

| SRI-기본-2021-09 |

수원시 스마트 보행안전 시스템 적용을 위한 정책방향 연구

Policy Directions for Application of Smart Pedestrian Safety System in Suwon City

김숙희

연구진

연구책임자 김숙희 (도시공간연구실 선임연구위원)

참여연구원 김형준 (도시공간연구실 연구위원)

© 2021 수원시정연구원

발행인 김선희

발행처 수원시정연구원

경기도 수원시 권선구 수인로 126

(우편번호) 16429

전화 031-220-8001 팩스 031-220-8000

<http://www.suwon.re.kr>

인쇄 2021년 09월 30일

발행 2021년 09월 30일

ISBN 979-11-6819-012-2 (93530)

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.

김숙희. 2021. 「스마트 보행안전 시스템 적용을 위한 정책방향 연구」. 수원시정연구원

비매품

주요 내용 및 정책제안

■ 주요 내용

- 수원시 보행자 교통사고 현황 분석 및 보행교통의 문제점을 도출하여 수원시 보행환경 개선방안 및 보행 안전도 제고방안 제시
- 수원시민 대상으로 설문조사를 수행하여 스마트 보행안전 시스템에 대한 시민 인식 및 만족도 조사 분석을 통해 개선방안 제시
- 설문조사 결과에 대해 컨조인트 분석을 수행하여 수원시 내 스마트 보행안전 시스템 도입 시 이용 특성(이용자, 비이용자, 차량 소유 여부)에 따른 최적 속성 조합 도출

■ 정책제안

- ① (도입 현장 여건 고려) 도출된 최적 속성 조합을 우선적으로 고려하되, 각 유형별 5순위 까지의 속성조합을 도입 유형으로 고려
 - 스마트폰 차단 시스템의 경우 다른 유형의 보행안전 시스템과 비교 시 상대적으로 선호도가 적은 것으로 나타남
 - 도입 여건을 고려하여 스마트 보행안전 시스템을 도입하면 해당 지점에 보다 최적화된 속성 조합의 스마트 보행안전 시스템 도입이 가능할 것으로 보임
- ② (이용자 특성 고려) 스마트 보행안전 시스템의 주 이용자 특성을 고려하여 도입
 - 사회경제지표에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도 및 선호도 분석을 통하여 연령 대별, 차량 소유 여부 등에 따라 스마트 보행안전 일부 만족도 및 선호도가 다른 것으로 나타남
- ③ (적정 설치지점 고려) 스마트 보행안전 시스템 적정 설치지점 고려 필요
 - 설문조사를 통해 기운영중인 스마트 보행안전 시스템의 설치 위치가 적합하지 않다는 응답률이 높게 나타난 것으로 확인
 - 적정 설치지점으로 교통사고 잦은 곳과 어린이 보호구역 고려 필요

- ④ (야간 보행자 교통사고 사고관리 필요) 야간 보행자 교통사고에 대한 사고관리가 필요
 - 수원시 교통사고 데이터 분석 결과, 주로 야간시간대에 보행 교통사고가 많이 발생하는 것으로 나타남
 - 야간 보행 교통사고 개선을 위해 보행자에 대한 시인성 개선 및 야간 보행자 교통사고 잦은 지점 중심으로 스마트 보행안전 시스템 도입 필요
- ⑤ (차량 안전도 개선방안 고려) 스마트 보행안전 시스템 도입을 통해 보행안전 뿐 아니라 차량 안전도 개선방안 고려 필요
 - 스마트 보행안전 시스템 도입 시 무인교통 단속장비, 과속경보시스템 표지판 등 교통 안전시설을 도입하면 차량 안전도 개선 가능할 것으로 기대
- ⑥ (전반적인 공감대 형성) 스마트 보행안전 시스템 도입에 대한 전반적인 공감대 형성이 중요
 - 스마트 보행안전 시스템 도입에 따른 기대효과를 홍보함으로써 스마트 보행안전 시스템이 추구하는 것은 결론적으로 보행 안전성 개선을 통한 안전한 생활환경 조성 및 국민 생명 보호라는 공감대 형성이 필요할 것으로 보임

국문요약

■ 서론

○ 연구의 배경

- 우리나라의 보행 중 교통사고 사망자 수는 OECD 회원국 평균의 3배로 나타남
- 최근 3년간(2017년~2019년) 수원시 교통사고 발생건수 확인 결과, 사망 교통사고의 과반수 이상이 차대사람 사고로 나타남. 이를 통해 보행자 안전도 개선 시급성 확인
- 국내 일부 지방자치단체에서는 보행 교통사고 예방 및 보행 안전도 개선을 위해 스마트 보행안전 시스템을 도입 하에 운영 중임. 수원시도 이에 발맞추어 도입 중이나, 적정 도입 방향 모색 필요성 존재

○ 연구의 목적

- 수원시 보행자 교통사고 현황 분석 및 보행교통의 문제점 도출
- 스마트 횡단보도 시스템 분석을 통하여 스쿨존 내 교통안전 서비스, 보행자를 위한 스마트 횡단보도 등 스마트 보행안전 시스템 수원시 내 도입 확대 및 적용을 위한 정책방향 제시

■ 스마트 보행안전 시스템 현황 분석

○ 스마트 보행안전 시스템 현황

- 스마트 보행안전 시스템은 인도를 보행하거나 도로를 횡단 중인 보행자를 차량 돌발상황으로부터 보호하고 보행 안전성을 확보하기 위해 도로상에 설치된 인공지능 기반의 인프라 및 운영·관리 시스템
- 스마트 보행안전 시스템 유형으로는 ‘과속경보시스템 표지판’, ‘무인교통 단속장비’, ‘횡단보도 유도등’, ‘LED 바닥신호등’, ‘집중조명시설’, ‘보행신호 음성안내 장치’, ‘보행자 자동인식 신호기’, ‘스마트폰 차단’ 등이 있음



과속경보시스템 표지판



무인교통 단속장비



횡단보도 유도등



LED 바닥신호등



집중조명시설

녹색 정등		<ul style="list-style-type: none"> • 안전을 위해 좌우 전방을 살펴주세요 • 횡단보도에서는 스마트폰을 사용하지 마세요
녹색 점멸		<ul style="list-style-type: none"> • 위험하오니 다음신호를 기다려주세요 • 위험하오니 인도로 이동해주세요
적색 점멸		<ul style="list-style-type: none"> • 위험합니다. 차도로 진입하지 마세요 • 신속히 보도방향으로 이동하세요 • 무단횡단은 위험합니다.

보행신호 음성안내 장치



보행자 자동인식 신호기



스마트폰 차단

<그림 1> 스마트 보행안전 시스템 유형

○ 스마트 보행안전 시스템 국내·외 운영사례

- 국내 스마트 보행안전 시스템 운영사례는 서울특별시, 부산광역시, 세종특별자치시 등이고, 국외 운영사례는 미국, 영국, 스페인, 아이슬란드, 중국 등임

○ 선행연구 검토

- 기존 보행 관련 연구는 법제도 및 시스템 제안·도입 효과를 중점적으로 다룬 연구 중심으로 수행되어 온 것을 확인함. 그러나 스마트 보행안전 시스템 적용 관련 연구는 상대적으로 미흡한 상황
- 컨조인트 분석 관련 연구 고찰 결과, 컨조인트 분석은 속성의 중요도를 파악하여 개선 방안과 정책방향을 도출하는데 사용

○ 스마트 보행안전 시스템 관련 지침 검토

- 스마트 보행안전 시스템과 관련된 시설은 보행신호등, 보행신호 음성안내, 노면표시 등이 있음. 해강 시설들과 관련된 지침은 경찰청에서 관리하며 주로 보행신호등 및 LED 바닥신호등 관련 지침이 주를 이루고 있음

■ 수원시 보행관련 현황 분석

○ 수원시 보행 교통사고 현황

- 수원시 유형별 교통사고 발생건수는 차대차, 차대사람, 차량단독 순으로 나타남. 사망자수의 경우 차대사람이 과반수 이상 차지하는 것으로 나타남
- 차대사람 교통사고 중 횡단 중 발생하는 교통사고의 사고 발생 건수와 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타남
- 최근 3년간 수원시 보행 교통사고는 감소하는 추세이지만, 지속적으로 발생하고 있는 것으로 나타났고, 어린이 보행 교통사고, 고령자 보행 교통사고, 무단횡단 교통사고의 발생 건수가 증가 추세를 보이는 것으로 나타남
- 22~02시에 보행 교통사고 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타났고, 20~02시에 보행 교통사고가 빈번하게 발생하는 것으로 나타남

○ 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입 현황

- 스마트 보행안전 시스템이 총 35개소에 도입되어 운영 중이고, 어린이 보호구역을 중심으로 총 8개 유형의 스마트 보행안전 시스템이 설치되어 운영

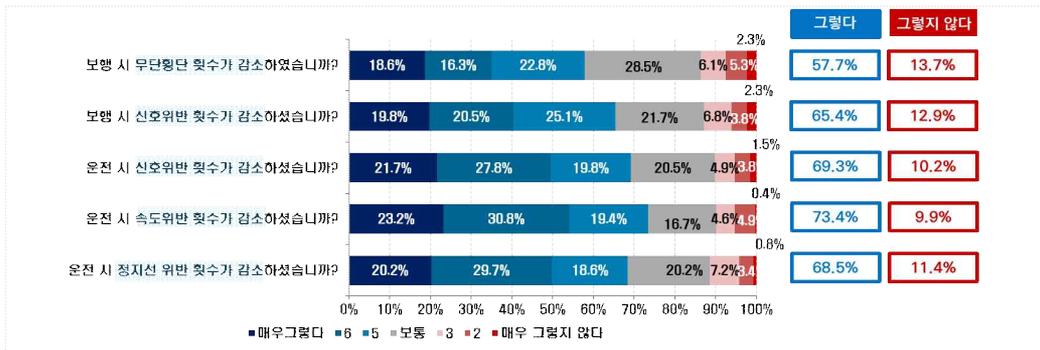
■ 스마트 보행안전 시스템 설문조사 분석

○ 설문조사 개요

- 수원시민 820명 대상으로 안전한 보행환경 구축을 위한 정책방향 제시를 위한 온라인 설문조사를 6일간(21.05.07~21.05.12) 실시

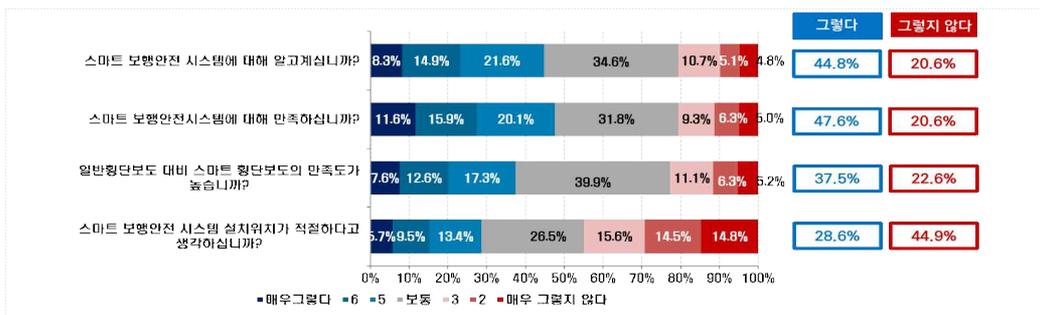
○ 설문조사 분석 결과

- 수원시민의 통행수단별 선호도는 보행(73.2%)이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 자가용(73.0%), 대중교통(65.5%), 자전거(30.0%) 등의 순으로 나타남
- 무단횡단의 경우, 목격(42.8%) 비율이 가장 높았으며, 다음으로 시도와 목격을 둘 다 한 적 있음(35.0%)이 높게 나타남. 시도 이유로는 차량이 없어서(27.3%), 급한 용무가 있어서(18.5%), 도로 폭이 좁아서(14.5%) 순으로 나타남
- 신호위반의 경우, 목격(65.0%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 둘 다 있음(12.9%)이 높게 나타남. 신호위반을 시도한 이유는 차량·보행자가 없어서(27.3%), 사고가 안 날 것 같아서(21.4%), 단속을 하지 않아서(21.1%)로 나타남
- 수원시민이 체감하는 보행 환경 만족이 불만족에 비해 더 높은 것으로 나타났지만 만족도가 높지 않은 것으로 나타남. 불만족 이유는 보도 정비·유지관리 미흡(27.9%), 안전성이 낮아서(22.1%), 보도 인프라 부족, 보도 연결성 부족(18.4%) 등의 순으로 나타남
- 스마트 보행안전 시스템을 이용해본 비율(32.1%) 보다 비이용 비율(67.9%)이 더 높은 것으로 나타났으며, 이용자가 경험해본 스마트 보행안전 시스템은 무인교통 단속장비(24.1%), 과속경보시스템 표지판(21.4%) 등의 순으로 나타남
- 스마트 보행안전 시스템 이용자 대상으로 이용 후 효과 조사 결과, 과반수가 이용 후 무단횡단, 신호위반, 속도위반, 정지선 위반 횟수가 감소했다고 응답함



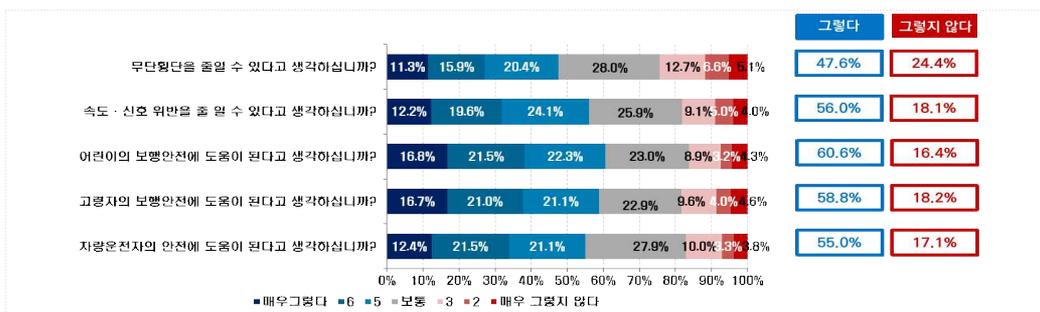
〈그림 2〉 스마트 보행안전 시스템 이용 후 효과

- 스마트 보행안전 시스템 인지도 및 만족도 분석 결과, 알고 있다(44.8%)는 응답이 높게 나타났고, 만족도의 경우 만족한다(47.6%)는 응답이 높게 나타남. 또한, 일반 횡단보도 대비 스마트 횡단보도의 만족도가 높다(37.5%)는 응답비율도 높게 나타남



〈그림 3〉 스마트 보행안전 시스템 인지도 및 만족도

- 스마트 보행안전 시스템 기대효과로 무단횡단 및 신호·속도위반 감소와 어린이 보행안전, 고령자 보행안전, 차량운전자 안전에 대해 과반수가 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 나타남. 특히, 어린이 보행안전(60.6%)에 도움이 될 것이라는 응답이 가장 많았음



〈그림 4〉 스마트 보행안전 시스템 기대효과

- 향후 스마트 보행안전 시스템 추가 설치 선호지점 설문조사 결과, 교통사고 잦은 곳 (41.8%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 어린이 보호구역(37.3%), 노인보호구역 (37.3%) 순으로 나타남

○ 사회경제지표에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석

- 성별, 연령대, 차량 소유 여부를 사회경제지표로 선정하여 설문조사 결과를 기반으로 교차분석을 수행함. 각 사회경제지표 모두 선호하는 스마트 보행안전 시스템은 LED 바닥신호등, 과속경보시스템, 무인교통 단속장비로 나타남

■ 컨조인트 모형 분석

○ 컨조인트 모형 분석 개요

- 컨조인트 분석은 실험설계에 의해 구성된 다속성 자극물에 대하여 이용자 선호를 수리적으로 분석하여 어떤 환경이 갖고 있는 속성 하나하나에 이용자가 부여하는 효용을 추정함으로써 그 이용자가 선택할 환경을 예측하기 위한 기법
- 본 연구에서는 프로파일 선호도를 순위로 선택하는 방법인 순위기반 방법 채택
- 컨조인트 분석을 위해 6개의 속성을 선정하였고, 16개의 프로파일을 선정함. 각 프로파일에 대해 전체 설문조사 결과를 기반으로 컨조인트 분석 수행
- 이용 특성에 따른 최적 속성 조합 도출을 위해 스마트 보행안전 시스템 이용 여부, 차량 소유 여부에 따라 컨조인트 분석을 추가적으로 수행하여 설문조사 응답자들의 특성에 따른 최적 속성 조합의 차이 분석 수행

○ 컨조인트 모형 분석 결과

- 전체 설문조사에 대한 분석 결과, 과속단속시스템(38.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(20.4%), LED 바닥신호등(13.2%), 집중조명시설(10.6%), 횡단보도 유도등(10.1%), 스마트폰 차단(7.5%) 순으로 나타남
- 전체 설문조사에 대한 분석 결과를 기반으로 도출한 최적 속성 조합은 과속단속시스템(무인교통단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났고, 효용 추정 값은 1.693으로 산출

- 스마트 보행안전 시스템 이용 여부에 따른 컨조인트 분석 결과, 비이용자는 과속단속시스템(37.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(21.0%), LED 바닥신호등(13.3%), 집중조명시설(10.8%), 횡단보도 유도등(10.0%), 스마트폰 차단(7.7%) 순으로 나타났고, 이용자는 과속단속시스템(40.3%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(19.0%), LED 바닥신호등(12.9%), 횡단보도 유도등(10.3%), 집중조명시설(10.2%), 스마트폰 차단(7.2%) 순으로 나타남
- 스마트 보행안전 시스템 이용 여부에 따른 컨조인트 분석 결과를 기반으로 도출한 최적 속성 조합은 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났고, 효용값은 시스템 비이용자 1.193, 시스템 이용자 2.753으로 산출
- 차량 소유 여부에 따른 컨조인트 분석 결과, 차량 미소유자는 과속단속시스템(36.4%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(21.4%), LED 바닥신호등(13.1%), 집중조명시설(11.3%), 횡단보도 유도등(10.2%), 스마트폰 차단(7.7%) 순으로 나타났고, 차량 소유자는 과속단속시스템(39.4%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(19.7%), LED 바닥신호등(13.3%), 집중조명시설(10.2%), 횡단보도 유도등(10.0%), 스마트폰 차단(7.4%) 순으로 나타남
- 차량 소유 여부에 따른 컨조인트 분석 결과를 기반으로 도출한 최적 속성 조합은 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났고, 효용값은 차량 미소유자 1.696, 차량 소유자 1.691으로 산출

■ 결론 및 향후과제

○ 결론

- 본 연구 결과를 통해 향후 수원시 내 스마트 보행안전 시스템 도입 시, 적정 도입 방향을 컨조인트 분석을 통해 도출한 최적 속성 조합을 기반으로 결정할 수 있음

○ 정책제언 및 향후과제

- 본 연구에서 도출한 최적 속성 조합을 우선적으로 고려하되, 각 유형(전체, 스마트 보행안전 시스템 이용 여부, 차량 소유 여부)별로 도출된 최적 속성 조합 중 도입 현장 여건 등에 따라 5순위까지의 속성 조합을 도입 유형으로 고려하는 것이 적합할 것으로 보임
- 스마트 보행안전 시스템의 주 이용자의 특성을 고려한 스마트 보행안전 시스템 도입이 이루어져야 할 것으로 보임
- 스마트 보행안전 시스템 적정 설치지점 고려가 필요하며, 설치지점으로는 교통사고 잦은 곳과 어린이 보호구역을 중점적으로 고려해야 할 것으로 보임
- 야간 보행자 교통사고에 대한 사고관리가 필요하며, 야간 보행자 교통사고 잦은 지점을 중심으로 스마트 보행안전 시스템이 도입되어야 할 것으로 보임
- 스마트 보행안전 시스템 도입을 통하여 보행안전 뿐 아니라 도로를 통행하는 차량의 안전도 개선 방안을 고려해야 할 것으로 보임
- 스마트 보행안전 시스템 도입에 대한 전반적인 공감대 형성이 중요하며, 스마트 보행안전 시스템 도입의 추구 목적은 보행 안전성 개선을 통한 안전한 생활환경 조성 및 국민 생명 보호라는 공감대 형성이 필요할 것으로 보임

주제어: 보행안전, 보행자, 스마트 보행안전 시스템, 컨조인트 분석

차례

제1장 서론	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 범위 및 방법	4
제2장 스마트 보행안전 시스템 현황	7
제1절 스마트 보행안전 시스템 현황	7
제2절 스마트 보행안전 시스템 관련 지침	10
제3절 선행연구 검토	23
제4절 스마트 보행안전 시스템 관련 지침 검토	25
제3장 수원시 보행 관련 현황	29
제1절 수원시 보행 교통사고 현황	29
제2절 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입 현황	35
제4장 스마트 보행안전 시스템 만족도 및 선호도 조사	41
제1절 설문조사 개요	41
제2절 설문조사 분석 결과	43
제3절 사회경제지표에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석	54
제4절 소결	65
제5장 컨조인트 모형 분석	71
제1절 컨조인트 모형 분석 개요	71
제2절 컨조인트 모형 분석 결과	77
제3절 소결	99

제6장 결론 및 정책제언	103
제1절 결론	103
제2절 정책제언 및 향후과제	107

표 차 례

〈표 2-1〉 스마트 보행안전 시스템 개요	7
〈표 2-2〉 스마트 보행안전 시스템 유형	8
〈표 2-3〉 스마트 보행안전 시스템 관련 지침	25
〈표 3-1〉 수원시 보행자 교통사고 조사 개요	29
〈표 3-2〉 수원시 전체 유형별 교통사고	30
〈표 3-3〉 수원시 차대사람 교통사고	31
〈표 3-4〉 수원시 총 보행 교통사고	32
〈표 3-5〉 수원시 어린이 보행 교통사고	32
〈표 3-6〉 수원시 고령자 보행 교통사고	33
〈표 3-7〉 수원시 시간대별 보행 사상자수	33
〈표 3-8〉 수원시 무단횡단 교통사고	34
〈표 3-9〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 세부 도입현황	36
〈표 4-1〉 설문조사 개요	41
〈표 4-2〉 설문조사 항목	42
〈표 4-3〉 응답자 일반사항	43
〈표 4-4〉 통행수단별 선호도	45
〈표 4-5〉 무단횡단 시도 및 목격 경험	46
〈표 4-6〉 무단횡단 시도 이유	46
〈표 4-7〉 신호위반 시도 및 목격 경험	47
〈표 4-8〉 신호위반 시도 이유	47
〈표 4-9〉 수원시 보행 환경 만족도	48
〈표 4-10〉 수원시 보행 환경 불만족 이유	48
〈표 4-11〉 스마트 보행안전 시스템 이용경험	49
〈표 4-12〉 이용해본 스마트 보행안전 시스템(이용자 대상)	49
〈표 4-13〉 스마트 보행안전 시스템 이용 후 효과	50
〈표 4-14〉 스마트 보행안전 시스템 인지도 및 만족도	51

〈표 4-15〉 스마트 보행안전 시스템 기대효과	52
〈표 4-16〉 향후 스마트 보행안전 시스템 설치지점	53
〈표 4-17〉 성별에 따른 수원시 보행환경 만족도	54
〈표 4-18〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도	55
〈표 4-19〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도	56
〈표 4-20〉 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도	57
〈표 4-20 계속〉 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도	58
〈표 4-21〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도	59
〈표 4-22〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도	60
〈표 4-23〉 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도	62
〈표 4-24〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도	63
〈표 4-25〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도	64
〈표 5-1〉 켄조인트 분석절차 및 방법	72
〈표 5-2〉 속성변수 및 수준	74
〈표 5-3〉 프로파일 선정	75
〈표 5-4〉 속성 효용(Utility) 추정 - 총 분석	78
〈표 5-5〉 속성 중요도 - 총 분석	79
〈표 5-6〉 최적조합 도출 - 총 분석	82
〈표 5-7〉 속성 효용(Utility) 추정 - 시스템 이용 여부	85
〈표 5-8〉 속성 중요도 - 시스템 이용 여부	86
〈표 5-9〉 최적조합 도출 - 시스템 이용 여부	89
〈표 5-10〉 속성 효용(Utility) 추정 - 차량 소유 여부	92
〈표 5-11〉 속성 중요도 - 차량 소유 여부	93
〈표 5-12〉 최적조합 도출 - 차량 소유 여부	96

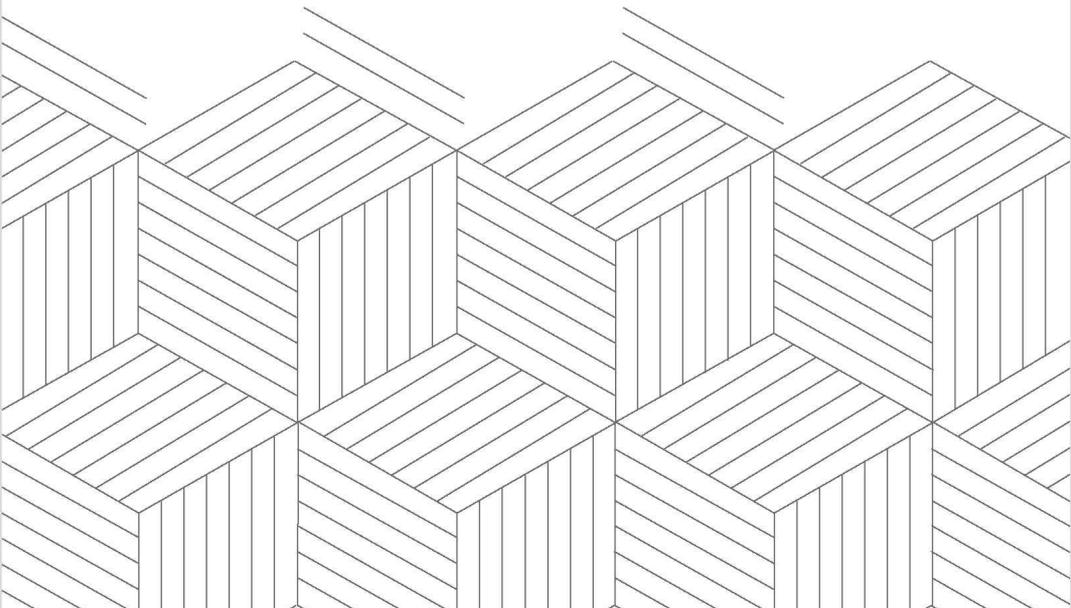
그림 차례

〈그림 1-1〉 연구 수행 절차	4
〈그림 2-1〉 서울특별시 스마트 횡단보도 도입 사례(성동구청 앞 횡단보도)	11
〈그림 2-2〉 부산광역시 스마트 횡단보도 서비스 개요	12
〈그림 2-3〉 부산광역시 동래구 LED 바닥신호등	13
〈그림 2-4〉 부산광역시 남구 활주로형 횡단보도	13
〈그림 2-5〉 부산광역시 수영구 LED 바닥신호등 도입 계획	14
〈그림 2-6〉 세종특별자치시 스마트 횡단보도 시연회	15
〈그림 2-7〉 세종특별자치시 스마트 모빌리티 리빙랩 서비스	16
〈그림 2-8〉 미국 LED 활주로형 횡단보도	17
〈그림 2-9〉 중국 쑤저우 LED 바닥신호등 및 활주로형 횡단보도	18
〈그림 2-10〉 스페인 바르셀로나 활주로형 횡단보도	19
〈그림 2-11〉 영국 Starling Crossing	20
〈그림 2-12〉 영국 런던 Southwark street 횡단보도	21
〈그림 2-13〉 아이슬란드 착시효과 횡단보도	21
〈그림 2-14〉 중국 충칭 스마트폰 이용자 전용도로	22
〈그림 3-1〉 수원시 전체 유형별 교통사고	30
〈그림 3-2〉 수원시 차대사람 교통사고	31
〈그림 3-3〉 수원시 시간대별 보행 사상자수	34
〈그림 3-4〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입현황	35
〈그림 3-5〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 설치 현황	36
〈그림 4-1〉 응답자 일반사항 분포	44
〈그림 4-2〉 통행수단별 선호도	45
〈그림 4-3〉 무단횡단 시도 및 목격	46
〈그림 4-4〉 신호위반 시도 및 목격	47
〈그림 4-5〉 수원시 보행 환경 만족도	48

〈그림 4-6〉 스마트 보행안전 시스템 이용경험	49
〈그림 4-7〉 스마트 보행안전 시스템 이용 후 효과	50
〈그림 4-8〉 스마트 보행안전 시스템 인지도 및 만족도	51
〈그림 4-9〉 스마트 보행안전 시스템 기대효과	52
〈그림 4-10〉 향후 스마트 보행안전 시스템 설치지점	53
〈그림 4-11〉 성별에 따른 수원시 보행환경 만족도	55
〈그림 4-12〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도	56
〈그림 4-13〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도	57
〈그림 4-14〉 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도	58
〈그림 4-15〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도	59
〈그림 4-16〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도	61
〈그림 4-17〉 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도	62
〈그림 4-18〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도	63
〈그림 4-19〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도	64
〈그림 5-1〉 컨조인트 조사기법	73
〈그림 5-2〉 속성 중요도 - 총 분석	80
〈그림 5-3〉 속성 중요도 - 시스템 이용 여부	87
〈그림 5-4〉 속성 중요도 - 차량 소유 여부	94

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적
제2절 연구의 범위 및 방법



제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

우리나라의 보행 중 교통사고 사망자 수는 OECD 회원국 평균의 3배로 나타났다.¹⁾ 또한, 2018년 기준, 국내 전체 보행자 사망사고의 23.1%가 횡단보도 내에서 발생한 것으로 나타났다.²⁾ 수원시도 마찬가지로 보행 교통사고의 심각도가 높은 것으로 나타났는데, 최근 3년간 (2017년~2019년) 수원시 교통사고 발생건수 확인한 결과, 사망 교통사고의 과반수 이상이 차대사람 사고로 나타나 차대사람 사고의 위험도가 높음을 확인할 수 있다. 특히 차대사람 사고의 경우 횡단 중 발생하는 사고가 많은 것으로 나타나, 보행자 안전도 개선이 시급함을 확인할 수 있었다.

