

■ 論 文 ■

보행신호등 녹색점멸신호의 시작시점에 관한 연구

A Study on the Beginning Time of Flashing Green Signals for Pedestrians

심 관 보

(도로교통공단 책임연구원)

고 명 수

(도로교통공단 선임연구원)

김 정 현

(한국철도기술연구원 책임연구원)

목 차

- I. 서론
 - II. 국내의 보행자 신호 의미와 보행점멸신호 운영체계 비교
 - III. 보행등 녹색점멸신호 운영실태 분석
 - 1. 점멸신호와 적색신호시 보행자 행태분석
 - 2. 횡단보도 거리별 보행속도 분석
 - IV. 녹색점멸신호 운영방식별 선호도와 안전성 분석
 - 1. 선호도 설문조사
 - 2. 녹색점멸신호의 안전성 검토 및 이론 정립
 - V. 현장실험을 통한 검증
 - 1. 실험계획 및 실험방법
 - 2. 현장실험 분석 및 결과
 - VI. 결론 및 개선방안
- 참고문헌

Key Words : 보행신호등, 녹색신호시간, 녹색점멸신호시간, 횡단보행속도, 선호도
 Pedestrians Signal, Green Signal Times, Flashing Green Signal Times, Pedestrians Crossing Speed, Affinity

요 약

본 연구는 횡단보도 보행자 신호등의 녹색점멸신호 시작시점에 대하여 선호도 및 안전성을 조사·분석하고, 현행 보행자 신호등의 운영 기준과 적용 방법, 그리고 대안으로 제시되고 있는 국내·외 방안들에 대해 검토하여 최적의 개선방안을 도출하기 위해 시행되었다. 현재 많은 보행자들이 녹색점멸신호에 대한 이해가 부족한 가운데 도로의 횡단을 무리하게 시도하여 교통사고에 노출되고 있고, 점멸신호시 횡단하는 동안 불안감을 느끼고 있는 것으로 조사되어 보행신호등의 새로운 체계가 마련되어야 함을 시사하고 있다. 설문조사 결과, 보행자들은 현재 점멸신호가 너무 빨리 시작되고 있다고 응답하였고, 1/2 시점에서 점멸신호가 시작하는 방식을 선호하였다. 점멸신호 시작시점에 따른 보행자 위치별, 보행자의 정지위치별, 보행섬 설치 고려시 각각의 안전성 검토 결과에서도 1/2 시점 방식이 가장 안전한 것으로 나타났다. 현장실험 결과, 현행방식과 비교해 1/2 또는 2/3 시점 방식에서 점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율이 유의하게 줄어드는 것으로 나타났다. 그러나 녹색점멸신호를 2/3 시점에서 제시한 경우 적색신호에 횡단보도에 남아있는 보행자의 비율이 급격히 증가하는 것으로 나타나, 1/2 시점 방식이 가장 안전한 방법인 것으로 나타났다.

Pedestrians are exposed to accidents as a result of the lack of understanding the meaning of a flashing green signal. This study was designed to relate changes of pedestrians' crossing characteristics as a functions of flashing green signal timings. A field survey was conducted to collect pedestrian preference and safety and it was examined by signal operation experiment. Two versions of new pedestrian signal timings were compared to the existing pedestrian signal timings. The results indicated that the number of pedestrians who starts to cross during flashing green signals was significantly decreased when flashing green signals started at 1/2 or 2/3 point of crossing. However, the number of pedestrians who remain in the crossing during red signals was significantly increased when flashing green signals started at 2/3 point of crossing. This study concludes that starting flashing green signals at 1/2 point of crossing is the safest. Also, implication and directions for its practical relevance were discussed.

1. 서론

현재 우리나라 보행자 신호시간은 보행녹색 신호시간과 보행녹색 점멸신호시간으로 구성된다. 보행 녹색신호시간은 4~7초를 설정하고, 녹색점멸신호시간은 횡단거리를 1.0m/s로 나누어 적용한다. 따라서 시가지가과 광로위주인 우리나라에서 횡단거리가 길어짐에 따라 점멸신호가 보행신호시간보다 매우 길어지는 문제점¹⁾으로 나타나 일부지역에서 고장신호가 접수되고, 점멸신호에 횡단하는 보행자는 불안감을 느끼고 있다.

또한 횡단보도를 이용하는 많은 보행자들이 녹색점멸신호의 의미²⁾에 대한 이해가 부족한 가운데 녹색점멸신호 시 도로의 횡단을 무리하게 시도하여 교통사고에 노출되고 있는 것이 현실이다.

따라서 그동안 적용되어왔던 녹색점멸신호의 운영방법을 재고할 필요성이 대두되었으며, 이에 본 연구에서는 보행자들의 안전한 횡단보도 이용을 위해 현행의 적용 실태를 살펴보고, 대안으로 제시되고 있는 국내·외 방안들을 검토하여 적절한 보행점멸신호 운영 방안을 도출하고자 한다.

이를 위해 본 연구는 국내·외 보행자 신호체계 및 신호시간 운영기준을 살펴보고, 우리나라 횡단보도 이용 실태를 조사하였으며, 녹색점멸신호 시점에 대한 선호도 설문조사를 전문가를 대상으로 실시하고, 점멸신호 개시시점을 전체 보행시간의 1/3, 1/2, 2/3 시점으로 구분하여 안전성에 대한 이론을 정립을 하고, 현장실험을 통해 검증하여 적절한 보행자 신호체계 운영 개선방안을 제시하고자 하였다.

II. 국내·외 보행자 신호의 의미 및 운영체계 비교

1. 우리나라

우리나라의 보행자 신호의 도로교통법상 의미는 <표 1>과 같으며, 녹색등화의 점멸의 의미는 “횡단을 시작해서는 안되고, 횡단중인 경우는 신속하게 횡단을 완료하거나 되돌아와야 한다”는 의미임.

