

■ 論 文 ■

# Bay길이에 따른 좌회전 용량산정에 관한 연구

A study on Left turn Capacity by Bay Length

**김 정 래**

(도로교통안전관리공단 대구광역시지부 연구원)

**김 기 혁**

(계명대학교 교통공학과 교수)

## 목 차

- I. 서론
  - II. 이론적 고찰 및 기존 연구 검토
    - 1. 좌회전 용량 산정이론
    - 2. 포화차두시간의 개요
  - III. 자료조사 및 분석
    - 1. 조사지점 선정
    - 2. 조사방법
  - 3. 구간정의
  - 4. 자료집계
  - IV. 좌회전 이동류의 용량분석
    - 1. 포화차두시간 산정
    - 2. 용량산정모형 도출
  - V. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 출발손실시간, 차두시간, 좌회전용량, 차로이용률, bay길이

## 요 약

본 연구는 신호교차로의 좌회전 용량을 파악하기 위하여 bay차로를 포함한 좌회전 이동류의 용량산정 모형을 개발하는데 목적이 있다. 본 연구에서는 신호교차로의 혼잡을 완화시키기 위해 설치 운용되고 있는 좌회전 bay차로의 용량을 파악하여 보다 정확한 용량산정치 적용을 통한 교차로 운영의 분석자료를 제시하고자 한다. 연구 방법은 좌회전 bay길이를 20~120m까지 변화시키며, bay차로와 전용차로에 대한 차두시간을 분석하였다. Bay차로의 용량산정을 위해 차두시간과 차량유출행태 특성에 따라 1구간(출발손실구간:SLP), 2구간(포화차두구간:SFP), 3구간(차로선택구간:LSP)으로 구분하여 분석하였다. 수집된 차두시간 자료로 차량 대기위치순서 별로 분석하였다. 자료의 통계적 검증을 통하여 구간대별 평균차두시간을 설정한 후, bay길이별 용량산정 모형을 도출하였으며, 이를 이용하여 bay길이별 좌회전 용량을 산출하였다.

## 1. 서론

도시교통에 있어 수요공급간의 불균형과 부조화로 인해 파생되는 문제를 해소할 수 있는가장 이상적인 해결책은 급격한 교통수요에 상응하는 교통공급시설을 확충해 나가는 것이라 할 수 있다.

최근 들어 이러한 도시교통문제로 인한 교통혼잡현상을 완화시키기 위하여 기존의 교통공급시설의 용량을 최대한으로 활용하기 위한 다양한 연구와 정책이 수행되고 있다. 특히, 공급시설물의 규모를 결정하고, 운영실태의 효율성을 분석하기 위해서는 반드시 그 시설이 처리할 수 있는 용량을 정확히 파악해야 한다.

본 연구에서는 신호교차로의 혼잡을 완화시키기 위해 설치 운용되고 있는 좌회전 bay차로의 용량을 파악하여 보다 정확한 용량산정치 적용을 통한 교차로 운영의 분석자료를 제시하고자 한다. 현재 교차로 분석 프로그램의 대부분은 좌회전 이동류의 bay차로에 대한 용량을 정확히 반영하지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구는 이러한 신호교차로 좌회전 이동류의 용량산정을 위한 회전이동류의 교통특성을 파악하고, bay차로를 포함한 좌회전 이동류의 용량을 산정할 수 있는 모형식을 도출하여 교차로 운영상태를 보다 정확히 분석하고자 한다. 본 연구는 우선적으로 좌회전차로가 2개인 접근부를 대상으로 용량분석 및 모형도출을 실시하였다.

## II. 이론적 고찰 및 기존 연구 검토

### 1. 좌회전 용량 산정이론

현재 우리 나라 도로용량편람에서의 용량산정은 이상적인 조건하에서의 포화교통류율(차로당 포화교통류율 2200 pcphgpl)을 일반적으로 적용하여 산정하고 있다. 용량산정시 용량에 영향을 미치는 변수들의 보정계수(차로폭, 중차량, 구배, 주차, 버스정류장, 차로, 교차로 위치)에 관한 연구는 있으나, bay가 설치되어 있는 좌회전 이동류에 대한 용량산정에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 한편 회전이동류인 U-turn차로의 용량산정에 관한 연구는 손한철(1996), 오영태(1995)에 의해 수행되었다.

