

## 非保護 左回轉의 間隔受諾과 容量 및 補整係數에 관한 연구

Capacity and Saturation Flow Rate of Permissive  
Left-Turn Lane: in case for the Exclusive Use of  
Permissive Left-Turn Movements

도 철 응\*

Do, Cheol Ung

## Abstract

There are 3 cases that only permissive left-turn(PLT) vehicles use the possible lane for PLT. In these cases, left turn and through movements can not be included in the same lane group, hence saturation flow rate and left turn adjustment factor of PLT are obtained separately from through movement. In capacity analysis procedures at signalized intersection with PLT phasing, PLT capacity should be known to discriminate among 3 cases stated above. The capacity is directly used not only to get saturation flow rate and left turn adjustment factor, but as a threshold for the feasibility of PLT control. This study calculated through field data the critical gap and minimum headway of left turn which affect the PLT capacity. The capacity was obtained by using theoretical models, which consequently could be used to calculate the saturation flow rate and left turn adjustment factor.

## 요 지

비보호좌회전이 가능한 차선을 비보호좌회전 교통만 이용하게 되는 경우는 3가지가 있다. 이 경우에는 lane grouping 때 비보호좌회전과 직진이 같은 차선군에 포함될 수 없기 때문에 비보호좌회전을 직진과 분리하여 별도의 포화교통량과 좌회전 보정계수를 구한다. 따라서 비보호좌회전 교차로의 용량분석시 이와 같은 경우를 판별해 내기 위해서는 그 임계값(threshold)역활을 하는 비보호좌회전의 용량을 알아야 한다. 또 이 용량으로부터 비보호좌회전의 포화교통량과 보정계수를 바로 구할 수 있다. 뿐만 아니라 이 용량은 비보호좌회전 운영방식의 타당성을 검토하는 일차적인 기준으로 사용될 수 있다. 본 연구는 비보호좌회전의 용량에 결정적인 영향을 주는 임계차간시간과 좌회전 평균 최소 차두시간을 현장측정 자료를 이용하여 구하고, 이를 이론적인 모형에 적용시켜 비보호좌회전의 용량을 구했으며, 이로부터 이 3가지 경우에 대한 포화교통량과 좌회전 보정계수를 구하는 방법을 제시했다.

\* 정희원 · 한양대학교 교통공학과 교수

# 1. 서 론

비보호좌회전(permitted left turn)이란, 좌회전 신호가 없지만 직진 신호에서 對向直進 交通에 통행우선권을 양보하면서 좌회전을 허용하는 신호교차로 운영방식이다. 비보호좌회전은 좌회전 전용차선이 있는 경우와, 전용차선이 없이 1차선을 직진과 좌회전이 共用하는 경우 2가지가 있다. 전용차선이든 共用차선이든 한 접근로의 2개 차선에서 비보호좌회전이 이루어지는 경우는 없다.

비보호좌회전의 포화교통량을 구하는 방법은 미국 HCM(Highway Capacity Manual)의 case 2와 case 5에 자세히 언급되어 있으나, 근본적으로 개념상의 오류가 있을 뿐만 아니라 계산하는 방법이 대단히 복잡하여 이를 별도로 취급하고 있으며 또 사용을 기피하는 경향이 있다.

비보호좌회전은 용량분석 및 서비스수준 분석과 응용을 위하여 다음 표 1과 같이 분류하여 생각하기로 한다. 여기서 CASE의 번호는 다른 좌회전 신호의 경우를 고려하여 편의상 붙인 것이다.

비보호좌회전을 위와 같이 분류하면, 신호교차로 용량분석에서 비보호좌회전 때의 합리적인 lane grouping 개념과 일치하기 때문에 매우 편리하다. 위의 표를 설명하면 다음과 같다.

(1)  $V_L \geq B_L$ 인 경우 : 비보호좌회전 도착교통량이 비보호 용량을 초과

1) 좌회전 전용차선 : 비보호좌회전이 전용차선을 채우고 인접 직진차선을 침범하는 경우로서, 실제 이와 같은 상황이 일어나지 않게끔 교차로 운영을 하겠지만, 본 연구에서는 이론적인 분석을 할 때 용량과 좌회전 보정계수의 경계값을 얻기 위한 목적으로 이와같은 경우를 상정했다. 좌회전 차량이 인접한 직진차선을 이용하여 비보호좌회전 할 수 없으므로 좌회전 전용차선의 교통류질(예를 들어 v/c비)이 직진차선의 교통류질보다 나쁘며, 또 평균화 될 수 없다. 따라서 좌회전과 직진 이동류는 분리해서(즉 별도의 lane group으로) 분석해야 한다.

