

□ 論 文 □

# 도시부 신호교차로의 기본용량및 기하구조 보정계수

## Ideal Saturation Flow Rate and Geometric Adjustment Factors at Urban Signalized Intersection

인영채  
吳榮泰

(交通開發研究院 責任研究員)

심대영  
沈大榮

(交通開發研究院 研究員)

### 목 차

I. 서 론

II. 방법론 고찰

III. 자료 조사및 정리

IV. 자료분석

V. 결 론

### ABSTRACT

This research presents the method of determining basic capacity of signalized intersection using the concept of ideal saturation flow rate. Vehicle discharge rates during green time were collected and studied as part of the preparation of Korean Highway Capacity Manual. From the result of this study, the ideal saturation flow rate and saturation queue position were determined. In addition, based on the ideal saturation flow rate, two geometric adjustment factors(lane width and grade adjustment factors)were studied. The results were presented in this paper.

### I. 서 론

현재 우리나라 대도시는 극심한 교통문제로 곳곳에서 혼잡이 야기되고있어 이로 인한 비용을 줄이기위한 노력들이 여러곳에서 다양하게 진행되고있다. 그러나, 때로는 간단한 문제이지만 기초적인 연구, 조사 노력이 미비하여 이에 대한 적용에 일관성있는 기준이 없어 이러한 개선 노력의 의지를 상쇄시키는 경우들이 아직은 많은 실정이다. 도시부 신호 교차로에서의 기본용량과 기

하구조계수에 대한 내용도 이러한 문제중의 하나이다. 신호교차로의 기본용량은 미국의 HCM에 의해 그 분석 방법이 설명되고 있으나 이를 적용할때는 기본용량과 기하구조계수에 대한 면밀한 고려가 필요하다.

본 연구에서는 한국형 도로용량편람연구조사의 일환으로 실시된 조사중에서 신호교차로에서의 기본용량을 녹색신호동안 차량의 출발형태에서 나타나는 포화교통류율의 개념을 이용하여 실지 현장자료로부터의 결정하는 방법과 그 결과를

서술한다. 이러한 분석을 통하여 국내에서 사용할 수 있는 신호교차로에서 기본 포화교통류율을 결정하고 아울러 포화대기위치까지 분석하였다. 또한 기본포화교통류율을 기준으로 기하구조계수인 차선폭 및 구배계수에 대해 조사, 분석하여 그 결과를 제시하였다.

## II. 방법론 고찰

신호교차로의 용량은 도시부지역에 있어서의 도로망 분석에 있어서 분석의 과정이나 그 결과에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 대부분의 도시부 교통 분석에 있어서 그 추정치들은 용량에 지배를 받게 되며, 특히 각 도로의 접촉점이 되는 신호교차로의 용량은 전체 도로망의 용량과 체계를 지배하는 가장 중요한 변수이다.

### 1. 포화교통류율의 결정방법

이러한 신호 교차로의 용량을 결정하기 위해서는 포화교통류율의 개념은 Webster이후부터 고전적으로 사용되어 왔으며 현재 용량분석의 지침서인 미국 도로용량편람(US HCM, 1985)에서도 신호 교차로의 용량분석은 포화교통류율을 개념에서 출발하고 있다. 포화교통류율은 1시간 동안 교차로의 통과량을 결정하며 신호 교차로에서의 용량은 포화교통류율에  $g/C$ 비를 적용함으로써

결정된다. [9, 10]

$$c = s \times (g/C)$$

여기서  $c$  = 용량

$s$  = 포화교통류율

$g/C$  = 주기(C)에 대한 유효녹색시간(g)비

포화교통류율의 개념은 신호교차로에서 녹색 신호가 켜졌을때 차량의 출발 형태로 부터 유추되며 다음의 <그림 1>은 이를 나타내고 있다.

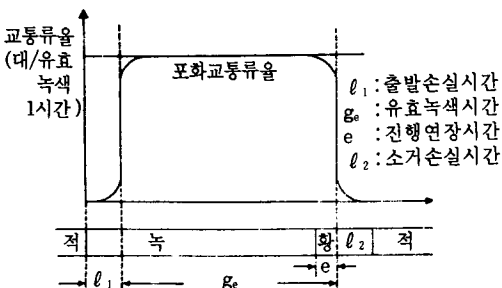
이러한 포화 교통류율을 결정하기 위해서는 포화 차두시간을 측정하는데 처음 몇 대의 차량이 통과한 후 일정한 통과율로 정지선을 지나간다고 하면 대기위치별 차두시간과 정지선 통과시간은 일정한 직선식을 이루게 된다. 따라서 이러한 차두시간과 정지선 통과시간을 이용하여 직선식을 구하게 되면 대기행열에 따른 포화차두시간(saturation headway)을 구할 수 있으며 다음의 식에 따라 포화교통류율을 산정하게 된다.

$$\text{포화교통류율(대/시간)} = \frac{3,600(\text{초/시간})}{\text{포화차두시간(초/대)}}$$

포화 차두 시간을 결정하기 위해서 포화된 상황에 대해 정의하고 포화상태의 차두시간을 이용하여 포화차두시간을 결정할 수 있다. 포화여부의 결정은 차량이 접근부에서 신호에 의해 정지하였다 출발하는 경우로 정의하는 것이 일반적으로 통용되는 정의이다. 포화교통류율의 포화차두시간을 결정하는 방법에도 여러가지 모형이 있을 수 있는데 차량이 정지선 통과시간에 대한 단순 직선모형분석과 차두시간의 특성이 대기 위치에 따라 감소함수의 형태를 보이고 있으므로 감소수 함수형태에 대한 비선형모형분석, 그리고 일정한 포화 차두시간에 대한 선형 회귀분석에 의해 포화교통류율을 결정할 수 있다.

### 1) 선형회귀분석 모형

기본포화교통류율을 구하기 위한 회귀분석 모형으로 차두시간의 누적치에 해당하는 차량의 정

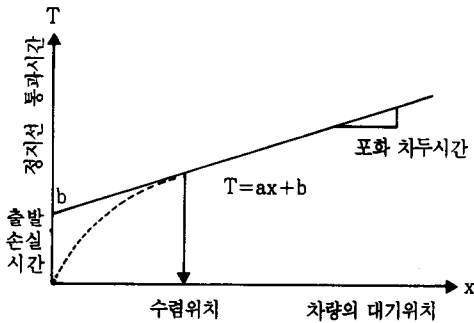


<그림 1> 포화 교통류율의 개념

지선 통과시간에 대한 선형 회귀분석을 차량의 대기위치별로 제거해 가면서 수행하는 방법이 있다. 이 방법의 회귀분석 모형은 단순직선모형으로 (그림 2)는 이 관계를 나타낸다.

$$T = ax + b$$

= 대기위치  $x$ 의 정지선 통과시간  
 $x$  = 대기차량의 위치  
 $a$  = 포화차두시간  
 $b$  = 출발손실시간



〈그림 2〉 정지선 통과시간을 이용한 선형회귀분석모형의 형태

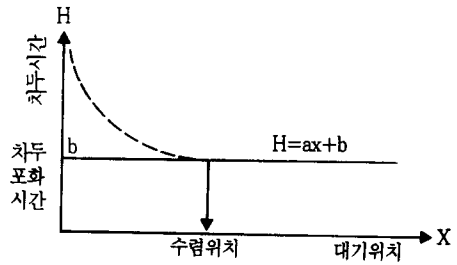
이 모형은 차량의 정지선 통과시간의 차이가 처음에는 크게 나타나다가 어느 정도의 차량이 지나가고난 후는 포화차두시간으로 일정하게 된다는 가정하에서 정지선 통과시간에 대해 대기위치별로 점점 제거해 가면서 회귀분석을 실시한다. 대기위치별로 회귀분석을 실시해나감에 따라 차량의 출발손실시간의 영향이 없어졌다고 판단되는 수렴위치에서 그 이후로 마지막 포화교통류까지에 대해서 포화차두시간을 결정하게 된다. 이 모형은 자료가 이론적인 차두시간의 특징에 잘 부합되는 경우 대기위치의 결정, 포화차두시간의 결정과 출발손실시간의 결정을 한꺼번에 추정할 수 있는 특징을 지니고 있다.

