

■ 論 文 ■

# 위험도로 곡선반경 개선의 경제적 접근에 관한 연구

An Economic Approach for Improvement of Radius for Hazardous Road

**하 태 준**

(전남대학교  
토목공학과 부교수)

**김 정 현**

(한양대학교  
토목환경공학과 연구교수)

**윤 판**

(광주광역시  
교통정책연구실 실장)

**박 제 진**

(전남대학교 토목공학과 Post-doc. 연구과정)

**김 영 운**

((주)하이콘엔지니어링 도로부)

## 목 차

- I. 서론
    - 1. 연구배경 및 목적
    - 2. 연구범위 및 방법
  - II. 기존 연구문헌 고찰
    - 1. 위험도로
    - 2. 교통사고비용
    - 3. 도로건설사업비
  - III. 위험도로 교통사고 예측모델
    - 1. 위험도로 교통사고 예측모델 개발
  - 2. 위험도로 교통사고 예측모델의 통계적 검증
  - IV. 위험도로 적정 개선안 제시
    - 1. 위험도로 개선에 따른 교통사고 비용
    - 2. 위험도로 개선사업의 공사비 산정
    - 3. 효율적인 위험도로 개선안 제시
  - V. 결론 및 향후 연구과제
    - 1. 결론
    - 2. 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 위험도로, 개선안, 교통사고예측모델, 사고비용, 건설사업비

## 요 약

정부는 1980년대 이후 급증하는 교통사고 감소를 위한 실질적인 교통안전대책 추진 방안으로 "교통사고 잦은 지점"과 "위험도로"에 대한 개선방안을 제시하였다. 이중 "위험도로"의 경우는 도로여건이 조악하여 주행차량의 안전운행에 무리가 발생할 것으로 판단되는 도로구간이며 도로의 기하구조와 기타 환경적 요인에 일정 점수를 부여하여 그 평점으로 선정된다. 이런 위험도로에 대한 개선사업은 차량의 도로 주행시 차량안전만을 고려한 기하구조 개선을 중심으로 사업이 진행되어지고 있어 이로 인한 각 사업에 과도한 사업비가 투자되기도 하여 경제적 낭비를 초래하기도 한다. 이러한 현실하에 개선안 제시에서부터 경제적 접근이 필요하게 되어 본 연구에서는 효율적인 개선안 제시를 통해 사고에 대한 안전성 향상과 과다투자로 인한 경제적 낭비를 막고자 한다. 이를 위해 1995년에 선정된 건설교통부 광주국도유지사무소 관할 위험도로 자료를 선택하여 통계적 처리를 통한 교통사고 예측모형을 제시하였다. 이는 도로기하구조와 교통사고간의 상관관계를 정량적으로 나타냄으로서 특정 요인의 통계를 통한 교통사고 감소를 극대화하기 위함이다. 또한 노선변경법을 기반으로 위험도로 개선방안의 적정 공사비 산출식을 제시하였다. 제시되어진 적정 공사비 산출식을 통한 공사비와 개선사업에 따른 교통사고 감소간의 비교를 통해 최적의 경제적 파급효과를 유도할 수 있는 개선안을 제시하였다. 그러나 본 연구는 자료선별의 공간적 제약에서 벗어나지 못했으며, 다양한 개선안에 대한 접근이 이루어지지 못한 한계를 내포하고 있어 이를 극복한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## I. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

1980년대 이후 교통사고의 급격한 증가로 정부는 교통사고근절을 위하여 국무총리 주관으로 교통안전 종합대책에 관한 관계 장관회의(1989년)를 개최하여, 교통안전대책의 실질적인 추진방안으로서 "교통사고 잦은 지점"과 "위험도로"에 대한 개선방안을 제시하였다.

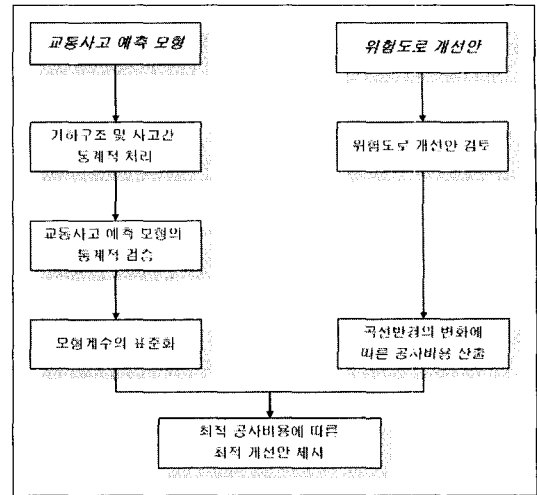
"교통사고 잦은 지점"의 경우 사망, 부상자가 있는 인적 피해와 교통사고 발생 건수가 동일지점에서 1년간 특별시, 광역시, 일반시, 기타지역의 경우로 나뉘어 각각 7건, 7건, 5건, 3건 이상 발생한 지점이며 공간적 범위로는 교차로 및 횡단보도는 차량 정지선에서 후방 30m이내, 기타 단일로에서 시가지는 반경 100m이내, 고속도로는 반경 200m을 의미한다.<sup>1)</sup>

"위험도로"의 경우는 도로 여건이 조악하여 주행차량의 안전 운행에 무리가 발생할 것으로 판단되는 도로 구간을 지칭하며 도로의 기하구조인 노폭, 곡선반경, 종단구배, 시거, 기타 환경적 요인에 일정 점수를 부여 그 평점으로 선정하였다.

