경관조명 설계 시 유지관리비 절감 방안 검토

(A Landscape Lighting Design Hold Management Cost Reduction Plan Review)

윤재문* · 장우진
(Jaemoon Yun · Woojin Jang)
서울산업대 전기공학과

요 약

경관조명은 야간관광자원 활성화를 통한 대외 경쟁력을 강화하고, 도시경쟁력을 향상시키며, 관광객들에게 도시 브랜드를 전달할 수 있는 수단으로 중요시되고 있다.

본 연구는 경관조명의 활성화에 따른 유지관리 비용을 절감할 수 있는 방안을 검토하기 위하여 국제조명위원회(CIE)에서 제시하고 있는 조도 및 휘도 기준을 조사하였으며, 한강상 교량과 일산호수공원의 일부 지역에 대한 경관조명 설치현황 및 전력요금 사용실태를 조사하였다.

또한 '조명연출방법'과 '조명자재 선정에 의한 방법'에 따라 유지관리 비용 절감 현황을 검토하였으며, 각 회로를 세분화 하여 시간대별 제어가 가능하도록 하고, 조명연출에 적합한 조명 자재를 선정하여 적용함으로써 유지관리 비용이 절감됨을 알 수 있었다.

1. 서 론

1.1. 연구의 목적 및 필요성

경관조명은 야간의 도시를 빛으로 장식하고 미화해서 아름답게 하며 시민통행의 안전과 도시의 치안을 향상시켜 도시의 품위를 높여 줌으로써 도시 문화의 척도가 되고 있다.

야간에 대한 인식은 세계화, 정보화, 심야산업의 등장과 라이프스타일의 변화라는 시대적 흐름으로 새롭게 변화하고 있으며, 야간에도 생계 및 직업 활동을 하거나 여가활동을 하는 인구가 확산되어 가고 있는 실정이다. 따라서 도시경관을 지탱하는 요소의 하나로서 조명이 차지하는 역할이 극히 중요하다 하겠다. 이미 도시의 경관조명은 도시경관의 일부가 되어 야간에는 도시경관의 연출효과를 나타내고 있다.

이 연구는 최근 경관조명에 대한 관심이 높아짐에 따라 가능한 조명을 많이 설치하는 데 관심을 기울이고 있은 점을 고려하여 무분별한 조명 설치를 억제하고, 필요한 조명효과의 증대로 도시경관에 활력을 불어 넣으며, 에너지 절약이나 자연환경에 미치는 영향을 배려하고, 유지관리비용 절감 방안을 모색하여 경관조명으로서의 지속적인 조명효과 유지를 목적으로 한다.

1.2. 연구내용 및 방법

본 연구 내용 및 방법은 첫째로 조명설계시 기준이 되는 조도 및 휘도의 기준을 제시하여 무분별한 조명설치를 억제하도록 하고, 둘째로 한강상 교량 중 대표적인 경관조명 설치교량에 대하여 조명설치 현황 및 전력요금 사용실태를 조사하였다.

셋째로 조명제어 회로구성을 세분화 하고, 조명연출 계획에 의한 방법, 조명자재선정에 의한 방법, 전력선 통신을 이용한 조명제어방법 등을 통하여 유지관리비용 절감방안을 제시하였다.

2. 본 론

2.1. 경관조명의 설계

2.1.1. 일반적인 주의사항

조명계획에 있어서 주위환경의 밝기, 조명대상물의 형상 및 크기, 대상물 표면의 질감과 색, 보는 사람, 대상물, 조명기구의 위치 관계, 기대하는 조명효과 등을 고려하여야 한다.

2.1.2. 조도의 결정

조명대상물 표면의 상태와 그 주위의 밝기에 따라 필요로 하게 되는 밝기의 정도가 달라진다.

