

## 도시부 횡단보도 제원 산정에 관한 연구 - 폭과 정지선을 중심으로 -

김윤미\* · 박제진\*\* · 권성대\*\*\* · 하태준\*\*\*\*

Kim, Yoomi\*, Park, Jejin\*\*, Kwon, Sungdae\*\*\*, Ha, Taejun\*\*\*\*

### Estimating the Dimension of a Crosswalk in Urban Area - Focusing on Width and Stop Line -

#### ABSTRACT

Recently, with a high level of economic growth, rapid urbanization, population, environment and housing problems were accompanied in Korea. In particular, the traffic problem has become a serious social problem. As the current transportation policy has been carried out, concentrating on traffic flow, in 2015, death rate for pedestrians while walking (1,795 persons) is 38.8% compared to entire death rate in car accident (4,621 persons), so there is need to solve it. Although, crosswalk should make pedestrian cross it safely, it has been made on the basis of the width of road without exact standard for current width of the crosswalk and the location of stop line. Moreover, in the area around many campuses or commercial facilities, crosswalks are set with not considering pedestrian passage, but designed uniformly. Therefore, the purpose of this study is to estimate reasonable dimension of crosswalk considering pedestrian traffic and walking speed and it makes the accident rate lower in the crosswalk, which has a lot of problems including decisions of vehicle traffic signal time, lack of pedestrian's signal timing, pedestrian's crossing of long-distance. The following are the methodology of the study. Firstly, for crosswalk calculation of specifications, examination relating existing regulations and researches dealing with crosswalk, pedestrians and stop line is needed. After analyzing problems of current width of crosswalk and stop line, present the methodology to calculation of specifications and basing on these things, calculation of specifications for crosswalk will be decided. In conclusion, the calculation of specification and improvement of stop line for crosswalk laid out in this study are expected to be utilized as base data in case of establishing relevant safety facilities and standards.

**Key words :** Traffic safety, Crosswalk, Pedestrian, Stop line

#### 초 록

최근 우리나라는 고도의 경제 성장과 더불어 급격한 도시화로 인하여 인구, 환경, 주택문제가 발생하고 있고, 특히 교통문제는 심각한 사회 문제로 대두되고 있는 실정이다. 현재까지의 교통정책 방향은 차량소통 중심으로 시행되어 온 것이 현실이다. 이에 본 연구에서는 운전자 관점이 아닌 보행자 관점의 교통정책의 필요성을 부각시키고자 한다. 2015년 전체 교통사고 사망자수(4,621명) 대비 보행 사망자수(1,795명) 비율은 38.8%로 보행자 교통사고 해결 방안 수립이 요구되고 있다. 횡단보도는 보행자가 안전하게 횡단할 수 있어야 하지만 현행 횡단보도의 폭원 산정 및 정지선 설치위치에 대한 명확한 기준 없이 도로의 폭을 기준으로 설치되어 있다. 특히 보행량이 많은 대학교나 상업시설 주변 지역은 횡단보도 설계 시 보행자 통행을 고려하지 않고 설계되고 있는 실정이다. 횡단보도 녹색시간 동안 수용할 수 있는 보행자 통행량보다 실제 통행량이 많을 경우, 대기 보행자가 주어진 녹색시간 동안 횡단하지 못하거나 주어진 횡단보도 면적을 벗어난 상태로 무리하게 횡단하여 교통 안전상의 문제가 발생할 수 있다. 이에 본 연구에서는 차량소통 위주의 신호시간 결정, 보행 신호시간 부족, 대로 상에서의 보행자 횡단거리 등 많은 문제점을

\* 정회원 · 전남대학교 공업기술연구소 연구원, 공학박사 (Chonnam National University · swityday@nate.com)

\*\* 정회원 · 교신저자 · 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원, 공학박사 (Corresponding Author · Korea Expressway Corporation · jjpark@ex.co.kr)

\*\*\* 정회원 · 광주광역시청 교통건설국 교통정책과, 공학박사 (Gwangju Metropolitan City · ksd1127@korea.kr)

\*\*\*\* 정회원 · 전남대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (Chonnam National University · tjha@jnu.ac.kr)

Received March 31, 2016/ revised April 22, 2016/ accepted September 12, 2016

내재하고 있는 횡단보도 내 보행자 사고율을 낮추고자 보행자 통행량과 보행속도를 고려한 횡단보도 제원을 산정하고자 한다. 먼저 횡단보도 제원 산정을 위해 횡단보도, 보행자, 정지선에 관한 법규와 기존 연구문헌을 고찰하였다. 기존 횡단보도 제원과 정지선의 문제점을 분석하여 횡단보도 제원 산정을 위한 방법론을 제시하고, 이를 토대로 횡단보도 제원을 산정하였다. 결론적으로 본 연구에서 제시한 횡단보도 제원 및 정지선 개선방안은 해당 교통안전시설물 설치 및 기준 정립 시 기초 자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.

**검색어** : 교통안전, 횡단보도, 보행자, 정지선

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 경제는 고도성장을 이루면서 급격한 도시화 또한 진행되었다. 급격한 도시화는 인구, 환경, 주택 등 수많은 문제를 야기 시켜왔으며 그 중 교통 문제는 가장 심각한 사회문제 중 하나가 되었다. 개인생활 수준의 질적 향상으로 인해 자동차의 수요가 증가하면서 도심지 및 외곽지역의 구분 없이 심각한 차량지체가 발생되어 왔다. 더욱이 교통 정책의 방향은 차량소통을 중심으로 시행되어 왔으며 최근 보행자 소통을 중심으로 한 정책이 실시되고 있으나 2011년 전체 교통사고 사망자수 대비 보행 중 사망자 비율은 39.1%로 보행자 사고 해결 방안이 요구되고 있다.