국내 일부 지방자치단체에서는 보행 교통사고를 예방하고 보행 안전도를 개선하기 위해 어린이 보호구역, 노인 보호구역 및 횡단보도를 중심으로 스마트 보행안전 시스템을 도입 중이다. 이에 발맞추어, 수원시도 보행 안전성 개선을 위해 스마트 횡단보도를 도입하여 운영 중에 있지만 확대 도입을 위한 향후 도입 방향에 대한 고민이 필요한 시점으로 보인다. 이에 본 연구는 수원시민의 보행 안전성 개선을 위해 보행 이용여건 현황 파악 및 스마트 보행안전 시스템 적용을 위한 적정 도입에 대한 정책방향을 제시하고자 한다.

2. 연구의 목적

수원시 보행자 교통사고 현황 및 보행교통의 문제점을 도출하고, 스마트 횡단보도 시스템 분석을 통해 스쿨존 내 스마트 교통안전 서비스, 보행자를 위한 스마트 횡단보도 등 스마트 보행안전 시스템을 수원시 내 확대 도입 및 적용을 위한 정책방향을 제시하고자 한다.

1) 도로교통공단, 「2020년판(2018년 통계) OECD 회원국 교통사고 비교」, 2020. 11.

2) TAAS 교통사고분석시스템(<http://taas.koroad.or.kr>)

제2절 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

1) 시간적 범위

- 교통사고자료 : 2017년~2019년

2) 공간적 범위

- 수원시 전역

3) 내용적 범위

- 국내·외 운영사례 분석
- 관련 문헌 검토
- 스마트 보행안전 시스템 도입현황 및 도입효과 분석
- 보행자 교통사고 분석
- 보행환경 개선을 위한 시민대상 설문조사 분석
- 컨조인트 분석 모형 개발
- 수원시 스마트 보행안전 시스템 적정 도입 정책방향 제시

2. 연구의 방법 및 수행절차

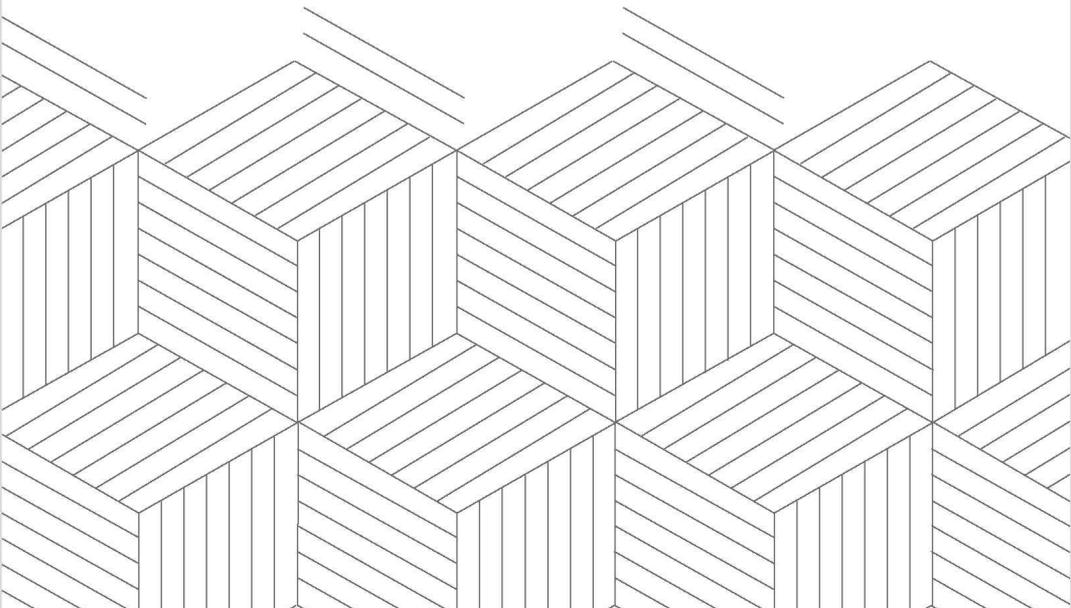
- 본 연구는 스마트 보행안전 시스템 적정 도입 정책방향 제시를 위해 수원시민을 대상으로 설문조사를 수행하였고, 설문조사 결과에 대하여 컨조인트 분석을 수행하였다.



〈그림 1-1〉 연구 수행 절차

제2장 스마트 보행안전 시스템 현황

- 제1절 스마트 보행안전 시스템 현황
- 제2절 스마트 보행안전 시스템 국내·외 운영사례
- 제3절 선행연구 검토
- 제4절 스마트 보행안전 시스템 관련 지침 검토



제2장 스마트 보행안전 시스템 현황

제1절 스마트 보행안전 시스템 현황

1. 스마트 보행안전 시스템 개요

스마트 보행안전 시스템은 인도를 보행하거나 도로를 횡단 중인 보행자를 차량 돌발상황으로부터 보호하고 보행 안전성을 확보하기 위해 도로상에 설치된 인공지능 기반의 인프라 및 운영·관리 시스템을 말한다. 스마트 보행안전 시스템은 보행자 교통사고 발생 예방을 위해 주로 보행 교통사고 발생이 잦은 지역과 학교 앞에 중점적으로 설치되고 있다.

스마트 보행안전 시스템을 설치함에 따라 일반 보행자와 교통약자, 스마트폰 이용자들의 횡단보도 시인성 개선에 따른 교통사고 발생 감소, 적신호 시 보행자 횡단보도 잔류비율 감소, 차량 정지선 위반건수 감소 등의 효과를 기대할 수 있다.

〈표 2-1〉 스마트 보행안전 시스템 개요

구분	내용
목적	<ul style="list-style-type: none"> • 횡단보도에 IoT(Internet of Things) 기술 도입으로 일반보행자와 교통약자들의 횡단보도 보행 시 시인성을 높여 교통사고를 예방하고자 함
서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고 발생이 잦은 지역 • 학교 앞(스쿨존, 실버존 등)
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 일반보행자와 교통약자(어린이, 노약자, 저시력자), 스마트폰 이용자들의 횡단보도 보행 시 시인성을 높여 교통사고 발생 감소 • 횡단보도 시인성 상황에 따른 보행자 무단횡단 및 적신호 시 보행자 횡단보도 잔류비율 감소 • 차량 정지선 위반건수 감소

자료 : 수원시청 수원만민광장

2. 스마트 보행안전 시스템 유형

스마트 보행안전 시스템으로는 과속경보시스템 표지판, 무인교통 단속장비, 횡단보도 유도등, LED 바닥신호등, 집중조명시설, 보행신호 음성안내 장치, 보행자 자동인식 장치, 스마트폰 차단 등이 있다.

차량의 과속을 방지하는 시스템으로는 과속경보시스템 표지판과 무인교통 단속장비가 있다. 과속경보시스템 표지판은 운전하는 차량의 속도정보를 제공하여 자발적으로 안전속도를 지키게 하는 교통안전시설이며, 무인교통 단속장비는 신호, 과속 등의 교통법규 위반사항을 단속장비(CCTV 등)를 활용하여 단속하는 시설이다.

횡단보도 관련 시스템으로는 횡단보도 유도등, LED 바닥신호등, 집중조명시설, 보행신호 음성안내 장치, 보행자 자동인식 신호기, 스마트폰 차단이 있다.

횡단보도 유도등은 횡단보도 옆에 LED 유도등을 설치하여 야간·악천후 시 운전자의 눈에 잘 띄도록 하여 사고 위험을 감소시키는 시설이다. LED 바닥신호등은 횡단보도 앞쪽에 LED를 매립 설치하여 보행 신호를 녹색, 적색으로 표출하는 장치이다. 집중조명시설은 횡단보도 부 및 보행자 대기지역에 주변보다 밝고 색상이 다른 조명을 설치해 운전자가 멀리서도 횡단보도임을 인지할 수 있도록 하는 조명시설이다.

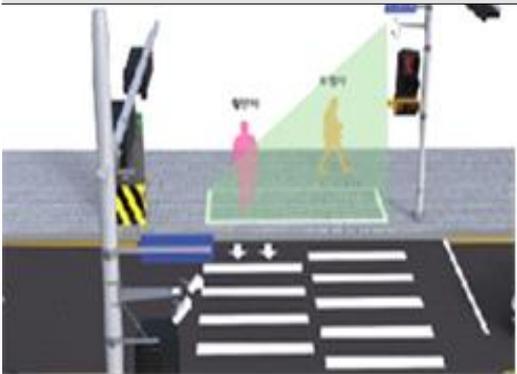
보행자 자동인식 신호기는 보행자가 횡단보도 대기공간에서 보행자 작동신호기의 버튼을 작동시키지 않아도 자동으로 보행자를 인식하여 보행신호를 요청하는 장치이며, 보행신호 음성안내 장치는 보행자를 자동으로 인식하여 신호(차량·보행 등)와 경고안내방송을 자동으로 송출하는 신호기 시스템이다.

마지막으로 스마트폰 차단은 보행자가 횡단보도 근처에 진입 시 자동으로 스마트폰 화면을 차단 또는 알림 메시지를 통해 보행자의 휴대폰 사용을 막는 스마트폰 앱이다.

〈표 2-2〉 스마트 보행안전 시스템 유형

과속경보시스템 표지판	무인교통 단속장비
	

〈표 2-2 계속〉 스마트 보행안전 시스템 유형

<p>횡단보도 유도등</p>	<p>LED 바닥신호등</p>									
										
<p>집중조명시설</p>	<p>보행신호 음성안내 장치</p>									
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="708 771 782 880"> <p>녹색 점등</p> </td> <td data-bbox="782 771 915 880">  </td> <td data-bbox="915 771 1223 880"> <ul style="list-style-type: none"> • 안전을 위해 좌우 진행을 살펴주세요 • 횡단보도에서는 스마트폰을 사용하지 마세요 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 880 782 990"> <p>녹색 점멸</p> </td> <td data-bbox="782 880 915 990">  </td> <td data-bbox="915 880 1223 990"> <ul style="list-style-type: none"> • 위험하오니 다음신호를 기다려주세요 • 위험하오니 인도로 이동해주세요 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="708 990 782 1099"> <p>적색 점멸</p> </td> <td data-bbox="782 990 915 1099">  </td> <td data-bbox="915 990 1223 1099"> <ul style="list-style-type: none"> • 위험합니다. 차도로 진입하지 마세요. • 신속히 보도방향으로 이동하세요 • 무단횡단은 위험합니다. </td> </tr> </table>	<p>녹색 점등</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 안전을 위해 좌우 진행을 살펴주세요 • 횡단보도에서는 스마트폰을 사용하지 마세요 	<p>녹색 점멸</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 위험하오니 다음신호를 기다려주세요 • 위험하오니 인도로 이동해주세요 	<p>적색 점멸</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 위험합니다. 차도로 진입하지 마세요. • 신속히 보도방향으로 이동하세요 • 무단횡단은 위험합니다.
<p>녹색 점등</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 안전을 위해 좌우 진행을 살펴주세요 • 횡단보도에서는 스마트폰을 사용하지 마세요 								
<p>녹색 점멸</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 위험하오니 다음신호를 기다려주세요 • 위험하오니 인도로 이동해주세요 								
<p>적색 점멸</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 위험합니다. 차도로 진입하지 마세요. • 신속히 보도방향으로 이동하세요 • 무단횡단은 위험합니다. 								
<p>보행자 자동인식 신호기</p>	<p>스마트폰 차단</p>									
										

제2절 스마트 보행안전 시스템 국내·외 운영사례

1. 스마트 보행안전 시스템 국내 운영사례

스마트 보행 시스템을 도입한 국내 지자체로는 서울특별시, 부산광역시, 세종특별자치시 등이 있다. 해당 지자체들은 보행 교통사고 사망률과 보행 사망사고 등의 발생을 예방하고, 보행 안전성을 개선하는 등 교통안전성을 개선하기 위해 스마트 보행 시스템을 도입하였음을 확인할 수 있었다.

1) 서울특별시

서울특별시에서는 도시 내 보행 안전성 개선을 위하여 스마트 횡단보도를 도입하고 있다. 시에서는 스마트 횡단보도를 감지센서 기반 보행자 안전 감지 및 음성안내 서비스를 제공하고, 운전자의 서행운전 및 정지선 준수를 유도하는 횡단보도로 소개하고 있다. 도입 목적으로는 보행자 및 차량 감지 시스템 및 정보통신기술(ICT) 교통신호를 기반으로 무단횡단 억제, 제한속도 및 정지선 준수 유도 등이 있다. 관련 업무는 시청 조직 내 스마트도시정책관 스마트도시담당관에서 담당하고 있다. 2019년 처음으로 서울특별시 내 25개의 스마트 횡단보도가 설치되었고, 2020년 30개의 스마트 횡단보도가 설치되었다. 또한, 2021년과 2022년 각각 50개의 스마트 횡단보도 설치를 목표로 하여, 2022년까지 서울특별시 내 총 155개의 스마트 횡단보도를 설치하고자 목표하고 있다.

서울특별시 스마트 횡단보도의 핵심기술은 크게 두 가지로, 보행자 및 차량에 대한 정보를 인식하는 기술과 정보 안내를 통해 사고를 최소화하는 기술이다. 스마트 횡단보도 구성 핵심 기술로는 차량 정지선 위반단속 센서, 보행자 횡단보도 무단횡단 감지센터, 신호감응 야간 LED 투광등 시스템, 횡단보도 모니터링 CCTV, 보행신호 음성안내 보조장치, 횡단보도 안전 대기장치, 정보 안내 LED 표시판 등이 있다.

서울특별시는 스마트 횡단보도 시스템 시설로 보행신호 상황별 음성안내, 스마트폰 차단(스몸비(스마트폰+좀비) 방지), 횡단보도 LED 표지 발광, LED 바닥신호등, IoT 기반 과속방지시스템, 집중조명시설을 설치하여 운영 중이다. 보행자 신호가 초록불인 경우에는 “안전을 위해 좌우 전방을 살피세요.”, “좌우를 살핀 후 건너가십시오.”, “횡단보도 내에서는 스마트폰을 사용하지 마세요.” 등의 안내를 음성안내 멘트로 선정하였고, 보행자 신호가 빨간불인 경우에는 “위험하오니 차도로 들어가지 마세요.”, “위험하오니 다음 신호를 기다려 주세요.”, “신속히 안전한 인도방향으로 인도하세요.” 등의 안내를 음성안내 멘트로 선정하여 운영 중

에 있다. 스마트폰 차단(스몸비 방지)에는 위치인식 기술인 비콘을 적용하였다. 횡단보도 LED 표지 발광, LED 바닥신호등과 집중조명시설은 앞서 스마트 횡단보도 시스템 유형 소개에서 언급한 방식과 동일하게 운영 중이다. 또한, 서울특별시는 과속방지시스템에 IoT 기술을 접목하여 운영 중에 있다. 관내 사고 잦은 지역, 어린이보호구역 등 차량 진입속도 제한구역에 IoT 기반 LED 전광판을 설치하여 운영 중이고, 차량 정지선 위반 또는 속도위반 시 전광판을 통하여 차량 번호 및 사진을 표출하여 운전자의 교통법규 위반을 계도하고 있다.

서울특별시 내 스마트 횡단보도가 적용된 대표적 사례로는 성동구청 앞 횡단보도가 있다. 해당 시설 설치 현황을 확인한 결과, 바닥신호등이 횡단보도의 대기선 부분에 설치되어 LED 보행신호가 점등되어 운영 중임을 알 수 있었다. 보행신호 음성안내 보조장치가 설치되어 보행자의 신호위반과 무단횡단에 대한 경고방송을 송출하고 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 스마트 횡단보도 상에 집중조명시설을 설치하여 야간의 횡단보도 시인성을 개선하였음을 알 수 있었다. 또한, IoT 기반 과속방지시스템인 차량정지선단속시스템이 설치되어 자동차 운전자가 정지선 또는 속도위반 시 전광판에 자동차 번호와 사진을 표출하여 운전자의 교통법규 위반을 계도하고 있음을 알 수 있었다.



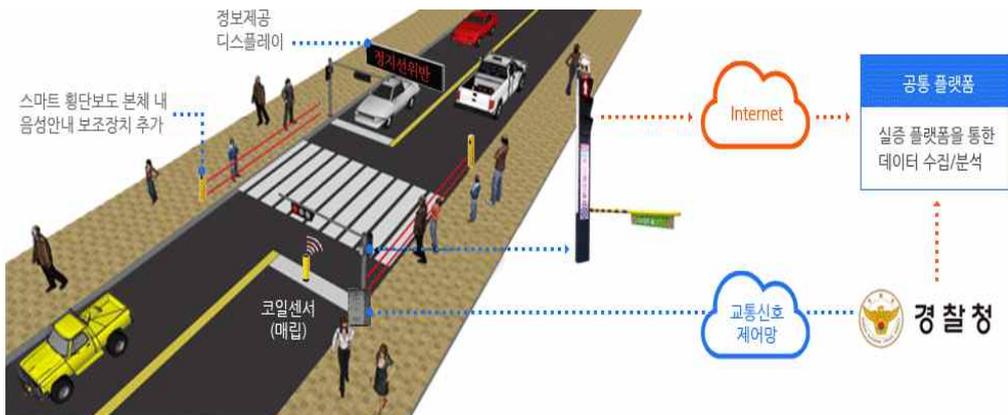
자료: 서울특별시, 「스마트 횡단보도 구축」 (<http://www.smart.seoul.go.kr>)

〈그림 2-1〉 서울특별시 스마트 횡단보도 도입 사례(성동구청 앞 횡단보도)

2) 부산광역시

부산광역시는 2015년부터 관내 글로벌 스마트시티에 스마트 횡단보도를 구축하여 보행 편의성 및 안전성 등을 개선하고 있다. 이후, 남구, 동래구, 수영구 등의 기존 횡단보도 지점에 스마트 횡단보도 도입을 확대하고 있다. 도입 목적으로는 횡단보도 보행 안전성 개선 및 교통단속시스템의 자동화이다.

부산광역시의 스마트 보행 시스템도 서울특별시와 유사하게 구성되어 있다. 부산 내 도입된 스마트 보행 시스템은 보행자와 운전자에게 교통신호 준수를 유도하는 시스템, 보행신호 음성안내 보조장치를 통한 보행신호 음성안내 시스템, 신호위반 무단횡단 경고방송, 횡단보도 안전대기장치를 통한 보행신호 음성안내 및 신호연동 안전차단바 작동시스템, 보행자 감지기를 통한 보행자 감지 및 보행신호 연동시스템 등으로 구성되어 있다. 또한, 차량정지선 단속시스템을 통해 운전자가 횡단보도의 정지선을 위반할 경우, 위반 차량 감지 및 단속, 기타 위반사항에 대한 단속 뿐 아니라 통행량과 통행속도 측정이 가능한 시스템도 포함되어 있다.



자료: 부산광역시, 「글로벌 스마트 시티」 (<http://www.k-smartcity.kr>)

〈그림 2-2〉 부산광역시 스마트 횡단보도 서비스 개요

부산광역시 내에 LED 바닥신호등은 2018년 동래구에 처음 도입되었고, 2019년 남구, 2020년 북구에 도입되었으며, 수영구 스마트타운 조성지구와 남구 등에 추가 도입계획이 발표되는 등 LED 바닥신호등 및 스마트 횡단보도가 활발히 도입되고 있는 상황이다. 동래구는 스포스비족의 교통사고를 예방하기 위해 2018년 지역 내 인정시장 인근에 LED 바닥신호등을 도입하였다.



자료: 부산광역시 동래구청

〈그림 2-3〉 부산광역시 동래구 LED 바닥신호등

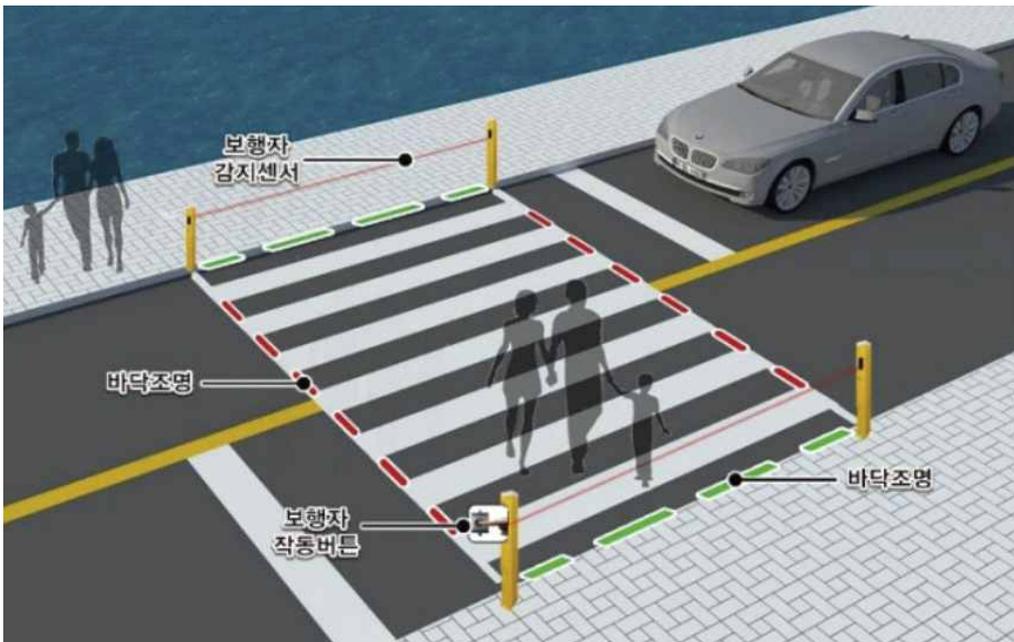
남구에서는 2019년 대연사거리에 처음으로 LED 바닥신호등을 도입하였고, 이후에는 어린이 보호구역과 비신호 교차로 구간을 중심으로 LED 바닥신호등과 활주로형 횡단보도 등의 스마트 보행안전 시스템이 도입되고 있다. 그리고 2021년 3월에는 국토교통부 스마트챌린지 솔루션 확산사업의 일환으로 관내 유엔평화문화특구 진입 구간인 대연사거리~유엔교차로 구간에 스마트 횡단보도를 도입하여 보행자 안전도 개선을 목표로 하고 있다.



자료: 맹회찬, 「부산 남구, 활주로형 횡단보도 확대 설치」, 로컬세계(2020.09.25. 기사)

〈그림 2-4〉 부산광역시 남구 활주로형 횡단보도

수영구에서는 2020년에 관내 국토교통부 스마트타운 조성 사업 대상 지역에 스마트 횡단 보도 도입 계획을 발표하였다. 수영구는 ‘다시 찾고 싶은 광안리’를 목표로 스마트타운을 조성할 계획이다. 관광객이 스마트타운 구역으로 들어오면 구에서 설치한 무료 공공 와이파이를 통해 스마트폰 앱이 자동 실행되게 되고, 관광 편의성을 위해 AR 기반 길찾기, 상가정보, 주차정보, 축제 공연 행사 정보 등을 제공하게 된다. 또한, 스마트폰 앱에서는 관광객이 스마트 방향 표지판에 있는 QR 코드를 인식하면 원하는 목적지까지 안내해주는 서비스를 제공하게 된다. 그리고 광안리 해변과 조화되는 디자인과 스마트기기 충전 기능을 갖춘 스마트벤치도 관광객의 여행 편의성을 위해 설치된다. 이에 더하여, 수영구에서는 관광객의 야간 보행 교통사고 예방 및 보행자의 안전을 위해 신호등이 없는 횡단보도에 보행자 감지센서와 바닥 조명을 설치하여 스마트 횡단보도로 개선할 계획이다. 스마트타운 내 설치되는 스마트 횡단 보도는 보행자 작동버튼, 횡단보도부 주변의 바닥 조명, 보행자 감지센서 등으로 구성되어 있다. 보행자가 작동버튼을 누르고 바닥신호등을 통해 보행신호가 들어오면 보행자가 도로를 횡단하고, 횡단보도 양쪽 끝단에 위치한 보행자 감지센서를 통해 보행자가 횡단을 완료하였다는 것이 감지되면, 다시 차량신호로 전환되는 것으로 시스템이 운영된다.



자료: 부산광역시, 「광안리 스마트타운 조성으로 ‘한 번 더’ 도약하다」, 2020.09.

〈그림 2-5〉 부산광역시 수영구 LED 바닥신호등 도입 계획

3) 세종특별자치시

세종특별자치시는 2020년부터 지역 내 어린이 교통사고가 빈번한 학원가 사거리와 어린이 보호구역을 중심으로 스마트 횡단보도 도입을 추진하고 있다. 시에서는 스마트 횡단보도 시설을 스마트 센서 기술 등을 활용하여 횡단보도로 접근하는 우회전 차량 운전자와 횡단보도 보행자에게 음성과 알림판으로 교통안전정보를 제공하는 시스템이라 정의하고 있다. 또한, 세종특별자치시에서는 스마트 횡단보도 도입 효과분석을 위해 한국교통안전공단과 함께 스마트 횡단보도 시범운영 기간 전·후의 우회전 차량의 횡단보도 정지선 정지비율과 우회전 통과시간 등 운전자 행동변화에 대한 효과분석을 수행하여 스마트 횡단보도 도입 효과분석을 수행하였다. 분석 결과, 스마트 횡단보도 도입 후 보행자 횡단 시 우회전 차량의 횡단보도 정지 비율이 82%를 기록한 것으로 나타났다. 이는 도입 전보다 23.2% 증가한 수치로, 보행 안전성이 상당 부분 개선되었다는 것을 확인할 수 있다.



자료: 세종특별자치시, 「스마트 횡단보도로 우회전 사고 막는다」, 2020.11.

〈그림 2-6〉 세종특별자치시 스마트 횡단보도 시연회

또한, 국토교통부에서는 세종특별자치시 내 5-1 생활권을 스마트시티 국가시범도시로 선정하고, 다양한 신기술을 접목하여 스마트시티 시범사업을 추진하고 있다. 사업의 일환으로 교통분야에서는 스마트 모빌리티 리빙랩을 추진하고 있다. 스마트 모빌리티 리빙랩은 크게 3개의 핵심 목표를 확립하여 추진하고 있다. 첫 번째 목표는 국가시범도시 스마트 모빌리티 선체험을 통한 이용자 측면의 문제점 발굴 및 개선방안에 대한 의견을 수렴하는 것이다. 두 번째 목표는 서비스 요구사항 분석, 이용자 행태변화 분석 등을 통한 스마트 모빌리티 서비스의 이용자 수용성 및 효율성 검증이다. 세 번째 목표는 서비스 전·후 평가 및 분석, 반복적인 피드백을 통한 지속적인 서비스 안정화 및 고도화이다. 이러한 목표를 기반으로 8개의 스마트 모빌리티 리빙랩 서비스를 정의하였다.



자료: 한국교통연구원, 「스마트시티 국가시범도시 스마트 모빌리티 리빙랩」 (<https://www.smartsejong-lab.co.kr/>)

〈그림 2-7〉 세종특별자치시 스마트 모빌리티 리빙랩 서비스

8개의 스마트 모빌리티 리빙랩 서비스 중 스마트 보행안전 시스템에 해당하는 서비스는 스마트 횡단보도 서비스이다. 스마트 횡단보도 서비스는 횡단보행자가 많거나 어린이, 노인 등 교통약자 통행이 많은 스쿨존/실버존, 보행자 관련 교통사고 잦은 지역 등에서 각종 IoT/ICT 검지기 기술 등을 활용하여 보행자 및 운전자에게 안전 관련 정보를 제공하거나 보행 통행량에 따라 교통신호시간을 조절하는 등 보행자의 횡단 안전을 제고시키는 서비스라 정의하고 있다. 스마트 횡단보도 서비스를 구성하는 시스템으로는 스마트 LED 바닥경광등, 과속 방지턱 및 카메라 등의 설치로 운전자 감속을 유도하는 감속유도장치, 스마트 횡단보도 알리미, 스몸비족을 위한 스마트폰 알림 및 경고창 등이 있다.

2. 스마트 보행안전 시스템 국외 운영사례

스마트 보행안전 시스템의 국내 운영사례와 마찬가지로 국외 운영사례를 검토하였다. 도입 지자체별로 확인한 국내사례와 달리 국외사례는 스마트 보행 시스템 유형별로 운영사례를 검토하였다. 사례 검토 결과, 미국, 영국, 중국 등의 국가들에서 스마트 보행안전 시스템을 도입하여 운영 중인 것으로 나타났다.

1) 스마트 횡단보도

국외에서는 횡단보도에 LED 바닥경광등, 집중조명시설 등을 설치하여 스마트 횡단보도 시스템을 구축하는 사례가 증가하고 있는 상황이다. 스마트 횡단보도를 설치한 국가로는 미국, 중국, 스페인 등이다.

미국에서는 활주로형 횡단보도를 스마트 횡단보도로 도입하여 운영 중에 있다. 횡단보도와 표지판에 점멸등을 설치하여, 보행자가 도로 횡단 시 점멸등이 점멸되는 체계로 활주로형 횡단보도를 운영 중이다. 활주로형 횡단보도는 운전자의 보행자 및 횡단보도 시인성을 개선함으로써 보행 안전성 개선에 기여할 수 있는 시설이다. 활주로형 횡단보도 구성 시스템으로는 도로 상에 설치되는 활주로형 점멸등, 자동으로 보행자를 인식하는 블라드 또는 보행자 횡단 버튼, 태양광 판넬을 활용한 A/C 전원공급 장치, 시스템 제어장치, 표지판 점등장치 등으로 구성되어 있다.



