

道路の機能と大型車の車長を考慮した大型車の乗用車換算係数の比較分析

日本大学大学院理工学研究科交通システム工学専攻

学生会員 ○中林 悠

日本大学理工学部交通システム工学科

正会員 下川 澄雄

日本大学理工学部交通システム工学科

正会員 吉岡 慶祐

日本大学理工学部交通システム工学科

非会員 高橋 成汰

1. はじめに

大型車は車長や車両性能が乗用車と異なることから交通容量の大きさに影響をもたらす。これを考慮するため、一般的に大型車の乗用車換算係数(以下、「PCE」という)を用いて交通容量を補正している。わが国の信号交差点では、「道路の交通容量」¹⁾に示されている $PCE=1.7$ を用いているが、近年は大型車の車両性能の向上や車両の大型化に伴い PCE の見直しの必要性が指摘されている。

一方、わが国の幹線道路ネットワークは概成しつつあり、今後は道路の機能が分化され、トリップ特性により道路が使い分けられることが期待される。これは、道路の機能階層によって通行する大型車交通量や車両の諸元が異なることを表している。つまり、これまでのような 1 つの値で PCE の大きさを説明することには問題があり、交通容量にも差異が生じる可能性がある。

そこで本研究では、道路の機能と大型車の車長の違いに着目した PCE の比較分析を行い、これらの関係について定式化を試みるとともに、PCE の違いが交通運用に与える影響について考察を行うものである。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

PCE は、交通容量に大きく影響する要因であるため多くの研究がされてきた。例えば、「道路の交通容量」の基礎となった、交通容量委員会の研究²⁾では、都内で直進車線および右左折専用車線の PCE を算出した。その結果、直進車線は 1.4~2.0 程度の値が得られており、現在の規定値(1.7)の根拠となっている。また、右左折専用車線については、1.1~2.6 程度の値が得られたが、道路構造的要因(轉向半径または複数車線など)の影響が含まれており一律に扱うことはできないとしている。また、桑原ら³⁾や鹿田ら⁴⁾は、都内及びその近郊における直進車線の PCE は 1.4~1.6 程度と示している。さらに鹿田らは、PCE は交差点ごとの固有条件により変化すると考察している。その他にも、池田ら⁵⁾は臨海部道路において、大型車とセ

ミトレーラー連結車別に PCE を算出している。その結果 PCE は、大型車のみで算出した場合 1.3~1.6 程度、セミトレーラー連結車のみで算出した場合 1.6~1.9 程度と示している。このように、既往研究では全て PCE が 1.7 を下回っていることが報告されている。

一方で、PCE に影響を与える要因の 1 つとして車長があげられる。これに対して、例えばセミトレーラー連結車が通行できる道路は第 3 種第 1 級、第 4 種第 1 級であり、通行する車両の大きさは道路の機能とも一定の関係があると考えられる。しかし、車長と車両の占有時間や車間時間の関係、さらに道路の機能階層を含めて、これらが PCE に与える影響の程度について分析した研究は存在していない。このため、本研究では道路の機能階層や車長の違いに着目し PCE に与える影響を把握することで、道路の機能別に PCE の算出を行い比較分析するものである。

3. 調査概要

3. 1 道路の機能と調査地点

わが国では高速道路ネットワークが概成しつつあり、特に首都圏においては環状道路の整備により都市内の交通特性が変化しているものと想定される。また、国際物流基幹ネットワーク⁶⁾が定められるなど、これまでよりも道路の機能分化が進んでいるものと考えられる。このような状況を踏まえ、本研究では都市内幹線道路・都市間幹線道路という 2 つの道路階層を想定し、都市間幹線道路は内陸部に加えて、セミトレーラー連結車が多く含まれる港湾部の道路も考慮して調査を行うこととした。具体的には、これらを代表する道路と信号交差点を抽出するとともに、表 1 に示す調査対象交差点を選定した。なお、これらの交差点について、特殊な幾何構造条件や発進流に影響を与えるような縦断勾配は無いことを確認している。

キーワード 大型車の乗用車換算係数、道路の機能、大型車の車長、車尾時間、大型車混入率

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1-7111 日本大学理工学部交通システム工学科 TEL 047-469-5503

