

대학 강의실의 최적 조명설계

오성보* · 김덕구**

Optimum Lighting Design in Lecture Room

Seong-Bo Oh* · Deog-Goo Kim**

ABSTRACT

The goal of educational facility lighting is to provide in a visual environment for both student and instructor that is supportive of the learning processes. Lighting must also be visually comfortable and be responsive to the psychological and emotional needs of learners. This paper presents study on actual illumination environment of college in order to figure out illumination problems. Furthermore, it attempts to suggest an optimum design of Lecture room illumination through computer simulation. We try to attain models of optimum lighting design Lecture room illumination under the illumination plan which is based on illumination maintenance and uniformity ratio that K.S. illumination standard sets.

Key Words : Lighting design, uniformity ratio, illumination simulation

1. 서론

인간이 존재하고 활동하는 모든 분야에서 알맞은 조명 없이는 능률적이고 쾌적하게 영위할 수 없다. 따라서 알맞은 조명 즉, 좋은 조명을 얻기 위해서는 조명에 대한 테크놀로지가 요구되어 진다.

조명은 물리적인 빛만이 아니고 조명심리, 조명 생리적 면까지도 고려되지 않을 수 없다. 특히 최근의 조명은 단순히 채광을 위한 목적만이 아니고 인간을 중심으로 한 즉, 쾌적한 분위기를 가진 환경을 만드

는 것이 중요하다.

대학강의실의 조명은 교육에 충분한 밝음과 질적인 조명으로 수업에 충실할 수 있는 조명을 주어 교수와 학생들에게 시력보호와 수업효과의 향상을 도모하는데 매우 중요한 역할을 한다[1,2].

대학강의실 조명실태를 조사하여 현실성 있고 활용성 높은 개선안을 제시하기 위하여 제주대학교 교양강의동 강의실의 조도측정을 시행하여 기준조도 및 균제도 1, 균제도 2를 계산하여 산출하고, 기 설치된 형광등 조명에 적당한 위치에 다운라이트를 추가한 조합형 조명시스템의 최적설계안을 제시하고 또한 이를 토대로 하여 최적의 등수와 설치의 방향, 등간의 거리등을 반영하여 기존의 동일한 일반형광등으로만 추가로 설치한 상태의 시스템을 제안하여 강의동 조명설비 리모델링을 통한 강의실 조명 환경을 개선할 수 있는 최적 조명설계안을 제시하고자 한다.

* 제주대학교 전기전자공학부, 첨단기술연구소

Faculty of Electrical & Electronic Eng., Cheju Nat'l Univ., Res. Inst. of Adv. Tech.

** 제주직업전문학교

Jeju Vocational Training Institute

II. 조명계획

2.1. 좋은 조명의 조건

조명의 좋고 나쁨은 기술적인 면과 감각적인 면 두 가지 측면에 의해 판단된다. 이들의 중요성은 일반적으로 동등하게 보나 장소에 따라 그 중요도는 달라진다. 이러한 점을 고려한 좋은 조명은 적어도 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

- ① 충분한 조도를 확보할 것
- ② 균일한 조도를 확보할 것
- ③ 눈부심이 없을 것
- ④ 적당한 음영이 있을 것
- ⑤ 광색이 좋을 것
- ⑥ 복사열이 없을 것
- ⑦ 조명의 효율이 좋을 것
- ⑧ 조명의 심리적 효과가 좋을 것
- ⑨ 조명기구의 배치가 효율적일 것
- ⑩ 조명기구의 디자인이 좋을 것
- ⑪ 유지관리가 용이할 것
- ⑫ 경제성이 있을 것

위와 같은 조건을 충족시키기 위한 조명시설의 설계조건으로서 조도, 휘도 분포, 눈부심, 그림자, 분광 분포, 조명기구의 위치와 의장 및 경제성과 보수 등이 고려되어야 한다[3].

2.2. 조도

물체를 보거나 작업을 하는데는 필요한 밝음이 있다. 일반적으로 조도가 높을수록 좋은 조명이 되나 조도를 높게 하면 같은 종류의 광원을 사용할 경우 설비비와 유지비도 높아진다. 그러므로 기준조도에 맞는 최적의 등기구 배치가 요구된다.

