creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공기업정책학 석사학위 논문

도로·교통 안전시설이 교통사고 발생률에 미치는 영향

- 고속도로 시인성 관련 안전시설 중심으로 -

2023년 8월

서울대학교 대학원

공기업정책학과

문 형 권

도로·교통 안전시설이 교통사고 발생률에 미치는 영향

- 고속도로 시인성 관련 안전시설 중심으로 -

지도교수 김 윤 지

이 논문을 공기업정책학 석사 학위논문으로
제출함
2023년 3월

서울대학교 대학원
공기업정책학과
문 형 권

문형권의 석사 학위논문을 인준함
2023년 6월

위 원 장 권 일 웅 (인)

부위원장 최 종 원 (인)

위 원 김 윤 지 (인)

국문초록

최근 5년간 고속도로 교통사고를 분석해 보면 대부분(약 85%)이 인적 요인에 해당하는 운전자 과실이며, 그 중 주시태만으로 인한 교통사고 건수가 가장 많고 사망자 또한 가장 많다. 그런데 도로관리기관이나 경찰청의 교통사고 예방대책은 주로 시인성과 관련된 도로·교통 안전시설을 추가적으로 설치하는 것으로 과연 이러한 대책이 합리적인 것인가에 대해 본 연구의 목적이 있다.

선행연구에서는 도로안내표지의 경우 표기지명수가 증가하면 정보처리를 위해 운전자의 평균 반응시간은 늦어지며, 교차로에서 도로표지의 혼란은 갑작스런 서행이나 일시 정지, 차선 변경, 전방 부주위로 이어져 교통사고로 유발될 수 있음을 제시하였다.

본 연구의 분석은 두 가지 파트로 나뉜다. 첫째, 2017년~2021년 한국도로공사 내부자료인「고속도로 교통사고 통계」를 이용하여 고속도로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설물이 많이 설치된 구간과 적게 설치된 구간을 비교그룹으로 설정하고 교통사고 발생률에 대하여 t-검정을 이용해 비교분석하였다. 둘째, 2014년을 기준으로 휴게소 진입로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설 설치 전과 후의 교통사고 발생률에 대하여 t-검정을 이용하여 분석하였다.

분석결과 첫째, 고속도로 IC구간의 진출입로에 다양한 종류의 시인성 관련 도로·교통 안전시설물은 증가시켜도 교통사고 발생률에 영향을 미치지 않았다. 이는 운전자가 고속도로 IC구간의 진출입로에 필요한 도로안내표지의 정보만 받아들이고 다른 시인성 관련 안전표지판은 제대로 인지하지 않음으로써 반응시간이나 오류를 제어하고 있기 때문으로 추측된다. 이것을 통해 시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 무조건적인 설치 증가는 운전자에게 도움이 되지 않을 수도 있음을 제시하고 있다.

둘째, 휴게소 구간에 설치된 시인성 관련 안전시설물은 일관된 속도제한의 내용을 표출함으로써 교통사고 발생률을 감소시키는 유의미한 결과를 나타냈다. 고속도로 IC 구간의 도로안내표지와 다양한 시인성 관련 도로·교통 안전시설물과 달리 휴게소 구간은 그 내용이 단일하고 운전자의 의사결정에 혼선이 발생하지 않기 때문으로 판단된다. 이것은 개별적인 시인성 관련 안전시설물에 대한 선행연구의 결과와 동일하게 교통사고를 감소하는 결과를 보여준 것이다.

본 연구를 바탕으로 시인성 관련 도로·교통 안전시설물은 교통사고 예방대책으로 많이 설치하는 것이 운전자에게 도움이 되지 않을 수도 있음을 알 수 있었다. 고속도로 교통사고 발생률을 낮추는 대책으로 시인성 관련 도로·교통 안전시설물이 적합한 구간을 선별하고, 그렇지 않은 구간에 대해서는 다양한 방법의 대책을 적용해야 할 것이다.

주요어 : 고속도로, 도로·교통 안전시설, 교통사고, 운전자 인식
학 번 : 2022-20719

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

제 1 절 연구의 배경 및 필요성 ····· 1

제 2 절 연구 문제 및 목적 ····· 7

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 검토 ····· 9

제 1 절 이론적 배경 ····· 9

1. 교통사고의 정의 및 유형 ····· 9

2. 교통사고 감소효과 분석방법 ····· 11

3. 도로·교통 안전시설 ····· 13

제 2 절 선행연구 검토 ····· 14

1. 고속도로 교통사고 분석 관련 ····· 14

2. 시인성 관련 도로·교통 안전시설 ····· 19

3. 운전자의 인식도 관련 ····· 21

제 3 절 선행연구 시사점 및 본 연구와 차별성 ····· 23

제 3 장 연구의 설계 ····· 24

제 1 절 연구의 모형과 가설 ····· 24

1. 연구의 모형 ····· 24

2. 가설의 설정 ····· 25

제 2 절 변수의 설정 및 조작적 정의 ····· 26

제 3 절 자료의 수집 및 분석방법 ····· 29

1. 자료의 수집 ····· 29

2. 분석방법 ····· 31

제 4 장 연구의 결과 ····· 33
제 1 절 고속도로 교통사고 통계분석 ····· 33
1. 전체 교통사고 현황 ····· 33
2. 요인별 교통사고 현황분석 ····· 35
제 2 절 IC진출입로의 안전시설 영향분석 ····· 54
제 3 절 휴게소 진출입로의 안전시설 영향분석 ····· 58
제 4 절 교통사고 예방을 위한 개선대책 ····· 60

제 5 장 결 론 ····· 70
제 1 절 연구결과의 요약 ····· 70
제 2 절 연구의 한계점 및 향후 연구과제 ····· 73

참고문헌 ····· 75

표 목 차

[표 2-1] 교통사고 등급분류 ····· 9
[표 2-2] 고속도로 교통사고 유형 ····· 10
[표 2-3] 시인성 관련 도로·교통 안전시설의 종류 ····· 13
[표 2-4] 교통사고 감소효과 방법론에 따른 선행연구 ····· 18
[표 3-1] 서비스 수준별 교통류의 상태 ····· 28
[표 4-1] 군집분석 현황 ····· 54
[표 4-2] 고속도로 IC에 설치된 도로·교통 안전시설 현황 ····· 54
[표 4-3] 안전시설 t-test 분석결과 ····· 56
[표 4-4] 고속도로 IC에 설치된 안내표지 + 안전시설 현황 ···· 56
[표 4-5] 전체시설 t-test 분석결과 ····· 57
[표 4-5] 휴게소 t-test 분석결과 ····· 59

그 림 목 차

[그림 1-1] 고속도로 교통사고 현황 ····· 1
[그림 1-2] 교통안전시설의 안전표지 ····· 2
[그림 1-3] 도로안전시설의 시선유도시설 ····· 2
[그림 1-4] 과속구간 관련 시설물 ····· 3
[그림 1-5] 졸음예방 관련 시설물 ····· 3
[그림 1-6] 곡선부 관련 시설물 ····· 3
[그림 1-7] 정체구간 관련 시설물 ····· 3
[그림 1-8] 오르막 구간 관련 시설물 ····· 4
[그림 1-9] 기타 시설물 ····· 4
[그림 1-10] 고속도로 휴게소 교통안전시설물 대폭 확충 ····· 4
[그림 1-11] 매년 6월 심야고속도로 역주행 사고 최다 ····· 5
[그림 1-12] 도로안내표지와 인지반응 시간 ····· 5

[그림 1-13] 교통안전표지에 대한 인식도 ····· 6
[그림 1-14] 고속도로 교통사고 현황 ····· 7
[그림 1-15] 영국과 우리나라 교통사고 사망률 비교 ····· 7
[그림 2-1] 도로안내표지의 표기지명 수가 운전자 반응시간 ····· 21
[그림 3-1] 고속도로 노선도 ····· 29
[그림 3-2] 고속도로 IC 형식 및 트럼펫IC 개요도 ····· 29
[그림 3-3] 고속도로 IC에 설치된 도로·교통 안전시설 현황 ····· 30
[그림 4-1-1] 고속도로 교통사고 현황 ····· 33
[그림 4-1-2] 고속도로 교통사고 요인 ····· 34
[그림 4-1-3] 고속도로 주요노선 교통사고 현황 ····· 35
[그림 4-1-4] 고속도로 주요노선 교통사고 요인 ····· 36
[그림 4-1-5] 고속도로 노선별 사망사고 원인 ····· 37
[그림 4-1-6] 고속도로 노선별 주·야간 교통사고 현황 ····· 37
[그림 4-1-7] 고속도로 노선별 위치에 따른 사고 현황 ····· 38
[그림 4-1-8] 고속도로 노선별 기상에 따른 교통사고 현황 ····· 38
[그림 4-1-9] 고속도로 노선별 사고차종 현황 ····· 39
[그림 4-1-10] 고속도로 화물차 교통사고 현황 ····· 40
[그림 4-1-11] 고속도로 화물차 요인별 사고현황 ····· 41
[그림 4-1-12] 고속도로 화물차 규격별 사고현황 ····· 42
[그림 4-1-13] 고속도로 화물차 차량결함에 따른 사고현황 ····· 43
[그림 4-1-14] 고속도로 기하구조에 따른 사고현황 ····· 44
[그림 4-1-15] 고속도로곡선반경에 따른 사고현황 ····· 45
[그림 4-1-16] 고속도로 종단경사에 따른 사고현황 ····· 45
[그림 4-1-17] 고속도로월별 교통사고 및 사망자 현황 ····· 46
[그림 4-1-18] 고속도로 요일별 교통사고 현황 ····· 47
[그림 4-1-19] 고속도로 시간별 사고현황 ····· 48
[그림 4-1-20] 고속도로 날씨별 사고현황 ····· 49
[그림 4-1-21] 고속도로 날씨에 따른 위치별 사고현황 ····· 49
[그림 4-1-22] 고속도로 날씨에 따른 운전자요인 사고현황 ····· 50

[그림 4-1-23] 고속도로 위치별 사고현황 ····· 51
[그림 4-1-24] 고속도로 위치에 따른 원인별 사고현황 ····· 52
[그림 4-1-25] 고속도로 연령별 교통사고 현황 ····· 47
[그림 4-2-1] 고속도로 시간별 사고현황 ····· 48
[그림 4-1-20] 고속도로 날씨별 사고현황 ····· 49
[그림 4-1-21] 고속도로 날씨에 따른 위치별 사고현황 ····· 49
[그림 4-1-22] 고속도로 날씨에 따른 운전자요인 사고현황 ····· 50
[그림 4-1-23] 고속도로 위치별 사고현황 ····· 51
[그림 4-2-1] 고속도로 IC에 설치된 도로·교통 안전시설 현황 · 55
[그림 4-3-1] 고속도로 휴게소 안전시설 설치도 ····· 58
[그림 4-4-1] 주시태만 관련 예방대책 ····· 61
[그림 4-4-2] Longitudinal Rumble Strip ····· 62
[그림 4-4-3] Safety Edge ····· 63
[그림 4-4-4] 과속운전 관련 예방대책 ····· 64
[그림 4-4-5] 터널 관련 예방대책 ····· 66
[그림 4-4-6] 날씨 관련 예방대책 ····· 67

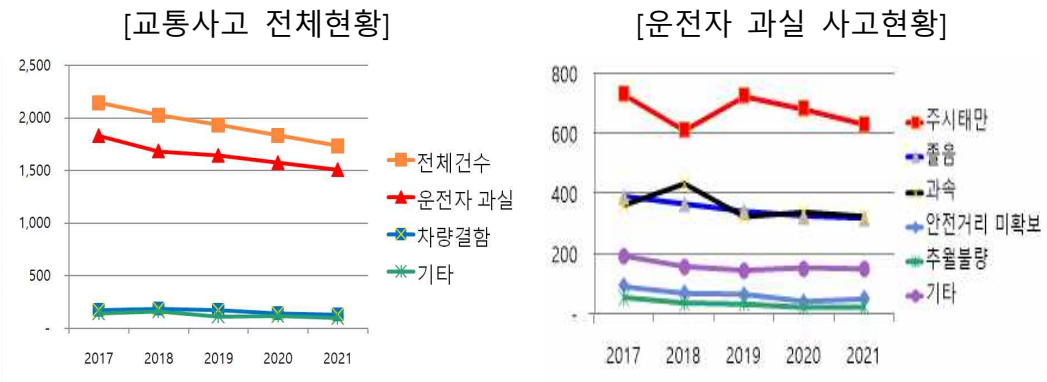
제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경 및 필요성

고속도로에 설치되어 있는 여러 종류의 시인성 관련 도로·교통 안전 시설이 교통사고 발생률을 감소시키는데 실질적인 도움이 되고 있는지 효과를 확인하고 개선방안에 대해 모색하고자 한다.

최근 5년간 고속도로의 교통사고 건수는 2017년 2,145건에서 2021년 1,735건으로 매년 4.2%(80건 정도) 감소 추세에 있으며, 그 중 대부분(약 85%)이 운전자 과실로 주시태만이 가장 높고 과속과 추월불량 순으로 조사되었다.

[그림 1-1 고속도로 교통사고 현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

교통사고가 발생하는 원인은 일반적으로 운전자 요인, 차량 요인, 도로환경 요인으로 구분할 수 있으며, 고속으로 주행하는 고속도로 특성상 도로설계기준(국토교통부)에 부합되도록 설계하고 건설되어 도로환

경 요인으로 찾아 볼 수 있는 부분은 기타에서 노면 잡물 등이 있다. 그러나 운전자 과실은 도로환경 요인과 밀접한 관계가 있으며, 특히 주시태만 사고는 전적으로 운전자 책임인지 도로환경 요인과 함께 발생되었는지는 불분명하다.

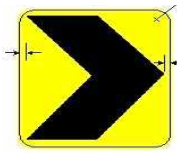
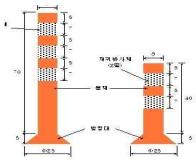
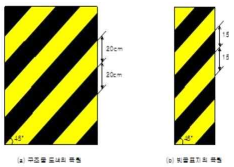
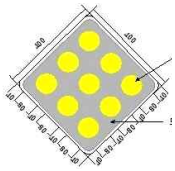
교통사고를 예방하기 위해 도로관리기관에서는 도로환경 요인을 감소시키기 위해 해당 도로에 적합한 도로·교통 안전시설을 설치하고 있으며, 교통안전에 문제가 되는 도로구간은 운전자에게 도로통행의 규칙을 알려주고 안전한 통행을 위해 지속적인 관리를 하고 있다.

도로·교통 안전시설은 도로 및 교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정될 때 설치되며, 관리기관에 따라 교통안전시설과 도로안전시설로 구분된다. 경찰이 관리하는 교통안전시설은 도로교통법에 따른 신호기, 규제표지와 같은 안전표지와 노면표시가 해당되고, 국토해양부 및 지방자치단체, 한국도로공사 등 도로관리기관이 관리하는 도로안전시설은 도로법에 따른 시선유도시설, 조명시설, 차량방호시설, 기타시설 등이 있다.

[그림 1-2 교통안전시설의 안전표지]

주의표지 41종	규제표지 31종	지시표지33종	보조표지28종

[그림 1-3 도로안전시설의 시선유도시설]

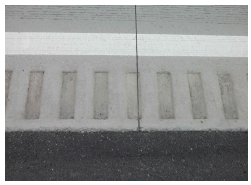
			
갈매기 표지	시선유도봉	구조물도색표지	장애물표적표지

교통사고가 잦은 곳이나 교통안전에 대한 운전자의 경각심 제고를 위하여 설계기준에 맞게 안전시설물이 설치되어 있더라도 추가적인 보완시설로 과속단속함체, 모형 순찰차, 현수막, 홍보간판, 전자 신호봉, 졸음 알리미 등 다양한 시설물을 도로에 설치하고 있다.

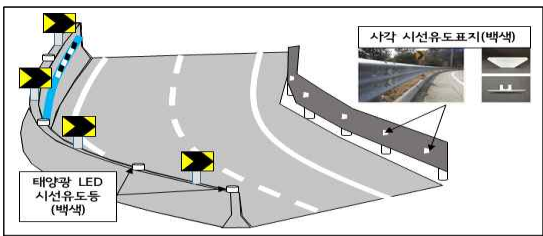
[그림 1-4 과속구간 관련 시설물]

현수막	안전표지+로봇신호기	단속모형 함체	노면표시

[그림 1-5 졸음예방 관련 시설물]

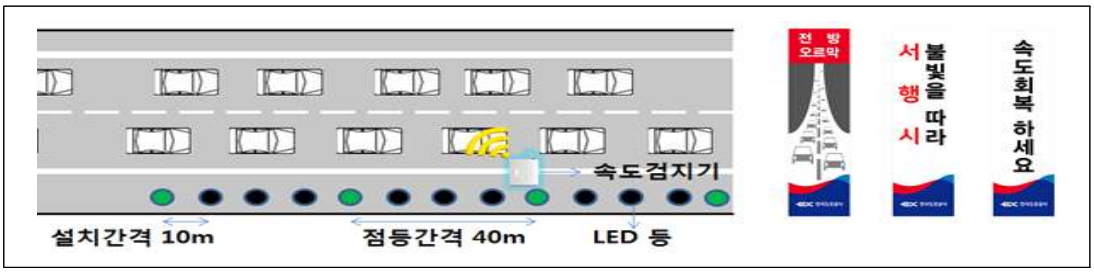
			
홍보 안내표지	돌출차선	졸음알리미	노면요철포장

[그림 1-6 곡선부 관련 시설물]

	
우커브 중분대 : 시선유도등	급커브 차량전도 주의표지

[그림 1-7 정체구간 관련 시설물]

[그림 1-8 오르막 구간 관련 시설물]



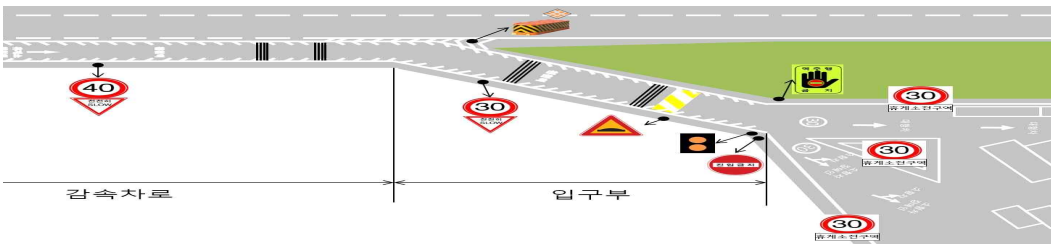
[그림 1-9 기타 시설물]

현수막	모형 경찰순찰차	간판	파노라믹 수신호

이러한 **도로·교통 안전시설은 교통사고가 발생하게 되면 경찰청이나 도로관리기관에서 교통사고 예방을 위한 개선대책을 마련하고 기존의 도로·교통 안전시설을 추가하거나 새로운 형태의 시설물을 설치**한다.

[그림 1-10 고속도로 휴게소 교통안전시설물 대폭 확충(뉴스1, 2014.02.11.)]

한국도로공사는 고속도로 휴게소 내 교통사고를 줄이기 위해 안전시설물을 대폭 확충한다고 11일 밝혔다. 지난해 전국 고속도로 휴게소에서 21건의 교통사고가 발생해 2명이 사망했다..... 이 같은 휴게소내 교통사고를 막기 위해 최근 모든 고속도로 휴게소 감속차로부, 입구부 및 광장부에 진입차량 감속 유도표지판(832개)을 설치했다....속도감속 유도차선, 과속방지턱, 점멸식 신호등, 속도제한노면표시 등 안전시설물은 4월 말까지 추가 설치할 예정이다.



[그림 1-11 매년 6월 심야고속도로 역주행 사고 최다(JTBC 2022.05.29.)]

경찰청에 따르면 2019~2021년까지 최근 3년간 고속도로 역주행 교통사고는 매년 30여건 발생했고 사망자는 평균 3.3명이었습니다..... 특히 6월에 고속도로 역수행 사고 사망자가 총 6명으로 전체의 60%를 차지해 가장 많은 것으로.... 시간별로는 시야 확보가 어려운 야간(오후8시~익일 오전 8시)에 사망사고가 집중됐습니다. 경찰청은 역주행 방지시설과 노면표시 등 안전시설물 총 95곳을 발굴해 하반기에 보완하겠다고 밝혔습니다.

이러한 개선대책으로 교통사고를 줄일 수 있다면 지속적으로 추가적인 안전시설물을 설치해야 하겠으나, 반대로 그로인해 오히려 운전자들에게 과다한 정보제공으로 인해 혼란이 가중될 수 있으며, 길 찾기 어려움, 교통사고 유발 등 부작용이 발생될 수 있을 것이다.

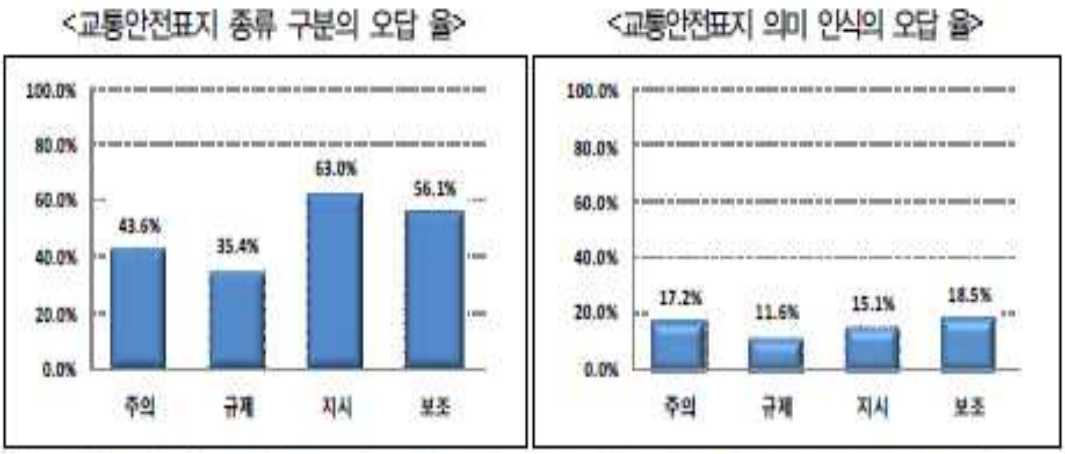
예를 들면 도로안내표지에 표기지명수가 증가하면 정보처리를 위해 운전자의 평균 반응시간은 늦어져, 정지거리 증가에 따른 추돌사고 발생가능성이 증가될 수 있고, 교차로에서 도로표지의 혼란은 갑작스런 서행이나 일시 정지, 차선 변경, 전방 부주위로 이어져 교통사고로 유발될 수 있다.

