

대각선 횡단보도의 차량 지체도 분석

Analyses of Vehicular Delay on Scrambled Crosswalk

장 용 준

(연세대학교,
도시공학과 석사과정,
ja3ja3@hanmail.net)

김 형 진

(연세대학교,
도시공학과 교수,
hyungkim@yonsei.ac.kr)

손 봉 수

(연세대학교,
도시공학과 교수,
sbs@yonsei.ac.kr)

목 차

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| I. 서론 | III. 대각선 횡단보도 도입 전·후 비교분석 |
| 1. 연구배경 및 목적 | 1. 분석 방법론 정립 |
| 2. 연구방법 | 2. SIMULATION 결과 분석 |
| II. 문헌고찰 | IV. 결론 및 향후 연구과제 |
| 1. 대각선 횡단보도의 특성 | 참고 문헌 |
| 2. 국내 대각선 횡단보도 설치사례 및 기준 | |
| 3. 국외 설치사례 및 기준 | |

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

각종 도시교통 문제를 해결하기 위한 개선 사업은 비단 차량 소통능력의 증대뿐만 아니라, 보행자의 안전과 통행편익 증대에도 그 목적이 있다. 특히 보행자가 많은 상업지역, 학교 주변의 신호교차로에서 보행자의 안전과 통행편익을 증대하려는 노력은 전 세계적으로 진행되고 있는 추세다.

이러한 목적으로 국내에서 80년대 말부터 제안된 대각선 횡단보도(Scrambled Crosswalk)는 신호교차로에서 보행자 전용 신호현시(Exclusive Pedestrian Phase)를 설정하여, 보행자가 많은 지역에서는 보행자 대기시간의 감소와 보행자 안전이라는 장점을 가지고 있으나, 현시수의 증가와 보행자 소거의 문제로 인한 지체의 증가, 차량 소통능력 저하, 지체로 인한 대기의 오염, 보행자 소거문제와 같은 단점을 아울러 가지고 있다.

대각선 횡단보도가 점차 확대·시행되고 있는 현재 상황에서 과연 차량의 지체도

가 심각하게 높은 지점에서도 굳이 대각선 횡단보도를 설치·운영하는 것이 타당한가에 대하여 의문을 갖게 되었다. 보행자의 편의만을 강조한 무조건적인 대각선 횡단보도의 설치는 효율적이고 합리적인 교차로 운영에 적합하지 못하다.

따라서 본 연구의 목적은 교통량과 보행량 수준, 도로 규모에 따라서 대각선 횡단보도가 차량의 지체도(서비스 수준)에 어떠한 영향을 주는가를 시뮬레이션을 통해 알아보고 그 효과를 분석하는데 있다.

2. 연구 방법

교통량과 보행량의 수준과 도로의 규모에 따른 대각선 횡단보도 설치 전·후의 차량 및 보행자 지체값(서비스 수준)을 산출하며, 위의 결과값의 비교를 통해 대각선 횡단보도가 교통량과 보행량, 도로 규모에 따라서 교차로의 차량의 지체도에 미치는 효과를 분석한다.

교통량과 보행량 수준 및 도로규모의 반영을 위해 비교분석 교통량(교통량 activity)과 비교분석 보행량(보행량 activity), 비교분석 도

로규모를 선정하고 각각의 case별로 분석을 시행하였다. 대각선 횡단보도 설치 전·후의 차량 지체도 분석은 신호 교차로의 서비스수준의 판단 기준이 되는 차량당 평균제어 지체시간을 분석 기준으로 삼았으며, 분석방법은 TRANSYT-7F program tool을 통해 Simulation 하였다. 그리고 시뮬레이션 분석표를 만들고 그 결과 값들을 그래프로 도시하여 임계차선교통량의 합(ΣCV), 보행량, 도로규모에 따른 각각의 차량지체도(서비스 수준)분석을 시행하였다.

II. 문헌 고찰

1. 대각선 횡단보도의 특성

1) 용어의 정의

대각선 횡단보도(Scrambled crosswalk)란 다지 교차로에서 한 번에 횡단할 수 없는 두 개의 지점을 대각선으로 연결하여 한 번에 횡단할 수 있도록 설치하는 횡단보도를 말한다. 대각선 횡단보도 시행시 보행자 전용 신호현시(exclusive pedestrian phase)를 적용하게 되는데 이는 일반적인 신호현시 계획으로는 처리할 수 없는 보행자가 많은 교차로에서 보행자가 대각선을 포함하여 자유롭게 교차로를 횡단할 수 있도록 별도의 현시를 부여 하는 방법이며, 뉴욕시의 교통국장이었던 Henry Barnes에 의해서 최초로 제안되어, "Barnes Dance" 라고도 한다.

2) 대각선 횡단보도의 장·단점

대각선 횡단보도의 장점으로서는 다음과 같이 정리 할 수 있다.

첫째, 교통량이 적은 방향에 대한 보행신호 부여로 인해 신호현시비(g/C)와 교통량대 용량비(V/c)가 상이하게 되는 교차로에 현시시간을 효율적으로 배분할 수 있다.

둘째, 보행 광장화로 다수 보행자의 동시 횡단 및 보행지체시간을 감소시킨다.

