

## 위험도분석을 통한 이단횡단보도와 일반횡단보도의 비교평가

김태호\* · 박제진\*\* · 이연형\*\*\* · 노정현\*\*\*\*

Kim, Tae-Ho\* · Park, Jun-Tae\*\* · Lee, Yeon-Hyung\*\*\* · Rho, Jeong-Hyun\*\*\*\*

### Comparative Evaluation of Staggered Pedestrian Crossings and Pedestrian Crossings by Using Risk Analysis

#### ABSTRACT

This research is the study on the comparative evaluation of SPC (Staggered Pedestrian Crossings) vs PC (Pedestrian Crossings) using risk analysis. Accident factor was elicited by survey of driver's and pedestrian's at SPC & PC. I estimated the weight of a risk of violation and a mental burden by AHP (Analytic Hierarchy Process) and compared degree of risk at SPC AND PC. In conclusion, a new alternative plan of a pedestrian crossing system, staggered pedestrian crossing which plays an important role in traffic flow, pedestrian's crossings which plays an important role in traffic flow, pedestrian's convenience and traffic safer is safer than pedestrian crossings the degree of risk used this study doesn't imply an measure of the number of accident and the rate of accident, in estimating the degree of risk of pedestrian crossings, we should analyze more data of accident, behaviors, and road circumstance to include driver's and pedestrian's violation behavior in an estimate index.

**Key words :** Pedestrian accidents, Staggered pedestrian crossings (SPC), Pedestrian crossings (PC), Degree of risk analysis, AHP (Analytic hierarchy process)

#### 초록

본 연구는 간선도로 상의 이단횡단보도와 일반횡단보도를 비교대상으로 하여 차량 및 보행자 행태분석을 통해 요인을 추출하고, 보행자의 심리적 부담감이라는 정성적 요소를 포함하여 위험도(Risk Analysis)를 비교하고자 한다. 국내외 선행 연구고찰을 통해 이단횡단보도의 연구방향을 제시하고, 횡단보도(일반, 이단)에서 차량과 보행자의 위반행태 및 전문가 설문을 통하여 위험도 평가항목 및 구조를 정립하였다. 보행자가 느낄 수 있는 심리적 부담감과 같은 정성적 평가항목을 반영하기 위하여 계층분석법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 통한 가중치(Weight)를 산정하고, 조사내용을 종합 점수화하여 위험도 분석을 수행하였다. 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도 평가결과, 정량적 요소 측면에서는 차량위반 항목에 대해 이단횡단보도(0.318)가 일반횡단보도(0.241)에 비해 높게 나타났으며, 보행자 위반 항목에 대해 일반횡단보도(0.241)가 이단횡단보도(0.130)보다 높게 나타나 정량적 요소에 따른 상대적 위험도는 일반횡단보도(0.482)가 이단횡단보도(0.448)보다 1.08배 높은 것으로 분석되었다. 다만, 보행자의 심리적 부담감이라는 정성적 요소를 포함하면 일반횡단보도(0.503)가 이단횡단보도(0.462)의 상대적 위험도 보다 1.09배 높은 것으로 분석되어 보행자의 심리적 불안감을 포함하더라도 간선도로 단일로 상에 설치된 이단횡단보도가 일반횡단보도 보다 다소 안전한 것으로 나타났다.

**검색어 :** 보행자사고, 이단횡단보도, 일반횡단보도, 위험도분석, 계층분석법

\* 종신회원 · 현대해상 교통기후환경연구소, 연구위원 (Hyundai Insurance Research Center · traffix@hi.co.kr)

\*\* 종신회원 · 교신기자 · 한국도로공사 도로교통연구원, 수석연구원

(Corresponding Author · Research Institute, Korea Expressway Corporation · jjpark@ex.co.kr)

\*\*\* (주)성우이엔텍, 대표이사 (Sung Woo E&Tech · lyhworld@hanmail.net)

\*\*\*\* 한양대학교 도시대학원, 교수 (Graduate School of Urban Studies, Hanyang Univ. · jhrho@hanyang.ac.kr)

Received May 17, 2010/ revised June 19, 2010/ accepted May 28, 2013

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

경찰청 교통사고 통계자료<sup>1)</sup>에 의하면 2008년 국내의 교통사고 사망자 2,063명 가운데 횡단 중 교통사고 사망자수는 1,177명으로 전체 교통사고 사망자 중 57.1%를 차지하고 있으며, 부상자수는 22,992명으로 전체 교통사고 부상자 중 47.5%를 차지하고 있는 것으로 나타나 횡단보도 횡단과 관련된 인명피해가 매우 심각한 수준에 있음을 알 수 있다.

