

■ 論 文 ■

지방부 2차로 도로의 중앙선침범 예방시설물 설치기준 개발에 관한 연구

Development of Criteria for Installing Facilities Preventing Median Encroachment for Rural Two-lane Highways

하 태 준

김 성 호

박 제 진

(전남대학교 토목공학과 조교수) (한양대학교 교통시스템공학과 부교수) (전남대학교 토목공학과 박사수료)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구배경 및 목적
 - 2. 연구내용 및 방법
 - II. 기존 연구문헌 고찰
 - 1. 중앙선침범 관련 연구
 - 2. 도로변사고 관련 연구
 - III. 중앙선침범사고 예측모델의 개발
 - 1. 예측모델의 기본가정과 구조
 - 2. 연간 중앙선침범 예측건수
 - 3. 침범차량과 대향차량의 충돌확률
 - 4. 중앙선침범사고 예측모델의 제시
 - IV. 중앙선침범사고 예측모델의 평가
 - 1. 자료의 수집
 - 2. 모델의 적용과 비교
 - V. 중앙선침범 예방시설물 설치기준 제시
 - 1. 중앙선침범사고에 대한 사회적비용 추계
 - 2. 중앙선침범 예방시설물 설치비용 산출
 - 3. 중앙선침범 예방시설물 설치기준
 - VI. 결론 및 향후 연구과제
 - 1. 결론
 - 2. 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 중앙선침범사고, 침범각, 침범속도, 상충, 교통사고비용

요 약

2001년 경찰청 『2001년판 교통사고통계』 자료에 의하면 사고피해의 정도를 나타내는 치사율에 있어서 중앙선침범사고가 과속사고와 함께 가장 높은 수치를 보이고 있으며, 대형 교통사고의 39.5%가 중앙선 침범에 의해 발생한 것으로 나타났다. 실제로 2000년 한 해 동안 총사고건수 290,481건 중 중앙선 침범에 의해 18,931건 (6.52%)의 교통사고가 발생하여 사망자 1,472명, 부상자 35,046명으로 전체 교통사고 사망자의 14.38%, 부상자의 8.21%를 점하고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 전체 교통사고에서 중앙선침범사고가 차지하는 비중이 높아지고 있어 중앙선침범사고를 줄이기 위한 대책의 일환으로 중앙분리대, 표지병, 시선유도봉 등과 같은 중앙선침범 예방시설물을 설치하고 있으나, 해당 시설물에 대한 설치기준이 없는 실정이다. 이렇듯 중앙분리대 설치기준의 부재로 인해 중앙선침범사고 발생과 이에 따르는 경제적인 교통사고 비용손실, 그리고 중앙분리대의 과다설치로 인한 국가 재원의 낭비는 간과할 수 없는 문제점을 내포하고 있다. 이러한 점에 착안하여 기존에 지방부 2차로 도로의 직선부에 대한 중앙선침범사고 예측모델이 개발되었고 본 연구에서는 그 연장선상에서 지방부 2차로 도로의 곡선부에 대한 중앙선침범사고 예측모델에 대한 중앙선침범사고 예측모델의 개발을 통해 중앙선침범사고에 대한 사회적 비용을 산정하고, 현재 설치하여 운영중인 중앙선침범 예방시설물의 설치비용간의 비용-편익분석을 통해 얻어진 기준으로 중앙선침범 예방시설물 설치의 가부에 대한 보다 현실적이고 비용-효율적인 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 제시함으로써 교통사고 비용손실을 최소화하고, 중앙분리대의 효율적 설치방안의 도입을 통한 경제적 이익창출을 도모하고자 한다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2002-000-01141-0) 지원으로 수행되었음.

1. 서론

1. 연구배경 및 목적

2001년 경찰청 『2001년판 교통사고통계』 자료에 의하면 사고피해의 정도를 나타내는 치사율에 있어서 중앙선침범사고가 과속사고와 함께 가장 높은 수치를 보이고 있으며, 대형 교통사고의 39.5%가 중앙선 침범에 의해 발생한 것으로 나타났다. 실제로 2000년 한 해 동안 총사고건수 290,481건 중 중앙선 침범에 의해 18,931건(6.52%)의 교통사고가 발생하여 사망자 1,472명, 부상자 35,046명으로 전체 교통사고 사망자의 14.38%, 부상자의 8.21%를 점하고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 전체 교통사고에서 중앙선침범사고가 차지하는 비중이 높아지고 있어 중앙선 침범사고를 줄이기 위한 대책의 일환으로 중앙분리대, 표지병, 시선유도봉 등과 같은 중앙선침범 예방시설물을 설치하고 있으나, 해당 시설물에 대한 세부적인 설치기준이 없는 실정이다.^{3,6)}