K.S. 기준조도는 Table 1과 같고, 강의실(교실)의 조도분류는 G에 해당하며 조도범위는 최저 300[Lux], 표준 400[Lux] 그리고, 최고 600[Lux]이다.

Table 1. K.S. illumination standard

place/activity	classification	place/activity	classification
a lecture hall	F	an office room	F
a classroom	G	a kitchen,	F
a conference room	F	dining room	F
a reading room	H	a broadcasting room	F
a hallway	E	emergency staircase	D
a health room	F	a night duty room	E
a bookroom	F	an indoor gymnasium	F
an entrance	F	a computer room	H
a laboratory	G	a rest room	F
a printing room	F	a wash room, toilet	E
a dressing room	G		
staircase, elevator	E		

2.3. 균제도

대상물을 보기 쉽고 불필요한 피로가 생기지 않도록 하기 위하여 균일한 밝기의 분포를 주는 것이 바람직하다. 이러한 밝기의 변화를 나타내는 척도로서 균제도를 사용한다. 대학의 강의실이나 사무소 등과 같이 실내에서 동일한 작업이 행하여지는 공간에서는 균일하고 충분한 조도가 바람직하며 이러한 균제도는 조명계획에서 무척 중요하다.

조명이 설치되어진 공간에는 공간의 넓이, 구조 및 광원의 종류, 수량, 배치, 높이 등 여러 요인들에 의해 부분적으로 조도의 차이의 비를 균제도라 한다.

적당한 균제도는 최소조도/최대조도 [균제도1]는 1/3이상, 최소조도/평균조도 [균제도2]는 1/2이상인 것이 좋다[4].

III. 강의실 조명의 실태 조사

제주대학교 교양강의동 건물 강의실에 대하여 형광등 설치 현황조사를 하였으며, 조사한 내용 중에서 40인용 강의실에 설치된 형광등 40[W] double 6등배

열의 교양강의실 1개소에 대하여 조도측정을 통하여 평균조도 및 균제도를 계산하여 조명 실태조사를 하였다[5].

3.1. 조도 측정 방법

강의실 조도 측정에서는 책상면의 높이를 77[cm]로 하고 강의실 전체를 가로 7.1[m],세로 7.3[m]로 하였다. 강의실 전체를 25grid로 구분한 후에 5점법으로 실측하였다. 단위구역의 평균조도를 구하는 데는 여러 가지 방법이 있으나 이 연구에서는 교실 전체를 한 단위구역으로 보고 Fig. 1 과 같이 측정하여 평균 조도 산출법을 사용하여 계산하였다.

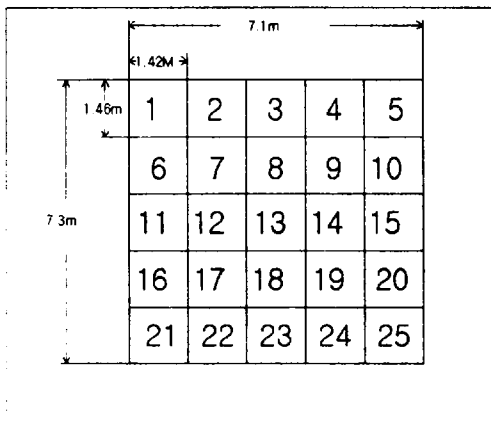


Fig. 1. Position of illumination photometry

3.2. 평균조도 계산

측정에 따른 평균조도 계산방법은 Fig. 2와 같은 방법이 있으며 다수의 점의 조도 측정치에서 측정범위내의 평균조도를 산출하려면 측정범위를 적당한 등면적의 grid로 나누고, 우선 grid마다의 평균조도를 산출한 뒤 그들의 평균을 산출한다.

Fig. 2에서의 (b)의 경우는 5점법(1)로 평균조도계산법으로 약간의 변화가 있을 때 옥외 조도 측정에 주로 사용하고, (c)의 경우는 5점법(2)로 평균조도계산식으로 조도는 약간의 변화가 있을 때 옥내 조도 측정에 주로 사용된다.