자료: Ruichen, 「LED Solar Powered Pedestrian Crosswalk Signs in United States」
(<https://www.rctrffic.com/application/solar-traffic-sign/led-solar-powered-pedestrian-crosswalk-signs-in-united-states.html>)

〈그림 2-8〉 미국 LED 활주로형 횡단보도

중국에서는 국내 사례와 유사한 형태의 LED 바닥신호등을 운영하고 있다. 주로 보행자의 횡단보도 접근부에만 설치되어 있는 국내 운영사례와 달리, 중국에서는 자동차 정지선 앞쪽 부분에도 활주로형의 LED 바닥신호등이 설치되어 운영 중에 있다. LED 바닥신호등은 중국 내 주요 대도시를 중심으로 설치되어 보급 중인데, 중국 정부는 도입을 통해 도시 내 미래형 디자인의 교통시설을 도입하여 도시 내 미적 감각을 제고함과 동시에 운전자 및 보행자로 하여금 야간시간대와 기상악화 등의 조건에서 횡단보도 시인성 개선에 기여할 수 있을 것으로 기대된다고 하였다.



자료: Kunshan China-gov, 「A smart crosswalk with intelligent sensors and luminous road tiles」
 (<https://www.facebook.com/KunshanCity/posts/a-smart-crosswalk-with-intelligent-sensors-and-luminous-road-tiles-recently-made/2173461142964917/>)

〈그림 2-9〉 중국 쑤저우 LED 바닥신호등 및 활주로형 횡단보도

스페인에서도 국내 뿐 아니라 미국, 중국 사례와 유사하게 활주로형 횡단보도를 설치하여 스마트 횡단보도로 운영 중이다. 항시 LED 점멸등이 점멸되어 있는 것이 아니라, 보행자가 횡단 시에 LED 점멸등이 점멸되어 횡단보도의 시인성을 개선하였다. 또한, 보행자 횡단 시 횡단보도 상의 점멸등 뿐 아니라 횡단보도 양 끝단에 위치한 보행 표지판도 같이 점멸되어, 운전자의 횡단보도와 보행자에 대한 시인성을 개선함으로써 보행 안전성 개선에 기여할 수 있는 시설이다.



자료: STEPVIAL, 「Smart Pedestrian Crossing in Vic」
 (<https://www.stepvial.com/en/smart-pedestrian-crossing-in-vic>)

〈그림 2-10〉 스페인 바르셀로나 활주로형 횡단보도

2) 인공지능 횡단보도(시범사업)

영국에서는 스마트 횡단보도보다 한층 더 똑똑해지고, 개선된 시설이라고 볼 수 있는 인공지능 횡단보도인 Starling Crossing을 도입하였다. Starling Crossing은 보행자의 안전을 우선순위에 두고, 보행자의 잠재적 위험요소를 파악하여 신호를 변경하는 반응형 도로시스템을 말한다. Starling Crossing은 교통상황 및 보행자 유무에 따라 실시간으로 반응하여 형태를 바꿔가며 운영하고 있다. Starling Crossing은 교차로 주변에 설치된 방향 카메라로 실시간 정보를 수집하여 보행자 교차로의 패턴, 레이아웃, 구성, 크기 등이 교통상황에 맞게 그 형태를 변경하며 운영하는 횡단보도 시스템이다. 보행자가 도로 횡단을 위해 대기하고 있으면 Starling Crossing이 보행자를 인지하여 횡단보도를 도로상에 구현하여 보행자가 횡단할 수 있도록 하고, 보행자가 횡단을 완료하면 횡단보도가 없어진다. 또한, 기본석된 보행 통행 수요 산출결과를 토대로 보행자가 일시적으로 몰리는 시간대에는 보행 통행상황에 실시간으로 대응하여 횡단보도 폭을 넓혀서 운영하고 있다.



자료: Lauren RO, 「Smart crosswalk reacts to cars and pedestrians in real time」
(<https://conpaper.tistory.com/61966>)

〈그림 2-11〉 영국 Starling Crossing

3) 다양한 횡단보도 디자인

일부 국가들은 도로상의 횡단보도 디자인을 다양화하여 운영 중이다. 영국, 아이슬란드 등 유럽 국가들을 중심으로 이러한 다양한 디자인의 횡단보도가 운영되고 있다. 다양한 디자인의 횡단보도는 도시의 미적 감각을 제고할 뿐 아니라 보행자 및 운전자에게 구경거리를 제공하는 효과도 얻을 수 있다. 그리고 다양한 디자인의 횡단보도는 일반 횡단보도보다 시인성이 개선되어 보행자의 무단횡단을 예방하고, 운전자의 횡단보도 시인성을 개선하는 등 교통안전 측면에서의 안전도 개선 효과도 있다.

영국에서는 런던 Southwark street에 Camille Walala 화가의 시그니처 그래픽 디자인이 반영된 횡단보도가 운영 중이다. 횡단보도 상에 다양한 색깔이 입혀짐으로써 횡단보도의 시인성을 개선하였다. 아이슬란드에서는 착시 효과를 이용하여 공중에 뜬 형태의 횡단보도를 설치하여 운영 중이다. 착시 효과를 이용한 횡단보도는 아이슬란드 이외에도 인도, 카자흐스탄 등 다양한 국가들에서 착안하여 도입하여 운영 중이다.



자료: Alice Morby, 「Camille Walala creates multicoloured pedestrian crossing for London」
(<https://www.dezeen.com/2016/09/23/camille-walala-multicoloured-pedestrian-crossing-london-design-festival-2016/>)

〈그림 2-12〉 영국 런던 Southwark street 횡단보도



자료: Allan Heydorn, 「How to Layout and Stripe a “Floating” Crosswalk」
(<https://www.forconstructionpros.com/pavement-maintenance/article/21001020/how-to-stripe-a-3d-crosswalk>)

〈그림 2-13〉 아이슬란드 착시효과 횡단보도

4) 스몸비족을 위한 정책

최근 국외 일부 국가에서는 스몸비족(스마트폰과 좀비의 합성어, 스마트폰을 보면서 길거리를 보행하는 사람을 말함)에 대한 보행 안전성 개선 정책을 고안하고 있다. 관련법에 따라 보행 중 스마트폰 이용자를 엄격히 처벌하는가 하면, 스마트폰 이용자 전용도로를 구축하여 스마트폰 이용자의 보행 안전성 개선을 시도하는 정책도 확인할 수 있었다.

미국 내 일부 주에서는 스마트폰을 보면서 길거리를 보행하는 사람들에 대해서는 벌금을 부과하고 있다. 하와이 호놀룰루시에서는 도로 횡단 시 전자책, 테블릿 PC, 스마트폰 등 모바일기기를 보는 행위에 대해 규제하고 있다. 최초 적발 시에는 15~35달러의 벌금을 부과하고, 이후에는 위반횟수에 따라 최대 75~95달러의 벌금을 부과하여 보행 시의 모바일기기를 보는 행위를 법에 따라 엄격히 금지하고 있다. 뉴저지 주에서도 마찬가지로 도로 횡단 시 스마트폰을 이용하는 행위를 규제하고 있는데, 위반 시에는 85달러의 벌금을 부과하고 있다.

중국과 태국에서는 스마트폰 이용자를 위한 전용도로를 구축하였다. 중국 충칭시와 태국 방콕시의 까셋삿대학교에는 스마트폰 이용자를 위한 전용도로가 구축되어 있는데, 보행 시의 스마트폰 이용자와 비이용자를 구분함으로써, 스마트폰 이용자가 스마트폰을 보면서 걷다가 발생할 수 있는 다른 보행자들과의 상충 및 스마트폰 이용 시 이동속도가 느려짐에 따라 발생할 수 있는 지체와 상충을 예방하도록 하였다.



자료: Lisa Eadiciccio, 「There's a city in China with its own street lane for people who can't stop staring at their phones」 (<https://www.businessinsider.com/phone-lane-in-chinese-street-2014-9>)

〈그림 2-14〉 중국 충칭 스마트폰 이용자 전용도로

제3절 선행연구 검토

1. 보행안전 및 스마트 보행 시스템

박제진 외(2008)는 횡단보도 집중조명시설 설치에 따른 효과분석을 수행하였고, 경제적 타당성과 효율성을 분석하였다. 집중조명시설이 설치된 22개소에 대한 교통사고 자료 분석 결과, 전체교통사고 6건이 증가하였지만, 야간 교통사고는 31건 감소하여 22.4%의 감소 효과를 보였음을 알 수 있었다. 집중조명시설의 설치비용과 교통사고 감소에 따른 편익을 분석한 결과, B/C는 12.85로 나타났고, 순현재가치는 25,648백만원으로 나타났음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 집중조명시설의 설치에 따라 교통사고 감소 효과가 있다는 것과 이에 따른 경제적 비용 절감 효과가 있다는 결과를 도출하였다.

한국교통연구원(2015)에서는 보행자 교통안전 대책검토를 통한 관련 법체계 구축을 위한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 보행자 교통사고와 교통안전에 대한 국내·외 법령 및 지침 등의 법체계를 분석하였다. 또한, 보행자 사고 감소를 위한 교통안전 대책을 법적 관점에서 검토하였고, 이를 구체화하는 보행자 안전 중심의 교통안전 법체계 정비방안을 제시하였다. 보행자 안전 개선방안으로 보행자의 법적 권리 강화, 고령보행자를 위한 실버존 규제 강화 및 보행 규제 적합화, 생활권 도로에서 보행권 회복을 위한 법체계 합리화, 보행 교통사고의 방지 및 사고 발생 후 보행자 신체 피해 최소화를 위한 차량규제 개선방안 등을 도출하였다.

안광은 외(2016)는 보행자와 운전자의 편의를 제공하고, 안전성을 제고하는 스마트 횡단보도 시스템의 도입을 제안하였다. 횡단보도 투광기는 운전자에게 보행자 포착 시야를 개선할 수 있고, 그에 따른 고속 충돌에 의한 사고 발생이 감소할 수 있다는 효과를 확인하였다. 또한, 사고 발생 시 관제센터에서 원격으로 사고 감지가 가능하고, 이에 대한 빠른 대응이 가능해서 심각한 사고가 발생하더라도 보행자의 골든타임을 충분히 확보할 수 있고, 즉각적인 현장통제가 가능하여 2차 사고를 예방할 수 있다는 결과를 도출하였다.

2. 컨조인트 분석

장영주 외(2011)의 연구에서는 자전거·보행자 겸용도로의 설치 효과를 분석하기 위하여 컨조인트 분석 방법을 활용하였다. 이를 위해 일반도로와 자전거·보행자 겸용도로의 이용자 측면의 서비스 수준별 효용가치 영향의 상관관계를 분석하였고, 보행량과 자전거 통행량에 따른 민감도를 분석하였다. 분석 결과를 토대로 개선방안을 도출하였고, 총 다섯가지의 개선방안을 제시하였으며, 그 순위는 보도폭 확장 > 자전거도로 완전분리 > 자전거도로 설치 제한 > 안전시설물 설치 등의 순으로 나타났다.

박상민 외(2017)는 BRT 이용자의 주요 이용 영향요인을 컨조인트 분석을 접목하여 분석하였다. 분석 결과, BRT 이용자의 주요 이용 영향요인으로는 요금이 선정되었고, 이를 통해 이용 요금 등의 경제적 요인이 이용자들에게 가장 민감한 요인임을 알 수 있었다. 바이모달 트램의 경우, 좌석 수 및 내부 환경 요인의 중요도가 가장 중요한 이용 영향요인으로 분석되었으며, 이를 통해, 편안함이 이용에 있어서 중요 요인인 것을 확인할 수 있었다.

부산연구원(2002)은 부산광역시에서 녹색교통진흥지역 지정을 위한 기초자료 확보를 통한 향후 녹색교통진흥지역 도입방안을 검토하였다. 검토를 위한 분석 방법으로는 컨조인트 분석 방법을 채택하였다. 녹색교통진흥지역에서 시행해야 하는 필수정책 혼잡통행료 징수, 교통혼잡 유발금 징수 강화, 교통체계 지능화(ITS) 사업, 대중교통수단 우선통행조치의 4개 시책에 대하여 컨조인트 분석을 시행하여 '부산광역시 녹색교통진흥지역 특별대책 구성(안)'을 도출하였다.

3. 시사점 및 연구의 차별성

기존 보행 관련 연구는 법제도 및 시스템 제안·도입 효과를 중점적으로 다룬 연구가 수행되어 온 것을 확인할 수 있었다. 그러나 스마트 보행안전 시스템 적용에 관한 연구는 미흡한 상황임을 알 수 있었다. 컨조인트 분석 관련 연구 고찰 결과, 컨조인트 분석은 속성의 중요도를 파악하여 개선방안과 정책방향을 도출하는데 사용되었다. 따라서, 본 연구에서는 컨조인트 분석방법을 활용하여 보행 환경 개선을 위한 스마트 보행안전 시스템 도입을 위해 최적조합을 도출해 스마트 보행안전 시스템 도입의 정책방향을 도출하고자 한다.

제4절 스마트 보행안전 시스템 관련 지침 검토

스마트 보행안전 시스템과 관련된 시설은 보행신호등, 보행신호 음성안내, 노면표시 등이 있다. 스마트 보행안전 시스템은 보행자에게 필요한 정보를 정확하게 전달하는 기능이 있고, 보행자가 통일되고 균일한 행동을 취할 수 있도록 통제함으로써 교통소통 증진 및 보행자의 안전보장에 기여한다. 이와 관련된 지침은 경찰청에서 관리하며 관련 내용은 다음과 같다.

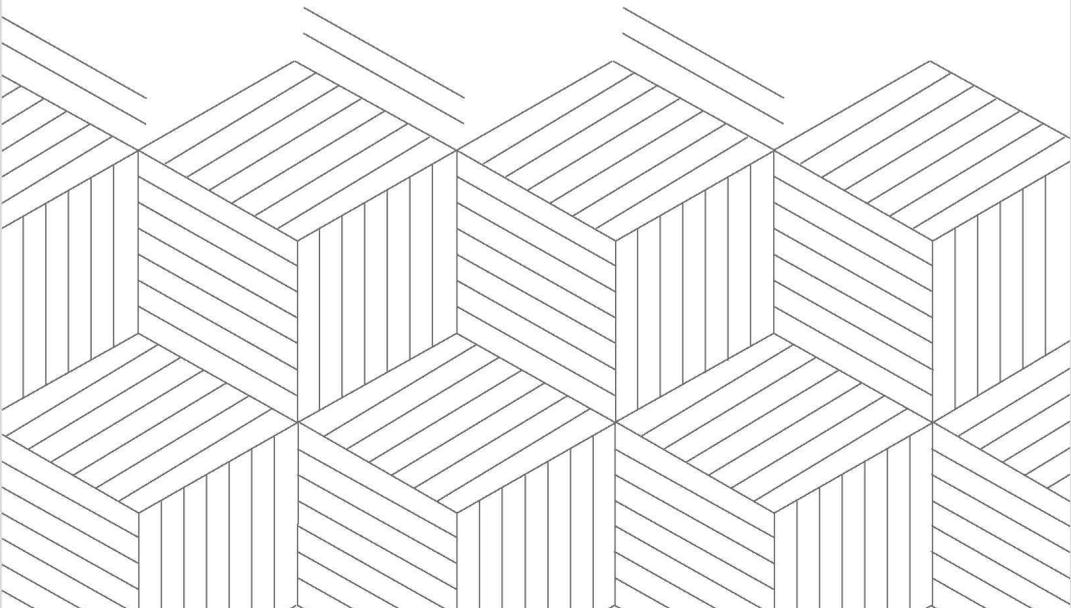
〈표 2-3〉 스마트 보행안전 시스템 관련 지침

연번	지침	내용
1	보행신호등 보조장치 표준지침(2018)	<ul style="list-style-type: none"> • 보행신호등 보조장치 종류 • 설치 가능 지점(왕복 4차로 이상인 도로 중 보행자 통행이 빈번하고 횡단사고가 잦은 지점 등) • 구성 및 기계적·전기적 조건 등
2	보행신호 음성안내 보조장치 표준지침(2017)	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 형태 및 장치 구성 • 설치장소(어린이 보호구역 또는 교육시설이 있는 장소로 어린이 무단횡단이 우려되는 곳 등) • 구조 및 성능 특성 등
3	보행신호 자동연장시스템 표준규격(2020)	<ul style="list-style-type: none"> • 보행신호 자동연장시스템 개요(일반사항, 요구사항, 물리적 사양 등) • 구성요소 및 역할 • 시스템 동작 절차(녹색 등화 시, 녹색 점멸 등화 시, 녹색 연장 시) 등
4	LED 교통신호등 표준지침(2020)	<ul style="list-style-type: none"> • LED 신호등 종류 및 요건 • 성능, 규격 및 재료 • 시험기준 등
5	바닥형 보행신호등 표준지침(2019)	<ul style="list-style-type: none"> • 설치기준·위치 및 배열(표출 형상 등) • 구성요소 및 제품요건 • 성능, 시험기준 및 방법 등
6	교통노면표시 설치 및 관리 매뉴얼(2020)	<ul style="list-style-type: none"> • 노면표시 설치기준(선 종류 및 규격, 도료, 반사 및 조명 등) • 규제표시(관련 법규, 선/통행 방법/정지 및 주차/노상장애물 규제) • 지시표시(관련 법규, 주차 방법/유도/횡단/방향 및 방면 지시, 보호구역 등) • 표지병(기능, 설치장소 구조, 색상, 반사 성능, 부착식 표지병 등)

제3장

수원시 보행 관련 현황

제1절 수원시 보행 교통사고 현황
제2절 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입 현황



제3장 수원시 보행 관련 현황

제1절 수원시 보행 교통사고 현황

도로교통공단 교통사고 분석시스템을 활용하여 최근 3년간(2017~2019년) 발생한 수원시 보행 관련 교통사고를 분석하였다. 수원시 전체 유형별 교통사고, 차대사람 유형별 교통사고, 보행 교통사고, 어린이 보행사고, 고령자 보행사고, 무단횡단 사고에 대해 파악하였으며 조사 개요는 다음과 같다.

〈표 3-1〉 수원시 보행자 교통사고 조사 개요

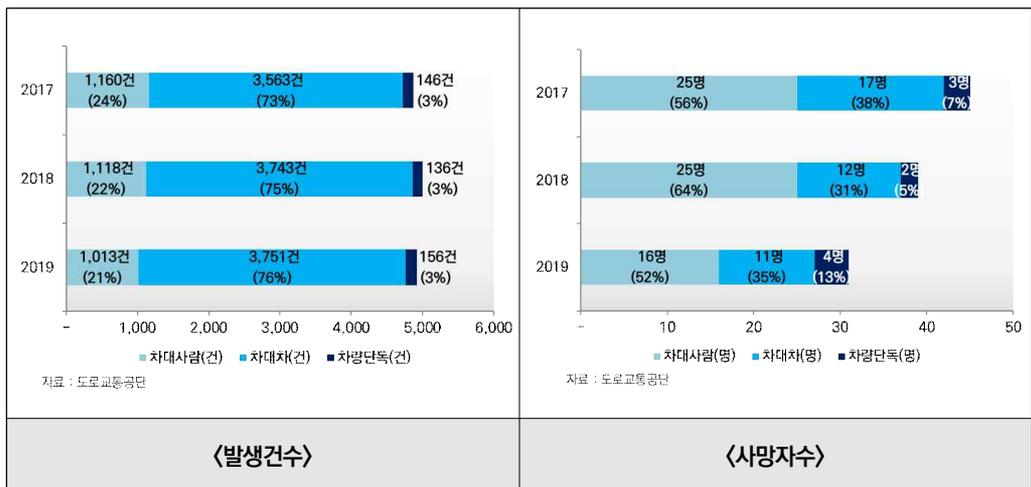
연번	교통사고		비고	연도
1	수원시 전체 유형별 교통사고		<ul style="list-style-type: none"> • 발생건수 • 사망자수 	2017~2019년
2	차대사람 교통사고		<ul style="list-style-type: none"> • 발생건수 • 사망자수 	
3	보행교통사고	총 보행 교통사고	<ul style="list-style-type: none"> • 발생건수 • 사망자수 • 부상자수 	
		어린이 보행 교통사고		
		고령자 보행 교통사고		
		시간대별 보행 교통사고	<ul style="list-style-type: none"> • 사망자수 • 부상자수 	
4	무단횡단 교통사고		<ul style="list-style-type: none"> • 발생건수 • 사망자수 • 부상자수 	

1. 수원시 전체 유형별 교통사고

도로교통공단 교통사고 분석시스템을 활용하여 3년간(2017년~2019년) 발생한 수원시 전체 유형별 교통사고 현황을 분석하였다. 수원시 유형별 교통사고 발생건수는 차대차, 차대사람, 차량단독 순으로 나타났지만 사망자수의 경우 차대사람이 과반수 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 이를 통해 차대사람 교통사고의 위험도가 더 높다는 것을 알 수 있다.

〈표 3-2〉 수원시 전체 유형별 교통사고

구분	사고건수(건)			사망자수(명)		
	차대사람	차대차	차량단독	차대사람	차대차	차량단독
2017	1,160	3,563	146	25	17	3
2018	1,118	3,743	136	25	12	2
2019	1,013	3,751	156	16	11	4



〈그림 3-1〉 수원시 전체 유형별 교통사고

2. 차대사람 교통사고

도로교통공단 자료에 따르면 차대사람 교통사고 중 횡단 중 발생하는 교통사고의 사고 발생 건수와 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타났다. 향후 수원시의 안전한 보행환경을 조성하기 위해서는 횡단 중 발생하는 교통사고를 감소시킬 수 있는 스마트 보행안전 시스템 확대 도입이 필요함을 시사한다고 볼 수 있다.

〈표 3-3〉 수원시 차대사람 교통사고

구분	사고건수(건)					사망자수(명)				
	횡단중	차도 통행중	길가장 자리 통행중	보도 통행중	기타	횡단중	차도 통행중	길가장 자리 통행중	보도 통행중	기타
2017	668	73	44	43	332	16	4	0	1	4
2018	419	92	40	33	534	12	6	0	1	6
2019	356	73	35	39	510	11	1	0	0	4



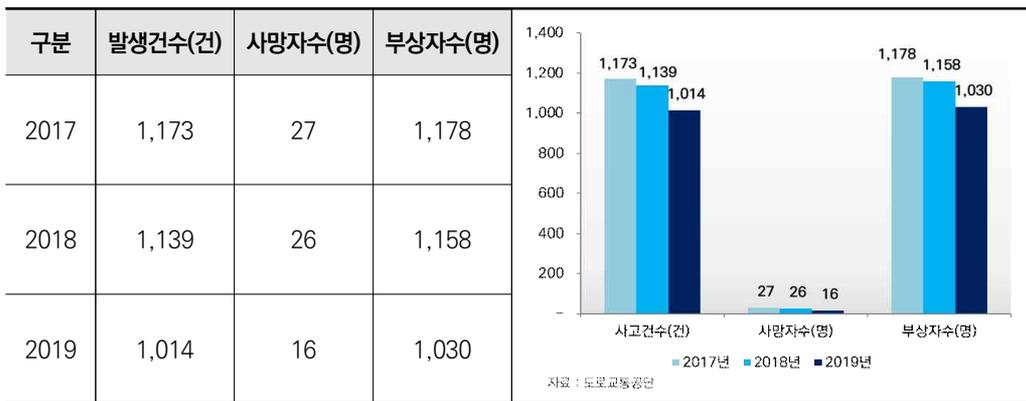
〈그림 3-2〉 수원시 차대사람 교통사고

3. 보행 교통사고

1) 총 보행 교통사고

최근 3년간 수원시 보행 교통사고는 감소하는 추세이지만 지속적으로 발생하고 있는 것으로 나타났다. 보행 중 발생한 교통사고의 치사율이 높으므로, 향후 보행 교통사고 감소 및 안전성 개선방안을 모색해야 함을 확인할 수 있다.

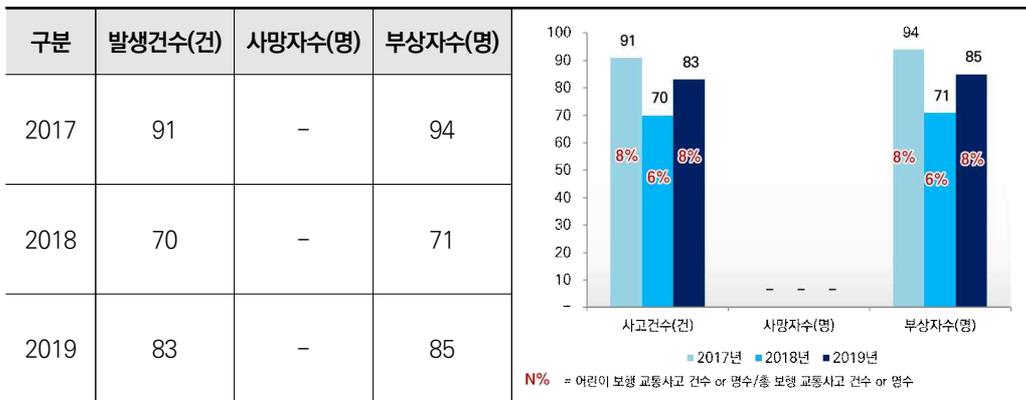
〈표 3-4〉 수원시 총 보행 교통사고



2) 어린이 보행 교통사고

수원시 보행 교통사고 중 어린이 보행 교통사고는 2019년 기준 8%를 차지하는 것으로 나타났다. 2018년 감소하는 추세를 보였지만 2019년 다시 증가하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 3-5〉 수원시 어린이 보행 교통사고



3) 고령자 보행 교통사고

최근 3년간(2017~2019년) 감소하고 있는 추세이지만 지속적으로 고령자 보행 교통사고가 발생하고 있으며, 2019년 기준 총 보행 교통사고 발생비율 중 20%로 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 고령자 보행사고 감소를 위한 향후 정책 수립이 필요할 것으로 보인다.

〈표 3-6〉 수원시 고령자 보행 교통사고

구분	발생건수(건)	사망자수(명)	부상자수(명)
2017	221	13	209
2018	245	15	231
2019	202	3	201

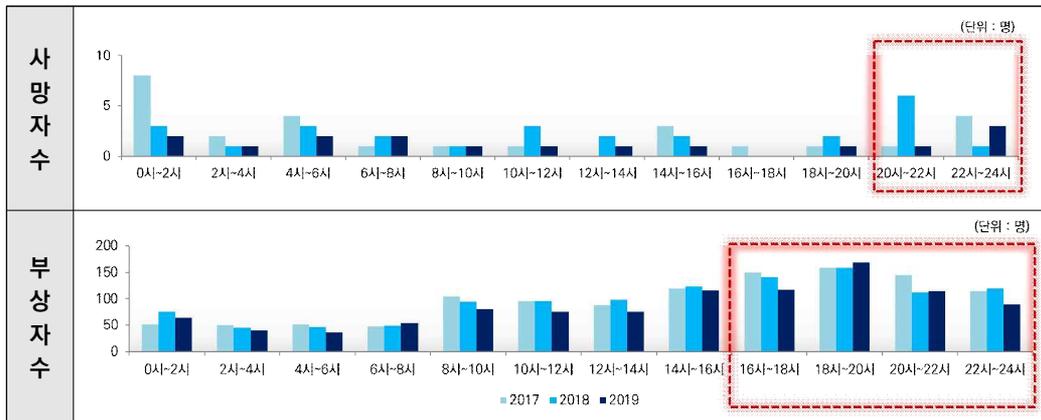
N% = 고령자 보행 교통사고 건수 or 명수 / 총 보행 교통사고 건수 or 명수

4) 시간대별 보행 교통사고 사상자 수

시간대별 보행 교통사고 분석 결과, 22~02시에 교통사고 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타났으며 대체로 20~02시에 가장 빈번하게 발생하는 것으로 나타났다. 부상자 수의 경우 16~24시 사이의 부상자가 가장 많은 것으로 나타났으며 18~20시에 가장 빈번하게 발생하는 것으로 나타났다. 야간 교통사고 발생률이 높으므로 야간 교통사고 예방을 위한 스마트 보행안전 시스템 확대 도입 검토가 필요할 것으로 보인다.

〈표 3-7〉 수원시 시간대별 보행 사상자수

구분	0~2시	2~4시	4~6시	6~8시	8 ~ 10시	10 ~ 12시	12 ~ 14시	14 ~ 16시	16 ~ 18시	18 ~ 20시	20 ~ 22시	22 ~ 24시
사망자수	2017	8	2	4	1	1	0	3	1	1	1	4
	2018	3	1	3	2	1	3	2	0	2	6	1
	2019	2	1	2	2	1	1	1	0	1	1	3
부상자수	2017	52	50	52	48	105	96	88	119	150	159	145
	2018	76	45	47	49	94	95	98	123	141	158	112
	2019	64	40	36	54	81	75	75	116	117	168	115



〈그림 3-3〉 수원시 시간대별 보행 사상자수

4. 무단횡단 교통사고

최근 3년간(2017~2019년) 무단횡단 교통사고는 감소하는 추세이지만 지속적으로 발생하고 있으며, 무단횡단 교통사고의 치사율이 높으므로 무단횡단 교통사고 감소를 위한 스마트 보행안전 시스템 확대 도입 검토가 필요할 것으로 보인다.