이렇게 대기위치별로 제거시키는 모형은 대기위치별 차두시간에 대해서도 적용이 가능하다. 즉 어느 대기위치이후로 일정한 포화차두시간으로

차량이 출발한다고 하면 그 위치이후의 대기행렬에 대한 단순직선회귀분석을 통해 그 포화차두시간을 결정할 수 있다. 이 관계는 다음의 식과 (그림 3)에서 나타내고 있다.

$$Hx = ax + b$$

여기서  $Hx$  = 대기위치  $x$ 의 차두시간  
 $x$  = 대기위치  
 $b$  = 포화차두시간(단, 이때  $a=0$ )



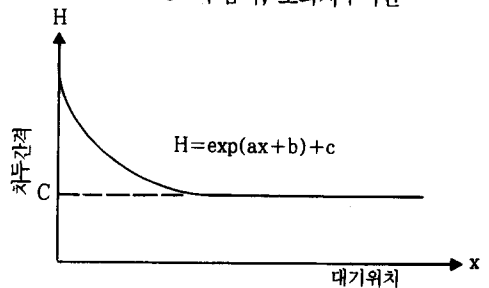
〈그림 3〉 차두시간을 이용한 직선선형회귀분석모형의 형태

2) 비선형회귀분석 모형

감소 지수함수 형태를 이용한 비선형 회귀분석의 형태는 다음과 같고 다음의 (그림 4)는 이 관계를 나타낸것이다.

$$Hx = \exp(ax + b) + c$$

여기서  $Hx$  = 대기위치  $x$ 의 차두시간  
 $x$  = 대기위치  
 $a$  = 매개상수(이론적으로 음수)  
 $c$  = 수렴치, 포화차두시간



〈그림 4〉 차두시간을 이용한 비선형회귀분석 모형의 형태

즉, 비선형 회귀분석모형은 차량이 출발함에 있어서 점차 감소하는 대기차량의 차두시간을 감소 지수함수의 형태로 파악하였으며, 결국은 지수함수는 y축의 평행이동선인 c에 수렴하게 될 것으로 생각하고 있다. 즉, 이 지수함수의 형태를 나타내는 a, b, c의 매개상수를 추정함으로써 차량의 출발형태를 파악해보려는 것이다. 이러한 회귀분석모형식의 사용은 몇가지의 특징을 지닌다. 즉, 포화차두시간은 몇번째의 대기차량 이후에는 포화차두시간으로 일정하다는 가정하에 포화교통류율을 정하게 되지만 실제의 현장조사에서 조사된 포화차두시간은 일정하지않고 현장조건에 의해 상당한 편차를 보이게 된다. 따라서 위의 회귀분석모형은 직접회귀분석 모형을 통하여 이러한 수렴치를 추정해 볼 수 있다는 점에서 실제현장의 자료의 설명을 통한 포화교통류율을 결정할 수 있는 모형이 될 수 있다.

2. 포화대기위치의 결정방법

한편 차량의 대기위치에 따른 차두시간은 어느 정도의 차량이 정지선을 통과한 후에는 일정한 차두시간을 형성하고 이를 포화차두시간으로 결정하는데, 이때 포화가 이루어지는 대기위치의 결정이 필요하다. 이러한 포화대기위치를 결정하는 방법은 포화교통류율 또는 포화차두시간을 결정하는 방법과 일관성을 유지하는 것이 바람직하며 차량의 출발형태가 가정한 기본 이론식을 따른다면 다음과 같은 결정방법을 이용해 볼 수가 있다. [14, 15]

첫째, 대기위치별 차두시간자료로부터 첫번째부터 각 대기위치를 제외해 나가면서 다음과 같은 회귀분석을 실시하여 가장 좋은 결정계수(R<sup>2</sup>)를 나타내는 대기위치를 포화 대기위치로 결정한다(회귀분석식 : 차두시간 = A + B(대기위치)). 둘째, 역시 대기위치별 차두시간 자료로부터 위와 같은 회귀분석을 첫번째부터 대기위치를 점점 제외해가면서 회귀분석할때 그 파라메타가 0이되는

대기위치를 찾으면(파라메타 B에대한 T-검증에서 B=0 가설을 통계적으로 채택할때) 이론적으로 일정한 포화차두시간을 이루었다고 판정할 수 있다. 셋째, 대기위치별 차두시간자료로부터 다음과 같은 비선형회귀분석을 실시할때 수렴치 C를 이용하여 포화대기위치를 찾는다(회귀분석식 : 차두시간 = exp(A대기위치 + B) + C). 넷째, 대기위치별 정지선 통과시간 자료로부터 첫번째부터 점점 대기위치를 제외하면서 다음과 같은 회귀분석을 실시할때 가장좋은 결정계수(R<sup>2</sup>)를 보이는 대기위치를 찾는다(회귀분석식 : 정지선통과시간 = A + B(대기위치)). 다섯째, 통계적으로 동일한 집단을 분류하는 방법(ANOVA의 다중비교방식)등을 고려해 볼 수 있다.

여러가지 결정방법을 실시해본 후 본 연구에서 포화대기 위치의 결정을 위해 이용한 방식은 마지막에 제시한 통계적인 검증방법인 분산분석(ANOVA)의 후속단계인 다중비교(multiple comparison)기법을 이용하였다. 이 중에서 Duncan Test는 다중비교 방법중에서 오류확률이 작다고 알려져 있어 이를 선택하였다. 다중비교 방법은 분산분석의 결과가 다수 집단간 차이가 있을 경우 개별집단의 차이여부를 검증하는 방법으로 Duncan Test(Duncan's Multiple Range Test)는 다음의 판단역에 대하여 검증을 실시한다.

$$| a_i - a_j | > Q' \sqrt{\delta^2/n}$$

여기서 ai=a요인의 i처리평균

Q1=Significant Studentized range table에

있어서, P, θ, α에 의한 Q값

δ=분산

n=처리당 관찰수

이러한 검증에 대해 Duncan Test는 통계적으로 동일한 집단(group)을 파악할 수 있도록 해준다. 따라서, 각 대기위치별 차두시간이 통계적으로 동일한 집단으로 분류된 대기위치를 포화 대기위치로 결정할 수 있다.

### 3. 기본 포화 교통류율

포화교통류율에 대해서 이상적인 도로 및 교통 여건에서의 포화교통류율을 기본포화교통류율(ideal saturation flow rate)이라고 하며 이러한 이상적 조건에 해당하지 않는 경우는 각종 보정계수를 적용하여 포화교통류율을 계산한다. 미국 HCM에서 정의하고 있는 이상적 조건은 다음과 같다.

- 차선폭이 3.6m일 것
- 구배가 없을 것
- 접근부에 연석주차(curb parking)가 허용되지 않을 것
- 교통류는 모두 승용차로만 구성되고 교차로 주변에는 버스정류장이 없을 것
- 교통류는 모두 직진교통일 것
- 교차로 위치는 CBD지역이 아닐 것
- 계속 녹색신호만을 받을 것

그러나 이러한 이상적 조건을 만족하는 도로를 찾아서 측정하는 것은 불가능하다. 미국 HCM에서 정의하고 있는 이상적 조건과 부합되지 않는 경우는 차선폭조건과 계속 녹색신호만을 받는 조건, 그리고 CBD가 아닌 지역을 선택해야 하는 조건으로서 만족시키기는 어렵다. 즉, 한국의 도로기하조건상 시내에서 직진차선폭이 3.6m인 교차로는 드물었고 대부분 3.0-3.3m정도에 분포

하고 있었으며, CBD가 아닌지역에서는 분석에 충분한 대기행렬을 갖고 교통류의 왜해가 없는 지점의 선정이 어려워 촬영에서 많은 제약을 받았으며, 계속 녹색신호만을 받는 것은 성립될 수 없는 조건이었다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 교통상황에 가장 보편적인 도로의 기하구조를 파악하고 이를 통한 기본 포화교통류율의 산정 및 기하구조 보정계수를 결정하도록 시도하였다.

### 4. 기하구조 보정계수

현실적으로 분석 대상이 되는 대부분의 교차로는 이상적인 조건을 만족하지 못한다. 따라서 이러한 교차로에서 만족되지 못하는 조건은 기본포화교통류율에 대해 각종 보정계수를 적용하여 포화교통류율을 구하는데 미국의 HCM에서 이 관계는 다음의 관계식을 적용하고 있다.