[그림 1-12 도로안내표지와 인지반응 시간]

※ 자료 : 이용자 친화적인 교통안전시설(경기개발원, 2012)

또한, 운전자 과반수이상이 교통안전표지의 종류를 구분하지 못하고 있으며, 5명 중 1명은 표지의 의미를 정확하게 인식하지 못하고 있다. 운전자를 대상으로 교통안전표지의 종류와 의미를 묻는 설문조사 결과 운전자의 과반수가 교통안전표지의 종류를 혼동하고 있었다.

[그림1-13 교통안전표지에 대한 인식도]



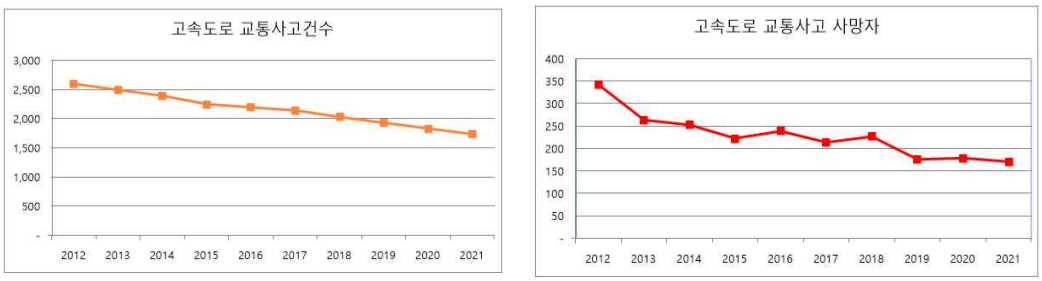
※ 자료 : 경기개발연구원 조사(일시 : 2012.3, 내용 : 127개 교통안전표지 종류와 의미 질의)

따라서, 교통사고를 예방하기 위한 대책으로 도로·교통 안전시설물을 계속해서 늘려나가야 할 것인지 아니면 다른 대안을 찾아야 할지에 대한 객관적인 연구가 절실히 필요하다.

제 2 절 연구문제 및 목적

최근 10년간 고속도로의 교통사고 통계를 살펴보면 교통사고 건수는 2012년 2,600건에서 2021년 1,735건으로 감소 추세이며, 교통사고 사망자 또한 2012년 343명에서 2021년 171명으로 지속적인 감소 추세에 있다.

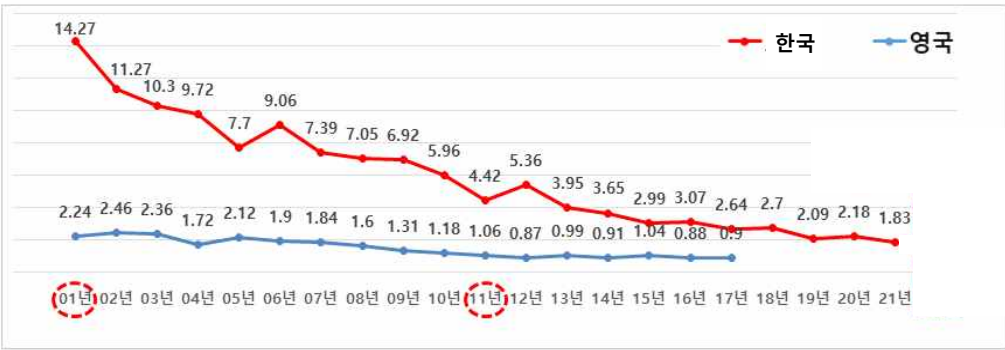
[그림1-14 고속도로 교통사고 현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

그러나, OECD 상위 10개국 평균 교통사고 사망률(단위 : 명/10억 km)을 비교해 보면 2021년 1.54 대비 우리나라 사망률은 1.83 으로 여전히 높은 수준이다. 영국과 비교해 볼 때 2001년 교통사고 사망률이 2.23 에서 2011년 1.06 으로 1.17 감소하는데 약 10년이 걸린 점을 감안할 때 교통사고에 대한 정확한 원인 분석과 그에 따른 대책이 필요하다.

[그림1-15 영국과 우리나라 교통사고 사망률 비교]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

최근 5년간 고속도로 교통사고를 분석해 보면 대부분(약 85%)이 인적 요인에 해당하는 운전자 과실이며, 그 중 주시태만으로 인한 교통사고 건수가 가장 많고 사망자 또한 가장 많다. 그런데 도로관리기관이나 경찰청의 교통사고 예방대책이 주로 시인성과 관련된 도로·교통 안전시설이므로 이러한 대책이 과연 합리적인 것인가 라는 의문점과 그렇다면 최근 운전자의 안전주행을 위해 인식에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 무엇인가에 대해 다음과 같은 연구 질문을 도출하였다.

□ 시인성과 관련된 도로·교통 안전시설에 대한 두가지 관점

○ 갑설 : 시인성 관련 도로·교통 안전시설을 많이 설치할수록 교통사고는 감소할 것이다.

○ 을설 : 시설물을 많이 설치하면 정보처리를 위해 운전자의 반응시간이 늦어지며, 갑작스런 서행이나 일시정지 등으로 교통사고는 증가할 것이다.

□ 연구문제

① 운전자는 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 안전주행에 도움을 준다고 생각할까?

② 시인성 관련 도로·교통 안전시설을 많이 설치하면 실제로 교통사고 발생률을 감소시킬수 있을까?

③ 결국, 운전자의 안전주행을 위해 가장 우선적으로 검토해야 할 영향 요인은 무엇일까?

이를 통해 시인성 관련 도로·교통 안전시설물이 교통사고 발생률을 감소시킬 수 있는지에 대한 상호 연관 분석을 통해 도로관리기관이나 경찰청이 추진해야 할 도로·교통 안전시설의 정책방향에 대하여 모색하고자 한다.

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 검토

제 1 절 이론적 배경

1. 교통사고 정의 및 유형

교통사고의 정의는 교통안전법 제2조 제7항에 따르면 「교통수단의 운행・항행・운항과 관련된 사람의 사상 또는 물건의 손괴를 말한다」 교통사고 처리 특례법 제2조 제2항에는「차의 교통으로 인하여 사람을 사상(死傷)하거나 물건을 손괴(損壞)하는 것을 말한다」로 되어 있다. 고속도로 교통사고 통계자료(한국도로공사)의 교통사고와 관련된 용어를 살펴보면 「사망은 교통사고 발생 시로부터 30일(OECD 기준 적용) 이내에 사망한 경우이며, 부상은 교통사고로 인하여 5일 이상 치료를 요하는 경우로 구분하고, 주・야 구분 중 주간은 일출~일몰직전까지, 야간은 일몰~일출직전까지로 구분한다. 교통사고 등급은 다음 표와 같다.

[표2-1 교통사고 등급분류]

등급 / 사고 유형	A 급	B 급	C 급
인명피해	· 사망 3명 이상 · 사상 10명 이상 · 부상 20명 이상	· 사망 1명 이상 · 사상 3명 이상 · 부상 5명 이상	· 부상 1명 이상
관련차량	· 10대 이상 사고	· 5대 이상 사고 · 버스, 화물차 등 대형차량이 포함되어, A급 사고로 발전될 가능성이 있는 사고	· 3대 이상

고속도로 교통사고 통계자료에서 수집한 교통사고 유형으로는 크게 운전자요인, 차량요인, 기타 요인으로 구분할 수 있다. 운전자요인으로 발생되는 교통사고 유형으로는 주시태만, 졸음, 안전거리 미확보, 과속, 추월불량 등이 있다. 차량요인으로는 타이어파손, 제동장치 불량 등이 있으며, 기타 도로환경적인 요인으로는 노면잡물, 적재불량 등이 있다. 고속도로의 노선별 위치와 사고시간, 날씨, 발생원인 및 사고내용 등을 통해 교통사고의 특성을 상세히 파악할 수 있다.

[표2-2 고속도로 교통사고 유형]

원인 \ 연도		2017		2018		2019		2020		2021	
		(건)	구성(%)	(건)	구성(%)	(건)	구성(%)	(건)	구성(%)	(건)	구성(%)
계		2,145	100	2,030	100	1,931	100	1,834	100	1,735	100
운전자 과 실	졸 음	392	18.3	367	18.1	342	17.7	327	17.8	319	18.4
	주 시 태 만	732	34.1	614	30.2	727	37.6	684	37.3	634	36.5
	안전거리미 확 보	94	4.4	72	3.5	69	3.6	45	2.5	53	3.1
	과 속	364	17.0	435	21.4	325	16.8	340	18.5	326	18.8
	추 월 불 량	57	2.7	39	1.9	35	1.8	24	1.3	25	1.4
	기 타	192	9.0	157	7.7	144	7.5	153	8.3	149	8.6
차 량 결 함	타이어 파손	59	2.8	59	2.9	42	2.2	44	2.4	33	1.9
	제 동 장 치	13	0.6	15	0.7	10	0.5	13	0.7	12	0.7
	기 타	100	4.7	112	5.5	123	6.4	87	4.7	85	4.9
기 타	보행 및 횡단	14	0.7	9	0.4	10	0.5	10	0.5	9	0.5
	노 면 잡 물	43	2.0	40	2.0	40	2.1	37	2.0	39	2.2
	적 재 불 량	13	0.6	13	0.6	18	0.9	19	1.0	7	0.4
	기 타	72	3.4	98	4.8	46	2.4	51	2.8	44	2.5

※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료(한국도로공사, 2022)

2. 교통사고 감소효과 분석방법

일반적으로 도로·교통 안전시설의 설치 전·후 교통사고 감소 효과를 분석하기 위한 방법으로 대표적으로 3가지 방법이 쓰이고 있다. ① 단순 사전·사후분석법 ② 비교그룹 방법 ③ 경험적 베이즈 방법을 주로 이용하고 있다.

① 단순 사전·사후분석법은 단순 BAS(Simple Befor and After Study)라고도 하며 개선효과를 분석대상 구간의 사업 전과 후의 사고건수만을 단순 비교하는 방법이다. 대부분의 도로관리기관에서 교통사고 개선대책을 수행하기 위해 사용되고 있다. 그러나 교통사고를 유발하는 다양한 요인들이 고려되지 않고, 평균으로의 회귀 등의 문제점이 제기되어 왔다. (Elvik, 2002, Shen & Gan, 2003, Hirst et al., 2004). 다음 식은 단순사고 건수 비교방법(Davis, 2000)을 나타낸 것이다.

$$ARF = \frac{(N_b - N_a)}{N_b} = 1 - \frac{N_a}{N_b}$$

여기서, ARF : 사고감소효과
N_a : 개선 후 사고건수
N_b : 개선 전 사고건수

본 연구에서도 고속도로 휴게소 진입부의 교통사고 감소효과 분석을 위해 단순 사전·사후분석법을 수행할 것이다. 2014년 휴게소의 진입부에 교통안전표지와 점멸식 신호등이 대폭 설치되어 이 시점을 전·후로 고속도로 휴게소의 교통사고를 분석하고자 한다.

② 비교그룹방법은 단순 사전·사후 분석과는 달리 유사한 도로특성을 갖는 지점의 동일시기 교통사고 건수변화를 이용하여 개선효과를 추정하는 방법으로 이때 개선되지 않은 구간은 개선된 구간과 지역유형, 도로유형, 도로선형, 교통량 등 여러 가지 특성이 유사한 구간으로 선정되어야 분석결과의 유의성을 확보할 수 있다. 다음 식은 비교 분석을 위해 사용되는 계산식이다.(FHWA, 2002)

$$1-\frac{L}{K\times N/M}$$

여기서, L : 개선지점의 사후사고건수
K : 개선지점의 사전사고건수
N : 비교그룹의 사후사고건수
M : 비교그룹의 사전사고건수

본 연구에서도 고속도로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 많이 설치된 구간과 적게 설치된 구간을 비교그룹으로 선정하여 교통사고 감소효과를 분석할 것이다.

③ 경험적 베이즈방법은 참조집단에서 구축된 평균사고건수 추정모형을 이용하여 해당지점 특성을 반영한 추정치를 구하고, 이를 추정치와 관측치 K를 가중평균하여 구하는 방법이다.(Hauer, 1997) 따라서 유사한 특성을 가진 비교지점을 찾을 필요가 없으며, 평균으로의 회귀라는 문제점이 발생되지 않는 장점을 가지고 있으나 모형 구축이 매우 복잡하고 다년간의 사고이력자료가 확보되어야 분석이 가능하다는 문제점이 있다. 산정식은 다음과 같다.

$$E[k|K] = \omega E[k] + (1-\omega)K$$

여기서, ω : 가중치
$E[k]$: 예측된 평균 교통사고건수
k : 관측교통사고건수

3. 도로·교통 안전시설

도로·교통 안전시설은 도로·교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정될 때 설치되며, 관리기관에 따라 교통안전시설과 도로안전시설로 구분된다. 교통안전시설은 도로교통법 제4조 「교통안전시설의 종류 및 설치・관리기준에 따라 교통안전시설의 종류, 교통안전시설의 설치・관리기준, 그 밖에 교통안전시설에 관하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다. 교통안전시설의 설치・관리기준은 주・야간이나 기상상태 등에 관계없이 교통안전시설이 운전자 및 보행자의 눈에 잘 띄도록 정한다.」고 되어 있다. 도로안전시설은 도로법 2조에 따라 「시선유도표지, 중앙분리대, 과속방지시설 등」이 있으며, 동법 제47조의2 「고속국도 휴게시설 등에의 도로안전시설 설치 및 관리에 따라 국토교통부장관은 고속국도에 연결된 휴게시설, 주차장 등 대통령령으로 정하는 시설을 이용하는 보행자의 안전과 차량의 원활한 통행을 위하여 과속방지시설 등 도로안전시설을 설치하고 관리하여야 한다. 도로안전시설의 설치 및 관리에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.」고 되어 있으며, 국토교통부의 도로의 구조・시설 기준에 관한 규칙 제38조의2 「고속국도 휴게시설 등에의 도로안전시설 설치 및 관리에 도로안전시설은 과속방지시설, 속도제한표지, 노면요철포장, 점멸식 신호등, 감속유도 차선, 그 밖에 안전을 위하여 필요한 시설」로 되어 있다.

[표2-3 시인성 관련 도로·교통 안전시설의 종류]

구 분		종 류	비 고
교통안전시설	신호기	신호등	도로교통법
	안전표지	주의표지, 규제표지, 지시표지, 보조표지, 노면표시	
도로안전시설	시선유도시설	시선유도봉, 표지병, 갈매기표지, 시선유도표지, 장애물표적표지, 구조물도색 및 빗금표지	도로법
	조명시설	조명시설	

제 2 절 선행연구 검토

1. 고속도로 교통사고 분석 관련

정시몬(2007)은 2000년에서 2006년도까지 7개년간 동안 발생한 경부고속도로 이용 화물차량 사고와 관련된 여러 특성에 대해 5대 직접 사고원인인 졸음, 과속, 주시태만, 안전거리 미확보, 핸들 과대 조작과 8개 간접 원인에 대한 상관관계를 분석하였다. 졸음운전은 2차 분석으로 월별 사고와 관련된 특성들을 들여다보았다.

이주연 등(2008)은 2005년 한해 고속도로 교통사고 DATA를 바탕으로 구조방정식을 활용하여 사고 심각도를 분석하였는데, 사고심각도로 사고처리시간과 차량파손대수, 사망자수와 부상자수, 사고차량수 등을 설정하고 분석결과 도로의 선형이나 날씨가 좋지 않을수록 사고의 심각도가 낮아지며, 이는 운전자가 주의를 기울여 운전하기 때문이라고 제시하였다.

신재만 등(2008)은 서해안고속도로 구간별 교통사고 특성 및 분석에 관한 연구자료를 통하여 서해안 고속도로 전 구간(341km)에서 발생된 사고 자료를 구간별로 분류하여 직선부, 곡선부, 교량, 터널에서 발생되는 교통사고의 특성을 비교분석하였으며 일반 고속도로와 비교할 때 해안도로의 비중을 크게 차지하는 서해안고속도로의 특성에 따른 안개 발생 시 사고율 및 그 심각도 등을 분석하였다.

박준태 등(2009)은 고속도로 고령운전자의 교통사고 심각도 분석을 위하여 비고령운전자와 고령운전자를 종속변수로 한 로짓 모형을 개발하였다. 경부고속도로 등 총 4개 노선의 3년(2005~2007년)간의 교통사고 자료 중 각각 123건을 무작위로 추출하여 계층별로 사고 심각도에 미치는 영향요인의 차이를 분석하였다. 분석결과 졸음사고,곡선구간,하

향경사 구간,노면습기,결빙 및 절토구간 등에서의 고령운전자 교통사고 발생비율이 좀 더 높은 것으로 나타났다.

원민수 등(2009)은 3년(2004~2006년)간의 서해안고속도로의 174개 구간별 교통사고 자료를 활용하여 순서형 프로빗 모형(OPM ; orderedpro bitmodel)을 개발하였다. 연구결과에 따르면 과속으로 인한 사고, 차량결함, 차대차 사고, 차대사람 사고, 교통량, 곡선반경 및 종단경사 등에 의하여 사고심각도가 유의미하게 변화되는 것으로 나타났다. 한편 심각한 사고를 유발하는 특정원인이 몇 가지 존재하며 이러한 특정원인 및 사고유형은 서해안고속도로의 특정구간에서 주로 발생한다는 것에 주목하고 이를 토대로 정책방안을 제안하였다.

임지현 등(2009)은 고속도로 사망 교통사고에 영향을 미치는 도로 환경적 원인 분석에 관한 연구자료를 통하여 호남고속도로에서 발생된 교통사고를 사고유형별로 구분하였고, 차 대시설 및 차 대 차 사고의 사망자 발생에 대한 도로·교통·환경요인별 주요인을 분석하여 각 요인별로 사망자 발생의 영향 정도를 분석하였다.

박지현(2012)은 교통사고와 밀접한 관계가 있는 운전자 과실 유형과 차종에 따른 사고 심각도 분석을 실시하였다. 8년(2003~2010년)간 고속도로 노선에서 발생한 총 21,700건의 교통사고 자료를 대상으로 순서형 프로빗 모형을 적용한 연구를 실시하였으며, 연구결과 운전자 과실에 의한 교통사고 심각도는 사고유형 측면에서는 차대사람, 사고지점 측면에서는 터널, 교량 및 톨게이트 등에서의 심각도가 높은 것으로 나타났다.

서임기 등(2012) 은 2008년 한해 고속도로 교통사고 DATA를 바탕으로 로짓모형을 활용하여 고속도로 교통사고시 인적피해에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 그 결과 선형이 좋은 상태에서 사상사고 발생확률이 더 높은 것으로 나타났으며, 이것은 선형이 좋은 구간에서는 주행속도가 상대적으로 높아 사고발생 빈도는 낮더라도, 만약 교통사고가 발생한다면 그 피해는 큰 사고로 발생하였다. 또한, 맑은 날씨가 비와 눈

과 같은 기상악화시보다도 사상사고가 발생할 확률이 높다는 점인데 이 역시 주행속도가 상대적으로 높은 낮에 사고피해가 더 큰 것으로 분석하였다.

송은화(2017)는 경부고속도로 최고속도 상향에 따른 교통사고 영향 분석에서 개입 모형을 적용하여서 제한속도 상향 시에 교통사고 발생에 미치는 영향을 분석하였다. 제한속도 상향 후 사고발생건수와 사고부상자수는 2011년 4월부터 모두 증가하는 추세이며 특히 최고속도가 예전과 변화 없는 구간에 비하여 사고발생건수와 사고부상자수가 늘어나고 있는 추세로 나타냈다. 또한 제한속도 상향은 시차는 있으나 지속적으로 사고발생건수와 사고부상자수에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 2013년 이후부터는 제한속도상향의 효과는 점차적으로 수렴하는 추세로 나타냈다. 또한 스마트폰의 사용, DMB시청 등 전방주시태만으로 발생된 교통사고에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 제시했다

박수진 등(2019)은 2001년부터 2014년까지 14년간 전국 고속도로 사고 자료와 기상자료를 매칭 하여 교통사고 심각도에 영향을 미치는 변수들을 분석하고, 톨게이트 및 램프구간, 내리막 경사 3% 이상, 콘크리트 방호벽 등이 기상상태에 따라 사고 심각도에 미치는 영향이 달라지는 것을 확인하였다.

이선영(2019) 등은 2012년~2014년 고속도로 교통사고 DATA를 바탕으로 순서형 프로빗 모형을 이용하여 강우 시 고속도로 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하였는데 그 결과 교통사고 심각도는 2대 이상의 차량이 관여되고 이 중 화물차 및 특수차량이 포함될 경우 또한 강우지속시간이 5시간 미만일 때, 풍속 4m/s 이상 일 때 높아진다고 제시하였다.

강찬모 등(2019)은 2012년~2017년 고속도로 교통사고 DATA를 바탕으로 순서형 프로빗 모형을 이용하여 고속도로 화물차 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하였는데 그 결과 나이가 많을수록, 졸음운

전의 경우, 충돌 속도가 높을수록, 야간주행(0-6시)에 발생한 사고의 경우 등은 사고 심각도가 높아지나 눈이 오는 경우나 단독차량 사고의 경우에는 사고 심각도가 감소되는 것으로 나타났다.

강하늘 등(2019)은 고속도로 2차 사고 관련 2차 사고 치사율(54.1%)은 일반 사고 치사율(9.3%)보다 약 6배 정도 높고, 또한 고속도로에서 발생한 최근 5년간 2차 사고 사망자는 전체 교통사고 사망자 수의 약 15%이며, 2차 사고는 안전 삼각대 설치 시 발생하므로 IoT 기술을 수동과 자동 조작이 가능하도록 설계하여 안전성 및 편의성 증대효과를 기대하고 2차 사고 예방으로 피해를 최소화할 것을 주장했다.

이지선 등(2016)은 화물자동차 교통사고 예방을 통한 사고 저감과 교통안전 제고는 화물자동차 운송시장의 시장 여건이나 구조와 관련의 관련성을 언급하였다. 화물자동차 교통사고 3대 원인인 과적, 과로, 과속은 시장의 영세성, 과당경쟁, 낮은 수준의 운임과 높은 노동 강도로 인하며, 교통안전을 저해하고 있다고 분석하였다

배민지 등(2019)은 통계분석기법을 활용하여 교통사고 발생건수, 사망자수, 중상자수에 영향을 미치는 영향요인별 교통사고 예방대책 수립방안을 제시하였는데 회귀모형을 통해 교통사고 발생건수는 눈이 내리거나 비가 내려 습기가 많은 비포장도로 및 기타 포장도로에서, 통행 우선순위 위반과 앞지르기방법 위반, 부당한 회전으로 인해, 그리고 터널 안과 기타 불명의 장소에서 발생하는 것으로 나타났다. 교통사고 발생건수는 건조한 날씨의 포장된 도로 위, 기타 단일로에서 안전거리 미확보로 인해 발생하는 것으로 나타났고, 교통사고 발생건수를 줄이기 위해서는 시인성 향상을 위한 교통안전시설의 개선 등이, 사망자수와 중상자수를 줄이기 위해서는 교통법규에 관한 교육 및 홍보와 단속 강화 등 다양한 대책 마련이 필요하고 언급하고 있다.

