

■ 論 文 ■

중앙분리대의 사고감소효과 분석에 관한 연구

A Study of the Analysis on the Accident Reduction Effect of the Median

김 경 석

(국토연구원 연구위원)

강 승 림

(국토연구원 책임연구원)

목 차

I. 서론	1. 분석자료의 수집 및 정리
1. 연구의 배경 및 목적	2. 분석방법
2. 연구의 범위 및 방법	IV. 분석결과
II. 중앙분리대 효과분석에 관한 고찰	1. 지점별 사고분석
1. 중앙분리대 설치의 장·단점 및 설치현황	2. 구간별 사고분석
2. 중앙분리대 효과분석 방법 사례	3. 중앙분리대 신설지점에 대한 사고분석
3. 중앙분리대 사고감소 효과의 사례	V. 결론
III. 중앙분리대의 효과분석 방법론 정립	참고문헌

Key Words : 중앙분리대, 효과분석, 사고율, 사고점유율, 사고감소효과

요 약

중앙선 침범 관련 사고는 다른 사고에 비해 사고빈도는 낮지만 치명적인 사고로 이어질 가능성이 높기 때문에 이에 대한 적절한 사고감소대책이 필요하다. 중앙선 침범을 방지하는 대표적인 도로안전시설물이라 할 수 있는 중앙분리대는 도로의 안전 확보에 중요한 역할을 하며, 실제 그 효과에 대한 구체적인 분석을 통하여 향후 중앙분리대의 적극적인 활용을 도모하는 것을 연구의 목적으로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 중앙분리대의 형식, 성능 등에 대한 검토에 앞서 기본적으로 중앙분리대의 설치와 교통사고와의 관계를 분석해 보았다. 즉, 중앙분리대의 사고감소효과를 파악하기 위해 우리나라 4차로 이상의 일반국도를 대상으로 중앙분리대 설치 여부에 따른 사고자료를 비교하였다. 보다 체계적이고 효과적인 분석을 위해 총 사고뿐만 아니라 유형별·사고강도별·시간대별 사고를 비교하였으며, 다양한 효과척도(사고율, 사고점유율, EPDO)를 이용하여 사고빈도뿐만 아니라 사고강도까지 비교하였다.

지점별·구간별 사고분석 및 중앙분리대 신설지점에 대한 효과분석 결과, 중앙분리대의 설치는 사고빈도와 함께 사고강도를 낮춤으로써 확실한 사고감소효과를 가져왔으며, 특히 정면충돌사고, 사망사고, 야간사고에 대한 사고감소효과가 크게 나타났다. 따라서 정면충돌사고, 사망사고, 야간사고가 빈번히 발생하는 도로구간(특히 단 일로나 접속로의 경우)에 대한 중앙분리대의 설치에 교통사고 감소를 위한 중요한 대책이 될 수 있다. 이러한 연구를 통해 중앙분리대 설치에 따른 사고감소효과를 명확히 밝힘으로써 중앙분리대 설치의 당위성을 제공할 수 있을 뿐 만 아니라 향후 보다 효과적이고 합리적인 중앙분리대 설치구간 선정에 도움을 줄 것으로 사료된다.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

항공기 사고나 선박·열차사고와 같은 대형사고는 언론매체의 집중적인 관심을 받으며 부각되고 있는 반면, 국도를 포함한 각종 도로 상에서 일어나는 사고는 상대적으로 그 심각도가 간과되고 있다. 하지만 매년 25만여 건의 사고로 8천명 이상의 사망자와 35만 명 이상의 부상자, 15조원 가량의 사회적 비용을 발생시키고 있으며, 이것은 하루 평균 7백여 건의 사고로 20여 명의 사망자와 천여 명의 부상자가 발생된다는 것을 의미한다(경찰청 통계). 또한 '01년 현재 OECD 회원국과 비교한 한국의 교통사고 사망률은 100만명당 169명으로 2위를 차지하고 있으며(통계청 통계자료), 인구 10만명당 교통사고 사망자는 16.9명으로 일본 8.2명, 프랑스 13.6명, 미국 15.2명 등 선진국에 비해 많은 것으로 나타났다(경찰청 통계).

최근 고규격화 되어가고 있는 도로, 특히 기존 도로가 확장되는 도로의 경우에는 고속주행이 가능해진 반면 도로선형상의 결함 및 안전시설의 미흡으로 대형사고 및 치명적인 사고의 발생 가능성이 높다. 특히 중앙선 침범 관련 사고의 경우 다른 사고에 비해 사고빈도는 낮지만 치사율이 높고, 대향차로로의 차량침범에 의한 2차적인 사고가 매우 심각한 결과를 초래하기 때문에¹⁾ 이에 대한 도로의 안전성 제고가 절실한 실정이다. 물론 이러한 교통사고를 방지할 수 있는 대안으로 도로자체의 개량과 운전자에 대한 교육 등이 필수적이겠지만 도로안전 시설물에 대한 고려 또한 간과할 수 없는 사항이라 하겠다.

중앙선 침범을 방지하는 대표적인 도로안전시설물이라 할 수 있는 중앙분리대는 다양한 형식으로 설치되어 도로의 안전도 향상에 중요한 역할을 한다. 외국에서는 이미 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어

지고 있으며, 중앙분리대의 폭이나 형식 등이 사고에 미치는 영향까지 검토되고 있지만 국내에서는 이에 대한 연구가 미비한 실정이다. 본 연구에서는 중앙분리대의 설치와 교통사고와의 관계를 분석하여 중앙분리대 설치에 따른 사고감소효과를 명확히 밝힘으로써 중앙분리대 설치의 당위성을 제공하고자 하며, 뿐만 아니라 향후 보다 효과적이고 합리적인 중앙분리대 설치와 적극적인 활용을 도모하고자 하는 것을 목적으로 하고 있다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 결과라 할 수 있는 중앙분리대 설치에 대한 사고감소효과를 보다 명확히 밝히고 결과의 신뢰도를 높이기 위해서는 분석에 필요한 충분한 자료의 수집이 선행되어야 하며, 이에 대한 체계적이고 합리적인 분석이 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 중앙분리대 효과분석에 관한 선행연구 결과를 참고하여 적합한 효과분석 방법을 선정하였다. 또한 선정된 분석방법을 이용하여 우리나라 4차로 이상의 일반국도를 대상으로 중앙분리대 설치 여부에 따른 사고자료를 비교하였다. 물론 동일한 지점이나 구간을 대상으로 중앙분리대 설치 전·후의 사고자료를 비교하여 사고의 증감효과를 파악하는 것이 가장 바람직하지만 지점별·구간별 사고분석에서는 자료획득의 문제로 인해 중앙분리대 설치 지점(구간)과 미설치 지점(구간)에 대한 사고자료를 비교·분석하였다. 한편, 중앙분리대 신설지점에 대한 효과분석에서는 동일지점에 대한 설치 전·후의 사고자료를 비교하여 사고의 증감효과를 파악하였다.

본 연구에서는 보다 체계적이고 효과적인 분석을 위해 총 사고뿐만 아니라 유형별 사고, 강도별 사고, 시간대별 사고를 비교하였으며, 다양한 효과척도(사고율, 사고점유율, EPDO)를 이용하여 사고빈도뿐만 아니라 사고강도까지 비교하였다.

1) (미)노스캐롤라이나에서 1988년 4월 1일~1999년 10월 31일에 발생한 중앙분리대 관통사고는 751건으로 전체사고의 3%밖에 되지 않았지만 이 중 사망사고가 105건으로서 전체 사망사고의 32%를 차지한 것으로 나타났으며(Lynch, J. M. 등, 1993), (미)펜실바니아의 주간 고속도로에서 발생한 중앙분리대 관통사고의 경우, 다른 사고에 비해 사고빈도는 낮았지만 그 중 15%가 사망사고, 72%가 부상사고로서 심각한 결과를 초래하였다(동일구간에 대해 총사고건수의 1%가 사망사고건수, 52%가 부상사고건수)(Donnell, E. T. 등, 2002). 또한 프랑스의 고속자동차도로에서 발생한 중앙분리대 관통사고의 경우, 사고빈도는 총사고의 0.5% 밖에 되지 않지만 그 중 19%가 사망사고, 43%가 부상사고로서 다른 사고(1.3%가 사망사고, 14%가 부상사고)에 비해 사고강도는 높았다(Martin, J. L. 등, 2001).

II. 중앙분리대 효과분석에 관한 고찰

1. 중앙분리대 설치의 장·단점 및 설치현황

1) 중앙분리대 설치의 장·단점

중앙분리대는 왕복방향별로 통행하는 차량들이 대향차로 쪽으로 이탈하는 것을 방지하고 측방여유를 확보하여 통행의 안전과 원활한 교통흐름을 유지하기 위해 설치하며, 다음과 같은 이점을 갖는다.

