

국도 사고비용 산정의 신뢰도 향상을 위한 사고원단위 개선

Development of Traffic Accident Rate to Improve the Reliability of the Valuation of Accident Costs Savings on National Highways

조 완 형* · 금 기 정**

* 주저자 : ㈜다산컨설팅 사장

** 교신저자 : 명지대학교 교통공학과 교수

Wanhyoung Cho* · Kijung Kum**

* DASAN Consultant Co.

** Dept. of Transportation Engineering, Univ. of Myoungji

† Corresponding author : Kijung Kum, kjkum@mju.ac.kr

Vol. 22 No.5(2023)
October, 2023
pp.19~29

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.5.19>

Received 11 August 2023
Revised 4 September 2023
Accepted 13 October 2023

© 2023. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요 약

우리나라 도로 사고원단위는 도로 종류와 차로 수에 따라 단순 구분하고 있으나, 국외는 사고에 영향을 미치는 다양한 요소를 적용하고 있다. 본 논문은 TAAS(Traffic Accident Analysis System)의 사고 자료를 이용하여 일반국도 사고원단위를 도시부, 지방부, Older, 및 Modern 도로로 세분하였으며, 사고절감비용 산정 모형을 제시하였다. 국도 1,416.2km의 표본을 토대로 분석된 사망원단위(인/억대·km)는 도시부-Older 4.21, 도시부-Modern 1.37, 지방부-Older 2.18 및 지방부-Modern 0.99로 Older가 Modern 도로보다 높고, 도시부가 지방부보다 높게 분석되었다. 부상원단위(인/억대·km)는 도시부-Older 182.63, 도시부-Modern 103.42, 지방부-Older 67.44 및 지방부-Modern 42.96으로 사망원단위와 유사한 패턴으로 분석되었다. Modern 도로의 경우 KDI 지침의 사고원단위보다 매우 낮은 수준이다. 본 연구의 사고원단위를 적용하여 편익을 산정한 결과 사고비용절감편익 비율이 0.6%에서 14.1%로 증가하였으며, B/C는 0.626에서 0.724로 개선되었다.

핵심어 : 일반국도, 사고원단위, 사고비용절감편익, 도시부/지방부 도로, Older/Modern 도로

ABSTRACT

The accident rate in South Korea is simply classified according to the road type and the number of lanes, but other countries apply various factors affect accidents. In this study, national highways where accidents occurred were divided into urban, rural, older, and modern roads using TAAS(Traffic Accident Analysis System) data, and a model of accident costs savings is suggested. As a result of analyzing 1,416.2 km, the fatality rate(person/100mil-vehicle·km) was 4.21 for urban-older, 1.37 for urban-modern, 2.18 for rural-older, and 0.99 for rural-modern roads. The rates of urban roads had a higher result than rural. The injury rate(person/100mil-vehicle·km) for urban-older was 182.63, that for urban-modern was 103.42, that for rural-older was 67.44, and that for rural-modern road was 42.96, which showed a similar pattern to fatality rates. Accident rates of a modern road were much lower than the KDI Guideline. The benefit of applying the result of this study was calculated and the valuation of accident costs savings is increased from 0.6% to 14.1%, while B/C is improved from 0.626 to 0.724.

Key words : National highway, Accident rate, The valuation of accident costs savings, Urban/rural road, Older/modern road

I. 서론

예비타당성조사는 「국가재정법」에 따라 총사업비 500억원 이상의 재정사업에 적용되고 있으며, 도로의 경제성 분석은 「도로·철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (이하 예타지침)」에 의해 수행되고 있다. 도로 사업의 편익은 <Table 1>과 같이 직접 편익과 간접 편익이 있으며, 예타지침에서는 계량화가 가능한 4개 항목을 적용하고 있다. 사고비용절감편익은 도로사업 시행 전후의 사고비용 차이로 산정되며, 계획 도로의 사고량 예측은 “사고원단위×교통량×통행거리”로 산정되므로, 사고원단위는 도로사업의 장래 사고량 예측과 사고비용절감편익 및 경제성 분석의 중요한 요소이다.

<Table 1> Benefit factors of road project

Classification	Direct benefit	Indirect benefit
Application benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction of vehicle operating cost • Reduction of travel time cost • Reduction of traffic accident cost 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction of environmental cost
Unapplied benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Enhanced comfort, Improved punctuality • Improved traffic safety • Reduced cargo travel time 	<ul style="list-style-type: none"> • Regional development effect • Market expansion • Regional industrial restructuring

우리나라는 도로 종류와 차로 수에 의한 사고원단위를 적용하고 있으나, 국외에서는 도로와 교통 여건의 다양한 요소를 반영한 사고원단위를 적용하고 있다. 본 논문에서는 일반국도의 사고원단위를 노선 특성에 따라 선택 적용할 수 있도록 세분하였다.

