

# 건축물 조명환경성능평가를 위한 기초적 연구

(A Fundamental Study on the Performance Assessment of Lighting Environment in Buildings)

박병철\* · 김유신\* · 장준호\*\* · 최안섭\*\*\*

(\*세종대학교 건축공학과 박사과정 · \*\*세종대학교 건축공학과 석사과정 · \*\*\*세종대학교 건축공학과 교수)  
(Byoung-Chul Park · Yu-Sin Kim · Jun-Ho Chang · An-Seop Choi)

## Abstract

Development of performance assessment model of lighting environment is promoting to improve indoor lighting quality. Therefore, the extraction of performance assessment items of lighting environment must precede a model development. This paper analyzes the certification standards on the Green Building for the extraction of assessment items. The purpose of this paper is the extraction of assessment items as fundamental data for the development of performance assessment model of lighting environment.

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 에너지 자원의 고갈과 환경오염 문제가 대두되면서 자연에너지 및 대체에너지의 개발에 대한 관심이 집중되기 시작하였다. 이러한 시대적 요구에 의해 건설산업 전반에 걸쳐 친환경 건축기술, 건축물 에너지절감 기술 등이 주요 관심사로 등장하고 있다.

독일, 일본, 미국 등에서 각각 생태건축, 환경공생주택, 그린빌딩으로 이어져, 현재 영국, 네덜란드, 미국, 일본 등은 자국에서 개발한 평가기준으로 건축물의 환경성능을 평가하고 있다. 우리나라에서는 1997년도에 한국과학재단이 지원한 그린빌딩기술연구회가 발표한 그린빌딩등급인증기준(시안)을 시작으로, 대한주택공사 주택도시연구원과 크레비즈인증원에 의해 각각 개발되어 시험인증이 이루어진 두 인증기준을 2001년 후반에 한국에너지기술연구원이 통합한 주거용 '친환경건축물(그린빌딩) 인증제도'가 2002년 1월부터 시행되었다. 그 후 2003년에는 주거복합 및 업무용 건축물에 관한 인증제도가, 2005년에는 학교시설에 대한 인증제도가 시행되었다[1].

대표적인 국내외 건축물 성능등급을 평가하기 위한 인증제도들은 캐나다의 GBTool(Green Building Assessment Tool) 2005, 미국의 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) Green Building Rating System Version 2.1, 일본의 CASBEE(Comprehensive Assessment System for Building Environmental

Efficiency), 그리고 한국의 친환경건축물 인증기준(GBCC, Green Building Certification Criteria) 등을 들 수 있다.

그러나 이러한 건축물 성능등급 인증기준들의 주된 개념은 건축물의 환경친화성을 증점으로 수립되었기 때문에 조명분야의 경우 건축물 성능등급 인증제도의 분야(실내 환경의 질, 유지관리, 환경오염, 에너지, 혁신성, 재료 및 자원 등)의 세부적인 항목으로 분산되어 평가되고 있는 실정이다. 건축물의 조명설비에 의한 에너지 소비량은 총 에너지 소비량 중 약 30%로 에너지 절약 및 쾌적한 시환경 창출을 위해 반드시 고려되어야 한다.

그러나 현재 건축물 성능등급 인증기준 안의 평가항목으로서 조명분야는 에너지 소비량에 비해 그 비중이 낮다. 따라서 본 연구의 목적은 실내조명환경성능평가를 모델 개발의 기초적 자료를 구축하기 위한 평가항목의 도출이다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 실내조명환경성능평가 모델을 위한 평가항목을 도출하기 위하여 문헌고찰 및 여러 건축물 성능등급 인증제도와 국외 조명환경성능평가 모델을 분류분석하여 조명평가 예비평가항목을 도출하였다. 도출된 항목은 전문가 설문을 통해 시효율, 쾌적도, 에너지, 경제성 등의 영향도 평가항목으로 분석하여 실내조명환경성능평가를 위한 최종평가항목을 도출한다. 다음 그림 1은 연구의 절차를 도식화한 것이다.

