

교통사고 잦은 곳 개선사업 효과분석

Effectiveness Analysis of Improvement Project at Black Spot

김 용 석

(도로교통안전관리공단,
교통사고분석센터, 차장,
kimys@rtsa.or.kr)

강 동 수

(도로교통안전관리공단,
교통사고분석센터, 팀장,
kangds@rtsa.or.kr)

이 용 일

(도로교통안전관리공단,
교통사고분석센터, 사원,
lyi30@rtsa.or.kr)

목 차

I. 서론

1. 연구배경 및 목적
2. 연구범위 및 방법

II. 문헌고찰

1. 평가방법의 종류
2. 통계적 유의성 검정

III. 자료분석 및 결과

1. 효과분석 자료
2. 자료분석 결과

IV. 결론 및 향후과제

참고문헌

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

교통사고 잦은 곳 개선사업은 도로상에서 발생하는 인적, 물적피해 교통사고자료를 조사하여 일정기준 이상의 사고가 발생하는 지점을 사고 잦은 곳으로 선정하고, 이들 지점에 대한 심층적인 사고요인분석과 도로 및 교통안전시설 등의 현장조사를 통하여 도로교통환경을 개선함으로써, 교통사고를 감소시키기 위한 교통안전사업이다.

교통사고 잦은 곳 개선사업의 기본개선설계를 바탕으로 해당 도로관리부서에서 개선공사를 실시하고 있다. 또한 개선공사가 이루어진 지점에 대해서는 개선공사 전·후 1년 동안의 교통여건과 교통사고의 변화에 대한 분석·평가를 위해 효과분석을 실시하고 있다.

효과분석은 교통사고 잦은 곳 개선사업의 타당성을 평가하고, 그 결과를 차후에 실시할 개선사업의 정책결정자료 또는 개선계획에 이용하는 매우 중요한 과정이며, 교통사고 잦은 곳 개선사업의 일련의 최종 작업단계라 할 수 있다.

효과분석은 이미 시행된 사업의 효과측정은 물론 향후 진행할 사업을 효과적으로 추진할 수 있도록 개선방안에 대한 정보를 수집하여 반영하는 것으로, 사업의 피드백 시스템(Feedback System)에 없어서는 안되는 중요한 과정이다.

따라서, 교통사고 잦은 곳 개선사업에 있어서 효과분석은 매우 중요하다 하겠는데, 개선사업의 주된 목적인 교통사고의 감소가 얼마나 이루어졌는지, 그리고 투자비용 대비 사고감소 효과가 어느 정도였는지를 평가척도(MOE, Measures of Effectiveness)에 따라 평가함으로써 그 결과에 따른 후속조치 등이 이루어지게 된다.

교통안전 개선사업 시행의 목적은 무엇보다도 교통사고로부터 인명피해를 감소시키는 것이기 때문에, 개선공사 시행에 따라 공사 전·후에 일어날 수 있는 세 가지의 가능한 결과 “사고 감소”, “사고 증가”, “유의무”(사고가 증가하였다거나 감소하였다고 분석할 수 없는 경

우)에 따라 개선공사 전·후의 변화를 면밀히 분석하고 그 결과를 다시 설계단계에 적용함으로써 안전한 도로환경 조성과 안전성 확보를 가능하게 하는 것이다.

2. 연구의 범위 및 방법

전국 시도에서 교통사고 잦은 곳으로 2004년에 공사된 지점 502개소를 대상으로 공사전후 교통사고자료와 교통현황자료로 나누어 조사를 하였으며, 공사 전·후의 효과를 비교분석하여 이러한 개선사업이 사고감소에 얼마나 기여했는지를 분석하였다.

시행된 개선사업의 효과적인 평가를 위해서는 합리적인 수행과정이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 교통사고 잦은 곳의 개선효과를 평가하기 위하여 미연방도로국(FHWA)의 효과평가과정을 기준으로 하여 다음과 같은 절차로 효과분석을 실시하였다.

