

각국의 보행자 조명 관련 기준 및 보행자 조명 설계 요건

김현지 <강원대학교 LED국방융합기술연구센터 연구원>

1 서론

보행자 조명은 보행자, 자전거 이용자를 대상으로 교통안전, 방범의 증진과 경관 및 쾌적성의 향상, 지역의 활성화 등을 목적으로 설치하는 조명으로, 우리나라에서는 고속국도를 제외하고 설계·시공 대상이 되는 도로는 대부분 보행자 도로(또는 자전거 도로)를 포함하고 있으며, 별도의 보행자 도로용 조명을 설치하는 경우와 도로조명으로 보행자 도로를 동시에 조명하는 방식으로 나눌 수 있다.

보행자 조명은 노면 상의 장애물을 주 시대상으로 하여 안전성, 가시성과 환경에 초점을 맞추는 운전자 대상 도로조명과 달리, 접근하는 자동차 등에 대한 주시, 마주 오는 보행자로부터의 안전감 확보, 블래글레어 방지 등 조명 요건에 차이가 있음을 고려

하여야 한다. 그림 1(1)에서 보는 바와 같이 운전자와 보행자의 블래글레어 각도는 다르다는 것을 알 수 있다.

최근 국내에서는 야간의 안전, 보안 등에 대한 관심이 높고 이와 관련하여 보행자 조명의 중요성에 대한 인식도 많아지고 있지만, 보행자용 조명에 관한 기술적 기준은 여러 곳에 산재되어 있고 명확하지 않은 것이 현실이다. 국제적으로는 보행자의 조명요건에 대하여 그 중요성을 인식하고 보행자에 초점을 맞추어 조명환경을 조성하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 각국의 보행자 조명 관련기준들에 대해 분석하여, 시가지에 조성되는 도로에 대하여 '보행자 친화적 조명'을 제공하기 위한 조명 요건 등에 대해 서술하고자 한다.

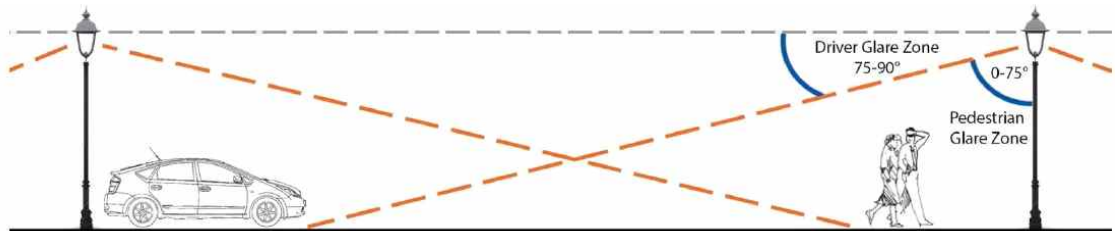


그림 1. 블래글레어(운전자의 글레어 각도 [75~90°]는 보행자의 글레어 각도 [0~75°]와 다름)

2. 각국의 보행자 조명 관련기준

2.1 한 국(2-3)

KS A 3701 도로조명기준에서는 보행자 조명의 요건에 대해 아래 5가지를 제시하고 있다.

- ① 보행자가 보는 노면의 조도가 충분히 밝고, 되도록 일정할 것.
- ② 도로상의 연직면 조도가 충분히 밝고, 서로 간에 보행자를 알아볼 수 있을 것.
- ③ 조명기구의 눈부심이 보행자에게 불쾌감을 주지 않도록 충분히 제한되어 있을 것.
- ④ 광원색이 환경에 적합한 것이며, 그 연색성이 양호한 것일 것.
- ⑤ 조명 시설이 도로 및 그 주변의 경관을 해치지 않는 것일 것.

KS 도로조명 기준(KS A 3701)을 비롯한 보행자 도로의 조도 기준은 보행자 안전인식에 관한 연구결과(주거지역)를 바탕으로 통행량과 지역의 특징(주택지역, 상업지역)에 따라 구분하여 표 1과 같이 규정하고 있다.

