

교통사고 절감편익 산정시 교통사고 원단위 개선방안

A Method of Quantifying Unit Traffic Accidents Cost for Estimating Accident Reduction Benefits



이상욱



송승훈



김명호

1. 배경 및 목적

일반적으로 왕복2차로 도로를 왕복4차로, 6차로 등으로 신설 또는 확장하면서 도로선형·기하구조 개선, 안전시설물 보강등으로 기존 왕복2차로 도로보다 교통사고 저감을 위한 개선을 충분히 하였으나, 사고발생건수, 사상자수 절감등 직접적인 효과에 대한 분석이 수행된 적이 없다.

도로건설의 경제적 타당성 분석과정에서 교통사고 절감편익부분에서 고속국도, 일반국도, 지방도 3가지 도로에 대하여 교통사고 원단위(사망자수, 부상자수)를 제시하고 있으며, 고속도로(지방도 <국도 순으로 국도에서의 교통사고 원단위가 가장 높게 제시되고 있어, 국도 교통량이 증가하거나, 고속도로, 지방도와 경쟁하는 국도노선을 계획할 경우 교통사고절감편익이 (-)로 분석되어 국도의

경제성을 떨어뜨리게 된다.

따라서, 국도의 확장·신설 혹은 차로수에 따른 교통사고 발생건수, 사상자수등의 자료를 통하여 국도 확장·신설시 안전시설물 개선으로 인한 직접적인 효과를 분석하고 교통사고절감편익의 원단위에서 일반국도를 2차로, 4차로이상으로 구분하여 교통사고절감편익 산정 시 나타나는 (-)편익에 대한 문제점을 보완하고자 한다.

〈표 1〉 교통사고발생비율 원단위

(건/억대-km, 인/억대-km)

구분	인적피해사고				물적피해사고	
	사망		부상		차량피해	
	건	인	건	인	건	건
고속국도	0.72	0.86	7.06	19.90	112.83	74.81
일반국도	3.38	3.58	63.27	120.99	968.16	642.45
지방도	2.95	3.13	54.24	94.69	832.83	552.90

자료 : 국토해양부, "교통시설투자평가지침(3차개정)", 2009.12, p121

이상욱 : 부산지방국토관리청 도로시설국 도로계획과, okmoct@korea.kr, 직장전화:051-660-1102, 직장팩스:051-660-1160~1

송승훈 : 동부엔지니어링(주) 교통연구실, ssh@dbeng.co.kr, 직장전화:02-2122-6986, 직장팩스:02-2122-6830

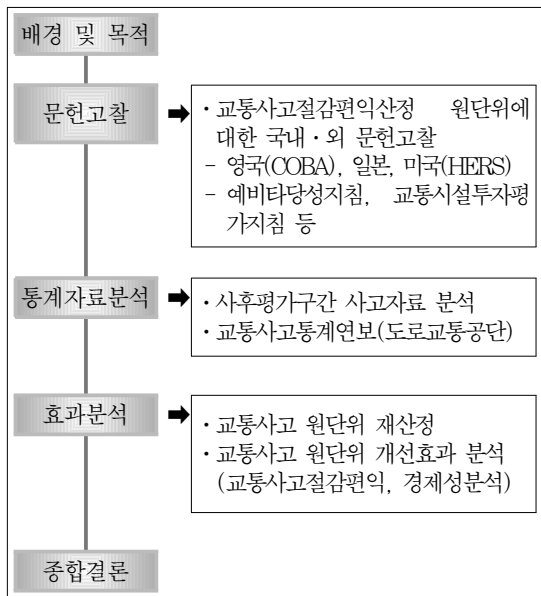
김명호 : 동부엔지니어링(주) 교통연구실, kmyongho@dbeng.co.kr, 직장전화:02-2122-6985, 직장팩스:02-2122-6830

II. 수행방법

첫 번째, 교통사고절감편의 산정시 국내외에서 적용되고 있는 원단위 혹은 연구사례에 대한 문헌 자료를 검토하고,

두 번째, 도로교통공단에서 발행되는 교통사고 통계연보, 국토해양부의 도로등급(차로수)별 도로 연장 통계자료, 현재 수행중인 사후평가구간의 공사전·후 사고통계자료를 분석하고,

세 번째, 교통사고편의 산정시 적용되는 원단위 개선방향 및 사례분석을 통하여 편익의 변화를 검토하여, 향후 교통사고원단위 개선 방향을 제시하였다.



〈그림 1〉 연구수행과정

III. 문헌고찰

1. 국외사례

1) 영국(COBA)

영국에서는 경제성 분석을 위하여 COBA(Cost Benefit Analysis) Program을 이용하고 있으며, COBA에서는 교통사고비용산정을 위하여 도

〈표 2〉 표준사고율

(인명피해사고/백만대-km, 2000년 기준)

사고 유형	도로유형	사고율(Accident Rate)				비고	
		주행로		교차로 (20m이내)			
1	D2 Motorway(왕복4차로)	0.089		0.098		고속 도로	
2	D3 Motorway(왕복6차로)	0.089		0.098			
3	D4 Motorway(왕복8차로)	0.089		0.098			
제한 속도	Mile/Hour	30/40	50/60/70	30/40	50/60/70		
4	Modern S2 Roads	0.297	0.174	0.844	0.293	왕복 2차로	
5	Modern S2 Roads(HS)	0.297	0.138	0.844	0.232		
6	Modern WS2 Roads	0.297	0.113	0.844	0.190		
7	Modern WS2 Roads(HS)	0.297	0.102	0.844	0.171		
8	Older S2 A Roads	0.297	0.226	0.844	0.381		
9	Other S2 Roads	0.297	0.297	0.844	0.404		
10	Modern D2 Roads	0.295	0.119	1.004	0.174		왕복 4차로
11	Modern D2 Roads(HS)	0.295	0.089	1.004	0.131		
12	Older D2	0.295	0.154	1.004	0.226		
13	Modern D3+ Roads	0.295	0.119	1.004	0.174	왕복 6차로	
14	Modern D3+ Roads (HS)	0.295	0.089	1.004	0.131		
15	Older D3+	0.295	0.154	1.004	0.226		

주 : HS(Hard Shoulder, Strip) : 도로양쪽의 폭 1m이상 길어깨

[도로등급]

- Modern : 1980년이후 도로설계기준에 따라 설계되고 건설됨
- Older : 최근의 기준으로 만들어지지 않은 대부분의 도로
- Other : 'B', 'C', '분류 안 된 도로'등급의 1차로 도로 (Single Carriageway)

D : Dual의 약자로 물리적 시설물(중앙분리대, 녹지대등)에 의해서 분리된 도로

S : Single의 약자로 노면표시에 의해서 분리된 도로

자료 : COBA11 User Manual Volume13 Economic Assessment of Road Scheme(4/2)

로종류별(Motorway, S2, WS2, D2, etc)로 주행로와 교차로에 대하여 교통사율, 사상자수, 평균 사고비용을 구분하여 적용하고 있다.

