

# 대학강의실의 환경개선을 위한 조명설계

양 완 국\* · 오 성 보\*\*

## Lighting Design for Environmental Improvement in Lecture Room

Yone-Kook Yang\* and Seong-Bo Oh\*\*

### ABSTRACT

Lecture room illumination with full volume of light and adequate brightness is designed to help college students better focus on their education and produce an optimum atmosphere where college students can apply their utmost to studying. This paper present to study 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 to attain qualitative improvement effect 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. 서 론

인간은 빛, 소리, 냄새 등을 외계로부터 여러 가지 자극을 받아 감각기관을 통해서 정보로서 받아들여 이것을 판단하여 행동하고 있다. 사람이 얻는 정보의 80%이상을 시각에 의존한다. 그러므로 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 생

리적 면까지도 들지 않을 수 없다. 특히 최근의 조명은 단순히 채광을 위한 목적만이 아니고 인간을 중심으로 한 쾌적한 분위기를 가진 환경을 만드는 것이 중요하다[1,2].

대학생들은 많은 시간을 대학의 강의실이나 도서관에서 보내고 있으며 대학의 교육, 연구 등을 효율적으로 수행하기 위하여 좋은 조명환경으로 개선함이 바람직하다.

이 연구에서는 대학강의실의 조명 실태를 조사하여 그 문제점을 파악하고 대학강의실 조명의 K.S. 조도기준이 정하는 조도 유지 및 균제도를 고려한 조명계획에 따른 조명의 질적 개선을 확보하기 위해 조명시물레이션을 통하여 대학강의실 조명 최적 개선안을 제시하고자 한다.

\* 제주대학교 산업대학원

Graduate School of Industry, Cheju Nat'l Univ.

\*\* 제주대학교 전기전자공학부, 첨단기술연구소

Faculty of Electrical & Electronic Eng., Research Institute of Advanced Technology., Cheju Nat'l Univ.

## II. 조명계획

### 2.1. 좋은 조명의 조건

조명의 좋고 나쁨은 기술적인 면(밝기, 눈부심, 음영, 연색성, 모델링, 열 등)과 감각적인 면(청결, 안정감, 개방성, 인테리어와의 조화 등) 두 가지 측면에 의해 판단된다. 이 둘의 중요성은 일반적으로 동등하게 보나 장소에 따라 그 중요도는 달라진다. 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. 조명방식

조명의 방식에는 전반조명, 국부조명, 국부 전반병용조명의 세 가지로 크게 구별되며 내용은 다음과 같다.

#### (1) 전반조명

전반조명이란 조명범위 전체를 균등하게 조명하는 방식으로 강의실, 사무실, 교수연구실, 실험실, 공장조명 등에 많이 쓰이고 있다.

특징으로 실내에서의 작업배치가 변경되어도 조명기구의 배치를 변경할 필요가 없으며, 조명설비로서 종류가 적으므로 보수가 쉽다. 조명효과와 경제성의 양면으로부터 광원을 선정하는 경우, 광원의 높이, 연

색성 및 눈부심 등을 검토할 필요가 있다.

1) 광원의 높이 : 광원의 가설높이가 대략 6[m]이하의 경우는 형광램프, 형광수은램프나, 메탈할라이드램프, 고압나트륨램프 등이 적당하다.

2) 연색성 : 조명하려는 장소에 따라서는 광원의 연색성이 중요한 경우가 있으며, 공장조명에서 제품의 색채나 색상을 검사하는 곳에서는 고 연색형의 형광램프가 적합하고, 고조도가 필요하다.

3) 눈부심방지 : 형광램프라도 항상 시야내에 있으면 눈부심을 느끼고 불쾌하다. 반사각이 있으면 비교적 눈부심이 경감되며 직접 눈부심 방지를 필요로 하는 곳은 프리즘커버나 루버가 붙은 기구가 적당하다.

