

# 안전시설 설치 기준 마련을 위한 도로안전 판단지표 개발연구

## Study on the Development of Road Safety Judgment Indicators to Establish of Installation Criteria of Safety Facility

김도경\* · 황재성\*\* · 이재형\*\*\* · 이철기\*\*\*\*

\* 주저자 : 아주대학교 일반대학원 교통공학과 석사과정  
 \*\* 공저자 : 아주대학교 일반대학원 교통공학과 박사과정  
 \*\*\* 공저자 : 엘지유플러스 스마트모빌리티사업팀 책임연구원  
 \*\*\*\* 교신저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 교수

Do Kyeong Kim\* · Jae Seong Hwang\*\* · Jae Hyeong Lee\*\*\* · Cheol Ki Lee\*\*\*\*

\* Dept. of Transportation Eng. Univ. of Ajou  
 \*\* Dept. of Transportation Eng. Univ. of Ajou  
 \*\*\* LG Uplus. Dept. of Smart mobility  
 \*\*\*\* Dept. of Transportation Eng. Univ. of Ajou

† Corresponding author : Cheol Ki Lee, cklee@ajou.ac.kr

Vol.20 No.6(2021)

December, 2021  
pp.192~202

pISSN 1738-0774  
 eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.6.192>

Received 23 November 2021  
 Revised 30 November 2021  
 Accepted 2 December 2021

© 2021. The Korea Institute of  
 Intelligent Transport Systems. All  
 rights reserved.

### 요약

과거 안전시설 설치 기준 및 도로안전지수 등에 관한 다양한 연구가 수행되어왔다. 하지만 연구결과를 사용하기에 많은 조사항목과 사용하기 어려운 변수를 사용하는 등 현장에 적용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 연구결과의 적용 가능성을 고려한 도로안전 판단지표를 개발하고 안전시설의 설치 기준을 마련하고자 하였다. 유관시스템의 데이터 항목을 검토하였으며 이미 활용 중인 변수의 사용을 고려하였다. 상관분석과 요인분석을 통해 교통요인, 도로요인, 사고요인을 반영한 도로안전 판단지표를 개발하였으며, 군집분석을 통해 안전시설의 설치판단 기준 점수를 도출하였다. 분석결과 단일로에 비해 교차로에서 설치판단 기준 점수가 더 낮게 분석되었으며 교차로의 도로 위험도가 더 큰 것으로 분석되었다.

핵심어 : 안전시설, 설치 기준, 도로안전 판단지표, 요인분석

### ABSTRACT

In the past, various studies have been conducted on safety facility installation standards and road safety indices. But there are limitations in applying them to the field, such as using many survey items and variables that are difficult to use. Therefore, this study attempted to develop road safety judgment indicators considering the applicability of the research results and to prepare criteria for installing safety facilities. As part of the study, data of related systems were reviewed, and the use of variables already in use was figured out. Furthermore, the road safety judgment indicators reflecting traffic, road, and accident factors were developed through correlation and factor analysis. Later, the criteria score for determining the installation of safety facilities was derived through cluster analysis. The analyses suggested, that the installation judgment criterion score at the

intersection was lower than that of the single road(crosswalk), and the road risk at the intersection was higher.

Key words : Safety facilities, Installation criteria, Road safety judgment indicator, Factor analysis

## I. 연구 개요

### 1. 배경 및 필요성

교통사고를 예방하고 도로교통의 안전을 위해 도로법과 도로교통법에 근거하여 교통안전시설 및 도로안전시설을 설치하고 있다. 교통안전시설은 도로교통법 제3조에서 신호기, 안전표지, 노면표시로 규정하고 있으며, 도로안전시설은 도로법 제2조에서 시선유도표지, 중앙분리대, 과속방지시설 등으로 규정하고 있다. 이러한 안전시설은 설치 및 관리지침 등에 설치 기준이 마련되어 있으며 정량적인 설치 기준과 더불어 사고 발생의 위험이 있는 구간 등에 대해 설치·관리 담당자 및 관계자의 판단으로 설치할 수 있으나 이에 대한 정량적인 판단 기준이 없다.