주행로의 경우 왕복2차로 이하의 도로의 사고율이 가장 높으며, 교차로에서는 제한속도가 40mile/hr 이하의 경우 왕복2차로 이상의 도로가 높으며, 50mile/hr 이상의 경우 왕복2차로도로가 높은 것으로 조사되었다.

2) 일본

일본은 도로유형별(고속도로, 자동차전용도로, 일반도로)로 차로수, 중앙분리대 유무, 신호등 개소 및 밀도 등에 따라 관련기준을 제시하고 있다.

〈표 3〉 사상자수(사상자수/인명피해사고, 2000년 기준)

사고 유형	도로 유형	사상자수(Casualties)											
		주행로						교차로(20m이내)					
1~3	Motorways	사망	중상	경상	사망	중상	경상	사망	중상	경상			
				0.0229	0.1591	1.467	0.0220	0.1520	1.462				
제한속도(mph)		30/40			>40			30/40			>40		
4~9	S2 A Roads	사망	중상	경상	사망	중상	경상	사망	중상	경상	사망	중상	경상
		0.0137	0.1647	1.133	0.0577	0.3294	1.249	0.0092	0.1392	1.157	0.0436	0.2855	1.286
10~15	Dual Carriageways	0.0098	0.1605	1.063	0.0296	0.2634	1.216	0.0075	0.1379	1.124	0.0262	0.2513	1.245
		0.0143	0.1546	1.145	0.0314	0.2005	1.312	0.0093	0.1253	1.222	0.0286	0.1861	1.314

자료 : COBA11 User Manual Volume13 Economic Assessment of Road Scheme(4/3)

〈표 4〉 인명사상사고 건수 산정식

도로유형		도로부	교차로부		
고속도로		$Z_1 = 0.41X_1$	-		
일반도로	인구 밀집 지역	2차로		$Z_1 = 0.32X_1$	$Z_2 = 0.084X_2$
		4차로 이상	중앙분리대 유	$Z_1 = 0.26X_1$	$Z_2 = 0.083X_2$
	기타 시가지	2차로		$Z_1 = 0.22X_1$	$Z_2 = 0.074X_2$
		4차로 이상	중앙분리대 유	$Z_1 = 0.19X_1$	$Z_2 = 0.067X_2$
	비시가지	2차로		$Z_1 = 0.14X_1$	$Z_2 = 0.085X_2$
		4차로 이상	중앙분리대 유	$Z_1 = 0.15X_1$	$Z_2 = 0.071X_2$

자료 : 한국개발연구원, "2000년 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(개정판)", p101 인용

주 : Z_1 : 도로부 사고건수(건/년)
 Z_2 : 교차로부 사고건수(건/년)
 X_1 : 차량-km(천대-km/일) = 일교통량(천대/일) × 구간길이(km)
 X_2 : 차량-교차로(천대-교차로수/일) = 일교통량(천대/일) × 주교차로수

3) 미국(HES)

미연방도로국(FHWA, Federal Highway Administration)에서는 주정부 도로의 개선사업 시 정부투자의 필요성을 평가하기 위하여 HERS (Highway Economic Requirements System) 을 이용하고 있다.

HERS에서는 지역에 따라 도로를 유형별로 구분하여 사고건수, 사고당 부상자비율, 사고당 사망자 비율을 이용하여 도로의 안전성에 대한 비용을 산정하고 있다.

〈표 5〉 도로유형별 사고건수

도로유형	사고건수(1억대·mile)	계수값	
지방부	고속도로	68.0	0.8842
	4차로이상	146.6	2.4123
	2차로도로	163.8	1.0557
도시부	고속도로	131.0	1.1453
	4차로이상	439.1	0.9367
	분리대 유		
	중앙분리대		
	좌회전차로	0.7494	
	분리대 무	554.8	1.3131
2차로도로	378.7	0.8743	

지역에 따른 사고건수는 지방부보다 상대적으로 도시부에서 사고건수가 높게 나타나고 있으며, 도로유형별로는 지방부의 경우 고속도로<4차로이상도로>2차로이상도로, 도시부의 경우 고속도로<2차로도로>4차로이상도로 순으로 사고건수가 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

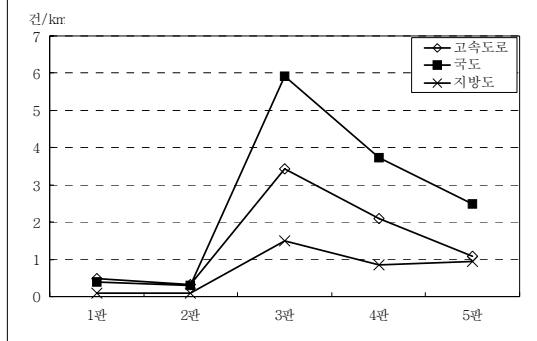
2. 국내사례

1) 예비타당성 지침(한국개발연구원)

정부의 재정이 투입되는 대형 투자사업을 차질 없이 추진하기 위하여 정책적, 경제적, 기술적 타당성에 대한 면밀한 사전검토를 위하여 예비타당성 지침을 1999년 최초 제정하여 지속적인 보완 및 수정을 통하여 2010년 현재 "예타지침 5판"까지 개정하였다.

〈표 6〉 도로유형별 km당 교통사고건수

구분	1관	2관	3관	4관	5관
고속도로	0.49	0.33	3.44	2.10	1.09
국도	0.38	0.29	5.92	3.73	2.49
지방도	0.1	0.1	1.49	0.85	0.94



주 : 1관-한국개발연구원, “도로 및 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침연구”, 1999
 2관-한국개발연구원 공공투자관리센터, “도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(개정판)”, 2000
 3관-한국개발연구원 공공투자관리센터, “도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제3관)”, 2001
 4관-한국개발연구원, “도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4관)”, 2004.9
 5관-한국개발연구원 공공투자관리센터, “도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제5관)”, 2008.

예비타당성 지침에서는 교통사고절감 편익산정을 위하여 도로유형별 교통사고 발생비율(고속도로, 국도, 지방도, 사망자수, 부상자수), 교통사고 유형별 비용(1인당 사망, 부상비용)등의 원단위를 적용하고 있다.

1999년 이후 수정 보완된 예비타당성 지침별로 교통사고 원단위를 비교한 결과 〈표 6〉과 같다.