- 왕복의 교통류를 분리함으로써 차량의 중앙선 침범에 의한 치명적인 정면충돌 사고를 방지한다.
- 보행자에 대한 안전심의 역할을 함으로써 횡단시 안전성을 제공한다.
- 현광방시시설을 설치하여 야간에 대향차량의 전조등으로 인한 눈부심을 막아 준다.
- 운전자의 시선을 유도한다.
- 비분리 다차로 도로 상에서 대향차로의 오인을 방지한다.
- 측방여유의 제공을 통해 교통용량 증대에 기여한다.
- 경우에 따라 유턴의 방지로 교통혼잡을 줄인다.
- 광폭분리대일 경우 사고 및 고장 차량이 정지할 수 있는 여유공간을 제공한다.
- 위험상황에 노출된 차량이 본래의 차도로 돌아갈 수 있기 위한 대피장소로 사용된다.
- 도로표지, 기타 교통판제시설 등을 설치할 수 있는 장소로 제공된다.
- 평면교차로가 있는 도로에서 회전차로로 전용이 가능하다.
- 연석형 중앙분리대 등은 녹지를 제공하여 운전자의 심리적 안정감과 쾌적감을 제공한다.
- 향후 추가적인 차로 건설에 대한 유연성을 제공한다.

이와 같이 중앙분리대의 설치는 특히 정면충돌사고를 방지하여 도로의 안전성 향상에 많은 기여를 할 것으로 판단되지만, 도로운영시스템 및 주변여건을 충분히 고려하지 않을 경우, 여러 문제점들이 발생될 우려가 있다. 중앙분리대의 설치 시 발생 가능한 문제점과 이에 대한 해결방안은 다음과 같다.

- 곡선부의 경우, 중앙분리대의 설치 시에 시거부족

구간이 발생하여 오히려 사고발생가능성을 높일 수 있다. 따라서 속도감속, 선행개랑 등의 시거확보 방안이 마련되어야 한다.

- 연속류 구간에서는 중앙분리대의 설치에 따른 사고 감소효과가 뚜렷하지만 교차로 등과 같은 단속류 구간에서는 차량의 과속으로 인해 오히려 사고율이 증가할 가능성이 있다. 따라서 차량의 과속을 방지하는 안전시설 및 대책이 함께 검토되어야 할 것이다.
- 중앙분리대의 설치는 직진차랑간의 상충을 방지하는 기능이 강한 반면 회전차랑, 즉 좌회전, 유턴(U-turn) 차량의 진행을 구속하게 된다. 따라서 도로상의 진출입로 및 유턴이 필요한 구간에 대해서는 중앙분리대의 절단 및 도로폭의 부분확장 등을 통해 회전차랑을 처리해야 한다.
- 중앙분리대는 위험상황에 노출된 차량이 대향차로를 침범하지 않고, 본래의 차로로 회복할 수 있는 공간을 제공하는 것이 바람직하나, 불법 유턴(U-turn) 등 불안정한 행위를 유도하는 경우도 있기 때문에 설치지점의 도로·교통조건을 충분히 고려해야 한다.
- 취약형성 구간의 경우, 중앙분리대는 보행자 및 농기계 등의 횡단통행을 저해하는 장애물로 인식될 우려가 있으며 이로 인해 보행사고의 유발원인으로 작용할 여지가 있다. 따라서 횡단보도, 육교, BOX형 통로 등의 횡단시설물을 적절히 설치하여 지역간의 단절문제를 해결하려는 노력이 필요하다.
- 보행자의 통행이 빈번한 곳에서 도로의 충분한 확폭 없이 중앙분리대를 설치할 경우, 통행자들의 안전성을 저해하는 문제가 발생될 수 있다. 따라서 보도 등과 같은 보행자의 통행시설물을 추가로 설치할 수 있도록 도로폭을 확보하여 중앙분리대를 설치해야 한다.
- 중앙분리대는 인위적인 시설물로서 주변의 자연환경과 부조화를 초래하여 미관상 악영향을 미칠 가능성이 있다. 따라서 주변환경을 고려하여 중앙분리대의 적절한 형식을 결정하여 설치해야 하며, 중앙분리대의 설치 없이 대향차로간의 충분한 이격공간만의 확보 등으로 자연환경과의 부조화를 최소화하는 노력이 필요하다.

2) 중앙분리대의 설치현황

현재 우리나라에서는 사고감소방안의 하나로 4차로

이상의 일반국도를 대상으로 중앙분리대에 대한 검토와 설치가 지속적으로 이루어지고 있다.

현장조사 결과, 2003년 현재 전국 일반국도의 4차로 이상 연장은 2,785.9km로 집계되었으며, 이중 중앙분리대가 설치되어 있는 구간은 1,671.0km, 중앙분리대가 설치되어 있지 않은 구간은 1,114.9km로

집계되었다(〈표 1〉 참고). 중앙분리대는 충분한 폭을 확보하여 방호울타리 등과 같은 시설이 설치되지 않도록 하는 것이 교통안전 측면에서 볼 때 바람직하다. 하지만 우리나라 4차로 이상 일반국도의 경우 중앙분리대를 위한 충분한 용지 확보가 어려운 상황이기 때문에 일반적으로 가드레일(94.6%)이 설치되어 있으며, 일부 구간에 콘크리트 방호벽(4.3%)이나 녹지대(1.1%)가 설치되어 있다.

〈표 1〉 중앙분리대의 설치현황 (단위:km)

구분	4차로 이상 연장	4차로이상의 국도	
		충분대 유	충분대 무
의정부	231.7	27.6	204.1
수원	326.8	188.4	138.4
소계(경기)	558.5	216.0	342.5
홍천	146.3	99.7	46.6
강릉	74.7	62.1	12.6
정선	6.1	6.1	0.0
소계(강원)	227.1	167.9	59.2
충주	142.9	106.5	36.4
보은	91.2	38.7	52.5
소계(충북)	234.1	145.2	88.9
예산	182.0	81.3	100.7
논산	176.2	128.5	47.7
소계(충남)	358.2	209.8	148.4
전주	183.5	94.0	89.5
남원	56.7	43.1	13.6
소계(전북)	240.2	137.1	103.1
광주	166.6	110.9	55.7
순천	166.3	159.3	7.0
소계(전남)	332.9	270.2	62.7
영주	123.1	116.3	6.8
대구	133.8	49.5	84.3
포항	163.4	51.5	111.9
소계(경북)	420.3	217.3	203.0
진주	140.7	130.6	10.1
진영	193.5	166.2	27.3
소계(경남)	334.2	296.8	37.4
제주	80.4	10.7	69.7
합계	2,785.9	1,671.0	1,114.9

2. 중앙분리대 효과분석 방법 사례

기존의 연구에서는 중앙분리대의 설치여부나 형식에 따라 구분되는 도로의 연속구간²⁾을 대상으로 가능한 도로조건 및 교통량이 유사하고 분석기간동안 현저한 변화가 없는 구간을 분석구간으로 선정하였으며, 사고자료에 대한 지속적인 사전사후분석(before and after study)을 통해 중앙분리대의 설치(형식)에 대한 효과분석을 수행하였다(〈표 2〉 참고).

1) 효과분석

중앙분리대 설치에 대한 효과분석은 중앙분리대 설치여부에 따른 사고자료의 비교를 통해 수행되었다. 즉, 중앙분리대 설치구간(형식별)과 미설치구간에 대한 항목별 효과척도를 비교하거나 동일지점에 대한 중앙분리대 설치전·후의 항목별 효과척도를 비교하여 사고감소 효과를 밝혔다.

(1) 비교항목

주요 비교항목에는 총 사고, 사고유형별사고, 사고강도별사고가 있으며, 사고유형은 차량단독·추월·추돌·후미·정면충돌³⁾·전복·기타사고로 세분되고, 사고강도별사고는 중상·사망사고, 물피사고로 구분된다.

