

車頭時間分布の位相特性に関する考察

横浜国立大学 学生員 佐川大介
 横浜国立大学 正会員 中村文彦
 横浜国立大学 フェロー 大蔵 泉

1. はじめに

交通流の基本的状態量の一つ、車頭時間分布には、交通量・平均速度・車線・車種・昼夜・天候・大型車混入率・道路構造などが影響を及ぼすことが明らかになっており、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ている。

昨年、理論分布モデルとしてアーラン合成分布を採用してその適合性を確認し、また要因「上下流」による車頭時間分布や位相の差を調べた(参考文献1を参照)。今年は、地点数や交通状態の組み合わせを増やし、交通量・車線・道路線形と位相との関連を考察した。

2. 使用データと集計

本研究で用いたデータは、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、サンプル数(300台～1000台位)を確保するために等交通量レベル・等大型車混入率レベルのデータをグループ化して、実測車頭時間分布を求めた。グループ化の例を図1のグループ1,2に示す。車線は外側から第1,2,3車線とし、また実際には車頭時間ではなく車尾時間を用いている。

3. アーラン合成分布による解析

既存研究(例えば参考文献2.)のレビューを通じて、パラメータの数が多くにもかかわらず計算過程が分かりやすく、パラメータ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、それぞれの車頭時間分布をアーラン分布で表し(式1)、車群率 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。このモデルは条件式の数よりもパラメータの数が多いため、いくつかのパラメータを仮定して用いる。

表1 観測地点・日時

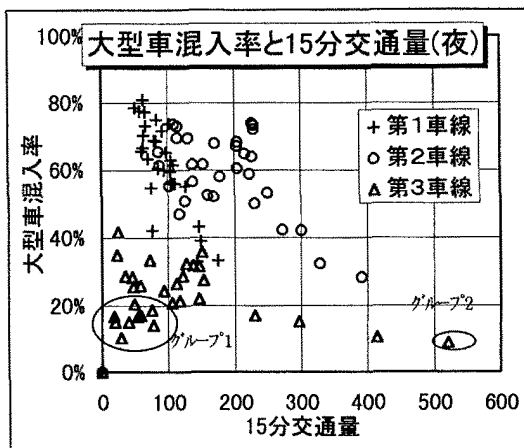
キロポスト	車線数	観測日(1993年)	道路線形
下り16.35kp*	3	5/18	R3000 2.83%
下り27.74kp*	3	5/18 7/1	R2500 0.52%
上り43.95kp	2	5/ 4 5/9	R5000 1.41%
上り45.97kp	2	5/ 4 5/9	R4000 0.30%

※: 要因「道路線形」の分析には、強調した2地点のデータを用い、

他の影響要因の分析には、全ての観測データを用いた。

天候: 5/18は「晴れ」、7/1は「雨」のため路面湿潤

5/4, 5/9 は「曇り」又は「所により小雨」



下り27.74kp 5/18観測

図1 データ・グループ化の例

$$\text{アーラン分布: } e_i(t) = \frac{\left(\frac{k_i}{M_i}\right)^{k_i}}{(k_i - 1)!} t^{k_i-1} \exp\left(-\frac{k_i t}{M_i}\right) \quad \text{式1}$$

ただし、 $i = L, F$

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

表2 アーラン合成分布の主なパラメータ

k_L	先頭車分布の位相(自然数)	M_L	先頭車の平均車頭
k_F	追従車分布の位相(自然数)	M_F	追従車の平均車頭
τ_L	最小車頭時間	γ	車群率

キーワード : 車頭時間分布、アーラン分布、位相

住 所 : 〒224 神奈川県横浜市都筑区勝田南2-8-25

Tel:045-591-5932 / Fax:045-591-5932

E-mail: dsagawa@mailbox.cvg.ynu.ac.jp

また理論分布への適合手順やパラメータ推定法については、多少改良したものの昨年と同じである。アーラン合成分布の様子を概念的に示すと図2のようになる。実現しない微小な車頭時間を除くため、先頭車分布には最小車頭時間 τ_L を設けている。車頭時間分布の尖度が増すにつれ位相が高くなる様子は、後の図3からも分かる。

4. 分析結果と考察

表1で強調した2地点の観測データをアーラン合成分布にて検定したところ、棄却率1%で91データ中83データが適合したので、この理論分布の適合性は良いとみなせる。要因別に車頭時間分布と位相の変化を以下に記す。