이러한 점에 착안하여 중앙선침범사고 예측모델을 기반으로 중앙선침범과 관련된 제반 교통사고비용과 현재 적용하고 있는 중앙선침범 예방시설물의 설치비용간의 편익-비용분석을 통해 얻어진 기준으로 중앙선침범 예방시설물 설치의 가부에 대한 보다 현실적이고 비용-효율적인 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 제시함으로써 교통사고 비용손실을 최소화하고, 중앙분리대의 효율적 설치방안의 도입을 통한 경제적 이익창출을 도모하고자 한다.²⁾

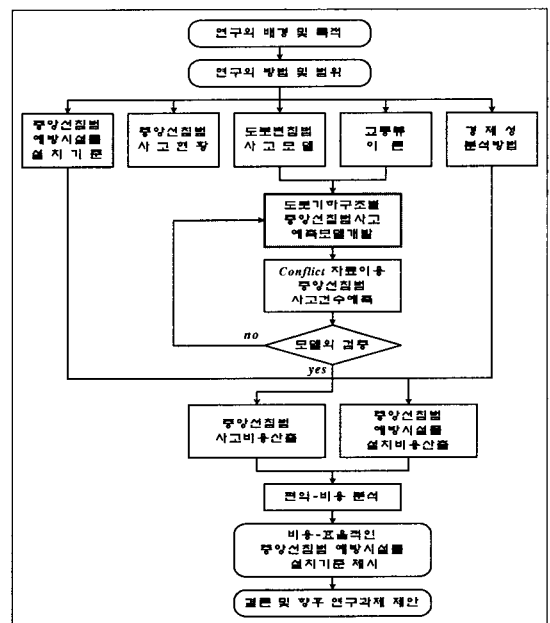
2. 연구내용 및 방법

비용-효율적인 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 마련하기 위해 우선적으로 지방부 2차로 도로를 중심으로 도로의 기하구조 및 교통류 특성에 따라 직선부, 곡선부 좌로 굽은 도로와 우로 굽은 도로 각각에 대한 중앙선침범 예측건수와 침범차량의 대향차량과의 충돌확률을 구해 중앙선침범사고 예측모델을 개발하고자 한다. 이를 위해 도로변사고와 사고비용 산출 연구 등 최근의 연구에서 많이 인용되어져 검증이 이루어진 Hutchinson과 Kennedy의 연구자료를 토대로 본 연구에서도 중앙선침범 예측건수 및 침범차량의 침범각과 침범속도의 제시에 활용하였다.¹⁴⁾

침범차량의 침범속도와 침범각 분포를 알면 침범차량의 주행거리를 산정할 수 있으며 산정된 주행거리로부터 침범 차로 상에서의 주행시간을 산정할 수 있다. 주행시간을 산정한 후 해당 차로에 대한 주행차량의 출현에 대해 간격수라이론을 적용시켜 최종적으로 도로기하구조별 중앙선침범사고 예측모델을 각각 제시할 수 있다.^{8,9)}

도로기하구조별로 제시된 중앙선침범사고 예측모델은 실제 발생한 중앙선침범사고건수와 교통량을 조사한 후, 모델에서 예측한 사고건수와 비교 분석하는 검증 단계를 필요로 한다. 모델의 검증을 위해서는 실제 중앙선침범사고 자료를 도입해야 하나 자료의 취득이 어려운 관계로 본 연구에서는 사고를 내재한 상충(conflict)개념을 도입하여 현장에서 취득한 상충수를 중앙선침범사고 예측건수와 비교하였다. 상충에 대한 현장조사자료는 먼저 자료의 취득이 가능한 구간을 선정한 후, 해당 구간에서의 상충수를 조사하였다. 조사에 의해 확보된 상충수와 건설교통부에서 발간한 『도로교통량통계연보(2001)』에서 제시된 교통량을 토대로 회귀분석을 시행한 후 도출된 결정계수(R^2)로 중앙선침범사고 예측모델의 적합성을 판단하였다.¹¹⁾

적합성이 검증된 중앙선침범사고 예측모델에서 산출된 중앙선침범사고 예측건수에 따른 교통사고비용을 산출하고, 중앙선침범 예방시설물 설치비용을 산



〈그림 1〉 연구 수행흐름도

출하여 두 비용간의 편익-비용분석을 통해 얻어진 기준으로 중앙선침범 예방시설물 설치의 가부 및 시설물의 종류에 대한 보다 현실적이고 비용-효율적인 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 제시하고자 한다. <그림 1>은 본 연구의 수행방법을 도시화한 것이다.