(2) 효과척도

사고율⁴⁾(건/MVK⁵⁾), 사고건수(건/마일)을 이용하여 사고빈도를 비교하였으며, 사고점유율⁶⁾, EPDO⁷⁾

2) 분석구간의 길이가 지나치게 짧으면 불안정한 결과를 도출할 가능성이 있기 때문에 Bonneson, J. A. 등(1997), Squires, C. A. 등(1989), Taylor, W. C. 등(2001)은 1.2km 이상의 연속구간을 대상구간으로 하였다.
 3) 기존의 연구들은 대부분 중앙분리대 설치에 따른 정면충돌사고의 감소효과를 강조하였다.
 4) Squires, C. A. 등(1989)은 분석구간의 교통량 차이가 클 경우에는 효과척도로 사고건수보다 사고율 지표를 이용하는 것이 바람직하다고 밝혔다.
 5) Million Vehicle Kilometer
 6) Martin, J. L. 등(2001)은 사망사고/총사고, 부상사고/총사고, 사망사고/부상사고를 산출하여 상대적인 사고강도를 비교하였다.
 7) 76.8(사망사고건수 + 중상사고건수) + 8.4(경상사고건수) + 물피사고건수 (Hunter, W. W. 등 (2002))

〈표 2〉 중앙분리대 효과분석방법 요약

구분	분석내용	분석 카테고리	비교항목	분석범위	효과척도	통계적 검증
Arne Carlsson (2001)	중분대설치에 대한 효과분석	중분대 설치 여부	총사고 사고유형별사고 사고강도별사고	전체구간	사고건수	n.a.
Hunter, W. W. 등 (2002)	중분대설치에 대한 효과분석	중분대 설치 여부	총사고 사고유형별사고 사고강도별사고	전체구간	사고건수 EPDO, 심각도 지표	n.a.
Squires, C. A. 등 (1989)	중분대 형식별 효과분석	중분대형식별, 차로수별	총사고 사고강도별사고	교차로, 단위구간전체 구간	사고건수 사고율 (건/MVK)	독립표본 t-검정
Bowman, B. L. 등 (1994)	중분대 형식별 효과분석	중분대형식별, 지역별, 차로수별	총사고, 사고강도별사고	교차로, 단위구간 전체구간	사고율 (건/MVK)	독립표본 t-검정 분산분석 사후다중비교검정
Fitzpatrick, K. 등(1995)	중분대 형식별 효과분석	중분대형식별	총사고, 사고강도별사고	단위구간 전체구간	사고율 (건/MVK)	n.a.
Bonneson, J. A. 등 (1997)	중분대 형식별 효과분석	중분대형식별, 토지이용별 차로수별	총사고, 사고강도별사고	전체구간	사고율 (건/MVK)	n.a.
Martin, J. L. 등 (2001)	중분대 형식별 효과분석	중분대형식별, 차량타입별 사고유형별	총사고, 중분대관련 사고, 사고강도별사고	전체구간	사고율 (건/MVK) 사고접유율	n.a.
Taylor, W. C. 등 (2001)	중분대 형식별 효과분석	교차로유형별	총사고, 사고강도별사고	전체구간	사고건수	n.a.
Moore R. 등 (1992)	중분대식재에 대한 효과분석	중분대 설치 여부 중분대 식재 여부	총사고, 사고강도별사고	전체구간	사고율 (건/MVK)	n.a.

주) n.a. : 연구보고서에 제시되지 않음.

(Equivalent Property Damage Only), SI⁸⁾(Severity Index)를 이용하여 사고강도를 비교하였다.

비교하였다.

(3) 분석의 범위

일반적으로 분석대상구간 전체의 사고자료에 대한 평균치를 산출하여 비교하였으며⁹⁾, 일부 연구에서는 블록단위(mid-block)¹⁰⁾의 구간별 사고분석을 통해 단위 구간별로 개별적인 사고자료를 비교하였다.

2) 분석결과에 대한 통계적 검증 사례

기존의 연구에서는 효과분석 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위해 통계적 기법(95% 유의수준)을 이용하였다. 즉, 독립표본 t-검정¹¹⁾을 통해 중앙 분리대 설치에 따른 효과척도의 차이가 통계적으로 유의한지 결정하였으며, 두 가지 이상의 분석 카테고리를 갖는 경우에는 분산분석¹²⁾(ANOVA)과 사후다중비교검정¹³⁾(Post-hoc Multiple Comparison Test)을 이용하여 효과척도의 차이가 통계적으로 유의한지 결정하였다.

(4) 분석 카테고리

분석목적에 따라 중앙분리대 형식별, 지역별, 토지이용별, 도로형태별, 차로수별로 세분하여 효과척도를

8) Hunter, W. W. 등(2002)은 지점 당 총 사고건수에 대한 EPDO값을 산출하여 5등급으로 분류하였다.
 9) 중앙분리대의 설치형식에 따라 차량의 상충(conflict)이 주변 교차로로 이동할 수도 있기 때문에 개별적인 구간별 사고분석보다는 전체구간에 대한 사고분석이 효과비교에 더 적절하다(Squires, C. A. 등, 1989).
 10) 교차로를 포함하지 않는 일정거리 이상의 연속구간
 11) 한 개의 검정변수에 대한 두 집단 간의 평균차이가 통계적으로 유의한 가를 검정하고자 할 때 이용되는 통계기법
 12) 두 개 이상의 집단들에 대한 (집단 내, 집단 간) 평균값을 비교하는데 사용되는 통계기법
 13) 두 개 이상의 집단들에 대한 평균의 차이를 상호 비교하는데 사용되는 통계기법

3. 중앙분리대 사고감소 효과의 사례

Hunter, W. W. 등(2002)은 (미)노스캐롤라이나 주간 고속도로의 중앙분리대용 가드 케이블(cable median barrier)의 설치구간('94년)을 대상으로 설치 전 4년('90년~'93년)간, 설치 후 3년('95년~'97년)간의 사고자료를 비교하였다. 효과분석 결과 이탈사고와 고정물체사고는 증가하였지만 정면충돌사고와 사망사고가 감소하였으며, 총 사고건수는 84건에서 141건이 269건에서 276건으로, EPDO(Equivalent Property Damage Only)는 1016.8~1230.2에서 1140.2~1393.2로 각각 증가했지만 SI(Severity index)는 8.7~13.7에서 4.2~5로 감소하여 전체적인 도로의 안전도는 향상되었다고 밝혔다(〈표 3〉 참고).

Martin, J. L. 등(2001)은 프랑스 고속자동차도로의 중앙분리대용 콘크리트 방호울타리의 설치구간을 대상으로 14년('85년~'98년)간의 사고자료를 이용하여 중앙분리대 설치비용의 증가에 따른 사고율의 변화를 파악하였다. 효과분석 결과, 중앙분리대 설치비용의 증가에 따라 중앙분리대 관련 사고의 점유율은 34.7%에서 32.7%로 감소하여 큰 차이를 보이지 않았지만 총사고율은 1.48건/MVK에서 0.96건/MVK으로, 중앙분리대 관련 사고율은 0.46건/MVK에서 0.31건/MVK으로 감소하여 중앙분리대 설치에 따른 사고감소효과가 있다고 밝혔다(〈표 4〉 참고).

SNRA¹⁴⁾ 개발 프로그램은 심각한 결과를 초래하는 정면충돌사고, 추월사고의 감소를 위해 중앙분리대용 가드 케이블(cable median barrier)을 설치하

〈표 4〉 중앙분리대(콘크리트 방호울타리) 설치비용의 증가에 따른 사고율의 변화

사고발생년도	총사고율 (건/MVK)	중앙분리대 관련 사고율 (건/MVK)	중앙분리대 관련사고의 점유율(%)	중앙분리대 설치비용 (%)
1985	1.48	0.46	34.7	0.0
1986	1.36	0.46	33.4	0.0
1987	1.25	0.48	33.8	0.0
1988	1.21	0.38	33.8	7.4
1989	1.57	0.46	29.6	3.6
1990	1.15	0.36	31.6	16.6
1991	1.36	0.44	33.2	18.0
1992	1.14	0.38	35.3	17.3
1993	1.10	0.40	36.8	21.1
1994	1.06	0.37	35.6	21.1
1995	1.05	0.36	35.3	21.1
1996	1.24	0.40	35.5	21.1
1997	1.00	0.35	35.4	21.1
1998	0.96	0.31	32.7	21.1

고 도로의 안전도를 평가하였다. 중앙분리대 설치 후 인명피해(사망·중상)가 감소되었으며, 중앙분리대 설치를 통해 사고의 강도를 낮출 수 있다고 밝혔다. 또한 적합도 분석(feasibility study) 결과를 통해 물체사고는 증가했지만 인피사고(사망·중상사고)는 약 20~50% 감소되었다고 추정하였으며, 특히 고속 자동차도로에서의 사고감소효과가 65%로 매우 크다고 밝혔다.

III. 중앙분리대의 효과분석 방법론 정립

1. 분석자료의 수집 및 정리

1) 자료수집

중앙분리대 설치 효과를 분석하기 위해 필요한 자료는 크게 교통사고 자료와 교통량 자료, 중앙분리대 설치에 관한 현황 자료 등으로 구분된다.

본 연구에서는 사고분석을 위해 4차로 이상의 일반국도에 대한 사고자료 및 교통량 자료를 수집하였다(〈표 5〉 참고).

〈표 3〉 중앙분리대 설치구간의 총사고건수 EPDO 및 SI

년도	총사고건수	EPDO	SI
1990	90	925.8	10.3
1991	84	1147.2	13.7
1992	131	1016.8	7.8
1993	141	1230.2	8.7
1994	216	1188.8	5.5
1995	269	1140.2	4.2
1996	276	1393.2	5.0
1997	271	1277.2	4.7

14) Swedish National Road Administration(Taylor, W. C. 등, 2001).