交通量: 図1のグループ1,2を車頭時間分布で表し、アーラン合成分布に適合させたものが図3である。交通量による車頭時間分布の差が現れ、位相にも反映されている。交通量・昼夜別に位相をまとめると(表3)、高い交通量ほど位相が大きくなり、小さい車頭が頻出することが判った。

昼夜別: 日照時刻を昼として、「明るさ」がドライバーに及ぼす影響が車頭時間や位相に反映されるか否かを調べたところ、僅かながら夜の方が位相が小さく、車頭にばらつきがあることがわかった。表3にもそのような傾向がみえる。

車線: 内側の車線ほど高交通量・低大型車混入率に偏る傾向があり(図1もその傾向がある)、また同じレベルの交通量・大型車混入率で比較すると、追越車線は比較的低い位相となった。追越車線は、同じ交通量でも速度が速く車頭のばらつきが増す傾向となっている。

道路線形: 縦断勾配や曲率半径が厳しければ、特に大型車への影響が大きいと推定される。分析対象とした2地点(縦断勾配2.83%と0.52%)について比較したところ、両地点間に位相の大きな差は見られなかった。当該地点だけでなく上流側の道路線形も影響すると思われるので、他の地点についても検討する予定である。

5. 今後の課題

現段階では、車線別交通量や大型車混入率などからの車頭時間分布の推定が目的であるが、今後は道路運用計画をも視野に入れて、方向別に与えられる断面交通量と大型車混入率から、各車線毎の車頭時間分布を推定するプロセスを定量的に明確化していきたい。

6. 参考文献

1. 佐川 大介: 高速道路における車頭時間分布に関する研究、土木学会第51回年次学術講演会概要集, pp. - , 1996年3月
2. Masahiko. KATAKURA: Time headway distribution of traffic flow, Proc. of JSCE, pp107-115, No.189, May 1971

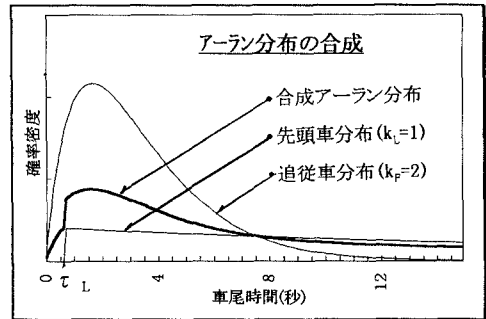


図2 アーラン分布の合成

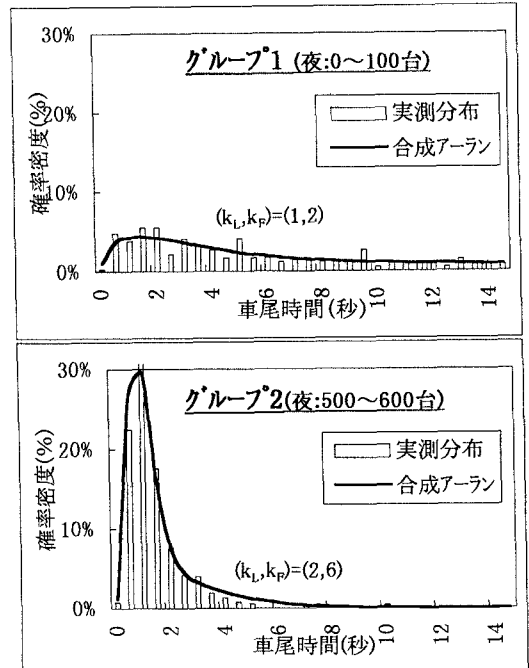
表3 交通量・昼夜と位相

15分交通量	昼			夜		
	k_L	k_F	サンプル数	k_L	k_F	サンプル数
~600台	2.0	6.0	1,110	2.0	6.0	521
~500台	2.0	5.0	909	2.0	6.0	414
~400台	1.0	6.0	*759	-	-	-
~300台	-	-	-	1.0	5.0	1,054
~200台	1.0	4.7	*543	1.0	3.0	547
0~100台	-	-	-	1.0	2.0	*423

下り27.74kp 5/18観測 第3車線 大型車混入率0~30%

※:セルに該当するグループが複数あるため、平均化した。

※※:表中の強調された位相が、図1.3のグループ1,2に対応する。



下り27.74kp 5/18観測 夜 第3車線 大型車混入率0~30%

図3 車頭時間分布と位相 k_L, k_F