

부산항 배후도로 신호교차점에 있어서 컨테이너 차량의 영향분석

정 현 영* · 김 흥 태**

An Analysis of the Influence of Container Vehicles on the Signalized
Intersection of the Roads at Pusan Port

H. Y. Jung · H. T. Kim

Key Words : 컨테이너차량 PCE산정(Estimation on PCE of Container Vehicles), 항만배후도로
의 교통특성(Traffic Characteristics of Back-Roads of Ports)

Abstract

This study was focused on analyzing the headway of various types of trailer in Pusan city with the high heavy vehicle rate. Then Passenger Car Equivalent (PCE) was calibrated in order to identify the impact of trailers in the traffic flow at the signalized intersections.

To fulfill this goal, types of trailer were classified into five categories, such as full trailer, semi-trailer, unloaded semi-trailer, semi-trailer loaded with 20ft container and semi-trailer loaded with 40ft container, and Passenger Car Equivalents were identified. The Results are as follows:

- 1) The PCE's were 2.64, 1.51, 2.09, 2.16 and 2.23, respectively.
- 2) The saturation flow rate on the signalized intersection was lower than that on the multi-lane highway in the big city of Korea.
- 3) The start-up delay on the thru lane was similar to the average value in our country, but the start-up delay on the left-turn lane was longer than the average value in our country by the impact of container Vehicles.

* 정희원, 부산대학교 공과대학 도시공학과 교수

** 우대기술단 연구원

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

부산항의 경우 항만배후도로가 체계적으로 정비되어 있지 않으므로, 이로 인하여 항만주변의 간선도로나 도시고속도로는 항상 항만관련 물동량이 혼재되어 용량상의 많은 문제점이 대두되고 있다. 특히 부산항에서 처리되는 항만물동량 중 약 6~7할이 컨테이너화물이어서 부산항 배후도로에 미치는 영향은 매우 크며, 더욱이 많은 평면 교차로가 산재해 있어 컨테이너 차량이 교통흐름에 미치는 영향은 매우 큰 편이다. 이러한 점을 감안하여 본다면 항만주변 주요도로의 효율적인 관리·운용과 새로운 항만 배후도로 건설에 있어서 컨테이너 차량에 대한 영향의 검토가 중요하다고 본다. 컨테이너차량의 영향을 나타내는 지표중의 하나로 승용차 환산계수(Passenger Car Equivalent)가 있는데, 이미 트럭이나 버스 등 대형차의 승용차 환산계수에 관한 연구는 용량산정의 일부분으로 미국의 도로용량 편람(HCM)을 바탕으로 하여, 국내에서도 한국형 도로용량편람(KHCM)을 위하여 현장조사를 통해 많이 수행되어 왔다.(이승환, 1989 ; 김동녕, 1990 ; 박창호, 1990 ; 윤항목, 1990 ; Molina Jr. et al, 1987 ; Kimber et al, 1985) 하지만, 컨테이너차량에 대한 별도의 연구는 국내에서는 거의 없는 실정에 있다.

따라서, 본 연구에서는 컨테이너 차량의 혼입률이 높은 부산항 주변의 주요 간선도로를 대상으로 컨테이너 차량의 영향을 검토하고자 하였다. 특히, 평면교차로를 대상으로 차량의 거동에 대해서 미시적인 관점에서 분석하여 차량간의 차두간격 등을 파악하고 이를 활용하여 각종 트레일러의 승용차 환산계수와 포화교통류율과 출발지체등을 산정하여 컨테이너 차량의 영향이 어느정도인지를 파악하였다.

1.2 연구방법

부산항을 크게 북항, 감천항, 다대포항, 남항으로 구분할 수 있는데, 북항은 국제여객부두, 일반부두, 컨테이너 전용부두 등으로 구성되어 있으며 감천항은 고철, 원목을 주로 처리하는 북항의 보조 역할을 하고 있다. 다대포항은 아직 화물 취급기능은 미약하고 인근에 있는 목재 가공단지의 배후항 정도이며, 남항은 어업기지로서 어획물을 처리하여 각국각지로 공급하고 있다. 이중에서 본 연구에서는 먼저 부산항의 중심이라 할 수 있는 북항을 중심으로 부산항 항만물동량 처리에 중요한 역할을 담당하고 있는 부산항 배후에 있는 도로중 가로명이 지정되어 있는 도로들을 컨테이너 차량의 영향 검토의 대상으로 하였다. 이렇게 하여 선정된 항만 배후도로를 대상으로 「차량교통량 조사결과」(부산광역시, 1998)를 바탕으로 차종구성, 시간대별 교통량, 피크율 등 전체적인 교통류의 특성을 분석하였다. 실제로 컨테이너 차량의 영향을 알아보기 위해서 대상도로의 도상검토와 현장답사를 실시한 후 도로주요지점에 비디오를 통한 촬영을 실시하여 차량들의 거동을 분석하였다. 이 분석결과를 활용하여 컨테이너 차량의 승용차 환산계수를 산정하고 산정된 값의 유효성을 검토하였으며, 포화교통류율과 출발지체에 대해서도 검토하였다.

