특집 : 합리적인 조명환경

# 사무실 조명

여 인 선〈전남대학교 전기공학과 교수〉

전기에너지의 많은 부분이 건물에서 조명용으로 사용되고 있으므로 조명에너지 절감은 주로 사무실 조명의 에너지 절감을 위주로 전개되고 있다. 그러나 하루 생활 중 많은 시간을 보내는 사무실에서는 에너지 절감 외에도 쾌적한 조명환경을 조성하는 것이 생산성 향상 및 건강을 위해 무엇보다도 중요하다. 특히 조명전력 비용에 비해 인건비의 비중이 날로 높아가고 있기 때문에 양질의 조명환경을 조성하는 것은 점차 중요한 과제로 되고 있다. 여기에서 양질의 조명환경이라 함은 공간의 기능에 알맞게 조명되는 환경을 의미하므로, 우선적으로 공간에 대한 조명의 목적을 분명히 할 필요가 있다. 그리고 나서 각 공간에 대한 조명 요건, 그리고 합리적인 조명 방안 등을 살펴 보고자 한다.

## 1. 사무실 조명의 요건[1~3]

### 1.1 사무실 공간에 따른 조명의 목적

일반적으로 조명의 목적은 능률, 안전, 건강을 도모하기 위한 명시성 위주의 조명과, 편안한 분위기 또는 빛에 의한 연출 효과를 노리기 위한 쾌적성 위주의 조명으로 구분할 수 있다. 사무실의 각 공간에

표 1. 각 사무실 공간에 따른 조명의 목적

| 용도 | 유틸리티 공간 | 집무실 | 임원실,회의실 | 식당 | 휴게실 |
|---|---|---|---|---|---|
| 목적(1) | 명시성 | 명시성 중시 | 명시성+쾌적성 | 쾌적성 중시 | 쾌적성 |

주) 1. 일반적인 경우의 예임.

표 2. 명시성 향상을 위한 조명 요건

| 조 명 요 건 | 비 고 |
|---|---|
| 적절한 조도 | 물체의 크기, 휘도대비, 반사율이 적을수록 높은 조도 필요. |
| 적절한 조도균제도 | 시야내에 조도의 차이가 심하면 장시간 작업시 눈의 피로 촉진. |
| 직사 글레어 방지 | 시야내에 휘도가 높은 조명기구 등이 직접 눈에 보이지 않도록 함 |
| 반사 글레어와 광막반사 방지 | VDT작업시의 반사 글레어나, 광택이 있는 종이에 의한 광막반사에 의해 물체의 휘도대비가 떨어져 잘 보이지 않게 됨. |
| 색채의 올바른 보임 | 연색성이 좋은 조명광원을 사용하여 물체색이 올바르게 나타나도록 함. |

표 3. 쾌적성 향상을 위한 조명 요건

| 조 명 요 건 | 비 고 |
|---|---|
| 적절한 수직면 조도 | 실내 전반 분위기 및 사람 얼굴 보임을 좌우하고, VDT작업시 눈의 순응효과에 영향을 주므로 적절한 수직면 조도 확보 필요 |
| 조도의 연속성 | 공간의 이동시 조도가 급변하지 않도록 함 |
| 불쾌 글레어의 방지 | 글레어규제 조명기구 또는 블라인드 설치를 통해 조명기구나 창문으로부터 불쾌글레이를 유발하지 않도록 함. |
| 적절한 광색과 연색성 | 작업의 성격(사용 장소, 작업 시간)에 따라서 광색 및 연색성이 작업성, 밝기, 피로감 등에 미치는 영향을 고려할 필요가 있음 |
| 적절한 휘도 분포 | 시야 내에 휘도 분포가 적절해야 편안한 시각을 이룸 특히 VDT 작업시 작업면에 비해 천장/벽의 휘도가 너무 낮지 않도록 유의. |
| 입체감, 질감의 표현 | 사람의 얼굴 표정 및 물체의 입체감 및 질감이 잘 나타나도록 함 |
| 인공광과 주광의 조화 | 창가의 주광조명 및 아트리움에서의 주광 도입시 조도의 분할, 빛의 방향, 광색의 조화 등을 고려. |

있어서 조명의 목적은 공간의 기능 또는 역할에 따라 달라지게 된다. 대표적인 공간에 있어서 일반적인 조명의 목적은 다음 표 1과 같다.