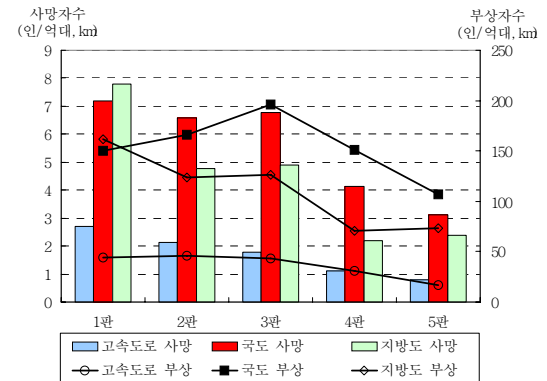
km당 교통사고건수의 경우 지방도<고속도로 <국도 순으로 나타났으며, 2001년 예타3관 개정시 km당 교통사고건수가 가장 높게 추정되었으며, 이후 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있다.

국도의 교통사고 건수를 예타5관 기준으로 타도로와 비교해볼 때, 고속도로보다 2.28배 높고, 지방도 보다 2.65배 높은 것으로 분석되었다.

국도의 교통사고 건수를 예타5관 기준으로 타도로와 비교해볼 때, 사망자수의 경우, 고속도로보다 3.94배 높고, 지방도 보다 1.30배 높으며, 부상자수의 경우, 고속도로보다 6.32배 높고, 지방

〈표 7〉 도로유형별 1억대·km당 교통사고 사상자수

구분	1관	2관	3관	4관	5관	
사망	고속도로	2.71	2.12	1.78	1.12	0.79
	국도	7.20	6.59	6.78	4.15	3.11
	지방도	7.79	4.77	4.89	2.21	2.40
부상	고속도로	44.24	46.26	43.56	31.0	16.97
	국도	150.21	165.77	196.49	151.1	107.27
	지방도	161.65	123.79	126.07	71.1	73.61



〈그림 2〉 1억대·km당 교통사고 사상자수

도 보다 1.46배 높은 것으로 분석되었다.

1억대·km당 교통사고 사상자수의 경우 고속도로<국도<지방도 순서로 나타났으며, 지속적으로 감소추이를 보이고 있으나, 2001년 3관 개정이후 급격하게 감소한 것으로 분석되었으며, 지방도의 경우 2008년 예타5관 개정시 예타4관보다 다소 증가한 것으로 나타났다.

2) 투자평가지침(국토해양부)

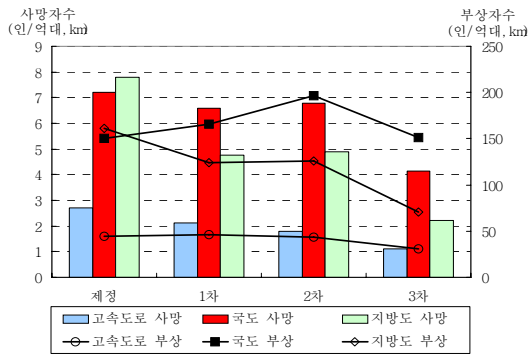
공공교통시설개발사업의 타당성 평가시 적용하는 교통수요의 추정과정·평가항목 및 평가방법 등에 대한 교통투자에 관한 표준화된 지침을 제시·적용하도록 하여 객관적·신뢰성 있는 타당성 평가를 통한 교통시설투자 효율화 도모를 위하여 2002년 지침을 제정하여 2010년 현재 “3차개정”이 완료되었다.

투자평가지침에서는 교통사고절감 편익산정을 위하여 도로유형별 교통사고 발생비율(고속도로, 국도, 지방도, 사망자수, 부상자수), 교통사고 유

〈표 8〉 도로유형별 1억대·km당 교통사고 사상자수

구분	제정	1차	2차	3차	
사망	고속도로	2.71	1.78	1.08	0.86
	국도	7.20	6.79	3.70	3.58
	지방도	7.79	4.89	2.81	3.13
부상	고속도로	44.24	43.56	27.76	19.90
	국도	150.21	196.48	140.18	120.99
	지방도	161.65	126.07	75.32	94.69

주 : 제정-건설교통부, “공공시설개발사업에 관한 투자평가지침”, 2002.1
 1차-건설교통부, “공공시설개발사업에 관한 투자평가지침”, 2004.4
 2차-건설교통부, “교통시설 투자평가지침(제2차개정)”, 2007.12
 3차-국토해양부, “교통시설 투자평가지침(제3차개정)”, 2009.12, 2005~2007년의 평균값을 적용하였음.



〈그림 3〉 1억대·km당 교통사고 사상자수

형별 비용(1인당 사망, 부상비용)등의 원단위를 적용하고 있다.

1억대·km당 교통사고 사상자수의 경우 고속도로<지방도<국도 순서로 나타났으며, 지속적으로 감소추이를 보이고 있으나, 2007년 2차 개정 이후 급격하게 감소한 것으로 나타났다.

국도의 교통사고 사상자수를 3차개정 기준으로 타 도로와 비교해볼 때, 사망자수의 경우, 고속도로보다 3.71배 높고, 지방도 보다 1.88배 높으며, 부상자수의 경우, 고속도로보다 4.87배 높고, 지방도 보다 2.13배 높은 것으로 분석되었다.

3) 기타 연구논문

① 도로 및 교통특성에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발

〈표 9〉 도로의 형태에 따른 교통사고 예측모형식

도로형태	모형식
고속도로	$Y = 0.109 + 2.346E - 04 \times (X_1)$
일반도로	2차로 $Y = 0.174 + 1.164 \times (X_2) + 0.835 \times (X_3)$
	4차로 중분대 유 $Y = 0.920 + 3.135 \times (X_2)$
	4차로 중분대 무 $Y = 0.729 + 1.757 \times (X_2)$

자료 : 이수범외, “도로 및 교통특성에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발”, 대한교통학회지 제21권 제4호, 2003.8
 주 : Y : 사고건수(건/km), X₁ : 교통량(대/일), X₂ : 교차로 수(개/km), X₃ : 횡단신호등 수(개/km)

〈표 10〉 도로유형별 km당 교통사고 건수

구분	한국개발연구원	본 연구결과
고속도로	3.44	2.66
일반국도	5.92	2차로 5.41
		4차로, 중분대 무 3.73
		4차로, 중분대 유 2.63
지방도	1.49	2차로 0.72
		4차로, 중분대 무 1.41
		4차로, 중분대 유 1.28

자료 : 이수범외, “도로 및 교통특성에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발”, 대한교통학회지 제21권 제4호, 2003.8

호남고속국도 및 전라북도내 국도, 지방도를 사례로하여 지방지역의 도로특성 및 사고 특성 조사를 통해 도로유형별 물리적인 특성을 반영하여 보다 체계적인 도로등급 및 특성에 따른 사고예측모형을 개발하는데 목적을 두고, 도시지역을 대상으로 한 모델을 구축하였다.

2차로의 경우 교차로수 및 횡단신호등 개수, 4차로의 경우 교차로수, 고속도로의 경우 교통량이 사고의 주요 영향요인으로 제시하고 있다.

본 연구의 결과를 토대로 도로유형별로 km당 교통사고건수를 재검토한 결과 〈표 10〉과 같다.

