

IV-184

合流強制モデルによる合流挙動分析

東京理科大学 学生会員 中村 友典
 (財)計量計画研究所 正 会 員 星 健一
 東京理科大学 フェロー会員 内山 久雄

1. はじめに

当研究室では、個々の車両の追従や車線変更など、ミクロな視野で車両挙動分析を行っている。昨年までに、ビデオによる車両位置データの取得システム、工事規制時における合流意思決定モデル、ならびにそのモデルを反映させたシミュレーションモデルを開発してきた。しかしながら、これらのモデルは、幾つかの改善すべき点を抱えているのが現状である。合流意思決定モデルを導入したシミュレーションを見てみると、工事規制部までの合流挙動は、上手く再現されているものの、合流することができずに工事規制部手前まで近づいた車両に関しては、工事規制部手前で停止し続けてしまい、現実の合流挙動に即したものとは言えない(表1参照)。なぜならば、現実の流れにおいて、このような状況では、1台ずつ交互に合流していくような、ファスナー合流が行なわれているからである。

そこで、本研究では、合流できずに工事規制部手前で停止し続けてしまう車両を、うまくファスナー合流させ、より現実 に即した合流挙動の再現を試みる。

表1 「合流を見送る」の例

時刻	テーパーからの距離 (m)	FV (km/h)	MV (km/h)	BV (km/h)	前方ラグ (m)	後方ラグ (m)	ギャップ (m)	意思決定モデル
32315	57.78	15.68	33.68	15.26	13.74	4.32	18.06	見送る
32316	49.01	14.62	29.21	14.02	9.18	9.02	18.20	見送る
32317	41.59	13.94	24.28	13.01	5.70	12.70	18.40	見送る
32318	35.46	14.36	19.96	12.60	3.49	15.28	18.77	見送る
32319	30.41	15.81	16.57	12.91	2.61	16.81	19.42	見送る
32320	26.14	17.52	14.40	14.07	2.97	17.35	20.32	見送る
32321	22.27	18.62	13.71	15.68	4.14	17.10	21.23	見送る
32322	18.41	18.72	14.31	17.67	5.48	16.34	21.82	見送る
32323	14.57	18.20	15.49	20.04	6.98	15.23	22.72	見送る
32324	9.81	17.42	16.56	21.82	6.97	13.86	20.83	見送る

2. 合流強制モデルの構築

モデル構築にあたり、渋滞時にはテーパーに近づくほど、合流時のギャップの重要性が低下すること、合流時の相対速度及び車間距離という指標の2点に着目する。

キーワード：交通シミュレーションモデル、ギャップ、ファスナー合流

東京理科大学工学部土木工学科内山研究室

〒278-8510 千葉県野田市山崎2641

TEL 0471-24-1501 内線 4058 FAX 0471-23-9766

(1) テーパーからの距離によるギャップの重要度

合流強制モデルにおいて、テーパーに近づくほど急激に合流しなければならないということは、テーパーに近づくほどギャップに対する意識が小さくなるということを示す。つまり、ファスナー合流するためには、合流に必要なギャップが得られていない状況でも、強制的に追従車の速度を調節し、最低限合流するのに必要なギャップを、得なければならないのである。そこで、ギャップの重要度を

$$ML \Rightarrow \exp\left(\frac{ML}{100}\right)$$

ML：合流車のテーパー先端からの距離 (m) と表現する。

(2) 車間距離の相対変化率

合流が行われる際の、3台の位置関係を図1のように示すと、ある時刻 t における先行車と合流車の車間距離相対変化率 $\phi_f(t)$ は、A～B車間の相対速度を、これら2車間の車間距離 $FR(t)$ で除することにより得られる。合流車と追従車の車間距離相対変化率 $\phi_b(t)$ についても同様である。

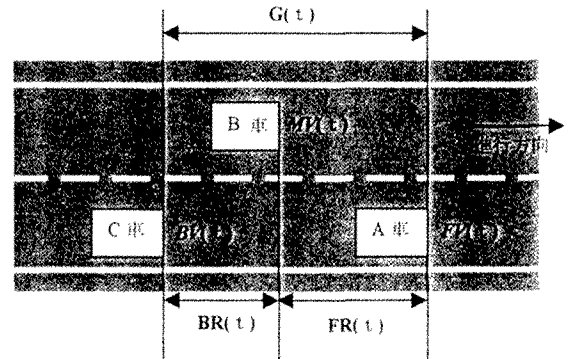


図1 車間距離の相対変化率

すなわち、

$$\phi_f(t) = \frac{MV(t) - FV(t)}{FR(t)} = \frac{1}{FR(t)} \frac{dFR(t)}{dt}$$

$$\phi_b(t) = \frac{BV(t) - MV(t)}{BR(t)} = \frac{1}{BR(t)} \frac{dBR(t)}{dt}$$

で表され、単位は(sec⁻¹)である。ただし、
 FV(t)、MV(t)、BV(t)：時刻 t における先行車(A)、
 合流車(B)、追従車(C)の速度 (m/s)
 FR(t)：先行車と合流車の車間距離 (m) 前方ラグ
 BR(t)：合流車と追従車の車間距離 (m) 後方ラグ
 G(t)：先行車と追従車の車間距離 (m) ギャップ