2) 좌회전 공용차선 : 공용차선은 비보호좌회전 차량으로 채워져 있으므로 직진은 이 차선을 이용할 수 없다. 따라서 공용차선은 앞의 전용차선과 동일하게 운영되므로 좌회전과 직진을 분리해서 분석해야 한다.

표 1. 비보호좌회전 분석을 위한 분류

도로조건 교통조건	좌회전 전용차선	좌회전 공용차선
$V_L \geq B_L$	비보호좌회전 도착교통량이 용량을 초과	
$V_L < B_L$	CASE 5	$\frac{V_L}{S_L} \geq \frac{V_{TR}}{S_{TR}}$ (CASE 6)
		$\frac{V_L}{S_L} < \frac{V_{TR}}{S_{TR}}$ (CASE 7)

註:  $V_L$ =비보호좌회전 도착교통량

$B_L$ =비보호좌회전의 용량(실제 현장조건에서)

$$\frac{V_L}{S_L} = \text{좌회전 차선의 v/s 비}$$

$$\frac{V_{TR}}{S_{TR}} = \text{직진 및 우회전 공용차선의 V/S 비}$$

(2)  $V_L < B_L$ 인 경우

1) CASE 5 : 비보호좌회전 도착교통량이 전용차선의 비보호좌회전 용량보다 적지만, 직진이 좌회전 전용차선을 이용할 수 없으므로 좌회전과 직진의 교통류질이 평균화 되지 않는다. 따라서 두 이동류는 분리해서 분석해야 한다.

2) CASE 6 : 좌회전 공용차선이고 좌회전 도착교통량이 비보호좌회전 용량보다 적지만, 직진의 v/c비는 이보다 더 적기 때문에 직진이 공용차선을 이용할 필요가 없고, 또 좌회전은 직진차선을 이용할 수 없어 좌회전과 직진이 v/c에 관해서 평균화 될 수 없는 경우이다. 따라서 좌회전과 직진은 분리해서 분석된다.

3) CASE 7 : 비보호좌회전 도착교통량이 좌회전 용량보다 적고, 직진의 v/c비가 좌회전의 v/c비보다 크기 때문에, 직진이 좌회전 공용차선을 이용하게 되므로 좌회전과 직진의 교통류질이 평균화된다. 따라서 공용차선과 직진차선은 같은 lane group으로 묶어 분석해야 된다.

따라서 비보호좌회전의 용량은, 신호교차로가 비보호좌회전으로 운영될때 이 교차로를 분석하는데 있어서 중요한 parameter가 되며, 또 이 값을 알아야만 모든 비보호좌회전 보정계수를 구할 수 있다.

뿐만 아니라 비보호좌회전 용량은 그값 자체가 좌회전 전용차선이든 공용차선이든 상관없이 비보호 좌회전 신호운영방식의 타당성을 결정하는 중요한 기준으로 사용될 수 있다.

본 연구는 對向 직진차량의 간격을 이용하여 비보호좌회전하는 차량의 행태를 Video Camera 장비를 이용하여 측정 분석하여, 임계차간시간(critical gap)과 좌회전차량의 평균 최소차두시간을 구하고, 이를 이용하여 간격수락(gap acceptance) 모형을 정립하여 비보호좌회전의 용량을 구하는데 일차적인 목적을 두고 있다. 나아가 비보호좌회전 차선(전용차선이나 공용차선을 막론하고)을 좌회전만 이용하는 경우( $V_L \geq B_L$  경우와, CASE 5, CASE 6 경우)의 포화교통량과 좌회전 보정계수를 구하고자 하는 것이다.

본 연구의 수행과정은 다음과 같다.