〈표 5〉 사고분석 자료

사고분석 자료	자료 출처
사고 자료 : '00년, '01년 (사고유형별 · 사고강도별 사고발생건수)	사고찾은지점에 대한 사고통계자료 (도로교통안전공단)
교통량 자료 : '00년, '01년 (조사지점 · 구간별 교통량)	도로 교통량 통계연보 (건설교통부)

$$\text{사고율} = \frac{\text{교통사고건수} \times 1,000,000}{365 \times \text{일평균교통량}} \quad (\text{건/백만대}) \quad (1)$$

둘째, 구간별 사고분석을 위해 각 지점별로 정리된 사고자료를 구간별로 재정리하고 단위구간당 사고율²⁴⁾을 산출하였다.

$$\text{사고율} = \frac{\text{교통사고건수} \times 1,000,000}{365 \times \text{일평균교통량} \times \text{도로구간길이}} \quad (\text{건/MVK}) \quad (2)$$

2) 자료정리

(1) 분석대상 지점 및 구간의 선정

분석대상지점 및 구간의 선정시 중앙분리대의 설치 여부보다는 분석지점 · 구간의 특성(도로의 선형조건, 교통량 등)에 따라 사고빈도나 사고강도가 다르게 나타날 수 있음에 유의해야 한다. 본 연구에서는 지점별 · 구간별 사고분석을 위해 일반국도(4차로 이상) 상의 사고찾은지점¹⁵⁾ 총 1169개소¹⁶⁾를 503개 구간¹⁷⁾으로 구분하고, 이중 사고찾은지점을 포함한 257개 구간¹⁸⁾을 분석대상구간으로 결정하였다.

(2) 교통량 자료

사고율 산정에 필요한 교통량 자료는 도로교통량 통계연보의 구간별(조사지점별) 24시간 교통량을 이용하여 분석대상 지점 · 구간별로 정리하였다('00년, '01년 자료).

(3) 교통사고 자료의 처리

교통사고자료는 분석대상지점에 대한 총 사고건수와 함께 사고유형별¹⁹⁾ · 사고강도별²⁰⁾ 사고건수를 사고발생년도²¹⁾, 도로형태별²²⁾로 구분하여 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 지점별 사고분석을 위해 각 지점별 사고자료에 대한 사고율²³⁾을 산출하였다.

셋째, 중앙분리대 신설지점을 대상으로 설치 전 · 후에 발생한 사고자료를 정리하고 사고율을 산출하였다.

2. 분석방법

1) 효과분석

(1) 비교항목

본 연구에서는 중앙분리대 설치에 대한 효과분석을 위해 첫째, 총 사고의 비교를 통해 중앙분리대 설치에 따른 종합적인 사고감소효과를 파악하였다. 둘째, 유형별 사고의 비교를 통해 중앙분리대 설치에 따른 유형별 사고발생의 변화를 파악하고 특히 정면충돌사고에 대한 감소효과를 밝혔다. 셋째, 사고강도별 사고의 비교를 통해 중앙분리대 설치에 따른 사고강도의 변화를 파악하고 특히 사망사고와 같이 심각한 결과를 초래하는 사고의 감소효과를 밝혔다. 넷째, 주 · 야간 사고의 비교를 통해 중앙분리대 설치에 따른 야간사고의 감소효과를 밝혔다.

(2) 효과척도

사고율을 이용하여 교통량이 반영²⁵⁾된 상대적인 사고

15) 도로교통안전관리공단에서 '00년, '01년 두 해 연속 사고찾은지점으로 선정한 지점.
 16) 중앙분리대 설치지점 545개소 중 단일로는 56개소, 교차로는 467개소, 접속로는 22개소이며, 중앙분리대 미설치 지점 624개소 중 단일로는 33개소, 교차로는 574개소, 접속로는 17개소 임.
 17) 중앙분리대설치 여부, 중앙분리대설치 유형, 확장가능성 등에 따라 일정 구간으로 구분(현장조사 자료 이용).
 18) 중앙분리대 설치구간 : 114개 구간, 중앙분리대 미설치구간 : 143개 구간.
 19) 차대차사고(정면충돌사고, 후돌사고, 나란히접촉사고, 측면직각사고, 접속사고, 차로변경사고, 기타사고), 차량단독사고, 차대사람사고.
 20) 인피사고(사망사고, 부상사고), 물피사고.
 21) 2000년, 2001년.
 22) 단일로, 교차로, 접속로.
 23) 지점별 사고자료에 대한 사고율로서 단지 교통량만을 반영하여 산출된 일정 지점에서의 차량 백만대당 사고발생건수를 의미함.
 24) 구간별 사고자료에 대한 사고율로서 교통량 뿐 만 아니라 거리개념을 반영하여 산출된 일정 단위구간(1km)에서의 차량 백만대당 사고발생건수를 의미함.
 25) 구간별 사고율의 경우 거리개념까지 반영.

빈도를 비교하는 한편, 사망사고점유율과 EPDO를 이용하여 사고강도까지 비교하였다²⁶⁾. 본 연구에서는 사고강도를 비교하기 위해 식(3), 식(4)를 이용하여 분석대상 지점이나 구간에 대한 사망사고점유율과 EPDO를 산정하였다.

$$\text{사망사고점유율} = \frac{\text{사망사고율}}{\text{총사고율}} \quad (3)$$

$$\text{EPDO} = 12 \times (\text{사망사고율}) + 3 \times (\text{부상사고율}) + \text{물피사고율} \quad (4)$$

(3) 분석의 범위

중앙분리대 설치에 따른 전반적인 사고발생의 차이를 비교하기 위해 분석대상지점(구간) 전체에 대한 사고자료의 평균치를 산출하는 동시에 '00년, '01년 사고자료에 대한 평균치를 산출하여 비교하였다.

(4) 분석내용

첫째, 지점별 사고분석에서는 분석대상지점을 도로형태별²⁷⁾로 구분하여 중앙분리대 설치지점과 미설치지점에 대한 항목별 효과척도를 비교함으로써 중앙분리대 설치에 대한 사고감소효과를 살펴보았다. 또한 중앙분리대 미설치지점에 대한 사고점유율(사고유형별·사고강도별)을 비교함으로써 도로형태에 따라 주로 발생하는 사고형태를 파악하고, 특히 정면충돌사고와 사망사고가 주로 발생하는 도로형태를 파악하였다. 이와 같은 지점별 사고분석은 특히 도로형태에 따른 사고발생 특성과 사고감소효과의 차이를 파악할 수 있다는 점에서 의미가 있다.

둘째, 구간별 사고분석에서는 중앙분리대설치구간과 미설치구간에 대한 항목별 효과척도를 비교함으로써

중앙분리대 설치에 대한 사고감소효과를 살펴보았다. 이와 같은 구간별 사고분석은 교통량 뿐 만 아니라 거리개념까지 반영된 상대적인 효과척도(사고율 : 건/MVK)를 비교함으로써 보다 현실적인 사고감소효과를 파악할 수 있다는 이점을 갖는다.

한편, 본 연구에서는 중앙분리대의 설치에 따른 기대효과를 계량적으로 제시하기 위해 중앙분리대 미설치구간을 대상으로 편익-비용분석을 수행하였다. 이를 위해 도로 안전상의 요소만을 고려하여 중앙분리대 설치 후 20년 간 발생하는 총 사고감소편익을 산정하였다. 우선 대상구간별 사고자료를 토대로 사고감소효과²⁸⁾를 산정하였으며, 여기에 교통사고비용²⁹⁾을 적용하여 비용으로 환산하였다. 비용은 도로나 시설의 유지관리비용은 제외하고, 단순히 초기비용인 중앙분리대 설치에 따른 사업비만을 고려하여 산정하였다.

셋째, 중앙분리대 신설지점에 대한 효과분석에서는 중앙분리대 신설지점을 대상으로 설치 전·후에 발생한 사고자료를 비교하였다. 이러한 사전·사후분석(before and after study)은 동일지점을 대상으로 중앙분리대 설치 전·후의 사고자료를 비교하여 사고의 증감효과를 파악함으로써 보다 정확하고 신뢰성 있는 효과분석이 가능하다.

2) 분석결과에 대한 통계적 검증

본 연구에서는 통계적 기법(95% 유의수준)을 이용하여 효과분석 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하였다³⁰⁾. 즉, 사후다중비교검정을 이용하여 도로형태에 따른 사고점유율(정면충돌사고, 사망사고)의 차이가 통계적으로 유의한지 검증하였으며, 독립표본 t-검정을 통해 중앙분리대 설치에 따른 지점별·구간별 사고의 감소효과(총 사고, 야간사고, 사망사고, EPDO,

26) 사망사고점유율은 전체사고에서 사망사고가 차지하는 비율이며, EPDO(Equivalent Property Damage Only)는 피해가 가장 큰 교통사고를 기준으로 하여 각 교통사고를 대물피해 사고로 환산한 수치이다. 따라서 사망사고 점유율과 EPDO가 높다는 것은 사고강도가 높다는 것을 의미한다.

