

시각적 메시지와 시각적-청각적 메시지가 보행자의 안전행동에 미치는 효과분석

Analysis on Effects of Visual Messages and Auditory Messages on Pedestrian Safety Behavior

김진관* · 오세진**

* 주저자 : 중앙대학교 심리학과 석사과정

** 교신저자 : 중앙대학교 심리학과 교수

Kim Jin kwan* · Oah She Zeen**

* Dept. of Psychology, Univ. of Chung-Ang

** Dept. of Psychology, Univ. of Chung-Ang

† Corresponding author : Shezeen Oah, shezeen@cau.ac.kr

Vol.19 No.5(2020)

October, 2020

pp.138~150

pISSN 1738-0774

eISSN 2384-1729

<https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.5.138>

2020.19.5.138

Received 12 August 2020

Revised 21 August 2020

Accepted 17 September 2020

© 2020. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요약

최근 5년간 보행자 교통사고 분석 결과, 전체 교통사고 사망자 중 보행자가 차지하는 비중은 약 40%를 차지하여 교통안전에 매우 취약한 상황이다. 교통사고를 감소 및 예방하기 위한 여러 정책적·공학적 접근이 이루어졌으나 연 평균 사고 변화율은 -0.7%로 아직 실효성이 미흡하다고 볼 수 있다. 교통사고 예방을 위한 선행연구에서는 주로 운전자를 대상으로 한 연구가 실시되어 보행자의 안전에 대한 연구는 미흡하였다. 이에 본 연구에서는 보행자에게 시각적 메시지를 제시하는 것과 시각적 메시지에 청각적 메시지를 추가하여 제시하는 것에 대한 효과성을 검증하였다. 실험은 교차로에 인접한 횡단보도에서 실시되었으며 총 898명의 보행자에 대한 안전 행동이 수집되었다. 연구 결과 시각적 메시지만을 제시하는 것보다 청각적 메시지를 혼합하여 제시하였을 때 보행자의 전반적 안전행동은 더 향상된 것으로 나타났다. 따라서 단일 자극 형태의 메시지를 제공하는 것보다 혼합된 형태의 메시지를 제공하는 것이 더 효과적이라는 결과를 도출하였다.

핵심어 : 가변전광표지, 보행자, 시각적 메시지, 시각적-청각적 메시지

ABSTRACT

Pedestrians are the most vulnerable road users. According to one analysis of traffic accidents over a five year period, pedestrians accounted for about 40% of all road traffic deaths in South Korea. Although some policy and engineering approaches have been taken to reduce and prevent traffic accidents, the annual accident change rate is -0.7%, which is insufficient. This study verifies the effectiveness of presenting visual messages to pedestrians and the effect from adding auditory messages to the visual messages. The experiment was conducted on crosswalks adjacent to an intersection, and safety behaviors were recorded for a total of 898 pedestrians and considered sufficient. As a result of the study, overall pedestrian safety behavior improved when both visual and auditory messages were presented, rather than just visual messages. Therefore, the results indicate it is more effective to provide a mixed visual/auditory form of messages, rather than providing single stimulus messages.

Key words : VMS, Pedestrian, Visual Messages, Visual-auditory Messages

I. 서론

1. 연구배경

지난 수십 년간 국내 교통환경은 급격하게 발전하였으나, 보행자의 교통안전은 상대적으로 미흡한 상황이다. 국내 교통사고 유형은 차대사람 비율이 30.0%이며, 전체 교통사고 사망자 중 보행자는 40.0%를 차지하고 있다. 이는 OECD 국가 평균(18.6%) 대비 2배 이상이며, 인구 10만 명 당 보행사망자수는 3.3명으로 OECD 회원국 평균의 3배를 상회하는 수치이다(National police agency, 2020). 최근 5년간 중상해 보행사상자 118,290명 중 횡단 중 사상자는 전체 보행자 대비 약 60%(70,987명)수준으로 횡단보도에서의 안전 문제가 매우 심각한 것으로 나타났으며, 횡단보도 보행 안전을 위한 차별적인 대책이 필요할 것으로 판단된다. 현재 교통사고 예방 및 안전한 교통 환경을 조성하기 위한 여러 교통안전 시설물이 설치 및 운영되고 다양한 법제도가 시행되고 있으나, 연평균 사고변화율이 -0.7%에 그쳐 대안적인 접근법의 모색이 필요하다(Koroad, 2019).

기존의 안전대책은 시설물을 설치 및 운영하는 공학적 개입이나, 입법 등의 정책적 개입을 중심으로 이루어졌다. 구체적으로 교통안전을 향상시키기 위한 공학적인 개입에는 차로폭 축소, 고원식 횡단보도, 과속단속 카메라 등(National police agency, 2020)이 있으며, 이는 운전자를 대상으로 차량의 저속 운행을 유도하기 위한 교통 정온화(Traffic Calming)를 목적으로 한다. 정책적 접근은 개정된 도로교통법에 의거하여 안전자의 안전운전 의무를 강화하는 것을 중심으로 한다. 최근 개정된 도로교통법에서는 교차로 보행자 우선제도를 신설하여 교차로 보행사고 방지를 위해 차량 적신호 시 우회전하기 전 횡단보도 앞에서 일시정지 후 서행을 의무로 규정하고 있으며, 이와 같은 정책적 접근은 운전자로 하여금 처벌 회피 동기를 불러일으켜 운전자에게 안전운전을 유도하는 것을 목적으로 하고 있다.

그러나, 아무리 공학적으로 면밀하게 설계되고 법규제의 측면을 강화한다고 하더라도 도로환경에 존재하는 보행자의 돌발행동이나 불안전 행동이 감소되지 않는다면 보행자 안전사고는 감소되지 않을 수 있다. 즉, 교통환경은 차뿐만 아니라 보행자가 함께 존재하는 환경이기 때문에 보행자 안전이 확보되기 위해서는 운전자 중심의 안전대책과 보행자 행동변화 중심의 안전대책이 함께 이행되어야 한다. 그러나 교통환경에서 안전대책은 운전자의 안전운전 의무 강화 및 운전자에게 영향을 미치는 시설물 등의 도입과 같이 운전자 중심으로 이뤄져있는 것이 실정이다. 최근 보행자의 보행 중 스마트폰 사용자가 증가됨에 따라 도로환경에서 보행자의 주의가 분산되어, 교통사고 발생률이 해마다 늘고 있는 추세이고 고령화에 따른 교통약자가 꾸준히 늘어나고 있는 상황이다. 따라서 보행자 행동변화 중심의 안전대책이 모색되어야 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 위에서 언급한 기존의 운전자 중심의 연구 및 정책과는 달리 보행자를 대상으로 한 연구를 실시한다는 점에서 향후 보행자 안전을 위한 대책 및 접근에 기여하는 것이다. 이를 위해 횡단보도에서 유형별 메시지 처리에 따른 보행자의 안전행동 변화를 비교분석하여 가장 효과적인 처리 결과를 제시하는 것을 목표로 하였다. 횡단 상황을 3단계로 나누어 보행자의 인적특성을 고려한 구체적 메시지를 전달하는 것은 단순 교통표지에 비해 뛰어난 효과성을 가질 것으로 예상된다.

