

# 빛공해 방지 대책을 위한 기존 보안등기구의 차광판 설치 효과 연구

(Research on Effect of Installing light shield of Existing Security Lights for Preventive Measures for Light Pollution)

한승훈\* · 구진회\*\* · 이윤경\*\*

(Seung-Hun Han · Jin-Hoi Gu · Yoon-Gyeong Lee)

## Abstract

As issues on light pollution is being raised recently, movements to prevent light pollution is being implemented by each local government, such as by enforcing the Light Pollution Act from February 2013, in order to require compliance with the light-emitting permission level of existing lighting facilities. However, despite the regulations, no specific measures on products are being prepared. Thus, this Research has designed a light shield as a measure to minimize the burden of the effectiveness and time required for development and the burden of the cost necessary to re-install existing light facilities in its entirety and reviewed the effect of the measure through the BUG ratings.

Key Words : Light pollution, BUG Ratings, Light Shield

## 1. 서 론

산업과 기술의 급속한 발전과 더불어 인간에 의해 발생된 필요이상의 빛에 의한 공해를 빛공해라고 정

의하며, 빛에 의한 밤하늘의 영향·눈부심·침입광 등이 이에 속한다. 빛공해는 인체 및 생태계에 영향을 미치며 천체관측을 방해하고, 천공광은 에너지 낭비의 요인이 되고 있다. 최근 이러한 빛공해에 대한 문제가 제기되면서 2013년 2월 「인공조명에 의한 빛공해 방지법」이 시행되어 기존 조명시설에 대해 5년의 유예기간을 부여하여 빛방사 허용기준을 준수하도록 하는 등 빛공해 방지를 위한 움직임이 지자체별로 진행되고 있으나 규정만 있고 제품에 대한 구체적인 대안이 마련되어 있지 않고 있다. 특히 당장 시설교체가 어려운 주택가나 보행공간에 설치되어 있는 보안등의 경우 광학적 특성을 고려하지 않고 시설된 경우가 대부분으로 빛에 의한 주거침입, 눈부심 유발 등에 의한 민원이 끊이지 않고 있는 실정이다. 기존 보안등의 광학적 문제점에 따른 대안

\* 주저자 : (주)아이라이트 조명연구소 대리  
\*\* 교신저자 : 국립환경과학원 공업연구소  
(주)아이라이트 조명연구소 주임  
\* Main author : ILIGHT Co., Ltd. Lighting Institute Assistant manager  
\*\* Corresponding author : National Institute of Environmental Research, Senior Researcher  
ILIGHT Co., Ltd. Lighting Institute Manager  
Tel : 02-511-4835, Fax : 02-511-9840  
E-mail : ilight2000@daum.net  
접수일자 : 2013년 11월 14일  
1차심사 : 2013년 11월 23일  
심사완료 : 2014년 1월 15일

이 필요한 현 상황에서 기존에 이미 설치된 조명기구를 전면 재설치하는 데 필요한 비용부담 및 개발 시간 소요, 실효성 문제 등에 따른 부담을 최소화할 수 있는 대응책으로서 차광판에 대한 실효성 검토가 요구되었다. 본 연구에서는 광학설계프로그램인 TracePro7.3을 이용하여 차광판을 설계하였으며, 국내에는 아직 제품규정에 대한 기준이 없어 조명기구 분류가 제시되어 있는 북미조명학회(IESNA)의 BUG등급을 적용하여 차광판 형태에 따른 효과를 검토하였다.

검토대상은 가장 범용적인 보안등기구 4가지 타입을 선별하여 배광측정을 하고, 측정된 배광을 기준으로 설치 및 설계방향을 정한 후, TracePro7.3을 이용하여 기구별로 차광효과를 높일 수 있도록 5가지 유형으로 차광판을 설계하여 BUG등급 변화를 검토하였다.

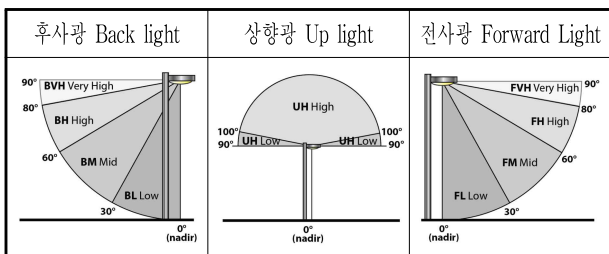
## 2. 국·내외 관련기준

### 2.1 국외 기준

2.1.1 북미조명학회(Illuminating Engineering Society of North America, IESNA) TM(Technical Memorandum)-15-11: BUG등급(Backlight, Uplight and Glare Ratings)

IESNA의 조명기구 분류 시스템으로 BUG등급, 즉 후사광, 상향광, glare에 따라 조명기구를 등급화하여 규제하고 있다.