단속류인 신호교차로의 경우, 용량에 영향을 미치는 변수들이 많고 이들에 대한 각종 보정계수 산정이

수반되어야 하는 어려움이 있어 현재까지는 일반적인 차로용량 2200대/시를 적용하고 있는 실정인데, 이론상의 신호교차로의 용량산정은 식(1)과 같이 포화교통류율에 대한 녹색시간비에 의해 산정된다.

$$c_i = S_i \times \left( \frac{g}{C} \right)_i \quad (1)$$

$c_i$  : 차로군 또는 접근부 i의 용량(대/시)

$S_i$  : 차로군 또는 접근부 i의 포화교통류율(대/유  
효 녹색시간)

$\left( \frac{g}{C} \right)_i$  : 차로군 또는 접근부 i의 녹색시간비

그러나, 여기서 정확한  $S_i$  값을 산정하기 위해서는 각 이동류별 차로 이용형태에 대한 분석이 필요하다. 즉 좌회전 이동류가 bay차로를 포함한 형태일 경우 bay차로 길이에 따른 용량산정의 영향요인을 정확히 파악해야 한다.

### 2. 포화차두시간의 개요

용량산정을 위해서는 포화차두시간에 대한 개념정립과 이를 이용한 포화교통류율 산정이 필요하다. 우리나라 KHCM(1992)에서 정의하고 있는 포화교통류율은 "정지하였던 차량이 녹색신호가 켜진 후 어느 정도의 시간이 지난후 일정한 시간으로 교차로를 통과하는 안정된 상태를 이룰 때, 이 상태에서의 차두시간으로 1시간 동안 통과한 교통량을 환산한 양"으로 정의하고 있으며, U.S. HCM(2000)에서는 "교통 및 도로조건 하에서 100% 녹색시간일 때 해당 차로 그룹의 최대교통류율"로 정의하고 있다.

포화교통류율은 신호교차로 접근부상의 차량유출행태에 따라 출발손실시간과 포화차두시간의 차량 대기 위치가 결정되어진다. 이러한 접근부상의 차량출발분포와 유출행태에 관한 연구로는 Greenshields(1967)의 녹색신호가 등화된 후 출발하는 차량의 포화차두시간은 2.1초로, 출발손실시간은 3.7초라고 주장한 것과 Gerlough(1967)의 Los Angeles 등을 대상으로 행한 연구에서 포화차두시간을 2.5초, 출발손실시간을 2.1초로 산정한 연구결과가 있다. Bonneson(1992)은 포화차두시간과 출발손실시간을 함수식으로 나타내, 전자는 2.0초보다 짧은 값으로, 후자는 2.0초보

다 큰 값을 제시하였다. 또한, Lin(1986)은 교차로 대기차량의 분산에 대한 simulation model을 개발하였는데, 운전자의 반응시간, 차량길이, 차간거리 등 7가지 경우의 변화에 대한 포화차두시간을 2.0~2.4초(5번째 이후 차량의 평균)로 제시하였다. 이러한 연구의 대부분이 정지선으로부터 대기한 차량의 10~12번째까지를 대상으로 한 것인데 반해, Teply(1993)는 녹색시간 동안에 통과한 전체차량을 대상으로 연구하였다. 그는 녹색시간의 길이가 40~50초 이상이 되면, 전체 통과차량에 대한 포화차두시간이 10~12대를 대상으로 할 때보다 약간 길어진다고 발표하였다.

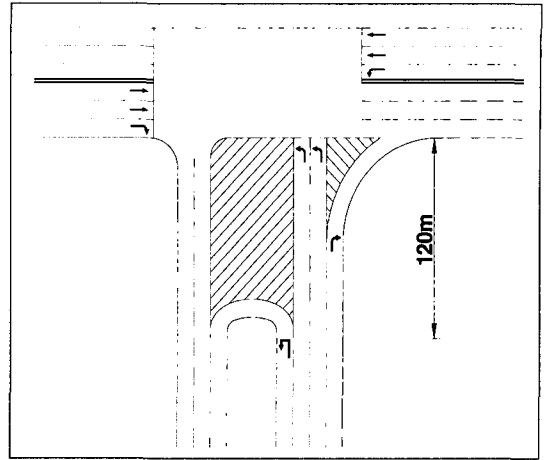
한편, 1985년과 1994년의 HCM은 포화차두시간을 2.0초와 1.9초로 규정하고 있으며, 출발손실시간은 2.0초 이하를 권장하고 있다. 우리나라의 도로용량 편람에서도 포화차두시간은 1.6초, 출발손실시간은 2.3초의 연구결과를 적용치로 제시하였다.

### III. 자료조사 및 분석

#### 1. 조사지점 선정

본 연구에서는 교차로의 접근부 차로별 차량 차두시간에 대한 측정을 통해 차로용량과 포화교통류율 산정을 실시하였다. 조사는 다음과 같은 선정조건을 만족하고 있는 교차로를 대상으로 하였다.

