

都市高速道路合流部の車両挙動と錯綜現象に関する分析

名古屋工業大学 学生会員 ○松村 悠貴
名古屋工業大学大学院 正会員 鈴木 弘司

1. はじめに

高速道路合流部は、合流車両と本線走行車両との車両錯綜が頻繁に生じる区間である。合流部における交通状況が、本線走行車両の車両挙動や安全性、円滑性に対しても影響を及ぼす。また、都市高速道路において、土地利用の制約から、右側合流の構造を採用する場合もある。右側合流では、合流車両が、追越車線へ合流するため、運転者の行動特性に対し、左側合流とは異なる影響を与えると考えられる。

そこで、本研究では、名古屋高速道路における右側合流部の映像データから、合流車両進入時の本線走行車両の車両挙動を分析する。本稿では、代表的なコンフリクト指標である TTC 指標¹⁾、PICUD 指標²⁾を用いて、合流車両が本線走行車両に与える影響を定量的に分析する。

2. データ取得の定義及び計測方法

本研究では、名古屋高速 3 号大高線堀田入口を撮影した映像データを用いる。映像データは平成 23 年 12 月 22 日（木）14:00~18:00 に撮影されたものであり、本稿では渋滞発生前の 15:20~15:35 の時間帯のデータを用いて分析を行う。時間帯別交通量の変化を図-1 に示し、合流部の構造を図-2 に示す。

また、映像データから分析を行うにあたり、動画計測・解析ソフトウェア「ディテクト」を用いた。

各車両の計測点に関して、本線走行車両は、車両後方右下端、合流車両は、車両後方左下端と設定した。0.3 秒ごとに、合流車両、前方車両、後方車両の位置、車両速度の計測を行い、得られた計測値から、車両距離、相対速度を求め、TTC 指標、PICUD 指標を算出している。

3. 加速車線長における合流位置の分布

まず、合流車両の合流位置の分布を図-3 に示す。

これより分析対象時間帯では、約 80%の車両が、ゼブラ帯開始位置から 105m 以内で合流を開始していることがわかる。

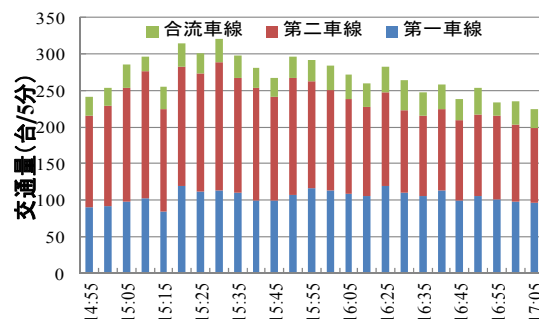


図-1 時間帯別交通量

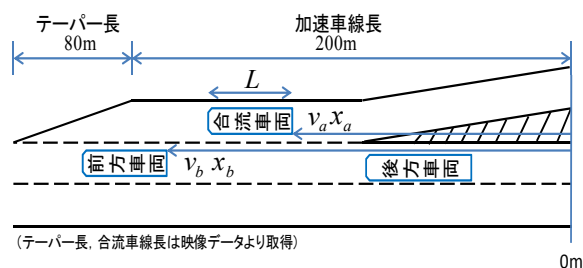


図-2 合流部の構造

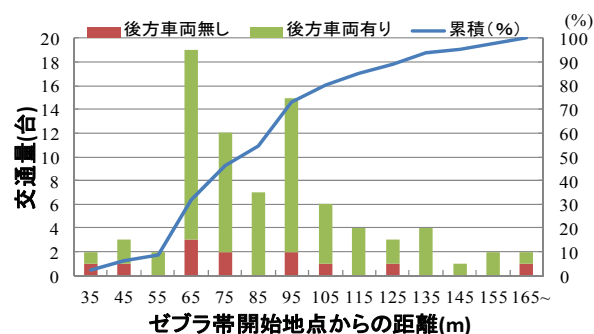


図-3 合流位置の分布

4. TTC 指標と PICUD 指標の定義

TTC 指標¹⁾とは、1972 年に Hayward によって提案された指標である。本稿では、合流開始 1.5 秒前から合流完了までの時間において、合流車両と本線走行車両の間に生じるコンフリクトを対象として、以下の式により、TTC の計測を行う。

$$TTC = \frac{x_a - x_b + L}{v_a - v_b}$$

x_a, x_b : 各車両の 0m 地点からの距離[m]

v_a, v_b : 各車両の速度[m/s]