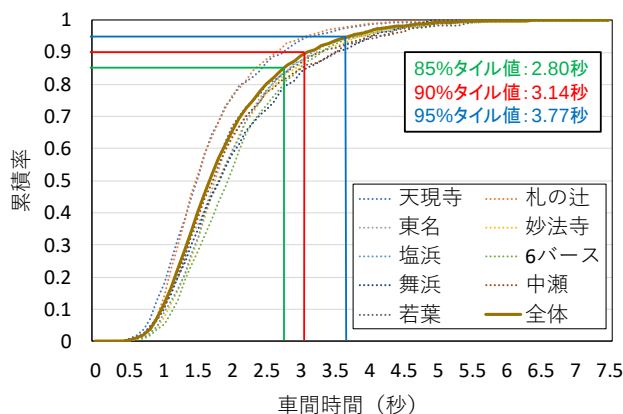
表－1 調査対象交差点の基本情報

道路機能	交差点名	方向※	昼間12時間 交通量(台)※	大型車 混入率(%)※
都市内 幹線道路	札の辻 国道15号(第一京浜)	上り	18,987	16.2
	天現寺橋 都道418号(明治通り)	上り	24,779	11.9
都市間 幹線道路	環八東名入口 都道311号(環状8号)	下り	23,819	26.1
		上り	41,981	19.2
	妙法寺東 都道318号(環状7号)	下り	15,810	40.9
		上り	7,458	56.0
	第6バス入口 都道316号(大井埠頭)	下り	30,500	46.6
		上り	37,595	29.1
	舞浜 国道357号(東京湾岸道路)	下り	37,595	29.1
		上り	37,595	29.1

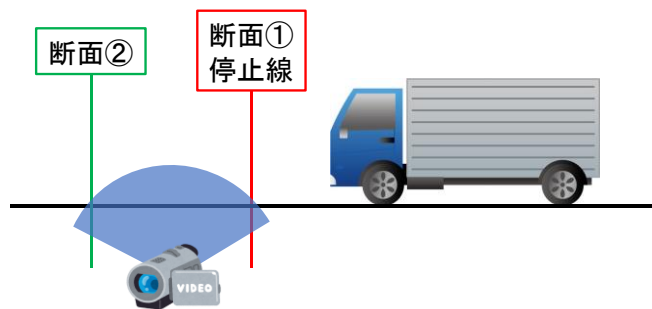
※方向、交通量、大型車混入率はH27センサスによる

3. 2 データの取得方法

PCE を算出するための、発進流における車尾時間の観測調査を、平成 29 年 2 月下旬から 12 月上旬の平日の 9 時から 12 時までの 3 時間を対象に、交差点ごとに一定のサンプル数が得られるまで複数日実施した。その際、計測方法の基本的な部分は、「道路交通調査マニュアル検討資料」⁷⁾を参考にしている。具体的には、多車線道路の直進車線を対象に、停止線を通過する各車両の通過時刻を記録し車尾時間を算出した。分析にあたっては、滞留車両のうち発進遅れの影響がないと考えられる 4 台目以降の滞留車両を対象としている。しかし、実際には 4 台目以降の車両でも前車の発進に気づかないなどにより、車間時間が冗長となるケースも多く見られた。これらをサンプルから除くために、図－1 の全対象交差点における車間時間の累加曲線図を踏まえ、屈曲点となる 3.0 秒を超える車間時間が観測された車両以降のサンプルは全て除外した。また、大型車の判定は車長に基づくものとし、「道路構造令の解説と運用」⁸⁾の小型自動車等の車両諸元および首都高速道路株式会社の判定方法を踏まえ、6m 以上の車長を大型車と定義した。車長は図－2 に示すように、ビデオデータの 2 断面の通過時間と車両前面と後面の各断面通過時間差から算出した。