- 1) U-turn에 의한 좌회전 이동류의 영향이 없는 접근부로서, <그림 1>과 같이 U-turn 전용차로가 별도로 운영되며 탄력봉에 의한 차로변경이 통제되는 접근부
- 2) Bay길이 변화(라바콘을 이용하여 bay길이를 조정)에 따른 좌회전 이동류의 용량산정을 위해 좌회전 전용차로가 2개인 접근부
- 3) 용량상태의 자료수집을 위해 접근부의 교통여건이 신호용량을 넘어 대기행렬이 발생하는 신호교차로
- 4) 교차로의 기하구조 조건이 용량산정에 이상적인 조건(구배가 없는 평지, 차로폭 3.5m)을 갖춘 접근부
- 5) 자료수집 과정에서 bay길이 조정에 따른 영향으로 접근부상의 대기행렬이 증가하게 된다. 이러한 교통혼잡 영향을 최소화 하기 위해 상부가로구간(upstream link section)이 충분히 긴 접근부를 대상으로 하였다.



<그림 1> 조사지점 기하구조

<표 1> 조사지점 신호운영현황

구분	Ø1	Ø2	Ø3	주기
현시				-
신호시간(초)	80초	40초	30초	150초

이러한 조건들을 고려하여 본 연구에서는 대구시 달서구의 유천교삼거리(북개도로)를 조사지점으로 선정하였으며, 교차로 신호운영현황은 <표 1>과 같다.

#### 2. 조사방법

자료조사는 접근부의 유출차량 행태 파악이 용이한 도로변 고층아파트 옥상에 video camera를 설치하여 실시하였으며, 조사방법은 본 연구에서 산출하고자 하는 bay길이에 따른 용량산출을 위해 조사대상 접근부의 유출부 지점(<그림 2>의 1구간 시점부)과 bay 차로 종점부(3구간 시점부)에 video camera의 초점을 맞추어 현장 자료를 수집하였다.

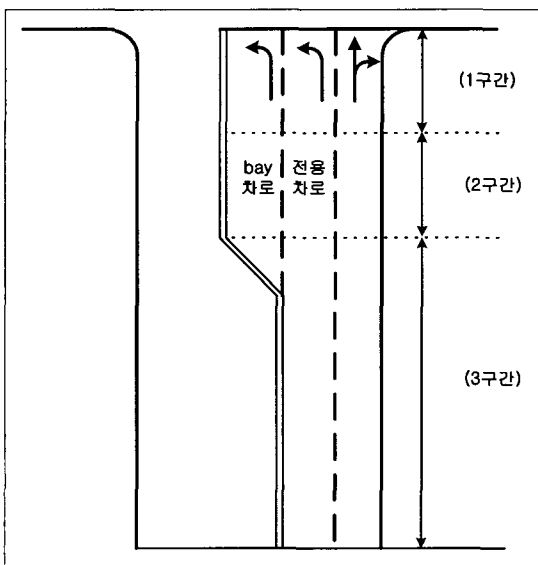
조사는 용량산출의 연구 목적상 접근부 교통여건이 혼잡하여 긴 대기행렬이 발생하는 08:45~11:00에 조사하였다. 평상시 교차로 접근부의 과포화 교통여건은 09:30정도면 해소되는 상황이지만, 2개의 전용 좌회전 차로중에서 bay길이 변화 조사를 위한 bay 차로통제의 영향으로 과포화 현상이 11:00까지 연장되었다. Bay차로의 길이는 교통경찰의 협조하에 라바콘을 이용하여 안쪽차로인 1차로의 bay길이를 변

화시켜 가며 조사하였다. 차두시간 조사에 있어 bay 길이는 조사지점 교차로의 좌회전 녹색시간 40초에 대한 (차두시간을 2초로 가정할 경우에 해당되는 20대) 차량대기공간(차량당 6m)상의 용량지점인 120m를 기점으로 20m까지 10m씩 변화시켜가며 조사하였다.

### 3. 구간정의

Bay차로를 포함한 좌회전 이동류의 차량유출은 bay차로 이용행태에 따라 차두시간 분포가 변화되는 것으로 관측되었다. 본 연구에서는 이러한 차량유출 특성에 따른 좌회전 이동류 용량산정을 위해 <그림 2>와 같이 3개 구간으로 구분하여 용량분석을 실시하였다. 이러한 bay차로 이용특성에 따라 설정한 좌회전 이동류의 구간별 정의는 다음과 같다.

- 1) 1구간(SLP:Start-up Lost Time Period)은 녹색신호 등화시 차량출발에 따른 지연시간이 발생하는 차량군으로, 이 구간은 2구간 차량들의 포화 차두시간 보다 일정시간 이상의 차두시간이 발생하는 구간이다.
- 2) 2구간(SFP:Saturation Flow Period)은 차량의 차두시간이 일정한 흐름을 이루는 포화차두시간 구간을 의미하며, 2구간의 끝지점은 bay길이의 끝단 지점이 된다.



<그림 2> 용량분석을 위한 좌회전 구간 정의

- 3) 3구간(LSP:Lane Selection Period)은 2구간의 bay길이 끝부분 이후부터 녹색신호가 끝나는 시간까지 통행하는 차량들의 bay 차로와 전용차로 중 차로선택이 이루어지는 구간이다.