② 신설 도시부 도로의 장래 교통량 변화를 반영한 교통사고 예측모형개발

전라북도 지역을 사례로 하여 신설 도시부 도로의 도로유형별 V/C 및 교통특성을 반영하여 사고를 예측할 수 있는 모형을 개발하여 도로의 신설

〈표 11〉 교통특성에 따른 교통사고 예측모형식

도로운영특성(V/C)		모형식
일반도로	2차로 0.47 ≥	$Y = 0.276 + \text{Exp}(6.3E-05X_1 + 0.3842X_2)$
	0.48 ≤	$Y = 0.326 + \text{Exp}(0.6936X_2 + 0.3475X_3)$
4차로 이상	0.50 ≥	$Y = 1.786 + \text{Exp}(0.1724X_2 + 0.2734m + 0.6455X_4)$
	0.51 ≤	$Y = 1.813 + \text{Exp}(-0.908m + 0.6454X_4 + 0.9857X_5)$

자료 : 이수범외, "신설 도시부 도로의 장래 교통량 변화를 반영한 교통사고 예측모형개발", 대한교통학회지 제23권 제3호, 2005.6

Y : 사고건수(건/km), X₁ : 교통량(대/일), m : 중앙분리대 유무, X₂ : 연결로수(개/km), X₃ : 횡단신호등수(개/km), X₄ : 교차점수(개/km), X₅ : 신호등수(개/km)

및 개량에서 그 도로의 안전성을 평가할 수 있는 방법론을 제시하고 있으며, 고속도로를 제외한 일반도로에 대하여 2차로와 4차로 도로에서의 사고의 주요인자를 도출하고 사고건수를 예측하는 모형을 제시하였다.

그 결과, 2차로이며 V/C가 0.47이하인 경우는 교통량과 연결로수, V/C가 0.48이상인 경우는 연결로수와 횡단신호수, 4차로 이상이며 V/C가 0.5 이하인 경우는 연결로수, 교차점수, V/C가 0.51 이상인 경우 교차점수, 신호등수가 사고건수에 영향을 미치는 것으로 분석하였다.

③ 도로형태별 교통사고율 산정에 관한 연구

도로투자사업의 효율성 제고 및 교통안전효과와 현실적인 반영을 위해서, 교통사고 절감편익에서 활용되는 도로유형별 교통사고율 분석지표를 도로종류별, 차로별로 세분화한 도로형태별 표준사고율을 제시하고 있다.

3. 국내외 문헌검토결과

영국, 일본, 미국의 경우 경제성 분석을 위한 교통사고편익산정시 고려되는 사고건수, 사상자등을 추정할 때 대부분 도로를 유형별 구분(고속도로, 2차로도로, 4차로이상도로 등), 도로형태별 구분

〈표 12〉 교통사고 절감편익 산정기준 비교

(단위 : 명/억대 · km)

구분	도로유형	사망자수	부상자수	
기존 분석 기준	고속도로	1.12	31.0	
	일반국도	4.15	151.1	
	지방도	2.21	71.1	
보완 적용 기준	고속도로	왕복2차로	4.17	33.35
		왕복4차로	1.66	34.12
		왕복6차로	0.60	24.66
	일반국도	왕복2차로	6.63	125.64
		왕복4차로	3.42	71.85
	지방도		2.26	57.53

자료 : 함계현, "도로형태별 교통사고율 산정에 관한 연구", 서울시립대 도시과학대학원 석사학위논문, 2005.8

주 : 본 연구의 기존 분석기준은 예비타당성조사 표준지침(2004년 보완) 자료 참조

〈표 13〉 국내 · 외 사고비용 추정방법 비교

구분	사고비용추정방법
국외	영국 (COBA) <ul style="list-style-type: none"> · 도로유형:고속도로, 4차로 도로, 2차로 도로 · 제한속도:40mph 이상, 40 mph 이하 · 도로형태:주행로, 교차로 · 표준사고율, 사상자수, 사고비용 ※ 제한속도 40mph이상의 도로에서 2차로일 때 보다 4차로일 때 사고율 31.0%~36.4% 감소, 사망자수 18%~28% 감소, 중상자수 30.7%~32.4% 감소
	일본 <ul style="list-style-type: none"> · 지역:인구밀집지역, 기타시가지, 비시가지 · 도로유형:고속도로, 4차로이상도로(중분대 유무), 2차로 · 도로형태:도로부, 교차로부 · 사상자 사고건 수, 사고비용 ※ 2차로일 때 보다 4차로이상일 때 인명 사상사고건수 산정을 위한 계수값이 약 9.1%~32.4% 낮음
	미국 (HERS) <ul style="list-style-type: none"> · 지역:지방부(Rural), 도시부(Urban) · 도로유형:고속도로, 4차로이상(중분대 유무), 2차로 · 사고건수 예측시 고려되는 변수 <ul style="list-style-type: none"> - 차로폭, 길어깨폭, 굴곡도, 경사도, 곡선길이, 경사부 길이, 제한속도, 교차로형태, 주변지역 개발정도, 교통량등 · 사상자 사고건 수, 사고건당 사망 및 부상사고율, 사고비용 ※ 지방부에서 2차로일 때 보다 4차로일 때 사고건수가 10.5% 감소
국내	예타지침 <ul style="list-style-type: none"> · 도로유형:고속도로, 국도, 지방도 ※ 2차로, 4차로등 차로수 구분에 의한 원단위 미제시
	투자지침 <ul style="list-style-type: none"> · 도로유형:고속도로, 2차로, 4차로이상도로(중분대유무) · 도로운영 특성:일반도로 차로수(2차로, 4차로), V/C 구분

(도로부(주행로)와 교차로부), 지역별 구분(도시부, 지방부)하여 보다 세부적인 방법 및 기준을 제시하고 있다.

그러나 국내의 경우, 도로사업의 경제적 타당성 분석을 위하여 “예비타당성 지침”과 “투자평가지침”을 적용하고 있으나, 이들 지침에서는 단지 고속도로, 국도, 지방도로 구분하여 사고에 대한 원단위를 적용하고 있으며, 외국에서처럼 지역별 구분, 차로수에 따른 구분, 도로형태별 구분에 따른 사고 원단위를 적용하지 않고 있다.

