

Non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소의 조명환경 및 빛공해 평가

(Luminous Environment and Light Pollution in Gas Stations with Non-cutoff Luminaires)

공효주* · 김정태

(Hyo-Joo Kong · Jeong-Tai Kim)

요 약

주유소 조명은 안전하고 시각적으로 흥미롭게 디자인되어야 한다. 최근 연구에는 빛공해와 에너지 낭비 때문에 non-cutoff 조명기구를 주유소에 이용되면 안 되는 것을 보여주었다. 본 연구에서는 non-cutoff 조명기구를 사용한 주유소의 조명환경을 분석하는 것을 목적으로 한다. CS-100 휘도계와 Radiant Imaging Prometric-1400을 이용하여 건물표면, 캐노피, 천정, 기둥 및 바닥면을 측정하였다. 그 결과 캐노피 조명기구의 개수가 증가 할수록 건물전체 표면휘도가 증가하였으며, Non-cutoff 조명기구를 설치한 연구대상 전체 주유소는 빛공해를 유발하였다. 따라서 주유소 옥외조명에 대한 기준이 마련되어야 할 것이다.

Abstract

Lighting for gas station should be carefully designed with safety and visually attraction. Recent studies have shown that non-cutoff luminaires should not be used for gas station. duo to light pollution and energy waste. This paper aims to evaluate the luminous environment in gas station with non-cutoff luminaires. The CS-100 and Radiant Imaging Prometric-1400 were used to measure the luminance of building surface, canopy, ceiling and ground surface. The result shows that the whole luminance of various combination elements in gas station increases by rising the total luminaires of the canopy. All of the gas stations with non-cutoff luminaires produce light pollution. Some guidelines for outdoor lighting in gas station is necessary.

Key Words : Non-cutoff luminaire, Gas station, Light pollution, Luminance

1. 서 론

주유소의 광고 효과를 높이고 고객의 편안함과 안전성을 제공하기 위하여 야간의 주유소 조명은 그 중요성이 점점 증가하고 있으며, 이에 따라 주유소 조명기구의 선택은 매우 중요하게 인식되고 있다. 그러나 우리나라의 경우 휘도가 높고 발산광속이 전반확

* 주저자 : 경희대학교 건축공학과 석사과정
Tel : 031-201-2852, Fax : 031-202-8181
E-mail : hjk09005@hanmail.net
접수일자 : 2007년 8월 13일
1차심사 : 2007년 8월 20일
심사완료 : 2007년 9월 4일

Non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소의 조명환경 및 빛공해 평가

산형인 non-cutoff 조명기구를 많은 주유소들이 사용하고 있다. 이에 따라 주유소의 조명으로 인하여 주유객, 보행자 및 주변 운전자들에게 시각적 혼란을 일으키고 에너지를 낭비하는 등 환경적 측면에서 여러가지 문제를 일으키고 있다. 특히 주유소 조명기구의 고휘도와 조명대상 범위를 벗어난 발산광속으로 인하여 글레어(눈부심)가 발생되고 있다. 이러한 글레어는 보행자와 운전자의 시야를 자극함으로써 사고의 위험을 높이는 빛공해 원인이 된다[1].

이를 방지하기 위하여 외국에서는 가이드라인을 제정하여 조명 갖의 디자인, 조명기구의 배치, 밝기의 한계, 투사각도, 조명기구 개수 등을 조절함으로써 효율적이고 안전한 조명을 할 수 있도록 하고 있다. 그러나 우리나라는 아직 이에 대한 인식이 부족하고 관련 기준이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 보행자와 운전자에게 불리한 non-cutoff 조명기구를 설치한 4개의 주유소의 조명환경을 평가하고 non-cutoff 조명기구가 빛공해에 미치는 영향에 대해서 분석하는 것이 연구 목적이다. 이를 위하여 첫째로 주유소의 조명과 non-cutoff 조명기구 및 빛공해에 대한 이론적 고찰을 하였으며, 둘째로 주변의 조명환경에 거의 영향을 받지 않는 non-cutoff 조명기구가 설치된 4개 주유소를 연구대상으로 선정하였다. 현장측정을 예비조사, 1차측정 및 2차측정 등 총 3회에 걸쳐 실시하였으며, CS-100 휘도계 및 Prometric-1400을 이용하여 건물전체표면휘도, 캐노피, 천정, 바닥면의 휘도를 측정하였다. 그리고 측정된 값을 바탕으로 주유소 조명기구 개수에 따른 휘도분석, 부대시설 설치에 따른 휘도분석 및 캐노피, 천장, 바닥면의 휘도분포 및 빛공해 발생 여부 등에 대하여 분석하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. 주유소의 조명환경과 빛공해 기준

우리나라에는 전국적으로 약 12,000개의 주유소가 있으며, (사)한국주유소협회가 밝힌 자료에 따르면 매년 약 2.8%씩 꾸준히 증가하고 있다[2]. 이처럼 늘어나는 주유소로 인해 주유소간의 경쟁력이 심해

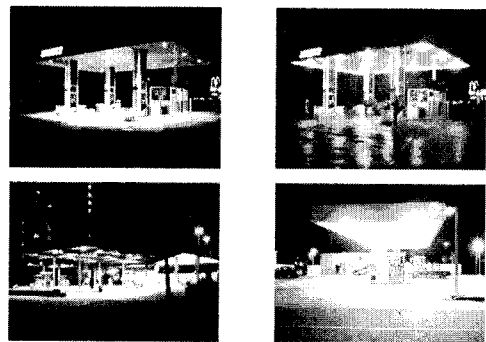
지고 있으며, 이로 인해 야간에는 멀리서도 주유소를 잘 인지할 수 있도록 조명을 밝게 하는 경향이 있다.

