

서울시 사무실 조명 설계 가이드라인 해설(Ⅰ)

김현지(강원대학교 연구교수) · 안길찬(서울시 강북아리수정수센터 파장) · 김 훈(강원대학교 교수)

1 서 론

본 기술해설은 서울특별시에서 의뢰하여 2011년 9월 완료된 『에너지 절감형 LED 실내조명 설계 가이드라인 개발』 기술 용역의 연구 성과인 사무실 조명 설계 가이드라인에 대해 설명한다.

해외에서는 실내조명의 계획, 설계, 평가에 대한 일련의 과정에 적용할 수 있는 표준화된 절차를 지침의 형태로 제공하고 있으며 주기적으로 개정되고 있으나, 국내에서는 KS에 조도기준만 제시되어 있고 설계시 참고할 지침이나 표준이 거의 없는 실정이다.

특히 최근 주목받고 있는 LED조명을 이용하는 실내 조명설계기법이나 평가에 대한 연구가 진행되지 않고 있다.

좋은 조명환경을 조성하는데 일조할 수 있도록 설계과정에서 이용할 수 있는 실내조명설계 가이드라인을 만들어내기 위해서 해외 사무실 조명의 설계 기준을 분석하고, LED조명의 적용에 관한 최신 자료를 분석하여 국내 실정에 맞는 가이드라인을 작성하였다.

2 가이드라인의 주요내용

가이드라인의 주요 구성내용은 다음과 같다.

(1) 실내 조명환경 기준의 고려 인자에는 색, 조도, 글레어, 휘도분포, 에너지절감, VDT 조명, 조명의 방식에 따른 분류, 기구의 배광분포에 따른 분류에 관해 상세히 설명하였다.

(2) LED 조명의 적용에서는 최근의 동향과 LED를 일반조명에 적용할 때의 유의사항들을 제시하였다.

(3) 각 실별 조명설계에서는 사무실 조명설계 기준표를 제시하고, 영역별 조명기준을 실별 특징과 시작업, 바람직한 조명환경 규정, 광원의 선정, 조명방식과 기구의 선택으로 나누어 설명하였다.

(4) 조명설계과정에서 고려되는 요인으로 조명기구의 정보, 공간의 정보 그리고 조명률과 보수율을 포함하는 조도계산, 배광측정 표시법, 공간전체의 전력사용량에 대한 허용기준, 조명설계를 바탕으로 시간에 따른 비용에 관한 경제성 평가까지 포함한다.

본 해설에서는 해외 사무실(실내) 조명의 설계기준을 분석하고 (2)의 내용을 중심으로 서술하며, 가이드라인 해설Ⅱ에서는 (3), (4)의 내용을 포함하여 설명한다.

3. 해외 사무실(실내) 조명의 설계기준 분석

3.1 “American National Standard Practice for Office Lighting”, ANSI/IESNA RP-1-04

미국의 가이드라인은 2004년 IESNA에서 최근의 연구와 기술적인 문제뿐만 아니라 생산적이고 쾌적한 환경과 디자인 요소까지 추가하여 현실적인 정보를 제공하고자 만들어졌다.

이 가이드라인의 구성은 시각환경(색채, 휘도차, 불쾌글레어, 인공조명과 주광), 시각적 작업시 고려할 사항(사무실에서 작업 가시성에 영향을 미치는 요소, 조명의 질, 조명의 양, 조도 선택 절차, 추천조도), 작업조명, 사무실 조명의 심리적 효과, 인간공학과 에너지 고려사항, 조명디자인 고려사항(조명디자인 과정, 조명디자인 접근방법), 특정한 장소의 조명디자인 문제, 사무실에서의 VDT, 비상등, 유지관리 등에 대한 내용으로 이루어져 있다.

미국 가이드라인의 내용상 특징은 다음과 같다.

