

1. 조명의 개요

조명이란 인공광원에 의한 밝기와 태양광선에 의한 밝기를 합하여 조명이라 하며 조도는 단면적에 대한 광속의 밀도를 말한다. 적절한 조도를 얻기 위해서는 광원으로부터 방사되는 광속과 표면에 직접 입사한 광속 및 반사에 의한 광속을 생각하여야 한다. 조도는 밝기에 대한 감각이며 어떤 물체에서 나오는 광속의 양으로 나타낸다. 광속에 의해서 일어나는 시각은 세가지 특성 즉, 색조, 포화도, 밝기를 갖는다.

2. 조명의 방식

- ① 직접조명 : 광원으로부터의 빛이 거의 직접 작업면에 조사되는 것으로서, 반사갓에 의한 조명이다. 다운라이트나 광천장조명(천장 전면을 발광면으로 하는 조명으로서, 재료는 유백색 합성수지판이 사용된다)과 같은 특수한 방식도 포함된다.
- ② 간접조명 : 전등의 빛을 천장면에 조사시켜 반사광으로 조명하므로, 효율은 나쁘지만, 차분하고 그늘이 없는 조명이 되므로 분위기를 중요시하는 장소에 적합하다. 건축의 코브(cove)나, 천장 내의 기구 설치방법인 건축화 조명(建築化照明)이 이 방식이다.
- ③ 반간접조명 : 대부분의 전등의 빛이 천장면으로 조사되지만, 아래 방향으로도 어느 정도의 빛을 조사하는 방식이다.
- ④ 전반확산조명 : 간접조명과 직접조명의 중간 방식이다. 적당한 직접광과 반사에 의한 확산광이 얻어지므로 입체감이 있다. 광원을 유리나 합성수지제의 외구(外球)에 넣은 것으로 다등식 상들리에도 이 방식이다.
- ⑤ 반직접조명 : 반간접조명과 반대의 방식이다.

3. 조명의 방법

교실이나 사무실에서와 같이 방 전체를 균등한 밝기로 하는 방식을 균일조명(전반조명)이라 하며, 작업대의 조명과 같이 필요한 장소만 밝게 하는 방법을 국부조명이라고 한다.

- ① 균일조명 : 방 전체, 대상물 전체를 고르게 밝게 하는 조명. 국부조명에 대응되는 말이다. 어디나 균등한 조명도로 하기 위해 수많은 광원 또는 면광원이 사용되며, 직접조명보다 간접조명의 확산광이 사용된다.
- ② 국부조명 : 어느 한 부분만을 조명하는 방법. 실내 전체를 균등하게 비추는 전반조명(균일조명)에 비하여 희망하는 방향에서 희망하는 조명도를 낼 수 있어 조명의 효과를 올리는 이점이 있다. 또 조명률이 높으므로 전력비가 적게 든다. 결점은 실내의 작업변화에 따라 조명시설을 바꿔야 하는 점, 조명기구의 종류와 수량이 많아야 하는 점, 배선·설비비가 가중되고 여러 사람이 한꺼번에 사용할 수 없으며, 밝은 부분과 어두운 부분이 뚜렷하여 어두운 부분에서 일하기 어려운 점 등이다.

4. 법령에 의한 기준(산업보건기준에 관한 규칙)

제265조(조도) 사업주는 근로자를 상시 작업에 종사하도록 하는 장소에 대하여는 작업면의 조도를 다음 각호의 기준에 적합하도록 하여야 한다. 다만, 갱내작업장과 감광재료를 취급하는 작업장에 있어서는 그러하지 아니하다.

- ① 초정밀작업은 750럭스 이상
- ② 정밀작업은 300럭스 이상
- ③ 보통작업은 150럭스 이상
- ④ 그 밖의 75럭스 이상

5. 작업장의 조명관리

조명은 자연광이 가장 좋고 가장 값싼 조명수단임에도 충분히 활용 못하는 경우가 많다. 바닥과 창문면적을 측정하여 바닥면적 대비 창문면적이 1/3이하면 자연광선을 충분히 이용하고 있지 못한 증거이며, 창문이 높을수록 더욱 많이 채광할 수 있고, 창문의 정기적 청소부족으로 10~20%의 채광감소가 있을 수 있다. 또한 천장, 벽, 기구의 페인팅으로 조명비의 1/4을 절약할 수 있다.