〈표 3-8〉 수원시 무단횡단 교통사고

구분	발생건수(건)	사망자수(명)	부상자수(명)
2017	227	16	215
2018	208	9	205
2019	172	6	169

구분	2017년	2018년	2019년
사고건수(건)	227	208	172
사망자수(명)	16	9	6
부상자수(명)	215	205	169

자료 : 도로교통공단

제2절 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입 현황

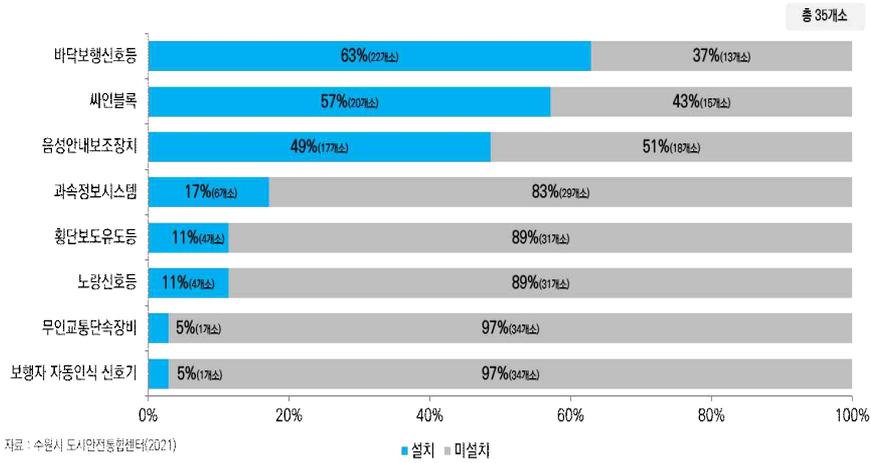
수원시에는 스마트 보행안전 시스템이 총 35개소에 도입하여 운영하고 있다. 어린이 보호 구역을 중심으로, 총 8개 유형의 스마트 횡단보도 시스템이 설치되어 운영 중에 있다. 장안구, 영통구에 각 11개소, 팔달구 7개소, 권선구 6개소 순으로 도입하여 운영하고 있다.



자료 : 수원시 도시안전통합센터(2021)

〈그림 3-4〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입현황

수원시 스마트 보행안전 시스템 설치유형으로는 바닥형 보행신호등, 짜인블록, 음성안내보조장치, 횡단보도 유도등, 과속경보시스템, 노란신호등, 무인교통단속장비, 보행자 자동인식 신호기 등이 있다. 도입 현황 확인 결과, 바닥보행신호등(63%)이 가장 많이 설치되어 있는 것으로 나타났고, 짜인블록(57%), 음성안내보조장치(49%), 과속경보시스템(17%) 등이 그 뒤를 이음을 알 수 있었다.



〈그림 3-5〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 설치 현황

수원시 스마트 보행안전 시스템 행정구별 세부 도입현황은 다음과 같다.

〈표 3-9〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 세부 도입현황

연번	설치장소	설치시설								
		바닥보행 신호등	싸인블록	음성안내 보조장치	횡단보도 유도등	과속정보 시스템	노랑 신호등	무인교통 단속장비	보행자 자동인식 신호기	
1	권선구	구운초교	.	.	0	.	.	0	.	.
2		능실초교	.	.	.	.	0	.	.	.
3		상촌초교	.	.	.	.	0	.	.	.
4		신곡초교	0	.	.	.	.	.	.	.
5		오목초교	0	0	0	.	0	.	.	.
6		입북초교	0	0	.	.	.	.	.	.
7		중촌초교	0	0	0	.	.	.	.	.
8		칠보초교	.	.	.	.	0	0	.	.
9		탑동초교	.	.	0	.	.	.	.	.
10		한양수자인 삼거리	.	.	0	0	.	0	.	.
11		호매실도서 관사거리	0	0	0	.	.	.	.	.

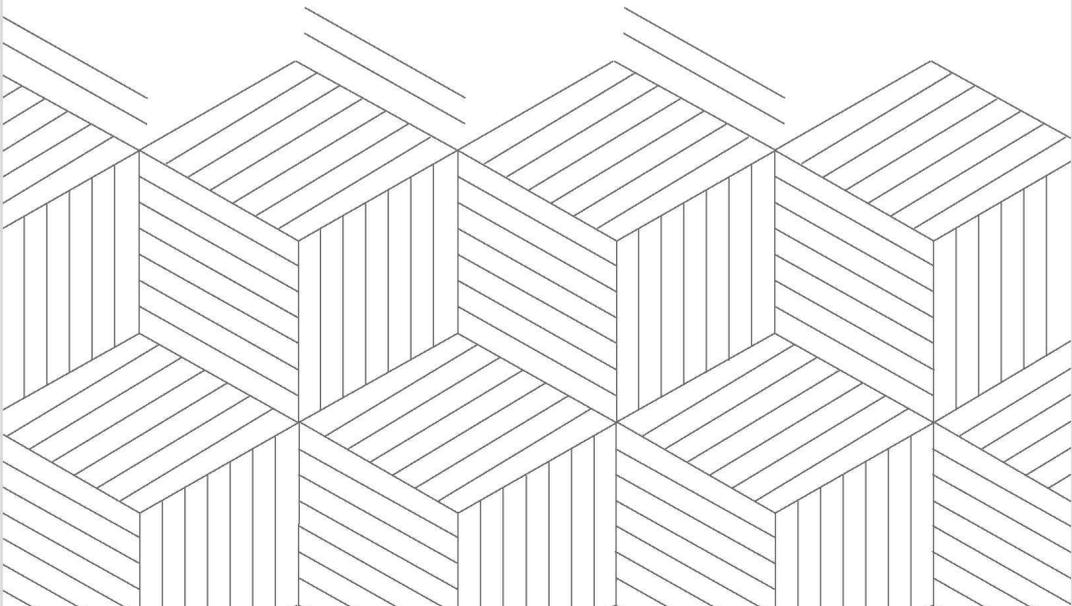
〈표 3-9 계속〉 수원시 스마트 보행안전 시스템 세부 도입현황

연번	설치장소		설치시설							
			바닥보행 신호등	싸인블록	음성안내 보조장치	횡단보도 유도등	과속정보 시스템	노랑 신호등	무인교통 단속장비	보행자 자동인식 신호기
12	영통구	광고중앙로 사거리	0	0	0	.	.	.	.	.
13		광고중앙역 삼거리	0	0	.	.	.	.	.	.
14		매탄초교	.	.	0	.	.	.	.	0
15		신의초교	0	0	.	.	.	.	.	.
16		신평초교	0	0	.	.	.	.	.	.
17		영동초교	.	.	0	0	.	.	.	.
18	영통구	영통도서관	0	0	.	.	.	.	.	.
19		영통초교	0	0	.	.	.	.	.	.
20		원천초교	0	0	.	.	.	0	.	.
21		잠원초교	0	.	.	.	.	.	.	.
22		태장초교	.	.	0	.	.	.	.	.
23	장안구	대평초교	0	0	0	.	.	.	.	.
24		비단마을 사거리	0	0	0	.	.	.	.	.
25		송정초교	0	0	.	.	.	.	.	.
26		장안구청 사거리	0	0	0	0	.	.	.	.
27		주안말 사거리	0	0	.	.	.	.	.	.
28		창용초교	.	.	0	.	0	.	.	.
29	팔달구	나혜석거리	0	0	0	.	.	.	.	.
30		수원시청앞	0	0	0	0	.	.	.	.
31		수원초교	0	0	.	.	.	.	.	.
32		연무초교	.	.	.	.	.	.	0	.
33		화양초교	0	0	.	.	.	.	.	.
34		화홍초교	.	.	.	.	0	.	.	.
35		효성초교	.	.	0	.	.	.	.	.

제4장

스마트 보행안전 시스템 만족도 및 선호도 조사

- 제1절 설문조사 개요
- 제2절 설문조사 분석 결과
- 제3절 사회경제지표에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석
- 제4절 소결



제4장 스마트 보행안전 시스템 만족도 및 선호도 조사

제1절 설문조사 개요

수원시민을 대상으로 안전한 보행환경 구축을 위한 정책방향 제시를 위해 온라인 설문조사를 6일간(21.05.07~21.05.12) 실시했다. 설문조사 결과 총 820명이 응답했으며 설문조사 개요는 다음과 같다.

〈표 4-1〉 설문조사 개요

구분	내용
조사명	안전한 보행환경 구축을 위한 설문조사
조사대상	수원시민
표본수	총 820명
조사방법	온라인 설문조사
조사기간	2021.05.07.~2021.05.12.(6일간)

본 연구에서 진행된 설문조사 항목은 일반특성, 통행특성, 스마트 보행안전 시스템 현황 등에 관련된 문항에 대해 조사를 진행하였다.

통행특성 항목을 통해 수원시민이 선호하는 통행수단 선호도, 수원시 보행환경 만족도, 무단횡단·신호위반 시도/목적 경험 및 이유에 대해 파악할 수 있고, 스마트 보행안전 시스템 현황 항목을 통해 이용경험 및 종류, 이용 후 변화(무단횡단, 신호위반, 정지선 위반), 인지도, 만족도, 기대효과, 선호도 등에 대한 설문조사를 시행하였다.

〈표 4-2〉 설문조사 항목

구분	내용
일반특성	<ul style="list-style-type: none"> • 성별/연령대 • 직업 • 거주지 • 차량보유여부
통행특성	<ul style="list-style-type: none"> • 통행수단 선호도 • 무단횡단 시도/목격 경험 및 이유 • 신호위반 차량 시도/목격 경험 및 이유 • 수원시 보행환경 만족도
스마트 보행안전 시스템 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 이용경험 및 종류 • 이용 후 변화(무단횡단 횟수, 신호위반 횟수 등) • 인지도 • 만족도 • 기대효과 • 향후 설치가 필요한 지점 • 선호도 • 시스템 설치 최적조합(선호도)

제2절 설문조사 분석 결과

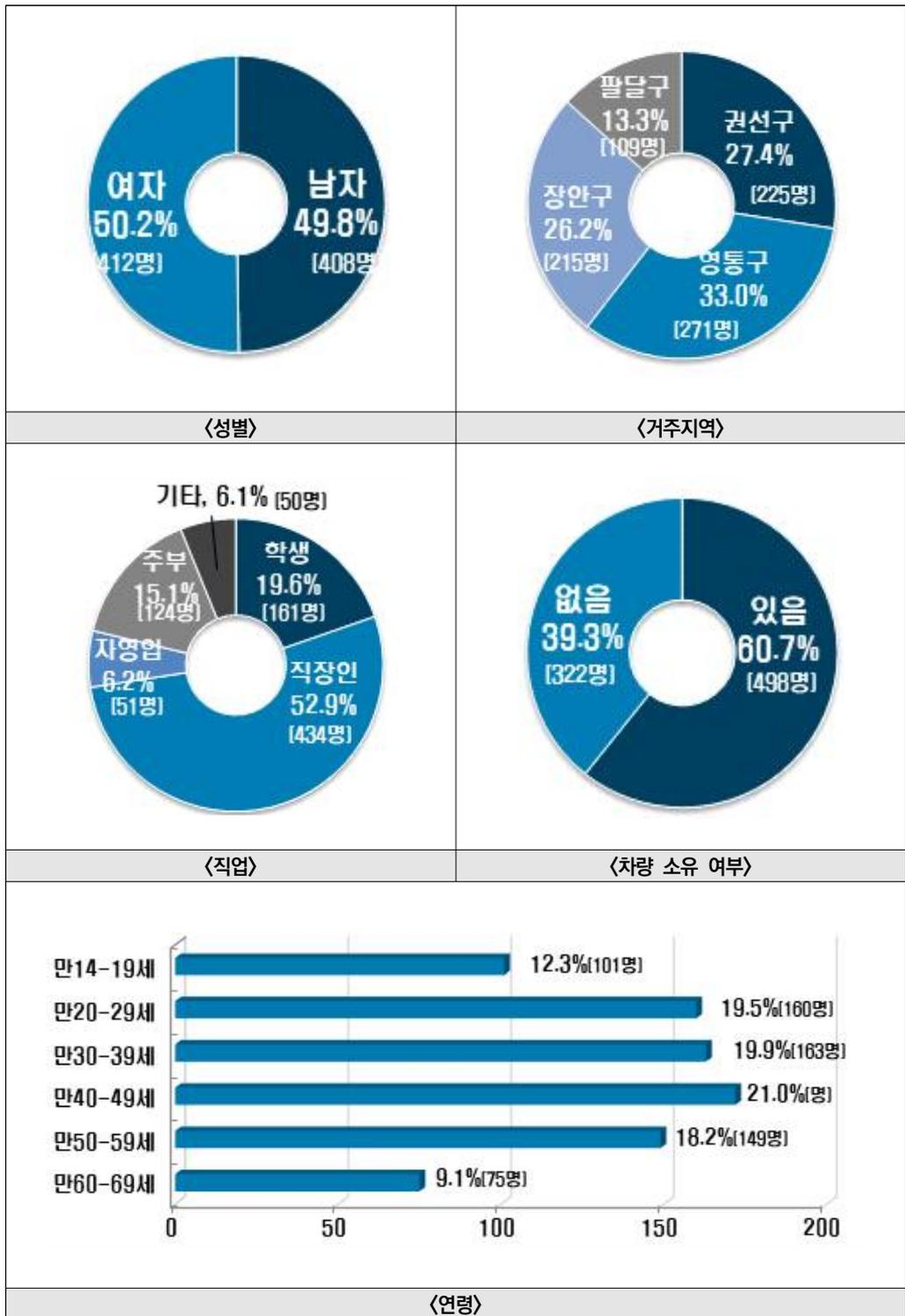
1. 응답자 일반사항

설문조사 응답자는 총 820명으로 유효한 응답이 수집되었으며, 10대와 60대를 제외한 모든 연령의 참여율이 높았고, 거주지역의 경우 영통구(33.0%), 권선구(27.4%), 장안구(26.2%), 팔달구(13.3%) 순으로 참여했으며, 직업의 경우 직장인(52.9%)이 가장 많이 참여했으며, 차량 소유 여부의 경우 소유자(60.7%)가 미소유자(39.3%)에 비해 많은 것으로 나타났다.

조사에 참여한 대상자의 일반사항 결과는 다음과 같이 나타났다.

〈표 4-3〉 응답자 일반사항

구분		빈도(명)	비율(%)
성별	남	408	49.8
	여	412	50.2
연령대	만 14-19세	101	12.3
	만 20-29세	160	19.5
	만 30-39세	163	19.9
	만 40-49세	172	21.0
	만 50-59세	149	18.2
	만 60-69세	75	9.1
거주지역	권선구	225	27.4
	영통구	271	33.0
	장안구	215	26.2
	팔달구	109	13.3
직업	학생	161	19.6
	직장인	434	52.9
	자영업	51	6.2
	주부	124	15.1
	기타	50	6.1
차량 소유 여부	있음	498	60.7
	없음	322	39.3
합계		820	100.0



〈그림 4-1〉 응답자 일반사항 분포

2. 통행특성

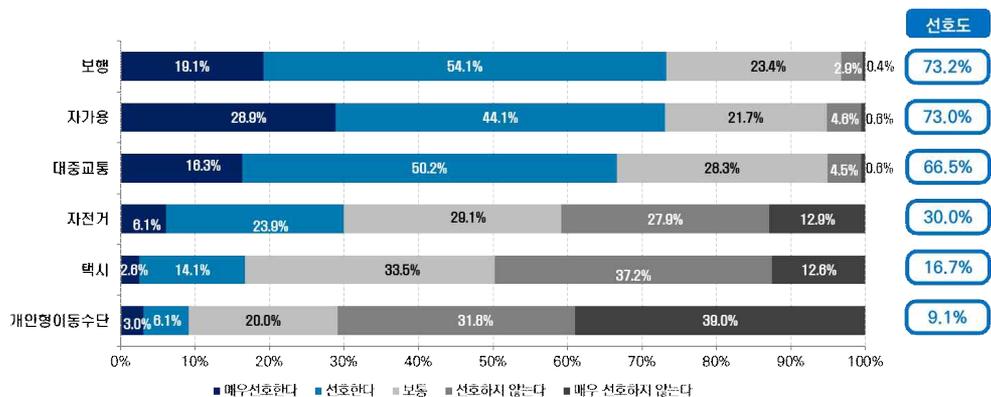
1) 통행수단별 선호도

수원시민의 통행수단별 선호도는 보행(73.2%)이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로는 자가용(73.0%), 대중교통(65.5%), 자전거(30.0%) 등의 순으로 나타났다.

조사 결과를 통하여 수원시민은 보행을 가장 선호하는 것으로 나타나, 지속적인 보행환경 개선과 보행 만족도 향상을 위한 정책 방향의 도출 필요성을 확인할 수 있었다.

〈표 4-4〉 통행수단별 선호도

구분		매우 선호한다	선호한다	보통	선호하지 않는다	매우 선호하지 않는다
보행	빈도(명)	157	444	192	24	3
	비율(%)	19.1	54.1	23.4	2.9	0.4
자가용	빈도(명)	237	362	178	38	5
	비율(%)	28.9	44.1	21.7	4.6	0.6
대중교통	빈도(명)	134	412	232	37	5
	비율(%)	16.3	50.2	28.3	4.5	0.6
자전거	빈도(명)	50	196	239	229	106
	비율(%)	6.1	23.9	29.1	27.9	12.9
택시	빈도(명)	21	116	275	305	103
	비율(%)	2.6	14.1	33.5	37.2	12.6
개인형 이동수단	빈도(명)	25	50	164	261	320
	비율(%)	3.0	6.1	20.0	31.8	39.0



〈그림 4-2〉 통행수단별 선호도

2) 무단횡단 시도 및 목격

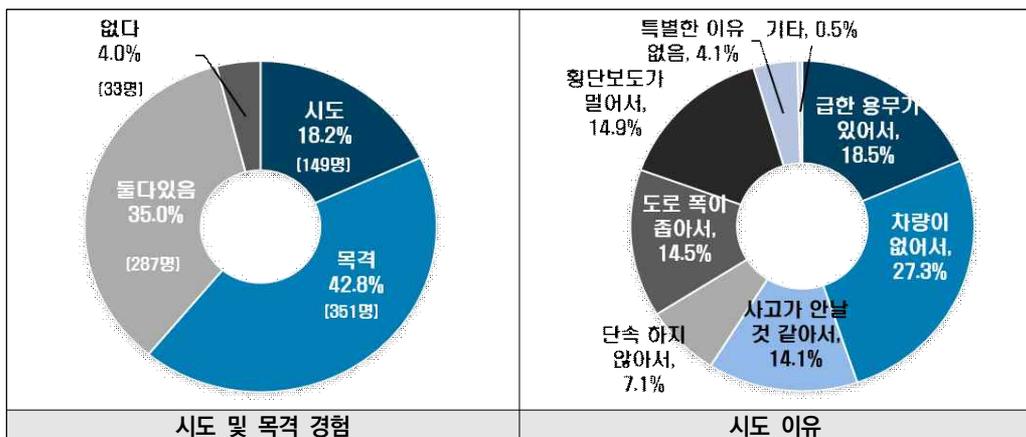
무단횡단의 경우 목격(42.8%) 비율이 가장 높았으며 다음으로 시도와 목격을 둘 다 한 적 있음(35.0%)이 높게 나타났다. 시도 이유는 차량이 없어서(27.3%), 급한 용무가 있어서(18.5%), 도로 폭이 좁아서(14.5%) 순으로 나타났으며, 기타의견의 경우 신호등이 고장이 나서, 다른 사람이 건너서 등으로 나타났다.

〈표 4-5〉 무단횡단 시도 및 목격 경험

구분	시도	목격	둘 다 있음	없다
빈도(명)	149	351	287	33
비율(%)	18.2	42.8	35.0	4.0

〈표 4-6〉 무단횡단 시도 이유

구분	빈도(명)	비율(%)
급한 용무가 있어서	319	18.5
차량이 없어서	452	27.3
사고가 안 날 것 같아서	243	14.1
단속하지 않아서	122	7.1
도로 폭이 좁아서	249	14.5
횡단보도가 멀어서	256	14.9
특별한 이유 없음	71	4.1
기타	8	0.5
합계	820	100.0



〈그림 4-3〉 무단횡단 시도 및 목격

3) 신호위반 시도 및 목격

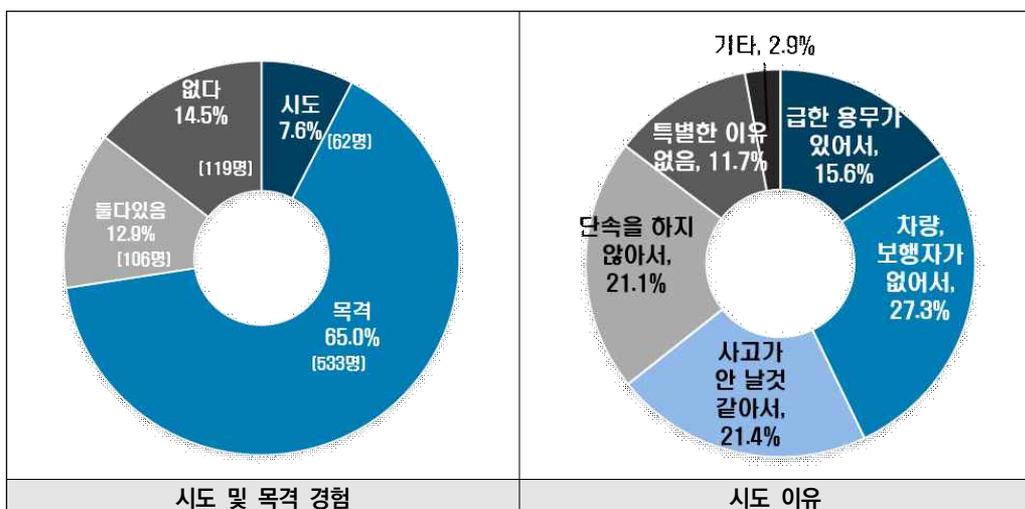
신호위반의 경우 목격(65.0%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 둘 다 있음(12.9%)이 높게 나타났다. 신호위반을 시도한 이유는 차량 보행자가 없어서(27.3%), 사고가 안 날 것 같아서(21.4%), 단속을 하지 않아서(21.1%)로 나타났으며, 기타의견으로는 황색신호로 변해서, 신호를 헛갈려서 등으로 나타났다.

〈표 4-7〉 신호위반 시도 및 목격 경험

구분	시도	목격	둘 다 있음	없다
빈도(명)	62	533	106	119
비율(%)	7.6	65.0	12.9	14.5

〈표 4-8〉 신호위반 시도 이유

구분	빈도(명)	비율(%)
급한 용무가 있어서	186	15.6
차량 보행자가 없어서	327	27.3
사고가 안 날 것 같아서	256	21.4
단속을 하지 않아서	252	21.1
특별한 이유 없음	140	11.7
기타	35	2.9
합계	820	100.0



〈그림 4-4〉 신호위반 시도 및 목격

4) 수원시 보행 환경 만족도

수원시민이 체감하는 보행 환경 만족비율(39.1%)이 불만족비율(10.8%)에 비해 더 높은 것으로 나타났지만 만족도가 높지 않은 것으로 나타났다. 불만족 이유는 보도 정비·유지관리 미흡(27.9%), 안전성이 낮아서(22.1%), 보도 인프라 부족, 보도 연결성 부족(18.4%) 등의 순으로 나타났으며, 기타의견으로는 오토바이 및 주정차 단속 미흡, 오토바이 보도 통행, 보행자 신호 시간 짧음 등이 있다.

향후 수원시 보행 환경 개선을 위해 보도 정비·유지관리, 안전성, 인프라 및 연결성 개선을 위한 정책방안 모색이 필요할 것으로 보인다.

〈표 4-9〉 수원시 보행 환경 만족도

구분	매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
빈도(명)	30	290	411	78	11
비율(%)	3.7	35.4	5.1	9.5	1.3

〈표 4-10〉 수원시 보행 환경 불만족 이유

구분	빈도(명)	비율(%)
보도 인프라 부족	35	18.4
보도 연결성 부족	35	18.4
보도 정비·유지관리 미흡	53	27.9
자전거 이용자가 많음	10	5.3
안전성이 낮아서	42	22.1
기타	15	7.9
합계	820	100.0



〈그림 4-5〉 수원시 보행 환경 만족도

3. 스마트 보행안전 시스템

1) 이용경험

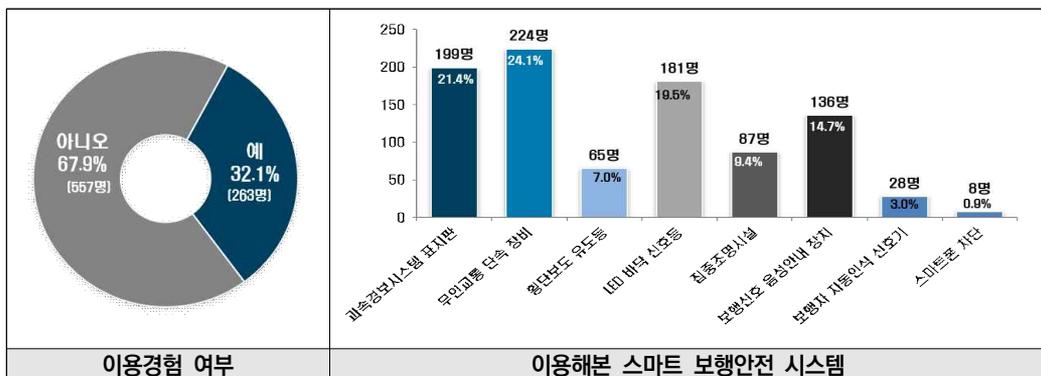
스마트 보행안전 시스템을 이용해본 비율(32.1%) 보다 비이용 비율(67.9%)이 더 높은 것으로 나타났으며, 이용자가 경험해본 스마트 보행안전 시스템은 무인교통 단속장비(24.1%), 과속경보시스템 표지판(21.4%) 등의 순으로 나타났다. 이를 통해 아직까지는 최근 도입된 시스템 보다는 기존에 도입되어 있던 시스템을 많이 이용해 본 것으로 보인다.

〈표 4-11〉 스마트 보행안전 시스템 이용경험

구분	빈도(명)	비율(%)
예	263	32.1
아니오	557	67.9

〈표 4-12〉 이용해본 스마트 보행안전 시스템(이용자 대상)

구분	빈도(명)	비율(%)
과속경보시스템 표지판	199	21.4
무인교통 단속장비	224	24.1
횡단보도 유도등	65	7.0
LED 바닥 신호등	181	19.5
집중조명시설	87	9.4
보행신호 음성안내 장치	136	14.7
보행자 자동인식 신호기	28	3.0
스마트폰 차단	8	0.9
합계	820	100.0



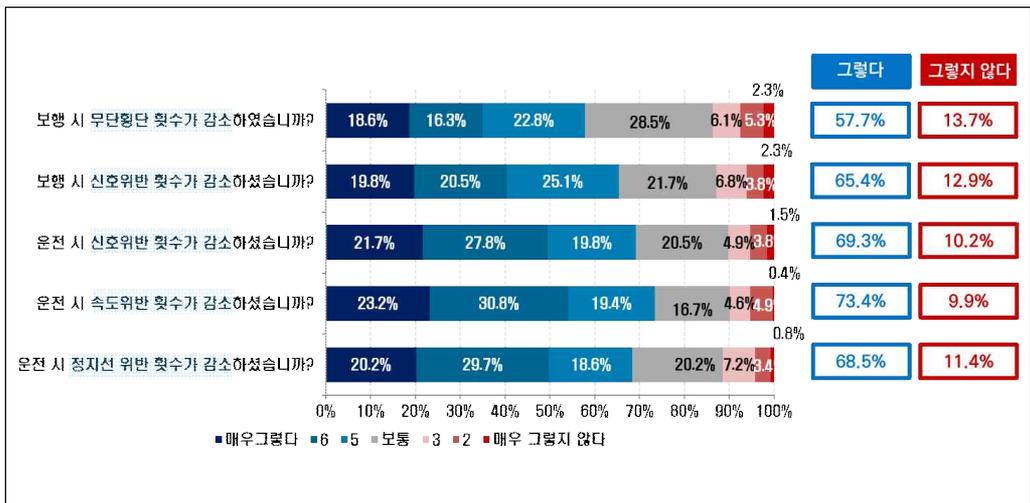
〈그림 4-6〉 스마트 보행안전 시스템 이용경험

2) 이용 후 효과

스마트 보행안전 시스템 이용해본 경험이 있는 시민을 대상으로 이용 후 효과에 대해 조사를 진행하였다. 조사 결과, 과반수가 이용 후 무단횡단, 신호위반, 속도위반, 정지선 위반 횡수가 감소했다고 응답했다. 이를 통해 스마트 보행안전 시스템 이용자들은 시스템 효과에 대해 긍정적으로 생각하고 있음을 유추해 볼 수 있다.

〈표 4-13〉 스마트 보행안전 시스템 이용 후 효과

구분		매우 그렇다	←-----		보통	-----→		매우 그렇지 않다
			5	4		3	2	
보행 시 무단횡단 횡수가 감소하였습니까?	빈도(명)	49	43	60	75	16	14	6
	비율(%)	18.6	16.3	22.8	28.5	6.1	5.3	2.3
보행 시 신호위반 횡수가 감소하셨습니까?	빈도(명)	52	54	66	57	18	10	6
	비율(%)	19.8	20.5	25.1	21.7	6.8	3.8	2.3
운전 시 신호위반 횡수가 감소하셨습니까?	빈도(명)	57	73	52	54	13	10	4
	비율(%)	21.7	27.8	19.8	20.5	4.9	3.8	1.5
운전 시 속도위반 횡수가 감소하셨습니까?	빈도(명)	61	81	51	44	12	13	1
	비율(%)	23.2	30.8	19.4	16.7	4.6	4.9	0.4
운전 시 정지선 위반 횡수가 감소하셨습니까?	빈도(명)	53	78	49	53	19	9	2
	비율(%)	20.2	29.7	18.6	20.2	7.2	3.4	0.8



〈그림 4-7〉 스마트 보행안전 시스템 이용 후 효과

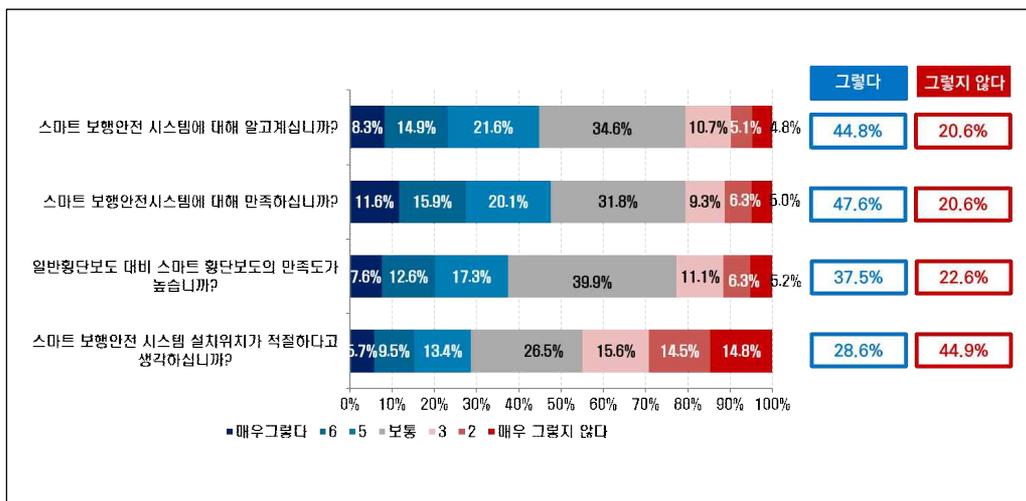
3) 인지도 및 만족도

스마트 보행안전 시스템 인지도와 만족도에 대해 분석한 결과, 알고 있다(44.8%)는 응답이 높게 나타났고, 만족도의 경우 만족한다(47.6%)는 응답이 높게 나타났다. 또한, 일반 횡단보도 대비 스마트 횡단보도의 만족도가 높다(37.5%)는 응답비율도 높게 나타났다.

