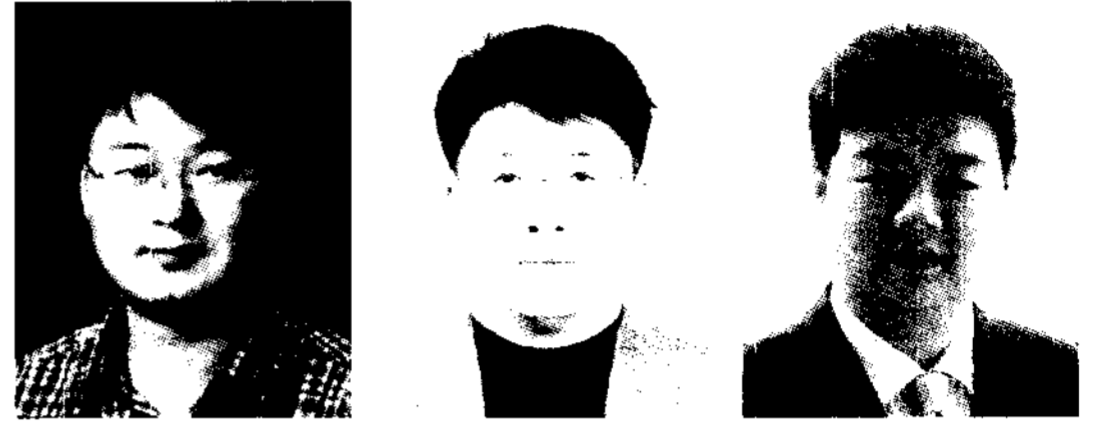


국도 기하구조 변화에 따른 교통사고 특성변화 사례연구 - 우회도로 건설 및 선형개선 사업을 대상으로 -



김 상 옥 | 삼성교통안전문화연구소 수석연구원
최 기 주 | 정회원 · 아주대학교 교통공학과 교수
장 일 준 | 삼성교통안전문화연구소 수석연구원

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

국내 교통사고 발생건수는 매년 지속적인 감소추세를 보이고 있다. 그러나, 최근 들어 사고 감소폭이 매년 둔화되는 경향을 보이고 있어 소위 교통안전의 3요소라 일컫는 교육(Education), 단속(Enforcement)과 함께 공학(Engineering)에 해당하는 도로환경 개선을 위한 투자가 더욱 강조되는 시점이라 할 것이다.

그러나 도로환경개선을 위한 교통시설 특별회계 예산은 '03년 9조 260억 원에서 '07년 7조 3천여억 원으로 최근 5년간 18.5% 감소하여 관련 도로청별 사고 감소를 위한 적극적인 투자는 점점 더 어려워지고 있는 실정이다. 정부의 특정분야 예산 삭감의 이면에는 투자대비 이윤에 대한 계량화가 제대로 이루어지지 않거나 불명확하여 해당 사업에 대한 지속성이나 확대 필요성에 대한 근거제시가 미흡한 경우

가 많다.

따라서 본 연구는 교통시설 특별회계 편성에 있어 가장 높은 비율을 차지하고 있는 국도건설 항목 중 국도 우회도로 건설 및 선형개선을 대상으로 하여 각 사업이 '원활한 교통소통' 이외 2차적으로 지향하고 있는 '차량 주행 안전성 제고' 효과에 관한 사례분석을 실시하였다. 주행 안전성 제고효과는 각 사업 전·후년도 사례 대상지역에서의 사고감소 효과를 분석함으로써 실시되었으며, 이 기초 자료를 바탕으로 향후 정부의 지속적이고 효과적인 투자확대 유도하는데 이 연구의 목적이 있다.

1.2 연구내용 및 방법

본 연구는 내용측면에서 크게 세 단계로 구분된다. 첫 번째는 환경변화가 사고에 미치는 민감도가 높을 것으로 예상되는 분석대상 지자체를 선정하는 단계로, '02~'04년간 8개 도 국도 상 사고 잦은 곳에서 발생한 교통사고 건수 및 사고심도의 분산추이를 분석

하는 단계이다. 두 번째 단계는 선정된 지자체를 대상으로 분석대상 지역을 선정하는 단계이다. 이는 대상 지자체 내 '02년 및 '04년 국도 사고찾은곳별 사고건수 자료를 GIS 엔진을 가진 교통분야 소프트웨어인 TransCAD 상에 데이터베이스화 하고, 사고발생 밀도 자료를 활용하여 두 연도간 시각적으로 사고건수 변화가 유의한 지역이면서 '03년도 우회도로 또는 도로 선형개선 사업이 완료된 지역을 선정하는 단계이다. 마지막 단계에서는, 선정지역 내 우회도로 건설구간 및 선형개선 구간별 '02년 대비 '04년도 사고건수, 사고율 및 사고심도변화를 분석하였다. 또한, 각 구간별 사고빈도와 대상 지자체 내 국도 상에서, 동일한 연평균 일교통량(AADT)을 가정할 때, 발생할 수 있는 사고빈도 예측치를 비교함으로써 해당구간의 상대적 위험성을 살펴보았다.