### 4. 자료집계

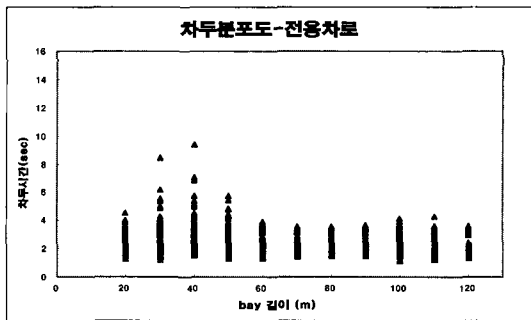
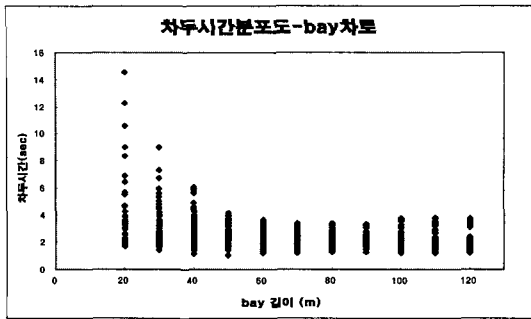
조사자료의 집계는 조사지점에서 bay길이별로 접근부 1구간 시점부의 관측자료와 3구간 시점부의 관측자료를 video 분석기를 통해 분석하여, bay길이별로 구간대별 차두시간을 차로에 따라 구분하여 집계하였다. 차로별 bay길이에 따른 차두시간자료를 이용하여 분석한 결과는 <표 2>와 같다.

분석결과, bay길이가 짧아질수록 평균차두시간과 분산값이 커지는 것으로 나타났다. 좌회전 bay길이에 대한 차두시간분포를 분석한 결과 <그림 3>과 같다. 좌회전 bay길이의 변화에 따라 차량들의 차두시간에 특징적인 변화가 있는 것으로 나타났는데, 크게 2가지로 구분하여 설명될 수 있다.

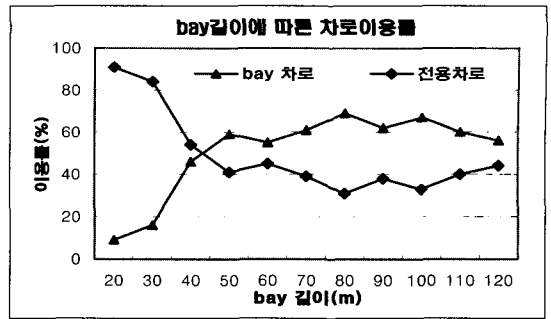
첫째는, bay길이가 20~50m 구간에서는, 전반적으로 차두시간값의 분포범위가 넓고 분산이 큰 형태를 이루며, 50m이상의 bay길이에서는 일정한 차두시간 분포를 형성하는 것으로 나타났다. 이는 bay길이가 짧을 경우 2구간이 짧고 3구간이 길게 나타나서 3구간 차량들의 차로선택에 따른 영향때문인 것으로 나타났다.

<표 2> 좌회전 bay길이별 차두시간 분석결과

구분	bay길이(m)											
	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	
평균	bay 차로	1.96	1.94	1.96	2.04	2.05	2.06	2.16	2.24	2.57	3.02	4.22
	전용 차로	2.00	2.07	2.15	2.07	2.12	2.12	2.20	2.48	2.78	2.63	2.39
분산	bay 차로	0.17	0.22	0.20	0.14	0.15	0.14	0.23	0.36	1.01	2.54	11.01
	전용 차로	0.13	0.3	0.28	0.15	0.18	0.19	0.28	0.79	1.42	1.22	0.41
관측수	bay 차로	195	179	184	176	170	168	148	153	118	72	44
	전용 차로	192	174	167	166	148	151	139	129	129	128	132
	합계	387	353	351	342	318	319	287	282	247	200	176



〈그림 3〉 bay길이별 차두시간 분포도

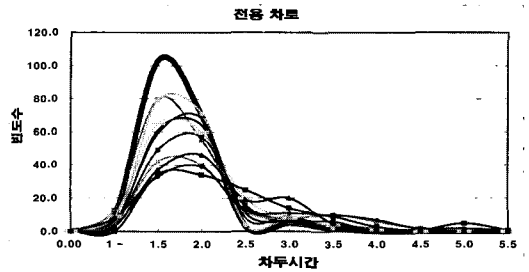
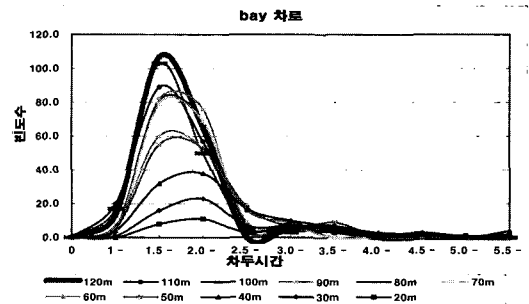