대상물을 조명에 의하여 돋보이게 하기 위해서는 그 비춰지는 면의 밝기가 주위에 비해 밝아야 한다. 이 밝기란 감각적인 판단에 의한 것이며, 주위와 대상물과의 밝기의 대비가 클수록 잘 보이게 된다. 경관조명에 있

어서는 대상물을 균일하게 조명하는 경우도 있으나, 적당한 명암 효과를 최대한으로 이용하여 대상물에 입체감을 연출하는 것이 필요하다.

2.1.3. 경관조명 연출방법의 결정

조명방법에는 대상물에 직접조명 하는 방식이나 심성을 강조한 간접조명방식, 혼합조명방식 등이 있으나 조명대상물의 조망여건과 주위 환경에 따라 다양하게 달라질 수 있으며, 필요에 따라서는 새로운 방법을 제시하기도 한다.

조망점의 종류에는 움직임이 없이 정지상태에서 조망할 수 있는 정적조망점, 움직임을 통해서 조망할 수 있는 동적조망점, 사유화되어 있는 조망점으로서 접근이 배타적인 사적조망점, 사유화되지 않아 누구에게나 접근이 개방되어 있거나 사유화되어 있어도 일정한 조건 속에서 접근이 가능한 공적조망점들이 있다.

2.1.4. 조명기구 및 광원의 결정

경관조명에 사용되는 조명기구는 일반적으로 사용되던 투광등에서부터 광섬유, 콜드캐소드, LED등 다양하게 발전되어 왔다.

설치된 조명기구가 주간경관을 파괴하지 않도록 고려하여야 하며, 점등 시 자동차 운전자, 보행자등에게 눈부심을 주지 않도록 하여야 한다.

경관조명기구는 옥내보다 옥외에 설치되는 점을 고려하여 방수, 방습 지수 및 진동에도 우수한 제품을 사용하여야 하며, 보수와 정비시에 안전하고 용이하게 관리할 수 있는 조명기구를 선정하여야 한다.

광원은 연출하고자하는 방법에 따라 효율, 경제성과 보수성, 광색, 연색성 등을 고려하여야 한다.

투광조명에 사용되는 광원의 특성은 빛의 색깔과 연색성으로 공간의 분위기를 연출함과 동시에 대상물이 어떻게 보여지는가를 결정하게 되므로 대상물의 재료의 색깔에 어울리는 광원 선정이 매우 중요하다.

2.1.5. 조명계산

조명기법이 정해지면 대상물에 적합한 배광특성을 갖는 조명기구와 광원을 선정하고, 조도시뮬레이션 프로그램인 AGI32, Calculux, Lightscape, Relux등을 사용하여 계산한다.

2.2. 조도 및 휘도의 기준

2.2.1. 국제조명위원회(CIE) 기준

국제조명위원회(CIE)에서는 빛공해의 기준을 제시하기 위하여 빛공해측면에서 지역의 밝기에 따라 환경구역을 E1, E2, E3, E4의 4지역으로 분류하였으며(표 1), 표면유형에 따라 각 지역의 최대 표면휘도를 건물표면의 경우 5 ~ 25 cd/㎡, 광고물표면의 경우 50 ~ 1 000 cd/㎡로 제시하고 있다.

또한 보행자를 위한 보도에 조명사용의 많고 적음에 따라 주위의 밝기를 밝음, 중간, 어두움의 3가지로 분류하여 수평면조도와 연직면조도의 권장값을 제시하고 있다. (표 2)

표 1. 환경구역의 분류

지역	환경지역의 밝기	적 용
E1	어두운 경관의 지역	국립공원 등
E2	낮은 휘도 분포 지역	도시권외 와 전원주택지역
E3	중간정도의 휘도분포 지역	도시 주거 지역
E4	높은 휘도분포지역	야간 활동이 활발한 지역

표 2. 보행자를 위한 보도의 권장조도 (lx)

