

실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰

A study of yield method including artificial lighting
uniformity ratio in interior space

김현지* · 안옥희**

(Hyun-Ji Kim · Ok-Hee An)

요 약

본 연구에서는 강의실을 대상으로 인공조명 균제도 산출방법에 대한 실험연구를 수행하였다. 그 결과, 명암의 효과가 요구되는 장소에서는 평균조도를 사용하지 않는 식① $U = E_i / E_x \times 100$ 을 사용하고, 균등한 조명조건이 필요한 장소에서는 평균조도를 사용하는 식② $U = E_i / E_a \times 100$ 나 식③ $U = (E_a - E_i) / E_a \times 100$ 을 사용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 또한 우리 나라 실정에 맞는 균제도 산출식 및 판단기준의 마련이 요구되며 우리의 기준설정에는 조도뿐만 아니라 공간특성에 대한 고려가 필요하다.

Abstract

In this paper, the result of study in artificial lighting uniformity ratio yield method subject to lecture room are reported. It is desirable that the application of equation ① $U = E_i / E_x \times 100$ cannot be used to the mean value in place to be effective of light and darkness. And it is desirable that the application of equation ② $U = E_i / E_a \times 100$ or equation ③ $U = (E_a - E_i) / E_a \times 100$ be used to the mean Value equality illumination conditions. Also, requiring preparation of judgement standard, uniformity ratio equation agree with actual circumstances in this country. It must be considered intensity of illumination and specificity of space in established standard.

1. 연구목적 및 의의

실내공간에서의 밝기 분포는 물건의 보기 쉬움과 쾌적함 양쪽 모두에 영향을 준다. 즉, 조도분포가 극단적으로 불균일한 장소에서는 사물을 보기 위하여 시선을 움직이면 시야내의 밝기가 변동하고 이것

에 순응하기 위해 동공의 크기가 극단적으로 변동하기 때문에 피로나 불쾌감을 줄 수 있다. 이 때문에 대상물을 보기 쉽고 불필요한 피로가 생기지 않도록 하기 위하여 균일한 밝기의 분포를 주는 것이 바람직하다. 이러한 밝기의 변화를 나타내는 척도로서 균제도(uniformity ratio)를 사용한다.

균제도는 어떤 면상에 존재하는 조명값 즉, 한정된 범위에 있어서의 평균 조명치에 대한 휘도값으로 보는 것이 일반적이다(照明用語事典, 1990). 즉, 균제도는 실내조도의 균일성을 나타내는 것으로 주택

* 정회원 : 영남대 자원문제연구소 연구원

** 정회원 : 영남대 가정관리학과 부교수

접수일자 : 1999년 1월 12일

이나 상업공간, 학교나 공장 등 실내공간 유형에 따라 요구되는 균제도는 각기 다르다. 이는 일반적으로 조명기구의 위치가 높을수록 조도분포는 완만해지므로 천장이 높은 공장 등에서는 균제도가 낮아도 실제로 문제가 되지 않기 때문이다. 그러나 동일면상의 균제도는 작업에 있어 아주 중요한데, 시작업의 경우 그 대상물의 정확한 배치나 위치가 어떻게 변화할까에 대해서는 일반적으로 예측하기 어렵다. 따라서 작업면 조도는 어느 정도의 균제도 내에 있는 것이 바람직하며, 전반적으로 조도가 균일할 필요는 없지만 변화가 완만하도록 다음과 같이 권장되고 있다.

① 균제도는 국부적 작업면의 조도가 평균치에 비해서 25% 이상 차가 없는 것이 바람직하다. 최소치가 권장치 이하로 되어서는 안되며 작업면 조도는 10:3 이하가 적당하다(CIE 옥내조명 가이드북).

② 조도의 균제도(최소조도/평균조도의 비)는 국부적 작업면에 대해서는 0.8 이상, 전반조명과 국부조명과의 비에 대해서는 0.1 이상의 값이 바람직하다(日本照明學會, 1987).

