

# 신호교차로에서 보행자신호 전시간 운영기준 설정을 위한 연구

## The Development of Operating Standards for the Adjustment of Pedestrian Green Phasing at a Signalized Intersection

이철기 이석 김균조

(서울지방경찰청 교통개선기획실장) (서울지방경찰청 교육계장) (서울지방경찰청 교통개선기획실)

### 목 차

- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| I. 서론          | III. 적용 및 평가         |
| II. 보행자전시간의 개념 | 1. 대상교차로 선정          |
| 1. 필요성         | 2. 효과척도 선정 및 통계분석 가설 |
| 2. 정의          | 3. 조사결과 및 효과판단       |
|                | IV. 결론 및 향후연구과제      |
|                | 참고문헌                 |

## I. 서론

신호교차로를 설치·운영하기 위해서는 많은 설계요소들이 고려되어야 하며 운영을 하기 위해서는 신호주기(cycle length), 현시(phase) 및 오프셋(offset) 등의 변수 설정이 중요하다. 이뿐만 아니라 신호운영시스템이 고도화 될수록 즉 실시간으로 교통량을 반영한 신호체계가 운영될수록 더욱 더 많은 파라미터들이 필요하게 된다.

예컨대 차량 직진신호가 시작될 때 적절한 시차를 두지 않고 동시에 동방향 보행신호가 점등되면 첫째, 앞 현시(좌회전)에서 좌회전한 차량들이 횡단보도 앞에서 정차하여 교차로까지 꼬리물림 현상을 야기하므로 측방 직진차량에 장애를 주는 문제가 있고 둘째, 편도 2차로 이내의 좁은 교차로에서는 우측 횡단보도 보행신호로 인해 선두의 우회전 차량이 진행하지 못하여 신호를 받은 후미 직진차량의 정체를 초래하는 문제가 있으므로 이 같은 현상을 피하기 위해 현재 대부분의 교차로에서는 차량 직진신호와 횡단보도 보행신호간에 시차를 부여하는 보행자신호 전시간을 두고 있다.

그러나 아직까지 파라미터로서의 보행자신호 전시간에 대한 정확한 기준이 없으므로 다양한 교차로별 기하구조와 그에 따른 차량의 접근형태 및 유출형태 등 현장상황에 맞는 적절한 보행자신호 전시간의 설정방법을

도출하여 신호교차로의 횡단보도 보행자신호 시작 시점을 조정하여 차량소통과 보행자 안전이라는 두가지 목적을 모두 달성하고자 한다.

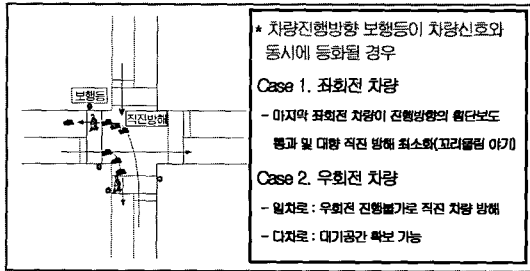
## II. 보행자전시간의 개념

### 1. 필요성

대부분의 정상적인 차량은 녹색신호와 황색시간 즉 유효녹색시간 이내에 교차로를 통과하나 현실적으로는 교차로 구조, 운전미숙 또는 딜레마존 등으로 황색신호 종료전에 교차로를 벗어나지 못하고 보행신호로 인해 횡단보도 직전에 정차하는 경우가 빈번하다. 좌회전후 직진의 경우 <그림 1>의 Case1에서 보는 바와 같이 횡단보도가 교차로의 각각부분에 접하여 storage 공간이 확보되지 않는 때는 좌회전 차량 꼬리물림현상으로 인해 직진 진행차량을 방해하고 무리하게 진행할 경우 보행자안전을 위협하게 된다.