다만, 설치위치에 대한 만족도 조사 결과, 적절하지 않다(44.9%)라는 응답이 높은 것으로 보아 향후 적정 설치위치 선정 방안을 제시해야 할 것으로 판단된다.

〈표 4-14〉 스마트 보행안전 시스템 인지도 및 만족도

구분		매우 그렇다	←-----		보통	-----→		매우 그렇지 않다
			3	2		3	2	
스마트 보행안전 시스템에 대해 알고 계십니까?	빈도(명)	68	122	177	284	88	42	39
	비율(%)	8.3	14.9	21.6	34.6	10.7	5.1	4.8
스마트 보행안전 시스템에 대해 만족하십니까?	빈도(명)	95	130	165	261	76	52	41
	비율(%)	11.6	15.9	20.1	31.8	9.3	6.3	5.0
일반횡단보도 대비 스마트 횡단보도의 만족도가 높습니까?	빈도(명)	62	103	142	327	91	52	43
	비율(%)	7.6	12.6	17.3	39.9	11.1	6.3	5.2
스마트 보행안전 시스템 설치위치가 적절하다고 생각하십니까?	빈도(명)	47	78	110	217	128	119	121
	비율(%)	5.7	9.5	13.4	26.5	15.6	14.5	14.8



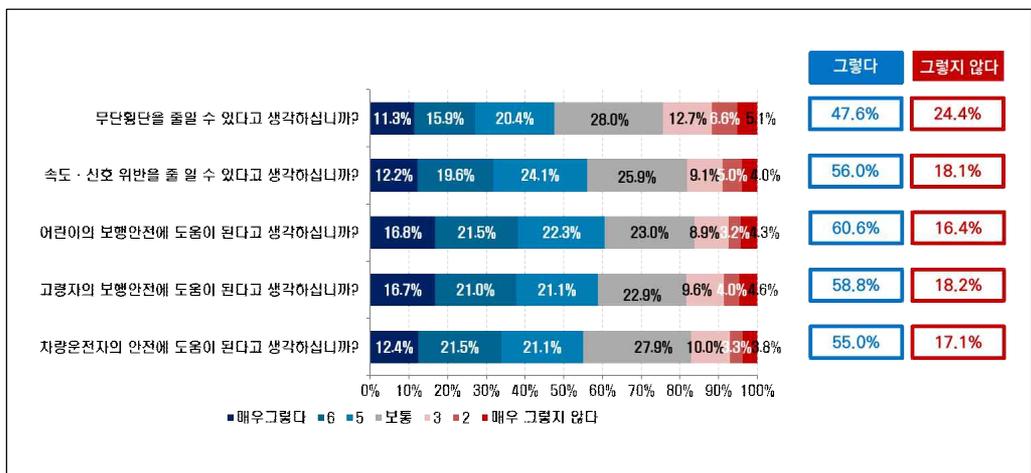
〈그림 4-8〉 스마트 보행안전 시스템 인지도 및 만족도

4) 기대효과

스마트 보행안전 시스템 기대효과로 무단횡단 및 신호·속도위반 감소와 어린이 보행안전, 고령자 보행안전, 차량운전자 안전에 대해 과반수가 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 나타났다. 그 중 어린이 보행안전(60.6%)에 도움이 될 것이라는 응답이 가장 많았다.

〈표 4-15〉 스마트 보행안전 시스템 기대효과

구분		매우 그렇다	←-----		보통	-----→		매우 그렇지 않다
			3	2		3	2	
무단횡단을 줄일 수 있다고 생각하십니까?	빈도(명)	93	130	167	230	104	54	42
	비율(%)	11.3	15.9	20.4	28.0	12.7	6.6	5.1
속도·신호위반을 줄일 수 있다고 생각하십니까?	빈도(명)	100	161	198	212	75	41	33
	비율(%)	12.2	19.6	24.1	25.9	9.1	5.0	4.0
어린이 보행안전에 도움이 된다고 생각하십니까?	빈도(명)	138	176	183	189	73	26	35
	비율(%)	16.8	21.5	22.3	23.0	8.9	3.2	4.3
고령자의 보행안전에 도움이 된다고 생각하십니까?	빈도(명)	137	172	173	188	79	33	38
	비율(%)	16.7	21.0	21.1	22.9	9.6	4.0	4.6
차량운전자의 안전에 도움이 된다고 생각하십니까?	빈도(명)	102	176	173	229	82	27	31
	비율(%)	12.4	21.5	21.1	27.9	10.0	3.3	3.8



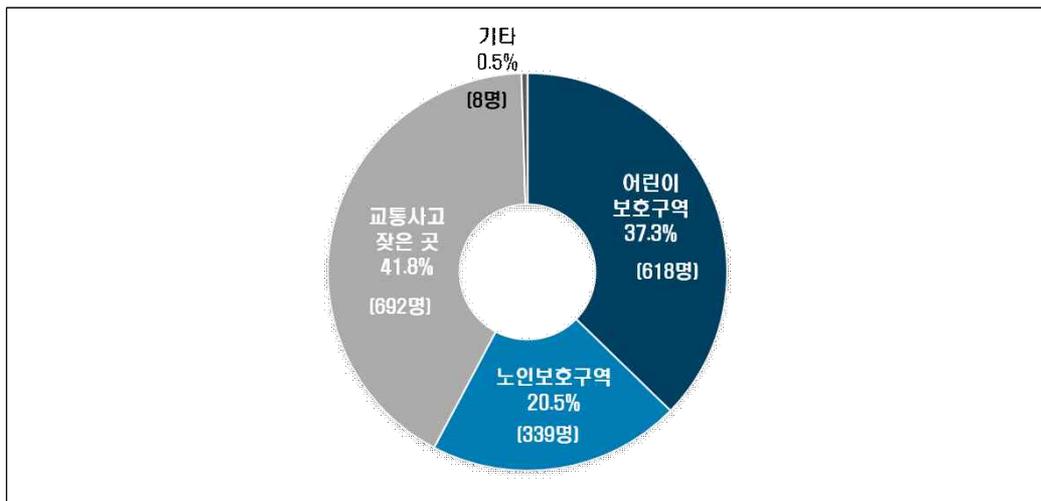
〈그림 4-9〉 스마트 보행안전 시스템 기대효과

5) 추가 설치 지점

향후 스마트 보행안전 시스템이 설치된다면 어떤 지점에 설치되었으면 좋겠는지에 대한 응답으로, 교통사고 잦은 곳(41.8%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 어린이 보호구역(37.3%), 노인보호구역(20.5%) 순으로 나타났다. 기타의견으로는 교차로, 신호대기지점, 모든 구간 등의 의견이 있었다.

〈표 4-16〉 향후 스마트 보행안전 시스템 설치지점

구분	빈도(명)	비율(%)
어린이 보호구역	618	37.3
노인보호구역	339	20.5
교통사고 잦은 곳	692	41.8
기타	8	0.5
합계	820	100.0



〈그림 4-10〉 향후 스마트 보행안전 시스템 설치지점

제3절 사회경제지표에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석

1. 분석 개요

사회경제지표에 따른 스마트 보행안전 시스템에 대한 수원시민의 만족도 및 선호도 분석을 수행하기 위하여 설문조사 결과를 기반으로 교차분석을 수행하였다. 설문조사 항목 중 교차분석을 위해 선정된 사회경제지표는 성별, 연령대, 차량 소유 여부이다. 유의한 것으로 나타난 교차분석 결과 중 각 항목별 특성에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도 및 선호도를 심층적으로 분석하였다.

2. 성별에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석 결과

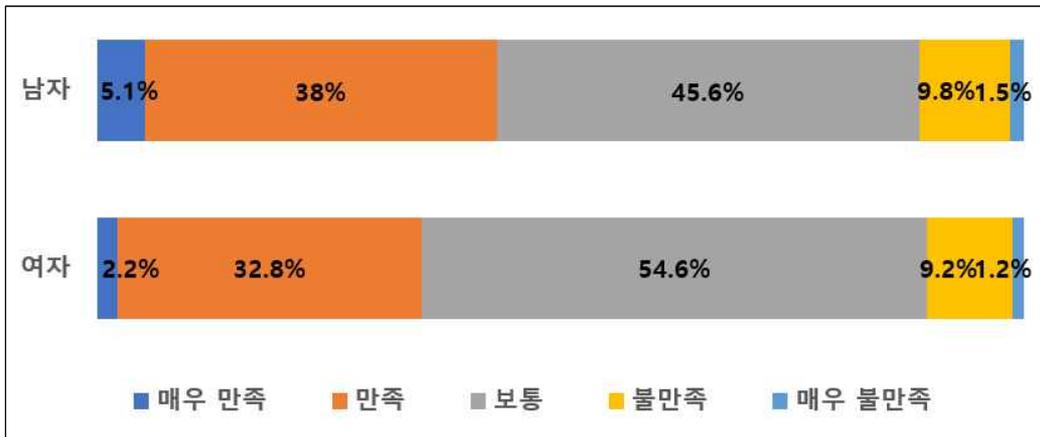
설문조사 대상자의 남/여 성별 유형에 따른 수원시 보행환경, 스마트 보행안전 시스템의 만족도 및 선호도 등의 영향을 분석하였다. 교차분석을 통해 성별에 따른 수원시 보행환경 만족도, 스마트 보행안전 시스템 만족도, 스마트 보행안전 시스템 선호도 등을 분석하였다.

1) 성별에 따른 수원시 보행환경 만족도

성별에 따른 수원시 보행환경 만족도 분석 결과, 남성, 여성 모두 수원시 보행환경 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다(남성 : 45.6%, 여성 : 54.6%). 그 다음으로는 '만족' 수준이 높은 것으로 나타나(남성 : 38.0%, 여성 : 32.8%), 전반적으로 남성, 여성 모두 수원시의 보행환경 만족도는 만족스러운 수준인 것을 확인할 수 있었다.

〈표 4-17〉 성별에 따른 수원시 보행환경 만족도

구분		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	총계
남성	빈도(명)	21	155	186	40	6	408
	비율(%)	5.1	38	45.6	9.8	1.5	100
여성	빈도(명)	9	135	225	38	5	412
	비율(%)	2.2	32.8	54.6	9.2	1.2	100
총계	빈도(명)	30	290	411	78	11	820
	비율(%)	3.7	35.4	50.1	9.5	1.3	100



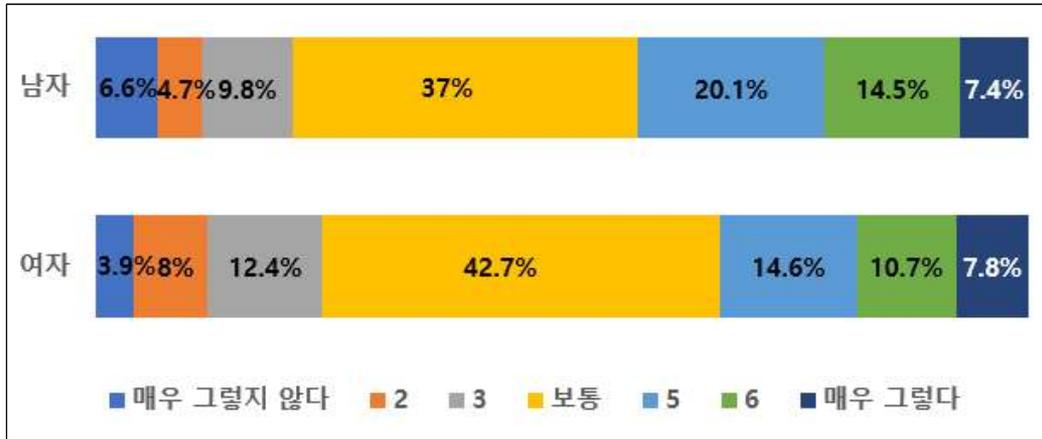
〈그림 4-11〉 성별에 따른 수원시 보행환경 만족도

2) 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도 분석 결과, 남성, 여성 모두 스마트 보행안전 시스템 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다(남성 : 31.8%, 여성 : 42.7%). 그 다음으로는 '5' 수준(보통과 매우 그렇다 사이 수준)이 높은 것으로 나타나(남성 : 20.1%, 여성 : 14.6%), 전반적으로 남성, 여성 모두 수원시 내에 설치된 스마트 보행안전 시스템에 대한 만족도는 보통이나 약간 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

〈표 4-18〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

구분		스마트 보행안전 시스템에 대해 만족하십니까?							
		매우 그렇지 않다	←-----			보통	----->	매우 그렇다	총계
남성	빈도(명)	27	19	40	151	82	59	30	408
	비율(%)	6.6	4.7	9.8	37	20.1	14.5	7.4	100
여성	빈도(명)	16	33	51	176	60	44	32	412
	비율(%)	3.9	8.0	12.4	42.7	14.6	10.7	7.8	100
총계	빈도(명)	43	52	91	327	142	103	62	820
	비율(%)	5.2	6.3	11.1	39.9	17.3	12.6	7.6	100



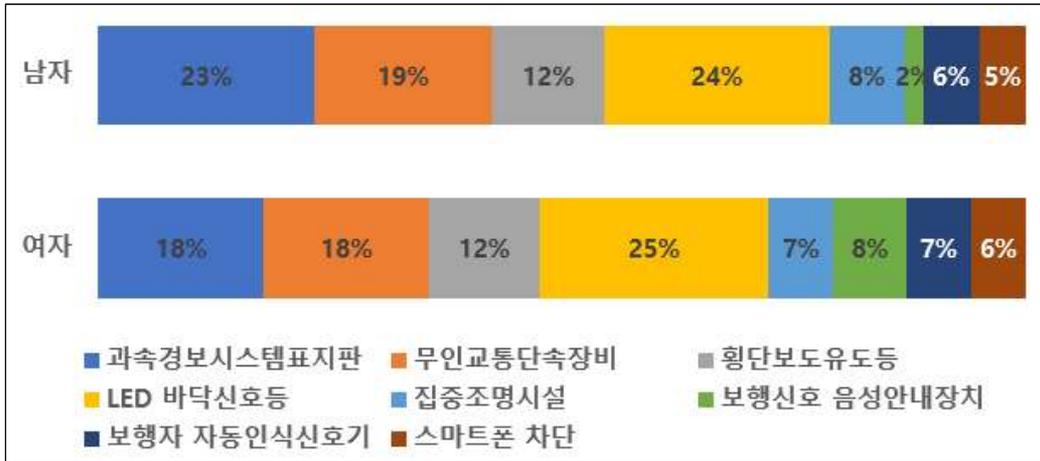
〈그림 4-12〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

3) 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도 분석 결과, 남성, 여성 모두 스마트 보행안전 시스템 중 LED 바닥신호등을 가장 선호하는 것으로 나타났다(남성 : 23.8%, 여성 : 24.5%). 그 다음으로는 남성과 여성 모두 과속경보시스템과 무인교통 단속장비를 선호하는 것으로 나타났다.

〈표 4-19〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

구분		과속경보 시스템 표지판	무인교통 단속장비	횡단보도 유도등	LED 바닥 신호등	집중 조명시설	보행신호 음성안내 장치	보행자 자동인식 신호기	스마트폰 차단	총계
남성	빈도(명)	93	78	48	97	34	10	26	22	408
	비율(%)	22.8	19.1	11.8	23.8	8.3	2.5	6.4	5.4	100
여성	빈도(명)	75	75	50	101	27	32	29	23	412
	비율(%)	18.2	18.2	12.1	24.5	6.6	7.8	7.0	5.6	100
총계	빈도(명)	168	153	98	198	61	42	55	45	820
	비율(%)	20.5	18.7	12.0	24.1	7.4	5.1	6.7	5.5	100



〈그림 4-13〉 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

3. 연령대에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석 결과

설문조사 대상자의 연령대에 따른 수원시 보행환경, 스마트 보행안전 시스템의 만족도 및 선호도 등의 영향을 분석하였다. 교차분석을 통해 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도, 스마트 보행안전 시스템 만족도, 스마트 보행안전 시스템 선호도 등을 확인하였다.

1) 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도

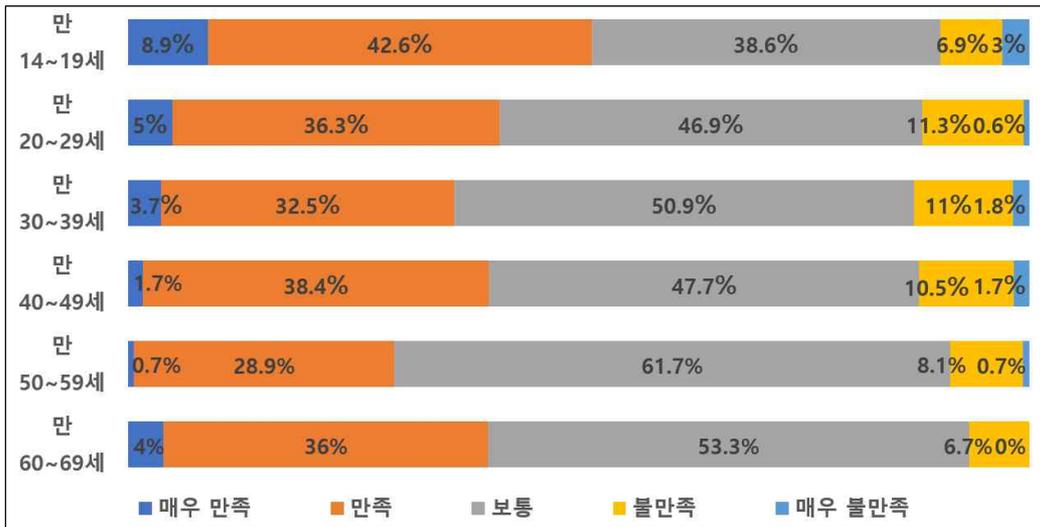
연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도 분석 결과, 만 14~19세를 제외한 대부분의 연령대에서 모두 수원시 보행환경 만족도는 ‘보통’ 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로는 ‘만족’ 수준이 높은 것으로 나타났다. 특히, 만 14~19세의 10대의 경우에는 수원시 보행환경 만족도에 대하여 ‘만족’ 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 이를 통해, 앞선 성별 교차분석과 마찬가지로 전반적인 수원시 보행환경은 만족스러운 수준임을 알 수 있었다.

〈표 4-20〉 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도

구분		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	총계
만 14~19세	빈도(명)	9	43	39	7	3	101
	비율(%)	8.9	42.6	38.6	6.9	3.0	100
만 20~29세	빈도(명)	8	58	75	18	1	160
	비율(%)	5.0	36.3	46.9	11.3	0.6	100
만 30~39세	빈도(명)	6	53	83	18	3	163
	비율(%)	3.7	32.5	50.9	11.0	1.8	100

〈표 4-20 계속〉 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도

구분		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	총계
만 40~49세	빈도(명)	3	66	82	18	3	172
	비율(%)	1.7	38.4	47.7	10.5	1.7	100
만 50~59세	빈도(명)	1	43	92	12	1	149
	비율(%)	0.7	28.9	61.7	8.1	0.7	100
만 60~69세	빈도(명)	3	27	40	5	0	75
	비율(%)	4.0	36.0	53.3	6.7	0.0	100
총계	빈도(명)	30	290	411	78	11	820
	비율(%)	3.7	35.4	50.1	9.5	1.3	100



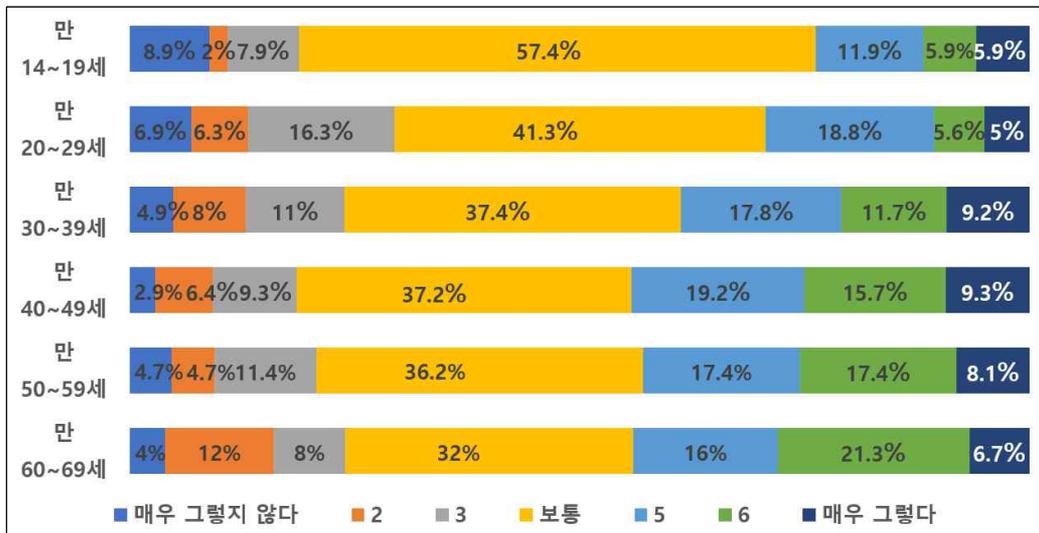
〈그림 4-14〉 연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도

2) 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도 분석 결과, 모든 연령대에서 스마트 보행안전 시스템 만족도는 ‘보통’ 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로는 연령대에 따라 ‘3’ 수준(보통과 매우 그렇지 않다 사이 수준) 또는 ‘5’ 수준(보통과 매우 그렇다 사이 수준)이 높은 것으로 나타나, 전반적으로 모든 연령대에서 수원시 내에 설치된 스마트 보행안전 시스템에 대한 만족도는 보통인 것을 확인할 수 있었다.

〈표 4-21〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

구분		스마트 보행안전 시스템에 대해 만족하십니까?							총계
		매우 그렇지 않다	←-----		보통	-----→		매우 그렇다	
만	빈도(명)	9	2	8	58	12	6	6	101
	비율(%)	8.9	2.0	7.9	57.4	11.9	5.9	5.9	100
만	빈도(명)	11	10	26	66	30	9	8	160
	비율(%)	6.9	6.3	16.3	41.3	18.8	5.6	5.0	100
만	빈도(명)	8	13	18	61	29	19	15	163
	비율(%)	4.9	8.0	11.0	37.4	17.8	11.7	9.2	100
만	빈도(명)	5	11	16	64	33	27	16	172
	비율(%)	2.9	6.4	9.3	37.2	19.2	15.7	9.3	100
만	빈도(명)	7	7	17	54	26	26	12	149
	비율(%)	4.7	4.7	11.4	36.2	17.4	17.4	8.1	100
만	빈도(명)	3	9	6	24	12	16	5	75
	비율(%)	4.0	12.0	8.0	32.0	16.0	21.3	6.7	100
총계	빈도(명)	43	52	91	327	142	103	62	820
	비율(%)	5.2	6.3	11.1	39.9	17.3	12.6	7.6	100



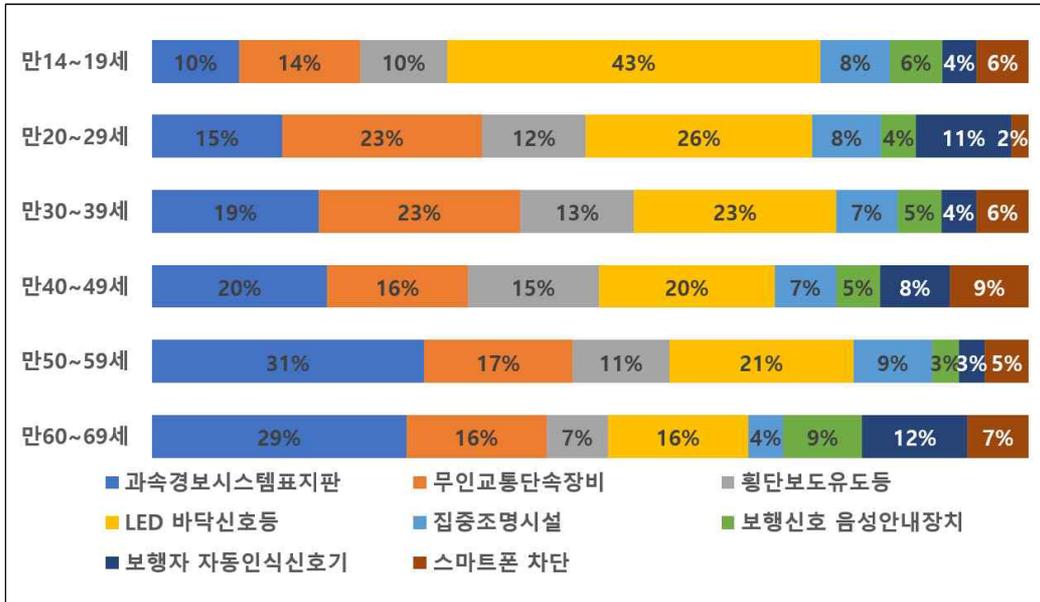
〈그림 4-15〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

3) 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도 분석 결과, 연령대별로 선호하는 시스템이 다른 것으로 나타났다. 운전자 비율이 적은 10대의 경우, LED 바닥신호등의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났지만, 이후 20대부터는 LED 바닥신호등과 동시에 과속경보시스템 표지판, 무인교통 단속장비 등 운전자 관련 스마트 보행안전 시스템의 선호도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 50대는 과속경보시스템 표지판을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

〈표 4-22〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

구분		과속경보 시스템 표지판	무인교통 단속장비	횡단보도 유도등	LED 바닥 신호등	집중 조명시설	보행신호 음성안내 장치	보행자 자동인식 신호기	스마트폰 차단	총계
만 14~19세	빈도(명)	10	14	10	43	8	6	4	6	101
	비율(%)	9.9	13.9	9.9	42.6	7.9	5.9	4.0	5.9	100
만 20~29세	빈도(명)	24	36	19	41	13	7	17	3	160
	비율(%)	15.0	22.5	11.9	25.6	8.1	4.4	10.6	1.9	100
만 30~39세	빈도(명)	31	37	22	37	12	8	7	9	163
	비율(%)	19.0	22.7	13.5	22.7	7.4	4.9	4.3	5.5	100
만 40~49세	빈도(명)	35	28	25	34	12	9	14	15	172
	비율(%)	20.3	16.3	14.5	19.8	7.0	5.2	8.1	8.7	100
만 50~59세	빈도(명)	46	26	17	31	13	5	4	7	149
	비율(%)	30.9	17.4	11.4	20.8	8.7	3.4	2.7	4.7	100
만 60~69세	빈도(명)	22	12	5	12	3	7	9	5	75
	비율(%)	29.3	16.0	6.7	16.0	5.0	9.3	12.0	6.7	100
총계	빈도(명)	168	153	98	198	61	42	55	45	820
	비율(%)	20.5	18.7	12.0	24.1	7.4	5.1	6.7	5.5	100



〈그림 4-16〉 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

4. 차량 소유 여부에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석 결과

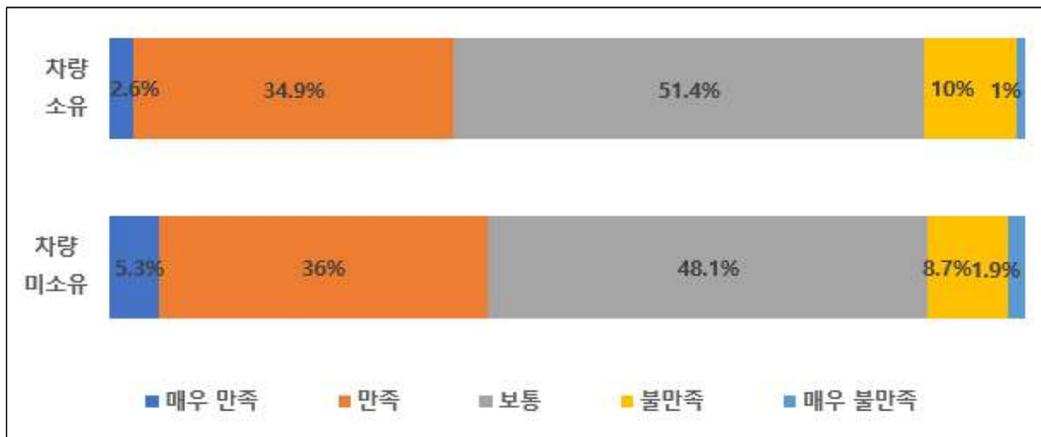
설문조사 대상자의 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경, 스마트 보행안전 시스템의 만족도 및 선호도 등의 영향을 분석하였다. 교차분석을 통해 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도, 스마트 보행안전 시스템 만족도, 스마트 보행안전 시스템 선호도 등을 확인하였다.