셋째, 우회전 교통류를 효율적으로 처리하고 보행자 안전을 증대할 수 있다.

더불어 대각선 횡단보도의 단점으로는 현

시수의 증가로 인한 차량의 추가손실시간을 유발하고, 다수의 보행자 횡단시 교차로 소거가 쉽지 않다는 점이 있다.

2. 국내 대각선 횡단보도 설치사례 및 기준

대각선 횡단보도는 1980년대 이후부터 보행자에 대한 문제가 거론되어, 1980년대 말에 오스카극장 앞 교차로에 설치하였고, 1984년에 서이초등학교 앞 교차로 및 명보극장 앞 교차로 등 2개 지점에 설치한 이후, 1998년엔 총 6개소, 2006년 현재 전국에 30개소가 운영 중에 있다. 교통안전시설실무편람의 대각선 횡단보도 설치 기준을 살펴보면, "보행자가 대각선으로 횡단할 필요가 있는 교차로에 설치하며, 횡단보도의 폭은 교차로 횡단보도의 폭과 동일하게 한다."로 되어 있다. 다만 서울시 교통관리사업소에서 분석한 차량지체 시간, 보행 단축시간 및 사고비용, 소요예산 측면을 고려하여 상대적으로 우위에 있는 교차로를 판단하였다.

3. 국외 대각선 횡단보도 설치사례 및 기준

일본, 미국, 영국 등에서는 대각선 횡단보도 형태의 기준은 있으나, 장소 선정을 위한 정량적인 기준은 마땅히 제시되어 있지 않다. 일본의 경우는 정성적인 설치 기준을 통하여 설치하고 있으며, 호주에서는 부분적인 정량적 기준(정성적인 기준과 동시에 고려)을 제시하고 있다. 그중 일본의 정성적인 설치기준을 요약하면 다음과 같다.

- ① 역 또는 학교 주변의 통근, 통학에 의한 보행자가 많은 곳에 설치한다.
- ② 백화점, 상가 등이 밀집한 번화가로서 여유있는 보행이 보장되어야 할 곳에 설치 한다.
- ③ 보행자가 많아 차량의 우회전에 지장을 초래하거나 안전상 문제가 있어 오히려 보행전용 시간을 제공함으로써 차량의 흐름에 원활을 도모할 수 있다고 판단 되는 지역에 설치한다.
- ④ 교통사고가 빈번하여 민원이 많은 지

역, 기타 현장여건, 주민성향에 따라 판단, 설치 한다.

호주의 Traffic Management Guideline for Traffic Signals을 보면, 일본보다는 보다 구체적인 설치기준을 제시하고 있으며, 일부 정량적인 기준도 제시하고 있으며, 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 교차하는 도로가 주요 도로가 아니어야 한다.
- ② 교차로는 CBD 또는 상업지구 내에 있어야 한다.
- ③ 통과하는 교통류의 대안도로가 해당도로보다 등위 또는 상위급의 도로여야 한다.
- ④ 대각선 횡단보도 설치 이전의 신호운영이 단순 2현시 형태여야 한다.
- ⑤ 주중의 하루 4시간(연속 또는 불연속) 이상, 시간당 모든 방향에서 200명 이상의 보행자와 400대 이상의 회전교통량이 있어야 한다.

III. 대각선 횡단보도 도입 전후 비교·분석

1. 분석 방법론 정립

본 연구에서는 임계차선 교통량합의 변화, 보행량 수준의 변화, 도로규모의 변화에 따른 차량지체 변화를 산정하기 위하여 TRANSYT-7F 모형을 이용하여 분석하기로 한다.

또한 본 연구에서는 교차로의 기하구조 상태를 이상적 조건이라 가정하여 각 보정계수 1.0을 적용하였으며, 교차로 기하구조 상태의 이상적 조건은 다음과 같다.

- 차선폭 : 3.0 (m/차선) 이상
- 구배 : 0 %
- 교통류는 모두 승용차로 구성될 것
- 교차로 정지선에서 75m 이내에 버스정류장이 없을 것
- 교차로 정지선에서 75m 이내에 차량의 주·정차 및 건물로의 진·출입로가 없을 것
- 모든 교차로에서 좌회전이 가능함

더불어 본 연구에서 TRANSYT-7F 모형을 이용하여 분석시 가정사항을 정리하면 다음과 같다.

- 주기(C)는 120 초로 고정함
- 우회전차량의 임계차선교통량의 변화는 고려하지 않음
- 직진차선의 포화교통류율(saturation flow rate)은 2000(pcphgpl), 좌회전 차선 포화교통류율은 1900(pcphgpl)으로 정의함
- 보행자의 속도는 1(m/s)로 정의함
- 차선폭은 3.5(m)로 정의함

1) 비교분석 교통량 선정

교통량은 임계차선 교통량의 합($\sum CV$, 여기서 C: Critical V: Vehicle)을 600~1,800(대/시)까지의 변화로 선정한다. 이때 현시별 임계차선 교통량은 동일하게 부여한다. 즉 각 차로별 교통량은 동일하며, 차선별, 방향별 교통수요가 같다고 가정하는데 이는 교차로 전체 임계차선 교통량 합의 변화에 따른 차량의 지체도의 변화를 비교·분석하기 위함이다. 그리고 각 현시별 임계차선 교통량 선정기준을 표로 나타내면 <표 1>과 같다.