최근 7대 광역시의 보행자 교통사고 현황을 살펴보면, 보행자의 안전이 가장 보장되어야 하는 횡단보도에서 횡단 중 발생한 교통사고는 횡단보도 내에서 발생한 다른 유형의 사고보다 발생 건수가 높은 것으로 나타났다. 2013년 횡단보도에서의 교통사고는 6,464건이 발생 하였고, 2014년에는 6,502건으로 증가하였으며, 사망자수는 194명, 부상자수는 6,947명으로 해마다 증가하는 추세이다.

횡단보도는 보행자가 길을 안전하게 횡단할 수 있게 하는 구역임에도 불구하고 현행 횡단보도의 폭원 및 정지선 설치 위치에 대한 명확한 기준이 없어 도로의 폭을 기준으로 설치되고 있다. 특히 보행량이 많은 대학교 주변 및 상업시설 주변 지역은 횡단보도 설계 시 보행자 통행량을 고려하여야 하지만 이를 고려하지 않고 설계되고 있는 실정이다. 차량소통 위주 신호시간 결정, 보행 신호시간 부족, 대로상에서의 보행자 횡단거리 등 보행자의 통행량을 고려하지 않고 횡단보도를 설계하게 됨으로써 제반 문제점이 발생하고 있다.

횡단보도 녹색시간 동안 수용할 수 있는 보행자 통행량보다 실제 통행량이 많을 경우, 대기 보행자가 주어진 녹색시간 동안 횡단하지 못하거나 주어진 횡단보도 면적을 벗어난 상태로 무리하게 횡단하여 안전상의 문제가 발생할 수 있다.

따라서 이러한 문제점을 내재하고 있는 횡단보도에서의 보행자 사고율이 높은 것은 당연한 현상이라고 생각되어 보행자 교통안전 대책 수립 차원에서 보행자 통행량을 고려하여 횡단보도의 제원 산정을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 횡단보도 제원 산정을 위한 연구로서 횡단보도를 횡단하는 보행자 통행량, 보행속도, 신호주기 등을 고려하여 보행자 서비스수준 D 이상을 확보한 횡단보도 폭원을 산정 하고자 한다.

첫째, 횡단보도 제원의 산정을 위해 횡단보도, 정지선, 보행자에 관한 법규와 기존 연구문헌을 고찰하였다.

둘째, 기존 횡단보도 폭의 문제점과 정지선의 문제점을 파악하고 재검토하였다.

셋째, 횡단보도 제원 산정을 위한 방법론을 제시하고 이를 토대로 횡단보도 제원을 산정하였다.

본 연구의 연구 수행 흐름은 Fig. 1과 같다.

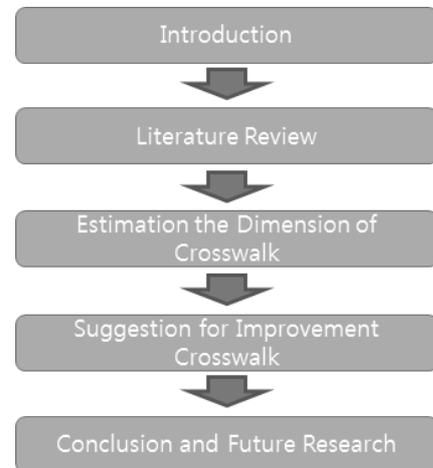


Fig. 1. Flowchart of Research

### 1.3 연구의 범위

본 연구의 시간적 범위는 2014년 4월이며 공간적 범위는 도시부의 횡단보도를 대상으로 한다. 횡단보도 보행 시 발생하는 문제점을 도출하고, 관련 자료를 바탕으로 횡단보도의 제원 산정 및 정지선의 문제점을 분석하여 개선방안을 제시 하였다.

- 시간적 범위 : 2014년 4월
- 공간적 범위 : 광주광역시 내 횡단보도

## 2. 기존 연구문헌 고찰

### 2.1 횡단보도에 관한 연구

#### 2.1.1 Alhajyaseen and Nakamura (2010a)

Alhajyaseen and Nakamura (2010a)은 신호 횡단보도의 기하 구조와 폭, 위치, 각은 안전과 사이클 길이 등에 직접적인 영향을 주지만 현재 제시되고 있는 매뉴얼은 여러 상황에서의 보행자의 요구와 특성에 따른 구체적인 횡단보도 폭을 제시하지 못하고 있다고 판단하였다. 이에 Alhajyaseen and Nakamura (2010a)은 각각 보행자가 요구하는 구성에서의 횡단보도 폭을 산정하기 위한 방법론을 개발하고자 하였다.

#### 2.1.2 Alhajyaseen and Nakamura (2010b)

Alhajyaseen and Nakamura (2010a)은 양방향 보행자 흐름과 연령별 그룹에 따른 최소 신호 횡단보도 폭을 산정하는 연구를 진행하였다. 지체시간과 횡단시간으로 구성된 총 보행군 횡단시간 모형을 기초로 방법론을 개발하였으며, 개발된 모형은 주로 고령 또는 학생 연령층의 보행군을 대상으로 측정하였다.

#### 2.1.3 Kim et al. (2011)

Kim et al. (2011)은 횡단보도 교통사고의 범위를 재설정 하고자 실제 횡단보도 보행자의 보행패턴을 분석하였다. 신호등이 없거나 정지선까지의 거리가 4.0 m가 되지 않는 횡단보도는 횡단보도 부근 교통사고의 범위를 정지선까지로 재설정하였으며, 신호등이 있는 횡단보도의 경우에는 보행자의 실제 보행패턴과 ‘횡단보도 사고 범위 측정 모형’을 고려하여 교통사고의 범위를 4.0 m로 재설정하였다.

#### 2.1.4 Shin et al. (2003)

Shin et al. (2003)은 장소별 횡단보도 사고유형 3가지(횡단보도 횡단보도 부근, 횡단보도와 정지선 사이)에 대한 법령, 법원 판례 검토결과, 각 장소별 교통사고는 동일한 과실상계를 적용하고 있어 이에 대한 차별성이 필요하다고 제시하였다. 과실상계 적용 순위는 횡단보도 사고, 횡단보도-정지선 이격공간사고, 횡단보도 부근의 사고 순으로 과실상계를 적용하고 횡단보도 사고의 보행자 과실상계(보행자 신호 적색 등화시)는 횡단보도 부근 사고의 보행자 과실상계보다 낮은 과실상계를 적용해야 한다고 제시하였다.