표 1. 연도별 국내 주유소 현황

Table 1. Yearly status of the domestic gas stations

년도	주유소 개수
2007년 5월	11,956
2006년 5월	11,523
2005년 5월	11,221
2004년 5월	10,889
2003년 5월	10,730

일반적으로 주유소의 조명은 주유 시 고객이 편안함을 느끼며 기분전환을 할 수 있는 분위기가 필요할 뿐만 아니라, 한번 주유한 고객이 재방문을 할 수 있는 분위기를 조성하여 주유소의 서비스 질을 높임으로써 다른 주유소들과 차별화 할 수 있도록 조성하여야 한다. 이러한 분위기를 연출하기 위해서는 해 질 무렵부터 이른 새벽까지 인공조명을 필수적으로 사용하게 된다.



(a) 우수

(b) 불량

그림 1. 주유소의 조명 사례

Fig. 1. Example of gas station lighting

주유소는 주유뿐만 아니라, 세차장, 경정비, 사무실, 편의점 등 부가적인 기능을 지니고 있기 때문에 이에 맞는 개별조명도 필요하다. 브랜드에 대한 정보를 고객에 주기 위하여 도로 표지판이나 입구주변에 조명을 설치하고, 주유소 지붕이나 캐노피에 조

명을 설치함으로써, 고객을 주유소로 유인할 수 있도록 해야 한다[3]. 주유소의 개별조명으로는 표시판, 접근로에 설치한 옥외조명, 입구 및 출구 도로에 설치한 입간판 광고판, 주 조명인 주유소 캐노피 아래의 조명, 부가적인 기능조명인 상점, 사무실, 편의점 조명 등이 있다. 이와 같이 주유소는 주유소 자체와 주변을 구별할 수 있도록 자기 다른 분위기의 조명을 설치해야 한다.

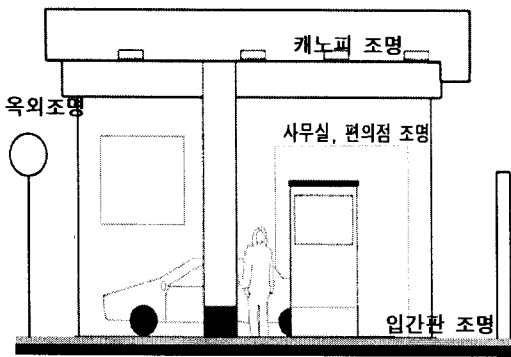


그림 2. 주유소의 일반적인 조명요소
Fig. 2. General elements of gas station lighting

주유소의 주 조명 요소인 캐노피, 즉 지붕아래의 조명은 주유소 전체의 이미지와 분위기를 연출할 뿐

만 아니라 주유소의 주요 광고 역할을 수행한다. 이러한 조명 요소에 사용되는 조명기구들은 종류는 크게 3분류로 나눌 수 있다.

첫째로 빛이 사방으로 방사되는 non-cutoff 조명 방식, 둘째로 non-cutoff 방식보다 상향광속을 제어한 cutoff 방식, 셋째로 빛이 오직 조명기구 아래의 지면으로만 향하게 하는 full-cutoff 방식이 있으며, 각각의 특성을 정리하면 표 2와 같다.

주유소의 조명은 운전자와 보행자에게 강한 이미지의 인식도를 부여함으로써 광고 효과를 증가시키고 건물의 강조 성을 높이는데 있으므로 이를 위하여 조도나 휘도가 높은 non-cutoff 조명기구를 설치한 주유소가 많이 있는 편이다. 그러나 non-cutoff 조명기구는 높은 균제도와, 좋은 입체감 등의 장점이 있지만 발산광속의 조절이 어렵고 에너지 소비가 많으며, 과도하게 새는 빛이 나타나는 단점이 있다. 일반적으로 이 기구를 사용하면 표면휘도 기준을 초과하여 빛공해를 일으키는 경우가 대부분이다.

조명기구로부터 방사되는 빛이 그 목적으로 하는 조명대상의 범위 밖에 조사(照射) 되는 빛을 새는 빛이라고 한다. 이 새는 빛 속의 양이나 방향이 인간의 활동이나 생물 등에 악영향을 미치는 것을 빛공해라 정의하며, 주유소의 경우 빛공해의 예를 정의하면 그림 3과 같다[4].