(1) 조명디자인 기준들의 내용 - 공간과 조명기구의 보임, 색 보임(색 대조), 주광의 조화와 제어, 직접 글레어, 플리커, 균제도, 실표면의 휘도, 얼굴과 물체의 모델링, 흥미로움, 반사글레어, 그림자, 광원/작업/눈구조, 표면 특성, 제어와 변화 가능한 시스템, 수평면 조도, 연직면 조도로 설정해 두고 있다.

예를 들면 표 1에서 조명설계자가 VDT를 집중적으로 사용하는 Open plan office를 계획할 경우 직접 글레어, 실표면의 휘도, 반사글레어, 수평면 조도, 연직면 조도의 디자인 이슈들은 매우 중요한(very important) 요소로 설계시 계획되어야 한다는 것을 보여주고 있다.

(2) 특정 장소의 분류 - 개방형 사무실, 개인 사무실, 회의실, 비디오 회의실, 제도실, 그래픽 제작실, 접견실, 자료실, 화장실, 공공장소 등으로 구성되어

있다.

(3) 조명디자인 기준들은 수치화가 되어 있지 않고 중요도(매우 중요, 중요, 약간 중요, 중요하지 않음)로 표시하여 조명설계시 정확한 기준으로 설정하기 어렵다.

3.2 일본 조명학회의 “사무실 조명설계기술지침” JIEG-008

1983년에 만들어진 ‘사무소 조명기준’은 ‘오피스 조명기준’ 1992년 판으로 나왔지만 오피스 조명기준 개정 검토위원회에 의해 또다시 검토되어 2002년판으로서 나오게 되었다. ‘오피스 조명기준’ 2002년 판의 개정 내용은 1992년 판의 발행 이후 에너지 절약 법률의 개정, 고주파 점등 전용 형광램프의 보급, 자연광 병용조명시스템의 보급 등을 반영하여 상황에 맞게 개정하였으며, 실무자가 활용하기 쉽도록 설계 가이드적인 측면의 내용을 보완하였다.

지침서의 내용구성은 크게 조명기준과 조명설계의 요점으로 구성되어 있다.

(1) 조명기준의 내용은 조도기준(수평면 조도, 조도의 균제도, 조도의 연속성, 연직면 조도), 글레어(불쾌글레어, 반사글레어, 광막반사), 연색성, 모델링, 실내 반사율과 휘도분포, 플리커, 조명기준표로 구성되어 있다.

(2) 조명설계의 요점의 내용은 실의 종류를 4영역으로 구분하고, 영역별로 해당되는 각 실들을 분류하여 조명설계의 요점을 제시하고 있다.

① 사무실 조명 기준표의 영역은 업무 영역(사무실, VDT전용실, 그 외 작업실), 커뮤니케이션 영역(회의실, 접수로비, 라운지), 리프레시 영역(식당, 트레이닝룸, 아트리움), 커뮤니티 영역(화장실, 서고, 창고, 통로, 전기실, 기계실)의 4영역으로 구분하였다.