3. 연구의 범위

본 연구의 내용적 범위는 횡단 상황에서 시각적 메시지와 시각적-청각적 메시지에 따른 보행자의 안전행동 변화를 비교 분석하여 처치의 효과를 검증하는 것이며, 시간적 범위는 측정시간을 14:00~16:00, 16:00~18:00, 18:00~20:00으로 나누어 일일 3차례 관찰을 실시하였다. 보행 중 중상해 사상자 시간대별 현황을 보면 18:00~20:00시가 14.5%로 가장 높았고, 다음으로 16:00~18:00, 14:00~16:00시의 사고 발생률이 각각 11.6%, 9.9%로 많이 발생했다(Koroad, 2019). 따라서 시간대를 3차례로 나누어 시간대에 따른 처치의 효과를 비교하고자 하였다. 공간적 범위는 서울시 동작구 C대학교 후문에 위치한 교차로가 있는 횡단보도에서 실시되었다. 해당 장소가 실험 장소로 선정된 이유는 차량과 보행자의 통행량이 많으며 비보호 좌회전 및 보행자 신호 시 우회전이 가능한 곳으로 잠재적 사고 위험이 높아 처치의 효과가 명확하게 나타날 것으로 판단되었다.

II. 관련 이론 및 연구 고찰

1. 관련 이론 고찰

최근 운전자뿐만 아니라 보행자 안전행동 및 의식을 향상시키기 위한 지능형 교통체계(ITS: Intelligent Transport System)가 대두되고 있다. 예를 들어, Park et al.(2014)의 연구에서는 LED 안전유도블록을 설치하여 기존의 횡단보도 조명 개선이 야간교통사고감소에 미치는 효과를 분석하였다. 위 연구에서 LED 안전 유도블록은 조도를 40~60[lx] 범위의 LED 블록을 사용하여 횡단보도 보행자 대기구간에 설치되었다. LED안전유도블록의 설치전후를 비교한 결과, 야간 교통사고 발생건수와 부상자수가 각각 41.2%, 38.6% 감소하였고 사망자 수는 55.1%의 감소율을 나타내어 효과성이 입증되었다.

보행자의 행동을 보다 효과적으로 변화시킬 수 있는 방법으로 행동분석의 원리를 활용한 인간공학적 접근법을 제안할 수 있다. 행동분석에서는 일련의 행동과정을 ABC 모델로 설명한다. ABC 모델은 특정 행동을 변화시키기 위한 자극으로 행동에 선행하여 주어지는 선행자극(A : Antecedent)이 행동(B : Behavior)에 영향을 미치고, 행동에 대한 결과(C : Consequence)가 행동을 증가시키거나 감소시킨다고 설명하는 모델이다. 불특정다수가 존재하는 도로환경에서 특정인의 행동에 대한 결과를 제공하는 것은 매우 제한적이기 때문에 선행자극을 활용한 개입들이 빈번하게 적용되었다.

선행자극을 활용한 개입의 가장 일반적인 형태는 운전자 및 보행자에게 행동 이전에 적시적으로 메시지를 전달하는 것이다. 메시지는 특정 행동을 유도하기 위해 제시되는 자극을 의미하며, 자극의 유형에 따라 시각적 메시지, 청각적 메시지, 언어/비언어적 메시지 등으로 구분되며, 이러한 메시지는 둘 이상의 유형이 조합되어 제시될 수 있다. 교통환경에서 메시지가 효과적으로 전달되기 위해서는 메시지가 행동 직전에 적시적으로 제시되어야 하고, 메시지의 내용이 개인의 구체적인 행동을 포함하여야 하며(Geller, 2016), 제시되는 정보가 정해진 시간 내에 충분히 이해 가능한 수준이어야 한다. 또한, 메시지의 적절한 제공 시간도 메시지의 효과성에 영향을 미칠 수 있다.

교통안전을 향상시키기 위해 메시지를 활용한 대부분의 선행연구는 문자, 그림 등의 형태인 시각적 메시지를 사용하였다(e.g., Johnson et al., 2003; Oah et al., 2001; Ford et al., 2014). Jin and Lee(2016)의 연구에서는 보행자와 운전자에게 안전관련 메시지를 전달하는 횡단보도 지원시스템을 도입하여 설치 전·후 차량의 주행 속도 및 보행자의 통행 안전에 대한 효과를 검증하였다. 연구에서 사용된 시스템은 DFS(Driver, Feedback System) 및 LED-차량신호등 연계형 과속방지턱 등의 안전시설물을 결합하여 구성하였다. 연구결과, 시스템

설치 전·후 차량의 주간 및 야간 통행 속도가 감소하였으며 횡단 전 또는 횡단 중 좌·우를 확인하는 보행자의 비율이 27.9%에서 62.9%로 개선되었다. 도로환경에 설치된 교통안전표지는 시각적 메시지의 대표적인 사례라고 볼 수 있다. 교통표지는 주로 그림과 같은 상징적인 이미지를 통해 제시되며 차량 운행 중인 운전자에게 정해진 시간 내 빠르게 정보를 전달하는 역할을 한다. 교통표지의 효과성을 검증한 연구에서는 그림으로 제공되는 시각적 메시지만 단독으로 제공한 것보다 언어가 포함된 시각적 메시지를 함께 제공하였을 때 교통 표지에 대한 운전자의 이해 속도와 정확도가 더 향상된 것으로 나타났다(David and Margreet, 2013).

최근 처치에 대한 전후 비교에서 대상에 대한 처치의 효과크기를 분석하기 위한 방법으로 Tau-U가 활용되고 있다. Tau-U는 Parker et al.(2011)이 단일대상 실험연구를 메타분석하는 방법으로 제안한 효과크기 지표이며, 시계열(time-serial) 자료 분석에 있어 기저선의 불안정한 추세를 통제할 수 있는 장점이 있다. 또한 비모수적 통계검정을 통해 단계 별 유의확률과 신뢰구간을 제공하여 연속적으로 처치가 반복되는 자료를 분석하기에 적합하다. 본 연구에서는 동일 장소에서 관찰한 보행자의 안전 행동에 대한 처치 별 분석 결과를 통계적으로 검증하기 위해 웹 기반 프로그램(<http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u>)을 활용하여 Tau-U 값을 산출하였다.