2. 사례분석 지자체 및 도로구간 선정

본 연구는 연도별 사고발생 패턴이 고착화되지 않아 도로환경 변화에 따른 사고건수 및 심도 변화가 민감할 것으로 고려되는 지자체를 선정하여 사고변화 분석을 진행하기로 하였다. 이에 따라, 사고지점별 사고율 및 SI의 분산치가 높을 경우 도로환경 변화에 따른 사고특성도 민감하게 변화될 것이라는 가정 하에 각 지자체별로 '02년 국도 상에 위치하는 전체 사고찾은곳을 모집단으로 하는 사고율 및 SI의 분산을 구하였다. SI는 사고 건당 피해도를 나타내는 지수로 높은 값을 보일수록 사고 건당 평균 피해정도가 높다는 것을

의미한다. 교통사고율 분산값은 <표 1>에 보이는 바와 같이 '02년을 기준으로 경남이 2.370으로 가장 높았고, 경북 및 전남이 각각 1.566 및 1.208로 그 뒤를 이었다. SI 분산값의 경우 경남이 1.191로 가장 높았으며, 전북과 강원이 각각 1.005 와 0.971로 다음으로 높은 분산값을 보였다. 이에 따라, 두 항목에서 상대적으로 높은 분산치를 보이고 지역적으로도 상호 인접한 경상남도와 경상북도를 연구대상 지자체로 최종 선정하였다.

선정된 지자체 내 분석대상 지역을 선정하기 위하여 TransCAD를 이용하여 전자 지도상에 '02년 및 '04년도에 경상남·북도에 발생한 사고찾은곳 위치 및 사고건수 자료를 입력하였다. 또한, TransCAD에서 지원하는 'Density Grid Analysis' 기능을 이용하여 사고밀도를 표출하고, 시각적으로 '02년 대비 '04년 사고밀도가 상이한 지역 중 '03년 도로건설 사업이 있었던 16개 지역을 최종 선정하였다. 상이한 사고밀도를 보이고 도로변화가 발생한 지역이라 할지라도 신설 도로 또는 기존 도로상에서의 AADT 자료획득이 불가능한 도로구간이 포함된 지역은 사례지역에서 제외되었다. 16개 지역 내에는 <표 2>와 같이 선형개선사업 12개 구간 및 우회도로 건설구간 11개소가 포함되어 있었다. 선형개선 사업구간 내 사고찾은곳 개소 수는 '02년 및 '04년 각각 124개소 및 111개소였으며, 우회도로 건설구간 내 사고찾은곳 개소 수는 '02년 및 '04년 각각 156개소 및 111개소로 집계되었다.

<표 1> '02년 지자체별 국도 사고찾은곳에서의 사고율 및 SI 분산

구분	경기도	강원도	충북도	충남도	전북도	전남도	경북도	경남도
사고율 분산	1.002	0.683	0.531	0.715	0.924	1.208	1.566	2.370
SI 분산	0.051	0.971	0.277	0.294	1.005	0.788	0.470	1.191

〈표 2〉 사례분석 대상지역 선정결과

구분	지역	관련도로 노선번호	도로변화		사고잦은곳 개소 수			
			선형 개선	우회 도로	'02년		'04년	
					선형	우회	선형	우회
경북	울진군 울진읍 원남면~북면	국도 7, 36호	1	1	5	8	3	3
	예천군 예천읍 남본리~대심리	국도 28, 34호	0	1	0	7	0	5
	성주군 성주읍 대항리~선남면 신부리	국도 30, 33호	1	0	7	0	6	0
	고령군 고령읍 쌍림면~장기리	국도 26, 33호, 88올림픽 고속국도	1	1	2	5	2	4
	청도군 화양읍 서상리~청도읍 원정리	국도 20, 25호	1*	1*	16	16	4	4
	경산시 하양읍 청천리~동서리	국도 4, 28호	2	0	0	20	0	13
경남	거창군 거창읍 일대	국도 3, 24호	1*	1*	18	18	17	17
	산청군 시천면 일대	국도 20, 59호	0	1	0	3	0	0
	사천시 축동면~정동면 일대	국도 3, 33호, 남해 고속국도	1	0	20	0	22	0
	남해군 남해읍 고현면 일대	국도 19호	0	1	0	8	0	7
	고성군 고성읍~통영시 도산면 일대	국도 14, 33, 77호	1	1	10	14	9	7
	거제시 신현읍~연초면	국도 14호	0	1	0	16	0	16
	마산시 진전면~진동면	국도 2, 14, 77호	1	0	20	0	17	0
	김해시 진영읍~창원시 동읍	국도 14, 25호 남해 고속국도	1	1	9	25	9	23
	양산시 동면~하북면	국도 35호, 경부 고속국도	1	0	17	0	22	0
	마산시 내서면~함안군 칠서면	국도 5호, 중부내륙, 남해, 마산외곽 고속국도	0	1	0	16	0	12
합계			12	11	124	156	111	111