이 중 "위험도로 개선사업"은 건설교통부 산하 관할 국도유지사무소에서 관련 업무를 전담하고 있음으로 인하여 업무의 과중 및 사업비 확충 등의 문제로 개선된 사업현황에 대한 기초적인 효과분석만이 이루어지며, 개선방안에 대한 학문적인 접근은 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 즉, 각 사업별로 과다한 사업비가 투자되기도 하여 개선안 제시단계에서부터 경제적 접근이 이루어지지 않은 채, 도로주행시 안전성만을 강조한 기하구조개선 측면만을 강조한 채 해당 사업이 진행되어지고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 경제성 분석을 통한 효율적인 위험도로 개선안 검토안과 근거를 제시하는데 그 목적을 두고 있다.

### 2. 연구범위 및 방법

본 연구에서는 건설교통부 산하 광주 국도유지사무소 관할 위험도로 중 1995년에 개정된 위험도로 선정기준에 따라 선정되어진 자료만으로 연구의 범위를 한정시켰다. 이들 자료들은 전라남도에 산재해 있는 국도 중 곡선부를 포함하여 사고 발생 가능성이 농후한 곳으로 판단되어진 2차로 및 4차로 도로들이다.



〈그림 1〉 연구수행 흐름도

연구방법에 있어서는 첫째 1995년 선정되어진 96개소의 위험도로 기하구조 자료와 기타환경요소를 기반으로 사고율을 Stepwise방식을 적용, 교통사고예측모형을 제시하였다.

둘째, 노선변경법을 기반으로 한 공사비와 곡선반경간의 상관관계를 유도하도록 하였다. 이는 앞서 제시된 교통사고예측 모형을 표준화 함으로서 사고율과 곡선반경간의 상관관계를 도출, 이를 사고율과 사고비용으로 전환, 곡선반경을 매개변수는 이적량으로 표현하여 공사비와 새로운 곡선반경간의 관계식으로 표현하였다.

이에 공사비 및 교통사고비용과 곡선반경간의 상관관계를 통해 비용-효율적인 위험도로 개선안을 제시하도록 하였다. 〈그림 1〉은 본 연구의 수행 흐름도를 도시화한 것이다.

## II. 기존 연구문헌 고찰

### 1. 위험도로

도로공학자들간에 논의되어지고 있는 위험도로의 정의는 "대상도로의 기능과 같은 도로에서 얻을 수 있는 한계교통사고율보다 높은 교통사고 발생율을 갖는 도로구간"을 말한다.<sup>2)</sup>

그러나 우리나라 실무 기술자들은 단지 현재의 도로시설 상태를 보아 차량운행에 위험하다고 판단되는 도로구간을 위험도로로 지칭하고 있다. 이에 일반 국도의 건설 및 유지관리를 담당하는 건설교통부에서는

〈표 1〉 위험도로 평가기준(건설교통부 내부자료)

내용		평점					가중치
도로 기하 구조 (55)	곡선반경	140m 이상 1	120m 2	100m 3	80m 4	60m 이하 5	4
	전후도로 상황	A 1	B 2	C 3	D 4	E 5	3
	시거	200m 이상 1	140m 2	110m 3	85m 4	65m 5	1
	중단구배	3% 이하 1	4% 2	5% 3	6% 4	7% 이상 5	1
	차 선 폭	3.5m 이상 1	3.4m 2	3.25m 3	3.1m 4	3.0m 이하 5	1
	길어깨폭 및 상태	A 1	B 2	C 3	D 4	E 5	1
도로 환경 (25)	EPDO	10 이하 1	15 2	20 3	25 4	30 이하 5	3
	교통량	1,000대 이하 1	2,000대 2	3,000대 3	4,000대 4	5,000 초과 5	2
기타 (20)	사업비	8억원 이상 1	6~8억원 2	4~6억원 3	2~4억원 4	2억원 이하 5	2
	지역요구	E 1	D 2	C 3	B 4	A 5	2

주) ( ) : 평가기준점수

위험도로 선정에 있어서 현실적인 접근을 바탕으로 최측 위험도로에 대한 평가기준을 1989년도에 결정<sup>3)</sup>, 1995년도까지 적용시켰으나 도로의 기하구조 측면에서 교통사고 유발요인별 가중치 적용이 매우 미흡하다는 판단하에 1995년도에 새로운 기준을 제시하여 기존 평가기준에 대한 보완을 시행하였다. 이는 도로의 위험요소를 곡선반경, 전후 도로상태, 곡선 시점부로의 시거, 중단구배, 차로폭, 길어깨폭 및 상태 등으로 구분하고 EPDO(Equivalent Property Damage Only), 교통량 등 도로환경조건과 더불어 사업비와 지역의 요구사항까지도 함께 고려, 이들에 대한 평점을 도출해 냄으로써 위험도로를 산정하는 방법을 제시하고 있으며 이와 같은 위험도로 평가기준은 〈표 1〉과 같이 나타낼 수 있다.