(1)、(2)より、合流強制モデルを Z のように定式化する。

$$Z(t) = \phi(t) \times \exp\left(\frac{ML}{100}\right) \quad (\text{m/s})$$

ただし、 $\phi(t) = \phi_f(t) + \phi_b(t)$

上式において、テーパの先端、すなわち、ML=0 において、 $Z(t) = \phi(t)$ となる。そこで、統計的に求めた $\phi(t)$ を $\phi(t) = \phi_0$ とおくと、 $Z(t) \leq \phi_0$ の時に強制的にファスナー合流を行なえばよいことになる。 $Z(t) > \phi_0$ の時には、 $Z(t) < \phi_0$ となるまで、合流車は、テーパ先端に向かって走行するものとする。

ϕ_0 の値は、前述のように、ファスナー合流が起こる際には、追従車が速度を調節し、合流に必要なギャップを設けることを考慮に入れた上で、 ϕ_0 の値が正から負に変わり、かつ、追従車の速度が最も減速している時のデータを集計し算出した（図2参照）。また、ファスナー合流の開始地点を調査した結果、最遠点は、テーパからの距離が 70~80m であるため、80m で制限する（図3参照）。これより離れた地点で起こる合流については、合流意思決定モデルにより、「合流を開始する」、または、「合流を見送る」と判断すると仮定する。

本研究では、合流意思決定モデルにおいて、「合流を見送る」と判断し、かつ $Z(t) \leq \phi_0$ 、および $0 < ML < 80$ を満たした時に、強制的にファスナー合流させると仮定する。

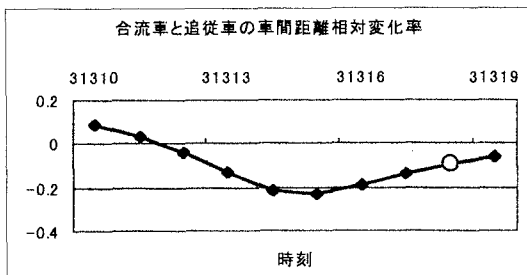


図2 合流車と追従車の車間距離相対変化率

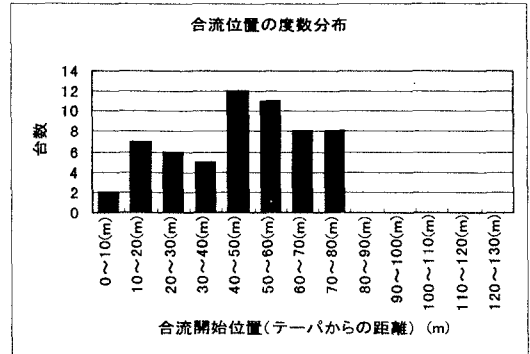


図3 合流位置の分布

3. 結論

合流強制モデルの導入により、テーパ先端において停止し続ける車両が見られなくなり、現実 に即した合流挙動を再現していると言える（表2参照）。

時刻	テーパからの距離 (m)	MV (km/h)	前方ラグ (m)	後方ラグ (m)	ギャップ (m)	意思決定モデル	合流強制モデル
24151	54.32	7.92	7.18	6.73	13.92	見送る	見送る
24152	52.18	7.49	7.47	6.74	14.21	見送る	見送る
24153	50.28	6.11	8.26	6.53	14.79	見送る	見送る
24154	48.70	5.50	9.83	6.10	15.93	見送る	合流
24155	47.05	6.64	12.04	5.83	17.87	見送る	合流
24156	44.85	9.48	14.55	6.11	20.66	見送る	合流
24157	41.66	13.62	16.94	7.28	24.22	見送る	合流
24158	39.40	18.29	18.24	7.45	28.17	見送る	合流
24159	31.93	20.69	19.66	12.05	31.71	見送る	合流

表2 モデル推計結果

ただし、 ϕ の値が負の時、テーパからの距離が遠いほどファスナー合流が起こりやすくなるという矛盾が生じやすい。このことを考慮に入れ、また、新たな車両走行特性を追加し、モデルを改良していくことが今後の課題である。

[参考文献]

- 1) 内山久雄：高速道路における工事時の自動車車両のミクロ的な合流挙動解析、土木学会論文集、No.542/IV-32、pp.79-87、1996年
- 2) 喜多秀行、平井克尚：運転行動分析に基づく低速合流時の潜在事故危険度推定法、土木学会、土木計画学研究・論文集 No.11、pp.327-334、1993年
- 3) 喜多秀行、原田祐司：複数ギャップの同時選択を考慮した流入挙動モデル、土木学会、土木計画学研究・講演集 No.17、pp.673-679、1995年
- 4) 中山健：車線閉塞時の自動車交通流の合流挙動解析、平成4年度東京理科大学修士論文、東京理科大学 1993年