

■ 論 文 ■

교차도로 교통량을 고려한 비보호좌회전 신호체계의 적용기준

Warrants of Permissive Left-Turn Signal Systems Based on a Cross Road Volumes

김 동 병

(단국대학교 공학부 토목환경공학전공 교수)

최 종 윤

(단국대학교 일반대학원 토목공학과)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경 및 목적
 - 2. 연구의 방법 및 범위
- II. 문헌 고찰
 - 1. 교차로의 좌회전 통제방식
 - 2. 비보호좌회전에 관한 기존 문헌고찰
- III. 자료수집 및 입력자료
 - 1. 조사대상선정 및 조사내용
 - 2. TRANSYT-7F의 입력자료
- IV. 분석방법 및 분석결과
 - 1. 분석방법
 - 2. 분석결과
 - 3. 기존연구와의 비교
- V. 결론
참고문헌

Key Words : 비보호좌회전, 교차도로, 평균정지지체, TRANSYT-7F, 좌회전전용차로

요 약

본 연구는 교차되는 도로의 교통량 변화에 따른 비보호좌회전 적용기준에 대한 연구이다. 분석에 이용된 도구는 Transyt-7F모형이며 대향직진교통량에 대한 비보호좌회전 가능교통량을 찾기 위해서 좌회전교통량을 점진적으로 증가시켜 보호좌회전보다 유리한 범위를 구하는 방법을 이용하였다. 이 때에 사용된 효과측정기준은 교차로전체의 차량당 평균정지지체시간이다.

도출된 주요 결론을 보면 (1)교차도로의 교통량이 적을수록 비보호좌회전 가능대수는 더 크고 교차도로의 교통량비가 0.6일 때는 1.0일 때에 비해 약 50% 큰 값을 나타냈는데 대향직진교통량이 클 때는 그 차이가 크지 않았다. (2)교통안전시설실무편람의 기준과 비교해 보면 교차도로의 교통량비가 0.6일 때의 기준과 가장 유사하게 나타났으며 0.8과 1.0배 일 때는 편람의 기준보다 낮은 값을 보였다. (3)또한 차로당 대향직진교통량에 따른 비보호좌회전 가능대수는 접근로의 차로수가 클수록 더 작은 값을 나타내었으며 차로당 교통량의 곱을 비보호좌회전 기준으로 쓰기에 상관계수가 상대적으로 높지 않은 것으로 평가되었기 때문에 신중을 기해야 할 것으로 보인다.

본 논문은 단국대학교 2003년도 대학 연구비의 지원에 의하여 연구되었음.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

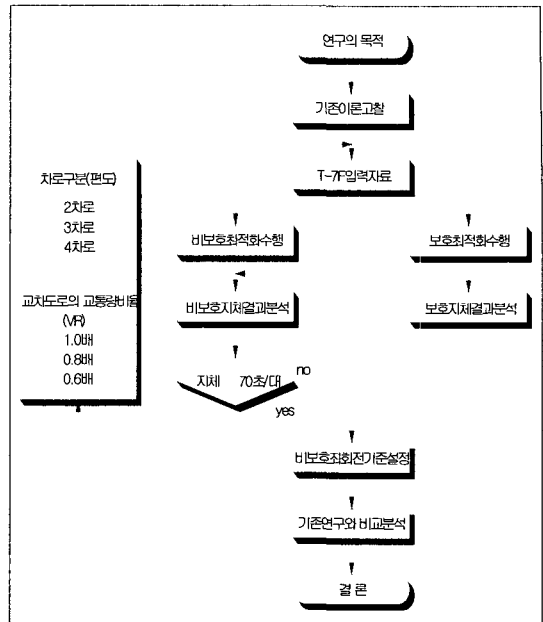
우리나라 신호교차로에서는 좌회전 교통에 녹색현시를 부여하는 보호좌회전, 대향직진의 차량간격을 이용하여 좌회전하는 비보호좌회전, 좌회전을 하지 못하게 하는 좌회전금지의 형태로 좌회전 교통류를 처리하고 있다. 외국에서는 교통량이 적은 교차로에 비보호좌회전을 일반적으로 사용하고 있으나 우리나라에서는 일부 지역에 한정적으로 사용하고 있다. 또한 우리나라 신호교차로 중에서 일부는 비보호좌회전 형태로 좌회전 교통류를 처리하면 교통소통 능력을 상당히 향상시킬 수 있는데도 불구하고 안전상의 문제와 관계자의 인식부족으로 신호교차로를 효율적으로 운영하지 못하고 있는 곳이 많은 실정이다.

지금까지 국내외에서 비보호좌회전에 관한 많은 연구가 있었으나 교차도로의 교통량의 변화를 고려한 연구는 거의 없었다. 그리고 교통안전시설실무편람의 비보호좌회전 시행기준은 현장자료를 바탕으로 경험적인 연구결과를 기초로 한 것이므로 본 연구를 수행하여 비교하는 것은 의미있는 일이라 생각한다. 이러한 필요성에 입각하여 본 연구에서는 보호좌회전에 비해서 비보호좌회전이 얼마나 더 효율적인지 알아보고 비보호좌회전 적용기준을 제시하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

연구의 범위는 교차로의 기하구조와 해당도로, 교차도로의 교통량에 대하여 설정하였다. 교차로의 차로수는 편도 2차로, 3차로, 4차로를 대상으로 하였으며 또한, 좌회전 전용차로를 가지고 네 방향 모두 비보호좌회전을 실시하며 모든 방향별 접근로의 기하구조가 같을 때를 대상으로 하였다. 교통량은 해당도로의 교통량에 대해 교차되는 교차도로의 교통량비(VR)를 1.0, 0.8, 0.6으로 변화시키며 분석하였다. 그리고, 좌회전 교통류에 의한 사고율은 본 연구의 범위에서 제외하였다.

