

碩士學位論文

大學講義室의 最適 照明設計에  
따른 經濟性 分析



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

電氣工學 專攻

梁 完 國

2003

碩士學位論文

大學講義室의 最適 照明設計에 따른  
經濟性 分析

指導教授 吳 性 寶



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

梁 完 國

2003

# 大學講義室의 最適 照明設計에 따른 經濟性 分析

指導教授 吳 性 寶

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함.

2003年 6 月 日

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科 電氣工學 專攻  
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

梁 完 國

梁完國의 工學碩士學位 論文을 認准함.

2003年 6 月 日

委員長 印

委 員 印

委 員 印

# 목 차

LIST OF FIGURES .....	iii
LIST OF TABLES .....	iv
SUMMARY .....	v
I. 서 론 .....	1
II. 조명계획 .....	4
1. 최적 조명의 조건 .....	4
2. 조명방식의 종류 .....	5
3. 조명방법 .....	6
4. 조 도 .....	7
5. 균제도 .....	8
III. 강의실 조명의 실태 조사 .....	10
1. 등기구 설치 현황 .....	10
2. 조도 측정 방법 .....	11
IV. 강의실의 조명시뮬레이션 .....	17
1. 조명 시뮬레이션 .....	17

V. 조명설계의 경제성 분석 .....	23
1. 조명설계의 에너지절감 방식 .....	23
2. 대안의 경제성 분석 및 평가방법의 종류 .....	25
3. 조명모델의 경제성 분석 .....	26
4. 조명모델의 경제성 분석의 구성 형태 .....	29
VI. 결과 및 검토 .....	35
VII. 결    론 .....	37
참 고 문 헌 .....	38



## LIST OF FIGURES

Fig. 1 Position of illumination photometry .....	12
Fig. 2 Calculation method of average illumination .....	13
Fig. 3 Photometry by five points .....	14
Fig. 4 Values of illumination photometry in lecture room .....	15
Fig. 5 Simulation result of illumination distribution of model 1 .....	18
Fig. 6 Simulation result of illumination distribution of model 2 .....	19
Fig. 7 Simulation result of iso-lux diagram of model 1 .....	20
Fig. 8 Simulation result of iso-lux diagram of model 2 .....	21



## LIST OF TABLES

Table 1	K.S. illumination standard .....	8
Table 2	Conditions of luminaire in lecture room .....	11
Table 3	Installation conditions of illumination and uniformity ratio by measurement .....	16
Table 4	Illumination simulation of model 1 .....	22
Table 5	Illumination simulation of model 2 .....	22
Table 6	The comparison of economical efficient on lighting models .....	28
Table 7	The calculator of construction original cost on model 1 .....	32
Table 8	The calculator of construction original cost on model 2 .....	33
Table 9	The economical efficiency on analysis of models .....	33



# Analysis of Economical Efficiency by Optimum Lighting Design in Lecture room

Yone-Kook Yang

*Department of Electronic and Electrical  
Engineering Graduate School of Industry  
Cheju National University*

*Supervised by professor Seong-Bo Oh*



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

## *Summary*

School illumination with full volume of light and adequate brightness is designed to help students better focus on their education and produce an optimum atmosphere where students can apply their utmost to learning. This paper presents study on actual illumination environment of schools in order to figure out illumination problems. Furthermore, it attempts to suggest an optimum design for lecture room illumination through computer simulation. We try to attain qualitative improvement effect in school illumination under the illumination plan which is based on economical efficiency, illumination maintenance and uniformity ratio that K.S. illumination standard sets.



# I. 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. 눈에 생리적인 감각을 일으켜서 뇌에서 지각되는 과정은, 일반적인 전기시스템과 같이 일률적인 입·출력 사이의 관계식으로 표현할 수 없다. 따라서 복사라는 물리적인 양이 어떻게 시각생리, 심리적으로 전환되는가를 이해해야 한다. 물체의 시 지각 과정은 광원의 복사는 반사, 투과, 굴절과 같은 과정을 거쳐 망막에 도달한다. 단지 가시복사만이 빛으로서의 자극을 일으킨다. 자극은 생리적인 전기신호로 바뀌어 뇌에 이르고, 이를 해석하여 물체를 인식한다.

조명의 균형은 시각 생리적 특성과 관계가 있다. 즉 시각 생리적으로 중심시나 시야의 중심부의 밝기도 중요하지만, 주변의 밝기 역시 중요하다. 주변조명, 작업조명은 이런 의미에서 실제의 조명설계에 적용되는 것이다.

조명환경이 생존에 필요한 인간의 무의식적인 욕구에 대한 시각정보도 확보될 수 있도록 조성하는 것은 당연하다. 즉 조명환경은 주어진 공간의 기능적 욕구를 만족시켜야 함은 물론이고, 인간의 내면에 잠재한 무의식적인 욕구도 충족할 수 있어야 한다. 즉, 의도하여 찾는 시각정보에 대해 아무런 불편 없이 시선을 집중하여 볼 수 있어야 하며, 보임의 대상이 되는 실체가 명확히 인식되어야 한다. 더욱이 공간 내에서 느끼는 편안함은 자신의 행동이나 움직임에 대비할 수 있도록 공간의 구조적인 특성을 파악하고 있을 때 증진될 수 있다.

