

횡단보도 조명시설의 설치효과에 관한 연구

An Effect of Safety Facilities on Crosswalk Accident

박 태 훈

전남대학교 토목공학과 박사수료

박 제 진

한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원

박 주 천

전남대학교 토목공학과 박사과정

하 태 준

전남대학교 토목공학과 부교수

목 차

I. 서론

II. 기존 연구문헌 고찰

1. 교통사고 잦은 지점의 개념 및 선정기준
2. 교통사고 잦은 지점 개선사업 관련 연구
3. 횡단보도 조명시설 형태

III. 야간·보행자 교통사고 분석

1. 야간 교통사고 분석
2. 보행자 교통사고 분석
3. 광주광역시 보행자 교통사고 분석

IV. 횡단보도 조명시설의 효과분석

1. 횡단보도 조명시설 설치 조사지점
2. 횡단보도 조명시설 설치 효과분석
3. 횡단보도 조명시설 설치에 대한 경제성 분석

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론
2. 향후연구과제

참고문헌

I. 서론

교통사고 발생현황에 따르면 2005년 한 해 동안 214,171건의 교통사고로 6,376명이 사망하고, 342,233명이 부상하였으며, 이중 야간 교통사고는 총 104,611건으로 전체 교통사고 건수의 48.8%를 차지하고 있다. 또한 야간 교통사고 사망자는 3,567명으로 55.9%, 부상자는 168,164명으로 55.4%를 차지하고 있다. 이러한 교통사고는 발생건수에서 2004년 220,755건 대비 2.98%가 감소한 것이며, 야간 교통사고 발생은 전체의 48.8%로서 주야의 비율이 비슷하나 치사율은 야간이 3.4%로 주간 2.6%의 1.3배에 이르고 있다.

야간에 발생하는 교통사고는 운전자의 도로구조 및 부속시설에 대한 충분한 안전시각 확보의 어려움과 교통참가자의 피로와 불충분한 가로조명 그리고 이들 요인간의 부조화 등으로 발생하며, 주간에 비해 피해 정도가 크다는 데 그 심각성이 있다.

야간에 발생하는 교통사고와 그 사상자를 줄이기 위해서는 일반적인 교통사고 방지대책과 구분하여 야간의 특수성을 고려한 실효성 있는 교통사고 방지

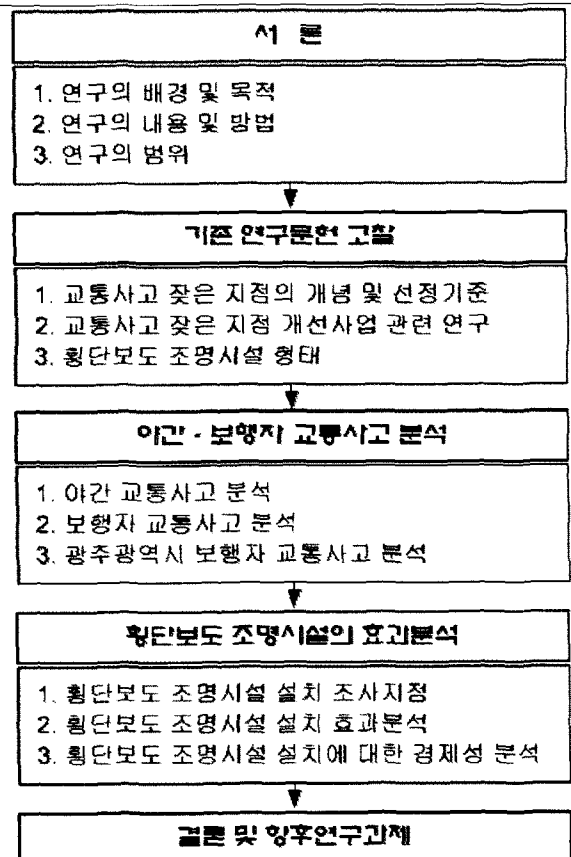


그림 1 연구수행 흐름도

대책이 수립시행되어야 한다.