과거 안전시설 설치 기준 및 도로안전지수 등에 관한 다양한 연구가 수행되어왔으나 연구결과를 사용하기에 많은 조사항목과 사용하기 어려운 변수를 사용함으로써 현장에 적용하기에는 한계가 있다. 또한, 기존 연구(So et al., 2020; Kim et al., 2013)에서는 도로 위험도를 판단하는데 있어서 사고 건수 등 사고요인을 고려한 지표를 제시하였다. 하지만 교통사고는 복합적인 요인으로 발생하기 때문에 사고요인뿐 아니라 교통 및 도로요인을 반영하고자 하였다. 사고, 교통, 도로 데이터를 수집하는 시스템이 관리기관별 시스템으로 분리되어 있으며, 교통량, 통행속도, 도로시설물 등 수집하는 데이터가 한정적이기 때문에 이 외의 데이터가 필요할 경우 직접 조사를 통해 수집하여 연구를 수행해야 했다.

본 연구에서는 이러한 한계점을 개선하여 도로안전 판단지표를 도출함으로써 연구결과에 대해 운영자가 불편함 없이 현장에 적용할 수 있는 지표를 개발하고자 하였다. 데이터 선정에 있어서 유관시스템의 데이터 항목을 검토하고 이미 활용하고 있는 변수를 사용하였으며, 도로안전 판단지표를 개발함으로써 안전시설 설치 기준을 마련하고자 하였다. 도출된 도로안전 판단지표를 통하여 관리자가 별도의 조사 없이 관심 지점에 대하여 도로 위험도를 객관적으로 판단하고 선정된 설치 기준을 기준으로 해당 도로의 위험 정도를 파악하여 안전시설물의 설치를 고려할 수 있도록 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 현장에 적용 가능한 도로안전 판단지표를 개발하여 안전시설의 설치 기준을 마련하고자 한다. 현황 및 이론적 고찰에서는 안전시설물의 설치 기준과 도로안전지수 등 관련 선행 연구 검토를 수행하였으며, 이를 통해 연구 방법론을 수립하였다. 분석부문에서는 상관분석으로 사고 영향요인을 선정하고 요인 분석을 통해 각 요인에 가중치를 산정하였다. 이를 통하여 도로안전을 판단할 수 있는 지표를 도출하였으며, 최종적으로 군집분석을 통해 안전시설을 설치하기 위한 설치판단 기준을 마련하였다.



<Fig. 1> Research Procedure

## II. 현황 및 이론적 고찰

### 1. 선행 연구 및 관련 연구 고찰

#### 1) 국내 안전시설 설치 기준 연구 : 무인 교통단속용 장비 설치기준

ARI(교통사고 위험지수) 지표는 2020년 12월 도로교통법의 개정으로 무인 교통단속용 장비의 설치장소 선정에 활용되고 있다. So et al.(2020)은 무인 교통단속용 장비의 설치 기준 마련을 목적으로 설치 판단지표인 ARI(교통사고 위험지수)를 개발하였다. 차량 속도 감소를 통해 인명피해 사고 감소에 효과가 높은 단속장비의 특성을 반영하여 인명피해 사고 건수와 사고 심각도를 반영하는 KSI<sup>1)</sup>를 변수로 사용하여 ARI 지표를 개발하였다. 일원배치 분산분석과 군집분석으로 도로유형을 분류하고, 단속장비의 설치판단 기준 ARI 값을 제시하였다. ARI 지표 산출식은 식(1)과 같다.

$$ARI = \sqrt{KSI^2 + \text{사고건수}^2} / \text{년} \dots\dots\dots (1)$$

#### 2) 안전지수 관련 연구

Kim et al.(2013)은 도로교통안전도의 거시적 평가를 위하여 인구, 자동차대수 등 변수에 따른 사고율의 영향을 반영한 각 지표별 가중치를 산정하여 지역 단위 도로교통안전도 비교평가지수 산정방법을 개발하였다. 3년간 교통사고와 인구, 자동차등록대수, 도로연장 데이터 수집을 통해 인구당 사고율, 자동차당 사고율, 도로연장당 사고율로 지표를 구축하였으며 각 지표의 가중치 산정을 위하여 최소제곱법을 사용하였다. 3개 지표의 합이 1이 되는 가중치 조합을 만들고 안전도 순위 편차의 제곱합을 최소화시키는 가중치 조합을 도출하였다. 이를 반영한 도로교통안전도 평가지수식은 식(2)와 같으며 여기서 A는 사고발생건수, P는 인구당사고건수, V는 차량당 사고건수, w는 각 지표의 가중치를 의미한다.