<표 1> 각 현시별 임계차선 교통량 선정기준

현시 구분	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4
현시별 이동류				
현시별 임계차선 교통량	V_{c1}	V_{c2}	V_{c3}	V_{c4}

주 : $V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c3} + V_{c4}$

$V_{c1} = V_{c2} = V_{c3} = V_{c4}$

$V_c = 600 \sim 1,800(\text{대/시})$ 까지 변화

각 도로 규모별로 임계차선 교통량의 합(ΣCV) 변화에 따른 교통량배분 과정은 다음과 같다. 교차로 신호운영 체계가 4현시로 운영된다고 가정했으므로 각 현시당 임계차선 교통량의 합을 4로 나누어준 교통량을 한 차선당 동일하게 배분해주었다. 편도 1차선 교차로의 경우 좌회전·직진동시 차선으로 존재한다고 가정하였다. 그 배분된 교통량을 표로 나타내면 다음과 같다.

1000	250	250	250	250	250	250	250	250
1100	275	275	275	275	275	275	275	275
1200	300	300	300	300	300	300	300	300
1300	325	325	325	325	325	325	325	325
1400	350	350	350	350	350	350	350	350
1500	375	750	375	750	375	750	375	750
1600	400	800	400	800	400	800	400	800
1700	425	850	425	850	425	850	425	850
1800	450	900	450	900	450	900	450	900

<표 2> 임계차선 교통량의 합(ΣCV) 변화에 따른 교통량 (편도1차선 교차로)

구분	남		북		동		서	
	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시	좌회전· 직진 동시
차로수	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣCV	1	1	1	1	1	1	1	1
600	150	150	150	150	150	150	150	150
700	175	175	175	175	175	175	175	175
800	200	200	200	200	200	200	200	200
900	225	225	225	225	225	225	225	225
1000	250	250	250	250	250	250	250	250
1100	275	275	275	275	275	275	275	275
1200	300	300	300	300	300	300	300	300
1300	325	325	325	325	325	325	325	325
1400	350	350	350	350	350	350	350	350
1500	375	375	375	375	375	375	375	375
1600	400	400	400	400	400	400	400	400
1700	425	425	425	425	425	425	425	425
1800	450	450	450	450	450	450	450	450

<표 4> 임계차선 교통량의 합(ΣCV) 변화에 따른 교통량 (편도3차선 교차로)

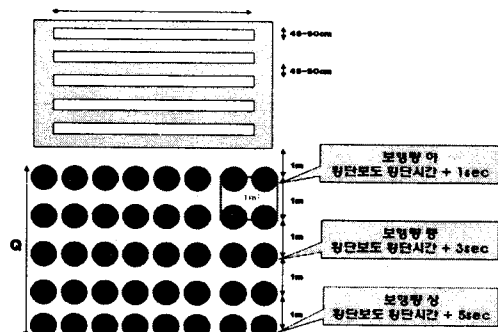
구분	남		북		동		서	
	좌회전	직진	좌회전	직진	좌회전	직진	좌회전	직진
차로수	1	2	1	2	1	2	1	2
ΣCV	1	2	1	2	1	2	1	2
600	150	300	150	300	150	300	150	300
700	175	350	175	350	175	350	175	350
800	200	400	200	400	200	400	200	400
900	225	450	225	450	225	450	225	450
1000	250	500	250	500	250	500	250	500
1100	275	550	275	550	275	550	275	550
1200	300	600	300	600	300	600	300	600
1300	325	650	325	650	325	650	325	650
1400	350	700	350	700	350	700	350	700
1500	375	750	375	750	375	750	375	750
1600	400	800	400	800	400	800	400	800
1700	425	850	425	850	425	850	425	850
1800	450	900	450	900	450	900	450	900

<표 3> 임계차선 교통량의 합(ΣCV) 변화에 따른 교통량 (편도2차선 교차로)

구분	남		북		동		서	
	좌회전	직진	좌회전	직진	좌회전	직진	좌회전	직진
차로수	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣCV	1	1	1	1	1	1	1	1
600	150	150	150	150	150	150	150	150
700	175	175	175	175	175	175	175	175
800	200	200	200	200	200	200	200	200
900	225	225	225	225	225	225	225	225

2) 비교분석 보행량 선정

본 연구에서는 보행량을 선정함에 있어서 보행량의 밀도를 상·중·하의 3단계로 보행량을 선정하여 반영시켰다. 보행량을 구체적인 수치로 TRANSYT-7F모형에 반영시킬 수 없기 때문에 보행량을 상·중·하의 밀도 수준으로 분류하고 각각의 보행량 수준에 맞는 보행자 최소횡단시간을 선정하여 TRANSYT-7F 모형에 반영하였다. 비교분석 보행량을 선정하고 보행자 최소횡단시간을 모형에 반영하는 방법을 도식화 하면 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 비교분석 보행량 선정방법

보행량이 증가 할수록 보행자 밀도값이 증가하므로 횡단보도 횡단대기 공간내의 대기행렬길이(Q) 값이 증가하게 된다. 안전한 보행을 위해서 대기행렬의 맨 뒷 그룹에 위치한 보행자들에게는 앞부분의 보행자 그룹보다 더 많은 보행횡단 시간을 배정해 주어야 한다.