2. 선행 연구

ITS의 구성요소 중 하나인 가변전광표지(VMS: Variable Message Sign)는 도로상황, 도로 주행 시 준수사항, 위험표시 등 정보를 제공하는 매체로 정의되며, 운전자 및 보행자에게 언어적/비언어적인 시각적 메시지를 효과적으로 전달할 수 있다. Lim et al.(2018)은 VMS 메시지 제시 유형(상시적, 적시적)이 주행차량속도 감소 및 속도 준수에 미치는 효과를 분석하였다. 연구에서 사용된 메시지의 내용은 ‘전방에 교통약자, 규정 속도 준수’였으며, 고휘도 LED 전광판을 통해 전달되었다. 연구결과, 두 VMS 제시 유형 모두 주행차량속도 감소에 효과적인 것으로 나타났다. Kum et al.(2005)는 운전자의 인지반응 특성요소를 효과적으로 활용하여 VMS 표출방식간(점멸형, 고정식, 스크롤) 유의성 검증을 실시하였다. 운전자의 인지특성을 현저성, 판독성, 이해성으로 선정하여 표출방식에 대한 각각의 실험을 수행한 결과, 현저성과 이해성에서 점멸형 표출 방식이 상대적으로 더 높은 효과가 나타났다.

위의 연구를 포함한 기존 VMS 연구는 주로 운전자를 대상으로 실시하였기 때문에 시각적 메시지의 특성에 대한 효과성 검증을 중점적으로 다루었다. 운전자를 대상으로 한 대부분의 연구들이 시각적 메시지를 사용했던 이유는, 대안적인 메시지 유형인 청각적 메시지를 전달하는 것이 소음과 거리 등의 물리적인 장애 요인으로 인해 제한되었기 때문이다. 반면에 상대적으로 보행자를 대상으로 한 청각적 메시지 전달은 가능하다. Van et al.(1997)의 연구에서는 청각적 메시지가 교차로에서 대기하는 보행자의 관찰행동에 미치는 영향을 검증하였다. 메시지는 “보행자 신호로 바뀔 때 까지 대기하십시오”, “선회하는 차량을 확인하십시오”로 전달되었다. 연구 결과, 청각적 메시지는 보행자와 차량 간 충돌 감소에 매우 효과적이었으며 선회하는 차량에 더 빠르게 반응하는 것으로 파악되었다.

그러나 청각적 메시지만 독립적으로 제공하는 것에는 한계가 있을 수 있다. 보행 중 스마트 기기 사용실태를 조사한 연구에서는 전체 단일 보행자 8,352명의 주의분산 행동유형 중 청각 주의분산 유형이 1,592(62.6%)명으로 가장 많았고 다음으로 시각 주의분산이 255명(10.0%)으로 나타나 청각 주의분산이 가장 일반적인 것으로 나타났다(Kang et al., 2016). 이러한 이유로 보행자를 대상으로 청각적 메시지만 제공하는 것은 효과가 제한적일 수 있으므로 시각적 메시지와 혼합하여 제시하는 것이 더 효과적일 것으로 판단된다.

최근 VMS를 활용하여 보행자 안전행동 변화를 중심으로 연구가 이루어진 바 있다. Choi(2020)는 시각적

메시지가 보행자의 안전행동 향상에 미치는 효과를 검증하였다. 구체적으로 실험은 고휘도 LED 전광판을 보행자가 건너는 횡단보도 맞은편에 설치하여 보행전, 중, 후 핵심 안전행동에 대한 구체적인 안전행동이 포함된 시각적 메시지를 전달하는 것이었다. 연구결과, 언어를 포함한 시각적 메시지를 제시하였을 때 불특정 다수 보행자의 구체적인 안전행동 비율이 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 그러나 일반적인 교통환경은 수많은 시각적 자극이 존재하여 보행자의 주의가 분산될 가능성이 크고, 주변 자극이 많아 메시지의 현저성이 감소할 가능성이 있다. 예를 들어, 휴대폰을 사용하거나 무리를 지어 이동하는 경우에는 주의가 분산되어 시각적 메시지를 인지하지 못할 수 있다. 보행자들의 사고 비율 중 61.7%가 보행 중 휴대전화를 사용하던 중에 사고를 당한 것으로 나타났다. 또한 휴대전화를 사용하는 보행자 중 횡단 시작 전 좌우를 확인하는 비율은 15.2%에 불과한 것으로 나타나(Samsung Traffic Safety Research Institute, 2018), 주의분산을 감소시킬 수 있는 방안이 모색되어야 하며 안전행동을 유도할 수 있는 구체적인 메시지가 제공될 필요가 있다. 청각적 메시지는 문장으로 구성된 메시지를 통해 전달되므로 시각적 메시지에 비해 비교적 구체적인 진술이 가능하다. 이에 본 연구의 목적은 언어가 포함된 시각적 메시지와 시각적-청각적 메시지를 제공하는 것이 보행자의 안전행동에 미치는 효과를 비교 검증하는 것이다.

Ⅲ. 연구방법

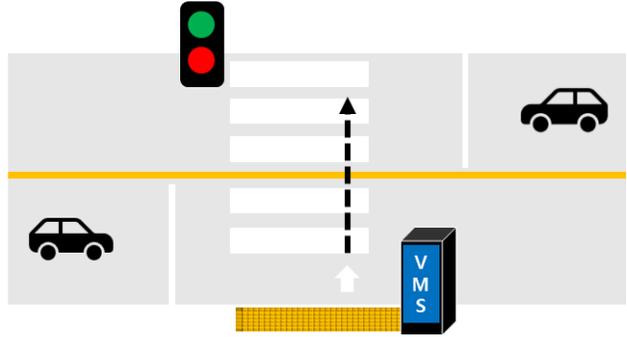
1. 참가자 및 환경

본 연구는 서울시 동작구 소재 C대학 후문에 인접한 횡단보도 한 곳에서 진행되었다. 해당 장소는 다수의 비보호 좌회전 차량 및 우회전 차량으로 인해 보행자 안전이 위협되는 곳이었으며, 횡단보도 건너편 좌측 마을버스 정류장이 위치하여 버스 탑승을 위해 무단횡단 등 불안전행동을 보이는 보행자도 빈번하게 관찰되는 장소였다. 본 연구의 참가자는 <Fig. 1>에 표시된 화살표 방향으로 횡단보도를 건너는 불특정 다수의 보행자들이었다. 연구자 및 보조관찰자는 관찰 및 측정 시간의 범위를 14:00~16:00, 16:00~18:00, 18:00~20:00로 구분하여 각각 30분 동안 일일 3번 관찰하였다.