횡단보도 횡단과 관련된 보행자의 교통사고를 감소시키기 위해서는 도로횡단 폭원이 50m (영동대로) 이상인 간선도로 횡단시설에 대한 개선이 필요하다 할 수 있다. 횡단시설 개선의 대표적인 사례로 최근 이단횡단보도(SPC : Staggered Pedestrian Crossings)가 도입되었다. 이단횡단보도는 도입 초기부터 차량소통, 보행편의 및 교통안전 측면(교통섬의 대기에 대한 안전문제) 등을 중심으로 그 실효성에 대한 논란이 지속되고 있으며, 차량소통 측면의 연구는 일부 진행되고 있다. 그러나, 교통사고(특히 보행자사고)에 관한 정성적인 위험도 효과분석이 미비하여 실질적인 안전효과를 결정하기에는 어려움이 있다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 이단횡단보도에 대해 간선도로의 일반횡단보도를 비교대상으로 하여 차량 및 보행자의 행태분석을 수행함으로써 이단횡단보도의 사고 발생요인을 추출하고, 차량 및 보행자의 위반행태에 보행자의 심리적 부담감이라는 정성적 요소를 포함한 계층구조(Analytic Structure)를 개발하고, 횡단보도 유형(이단, 일반)에 대한 위험도(Risk Analysis)분석을 수행하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 내용

#### 1.2.1 연구의 범위

횡단보도의 설치장소와 교차로의 형태에 따라 다양한 운영방법으로 구분해 볼 수 있으나, 본 연구에서는 50m 이상의 폭원을 가지는 간선도로에 설치된 이단횡단보도와 일반횡단보도를 연구대상으로 한정하였다.

#### 1.2.2 연구의 내용

본 연구를 위한 내용 및 분석방법은 다섯 단계로 구성하였으며, 세부적인 사항은 다음과 같다.

첫째, 국내외 보행자-차량간 상충관련 행태연구를 고찰하고, 위험도 분석을 위한 행태정의를 수행한다. 둘째, 이단횡단보도와

관련된 선행연구 고찰을 통하여 연구의 한계점을 검토하고, 착안점 및 조사항목에 대한 세부사항을 결정한다. 셋째, 횡단보도(일반, 이단)의 차량과 보행자의 위반행태 조사 및 전문가 설문을 통하여 위험도 평가항목 및 구조를 정립한다. 넷째, 보행자가 느낄 수 있는 위반행태 및 심리적 부담감과 같은 정성적 평가항목을 반영하기 위하여 계층분석법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 통한 평가구조(Structure) 및 가중치(Weight)를 산정한다. 다섯째, 계층분석법(AHP)을 이용한 위험도 분석결과를 바탕으로 횡단보도(일반, 이단)간의 위험도를 비교·분석하고 시사점을 제시한다.

## 2. 행태 정의 및 관련 연구문헌 고찰

### 2.1 차량과 보행자의 행태 및 상충 정의<sup>2)</sup>

차량과 보행자는 서로 다른 특성을 갖고 있으므로 보행자와 차량의 상충은 차량 간 상충과는 다르게 정의되어야 한다. 검토결과, 보행자와 차량 상충의 대표적인 행태는 13개로 구분될 수 있다. 본 연구의 목적과 부합하는 요인들을 중심으로 정리하면 다음과 같다.

#### 2.1.1 횡단보도 밖 상충

횡단보도가 표시된 부분의 근처에서 상충이 많이 나타나는 것을 알 수 있다. 횡단보도 밖 상충 연구는 도로로 접근하는 많은 지점들을 감소시켜 횡단보도의 효율성을 조사하는데 유용하게 이용될 수 있고, 보행자에 대한 안전 지표로써 횡단보도의 효율성을 나타낼 수도 있다.

#### 2.1.2 신호 변경 상충

보행자 횡단신호가 있거나 신호교차로에서 발생한다. 이 상충은 보행자가 신호를 받고 횡단할 때 발생하고 보행자가 완전하게 횡단을 마치기 전에, 신호가 적색으로 바뀌거나, 차량이 브레이크를 밟거나 진행 또는 충돌을 피하기 위해서 주저할 때 발생한다.

1) Road Traffic Authority, TAAS(Traffic Accident Analysis System Center, 2009), Traffic Accident Analysis Sourcebook Vol.9 (Pedestrian traffic accident Characterization), p.7, p.16.

2) [1] Brian L. Bowman, John J. Fruin and Charles V. Zegeer, Planning Design and Maintenance of Pedestrian Facilities, FHWA, 1989, pp.49~50.  
[2] Michael J. Cyneck, Development of a Conflicts Analysis Technique for Pedestrian Crossings, TRR743, 1980  
[3] Rumar, K. The Role of Perceptual Cognitive Filters in Observed Behavior, Human Behavior and Traffic Safety, New York, 1985, pp.151~165.

### 2.1.3 보행자 위반에 의한 상충

교통신호를 위반하는 보행자에 의해서 일어난다. 보행자 위반은 교통신호를 위반하면서 건너는 보행자 또는 보행자 신호가 점멸 (Don't Walk) 신호일 때 건너기 시작하는 경우를 말한다.

### 2.1.4 차량 위반에 의한 상충

교통신호를 위반하는 차량으로 인해 발생하는 상충이다. 정지위반, 양보위반, 교통신호가 적색일 때 주행, 또는 불법적인 적색신호에 우회전이 있다(적색신호에 우회전이 금지된 곳). 이 상충은 위험한 차량행동을 구분하는데 사용될 수 있다.

## 2.2 이단횡단보도 관련 선행연구 고찰

이단횡단보도와 직접 관련된 선행연구 고찰을 살펴보면 다음과 같다.

Kim (2000)의 연구는 광로 이상에 위치한 횡단보도를 중심으로 신호운영방식, 교통량 조건 등을 다양하게 변화시키는 방법으로 지체를 산정하였다. 지체산정을 위해서는 TRANSYT-7F를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 사례연구 결과 차량소통 측면에서 지체의 향상은 -9.7~79.8%로 많은 감소효과가 있는 것을 알 수 있었다. 보행자 지체측면에서는 감소효과가 없는 것으로 나타났다.