- ① 효과분석 평가방법 선정
- ② 통계적 유의성 검정방법 문헌고찰
- ③ 개선공사 전·후의 교통사고 및 도로현황 조사
- ④ 데이터 구축
- ⑤ 유의성 검정 및 효과분석
- ⑥ 보고서 작성

II. 문헌고찰

1. 평가방법의 종류

교통사고 잦은 곳 개선사업 평가는 효과분석 평가와 행정절차에 의한 평가가 있다. 효과분석 평가는 개선사업이 시행된 후 사고건수의 감소 또는 사고피해정도의 경감을 통하여 통계적 검정과 경제성평가를 실시한다. 행정절차에 의한 평가는 교통사고 잦은 곳 개선시 일정, 설계, 시공, 운영체제 등 시행에 관련된 행정사항을 평가하는 방법이다.

본 연구에서는 공사실시 전·후의 교통사고를 효과척도(MOE, Measure of Effectiveness)로 하는 효과분석 평가방법을 사용하였다. 교통사고를 기반으로 하는 효과분석평가는 개선사업을 실시함으로써 일어날 수 있는 결과인 사고의 증가·감소(유의성이 있는 상태), 사고의 증가 또는

감소가 개선사업에 의한 것인지 아닌지를 판단할 수 없는 상태(유의성이 없는 상태)로 나타나는데 다음의 방법으로 분석을 할 수 있다.

1) 유사지점 비교를 통한 사전·사후 분석 (Before & After Study with Control Sites)

이 방법은 공사지점에서 사고의 변화율과 같은 기간동안 개선공사를 하지 아니한 유사한 지점에 대한 사고의 변화율을 비교한 것이다. 이때 유사한 지점의 선정은 이 분석에서 가장 어렵고 중요한 과정으로 개선공사가 실시되지 않았으면서 개선지점과 유사한 사고추이나 교통량 등 주변여건이 비슷한 지점을 선정해야 한다.

2) 개선공사지점에 대한 사전·사후 분석 (Before & After Study)

이 방법은 교통안전개선사업에서 가장 많이 활용되는 방법으로 공사지점의 사업시행 전·후 자료를 기초로 하여 비교 평가하는 방법이다. 이 방법은 두 가지 기본적인 가정을 전제로 하고 있는데, 첫째는 교통안전 개선사업이 없었다면 효과척도는 같은 수준으로 계속된다는 것이고, 두 번째는 공사실시후 측정된 효과척도는 개선사업의 효과에 기인한다는 것이다.

3) 비교평행분석(Comparative Parallel Study)

이 분석은 공사실시전 자료가 없는 것을 제외하고는 유사지점을 이용한 전·후비교 방법과 유사하다. 이 분석은 공사지점에 대한 개선사업이 없을 경우 그 지점의 사고율도 유사지점(유사지점들의 평균)과 비슷하다는 것이다. 공사지점 사고율을 유사지점들의 평균사고율과 비교할 때 관측된 차이가 개선에 기인한다는 것을 가정으로 한다.

본 연구에서는 상기한 교통사고 잦은 곳 개선사업 효과분석방법 중에서 일반적으로 널리 사용하는 “개선공사지점에 대한 사전·사후분석”을 사용하였다.

2. 통계적 유의성 검정

관측된 자료(표본)로부터 정보를 얻고, 이들 정보를 기초로 미지의 모수에 대한 결정(판단)을 내리게 되는 가정을 검정(가설검정)이라고

한다. 이러한 통계적 결정에는 항상 오류의 가능성이 있으며, 가설검정에서는 오류의 가능성을 미리 정해진 수준(level)에서 관리할 수 있는 것이 특징이다.