고속도로의 도로·교통 안전시설물 설치로 인한 일반적인 방법론을 활용하여 교통사고 감소효과를 분석한 선행연구들은 개별적인 대상시설물

에 대한 개선효과만을 분석하였으며 그 현황은 다음과 같다.

[표2-4 교통사고 감소효과 방법론에 따른 선행연구]

분석방법	연구자	대상시설물	효과분석
① 단순 사전·사후 분석법	김경석 등 (2003)	중앙분리대	총사고건수 -35.5% 주간사고 -31.3% 야간사고 -43.2%
	박규영 등 (2006)	중앙분리대	총사고건수 -48.2%
		노면요철포장	총사고건수 -42.1%
		안전카메라	신호감시 -25.0% 속도감사 -28.0%
		가드레일	총사고건수 -31.0%
② 비교그룹방법	윤여일 등 (2016)	표지병	총사고건수 –32.1%
		과속감시카메라	총사고건수 –24.1%
		미끄럼방지포장	총사고건수 –1.6%
	이동민 등 (2007)	노면요철포장	차도이탈건수 –38.0%
③ 경험적 베이즈 방법	박규영 등 (2006)	중앙분리대	총사고건수 -18.4%
		가드레일	총사고건수 -38.1%
		갈매기 표지	총사고건수 -16.2%

이러한 선행연구를 통해 고속도로 발생한 다양한 교통사고 분석모형을 바탕으로 본 연구에서 필요한 사항을 발굴하여 적극 활용할 것이다. 또한, 일반적인 교통사고 감소효과 분석방법이 갖는 한계를 보완하기 위해 본 연구에서는 단순 사전·사후 분석법과 비교그룹 방법을 병행하여 교통사고 감소효과를 분석할 것이다.

2. 시인성 도로·교통 안전시설 관련

빈미영 등(2020)은 도심부 도로의 도로 유형별 교통사고를 분석하여 사고 심각도와 연계한 교통안전표지 설치를 제시하였다. 교통안전표지의 분포와 교통사고 발생의 상관관계를 분석하였는데 교통사고 발생건수가 많은 구간에 교통안전표지가 상대적으로 많이 설치되어 있어 사후적 관계는 상관성이 높음을 확인하였으나, 교통안전표지 유지관리에 대한 표준화된 데이터 및 시스템 부재로 설치시점 파악이 어려워 교통사고와의 명확한 인과관계 파악과 교통안전표지의 설치효과를 평가하기 어렵다는 점을 언급하였다. 본 선행연구의 분석방법을 준용하여 본 연구에서도 고속도로의 교통안전표지 분포와 교통사고 발생의 상관관계를 파악하고 교통안전표지의 설치시점을 조사하여 명확한 인과 관계를 도출할 것이다.

임채홍(2020)은 교통안전표지와 노면표시를 병설로 설치할 경우 주시시간이 증가하므로 운전자의 교통정보 취득이 증가하여 교통 안전도를 향상시킬 수 있을 것으로 제시하였다. 특히 노면표시는 교통안전표지에 비하여 높은 주시율과 시선 유도율을 보이며, 운전자에게 주행 중 필요한 정보를 효과적으로 제공할 수 있을 것이다. 가로수 등에 의해 교통안전표지의 인식이 어려운 양방향 2차로 도로에 노면표시가 우선적으로 설치될 경우 교통안전도가 향상될 것으로 제시하였다. 이 연구에서는 가상주행 시뮬레이션을 통해 Eye tracking 장비를 활용하여 시선데이터와 주행기록 데이터를 분석하였다. 기존 연구가 발생한 교통사고 자료를 기초로 분석하였다면 본 선행 연구에서는 교통사고까지 발생할 정도는 아니더라도 운전자의 행동패턴에 중대한 영향을 줄 수 있는 요인을 분석하였다는 것이다. 가상 시뮬레이션이기는 하나 운전자의 시선과 주행기록 등 구체적인 행동패턴을 자세히 분석하였다는 장점이 있다.

주일엽(2018)은 경찰청의 경찰통계백서와 통계청의 한국통계편람을 참고하여 교차상관분석을 통해 교통안전표지 설치의 교통사고 발생에 대한 선행성을 분석하였는데 주의, 규제, 지시표지의 설치는 교통안전표지 설

치 1년 이내 교통사고발생을 감소시키는 것으로 나타났으며, 보조표지의 설치는 교통사고발생에 영향을 미치지 않는 것으로 제시하고 있다.

권성대(2012)는 재귀반사식 시선유도시설과 내부조명식 시선유도시설에 대해 설문조사를 통해 시인성을 비교·분석하였다. 조사결과 재귀반사식 보다 내부조명식 시선유도시설에서 시인성, 속도감속 필요성, 안전성이 더 효과적인 것으로 분석되었다.

박우근 등(2009)은 도로환경의 복잡도와 안전표지의 형태 및 내용에 따른 안전표지의 시인성과 판독성에 대해 실험하였다. 실험 테이블 앞에 앉아 턱받침대를 통해 시선을 고정시키고 모니터 디스플레이 상에 제시된 실험 프로그램의 버튼을 클릭하여 수행하였다. 도로환경의 복잡도(정보의 수)가 증가할수록 안전표지에 대한 시인율이 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 또한 시인율의 감소폭이 줄어드는 현상을 통해 복잡도가 일정수준 이상이 되면 인지율 차이는 크게 발생하지 않는 것을 확인하였다.

전우훈 등(2009)은 시선유도시설이 주행 중 운전자에게 미치는 영향을 분석하였는데 야간에 도로선형 인지에 도움이 되며, 직선부에서는 시선유도표지, 곡선부에서는 갈매기표지, 표지병은 이들 시설물과 보완하는 시설로 사용하는 것이 효과적임을 제시하였다.

노관섭(1996)은 시선유도표지의 반사성능과 시인성에 대한 실험분석을 통해 시선유도 표지가 기능을 유지할 수 있도록 도로 기하구조에 설치간격 및 개수를 제시하였다.

이와 같이 시인성과 관련된 도로·교통안전시설과 교통사고 발생에 대한 연구는 상대적으로 부족한 실정이며, 대부분의 선행연구는 개별적인 시설물에 대한 운전자의 시인성(운전자에게 잘 보여지는지 여부)과 판독성(내용 파악 가능 여부)에 대한 연구였다.

3. 운전자의 인식도 관련

도로·교통 안전시설은 아니지만 본 연구와 유사한 취지의 선행연구로 오주석 등(2007)은 도로안내표지의 표기지명 수에 따른 운전자의 반응시간 및 반응정확성을 분석하여 도로안내표지에 표기된 지역의 수가 많을수록 운전자들의 반응시간은 느려지고 오류율이 증가하는 것을 확인하였다. 그래서 과도하게 많은 지명을 표기하는 것은 운전자에게 방해자극으로 작용하여 운전자가 필요한 정보를 신속하고 정확하게 탐색하는 것을 방해할 수 있음을 언급하였다.

[그림2-1 도로안내표지의 표기지명 수가 운전자 반응시간 및 오류에 미치는 영향]

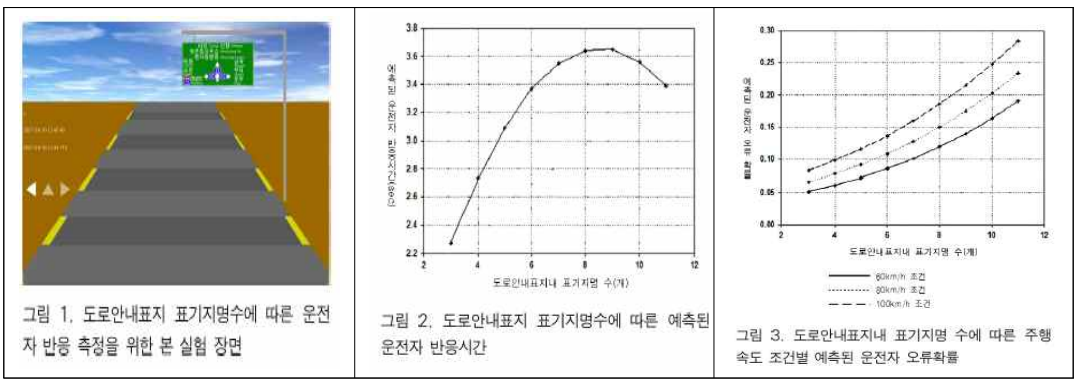


그림 1. 도로안내표지 표기지명수에 따른 운전자 반응 측정을 위한 본 실험 장면

그림 2. 도로안내표지 표기지명수에 따른 예측된 운전자 반응시간

그림 3. 도로안내표지내 표기지명 수에 따른 주행속도 조건별 예측된 운전자 오류확률

※ 자료 : 이용자 친화적인 교통안전시설(경기개발원, 2012)

경기개발연구원(2012)은 운전자를 대상으로 교통안전표지의 종류와 의미를 묻는 조사 결과 운전자의 과반수가 교통안전표지의 종류를 혼동하고 있었다. 교통안전표지의 종류를 구분하는 질문(주의, 규제, 지시, 보조)에 대한 오답율은 지시표지가 63.0%로 가장 높았으며, 다음으로 보조표지 56.1%, 주의표지 43.6% 수준이었고, 교통안전표지의 의미 인식은 보조표지의 오답 율이 18.5%로 가장 높았으며, 다음으로 주의표지 17.2%, 지시표지 15.1% 순이었다. 이것을 통해 도로·교통 안전시설의 무조건 적인 설치증가가 운전자에게 도움이 되지 않을 수도 있음을 제시하고 있다.

윤명환(2016)은 운전 지속시간을 고려한 고속도로 교통사고 요인 연구를 기존 선행연구에서 해왔던 도로 환경적인 요인 위주의 연구방법을 인적요인과 함께 교통사고요인을 분석하였으며 운전 지속시간에 따른 교통사고 발생비율을 분석하였다. 분석결과 운전피로도 지표와 과속차량비율은 사고율을 설명하는데 비교적 높은 설명력을 보인 반면 속도의 표준편차는 사고율과의 관계를 파악하는데 어려움이 있었다. 혼잡상황과 비혼잡상황에서 느끼는 운전자의 운전피로도가 다르며 이에 사고율에 영향을 미치는 운전지속시간은 차이가 있으며, 운전지속시간이 사고율에 큰 영향을 미치는 변수임을 확인하였다.

이승신(2014)은 교통사고 영향요인 중 시인성이 교통사고 발생에 미치는 영향을 진단하였다. 진단을 위해 경기지역의 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환고속도로의 기본구간을 58개 소구간으로 분할하였고, 소구간에서 발생한 교통사고 410건을 이용하여 시인성이 교통사고에 미치는 영향을 진단했다. 실험방법은 준실험설계를 적용하여, 시인성 외 교통사고에 영향을 주는 변인을 통제하고, 회귀분석을 활용하여 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향을 분석했다. 분석결과 시인성 차이가 교통사고 발생에 유의한 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 그리고 진단결과를 이용하여 야간 교통사고의 원인과 유인에 대하여 다양한 분석을 시도하였다.

제 3 절 선행연구의 시사점 및 본 연구와의 차별성

선행연구 결과를 종합해보면 개별적인 시인성 관련 도로·교통 안전시설은 가상 시뮬레이션이나 설문조사, 교통사고 분석을 통해 교통사고 감소에 효과가 어느 정도 있는 것으로 나타났다. 그러나 도로안내표지와 같이 정보가 과다하게 많을 경우 오히려 혼란을 일으킬 수 있으며, 교통안전표지의 경우에는 종류가 많아 그 의미를 제대로 알지 못하는 경우도 있다. 또한, 교통사고 감소효과 분석을 위한 방법들은 각각의 문제점을 내포하고 있으므로 이들 방법론을 병행하여 활용한다면 효과적으로 교통사고 감소 효과를 도출할 수 있을 것이다.

본 연구와 선행연구와의 차별성은 선행연구가 특정한 시인성 관련 도로·교통 안전시설에 대해 효과를 측정하거나 해당 시설물의 시인성이나 판독성에 대한 것이었다. 반면 본 연구에서는 실제 설치되어 있는 다양한 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 종합적으로 교통사고 발생률에 어떠한 영향을 주는지 분석하여 그 효과에 대한 결과를 도출하고자 한다. 그러기 위해 선행연구의 분석방법을 준용하여 본 연구에서도 고속도로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설의 분포와 교통사고 발생의 상관관계를 파악하고 교통안전표지의 설치시점을 조사하여 명확한 인과 관계를 도출하고자 한다.

본 연구에서는 단순 사전·사후 분석방법과 비교그룹 방법을 병행하여 고속도로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 교통사고 발생률에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 또한, 현재 도로·교통 안전시설 중 어떠한 시설물이 주요한 역할을 하는지와 그 밖의 대안에 대해 선행연구에서 제시된 다양한 논거를 바탕으로 개선방안을 제시하고자 한다.

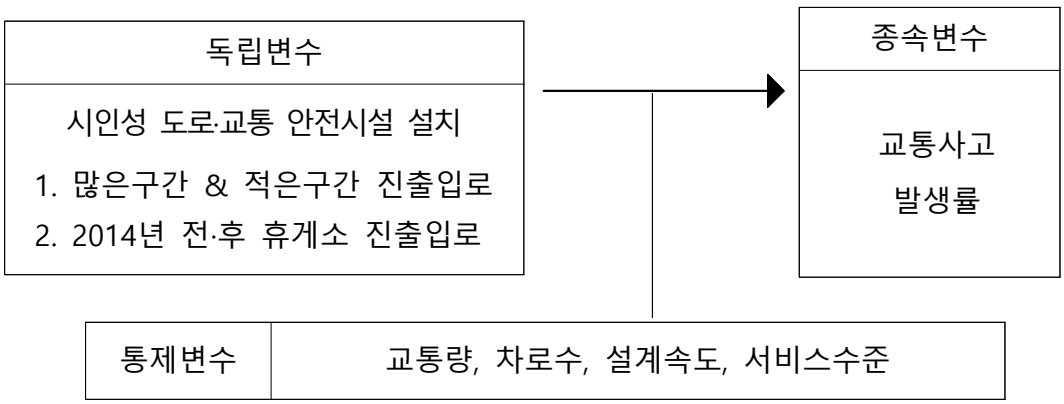
제 3 장 연구의 설계

제 1 절 연구의 모형과 가설

1. 연구모형

본 연구는 선행연구를 바탕으로 고속도로의 시인성과 관련된 도로·교통 안전시설이 교통사고 발생률에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 한다. 첫째, 교통사고 발생률을 종속변수로 설정하고 시인성 관련 도로·교통 안전시설의 설치수가 많은 구간과 적은구간을 조사하여 독립변수로 설정하였다. 둘째, 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 특정시점에 대폭 확충된 휴게소 진입로 구간에 대해서도 분석하고자 한다. 2가지 교통사고 감소효과 분석방법을 통해 각각의 방법론의 단점을 보완하여 타당도를 높일 수 있을 것이다. 이것을 통해 고속도로의 시인성과 관련된 도로·교통 안전시설이 교통사고 발생률에 미치는 영향을 알아볼 수 있을 것이다. 또한, 도로·교통 안전시설물 설치 위주의 정책들이 합리적인지에 대한 근거를 확보하고 운전자의 안전주행 측면에서 가장 효율적인 정책 방향에 대해 검토하여 제시하고자 한다.

[분석모형]



2. 가설의 설정

빈미영 등(2020)이 교통안전표지가 많이 설치되어 있는 경우 교통사고 발생건수가 많음을 상관관계 분석을 통해 확인하였는데 선행연구를 바탕으로 고속도로의 교통안전표지가 많이 설치된 구간의 도로·교통 안전표지 설치시점과 교통사고 발생건수를 조사하여 교통사고 발생률에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 가설을 설정하였다.

비교그룹 방법을 적용하여 일정기간 동안의 유사한 도로조건에서 발생한 교통사고에 대하여 도로·교통 안전표지가 많이 설치된 구간과 적게 설치된 구간의 교통사고 발생률을 분석하여 알아보고자 한다.

다음으로 단순 사전·사후 분석 방법을 적용하여 동일한 도로구간의 도로·교통 안전시설이 설치 전과 설치 후의 교통사고 발생률에 미치는 효과를 분석할 것이다. 한국도로공사는 고속도로 휴게소의 교통사고를 줄이기 위해 2014년 휴게소의 진입부에 교통안전표지와 점멸식 신호등을 대폭 확충하였다. 이를 바탕으로 2014년 전·후 고속도로 휴게소의 교통사고를 분석하여 가설을 확인하고자 한다.

☞ 가설 : 도로·교통 안전시설의 설치 증가는 교통사고 발생률을 감소시킬 것이다.

분석 1. IC 진출입로의 안전표지판 설치가 많은 구간과 적은 구간의 비교그룹 방법

분석 2. 2014년 휴게소 진입부의 안전표지판 설치 보강에 따른 사전·사후 분석

제 2 절 변수의 설정 및 조작적 정의

1. 독립변수 : 도로·교통 안전시설

본 연구는 시인성관련 도로·교통 안전시설이 교통사고 발생률에 미치는 영향을 실증적으로 분석하기 위하여 독립변수로 설정하였다. 첫 번째 분석방법은 IC구간 진출입부의 시인성관련 도로·교통 안전시설이 많이 설치된 구간과 적게 설치된 구간의 교통하고 발생률을 비교할 것이며, 두 번째 분석방법은 2014년 휴게소 진출입로의 안전표지 설치 시행 전과 후의 교통사고 발생률을 비교하고자 한다.

2. 종속변수 : 교통사고 발생률

첫 번째 분석은 최근 5년간(2017~2021년) 교통사고 자료를 활용하여 IC구간 진출입부의 교통사고 현황을 적용할 것이며, 두 번째 분석은 2014년 전후 3년간(2011~2013, 2015~2017) 휴게소 진출입부의 교통사고 자료를 적용하였다.

3. 통제변수

독립변수인 시인성관련 도로·교통 안전시설 설치수와 종속변수인 교통사고 발생률에 대한 인과관계 검증의 타당성을 확보하기 위해서는 제3의 변수를 적절하게 통제하여야 한다. 고속도로 교통사고 분석과 관련된 선행연구를 고려하여 주요 영향요인인 인터체인지(Interchange, 이하 IC) 형식, 교통량, 설계속도, 차로수, 서비스수준을 통제변수로 사용하여 분석하였다.

가) 인터체인지(IC) 형식

인터체인지는 2개 이상의 도로간 교통류 흐름을 각기 다른 층에서 교차하며 소통시키도록 하는 도로의 체계이다. 고속도로의 IC 형식은 일반적으로 트럼펫형이 가장 많으며 직결형, 준직결형, 클로버형 등 다양한 종류의 형식이 있다. 본 연구에서는 가장 일반적인 트럼펫형을 대상으로 분석하였다.

나) 교통량

교통량이란 단위시간(일, 시간, 15분, 5분 등)에 어떤 지점을 통과하는 차량의 대수를 말하며, 교통량이 늘어날수록 차량들간 간섭이 심해져 교통사고를 발생할 가능성이 높아진다. 본 연구에서는 한국도로공사에서 매년 시행하는 고속도로 교통량 조사 자료를 활용하였다.

다) 차로수

차로는 자동차와 같은 차량이 한 줄로 도로의 정해진 부분을 통행하는 것을 의미하며 일반적인 고속도로는 편도 2차로이다. 고속도로의 경우 2~12차로까지 있다

라) 설계속도

설계속도는 도로의 기하구조를 결정하는 기본요소로서 도로설계의 기초가 되는 자동차의 속도를 말한다. 도로의 구조측면에서 설계속도는 자동차의 주행에 영향을 미치는 도로의 물리적 형상을 서로 연관시키기 위하여 정해진 속도이다. 자동차의 주행측면에서 설계속도는 기후가 양호하고 교통밀도가 낮으며, 자동차의 주행조건이 도로의 구조적인 조건만으로 지배되고 있는 경우에 평균적인 운전기술을 가진 운전자가 도로의 어느 구간에서나 쾌적성을 잃지 않고 안전하게 주행할 수 있는 속도로 정의한다.

마) 서비스 수준

도로의 통행상태를 나타내는 것으로 도로의 서비스 수준은 교통 조건에 따라 달라지며 동일한 조건에서는 도로 조건에 따라 변한다. 서비스 수준은 A~F까지 6등급으로 나눌 수 있으며, A수준은 가장 좋은 상태, F수준은 가장 나쁜 상태를 나타낸다. 일반적으로 E~F 수준은 경계를 용량상태로 한다. 도로의 용량은 주어진 시간 동안, 주어진 도로 및 교통 조건에서 도로나 차로의 일정 구간 또는 지점을 승용차가 통행하리라 예상되는 최대 교통류율을 의미한다.

표 3-1 서비스 수준별 교통류의 상태(도로설계기준, 국토교통부)

서비스 수준	구분	교통류의 상태
A	자유 교통류	사용자 개개인들은 교통류 내의 다른 사용자의 출현에 실질적으로 영향을 받지 않는다. 교통류 내에서 원하는 속도 선택 및 방향 조작 자유도는 아주 높고, 운전자와 승객이 느끼는 안락감이 매우 우수하다.
B	안정된 교통류	교통류 내에서 다른 사용자가 나타나면 주위를 기울이게 된다. 원하는 속도 선택의 자유도는 비교적 높으나 통행 자유도는 서비스수준 A보다 어느 정도 떨어진다. 이는 교통류 내의 다른 사용자의 출현으로 각 개인의 행동이 다소 영향을 받기 때문이다.
C	안정된 교통류	교통류 내의 다른 차량과의 상호작용으로 인하여 통행에 상당히 영향을 받기 시작한다. 속도의 선택도 다른 차량의 출현에 영향을 받으며, 교통류 내의 운전자가 주의를 기울여야 한다. 이 수준에서 안락감은 상당히 떨어진다.
D	안정된 교통류 높은 밀도	속도 및 방향 조작 자유도 모두 상당히 제한되며, 운전자가 느끼는 안락감은 일반적으로 나쁜 수준으로 떨어진다. 이 수준에서는 교통량이 조금만 증가하여도 운행상태에 문제가 발생한다.
E	용량상태 불안정 교통류	교통류 내의 방향 조작 자유도는 매우 제한되며, 방향을 바꾸기 위해서는 차량이 길을 양보하는 강제적인 방법을 필요로 한다. 교통량이 조금 증가하거나 작은 혼란이 발생하여도 와해 상태가 발생한다.
F	강제류 또는 와해상태	교통량이 그 지점 또는 구간 용량을 넘어선 상태이다. 이러한 상태에서 차량은 자주 멈추며, 도로의 기능은 거의 상실된 상태이다.