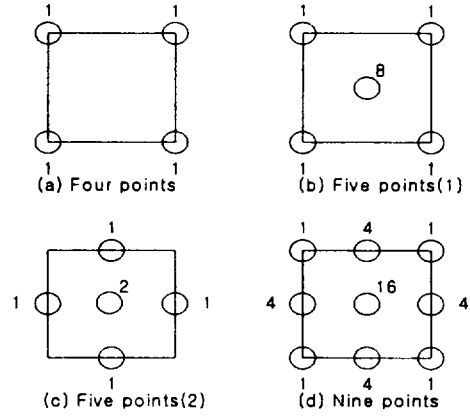


Fig. 2. Calculation method of average illumination

이 연구에서는 약간의 조도변화와 실내에서 주로 사용하는 5점법(2)의 평균조도계산법인 Fig. 2의 (c)를 사용하여 측정하였으며 각 grid 내에서의 평균조도계산식은 식 (1)과 같다.

$$E_0 = \frac{1}{6} (\sum E_{\Delta} + 2 \sum E_{\square}) \quad (1)$$

Fig. 3과 같이 분할하는 단위구역의 수는 행렬의 분할수를 m, n으로 했을 때 m×n이고, 강의실전체의 평균조도 계산식은 식(2)를 사용한다[6].

$$E = \frac{1}{6mn} (\sum E_{\Delta} + 2 \sum E_{\square} + 2 \sum E_{\circ}) \quad (2)$$

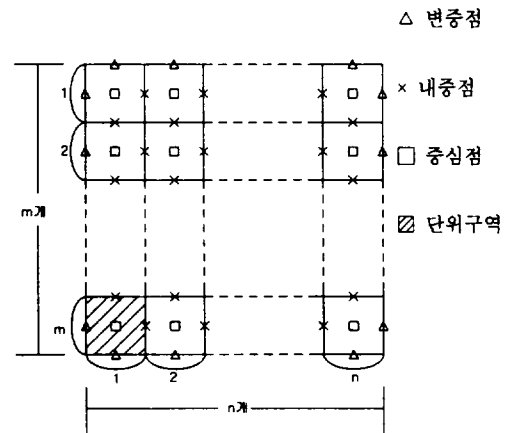


Fig. 3. Photometry by five points

3.3. 조도 측정 결과

실측한 각 점의 조도값은 Fig. 4와 같으며, 강의실 기준조도에 따른 평균조도, 균제도 등 계산치를 Table 2에 제시하였다. 그리고, 기준 평균조도 및 균제도1, 균제도 2를 만족할 수 있는 것은 기준 평균조도가 최저값인 300[Lux]이상, 균제도 1이 1/3이상, 균제도 2가 1/2이상이어야 양호 한데 평균조도가 242[Lux], 균제도 1이 0.231, 균제도 2가 0.338로 전부 기준치에 미달되어 조명환경 개선이 요구되었다.

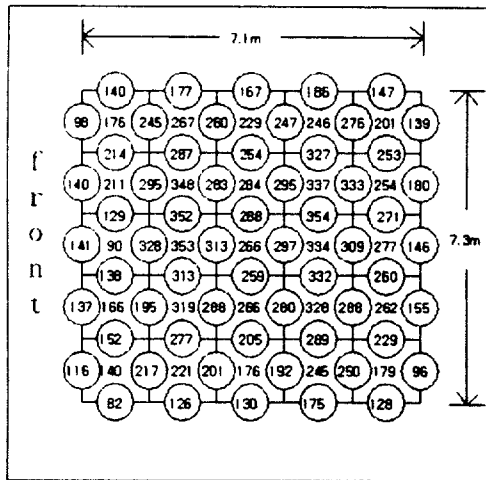


Fig. 4. Values of illumination photometry in lecture room

Table 2. Installation conditions of illumination and uniformity ratio by measurement

item	luminaire number	six luminaires
	average photometry illumination [Lux]	
uniformity ratio 1		0.231
uniformity ratio 2		0.338

IV. 조명시뮬레이션

강의실내 조도에 영향을 주는 조도 조건으로 작업면의 높이는 77[cm], 피조면에서의 조명기구까지의 높이는 2.03[m], 강의실의 가로 길이는 7.1[m], 강의실의 세로 길이는 7.3[m]로 하였고, 적용반사율은 천장은 흰색을 적용하여 0.808, 벽면은 아이보리색을 적용하여 0.788, 바닥은 대리석색을 적용하여 0.443, 창문커튼은 녹색의 0.306의 값을 적용하였고 보수율은 0.7을 적용하였다. 사용한 시뮬레이션의 프로그램은 Lighting Technologies Inc. 사의 Lumen Micro 2000을 사용하였다[5].