③ 병원조명의 균제도는 최소/평균이 0.6 이상이 바람직하다. 큰 규모의 경기장에서는 스포츠 시설 중 야구장이나 축구장 등 최소/평균이 0.4 이상, 테니스장과 같이 비교적 작은 경기장은 0.5 이상이 좋다. 사무실의 균제도는 최소/평균이 0.5 이상이 바람직하다(日本照明學會, 1983).

④ 인접한 방과 방, 또는 방과 통로와의 평균조도의 비는 1/5 이내가 바람직하다.

작업면상의 주광율은 특히 측창 채광실에서는 창가와 창안의 차가 크다. 주벽면에서 1m 이상 떨어진 작업면 상에서 주광율의 최소치와 최대치와의 비(균제도)는 표 1의 범위 내에 있는 것이 권장되고 있다.

표 1 바람직한 균제도

| 채광방식 | 균제도 (Ei/Ex) |
|---------|-------------|
| 측창채광 | 1/10 이상 |
| 천창채광 | 1/3 이상 |
| 인공조명 병용 | 1/6 이상 |

출처) 日本照明學會編, ライティングハンドブック, 1987.

따라서 본 실험에서는 분위기가 중요한 상업시설이나 특수시설이 아닌 균제도가 중요한 학교시설 강의실을 그 대상으로 선정하였으며 정확한 균제도의 산출방법에 대한 고찰을 위하여 주광율은 제외하고 야간의 인공조명만을 조건으로 하였다.

균제도를 나타내는 방법은 U =균제도(%), E_a =평균조도(lx), E_i =최저조도(lx), E_x =최대조도(lx)로 볼 때, E_i/E_x , E_a/E_x , $(E_x - E_i)/E_i$, $(E_a - E_i)/E_a$, $(E_x - E_i)/E_a$ 등으로 나타낼 수 있다. 또한 균제도의 역수를 사용하여 E_x/E_i 로 나타내기도 한다. 즉, 밝기의 균일성을 알기 위하여 사용되는 조도값이 다양함을 알 수 있다.

이와 같이 균제도를 산출하는 식은 여러 종류가 있으며 이에 따라 균제도를 나타내는 값도 다르고 우수, 불량 등을 나타내는 판단 기준이 달라지기도 하기 때문에 균제도 값만을 보고는 판단하기가 어렵다. 더욱이 판단기준이 없는 경우도 많아 균제도를 산정한 후에도 바람직한지 알 수 없는 경우가 많다. 따라서 어느 식을 기본으로 사용하여야 좋을지 애매하고 특히 우리 나라의 균제도에 대한 기준은 더욱 부족하다.

이에 본 연구에서는 여러 가지 균제도의 산출 방법에 따른 균제도 값을 비교 고찰하여 균제도 산출방법에 대한 고찰을 하고자 한다. 즉, 종래의 연구에서 사용되고 있는 균제도 산출방법 중 판단기준이 제시된 3가지의 식(① $E_i/E_x \times 100$, ② $E_i/E_a \times 100$, ③ $(E_x - E_i)/E_a \times 100$)을 이용하여 실험대상에서의 물리적인 측정치를 중심으로 균제도 값을 비교 분석하고자 한다.

2. 실험방법

(1) 실험대상

조명기구가 일정한 간격으로 배치되어 있고 인공조명의 조도 측정에 알맞다고 판단되는 Y대 강의실을 실험대상으로 정하였다. 그 크기는 7,580×14,020×3,420mm이다. 또한 출입문의 크기는 960×2,020mm이며, 창문의 크기는 3,050×1,730mm이다.

바닥에서 조명기구까지의 높이는 3,120mm, 조도를 측정하는 책상면의 높이는 750mm이다.