표 2. 주유소 조명기구의 유형 및 특성
Table 2. Classification and characteristics of the gas station lighting

유형	특징	조명기구 예	장점	단점
Full-cutoff	이 형태의 조명기구는 빛이 오직 조명기구 아래의 지면으로만 향함	0% (NO LIGHT) 90° ≤10% 80°	· 직접 위로향하는 빛 없음 · 조명대상 지역으로의 빛이 효과적으로 통제 · “새는 빛”의 제한	· 균일성의 감소 · 빛의 양이 적기 때문에 조명기구의 개수가 증가
Cutoff	이 형태는 90° 이상으로 방사되게 허가된 양은 2.5[%] 미만임	<2.5% 90° ≤10% 80°	· 균제도 증가 · 조명대상 지역의 빛의 통제가 좋아짐	· full-cutoff 조명기구보다 빛의 양 제어 불가 · 지표면에 반사된 빛이 증가
Non-cutoff	이 형태의 조명기구는 빛이 사방으로 방사되는 것을 허용하며, 90° 이상에서 5[%] 초과하는 것을 허용함	발산광속 방향에 제한 없음	· 조명기구의 간격 최대화 · 수직조도의 증가 · 반사된 빛의 양 최소화	· 기구의 휘도 증가 · 빛공해 유발

Non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소의 조명환경 및 빛공해 평가

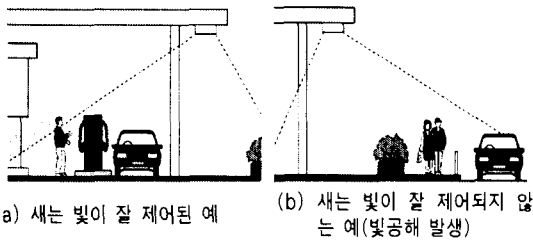


그림 3. 주유소의 빛조절 예
Fig. 3. Example of lighting control in gas station

한편 CIE(국제조명위원회)에서는 환경구역의 등급을 4구역으로 분류하고 각 구역의 이용조건에 따라 휘도의 최대 값 이하로 설계하도록 권장휘도를 제시하고 있으며, 이 권장 값을 초과하면 빛공해로 인식하고 있다[5].

표 3. 최대 표면휘도((cd/m²))
Table 3. Maximum Surface Luminances((cd/m²))

표면유형	지 역			
	E1	E2	E3	E4
건물표면	5	5	10	25
광고물표면	50	400	800	1000

(출처: CIE TC5, 2000)

표 4. 환경구역의 분류
Table 4. Environmental lighting regions

지 역	환경지역의 밝기	적 용
E1	어두운 경관의 지역	국립공원 등
E2	낮은 휘도 분포 지역	도시권외와 전원주택지역
E3	중간정도의 휘도분포 지역	도시 주거 지역
E4	높은 휘도분포지역	야간 활동의 활발한 지역

(출처: CIE TC5, 2000)

2.2 주유소의 조명환경에 관한 기존 연구의 고찰

국외의 경우에는 3개 주유소를 대상으로 캐노피 조명기구를 크게 3종류로 분류하고 연구대상 주유소의 글레어, 장애광 및 에너지소모량 등에 대하여 물

리량 및 운전자의 주관적 평가를 실시한 연구가 있다(Boyce, et al., 2000)[6].

국내연구의 경우 공효주·김정태(2007,a)는 주유소 6곳을 CS-100 기기를 이용하여 주유소 빛공해를 분석하였다[7]. 이 연구는 full-cutoff 조명기구가 설치된 1개 주유소, cut-off 조명기구가 설치된 1개 주유소, non-cutoff 조명기구가 설치된 4개 주유소를 대상으로 천정면, 바닥면, 기둥면 및 광고판면을 휘도를 측정하여 CIE 기준과 비교 분석을 하였다. 또한 공효주·박성률·김정태(2007,b)는 Prometric-1400 기기를 이용하여 주유소 빛공해 분석을 하였다[8]. 이 연구대상의 주유소의 full-cutoff 조명기구를 설치한 1개 주유소, cutoff 조명기구를 설치한 1개 주유소, non-cutoff 조명기구를 설치한 1개 주유소 1곳을 대상으로 조명환경을 분석하였다.

이상의 3가지 기존 연구에서 non-cutoff 조명기구를 설치한 주유소는 full-cutoff와 cutoff 조명기구를 사용한 주유소보다 빛공해를 유발할 가능성이 높게 나타났다. 따라서 이상의 연구들을 기초로 하여 non-cutoff 조명기구만 사용한 주유소의 조명환경 실태를 심층적으로 분석하기 위하여 본 연구의 필요성이 제기되었다.