4.1. 최적설계 시뮬레이션

Fig. 5는 일반적으로 많이 사용하는 40인실을 기준으로 한 6등 배열이 되어 있는 한 개의 강의실 4224호실에 대해 기존의 일반형광등 40[W] double 6등을 설치된 상태에서 다운라이트 13[W] double 4등을 추가로 설치한 조명시스템 1에 있어서 책상 면에서의 조도분포를 수치로 나타낸 것이며 Fig. 6은 기존의 일반형광등 40[W] double 6등을 위치조정하고 추가로 같은 일반형광등 40[W] double 2등을 설치하여

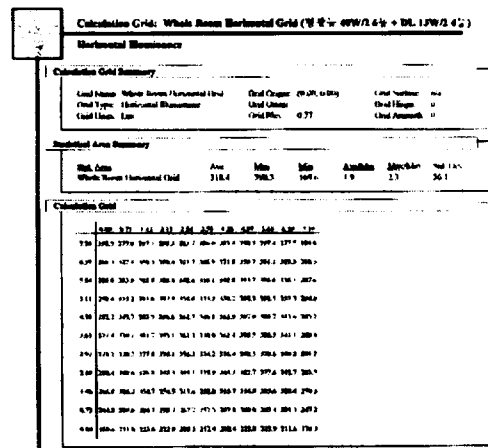


Fig. 5. Illumination distribution of grid by simulation of system 1

일반형광등 40[W] double 8등인 조명시스템 2의 책상 면에서의 조도분포를 수치로 나타낸 것이다. Fig. 7은 시스템 1의 책상 면을 기준으로 한 강의실 전체의 등가 조도 분포 곡선을 나타낸 것이고, Fig. 8은 시스템 2의 책상 면을 기준으로 한 강의실 전체의 등가 조도 분포 곡선을 나타낸 것이다.