#### 2.1.5 Lee and Lee (2005)

Lee and Lee (2005)은 신호방식(황색점멸, 녹색점멸, 예비신호 등, 기존신호)과 신호등-정지선 위치 일치 여부에 따른 운전자 영향을 알아보고자 연구를 수행하였다. 연구결과, 신호등과 정지선

의 위치가 불일치 할 경우 신호 주기당 황색신호를 위반하는 비율이 매우 높으며, ‘감속 통과’의 비율이 높다. 또한 정지 감속률이 낮으며, 정지선 침범거리가 긴 것으로 확인하였다. 예비 신호등 조건에서 ‘감속 통과’의 경우, 엑셀레이터, 브레이크, 속도 변화량이 크게 나타났고, 신호등-정지선의 위치가 일치할 경우 황색신호 점멸시 운전자 반응이 짧게 나타났다. 이러한 결과들은 신호등-정지선의 위치를 일치시키는 것만으로도 황색 신호 달레마 구간에서의 정지 행동을 유도하고 반응선택을 명확하게 하는데 도움을 준다는 것을 시사함을 확인하였다.

#### 2.1.6 Lim et al. (2011)

Lim et al. (2011)은 최근 전체적인 교통사고 감소추세에 비해 신호관련 사고 비율이 증가하여 신호기 위치를 ‘교차로 건너편’에서 ‘교차로 이전’으로 조정을 요구하는 의견이 제기됨을 확인하였다. 하지만 차량신호기 위치를 변경하면 운전행태 변화를 유발하므로 단순한 위치 변경의 차원에서 바라 볼 수 없으며, 공학적 연구가 필요함을 제시하였다. 본 연구에서 경찰청의 신호위치 조정 관련 연구를 바탕으로 교차로 안전측면 효과분석을 위해 ‘교통신호기 설치·관리 매뉴얼’의 비 적용구간(천호대로)과 적용구간(하남로)의 상충영역 침범을 비교를 통해 신호기 전진 설치효과를 분석하였다.

### 2.2 보행자에 관한 연구

교통안전편람에 따르면 횡단보도 내에서의 보행자 횡단보도 보행속도 기준은 통상 1.0-1.2 m/s로 하고 보행자 횡단소요시간은 Eq. (1)을 적용하고 있다.

$$P_t = \frac{L}{1.2} + 1.7 \left( \frac{N}{W-1} \right) \text{ 또는 } P_f \leq \frac{L}{1.2} - Y \quad (1)$$

여기서,  $P_t$  : 보행자가 도로횡단 하는데 소요되는 시간(초)

$L$  : 보행자 횡단길이(m)

$N$  : 1회에 한 방향으로 횡단하는 보행자수(명)

$W$  : 횡단보도 폭(m)

$Y$  : 차량 신호등 황색시간(초)

보행자 횡단길이( $L$ )와 교차로의 특성에 따라 산출되는 보행속도 ( $V_p$ )에 의한 보행자 횡단 소요시간은 횡단보도 최소 녹색점멸 신호시간과 같아야 한다. 횡단보도 내 보행자의 속도는 횡단길이와 시간에 영향을 받으며 횡단 소요시간은 횡단보도의 폭원과 양방향 통행 보행자수의 영향을 받게 된다. 보행자의 밀도는 단위 면적당 보행자 수로 나타내며 횡단보도 길이와 횡단시간에 의해 산출될 수 있다. 또한 보행속도는 시간, 날씨, 지역의 종류와 상별, 연령층과

같은 보행군 특성 등에 따라 변화한다.

$$Density = BN(W \times L) \quad (2)$$

여기서,  $BN$ : 양방향 보행자수

$W$ : 횡단보도의 폭( $m$ )

$L$ : 횡단보도의 길이( $m$ )

### 2.2.1 Park (2002)

Park (2002)은 보행속도가 보행자 통행량과 구간별 보행밀도와 의 연관성을 살피고 있다. 통행량은 보행속도와 밀도에 비례하고, 보행속도는 보행밀도에 반비례한다는 차량통행의 일반적인 개념을 통해 알아보려고 하였다. 연구에서 일반식과 회귀분석에 의한 자료의 적합성을 검증하였는데 모형 검증 결과, 보행자의 속도와 밀도, 통행량의 개념은 차량의 통행과 상이함을 나타내었다.

### 2.2.2 Shin et al. (2006)

Shin et al. (2006)은 보행군 중 고령자를 대상으로 평지부 보도의 자유 보행속도와 횡단보도 폭원에 따른 보행속도를 조사하고, 고령자의 차로별(횡단폭별) 횡단 보행속도 산출을 통해 고령자의 안전한 횡단통행을 위한 최소 녹색시간 산정 시 필요한 설계 횡단 보행속도를 제시하였다. 연구 결과, 고령자 횡단보행속도는 15th-Percentile 속도 값을 적용하여 왕복 2차로(폭원 10 m 이하) 도로 횡단시 0.88 m/s, 왕복 4차로(폭원 10~20 m) 도로 횡단시 0.95 m/s, 왕복 6차로 이상(폭원 20 m)초과 도로 횡단시 1.03 m/s로 나타났다.

## 3. 보행량을 고려한 횡단보도 폭 제원 산정

### 3.1 횡단보도 제원 산정 현황 분석 및 조건 가정

횡단보도는 보행자가 길을 안전하게 횡단할 수 있게 하는 보도임에도 불구하고 현행 횡단보도의 폭원 산정 및 정지선 설치위치에 대한 정확한 기준 없이 도로의 폭을 기준으로 설치되고 있다. 특히, 보행량이 많은 대학교 주변 및 상업시설 주변 지역은 횡단보도 설계 시 보행자 통행량을 고려하여야 하지만 이를 고려하지 않고



Fig. 2. Pedestrian Crossing Status on Crosswalk

일률적으로 설계하여 보행자들이 횡단보도를 이탈하여 횡단하는 경우가 많다.