보행자 신호시간계획은 보행녹색 신호시간과 보행녹색점멸 신호시간의 합으로 구성되고, 보행녹색 신호시간

<표 1> 우리나라 보행자 신호의 종류 및 의미

신호의 종류	신호의 뜻
녹색의 등화	보행자는 횡단보도를 횡단할 수 있다
녹색등화의 점멸	보행자는 횡단을 시작하여서는 안되고, 횡단하고 있는 보행자는 신속하게 횡단을 완료하거나 보도로 되돌아와야 한다
적색의 등화	보행자는 횡단보도를 횡단하여서는 안된다

은 4~7초를 설정하고 있다.

보행녹색점멸 신호시간은 기본적으로 횡단거리를 보행속도로 나눈 시간을 적용하며, 다음과 같은 식으로 계산한다.

$$T = t + \frac{L}{V}$$

여기서,

T : 보행자 신호시간 (초)

t : 초기진입시간 (초, 4~7초)

L : 보행자 횡단거리 (m)

V : 횡단보행속도 (m/s, 보통 1.0m/s)

$\frac{L}{V}$: 보행자 점멸시간

즉 법상 신호의 의미와 다르게 보행녹색 점멸시간을 보행자가 횡단을 완료하는 소거의 개념으로 운영되고 있다.

2. 비엔나 협약³⁾ 규정

비엔나 협약은 차량 및 보행자 신호등의 형태를 3색과 2색 신호체계로 구분하고 있으며, 3색 신호체계의 경우 적색신호등, 황색신호등, 녹색신호등으로 구성되며, 2색 신호체계의 경우 적색신호등과 녹색신호등으로 구성된다.

비엔나 협약은 보행자 신호등에서 녹색등화의 점멸이 보행자 신호가 녹색등화에서 적색등화로 곧 전환됨을 알리는 경고로 규정하고 있다.

3. 미국

미국의 보행신호의 의미는 <표 2>와 같으며 점멸신호

1) 폭 30m의 6차로 도로의 경우 보행자신호시간은 37초임(보행녹색시간 7초+보행점멸시간 30초)

2) 보행자는 횡단을 시작하여서는 안되고, 횡단하고 있는 보행자는 신속하게 횡단을 완료하거나 보도로 되돌아와야 한다.

3) 1968년 11월 8일 오스트리아 비엔나에서 결의된 도로교통에 관한 UN 협약. 국가간 교통신호, 노면표시의 통일성을 규정하는 도로교통협약(Convention on Road Traffic)과 표지 및 신호체계협약(Convention on Road Sign and Signals)으로 도로교통의 안전성을 높이고 활성화하기 위하여 교통신호체계의 국제적 통일성을 부여한 국제협약으로, 2003년 기준 61개국이 가입하였으나 한국, 미국, 캐나다, 영국, 일본, 호주 등은 협약에 가입하지 않았음.

〈표 2〉 미국 보행자 신호의 종류 및 의미

신호의 종류	신호의 뜻
고정 WALK	신호지시를 마주하는 보행자들이 횡단보도의 횡단을 시작할 수 있다
점멸 DONT WALK	보행자들이 신호지시 방향에서 차도의 횡단을 시작해서는 안되며 이미 횡단보도의 횡단을 시작한 보행자는 계속해서 진행하여 횡단보도의 밖으로 나가야 한다
고정 DONT WALK	보행자들이 신호지시 방향에서 차도의 횡단진입을 시작해서는 안된다

는 횡단을 완료하는데 필요한 소거의 개념임.

미국의 보행자 신호에서 고정 "WALK"는 7초로 규정하고 있고, 보행자 교통량과 특성상 7초를 필요로 하지 않는 경우, 이보다 더 짧은 4초를 사용한다. 점멸 "DONT WALK"와 고정 "DONT WALK"는 보행자 소거시간의 개념이며 다음 수식과 같다.

$$T = 4 \sim 7\text{sec} + \frac{d}{1.2}$$

여기서, T : 총 횡단시간(초)

d : 보행자 횡단거리

보행자 소거시간은 보행자가 위치하는 연석이나 길어깨로부터 길 건너 연석 가장자리 또는 중앙섬까지의 거리를 보행속도 1.2m/s로 이동할 수 있도록 설정하고 있다.

4. 일본

일본의 보행자 신호의 의미는 〈표 3〉과 같으며, 우리나라와 동일하다.

일본의 보행자 신호시간은 보행자 녹색시간과 보행자 녹색점멸시간으로 구성되며, 보행자 신호시간의 최소치는 보행자가 안전하게 차도를 횡단하는데 필요한 시간으로 산정 수식은 다음과 같다.

〈표 3〉 일본 보행자 신호의 종류 및 의미

신호의 종류	신호의 뜻
녹색등화	보행자는 진행할 수 있다
녹색점멸	보행자는 도로의 횡단을 시작해서는 안되며, 도로를 횡단하고 있는 보행자는 신속하게 횡단을 완료하거나 횡단을 그만두고 되돌아가야 한다
적색등화	보행자는 도로를 횡단해서는 안된다

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} + \frac{p}{Sp \times W}$$

여기서,

T = t_p : 보행자 신호시간의 최소치(초)

L_p : 횡단보도의 길이(m)

P : 녹색신호개시시 횡단대기보행자(인)

S_p : 횡단보행자의 교통률(m/인)

V_p : 횡단보행속도(m/s)

W : 횡단보도의 폭(m)

녹색점멸시간은 법규상 보행속도의 1.0m/s로 횡단거리의 절반을 건너는데 필요한 시간이며, 최대 10초를 넘지않도록 규정⁴⁾하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 우리나라와 일본의 점멸 신호의 의미는 "되돌아 와야 한다고 규정"하고, 미국은 "계속 진행하여 횡단보도 밖으로 나가도록" 규정하고 있어 근본적으로 의미가 다르다.

