

# 신호교차로에서 보행자신호 전시간 운영기준 설정을 위한 연구

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

이 철 기\*  
(Lee, Choul-Ki)

이 석\*\*  
(Lee, Seok)

심 대 영\*\*\*  
(Shim, Dae-Young)

김 균 조\*\*\*\*  
(Kim, Gyun-Jo)

### 요 약

본 연구의 목적은 기존 신호운용체계의 효율적인 운용과 안전한 보행자 통행시간을 보장한다는 전제하에, 신호교차로에서 보행자신호로 인해 발생하는 불합리한 좌회전차량의 꼬리물림현상과 우회전차량 진행불가현상이 직진 교통류에 미치는 소통장애를 해소하는 방안을 제시하는 것이다.

본 연구에서 제시하는 방안은 차량직진신호 점등 후 몇 초 정도의 시차(步行者信號 前時間)를 두고 보행자신호를 운용함으로써 보행이 시작되기 전에 회전교통류가 교차로에서 소거되도록 하는 것이다. 이를 위하여 첨두시간에 교차로에서 보행자신호 전시간을 점차 확장시키는 방법으로 좌회전 꼬리물림·우회전 진행불가차량 발생현상을 현장조사 하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 보행자신호 전시간을 연장할수록 직진교통류 소통장애를 야기하는 좌회전 꼬리물림현상과 우회전 진행불가현상이 현저히 감소하였다.

둘째, 교차로와 횡단보도간의 대기공간이 수용할 수 있는 범위 내에서는 좌회전 꼬리물림차량과 우회전 진행불가차량도 직진차량에 장애를 주지 않았다.

셋째, 이중 횡단보도에서는 신호현시체계상 좌회전 꼬리물림현상이 발생치 않으며 우회전 진행불가현상은 충분한 대기공간으로 인해 직진차량에 미치는 영향이 미미하였다.

검증 결과 보행자신호 전시간 부여는 교차로 소통효율성 증진에 유의한 것으로 판단되었으며 이를 운용하기 위해서는 회전교통량과 횡단보도의 위치·종류에 따라 개개 교차로별로 보행자신호 전시간이 설정되어야 한다는 결론을 얻었다.

### Abstract

The purpose of this study was to test the effects of the pedestrian green signal adjustment on clearance of the turning vehicles impeding the through traffic flow at the signalized intersections, and thereby, suggest some operational criteria for adjustment of the pedestrian green signal.

In order to test such effects, the pedestrian green time was adjusted so that it could started a few seconds later than the vehicle green time during peak hours, and thereby, the turning vehicle volume not cleared at the intersection was measured by extending the time gap by 2 seconds. (In general, the pedestrian green signal turns on at the same time as the vehicle green signal.)

\* 회 원 : 서울지방경찰청 교통개선기획실장

\*\* 비회원 : 서울지방경찰청 인사교육과 교육계장

\*\*\* 회 원 : 관동대학교 교통공학과 교수

\*\*\*\* 회 원 : 서울지방경찰청 교통개선기획실 연구원

† 논문접수일 : 2003년 4월 24일

The results of this test can be summed up as follows; first, the longer the time gap was, the turning vehicle volume not cleared from the intersection decreased more. Second, in case there existed a storage space between intersection and crosswalk, the effect of the turning vehicles on the through traffic flows was minimal. Third, at the pelican, the effect of the turning vehicles on the through traffic flow was minimal due to the structure of the intersection and the phase sequence.

In conclusion, it was found that the adjustment of pedestrian green signal had the effect of enhancing the intersection operation.

When adjusting the pedestrian green signal, it was deemed necessary to thoroughly survey the geometric structure of the intersection and collect the data on the turning traffic volume and thereby, apply the results of analysis flexibly to each intersection.

**Key Words** : 보행자신호전시간, 신호교차로, 우회전진행불가 현상, 좌회전 꼬리물림, 횡단보도

## I. 서 론

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 현상상황에 맞는 적절한 보행자신호 전시간의 설정방법을 도출하여 신호교차로의 횡단보도 보행자신호 시작 시점을 조정하여 차량소통과 보행자 안전이라는 두 가지 목적을 모두 달성하고자 한다.

## II. 보행자전시간의 개념

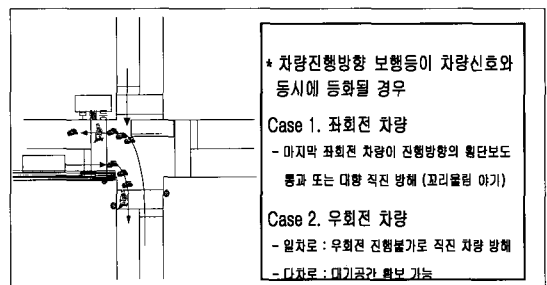
### 1. 필요성

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 1의 Case1에서 보는 바와 같이 횡단보도가 교차로의 가각부분에 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 직진 차량과 우회전 차량이 혼재하며 직진신호시거의 동시에 우측 접근로의 횡단보도 보행자 신호가 점등한다.