횡단보도 유형, 보행자 속도, 보행자 점유공간 기준을 다음과 같이 제한하였다.

### 3.1.1 횡단보도 유형

횡단보도 유형으로는 지브라 횡단보도, 펠리칸 횡단보도, 퍼핀 횡단보도, 투캔 횡단보도, 2단 횡단보도, 대각선 횡단보도 등이 있으며, 국외의 경우 신호등이 없는 지역에 횡단보도를 설치할 경우에 지브라 형식의 횡단보도를 사용하지만, 한국의 경우 신호등 설치유무에 상관없이 지브라 식의 노면표시를 보편적으로 사용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 한국에서 가장 보편화된 일반 횡단보도의 형태인 지브라 형식의 횡단보도를 연구 대상으로 하였다.



Fig. 3. Zebra Crosswalk

### 3.1.2 보행속도

보행속도는 현재 국토해양부 ‘도로의 구조 시설 기준에 관한 규칙’에서 제시된 보행자의 평균보행속도 1.0 m/s를 사용하였다.

### 3.1.3 보행자 점유공간

횡단보도 제원 산정을 위해 보행자 밀도와 폭과의 관계 산정을 도출하기 위해서는 단위면적당 보행자수가 분석되어야 하므로 통행량이 많을 것으로 예상되는 점심시간(11:50~12:20) 내에 대학가의 횡단보도 보행자 통행량 영상촬영을 실시하여 보행자 평균

Table 1. Chonnam National University Back Gate (South)

No	Volume of Pedestrian (person)	Occupied Space ( $m^2$ /person)
1	91	1.23
2	92	1.22
3	90	1.24
4	93	1.20
5	82	1.37
6	85	1.32
7	81	1.38

Table 2. Chonnam National University Back Gate (North)

No	Volume of Pedestrian (person)	Occupied Space ( $m^2$ /person)
1	92	1.22
2	89	1.26
3	91	1.23
4	86	1.30
5	83	1.35
6	81	1.38
7	82	1.37

Table 3. Chonnam National University Back Gate (Upper)

No	Volume of Pedestrian (person)	Occupied Space ( $m^2$ /person)
1	97	1.15
2	85	1.32
3	83	1.35
4	82	1.37
5	85	1.32
6	88	1.27
7	84	1.33

Table 4. LOS of Pedestrian (Highway Capacity Manual)

LOS	Pedestrian Flow Rate (person/min/m)	Occupied Space ( $m^2$ /person)	Density (person/ $m^2$ )	Speed (m/min)
A	$\leq 20$	$\geq 3.3$	$\leq 0.3$	$\geq 75$
B	$\leq 32$	$\geq 2.0$	$\leq 0.5$	$\geq 72$
C	$\leq 46$	$\geq 1.4$	$\leq 0.7$	$\geq 69$
D	$\leq 70$	$\geq 0.9$	$\leq 1.1$	$\geq 62$
E	$\leq 106$	$\geq 0.38$	$\leq 2.6$	$\geq 40$
F	-	$< 0.38$	$> 2.6$	$< 40$

점유공간을 도출하였다. 도출된 보행자의 평균 점유공간은  $1.29 m^2$ /인으로써 도로용량편람에 제시되어 있는 서비스수준 D (점유공간은  $0.9 m^2$ /인 이상)에 해당한다. 따라서 본 연구에서는 횡단보도 제원(폭) 산정 시 보행자 서비스수준 D를 기준으로 최소 점유공간  $0.9 m^2$ /인을 고려하였다.

### 3.2 횡단보도 폭 제원 산정

횡단보도 제원 산정 조건 가정에서 제한한 범위를 토대로 횡단보도 제원(폭)의 산정을 위한 단계별 과정은 다음과 같다.

먼저, 횡단하는 사람이 초당 이동하는 거리를 산정한다. 녹색시간 동안 가는 거리( $tv$ )에서 횡단 보행자가 실제로 가는 거리 값 ( $L+b$ )을 제외하면 횡단보도의 녹색신호시간 동안 사람이 추가로 갈 수 있는 거리를 산정할 수 있다. 이 거리를 점유공간의 가속도( $bv$ )

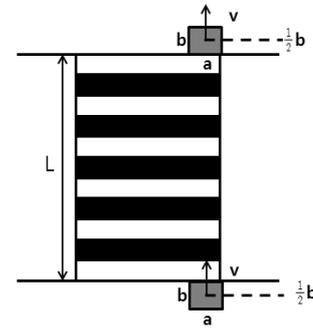


Fig. 4. Estimating the Dimension of the Pedestrian Crossing

로 나누어 주면 횡단하는 사람이 초당 이동하는 거리를 산정할 수 있다.

$$x = \frac{tv - (L + b)}{bv} \quad (3)$$

여기서,  $b$  : 점유공간의 세로 폭( $m$ )

$L$  : 횡단보도 길이

$v$  : 보행속도( $m/s$ )

$t$  : 녹색시간(sec)

여기서,  $x$ 는 횡단하는 사람을 세로로 일렬로 세웠을 경우의 인원이므로 소수점이 나오면 내림을 하여 정수  $x'$ 로 변환하여 준다. 포화 보행량( $P$ )을 일렬로 세웠을 경우 행의 수이므로  $x'$ 로 나누면 사람이 가로로 이동할 사람의 수( $y$ )를 산정할 수 있다.

$$y = \frac{P}{x'} \quad (4)$$

여기서,  $P$  : 포화 보행량(인)

이 때 소수점이 나오면 올림을 하여  $y'$ 를 구한다. 보행자 1인의 단위 폭을 곱하여 횡단보도 폭원을 산정한다.

$$W = y' \times a \quad (5)$$

여기서,  $W$  : 폭원

$a$  : 점유공간의 가로 폭( $m$ )

도출된 Eq. (5)를 이용하여 도시부 횡단보도를 대상으로 횡단보도의 폭을 산정하였다.

