

走行実験データに基づく都市高速道路合流部の運転挙動に関する分析

東京工業大学 正会員 清水 哲夫
(株)建設技術研究所 正会員 山田 敏之

1. はじめに

首都高速道路を代表とする都市高速道路では、古い構造基準で建設された道路区間が多く存在し、近年の利用台数の増加および車両性能の向上による円滑性の低下が、特に合流部において顕著に生じていると考えられる。一方、道路空間を安全かつ円滑に利用するために走行支援システム(AHS)の開発が進みつつある。AHSの導入が、道路管理者がそのためのインフラを整備し、ユーザーが対応車両を購入することにより時間を追って進行するものと考えれば、AHS車と非AHS車が同一の車線を走行する混在状態を想定しなければならない。この場合、非AHS車の挙動をシステムがいかに想定するかが重要な視点となる。

本研究では、上述のようなシステムを想定したAHSの導入効果分析を将来的には検討している。そのための分析システム構築を行う上で、従来から多く行われているビデオ観測など車両の挙動を外部から分析する方法のみでなく、ドライバーの意識、判断、運転操作のレベルから精査に分析していくことが必要となる。特に、既存システムでは十分に考慮されていないドライバーの予見行動については、その精度を大きく左右することが考えられる。本稿では、合流部のビデオ撮影による交通流実態調査と各種計測機器を搭載した調査車両による走行実験を組み合わせ、ドライバーの運転操作と車両の挙動の関係を詳細に分析した。

2. 首都高合流部における運転・車両挙動に関する調査の概要

首都高合流部を対象として実施した走行実験の概要を表1に示す。実験では、各種測定機器を搭載した車両(以下、実験車両と呼ぶ)を分析対象区間で走行させ、0.1秒ごとの運転操作・車両挙動のデータを自動的に取得する一方、ドライバーの運転操作や顔の表情をCCDカメラで撮影した。走行は4名のドライバーで行ったが、1名は運転経験の浅い不慣れなドライバーであった。同時に、合流部の走行状況をより広範に把握するために、隣接するビル屋上からビデオ撮影調査も行った。図1は東池袋ランプ合流部の様子と撮影区間を示している。合流の形態は見送り、単独、併走、追越の4つを考え、本線の走行車線では合流車を認知して減速、避走を行う。以下では特に、合流車が見送り合流および単独合流を行ったケースと、前方に合流車が流入し本線車が影響を受けて減速追従または追越車線に避走したケースを着目する。なお、調査当日の対象区間では渋滞は発生せず、本線が50台/分程度、合流車が4台/分程度の交通流であった。

表1 走行実験の概要

日時	平成11年10月25日(月)~26日(火)
調査地点	首都高5号線下り東池袋ランプ合流部
方法	2台の走行実験車両による1)追従・避走実験、2)合流実験
計測項目	速度、車間距離、アクセル開度、ブレーキ強度など 0.1秒
被験者	男性4名(うち1名は経験の浅いドライバー)

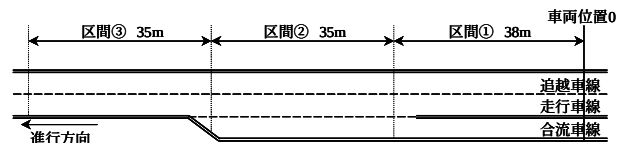


図1 東池袋ランプ合流部の概要

3. 運転操作・挙動関連図による合流車の走行分析

得られた実験車両のデータを効率的に分析するために、合流区間とその前後数秒間の車両挙動(車間距離や速度など)と運転操作(アクセル、ブレーキ、ハンドリング、ミラー確認、直視など)のデータが時系列で同一グラフ上に表現された、運転操作・挙動関連図を作成する。図2は単独合流での運転操作・挙動関連図であり、下の不慣れなドライバーのケースでは本線が見える位置(車両位置0m)以前からブレーキを踏んでおり、その後アクセルを踏むまでに3秒もかかっている。一方、上のドライバーは加速車線までにブレーキを踏むことなく、本線確認後0.8秒程度でアクセルを踏んでいる様子が伺える。

図3は、慣れたドライバーが加速車線上に停止後、合流を行ったケースの運転操作・挙動関連図である。ここでは、ドライバーが本線が見えるとすぐに、車両の接近を感知して合流をあきらめてブレーキを踏んでいる。その間は0.8秒であるが、これは図2

での分析と併せて反応時間と考えることができよう。

4. 運転操作・挙動関連図による本線車の走行分析

今度は、合流区間本線の走行車線を走行する実験車両に着目して、合流時と同様に運転操作と車両挙動の関係を分析した。図4は、実験車両の前方に併走合流され、追越車線側に避走を行ったケース A、避走せず減速したケース B、また前方で見送り合流され本線にショックウェーブが生じているケース C を示している。ケース B ではブレーキを踏みながら右ミラーにより追越車線を確認し、避走をあきらめて走行車線を走行したものである。ケース C では急激な速度低下の後、ブレーキを離してからアクセルを踏むまでに0.5秒、その後車両が加速し出すまでに1秒かかっている。このため、ケース A と比べて、進行距離が 100m 以上も異なる結果となった。