II. 관련 기준 및 선행연구 고찰

1. 국내 기준

사고원단위는 예타지침과 「교통시설투자평가지침(이하 교평지침)」에서 <Table 2>와 같이 도로사업 방법에 따라 신설도로와 확장 및 개량도로로 구분하고 있으며, 도로 종류는 고속도로, 일반국도 및 지방도로 구분하고 있다. 고속도로 차로 수는 4차로와 6차로 이상, 일반국도는 2차로와 4차로 이상으로 구분하고 있다.

<Table 2> Traffic accident rates of road project

Road type		Human damage(person/100mil-vehicle·km)		
		Fatalities	Injuries	
New road	Expressway	0.46	42.28	
	National highway	1.83	110.16	
Expansion/Improvement	Expressway	≤4 lane	0.72	46.88
		≥6 lane	0.24	38.08
	National highway	≤2 lane	4.32	145.60
		≥4 lane	1.35	103.09
Provincial road		2.59	332.52	

우리나라 일반국도는 통과지역 및 도로 시설의 안전 수준에 따라 사고량 차이가 크게 발생하고 있다. 특히 도시부가 지방부보다 높고 오래된 도로의 사고가 최근에 건설된 도로보다 높은 것을 TAAS(Traffic Accident Analysis System)의 사고데이터에서 확인할 수 있었다. 제5차 국도·국지도 일괄예비타당성조사(이하 일괄예타) 결과 일반국도의 사고비용절감편익의 비율은 <Table 3>과 같이 0.6%로 매우 낮은 수준이며, 분석 노선의 33.3%가 부(-)의 사고비용절감편익을 나타내고 있다.

예타지침 제5판은 2006~2008년, 제6판은 2012~2014년의 TAAS 사고데이터를 적용하여 사고원단위를 산정하였다. 이 기간 실제 사망자 변화는 고속도로 - 27.3%, 일반국도 - 46.4%, 지방도 - 15.4%였으며, 제5판과 6판 예타지침의 사고원단위 변화는 고속도로 - 41.8%, 일반국도 - 41.2%, 지방도는 +7.9%로 고속도로와 지방도의 경우 실제 사고량과 사고원단위 변화에 차이가 큰 것으로 분석되었다. 또한, 제6판 이후 최근(2019~2021)까지의 사망자 변화는 고속도로 - 34.1%, 일반국도 - 44.0% 및 지방도는 - 47.3%로 사고량이 큰 폭으로 감소하고 있으므로, 사고원단위의 개정 주기를 단축하고, 도로 종류별 사고 발생과 증감 원인에 관한 연구가 요구되고 있다.

<Table 3> Benefit proportion of national highway

Classification	Reduction of vehicle operating cost	Reduction of travel time cost	Reduction of traffic accident cost	Reduction of environmental cost
Benefit(100mil-won)	51,119	136,163	1,204	11,113
Proportion (%)	25.6	68.2	0.6	5.6

Source) The 5th national highway comprehensive preliminary feasibility study(KDI, 2021)

국내에서는 <Table 3>의 편익 항목 이외에도 통행시간 신뢰성 개선 편익, 주행 쾌적성 향상, 선택가치 및 비사용가치, 화물통행시간 절감편익 등의 연구가 있었으나, 계량 및 화폐 가치화의 어려움으로 적용되지 않고 있다. 사고원단위 관련 연구로 “도로 및 교통 특성에 따른 계획단계의 도시부 도로교통사고 예측모형개발(이수범 외)”에서는 교통량과 차로 수, 중앙분리대 유무, 교차로 및 신호등 수(개/km)를 적용하여 고속도로와 일반도로의 사고량(건/km) 산정 모형을 제시하였다. “도로 형태별 교통사고율 산정에 관한 연구(함재현)”에서는 고속도로와 일반국도의 차로 수를 2, 4, 6차로로 구분하였다. 또한, “간선도로의 도로 및 교통 특성에 따른 교통사고 수 산정과 사고절감편익 분석연구(김성규)”에서는 일반도로에 대하여 AADT에 따라 차로 수를 2, 4, 6, 및 8차로 이상으로 구분하여 사고원단위 값을 제시하였다.

2. 국외 기준

국의 주요국의 사고원단위 적용 요소는 <Table 4>와 같이 도로 유형, 차로 수, 도로 폭, 길어깨 폭, 제한속도, 교통량, 중앙분리대 유무, 교차로 밀도, 보도 유무, 도시부/지방부, 시가화 정도, Older/Modern 도로 등 다양한 요소를 적용하고 있다.