표 1. 조명기구 분류시스템  
Table 1. Luminaire Classification System(LCS)



2.1.2 국제다크스카이협회(International Dark-Sky Association : IDA)+ 북미조명학회(IESNA) -MLO(Model Lighting Ordinance)

MLO는 IDA와 IESNA에 의해 공동으로 개발된 옥외조명 설비지침으로 조명환경관리구역(Lighting Zone)을 5개로 구분하여 야간에 사용가능한 빛의 허용량을 각 구역의 특징에 따라 다르게 적용한다.

표 2. 조명환경 관리구역  
Table 2. LIGHTING ZONES

Zone	Lighting Zones(LZ)	Zoning Considerations
LZ-0	No ambient lighting	자연 보호 구역
LZ-1	Low ambient lighting	교외, 낮은 인구밀도 지역
LZ-2	Moderate ambient lighting	상업 지역, 고밀도 주거 지역
LZ-3	Moderately high ambient lighting	대도시 상업 지역
LZ-4	High ambient lighting	고밀도 상업·산업 지역

침입광 규제를 위한 후사광과 눈부심 등급 최대 허용치를 각 조명환경관리구역에 따라 아래 표과 같이 제시하고 있다.

표 3. 침입광 관리를 위한 후사광, 상향광 및 glare 등급  
Table 3. Maximum Allowable Backlight, Uplight and Glare Ratings

	LZ0	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
Allowed Backlight Rating					
Greater than 2 mounting heights from property line	B1	B3	B4	B5	B5
1 to less than 2 mounting heights from property line and ideally oriented	B1	B2	B3	B4	B4
0.5 to 1 mounting heights from property line and ideally oriented	B0	B1	B2	B3	B3
Less than 0.5 mounting height to property line and properly oriented	B0	B0	B0	B1	B2
Allowed Uplight Rating	U0	U1	U2	U3	U4

	LZ0	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
Allowed % light emission above 90° for street or Area lighting	0%	0%	0%	0%	0%
Allowed Glare Rating	G0	G1	G2	G3	G4
Any luminaire not ideally oriented with 1 to less than 2 mounting heights to any property line of concern	G0	G0	G1	G1	G2
Any luminaire not ideally oriented with 0.5 to 1 mounting heights to any property line of concern	G0	G0	G0	G1	G1
Any luminaire not ideally oriented with less than 0.5 mounting heights to any property line of concern	G0	G0	G0	G0	G1

## 2.2 국내 기준

### 2.2.1 인공조명에 의한 빛공해 방지법의 조명환경관리구역

표 4. 조명환경관리구역 구분  
Table 4. Lighting zones

구분	범 위
제1종	과도한 인공조명이 자연환경에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제2종	과도한 인공조명이 농림수산업의 영위 및 동물·식물의 생장에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제3종	국민의 안전과 편의를 위하여 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 주거생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역
제4종	상업활동을 위하여 일정 수준 이상의 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 쾌적하고 건강한 생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

· 시·도지사는 조명환경관리구역을 지정할 때에는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 용도지역, 토지이용현황, 그 밖에 환경부령으로 정하는 사항을 고려하여야 함.

### 2.2.2 빛방사 허용기준(주거지 연직면 조도 기준)

- 적용대상 조명기구 : 가로등, 보안등, 공원등과 같은 공간조명

표 5. 주거지 연직면 조도기준

Table 5. Vertical Illuminance in a Residential Area

조명환경 관리구역	주거지 연직면 조도 lx(lm/m <sup>2</sup> )	적용시간
제1종	10 이하	해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분
제2종		
제3종		
제4종	25 이하	

· 「건축법 시행령」 제3조의 4에 따른 단독주택 또는 공동주택의 창면에서의 연직면조도 기준

## 2.3 국내·외 관련기준 검토결과

국내에는 가로등, 보안등, 공원등과 같은 공간조명에 대한 빛방사 허용기준만 제시하고 있고 이를 만족하기 위한 제품규정이 없는 실정으로 본 연구에서는 IESNA의 조명기구 분류시스템인 BUG등급과 IDA와 IESNA가 공동으로 개발한 MLO를 기준으로 하여 차광판을 설계하고자 한다.

