策なし」「対策あり」とも合流部の影響を受けていない。

「対策あり」では、調査対象者10名のうちトラック隊列走行車両を確認後の避走が4名、確認前の避走が4名、第1車線での追い越しが2名であり、「対策なし」と比較してトラック隊列走行車両確認前に避走する調査対象者が3名増加した。

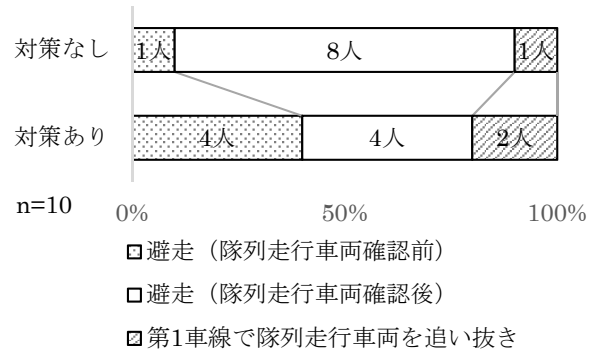


図-5 走行状態の変化

(2) 簡易情報板設置時の避走行動への影響

簡易情報板の設置による走行の変化を確認する。ヒアリングより、「対策あり」で簡易情報板の内容を確認できたのは8名であった。うち1名は合流車両の影響によらず第2車線を走行した調査対象者であったため、この調査対象者を除く計7名の走行データについて分析を行った。

対象とした7名は全員、「対策なし」ではトラック隊列走行車両を確認後に避走しており、車線変更の理由は「合流車両が見えた」ためであった。「対策あり」では、6名が避走（2名がトラック隊列走行車両確認前、4名がトラック隊列走行車両確認後）し、1名は第1車線で隊列車両を追い越した。ヒアリングから、避走した6名のうち、5名は「簡易情報板を見た」ため車線変更をしており、合流部手前で簡易情報板による注意喚起を行うことで、車線変更を促す効果があったといえる。車線変更を行わなかった1名にも、ヒアリング内で「情報板を見て車線変更をしようと思った」と回答しており、第2車線に車両がないタイミングで走行していれば、簡易情報板確認後に避走行動を行ったと考えられる。

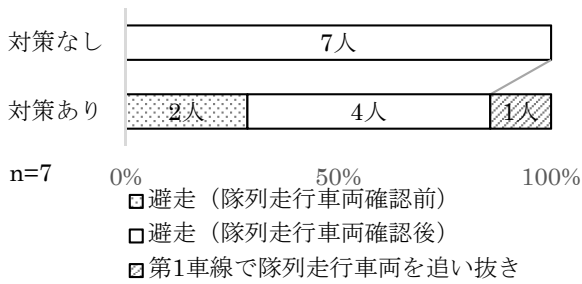


図-6 簡易情報板確認時の走行状態の変化

表-2 簡易情報板確認時の走行状態とヒアリング結果

対策ありの走行状態	ヒアリング結果	人数
避走 (隊列走行車両 確認前)	情報板を見て車線変更した 情報板を見て減速する準備 をした。トラックが思った よりもゆっくりだったので、 車線変更をした。	1名 1名
避走 (隊列走行車両 確認後)	情報板を見て車線変更した	4名
第1車線で 隊列走行車両を 追い抜き	情報板を見て車線変更しよ うと思ったが、隣の車線に 車がいってできなかった	1名

(3) 車線変更位置の変化

「対策あり」において、簡易情報板の内容を確認して車線変更をした5名について、「対策なし」「対策あり」での車線変更位置の変化を図-6に示す。「対策なし」で車線変更位置がソフトノーズ通過後であった3名(A, B, C)は、「対策あり」では車線変更位置までの走行距離が短くなり、全員がソフトノーズ通過前に車線変更を行った。簡易情報板により事前に車線変更の意思決定を行ったことで、合流位置であるソフトノーズまでに避走させることができたといえる。

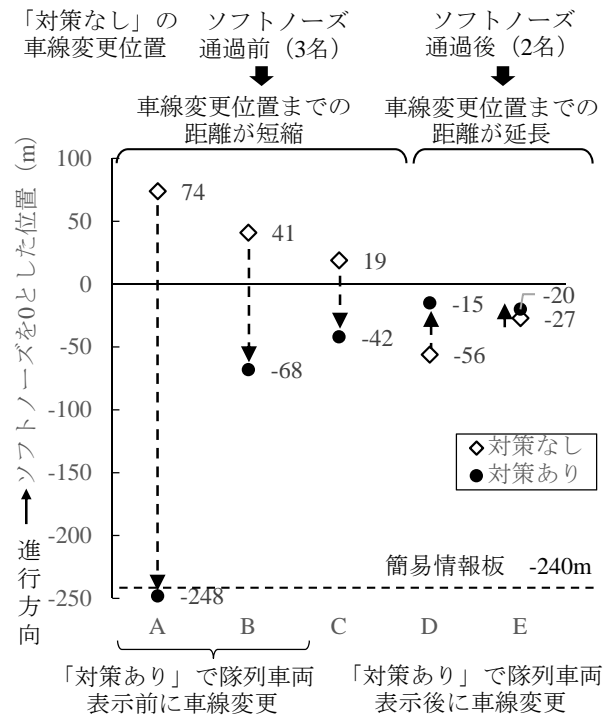


図-7 車線変更位置の変化

6. 結論

本検討では、高速道路合流部において、トラック隊列走行車両がランプから本線へ合流する場合の安全対策として、本線を走行する一般車両を避走させるための簡易情報板の設置効果を、ドライビングシミュレーターを用いて検討した。

調査結果から、簡易情報板を走行中に確認した調査対象者が、簡易情報板から得た情報をもとに車線変更の意思決定を行っており、簡易情報板設置に避走を促す効果があることを確認できた。

車線変更の位置では、簡易情報板を確認して車線変更を決定した調査対象者は、合流部前に簡易情報板を確認したことにより、ソフトノーズより手前で車線変更を完了することができた。なお、調査結果では簡易情報板設置位置から車線変更までの最長の距離は213mであった。実際には避走の意思決定から車線変更を完了するまでの距離は、本線の交通量や走行速度、天候による視認状況、ドライバーの技量などにより変化するが、本検討条件においては、簡易情報板の手前250mを提案する。

走行後ヒアリングでは、事前にトラック隊列走行車両の説明を受けていたため、合流する車両が隊列走行していると認識できた、という意見があった。安全対策の実施とともに、一般ドライバーへ向けた広報についても実施していく必要がある。