

## 쇼핑용 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사 (Light Pollution Survey of Outdoor Lighting in Shopping Complex)

안현태\* · 김정태

(Hyun-Tae Ahn · Jeong-Tai Kim)

### 요 약

우리나라의 경우 최근 경관조명의 중요성을 인식하고 많은 건축물과 광장, 조경, 역사적 모뉴먼트 등에 옥외조명이 설치되고 있다. 특히, 최근 쇼핑용 복합건물들은 옥외조명을 설치함으로써 건물의 인지도를 높이고, 그에 따라 매출을 증대시키고자 한다. 그러나, 대형 쇼핑용 복합빌딩에 옥외조명을 과도하게 설치함으로써 광공해를 발생시키고 있다. 이미 광공해에 대하여 선진외국에서는 조명조례와 광공해대책가이드 등을 제정하여 쾌적한 조명환경을 구축하려고 노력하고 있다.

이에 본 연구는 주로 야간에 많이 이용되는 3개의 복합쇼핑 빌딩에 설치된 옥외조명의 광공해의 발생 실태를 조사하였다. 이를 위하여 건물의 표면휘도, 보행도로의 수평면조도 및 연직면조도를 직접 현장에서 측정기구로 측정하여 CIE기준과 비교하였으며, 연구 결과는 다음과 같다. 전반확산형조명기구가 보행도로에 설치됨으로써 눈부심이 부분적으로 발생하고 있으므로 cut-off 조명기구를 설치할 필요가 있는 것으로 나타났다. 또한, 건물외관의 옥외조명은 건물의 인지도와 광고를 강조하기 위하여 휘도값을 크게 설계한 것으로 나타났다. 즉, 도로에 면한 건물표면의 측정휘도값이 CIE기준과 비교했을 때 2배정도 높게 나타났으며, 보도의 연직면 조도비도 권장값보다 크게 나타났다. 아직 우리나라의 경우 광공해에 대한 기준이나 가이드가 없으므로 이에 대한 대책이 절실히 필요하다.

### Abstract

As the importance of outdoor lighting become more widely recognized, outdoor lighting has been installed in many buildings, plazas, landscape, and historical monuments in Korea. Outdoor lighting on shopping complex, in particular, express its values as local landmarks. However, the excessive outdoor lighting in the large-scale shopping complex tends to cause light pollution. Many advanced countries are trying to create a comfortable lighting environment by the guidelines and regulations on outdoor lighting to prevent light pollution. For this research backgrounds, the light pollution of three shopping complexes in Seoul have been investigated. For the purpose, luminance of building facade, horizontal illuminance, and vertical illuminance were measured with proper measurement instruments and compared the results with the CIE recommendations. The results of the study are as follows. As no cut-off luminaries are currently installed on pedestrian walks, some glare were occurred partially. It also shows that the luminance of building facades are high to improve the degree of public awareness of buildings and advertisements. In other words, the luminance of the building facade, when compared with that of the CIE recommendations, is twice as high and the vertical illuminance of pedestrian walks is far higher than that of the CIE recommendations, which proves the existence of light pollution. As Korea has not yet provided proper regulations or guidelines for the control of light pollution, it is necessary to make appropriate codes for it.

Key Words : Light Pollution, Outdoor Lighting, Horizontal Illuminance, Luminance

\* 주저자 : 경희대 건축공학과 겸임교수, 공학박사  
Tel : 031-201-2852, Fax : 031-202-8181  
E-mail : ahnpark2@kornet.net

접수일자 : 2004년 4월 16일  
1차심사 : 2004년 4월 22일  
심사완료 : 2004년 8월 17일

## 1. 서 론

도시는 과학기술의 진보에 따라 24시간의 도시로 변화 되어가고 있으며, 이에 따라 도시환경에 있어서 야간 조명의 역할은 점점 더 확대되어가고 있다. 야간에 연출된 조명은 안전하고, 쾌적하고, 활발한 환경을 만들어줌으로써 인간 활동의 영역을 확대하고 생산성을 향상시키며 도시이미지를 증대시키는 효과를 가져온다.

우리나라의 경우 최근 경관조명에 대해 관심이 높아짐에 따라 가능한 경관조명을 많이 설치하는 데 관심을 기울이고 있다. 그러나, 경관조명을 계획하는 데 있어서 고려되어야 할 광공해에 대해서는 아무런 고려없이 조명계획이 이루어지고 있다. 이에 따라, 강한 빛을 발하는 상업시설조명, 옥상광고탑, 건물 자체의 간판, 부적절한 가로등 등이 광공해를 발생시켜 경관조명을 저해하고 있는 실정이다.

특히, 상업지역에서는 경관조명을 설치함으로써 지역적 랜드마크로서 건물의 인지도를 향상시키고, 고객들의 시선을 이끌어 매출을 증대시키고자 한다. 그러나, 상업용 건물과 가로에 과도한 조명을 설치함으로써 사람들에게 눈부심으로 인한 불편감과 교통 안전에 방해를 줌으로써 광공해를 발생시키고 있다.

경관조명이 활성화되어 있는 미국, 유럽, 일본을 비롯한 외국에서는 도시가 안전하고 쾌적한 조명환경을 실현하기 위해서 광공해 기준을 마련하여 적용

하고 있지만, 우리나라는 아직 이에 대한 인식이 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 건축적인 측면에서의 광공해 개념과 외국의 기준에 대해 고찰하였다. 그리고 우리나라의 대표적인 쇼핑용 복합빌딩을 대상으로 옥외조명으로 인한 광공해 발생 실태를 조사한 것이다. 이를 위하여 광공해 평가의 기준이 되는 건물외관의 표면 휘도와 보행도로의 수평면조도 및 연직면조도비를 측정하여 국제조명위원회(CIE)의 기준과 비교하여 광공해 발생의 실태를 조사분석하고자 한다.