이 기준은 주거지역에서 4m 거리에서의 상대방의 동작인식을 할 수 있는 밝기를 기본으로 하여 이를 달성할 수 있는 연직면 조도를 규정하고, 통행량이 많은 경우는 연직면조도를 2배로, 주위 밝기가 밝은 경우(상업지역)는 연직면조도를 4배로 제시하고 있다. 이러한 연직면조도를 제공하는 조명방식에 대한 통상적인 수평면조도를 함께 제시한다. 수평면조도는 연직면조도의 5배로 되어 있다.

KS C 7658:2014의 배광시험 측정 데이터를 기준으로 시뮬레이션한 보행자에 대한 조명기준은 일정 구역에 대하여 표 2와 같이 수평면조도와 균제도를 달성하도록 기준을 제시하고 있다.

표 1. 보행자에 대한 도로 조명의 기준(KS A 3701)

야간 보행자 통행량	지역	조도(lx)	
		수평면조도(a)	연직면조도(b)
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2

(a) 수평면조도는 보도의 노면상 평균 조도
(b) 연직면조도는 보도의 중심선상에서 노면으로부터 1.5m 높이의 도로측과 직각인 연직면상의 최소 조도

표 2. 보행자에 대한 조명의 기준(KS C 7658)

야간 보행자 통행량	지역	조도(lx)	
		수평면조도(a)	균제도
교통량이 많은 도로	주택지역	5	0.15 이상
	상업지역	20	
교통량이 적은 도로	주택지역	3	
	상업지역	10	

2.2 국제조명위원회 CIE[4]

CIE 115:2010에는 보행자구역 및 저속교통구역에 적절한 조명등급인 P등급이 있으며, P조명등급을 결정하는 변수들로 속도, 교통량, 교통의 구성, 주차 차량여부, 주변회도, 면식성 등이 제시되고 있다. 이 등급의 적용은 해당구역의 지형, 교통 및 시간별 환경에 따라 달라지며, 추천 조도 값들은 최소유지조도로서 조명기구의 수명동안 이 값 이하로 떨어지면 안 된다. 또한 이 조도값들은 범죄 위험(crime risk)이 높은 곳에서는 일반적으로 사용된 것 보다 한 단계 또는 더 엄격한 두 단계 높은 등급을 적용해야 한다. 여기에서 한단계 더 높은 등급이란 P4에서 P3로 더 낮은 분류번호를 취급한다는 의미이다.

표 3. 보행자 및 저속 교통구역의 조명등급

조명등급		평균 수평면 조도 (lx)	최소 수평면 조도 (lx)	추가 요구사항 (얼굴인식이 필요한 경우)	
				최소 연직면 조도 (lx)	최소 반원통 조도 (lx)
P1	중요도가 높은 도로	15	3.0	5.0	3.0
P2	보행자, 자전거의 야간 통행이 많음	10	2.0	3.0	2.0
P3	보행자, 자전거의 야간 통행이 중간	7.5	1.5	2.5	1.5
P4	주로 근린지역에 관계된 보행자, 자전거의 야간 통행이 적음	5.0	1.0	1.5	1.0
P5	P4와 동일하나 마을 또는 건축물 특성이 보존되어야 하는 지역	3.0	0.6	1.0	0.6
P6	P5와 동일한 특성을 갖고, 통행량이 매우 작음	2.0	0.4	0.6	0.4

주: 1. 균제도를 확보하기 위해 평균유지조도의 실제 값은 해당 등급에 대해 표시한 값의 1.5배를 초과해서는 안 된다.
2. 연색성이 높으면 안면식별이 보다 용이해진다.