$$HTSI_i = w_1 \frac{A_i}{P_i} + w_2 \frac{A_i}{V_i} + w_3 \frac{A_i}{R_i} \dots\dots\dots (2)$$

1) KSI : Killed and seriously Injured, 사고위험지수로 사망자 수와 중상자 수의 합으로 산출

Sim et al.(2009)는 교차로의 교통안전 위험도 지수 모형을 개발하였다. 현장조사와 사고기록조사를 통해 교통사고, 도로 기하구조 및 교통특성에 대한 데이터를 수집하고, 연구 고찰을 통하여 사고건수, 기하구조, 교통량 등 평가항목을 선정하였다. 상관분석을 수행하여 선정된 평가항목 중 위험도 설명변수 3가지를 선정하였으며, 분산분석(ANOVA)을 통해 교차로 디자인 모형을 도출하고 계층분류 및 판별변수 선정을 통하여 신호 및 비신호 교차로 위험도 모형을 개발하였다.

Lee et al.(2021)은 고령자에게 최적의 안전한 경로를 제공하는 IoT 기반 고령자용 교통안전 보행자 시스템을 제안하였다. 변수는 거리, 도로 폭, 보호구역 여부, 교통사고 건수 등을 사용하였으며 보행 경로 선택에 영향을 미치는 우선순위를 반영하기 위해 요인분석을 통해 변수들의 상대적 가중치를 선정하였다. 도출된 4개의 요인들의 잠재변수의 총합을 계산할 수 있으며, 이 합계를 고령자에게 안전한 교통환경을 제공할 수 있는 경로의 안전점수로 하고 값이 클수록 안전도가 큰 것으로 하였다.

Seong et al.(2020)은 위험도로예보시스템<sup>2)</sup>의 도로 유형별 실시간 도로위험도지수를 개발하였다. 도로위험도지수는 교통사고 데이터를 기반으로 하며, 도로특성, 차종, 기상, 소통상황, 시간대에 따라 영향계수를 곱하여 실시간 도로 위험도를 평가한다. 영향계수는 다변수 회귀분석을 통해 도출하였으며, 2년간 도로구간에 적용하여 전체 분포도 등 검토를 통해 4개 등급으로 도로 위험도를 평가하였다.

Tarek(2002)는 도시부, 지방부 도로를 구분하여 도로안전위험지수(RSRI)를 개발하였다. 도로안전 영향요인을 선정하여 위험지표를 개발하였으며 위험도 평가를 위한 가이드라인을 구성하였다. 도로안전위험지수는 교통량, 속도 등을 고려하여 도로안전 위험도를 정량화하였다.

### 3) 시사점 및 차별성

선행 연구에서는 도로 안전도를 평가하기 위한 변수로써 사고 건수 등 사고요인만 고려하거나 현장조사를 통한 교통 및 도로여건에 대한 자료를 수집하여 활용하였다. 현장조사를 통한 데이터 수집에는 한계가 있고 많은 시간과 노력이 필요하기 때문에 본 연구에서는 연구결과의 실현 가능성을 고려하여 각 기관에서 운영하는 유관시스템의 데이터를 검토하였다.

연구 방법론의 경우 선행 연구의 방법을 참고하여 상관분석을 통해 교통사고와 관련된 영향변수를 도출하고 각 변수의 가중치 산정을 위한 방법으로 요인분석을 활용하였다.

## 2. 관련 이론고찰

### 1) 상관분석

상관분석은 두 변수에 대하여 서로 관련된 정도를 수치로써 상관계수로 나타내며 선형적인 관계를 확인할 수 있는 통계적 분석기법이다. 일반적으로 종속변수에 대해 상관도가 높은 독립변수를 도출하기 위해 사용된다. 상관계수는 -1부터 1까지의 값을 가지며  $\pm 0.4$  이상이면 상관도가 있다고 할 수 있으며  $\pm 0.2$  이하는 상관도가 거의 없다고 해석할 수 있다. 상관계수의 종류에는 <Table 1>과 같이 Pearson 상관계수, Spearman 상관계수, Point-biserial 계수 등이 있다. 변수가 정규분포를 따르는 경우 피어슨 상관계수를 사용하며, 정규분포를 따르지 않으면 Spearman 계수를 이용할 수 있다(Lee and Im, 2017).