장소의 분류		권장조도	
사용상황	주위의 밝기	수평면 조도	연직면 조도
야간사용 많음	밝다	20	4
	중간정도	15	3
	어둡다	10	2
야간사용 보통	밝다	10	2
	중간정도	7.5	1.5
	어둡다	5	1
야간사용 적음	밝다	7.5	1.5
	중간정도	5	1
	어둡다	3	-

2.2.2. 건축물의 경관조명 기준

옥외환경에 대한 IES 조명 가이드라인은 건축물의 경관조명에 대한 평균 조도값을 표 3과 같이 제시하고 있다. 20% 이하의 반사율을 갖는 재료의 건물이나 영역은 대개 경관조명을 경제적으로 할 수 없고, 그렇지 않으면 많은 양의 고반사 외장재를 필요로 한다.

외부조명에서 평균조도와 최소조도의 비가 10:1 이상 차이가 나면 관찰자에게 시각적 문제점을 야기한다. 또한 불균일한 조도분포는 사물을 명백히 볼 수 없게 만들어 잘못된 정보를 전달한다. 또한 효과적인 조명을 위한 권장휘도비는 표 4와 같다.

표 3. 경관조명의 추천조도 (lx)

외장 재료의 종류	표면의 상태		주위의 상태 (추천조도[lx])		
	색상	반사율 (%)	밝음	보통	어두움
흰 대리석, 크림색의 테라코타 백색벽토	희다	70~85	150	100	50
콘크리트, 밝은색 석회석 밝은 회색과 담황색 석회석, 담황색 벽돌	밝다	45~70	200	150	100
보통회색 석회석 일반 황갈색 벽돌	보통	20~45	300	200	150
일반 붉은 벽돌, 다갈색 돌 착색된 나무 널빤지 어두운 회색 벽돌	어둡다	10~20	500	300	200

표 4. 권장 휘도비

조명효과	최대휘도비
주위와의 조화	1:2
약한 강조	1:3
강조	1:5
강한 강조	1:10

2.3. 경관조명 설치 현황 및 전력요금 사용실태 조사

2.3.1. 한강상 교량 야간경관 조명시설 현황

한강상 교량 중 경관조명이 설치된 교량은 약 19개 교량으로 교량에 설치된 조명시설은 소비전력이 낮은 LED 조명등부터 소비전력이 높은 투광등까지 다양하게 설치 되어 있었다. 많은 수의 조명등이 설치됨에 따라 일년간의 사용전력은 약 356만 kWh이고, 사용전력요금은 약 3억원에 이른다.(2006년도)

한강상 교량의 운용시간은 11월 ~ 2월까지는 일몰 후부터 24시까지 운용되며, 3월 ~ 10월까지는 일몰 후부터 1시까지 운용되고 있다.

전력요금은 2006년도 가로등 요금 기준으로 기본요금은 3 740 원/kW, 사용요금은 51.4 원/kW을 적용하였다. 시간대별 제어에 의한 탄력적인 운용방법을 도입한다면 전력요금 절감에 효과가 있으리라 판단되며, 일부 교량에 대한 시설현황 및 전력사용 현황을 표 5에 나타내었다.

서울시에서는 한강 르네상스 프로젝트 관련하여 성산대교외 5개소 교량은 2007년 7월까지 경관조명 개보수 용역을 완료할 예정이다.

표 5. 한강상 교량 조명시설 현황

교량	시설현황	전 력		
		계약 [kW]	사용 [kWh]	요금 (천원)
가양대교	• 150~1800W 548등	186	322,137	27,396
동작대교	• 70~1000W 552등 • LED 12W 288등	148	186,482	17,850
성산대교	• 250~2000W 360등 • LED 10W 180등	204	319,245	28,121
동호대교	• 150~400W 368등 • LED 32W 254등	160	227,183	20,743
원효대교	• 250~1000W 290등	116	246,845	19,683
양화대교	• 70~250W 336등 • 콜드케소드 249개	99	175,977	14,837
반포대교	• 150~250W 334등 • 광섬유 1,718m	64	105,668	9,134
잠실대교	• 175~575W 251등	92	166,833	13,974
한강대교	• 35~400W 232등 • LED 1,224개	135	44,840	9,199
강변북로 (서호교)	• MH 150W 362등 • 콜드케소드 1,025m	102	171,972	14,758
계		1,306	1,967,182	175,695

2.3.2. 일산호수공원 야간경관 조명시설 현황

일산 호수공원의 호수교, 애수교, 인공폭포, 수목 및 수변지역에 설치된 조명시설은 유지관리비용의 최소화와 다양한 연출이 가능하도록 계획되었다.