제 3 절 자료의 수집 및 분석 방법

1. 자료의 수집

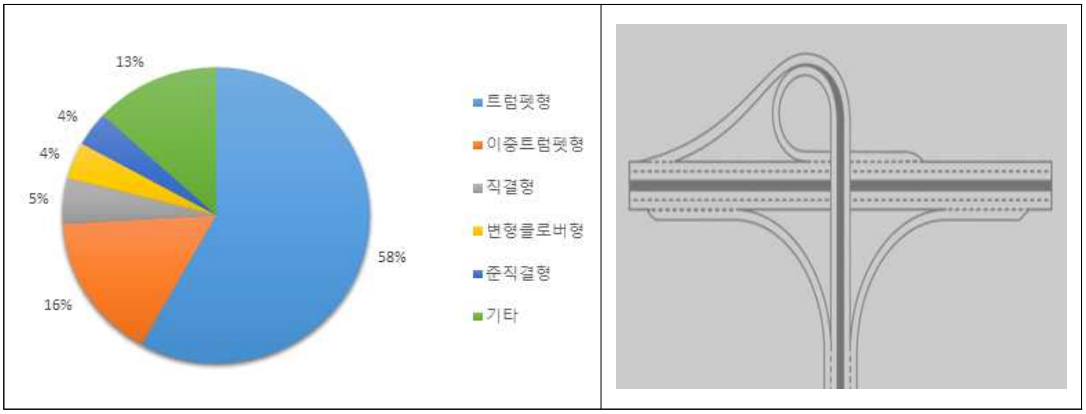
고속도로는 총연장 2021년 기준으로 5,050Km으로서 재정고속도로는 33개 노선 4,196km이고 민자고속도로는 16개 노선 854km이다.(한국도로공사 홈페이지, 2021) 본 연구의 분석모형은 독립변수인 시인성 관련 안전시설물의 설치 수에 따라 종속변수인 교통사고 발생율에 차이가 있는지에 대한 검토를 수행하였다.

[그림 3-1 고속도로 노선도]

※ 자료 : 한국도로공사 홈페이지

분석 1 방법을 수행하기 위해 2017년 기준 고속도로 IC는 401개소였다. 그 중 IC의 형식에 따른 통제변수 이외의 교통사고 영향을 최소화하기 위해 가장 많이 쓰이는 트럼펫 IC 형식 233개소를 분석대상으로 선정하였다.

[그림 3-2 고속도로 IC 형식 및 트럼펫IC 개요도]



시인성 관련 도로·교통 안전시설의 설치수가 많은 구간과 적은구간을 조사하였다. 교통사고 발생률을 종속변수로 설정하고 이를 수행하기 위해 Naver의 로드뷰를 통해 2019년 2월 기준으로 시인성과 관련된 도로·교통 안전시설의 현황을 조사하였다.

[그림 3-3 고속도로 IC에 설치된 도로·교통 안전시설 현황]

충격흡수시설	장애물표지	속도제한표지

역주행금지표지	전도방지표지	현수막

IC의 진출입로에 설치된 시인성과 관련된 도로·교통 안전표지판은 감속표지, 갈매기 표지, 장애물표지 등 노선별 IC에 따라 다양한 종류가 설치되어 있다. 또한, 한국도로공사의 내부자료「도로유지관리 시스템」을 통해 통제변수인 교통량, 설계속도, 차로수, 서비스수준을 조사하였다. 종속변수인 교통사고 발생율 조사하기 위해 한국도로공사의 내부자료인「고속도로 교통사고 통계」데이터를 이용하여 위치별 교통사고 데이터를 매칭하여 분석하였다.

분석 2를 수행하기 위해 휴게소 진출입로의 시인성 관련 안전시설물이 2014년 전국 휴게소에 설치되었으므로, 설치전 2011년~2013년과 설치후 2015년~2017년「고속도로 교통사고 통계」 데이터를 이용하여 분석하였다.

2. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS for Windows 26 통계 프로그램을 활용하여 기술통계 분석과 군집분석, 집단간 차이 분석을 실시하였다. 먼저, 기술통계 분석을 활용하여 교통사고의 빈도와 백분율을 통해 교통사고의 수준 및 분포를 확인하였다.

트럼펫 IC를 대상으로 통제변수인 설계속도, 차로수, 교통량, 서비스수준을 군집분석(Cluster Analyss)을 수행하였다. 군집분석은 n개의 개체들을 대상으로 p개의 변수를 측정하였을 때 관측한 p개의 변수들을 이용하여 n개의 개체들 사이의 유사성 또는 비유사성의 정도를 측정하여 개체들을 가까운 순서대로 군집화하는 통계적 분석방법이다. 실험의 결과나 표본 등에서 얻어진 케이스들을 어떤 성질에 따라 분류하여 동질적인 몇 개의 군집으로 나누는 것이다. 일반적으로 군집분석은 n개의 개체를 대상으로 군집화 하지만 p개 변수에 대해서도 군집화하는 경우

가 있다. 먼저 개체들 간의 유사성을 수량적으로 측정하는 데는 여러 가지 방법이 있으나 그중 개체들 간의 거리를 이용하는 방법이 널리 쓰인다. 제곱 유클리디안 거리를 사용하여 계층적 군집분석을 실시하였다. 계층적 군집분석은 개별 대상 간의 거리에 의하여 가장 근접해있는 유사한 속성의 대상들로부터 시작하여 결합해 감으로써 나무 모양의 계층구조를 형성하는 방법이다. 군집분석은 한 대상이 어느 특정 군집에 소속되면 이후 군집의 수가 증가하게 될 때 다른 군집으로 대상을 보다 적절하게 재배치하기 어렵다는 점과 모든 값이 일단 어느 군집에 필수적으로 소속된다는 단점을 가지고 있다. 따라서 이를 보완하기 위하여 K-평균 군집분석을 수행하여 케이스들을 군집화 하였다. K-평균 군집분석은 먼저 하나의 군집 씨앗이 형성되어 사전에 설정된 한계거리이내의 대상들이 하나의 군집으로 분류된다. 만약 하나의 대상이 사전에 하나의 군집으로 분류되더라도 새롭게 설정된 군집씨앗에 보다 근접하게 되면 소속 군집이 새로운 군집으로 변경된다. 이러한 방식으로 연구자가 설정한 K개의 군집이 도출될 때까지 K개의 군집씨앗을 중심으로 군집화가 계속 진행된다. K-평균 군집분석은 군집의 수가 몇 개인지를 연구자가 미리 알고 있는 경우에 주로 사용하는 방법이다. 이러한 군집분석의 장・단점을 보완하여 군집분석을 통해 적절한 유형수를 결정하고, 그 유형수에 따라 IC의 유형에 대한 5개의 군집을 도출하였다. 이를 통해 분석대상 IC를 선정하여 교통사고 발생률을 조사하고 독립표본 t-test를 수행하였다. t-test는 두 표본 집단 간의 평균값 차이분석을 위해 사용된다. 그 중 독립표본 t-test는 서로 다른 모집단으로부터 추출된 표본간의 평균값을 비교한다.

분석 2의 단순 사전·사후 분석 방법은 동일한 휴게소 진출입부의 시인성관련 도로·교통 안전시설 설치 전과 설치 후의 교통사고 발생률을 분석하기 위해 대응표본 t-test를 수행하였다. 대응표본 t-test는 분석1의 독립표본 t-test와 달리 동일한 집단에 대한 평균값 차이분석이다.

제 4 장 연구결과

제 1 절 고속도로 교통사고 통계분석

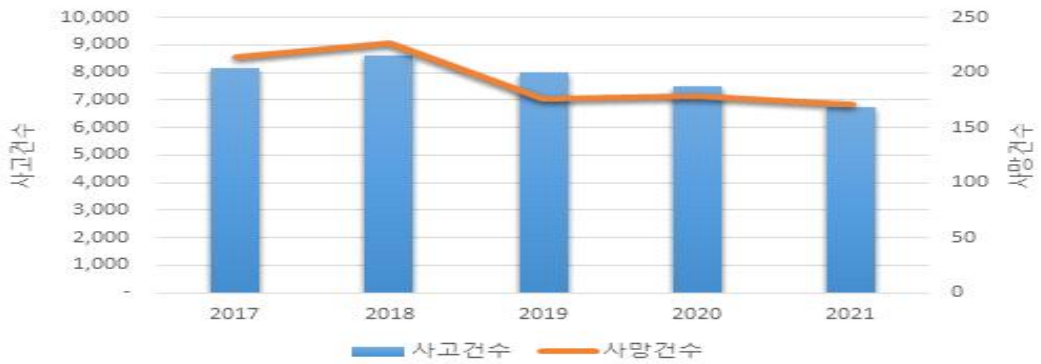
1. 전체 교통사고 현황

고속도로에서 발생하는 교통사고는 다양한 요인으로 인해 발생하고 있으며 사고 감소를 위한 안전 대책 수립을 위해서는 정확한 사고원인을 분석하는 것이 필요하다. 2017년부터 2021년까지 5개년간 고속도로에서 발생한 교통사고의 주요 원인 및 특성을 파악하기 위하여 다양한 사고요인에 대한 통계자료 분석을 시행하였다. 본 연구에서는 고속도로 전체사고와 사망사고에 대하여 노선별, 기간별(월, 요일), 주·야간, 사고위치, 날씨, 성별, 운전자 연령대 등 세부 요인으로 분류하여 검토하였다.

가) 사고건수 및 사망자 수

고속도로 전체 교통사고 사고건수와 사망자 수는 점차 감소하는 추세이다. 2019년까지 고속도로 교통사고 건수는 8,000건 이상을 기록하였지만 2020년 7,501건, 2021년 6,739건으로 크게 감소하였다.

[그림4-1-1 고속도로 교통사고 현황]



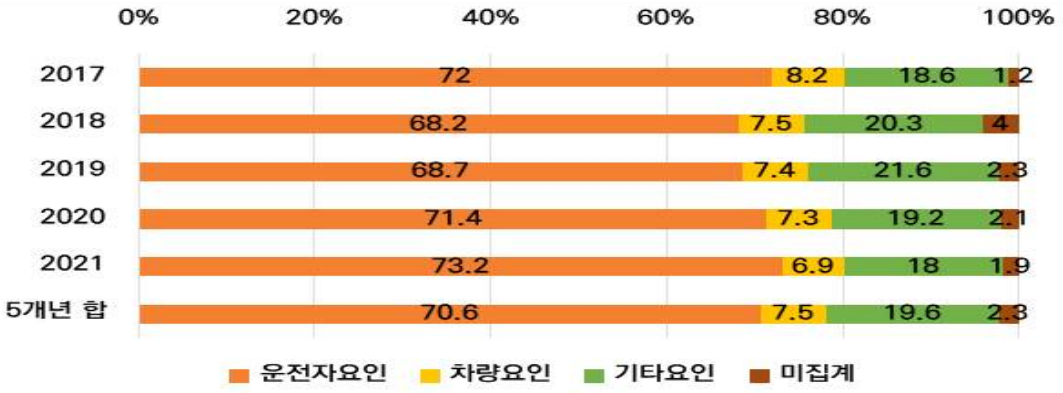
※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

사망자 수는 2018년까지 200명 이상을 기록하였으나 2019년 176명, 2020년 179명, 2021년 171명으로 조금씩 감소하는 추세이다. 연도별 교통사고 및 사망자 수는 감소하는 추세를 보이지만 사고건수 대비 사망자 수는 큰 차이가 없다. 사고건수 대비 사망자 수는 2019년 0.022명, 2020년 0.024명, 2021년 0.025명이다.

나) 사고요인

고속도로에서 발생하는 전체사고의 가장 큰 원인은 운전자 요인에 의한 사고이며, 기타요인, 차량요인 순으로 사고가 발생하였다. 운전자 요인에 의해 발생한 사고가 전체사고의 70% 이상을 차지하며, 기타요인은 5개년 기준 19.6%, 차량요인은 7.5%, 분류가 되지 않은 미집계는 2.3% 비율을 차지한다.

[그림4-1-2 고속도로 교통사고 요인]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

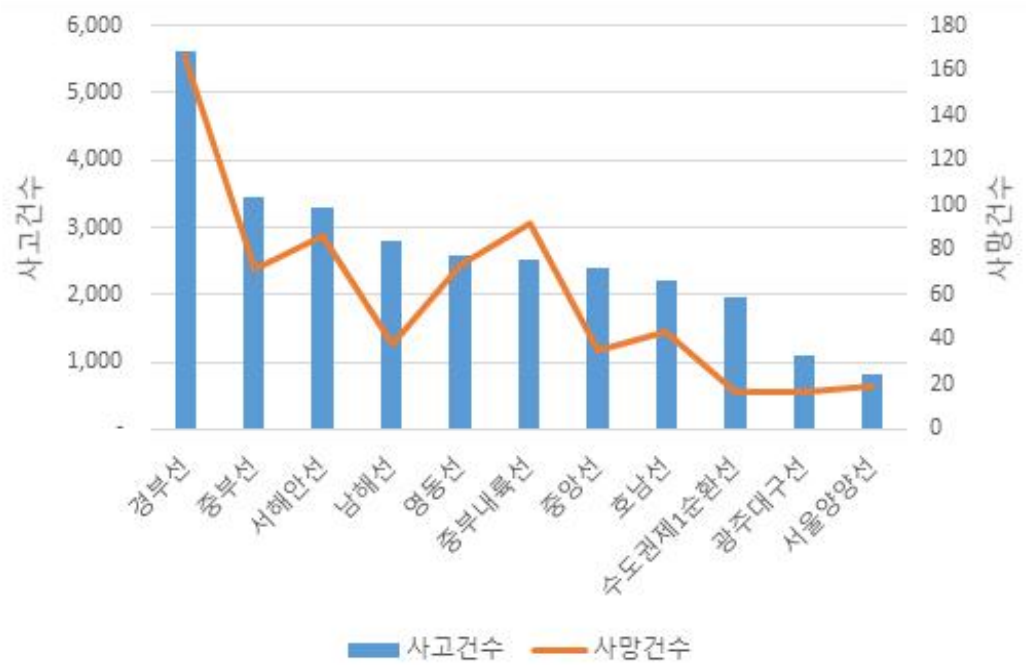
고속도로에서 사고가 가장 많은 운전자 요인에는 과속, 안전거리 미확보, 역주행, 졸음, 주시태만, 추월불량 등이 있다. 전체사고 5개년 기준 사고가 가장 많은 요인은 주시태만으로 24.0%를 차지하고 있으며, 과속 23.4.%, 졸음 12.0% 순으로 분석되었다. 고속도로 전체사고는 야간보다 교통량이 많은 주간에 더 많이 발생하였는데 주야간 사고발생 비율은 2019년 이후로 큰 차이가 없었다.

2. 요인별 교통사고 현황분석

가) 노선별 교통사고 현황분석

고속도로 노선별 교통사고는 경부선, 중부선(통영대전선), 서해안선, 남해선, 영동선, 중부내륙선 순으로 사고건수가 많았다. 사망사고가 가장 많이 발생한 고속도로 역시 경부선이 166건으로 18.8%를 차지하였고, 다음으로 중부내륙선이 92건, 10.4%, 서해안선이 86건, 9.7% 순이었다.

[그림 4-1-3 고속도로 주요 노선 교통사고 현황]

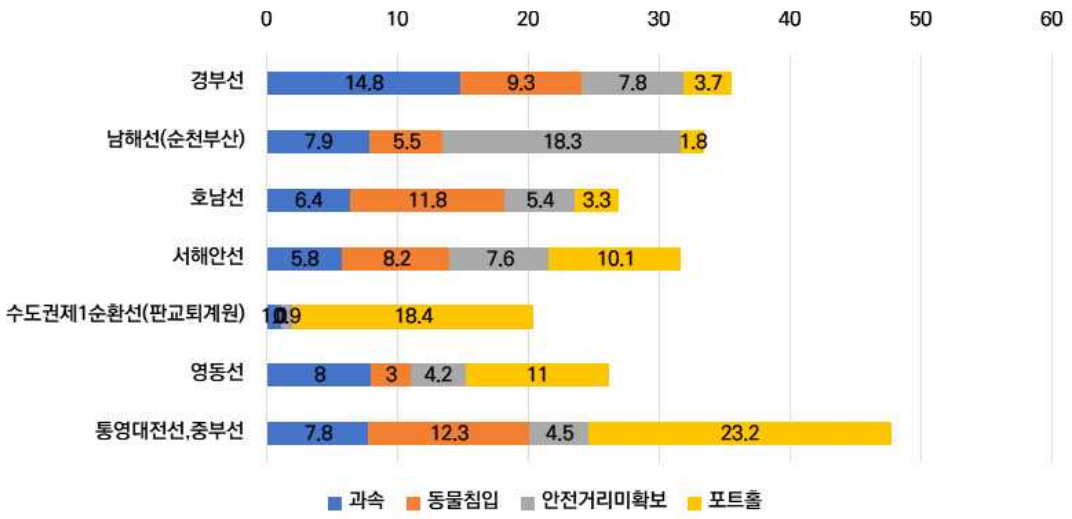


※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

교통사고 건수가 많은 상위 5개 고속도로의 공통점은 남해선(순천부산)을 제외하고, 수도권과 연결되는 고속도로로써 경부선 및 중부선, 영동선은 평균 교통량이 많은 노선이다. 사망사고가 많은 노선 역시 경부선, 영동선으로 수도권과 연결되는 고속도로이며 중부내륙선, 서해안선, 중부선은 교통량은 적으나 화물차의 통행이 많은 노선으로 나타났다.

고속도로 노선별 주요 사고요인을 분석한 결과, 경부선의 경우 과속 사고가 가장 많이 발생하였으며, 통영대전선, 중부선, 수도권 제1순환선(판교퇴계원), 영동선은 포트홀로 인한 사고가 다른 노선보다 많이 발생하였다. 포트홀은 차량 하중으로 인해 도로포장이 파손 되며 수도권 인근의 교통량이 많은 노선(수도권제1순환선의 경우 72,569대/일로 전체노선 평균은 51,348대/일임)으로 도로 포장상태 개선이 필요하며, 특히 수도권제1순환선(판교퇴계원)은 전체 사고건수 982건 중 300건이 포트홀 사고인 만큼 개선이 시급하다. 호남선과 통영대전선, 중부선은 동물침입 사고가 많이 발생하므로 유도울타리 등 방지대책이 필요하다.

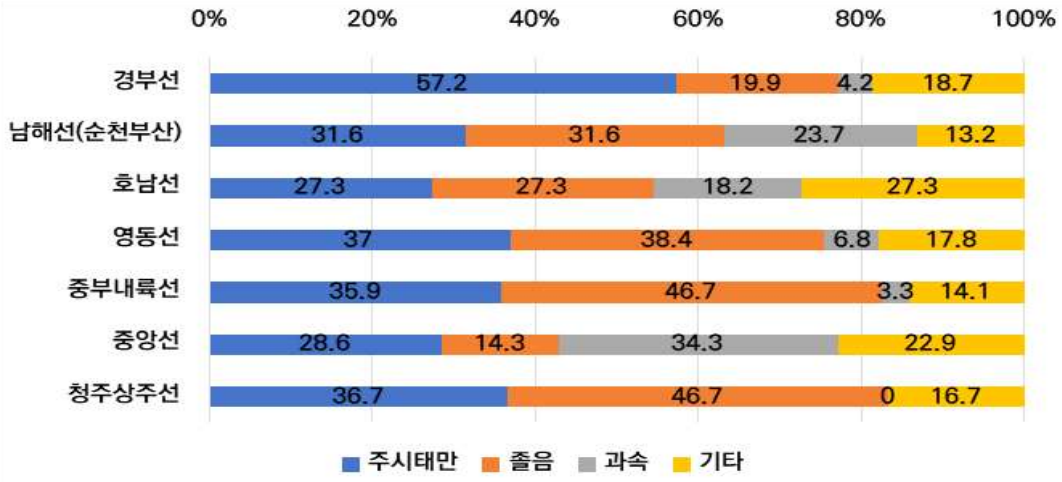
[그림 4-1-4 고속도로 주요 노선 교통사고 원인]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

사망사고가 가장 많은 경부선은 주시태만 및 졸음으로 인한 사고의 비중이 높다. 중부내륙선 역시 주시태만 및 졸음으로 인한 사고의 비중이 높다. 화물차는 장거리 운행 및 야간 화물 운송으로 인해 주시태만과 졸음이 쉽게 발생할 수 있다. 중앙선과 같이 과속에 의한 사망사고 발생 비중이 높은 고속도로는 교통량에서 승용차, 승합차의 비율이 비교적 높게 나타났다. 이것은 화물차보다 비교적 가벼운 승용차, 승합차가 더 고속으로 주행하기 때문으로 판단된다.

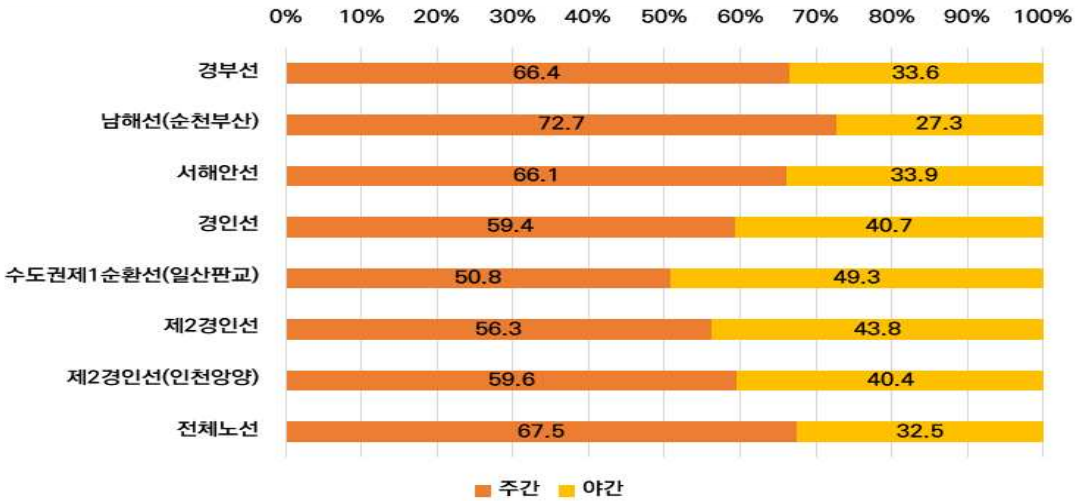
[그림 4-1-5 고속도로 노선별 사망사고 원인]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

대부분의 노선은 주간에 교통사고가 많이 발생하였다. 그러나 경인선, 수도권 제1순환선, 제2경인선(인천안양)과 같이 수도권 인근 고속도로는 심야 시간대의 교통사고 발생이 전체노선 평균보다 많았다. 사망사고 건수는 경부선과 중부내륙선의 심야시간대 교통사고 발생 비율이 높은 것으로 나타났다.