특히 영국의 경우 1980년 이전에 건설된 도로를 Older 도로, 그 이후에 건설된 도로를 Modern 도로로 구분하여 도로 안전 수준 차이를 반영하고 있다. 제한속도가 50mile/hr 이상의 경우 Older가 Modern 도로보다 1.73~2.15배 높은 사고원단위를 적용하고 있다. 일본은 사고건수 산정식을 밀집도시, 중간 밀집도시 및 비도시로 구분하고 있으며, 인구 밀집 지역이 비도시보다 2차로의 경우 2.29배, 4차로는 1.73배 높은 계수를 적용하고 있다. 우리나라 일반국도는 통과지역의 도로변 밀집 상황과 도로 건설 시기에 따라 교통사고량 차이가 크게

발생하고 있음을 TAAS의 GIS분석 자료에서 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 일반국도를 도로변 도시화 정도에 따라 도시부와 지방부, 국도의 건설 시기에 따라 Older와 Modern 도로로 사고원단위를 세분화하였다.

<Table 4> Factors affecting accident rates in other countries

Country	Factors
USA	AADT, Urban/Rural area, Number of lane, Intersection (with or without Traffic light), Traffic density, Access control etc.
UK	Speed limit, Older/Modern, (non)Separation, Shoulder etc, 15 types
Japan	Road type, Population density/Suburban/Rural, Number of lane, With or without median, Density of traffic lights etc, 16 types
Australia	Road type, Number of lane, Road width, Speed factor, (non)Separation etc, 23 types
France	Road type, Number of lane, Road width etc, 9 types

Ⅲ. 국도의 사고 특성 분석

우리나라의 교통사고 사망자는 1991년 13,429명을 정점으로 꾸준히 감소하여 2022년에는 2,735명을 나타냈다. 지난 10년간 사고 추세는 <Table 5>와 같이 사망자가 -46.3%로, 부상자 -14.3%와 사고건수 -8.6%보다 큰 폭으로 감소하였다. 도로종류별 사고 추세는 <Table 6>과 같이 일반국도의 사망자와 부상자의 감소율이 56.9%와 39.2%로 가장 높게 나타났다. 이는 그동안 지속적인 국도의 개량 및 확장을 통하여 도로용량을 확대하고 안전시설을 개선하였기 때문이다. 고속도로는 그동안 고규격의 일관된 설계기준을 적용해 왔으며, 지난 10년간 사망자와 부상자 감소율은 18.3%와 7.5% 이나, 사고 건수는 오히려 6.3% 증가하는 등 국도보다 낮은 감소율을 나타냈다. 반면에 국도와 통행 특성이 유사한 지방도는 사망자와 부상자의 감소율이 각각 50.3%와 23.9%로 국도와 같이 높은 감소율을 보였다.

<Table 5> Traffic accidents trend in korea

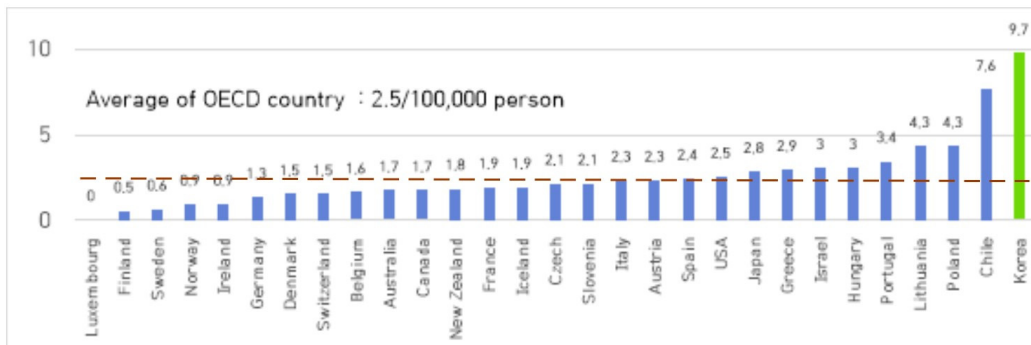
Year	Fatalities	Injuries	No. of accidents
2013	5,092	328,711	215,354
2014	4,762	337,497	223,552
2015	4,621	350,400	232,035
2016	4,292	331,720	220,917
2017	4,185	322,829	216,335
2018	3,781	323,037	217,148
2019	3,349	341,712	229,600
2020	3,081	306,194	209,654
2021	2,916	291,608	203,130
2022	2,735	281,803	196,836
Decrease rate (%)	-46.3	-14.3	-8.6