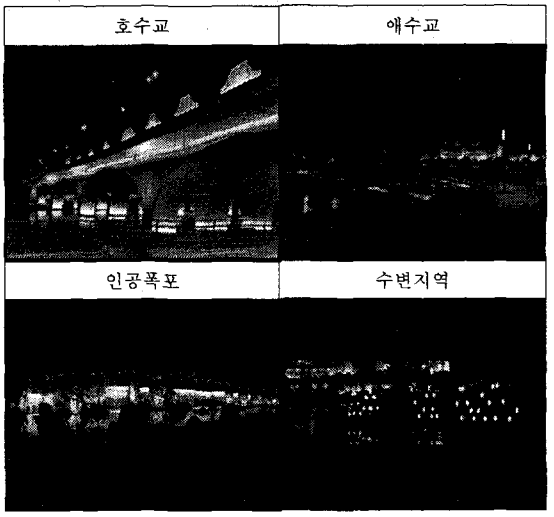

그림 1. 호수공원 경관조명 SIMULATION

호수공원 경관조명 운용시간을 1일 6시간 점등 시 연간 약 2 000시간을 기준으로 하고, 2006년도 가로등 요금 기준 기본요금 3 740 원/kW, 사용요금 51.4 원/kW 적용 시 표 6과 같이 연간 약 8백만원의 전력요금이 사용됨을 알 수 있다. 이 사용요금은 연 2 000시간 동일한

조건에서 산출된 금액이므로 계절과 시간의 운용 방법에 따라 전력 사용 요금은 달라질 수 있을 것이다.

표 6. 호수공원 조명시설 현황

구 분	시설현황	적용부하 [kW]	연간 사용량 [kWh]	사용 요금 [천원]
호수교	• 콜드케소드 440m • LED 16W 240등 • EL 23W 130등	31	62,000	4,578
애수교	• FSD 55W 224등 • LED 8W 5등	15	30,000	2,215
인공폭포	• LED 48W 32등 • CDM 150W 20등	5	10,000	738
수목	• CDM 150W 35등	6	12,000	886
수변지역	• LED 1W 100등	0.3	600	44
소계		57.3	114,600	8,461

2.4. 유지관리비용 절감방안

2.4.1. 조명연출 계획에 의한 방법

조명계획 시 연출에 대한 부분을 고려하여 회로를 세분화 하고, 이로 인해 비용을 절감할 수 있는 방법을 제시하였다.