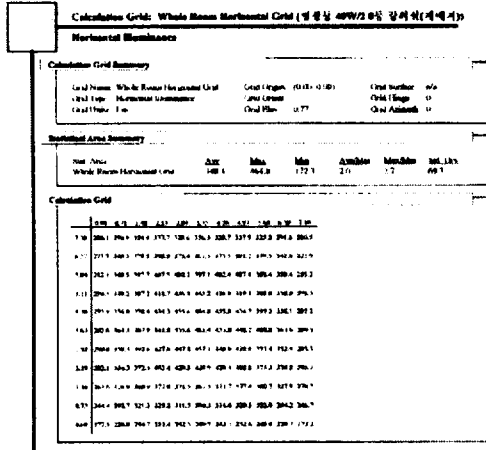


Fig. 6. Illumination distribution of grid by simulation of system 2

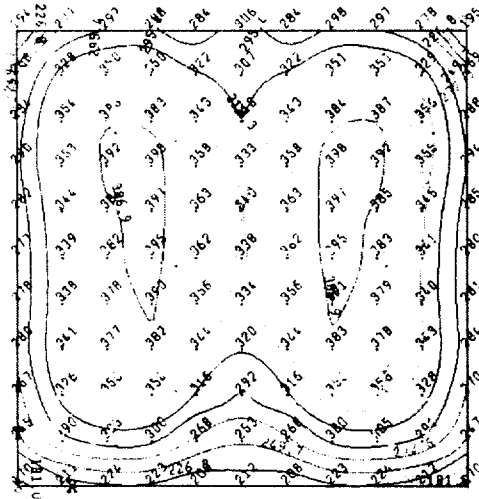


Fig. 7. Iso-lux diagram of grid by simulation of system 1

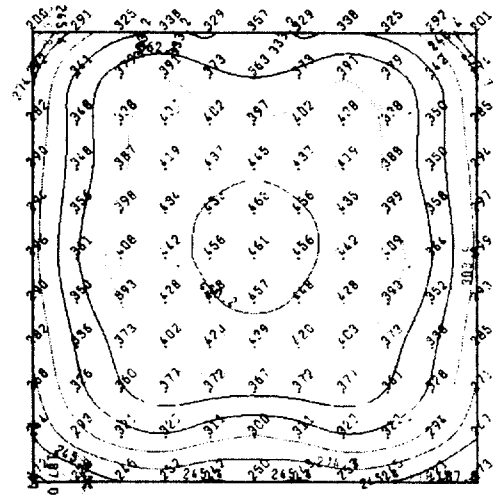


Fig. 8. Iso-lux diagram of grid by simulation of system 2

시스템 1의 조명 simulation을 한 결과는 Table 3에서와 같이 평균조도는 318.4[Lux]로서 기준인 최저 평균조도가 300[Lux] 이상이며, 또한 균제도1은 0.425로서 기준인 1/3이상이고, 균제도2는 0.532로서 기준인 1/2이상으로 평균조도, 균제도 1 및 균제도 2 모두 양호한 결과를 보였다.

시스템 2의 조명 simulation을 한 결과 Table 4에서와 같이 평균조도는 348.4[Lux]로서 기준인 최저 평균조도가 300[Lux] 이상이며, 또한 균제도 1은 0.370으로 기준인 1/3이상이고, 균제도 2는 0.494로서 기준인 1/2이상으로는 조금 못 미쳤으나 시스템 1과 시스템 2가 거의 비슷하게 나타나 평균조도, 균제도 1 및 균제도 2 모두 양호한 결과를 보였다.

Table 3. Illumination simulation of system 1

item	luminaire number	six luminaires and downlight four luminaires
average photometry illumination [Lux]		318.4
uniformity ratio 1		0.425
uniformity ratio 2		0.532

Table 4. Illumination simulation of system 2

item \ luminaire number	eight luminaires
average photometry illumination [Lux]	348.4
uniformity ratio 1	0.370
uniformity ratio 2	0.494

그러므로 시스템 1과 시스템 2는 둘다 조명설계시 요구되는 기준 조도 및 균제도에 적합하여 양호한 조명설계로 사려되었다.

V. 결 론

대학 강의실 조명은 교육에 충분한 밝음과 질적인 조명으로 수업에 충실할 수 있는 조명을 주어 교수와 학생들에게 시력보호와 수업효과의 향상을 도모하는데 매우 중요한 역할을 한다.

대학 강의실의 조명 개선을 통한 수업 환경의 질을 높이기 위해 제주대학교 교양강의동 건물 강의실의 조명실태 조사를 하였다. 일반적으로 많이 사용하는 40인 실을 기준 하여 6등 배열이 되어있는 4224호 강의실에 대하여 실제조도측정을 하여 기준 조도 및 균제도 1, 균제도 2를 계산하였으나, 기준 평균조도가 300[Lux]이상, 균제도 1이 1/3이상, 균제도 2가 1/2이상 이 되어야 양호 한데 기준 평균조도가 242[Lux], 균제도 1이 0.231, 균제도 2가 0.338로 전부 기준에 미달되는 것으로 나타났다.

이 연구는 기준치에 미달된 열악한 강의실 조명환경을 개선키 위하여 기존의 일반형광등이 설치된 상태에서 다운라이트 13[w] double 4등을 추가로 설치한 조합형 조명시스템 1과 전통적인 형광등 설치를 고려한 등수를 늘린 조명 시스템 2를 제안하여 대학 강의실의 최적 조명설계 모델로 이용이 가능하리라 사려된다. 차후에 제안된 최적조명설계안에 대해 절전효과에 의한 관리비 및 공사비 등을 고려한 경제성 비교에 대한 연구가 요구되어진다.

참고문헌

- 1) 한국조명전기설비학회, 1999, 조명디자이너 자격인 증 교재, PP. (13~1)-(13~17)
- 2) 한국조명전기설비학회, 1991, 조명교실(1), 이성오, PP. 65-66.
- 3) 좌승택, 2000, 학교교실의 환경개선을 위한 조명설 계 연구, 석사학위논문 PP. 4-13.
- 4) 김현지·안옥희, 1999, 실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰, 조명·전기설비 학회논문지, 제13권 제2호, PP. 10-11.
- 5) 양완국·오성보, 2002, 대학 강의실의 환경개선을 위한 조명설계, pp.116-122.
- 6) 조명학회, 1992, 조명데이터북, 세진사, 한국조명전 기설비학회, P. 69.