*: 선형개선 및 우회도로 중복 변화지역

3. 분석대상 지자체 국도상 사고발생 현황

최종 선정된 사례분석 지역 내 사고변화를 분석하기 위해 구간별 사고위험 정도를 계량적으로 평가하기 위하여 대상구간을 제외한 경상남·북도 국도에서의 사고발생 위험성을 계량화 하였다. 이를 위하여 '04년 경상남·북도 국도상 사고잦은곳에서의 연평균 일교통량에 따른 사고건수 예측치 및 95% 신뢰수

준에서의 사고건수 상·하한 예측치를 도출하였다. 이 관계식은 도로건설 차년도인 '04년도 사례분석 구간에서의 사고건수가 '02년 대비 해당 지자체 내 동일한 AADT를 가진 타 국도에 비해 어느 정도의 수준에 있는가를 파악하는데 활용된다. 이러한 일련의 작업을 위한 선행작업으로서 AADT와 사고건수 심도와의 상관도 분석을 실시하였다.

3.1 상관도 분석

'04년 경상북도 및 경상남도 국도 상에는 각각 44개소 및 161개소의 사고찾은곳이 존재하고 있었다. 각 사고찾은곳에서 발생한 사고건수, 사고심도와 사고찾은곳이 위치한 국도구간의 AADT를 활용하여 사고건수-AADT간의 상관계수 및 SI-AADT간의 상관계수를 지자체별로 계산하였다. 그 결과, 사고건수-AADT간의 상관계수는 경상남도 및 경상북도 각각 0.96 및 0.77로 높은 상관성을 보인다는 것을 확인할 수 있었다.