- 1) 미국 HCM의 비보호좌회전에 관한 수리모형 분석 및 문제점 도출
- 2) Stochastic Model 정립
- 3) 모형의 주요 parameter인 임계차간시간과 좌회전 평균 최소차두시간을 현장측정자료를 이용하여 구함
- 4) 비보호좌회전의 용량, 포화교통량, 직진환산계수, 보정계수 산정

## 2. 미국 HCM의 문제점

미국 HCM<sup>(1)</sup>에 사용된 비보호좌회전 모형은 대단히 복잡한 과정을 거치면서도 정작 중요한 용량은 별도로 분석되지 않고 있다. 미국 HCM에서 사용되는  $f_m$ 계수는 비보호좌회전이 이루어지는 차선의 포화교통량 對 이상적 조건하에서 직진차선 포화교통량의 비이다. 즉,

$$F_m = \frac{g_f}{g} + \frac{g_u}{g} \left[ \frac{1}{1 + P_L(E_L - 1)} \right] + \frac{2}{g} (1 + P_L) \quad (1)$$

여기서 우변의 첫째항은 공용차선에서 직진교통이 이용하는 이용율이며, 셋째항은 녹색신호후에 이어지는 황색신호에서 비보호좌회전 하는 교통(sneaker)의 이용율이며, 두번째 항이 순수하게 비보호 좌회전하는 교통의 비율로서 본 논문에서 고려하는 부분이다.

좌회전 전용차선이나 전용차선처럼 운영되는  $V_L \geq B_L$  경우에서 이 점이 갖는 문제점은 다음과 같다.

- 1)  $V_0$  및  $V_m$  값이 1400 vph 이상이면 이 모형을 사용할 수 없으며, 또 그 이하의 값을 사용한다 하더라도 유독 1200~1400대의 범위에서는 이 항의 값이 극단적으로(최대값에서 0으로) 변하므로 이를 합리적으로 설명할 수가 없다.
- 2)  $Y_0 > G/C$ 의 조건에서는 적용할 수 없으며, 또 계산결과  $P_L$ 의 값이 1.0보다 큰 값을 가질때  $P_L = 1.0$ 으로 두거나  $Y = G/C$ 로 하여 사용하면 불합리한 결과가 나타난다.
- 3) 가장 중요한 것은 비보호좌회전의 직진환산계수  $E_L$ 은  $G$ 와  $C$ 의 함수이어야 하나 여기서는 그렇지 않다. 왜냐하면 같은  $V_0$ 값을 갖더라도  $G, C$ 값에 따라 대향 직진차량의 차간시간이 달라지기 때문에  $E_L$ 은  $G$ 와  $C$ 에 좌우되는 것은 당연하다.

## 3. Model 정립

### 3.1 비보호 좌회전의 용량

만약 대향직진 교통량을  $V_0$ (vph)라 하고 주기를  $C$ , 녹색신호 시간을  $G$ 라 하면, 적색신호에 대기해 있던 대향직진차량이 녹색신호  $G$ 초 동안 정지선을 통과할 때의 평균차량대수는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 즉,

$$\mu = \frac{V_0 C}{3600 G} \quad (\text{veh/sec}) \quad (2)$$

따라서 대향직진 교통류의 차두시간 분포함수는 다음과 같다.

$$P_{(t)} = \mu e^{-\mu t} \quad (3)$$

여기서  $V_0 > 0$  즉,  $\mu > 0$ 이다.

대향직진교통류의 임계 차간시간(critical gap)을  $\tau$ 라 하고, 이 교통류의 차두시간( $> \tau$ ) 동안에 최대한대의 좌회전만 그 간격을 수락한다고 할때, 한 주기당 좌회전 할수 있는 차량대수  $LV_1$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$LV_1 = \frac{V_0 C}{3600} \int_{\tau}^G \mu e^{-\mu t} dt$$

$$= \frac{V_0C}{3600} [e^{-\mu h} - e^{-\mu G}] \quad (4)$$

여기서  $h$ 는 임계차간 시간에 해당되는 차두시간으로서, 접근속도 65 kph, 차량길이 5 m로 할때,  $h = \tau + 0.3$ 이며,  $V_0C/3600$ 은 한 주기의 녹색신호당 방출되는 대향직진 차량의 대수 즉, 간격수이다. 엄밀히 말하면 순수한 간격수는 차량대수보다 하나 적은 값을 갖지만, 녹색신호가 시작된 후부터 선두 차량까지의 간격과 마지막 차량부터 녹색신호가 끝날 때까지의 간격은 gap이 아니라 lag이란 개념으로 정의된다. 녹색신호의 시작과 끝나는 시점이 이동하는 gap의 임의시점에 위치하게 되므로 두 lag은 하나의 gap으로 간주된다.