### 3.3 횡단보도 폭 제원 산정식 적용

횡단보도 내 보행자 통행량이 가장 많은 것으로 판단되는 광주광역시 지브라 횡단보도 설치지점을 대상으로 횡단거리, 횡단보도 녹색시간, 횡단보도 폭, 보행자 통행량을 실제 측정하여 현재 설치되어 있는 횡단보도 제원의 적정성과 본 연구에서 제시한 횡단보도 제원 산정식을 검증으로써, 기존 연구와의 차별성을 확인하였다. 이 때, 대상지점의 신호주기는 현재 운영되고 있는 신호주기를 동일하게 사용하였으며 횡단 시간 내에 모든 보행자가 건널 수 있도록 필요한 소요 횡단보도 폭을 산정하였다.

첫 번째로 보행자 통행량이 가장 많은 것으로 사료되는 시점에 보행자 통행량 및 횡단거리, 횡단보도 녹색시간 등을 조사하여 횡단보도 폭원 산정식에 적용하였다. 횡단보도 폭원 산정식에 의해 도출된 횡단보도 폭원은 최대 필요 횡단보도 폭원이 된다. 대상 지점은 조선대학교 정문, 운암 3단지입구, 전남대학교 후문 위를 대상으로 통행량이 많은 것으로 사료되는 첨두시간인 08:30~09:00 (조선대학교 정문), 12:00~12:30 (전남대학교 후문 위), 18:00~18:30 (운암주공 3단지 입구)에 현장조사를 실시하였다.

#### 3.3.1 조선대학교 정문

조사 결과, 조선대학교 정문의 첨두시간 보행자수는 최소 84명에서 최대 176명으로 평균 102명의 보행 통행량을 보였으며, 횡단보도 제원 산정식에 의한 최소 필요 횡단보도 폭은 8.0~15.6 m로 평균 9.41 m의 횡단보도 폭이 필요한 것으로 조사되었다. 현재 설치되어 있는 횡단보도 폭은 8 m로서, 본 연구의 횡단보도 제원 산정식에 의해 도출된 횡단보도 폭원 값인 11.9 m의 67%에 해당하는 횡단보도 폭이 설치된 것으로 나타났다.

Table 5. Chosun University (08:30~09:00) Estimating the Dimension of the Pedestrian Crossing

No	Distance (m)	Pedestrian Signal Timing (sec)	Width of Crosswalk (m)	Volume of Pedestrian (person)	Estimate about Width of Crosswalk (m)
1	27	32	8	84	9.8
2				87	10.5
3				93	11.2
4				96	11.2
5				176	21
6				91	11.2
7				100	11.9
8				85	10.5
Average				102	11.9

#### 3.3.2 전남대학교 후문 위

전남대학교 후문 위의 첨두시간에 15~64명의 보행자가 통행하며 평균 79명이 통행하는 것으로 조사되었다. 현재 해당 지점에 설치된 횡단보도 폭은 6 m로서, 본 연구에서 제시한 횡단보도 제원 산정식에 의한 횡단보도 폭인 2.1 m보다 큰 값을 설치하고 있다. 이는 비록 보행량이 많으나 보행거리는 짧은 반면 보행신호시간을 충분히 길게 확보하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

Table 6. Chonnam National University Back Gate (Upper) (12:00~12:30) Estimating the Dimension of the Pedestrian Crossing

No	Distance (m)	Pedestrian Signal Timing (sec)	Width of Crosswalk (m)	Volume of Pedestrian (person)	Estimate about Width of Crosswalk (m)
1	14	40	6	115	2.8
2				77	2.1
3				80	2.1
4				82	2.1
5				79	2.1
6				69	1.4
7				66	1.4
8				64	1.4
Average				79	2.1

#### 3.3.3 운암주공 3단지 입구

용도지역의 특성상 주거지역인 운암주공 3단지 입구의 보행 통행량 첨두시간은 출·퇴근 시간인 07:00~07:30과 18:00~18:30이며, 첨두시간 중 퇴근시간인 18:00~18:30에 조사를 실시하였다. 조사 결과, 보행자수는 34~51명으로 평균 42명으로 조사되었으

Table 7. Unam Apartment (18:00~18:30) Estimating the Dimension of the Pedestrian Crossing

No	Distance (m)	Pedestrian Signal Timing (sec)	Width of Crosswalk (m)	Volume of Pedestrian (person)	Estimate about Width of Crosswalk (m)
1	25	30	6	45	5.6
2				38	4.9
3				34	4.2
4				41	4.9
5				46	5.6
6				51	6.3
7				42	4.9
8				38	4.9
Average				42	4.9

며, 횡단보도 제원 산정식에 의해 도출된 횡단보도 제원(폭)은 4.9 m의 폭이 필요한 것으로 나타났다. 이는 현재 운암 3단지 입구에 설치된 횡단보도 폭인 6 m의 122%에 해당하는 값으로서 보행자의 안전을 고려한 제원으로 판단된다.

횡단보도 제원(폭) 검증 결과, 검증 값은 실측값에 비해 동등 이상의 값을 보이고 있어 검증식이 충분히 타당한 것으로 판단된다. 횡단보도 설치 시 보행자 통행량을 일부 고려하여 설치하는 것으로 추정되나 보행자 안전을 고려하여 현재 설치된 횡단보도 폭보다 증설할 필요성이 있는 것으로 조사되었다.

#### 4. 횡단보도 정지선 개선방안 제시

##### 4.1 횡단보도 정지선 문제점 분석

횡단보도 정지선 설치 시 교통노면표시 설치관리 매뉴얼(2012, 경찰청)의 횡단지시 중 정지선과 관련한 사항을 고려하여야 한다.