가설검정과정은 표본으로부터 입증하고자 하는 대립가설(對立假說, Alternative Hypothesis)을 설정하고, 대립가설이 참이라는 확실한 근거가 없을 때 받아들이는 가설인 귀무가설(歸無假說, Null Hypothesis)을 설정한다. 가설검정의 기준이 되는 검정통계량(Test Statistic)을 산출하여 검정통계량이 기각역(critical region), 채택역(acceptance region)에 속하는가에 따라 대립가설, 귀무가설을 선택하게 된다. 즉 하나의 가설을 설정하고 그 가설이 통계적으로 옳은지 그른지를 선택하는 과정을 가설검정이라 한다.

가설검정에서 항상 오류의 가능성을 전제로 하고 있으며, 제 1종 오류와 제 2종 오류로 구분한다. 귀무가설이 참일 때 대립가설을 채택하는 오류를 제 1종 오류(Type I Error)라고 하며, 대립가설이 참일 때 귀무가설을 채택하는 오류를 제 2종 오류(Type II Error)라고 한다.

귀무가설이 참일 때 이를 기각하고 대립가설을 채택하는 오류를 범할 확률의 허용한계를 유의수준(Significance Level)이라 한다. 이는 제 1종의 오류를 범할 확률을 의미하고, 보통 α 로 나타낸다.

검증방법은 검정통계량의 산출기법에 따라 분류되고 있으며, 개선효과 전·후 분석에 있어서는 포아송분포(Poisson Distribution)를 이용한 HSE(Highway Safety Evaluation Procedural Guide)검정, χ^2 검정, 이항검정 등이 있다.

1) HSE 검정

HSE는 기존의 전·후 효과분석에 사용되고 있는 방법으로 개선전의 사고 건수를 포아송분포의 모수로 설정하고, 개선후의 사고 건수는 개선전 사고건수를 포아송분포의 모수로 하는 확률변수로 하여 검정통계량을 산출하는 방법으로 <그림 1>과 같은 그래프를 이용하여 각각의 유의 수준에 맞게 기각-채택역을 설정하여 검정하는 방법이다.

검정과정은 가설을 아래와 같이 정하고

$$\text{귀무가설 } H_0 : \lambda_1 = \lambda_2,$$

$$\text{대립가설 } H_1 : \lambda_1 > \lambda_2$$

λ_1 : 개선전 사고 분포의 모수,

λ_2 : 개선후 사고분포의 모수

개선전의 사고 수를 포아송분포의 모수로 설정하고 개선후의 사고 수는 개선전 사고 수를 모수로 하는 포아송분포의 확률변수로 대입하여 검정통계량 α (유의값)는 아래와 같은 식을 통하여 산출하여 유의값에 맞게 검정을 실시한다.

$$\alpha = \sum_x \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

여기서,

α : 유의값

λ : 개선전 사고건수의 최우추정량, 포아송분포의 모수

2) χ^2 검정

검정의 과정은 개선 전·후의 사고건수를 두 수의 최우추정량을 모수로 하는 포아송분포의 확률변수로 가정하는 귀무가설 H_0 를 세우고 검정통계량을 설정하면

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i} &= \frac{\left(\frac{x+y}{2} - x\right)^2}{\frac{x+y}{2}} + \frac{\left(\frac{x+y}{2} - y\right)^2}{\frac{x+y}{2}} \\ &= \frac{(x-y)^2}{(x+y)} \end{aligned}$$

x : 개선전 사고수, y : 개선후 사고수

와 같이 되고 이것은 자유도 1인 χ^2 분포를 따른다.

3) 이항검정

이항분포에 근거한 검정방법은 두 개의 범주가 차이가 없다는 가정 하에 어느 한 사건이 두 개 중 어느 한 범주에 속할 확률을 0.5로 동일하게 설정하여 이항분포를 이용한 검정통계량을 도출 검정하는 방법이다.