2. 부산항배후도로 주요지점에서의 교통특성

2.1 부산항 주변 주요도로

부산의 경우 대부분의 간선도로가 상당량의 항만물동량을 수송하는 역할을 겸함으로써 교통체증 등 심한 교통문제가 유발되고 있다. 또한 항만물량의 처리를 위한 도로가 체계적으로 갖추어져 있지 않기 때문에, 부산시내 주요간선도로가 항만배

후도로의 역할을 하고 있다고 보아도 될 것이다. 하지만 본 연구에서는 부산시의 도로 중 가로명이 지정되어 있는 주요 도로에 한하여 컨테이너 이동이 빈번한 도로를 대상으로 하였다.

특히, 항만과 도시고속도로와 연결되는 도로 그리고 항만과 부두의 CY(container yard)와 연결되는 도로가 여기에 해당된다.

이와 같이 항만과 항만관련시설 등의 입지 및 연결체계, 그리고 컨테이너 차량의 교통량을 고려하여 최종적으로 본 연구에서는 부산항 주변 주요도로를 Table 1과 같이 상정하였다. 구체적인 위치는 Fig. 1에 나타나 있다.

Table 1 The main-roads of Pusan Port

가로명	기점	종점	항만배후도로 구간
충장로	문화방송국앞	문현로터리	부산세관앞~문현로터리
우암로	동명목재앞	감만동 현대정유앞	전체 구간
신선로	신선대 부두앞	남천동 도시가스앞	전체 구간
황령로	남천동 도시가스앞	동서고가도로 (전포동)	전체 구간
수영로	문현로터리	우동 해운대역앞	대남교차로~수비사거리
충렬로	명륜동 충렬교	우동 수영공항옆	수비사거리~원동 IC
변영로	자성대 부두앞	구서 IC	전체 구간
동서고가도로	문현로터리	감천 IC	전체 구간

2.2 부산항 주변도로의 차종구성

부산항 주변도로에서의 차종구성을 보면 Table 2와 같이 전반적으로 부산항 배후도로에서 승용차, 버스, 소형화물차량들의 구성비율이 부산시 전체 도로의 평균값보다 약간씩 낮고, 대형화물과 컨테

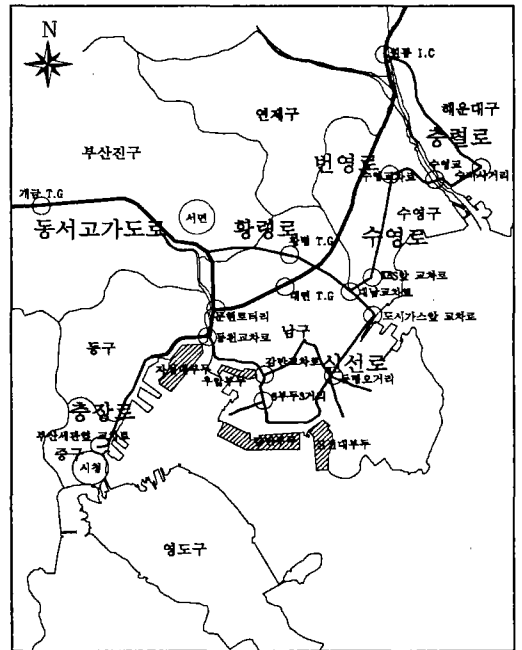


Fig. 1 The map of main-roads of Pusan port

이너 차량의 경우 이들보다 비교적 높게 나타났다. 컨테이너차량은 대부분의 지점에서 부산시 전체 도로의 평균값보다 높게 나타났으며, 우암로가 가장 높은 비율을 보이고 있다. 교통량이 많은 충렬로와 변영로에서도 다른 지점에 비해 상대적으로 높은 편이었다. 단 충장로의 경우 다른 항만 배후도로들보다 낮은 값을 보이는데, 이는 부산세관앞 교차로와 문현교차로가 다른 간선도로들과 교차하는 곳으로 충장로 중에서도 비교적 컨테이너 차량의 통행이 적은 지점이라 할 수 있다. 그러나 자성대 부두 주변 교차로에서 조사가 이루어진다면, 이 지점보다 높게 나타날 것이다.

2.3 컨테이너 교통량 및 피크율

부산항 배후도로에서 컨테이너 차량의 교통량 및 하루중 피크시간과 피크율을 살펴보면 Table 3과 같다.

Table 2 The classes of vehicle in the major back-roads of port

가로명	지점명	전체교통량 (대)	승용차 (%)	버스 (%)	소형화물 (%)	대형화물 (%)	컨테이너 (%)
충장로	부산세관앞교차로	66,873	75.72	2.25	15.19	5.89	0.95
충장로	문현교차로	130,880	78.88	4.52	11.76	3.41	1.43
우암로	동천교차로	60,722	67.74	2.82	12.14	8.75	8.55
우암로	감만교차로	37,880	64.48	5.94	11.91	6.89	10.78
신선로	동명오거리	21,292	75.88	4.08	9.77	3.76	6.51
황령로	도시가스앞교차로	56,869	78.31	0.45	9.85	5.28	6.11
황령로	황령 T.G	42,265	86.59	1.12	6.06	3.72	2.51
수영로	대남교차로	84,996	72.68	6.35	9.67	6.32	4.98
수영로	KBS앞 교차로	40,348	73.48	10.46	8.18	4.92	2.96
수영로	수영교차로	40,016	72.52	11.49	10.88	2.52	2.59
수영로	수영교	22,427	70.43	11.03	10.69	3.67	4.18
수영로	수비사거리	57,386	75.66	6.36	10.61	4.38	2.99
충렬로	원동 I.C	85,317	70.11	3.16	14.23	6.80	5.70
번영로	대연 T.G	49,882	71.14	0.57	13.79	7.47	7.03
동서고가도로	개금 T.G	52,998	63.90	0.44	16.94	4.66	4.66
항만배후도로의 평균			73.52	4.30	11.82	5.98	4.38
부산시 전역의 평균			76.06	5.25	13.47	4.00	1.22

자료: 부산광역시, 「'97차량교통량 조사결과」, 1998. 9

주 : 동명오거리교차로는 7시간 교통량임.