<Table 6> Comparison of accident change by road type(2011~2020)

Classification	Express-way	National highway	Provincial road	Metropolitan road	City road	Other roads	Total
Fatalities (%)	-18.3	-56.9	-50.3	-47.8	-24.2	+6.6	-41.1
Injuries (%)	-7.5	-39.2	-23.9	-16.6	+8.9	+85.1	-10.3
No. of accidents (%)	+6.3	-32.2	-21.5	-13.4	+12.9	+87.4	-5.4

우리나라 국도의 사망 유형은 차대 차가 45.6%, 차대 사람이 30.4%, 차량 단독이 24.0%로 보행자의 사망률이 높게 나타나고 있다. 우리나라 전체 교통사고 사망자의 42.2%가 보행 중에 발생하여 OECD 국가의 23.7%보다 약 1.8배 높은 실정이다. 또한, 65세 이상 10만 명당 보행 중 사망자는 <Fig. 1>과 같이 우리나라가 9.7명으로 OECD 주요 국가의 평균인 2.5명보다 약 3.9배 높은 실정으로 보행자와 고령자의 안전을 위한 도로 정책과 도로설계가 요구된다.

일반국도의 경우 노선 및 구간별 도로 특성에 따라 사고의 차이가 크게 발생하고 있으며, 실제 사고발생량과 예타지침의 사고원단위와의 차이가 가장 큰 것으로 분석되었다. 따라서 본 논문에서는 기존의 교통 사고원단위 적용 요소의 적정성 연구와 최근의 사고데이터를 적용하여 국도의 사고원단위를 실제 사고량과 유사한 유형으로 세분하였다. 연구 범위는 TAAS와 교통량통계연보 등에서 데이터 취득이 용이한 일반국도를 대상으로 하였다.



source : Comparison of traffic accidents in OECD members (2021)

<Fig. 1> Fatalities of elder people while walking in OECD

IV. 국도의 사고원단위 세분화 연구

국외와 같이 Older와 Modern 도로의 영향을 확인하기 위하여, 국도 사업 시행 전후의 사고량 변화를 분석하였다. 분석 대상 노선은 2007년 이후에 『국도설계업무 매뉴얼』에 따라 설계된 일반국도로서, 2012~2017년에 개통(신설, 확장, 개량 등)된 14개 노선, 198.9km를 분석하였다. 분석 결과 <Table 7>과 같이 사업 시행도로가 시행 전보다 사망자는 65.5% 감소하였으며, 부상자는 40.3~53.6% 감소하였다. 같은 기간 해당 지역(시·군) 전체 도로의 사망과 중상은 각각 11.0%와 19.5% 감소하였으나, 경상은 오히려 7.9% 증가하여 우리나라 국도에서도 최근 개선된 도로의 사고량 감소가 큰 것으로 분석되었다.

<Table 7> Comparison of accident changes between improved and non-improved roads

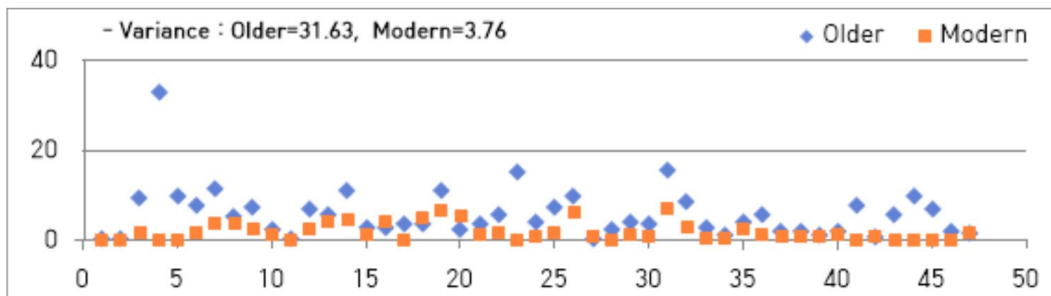
Categories	Fatalities	Serious injuries	Minor injuries	Time interval
Accident changes of improved roads (%)	-65.5	-53.6	-40.3	8.6 year
Accident changes of non-improved roads (%)	-11.0	-19.5	+7.9	9.0 year