누구나 새로운 공간에 접하면 주변을 살핀다. 넓은 시야를 통해 자신의 위치를 확인하게 되고 계속될 행동에 대한 예비동작으로 주변을 훑어보는 것이다. 이 과정에서 자신의 의도와 부합하면 시선이 정지하고 필요한 시각대상물에 시선이 집중된다. 주위를 훑어보는 것은 무의식적이지만 공간의 이해에 중대한

역할을 한다. 본 다는 것 자체가 벌써 사물에 접하여 느끼는 간접적 접촉 경험이다(한국조명전기설비학회, 1999). 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 요구되어진다. 조명은 물리적인 빛만이 아니고 조명심리, 조명 생리적 면까지도 들지 않을 수 없다. 특히 최근의 조명은 단순히 채광을 위한 목적만이 아니고 인간을 중심으로 한 즉, 쾌적한 분위기를 가진 환경을 만드는 것이 중요하다(한국조명전기설비학회, 1991).

대학생들은 많은 시간을 대학의 강의실이나 도서관에서 보내고 있기 때문에 조명환경의 중요성을 크게 다루지 않으면 안 된다. 대학 강의실 조명은 교육에 충분한 밝음과 질적인 조명으로 수업에 충실할 수 있는 조명을 주어 교수와 학생들에게 시력보호와 수업효과의 향상을 도모하는데 매우 중요한 역할을 한다. 조명이 적절하지 못하면 시각적 피로나 긴장을 초래하여 교육 능률이 떨어지고 교육 결과에 커다란 영향을 미친다. 즉 조명의 양적, 질적 측면의 적정성 여부가 교육 능률에 영향을 주는 것이다.

수업 중에 있는 학생의 시선은 주로 책상 면과 칠판을 중심으로 교차하나, 수시로 교수의 얼굴이나 창문 밖으로 시선이 옮겨가기도 한다. 주어진 작업에만 시선이 고정되어 있는 것은 아니다. 따라서 시선의 움직임에 따른 공간의 적정한 밝기 분포가 이루어져야 한다. 자연계의 밝기분포는 10:1을 초과하지 않지만, 인공조명에 의한 실내는 100~1000:1이하의 밝기 차이에서 예민한 시각이 얻어지는 것을 고려해야 한다.

대학의 조명시설 중에 눈의 건강과 직접적으로 관계가 많은 강의실 등에 기준 조도와 균제도가 기준치에 미달되는 상태로 등기구가 설치되어 있다면 교수와 학생들의 눈 건강을 해칠 수 있음은 물론 교육의 효과를 저해하고 학생들에게 집중력을 떨어지게 하는 등의 문제가 발생하게 된다. 등기구는 한번 설치하면 고정상태로 되어 버려서 등기구의 위치를 임의대로 조정할 수 없다는

불편 때문에 최적의 조명설계의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

본 논문은 이와 같은 강의실 등의 조명설계의 중요성을 감안하여, 현실성 있고 활용성 높은 개선안을 제시하는 것이 타당할 것으로 판단됨에 따라 교수와 학생들의 눈의 건강을 해치지 않도록 설계된 최적의 조명모델에 대하여 대학의 교육, 연구 활동 등을 효율적으로 수행할 수 있는 조명환경을 최적화 할 수 있는 최적 조명 설계안을 고려한 경제성 분석에 대하여 연구함을 목적으로 한다.



## II. 조명계획

### 1. 최적 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.

- 충분한 조도를 확보할 것
- 균일한 조도를 확보할 것
- 눈부심이 없을 것
- 적당한 음영이 있을 것
- 광색이 좋을 것
- 복사열이 없을 것
- 조명의 효율이 좋을 것
- 조명의 심리적 효과가 좋을 것
- 조명기구의 배치가 효율적일 것
- 조명기구의 디자인이 좋을 것
- 유지관리가 용이할 것
- 경제성이 있을 것

위와 같은 조건을 충족시키기 위한 조명시설의 실제조건으로서 조도, 휘도 분포, 눈부심, 그림자, 분광분포, 조명기구의 위치와 의장 및 경제성과 보수 등이 고려되어야 한다(좌승택, 2000).

## 2. 조명방식의 종류

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, 연색성 및 눈부심 등을 검토할 필요가 있다.

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

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

· 눈부심 방지 : 형광램프라도 항상 시야 내에 있으면 눈부심을 느끼고 불편하다. 반사 갓이 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.

## 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

작업면에서의 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 조명으로 된다.

### 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 인텔리어로서의 효과가 크다(지철근, 1994).

## 4. 조도

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
Lecture hall	F	Office room	F
Classroom	G	Kitchen, dining room	F
Conference room	F	Broadcating room	F
Reading room	H	Emergency staircase	D
Hallway	E	Night duty room	E
Health room	F	Indoor gymnasium	F
Bookroom	F	Computer room	H
Entrance	F	Rest room	F
Laboratory	G	Wash room, toilet	E
Printing room	F	Staircase, elevator	E
Dressing room	G		

## 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 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 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(안옥희 · 김현지, 1999).



### 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, 40인용 기준 강의실에 설치된 형광등 40[W] 더블 6등 배열의 강의실 1개소에 대하여 기준 평균조도 및 균제도 등 조명 실태조사를 하였다.

