

阪神高速道路の時間交通量の分布形に関する分析

金沢大学大学院	自然科学研究科	学生員	○稲田 裕介
金沢大学	環境デザイン学系	正会員	中山晶一朗
金沢大学	環境デザイン学系	フェロー	高山 純一

1. はじめに

近年の ETC の普及や道路の周辺環境の変化を考慮して、高速道路会社は多くの ETC 社会実験施策を実施している。このような施策の立案では、現段階での交通の状況を知る必要があるが、そこに用いられるデータは一時点の交通量の平均値である場合が多い。そこで、道路の運用・管理といった面で交通量の変動を考慮した考え方が見直されている。交通量変動の1つとして考えられる確率的性質については、“交通量がどのような確率分布に従っているのか”というような基本的な問題を含めて、いまだ未知の部分も多いのが現状であると考えられる。交通量の変動特性がどのような確率分布形に従うのかを知ることができれば、交通量を確率論的に取り扱えるようになり、変動を考慮した信頼性評価や道路の運用・管理・計画に役立てられるのではないかと考えられる。さらに、交通量変動を考慮した交通需要推計モデルの構築等へも役立てられる可能性がある。

そこで、本研究では阪神高速道路上の交通量観測データを用いて、交通量特性を統計学的に分析し、阪神高速道路のネットワーク評価を行うための基礎である確率分布特性について把握し、統計諸量との比較、考察を行うことを目的とする。

2. 研究内容

(1) 分析対象データ

今回研究に用いたデータは、阪神高速の本線およびランプ部分における交通量データである。データの内容は、2003年3月1日から2007年5月31日(1553日間)において、阪神高速全線の車両感知器により観測された時間交通量データである。

なお、不要なデータやエラーカウントについては、除去した後、分析を行うこととした。

不要な観測地点を取り除いた残りの観測地点は合計 867 箇所となった。内訳は本線上 485 箇所、ランプ上 361 箇所、料金所 14 箇所、パーキングエリア入口部分 7 箇所である。

(2) 時間交通量に関する統計量の算出

それぞれの観測地点の時間交通量を、時間帯別に、1.平日(月-金)、2.土曜、3.日曜祝日(特異日も含む)の3つに分類し、それぞれを対象とした統計諸量(最大値、最小値、平均値、中央値、標準偏差、変動係数、尖度、歪度)の算出を行った。また、交通容量から混雑度を算定した。

(3) K-S 検定を用いた確率分布形の適合度検定

平日と土曜、日曜祝日を分け、ヒストグラム化を行った結果、**図-1**のように正規分布に近い形の交通量度数分布が多く確認できた。一方で**図-2**のような分布も少ないながら観測された。そこで、本研究では、時間交通量および日交通量の確率分布形に関する正規性の検定を K-S 検定 (Kolmogorov-Smirnov 検定) を用いて行った。具体的には、実測度数分布が正規分布に従うかどうかを、**図-3**のように累積確率分布として表わし、理論分布(正規分布の確率密度関数)との差の最大値 $D_{\max}$ と検定統計量 D_n^α の大小をもって検定を行い、 $D_{\max} < D_n^\alpha$ となるとき、正規性が認められる。なお、**図-5** において階段状の分布が実測値の累積確率分布 $S_n(x)$ を表しており、次の式(1)を用いて表すことができる。

$$S_n(x) = \begin{cases} 0 & (x < x_1) \\ k/n & (x_k \leq x < x_{k+1}) \\ 1 & (x \geq x_n) \end{cases} \quad (1)$$