## 2. 교통사고비용

교통사고란 도로에서 자동차에 의한 교통활동 중에 사람을 사상하거나 물건을 손괴한 각종 손실을 유발한 것을 말한다.

### 1) 교통사고비용 산출방법

교통사고비용을 산출하는데 있어서 일반적으로 많

이 사용하고 있는 방법으로는 총생산손실법, 순생산손실법, 보험요율산정법, 법정판정에 의한 산출법, 공공평가방법 및 개인선호성 산출법 등이 있다. 이 중에서도 가장 대표적인 교통사고비용 산출방법은 총생산손실법과 개인선호성법을 들 수 있으며, 본 연구에서는 현재 우리나라의 여건상 가장 많이 활용되어지고 있는 방법인 총생산손실법을 제시하고 있다.

### 2) 우리나라 교통사고비용 추계

2001년 경찰청에서 발간한 『2001년판 교통사고통계』 자료에 의하면 우리나라의 경우 2000년 1년 동안 총 290,481건의 사상사고가 발생하여 437,220명의 사망자가 발생하였다고 제시하고 있다.

〈표 2〉의 2000년도 도로교통 사상사고 현황자료를

〈표 2〉 2000년도 도로교통 사상사고 현황

사망자수	사망자	중상자	경상자	부상신고
사망사고	10,236	3,918	2,042	85
중상사고		207,701	51,998	1,190
경상사고			154,411	923
부상신고				4,719
계	10,236	211,619	208,451	6,914
진수	9,358	161,444	115,756	3,923

〈표 3〉 2000년 사상사고 1건당 교통사고비용

(단위:만원, %)⁴)

구분		사망 사고	중상 사고	경상 사고	부상 신고	단순 물피
PGS 포함	비용	37,065.98	5,898.28	1,015.85	563.22	.
	비율	83.2	13.2	2.3	1.3	.
PGS 제외	비용	26,859.40	2,949.14	940.60	531.34	149.39
	비율	85.9	9.4	3.0	1.7	.

주) PGS(Pain, Grief & Suffering) : 고통비용이란 교통사고 피해자의 가족이나 친지가 겪는 정신적 물리적 고통을 비용으로 환산한 것임.

이용하여 2000년 도로교통사고비용을 총생산손실법으로 추정된 결과 〈표 3〉과 같이 나타낼 수 있다.

### 3. 도로건설사업비<sup>5)</sup>

일반적인 도로건설사업에 투자되는 비용은 사업비와 유지관리비로 크게 구분된다. 그리고 사업비는 공사비와 용지 및 지장물 보상비로 나누어진다. 이 중에서 공사비는 해당 사업의 초기에 투자되는 건설비 및 이에 수반되는 설계비, 감리비, 예비비 등을 말하며, 용지 및 지장물 보상비는 사업지역의 토지매입 및 지장물의 보상비를 말한다. 그리고 유지관리비는 사업의 초기 투자비용뿐만 아니라 생애주기비용(Life Cycle Cost)까지 고려하기 위해 추가하는 경상운영비 등을 말한다. 공사비는 도로 본선에 대해서 토공부, 교량부, 터널부로 구분하여 산정하고 기타 시설물에 대해서는 출입시설, 영업소 및 휴게소 등의 부속시설 건설비용으로 구분하여 산정하고 있으나, 본 연구에서는 위험도로 개선에 따른 부분, 즉 일반구간에 대한 공사비(302만원/m)만을 언급하고자 하며 지장물 보상비를 제외한 용지보상비(102만원/m)만을 인용하여 적용하기로 한다.

## III. 위험도로 교통사고 예측모델

### 1. 위험도로 교통사고 예측모델 개발

위험도로의 효율적인 개선을 위해서 가장 기본적으로 수행해야 할 연구로서 위험도로 교통사고 예측모델의 개발을 들 수 있다. 이에 본 논문에서는 위험도로 교통사고 예측모델의 개발을 위해 건설교통부 산하 광주국도유지사무소 관할 위험도로 선정구간 96개소에 대한 기하구조요소와 기타 교통환경 요소를 조사하여 모델 개발에 활용하였다. 선정된 위험도로를 각 개소

별로 차로수, 곡선반경, 곡선종류, 곡선전후 상황, 시거, 종단구배, 차로폭, 길어깨폭 및 환경과 같은 기하구조요소를 조사하였으며 일평균교통량, 구간내 사망 및 부상, 재산피해 사고건수와 같은 교통환경요소 및 사고율을 조사하였다.