## 2. 광공해의 이론적 고찰

### 2.1 광공해 개념 및 영향

광공해는 야간조명으로 인한 밤하늘의 오염도를 측정하는 지표로서, 이 용어는 천문학에서 비롯되었다. 그림 1은 전 세계의 밤하늘의 밝기를 나타내는 지도이다.

건축적인 측면에서 광공해(light pollution)란 양호한 조명환경이 조명대상범위 밖으로 새어나오는 빛(spill light)에 의해 장애를 받고있는 상황, 또는 이에 따른 악영향을 의미한다. 또한, 좁은 의미로는 장해광(light trespass)에 의한 악영향을 말하며, 이 상에서 언급한 광공해에 관한 개념도는 그림 2와 같다.

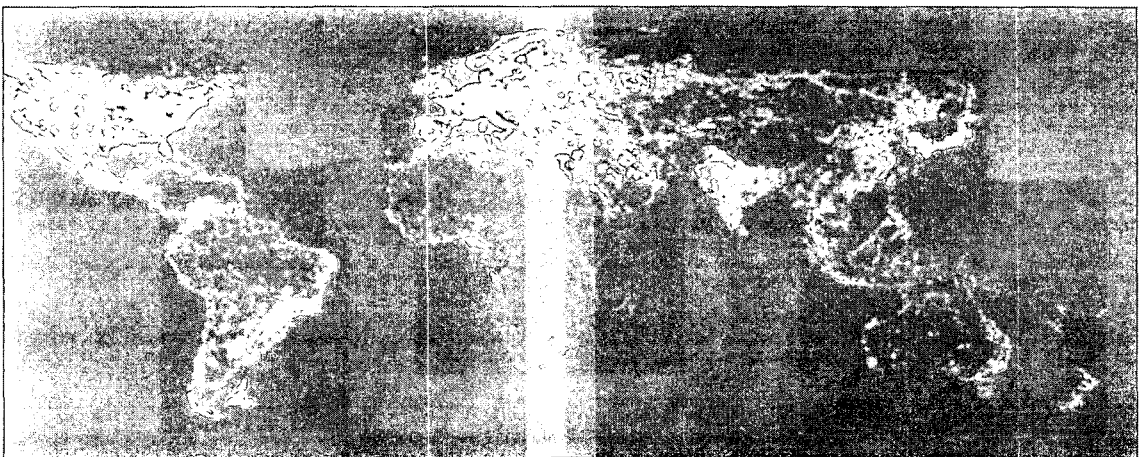


그림 1. 밤하늘의 밝기름 나타내는 지도(출처 : [www.lghtpollution.it/worldatlas/pages/fig1.htm](http://www.lghtpollution.it/worldatlas/pages/fig1.htm))  
Fig. 1. The world atlas of artificial night sky brightness

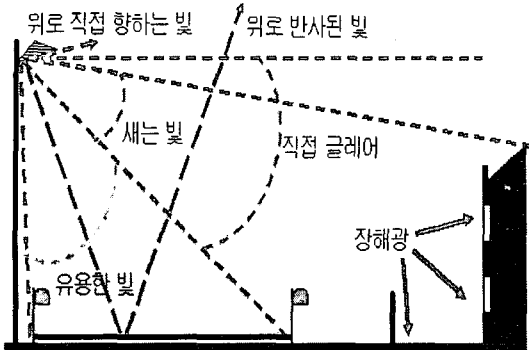


그림 2. 광공해의 개념도  
Fig. 2. Concept of light pollution

일반적으로 광공해가 건축에 미치는 영향은 아래와 같으며, 실제 발생의 예는 그림 3과 같다.

① 경관에 미치는 영향

상향조명(uplight), 과조명(overlighting)등의 부적절한 야간조명은 도시의 경관을 해친다.

② 거주자에 미치는 영향

도로나 가로에 설치된 옥외 조명광이 주거내에 강하게 비치면 거주자의 안면, 프라이버시 등에 악영향을 미칠 위험이 있다. CIE에서는 거실창면에 옥외조명으로 인한 조도에 상한을 규정하고 있다. 이에 대한 대책으로서는 조명기구의 설치위치를 재검토하는 것과 조명기구에 차광판이나 루버를 설치하여 배광제어를 하는 것 등이 있다.

③ 보행자에 미치는 영향

가로등이나 투광기의 선정과 설치가 적합하지 않을 경우에는 필요한 조도가 얻어지지 못할 뿐만 아니라 보행자에게 불쾌한 눈부심을 느끼게 할 가능성이 있다. 또한, 방법적인 측면에서도 안전성에 피해를 입힐 가능성이 있다. 이 때문에 주변환경을 고려한 적절한 조명기구를 설치해야 한다.

④ 교통에 미치는 영향

도로주변시설의 조명이 자동차의 운전자에게 영향을 미쳐, 교통안전에 방해를 일으킬 가능성이 있다.

⑤ 에너지 소비에 미치는 영향

야간의 대도시에는 불빛이 넘칠 경우 이로 인한 조명에너지 소비량이 증가하여 에너지 낭비적 요소가 된다.

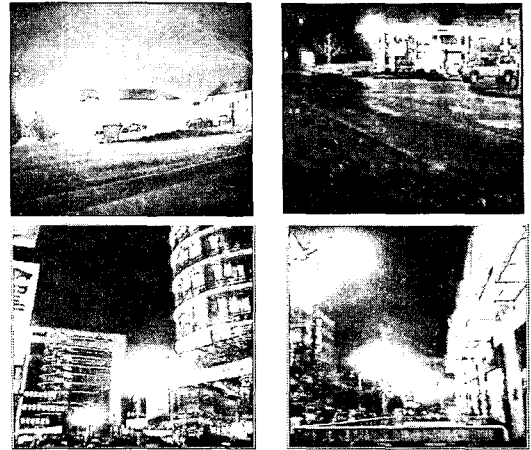


그림 3. 광공해 발생의 실태  
Fig. 3. An example of light pollution

2.2 광공해의 국제적 기준

2.2.1. 국제조명위원회(CIE)

국제조명위원회(CIE)에서는 광공해측면에서 지역의 밝기에 따라 환경구역을 E1, E2, E3, E4의 4지역으로 분류하였으며[표 1], 표면유형에 따라 각 지역의 최대 표면휘도를 건물표면의 경우 5~25[cd/m<sup>2</sup>], 광고물표면의 경우 50~1000[cd/m<sup>2</sup>]로 제시하고 있다[표 2]. 또한, 보행자를 위한 보도에 조명사용의 많고 적음에 따라 주위의 밝기를 밝음, 중간, 어두움의 3가지로 분류하여 수평면조도와 연직면조도의 권장값과 조명기구의 광도(I)에 대한 최대값을 제시하고 있다[표 3 및 4]. 조명설계시 경관조명의 영향으로 인한 광공해의 잠재성을 평가하기 위하여 다음과 같은 체크리스트를 그림 4에 나타내었다[1-2].