3. 연구대상 주유소의 특성

Non-cutoff 조명기구를 사용한 주유소의 조명환경을 분석하기 위하여 비교적 주변 환경의 영향을 작게 받는 지역으로써 인천광역시 계양구와 인천광역시 서구 사이의 주유소 4곳을 선정하였다. 각 주유소의 위치는 그림 4와 같다. 4개의 주유소는 39번 국도변 및 김포수송도로변에 위치하고 있으며, 주변은 나대지, 아파트형공장, 자동차 전문학원 및 화원으로 구성되어 있다. 이러한 환경은 CIE 환경구역의 분류에 의하면 도시지역으로써 중간정도의 휘도분포지역인 E3에 해당하며, 이 경우 건물표면은 10[cd/m²], 광고물 표면은 800[cd/m²]를 최대표면휘도로 권장하고 있다. 연구대상 4개 주유소는 편의상 주유소1에서 주유소4로 명명하여 분석하였다.

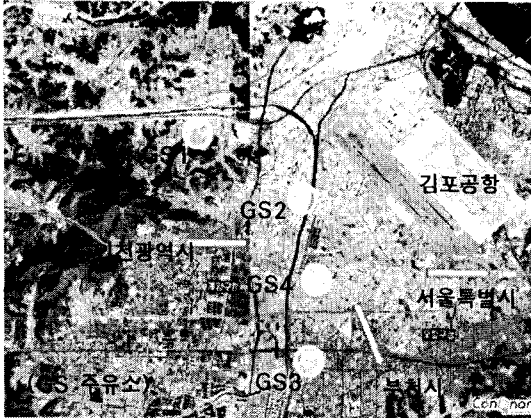


그림 4. 조사대상지 및 주유소의 위치
Fig. 4. The location of gas stations

연구대상 주유소의 캐노피 부분에 사용된 광원은 할로겐램프(주유소1~주유소3에서 사용) 및 나트륨램프(주유소4에서 사용)로 구성되어 있으며, 할로겐램프는 나트륨램프보다 수명이 길고 연색성이 우수하나 열량이 많아 에너지 소비가 많으며, 나트륨램프는 빛의 투과력이 높은 장점이 있다.

4개 연구대상 주유소의 위치는 주변 환경의 영향을 작게 받는 지역으로서 주유소1은 사방이 나대지로 주변 건물의 조명환경을 받지 않으며, 보도와 차도 경계선에 가로등만 설치되어 있다. 주유소2는 좌, 우 나대지이며, 오른쪽 전방에 식당이 있다. 주유소3은 연구대상지의 시작점이며, 4개 주유소 중에서 주변 환경의 영향을 다소 많이 받는 곳이며, 교차로에

표 5. 연구대상 주유소 개요
Table 5. Outline of the gas stations for the field survey

	주유소1	주유소2	주유소3	주유소4
주유소 위치				
조명 배치도	<p>○: 캐노피 조명기구 △: 옥외 조명기구 □: 주유 펌프기</p>			
펌프기 개수	8개	4개	8개	6개
주간 사진				
야간 사진				

Non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소의 조명환경 및 빛공해 평가

접해 있으며, 오른쪽에는 자동차 전문학원과 왼쪽 건너편에는 5층 건물의 복합상가가 위치해 있으며, 전방에는 공원이 있고 후방에는 아파트형 공장이 위치해 있다. 주유소4의 주변은 좌, 우 전방에 화원이 위치해 있으며, 이는 휘도가 높은 조명보다는 색이 다양한 조명을 사용하였다. 표 5는 본 연구대상 주유소의 배치도, 조명기구 현황 및 주간 야간 사진을 나타낸 것이다.

4. 주유소의 휘도 측정 및 분석방법

4.1 측정개요

주유소의 조명환경에 대한 측정은 예비측정, 1차 측정 및 2차 측정 등 3회에 걸쳐 실시하였다. 예비측정은 2007년 1월 21일 21시에서 23시까지 휘도계 CS-100을 이용하여 대상 주유소의 캐노피, 천정, 기둥, 바닥 등에 대한 휘도를 측정하였다. 측정은 대상 주유소의 맞은편 차도 끝으로 부터 좌측 혹은 우측으로(이것은 측정이 편리한 지점을 선택하기 위함) 20[m] 떨어진 거리에서 대상 주유소의 전면이 모두 보는 지점의, 지상 1.5[m] 위치에서 측정하였다. 예비측정은 주유소 각 부분의 개략적인 휘도분포를 알기 위하여 실시하였으며, 2차 측정의 예비자료로 이용하였다. 1차 측정은 2007년 3월 25일에 연구대상 주유소 주변의 세부 환경을 조사하고 주변의 휘도를 측정하였다. 이상과 같은 예비측정 및 1차 측정을 통하여 기본자료를 정리한 후 조명 물리량을 디지털로 측정할 수 있는 Prometric-1400을 이용하여 최종 2차 측정을 실시하였다. 2차 측정은 2007년 4월 4일 실시하였으며, 측정위치는 예비조사때의 위치와 동일하며 그림 5와 같다.

본 연구에서 주유소의 조명환경 측정에 사용한 최종 기기는 Prometric-1400으로써 이 기기는 한 장의 이미지를 촬영한 뒤 분석프로그램인 ProMetric8을 통해 휘도, 색도 및 색온도 등의 조명 물리량 값을 얻어낼 수 있다. 예비조사에서 사용한 CS-100은 측정대상면을 점으로 조명 물리량을 분석할 수 있지만, Prometric-1400은 면으로 분석할 수 있어 보다 정확한 조명 물리량을 얻을 수 있다.

