

경관개선을 위한 수중조명과 고가차도조명 개선에 관한 연구

(The Study for Improvements on Underwater and Overpass Lighting for the Purpose of Landscape Development)

김종현* · 박혜리 · 김기채 · 이광식

(Jong-Hyun Kim · Herie Park · Gi-Chai Kim · Kwang-Sik Lee)

영남대학교

요약

본 연구는 경관의 취약부분인 수중조명과 고가차도조명을 대상으로 경관을 개선하기 위한 수중조명의 안전성, 에너지 절감, 연출에 대한 유연성 및 고가차도조명에 대한 교통의 안전성과 광해에 주안점을 두고 관련기준 및 법령 검토와 국내 운용실태를 분석하여 새로운 기술을 접목한 개선안을 제안하였다.

1. 서론

1.1 연구의 배경

근래 경제성장을 이루고 있는 세계 여러 국가에서는 도시경관의 중요성에 대한 인식이 확산되고 있는 추세이다.

특히 도시 활동시간이 야간으로까지 연장되면서 인간의 활동이 주간만이 아니고 야간으로 이어져 도시공간에서도 24시간 주야 도시화 현상이 나타나 아름다움과 쾌적성이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 경관의 취약부분인 수중조명과 고가차도조명을 대상으로 관련기준 및 법령검토와 국내 운용 실태를 분석하여 새로운 기술을 접목한 개선안을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 방법

1.2.1 수중조명

“S”하천 고무보(H:1.8m, L:44m)에 LED몰드 수중등 30등을 제작 시범 설치하여 비교분석 실험(그림 1)

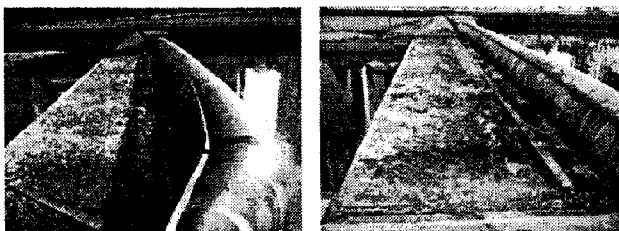


그림 1. 고무보 LED몰드수중등
Fig. 1. LED mold type underwater lamp in rubber dam

1.2.2 고가차도조명

“H”고가차도 일부구간(70m) 상하행선에 난간조명 (T5 28W) 각각 10등씩을 방호난간에 설치하여 기존 Pole 조명과 비교실험(그림 2)

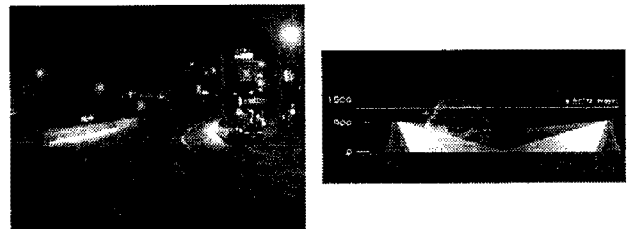


그림 2. 난간조명
Fig. 2. Rail lighting

2. 관련기준 및 법령검토

2.1 수중조명

1) 전기설비기술기준의 판단기준(산업자원부 공고 제2006 - 213호)

제241조 (플용 수중조명등의 시설)

2. 조명등에 전기를 공급하기 위해서는 1차측 전로의 사용전압 및 2차측 전로의 사용전압이 각각 400 V 미만 및 150 V 이하인 절연 변압기를 사용할 것

2.2 고가차도조명

1) KS 도로조명 기준 KSA 3701(산업자원부 기술표준원 2007.11.29 개정)(표 1, 2)