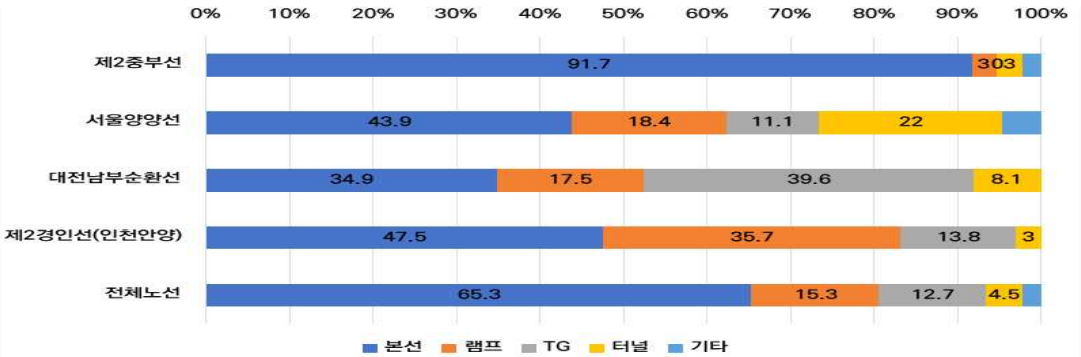
[그림 4-1-6 고속도로 노선별 주·야간 교통사고 현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

노선 특성상 터널설치 비율이 많은 서울양양선은 다른 노선보다 터널 교통사고가 많이 발생하였다. 대전남부순환선은 톨게이트 구간의 교통사고 비중이 높고, 제2경인선(인천안양)은 램프 교통사고의 비중이 가장 높았다.

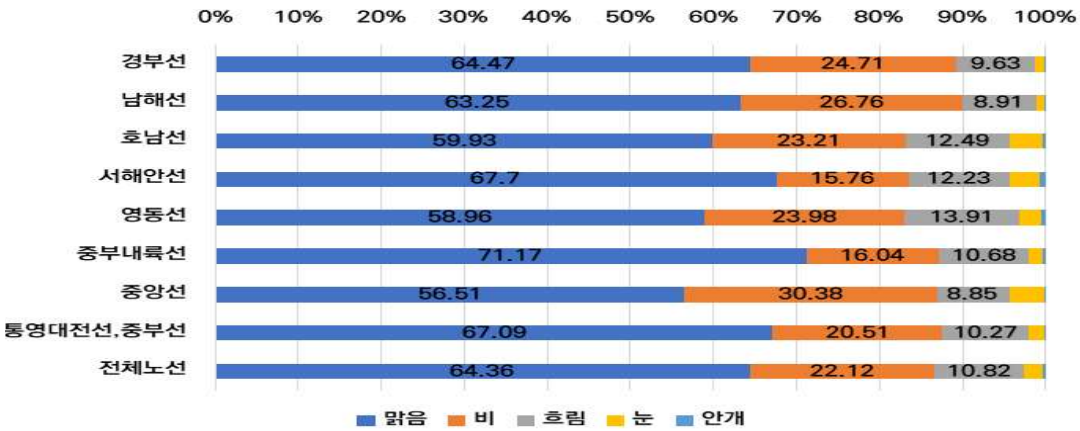
[그림 4-1-7 고속도로 노선별 위치에 따른 사고 현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

전국에서 눈이 많이 오는 지역을 통과하는 서해안선과 호남선은 눈이 오는 날 교통사고 비율이 다른 노선보다 많이 발생하였다. 강수량이 많은 남해선은 비가 오는 날 교통사고 비율이 다른 노선보다 많이 발생하였다. 안개가 많이 발생하는 서해안선은 다른 노선보다 안개 끼는 날 사고가 많이 발생하였다.

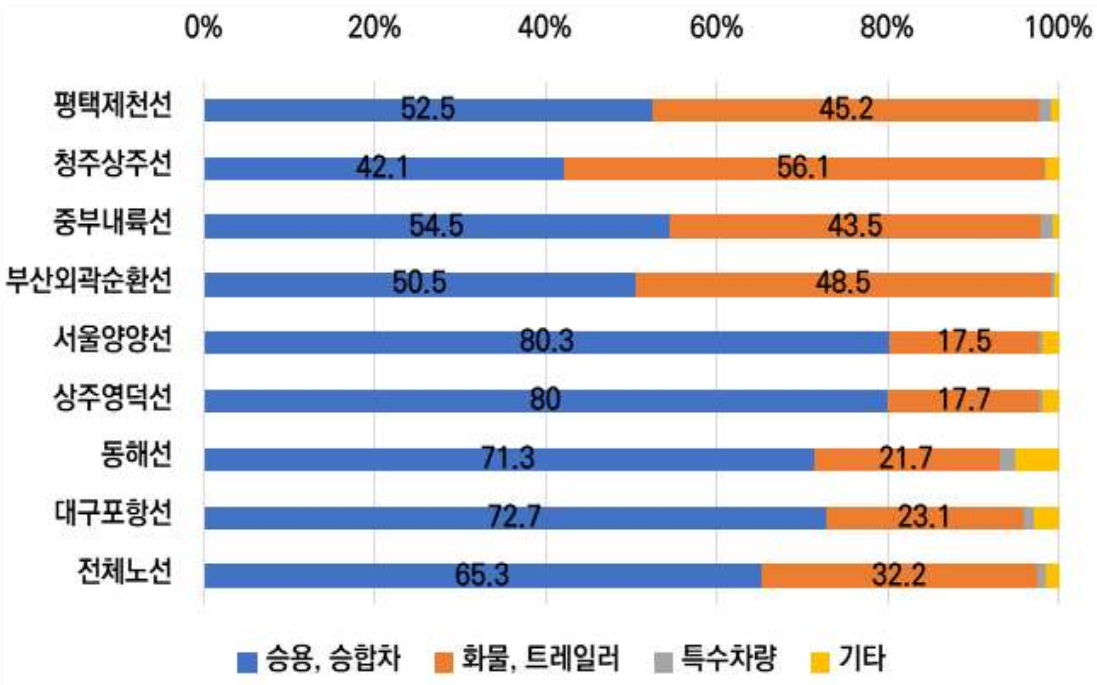
[그림 4-1-8 고속도로 노선별 기상에 따른 교통사고 현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

다음은 고속도로 노선별 교통사고 차종을 분석하였다. 분석결과 승용차, 승합차 사고발생 비율이 높은 노선은 서울양양선, 상주영덕선, 동해선, 대구포항선이며, 이 노선들의 특징은 주요 관광지와 연결된 노선이다. 화물차, 트레일러 사고발생 비율이 높은 노선은 평택제천선, 청주상주선, 중부내륙선, 부산외곽순환선이며, 주로 항만 인근 지역이나 화물차 통행이 많은 노선이었다.

[그림 4-1-9 고속도로 노선별 사고차종 현황]



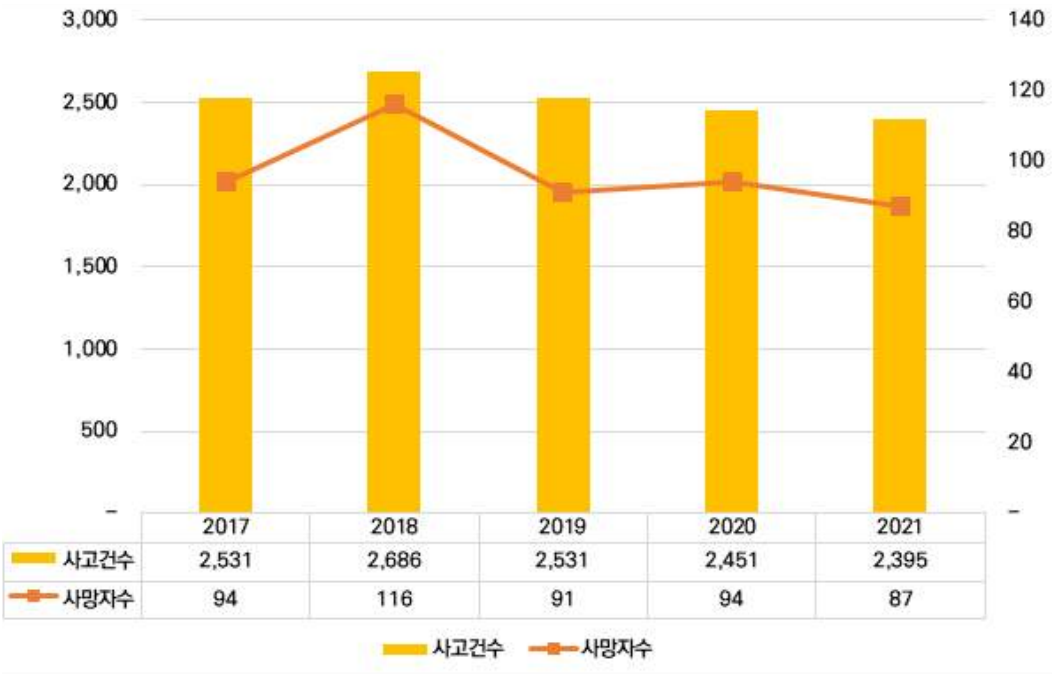
※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

중부내륙선과 호남선은 화물차, 트레일러에 의한 사망사고의 비중이 높았다. 특히 중부내륙선은 화물차, 트레일러에 의한 사망사고 발생 비율이 승용차, 승합차보다 약 50% 이상 높다. 중부내륙선의 화물차 비율은 41.1%로 전체노선 평균 화물차 비율 28.1% 보다 약 13.0% 높다. 이것은 중부내륙선이 다른 노선에 비해 화물차의 통행 비율이 높은 것이 주요 원인으로 판단된다.

나) 화물차 사고현황 분석

고속도로 화물차 사고의 사고건수 및 사망자 수는 감소하는 추세로 나타났다. 화물차 사고건수는 2019년까지 2,500건 이상으로 나타났으나, 2020년 2,451건, 2021년 2,395건으로 점차 감소하고 있다. 사망자 수는 2018년에 116명의 사망자가 발생하였으나, 2019년 91명, 2020년 94명, 2021년 87명으로 점차 감소하고 있다.

[그림 4-1-10 고속도로 화물차 교통사고 현황]

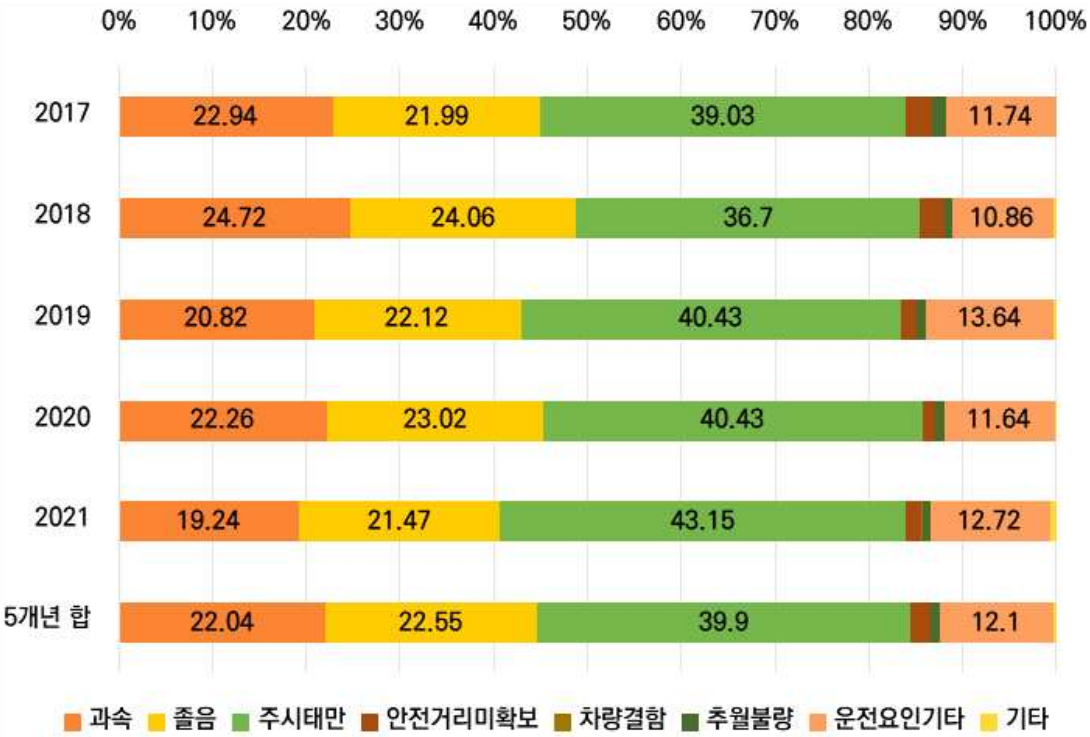


※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

최근 5개년의 화물차 사고건수 대비 사망자 수는 2018년에 건당 0.043명으로 가장 많았으나 나머지 연도에서는 0.036~0.038명/건 수준으로 나타났다. 전체 사고건수 대비 사망자 수인 0.025명/건보다 0.013명/건 더 높은 것으로 나타났다. 차이가 크지 않으나 화물차로 인한 사고는 사상자가 더 많이 발생하였다.

화물차 사고는 운전자요인에 의한 사고가 가장 많이 발생하였다. 5개년 평균 화물차 사고의 운전자요인 사고는 전체사고의 74.54%를 차지하였다. 고속도로 전체사고와 사망사고와는 다르게 차량요인에 의한 사고의 비율이 높았다. 차량요인에 의한 화물차 사고의 비율은 12.18%로 고속도로 전체사고 기준 7.5%p보다 높았다. 화물차 사고의 대부분을 차지하는 운전자요인 중 사고가 가장 많이 발생하는 요인은 주시태만(39.90%)이며, 졸음(22.55%), 과속(22.04%) 순이었다. 과속과 졸음은 각각 22.55%와 22.04%로 근소한 차이를 보이고 있다. 최근 화물차 사고에서 졸음 및 과속은 근소하게 감소하는 추세이나 주시태만 사고는 증가하고 있으며, 2021년 주시태만 사고는 43.15%로 2020년 40.43% 대비 약 2.5%p 증가하였다.

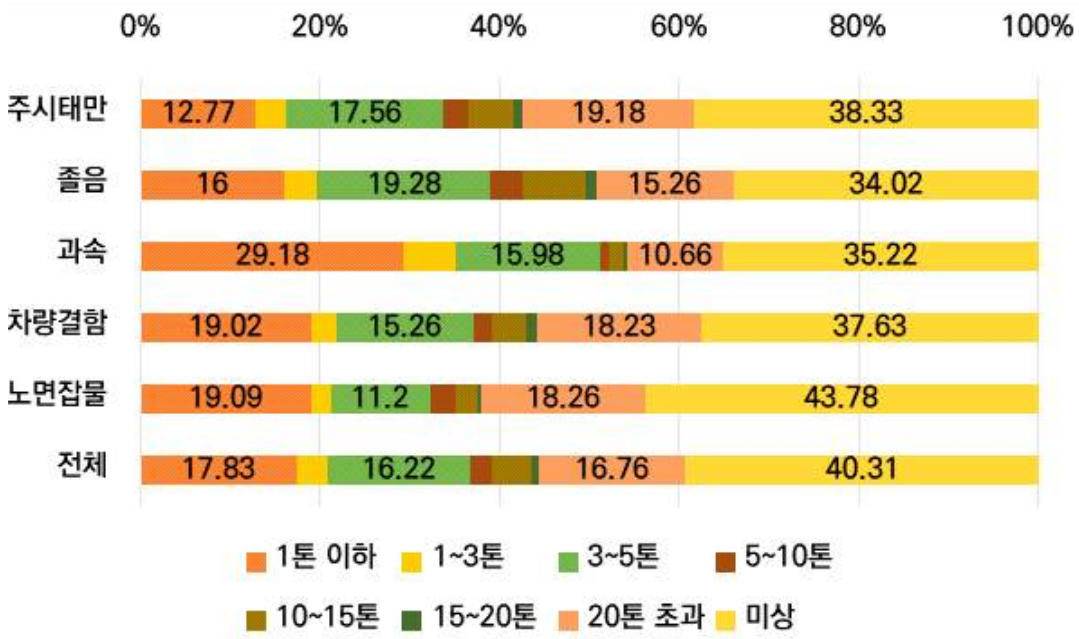
[그림 4-1-11 고속도로 화물차 요인별 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

화물차 사고의 차량 규격에 대한 분석결과 1톤 이하의 차량은 과속으로 인한 사고 발생 비중이 높았다. 이것은 주행속도가 다른 화물차보다 빠르기 때문으로 판단된다. 3~5톤의 화물차, 20톤 초과 화물차는 주시태만 및 졸음으로 인한 사고발생 비중이 높았다. 대형 화물차는 장시간 운전할 가능성이 크기 때문에 운전 집중력 저하로 인한 것이 원인일 수 있다. 또한, 화물 운송으로 인해 새벽 시간대에도 운전하는 것이 원인으로 판단된다.

[그림 4-1-12 고속도로 화물차 규격별 사고현황]

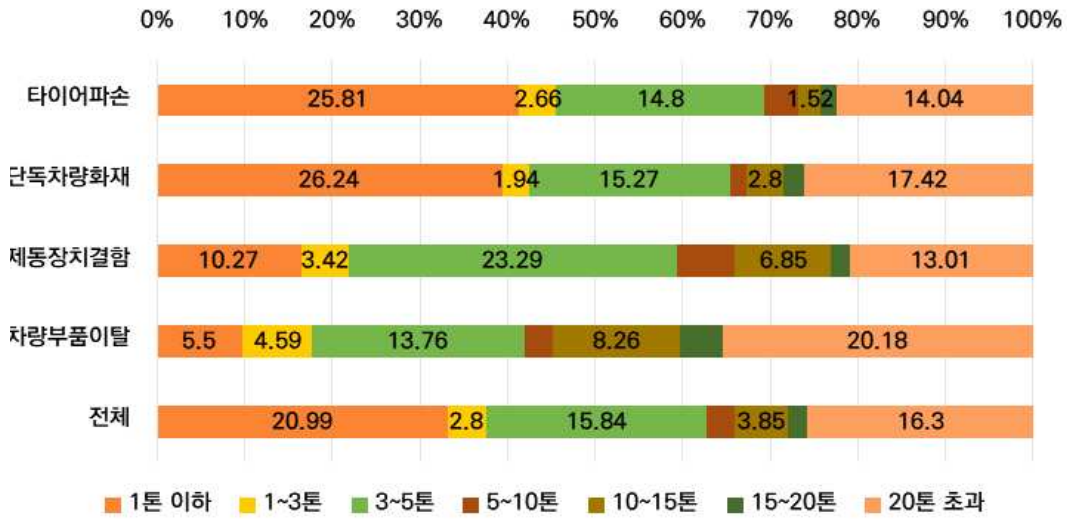


※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

화물차의 차량결함으로 인해 발생한 사고를 차량 규격별로 분석한 결과 1톤 이하의 차량에서는 타이어파손, 단독차량화재와 같은 사고가 많았다. 하지만 3~5톤의 중형 화물차는 제동장치의 결함으로 인해 사고발생 비중이 높았다. 이것은 제때 정비를 하지 않은 것이 원인으로 판단되며, 20톤 이상의 대형 화물차는 차량부품 이탈로 인한 사고발생 비중이 높았다. 대형 화물차는 차체가 무겁고 운송하는 화물이 무거우므로 차량

의 부품이 부서질 가능성이 크다.

[그림 4-1-13 고속도로 화물차 차량결함에 따른 사고현황]

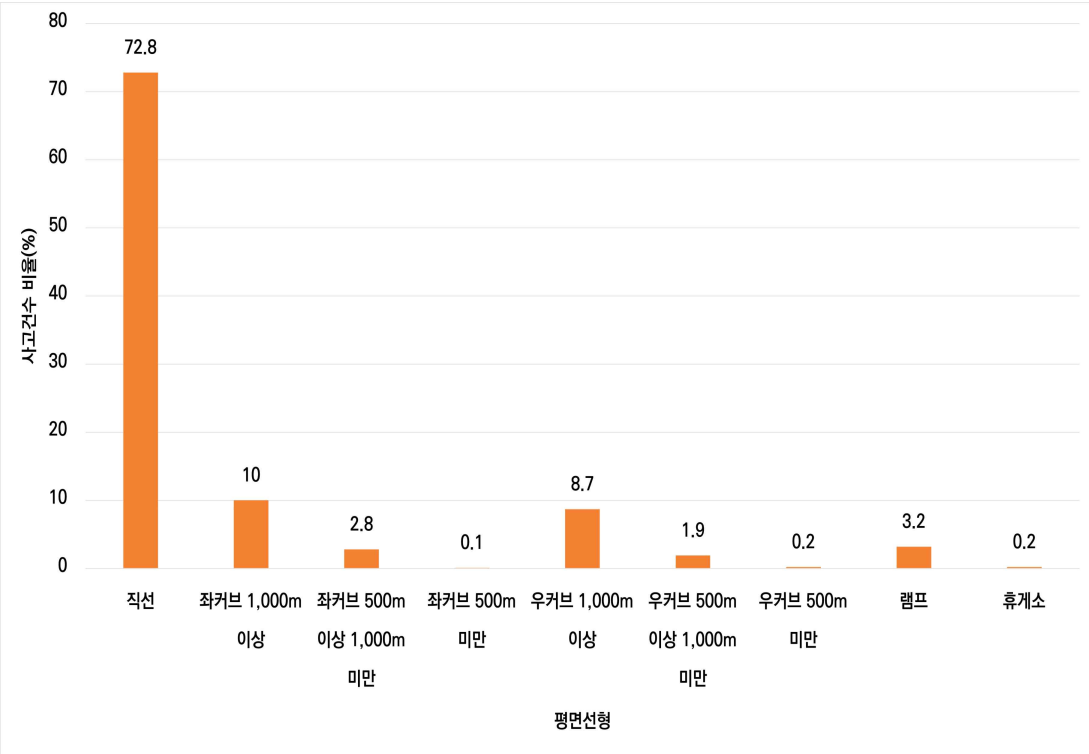


※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

다) 도로요인 교통사고 현황 분석

고속도로 사망사고의 도로요인에 의한 교통사고 현황을 분석한 결과 평면선형이 직선일 때 사망사고가 가장 많이 발생하였다. 곡선구간에서는 상대적으로 우커브 보다 좌커브에서 사고가 자주 발생하며, 좌·우 커브 모두 곡선반경이 커질수록 사망사고 발생 비율이 증가하였다. 이것은 고속도로 특성상 대부분의 선형이 직선구간이 많기 때문으로 판단된다.