#### (2) 국부조명

국부조명은 전반조명으로 조명할 수 없는 특정장소나 국부적으로 고조도가 필요한 경우에 조명을 시행하는 방식으로 유연성이 풍부하다. 특징으로는 필요한 대상마다 희망조건으로 조명을 하고 전시와 같이 특히 높은 조도를 주어서 눈에 띄게 하는데 유효하며 이 방식은 공장조명에서 높은 정밀도의 작업을 할 경우에도 사용된다.

#### (3) 국부 전반병용조명

국부 전반병용조명은 작업면에 효율적으로 조명하는 방식으로 주위의 조명도 겸하여 하고 있다. 이 경우 천장면의 조도가 낮아지지 않도록 배광에 주의하여 기구를 선정할 필요가 있다. 이 방식의 조명의 경우 조명하는 장소가 주위와 위화감이 없도록 하고 글레어에도 충분한 배려가 필요하다.

### 2.3. 조명방법

옥내 조명에서의 우수한 조명의 조건이란 그의 목적에 따른 조명기구를 선정하고 적절한 가설장소에서의 바른 조명방식을 시행하는 것이다.

조명기구의 선정에는 그의 광학적 특성인 배광이 중요하며, 이 배광이란 조명기구로부터 조사되고 있는 각 방향의 빛의 세기에 대하여 나타낸 것이다. 이것을 보통 배광곡선이라고 하며 이에 따른 조명방법은 다음과 같은 종류가 있다.

(1) 직접조명형

작업면의 효율이 높고, 경제적인 조명이 가능하며, 목적의 조도를 얻기 쉬운 기능적인 조명이다.

(2) 반직접조명형

직접조명형보다 상부로의 빛을 고려한 것으로 일반적으로 널리 사용되고 있다. 쉽게 방 전반을 밝게 할 수 있고, 공간도 넓게 느끼는 조명이다.

(3) 전반확산조명형

광원으로부터의 빛이 거의 균일하게 모든 방향으로 조사되며, 유리글로브의 펜던트형 기구가 이에 해당된다. 문자 그대로 전반의 조명을 목적으로 한 배광이므로 다른 조명기구를 이용한 악센트를 붙이면 좋다.

(4) 반간접조명형

대충적인 배광을 가지고 있으며, 샹들리에 등이 이 방식이고, 호화스러운 분위기를 만들어내는 조명기구이다. 그러나 기능적이라고는 할 수 없으며, 작업면의 밝기는 직접조명형의 기구에 비하여 동일한 크기의 램프를 사용하면 된다.

(5) 간접조명형

간접조명형의 경우 방의 내장, 마감색채를 고려하여야 하며 내장색이 검으면 천장면이나 벽면의 반사광을 이용하고 있는 기구이므로 조명효과는 적어진다. 그러나 최대의 간접광을 사용한 부드럽고 안정된 조명연출이므로, 실용성보다 인테리어로서의 효과가 크다[4].

2.4. 조 도

물체를 보거나 작업을 하는 데는 필요한 밝음이 있다. 기준치 이상 밝을수록 시력이 좋아지므로 좋기는 하나 균제도를 고려하지 아니한 조명은 좋은 조명도 아니고 경제성에서도 한도가 있다. 일반적으로 조도가 높을수록 좋은 조명이 된다. 그러나 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	class fication	place/activity	class fication
a lecture hall	F	an office room	F
a classroom	G	a kitchen, dining room	F
a conference room	F	a broadcating room	F
a reading room	H	emergency staircase	D
a hallway	E	a night duty room	E
a health room	F	an indoor gymnasium	F
a bookroom	F	a computer room	H
an entrance	F	a rest room	F
a laboratory	G	a wash room.	E
a printing room	F	toilet	
a dressing room	G		
staircase.	E		
elevator			

2.5. 균제도

대학의 강의실이나 사무소 등과 같이 실내에서 동일한 작업이 행하여지는 공간에서는 작업의 종류와 장소가 일정하지 않는 공간이나 주택의 거실같이 휴식이나 단란이 이루어지는 공간에서는 조도의 분포에 변화가 있는 편이 바람직하다. 그리고 실내의 필요조도와 그 분포는 작업의 종류에 따라 결정되지만 조도 분포의 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 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[5].