#### 1. 등기구 설치 현황

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

조사대상인 강의실의 주 광원으로는 직관형 형광등을 사용하고 있으며 강의실별 형광등 수량은 40[W] 더블 등을 기준으로 하였다. 그리고 형광등 40[W] 더블 6등 배열인 2층 강의실의 1개실을 조도 측정한 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.

Table 2 Conditions of luminaire in lecture room

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

## 2. 조도 측정 방법

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

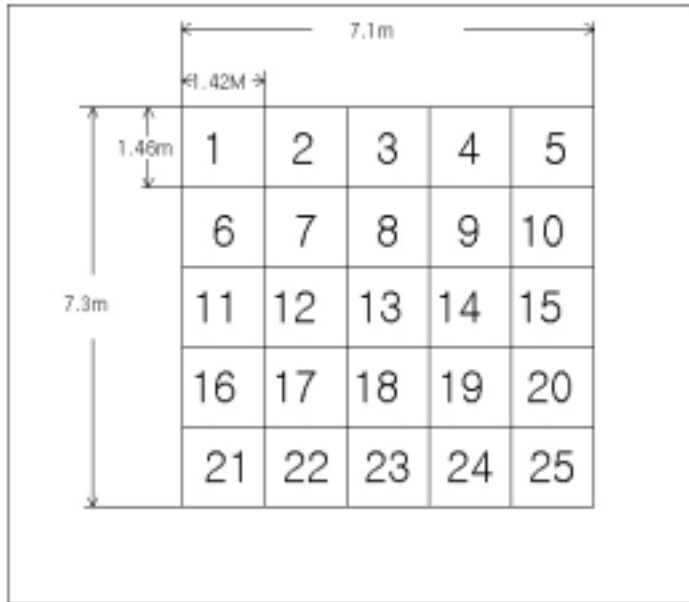


Fig. 1 Position of illumination photometry



### 1) 평균조도 산출법

다수의 점의 조도 측정치에서 측정범위내의 평균조도를 산출하려면 측정범위를 적당한 등면적의 그리드로 나누고, 우선 그리드마다의 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.

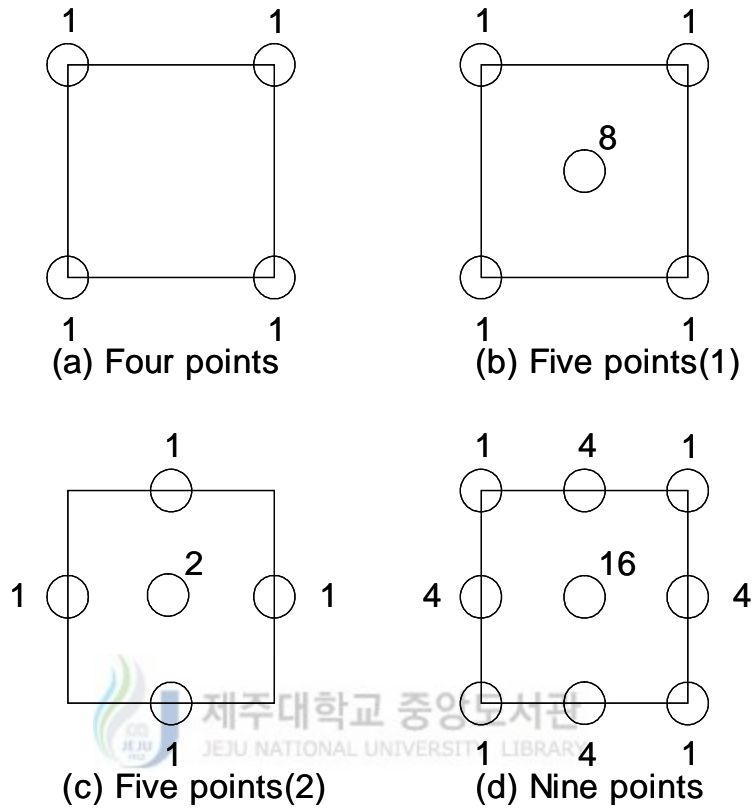


Fig. 2 Calculation method of average illumination

이 논문에서는 약간의 조도변화와 실내에서 주로 사용하는 5점법(2)의 평균 조도계산법인 Fig. 2의 (c)를 사용하여 측정하였으며 각 그리드 내에서의 평균조도계산식은 식 (1)과 같다.

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

여기에서  $E_{\Delta}$ 는 변중점이고  $E_{\square}$ 는 중심점이다.

Fig. 3과 같이 분할하는 단위구역의 수는 행렬의 분할수를  $m$ ,  $n$ 으로 했을

때  $m \times n$ 이고, 강의실전체의 평균조도 계산식은 식(2)를 사용한다.

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

여기에서  $E_x$ 는 내중점이다.  $E = \frac{1}{6mn} (\sum E_{\Delta} + 2\sum E_{\times} + 2\sum E_{\square})$   
 이 연구에서는 Fig. 3과 같이 교실전체에서 가로  $n$ 을 7.1[m]로 세로  $m$ 을 7.3[m]로 하고, 조도측정은 25 그리드로 구분하여 5점법(2)로 측정하였고, 평균 조도계산은 식(2)를 사용하였다(조명학회, 1992).