승용차는 택시와 승합차 포함.

전체교통량은 13시간 교통량임.

각 구성비는 모든 방향별 교통량을 합하여 구함.

Table 3 Traffic volume and peak-rate of container vehicle around roads in Pusan port

가로명	지점명	컨테이너 차량대수 (대/13시간)	피크시간 (시)	피크시간 교통량 (대/시)	피크율 (%)
충장로	부산세관앞 교차로	634	10:00~11:00	94	14.83
충장로	문현교차로	1,874	15:00~16:00	228	12.17
우암로	동천교차로	5,194	16:00~17:00	579	11.15
우암로	감만교차로	4,082	16:00~17:00	474	11.61
황령로	황령 T.G	1,059	07:00~08:00	142	13.41
수영로	대남교차로	4,229	15:00~16:00	459	10.85
수영로	KBS앞교차로	1,194	16:00~17:00	136	11.39
수영로	수영교차로	1,036	15:00~16:00	139	13.42
수영로	수영교	937	15:00~16:00	112	11.95
수영로	수비사거리	1,713	18:00~19:00	164	9.57
충렬로	원동 I.C	4,860	15:00~16:00	526	10.82
번영로	대연 T.G	3,570	15:00~16:00	419	11.74
동서고가도로	개금 T.G	2,471	13:00~14:00	336	13.60
전체		32,853	15:00~16:00	3,808	11.59

자료 : 부산광역시 「'97 차량교통량 조사결과」 1998.9

도로에 따라서 상당히 높은 편차를 보이는 경우도 있는데, 전반적인 경향을 보면 컨테이너 차량은 출·퇴근 시간대보다 15:00~16:00대에 11.59%의 피크율을 나타내었다. 이로서 컨테이너 화물이 출·퇴근 시간대를 피해 통행량이 적은 낮 시간대에 많이 수송되고 있음을 알 수 있다. 피크시간대가 지역에 따라서 다르게 나타나고 있는데, 황령로의 황령T.G와 수영로의 수영교차로 등 몇몇 지점에서 일정시간대에 컨테이너가 집중되고 있음을 보여주고 있다. 그 외 교차로의 경우 어떤 일정시간대에 컨테이너차량이 집중되지 않고 큰 변동없이 낮 시간동안 균등히 이동되고 있음을 알 수 있다.

3. 차종별 차두시간 분석

3.1 조사의 개요

본 연구에서는 부산항 배후도로에서 대형차 즉, 컨테이너차량이 교통류에 미치는 영향을 파악하기 위해 신호교차로를 대상으로 비디오 촬영을 통한 실제 조사를 실시하였다.

비디오 촬영은 도상점도와 현지 답사를 통해 다음 조건에 맞는 평면교차로를 선정하였다.

- ① 컨테이너 차량의 교통량이 비교적 많은 신호 교차로
- ② 적당한 촬영 장소를 확보할 수 있는 지점
- ③ 교통량이 많은 곳, 즉 포화 교통류 상태로 되는 지점
- ④ 컨테이너 차량의 혼입율이 높고, 승용차도 적당히 섞여 있는 지점
- ⑤ 버스 정류장, 주차 지역이 교차로 주변에는 없고 가급적 정지선에서 멀리 떨어진 곳
- ⑥ 구배가 없는 곳
- ⑦ 상류측 또는 하류측 교차로의 영향을 받지 않는 지점

위의 사항을 고려하여 최종적으로 선정된 조사 지점은 우암로의 감만교차로, 8부두삼거리, 동천교

차로, 그리고 신선로의 동명오거리, 충렬로의 원동교차로 등이었다. 이들 교차로중 감만교차로, 8부두삼거리, 동천교차로, 원동교차로는 3지교차로이고 동명오거리는 5지교차로이다.

본 연구에서는 비디오 촬영 대상 차선을 선정하였는데, Fig. 2에서 나타낸 것과 같이 감만삼거리의 차선①과 ②, 8부두삼거리의 차선①과 ②, 동명오거리의 차선②, 원동교차로의 차선①, ②와 ③, 동천교차로의 차선②가 여기에 해당된다. 동천교차로의 차선②(좌회전)를 제외하고 모두 직진 차선이다. 각 지점의 촬영은 1998년 4월 평일 실시하였다.

