

都市間高速道路の臨界状態における大型車の乗用車換算係数に関する研究

日本大学 学生会員 ○岡野 遥平

日本大学 正会員 下川 澄雄 日本大学 正会員 吉岡 慶祐

1. はじめに

大型車の乗用車換算係数（以下「PCE」という）は、ボトルネックの交通状態を分析するうえで重要な指標である。日本の高速道路では、PCEは3%以下の勾配で1.7又は1.8という値が用いられてきたり。しかし、近年の研究^{2)~4)}では、これを大きく下回る値が報告されている。ただし、これら既往研究の値は、サグ部や車線減少区間といったボトルネックでの渋滞発進流を扱ったものであり、道路の交通容量やサービス水準を議論する際に考慮すべき臨界状態を捉えたものではない。

そこで本研究では、高速道路の臨界状態と判定される交通流におけるPCEを算出するとともに、既往研究の値との比較評価を行うことを目的とする。

2. 調査概要

本研究では、当研究室が2020年9月21日（月・祝）に東名高速道路上り大和トンネル直近上流の水頭橋（26.06kp, 上り勾配0.4%）、東名大和1号橋（24.95kp, 上り勾配2.4%）で観測したデータを使用した。

図-1は交通流率（5分間フローレート）と速度の関係を示している。最大交通流率は70km/h付近で実現している。本研究ではその前後の60~80km/hを臨界速度と定義し、この速度が連続している時間帯を分析対象とした。表-1は水頭橋を例に対象時間帯と分析車両台数を示している。観測時間が異なるため一律に比較はできないが、車線別にみると300~750台、また大型車混入率は休日データのため、3~20%程度であり、第3車線の大型車のサンプルが少ない。

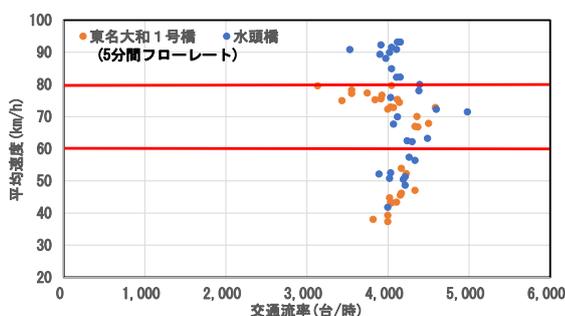


図-1 観測時間帯におけるQ-V相関

表-1 分析時間帯と分析車両台数（水頭橋）

車線	第1車線	第2車線	第3車線	全車線
分析時間帯	12:50~ 13:33	13:14~ 13:32	13:14~ 13:24	13:14~ 13:24
小型車	601台	445台	314台	702台
大型車	153台	45台	9台	60台
合計	754台	490台	323台	762台

3. 車尾時間の計測

分析対象とした時間帯において、占有時間、車間時間、車尾時間の計測を行った。しかしながら、この中には冗長な車間を取る車両も多く含まれている。そこで、分析対象時間帯において観測された車尾時間について、先行車・追従車の車種の組み合わせ（大型車-大型車のサンプル数が少ないため小型車-大型車に含めている）ごとに累加百分率を図-2のとおり作成した。これによれば、小型車-小型車、大型車-小型車、小型車-大型車-大型車の順に長い車尾時間の占める割合が大きくなり、それぞれの屈曲点のパーセンタイル値は概ね90%、80%、70%であった。本研究ではそれぞれのパーセンタイル値に相当する車尾時間（それぞれ3.5秒、3.5秒、4.0秒）を追従・非追従状態の閾値として車尾時間を計測した。

表-2は水頭橋を例として、各車線の平均車尾時間を先行車-追従車の車種別に示している。車尾時間は小型車-小型車、大型車-小型車、小型車-大型車、大型車-大型車の順に長い。また、車線別にみると、全車種を対象とした混合交通では第1車線、第2車線、第

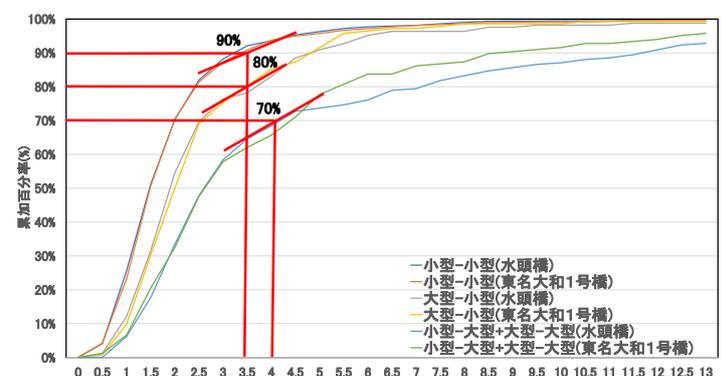


図-2 車尾時間の車種別累加曲線図

キーワード 高速道路, 大型車乗用車換算係数, 臨界状態, 車尾時間

連絡先 〒274-0063 千葉県船橋市習志野台 8-35-1 TEL.047-469-5503 E-mail : csy017027@g.nihon-u.ac.jp