② 영역별 조명기준은 각 실별 광원의 선정과 조명

표 1. “American National Standard Practice for Office Lighting”에서 조명디자인 가이드의 일부

INTERIOR LOCATIONS AND TASKS	Very Important										Important					Somewhat Important					Blank = Not important or not applicable				
	Design Issues	Appearance of Space and Luminaires	Color Appearance (incl. Color Contrast)	Dimming/Integration and Controls	Direct Glare	Flicker and Strobe	Light Distribution on Task Plane (Uniformity)	Luminance of Room Surfaces	Masking of Faces or Objects	Punctures of Interest	Reflected Glare	Shadows	Source/Task/Eye Geometry	Staircase/Receptor Highlights	Surface Characteristics	System Control and Flexibility	Special Considerations	None on Special Considerations	Humidity (Moisture)	Category or Value (day ²)	Humaneity (Metric)	Category or Value (day ²)	Notes on Illuminance - see end of section	Reference Chapter(s)	
Accounting (see Offices)																								Ch. 11	
Conference Rooms																									Ch. 11
Meeting																									
Critical seeing (refer to task)																									
Video conference																									
Corridors (see Service Spaces)																									
Drafting/Graphic Arts																									
CAD stations only																									
Mixed CAD and paper task																									
Mylar																									
High contrast media																									
Low contrast media																									
Vellum/mylar																									
High contrast																									
Low contrast																									
Overlays																									
Light table																									
Prints																									
Elevators, Freight																									
Elevators, Passenger																									
Emergency Lighting (see Section VI, Emergency, Safety, and Security)																									Ch. 20
Filing (see Offices and Reading)																									Ch. 11
Graphic Design and Material																									
Color selection																									
Charting and mapping																									
Graphics																									
Keylining																									
Layout and artwork																									
Photographs, moderate detail																									
Offices (13)																									Ch. 11
Filing (see Reading)																									
General and private offices (see Reading)																									
Open plan office																									
Intensive VDT use																									
Open plan office																									
Intermittent VDT use																									
Private office																									
Libraries (see Libraries)																									
Lobbies, loungers, and reception areas																									
Mail sorting																									
Copy rooms																									
Reading (14)																									Ch. 11, 12
Copied tasks																									
Microfiche readers																									
Photographs, moderate detail																									
Thermal copy, color																									
Photocopies																									
Photocopiers, 3 rd generation																									
Data processing tasks																									

방식 및 기구의 선택에 관한 내용으로 구성되어 있다. 조명 기준표에 따르면 8가지(수평면 조도, 조도균제 도, 조도 연속성, 연직면 조도, 불쾌글레어, 반사글레어, 광색, 연색성)에 관한 기준을 제시하였다.

3.3 “Lighting of Indoor Work Places”, ISO 8995 : 2002(E) CIE S 008/E-2001

본 표준은 조명에 관한 제반 요소에 대해 국제적으로 단일한 기준이 요구됨에 따라 국제조명위원회(CIE)가 마련한 구체적인 자료이다. 이 CIE 표준은

국제적으로 수용, 합의된 기준으로서 수정 없이 국제 기준으로 인정되었다. 이 국제 표준은 CIE-TC 3-21 및 ISO/TC 159/SC 5와 공동으로 마련되었으며, CIE 29.2-1986을 대체하여 실내 작업장의 조명 요건으로 사용되고 있다. 국내에서는 KS A 3011 조도 기준의 대체 안으로서 채택할 준비 중이며, 본 가이드라인의 조명 설계 기준표의 실내작업이나 활동 유형에 따른 유지조도(Em), 한계 통합글레어등급(UGRL), 평균연색평가수(Ra)는 ISO의 기준을 채택하였다.

(1) 특정 작업장에 필요한 최적 조명시스템이나 기

표 2. "Office 조명설계기술지침"에서 오피스 조명기준표

구분	실의 종류	수평면 조도(x)	조도의 균제도	조도의 연속성	연직면 조도(x)	블래 글레어	반사 글레어	광색	연색성
업무 영역									
	사무실(a)	1500	0.6이상	1:5 이내	150이상	D2, D3	V2, V3	중, 양	80이상
	사무실(b)	750				D2, D3	V2, V3		
	임원실	750				D1, D2	V2, V3	난,중,양	
	설계실·제도실	1500				D2, D3	V2, V3		
	VDT전용실·CAD실	750			100~500	V1, V2	중, 양		
	연수실·자료실	750			D3, D4				
	집중감사실·제어실	750			100~500	D1		V1, V2	
	진찰실	750			200이상	D2, D3			
	조리실	750			D3, D4				
수위실	500	D3, D4							
커뮤니케이션 영역									
	응접실	500	0.6이상	1:5 이내	150이상	D2, D3, D4	난,중,양	80이상	
	임원응접실	500				D1, D2			
	회의코너, 회의실	750				D2, D3			
	임원회의실	750				D1, D2			V2, V3
	TV회의실	750			100~500	D1, D2	V1, V2, V3		중, 양
	프리젠테이션 룸	500			200이상	D2	V1, V2, V3		
	대회의실·강당	750			200이상	D2, D3, D4	난,중,양		
	접수로비	750			200이상	D2			
	라운지	500			D3, D4				
	현관 홀	500			150이상	D2, D3	60이상		
리프्रेस 영역									
	식당·카페테리아	500	0.6이상	1:5 이내		D2	난,중,양	80이상	
	임원식당	500				D1, D2			
	음료실, 휴게코너	150				D2			
	리프्रेस 룸	500				D1, D2			
	트레이닝 룸	500				D3, D4			
아트룸	500	D2, D3	중, 양	60이상					
커뮤니티 영역									
	회장실	500	0.6이상	1:5 이내	150이상	D1, D2	난,중,양	80이상	
	변소, 세면장	300				D2, D3			
	엘리베이터 홀	300				D2	중, 양		
	엘리베이터, 계단, 복도	300				D2, D3			
	임원 복도	200			D1, D2	난,중,양			
	급탕실, 오피스라운지	300			D2, D3	중, 양			
	탈의실	200			D4, D5				
	서고	500			150이상				
	전기실, 기계실	300							
	창고	200							
	숙직실	300							
	현관(포치porch)	150							
실내 비상계단, 차고	75								
정하지 않음									