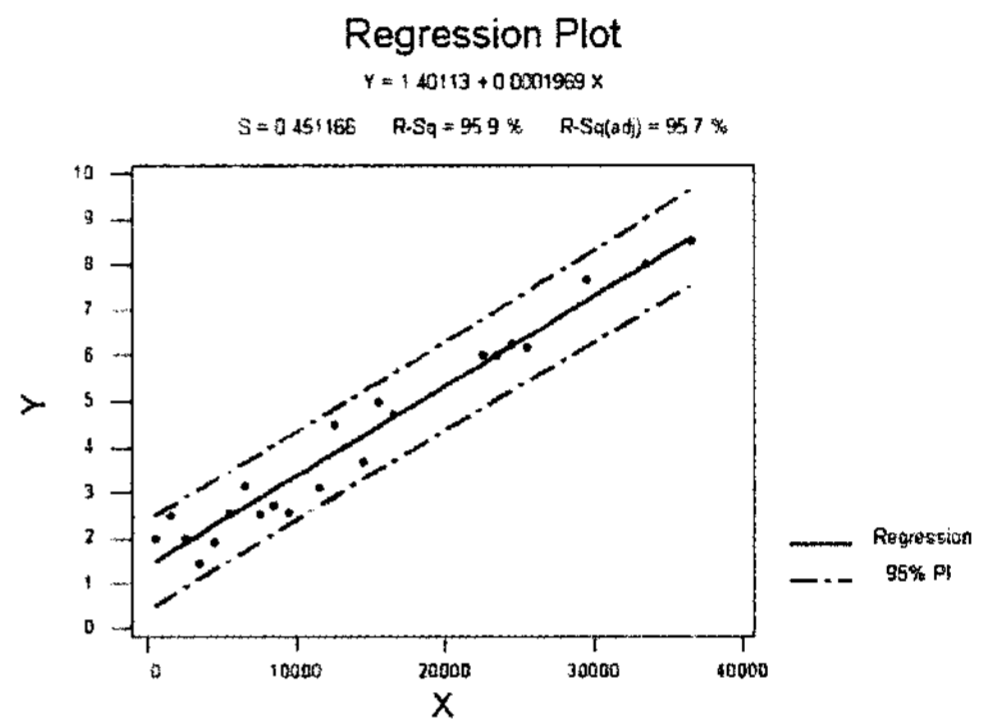
3.2 회귀모형 개발 및 분석

상관도 분석과정에서 AADT와 사고건수라는 두 변량이 선형적 상관관계를 보였으므로, 단순 선형회귀 모형을 적용하여 회귀식을 도출하였다. 그 결과 <표 3>에서와 같이, 경상남도 및 경상북도 국도를 대상으로 사고찾은곳을 통과하는 차량대수(X)와 그 값에 대응하는 예측 사고건수(Y)간의 관계식을 개발하였다. 선형 회귀식의 경우 기울기는 AADT의 변화에 따른 교통사고 건수의 변화 민감도를 나타내므로, '04년의 경우 경상남도 국도 상에 위치한 사고찾은곳은 차량 십만 대 통행 당 4건 꼴로 사고가 발생한 데 비해, 경상북도의 경우 9건으로 경상남도에 비해 2배 이상 사고확률이 높았다는 것을 알 수 있었다. 경상남도의 경우 '02년에는 차량 십만 대 통행 당 사고찾은곳 1개소 당 20건의 사고가 발생하였으나 '04년 4건으로 70%의 감소폭을 가져온 것을 알 수 있었다. <그림 1>은 모든 AADT값에 해당하는 사고건수의 예측치 및 95% 예측구간(PI, Prediction Interval)에서 각 AADT에 대응하는 사고건수의 상·하한 예측치 보여준다. 사고 발생 예측치는 직선으로, 사고건수의 상·하한 예측치는 일점쇄선으로 표시되어 있다.

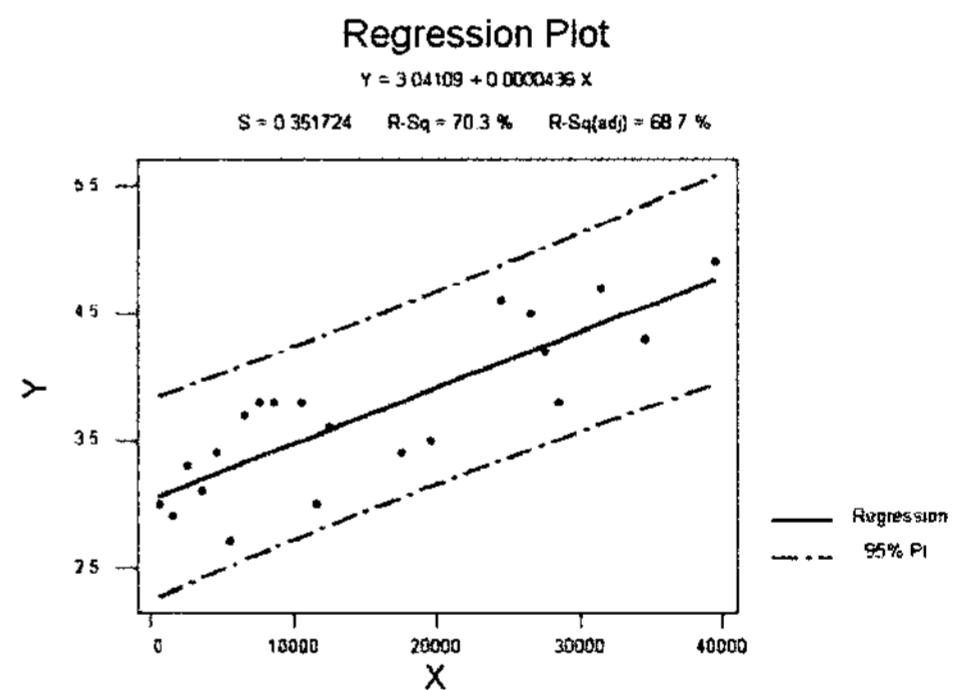
<표 3> 대상 지자체별 AADT-사고건수 회귀모형

연도	구분	회귀모형
'02년	경상남도	$Y = 1.40113 + 0.00020X$
	경상북도	$Y = 1.82796 + 0.00010X$
'04년	경상남도	$Y = 3.04109 + 0.00004X$
	경상북도	$Y = 2.53650 + 0.00009X$