Kim (2001)의 연구는 이단횡단보도 도입 전과 후에 대한 효과분석을 김종수의 연구와 유사하게 실시하였다. 분석결과, 차량소통과 보행지체 측면에서 검토되었으며, 차량소통(통행시간)이 평균 32% (10~49%)가 단축되어 차량소통 측면에서는 매우 우수한 개선효과가 있는 것으로 분석되었다. 반면, 보행지체 측면에서는 보행자의 도로횡단시간이 평균 36% (29~51%) 증가되어 보행자에게는 다소 불편을 주는 운영방법인 것으로 분석되었다.

Oh (2004)의 연구는 동일한 분석방법을 바탕으로 광주광역시에 적용해본 사례이다. 분석결과, 도로폭 약 60.0m인 첨단로(첨단농협 4거리)의 단일로 구간상의 사례를 중심으로 분석을 수행하였다. 분석결과, 차량지체도가 74.4%가 감소하여 교통량 처리 증대효과가 있는 것으로 분석되었다.

Lee et al. (2004)의 연구는 이단횡단보도 도입에 따른 행태적인 측면을 고려한 연구로서, 보행속도의 분포변화(안락감)와 횡단률(법적, 실제)을 기준으로 효과분석을 수행하였다. 효과분석 결과, 이단횡단보도가 보행자의 이동 및 실질적인 안전측면에서는 효과가 있으나, 법적측면의 효과는 미비한 것으로 나타났다. 분석결과를 바탕으로 실제 교통사고 감소에 기여할 수 있을 것이라는 결과를 제시하였다.

선행 연구 중 이단횡단보도의 안전도와 긍정적인 행태항목을 고려하여 분석한 연구는 미흡한 것으로 파악되었으며, 일부 진행된 연구에서도 차량과 보행자의 소통측면을 대상으로 접근하고 있어,

보행자와 차량의 정량적인 소통측면 보다는 정성적인 행태(차량, 보행자)를 추가한 위험도 분석 연구가 필요하다고 판단된다.

## 3. 행태분석의 전제 및 자료수집

### 3.1 행태 확인을 위한 자료수집

간선도로상에 설치된 횡단보도(이단, 일반)에서 차량, 보행자 측면의 교통사고 발생요인을 추출하기 위해서 보행자와 차량의 행태를 조사하였다. 조사장소는 영동대로(한전본사 앞)와 영동대교 남단 지점을 대상으로 선정하였다.

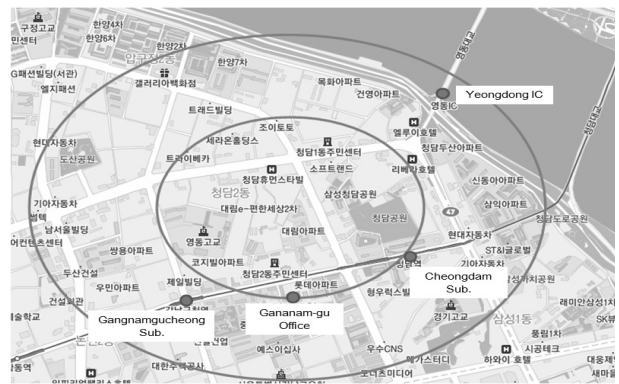
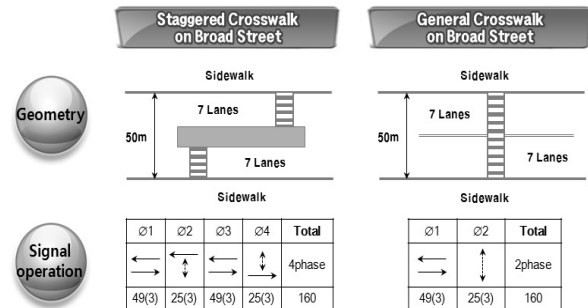


Fig. 1. Location of Investigation Spots



Annotation) Application of Signal time about Two-crosswalk : Data of site investigation Min. green time(Min. walking signal) : Derived by applying the walking speed, length of crosswalk, extra time

Fig. 2. Signal Operation of Staggered Crosswalk and General Crosswalk

평가항목 선정을 위한 행태관련 조사시간 선정은 보행자 사고가 빈번히 발생한 시간대(16:00~20:00)와 교통량과 보행량이 가장 많은 시간대(17:00~19:00)를 조합하여 선정하였다(Table 1).

현장조사를 병행하여 다음의 행태가 실제로 발생하고 있는지에 대한 확인절차를 통하여 보다 현실성 있는 행태관련 평가항목을 선정하였다(Tables 2 and 3).