본 연구에서는 주유소의 조명환경을 평가하는 기준으로써 CIE 빛공해 기준을 사용하였다. 본 연구에서는 주유소의 조명환경을 건물전체 표면휘도, 천정면 휘도, 캐노피광고판휘도, 기둥면휘도, 바닥면휘도 및 부가시설휘도 등에 대해서 측정하였다.

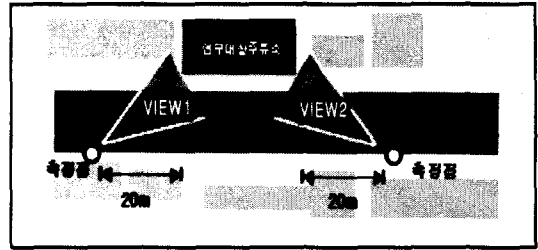


그림 5. 주유소의 조명 측정 위치
Fig. 5. The Location of measurement points

4.2 휘도 분석방법

주유소의 조명환경은 총 3가지 항목으로 분류하여 분석하였다. 분석 항목은 캐노피 조명기구 개수에 따른 주유소 휘도분석, 부대시설 설치에 따른 휘도분석 및 캐노피의 천정, 기둥 및 바닥면의 휘도분포를 분석하였다. 연구대상 주유소의 조명환경은 표 6과 같다. 4개 주유소 모두 캐노피 조명과 옥외조명을 동시에 사용하고 있으며, 또한 주유소1과 주유소3은 편의점이 설치되어 있다.

표 6. 연구대상 주유소의 조명환경
Table 6. The lighting condition of the objects

분류	주유소1	주유소2	주유소3	주유소4
1 천정조명	●	●	●	●
2 옥외조명	●	●	●	●
3 광고판조명	●	○	●	●
4 입간판조명			●	
5 주변건물조명	●	●	○	
6 주변가로등	●	●	●	●
7 사무실	●	●	●	●
8 세차장		●		
9 경정비	●			
10 편의점	●		●	

●: 조명이 설치되어 있음
○: 조명이 설치되어 있지 않음

5. 주유소의 조명환경 분석

주유소가 위치한 대지의 전체부분을 대상으로 바닥부터 캐노피의 윗부분까지 수직선을 그어서 다각형 전체면적의 휘도 평균값을 주유소 건물전체의 휘도값으로 표현하였다. 이러한 내용을 그림으로 표시하면 그림 7과 같다.

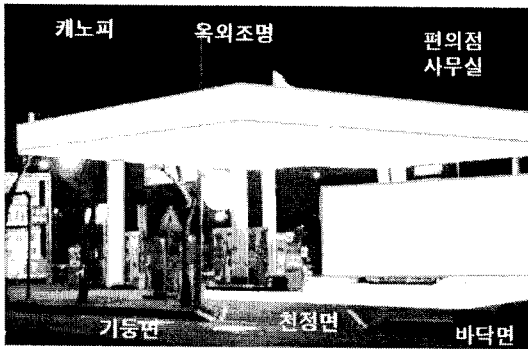


그림 6. 연구대상 주유소 조명평가요소
Fig. 6. Evaluation elements of the gas station lighting

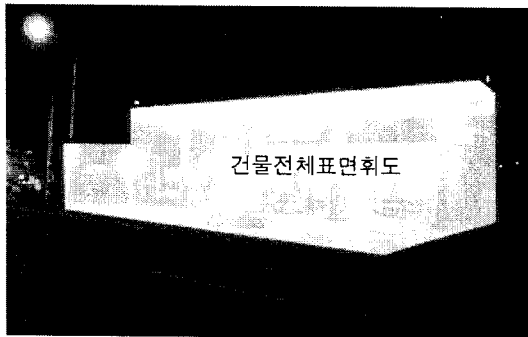


그림 7. 건물전체 표면휘도
Fig. 7. The whole luminance of various combination elements in gas station

5.1 조명기구 개수에 따른 주유소 휘도 분석

4개 주유소의 캐노피에는 주유를 위하여 천장돌출형 non-cutoff 조명기구가 설치되어 있다. 분석 결과, 캐노피에 설치한 조명기구의 개수가 주유소의 건물전체 표면휘도값에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

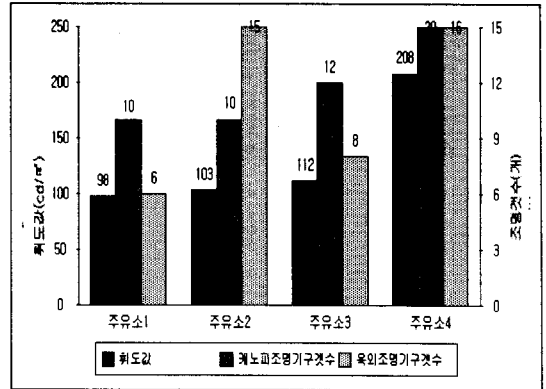


그림 8. 조명기구 개수에 따른 주유소 휘도값
Fig. 8. The comparative luminance by the number of luminaires