図－1 車間時間の累加曲線図

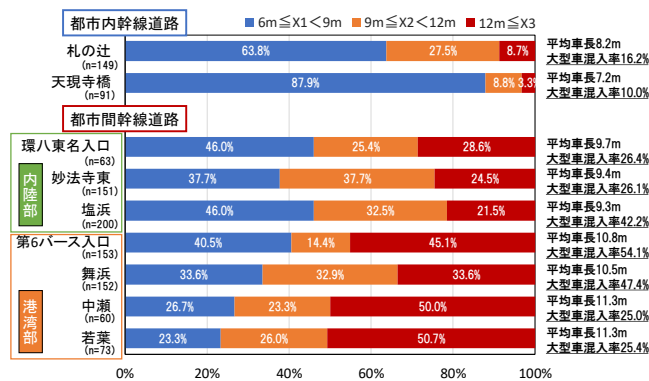


図－2 車長の計測方法

4. PCE の比較・分析結果

4. 1 大型車の車長

図－3 は各交差点で観測された、大型車の車長分布を示している。都市内幹線道路は 6～9m が 6 割以上と車長が短い大型車の割合が高い。これに対し、都市間幹線道路は、6～9m が 4 割程度かそれを下回る程度であり、車長の長い大型車の占める割合が高い。特に、この中でも都市間幹線道路については、交差点によって 12m 以上の割合の傾向は大きく異なる。さらに、都市間幹線道路について内陸部と港湾部で比較すると、12m 以上の割合が内陸部では 20～30%程度であるのに対し、港湾部では 40～50%程度と、大きな違いがあることがわかる。さらに、これにともなって平均車長も長い傾向となり、港湾部では 10m を超えている。

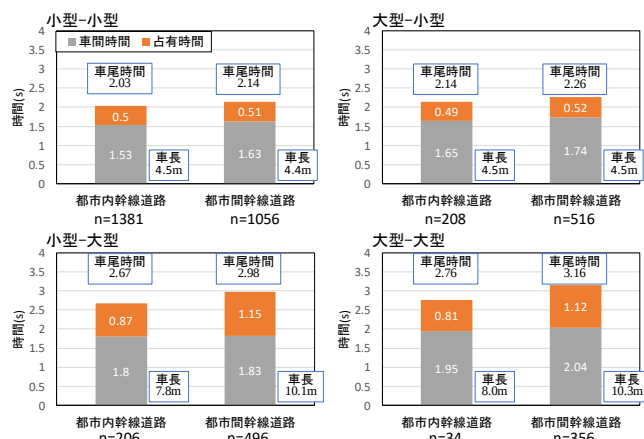


図－3 各交差点における大型車の車長分布

4. 2 車間および占有時間

図－4 は、前方車・後続車の車種構成別に、車尾時間、車間時間、車両の占有時間の平均値を都市内幹線道路と都市間幹線道路別に比較したものである。まず車間時間に注目すると、全般に後続車が小型車よりも大型車の方が長い。また、これを道路の機能別にみると、都市内幹線道路に比べて都市間幹線道路の方が車間時間は長く車間を開けて走行している。次に占有時間に注目すると、後続車が小型車の場合は都市内幹線道路と都市間幹

線道路で同程度の値である。これに対して、大型車の場合は都市内幹線道路と都市間幹線道路で明らかに差があることがわかる。これは大型車の車両の大きさの違いと考えられる。



図－4 前後車の車種構成別の車間時間と占有時間

4. 3 道路の機能別に見た PCE の比較

表－3 は、各交差点において得られた前方車・後続車の車種構成別の平均車尾時間とサンプル数を整理したものである。これを用いて PCE を算出した。算出にあたっては鹿田らが提案した車種構成別の車尾時間と大型車混入率を考慮した式(1)を用いている。

$$PCE = \frac{h_{CT} + h_{TC} - h_{CC}}{h_{CC}} - \frac{h_{CT} + h_{TC} - h_{CC} - h_{IT}}{h_{CC}} \times P_t \quad (1)$$

ここで、

h_{CC} : 小型-小型の車尾時間, h_{CT} : 小型-大型の車尾時間

h_{TC} : 大型-小型の車尾時間, h_{IT} : 大型-大型の車尾時間

P_t : 大型車混入率, PCE : 大型車の乗用車換算係数

式(1)により算出された各交差点の PCE と平均車長の関係を図－5 に示す。PCE は全調査地点で 1.36～1.60 の範囲となっており、本研究においても既往研究で述べられているように、「道路の交通容量」の値 1.7 を下回る結果を得られた。また、都市内幹線道路と都市間幹線道路では全体的に PCE に差がみられ、この中でも平均車長が長い港湾部の道路では PCE の値が特に大きい値となっている。