Table 1. Investigation of Pedestrian and Vehicle Behavior

Division	Type of Cross-walk	Width of Road (m)	Length of Crosswalk (m)	Number of lane (lane)	Land use of the Surrounding	Remarks
Yeong-dong daero	Two	64	50	14	Commercial business	2
Gangnam daero	General	52	37	11	Commercial business	2

Table 2. Vehicle/Pedestrian Behavior Related Crosswalk Accident

Classification	Detailed definitions of behavior
Vehicle type (A)	Where a vehicle passes ignoring the green light
	Where a vehicle passes the crosswalk on yellow light
	Where a vehicle, at the access area, makes an abrupt stop past the stop line (tried to pass but could not)
	Where a vehicle stops after infringing upon the crosswalk
	Where a vehicle slowly passes the crosswalk when green light is on or flickers
Pedestrian type (P)	Where a pedestrian, when crossing the road on green light, enters the crosswalk from the outside (including crossing from the outside to the outside)
	Where a pedestrian begins crossing when the green light flickers
	Where a pedestrian fails to complete crossing until the green light is off
	Where a pedestrian crosses running at or near the crosswalk
	Where a pedestrian waiting for the green light steps down on the driveway and waits for the green light

3.2 전문가 설문조사 개요

계층분석법(AHP)을 이용하여 간선도로의 단일로 상에 설치된 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도를 평가하기 위해 전문가 대상의 설문조사를 실시하였다. 설문지의 회수 및 신뢰성을 최대한 확보하기 위하여 앞에서 설정한 계층별 평가기준에 대하여 전문가를 대상으로 사전조사 및 자문을 받았으며, 이 과정에서 나타난 설문내용의 문제점을 최대한 보완하여 최종설문지를 작성하고, 이를 토대로 설문조사를 실시하였다.

설문조사는 관련기관(도로교통공단, 서울시정개발연구원, 한국교통연구원, 서울시청, 서울지방경찰청 및 교통관련 엔지니어링업체)에 종사하는 전문가를 대상으로 실시하였다.

설문조사의 내용은 크게 세 가지로 구분된다. 첫 번째는 이단횡단

Table 3. Items for Risk Assessment of Crosswalk

Target	Hierarchy 1	Hierarchy 2
Cross walk risk evaluation	Vehicle traffic signal violation (A1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Where a vehicle passes ignoring the green light (A1-1)</li> <li>Where a vehicle passes the crosswalk on yellow light (A1-2)</li> <li>Where a vehicle slowly passes the crosswalk when green light is on or flickers (A1-3)</li> </ul>
	Vehicle stop line violation (A2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Where a vehicle, at the access area, makes an abrupt stop past the stop line (tried to pass but could not) (A2-1)</li> <li>Where a vehicle stops after infringing upon the crosswalk (A2-2)</li> </ul>
	Pedestrian traffic signal violation (P1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Where a pedestrian fails to complete crossing until the green light is off (P1-1)</li> <li>Where a pedestrian begins crossing when the green light flickers (P1-2)</li> </ul>
	Pedestrian crosswalk usage violation (P2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Where a pedestrian, when crossing the road on green light, enters the crosswalk from the outside (including crossing from the outside to the outside: P2-1)</li> <li>Where a pedestrian crosses running at or near the crosswalk (P2-2)</li> </ul>
	Psychological burden (P3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Psychological anxiety of a pedestrian waiting at the pedestrian refuge island due to vehicles running on both directions (P3-1)</li> <li>Psychological anxiety of crossing a wide driveway (width: about 45 m) at one time (P3-2)</li> </ul>

Table 4. Distribution and Recovery

Division		Distribution (Number)	Recovery (Number)	Recovery ratio(%)
Researcher	SDI	10	8	80
	KOTI	10	8	80
Staff	City hall	10	6	60
	City police	5	5	100
	Authority	10	9	90
Industry	Eng.	20	16	80
Total		65	52	80

Table 5. Years of Working for Respondents

Division	Personnel(persons)	Composition ratio(%)
5 years or less	23	44
6~10 years	19	37
over 11 years	10	19
Average number of years worked(yrs)	6.6	

보도의 이용 유무에 따른 결과를 비교하기 위한 것이고, 두 번째는 횡단보도의 위험도 평가 시 차량의 위반행태, 보행자의 위반행태 및 보행자의 심리적 부담감에 대한 가중치를 쌍대비교를 통해 파악하기 위한 것이다. 마지막으로 각 계층별 평가에 있어서 하부 평가항목에 대한 위험도를 파악하기 위한 것이다. 설문조사지 배포에 따른 회수율은 Table 4와 같다.

Tables 4 and 5는 조사대상자의 인구통계학적 특성 분포를 나타낸 것이며, 평균 근무연수는 6.6년, 근무연수 5년 이하가 44%, 11년 이상이 19%인 것으로 나타났다.

#### 4. 횡단보도 유형간 위험도 평가

3장에서 언급하였던 조사 분석된 차량과 보행자의 위반행태는 간선도로에 설치된 이단횡단보도와 일반횡단보도의 보행자 사고와 직접적인 관련이 있는 것이라 할 수 있다. 또한 간선도로 단일로 상에 횡단보도 설치에 따른 이단횡단보도와 일반횡단보도에 대한 대안 평가 시 보행자의 심리적 부담감(중앙 보행섬에서 대기함에 따른 심리적 부담감, 횡단거리 과다에 의한 심리적 부담감)도 중요한 평가기준이 된다. 따라서 본 장에서는 차량 및 보행자의 위반행태와 보행자의 심리적 부담감이라는 정성적 요소에 대한 가중치(위험도)를 계층분석법(AHP)을 이용하여 산정한 후 앞서 언급하였던 행태를 적용하여 간선도로에 설치된 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도를 종합적으로 비교하고자 한다.