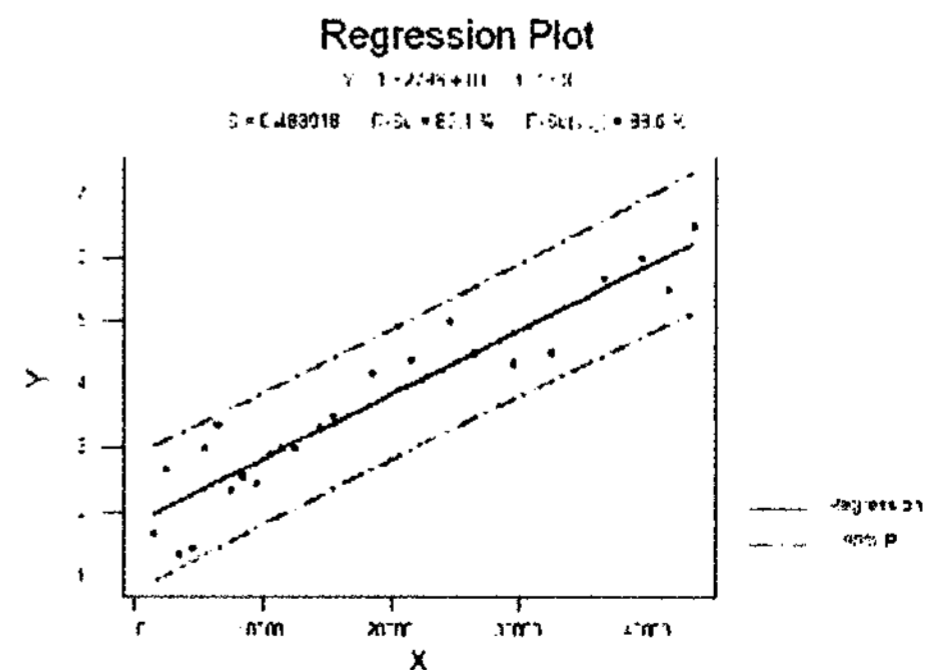
*Y: 사고건수, X: 연평균 일교통량



(a) '02년 경남지역

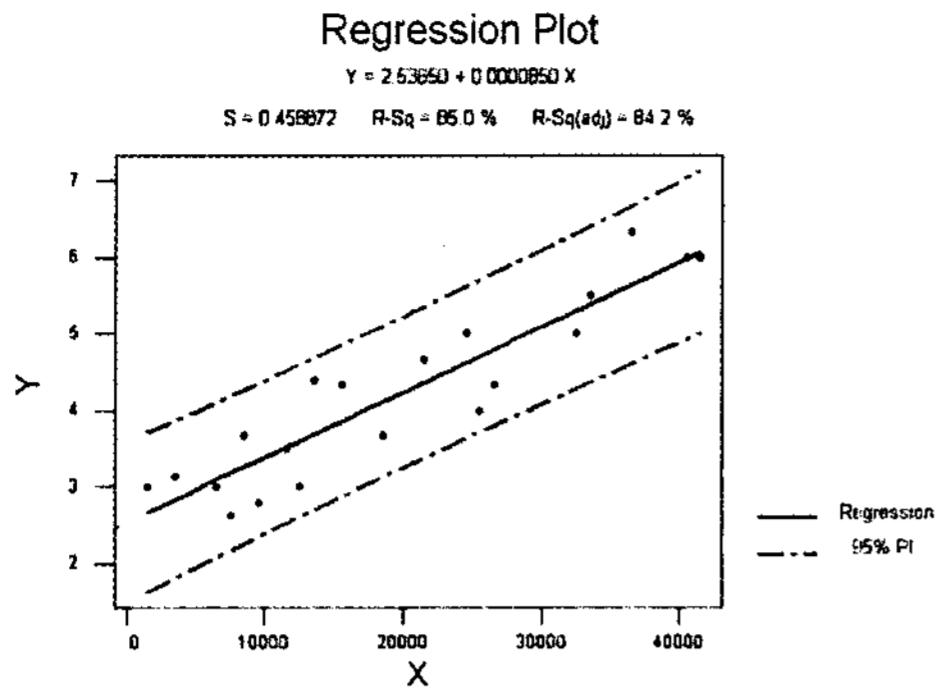


(b) '04년 경남지역



(c) '02년 경북지역

<그림 1> AADT-사고건수 회귀분석 결과



(d) '04년 경북지역

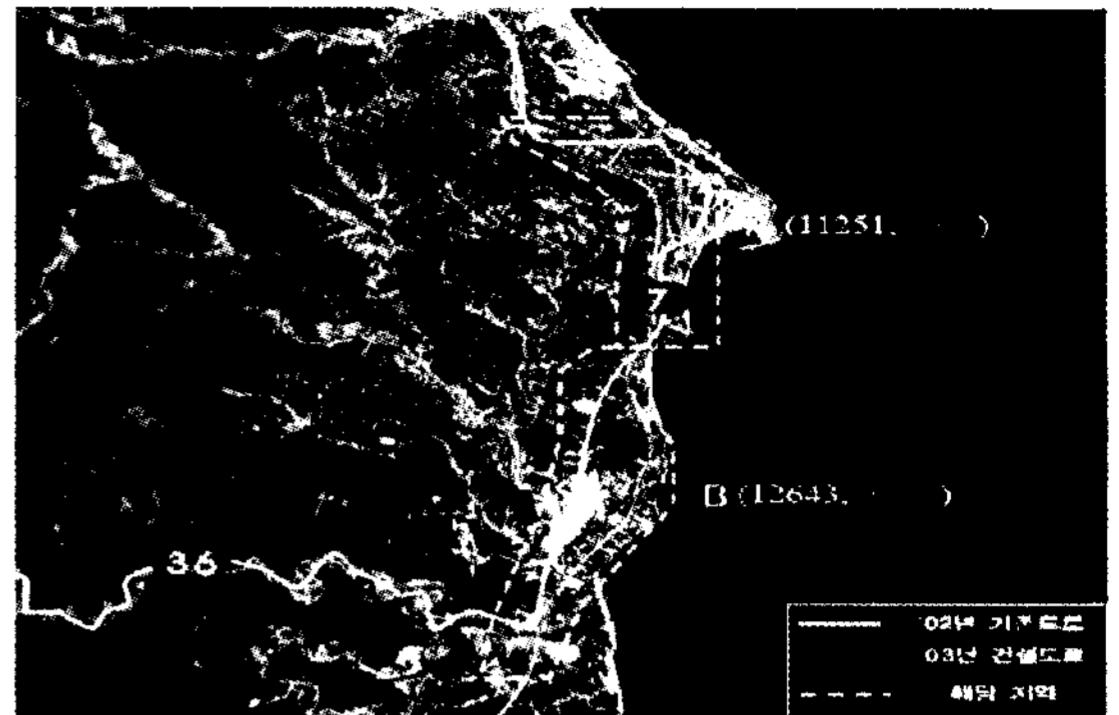
4. 사례지역에서의 교통사고 변화

각 사례분석 지역별로 '04년 신설도로 및 신설도로의 시점과 종점을 잇는 기존 국도 상에 존재하는 사고 잦은곳들에서의 평균 사고건수 및 평균 SI값을 '02년 기존 국도 상에 존재하는 사고 잦은곳에서 발생한 평균 사고건수 및 평균 SI값과 비교·분석하였다. 또한, 개별 구간에서의 분석 결과를 선형개선 사업과 우회도로 건설사업으로 분류하여 도로변화 유형별로 사고 변화를 살펴보았다.

4.1 도로 변화지역 분석사례: 울진군 울진읍 국도 7호선

본 사례분석 지역은 <그림 3>에 나타나듯이 울진군 북쪽에 위치한 국도 7호선 대상의 선형개선 사업 1개소 및 국도 36호선과 만나는 7호선 북쪽 방향의 울진군 우회 신설도로 1개소를 포함하고 있다.

<그림 3>에 A로 표시된 구간은 선형개선 구간을, B로 표시된 구간은 7번 국도에 대해서 울진시를 우회하는 신설된 도로구간을 나타내며, 괄호 안의 숫자는 각각 '02년 및 '04년도 신설도로 및 신설도로 기·종점 사이의 AADT 합을 나타낸다. 선형개선지역(<그림 3>



<그림 3> 울진군 울진읍 국도 7호선 주변 도로환경 변화

에 A로 표시된 지역) 내 '02년 및 '04년 사고 잦은곳 개소 수는 각각 5개 및 3개였으며, 우회도로 건설지역(B) 내 '02년 및 '04년 각각에 대한 사고 잦은곳 개소 수는 각각 8개 및 3개였다.