II. 기존 연구문헌 고찰

1. 중앙선침범 관련 연구

1) 중앙분리대 설치효과

Walton, Long, Gan과 Morrison 등의 연구에 의하면 기존의 도로에 실제로 중앙분리대를 설치할 경우 충돌과 교통지체도를 줄일 수 있다는 실험결과를 제시하고 있으나 사실상 중앙분리대의 긍정적, 부정적 효과에 따라 설치 및 폐쇄와 관련한 구체적인 기준을 제시하고 있지 못하는 실정이다.¹⁵⁾

2) 중앙선 침범각 분포

1966년 Hutchinson과 Kennedy가 미국의 Missouri 주의 고속도로에서 중앙선침범을 조사하여 침범각 분포를 <표 1>과 같이 제시하였으며 본 연구에서도 이를 활용하였다.¹⁴⁾

<표 1> Hutchinson과 Kennedy의 침범각 분포

중앙선 침범각 (°)	확률 가중치
$\theta \leq 7.5$	0.48
$7.5 < \theta \leq 12.5$	0.20
$12.5 < \theta \leq 17.5$	0.12
$17.5 < \theta \leq 22.5$	0.08
$22.5 < \theta \leq 27.5$	0.05
$27.5 < \theta$	0.07

2. 도로변사고 관련 연구

1) 도로변사고 예측모델의 기본구조

『TRB Special Report 214』에 제안되고 있는 도로변사고 예측모델의 기본구조는 식(1)과 같다.¹⁷⁾

$$Ex(A_h) = Ex(E) \cdot Pr(E_h | E) \cdot Pr(C_h | E_h) Pr(A_h | C_h) \quad (1)$$

2) 도로변사고 침범율

Glennon과 Wilton은 Hutchinson과 Kennedy의 자료를 이용하여 ADT의 선형함수로써 <표 2>와 같이 도로의 등급별 도로 양방향에 대한 침범율을 추정하였다.¹¹⁾

<표 2> Glennon과 Wilton의 도로변사고 침범율 (no./mile/year)

도로의 등급		침범율
지방부 도로	주간연결도로	0.0009
	분리형 다차로도로	0.00059
	넓은 2차로 도로(차로폭 ≥ 36ft)	0.000742
	좁은 2차로 도로(차로폭 < 36ft)	0.00121
도시부 도로	주간연결도로	0.0009
	분리형 다차로도로	0.0009
	주간선도로	0.00133

III. 중앙선침범사고 예측모델의 개발

1. 예측모델의 기본가정과 구조

1) 예측모델의 기본가정

본 연구에서 중앙선침범사고 예측모델을 제시하기 위하여 차량의 크기, 운전자의 주행행태와 도로조건에 대하여 몇 가지를 가정하였다.¹⁰⁾

- 차량길이와 폭 : 4.7 m × 1.7 m
- 차로폭 : 3.5 m
- 중앙선 폭 : 0.5 m
- 침범차량과 대향차량은 등속주행한다.
- 침범차량은 대향차로 내에서 직선으로 주행한다.
- 침범차량은 침범 후 일체의 제어를 하지 않는다.
- 침범차량을 제외한 모든 차량은 차로의 중앙으로 주행한다.
- 대향차량은 중앙선침범차량에 대해 일체의 제어를 하지 않는다.
- 대향차량의 차두간격분포는 음지수분포를 이룬다.

2) 예측모델의 기본구조

중앙선침범사고 예측모델은 연간 중앙선침범 예측건수와 침범후 대향차량과의 충돌확률로 표현할 수

있으며 이를 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.^{7),17)}

$$Ex(A_e) = Ex(E_m) \cdot P(A_o | E_o) \quad (2)$$

$Ex(A_e)$: 연간 중앙선침범사고 예측건수

$Ex(E_m)$: 연간 중앙선침범 예측건수

$P(A_o | E_o)$: 중앙선침범후 대향차량과의 충돌확률

2. 연간 중앙선침범 예측건수

본 연구에서는 도로기하구조 형태별로 구분지어 침범을 적용이 가능하도록 Glennon과 Wilton의 침범율에 기하구조 형태에 따른 보정계수를 적용하였다.¹¹⁾

〈표 2〉에서 제시되는 지방부 좁은 2차로 도로의 침범율은 도로변의 양방향 침범에 관한 것이므로 도로의 한쪽 방향에 해당하는 중앙선침범에 사용하기 위해서는 도로변 양방향 침범율을 2로 나누고 mile 단위를 km 단위로 환산토록 하고, 직선부와 좌로 굽은 곡선부 및 우로 굽은 곡선부의 침범비율을 구분짓기 위해 보정계수 r_{se} 와 $r_{ce(l)}$ 및 $r_{ce(r)}$ 을 적용하여 식(3), (4), (5)와 같이 도로의 기하구조 형태별 연간 중앙선침범 예측건수를 구할 수 있다.^{12),14)}