### 1.2. 조명의 요건

앞에서 언급한 것처럼 양질의 조명환경을 이루기 위해서는 각 공간의 기능에 알맞도록 명시성 또는 쾌적성을 적절히 조화있게 향상시키기 위한 조명 요건이 요구된다. 각 조명의 목적을 효과적으로 달성하기 위한 조명 요건을 다음 표 2에 정리하였다.

## 2. VDT 작업 조명

### 2.1 VDT 작업 조명 요건

최근의 사무실에서 필수적인 VDT 작업을 위한 쾌적한 조명 요건으로는,

(1) 원고 독취 및 키보드 조작이 쉽도록 작업면에 적정 조도를 공급할 것.

(2) VDT 화면에 고휘도의 조명기구 및 창의 영상이 반사되지 않도록 함.

(3) 실내 전체에 현저한 명암의 대비가 생기지 않도록 휘도 분포를 적정하게 할 것.

### 2.2 효과적인 VDT 작업 조명을 위한 방안

위와 같은 VDT 화면에 조명기구의 영상이 반사되는 것을 막기 위해 수직각 60~90°의 범위의 조명기구의 휘도를, VDT 종별과 실내의 종류에 따라 제한하되, 이 때 천정면 및 벽면의 상부가 필요 이상으로 어둡게 되지 않도록 한다. 천정이 어두우면 음기가 강해 좋지 못하므로, 이와 같은 경우에는 어퍼라이트 및 월워셔의 병행을 고려한다. VDT 주변의 조명을 VDT 화면을 볼 때와 원고 등을 볼 때 눈의 순응 상태를 거의 같도록 유지함에 따라 순응변화에 따른 피로를 경감할 수 있다.

## 3. 에너지 효율적 조명[4]

### 3.1. 에너지 효율적 조명의 정의

최근의 조명에너지 절약은 에너지 효율적 조명(Energy Efficient Lighting)을 통해서 이루어질 필요가 있는 것으로 이해되고 있다. 에너지 효율적 조명이란 작업자의 조명 환경을 나쁘게 하지 않으면서 조명에너지절감을 달성할 수 있는 조명, 즉 양질의 조명을 의미하여, 경우에 따라서는 조명 환경을 개선시키는 것도 포함한다. 이와 같이 질적 요소인 조명 환경을 배려하게 된 것은, 과거에 단순히 에너지절감에만 초점을 맞추어 작업자의 조명 환경을 무시한 채 조명전력 허용기준을 잘못 적용한 결과, 실내 분위기 침체에 따른 작업 생산성 및 작업자의 건강을 저해하는 경우가 많았음을 인정한 결과이다.

이러한 경향은 조명에너지에 드는 비용보다도 구성원의 인건비가 훨씬 높아감에 따라 더욱 그러하다.

### 3.2. 에너지 효율적 조명을 달성하기 위한 방안

앞에서 살펴 본 양질의 조명 요건과 에너지 절감 요건을 고려하여 에너지 효율적 조명을 달성하기 위한 방안을 정리하였다.

**가. 밝은 실내면**

기존의 조명 설계는 대부분 수평 작업면에 충분한 조도를 공급하는 것에 중점을 두었고, 대체적으로 벽이나 칸막이 등 수직 작업면에 대해서는 소홀히 하였다. 그러나 에너지 효율적 조명의 중요한 원칙 중의 하나는 특히 수직면에 중점을 두면서 모든 실내면을 적절히 조명함으로써 밝은 실내 분위기를 연출하는 것이다. 그 이유는 작업자가 대부분 보게 되고 시작업에 가장 큰 영향을 주게 되는 요소가 바로 실내의 수직면이기 때문이다.