기구타입별로 설치장소에 따라 조명환경구역을 설정하였으며 A, B TYPE은 상업 지역 및 고밀도 주거 지역의 LZ(Lighting Zone) 2, C TYPE은 오픈 스페이스 공간의 LZ 2, D TYPE은 농어촌 도로변에 많이 설치되므로 LZ 1으로 설정하여 목표기준 만족여부를 평가하였다.

## 3. 차광판 설계

### 3.1 보안등기구 선정

현재 범용적으로 사용되고 있는 보안등기구 4Type을 선별하여 주로 설치되는 장소에 따른 Lighting Zone을 지정하고 그에 따른 BUG등급 기준을 설정하였다.

표 6. 설계기준 적용 검토  
Table 6. Design standard application review

Type	A	B	C	D
이미지				
설치 장소	주택가 골목길		공원, 오픈 스페이스	농어촌 도로변
LZ	LZ-2			LZ-1
BUG	B:4 U:2 G:2			B:3 U:1 G:1

### 3.2 기구에서의 차광판 위치 검토

차광판의 설치위치 검토에 있어 크게 외장형과 내장형으로 구분할 수 있다. 차광판의 경우 제품설계시 검토되어 필요에 따라 적용이 가능하도록 설계된 제품도 있으나 대부분의 조명기구는 이를 고려하고 있지 않아 차광판의 고정방법이 용이하지 않고, 외부에 밴딩으로 고정되는 경우가 대부분으로 경관성 및 눈, 비, 바람에 의한 이탈의 위험성이 증가되며, 2차 사고의 원인이 된다. 따라서 본 설계에서는 내부에 고정되는 방식으로 설계하여 차광판의 설치로 인해 발생할 수 있는 여러 악영향을 최소화하도록 계획하였다.

### 3.3 기구별 차광판 Type에 따른 BUG검토

#### 3.3.1 차광판 설계 과정

차광판 설계는 다음과 같은 순서로 진행하였다.

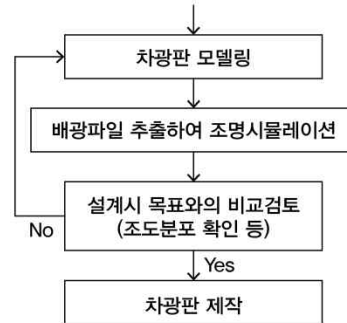
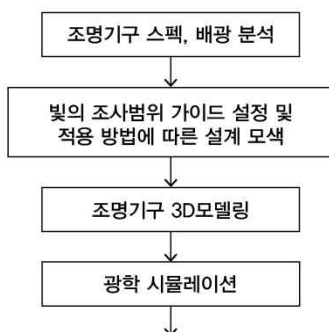


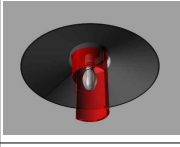
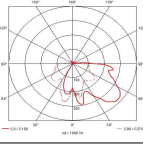
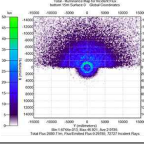
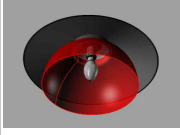
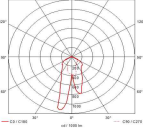
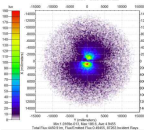
그림 1. 차광판 설계과정  
Fig. 1. Light shield design process

#### 3.3.2 A TYPE

- Lamp : MH 100W
  - Material : 기구헤드-AL, 글로브-PC
  - Size : 500×500×380mm
  - 적용기준 : Lighting Zone2 / B:4 U:2 G:2
- 주택가 및 보도에 보안등으로 많이 적용되어 있으며 Non-Cutoff형 기구로 투명커버를 통해 광원이 그대로 노출되어 글레어 및 상향광이 많이 발생한다.

표 7. A TYPE 차광판 설계  
Table 7. A TYPE Light Shield design

	기구이미지	배광곡선	배광분포	BUG
기준				B:2 U:4 G:3
A-1				B:1 U:3 G:4
A-2				B:1 U:3 G:4
A-3				B:1 U:3 G:4


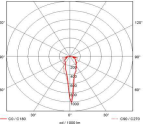
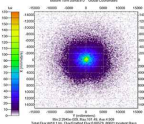
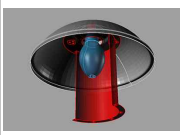
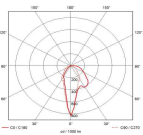
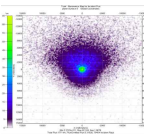
	기구이미지	배광곡선	배광분포	BUG
A-4				B:1 U:3 G:3
A-5				B:3 U:2 G:1