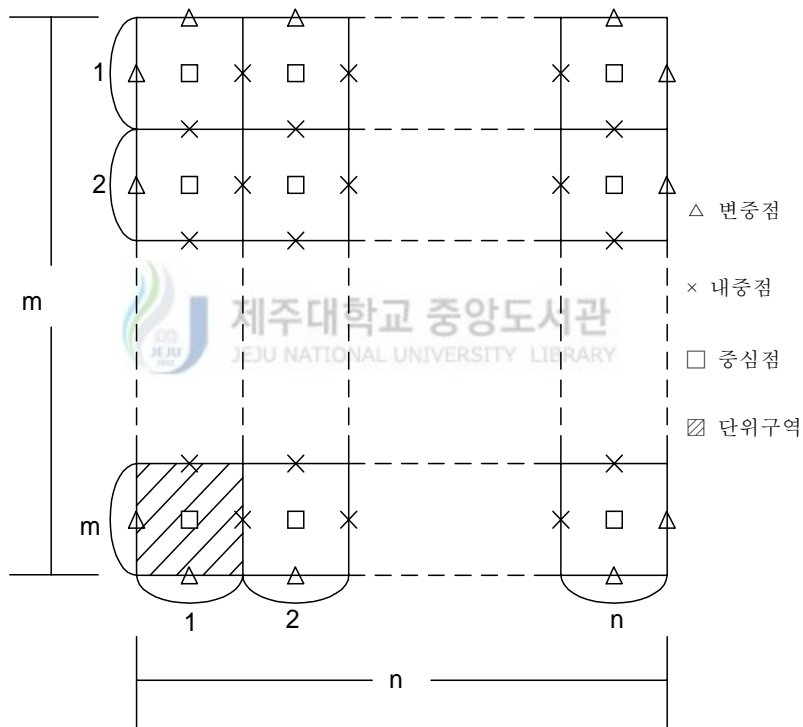


Fig. 3 Photometry by five points

## 2) 조도 측정 결과

대학강의실의 조도분포 현황을 파악하기 위해 강의실에 설치된 형광등 40[W] 더블 6등의 조도를 실측한 결과는 Fig. 4와 같으며, 강의실 기준조도에 따른 평균조도, 균제도 등 측정 계산치를 Table 3에 제시하였다. 그리고, 기준

평균조도 및 균제도1, 균제도 2를 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.

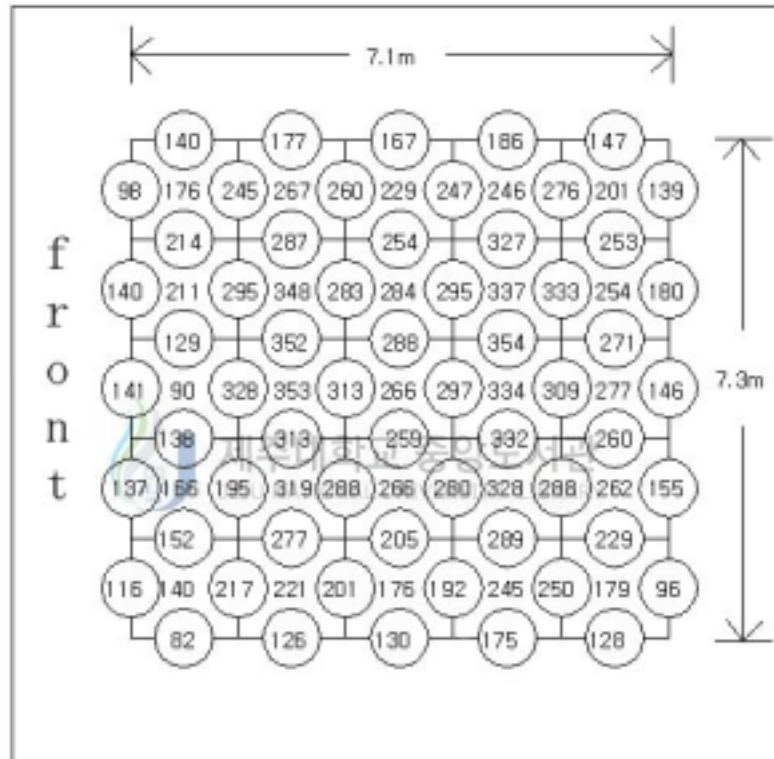


Fig. 4 Values of illumination photometry in lecture room

Table 3 Installation conditions of illumination and uniformity ratio by measurement

Item \ Luminaire number	Six luminaires
Average photometry illumination [Lux]	242
Uniformity ratio 1	0.231
Uniformity ratio 2	0.338





## IV. 강의실의 조명 시뮬레이션

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.

### 1. 조명 시뮬레이션



Fig. 5는 6등 배열이 3실, 9등 배열이 6실, 12등 배열이 6실, 16등 배열이 3실, 20등 배열이 3실 중에서 일반적으로 많이 사용하는 40인실을 기준으로 한 6등 배열이 되어 있는 한 개의 강의실 4224호실에 대해 강의실 전체를 가로, 세로 각각 25그리드로 구분하여 기존의 일반형광등 40[W] 더블 6등이 설치된 상태에서 다운라이트 13[W] 더블 4등을 추가로 설치한 조명시스템 1에 있어서 책상 면에서의 조도분포를 수치로 나타낸 것이며 Fig. 6은 기존의 일반형광등 40[W] 더블 6등을 위치조정하고 추가로 같은 일반형광등 40[W] 더블 2등을 설치하여 일반형광등 40[W] 더블 8등인 조명시스템 2의 책상 면에서의 조도분포를 수치로 나타낸 것이다.