III. 보행등 녹색점멸신호 운영실태 분석

횡단보도 보행신호등을 이용하는 보행자의 보행속도 및 이용실태, 보행신호등 신호시간 운영실태를 분석할 목적으로 비디오 카메라 장비를 이용하여 6대도시⁵⁾ 총 11개 지점에서 현장 조사하였다.

분석실에서 프레임분석기를 이용하여 비디오 카메라 촬영 테이프를 관찰하고, 녹색점멸시 횡단을 시작하는 보행자, 적색신호시 남아있는 보행자, 보행자의 횡단보도시·종점 및 구간별 통과시각을 기록하였고, 동일 보행자의 횡단보도 이동시·종점 통과시각을 분석용 Excel에 입력하여 실측 보행자 보행속도를 산출하였다.

1. 점멸신호와 적색신호시 보행자 행태 분석

녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율과 적색신호시 횡단보도에 남아 있는 보행자 비율이 조사되었다. 조사지점의 녹색신호시간은 〈표 4〉와 같이 4~7초, 녹색점멸신호는 15~48초, 전체 보행신호시간은 22~54초까지 다양하게 분포되었다.

점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율은 적개는

4) 改訂 交通信号の手引(Manual on Traffic Signal Control Revised Edition), (사단법인 교통공학연구회, 2006년 7월 發行)

5) 대도시의 경우 대체로 보행신호를 기준에 맞게 운영하고 또한 적정수의 보행자가 존재하기 때문에 선정함

〈표 4〉 보행자 행태 분석 결과

현장 조사 지역 (차로수)	횡단 길이 (m)	녹색 시간 (초)	녹색 점멸 시간 (초)	전체 보행 신호 시간 (초)	전체 보행자 (명)	점멸신호시 횡단시작 보행자		적색신호시 잔여보행자	
						수 (명)	비율 (%)	수 (명)	비율 (%)
광주A(4)	18.3	7	19	26	246	74	30.1	42	17.0
광주B(6)	21.9	7	22	29	180	33	18.3	15	8.3
대구(10)	36.7	6	48	54	202	45	22.3	3	1.5
대전(6)	24.7	7	25	32	154	27	17.5	13	8.4
부산A(4)	15.0	6	20	26	587	158	26.9	78	13.3
부산B(4)	15.0	6	20	26	223	79	35.4	33	14.8
서울A(4)	15.8	7	16	23	806	88	10.9	51	6.3
서울B(6)	19.8	7	20	27	370	74	20.0	26	6.8
서울C(4)	14.4	7	15	22	178	27	15.2	7	3.9
울산A(8)	30.3	4	28	32	363	153	42.1	75	20.7
울산B(4)	16.3	7	17	24	349	43	12.3	25	7.2
계					3658	801	21.9	367	10.0

자료 : 지점당 1시간 조사결과

10.9% 에서 많게는 42.1%까지 다양하게 조사되었으며, 6대도시 평균 약 22%가 녹색점멸신호에서 횡단을 시작한 것으로 나타났다.

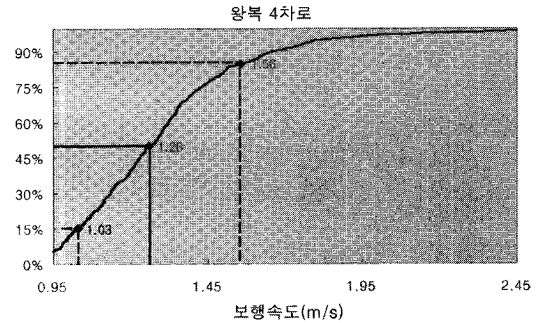
평균적으로 전체보행자 3,658명 중 367명이 적색신호시 횡단보도에 남아있었으며, 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자는 6대도시 평균 비율 10%에 달하는 것으로 나타났다.

2. 횡단보행 거리별 보행속도 분석

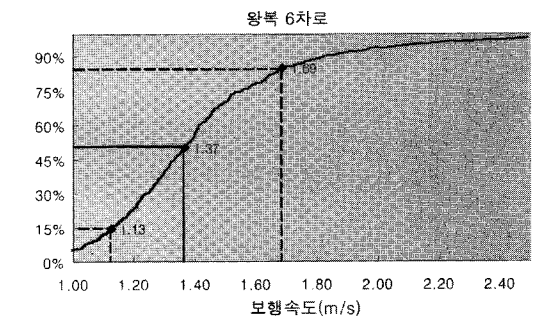
2차로도로의 보행속도는 〈그림 1〉과 같이 평균이 1.19(m/s) 15th percentile 속도 0.91(m/s), 85th percentile 속도는 1.46(m/s)로 분석되었다.

왕복 4차로 도로의 보행속도는 〈그림 2〉에서 보는 것처럼 평균이 1.26(m/s), 15th percentile 속도 1.03(m/s), 85th percentile 속도 1.56(m/s)으로 분석되었다.