2.3 영 국(5)

영국의 도로조명지침서인 BS 5489-1은 유럽연합의 도로조명기준인 BS EN 13201을 지원하기 위한 가이드와 추천사항으로 내용이 구성되어 있다. 또한, BS 5489-1은 보행자 조명으로 적용되는 조명기구의 광원이 갖는 연색성과 S/P ratio에 대한 내용을 설명하고 있다. 실제 운전자 야간에 도로에서 경험하게 되는 밝기 수준인 Mesopic Vision에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 스펙트럼 분포가 푸른색 계열에 많이 분포된 S/P ratio가 높은 광원을 사용하면 사물에 대한 인식이 개선되어 상대적으로 낮은 조도에서도 동일한 가시성을 가질 수 있다는 결론을 도출하였다.

표 4는 유럽기준을 근거로 하여 제정된 영국 표준 (BS EN 13201 - 2:2003)의 도로조명 요건을 나타낸다. 쇼핑거리처럼 혼잡한 지역과 복잡한 도로 또는 범죄위험지역의 경우 기준보다 높은 레벨의 휘도를 종종 적용한다.

표 4. 보행자를 위한 도로조명 요건

조명등급	수평면 조도 (lx)	
	평균조도	최소조도
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	-	-

Note: S Class 적용 장소는 CIE115(표 3)의 P등급과 동일하다.

2.4 미 국(6)

표 5는 북미조명학회(IESNA)에서 제정한 기준으로 보행자 공간에 필요한 수평면조도, 균제도, 연직면조도의 추천값을 제시하고 있다.

보행자 통행량이 많은 지역(HIGH)은 상업지역과 같은 야간 보행자 활동이 매우 높은 곳으로, 보행자의 가시성을 증가시키는 시스템을 제공하는 것이 중요하다.

다. 중간지역(MEDIUM)은 보통정도의 야간보행자 활동을 가지며, 도서관이나 레크리에이션센터와 같은 커뮤니티시설과 관계가 있다. 주거지역(LOW)의 조명시스템은 운전자와 보행자 모두 환경, 장애물 발견, 다른 보행자 식별, 광고판 읽기, 주요 지형지물 인식을 하는 것이 필요하다.

표 5. 보행자도로를 위한 유지조도

보행자 통행량	분류	E_{avg} (lux)	EV_{min} (lux)	E_{avg}/E_{min}^*
HIGH	탈것과 보행자가 혼합	20.0	10.0	4.0
	보행자만	10.0	5.0	4.0
MEDIUM	보행자 지역	5.0	2.0	4.0
LOW	중밀도 주거지역	4.0	1.0	4.0
	저밀도 주거지역	3.0	0.8	6.0
	시골지역	2.0	0.6	10.0

E_{avg} - 보도의 최소평균 수평면유지조도
 E_{min} - 보도의 최소수평면조도
 EV_{min} - 보도면 위로 1.5m 높이의 최소연직면조도
 *Horizontal only

2.5 일본

2.5.1 JIS Z 9111-1988 도로조명기준(7)

일본공업규격 도로조명기준 내용은 한국 KS A 3701과 동일하며, 보행자에 대한 거리조명 기준을 표 6과 같이 제시하고 있다.

보행자가 사용하는 도로에 유지해야 하는 조도는, 야간의 보행자 통행량, 지역 및 장소에 따라 표 6에 표시한 값 이상으로 한다. 그러나 자전거 주차장의 조도는, 교통 양이 많은 도로에 준한다. 조명 방식은 폴 조명 방식을 원칙으로 하지만, 도로의 구조 및 교통 상황 등에 따라 구조물 설치 조명 방식을 사용 또는 병용해도 좋다. 조명은 원칙적으로 부착 높이 4m 이상, 보도 폭의 1.0배 이상으로 하며,

배열은 편측 배열로 한다.