2) 위험도로예보시스템 : 도로교통공단 교통사고분석시스템 내 위험도로예보 서비스

<Table 1> Types of correlation coefficients

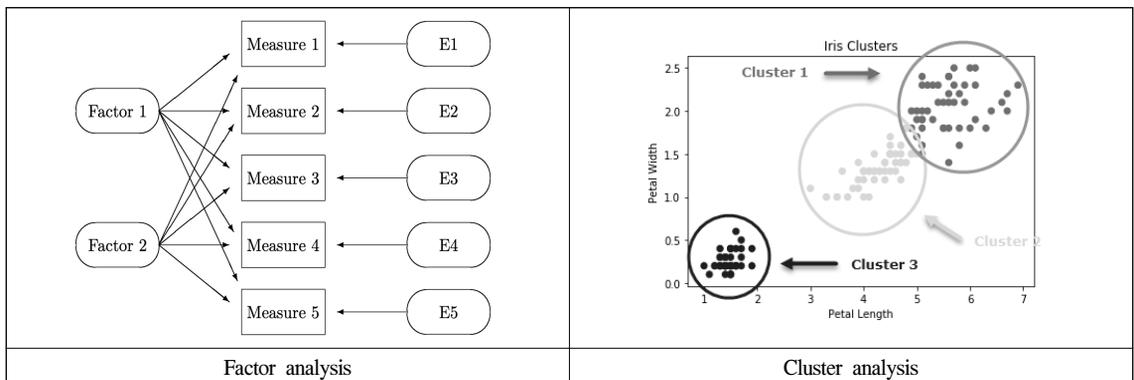
Type	Scale
Pearson	Interval/Ratio - Interval/Ratio
Spearman	Interval - Interval
Point-biseial r	Interval/Ratio - Nominal

2) 요인분석

요인분석(Factor Analysis)은 많은 변량 사이의 관계를 소수의 인자로 설명하기 위한 통계적 분석방법이다. 상관관계가 높은 변수에 공통적으로 영향을 주는 요인을 추출하여 변수의 수를 축소하는 기법으로 변수를 몇 개의 요인으로 그룹지어 각 요인의 특성을 파악할 수 있다. 요인분석의 순서는 상관행렬계산, 요인분석방법 결정, 요인 수 결정, 요인 회전, 요인 해석, 요인점수의 계산을 수행하며 요인분석방법으로 주성분분석법과 공통요인분석법이 있다(Kwak., 2013). 주성분 분석은 정보의 손실을 줄이고 변수들이 가지고 있는 총 분산을 가능한 많이 설명할 수 있는 요인을 효과적으로 추출할 수 있다(Lee et al., 2016). 요인분석은 상관관계가 높은 변수들끼리 그룹핑하는 것이므로 상관관계가 ±.3이하의 자료는 부적합하다고 할 수 있다(Lee and Im, 2017). 세부지표의 실제 자료 값들에 대한 통계분석결과를 활용한 대표적인 가중치 산정 방법 중 하나로 요인분석이 사용된다.(Lee et al., 2010).

3) 군집분석

군집분석은 다수의 대상을 그들이 가진 특성을 토대로 유사한 대상들끼리 그룹핑하는 다변량 통계기법으로 군집분석에 의해 두 개 이상의 그룹이 형성되면 각 그룹을 군집이라고 한다. 유클리드 거리(euclidean distance)를 통해 데이터 간의 유사도를 정의하고 그 유사도에 가까운 것부터 순서대로 합쳐가는 방법을 사용하여, 군집 내 구성원들은 가급적 유사하게 그리고 군집들 간에는 가급적 상이하게 대상들을 분류한다. 군집 분석에는 계층화 군집화와 비계층화 군집분석이 있으며, K-평균 군집분석은 비계층화 방법 중 하나로 K개의 군집을 도출한다(Lee et al., 2010). 군집의 수에 따라 결과가 달라지기 때문에 특정 군집에 분포가 밀집되지 않도록 분포 정도가 일정하도록 군집의 수를 결정하는 것이 중요하다(Noh, 2016).