비보호좌회전의 실시는 여러가지 시행기준이 있다. 예를 들어 좌회전차량의 지체, 전체차량의 지체, 교차로에서 좌회전차량에 의한 사고율 등이 있는데 이 중에서 전체차량의 지체를 기준으로 분석하였다. 분석에



〈그림 1〉 연구의 흐름도

이용된 지체를 산출하기 위해서 매 교통량변화에 따라 보호좌회전과 비보호좌회전 각각의 신호주기 및 현시를 최적화하였다.

개략적인 연구과정은 〈그림 1〉에서 보는바와 같다.

II. 문헌 고찰

1. 교차로의 좌회전 통제방식

교차로의 회전통제방법은 대개 좌회전교통류의 처리방식을 이야기하는 것으로서, 그 목적은 차량과 차량, 차량과 사람간의 상충을 줄이며 차량들의 지체를 줄이고 교차로의 용량을 증대시키는 데 있다.

1) 비보호좌회전 통제방식

비보호좌회전은 좌회전교통량이 비교적 적은 교차로에서 사용되는 방법이다. 두 도로가 만나는 교차로인 경우 2현시로 운영되므로 주기가 짧고 지체가 적어 효과적이다.

2) 좌회전금지 통제방식

좌회전금지는 교통량이 많은 주요 도로상의 교차로에 많이 사용되는 통제방법이다. 한 교차로에서 좌회전을 금지하려면 그로 인한 영향이 부근의 다른 교차

로로 파급된다는 것을 고려하지 않으면 안 된다.

3) 보호좌회전 통제방식

전반적으로 교통량이 많으면서 좌회전 교통량이 많으면 보호좌회전 통제방식을 사용한다. 이 방법을 사용하면 주기가 길어지므로 다른 차량이나 보행자의 지체가 증가하지만 통행권이 확보된다는 점과 좌회전 차량에 의한 교통사고의 예방차원에서는 비보호좌회전보다 좋은 통제방식이다.

4) 보호/비보호좌회전 통제방식

보호/비보호 좌회전 통제방식이란, 보호좌회전과 비보호좌회전을 혼합하여 사용하는 것이다. 보호좌회전 현시가 있고, 양방향 직진신호시에는 비보호좌회전을 할 수 있는 형태의 좌회전 통제방식이다.

2. 비보호좌회전에 관한 기존 문헌고찰

우리나라의 교통안전시설실무편람⁵⁾에서는 교차하는 도로의 기하구조와 교통량은 언급하지 않고, 해당도로의 대향직진 교통량과 비보호좌회전을 시행하는 교통량과의 관계를 현장에서 여러 차례 반복 조사하여 <표 1>과 같은 비보호좌회전 시행기준을 제시하고 있다.

Cottrell⁸⁾은 교통량에 따른 좌회전 통제방식의 시행기준으로 식(1)에 의한 교통량의 곱으로 제시하고 있다.

$$LTOV/NL = LT \times (OV/NL) \tag{1}$$

여기서,

LTOV/NL : 교통량의 곱

LT : 좌회전 교통량

OV/NL : 차로당 대향교통량

그 결과로 차로당 교통량의 곱이 200,000대/시 이상이면 보호좌회전 현시를 사용할 것을 제안하였고, 50,000대/시 이하이면 비보호좌회전현시의 사용을 제안하였는데 <그림 2>에서 보는바와 같다.

Kentucky주에서 실시된 좌회전시행기준안의 설정을 위해 Nikiforos Stamatiadis¹¹⁾는 주에 있는 408개 접근로에서 발생한 사고자료와 교통량을 바탕으로 여러 개소의 교차로를 시뮬레이션하여 좌회전 시행기준을 제시하였다.

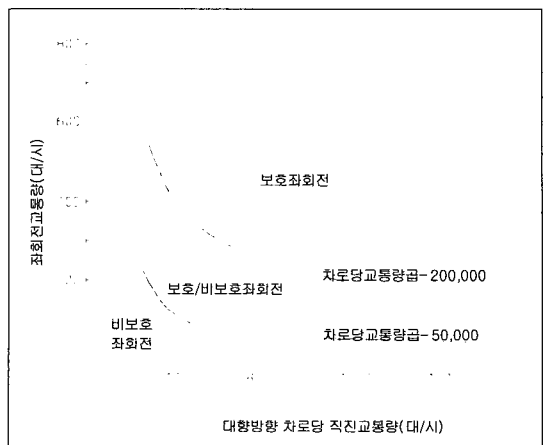
그 중에서 교통량의 곱과 지체에 의한 기준을 보면 <그림 3>과 같이 '비보호좌회전 <보호/비보호좌회전 <보호좌회전'의 순으로 지체가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

그 외에도 국내에서 김은식¹⁾, 노희철²⁾, 도철웅³⁾, 조원범⁶⁾, 국외에서는 Agent¹⁰⁾, Upchurch⁹⁾ 등이 연구하여 비보호좌회전의 시행기준을 제시한 바는 있지만, 조원범의 논문을 제외하고는 본 연구에서처럼 교차도로의 교통량과 기하구조를 변화시키고, 해당도로에 좌회전전용차로가 설치된 결과를 비교해본 것이 아니기 때문에 본 연구와 직접 비교될 수는 없을 것으로 판단된다.

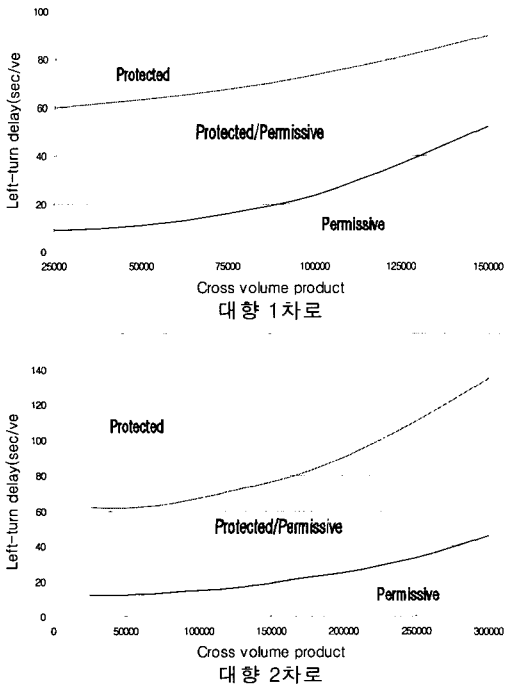
<표 1> 비보호좌회전의 시행기준

대향직진 (대/시)	좌회전 교통량(대/시)		
	2차로도로	3차로도로	4차로도로
400	260	300	320
500	210	250	270
600	160	210	230
700	120	180	200
800	90	150	170
900	-	120	140
1,000	-	110	120
1,100	-	90	110
1,200	-	70	100
1,300	-	60	80
1,400	-	50	70
1,500	-	-	60
1,600	-	-	50
1,700	-	-	50
1,800	-	-	40