1. 국도의 사고원단위 세분화

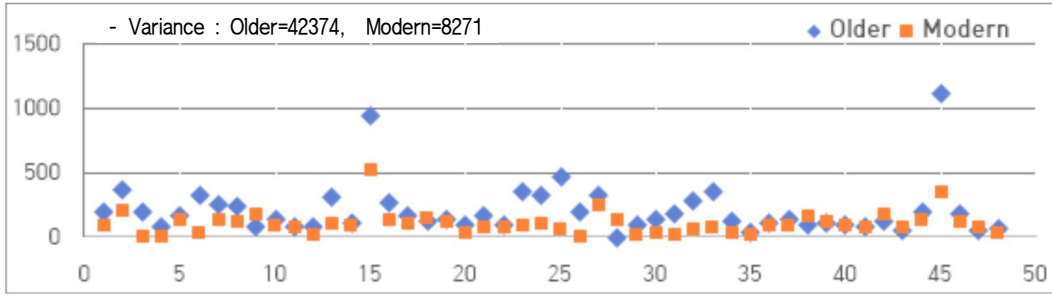
국도 교통사고를 TAAS Data로 분석한 결과 도시부의 사고원단위가 지방부보다 높게 나타났다. 이는 도시부 도로가 교차로 밀도가 높고 보행자 및 자전거 등과의 상충이 많기 때문이다. 도시와 지방은 구분의 용이성과 일관성을 고려하여 도시계획 지역과 취락지로 지정된 지역을 도시부로, 그 외 지역을 지방부로 규정하였다. 또한, 사업 시행 전(2008년 이전에 건설된 안전성이 낮은 도로) 도로를 Older로, 시행 후(2008년 이후 신설, 개량, 확장된 안전성이 높은 도로) 도로를 Modern 도로로 분류하였다. 분석 구간은 도시부와 지방부를 모두 통과하며 사업을 시행한 국도를 대상으로 하였다. 교통사고 자료는 연간 편차를 고려하여 TAAS의 3년간 사고 Data를 평균하였으며, 교통량은 국토교통부의 통계 연보를 이용하였다. 분석 표본은 국도 총길이 14,175km의 약 10%인 1,416.2km를 대상으로 분석하였다. 도시부는 시, 읍, 면 소재지로 총 48개 도시를 대상으로 Older와 Modern의 사고원단위를 분석하였으며, 도시 이외의 지역을 지방부로 분류하였다. 48개 도시와 지방지역 분석 결과를 각 구간의 길이 가중평균으로 사고원단위를 산정하였다.

2. 사고원단위 분석 결과

표본 노선은 대부분 2007년 이후 도로 사업이 시행된 구간이며, 도시와 지방부가 반복적으로 통과하는 노선을 도(道) 단위로 선정하였다. 지방부는 <Table 8>과 같이 53개 구간, 944.2km를 구간별로 분석하였다. 각 노선 길이를 가중평균으로 산정한 지방부 사망원단위(인/억대·km)는 Older 2.18, Modern 0.99로 분석되었으며, 부상원단위(인/억대·km)는 Older 67.44, Modern 42.96으로 Modern의 사고원단위가 낮게 분석되었다. 도시부는 <Table 9>와 같이 48개 도시, 472.0km를 분석한 결과 사망원단위는 Older 4.21, Modern 1.37로 분석되었으며, 부상은 Older 182.63, Modern 103.42로 Modern의 사고원단위가 감소하였다. 또한, 도시부의 사망과 부상원단위가 지방부보다 높게 분석되었으며, Older의 사고원단위가 Modern보다 높게 나타났다. 이는 Modern 도로가 선형개선, 도로폭 증가, 중앙분리대 설치 및 교차로 개선 등 도로 안전 수준이 향상되었기 때문이다. 또한, Modern 도로의 경우 도시부와 지방부 간의 사고원단위 차이가 Older보다 낮아지는 현상을 나타냈다.



<Fig. 2> Statistic variance of fatalities in urban



<Fig. 3> Statistic variance of injuries in urban

도시와 지방부에 대한 Older와 Modern의 사고원단위 간 독립성을 t-test로 검증한 결과 p-value가 도시부는 1.76E-05와 4.39E-06, 지방부는 0.035와 0.0012로 유의수준 0.05에서 두 그룹 간의 차이가 유의미한 것으로 분석되었다. 48개 도시의 사망 및 부상자 원단위의 Variance는 <Fig. 2>, <Fig. 3>과 같이 사업 시행 도로인 Modern이 미시행 도로인 Older보다 매우 낮게 분석되었다.