검정과정으로는 귀무가설 H_0 를 아래와 같이 설정하면

$$H_0: p=0.5 \quad p: \text{이항분포의 확률}$$

검정에 필요한 검정통계량은 아래와 같이 표현된다.

$$\alpha = \sum_x \binom{n}{x} \left(\frac{1}{2}\right)^{n-x} \left(\frac{1}{2}\right)^x = \frac{1}{2^n} \sum_x \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

α : 검정통계량

n : 총사고건수(전사고건수+후사고건수)

x : 전사고건수

본 연구에서는 일반적으로 많이 사용하는 HSE 검정을 이용하였다.

III. 자료분석 및 결과

1. 효과분석 자료

2004년에 공사된 지점 502개의 개선효과를 분석하기 위한 자료는 교통사고자료와 도로현황자료로 나뉜다. 교통사고 자료는 공사전(2003년)과 공사후(2005년) 각 1년동안 발생한 교통사고를 조사하였다.

도로현황자료는 도로의 기하구조, 교통안전시설, 교통량 등을 조사하여 어떠한 공사가 이루어졌는지 변화여부를 파악하였다.

<표 1> 효과분석 자료

구분	조사자료
교통사고	-개선공사 시행 전·후 지점별 교통사고
도로현황	개선공사 전·후 - 도로의 기하구조 - 교통안전시설 및 부대시설 - 기타 교통여건(교통량, 신호)

1) 교통사고 현황

분석대상지점의 교통사고를 지역별, 시행전후로 분류하여 조사한 결과, 사고발생건수는 5,026건→2,939건(41.5%), 사망자는 61명→32명(47.5%), 부상자는 5,197명→3,765명(27.6%)으로 감소하였다.

전국의 동기간 사고감소율 12.4%(240,832건→

214,172건)와 단순비교를 하여도 사고 잦은 곳의 개선효과는 3.3배에 이르는 것으로 나타났다.

<표 2> 공사전후 사고현황

구분	지점수	발생건수			인명피해(명)					
					사망자			부상자		
		전	후	증감(%)	전	후	증감(%)	전	후	증감(%)
계	502	5,026	2,939	41.5	61	32	47.5	5,197	3,765	27.6
서울	51	645	388	39.8	1	1	0	564	463	17.9
부산	19	370	225	39.2	4	2	50	415	298	28.2
대구	18	351	222	36.8	3	5	-66.7	370	265	28.4
인천	64	1,094	628	42.6	6	3	50	1,170	893	23.7
광주	3	26	12	53.8	0	0	-	18	11	38.9
대전	3	28	20	28.6	0	0	-	33	29	12.1
울산	7	56	34	39.3	3	0	100	46	37	19.6
경기	18	133	76	42.9	3	2	33.3	152	106	30.3
강원	31	149	69	53.7	1	0	100	184	84	54.3
충북	44	301	115	61.8	9	0	100	350	156	55.4
충남	25	111	56	49.5	1	0	100	150	86	42.7
전북	41	231	214	7.4	4	3	25	358	349	2.5
전남	36	160	72	55	1	1	0	161	91	43.5
경북	73	630	335	46.8	12	7	41.7	603	408	32.3
경남	61	601	408	32.1	12	8	33.3	522	397	23.9
제주	8	140	65	53.6	1	0	100	101	92	8.9

주) 개선전 2003년, 개선후 2005년

2) 주요 개선내역별 도로현황

개선공사에 따른 도로현황을 조사하기 위해 개선내역을 교통안전시설물(신호등, 교통안전표지 설치등 25개), 도로부대시설물(중앙분리대, 미끄럼방지포장 등 34개), 교통운영체계 개선(좌회전 허용, 금지 등 18개), 도로구조 개선(교통섬 설치 등 50개), 교차로복합개선(가각정비+신호신설 등 6개) 등으로 나누었다.

<표 3>과 같이 주요 개선내역별 지점을 살펴보면 도로구조개선이 106개소(31.9%)로 제일 많고, 도로부대시설 개선, 교통안전시설 개선 등의 순으로 나타났다.