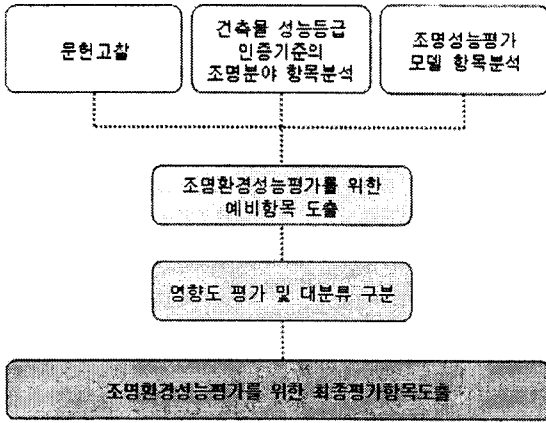


그림 1. 연구의 절차  
Fig. 1. Research procedure

## 2. 예비평가항목 도출

### 2.1 문헌고찰

실내조명환경을 이루는 요소를 파악하기 위하여 조명기구, 조명설계 그리고 고효율 조명기술에 관한 문헌고찰을 통해 항목을 도출하였다[2-4]. 도출된 항목들은 조명분야에 관련된 기본요소로 기구 선정, 배치, 제어 형태 등 조명설계 과정에서 세부적으로 고려되어야 할 사항들이다. 다음 표 1은 문헌고찰을 통해 도출된 조명평가 예비항목이다.

표 1. 조명평가 예비평가항목 (문헌고찰)  
Table 1. Preliminary items of lighting assessment (literature investigation)

구분	예비평가항목
조명의 양	조도, 균제도, 광원의 광속·종류·수명, 조명기구 형태, 조명기구 설치 방식
조명의 질	휘도, 눈부심, 연색성, 색온도, 광공해, 주변환경의 반사율, 재실자의 연령
조명 설계	조명방식(직·간접), 건축화조명, 건축물 용도, 주변환경의 색 및 형태
조명에너지	자연채광 도입여부, 주광 도입여부, 유지 보수율, 조명기구의 효율

### 2.2 국내외 친환경건축물 인증기준

국내의 친환경건축물 인증기준의 간략한 개요와 각각의 세부평가항목 중 조명분야와 연계된 항목을 도출하였다. 다음의 표 2는 GBCC, GBTool2005, LEED2.1, CASBEE의 개요이고 표 3은 각 인증기준의 조명분야와 연계된 세부평가 항목이다.

표 2. 국내외 친환경건축물 인증기준 개요  
Table 2. Index of certificated standard for green building

구분	예비평가항목	
국내	GBCC	-환경부와 건설교통부에 의해 2002년 1월 공동주체로 한 인증기준이 먼저 시행하여 주거복합, 업무용, 학교의 네 가지 용도의 건축물을 대상으로 통합한 인증기준 -최우수, 우수로 2단계 인증
	GBTool2005	-캐나다의 iSBE(The International Initiative for a Sustainable Built Environment)에 의해 개발되었고 4단계(사전디자인, 디자인, 시공, 운영)별로 평가 가능 -점수로 평가(총점 5점, 등급 없음.)
국외	LEED2.1	-미국의 USGBC(U.S.Green Building Council)에 의해 개발되었고 생애주기에 따라 2단계(등록, 완공후 평가)로 평가 -4단계(Certified, Silver, Gold, Platinum) 인증
	CASBEE	-일본의 국토교통성에 의해 개발되어 2단계(사전디자인, 실시설계와 시공완료)로 평가 -2개 부문의 점수를 이용하여 인증평가 전용 프로그램인 BEE(Building Environmental Efficiency)로 점수화하여 평가

표 3. 조명환경 예비평가항목 (친환경건축물 인증기준)  
Table 3. Preliminary items of lighting assessment (certificated standard for green building)

구분	예비평가항목	
국내	GBCC	-일조권 간섭방지 대책 -조명에너지 절약(조명전력밀도) -주광을 이용하면서 현휘를 감소시키기 위한 계획 수립
	GBTool2005	-인접건축물에 의한 광공해(주광 반사) -태양에너지 이용 가능성 -건축물 관리 제어시스템 -비주거공간에서 조명시스템 국무 제어 -세대내 직사일광 시업정도 -비주거 공간의 조도레벨과 질
국외	LEED2.1	-광공해 저감 -조명에너지 계획 -조명시스템과 조절장치의 모니터링 -조명제어구역 설치 규정 -주광률을 고려한 자연채광 시스템
	CASBEE	-일조장애 억제 -주광이용 설비 -광공해 억제 -조명기구의 눈부심 -설계조도 -조명제어 -조도설계에 의한 균제도 -주광제어

### 2.3 조명평가 모델

오스트리아의 조명기구 회사인 Zumtobel사는 에너지 평가 모델인 LENI(Lighting Energy Numeric Indicator)와 인체공학적 조명지표인 ELI(Ergonomic Lighting Indicator)를 사용하고 있다. LENI와 ELI를 살펴보면 다음과 같다[5].