3車線の順に車尾時間は短い。

次に、図-3は水頭橋の全車線を対象に、平均車尾時間を構成する平均占有時間と平均車間時間を車種構成別に示している。これによれば、先行車が大型車に比べて小型車の方が車間時間を詰めて走行している傾向にある。また、占有時間は小型車に対して大型車の方が2倍程度長い。これは車長の違いによるものであるが、この占有時間によって表-2に示す大型車-小型車、小型車-大型車の車尾時間の値が逆転している。

なお、表-2、図-3は水頭橋の値であるが、東名大和1号橋についても同様である。

表-2 車線別車種の組合せ別車尾時間（水頭橋）

	第1車線	第2車線	第3車線	全車線
小型車-小型車	2.10秒 (350)	1.93秒 (360)	1.68秒 (291)	1.83秒 (582)
大型車-小型車	2.28秒 (84)	1.99秒 (36)	2.02秒 (9)	1.96秒 (43)
小型車-大型車	2.59秒 (62)	2.20秒 (38)	2.37秒 (7)	2.09秒 (35)
大型車-大型車	3.10秒 (24)	3.11秒 (4)	一秒 (-)	2.66秒 (6)
混合交通	2.21秒 (520)	1.97秒 (438)	1.70秒 (307)	1.86秒 (666)
大型車混入率	17.3%	9.8%	2.3%	6.2%

() サンプル数



図-3 車種の組合せ別平均車間時間と平均占有時間（水頭橋）

4. PCEの算出と既往研究との比較

本研究で対象とする車両のうち、大型-大型の組み合わせは図-3をみても少ないことがわかる。そこで、本研究では、混合交通と小型車-小型車の平均車尾時間、大型車混入率との関係から得られる式(1)を変形した式(2)よりPCEを算出することとした。

$$H = h_{cc} \times (1 - P_t) + h_{cc} \times PCE \times P_t \quad (1)$$

$$PCE = (H / h_{cc} - 1) / P_t + 1 \quad (2)$$

ここで、H：混合交通の平均車尾時間、h_{cc}：小型車-小型車の平均車尾時間、P_t：大型車混入率 (0 ≤ P_t ≤ 1)

表-3は上記によって算出されたPCEを示している。

観測地点と車線によって値は若干異なるが、全体としてみればPCEは1.2~1.4程度となり、道路の交通容量で示されている値よりも小さな値となった。

また、表-3には既往研究の値も示している。既往研究は渋滞の発進流を対象としているがこれらと比べても大きな違いはみられない。なお、桑原らの研究²⁾では走行車線よりも追越車線のPCEが小さい値となっている。これは追越車線では大型車も車間を詰めて積極的な運転を心掛けているためであると推察されるが、本研究でこのような傾向は確認できなかった。

表-3 PCEの算出結果と既往研究との比較

文献等	調査地点・観測年	交通状態等	PCE
本研究	東名上り 26.06kp(水頭橋), 2020	臨界状態	第1車線 1.32 第2車線 1.21 第3車線 1.47 全車線: 1.27
本研究	東名上り 24.95kp(東名大和1号橋), 2020	臨界状態	第1車線 1.23 第2車線 1.32 第3車線 1.24 全車線: 1.24
道路の交通容量 ¹⁾			勾配3%以下 1.7又は1.8
桑原ら ²⁾	東名 46.5kp・52.69kp, 1990.	サグ発進流	走行車線: 1.4 追越車線: 1.2
加藤ら ³⁾	東名阪 亀山JCT下流, 2017	車線減少区間発進流	1.4
山下ら ⁴⁾	東名上り大和TN下流, 2019	サグ発進流	1.3

5. まとめ

本研究では高速道路の臨界状態に着目してPCEの算出を行った。本研究で得られたPCEは、従来用いられている値よりも小さく、既往研究で対象としている渋滞先頭の発進流におけるPCEと同程度であった。

なお、本研究で示した結果は2地点・1日分の観測データに基づくものである。今後は大型車交通量の多い平日も念頭に置きながら観測データの拡充が求められる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路の交通容量，丸善出版，1984.
- 2) 桑原雅夫，陳鶴：大型車の乗用車換算係数に関する研究，生産研究，Vol.43，No.12，pp.606-609，1991.
- 3) 加藤大知，柿本祐史，中村英樹：高速道路の車線減区間における大型車の乗用車換算係数に関する分析，第56回土木計画学研究発表会・講演集，Vol.56，2017.
- 4) 山下隆司，青山恵里，下川澄雄，吉岡慶祐：都市間高速道路における渋滞発進時の大型車の乗用車換算係数に関する研究，土木学会全国大会第75回年次学術講演会，2020.