표 6. 보행자에 대한 거리 조명의 기준치

야간의 보행자 통행량	지 역	조도(lx)	
		수평면조도	연직면조도
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2

2.5.2 (사)일본조명학회, JIEC-006 보행자를 위한 옥외 공공조명기준, 1994(8)

일본조명학회에서 제시한 JIEC-006(표 7)에서는 조명에 관한 연구 결과와 국제적인 동향을 고려하여 추천조도를 규정하고, 표 8에 나타난 (사)일본방범설비협회에 의한 연구결과와 더불어 보행자 도로 등의 "사용현황"(주로 야간에 보행자 통행의 다수로 보면 됨)에 따른 안전상 필요한 조도의 값을 규정하고 있다.

(사)일본 방범설비협회 "방법조명 가이드"는 표 8을 참고하여 연직면조도를 규정하고 있다. 보행자 조명은, 보도의 중심선상 노면 위에서 1.5m높이의 연직면조도가 1lx인 경우 4m 앞에 있는 사람 얼굴의 윤곽이 나타나는 수준이며, 보행자가 도로 위의 정보를 대부분 시인할 수 있는 밝기를 확보할 수 있다고 밝혔다. 연직면조도 0.5lx는 4m 앞에 있는 사람의 행동·자세 등을 알 수 있는 수준이며, 보행자가 도로와 도로 주변의 모습, 사람이나 장애물의 유무 및 장소, 기타 도로 정보를 대체로 시인할 수 있는 밝기를 확보한다.

(사)일본조명학회 기술지침 "보행자를 위한 옥외공공조명기준"[표 9]에서는, 상대방과의 거리에 따라 그 보이는 방식의 관계를 참고하여 연직면조도를 제시하고 있다. 연직면조도는 사람 얼굴의 위치를 기준

표 7. 보행자를 위한 노면의 추천 조도

장소의 분류		추천 조도 (lx)	
사용 상황 외	주위의 밝기	수평면조도 (Eh)	반원통면 조도 또는 연직면조도 (Esc) (Ev)
야간 사용이 많음	밝다	20	4
	중간 정도	15	3
	어둡다	10	2
야간 사용이 중간	밝다	10	2
	중간 정도	7.5	1.5
	어둡다	5	1
야간 사용이 적음	밝다	7.5	1.5
	중간 정도	5	1
	어둡다	3	-
계단, 갑작스러운 슬로프	밝다	20	4
	중간 정도	15	3
	어둡다	10	2

비고 1. 수평면조도는 보도의 노면 상의 평균조도로 하고, 균제도(최소/평균) ≥ 0.2로 한다.
 2. 반원통면 조도는 노면 위 1.5m 높이의 도로 축으로 평행한 선에 직행하는 면의 표리, 쌍방향 측정치 가운데 최소치로 한다. 또한 이 값은 다음 식과 같이 연직면조도에서 구해도 된다.

$$E_{sc} \approx \sum_{i=1}^4 E_{vi} / 4 + (E_{v1} - E_{v3}) / \pi$$

여기에 E_{vi} : 서로 직행하는 4 방향의 연직면 조도(제1 방향 및 제3 방향을 도로 축으로 일차시킨다.)
 3. JIS 도로조명 기준과의 정합성을 위해 연직면조도를 병기했다. 연직면조도는 보도 중심선 상에서 노면 위 1.5m 높이의 도로 축으로 직행하는 연직면상의 최소조도로 한다.
 4. 장소 분류는 지역적 및 시간적 특성을 고려한다.

으로 노면상 1.5m를 측정 높이로 하여 도로의 축에 직교하는 연직면상의 최소조도로 규정된다.

표 8. 방법조명의 권장조도

클래스	수평면조도 (평균치)	연직면조도 (최소치)	조명의 효과
A	5 lx	1 lx	4m 앞의 보행자 얼굴을 식별할 수 있다.
B	3 lx	0.5 lx	4m 앞 보행자의 거동 및 자세 등을 알 수 있다.

※ 클래스: 도로 방법상의 중요성이나 보행자 교통량도 많고 적음, 주변 환경의 밝기 등에 따라 클래스A, 클래스B로 구분된다(9).