3.2 조사 결과의 분석 방법

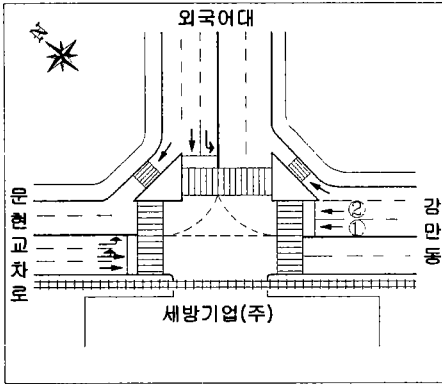
교차로에서 포화차두시간 산정시 본 연구에서는 KHCM에서 제시하고 있는대로 6대부터 포화차두시간이 된다고 가정하여 처음 5대는 차두시간 분석시 제외하였으며, 6대부터 그 차두시간을 계산하였다. 그리고 교통류의 연속성을 판단하기 위해 차두시간이 5초 이상인 경우도 제외하였다. 즉, 포화차두시간 산정시 오차를 줄이기 위하여 행했다. 정지선 통과시간의 측정은 1/100초까지의 측정이 가능하도록 하여 차종조합별 차두시간을 구하였다.

분석을 위한 차종 분류는 항만주변도로를 대상으로 한 조사임을 고려하여 컨테이너를 수송하는 트레일러를 세분하였다.

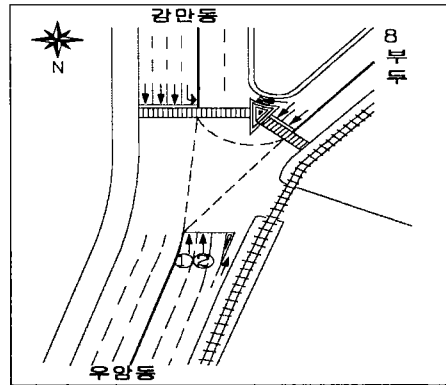
즉 세미트레일러에 대해서는 트랙터, 컨테이너를 적재하지 않은 경우, 20ft 컨테이너를 적재한 경우, 40ft 컨테이너를 적재한 경우 등 4가지 종류로 구분하였으며, 통행량이 많진 않았지만 폴트레일러도 따로 구분하였다.

차종분류에 대한 자세한 사항은 Table 4에 나타나 있으며, 이를 바탕으로 각 지점에 있어서 각 지점별 차종구성과 차종조합별 차두시간을 분석하였다. 단 차두시간을 분석함에 있어서 L(보통버스, 보통트럭, 대형트럭 등)과 X(기타차량)는 제외하였으며, 폴트레일러와 세미트레일러류에 관해서만 행해졌다.

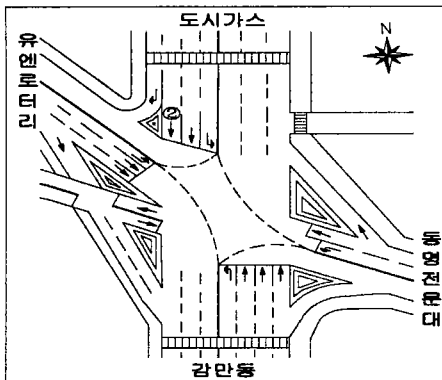
감만교차로



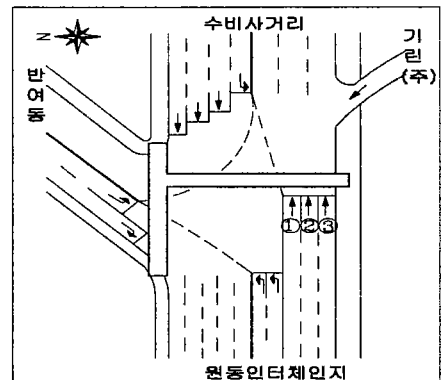
8부두삼거리



동명오거리



원동교차로



동천교차로

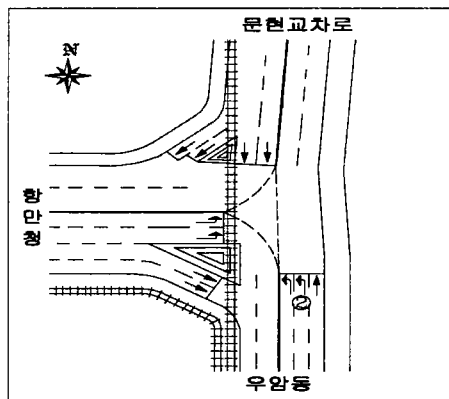


Fig. 2 The conditions of using lane at survey points

Table 4 The classification of Vehicle

차종 분류		차종 기호	비 고
승용차		S	PCE 산정시 기준 차종
소형버스			
소형트럭			
보통버스		L	탱크로리와 레미콘 차량도 포함. 차두시간 분석에서 제외함.
보통트럭			
대형트럭			
풀트레일러		F	차두시간 분석 대상 차종
세미트레일러	트랙터	H	차두시간 분석 대상 차종
	컨테이너를 적재하지 않은 경우	V	
	20ft 컨테이너를 적재한 경우	A	
	40ft 컨테이너를 적재한 경우	B	
기타 차량 (견인중인 견인차, 이륜차, 중장비차량, 차량이송차량 등)		X	차두시간 분석에서 제외함.