〈그림 4〉 bay길이별 차로이용률

둘째는, bay길이에 따른 차로이용률 변화에 따라 차로별 차두시간 분포가 달라지는 것이다. bay길이 20m의 경우 bay차로내의 대기차량외에는 bay차로를 이용하는 차량이 거의 없으며, 대부분 좌회전 전용차로를 이용하는 것으로 조사되었다. 그 결과 〈그림 3〉과 같이 bay차로의 차두시간이 1.5~15초의 넓은 분포를 이루는 반면 전용차로는 1.5~4초의 일정한 차두시간을 이루는 것으로 나타났다. Bay길이 30~50m에서는 bay길이 증가에 따라 3구간(LSP) 차량들중에 bay차로를 이용하는 비율이 증가하게 된다. 따라서, 20m bay길이의 경우 보다는 전용차로의 차두시간은 증가하고 bay차로의 차두시간은 다소 짧아지는 것으로 나타났다.

Bay차로와 전용차로에 대한 차로선택이 이루어지는 3구간 차량들의 차로별 이용률을 분석한 결과, 〈그림 4〉에서 보듯이 40~50m 구간을 기점으로 대등한 이용률에서 50m이상에서는 전용차로 보다 bay차로의 이용률이 전반적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 운전자들이 좌회전 소요시간이 짧은 안쪽차로를 이용하려는 경향 때문인 것으로 판단된다.

차두시간분포를 살펴보면 〈그림 5〉에서와 같이 bay길이가 50~120m의 경우, bay차로와 전용차로 모두 1.5~2.0초 차두시간 구간에 가장 많이 분포하

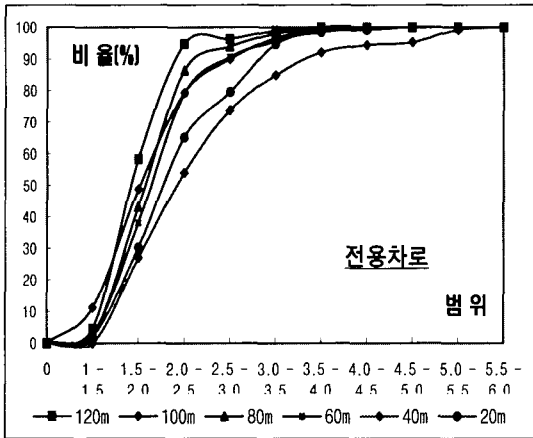
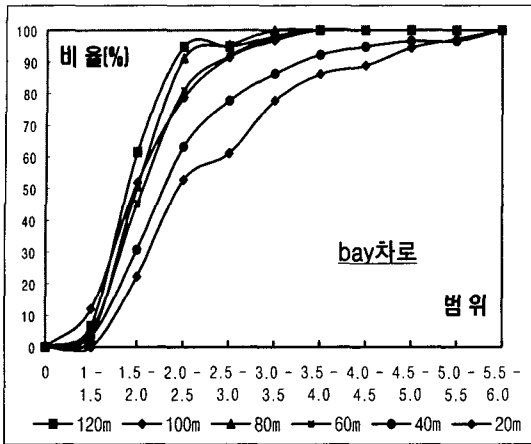


〈그림 5〉 좌회전 bay길이에 따른 차두시간분포

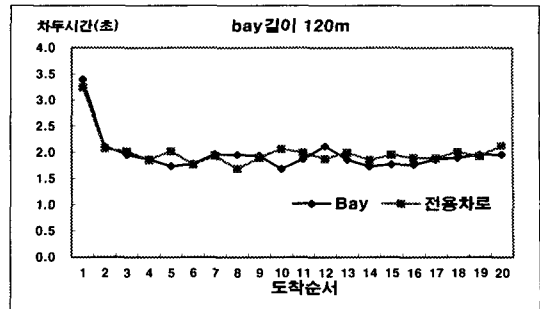
는 것으로 나타났으며, bay길이가 50m이하의 구간에서는 bay차로는 1.5~3.0초에, 전용차로는 1.5~2.5초로 폭넓은 차두시간 구간에 걸쳐 분포하는 것으로 나타났다.

