

## ドライバーの協調性に基づく2車線から1車線への合流時の交通挙動に関する研究

九州大学 学生会員 吉崎幸樹  
九州大学大学院 正会員 外井哲志  
九州大学大学院 高 楊春子

## 1. はじめに

日本の高速道路は、建設から60年が経過しているものもあり、老朽化の問題に直面している。このため政府は、特定更新事業と称して体系的な維持管理計画を実施している。その対象となる区間では車両を通行させながら工事を行うため、車線規制が実施されるが、車線数減少による交通容量の減少のため、工事区間付近で交通渋滞が頻発することが予想される。

本研究では、2車線から1車線への合流部分に着目し、そこでの各車両の挙動を各ドライバーの他車への協調性の差異を含めて考察することを試みる。このため、C言語を用いて各車両の挙動を再現するシミュレーションプログラムを構築する。ここで、ドライバーの他車への協調性を他車の合流に対する寛容度とする。

## 2. 方法

図-1に示すように、2車線が1車線に減少する区間における合流車線上の車両(以下、合流車と記す)CarXが直進車線上の車両(以下、直進車と示す)Car1とCar2の間に合流する現象を考察対象とし、解析用のシミュレーションプログラムを作成する。シミュレーション上の車両の挙動は、次の2つの部分から構成される。

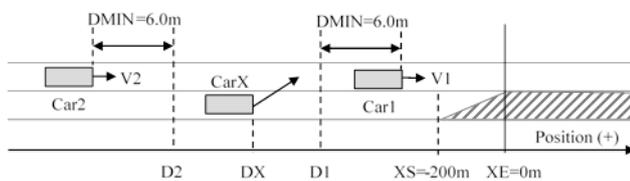


図-1 シミュレーションの概略

## (1) 追従走行

車両の追従挙動は、越ら<sup>1)</sup>の追従モデルに基づき、次式(1)を用いた。

$$\ddot{x}(t) = f_1(t) + f_2(t) + f_3(t) \quad (1)$$

$$f_1(t+T) = \alpha_1 \frac{\dot{x}_l(t) - \dot{x}(t)}{\{x_l(t) - x(t)\}^l}$$

$$f_2(t+T) = \alpha_2 \frac{\{x_l(t) - x(t)\} - \delta}{\{x_l(t) - x(t)\}^n}$$

$$f_3(t+T) = \alpha_3 \{\dot{x}(t) - v_f\}$$

$x(t), \dot{x}(t), \ddot{x}(t)$ : 追従車の瞬間位置、速度、加速度

$x_l(t), \dot{x}_l(t)$ : 先行車の瞬間位置、速度

$\delta$ : 希望車間距離に関する定数値、 $v_f$ : 希望速度

$T$ : 反応遅れ時間

合流しようとする車両の追従対象は、同車線上の先行車と合流先の前方車の2つであるが、この場合、本研究では両者への加速度の最小値を採用することとした。

これらのパラメータを求めるために、九州自動車道益城IC付近の交通流を観測し、重回帰分析を行って、次の値を得た<sup>2)</sup>。

$$\alpha_1 = 41.791[m^2/s], \alpha_2 = 2.094[m/s^2], \alpha_3 = -0.263[1/s]$$

$$l = 2, n = 1, T = 1[s], \delta = 15[m]$$

このパラメータを用いたシミュレーションによる追従計算の結果(赤+印)の交通流のQ-V曲線を図-2に示す。計算値が観測値に適合している様子がわかる。

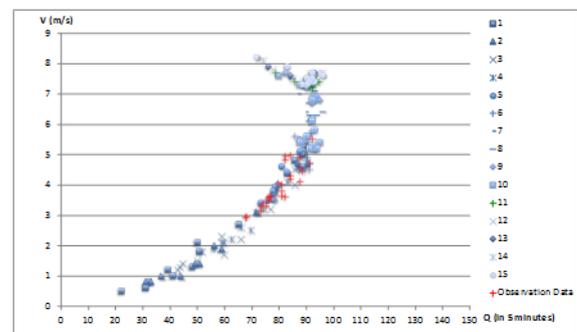


図-2 観測値と実験値のQ-V曲線

## (2) 合流条件

合流時の最小車間距離および合流車と直進車の相対速度の関係は、図-3、図-4の観測値のプロットにより、それぞれ6m、 $V_1 > V_2$ を用いた。

また、ドライバーの協調性を考慮した場合に、合流車線を走行する車両が直進に合流する条件を表-1に示した<sup>2)</sup>。ここで、直進車が協力的であることは、合流車の合流を妨害しない行動をとることを指し、合流車が協力的であることは、狭い直進車間に無理に割り込むなどの行動をしないことを指す。非協力的であることは、それらの逆の行動をとることである。