분석자료를 근거로 차로별 보행속도를 비교하면 〈표 5〉와 같이 차로가 증가할수록 횡단보행속도가 빨라지는



〈그림 2〉 왕복 4차로 도로의 보행속도 분석



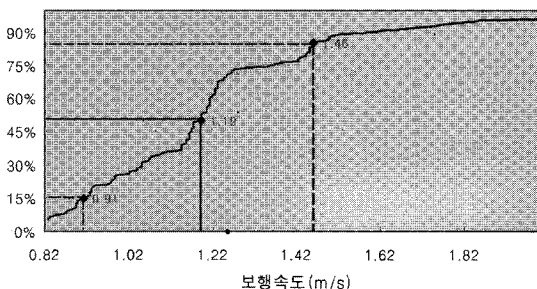
〈그림 3〉 왕복 6차로 도로의 보행속도 분석

〈표 5〉 차로별 보행속도 비교 (단위: m/s)

구분	2차로	4차로	6차로
평균	1.19	1.26	1.32
15%	0.91	1.03	1.11
85%	1.46	1.56	1.64
최소값	0.72	0.65	0.73
최대값	1.87	2.28	2.03
표준편차	0.24	0.25	0.22
자료수	110	1349	571

것으로 나타났다. t 검정 결과, 2차로와 4차로, 4차로와 6차로, 2차로와 6차로는 유의수준 0.05에서 보행속도에 차이가 있는 것으로 나타났다.

왕복 2차로



〈그림 1〉 왕복 2차로 도로의 보행속도 분석

IV. 녹색점멸신호 운영방식별 선호도와 안전성

1. 선호도 설문조사

1) 설문조사 개요

본 연구에서는 선호도를 파악하기 위해 2007년 7월 10일부터 8월 30일까지 서울, 부산, 광주, 대전, 대구, 울산 등 6개 대도시의 혼잡교차로 현장에서의 설문조사와 교통경찰, 관련기관의 전문가 500명을 대상으로 기

관 설문조사를 실시하였다.

현장 설문조사는 조사원으로 하여금 설문지 내용을 충분히 숙지하게 한 후 보행신호등이 설치된 횡단보도에서 조사대상자인 횡단보행자들에게 배부되었고, 전문가 설문조사는 일선 경찰서에서 교통계 경찰관, 그리고 교통관련 연구기관 또는 학계 전문가들을 대상으로 실시되었다.

2) 설문 분석결과

녹색점멸신호시 횡단보도에 진입한 적이 있는지를 알아본 질문에 대하여 응답자의 87.4%가 「있다」라고 응답해, 대다수의 사람들이 녹색점멸신호시에 횡단보도 진입을 시도하는 것으로 나타났다.

보행신호등 녹색점멸신호에 횡단을 시작해도 된다고 생각하는지 알아본 결과, 「가능하다」 또는 「횡단완료가 가능하면 진입이 가능하다」라고 응답한 응답자가 과반수가 훨씬 넘는 63.4%인 것으로 나타나, 대다수의 사람들이 녹색점멸신호의 의미를 잘 알지 못하는 것으로 나타났다.

녹색점멸신호시간에 횡단을 하고 있는 보행자의 심리상태를 알아본 질문에서는, 응답자의 76.6%가 횡단시 녹색점멸신호를 보게 되면 불안함을 느끼는 것으로 나타났다.

또한 현재 보행신호등 녹색점멸신호의 신호시간에 대하여 「적당하다」라고 응답한 사람은 29.1%에 불과한 반면, 63.9%의 응답자들이 「빠르다」라고 응답해, 현재 시행되고 있는 녹색점멸신호시간에 대하여 많은 사람들이 너무 빨리 시작되고 있다고 생각하는 것으로 나타났다.

보행신호등에서 녹색점멸신호의 시작 시점과 관련한 질문에서는 가장 많은 응답자인 46.8%가 「1/2 시점」 방식을 선호하고 있었고, 「1/3 시점」이 25.4%, 「현재방식」이 19.8%로 뒤를 잇는 것으로 나타났다.

이와 같은 설문조사 결과는 대부분의 보행자들이 녹색점멸신호의 의미를 잘 알지 못한 채 녹색점멸신호시에도 무리하게 횡단보도 진입을 시도하고 있음을 나타내고 있고, 또한 현재제도가 보행자들의 불안감을 유발시키는 것을 보여주는 결과로써, 이는 보행자들의 안전한 횡단보도 이용과 횡단보도 이용시 느끼는 불안감 감소를 위한 새로운 녹색점멸신호 체계가 마련되어야 함을 시사한다.

2. 녹색점멸신호의 안전성 검토 및 이론 정립

1) 점멸신호 시작시점별 보행자 위치에 따른 안전성 검토

(1) 보행자 위치별 안전성

녹색점멸신호의 시작 시점에 따른 보행자의 위치별

〈표 6〉 보행자 위치별 안전성

1/3 시점 점멸	4차로 (14.5m)		보행자의 위치는 ①차량의 앞쪽에서 멈추게 된다. 보행자가 적색신호를 보고 조금 서둘러 횡단보도를 끝까지 건널 수 있다. 그러나 ①차량이 ②차량보다 앞서서 정지해 있는 경우 ①차량이 ②차량의 시야를 가려 횡단을 서둘러 마무리하려는 보행자와의 사고 위험이 존재한다.
	6차로 (21m)		보행자의 위치는 ①과 ②차량 사이, 즉 차로분리선 위가 된다. 횡단보도 끝까지 남은 거리가 7m로 꽤 멀고 옆차량의 시야가림이 두 번이나 이루어질 수 있기 때문에 사고위험이 높다. 차량의 이동경로에 서있어 안전한 지역이라 볼 수 없다.
2/3 시점 점멸	4차로 (14.5m)		보행자의 위치에서 남은 거리가 9.67m로 횡단을 완료하기엔 무리가 있다. 보행자가 횡단을 강행할 경우 앞의 1/3 시점 방식보다 더욱 위험하다. 1/3 시점 방식에서는 보행자가 ②차량의 운전자 시야에 들어오는 시간이 짧아 차량의 속도가 높지 않지만 2/3 시점의 경우는 ②차량의 시야에 도달하는 시간이 길어 차량의 속도가 더 빠를 것이다.
	6차로 (21m)		보행자의 위치에서 남은 거리가 14m로 횡단보도 끝까지의 거리가 멀어 보행자는 위험을 느끼고 횡단보도 끝까지 도달하지 못할 것이다. 또한 돌아가기도 거리가 가깝지 않다.
1/2 시점 점멸	4차로 (14.5m)		보행자의 위치는 4, 6차로 모두 중앙분리노면표시 부근에서 정지하게 된다. 적색신호에 도로 위에 있다는 것은 매우 위험할 수 있다. 그러나 도로에 어쩔 수 없이 머무르게 된다면 중앙선 부근이 사고위험이 덜한 지점일 것이다.
	6차로 (21m)		점멸이 되는 순간을 보행자가 인식했을 때 어느 정도의 시간이 대략 걸작할 수 있으나 1/3 시점이나 2/3 시점 방식에서의 점멸은 점멸시간이 어느 정도 되는지 인지하기가 쉽지 않다.