주 : 이후로 각 차종명은 위의 차종기호로 나타냄

3.3 차종별 차두시간

본 연구에서는 각종 트레일러류의 PCE산정을 위해 차종을 세밀히 구분할 필요가 있다고 판단하여 각 지점에 대해 2·3차에 걸쳐 조사된 자료를 분석하였다. 또한 이를 차선별로 평균하여 차두시간을 얻은 결과, Table 5와 같았다. 단, 차종조합별 차두시간을 분석함에 있어서 트레일러류 외에 L(버스와 트럭)과 X(기타차량)는 제외하였다.

통상 대형차-대형차간의 차두시간은 소형차-소형차에 비해서 차두시간이 길다고 보아지며, 또한 대형차-소형차 경우와 소형차-대형차의 경우에도 다를 것으로 판단된다. 구체적으로 차종조합별로 분류하여 살펴보면, 우선 SS(소형차-소형차)간의 차두시간이 1.85~2.18초로 다른 차종조합별 차두시간보다 작은 편이며, 이는 일반도로에서의 경우와 비슷하다. 각 지점들의 값 중에서 가장 큰 값은 8부두삼거리의 차선②의 경우로서 이 지점 차선①

의 1.97초와 약간 차이를 보이고 있다.

F(풀트레일러), H(세미트레일러 트랙터부분), A(20ft컨테이너를 적재한 세미트레일러)의 차종조합별 차두시간을 살펴보면, SH 간의 차두시간은 1.48~2.52초로 나타났다. 이 결과는 H의 차장이 소형차와 비슷하게 짧기 때문에 대체로 낮은 값을 나타낸다고 보아진다.

선행차가 소형차이고 후행차가 트레일러류인 경우의 차두시간은 반대인 경우 즉, 선행차가 트레일러류이고 후행차가 소형차인 경우보다 차두시간이 대체로 작은 편이다. 그리고 차장은 같지만 컨테이너 적재여부로 세분한 V(컨테이너를 적재하지 않은 세미트레일러)와 B(40ft컨테이너를 적재한 세미트레일러)에 있어서는 각 조합별로 B의 차두시간이 대체로 약간씩 큰 것으로 나타났다.

이것은 컨테이너를 적재한 경우가 적재하지 않은 경우보다 가속능력이 떨어짐으로 인하여 이러한 차이가 나타나는 것으로 판단된다.

Table 5 The average headway of various vehicle groups

(단위 : 초)

선행차	후행차	감만교차로		8부두삼거리		동명오거리	원동교차로			동천교차로
		차선①	차선②	차선①	차선②	차선②	차선①	차선②	차선③	차선② (좌회전)
S	S	1.87	1.85	1.97	2.18	2.01	1.90	1.83	1.93	1.87
	F	-	3.14	-	2.47	2.87	-	4.55	-	4.39
	H	-	-	1.48	-	2.22	-	2.52	2.12	-
	V	4.31	2.48	2.72	2.64	2.32	-	2.14	2.57	2.41
	A	4.39	2.65	2.08	2.32	3.23	2.93	-	2.99	3.13
	B	3.05	2.96	2.95	2.77	2.77	-	2.63	2.79	2.48
F	S	-	3.78	-	-	3.83	-	4.56	-	2.81
	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	V	-	-	-	-	3.22	-	-	-	-
	A	-	3.62	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	3.84	-	-	-	-
H	S	-	-	2.40	2.69	2.56	-	2.30	1.45	2.09
	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	1.93	-
	V	-	2.75	-	3.24	3.16	-	-	2.46	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	2.29	-	-	2.73	-	-	2.68	2.75
V	S	3.46	3.38	3.48	3.36	3.54	-	3.45	3.44	3.55
	F	-	3.24	-	-	3.74	-	-	-	-
	H	-	3.57	-	-	3.80	-	-	2.95	-
	V	-	3.54	3.19	3.53	3.38	-	-	3.61	4.20
	A	-	3.71	-	3.74	3.89	-	-	3.78	-
	B	-	3.85	2.80	3.68	3.90	-	3.41	3.81	4.11
A	S	-	4.32	1.86	3.01	2.90	2.79	-	3.32	-
	F	-	-	-	-	3.84	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	2.84
	V	-	3.69	-	3.65	3.55	-	-	3.44	4.12
	A	-	4.16	-	3.29	3.85	-	-	3.01	-
	B	-	3.82	-	3.50	3.43	-	-	3.68	-
B	S	2.98	3.50	3.40	3.29	3.61	-	3.16	3.37	3.86
	F	-	-	-	3.13	3.13	-	-	-	4.61
	H	-	3.45	-	3.62	3.22	-	-	3.45	3.94
	V	-	3.68	3.51	3.72	3.68	-	-	3.75	4.25
	A	-	-	-	4.14	3.77	-	-	3.81	4.47
	B	-	4.08	3.52	4.01	3.79	-	4.19	3.76	4.20

주 : 차종기호는 Table 4를 참조할 것

4. 컨테이너 종류별 승용차 환산계수 산정

4.1 승용차 환산계수 산정 방법

PCE 산정 방법으로 본 연구에서는 미시적 차두 시간 방법(Microscopic Headway Method)을 선택하였다. 미시적 차두시간 방법은 개개 차량의 선행 차량과 후행차량의 차두시간을 측정하여 PCE를 산정하는 기법으로, 본 연구에서는 기존의 방법(김동녕, 1990 : 柴田正雄 等, 1991)을 활용하였으며, 그 산정식은 다음과 같은 2가지 방법이 있다.

$$PCE_1 = \frac{(ST+TS)}{SS} - 1.0 \quad (4.1)$$

$$PCE_2 = \frac{TT}{SS} \quad (4.2)$$

여기에서 각 기호는 아래와 같다.