특히 bay차로의 경우 50m를 기점으로 차두시간이 3.0초 이상의 구간까지 분포하는 것으로 나타나, bay길이가 차두시간 변화에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이러한 bay길이에 따른 차두시간 분포를 누적차두시간 분포도를 통해 살펴보면 〈그림 6〉과 같다. Bay차로나 전용차로의 누적차두시간 분포가 1.0~2.5초의 차두시간에 분포하는 비율은 bay길이 100~120m에서는 90%이상, 50~80m구간에서는 70% 수준인것



〈그림 6〉 좌회전 bay길이에 따른 누적차두시간 분포



〈그림 7〉 차량도착순서별 평균차두시간

〈표 3〉 포화차두시간대 평균분석결과

구분	대기순서 5번째 이상 차량		
	bay차로	전용차로	전체
평균차두시간(초)	1.88	1.96	1.92
표준편차	0.28	0.33	0.31
표 본 수	782	774	1,556

〈표 4〉 bay길이 구간별 평균차두시간

bay길이 (m)	평균차두시간(초)				
	bay 차로		전용차로		3구간
	1구간	2구간	1구간	2구간	
50~120	2.41	1.88	2.48	1.96	1.98
40	2.42	2.00	2.56	2.10	2.04
30	2.59	1.95	2.53	2.04	2.06
20	2.55	-	2.46	-	2.08

으로 나타났으며, 20~50m 에서는 50~60%의 누적분포를 이루고 있는 것으로 나타났다.

이는 bay길이가 증가할수록 차두시간 분포가 일정한 포화차두시간 분포를 이루고 있는 반면 60m이하의 짧은 bay에서는 3구간 차량들의 차로이용률 변화에 따라 불규칙한 차두시간 분포가 형성되기 때문이다.

#### IV. 좌회전 이동류의 용량분석

##### 1. 포화차두시간 산정

본 연구에서 차두시간은 유출부 정지선을 차량후미가 통과한 시간을 집계하여 분석하였다. 포화차두시간 산정은 조사된 차량들의 차두시간 자료로부터 포화차두시간으로 통과하기 시작하는 차량의 위치를 파악하여 평균차두시간을 산정하였다.

〈그림 7〉은 10회의 주기에 걸친 차로별 차두시간 수집자료를 이용한 차량 도착순서별 평균차두시간을 녹색시간 40초, bay길이 120m에 대해 나타낸 것이다.

집계된 차두시간 자료를 이용하여 차로별 포화차두시간을 분석한 결과, 〈표 3〉과 같이 bay차로 1.88초, 전용차로 1.96초로 분석되었으며, 이것을 평균분석법에 이용한 신뢰구간 설정을 통해 포화차두구간을 설정한 결과 대기위치 5번째 차량부터가 포화차두시간대에 포함되는 것으로 나타났다.

앞에서 설정한 각 구간에 대한 평균차두시간을 bay 길이에 따라 차로별로 산정한 결과는 〈표 4〉와 같이 나타났는데, 여기서 bay길이 30~40m의 경우 bay길이의 제약으로 차로별 포화차두시간대의 차량대수가 2~3대로 나타났으며 20m의 경우는 차량대기공간이 부족하여 2구간이 없는 것으로 분석되었다.

## 2. 용량산정모형 도출

신호차로에서의 용량산정은 앞서 언급한 용량산정식에 의한 포화교통류율이 유효녹색시간 동안 통과할 수 있는 양으로 환산하여 산출될 수 있다. 본 연구에서 산출하고자 하는 bay차로를 포함한 좌회전 이동류에 대하여 bay길이에 따라 구간별 용량 모형식을 도출하였다.

### - bay길이 20m에 대한 모형식

- bay 차로

$$S_i = \left( V_{1,i} + \left( \frac{GT_{3,i}}{Hd_{3,i}} \right) \times R_{3i} \right) \times \frac{3600}{C} \quad (2)$$

- 전용차로

$$S_i = \left( V_{1i} + \left( \frac{GT_{3,i}}{Hd_{3,i}} \right) \times R_{3i} \right) \times \frac{3600}{C} \quad (3)$$

### - bay길이 30~120m 모형식

- bay 차로

$$S_i = \left( V_{1,i} + \left( \frac{GT_{2,i}}{Hd_{2,i}} \right) + \left( \frac{GT_{3,i}}{Hd_{3,i}} \right) \times R_{3i} \right) \times \frac{3600}{C} \quad (4)$$

- 전용차로

$$S_i = \left( V_{1i} + \left( \frac{GT_{2,i}}{Hd_{2,i}} \right) + \left( \frac{GT_{3,i}}{Hd_{3,i}} \right) \times R_{3i} \right) \times \frac{3600}{C} \quad (5)$$

여기서,

- $S_i$  : Bay길이  $i$ 에 따른 좌회전용량(대/시)
- $i$  : 좌회전 Bay길이
- $C$  : 신호주기(초)
- $V_{1i}$  : 1구간 차량대수
- $Hd_{1,2,i}$  : 전용차로 1,2구간 차두시간(초)
- $Hd_{1,2,i}$  : bay차로 1,2구간 차두시간(초)
- $Hd_{3,i}$  : bay길이별 3구간 차두시간(초)
- $GT_{1i,2i,3i}$  : 전용차로의 구간대별 유효녹색시간(초)
- $GT_{1i,2i,3i}$  : bay차로의 구간대별 유효녹색시간(초)
- $GT_{3i}$  : 총 녹색시간 - ( $GT_{1i} + GT_{2i}$ )
- $R_{3i}$  : bay길이별 3구간 차량의 bay차로 이용율(%)
- $R_{3i}$  : bay길이별 3구간 차량의 전용차로 이용율(%)