표 9. 상대방과의 거리와 얼굴 보는 방법(연직면조도)

상대방과의 거리와 그 의미		얼굴이 보이는 방식	
		눈, 입, 코의 위치를 알 수 있다.	누구인지를 알 수 있다.
4m	위험 피해를 방지하는데 필요한 최단거리	1.0 lx	1.8 lx
10m	위험 회피를 여유를 가지고 행할 수 있는 거리	2.1 lx	5.0 lx

3. 보행자 조명 설계 요건

보행자 조명을 설계할 때 중점적인 요건으로 먼저

조도(또는 휘도), 균제도, 얼굴이나 목표물을 보기 위한 연직면조도를 들 수 있다. 광원의 색은 에너지 절감과 감성적인 측면과 관련되며, 글레어는 운전자와 보행자의 불쾌글레어의 각도에 따라 다르며 연령에 따라라도 차이가 있음을 고려해야 한다. 또한 범죄예방과 미관적 측면을 고려해야 하며, 조명기구는 빔공해 방지를 위해 Cutoff(또는 BUG system ratings), 효율성 등에 관한 내용들을 확인할 필요가 있다. 아래 내용은 각각의 보행자 조명 설계시 고려해야 할 요건들에 관한 설명이다.

3.1 조 도

일반적으로 보행자용 조명의 기준으로는 수평면조도, 즉 노면의 조도를 기준치로 취급하고 있다. 지표면에서 수평면조도는 보행자와 관련된 주면(principal surface)에 충분히 조명되었는가를 나타내는 지표로서 도로의 단차나 장애물이 있는 도로 상황을 파악하고, 안전하게 걸을 수 있는 밝기를 목표로 한다. 그 조도 값은 제각각이지만 어떤 기준이라도 1.5lx~20lx의 범위에 있으며, 이 범위에서 보행 공간의 분류에 따른 조도 값이 정해져 있다.

연직면조도는 주로 마주 오는 보행자의 얼굴이나 표정을 시인하는데 필요한 것으로, 특히 범죄가 많은 지역에서는 통행자의 동작과 얼굴 표정을 판단하기 위한 밝기로 규정되어있다. 연직면 조도를 확보하기 위해 직각 70~80°방향으로 강한 빛을 방사하는 배광의 조명기구를 사용하면 눈부심이 증가하게 되며, 폴 설치간격을 짧게 하는 방법으로 연직면 조도를 얻으면 조명기구의 수가 증가하여 비용이 상승하게 되는 문제점이 있다. 적정한 설치간격과 배광의 확인으로 연직면 조도를 확보하는 설계과정이 필요하다.

3.2 광 색

보행자 조명에서는 밝기감 향상에서 오는 안전과

쾌적감은 중요한 요소이므로, 박명시 수준의 색온도 및 연색성 등의 개념을 확립하고, 광원의 적절한 분광분포를 분명히 할 필요가 있다.

영국과 일본에서 범죄예방의 측면에서 청색광을 사용하여 효과를 본 이후, 국내에서도 청색광의 조명을 시범 설치하였다. 그러나 긍정적인 반응과 더불어 주택가 지역에 청색의 조명이 일반거주자들에게 강한 불쾌감을 주고 지역의 분위기 저하라는 부작용도 상당히 발생하였다. 그러나 이 색온도에의 옥외조명에 대해 낮은 조도에서는 불쾌감을 느끼는 경우가 많으며, 구미에서는 옥외라고 하더라도 4,000K 이상의 색온도는 피하려는 경향이 많다. 한편 색온도가 낮으면 LED의 효율은 감소하므로 너무 낮은 색온도도 피하는 것이 좋다.

옥외조명의 연색성에 대하여 KS C 7658:2014에서 LED 가로등 및 보안등기구의 연색평가수를 70 이상으로 하는 것을 기준으로 하고 있는데, 이는 운전자의 시인성을 고려하여 개정전보다 상향한 값이다. 산업통상자원부 제 2014-250호, 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정에서는 색온도 분류와 함께 실외조명(LED 보안등 및 가로등)의 경우 연색성 75 이상으로 제시하고 있다. 서울시 공공기관 LED조명 보급기준(2014)에서도 실외조명기구의 연색성을 75 이상으로 권장하고 있다.

