

가로등 · 보안등 · 공원등에 의한 빛공해 방지를 위한 설치 · 관리 권고기준

유성식 <강원대학교 대학원 BIT의료융합학 박사>

1 서론

한국에서 빛을 공해의 발생원으로 인식하기 시작한 시점은 오랜 기간이 지나지 않았으나 국외에서는 오래 전부터 빛을 공해의 대상으로 인식하고 빛공해를 줄이기 위한 다양한 정책 · 제도를 추진해왔다.

2000년도에 들어서 국내에서도 빛공해에 대한 관심이 증가하면서 다양한 연구들이 수행되었으며, 이를 바탕으로 『인공조명에 의한 빛공해 방지법』이 2012년에 제정되었고 2013년 2월부터 시행되었다.

『인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행령』 제2조에서 규정하는 ‘조명기구의 범위’에 해당되는 조명기구는 법의 적용 대상이 되며, 조명시설의 설치 시점부터 유지보수 단계에 이르기까지 옥외조명 시설에 의해 발생하는 빛공해를 방지하기 위한 조치가 이루어져야 한다.

『인공조명에 의한 빛공해 방지법』이 국가차원에서 법령을 통해 빛공해를 관리하는 기반을 마련했다는 점에서 큰 의미를 가지고 있지만 기존에 설치되어있는 조명기구에 대한 관리, 조명기구 제조회사들의 빛공해에 대한 이해도와 기술력, 빛공해 측정 방법 등 즉시 적용되는 것에는 어려움이 존재하였다. 이에 따라 빛공해의 측정방법을 정의하는 ‘빛

공해 공정시험기준’이 2013년 5월 제정 · 시행되었고, 시행령 제2조에서 정의하는 보안등 · 공원등(2013년 12월), 가로등(2014년 11월), 광고조명(2014년 11월)에 대한 설치 · 관리 기준을 환경부에서 고시하였고 장식조명은 현재 연구를 진행 중이다.

설치 · 관리 권고기준의 경우 고시 후 3년의 유예기간을 가지고 있어 현재 조명기구의 교체를 수행한다거나 사용금지가 이루어지지 않았지만 기준에 대한 충분한 이해를 통해 혼란을 방지해 나가는 과정이 필요하다.

본 해설에서는 인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행령 제2조 1호인 ‘안전하고 원활한 야간활동을 위하여 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 공간을 비추는 발광기구 및 부착장치’에 속하는 가로등, 보안등, 공원등에 의한 빛공해 방지를 위한 설치 · 관리 권고기준에 대해 논하고자 한다.

2 본론

2.1 설치 · 관리 기준의 필요성

가로등, 보안등, 공원등은 도로, 보행자길, 공원

녹지를 이동하는 운전자와 보행자의 안전한 통행과 안전, 범죄의 예방을 확보하는 것을 최우선의 목적으로 하므로 지표면뿐만 아니라, 이용자의 몸통, 주변 사물 등 해당 높이에 위치한 수직면상에 대해서도 일정 밝기를 확보해야 한다. 이를 위해, 높은 위치에서 공간을 조명하는 것이 일반적인 설치 형태이기 때문에, 침입광 및 이용자 시야에 대한 글레어 발생을 통제하는데 어려움을 겪게 된다. 또한, 설치 위치와 배광 형태가 적절하지 못한 경우 조명시설 인근 주거지 또는 농경지 등에 침입광이 발생하여 거주자의 생활과 농작물의 생육에 악영향을 미치게 된다.

‘빛공해 방지법’ 시행규칙의 ‘빛방사허용기준’에서는 ‘보안등, 공원등, 가로등에서 방사된 빛을 주거지 창문면에서 연직면 조도 측정하여 기준을 초과하지 않는 것을 규제 대상으로 하고 있다. 하지만, 사전 관리가 아닌 사후 관리라는 한계점이 있고, 구체적으로 침입광 발생을 방지하기 위한 대안은 부족하며, 산란광과 글레어에 대한 고려가 없다.