#### (1) LENI

LENI는 에너지 소비 계산 기준으로 Standard EN 15193을 따르고 있다. 열-공조 설비 등과 함께 건물에서 사용되는 총 에너지를 연간 m<sup>2</sup>당 에너지 소비량으로 표현하며 조명에너지에 관한 요소는 제어, 주광이용, 스케줄링 및 고효율 광원으로 설명하고 있다.

#### (2) ELI

ELI는 5가지 기준으로 이루어지고 0~5점으로 나타낸다. ELI는 Standard EN 12464 'Workplace Lighting'을 따르고 있으며 공간의 용도에 따라 다양하게 작용한다. 다음 표 4는 ELI의 평가항목이다.

표 4. ELI 평가항목  
Table 4. Assessment items of ELI

구분	평가항목
Visual performance	-작업면 조도 -눈부심 제어 -연색성 -균제도 -전반조도 -작업면 반사율 제어 등
Appearance	-건축적 컨셉과의 매칭과 향상 -추상적 컨셉 -공간의 인상과 평면적 구조 -조명기구 형태와 배열
Visual Comfort	-눈부심 제어 -Light Colors(광원색) -공간에서 상대적으로 어둡거나 흐릿한 부분 -주위의 불쾌한 반사의 제어 -섬광, 깜빡임 등과 같은 현상 제어 등
Emotion	-풍부한 색채 -컬러와 밝기의 변화 -빛과 색에 의한 자극 -공간의 사용 용도에 적합한 조명 환경 -상징성 -동굴효과와 제어 등
Individuality	-스위치와 디밍에 의한 개별 제어 -조명선의 선택 -개인적인 공간의 영향

### 3. 영향도 평가 및 항목도출

영향도 평가 및 항목도출을 위하여 조명전문가 8명을 대상으로 시효율, 분위기, 쾌적도, 심미성, 에너지, 유지보수, 편의성, 경제성, 건강성, 안정성, 측정가능여부 그리고 기존평가사례여부의 영향도 평가를 위한 12가지 평가지표를 도출하였고, 2.1, 2.2절에서 도출된 예비평가항목과 2.3절에서 도출된 평가항목을 토대로 영향도 평가를 실시하였다. 다음 표 5는 영향도 평가를 위한 평가요소이고 표 6은 실내조명환경성능평가 모델의 평가항목도출을 위한 영향도 평가결과이다.

표 5. 영향도 평가지표  
Table 5. Index of influence assessment of preliminary items

영향도 평가지표	내용
시효율	-얼마나 효율적으로 시지각 작업이 이루어지는지를 나타내는 일반적인 의미로서 대비감도, 시력, 시작업성적을 포함하며 작업의 효율성을 평가하기 위하여 요구
분위기	-생활공간 및 업무공간이 각 활동에 적합한 분위기를 창출하고 있는가의 유무
쾌적도	-재실자의 관점에서 공간에 따른 조명설비가 쾌적한 시환경을 창출하고 있는지를 의미
심미성	-재실자가 느끼는 미적 만족감 및 조명설비와 건물의 요소들 간의 조화를 평가하기 위한 지표
에너지	-최적화된 조명시스템, 고효율 조명기구의 사용 유무 및 자연채광의 유입 등 에너지 절약을 위한 방안이 도입되고 있는지를 평가
유지보수	-조명설비 시스템을 최상의 상태로 유지보수 하기 위한 고려가 이루어졌는지의 여부
편의성	-조명설비 사용상의 편리성
경제성	-초기 설치비용 및 유지보수, 에너지 절감 효과에 따른 운영비용 감소 등 비용과 밀접한 관련성 여부
건강성	-재실자의 건강과 관련성 여부
안전성	-생활 및 작업의 유형에 따른 안전한 시환경의 제공과의 관련성 여부
측정가능여부	-정량적인 지표로서 평가할 수 있는지의 여부
기존평가사례여부	-국내외 선진사례에 평가항목으로 고려가 되었는지의 여부