<Fig. 2> Concepts of factor analysis and cluster analysis

### Ⅲ. 데이터 수집

#### 1. 유관시스템 데이터 검토

연구결과의 적용 가능성을 고려하여 사고·교통·도로·안전시설 등 유관시스템의 데이터 항목을 조사하였으며 수집 및 활용 가능 여부를 검토하였으며, <Table 2>와 같다. 사고 관련 시스템으로 도로교통공단의 교통사고분석시스템(TaaS)가 있으며, 경찰청의 도시교통정보센터(UTIC)에서 속도, 교통량 등을 수집하고 있다. 교통안전시설물은 교통안전시설물 관리시스템(T-GIS), 도로안전시설물은 정밀도로지도를 통해 관련 데이터의 수집이 가능하며, 표준노드링크에서 그 외 도로 유형, 차로수, 제한속도 등 도로 정보 데이터의 수집이 가능하다.

<Table 2> Related System Data

System	Institution	Data		Note
TaaS (Traffic Accident Analysis System)	Korea Road Traffic Authority	Accident	Number of accidents	Frequent Accident Area
			Amount of casualties	
			Cause/Type	
UTIC (Urban Traffic Information Center) / Local government ITS center	National Police Agency Korea Road Traffic Authority Local government	Traffic	Speed	-
			Volume	Limited Area
T-GIS (Traffic Safety Facility Management System)	Local government	Traffic Safety Facilities	Location	-
			Location of Protected Area	
Node Link	National Transport Information Center	Road	Road Shape	-
			Road Type	
			Number of Lane	
			Distance between intersections	
			Speed Limit	
HDmap	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Road Safety Facilities	Width of Lane	Limited Area
			Location of crosswalk	
			Location	

#### 2. 데이터 수집 및 전처리

본 연구에서는 도로교통공단의 사고 잦은 곳 데이터의 사고정보를 기준으로 교통정보, 도로정보, 시설물 정보를 매칭한 데이터를 활용하였다. 교통사고 잦은 곳 선정 기준은 인적피해사고를 대상으로 특별·광역시도 5건 이상, 기타지역은 3건 이상 발생지점이다. 활용한 데이터의 기간은 2013년부터 2017년까지 5년간의 교통사고 잦은 곳 지점 데이터를 사용하였으며, 도로종류를 구분하지 않고 일반도로<sup>3)</sup> 전체를 대상으로 분석을 수행하였다.

3) 일반도로 : 일반국도, 지방도, 시군도, 특별·광역시도를 포함

사고 영향변수를 도출하는 데 있어서 도로형태별 교통사고의 규모와 도로의 교통상황에 차이가 있기 때문에 교차로와 단일로를 구분하여 분석을 수행하였으며, 분석 지점수는 교차로 514개소, 단일로 339개소이다. 데이터 항목은 교통요인 2개, 도로요인 4개, 시설물 요인 3개(단일로 2개), 사고요인 2개로 총 교차로 11개, 단일로 10개 항목을 사용하였으며, <Table 3>와 같다.

<Table 3> Usage Data

No.	Factors	Data	
		Intersection	Single Road(crosswalk)
1	Traffic Factor	Volume	Volume
2		Speed	Speed
3	Road Factor	Speed Limit	Speed Limit
4		Number of Lane	Number of Lane
5		Area of Intersection	Area of Intersection
6		Distance between intersections	Distance between intersections
7	Facility Factor	Speed Bump	Speed Bump
8		Traffic Island	-
9		Median strip	Median strip
10	Accident Factor	Number of Accidents	Number of Accidents
11		ARI	ARI