자료 : 경찰청, 교통안전시설실무편람, 2.000



<그림 2> Cottrell의 좌회전현시 시행기준



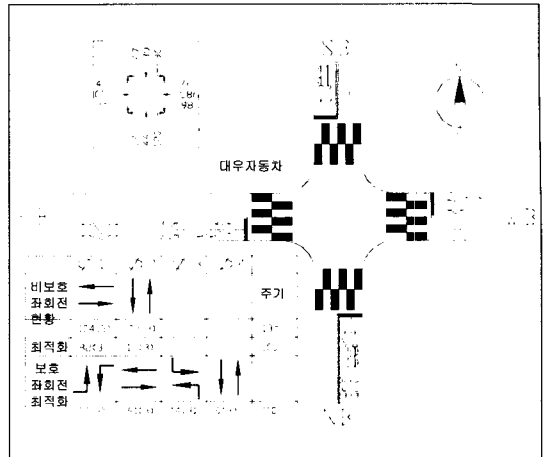
〈그림 3〉 Nikiforos의 좌회전 시행기준

III. 자료수집 및 입력자료

TRANSYT-7F모형은 교차로 시뮬레이션 모형으로 좋은 평가를 받고 있는 모형이지만 우리나라의 비보호교차로의 현황을 잘 평가할 수 있는지에 대한 검증이 필요하다. 그러나 여러 기하조건과 교통조건에 대해서 검증하는 것은 자료수집상의 어려움이 있기 때문에 여기서는 2차로 접근로에 대해서 제한적으로 검토해 보았다. 현장조사지체, 모형의 지체, 신호현시 최적화후의 지체 및 보호좌회전운영시의 지체를 분석하고 비교하였다.

1. 조사대상선정 및 조사내용

인천시내의 도로상에서 본 논문의 기하구조설정과 같이 비보호좌회전을 시행하고있는 교차로를 대상지점으로 선정하여 각각의 기하구조와 신호주기, 교통량현황 등을 조사하였다. 교차로의 현황을 파악하기 쉬운 인근의 건물옥상을 이용하여 현장에서 조사하였으며 그 기하구조 및 신호운영현황, 최적화된 신호운영은 다음과 같다.



〈그림 4〉 주안역 북동쪽 교차로

1) 교통량조사

정확한 조사를 수행하기 위하여 현장에서 차량의 통행행태를 비디오카메라로 촬영한 후 다시 실내에서 모니터를 이용하여 파악하였다.

2) 지체조사

현장에서 조사된 자료를 바탕으로 정지지체방법으로 이동류의 평균정지지체를 구하였다. 이렇게 구한 지체와 프로그램상의 결과를 비교하면 〈표 2〉과 같다.

현장에서 조사한 평균정지지체는 12.7초/대이고 모형의 평균정지지체는 10.1초/대로 나타나 비슷한 결과를 나타내었다. 신호현시 최적화후 모형의 평균정지지체는 6.8초/대로 나타났으며 각 방향을 보호좌회전으로 운영한다고 가정했을 때는 22.6초/대로 지체가 훨씬 증가하는 것으로 나타났다. 본 지점은 해당 도로의 직진교통량이 600대/시 수준이고, 좌회전교통량은 98대/시이므로 비보호시행기준에 부합된다고 볼 수 있으며 따라서 현재와 같이 비보호로 운영하는 것이 지체를 줄이는 것으로 나타났다.

〈표 2〉 좌회전처리 형태별 평균 정지지체의 비교

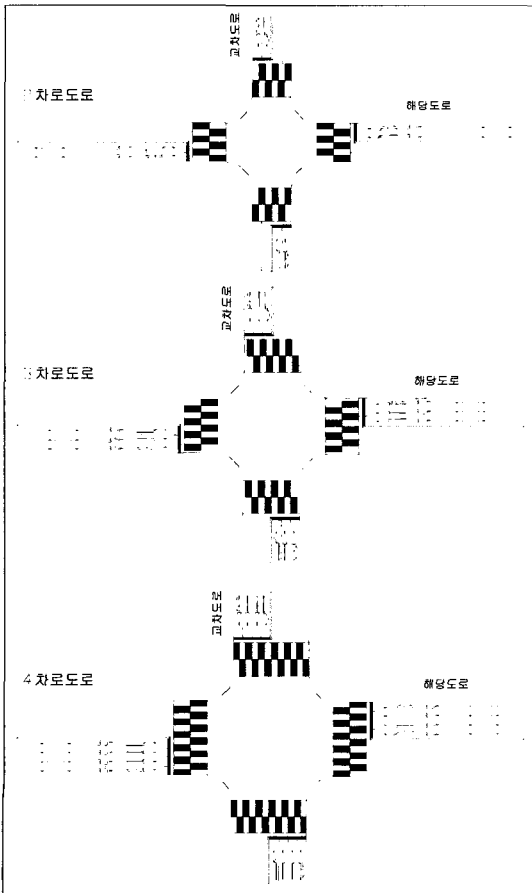
구분		평균정지지체(초/대)
비보호좌회전	Simulation	10.1
	Optimization	6.8
	현장조사결과	12.7
보호좌회전	Optimization	22.6

2. TRANSYT-7F의 입력자료

1) 교차로 기하구조

보호좌회전과 비보호좌회전으로 운영되는 두 가지 경우의 교차로 모두 십자(+)형으로 가정하였다. 또, 각 방향의 접근로가 4차로도로일 경우, 1차로는 좌회전 전용차로로, 2·3차로는 직진, 4차로는 직진과 우회전의 공용차로로, 접근로가 3차로와 2차로도로일 경우에도 같은 방식으로 차로를 지정하였다. 그리고, 교차로 전체적으로는 다음과 같은 가정사항을 적용하였다.