표 1. 도로 및 교통의 종류에 따른 도로 조명 등급
Tab. 1. Lighting level for road and traffic

도로의 종류	교통의 종류와 자동차 교통량	도로 조명 등급
상하행선이 분리되고 교차부는 모두 입체교차로로서, 출입이 완전히 제한되어 있는 고속의 도로, 자동차 전용 도로 또는 고속도로	교통량의 많음과 도로 선형의 복잡함, 주변 환경의 밝음을 평가하여 세 가지 모두가 해당되는 경우	M1
	교통량의 많음과 도로 선형의 복잡함, 주변 환경의 밝음을 평가하여 두 가지가 해당되는 경우	M2
	교통량의 많음과 도로 선형의 복잡함, 주변 환경의 밝음을 평가하여 두 가지 미만이 해당되는 경우	M3
고속의 도로, 상하행선 분리 도로	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M1
	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음	M2
주요한 도시 교통로, 간선 도로, 국도	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M2
	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음	M3
중요도가 낮은 연결 도로, 지방 연결 도로, 주택지역의 주 접근도로 사유지로의 접근도로와 연결도로	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M4
	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음.	M5

표 2. 운전자에 대한 도로 조명의 휘도 기준
Tab. 2. Road lighting luminance standards for drivers

도로 조명 등급	평균노면휘도 (최소허용치) Lavg(cd/m2)	휘도규제도(최소허용치)		TI(%) (최대 허용치)
		종합규제도 (Uo) Lmin/Lavg	차선축규제도 (U1) Lmin/Lmax	
M1	2.0	0.4	0.7	10
M2	1.5	0.4	0.7	10
M3	1.0	0.4	0.5	10
M4	0.75	0.4	-	15
M5	0.5	0.4	-	15

2) 대구광역시 가로등설치 및 유지관리에 관한규정 (개정 2001. 9. 20 훈령 제958호)

제7조(조도의 기준) ①가로등 설치시 도로의 조명기준은 다음 표 3에 기재한 수치이상으로 한다.

표 3. 도로의 조명기준
Tab. 3. Road lighting standards

도로의 구분	평균노면 휘도(nt)	종합규제도 (최소/평균)	차선축규제도 (최소/최대)	눈부심 조절마크
도시고속도로	2	0.4	0.7	6
노폭 25m이상 주간선도로	2	0.4	0.5	5
보조간선, 기타	1.5	0.4	0.5	4

※ 아스팔트노면:15(Lux× nt), 콘크리트노면:10(Lux× nt)

3. 국내 운용실태

3.1 수중조명

현재 수중조명으로 등기구내장형(할로겐 220V, 500W~1,000W)을 주로 사용하고 있으나 대부분이 관련기준과 법령에 부적합한 시설로 되어있어 전기누전으로 인한 안전사고가 우려되며, 전력소비도 많고, 램프 수명이 짧아 유지보수비가 많이 든다.

또한 등기구내장형 방수등기구가 내외부 온도차로 인한 결로 발생으로 누전사고가 빈번히 발생하며, 칼라 연출에 따른 필터 등 부대장치 시설로 공사비가 과다하게 소요 된다.

최근 친수공간 확대로 고무보 등 경관조명시설 수요가 급격히 늘어나고 있으나 기존의 등기구내장형 수중등으로는 결로와 연출효과가 떨어지는 등 문제점이 발생되고 있다. 그림 3 "S"하천 분수 수중등 외관이다.

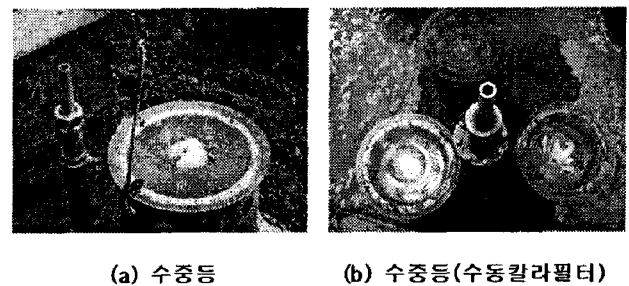


그림 3. "S"하천 분수 수중등(할로겐 500W~1,000W)
Fig. 3. Underwater lamp for fountain in "S" river(Halogen 500~1,000W)

3.2 고가차도조명

현재 고가차도조명으로 수직적인 Pole 조명방식(나트륨 250W×2등, 세종로형, 9m)으로 설치되어 있어 경관에 저해되고, 약30m 간격으로 조명등이 배열되어 노면에 조도가 균일하지 않아 운전자의 안전사고가 우려된다.