안전성은 〈표 6〉과 같다. 보행자 위치별 안전성 분석 결과 2/3 시점 방식이 보행자 사고가 날 확률이 가장 높다. 보행자는 도로를 건너야 한다는 인식 때문에 적색불

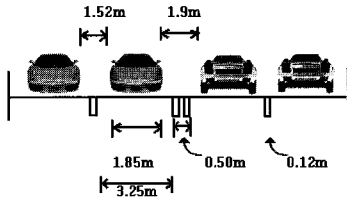
이 들어왔을 때 앞으로 계속 진행할 확률이 높다. 이 경우 1/3 시점에서 점멸일 때 보행자가 더 인도와 가깝기 때문에 사고 확률이 더 낮다.

또한 2/3 시점 방식이 적색신호시 횡단보도에 보행자가 남아있을 확률이 가장 높고, 1/3 시점 방식이 가장 낮다.

(2) 보행자의 정지위치별 안전성 검토

횡단보도의 길이가 길어 보행자가 횡단보도상에 남게 된다면 <그림4>와 같이 중앙분리대 쪽이 차로보다 안전할 것이다. 차로의 경우 차량이 차로를 바꾸면서 보행자가 서 있는 위를 지나갈 수 있으나, 중앙분리대 쪽은 차량이 거의 지나가지 않는다.

차를 운전하는 운전자는 같은 방향으로 달리는 차량보다 반대방향에서 오는 차량으로부터 더 위험을 느끼므로 중앙선에서 차량간의 거리가 더 넓다. 그러므로 1/2 시점에서 점멸신호를 제시하는 방식이 사고율을 낮추는데 도움이 될 것이다.



<그림 4> 도로상의 차로별 횡단면 구성에 따른 간격

2) 보행심 설치 고려시 안전성 검토

설정된 보행시간 내에 횡단을 완료하지 못한 보행자의 경우 차량과의 상충 가능성이 존재한다. 이 같은 지점에서는 차로 중앙부에 보행자 대기공간을 설치할 필요가 있다. 대기공간을 차로폭의 1/3 지점 또는 2/3 지점에 설치하게 되면 차량의 흐름을 방해하는 시설물이 될 수 있다. 그러므로 보행녹색신호시간의 1/2 지점에서 점멸신호를 주어 점멸신호 시작 시간에 횡단을 시작한 보행자라도 대기공간에 도착하여 다음 신호를 기다릴 수 있게 하여 보행시간 내에 횡단을 마치지 못한 보행자를 보호하고 차량의 흐름을 원활하게 할 수 있다.

3) 보행자 녹색점멸 신호운영 방안의 평가지표 및 지표별 이론정립 체계

안전성에 대한 이론 정립에서는 1/2 시점 운영 방식

<표 7> 평가지표별 이론 정립

고려 항목	구분	평가지표		
		점멸신호시 남아있는 보행자 비율	보행자위치별 위험성	보행자 안전성
적색 신호시	2/3 시점	◎		
	1/3 시점	△		
	1/2 시점	○		
점멸 신호시	2/3 시점		◎	
	1/3 시점		○	
	1/2 시점		△	
횡단심 고려시	2/3 시점			△
	1/3 시점			○
	1/2 시점			◎

법례 : ◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

이 가장 안전한 방식인 것으로 분석되었다. 다만, 적색신호에서 횡단보도에 남아있는 보행자의 비율에서는 2/3 > 1/2 > 1/3 순으로 나타났다. 이와 같은 평가지표별 이론정립 체계는 <표 7>과 같다.

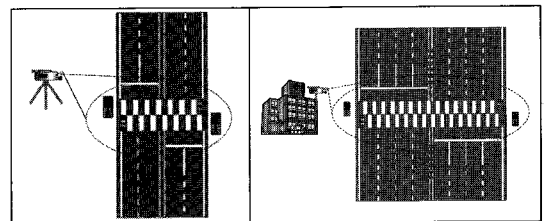
5장의 현장실험에서는 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자 비율과 점멸신호시 횡단하는 보행자 비율 두 가지 척도를 기준으로 검증하였다.

V. 현장실험을 통한 검증

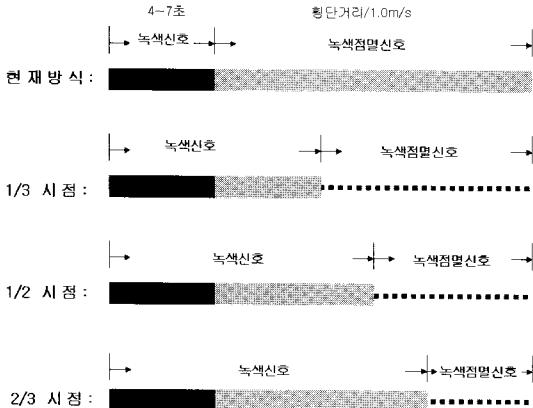
1. 실험계획 및 실험방법

보행신호등이 설치 운영되고 있는 현장에서 보행신호등의 녹색점멸신호 시작 시점을 현행방식, 1/2 시점, 2/3 시점으로 구현될 수 있도록 신호시간 데이터베이스를 변경한 후 보행자들의 보행신호등 이용 실태를 비디오 카메라로 녹화하여 조사 하였다. 비디오 설치가 곤란한 경우 초시계와 보행자 교통량계수기를 이용하여 현장에서 실측하였다.