조명기구의 설치가 이뤄진 후에는 문제가 발견된다 하더라도 설치를 변경하기 어렵고, 변경하는 경우에는 매우 큰 비용이 소요된다는 점에서, 설치·관리 기준을 통해 설계 시에 적절한 배광을 갖는 가로등을 선택하고 정밀한 조명설계 및 설치를 통해 사전관리가 이루어지도록 하는 것과 유지·관리를 적절히 수행하

는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

가로등·보안등·공원등은 소유와 관리를 대부분 공공기관 또는 지자체에서 담당하는 공적조명의 영역이므로 설치·관리 기준이 적용되기에 적합한 특징을 가지고 있다고 할 수 있다.

그러나 빛공해를 발생시키지 않기 위한 조명기구의 선정과 설치·관리 기준을 규정하는 것은 쉽지 않은 일이다. 동일한 조명기구라 하더라도 설치 방법에 따라 빛공해의 발생원으로 작용할 수 있으며, 조명 본연의 목적을 달성하기 위해 규정된 관련 기준들도 고려되어야 하기 때문이다.

보안등과 공원등은 KS 조도기준(KS A 3011), 도로조명기준(KS A 3701)에서 제안하는 조도를 만족하도록 설치되어야 하며, 가로등은 도로조명기준(KS A 3701)과 설치 및 유지관리에 관한 지침(도로 안전시설 설치 및 관리지침, 국토교통부)에서 도로의 이용자에게 대한 안전과 시인성 확보의 관점에서 제시된 규정들을 만족하도록 설치되어야 한다.

권고기준은 이전부터 적용되고 있는 유관 기준들과의 호환성을 검토하고, 현재 시설되어 있는 조명기구에 대한 실태조사와 연구를 바탕으로 빛공해를 방지하기 위해 조명시설의 설계 시점부터 유지보수 단계에 이르기까지 광고조명과 도로조명 시설에 의해 발생하는 빛공해를 방지하기 위한 조치들을 다루고 있다.



그림1. 가로등(좌), 보안등(중), 공원등(우)에 의한 침입광 발생

2.2 설치·관리 권고기준의 기본 원칙

빛공해 방지를 위한 설치·관리 권고기준의 기본 원칙은 옥외조명에 의한 대표적인 빛공해 유형인 산란광, 침입광, 글레어의 저감이다.

2.2.1 산란광 저감

산란광은 조명기구에서 나온 빛이 직접 또는 반사되어 하늘로 향하여 발생하는 현상으로, 빛방사허용기준에 정의되어 있지는 않지만 해외의 빛공해 기준은 대부분 산란광 저감에 대한 내용을 포함하고 있을 정도로 빛공해의 큰 비중을 차지하고 있다. 이에 따라, 기준에서는 설치된 조명기구에서 되도록 수직각 90도 이상으로의 상향광이 발생하지 않도록 권고하고 있다.

2.2.2 침입광 저감

침입광은 조명기구 주변에 설치된 건물, 경작지 등에 불필요한 빛이 비춰져 거주자의 수면장애나 농작물의 성장저하 등의 문제를 일으키는 현상으로 빛공해 민원의 주된 원인이며 빛방사허용기준에서 주거지 연직면 조도로 제한하고 있다. 기준에서는 조명기구가 설치된 주변에 주거지 등 조명시설의 영향을 받는 대상이 위치하는 경우, 조명기구로 인하여 과도한 침입광이 발생하지 않도록 권고하고 있다.

2.2.3 글레어 저감

글레어는 시야 내에 높은 휘도나 큰 휘도대비가 주어지는 경우에 발생하는 시지각적 장애현상으로 기준에서는 시각적 인지능력 저하를 일으키는 불능글레어를 의미한다. 조명기구로부터 방사된 빛이 되도록 도로이용자의 시각능력 저하를 일으키지 않도록 권고하고 있다.

2.3 설치기준

설치기준은 빛공해 사전관리의 핵심이 되는 부분으로 설치장소, 조명기구 선정, 설치방법에 대한 내용을 다루고 있다.