2. 종속변수 및 측정

본 연구의 종속변수는 보행자 안전행동 비율(%)로 정의되었다. 보행자의 안전행동은 경찰청 방어보행 3원칙을 토대로 사전실험을 거쳐 3가지 목표행동으로 구성되었으며, 보행자 행동 체크리스트를 제작하여 연구자와 보조 관찰자가 함께 실험 장소에서 직접 관찰 및 측정을 진행하였다.

각 횡단 절차별 구체적인 목표행동 및 측정 기준은 다음과 같다. 횡단대기 단계의 목표 행동은 횡단보도 신호 대기 중 노란색 점자블록 안쪽에 서있는 것이다. 보행자가 점자블록을 넘어서지 않고 인도에 위치한 경우 안전행동으로 간주하였으며, 점자블록을 밟거나 넘어서는 경우 불안전행동으로 간주하였다. 횡단시작 단계의 목표 행동은 좌우를 확인하는 것이다. 신호가 녹색불로 바뀐 후 보행자가 횡단보도로 진입하기 직전 혹은 횡단보도 진입을 시작하면서 고개를 돌려 좌우를 살핀 경우 안전행동으로 간주하였으며, 한 쪽 방향만 확인하거나 신호등만 확인하고 건너는 경우 불안전행동으로 간주하였다. 횡단 중 단계의 목표 행동은 횡단보도 우측으로 통행하는 것이다. 보행자가 횡단보도 우측으로 통행을 시작하고 중앙선 이후 횡단보도를 벗어나지 않는 경우 안전행동으로 간주하였으며, 보행자가 좌측에서 통행을 시작하거나 횡단보도 범위를 벗어나는 경우 불안전행동으로 간주하였다.



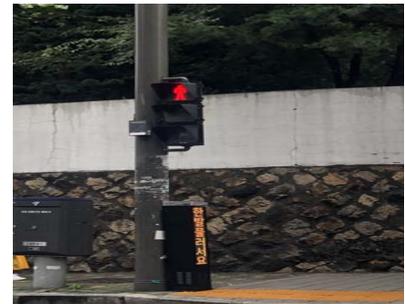
<Fig. 1> Experimental Setting

3. 독립변수 및 실험절차

본 연구의 독립변수는 시각적 메시지의 단독 처치와 시각적 메시지 및 청각적 메시지의 복합 처치로 구분된다. 시각적 메시지의 제공을 위해 사용된 실험도구는 가로 250mm, 세로 220mm, 높이 1420mm의 외부케이스에 가로 160mm, 세로 960mm의 1단X6열 고휘도 LED 전광판이 내장된 것이었다. 청각적 메시지를 제공할 때에는 블루투스 스피커(Bluetooth ver.5.0, 3W, 100Hz~20KHz)를 활용하였다. 시각적 메시지의 내용은 경찰청 제정 방어보행 3원칙(“서다, 보다, 건다”)를 참고로 하여, 각 횡단절차에 따라 ‘한발 물러서요’, ‘양옆을 살피요’, ‘우측통행해요’로 구성되었다(<Fig. 2> 참조). 또한 청각적 메시지는 경찰청 보행신호 음성안내 보조장치 표준지침을 참고하여, ‘노란선 안쪽으로 한 걸음 물러나 주시기 바랍니다.’, ‘녹색불이 켜지면 양옆을 살핀 후, 횡단보도 우측으로 건너시기 바랍니다.’로 제시하였다. 본 연구의 실험도구의 설치 예시는 <Fig. 3>에 제시하였다.



<Fig. 2> Examples of the Three Messages Displayed on the Electronic Display



<Fig. 3> An Example of Installation of the Electronic Display

실험 절차는 각 조건 간 처치효과에의 명확한 비교를 위해 다중 처치 반전 설계(Multiple Treatment Reversal Design)를 적용하였다. 다중 처치 반전 설계는 한 실험 내에서 두 가지 이상의 처치를 적용해야 할 때 사용되며 처치들 간 상대적인 효과를 비교하는 것이 용이하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 다중 처치 반전 설계가 ABCBC 절차로 구성되었다. A는 처치가 가해지지 않는 기저선 단계를 의미하며 B와 C는 각각 다른 유형의 독립변인이 도입되는 단계이다. 따라서 ABCBC 절차에서 각 독립변인은 두 번씩 도입되며 A와 B 그리고 B와 C의 직접적인 비교가 가능하다. 반면에 다중 처치 반전 설계의 제한점으로는 각 처치가 순서대로 적용

되기 때문에 순서 효과로 인한 오염 가능성이 있다. 그러나 본 연구에서는 동일 피험자가 아닌 불특정 다수의 보행자를 대상으로 처치가 적용되었기 때문에 순서 효과에 대한 오염 가능성이 적다고 판단되어 다중 처치 반전 설계가 채택되었다. 구체적인 실험절차는 다음과 같다. 기저선 조건(A)은 처치 전후의 효과를 비교하기 위해 어떠한 처치도 적용하지 않았다. 시각적 메시지 조건(B)은 보행자가 실험장소로 진입했을 때 전광판을 통해 3가지 메시지가 현출되었고, 관찰자는 보행자가 횡단을 대기하면서부터 횡단을 마칠 때까지의 안전행동 유무를 측정하였다. 시각적 메시지와 청각적 메시지가 함께 제시된 조건(C)에서는 시각적 메시지 조건과 동일하게 보행자가 실험장소에 진입했을 때 3가지 시각적 메시지와 함께 블루투스 스피커를 통해 청각적 메시지를 송출하였다.

4. 관찰자 간 신뢰도(Interobserver Agreement)

본 연구는 관찰 자료의 신뢰성을 확보하기 위해 관찰자 간 신뢰도(IOA: Interobserver Agreement)가 측정되었다. 관찰자 간 신뢰도는 두 명의 관찰자가 동일한 장면을 독립적으로 관찰한 두 결과의 일치/불일치 여부를 비교하여 분석되었다.

관찰자 간 신뢰도를 측정하기 위해 연구자와 보조 관찰자는 동일한 체크리스트를 사용하였고, 실험 전 미리 정해놓은 기준을 숙지하여 주관적 판단이 발생할 가능성을 최대한 배제하였다. 관찰을 진행하는 동안 연구자와 보조관찰자는 어떠한 토의도 하지 않고 독립된 장소에서 관찰을 수행하였다. 본 연구의 관찰자 간 신뢰도는 전체 관찰의 40.63%를 측정하였으며, 평균 94.76%로 나타났다(범위: 92%-98%). 관찰자 간 신뢰도를 구하는 공식은 다음과 같다.