그러나 차두시간이 길면 한 간격에 한대 이상의 좌회전 차량이 그 간격을 수락할 수 있다. 이와 같이 lag을 수락하는 차량들의 차두시간을  $d$ 라 한다면 2대 이상이 수락하는 간격수는 다음과 같이 구할 수 있다. 즉,

$$LV_2 = \frac{V_0C}{3600} \int_{h+d}^G \mu e^{-\mu t} dt$$

$$= \frac{V_0C}{3600} [e^{-\mu(h+d)} - e^{-\mu G}]$$

마찬가지 방법으로  $n$ 대 이상이 수락하는 간격수는;

$$LV_n = \frac{V_0C}{3600} [e^{-\mu(h+(n-1)d)} - e^{-\mu G}]$$

(단,  $h+(n-1)d \leq G$ )

따라서 한 주기동안 대향직진 교통류의 간격을 수락할 수 있는 비보호좌회전 차량의 총 대수  $Q_c$ 는  $LV_1 + LV_2 + \dots + LV_n$ 로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_c = \frac{V_0C}{3600} \left[ \frac{e^{-\mu h} - e^{-\mu(G+d)}}{1 - e^{-\mu d}} - \left( \frac{G-h+d}{d} \right) e^{-\mu G} \right]$$

위 식에서  $G$ 의 값이 충분히 크므로 이 식을 간단히 하면,

$$Q_c = \frac{V_0C}{3600} \left[ \frac{1 - e^{-\mu h}}{1 - e^{-\mu d}} \right] \quad (5)$$

식 (5)에서 얻은 값은 한 주기당 비보호좌회전 할

수 있는 최대교통량 즉 비보호좌회전의 용량이므로, 이를 시간당 용량  $D_L$ 로 나타내면 다음과 같다.

$$D_L = Q_c \frac{3600}{C}$$

$$= V_0 \left[ \frac{e^{-\mu h}}{1 - e^{-\mu d}} \right]$$

여기서  $e^{-\mu h}/1 - e^{-\mu d} = P$ 라 두면,

$$D_L = V_0P \quad (6)$$

### 3.2 비보호좌회전의 직진환산계수

같은 시간 동안의 직진차선의 직진 용량은 2200 G/C이므로(우선 이상적인 도로조건, 교통조건이라 가정하여 모형을 만들고 나중에 실제 현장의 조건에 대한 보정계수를 적용하기로 한다.), 비보호좌회전 차량의 직진환산 계수  $E_L$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_L = \frac{2200G}{V_0PC} \quad (7)$$

식 (7)에서 얻은 직진환산계수는 공용차선을 비보호좌회전만 이용할 때의 포화교통량(도착교통량이 무한정일 때를 가정함)에 대한 환산계수이다. 그러나 도착교통량  $V_L$ 에 적용되는 직진환산계수는 앞의 값과 다를 수 있다. 왜냐하면, 만약 비보호좌회전 도착교통량이 용량보다 적으면, 녹색신호의 앞부분에서 좌회전이 완료가 되어 녹색신호 마지막 부분에는 충분히 긴 gap이 있어도 좌회전 할 차량이 없게 된다. 일반적으로 녹색신호의 앞 부분에는 대향직진 교통이 platoon을 형성하여 진행하므로 좌회전 차량이 간격을 수락할 기회가 적어지기 때문에 직진환산계수가  $E_L$ 보다 커지게 된다. 위의 (6), (7)식으로부터 비보호좌회전의 포화교통량은 용량으로부터 거꾸로 구할 수 있으며, 용량( $D_L$ ), 포화교통량( $S_L$ ), 직진환산계수( $E_L$ )의 관계는 다음과 같다.

$$D_L = V_0P = \frac{2200G}{E_L C} = S_L \frac{G}{C} \quad (8)$$

$$S_L = \frac{2200}{E_L} = \frac{V_0PC}{G} = D_L \frac{C}{G} \quad (9)$$

$$E_L = \frac{2200G}{D_L C} = \frac{2200}{S_L} \quad (10)$$

#### 4. 임계차간시간과 좌회전 평균 최소 차두시간 측정

비보호좌회전하는 차량대수에 영향을 주는 요인은; i) 대향직진 차선수, ii) 대향직진 교통량, iii) 녹색신호시간, iv) 주기길이, v) 비보호좌회전의 간격수락 형태 즉, 임계차간시간 및 좌회전 최소 차두시간이다. 이 중에서 처음 4개의 요인은 기본적으로 주어지는 도로, 교통 및 신호조건이지만, 다섯번째의 요인은 일반적으로 비보호좌회전하는 운전자의 행태로서 현장조사를 통하여 얻을 수 있다.