모형식들은 bay길이에 따라(20m, 30~120m) bay

차로와 전용차로에 대해 각각 도출되었다. Bay길이가 20m인 경우는 2구간(bay 구간내에서 포화차두시간이 나타나는 구간)이 나타나지 않기 때문에 1구간과 3구간의 용량을 합산하여 1시간단위로 환산한 모형식으로 도출하였다. 즉 1구간의 용량은 출발손실이 발생하는 구간으로  $V_{1i}$ 으로 산출되었으며, 3구간의 용량은 잔여 유효녹색시간동안에 평균차두시간으로 통과한 차량대수를 bay차로와 전용차로의 이용율을 적용시켜 계산된 값이다.

Bay길이가 30~120m의 경우는 1, 2, 3 구간에 대하여 각각의 용량을 합산한 모형식으로 도출하였다. 용량산정 모형식에 사용된 주요 변수는 bay길이에 따른 구간대별 차두시간과 차로이용률이다.

여기서, 1, 2구간의 용량산정은 구간대별 유효녹색시간에 대한 평균차두시간을 나눈값으로 구간별 통과대수를 산출한 값이다. 차로선택에 따라 용량이 변화되는 구간인 3구간의 용량산정은 3구간 유효녹색시간에 대하여 평균차두시간을 적용하여 산출한 차량대수에, 각각의 bay길이별 차로이용률 보정하여 산정하였다. 이러한 구간대별 차로별 1주기동안 통과한 차량대수를 합산하여 시간당 신호용량으로 환산하면 좌회전 이동류에 대한 용량이 산출된다.

본 연구를 통해 도출된 용량산정 모형식을 이용하여 연구대상 교차로의 신호조건인 주기 150초, 좌회전 신호시간 40초에 대한 구간별 차로별 용량을 산출한 결과 <표 5>와 같이 나타났다. Bay길이에 따른 차로용량 특성상 20m의 경우는 2구간이 없으며, bay길이 120m의 경우는 녹색시간이 40초로 제한되어 있어 3구간이 없는 차로용량이 산정되었다.

30~120m의 경우, 1구간은 각 주기별로 출발손실이 발생하는 4대의 차량만이 포함된 것이다. 150초 주기 시간중 1주기당 4대가 1구간에 포함되기 때문에 1시간 동안으로 환산한 경우 96대에 해당된다.

이를 이용하여 좌회전 전용차로 2개 차로 대비 bay길이별 차로배수를 산정한 결과는 <표 6>과 같다. 녹색시간이 40초인 경우 bay길이가 40m이하의 차로 여건에서는 전용차로 2개 대비 37~45%의 용량감소가 있는 것으로 나타났다. 녹색시간이 30초인 경우 bay길이가 90m, 녹색시간이 20초인 경우 bay길이가 60m에서 1차로의 전용차로 용량대비 2배의 용량을 나타내는 것으로 나타났다.

〈표 5〉 좌회전 bay길이에 따른 차로별 용량  
(단위:veh/hr)

구분		구간별 용량				집근부
		1구간	2구간	3구간	합계	
120m	bay	96	384	-	480	944
	전용	96	368	-	464	
110m	bay	96	336	29	461	906
	전용	96	336	13	445	
100m	bay	96	288	63	447	858
	전용	96	288	26	410	
90m	bay	96	264	73	433	832
	전용	96	264	39	399	
80m	bay	96	216	96	408	767
	전용	96	216	47	359	
70m	bay	96	168	127	391	733
	전용	96	168	77	341	
60m	bay	96	144	127	367	707
	전용	96	144	100	340	
50m	bay	96	96	163	355	658
	전용	96	96	111	303	
40m	bay	96	48	142	286	592
	전용	96	48	162	306	
30m	bay	96	24	52	172	563
	전용	96	25	272	393	
20m	bay	72	-	31	103	518
	전용	72	-	343	415	

〈표 6〉 2개의 전용차로 대비 bay길이별 용량비

구분	bay길이(m)										
	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20
40초	2.0	1.96	1.91	1.88	1.81	1.77	1.75	1.7	1.63	1.6	1.55

〈표 7〉 녹색시간에 따른 bay길이별 용량비

구분		bay길이(m)							
		90	80	70	60	50	40	30	20
비율	30초	2.0	1.96	1.93	1.85	1.77	1.71	1.60	1.56
	20초	-	-	-	2.0	1.92	1.84	1.71	1.61

좌회전 신호시간 변화에 따른 용량변화를 파악하기 위해 주기 150초의 좌회전 신호시간 30초와 20초에 대한 구간별 차로별 용량을 산출하였다. 산출결과를 이용하여 좌회전 전용차로 2개 차로대비 bay길이별 차로배수를 산정한 결과는 〈표 7〉과 같이 나타났다.