조사된 자료를 바탕으로 위험도로에서의 기하구조요소, 교통환경요소, 사고율간의 상관관계를 통계프로그램을 이용, Stepwise 방식을 통해 다중회귀식으로 표현하면 식(1)과 같다.<sup>6)</sup>

$$Y = 23.135 - 0.048R + 0.261S - 16.51L + 45.698W - 20.324WC \quad (1)$$

$$R^2 = 0.219$$

Y : 사고율(건수/백만차량·km)

R : 곡선반경(m)

S : 시거(m)

L : 종단구배(%)

W : 길어깨폭(m)

WC : 길어깨 상태(포장, 비포장)

### 2. 위험도로 교통사고 예측모델의 통계적 검증

다중회귀식(1)는 결정계수( $R^2$ ) 0.219로 회귀모델의 설명력이 다소 미흡한 것으로 판단된다. 그러나 식(1)에서 제시된 다중회귀식의 결정계수는 기존 연구문헌들에서 제시된 기하구조요소와 사고율간의 다중회귀식의 결정계수와 비교해 보았을 때 적절한 설명력을 지니는 것임을 알 수 있다.

〈표 5〉에서는 ANOVA를 통한 F의 값이 4.979로 제시되었는데, 이는 유의수준 5% 이내에서

$$f(5, 90 : 0.05) = 2.33$$

보다 큰 값을 의미하는 것으로 귀무가설이 기각되어

〈표 4〉 모델의 계수 특성

Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	Collinearity Statistics	
	B	Beta	Tolerance	VIF
Constant	23.135			
곡선반경	-4.8E(-0.2)	-0.99	0.718	1.302
시거	0.261	0.287	0.962	1.039
차선수	-16.451	-0.254	0.989	1.011
길어깨폭	45.698	0.325	0.934	1.070
상태	-20.324	-0.195	0.701	1.427

〈표 5〉 모델의 ANOVA 표

구분	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	27628.231	5	5525.646	9.538	0.000
Residual	52139.602	90	579.329		
Total	79767.833	95			

해당 모델이 통계적으로 유의하다고 판단할 수 있다. 또한 모델의 공선성 검정을 위해 공차한계와 분산팽창요인을 살펴보았는데 그 결과 각 변수에 대한 공차한계는 0.10보다 훨씬 크게 나타났으며, 분산팽창요인은 10보다 훨씬 작게 나타났음을 알 수 있었다. 이로써 각 변수간의 공선성 문제가 존재하지 않음을 알 수 있다.

WC : 길어깨 상태(포장, 비포장)

식(2)를 통해 다른 기하구조 불변일 경우 곡선반경에 따른 사고율의 변화폭이 0.099임을 할 수 있다. 이를 이용하여 곡선반경에 따른 사고 비용의 변화량을 파악하고자 식(3)을 제시하게 되었다.

#### IV. 위험도로 적정 개선안 제시

##### 1. 위험도로 개선에 따른 교통사고 비용

위험도로에 대한 사고원인별 개선 방안들이 다양하게 제시되고 있으나 본 연구에서는 기존의 노선을 최대한 활용할 수 있도록 하여 도로의 개선에 필요되어지는 토지 및 관련비용을 최소화하고자 식(1)에서 제시되어진 변수에서 곡선반경만을 선택하여 기하구조 및 사고비용간의 상관관계식을 도출하였다. 이를 위해 앞서 제시되어진 교통사고 예측모델을 표준화하여 독립변수의 단위 변화에 따른 종속변수의 변화량을 파악하고자 하였다.

$$A.C = 0.099 \cdot X_3 \cdot \sum_{n=2}^n \left( \frac{X_4}{X_5} \right)^n \cdot \left( \frac{e}{\sec \frac{I}{2}} \right) \quad (3)$$

A.C : 곡선반경에 따른 사고비용(Accidents Cost)

X<sub>3</sub> : 교통사고 1건당 사고비용

X<sub>4</sub> : 교통량 증가율

X<sub>5</sub> : 할인율

n : 내구연한

e : 이적량

I : 교각

##### 2. 위험도로 개선사업의 공사비 산정

곡선반경을 증가시킬 경우에 대한 공사비 산정에 연구의 방향을 두고 다음과 같은 가정을 수립하였다.

$$Y = -0.099R + 0.287S - 0.254L + 0.325W - 0.195WC \quad (2)$$

Y : 사고율(건수/백만차량·km)

R : 곡선반경(m)

S : 시거(m)

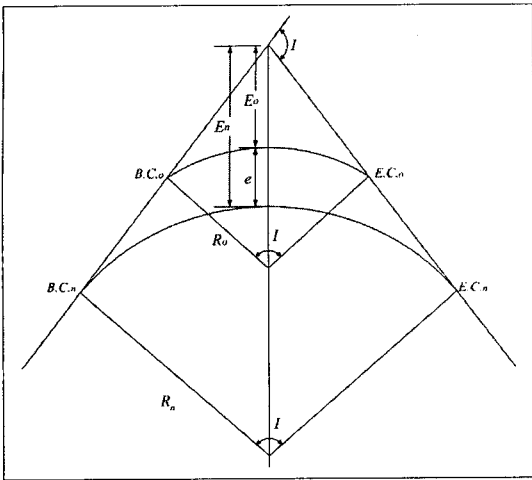
L : 종단구배(%)

W : 길어깨폭(m)

① 접선의 위치 및 방향이 변하지 않는다.