SS: 선행차가 소형차, 후행차가 소형차인 경우 평균차두간격
 TS: 선행차가 대형차, 후행차가 소형차인 경우 평균차두간격
 ST: 선행차가 소형차, 후행차가 대형차인 경우 평균차두간격
 TT: 선행차가 대형차, 후행차가 대형차인 경우 평균차두간격

단, PCE1은 대형차 혼입율이 낮을 때 적합한 식이고, PCE2는 대형차로만 구성되었을 때 적합한 식이다. 하지만 실제 교통류는 소형차와 대형차가 뒤섞여 흐르는 혼합교통류로서 혼입율에 따라 두 방법이 미치는 영향의 정도가 다르게 나타난다. 따라서 대형차 혼입율 r 을 고려한 일반식은 다음과 같다.

$$PCE(r) = (1 - r^2)PCE_1 + r^2PCE_2 \quad (4.3)$$

다만 대형차가 많이 혼입되어 있는 혼합교통류에서 소형차-소형차 차두시간은 바로 앞 또는 수대 앞을 주행하는 대형차의 영향을 받고 있기 때문에 소형차만으로 구성된 기본교통류보다 길게 나

타날 가능성도 있다.

4.2 트레일러류의 PCE

V(컨테이너를 적재하지 않은 세미트레일러)와 B(40ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러)는 각 지점마다 비교적 많은 교통량으로 적절한 자료를 확보할 수 있었다.

또한 F(풀 트레일러), H(세미트레일러 트랙터부분), A(20ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러)의 차종의 경우 대체로 통행량이 적었고 특히 같은 종류의 차종이 연속되어 통행되는 경우는 드물었다. 따라서 본 연구에서는 각 지점별로 차두시간의 자료 개수가 3개 밖에 얻이지 않은 경우에는 각 차종의 평균 PCE를 산정함에 있어서 제외하였다. 전 절에서 정의한 PCE1, PCE2와 각 대형 차종의 혼입율을 고려하여 구한 평균PCE(r)는 Table 6과 같다.

1) 풀트레일러

풀트레일러는 세미트레일러에 비해 길이가 길므로 PCE값이 상대적으로 크다고 볼 수 있다. 풀트레일러가 연속해서 통과하는 경우가 없어서 PCE2는 구할 수 없었다. 또한 원동교차로 차선②의 경우 PCE1이 3.98로 높게 나타났으나 자료의 수가 너무 적어 정확한 값이라고 보기 어려워 본 연구에서는 제외하기로 하였다. 그 결과 PCE는 약 2.64 정도였다.

2) 세미트레일러

① 트랙터부분

세미트레일러가 트랙터부분만 이동하는 경우가 적어 자료수집에 어려움이 있었다. 특히 8부두 삼거리 차선의 경우는 0.99였으며, 원동교차로 차선③의 경우는 0.85로 1보다 작은 값이었는데, 이 경우도 각각 자료의 수가 적어 정확한 값이라고 보기 어려워 본 연구에서 제외하기로 하였다. 이들을 제외하고 자료를 분석한 바 PCE의 평균이 1.51 정도가 되었다.

② 컨테이너를 적재하지 않은 경우

Table 6 The PCE of container Vehicle

차 종	PCE	감만교차로		8부두삼거리		동명오거리	원동교차로			동천교차로	평균 PCE(r)
		차선①	차선②	차선①	차선②	차선②	차선①	차선②	차선③	차선② (좌회전)	
플트레일러	PCE ₁	-	2.74	-	-	2.33	-	3.98	-	2.85	2.64
	PCE ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
트랙터 부분	PCE ₁	-	-	0.99	-	1.38	-	1.63	0.85	-	1.51
	PCE ₂	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	
컨테이너 적재하지 않은 경우	PCE ₁	3.16	2.17	2.15	2.05	1.92	-	2.05	2.11	2.19	2.09
	PCE ₂	-	1.91	0.62	1.79	1.68	-	-	1.87	2.25	
20ft 컨테이너를 적재한 경우	PCE ₁	-	2.77	1.00	1.71	2.05	2.01	-	2.27	-	2.16
	PCE ₂	-	2.25	-	1.67	1.92	-	-	1.56	-	
40ft 컨테이너를 적재한 경우	PCE ₁	2.22	2.49	2.22	2.08	2.17	-	2.16	2.19	2.39	2.23
	PCE ₂	-	2.21	1.79	2.04	1.89	-	2.29	1.95	2.25	

이 경우는 각 교차로마다 비교적 정확한 값을 산정할 수 있었으나 단, 감만교차로 차선①의 경우는 자료수가 적었을 뿐만 아니라 차두시간이 큰 값이어서 PCE1이 3.16으로 큰 값이 나왔으나 이를 제외하고 대형차의 혼입율을 고려한 PCE를 산정한 결과 최종적으로 평균 2.09정도가 되었다.