2.3.1 설치장소

가로등·보안등·공원등의 설치장소는 보안등 및 공원등의 설치 장소는 차량의 교통 및 보행자 통행의 안전, 범죄의 예방을 위하여 필요하다고 인정되는 장소로써, 빛공해방지법 시행령 제2조 제1호에 따른 조명기구가 설치되는 장소로 도로, 보행자길, 공원녹지를 의미한다. 세부적인 설치장소 기준은 도로 관리 기관 및 지방자치단체의 기준, 지침, 조례를 따라야 한다.

2.3.2 조명기구 선정

조명시설의 설치 계획 단계에서 조명 제공에 의한



그림2. 산란광(좌), 침입광(중), 글레어(우) 발생

안전성 확보 및 빛공해 방지를 위하여 빛공해 방지기준을 확인하고 조명기구 선정과정에 참고하도록 하고 있다.

KS규격(KS C 8000, KS C 8010, KS C 7658)에 명시된 배광 측정 방법에 의해 얻어진 공인시험기관 배광 측정데이터를 사용하여 조도계산, 상향광 등급, 컷오프 분류를 실시한다.

제조회사에서 데이터를 수정하는 것을 막아 측정데이터의 신뢰성을 확보하기 위해 공인시험기관의 배광 측정데이터를 사용해야 한다.

1) 상향광 등급(U등급) - 산란광 저감

조명기구에 대한 배광 측정데이터로부터 조명기구의 수직각 90°~100° 사이(UL)의 상향광속, 수직각 100° 이상(UH)에 대한 상향광속을 계산하여 표1의 UL, UH 조건을 모두 만족하는 상향광 등급을 해당 조명기구의 U등급으로 선정한다.

선정된 U등급을 바탕으로 조명환경관리구역에 따라 표2와 같이 적용 가능한 조명기구를 구분한다. 조명환경관리구역 번호보다 1이상 작은 U등급의 조명기구를 해당지역에 사용할 수 있음을 의미한다.

표 1. 상향광 등급(U등급)별 최대 광속

수직각별 광속 구분	상향광 등급별 최대 광속 [lm]					
	U0	U1	U2	U3	U4	U5
수직각 100° 이상의 상향광(UH)	0	10	50	500	1,000	>1,000
수직각 90°~100°의 상향광(UL)	0	10	50	500	1,000	>1,000

표 2. 상향광 등급

구분	조명환경관리구역			
	제1종	제2종	제3종	제4종
최대 허용 상향광 등급(U등급)	U0	U1	U2	U3

2) 주거지 연직면 조도 계산 - 침입광 저감

(1) 조명기구 설치위치, 건물의 창문위치를 알고 있는 경우

조명기구로부터의 침입광 발생을 방지하기 위하여, 실제 적용하려는 조명기구의 설치위치와 주변 건물의 창문위치에 따라 창면에 대한 연직면 조도계산을 실시하고, 이때 창문에서의 계산된 조도의 최댓값이 표3의 주거지 연직면 조도기준을 초과하지 않아야 한다. 연직면 조도는 조명기구의 설치시점에서 최대가 되므로 초기 설치 상황을 의미하는 조명률인 1.0을 적용해야 한다. 계산은 조명환경에 대한 계산이 가능한 소프트웨어(Relux, DIALux, AGI32 등)를 사용할 수 있다.

표 3. 주거지 연직면 조도기준(인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행규칙)