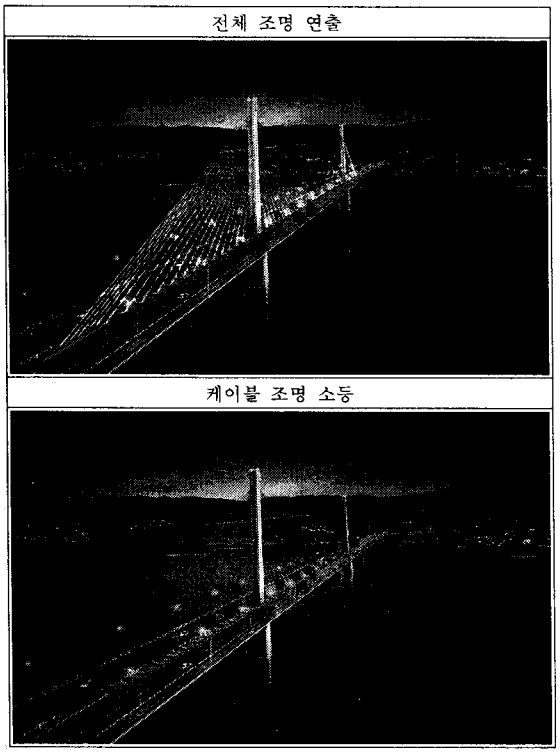

그림 2. 전체 조명 연출과 케이블 조명 소등 시 SIMULATION 비교

검토결과 각 구성회로를 세분화하여 시간대별 차별을 둔 연출 계획으로 시각적으로 보여지는 형태의 다양성을 제시 할 수 있으며, 표 7과 같이 연출계획 시 약 82%의 에너지 절약 효과가 있었다.

표 7. 연출계획

구 분	주탑 (조형물)	주탑	케이블	교각	소요전력 [kW]
일몰 ~ 24:00	ON	ON	ON	ON	44
24:00~ 01:00	ON	ON	OFF	ON	8

2.4.2. 조명자재 선정에 의한 방법

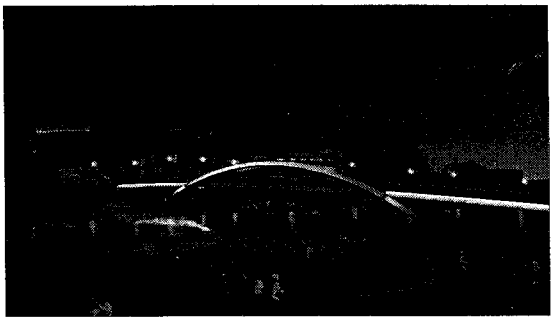

그림 3. 경관조명 SIMULATION

표 8. 조명자재 현황비교

구분	기존	개선안	비고
아치 측면	• CCFL 25W/m - 336m ※ FULL COLOR 연출시 3LINE 필요	• LED 36W - 110등	• FULL COLOR 연출조건
상판 측면	• CCFL 25W/m - 180m	• LED 16W - 180등	• 단색 연출조건
적용 부하	• 13[kW]	• 7[kW]	

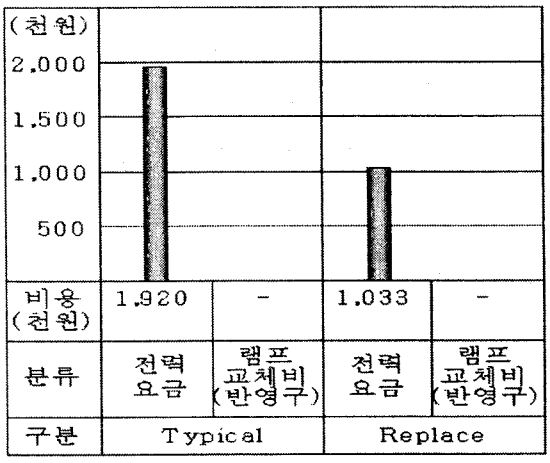

그림 4. 원안과 대체 가능한 조명기구 적용시 비교표

전력요금은 보도육교 조명에 적용 가능한 가로등 전력요금을 적용하였으며, 1일 6시간 기준 년 2 000 시간을 기준으로 하였다. 일반 투광등외 기타 조명등은 동등조건으로 대체하였으며, 램프교체비용은 반영구적으로 적용하였다.

원안 적용 시 약 1 920 천원이 계산되었으며, 대체안 적용 시 약 1 033 천원으로 원안대비 약 46%의 에너지 절감 효과가 있었다.

조명자재의 개발과 성능 향상에 따라 에너지 사용 비용은 꾸준히 감소할 것이라 생각된다.

2.4.3. 전력선 통신을 이용한 조명제어 방법

조명제어 방식은 유선과 무선으로 구분되어 있으며, 유선으로는 RS-485, DMX-512, PLC방법 등이 상용되고 있다.