본 연구는 도시부 도로에 설치된 횡단보도의 보행자 사고를 중심으로 가로조명시설이 교통사고 감소에 미치는 영향과 야간 교통사고를 최소화시키기 위해 필요한 가로조명시설의 개선방향, 집중조명시설의 설치에 따른 교통사고 감소효과를 분석하고 횡단보도 조명시설의 경제적 타당성과 효율성을 평가하여 교통사고 잦은 지점의 개선 효과를 분석하고자 한다. 본 연구의 진행과정은 <그림 1>과 같다.

연구의 범위는 광주광역시 남구에 위치한 횡단보도 중 조명시설이 설치된 22개소를 선정하였으며, 횡단보도 조명시설 설치 전·후 각각 1년의 교통사고 자료를 이용하였다.

II. 기존 연구문헌 고찰

1. 교통사고 잦은 지점의 개념 및 선정기준

교통사고 잦은 지점이란 다른 유사한 조건을 가진 장소와 비교해서 사고율이 평균치보다 높은 곳을 말하는데 단일로, 교차로, 도로접속지점, 교량, 터널 등 교통사고가 빈번하게 발생하는 특정 지점으로 교통사고 잦은 지점 선정기준에 의해 선정된 지점을 말한다. 사고 잦은 지점에서 “지점”이란 경우에 따라 지점, 교차로, 도로구간 중 하나를 의미한다. 본 연구에서는 한국교통연구원(2002)의 교통사고 잦은 지점 및 구간 선정방법을 이용하여 횡단보도 정지선에서 전후방 30m를 횡단보도 영향권으로 분석하였다.

2. 교통사고 잦은 지점 개선사업 관련 연구

하태준(2002)은 “위험도로 개선사업에 따른 효과 분석에 관한 연구”에서 광주 및 순천국도유지건설사무소 관할구역 내의 18개 구간에 대한 도로개선공사 전·후의 교통사고건수 및 교통사고율을 효과척도로 하여 각 사고에 대한 소요비용을 기준으로 경제성

평가를 실시하였다.

문일균(1998)은 “교통사고 다발지점 개선사업 효과분석에 관한 연구”에서 인천광역시 교통사고 다발지점 공사장 88개소에 대한 효과분석 결과 사고건수, 인명피해를 크게 줄였으며 경제성 분석 후 B/C비가 10.0이 넘는 경제적 타당성이 입증되었다고 제시하였다.

정우택(1998)은 “평면교차로 시설개선에 따른 효과분석 및 평가”에서 경기도의 1995년도에 개선사업이 완료된 69개소에 대한 분석을 실시하였다. 교차로를 대상으로 한 경제성 평가방법으로 B/C 분석을 실시하여 사고다발 교차로의 B/C가 6.67로 나타나, 상당한 개선효과가 있는 것으로 나타났다.

이승원(1993)은 “경제성분석을 통한 교차로 입체화의 최적시기판단에 대한 연구”에서 평면교차로에 대하여 경제성 분석을 통한 건설비용, 교통량, 서비스수준 등을 고려하여 입체화의 최적투자시기를 분석하였다.

교통사고 잦은 곳 개선사업의 효과분석에 사용될 수 있는 평가방법은 유사지점을 이용한 전·후 비교방법(Before and After Study With Control Site), 전·후 비교방법(Before and After Study), 평행 비교 방법(Comparative Parallel study), 공사 전, 공사기간 및 공사 후 비교방법(Before, During and After Study)이 있다. 본 연구의 횡단보도 조명시설 설치 효과분석은 전·후 비교방법을 이용하였다.

3. 횡단보도 조명시설 형태

야간 교통사고가 많이 발생하는 지점의 공통점은 사고지점이 매우 어둡다는 것이다. 이에 지방자치단체 등 관리주체에서 중요 교차로 및 단일로 등에 집중조명방식의 조명시설을 횡단보도 상단에 설치하고 있다.