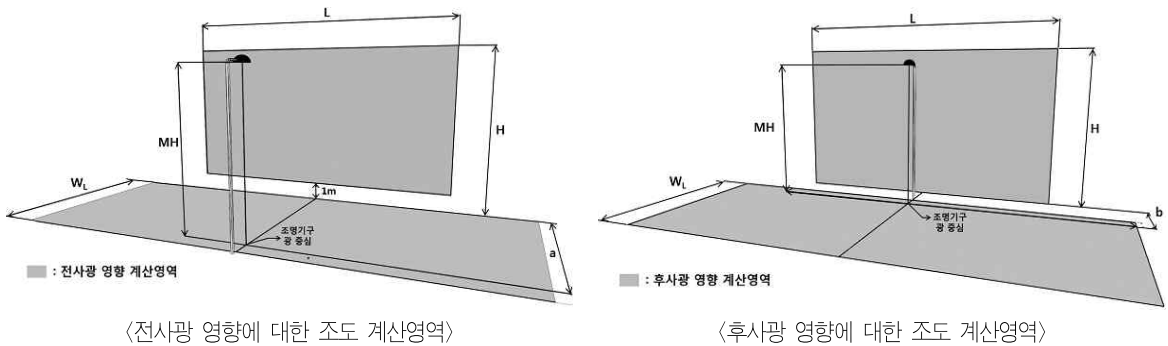
측정기준	구분	적용시간	기준값	주거지 조명환경관리구역				단위
				제1종	제2종	제3종	제4종	
주거지 연직면 조도*		해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분	최댓값	10 이하		25 이하	lx (lm/m²)	

* 주거지 연직면 조도는 해당 조명기구로부터 방사되는 빛에 의한 「건축법 시행령」 제3조 의4에 따른 단독주택 또는 공동주택의 창면에서의 연직면 조도를 말한다.

(2) 조명기구 설치장소의 도로 폭만 알고 있는 경우

설치장소의 도로 폭은 알려져 있으나 창문의 위치를 일일이 지정하기 어려운 경우 아래의 절차(설치·관리 기준 부록2)에 따른 계산을 실시하여 결과가 빛방사허용기준을 만족하는 조명기구를 선택해야 한다.

아래의 절차에서 주거지 연직면 조도 계산 영역의 위치와 크기는 가로등과 보안등·공원등 간에 설치높이와 도로구조가 다르기 때문에 차이가 존재한다. 조도 계산영역의 크기는 어떠한 조명기구에 대해 계산하더라도 최대조도점이 영역 내에 존재하는 크기이며, 계산영역 내 계산점의 간격은 신뢰성의 확보를 위해 가로 0.2m, 세로 0.2m가 되도록 배열한다. 조명



WL : 도로 폭(m) / MH : 설치 높이(m) / L : 조도 계산 영역 길이(=16m) / H : 조도 계산 영역 높이(=MH+1)
 a : 조명기구 광중심으로부터 전사광 조도 계산 영역까지의 거리(m)
 b : 조명기구 광중심으로부터 후사광 조도 계산 영역까지의 거리(m)

그림 4. 전사광, 후사광 조도 계산영역의 위치

기구와 계산면의 배치와 관련된 정확한 형태는 그림4를 참조하면 이해가 쉬울 것이다.

계산의 결과로 특정 도로에 조명기구가 설치될 때, 설치높이에 따라 주거지 연직면 조도가 만족되는지 여부를 확인할 수 있다.

① 가로등

가로등의 설치높이는 KS 기준에 따라 8, 10, 12m로 설정하며, 계산영역의 폭은 설치높이(MH)×2, 높이는 설치높이(MH)+1로 설정한다. 전사광 계산면은 전방도로 끝에 수직으로 위치하며, 후사광 계산면은 보행자 도로를 고려하여 후방 3m지

점에 수직으로 위치한다.

② 보안등·공원등

보안등·공원등의 설치높이는 KS 기준에 따라 4, 5, 6m으로 설정하며 계산영역의 폭은 (설치높이×2), 높이는 (설치높이 + 1)로 설정한다. 전사광 계산면은 전방도로 끝에 수직으로 위치하며, 후사광 계산면은 보행자 도로를 고려하여 후방 1m지점에 수직으로 위치한다.