27) 도로의 형태(단일로·교차로·접속로)나 선형(평면·종단선형)에 따라 발생하는 사고특성(사고유형·사고강도)이 다를 수 있기 때문에 가능한 분석구간이나 사고자료를 세분하여 분석하는 것이 바람직하다. 하지만 자료의 양이 충분하지 않을 경우, 분석결과에 대한 신뢰도가 떨어질 수 있기 때문에 본 연구에서는 분석대상 지점을 도로형태에 따라 단일로, 교차로, 접속로로 구분하고, 사고자료를 사고유형과 사고강도로 세분하여 분석하였다.

28) 계산상의 편의를 위해 중앙분리대의 설치에 따른 평균적인 사고강도별 사고감소효과(〈표 15〉참고)를 적용하여 감소되는 사고건수만을 고려하였다.

29) 교통사고비용은 도로교통사고로 발생한 모든 경제적 손실을 화폐적 가치로 환산한 것으로 손실생산비용, 의료비용, 차량손실비용, 행정비용 및 고통(PGS: Pain, Grief & Suffering)비용이 포함된다. 본 연구에서는 교통개발연구원(2002)의 '2001년 교통사고비용 추정 방법론 연구'와 도로교통안전관리공단의 2001년 사고통계자료를 토대로 교통사고비용을 산정하였다. (사망사고 : 37,333.19만원, 부상사고 : 1,209.66만원, 물피사고 : 110만원.)

30) 참고문헌 : 이학식, 2001

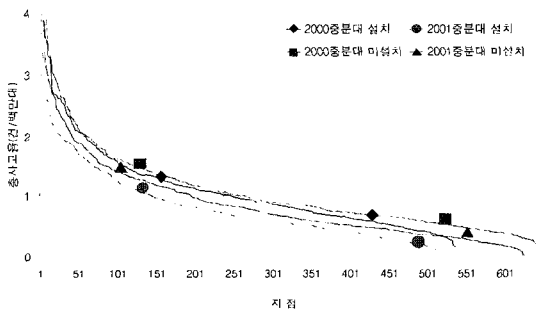
정면충돌사고)가 통계적으로 유의한지 검증하였다. 또한 대응표본 t-검증³¹⁾을 이용하여 중앙분리대 신설지점에 대한 사고감소효과가 통계적으로 유의한지 검증하였다.

IV. 분석결과

1. 지점별 사고분석

1) 총 사고의 감소효과

중앙분리대 미설치지점(624개소)에 비해 설치지점(545개소)의 총 사고율 분포가 낮게 나타나 중앙분리대 설치에 따른 전반적인 사고감소효과를 확인할 수 있었다(〈그림 1〉 참고).



〈그림 1〉 총 사고율 분포('00년, '01년 사고자료)

또한 총 사고율을 도로형태별로 비교해 본 결과, 단일로에서는 29.2%, 접속로에서는 20.2%의 감소효과가 나타났지만 교차로에서는 거의 차이가 없었다(〈표 6〉 참고).

한편, 단일로와 접속로의 총 사고율에 대한 독립표본 t-검증 결과, 유의확률이 유의수준 ($\alpha = .05$)보다 작았기 때문에 단일로와 접속로에 대한 지점별 총 사고율은 중앙분리대의 설치 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 단일로와 접속로의 경우 중앙분리대 설치에 따른 총 사고의 감소효과가 있음을 확인할 수 있다.

2) 사고강도의 감소효과

중앙분리대 설치지점이 미설치지점에 비해 인피사고율은 단일로에서 18.4%, 접속로에서 26.6%가 낮았으며, 사망사고율은 단일로에서 75.2%, 접속로에서 69.1%의 감소효과를 보였다. 반면 교차로의 경우에는 중앙분리대 설치지점이 미설치지점에 비해 인피사고율은 4.8% 낮았지만, 사망사고율은 오히려 18.2% 높게 나타났다(〈표 6〉 참고).

사망사고 점유율에 있어서는 중분대 설치구간이 미설치구간에 비해 단일로에서 65.0%, 접속로에서 61.4% 감소효과를 보였지만, 교차로에서는 오히려 14.3% 높게 나타났다(〈표 7〉 참고).

〈표 6〉 사고강도별 사고율

(지점별, 단위:건/백만대)

구분	단일로			교차로			접속로		
	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)
총 사고	0.972	1.366	-28.8	1.611	1.609	0.1	1.021	1.279	-20.2
인피사고	0.676	0.828	-18.4	0.915	0.961	-4.8	0.881	1.200	-26.6
사망사고	0.034	0.137	-75.2	0.039	0.033	18.2	0.080	0.259	-69.1
부상사고	0.642	0.691	-7.1	0.877	0.928	-5.5	0.801	0.941	-14.9
물피사고	0.296	0.538	-45.0	0.696	0.648	7.4	0.140	0.079	77.2

주) 유 : 중앙분리대 설치, 무 : 중앙분리대 미설치.

〈표 7〉 사고강도별 사고점유율

(지점별, 단위:%)

구분	단일로			교차로			접속로		
	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)
인피사고	69.5	60.6	14.7	56.8	59.7	-4.9	86.3	93.8	-8.0
사망사고	3.5	10.0	-65.0	2.4	2.1	14.3	7.8	20.2	-61.4
부상사고	66.0	50.6	30.4	54.4	57.6	-5.6	78.5	68.6	6.7
물피사고	30.5	39.4	-22.6	43.2	40.3	7.2	13.2	6.2	121.0

31) 동일 집단 내에서 두 개의 검정변수에 대한 평균의 차이가 통계적으로 유의한가를 검정하고자 할 때 이용하는 통계기법.

한편, 단일로와 접속로의 사망사고율 및 사망사고 점유율에 대한 독립표본 t-검증 결과 유의확률이 모두 유의수준 ($\alpha = .05$)보다 작았기 때문에 단일로와 접속로에 대한 지점별 사망사고율 및 사망사고점유율은 중앙분리대의 설치 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 단일로와 접속로의 경우, 중앙분리대 설치에 따른 사고강도(사망사고율, 사망사고점유율)의 감소효과가 있다고 볼 수 있다.

3) 유형별 사고의 감소효과

단일로에서는 중앙분리대 설치구간이 미설치구간에 비해 차대차사고율이 27.2%, 차대사람사고율이 46.3%, 차량단독사고율이 24.7% 낮게 나타났으며, 특히 정면충돌사고율은 82.0%나 낮게 나타났다. 접속로에서는 중앙분리대 설치지점이 미설치지점에 비해 차대차사고율이 5.0%, 차대사람사고율이 74.4% 낮게 나타났으며, 정면충돌사고율도 48.9% 낮게 나타났다. 반면 교차로에서는 중앙분리대 설치지점이 미설치지점에 비해 차대사람사고율이 7.4%, 차량단독사고율이 11.7% 높게 나타났으며, 정면충돌사고율도 14.3% 높게 나타났다(<표 8> 참고).

이상의 사고분석결과, 교차로보다는 단일로나 접속로에서 중앙분리대 설치에 따른 정면충돌사고의 감소 효과가 크게 나타난다는 것을 알 수 있다.

또한 중앙분리대 설치지점이 미설치지점에 비해 차대차사고의 점유율은 단일로에서 2.4%, 접속로에서 18.9% 높았지만 정면충돌사고의 점유율은 단일로에서 75.7%, 접속로에서 36.1% 낮게 나타났다. 반면 교차로의 경우, 중앙분리대 설치지점이 미설치지점에 비해 차대차사고의 점유율은 1.4% 낮았지만, 정면충돌사고의 점유율은 15.4% 높게 나타났다(<표 9> 참고).

단일로와 접속로의 정면충돌사고율 및 정면충돌사고점유율에 대한 독립표본 t-검증 결과 유의확률이 모두 유의수준 ($\alpha = .05$)보다 작았기 때문에 단일로와 접속로에 대한 지점별 정면충돌사고율 및 정면충돌사고점유율은 중앙분리대의 설치 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 단일로와 접속로의 경우, 중앙분리대 설치에 따른 정면충돌사고의 감소효과가 있다고 볼 수 있다.