정하지 않음

비고

- a) 일반적 사무실로서는 사무실 (b)를 선택한다. 섬세한 시작업을 동반하는 경우 및 자연광의 영향에 의해 창밖이 밝고 실내가 어둡게 느껴지는 경우는 (a)를 선택하는 것이 바람직하다.
- b) VDT작업이 행해지는 실의 경우는 블래글레어 규제치보다도 반사글레어 규제치인 V분류의 사용을 우선한다.
- c) 표 안의 0표시는 국부조명이라도 괜찮다.

술의 설계방법에 대한 설명이 아니며, 실내 작업장 그 내부에서 작업자들이 전 근무시간 동안 시각적 업무를 효율적으로 편안하고 안전하게 처리하는데 요구되는 제반조건을 명시한다.

(2) 주요 내용은 조명설계기준, 조명요건의 계획, 확인절차 등으로 구성되어 있다.

(3) 조명설계기준에는 조명환경, 휘도 분포, 조도(추천조도, 조도의 스케일, 인접구역의 조도, 균제도), 글레어(글레어 방지, 불쾌글레어, 광막반사와 반사글레어), 방향성(모델링, 시작업과 방향성 조명), 색 요소(색 보임, 연색성), 주광, 유지보수, 에너지 효율성의 고려, VDT가 설치된 작업장으로 구성되어 있다.

(4) 조명 요건 계획표에는 실내작업이나 활동 유형에 따라 유지 조도(E_m), 한계 통합글레어등급(UGRL), 평균연색평가수(Ra) 등의 기준을 제시하였으며, 비교에는 종합 조도균제도(EO), 상관색 온도(TCP) 등 예외적 특별 적용을 위한 제언과 참조 조항을 명시하였다.

3.4 “Lighting of Work Places-Part 1 : Indoor Work Places”, EN 12464-1 : 2009(E)

이 표준은 2009년 유럽 표준이며, 실내 작업장의 시각적 업무에 필요한 제반조건에 관한 사항으로

표 3. “Lighting of Indoor Work Place”에서 조명요건계획표 중 일부

실내 작업 혹은 활동 유형	$\overline{E_m}$ (lx)	UGRL	Ra	비 고
1. 일반적인 건물 영역				
입구 로비	100	22	60	
라운지	200	22	80	
회랑 및 통로	100	28	40	모든 출입구에는 이행부가 있어야하며 급격한 변화를 피해야 함
계단, 에스컬레이터, 무빙워크	150	25	40	
적하 경사로/경사구역	150	25	40	
구내식당, 매점	200	22	80	
휴게실	100	22	80	
체육실	300	22	80	
휴대품 보관소, 세탁실, 화장실, 욕실	200	25	80	
병실	500	19	80	
진료실	500	16	90	
발전실, 기계실	200	25	60	
우편물실, 배전반	500	19	80	
창고, 비품창고, 냉동창고	100	25	60	계속 사용 시 200(lx)
화물 취급구역	300	25	60	
관리소	150	22	60	계속 사용 시 200(lx)
2. 사무실				
서류정리, 복사, 배포 등	300	19	80	
집필, 타이핑, 읽기, 데이터 처리	500	19	80	VDT 작업의 경우 4.10 참조
기술 제도	750	16	80	
CAD 작업실	500	19	80	VDT 작업의 경우 4.10 참조
회의실	500	19	80	조명이 조절 가능해야 함
접수대(reception desk)	300	22	80	
문서 보관소	300	25	80	