밝은 실내면을 조성하기 위한 방안으로서는, 벽면을 고루 밝게 비추는 월워셔(wall washer), 간접조명 방식(indirect lighting), 직간접 방식(direct/indirect lighting), 코브조명(cove lighting) 등이 있다.

이와 함께, 실내면에서의 반사율은 실내 전반의 휘도 분포에 결정적인 영향을 주기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다. 즉, 밝은 색의 무광택 마감재를 사용함으로써 실내 전반의 분위기를 밝게 하고 눈부심없는 쾌적한 조명환경을 이루도록 한다.

**나. 글레어 억제**

글레어는 효율적인 조명 환경을 해치는 대표적인 요소로서 이것을 유발하는 원인은 아주 다양하다. 그 중 조명시스템과 관련된 글레어는, 대체적으로 부적절한 램프, 반사갓, 루버를 사용하거나, 창문의 차단을 부적절하게 한 것이 많다.

특히 최근 형광램프의 세관화 추세에 따라 많이 사용되고 있는 직경이 가는 형광램프는 기존의 램프에 비해 직경에 반비례하여 휘도가 상승하게 된다. 그 결과 절전형 또는 에너지 절약형 램프는 적절한 등기구와 함께 사용되지 않으면 직접 글레어를 유발할 수 있게 된다. 일례로 T5 형광램프를 들 수 있는데, 이것은 간접조명이나 월워싱 시스템용 반사갓에 적합한 램프이고, 기존의 직접조명 방식의 등기구에는 맞지 않는 램프이다.

**다. 적절한 작업 조명**

조명의 궁극적인 목적은 질적, 양적 측면에서 작업면에 필요한 정도의 조도를 공급하는 데 있다. 작업면에 충분한 조도를 공급하기 위해서 낮은 레벨의 실내 전반조명과 타스크조명을 병행(TAL)하는 경우가 많다. 그러나 타스크조명의 방향을 잘못 향하게 함으로써 비효율적 조명이 되는 경우가 있다. 예를 들면, 책상에서 종종 볼 수 있는 언더캐비닛 조명의 경우, 작업자의 전방에서부터 비춰올 경우는 광막반사를 일으켜 시작업을 방해할 수 있다. 이 때에는 옆쪽에서 비추는 것이 광막반사를 방지하고 그림자도 적게 하는 등 효과적인 조명이 된다. 또 하나의 방안으로서 낮은 광출력의 안정기(low BF)를 사용할 수도 있다. 그러나 무엇보다도 효과적인 것은 관절형 타스크 조명을 사용하는 것이다.

**라. 균일한 배광**

공간 내의 배광 분포에 여러 요소가 영향을 주지만, 특히 특정 조명기구의 배광 특성과 공간의 형상 등의 영향이 크다.

**마. 광질이 좋은 램프 사용**

일반적으로 고조도가 요구되는 곳에는 색온도가 높은 광원을 사용하고, 낮은 조도에서는 색온도가 낮은 광원을 사용한다. 즉, 비교적 작업시간이 짧은 경우 같은 정도의 고연색 형광램프에서는 색온도가 높은 쪽이 낮은 쪽보다 작업성이 우수하고 밝게 느껴지며 피로감을 덜 느끼는 경우가 많다. 반면, 휴식 상태에서는 낮은 조도, 낮은 색온도를 갖는 광원을 선호하는 경향이 있다.

또한, 동일 실내 또는 인접한 장소에 사용하는 전반조명용 광원은 동일 색온도가 요망되고, 사무실 공간에서는 자연광과의 관계로부터 3,500K 이상이 권장된다. 평균연색평가수가 80 이상이 되면 다른 색온도의 광원을 조합한 전반조명도 하등 문제가 없으나 집무실에서는 광색의 위화감이 없도록 한다. 복수의 광원을 이용한 조명은 휴게 공간 및 접수 로비 등에서 행한다.