이상의 지점별 사고분석 결과, 단일로나 접속로에서는 총 사고율이 감소하였을 뿐 만 아니라 특히 사망사고나 정면충돌사고의 감소효과가 크게 나타나 중앙분리대를 설치할 경우 전반적으로 도로의 안전도가 향상됨을 알 수 있었다. 반면 교차로에서는 오히려

<표 8> 유형별 사고율 (지점별, 단위:건/백만대)

구분	단일로			교차로			접속로		
	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)
차대차사고	0.613	0.842	-27.2	1.394	1.411	-1.2	0.771	0.812	-5.0
정면충돌사고	0.009	0.050	-82.0	0.072	0.063	14.3	0.096	0.188	-48.9
추돌사고	0.371	0.422	-12.1	0.537	0.584	-8.0	0.557	0.353	57.8
측면직각사고	0.112	0.111	0.9	0.432	0.372	16.1	0.163	0.116	40.5
차량단독사고	0.271	0.360	-24.7	0.115	0.103	11.7	0.160	0.115	39.1
차대사람사고	0.088	0.164	-46.3	0.102	0.095	7.4	0.090	0.352	-74.4

<표 9> 유형별 사고점유율 (지점별, 단위:건/백만대)

구분	단일로			교차로			접속로		
	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)	유	무	증감(%)
차대차사고	63.1	61.6	2.4	86.5	87.7	-1.4	75.5	63.5	18.9
정면충돌사고	0.9	3.7	-75.7	4.5	3.9	15.4	9.4	14.7	-36.1
추돌사고	38.2	30.9	23.6	33.3	36.3	-8.3	54.6	27.6	97.8
측면직각사고	11.5	8.1	42.0	26.8	23.1	16.0	16.0	9.1	75.8
차량단독사고	27.9	26.4	5.7	7.1	6.4	10.9	15.7	9.0	74.4
차대사람사고	9.3	12.4	-24.2	6.3	5.9	6.8	8.8	27.5	-68.0

사망사고나 정면충돌사고가 증가하였는데, 이에 대한 정확한 원인규명을 위해서는 추후 현장검증 등 심도 있는 연구가 지속되어야 할 것이다.

4) 도로형태별 사고발생 특성

단일로나 접속로의 경우 교차로에 비해 정면충돌 사고와 사망사고의 점유율이 다소 높게 나타났지만 (<표 10>, <표 11> 참고), 중앙분리대 설치에 따른

<표 10> 사고형태별 점유율(중분대 미설치지점, 단위:%)

구분	단일로	교차로	접속로
차대차사고	65.8	86.8	80.7
정면충돌사고 ³²⁾	7.1	3.9	10.9
추돌사고	30.2	36.7	36.1
측면직각사고	9.6	23.3	13.7
차량단독사고	22.8	7.0	8.0
차대사람사고	11.4	6.2	11.3

<표 11> 사고강도별 점유율
(중앙분리대 미설치지점, 단위:%)

구분	단일로	교차로	접속로
인피사고	66.0	62.3	72.6
사망사고	8.4	2.4	9.1
부상사고	57.6	59.9	63.5
물피사고	34.0	37.7	27.4

<표 12> 도로형태별 정면충돌사고 점유율 분산분석 결과

구분	(I) 도로 형태	(J) 도로 형태	Mean Difference(I-J)	Std. Error	Sig.	95% 신뢰수준	
						Lower Bound	Upper Bound
Scheffe	단일로	교차로	3.204	1.3185	.049	-.031	6.439
		접속로	-3.766	2.1787	.225	-9.112	1.579
	교차로	단일로	-3.204	1.3185	.049	-6.439	.031
		접속로	-6.970	1.7865	.001	-11.354	-2.587
	접속로	단일로	3.766	2.1787	.225	-1.579	9.112
		교차로	6.970	1.7865	.001	2.587	11.354
Bonferroni	단일로	교차로	3.204	1.3185	.046	.039	6.369
		접속로	-3.766	2.1787	.253	-8.996	1.464
	교차로	단일로	-3.204	1.3185	.046	-6.369	-.039
		접속로	-6.970	1.7865	.000	-11.259	-2.682
	접속로	단일로	3.766	2.1787	.253	-1.464	8.996
		교차로	6.970	1.7865	.000	2.682	11.259

정면충돌사고와 사망사고의 감소효과가 확실히 나타났다(<표 6>~<표 9> 참고).

따라서 중앙분리대가 설치되지 않은 단일로나 접속로에 중앙분리대를 설치할 경우 정면충돌사고와 사망사고의 감소효과가 클 것으로 기대된다.

도로형태에 따른 사고점유율(정면충돌사고, 사망사고)의 차이가 통계적으로 유의한지 검증하기 위해 사후 다중비교검정(Post-hoc Multiple Comparison Test)을 수행하였다.

본 연구에서는 Scheffe법과 Bonferroni법을 이용하였으며, 검증결과 <표 12>과 <표 13>에서 보는 바와 같이 단일로와 교차로, 접속로와 교차로에 대한 사고 점유율(정면충돌사고, 사망사고)의 차이가 $\alpha = .05$ 에서 유의한 것으로 나타났다. 따라서 단일로나 접속로의 경우 교차로에 비해 전체사고에서 정면충돌사고나 사망사고가 차지하는 비율이 높게 나타난다고 볼 수 있다.

2. 구간별 사고분석

1) 총 사고의 감소효과

총 사고율과 주·야간 사고율(사고점유율)에 대한 비교 결과(<표 14>, <그림 2>~<그림 4> 참고), 중앙분리대 설치구간이 미설치구간에 비해 총 사고율이 35.5% 낮게 나타나 중앙분리대 설치에 따른 사고감소효과를 명확히 보여주고 있다.

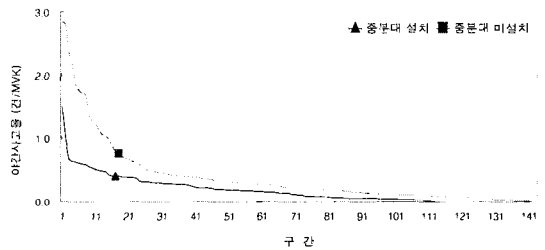
32) 정면충돌사고와 함께 차대차 사고 중 점유율이 큰 추돌사고, 측면직각사고에 대한 사항을 비교.

〈표 13〉 도로형태별 사망사고 점유율 분산분석 결과

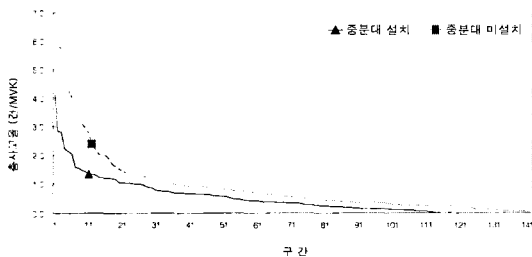
구분	(I) 도로 형태	(J) 도로 형태	Mean Difference(I-J)	Std. Error	Sig.	95% 신뢰수준	
						Lower Bound	Upper Bound
Scheffe	단일로	교차로	5.929	1.0543	.000	3.342	8.516
		접속로	-.824	1.7421	.894	-5.098	3.451
	교차로	단일로	-5.929	1.0543	.000	-8.516	-3.342
		접속로	-6.753	1.4285	.000	-10.258	-3.248
	접속로	단일로	.824	1.7421	.894	-3.451	5.098
		교차로	6.753	1.4285	.000	3.248	10.258
Bonferroni	단일로	교차로	5.929	1.0543	.000	3.398	8.460
		접속로	-.824	1.7421	1.000	-5.006	3.358
	교차로	단일로	-5.929	1.0543	.000	-8.460	-3.398
		접속로	-6.753	1.4285	.000	-10.182	-3.324
	접속로	단일로	.824	1.7421	1.000	-3.358	5.006
		교차로	6.753	1.4285	.000	3.324	10.182

〈표 14〉 총사고의 감소효과 (단위:건/MVK)

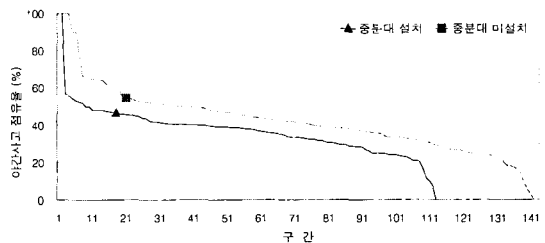
구분	설치	미설치	증감(%)
총 사고율	0.675	1.047	-35.5
주간 사고율	0.456	0.664	-31.3
야간 사고율	0.218	0.384	-43.2
주간사고 점유율	67.7%	63.3%	7.0
야간사고 점유율	32.3%	36.7%	-12.0



〈그림 3〉 단위구간당 야간사고율 분포



〈그림 2〉 단위구간당 총 사고율 분포



〈그림 4〉 단위구간당 야간사고 점유율 분포

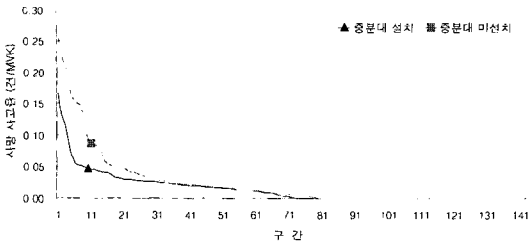
한편, 주간사고율에 비해 야간사고율의 감소폭이 크게 나타났으며, 야간사고 점유율이 감소되는 결과가 나타나 주간사고에 비해 야간사고의 감소효과가 크다는 것을 알 수 있었다.