보행량 수준을 TRANSYT-7F모형에 반영할 수치값을 정리하면 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 보행량 수준에 따른 도로 규모별 수치값 (최소 보행자 횡단시간)

도로규모	일반 횡단보도			대각선 횡단보도		
	보행량 상	보행량 중	보행량 하	보행량 상	보행량 중	보행량 하
편도 1차선 교차로	12sec	10sec	8sec	15sec	13sec	11sec
편도 2차선 교차로	19sec	17sec	15sec	25sec	23sec	21sec
편도 3차선 교차로	26sec	24sec	22sec	35sec	33sec	31sec

3) 비교분석 도로규모 선정

본 연구에서는 편도1차선과 편도1차선, 편도2차선과 편도2차선, 편도3차선과 편도3차선이 교차하는 교차로를 대상으로 분석을 실시하였다.

편도4차선과 편도4차선이 교차하는 교차로

는 보행자 횡단시간이 너무 길어지기 때문에 전용현시 값이 너무 커지게 되어 신호주기 값이 비현실적으로 커지고 보행자 안전상에도 문제가 있기 때문에 분석대상서 제외하기로 하였다.

실질적으로도 편도4차선인 교차로에 대각선 횡단보도가 설치·운영 되고 있는 사례는 없다.

비교분석 도로규모 선정과 교차로에 따른 횡단보도 횡단길이를 표로 나타내서 정리하면 다음<표 6>과 같다.

<표 6> 도로규모 선정과 교차로에 따른 횡단보도 횡단길이

도로규모	일반 횡단보도	대각선 횡단보도
편도 1차선 교차로	7 m	10 m
편도 2차선 교차로	14 m	20 m
편도 3차선 교차로	21 m	30 m

2. SIMULATION 결과 분석

1) 임계차선교통량의 합(ΣCV)변화에 따른 차량 지체도 분석 결과

교통량은 위에서 언급했던 바와 같이 임계차선 교통량의 합(ΣCV)을 600~1,800(대/시)까지의 변화로 선정한다. 위의 분석표를 작성 함에 있어서 차량당평균제어지체 값뿐만 아니라 교차로 서비스 수준 까지 같이 명기해서 작성하였다.

같은 서비스 수준 등급이라 하더라도 최대 차량당 평균제어지체값이 약15~100 초가 차이가 나기 때문에 주 분석기준은 서비스 수준 등급차가 아닌 차량당 평균제어지체값의 차를 이용하였다. 위의 분석표에서 설치 전후의 교차로서비스 수준 차이가 2개등급 이상 차이가 나는 부분을 색을 넣어서 표시하였다.

일반적으로 교차로 서비스 수준이 도시부 교차로에 있어서 A, B, C, D 등급은 양호

한 상태로 받아들여지며, E 등급은 운전자로서 받아들일 수 있는 최대한의 지체 한계로 간주되어지며, F등급이하로는 운전자들이 받아들일 수 없는 과도한 지체 상태로 간주되어진다.

임계차선교통량의 합($\sum CV$)변화에 따른 편도1,2,3차선 교차로 분석결과를 표로 나타내면 다음과 같다.

<표 7> 편도1차선 교차로

보행량 교통량	상			중			하		
	설치 전	설치 후	ΔT (sec)	설치 전	설치 후	ΔT (sec)	설치 전	설치 후	ΔT (sec)
600	39.0	45.4	6.4	39.0	44.5	5.5	39.0	44.2	5.2
700	39.9	46.9	7.0	39.9	45.9	6.0	39.9	45.6	5.7
800	41.0	48.7	7.7	41.0	47.5	6.5	41.0	47.2	6.2
900	42.1	50.8	8.7	42.1	49.5	7.4	42.1	49.0	6.9
1000	43.4	53.5	10.1	43.4	51.9	8.5	43.4	51.3	7.9
1100	44.9	57.1	12.2	44.9	55.0	10.1	44.9	54.3	9.4
1200	46.6	62.4	15.8	46.6	59.3	12.7	46.6	58.3	11.7
1300	48.8	70.9	22.1	48.8	66.0	17.2	48.8	64.3	15.5
1400	51.4	86.9	35.5	51.4	77.7	26.3	51.4	74.6	23.2
1500	55.0	121.7	66.7	55.0	101.5	46.5	55.0	94.7	39.7
1600	60.1	192.2	132.1	60.1	151.1	91.0	60.1	138.0	77.9
1700	68.2	290.6	222.4	68.2	234.7	166.5	68.2	216.6	148.4
1800	82.9	400.8	317.9	82.9	337.2	254.3	82.9	315.5	232.6

<표 8> 편도2차선 교차로

보행량 교통량	상			중			하		
	설치 전	설치 후	ΔT (sec)	설치 전	설치 후	ΔT (sec)	설치 전	설치 후	ΔT (sec)
600	39.2	45.7	6.5	39.2	45.4	6.2	39.2	44.8	5.6

