

加速車線長が高速道路流入部の交通挙動に及ぼす影響

鳥取大学工学部 正 会 員 喜多 秀行
鳥取大学大学院 学生会員 ○久保蘭 寛

1. はじめに

高速道路流入部では、流入車と本線走行車との間でしばしば交通錯綜が発生し、潜在的な事故危険度が比較的高い。流入車が加速車線上で加速しつつ、より高速で走行している本線交通に流入する低速合流の場合には、最も典型的な事故形態は流入車への本線走行車の追突である。通常、流入車は本線合流後も本線交通流の速度に達するまで引き続き加速するため、個々の流入車ごとにみた場合、最も危険な瞬間は流入車が本線に流入した直後であるといえる。

潜在的な事故危険度を示す指標の1つであるTMTC(Time Measured to Collision)は、相前後して走行する2台の車両の車間距離と相対速度との比で定義される一種の安全余裕間隔といった意味を有する指標であり¹⁾、流入直後における流入車と本線後続車との車間距離及び両者の相対速度を知ることができれば、これによって流入部における潜在的な事故危険度を定量化することができる。

先に提案した流入部におけるギャップアクセプタンス行動モデル²⁾は、流入時のギャップの大きさの分布を算定することが可能な構造であるため、上記のうちの車間距離の算定モデルとして用いることができるが、相対速度をも同時に算定できる構造とはなっていない。

そこで本研究では、このギャップアクセプタンス行動モデルを流入直後の後続車との速度差を考慮に入れた形で新しく構成し直し、これをもとに加速車線上における流入車の流入位置分布、本線でのTMTCの分布と加速車線長などを関係づけることによって、高速道路流入部における潜在的事故危険度について検討する。

2. 相対速度を考慮したギャップアクセプタンスモデルの改良

ギャップアクセプタンス挙動は、「流入する」「見送る」の2つの選択肢のうち一方を選択することより二項選択行動とみなすことができる。この選択行動を二項ロジットモデルを用いて記述したギャップアクセプタンスモデルに新たに相対速度 V を説明変数として加え、再度、実態観測調査データを解析することにより、以下のモデルを得た。

$$P_a(t, L_o, X_o, V) = \frac{1}{1 + \exp\{-0.86 - 2.71t + 0.03(L_o - X_o) - 0.21V\}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$P_r(t, L_o, X_o, V) = 1 - P_a(t, L_o, X_o, V) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $P_a(t, L_o, X_o, V)$ は本線のギャップに流入する確率、 $P_r(t, L_o, X_o, V)$ は本線のギャップを見送る確率、また、 t はギャップ長、 L_o は加速車線長、 X_o は流入位置、 V は相対速度である。用いた資料は、交通工学研究会の調査による東名高速川崎IC上りのビデオテープである。

3. 流入車存在確率

加速車線上のある地点における流入車の存在確率（本線へ流入できず加速車線上を走行し続けている確率）は、相対速度 V が小さいほど小さくなり、大きいほど大きくなる。これは流入車の流入行動が本線走行車との速度差が小さいほど容易なためである。

従来モデルでは、相対速度が全車一定であると仮定して流入車存在確率を算定していたが、相対速度が変化した場合の流入車存在確率を算定するためには、流入位置ごとの流入車の速度分布を把握しておかなければならない。実態観測調査結果を分析したところ、流入車速度 v_i の分布 $f_v(v_i)$ は加速車線上の地点によらず正規分布で近似でき、その平均値 μ と分散 σ^2 は加速車線上のどの地点においてもほぼ同一であるという結果が得られた。

$$f_v(v_i) = (\sigma \cdot \sqrt{2\pi})^{-1} \exp\{-0.5(v_i - \mu/\sigma)^2\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