### III. 강의실 조명의 실태 조사

대학강의실 조명의 목적은 교육과 눈 건강에 충분한 밝음과 시력을 해치지 않는 정도의 적당한 조명으로 수업을 받을 수 있어야 한다.

제주대학교 교양강의동 건물 강의실에 대하여 형광등 설치 현황조사를 하였으며, 조사한 내용중에서 40인용 강의실에 설치된 형광등 40[W] double 6등배열의 강의실 1개소에 대하여 기준 평균조도 및 균제도 등 조명 실태조사를 하였다.

#### 3.1. 등기구 설치 현황

제주대학교 교양강의동 건물의 강의실 조명설비 현황을 조사한 결과 형광등 설치현황은 Table 2와 같다. 형광등 40[W] double 6등배열인 강의실이 3개실, 9등배열이 6개실, 12등배열이 6개실, 16등배열이 3개실, 20등배열이 3개실로 설치되어있으며, 그 중 40명 단위의 기준 강의실의 실태조사를 통하여 조도 측정을 실시하였다.

Table 2. Conditions of luminaire in lecture room

Division	Six luminaire	Nine luminaire	Twelve luminaire	Sixteen luminaire	Twenty luminaire
	Room	Room	Room	Room	Room
1st floor	1	2	2	1	1
2nd floor	1	2	2	1	1
3th floor	1	2	2	1	1

조사대상인 강의실의 주 광원으로는 직관형 형광등을 사용하고 있으며 강의실별 형광등 수량은 40[W] double등을 기준으로 하였다. 그리고 형광등 40[W] double 6등 배열인 2층 강의실의 1개실을 조도 측정 한 결과는 기준 평균최소 조도 300[Lux]에 못 미치는 242[Lux]로 실측되어 조도개선을 위한 적정 수량의 형광등의 설치 및 배치에 대한 검토가 매우 필요한 것으로 판단되어진다.

#### 3.2. 조도 측정 방법

조명 실태 조사를 통한 측정에서는 책상면의 높이

를 77[cm]로 하여 책상면 위의 조도를 측정하였다. 강의실 전체를 가로 7.1[m],세로 7.3[m]로 하고 조도 측정은 25grid로 구분한 후에 5점법으로 조도 측정을 하였다. 단위구역의 평균조도를 구하는데는 여러 가지 방법이 있으나 이 연구에서는 교실 전체를 한 단위구역으로 보고 Fig. 1과 같이 측정하여 평균조도 산출법을 사용하여 계산하였다.

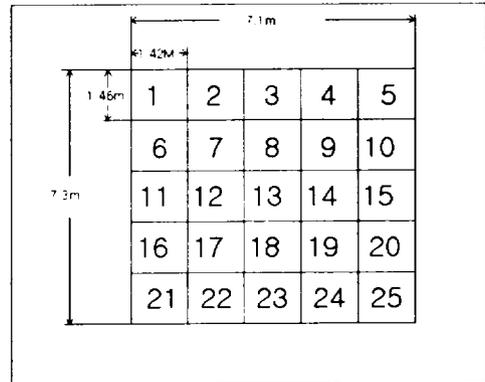


Fig. 1. Position of illumination photometry.

#### 3.2.1 평균조도 산출법

다수의 점의 조도 측정치에서 측정범위내의 평균조도를 산출하려면 측정범위를 적당한 등면적의 grid로 나누고, 우선 grid마다의 평균조도를 산출한 뒤 그들의 평균을 내며, 장소에 의한 조도변화 정도에 따라서 Fig. 2와 같은 각종 방법이 있다.

Fig. 2에서의 (a)의 경우는 4점법 평균조도계산법으로 조도변화가 근소할 때 사용하고, (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 사용되며, (d)의 경우는 9점법 평균조도계산법으로 격심한 조도변화가 있을 때 사용한다.

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.