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_g \cdot f_{HV} \cdot f_P \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{RT} \cdot f_{LT}$$

여기서,

$$S = \text{포화교통류율(vphgpl)}$$

$S_0$  = 기본포화교통류율(ideal saturation flow rate)로서 보통 1,800pchgpl을 적용한다.

$$N = \text{차선군에 속한 차선수}$$

$$f_i = \text{각종 보정계수}$$

$$(f_w : \text{차선폭 보정계수}, f_g : \text{구배보정계수})$$

〈표 1〉 미국 HCM의 차선폭 및 구배보정계수

차 선 폭(m)	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	≥4.8
계 수	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.03	1.07	1.10	2차선
구 배 (%)	-6		-4	-2	0	+2	+4	+6	
계 수	1.03		1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	

주) 자료 : [9]

기타 각국의 용량분석 방법도 이러한 개념과 거의 동일하지만 적용하는 보정계수의 종류는 조금씩 틀리고 있다. [11, 12, 13]

호 주 :

$$s = (f_w f_g / f_c) s_0$$

$$f_w = \text{차선폭 보정계수}$$

$$= 0.55 + 0.14W (2.4 \leq W < 3.0)$$

$$= 1.0 (3.0 \leq W \leq 3.7)$$

$$=0.83+0.05W(3.7 < W \leq 4.6)$$

$$f_g = \text{구배보정계수} = 1 \pm 0.5(G_i/100)$$

캐나다 :

직선차선 ⇨ 기하구조조건

(차선평, 구배, 대기공간)

교통조건

(대중교통, 주차, 녹색신호시간)

회전차선 ⇨ 기하구조조건 (회전반경)

교통조건

(대향직진교통, 보행자, 공유차선)

스웨덴 : 차선평, 구배, 대형차, 좌회전, 우회전, 비보호좌회전등

### 5. 기타 영향 요인

이상적 조건에 해당되지 않은 경우의 포화교통류율은 기본포화교통류율에 각종 보정계수를 적용하여 계산하게 된다. 그러나 이중의 Non-CBD조건은 특별한 보정계수가 아니고 도로교통상황이 복잡한 CBD지역에서는 조건이 좋은 Non-CBD지역에 비해 용량이 떨어짐을 반영한 보정계수로, 캐나다, 호주등지에서는 기본포화교통류율을 자체를 도로 교통상황의 혼잡성에 따라 분리 적용하고 있다.

우리나라의 경우에 있어서도 서울시의 경우, CBD와 Non-CBD의 구분이 용이하지 않으며, 서울의 강북지역이나 지방의 도시중 가로망이 제대로 정리되지 않은 지역이 있다. 따라서, 이러한 지역은 지역보정계수를 적용하거나, 기본포화교통류율을 따로 결정해야 할 것으로 판단된다.

그리고 HCM에서 결정한 보정계수외에도 중요한 영향요소는 신호주기(또는, 녹색신호시간) 또는 대기행렬 등에 따라 포화교통류율이 차이가 있다는 점이다. 이는 실제상황의 포화교통류가 기본포화교통류율의 이론처럼 포화대기위치이후에 일정하지 않으며, 신호시간 또는 대기위치에 따라 영향을 받게 됨을 의미한다.

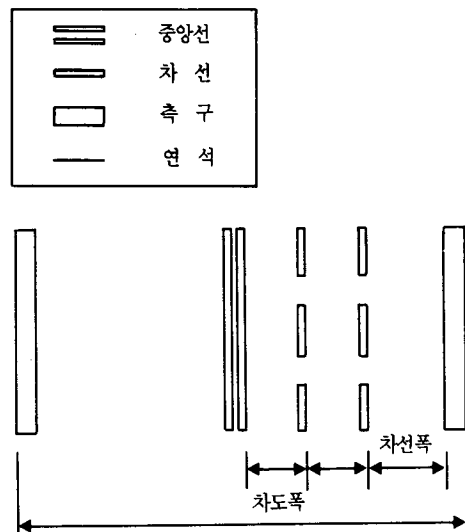
또한, USHCM에서는 보정계수로 적용하고 있

지 않는 길이가 짧은 차선(Short Lane), 차선이 용율(lane utilization), 교차로 기하구조, 계절적 변화, 기후 및 기상 조건, 주·야간의 포화교통류율의 차이, 첨두시간과 비첨두시간의 차이 등도 기본포화교통류율에 대한 영향요소로 들 수 있다.

## III. 자료 수집 및 정리

### 1. 자료조사 방법

본 연구에서 기본적으로 요구되는 자료는 분석을 원하는 각차선의 차선평, 구배에대한 기하구조조건을 파악하고 이러한 자료를 바탕으로 포화교통류율을 구하기 위해서 원하는 기하구조 조건에서 각 대기위치별 차종별 차량의 차두시간, 누적차두시간등의 정보가 요구된다. 이와 같은 자료들을 조사하기 위하여 먼저 기존의 자료를 이용하여 대략적인 기하구조 형태를 파악하고 조사지점을 선정후 차종별 차두시간에 대한 정보는 교차로 접근부에 대해 비디오 촬영을 실시하여 이를 실내에서 원하는 자료로 정리하는 방식을 선



〈그림 5〉 차선평 및 차도폭의 측정방법

택하였다.

차선폭은 양측의 차선 표시선에 대하여 한쪽만을 포함시키도록 측정하였으며, 우측의 보도쪽 차선은 차선구분이 있으면, 보통차선과 마찬가지로 측정하였고, 차선구분이 되지 않은 곳은 측구선까지 측정하였다. 그리고 차도폭은 양쪽 측구를 포함하였다. 다음의 <그림 5>는 차선폭 및 차도폭의 측정 방법을 나타내고 있다. 구배의 측정은 엄밀히는 측량기계를 사용하여야하나 본 연구에서는 간이 측정기를 고안하여 측정하였다.

## 2. 자료 조사지점

### 1) 기본 포화교통류율의 조사

기본포화교통류율을 측정하기 위해서 다음과 같은 구비조건을 갖춘 도로구조에 대한 교통류 비디옷촬영을 먼저 실시하였다. 이러한 지점에 대해서 포화교통류율을 먼저 조사하고 우리나라 도로에서 나타나는 교통류의 특성을 파악하고 이를 기본 포화교통류율의 결정에 이용하도록 하였다.

- 교차로에 유입되는 교통류가 도로의 기하구조의 영향을 적게 받는곳, 즉 유입부가 직선이

고 구배는 평탄할 것

- 차선폭은 3.0m 이상을 만족할 것
- 4지 교차로이며 직선 차선수수는 3차선 이상인 곳
- 교통수요는 가급적 많은 곳을 선택하나 교통류의 왜해가 없을 것
- 버스 정류장, 주차 등으로 인한 마찰이 없을 것
- 가급적 우회전이 금지된 직진 중앙차선 또는 그 옆 직진차선을 선택할 것
- 교통류는 승용차만으로 구성될 것
- 주변에 교통류 촬영에 적합한 건물이 위치할 것

위와 같은 조건을 고려하고 기하구조 조사자료를 이용하여 조사지점을 선정하고 교차로 교통류의 촬영을 실시한 결과 서울시 7개 지점과 부산시 1개 지점에서는 분석이 가능한 것으로 판단되었다. 다음의 <표 2>는 조사지점의 현황을 나타내고 있다.

### 2) 차선폭계수의 조사

차선폭계수를 측정하기 위한 조사지점은 다른 조

<표 2> 기본포화교통류율의 측정을 위한 조사지점

번호	교차로 위치			차선	접근부 차선수	차선폭 (m)	최대 대기행열 (대)	신호주기		
	행정구역	교차로명	접근방향					운영방식	주기 (초)	녹색신호 (초)
1	서울	종로 3가	WB	1차선	4	3.0	15	TOD	90-140	53-83
2	서울	광화문	WB	"	4	3.0	24	TOD	90-140	43-70
3	서울	강남	WB	3차선	5	3.1	18	TOD	80-130	24-33
4	서울	성모병원	EB	2차선	5	3.2	12	TOD	90-140	39-73
5	서울	신타은행역삼지점	SB	3차선	6	3.2	21	TOD	100-140	38-52
6	서울	강남	WB	2차선	5	3.2	18	TOD	120-130	31-33
7	서울	성모병원성수대교단	NB	"	4	3.2	17	TOD	80-130	21-35

건은 모두 기본 포화교통류율의 추정에 이용되  
었던 조건과 동일하며 차선폭만이 영향을 미치는  
지점으로 선택되었다. 차선폭은 3.4m 이상에서 2.  
5m 이하를 대상으로 하여 각 차선폭에 대하여 조  
사되었으며 <표 3>은 차선폭계수의 추정에 이용  
된 자료를 나타내고 있으며 이 외에 기본 포화교  
통류율의 추정에 이용된 자료(3.2m)도 차선폭계  
수의 분석에 이용이 가능하다.