式(1)において、 x_k は n 個の観測交通量 x を昇順に並べたとき、 k 番目にあたる交通量である。

キーワード 交通量, 高速道路, 確率分布

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 TEL 076-234-4614

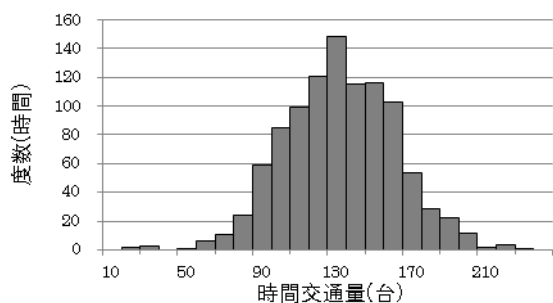


図-1 平日7時 池田線下り20.5km木部第一出口

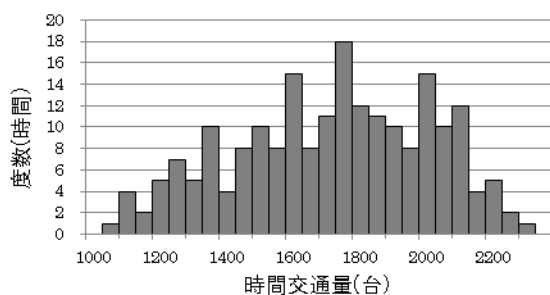


図-2 土曜19時 池田線上り本線8.6km

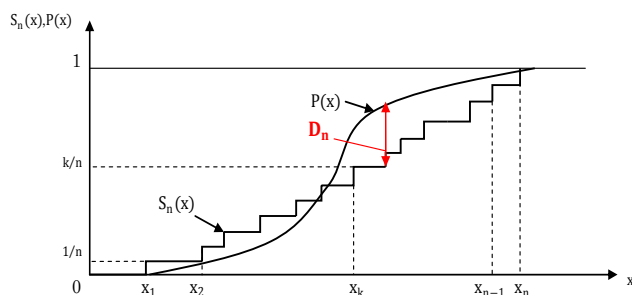


図-3 累積確率分布と累積理論曲線

河村ら¹⁾は、金沢市の金沢外環状道路山側幹線の全線開通前後のデータを用い、市内主要交差点流入方向の車両感知器による時間交通量データの交通量変動分析（正規性の適合度検定）を行っている。

(4) 平均値と分散の関係式

飯田ら²⁾の研究では、交通量の平均値と分散の間には、以下の式(2)のような指数関係が成立することが示された。

$$\sigma^2 = \alpha \cdot \mu^\beta \quad (2)$$

ここで、 σ^2 は分散、 μ は平均値、 α 、 β は係数（パラメータ）である。式(2)の係数 α 、 β を回帰分析により求めておくことで、平均値を与えるだけで交通量の分散を導くことができるというものである。ま

た、平均値と分散がわかっている場合、交通量の分布形を決定することができる。本研究では、K-S検定において正規性が認められた観測地点と、認められなかった観測地点に分けて、それぞれ推定式(2)への適合度を決定係数 R^2 値を用い、時間交通量の平均値と分散の関係を表-1(平日)のように確認した。

表-1 平均値と分散の関係式への適用結果(平日)

時間帯	平日							
	正規性が認められた観測地点				正規性がなかった観測地点			
	地点数	α	β	R^2	地点数	α	β	R^2
0時	167	0.309	1.526	0.964	700	0.570	1.493	0.895
1時	164	0.367	1.505	0.940	703	0.541	1.550	0.925
2時	146	0.553	1.396	0.908	721	0.589	1.525	0.940
3時	180	0.620	1.379	0.866	687	0.767	1.441	0.925
4時	320	0.369	1.446	0.901	547	0.702	1.394	0.924
5時	365	0.310	1.436	0.960	502	0.628	1.395	0.905
6時	387	0.125	1.622	0.957	480	0.632	1.408	0.929
7時	194	0.135	1.599	0.929	673	0.715	1.372	0.905
8時	249	0.112	1.632	0.927	618	0.577	1.416	0.909
9時	267	0.114	1.627	0.943	600	0.754	1.374	0.907
10時	239	0.197	1.538	0.928	628	0.698	1.386	0.896
11時	242	0.271	1.480	0.914	625	0.761	1.378	0.902
12時	289	0.282	1.470	0.935	578	0.633	1.406	0.916
13時	317	0.241	1.468	0.936	550	0.759	1.355	0.908
14時	266	0.264	1.464	0.941	601	0.772	1.354	0.907
15時	249	0.224	1.513	0.925	618	0.783	1.365	0.909
16時	264	0.291	1.494	0.906	603	0.838	1.360	0.901
17時	277	0.178	1.563	0.890	590	1.087	1.323	0.893
18時	243	0.182	1.581	0.890	624	0.671	1.416	0.919
19時	208	0.142	1.630	0.968	659	0.387	1.548	0.939
20時	87	0.195	1.555	0.944	780	0.393	1.527	0.950
21時	156	0.096	1.669	0.979	711	0.353	1.544	0.949
22時	112	0.196	1.565	0.971	755	0.345	1.565	0.950
23時	92	0.154	1.652	0.968	775	0.474	1.496	0.955

(5) 統計諸量との関係性

2-(2)で算出された基礎統計諸量が時間や地点によって、どの程度変化が生じるのかを分析する。また、統計諸量間や統計諸量と交通量の分布形との関係性がどの程度存在するのかなど、統計分析により明らかにする。

3. 最後に

本研究では、阪神高速道路の時間交通量の分布特性に関して、理論分布形への適合度をもって調べ、算出された基礎統計諸量との関係性に関して考察を行った。この結果に関しては発表会で示す。

参考文献

- 1) 河村健二，中山晶一郎，高山純一：「新たな道路ネットワーク評価のための交通量変動分析」，平成19年度土木学会中部支部研究発表会講演集 pp291-292，2008
- 2) 飯田恭敬，高山純一：「交通量変動特性の統計分析」高速道路と自動車，第24巻第12号，1981
- 3) 稲田裕介，中山晶一郎，高山純一：「阪神高速道路の交通量の確率的特性に関する基礎的分析」，平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演集 pp287-288，2009