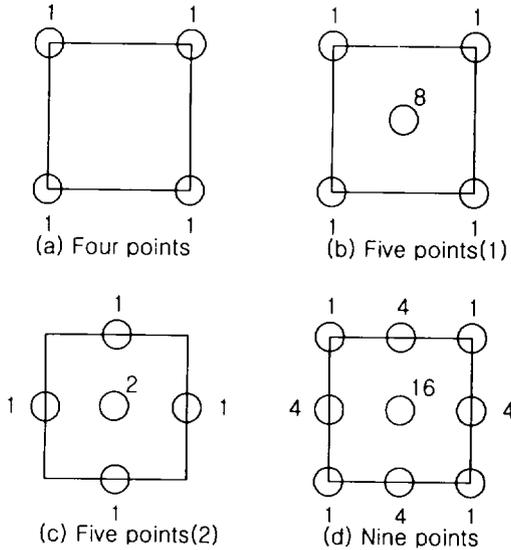


Fig. 2. Calculation method of average illumination.

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

Fig. 3과 같이 분할하는 단위구역의 수는 행렬의 분할수를 m, n으로 했을 때  $m \times n$ 이고, 강의실전체의 평균조도 계산식은 식(2)를 사용한다[5].

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

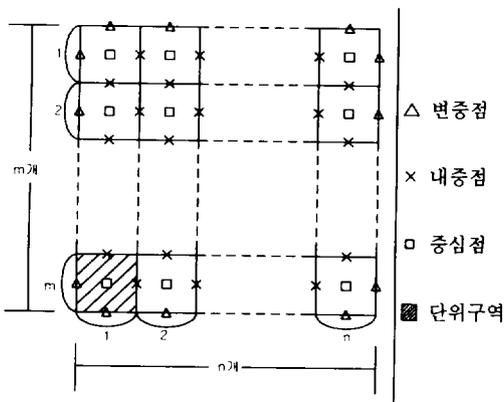


Fig. 3. Photometry by five points.

이 연구에서는 Fig. 3과 같이 교실전체에서 가로 n을 7.1[m]로 세로 m을 7.3[m]로 하고, 조도측정은 25

grid로 구분하여 5점법(2)로 측정하였고, 평균조도계산은 식(2)를 사용하였다[6].

### 3.2.2. 조도 측정 결과

대학강의실의 조도분포 현황을 파악하기 위해 강의실에 설치된 형광등 40[W] double 6등의 조도를 실측한 결과는 Fig. 4와 같으며, 강의실 기준조도에 따른 평균조도, 균제도 등 측정 계산치를 Table 3에 제시하였다. 그리고, 기준 평균조도 및 균제도1, 균제도2를 만족할 수 있는 것은 기준 평균조도가 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 조명개선이 요구되었다.

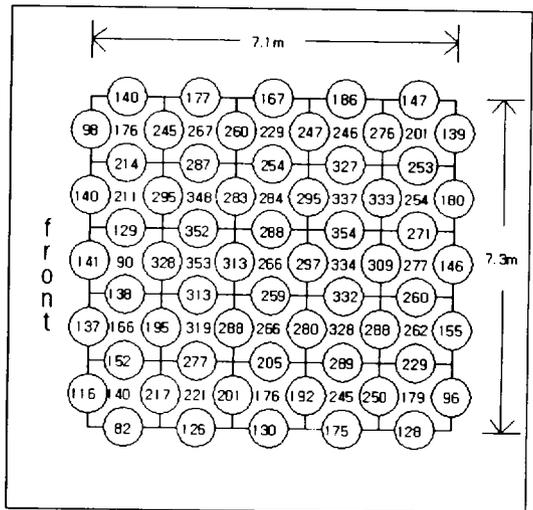


Fig. 4. Values of illumination photometry in lecture room

Table 3. Installation conditions of illumination and uniformity ratio by measurement

items	luminaire number	six luminaires
average photometry illumination [Lux]		242
uniformity ratio 1		0.231
uniformity ratio 2		0.338

#### IV. 강의실의 조명시뮬레이션

강의실내 조도에 영향을 주는 조도 조건으로 작업면의 높이는 77[cm], 피조면에서의 조명기구까지의 높이는 2.03[m], 강의실의 가로 길이 7.1[m], 강의실의 세로 길이 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.