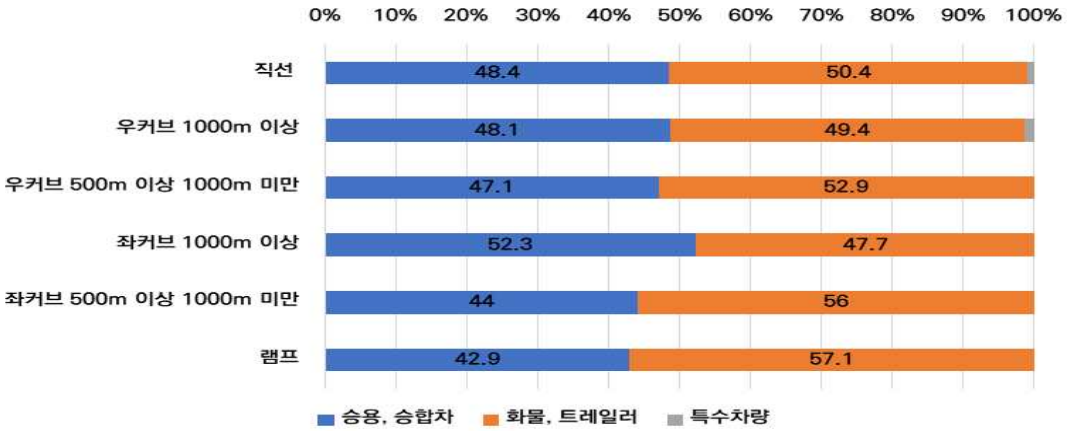
[그림 4-1-14 고속도로 기하구조에 따른 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

평면선형별 원인차종에 따른 사망사고 분석결과 좌커브 1,000m 이상을 제외한 모든 선형에서 승용차, 승합차보다 화물, 트레일러에 의한 사고발생 비중이 더 높았다.

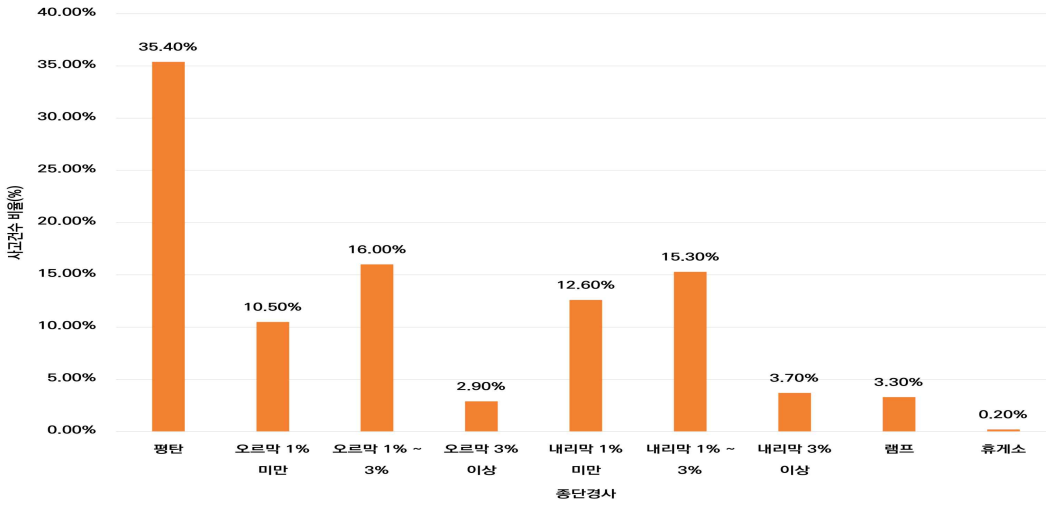
[그림 4-1-15 고속도로 곡선반경에 따른 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

사망사고의 종단경사별 특성을 분석한 결과, 고속도로 사망사고가 가장 많은 경사는 도로가 평탄할 때이며, 오르막 1% 이상 3% 미만, 내리막 1% 이상 3%미만, 내리막 1% 미만, 오르막 1% 미만 순이었다. 오르막보다 내리막에서 사망사고 발생 비율이 높은 것은 오르막보다는 내리막이 차량의 속도 제어가 더 어렵기 때문으로 판단된다.

[그림 4-1-16 고속도로 종단경사에 따른 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

라) 기간별 교통사고 현황 분석

고속도로 교통사고는 휴가철인 7~8월에 가장 많이 발생하며 사망사고 또한 많고, 사망사고는 특히 10월에도 많이 발생하는데 가을 행락철의 영향으로 판단된다.

[그림 4-1-17 고속도로 월별 교통사고 및 사망자 현황]

※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

7월과 8월은 과속으로 인한 사고건수와 사망자가 많으며 장마철 비로 인한 노면의 물고임이 원인으로 판단된다. 7월과 8월에 차량결함 사고도 많이 발생하는데 뜨거운 햇빛과 높은 노면 온도로 인해 타이어파손이나 휴가철 교통량 증가로 판단된다. 3월과 8월은 포트홀 사고발생 비율이 높은데 3월에는 겨울철 눈이 녹아 도로에 물이 스며들고 8월은 장마철 비로 인해 많은 양의 물이 도로 포장에 흡수되어 포트홀이 생성된다. 1월과 12월은 주시태만 및 졸음으로 인한 사망사고가 많이 발생하는데 겨울철 추운 날씨로 인한 차량 난방 장치 가동으로 인해 운전자의 졸음을 유발하는 것이 원인이다.

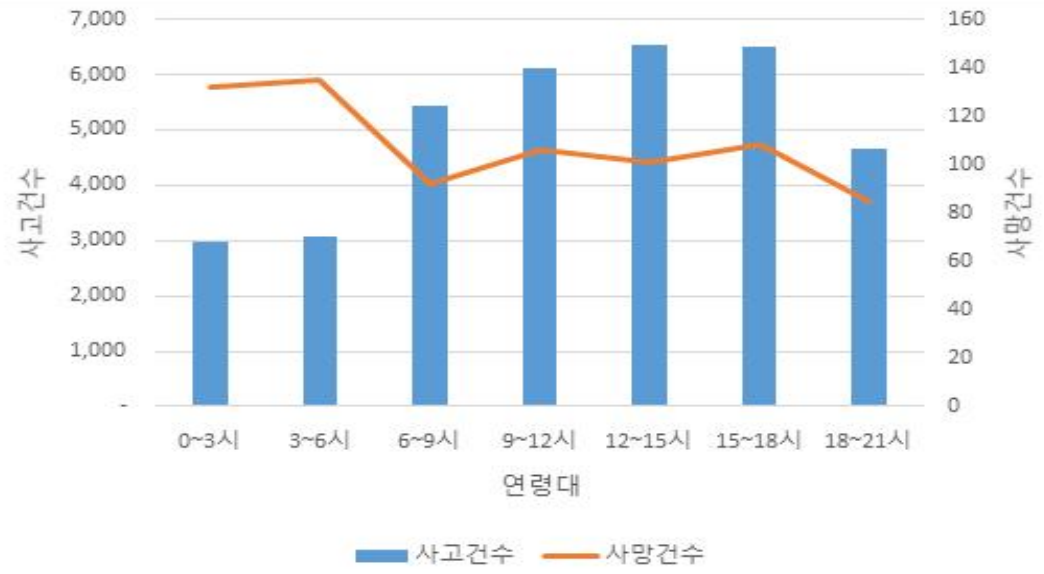
요일별 사고건수와 사망자는 평일에 많이 발생하였으며 그 중 월요일이 가장 많다. 평일에는 주시태만과 졸음으로 인한 사고발생 비율이 많고, 주말에는 교통량이 많아 승용차, 승합차의 사고발생 비율은 높고, 그 중 안전거리 미확보로 인한 교통사고가 많이 발생하였다.

[그림 4-1-18 고속도로 요일별 교통사고 현황]

※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

교통사고 건수가 많은 시간대는 교통량이 가장 많은 12~18시 이나, 사망사고는 새벽 및 야간에 많이 발생하였다. 6~9시는 램프에서의 사고발생 비율이 높고 과속으로 인한 사고발생 비율이 높았다. 3~6시, 18~21시는 톨게이트에서의 사고발생 비율이 높은 시간대로 화물차의 업무 시간대와 연관이 있을 수 있다. 심야시간대인 0~6시는 동물침입으로 인한 사고 및 주시태만 및 졸음으로 인한 사고발생 비중이 높은 것으로 나타났다. 주간에는 차량의 진출입이 많은 램프에서의 사고발생 비중이 높으며, 야간에는 본선에서의 사고발생 비중이 주간보다 더 높았다. 심야시간대는 화물차로 인한 사고발생 비율이 높았다.

[그림 4-1-19 고속도로 시간별 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

마) 날씨에 따른 사고현황 분석

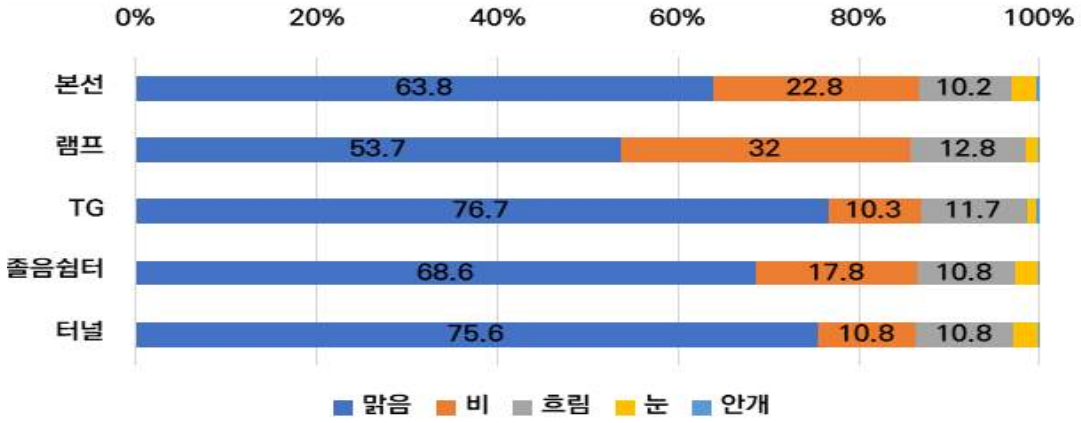
날씨에 따른 고속도로 사고건수나 사망자는 맑은 날이 가장 많고, 비 오는 날 사고는 22.1%, 흐린 날 사고는 10.8%, 눈 오는 날 사고는 2.4%로 나타났다.

[그림 4-1-20 고속도로 날씨별 사고현황]

※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

비가 오는 날은 램프에서 사고가 많이 발생하며 곡선반경이 작아 노면 미끄러짐으로 인해 발생한다. 상대적으로 터널이나 톨게이트는 날씨의 영향을 적게 받는 것으로 나타났다.

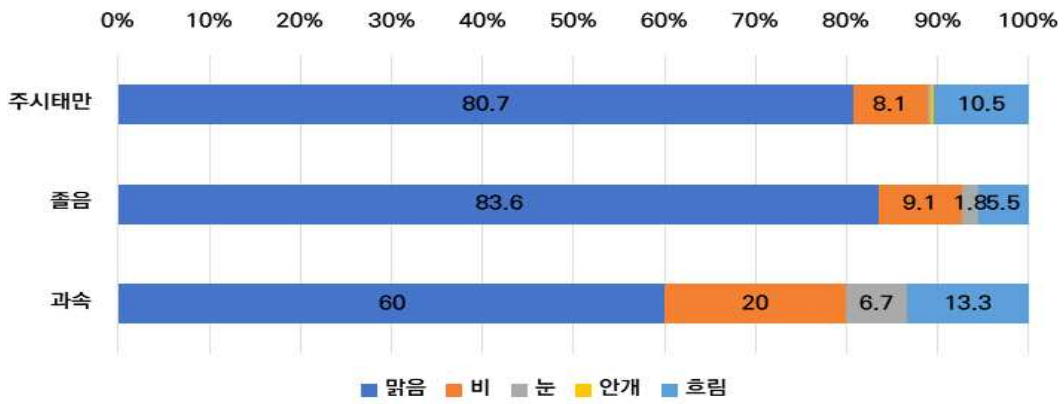
[그림 4-1-21 고속도로 날씨에 따른 위치별 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

비나 눈이 오는 날은 과속으로 인한 사고발생이 많은데 노면이 젖어있어 고속으로 주행 시 미끄러짐이 주요 요인이다. 상대적으로 주시태만이나 졸음으로 인한 사고발생은 낮은데 이것은 기상악화로 인해 운전자의 긴장을 유도하여 졸음을 줄이기 때문이다.

[그림 4-1-22 고속도로 날씨에 따른 운전자요인 사고현황]

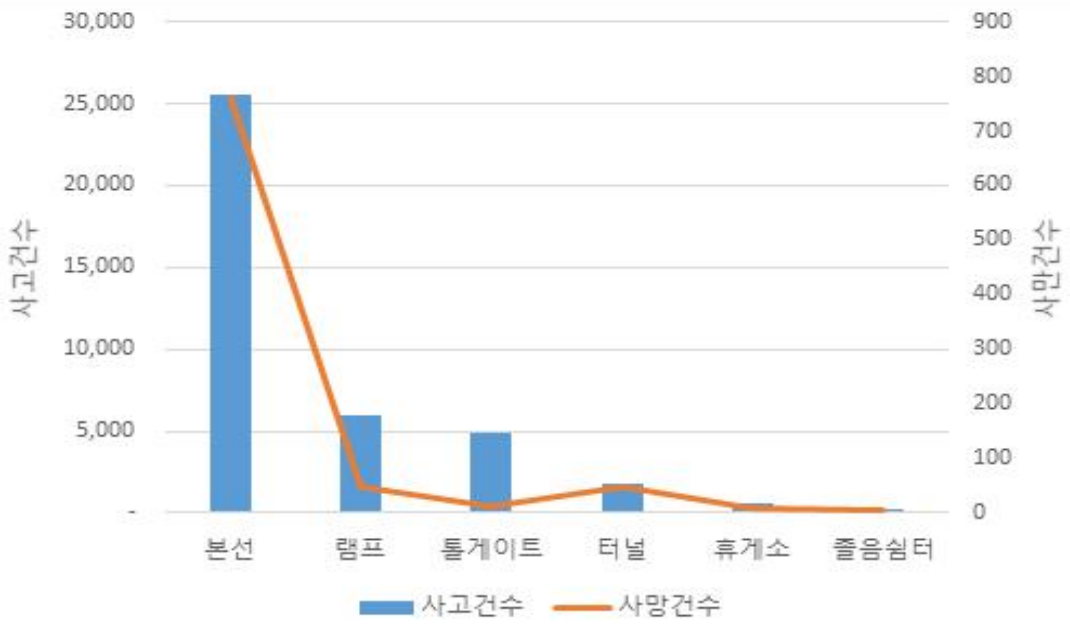


※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

바) 고속도로 위치별 사고현황 분석

고속도로 교통사고는 본선에서 사고가 대부분(65.3%)이며 사망자(86.3%)도 가장 많았다. 사고원인별 발생지점에 따른 사망사고는 주시태만, 졸음, 과속 모두 본선에서 사망사고가 가장 많이 발생하였다. 주시태만 및 졸음으로 인한 사망사고는 램프보다 터널에서 더 많이 발생한 것으로 나타났다.

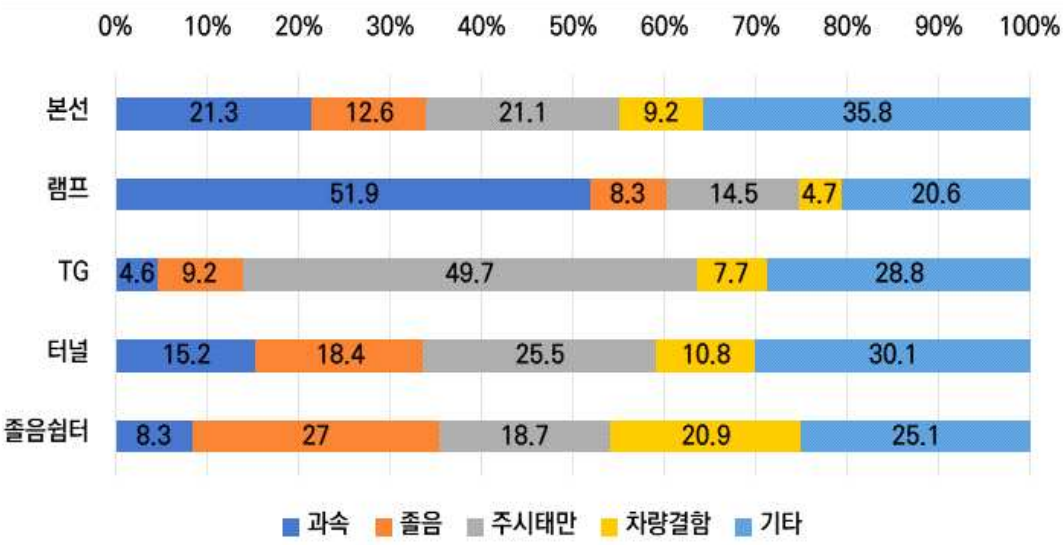
[그림 4-1-23 고속도로 위치별 사고현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

램프 내에서의 사고요인은 과속이며 램프의 급격한 경사 및 곡선은 차량이 고속으로 주행할 때 차로를 이탈할 가능성이 크기 때문이다. 터널 및 톨게이트에서의 사고요인은 주시태만 및 졸음으로 인해 발생하였다. 톨게이트에서는 화물차, 트레일러로 인한 사고발생 비중이 높으며, 톨게이트의 좁은 통로와 화물차, 트레일러의 큰 차체가 원인일 가능성이 있다. 터널은 2차사고 및 정체후미추돌 사고발생 비율이 다른 지점보다 높았다.

[그림 4-1-24 고속도로 위치에 따른 원인별 사고현황]

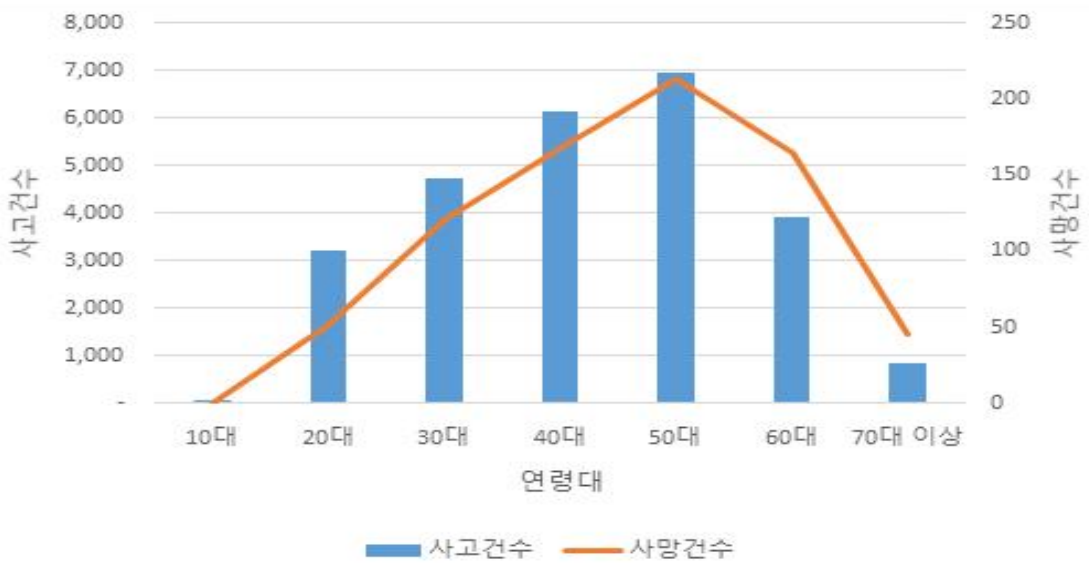


※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

사) 성별, 연령별 사고현황 분석

고속도로 교통사고는 남성 운전자가 여성 운전자보다 상대적으로 많아 남성 운전자에 의한 사고발생 비율이 84.2%로 많았다. 사망사고 또한 사고건수와 마찬가지로 남성 운전자에 의한 사망사고가 많이 발생하였다. 연령대별 사고건수는 50대 운전자가 가장 많고(17.8%), 40대>30대>60대 순이었고 사망자도 이와 유사한 분포를 나타냈다.

[그림 4-1-25 고속도로 연령별 교통사고 현황]



※ 자료 : 고속도로 교통사고 통계자료 도표화 (한국도로공사, 2022)

제 2 절 IC 진출입로의 안전시설 영향분석

군집분석을 통해 분류된 5개의 유형의 IC중에서 분석하고자 하는 대상 IC는 설계속도 100km, 4차로, 교통량 34,000대, 서비스수준 A~D인 유형1 집단이다. 가장 일반적인 도로조건으로 표본수가 119개로 통계분석에 적합한 대상으로 선정하였다.

[표 4-1 군집분석 현황]

유형	설계속도	차로수	교통량	서비스수준	IC갯수
1	100	4	10,000~100,000	A~D	119
2	100	6 ~ 8	30,000~150,000	A~D	38
3	100	6 ~ 10	10,000~100,000	C~F	23
4	110	4	10,000~100,000	C~F	43
5	110	8 ~ 12	100,000~200,000	C~F	10

대상 IC의 진출입로에 설치된 시인성과 관련된 도로·교통 안전표지판을 네이버지도(2019.2월 기준)를 활용하여 조사하였다. IC의 진출입로에 설치된 시인성과 관련된 도로·교통 안전표지판은 감속표지, 갈매기 표지, 장애물표지 등 해당노선의 IC에 따라 다양한 종류가 설치되어 있다. 선정된 IC의 진출입로에 설치된 시인성과 관련된 도로·교통 안전표지판은 평균 24개가 설치되어 있으며 많이 설치된 구간은 56개소이며 평균적으로 27개가 설치되어 있다. 적게 설치된 구간은 63개소이며 평균 20개가 설치되어 있으며 현황은 다음과 같다.