분석결과 좌회전 신호시간 30초의 용량지점인 90m bay를 기준으로 40m이하의 차로조건에서의 용량감소가 39~44%의 있는 것으로 나타났다. 또한 20초의 녹색신호시간에 대한 분석결과 신호용량 bay길이인 60m를 기준으로 40m이하의 차로조건에서는 16~39%의 용량변화가 있는 것으로 나타났다.

이러한 용량분석결과를 살펴볼 때 녹색신호시간이 짧아질수록 용량감소가 줄어드는 것으로 나타났다.

### V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 좌회전 차로가 2개인 집근부를 대상으로 용량분석 및 모형도출을 실시하였다. 좌회전 bay길이에 따른 용량산정을 위해 차두시간 행태특성에 따라 1, 2, 3구간으로 구분하여 용량을 산출하였다. 분석결과 bay길이가 짧아질수록 평균차두시간과 분산값이 커지는 것으로 나타났다. 또한 bay길이가 짧을 경우, 단지 녹색신호 등화전에 대기한 차량들만 bay 차로를 이용하는 것으로 나타나 용량증대 효과가 크지 않은 것으로 나타났다.

3구간 차량들의 차로별 이용률을 분석한 결과, 50m 이상에서는 전용차로 보다 bay차로의 이용률이 전반적으로 높은 것으로 나타났다.

집계된 차두시간 자료를 이용하여 차로별 포화차두시간을 분석한 결과, bay차로 1.88초, 전용차로 1.96초로 분석되었으며, 이것을 평균분석법에 이용한 신뢰구간 설정을 통해 포화차두구간을 설정한 결과 대기 위치 5번째 차량부터가 포화차두시간대에 포함되는 것으로 나타났다. 분석 결과 신호조건과 도로조건이 일정한 경우 좌회전 용량에 영향을 미치는 주된 변수는 좌회전 bay길이를 나타냈다.

본 연구를 통해 기존의 일률적으로 적용되던 bay차로에 대한 용량을 보다 실질적으로 산출할 수 있는 방법을 모색하였다.

향후 연구과제로는 본 연구방법을 토대로 우리나라 신호교차로의 좌회전 bay길이에 따른 교통용량을 산정할 수 있는 보다 구체화된 연구가 필요할 것이다. 즉 다양한 교차로 기하구조와 신호시간에 대하여 각 구간별, 차로별 bay길이에 따른 차두시간을 산출하여 좌회전 차로의 용량산정기준을 작성하는 것이다. 또한



U-turn 교통류가 있는 좌회전 공용 bay차로를 대상으로 한 용량산정 모형에 관한 연구가 수반되어야 할 것으로 사료된다. 특히 U-turn과 좌회전 차량의 비율 변화에 따른 용량모형 도출에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 건설부(1992), "도로용량편람".
2. 김용석(1994), "포화구간 설정 및 포화교통류를 변화에 관한 연구", 아주대학교 석사학위논문.
3. 김부원(1993), "과포화 독립교차로에서 유출교통량 변화분석", 한양대학교 환경과학대학원 석사학위논문.
4. 도로교통안전협회(1997), "좌회전 교통류 관리방안에 관한 연구".
5. TRB(2000), "Highway Capacity Manual", special report 209.
6. U.S. DOT. Fedral Highway Administration (1991), "TRANSYT-7F Users Guide", University of Florida, pp.4-30~4-38.
7. B. D. Greenshields, D. Schapiro and E. L. Erickson(1967), "Traffic Performance at urban intersection", Bureau of Highway Traffic, Technical Report No.1.
8. D. L. Gerlough and F. A. Wagner(1967), "Improved Criteria for Traffic Signals at Individual Intersections", NCHRP Report 32, TRB, National Research, Council, Washington, D.C.
9. Feng-Bor Lin, M. ASCE and Donald Cooke (1986), "Modeling of Queue Dissipation for Signal Control", Journal of Transportation Engineering, Vol.112, No.6, pp.593~608.
10. J. A. Bonneson(1992), "Change Interval Timing and Lost Time for Single Point Urban Interchanges", Journal of Transportation Engineering, Vol.118, No.5.
11. S. Teply, D. Allingham, D. Richardson and B. Stephenson(1993), Factual Draft Second Edition of Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections, Institute of Transportation Engineers, District 7, Canada.
12. Teply, S. and Jones(1991), "A.M, Saturation Flow : Do We Speak The Same Language?", TRR 1320 TRB.

✉ 주 작 성 자 : 김정래

✉ 논문투고일 : 2002. 3. 18

논문심사일 : 2002. 5. 2 (1차)

2002. 5. 20 (2차)

심사판정일 : 2002. 5. 20

✉ 반론접수기간 : 2002. 10. 30