② 교각은 노선변경 전·후가 동일하며 완화곡선은 존재하지 않는다.

③ 기존 노선과 새로운 노선은 중복되지 않는다.



〈그림 2〉 기본노선 변경안

이상과 같은 가정을 기반으로 하여 새로운 노선 변경안을 도시하면 〈그림 2〉와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 새로운 노선의 외활은 식(4)와 같이 표현되어진다.<sup>7)</sup>

$$E_n = E_o + e \quad (4)$$

$E_o$  : 기존노선의 외활

$e$  : 이적량

$E_n$  : 새로운 노선의 외활

식(4)를 곡선반경에 관한 식으로 표현하면 식(5)과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_n = R_o + \frac{e}{\left(\sec \frac{I}{2} - 1\right)} \quad (5)$$

$R_o$  : 기존 노선의 곡선반경

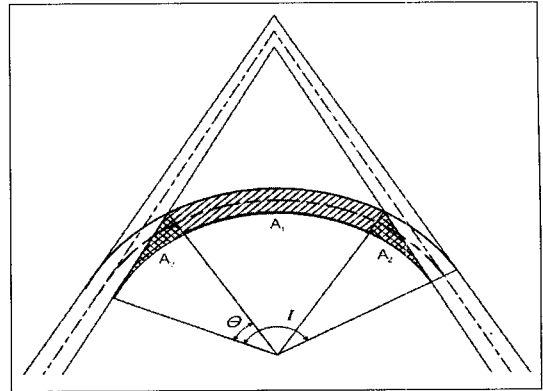
$R_n$  : 새로운 노선의 곡선반경

$e$  : 이적량

$I$  : 교각

식(5)과 같은 기존 곡선반경과 새로운 곡선반경 사이의 상관관계를 근거로 하여 개선사업의 공사비를 산정하고자 한다.

이 때 개선사업 공사비는 크게 전체 신설도로 길이에 대한 공사비용과 토지보상비로 나눌 수 있다. 전체 신설공사비용은 새로운 노선의 곡선길이에 단위길이당 공사비용을 곱하여 계산하였으며, 이를 식(6)을 제시하였다.



〈그림 3〉 토지 이용 계획안

$$R_n \cdot I \cdot X_1 = \left( R_o + \frac{e}{\left(\sec \frac{I}{2} - 1\right)} \right) \cdot I \cdot X_1 \quad (6)$$

$R_o$  : 기존 노선의 곡선반경

$R_n$  : 새로운 노선의 곡선반경

$e$  : 이적량

$I$  : 교각

$X_1$  : 단위 길이 공사비용

토지보상비에 대한 비용을 산출하기 위해서 소요 토지면적을 도시하면 〈그림 3〉과 같이 나타낼 수 있다.

〈그림 3〉을 이용해서  $A_1$ 의 면적을 구하면 식(7)과 같이 제시할 수 있다.

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{2} \cdot (R+t)^2 \cdot (I-2\theta) \\ &\quad - \frac{1}{2} \cdot (R-t)^2 \cdot (I-2\theta) \\ &= \frac{1}{2} \cdot [(R+t) - (R-t)] \\ &\quad \cdot [(R+t) + (R-t)] \cdot (I-2\theta) \\ &= 2R \cdot t \cdot (I-2\theta) \end{aligned} \quad (7)$$

〈그림 3〉의 면적  $A_2$ 를 계산하기 위해 높이를  $2t$ , (도로폭), 밑변을 해당 원호의 길이로 하는 삼각형으로 가정하면 면적  $A_2$ 는 식(8)과 같이 제시할 수 있다.

$$A_2 = \frac{1}{2} \times 2t \times (R-t) \times \theta = t \cdot (R-t) \cdot \theta \quad (8)$$

식(7)와 식(8)을 통하여 전체면적을 산출하면 식(9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$A_1 + 2A_2 = 2R \cdot t \cdot (I - 2\theta) + 2t \cdot (R - t) \cdot \theta \quad (9)$$

일반적으로 기존의 직선구간과 새로운 노선의 곡선 구간이 중복되는 부분은 전체 면적에 비해 매우 미미하므로 식(9)에서  $\theta$ 의 영향은 거의 없다고 할 수 있다. 따라서 실질적인 토지보상비 산출은 식(9)에 단위길이당 용지보상가를 곱하여 식(10)과 같이 제시할 수 있고 전체 공사비는 공사비용 산출식인 식(6)과 용지보상 산출식인 식(10)을 더하여 식(11)과 같이 정리할 수 있다.