L : 合流車両全長[m]

a : 合流車両, b : 本線走行車両

なお車両全長 L は、車種毎に値を設定している。

PICUD 指標²⁾は、以下の式より算出する。合流開始時から完了時まで、本線における前方車両と後方車両を対象とし計測を行い、追突危険性を分析する。

$$PICUD = \frac{V_1^2}{-2a} + s_0 - \left(V_2 \Delta t + \frac{V_2^2}{-2a} \right)$$

V_1 : 合流車両減速開始時の前方車両速度[m/s]
 V_2 : 合流車両減速開始時の後方車両速度[m/s]
 s_0 : 車間距離[m], Δt : 反応時間[s]
 a : 減速時の加速度(-5.88[m/s²]と仮定)

5. TTC 指標を用いた車両挙動分析

今回、計測した TTC のうち 4 秒以下となる場合を危険事象と定義する。これは、自動車で 60km/h で走行中、急制動を掛けた場合、停止するまでに約 3 秒必要とするためである。

設定した TTC の位置のばらつきを図-4 に示す。図-4 から、0～10m、50m 地点における TTC の標準偏差の値が高いことが分かる。これは、非危険事象と危険事象の合流が混合した交通状況が発生しているためと考えられる。

また、図-4 の 115m 地点において、非常に値の低い TTC が計測されている。これは、車間距離が急激に狭まり、相対速度が大きくなったためである。合流位置にかかわらず、本線の交通需要が高い場合、合流車両が減速挙動をとり、前方、後方車両間の短い車間距離に合流するためであると考えられる。

6. PICUD 指標を用いた車両挙動分析

各車両の PICUD 値を合流開始地点毎に集計し、そのうちの負値の占める割合を算出した結果を表-1 に示し、また、合流経過時間毎の PICUD 値の変化を図-5 に示す。

表-1 より加速車線 100m 付近の負の割合が小さいことが分かる。今後、100m 前後のサンプル数を増やした検証が必要であるが、合流長を十分に利用した合流は追突可能性を低下させる可能性がある。

また、図-5 より合流開始時の PICUD の平均値、最小値が合流完了時より低いことがわかる。合流位置により危険事象の発生が異なる中、合流挙動自体に合流経過時間によって、衝突の危険性に差があることが考えられる。

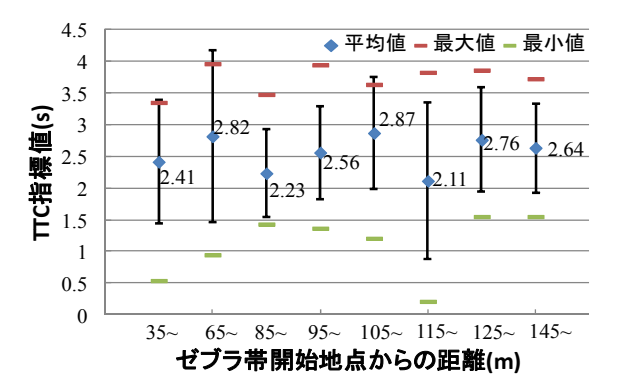


図-4 TTC 指標のばらつき

表-1 合流開始地点ごとの PICUD 値の特性

合流開始地点 (m)	45~65	65~85	85~105	105~125	125~
PICUD計測台数(台)	4	5	2	4	3
PICUD計測回数(回)	35	63	20	47	30
PICUD値 負の割合(%)	40.0	38.1	65.0	8.51	76.0

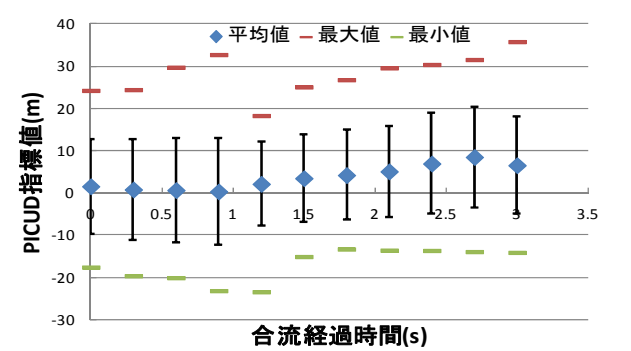


図-5 合流経過時間ごとの PICUD 値の変化

7. おわりに

本研究の結果から、合流車線を十分に利用して合流した場合と比較して、ゼブラ帯終了地点付近から合流を行う場合、危険を伴った合流挙動が発生することがわかった。今後の課題として、本線走行車両の交通状況を含めた詳細な解析が挙げられる。

謝辞

本研究の映像データは、名古屋高速道路公社よりご支援を賜りました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Hayward, J.C. (1972).Near-miss determination through use of a scale of danger. Highway Research Record, 24-34
- 2) 宇野伸宏ほか：一般道織込み部におけるコンフリクト分析と速度調整モデルの構築，土木計画学研究公演集