보행신호등 녹색점멸신호를 현행 시점, 1/2 시점, 2/3 시점으로 운영하는 경우 각각에 대하여 점멸신호에 횡단하는 보행자 비율, 적색신호에 남아있는 보행자 수



<그림 5> 횡단보도 보행속도 현장조사 방법



(그림 6) 보행신호등 녹색점멸신호 운영방식

를 측정하고, 기타 안전성을 검토하였다.

실험은 2007년 11월 6일부터 16일까지 첨두시간(08:00~10:00)과 비첨두시간(14:00~16:00) 일일 2회이루어졌으며, 실험장소는 6차로 이상 단일로 신호등 횡단보도 4개소가 선정되었다.

보행신호등이 설치 운영되고 있는 현장에서 (그림 6)과 같이 녹색점멸신호의 운영방식을 각각 구현하고, 이를 비디오카메라로 녹화 또는 현장 실측하여 운영방식별 적정성을 비교 검토하였다.

운영방식 4가지 모두를 실험하는 경우 시간과 비용이 과다 소요되고, 녹색점멸 운영방식별 실험자료 획득과 판별의 어려움도 예상되어, 본 실험에서는 적정성 검토 개념 정립에서 가장 안전한 방식인 1/2 시점 방식과 가장 위험방 방식인 2/3 시점을 현행방식과 비교하는 실험 계획을 수립하였다(표 8).

<표 8> 현행 신호현시 변경안

신호운영 변경내용	교차로명	횡단거리	현재 신호운영	신호현시 조정안
녹색점멸 1/2시점운영	무학여고앞 횡단보도	29m	녹색 7초 점멸 29초	녹색 21초 점멸 15초
	성동구청앞 횡단보도	19m	녹색 7초 점멸 20초	녹색 17초 점멸 10초
	정금마을입구 횡단보도	33m	녹색 7초 점멸 33초	녹색 23초 점멸 17초
	경북빌딩앞 횡단보도	35m	녹색 7초 점멸 36초	녹색 25초 점멸 18초
녹색점멸 2/3시점운영	무학여고앞 횡단보도	29m	녹색 7초 점멸 29초	녹색 25초 점멸 11초
	성동구청앞 횡단보도	19m	녹색 7초 점멸 20초	녹색 19초 점멸 8초
	정금마을입구 횡단보도	33m	녹색 7초 점멸 33초	녹색 29초 점멸 11초
	경북빌딩앞 횡단보도	35m	녹색 7초 점멸 36초	녹색 31초 점멸 12초

2. 현장실험 분석 및 결과

녹색점멸신호 시작 시점을 현행과 같이 '녹색신호 7초 후 녹색점멸신호 제시', '1/2 시점 제시', '2/3 시점 제시'로 각각 변경하면서 녹색점멸신호 시 횡단을 시작하는 보행자 수와 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자 수를 조사하였다. 자료 분석은 Excel을 이용한 기초분석과 SPSS 15.0을 사용한 변량분석을 실시하였다.

1) 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자

녹색 점멸신호 제시 시점이 현행 방식인 경우와 비교해 1/2 시점 또는 2/3 시점으로 변경한 경우, 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율이 현장조사를 실시한 네 지역 모두에서 통계적으로 유의한 수준으로 줄어드는 것으로 나타났다(F=127.460, p>.000). 횡단을 시작하여서는 안되는 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율이 현행 제도 하에서는 네 지역 평균 20.0%에 달하는 것으로 나타났으나, 녹색점멸신호가 1/2 시점에서 제시되도록 변경 적용시 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율이 평균 5.5%로, 2/3 시점 적용시 평균 2.3%로 큰 차이를 나타내며 줄어드는 것으로 나타났고, 보행자들은 보행신호 변경에 따른 혼란 없이 잘 적응하는 것으로 나타났다(표 9).

녹색점멸신호 제시 시점에 따라 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율에 통계적으로 유의한 차이가 나타남에 따라, 이러한 차이가 어느 집단에서 나타나는 것인지를 알아보기 위해 사후검증을 실시한 결과, 모든

<표 9> 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자

차로	지역	시간대	현행시점		1/2시점		2/3시점	
			수 (명)	비율 (%)	수 (명)	비율 (%)	수 (명)	비율 (%)
6 차로	성동구청	첨두	198	17.5	109	13.6	28	2.8
		비첨두	314	23.9	48	5.8	40	3.6
		소계	512	20.9	157	9.7	68	3.3
	무학여고	첨두	191	15.6	42	3.7	49	2.9
		비첨두	355	18.9	103	5.9	46	2.5
		소계	546	17.6	145	5.0	95	2.7
9 차로	경문고	첨두	123	14.8	13	2.1	11	1.7
		비첨두	142	16.3	23	4.4	5	1.0
		소계	265	15.6	36	3.1	16	1.4
	경북빌딩	첨두	232	29.3	73	5.4	10	1.2
		비첨두	252	26.0	47	3.7	18	1.3
		소계	484	27.5	120	4.6	28	1.3
총계			1,807	20.0	458	5.5	207	2.3

