

F1-11

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

A Study on the Passenger Car Equivalent of Heavy Vehicles for the Critical Condition of Intercity Expressway

○岡野遥平¹, 下川澄雄², 吉岡慶祐²

*Youhei Okano¹, Sumio Shmokawa², Keisuke Yoshioka²

Abstract : The Passenger Car Equivalent of Heavy Vehicles (PCE) is an important index to analyze road traffic condition. However, the study that observed PCE of the critical condition does not exist in Intercity Expressway. Therefore this study calculated PCE of the critical condition using the video data which we observed in the Tomei Expressway.

1. はじめに

大型車1台に相当する乗用車台数である大型車の乗用車換算係数(以降「PCE」という)は、ボトルネックの交通状態量を分析するうえで重要な指標である。これまで日本では、多車線道路の小区間の場合、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^[1]。しかし、近年の研究^{[2]~[4]}では、これらを大きく下回る値が報告されている。これは運転者の安全・環境志向や各種車載装置の普及などの要因が考えられるが、既往研究の値は、サグ部や車線減区間といったボトルネックで発生した渋滞の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に近い交通流における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・休日)に東名高速道路上り26.06kp(水頭橋)で観測したデータを使用した。当地点は跨道橋上で大和トンネルより1.5km上流地点である。

Figure 1は交通流率と速度の関係(5分間集計値)を示している。最大交通流率は70km/h程度で実現していることから、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Table 1.に示す時間帯を分析対象とした。

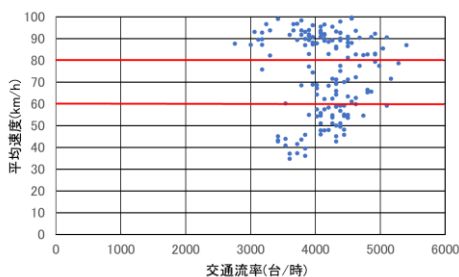


Figure 1. Relationship between the flow rate and the speed

対象とする車両台数は、観測時間が異なるため一律に比較はできないが、車線別に見ると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。

Table 1. Analysis the target time and number of the vehicles

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	313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)ごとに車尾時間の累加百分率をFigure 2.のとおり作成した。これによると、小型車-小型車、大型車-小型車、小型車-大型車、大型車-大型車の順に長い車尾時間の占める割合が大きく、それぞれの屈曲点のパーセンタイル値は概ね95, 85, 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、4.0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。

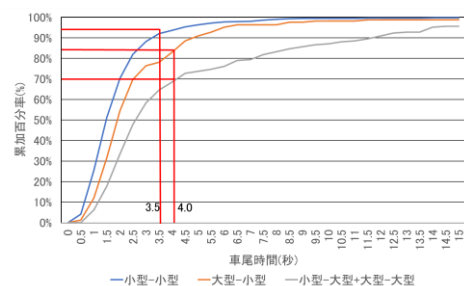


Figure 2. Cumulative distribution of the time tailway

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通

Table2.は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，車線別に見ると，混合交通では第1車線，第2車線，第3車線の順に短い。

次に，Figer3.は全車線を例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線別に示している。車間時間は車尾時間と同様に小型車-小型車，大型車-小型車，小型車-大型車，大型車-大型車の順に長く，同じ追従車に対して先行車が大型車の方が長い。これは，先行車が大型車の場合，重圧感やその先を視認し難いなど，走り難さがその原因として考えられる。なお，占有時間は小型車に対して大型車の方が2倍程度長いが，先行車との関係はみられない。

Table2. Average time tailway of the each the lane

	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 (290)	1.83秒 (582)
大型車-小型車	2.28秒 (84)	1.99秒 (36)	2.02秒 (9)	1.97秒 (42)
小型車-大型車	2.59秒 (62)	2.20秒 (38)	2.37秒 (8)	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 (665)
大型車混入率	17.3%	9.8%	2.8%	6.1%

() サンプル数

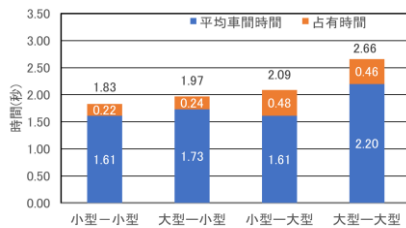


Figure 3. Time clearance and time occupancy (whole lane)

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Figer3.を見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^[1]。

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

$$PCE = (H / hcc - 1) / Pt + 1 \quad (2)$$

ここで，H：混合交通の平均車尾時間，hcc 小型車-小型車の平均車尾時間，Pt：大型車混入率 (0 ≤ Pt ≤ 1)

Table3.は上記によって算出されたPCEを示している。大型車のサンプルが少ない第3車線を除くと，PCEは1.2~1.3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，Table3.には既往研究の値も示している。既往研究は発進流を対象としているがこれらと比べて大きな違いは見られない。なお，本研究で算出したPCEは第1車線と比べて第2車線が低い値となっている。これは桑原らの研究でも同様の結果が示されており，車間を詰めてた積極的な運転行動の表れであると考えられる。

Table3. Calculation result of the PCE and the previous studies

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 2020.	臨界状態	第1車線：1.32 第2車線：1.21 第3車線：1.59 全車線：1.27
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1地点・1日分の観測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，さらに観測データを加え分析を行いたい。

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，青山恵理，下川澄雄，吉岡慶佑：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.