1) 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도

차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도 분석 결과, 차량 소유자, 미소유자 모두 수원시 보행환경 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다(차량 소유자 : 51.4%, 차량 미소유자 : 48.1%). 그 다음으로는 '만족' 수준이 높은 것으로 나타났다(차량 소유자 : 34.9%, 차량 미소유자 : 36.0%). 앞선 성별, 연령대별 교차분석과 마찬가지로 수원시 보행환경에 대한 만족도는 전반적으로 적정한 것으로 나타났다.

〈표 4-23〉 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도

구분		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	총계
차량 소유	빈도(명)	13	174	256	50	5	498
	비율(%)	2.6	34.9	51.4	10.0	1.0	100
차량 미소유	빈도(명)	17	116	155	28	6	322
	비율(%)	5.3	36.0	48.1	8.7	1.9	100
총계	빈도(명)	30	290	411	78	11	820
	비율(%)	3.7	35.4	50.1	9.5	1.3	100



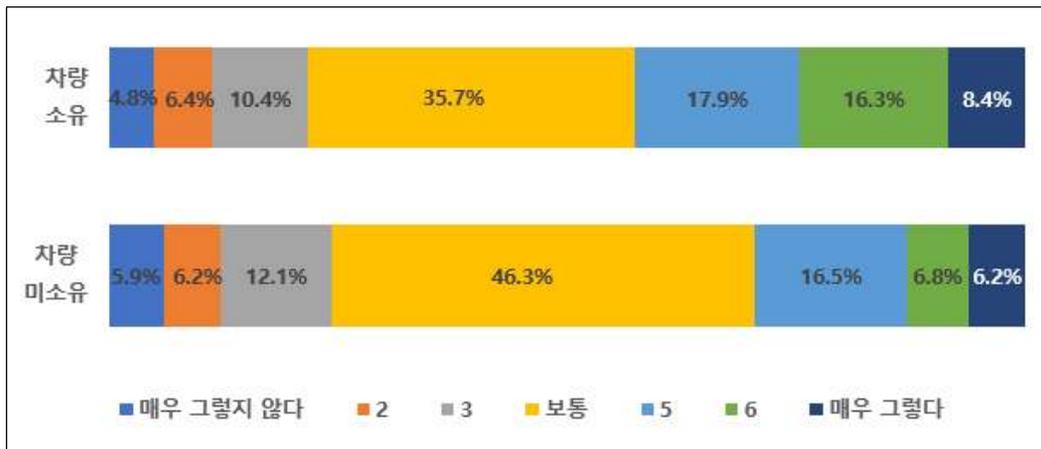
〈그림 4-17〉 차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도

2) 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도 분석 결과, 차량 소유자, 미소유자 모두 스마트 보행안전 시스템 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다(차량 소유자 : 35.7%, 차량 미소유자 : 46.3%). 그 다음으로는 '5' 수준(보통과 매우 그렇다 사이 수준)이 높은 것으로 나타나(차량 소유자 : 17.9%, 차량 미소유자 : 16.5%), 전반적으로 차량 소유자, 미소유자 모두 수원시 내에 설치된 스마트 보행안전 시스템에 대한 만족도는 보통이나 약간 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

〈표 4-24〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

구분		스마트 보행안전 시스템에 대해 만족하십니까?							총계
		매우 그렇지 않다	〈-----〉		보통	-----〉		매우 그렇다	
차량 소유	빈도(명)	24	32	52	178	89	81	42	498
	비율(%)	4.8	6.4	10.4	35.7	17.9	16.3	8.4	100
차량 미소유	빈도(명)	19	20	39	149	53	22	20	322
	비율(%)	5.9	6.2	12.1	46.3	16.5	6.8	6.2	100
총계	빈도(명)	43	52	91	327	142	103	62	820
	비율(%)	5.2	6.3	11.1	39.9	17.3	12.6	7.6	100



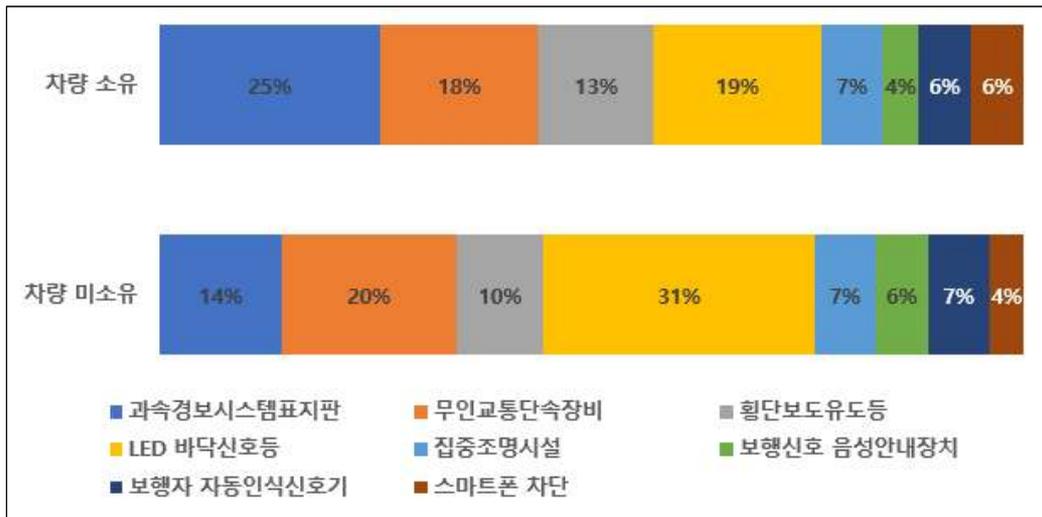
〈그림 4-18〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도

3) 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도 분석 결과, 차량 소유 여부에 따라 선호하는 스마트 보행안전 시스템이 다른 것으로 나타났다. 차량 미소유자의 경우, LED 바닥 신호등을 가장 선호하는 것으로 나타났고, 차량 소유자의 경우, 운전자가 선호하는 과속경보 시스템의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 차량 소유자는 LED 바닥신호등과 무인 교통 단속장비 선호하는 것으로 나타났고, 차량 미소유자는 무인교통 단속장비와 과속경보 시스템 표지판을 선호하는 것으로 나타났다. 이를 통하여, 스마트 보행안전 시스템은 LED 바닥 신호등, 과속경보시스템, 무인교통 단속장비를 중심으로 도입되어야 함을 알 수 있었다.

〈표 4-25〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

구분		과속경보 시스템 표지판	무인교통 단속장비	횡단보도 유도등	LED 바닥 신호등	집중 조명시설	보행신호 음성안내 장치	보행자 자동인식 신호기	스마트폰 차단	총계
차량 소유	빈도(명)	123	90	66	97	37	22	32	31	498
	비율(%)	24.7	18.1	13.3	19.5	7.4	4.4	6.4	6.2	100
차량 미소유	빈도(명)	45	63	32	101	24	20	23	14	322
	비율(%)	14.0	19.6	9.9	31.4	7.5	6.2	7.1	4.3	100
총계	빈도(명)	168	153	98	198	61	42	55	45	820
	비율(%)	20.5	18.7	12.0	24.1	7.4	5.1	6.7	5.5	100



〈그림 4-19〉 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도

제4절 소결

1. 응답자 일반사항

본 연구는 온라인설문조사를 통해 수원시민 총 820명을 대상으로 6일간 진행하였다. 성별의 경우 남자(49.8%), 여자(50.2%) 유사한 비율로 조사가 진행되었고, 연령대의 경우 10대와 60대를 제외한 모든 연령의 참여율이 높은 비율을 차지했으며, 거주지의 경우 영통구(33.0%), 권선구(27.4%), 장안구(26.2%), 팔달구(13.3%) 순으로 참여했다.

직업의 경우 직장인(52.9%)이 가장 많이 참여했으며 다음으로 학생(19.6%), 주부(15.1%) 순으로 참여했으며, 차량 소유 여부의 경우 소유자(60.7%)가 비소유자(39.3%) 보다 많은 것으로 나타났다.

2. 통행특성 분석 결과

통행수단별 선호도는 보행(73.2%)이 가장 높은 비율을 차지했고, 다음으로는 자가용(73.0%), 대중교통(65.5%) 순으로 나타났으며 이를 통해 수원시민은 보행을 가장 선호하는 것으로 나타났으며 지속적으로 보행환경 개선과 만족도 제고를 위한 정책방향 도출이 필요할 것으로 보인다.

무단횡단 시도 및 목격에 대한 응답결과는 목격(42.8%)이 가장 낮았고 다음으로 시도, 목격 둘 다 있음(35.0%)으로 나타났다. 시도 이유는 차량이 없어서(27.3%), 급한 용무가 있어서(18.5%), 도로 폭이 좁아서(14.5%) 순으로 나타났다.

신호위반 시도 및 목격에 대한 응답결과도 목격(65.0%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 둘 다 있음(12.9%)이 높게 나타났다. 신호위반을 시도한 이유는 차량·보행자가 없어서(27.3%), 사고가 안날 것 같아서(21.4%), 단속을 하지 않아서(21.1%)로 나타났다.

수원시 보행환경에 대한 만족 비율(39.1%)이 불만족 비율(10.8%)에 비해 더 높은 것으로 나타났지만 만족도는 높지 않은 것으로 나타났다. 또한, 불만족 이유는 보도 정비·유지관리 미흡(27.9%), 안전성이 낮아서(22.1%), 보도 인프라 부족, 보도 연결성 부족(18.4%) 등의 순으로 나타났으며, 향후 수원시 보행 환경 개선을 위해 보도 정비·유지관리, 안전성, 인프라 및 연결성 개선을 위한 정책방향 모색이 필요할 것으로 보인다.

3. 스마트 보행안전 시스템 현황 분석 결과

스마트 보행안전 시스템 이용자(32.1%) 보다 비이용자(67.9%)가 더 많은 것으로 나타났으며, 이용자가 경험해본 스마트 보행안전 시스템은 무인교통 단속장비(24.1%), 과속경보시스템 표지판(21.4%) 등의 순으로 나타났다. 이를 통해, 아직까지는 최근 도입된 시스템보다는 기존에 도입되어 있던 시스템을 많이 이용해 본 것으로 나타났다.

이용경험자를 대상으로 스마트 보행안전 시스템 이용 후 효과에 대한 문항에 대해 과반수가 이용 후 무단횡단, 신호위반, 속도위반, 정지선 위반 횟수가 감소했다고 응답했으며 이를 통해 스마트 보행안전 시스템의 효과에 대해 긍정적으로 생각하고 있음을 유추해 볼 수 있다.

스마트 보행안전 시스템 인지도에 묻는 문항에 알고 있다(44.8%)는 비율이 높게 나타났으며, 만족도의 경우 만족한다(47.6%)는 비율이 높게 나타나 시민들의 만족도가 높음을 파악할 수 있었으며, 일반 횡단보도 대비 만족한다(37.5%)는 응답비율도 높게 나타났다. 다만, 설치 위치에 대한 만족도 조사 결과, 적절하지 않다(44.9%)라는 응답이 높은 것으로 보아 향후 설치위치에 대한 개선방향 도출이 필요할 것으로 보인다.

스마트 보행안전 시스템 기대효과인 무단횡단 및 신호·속도 위반 감소와 어린이 보행안전, 고령자 보행안전, 차량운전자 안전에 대해 과반수가 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 나타났다. 그 중 어린이 보행안전(60.6%)에 도움이 될 것이라는 응답이 가장 많았다.

향후 스마트 보행안전 시스템 설치지점에 대해 조사한 결과, 교통사고 잦은 곳(41.8%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 어린이 보호구역(37.3%), 노인보호구역(37.3%) 순으로 나타났다. 기타의견으로는 교차로, 신호대기지점, 모든 구간 등의 의견이 있었다.

4. 사회경제지표에 따른 만족도 및 선호도 차이 분석 결과

사회경제지표에 따른 스마트 보행안전 시스템에 대한 수원시민의 만족도 및 선호도 분석을 수행하기 위하여 성별, 연령대, 차량 소유 여부의 사회경제지표를 선정하여 설문조사 결과를 기반으로 교차분석을 수행하였다. 각 사회경제지표에 대하여 수원시 보행환경 만족도, 스마트 보행안전 시스템 만족도, 스마트 보행안전 시스템 선호도를 교차분석하였다.

성별에 따른 수원시 보행환경 만족도는 남성, 여성 모두 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 성별에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도 분석 결과, 남성, 여성 모두 스마트 보행안전 시스템 중 LED 바닥신호등을 가장 선호하는 것을 확인할 수 있었다. 그 다음으로는 남성과 여성 모두 과속경보시스템과 무인교통 단속장비를 선호하는 것으로 나타났다.

연령대에 따른 수원시 보행환경 만족도는 만 14~19세를 제외한 대부분의 연령대에서 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 만 14~19세는 '만족' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 연령대에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도 분석 결과, 연령대별로 선호하는 시스템이 다른 것으로 나타났는데, 운전자 비율이 적은 10대의 경우 LED 바닥신호등의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났지만, 이후 20대부터는 LED 바닥신호등과 동시에 과속경보시스템 표지판, 무인교통 단속장비 등 운전자 관련 스마트 보행안전 시스템의 선호도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 50대는 과속경보시스템 표지판을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

차량 소유 여부에 따른 수원시 보행환경 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도는 '보통' 수준이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 차량 소유 여부에 따른 스마트 보행안전 시스템 선호도 분석 결과, 차량 소유 여부에 따라 선호하는 스마트 보행안전 시스템은 다른 것으로 나타났다. 차량 미소유자의 경우, LED 바닥신호등을 가장 선호하는 것으로 나타났고, 차량 소유자의 경우, 운전자가 선호하는 과속경보시스템의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 차량 소유자는 LED 바닥신호등과 무인교통 단속장비 선호하는 것으로 나타났고, 차량 미소유자는 무인교통 단속장비와 과속경보시스템 표지판을 선호하는 것으로 나타났다.

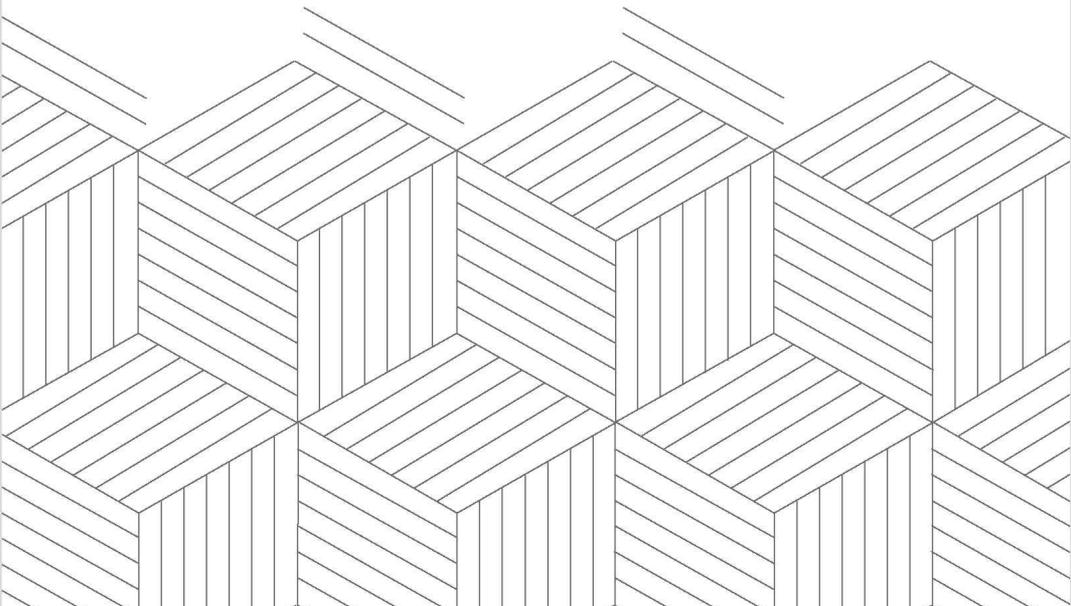
제5장

컨조인트 모형 분석

제1절 컨조인트 모형 분석 개요

제2절 컨조인트 모형 분석 결과

제3절 소결



제5장 컨조인트 모형 분석

제1절 컨조인트 모형 분석 개요

1. 컨조인트 분석의 개념

컨조인트 분석(Conjoint Analysis)은 실험설계에 의해 구성된 다속성 자극물(Multiattribute stimuli)에 대하여 이용자의 선호를 수리적으로 분석하여 어떤 환경이 갖고 있는 속성(attribute) 하나하나에 이용자가 부여하는 효용(utility)을 추정함으로써 그 이용자가 선택할 환경을 예측하기 위한 기법이다.

이 분석은 각각의 독립변수의 각 속성과 전체의 종속변수 효용에 가산적(additive)으로 공헌한다는 가정하에 분석된다. 가산적 모형인 컨조인트 모형은 응답자로 하여금 각 프로파일 에 대한 전체적인 선호도를 밝히게 하고 이를 토대로 각 속성의 부분가치를 간접적으로 추정하는 분해적 접근법(decompositional approach)이다.

컨조인트 분석은 어떤 환경에 몇 개의 주요 속성들로 구성되어 있으며, 이들 속성은 각각 몇 개의 수준으로 구분된다는 기본 개념에서 출발한다.

$$\underline{\text{시스템을 선호하는 정도} = \text{속성 1의 A수준} + \text{속성 2의 B수준} + \dots\dots\dots}$$

여기서 개별 속성의 각 수준에 부여되는 정도를 부분가치라고 하며, 각 속성이 수준별 부분가치들을 합하면 어떠한 이용자가 여러 환경 중에 어떤 것을 선택 혹은 선호하게 되는지 예측할 수 있게 된다.

부분가치는 단위가 임의적이기 때문에 속성 수준별 상대적인 비교치이며, 상수를 동일하게 더하거나 빼는 것과 무관하고 곱하거나 나눌 때는 모든 속성에 동일하게 사용해야 한다.

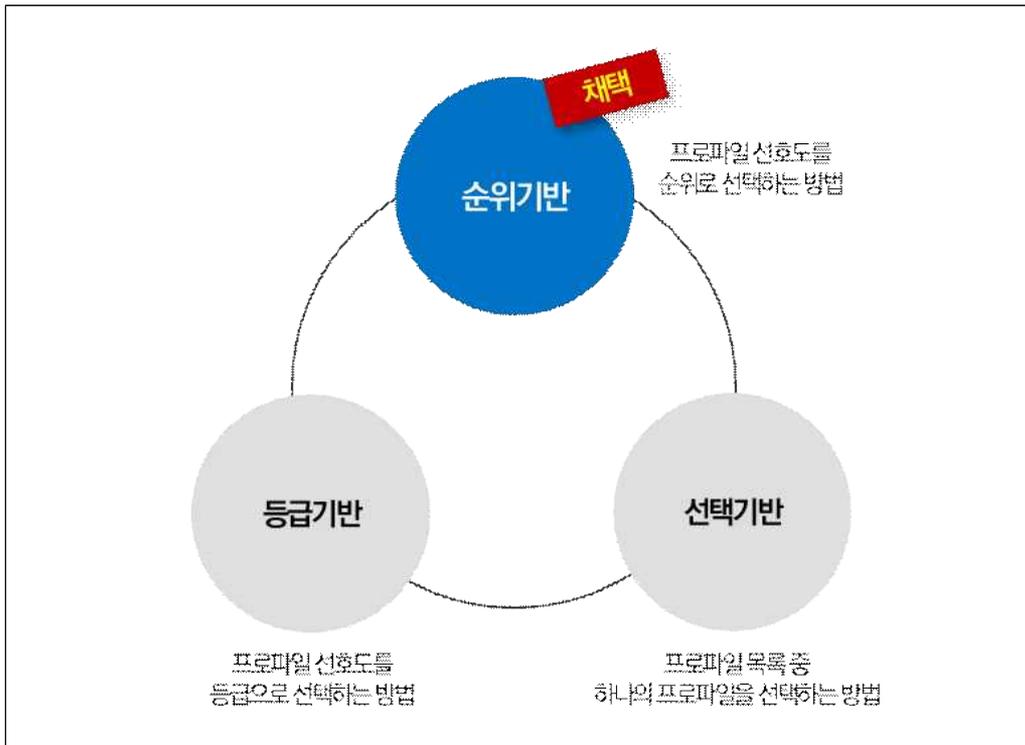
2. 컨조인트 분석 절차 및 방법

컨조인트 분석의 분석 절차는 대상에 대한 선호도 평가와 관련된 변수(속성) 선정, 분석 모형 선정, 자료 수집 방법 선정, 평가대상 구성, 평가대상 제시 방법 선정, 종속변수 측정을 위한 척도선정 그리고 모수 추정 방법 선정이다.

〈표 5-1〉 컨조인트 분석절차 및 방법

절차		방법
1	대상에 대한 선호도 평가와 관련된 속성 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 소비자 직접 조사 - Kelly's repertory grid - 표적집단 토론법(Focus group Interview) - 전문가들의 판단
2	분석 모형 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 벡터모형(Vector Model) - 이상점모형(Ideal-point Model) - 부분가치함수모형(Part-worth function Model) - 혼합모형(Mixed Model)
3	자료수집 방법 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 상충분석, 두 속성 한시점 처리방법 - 전체 자극 제시법, 다요인 접근방법
4	평가대상 구성	<ul style="list-style-type: none"> - 부분인수실험계획 - 다변량 분포로부터 무작위 추출
5	평가대상의 제시방법 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 언어 설명(Verbal Description) - 해설적 설명(Paragraph Description) - 화학적 설명(Pictorial Presentation) - 실제 상품 설명
6	종속변수 측정을 위한 척도선정	<ul style="list-style-type: none"> - 쌍대비교(Paired-comparison approach) - 서열 순위(Rank-order approach) - 등급척도(Rating-scale approach) - 일정합 쌍비교(Constant-sum approach) - 등대 쌍대비교(Graded Paired Comparison) - 범주형 데이터(Category Assignment)
7	모수 추정 방법 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 종속변수가 서열척도인 경우 → MONANOVA, PREFMAP, LINMAP 등 - 종속변수가 등간척도인 경우 → OLS Regression, MSAE Regression

컨조인트 조사기법은 순위기반, 등급기반, 선택기반 총 3가지로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 순위기반 조사기법을 선정하였다. 순위기반 조사기법은 프로파일 선호도를 순위로 선택하는 방법이고, 등급기반은 프로파일 선호도를 등급으로 선택하는 방법, 선택기반은 프로파일 목록 중 하나의 프로파일을 선택하는 방법이다.



〈그림 5-1〉 컨조인트 조사기법

3. 속성변수 및 수준

스마트 보행안전 시스템 관련 기존연구, 전문가 자문의견을 토대로 속성변수와 수준을 선정하였으며 총 6개의 속성을 선정하여 속성변수에 맞는 수준을 선정하였다.

선정한 6개의 속성은 ▲과속단속시스템은 미설치, 무인교통 단속장비, 무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판, ▲횡단보도 유도등은 미설치, 설치, ▲LED 바닥신호등은 미설치, 횡단보도 부분배열, 횡단보도 전체배열, ▲집중조명시설은 미설치, 설치, ▲보행자 자동인식 및 음성안내는 미설치, 자동인식 장치 설치, 자동인식 설치 장치 + 보행신호 안내, 자동인식 장치 설치 + 보행신호 안내 + 위험상황안내, ▲스마트폰 차단은 미시행, 시행이며, 〈표 5-2〉와 같다.

〈표 5-2〉 속성변수 및 수준

속성변수	수준
과속단속시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 미설치 • 무인교통 단속장비(CCTV) • 무인교통 단속장비(CCTV) + 과속경보시스템 표지판(주행속도, 법규위반 번호판 송출 등)
횡단보도 유도등	<ul style="list-style-type: none"> • 미설치 • 설치
LED 바닥신호등	<ul style="list-style-type: none"> • 미설치 • 횡단보도 부분배열 • 횡단보도 전체배열
집중조명시설	<ul style="list-style-type: none"> • 미설치 • 설치
보행자 자동인식 및 음성안내	<ul style="list-style-type: none"> • 미설치 • 자동인식 장치 설치 • 자동인식 장치 설치 + 보행신호 안내 • 자동인식 장치 설치 + 보행신호 안내 + 위험상황 안내(무단횡단 등)
스마트폰 차단	<ul style="list-style-type: none"> • 미시행 • 시행

4. 프로파일 선정

본 연구에서 스마트 보행안전 시스템 속성과 속성 수준을 바탕으로 컨조인트 설계 시, 도출가능한 조합은 $3 \times 2 \times 3 \times 2 \times 4 \times 2 = 288$ 가지 경우의 조합이 가능하지만 응답자가 288가지 조합을 비교해야하는 것은 현실적으로 불가능하다고 판단되어 SPSS의 직교계획을 활용하여 총 16개의 프로파일을 도출했다. 해당 방법은 하나의 요인 효과를 도출할 때 다른 요인의 효과에 치우침이 발생하지 않도록 자동으로 설정가능한 방법이다. 따라서 본 연구는 컨조인트 프로파일 선정 시, 상호 독립적이면서 결과의 적합도를 적정 수준으로 유지할 수 있는 최소의 부분집합으로 선정하여 수행했으며 최종적으로 선정된 프로파일은 다음과 같다.

〈표 5-3〉 프로파일 선정

구분	과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단
1	미설치	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	시행
2	미설치	미설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	시행
3	미설치	설치	미설치	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	미시행
4	미설치	설치	횡단보도 부분배열	미설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	미시행
5	미설치	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치	미시행
6	무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	시행

〈표 5-3 계속〉 프로파일 선정

구분	과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단
7	무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치	시행
8	무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	미시행
9	무인교통 단속장비(cctv)	설치	미설치	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	미시행
10	무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	미설치	시행
11	무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	미시행
12	무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 부분배열	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	미시행
13	무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 전체배열	설치	미설치	미시행
14	무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	시행
15	무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	설치	횡단보도 부분배열	설치	미설치	시행
16	무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	미시행

제2절 컨조인트 모형 분석 결과

1. 총 분석

1) 속성 효용(Utility) 부분가치 추정

수원시민을 대상으로 온라인 설문조사를 통해 제시된 16개의 컨조인트 프로파일에 대해서 선호도와 중요도 분석을 수행하였으며 속성 효용(Utility) 부분가치 추정 값은 <표 5-4>와 같이 나타났다.

과속단속시스템은 무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판(1.174), 무인교통 단속장비(-0.063), 미설치(-1.111) 순서로 선호도 결과가 도출되었다. 이를 통해 시민들은 과속단속을 위해 관련 시스템이 다양하게 설치되는 것을 선호함을 알 수 있었다.

횡단보도 유도등은 설치(0.166), 미설치(-0.166) 순으로 나타났으며 미설치보다 설치를 선호하는 것으로 나타났다.

LED 바닥신호등은 횡단보도 전체배열(0.126), 횡단보도 부분배열(0.025), 미설치(-0.151) 순으로 나타났으며 LED 바닥신호등을 횡단보도에 부분적으로 또는 미설치하는 것보다 전체적으로 설치되는 것을 선호하는 것으로 나타났다.

집중조명시설은 설치(0.101), 미설치(-0.101) 순으로 나타났으며 미설치보다 설치를 더 선호하는 것을 알 수 있었다.

보행자 자동인식 및 음성안내는 자동인식장치 설치 + 보행신호 안내(0.096), 자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내(-0.011), 자동인식장치 설치(-0.034), 미설치(-0.051) 순으로 나타났다. 이를 통해 응답자들은 음성안내의 경우 위험상황 안내 시스템보다 보행자를 자동인식하여 보행신호를 안내해주는 시스템을 더 선호하는 것으로 나타났다.

스마트폰 차단은 미시행(0.030), 시행(-0.030)으로 순으로 나타났으며 시행보다는 미시행을 선호하는 것으로 나타났다.

분석 결과, 도출된 각 속성의 수준 값을 토대로 최적조합을 도출하면 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)일 때 최적 효용의 속성 조합이 도출된다.

〈표 5-4〉 속성 효용(Utility) 추정 - 총 분석

구분		효용(Utility) 추정 값	표준오차
과속단속시스템	• 미설치	-1.111	.075
	• 무인교통 단속장비(cctv)	-.063	.088
	• 무인교통 단속장비(cctv)+과속경보시스템 표지판	1.174	.085
횡단보도 유도등	• 미설치	-.166	.056
	• 설치	.166	.056
LED 바닥신호등	• 미설치	-.151	.094
	• 횡단보도 부분배열	.025	.093
	• 횡단보도 전체배열	.126	.073
집중조명시설	• 미설치	-.101	.075
	• 설치	.101	.075
보행자 자동인식 및 음성안내	• 미설치	-.051	.119
	• 자동인식장치 설치	-.034	.119
	• 자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	.096	.100
	• 자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	-.011	.084
스마트폰 차단	• 미시행	.030	.060
	• 시행	-.030	.060
상수		8.437	0.067

2) 속성 중요도

총 6개의 속성에 대한 중요도를 파악하였으며 과속단속시스템(38.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(20.4%), LED 바닥신호등(13.2%), 집중조명시설(10.6%), 횡단보도 유도등(10.1%), 스마트폰 차단(7.5%) 순으로 나타났다. 이를 통해 수원시민은 스마트 보행안전 시스템 속성 중, 과속단속시스템에 대해 생각하는 중요도가 매우 크다는 것을 알 수 있다.

스마트폰 차단(7.5%)의 중요도가 가장 낮은 것으로 보아 보행자는 신호대기시간의 지루함, 무료함으로 인해 대기시간에 스마트폰이 차단되는 기능을 선호하지 않는 것으로 나타났다.