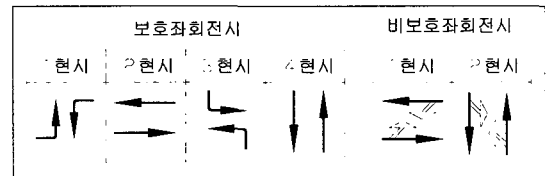
- 평지이고 시거가 양호한 평면교차로
- 인접한 교차로의 영향을 받지 않는 독립교차로
- 주, 정차에 의한 용량감소가 없는 교차로
- 차로의 폭이나 갓길 등에 의한 용량감소가 없는 이상적인 교차로



〈그림 5〉 분석에 사용된 교차로기하구조

2) 신호현시조건

좌회전의 신호현시구성은 〈그림 6〉과 같고 최적주기의 범위는 보호좌회전의 경우 60~150초, 비보호좌회전은 50~150초 사이에서, 그리고 주어진 교통량조건에서 최적화하였다.



〈그림 6〉 좌회전별 현시운영

3) 교통량조건

해당도로의 직진교통량(THM)은 400~3,000대/시, 좌회전교통량(LTM)은 20~400대/시를 적용하였으며, 교차도로의 해당도로에 대한 교통량비(VR)를 1.0, 0.8, 0.6으로 변화시켰다.

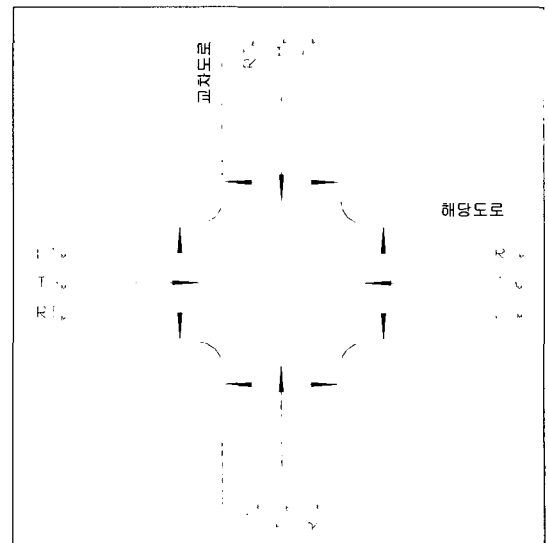
$$VR_{LT} = LTM_m \div LTM_M \quad (2)$$

$$VR_{TR} = (THM_m + RTM_m) \div (THM_M + RTM_M) \quad (3)$$

여기서,

VR_{LT} : 교차도로의 좌회전교통량비

VR_{TR} : 교차도로의 직진 + 우회전교통량비



〈그림 7〉 각 도로의 회전방향 교통량

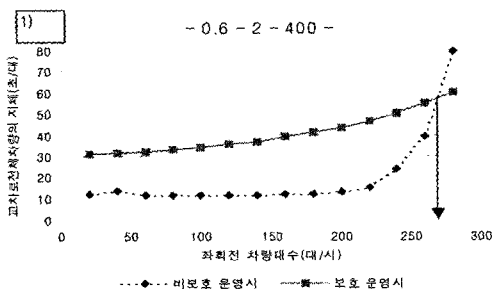
IV. 분석방법 및 분석결과

1. 분석방법

분석은 대향직진교통량을 먼저 정해두고 좌회전교통량을 증가시켜 가면서 반복시행 하였으며, 대향직진교통량은 400대/시부터 100대씩 증가시켜 최대 3,000대/시까지 증가시켰으며 좌회전교통량은 20대/시부터 20대단위로 증가시켜 비보호좌회전의 지체가 더 클 때까지 증가시켰다. 직진교통량의 증분 100대와 좌회전교통량의 증분 20대는 기존의 연구결과와 연구자의 판단에 의거하여 결정하였다. 이렇게 한 결과 반복시행횟수는 2차로 65회, 3차로 284회, 4차로 401회로 총 750회에 달하고 있다. 보호좌회전으로 운영했을 경우와 비보호좌회전으로 운영했을 경우로 나누어 프로그램상의 결과중 교차로 전체의 지체를 기준으로 분석하였다. 두 경우의 차량당 평균정지지체곡선을 비교하여 지체곡선이 보호좌회전 운영시보다 더 아래에 위치할 때의 좌회전 교통량을 비보호좌회전 시행기준으로 삼았다. 또한, 보호좌회전에 비해 비보호좌회전의 운영이 지체를 상당히 감소시킨다 하여도 교차로의 지체가 70초/대(LOS D)를 초과한다면 교차로의 용량을 넘어섰다고 판단할 수 있기 때문에 70초/대일 때의 교통량을 비보호좌회전이 가능한 차량대수로 정의하였다. 즉,

- ① 보호좌회전보다 비보호좌회전의 운영방식이 지체를 줄일 수 있는 최대 교통량.
- ② 비보호좌회전 운영방식의 지체가 70초/대 이내인 좌회전교통량

중에서 작은 값이 비보호 가능대수이다. 실제의 예를 보면 <그림 8>과 같다.