3) 컷오프 분류 - 글레어 저감

글레어방지를 위하여 측정된 조명기구의 배광특성

표 4. 가로등의 주거지 연직면 조도 계산 영역

구분	설치높이	계산영역의 크기	연직면 계산영역의 위치
전사광에 의한 영향*	조명기구 설계상 설치높이 또는 8, 10, 12m	길이(L) × 높이(H)*** (L = 설치높이×2) (H = 설치높이+1)	실제 창면이 위치하는 벽파의 수직거리 지점 또는 보도를 포함하는 조명기구 전방 도로 끝(바닥면으로부터 1m 높이)
후사광에 의한 영향**	(KS C 7658:2011 LED 가로등 및 보안등기구 참고)		실제 창면이 위치하는 벽파의 수직거리 지점 또는 보도를 포함하는 조명기구 후방 최소 3m

* 후사광에 의한 영향을 계산하는 영역은 조명기구 설치 위치 후방 3m 지점부터 도로 길이방향으로 세워진 가상의 연직면으로 한다.
 ** 전사광에 의한 영향을 계산하는 영역은 조명기구 설치 위치 전방 도로의 끝부분에 도로 길이방향으로 세워진 가상의 연직면으로 한다.
 *** 조도 계산 영역의 높이(H)는 조명기구 설치높이(MH)보다 1m 높도록 설정한다.

표 5. 보안등·공원등의 주거지 연직면 조도 계산 영역

구 분	설치높이	계산영역의 크기	연직면 계산영역의 위치
전사광에 의한 영향*	조명기구 설계상 설치높이 또는 4, 5, 6m	길이 16m(L) × 높이(H)*** (H = 설치높이+1m)	실제 창면이 위치하는 벽과의 수직거리 지점 또는 조명기구 전방 도로 끝(바닥면으로부터 1m 높이)
후사광에 의한 영향**	(KS C 7658:2011 LED 가로등 및 보안등기구 참고)		실제 창면이 위치하는 벽과의 수직거리 지점 또는 조명기구 후방 최소 1m
<p>* 전사광에 의한 영향을 계산하는 영역은 조명기구 광 중심을 기준으로 전방 도로의 끝 부분에 도로와 수직 방향으로 세워진 가상의 연직면으로 한다. 단, 계산 영역은 바닥면으로부터 높이 1m 떨어진 지점부터 시작되도록 하며, 조명기구의 설치 구역 내에 반치하 공간 등 바닥면과 가까운 위치에 창문이 위치하는 공간이 존재하는 경우에는 바닥면과 동일한 높이부터 계산 영역이 시작되도록 한다.</p> <p>** 후사광에 의한 영향을 계산하는 영역은 조명기구 암의 길이, 등주 위치 및 도로 구조를 고려하여 조명기구 광 중심을 기준으로 후방 최소 1m 지점에 도로와 수직 방향으로 위치하도록 한다.</p> <p>*** 조도 계산 영역의 높이(H)는 조명기구 설치높이(MH)보다 1m 높도록 설정한다.</p>			

이 컷오프형 분류 이상인 조명기구를 사용해야 한다. 컷오프형 조명기구는 조명기구 배광 분포상의 수직각 90도에서 발생하는 1,000lm당 광도가 25cd 이하인 조명기구이다. 수직각 80도에서의 광도는 1,000lm 당 100cd 이하로 제한되며, 풀 컷오프형보다는 수직각 90도 방향 또는 그 이상의 광도 제한을 다소 완화된 배광이다.

표 6. 조명기구의 컷오프 분류

단위 : cd/1,000lm

영역	종류	풀 컷오프	컷오프	세미 컷오프
수직각 80°		100	100	200
수직각 90°		0	25	50
주) 각 광도 값들은 광원 광속의 1,000 lm 당 광도값(cd)으로 계산				

3.3 설치방법

조명기구들은 등주에 시설하는 방식을 기본으로 하며, 필요시 전주 등의 구조물에 부착하는 등의 다른 방식을 적용할 수 있다.

가로등 설치 시의 경사각도는 원칙적으로 0도가 되도록 하지만(KS A 3701:2007 도로조명기준 - 경

사각도는 0°~5° 사이로 규정) 부득이하게 경사각을 주어 설치하는 경우에는 조도계산에도 예정된 경사각을 적용하여 조도를 계산하여야 한다. 보안등은 경사각을 주는 경우 경사각을 반영하여 계산을 실시해야 하며, 추가로 경사각 적용에 의해 산란광 및 글레어의 발생이 예상되는 경우에는 이를 제어할 수 있는 별도의 장치를 부착하여야 한다.