입체도로인 고가차도에 Pole 조명방식으로 일부 불빛이 불필요한곳에 까지 비추어 광해 발생이 되고, 차량운행 시 유도성도 떨어져 개선이 필요한 실정이다. (그림 4)

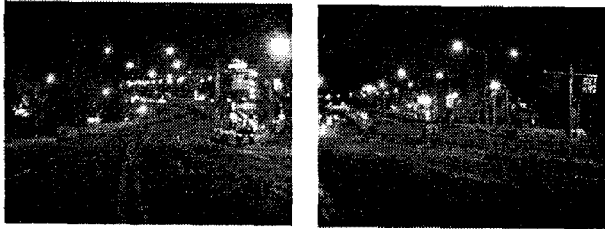


그림 4. “H”고가차도 Pole 조명방식
Fig. 4. Pole lighting applied in “H” overpass

4. 수중 및 고가차도 조명 개선을 위한 실험분석 및 검토

4.1 수중조명 개선을 위한 실험분석 및 검토

4.1.1 “S”하천에 설치된 등기구내장형 수중조명방식

1) 시설개요(기존)

- 램 프 : Halogen Photo Optic Lamp
(OSRAM 230V, 500W~1,000W, Narrow Spot)
- 등기구 : D220 × W200(몸통) × H210
 - 재 질 : 스테인레스
 - 유 리 : 내열처리된 강화유리 5mm
 - 방수등급 : IP68

2) 구 조

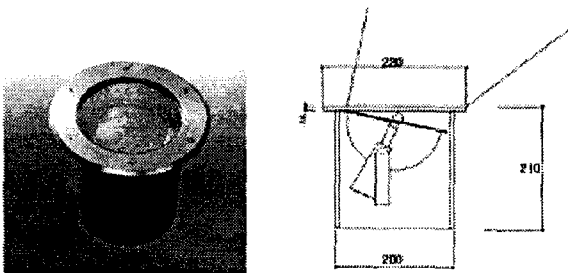


그림 5. 기존 수중등
Fig. 5. Existing underwater lamp

4.1.2 LED몰드 수중조명방식(개발)

1) 시설개요

- 램 프 : Power LED 60W, DC 24V

- 등기구 : LED 몰드형

· Size : Φ120 × H31mm

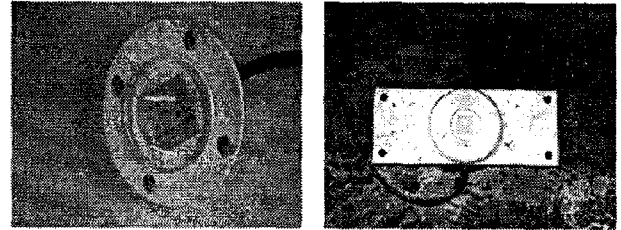
· LED Type : LED 60W + Lens, R·G·B·White

· 각 도 : 70°(집속투광형)

· 재 질 : 에폭시 수지

· 방수등급 : IP68

2) 구 조



(a) LED몰드 수중등 (b) LED몰드 수중등 보호 Cover

그림 6. 시범설치한 LED몰드 수중등
Fig. 6. Installation example of LED mold type underwater lamp

4.1.3 등기구내장형과 LED몰드형 수중 조명방식 비교분석

1) 소비전력 비교분석

등기구내장형 수중등과 LED몰드 수중등의 소비전력 비교분석

2) 전기안전도 비교분석

등기구내장형 수중등과 LED몰드 수중등에 공급되는 전압 비교분석

3) 시설비 및 유지보수비 비교분석

등기구내장형 수중등과 LED몰드 수중등의 기자재비, 설치비 및 조명등 수명 비교분석

4) 야간경관조명 연출효과 분석

LED몰드 수중등을 고무보 경관조명으로 시범 설치하여 연출효과 분석

4.1.4 결과 및 검토

1) 소비전력 비교분석 결과

기존 수중등(할로겐 500W~1,000W×30등) 점등시 소비 전력은 15kW~30kW 소모되며, 개발된 LED 몰드 수중등(60W×30등) 점등시 1.8kW 전력이 소비됨으로 기존 수중등에 비해 LED 몰드 수중등이 약8%~16%에 불과하다.