2. 분석결과

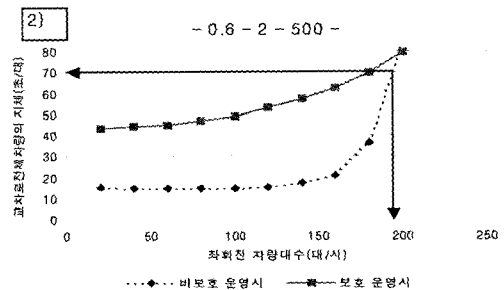
교통량의 변화에 따라 최적화된 주기와 g/C비가 변화되는 과정을 살펴보았는데, 비보호좌회전으로 운영했을 때의 최적주기는 보호좌회전으로 운영했을 때의 최적주기보다 대체로 낮은 값을 보이고 있다. 보호좌회전으로 운영했을 경우의 최적신호주기는 대향직진교통량의 증가와 함께 점진적인 증가를 보이는 반면에 비보호좌회전으로 운영했을 경우에는 대향직진교통량이 증가함에 따라 비슷한 주기가 계속되다가 상당히 큰 교통량수준에서 급증하는 것을 확인할 수 있었다.

위의 분석방법에 의해서 얻어낸 본 연구의 기준은 각각 비율별로 <표 3>과 같다.

3. 기존연구와의 비교

1) 교통안전시설실무편람과의 비교

- ① 2차로도로는 <그림 9>에서 보는 바와 같이 교통안전시설실무편람의 기준이 본 연구의 결과보다 더 크게 제시되고 있다. <표 4>는 편람의 기준과 본 연구에서 교차도로의 교통량비율별 기준을 비교한 것인데, 교차도로의 교통량비율이 해당도로와 같을 때에는 편람의 기준보다 작지만 교차도로의 교통량비율이 적어질수록 편람의 기준과 비슷해지는 것을 확인할 수 있다.
- ② 3차로도로에서는 대향직진교통량이 400대/시일 경우에 교통안전시설실무편람에서는 비보호좌회전 가능대수가 300대/시라고 제시하고 있는데, 본 연구에서는 교차도로의 교통량이 해당도로의 1.0배일 경우 240대/시, 0.6배일 경우 350대/시로 나타났다. <표 5>를 보면 대향직진교통량이 1,000대/시

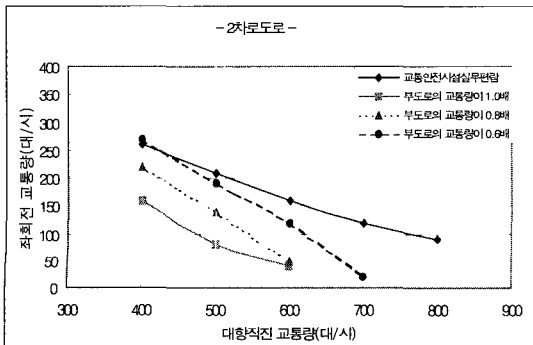


<그림 8> 적용된 지체와 좌회전가능대수

〈표 3〉 대항직진 교통량과 교차도로의 교통량비율별 비보호좌회전 가능대수

대항 직진 교통량 (대/시)	해당도로의 비보호좌회전 가능대수(대/시)								
	2차로도로			3차로도로			4차로도로		
	1.0배	0.8배	0.6배	1.0배	0.8배	0.6배	1.0배	0.8배	0.6배
400	160	220	270 ¹⁾	240	280	350	240	300	360
500	80	140	190 ²⁾	190	230	280	190	240	290
600	40	50	120	150	180	220	150	190	230
700	-	-	20	120	150	170	120	160	190
800	-	-	-	110	130	150	90	120	150
900	-	-	-	100	110	130	90	100	120
1,000	-	-	-	90	100	110	70	90	100
1,100	-	-	-	90	100	100	60	80	90
1,200	-	-	-	90	90	90	60	70	80
1,300	-	-	-	100	100	90	50	80	80
1,400	-	-	-	80	90	90	50	70	80
1,500	-	-	-	30	70	100	50	60	70
1,600	-	-	-	-	-	100	50	60	70
1,700	-	-	-	-	-	90	50	60	70
1,800	-	-	-	-	-	70	60	60	80
1,900	-	-	-	-	-	20	60	70	70
2,000	-	-	-	-	-	-	60	70	70
2,100	-	-	-	-	-	-	70	70	80
2,200	-	-	-	-	-	-	70	70	80
2,300	-	-	-	-	-	-	70	80	80
2,400	-	-	-	-	-	-	40	80	80
2,500	-	-	-	-	-	-	-	80	90
2,600	-	-	-	-	-	-	-	70	90
2,700	-	-	-	-	-	-	-	40	90
2,800	-	-	-	-	-	-	-	-	90
2,900	-	-	-	-	-	-	-	-	80
3,000	-	-	-	-	-	-	-	-	60

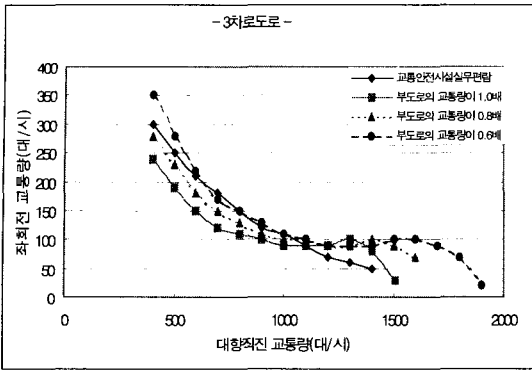
주) 1.0, 0.8, 0.6배는 해당도로에 대한 교차도로의 교통량 수준임.



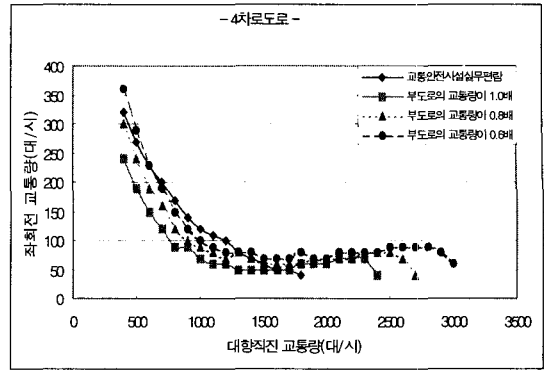
〈그림 9〉 2차로도로의 비교그래프

〈표 4〉 2차로도로의 교통량 대소비교(대/시)