[표 4-2 고속도로 IC에 설치된 도로·교통 안전시설 현황]

구분	IC 개소	안전시설 평균 갯수	범위	비고
많은 구간	56	27	24~36	
적은 구간	63	20	12~23	

[그림 4-2-1 고속도로 IC에 설치된 도로·교통 안전시설 현황]

시인성 안전시설이 적은 구간	시인성 안전시설이 많은 구간

대상 IC를 선정한 후 진출·입 구간에 설치된 도로·교통 안전표지판의 개수를 조사하였다. 독립표본 t-test를 통해 서로 다른 두 집단의 평균 차이가 유의한지 확인하기 위해 분석 1의 비교그룹 방법은 도로·교통 안전표지판이 많이 설치된 구간과 적게 설치된 구간의 교통사고 발생률을 분석하였다.

최근 5년간 2017~2021년 해당 IC의 진출입로에서 발생한 교통사고 건수를 조사하였다. 그중 운전자 요인에 의한 사고는 총 133건이었으며, 도로·교통 안전표지판이 많은 구간과 적은 구간의 교통사고 발생률이 차이를 나타내는지 확인하고자 독립표본 t-test를 시행하였다. 도로·교통 안전표지판이 많은 구간의 교통사고는 평균 0.22건(SD=0.51)으로 나타났고, 도로·교통 안전표지판이 적은 구간의 교통사고는 평균 0.20건(SD=0.50)으로 분석되었다. 이러한 차이가 유의한지 확인하기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과, t=0.339 (p=0.74 > 0.05)로 나타나 두 그룹의

교통사고 발생률 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 시인성과 관련된 IC 진출입로 구간의 도로·교통 안전표지판 설치 과소는 통계적으로 교통사고 발생률에 차이가 없는 것으로 분석되었다.

[표 4-3 안전시설 t-test 분석결과]

구분	많은 구간(n=335)		적은 구간(n=260)		t
	평균	표준편차	평균	표준편차	
안전표지판	0.22	0.51	0.20	0.50	0.339

*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

다음으로 IC의 진출입로에 설치된 도로안내 표지판과 시인성과 관련된 도로·교통 안전표지판을 함께 분석하였다. 평균 31개가 설치되어 있으며 많이 설치된 구간은 38개소이며 평균적으로 37개가 설치되어 있다. 적게 설치된 구간은 81개소이며 평균 28개가 설치되어 있으며 현황은 다음과 같다.

[표 4-4 고속도로 IC에 설치된 안내표지 + 안전시설 현황]

구분	IC 개소	표지판 평균 갯수	범위	비고
많은 구간	38	37	33~45	
적은구간	81	28	21~32	

최근 5년간 2017～2021년 해당 IC의 진출입로에서 발생한 교통사고 건수를 조사하였다. 도로·교통 안전표지판이 많은 구간과 적은 구간의 교통사고 발생률이 차이를 나타내는지 확인하고자 독립표본 t-test를 시행하였다. 도로·교통 안전표지판이 많은 구간의 교통사고는 평균 0.24건(SD=0.56)으로 나타났고, 도로·교통 안전표지판이 적은 구간의 교통사고는 평균 0.20건(SD=0.47)으로 분석되었다. 이러한 차이가 유의한지 확인하기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과, t=0.963 (p=0.34 > 0.05)로 나

타나 두 그룹의 교통사고 발생률 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 시인성과 관련된 IC 진출입로 구간의 도로·교통 안전표지판 설치 과소는 통계적으로 교통사고 발생률에 차이가 없는 것으로 분석되었다.

[표 4-5 전체시설 t-test 분석결과]

구분	많은 구간(n=185)		적은 구간(n=410)		t
	평균	표준편차	평균	표준편차	
안전표지판	0.24	0.56	0.20	0.47	0.963

*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

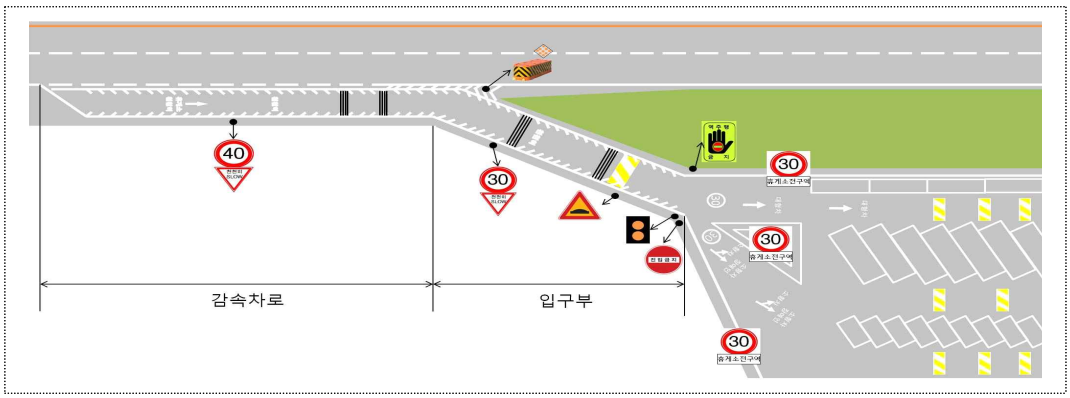
[가설검정]

IC 진출입로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 많은 구간과 적은 구간은 교통사고 발생률에 차이가 없다.

제 3 절 휴게소 진입로의 안전시설 영향분석

분석 2의 단순 사전·사후 분석 방법은 휴게소 진입부의 도로·교통 안전시설이 설치 전과 설치 후의 교통사고 발생률을 분석하였다. 2014년을 기준으로 설치 전 2011~2013년의 교통사고와 설치 후 2015~2017년 교통사고 발생률을 조사하였다. 한국도로공사는 고속도로 휴게소 내 교통사고를 줄이기 위해 2014년 안전시설물을 대폭 확충하였다. 모든 고속도로 휴게소 감속차로부, 입구부에 진입차량 감속유도 표지판 설치했으며, 차량의 바퀴 울림현상을 발생시켜 졸음운전과 과속방지에 효과가 있는 '노면요철(그루빙)'시설을 설치하였다. 이 밖에「속도감속 유도차선」,「과속방지턱」,「점멸식 신호등」,「속도제한노면표시」등의 안전시설물을 설치하였다. 휴게소 진입부에 설치되는 과속방지턱은 실물로 설치할 경우 급정거에 따른 후속사고 우려가 있어 도색형태로 설치하였다.

[그림 4-3-1 휴게소 안전시설 설치도]



감속차로부 40km/hr

입구부 30km/hr

광장부 30km/hr

휴게소 도로·교통 안전표지판을 보완한 2014년을 기준으로 설치 전 3년(2011~2013년)과 설치 후 3년(2015~2017년)간 170개소의 휴게소 진입로 구간에서 발생한 교통사고 건수를 조사하였다. 그중 운전자 요인에 의한 사고는 설치 전 총 393건이었으며, 설치 후 사고는 총 287건이었다. 도로·교통 안전표지판 추가 설치 전과 후의 교통사고 발생률이 차이를 나타내는지 확인하고자 대응표본 t-test를 시행하였다.

휴게소 진입부의 도로·교통 안전표지판을 보완 설치하기 전 교통사고는 평균 0.77건(SD=1.04)으로 나타났고, 도로·교통 안전표지판을 추가 보완 설치 후 교통사고는 평균 0.56건(SD=0.87)으로 분석되었다. 이러한 차이가 유의한지 확인하기 위해 대응표본 t-test를 실시한 결과, t=3.924 (p=0.0001 < 0.001)로 나타나 추가 보완 전과 후의 교통사고 발생률은 차이가 있는 것으로 확인되었다. 즉 휴게소 진입로 구간의 시인성과 관련된 도로·교통 안전표지판 추가 설치는 통계적으로 교통사고 발생을 감소시키는 것으로 분석되었다.

[표 4-6 휴게소 t-test 분석결과]

N=510

구분	설치 전(2011~2013)		설치 후(2015~2017)		t
	평균	표준편차	평균	표준편차	
안전표지판	0.77	1.04	0.56	0.87	3.924***

*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

[가설검정]

휴게소 진출입로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설 설치 증가는 교통사고 발생률을 감소시킨다.

제 4 절 교통사고 예방을 위한 개선대책

다음으로 4장 1절에서 분석한 고속도로 교통사고 요인들을 바탕으로 시인성 관련 도로·교통 안전시설이외에도 교통사고를 효과적으로 예방할 수 있는 다양한 국외사례에 대하여 조사하였다. 이를 통해 정체되어 있는 교통사고 감소율을 상당부문 감소시키는 대안으로 적용할 수 있을 것이다.

1. 주시태만 교통사고 예방대책

운전자 과실 중 주시태만으로 인해 발생하는 교통사고 예방대책으로 Wider Edge Lines이나 Raised Pavement Marker가 있다. 미국의 경우 Wider Edge Lines은 도로 가장자리 차선의 너비를 넓혀 가시성을 향상하는 기법으로 차선이 존재하는 모든 유형의 도로에 설치할 수 있으며, 특히 지방부 2차로 고속도로에서 효과적이라 할 수 있다. 미국의 일반적인 차선의 너비는 4인치로, 폭이 넓은 차선은 최소 6인치 이상으로 차선을 운영하고 있다. 가장자리 차선의 폭 확대가 사고에 영향을 미치는 효과를 분석한 연구결과 FHWA에서는 지방부 2차로 고속도로에 Wider Edge Lines 기법을 적용하여 사망사고 및 부상사고 37% 감소하였다. 또한, 충돌로 인한 사망자 수 및 부상자 수 22% 감소하였고, Benefit-Cost Ratio가 약 25 : 1이며, 다른 시설물에 비해 상대적으로 비용이 저렴한 것으로 나타났다.

Wider Edge Lines의 효과를 분석한 연구에 따르면, 기존보다 밝은 포장 표시는 운전자의 집중력에 영향을 미치지 않으나, 가장자리 차선의 폭을 넓히는 것은 운전자의 집중력이 향상되는 효과가 있었다. 비가 오는 날에 가시거리 증가 효과가 맑은 날보다 더욱 우수한 것으로 나타났다. 아이오와 주립대학교 CTRE(Center of Transportation and Resea

rch Education)의 연구에 따르면 4인치 차선을 설치하는 비용은 1피트당 약 $0.1이며, 6인치 차선의 경우 약 $0.15이었다. 캔자스주는 편익-비용을 분석한 결과 사망 및 경미한 부상사고 데이터 활용 시 비용 $1당 $43.96의 편익 발생하였다.

[그림 4-4-1 주시태만 관련 예방대책 (Texas Transportation Institute)]

※ 자료 : Texas Transportation Institute 홈페이지

Raised Pavement Marker는 차선 구분, 차선 가장자리에 설치하며, 운전자의 시선을 유도하기 위한 시설물이다. 반사 마커가 부착되어있어 야간 및 악천후 시 효과적이며, 운전자가 Raised Pavement Marker가 설치된 차선을 넘을 경우 자동차 헤드라이트의 불빛을 반사하여 경고한다. 일반적인 Raised Pavement Marker는 제설차량에 의해 파손될 우려가 있으나, 이를 방지하기 위해 Snowplowable Raised pavement Marker를 활용한다. Raised Pavement Marker의 설치비용은 개당 $2~$9이며, Snowplowable Raised Pavement Marker의 설치비용은 개당 $24~$38이다. 조지아주에 662개의 Raised Pavement Marker를 설치하여 효과를 분석한 연구에 따르면, 야간에 발생하는 사고가 주간에 발생하는 사고에 비하여 22% 감소하였다. 미국 ATSSA(American Traffic Safety Services Association)에서 지방부 2차로 도로에 Raised Pavement Marker를 설치하여 효과를 분석한 결과, 사고빈도가 설치 전보다 3% 감소하였고, 비가 오는 날 야간에 발생한 사고가 24~33% 감소하였다. 미국 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)에서 진행한

연구에 따르면, Raised Pavement Marker는 사고 감소에 유의미한 영향을 주었다. 오하이오주에서 진행된 효과 분석 결과, 사고 9% 감소, 부상사고 15% 감소하였다. 뉴저지주에서 지방부 2차로 도로에 Raised Pavement Marker 설치 후 효과를 분석한 결과, 야간에 발생하는 사고가 현저히 감소하였다. 미국 NYCDOT(New York City Department of Transportation)에서 실시한 Raised Pavement Marker 안전 평가 결과는 전체사고 7% 감소하였으며, 야간사고 26% 감소하였다.

2. 졸음운전 교통사고 예방대책

다음으로 교통사고가 많이 발생하는 졸음운전 사고에 대한 예방대책으로 대표적인 국외 사례는 Longitudinal Rumble Strip 및 SafetyEdge이다. Longitudinal Rumble Strip은 차량이 주행차로를 벗어났다는 사실을 진동과 소리를 통해 운전자에게 알리기 위해 사용하며, 주로 갓길, 가장자리선 및 중앙선에 설치한다. 감속을 유도하기 위해 설치하는 일반적인 Rumble Strip과 달리 Longitudinal Rumble Strip은 주시태만, 졸음으로 인한 도로 이탈 등의 사고를 예방하기 위해 사용하였다. FHWA에서 Longitudinal Rumble Strip 설치 위치별로 효과를 분석한 연구결과 중앙선에 설치된 Longitudinal Rumble Strip은 전체사고를 감소시키는 효과가 있었다.

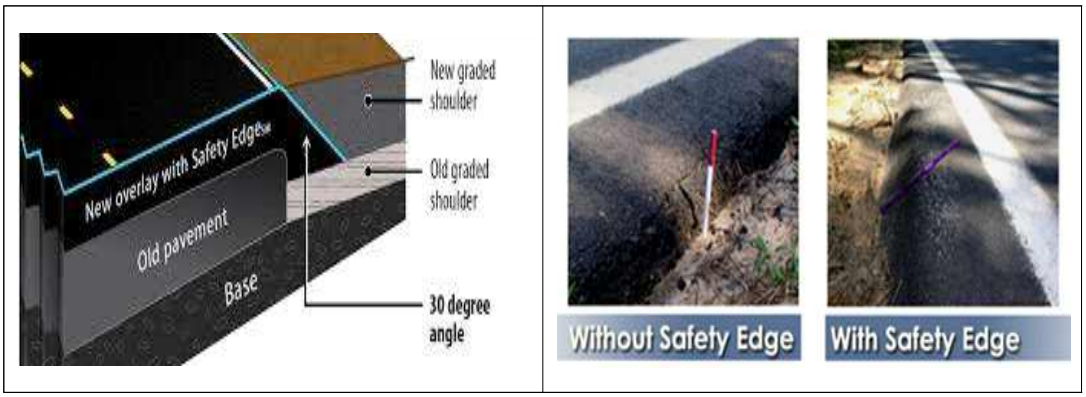
[그림 4-4-2 Longitudinal Rumble Strip (Missouri DOT)]

※ 자료 : Missouri DOT 홈페이지

길어깨에 설치된 Longitudinal Rumble Strip은 단독 차량에 대한 사고를 감소시키는 효과가 있었다. 또한, 미국 7개 주 지방부 2차로 도로에 설치된 Longitudinal Rumble Strip의 효과를 분석한 결과 전체사고 중 사고빈도 12%, 부상사고 14% 감소하였다. 정면충돌과 측면 추돌로 인한 사고빈도 21%, 부상사고 25% 감소하였다. 캘리포니아주와 일리노이주에서 길어깨에 설치된 Longitudinal Rumble Strip의 효과를 분석한 결과, 사고빈도가 21% 감소하였으며, 부상사고가 7% 감소하였다.

Safety Edge는 기존 수직으로 형성된 도로 가장자리를 30° 각도로 포장하는 기법으로, 운전자의 부주의로 인하여 차량이 차로를 이탈하였을 때 주행 차로로 원활히 복귀하는 데 도움을 준다. 수직으로 형성된 도로의 가장자리는 차량이 주행 차로를 이탈했다가 복귀하는 과정에서 차량 제어를 방해하여 사고를 유발한다. 도로 이탈로 인한 사고는 다른 유형의 사고보다 사망률이 4배 높다. 기존 포장 위에 아스팔트를 재포장하여 설치할 수 있으며, 포장의 내구성 또한 향상되기 때문에 경제성이 좋으며, FHWA에서 미국 5개의 주로부터 SafetyEdge를 설치한 도로의 2005년~2015년까지의 데이터를 수집하여 안전성을 평가한 결과, 도로 이탈로 인한 사고가 21% 감소, 사망사고가 11% 감소하였다. 고속도로의 부체도로 또는 일반도로에 적용하면 효과적이라고 판단된다.

[그림 4-4-3 Safety Edge]

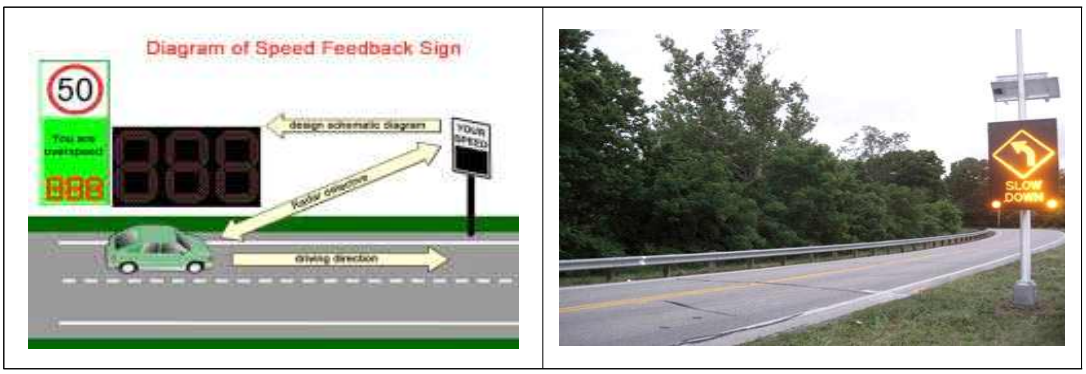


※ 자료 : Missouri DOT 홈페이지

3. 과속운전 교통사고 예방대책

교통사고가 많이 발생하는 과속운전 사고에 대한 예방대책에 대해 조사하였다. Speed Feedback Sign은 접근하는 차량의 감속을 유도하기 위해 차량의 현재 주행속도와 도로의 제한속도를 운전자에게 제공하는 장치로 주로 곡선구간 진입 전에 설치하여 활용한다. 루프 검지기 또는 레이더로 구성된 속도 측정 장치를 활용하여 접근하는 차량의 속도를 검지하고 표출한다. 차량이 접근하는 “YOUR SPEED XX” 또는 “SPEED LIMIT XX”라는 메시지를 표출하며, 제한속도를 초과하는 차량이 접근하면 “SLOW DOWN”, “TOOFAST”와 같은 메시지 또는 곡선구간 경고 아이콘을 표출하여 경고한다. 아이오와주에서는 지방부 2차로 도로 중 곡선구간에 Speed Feedback Sign을 설치하여 차량의 주행속도와 교통사고에 미치는 효과를 분석하였다. 일 평균 교통량이 2,000대 미만이고 제한속도가 50~70마일에 해당하는 구간을 22개 선정하여 분석을 진행하여 Speed Feedback Sign을 설치하기 전 대상구간을 주행하는 차량의 평균 속도와 설치 1개월 후, 12개월 후, 24개월 후 속도를 비교하여 분석하였으며, 그 결과 대부분 구간에서 속도가 감소하였다.

[그림 4-4-4 과속운전 관련 예방대책]



※ 자료 : Iowa state University 홈페이지

Speed Feedback Sign 설치 이후 발생하는 사고가 약 7% 감소하였다. High Friction Surface Treatment는 도로 표면의 마찰력을 높여 차량의 미끄러짐을 방지하기 위한 재포장 기법으로 도로 환경에 미치는 영향이 미미하고 몇 시간 이내로 적용할 수 있는 것이 특징이다. 일반적으로 비로 인해 도로가 젖어있는 곡선구간에서 차량의 이탈을 방지하기 위해 미국 전역에서 사용되고 있다. 예상 수명 주기는 10년이나, 기포장된 도로 위에 설치하기 때문에 기존 포장구조가 불안정하다면 수명주기가 단축되어 조기 파손이 발생할 수 있다. 미국 사우스캐롤라이나 교통국에서 비, 눈, 안개 등 악천후가 잦은 US 25도로 중 특정 구간에 High Friction Surface Treatment를 설치하여 효과를 분석한 결과 총사고 56% 감소하였고, 젖은 노면으로 인한 사고 68% 감소하였다. 미국 Kentucky Transportation Cabinet에서 곡선구간, 램프 구간 중 사고가 자주 발생하는 30개의 구간을 선정하여 High Friction Surface Treatment를 설치한 이후 효과를 분석하였는데, 그 결과 곡선구간에서 발생하는 전체사고는 73% 감소하였으며 램프 구간에서 발생하는 전체사고는 78% 감소하였다. 미국 사우스다코타주(State of South Dakota)에서는 겨울 눈으로 인한 미끄러짐 사고를 방지하기 위하여 High Friction Surface Treatment를 설치하였다. 2017년 15개 지점에 설치하여 운영한 결과, 전체사고는 약 78% 감소하였고, 편익-비용 비가 12:1로 약 1,800만 달러의 사회적 비용을 절감하였다.

4. 터널관련 교통사고 예방대책

대형 교통사고가 많이 발생하는 터널은 일반 도로보다 상대적으로 충돌이 많이 발생하지 않으나, 후방, 측면 및 차선 변경에 의한 충돌이 많이 발생하고 비교적 낮은 심각도의 충돌이 여러 차량과의 충돌 및 화재로 이어져 높은 심각도 충돌이 발생할 수 있다. 터널 진입 시에 밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어갔을 때 발생하는 암순응으로 인해 블랙홀

현상이 발생할 수 있다. 반대의 경우 어두운 환경에서 터널 외부의 강한 눈부심을 동반하는 화이트홀 현상 또한 쉽게 발생할 수 있으므로 이에 대한 예방대책이 필요하다. 또한, 터널 내부에서의 조명 노후화에 대한 예방대책이 필요하다. 단조로운 터널 운전에 변화를 주기 위해 활용되는 Pace Maker Light는 일정 간격으로 설치하며, 순차적으로 점멸하여 운전자에게 터널의 진행 방향을 인지시키고 터널 내 차량들의 평균 속도에 따라 다른 색으로 점멸한다. Pace Maker Light는 40, 60, 80km/h의 속도에 따라 세 가지색으로 점멸되며, 만약 터널 내 평균 속도가 80km/h 이상일 경우 점멸 속도가 느려지고 붉은색으로 점등되어 운전자의 감속을 유도한다.