표 1. 환경구역의 분류  
Table 1. Environment lighting regions

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

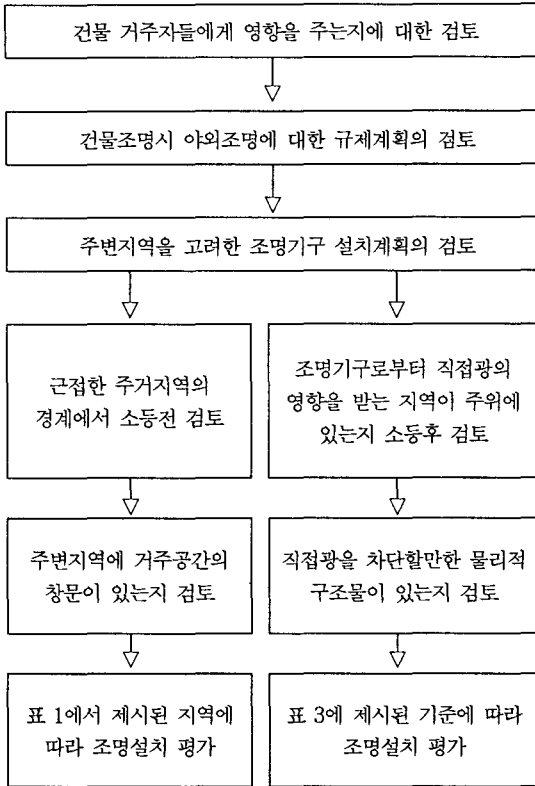


그림 4. 옥외조명 광공해의 체크  
Fig. 4. Checks of potential obtrusive in the outdoor lighting

표 2. 최대 표면휘도(cd/m<sup>2</sup>)  
Table 2. Maximum surface luminances(cd/m<sup>2</sup>)

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

표 3. 조명기구의 최대 광도값(cd)  
Table 3. Maximum values for intensity of luminaires in designated direction

광학적 요소	적용 조건	환경 구역			
		E1	E2	E3	E4
조명 기구의 광도(I)	소등전	2500	7500	10000	25000
	소등후	0	500	1000	2500

표 4. 보행자를 위한 보도의 권장조도(lx)  
Table 4. Lighting levels for pedestrian areas

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 영국ILE

영국의 ILE(Institution of Lighting Engineers)에서는 광공해의 감소를 위해 환경지역을 국제조명위원회와 동일하게 분류하였다. 또한, 옥외조명설치시 창안으로 들어오는 빛에 대하여 소등전과 소등후의 조도값을 제시하였으며, 소등전 건물에 대하여 평균 및 최대 휘도값을 제시하고 있다[표 5]. 휘도값은 국제조명위원회에서 제시한 건물표면의 최대휘도값과 동일하다. 또한, 옥외조명이 가이드라인을 조명설계시 적용하여 옥외조명으로 인한 광공해를 감소하고 있다[7].

표 5. 옥외조명 설치시 광공해의 권장값(ILE)  
Table 5. Obtrusive light limitations for exterior lighting installations

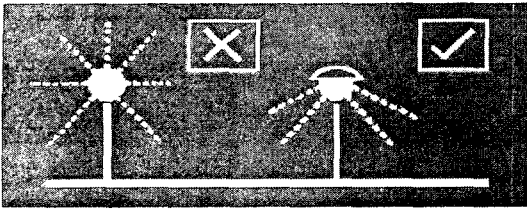
지역	창안으로 들어오는 조도[lx]		소등전 건물의 휘도[cd/m <sup>2</sup> ]	
	소등 전	소등 후	평균	최 대
E1	2	1	0	0
E2	5	1	5	10
E3	10	2	10	60
E4	25	5	25	150

일반적으로 옥외조명시 다음과 같은 가이드라인을 적용한다.

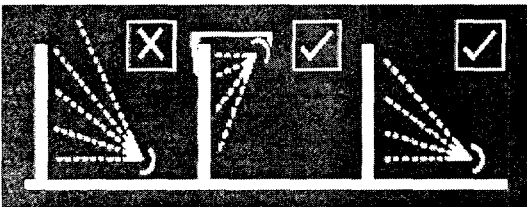
- ① 전반확산형 조명이나 상향조명보다 하향조명

요평용 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사

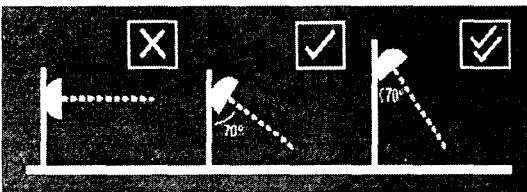
을 사용하여야 한다.



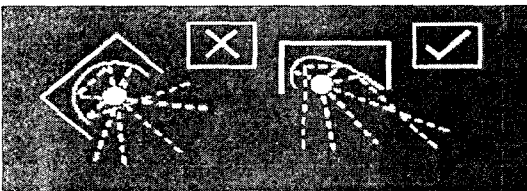
② 투광조명과 같이 건물의 표면을 조명하고자 할 경우에는 지나친 상향조명을 피하고 보행자의 시야에 자극을 주지 않도록 설계하여야 한다.