'02년 신설도로 기·종점 사이의 기존도로상 사고 잦은곳에서의 평균 사고건수 및 심도를 산출하여, '04년 신설도로 및 신설도로 기·종점 사이의 기존도로상 사고 잦은곳에서의 평균 사고건수 및 심도와 비교하였다. 그 결과 선형개선지역의 경우 사고 잦은곳 개소 당 평균 사고건수는 3건에서 1.80건으로, 평균 사고심도는 0.49에서 0.39로 감소했으며, 우회도로 건설지역에서의 사고건수 및 심도도 각각 3.13에서 0.75로, 0.33에서 0.23으로 감소했음을 알 수 있었다.

해당 도로구간에서의 '04년도 사고발생 건수가 경상북도 내 동일한 AADT를 가진 국도 상 사고발생 건수에 비해 높은 편인지 낮은 편인지에 대한 분석을 기구축된 회귀모형식을 활용하여 실시하였다. <표 3>의 회귀모형식에 사례지역의 AADT를 대입하여 계산된 사고건수가 예측 사고건수의 상·하한 구간 중 어느 부분에 포함되는지를 살펴보았다. 계산치가 예측 상한구간 위에 존재하면 대상지역의 사고 위험도는 타 사고 잦은곳에 비해 여전히 높음을 의미하며, 하한구간 아래에 존재하면 타 사고 잦은곳에 비해 낮음을, 그리고 나머지는 타 사고 잦은곳과 비슷한 수준임을 의미한다.

〈표 5〉 '04년 올진읍 국도 7호선 주변에서의 안전도 변화 현황

연도	개 선 지 역			
	도로선형 개선지역(A)	우회도로 건설지역(B)		
	사고발생건수	사고건수 예측구간	사고발생건수	사고건수 예측구간
'02년	3.00	[1.938, 3.997]	3.13	[2.081, 4.136]
'04년	1.80	[2.301, 4.311]	0.75	[2.301, 4.311]

그 결과, 〈표 5〉에 정리되어 있는 바와 같이 A 및 B 구간 모두 '02년에는 평균 사고건수가 예측구간 내에 있었으나, '04년에는 예측 하한치 보다 낮은 값을 보여 도로변화 이후 해당 지역은 타 국도 구간에 비해 사고 발생 위험성을 낮아졌다는 것을 알 수 있었다.