Calculation Grid: Whole Room Horizontal Grid (형광등 40W/2 6등 + DL 13W/2 4등)

Horizontal Illuminance

Calculation Grid Summary

Grid Name: Whole Room Horizontal Grid	Grid Origin: (0.00, 0.00)	Grid Surface: r/a
Grid Type: Horizontal Illuminance	Grid Orient:	Grid Hiag: 0
Grid Units: Lux	Grid Elev.: 0.77	Grid Azimuth: 0

Statistical Area Summary

Stat Area	Ave	Max	Min	Δave/Min	Max/Min	Std Dev.
Whole Room Horizontal Grid	318.4	398.3	169.6	1.9	2.3	56.1

Calculation Grid

	0.00	0.71	1.42	2.13	2.84	3.55	4.26	4.97	5.68	6.39	7.10
7.30	193.9	277.0	297.1	286.3	283.7	306.0	283.8	298.1	297.4	277.5	194.6
6.57	266.3	327.8	350.5	350.4	321.7	306.9	321.8	350.7	351.1	329.3	268.3
5.84	284.0	352.9	383.8	385.4	342.6	318.1	342.8	383.7	386.6	356.1	287.6
5.11	291.4	353.2	391.4	397.9	358.0	333.2	358.2	398.3	392.3	355.3	294.0
4.38	282.2	343.7	383.9	396.6	362.7	348.1	362.9	397.0	384.7	345.6	285.2
3.65	273.4	339.2	380.7	395.1	362.3	338.6	362.4	393.5	382.4	341.1	280.8
2.92	278.2	338.3	377.8	390.1	356.3	334.2	356.4	390.3	378.6	340.2	281.2
2.19	288.4	349.6	376.8	382.3	348.1	318.9	344.3	382.7	377.6	342.7	283.9
1.46	286.8	326.2	354.7	354.3	313.6	292.0	315.7	354.8	335.6	328.4	270.3
0.73	244.8	289.6	304.7	298.7	267.7	252.3	267.8	300.0	305.4	281.2	247.2
0.00	169.6	211.0	223.6	222.9	208.3	212.4	208.4	223.0	223.9	211.6	170.3

Fig. 5 Simulation result of illumination distribution of model 1

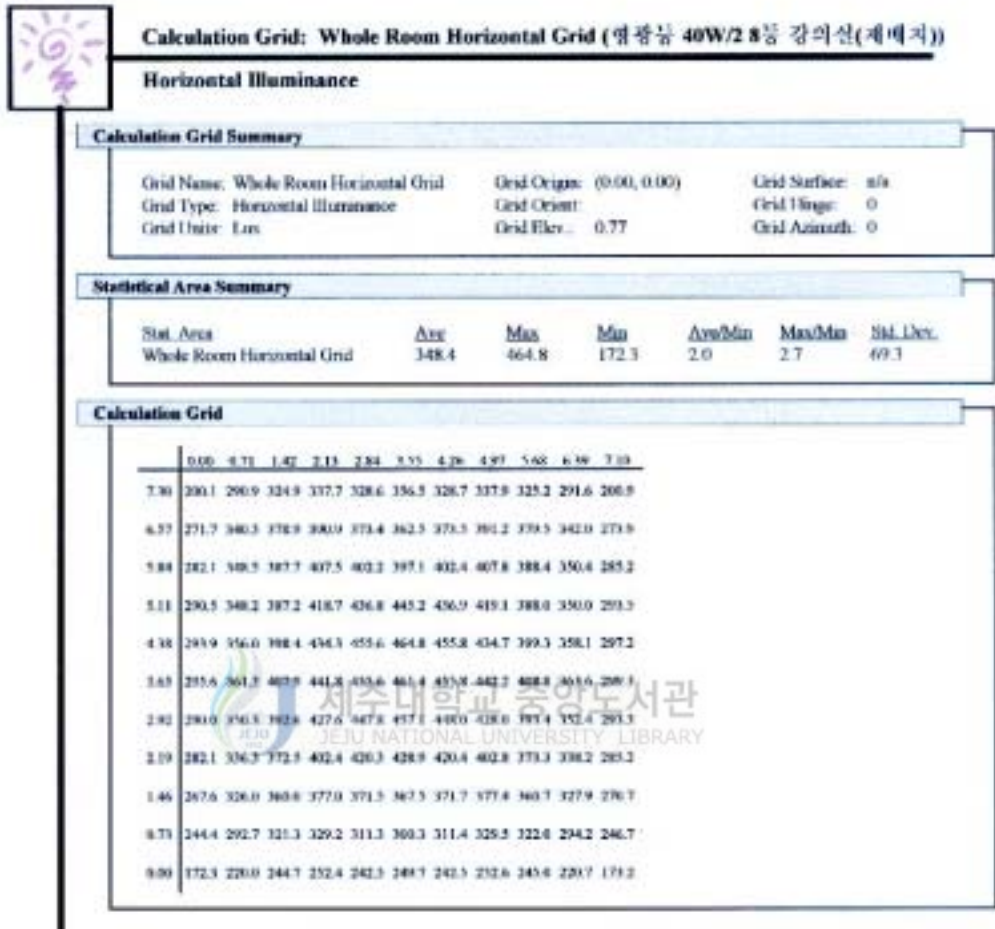


Fig. 6 Simulation result of illumination distribution of model 2

Fig. 7은 모델 1의 책상 면을 기준으로 한 강의실 전체의 등가 조도 분포 곡선을 나타낸 것이고, Fig. 8은 모델 2의 책상 면을 기준으로 한 강의실 전체의 등가 조도 분포 곡선을 나타낸 것이다.