###### 4.1.1 기준

- 신호기 설치 유무와 관계없이 자동차가 정지하여야 할 필요가 있는 지점에 설치한다.
- 백색실선을 해당 지점으로부터 2~5 m 전방에 설치한다.
- 폭원은 30~60 cm로 한다.
- 설치규격은 도로교통법 시행규칙 별표6 및 표준도에 따라야 한다.

###### 4.2.2 권장

- 정지선을 2~5 m 전방에 설치할 수 없는 경우, 설치위치는 시인성 등에 대한 공학적 판단에 따른다.
- 도심부에서는 30~45 cm, 차량의 접근속도가 높은 지방부 도로에서는 45~60 cm로 할 것을 권장한다.

현재 정지선은 상기 기준 이내로 설계속도와 도로의 유형(일반도로, 어린이보호구역 등)에 관계없이 무작위로 설치되고 있으며, 이로 인하여 정지선을 지나쳐 멈춘 차량에 의해 보행자의 안전이 위협받고 있는 실정이다.



Fig. 5. Problems About Crosswalk Stop Line

Table 8. Location of Stop Line

	Location	Lane Width (m)	Stop Line (m)
30 km/h	Gyeongyang Elementary Sch.	10	3
	Gyerim Elementary Sch.	10	3
	Gwangju Nam Elementary Sch.	6	3
	Dongsan Elementary Sch.	12	3
	Majae Elementary Sch.	6	4
	Munhwa Elementary Sch.	16	3
	Munheung Elementary Sch.	12	2
	Banglim Elementary Sch.	9	2
	Backil Elementary Sch.	9	3
	Bongsan Elementary Sch.	12	2
	Bongju Elementary Sch.	6	3
	Bulo Elementary Sch.	6	2
	Sanjeong Elementary Sch.	9	2
	Seosan Elementary Sch.	5	4
	Seoil Elementary Sch.	7	3
	Songjeong Dong Elementary Sch.	7	2
	Sinchang Elementary Sch.	16	4
	Yongsan Elementary Sch.	13	4
Wolgok Elementary Sch.	12	3	
Jangsan Elementary Sch.	12	3	
Jangsan Elementary Sch.	12	3	
Jangwon Elementary Sch.	8	2	
Jobog Elementary Sch.	10	4	

현재 정지선 설치 실태 파악을 위해 도시부 도로의 제한속도인 60 km/h로 설계된 도로와 30 km/h로 설계된 어린이 보호구역의 도로에 설치된 정지선을 대상으로 각각 30개 지점의 횡단보도 정지선을 조사하였다.

광주광역시의 정지선 설치지점 조사결과, 설계속도가 60 km/h인 30개 지점의 평균 정지선 이격거리의 약 3.1 m, 설계속도가 30 km/h인 어린이 보호 구역 30개 지점의 평균 정지선 이격거리의 약 2.7 m로 나타났으며, 정지선 설치지점은 평균 2.9 m로 나타났다.

경찰청 교통노면표시 설치관리 매뉴얼에서 제시한 기준(백색실선을 해당 지점으로부터 2~5 m 전방에 설치)에는 만족하나, 정지선의 설치위치는 특정한 기준 없이 기준 이내의 값으로만 설치되고 있는 것으로 확인되었다.

보행자의 안전을 위해 정지선을 현재 설치기준인 2~5 m에서 후방으로 이격할 수 있으나 무리하게 이격할 경우 교차로 설치 원칙에 나타난 차량 용량 증대, 사고위험의 감소를 통한 차량 운전자 및 보행자의 안전성 증대에 위배되므로 무리한 정지선 이격은

Table 9. Location of Stop Line

	Location	Lane Width (m)	Stop Line (m)
30 km/h	Jinje Elementary Sch.	7	3
	Taebong Elementary Sch.	10	2
	Punghyang Elementary Sch.	6	3
	Hakkang Elementary Sch.	8	2
	Hakun Elementary Sch.	15	2
	Hwajeong Nam Elementary Sch.	7	2
	Hwajeong Elementary Sch.	7	2
	Hyodong Elementary Sch.	9	2
60 km/h	KT&G (Jeonnam)	30	3
	Korea Association of Health Promotion	24	2
	Gwangju City Hall	18	2
	Nam-gu Office, Gwangju Metropolitan City	21	3
	Gwangju Station Funeral Hall	17	4
	Gwangju Horticultueal Cooperative	27	5
	Gwangju Bank(Imdong)	12	3
	Namyang Huton Apt.	12	3
	Nongseong Intersection	24	2
	Daesung Elementary Sch. Intersection	16	2
	Mudeung Primary Apt.	16	2
	Munheung Lain Dongsan Apt.	16	2
	Banglim humansia Apt.	9	3
	Best Department of neurology hospital	8	3
	East Gwangju Post Office	19	3
	National Credit Union Federation of Korea	24	4
	Shingheung Building	10	2
	Ssangchondong Moa Jaeil Apt.	18	5
	Uncheon Station	25	3
	Uncheon Reservoir	25	4
	Udong Intersection	19	3
	Distribution Complex Entrance	27	5
	Chosun University Intersection	28	3
	Jisan Intersection	29	3
	Jisan Human Apt.	9	3
	Second jinwol Jina Highbil	13	2
	Gwangju District Tax Office	11	5
	Chipyeongdong Hyundae Apt.	14	3
Hakdong Jeungsimsa Entrance Stantion	23	2	
Hakun Intersection	15	4	
Stop Line Average		3.1	

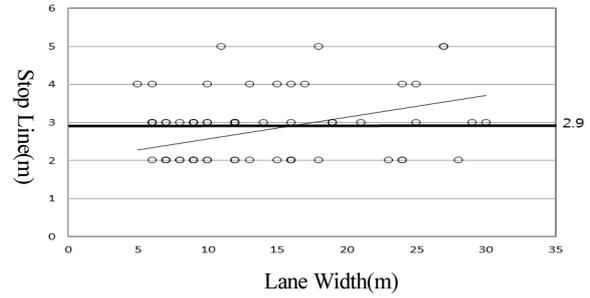


Fig. 6. Stop Line Along Lane Width

어려울 것으로 판단된다.