700	40.2	47.3	7.1	40.2	47.0	6.8	40.2	46.3	6.1
800	41.3	49.2	7.9	41.3	48.8	7.5	41.3	48.0	6.7
900	42.5	51.6	9.1	42.5	51.1	8.6	42.5	50.2	7.7
1000	43.9	54.6	10.7	43.9	54.0	10.1	43.9	52.9	9.0
1100	45.5	58.9	13.4	45.5	58.0	12.5	45.5	56.4	10.9
1200	47.5	65.3	17.8	47.5	64.1	16.6	47.5	61.7	14.2
1300	50.1	76.5	26.4	50.1	74.4	24.3	50.1	70.2	20.1
1400	53.0	99.4	46.4	53.0	95.1	42.1	53.0	86.4	33.4
1500	57.3	149.2	91.9	57.3	139.9	82.6	57.3	120.9	63.6
1600	63.9	234.3	170.4	63.9	218.7	154.8	63.9	186.7	122.8
1700	75.3	340.9	265.6	75.3	321.2	245.9	75.3	281.1	205.8
1800	97.6	456.1	358.5	97.6	434.0	336.4	97.6	389.2	291.6

<표 9> 편도3차선 교차로

보행량 교통량	상			중			하		
	설치 전	설치 후	ΔT (sec)	설치 전	설치 후	ΔT (sec)	설치 전	설치 후	ΔT (sec)
600	38.6	48.3	9.7	38.6	47.3	8.7	38.6	46.7	8.1
700	39.4	50.1	10.7	39.4	48.9	9.5	39.4	48.2	8.8
800	40.3	52.3	12.0	40.3	50.9	10.6	40.3	50.0	9.7
900	41.3	55.3	14.0	41.3	53.5	12.2	41.3	52.4	11.1
1000	42.4	59.8	17.4	42.4	57.2	14.8	42.4	55.6	13.2
1100	43.7	67.6	23.9	43.7	63.1	19.4	43.7	60.6	16.9
1200	45.2	84.3	39.1	45.2	74.7	29.5	45.2	69.6	24.4
1300	47.0	126.7	79.7	47.0	101.9	54.9	47.0	89.5	42.5
1400	49.3	220.3	171.0	49.3	166.5	117.2	49.3	138.6	89.3
1500	52.4	346.2	293.8	52.4	275.4	223.0	52.4	233.6	181.2
1600	57.1	481.0	423.9	57.1	401.8	344.7	57.1	353.2	296.1

1700	65.2	618.4	553.2	65.2	533.2	468.0	65.2	480.2	415.0
	D	FFF		D	FFF		D	FFF	
1800	81.4	756.9	675.5	81.4	666.4	585.0	81.4	609.6	528.2
	E	FFF		E	FFF		E	FFF	

위의 분석표를 보면 편도 1차선 교차로에서 보행량이 상인 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1400(대/시) 이상부터 설치 전후의 차량의 지체도 차이가 급격하게 증가하며, 교차로 서비스 수준이 급격히 나빠짐을 알 수 있다. 보행량이 중·하인 경우에는 임계차선교통량의 합이 1500(대/시) 이상부터 지체도 차이가 증가함을 알 수 있다. 즉, 보행량이 상인 경우보다는 중·하일때가 대각선 횡단보도 설치로 인한 임계차선교통량의 합(ΣCV)에 따른 차량의 지체도 증가율이 상대적으로 작음을 알 수 있다.

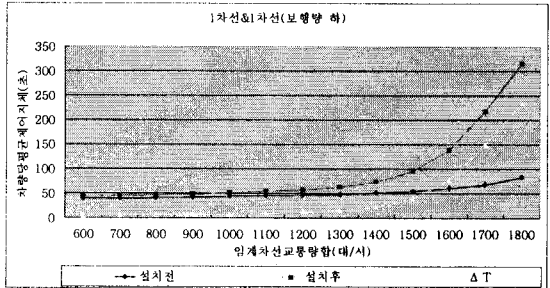
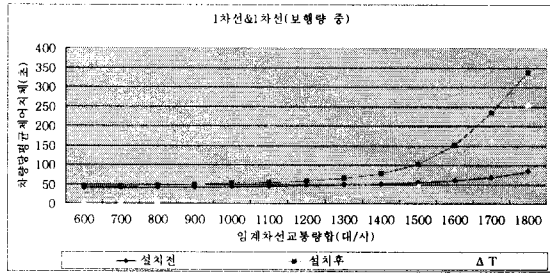
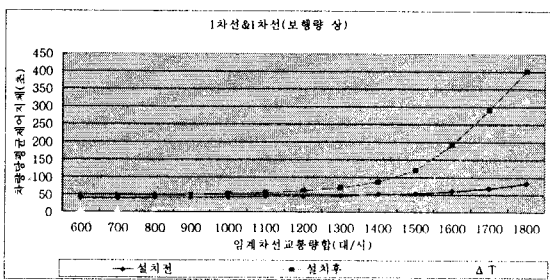
편도 2차선 교차로에서는 보행량이 상·중인 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1300(대/시) 이상부터 설치 전후의 차량의 지체도 차이가 급격하게 증가하며, 교차로 서비스 수준이 급격히 나빠짐을 알 수 있다. 보행량이 하인 경우에는 임계차선교통량의 합이 1400(대/시) 이상부터 지체도 차이가 증가함을 알 수 있다.