#### 4.1 평가계층구조의 결정

어떤 분야의 전문가라 할지라도 상호 비교할 항목이 너무 많다면 판단력이 흐려지므로 일관성 있는 답을 얻어내기 어렵게 된다. 따라서 본 연구에서는 계층 수를 2단계로 구성하여 하위 평가항목을 이해집단별로 구분함으로써 일관성 있는 조사결과를 얻고자 하였다. 간선도로의 단일로 상에 횡단보도 설치시 교통사고에 미치는 위험도를 기준으로 대안평가를 위한 평가계층구조는 Fig. 3과 같다.

#### 4.2 항목별 가중치 산정 및 일관성 평가

결정된 평가계층구조를 토대로 평가항목 간의 가중치와 각 평가항목에 따른 가중치를 산정하였다. 개별 쌍대비교행렬을 작성 후 최적적인 쌍대비교행렬을 작성하는 과정에서 한사람의 의사결정자의 개인 선호도를 중심으로 각 항목별 가중치를 결정하는 것은 큰 오류를 발생시킬 수 있기 때문에 다수의 전문가 의견을 종합하여 가중치를 산정하였으며, 일반적으로 전문가의 의견을 동시에 반영하는 경우 모형의 정확도나 일관성 비율의 측면에서 기하평균을 사용하기에 본 연구에서는 전문가 집단의 개별 자료를 토대로 각 동일성분의 값을 기하평균 하여 적용하였다.

이 때, 응답자들의 전문성 및 일관성 정도를 객관적으로 측정하기 위하여 개별 쌍대비교행렬에 대하여 CR (Consistency Rate) 검정을 통해 일관성 없는 설문은 배제하였다. 본 연구에서는 Tomas. L. Saaty가 주장했던 바와 같이 CR값이 0.1 이상인 자료에 대해서는 제외하는 과정을 통해 종합적 가중치를 산정한 결과, 신뢰성

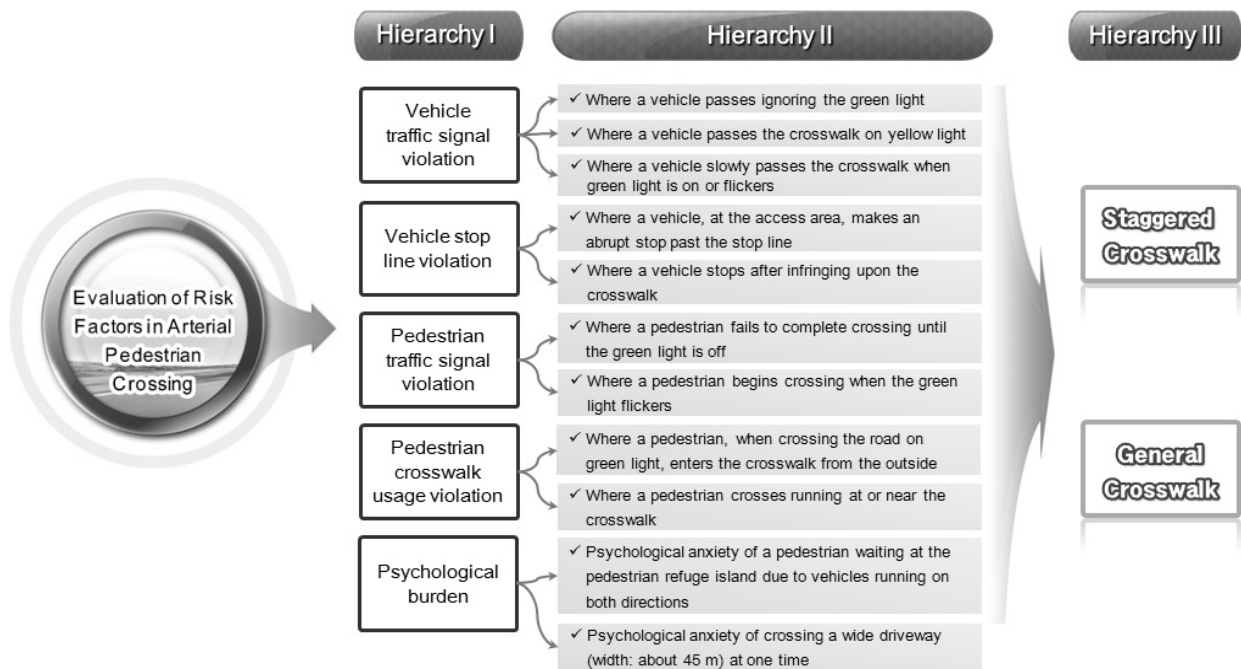


Fig. 3. Conceptual Diagram of Evaluation Hierarchy (Analytic Hierarchy Process : AHP)

있는 가중치를 산출할 수 있었다.

전문가 설문조사 자료에 대해 평가 계층별 항목별 쌍대비교를 통해 얻은 상대적 가중치는 다음과 같다.

**4.2.1 계층 1의 가중치 산정**

차량의 신호위반, 차량의 정지선 위반, 보행자의 신호위반, 횡단 보도 통행위반 및 보행자의 심리적 부담감이라는 평가항목의 가중치 산정 결과, 간선도로 단일로 상 횡단보도의 위험도 판단시 각 항목에 대한 중요도는 차량의 신호위반(0.439) > 보행자 신호위반(0.246) > 횡단보도 통행위반(0.124) > 차량의 정지선 위반(0.120) > 보행자의 심리적 부담(0.070)의 순으로 나타났으며, 각 항목에 대한 가중치 산정과정 및 일관성 평가는 Tables 6~11과 같다.