1) 직선부 도로 중앙선침범 예측건수

$$Ex(E_m) = 3.75939 \times 10^{-4} \cdot r_{se} \cdot ADT \quad (3)$$

2) 좌로 굽은 곡선부 도로 중앙선침범 예측건수

$$Ex(E_m) = 3.75939 \times 10^{-4} \cdot r_{ce(l)} \cdot ADT \quad (4)$$

3) 우로 굽은 곡선부 도로 중앙선침범 예측건수

$$Ex(E_m) = 3.75939 \times 10^{-4} \cdot r_{ce(r)} \cdot ADT \quad (5)$$

r_{se} : 직선부 침범비율

$r_{ce(l)}$: 좌로 굽은 곡선부 침범비율

$r_{ce(r)}$: 우로 굽은 곡선부 침범비율

3. 침범차량과 대향차량의 충돌확률

중앙선침범사고 예측모델에서 대향차로에 대한 침

범확률은 간격수락이론을 적용하였으며 차량의 침범각과 침범속도에 따라 침범 후 주행거리가 달라지기 때문에 침범각분포를 고려하였다. 본 연구에서는 임의 도착차량 사이의 간격을 설명하는데 유용한 분포식인 음지수분포식을 사용하여 임계시간 t_{co} 보다 차두간격이 작을 충돌확률을 식(6)과 같이 구하였다.¹⁰⁾

$$P(h \leq t_{co}) = 1 - e^{-\frac{r_{co} \cdot ADT}{86,400} \cdot t_{co}} \quad (6)$$

1) 대향차로 상의 충돌내재구간 주행거리

중앙선침범차량이 대향차로 상의 충돌내재구간을 주행한 거리를 산정하는 방법으로 〈표 3〉과 같은 조건을 토대로 (x, y) 좌표체계를 이용한 수식계산 방법을 제시한다. 여기서 충돌내재구간이라 함은 차로 폭 3.5 m에 대해 대향차량이 차로의 중앙으로 주행한다고 가정하였을 때, 대향차량이 주행하는 차로폭 1.7 m의 구간을 침범차량이 주행함으로서 대향차량과의 충돌 가능성을 내재하고 있는 구간을 의미한다.^{8),9)}

〈표 3〉 대향차로 침범차량에 대한 주행거리 산정조건

• 대향차로 최초 충돌내재구간 시점의 좌표를 $E_o(x_o, y_o)$: Encroachment Origin 이라 한다.
• 대향차로 최종 충돌내재구간 종점의 좌표를 $E_d(x_d, y_d)$: Encroachment Destination 이라 한다.
• 침범차량의 좌측계적을 Straight Line(1) 이라 한다.
• 침범차량의 우측계적을 Straight Line(2)라 한다.
• 침범차량의 침범각을 θ ($5^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$)라 한다.
• 도로의 곡선반경을 R_m 이라 하고, R_m 은 원의 중심에서 중앙분리대의 중심까지를 의미한다. ($x^2 + y^2 = R_m^2$)

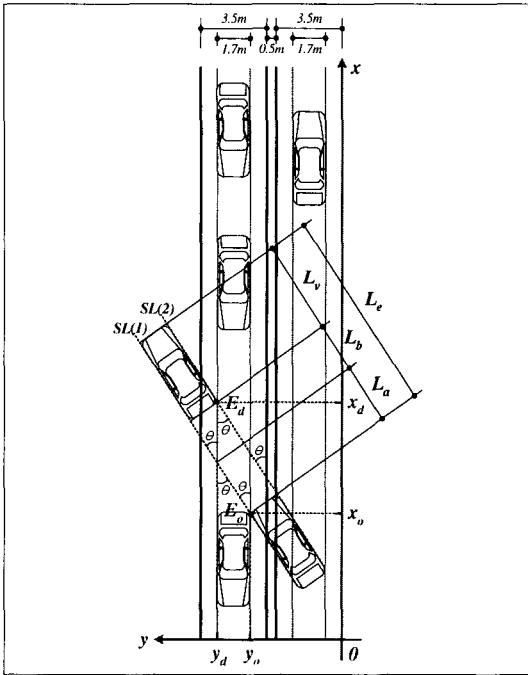
(1) 직선부 도로 충돌내재구간 주행거리

직선부 도로에 있어서 중앙선침범차량이 대향차로 상의 충돌내재구간 주행거리는 식(7)과 같이 구할 수 있다.

