

IV-217 高速道路における車頭時間分布に関する研究

横浜国立大学 学生員 佐川大介

横浜国立大学 正 員 大蔵 泉

1. はじめに

交通流の基本的状態量の一つに車頭時間分布がある。その分布モデルのパラメーターの法則性を検討する場合、交通量や平均速度との関連を取り上げたものが多い。一方、交通量や平均速度以外にも車線・車種・昼夜・天候・大型車混入率・道路構造などが車頭時間分布に影響を及ぼすことも明らかになっている。そこで本研究では各種影響要因の車頭時間分布への寄与構造を定量的に明らかにすることを目的とした。これらの要因をモデルパラメーターに反映させることができれば、シミュレーションにおける車頭間隔の乱数発生確率などの精度向上が期待できる。

2. 使用データと集計

本研究で用いたデータは全て日本道路公団が平成2年に収集した東名高速道路車両感知器・パルスデータをもとに集計・処理した。1地点につき24時間以上の連続観測データ（車線別）が、観測地点／観測日時を独立に考えて延べ7セットある（表1）。

集計・処理においては、交通流の定常性が成り立つように15分単位で集計し、地点別・昼夜別・車線別にクラス分けした後、等交通量レベル・等大型車混入率レベルのデータをグループ化（図1参照）して、実測車頭（車尾）時間分布を求めた。また車両運転者の運転時の判断行動や大型車換算係数算出の意味の明解性から、車頭時間ではなく車尾時間を用いることとした。

3. アーラン合成分布による解析

既存研究のレビューを通じて、パラメーターの数が多いにもかかわらず計算過程が分かりやすく、パラメーターの操作性も良い理論分布として、アーラン合成分布を選択した。この理論分布モデルは交通流が自由走行車(Leader:L)と追従走行車(Follower:F)から成るとして、それぞれの車尾時間分布をアーラン分布で表し(式1)車群比率 γ を介して合成するモデルで、その確率密度関数は式2で表される。

表1 観測地点・日時

方向	キロポスト	観測日	観測時刻	記号
下り	27.74KP	7/1(木)~2(金)	9:00~9:00	A
上り	43.95KP	5/4(火)~5(水)	11:02~12:40	B
上り	43.95KP	5/9(日)~10(月)	11:00~13:00	C
上り	45.97KP	5/4(火)~5(水)	11:02~12:55	D
上り	45.97KP	5/9(日)~10(月)	11:02~13:00	E
下り	38.75KP	5/4(火)~5(水)	12:00~13:38	F
下り	38.75KP	5/9(日)~10(月)	11:00~13:00	G

地点 A : 3車線区間 7/1~2 : 雨

地点B~G : 2車線区間 5/4~10 : 曇or晴

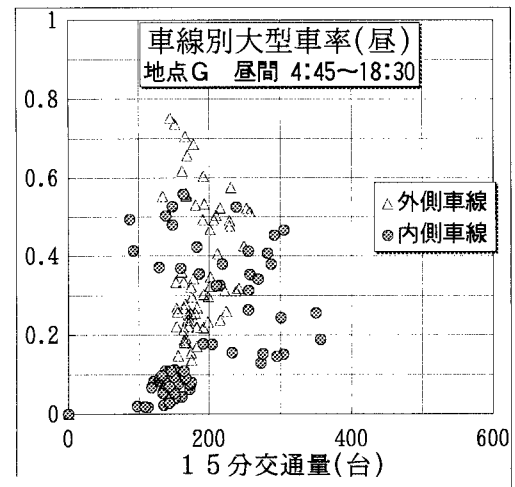


図1 データ・グループ化の例

$$\text{アーラン分布: } e(t) = \frac{(\lambda k)^k}{(k-1)!} t^{k-1} e^{-\lambda k t} \quad \text{式1}$$

$$\text{確率密度関数: } f(t) = (1-\gamma)e_L(t-\tau) + \gamma e_F(t) \quad \text{式2}$$

k	位相(自然数)	γ	追従車率
λ	平均交通流率(台/秒)	τ	最小車尾時間

$$\left[\begin{aligned} M_F \cdot \gamma + M_L \cdot (1-\gamma) &= M : (\text{実測平均車尾時間}) \\ (M_F^2 + V_F) \cdot \gamma + (M_L^2 + V_L) \cdot (1-\gamma) &= M^2 + V \end{aligned} \right] \quad \text{式3}$$