③ 글레어를 줄이기 위해서는 투사 각도가 매우 중요한데, 70도 이하가 되어야 최소화 할 수 있다.



④ 대칭보다 비대칭의 기구를 사용하여야 한다



⑤ 좁은 지역 혹은 주택의 현관문 조명에서 광공해를 감소시키기 위해서는 Passive infrared detectors와 낮은 휘도의 전구를 사용하여야 한다.

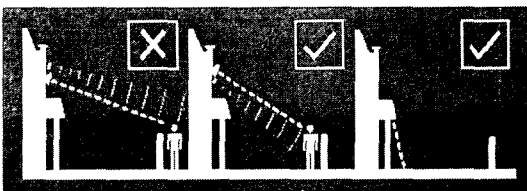


표 6 . 환경구역의 분류(일본)

Table 6. Environment lighting regions(Japan)

조명환경의 분류	조명환경의 키워드	적 용
조명환경 I	「안전」의 조명환경	자연공원, 마을지역, 전원
조명환경 II	「안심」의 조명환경	마을지역, 부락, 교외형 주택지
조명환경 III	「평안」의 조명환경	도심부 주택지
조명환경 IV	「즐거움」의 조명환경	대도시 중심부, 변화가

2.2.3 일본환경대책위원회

일본 환경청은 1998년 4월에 광해대책지침을 책정하고, 국제조명위원회와 동일하게 4개의 유형으로 지역을 분류하였으며[표 6], 각 지역에 대하여 다음과 같이 목표를 정하여 조명설계를 권장하고 있다.

① 조명 환경 I : [안전]의 조명 환경

옥외조명 및 옥외 광고물의 설치 밀도가 상대적으로 낮은 지역 또는 부적합한 조명설치가 자연환경에 영향을 미칠 우려가 있는 전원지역에 적용되는 환경이다. 이런 지역에 조명설치시 자연환경에 대한 고려가 우선된다.

② 조명 환경 II : [안심]의 조명 환경

옥외조명으로 도로, 가로등이 주로 배치된 교외의 주택지에 적용되는 조명환경을 말한다. 조명계획시 기존 조명시스템의 평가가 요구되며, 옥외광고물 설치시 세심한 관리가 필요하다.

③ 조명 환경 III : [평안]의 조명 환경

옥외조명이 많고, 옥외광고물이 어느 정도 설치되어있는 도시의 주거지역에 적용되는 조명환경이다. 조명설비를 갱신할 경우 적극적인 보수가 필요한 지역이며, 조명기기 설치시 광공해 발생이 적은 조명기기의 선정이 요구된다.

④ 조명 환경 IV : [즐거움]의 조명 환경

옥외조명 및 광고물의 설치 밀도가 높은 대도시 중심부, 변화가 등에 적용되는 조명환경이다. 광공해 발생이 적은 조명기기를 설치할 뿐만 아니라 적극적인 조명기구의 개보수 및 유지관리가 필요한 환경이다.

또한, 광해대책 가이드라인을 권장하여 양호한 조

명환경의 구축을 목표로 조명설계를 진행하고 있으며[표 7], 조명환경의 경계에서 연직면조도에 대한 기준값을 표 8에 제시하고 있다[4].

또한, 시, 읍, 촌 수준의 자치 단체에서는 지역에 양호한 조명환경을 실현하기 위해서 지역조명계획을 책정하고, 옥외조명등과 광고물의 가이드를 만들어 광공해에 대해 고려해야 할 사항을 나타내고 있다. 일본의 경우 환경친화적인 옥외조명의 조명설계를 위하여 광공해를 감소시키는 것을 목적으로 그림 4와 같이 가로등이 개발되는 등 많은 노력을 하고 있다.

그리고, 새로운 시스템에 따라 에너지절약, 광공해 저감이 가능해지는 옥외조명도 실용화되고 있다. 태양전지와 저와트의 냉음극램프, 축전지를 조합한 가로등은 태양에너지를 사용하여 야간에 최소한의 필요한 조도를 확보한다. 또한, 광섬유나 광튜브를 사용하여 조명하는 범위를 제어함으로써 빛의 번짐을 저감하는 조명시스템 등 환경이나 에너지절약을 배려한 새로운 옥외조명 시스템이 구축되고 있다[5].

표 7. 광해대책 가이드라인  
Table 7. Guidelines for countermeasures against light pollution

6조명 환경	가로조명기구		가로조명기구에 관한 상향광속비	
	조명유	상향 광속비	단기적목표에서 권장하는 지침	행정에서의 정비권장지침
환경 I	조명유이	0%	0-15%	0-15%
환경 II	높아지도	0-5%		
환경 III	록기구를			
환경 IV	설치한다			

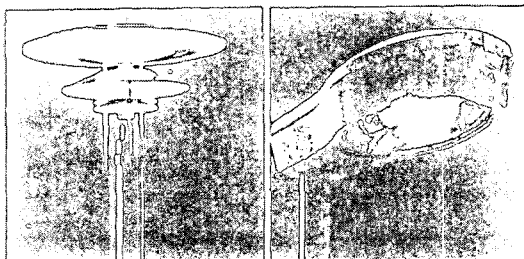


그림 5. 광공해를 저감시키는 가로등과 도로등  
Fig. 5. Street light and road light for reducing light pollution

표 8. 조명 그룹 경계에서의 조도 기준(lx)  
Table 8. Recommended illuminance level in environmental lighting regions

	조명환경 I	조명환경 II	조명환경 III	조명환경 IV
연직면 조도	2	5	10	25

표 9. 주변밝기에 따른 환경구역(IESNA)  
Table 9. Environmental area classifications based on ambient lighting

지역	환경
E1	어두운 지역, 공원이나 장해광의 제한을 엄격히 하는 주거지역
E2	낮은 밝기의 지역, 도시권 외의 지역으로 도로가 보행자의 기준으로 조명된 곳
E3	중간 밝기의 지역, 도시주거지역으로 도로 조명이 교통의 기준으로 조명된 곳
E4	높은 밝기의 지역, 주거와 상업지역이 혼합된 도시지역으로 야간의 활동이 빈번한 곳