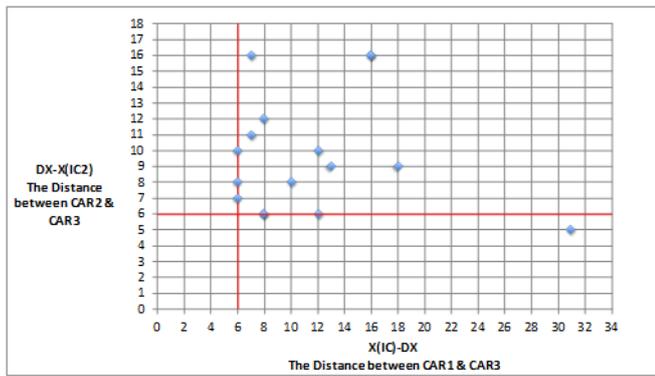


図-3 合流時の最小車間距離

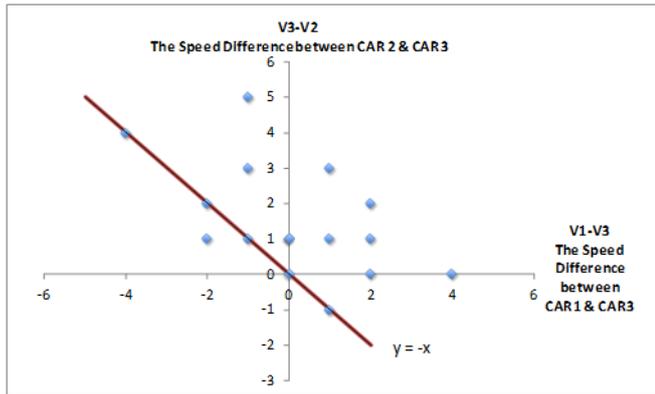


図-4 合流車と直進車の相対速度の関係

表-1 協調性を考慮した合流条件

		直進車	
		協力的	非協力的
合流車	協力的	$D2 < DX < D1$ かつ $V2 < V1$	$D2 + 10 < DX < D1$
	非協力的	$D2 < DX < D1$ または $XE - 20 < DX < XE$	$D2 < DX < D1$ (if $DX > XS$ ) $D2 + 10 < DX < D1$ (if $DX > XS$ )

3. ドライバーの協調性が交通流に及ぼす影響

シミュレーション結果を用いて、直進車と合流車の協調性の影響を分析した。まず、直進車の協力的ドライバーの割合を0%と100%の2ケースに固定し、合流車の協力的ドライバーの割合を100%~0%に変化させた場合、図-5のように直進車の協力的ドライバーが100%のケースでは0%のケースに比べて、平均速度が高くなった。

また、交通容量については、図-6のように直進車の協力的ドライバーが100%のケースでは、0%のケースに比べて交通容量が高いが、合流車の協力的ドライバーの割合を0%に近づけても交通容量が増加するという結果が得られた。

4. 結論と課題

本研究では、交通量の観測から得られた追従モデルと

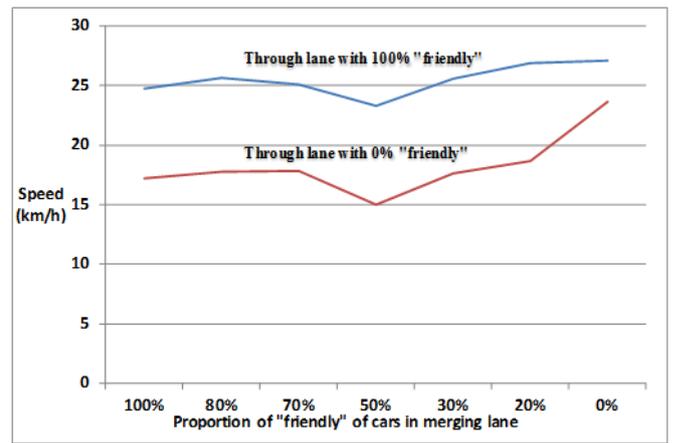


図-5 合流車の協力的ドライバーの割合と平均速度の関係

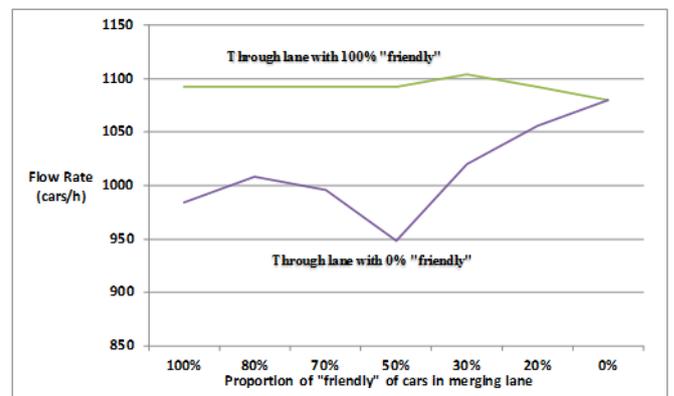


図-6 合流車の協力的ドライバーの割合と最大交通量の関係

合流条件をベースに、協調性を考慮に入れた合流条件を仮定したシミュレーションプログラムを用いて、ドライバーの協調性に基づく合流時の速度と交通容量の変化を解析し、直進車の協力的ドライバーの割合が高い方が平均速度、交通容量ともに高くなるという結果が得られた。しかし、ドライバーの協調性については、仮定の段階であるので、ドライビングシミュレータを用いて現在実験中である。発表時には、実験結果を踏まえて改良したシミュレーションプログラムを用いた解析結果を公表する予定である。さらに、将来的には、実験結果を取り入れ改良を重ねたシミュレーションプログラムを用い、ドイツなどで採用されている後期合流法(車線数が減少する直前で交互に合流する方法)の効果に関する検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 越正毅: 高速道路のボトルネック容量, 土木学会論文集, No371/4-5, pp.1-7, 1986
- 2) Gao Yangchunzi: Countermeasures that alleviate traffic congestion caused by the decrease of traffic capacity at the road section where two lanes merge into one, 2017