3.3 글레어

광원에서 발생하는 눈부심은 자동차 운전자나 보행자의 시인 장애가 되며, 이로 인해 안전 보행이나 방범에 필요한 시력을 얻을 수 없을 뿐 아니라, 보행자에게 불쾌한 눈부심을 일으키므로 글레어가 적은 적절한 조명기구의 선택이 중요하다.

거주자, 보행자, 혹은 자동차의 운전자가 불쾌한 눈부심을 느끼는 정도는 연령에 따라 다르다. 일반적으로 젊은 층에 비해 고령이 될수록 눈부심을 강하게

느끼므로 조명 설치에 있어서 고풍자에 대한 눈부심 방지를 기준으로 대책을 마련해야 한다.



그림 2. 눈부심은 시야의 어두운 곳에서 섬세하게 볼 수 있는 보행자의 능력을 손상시킨다. 위쪽 사진에서 벽면의 광원이 차폐되지 않아 블능글레어와 블래글레어를 일으키며, 아래쪽 사진에서 광원을 가려줌으로 인해 글레어가 감소되어 문에 서 있는 남자가 보이게 된다.

출처: International Dark-sky Association

3.4 범죄예방 및 미관

최근 도시에서 보행자를 대상으로 범죄가 증가함에 따라 보도 조명에 대한 관심도 높아지고 있으며,

2012년 국토해양부에서 건축물의 범죄예방환경설계 가이드라인[10], 2013년 서울시에서는 범죄예방환경설계 가이드라인[11]이 제정되었다. 이 가이드라인에서는 보행자 조명에 관한 내용들이 포함되어 있다.

보행자 조명의 미관적 측면은 조명기구, 폴 등의 제품디자인 측면과 도로면, 건물 등의 빛의 패턴이나 주변경관 등에 대한 환경디자인 측면 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다.

미관은 지역의 특성과 요구를 반영해야 하기 때문에 각 지자체의 경관심의위원회에서 심의를 하는 것이 바람직하다. 다만 조명기구와 폴에 지역의 상징 등을 반영한 과도한 디자인(예를 들면 지역특산물이나 상징물 등의 디자인)을 추가하거나 차도나 보도 조명 외에 별도 조명을 넣는 것은 지양함이 바람직하다.

3.5 조명기구 선정시 고려사항

조명기구 및 설치방식의 선정이 부적절한 경우에는 필요 조도를 얻기 어려울 뿐만 아니라 보행자에게 불쾌한 느낌을 줄 가능성이 있으며, 방법상의 안전을 해칠 가능성도 있다. 이를 위해 주변환경을 토대로 적절한 조명기구를 선정하고 설치해야 한다.

조명방식은 폴 조명방식을 원칙으로 한다. 다만, 도로의 구조 및 디자인적 측면에서 구조물 설치 조명 방식, 커티너리 조명방식과 볼라드 방식을 사용 또는 병용하여도 좋다.

폴을 세우기 어려운 장소에서는 주위 건축물이나 도로 구조물에 부착하거나 커티너리 선에 매어다는 방식을 사용한다. 볼라드 조명은 건널목이나 계단 등 보행자의 동선에 있어 주의를 촉구하는 장소에 적합하다. 반면, 보도 노면 이외의 부분으로 향하는 빛이 증가하는 경우가 있으므로 적절한 배광을 가진 조명기구를 선정 할 필요가 있다.