데이터 항목들의 범위(scale)가 다르기 때문에 정규화 방법을 사용하였다. 범위를 맞추는 방법에 표준화와 정규화가 있으며, 표준화 수행 시 변수의 평균이 작을 경우 음수 값을 도출하기 때문에 도로 안전도를 점수화하는 데 있어서 부적합하다고 판단하였다. 정규화는 데이터 전체 구간을 0~100으로 설정하여 데이터를 관찰하는 방법으로 데이터 군 내에서 데이터가 가지는 위치를 볼 수 있으며, 표준화는 평균을 기준으로 얼마나 떨어져 있는지 나타내는 값으로, 단위가 다른 변수를 같은 기준으로 볼 수 있다. 정규화와 표준화 식은 식 (3), (4)와 같다.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \dots\dots\dots (3)$$

$$x = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \dots\dots\dots (4)$$

## IV. 도로안전 판단지표 개발

### 1. 교통사고 영향변수 도출

교통사고와 관련이 있는 영향변수를 도출하기 위하여 사고요인과 교통·도로·시설물 요인 간 상관분석을 수행하였다. 상관분석을 수행하기 전 변수들의 정규성 검정을 통하여 사용할 상관계수를 결정하였다. 정규성 검정 결과 교차로의 통행속도만 정규분포를 따랐기 때문에 Pearson 계수를 사용하였으며 그 외에는 Spearman 계수, 시

설물 요인은 명목변수(유무)로 Point-biserial 계수를 사용하였다. 상관분석 결과 <Table 4>, <Table 5>과 같다.

상관분석 결과 전체적으로 0.5 이하의 낮은 상관도를 보였으며 교통사고 특성상 다양한 원인으로 사고가 발생하기 때문에 한가지 변수가 사고와 큰 상관도를 나타내기는 어렵다고 판단하였다. 따라서 경험적 방법과 반복적 방법으로 변수들을 조합하여 사고요인과 상관계수가 높은 조합을 도출하였다.

간단하고 명확한 값을 도출하기 위해 많은 변수를 사용하지 않고 낮은 상관도를 보이는 변수들을 제외하였다. 상관도가 낮은 시설물 요인은 제외되었으며, 교통량·통행속도·제한속도·교차로 면적 및 이격거리의 조합이 최종 영향변수로 선정되었다. 선정된 영향변수는 <Table 6>과 같다.

<Table 4> Result of Correlation Analysis - Intersection

Factors	Data	Correlation coefficients	significance probability
Traffic Factor	Volume	0.418	0.000
	Speed	-0.341	0.000
Road Factor	Speed Limit	0.181	0.000
	Number of Lane	0.154	0.000
	Area of Intersection	0.558	0.000
	Distance between intersections	0.471	0.000
Facility Factor	Speed Bump	-0.149	0.000
	Traffic Island	0.042	0.000
	Median strip	-0.030	0.000

<Table 5> Result of Correlation Analysis - Single Road(crosswalk)

Factors	Data	Correlation coefficients	significance probability
Traffic Factor	Volume	0.345	0.000
	Speed	-0.311	0.000
Road Factor	Speed Limit	-0.072	0.000
	Number of Lane	-0.398	0.000
	Area of Intersection	0.426	0.000
	Distance between intersections	0.245	0.000
Facility Factor	Speed Bump	0.160	0.000
	Median strip	0.304	0.000

<Table 6> Influencing Variable

Factor	Intersection		Single Road(crosswalk)	
	Influencing variable	Correlation Coefficient	Influencing variable	Correlation Coefficient
Traffic Factor	Volume	0.418	Volume per Lane	0.542
	Speed Limit - Speed	0.352	Speed	0.311
Road Factor	Area of Intersection + Distance between Intersection	0.583	Area of Intersection	0.426

## 2. 도로안전 판단지표

선정된 변수들이 사고에 미치는 정도에 차이를 반영하기 위해 가중치를 산정하였으며, 가중치를 산정하는 방법으로 요인분석을 사용하였다. 도로안전 판단지표를 구성하는 변수로써 상관분석을 통해 선정된 영향변수와 ARI 지표를 사용하여 사고요인을 반영하였다. 따라서 교통요인, 도로요인, 사고요인 총 4개의 변수를 사용하여 요인분석을 수행하였다.