③ 20ft 컨테이너를 적재한 경우

통상 20ft 컨테이너는 보통 40ft 크기의 트레일러에 적재되어 운송되며, 20ft 크기의 트레일러의 통행은 많지 않은 편이었다. 8부두 삼거리 차선①의 경우 1.00으로서 자료가 적을 뿐만 아니라 다른 지점들과는 많은 차이가 나므로 제외하였다. 그리고 각 지점별로 혼입율을 고려하여 구한 값들을 평균하면 20ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러의 PCE는 2.16정도가 된다.

④ 40ft 컨테이너를 적재한 경우

세미트레일러의 경우 40ft 트레일러에 40ft 컨테이너가 적재되어 운반되는 경우가 가장 많다. 본 연구대상지에 있어서 40ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러의 PCE값들을 구하고 혼입율을 고려하여 구

한 PCE 평균값은 약 2.23정도였다.

4.3 PCE 산정 결과의 비교

본 연구에서 검토한 결과 PCE가 가장 큰 차종은 플트레일러였으며 평균값은 2.64였다. 그 다음은 40ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러로 PCE가 2.23이었다. 20ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러와 컨테이너를 적재하지 않은 세미트레일러는 각각 2.16, 2.09이었으며, 차장이 짧은 세미트레일러의 트랙터 부분은 1.51로서 그 값이 가장 작았다. 단, 경우에 따라서는 상기 평균치를 훨씬 상회하는 PCE가 분석되었으나 본 연구에서는 특수한 경우는 배제하고 가급적 평균치를 구하고 비교검토하고자 하였다. 일반 도로에서의 신호교차로를 대상으로 트럭이나 버스 등에 관한 PCE 산정 결과는 다음의 Table 7에 나타난 바와 같이 본 연구에서 구한 트레일러류의 PCE 값보다 비교적 작다. 또한 일본에서도 PCE산정에 관한 연구(外井哲志 等, 1989 : 小田勝也 等, 1992 : 池田秀文 等, 1993)가

Table 7 The PCE of preceding studies

구분	차종		PCE
KHCM	소형	중차량	1.2
		소형버스	1.2
		소형트럭	1.2
	대형	중차량	1.9
		대형버스	1.8
		대형트럭	2.0
US HCM	대형차		2.0

다수 있는데, 특히 일본의 항만도로에서 실태조사를 통해 구한 세미트레일러-1 (20ft컨테이너 적재가능)과 세미트레일러-2 (40ft컨테이너 적재가능)의 PCE값(池田秀文, 1995)은 각각 1.55~2.04, 1.85~2.15로서 본 연구의 결과보다 약간씩 작은 경향을 보였다.

5. 포화교통류율과 출발지체

본 연구에서는 부산항 배후도로의 평면교차로에서의 포화교통류율이 일반도로와 비교해서 어느 정도 차이가 있는지를 파악하기 위해 분석을 시행하였다. 제 4장의 (4.1)식을 이용하여 산정한 PCE를 이용하여 포화교통류율 및 출발지체를 계산하고, 이를 일반도로에서 이용하고 있는 포화교통류

율과 비교하여, 본 연구에서 얻어진 PCE를 평가함과 동시에 포화교통류율에 영향을 미치는 요인에 대해서 검토하였다. 포화교통류율 및 출발지체는 다음 순서에 의해서 구하고자 한다.

집계대상으로 교차로의 신호주기마다 도착한 차량의 누적대수와 누적시간과의 관계를 확인한 후 각 신호주기에서 포화교통류 상태라고 간주되는 차량대수가 10대 이상인 경우만을 선정하였다. 누적차두시간을 설명변수로 하고, 차량 종류별로 승용차 환산계수를 이용해서 구한 차량의 누적치, 즉 누적대수를 목적변수로 하여 각 주기마다 선형회귀 시켜서 포화교통류율 및 출발지체를 구하였다. 식은 $Y = aX + b$ 로서 a는 포화교통류율(pcu/sec)이 되고, $-b/a$ 는 출발지체가 된다.

감만교차로와 8부두삼거리에는 차선①을 대상으로, 동명오거리와 원동교차로에서는 차선②를 대상으로 검토하였으며 동천교차로에서는 차선②의 좌회전 차선이 그 대상이었다. 포화교통류율에서 직진 차선의 경우, 원동교차로 차선②가 최대이고, 감만교차로 차선①의 경우가 최소로 나타났다. 동천교차로 차선②(좌회전)의 경우도 여타 직진차선과 큰 차이를 보이지 않고 있다.

우리 나라의 경우, 도시부 다차선도로에 있어서, 일반적으로 채용하고 있는 용량은 고속도로와 같이 2200(pcu/h)으로 이것과 본 연구 결과와 비교해보면 본 연구의 결과치가 낮게 나타나고 있다. 그러나 미국의 도로교통용량(HCM)과 일본의 일반도로에서 채용되고 있는 포화교통류율의 값이 직진

Table 8 Saturation traffic flow rate and start-up delay

교차점	감만교차로	8부두삼거리	동명오거리	원동교차로	동천교차로
차선 NO.	차선①	차선①	차선②	차선②	차선②
포화교통류율 a (pcu/h)	1672	1735	1753	1822	1714
출발지체 $-b/a$ (sec)	1.94	1.90	2.28	1.85	2.87
상관계수 R	0.98	0.95	0.97	0.99	0.97

차선의 경우 2000(pcu/h)인 점을 감안해 본다면, 본 연구의 분석결과가 기본용량에 가까운 값으로 보인다. 한편 출발지체의 경우, 1.85~2.87초로 나타났다. 우리 나라의 경우 출발손실시간을 2.3초로 보고 있어 평균적으로 본다면 거의 동등한 값으로 보아도 별 무리가 없을 것으로 보이나, 좌회전의 경우는 평균값보다 길게 나타나 영향이 있음을 보이고 있다.