이때 우회전 차량은 후미 직진차량을 의식하여



〈그림 1〉 이동류별 상충 지점도

신호를 위반하여 횡단보도를 통과하거나 보행신호 종료시까지 진행하지 못하고 후미의 직진차량에 지장을 주게 된다(그림 1에서 Case2).

다행히 우측 접근로가 다차로일 경우 우회전 차량이 차로별로 횡단보도 앞에 대기할 수 있어 직진 차량에 미치는 장애가 비교적 완화될 수 있으나 편도 1차로 이며 횡단보도가 교차로에 접하여 있거나 우회전 차량이 증대형 차량인 경우에 이러한 현상이 해당 교차로의 소통에 미치는 영향은 대단히 심각하다.

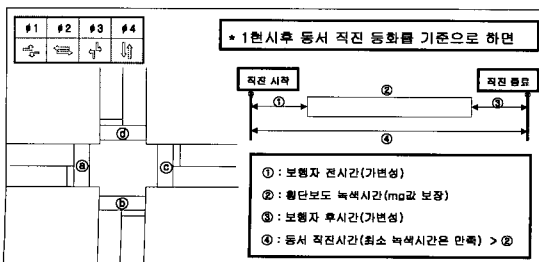
이상에서 적시한 두 경우의 문제점은 신호 교차로에서 차량 직진신호와 동일 방향 횡단보도 보행신호 시작시점간에 적절한 시차를 부여함으로써 해결 가능하다.

직진신호 시작후에 교차로 여건에 맞는 시차를 두고 보행신호가 점등한다면 첫번째 사례에서 좌회전 차량이 교차로를 완전히 벗어나게 되므로 꼬리물림과 직진차 소통장애를 피할 수 있고 두 번째 사례에서도 선두 우회전 차량이 우회 가능케 되어 직진차량이 진로를 확보할 수 있다.

이 때 선두 우회전 차량만 통과하면 대기행렬 중간의 우회전 차량에 대하여는 직진차량들이 미리 1차로로 차로를 변경하는 등 조치를 취하게 된다.

## 2. 정 의

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



〈그림 2〉 보행자전시간 개념도

그림 2에서와 같이 1현시 서→북, 동→남 좌회전과 황색신호가 종료하고 2현시 동서간 직진신호 점등후 ⑥, ④ 횡단보도 보행신호 점등직전까지 시간차로서 직진신호와 동시에 동일방향 횡단보도 신호가 등화될 경우 좌회전 또는 우회전 차량의 진행불가가 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 신호 시간내에서 보행자 신호시간의 시작시점을 적절히 조정, 교차로 운영의 효율을 극대화하는 것이므로 기존 신호현시의 연장이나 변동을 주어서는 안 된다는 것이다.

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.

## 3. 전제조건

### 1) 보행자통행시간의 만족(mg값 보장)

보행자 전시간이 교차로 차량 소통의 효율증가를 위해 운용되더라도 최소보행자 통행소요 시간은 확보되어야 한다. 따라서 광로의 횡단보도는 최소보행자 통행시간 만족을 위해 보행자 전·후시간 없이 차량직진 신호와 동시에 작동하게 되며 아무리 직진 교통류가 적어도 보행자 통행소요시간동안은 직진신호가 점등되도록 제어되고 있다.

참고로 보행자를 보호하기 위하여는 보행자 전시간외에도 현시변경시 1-3초의 전적색(All-Red)을 부여함으로써 대향차량으로부터 보행자를 보호하고, 교차로를 벗어나지 못한 차량간의 충돌을 피하도록 하는 신호운용 방법이 제시되고 있다.

## 2) 기존 신호현시 및 시간의 보장

보행자 전시간이 고려하는 상황은 신호교차로에서 좌회전한 차량이 횡단보도 보행신호에 막혀 교차로 소통에 지장을 주거나 또는 우회전 차량이 우측 횡단보도의 보행신호로 진행하지 못해 후미 직진 교통류 진행에 장애를 초래하는 현상이다.

이러한 현상은 주로 교차로에서의 횡단보도 위치나 차로수등 교차로 기하구조에 따른 차량의 접근·유출형태에서 기인하므로 기존의 직진·좌회전 또는 황색신호 체계에는 변동을 주지 않음을 전제로 한다.