표 7. 연구대상 주유소의 옥외조명기구 형태
Table 7. The fixtures of outdoor lighting

분류	형태	야간	주간
주유소 1			
주유소 2			
주유소 3			
주유소 4			

즉 그림 8에서 보는 것과 같이 천정면에 설치된 조명기구가 많을수록 건물전체 표면휘도값이 증가하였다. 대상 주유소의 조명기구는 주유소1 10개, 주유소2 10개, 주유소3 12개, 주유소4 20개 인데, 이에 따라 건물전체 표면휘도값은 주유소1 98[cd/m²], 주유소2 103[cd/m²], 주유소3 112[cd/m²], 주유소4 208[cd/m²]로 나타났다. 다시 말하면 조명기구가 10개일 경

Non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소의 조명환경 및 빛공해 평가

우(주유소1, 주유소2)에는 건물전체 표면휘도값이 평균 100[cd/m²], 12개일 경우 112[cd/m²], 20개일 경우 208[cd/m²] 등 캐노피에 설치한 노출형 non-cutoff 조명기구가 10개에서 20개로 증가할 때, 건물전체 표면휘도값은 100[cd/m²]에서 208[cd/m²]로 약 2배정도 크게 나타나는 등 조명기구의 개수가 건물전체 표면휘도값에 정비례하는 것으로 측정되었다.

옥외조명기구의 설치형태를 보면 개수 측면에서 주유소1 6개, 주유소2 15개, 주유소3 8개, 주유소4 16개 인데, 이에 따라 건물전체 표면휘도값은 주유소1 98[cd/m²], 주유소2 103[cd/m²], 주유소3 112[cd/m²], 주유소4 208[cd/m²]로 나타났다. 또한 옥외조명기구의 형태는 표 7에서 보는 것과 같다. 이상에서 보듯이 옥외조명기구의 개수는 건물전체 표면휘도에 미치는 영향이 없는 것으로 나타났다. 또한 옥외조명기구는 대부분 non-cutoff 형태로 설치되어 있어 직접광이 운전자나 보행자의 시야각 안에 들어오게 되어 글레어를 유발시키고 있는 것으로 나타났다. 따라서 옥외조명기구도 글레어와 빛공해를 방지하기 위하여 full-cutoff 조명기구나 cutoff 조명기구로 교체하는 것이 시급한 것으로 나타났다.

위의 분석결과로부터 볼 때 옥외조명의 설계 시 non-cutoff 조명기구 설치를 제한하고 full-cutoff 조명기구를 사용하여 적당한 휘도값을 고려하여 적절한 광고효과를 얻는 것이 빛공해 측면에서 유리하다. 또한 많은 주유소 옥외 조명기구의 분포는 천정 캐노피에 설치한 조명기구의 발산광속보다 옥외조명의 직접광이 운전자나 보행자의 시야각 안에 들어올 확률이 높으므로 빛의 방향을 제어할 수 있는 간접 조명기구를 옥외조명기구에 사용하는 것이 필요하다.

5.2 부대시설 설치에 따른 휘도 분석

부대시설 설치가 건물전체 표면휘도에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 주유소1, 주유소2 및 주유소4는 건물전체표면휘도보다 부대시설휘도가 낮게 측정되었지만 주유소3은 건물전체표면휘도보다 부대시설휘도가 7[%] 높게 나타났다. 이러한 측면에서 볼 때 사무실과 부대 편의점은 건물전체 표면휘도에

미치는 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 편의점이 부속되어 있는 주유소2 및 주유소3의 부대시설 휘도값은 편의점이 없고 사무실만 있는 주유소1과 주유소2의 휘도값보다 높게 나타났다.

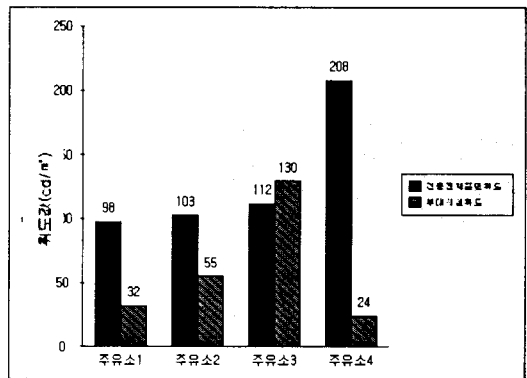


그림 9. 건물전체표면휘도 및 부대시설 휘도 비교

Fig. 9. The comparative luminance between the whole luminance of various combination elements in gas station and luminance of facilities