$$C_{RL} = 2 R_n \cdot t \cdot I \cdot X_2 \quad (10)$$

$$C_T = R_n \cdot I_n \cdot X_1 + 2 R_n \cdot t \cdot I \cdot X_2 \quad (11)$$

$C_{RL}$  : 토지보상비

$C_T$  : 전체 공사비

$X_1$  : 단위 길이 공사비용

$X_2$  : 단위 길이 용지보상가

$R_n$  : 새로운 노선의 곡선 반경

$I$  : 교각

$l$  : 호의 길이

전체 공사비 산출식은 호의 길이 식(12)과 중앙중거 식(13)을 이용하여 이적량  $e$ 에 관한 식으로 정리하여 식(14)과 같은 2차식을 유도해 낼 수 있다.

$$L = 2R \cdot \sin \frac{I}{2} \quad (12)$$

$$M = R \left( 1 - \cos \frac{I}{2} \right) \quad (13)$$

$$\begin{aligned} C_T &= R_n \cdot IC DOT X_1 + 2 R_n \cdot t \cdot I \cdot X_2 \\ &= \left( R_o + \frac{e}{\sec \frac{I}{2} - 1} \right) \cdot I \cdot X_1 \\ &\quad + 2 \left( R_o + \frac{e}{\sec \frac{I}{2} - 1} \right) \cdot t \cdot I \cdot X_2 \\ &= R_o \cdot I \cdot (X_1 + 2 \cdot t \cdot X_2) \\ &\quad + (X_1 + 2 \cdot t \cdot X_2) \cdot \frac{e \cdot I}{\sec \frac{I}{2} - 1} \end{aligned} \quad (14)$$

$C_T$  : 전체 공사비

$X_1$  : 단위 길이 공사비용

$X_2$  : 단위 길이 용지보상가

$R_o$  : 기존 노선의 곡선반경

$R_n$  : 새로운 노선의 곡선 반경

$I$  : 교각

$e$  : 이적량

### 3. 효율적인 위험도로 개선안 제시

앞서 제시되었던 교통사고비용 산출식과 개선사업 공사비 산정식을 이용하여 개선사업에 따른 공사비와 교통사고 비용을 비교할 수 있는 식을 이적량  $e$  값을 이용하여 식(15)와 같이 제시할 수 있다.

$$\begin{aligned} &R_o \cdot I \cdot (X_1 + 2 \cdot t \cdot X_2) \\ &+ (X_1 + 2 \cdot t \cdot X_2) \cdot \frac{e \cdot I}{\sec \frac{I}{2} - 1} \\ &= 0.099 \times X_3 \times \sum_{n=2}^a \left( \frac{X_4}{X_5} \right)^n \times \left( \frac{e}{\sec \frac{I}{2} - 1} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

제시되었던 식(15)의 구체적인 예를 들기 위해서 각각의 변수들에 대해 실질적으로 적용가능한 값들을 적용하도록 하겠다. 이를 위해 개선사업으로 인해 교통사고비용의 감소액수가 공사비용에 비해 1.25배 이상이 되는 시점을 기준으로 적정의  $e$ , 즉 곡선반경을 산출하였다.

이용된 단위 길이당 공사비는 지방부 4차로에서 6차로로 확장할 경우에 비용으로 30.2억원/km, 용지보상비는 지방부 일반국도의 보상비인 12억원/km를 사용하기로 한다.<sup>5)</sup>

교통사고비용의 경우 계산의 용이성을 가지기 위해 교통사고 피해자의 가족이나 친지가 겪는 정신적, 물질적 고통비용인 PGS비용을 제외한 건당 사고비용 3,159.87만원을 사용하기로 한다.

도로에 대한 내구연한에 대한 기준은 "도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침"에서 제시하고 있는 도로의 목표연도를 15년으로 선택하였다.<sup>8)</sup>

또한 할인율(이자율)은 평균시중 할인율인 10%로 가정하였으며, 교통량 증가율은 전라남도 자동차등록 대수를 기준으로 7%로 추정하였다.

〈표 6〉 기하구조요소 및 교통환경요소 가정치

요소	기호	가정치
단위공사비	$X_1$	302만원/m
용지보상비	$X_2$	120만원/m
교통사고비용	$X_3$	3,159.87만원
교통량 증가율	$X_4$	0.07
할인율	$X_5$	0.10
목표연도	a	15년
단 위 폭	t	6m
B/C Ratio	-	1.25

$$Y = 23.135 - 0.048R + 0.261S - 16.51L + 45.698W - 20.324WC$$

$$R^2 = 0.219$$

Y : 사고율(건수/백만차량·km)

R : 곡선반경(m)

S : 시거(m)

L : 종단구배(%)

W : 길어깨폭(m)

WC : 길어깨 상태(포장, 비포장)