표 6. 영향도 평가

Table 6. Influence assessment of preliminary items

예비평가항목	영향도 평가요소											
	시효율	분위기	쾌적도	심미성	에너지	유지보수	편의성	경제성	건강성	안전성	측정가능여부	기존평가사례여부
조도	○	-	△	-	○	-	-	○	-	○	○	○
균제도	○	-	○	△	-	-	-	-	-	-	○	○
광원의 광속	△	-	-	-	△	-	-	○	-	-	○	-
광원의 종류	△	-	-	-	△	-	-	-	△	-	○	-
광원의 수명	△	-	-	-	-	-	-	△	-	-	○	-
조명기구의 형태 및 설치 방식	△	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-
휘도	△	-	○	△	-	-	-	-	-	○	△	-
현휘	○	○	○	-	-	-	-	-	○	△	○	○
연색성	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○	○
재실자의 연령	△	-	△	-	-	-	-	-	△	-	△	-
색온도	-	○	-	△	-	-	-	-	-	-	○	-
광공해	○	-	○	△	-	-	-	-	-	△	△	○
공간의 반사율	△	-	△	-	-	-	-	-	-	△	△	-
TAL 조명방식	○	○	○	-	○	△	△	○	-	-	○	-
건축화 조명	-	○	△	○	-	-	-	-	-	-	○	-
조명방식	-	△	△	△	-	-	-	-	-	-	△	-
건축물 용도	△	-	△	-	-	○	-	-	-	-	○	-
공간의 색-형태	-	△	△	△	-	-	-	-	-	-	-	-
제어 방식	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	○	○
자연 채광을 고려한 조명제어	-	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	○
조명 설비의 공간별 융통성	-	-	-	-	△	△	△	△	-	-	△	-
공조 시스템과의 연계	-	-	-	-	△	△	△	△	-	-	△	-
자연채광 장치 여부	-	-	○	-	○	-	-	○	△	-	○	○
조명전력밀도	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	○
주광 도입 여부	-	-	△	-	△	-	-	△	△	-	△	○
유지-보수율	-	-	-	-	△	○	△	△	-	-	○	-
고효율 광원	-	-	-	-	△	-	-	△	-	-	○	○
에너지 절약 설계	-	-	-	-	○	-	-	△	-	-	△	○

\*. ○ : 높음, △ : 보통, - : 낮음

표 6의 영향도 평가 결과를 토대로 10개의 평가항목을 도출하였다. 실내조명환경성능평가 모델 개발 시 가중치 적용과 배점의 용이성을 고려하여 평가항목을 10개로 제한하였고, 10개의 평가항목을 3개의 대분류와 5개의 중분류로 구분하였다. 그 분류는 정량적 요소인 조명의 양, 정성적 요소인 조명의 질-조명설계기법 그리고 경제적 요소인 조명 제어-조명 에너지이다. 다음 표 7은 5가지 실내조명환경성능평가항목이다.

표 7. 도출된 평가항목

Table 7. Assessment items

대분류	중분류	평가항목
정량적 요소	조명의 양	조도
		균제도
정성적 요소	조명의 질	현휘 - 눈부심 연색성
	조명설계기법	TAL 조명방식 건축화 조명
경제적 요소	조명 제어	제어 방식 자연 채광을 고려한 조명제어
		자연채광 장치 여부
	조명 에너지	자연채광 장치 여부 조명전력밀도

#### 4. 결론 및 향후 연구계획

문헌고찰과 국내의 친환경건축물 인증기준 및 조명기구제회사의 조명환경평가지표를 분석하여 실내조명환경성능평가 모델의 기초적 자료가 될 수 있는 예비평가항목을 도출하였다. 도출된 예비평가항목을 조명전문가 8명을 대상으로 영향도 평가를 시행하였다. 영향도 평가는 조명전문가 8명에게 12가지 평가지표를 도출하여 실행하였다. 최종 도출된 평가항목은 향후 실내조명환경성능평가 모델 개발 시 가중치 적용과 배점의 용이성을 고려하여 10개의 항목으로 제한하였고 3개의 대분류와 5개의 중분류로 구성하였다.

이러한 평가항목의 도출은 실내조명환경성능평가 모델 개발 시 평가모델의 신뢰성을 높일 수 있는 기초적인 자료로 활용될 것이다. 향후 연구로 실내조명환경성능평가 모델을 제시함에 있어 평가항목의 평가기준은 에너지와 관련한 정량적인 측면과 인간의 감성 및 신체와 관련된 정성적인 측면이 고려되어야 하고 건축물의 용도 및 공간의 용도에 따라 정량적인 기준이어야 할 것이다. 더 나아가 실외조명환경성능평가 모델과 통합되어 건축물조명환경성능평가 모델의 개발이 이루어진다면 재실자와 사용자에게 경제성과 쾌적성이 도모된 조명환경을 제공할 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았음.

#### 참고 문헌

- (1) 이승민 외 3인, 국내의 친환경건축물 인증기준의 평가항목 비교분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계 제 22권 2호, 2006.2
- (2) 최경호 외 2인, 조명의 이해와 설계, 도서출판태영문화사, 2005.1
- (3) 장우진 외 4인, 고효율 조명기술, 도서출판아진, 2006.3
- (4) IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition, Illuminating Engineering Society of North America, 1993
- (5) www.zumtobel.com