これより、相対速度の変化を考慮した流入車存在確率 $Pe(L_0, X_0)$ は、次式により与えられる。

$$Pe(L_0, X_0) = Pe_1(L_0, X_0) + \sum_{j=1}^{\infty} Pe_j(L_0, X_0) \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 $Pe_1(L_0, X_0)$ は初めて遭遇したギャップに流入せずに加速車線上に存在する確率、 $Pe_j(L_0, X_0)$ は j 個のギャップを拒否しつづけて加速車線上に存在する確率であり、以下の式で表わされる。

$$Pe_1(L_0, X_0) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} g(t_1, V) dt_1 dV \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$Pe_j(L_0, X_0) = \int_0^{\infty} \left\{ \int_0^{t_0} g(t_1, V) dt_1 dV \times \int_0^{t_0-t_1} g(t_2, V) dt_2 dV \times \dots \right. \\ \left. \dots \times \int_0^{t_0-(t_1+\dots+t_{j-2})} g(t_{j-1}, V) dt_{j-1} dV \times \int_0^{\infty} g(t_j, V) dt_j dV \right. \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$g(t, V) = f_t(t) f_v(V) P_r(t, L_0, X_0, V), \quad f_t(t) = q e^{-qt} \quad \dots\dots\dots (7)$$

ただし、 $f_t(t)$ と $f_v(V)$ は後方ラグ t と相対速度 V の確率密度関数、 q は単位時間あたりの交通量である。

4. TMTC分布

前述したように、TMTCとは、相前後して走行する2台の車両の車間距離を先行車と後続車の速度差で割ったものであり、潜在的事故危険度を表わす指標の1つである。すなわち、TMTCを T_M とすると、

$$T_M = d / (v_r - v_i), \quad d = v_r \cdot T, \quad V = v_r - v_i \quad \dots\dots\dots (8)$$

である。ただし、 v_r は本線車速度、 v_i は流入車速度、 d は車間距離、 T は車頭時間である。いま、加速車線長 L_0 、地点 X_0 において、相対速度 V の流入車が本線へ流入するとき、その車頭時間が T である確率は、

$$f_{tv}(T, L_0, X_0, V) = f_t(T) f_v(V) P_a(T, L_0, X_0, V) \quad \dots\dots\dots (9)$$

また、(8) 式より、 T を T_M の関数として表わし、(9) 式に代入すると

$$f_{tv}(T_M \cdot V / v_r, L_0, X_0, V) = f_t(T_M \cdot V / v_r) f_v(V) P_a(T_M \cdot V / v_r, L_0, X_0, V) \quad \dots\dots\dots (10)$$

したがって、TMTC分布 $f_{TMTC}(T_M, L_0)$ は以下より求まる。

$$f_{tv}(T_M, L_0, X_0) = \int_0^{\infty} f_{tv}(T_M \cdot V / v_r, L_0, X_0, V) dV \quad (11)$$

$$f_{TMTC}(T_M, L_0) = \int_0^{L_0} f_{tv}(T_M, L_0, X_0) dX_0 \quad (12)$$

図-1 は、 L_0 を変化させたときのTMTC分布である。危険なTMTCで流入する車両の割合は、加速車線長を長くすることによって明らかに減少することが分かる。

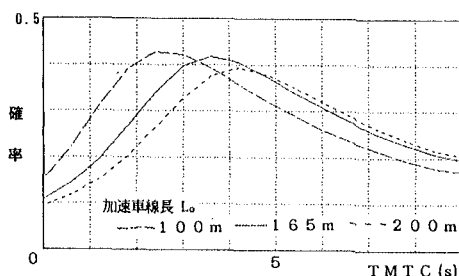


図-1 TMTC分布

5. おわりに

本研究では、実態観測調査結果から求めた流入時における流入車の速度分布を用いて、流入位置ごとの流入車存在確率を算定した。そして、加速車線長を対象づけた形での流入時のTMTC分布を算定した。以上の結果を用いて、TMTCがある一定値以下となる確率を加速車線長と対応づけて算定できるため、所与の超過確率の下での必要加速車線長を求めることができる。

6. 参考文献

- 1) Hayward, J.C : Near-miss Determination through Use of a Scale of Danger, Hwy. Res. Record, No. 384, pp. 24-35, 1972.
- 2) 喜多・畠中 : 高速道路流入部におけるギャップアクセプタンス挙動の解析, 第11回交通工学研究発表会論文集, pp. 9-12, 1991.