〈표 7〉 교각에 따른 곡선반경 변화량

기존 곡선 반경(m)	교각 30°		교각 120°	
	$e_{max}$	$R_{(n-0), max}$	$e_{max}$	$R_{(n-0), max}$
100	114.09	110.20	204.73	102.36
150	171.13	165.30	307.10	153.55
200	228.18	220.40	409.47	204.73
250	285.22	275.51	511.84	255.92
300	342.27	330.61	614.21	307.10
350	399.32	385.71	716.58	358.29
400	456.36	440.81	818.95	409.47
450	513.41	495.91	921.32	460.66
500	570.45	551.02	1023.69	511.84

비용-효율적인 교각에 따른 곡선반경 변화량의 예를 들어 보도록 한다. 도로의 기하구조요소 및 교통환경요소는 〈표 6〉과 같다고 할 때, 식(15)을 이용하여 교각 30°와 120°인 경우 곡선반경에 따른 최대 이적량 및 곡선반경의 변화량을 살펴보면 〈표 7〉과 같이 제시되어진다. 즉 기존 위험도로의 기하구조가 교각이 30°, 곡선반경이 100m일 경우 경제적인 곡선반경의 변화폭은 110.20m를 나타내고 있다.

## V. 결론 및 향후 연구과제

### 1. 결론

본 연구는 위험도로 개선사업을 진행할 때에 안전에만 집중되어 있는 현재 개선안에서 벗어나 비용-효율적인 개선안을 제시하고자 하였으며 이를 위해 위험도로구간의 교통사고 예측모델을 개발하였다.

또한 이적량  $e$ 를 기반으로 하여 곡선반경, 사고비용, 공사비용간의 관계식을 제시함으로써 이를 이용한 적정의 이적량  $e$ , 즉 새로운 노선의 곡선반경을 산출할 수 있는 식을 제시하였다.

$$R_0 \cdot I \cdot (X_1 + 2 \cdot t \cdot X_2) + (X_1 + 2 \cdot t \cdot X_2) \cdot \frac{e \cdot I}{\text{Sec} \frac{I}{2} - 1} = 0.099 \times X_3 \times \sum_{n=2}^a \left( \frac{X_4}{X_5} \right)^n \times \left( \frac{e}{\text{Sec} \frac{I}{2} - 1} \right)$$

이는 위험도로 개선시 각각의 곡선반경에 따른 공사비 및 향후 교통사고 비용을 예측할 수 있게 함으로서 개선안 선정시 안의 타당성을 평가할 수 있는 학문적 근거를 마련하였다고 할 수 있다. 또한 이를 근거로 적정의 곡선반경을 제시할 수 있을 것이다.

### 2. 향후 연구과제

광주국도유지사무소 관할 내의 위험도로 자료만을 이용한 분석이 이루어져 해당 위험도로 교통사고 예측 모델식의 공간적 제약을 벗어나지 못한 실정이다. 그러므로 분석 자료의 공간적 범위를 확장시킴으로써 전체 위험도로 교통사고 예측 모델의 제시가 이루어져야 할 것이다.

또한 개선안 제시에 있어서 단지 원곡선산의 곡선반경의 변경에만 초점을 맞추어 진행되어져 있으나, 보다 다양한 개선안에 대한 사고비용 및 공사비용간의 관계식을 연구, 제시함으로써 보다 다양한 조건에 대한 공사의 타당성 및 개선안 등을 제시하여야 할 것이다.



### 참고문헌

1. 경찰청(2001), 교통안전시설 전문화 교육.
2. 원제무(2001), 알기 쉬운 도시교통.
3. 한국건설기술연구원(1989), 교통사고 다발지점(위험도로) 개선방안에 관한 연구조사 결과 및 도로 안전시설 설치편람 작성용역.
4. 교통개발연구원(2001), 2000년 교통사고비용 추정 및 추이분석.
5. 한국개발연구원(2001), 도로부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 연구(개정판), 공공투자관리센터.
6. 이학식·김 영(2001), SPSS 10.0 매뉴얼, 법문사.
7. 유복모(1993), 측량공학, 유복모, 박영사.
8. 건설교통부(2000), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침.
9. Organization for Economic Co-operation and Development(1976), Hazardous Road Locations : Identification and Counter Measure.
10. K. W. Ogden(1996), Safer Roads : A Guide to Road Safety Engineering.

♣ 주 작 성 자 : 하태준  
 ♣ 논문투고일 : 2003. 4. 1  
   논문심사일 : 2003. 5. 13 (1차)  
                   2003. 7. 15 (2차)  
                   2003. 10. 6 (3차)  
   심사판정일 : 2003. 10. 6  
 ♣ 반론접수기한 : 2004. 2. 28

using the Data Envelopment Analysis with ranked voting data. The results are as follows. The most urgent matter was considered to be the development of a inter-modal transport system, followed by an integrated service system for public transport, and the need to increase the competitiveness of the transport and logistics industries and to further transport safety. Meanwhile, the provision of transportation for disabled people as well as the elderly was considered to be less important in Korea than in welfare nations. This stems from the belief as further attention needs to be paid to the construction of a public transport system, the establishment of transportation networks construction in preparation for reunification and the North-East Asian era, as well as the privatization of the transport infrastructure.