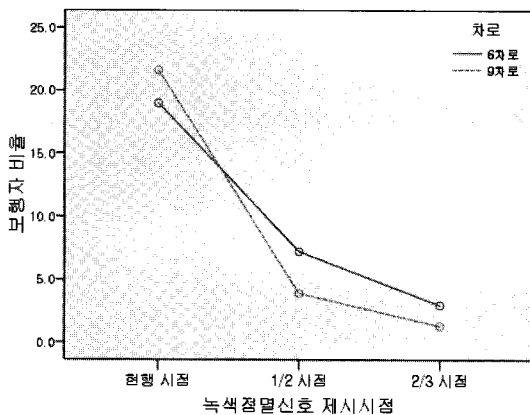
〈표 10〉 사후검증(multiple comparisons)

I 시점	J 시점	평균차	유의성	95% 신뢰구간	
				최저값	최대값
현행시점	1/2시점	14.713*	.000	11.354	18.071
	2/3시점	18.163*	.000	14.804	21.521
1/2시점	현행시점	-14.713*	.000	-18.071	-11.354
	2/3시점	3.450*	.043	.092	6.808
2/3시점	현행시점	-18.163*	.000	-21.521	-14.804
	1/2시점	-3.450*	.043	-6.808	-.092

집단간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 녹색점멸신호가 현행 방식으로 제시되는 경우에 비해 1/2 시점에서 제시되는 경우 녹색점멸신호에 횡단을 시작하는 보행자의 비율이 유의하게 줄어드는 것으로 나타났고($p < .00$), 또한 녹색점멸신호가 1/2 시점에서 제시되는 경우와 비교해 2/3 시점에서 제시될 때 녹색점멸신호에서 횡단을 시작하는 보행자 비율이 통계적으로 유의한 수준으로 줄어드는 것으로 나타났다($p < .05$)〈표 10〉.

또한 〈그림 7〉에서 나타나는 것처럼 녹색점멸신호 제시시점과 차로수간에는 미미한 상호작용이 나타나는 것으로 관찰되었다.

즉, 녹색점멸신호 제시시점이 현행 방식인 경우와 비교해 1/2 시점 방식인 경우 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율이 큰 폭으로 감소하였는데, 6차로 도로에서보다 9차로도로에서 감소량이 더 큰 것으로 나타났다 그러나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지는 않았다($F=3.246, p>.05$).



〈그림 7〉 녹색점멸신호에 횡단을 시작하는 보행자

2) 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자

녹색 점멸신호 제시 시점이 현행 방식인 경우와 비교해

1/2 시점 또는 2/3 시점 방식으로 변경한 경우, 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자 비율이 현장조사를 실시한 네 지역 모두에서 증가하는 추세가 나타났다. 적색신호에 횡단보도에 남아있는 보행자 비율이 현행 제도 하에서는 네 지역 평균 0.5%에 불과했지만, 녹색점멸신호가 1/2 시점에서 제시되도록 변경 적용시 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자 비율이 평균 1.1%로, 2/3 시점 적용시에는 평균 1.8%까지 크게 증가하는 것으로 나타났고, 이는 통계적으로 유의한 수준이었다($F=27.297, p>.000$)〈표 11〉.

사후 검증에서 현행 방식과 1/2 시점 방식 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았지만, 1/2 시점과 2/3 시점 사이에는 통계적으로 유의한 수준의 차이가 나타나고 있었다〈표 12〉.

즉, 2/3 시점에서 녹색점멸신호를 제시한 경우 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자 비율이 다른 두 방식에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 증가함에 따라 이 방식은 큰 위험성을 내포하고 있는 것으로 볼 수 있다.

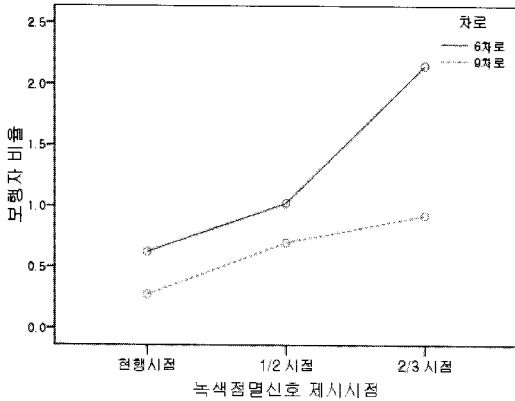
또한 〈그림 8〉에서 보이는 것처럼 녹색점멸신호 제시시점이 현행방식인 경우와 1/2 시점 방식인 경우 차로수

〈표 11〉 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자

차로	지역	시간대	현행시점		1/2시점		2/3시점	
			수 (명)	비율 (%)	수 (명)	비율 (%)	수 (명)	비율 (%)
6차로	성동구청	침두	8	0.7	2	0.2	16	1.6
		비침두	13	1.0	2	0.2	29	2.6
		소계	21	0.9	4	0.2	45	2.2
	무학여고	침두	5	0.4	19	1.7	37	2.2
		비침두	8	0.4	34	2.0	41	2.2
		소계	13	0.4	53	1.8	78	2.2
9차로	경문고	침두	1	0.1	0	0.0	4	0.6
		비침두	3	0.3	4	0.8	3	0.6
		소계	4	0.2	4	0.3	7	0.6
	경복발당	침두	2	0.3	11	0.8	9	1.1
		비침두	4	0.4	15	1.2	19	1.4
		소계	6	0.3	26	1.0	28	1.3
총계			44	0.5	87	1.1	158	1.8

〈표 12〉 사후검증(multiple comparisons)

I 시점	J 시점	평균차	유의성	95% 신뢰구간	
				최저값	최대값
현행시점	1/2시점	-.413	.050	-.826	.001
	2/3시점	-1.088*	.000	-1.501	-.674
1/2시점	현행시점	.413	.050	-.001	.826
	2/3시점	-.675*	.002	-1.088	-.262
2/3시점	현행시점	1.088*	.000	.674	1.501
	1/2시점	.675*	.002	.262	1.088



〈그림 8〉 적색신호시 횡단보도에 남아있는 보행자

에 상관없이 적색신호가 바뀐 뒤에도 여전히 횡단보도에 머물러 있는 보행자 비율이 비슷했던 반면, 녹색점멸신호 제시 시점이 2/3 시점 방식인 경우에는 9차로에 비해 6차로일 때 적색신호시 횡단보도를 보행하고 있는 보행자 비율이 유의하게 높은 것으로 나타났다($F=5.948, p<.05$).