대항 직진 교통량	교통안전시설 실무편람의 기준 (A)	본 연구의 교차도로 교통량 비율별 기준			비율		
		1.0배 (B)	0.8배 (C)	0.6배 (D)	A/ B	A/ C	A/ D
400	260	160	220	270	1.6	1.2	1.0
500	210	80	140	190	2.6	1.5	1.1
600	160	40	50	120	4.0	4.1	1.3
700	120	-	-	-	-	-	-
800	90	-	-	-	-	-	-



〈그림 10〉 3차로도로의 비교그래프



〈그림 11〉 4차로도로의 비교그래프

〈표 5〉 3차로도로의 교통량 대소비교(대/시)

대향 직진 교통량	교통안전시설 실무편람의 기준	본 연구의 교차도로 교통량 비율별 기준			비교		
	(A)	1.0배 (B)	0.8배 (C)	0.6배 (D)	A/B	A/C	A/D
400	300	240	280	350	1.3	1.1	0.9
600	210	150	180	220	1.4	1.2	1.0
800	150	110	130	150	1.4	1.2	1.0
1,000	110	90	100	110	1.2	1.1	1.0
1,200	70	90	90	90	0.8	0.8	0.8
1,400	50	80	100	90	0.6	0.5	0.6

〈표 6〉 4차로도로의 교통량 대소비교(대/시)

대향 직진 교통량	교통안전시설 실무편람의 기준	본 연구의 교차도로 교통량 비율별 기준			비교		
	(A)	1.0배 (B)	0.8배 (C)	0.6배 (D)	A/B	A/C	A/D
400	320	240	300	360	1.3	1.1	0.9
600	230	150	190	230	1.5	1.2	1.0
800	170	90	120	150	1.9	1.4	1.0
1,000	120	70	90	100	1.7	1.3	1.2
1,200	100	60	70	80	1.7	1.4	1.3
1,400	70	50	70	80	1.4	1.0	0.9
1,600	50	50	60	70	1.0	0.8	0.7
1,800	40	60	60	80	0.7	0.7	0.5

이하에서는 교차도로의 교통량이 해당도로의 1.0, 0.8배일 경우 편람의 기준보다 작은 비보호좌회전 가능대수가 나타났으나, 교차도로의 교통량이 해당도로의 0.6배일 경우와 대향직진교통량이 1,200 대/시를 초과하면서부터는 편람의 기준보다 큰 비보호좌회전 가능대수가 나타났다.

③ 4차로도로에서는 교통안전시설실무편람의 경우 대향직진교통량이 400대/시일 경우 비보호좌회전 가능대수가 320대/시라고 하였는데, 본 연구에서는 그림에서 보는바와 같이 360대/시까지 비보호좌회전의 운영이 보호좌회전의 경우보다 유리하다고 나타났다. 〈표 6〉에서 보는바와 같이 대향직진교통량이 1,500대/시 부근까지는 교차도로의 교통량이 해당도로의 1.0, 0.8일 경우에 편람의 기준이 더 크게 나타났고, 교차도로의 교통량이 해당도로의 0.6배일 경우에는 본 연구의 결과와 편람의 기준이 가장 근접하게 나타났다.

그밖에 본연구와 같이 교차도로의 도로교통조건을 고려한 조원범⁶⁾의 연구결과와 비교해 볼 수 있다. 그러나 이 연구는 공용좌회전을 본연구는 전용좌회전을 대상으로 하였으며 해당도로와 교차도로의 우회전교통량 등이 차이가 있다. 이와 같이 교통조건과 도로조건이 다른 연구결과를 직접 비교한다는 것은 무리가 있으나 가장 유사한 경우를 비교하면 다음과 같다.

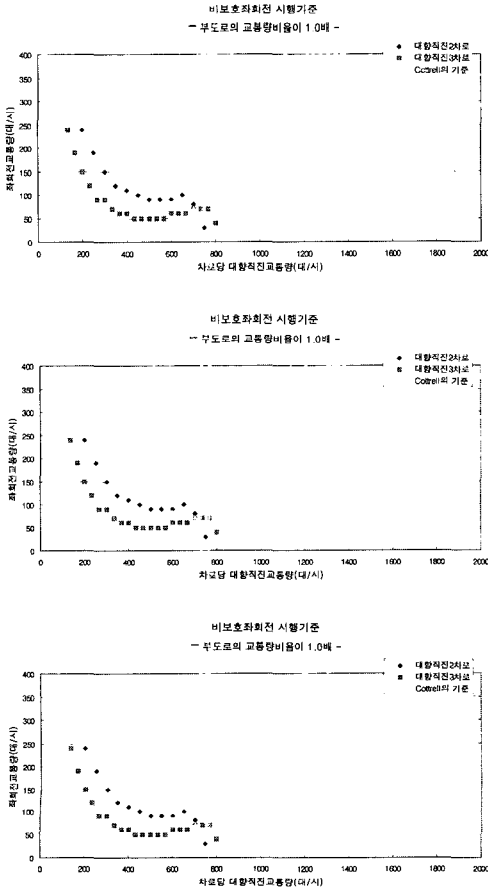
2차로의 경우에는 동일한 대향직진교통량에 대해서 본연구가 대체로 더 적은 값을 보였고 특히 조원범⁶⁾의 연구는 대향직진이 1,000vph 일 때에도 비보호좌회전 교통량이 약 140대로 나타났는데 비해 본연구에서는 비보호 좌회전이 불가능한 것으로 나타났다. 3차로의 경우에는 본연구의 값이 조원범⁶⁾의 연구결과 보다 상당히 큰 값으로 나타났다.

2) 대향차로당 직진교통량과 좌회전교통량 비교

본 연구결과의 차로당 대향직진 교통량에 대한 비보호좌회전 시행기준과 Cottrell의 연구를 비교해 보면 다음과 같다.

첫째, 교차도로의 교통량이 해당도로의 1.0배일 경우, <그림 12>에서 보듯이 본 연구결과가 외국의 연구결과보다 전체적으로 작음을 알 수 있다. 본 연구의 결과만을 본다면 대향직진이 두 개 차로인 경우가 대향직진이 세 개 차로인 경우보다 같은 대향직진 교통량에서 더 큰 비보호좌회전 가능대수를 가지는 것을 알 수 있다.