집중조명시설은 1개의 등주에 2~4개의 가로등을 부착하고 있으며 조도를 높여 시인성을 대폭 향상시

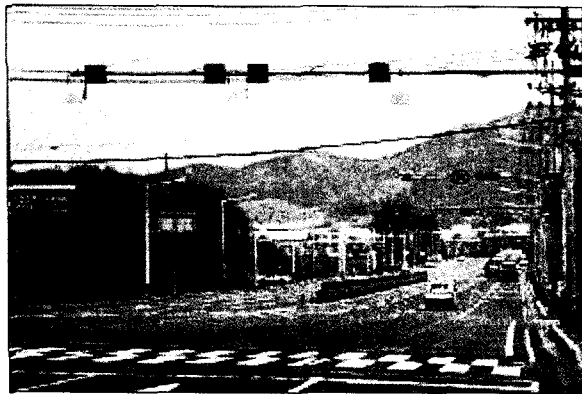
<표 1> 사고 잦은 지점 선정기준

구분		선정기준(1차 및 2차사업)	선정기준(3차사업 -)	
행정구역	특별시	10건이상	7건 이상	
	광역시	7건이상	7건이상	
	일반시	5건이상	5건이상	
	기타	3건이상	3건이상	
도로형태	교차로	차량 정지선 후방 30m이내까지	차량 정지선 후방 30m이내까지	
	횡단보도	차량 정지선에서 전후방 30m이내까지	차량 정지선에서 전후방 30m이내까지	
	기타 단일로	시가지	반경 100m 이내	반경 100m 이내
		기타, 고속도로	반경 100m 이내	반경 200m 이내
대상사고		인피사고	인피 + 물피사고	

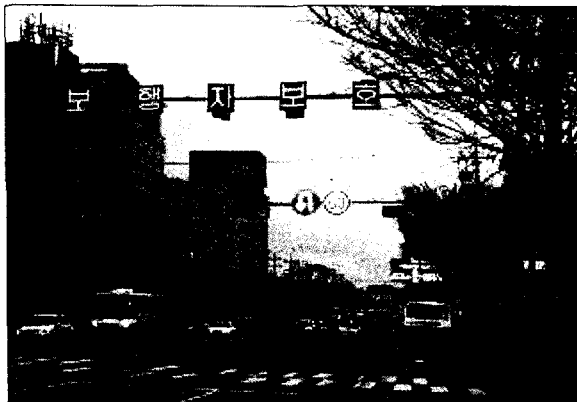
키고, 원거리에서도 쉽게 인지할 수 있도록 하는 가로 조명 방식이다. 광주광역시에서는 남구청을 중심으로 주요 간선도로에 2001년부터 설치하고 있다.



<그림 2> 횡단보도 조명시설(A Type)



<그림 3> 횡단보도 조명시설(B Type)



<그림 4> 횡단보도 조명시설(C Type)

집중조명시설 형태는 투광등 단독 설치(A Type), 투광등 및 보행주의 간판 설치(B Type), 투광등 및 보행주의 또는 보행주의 LED 간판(C Type)으로 구분된다. 본 연구에서는 A Type 5개소, B Type 11개소, C Type 6개소로 총 22개소를 선정하였다.

III. 야간·보행자 교통사고 분석

1. 야간 교통사고 분석

2005년에 우리나라에서는 총 214,171건의 교통사고가 발생하여 6,376명이 사망하고 342,233명이 부상하였다. 이는 전년도에 비해 교통사고 발생 건수는 2.98%, 사망자는 2.85%, 부상자는 1.37%가 감소한 것이다.

야간에 발생한 교통사고는 전체 교통사고 214,171건의 44.84%인 104,611건에 이르며, 야간 교통사고 사망자는 55.94%인 3,567명, 부상자는 49.14%인 168,164명을 차지하는 것으로 나타났다.

2005년에 발생한 야간 교통사고를 사고유형별로 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 야간 교통사고 사망자의 64.4%는 보행자와 관련된 사고이다.

2. 보행자 교통사고 분석

최근 10년간 발생한 차대보행자의 사고는 전체 교통사고의 20%를 훨씬 상회하는 높은 수준을 보여 왔으며, 2005년의 경우도 전체 교통사고의 21.76%의 높은 비율을 보이고 있다. 또한 <표 3>과 같이 전체 사망자의 38.5%가 차대보행자 사고로 사망하였다.