위의 현상을 해소하기 위한 방안으로 각 현시를 연장·단축하게 되면 교통량을 기초로한 기존 신호체계와 교차로간 연동체계에 혼란을 야기하고 다른 이동류의 신호현시에 영향을 미쳐 오히려 역효과가 나타날 수 있기 때문이다.

따라서 보행자 전시간을 산정할 때에는 기존 신호현시에 영향을 주지 않는 범위내에서 산정하도록 한다. 그리고 다른 교통조건 즉 현시, 황색시간등의 변수는 신호교차로 운영에 문제가 없다는 전제하에 본 연구를 진행하기로 한다.

## 3) 교통사고

본 연구는 적절한 보행자전시간 부여를 통한 소통수준의 향상을 목적으로 하는바 교통사고건수 및 형태등의 변수는 제외 하기로 한다.

# Ⅲ. 현장조사

## 1. 조사방법

현재 보행자신호 전시간 산정을 위한 이론 및 자료가 거의 전무한 상태에서 적절한 운영기준을 도출하기 위해서 현장조사를 바탕으로 운영기준을 제시하고자 한다.

따라서 현장조사를 위한 데이터 수집을 위하여 많은 유형을 검토하여야 하나 시간적인 제약과 실제 검증을 통한 자료를 얻기 위해서 4지 교차로 2

개소에 대해서 현장조사 및 실제 적용을 통한 운영기준을 제시하기로 한다.

현장조사방법은 아래에서 제시한 순서에 의거하여 오전첨두시(08:00~09:00)에 실시하였다.

### 1) 교차로 선정

- 대로와 소로가 만나는 곳
- 횡단보도 위치가 교차로에 따라 틀린 곳
- 횡단보도 형태가 상이한 곳
- 실험이 용이한 곳

### 2) 교차로 기하구조 조사

- 횡단보도 위치
- 횡단보도 형태
- 해당 접근로 차로수
- 우회전 부가차로 설치 여부

### 3) 보행자신호 전시간을 점차 증가시키면서 좌회전 꼬리물림 현상 및 우회전 진행불가 현상 조사

### 4) 주변지역 교차로와의 관계

- COSMOS 운영 지역으로 선정하여 주변 교차로와의 연동값 또는 spillback 제어를 통해 용량에 의한 영향을 최소화 할 수 있는 지역으로 선정

## 2. 조사내용

### 1) 대상교차로 선정

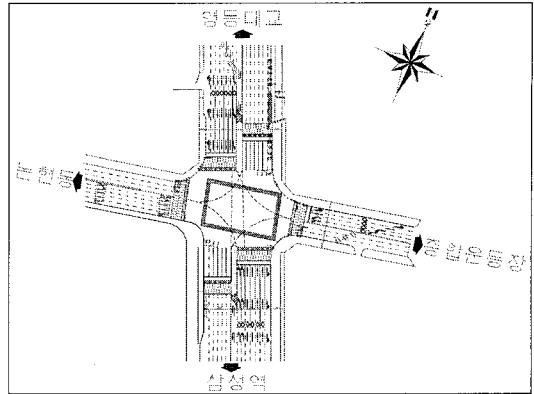
현장조사를 수행할 교차로는 4지 교차로를 대상으로 하되, 서울시내 교차로중 이러한 현장조사 기준을 만족하는 장소로 선정된 곳은 뱅뱅교차로와 종합전시장 교차로를 대상으로 선정하였으며 교차로별 현황은 다음과 같다.

#### (1) 뱅뱅교차로

- 교차로 형태 : 4지 교차로
- 도로위계 : 남북 강남대로 > 동서 도곡동길

/효령길

- 교통량 : 남북간 도로인 강남대로가 많음
- 횡단보도 설치 및 운영현황 : 4방향 모두 일반 횡단보도 설치 운영중
- 횡단보도 위치 : 교차로에 근접 설치
- 조사대상 횡단보도 및 교통류 방향
  - 서측 횡단보도상 남→서 좌회전 꼬리물림 대수
  - 남측 횡단보도상 서→남 우회전 진행불가 현상
- 우회전부가차로 : 설치 안됨



〈그림 4〉 종합전시장 교차로 기하구조

(2) 종합전시장 교차로

- 교차로 형태 : 4지 교차로
- 도로위계 : 동서 봉은사로 <남북 영동대로
- 교통량 : 남북간 도로인 영동대로가 많음
- 횡단보도 설치 및 운영현황 : 북측과 남측은 이중 횡단보도, 동서측은 일반 횡단보도 설치 운영중
- 횡단보도 위치 : 교차로에 근접 설치
- 조사대상 횡단보도 및 교통류 방향
  - 북측 횡단보도상 서→북 좌회전 꼬리물림 대수 및 동→북 우회전 진행불가 현상
  - 서측 횡단보도상 남→서 좌회전 꼬리물림 대수 및 북→동 우회전 진행불가 현상
- 우회전부가차로 : 설치 안됨