그림 3. 폴 조명방식과 블라드 조명방식

조명기구의 설치 높이와 설치 간격은 주로 설계 조도값과 조명기구의 배광 특성에 의해 결정된다 그러나 효율적인 조명과 현존하는 조명기술의 한계 관점에서 폴 조명 방식을 채용하는 경우의 설치 높이는 대

체로 4.0m~10m범위에 분포하고 있으며, 보도 폭을 기준으로 약 1.5배 정도 이상이 바람직하다. 설치 간격은 설치 높이의 4배~5배 정도 이하로 하는 경우가 많다.

광원은 경제성의 관점에서 효율이 높고, 수명이 긴 제품을 선정 할 필요가 있으며, 광색의 차이에 따라 따뜻함이나 차가움 및 눈부심을 느끼기 쉬우므로, 광색과 연색성이 적절한 것을 선정한다.

조명기구의 디자인은 주위 환경과 지역 특성에 맞는 디자인을 검토한다. 최근에는 크기는 다르지만 디자인은 동일하게 하고 도로 조명과 함께 동일한 폴에 설치하는 경우도 많다.

LED로 교체하는 경우 옥외조명 유지를 위한 유지 보수 및 운영 프로그램이 개발되어야 하며, 조명 제어 시스템을 적용하여 심야에 밝기를 조절함으로써 에너지 절약을 도모하는 것이 바람직하다.

4. 결 론

보행자 조명은 야간 보행시 교통안전, 방법의 증진 및 쾌적성의 향상 등을 목적으로 야간 보행자의 통행량, 지역 및 설치장소의 특성에 따라 설치되어야 한다.

따라서 본 고에서는 한국을 비롯한 CIE, 영국, 미국, 일본의 보행자 조명관련기준에 대해 분석하고, 보행자 조명 설계시 고려할 사항으로 수평면조도, 연직면조도, 광색, 글레어, 범죄예방 측면, 미관적 측면에 관해 서술하였다. 또한 보행자 조명기구 선정시 조명 방식, 조명기구 설치높이와 설치간격, 조명기구의 디자인 및 사용광원에 관해 살펴보았다.

향후 보행자 조명에 관한 다양한 연구 즉, 박명시(mesopic vision)와 관련된 에너지절감 뿐만 아니라 심리적인 연구, 노인에게 취약한 글레어 측면이나 LED 교체 및 신설시 적용할 수 있는 다양한 연구들이 진행되리라 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] U. S. Department of Energy, Pedestrian Friendly Outdoor Lighting, 2013.
- [2] KS A 3701:2014-도로조명기준, 국가기술표준원, 2014.
- [3] KS C 7658:2014-LED 가로등 및 보안등기구, 국가기술표준원, 2014.
- [4] CIE 115:2010, Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, 2010.
- [5] British Standards Institute, Road lighting part 2: Performance requirements, BS EN 13201-2:2003, London, UK, 2003.
- [6] ANSI/IES RP-8-14 Roadway Lighting, 2014.
- [7] JIS Z 9111, 일본공업규격 도로조명기준, 1988.
- [8] (사)일본조명학회, JIEC-006 보행자를 위한 옥외 공공조명기준, 1994.
- [9] (사)일본방범설비협회<방법등에 관한 조사연구 보고서>, 1992.
- [10] 국토해양부, 건축물의 범죄예방환경설계 가이드라인, 2012.
- [11] 서울시, 범죄예방환경설계(CPTED) 가이드라인, 2013.
- [12] R. H. Simons and A. R. Bean, Lighting Engineering Applied calculations, 2001.
- [13] S Fotios and T Goodman, Proposed UK guidance for lighting in residential roads, Lighting Research and Technology, 2012;44:69-83.

◇ 저 자 소 개 ◇



김현지(金玆志)

1968년 6월 8일생. 1994년 8월 영남대학교 실내환경설계 전공 졸업(석사). 2000년 6월 영남대학교 주거환경학 전공 졸업(박사). 2004년 3월~2009년 2월 영남대학교 가족주거학과 객원교수. 2010~2013년 강원대학교 스마트조명 연구센터 연구교수. 현재 영남대학교 자원문제연구소, 강원대학교 LED국방융합기술연구센터 연구원.