표 10. 시각에서 장해광의 기준조도(IESNA)  
Table 10. Recommended light trespass limitations illuminance at the eye

지역	소등전		소등후	
	Lux	Footcandles	Lux	Footcandles
E1	1.0	0.10	0.0	0.00
E2	3.0	0.30	1.0	0.10
E3	8.0	0.80	3.0	0.30
E4	15.0	1.50	6.0	0.60

### 2.2.4 북미조명공학회(IESNA)

북미조명공학회(IESNA, Illuminating Engineering Society of North America)에서는 장해광(light trespass), 눈부심(glare), 하늘의 밝기(sky glow) 등의 문제점들을 연구하고 기준을 마련하고 있으며, 조도와 휘도의 값으로 광공해를 제한하고 있다. IESNA에서는 CIE와 동일하게 주변밝기에 따라 환

## 쇼핑용 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사

경구역을 분류하였으며[표9], 눈에 들어오는 장해광의 기준조도는 환경구역에 따라 소등전과 소등후에 대하여 표 10과 같이 제한하고 있다[8]. 또한, 광공해를 감소시키기 위하여 다음과 같이 조명 설계시 요구조건을 마련하고 있다.

- ① 수평면 위의 빛을 제한하기 위하여 조명기구에 갓을 설치한다.
- ② 가능한한 저압나트륨램프를 사용한다.
- ③ 오후 11시 이후에는 가능한한 조명을 하지 않는다.

### 2.2.4 국제 다크 스카이협회(IDA)

광공해방지법 제정을 주도하고 있는 국제 다크 스카이협회(International DarkSky Association)는 “매년 45억 달러가 불필요한 조명에 낭비되고 있다”며 “조명을 아래로 향하게 하면 광공해의 50~90%를 줄일 수 있다”고 보고하고 있다. 또한, 옥외조명에 의한 광공해를 감소시킬 수 있는 대책으로 다음과 같이 제시하고 있다.

- ① 기준조도 레벨보다 높게 조명하면 에너지가 낭비되고, 불쾌 및 불능현황에 의하여 시작업능력을 저하시키므로 과조명(overlighting)을 피한다.
- ② 상향조명은 불필요한 에너지 낭비를 초래하므로 조명갓을 씌워 옆이나 위쪽으로 광속이 발산되지 않도록 상향조명을 피한다.
- ③ 시간에 따라 조명을 조절하며, 조명의 양보다 질에 유의하여 조명디자인을 한다.

## 3. 국내 옥외조명의 광공해 실태조사

### 3.1 조사대상지역 및 건축물의 일반적 특성

서울의 동부지역에 위치한 동대문지역은 전국 각 지로부터 생활필수품을 공급받는 생산의 집산지 역할을 하는 지역이다. 또한, 상가가 밀집한 지역으로 재래 상가와 현대식 상가가 혼합되어 있으며, 상인과 관광객의 방문이 빈번한 곳이다. 특히, 이 지역에 위치한 대형 쇼핑건물들은 오전부터 다음날 새벽까지 영업을 하므로 옥외조명이 건물의 인지도와 랜드마크 역할에 매우 중요한 요소가 되고 있다.

본 연구에서는 이 지역에서 야간에 주로 영업하는 대표적인 상업용 쇼핑센터 3개 건물 즉, D타워, M빌딩, HA빌딩과 주변의 보행자 도로를 조사대상으로 선정하였다. 이 지역은 CIE에서 분류한 E4 즉, 높은 위도분포의 지역으로서 야간활동이 활발한 지역에 포함된다고 할 수 있다.

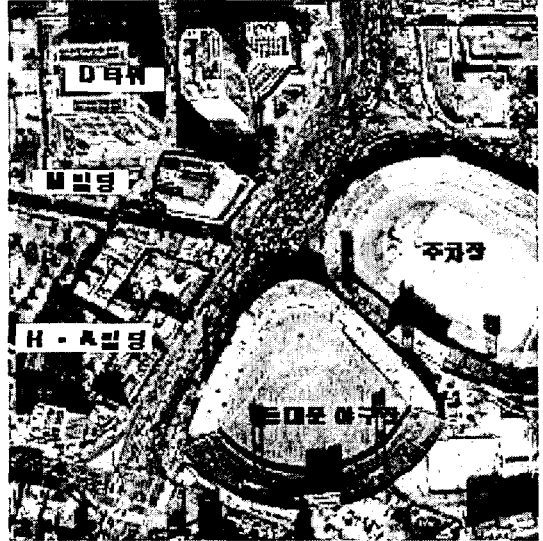


그림 6. 대상지역의 항공사진도  
Fig. 6. Aerial photographs of the Dongdaemun area

조사대상 3개건물의 외관 및 경관조명의 특성을 보면 다음과 같다.

D타워의 경우, 1999년에 준공된 지하 7층과 지상 34층으로 이루어진 복합건물로서 지하 7층~지하 3층은 주차장, 지하 2층~지상 10층은 쇼핑용으로, 지상 11층~지상 34층은 업무용으로 이용되고 있다. 기본적으로 업무용과 쇼핑용의 독특한 분위기가 공존되면서 연출되는 이 건물의 표면은 판넬로 마감되어 있다. 쇼핑용부분의 경관조명은 건물의벽으로부터 2~3[m]정도 떨어진 지주위에 투광용 조명기구를 설치하였고, 광원은 색온도가 높은 메탈할라이드 램프가 사용되었다. 업무용부분은 사무실안의 빛이 옥외조명의 역할을 하고있다.

M빌딩의 경우, 1998년에 준공된 지하 6층과 지상 20층으로 이루어진 복합건물로서 지하 6층~지하 3층은 주차장, 지하 2층~지상 10층은 쇼핑용으로, 지상 11층~지상 20층은 업무용으로 이용되고 있다. 이

건물의 표면은 석재로 마감되어 있으며, 업무용부분은 다양한 색의 콜드캐소드(네온)를 이용하여 라인조명을 하였고, 업무용부분은 조명기구를 벽에 부착하여 상향 투광조명을 하였다.