2) 대상교차로 조사일시 및 내용

(1) 조사일시

- 날짜 : 2002년 4월 15일 ~4월 18일
- 시간 : 08:00~09:00(오전 첨두시간)

(2) 조사내용

- 각 지점별로 좌회전꼬리물림현상 및 우회전 진행불가 현상 20회씩 수집
- 방법 : 보행자신호 전시간을 조정하면서 현장에서 직접 조사

(3) 교차로 기하구조 조사

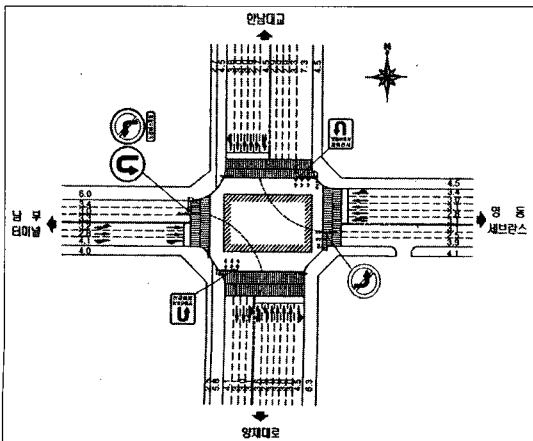
- 횡단보도의 위치
  - 교차로에 근접 설치 또는
  - 교차로에서 일정거리를 두고 설치
- 횡단보도의 형태
  - 일반 횡단보도
  - 이중 횡단보도
- 해당 접근로 차로수
  - 차로수
- 우회전 부가차로 설치 여부

위의 항목별로 조사한 결과를 요약하면 표 1과 같다.

3) 각교차로별 좌회전꼬리물림 및 우회전진행불가 조사 결과

(1) 뱅뱅교차로

서측횡단보도 보행자신호 전시간을 3초부터 9초

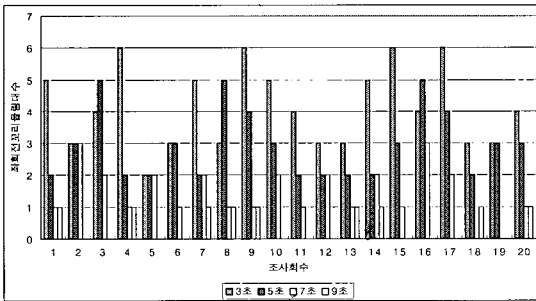


〈그림 3〉 뱅뱅교차로 교차로 기하구조

〈표 1〉 대상교차로 조사결과

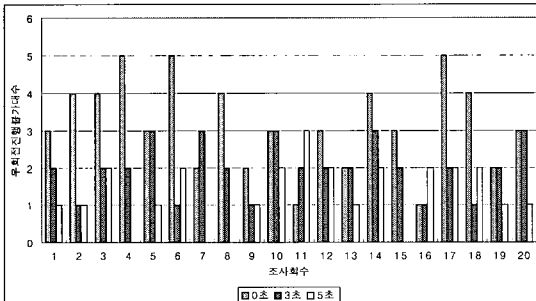
| 구 분   | 교차로 형태 | 횡단보도 위치 | 횡단보도 형태         | 차로수 (편도)     | 우 회 전 부가차로 |
|-------|--------|---------|-----------------|--------------|------------|
| 뱅뱅교차로 | 4지     | 근접설치    | 일반횡단보도          | 서측:3<br>남측:4 | 설치안됨       |
| 종합전시장 | 4지     | 근접설치    | 이중·일반<br>횡단보도혼합 | 북측:7<br>서측:3 | 설치안됨       |

까지 점진적으로 증가시켜 좌회전 꼬리물림 현상을 관측한 결과 6대~0대로 조사되었다.



〈그림 5〉 서측횡단보도 좌회전꼬리물림 현장조사 결과

남측횡단보도 보행자신호 전시간을 0초부터 5초까지 점진적으로 증가시켜 우회전 진행불가 현상을 관측한 결과 5대~0대로 조사되었다.