**3) 구배 계수의 조사**

구배 보정계수의 추정을 위한 비디오�촬영 조사  
지점도 다른 보정계수의 영향이 배제될 수 있고,  
구배만이 포화교통류율의 추정에 영향을 미치게

되는 지점을 선택하였다. 즉, 교차로의 기하구조  
가 복잡하지 않으며 유입부가 가급적 직선인 중  
양직선차선 또는 그 옆 직진차선을 선택하였다.  
구배 계수 추정을 위한 지점의 차선폭은 3.0m  
이상인 지점을 일단 선택하였다. 그리고 승용차 이  
외의 차량은 분석에서 제외되기 때문에 승용차로  
만 주로 구성된 교통류에 대해 촬영을 실시하였  
다. 구배의 조사는 +6%, +3%, -3%, -6%  
를 대상으로 실시되었다. 한편, 구배의 측정이 간  
이도구로 이루어진 지점이 많아 이에 대한 보조  
조사가 요구되었다. 다음의 <표 4>는 조사된 지  
점을 표시하고 있다.

<표 3> 차선폭계수의 추정을 위한 조사지점

번호	지 점	교 차 로 명	방 향	차 선	차 선 폭
1	인 천	인천고등학교 4거리	WB	2	3.4m 이상
2	"	한일은행 올림픽지점	SB	3,4	"
3	서 울 강 북	광교	EB	1	"
4	서 울 강 남	가락농수산물시장	EB	3,4	3.3m
5	"	강남성모병원	WB	3	3.1m
6	부 산	하단 5거리	NB	1	"
7	서 울 강 남	천호 4거리	EB	2	"
8	"	잠실역	NB	3	"
9	"	삼성역	SB	4,5	3.0 m
10	서 울 강 북	광화문	WB	1	"
11	서 울 강 남	신사동 4거리	SB	3	"
12	"	농협 석촌지점	SB	3	"
13	서 울 강 북	종로 3가	WB	1	2.9 m
14	"	성남극장	NB	2	"
15	"	광화문	WB	2	"
16	"	숙대입구	NB	1	"
17	"	을지로 6가	WB	1	2.8 m
18	"	용산역	SB	1	"
19	"	왕십리	EB	2	"
20	"	창동	NB	2	"
21	"	경동시장	NB	2	2.7 m
22	서 울 강 남	한일은행 서역삼점	NB	2	"
23	"	진로도매센터	EB	2	"
24	여 의 도	여의도 한양쇼핑	SB	2	2.5m 이하
25	"	"	NB	2	"
26	서 울 강 북	상왕십리역	WB	1	"



〈표 4〉 구배보정계수 추정을 위한 조사지점

번호	지역	교차로	방향	차선	구배
1	서울	도산공원 입구	NB	2,3	-6%
2	강남	르네상스호텔	EB	3,4	
3	"	한국석유공사 입구	NB	2	
4	"	대치동 우성아파트	SB	3	
5	"	영동우체국	SB	2	-3%
6	"	강남역	WB	3	
7	"	신해청아파트	NB	2	+3%
8	"	한국석유공사 입구	EB	3	
9	"	동아아파트	NB	2	
10	"	영동백화점	WB	3	+6%
11	"	르네상스호텔	WB	2,3	

3. 자료 정리

비디오 촬영을 통해 조사된 자료는 본 연구를 위해 실내에서 화면의 재생을 자료정리원에 의해 분석에 필요한 자료로 정리되었다. 여기에는 자료 정리를 위한 컴퓨터 프로그램을 작성하고 정리원이 조사 기준선을 통과하는 차량을 키보드로 입력함으로써 원하는 자료로 구성한다. 여기에는 차두시간 누적차두시간(녹색신호후 정지선 통과시간), 차종구분 등의 자료가 직접 정리되며 입력상의 오류를 제거하고 통계분석을 위한 자료로 형성시키고 통계처리 전용 소프트웨어(SAS, STATGRAPHICS, LOTUS)를 분석에 이용하였다.

IV. 자료의 분석 및 연구결과

본 연구에서는 현재 우리나라에서 산만하게 적용되고 있는 기본 포화교통류율에 대한 기준과 차선폭 및 구배에 대한 기하구조 보정계수를 분석 제시하고자 한다.

1. 기본 포화교통류율

1) 차두시간의 분포

실제의 교통류는 이론적인 교통류 흐름을 보이

지는 않는다. 즉, 녹색신호가 켜지고 어느 정도의 차량이 지나간 후에도 이론처럼 일정한 통과율로 정지선을 통과하지는 않고 운전자의 운전행태, 차량원인 등에 의해 어느 정도의 변화를 지니게 된다. 따라서 이러한 교통류에 대해 많은 자료를 수집하여 이에 관한 통계적 분석을 통해 이를 평균적 통행형태로 구성하였다. 즉, 각 대기행렬에 있어서 차두시간과 정지선 통과시간이 일정하지 않은 분포를 형성하게 되므로 동일 위치에서의 반복적인 조사를 통하여 대기위치별 차두시간의 분포와 대표치를 선정한다. 그리고 이를 대표할 수 있는 값들에 대해 회귀분석과 같은 통계적 분석을 실시하고 회귀분석의 매개상수(parameter)를 정산(calibrate)함으로써 관측된 교통류를 설명하려고 하였다.

각 분석지점중에서 종합적인 대표값을 구하여 기본포화교통류율을 결정하기 위하여 차선폭이 3.2m인 지점을 대상으로 분석을 실시하기로 결정하였다. 그 이유는 국내의 도로특성에 비추어 볼 때 3.2m의 차선폭은 대표적인 차선폭이며, 또한 위의 결과에서 차선폭이 3.0m, 3.1m, 3.2m인 지점 사이의 각 분석치들이 차선폭에 의한 뚜렷한 경향을 보이지는 않고 있지만 3.2m의 각 분석치들은 다른 경우와 비교하여 어느정도 고른 분포를 보이고 있는 것으로 판단되었기 때문이다.

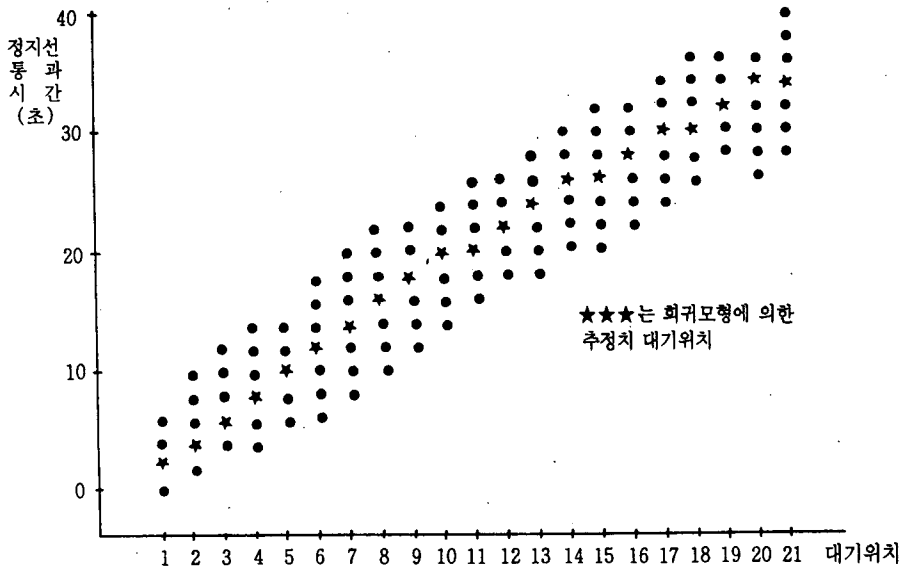
차선폭이 3.2m인 지점의 대기위치별 평균차두시간과 이를 누적한 정지선 통과시간(누적 차두시간)은 〈표 5〉에 나타내고 있다. 또한 〈그림 6〉과 〈그림 7〉은 차두시간의 분포와 정지선 통과시간의 분포를 표시하고 있다.