<Table 8> Accident rates of older and modern on rural area of national highways (person/100mil-vehicle-km)

Road no.	Section			Fatalities		Injuries	
	Province	Length(km)	No. of section	Older	Modern	Older	Modern
3	gyeongsangbuk-do	85.4	7	3.25	1.05	52.52	24.10
32	chungcheongnam-do	109.0	8	3.05	1.22	143.24	51.36
5	gyeongsangbuk-do	134.4	4	2.32	0.99	48.49	28.23
7	gyeongsangbuk-do	121.7	4	0.93	0.86	40.52	31.34
13	jeollanam-do	130.3	6	3.18	1.47	141.45	78.55
1	jeollanam-do	64.1	6	2.14	1.03	49.96	29.42
1	jeollabuk-do	48.4	3	2.23	0.64	24.17	12.00
1	chungcheongnam-do	78.9	7	0.41	1.24	9.10	78.08
1	gyeonggi-do	-	-	-	-	-	-
37	gyeonggi-do	172.0	8	1.93	0.50	50.06	37.41
Length weighted average				2.18	0.99	67.44	42.96

<Table 9> Accident rates of older and modern on urban area of national highways (person/100mil-vehicle-km)

No.	Road no. province-city	Fatalities		Injuries		No.	Road no. province-city	Fatalities		Injuries	
		Older	Modern	Older	Modern			Older	Modern	Older	Modern
1	3gb jiryu	0.00	0.00	196.79	85.86	26	1jn muan	7.21	1.35	200.77	5.40
2	3gb gimcheon	9.29	1.59	370.54	201.94	27	1jn naju	9.87	6.16	324.04	253.33
3	3gb gongseong	32.69	0.00	196.12	5.09	28	1jn gwangju	0.00	0.52	0.00	135.03
4	3gb cheongni	9.47	0.00	78.90	8.08	29	1jn jangseong	2.14	0.00	92.59	23.27
5	3gb sangju	7.79	1.40	162.97	129.94	30	1jb jeongeup	3.99	1.09	135.32	34.33
6	3gb sangju	11.32	3.43	328.27	27.42	31	1jb jeonju	3.31	0.68	176.36	20.27
7	32cn taean	5.33	3.56	258.37	131.84	32	1cn yeonmu	15.49	6.75	274.89	67.51

No.	Road no. province-city	Fatalities		Injuries		No.	Road no. province-city	Fatalities		Injuries	
		Older	Modern	Older	Modern			Older	Modern	Older	Modern
8	32cn seosan	7.40	2.16	230.39	124.46	33	1cn nonsan	8.64	2.86	356.66	82.60
9	32cn dangjin	2.36	0.94	85.69	177.89	34	1cn gyeryong	2.87	0.44	125.38	30.86
10	32cn hapdeok	0.00	0.00	140.17	84.88	35	1cn sejong	0.88	0.19	42.29	24.65
11	32cn yesan	6.70	2.34	75.09	77.33	36	1cn jochiwon	4.05	2.21	105.30	97.41
12	32cn yugu	5.55	4.11	72.19	24.65	37	1cn cheonan	5.51	1.05	133.85	84.92
13	32cn gongju	10.87	4.57	302.63	103.57	38	1gg pyeongtaek	1.74	0.53	99.94	169.11
14	5gb chilgok	2.57	1.03	105.00	84.72	39	1gg osan	1.79	0.72	112.93	117.89
15	5gb andong	2.54	4.13	940.59	516.42	40	1gg uiwang	0.95	0.54	98.44	88.40
16	5gb yeongju	3.61	0.00	259.87	137.25	41	1gg goyang	1.92	1.06	73.31	81.06
17	7gb gyeongju	2.57	2.43	164.74	110.12	42	37gg janghowon	7.76	0.00	120.21	177.31
18	7gb pohang	2.54	1.24	117.95	142.26	43	37gg yeosu	0.60	0.81	52.66	81.07
19	7gb yeongdeok	3.61	4.76	135.27	112.71	44	37gg yangpyeong	5.68	0.00	194.13	131.26
20	13jn wando	10.81	6.65	86.46	33.23	45	37gg seorak	9.80	0.00	1107.8	348.69
21	13jn haenam	2.15	5.06	159.01	81.03	46	37gg yeongjung	6.84	0.00	184.70	122.11
22	13jn yeongam	3.35	0.95	93.81	70.03	47	37gg jeongok	1.95	0.00	55.17	70.16
23	13jn naju	5.50	1.47	354.69	88.08	48	37gg munsan	1.30	1.48	59.93	37.03
24	13jn damyang	15.10	0.00	326.16	101.40	Length weighted average		4.21	1.37	182.63	103.42
25	1jn mokpo	4.09	0.52	466.22	68.07						

note) gb:gyeongsangbuk-do, cn:chungcheongnam-do, jin:jeollanam-do, jb:jeollabuk-do, gg:gyeonggi-do

V. 사고원단위와 사고비용절감편익 모형개선

1. 연구 결과와 KDI 지침 비교

본 연구는 국도의 사고원단위를 사고량 차이가 큰 category로 세분하였다. 연구 결과 <Table 10>과 같이 Modern 도로의 사고원단위는 KDI 지침보다 낮게 분석되었으며, 특히 Modern-Rural은 1/2 이하이다. 도로 사업이 Modern 도로를 건설하는 것이므로 그동안 국도의 사고비용절감편익이 과소 평가된 것으로 나타났다.