따라서 교통노면표시 매뉴얼의 정지선 위치 기준인 2~5 m 를 도로의 설계속도별로 제시하는 방안과 정지선에 대한 운전자의 시인성 확보 및 속도 감소 방안 검토를 통한 정지선 이격거리 개선방안 도출이 필요할 것으로 판단된다.

#### 4.2 횡단보도 정지선 개선방안 제시

##### 4.2.1 최소 정지시거를 이용한 도로 설계속도별 정지선 위치

차량흐름과 운전자를 고려하지 않고 보행자의 안전을 위해 정지선의 위치를 무리하게 이격한다면 교차로 내 정지선의 경우 교차로 크기 증대에 따른 차량의 교차로 통과시간과 무리한 진입으로 인한 차량 과속 위험으로 대형 교통사고를 유발할 가능성이 있다.

이에 인자-반응에 따른 이동거리와 차량의 제동거리를 합한 값인 정지시거를 이용하여 정지선의 위치를 재설정 한다면 차량과 보행자의 안전을 고려할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 최소 정지시거를 이용한 도로 설계속도별 정지선 설치위치를 제시하였다.

Table 10. Minimum Stopping Sight Distance Along the Designed Speed

Designed speed (km/h)	Minimum Stopping Sight Distance (m)
120	215
110	185
100	155
90	130
80	110
70	95
60	75
50	55
40	40
30	30
20	20

보호구역의 도로와 60~80 km/h로 설계되는 도로로 이루어져 있다. 먼저, 도시부 도로의 설계속도를 최소 30 km/h, 최대 80 km/h로 설정하고, 해당 설계속도의 각 정지시거 값인 30 m, 110 m와 정지선 기준인 2~5 m의 관계를 도출하였다. 설계속도별 정지시거와 정지선과의 관계는 Fig. 8과 같다.

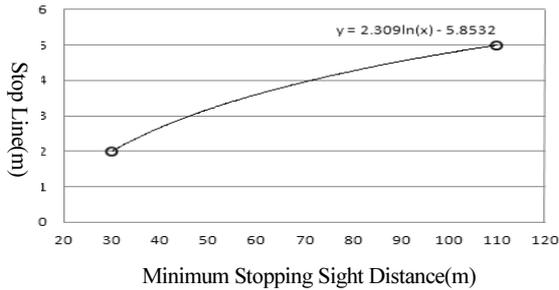


Fig. 7. Minimum Stopping Sight Distance between the Stop Line

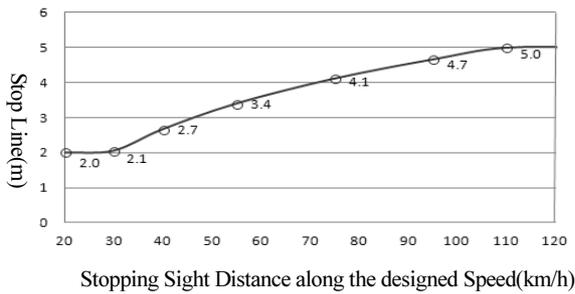


Fig. 8. Stop Line and Stopping Sight Distance Along the Designed Speed

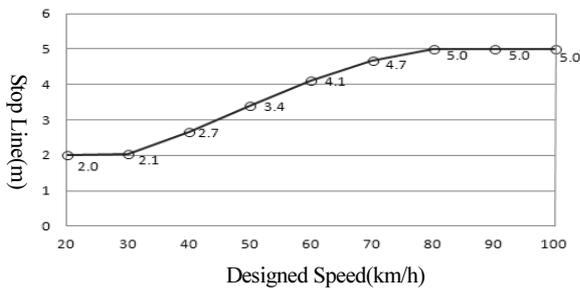


Fig. 9. Stop Line Along the Designed Speed

도로 설계속도별 정지시거(x)와 정지선 거리(y)의 관계를 나타내는 식에 설계속도(30~80 km/h)를 대입하여 각 설계속도별 정지선 위치를 도출해 낸다. 설계속도별 정지선 거리를 Table 11과 같이 제안한다.

Table 11. Stop Line Along the Designed Speed

Designed Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Calculation Stop Line (m)
Below 30	30	2.0
40	40	2.7
50	55	3.4
60	75	4.1
70	95	4.7
More than 80	110	5.0

#### 4.2.2 운전자의 시인성 확보 및 속도 감소를 통한 보행자 안전 확보 방안

횡단보도와 정지선 사이에 시인성을 확보하고 운전자의 주의를 환기시켜 속도 감속에 효과적인 개선방안 제시가 필요하다.

##### 4.2.2.1 미끄럼방지 포장

미끄럼방지 포장이란 본래 도로의 평면 및 종단 선형이 불량한 곳, 노면의 미끄럼 저항이 낮아진 곳 등에 미끄럼 저항력을 높여 주어 자동차의 제동거리를 짧게 하기 위한 목적으로 설치되는 시설을 말한다. 자동차의 제동거리를 짧게 하여 안전 주행거리를 확보함과 동시에 횡단보도 내 보행자의 안전을 확보하는 방안이다. 미끄럼방지 포장의 색상은 도로의 포장색상을 사용하는 것이 원칙이지만 운전자의 위험성 인지와 시선유도 효과를 고려하여 별도의 색상을 선택할 경우 적색 계열의 포장체 또는 도료를 사용하도록 한다.

##### 4.2.2.2 형광물질의 사용

주로 고속도로나 일반도로 공사구간에서 안전하고 원활한 교통 소통 확보를 위해 형광물질이 도포된 안전표지를 사용하는데 형광 물질을 정지선 표시 도료에 추가하여 사용하면 우천 시 또는 야간과 같이 정지선과 횡단보도의 윤곽이 뚜렷이 보이지 않는 경우 시인성을 높여 주어 돌발상황이 발생할 가능성을 사전에 예방하는 역할을 할 수 있다.