$$M_F = k_F / (k_F - 1) \cdot M_0 : (\text{実測車尾最頻値}) \quad \text{式4}$$

また理論分布への適合手順は以下のようになる。

- データ集計・整理
- パラメーター(位相 k_L , k_F , τ)の仮定
- 先頭車平均値 M_L , γ の算出(式3, 式4より)
- アーラン分布の合成 (図2参照。)
- 実測値との χ^2 値で適合度の検定

この過程を通じて最適なパラメーターが得られるとは限らないため、続けてb.での仮定を変更して一連のプロセスb-c-d-eを繰り返し、 χ^2 値が最小となるようにパラメーター値を推定した。

- パラメーターの特性分析

4. 分析結果と考察

棄却率1%で81データ中76データが適合した。また上下流の違いが車頭時間分布に及ぼす影響を分析した。道路線形の類似した上下流地点(表3)のデータを集計し、実測分布を解析して得た位相の比較を表4、表5に示す。表1では上下流で違いがあり、運転者の属性・地域特性の違いを考察する余地がある。

また分析サンプル数は少ないが、交通量は少ない方が、夜より昼の方が、外側より内側車線が、大型車混入率は低い方が、位相が小さくなり車間のばらつきが増す傾向があることが知られた。

車線利用率などより多くの影響要因を考慮し、よりサンプル数を増やせば明確な因果関係が表れパラメーターに反映させることができると考えられる。

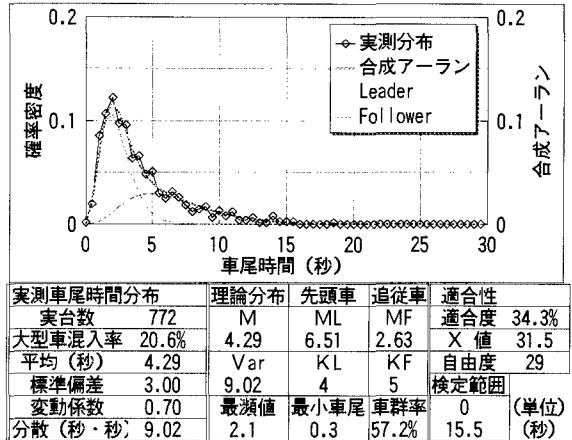


図2 理論分布適合状況

表3 比較する上下流2地点の道路線形

ポイント	車線数	規制速度 設計速度	曲率 半径	縦 勾配	備考
下り		100km/h	4000m	-0.64%	上流4km
38.75kp	2	120km/h			I Cあり
上り		100km/h	4000m	-0.30%	上流4km
45.97kp	2	120km/h			I Cあり

5. 参考文献

Masahiko.KATAKURA : Time headway distribution of traffic flow ,Proc. of JSCE. pp107-115, No. 189, May 1971

表4 地点D・Fでの位相(K_L , K_F)の比較 大型車混入率 5.1% ± 1.2% (19データ)

地点D 上り45.97kp				5月4日	地点F 下り38.75kp			
昼 4:45-18:30		夜 18:30-4:45		交通流率 台/時	昼 4:45-18:30		夜 18:30-4:45	
外側車線	内側車線	外側車線	内側車線		外側車線	内側車線	外側車線	内側車線
3	6	4	6	5 9	5 9	1200-1400	6 10	6 8
						800-1000	4 7	
						0-200	1 4	

表5 地点E・Gでの位相(K_L , K_F)の比較 交通流率 691 ± 50 (18データ)

地点E 上り45.97kp				5月9日	地点G 下り38.75kp			
昼 4:45-18:30		夜 18:30-4:45		大型車 混入率	昼 4:45-18:30		夜 18:30-4:45	
外側車線	内側車線	外側車線	内側車線		外側車線	内側車線	外側車線	内側車線
3	10			60-70%	2	5		
3	7			50-60%	3	6		
		1	5	40-50%			1	5
2	4	1	5	30-40%	3	5	1	4
4	5			20-30%	3	5		
		1	4	0%-10%			1	4