<표 3> 교통사고 유형별 분포

사고유형	구분	발생건수(건)	사망자(명)	부상자(명)
총 계		214,171	6,376	342,233
차대보행자		46,594 (21.8%)	2,457 (38.5%)	47,282 (13.8%)
차대차		159,063	2,659	283,005
차량단독		8,504	1,254	11,935
차대열차		10	6	11

<표 2> 주·야간 교통사고 비교

구분	교통사고 발생건수					교통사고 사망자				
	계	주간		야간		계	주간		야간	
		건수	구성비	건수	구성비		명	구성비	명	구성비
전체	214,171	109,560	51.2	104,611	48.8	6,376	2,809	44.1	3,567	55.9
차대사람	46,594	23,390	50.2	23,204	49.8	2,457	875	35.6	1,582	64.4
차대차	159,063	81,998	51.6	77,065	48.5	2,659	1,368	51.5	1,291	48.6
차량단독	8,504	4,166	49.0	4,338	51.0	1,254	562	44.8	692	55.2
차대열차	10	6	60.0	4	40.0	6	4	66.7	2	33.3

<표 4> 보행자 교통사고 분석

구분	계	횡단보도 횡단	차도횡단중	길가장자리 통행중	보도 통행중	기타
발생건수	46,594	20,758 (44.2%)	5,162	2,173	2,346	15,615
사망자	2,457	1,323 (53.8%)	296	129	81	628
부상자	47,282	20,642 (43.7%)	5,163	2,836	2,531	16,110

신호기가 설치되어 있는 횡단보도를 횡단 진행 신호를 받고 도로를 건너거나, 또는 신호가 끝나갈 무렵에 조급하게 횡단보도를 진입하여 건너가다가 사고를 당하거나 또는 신호기 없는 횡단보도에서 좌우를 살피지 않고 부주의하게 횡단하는 등의 무리한 행동을 하던 중 운전자의 부주의에 의해 충격하게 되는 횡단보도 횡단 중 발생하는 사고는 보행자 피해사고 전체의 44.2% 수준이며, 도로를 무단횡단 하다가 사고를 당하는 유형의 보행자 피해사고는 보행자 피해사고 전체의 10.98%이상의 높은 수준을 보이고 있다.

3. 광주광역시 보행자 교통사고 분석

광주광역시 2005년 교통사고는 총 7,797건이 발생하여 103명이 사망하고 12,134명이 부상하였다. 그 중 야간 시간대 발생건수는 총 3,748건, 사망자는 56.3%인 58명, 부상자는 49.3%인 5,985명이 발생하였다.

<표 5> 광주광역시 야간 교통사고 발생건수 및 사상자수

구분	계	주간	야간	야간 비율
사고건수(건)	7,797	4,049	3,748	48.1%
사망자(명)	103	45	58	56.3%
부상자(명)	12,134	6,149	5,985	49.3%

광주광역시에서 2005년 한해 발생한 전체 보행교통사고 사상자는 1,877명으로 나타났다. 보행자별 교통사고 유형은 <표 7>과 같다.

보행 교통사고 사상자의 48.48%인 910명이 야간 교통사고에 의해 발생하였으며 사망자의 경우 야간

이 주간에 비해 1.4배 높은 것으로 나타났다.

주간에 가장 많은 비중을 차지하는 보행자 사고유형은 횡단보도횡단중으로 나타났으며, 발생건수는 513건으로 28.85%, 사망자는 17명으로 31.48%, 부상자는 514명으로 28.20%를 차지하고 있다. 반면 야간에는 횡단보도횡단중 사고는 432건으로 24.30%, 사망자는 19명으로 35.19%, 부상자는 444명으로 25.36%를 차지하고 있다. 이는 야간의 교통사고 사망자가 주간에 비해 3.71% 높은 것이다.

IV. 횡단보도 집중조명시설의 효과분석

1. 횡단보도 조명시설 설치 조사지점

집중조명시설 형태는 투광등 단독 설치(A Type), 투광등 및 보행주의 간판 설치(B Type), 투광등 및 보행주의 또는 보행자주의 LED 간판(C Type)으로 구분된다. 본 연구에서는 <표 8>과 같이 A Type 5개소, B Type 11개소, C Type 6개소로 총 22개소를 조사하였다.

2. 횡단보도 조명시설 설치 효과분석

각 지점별 교통사고 발생현황을 살펴보면, 조명시설 설치 전 22개 대상 지점에서는 209건의 교통사고가 발생하여 11명이 사망하고, 191명이 부상하였으며, 야간에는 128건의 교통사고와 8명 사망, 121명 부상의 인명피해가 발생하였다. 집중조명 설치 후에는 전체 교통사고가 215건으로 2.87% 증가하였으나, 야간 교통사고는 97건으로 오히려 24.22% 감소한 것으로 나타났다.