<표 3> 주요 개선내역별 지점 현황

주요 개선내역	지점수	구성비(%)
계	502	100.0
교통안전시설물 개선	140	27.9
도로부대시설 개선	148	29.5
교통운영체계	18	3.6
도로구조개선	160	31.9
교차로 복합개선	36	7.2

2. 자료분석 결과

1) 포아송분포를 이용한 유의성검정

평균사고건수가 μ 인 어느 지점이 개선사업을 시행 후 x 건의 사고가 발생하였다면, 그 지점에서 평균사고감소건수는 $(\mu - x)$ 라 할 수 있다. 그러나 그 시점에서 개선사업이 사고발생에 영향을 미치지 못했다고 가정할 때, 평균사고건수 μ 에서 우연히 0에서 x 까지의 사고가 발생할 확률을 구할 수 있는데, 계산된 확률값을 90%, 95%, 99%의 신뢰도를 가지고 나타낸 것이 <그림 1>이며, 이 그림을 이용한 검정단계는 다음과 같다.

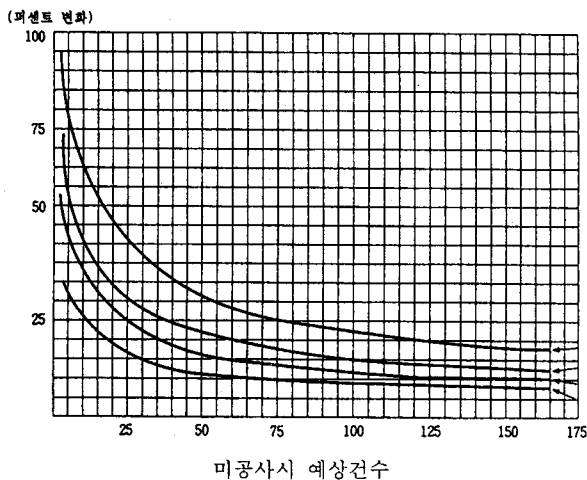
- 1단계 : 개선사업이 시행되지 아니하였을 경우의 예상사고건수를 계산

$$\cdot \text{미공사시 예상건수} = \text{공사전건수} \times \frac{\text{사후교통량}}{\text{사전교통량}}$$

- 2단계 : 사고율변화를 계산

$$\cdot \text{사고율 변화(\%)} = \frac{(\text{미공사시 예상건수} - \text{사후건수})}{\text{미공사시 예상사고}} \times 100$$

- 3단계 : 미시행시 예상사고건수와 곡선의 교차점을 이용하여 퍼센트변화를 <그림 1>을 이용하여 찾음



<그림 1> 유의성검정을 위한 포아송곡선

- 4단계 : 2단계에서 구한 사고율 변화와 3단계에서 구한 퍼센트변화를 비교하여

사고율 변화가 퍼센트변화보다 크면 사고감소에 유의성¹⁾이 있고, 작으면 유의성이 없다.

통계적인 검정을 실시할 때 중요한 단계가 신뢰수준의 선택이다.

이것은 개선사업이 사고감소에 명백하게 효과가 있음에도 불구하고 그 가정이 채택되지 아니하는 위험수준을 선택하는 것이며, 1에서 이 위험수준을 뺀 값이 신뢰수준이다. 이 신뢰수준 곡선에 따라 유의성이 다르게 나타난다. 본 연구의 경우는 교통사고에 대한 안전의 중요성을 감안하여 95%의 신뢰도곡선을 적용하였다.

통계적 유의성을 검정한 결과, 유의유 지점은 502개소 중 206개소(감소 295개소, 증가 1개소)이며, 나머지 296개소는 유의무 지점으로 나타났다.

<표 4> 통계적 유의성 검정결과

구 분	지점수	구성비(%)
계	502	100.0
유의유	사고감소	205
	사고증가	1
유의무	296	59.0

유의유 지점을 추출하여 공사전·후 사고를 분석한 결과, 사고발생건수는 2,998건→1,343건(55.2%), 사망자는 33명→18명(45.5%), 부상자는 2,969명→1,660명(44.1%)로 감소하였다.