**A Study on Improvement of the DDHV Estimating Method**

MOON, Mi Kyung · CHANG, Myungsoon · KANG, Jai Soo

Existent DDHV draws and is calculating K coefficient, D coefficient from sum of traffic volume two-directions time.

There is difference of design order and actuality order, error of DDHV estimation value, problem of irregular change etc.. of DDHV thereby.

In this study, among traffic volume of each other independent two direction(going up, going down), decide design target order in the directional traffic volume, presented way(way) applying without separating K coefficient and D coefficient at the same time.

The result were analysis about national highway permanent count point 360 points 30 orders by existing DDHV estimation value method(separation plan) analysis wave and following variation appear.

- design order and actuality order are collision at 357 agencies(99.2%)
- actuality order special quality : Measuring effi-

ciency of average 80 orders, maximum 1,027 order, minimum 2 orders

- error distribution of design order and actuality order : inside 10 hours is(30±10hour) 106 points(29.4%), 254 points(70.6%) more than 30 orders and ±10 orders error occurrence be
- DDHV estimation value : Average 8.4%, maximum 46.7%

The other side, average 50 orders, error improvement effect of DDHV 8.4% was analysed that is at design hourly volume computation by inseparability method in case of AADT premises correct thing because inseparability plan agrees actuality order at whole agency with design order and measuring efficiency of DDHV estimation value is "0".

**An Economic Approach for Improvement of Radius for Hazardous Road**

HA, Tae Jun · KIM, Jeong Hyun · YOON, Pan · PARK, Je Jin · KIM, Young Woon

The Government presented improvement plans such as "Traffic Accident Frequent Point" and "Hazardous Roads" to reduce traffic accidents on the increase after 1980s. In case of the hazardous roads, they are expressed by grades which are marked by geometric elements such as width, radius, grade, sight distance, and other environmental factors. As each business for improving roads goes by only focusing on improvement of geometric elements, excessive expense can be invested too much nowadays causing economical waste. Therefore, as improvement plans approached by economic access are needed, this paper shows the cost-effective improvement of the business to keep safety related to traffic accident and economical waste.

The hazardous roads which authorized by Gwang-ju National Road Preservation Office of Construction and Transportation Ministry in 1995 for business for improvement of roads, were investigated before

1999. First of all, estimating traffic accident models are presented by using existed data statistically. The models help to maximize traffic accident decrease through control of the presented factor. Secondly, optimum construction cost of improvement is presented to prevent overcapitalization. However, this paper is limited because it was difficult to sort the data with various areas and to approach various ways.

#### **Development of a Freeway Travel Time Estimating and Forecasting Model using Traffic Volume**

OH, Sei-Chang · KIM, Myung Ha · HAIK, Yong Hyun

This study aims to develop travel time estimation and prediction models on the freeway using measurements from vehicle detectors. In this study, we established a travel time estimation model using traffic volume which is a principle factor of traffic flow changes by reviewing existing travel time estimation techniques.

As a result of goodness of fit test, in the normal traffic condition over 70km/h, RMSEP(Root Mean Square Error Proportion) from travel speed is lower than the proposed model, but the proposed model produce more reliable travel times than the other one in the congestion. Therefore in cases of congestion the model uses the method of calculating the delay time from excess link volumes from the in- and outflow and the vehicle speeds from detectors in the traffic situation at a speed of over 70km/h.

We also conducted short term prediction of Kalman Filtering to forecast traffic condition and more accurate travel times using statistical model. The results of evaluation showed that the lag time occurred between predicted travel time and estimated travel time but the RMSEP values of predicted

travel time to observations are as low as that of estimation.

#### **Intersection Sight Distance Based on Critical Gap at Unsignalized Intersections**

LEE, Sul-ki · LEE, Yong Jae · KIM, Sukeun

The sight distance at unsignalized intersections is the one of the fundamental geometric design elements, and can ensure safety and efficient operations. Despite its importance, little research attention has been directed in Korea compared to developed countries such as European countries, the United States, and Japan. AASHTO ISD policies have been applied to the intersection design in Korea without any revise, which can produce unrealistic and unadoptable design values. Those values are emerged from several reasons because the AASHTO ISD has been calibrated based on the local data. Therefore, the ISD hardly takes into account the local characteristics of Korea such as driving behavior, vehicular movement and roadway conditions.

The objective of this study is to calculate the appropriate ISD values for unsignalized intersections in the urban area in Korea. In this study, we employed the ISD model of AASHTC(2001), which is based on gap acceptance theory and can account for and take the driving and roadway conditions in Korea into consideration. The approach can also consider the complex driving maneuvers at the intersections in a proper and simple manner. The results in this study show that the ISD design criteria currently used in Korea are more conservative(safer) than those of the USA. In other words, the ISD using field data collected in this study has generally smaller values than those in USA.