これを踏まえ、図－6 はセミトレーラー連結車の設計車両の諸元である車長 16.5m を考慮し、全大型車台数に対する車長 12 以上の車両台数の割合（以下、特大車割合という）を横軸として PCE との関係を表したものである。これをみると、特大車割合が高くなるほど PCE が高い傾向にあることがわかり、これを回帰式で表すと式(2)のとおりとなり、一定の関係を見ることができた。

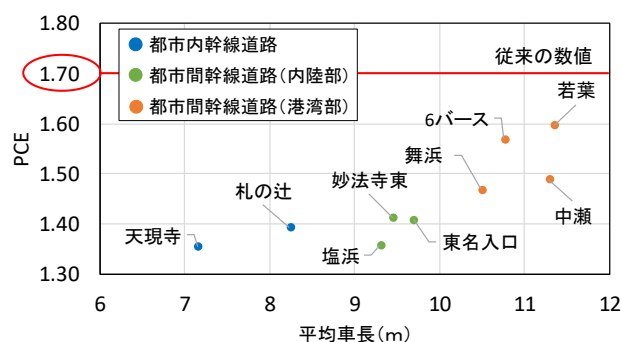
$$y = 0.4481x + 1.3178 \quad (2)$$

ここで、

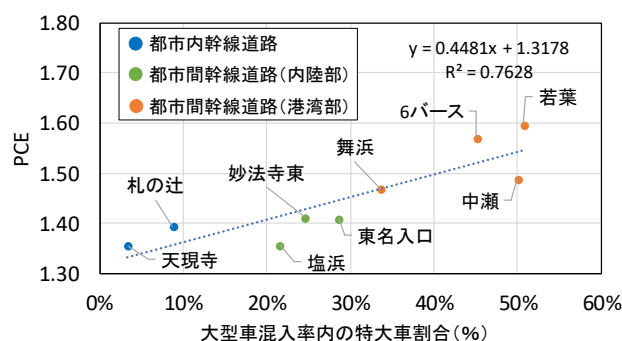
y : PCE, x : 特大車割合(%)

表－3 各地点の平均車尾時間とサンプル数

地点名	平均車尾時間(秒)/()内サンプル数(台)			
	小型-小型	大型-小型	小型-大型	大型-大型
札の辻	2.01(648)	2.10(124)	2.69(124)	2.91(25)
天現寺	2.04(733)	2.21(84)	2.64(82)	2.36(9)
東名入口	2.17(132)	2.12(44)	3.00(41)	3.36(20)
妙法寺東	2.24(319)	2.31(109)	3.07(93)	3.23(58)
塩浜	2.17(161)	2.31(113)	2.78(107)	2.98(93)
6バース	2.15(59)	2.29(71)	3.18(84)	3.42(69)
舞浜	2.09(94)	2.24(75)	2.93(69)	3.06(83)
中瀬	2.06(128)	2.07(52)	3.01(44)	3.21(16)
若葉	2.01(163)	2.31(52)	2.94(56)	3.12(17)



図－5 大型車の平均車長と PCE の関係



図－6 特大車割合と PCE の関係

4. 4 PCE が交通運用に与える影響

本研究で得られた、都市内幹線道路と都市間幹線道路の PCE（それぞれ、1.4 と 1.6 とする）に対して、従来の数値(1.7)を用いて交差点設計を行った場合の影響について確認する。ここでは、図－7 に示すように仮想的な交差点として、単純 4 現示の右折車線付きの十字交差点を想定し、各流入部の断面交通量は流入部 A、C は 800 台/時、流入部 B、D は 600 台/時、大型車混入率、右左折率ともに 20%と仮定する。