경관조명 분야에서는 LED나 CCFL 등 조명연출을 위하여 DMX-512방식이 많이 사용되고 있으며, 별도의 통신선을 필요장소까지 설치하여야 한다.

PLC(전력선 통신) 방식은 전력선의 전원파형에 디지털신호를 실어서 전송하는 방식으로 별도의 통신선이 필요하지 않으므로 추가 배관배선 공사가 필요 없으며, 각 등기구의 누전 및 안전상태를 점검 할 수 있다.

또한 고장점 검출이 용이하고, 개별 등기구의 점등 소등 제어가 가능하므로 필요시 적절한 대응 조치가 가능하며, 등기구 개별 제어 방법에 따라 조명 연출도 다양화 할 수 있으므로 유지관리 및 비용 절감에 효과가 있을 것으로 판단된다. 현재는 일부 특수한 장소에 PLC를 이용한 조명제어가 사용되고 있으며, 경관조명 분야의 조명제어 방법으로 사용되기 위해서는 경관조명 등기구의 기술적인 발전에 의한 시스템의 안정성 확보가 우선시 되어야 할 것으로 판단된다.

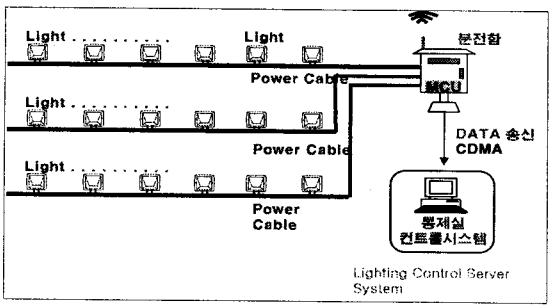

그림 5. 전력선 통신 계통도

2.5. 유지관리 점검

조명기구는 외부에 노출되어 있어 인위적인 고장 및 각종 시설의 부식 및 기구 내부로의 수분 침투에 의한 고장 발생 등이 우려 되므로 설치장소의 환경적 특성과 조명대상물에 대한 조명효과 유지를 고려할 때 지속적 점검에 따른 확인과 조명효과 유지를 위한 정비가 필수적 이므로 유지관리 방안을 설정하여 이를 토대로 유지 및 관리토록 하여야 한다..

2.5.1. 환경적 특수성에 의한 점검

- 철제 시설물의 방청 여부
- 기구의 방습기밀성 훼손 여부
- 전원 공급선의 누전 발생 여부
- 지지물에 설치된 기구 및 시설물의 부착강도 감소 여부
- 기구에 내장된 부속품의 부착강도 감소 여부

2.5.2. 조명효과 유지를 위한 점검

- 램프의 발생 광속저하 여부
- 램프 및 안정기의 고장에 의한 소등여부
- 기구부착 광속 투과 유리의 오손여부
- 조명제어반의 동작 이상 유무
  - · 표시등 이상 유무
  - · 스위치 이상 유무
  - · 마그네틱 코넥터 이상 유무

2.5.3. 광원교체 방법

적용램프의 제작자 시험 보장 수명의 숙지 및 매 점검 시 참고 활용할 수 있다.

표 9. 점검항목 및 점검방법

구 분	실 시 방 안
개별교체 방식	• 점검 방법에 따른 점검 시 해당기구 총수량의 10% 이내 발생 시 적용 (야간점검 우선 실시 후 판단)
집단교체 방식	• 점검 방법에 따른 점검 시 해당기구 총수량의 10% 이상 발생 시 계획수립 및 적용

표 10. 점검주기의 설정

구 분	설 정 주 기
근접점검	• 매월 실시 • 근접 점검 필요여부 판단 및 이상 발생 기록 유지
조명 제어반	• 매 격주 실시 • 이상 발생 시 즉시 조치

표 11. 기록의 유지

구 분	기 록 유 지 방 법
근접점검	◦ 각 경관조명으로 구분 기록 ◦ 구간별 구분 기록 ◦ 구간내 기구별 구분 기록 ◦ 조명제어반 해당사항별 기록 ◦ 점검일자, 이상 유무, 조치내용 등을 기록 ◦ 기구 종류별 설계 특성을 기록부에 상시 유지

2.5.4. 점검항목별 점검방법

점검항목 및 점검방법, 점검 보수 시 필요한 장비를 제시하여 효율적인 관리가 가능하도록 하였다.