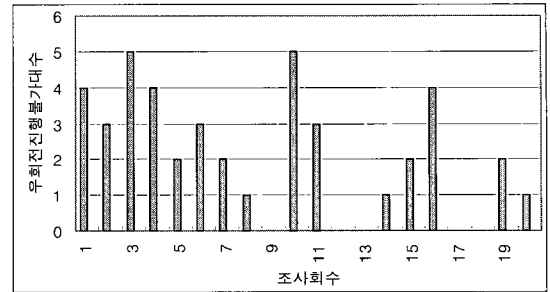
〈그림 6〉 남측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

(2) 종합전시장 교차로

북측횡단보도의 경우 이중 횡단보도가 설치되어 있어 보행자신호 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 미

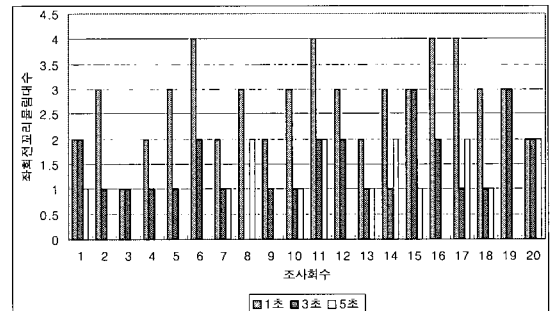
치는 영향은 거의 없는 것으로 조사되었다.

이러한 결과는 남측횡단보도에도 마찬가지로 나타났다.



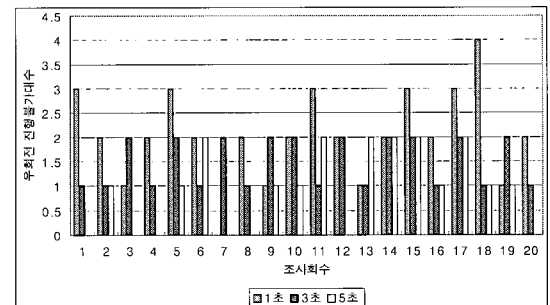
〈그림 7〉 북측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

서측횡단보도 보행자신호 전시간을 1초부터 5초까지 점진적으로 증가시켜 좌회전 꼬리물림 현상을 관측한 결과 4대~0대로 조사되었다.



〈그림 8〉 서측 횡단보도 좌회전 꼬리물림 현장조사 결과

서측횡단보도 보행자신호 전시간을 1초부터 5초까지 점진적으로 증가시켜 우회전 진행불가 현상을 관측한 결과 4대~0대로 조사되었다.



〈그림 9〉 서측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

위의 결과를 토대로 볼 때 보행자신호 전시간을 적절하게 부여하여 운영할 때 교차로 통과대수 증가 및 소통측면에서도 긍정적인 면을 보여준다고 할 수 있다.

#### IV. 적용 및 평가

##### 1. 효과척도 선정 및 통계분석 가설

본 연구의 효과를 분석하기 위한 효과척도(MOE)로는 다음 두 가지 사항을 적용하기로 한다.

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

현재 횡단보도 녹색등화는 차량 신호현시가 바뀌는 시점에 특히 직진신호등화가 되는 현시에 보행등이 함께 등화되어 동방향 횡단보도를 이용하도록 통상적으로 신호시간이 계획되고 있다.

물론 최소녹색시간(mg)은 만족하도록 하고 있으며 직진신호시간에 여유가 있을 경우 보행등의 녹색등화시점을 적정간격을 유지하여 운영하고 있으나 일정한 기준없이 운영하고 있는 실정이다.

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  $P(T \leq t)$  양측검정

을 통하여 0.05이상일 경우 유효한 것으로 설정하였다.

양측검정을 하기 위한 전제조건으로 각 접근로별로 보행자신호 전시간을 조정하면서 조사된 좌회전꼬리물림대수와 우회전진행불가 현상을 비교하여 양측검정을 하였다.

##### 2. 자료분석 및 평가

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

###### 1) 뱅뱅 교차로

서측 횡단보도의 좌회전 꼬리물림대수는 보행자신호 전시간이 3초일때 총 83대에서 보행자신호 전시간을 9초로 연장한 결과 총 9대로 줄었으며 총대수를 기준으로 할 때 74대가 줄어 약 89%의 감소효과가 나타났다.

이를 통계적으로 검정하기 위하여 t검정을 통하여 실시한 결과 표 2와 같이  $P(T \leq t)$  양측검정이 약 0.255로서 유효하게 판단되었다.

