

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*

An Analysis on the Influence of Heavy Vehicles on the Capacity of the Signalized Intersection
Based on the Observation at the Roads in the Waterfront Area*

池田秀文 **・竹下正俊***・小田勝也****・岡野秀男*****

By Hidefumi IKEDA**, Masatoshi TAKESHITA***, Katsuya ODA**** and Hideo OKANO*****

1. はじめに

一般的に、道路ネットワークにおいて平面交差点は、交通容量上および安全上のボトルネックであるといわれており、平面交差点の交通を円滑に処理することは、道路ネットワーク全体の効率と安全を大きく左右する。とりわけ、臨海部交通は一般の都市内道路に比べ大型車混入率が高く、しかも地域によっては、通常のトラックよりも大型のセミトレーラーの通行が頻繁であるといった交通特性を有し、大型車の影響を強く受けている¹⁾。大型車は、乗用車に比べて発進時の加速性能や旋回性能が劣り、また、車線幅員や側方余裕、回転半径等平面交差点の幾何形状による交通容量への影響も大型車の方が大きい。

大型車の交通流に及ぼす影響を表す代表的な指標として大型車の乗用車換算係数（以下PCEと略）が用いられている。一般道路におけるPCEの検討は従来からも行われてきているが、臨海部交通とは車種構成等の交通条件が大きく異なっている。また、一般道路の設計基準交通量の設定に用いられているPCEは、相当古い研究成果に基づくものである。本研究は、このような状況を背景として、臨海部道路の平面交差点の交通容量に対する大型車の影響を明らかにするための基礎的データを得ることを目的として、ビデオ撮影による交通流の実態観測に基づいて信号交差点におけるPCE、飽和交通流率等の解析を行ったものである²⁾。

2. 研究の方法

大型車交通が多い東京港から横浜港にかけての臨海部を代表する4つの信号交差点（本牧B突堤入口（図-1参照、以下は略）、大井ランプ、大黒ベイブリッジおよび池上新町）で実態観測を行った。調査対象交差点は、①交差点の形状が変形でなく、上流側及び下流側の交差点の影響を受けない、②大型車の混入率が高く、かつ乗用車等も適当に混入している、③高所の撮影場所が確保できる、等の条件を満たすよう、図上検討、現地踏査、続いてビデオの予備撮影を行い、実態調査を実施する車線の交通流が飽和交通流状態になることという条件に合致する場所を最終選定したものである。観測期間は、平成4年3月の平日、朝7時から夕方5時までとした。さらに、本牧B突堤入口および大井ランプの交差点についてはデータの蓄積を図るため、平成5年1～3月にかけて追加調査を実施した。ビデオ撮影では、信号の現示が赤から青に変わった時刻を基準として各通行車両の車頭部が停止線を通過する時刻等を計測した。そして、車種別に車頭間隔等を読み取り、①PCEおよび、②飽和交通流率と発進遅れの解析を行った。

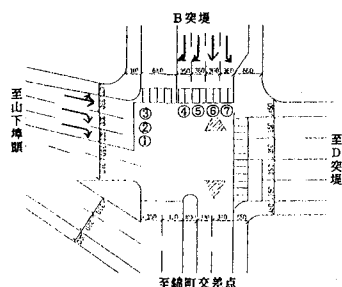


図-1 対象交差点
(本牧B突堤入口)

なお、本研究では基本的にナンバープレートによる車種区分に基づいて車種を判別したが、臨海部交通が一般の都市内道路に比べ大型車が卓越していることを踏まえ、車種区分の大型車をより細分し、次のとおりとした。

小型車：車種1（軽・普通乗用車）、車種2（小

*キーワード：交通流、交通容量、港湾計画、道路計画

**正員、工務、運輸省港湾技術研究所計画設計基準部主任研究官

(〒239 横浜市長瀬3-1-1 TEL 0468-44-5835、FAX 0468-42-9265)

***正員、同部計画基準研究室長

****正員、工務、北海道開発局室蘭港湾建設事務所

*****学生員、運輸省港湾技術研究所計画設計基準部計画基準研究室研究員

型貨物車、小型バス)

大型車: 車種3 (大型バス)、車種4 (普通貨物)、
車種5 (セミトレー-I (コナ20ft))、車種6
(セミトレー-II (コナ40ft))

3. 実態観測結果の分析

(1) PCE

a) 車種ペア別の平均車頭間隔

小型車と大型車の2つの車種区分で、直進、右折、左折等の車線運用形態別の平均車頭間隔(先行車の車長および先行車と後続車の車間距離の和)を整理したものが表-1である(臨海部でバスが極めて少なかったため、バスは省略した)。サンプル数が多いもので判断すると、同表より以下のことがわかる。