〈그림 6〉과 〈그림 7〉에서 보듯이 차량의 대기위치별 차두시간은 감소함수의 형태를 보이고 있다. 이는 일정한 대기위치 이후에 일정한 값을 갖는다고 판단되기 보다는 어느정도 등락을 반복하거나 오히려 계속적인 감소를 보여준다고 판단된다. 이에비하여 차량의 정지선 통과시간은 비교적 직선식의 형태가 뚜렷하다고 판단된다.

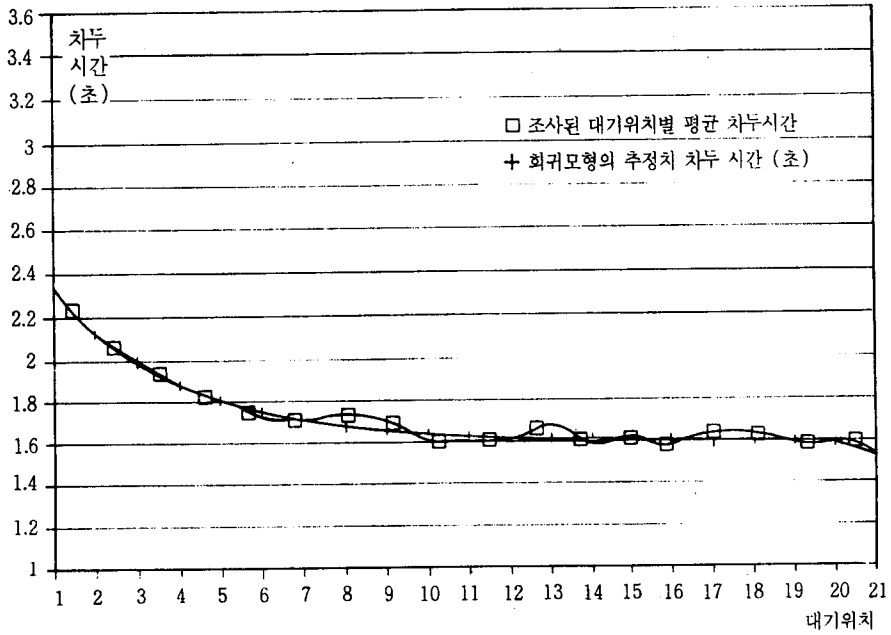
〈표 5〉 대기위치지별 평균차두시간과 정지선 통과시간(3.2m지점)

대 기 위 치	전 체 자 료					평 균 치 자 료		
	자료수	평균차두시간	분산	최소값	최대값	정지선통과시간	차두시간	정지선통과시간
1	455	2.3274	1.09	0.50	5.32	2.3274	2.6525	2.6525
2	461	2.1092	0.62	0.93	3.95	4.4366	2.0854	4.7379
3	460	2.0058	0.47	0.99	3.30	6.4424	2.0090	6.7469
4	459	1.8795	0.48	0.98	3.30	8.3219	2.9125	8.6594
5	458	1.8216	0.44	0.88	2.97	10.1435	1.7981	10.4575
6	459	1.7297	0.42	0.98	2.97	11.8732	1.7277	12.1852
7	459	1.7117	0.42	0.93	2.80	13.5849	1.7391	13.9243
8	457	1.7491	0.46	0.82	3.08	15.3340	1.7344	15.6587
9	437	1.7128	0.45	0.87	2.97	17.0468	1.7267	17.3854
10	406	1.6100	0.35	0.88	2.80	18.6568	1.6383	19.0242
11	379	1.6124	0.35	0.93	2.75	20.2692	1.6022	20.6264
12	347	1.6100	0.35	0.88	2.80	21.8792	1.6166	22.2430
13	320	1.6994	0.37	0.93	3.18	23.5786	1.6603	23.9033
14	295	1.5915	0.31	0.82	2.80	25.1701	1.6000	25.5033
15	266	1.6297	0.30	0.82	2.75	26.7998	1.6486	27.1519
16	197	1.5787	0.28	0.77	2.97	28.3785	1.6103	28.7622
17	118	1.6187	0.22	0.94	2.85	29.9972	1.5142	30.2764
18	71	1.6303	0.20	0.77	3.02	31.6275	1.7113	31.9877
19	39	1.6097	0.13	1.04	2.69	33.2372	1.6709	33.6586
20	28	1.5900	0.13	0.88	2.75	34.8272	1.6037	35.2623
21	22	1.5305	0.11	0.88	3.13	36.3575	1.4158	36.6781

주) 전체자료는 자료정리과정을 거친 자료이며, 평균치자료는 각 지점의 평균치에 대한 평균이다.



〈그림 6〉 정지선 통과시간의 분포



〈그림 7〉 전체 자료를 이용한 평균차두시간

〈표 6〉 Duncan's Grouping의 결과

지 점	신뢰수준	각 그룹으로 분류된 대기위치						
		그룹 A	그룹 B	그룹 C	그룹 D	그룹 E	그룹 F	그룹 G
성수대교남단	99%	1	2	3-4	5-15	5-16	6-16	17
	95%	1	2	3-4	4, 7	5-16	17	
	90%	1	2-4	3, 4, 7	5-16	11, 17		
신탁은역삼지점	99%	3, 4, 7	4-18	5-18	5-20	21		
	95%	3-8	4-19	5-20	21			
	90%	3-1	4-20	11-21				
광교	99%	1	2	3	4-9	6-12		
	95%	1-2	2-3	3, 5	4-9	4-12	6-12	
	90%	1-2	2-3	3-5	4-12	4-12		
성모병원	99%	1	2-4	5-9, 18	6-13, 18	7-18		
	95%	1	2-4	5-9, 18	6-15	7-16	7-17	
	90%	1	2-4	3-5	5-13, 18	6-18	7-18	7-18
4개지점 전체	99%	1	2-8	3-15	4-21	5-21		
	95%	1	2-4	3-8	4-15	5-21	6-21	
	90%	1	2-4	3-8	4-15	5-21	6-21	

2) 포화대기위치의 결정

여러가지 결정방법을 실시해본 후 통계적인 검증방법인 분산분석(ANOVA)의 후속단계인 다중비교(multiple comparison)기법중 Duncan's Test를 이용하는 것이 공학적, 통계적 측면에서 타당한 것으로 판단 되었다.

조사지점중 차선폭 3.2m지점에 대해 본 연구에서 실시한 Duncan Test에 의해 동일한 집단(group)으로 구분한 결과는 다음의 <표 6>에 제시되어 있다.

[5, 9]

<표 6>를 살펴보면 지역별 신뢰수준별로 포화대기위치에 차이가 있지만 전체 자료를 이용한 경우 6대부터 포화가 되었다고 판단된다. Duncan Test 이외의 방법으로 포화 대기위치를 결정하는 방법(차두시간을 이용한 선형회귀분석, 차두시간을 이용한 비선형 회귀분석의 수렴 값 등)으로 분석한 결과는 조사지점별로 포화대기위치의 차이가 많은 결과를 보이거나 지나치게 높은 위치에서 결정되는 것으로 분석되었다. 포화대기위치가 너무 뒤로 결정되는 것은 비록 이것이 더욱 엄격한 의미로 포화대기위치를 결정하는 것이지만 공학적인 관점에서 많은 차량이 출발손실을 겪고 포화교통유율을 이룬다고 판단하기에는

무리가 있을 것으로 판단된다. 따라서 Duncan Test에 의해 6번째 차량으로부터 포화교통유율을 형성하는 것으로 결정하는 것이 공학적, 통계적 측면에서 타당하다고 판단된다. 한편 다음의 <표 7>은 결정된 포화대기위치를 비교한 결과이다.