표 4. 광원의 색온도와 조도의 조합에 따른 실내의 분위기

| 조도 [lx] | 광원색의 느낌 | | |
|---|---|---|---|
| | 따스함 (색온도 3,300K 이하) | 중간 (색온도 3,300~5,000K) | 시원함 (색온도 5,000K 이상) |
| ≤ 500 | 즐겁다 | 중간 | 시원하다 |
| 500 ~ 1,000 | ↑ | ↑ | ↑ |
| 1,000 ~ 2,000 | 자극적 | 즐겁다 | 중간 |
| 2,000 ~ 3,000 | ↓ | ↓ | ↓ |
| ≥ 3,000 | 부자연 | 자극적 | 즐겁다 |

**바. 에너지 효율적인 램프 및 안정기 사용**

최근 형광램프의 세관화 추세와 함께 고효율의 전자식 안정기가 널리 보급되어 사용되고 있다. 또한 일부 자기식 안정기에 있어서도 고효율 제품이 시판되고 있다. 국내 제품의 경우, 저가 제품의 난립에 따라 전자식 안정기의 신뢰성 문제가 여전히 논란거리로 되어 있으나, 미국의 경우, 전자식 안정기의 수명이 자기식 안정기 못지 않는 것으로 알려져 있어서 전자식 안정기 사용을 적극 권장하고 있다. 다만, 전자식 안정기는 민감한 전자 장비가 사용되는 곳에서는 사용하지 않도록 하고 있다. 또한, 인체감지 센서와 함께 인스탄트 스타트형 전자식 안정기를 사용한 경우, 램프의 잦은 점·소등에 따라 램프 수명이 단축되는 등의 단점이 있다. 물론, 이 문제는 시간지연을 15분 또는 그 이상 늘림으로써 램프의 잦은 점·소등을 방지할 수 있게 되어 해결되었다고 보고되고 있다.

한편, 미국 환경보호청(EPA)에서 시행하는 Green Lights Program에 따르면, 광원 및 조명기구의 고효율화에 따라 얻을 수 있는 에너지 절감 잠재력은, ① 램프 및 안정기 20~40%, ② 조명기구 30~50%, ③ 타스크/앰비언트 조명 40~60%, ④ 외부 조명 30~50% 등으로서, Green Lights Program에 의한 조명 업그레이드를 통해 건물 조명에너지의 48%를 절감할 수 있는 것으로 보고하고 있다.[5]

여기에는 전구식 형광등기구 사용, 26㎜ 32W 형광램프 및 고효율안정기 사용, HID램프 사용, 고조도 반사갓 채택, 공조형 조명기구 사용, 태양광 가로등 설비, 유도등 소등제어 등이 포함되어 있다.

**사. 주광 이용 및 조명제어**

주광을 이용하거나 조명 제어를 통한 에너지 절약의 구체적 방안으로는, 개별스위치 설치, 옥외등 자동점멸장치, 인체감지형 조명점멸장치, 창측 조명의 일광제어, 조명설비 자동제어 시스템 등이 포함된다.

## 참 고 문 헌


[1] 지철근, 조명원론, 문운당

[2] IESNA, *Lighting Handbook, 8/e*, 1993

[3] 日本照明學會, 照明基礎講座テキスト, 第17期.

[4] US DOE, Federal Lighting Guide A Resource for Federal Lighting Improvement Projects, June 1998

[5] US EPA-430-B-98-004A, Energy Star Buildings Manual Stage One *Green Lights*, June 1998


## ◇著者紹介◇

여 인 선(呂寅善)

*1957년 6월 11일생. 1979년 서울대공대 전기공학과 졸업. 1981년 서울대 대학원 전기공학과 졸(석사). 1989년 서울대 대학원 전기공학과 졸(박사). 현재 전남대 공대 전기공학과 부교수. 당학회 평의원 및 편수이사.*