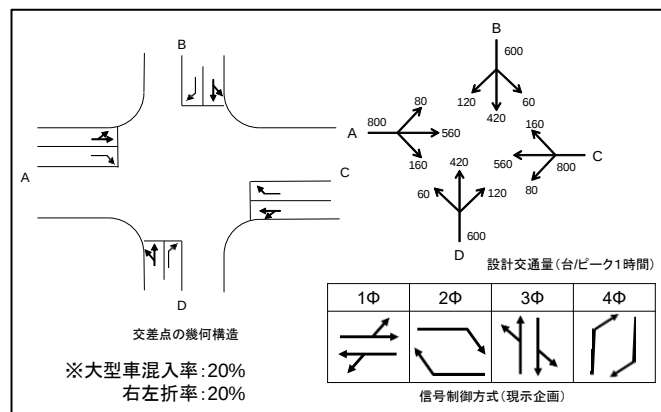


図-7 交差点設計の前提条件

PCE の値によって設計時間交通量が異なるため、交差点需要率は、従来の 1.7 で計算した場合、0.806、都市間幹線道路の 1.6 で計算した場合 0.795、都市内幹線道路の 1.4 で計算した場合 0.760 とそれぞれ算出された。その結果、図-8 のように、最適サイクル長はそれぞれ 119 秒、112 秒、96 秒となる。また、式(3)の Webster の遅れ時間の算出式を用いて、交差点全体の平均遅れ時間を算出した。

$$w = \frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} C + \frac{x^2}{2q(1-x)} \quad (3)$$

ここで、

w : 平均遅れ時間(秒), g : 青時間比,

ρ : 交差点流入部の需要率, C : 信号サイクル長(秒),

q : 流入交通量(台/時), x : ρ/g

その結果、従来の 1.7 で計算した場合、30.14 秒、都市間幹線道路の 1.6 で計算した場合 29.13 秒、都市内幹線道路の 1.4 で計算した場合 25.06 秒と算出された。従って、従来の値 1.7 で算出した場合、都市内幹線道路では約 5 秒交差点の遅れ時間を過大に推計していることになる。この結果は、PCE の値の精度を上げることは、交差点の計画や評価において重要であることを意味するものである。

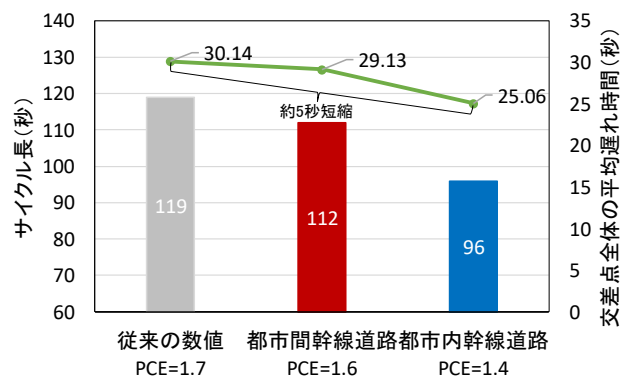


図-8 道路の機能別の PCE の比較

5. まとめ

本研究では、道路の機能に応じて大型車の車長が異なることに着目し、大型車の車長と発進流の車尾時間の関係を占有時間と車間時間別に比較するとともに PCE を算出した。その結果、都市内幹線道路と都市間幹線道路では、平均車長及び占有時間が異なることが確認された。また、PCE は全て調査地点で従来の数値 1.7 を下回ることを確認するとともに、都市内幹線道路で PCE は 1.3~1.4 程度、都市間幹線道路で 1.4~1.6 程度であり、道路の機能によって PCE の値が異なることが示された。

今後は、都市内幹線道路を中心とした調査を行っていくとともに、右左折専用車線や車線数などが異なる交差点流入部に着目して調査および分析を進めていく。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会,「道路の交通容量」,1984.9.
- 2) 交通容量研究委員会,「信号交差点および織り込み区間の交通容量の研究」,機関誌「交通工学」,Vol.14, No.4, pp.23-31, 1970.4.
- 3) 桑原雅夫, CHEN,「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, 1991.12.
- 4) 鹿田成則, 片倉正彦, 大口敬,「信号交差点における車頭時間を用いた大型車の乗用車換算係数の推定方法」,土木計画学研究・論文集, No.17, pp.927-932, 2000.9.
- 5) 池田秀文, 竹下正俊, 小田勝也, 岡野秀男,「臨海部道路における実態観測に基づく信号交差点の交通容量に及ぼす大型車の影響分析」,土木計画学研究・論文集, No.12, pp.681-690, 1995.8.
- 6) 国土交通省, 国際物流基幹ネットワークについて, <http://www.mlit.go.jp/road/press/press06/20060608/20060608.html> 2006.6.(2017.12 閲覧)
- 7) (社)交通工学研究会 交通容量委員会,「道路交通調査マニュアル検討資料 Vol.2 -信号交差点の飽和交通流率の求め方-」, 1995.5.
- 8) (社)日本道路協会,「道路構造令の解説と運用」, 2016.6.