따라서, 보다 효과적인 교통사고 편익 추정을

위하여 외국에서 적용하고 있는 방법 및 국내 일부 논문에서 주장하고 있는 분석 방법론에 따른 사고 원단위의 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

Ⅳ. 통계자료 분석

1. 사후평가구간 교통사고 자료

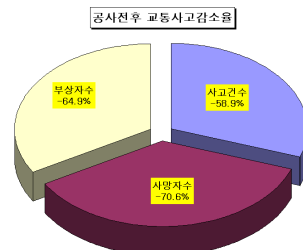
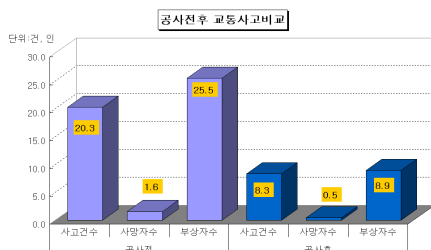
1) 공사전후 교통사고건수 및 사상자수 비교

“고령-성산 등 9개국도사업 사후평가”구간에 대

〈표 14〉 고령~성산등 9개 국도사업 공사전후 교통사고건수 및 사상자수 비교

노선	구간	공사전			공사후			개통년도	자료집계 기간	
		건수	사망자	부상자	건수	사망자	부상자		전	후
3	함창-불정	14.7	1.3	14.3	1.5	0.0	1.5	2007	3년	2년
4	추풍령-김천	28.0	2.0	25.3	16.3	0.7	15.7	2005	3년	3년
4	김천-남면	36.2	2.5	30.0	21.0	2.0	18.0	2008	6년	1년
4	남면-약목	15.5	1.5	10.0	6.0	0.0	4.0	2008	6년	1년
28	비안-봉양	14.7	1.0	21.0	1.7	0.0	3.0	2005	3년	3년
33	성주-왜관	19.0	3.5	14.8	3.5	0.0	2.5	2007	5년	2년
26,33	고령-성산	4.0	0.0	12.0	6.3	0.8	4.5	2004	2년	4년
26,33	성산-논공	5.0	0.0	13.0	7.8	0.8	6.8	2004	2년	4년
36	봉화-법전	45.3	2.3	89.0	11.0	0.0	24.5	2007	3년	2년
평균		20.3	1.6	25.5	8.3	0.5	8.9			

노선	구간	공사전후 비교(후-전)			공사전후 감소비율((후-전)/전)		
		사고건수	사망자	부상자	사고건수	사망자	부상자
3	함창-불정	-13.2	-1.3	-12.8	-89.8%	-100.0%	-89.5%
4	추풍령-김천	-11.7	-1.3	-9.7	-41.7%	-66.7%	-38.2%
4	김천-남면	-15.2	-0.5	-12.0	-41.9%	-20.0%	-40.0%
4	남면-약목	-9.5	-1.5	-6.0	-61.3%	-100.0%	-60.0%
28	비안-봉양	-13.0	-1.0	-18.0	-88.6%	-100.0%	-85.7%
33	성주-왜관	-15.5	-3.5	-12.3	-81.6%	-100.0%	-83.1%
26,33	고령-성산	2.3	0.8	-7.5	56.3%	-	-62.5%
26,33	성산-논공	2.8	0.8	-6.3	55.0%	-	-48.1%
36	봉화-법전	-34.3	-2.3	-64.5	-75.7%	-100.0%	-72.5%
평균		-11.9	-1.1	-16.6	-58.9%	-70.6%	-64.9%



하여 관할 경찰서에 받은 국도구간 공사전·후 교통사고 자료를 토대로 2차로에서 4차로 확장·신설에 따른 교통사고의 변화를 분석하였다.

평균교통사고건수는 58.9%감소, 사망자수 70.6% 감소, 부상자수 64.9%감소한 것으로 분석되었다.

2) 공사전후 교통사고원단위 비교

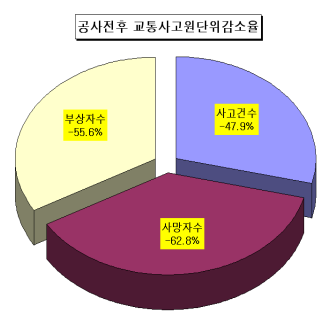
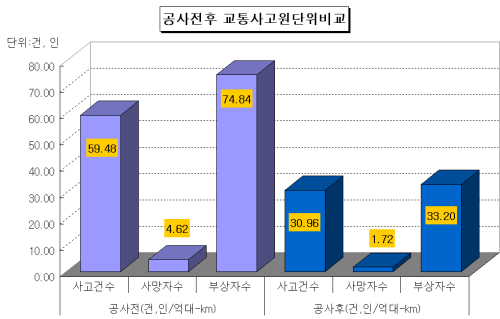
공사전·후 구간별 평균교통량과 교통사고 자료

를 이용하여 교통사고 원단위분석결과, 공사전 교통사고건수 59.48 건/억대-km, 사망자수 4.62인/억대-km, 부상자수 74.84인/억대-km, 공사후 교통사고건수 30.96건/억대-km, 사망자수 1.72인/억대-km, 부상자수 33.20인/억대-km로 교통사고건수 28.5건/억대-km(47.9%) 감소, 사망자수 2.9인/억대-km(62.8%) 감소, 부상자수 41.6인/억대-km(55.6%)감소한 것으로 분석되었다.

<표 15> 고령~성산등 9개국도사업 공사전후교통사고원단위 비교 (단위 : 건,인/억대-km)

노선	구간	연장 (km)	평균교통량		공사전			공사후		
			공사전	공사후	건수	사망	부상	건수	사망	부상
3	함창-불정	8.70	9,612	4,709	48.05	4.37	46.96	10.03	0.00	10.03
4	추풍령-김천	11.80	7,741	6,822	83.98	6.00	75.99	55.59	2.27	53.32
4	김천-남면	8.46	11,162	9,503	104.93	7.25	87.04	71.57	6.82	61.34
4	남면-약목	10.00	9,718	7,944	43.70	4.23	28.19	20.69	0.00	13.80
28	비안-봉양	9.90	8,045	6,116	50.45	3.44	72.23	7.54	0.00	13.58
33	성주-왜관	10.90	6,857	5,946	69.65	12.83	54.07	14.80	0.00	10.57
26,33	고령-성산	8.30	12,087	10,742	10.92	0.00	32.77	19.20	2.30	13.83
26,33	성산-논공	6.20	11,044	7,815	20.01	0.00	52.01	43.82	4.24	38.17
36	봉화-법전	17.00	6,561	5,848	111.35	5.73	218.61	30.32	0.00	67.52
평균		10.14	9,203	7,271	59.48	4.62	74.84	30.96	1.72	33.20

노선	구간	공사전후 비교(후-전)			공사전후 감소비율((후-전)/전)		
		사고건수	사망자	부상자	사고건수	사망자	부상자
3	함창-불정	-38.0	-4.4	-36.9	-79.1%	-100.0%	-78.6%
4	추풍령-김천	-28.4	-3.7	-22.7	-33.8%	-62.2%	-29.8%
4	김천-남면	-33.4	-0.4	-25.7	-31.8%	-6.0%	-29.5%
4	남면-약목	-23.0	-4.2	-14.4	-52.6%	-100.0%	-51.1%
28	비안-봉양	-42.9	-3.4	-58.7	-85.1%	-100.0%	-81.2%
33	성주-왜관	-54.9	-12.8	-43.5	-78.8%	-100.0%	-80.5%
26,33	고령-성산	8.3	2.3	-18.9	75.8%	-	-57.8%
26,33	성산-논공	23.8	4.2	-13.8	119.1%	-	-26.6%
36	봉화-법전	-81.0	-5.7	-151.1	-72.8%	-100.0%	-69.1%
평균		-28.5	-2.9	-41.6	-47.9%	-62.8%	-55.6%



2. 교통사고통계

도로교통공단에서 매년도 각 지방경찰청의 사고 Data를 집계하여 「교통사고통계분석」를 발간하고 있으며, 주요내용으로 계절별, 월별, 요일별, 일자별, 주야별 교통사고, 사고유형별 교통사고, 도로유형별 교통사고, 기상상태별 교통사고등의 자료를 수록하고 있다.