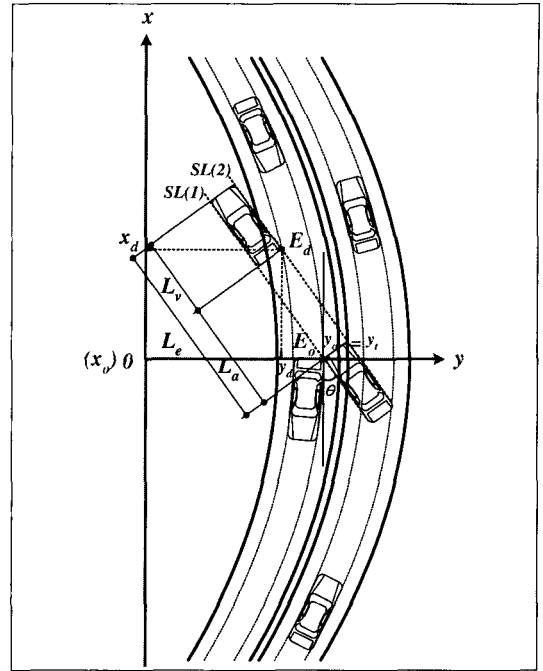
$$L_e = L_a + L_b + L_v = L_w \cdot \cot \frac{\theta}{2} + L_v \quad (7)$$

(2) 좌로 굽은 곡선부 도로 충돌내재구간 주행거리

좌로 굽은 곡선부 도로에 있어서 중앙선침범차량이 대향차로 상의 충돌내재구간 주행거리는 식 (8)과 같이 구할 수 있다.



〈그림 2〉 직선부 도로 충돌내재구간 주행거리



〈그림 3〉 좌로 굽은 도로 충돌내재구간 주행거리

$$\begin{aligned}
 L_e &= L_a + L_v & (8) \\
 &= R_{E_o} \cdot \sin \theta \\
 &= \frac{\sqrt{R_{E_d}^2 \cdot \sec^2 \theta - (R_{E_o} + L_w \cdot \sec \theta)^2}}{\sec \theta} + L_v
 \end{aligned}$$

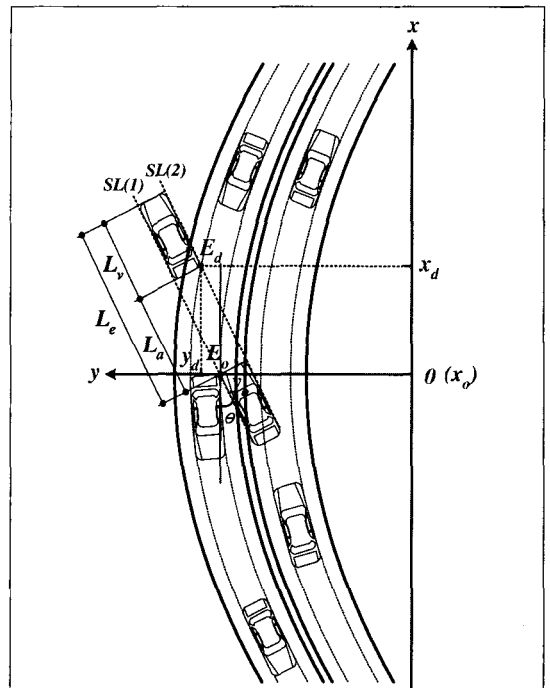
(3) 우로 굽은 곡선부 도로 충돌내재구간 주행거리

우로 굽은 곡선부 도로에 있어서 중앙선침범차량이 대향차로 상의 충돌내재구간 주행거리는 식(9)와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 L_e &= L_a + L_v & (9) \\
 &= \frac{\sqrt{R_{E_d}^2 \cdot \sec^2 \theta - (R_{E_o} - L_w \cdot \sec \theta)^2}}{\sec \theta} \\
 &\quad - R_{E_o} \cdot \sin \theta + L_v
 \end{aligned}$$

2) 대향차로 상의 충돌내재구간 주행시간

침범차량의 대향차로 상에서의 주행시간은 충돌내재구간을 통과하는데 소요되는 시간을 말한다. 대향차로 주행시간은 식(7), (8), (9)에서 나타난 주행거리를 도로 조건에 적용할 특정속도로 나누어서 구할 수 있다. 대향차로 주행시간을 t_o (sec)라 하고, 일정



〈그림 4〉 우로 굽은 도로 충돌내재구간 주행거리

도로구간을 주행하는 차량의 속도를 V 라 하면 대향차로 주행시간의 일반식은 식(10)과 같이 정리된다.

$$t_o = \frac{L_e}{V(km/h)} = \frac{3.6 L_e}{V(m/sec)} \quad (10)$$

그러나, 식(10)의 주행시간은 대향차로 상의 차량의 분포에 대하여 충돌여부를 판단하는 임계시간(critical time)을 의미하지는 않는다. 여기서 언급되어진 임계시간이라 함은, 중앙선을 침범한 차량이 대향차로 상에서 주행하는 동안 대향차량도 침범차량을 향해 주행하기 때문에 침범차량이 대향차로의 충돌내재구간을 주행하는 시간동안 대향차량이 충돌내재구간을 향해 주행하게 될 시간도 고려해야만 한다. 그러므로 임계시간 t_{co} (sec)는 식(11)과 같이 구할 수 있다.