표 4. “Lighting of Work Place-Part 1: Indoor Work Place”에서 조명요건계획표의 일부

Ref. no.	Type of area, task, activity	Em (lx)	UGPL	Uo	Ra	Specific requirements
5.26.1	Filing, copying, etc	300	19	0.4	80	
5.26.2	Writing, typing, reading, data processing	500	19	0.6	80	DSE-work, see 4.11.2.
5.26.3	Technical drawing	750	16	0.7	80	
5.26.4	CAD work stations	500	19	0.6	80	DSE-work, see 4.11.2.
5.26.5	Conference and meeting rooms	500	19	0.6	80	Lighting should be controllable.
5.26.6	Reception desk	300	22	0.6	80	
5.26.7	Archives	200	25	0.4	80	

ISO와 내용이 유사하다. 실내 작업유형이나 활동에 따라 유지조도, 한계 통합글레어등급, 종합 조도균제도, 평균 연색평가지수 등을 제시하였다.

ISO기준의 조명 요건표에는 종합 조도균제도(EO)의 기준이 없는데 반해 EN에서는 기준이 제시되고 있어 본 가이드라인의 종합 조도균제도(EO) 기준은 EN을 채택하였다.

4. LED 조명 사용에 관한 기술자료 및 동향 분석

LED 사용의 증가에 따라 미국 IESNA에서 만든 2010년 LED 조명의 측정, 평가, 선택, 사용에 대한 지침인 “Guideline for the Application of General Illumination(“White”) Light-Emitting Diode(LED) Technologies”와 일본조명학회에서 2011년 특집 “LED조명의 적절한 계획방법”을 주제로 게재한 6편의 기술해설 자료를 참고로 가이드라인에 제시하였다.

4.1 “Guideline for the Application of General Illumination(“White”) Light-Emitting Diode(LED) Technologies”

이 가이드라인에서는 LED의 성능, LED의 특성,

LED 적용에 있어서의 문제점, 적용기구에 따른 LED조명의 고려사항 등에 대해 상세한 설명을 하고 있다.

LED의 성능에서는 LED 조명기구의 광 출력, 광 색의 질, 시스템 효율, 열적 특성과 제품 수명에 대한 내용으로 구성되어 있으며, LED의 특성에서는 특정 조명 용도로서 사용할 때 올바른 선택이 되는지 판단의 근거로 할 수 있는지에 대한 내용으로 색의 균형과 광도를 제어할 수 있는 제어성, 빛을 특정한 방향으로 방출하는 지향성, 크기, 열적인 문제, 내구성, 사용온도가 낮아지면 LED의 성능이 좋아지는 저온에서의 동작특성, 순시점등, 빠른 점멸, 자외선 및 적외선 방사가 거의 없음, 환경적인 장점 등에 대한 내용들을 서술하고 있다.

LED 기술이 많은 설계상의 이점을 가지고 있지만, 효과적인 적용을 위해서는 검토해야 할 많은 문제점을 가지고 있다. 이 가이드라인은 LED 적용에 있어서 문제점인 글레어, 플리커, 색의 균일성, 생산비용, 제품 불량에 대한 내용을 설명하고 있다.

적용기구에 따른 LED조명의 고려사항에서는 실내조명과 실외조명의 응용에 대해 서술하고 있다. 특히 실내에서는 직접/다운라이트, 간접/건축화조명, 월위서, 작업조명, 조절가능한 이동형 조명기구, 가구 부착형 조명, 수직면 조명, 강조 또는 전시 조명, 장식 조명, 고천장 조명에 관한 내용들로 구성되어 있다.