<Table 10> Comparison of accident rates between this study and KDI guideline

National road type		Fatalities(person/100mil-vehicle·km)		Injuries(person/100mil-vehicle·km)		
		Urban	Rural	Urban	Rural	
This study	Older road	4.21	2.18	182.63	67.44	
	Modern road	1.37	0.99	103.42	42.96	
KDI guideline	New road	1.83		110.16		
	Expansion /Improvement	2 lane	4.32		145.60	
		4 lane	1.35		103.09	

2. 사고비용 절감편익 모형개선

기존의 사고비용절감편익 산정 모형($VAC_{\text{국도}}$)에서는 일반국도의 유형을 2차로(t1)와 4차로 이상(t2) 2종류로 구분하고 있다. 본 연구에서는 일반국도 유형을 도시부-Older(t1), 도시부-Modern(t2), 지방부-Older(t3) 및 지방부-Modern(t4)의 4개로 세분하여 다음과 같은 모형식을 제시하였다.

$$VAC_{\text{국도}} = \sum_{t=1}^4 \sum_{s=1}^4 (A_{ts} \times P_s \times VL_t)$$

여기서

A_{ts} = 도로 사고유형별 1억대·km당 교통사고, 사상자 수(인적 피해), 사고 건수(물적 피해)

P_s = 사고유형별 사고 비용(만원/인, 만원/건)

VL_t = 연간 도로 유형별 억대·km

t = 일반국도 유형(1:도시부-older, 2:도시부-modern, 3:지방부-Older, 4:지방부-Modern)

s = 사고유형(1:사망, 2:부상, 3:차량, 4:대물)

2차로의 사고원단위에 대하여 영국의 경우 차로 수보다는 Older/Modern 도로 및 제한속도에 따른 영향이 더 크고, 일본 또한, 차로 수보다 인구 밀집 및 시가화 정도에 따른 사고량 차이를 더 크게 제시하고 있다. 프랑스의 경우 2차로가 사고 건수는 많지만, 사망자는 오히려 적게 나타나고 있다. 본 연구에서는 2차로가 4차로보다 사망자는 1.9배, 부상자는 1.3배 높게 분석되었지만, 2차로 도로는 대부분 오래된 도로이며 4차로는 도로 사업을 시행한 경우로서 Older와 Modern 도로 특성의 중복 적용 배제를 위하여 본 연구에서는 차로 수 구분을 제외하였다.

VI. 사고원단위 세분화에 따른 B/C 개선 효과

1. 사고량과 사고비용 분석

일괄예타 노선을 대상으로 본 연구의 사고원단위를 적용하여 사고비용절감편익과 B/C를 재분석하였다. 제5차 일괄예타는 139개 노선, 1,109.57km를 대상으로 KDI 사고원단위를 적용하였다. 전체 노선의 총편익은 19조 9,598 억원이며, 사고비용절감편익은 1,203억원으로 평균 B/C는 0.626이었다.

도로 사업의 사고량은 “사고원단위(인/억대·km)×통행거리(km)×교통량(대/일)”으로 산정된다. 일괄예타에서는 KDI지침의 사고원단위를 적용하여 사업시행시와 미시행시의 사고비용을 산정하였다. 본 연구에서는 일괄예타 사업계획 도로에 대하여 사고원단위를 <Table 10>의 Urban-Modern과 Rural-Modern을 적용하여 사업 시행 전·후의 사고비용 차이 즉, 사고비용절감편익을 산정하였다.

1) 본 연구와 KDI 지침 사고비용 비교

본 연구와 KDI 지침의 사고원단위를 적용하여 제5차 일괄예타 노선을 대상으로 사고량과 사고비용을 산정한 결과 <Table 11>과 같이 사망은 본 연구가 KDI의 64.2%이고 부상은 65.7%로 분석되었다.

<Table 11> Comparison of this study and KDI guideline for accidents and accident costs

Categories	Fatalities			Injuries		
	①This study	②KDI guideline	①/②	①This study	②KDI guideline	①/②
Accidents(person/year)	124.91	194.71	64.2%	7,703.20	11,721.11	65.7%
Accident cost(100mil-won/year)	947	1,475		1,540	2,342	

2. B/C 개선 효과

본 연구에서 도출된 4개 사고원단위에 의한 사고비용 절감편익과 B/C 개선 효과를 제5차 일괄예타 사업 노선을 대상으로 분석하였다. 연구의 범위는 인적 피해(사망자, 부상자)만을 대상으로 하였으며, 물적 피해(차량 및 대물 피해)는 반영하지 않았다. 본 연구의 사고원단위를 적용하여 분석한 결과 사고비용절감편익 비율이 0.6%에서 14.1%로 증가하였으며, B/C는 0.626에서 0.724로 향상되었다.