[그림 4-4-5 터널 관련 예방대책 (Pace Maker Light)]

Turkey Eurasia Tunnel	Australian Burnley Tunnel

※ 자료 : Iowa state University 홈페이지

5. 날씨관련 교통사고 예방대책

운전자의 가시성을 개선하기 위해 노후화된 나트륨 램프를 LED 램프로 교체하는 방법으로 터널 조명등은 기존에 나트륨등을 사용했으나, 조명의 수명과 밝기를 고려하여 최근 LED 조명등의 활용이 증가하고 있다. 나트륨등에서 LED로 교체하면 터널 전력사용량은 26.1~59.6% 감소, 수명은 약 3배 정도 증가하며, 밝기 또한 증가한다.

그 밖에도 Variable Speed Limit로 실시간 교통, 도로 또는 기상 조건에 따라 제한속도를 달리 안내하는 장치로 주로 도로 혼잡, 악천후 등 상황에서 사고를 예방하기 위하여 설치하고 있다. 제한속도는 알고리즘에 따라 표출되며, 주별로 교통 조건 또는 기상 조건에 따라 제한속도를 달리 설정한다. 미국 와이오밍주에서는 기상 조건에 따라 제한속도를 관리하며, 워싱턴주에서는 교통 조건에 따라 제한속도를 관리한다. 미국 와이오밍주의 데이터를 활용하여 Variable Speed Limit의 효과를 분석한 연구에 따르면 후방 추돌사고가 65.2% 감소하였고, 물피사고가 28.8% 감소하였다. 영국 M25 고속도로에서도 교통 조건 및 기상 조건에 따라 Variable Speed Limit를 운영하고 있으며, 독일 #3고속도로에서도 교통 조건 및 기상 조건에 따라 Variable Speed Limit를 운영하고 있다. High Friction Surface Treatment는 도로 표면의 마찰력을 높여 차량의 미끄러짐을 방지하기 위한 재포장 기법으로 도로 환경에 미치는 영향이 미미하고 몇 시간 이내로 적용할 수 있다. 일반적으로 비로 인해 도로가 젖어있는 곡선구간에서 차량의 이탈을 방지하기 위해 미국 전역에서 사용하고 있다. 예상 수명 주기는 10년이나, 기포장된 도로 위에 설치하기 때문에 기존 포장구조가 불안정하다면 수명 주기가 단축되어 조기 파손이 발생할 수 있다.

[그림 4-4-6 날씨 관련 예방대책]

Variable Speed Limit	High Friction Surface

※ 자료 : Avelar et al. Developing Crash Modification Factors for Variable Speed Limit. FHWA)

6. 화물차관련 교통사고 예방대책

화물차관련 교통사고 예방을 위해 화물차 전용도로 또는 차로를 고려할 필요학 있다. 화물차 교통을 일반차량과 분리하여 안전성을 향상시키고, 교통류 흐름이 원활할 수 있도록 화물차만 이용할 수 있게 규정하는 것이다. 화물차 전용도로 또는 차로의 장점은 운영 효율성 측면에서는 화물차량 분리로 인한 통행속도 향상, 지체 감소 등 LOS 개선에 효과적일 것으로 기대할 수 있다. 화물차량과 일반차량의 상충을 감소시켜 대형 사고를 줄일 수 있다는 점에서 안전 측면의 장점도 있을 것으로 기대할 수 있다. 경제적 측면에서는 통행시간 단축으로 인한 화물 생산성 향상 효과와 정시성 제고를 통한 도로 신뢰성 향상 효과를 기대할 수 있다. 환경적 측면에서는 혼잡 감소에 도움이 되기에 배기가스 배출 감소 등에 대한 효과를 기대할 수 있다. 실제 화물차 전용도로가 적용된 사례는 많지 않으나 화물차를 물리적으로 구분할 것인지, 화물차 분리 목적이 무엇인지, 설치되는 구간의 특성이 어떤지 등에 따라 분류하고 있다. Nonexclusive Truck Lanes은 캘리포니아에서는 I-5 고속국도 2개 구간에서 Nonexclusive Truck lanes를 운영 중이다. 조지아

에서는 I-75 고속국도 약 38마일 구간에 화물차 등 영업용 차량이 배타적으로 이용할 수 있도록 허용된 차로를 2차로 규모로 계획하여 2030년 완공을 목표로 하고 있다. Dual-Dual Roadways는 뉴저지 Turnpike의 경우 1960년 이후로 분리대(Barrier) 설치를 통하여 여객 승용차 차량을 별도로 분리하였다. 뉴욕시티에서는 화물차량을 우측에서만 통행하도록 규제하여 그 외 차로에서 여객 승용차만 통행할 수 있도록 유도하였다. Truck Interchange Bypasses는 Truck Interchange Bypasses는 로스앤젤레스와 포틀랜드에서 운영 중이며, 합류 및 분류 지점에서의 위험요소와 혼잡을 최소화하기 위해 트럭차량 우회도로를 설치하였다. 미국 Transportation Research Board의 NCFRP(National Cooperative Freight Research Program)에서는 ① 고속도로 간의 합류지점, ② 고속도로 및 간선도로의 램프, ③ 고속도로와 간선도로의 합류지점 등에서 본 유형의 우회도로 설치를 권장한다. Truck Climbing Lanes는 국내에서도 오르막차로란 명칭으로 운영되고 있는 Truck Climbing Lanes는 록브리지 I-81 고속국도, 배드랜드스 Highway 60에서 운영 중이다. 비교적 저렴한 비용으로 오르막 구간의 화물차량을 분리하여 도로 효율을 높일 수 있다는 강점이 있으며, 화물운송 정도에 따라, 우측 한 개 또는 두 개 차로를 화물차량 오르막 차로로 지정하여 운영하고 있다.

제 5 장 결 론

제 1 절 연구결과의 요약

본 연구는 고속도로의 시인성과 관련한 도로·교통 안전시설물이 교통사고 발생률에 유의미한 영향을 미치는지를 알아보는 것이다. 이를 위해 고속도로 IC 구간과 휴게소 구간에 설치된 시인성과 관련한 도로·교통 안전시설물에 대해 그 효과를 확인하고 합리적인 정책 추진방향에 대한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하였다.

본 연구의 분석은 두 가지 파트로 나누어 검증하였다. 첫째는 '시인성 관련 도로·교통 안전시설물은 교통사고 발생률을 감소시키는 것인가?' 를 검증하기 위해 고속도로 IC구간의 진출입로에 설치된 다양한 종류의 시인성 관련 도로·교통 안전시설물과 교통사고 데이터를 수집하여 분석을 진행하였다. 둘째는 휴게소 구간에 설치된 시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 증설 시행 전・후의 데이터를 수집하여 분석을 진행하였다.

연구의 목적을 달성하기 위해 시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 도로교통법과 도로법을 검토하였으며, 교통사고 감소효과를 분석하는 방법에 대해서 알아보았다. 선행연구를 통해 시인성 관련 도로·교통 안전시설물에 대한 개별적인 효과를 검증한 자료들은 상당수 있었으나, 본 연구와 같이 종합적으로 시설물의 효과를 연구한 사례는 찾아볼 수 없어 연구가설을 만들고 실증 분석을 진행하였다.

시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 교통사고 발생률을 분석하기 위해 최근 5개년(2017~2021)의 고속도로 교통사고 발생률을 종속변수로 설정하고, 선행연구를 참고하여 통제변수로는 설계속도, 차로수, 교통량, 서비스 수준을 적용하였다.

실증분석을 통해 얻은 결과를 요약하면, 첫째 IC구간의 진출입로에 다양한 종류의 시인성 관련 도로·교통 안전시설물은 증가시켜도 교통사고 발생률에 영향을 미치지 않는다. 선행연구에서 도로안내표지판의 표기지명수와 운전자 반응시간 및 오류에 대한 시뮬레이션 결과는 운전자의 반응시간이 느려지고 오류율이 증가하는 결과가 나와 교통사고 발생률이 증가할 것으로 예측되었으나, 본 실증분석을 통해 나타난 결과는 교통사고 발생률이 증가하지는 않았다. 이는 운전자가 고속도로 IC구간의 진출입로에 필요한 도로안내표지의 정보만 받아들이고 다른 시인성 관련 안전표지판은 제대로 인지하지 않음으로써 반응시간이나 오류를 제어하고 있기 때문으로 추측된다. 이것을 통해 시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 무조건적인 설치 증가는 운전자에게 도움이 되지 않을 수도 있음을 제시하고 있다.

둘째, 휴게소 구간에 설치된 시인성 관련 안전시설물은 일관된 속도제한의 내용을 표출함으로써 교통사고 발생률을 감소시키는 유의미한 결과를 나타냈다. 고속도로 IC 구간의 도로안내표지와 다양한 시인성 관련 도로·교통 안전시설물과 달리 휴게소 구간은 그 내용이 단일하고 운전자의 의사결정에 혼선이 발생하지 않기 때문으로 판단된다. 이것은 개별적인 시인성 관련 안전시설물에 대한 선행연구의 결과와 동일하게 교통사고를 감소하는 결과를 보여준 것이다.

이를 통해 시인성 관련 도로·교통 안전시설물은 교통사고 예방대책으로 많이 설치하는 것이 운전자에게 도움이 되지 않을 수도 있음을 알 수 있었다. 다양한 내용을 운전자에게 제시하는 것은 오히려 정보처리가 어려워 주의태만으로 이루어 질 수 있기 때문이다. 주의가 필요한 구간에 동일한 내용으로 환기시키는 경우에는 교통사고 발생률을 감소시키는 결과를 나타내지만 그렇지 않은 경우 별 도움이 되지 않는다. 따라서, 고속도로 교통사고 발생률을 낮추는 대책으로 시인성 관련 도로·교통 안전시설물이 적합한 구간과 그렇지 않은 구간에 대해서는 다른 대책 마련이 필요하다.

정책은 한 번 수립·시행되면 쉽게 바꿀 수 없을 뿐만 아니라 국민의 삶과 질에 큰 영향을 끼치기 때문에 신중한 검토 및 다양한 접근이 필요하다. 본 연구를 통해 고속도로의 시인성과 관련한 도로·교통 안전시설물이 교통사고 발생률에 유의미한 영향을 미치는지를 실증적으로 분석함으로써 정책의 적정성을 확인해 보았다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구 과제

본 연구는 고속도로의 시인성 관련 도로·교통 안전시설물이 교통사고 발생률에 어떠한 영향을 주는지 실증적으로 분석을 시행하였다. 결과는 일반적인 트럼펫 IC 구간의 경우 시인성 관련 도로·교통 안전시설물은 다양한 안전표지와 도로안내표지로 인해 운전자의 주의를 환기시키기 어려워 교통사고 발생률을 감소시키는데 영향을 주지 않았다. 그러나 이와 반대로 휴게소 진입로 구간은 동일한 내용의 안전표지를 통해 운전자의 경각심을 고취시켜 교통사고 발생을 감소시켰다. 따라서 이를 고려하여 시인성 관련 도로·교통 안전시설물을 설치하는 정책을 추진해야 한다는 결과와 시사점을 도출하였음에도 불구하고 다음과 같은 연구수행의 한계를 가지고 있다.

첫째, 본 연구의 분석방법 1은 통제변수인 설계속도, 교통량, 차로수, 서비스 수준이 유사한 IC 구간의 시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 설치가 많고 적음에 따른 교통사고 발생률의 차이를 분석하였다. 그러나, 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 많이 설치된 구간은 과거 교통사고가 많이 발생하여 지속적으로 설치함에 따라 교통사고가 감소하였을 가능성이 있다. 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 적은 구간은 교통사고가 적게 발생하여 상대적으로 안전시설을 많이 설치할 필요가 없을 수 있다. 이런 경우에는 본 연구결과와 같이 시인성 관련 도로·교통 안전시설이 많은 구간과 적은 구간의 교통사고 발생률에 차이가 없을 수 있다. 또한, 교통사고는 그 이외에도 다양한 요소로 인해 발생될 수 있으므로 본 연구의 데이터 이외에 다른 변수들의 영향을 배제할 수 없기 때문에 교통사고 감소효과를 추정하는 비교그룹 방법이 갖는 근본적인 한계점을 내포하고 있다.

둘째, 본 연구의 분석방법 2는 휴게소 진출입구간의 시인성 관련 도로·

교통 안전시설의 설치 전과 후의 교통사고 발생률의 차이를 분석하였다. 그러나, 고속도로 교통사고는 지속적으로 감소하는 추세이므로 휴게소 진출입구간의 교통사고 또한 이러한 추세로 인해 교통사고 발생률에 차이가 있을 수 있다. 교통사고 감소효과를 추정하는 단순 사전·사후분석법이 갖는 근본적인 한계점을 내포하고 있다.

셋째, 본 연구는 고속도로에서 일반적으로 사용되는 트럼펫 IC와 휴게소 구간의 진출입로를 대상으로 분석하였으나 자료의 한계로 인해 좀 더 다양한 구간에 대해 분석하는 것은 한계가 있었다. 교통사고가 잦은 지역 등 고속도로의 다양한 구간에 대해서도 시인성 관련 도로·교통 안전시설물의 효과에 대한 확인이 필요하다.

넷째, 본 연구는 고속도로의 경우에서만 한정하여 확인하였으나, 일반국도나 도심지 도로 등 다양한 조건에서도 시인성 관련 도로·교통 안전시설물이 미치는 영향에 대해서도 확인할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 강찬모, 정연식, 장유진. (2019). 순서형 프로빗 모형을 적용한 고속도로 화물차 사고 심각도. 대한토목학회논문집, 39(3), 391-398.
- 강하늘, 안지혜, 박상혁, & 허선철. (2019). 2 차 사고 예방을 위한 IoT 안전 삼각대. 대한기계학회 논문집 C 권, 7(3), 157-162.
- 노관섭, 김용석. (1996). 시선유도표지의 시인성 및 설치간격에 관한 연구. 대한토목학회논문집, 16(3-3), 213-222.
- 권성대, 박제진, 남창규, 하태준. (2012). 시선유도시설 시인성 분석에 관한 연구. 대한토목학회논문집 D, 32(5D), 445-451.
- 박선진, 이순철, 이순열, 오주석, 노관섭 (2008), “도로안내표지의 정보량과 운전 외 행동이 도로안내표지 탐색반응에 미치는 영향”, 한국심리학회지, Vol 21, No 2, 225-243.
- 박규영, 이수범 (2006), “보행자 사고확률모형을 이용한 도로안전시설물의 효과도 추정”, 대한교통학회지 제24권 제4호, 55-65.
- 박규영, 김태희, 김성욱, 이수범 (2006), “도로안전개선사업의 공간적 범위에 따른 도로안전시설물의 효과도 비교”, 대한교통학회지 제24권 제4호, 31-42.
- 박준태, 김용석, 이수범. (2009). 로짓모델을 이용한 고령운전자 고속도로 교통사고 특성 분석 연구. 한국도로학회논문집, 11(4), 1-7.
- 박수진, 고승영, & 박호철. (2019). 도로기하구조가 기상상태에 따라 고속도로 교통사고 심각도에 미치는 영향 분석. 한국 ITS 학회논문지, 18(2), 12-28.
- 박지현. (2012). 차종과 운전자 과실유형에 따른 사고 심각도 요인 분

석, 석사학위논문 서울대학교 대학원.

- 박우근, 김현정, 백진경. (2009). 안전표지의 시인성 및 판독성 연구: 도로환경의 복잡도와 안전표지의 형태 및 내용에 따른. Journal of Integrated Design Research, 8(1), 97-112.

- 빈미영, 손슬기, 김준용, 채우리 (2020), “도심부 도로교통 안전표지를 고려한 도로유형별 교통사고분석 연구”, 대한교통학회지, 제38권 제5호, 390-403.

- 빈미영, 류시균, 지우석, 김채만, 김점산 (2012), “이용자 친화적인 교통안전시설”, 경기개발연구원, 제43호 1-21.

- 배민지, 정헌영, 고상선 (2019), “교통사고 발생유형별 영향요인 분석을 통한 교통사고 예방대책 수립방안 연구”, 대한교통학회지 제80회 학술발표회, 124-129.

- 신재만, 강남원, 박제진, 하태준. (2008). 서해안고속도로 구간별 교통사고 특성분성에 관한 연구. 대한교통학회 학술대회지, 59, 395-404.

- 서임기, 이기영, 이성관, & 박제진. (2012). 로짓모형을 활용한 고속도로 인적피해에 영향을 주는 요인분석. 한국 ITS 학회 논문지, 11(3), 102-111.

- 송은화(2017), “경부고속도로 최고속도 상향에 따른 교통사고 영향 분석”, 석사학위논문 중앙대학교.

- 이선영, 한상진, & 정연식. (2016). 순서형 프로빗 모형을 활용한 강우시 전국고속도로 교통사고 심각도 분석. 대한교통학회 학술대회지, 99-103.

- 이승신(2013), 시인성이 교통사고에 미치는 영향 진단 : 경기도 지역의 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환도로를 중심으로, 석사학위논문 연세대학교.

- 이승신, 김태헌, 손봉수. (2014). 야간의 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향 진단-경기도 지역의 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환고속도로를 중심으로. 한국 ITS 학회 논문지, 13(2), 12-26.
- 이주연(2008), “구조방정식모형을 이용한 고속도로 교통사고 심각도 분석” 대한교통학회지.
- 이지선, 정승주, 허진수, 이창섭. (2016). 사업용 화물자동차의 교통사고 예방체계 강화방안 연구. 교통기술과정책, 13(3), 43-50.
- 임채홍, 신소명, 김도훈, 임준범, 김동기 (2020), “주행 중 운전자의 교통안전표지 및 노면표시 인식도 분석”, 대한교통학회지, 제38권 제4호, 281-291.
- 윤여일 (2016). 도로안전 관련 시설물 교통사고 감소효과도 추정. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.
- 윤명환. (2016). 운전지속시간을 고려한 고속도로 교통사고 요인 연구 석사학위논문, 서울대학교 환경대학원.
- 윤여일, 정순도, 박길수, 문정식(2016), “도로안전 관련 시설물 교통사고 감소효과도 추정”, 75회 대한교통학회 학술발표회, 239-244.
- 임지현(2009), 고속도로 사망교통사고에 영향을 미치는 도로환경적 원인분석에 관한 연구 : 호남고속도로를 중심으로, 석사학위논문 서울시립대학교.
- 원민수, 이겨라, 오철, 강경우(2009), “교통사고 심각도 예측 모형의 활용방안에 관한 연구 : 서해안고속도로를 중심으로” 대한교통학회지.
- 주일엽 (2018), “교통안전시설 설치의 교통사고 발생에 대한 선행성 분석”, 한국경호경비학회
- 정시몬. (2007). 고속도로 대형화물차의 사고원인별 특성 분석 및 개선대책; 경부고속도로를 중심으로. 인하대학교, 석사학위 논문.

- 전우훈, 조혜진. (2007). 인지거리와 측방위치를 이용한 시선유도시설의 설치방법에 관한 연구. 한국도로학회논문집, 9(3), 29-38.
- Avelar et al. Developing Crash Modification Factors for Variable Speed Limit. FHWA, (2020).
- Davis G. A. (2000), Accident Reduction Factors and Causal Inference in Traffic Safety Studies: A Review, Accident Analysis and Prevention 32, Elsevier Ltd., 95-109.
- FHWA (2002), Safety Effectiveness of Intersection Left-and Right-Turn Lanes, FHWA-RD-02-089, U.S. DOT, 64-97.
- Himes, S., and McGee, H. Decision Support Guide for the Installation of Shoulder and Center Line Rumble Strips on Non-Freeways. FHWA-SA-16-115, (2016).
- Hallmark et al. Safety Impacts of Pavement Edge Drop-offs, (Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety: 2006), p 93.
- Manual on Uniform Traffic Control Devices, Section 3A.06. FHWA, (2009).
- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration FHWA-SA-21-055
- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration FHWA-SA-21-036

Abstract

A Study on The Effect of Road and Traffic Safety Facilities on Traffic Accident Rates

- Focusing on safety facilities related to visibility on highway -

Hyoungkwon Mun

Master of Public Enterprise Policy

The Graduate School

Seoul National University

Analyzing highway traffic accidents in the last 5 years, most of them (about 85%) are the driver's fault, which is caused by human factors. Among them, the number of traffic accidents caused by negligence is the highest, and the number of deaths is also the highest. However, the road management agency or the National Police Agency's traffic accident prevention measures are mainly to install additional road and traffic safety facilities related to visibility, and the purpose of this study is to determine whether these measures are reasonable.

In previous studies, in the case of road guidance signs, when the number of sign designations increases, the driver's average reaction time is delayed for information processing. It was suggested that confusion of road signs at intersections can lead to sudden slowdown or pause, lane change, and forward circumference, leading to traffic accidents.

The analysis of this study is divided into two parts. First, using 「Expressway Traffic Accident Statistics」, an internal data of Korea Expressway Corporation from 2017 to 2021,Sections with many road and traffic safety facilities related to the visibility of expressways and those with few installations were set as comparison groups. A comparative analysis was conducted using a t-test on the incidence of traffic accidents.Second, as of 2014, the traffic accident rate before and after the installation of road and traffic safety facilities related to the visibility of access roads to rest areas was analyzed using a t-test.

As a result of the analysis, first, even if various types of visibility-related road and traffic safety facilities were increased on the entrance and exit roads of highway IC sections, there was no effect on the traffic accident rate. This is presumed to be because the driver controls the reaction time or errors by accepting only the information of road guide signs necessary for the entrance and exit of the highway IC section and not properly recognizing other safety signs related to visibility.

Through this, it is suggested that the unconditional increase in the

installation of road and traffic safety facilities related to visibility may not be helpful to drivers.

Second, the safety facilities related to visibility installed in the rest area showed a significant result of reducing the rate of traffic accidents by consistently expressing the contents of the speed limit.Unlike the road guide signs and various visibility-related road and traffic safety facilities in the highway IC section, it is judged that the rest area section has a single content and does not cause confusion in the driver's decision-making. This shows the result of reducing traffic accidents identical to the results of previous studies on individual visibility-related safety facilities.

Based on this study, it was found that installing a lot of visibility-related road and traffic safety facilities as a preventive measure for traffic accidents may not be helpful to drivers. As a measure to lower the rate of traffic accidents on highways, it is necessary to select sections suitable for visibility-related road and traffic safety facilities, and apply various measures to sections that do not.

keywords : Highway, road and traffic safety facilities, traffic accidents, driver recognition
Student Number : 2022-20719