4.2 “LED조명의 적절한 계획방법”

참 고 문 헌

일본조명학회에서 2011년 특집호로 LED 조명의 적절한 계획방법을 주제로 총 6편의 기술해설 자료를 게재하였다. 이는 최근 백열전구의 생산 및 판매 중지와 LED에 대한 인식의 증가로 LED에 관한 계획에서부터 미래의 전망까지 다루고 있다.

본 자료에 게재된 논문은 ‘조명계획의 역할과 사고방식’, ‘LED 조명에 기대되는 에너지절약과 공간설계’, ‘LED 조명에 관한 설계법’, ‘LED 조명제품을 고르는 법’, ‘전구형 LED 램프의 조명효과’, ‘LED 조명의 과제와 이후의 전망’으로 구성되어 있다.

- (1) ANSI/IESNA, “American National Standard Practice for Office Lighting”, RP-1-04, 2004.
- (2) IESNA, Lighting Handbook 9th edition, 11.Office Lighting, 2000.
- (3) 日本照明學會・技術指針, “Office 照明設計技術指針”, JIEG-008, 2002.
- (4) 日本照明學會, Lighting Handbook, 1. Office, 2003.
- (5) ISO 8995:2002(E) CIE S 008/E-2001, “Lighting of Indoor Work Place”, 2002.
- (6) EN 12464-1:2009(E), “Lighting of Work Place-Part 1: Indoor Work Place”, 2009.
- (7) IESNA, “Guideline for the Application of General Illumination (“White”) Light-Emitting Diode(LED) Technologies”, G-2-10, 2010.
- (8) 日本照明學會, 特輯 LED照明的の適切な計劃方法, 2011.

5. 결 론

본 기술해설은 미국 IESNA, 일본 조명학회, ISO, EN의 해외 실내(사무실)조명의 설계기준을 비교 분석하여 국내 실정에 맞는 조명 설계 기준표를 만드는 자료로 사용하였으며, LED에 대한 미국과 일본의 최근 자료를 분석하여 소개하였다.

해외 가이드라인의 기준에는 신평원에 대한 접근은 없었으나, 본 가이드라인은 차세대 저전력소비 광원인 LED 조명을 적용하여 사무실 내의 조명을 설계할 경우의 고려사항을 제시하여 신조명기술의 발전과 에너지 절감 추세를 반영하고 있다.

본 가이드라인의 해설(2)에서는 사무실 각 실별 조명설계방법 및 조명기구의 광학성능표시법, 조명전력 허용기준, 경제성 등에 대한 내용을 서술한다.

◇ 저 자 소 개 ◇



김현지(金玆志)

1968년 5월 18일생. 1994년 8월 영남대 실내환경전공 졸업(석사). 2000년 8월 영남대 주거환경 전공 졸업(박사). 2004년 3월~2009년 2월 영남대학교 객원교수. 현재 강원대학교 스마트 조명연구센터 연구교수.



안길찬(安吉瓊)

1956년 4월 10일생. 1992년 대전공대 전기공학과 졸업. 1985년 서울시 올림픽준비단 올림픽설비담당관 근무. 1991년 서울시 건설안전본부 설비부 근무. 1996년 서울시 내무국 총무과 근무. 현재 서울시 강북아리수정수센터 원수관리과장 재직 중.



김 훈(金 爠)

1958년 8월 6일생. 1981년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업(석사). 1988년 서울대 공대 전기공학과 졸업(박사). 현재 강원대 IT대 전기전자공학부 교수 본 학회 부회장.

감사의 글

이 기술해설은 서울특별시의 지원으로 수행된 “에너지 절감형 LED실내조명 설계 가이드라인 개발 기술용역”의 연구결과에 대해 설명한 것입니다. 서울특별시 맑은 환경본부에 감사드립니다.