**Table 6. Calculation The Weights of Hierarchies 1**

Division	A1	A2	P1	P2	P3	Weight
A1	0.450	0.508	0.471	0.424	0.343	0.439
A2	0.095	0.108	0.117	0.109	0.172	0.120
P1	0.230	0.221	0.241	0.295	0.245	0.246
P2	0.125	0.117	0.097	0.118	0.165	0.124
P3	0.099	0.047	0.074	0.054	0.075	0.070
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Eigen value () = 25.637/5 = 5.073  
 CI = (5.073-5)/(5-1) = 0.0018  
 CR = 0.018/1.12 = 0.016 < 0.1, consistency is secured

**4.2.2 계층 2의 가중치 산정**

**4.2.2.1 차량의 신호위반 평가항목의 가중치 산정**

차량의 신호위반에 대한 평가항목의 가중치 산정과정 및 일관성 평가는 다음과 같다. 가중치 산정 결과, “보행신호의 등화를 무시한 채 통과하는 차량행태”에 대한 위험도 가중치가 0.617로 가장 높게 나타났다.

**Table 7. Weights Calculated Results by Evaluation Criteria (A1)**

Division	A1-1	A1-2	A1-3	Weight
A1-1	0.620	0.601	0.631	0.617
A1-2	0.151	0.146	0.135	0.144
A1-3	0.229	0.253	0.234	0.239
Total	1.000	1.000	1.000	1.000

Eigen value () = 9.006/3 = 3.002  
 CI = (3.002-3)/(3-1) = 0.001  
 CR = 0.001/0.58 = 0.002 < 0.1, consistency is secured

**4.2.2.2 차량의 정지선 위반 평가항목의 가중치 산정**

가중치 산정 결과, 차량의 정지선 위반 중 “횡단보도를 침입한 상태에서 정지한 차량행태”에 대한 위험도 가중치가 0.811로 높게 나타났다.

**Table 8. Weights Calculated Results by Evaluation Criteria (A2)**

Division	A2-1	A2-2	Weight
A2-1	0.189	0.189	0.189
A2-2	0.811	0.811	0.811
Total	1.000	1.000	1.000

Process of two evaluation items omitted (Consistency index=0.00)

**4.2.2.3 보행자의 신호위반 평가항목의 가중치 산정**

가중치 산정 결과, 보행자의 신호위반중 “보행신호가 점멸일 때 횡단을 시작하는 보행자 행태”에 대한 위험도 가중치가 0.712로 높게 나타났다.

**Table 9. Weights Calculated Results by Evaluation Criteria(P1)**

Division	P1-1	P1-2	Weight
P1-1	0.288	0.288	0.288
P1-2	0.712	0.712	0.712
Total	1.000	1.000	1.000

※ Process of two evaluation items omitted(consistency index=0.00)

**4.2.2.4 보행자의 횡단보도 통행위반 평가항목 가중치 산정**

가중치 산정 결과, 보행자의 횡단보도 통행위반 중 “횡단보도나 주변에서 뛰어서 횡단하는 보행자 행태”에 대한 위험도 가중치가 0.591로 조금 높게 나타났다.

**Table 10. Weights Calculated Results by Evaluation Criteria (P2)**

Division	P2-1	P2-2	Weight
P2-1	0.409	0.409	0.409
P2-2	0.591	0.591	0.591
Total	1.000	1.000	1.000

※ Process of two evaluation items omitted(consistency index=0.00)

**4.2.2.5 보행자 심리적 부담감 평가항목의 가중치 산정**

가중치 산정 결과, “횡단거리 과다에 의한 심리적 부담감”에 대한 가중치(0.604)가 “중앙 보행섬에서 대기함에 따른 심리적 부담감”에 대한 가중치(0.396) 보다 크게 나타났다.

Table 11. Calculation The Weights of P3

Division	P3-1	P3-2	Weight
P3-1	0.396	0.396	0.396
P3-2	0.604	0.604	0.604
Total	1.000	1.000	1.000

※ Process of two evaluation items omitted (consistency index=0.00)

### 4.3 계층분석(AHP) 가중치 결과 종합

계층 1과 계층 2의 각 항목별 가중치를 종합하여 최종가중치를 산정한 결과, 횡단보도에서의 보행자사고에 가장 많은 위험을 내포하고 있는 항목은 차량이 보행녹색신호의 등화를 무시한 채 통과하는 경우로 최종 가중치 0.271로 나타났으며, 다른 항목의 최종가중치 산정 결과는 Table 12와 같다.

Table 12. Comprehensive Comparison of AHP Weights According to The Hierarchy

Evaluation Criteria Level 1 (Weight)	Evaluation Items		Final Weight
	Level 2	Weight	
Signal violation of the vehicle (A1 : 0.439)	A1-1	0.617	0.271
	A1-2	0.144	0.063
	A1-3	0.239	0.105
Stop-line violation of the vehicle (A2 : 0.120)	A2-1	0.189	0.023
	A2-2	0.811	0.097
Signal violation of Pedestrian (P1 : 0.246)	P1-1	0.288	0.071
	P1-2	0.712	0.175
Passage violation of crosswalk (P2 : 0.124)	P2-1	0.409	0.051
	P2-2	0.591	0.074
Psychological burden (P3 : 0.070)	P3-1	0.396	0.028
	P3-2	0.604	0.042
Total (1.000)	-	5.000	1.000

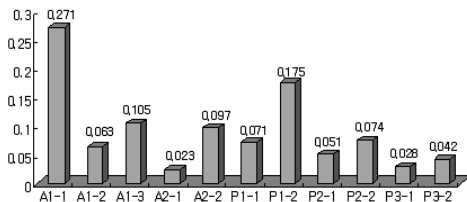


Fig. 4. AHP Weights According to The Hierarchy

### 4.4 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도 평가

이단횡단보도와 일반횡단보도의 차량 및 보행자의 위반 행태분석과 AHP 가중치를 토대로 간선도로 단일로 상 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도를 산출하기 위해서 다음과 같은 과정을 수행하였다.