임계차간시간과 좌회전 최소차두시간에 관한 연구는 그다지 많지 않으나 Fambro<sup>2)</sup> 등은 4.5초와 2.5초의 값을 제안한 반면에 김경환<sup>3)</sup>의 연구결과에 의하면 대향직진 차선의 수가 1, 2, 3차선일 때의 임계차간시간은 각각 4.3초, 4.6초, 6.0초이며, 좌회전 최소 차두시간은 2.6초임을 밝히고 있다.

이들 두 parameter는 일반적으로 대향직진차선의 수에 따라 달라진다고 알려져 있으나, 본 연구결과에 의하면 대향직진 교통량에 따라서도 달라지고, 좌회전 도착교통량의 크기에 따라서도 영향을 받는 것처럼 보인다. 그러나 이 문제는 본 연구 범위를 벗어나므로 차후 연구과제로 미룬다.

임계차간시간 및 좌회전 최소차두시간을 구하기 위하여 비디오 촬영 조사지점을 선정하는 데는 다음과 같은 사항을 고려하였다.

- 1) 경사진 교차로는 배제
- 2) 주변에 버스 정거장이나 주차장이 있는 교차

로는 배제

- 3) 대향직진과 비보호좌회전 교통량이 극히 적은 지점 배제, 교통량이 많은 지점은 peak 시간대 조사
- 4) 비보호좌회전 차선폭이 협소하면서 대형차량이 이용하는 교차로는 배제
- 5) 전용 및 공용좌회전 차선을 가지면서 대향직진 차선이 2, 3개 차선인 교차로 선정

Video Tape Recorder를 통하여 수집되고 분석된 자료는 표 2, 3, 4와 같다.

#### 5. 비보호좌회전의 용량 및 포화교통량

앞에서 구한  $\tau$ 와  $d$ 값을 이용하여 비보호좌회전의 용량을 구한 것이 표 5에 나타나 있다. 이 값은 비보호좌회전 차선이 이상적인 도로조건을 가질 때의 값이므로 실제용량 ( $B_L$ )은 이 값에다 비보호좌회전 차선의  $f_w, f_b, f_v$  계수를 곱해 주어야 한다.

표 6은 비보호좌회전의 직진환산계수로서 앞에서 언급한 바와 같이 좌회전 도착교통량이 용량보다 크거나 같을 때, 또는 좌회전 가능한 차선을 비보호좌회전만 이용할 경우의 직진환산 계수이다.

식 (8), (9), (10)에서 볼 수 있듯이 비보호좌회전의 용량을 알면 포화교통량을 구할 수 있고 보정계수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 f_{LT} &= \frac{S_L}{2200F_1} = D_L F_1 \frac{C}{G} / (2200F_1) \\
 &= D_L C / (2200G) \quad (11)
 \end{aligned}$$

표 2. 비보호좌회전 조사지점의 교통조건

조사장소	코드번호	조사주기수	G/C	$V_s$ (vph)	$V_L$ (vph)	신호위반(vph)
창일교차로	021	56	72/108	693	80	1.6
	022	45	72/108	804	86	1.5
중곡동 일원장 앞	030	51	50/110	289	77	1.9
천호동 강동학원 앞	041	34	60/120	574	50	7.0
	042	54	60/120	569	35	6.1
장안동 한일은행 앞	051	62	72/108	677	73	3.2
	052	37	72/108	786	62	2.7

표 3. 조사지점의 비보호좌회전 특성

조사장소	조사시간의 V <sub>0</sub> (대)	조사시간의 V <sub>L</sub> (대)	Reject gap 수	Accept gap 수	Reject lag 수	Accept lag 수	V <sub>0</sub> 의 차두시간(초)	V <sub>L</sub> 의 차두시간(초)
021	1164	134	21	16	16	118	3.46	30.0
022	1086	116	45	14	14	102	2.99	27.9
030	450	120	14	13	13	107	5.66	21.3
041	650	56	14	5	5	51	3.14	36.0
042	1025	63	10	3	3	60	3.16	51.4
051	1260	136	80	32	32	104	3.55	32.9
052	873	69	16	11	11	58	3.03	38.7

註: V<sub>L</sub>은 신호위반 차량 제외

표 4. 조사지점의 임계차두시간과 좌회전 평균 최소 차두시간

조사장소	임계차두시간 (τ)	좌회전 최소 차두시간(d)	교차로 평균	
			τ	d
021	4.1	2.5	3.9	2.4
022	3.5	2.2		
030	3.2	3.1	3.2	3.1
041	5.1	2.0	5.2	1.8
042	5.3	1.7		
051	5.0	2.3	4.8	2.2
052	4.6	1.8		
평균	4.6	2.3	4.6	2.3

여기서  $F_1 = f_w f_{HV}$ 이다.