- ① 先行および後続がともに小型車の車頭間隔(時間)は、約1.9~2.4秒である。これは、従来の研究で得られているものとほぼ一致する。
- ② 先行および後続がともに大型車の車頭間隔は、約2.7~4.0秒である。
- ③ 先行車が小型車で後続車が大型車の場合の車頭間隔(約2.3~2.8秒)は、逆の場合の車頭間隔(約2.5~3.4秒)より小さい。

表-1 各車線における平均車頭間隔

		(単位: 秒(727)の数)			
交差点・車線No.	先行車 後続車	小 型 車		大 型 車	
		小 型 車	大 型 車	小 型 車	大 型 車
右折車線	大井ランプ 車線①	1.97 (103)	2.41 (108)	2.93 (118)	3.39 (113)
	大黒'イ'リッジ 車線②	2.06 (727)	2.56 (481)	2.93 (488)	3.36 (389)
	本牧B突堤入口車線②	2.13 (57)	2.77 (34)	2.90 (37)	3.34 (40)
	本牧B突堤入口車線②	2.60 (16)	3.11 (11)	3.19 (15)	3.44 (27)
直進車線	大井ランプ 車線②	2.31 (14)	2.37 (4)	2.70 (7)	2.23 (1)
	大井ランプ 車線③	-	2.27 (3)	3.54 (4)	2.45 (7)
	池上新町 車線⑤	1.93 (278)	2.26 (185)	2.45 (211)	2.66 (189)
	池上新町 車線⑤	1.93 (278)	2.26 (185)	2.45 (211)	2.66 (189)
左折車線	大井ランプ 車線④	2.50 (1)	2.56 (5)	3.79 (3)	4.09 (17)
	大黒'イ'リッジ 車線③	2.20 (327)	2.77 (101)	3.32 (104)	3.52 (83)
	本牧B突堤入口車線③(直・左折用)	1.89 (102)	2.50 (139)	2.95 (139)	3.37 (268)
	本牧B突堤入口車線③(直・左折用)	1.89 (102)	2.50 (139)	2.95 (139)	3.37 (268)

(注)大井ランプ車線①下段および本牧B突堤入口車線②下段は平成5年実態調査。他は、平成4年実態調査。

b) PCEの推定方法と推計結果

PCEの推定方法には、対象とする交通流の状態に応じて各種の方法が提案されている。停止した状態からの発進する交通流(飽和交通流)を対象としてPCEの推計を行った既存の研究事例では、「平均車頭時間比基準」が用いられている。この方法に

は、車頭間隔を用いたものと車尾間隔を用いたものがあるが^{3), 4)}、本研究では、ビデオ撮影による実態調査の制約上から主に車頭間隔を用いることとした。

車頭間隔を用いてPCEを推計する方法とし柴田らの研究⁴⁾では、次の2つの方法が提案されており、この2通りの方法によってPCEを推計した。

$$(方法1) PCE = (CT + TC) / CC - 1.0$$

$$(方法2) PCE = TT / CC$$

ここでの記号は、以下に示す場合の平均車頭間隔

CC: 先行車が小型車、後続車が小型車の場合

TC: 先行車が大型車、後続車が小型車の場合

CT: 先行車が小型車、後続車が大型車の場合

TT: 先行車が大型車、後続車が大型車の場合

小型車と大型車の車種ペア別の平均車頭間隔に基づいて、直進、右折、左折等の車線運用形態別のPCEを計算したものが表-2である(ただし、サンプル数が少ない車線は省略)。同表より以下のことがわかる。

- ① PCEは、臨海部においては概ね1.6~1.9の値をとる。
- ② 池上新町車線⑤においては、約1.4の値である。これは、同車線で大型車(セミトレーラー等)が少ないこと、またこの地点が直進車線であることによるものと考えられる。

表-2 PCEの推計結果

交 差 点・車 線 No.	方法-1	方法-2	大型車混入率 (うちトレーラ類)
右折	大井ランプ 車線①	1.71	42.0% (38.8%)
		1.67	50.3% (57.1%)
	大黒'イ'リッジ 車線②	1.66	46.5% (26.5%)
		1.58	49.9% (33.3%)
直進	池上新町 車線⑤	1.44	43.4% (5.3%)
左折	大黒'イ'リッジ 車線③	1.77	38.8% (37.1%)
直左	本牧B突堤入口車線③	1.88	64.6% (52.9%)

(注)大井ランプ車線①下段および本牧B突堤入口車線②は、平成5年実態調査。他は、平成4年実態調査。

c) 車種別のPCEの推計結果

大型車を普通貨物車、セミトレーラーIおよびセミトレーラーIIの3車種に区分した場合の車種別のPCEを計算したものが表-3である。同表から以下のことがいえる。

- ① 普通貨物車のPCEは約1.2~1.8の値であり、セミトレーラーIでは約1.5~2.0、セミトレーラーIIは最も大きく約1.7~2.2の値である。

② 普通貨物車のPCEは、本牧B突堤入口車線③において最大値を示すが、これは同車線の普通貨物車が他と比較して、同じ貨物車でも特に大型の車種が走行していることによるものである。