① 행태조사 자료의 표준화를 위하여 조사대상 기간 동안 이동한 교통 및 보행량을 조사하여 위반횟수를 나누어 비율을 포함하여 보정한다.

(참고 : Fig. 3의 계층 2에 대한 행태현장조사 자료)

② 표준화된 행태조사 자료의 위반비율에 계층분석법(AHP)의 가중치(Weight)를 적용하여 정량적, 정성적 요소에 대한 위험도 종합점수를 산출한다.

(참고 : 각 계층(Level)별 총합계는 1로 표준화됨)

Table 13. Risk Assessment of Crosswalk (Staggered, General)

item	Staggered Crosswalk			General Crosswalk			
	Violati on type	AHP weight	Risk	Violati on type	AHP weight	Risk	
Vehicle type (A)	A1-1	0.607	0.271	0.164	0.393	0.271	0.107
	A1-2	0.623	0.063	0.039	0.399	0.063	0.024
	A2-1	0.808	0.105	0.805	0.192	0.105	0.020
	A1-3	0.288	0.097	0.028	0.712	0.097	0.069
	A2-2	0.071	0.023	0.002	0.929	0.023	0.021
	Total(A)			0.318			0.241
Pedestrian type (psychological)	P1-1	0.079	0.071	0.006	0.921	0.071	0.065
	P1-2	0.277	0.175	0.049	0.723	0.175	0.127
	P2-1	0.973	0.051	0.049	0.027	0.051	0.001
	P2-2	0.354	0.074	0.026	0.646	0.074	0.048
	Total(B)	-	-	0.130	-	-	0.241
	P3-1	0.500	0.028	0.014	-	-	-
P3-2	-	-	-	0.500	0.042	0.021	
Total	-	1.000	0.462	-	1.000	0.503	

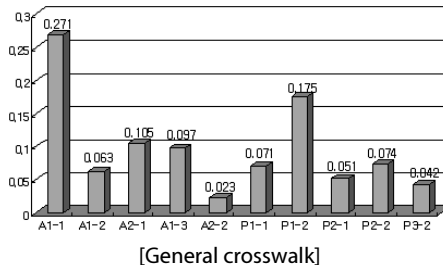
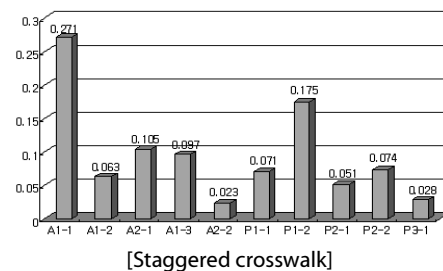


Fig. 5. AHP Comparison of the Weights for Crosswalk (Staggered, General)

- ③ 각 항목별로 산정된 종합점수를 토대로 이단횡단보도와 일반 횡단보도의 위험도를 비교한다.

Table 13은 위반행태(①), 위험도(③=①×②단계)를 계산한 값이며, 상기 단계별 과정을 거쳐서 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도를 산정한 것이다.

간선도로로 단일로 상 이단횡단보도와 일반횡단보도의 위험도 평가결과를 종합하면 Table 14와 같다. 정량적 요소인 차량과 보행자 위반의 경우 차량위반에 따른 위험도는 이단횡단보도(0.318)가 일반횡단보도(0.241)에 비해 높게 나타났으며, 보행자 위반에 따른 위험도는 일반횡단보도(0.241)가 이단횡단보도(0.130)보다 높게 나타나 정량적 요소에 따른 상대적 위험도는 일반횡단보도(0.482)가 이단횡단보도(0.448)보다 1.08배 높은 것으로 분석되었다.

또한, 정량적 요소에 보행자의 심리적 부담감이러는 정성적 요소를 포함하면 일반횡단보도(0.503)의 상대적 위험도가 이단횡단보도(0.462) 보다 1.09배 높은 것으로 분석되어 보행자의 심리적 불안감을 포함하더라도 간선도로로 단일로 상에 설치된 이단횡단보도가 일반횡단보도보다 안전한 것으로 나타났다.

Table 14. Comprehensive Evaluation of Risks of Crosswalk (Staggered, General)

Classification		AHP Risk		Relative risk	
		Staggered	General	Staggered	General
Quantitative element	Violation by vehicle	0.318	0.241	1.320	1.000
	Violation by pedestrian	0.130	0.241	1.000	1.385
	Total	0.448	0.482	1.000	1.076
Qualitative element	Pedestrian Psychological anxiety	0.014	-	1.000	-
	Psychological anxiety of crossing a wide driveway	-	0.021	-	1.500
Total		0.462	0.503	1.000	1.089

## 5. 결론 및 향후 연구과제

### 5.1 결론

본 연구에서는 차량소통, 보행편의(심리적 부담감) 및 교통안전 측면을 종합적으로 고려하여 간선도로로 단일로 상 횡단보도 행태비교를 수행하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 위반행태와 관련된 평가항목은 차량과 보행자 요인으로 접근 가능하며, 이단횡단보도의 경우 심리적 부담감에 대한 영향도 있는 것으로 나타났다.