HA빌딩의 경우, 2000년에 준공된 지하 2층과 지상 11층의 복합건물로서 지하 2층~지하 1층은 주차장, 지상 1층~지상 10층은 쇼핑용으로, 11층은 사무용으로 이용되고 있다. 이 건물의 표면은 불투명유리로 마감되었으며, 건물의 경관조명은 유리안측에 램프를 설치하여 칼라체인지 되는 면(面)의 조명연출을 하였다. 불투명한 유리는 빛을 확산 시켜주어 전면 전체에 조명이 골고루 빛나도록 해주고 있다.

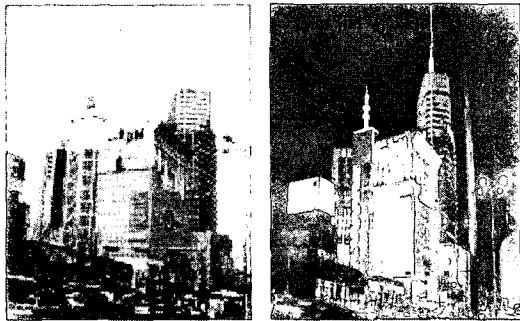


그림 7. 대상건물의 주간과 야간의 모습  
Fig. 7. Day and night views of the buildings



그림 8. 측정기기 및 측정모습  
Fig. 8. Measuring instruments and measurement scene

### 3.2 측정개요 및 측정기기

광공해를 측정하기위해 건물이 위치한 도로면과 보도면의 경계면을 측정점으로 선정하였다. 측정점에서 건물 표면휘도, 주변의 옥외광고물 표면의 휘도, 주도로와 접한 보행도로의 수평면조도, 연직면조도를 측정요소로 선정하였다. 측정기기로는 TOPCON IM-5(조도계)와 MINOLTA CS-100(휘도계)를 사용하였다(그림 7). 측정일시는 2003. 3. 20 - 21일 오후 8시부터 10시까지 측정하였다.

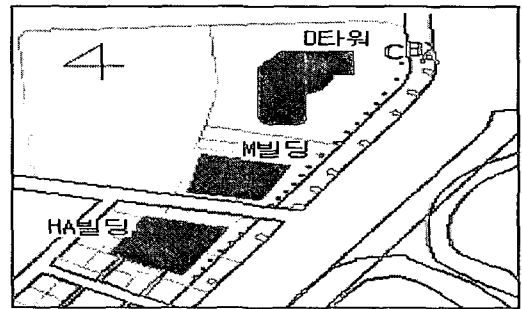


그림 9. 가로등과 보행등의 위치도  
Fig. 9. The location of street pole lights and sidewalk lights

### 3.3 측정 및 분석

#### 3.3.1 수평면 조도

건물대지 앞에 3[m]의 보도가 있으며, 이 보도에는 차도와 보도의 경계에 14~16[m]간격으로 차도를 비추는 램프와 보행자를 위한 램프가 혼합된 가로등이 설치되어있다. 또한, 대지와 보도의 경계에 2~3[m]간격으로 보행등이 설치되어 있다(그림 8). 보도의 수평면조도는 지상 0[m]에서 가로등 아래, 가로등과 가로등 사이, 보행등 아래, 보행등과 보행등 사이, 보행등과 가로등 사이를 3회 측정하여 평균값을 사용하였다(표 11).

표 11. 보행도로의 수평면조도 측정값(lx)  
Table 11. Horizontal illuminance of sidewalks(lx)

측정점 건물명	A	B	C	평균
D타워	67	116	113	98
M빌딩	171	217	149	179
HA빌딩	44	74	67	61





그림 10. 보행도로의 가로등  
Fig. 10. Street lights and sidewalk lights of the buildings

보행도로의 수평면조도를 측정한 결과 44~217[lx]로 평균값은 113[lx]로 나타났다. 이 값은 CIE에서 권장하는 보행자를 위한 노면의 권장조도 20[lx]보다 2배에서 10배정도의 높은조도값으로 나타났다. 전체적으로 보면, M빌딩 주변의 보행도로가 기준조도보다 가장 높은 조도값인 149~217[lx]를 나타냈는데, 또한, 이 건물에는 전반확산형 조명기구(non cut-off)를 사용하였기 때문에 광공해의 발생가능성도 크게 나타났다. D타워는 전반확산형 조명기구와 하향조명기구를 혼합 사용하였으며, 조도값이 67~116[lx]로 낮게 나타났다. HA빌딩은 하향조명기구(with cut-off)를 사용하여 가장 낮은 조도값인 44~74[lx]로 나타났다. 즉, 전체적으로 볼때, 기준조도보다 높게 조도값이 측정되었다. 또한, 가로등과 보행등을 설치할 경우 cut-off된 조명기구를 사용하면 불필요한 조명에너지를 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 천공으로 발생하는 광공해도 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.3.2 건물의 표면휘도

광공해의 방지를 위해 조직된 국제다크스카이협회(IDA)에서는 대상건물이 시각적으로 인지되는 범위내에서 보행자에게 시각적 불편감을 주는 블록의 경계지점에서 건물외관의 표면휘도를 측정하도록 하고있다. 이러한 측정기준에 따라 건물이 위치한 도로의 맞은편 경계면(도로와 보도의 경계면)에서 대상건물의 전체가 시각적으로 인지되는 두 점(A, B)을 측정점으로 선정하였다.