表-3 車種別のPCE

交差点・車線No.	普通貨物車	セミトレーラー-I		セミトレーラー-II		セミトレーラー-計	
		方法-1	方法-2	方法-1	方法-2	方法-1	方法-2
右折 大井ランプ、車線①		1.51	1.41	1.72	1.79	2.02	1.90
		1.35	1.17	1.83	1.74	1.84	1.73
右折 大黒'イ'リッジ車線②		1.48	1.48	(トレーラー-類は少ない)			
		1.54	1.71	1.50	1.48	1.92	1.70
直進 本牧B突堤入口車線②		1.54	1.71	1.50	1.48	1.92	1.70
		1.42	1.36	(トレーラー-類は少ない)			
左折 大黒'イ'リッジ車線③		1.63	1.40	2.04	1.77	2.14	2.08
		1.76	1.71	1.84	1.70	2.15	2.01
直左 本牧B突堤入口車線③		1.76	1.71	1.84	1.70	2.15	2.01

(注)表-2の脚注と同じ

d) 車頭間隔および車尾間隔によるPCEの比較

先行車、後続車のいずれが車間時間を決定しているかを考えてみると、車間時間(距離)は、後続車の運転者にとって自車が走行する上で安全であると判断する先行車との距離であると考えてよいと思われることから、車尾間隔を用いて捉える方が車頭間隔を用いるよりもより実態に即した解析が行えると考えられる³⁾。車尾間隔は、後続車両が先行車両との間にとる車間と後続車両の車長の合計である。停止線のほぼ直上からの撮影が可能であった大井ランプ交差点の車線①を対象として車頭間隔と車尾間隔の比較を行ってみた。その結果を表-4に示す。PCEの違いは0~0.05程度で、PCEの解析に車頭間隔を用いても実態上の支障はほとんどないことが確認できた。

表-4 車頭間隔および車尾間隔によるPCEの比較

交差点・車線No.	方法-1	方法-2
右 大井ランプ 車頭間隔	1.67	1.63
折 車線① 車尾間隔	1.62	1.63

(注)平成5年実態調査に基づき作成

e) 一般道路との比較

本研究と同様の手法を用いた研究事例として、柴田⁴⁾は、一般道路の55地点122車線におけるビデオ撮影データを用いてPCEを算出しており、平均で直進車線で1.35(1.27)(方法1(方法2)以下同)、右折車線で1.42(1.42)、左折車線で1.38(1.49)というPCEを得ている。また、桑原³⁾は、都市内交差点1地点の直進車線において計測された車種区分別の車尾間隔のデータに基づいてPCEを推計しており、1.62~1.50(大型車混入率: ほぼ0%~1

00%)の値を得ている。ちなみに、一般道路の平面交差点の交通容量の設定においては、PCEとして1.7が用いられている。本研究で得られた臨海部交通におけるPCEは概ね1.6~1.9で、これらの研究で得られた値と比較するとかなり高い値を示すことがわかる。これは、外貨コンテナを積載したセミトレーラー等通常のトラックより大型の車両の混入が高いことに起因するものであると考えられる。

なお、大型車混入率とPCEの関係については、大型車混入率が増加するにつれてPCEも増加するという研究例^{4)、5)}と、その逆に低減するという研究例³⁾がある。図-2は、本研究で得られたPCE(方法2)と大型車混入率の関係(表-2参照)を示したものである。データが少なく明確な傾向を抽出することはできないが、大型車混入率が上昇するに伴ってPCEが増大する傾向がうかがわれる。なお、同図には参考までに、柴田⁴⁾が示している回帰係数を用いて試算した結果⁴⁾を併せて示した。

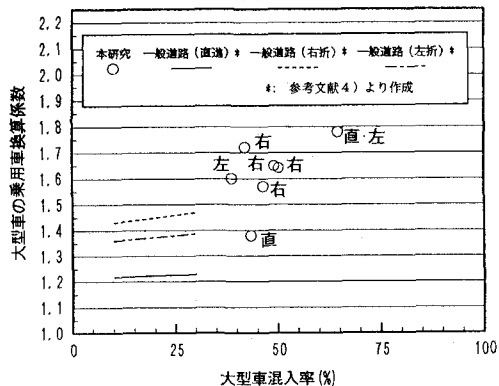


図-2 大型車混入率とPCEの関係

(2) 飽和交通流と発進遅れ

累加車頭時間を説明変数とし、表-3に示す車種別のPCE(普通貨物、セミトレーラー-I、セミトレーラー-IIを区分)を用いて乗用車換算台数に換算した累加台数を被説明変数として各サイクル毎に次式に回帰し、飽和交通流率a(乗用車換算台数pcu/sec)と発進遅れ-b/a(sec)を求め平均したのが表-5である。ただし、大型車の影響を過大に評価することのないようにPCEは全般に小さい値が得られている方法2による値を用いることとした。