둘째, 계층분석법(AHP)을 적용하여 산정한 차량 및 보행자의 위반행태에 대한 위험도(가중치) 측정결과, 정량적 요소(차량)만을 고려할 경우 위험도는 이단횡단보도(0.318)가 일반횡단보도(0.241)에 비해 높은 것으로 나타났으며, 정량적 요소(보행자)에 대한 위험도는 일반횡단보도(0.241)가 이단횡단보도(0.130)보다 높게 나타나 정량적 요소에 따른 상대적 위험도는 일반횡단보도(0.482)가 이단횡단보도(0.448)보다 1.08배 높은 것으로 분석되었다.

셋째, 정량적 요소에 보행자의 심리적 부담감이러는 정성적 요소를 포함하면 일반횡단보도(0.503)가 이단횡단보도(0.462)의 상대적 위험도 보다 1.09배 높은 것으로 분석되어 보행자의 심리적 불안감을 포함하면 간선도로로 단일로 상에 설치된 이단횡단보도가 일반횡단보도 보다 안전한 것으로 나타났다.

결론적으로 간선도로로 단일로 상에서는 차량소통, 보행편의 및 교통안전 측면에서 이단횡단보도가 일반횡단보도 보다 다소 안전한 것으로 나타났으며, 이단횡단보도 교통사고 위험요소를 감소시키기 위해서는 보행자의 심리적 부담감을 감안할 수 있는 안전시설물(중앙보호섬, 보행자방호울타리, 보도 및 측도 부분에 보행신호기 추가부착 등)을 활용하여 보행자 및 운전자의 인지도를 높이는 것이 필요하다고 판단된다.

### 5.2 향후 연구과제

본 연구는 이단횡단보도를 대상으로 하는 실증분석 연구로서 다음과 같은 사항을 향후 연구과제로 제시하고자 한다.

첫째, 본 연구의 신뢰성 확보 및 일반화를 위하여 조사지점(일반, 이단)과 전문가 설문 표본수를 최대한 확보하려고 하였으나, 시간 및 비용에 대한 한계로 인하여 이에 대한 보완 연구가 필요하다고 판단된다.

둘째, 본 연구는 보행자의 심리적 부담감이 교통사고와 연관관계가 있다는 전제를 가지고 시작하였으나, 이에 대한 추가적인 실증 연구가 필요하다고 판단된다. 또한, 보행자와 차량 행태에 대한 보완을 통해 행태적인 측면의 연구를 강화할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 평가항목을 독립요소로 가정하여 분석을 실시하였다. 그러나 보행자 및 운전자와 같은 인간의 복합적인 생각을 현실화하기 위해서는 네트워크분석(ANP : Analytic Hierarchy Process), 구조방정식(SEM : Structural Equation Modeling)에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 이러한 향후 연구과제에 대한 다각적인 검토가 이루어진다면 연구의 완성도를 보다 더 높일 수 있을 것이라 판단된다.



## References

- Brian, L., et al. (1989). Planning Design and Maintenance of Pedestrian Facilities.
- Chang, D. M., et al. (1996). Pedestrian safety in Korea, Journal of traffic safety research Vol. 15.
- Choi, Y. R. (2000). Analysis of Pedestrian Accidents Using Fuzzy Approximate Reasoning Method, MS Thesis, Hanyang University.
- H. Douglas Robertson, Everett C. carter. (1988). Intersection Ranking Methodology for Pedestrian Safety, Journal of Transportation Engineering, Vol. 114, No. 6.
- Jeong, K. S., et al. (2009). "A development of criteria for evaluating school zone by utilizing analytic network process." *The Journal of Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 39, No. 1, pp. 263-271.
- Kim, J. S. (2000). A Study on the Effectiveness Analysis of the Staggered Pedestrian Crossings on the Urban Arterial Intersection, MS Thesis, Hanyang University (in Korean).
- Kim, Y. H. (2001). A Study on the Two signalized intersections using the crosswalk signal operational improvements, MS Thesis, University of Seoul (in Korean).
- Lee, S. I., et al. (2002). "A study on the change in pedestrian crossing behavior through the introduction on the countdown signal systems." *The Journal of Korea Planners Association*, Vol. 39, No. 1, pp. 263-271.
- Michael J. Cynecki. (1980). Development of a Conflict Analysis Technique for Pedestrian Crossings, TRR 743.
- Road Traffic Safety Association (1996). Development of Computation Model for Traffic Accidents Risk Index - Focusing on Intersection-, Research Reports (in Korean).
- Rumar, K. (1985). The Role of perceptual Cognitive Filters in Observed Behavior and Traffic Safety, NY : Plenum Press.
- Shin, M. Y. (1999). A study on location of crosswalks at signalized intersections, MS Thesis, Hanyang University (in Korean).
- The National Police Agency (2000). Practical Manual of Traffic Safety.
- Turban·Meredith (1994). Fundamentals of Management Science, The Mcfraw-Hill Companies INC.