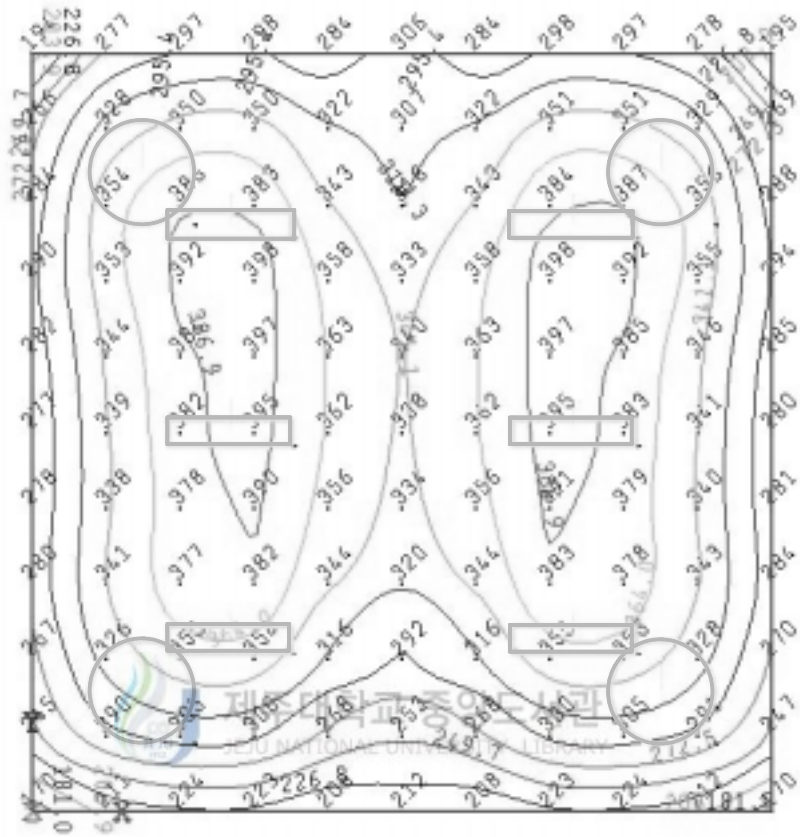


Fig. 7 Simulation result of iso-lux diagram of model 1



금 못 미쳤으나 모델 1과 모델 2가 거의 비슷하게 나타나 평균조도, 균제도 1 및 균제도 2 모두 양호한 결과를 보였다.

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

Table 4 Illumination simulation of model 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 5 Illumination simulation of model 2

Item \ Luminaire number	Eight luminaires
Average photometry illumination [Lux]	348.4
Uniformity ratio 1	0.370
Uniformity ratio 2	0.494

## V. 조명설계의 경제성 분석

인간은 언제나 현실을 탈피하여 더욱 좋고 편리한 생활, 더욱 안전하고 풍부한 생활을 추구하는 기본적인 욕망과 지혜를 가지고 있다. 그리고 인간의 지혜와 끊임없는 노력은 인간의 이와 같은 기본적인 욕망을 실현해 나감으로서 인간사회를 더욱 살기 좋은 사회로 발전시키고 있다.

현대사회에서 조명은 필수 불가결한 것으로서, 인간생활에서의 시간영역을 낮에서 밤으로 확대하였고, 생산성을 높이는 데 공헌을 하고 있다. 그래서 조명으로 인한 전력사용량이 주택용, 상업용, 산업용, 교육용, 농업용 각 분야에서 10~20%를 차지하고 있다.

조명경제란 조명의 설계·시공과 관련하여 경제성을 평가하는 일련의 과정들을 말하는 데 여기서 경제성 평가란 어떤 조명시스템이 경제적으로 유리한가를 검토하기 위한 수단을 가리킨다. 이것은 어떤 조명모델을 구현하기 전에 그 조명설계를 시행하는데 직·간접적 영향으로 발생하게 될 비용을 계산하고 그 비용의 투자로써 얻을 수 있는 편익을 정량적으로 계산하여 최적 조명설계에 따른 경제적 효율을 분석하고자 하는 것이다.

### 1. 조명설계의 에너지절감 방식

#### 1) 조명기구의 선택

조명시스템에 사용되는 각각의 제품들이 개별적으로 고효율이 되도록 개발하여야 하며 각종 고성능, 고효율 조명 제품들을 최적의 조합으로 선택하고 배치하는 기술을 표준화하고 보급하여야 하고, 조명에너지절감을 위한 패러다임을 생각하여야 한다.

적절한 스위치의 선택, 분기회로의 적절한 배치, 밝기와 사람을 감지하는 센서의 채택, 건물 전체를 제어하는 조명제어시스템의 채용 등으로 종합적인 조명에너지 절감을 시도하는 것은 조명설계자의 의무이다. 또한 건물의 크기와 용도 등에 따라 최적으로 작동하는 각종 관련부품과 시스템을 개발하는 것이 생산자의 의무라 하겠다.