한편, 편도 2차로 이내의 소규모 교차로에서는 직진차량과 우회전 차량이 혼재하며 직진신호시 거의 동시에 우측 접근로의 횡단보도 보행자 신호가 점등한다. 이때 우회전 차량은 후미 직진차량을 의식하여 신호를 위반하여 횡단보도를 통과하거나 보행신호 종료시까지 진행하

지 못하고 후미의 직진차량에 지장을 주게 된다(〈그림 1〉에서 Case2). 다행히 우측 접근로가 다차로일 경우 우회전 차량이 차로별로 횡단보도 앞에 대기할 수 있어 직진차량에 미치는 장애가 비교적 완화될 수 있으나 편도 1차로이며 횡단보도가 교차로에 접하여 있거나 우회전 차량이 중대형 차량인 경우에 이러한 현상이 해당 교차로의 소통에 미치는 영향은 대단히 심각하다.



〈그림 1〉 이동류별 상충 지점도

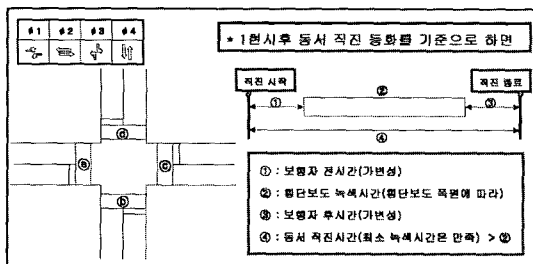
## 2. 정의

「보행자신호전시간」이란 횡단보도가 있는 신호교차로에서, 좌회전 또는 다른 방향의 이동류 신호시간이 종료되고 직진신호가 시작된 후 동일 방향의 횡단보도 보행자 신호가 켜지기 전까지 초단위의 시간적 gap을 지칭한다 (〈그림 2〉에서 ①).

〈그림 2〉에서와 같이 1현시 서→북, 동→남 좌회전과 황색신호가 종료하고 2현시 동서간 직진신호 점등 후 ⑥, ④횡단보도 보행신호 점등직전까지 시간차로서 직진신호와 동시에 동일방향 횡단보도 신호가 등화될 경우 좌회전 또는 우회전 차량의 진행불가 직진차량의 방해로 이어지므로 이를 해소하기 위한 시간을 부여하는 데에 의의가 있다.

보행자 전시간인 ①과 후시간 ③은 직진 신호시간 ④중 ②(횡단보도 시간)를 제외한 시간을 분할 배분하게 된다.

또한 보행자 전시간을 부여하더라도 그 목적은 신호교차로의 형태 및 차로수등을 감안, 직진 신호시간내에서 보행자 신호시간의 시작시점을 적절히 조정, 교차로 운영의 효율을 극대화하는 것이므로 기존 신호현시의 연장이나 변동을 주어서는 안 된다는 것이다.



〈그림 2〉 보행자전시간 개념도

보행자 전시간 부여시 유의할 점은 보행자 전시간이 너무 길 경우 일정지역에서의 통행패턴을 숙지한 운전자들이 황색신호시간에도 고의적으로 교차로에 진입하여 좌회전 또는 우회전을 하려는 운전습관이 생김으로 인해 사고의 위험이 높아질 수 있다는 것이다.

## III. 적용 및 평가

### 1. 대상교차로

- 대로와 소로가 만나는 곳
- 횡단보도 위치가 교차로에 따라 틀린 곳
- 이중횡단보도가 운영되고 있는 곳
- 실험이 용이한 곳

서울시내 교차로중 이러한 현장조사 기준을 만족하는 장소로 선정된 곳은 뱅뱅교차로와 종합전시장 교차로를 대상으로 선정하였다.

〈표 1〉 현장조사 선정교차로 비교

구 분	교차로 형태	차로수 (편도)	횡단보도 위치	횡단보도 형태
뱅뱅R	4지	서측 : 3 남측 : 4	근접설치	일반횡단보도
종합 전시장	4지	북측 : 7 서측 : 3	근접설치	이중·일반 횡단보도 혼합

### 2. 효과적도 선정 및 통계분석 가설

본 연구의 효과를 분석하기 위한 효과적도로는 다음 두 가지 사항을 적용하기로 한다.