도로유형별 교통사고자료의 경우, 도로종류를 “일반국도, 지방도, 특별·광역시도, 시도, 군도, 고속국도, 기타”로 구분하고 있으며, 도로종류별을 차로수별로 구분하지 않는다.

도로의 차로수에 따른 교통사고 발생건수에 대한 자료 수집을 위하여 「교통사고분석자료집 2007-3(통권3호)」의 “도로 환경적 요인에 의한 교통사고 특성분석”의 자료를 분석한 결과, 도로의 차로수에 따른 교통사고 통계자료는 아니지만, 도로종류별·사고차로별 교통사고 발생건수 및 사망자수에 대한 통계치를 제시하고 있다.

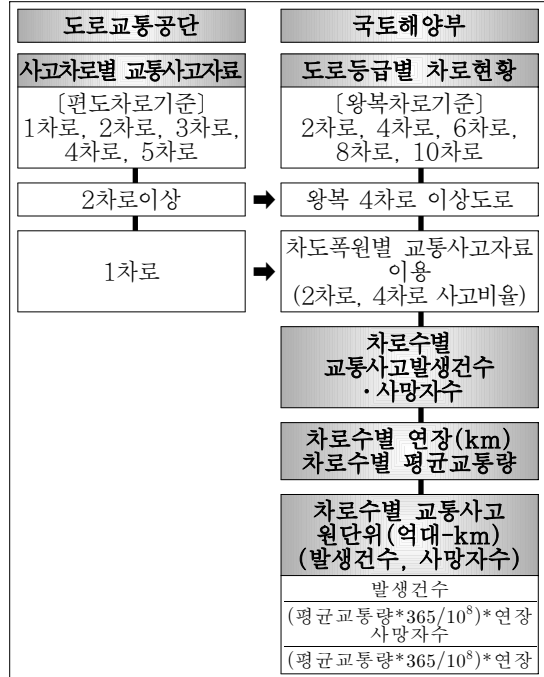
사고차로별 교통사고 발생건수 검토결과, 2006년도 일반국도의 1차로 30,791건(46.7%), 2차로 이상 35,117건(53.3%)로 분석되었다.

사고차로별 교통사고 통계자료는 사고차로에 대한 구분이나 일반국도의 왕복2차로, 왕복4차로 이상일 경우, 교통사고발생건수 및 사망자수를 재집계하기 위하여 사고차로수가 2차로 이상일 경우 왕복4차로 이상의 도로로 규정하였으며, 사고차로

〈표 16〉 도로종류별, 사고차로별 교통사고 발생건수 및 사망자수

구분	일반국도		지방도		고속국도	
	발생건수	사망자수	발생건수	사망자수	발생건수	사망자수
1차로	30,791	1,770	17,246	1,050	2,092	209
2차로	22,343	1,380	7,154	392	2,989	346
3차로	5,798	207	1,774	54	955	89
4차로	4,821	211	1,113	34	1,222	85
5차로	2,155	74	576	16	285	30
합계	65,908	3,642	27,863	1,546	7,543	759

자료 : 도로교통공단, “교통사고분석자료집 2007-3(통권3호)”, 2007.12. p20, 사고차로수중 기타, 광역시도, 시군도 제외 2006년 기준통계자료임



〈그림 4〉 차로수별 교통사고원단위 재산정 과정

수가 1차로일 경우 왕복2차로와 왕복4차로 이상의 도로에 대하여 재분류하였다.

사고차로수가 1차로일 때 도로교통공단의 「교통사고분석자료집 2007-3(통권3호)」 보고서중 차도폭원별 교통사고자료를 이용하여 왕복2차로도로와 4차로 도로에서의 사고건수를 재분류하였다.

1) 사고차로별 교통사고 자료 재분류

사고차로별 교통사고자료를 1차로와 2차로 이상으로 분류한 결과, 연간 사고발생건수는 1차로

〈표 17〉 일반국도 차로수별 교통사고 발생건수 및 사망자수

사고차로	일반국도		왕복차로	일반국도	
	발생건수	사망자수		발생건수	사망자수
1차로	30,791	1,770	2~4차로	30,791	1,770
2차로	22,343	1,380	4차로이상	35,117	1,872
3차로	5,798	207	합계	65,908	3,642
4차로	4,821	211			
5차로	2,155	74			
합계	65,908	3,642			

〈표 18〉 차도 폭원별 교통사고 자료

구분	2차로도로				4차로이상도로		합계	
	3m 미만	6m 미만	9m 미만	13m 미만	20m 미만	20m 이상		
발생건수	교차로	36,175	43,432	24,048	18,725	19,708	159,528	
	단일로	54,727	64,281	34,840	22,621	22,043	216,354	
	계	90,902	107,713	58,888	41,346	41,751	375,882	
사망자수	교차로	122,380 (76.7%)				37,148 (23.3%)		-
	단일로	176,469 (81.6%)				39,885 (18.4%)		-
	계	298,849 (79.6%)				77,033 (20.4%)		-
발생건수	교차로	559	710	405	276	303	2,591	
	단일로	2,145	2,722	1,743	726	814	8,798	
	계	2,704	3,432	2,148	1,002	1,117	11,389	
사망자수	교차로	1,950 (75.3%)				641 (24.7%)		-
	단일로	7,336 (83.4%)				1,462 (16.6%)		-
	계	9,286 (81.5%)				2,103 (18.5%)		-

주 : 2차로- 13m미만도로, 4차로이상 -13m이상 도로임.

자료 : 도로교통공단, "교통사고분석자료집 2007-3(통권3호)", p26. 〈표23〉차도폭별 교통사고를 계구성하였음.

30,791건, 2차로 이상 35,117건, 연간 사망자수는 1차로 1,770인, 2차로이상 1,872인으로 분석되었다.

1차로 교통사고의 경우 왕복2차로와 왕복4차로 이상에서 가능하기 때문에 도로교통공단의 「교통사고분석자료집 2007-3(통권3호)」 보고서의 차로폭원별 교통사고 자료를 이용하여 왕복2차로도로와 4차로 도로에서의 사고건수를 재분류하였다.