표 12. 점검항목 및 점검방법

점 검 항 목	점 검 방 법	소유장비 및 기구
• 철제시설물 방청여부	• 근접 점검 확인 (주간) • 발생 확인 시 즉시 조치	• 조치용 기구 및 재료
• 기구 방습기밀성 훼손 여부	• 근접 점검 확인 (주간) • 발생 확인 시 즉시조치	• 조치용 기구 및 재료
• 전원 공급선 누전 발생 여부	• 조명제어반에서 점검	• 절연저항기 (500V)
• 기구 및 시설물 부착 강도	• 근접 점검확인(주간) • 나사풀림등 확인 시 즉시조치	• 조치용 기구
• 기구 내장 부속품 부착 강도	• 램프 교체 시 동시 점검 • 발생 확인 시 즉시조치	• 조치용 기구 및 재료
• 램프 발생 광속저하 여부 • 램프 및 안정기 고장 여부	• 근접 점검(야간) • 기준 미달 시 계획수립 교체	• 광속측정기 (휴대용) • 교체용 램프
• 광속투과 유리 오손여부 점검 후 실시	• 원격 점검(야간) • 기준미달 발견의 계획수립 교체	• 쌍안경
• 광속 투과 유리 오손 여부	• 근접점검(주간) • 오손 시 청소실시	• 청소도구
• 조명 제어반	• 주간점검 및 야간 동작 확인 실시	• 절연저항기 (500V) • 멀티테스터 • Hook Meter • 기타 전공 공구

3. 결론 및 향후 방향

야간 경관조명은 야간의 도시를 빛으로 장식하고 미화해서 아름답게 함과 동시에 안전과 도시의 치안을 향상시켜 도시의 품위를 높여 줌으로써 도시 문화의 척도가 되고 있다.

따라서 도시경관을 지탱하는 요소의 하나로서 조명이 차지하는 역할이 극히 중요한 만큼 이에 대한 유지관리 비용 절감 방안에 대해서도 새롭게 인식하여야 할 때가 되었다.

야간경관 조명은 장소 및 연출방법, 주변현황에 따라 각각의 상황이 다르므로 야간조명에 대한 뚜렷한 조도 및 휘도에 대한 기준은 없으나 여러 문헌 및 관련 자료에서 제시하고 있는 기준을 최대한 고려하여 설계 시 과도한 조명설치가 되지 않도록 검토하여야 한다.

또한 각 회로를 세분화 하여 시간대별 제어가 가능하도록 설계되어야 하며, 조명연출에 적합한 조명자재를 선정하여 적용함으로써 유지관리 비용이 절감됨을 알 수 있었다.

야간 경관조명의 효과적인 운영 및 지속적인 유지관리 비용 절감을 위해서는 다양한 조명연출에 적합한 조명제어 방법을 검토하고 발전시켜 나가야 한다.

참 고 문 헌

[1] 부산광역시 "부산광역시 야간경관 기본계획"2004.
[2] 지철근, 이성재,"제7장 경관조명", 조명디자인 전문가 교육교재, p.182, 2004, 4.
[3] 박필제, "공간별 조명계획 기법", 감성 이미지 기반 도시경관 조명연출 평가모형에 관한 연구, p.78, 2006, 6.
[4] 이명기, "조명분야 에너지 절약 방법 연구", 서울의 밤 재탄생, p.41.
[5] http://www.ele119.net/gisul/whaud/main.htm "도시미관과 경관조명의 계획과 설계"