- 좌회전차량의 꼬리물림현상
- 우회전차량 진행불가 현상으로 인한 직진 방해 현상 발생 여부

좌회전차량의 꼬리물림현상이 발생할 경우 다음 현시에 진행할 직진차량의 진행을 방해할 뿐만 아니라 횡단보도를 침범하여 보행자의 안전을 위협할 수도 있다.

그리고 통상적으로 우회전차량은 RTOR(Right Turn On Red)시 통행이 가능한 것으로 정의되고 있으나 직진신호와 동시에 횡단보도 신호가 등화되면 우회전 차량이 진행하지 못하여 동방향 직진차량이 진행하지 못하는 현상이 발생한다.

따라서 본 연구에서는 횡단보도신호 시작 시점 즉 보행자신호 전시간을 변경하면서 좌회전꼬리물림현상과 우회전 진행불가 현상을 조사하여 효과를 측정하기로 한다.

통계분석은 t-검정(쌍체비교)을 통하여 각 20개의 표본을 가지고 T검정을 하였으며 P(T≤t)양측검정을 통하여 0.05이상일 경우 유효한 것으로 설정하였다.

양측검정을 하기 위한 전제조건으로 각 접근로별로 보행자 신호 전시간을 조정하면서 조사된 좌회전 꼬리물림 대수와 우회전 진행불가 현상을 비교하여 양측검정을 하였다.

### 3. 조사결과 및 효과판단

현장조사는 각 접근로별로 횡단보도의 종류 및 위치와 현장상황을 고려하여 보행자 신호 전시간을 조정하면서 시행하였다.

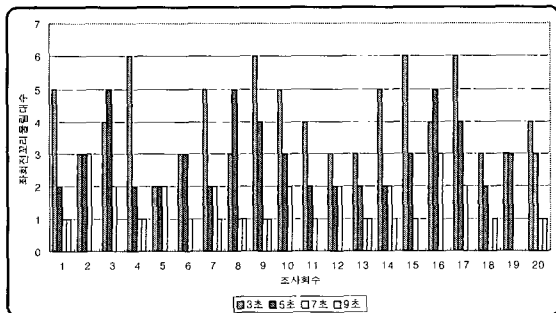
#### ① 뱅뱅교차로

뱅뱅 교차로의 서측횡단보도 보행자 신호 전시간을 3초부터 9초까지 점진적으로 증가시켜 좌회전 꼬리물림 현상을 관측하였다.

그 결과 보행자 신호 전시간이 3초일때 좌회전 꼬리물림 총대수 83대에서 보행자 신호 전시간을 9초로 연장한 결과 좌회전 꼬리물림 총대수는 9대로 줄었으며 총대수를 기준으로 할때 74대가 줄어 약 89%의 감소 효과가 나타났다.

〈표 2〉 t-검정 : 쌍체 비교

구분	5초-3초	7초-5초
평균	-1.2	-1.5
관측수	20	20
t 통계량	0.557086015	
P(T<=t) 양측 검정	0.583972242	
t 기각치 양측 검정	2.093024705	
가설검정	Not reject	
구분	7초-5초	9초-7초
평균	-1.5	-1
관측수	20	20
t 통계량	-1.173376152	
P(T<=t) 양측 검정	0.255145174	
t 기각치 양측 검정	2.093024705	
가설검정	Not reject	



〈그림 3〉 서측횡단보도 좌회전꼬리물림 현장조사 결과

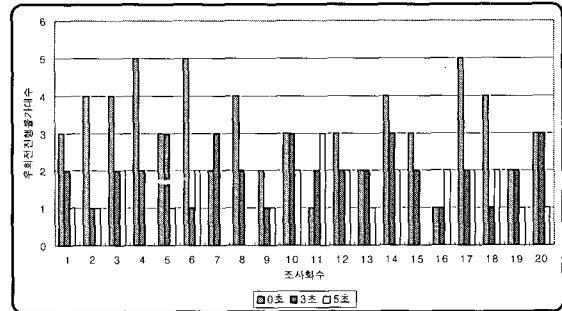
뱅뱅 교차로의 남측횡단보도 보행자 신호 전시간을 0초부터 5초까지 점진적으로 증가시켜 우회전 진행불가 현상을 관측하였다.