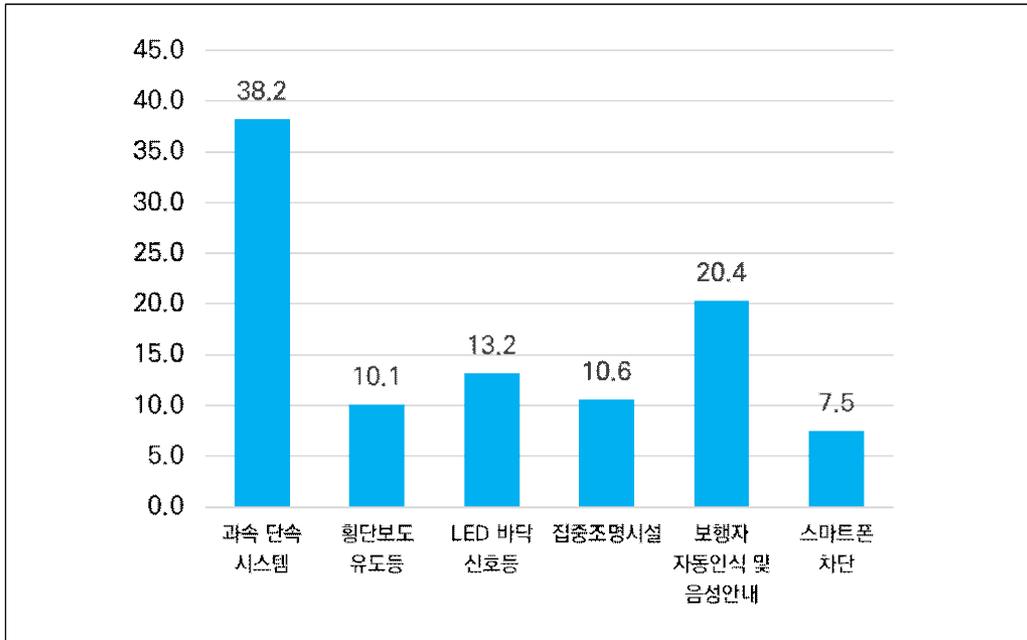
또한, 컨조인트 분석 유의성 검토 결과, 컨조인트 프로파일들에 대한 선호도 평가를 계량 척도로 한 경우의 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용 값(순위)간의 모수적상관관계인 Pearson's R값은 0.994(.000)으로 유의한 것으로 나타났고, 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용값(순위)간의 비모수적 상관관계를 나타내는 Kendall tau값은 0.983(.000)으로 유의한 것으로 나타났다.

Pearson's R, Kendall tau 값은 각각 개별 모형의 적합성을 나타내며, 추정된 모형으로부터 얻은 효용 값에 의한 프로필 순위와의 상관관계 값으로 이 값이 클수록 모형의 설명력이 높다는 것을 의미한다.³⁾

〈표 5-5〉 속성 중요도 - 총 분석

속성변수	중요도(%)
과속단속시스템	38.2
횡단보도 유도등	10.1
LED 바닥신호등	13.2
집중조명시설	10.6
보행자 자동인식 및 음성안내	20.4
스마트폰 차단	7.5
Pearson's R =.994, p-value = .000 Kendall tau =.983, p-value = .000	

3) 김소용, 2021, 「컨조인트 분석을 활용한 최적 항공사 선택 속성에 관한 연구」, 세종대학교, 박사학위 논문



〈그림 5-2〉 속성 중요도 - 총 분석

3) 최적 속성 조합 도출

추가적으로 스마트 보행안전 시스템 속성 변수의 컨조인트 최적 조합 순위를 도출하기 위해 컨조인트 분석을 통해 도출한 총 16개의 프로파일의 효용(Utility) 추정 값을 대입하여 순위를 도출하였다.

1순위는 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)을 통해 효용 추정 값 1.693이 도출되었다.

다음으로 2순위는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 1.385의 추정 값 합계를 도출하였다.

다음으로 3순위의 경우 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(미설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(미시행)의 조합으로 1.213의 추정 값 합계를 도출하였다.

다음으로 4순위의 경우 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(미설치) + LED 바닥신호등(미설치) + 집중조명시설(미설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(시행)의 조합으로 1.154의 추정 값 합계를 도출하였다.

다음으로 5순위의 경우 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(미설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내 + 위험상황 안내) + 스마트폰 차단(미시행)의 조합으로 1.153의 추정 값 합계를 도출하였다. 5순위까지 분석을 통해 중요도가 높은 과속단속시스템의 영향을 많이 받고 있음을 유추할 수 있었다.

〈표 5-6〉 최적조합 도출 - 총 분석

순위	과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	효용(Utility)
1	무인교통 단속장비(cctv)+과속 경보시스템 표지판	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	1.693
2	무인교통 단속장비(cctv)+과속 경보시스템 표지판	설치	횡단보도 부분배열	설치	미설치	시행	1.385
3	무인교통 단속장비(cctv)+과속 경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 전체배열	설치	미설치	미시행	1.213
4	무인교통 단속장비(cctv)+과속 경보시스템 표지판	설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	1.154
5	무인교통 단속장비(cctv)+과속 경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 부분배열	설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상황 안내	미시행	1.153
6	무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상황 안내	미시행	0.148
7	무인교통 단속장비(cctv)	설치	미설치	설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상황 안내	미시행	0.072
8	무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	미설치	시행	0.048

〈표 5-6 계속〉 최적조합 도출 - 총 분석

순위	과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	효용(Utility)
9	무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	-0.153
10	무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치	시행	-0.343
11	무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	-0.415
12	미설치	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치	미시행	-0.722
13	미설치	설치	횡단보도 부분배열	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	-0.894
14	미설치	설치	미설치	설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상황 안내	미시행	-0.976
15	미설치	미설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상황 안내	시행	-1.091
16	미설치	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	-1.261

2. 시스템 이용 여부에 따른 분석

1) 속성 효용(Utility) 부분가치 추정

스마트 보행안전 시스템 이용 여부로 구분하여 속성 수준별 효용을 분석하여 앞선 총 분석보다 심층적으로 선호도와 중요도 분석을 수행하였으며 속성 효용(Utility) 부분가치 추정 값은 <표 5-7>과 같이 나타났다. 스마트 보행안전 시스템 비이용자는 557명으로 나타났고, 스마트 보행안전 시스템 이용자는 263명으로 나타났다.

과속단속시스템은 비이용자, 이용자 모두 무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판의 효용(비이용자 : 0.901, 이용자 : 1.751)이 가장 큰 것으로 산출되었다.

횡단보도 유도등은 비이용자, 이용자 모두 설치의 효용(비이용자 : 0.075, 이용자 : 0.359)이 가장 큰 것으로 나타났다.

LED 바닥신호등은 비이용자, 이용자 모두 횡단보도 전체배열의 효용(비이용자 : 0.135, 이용자 : 0.107)이 가장 큰 것으로 산출되었다. 총 분석과 마찬가지로 LED 바닥신호등을 횡단보도에 부분적으로 또는 미설치하는 것보다 전체적으로 설치되는 것을 선호하는 것으로 나타났다.

집중조명시설은 비이용자, 이용자 모두 설치 효용(비이용자 : 0.056, 이용자 : 0.196)이 가장 큰 것으로 나타났다.

보행자 자동인식 및 음성안내의 가장 큰 효용값은 비이용자와 이용자가 다른 것으로 나타났다. 비이용자는 자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내 효용(0.064)이 가장 큰 것으로 나타났고, 이용자는 자동인식장치 설치 + 보행신호 효용(0.306)이 가장 큰 것으로 나타났다. 이를 통해 스마트 보행안전 시스템 이용 시, 위험상황 안내 시스템은 상대적으로 중요성이 덜할 수 있음을 시사함을 확인할 수 있었다.

스마트폰 차단은 비이용자, 이용자 모두 미시행 효용(비이용자 : 0.028, 이용자 : 0.033)이 가장 큰 것으로 나타났다.

분석 결과, 도출된 각 속성의 수준 값을 토대로 최적조합을 도출하면 비이용자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내 + 위험상황 안내) + 스마트폰 차단(미시행), 이용자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났다.

〈표 5-7〉 속성 효용(Utility) 추정 - 시스템 이용 여부

구분		비이용자(N=557명)		이용자(N=263)	
		효용(Utility) 추정 값	표준오차	효용(Utility) 추정 값	표준오차
과속단속시스템	• 미설치	-.739	.090	-1.899	.104
	• 무인교통 단속장비(cctv)	-.162	.106	.148	.121
	• 무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	.901	.102	1.751	.117
횡단보도 유도등	• 미설치	-.075	.068	-.359	.078
	• 설치	.075	.068	.359	.078
LED 바닥신호등	• 미설치	-.162	.113	-.129	.129
	• 횡단보도 부분배열	.027	.112	.022	.128
	• 횡단보도 전체배열	.135	.087	.107	.100
집중조명시설	• 미설치	-.056	.090	-.196	.104
	• 설치	.056	.090	.196	.104
보행자 자동인식 및 음성안내	• 미설치	-.011	.143	-.138	.163
	• 자동인식장치 설치	-.051	.142	.000	.163
	• 자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	-.003	.121	.306	.138
	• 자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	.064	.101	-.169	.115
스마트폰 차단	• 미시행	.028	.072	.033	.082
	• 시행	-.028	.072	-.033	.082
상수		8.481	.080	8.344	.092

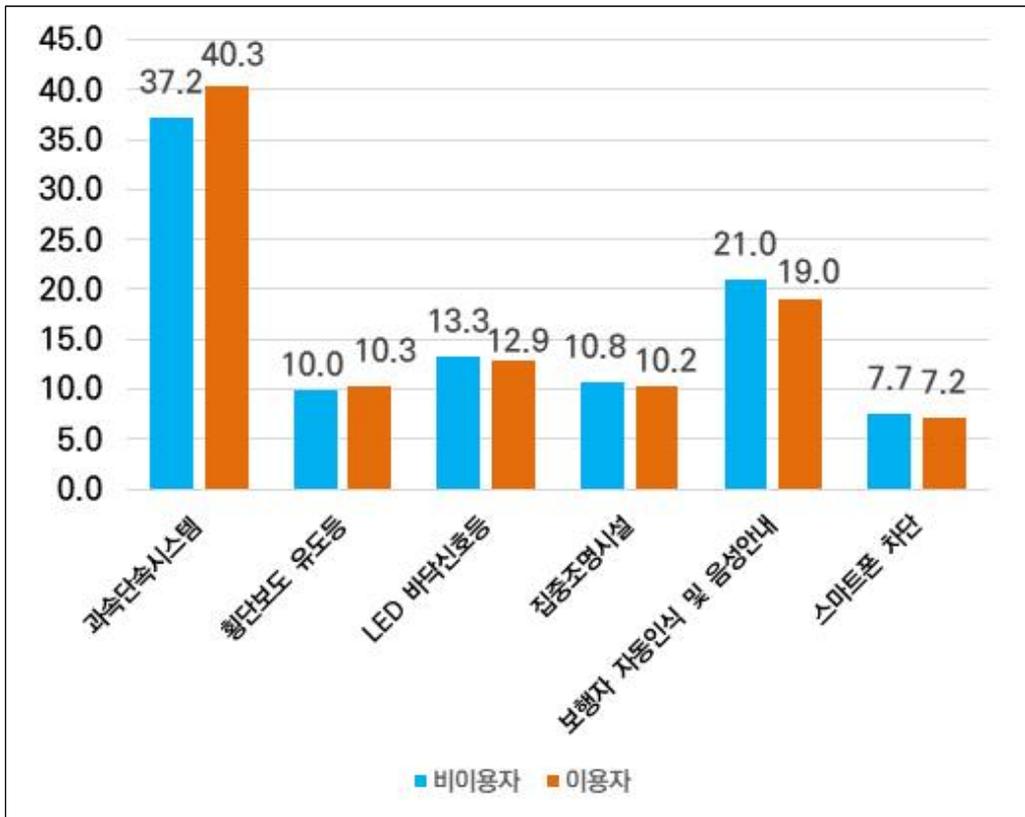
2) 속성 중요도

총 6개의 속성에 대한 중요도를 시스템 이용 여부로 구분하여 파악하였다. 비이용자는 과속단속시스템(37.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(21.0%), LED 바닥신호등(13.3%), 집중조명시설(10.8%), 횡단보도 유도등(10.0%), 스마트폰 차단(7.7%) 순으로 나타났다. 또한, 이용자는 과속단속시스템(40.3%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(19.0%), LED 바닥신호등(12.9%), 횡단보도 유도등(10.3%), 집중조명시설(10.2%), 스마트폰 차단(7.2%) 순으로 나타났다. 비이용자와 이용자의 횡단보도 유도등과 집중조명시설의 중요도 순서가 다른 것으로 나타났다.

또한, 시스템 이용 여부에 따른 컨조인트 분석의 유의성 검토 결과, 비이용자의 컨조인트 프로파일들에 대한 선호도 평가를 계량 척도로 한 경우의 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용 값(순위)간의 모수적상관관계인 Pearson's R값은 0.995(.000)으로 유의한 것으로 나타났고, 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용값(순위)간의 비모수적 상관관계를 나타내는 Kendall tau값은 0.850(.000)으로 유의한 것으로 나타났다. 그리고 이용자의 컨조인트 프로파일들에 대한 선호도 평가를 계량 척도로 한 경우의 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용 값(순위)간의 모수적상관관계인 Pearson's R값은 0.996(.000)으로 유의한 것으로 나타났고, 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용값(순위)간의 비모수적 상관관계를 나타내는 Kendall tau값은 0.950(.000)으로 유의한 것으로 나타났다.

〈표 5-8〉 속성 중요도 - 시스템 이용 여부

속성변수	중요도(%)	
	비이용자	이용자
과속단속시스템	37.2	40.3
횡단보도 유도등	10.0	10.3
LED 바닥신호등	13.3	12.9
집중조명시설	10.8	10.2
보행자 자동인식 및 음성안내	21.0	19.0
스마트폰 차단	7.7	7.2
〈비이용자〉		
Pearson's R =.995, p-value = .000		
Kendall tau =.850, p-value = .000		
〈이용자〉		
Pearson's R =.996, p-value = .000		
Kendall tau =.950, p-value = .000		



〈그림 5-3〉 속성 중요도 - 시스템 이용 여부

3) 최적 속성 조합 도출

추가적으로 스마트 보행안전 시스템 속성 변수의 컨조인트 최적 조합 순위를 도출하기 위해 컨조인트 분석을 통해 도출한 총 16개의 프로파일의 비이용자와 이용자의 효용(Utility) 추정 값을 대입하여 순위를 도출하였다.

비이용자와 이용자의 1순위는 같은 것으로 나타났고, 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)의 효용값(비이용자 : 1.193, 이용자 : 2.753)이 가장 크게 산출되었다.

다음으로 2순위의 경우 시스템 비이용자와 이용자가 다른 것으로 나타났는데, 시스템 비이용자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(미설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(미시행) 조합이며 1.034의 추정 값 합계를 도출하였다. 시스템 이용자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 2.157의 추정 값 합계를 도출하였다.

다음으로 3순위의 경우도 2순위와 마찬가지로 시스템 비이용자와 이용자가 다른 것으로 나타났는데, 시스템 비이용자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 1.021의 추정 값 합계를 도출하였다. 시스템 이용자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(미설치) + 집중조명시설(미설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 2.068의 추정값 합계를 도출하였다.

도출한 속성 조합을 통해 시스템 이용자 및 비이용자 모두 스마트 보행안전 시스템 운영에 있어서 LED 바닥신호등, 횡단보도 유도등 등의 스마트 보행안전 시스템 인프라 시설 설치를 통해 보행 안전성이 개선될 것으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 시스템 이용자의 경우에는 시설을 설치하지 않더라도 보행자 안내 및 스마트폰 차단 시행을 통해 안전성을 제고할 수 있다고 인식하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 5-9〉 최적조합 도출 - 시스템 이용 여부

과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	비이용자		이용자	
						순위	효용 (Utility)	순위	효용 (Utility)
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	1	1.193	1	2.753
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	설치	횡단보도 부분배열	설치	미설치	시행	3	1.021	2	2.157
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	5	0.727	3	2.068
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 전체배열	설치	미설치	미시행	2	1.034	4	1,591
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 부분배열	설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	4	1.001	5	1.475
무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	6	0.084	7	0.283
무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	미설치	시행	7	-0.046	8	0.247

〈표 5-9 계속〉 최적조합 도출 - 시스템 이용 여부

과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	비이용자		이용자	
						순위	효용 (Utility)	순위	효용 (Utility)
무인교통 단속장비(cctv)	설치	미설치	설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	8	-0.101	6	0.439
무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	9	-0.317	9	0.195
무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치	시행	10	-0.421	10	-0.177
무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	11	-0.486	11	-0.264
미설치	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치	미시행	12	-0.495	12	-1.203
미설치	설치	횡단보도 부분배열	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	14	-0.668	13	-1.375
미설치	설치	미설치	설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	15	-0.678	14	-1.608
미설치	미설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	시행	13	-0.587	16	-2.157
미설치	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	16	-0.950	15	-1.918

3. 차량 소유 여부에 따른 분석

1) 속성 효용(Utility) 부분가치 추정

차량 소유 여부로 구분하여 속성 수준별 효용을 분석하여 앞선 총 분석보다 심층적으로 선호도와 중요도 분석을 수행하였으며 속성 효용(Utility) 부분가치 추정 값은 <표 5-10>과 같이 나타났다. 차량 미소유자는 322명으로 나타났고, 차량 소유자는 498명으로 나타났다.

과속단속시스템은 차량 미소유자, 소유자 모두 무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판의 효용(미소유자 : 1.259, 소유자 : 1.118)이 가장 큰 것으로 산출되었다.

횡단보도 유도등은 차량 미소유자, 소유자 모두 설치의 효용(미소유자 : 0.137, 소유자 : 0.186)이 가장 큰 것으로 나타났다.

LED 바닥신호등의 가장 큰 효용값은 차량 미소유자와 소유자가 다른 것으로 나타났다. 차량 미소유자는 횡단보도 전체배열의 효용(0.185)이 가장 큰 것으로 나타났고, 차량 소유자는 횡단보도 부분배열의 효용(0.092)이 가장 큰 것으로 나타났다.

집중조명시설은 차량 미소유자, 소유자 모두 설치 효용(미소유자 : 0.026, 소유자 : 0.149)이 가장 큰 것으로 나타났다.

보행자 자동인식 및 음성안내는 차량 미소유자, 소유자 모두 자동인식장치 설치 + 보행 신호 안내 효용(미소유자 : 0.121, 소유자 : 0.081)이 가장 큰 것으로 나타났다.

스마트폰 차단(시행)의 가장 큰 효용값은 차량 미소유자와 소유자가 다른 것으로 나타났다. 차량 미소유자는 시행의 효용(0.031)이 가장 큰 것으로 나타났고, 차량 소유자는 미시행의 효용(0.069)이 가장 큰 것으로 나타났다.

분석 결과, 도출된 각 속성의 수준 값을 토대로 최적조합을 도출하면 차량 미소유자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행 신호 안내) + 스마트폰 차단(시행), 차량 소유자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행 신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났다.

〈표 5-10〉 속성 효용(Utility) 추정 - 차량 소유 여부

구분		차량 미소유(N=322명)		차량 소유(N=498)	
		효용(Utility) 추정 값	표준오차	효용(Utility) 추정 값	표준오차
과속단속시스템	• 미설치	-.922	.130	-1.233	.078
	• 무인교통 단속장비(cctv)	-.337	.152	.115	.091
	• 무인교통 단속장비(cctv) + 과속경보시스템 표지판	1.259	.146	1.118	.088
횡단보도 유도등	• 미설치	-.137	.097	-.186	.058
	• 설치	.137	.097	.186	.058
LED 바닥신호등	• 미설치	-.107	.162	-.180	.097
	• 횡단보도 부분배열	-.078	.161	.092	.096
	• 횡단보도 전체배열	.185	.126	.088	.075
집중조명시설	• 미설치	-.026	.130	-.149	.078
	• 설치	.026	.130	.149	.078
보행자 자동인식 및 음성안내	• 미설치	-.102	.205	-.018	.123
	• 자동인식장치 설치	-.097	.204	.006	.122
	• 자동인식장치 설치 + 보행신호 안내	.121	.173	.081	.104
	• 자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내	.079	.145	-.069	.087
스마트폰 차단	• 미시행	-.031	.103	.069	.062
	• 시행	.031	.103	-.069	.062
상수		8.452	.115	8.427	.069

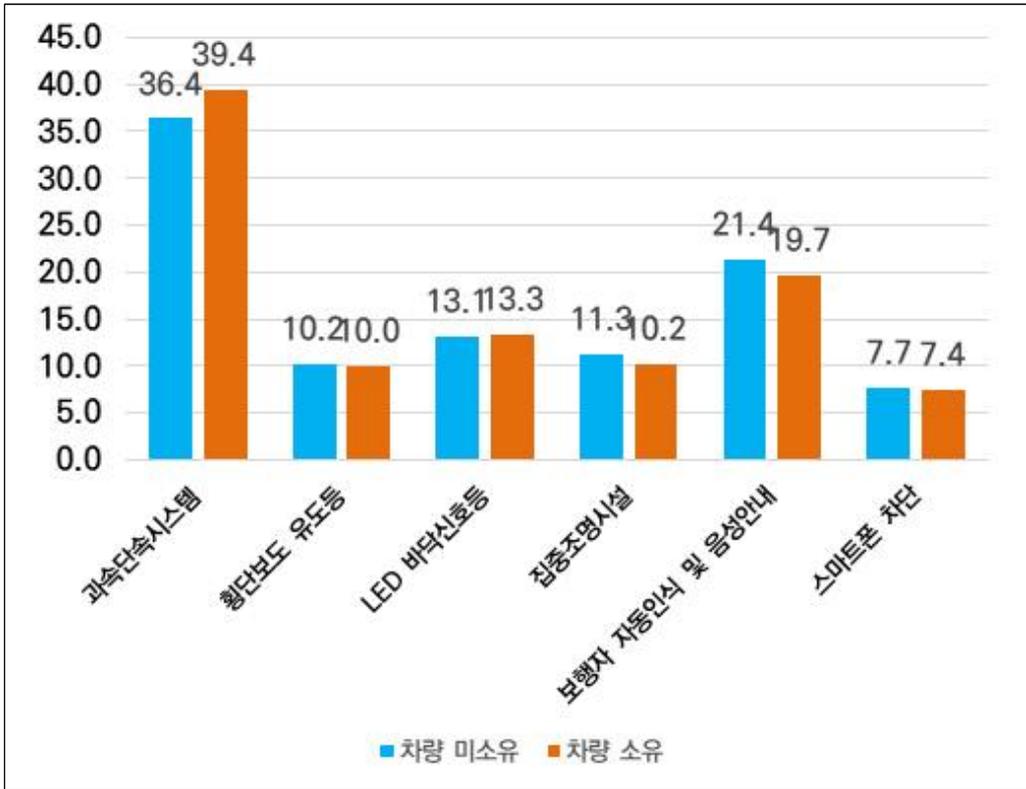
2) 속성 중요도

총 6개의 속성에 대한 중요도를 차량 소유 여부로 구분하여 파악하였다. 차량 미소유자는 과속단속시스템(36.4%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(21.4%), LED 바닥신호등(13.1%), 집중조명시설(11.3%), 횡단보도 유도등(10.2%), 스마트폰 차단(7.7%) 순으로 나타났다. 또한, 차량 소유자는 과속단속시스템(39.4%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(19.7%), LED 바닥신호등(13.3%), 집중조명시설(10.2%), 횡단보도 유도등(10.0%), 스마트폰 차단(7.4%) 순으로 나타났다.

또한, 차량 소유 여부에 따른 컨조인트 분석의 유의성 검토 결과, 차량 미소유자의 컨조인트 프로파일들에 대한 선호도 평가를 계량 척도로 한 경우의 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용 값(순위)간의 모수적상관관계인 Pearson's R값은 0.982(.000)으로 유의한 것으로 나타났고, 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용값(순위)간의 비모수적 상관관계를 나타내는 Kendall tau값은 0.733(.000)으로 유의한 것으로 나타났다. 그리고 차량 소유자의 컨조인트 프로파일들에 대한 선호도 평가를 계량 척도로 한 경우의 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용 값(순위)간의 모수적상관관계인 Pearson's R값은 0.994(.000)으로 유의한 것으로 나타났고, 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용값(순위)간의 비모수적 상관관계를 나타내는 Kendall tau값은 0.933(.000)으로 유의한 것으로 나타났다.

〈표 5-11〉 속성 중요도 - 차량 소유 여부

속성변수	중요도(%)	
	차량 미소유	차량 소유
과속단속시스템	36.4	39.4
횡단보도 유도등	10.2	10.0
LED 바닥신호등	13.1	13.3
집중조명시설	11.3	10.2
보행자 자동인식 및 음성안내	21.4	19.7
스마트폰 차단	7.7	7.4
〈차량 미소유〉		
Pearson's R =.982, p-value = .000		
Kendall tau =.733, p-value = .000		
〈차량 소유〉		
Pearson's R =.994, p-value = .000		
Kendall tau =.933, p-value = .000		



〈그림 5-4〉 속성 중요도 - 차량 소유 여부

3) 최적 속성 조합 도출

추가적으로 스마트 보행안전 시스템 속성 변수의 컨조인트 최적 조합 순위를 도출하기 위해 컨조인트 분석을 통해 도출한 총 16개의 프로파일의 차량 미소유자와 차량 소유자의 효용(Utility) 추정 값을 대입하여 순위를 도출하였다.

차량 미소유자와 소유자의 1순위는 같은 것으로 나타났고, 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)의 효용값(미소유자 : 1.696, 소유자 : 1.691)이 가장 크게 산출되었다.

다음으로 2순위의 경우 차량 미소유자와 소유자가 다른 것으로 나타났는데, 차량 미소유자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(미설치) + 집중조명시설(미설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 1.413의 추정 값 합계를 도출하였다. 차량 소유자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 1.458의 추정 값 합계를 도출하였다.

다음으로 3순위의 경우도 2순위와 마찬가지로 차량 미소유자와 소유자가 다른 것으로 나타났는데, 차량 미소유자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 부분배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(시행) 조합이며 1.273의 추정 값 합계를 도출하였다. 차량 소유자는 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(미설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치) + 스마트폰 차단(미시행) 조합이며 1.221의 추정값 합계를 도출하였다.

도출한 속성 조합을 통해 차량 미소유자 및 소유자 모두 스마트 보행안전 시스템 운영에 있어서 LED 바닥신호등, 집중조명시설 등의 스마트 보행안전 시스템 인프라 시설 설치를 통해 보행 안전성이 개선될 것으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 대다수 보행자일 것으로 보이는 차량 미소유자의 경우 인프라 시설을 설치하지 않더라도 보행자 안내 및 스마트폰 차단 시행을 통해 안전성을 제고할 수 있다고 인식하고 있는 것으로

로 나타났다. 그러나 차량 소유자의 경우에는 차량 미소유자와 달리 횡단보도 유도등, LED 바닥신호등, 집중조명시설 설치를 우선적으로 선호하는 것으로 나타났는데, 이는 대다수 운전자일 것으로 보이는 차량 소유자의 경우에는 교통안전을 위해서 횡단보도의 시인성 개선이 우선적으로 이루어져야 한다고 인식하고 있기 때문으로 보인다.

〈표 5-12〉 최적조합 도출 - 차량 소유 여부

과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	차량 미소유		차량 소유	
						순위	효용 (Utility)	순위	효용 (Utility)
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	1	1.696	1	1.691
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	설치	횡단보도 부분배열	설치	미설치	시행	3	1.273	2	1.458
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	2	1.413	5	0.986
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 전체배열	설치	미설치	미시행	4	1.201	3	1,221
무인교통 단속장비(cctv)+ 과속경보시스템 표지판	미설치	횡단보도 부분배열	설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	5	1.119	4	1.174

〈표 5-12 계속〉 최적조합 도출 - 차량 소유 여부

과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	차량 미소유		차량 소유	
						순위	효용 (Utility)	순위	효용 (Utility)
무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	6	0.005	7	0.240
무인교통 단속장비(cctv)	설치	횡단보도 전체배열	미설치	미설치	시행	7	-0.114	8	0.152
무인교통 단속장비(cctv)	설치	미설치	설치	자동인식장치설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	8	-0.234	6	0.270
무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	10	-0.465	9	0.049
무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치	시행	11	-0.621	10	-0.164
무인교통 단속장비(cctv)	미설치	미설치	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	9	-0.456	11	-0.388
미설치	설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치	미시행	12	-0.702	12	-0.735

〈표 5-12 계속〉 최적조합 도출 - 차량 소유 여부

과속단속시스템	횡단보도 유도등	LED 바닥신호등	집중조명시설	보행자 자동인식 및 음성안내	스마트폰 차단	차량 미소유		차량 소유	
						순위	효용 (Utility)	순위	효용 (Utility)
미설치	설치	횡단보도 부분배열	미설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	미시행	14	-0.799	13	-0.956
미설치	설치	미설치	설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	미시행	15	-0.818	14	-1.078
미설치	미설치	횡단보도 전체배열	설치	자동인식장치 설치 +보행신호+위험상 황 안내	시행	13	-0.737	15	-1.319
미설치	미설치	미설치	설치	자동인식장치 설치+보행신호 안내	시행	16	-0.887	16	-1.438

제3절 소결

본 연구에서는 컨조인트 분석(Conjoint analysis) 방법을 이용하여 스마트 보행환경 시스템 도입의 최적조합을 파악하였다. 컨조인트 분석이란 어떤 상품이나 서비스가 갖고 있는 속성 하나하나에 고객이 부여하는 효용(Utility)을 추정함으로써, 이용자가 어떠한 상품을 선택할 것인지를 예측하는데 사용되는 방법이다.⁴⁾

컨조인트 분석은 연구계획수립, 설문지 설계(속성 및 수준 확정, 프로파일 추출), 설문조사, 수준별 효용치 산출 및 속성별 상대적 중요도 산출, 의사결정에 활용 순으로 진행되며 조사기법은 총 3개의 조사기법(순위기반, 등급기반, 선택기반)이 있으며 본 연구에서는 프로파일 선호도를 순위로 선택하는 방법은 순위기반 조사기법을 선정하였다.