<표 7> 광주광역시 보행자 사고유형별 주·야간 비교

구분	계	횡단보도횡단중	차도보행중	길가장자리구역	보도통행중	기타
발생건수	계	1,778	945	249	88	415
	주	925	513	112	45	215
	야	853	432	137	43	200
사망자	계	54	36	8	1	7
	주	22	17	1	1	2
	야	32	19	7	0	5
부상자	계	1,823	958	252	89	433
	주	945	514	116	45	227
	야	878	444	136	44	206

<표 8> 횡단보도 조명시설 설치 조사지점

구분	도로유형	지점명	유형	비고
1	단일로	신우 아파트 앞[월산동]	A 타입	8차로 (신호등)
2	단일로	남광주 고가 앞[방림동]		8차로 (비신호등)
3	로터리앞	백운고가 앞[주월동]		8차로 (신호등)
4	단일로	광주대 후문앞		4차로 (비신호등)
5	단일로(곡선)	양과동 향동 마을 입구		8차로 (비신호등)
6	단일로	백운동 무진 하이퍼마켓 횡단보도		4차로 (비신호등)
7	3지(하향)	주월동 해태 2차 아파트앞	B 타입	8차로 (신호등)
8	4지	행암동 구 24번 버스 종점[행암동 507]		8차로 (신호등)
9	3지(비보호)	주월동 청산 @앞 횡단보도(서문로)		8차로 (신호등)
10	단일로(상향)	사직동 KBC 방송국 입구(중앙로)		4차로 (비신호등)
11	단일로(상향)	주월동 영춘장 앞 횡단보도		8차로 (비신호)
12	3지(하향)	주월동 서남 하이츠 아파트 앞		8차로 (신호등)
13	단일로	월산동 39-7 새약국 앞		6차로 (신호등)
14	3지(블록부)	월산동 255-3 감초당 약국 옆		4차로 (신호등)
15	단일로(상향)	월산동 270-2 덕림제일파크 입구		4차로 (비신호등)
16	4지(상향)	월산동 224-20앞[무진교차로]		4차로 (신호등)
17	단일로	효천역 앞 광주시광역매립장 진입 지점		8차로 (비신호등)
18	3지	주월동 404-15 길 동물 병원 앞		8차로 (신호등)
19	4지	대남로 미래아동병원 사거리[주월동]		8차로 (신호등)
20	3지(하향)	주월동 하이마트[나라장래식당]		8차로 (신호등)
21	3지(일방통행)	방림동 361-1, 346-2[최광호동물병원]		2차로 (신호등)
22	3지	주월동 1102-4, 주월중, 제석초교		6차로 (신호등)

<표 9> 횡단보도 조명시설 설치 전·후 교통사고 비교

구분	집중조명 설치전(건)		집중조명 설치후(건)		교통사고 증감율(%)	
	전체사고	야간사고	전체사고	야간사고	전체사고	야간사고
계	209	128	215	97	2.87	-24.22
1	9	4	10	4	11.11	0.00
2	6	4	4	3	-33.33	-25.00
3	11	5	16	8	45.45	60.00
4	7	4	5	2	-28.57	-50.00
5	10	5	9	3	-10.00	-40.00
6	28	19	23	13	-17.86	-31.58
7	7	6	9	4	28.57	-33.33
8	11	6	13	5	18.18	-16.67
9	9	7	12	3	33.33	-57.14
10	10	5	6	2	-40.00	-60.00
11	10	6	12	4	20.00	-33.33
12	17	10	21	11	23.53	10.00
13	10	8	7	2	-30.00	-75.00
14	5	3	4	2	-20.00	-33.33
15	11	5	6	2	-45.45	-60.00
16	5	3	9	5	80.00	66.67
17	9	6	11	5	22.22	-16.67
18	6	4	7	4	16.67	0.00
19	12	8	14	5	16.67	-37.50
20	6	3	6	3	0.00	0.00
21	5	3	7	5	40.00	66.67
22	5	4	4	2	-20.00	-50.00

집중조명이 설치된 22개 지점 중 4개 지점을 제외한 모든 지점에서 야간 교통사고 구성비가 감소한 것으로 분석되었다. 가장 많은 감소를 나타낸 지점은 9번 지점(청산 아파트 앞 횡단보도) 52.78%이며, 전체적으로는 16.13%의 야간 교통사고가 감소하였다.