- 가. 직접반사 회피
 - ① 창문의 직접반사 회피

- 블라인드, 커튼, 나무덩쿨 이용
- 투명창문 대신 반투명으로 교체
- Work Station의 방향변경

- ② 램프의 직접반사 회피
- 백열전구를 작업자 시계내 위치 금지
 - 차양이용
 - 차양높이를 아주 낮게 또는 높게하여 밝은 표면이 가려지도록 한다.
 - 조명원의 위치변경
 - 조명원의 휘도 감소

나. 광원위치 올바른 선택

- ① 램프의 위치와 조사방향을 변경하여 광량을 증가시키지 않고도 시계도를 증가시킬 수 있다.
- ② 어깨상부의 조사가 가장 좋지만 작업의 형태, 작업면 배열에 따라 달라진다. 크기, 부피가 큰 재료의 취급시는 머리 위에 조명시설을 설치한다.

다. 그림자 생성방지

- ① 그림자가 생기면 눈은 주위광선에 적응하기 때문에 일을 하기 어렵다. 작업면에 그림자가 심하게 생기면 질적 생산성 저하, 피로, 사고가 증가하게 된다. 따라서 그림자의 생성을 방지하기 위해서는 다음과 같은 조치를 한다.
 - 창문, Skylight 청소
 - 반사광 이용
 - 기계그룹별 조명
 - 광선방향 개선
 - 청정, 벽, 기구의 색깔을 유채색으로 변경

라. 정기적 유지보수

- ① 가장 좋은 신조명설비를 하였다 하더라도 정기적인 유지, 보수계획을 수립함이 중요하다
- ② 조명설비의 조도감소 원인은 다음과 같다.
 - 램프에 분진, 기타 퇴적물의 축적 ⇒ 분진퇴적이 장기간에 걸쳐 진행되기 때문에 간과하기 쉬우며, 분진이 빛을 흡수하기 때문에 탐지가 어렵다.
 - 전구, 형광등의 빛은 수명기간동안 계속 감소 ⇒ 형광등은 초기보다 25~30% 감소
 - 창문, 천장, 벽에 먼지 퇴적 ⇒ 정기적 청소로 20%의 조도증가

인간이 받아들이는 모든 정보의 80%정도를 눈을 통하여 받아들인다. 인간과 눈이 작용을 잘하고 최소한의 조명이 있으면 단순히 볼 수 있지만 조명이 불량하게 되면 생산성, 제품의 질이 저하됨은 물론 피로, 두통을 유발한다. 따라서 불량한 조명의 개선으로 10%의 생산성 향상과 30%의 에러율 감소효과를 볼 수 있다.

6. 밝기의 단위

- ① 광도 : 점광원(點光源)이 내는 빛의 세기를 나타내는 양, 광원으로부터 어떤 방향을 향해 단위입체각(單位立體角) 안에 방출되는 광속(光速)의 크기에 따라 광원의 그 방향에서의 광도가 결정된다. 이를테면 광원으로부터 단위거리만큼 떨어져 빛의 방향에 수직으로 놓인 면의 밝기, 즉 면의 단위면적을 단위시간에 통과하는 빛의 양을 말한다. 광원의 퍼짐이 관측거리에 비해서 무시할 수 없을 만큼 크고, 점광원으로 볼 수 없는 경우에는 광도 대신 휘도(輝度)라는 양을 쓴다. 보통 광도의 단위를 정하는 데는, 일정한 조건하에서 발광하는 광원을 기준으로 택한다. 즉, 빛의 밝기는 인간의 눈의 감각을 자극하는 정도의 크기로 정한다. 따라서 빛에너지가 큰 것이 반드시 밝다고만 할 수는 없다. 그 때문에 어떤 기준이 되는 광원을 정해서 단위로 쓰고 있다.

기준으로 하는 광원의 종류에 따라 국제축(國際燭)·축·헤프네르축(燭) 등이 있으며, 국제도량형총회에서 1948년 채택되고 1967년 개정된 칸델라(cd)를 광도의 단위로 사용하고 있다. 1cd는 백금이 녹는점에서 1cm²당 흑체가 내는 광도의 1/60이다. 광도는 광속·휘도·조명도(照明度) 등과 마찬가지로 국제적으로 정해진 표준시각을 기준으로 삼아 측정된 것으로서, 이들 단위계의 기준이 되는 양이다. 예컨대, 광속은 1cd의 점광원이 단위입체각에 복사하는 양을 1 lm(루멘)이라 하여 그 단위가 정해지며, 조명도는 이것을 기준으로 해서 어떤 면이 단위면적에 대하여 받는 광속에 의해서 단위가 정해진다.