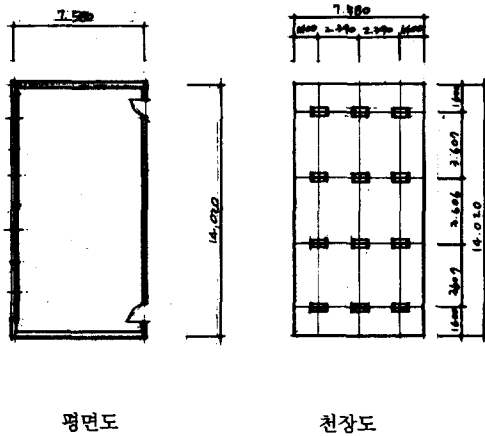


그림 1. 실험대상

(2) 물리적인 측정

측정을 위한 준비로 먼저 실험실을 검은 천을 이용하여 암실로 만들었으며, 바닥에 등간격으로 49점을 표시하여 책상배치를 한 다음 실측 번호표를 부착하였다. 형광등은 모두 새것으로 교환한 후 연구자와 보조자 2명이 함께 측정을 하였다. 형광등은 12개소에 40W×2EA씩 설치되어 있다(그림 1의 천장도 참조).

측정도구는 조도계(Minolta 디지털 조도계 T-1)를 사용하였으며, 데이터의 정확성을 위하여 같은 점을 2번씩 측정하였다. 또한 수광부에 그림자가 생기지 않도록 주의를 하였으며 측정시 흔들리지 않도록 책상 위에 고정하여 측정하였다.

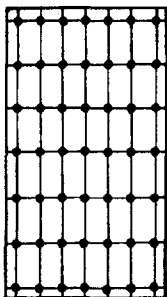


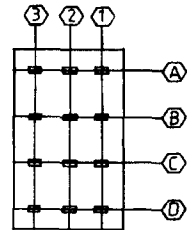
그림 2. 물리적인 측정점 (49점)

(3) 실험조건

실험조건은 표2와 같다.

표 2. 실험조건

| NO | 실험조건 |
|----|--------------------------|
| 1 | 전체 ON |
| 2 | ① ON, ②③ OFF |
| 3 | ② ON, ③① OFF |
| 4 | ③ ON, ①② OFF |
| 5 | ①② ON, ③ OFF |
| 6 | ②③ ON, ① OFF |
| 7 | ③① ON, ② OFF |
| 8 | A+B ON, C+D OFF |
| 9 | A ON, B OFF, C ON, D OFF |



범례

3. 실험결과 및 논의

여러 가지 균제도 산출 방법 중에서 판단기준이 제시되어 있는 식①, ②, ③을 선택하여 비교해 보았다.

① $U = E_i / E_x \times 100(\%)$ ————— 식 ①
 우수 : 60 이상, 양호 : 30 이상, 보통 : 20 이상, 불량 : 5 이하

② $U = E_i / E_a \times 100(\%)$ ————— 식 ②
 우수 : 50 이상, 양호 : 50 - 30, 보통 : 30 - 15, 불량 : 15 이하

③ $U = E_a - E_i / E_a \times 100(\%)$ ————— 식 ③
 우수 : 50 이하, 양호 : 50 - 70, 보통 : 70 - 80, 불량 : 80 이상

범례 { $U =$ 균제도(%)
 $E_a =$ 평균조도(lx)
 $E_i =$ 최저조도(lx)
 $E_x =$ 최고조도(lx)

실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰

실내공간의 49점 조도 측정 결과에서 균제도 산출에 필요한 E_a , E_i , E_x 를 9가지 조건별로 각각 나타내고 균제도 식에 따라 계산한 것을 <표 3>에 나타내었다. 식①을 사용한 경우 조건 8이, 식②를 사용하면 조건 8과 조건 9가, 식③을 사용하면 조건 3과 조건 8이 불량이었다. 즉, 어느 식을 사용하더라도 최대조도와 최소조도의 차가 극단적인 조건 8은 불량으로 판정되었다. 식①의 경우에는 보통과 불량 판정 사이에 속하는 균제도는 판단기준이 마련되어 있지 않지만 전체적으로 보면 식②와 식③의 판단기준에 따른 판단은 상대적으로 일치성이 높은 것으로 보여진다.