한편, 집중조명 설치 전·후 사고유형별 교통사고 발생현황을 살펴보면, 차대사람 전체사고는 89건에서 80건으로 10.11% 감소하였으며, 특히 야간에는

37.74% 감소하였다. 차대차 전체사고는 113건에서 130건으로 15.04% 증가하였지만, 야간에는 14.08% 감소한 결과가 나타났다. 또한, 차량단독 전체사고는 7건에서 5건으로 28.57% 감소하였고, 야간에는 25.00% 감소한 것으로 나타났다.

사고원인별로 교통사고 발생현황을 살펴본 결과, 신호위반의 전체사고는 30건에서 22건으로 26.67% 감소하였고 야간에는 47.37% 감소하였다. 과속에

<표 10> 조명시설 설치 전·후 사고유형별 교통사고 비교

구분	집중조명시설 설치전		집중조명시설 설치 후		증감율(%)	
	전체	야간	전체	야간	전체	야간
계	209	128	215	97	2.87	-24.22
차/사람	89	53	80	33	-10.11	-37.74
차/차	113	71	130	61	15.04	-14.08
차량단독	7	4	5	3	-28.57	-25.00
차 열차	0	0	0	0	0.00	0.00
기타	0	0	0	0	0.00	0.00

<표 11> 조명시설 설치 전·후 사고원인별 교통사고 비교

구분	집중조명 설치전		집중조명 설치 후		증감율(%)	
	전체	야간	전체	야간	전체	야간
계	209	128	215	97	2.87	-24.22
신호위반	30	19	22	10	-26.67	-47.37
교차로 통행위반	43	23	44	22	2.33	-4.35
과속	25	19	22	9	-12.00	-52.63
보행자 보호 불이행	32	26	30	12	-6.25	-53.85
안전운전 불이행	4	2	7	2	75.00	0.00
급차로 변경	25	16	36	18	44.00	12.50
진로변경 위반	5	2	7	4	40.00	100.00
안전거리 미확보	22	8	26	12	18.18	50.00
전방주시 태만	12	7	5	2	-58.33	-71.43
기타	11	6	16	6	45.45	0.00

의한 전체사고는 25건에서 22건으로 12% 감소하였고 야간에는 52.63% 감소한 것으로 나타났다. 반면 안전거리 안전운전 불이행과 안전거리 미확보는 각각 75%, 18.18% 증가하였다.

횡단보도 조명시설 설치유형별 교통사고를 비교한 결과 A Type은 전체사고가 2.33% 증가하였지만, 야간사고는 9.09% 감소하였다. B Type은 전체사고가 0.81% 감소하였고, 야간사고는 32.05% 감소하였다. C Type의 경우 전체사고는 13.95% 증가하였지만, 야간사고는 14.29% 감소한 결과로 나타났다. 이처럼 조명시설 설치유형별 차이는 있지만 횡단보도 조명시설을 설치함에 따라 야간 교통사고가 현저히 감소하였으며, 특히 B Type의 경우 횡단보도 집중 조명시설 설치 후의 야간 교통사고가 30% 이상 감소하는 결과가 나타났다.

3. 횡단보도 조명시설 설치에 대한 경제성 분석

집중조명 설치에 따른 개선(설치) 비용은 초기 설치비용과 연간 관리비용으로 구분할 수 있다. 집중조

명용 지주를 포함하여 모든 비용은 관련 지자체(설치 주체 공공기관)에서 투입비용을 근거로 산출하였다. 연간 관리비용에는 전력요금과 지주 도색 비용, 등기구 고장에 따른 교체 비용 등이 포함된다. 개선 비용의 현재 가치는

$$221\text{백만원} + 9.3\text{백만원} = \left(\sum_{n=1}^{15} \frac{230,308,000\text{원}}{(1+0.07)^n} \right) = 2,097,625,595\text{원} = 2,097.6\text{백만원이다.}$$