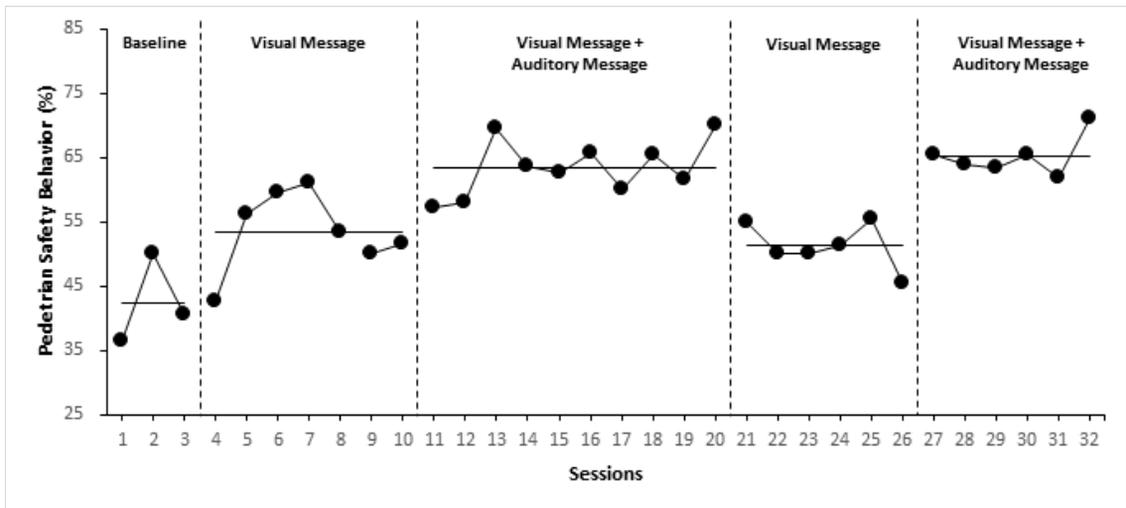
$$\text{Interobserver Agreement} = \frac{\text{the number of agreements}}{\text{the sum of agreements and disagreements}} \times 100$$

IV. 결과

본 연구는 일일 평균 28.06명의 보행자를 관찰하였으며, 총 898명의 보행자 행동이 측정되었다. 각 조건에 따른 보행자들의 전체 안전행동(횡단 대기, 시작, 중)의 변화 추세와 각 조건의 평균 비율을 실선으로 표기하여 <Fig. 4>에 제시하였다. 기저선 조건의 평균 보행자 안전행동 비율은 약 42%로 나타났다. 기저선 이후 시각적 메시지가 도입된 후 안전행동의 증가율이 약 11%로 53%에 가깝게 증가하였으며, 시각적 메시지와 청각적 메시지를 함께 제공한 조건에서는 평균 안전행동 비율의 증가율이 약 10%로 64%로 나타났다. 이후 청각적 메시지의 개별적인 효과를 반복 검증하기 위해 청각적 메시지를 철회하였을 때 안전행동 비율이 약 11% 감소하였고, 마지막 조건에서 다시 청각적 메시지를 제시했을 때 증가율이 약 13%로 안전행동 비율이 65%로 나타났다.

보행자의 각 횡단절차에 따른 안전행동의 비율의 구체적인 평균 및 표준편차는 <Table 1>에 제시되어 있다. 기저선 조건에서 각 횡단절차의 안전행동 비율은 횡단대기 40.21%(SD=7.68), 횡단시작 46.94%(SD=6.19), 횡단중 39.84%(SD=6.78)로 다른 조건에 비해 일관적으로 낮은 것으로 나타났다. 이후 첫 번째 처치 조건으로 시각적 메시지를 제시했을 때 안전행동 비율은 각각 45.98%(SD=10.10), 67.64%(SD=6.83), 46.85%(SD=12.84)로 나타났으며, 두 번째 처치 조건으로 시각적 메시지와 청각적 메시지를 함께 제시했을 때의 안전행동 비율은 횡단대기와 횡단중 절차에서 각각 67.55%(SD=5.65), 56.45%(SD=4.69)로 증가하였으나, 횡단시작의 안전행

동 비율은 66.06%(SD=7.18)로 소폭 감소하였다. 다음 처치 조건으로 청각적 메시지를 철회한 후 시각적 메시지만 제시하였을 때 모든 횡단절차의 안전행동 비율이 50.37%(SD=8.88), 57.41%(SD=8.69), 45.97%(SD=8.13)로 감소하였으며, 마지막으로 다시 청각적 메시지를 함께 제시하였을 때 안전행동 비율은 각각 71.29%(SD=8.23), 65.31%(SD=3.54), 58.67%(SD=4.94)로 증가하였다.



<Fig. 4> Average Percent and Percent Change in Pedestrian Safety Behavior Across The Three conditions of the Study

<Table 1> Means and Standard Deviations of the Percentages of Pedestrian Safety Behavior Across the Three Conditions of the Study

conditions / procedure	Baseline	Visual Messages	Visual Messages + Auditory Messages	Visual Messages	Visual Messages + Auditory Messages
	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)
Waiting in the boundary	40.21(7.68)	45.98(10.10)	67.55(5.65)	50.37(8.88)	71.29(8.23)
Look right and left	46.94(6.19)	67.64(6.83)	66.06(7.18)	57.41(8.69)	65.31(3.54)
Walking on the right	39.84(6.78)	46.85(12.84)	56.45(4.69)	45.97(8.13)	58.67(4.94)
Overall	42.33(5.70)	53.49(5.77)	63.35(4.14)	51.25(3.37)	65.09(2.90)

각 횡단절차에서 시간별 보행자 안전 행동 비율의 평균 및 표준 편차는 <Table 2>에 제시하였다. 기저선 조건에서 각 시간대의 전반적인 안전행동 비율은 14시~16시가 50.51%(SD=5.65)로 가장 높았고 다음으로 16시~18시가 40.67%(SD=3.59)로 높았으며, 18:00 ~ 20:00시가 36.00%(SD=2.47)로 가장 낮았다. 시각적 메시지 처치 조건에서 전반적인 안전행동 비율은 각각 55.79%(SD=7.38), 55.81%(SD=7.80), 52.33%(SD=6.57)로 비율이 유사했다. 두 번째 처치 조건으로 시각적 메시지와 청각적 메시지를 함께 제시하였을 때의 전반적인 안전행동 비율은 각각 63.92%(SD=4.92), 63.49%(SD=7.63), 62.93%(SD=8.82)로 첫 번째 처치와 마찬가지로 유사한 비율을 나타냈다. 이후 청각적 메시지를 철회하여 시각적 메시지만 제시하였을 때의 전반적 안전행동 비율은 14시~16시와 16시~18시는 각각 53.19%(SD=3.75), 52.78%(SD=4.16)으로, 두 시간대 모두 이전 조건에 비해

약 17%(-10.73%p, -10.71%p) 감소하였으며, 18시~20시는 47.78%(SD=8.52)로 나타나 이전 조건에 비해 약 25%(-15.15%p)로 비교적 크게 감소하였다. 마지막으로 청각적 메시지와 시각적 메시지를 함께 제시하는 조건을 다시 시행하였을 때 각 시간대별 전반적 안전행동 비율은 65.36%(SD=6.54), 62.76%(SD=6.79), 67.15%(SD=9.25)로, 모든 시간대에서 이전 조건보다 증가한 것으로 나타났다.