<표 2> t-검정 : 쌍체 비교

|                     |              |       |
|---------------------|--------------|-------|
| 구분                  | 5초-3초        | 7초-5초 |
| 평균                  | -1.2         | -1.5  |
| 관측수                 | 20           | 20    |
| t 통계량               | 0.557086015  |       |
| $P(T \leq t)$ 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 |       |
| $P(T \leq t)$ 양측 검정 | 0.255145174  |       |
| t 기각치 양측 검정         | 2.093024705  |       |
| 가설검정                | Not reject   |       |

〈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) 양측검정 | 0.369197982  |       |
| t 기각치 양측 검정  | 2.093024705  |       |
| 가설검정         | Not reject   |       |

〈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   |       |

〈표 4〉 북측 횡단보도 우회전 진행불가 현상

| 조사 회수 | 우회전 진행불가 | 조사 회수 | 우회전 진행불가 | 조사 회수        | 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 |          |

〈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  |       |

남측 횡단보도의 우회전 진행불가대수는 보행자신호 전시간이 0초일때 총 63대에서 보행자신호 전시간을 5초로 연장한 결과 총 26대로 줄었으며 총 대수를 기준으로 할 때 37대가 줄어 약 59%의 감소 효과가 나타났다.

이를 통계적으로 검정하기 위하여 t검정을 통하여 실시한 결과 표 3과 같이  $P(T \leq t)$  양측검정이 약 0.369로서 유효하게 판단되었다.

## 2) 종합전시장 교차로

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

표 4에서 보는바와 같이 북측횡단보도의 경우 이중 횡단보도가 설치되어있는 경우 보행자신호 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.

서측 횡단보도의 좌회전 꼬리물림대수는 보행자신호 전시간이 1초일때 총 56대에서 보행자신호 전시간을 5초로 연장한 결과 총 16대로 줄었으며 총 대수를 기준으로 할때 40대가 줄어 약 72%의 감소 효과가 나타났다.

이를 통계적으로 검정하기 위하여 t검정을 통하여 실시한 결과 표 5와 같이  $P(T \leq t)$  양측검정이 약 0.125로서 유효하게 판단되었다.

서측 횡단보도의 우회전진행불가대수는 보행자신호 전시간이 1초일때 총 41대에서 보행자신호 전시간을 5초로 연장한 결과 총 19대로 줄었으며 총 대수를 기준으로 할때 22대가 줄어 약 54%의 감소 효과가 나타났다.

이를 통계적으로 검정하기 위하여 t검정을 통하여 실시한 결과 표 3과 같이  $P(T \leq t)$  양측검정이 1로서 유효하게 판단되었다.

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



〈표 7〉 교차로내 횡단보도 위치별 장단점

| 설치위치                         | 장단점   | 장 점  | 단 점 |
|------------------------------|---|--|-----|
| ① 차량정지선이 횡단보도 전/후방에 설치       | - 보행자를 잘 식별할 수 있음<br>- 차량 교차로 통과시간 감소         | - 차량속도가 높아 사고 위험<br>- 보행동선 길이 증가로 인한 보행자 불편 및 우회거리 증가<br>- 보행자 대 차량 상충 발생  |     |
| ② 횡단보도가 연석선상에 근접 설치          | - 보행자가 우회할 필요 없음<br>- 차량 교차로 통과시간 감소          | - 우회전 차량에 의한 지체발생<br>- 우회전 차량에서 보행자가 잘 보이지 않음<br>- 보행자 횡단길이 증가로 횡단 소요시간 증가 |     |
| ③ 좌·우회전 차량 1대가 대기할 수 있는 횡단보도 | - 보행자 대기장소 확보<br>- 보행길이 최소<br>- 우회전 차량과 상충 회피 | - 보행자 우회로 보행동선 길이 증가<br>- 차량 교차로 통과시간이 증가                                  |     |

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

### V. 보행자신호전시간 설정시 고려 사항

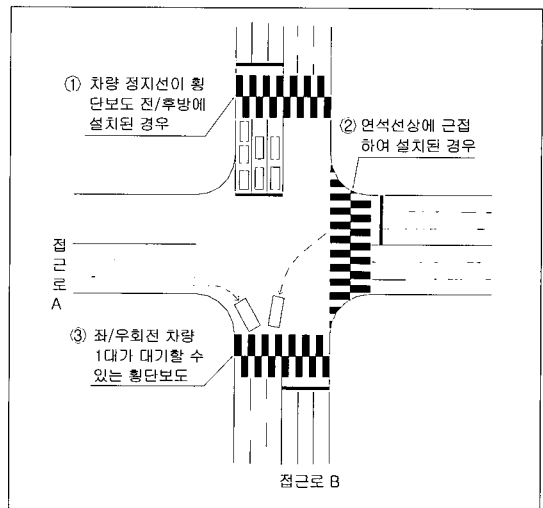
신호교차로에 설치 운영중인 각 접근로별 횡단보도의 보행자신호 전시간에 차이를 두어 실험한 현장조사 자료와 효과분석 결과를 토대로 볼 때 보행자신호 전시간은 교차로의 형태보다는 접속가로의 차로수와 횡단보도의 위치 및 횡단보도의 종류에 더욱 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

현재 횡단보도의 설치에 관한 명시적 규정이 없어 이론과 연구결과에 따르고 있는데 통상 차량의 교차로 통과시간과 손실시간을 줄이고 보행자 동선 거리를 단축하기 위해 교차로 가각선의 시점에 설치하고 있다.