<표 7> 포화대기위치의 결정 결과 비교

구 분	본연구	USHCM	Greenfields	Leong
포화대기위치	6	5	5	4

3) 기본 포화교통유율의 결정

본 연구에서는 조사된 차두시간 자료로부터 선형 또는 비선형 회귀분석을 실시하여 포화차두시간을 결정한 후 다음과 같이 포화 교통유율로 환산하였다.

$$\text{포화교통유율(대/시간)} = \frac{3,600(\text{초/시간})}{\text{포화차두시간(초/대)}}$$

가. 선형회귀분석 모형

기본포화차두시간을 구하기 위한 회귀분석 모형으로 차두시간의 누적치에 해당하는 차량의 정지선 통과시간에 대한 선형회귀분석 및 차량의 차두시간에 대한 선형회귀분석을 실시할 수 있는데 본 연구에서는 정지선 통과시간의 평균값에 대한 선형회귀분석 결과를 제시한다.

<표 8> 선형회귀분석에 의한 포화차두시간 및 포화교통유율

구 분	회귀분석모형 (평균치)		포 화 차 두 시 간 (초)	포 화 교 통 유 율 (pcphgpl)
	T = ax + b	R <sup>2</sup>		
강 남 성 모 병 원	1.613x+3.56	0.99	1.613	2231
성 수 대 교 남 단	1.617x+3.24	0.99	1.617	2226
신 택 은 행 역 삼 지 역	1.669x+1.70	0.99	1.669	2156
광 교	1.709x+2.31	0.99	1.709	2106
전 체 의 평 균	1.629x+2.29	0.99	1.629	2210

위의 표를 살펴보면 지점별 차이도 보이고 있으며, 포화대기위치가 변하는 경우 이 추정치들도

약간 변하게 된다. 이러한 차이(Variance)는 대략 100대 정도인 것으로 판단되며 이는 외국의

조사결과가 200-250대로 나타나는 경우에 비하여 안정적인 결과로 판단된다. 위의 표에서 전체의 평균에 대한 산정결과는 포화차두시간 1.629로, 포화교통유율 2210pcphgpl로 나타나고 있다.

나. 비선형회귀분석 모형

포화차두시간을 결정하기위한 비선형 회귀분석은 대기위치별 차두시간에대한 감소지수 함수모형에 의한 회귀분석으로 실시 되었으며 그 결과는 다음의 <표 9>에 제시되어 있다.

<표 9> 비선형회귀분석에 의한 포화차두시간의 분석결과

구 분	평균치에 대한 회귀분석모형 $H = \exp(ax+b)+c$	포 화 대 기 위 치	포 화 차 두 시 간 (초)	포 화 교 통 유 율 (pcphgpl)
강 남 성 모 병 원	$\exp(-0.53x+0.80)+1.6284$	10	1.6005	2250
성 수 대 교 남 단	$\exp(-1.13x+1.76)+1.6298$	11	1.5874	2268
신 탁 은 행 역 삼 점	$\exp(-0.20x+0.79)+1.6192$	12	1.6629	2165
광 교	$\exp(-0.32x+0.18)+1.6373$	11	1.6290	2210
전 체	$\exp(-0.46x+0.42)+1.6317$	11	1.6116	2230

감소지수함수 형태의 포화대기위치는 회귀모형의 수렴치(c)이하로 차두시간이 나타나는 대기위치로 결정하였으며 포화차두시간은 포화대기위치 이후의 대기위치에서의 차두시간의 평균이다. 비선형회귀분석모형에서의 포화대기위치는 11대로 나타났으며, 포화차두시간은 1.61초, 포화교통유율은 2230pcphgpl로 나타났다. 이 방법은 그 이론적 측면에서는 타당하지만 포화대기위치가 11대로 상당히 뒤에서 나타나고 있다.

2,000대를 넘지않음에 비하여 2210pcphgpl로 높게 나타나고 있다. 이는 국내의 운전자들의 신호 교차로에서의 출발행태가 신속히 이루어지고 있음을 보여준다. 이러한 분석결과는 기존의 국내 연구결과와는 유사한 결과이다.

4) 기본포화교통유율의 분석결과 비교

선형회귀분석에 의한 포화교통유율과 비선형회귀분석에 의한 차이가 20pcphgpl로 유사하게 나타났다. 그리고 포화 대기위치는 비선형회귀분석의 결과는 11번째로 상당히 뒤로 나타나 공학적인 의미에서 실용성이 없는 것이다. 따라서 본 연구에서는 선형회귀분석에 의한 2210pcphgpl을 기본포화교통유율로 제시하고 사용상의 편리성을 위하여 실시 사용시에 2200pcphgpl을 사용할 것을 제안한다. 본 연구에서의 제안치와 다른연구 및 편람에서의 분석결과는 다음의 <표 10>에 제시되어 있다. [9, 11,12,13]

<표 10> 포화차두시간의 분석결과 비교

구 분	본 연구 조 사 선 형 회 귀 분 석	USHCM	호 주		스웨덴
			(tch)	카나다	
포화차두 시간(초)	1.629	2.0	-	-	-
기본포화 교통유율	2210 (3.2m)	1,800	1,850	1,550	1,700
제 안 치	2,200 pcphgpl				

\* tch(through car per hour)

2. 기하구조 보정계수

1) 차선폭 보정계수

차선의 폭은 차량의 폭에 엇갈림, 추월 등을 고려한 여유폭을 더한 것으로 신호 교차로의 포화 교통유율과 교통안전측면에서 큰 영향을 미친다. 차선폭이 넓으면 차량의 운행이 자유롭게 되어 운전자가 자신의 운전행태에 아무런 방해받지

국내의 포화교통유율은 외국의 포화교통유율이

않고 운행이 가능하며, 좁으면 타 차량에 의해 방해 받게 되므로 운전이 움츠러들어 실제 교차로를 통과하는 교통량이 줄어들거나 사고의 발생 가능성이 커지며, 차선폭이 지나치게 커져도 차량이 차선을 지키지 않고 여유공간으로 끼어들어 오히려 사고의 위험이 커진다. 그러므로 미국 AASHTO와 HCM은 이상적인 차선폭을 12ft(3.6m)로 규정하고 있으며, 우리나라는 신호교차로에서의 차선폭을 3.0m로 제안하고 있으며, 실제 우리나라에서 이용되고 있는 차선폭의 크기는 상당히 다양한 것으로 조사되었다. 좌회전의 차선폭은 2.7-3.3m의 넓이로 직진보다 좁은 차선이 많으며, 우회전은 주차나 버스통행 등에 이용되므로 3.0-5.0m 정도의 넓은 차선이 많다.

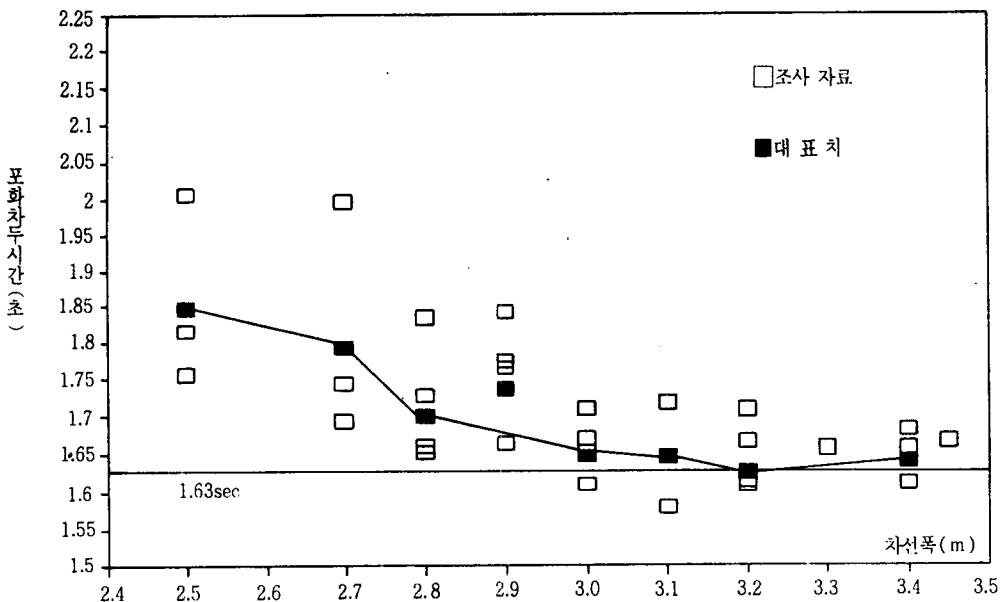
미국의 HCM은 이러한 차선폭이 신호교차로의 포화교통류율에 미치는 영향을 반영시키기 위하여 차선폭 보정계수( $f_w$ )를 결정하여 기본포화교통류율에 이 보정계수를 곱하여 포화교통류율을 산정하고 있다. 이러한 분석은 각각의 차선폭로 보정하는 것으로서 접근부의 모든 차선을 고려하

는 차도폭에 의한 보정(영국, Webster 방식)과는 차이가 있다. 본 연구에서도 이러한 차선폭의 영향을 분석하기 위하여 각 개별 차선의 포화교통류율을 측정하여 기본포화교통류율과 비교하여 차선폭 보정계수를 제시하고자 한다.