이들 관계식에서  $V_0 C / G = M$ 이라 두면

$$f_{LT} = \frac{M}{2200} \left( \frac{e^{-\frac{4.9M}{3600}}}{1 - e^{-\frac{2.3M}{3600}}} \right)$$

이다.

$V_L \geq B_L$ 의 경우나 CASE 5, CASE 6의 경우 비보호좌회전 보정계수는 표 7과 같이 나타낼 수 있다.

### 6. 결 론

비보호좌회전 용량분석은; i) 좌회전 도착교통량이 비보호좌회전 용량보다 큰 경우( $V_L \geq B_L$ ), ii)  $V_L < B_L$ 이면서 전용 좌회전 차선을 이용하여 비보호좌회전 하는 경우, iii)  $V_L < B_L$ 이면서 좌회전 공용차선을 이용하여 좌회전하되 공용차선을 직진이 이용하지 않는 경우, iv)  $V_L < B_L$ 이면서 좌회전과 직진이 좌회전 공용차선을 같이 이용하는 경우로 나누어 생각할 수 있다.

본 연구에서 취급하는 i), ii), iii)의 경우는 좌회전 가능차선을 직진이 이용할 수 없으므로 결국 이 차선의 포화교통량은 비보호좌회전의 용량으로부터 직접 구할 수 있다. 이 때의 용량은 대향직진교통과 G/C비에 좌우되며, 비보호좌회전 행태변수 즉 임계 차간시간과 좌회전 평균최소 차두시간은 현장 측정

표 5. 비보호좌회전 용량, D<sub>L</sub>(vph)

G/C \ V <sub>0</sub>	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
0.3	233	114	55	26	12	6	3	-	-	-
0.4	370	217	126	73	42	24	13	7	4	2
0.5	515	336	219	142	91	58	37	24	15	9
0.6	662	465	326	227	158	109	75	52	36	24
0.7	812	601	443	326	239	175	128	93	67	45

註: 이상적인 도로조건에서의 값임

표 6. 비보호좌회전의 직진환산 계수,  $E_L$  ( $V_L \geq D_L$ 의 경우)

G/C \ V <sub>o</sub>	V <sub>o</sub>									
	200	300	400	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
0.3	2.83	5.79	12.00	25.40	55.00	110.0	220.0	-	-	-
0.4	2.38	4.06	6.98	12.05	20.95	36.67	67.69	126.0	220.0	440.0
0.5	2.14	3.27	5.02	7.75	12.09	18.97	29.73	45.83	73.33	122.0
0.6	1.99	2.84	4.05	5.81	8.35	12.11	17.60	25.38	36.67	55.00
0.7	1.90	2.56	3.48	4.72	6.44	8.80	12.03	16.56	22.98	34.22

표 7. 비보호좌회전 보정계수(직진이 좌회전 차선을 이용할 수 없는 경우)

V <sub>o</sub> C/G	200	300	400	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
f <sub>LT</sub>	0.58	0.52	0.47	0.42	0.27	0.14	0.08	0.05	0.03	0.02

자료를 이용하여 구한 결과  $\tau=4.6$ 초,  $d=2.3$ 초의 값을 얻었다.

본 연구에서 제시한 3가지 경우의 비보호좌회전 포화교통량 및 좌회전 보정계수는 신호교차로 용량 분석에 이용되며, 비보호좌회전의 용량은 포화교통량을 구하는데 직접적으로 사용될 뿐만 아니라, 신호교차로에서 비보호좌회전 운영방식의 타당성을 판단하는 중요한 기준으로 사용될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 한양대학교 산업과학연구소의 연구비 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케한데 대해, 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. TRB, "Highway Capacity Manual", Special Report 209, 1985.
  2. Fambro, D.B., C.J. Messer and D.A. Anderson, "Estimation of Unprotected Left-Turn Capacity at Signalized Intersection", TRR 644, TRB, 1977. pp. 113-119.
  3. 김경환, "비보호좌회전 포화교통류율 추정", 한국과학재단 연구보고서, 1992.
  4. 도철웅, "비보호좌회전에서의 포화교통량 추정에 관한 이론적 연구", 교통안전연구논집, 제 12권, 도로교통안전협회, 1993, pp. 107-117.
- (接受 : 1994. 8. 30)