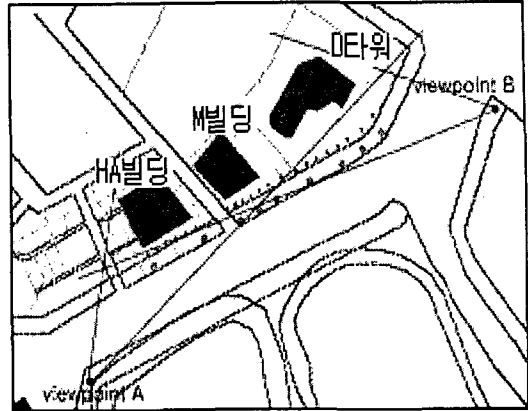


그림 11. 측정점의 위치도  
Fig. 11. The Location of measurement points

A지점은 HA빌딩의 정면과 좌측면을 바라보면서 M빌딩의 건물의 정면과 D타워의 상층부가 바라보이는 지점이다. B지점은 D타워의 두면이 보이고, M빌딩과 HA빌딩의 건물정면과 우측면의 일부가 보이는 지점이다. 또한, 측정점에서 대상건물의 표면휘도와 주변 옥외광고물의 휘도를 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

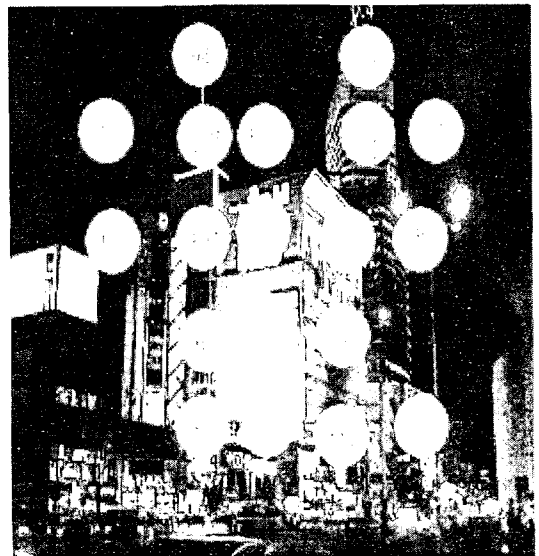


그림 12. A지점에서의 휘도측정값  
Fig. 12. Luminance of building facades from point A

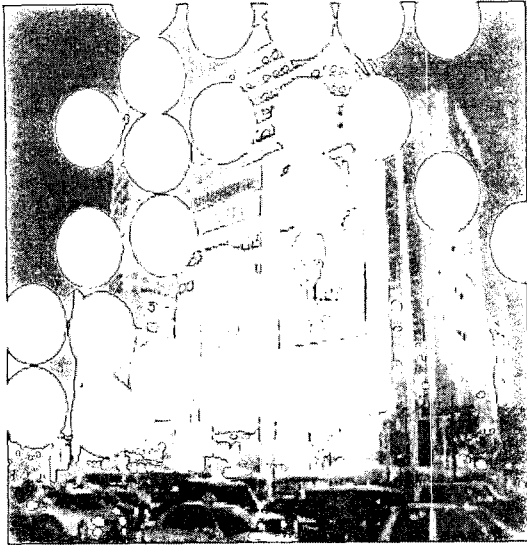


그림 13. B지점에서의 휘도측정값  
Fig. 13. Luminance of building facades from point B

A지점에서 건물표면의 휘도를 측정된 결과, 투광 조명을 직접적으로 받는 면은 조사대상 3건물 모두 CIE기준인 25[cd/m<sup>2</sup>]보다 높게 나타났다. 즉, HA빌딩의 좌측벽은 79.2[cd/m<sup>2</sup>], 전면 상층부는 29.7[cd/m<sup>2</sup>]로 나타났으며, M빌딩의 쇼핑용건물 전면부는 68.3[cd/m<sup>2</sup>]로 나타났다.

B지점에서 건물표면의 휘도를 측정된 결과, 투광 조명을 직접받는 면은 CIE기준인 25[cd/m<sup>2</sup>]보다 높게 나타났다. D타워의 쇼핑용부분 전면부는 28.5[cd/m<sup>2</sup>]로 나타났으며, M빌딩의 쇼핑부분 전면부는 77.8[cd/m<sup>2</sup>]로 나타났다.

이러한 값은 상업용부분을 강조하기위한 상향투광조명으로 인한 것으로 사려된다. 즉, 아직까지 광공해에 대한 고려없이 건물의 인지성을 위해 상업용부분의 조명을 지나치게 강조한 것으로 보인다.

주변 옥외광고물조명의 경우, 내용과 색이 수시로 변하는 점멸방식의 조명으로 되어있어 반복되는 조명에 대해 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. 광고물표면의 휘도값은 130~450[cd/m<sup>2</sup>]로 나타났으며 이 측정값은 CIE기준값은 1,000[cd/m<sup>2</sup>]과 비교했을 경우 1/10~1/2정도로 낮아 광공해의 발생이 없는 것으로 분석되었다.

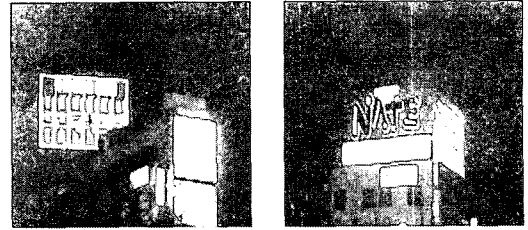


그림 14. 주변의 옥외광고물  
Fig. 14. Advertising signs surfaces

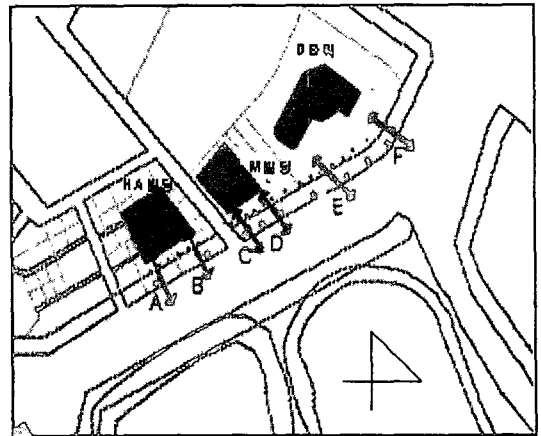


그림 15. 측정점의 위치도  
Fig. 15. The Location of measurement points

표 12. 경계지점에서의 연직면 조도비  
Table 12. Ratio of vertical illuminance

측정점 \ 측정횟수	1	2	3	평균
A	8.3	7.3	6.9	7.5
B	22.6	11.6	10.8	15.0
C	1.4	2.3	2.1	1.9
D	11.8	12.9	13.8	12.8
E	2.1	1.9	2.6	2.2
F	1.5	1.6	1.6	1.5