#### 4.1. 조명 simulation

Fig. 5는 강의실 전체를 가로, 세로 각각 25grid로 구분하여 40[W] double 6등을 설치한 상태에서 다운라이트 13[W] double 4등을 추가로 설치하였을 때의 책상 면에서의 조도분포를 수치로 나타낸 것이며, Fig. 6은 책상 면을 기준으로 한 강의실 전체의 등가 조도 분포 곡선을 나타낸 것이다.

형광등 40[W] double 6등이 설치된 상태에서 다운라이트 13[W] double 4등을 추가로 설치하였을 때 조명 simulation을 한 결과 Table 4에서와 같이 평균 조도는 318.4[Lux]로서 기준인 최저 평균조도가 300[Lux] 이상이며, 또한 균제도1은 0.425로서 기준인 1/3이상이고, 균제도2는 0.532로서 기준인 1/2이상으로 평균조도, 균제도1 및 균제도2 모두 양호한 결과를 보였다.

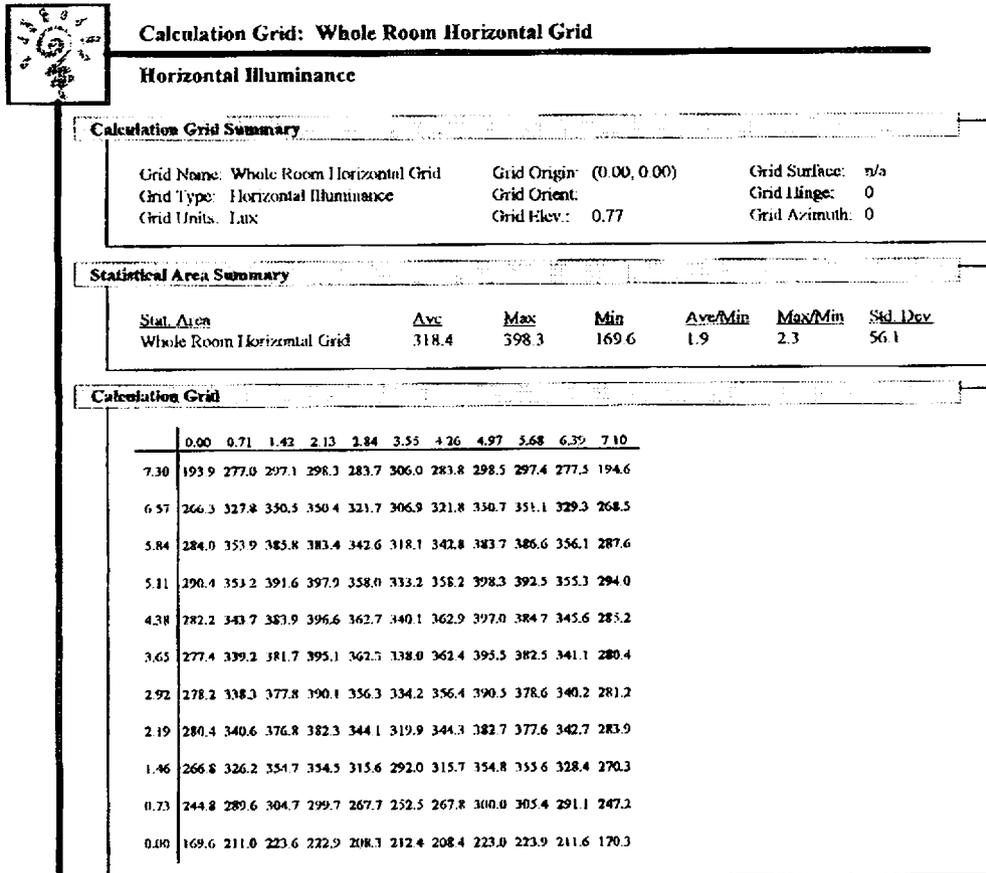


Fig. 5. Illumination distribution of grid by simulation.