균제도 결과의 판단기준의 일치여부는 <표 4>에 나타내었다. 판단기준 우수-양호-보통-불량의 단계별로 보면 식①을 사용한 경우에는 0-2-2(4)-1개 조건, 식②와 식③은 1-2-4-2개 조건이 해당된다.

그리고 식①, 식②, 식③ 모두 일치하는 비율, 식①과 식②가 일치하는 비율, 식①과 식③이 일치하는 비율은 모두 22.2%이고, 식②와 식③이 일치하는 비율은 77.8%이었다.

이와 같은 결과를 통해 보면 식②와 식③의 판단기준이 상당히 일치한다는 것을 알 수 있다. 이는 식②와 식③은 산출계산에 평균조도를 이용한다는 점에서 비슷한 판단이 나온 것으로 보이며 식①에 비해 덜 극단적인 결과로 볼 수 있다.

식①의 경우는 대한건축학회에서 사용하고 있으며

(건축설계자료집, 1994), 안옥희(1990)도 사용하고 있으나 평균조도를 사용하지 않기 때문에 판단이 극단적인 경향이 있으며 전술한 바와 같이 보통과 불량 사이의 판단기준이 존재하지 않아 문제점으로 지적된다.

판단기준의 범위를 살펴보면 식①의 경우는 우수와 불량사이의 범위가 55이고 식②의 경우는 35, 식③의 경우는 30으로 각기 다르다는 것을 알 수 있다. 특히 ②, ③의 판단기준의 범위가 ①에 비해 상대적으로 범위가 좁은 데, 이는 식 산출시 평균조도를 이용하기 때문에 극한값을 완화시키는 작용이 있음을 감안한 것으로 사료된다.

또한 판단단계는 4단계로 되어 있으며 보통을 중심으로 이상은 2단계이지만 보통 이하는 1단계로 나누어져 있다. 일반적으로 어떤 기준을 제정할 경우 기준에 미달되는 부분에 대하여 그 개선을 촉구하게 되는데, 균제도의 판단기준의 경우 보통 이하의 기준이 세분화되어 있지 않아 정확히 판단하기가 어려우므로 보통 이하의 단계를 세분화시킬 필요가 있다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 상업공간과 같이 명암의 효과가 필요한 공간에서는 평균조도를 사용하지 않는 산출방법인 식①을 택하고, 학교나 병원 등과 같이 균등한 조명조건이 필요한 장소에서는 평균조도를 사용하는 산출방법인 식②, 식③을 택하는 것이 바람직하다고 사료되며 판단기준에 대해서는 모든 식에서 보통이하의 단계에 대한 세분화가 요구

표 3. 실험대상의 물리적인 측정

| NO | 최대조도 | 최소조도 | 평균조도 | 식 ①* 최저값/최대값 (판단) | 식 ② 최저값/평균값 (판단) | 식 ③ 평균값-최저값/평균 값(판단) |
|----|------|-------|-------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 | 398 | 224.0 | 302.8 | 0.56(양호) | 0.74(우수) | 0.26(우수) |
| 2 | 266 | 21.5 | 102.0 | 0.08(--) | 0.21(보통) | 0.79(보통) |
| 3 | 249 | 20.3 | 104.4 | 0.08(--) | 0.19(보통) | 0.81(불량) |
| 4 | 232 | 22.4 | 80.3 | 0.10(--) | 0.28(보통) | 0.72(보통) |
| 5 | 339 | 40.5 | 193.9 | 0.12(--) | 0.21(보통) | 0.79(보통) |
| 6 | 320 | 64.6 | 185.2 | 0.20(보통) | 0.35(양호) | 0.65(양호) |
| 7 | 278 | 86.8 | 188.4 | 0.31(양호) | 0.46(양호) | 0.54(양호) |
| 8 | 296 | 8.9 | 129.8 | 0.03(불량) | 0.07(불량) | 0.93(불량) |
| 9 | 296 | 30.5 | 147.7 | 0.10(--) | 0.21(불량) | 0.79(보통) |

*식①의 경우에는 보통과 불량사이의 판단기준이 없어 --로 표시하였음.