2) 사고강도의 감소효과

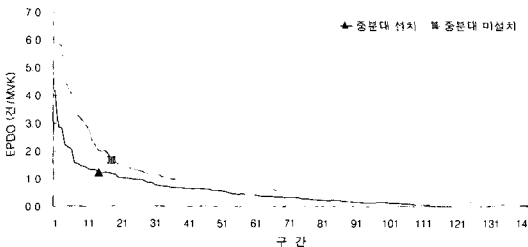
사고강도별 사고율과 EPDO를 비교해 본 결과(〈표 15〉, 〈그림 5〉~〈그림 6〉 참고), 중앙분리대 설치구간이 미설치구간에 비해 인피사고는 36.2%, 사

〈표 15〉 구간별 사고강도별 사고율 및 EPDO (단위:건/MVK)

구분	설치구간	미설치구간	증감(%)
총사고	0.675	1.047	-35.5
인피사고	0.414	0.649	-36.2
사망사고	0.015	0.027	-44.4
부상사고	0.399	0.622	-35.9
물피사고	0.261	0.398	-34.4
EPDO	1.638	2.588	-36.7



〈그림 5〉 단위구간당 사망 사고율 분포



〈그림 6〉 단위구간당 EPDO 분포

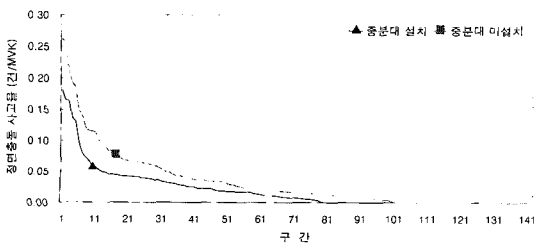
망사고는 44.4%, EPDO도 36.7% 낮게 나타나 중앙분리대 설치에 따른 사고강도의 감소효과가 큰 것을 알 수 있었다.

3) 유형별 사고의 감소효과

사고유형별 사고율을 비교해 본 결과(〈표 16〉, 〈그림 7〉 참고), 중앙분리대 설치구간이 미설치구간

〈표 16〉 구간별 사고유형별 사고율 (단위:건/MVK)

구분	설치구간	미설치구간	증감 (%)
총사고	0.675	1.047	-35.5
차대차 사고	0.542	0.903	-40.0
정면충돌	0.020	0.043	-53.5
추돌	0.239	0.367	-34.9
측면직각	0.148	0.229	-35.4
차량단독 사고	0.061	0.075	-18.7
차대사람 사고	0.072	0.069	4.3



〈그림 7〉 단위구간당 정면충돌 사고율 분포

에 비해 차대차사고율이 40.0% 낮게 나타났으며, 특히 정면충돌사고율이 53.5% 낮게 나타나 중앙분리대 설치에 따른 정면충돌사고의 감소효과를 확실하게 보여주었다.

한편, 중앙분리대 설치에 따른 구간별 사고(총 사고, 야간사고, 사망사고, EPDO, 정면충돌사고)의 감소효과가 통계적으로 유의한지 검증하기 위해 독립표본 t-검증을 수행하였으며, 그 결과 유의확률이 모두 유의수준 ($\alpha=.05$)보다 작기 때문에 구간별 사고율(총 사고, 야간사고, 사망사고, 정면충돌사고) 및 EPDO는 중앙분리대의 설치 여부에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 해석되었다. 따라서 중앙분리대의 설치 시 구간별 사고빈도와 사고강도가 모두 감소한다고 볼 수 있다.

4) 편익-비용 분석

비용-편익 분석결과, 173개 분석구간 중 대부분의 구간(127개 구간)에 대한 B/C 값이 1이상으로 나타나 중앙분리대의 설치에는 경제성이 있는 것으로 판단된다. 일부 구간(46개 구간)에 대한 B/C 값이 1보다 작게 나타났지만 이것은 편익의 산정과정에서 단순히 사고감소에 따른 편익(사고로 인해 발생하는 직접적인 비용의 절감)만을 고려하였으며, 초기비용, 즉 중앙분리대 설치를 위한 사업비가 매우 높아 상대적으로 편익효과가 적게 나타났기 때문으로 판단된다. 하지만 중앙분리대의 설치에는 안전한 측면에서 사고감소에 목적이 있기 때문에 이러한 초기 투자비용이 높은 점에 대한 이해가 필요하다.

3. 중앙분리대 신설지점에 대한 사고분석

중앙분리대 신설지점('99년 : 20개소, '00년 : 16개소)에 대한 사고자료의 비교 결과(〈표 17〉, 〈표 18〉 참고), 중앙분리대 설치 후에 총 사고율은 '99년 신설지점에서 30%정도 감소하고 '00년 신설지점에서 60%정도 감소하였으며, 특히 사망자수의 경우 '99년 신설지점에서 70%정도 감소하고 '00년 신설지점에서 90%정도 감소하여 감소폭이 크게 나타났다

중앙분리대 신설지점에 대한 사고감소효과가 통계적으로 유의한지 검증하기 위해 대응표본 t-검증을 수행하였으며, 검증결과 〈표 19〉과 같이 유의확률이

〈표 17〉 '99년 중분대 신설지점 20개소에 대한 효과분석 결과

	중분대 설치전 ('99)	중분대 설치후	
		('00)	('01)
총사고율 (건/MVK) [감소효과(%)]	1.042	0.716 [-31.3]	0.706 [-32.2]
사망자(인/MVK) [감소효과(%)]	0.069	0.019 [-72.5]	0.020 [-71.0]

〈표 18〉 '00년 중분대 신설지점 16개소에 대한 효과분석 결과

	중분대 설치전 ('00)	중분대 설치후 ('01)
총사고율 (건/MVK) [감소효과(%)]	1.031	0.411 [-60.1]
사망자(인/MVK) [감소효과(%)]	0.033	0.003 [-90.9]

모두 유의수준 ($\alpha = .05$)보다 작았기 때문에 총사고율과 사망자수는 중앙분리대의 설치 여부에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 해석되었다. 따라서 중앙분리대를 설치할 경우 총사고율과 사망자수가 감소한다고 볼 수 있다.

기존연구의 검토를 통해 살펴본 외국의 중앙분리대 설치 효과에 대한 사례에는 총 사고율이 54.1% 감소하여 사고빈도에 대한 감소효과만을 밝힌 사례(Martin, J. L. 등, 2001)와 SI(Severity index)는 100%

이상 감소하였지만 총 사고건수가 48.9%. EPDO가 11.6% 증가하여 사고강도에 대한 감소효과만 나타나는 사례(Hunter, W. W. 등, 2002) 등이 있다. 이와 같이 중앙분리대의 설치에 따른 사고감소효과를 확인하였지만 대부분의 경우 사고빈도와 사고강도에 대한 감소효과를 모두 밝히지는 못하고 있다. 반면, 본 연구에서 우리나라 4차로 이상의 일반국도를 대상으로 수행한 중앙분리대의 효과분석 결과는 총 사고율이 35.6%, 사망사고율이 44.5%, EPDO가 35.5% 감소하였으며, 특히 정면충돌사고율이 53.6% 감소하여 사고빈도와 사고강도에 대한 감소효과를 모두 나타냄으로써 중앙분리대 설치에 따른 사고감소효과를 보다 확실하게 확인할 수 있었다.

V. 결론

중앙선 침범 관련 사고는 다른 사고에 비해 사고빈도는 낮지만 치명적인 사고로 이어질 가능성이 높기 때문에 이에 대한 적절한 사고감소대책이 필요하다. 본 연구에서는 우리나라 4차로 이상의 일반국도를 대상으로 중앙분리대 설치 여부에 따른 사고자료의 비교를 통해 중앙분리대 설치에 대한 효과분석을 수행하였다. 기존 연구에서는 대부분의 경우 사고율이나 사고건수를 분석지표로 이용하여 사고빈도를 비교하였다. 일부 연구에서 사고점유율이나 EPDO를 분석지표로 이용하여 사고강도를 비교하기도 하였지만(〈표 2〉 참고) 사고빈도와 사고강도에 대한 감소효과

〈표 19〉 중분대 설치 효과에 대한 대응표본 t-검증 결과

		Paired Differences		Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation		Lower	Upper			
'99 신설지점	A1 - A2	.32555	.454321	.101589	.11292	.53818	3.205	19	.005
	A1 - A3	.33590	.495189	.110728	.10414	.56766	3.034	19	.007
	B1 - B2	.04885	.101000	.022584	.00158	.09612	2.163	19	.043
	B1 - B3	.04840	.108400	.024239	-.00233	.09913	1.997	19	.048
'00 신설지점	C1 - C2	.61994	.358635	.089659	.42883	.81104	6.914	15	.000
	D1 - D2	.03967	.066824	.016706	.00406	.07527	2.374	15	.031

주) A1 : 중분대 설치 전('99) 총사고율, A2 : 중분대 설치 후('00) 총사고율, A3 : 중분대 설치 후('01) 총사고율, B1 : 중분대 설치 전('99) 사망자수, B2 : 중분대 설치 후('00) 사망자수, B3 : 중분대 설치 후('01) 사망자수, C1 : 중분대 설치 전('00) 총사고율, C2 : 중분대 설치 후('01) 총사고율, D1 : 중분대 설치 ('00) 사망자수, D2 : 중분대 설치 후('01) 사망자수

를 동시에 모두 밝히지는 못했다. 또한 분석범위도 도로형태에 관계없이 전체구간이나 단위구간으로 한정하고 있으며, 중앙분리대의 설치에 따라 가장 큰 영향을 받는 사고가 정면충돌사고임에도 불구하고 대부분 총사고나 사고강도별 사고를 비교하고 있다. 반면, 본 연구에서는 지점별·구간별 사고분석에서 사고율, 사망사고점유율, EPDO를 이용하여 사고빈도와 사고강도에 대한 감소효과를 모두 확인하였으며, 지점별 사고분석을 통해 도로형태(단일로, 교차로, 접속로)에 따른 사고발생 특성과 사고감소효과의 차이까지 살펴보았다. 또한 사고자료를 사고유형별 사고, 사고강도별 사고로 세분하여 비교하였으며 특히 중앙분리대 설치에 따른 사고감소효과가 큰 사고(정면충돌사고, 야간사고, 사망사고)를 분석지표로 이용함으로써 중앙분리대의 설치효과를 분명히 하였다.