<Table 2> Means and standard deviation of the percentage of pedestrian safety behavior over time under the three conditions of the study

conditions		Baseline	Visual Messages	Visual Messages + Auditory Messages	Visual Messages	Visual Messages + Auditory Messages
		M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)	M(SD)
Waiting in the boundary	14:00 ~ 16:00	50.10(0.81)	54.61(7.73)	70.50(1.62)	42.92(2.92)	72.54(0.54)
	16:00 ~ 18:00	31.49(4.50)	43.51(4.84)	64.46(2.31)	60.42(2.08)	62.72(6.84)
	18:00 ~ 20:00	39.78(2.05)	49.00(8.23)	69.21(6.11)	47.78(7.78)	78.60(5.27)
Look right and left	14:00 ~ 16:00	55.75(2.25)	69.52(6.94)	61.69(4.98)	66.25(3.75)	66.69(1.31)
	16:00 ~ 18:00	47.42(1.41)	66.19(7.25)	69.38(4.95)	52.08(2.08)	68.60(0.96)
	18:00 ~ 20:00	39.52(0.47)	61.00(3.68)	64.93(8.94)	53.89(9.44)	60.65(0.65)
Walking on the right	14:00 ~ 16:00	45.68(3.01)	43.24(7.49)	59.69(0.31)	50.42(4.58)	56.85(0.85)
	16:00 ~ 18:00	44.06(4.86)	57.74(11.30)	56.61(6.52)	45.83(8.33)	56.97(4.80)
	18:00 ~ 20:00	30.79(4.90)	47.00(7.20)	54.66(2.01)	41.67(8.33)	62.20(5.54)
Overall	14:00 ~ 16:00	50.51(2.02)	55.79(7.38)	63.92(4.92)	53.19(3.75)	65.36(6.54)
	16:00 ~ 18:00	40.67(3.59)	55.81(7.80)	63.49(7.63)	52.78(4.16)	62.76(6.79)
	18:00 ~ 20:00	36.00(2.47)	52.33(6.57)	62.93(8.82)	47.78(8.52)	67.15(9.25)

본 연구는 처치에 따른 안전행동 비율의 차이를 통계적으로 검증하기 위해 Tau-U 점수를 활용하였다. 또한 Tau-U 효과크기를 산출하기 위해 Parker et al.(2011)가 제안한 공식을 활용하였으며, 아래에 제시하였다.

$$Tau - U = \frac{S_P - S_A}{mn} = Tau - \frac{m - 1}{2n} t_A$$

Note. Tau-U = S/number of pairs, S=The Kendall Score, S_P : Kendall's S statistic calculated for the comparison between phases, S_A : Kendall's S statistic calculated on the baseline trend, t_A : Kendall's rank correlation.

Tau-U 값의 효과크기 정도는 절대값이 .20 이상인 경우 작은 효과크기, .20에서 .60은 중간 효과크기, .60에서 .80은 큰 효과크기, 그리고 .80이상은 매우 큰 효과크기를 갖는다(Vannest and Ninci, 2015).

Tau-U 값 산출에 따른 본 연구의 처치 효과크기 분석 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 시간별 처치 유형에 따른 횡단절차에서의 안전행동을 살펴보면, 각 처치 단계에서 보행자의 전반적 안전행동은 모두 유의한 차이가 발견되었으며 그 효과크기 또한 $Tau-U \geq .86$ 으로 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 기저선 단계와 시각적 메시지의 처치단계에서 보행자의 안전행동에 유의한 차이가 있다는 것을 의미하며, 시각적 메시지보다 시각적-청각적 메시지를 함께 제공하는 것이 보다 더 효과적이라는 것을 나타낸다. 구체적으로 기저선 단계와 시각적 메시지 처치 비교에서 횡단대기와 횡단시작은 효과가 나타나지 않았으나, 횡단 중 절차에서 유의한 차이가 나타났으며 $Tau-U = 1 (p < .05)$ 로 매우 큰 효과크기를 나타냈다. 반대로 시각적 메시지 처치와 시

각적-청각적 메시지 비교 단계에서는 횡단 중에서 유의한 차이가 발견되지 않았고, 횡단대기와 횡단시작 절차에서 각각 $Tau-U = .94 (p < .05)$, $.64 (p < .05)$ 로 유의한 차이를 보였으며 효과 크기 또한 높은 것으로 나타났다. 시각적-청각적 메시지 처치단계 이후 청각적 메시지의 철회효과를 검증하기 위해 실시한 두 번째 시각적 메시지 처치와 시각적-청각적 메시지의 비교에서는 횡단대기와 횡단시작 절차에서 $Tau-U = -.90 (p < .05)$, $-.80(p < .05)$ 으로 유의한 차이가 나타났다. 따라서 시각적-청각적 메시지의 철회효과는 유의미하며 효과 크기도 높았다. 마지막으로, 시각적 메시지 처치와 두 번째 시각적-청각적 메시지 비교에서는 전과 동일하게 횡단대기와 횡단시작 단계에서 각각 $Tau = .89(p < .05)$, $.89(p < .05)$ 로 높은 효과크기와 유의한 차이를 보인 반면에 횡단시작 단계에서는 차이가 발견되지 않았다.