- ② 촉광(燭光) : 광도의 단위이며, 일정한 조건 아래에서 액체 펜탄($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$)을 연료로 하는 표준등(標準燈)의 불꽃 높이를 일정하게 하고 불꽃 중심으로부터 수평방향으로 1m 위치에 있어서의 광도의 1/10을 1촉광이라 하며, int C 또는 C로 약기한다. 1908년에 영국·미국·프랑스의 각 국립연구소의 협정에 의해서 결정되고, 백열탄소전구를 표준광원으로 삼고 있다. 그러나 1948년 국제도량형위원회에서는 칸델라(cd)를 광도의 단위로 채용하기로 결정하였다. 한국에서는 칸델라(cd) 이외에 렉스(lx) 등을 병용하고 있다. 1int C=1.018cd이다.
- ③ 칸델라(candela) : 기호 cd. 1948년 국제도량형총회에서 채택되고 1960년 국제단위계의 기본단위로 승인되었다. 1967년 개정된 정의는, 10만 1325Pa(파스칼)의 압력에서 백금의 응고점온도에 있는 흑체(黑體)의 $1/(60 \times 10^4)$ m²의 표면에 수직인 방향의 광도를 1cd라 하는데, 이것을 신촉(新燭)이라고도 한다. 이전에 쓰이던 광도의 단위인 1촉은 1.067cd이다. 칸델라라는 이름은 수지(獸脂) 밀초라는 뜻의 라틴어에서 유래한다.
- ④ 루멘(Lumen) : 1촉광의 광원으로부터 단위 입체각으로 나가는 광속의 실용단위로, 기호는 lm으로 나타내며, 국제단위계에 속한다. 1cd의 균일한 광도의 광원으로부터 단위입체각의 부분에 방출되는 광속을 1lm(1Lumen = 1촉광/입체각)으로 한다. 전구면(全球面)의 중심에 대한 입체각은 4π 이므로, 1cd의 점광원(點光源)에서 방출되는 전광속(全光束)은 4π lm이 된다.
- ⑤ 렉스(Lux) : 조명도의 실용단위로 기호는 lx. 1m²의 넓이에 1lm(루멘)의 광속(光束)이 균일하게 분포되어 있을 때의 면의 조명도, 즉 1cd의 점광원으로부터 1m 떨어진 곳에 있는 광선에 수직인 면의 조명도가 1lx(Lux=Lumen/m²)이다.
- ⑥ 푸트캔들(Footcandle) : 1루멘의 빛이 1ft²의 평면상에 비칠 때 그 평면의 밝기(Footcandle = Lumen/ft²)
- ⑦ 반사율 : 평면에서 반사되는 밝기(조도에 대한 휘도의 비)
- ⑧ 휘 도 : 일정한 넓이를 가진 광원 또는 빛의 반사체 표면의 밝기를 나타내는 양(量).
 실제로는 주위의 조건에 따라서도 시각의 변동은 크며 특히 가시환경의 물체로부터의 반사가 중요하다. 이 반사되는 면이 휘도를 갖는다면 이 휘도(L)는 $L = E \times \rho$ (ρ :반사율)로 표시되며 lambert라는 단위가 사용된다.

< 공장조명의 권장치(JIS Z 9110) >

조도 (LUX)	장소	작업
3,000		
2,000	○ 제어실 등의 계기반 및 제어반	정밀기계, 전자부품의 제조, 인쇄공장에서의 극히 세밀한 시(視)작업 예) 조립A, 검사A, 시험A, 선별A, 설계, 제도
1,500		
1,000	○ 설계실, 제도실	섬유공장에서의 선별·검사, 인쇄공장에서의 식자·교정, 화학공장에서의 분석등 세밀한 시(視)작업 예) 조립B, 검사B, 시험B, 선별B
750		
500	○ 제어실	일반 제조공정등에서의 보통 시(視)작업 예) 조립C, 검사C, 시험C, 선별C, 포장C, 창고내 사무
300		
200	○ 전기실, 공조기계실	빈도가 낮은 시(視)작업 예) 한정된 작업, 포장B, 창고내 사무
150		
100	○ 출입구, 복도, 통로, 계단, 화장실, 작업을 수반한 창고	대단히 빈도가 낮은 시(視)작업 예) 한정된 작업, 포장C,
75		
50	○ 옥내비상계단, 창고, 옥외동력설비	짐쌓기, 내리기, 이동 등의 작업
30		
20	○ 옥외(통로, 구내 경비용)	
10		

※ 동종작업명에 대해서 보는 대상물 및 작업성질에 맞추어 다음 3가지로 나눌 수 있다.

- ① A : 세밀한 것, 대비가 약한 것, 위생에 관계된 경우, 높은 정밀도가 요구하는 경우, 작업시간이 긴 경우 등
- ② B : ①과 ③의 중간을 나타낸다.
- ③ C : 밝은 색인 것, 대비가 강한 것, 튼튼한 것, 정밀도가 낮은 경우