그 결과 보행자 신호 전시간이 0초일때 우회전 진행불가 총대수 63대에서 보행자 신호 전시간을 5초로 연장한 결과 우회전 진행불가 총대수는 26대로 줄었으며 총대수를 기준으로 할때 37대가 줄어 약 59%의 감소

효과가 나타났다.

〈표 3〉 t-검정 : 쌍체 비교

구분	3초-0초	5초-3초
평균	-1.15	-0.7
관측수	20	20
t 통계량	-0.919820237	
P(T<=t) 양측 검정	0.369197982	
t 기각치 양측 검정	2.093024705	
가설검정	Not reject	



〈그림 4〉 남측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

#### ② 종합전시장 교차로

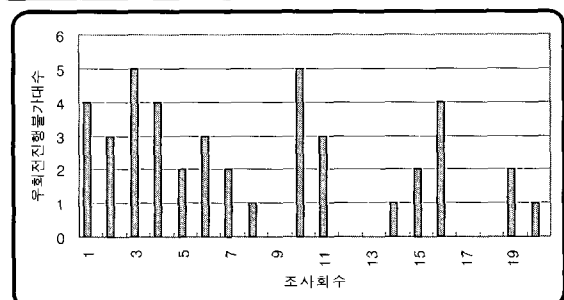
종합전시장 교차로의 경우 남북접근로에는 이중횡단보도를 설치 운영하고 있으며 동서접근로에는 일반적인 형태의 횡단보도를 설치 운영하고 있다.

〈표 4〉에서 보는바와 같이 북측횡단보도의 경우 이중 횡단보도가 설치되어있는 경우 보행자 신호 전시간 제공 여부와 상관없이 좌회전꼬리물림 현상은 발생하지 않았으며, 우회전 진행불가 대수도 최대 5대로 조사되었지만 이중횡단보도의 특성상 충분한 대기공간이 확보되어 있기 때문에 직진이동류의 방해 또는 보행자 안전에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 조사되었다.

이러한 결과는 남측횡단보도에도 마찬가지로 나타났다.

〈표 4〉 북측 횡단보도 우회전 진행불가 현상

조사회수	우회전 진행불가	조사회수	우회전 진행불가	조사회수	우회전 진행불가
1	1	8	4	15	2
2	0	9	3	16	4
3	5	10	5	17	0
4	3	11	4	18	0
5	0	12	2	19	2
6	0	13	3	20	1
7	1	14	2	합계:42, 평균:2.1	



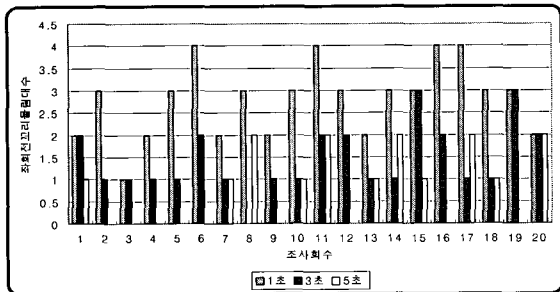
〈그림 5〉 북측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

종합전시장 교차로의 서측횡단보도 보행자신호 전시간을 1초부터 5초까지 점진적으로 증가시켜 좌회전 꼬리물림 현상을 관측하였다.

그 결과 보행자신호 전시간이 1초일때 좌회전 꼬리물림 총대수 56대에서 보행자신호 전시간을 5초로 연장한 결과 좌회전 꼬리물림 총대수는 16대로 줄었으며 총대수를 기준으로 할때 40대가 줄어 약 72%의 감소 효과가 나타났다.