##### 4.2.2.3 과속방지턱

과속방지턱은 낮은 주행속도가 요구되는 구간을 통행하는 차량의 과속 주행을 방지하고, 일정 지역 통과차량의 진입을 억제하기 위한 도로관리시설이다. 횡단보도와 정지선 사이에 과속방지턱과 같은 안전시설물을 완만한 경사로 설치하여 보행자 통행의 안전과 편의를 도모하고 차량 운전자에 대한 교통사고 위험성을 줄일 수 있다.

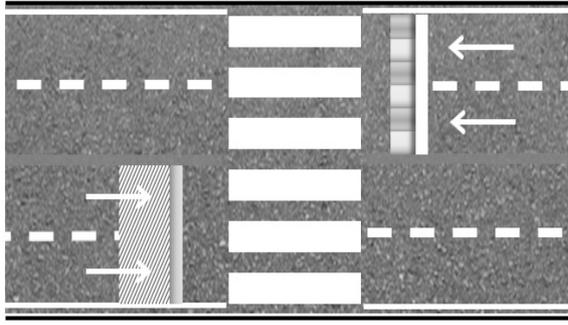


Fig. 10. Crosswalk Improvement Suggestion

## 5. 결론 및 향후 연구과제

### 5.1 결론

보행자의 통행량과 실제 보행속도를 고려한 횡단보도 제원을 산정하기 위하여 다음과 같이 연구를 진행하였다.

첫째, 보행량을 고려한 횡단보도 제원 산정식을 도출하기 위하여 다음 요소를 제한하였다. 횡단보도 유형은 지브라 횡단보도를 연구 대상으로 하고, 보행자 속도는 성인 남녀의 보행속도는 국토해양부에서 제시하고 있는 평균보행속도 1.0 m/s, 보행자 점유공간은 0.9 m<sup>2</sup>/인을 사용하였다. 이를 이용하여 횡단보도 제원 산정식을 개발하였다.

둘째, 개발된 횡단보도 제원 산정식 검증을 위하여 광주광역시 지브라 횡단보도 설치 지점을 대상으로 현재 설치된 횡단보도 제원의 적정성과 도출된 횡단보도 제원 산정식을 검증하였다. 횡단보도 제원 검증 결과, 산정식에 의한 값이 현재 설치된 횡단보도의 제원에 비해 보수적인 값을 보여 검증식이 충분히 타당한 것으로 판단된다.

셋째, 정지선 문제점 분석을 통해 인지-반응에 따른 이동거리와 차량의 제동거리를 합한 값인 정지시거리를 이용하여 도로 설계속도별 정지선 설치위치를 제시하였다. 또한, 특수재질과 교통안전시설물 활용을 통해 운전자의 시인성을 높이고 경각심을 갖게 함으로써 보행자 보호구역인 횡단보도 내 보행 안전성이 증대될 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 횡단보도 제원 및 정지선 이격거리 개선방안은 교통안전시설물 설치 및 기준 정립 시 기초 자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.

### 5.2 향후 연구과제

본 연구에서는 횡단보도 보행자의 안전을 고려한 횡단보도 폭원을 산정하였다. 또한 보행자의 안전과 차량 운전자를 고려한 정지선

이격거리 개선방안을 제시하였다. 그러나 보행자의 다양한 보행태, 운전자의 운전 행태, 다양한 도로 구조 등 제반 요소와의 연관성은 고려되지 않았으므로 추후 이에 따른 보완 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 보행 대상자 유형을 단순히 일반인이 아닌 교통약자 및 자전거 횡단 등을 고려하여 보행속도, 보행 점유공간을 산정함으로써, 차량 중심에서 보행자 중심의 교통안전성 증대를 적극적으로 모색해야 할 것이다.

## References

- Ha, T. J., Park, J. J. and Lee, H. M. (2003). "Development of design criteria for crosswalks at signalized intersections." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 21, No. 4, pp. 47-56 (in Korean).
- Kim, J. W., Jung, M. Y., Kang, D. S., Hong, J. Y. and Lee, S. B. (2011). "The setting in the range of traffic accident on the crosswalk." *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol. 26, No. 4, pp. 120-126 (in Korean).
- Lee, J. Y. and Lee, J. S. (2005). "The effects of traffic signal display pattern and signal location on driver's vehicle control in yellow interval dilemma situation." *Research in Psychological Science*, Vol. 4, pp. 161-183 (in Korean).
- Lim, H. M., Oh, Y. T. and Yun, I. S. (2011). "Study on the effect of conflict area decrease by forward installation of traffic signal." *Conference of the Korean Society of Transportation*, Vol. 64, pp. 394-399 (in Korean).
- Park, J. J., Park, J. C. and Ha, T. J. (2008). "An effect of lighting facilities on crosswalk accident." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 26, No. 2, pp. 25-33 (in Korean).
- Park, Y. C. (2002). *The Measurement of Pedestrian Speed, Density, and Travel*, Institute of Ind. Tech. Korea University, Vol. 8, No. 1, pp. 189-197 (in Korean).
- Shin, H. S., Jang, T. Y. and Kim, C. S. (2006). "Evaluation for walking speed of elderly pedestrian at crosswalk of signalized intersection." *Symposium of Korean Society of Transportation*, Vol. 20, No. 3, pp. 730-739 (in Korean).
- Shin, S. H., Chang, M. S. and Kim, N. H. (2003). "Contributory negligence study on traffic accident in area between crosswalk and stop line at intersections." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 21, No. 5, pp. 41-50 (in Korean).
- Wael K. M. Alhajyaseen, and Hideki Nakamura (2010a). "Quality of pedestrian flow and crosswalk width at signalized intersections Original Research Article." *LATSS Research*, Vol. 34, No. 1, pp. 35-41.
- Wael K. M. Alhajyaseen, and Hideki Nakamura (2010b). "Estimating the minimum required width of signalized crosswalks considering bi-directional pedestrian flow and different age groups." *Asian Transport Studies*, Vol. 1, No. 2, pp. 181-198.