VII. 결론 및 향후 과제

도로의 사고원단위는 장래 사고량 예측과 경제성 분석에 매우 중요한 요소이다. 우리나라는 도로 종류 및 차로 수에 의한 사고원단위를 적용하고 있으나, 국외의 경우 사고원단위 산정에 제한속도, 도시/비도시, Older /Modern 도로, 교차로 밀도, 중앙분리대 유무, 교통량, 차로 및 길어깨 폭 등 다양한 요소를 적용하고 있다. 본 연구는 우리나라 국도의 구간 특성 및 안전 수준을 고려하여 사고원단위를 도시부-Older, 도시부-Modern, 지방부-Older, 지방부-Modern 도로로 세분하였다. 분석 표본에 대한 사고 자료는 TAAS를 이용하였으며, 분석 결과 도시부가 지방부보다 사고원단위가 높고, Older가 Modern 도로보다 높게 분석되었다. 지방부와 Modern 도로의 경우 예타지침보다 매우 낮은 사고원단위 값을 나타내고 있다. 본 연구 결과를 적용하여 제5차 일괄예타 사업을 대상으로 경제성 분석을 시행한 결과 사고비용절감편익 비중이 0.6%에서 14.1%로 증가하였으며, B/C가 0.626에서 0.724로 향상되는 결과를 나타냈다.

그동안 도로사업은 우리나라 경제발전에 크게 기여해 왔지만, 연간 약 3,000명의 교통사고 사망자와 약 43.3조원의 교통사고 비용은 반드시 개선해야 할 과제이다. 앞으로 도로 정책이 용량 증대뿐만 아니라 안전성 개선에도 중점을 두어야 하는 이유이다.

본 연구에서는 그동안 축적된 교통사고와 교통량 데이터를 이용하여 일반국도의 장래 사고량 예측의 정확도 제고를 위하여 사고원단위를 국도의 사고 특성에 부합되도록 분류하였다. TAAS의 사고 자료는 인적 피해에 한정되어 있어, 본 연구는 일반국도의 인적 피해 비용만을 대상으로 분석하였다. 향후 물적 피해 비용을 포함한 연구와 국도와 기능이 유사한 지방도 및 시·군도를 대상으로 한 연구가 계속되면 장래 교통사고 예측의 정확도가 크게 향상되고, 도로 사업에 따른 사고비용절감편익 산정의 신뢰성이 더욱 개선될 것이다.

REFERENCES

Ham, J.(2005), *A Study on the Traffic Accident Rates of Road Forms*, Master's Thesis, University of Seoul, pp.15-17.

- Kim, S.(2021), *Accidents on Main Rural Highways Related to Road and Traffic Characteristics, and Analysis of Road User Benefits*, Doctoral Dissertation, University of Seoul, Seoul, Republic of Korea, pp.13-25, 147-171.
- Korea Development Institute(2017), *A study on the Methodology of Benefit Calculation in the Transportation Sector*, pp.167-172.
- Korea Development Institute(2021a), *Detailed Guidelines for Preliminary Feasibility Study Research on Roads and Railways*, pp.294-299.
- Korea Development Institute(2021b), *The 5th National Highway and Local Road 5-Year Plan Batch preliminary feasibility study*, pp.116-122.
- Lee, S. W., Song, S. H. and Kim, M. H.(2011), “A Method of Quantifying Unit Traffic Accidents Cost for Estimating Accident Reduction Benefits”, *Transportation and Policy*, vol. 8, no. 1, pp.15-27.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2017), *Transport Facility Investment Evaluation Guidelines*, pp.181-214.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(n.d.), *Traffic Monitoring System(TMS)*, <http://www.road.re.kr/>, 2022.12.22.
- The Road Traffic Authority(KoROAD)(2021a), *Comparison of Traffic Accidents in OECD Member Countries*, pp.57-58.
- The Road Traffic Authority(KoROAD)(2021b), *Traffic Accident Statistical Analysis*, p.208.
- The Road Traffic Authority(KoROAD)(n.d.), *Traffic accident analysis system(TAAS)*, <http://taas.koroad.or.kr>, 2023.01.20.
- US. Department of Transportation, Federal Highway Administration(2000), Highway Economic Requirements System(HERS), *Technical Report*, pp.7/15-7/27.