$$t_{co} = \frac{3.6(L_e + L_o)}{V} = \frac{7.2 L_e}{V} \quad (11)$$

3) 침범차량과 대향차량의 충돌확률

침범차량과 대향차량과의 충돌확률은 대향차량의 차두간격분포에서 충돌확률을 구하고, 이 확률 값에 침범차량의 각분포에 가중치를 두어 이들에 대한 값을 합산함으로써 전체 침범차량군에 대한 충돌확률을 구할 수 있다. 침범각 분포는 침범율과 동일하게 Hutchinson과 Kennedy의 자료를 이용하였다.¹⁴⁾ 각분포는 <표 1>에 나타나 있으며 6개의 영역으로 구분되어 있다. 이 6개 영역을 하나의 대표각으로 나타내어 이에 따른 임계시간을 구하여 확률분포함수에서 확률을 구하고 이 대표각에 해당하는 분포확률을 곱하여 식(12)와 같이 나타낼 수 있다.¹⁰⁾

$$P(A_o | E_o) = \sum_{i=1}^6 \left[\left(1 - e^{-\frac{r_{oi} \cdot ADT}{86.400} \cdot \frac{7.2L_e}{V}} \right) \cdot p_i \right] \quad (12)$$

4. 중앙선침범사고 예측모델의 제시

교통사고의 주요한 요소인 교통량과 속도를 토대로 지방부 2차로 도로의 중앙선침범사고 예측모델은 연간 중앙선침범 예측건수와 중앙선침범차량의 대향차량에 대한 충돌확률로 구성되므로 식(2)의 기본 구조에 식(3), (4), (5)와 식(12)를 대입하여 식(13), (14), (15)와 같이 정리할 수 있다.

1) 직선부 도로 중앙선침범사고 예측모델

$$Ex(A_e) = 3.75939 \times 10^{-4} \cdot r_{ee} \cdot ADT \cdot \sum_{i=1}^6 \left[\left(1 - e^{-\frac{r_{oi} \cdot ADT}{86.400} \cdot \frac{7.2}{V} (L_e \cdot \cos \frac{\theta}{2} + L_o)} \right) \cdot p_i \right] \quad (13)$$

2) 좌로 굽은 곡선부 도로 중앙선침범사고 예측모델

$$Ex(A_e) = 3.75939 \times 10^{-4} \cdot r_{ee(t)} \cdot ADT \cdot \sum_{i=1}^6 \left[\left(1 - e^{-\frac{r_{oi} \cdot ADT}{86.400} \cdot \frac{7.2}{V} (R_e \cdot \sin \theta - \frac{\sqrt{R_e^2 \cdot \sec^2 \theta - (R_e + L_e \cdot \sec \theta)^2}}{\sec \theta} + L_o)} \right) \cdot p_i \right] \quad (14)$$

3) 우로 굽은 곡선부 도로 중앙선침범사고 예측모델

$$Ex(A_e) = 3.75939 \times 10^{-4} \cdot r_{ee(t)} \cdot ADT \cdot \sum_{i=1}^6 \left[\left(1 - e^{-\frac{r_{oi} \cdot ADT}{86.400} \cdot \frac{7.2}{V} (R_e \cdot \sin \theta - \frac{\sqrt{R_e^2 \cdot \sec^2 \theta - (R_e + L_e \cdot \sec \theta)^2}}{\sec \theta})} \right) \cdot p_i \right] \quad (15)$$

IV. 중앙선침범사고 예측모델의 평가

제시된 지방부 2차로 도로기하구조별 중앙선침범사고 예측모델을 평가하기 위해서는 실제 발생한 중앙선침범 사고건수와 교통량을 조사한 후, 제시된 중앙선침범사고 예측모델에 교통량을 대입하여 산출되어진 중앙선침범 예측건수와 중앙선침범사고 발생건수를 비교·분석하여야 한다. 그러나, 사고자료의 부족으로 본 연구에서는 중앙선침범사고 예측모델의 평가를 위해 중앙선침범 사고건수 대신 사고를 내재한 상충(conflict)수를 조사하여 검증에 활용하였다.

1. 자료의 수집

1) 자료수집구간의 설정

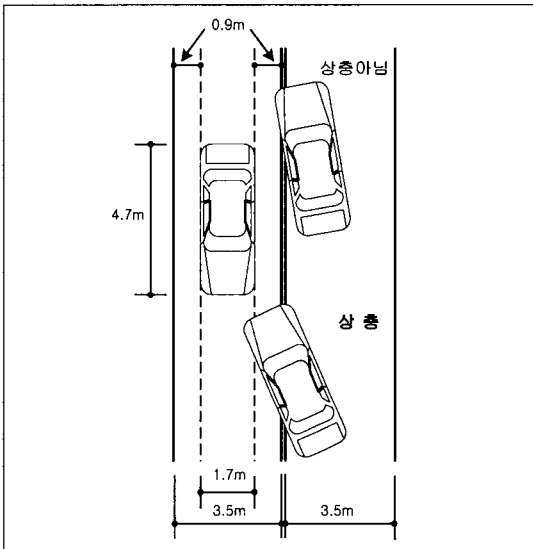
- 전라남도 지방부 2차로 도로로 제한시킴
- 직 선 부 30개소
- 좌곡선부 30개소, 우곡선부 30개소