5. おわりに

本研究では、合流区間を走行する実験車両から得られた詳細な走行実験データから、運転操作と車両挙動の関係を一部把握することができたが、特に、反応時間の特定化に関しては、さらに実験回数を増やすなどして、より一般的な値を定めていく必要がある。本稿では紙面制約の都合上、一部の結果しか示すことができていないが、少なくとも合流車が本線の状況をより早く認知できれば、逆に本線車が接近する合流車の存在を認知していれば、より円滑な合流が達成できたケースが多く見受けられた。本研究で想定している混在型の AHS システムの構築に当たっては、制御を受けない車両の挙動をどのように AHS 車の制御アルゴリズムに反映するかが重要な課題となる。特に、本研究で対象としたような都市高速道路の合流部では空間制約により円滑な交通流を実現するような構造の改変が困難であり、大規模な構造改変を伴わない AHS システム（情報提供システムも含む）の導入が積極的に検討されるようになる。今後は、以上の分析結果を反映して、合流部での AHS 導入により、どの程度合流部の交通流が円滑化されるか分析するためのシミュレーションシステムを構築する予定である。なお、本研究は土木学会土木計画学委員会「道路利用の情報化・効率化小委員会」からの支援を受けている。文末ではあるがここに記して謝意を表したい。

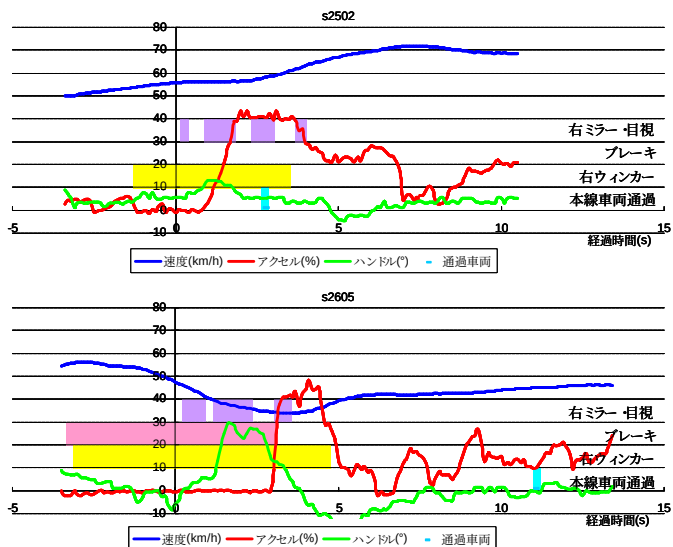


図2 単独合流時の運転操作・挙動関連図

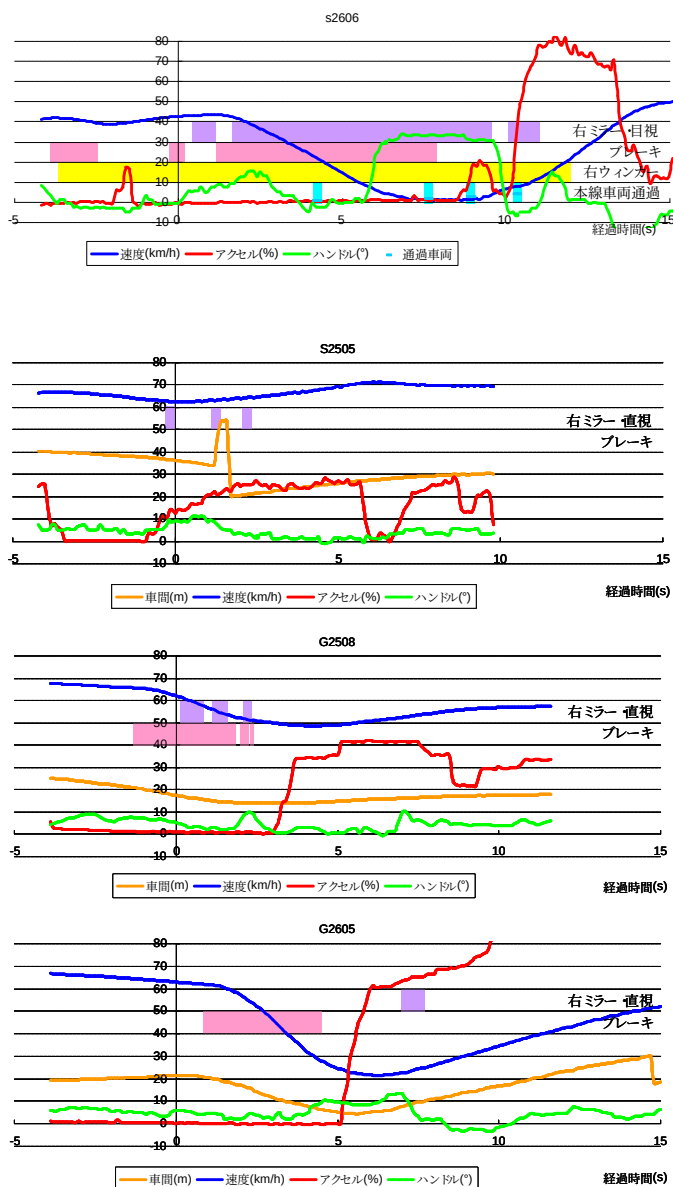


図4 本線車の運転操作・挙動関連図(上からケースA,B,C)