가. 차선폭 보정계수의 분석

본 연구에서는 여러가지 다양한 차선폭을 가지는 직진차선의 포화교통류율을 측정하여 이를 기본포화교통류율과 비교하여 차선폭 보정계수를 결정하고자 한다. 따라서 다른 기하구조, 교통, 신호조건 등은 기본포화교통류율과 동일하며 단지 차선폭만이 상이한 지점에 대해서 기본포화교통류율의 측정법과 동일한 방법으로 포화교통류율을 측정하여 이를 기본포화교통류율과 비교하여 보정계수를 결정하기로 한다.

조사된 각각의 차두시간을 통해 구한 평균정지선 통과시간을 회귀분석함으로써 구한 포화차두시간 및 포화교통류율은 다음의 <그림 8>과 <표 11>에 정리되어 있다.



(그림 8) 차선폭에 따른 포화교통류율의 변화

〈표 11〉 차선평 계수의 추정을 위한 포화교통류율 추정결과

차선평(m)	지 점 (차선)	포화차두시간 (sec)	포화교통류율 (pcphgpl)
3.4	인 천 고 사 거 리 (2)	1.671	2154
	한 일 은 행 올 림 픽 지 점 (3)	1.616	2228
	한 일 은 행 올 림 픽 지 점 (4)	1.661	2167
	한 일 은 행 올 림 픽 지 점 (1)	1.685	2136
	전 체	1.647	2186
3.3	가 락 농 수 산 시 장	1.661	2167
	전 체	1.661	2167
3.2	광 신 은 행 고 역 삼 지 점 (2)	1.709	2106
	장 성 남 성 모 병 원 단 (3)	1.672	2153
	성 남 성 모 병 원 단 (2)	1.613	2231
	성 남 성 모 병 원 단 (2)	1.617	2226
	전 체	1.629	2210
3.1	강 남 성 모 병 원 (3)	1.719	2094
	부 산 하 거 단 (1)	1.683	2139
	천 호 4 거 리 (2)	1.581	2277
	점 실 4 거 리 (3)	1.632	2206
	전 체	1.649	2183
3.0	삼 광 성 역 (5)	1.709	2105
	광 화 석 촌 문 지 점 (1)	1.672	2153
	농 협 식 촌 지 점 (3)	1.656	2174
	삼 협 식 촌 지 점 (4)	1.607	2240
	신 사 동 4 거 리 (3)	1.613	2232
	전 체	1.649	2183
2.9	종 로 3 가 (1)	1.727	2085
	광 화 문 (2)	1.661	2167
	속 대 남 입 극 구 장 (1)	1.746	2062
	성 대 남 입 극 구 장 (2)	1.843	1954
	전 체	1.737	2073
2.8	울 지 로 6 가 (1)	1.729	2082
	왕 십 리 (2)	1.662	2166
	창 동 (2)	1.654	2177
	용 산 역 (1)	1.843	1963
	전 체	1.700	2118
2.7	한 일 은 행 서 초 점 (2)	1.694	2125
	진 로 도 매 센 타 (2)	1.744	2064
	경 동 시 장 (2)	1.996	1759
	전 체	1.793	2008
2.5 이하	여 의 도 한 양 쇼 핑 NB	1.758	2048
	여 의 도 한 양 쇼 핑 SB	1.817	1981
	상 왕 십 리 평 역 (1)	2.008	1793
	전 체	1.848	1948

본 연구의 분석결과는 각 개별적인 지점의 포화교통류율의 측정은 4시간 이상 8시간 이하의 자료조사를 통해 추정되었으므로 자료의 수는 충분한 것으로 판단되지만, 분석의 목적에 맞는 조사지점의 제약으로 각 차선평을 대표하는 측정치를 결정하기에는 부족한 경우도 있다. 그러나 각 차선평의 대표치는 전반적인 차선평 보정계수의 특성을 보여주고 있다고 판단된다.

본연구의 조사지점중 3.4m의 대표적인 포화교통류율은 차선평 조건의 3.2m보다 넓지만 2,186pcphgpl로 기본포화교통류율에 비하여 약간 부족하며, 3.3m도 그러하다. 이러한 차이는 조사지점 차이에 의한 결과로 판단되며, 기본포화교통류율 2,210pcphgpl과 차이가 없다고 봄이 타당할 것으로 사료된다. 차선평이 3.2m보다 좁은 3.1m와 3.0m의 경우도 조사지점의 차이가 있지만, 전체자료의 분석결과는 2,183pcphgpl로서 동일한 결과로 나타나고 있으며 이는 3.4m와도 아주 비슷한 결과이다. 따라서 차선평 3.0m이상의 지점은 보정계수의 적용이 요구되지 않는 것으로 판단된다.

차선평이 3.0m보다 좁은 2.9m와 2.8m의 경우는 각각 2073pcphgpl과 2118pcphgpl의 값을 보이고 있어 기본포화교통류율에 비해 약간 떨어지며, 2.7m 지점은 2008pcphgpl 2.5m 지점도 1948pcphgpl로 나타나고 있다. 따라서 3.0m보

다 좁은 지역에서는 차선평 보정계수를 적용해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 보정계수가 적용되어야 하는 차선평을 결정하기 위하여 차두시간에 대한 통계적인 T-검증을 실시하였으며 그 결과는 다음의 <표 12>에 나타내고 있다.

위의 표를 살펴보면 차선평 0.1m 간격 사이에서 2.9m, 2.8m, 2.7m사이에는 모두 차이가 없는 것으로 나타나나 2.9m의 결과가 2.8m에 비하여 차두시간이 높게 나타나는 것은 단순히 분석자료의 편차 때문인 것으로 판단되어 2.9m와 2.8m사이에는 차이가 없는 것으로 판단된다. 그리고 2.9m와 2.7m사이의 T-검증 결과는 차이가 없이 나왔으며 2.9m, 2.8m집단과 2.7m사이에 차이 없음으로 결국 2.9m, 2.8m, 2.7m 사이에는 차이가 있는 것으로 보아 결국 차선평 보정계수는 3.0m이상, 2.9~2.7m, 2.7m이하 집단에 대하여 각각 적용하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

본연구에서 조사된 결과는 바탕으로 차선평 보정계수의 적용은 T-검증결과로부터 2.6m이하와 2.7m에서 2.9m, 3.0m이상으로 구분할 수 있다. 그리고 우리나라 도로구조의 기준인 3.5m와 그 이상은 3.0m 이상에 비해 보정계수의 차이는 없이 하나의 집단으로 구분한다.

나. 분석 결과 비교

본 연구에서 측정된 포화교통류율은 지점별로 차이가 발생하고 있다. 차선평 3.4m의 경우는 지점별로 92대, 3.2m는 130대 등의 차이가 나타나고 있으며 이러한 차이는 보정계수의 결정에 영향을 미칠 수 있다고 생각된다. 그러나 이러한 지점별 차이는 외국의 조사된 결과에 비해서는 안정된 결과이며, 이를 통한 전체의 대표치는 각 차선평의 포화교통류율을 대표할 수 있다고 판단된다.