4.2 전체 사례지역 사고변화

경상남·북도 총 16개 사례지역 23개 도로변화 구간에 대한 사고건수, 사고율, 사망사고율 및 SI변화에 대한 분석을 실시하였다. 그 중 9개 도로변화 구간은 2개 이상의 상이한 AADT를 가진 구간으로 구성되어 있어, 이 경우에 한해서는 세분화된 구간별로 분석을 실시하였다. 그 결과 우회도로 건설 11개 구간은 17개의 분석구간으로, 선형개선 구간 12개는 14개의 분석구간으로 세분화하여 분석하였다. 위에서 소개한 사례지역에서와 동일한 절차를 적용하여 각 분석구간별로 도로선형 개선에 따른 기존 도로상 사업 전·후 사고변화를 분석하였다. 그 결과, '02년 대비 '04년도 기존 도로 상 사고잡은곳 개소 당 평균 사고건수는 26.9% 감소하였으며, AADT를 고려한 평균 사고율은

38.4% 감소한 것으로 판정되었다. 또한 사고 심도 역시 36.9% 감소한 것으로 나타났으나 유의수준 95%에서 실시된 양측 t-test 결과, 사망 사고와 같은 심도가 큰 사고의 감소는 통계적으로 유의할 만한 수준이 아닌 것으로 나타났다. '02년 대비 '04년도 사고건수 및 사고율 등의 평균치 변화에 대한 유의수준 95%에서의 양측 t-test 결과가 〈표 6〉에 정리되어 있다.

우회도로 건설사업의 경우, 기존 도로 상 사고잡은곳 1개소 평균 사고건수는 32.2% 감소하였으며, AADT 변화를 고려한 평균 사고율은 '02년 대비 '04년도에 41.1% 감소한 것으로 나타났다. 또한 사고 심도 역시 40.5% 감소한 것으로 나타났으나 유의수준 95%에서 실시된 양측 t-test 결과, 사망 사고와 같은 심도가 큰 사고의 감소는 유의할 만한 수준이 아닌 것으로 판정되었다. '02년 대비 '04년 사고건수 및 사고율 등의 평균치 변화에 대한 유의수준 95%에서의 양측 t-test 실시결과가 〈표 7〉에 정리되어 있다.

도로변화가 발생한 차년도인 '04년의 각 분석구간별 교통사고 발생빈도를 '02년 해당 지자체 내 동일

〈표 6〉 도로 선형개선 전·후 사고변화 비교

구분	'02년	'04년	%변화	t-test결과
지점평균 사고건수(건/지점)	7.03	5.14	-26.9%	유의함
평균교통사고율(건/백만대)	1.59	0.98	-38.4%	유의함
평균사망사고율(건/백만대)	0.05	0.03	-38.4%	유의하지않음
SI(Severity Index)	0.72	0.45	-36.9%	유의함

〈표 7〉 우회도로 건설 전·후 사고변화 비교

구분	'02년	'04년	%변화	t-test결과
지점평균 사고건수(건/지점)	6.50	4.40	-32.2%	유의함
평균교통사고율(건/백만대)	1.23	0.73	-41.1%	유의함
평균사망사고율(건/백만대)	0.05	0.03	-41%	유의하지않음
Severity Index	0.64	0.38	-40.5%	유의함

AADT를 가진 타 국도 상 교통사고 발생빈도 예측치와 비교하는 방법으로 사고위험도를 비교하였다. 그 결과 〈표 8〉에 보이는 것처럼 선형개선 사업에 따른 14개 분석구간 중 약 43%에 해당하는 6개 구간에서 위험도가 낮아진 것으로 나타났으며 약 21%에 해당하는 3개 구간에서는 오히려 위험성이 높아진 것으로 나타났다. 이에 비하여 우회도로 건설에 따른 17개 분석

구간에서는 총 구간 수의 65%에 해당하는 11개 구간에서 위험성이 낮아졌으나 위험성이 높아진 구간은 없는 것으로 나타나 우회도로 건설사업은 선형개선 사업에 비해 월등히 높은 사고감소 효과를 보인 것으로 나타났다.