교차로 횡단보도의 위치별 종류와 그 장단점을 살펴보면 다음 표 7과 같다.

그림 10 및 표 7에서 보는바와 같이 횡단보도의 설치위치에 따라 보행자의 안전과 소통수준이 차이가 나는 것으로 판단된다.

그림 10의 ③ 좌·우회전 차량 1대가 대기할 수 있는 횡단보도인 경우 본 연구에서 조사한 종합전시장 서측 횡단보도의 경우와 같이 차량이 대기할 수 있는 공간이 있을 경우 보행자신호 전시간을 짧



〈그림 10〉 서측 횡단보도 우회전 진행불가 현장조사 결과

게 주고도 직진차량의 진행에 영향을 미치지 않고 보행자 안전도 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 진행방향의 차로수가 많을수록 대기공간이 늘어나 다른 방향의 교통류 진행을 방해하지 않고 원활한 진행대폭을 확보할 수 있다.

하지만 ① 차량정지선이 횡단보도 전/후방에 설치된 경우와 ② 횡단보도가 연석선상에 근접 설치된 경우는 차량의 교차로 통과시간을 줄이는 효과는 있으나 보행자안전사고 우려 및 보행자횡단길이 증가등의 단점이 발생한다.

이는 본연구에서 조사한 외교센터 교차로의 북측 횡단보도에 해당하며 이때 보행자신호 전시간은

9초 정도로 길어짐을 알 수 있다.

그리고 이중횡단보도의 경우 횡단보도 신호운영의 특성상 좌회전꼬리물림 현상은 발생하지 않으며 우회전진행불가 현상이 발생하더라도 충분한 대기공간이 확보되어 있어 문제가 되지 않는 것으로 판단된다.

통계분석 결과 보행자신호 전시간의 길고 짧음에 상관없이 모두 유효한 것으로 분석되었으나 실제 현장 상황 즉 횡단보도의 위치에 따라 보행자신호 전시간은 달리 주어져야 효과가 있는 것으로 판단된다.

보행자신호 전시간은 횡단보도의 위치를 기준으로 하여 설정하는 것이 타당하리라 판단되는 바,

- 횡단보도가 연석선상에 근접 설치되어 있을 경우는
  - ① 차로수가 많고 적응에 영향을 받는 것이 아니라 진행대 폭의 확보가 중요하며
  - ② 회전교통량의 조사로 좌회전 꼬리물림 및 우회전 진행불가 현상을 파악하여
  - ③ 직진차량의 소통과 보행자 횡단시간을 보장하는 범위내에서 보행자신호 전시간을 산정하여야 한다.
- 횡단보도에 좌·우회전 차량이 대기할 수 있는 공간이 있는 경우는
  - ① 차로수에 따라 대기할 수 있는 차량의 대수가 다름을 전제하여
  - ② 회전교통량의 조사로 좌회전 꼬리물림 및 우회전 진행 불가 현상을 파악하고
  - ③ 직진차량의 소통과 보행자 횡단시간을 보장하는 범위내에서 보행자신호 전시간을 산정하여야 한다.

위 순서에 의해 보행자신호 전시간을 설정하면 차량의 소통 및 보행자안전제고 측면 모두 다 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 조사결과에 의하면 통상적으로 횡단보도가 연석선상에 근접 설치되어 있을 경우의 보행자신호 전시간이 횡단보도가 좌·우회전 차량 1대가

〈표 8〉 국가별 교차로내 횡단보도 설치기준

| 기준 국가 | 횡단보도 설치 위치 기준   |
|-------|---|
| 한국    | - 보행자의 통행이 빈번하여 횡단보도를 설치할 필요가 있는 포장도로에 설치<br>- 보행자의 동선, 보행자와 자동차간의 상충 가능성, 보행자 식별성 등에 대한 공학적 판단에 따름 |
| 미국    | - 연석선과 평행하게 설치<br>- 가각선 끝 부분에 설치  |
| 영국    | - 3m 후방에 설치   |
| 독일    | - 차량 1대가 대기할 수 있는 공간 3~5m 정도 후퇴 설치  |
| 일본    | - 우회전 차량과 보행자가 많은 경우 횡단보도를 보도 연장선에서 4~5m 정도 후퇴 설치   |

자료) 한국 : 교통안전시설실무편람, 경찰청

미국 : MUTCD

독일 : 교통안전표시와 교통시설 설치를 위한 지침

일본 : 路面標示設置の 手引, 昭和 59年 8月

대기할 수 있는 경우의 보행자신호 전시간보다 크게 나타났다.