요인분석은 다수의 변수를 대상으로 수행하여 소수의 그룹(요인)으로 축약하기 위해 사용하나, 본 연구에서는 상관분석을 통해 선정된 변수들의 가중치를 산정하기 위한 방법으로 사용하여 전체 요인을 분석하지 않고 선정된 변수와 ARI변수만 요인분석을 수행하였다. 요인분석 결과 교차로에서는 4개 변수 모두 같은 그룹으로 도출되었으며, 단일로에서는 2개 그룹으로 나누어져 ARI와 교통량, 통행속도와 교차로 면적이 서로 상관이 있는 것으로 분석되었다. 요인분석을 통해 도출되는 요인점수를 가중치로 사용하였으며, 그 값은 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Result of factor analysis - Weight

Intersection		Single Road(crosswalk)	
Selected Variables	Weight	Selected Variables	Weight
ARI	0.421	ARI	0.510
Volume	0.347	Volume per Lane	0.428
Speed Limit - Speed	0.311	Speed	0.791
Area of Intersection + Distance between Intersection	0.326	Area of Intersection	0.553

교통사고 영향변수에 가중치를 반영한 도로안전 판단지표 식을 도출하였으며 도로안전 판단지표 점수가 높을수록 위험도가 크다고 할 수 있다. 도로안전 판단지표의 결과를 검증하기 위해 도로안전 판단지표 점수와 사고 건수의 상관분석을 수행하였다. 분석결과 교차로는 0.950, 단일로는 0.807로 유의미한 상관관계를 보였다. 교차로와 단일로의 도로안전 판단지표 산출식은 식(5), (6)와 같으며 산출식을 통해 도출된 점수를 도로 위험도 점수로 하였다.

$$\text{교차로} = 0.421*(ARI) + 0.347*(\text{교통량}) + 0.311*(\text{제한속도} - \text{통행속도}) + 0.326*(\text{교차로면적} + \text{이격거리}) \dots (5)$$

$$\text{단일로} = 0.510*(ARI) + 0.428*(\text{차로당 교통량}) + 0.791*(\text{통행속도}) + 0.533*(\text{교차로면적}) \dots (6)$$

## 3. 설치판단 기준 수립

안전시설물 설치 판단 기준 점수를 도출하기 위하여 도로 위험도 점수의 K-평균 군집분석을 수행하였다. 군집 수는 5개의 경우 가정 적절한 것으로 분석되었으며 분석결과는 <Table 8>과 같다.

위험도 점수에 대해 1~5 군집으로 구분되어 1번 군집에 가까울수록 상위 군집으로 위험도 점수가 높으며, 따라서 상위 군집일수록 위험도가 높은 군집이라 할 수 있다. 군집 간 차가 가장 큰 군집의 최소값을 설치 기준 점수로 하였으며, 설치판단 기준 점수는 교차로 5.86, 단일로 13.05로 도출되었다. 활용한 데이터가 사고 잦은 곳 데이터이기 때문에 모든 지점을 위험 지점으로 하고 각 기준 점수를 기준으로 고위험과 저위험

으로 구분하였다.

군집분석 결과 교차로에 비해 단일로의 판단 기준 점수가 높게 도출되었는데 이는 앞서 수행한 상관분석에서 분석되었듯이 사고에 영향을 미치는 요인으로 교차로 면적 등 교차로 규모가 관련이 있는 것을 알 수 있다. 단일로의 경우 교차로보다 규모가 작고 교통량도 적기 때문에 상대적으로 사고 위험도가 낮아 이와 같은 결과를 도출한 것으로 판단하였다.

<Table 8> Result of Cluster Analysis

	Cluster	Average	Max	Min	Difference <sup>4)</sup>	Number	Risk
Intersection	1	11.94	14.16	10.41	0.11	88	High Risk
	2	8.76	10.31	7.73	0.04	159	
	3	6.93	7.69	5.86	0.22	153	
	4	5.00	5.65	4.26	0.13	36	Low Risk
	5	2.62	4.13	0.50	-	78	
Single Road (crosswalk)	1	14.02	16.66	13.05	0.44	8	High Risk
	2	11.60	12.61	11.05	0.09	27	Low Risk
	3	10.13	10.96	9.48	0.11	53	
	4	8.88	9.37	8.41	0.06	77	
	5	7.56	8.35	6.22	-	174	