2) 전기안전도 비교분석 결과

기존 수중등은 전압 교류 220V 사용으로 전용변압기를 시설하도록 되어 있으나 대부분이 전기시설기준에 부적합하게 시설되어 있으며, 개발된 LED몰드 수중등은 직류 저전압인 24V 사용으로 기존 수중등에 비해 누전으로 인한 안전사고 발생율이 극히 낮을 것으로 예상된다.

3) 시설비 및 유지보수비 비교분석 결과

초기 기자재비는 비슷하나 설치비가 기존 수중등에 비해 개발된 LED몰드 수중등이 적게 소요되며, 유지관리비는 기존 수중등은 수명이 짧고, 등기구가 내외부 온도차로 인한 결로로 누전사고가 빈번하여 램프 손손이 잦다.

4) 야간경관조명 연출효과 분석 결과

LED몰드 수중등은 다양한 칼라 연출과 이벤트 등 연출의 유연성이 뛰어나 수변공간에 볼거리가 극대화 된다.(그림 7)

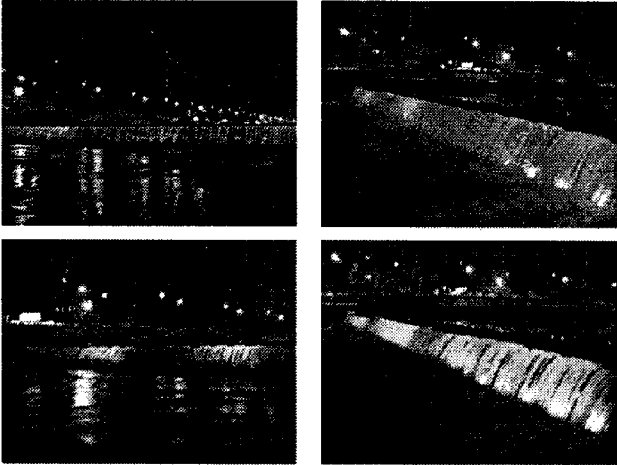


그림 7. 고무보(LED몰드 수중등) 경관조명
Fig. 7. Landscape lighting in rubber dam(LED mold type underwater lamp)

4.2 고가차도 조명 개선을 위한 실험 및 검토

4.2.1 "H"고가차도의 Pole 조명방식

1) 시설개요

- 램프 : 나트륨 220V, 250W
- 등기구 : 세종로형
- Pole : 250W × 2등용, 2분, 9m Pole

2) 사양 및 외관(그림 8)

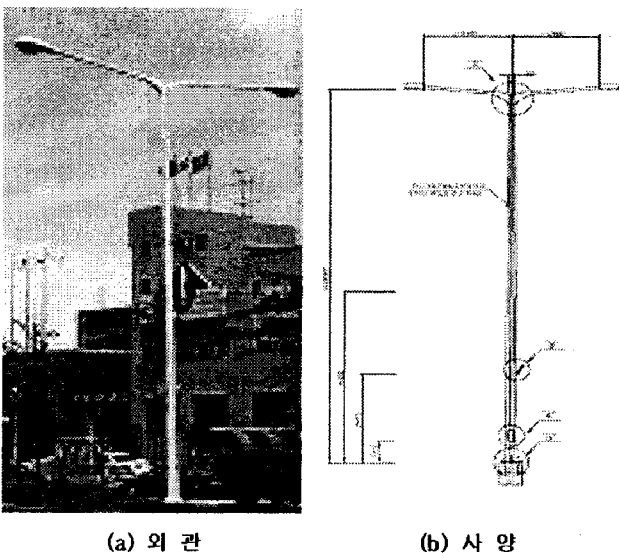


그림 8. Pole 조명
Fig. 8. Pole lighting

4.2.2 난간 조명방식

1) 시설개요

- 램프 : 형광등 T5 220V, 28W
- 등기구 : 고정대형
 - Size : W1,275 × H112 × D105mm
 - 재질 : 알루미늄 압출 및 다이캐스팅
 - 방수등급 : IP65
 - Accessories : 수직형 눈부심방지 그릴, 컷오프 바이저