둘째, 교차도로의 교통량이 해당도로의 0.8배일 경우, 본 연구결과 중에서 대향직진이 두 개 차로인 경우에 외국의 연구결과와 상당히 비슷한 비보호좌회전 가능대수를 나타내고, 대향직진이 세 개 차로인 경우는 외국의 결과에 못 미치는 것을 알 수 있다.

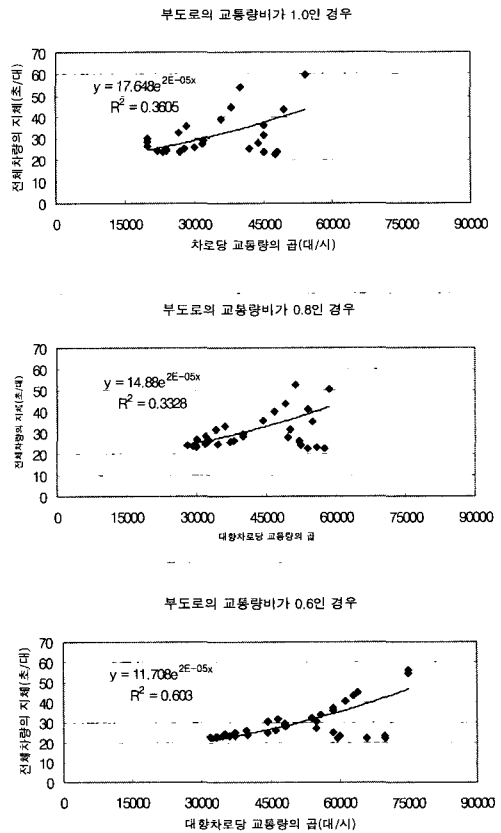


<그림 12> 교차도로의 교통량별 비보호가능대수

셋째, 교차도로의 교통량이 해당도로의 0.6배일 경우, 본 연구결과 중에서 대향직진이 두 개 차로인 경우에 외국의 연구결과보다 더 많은 비보호좌회전 가능대수를 나타내고, 대향직진이 세 개 차로인 경우는 차로당 대향직진 교통량이 700대/시 부근일 때까지는 외국의 연구결과보다 작은 비보호좌회전 가능대수를, 700대/시 이상일 때는 본 연구의 비보호좌회전 가능대수가 크다는 것을 알 수 있다.

3) 차로당 교통량급에 의한 지체비교

기존의 연구결과들은 상당수가 교통량의 곱으로 비보호좌회전의 시행기준을 제시하여왔는데, 본 연구결과로는 <그림 13>에서 보는 바와 같이 회귀식의 결정계수(R^2)가 너무 작아서 그와 같은 기준을 제시하기에 무리가 있다. 이렇게 결정계수를 낮게 하는 요인은 같은 교통량의 곱이라 하더라도 지체수준이 다르게 나타나는 다음의 예를 보면 쉽게 알 수 있다.



<그림 13> 교통량의 곱과 지체의 비교

교차도로의 교통량이 해당도로와 같고 대향직진 차로수가 3차로도로일 때에 대향직진 교통량이 400대/시이고 좌회전 교통량이 240대/시일 경우와, 대향직진 교통량이 2,400대/시이고 좌회전 교통량이 40대/시일 경우를 보면,

$$400/3 \times 3 \times 240 = 32,000$$

$$2,400/3 \times 3 \times 40 = 32,000$$

으로, 차로당 교통량의 곱은 동일하나 지체는 후자의 경우 70초/대, 전자의 경우 29.1초/대로서 서로 다르다.

V. 결론

본 연구는 대향직진 교통량과 좌회전 교통량의 변화에 초점을 맞추어 교통량의 곱과 좌회전차량의 지체로만 비보호좌회전의 시행기준을 제시한 기존의 연구들과는 달리 해당도로와 교차하는 교차도로의 교통량변화에 중점을 두어 비보호좌회전의 시행기준을 제시하고자 하였다.

교차도로의 교통량비를 1.0, 0.8, 0.6으로 변화시켜가며 분석한 결과 비보호좌회전의 가능대수를 구할 수 있었고, 이를 비보호좌회전의 시행기준으로 제시하였으며 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

- (1) 기존의 연구들에서는 분석대상이 되는 도로와 교차하는 도로의 교통량변화를 고려하지 않고 비보호좌회전의 시행기준을 제시하여 왔는데 본 연구에서는 이를 고려하여 분석해 본 결과 교차도로의 교통량이 적을수록 비보호좌회전 가능대수는 증가한다는 사실을 알 수 있었다. 따라서, 교차도로의 교통량비율이 비보호좌회전의 시행기준을 설정하는 중요한 변수임이 확인되었다. 교차도로의 교통량비가 0.6배일 때에는 1.0배일 때에 비해서 직진교통량이 700대/시까지는 약 50%크게 나타났다.
- (2) 교통안전시설실무편람의 기준과 비교해서 편람의 비보호좌회전 기준치가 본 연구의 기준보다 교차도로의 교통량비가 1.0, 0.8배일 때에는 더 크게 나타났고, 교차도로의 교통량비가 0.6일 때에는 비슷한 값을 나타내고 있다.

(3) 대향차로당 직진교통량에 대한 비보호좌회전의 기준과 본 연구의 기준을 비교해 본 결과 대향직진 2차로일 때가 3차로일 때보다 더 큰 값을 나타내고 있으며 교차도로의 교통량비가 1.0일 때에는 Cottrell의 기준이 크게, 교통량비가 0.8일 때에는 대향직진 2차로도로의 경우 Cottrell의 기준과 거의 같게, 대향직진 3차로도로의 경우에는 Cottrell의 기준이 더 크게 나타났다. 교통량 비율이 0.6일 때, 대향직진 2차로의 경우 본 연구의 기준이 더 크게, 대향직진 3차로의 경우에는 Cottrell의 기준이 더 크게 나타났으나 전체적으로 가장 근접한 결과를 보이고 있다.