지점별 사고분석결과, 단일로나 접속로의 경우 중앙분리대의 설치로 총 사고, 정면충돌사고, 사망사고에 대한 사고감소효과가 확실히 나타났다. 한편, 중앙분리대 미설치지점의 경우 교차로에 비해 단일로나 접속로에서 정면충돌사고와 사망사고의 점유율이 다소 높게 나타났다. 따라서 교차로에 비해 단일로나 접속로에서 중앙분리대의 설치에 따른 사고감소효과가 클 것으로 기대된다.

구간별 사고분석결과, 중앙분리대의 설치로 총 사고율이 감소하여 전반적인 사고감소효과를 확인할 수 있었으며, 특히 정면충돌사고, 야간사고, 사망사고에 대한 사고감소효과가 명확하게 나타났다. 또한 비용-편익 분석결과, 대부분의 구간에 대한 B/C 값이 1이상으로 나타나 중앙분리대의 설치에 경제성이 있는 것으로 판단된다.

중앙분리대 신설지점에 대한 효과분석결과, 중앙분리대 설치 후 총 사고율이 크게 감소하여 전반적인 사고감소효과를 분명하게 확인할 수 있었으며, 특히 사망자수의 감소폭이 크게 나타났다.

이상의 효과분석결과, 중앙분리대의 설치에 사고빈도와 함께 사고강도를 낮춤으로써 확실한 사고감소효과를 가져올 수 있으며, 단일로나 접속로의 경우 특히 정면충돌사고, 사망사고, 야간사고가 빈번히 발생하는 도로구간에서의 중앙분리대 설치에 도로의 안전도 개선에 중요한 역할을 할 수 있다고 판단된다. 하지만 교차로의 경우에는 오히려 사망사고나 정면충돌사고가 증가하는 경향을 보였기 때문에 중앙분리대의

설치 시 특히 세심한 주의가 필요하다고 판단된다. 이 문제를 해결하기 위해서는 우선 현장에 대한 심도 있는 연구를 통해 정확한 원인 규명이 이루어져야 할 것이며, 이를 토대로 중앙분리대의 설치에 대한 적절한 설계기준이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

한편, 보다 효과적인 사고감소를 위해서는 중앙분리대가 도로조건이나 교통특성, 현장여건 등에 따라 적당한 형식으로 설치될 수 있도록 이에 대한 연구도 함께 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 이학식·김영(2001), "SPSS 10.0 매뉴얼(통계 분석방법 및 해설)", 법문사.
2. 원제무·최재성(2001), '교통공학', 박영사.
3. Arne Carlsson(2001), "2+1-Roads with cable barriers-Safety and traffic performance results", Swedish National Transport and Road Research Institute.
4. Bonneson, J. A., P. T. McCoy(1997), "Effect of median treatment on urban arterial safety: an accident prediction model", Transportation Research Record 1581, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.27~36.
5. Bowman, B. L., R. L. Vecellio(1994), "Effect of urban and suburban median types on both vehicular and pedestrian safety", Transportation Research Record 1445, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.169~179.
6. Donnell, E. T., D. W. Harwood, K. M. Bauer, J. M. Mason, M. T. Pietrucha(2002), "Cross-median Collisions on Pennsylvania Interstates and Expressways", Transportation Research Record 1784, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.91~99.
7. Fitzpatrick, K., K. Balke(1995), "Evaluation of flush medians and two-way, left-turn lanes on four-lane rural highways", Transportation Research Record 1500, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.146~152.

8. Hunter, W. W., J. R. Stewart, K. A. Eccles, H. F. Huang, Taylor, W. C., I. Lim, D. R. Lighthizer(2001), "Effect on crashes after construction of directional median crossovers", Transportation Research Record 1758, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.30~35.
9. F. M. Council, D. L. Harkey(2002), "Three-strand cable median barrier in north carolina: in-service evaluation", Transportation Research Record 1743, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.97~103.
10. Kyriacos C. M., S. Wu, I. C. Steven, E. Arthur(1999), "Effect of Midblock Access Points on Traffic Accidents on State Highways in New Jersey", Transportation Research Record 1665, TRB National Research Council, Washington D.C.
11. Lynch, J M., N. C. Crow, and J. F. Rosendahl(1993), "Across Median Accident Study: A Comprehensive Study of Traffic Accidents Involving Errant Vehicles Which Cross the Median Divider Strips on North Carolina Highways", North Carolina Department of Transportation Raleigh.
12. Martin, J. L.(2001), "Crossover Crashes at Median Stripes Equipped with Barriers on a French Motorway Network", Transportation Research Record 1758, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.6~12.
13. Moore, R., C. D. Cutler(1992), "Effect of Plantings on Median Accidents - Final rept", California State Dept. of Transportation, Sacramento, Div. of Traffic Operations.
14. Squires, C. A., P. S. Parsonson(1989), "Accident comparison of raised median and two-way left-turn lane median treatments", Transportation Research Record 1239, TRB National Research Council, Washington D.C., pp.30~40.

✉ 주 작 성 자 : 강승림

✉ 논문투고일 : 2003. 2. 13

논문심사일 : 2003. 3. 7 (1차)

2003. 3. 24 (2차)

2003. 3. 28 (3차)

심사판정일 : 2003. 3. 28

✉ 반론접수기한 : 2003. 8. 31

A Study of the Analysis on the Accident Reduction Effect of the Median

KIM, Gyeong-Seok · KANG, Seung Lim

A median is a safety feature most commonly used to separate opposing traffic on a divided highway. In designing highways, the selection and installation of a median can be a critical part from a safety viewpoint because road crossing accidents are definitely more serious than other accidents. In regard to the important function of the median, the proper countermeasure ought to have been provided and thorough study should have been carried out. In this paper, traffic accident data are analyzed to examine the accident reduction effect of the median, which are gathered from all over 4-lane national roads in Korea. The traffic accident data were categorized into two groups by the existence of a median. For more effective analysis, the data have been classified by accident type, severity, and occurrence time. To compare the effectiveness of median installation, not only the accident frequency but also the accident severity, EPDO, and the occupancy rate of specific accidents have been used as a mode of effectiveness. The analysis of the effectiveness of medians shows that both the accident frequency and the accident severity could decrease by providing a median. Also the section where a median was supplied showed the improvement of overall safety through fewer serious and fatal crashes as well as fewer head-on crashes. Therefore, conclusions can be drawn from results of this study that the median installation is an important means to increase the safety of over 4-lane national roads. This study is expected to provide the reasonability of the median installation by identifying the reduction of traffic accident after the median installation and to play a major role in selecting sections where the median is to be offered.

Queue Detection using Fuzzy-Based Neural Network Model

KIM, Daehyon

Real-time information on vehicle queue at intersections is essential for optimal traffic signal control, which is substantial part of Intelligent Transport Systems(ITS). Computer vision is also potentially an important element in the foundation of integrated traffic surveillance and control systems. The objective of this research is to propose a method for detecting an exact queue lengths at signalized intersections using image processing techniques and a neural network model. Fuzzy ARTMAP, which is a supervised and self-organizing system and claimed to be more powerful than many expert systems, genetic algorithms, and other neural network models like Backpropagation, is used for recognizing different patterns that come from complicated real scenes of a car park. The experiments have been done with the traffic scene images at intersections and the results show that the method proposed in the paper could be efficient for the noise, shadow, partial occlusion and perspective problems which are inevitable in the real world images.

Shortest Path Problems of Military Vehicles Considering Traffic Flow Characteristics

BANG, Hyunseok · KIM, Gunyoung · KANG, Kyungwoo

The shortest path problems(SPP) are critical issues in the military logistics such as the simulation of the War-Game. However, the existing SPP has two major drawbacks, one is its accuracy of solution and the other is for only one solution with focused on just link cost in the military transportation planning models. In addition, very few previous studies have been examined for the multi-shortest path problems without considering link capacity reflecting the military characteristics. In order to overcome these drawbacks, it is necessary to apply