

高速道路の合流現象における研究

Study on merging traffic flow characteristics on urban expressways

巻上 安爾** 笠間 良治***

By Yasuji MAKIGAMI and Ryoji KASAMA

1. はじめに

都市高速道路における合流部では渋滞が慢性的に発生しており、本来の機能である高速性・定時制を確保することが困難となっている。更に、この渋滞が原因となって追突事故などを誘発する結果ともなっている。一方、これからの都市高速道路では地下空間利用に対する需要が高まると考えられ、長大トンネル等を採用する機会の増加が見込まれる。これに伴い合流部がトンネル内に建設される可能性も高く、合流部での円滑で安全な交通を確保するため、線形設計を中心とした十分な配慮が必要となる。

そこで本研究では、実際の合流部において交通実態調査を行い、現況における合流メカニズムを明らかにすると共に昼夜の比較等を通じて明るさによる影響について把握したいと考える。また、多重合流を考慮した流入確率理論を用い、流入確率による昼夜間の比較も行う。

2. 研究方法

(1) 調査の概要

調査対象ランプ(図1)を阪神高速道路大阪港線上り阿波座付近とし、近傍のビル屋上より交通流をビデオカメラを用いて撮影する。

(2) 交通流の計測

高速道路に設置されている車両検知器より計測さ

れたデータを参考に、高速道路の本線において、ある程度の交通量があるが渋滞していない時間帯と、渋滞している時間帯を抽出し、それぞれについて、昼間と夜間の各15分間を解析対象時間(表1)とした。

表1 解析対象時間

	昼 間	夜 間
非渋滞	1996. 10. 28(mon.) 7:20~7:35	1996. 12. 11(wed.) 19:27~19:42
渋 滞	1996. 12. 11(wed.) 9:10~9:25	1996. 12. 11(wed.) 18:12~18:27

解析対象区間は、撮影した映像を3つのブロックに分割した(図2)。

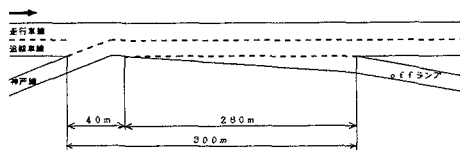


図1 解析対象ランプ概略図

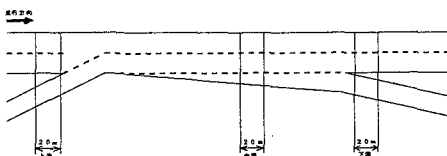


図2 合流部のブロック割り

次の各項目について以下のように計測を行った。

(a) 交通量

撮影した映像を再生し、目視により計数器(カウンター)を用いて車線別に計測した。

(b) 車線変更状況

車の軌道状況を把握したいために、調査地点をA, B, C, Dの4つの横断方向に分割(図3)し、その4つの地点で車がどの車線を走行しているかによって車の軌道状況、つまり車線変更状況を解析する。

* キーワード 交通流 交通管理

** 正 員 工博 立命館大学理工学部環境システム工学科教授

(〒525 滋賀県草津市野路町1916 田0775(66)1111)

*** 学生員 立命館大学大学院理工学研究科環境社会工学専攻

方法としては、ビデオテープの再生画面上で、1台づつA, B, C, Dの4つの横断面上でどの車線を走行しているかを、解析対象時間について行った。

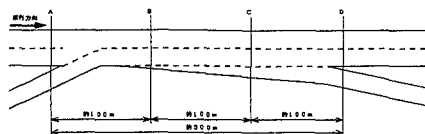


図3 対象ランプ横断分割図

(c) 走行速度

撮影した映像を再生し、各ブロック毎に計測し、ブロック平均速度を算出した。計測方法は、各ブロックの両端を2本の基本線とみなし、再生画像を見ながら、車両がそれぞれの基本線を通る瞬間をコンピュータにキーインして通過所要時間を求め、ブロックの区間距離をこれで除し、走行速度を求めた。ただし、計測対象となる車両は、解析対象時間帯に各ブロックの上端を通過する車両のみとした。

(d) 合流車合流時のラグタイム及びギャップ

合流車の合流位置は一定ではないので、各合流車毎の合流位置を基準として走行車線上の合流ギャップ及びラグタイムを計測した。計測方法は、ビデオ再生画面上に車線と垂直に交わる計測線を適当数設け、合流車の合流位置に該当する計測線を基準線とし、この基準線を用いてストップ・ウォッチでギャップ及び前方ラグタイムを計測する。後方ラグタイムは計測されたギャップから前方ラグタイムを差し引いて求めた。

撮影条件により本研究では、ラグタイム及びギャップを2台の車輦間の車頭時間間隔とした。従って前方(または後方)ラグタイムを、合流車と合流車のすぐ前方(または後方)の走行車線走行車との車頭時間間隔とし、ギャップを、合流車のすぐ前方の走行車線走行車とすぐ後方の走行車線走行車との車頭時間間隔とした(図4)。1つのギャップへの合流車が複数の場合は、合流車群の先頭合流車とそのすぐ前方の走行車線走行車との車頭時間間隔を前方ラグタイムとし、合流車群の最後尾の合流車とそのすぐ後方の走行車線走行車との車頭時間間隔を後方ラグタイムとした。ギャップは、合流車両群のすぐ前方の走行車線走行車とすぐ後方の走行車線走行車との車頭時間間隔とした(図5)。ここに、各車頭時間間隔の基準線は、対象とする合流車の合流位置

とする。

ラグタイム及びギャップについて考察する際、これらの限界値や平均値を求めることが必要となる。計測結果の中で1番小さな値を限界値とも考えられるが、運転者の技術などに不確定な要素が存在することや、強制的な合流も認められたため、本研究ではそれぞれの解析時間帯において、データを昇順に並び替え、15%タイル値を限界値とした。また、50%タイル値を平均値とした。