즉, 보행량이 중·상인 경우보다는 하 일때가 대각선 횡단보도 설치로 인한 임계차선교통량의 합(ΣCV)에 따른 차량의 지체도 증가율이 상대적으로 작음을 알 수 있다.

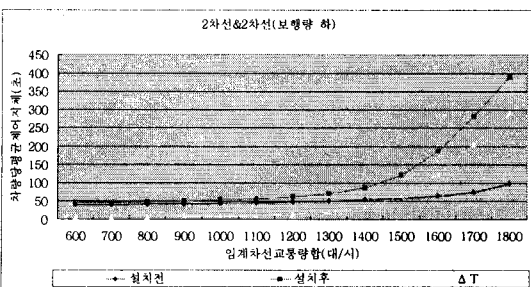
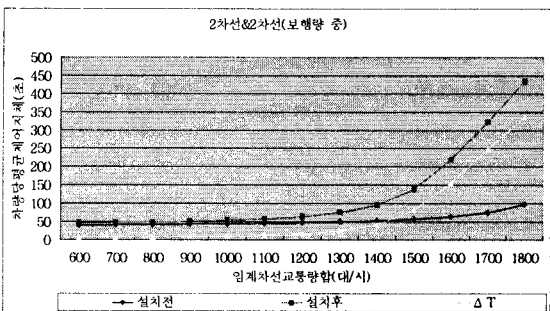
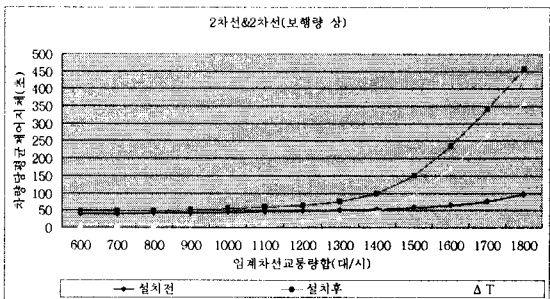
편도 3차선 교차로에서는 보행량이 상·중인 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1200(대/시) 이상부터 설치 전후의 차량의 지체도 차이가 급격하게 증가하며, 교차로 서비스 수준이 급격히 나빠짐을 알 수 있다. 보행량이 하인 경우에는 임계차선교통량의 합이 1300(대/시) 이상부터 지체도 차이가 급격하게 증가함을 알 수 있다.

즉, 보행량이 상·중인 경우보다는 하 일때가 대각선 횡단보도 설치로 인한 임계차선교통량의 합(ΣCV)에 따른 차량의 지체도 증가율이 상대적으로 작음을 알 수 있다. 여기서 특이한 점은 대각선 횡단보도 설치전의 차량지체도 값이 편도3차선교차로<<편도1차선교차로<<편도2차선교차로의 순으로 나타난다는 점이다.

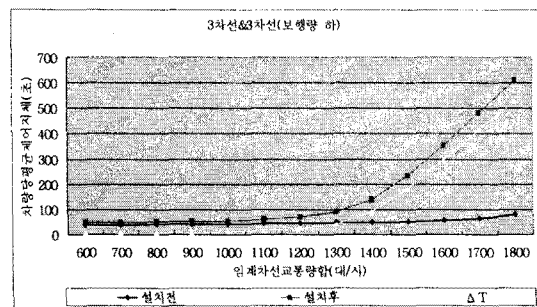
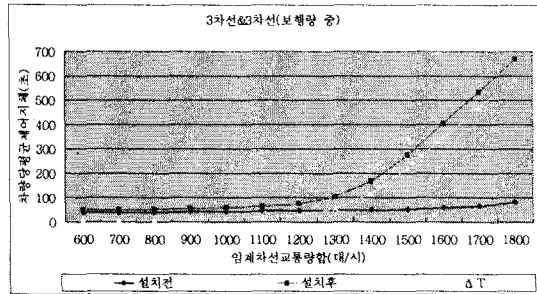
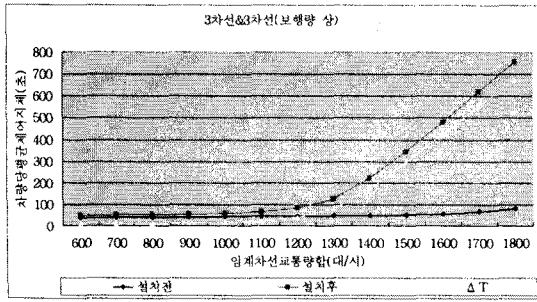
위의 분석 결과들은 그래프로 도시하면 다음과 같다.