차로폭별 발생건수 및 사망자수를 왕복2차로도로와 왕복4차로도로로 재분류한 결과, 사고발생건수의 경우 왕복2차로도로가 79.6%, 왕복4차로이상도로가 20.4%, 사망자수의 경우 왕복2차로도로가 81.5%, 왕복4차로이상도로가 18.5%로 분석되었다.

상기 분석결과를 토대로 1차로에서의 교통사고 발생건수 및 사망자수를 왕복2차로도로와 왕복4차로 도로로 구분한 결과, 왕복2차로도로의 경우

〈표 19〉 1차로 사고자료를 왕복2차로, 4차로의 사고자료로 재분석

일반국도		적용비율		왕복차로	일반국도	
발생건수	사망자수	발생건수	사망자수		발생건수	사망자수
30,791	1,770	79.6%	81.5%	2차로	24,510	1,443
		20.4%	18.5%	4차로	6,281	372

주 : 2006년 기준

발생건수가 24,510건, 사망자수가 1,443인, 왕복4차로도로의 경우 발생건수 6,281건, 사망자수 372인으로 분석되었다.

사고차로별 교통사고자료를 왕복차로기준 교통사고자료로 재분류한 결과, 왕복2차로 도로에서의 교통사고발생건수는 24,510건(37.2%), 사망자수는 1,443인(39.6%)로 분석되었으며, 왕복4차로이상 도로에서는 교통사고발생건수 41,398건(62.8%), 사망자수 2,199인(60.4%)로 분석되었다.

왕복2차로 도로보다 왕복4차로 이상의 도로에서 사고발생건수 및 사망자수가 많은 것은 도로연장 및 평균이용교통량이 왕복4차로가 많기 때문인 것으로 판단된다.

〈표 20〉 사고차로별 교통사고자료를 왕복차로 기준 교통사고자료로 재분류

사고차로	일반국도		왕복차로	일반국도	
	발생건수	사망자수		발생건수	사망자수
1차로	30,791	1,770	2차로	24,510 (37.2%)	1,443 (39.6%)
2차로	22,343	1,380			
3차로	5,798	207	4차로 이상	41,398 (62.8%)	2,199 (60.4%)
4차로	4,821	211			
5차로	2,155	74	합계	65,908	3,642
합계	65,908	3,642			

2) 일반국도 차로수별 연장 및 평균교통량

일반국도의 차로수별 연장은 「국토해양통계, 국토해양통계누리」의 도로등급별 차로현황 자료를 이용하였으며, 차로수별 평균교통량은 「도로교통량 통계연보, 국토해양부」의 일반국도 상시, 수시지점 교통량을 차로수별로 분류하여 평균교통량을 산정하였다.

차로수별 도로연장은 2차로도로 7,710.4km, 4차로 이상 도로 6,143.1km이며, 일평균교통량은 2차로도로 4,635대/일, 4차로 이상 도로 20,477대/일로 분석되었다.

〈표 21〉 일반국도 차로수별 연장 및 평균교통량

왕복차로수	도로연장(km)	일평균교통량(대/일)
2차로	7,710.4	4,635
4차로이상	6,143.1	20,477
전체	13,853.5	11,855

주 : 2006년 기준

3) 차로수별 교통사고원단위 산정결과

차로수별 교통사고발생건수, 사망자수, 도로연장, 일평균교통량 자료를 이용하여 교통사고원단위를 산정한 결과 다음과 같다.

왕복 2차로도로와 왕복 4차로 이상의 도로에 대하여 교통사고 원단위 분석결과, 왕복2차로→왕복4차로 이상으로 개선시 교통사고발생건수 51.5% 감소, 사망자수 56.7% 감소하는 것으로 분석되었다.

〈표 22〉 차로수별 교통사고 원단위
(단위 : 건/억대-km, 인/억대-km)

왕복 차로수	도로 연장 (km) (C)	일평균 교통량 (대/일) (D)	교통사고		원단위	
			발생 건수 (A)	사망자 수 (B)	발생건 수	사망자 수
2차로	7,710.4	4,635	24,510	1,443	191.047	11.058
4차로 이상	6,143.1	20,477	41,398	2,199	92.741 (▼51.5%)	4.790 (▼56.7%)
전체	13,853.5	11,855	65,908	3,642	113.034	6.075

주 : 발생건수 원단위 = A/((D*365/10⁸)*C),

사망자수 원단위 = B/((D*365/10⁸)*C)

3. 교통자료 분석결과

도로교통공단 교통사고자료의 경우 왕복2차로

〈표 23〉 왕복차로수에 따른 교통사고 원단위 변화
(단위 : 건/억대-km, 인/억대-km)

왕복 차로수	도로교통공단		국도사후평가구간		
	발생건 수	사망자 수	발생건수	사망자수	부상자 수
2차로	191.047	11.058	59.48	4.62	74.84
4차로 이상	92.741 (▼51.5%)	4.790 (▼56.7%)	30.96 (▼47.9%)	1.72 (▼62.8%)	33.20 (▼55.6%)

도로보다 왕복4차로 이상도로에서의 발생건수가 51.5%, 사망자수가 56.7% 감소한 것으로 분석되었다.

“국도사업 사후평가” 구간에 대한 교통사고자료의 경우 2차로에서 4차로로 확장전후 교통사고건수가 47.9%, 사망자수 62.8%, 부상자수 55.6% 감소한 것으로 분석되었다.

2차로국도를 4차로 이상의 국도로 신설 및 확장할 경우 교통사고 원단위가 최소 50% 이상 감소되는 것으로 분석되었다.

국도사후평가사업 자료의 경우 지역적 제약 및 표본수의 제약등으로 인하여 대표성이 다소 낮은 것으로 판단되어, 도로교통공단의 결과치를 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

V. 효과분석

1. 교통사고원단위 개선안

도로교통공단의 통계자료를 이용하여 분석한 일반국도 차로수에 따른 교통사고 원단위 변화자료를 이용하여 「교통시설투자평가지침(제3차개정)」 적용하고 있는 일반국도의 교통사고원단위를 2차로와 4차로이상으로 분류하여 교통사고원단위를 재산정하였다.

2차로보다 4차로이상 도로에서 사고건수(사망, 부상, 차량피해, 대물피해)의 경우 51.5% 감소하였으며, 사상자수(사망, 부상)의 경우 56.7% 감소하는 것으로 분석되었다.

일반국도를 2차로와 4차로 이상으로 구분한 교통사고 발생비율 원단위는 〈표 24〉와 같다.

〈표 24〉 도로유형별 교통사고 발생비용 원단위 개선 (건/억대-km, 인/억대-km)

구분	인적피해사고				물적피해 사고		
	사망		부상		차량 피해	대물 피해	
	건	인	건	인	건	건	
고속국도	0.72	0.86	7.06	19.90	112.83	74.81	
일 반 국 도	2차로	3.38	3.58	63.27	120.99	968.16	642.45
	4차로 이상	1.64	1.55	30.69	52.39	469.56	311.59
	효과 (%)	▼51.5	▼56.7	▼51.5	▼56.7	▼51.5	▼51.5
지방도	2.95	3.13	54.24	94.69	832.83	552.90	

주 : 기타도로는 제외하였음.