〈표 8〉 사례 분석구간별 사고위험성 변화

구분	지역	사고발생 위험도 변화	
		선형개선	우회도로
경북	울진군 울진읍 원남면~북면	중→하(a)	중→하
	예천군 예천읍 남본리~대심리	-	상→중
	성주군 성주읍 대항리~선남면 신부리	상→상	-
	고령군 고령읍 쌍림면~장기리	상→하	상→중
	청도군 화양읍 서상리~청도읍 원정리	중→하	상→하
	경산시 하양읍 청천리~동서리	상→하	-
경남	거창군 거창읍 일대	상→상, 상→상(b)	상→하
	산청군 시천면 일대	-	중→하, 상→하, 중→하
	사천시 축동면~정동면 일대	중→중	-
	남해군 남해읍 고현면 일대	-	상→상, 중→중
	고성군 고성읍~통영시 도산면 일대	중→상	중→중, 하→하
	거제시 신현읍~연초면	-	상→상
	마산시 진전면~진동면	중→상, 상→하	-
	김해시 진영읍~창원시 동읍	중→상	중→하, 상→중
	양산시 동면~하북면	상→중, 상→상	-
	마산시 내서면~함안군 칠서면		중→하, 중→중

(a) '-'의 원편(오른편)에 쓰인 '상', '중' 또는 '하'는 '02년('04년) 해당구간이 위치하는 지자체 내 국도 대비 해당구간의 사고발생 위험도가 높거나(상), 비슷하거나(중) 낮다(하)는 것을 의미함.
 (b) 하나의 분석구간이 둘 이상의 AADT 구간으로 나뉠 경우 AADT 구간별로 위험도 변화 분석.

V. 결론

본 연구는 교통소통 및 차량 주행 안전성 제고를 목표로 건설되고 있는 국도 우회도로 및 선형개선사업의 실질적 사고감소 효과를 분석하고 이를 통하여 향후 정부의 이 부문에 대한 지속적이고 효과적인 투자 확대를 위한 기초자료를 제공하고자 하는 목적으로 실시되었다. 이를 위한 한 방법으로 본 연구에서는 특정 지자체를 대상으로 사례분석 지역을 선정하고 그 지역 내 도로변화에 따른 사고변화를 분석하였다. 사례분석 지역은 구간도로변화에 따른 사고변화 민감도가 높을 것으로 판단되는 경상남도 및 경상북도의 국도를 대상으로 '03년 도로변화 지역 중 '02년 대비 '04년 GIS 지도 상 표출된 사고잣은곳에서의 사고건수 밀도분포가 시각적으로 유의한 지역을 선정하였다. 그 결과, 16개의 사례분석 대상지역이 선정되었으며 대상지역은 다시 한 번 12개의 우회도로 건설구간 및 11개의 선형개선 사업구간으로 세분화되어 사례분석이 진행되었다.

분석결과 '02년 대비 '04년 도로선형 개선에 따른 사고잣은곳 1개 지점 평균 사고건수는 7.03건에서 5.14건으로 26.9% 감소하였으며, 사고심도는 0.72에서 0.45로 36.9% 감소한 것으로 나타났다. 우회도로 건설에 따른 사고잣은곳 1개 지점 평균 사고건수는 '02년 대비 '04년, 지점평균 사고건수는 6.50건에서 4.40건으로 32.2% 감소하였으며, 사고심도는 0.64에서 0.38로 40.5% 감소한 것으로 나타났다. 각 대상 도로구간이 속하는 지자체별 타 국도 상 사고발생 위험도를 대상도로 구간의 위험도와 비교한 결과, 총 선형개선사업 구간수의 약 43% 및 총 우회도로 건설 구간수의 약 65%에 해당하는 구간에서 '02년 대비 '04년 위험도가 낮아진 것으로 나타났다.

본 연구는 사례분석을 통하여 우회도로 건설 및 선형개선 사업이 기존 그 역할을 수행하던 국도 상 교통사고에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 그러나, 인력 및 시간상의 한계로, 국도 상에서 발생한 전체 교통사고에 기반한 조사를 시행하여 연구를 진행하는 대신 대상 도로구간의 사고잣은곳에서 발생한 사고건수 및 심도에 기반하여 연구를 진행하였다. 따라서 본 연구의 결과로 밝혀진 도로변화에 따른 사고감소 효과를 일반론적인 결과로 해석하기에는 분명히 무리가 있으며, 본 연구에서 사용한 사고잣은곳 자료를 활용한 연구진행 방법은 도로변화에 따른 사고변화를 분석하는 여러 방법 중 현실성 있는 하나의 대안으로 인식되어야 한다.

참고문헌

1. 건설교통부, "2002도로교통량통계연보", 2003
2. 건설교통부, "2003도로교통량통계연보", 2004
3. 건설교통부, "2004도로교통량통계연보", 2005
4. 교통안전관리공단, "2002년 전국 시도 및 도로별 사고 잣은 곳 현황", 2002
5. 교통안전관리공단, "2003년 전국 시도 및 도로별 사고 잣은 곳 현황", 2003
6. 교통안전관리공단, "2004년 전국 시도 및 도로별 사고 잣은 곳 현황", 2004
7. 한상진, 윤공현, 이영태, "도로교통사고 DB구축 및 공유방안 연구", 한국교통연구원 정책연구 2003-13
8. John Neter et al., "Applied Linear Statistical Models, Fourth Edition", 1996
9. Caliper Corporation, "Travel Demand Modeling with TransCAD 4.8", 2005