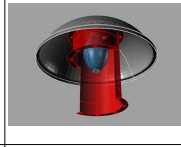
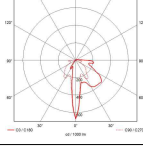
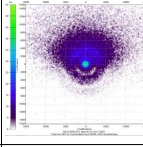
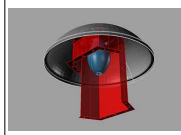
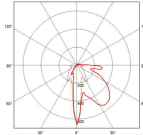
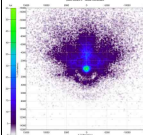

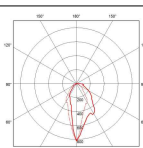
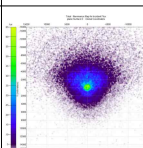

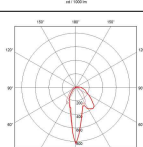
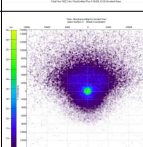
A TYPE 보안등기구는 후사광 제어가 목적으로 차광판에 의해 후사광 등급은 낮출 수 있었으나 그로인해 글레어 등급이 높아졌다. 기존 등기구 상단에 설치된 커비에 의한 상향광 제어효과는 미미하였으며, 글로브 상단을 증착하여 반사판 효과를 준 A-5 유형에서 상향광 등급과 글레어 등급을 낮출 수 있었다.

### 3.3.3 B TYPE

- Lamp : MH 70W
  - Material : 기구헤드-AL, 글로브-PC
  - Size : 320×320×420mm
  - 적용기준 : Lighting Zone2 / B:4 U:2 G:2
- 주택가 및 보도에 보안등으로 많이 적용되어 있는 기구로서 반사판과 글로브의 표면 렌즈로 인하여 좁은 조사각의 배광형상을 가지며 이로 인해 보안등의 실질적 기능이 약화되어 후면에 차광판을 적용하여 후사광은 줄이고 전면과 측면의 조사범위는 확대되도록 설계하였다.

표 8. B TYPE 차광판 설계  
Table 8. B TYPE Light Shield design

	기구이미지	배광곡선	배광분포	BUG
기존				B:2 U:3 G:2
B-1				B:1 U:2 G:1

	기구이미지	배광곡선	배광분포	BUG
B-2				B:1 U:3 G:2
B-3				B:1 U:3 G:2
B-4				B:1 U:2 G:1
B-5				B:1 U:2 G:1

B TYPE 보안등기구는 후사광 및 글레어 제어가 목적으로 차광판으로 제어가 가능하였다. 목표 BUG등급은 B:4 U:2 G:2로 차광판에 의해 B:1 U:2 G:1로 개선하였다. 광원의 전면보다 후면의 차광판 길이를 길게 한 경우 후사광인 B등급은 낮출 수 있으나 상향광인 U등급이 높게 나타났으며, 각이 많은 형태보다 곡면 처리된 차광판에서 빛이 고르게 분포되었다.

### 3.3.4 C TYPE

- Lamp : MH 150W
- Material : 기구외함-AL, 글로브-PC
- Size : 562×562×723mm
- 적용기준 : Lighting Zone2 / B:4 U:2 G:2

공원등으로 많이 사용되는 기구로 기구 내 차광의 목적인 반사루버가 설치되어 있음에도 상향광과 글레어가 많이 발생한다. 공원을 비롯한 오픈스페이스 공간에 적용될 경우를 고려하여 상향광 및 글레어를 제어하고자 하였으며, C-4 TYPE은 공원 주변의 주택가 침입광을 제어하기 위해 후사광을 제어하도록 설계하였다.

표 9. C TYPE 차광판 설계  
Table 9. C TYPE Light Shield design

	기구이미지	배광곡선	배광분포	BUG
기존				B:2 U:5 G:3
C-1				B:2 U:4 G:3
C-2				B:3 U:4 G:3
C-3				B:3 U:4 G:3
C-4				B:1 U:4 G:4
C-5				B:2 U:4 G:1

C TYPE 보안등기구는 상향광 및 글레어 제어가 목적으로 상향광을 제어하기에 어려움이 있었으며 효과가 미미하였다. 목표 BUG등급은 B:4 U:2 G:2였으나 B:2 U:4 G:1로 상향광을 제어하지 못하였다.