교통사고 발생에 따른 손실비용은 2001년을 기준으로 사망자 1명당 (220,744,000원), 부상자 1명당 (11,593,500원)이다. 연이자율을 7%로 가정하고 2005년 기준으로 교통사고 비용을 추정하였다. 편익의 현재가치는

$$\sum_{n=1}^{15} \frac{3,014\text{백만원}}{(1+0.07)^n} = 27,449\text{백만원이다.}$$

집중조명의 경제성 분석지표는 순현재가치(NPV)와 편익비용비(B/C)로 구분하여 산출하였다. 순현재가치는 약 25,351.4백만원, 편익/비용비는 13.08로 계산되어 위험지점에 대한 집중조명 설치에 매우 효과적인 대책으로 분석되었다.

<표 12> 횡단보도 조명시설 유형별 교통사고 비교

구분	집중조명 설치전(건)		집중조명 설치후(건)		교통사고 증감율(%)	
	전체사고	야간사고	전체사고	야간사고	전체사고	야간사고
A Type	43	22	44	20	2.33	-9.09
B Type	123	78	122	53	-0.81	-32.05
C Type	43	28	49	24	13.95	-14.29

V. 결론 및 향후 연구 과제

1. 결론

본 연구에서는 횡단보도 집중조명시설의 설치에 따른 효과분석, 경제적 타당성과 효율성을 분석 평가하였다. 집중조명시설이 설치된 22개소에 대하여 교통사고 자료를 분석한 결과, 야간교통사고가 22.4% 감소한 것으로 나타났다. 또한 집중조명시설의 설치 비용과 교통사고 감소에 따른 편익을 분석한 결과 B/C가 13.08로 나타났다. 따라서 집중조명시설의 설치에 따라 교통사고 감소 및 이에 따른 경제적 비용이 감소함을 알 수 있었다.

2. 향후 연구과제

횡단보도 집중조명시설 설치기준, 야간 교통사고 잦은 곳 선정방법의 객관적 방법 연구(교통사고 조사 및 자료 정리 등), 설치 지점의 위치별 사고자료 DB구축 및 개선효과 분석을 통한 추후 사업에 적용성 검토 연구, 타 시설과 병행 설치(횡단보도 횡프, 교차로 신호등 전방 설치, 보행안전등, 횡단보도 전방 유색포장 등)에 관한 효과에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 건설교통부, 제 6차 교통안전기본계획(2007~ 2011)
2. 건설교통부, 도로교통량 통계연보, 2005
3. 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침, 조명시설 편 2002
4. 경찰청, 교통사고통계, 각 년도
5. 건설교통부, 사고 잦은 곳 개선사업 업무편람, 2002
6. 도로교통안전관리공단, 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석
7. 도로교통안전관리공단, 야간 교통사고 방지대책, 2000
8. 도로교통안전관리공단, 교통사고 통계, 2005, 2006
9. 광주광역시 남부서부경찰서 사고조사 자료(2001~2006)
10. 이광희, 교통사고 다발지점의 유형화와 그 대책에 관한 연구, 부산대학교 석사논문, 1994
11. 장인문, 교통사고 다발지점 선정 전산화 방안, 인하대학교 석사논문, 1993
12. 남현준, 교통사고 다발지점 관리방안에 관한 연구, 계명대학교 석사논문, 1997
13. 장안상, 위험도로 개선사업에 따른 효과분석에 관한연구, 전남대학교 석사논문, 2002
14. 문일균, 교통사고 다발지점 개선사업 효과 분석에 관한 연구, 한양대학교 석사논문, 1998
15. 정우택, 평면교차로 시설개선에 따른 효과분석 및 평가, 한양대학교 석사논문, 1998
16. 이승원, 경제성 분석을 통한 교차로 입체화의 최적시기 판단에 대한연구, 한양대학교 석사논문, 1993
17. 원재무, 최재성, 교통공학, 1990, p313
18. 교통개발연구원, 전개서, 2002, p20
19. 김정현, 전개서, 교통개발연구원, 2002, p21-22
20. P.C. Box, Freeway Accidents and Illumination, Highway Research Record 416, Highway Research Board, 1972
21. Onser, Effect of Lighting on Motorways, National Organization for Road Safety, 1973