## 2) 조명설비의 보수관리에 의한 전력 절감

조명설비를 사용하면 램프의 광속저하나 조명기구의 오손 등으로 조도가 지속적으로 저하된다. 따라서 모처럼 좋은 조명설비를 시설하더라도, 램프교환이나 조명기구 등의 적절한 보수관리가 이루어지지 않으면, 실제 조도를 얻을 수 없고, 예정되고 있는 조명환경을 유지할 수 없다. 이와 같은 상태에서는 시각작업에 지장을 초래할 뿐 아니라 조명경제력으로도 전력이 낭비되어 비경제적이다.

보수의 효과에 대해서 예를 들면, 조도가 시설초기의 49%로 떨어진 상태에서, 실내면에 칠을 함으로써 조도가 61%로 상승하고, 광원과 조명기구의 청소로 81%, 광원을 신제품으로 교환함으로써 100%로 개선된 경우가 있다.

보수를 시행할 경우의 보수작업의 주요한 내용은 램프의 교환, 조명기구의 청소와 점검, 조도 등의 정기적인 측정 등이다.

국내에서 실용적으로 사용되고 있는, 각종 절전형 특성을 잘 파악하여 적절한 것을 선정하여야 한다.

## 3) 램프교환으로 에너지 절약

램프가 어두워지거나 점등되지 않으면 즉시 교환하는 것이 바람직 하지만, 교환작업의 합리성에 보면 다음과 같은 특징이 있다.

- 개별교환방식

점등되지 않는 광원을 그때마다 교환한다. 특정시기에 램프교환이 집중



되므로 소규모, 또는 점등 시간이 짧은 조명설비에 주로 적용된다.

- 개별집단 교환방식

점등되지 않는 광원을 개별교환하고, 일정 점등시간 후 전부 집단 교환한다. 주로 점등되지 않는 램프의 수가 급증하는 시기에 모든 램프를 교환하며, 가장 일반적인 교환방식으로 형광램프의 경우 3년에 1회 정도 연말에 교환하도록 하는 경우가 많다.

- 집단교환 방식

보수기간 동안 램프가 점등되지 않아도 그대로 방치해 두고, 보수시점에 도달하면 전체램프를 교환하는 방식이다. 이 방식은 램프교환이 어려운 장소, 신규램프가 혼재되어 있는 것이 미관상 곤란한 장소 등에 적용된다. 형광램프의 경우 보통 2년 간격으로 집단교환을 행하며, 이 경우 점등되지 않는 램프는 전체의 3%정도이다. 1년 반 간격으로 교환할 경우에는 점등되지 않는 램프는 거의 없다(한국조명전기설비학회, 1999).



## 2. 대안의 경제성 분석 및 평가방법의 종류

여러 가지 대안의 경제성을 분석 평가하고, 경제적 효율이 가장 큰 최선안을 선정하기 위해서는 대안의 모든 자금 흐름을 일정시점의 등가로 환산한 후 최선안을 선정하여야 한다.

대안의 모든 자금 흐름을 어느 시점의 등가로 환산하여 대안의 경제성을 분석 평가하느냐에 따라 경제성 분석 및 평가방법은 다음과 같은 3가지 방법으로 구분된다.

- 현가분석법(present worth analysis)
- 연금분석법(annual cash flow analysis)
- 증가분석법(future worth analysis)

그리고 대안의 실행을 위하여 투입되는 비용과 대안의 실행에 의거 얻어지는 이익이 증가가 되는 비율을 비교하여 대안의 경제성을 분석 평가하는 방법도 사용하고 있는데 이러한 경제성 분석 및 평가방법에는 다음과 같은 2가지가 있다.

- 수익률분석법(rate of return analysis)
- 이익 대 비용비율분석법(benefit-cost ratio analysis)

이상의 다섯 가지 방법 이외에 경제성 공학에서 사용하는 대안의 경제성 분석 및 평가방법으로는

- 회수기간법(payback period)
- 손익분기분석법(break-even analysis)
- 최소비용분석법(minimum cost analysis)

등이 있다.

### 3. 조명모델의 경제성 분석

대안의 경제성 분석 및 평가방법으로는 현가분석법, 연금분석법, 증가분석법, 수익률분석법, 이익 대 비용비율분석법, 회수기간법, 손익분기분석법, 최소비용분석법 등 8가지 종류가 있는데 이 중에서 회수기간법을 이용하여 조명시스템의 경제성 분석을 하고자 하며, 이 회수기간법은 회수기간이란 투자액으로부터 얻는 이익 또는 기타수입으로 투자액을 회수하는 데 소요되는 기간을 의미한다.

그리고 회수기간법이란 각 투자대안의 회수기간을 계산하고, 회수기간이 짧은 투자대안을 최선안으로 선정하는 방법을 말한다.

회수기간법이 가지고 있는 단점 4가지를 보면

- 회수기간법에서는 자금의 시간적 가치 즉, 이자율을 고려하지 않는다.

- 회수기간법에서는 회수기간 이후의 모든 자금흐름을 무시한다.
- 회수기간법에서 사용하는 계산방법은 정확한 계산이 아니라 개략적인 계산이다.