### 3.2.5 D TYPE

- Lamp : EL 75W
  - Material : 기구헤드-AL, 글로브-PC
  - Size : 352×680×306mm
  - 적용기준 : Lighting Zone1 / B:3 U:1 G:1
- 농어촌의 도로변에 주로 설치되어 있는 Semi-Cutoff형 기구로 농어촌 도로변에 설치되므로 농작물

성장에 피해를 최소화하기 위해 후사광을 제어하고, 길이방향으로 조사면적을 확대하고자 하였다.

표 10. D TYPE 차광판 설계  
Table 10. D TYPE Light Shield design

	기구이미지	배광곡선	배광분포	BUG
기존				B:1 U:2 G:1
D-1				B:2 U:3 G:2
D-2				B:3 U:1 G:1
D-3				B:2 U:3 G:1
D-4				B:2 U:3 G:2
D-5				B:1 U:3 G:2

D TYPE 보안등기구는 농어촌 도로변에 설치되는 제품으로 상향광을 제어하고 좌우로 넓게 분포될 수 있도록 하였으며 D-2 유형에서 상향광 등급을 낮추어 목표 BUG등급 B:3 U:1 G:1을 만족하였다. 반면 D-5유형과 같이 후사광을 1로 낮출 경우 상향광을 제어하지 못하였다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 빛공해 방지법에 따른 빛방사 허용기

준 만족을 위해 현재 주택이나 공원 등에 많이 시설되어있는 4TYPE의 보안등기구를 선별하여 임시로 설치할 수 있는 5가지 유형의 차광판을 광학설계프로그램인 TracePro7.3으로 설계하여 BUG등급으로 효과를 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

확산형 보안등기구의 후사광 제어를 위해 광원의 후면에 차광판을 설치할 경우 후사광은 낮아지나 상향광인 U등급이나 글레어인 G등급이 높아졌다. 후사광이나 상향광, 글레어 각각의 등급을 기존보다 낮추기 위해서는 하나의 등급만 고려되어서는 안되며, 차광판의 형태에 따른 상호 간섭을 고려해야 하므로 기존 보안등기구에 차광판을 설치하여 목적하는 효과를 얻는 데에는 한계가 있었다. 또한 조명기구에 대한 정확한 스펙이 없고, 실제 조명 기구 내부의 광학 장치가 정확한 설계에 의해 만들어진 것이 아니었기 때문에 설계의 기준이 되는 기본 형상을 정확히 구현하는 것도 한계가 있었다.

본 연구를 통해 설계된 차광판은 기존 보안등의 배광제어를 위한 임시적인 차선책으로서의 효과를 평가하기 위한 것으로서 추후 실제 제작을 통해 차광판 성능검토 및 설치장소별로 빛방사 허용기준 만족여부를 평가하는 등 실효성 검증이 필요할 것으로 판단된다. 또한 보안등 제품 개발 시에는 계획단계에서부터 후사광 및 상향광, 글레어를 고려하여 광학적 성능에 따른 장소별 맞춤 설계가 될 수 있도록 하여야 할 것이며, 제품 개발에 앞서 빛공해 방지법에 따른 빛방사 허용기준에 적합한 제품규정에 대한 근거마련이 시급할 것으로 보인다.

본 연구는 환경부 국립환경과학원 생활환경연구과에서 진행한 「효과적인 배광제어를 위한 차광판 제작」 사업으로 수행된 연구결과입니다.

## References

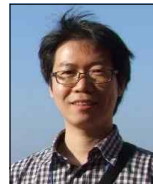
- [1] Act on Prevention on Light Pollution Caused by Artificial Lighting Permissible Light Emitting Level, 2013.
- [2] IDA-IESNA Model Lighting Ordinance(MLO), 2011.
- [3] IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) TM-15 (Technical Memorandum): TM-15-11, 2011.

## ◇ 저자소개 ◇



**한승훈**(韓承勳)

1982년 7월 7일생. 2009년 상명대학교 산업디자인과 졸업. 현재 (주)아이라이트 조명연구소 대리.



**구진회**(具振會)

1977년 3월 13일생. 2002년 인하대학교 자동화공학과 졸업. 2005년 인하대학교 기계공학과 대학원 졸업(석사). 2005년 인하대학교 기계공학과 박사과정. 현재 국립환경과학원 공업연구사.



**이윤경**(李潤暻)

1987년 6월 9일생. 2010년 서울시립대학교 산업디자인학과 졸업. 현재 (주)아이라이트 조명연구소 주임.