2) 설정된 구간의 교통량

교통량 자료는 건설교통부에서 발간한 『도로교통량통계연보(2001)』에서 제시된 교통량을 사용하였다.¹⁾

3) 설정된 구간의 상충수

상충이라 함은 중앙선침범사고를 내제한 중앙선침범을 의미한다. 그러므로 중앙선침범 후 중앙선으로부터 사고위험지역까지의 여유폭 0.9 m를 넘어서는 차량에 대해서만 교통상충을 유발하는 것으로 판단하였다. <그림 5>에서는 본 연구에서 적용한 교통상충을 도시화한 것이다.⁷⁾



<그림 5> 교통상충

2. 모델의 적용과 비교

중앙선침범사고 예측모델에서 산출한 사고건수와 조사구간 상의 한시간 상충수를 비교하여 모델을 평가하기 위해 중앙선침범사고 예측건수를 독립변수로 하고 조사된 상충수를 종속변수로 하여 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 결정계수의 값이 직선부 도로의 경우 $R^2 : 0.3824$, 좌로 굽은 곡선부의 경우 $R^2 : 0.5011$, 우로 굽은 곡선부의 경우 $R^2 : 0.4910$ 값을 얻을 수 있었다. 실제로 중앙선침범 예측건수와 관측상충수의 비교를 통한 결정계수가 낮게 나오는 것은 우리나라 중앙선침범사고건수에 대한 자료확보가 어려워 실제사고건수 대신 관측상충수를 이용해 모델을 검증한 것이기에 상대적으로 결정계수가 낮게 제시된 것임을 알 수 있다. 이러한 상황을 고려해 볼 때 본 연구에서 개발한 중앙선침범사고 예측모델은 유효하다 할 수 있을 것이다.

V. 중앙선침범 예방시설물 설치기준 제시

적합성이 검증된 중앙선침범사고 예측모델에서 산출된 중앙선침범사고 예측건수에 따른 교통사고비용을 산출하고, 중앙선침범 예방시설물 설치비용을 산출하여 두 비용간의 편익-비용분석을 통해 얻어진 기준으로 중앙선침범 예방시설물 설치의 가부에 대한 보다 현실적이고 비용-효율적인 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 제시할 수 있다.

1. 중앙선침범사고에 대한 사회적비용 추계

중앙선침범사고 사회적비용 추계를 위한 기본적인 자료는 2001년 도로교통안전관리공단에서 편찬한 『교통사고 사회적비용의 추계와 평가』를 활용하여 지방부 도로의 중앙선침범사고에 따른 사회적비용을 <표 4>에 집계하였다.^{3,4)}

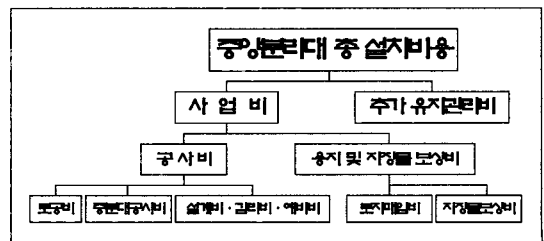
<표 4>에서 제시하고 있는 각종 집계비용을 토대로 최종적으로 중앙선침범사고 1건당 사회적비용은 42,979,627원으로 산정할 수 있다.

2. 중앙선침범 예방시설물 설치비용 산출

중앙선침범 예방시설물 설치비용은 <그림 6>과 같이 구분지을 수 있다. 이를 토대로 중앙선침범 예방

<표 4> 지방부 도로의 중침사고 사회적비용

구분	중침사고 발생건수	인적피해비용(천원)		물적피해 비용(천원)
		사망	부상	
일반국도	7,024	230,477,023	77,921,775	7,543,776
지방도	2,642	73,842,153	26,888,225	2,837,508
군도	723	18,540,454	7,687,925	776,502
소계	10,389	322,859,630	112,497,925	11,157,786
		435,357,555		
총계	10,389	446,515,341		



<그림 6> 중앙분리대 총설치비용

시설물 설치비용은 지방부 2차로 도로에서 가장 많이 설치되어지는 연석형 방호울타리를 대상으로 하여 식(16)과 같이 산정할 수 있다.²⁾

$$\begin{aligned} C_t &= (C_e + C_m + C_d + C_l) + C_{\Delta m} \\ &= 6.47 + 1.03 + 0.37 + 6.21 + 0 \\ &= 14.08 \text{ (억원/km)} \end{aligned} \quad (16)$$