<Table 3> Tau-U Analysis for the Pedestrian Safety Behavior under the Comparisons of Experimental Conditions

Procedure	Comparison	Tau-U	Z	p	CI 90%
Waiting in the boundary	BL vs. VM	.29	.68	.494	-.402<>.973
	VM vs. VAM	.94	3.22	.001	.461<>1
	VAM vs. VM	-.90	-2.93	.003	-1<>-.394
	VM vs. VAM	.89	2.56	.010	.318<>1
Look right and left	BL vs. VM	1	2.39	.017	.313<>1
	VM vs. VAM	-.114	-.39	.696	-.596<>.367
	VAM vs. VM	-.50	-1.63	.104	-1<>.006
	VM vs. VAM	.44	1.28	.200	-.126<>1
Walking on the right	BL vs. VM	.43	1.03	.305	-.259<>1
	VM vs. VAM	.64	2.19	.028	.161<>1
	VAM vs. VM	-.80	-2.60	.009	-1<>-.294
	VM vs. VAM	.89	2.56	.010	.318<>1
Overall	BL vs. VM	.86	2.05	.040	.170<>1
	VM vs. VAM	.86	2.93	.003	.376<>1
	VAM vs. VM	-1	-3.25	.001	-1<>-.494
	VM vs. VAM	1	2.88	.004	.429<>1

Note. BL = Baseline, VM = Visual Messages, VAM = Visual Messages + Auditory Messages

V. 결 론

본 연구의 목적은 시각적 메시지와 시각적-청각적 메시지가 보행자의 안전보행 증가에 미치는 효과를 비교검증 하는 것이었다. 연구 결과, 처치를 적용하기 전보다 시각적 메시지를 제공했을 때 보행자의 전반적인 안전 행동이 증가한 것으로 나타났다. 이후 시각적-청각적 메시지 처치 단계에서는 시각적 메시지만 제시한 것보다 보행자의 안전행동 증가에 더 효과적인 것으로 나타났다. 구체적으로 종속변수로 측정된 3가지 안전 행동 각각을 살펴보면, 시각적 메시지만 사용된 단계에서 양옆을 살피는 횡단 시작단계에서는 보행자의 안전행동이 유의하게 증가하였으나 횡단 전, 중 단계에서는 유의한 증가가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과가 나타난 이유는 횡단 전 그리고 중 안전행동이 양옆을 확인하는 행동에 비해 짐자블록 뒤로 물러나거나 좌측에서 대기하는 도중 우측으로 이동하는 행동은 상대적으로 많은 반응을 요구하는 것이었기 때문이다. 다른

이유로 우측보행에서는 양옆을 살핀 뒤 안전이 확보되었다고 판단한 보행자의 경우 좌측에서 출발하거나 우측보행을 준수하지 않고 횡단하였을 가능성이 있다.

시각적·청각적 메시지 단계에서는 시각적 메시지를 제시한 것보다 횡단 전, 중 단계에서 보행자의 안전행동이 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 이는 시각적 메시지에 청각적 메시지를 추가하여 제공하는 것이 보행자의 행동 반응을 유도하는데 더욱 효과적이라는 것을 나타낸다. 이러한 결과가 나타난 이유는 첫째, 기존에 제시되던 자극 매체와는 차별화 되었다는 점이다. 횡단보다 상황에서는 신호등과 점자블록 등 대부분 시각적 메시지로 정보가 전달되었다. 특정 자극에 대한 습관화는 그 자극의 효과를 감소시킬 수 있으므로 새로운 유형의 자극이 제시 될 필요가 있다. 본 연구에서는 시각적 메시지의 한계점을 보완하기 위해 새로운 자극인 청각적 메시지를 제시하여 보행자의 안전행동을 높일 수 있었다. 둘째, 효과적인 메시지의 특성을 고려하여 메시지를 적용하였기 때문이다. Geller(1982)는 메시지가 바람직한 행동을 증가시키기 위한 조건으로 구체성, 편리성, 근접성을 강조하였다. 구체적으로 구체성은 메시지가 구체적인 행동을 언급하여야 하며, 편리성은 메시지에 따른 행동 변화가 용이해야 한다. 근접성은 메시지의 출현 장소가 처치 대상과 물리적으로 근접하여야 한다는 것이다. 실험에서는 보행자가 대기하는 장소와 밀접한 곳에서 메시지를 제공하였다. 또한 청각적 메시지는 시각적 메시지에 비해 보다 더 구체적인 행동 정보의 전달이 가능하였다. 메시지를 전달 받은 보행자는 점자블록 뒤로 물러나거나 횡단 시작 시 양옆을 살피는 등 행동 변화가 쉽게 일어날 수 있었으므로 구체성, 편리성, 근접성을 모두 충족하였다고 볼 수 있다. 그러나 시각적 메시지의 경우 편리성이나 구체성 측면에서 효과가 상대적으로 낮은 것으로 파악된다. 반면에 시각적·청각적 메시지 단계에서 횡단 시작에서는 두 처치 간 통계적인 차이가 나타나지 않았다. 이는 시각적 메시지 처치를 통해 이미 보행자의 안전행동 수준이 일정정도 향상되었기 때문으로 볼 수 있다. 횡단시작 단계를 기저선 단계와 시각적 메시지 단계에서 각각 비교하였을 때 평균 안전행동은 46%에서 67%로 상대적으로 높은 효과를 나타냈다.

연구 결과, 시각적·청각적 메시지의 제시가 보행자의 안전행동에 효과적인 것으로 나타났으나 실험 과정에서 몇 가지 제한점이 도출되었다. 첫째, 실험에서 사용한 처치는 무단횡단 보행자의 행동을 변화시키지 못하였다. 무단횡단 사고의 경우 운전자가 반응할 수 있는 시간이 매우 제한적이기 때문에 큰 사고로 이어질 가능성이 높다. 처치 단계에서 관찰된 무단횡단 보행자의 경우 메시지가 충분히 전달되기 전에 횡단보도를 건너는 시도를 하여 처치로 인한 개입이 제한되었다. 향후 연구에서는 보행자의 무단횡단 시도를 억제할 수 있는 시스템이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 둘째, 본 연구의 실험 장소가 한 곳이었다는 점이다. 본 연구는 서울소재 한 대학교 후문에 위치한 교차로에서 실시되어 관찰된 보행자의 연령대가 청·장년층에 편향되었을 수 있다. 도로상황에서 교통약자로 분류되는 어린이나 고령자와 같은 다양한 연령대의 통행량이 많은 장소에서 실험이 진행되어야 할 필요가 있다.