1) "95%의 신뢰도에서 유의성이 있다"는 "0.05의 유의수준으로 귀무가설 $H_0 : \lambda_1 = \lambda_2$ 를 기각한다.(또는 대립가설 $H_1 : \lambda_1 > \lambda_2$ 받아들인다)"와 같은 의미를 가진다.

<표 5> 유의유 지점의 공사전후 사고현황

구분	지점수	사고건수			인명피해(명)					
		전	후	증감(%)	사망			부상		
					전	후	증감(%)	전	후	증감(%)
총계	206	2998	1343	55.2	33	18	45.5	2989	1660	441
서울	28	416	180	56.7	1	0	100	372	235	368
부산	14	239	170	43.1	4	2	50	332	219	378
대구	8	211	102	51.7	1	2	100	211	114	46.0
인천	29	641	222	54.4	3	3	0.0	612	338	35.0
광주	2	22	9	59.1	0	0	-	16	9	43.8
대전	2	10	4	60.0	0	0	-	12	4	66.7
울산	4	28	17	39.3	1	0	100	21	19	95
경기	10	96	43	55.2	2	2	0	104	67	35.6
강원	11	80	19	76.3	0	0	-	96	29	69.8
충북	16	139	46	71.1	5	0	100	190	73	61.6
충남	11	64	24	62.5	1	0	100	85	36	57.6
전북	7	65	35	46.2	0	0	-	108	52	48.5
전남	8	97	36	62.9	1	0	100	87	35	59.8
경북	24	291	98	68.0	8	2	75	271	108	62.0
경남	24	379	208	45.1	5	7	40.0	336	175	47.9
제주	8	140	65	53.6	1	0	100	101	92	89

주) 개선전 2003년, 개선후 2005년

검증결과 유의무 지점은 개선공사로 인해 사고가 증가했거나 감소했다고 판단하기 어려운 지점이다. 사고 감소 또는 증가폭이 적기 때문에 사고의 증감을 개선공사로 인한 결과로 판단하기에는 통계적으로 유의하다고 판단할 수 없기 때문이다. 2004년도에 개선공사가 이루어진 효과분석 대상지점 502개소중 59.0%인 296개소가 유의무 지점으로 나타났는데, 이들 지점은 개선공사 전의 사고건수가 상대적으로 적다는 특성을 보이고 있다.

일반적으로 통계적 검증결과가 유의무 지점으로 나타나게 되는 원인을 보면, 교통사고는 일부 감소되었으나 개선공사가 소규모 투자나 소극적인 안전대책으로 이루어져 사고의 감소폭이 적기 때문에 통계적으로 유의하게 사고가 감소했다고 말할 수 없는 경우이다.

유의수준의 범위에 들지 못한 유의무 지점 296개소의 공사전·후 사고현황을 살펴보면 사고발생건수는 2,028건→1,596건(21.3%), 사망자는 28명→14명(50.0%), 부상자는 2,228명→2,105명(5.5%)로 감소하였다.

<표 6> 유의무 지점의 공사전후 사고현황

구분	지점수	발생건수(건)			인명피해(명)					
		전	후	증감(%)	사망자			부상자		
					전	후	증감(%)	전	후	증감(%)
총계	296	2028	1596	21.3	28	14	50.0	2228	2105	5.5
서울	23	229	208	92	0	1	-100	192	228	-18.8
부산	5	71	55	22.5	0	0	-	63	79	-25.4
대구	10	140	120	14.3	2	3	-50	139	151	5.0
인천	35	463	336	25.8	3	0	100	558	465	11.3
광주	1	4	3	25.0	0	0	-	2	2	0.0
대전	1	18	16	11.1	0	0	-	21	25	-19.0
울산	3	28	17	39.3	2	0	100	25	18	28.0
경기	8	37	33	10.8	1	0	100	48	39	18.8
강원	20	69	50	27.5	1	0	100	88	55	37.5
충북	28	142	69	51.4	4	0	100	160	88	48.1
충남	14	47	32	31.9	0	0	-	65	50	23.1
전북	34	166	179	-7.8	4	3	25.0	255	297	-16.5
전남	28	63	36	42.9	0	1	-100	74	56	24.3
경북	49	339	242	28.6	4	5	-25.0	332	305	8.1
경남	37	222	200	9.9	7	1	85.7	186	222	-19.4