〈표 5〉 t-검정 : 쌍체 비교

구분	3초-1초	5초-3초
평균	-1.35	-0.65
관측수	20	20
t 통계량	-1.605910137	
P(T=t) 양측 검정	0.124786021	
t 기각치 양측 검정	2.093024705	
가설검정	Not reject	



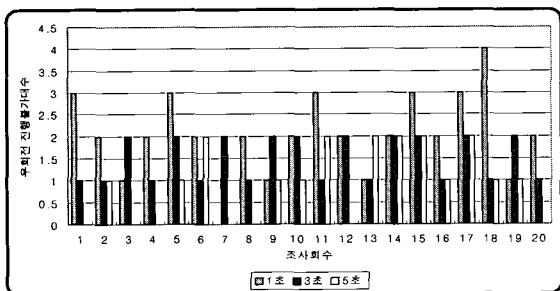
〈그림 6〉 서측 횡단보도 좌회전 꼬리물림 현장조사 결과

종합전시장 교차로의 서측횡단보도 보행자신호 전시간을 1초부터 5초까지 점진적으로 증가시켜 우회전 진행불가 현상을 관측하였다.

그 결과 보행자신호 전시간이 1초일때 우회전 진행불가 총대수 41대에서 보행자신호 전시간을 5초로 연장한 결과 우회전 진행불가 총대수는 19대로 줄었으며 총대수를 기준으로 할때 22대가 줄어 약 54%의 감소 효과가 나타났다.

〈표 6〉 t-검정 : 쌍체 비교

구분	3초-1초	5초-3초
평균	-0.55	-0.55
관측수	20	20
t 통계량	0	
P(T=t) 양측 검정	1	
t 기각치 양측 검정	2.093024705	
가설검정	Not reject	



〈그림 7〉 서측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

통계분석 결과 모든 경우의 보행자신호 전시간을 비교한 결과  $P(T \leq t)$  양측검정을 통하여 0.05이상으로 분석되었다.

모든 데이터 즉 보행자신호 전시간이 효과가 있는 것으로 분석되었으나 교차로 기하구조, 차로수 및 현장 상황등을 토대로 하여 보행자신호 전시간을 설정하는 것이 중요하다고 판단된다.

#### IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 신호교차로에서 횡단보도 보행자신호와 관련하여 좌·우회전차량이 직진교통류에게 미치는 소통장애 현상 즉, 직진과 보행자신호가 동시에 점등할 경우 첫째, 좌회전 유효녹색시간내에 안전하게 좌회전을 하지 못한 차량들(좌회전꼬리물림)이 보행자신호로 인해 교차로내에 정차하여 직진차량의 진행에 방해를 야기하며 둘째, 직진·우회전차량이 혼재해 있는 대기행렬의 선두 우회전차량이 우측 횡단보도 보행자신호의 불합리로 우회전 진행이 불가(우회전진행불가)하여 후미차량의 직진에 지장을 초래하는 두가지 현상을 분석하였다.

보행자신호 전시간 부여는 교차로 소통효율성을 증진시키는 것으로 확인되었으며 이를 운용하기 위해서는 먼저 교차로별로 회전 교통량을 조사한 후, 대상 교차로의 기하구조 즉 횡단보도의 위치와 종류에 따라 교차로내의 회전차량이 충분히 소거되어 직진교통류에 장애를 야기하지 않는 시간만큼을 보행자신호 전시간으로 부여해야 한다는 결론을 얻었다.

본 연구에서는 좌회전꼬리물림 대수와 우회전진행불가현상 두가지를 통한 첨두시(08:00~09:00) 신호교차로의 보행자신호 전시간의 운영기준을 연구하였으나 향후 비첨두시 운영기준과 앞막힘발생시, 주변교차로와의 연동 및 횡단보도 설치 위치에 대한 명확한 기준 설정등과의 연계를 통한 종합적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 원제무·최재성, 교통공학, 박영사, 1999
2. 도철용, 교통공학원론, 청문각, 1995
3. 도로교통안전관리공단, 보행자횡단보도 설치 기준에 관한 연구, 1998
4. 경찰청, 교통안전시설 실무편람, 2000
5. Traffic Control System Handbook, NTIS
6. Traffic Control Devices Handbook, ITE, 2001
7. Manual of Transportation Engineering Studies, ITE