된다.

표 4. 식①, ②, ③에 대한 균제도 판단 기준 일치 여부

| 비교식 NO | 식①, ②, ③ | 식①, ② | 식①, ③ | 식②, ③ |
|-----------|----------|-------|-------|-------|
| 1 | | | | ○ |
| 2 | | | | ○ |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | ○ |
| 5 | | | | ○ |
| 6 | | | | ○ |
| 7 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 8 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 9 | | | | |
| 일치비율(%) | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 77.8 |

4. 결론

학교의 교실이나 사무소 등과 같이 실내에서 동일한 작업이 행하여지는 공간에서는 균일하고 충분한 조도가 바람직하지만, 행하여지는 작업의 종류와 장소가 일정하지 않는 공간이나 주택의 거실같이 휴식이나 단란이 이루어지는 공간에서는 조도의 분포에 변화가 있는 편이 바람직하다. 그리고 실내의 필요 조도와 그 분포는 작업의 종류에 따라 결정되지만 조도분포의 정도는 균제도에 따라 나타내는 것이 가능하다. 일반적으로 조도의 균제도는 광의 확산성이 있는 쪽이 높게 되고, 광의 확산성은 대개 광원의 면적이 큰 쪽이 높게 된다. 이러한 균제도는 조명계획에서 무척 중요하지만 우리 나라의 경우 아직까지 뚜렷한 기준이 설정되어 있지 않는 실정이다. 즉, 실내공간에서의 조명은 조도(밝기)도 중요하지만 조도의 균일 정도를 나타내는 균제도도 매우 중요한데 아직은 양적인 조도만을 고려하는 경우가 많은 실정이다.

이에 강의실을 대상으로 여러 가지 균제도 산출방법에 따른 균제도 값을 비교 고찰하였다. 그 결과, 명암의 효과가 필요한 공간에서는 평균조도를 사용하지 않는 식① $U = E_i/E_x \times 100$ 을 사용하고, 균등한 조명조건이 필요한 장소에서는 평균조도를 사용하는 식② $U = E_i/E_a \times 100$ 와 식③ $U = E_a - E_i/E_a \times 100$ 을 사용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 즉, 균제도 산출방법은 대상공간에 따라 적당한 식을 선

택하여 사용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

그리고 균제도 산출방법 뿐만 아니라 평가기준에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다. 이 때 조도의 기준 제정과 마찬가지로 공간별, 행위별 균제도의 판단기준이 제시되어야 할 것이며 특히 평가기준의 세분화가 요구된다.

참고 문헌

- (1) 石川太郎外 3名, 現代照明環境 システム, オーム社, 1986.
- (2) 照明學會編, ライティングハンドブック, オーム社, 1987.
- (3) 照明學會編, 照明用語事典, オーム社, 1990.
- (4) 安玉姬, 韓日兩國人の照明環境に對する評價の比較研究, 奈良女大 박사학위논문, 1990.
- (5) 대한건축학회, 건축설계자료집, 태림문화사, 1994.

◇ 저자 소개 ◇

안옥희 (安玉姬)

1961년 11월 28일생. 1984년 영남대 가정관리학과 졸. 1987년 日本奈良女子大學 주거학과(석사). 1990년 日本奈良女子大學 人間文化研究科(學術博士). 현재 영남대 가정관리학과 부교수. 당학회 사업이사. 편수위원.

김현지 (金玼志)

1968년 6월 8일생. 1992년 영남대 원예학과 졸. 1994년 영남대 환경대학원 환경설계학과(석사). 1998년 영남대 대학원 가정학과 박사과정 수료. 현재 영남대 자원문제연구소 연구원, 안동대, 대구공전, 영남대 강사.