주) 개선전 2003년, 개선후 2005년

IV. 결론 및 향후과제

교통사고 잦은 곳 개선사업은 1987년 국무총리실 주관 『교통안전 종합대책』의 중점과제로 선정되어 시작하였으며, '91년 국무총리실 주관 『교통사고 줄이기 운동』, '98년 국민의 정부 100대 국정과제 『생명을 중시하는 교통사고 방지체계 구축』의 중점과제로 선정되기도 하였다. 또한, 『제6차 교통안전기본계획(2002~2006)』과 국무총리실 주관 『제4차 교통사고 잦은 곳 개선사업 추진계획(2007~2011)』 등에 근거하여 교통사고감소를 위한 효과적인 개선방안으로 추진되고 있다.

이러한 추진계획에 맞추어 시행한 개선사업의 효과를 본 연구에서 분석한 결과로 정리하면 첫째, 2004년에 공사된 502개소를 단순하게 통계적 검증없이 조사한 결과, 사고발생건수는 5,026건→2,939건(41.5%)으로 감소하였는데, 전국의 동기간 사고감소율 12.4%(240,832건→214,172건)와 단순비교를 하여도 사고 잦은 곳의 개선효과는 3.3배에 이르는 것으로 나타났다.

둘째, 유의유 지점(206개소)를 추출하여 공사전·후 사고를 분석한 결과, 사고발생건수는 2,998건→1,343건(55.2%), 사망자는 33명→18명

(45.5%), 부상자는 2,969명→1,660명(44.1%)로 감소하였다.

셋째, 검증결과 개선공사로 인해 사고가 증가했거나 감소했다고 판단하기 어려운 유의무 지점은 사고발생건수는 2,028건→1,596건(21.3%), 사망자는 28명→14명(50.0%), 부상자는 2,228명→2,105명(5.5%)로 감소하였다. 사고의 감소폭이 전체사고, 유의유지점에 비해 적은 것으로 나타났다. 그러나 전국의 동기간 사고감소율 12.4%(240,832건→214,172건)와 비교해서 감소율은 1.7배나 높게 나타났다.

그러나 유의무지점이 전체 분석지점수의 59%를 차지하는 것은 간과할 수 없는 사항이므로 개선사업을 수행함에 있어 감소시킬 수 있는 대책에 대한 연구가 필요하다.

새로운 교통시설을 설치한 후 운전자가 적응하는 동안에는 사고가 증가하는 것이 일반적이다. 따라서 적응기가 끝나는 시기이후를 공사후로 하여 분석하는 것이 타당하나 시설에 대한 운전자의 적응기간 연구가 없어 공사전·후 1년 사고를 사용하여 효과분석을 실시하였다. 운전자 행태측면에서의 시설별 적응기간에 대한 연구가 요구된다.

참고문헌

1. 김경환, 교통안전공학, 1997.2
2. 도로교통안전관리공단, 2006년 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석, 2006.12
3. 도로교통안전관리공단, 2006년 서울특별시 교통사고 잦은 곳 기본개선계획, 2006. 12
4. 서울지방경찰청, 도로교통안전관리공단, 교통사고 잦은 곳 개선사업 모니터링 및 개선계획, 2000.12
5. FHWA, Evaluation of Highway Safety Projects Procedural Guide, January 1979
6. FHWA, Highway Safety Evaluation Procedural Guide. p 114, 1981
7. FHWA, Safety Design and Operational Practices for streets and Highways, 1980