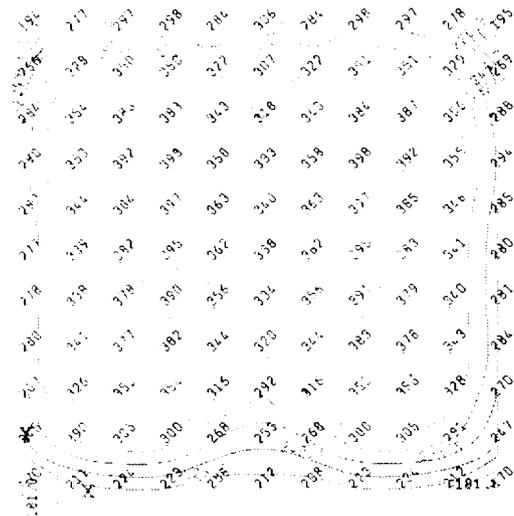


Fig. 6. Iso-lux diagram of grid by simulation.

Table 4. Installation conditions of illumination and uniformity ratio by simulation

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

### V. 결과 및 검토

제주대학교 교양강의동 건물 강의실 조명의 실태조사를 통해 형광등 설치현황에서 40인용 강의실을 기준으로 한 형광등 40[W] double 6등이 설치된 강의실 1개실을 조도 측정하였다. 평균조도 및 균제도 1, 균제도 2를 산출한 것이 평균조도가 242[Lux], 균제도 1이 0.231, 균제도 2가 0.338로 최소 기준치에 전부 미달되어 형광등 40[W] double 6등이 설치된 강의실에 추가로 다운라이트 13[W] double 4등을 설치하여 시뮬레이션을 한 결과 기준 평균조도가 318.4[Lux], 균제도 1이 0.425, 균제도 2가 0.532로 적당한 수치를 나타내어 기존 형광등이 설치된 상태에서 다운라이트를 이용하여 설계시에 적용하면 조명환경개선에 좋은 조명설계안으로 제시될 수 있다.

### VI. 결론

대학강의실의 조명 개선을 통한 수업 환경의 질을 높이기 위해 제주대학교 교양강의동 건물 강의실의 조명실태를 조사하였고, 형광등 40[W] double 6등배열, 9등배열, 12등배열, 16등배열, 20등배열 중에서 전 3층 중의 2층에 위치한 6등배열이 되어있는 1개 강의실에 대하여 실제 조도 측정을 하여 평균조도 및 균제도 1, 균제도 2를 계산하였으나, 전부 기준에 미달하여 최적의 알맞은 평균조도 및 균제도를 구하기 위해 기존 형광등 40[W] double 6등이 설치된 상태에서 다운라이트 13[W] double 4등을 추가로 설치하여 조명 simulation을 한 결과 기준 평균조도가 318.4[Lux], 균제도 1이 0.425, 균제도 2가 0.532로 기준 평균조도 및 균제도가 양호하게 나타났다.

이 연구는 기존의 강의실에 다운라이트를 추가로 설치하여 조명개선과 대학 강의실의 최적 조명 설계를 제시하는데 목적이 있다.

다운라이트를 조합하여 설계가 이루어진다면 에너지 절약은 물론이고, 기준 평균조도 및 균제도 등을 고려한 설계방안이라고 사료되며, 개선 제안된 최적 조명설계에 있어 공사비 및 절전효과를 고려한 경제성 분석이 요구되어진다.

### 참고문헌

- 1) 한국조명전기설비학회, 1991, 조명교실(1), 이성오, pp.65-66.
- 2) 한국조명전기설비학회, 1999, 조명디자인 자격인증 교재, P. 1.
- 3) 좌승택, 2000, 학교교실의 환경개선을 위한 조명설계 연구, 석사학위논문 PP. 4-13.
- 4) 지철근, 1994, 조명원론, 문운당, PP. 133-136.
- 5) 김현지·안옥희, 1999, 실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰, 조명·전기설비학회논문지, 제13권 제2호, PP. 10-11.
- 6) 조명학회, 1992, 조명데이터북, 세진사, 한국조명전기설비학회, P. 69.