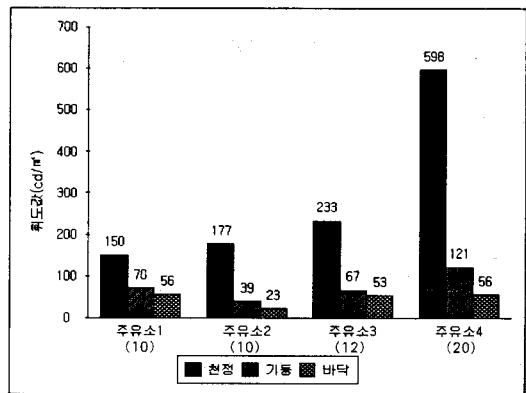


그림 10. 천정면 기둥면 바닥면 휘도 비교

Fig. 10. Luminance of ceiling, column and ground surface (괄호안의 숫자는 캐노피에 설치된 조명기구 수)

5.3 캐노피의 천정, 기둥 및 바닥면의 휘도분포

조사대상 4개 주유소의 캐노피 천정면, 기둥면, 바닥면의 휘도분포를 측정된 결과 캐노피 기둥 및 바닥면의 휘도분포에는 유의한 차이점이 없는 것으로

나타났다. 그러나 캐노피 천정면의 휘도는 주유소1 150[cd/m²], 주유소2 177[cd/m²], 주유소3 233[cd/m²], 주유소4 598[cd/m²]로 나타나는 것으로 보아 캐노피에 설치된 non-cutoff 조명기구의 개수가 증가할수록 천정면의 휘도값도 증가하는 것으로 나타났다.

5.4 빛공해 발생여부 분석

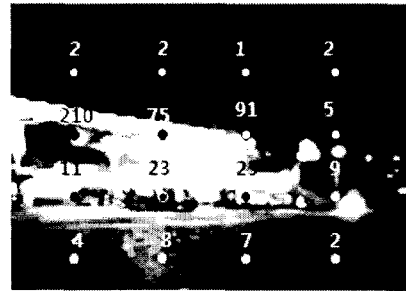
조사대상 4개 주유소의 건물전체의 빛공해 발생 여부를 분석한 결과 4개 주유소의 건물전체 표면휘도값은 주유소1 98[cd/m²], 주유소2 103[cd/m²], 주유소3 112[cd/m²], 주유소4 208[cd/m²]로 나타났다. 이는 CIE 기준의 건물최대표면 휘도값인 10[cd/m²]보다 10배~20배 정도 높은 값이다. 즉 non-cutoff 조명기구를 설치하면 주유소의 경우 CIE 기준에 의한 빛공해가 발생 가능성이 매우 높은 것으로 나타났다.

Non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소의 빛공해 발생 여부를 분석하여 CIE 기준값이 10[cd/m²]를 넘는 부분을 흰색으로 표시하면 그림 12와 같다. 각 부분별 휘도값을 보면 주유소1의 경우 천정면 150[cd/m²], 기둥면 70[cd/m²], 바닥면 56[cd/m²]로 나타났으며, 주유소2의 경우 천정면 177[cd/m²], 기둥면 39[cd/m²], 바닥면 23[cd/m²] 나타났다. 또한 주유소3의 경우 천정면 233[cd/m²], 기둥면 67[cd/m²], 바닥면 53[cd/m²]로 나타났으며, 주유소4의 경우 천정면 598[cd/m²], 기둥면 121[cd/m²], 바닥면 56[cd/m²]로 나타났다. 즉, 4개 주유소 모두 주유소 전경의 거의 전부가 기준 휘도값을 크게 상회하는 것으로 나타났다.

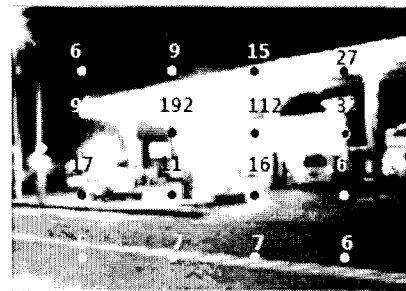
6. 결 론

Non-cutoff 조명기구를 사용하는 4개 주유소 조광환경을 측정하여 분석 결과는 다음과 같다.

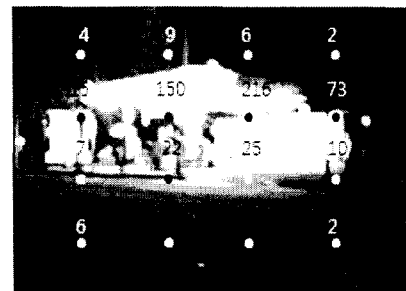
- ① 주유소 캐노피 개수에 따른 건물전체 표면휘도값에 관한 분석 결과 20개의 조명기구가 설치된 주유소4는 10개 조명기구가 설치된 주유소1보다 휘도값이 2배나 증가하였다. 따라서 만일 주유소의 건물전체 표면휘도값이 CIE 기준값보다 상회하여 빛공해를 유발할 경우 캐노피에