표 8에서 보는바와 같이 각 국가별 횡단보도의 설치기준을 살펴보면 정확한 위치를 지정하고 있는데 반해 우리나라의 경우 공학적 판단 즉 계획가의 의지에 따라 횡단보도의 위치가 바뀔 수 있는 소지가 많다.

이는 일관된 도로설계에 지장을 줄 수 있으며 신호운영뿐만 아니라 향후 교통관련 개선사업을 시행하는데 있어 지장을 줄 수도 있다.

신호교차로의 신호운영을 하기 위해서는 많은 조건들이 서로 연관성을 가지고 일관되게 설치하고 운영되어야 하나 현실적으로 모든 조건을 갖추어 설치하고 운영하기는 어렵다.

다만 이러한 조건을 100% 충족하지는 못하더라도 최소한의 설치 및 운영기준은 마련되어야 하며 주관적인 판단보다는 객관적인 기준을 마련해야 할 것으로 판단된다.

그리고 보행자신호 전시간을 설정하는 방법도 횡단보도의 위치 및 종류에 따라 달라지는 것이 당연하나 현재 우리나라의 교통안전시설물은 설치규격과 재질등은 어느정도 기준이 마련되어 있으나, 설치 위치에 관한 연구는 거의 전무한 실정으로서

횡단보도의 설치위치를 예로 들면 표 8에서 보는바와 같이 “공학적 판단에 의한다”라고 정의되고 있는 실정이다.

따라서 신호교차로를 운영을 하기 위해서는 우수한 신호제어프로그램뿐만 아니라 이를 운영하기 위한 도로상의 조건들이 최소기준을 만족할 때 더욱더 효율적이고 안정적인 결과를 나타낼 수 있을 것으로 판단된다.

## VI. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 신호교차로에서 횡단보도 보행자신호와 관련하여 좌·우회전차량이 직진교통류에 미치는 소통장애 현상 즉, 직진신호가 보행자신호와 동시에 점등될 경우를 분석한 결과

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 보행자신호가 직진신호와 동시에 점등될 경우 우회전 진행이 불가(우회전진행불가)하여 후미차량의 직진에 지장을 초래하는 두가지 현상등으로 나타났다.

위와 같이 보행자신호 전시간 부여는 교차로 소

통효율성을 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 부여하는 것이 소통효과를 증진시킨다는 결론을 도출하였다.

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

## 참고문헌

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

〈저자소개〉



이 철 기(Lee, Choul-Ki)

1990년 12월~1998년 2월 : 아주대학교 교통연구소 선임연구원  
1998년 2월 아주대학교 산업공학과 교통공학 박사  
1998년 3월~1999년 3월 : 아주대학교 교통연구센터 실장  
1999년 3월~2000년 3월 : 미국 Texas A&M대학교 Post Doctoral 과정 수료  
2000년 3월~2000년 5월 : 서울경찰청 교통발전 연구실장  
2000년 12월~2002년 10월 : 서울경찰청 COSMOS 추진기획실장  
2000년 6월~현재 : 서울경찰청 교통개선기획실장  
2001년 11월~현재 : 국가교통위원회 실무조정 위원  
2002년 3월~2002년 12월 : 아주대학교, 한양대학교 강사  
2003년 3월~현재 : 아주대학교 겸임교수



이 석(Lee, Seok)

1985년 경찰대학 졸업  
1999년~2000년 : 수서경찰서 교통과장  
서울지방경찰청 인사교육과 교육계장(現)



심 대 영(Shim, Dae-Young)

1987년 3월~1995년 8월 : 서울대학교 대학원 토목공학과 박사과정 졸업 (공학박사)  
1988년 9월~1989년 10월 : 국토개발연구원 (연구원)  
1989년 10월~1994년 10월 : 교통개발연구원 (연구원)  
1995년 1월~1995년 12월 : (주)교통정책연구원 (이사)  
1995년 3월~1995년 8월 : 명지대학교 교통공학과 (강사)  
1996년 3월~현재 : 관동대학교 교통공학과 재직



김 균 조(Kim, Gyun-Jo)

1995년 2월 국립 경상대학교 도시공학과 졸업  
1995년 5월~1998년 3월 : 남광엔지니어링 교통연구실  
1998년 3월~2000년 4월 : 청석엔지니어링 교통연구실  
2000년 9월~2001년 8월 : 서울시정개발연구원 도시교통부  
2001년 9월~현재 : 서울경찰청 교통개선기획실