2) 사양 및 외관(그림 9)

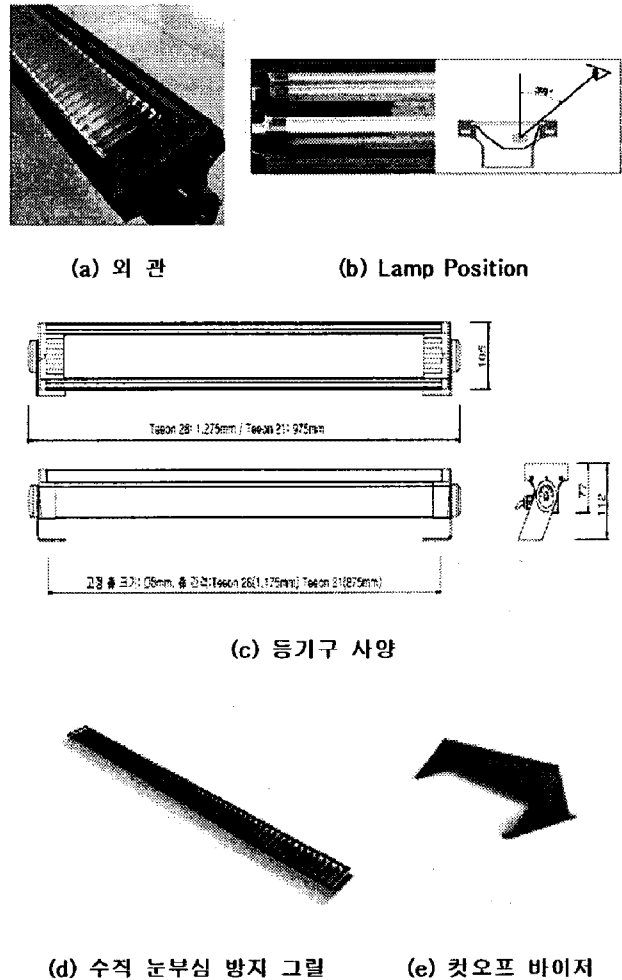


그림 9. 난간조명
Fig. 9. Rail lighting

4.2.3 Pole 조명방식과 난간조명방식의 비교실험

1) 조도 비교측정

기존 Pole 조명과 개선된 난간조명 조도를 비교측정

2) 광해 및 유도성 비교실험

기존 Pole 조명과 개선된 난간조명 현장("H"고가차도)에서 광해 및 유도성 비교실험

3) 경관 비교실험

기존 Pole 조명과 개선된 난간조명을 주야간 경관 비교실험

4.2.4 결과 및 검토

1) 조도 비교측정 결과

표 4, 5, 6과 같이 기존 Pole 조명은 상행선 평균조도 18.39Lux, 하행선 평균조도 20.68Lux이고, 난간조명은 상행선 평균조도 49.8Lux, 하행선 평균조도 43.77Lux로 평균 2.4배정도의 조도로 개선되었으며, 균조도는 기존 Pole 조명 1차선은 12.2Lux~38.3Lux, 2차선은 11.2Lux~24.3Lux이고, 난간조명 1차선은 19.4Lux~24.9Lux, 2차선은 59.2Lux~80.5Lux로 Pole 조명 1차선은 최대 최소 차이가 3.4배, 2차선은 2.17배인데 비해 난간조명은 1차선이 1.28배, 2차선은 1.36배로 균조도가 크게 개선되었다.