<그림 2> 임계차선교통량의 합(ΣCV)변화에 따른 차량지체도 그래프 (편도1차선 교차로)



<그림 3> 임계차선교통량의 합(ΣCV)변화에 따른 차량지체도 그래프 (편도2차선 교차로)



<그림 4> 임계차선교통량의 합(ΣCV)변화에 따른 차량지체도 그래프 (편도3차선 교차로)

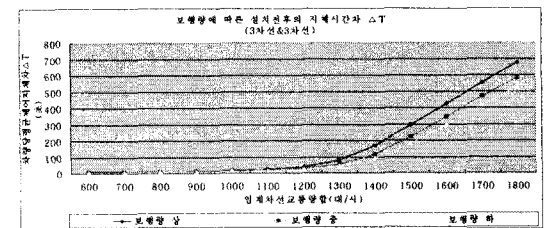
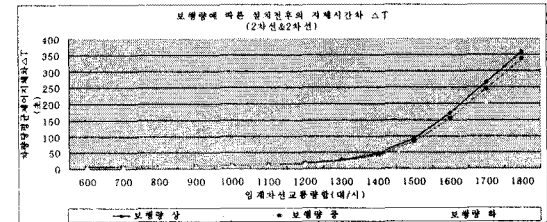
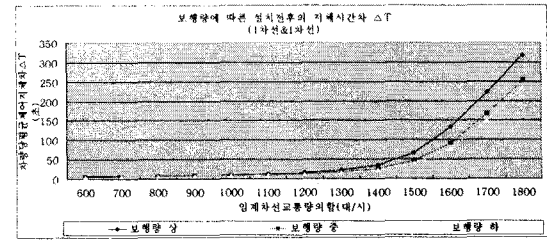
2)보행량 변화에 따른 차량 지체도 분석 결과

편도1차선교차로의 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1400(대/시) 이상부터 ΔT 값이 보행량에 상관없이 급격하게 증가한다. 특히, 보행량이 상 일때가 보행량이 중·하 일때보다 그 증가분이 급격함을 알 수 있다. 또한 보행량 중·하의 그래프 형태가 거의 비슷한 증가율을 보인다.

편도2차선교차로의 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1300(대/시) 이상부터 ΔT 값이 보행량에 상관없이 급격하게 증가한다. 편도1차선교차로와는 달리 보행량 상·중의 그래프 형태가 거의 비슷한 증가율을 갖으며 보행량 하의 그래프 증가율보다 급격히 증가함을 알 수 있다.

편도3차선 교차로의 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1200(대/시) 이상부터 ΔT 값이 보행량에 상관없이 급격하게 증가한다. 보행량이 상·중·하인 모든 경우가 비슷한 증가율을 보일뿐 만아니라, 편도·2

차로 교차로의 경우보다 보행량에 따른 차량당평균제어 지체차(ΔT)값의 차이가 뚜렷하게 나타난다. 결과를 그 그래프로 나타내면 다음과 같다.



<그림 5> 보행량 변화에 따른 설치전·후 차량 지체도차 ΔT

3)도로규모 변화에 따른 차량 지체도 분석 결과

보행량 수준이 상인 교차로에서는 편도3차선의 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1200(대/시) 이상부터 급격한 증가율을 보이며, 편도1·2차선의 경우에는 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1400(대/시)부터 뚜렷한 증가율을 나타낸다. 또한, 편도1차선과 편도2차선의 경우 두 그래프가 비슷한 증가율을 갖으며 두 그래프의 ΔT 값의 차이가 그리 크지 않지만, 편도3차선의 경우에는 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 증가할수록 편도1·2차선 ΔT 값과의 차이가 점차 증가함을 알 수 있다.

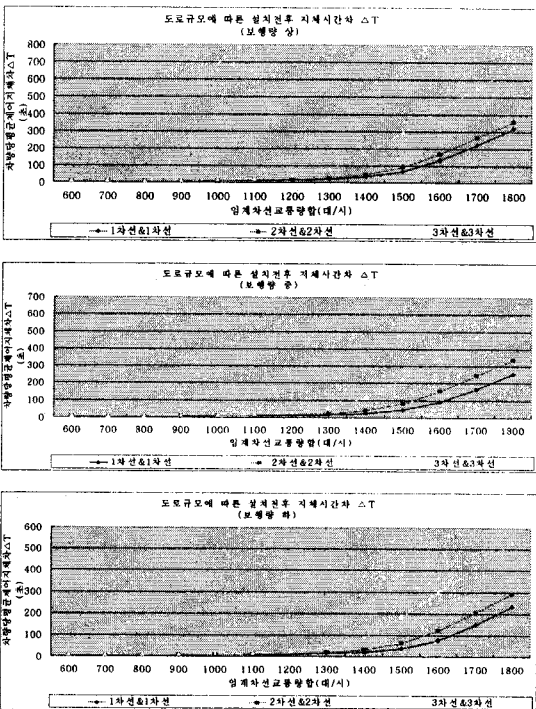
보행량 수준이 중인 교차로에서는 보행량 중인 경우 보행량이 상인 경우와 같이 편도3차선의 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1200(대/시) 이상부터 급격한 증가율을 보이며, 편도1·2차선의 경우에는 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1400(대/시)부터 뚜렷한 증가율을 나타낸다. 편도1차선과 편도2차선의 경우 두 그래프가 비슷한 증가율을 갖으며 두 그래프의 ΔT 값의 차이가 보행량이 상인 경우보다는 크게 나타난다. 편

도3차선의 경우에는 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 증가 할수록 편도1·2차선 ΔT 값과의 차이가 점차 증가함을 알 수 있다.