(4) 본 연구의 결과에서 보면 차로당 교통량의 곱은 일관성이 다소 부족하고 비보호좌회전의 시행기준으로 적용하기에는 부적당한 점이 있으며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

추후연구로는 본 연구에서 제시되진 않은 교차도로의 교통량이 더 큰 경우에 대해서도 분석이 이루어져야 하고 기타 simulation 프로그램들의 결과, 현장의 자료와도 비교 분석되어 정확한 시행기준이 마련되어야 한다. 또한, 본 연구는 해당도로와 교차도로의 차로수가 같을 때와 좌회전 전용차로가 있는 경우만을 분석하였기 때문에 직·좌공용차로가 있는 경우와 교차도로의 차로수가 상이한 경우를 포함한 추가연구가 필요하다고 판단된다. 그리고, 보호좌회전으로 운영했을 경우에 비해서 비보호좌회전 교통류에 의해 높아지는 사고율을 고려하지 않았으므로, 비보호좌회전의 명확한 시행기준이 설정되어 시행되기 위해서는 사고자료와도 접목된 포괄적인 연구가 계속되어야 하겠다.

참고문헌

1. 김은식(1998), "비보호좌회전 설치기준에 관한 연구", 명지대학교 석사학위논문.
2. 노희철(1988), "교차로에서의 좌회전 현시방법 결정에 관한 연구", 성균관대학교 석사학위논문.
3. 도철웅(1999), "비보호좌회전 용량 및 보정계수에 관한 이론적 연구", 교통안전연구논집 제18권.
4. 최종윤(2003), "비보호좌회전 신호체계의 적용기준에 관한 연구", 단국대학교 석사학위논문.

5. 경찰청(2000), "교통안전시설 실무편람".
6. 조원범·도철웅(2002), "도로용량편람에 근거한 비보호좌회전 준거에 관한 연구", 대한교통학회지, 제20권 제7호, 대한교통학회, pp.31~41.
7. 도로교통안전관리공단(1989), "비보호좌회전현시의 기준설정 및 좌회전현시운용의 효과평가".
8. Benjamin H. Cottrell, Jr(1986), "Guidelines for Protected/Permissive Left-Turn Phasing", TRR 1069.
9. Jonathan E. Upchurch(1986), "Guidelines for Protected/Permissive Left-Turn Phasing", TRR 1069.
10. Kenneth R. Agent and Robert C. Dean (1979), Division of Research, Bureau of Highways, Kentucky Department of Transportation, "Warrants for Left-Turn Signal Phasing", TRR 737.
11. Nikiforos Stamatiadis, Kenneth R. Agent, and Apostolos Bizakis(1997), "Guidelines for Left-Turn Phasing Treatment", TRR 1605.

✉ 주 작 성 자 : 김동녕
 ✉ 논문투고일 : 2003. 2. 16
 논문심사일 : 2003. 3. 18 (1차)
 2003. 3. 28 (2차)
 2003. 5. 7 (3차)
 2003. 6. 5 (4차)
 2003. 8. 14 (5차)
 심사판정일 : 2003. 8. 14
 ✉ 반론접수기한 : 2003. 12. 31

Accidents involving pedestrians at signalized intersections are classified by type of crosswalks by traffic volume, pedestrian volume at crosswalk, intersection geometry and phase in view of pedestrians' safety at 50 intersections in Gwangju. The Multiple regression models are applied to express the pedestrian accident rate. In addition, process deciding what type of crosswalk installs which includes accident rate involved pedestrian is changed into number of accident is represented to reduce number of accidents.

This paper presents what type of crosswalk installs in order to reduce pedestrian involved accidents at new or existing crosswalk.

Development and Application of the Heteroscedastic Logit Model

YANG, In Seok · RHO, Jeong Hyun · KIM, Kang-Soo

Because the Logit model easily calculates probabilities for choice alternatives and estimates parameters for explanatory variables, it is widely used as a traffic mode choice model. However, this model includes an assumption which is independently and identically distributed to the error component distribution of the mode choice utility function.

This paper is a study on the estimation of the Heteroscedastic Logit Model, which mitigates this assumption. The purpose of this paper is to estimate a Logit model that more accurately reflects the mode choice behavior of passengers by resolving the homoscedasticity of the model choice utility error component.

In order to do this, we introduced a scale factor that is directly related to the error component distribution of the model. This scale factor was defined so as to take into account the heteroscedasticity in the difference in travel time between using public transport and driving a car, and was used to estimate the travel time parameter.

The results of the Logit Model estimation developed

in this study show that Heteroscedastic Logit Models can realistically reflect the mode choice behavior of passengers, even if the difference in travel time between public and private transport remains the same as passenger travel time increases, by identifying the difference in mode choice probability of passengers for public transportation.

Warrants of Permissive Left-Turn Signal Systems Based on a Cross Road Volumes

KIM, Dong Nyong · CHOI, Jong Yun

The purpose of this study is to provide the criteria for implementing unprotected left turn at intersections with variation of traffic volume on a cross road approach. Using Transyt-7F model, the delays calculated from permissive and protected left turn signal system were compared by gradually increasing the left turn volume for a certain opposing through volume up to the volume limits to which permissive left turn is more effective. Average stopped delay of the intersection was used as the measure of effectiveness in this study.

The major conclusions are (1) the lighter the traffic gets in a cross road, the more the allowable left turn volume increases. The allowable left turn volume when the ratio of cross traffic to the concerned approach traffic is 0.6 appears about 50% more than the volume when the ratio is 1.0. (2) Comparing to the criteria of the manual of traffic safety facility, the results when the traffic ratio is 0.6 seem to be most similar the criteria of manual and the results when the traffic ratio are 0.8 and 1.0 appears to be lower than the criteria of manual. (3) The possible amount of making a left turn that is inversely proportional to the opposing through traffic, decreases as the number of opposing through lanes increases. The products of volume need to be used as the criteria of permissive left turn with considerable cautions because of its low consistency.