표 4. 기존 Pole 조명과 난간조명 조도비교
Tab. 4. Comparison of illuminance between existing Pole lighting and rail lighting

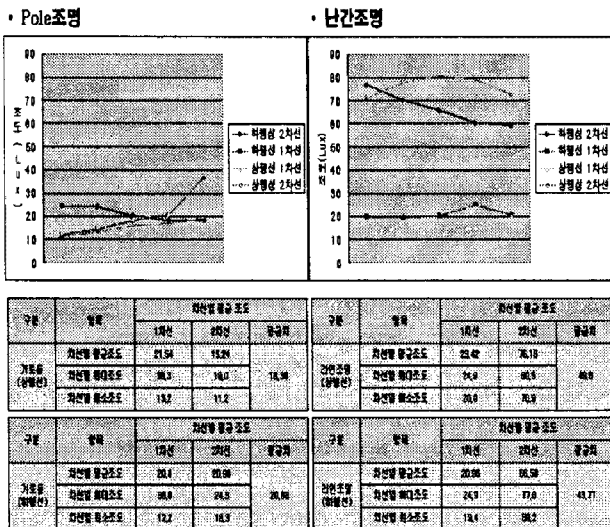


표 5. 기존 Pole 조명 조도
Tab. 5. Existing Pole lighting illuminance

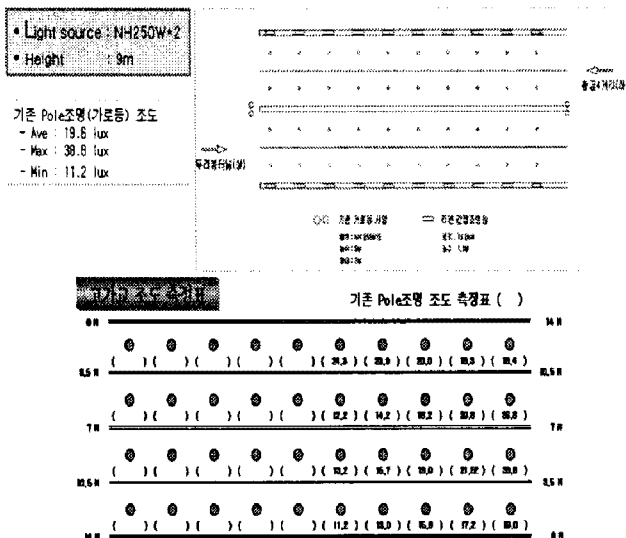
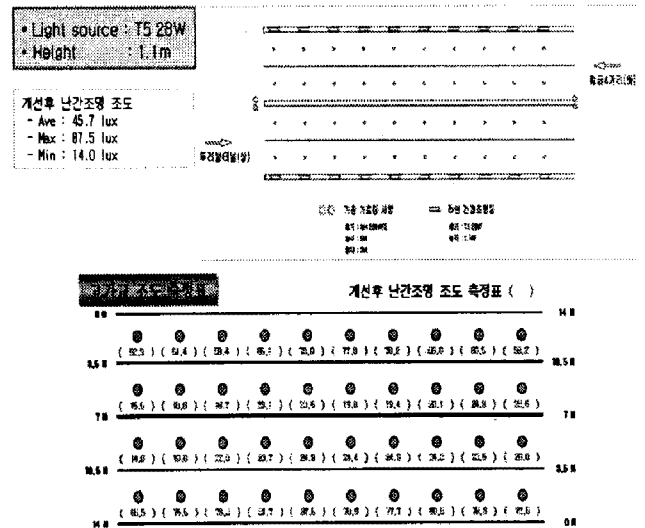


표 6. 난간조명 조도
Tab. 6. Rail lighting illuminance



2) 광해 및 유도성 비교실험 결과

“H”고가차도 Pole 조명방식은 그림10. (a)와 같이 고가차도 노면에 비추어야할 불빛이 주변 주택과 및 하부도로에 비추어져 주택의 거주자에게 수면장애 초래와 하부도로 광해로 운전자에게 혼란을 준다.