#### IV. 결론 및 향후 연구

본 연구는 안전시설물의 설치 기준을 마련하기 위해 도로안전 판단지표를 개발하였다. 연구결과의 현장 적용 가능성을 고려하여 도로안전 판단지표의 구성 변수로써 유관시스템의 연계데이터를 검토하였다. 상관분석을 통해 교통요인, 도로요인, 사고요인의 영향변수를 도출하고 요인분석을 통해 가중치를 산정하여 도로안전 판단지표를 개발하였다. 판단지표 산출식으로 도로 위험도 점수를 산출한 후 군집분석을 수행하였으며 안전시설물 설치 판단기준 점수를 도출하였다. 그 값은 교차로 5.86, 단일로 13.05로 분석되었으며, 이를 기준으로 고위험과 저위험 지점으로 구분하는 기준으로 설정하였다.

도출된 결과를 통하여 고위험 지점에 대하여 안전시설의 설치를 고려하도록 하는 것을 목적으로 하였다. 이를 통하여 교통 관리자가 안전시설물의 설치 여부를 고려 중인 지점에 대하여 도로안전 판단지표의 점수를 통해 도로의 위험도를 파악하고 설치 여부를 결정하는데 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

안전시설물은 속도 저감, 시인성 향상 등 다양한 목적으로 설치가 되고 있다. 앞으로 자율주행 시대에 있어서 지금보다 더 다양한 인프라(안전시설물)의 설치가 필요할 것이다. 따라서 향후 연구에서는 안전시설물의 종류를 고려하여 도로안전 판단지표를 고도화해야 할 것으로 보인다. 또한, 도로유형별 특성에 차이를 고려하기 위해 도로유형별 세부 기준 마련에 관한 연구가 필요하다.

4) Difference(군집간 차) : 상위 군집의 최소값 - 하위 군집의 최대값

## ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2021년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021C28S01000, 자율주행 혼재시 도로교통 통합관제시스템 및 운영기술 개발)

## REFERENCES

- Kim K. Y. et al.(2013), "Evaluation of the Highway Traffic Safety Exposure Measures," *Journal of Korea Society of Transportation*, vol. 31, no. 5, pp.26-36.
- Korea Road Traffic Authority(2018), *A Study on the Appropriate Installation of Unmanned Transportation Control Equipment and the Next Generation Operation Strategy*.
- Kwak J. M.(2013), *Research and Statistical Analysis*, Seoul: Informa Academy.
- Lee D. M. et al.(2011), "Analysis of Effects from Traffic Safety Improvement on Roadways using C-G Method," *Journal of Korea Society of Transportation*, vol. 29, no. 3, pp.31-40.
- Lee H. S. and Im J. H.(2017), *SPSS 24 Manual*, Seoul: Jyphyunjae.
- Lee J. H. et al.(2010), "Calculating the Weights of Indicators for Science and Technology Innovation Capability Index," *The Journal of Business and Economics*, vol. 25, no. 3, pp.1-34.
- Lee K. M. et al.(2021), "An IoT-based Traffic Safety Pedestrian System for the Elderly by Factor Analysis," *The Korea Institute of Intelligent Transport System*, vol. 20, no. 1, pp.1-9.
- Lee S. et al.(2016), "A Study on the Travel Characteristics of Administrative Unit by Factor and Cluster Analysis: Focused on Incheon Metropolitan City," *The Korea Institute of Intelligent Transport System*, vol. 15, no. 3, pp.94-104.
- Noh G. S.(2016), *Statistical analysis of papers: SPSS&AMOS21*, Seoul: Hanbit Academy.
- Seong R. H. et al.(2020), "Risk Road Forecasting System Based on Road Risk Index," *Korea Society of Road Engineers*, vol. 22, no. 1, pp.67-73.
- Shim K. B. et al.(2009), "Development of Computation Model for Traffic Accidents Risk Index," *Korean Society of Road Engineers*, vol. 11, no. 3, pp.61-74.
- So H. J. et al.(2020), "Study on Estimation of Unmanned Enforcement Equipment Installation Criteria and Proper Installation Number," *The Korea Institute of Intelligent Transport System*, vol. 19, no. 6, pp.49-60.
- Tarek S.(2002), "Development of a Road Safety Risk Index," *Transportation Research Record*, no. 02-2814, pp.33-42.