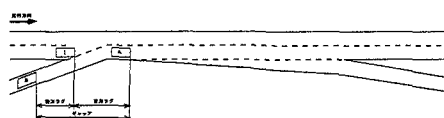


図4 1車合流におけるギャップ及びラグタイム

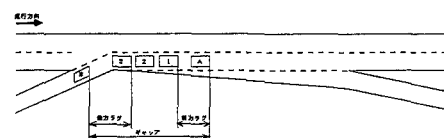


図5 多重合流におけるギャップ及びラグタイム

(e) 流入確率の算定

流入確率とは、合流部ノーズ端に到着した合流車が本線走行車線上のギャップに流入できるかどうかという確率である。本研究では既存の流入確率算定法を用い、昼夜間の流入確率を算出し比較することとした。採用した算定法は、本線とランプの両交通の車頭時間間隔の分布にアラン分布を適用し、かつ3台までの多重合流を考慮したものである。

この算定法を用いるに当たり必要な数値及び条件は以下のように定めた。

・アラン分布のパラメータ

アラン分布と実際の車頭時間間隔の確率密度がかけ離れていれば、どれほど優れた再現性を示すモデルであっても、実際の交通とは異なる出力しか得られないと考えられるので、アラン分布のパラメータ k は、実際に計測した車頭時間を用いて次のような方法で求めた。

まず、 k の値が1から10までのアラン分布について、1ランクの理論発生数が5以上となるように0.5秒刻みのランクを設ける。次にそれぞれの k について、各ランクの理論発生数と、実測した車頭時間の頻度より χ^2 値を求め、その有意水準の値

全なギャップを選択して流入していると考えられる。

次に、織込み、非織込み交通について着手すると、非渋滞時においては全ての値について、織込み交通に対するラグタイム及びギャップの方が値が小さくなっている。これは、織込み交通車は必ず合流しなければならない状況にあり、その結果スムーズさを欠いた合流にならざるを得ない状況となっていることが分かる。渋滞時においては、この考えを適用できない結果となっており、織込み、非織込み車とも無理な合流にならざるを得ない状況となっていることが分かる。このため渋滞時においては、織込み、非織込みについて似通ったラグタイム及びギャップとなっていると考えられる。

表4 昼間・非渋滞のラグタイム及びギャップ(秒)

全交通に対するラグタイム及びギャップ			
限界前方ラグ	0.61	平均前方ラグ	0.74
限界後方ラグ	0.66	平均後方ラグ	0.89
限界ギャップ	1.27	平均ギャップ	1.63
非織込み交通に対するラグタイム及びギャップ			
限界前方ラグ	0.65	平均前方ラグ	0.80
限界後方ラグ	0.68	平均後方ラグ	1.29
限界ギャップ	1.58	平均ギャップ	2.23
織込み交通に対するラグタイム及びギャップ			
限界前方ラグ	0.58	平均前方ラグ	0.81
限界後方ラグ	0.65	平均後方ラグ	0.91
限界ギャップ	1.39	平均ギャップ	1.93

(e) 流入確率の算定

非渋滞時の算定結果を昼・夜間で比較すると表5のように昼間の方が夜間より大きな値になっており昼間の方が流入しやすい結果となっている。また、このときに用いたパラメータの値を表6に示す。

表5 流入確率の算定結果 (%)

	非 渋 滞		渋 滞	
	昼 間	夜 間	昼 間	夜 間
全 交 通	98.46	97.11	87.67	88.66
非 織 込 み	96.30	96.24	87.79	87.55
織 込 み	98.99	97.49	83.64	90.03

表6 パラメータの値

	非 渋 滞		渋 滞	
	昼 間	夜 間	昼 間	夜 間
追 越	4	4	6	8
神 戸	7	7	9	6

4. 結論と今後の課題

非渋滞時の昼間と夜間の比較についてみると、昼間の方が流入確率が高い結果が出た。この原因として、夜間は、視覚的視点等の様々な要因により合流しづらいという結果が出たと考えられる。つまり、夜間では周囲が暗いことから、流入を行うか否かの判断に時間がかかり、運転者がより安全なギャップを選択して流入していると考えられる。

つぎに、非渋滞時の非織込み・織込み車間比較についてみると、昼夜間両方ともに織込み車の方が流入確率が高い結果が出た。この原因として、織込み車は絶対に合流しなくてはいけないという必然性により、半ば強制的な合流を強いられており、スムーズさを欠いた強引な合流も起こり、小さなギャップにでも合流を行う可能性があるためである。つまり、非織込み車は、運転者がより安全なギャップを選択して流入しているのに対し、織込み車は小さなギャップにでも流入するということを示している。このことにより、織込み車の方が流入確率が高くなったと考えられる。

最後に渋滞時についてみると、非渋滞時における考え方は適用できず、ほとんどの車が無理な合流にならざるを得ない状況となっていることがわかる。

今後の課題として、合流現象の基本的な特性を整理し、一般性を持たせるべく基礎的な分析を継続し、交通運用や対策検討のための基礎資料作りを進める必要がある。

参 考 文 献

- 1) 巻上安爾・松尾武；“流入確率に基づく都市高速道路入路接続方式の評価について”，土木学会論文集，第389号／IV-8，pp93～101，1988年1月
- 2) 巻上安爾・松尾武；“多重合流を考慮した流入確率の算定方法について”，土木学会論文集，第413号／IV-8，pp87～96，1990年1月
- 3) 皆本恭志；“都市高速道路の合流交通に対する確率的研究”，立命館大学大学院修士論文，1996年2月