

IV-355

車線閉塞時における自動車の合流挙動の確率的解析

東京理科大学 正 員 内山 久雄

東京理科大学 正 員 毛利 雄一

東京理科大学 学生員 石渡 勝

1. はじめに

道路工事等による車線規制部手前では車両の合流が円滑に行われていないのが一因となって渋滞の発生がみられる。しかしながら車線閉塞時における合流挙動の解明がこれまで十分にされたとは言えず、工事規制シミュレーションモデル等においても追従理論の延長としてこの現象が捉えられてきた。そこで本研究は先行車、合流車、追従車を1組として捉えた走行軌跡データより得られた時々刻々変化する車両の位置データから車線規制部手前での自動車の合流挙動を詳細に把握し、これが何らかの確率モデルで表現可能かどうかを検討するものである。

2. 使用データ

本研究で使用したデータは、首都高速5号線護国寺オンランプ付近の夜間工事による車線規制現場においてビデオ撮影し、それより得られた走行軌跡データより、合流車が合流を開始してから終了するまでの間1秒毎に各車両の速度、加速度、テープ後端からの距離を取得し、そのデータから各車両間の相対関係を示す指標のデータを取得した。これにより取得したデータ数は270サンプルである。取得した指標の内、本研究では合流可能かどうかの判断を決定づける指標として、合流車の速度、先行車と合流車の相対速度、合流車と追従車の相対速度、ギャップ、前方ラグ、後方ラグと考え、これらの指標を用いて分析を行った。

3. 分析内容及び分析結果

走行軌跡データについて自動車の合流パターンは以下の3種類に分類される。

- ①合流車が追従車を追い越して合流
- ②合流車が先行車及び追従車との位置関係を保ちながら合流

③合流車が先行車に追い越されて合流

分析はこの合流パターン別に行っているが、紙面の都合上、以後に示す図表は②の合流パターンについてのものである。

(1)度数分布の作成及び理論分布への適合

各指標ごとに得られたデータを使用して度数分布を作成すると、合流車の速度及びギャップの分布は2つの分布が重なり合っているようになり、その他の指標についても特に特徴が無く、理論分布への適応ができない結果となった。その一部を図-1に示す。

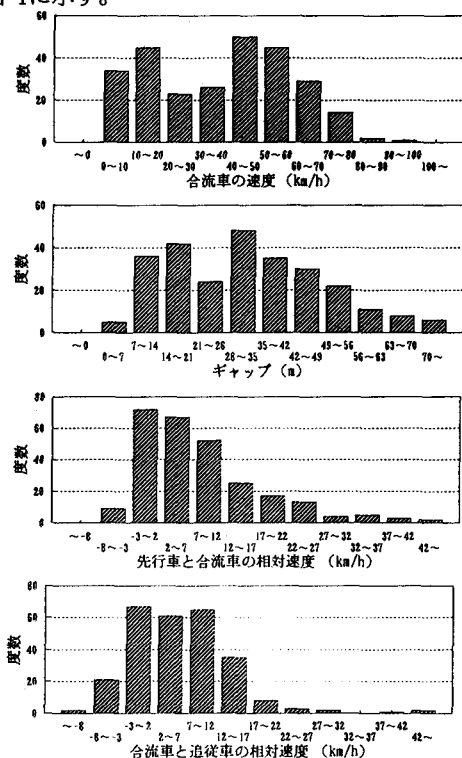


図-1 各指標の度数分布(取得データ)

そこで何らかの方法で基準化することにより理論分に適応できないかと考え、各指標について基準化を行った。本研究においては先行車の走行特性

で各指標を基準化、具体的には位置の次元 [M] を持っている指標については先行車のテーパー後端からの距離で、速度の次元 [MT⁻¹] を持っている指標については先行車の速度で基準化した。基準化後の各指標の度数分布の一部をを図-2に示す。