- C_t : 중앙분리대 총 설치비용(억원/km)
 C_e : 토공비
 C_m : 중앙분리대 공사비
 C_d : 설계비·감리비·예비비
 C_l : 용지·지장물 보상비
 $C_{\Delta m}$: 추가 유지관리비

3. 중앙선침범 예방시설물 설치기준

본 연구에서 개발된 중앙선침범사고 예측모델에 의해 단위 구간길이(km)당 산출된 중앙선침범사고의 사회적비용과 중앙선침범 예방시설물 설치비용 간의 편익-비용 분석을 통해 중앙선침범 예방시설물 설치 유무 판단기준을 제시할 수 있을 것이다. 만약 평가년도 기준으로 중앙선침범사고 사회적비용이 중앙선침범 예방시설물 설치비용보다 더 높게 산정되어질 경우 중앙선침범 예방시설물 설치가 필요하다는 결과를 도출해 낼 수 있을 것으로 판단된다.

Ⅵ. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

- 지방부 2차로 도로를 대상으로 중앙선침범사고 예방에 있어서 중앙선침범사고 사회적비용과 중앙선침범사고 예방시설물 설치비용을 가지고 경제성 분석을 하여 비용-효율적인 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 마련할 것을 제안하고자 교통량과 속도의 함수로 나타나는 도로기하구조별 중앙선침범사고 예측모델을 개발하였다.
- 개발된 중앙선침범사고 예측모델에 의해 중앙선침범사고 사회적비용과 중앙선침범 예방시설물 설치비용을 산출하였으며 이들 간의 편익-비용분석을 통해 중앙선침범 예방시설물 설치기준을 제시할 수

있다.

- 각기 다른 조건을 가지는 도로의 위험도에 대한 수치화가 가능하므로 도로안전시설사업의 경제성 분석과 안전시설사업의 효율성에도 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

2. 향후 연구과제

- 연구의 진행에 앞서 도로, 도로시설물, 교통상황, 사고 등에 대한 자료의 DB화로 활발한 연구가 이루어질 수 있는 환경조성을 하는 기초작업이 선행되어야 한다.
- 우리나라의 실정과 교통상황에 적합한 중앙선 침범율의 연구로 모델의 수정이 필요하며, 지방부 4차로 도로뿐만 아니라 교통특성이 다른 교통류(도시부 또는 자동차전용도로)에 대한 연구도 필요하다.
- 중앙선침범사고와 관련이 많은 도로조건 중 특히 곡선반경, 중단구배, 차로폭, 차로수 등과의 관련 연구를 수행함으로써 중앙선침범사고 예측모델에 대한 보완이 필요하다.

참고문헌

1. 건설교통부(2001), 도로교통량통계연보.
2. 건설교통부(1998), 도로안전시설 설치 및 관리 지침.
3. 경찰청(2001), 교통사고통계.
4. 도로교통안전관리공단(2001), 교통사고 사회적비용의 추계와 평가.
5. 대한토목학회(2000), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침.
6. 도로교통안전관리공단(1999), 중앙선 침범사고 예방대책.
7. 하태준·박제진(2001), "중앙선침범사고 예측모델의 개발에 관한 연구", 대한교통학회지, 제19권 제5호, 대한교통학회, pp.109~118.
8. AASHTO(1977), Guide for Selecting, Locating, and Designing Traffic Barriers.
9. AASHTO(1996), Roadside Design Guide.
10. ENO Foundation for Transportation(1971), Poisson and Other Distributions in Traffic.
11. J. C. Glennon and C. J. Wilton(1974),

- Methodology for Determining the Safety Effectiveness of Improvements on All Classes of Highways, FHWA-RRD-75-23.
12. J. H. Kim(1996), Development of Safety-Based Guidelines for Cost-Effective Utility Pole Treatment along Highway Rights-of-way, Univ. of Wisconsin.
 13. J. W. Hutchinson and T.W.Kennedy(1966), Median of Divided Highways-Frequency and Nature of Vehicle Encroachments. Univ. of Illinois, Urbana-Champaign.
 14. K. W. Ogden(1996), Safer Roads, Cambridge.
 15. Oregon Department of Transportation(1996), Medians, TRI Oregon State Univ. Corvallis.
 16. Shaw-Pin Miaou(1997), Estimating Vehicle Roadside Encroachment Frequencies by Using Accident Prediction Models, TRB 1599, pp.64~71.
 17. TRB Special Report 214(1987), Designing Safer Roads, Practices for Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation, National Research Council, Washington A.C.

✉ 주 작 성 자 : 박제진

✉ 논문투고일 : 2002. 11. 1

논문심사일 : 2002. 11. 16 (1차)

2003. 1. 3 (2차)

심사판정일 : 2003. 1. 3

✉ 반론접수기한 : 2003. 4. 30