### 3.3.3 연직면 조도비

광공해의 양을 측정하기 위해 조사대상 대지를 향하여 대지경계면에서 연직면 조도를 측정된 후 측정 위치로부터 180[°]회전하여 눈높이에서 연직면 조도를 측정하였다. 측정된 연직면 조도의 비율이 1이 남

## 쇼핑용 복합빌딩의 옥외조명으로 인한 광공해발생 실태조사

으면 광공해가 발생한다고 분석하였다[3].

기존의 LRC에서 측정된 기준을 바탕으로 보도를 포함한 각 건물의 대지경계의 양 끝 2점에서 측정하였다. 총 측정점은 6개이며 3회씩 측정하여 평균 연직면조도비를 계산하였다. 측정결과는 표 12와 같이 연직면조도비가 1.4~22.6으로 나타났다. 즉, 모든 지점에서 연직면조도의 비율값은 1보다 높게 나타나 광공해의 발생을 초래하는것으로 분석되었다. A지점은 옆의 저층 상가건물조명의 영향으로 조도비가 높게 나타났다. 특히, B와 D지점의 값이 높은 것은 건물 앞 대지에 옥외무대를 설치하여, 여기에 조명을 한 것 때문이다.

### 4. 결 론

야간의 쇼핑활동이 활발히 일어나는 동대문 상업 지역의 쇼핑용 복합빌딩을 대상으로 옥외조명의 광공해 실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 조사대상건물 전면 보행도로의 수평면조도값이 cut-off된 조명기구를 설치한 보행도로의 수평면조도값은 CIE기준값에 비해 3배정도 높았다. 이는 과도한 조도로서 조명에너지를 낭비하는 요인이 될 수 있다. 또한, 부분적으로는 cut-off형 조명기구를 사용한 곳도 있지만 non-cut-off형 조명기구를 설치하여 천공부분에 광공해를 유발시키는 보행도도 다수 있는 것으로 나타나, 적절한 행정지도가 필요한 것으로 나타났다.

2) 조사대상건물은 업무용과 쇼핑용이 공존하는 복합건물로서 쇼핑용부분에 옥외조명을 주로 설치하였다. 업무용부분의 건물표면 휘도값은 CIE기준에 비해 낮았으나, 쇼핑용부분의 건물표면 휘도값은 CIE기준값에 비해 2배정도 높게 나타났다. 또한, 보행도부분의 연직면조도비가 모든 측정점에서 기준값보다 높게 나타나 보행자들에게 광공해를 발생시키는 것으로 나타났다. 이는 쇼핑용 상업건물이 광고효과를 위하여 과도한 조명을 하고 있기 때문이라 할 수 있다.

3) 국내의 옥외조명은 도입단계에 있으며, 아직 광공해에 관한 인식과 선행연구의 부족으로 조명디자인 단계에서 이를 고려하지 않고 설계를 하고 있

다. 따라서 광공해에 대한 심리량 평가와 더불어 학술적인 연구뿐만 아니라 국내실정에 적합한 기준이 조속히 마련되어야 할 것이다.

이 연구는 경희대학교 연구박사 연구비에 의해 수행되었음.

### References

- [1] M. Serephanoglu Sozen, T. Bostanci, City Beautification and Use of Efficient Energy, International Lighting Congress Proceedings, ISTANBUL 2001, Vol.1, p263~265, 2001.
- [2] Guide on the Limitation of the Effects of Obstrusive Light From Outdoor Lighting Installations, CIE TC 5, p10~13, 2000.
- [3] P.R. Boyce, C.M. Hunter, and S.L. Vasconez, "An Evaluation of Three Types of Gas Station Canopy Lighting", LRCRPT,NY 12180-3352, 2001.
- [4] 日本 環境廳, 光害對策ガイドライン, p27~46, 1998.
- [5] Hitoshi Nakanishi, Outdoor Lighting which Considers the environmental preservation, J. Illum. Engng. Inst. Jpn, Vol.84 No.9, 2000.
- [6] Shigemi Uchida, Outdoor Decorative Illumination and Light Pollution, J. Illum. Engng. Inst. Jpn, Vol.86 No.4, 2000.
- [7] Guidance Notes for the Reduction of Light Pollution, ILE, 2000.
- [8] Light Trespass and Light Pollution, Street and Area Lighting Conference, IESNA, 2000.
- [8] <http://www.darksky.org>.
- [9] <http://www.cie.co.at>.
- [10] <http://www.e-lamp.co.kr>.

### ◆ 저자소개 ◆

#### 안현태 (安鉉台)

1964년 11월 18일생. 1987년 경희대학교 건축공학과 졸업. 1990년 Washington State University 건축대학원 졸업(Ms.Arch). 2000년 경희대학교 건축공학과 졸업(박사). 2001년~2003년 경희대학교 산학협력기술연구원 연구박사. 현재 2004년 경희대학교 토목건축공학부 겸임교수.  
Tel.(031)202-8181. email : ahnpark2@kornet.net

#### 김정태 (金正泰)

1953년 1월 18일생. 1977년 연세대학교 건축공학과 졸업. 같은 대학에서 1979년 공학석사, 1985년 공학박사 학위를 취득. 1986~1987년 영국 캠브리지대학교 박사 후 연구원. 현재 경희대학교 건축공학과 교수 겸 채광조명시스템연구센터(과학기술부 국가지정연구실)센터장.  
Tel.(031)201-2539. email : jtkim@khu.ac.kr