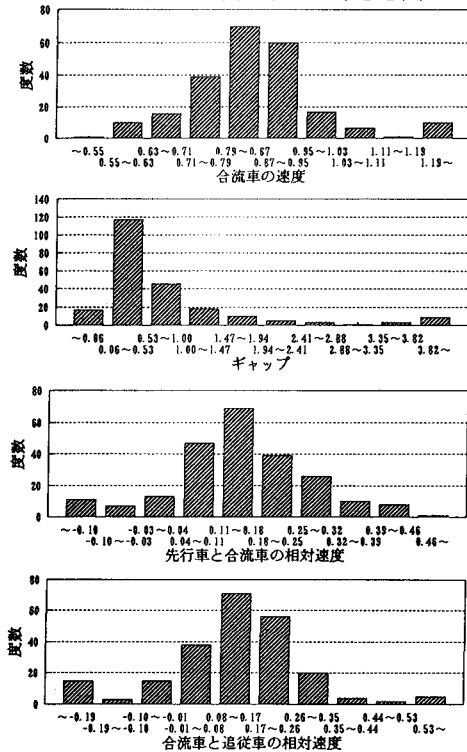


図-2 各指標の度数分布（基準化後）

χ^2 検定を用いて理論分布への適合度検定を行ったところ、速度の指標は正規分布、距離の指標は指数分布が有意水準5%で採択された。

(2) 指標間の独立性・従属性の把握

指標間の独立性・従属性を明らかにするために相関係数を求め、無相関検定を行った。取得データで行った結果を表-1に示す。

表-1 指標間の独立・従属関係（取得データ）

(◎：独立)

	合流車の速度	ギャップ	前方ラグ	後方ラグ	先-合 相対速度	合-追 相対速度
合流車の速度	◎	0.753	0.652	0.648	0.607	0.617
ギャップ		◎	0.900	0.807	0.731	0.651
前方ラグ			◎	0.468	0.758	0.594
後方ラグ				◎	0.459	0.595
先-合 相対速度					◎	0.337
合-追 相対速度						◎

基準化後のデータで行った結果を表-2に示す。

表-2 指標間の独立・従属関係（取得データ）

(◎：独立)

	合流車の速度	ギャップ	前方ラグ	後方ラグ	先-合 相対速度	合-追 相対速度
合流車の速度		○	-0.227	○	*	○
ギャップ			0.957	0.960	○	○
前方ラグ				0.837	○	○
後方ラグ					○	○
先-合 相対速度						○
合-追 相対速度						

この結果より、基準化を行うことで指標間の独立・従属関係が明確になることが解る。ギャップ、前方ラグ、後方ラグの間で従属関係があるが個々ではその関係が直線的な関係となっている。そこで回帰分析を行いその関係を求める。ここでは、ギャップを説明変数、前方ラグ及び後方ラグを被説明変数として分析を行った。結果を以下に示す。

$$Y_f = 0.496X - 0.003 \quad (R^2 = 0.917)$$

$$Y_b = 0.504X + 0.003 \quad (R^2 = 0.919)$$

ここに、 Y_f ：前方ラグ

Y_b ：後方ラグ

X ：ギャップ

4. まとめ

分析結果より3種類の合流パターンすべてについて以下に示す3つの特性がまとめられる

- ①合流車の速度、先行車と合流車の相対速度、合流車と追従車の相対速度については先行車の速度で基準化することにより、それぞれ独立した正規分布モデルとして表される。
- ②ギャップについては先行車のテーパー後端からの距離で基準化することにより、①の各指標とは独立した指数分布モデルとして表される。
- ③前方ラグ、後方ラグについてはギャップが決まることにより決定される単回帰モデルとして表される。

本研究より、道路修繕工事に伴う車線規制部手前における自動車の合流挙動を追従理論の延長ではなく、確率密度関数を用いたモデルとして表現することが可能となった。このことは先行車の車両特性（速度・テーパー後端からの距離）が決定されると、合流車両の挙動が確率的に決定されることを意味するものであり、今後のデータの蓄積によりその普遍性の確認が期待される。