실험 결과를 요약하면, 녹색점멸신호 제시 시점이 현행시점인 경우와 비교해 1/2 시점 또는 2/3 시점 방식으로 변경한 경우 녹색점멸신호시 횡단을 시작하는 보행자 비율이 현장조사를 실시한 네 지역 모두에서 현격히 줄어드는 것으로 나타나는데, 녹색점멸신호를 2/3 시점에서 제시한 경우에는 적색신호시에도 계속 횡단보도를 횡단하고 있는 보행자의 비율이 급격히 증가하는 것으로 나타나, 세 가지 방식 중 1/2 시점에서 녹색점멸신호를 제시하는 방법이 보행자에게 가장 안전한 방법인 것으로 나타났다.

VI. 결론

본 연구는 국내·외 보행자 신호체계 및 신호시간 운영기준을 살펴보고, 우리나라 횡단보도 이용 실태 조사와 녹색점멸신호 시점에 대한 선호도 및 안전성을 조사·분석한 뒤 이를 현장 실험을 통해 검증하였다. 지금까지의 연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 적정한 보행자 신호체계 운영 개선방안을 제시하고자 한다.

첫째, 현재의 방법에서 점멸신호 제시시점만 변경하고자 한다면 본연구의 선호도 분석과 안전성 검토 및 현장실험 결과를 종합한 연구결과에 따라 전체보행 신호시

간의 1/2 시점에서 녹색점멸신호를 제시하는 것이 가장 타당한 것으로 분석되었다. 따라서 녹색점멸신호 제시 시점을 현재의 방식에서 1/2 시점 방식으로 변경하기 위한 「교통안전 실무편람」의 보행신호시간 산정식을 개정하여야 한다.

둘째, 도로교통법에서 보행점멸신호 의미와 신호운영 방식의 상이함에 따른 혼란을 개선해야 한다. 현재 우리나라의 보행점멸신호의 의미는 일본과 동일하다. 그러나 녹색점멸신호 운영에 있어 미국의 운영방식을 채택함으로써 혼란을 초래하고 있다. 즉 우리와 일본은 “되돌아와야 한다는” 규정이고, 미국은 횡단을 완료하는 소거의 개념이다. 따라서 보행점멸신호 운영방식을 의미에 맞게 수정해야 한다.

셋째, 장기적으로 도로교통법에서 보행점멸신호 의미의 모호성을 보완할 보완기준이 필요하다. 일본 도로교통법상 녹색점멸신호의 의미는 우리와 동일하지만 ‘보행 속도 1.0m/s로 횡단거리의 절반을 건너는데 필요한 시간’으로 규정하는 보완기준이 있다. 비엔나 협약에서 규정하는 점멸신호의 의미도 ‘보행자 신호가 녹색등화에서 적색등화로 곧 전환됨을 알리는 경로’로 규정하고 있다. 따라서 우리나라도 현재의 도로교통법상 신호의 의미에 맞게 신호운영을 하기 위해서는 점멸신호가 최대 10초를 넘지않게 하는 규정의 보완이 필요하다.

마지막으로 보행자들이 새로운 녹색점멸신호의 의미를 충분히 이해할 수 있도록 교육 및 홍보 방안들을 강구하여야 한다. 즉 “녹색점멸신호에 보행자는 횡단을 시작하여서는 안되고, 횡단하고 있는 보행자는 신속하게 횡단을 완료하거나 보도로 되돌아와야 한다” 라는 정확한 내용을 교육하고 홍보해야 한다.

향후 연구과제로 보행점멸 신호시점의 변경전과 변경후에 대한 보행자의 위험인식정도와 행동특성을 분석하는 “before-and-after” 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 도로교통안전관리공단 (1988), 전자교통신호체계 기술운영에 관한 연구.
2. 일본 국제교통안전학회지 (2005), 횡단보도에 있는 횡단시간과 안전성: 보행자 횡단용 신호에 대한 고찰.
3. 일본 도로교통법 시행령 352호 (2006).
4. 한국 도로교통법 시행령 18744호 (2005).

5. 건설교통부 (2001), 도로용량편람.
6. Australian Road Rules (2006).
7. Australia Road Users' Handbook (2005).
8. Department for Transport , Know Your Traffic Signs, 119-127.
9. Federal Highway Administration(2003), Manual on Uniform Traffic Control Device.
10. Federal Highway Administration(2004), Signalized Intersection: Informational Guide.
11. National Cooperative Highway Research Program (1999), Highway Capacity Manual 2000.
12. 交通工學研究會 (2006), 改訂 交通信号の手引.

✎ 주 작 성 자 : 심관보

✎ 교 신 저 자 : 심관보

✎ 논문투고일 : 2008. 3. 21

✎ 논문심사일 : 2008. 6. 3 (1차)
2008. 8. 12 (2차)
2008. 8. 18 (3차)

✎ 심사판정일 : 2008. 8. 18

✎ 반론접수기한 : 2009. 2. 28

✎ 3인 익명 심사필

✎ 1인 abstract 교정필