보행량 수준이 하인 교차로에서는 보행량 하인 경우 보행량이 상·중인 경우와 같이 편도3차선의 경우 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1200(대/시) 이상부터 급격한 증가율을 보이며, 편도1·2차선의 경우에는 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 1400(대/시)부터 뚜렷한 증가율을 나타낸다.

또한, 보행량이 하인 상태에서 편도1차선과 편도2차선의 경우 두 그래프가 비슷한 증가율을 갖으며 두 그래프의 ΔT 값의 차이가 보행량이 상인 경우보다는 크게 나타난다. 편도3차선의 경우에는 임계차선교통량의 합(ΣCV)이 증가할수록 편도1·2차선 ΔT 값과의 차이가 점차 증가함을 알 수 있다.

위의 분석을 통해 편도3차선의 차량지체도차(ΔT)의 증가율이 편도1차선과 편도2차선의 차량지체도차(ΔT) 증가율보다 현저하게 큼을 알 수 있다. 이는 대각선 횡단보도 설치가 편도3차로 이상 규모의 교차로에는 적합하지 않음을 나타낸다. 결과를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



<그림 6> 도로규모 변화에 따른 설치전·후 차량지체도차 ΔT

IV. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구에서는 임계차선교통량의 합(ΣCV)과 보행량, 도로 규모의 조건에 따라서 대각선 횡단보도 설치 전·후의 차량지체도를 분석을 통하여, 각각의 조건 변화에 따른 대각선 횡단보도의 차량지체도 변화를 분석하였다.

도로용량편람(2004)을 보면 차량의 지체도가 심각한 수준으로서 차량의 서비스 수준을 F, FF, FFF 로 정의하고 있으며, F 등급이하로는 운전자들이 받아들일 수 없는 과도한 지체상태로 간주되어진다. 차량의 소통이 심각하게 이루어 지지 않는 상황에서의 보행자 편익을 위한 대각선 횡단보도의 설치의 합리적인 교차로 운영에 적합하지 못하다.

그러한 관점에서 대각선 횡단보도 설치전의 차량지체도(서비스 수준)와 설치후의 차량지체도(서비스 수준)의 분석결과를 통해 운전자들이 받아들일 수 없는 과도한 지체상태, 즉 차량의 소통이 심각하게 이루어 지지 않는 시점의 임계차선교통량의 합(ΣCV)수치 값을 정리하면 다음 표와 같다.

<표 10> 연구결론 표

보행량 도로규모	상	중	하
편도 1차선 교차로	$\sum_i CV_i = 1500$ (대/시)	$\sum_i CV_i = 1500$ (대/시)	$\sum_i CV_i = 1600$ (대/시)
편도 2차선 교차로	$\sum_i CV_i = 1500$ (대/시)	$\sum_i CV_i = 1500$ (대/시)	$\sum_i CV_i = 1500$ (대/시)
편도 3차선 교차로	$\sum_i CV_i = 1300$ (대/시)	$\sum_i CV_i = 1300$ (대/시)	$\sum_i CV_i = 1400$ (대/시)

위의 표와 같이 편도 1차선 교차로의 경우 보행량이 상·중일때 비슷한 수치 값을 나타내며, 편도 2차선 교차로의 경우 보행량에 상관없이 비슷한 임계차선 교통량의 합 수치 값을 나타낸다. 또한 3차선 교차로의 경우에는 보행량이 상·중일때 비슷한 수치 값을 나타내지만, 편도 1, 2차선 교차로에 비하여 상대적으로 적은 임계차선 교통량의 합 수치 값에서 차량의 지체도가 심각해짐을 알 수 있다.

보행량이 상·중인 경우가 하 일때보다 대각선 횡단보도 설치로 인한 임계차선교통량의 합(ΣCV)에 따른 차량의 지체도 증가율이 상대적으로 증가함을 알 수 있다. 또한, 도로의 규모가 커질수록 대각선 횡단보도의 차량 지체도 증가율이 급격하게 증가함을 알 수 있다. 이는 대각선 횡단보도 설치 시 주어지는 보행자

전용현시길이 보행량이 증가할수록, 도로의 규모가 커질수록 길어지기 때문이라고 판단되어진다.

마지막으로 대각선 횡단보도 설치전의 차량 지체도 값은 편도3차선 교차로의 경우가 가장 작은 값을 나타내지만 설치 후에는 편도3차선 교차로의 차량 지체도가 다른 규모의 교차로 보다 가장 급격하게 차량 지체도 값이 증가함을 알 수 있다. 이는 대각선 횡단보도 설치가 편도3차로 이상 규모의 교차로에는 적합하지 않음을 의미한다.

2. 향후 연구과제

비교분석 보행량 선정에 있어서 보행량 밀도를 상·중·하의 개념으로 나누어 반영시켰지만, 보행량을 좀 더 구체적인 수치값으로서 다양하게 세분화하여 반영시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한 그러한 방법에 TRANSYT-7F 모형에 합리적으로 코딩할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다.

더불어 차량의 가치와 보행자의 가치, 업무 통행가치와 비업무 통행가치의 관계를 정립하여 차량지체도와 보행자지체도를 동시에 고려할 수 있는 효율적인 효과 척도를 마련해야 한다고 생각된다.