6. 결론

본 연구에서는 부산항배후도로의 신호교차로를 대상으로 자료 조사를 통해 기초적 데이터를 얻었으며, 이를 분석하여 부산항 배후도로에 있어서 컨테이너차량의 영향을 파악하였다.

본 연구를 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 부산항주변 주요도로에 대해 교통특성을 분석하였는바 먼저 차종의 구성에 있어서는 부산시 일반도로와 비교하여 대형화물차나 컨테이너차량의 혼입율이 비교적 높고, 반면에 승용차나 버스 등의 통행량이 적었다.

둘째, 부산항 배후도로에 대해 차량의 거동을 미시적으로 분석하고 각각의 차종 구성 및 차두시간을 분석한 결과, 컨테이너를 적재하지 않은 세미트레일러와 40ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러의 통행량이 많은 편이었으며, 이들을 포함한 차종조합별 차두시간이 다른 차종들의 경우보다 대체로 크게 나타났다.

셋째, 미시적 차두시간 방법을 이용하여 위의 세분한 각각의 차종에 대해 PCE의 평균치를 산정하였다. 그 결과로 폴트레일러는 2.64, 세미트레일러의 트레터 부분은 1.51, 컨테이너를 적재하지 않은 세미트레일러는 2.09, 20ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러는 2.16, 40ft 컨테이너를 적재한 세미트레일러는 2.23이었다.

넷째, 포화교통류율과 출발지체시간을 검토한 결과, 도시부 다차선도로와 고속도로에서 채용하고

있는 2200(pcu/h)에 비해 낮게 나타났으나 미국, 일본의 용량과 비교해 보면, 큰 차이는 보이지 않고 있다. 출발손실시간에 있어서 직진의 경우는 우리나라의 평균치와 큰 차이를 보이고 있지 않으나, 좌회전의 경우는 약간 큰 값을 보여 대형차의 영향이 있음을 나타낸다고 하겠다.

금후 항만배후도로에서 컨테이너 차량이 어느 정도 지체를 가중시키고 있으며, 서비스수준에 있어서 어느 정도 영향을 미치는 지에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

본 논문은 1997년 학술진흥재단의 공모과제에 의해 수행된 과제논문을 최근 자료를 활용하여 수정 보완하고, 컨테이너 차량의 영향에 대한 분석을 보충한 것임.

참고문헌

- 1) 정헌영, 항만도로에 있어서 대형차 영향에 관한 연구, 대한토목학회 논문집 제19권 제III-2호, 1999.
- 2) 김동녕, 고속도로에서의 대형차의 승용차 환산계수의 산정, 서울대학교 박사학위 논문, 1990.
- 3) 박창호, 운항목, 진경수, 대형차의 승용차 환산계수의 산정을 위한 해석적 연구, 대한교통학회지 제8권 2호, 1990.
- 4) 박창호, 김동녕, 승용차 환산계수에 관한 이론적 연구, 대한교통학회지 제9권 2호, 1991.
- 5) 부산광역시, '96차량교통량 조사결과, 1997. 4.
- 6) 오익수, 도시평면 신호교차점의 차량주행 특성에 관한 연구, 영남대학교 박사학위 논문, 1984.
- 7) 운항목, 대형차의 승용차 환산계수의 산정을 위한 해석적 연구, 서울대학교 박사학위 논문, 1990.
- 8) 이승환, 교차로 용량 분석을 위한 교통류 특성 기초 조사, 대한교통학회지 제7권 2호, 1989.
- 9) 한국건설기술원, 교통개발연구원, 「도로용량편

- 람연구조사(제2,3단계) 제3단계 최종 보고서」, 1994.
- 10) 外井哲志, 河野辰男, 柴田正雄, 信号交差点の交通容量に関する研究 -飽和交通流率の影響要因分析-, 交通工學 Vol. 24, No. 2, 1989.
- 11) 小田勝也, 竹下正俊, 池田薫, 臨海部における道路交通特性の分析, 土木計劃學研究講演集 No. 15(1), 1992.
- 12) 池田秀文, 竹下正俊, 小田勝也, 岡野秀男, 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-, 土木計劃學研究論文集 No. 11, 1993.
- 13) 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實態觀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, 土木計劃學研究論文集 No. 12, 1995. 8.
- 14) Cesar J. Molina Jr., Carrol J. Messer, and Daniel B. Fambro, Development of Passenger Car Equivalencies for Large Trucks at Signalized Intersections, ITE Journal, November 1987.
- 15) R. M. Kimber and M. McDonald and N. Hounsell, Passenger Car Units in Saturation Flows : Concept, Definition, Derivation, Transpn. Res. -B Vol. 19B, No. 1, pp. 39~61, 1985.