그림10. (b) 난간조명방식은 불빛이 노면에만 비추어져 광해 발생이 없고, 도로 양쪽난간에 조명등이 라인을 형성하여 불빛을 비추어 운전자에게 안정감을 준다.

3) 경관 비교실험 결과

Pole 조명방식은 그림10. (a)와 같이 불빛이 산만하고 수직적인 Pole로 주야간 경관이 저해된다. 그림10. (b) 난간조명방식은 불빛이 노면에만 비추어 불빛으로 인한 산만함이 없으며, 고가차도 난간을 이용한 조명으로 도로에 장애물이 없어 주야간 경관 향상이 되었다.



(a) Pole조명

(b) 난간조명

그림 10. 기존 Pole 조명과 난간조명
Fig. 10. Existing Pole lighting and rail lighting

5. 결론

본 연구는 국내의 경관개선을 위하여 경관의 취약부분인 수중조명과 고가차도를 대상으로 운용실태조사와 개선을 위한 실증연구를 실시한바 그 개선방안은 다음과 같다.

첫째로 등기구내장형 수증조명은

- 단색 광원으로 연출에 한계(칼라연출시 별도 필터 장치 필요)
- AC 220V 사용으로 누전으로 인한 안전사고 우려
- 전력소비가 많다.
- 등기구가 커서 기존시설에 설치 시 구조물 훼손과 공사비가 많이 든다.
- 전기안전에 따른 관련법령 및 기준 준수가 잘 이루어지지 않아 안전사고가 우려가 있다.

문제를 해결하기 위해 개발한 LED몰드 수증등은 칼라연출이 용이하고, 약전압(DC 24V) 사용으로 누전사고 방지와 소비전력이 기존에 비해 8%~16%에 불과하며, 조명등도 Compact 하다.

둘째로 Pole형 고가차도 조명은

- 연색성(색온도 : 2,000°K)이 떨어지고
- 수직적 Pole 조명방식으로 경관에 저해되며
- 약30m 간격으로 조명등이 배열되어 노면에 균조도가 고르지 않아 운전자의 안전사고가 우려됨
- 입체도로인 고가차도에 Pole 조명방식으로 불빛이 불필요한곳에 비추어 광해 발생이 되며, 유도성도 떨어진다.

이에 비해 난간조명은 연색성(색온도 : 6,500°K)이 좋고, 노면에 조도도 균일하며, 난간을 이용한 조명방식으로 주야간 경관이 미려하고 노면에만 불빛을 비추어 광해 발생도 상대적으로 극히 적은 것으로 나타났다.

개발한 수증등은 고무보, 분수 등 수변공간에 다양하게 적용할 수 있을 것으로 판단되며, 고가차도의 난간조명방식은 교량, 자동차 전용도로 등에 확대 적용 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) 산업자원부 기술표준원, "도로조명기준(KS C 3701)", 2007.11.29
- (2) 산업자원부, "전기설비기술기준의 판단기준", 산업자원부 공고 제2006-213호, 2006. 8. 1
- (3) 대구광역시, "대구광역시 가로등설치 및 유지관리에 관한 규정", 2001. 9.20
- (4) 김훈, "도로조명방식에 따른 운전자 시선 및 감성특성 연구", 『한국조명·전기설비학회지』, 제22권 제9호 pp8~pp16, 2008. 9
- (5) 김훈, "국내 도로조명의 실태와 발전방안" 『대구광역시, 한국조명·전기설비학회 2008 경관·도로조명 기술세미나』, 2008. 1. 23
- (6) 이미애, "도로조명과 환경" 『대구광역시, 한국조명·전기설비학회 2008 경관·도로조명 기술세미나』, 2008. 1. 23
- (7) 석대일, "라인조명시스템의 시인성과 글레어 평가를 위한 기초연구", 한국조명·전기설비학회 2008 춘계학술대회 논문집 pp199~pp201, 2008. 5. 8