2.4 유지관리 기준

설치된 조명기구에서 발생할 수 있는 빛공해를 지속적으로 관리하기 위한 기준항목이다. 가로등·보안등·가로등의 경우 일반적으로 지자체 또는 기관에서 유지보수 담당자를 임명하여 관리하므로 담당자의 업무를 설명하고 있다.

- 1) 확인 항목 : 조명시설의 설계 시부터 관리 단계까지 빛공해(산란광, 침입광, 글레어)의 발생 여부를 확인함.
- 2) 측정 : 침입광 관련 민원이 제기되거나 설치환경이 변화하여 침입광의 발생이 예상되는 경우, 침입광 발생 지점에 대하여 '빛공해 공정시험기준'의 '주거지 연직면 조도 측정방법'에 따라 주거지 창면에 대한 연직면 조도 측정을 실시하여

‘빛방사허용기준’ 만족여부를 확인함.

3) 사후 조치 : 설치된 조명기구에 의하여 주거지 연직면 조도기준을 초과하는 경우에는 설치높이 및 설치방향의 조정, 경사각의 조정, 조명기구 글로브 및 렌즈 등에 대한 도색, 차광판 설치 등의 조치를 취함. 개선 후에는 재측정을 실시하여 사후 조치에 의한 개선 여부 및 새로운 문제의 발생 여부를 확인함.

4) 조명의 측정 및 기록

설치가 완료된 직후에 선정된 가로등에 대한 성능 데이터와 함께 빛공해 관련 항목(상향광 등급, 조도계산 결과, 컷오프 분류 등급)을 기록함. 조명기구 설치 후 민원이 발생하거나, 빛공해 발생이 확인되는 구역은 확인 및 측정을 실시하고 측정값 및 사후조치에 의한 개선 결과를 기록

5) 도로조명의 운영(가로등만 해당)

도로 교통에 큰 영향을 주지 않는 범위 내에서 소비전력 및 빛공해 발생을 줄이기 위해 감광 등의 조절방법을 통하여 조명의 밝기를 조절할 수 있다. 조절 대상과 밝기의 정도, 조절 방법 등은 ‘도로안전시설 설치 및 관리지침-조명시설 편’을 따른다.

이 항목은 빛공해와 직접적으로 연관은 없으나, 최근 LED 도로조명 보급의 증가에 더불어 디밍제어를 적용하기 위해 추가되어 있는 항목이다.

3. 결 론

빛공해 방지를 위한 가로등·보안등·공원등 설치·관리 권고기준은 빛공해관리단계를 설치 후 측정·관리에서 사전관리로 이동시킴으로써 효율적으로 빛공해를 관리할 수 있도록 하는 한 단계 발전된 형태의 기준이다.

추가적인 규제로 보여 약간의 반발이 있을 수 있으

나, 기존 KS에서 규정하는 배광측정에 의해 얻어진 데이터만을 활용하므로 추가적인 비용이 소요되지 않는다.

현재 국내의 기술력과 적용상의 혼란을 방지하기 위해 권고기준의 형태로 되어있으며 유예기간이 있으나 향후 빛공해 관리의 기반이 되는 기준이므로 많은 조명관계자들이 이해와 관심이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 조명기구 설치관리 기준 개발 및 적용 연구(2013) - 환경부.
- [2] 광고조명 및 가로등 설치 관리 기준 개발 및 적용 연구(2014) - 환경부.
- [3] 빛공해 실태조사 및 표준화 연구(2011) - 지식경제부 기술 표준원.
- [4] 빛공해 방지 종합계획(2014~2018) - 환경부.
- [5] 야간조명으로 인한 생태계 영향 평가방안에 관한 연구 - 이상범, 한국환경정책·평가연구원.

◇ 저 자 소 개 ◇



유성식(劉聖植)

2012년 강원대학교 전기전자공학과 졸업.
2014년 동 대학원 전기전자공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 BIT의료융합학 박사과정.