본 연구에서 결정한 차선평 계수와 외국에서 규정한 차선평 계수의 비교는 다음의 <표 13>에 제시되어 있다.[9, 18, 20]

<표 12> 차선평 구분에 대한 T-검증

집단구분	T-값	PROB> T	결과 (95%신뢰도)
3.2m와 3.1m	1.63	0.103	차이가 없음
3.1m와 3.0m	-1.60	0.109	차이가 없음
3.0m와 2.9m	-12.00	0.000	차이가 있음
2.9m와 2.8m	4.88	0.000	차이가 있음
2.8m와 2.7m	-3.59	0.000	차이가 있음
2.7m와 2.5m	-2.43	0.015	차이가 있음
2.9m, 2.8m와 2.7m	-1.34	0.180	차이가 없음
2.9m와 2.7m	0.03	0.976	차이가 없음



〈표 13〉 차선평 계수의 분석결과 비교

차선평	본연구	미국HCM	미국 HCM의 현장검증	일본
2.6m이하	0.88	0.87	0.95	0.99
2.7m-2.9m	0.94	0.90	0.98	0.99
3.0m-3.4m	1.00	0.93	1.00	1.00
<3.5m	1.00	0.97	1.00	1.00

미국 HCM의 차선평 계수는 차선평의 증가에 따라 일률적인 증가를 나타내고 있으며, 본 연구 결과에 의하면 3.0m 이상의 차선평은 기본포화교통류율에 큰 영향을 미치지 않으며, 보정계수는 1.0으로 판정되었다.

이와 유사한 결과는 일본의 연구와 미국 HCM을 현장에서 실측한 결과에서도 보고된 경우가 있으며, 이들 연구에 의하면 차선평이 4.0m 이상일때 1.0을 넘는 보정계수를 사용하고 있다. [18, 19] 본 연구에서 4.0m 이상의 차선에 대한 연구가 실행되지 못했으나 우리나라에서 차선평이 4.0m 이상인 도로가 많지 않으므로 3.0m 이상 도

로에서 보정계수 1.0을 제시해도 무방하다고 판단된다.

2) 구배 보정계수

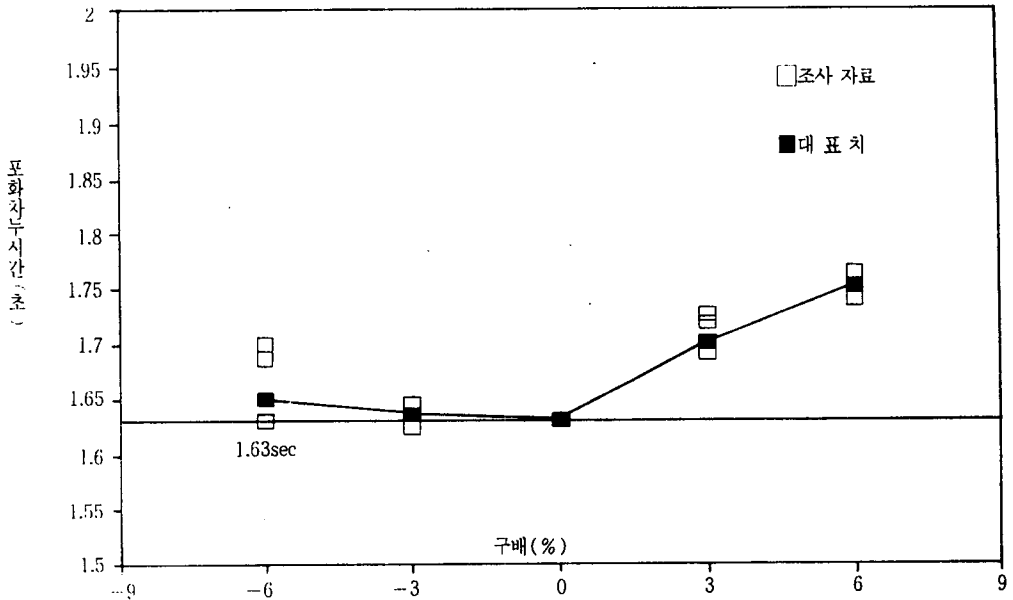
신호교차로에서 접근부의 구배는 포화교통류율에 영향을 미치게 된다. 즉 차량이 정지선에서 녹색 신호후 출발할 때 접근부의 구배 영향으로 출발가속능력이 변화되어 포화교통류율이 기본포화교통류율과 차이가 난다. 상향구배인 경우 가속능력이 저하되어 포화교통류율이 감소하며, 하향구배인 경우도 구배 정도에 따라서 포화교통류율이 변화한다. 이러한 구배의 영향을 보정하기 위하여 미국 HCM은 구배 보정계수(fg)의 사용을 제안하고 있으며, 본 연구에서도 이러한 구배의 영향을 보정하기 위해 대표적인 각 구배에 대하여 보정계수를 결정하고자 한다.

가. 구배계수의 분석

구배를 가지는 접근부에서 차선평 및 버스정류장 등 다른 계수의 영향이 미치지 않는 차선에 대한 포화교통류율을 추정하고 이를 기본포화교통류율

〈표 14〉 구배지역에서의 포화교통류율 분석결과

구 배 (%)	지 점	방향	포화차두시간 (sec)	포화교통류율 (pcphgpl)	보정계수
+6% 이상	르네상스 (2)	WB	1.763	2042	0.93
	르네상스 (3)	WB	1.740	2069	
	전 체		1.751	2056	
+3%	동아파트	NB	1.691	2129	0.96
	신해청아파트	NB	1.726	2086	
	강남역	EB	1.718	2099	
	전 체		1.701	2116	
-3%	강북파역	WB	1.624	2217	1.00
	전 체	SB	1.645	2188	
	전 체		1.635	2203	
-6%이하	르네상스 (3)	EB	1.701	2116	0.99
	르네상스 (4)	EB	1.687	2134	
	석유공사	NB	1.617	2226	
	성안공원 (2)	SB	1.630	2209	
	도산공원 (2)	NB	1.628	2211	
	도산공원 (3)	NB	1.699	2119	
	전 체		1.649	2183	



〈그림 9〉 구배지역에서의 포화교통류율의 변화

과 비교하여 보정계수를 정립한다. 본 연구에서는 구배를 +6% 이상, +3%, -3%, -6% 이하로 구분하여 조사하였으며 이들 사이의 값은 이 대표치에 포함시켰다. 본 연구를 통해서 조사된 구배대상에 대한 포화차두시간과 포화교통류율은 다음의 〈그림 9〉와 〈표 14〉에 제시되어 있다.

구배 보정계수 추정의 기본포화교통류율도 DUNCAN TEST에 의한 포화대기위치에서 각 조사지점별 정지선 통과시간에 대한 선형회귀 분석모형을 적용함으로써 결정하였다.

본 연구 결과에서 구배 +6% 이상의 경우는 포화교통류율의 대표값이 2,056pcphgpl로 보정계수는 0.93이며, +3%에서는 2,116pcphgpl로 보정계수 0.96으로 측정되었다. 하향구배의 경우 미국 HCM은 포화교통류율이 증가하는 것으로 발표되었으나, 본 연구에서는 상이한 결과가 나타났다. 즉, -3% 구배에서 포화교통류율은 2,203pcphgpl로서 기본포화교통류율과 유사하며, -6% 이하의 구배에서는 2,183pcphgpl로서 보정계수가 0.99이므로 상·하향 구배가 있는 접근

부의 포화교통류율은 모두 감소하는 것으로 판정되었다.

구배지역에서의 측정 결과도 지점별로 차이가 있지만, +6% 이상에서는 27대, +3%에서는 43대, -6% 이하에서는 110대로 외국의 결과에 비해서는 안정된 것으로 나타났으며, 전체의 대표치는 각 구배지역을 대표할 수 있다고 판단된다.

이러한 구배 지역에서의 보정계수의 적용에 대한 집단간 차두시간에 대한 T-검증 결과는 다음의 〈표 15〉에 제시되고 있다.

〈표 15〉 구배 구분에 대한 T-검증

집단구분	T-값	PROB>  T	결과 (95%신뢰도)
+6%와 +3%	1.97	0.049	차이가 있음
+3%와 0%	-2.68	0.007	차이가 있음
0%와 -3%	-0.92	0.355	차이가 없음
-3%와 -6%	1.60	0.109	차이가 없음
0%와 +6%	-3.05	0.002	차이가 있음
0%와 -6%	0.67	0.504	차이가 없음

위의 표를 살펴보면 +6%, +3%, 0% 사이에