발견된 일부 제한점에도 불구하고, 본 연구는 보행자 안전행동 변화를 목표로 수행되었으며 인적특성을 고려한 인간공학적인 접근을 도입하였다는 점에서 의의를 가질 수 있다. 인간 공학적 접근은 인간 요인과 기계적 요인의 적절한 조화를 추구하나 중점은 인간에게 맞추어져 있기 때문에 인간 중심적 설계(person-centered design)라고도 불린다. 설계 과정에서 인간 공학적 접근의 목표는 인간과 기계 간 상호작용에서 기능적인 효율성을 높이고 최대의 안전을 보장하는 것이다(Lee, 1997). 본 연구에서는 횡단보도 상황에서 보행자의 안전행동 향상을 위한 구체적 메시지를 단계 별(횡단 전, 횡단중, 횡단시작)로 고안하여 고휘도 LED 전광판과 블루투스 스피커와 같은 기계적 요인으로 제시하였다. 전달된 시각적·청각적 메시지는 보행자의 안전행동을 향상시킨 것으로 나타나 보행자와 기계 간 효과적인 상호작용이 이루어진 것으로 볼 수 있다.

향후 본 연구에서 도출된 한계점들을 보완하여 다음과 같은 연구가 진행될 필요가 있다. 첫째, 보행자와 운전자에게 동시에 전달 가능한 메시지를 적용할 필요가 있다. 예를 들면, 실험이 진행된 실험 장소의 경우

보행자 신호 시 우회전 하는 차량과 보행자가 충돌할 수 있는 위험상황이 빈번하게 관찰되었다. 보행자 신호 시 우회전 하는 차량의 경우 보행자의 존재 유무로 통행 가능성을 판단하기 때문에 운전자가 보행자를 발견하지 못하는 경우에는 큰 사고로 이어질 수 있다. 따라서 횡단보도에서 보행자 사고 예방을 더욱 효과적으로 감소시키기 위해서는 운전자에 대한 처치도 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다. 둘째, 전달되는 메시지의 형태를 다양화 할 필요가 있다. Van(1997)의 연구에서는 보행자에게 전달되는 청각적 메시지의 형태를 여성과 아이의 목소리로 나누어 제시하여 효과를 비교하였다. 이와 같은 방법으로 자극의 형태를 다양화하여 제시할 경우 보행자가 자극에 둔감해지는 것을 예방할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 고휘도 LED를 통한 시각적 메시지의 문구나 휘도, 청각적 메시지의 음량 등을 다르게 적용하여 제시하였을 때 가장 효과적인 처치를 파악할 수 있다. 셋째, 메시지를 전달하는 매체에 차세대 지능형 교통체계(C-ITS: Cooperative-Intelligent Transport System)를 적용할 수 있다. 차세대 지능형 교통체계는 주행 중인 운전자에게 주변 교통상황 및 사고 위험 정보를 실시간으로 제공하는 시스템으로 기존의 교통 정보시스템보다 더 정확한 정보 전달이 가능한 것이 특징이다. 운전자에게 전달되는 정보는 C-ITS 센터에서 교통 정보를 제공하는 것과 보행자검지기, 신호제어기 등을 통해 수집한 데이터를 기지국에서 처리하여 제공하는 것으로 구성된다. 메시지 전달 매체에 보행자 및 통행 차량의 수와 같은 데이터를 수집할 수 있는 통신 기술을 추가할 경우 교통사고 예방에 더욱 효과적일 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Chung-Ang University Research Scholarship Grants in 2020

REFERENCES

- Choi J. H.(2020), *The Effects of Prompting Strategies on Pedestrian's Safety Behaviors*, Master Thesis, Chung-Ang University.
- David S. and Margreet V.(2013), "Comprehension of traffic signs with symbolic versus text displays," *Transportation Research Part F*, vol. 18, pp.72-82.
- Ford E. W., Boyer B. T., Menachemi N. and Huerta T. R.(2014), "Increasing hand washing compliance with a simple visual cue," *American Journal of Public Health*, vol. 104, no. 10, pp.1851-1856.
- Geller E. S.(2016), *The psychology of safety handbook*, CRC Press.
- Geller E. S., Winett R. A. and Everett P. B.(1982), *Preserving the environment: New strategies for behavior change*, vol. 102, Pergamon Pr.
- Jin M. S. and Lee S. K.(2016), "Pedestrians and Drivers Behaviour Change by Installation of Crossing Safety Assistant System," *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 15, no. 3, pp.85-93.
- Johnson H. D., Sholcosky D., Gabello K., Ragni R. and Ogonosky N.(2003), "Sex differences in public restroom handwashing behavior associated with visual behavior prompts," *Perceptual and Motor Skills*, vol. 97, no. 3, pp.805-810.

- Kang S. C., Lee S. W. and Shim J. I.(2016), "A Study on Patterns and Distraction of Smart Devices Usages While Walking," *The Korea Transport Institute*, vol. 23 no. 2, pp.27-39.
- Koroad(2019), *Analysis of serious injury traffic accident*, p.9.
- Kum K. J., Son Y. T., Bae D. M. and Son S. N.(2005), "A Study on Significance Testing of Driver's Visual Behavior due to the VMS Message Display Forms on the Road," *Journal of Korean Society of Road Engineers*, vol. 7, no. 4, pp.151-162.
- Lee J. S.(1997), "Psychological Perspectives on Safety: Behavior-Based Approach and Human Factors Approach," *Journal of Psychological Science*, vol. 6. no. 1, pp.39-63.
- Lim S. J., Lee J. D., Park H. K., Lee K. H., Moon K. S. and Oah S. Z.(2018), "The Effect of VMS Message Presentation Type on the Speed Reduction of Driving Vehicle in School Zone," *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 17, no. 1, pp.89-99.
- National Police Agency(2020), *Comprehensive Safety Measures for Pedestrian*, pp.1-3.
- Oah S. Z., Yang B. H., Hyeon B. S. and Hwang H. Y.(2001), "A behavioral approach to increase recycling behavior: An examination of effect of environmental alteration and prompts," *The Korean Society for Environmental Education*, vol. 7, pp.19-31.
- Park D. Y., Yoo K. K. and Choi W. S.(2014), "Effects of LED Safety Induction Block on Crosswalk Accident," *Journal of the Korea Academia-Industrial*, vol. 15, no. 7, pp.4634-4643.
- Parker R. I., Vannest K. J., Davis J. L. and Sauber S. B.(2011), "Combining nonoverlap and trend for single-case research: Tau-U," *Behavior Therapy*, vol. 42, no. 2, pp.284-299.
- Samsung Traffic Safety Research Institute, http://sts.samsungfire.com/information/regulations/asn/asn_201815_09/asn_issue2.html, 2020.8.2.
- Van Houten R., Louis Malenfant J. E., Van Houten J. and Retting R. A.(1997), "Using Auditory Pedestrian Signals to Reduce Pedestrian and Vehicle Conflicts," *Transportation Research Record*, vol. 1578, no. 1, pp.20-22.
- Vannest K. J. and Ninci J.(2015). "Evaluating intervention effects in single case research designs," *Journal of Counseling & Development*, vol. 93, no. 4, pp.403-411.