본 연구의 속성변수와 수준은 스마트 보행안전 시스템 관련 기존 연구와 전문가 자문의견을 토대로 총 6개의 속성과 속성변수에 맞는 수준을 선정하였으며 선정된 속성과 변수는 과속단속시스템(미설치, 무인교통 단속장비, 무인교통 단속장비+과속경보시스템 표지판), 횡단보도 유도등(미설치, 설치), LED 바닥신호등(미설치, 횡단보도 부분배열, 횡단보도 전체배열), 집중조명시설(미설치, 설치), 보행자 자동인식 및 음성안내(미설치, 자동인식 장치 설치, 자동인식 장치 설치 + 보행신호 안내, 자동인식 장치 설치 + 보행신호 안내 + 위험상황 안내), 스마트폰 차단(미시행, 시행)이다.

스마트 보행안전 시스템 속성과 속성 수준을 바탕으로 컨조인트 프로파일 설계 시 도출 가능한 조합은 총 228가지로 설문응답자들이 비교하여 설문하기에는 현실적으로 불가능하다고 판단되어 SPSS의 직교계획을 활용하여 프로파일을 도출했다. 해당 방법은 하나의 요인 효과를 도출할 때 다른 요인의 효과에 치우침이 발생하지 않도록 프로파일을 추출할 수 있는 방법으로 본 연구에서는 총 16개의 프로파일을 도출했다.

온라인 설문조사를 통해 총 820명을 대상으로 프로파일의 선호도를 조사했으며, 조사결과를 바탕으로 컨조인트 분석을 실시하여 속성 효용(Utility) 부분까지 추정 값을 도출했다. 과속단속시스템은 무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판, 무인교통단속장비, 미설치 순으로 나타났고, 횡단보도 유도등은 설치, 미설치 순으로 나타났고, LED 바닥신호등은 횡단보도 전체배열, 횡단보도 부분배열, 미설치 순으로 나타났으며, 집중조명시설은 설치, 미설치, 보행자 자동인식 및 음성안내는 자동인식장치 설치 + 보행신호 안내, 자동인식장치 설치 + 보행신호 + 위험상황 안내, 자동인식장치 설치, 미설치 순으로 나타났으며 마지막으로 스마트폰 차단은 미시행, 시행 순으로 효용 추정 값이 높게 나타났다. 분석 결과, 도출된 각 속성

4) 박찬수(1995), 「컨조인트 분석의 시장점유율 예측타당성에 관한 시뮬레이션 연구」, 한국마케팅학회지, 19-36

의 수준 값을 토대로 최적조합을 도출하면 과속단속시스템(무인교통 단속장비 + 과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났다.

다음으로 총 6개 속성에 대한 중요도 분석 결과, 과속단속시스템(38.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(20.4%), LED 바닥신호등(13.2%), 집중조명시설(10.6%), 횡단보도 유도등(10.1%), 스마트폰 차단(7.5%) 순으로 나타났다. 이를 통해 수원시민은 스마트 보행안전 시스템 속성 중, 과속단속시스템에 대해 생각하는 중요도가 매우 크다는 것을 알 수 있으며 스마트폰 차단(7.5%)의 중요도가 가장 낮은 것으로 보아 보행자는 신호대기시간의 지루함, 무료함으로 인해 대기시간에 스마트폰이 차단되는 기능을 선호하지 않는 것으로 나타났다.

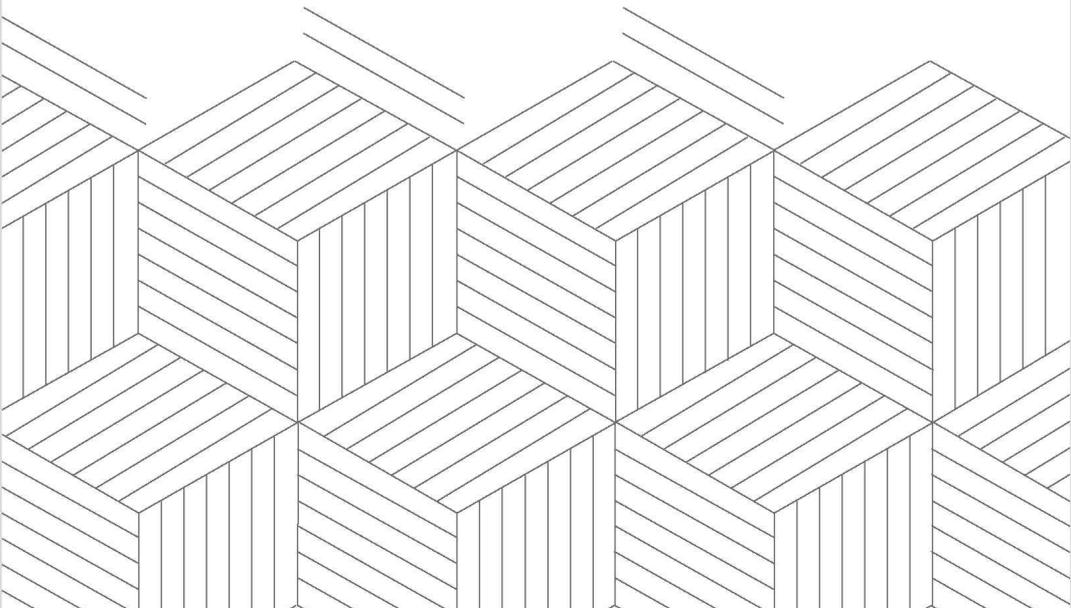
또한, 6가지 속성에 대한 유의성 검토 결과, 컨조인트 프로파일들에 대한 선호도 평가를 계량 척도로 한 경우의 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용값(순위)간의 모수적상관관계인 Pearson's R값은 0.994(.000)으로 모형의 적합성이 유의하고, 속성 프로파일에 대한 응답순위와 추정 효용 값(순위)간의 비모수적 상관관계를 나타내는 Kendall tau값은 0.983(.000)으로 유의한 것으로 나타났다.

또한, 스마트 보행안전 시스템 이용 여부, 차량 소유 여부에 따른 최적 속성을 도출하기 위해 시스템 비이용자/이용자 및 차량 미소유자/소유자를 구분하여 컨조인트 분석을 수행하였다. 스마트 보행안전 시스템 비이용자와 이용자의 최적 속성 조합 1순위는 같은 것으로 나타났다. 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)의 효용값(비이용자 : 1.193, 이용자 : 2.753)이 가장 크게 산출되었다. 그리고 차량 미소유자와 소유자의 최적 속성 조합 1순위는 같은 것으로 나타났고, 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)의 효용값(미소유자 : 1.696, 소유자 : 1.691)이 가장 크게 산출되었다.

제6장

결론 및 정책제언

제1절 결론
제2절 정책제언 및 향후과제



제6장 결론 및 정책제언

제1절 결론

1. 스마트 보행안전 시스템 관련 현황 검토 결과

스마트 보행안전 시스템은 인도를 보행하거나 도로를 횡단 중인 보행자를 차량 돌발상황으로부터 보호하고 보행 안전성을 확보하기 위해 도로상에 설치된 인공지능 기반의 인프라 및 운영·관리 시스템을 말한다. 보행자 교통사고 발생 예방을 위해 주로 보행 교통사고 발생이 잦은 지역과 학교 앞을 중심으로 설치되고 있다. 스마트 보행안전 시스템의 유형으로는 과속 경보시스템 표지판, 무인교통 단속장비, 횡단보도 유도등, LED 바닥신호등, 집중조명시설, 보행신호 음성안내 장치, 보행자 자동인식 장치, 스마트폰 차단 등이 있다.

스마트 보행안전 시스템은 국내에서는 서울특별시, 부산광역시, 세종특별자치시에 도입되고 있고, 수원시도 어린이 보호구역을 중심으로 도입이 이루어지고 있는 상황이다. 국외에서는 미국, 중국과 영국, 스페인, 아이슬란드 등 유럽 국가들에서 스마트 보행안전 시스템을 도입하고 있음을 확인할 수 있었다.

관련 문헌 검토를 통해 기존 보행 관련 연구는 법제도 및 시스템 제안·도입 효과를 중점적으로 다룬 연구가 수행되어 온 것을 확인할 수 있었다. 그러나 스마트 보행안전 시스템 적용에 관한 연구는 미흡한 상황임을 알 수 있었다. 또한, 컨조인트 분석 관련 연구 고찰 결과, 컨조인트 분석은 속성의 중요도를 파악하여 개선방안과 정책방향을 도출하는데 사용되었음을 알 수 있었다.

국내 스마트 보행안전 시스템 관련 지침으로는 신호등 관련 지침이 주를 이룸을 확인할 수 있었다. 따라서, 관련 지침은 주로 경찰청에서 관리하고 있음을 알 수 있었고, 보행신호등 보조장치, LED 교통신호등 표준지침, 바닥형 보행신호등 표준지침, 교통노면표시 설치 및 관리 매뉴얼 등을 확인할 수 있었다.

2. 수원시 보행 교통사고 분석 결과

수원시 유형별 교통사고 발생건수는 차대차, 차대사람, 차량단독 순으로 나타났지만 사망자수의 경우 차대사람이 과반수 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 특히, 차대사람 교통사고 중 횡단 중 발생하는 교통사고의 사고 발생 수와 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타났다. 또한, 최근 3년간 수원시 보행 교통사고는 감소하는 추세이지만 지속적으로 발생하고 있는 것으로 나타났고, 어린이 보행 교통사고, 고령자 보행 교통사고, 무단횡단 교통사고 발생 수가 증가 추세를 보이는 것을 알 수 있었다. 또한, 22~02시에 보행 교통사고 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타났고, 대체로 20~02시에 보행 교통사고가 빈번하게 발생하는 것으로 나타났다. 결론적으로, 보행 안전성 개선을 위해 수원시 내 스마트 보행안전 시스템 확대 도입이 필요한 것을 알 수 있었다.

추가로, 수원시 스마트 보행안전 시스템 도입 현황을 검토한 결과, 수원시에서는 스마트 횡단보도가 총 35개소에 도입되어 운영되고 있음을 확인하였다. 어린이 보호구역을 중심으로, 총 8개 유형의 스마트 횡단보도가 설치되어 운영 중에 있고, 장안구, 영통구에 각 11개소, 팔달구 7개소, 권선구 6개소 순으로 도입되어 운영되고 있는 것으로 나타났다.

3. 스마트 보행안전 시스템 설문조사 분석 결과

본 연구의 설문조사는 수원시민 총 820명을 대상으로 6일간 진행하였다. 통행수단별 선호도는 보행(73.2%)이 가장 높은 비율을 차지했고, 다음으로는 자가용(73.0%), 대중교통(65.5%) 순으로 나타났다. 무단횡단 시도 및 목격에 대한 응답결과는 목격(42.8%)이 가장 높았고 다음으로 시도, 목격 둘 다 있음(35.0%)으로 나타났다. 시도 이유는 차량이 없어서(27.3%), 급한 용무가 있어서(18.5%), 도로 폭이 좁아서(14.5%) 순으로 나타났다. 또한, 신호위반 시도 및 목격에 대한 응답결과도 목격(65.0%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 둘 다 있음(12.9%)이 높게 나타났다. 신호위반을 시도한 이유는 차량·보행자가 없어서(27.3%), 사고가 안날 것 같아서(21.4%), 단속을 하지 않아서(21.1%)로 나타났다. 수원시 보행환경에 대한 만족 비율(39.1%)이 불만족 비율(10.8%)에 비해 더 높은 것으로 나타났지만 만족도는 높지 않은 것으로 나타났다. 또한, 불만족 이유는 보도 정비·유지관리 미흡(27.9%), 안전성이 낮아서(22.1%), 보도 인프라 부족, 보도 연결성 부족(18.4%) 등의 순으로 나타났다.

스마트 보행안전 시스템 이용자(32.1%) 보다 비이용자(67.9%)가 더 많은 것으로 나타났으며, 이용자가 경험해본 스마트 보행안전 시스템은 무인교통 단속장비(24.1%), 과속경보시스템 표지판(21.4%) 등의 순으로 나타났다. 이용경험자를 대상으로 스마트 보행안전 시스템 이

용 후 효과에 대한 문항에 대해 과반수가 이용 후 무단횡단, 신호위반, 속도위반, 정지선 위반 횟수가 감소했다고 응답했으며 이를 통해 스마트 보행안전 시스템의 효과에 대해 긍정적으로 생각하고 있음을 유추해볼 수 있다. 스마트 보행안전 시스템 인지도에 묻는 문항에 알고 있다(44.8%)는 비율이 높게 나타났으며, 만족도의 경우 만족한다(47.6%)는 비율이 높게 나타나 시민들의 만족도가 높음을 파악할 수 있었으며, 일반 횡단보도 대비 만족한다(37.5%)는 응답 비율도 높게 나타났다. 다만, 설치위치에 대한 만족도 조사 결과, 적절하지 않다(44.9%)라는 응답이 높은 것으로 보아 향후 설치위치에 대한 개선방향 도출이 필요할 것으로 보인다. 스마트 보행안전 시스템 기대효과인 무단횡단 및 신호·속도 위반 감소와 어린이 보행안전, 고령자 보행안전, 차량운전자 안전에 대해 과반수가 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 나타났으며, 그 중 어린이 보행안전(60.6%)에 도움이 될 것이라는 응답이 가장 많았다. 향후 스마트 보행안전 시스템 설치지점에 대해 조사한 결과, 교통사고 잦은 곳(41.8%)이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 어린이 보호구역(37.3%), 노인보호구역(37.3%) 순으로 나타났다.

사회경제지표에 따른 스마트 보행안전 시스템에 대한 수원시민의 만족도 및 선호도 분석을 수행하기 위하여 성별, 연령대, 차량 소유 여부를 사회경제지표로 선정하여 설문조사 결과를 기반으로 교차분석을 수행하였다. 각 사회경제지표에 대하여 수원시 보행환경 만족도, 스마트 보행안전 시스템 만족도, 스마트 보행안전 시스템 선호도를 교차분석하였다. 각 사회경제지표 모두 선호하는 스마트 보행안전 시스템은 LED 바닥신호등, 과속경보시스템, 무인교통 단속장비인 것으로 나타났다.

4. 컨조인트 모형 분석 결과

컨조인트 분석(Conjoint Analysis)은 실험설계에 의해 구성된 다속성 자극물(Multiattribute stimuli)에 대하여 이용자의 선호를 수리적으로 분석하여 어떤 환경이 갖고 있는 속성(attribute) 하나하나에 이용자가 부여하는 효용(utility)을 추정함으로써 그 이용자가 선택할 환경을 예측하기 위한 기법이다. 컨조인트 분석 방법에는 순위기반, 등급기반, 선택기반의 세 가지 방법론이 있는데, 본 연구에서는 프로파일 선호도를 순위로 선택하는 방법인 순위기반 방법을 채택하였다. 컨조인트 분석을 위해 6개의 속성을 선정하였고, 16개의 프로파일을 선정하였다. 해당 프로파일에 대해서 전체 설문조사 결과를 기반으로 컨조인트 분석을 수행하였다. 또한, 이용 특성에 따른 최적 속성 조합을 도출하기 위해 스마트 보행안전 시스템 이용 여부, 차량 소유 여부에 따라 컨조인트 분석을 추가적으로 수행하여 설문조사 응답자들의 특성에 따라 스마트 보행안전 시스템 최적 속성 조합이 어떻게 다르게 나타나는지를 분석하였다.

전체 설문조사에 대한 분석 결과, 과속단속시스템(38.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(20.4%), LED 바닥신호등(13.2%), 집중조명시설(10.6%), 횡단보도 유도등(10.1%), 스마트폰 차단(7.5%) 순으로 나타났다. 또한, 최적 속성 조합은 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났고, 효용 추정 값은 1.693으로 산출되었다.

스마트 보행안전 시스템 이용 여부에 따른 컨조인트 분석 결과, 비이용자는 과속단속시스템(37.2%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(21.0%), LED 바닥신호등(13.3%), 집중조명시설(10.8%), 횡단보도 유도등(10.0%), 스마트폰 차단(7.7%) 순으로 나타났고, 이용자는 과속단속시스템(40.3%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(19.0%), LED 바닥신호등(12.9%), 횡단보도 유도등(10.3%), 집중조명시설(10.2%), 스마트폰 차단(7.2%) 순으로 나타났다. 또한, 최적 속성 조합은 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났고 효용 값은 시스템 비이용자 1.193, 시스템 이용자 2.753으로 산출되었다.

차량 소유 여부에 따른 컨조인트 분석 결과, 차량 미소유자는 과속단속시스템(36.4%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(21.4%), LED 바닥신호등(13.1%), 집중조명시설(11.3%), 횡단보도 유도등(10.2%), 스마트폰 차단(7.7%) 순으로 나타났고, 차량 소유자는 과속단속시스템(39.4%)의 중요도가 가장 높게 나타났으며 다음으로 보행자 자동인식 및 음성안내(19.7%), LED 바닥신호등(13.3%), 집중조명시설(10.2%), 횡단보도 유도등(10.0%), 스마트폰 차단(7.4%) 순으로 나타났다. 또한, 최적 속성 조합은 과속단속시스템(무인교통단속장비+과속경보시스템 표지판) + 횡단보도 유도등(설치) + LED 바닥신호등(횡단보도 전체배열) + 집중조명시설(설치) + 보행자 자동인식 및 음성안내(자동인식장치 설치 + 보행신호 안내) + 스마트폰 차단(미시행)으로 나타났고, 효용값은 차량 미소유자 1.696, 차량 소유자 1.691으로 산출되었다.

제2절 정책제언 및 향후과제

본 연구 결과를 통해 향후 수원시 내 스마트 보행안전 시스템 도입 시, 적정 도입 방향을 컨조인트 분석을 통해 도출한 최적 속성 조합을 기반으로 결정할 수 있었다. 또한, 안정적 도입을 위한 정책 방향을 도출할 수 있었다. 관련 세부내용은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 도출한 최적 속성 조합을 우선적으로 고려하되, 각 유형(전체, 스마트 보행안전 시스템 이용 여부, 차량 소유 여부)별로 도출된 최적 속성 조합 중 도입 현장 여건 등에 따라 5순위까지의 속성 조합은 도입 유형으로 고려하는 것이 적합할 것으로 판단된다. 특히, 스마트폰 차단 시스템을 도입할 경우 다른 유형의 보행안전 시스템은 상대적으로 적게 선호하는 것으로 나타나, 도입 여건을 고려하여 스마트 보행안전 시스템을 도입하면 해당 지점에 보다 최적화된 속성 조합의 스마트 보행안전 시스템 도입이 이루어 질 것으로 보인다.

둘째, 스마트 보행안전 시스템의 주 이용자의 특성을 고려한 스마트 보행안전 시스템 도입이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 사회경제지표에 따른 스마트 보행안전 시스템 만족도 및 선호도 분석을 통해 연령대별, 차량 소유 여부 등에 따라 스마트 보행안전 일부 만족도 및 선호도가 다른 것을 확인할 수 있었다. 일례로, 운전자 비율이 타 연령대에 비해 상대적으로 적은 10대의 경우에는 LED 바닥신호등을 가장 선호하는 것으로 나타났고, 운전자 비율이 증가하는 타 연령대는 과속경보시스템 표지판과 무인교통 단속장비 등 과속단속시스템을 더 선호하는 것으로 나타났다. 따라서, 10대가 주로 통행하는 학교 앞 인근의 횡단보도는 LED 바닥신호등을 더 중점적으로 도입하고, 간선도로 등 자동차 통행이 많은 도로상의 횡단보도는 과속단속시스템을 더 중점적으로 도입해야 할 것으로 보인다.

셋째, 스마트 보행안전 시스템 적정 설치지점을 고려해야 한다. 설문조사를 통해 기운영중인 스마트 보행안전 시스템의 설치 위치가 적합하지 않다는 응답률이 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 적정 설치지점 검토를 위하여 설문조사를 통해 향후 설치지점을 조사하였고, 교통사고 잦은 곳의 응답률이 높게 나타났다. 또한, 설문 응답 중 스마트 보행안전 시스템 도입의 기대효과로 어린이 보행안전에 도움이 될 것이라는 응답률이 높은 것으로 나타났다. 결론적으로 스마트 보행안전 시스템 적정 설치지점으로는 교통사고 잦은 곳과 어린이 보호구역을 고려해야 할 것으로 보인다.

넷째, 야간 보행자 교통사고에 대한 사고관리가 필요하다. 수원시 교통사고 데이터 분석을 통해 22시~02시에 보행 교통사고 사망자 수가 가장 많은 것으로 나타났고, 대체로 20시~02시에 보행 교통사고가 빈번하게 발생하는 등, 야간 시간대에 보행 교통사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 야간 보행 교통사고 개선을 위해 보행자에 대한 시인성을 개선해야 할 것으로 보이고, 이를 위해 도로 상에 스마트 보행안전 시스템을 도입하는 것이 필요할 것으로 보인다. 특히, 스마트 보행안전 시스템은 어린이 보호구역과 노인 보호구역 중심으로 도입되고 있는데, 야간에는 어린이와 노인 통행이 상대적으로 적을 것으로 판단되는 바, 야간 보행자 교통사고 예방을 위해서는 야간 보행자 교통사고 잦은 지점 중심으로 스마트 보행안전 시스템이 도입되어야 할 것으로 보인다.

다섯째, 스마트 보행안전 시스템 도입을 통하여 보행안전 뿐 아니라 도로를 통행하는 차량들의 안전도 개선방안을 고려해야 할 것으로 보인다. 설문조사를 통해서 신호위반을 시도한 이유로는 차량·보행자가 없어서, 사고가 안날 거 같아서, 단속을 하지 않아서 등임을 알 수 있었다. 따라서, 스마트 보행안전 시스템 도입 시 무인교통 단속장비, 과속경보시스템 표지판 등 운전자 대상 단속 시스템이나 안내 표지판 등 교통안전시설도 함께 도입하면 개선할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 이를 통해 교통법규 준수율을 개선할 수 있을 것으로 보인다.

마지막으로, 스마트 보행안전 시스템 도입에 대한 전반적인 공감대 형성이 중요하다. 스마트 보행안전 시스템은 보행 안전성을 제고하는 교통시설이지만, 이러한 안전시설의 설치를 위해서는 설치비용이 소요된다. 특히, 교통안전시설 도입을 통해 보행 안전도가 제고될 수 있음을 명확히 해야 할 것으로 판단된다. 그리고 스마트 보행안전 시스템 도입에 따른 기대효과를 홍보함으로써 스마트 보행안전 시스템이 추구하는 것은 결론적으로 보행 안전성 개선을 통한 안전한 생활환경 조성 및 국민 생명 보호라는 공감대 형성이 필요할 것으로 판단된다.

스마트 보행안전 시스템은 보행 안전성 개선효과가 있다는 것을 본 연구를 통해서도 확인할 수 있었다. 수원시 내의 보행 교통사고와 보행 안전성 개선을 위해서는 스마트 보행안전 시스템은 도입되어야 할 것이다. 본 연구 결과를 기반으로 스마트 보행안전 시스템 도입 적정 방향을 수립하여 수원시 내 적정 위치에 적절한 속성 조합의 스마트 보행안전 시스템이 도입되어 운영될 수 있도록 수원시에서 지속적인 관심을 갖고 도입 확대 사업을 추진해야 할 것으로 보인다.

| 참고문헌 |

〈국문 자료〉

- 김소용, (2021), 「컨조인트 분석을 활용한 최적 항공사 선택 속성에 관한 연구」, 박사학위논문, 세종대학교 대학원
- 도로교통공단, (2020), 「2020년판(2018 통계) OECD 회원국 교통사고 비교」, 도로교통공단 모창환, 전은수, (2015), 「보행교통사고 감소를 위한 종합적 법체계 정비방안」, 한국교통연구원
- 박상민, 김경현, 고한검, 목재균, 이종화, 윤일수, (2017), 「컨조인트 분석을 이용한 BRT 및 바이모달 트램 이용 속성의 효용 산정 연구(세종시를 중심으로)」, 한국도로학회, 19(4), p.45-52
- 박제진, 박주천, 하태준, (2008), 「횡단보도 조명시설의 설치효과에 관한 연구」, 대한교통학회지, 26(2), p.25~33
- 박찬수, (1995), 「컨조인트 분석의 시장점유율 예측타당성에 관한 시뮬레이션 연구」, 한국마케팅학회지, p.19-36
- 부산광역시, (2020), 「광안리 스마트타운 조성으로 '한 번 더' 도약하다」, 부산광역시 세종특별자치시, (2020), 「스마트 횡단보도로 우회전 사고 막는다」, 세종특별자치시
- 안광은, 정영주, 박재성, 정세연, 최홍준 이종섭, 서동만, (2016), 「IoT를 사용한 스마트 횡단보도 시스템」, 한국정보처리학회, 2016 춘계학술대회, p.931~934
- 이원규, 허종배, 이혜령, (2020), 「부산시 녹색교통진흥지역 도입 방안」, 부산연구원
- 장영주, 금기정, 손승녀, 김현명, (2011), 「컨조인트 분석을 이용한 보행환경 평가에 관한 연구(자전거보행자 겸용도로를 중심으로)」, 대한국토도시계획학회, 46(4), p.209~221

〈지침〉

- 경찰청, (2017), 보행신호 음성안내 보조장치 표준지침
- , (2018), 보행신호등 보조장치 표준지침
- , (2019), 바닥형 보행신호등 표준지침
- , (2020), 교통노면표시 설치 및 관리
- , (2020), 보행신호 자동연장시스템 표준규격
- , (2020), LED 교통신호등 표준지침

〈웹사이트〉

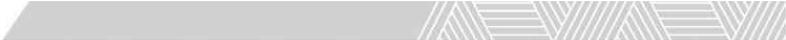
- 국가법령정보센터, (2021.05.26.), <https://www.law.go.kr/>
- 도로교통공단 교통정보분석시스템, (2021.05.26.), <http://taas.koroad.or.kr/>

- 부산광역시 글로벌 스마트 시티, (2021.08.16.), <http://www.k-smartcity.kr/>
- 서울특별시 스마트 횡단보도 구축, (2021.08.16.), <http://www.smart.seoul.go.kr/>
- 수원시청 만민광장, (2021.05.26.), <https://www.suwon.go.kr/>
- 한국교통연구원 스마트시티 국가시범도시 스마트 모빌리티 리빙랩, (2021.08.16.), <https://www.smartsejong-lab.co.kr/>
- Alice Morby, Camille Walala creates multicoloured pedestrian crossing for London, (2021.09.15.), <https://www.dezeen.com/2016/09/23/camille-walala-multicoloured-pedestrian-crossing-london-design-festival-2016/>
- Allan Heydorn, How to Layout and Stripe a “Floating” Crosswalk, (2021.09.15.), <https://www.forconstructionpros.com/pavement-maintenance/article/21001020/how-to-stripe-a-3d-crosswalk>
- Kunshan, China-gov A smart crosswalk with intelligent sensors and luminous road tiles, (2021.09.14.), <https://www.facebook.com/KunshanCity/posts/a-smart-crosswalk-with-intelligent-sensors-and-luminous-road-tiles-recently-made/2173461142964917/>
- Lauren RO, Smart crosswalk reacts to cars and pedestrians in real time, (2021.09.14.), <https://conpaper.tistory.com/61966>
- Lisa Fadiccio, There’s a city in China with its own street lane for people who can’t stop staring at their phones, (2021.09.15.), <https://www.businessinsider.com/phone-lane-in-chinese-street-2014-9>
- Ruichen, LED Solar Powered Pedestrian Crosswalk Signs in United States, (2021.09.14.), <https://www.rctrffic.com/application/solar-traffic-sign/led-solar-powered-pedestrian-crosswalk-signs-in-united-states.html/>
- STEPVIAL, Smart Pedestrian Crossing in Vic, (2021.09.14.), <https://www.stepvial.com/en/smart-pedestrian-crossing-in-vic/>
- TAAS 교통사고분석시스템, (2021.09.04.), <http://taas.koroad.or.kr/>

〈보도자료〉

로컬세계, (2020), 「부산 남구, 활주로형 횡단보도 확대 설치」, 2020.09.25

Abstract



Policy Directions for Application of Smart Pedestrian Safety System in Suwon City

From 2017 to 2019, more than half of severe crashes were pedestrian crashes in Suwon city. These pedestrian crashes mainly occurred due to the cross-walking. Therefore, it is crucial to improve the walking environment for pedestrians' safety. In this research, accident status and problems within the safety issues of transportation in Suwon city were analyzed. Also, a survey was conducted on citizens of Suwon city to analyze the pedestrian environment. Moreover, in order to come up with an appropriate combination of smart pedestrian safety systems, rank based conjoint analysis methodology was applied to the survey results. In addition, detailed analysis was conducted with user's characteristics to examine the most appropriate combination of smart pedestrian safety systems.

As a result, appropriate combination of smart pedestrian safety system includes speed enforcement system (camera and speed enforcement sign), crosswalk lights (installed), LED light crosswalk (installed), intensive light system on intersection (installed), automated pedestrian recognition system and voice guidance system(all installed), smartphone block system (not installed), and the utility result came out as 1.693. Appropriate combination of smart pedestrian safety systems was introduced similar to two different groups: users and non-users of pedestrian safety systems, and for car owners and non-car owners. The results from this research may positively contribute towards the introduction of smart pedestrian safety system in Suwon city.

Keyword : Pedestrian Safety, Pedestrian, Smart Pedestrian Safety System, Conjoint Analysis
--

| 저자 약력 |

김숙희

교통공학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 선임연구위원(현)

E-mail : sukheek@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「수원시 녹색교통진흥지역 도입을 위한 기초연구」 (2020), 수원시정연구원

「수원시 개인형이동수단 이용행태분석 및 정책 방향」 (2020), 수원시정연구원

「버스문제 해결을 위한 시민 인식 조사 연구」 (2019), 수원시정연구원

「마을버스 운영 실태분석 및 지원체계 방안 수립」 (2018), 수원시정연구원

「노선버스 특례업종 제외에 따른 버스 운영 개선방안 연구」 (2018), 수원시정연구원

김형준

교통공학석사

수원시정연구원 도시공간연구실 위촉연구원(현)

E-mail : dukkubi0512@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「수원 호매실지구 광역교통특별대책지구 지정에 따른 광역교통수단 조사」 (2021), 수원시정연구원