자료 : 국토해양부, “교통시설 투자평가지침(제3차 개정)”, 2009.12의 원단위를 기준으로 계산하였음.

2. 원단위 개선효과 분석

1) 교통사고절감편익 개선효과

사후평가 대상구간 총 20개구간(국도26호선 고려~성산등 9개 국도사업, 국도5호선 현동~내서 등 11개 국도사업)에 대하여 교통사고원단위 개선 전·후 교통사고절감편익 분석결과, 개선 전 평균 -10.0~-17.0억원/년의 음(-) 편익으로 분석되었으나, 개선 후 평균 1.8~4.7억원/년의 양(+) 편익으로 분석되었다.

〈표 25〉 교통사고원단위 개선전·후 교통사고절감편익 비교 (단위 : 억원/년)

구분	초기년도	10년후	20년후	30년후
개선 전	-10.0	-12.0	-14.6	-17.0
개선 후	1.8	3.1	3.9	4.7
증가(후-전)	▲11.8	▲15.1	▲18.5	▲21.7

교통사고원단위 개선 전 전 구간에서 음(-)의 편익이 발생하였으나, 개선 후 구간에 따라 양(+) 편익이 발생하거나 음(-)편익 감소하는 것으로 분석되어 2차로국도에서 4차로국도로 신설·확장에 따른 개선효과를 적절히 반영한 것으로 판단된다.

2) 경제성분석결과 개선효과

교통사고원단위 개선후 교통사고절감편익이 양(+)편익으로 전환되면서 B/C, NPV, IRR의 값도 크게 변화되는 것으로 분석되었다.

사후평가 대상구간 총20개 구간에 대하여 경제성분석결과, 전체 평균 B/C 0.60→0.75(▲0.15), NPV -799.7억원→-552.1억원(▲247.6억원), IRR 2.2%→3.4%(▲1.2%)로 개선 전 보다 경제적 타당성이 개선되는 것으로 분석되었다.

따라서, 교통사고절감편익이 개선 전 음(-)의 편익으로 산출되던 편익이 양(+)의 편익 혹은 음(-)의 편익이 감소되면서 경제성 분석결과에도 큰 영향을 미치는 것으로 분석되어, 교통사고절감편익산정을 위한 원단위 개선에 대한 면밀한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Ⅵ. 종합결론

현재 “에타지침”혹은 “투자평가지침”에서 교통사고절감 편익산정시 적용하고 있는 원단위는 고속

〈표 26〉 교통사고원단위 개선 전·후 경제성분석결과 비교(구간별 평균)

구분	B/C	NPV(억원)	IRR
개선 전	0.60	-799.72	2.2%
개선 후	0.75	-552.14	3.4%
증가(후-전)	▲0.15(24.9%)	▲247.6	▲1.2%

도로, 일반국도, 지방도등 도로등급별로 구분을 하고 있으나, 이러한 등급 구분체계는 도로의 확장 및 신설에 따른 영향이 고려되지 않고 있어 도로 확장 및 신설에 따른 효과를 정확하게 예측할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

국내외 관련문헌 자료 검토결과, 영국, 일본, 미국등의 국가에서는 교통사고절감편익 산정시 도로 등급, 차로수, 도로형태(주행로, 교차로부), 지역(도시부, 지방부)에 따른 교통사고원단위를 구체적으로 제시하고 있어 도로확장 및 신설에 따른 효과를 정확하게 예측할 수 있으며, 최근 국내의 일부 논문에서도 도로등급, 차로수에 따른 교통사고원단위 개선방안에 대한 필요성을 주장하고 있다.

국도를 2차로에서 4차로로 확장 전·후 교통사고자료를 비교분석한 결과, 교통사고건수가 47.9% 감소, 사망자수 62.8% 감소, 부상자수 55.6% 감소한 것으로 분석되었다.

또한, 도로교통공단의 교통사고자료를 이용하여 일반국도가 왕복2차로, 왕복4차로 이상일 경우 교통사고 원단위 재분석결과, 왕복4차로이상의 도로가 왕복2차로 도로보다 교통사고발생건수가 51.5%감소, 교통사고사망자수가 56.7% 감소 효과가 있는 것으로 분석되었다.

이러한 분석결과를 토대로 교통사고절감편익을 재검토한 결과, 음(-)의 편익으로 산출되던 편익이 양(+)의 편익으로 전환되거나 음(-)편익이 감소하는 것으로 분석되었다.

교통사고절감편익의 개선으로 인하여 B/C, NPV, IRR에도 다소 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

따라서, 도로의 신설 및 확장에 따른 교통사고절감편익을 보다 정확하게 반영하기 위하여 교통사고원단위에 대하여 외국에서처럼 도로등급, 차로수, 도로형태, 지역등의 특성을 반영할 수 있도록하기 위하여 교통사고 원단위의 개선이 필요하다.

또한, 도로교통공단에서는 교통사고통계 DB 및 자료 구축시, 교통사고원단위 개선에 필요한 항목

-도로등급, 도로등급별 차로수, 도로형태, 지역등-별로 교통사고자료를 구축한다면, 교통사고 및 안전관련 연구가 보다 활발히 추진될 수 있을 것이며, 교통사고절감편익에 대한 구체적이고 보다 현실적인 보완방안이 도출될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부(2002.1, 2004.4), 공공시설개발사업에 관한 투자평가지침(제정, 개정).
2. 건설교통부, 국토해양부(2007.12, 2009.12), 교통시설 투자평가지침(제2차개정, 제3차개정).
3. 한국개발연구원(1999~2008), 도로 및 철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제정, 개정판, 제3판, 제4판, 제5판)
4. 이수범·김정현·김태희(2003.8), 도로 및 교통특성에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발, 대한교통학회지, 제21권 제4호, 대한교통학회, pp.133~144.
5. 이수범·홍다희(2005.6), 신설 도시부 도로의 장래 교통량 변화를 반영한 교통사고 예측모형 개발, 대한교통학회지, 제23권 제3호, 대한교통학회, pp.125~136.
6. 함재현(2005.8), 도로형태별 교통사고율 산정에 관한 연구, 서울시립대 도시과학대학원 석사학위논문.
7. 도로교통공단(2007.12), 교통사고분석자료집 2007-3(통권3호).
8. 국토해양부, 국토해양통계, 국토해양통계누리.
9. COBA11 User Manual Volume13 Economic Assessment of Road Scheme
10. United Kingdom(2005.2), Design Manual for Roads and Bridges.
11. US Department of Transportation Federal Highway Administration(2009), HERS-ST(Highway Economic Requirements System-State Version) User's Guide.