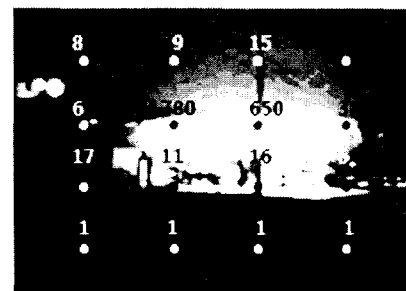
(a) 주유소1



(b) 주유소2



(c) 주유소3



(d) 주유소4

그림 11. 주유소의 휘도분포

Fig. 11. Luminance of gas stations exceeding CIE recommendation(흰색부분은 기준값 10[cd/m²]을 상회하는 부분임)

설치된 조명기구를 감소시키는 것이 중요한 것으로 나타났다. 그러나 노출형 non-cutoff 조명기구는 기존연구(공효주의 2007. 5, 공효주외, 2007. 6)에 의하면 full-cutoff 조명기구 및 cutoff 조명기구는 항상 빛공해 기준을 상회하는 것으로 나타났으며, 주유소에 non-cutoff 조명기구 사용을 금지하여야 할 것이다.

- ② 부대시설 설치가 건물전체 표면휘도에 미치는 영향을 분석한 결과 주유소3의 부대시설 휘도값이 건물전체 표면휘도값보다 7[%] 높게 측정되었지만 건물전체 표면휘도값에는 영향이 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 편의점이 주유소에 부속되어 있는 경우 주유소에 부속되어 있지 않는 경우보다 휘도값이 높게 나타났다.
- ③ 캐노피의 천정, 기둥 및 바닥면의 휘도분포 분석결과 캐노피의 설치된 조명기구의 개수가 증가할수록 천정면의 휘도값도 증가하였다.
- ④ 주유소를 전체, 부분적 두 가지 측면에서 분석한 결과 CIE 기준인 10[cd/m²]보다 전체적으로는 10배~20배정도 높았으며, 부분적으로는 천정면은 15배~60배, 기둥면은 4배~15배, 바닥면은 2배~5배 높은 값을 나타냈다. 즉 연구대상 주유소는 빛공해 기준값을 상회하는 것으로 나타났으므로 non-cutoff 조명기구를 사용하는 것보다 non-cutoff 조명기구보다 발산광속이 더 제어된 full-cutoff 조명기구를 사용하는 것이 빛공해 문제에 대한 효과적인 대안이 될 수 있을 것이라 판단된다.

이상의 연구결과 non-cutoff 조명기구가 설치된 주유소 설계시 조명기구의 개수가 주유소 조명환경에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 즉 조명기구 설치개수가 증가할수록 빛공해를 유발하는 것으로 나타났다. 이에 따라 주유소에 빛공해 발생이 적은 조명기구를 설치할 뿐만 아니라 조명기구의 수를 감소시키고 적극적인 조명기구의 개보수 및 유지관리가 필요하다.

References

- (1) 김정태. "빛공해의 원인과 대책", 설비저널, 2004. 11.
- (2) <http://www.ikosa.or.kr/>.
- (3) <http://www.lighting.philips.com/gl-er/404>.
- (4) <http://www.darksky.org>.
- (5) CIE, Guide on the Limitation of the Effects of Obstrusive Light from Outdoor Lighting Installation, CIE TC5, 2000.
- (6) P.R.Boyce, C.M.Hunter, S.L.Vasconez. "An evaluation of three types of gas station canopy lighting", Lighting Research Center, 2001.12.
- (7) 공효주, 김정태. "광원에 따른 주유소의 빛공해에 관한 예비조사", 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 2007. 6.
- (8) KONG Hyo Joo, PARK Sung Ryul, KIM Jeong Tai, "THE EFFECT OF LIGHT SOURCE ON LIGHT POLLUTION IN GAS STATIONS", Proceedings of International Conference ILLUMINAT 2007. 5.
- (9) 이소미, 정인영, 김유숙, 김정태. "가로조명의 광공해에 관한 연구", 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 2004. 5.
- (10) 안현태, 김정태. "쇼핑몰 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사", 한국조명·전기설비학회 논문지, 2004. 9.
- (11) 주윤석, 임종국, 여인선. "주유소 조명 실태와 조도패턴 분석", 한국조명·전기설비학회 논문집, 1999. 11.
- (12) <http://www.eye.co.jp/luminance/pdf/083.pdf>.
- (13) <http://www.guangmingdaily.com.cn/filedown/article/gasstation.pdf>.
- (14) http://www.lightingdesignlab.com/commercial/LEED_Exterior.pdf.
- (15) <http://lightpollution.org.uk>
- (16) <http://www.ikosa.or.kr/>
- (17) Illuminating Engineering Society of North America, IESNA Lighting Handbook, 2000.

◆ 저자소개 ◆

공효주 (孔孝株)

1983년 9월 5일생. 2005년 인하공업전문대학 건축과 졸업. 현재 경희대학교 건축공학과 석사과정.
Tel : (031)201-2852
E-mail : hjk09005@hanmail.net

김정태 (金正泰)

1953년 1월 18일생. 1977년 연세대학교 건축공학과 졸업. 1979년 연세대학교 졸업(석사) 1985년 연세대학교 졸업(박사). 현재 경희대학교 건축공학과 교수.
Tel : (031)201-2539
E-mail : jtkim@khu.ac.kr