$$y = ax + b$$

ここに、y : 累加台数 (pcu)

x : 累加車頭時間(sec)

a、b : 回帰係数

表-5 飽和交通流率と発進遅れ

交 差 点 ・ 車 線 NO.		飽和交通流率 a (pcu/h)	発進遅れ - b/a (sec)	相関係数 R
右折	大井ランプ 車線①	1901	3.5	0.99 (17)
		1793	2.2	0.99 (58)
右折	本牧B突堤入口車線②	1534	2.1	0.98 (22)
直進	池上新町 車線⑤	1951	3.5	0.99 (9)
左折	大黒'イ'リッ' 車線③	1670	3.0	0.99 (4)
直左	本牧B突堤入口車線③	1836	3.4	0.99 (11)

(注1)表-2の脚注と同じ

(注2)()内は回帰分析のサンプル・サイクル数

同表より、以下のことがわかる。

a) 飽和交通流率

飽和交通流率は、本牧B突堤入口車線②(右折)が最小であり、池上新町交差点車線⑤(直進)が最大である。前者については、さらに内側にある同じ右折車線①を走る車両に影響を受け視距や進路が妨げられたりすること、後者については、車線⑤が直進であることによるものと考えられる。

また、一般道路で採用されている飽和交通流率の基本値は、直進車線で2000(pcu/青1時間)、右折車線および左折車線では1800(pcu/青1時間)である。本研究で得られた結果をこれと比べると、直進車線では基本値と比べるほぼ同程度、左折車線では若干低めの値(ただしサンプルサイクル数が少ない)となっている。また、直進・左折混用車線では左折車線の基本値とほぼ同様の数値が得られている。右折車線については、3つの計算結果の加重平均をとると基本値とほぼ同程度の値となる。

以上より、道路の幾何形状の影響等を考慮してより詳細な分析を行う必要はあるものの、本研究で得られた臨海部道路の平面交差点飽和交通流率は、一般道路で通常用いられている飽和交通流率の基本値と概ね合致している。

b) 発進遅れ

発進遅れについては、2.1~3.5秒である。この値は一般道路の平面交差点で2秒前後といわれており⁶⁾、今回の分析で大きめの値が得られたのは、調査対象が大型混入率が高い臨海部道路を対象としているため大型車の発進時の加速性能が乗用車に比べて劣っていることに起因するものと考えられる。

4. まとめ

(1) 研究の成果

- ① 大型車の乗用車換算係数は1.6~1.9で、一般道路について既存の研究で得られている1.3~1.6の値と比較してかなり高い値を示す。
- ② また大型車のうち、セミトレーラー(IとIIの計)の乗用車換算係数1.6~2.1は、セミトレーラー以外の普通貨物車の係数1.2~1.8に比べて大きい。
- ③ さらに、大型車混入率が上昇するに伴って大型車の乗用車換算係数が増加する傾向がうかがわれた。
- ④ 飽和交通流率は、一般道路で採用されている飽和交通流率の基本値が臨海部道路においても適用可能である。

(2) 今後の課題

今後はこれらのデータの蓄積を進めつつ、臨海部道路のサービス水準の考え方、設計基準交通量の設定手法等の検討を進めていく予定である。

謝 辞

本研究では、桑原雅夫東京大学生産技術研究所助教授をはじめ多くの方々に御指導・御協力をいただいた。ここに改めて深謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 池田秀文ほか：臨海部における道路交通特性の分析－臨港道路の階層構造と交通特性－，土木計画学研究・論文集11, pp.207-214, 1993.
- 2) 岡野秀男ほか：臨海部道路における実態観測に基づく交差点の交通容量に及ぼす大型車の影響の分析，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集第4部，pp.668-669, 1993.
- 3) 桑原雅夫ほか：大型車の乗用車換算係数に関する研究，生産研究，第43巻，第12号，pp.14-17, 1991.12.
- 4) 柴田正雄ほか：信号交差点の交通容量調査，土木研究所資料，第2275号, 1985.12.
- 5) 齊藤威：各種交通条件が信号交差点の交通容量に及ぼす影響，科学警察研究所報告交通編，Vol.21, No.1, pp.1-12, 1980.1.
- 6) 藤田大二(編著)：交通現象と交通容量，技術書院，1987.7.