- 회수기간법의 계산방법이 개략적인 계산이기 때문에 이것은 정확한 계산 방법을 사용하는 경제성 분석방법의 결과와 상이한 결과를 나타내는 경우도 있다.

그러면 이상과 같은 단점을 가지고 있음에도 불구하고, 회수기간법이 사용되는 이유는 다음과 같은 두 가지 이유에서이다.

첫째는 회수기간은 이자계산과 같은 경제성 분석방법을 전혀 모르는 사람도 쉽게 계산할 수 있다는 점이다.

둘째는 회수기간이라는 용어는 수익률과 마찬가지로 이해하기 쉬운 말이라는 점이다. 그리고 회수기간이란 투자액이 회수되는 기간을 의미하기 때문에 투자액을 빨리 회수하여 이것을 다른 목적에 사용하려고 하는 경우 이것은 매우 유효한 척도가 될 수도 있다(이상용, 1985).

시뮬레이션을 통하여 평균조도 및 균제도 1과 균제도 2를 모두 양호한 결과를 나타내는 Fig. 7의 일반형광등과 다운라이트가 조합된 강의실의 모델 1과 Fig. 8의 다운라이트를 사용하지 않고 일반형광등 8등으로 만 설치한 모델 2를 가지고 경제성 분석을 하기 위하여 조명 기본입력 데이터와 조명 경제입력 데이터를 입력하여 경제계산후 강의실 1실을 대상으로 단순 경제비교법인 기간 회수법으로 경제성을 비교한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6 The comparison of economical efficient on lighting models

Classification	Num.	Contents	Model 1	Model 2	Note
(1) Basic input data	1	Calculation data	2003.4.11	2003.4.11	
	2	Type of lighting room	lecture room	lecture room	
	3	Type of illuminat	opened underside	opened underside	
	4	Lamp type(A)	FL40W/2	FL40W/2	
	5	Lamp type(B)	DL13W/2	-	
	6	Width room(m)	7.1	7.1	
	7	Length room(m)	7.3	7.3	
	8	Height room(m)	2.8	2.8	
	9	Height desk(m)	0.77	0.77	
	10	Lamps per illuminat	2	2	
	11	Area room(m <sup>2</sup> )	51.83	51.83	
	12	Number illuminat(A)	6	8	
	13	Number illuminat(B)	4	-	
(2) Economical input data	14	Number using illuminat(A)	6	8	
	15	Number using illuminat(B)	4	-	
	16	Unit cost illuminat (A)(won)	51,100	51,100	
	17	Unit cost illuminat (B)(won)	11,600	-	
	18	Installation cost illuminat (A)(won)	38,226	38,226	0.46person ×₩83,100
	19	Installation cost illuminat (B)(won)	20,359	-	0.245person ×₩83,100
	20	Lighting time per year(h)	2,400	2,400	8months×30days ×10hours
	21	Input power illuminat (A)(w)	100	100	50w×2unit
	22	Input powr illuminat (B)(w)	26	-	13w×2unit
	23	Power rate(won/kw)	90	90	the unit cost per 1kw
(3) Economical calculation	24	Cost illuminats(won)	353,000	408,800	1 room
	25	Installation cost illuminats(won)	310,792	305,808	1 room
	26	Amount of power rart per year(kwh)	1,689	1,920	1 room
	27	Power rate per year(won)	152,010	172,800	1 room
(4) Comparing economical efficiency	28	Total installation cost of illuminats(won)	937,597	998,954	after calculating cost (a room)
	29	Total power rate per year(won)	167,211	190,080	after imposing tax (a room)

#### 4. 조명모델의 경제성 분석의 구성 형태

조명시스템의 경제성 분석의 구성형태는 한 개의 단위 강의실에서 두 개의 조명시스템 모델을 설계하여 두 시스템의 경제성을 분석하고자 기본입력데이터, 경제입력데이터를 입력하여 경제계산 및 경제성 분석을 할 수 있도록 만든 구성형태이다.

##### 1) 기본입력 데이터

조명 기본입력 데이터 1~13번까지는 기본적으로 필요한 사항을 기록하며 계산한 날짜, 조명시설명, 조명기구형명, 램프형명 등 기초적인 자료를 입력한다.

- (1) 계산 년 월 일
- (2) 조명시설명
- (3) 조명기구형명
- (4) 램프형명(A)
- (5) 램프형명(B)
- (6) 조명시설의 폭(m) : 실의 폭을 기록
- (7) 조명시설의 길이(m) : 실의 길이를 기록
- (8) 실공간의 높이(m) : 바닥에서부터 천장 등기구 설치장소까지의 높이
- (9) 바닥공간의 높이 : 바닥에서부터 책상 위 면까지의 높이
- (10) 조명기구당 취부램프수 : 조명기구 1대당 램프 설치 수
- (11) 면적( $m^2$ ) : 실의 가로×세로의 면적
- (12) 조명기구 대수(A) : 실 한 개의 조명기구의 수량
- (13) 조명기구 대수(B) : 실 한 개의 조명기구의 수량

## 2) 조명경제입력 데이터

조명 경제입력 데이터 14~23번까지는 조명기구 사용대수, 조명기구 단가, 조명기구 설치단가, 연간점등시간, 조명기구 입력전력, 전기요금 등을 입력한다.

- (14) 조명기구 사용대수 : 실 한 개의 조명기구사용대수
- (15) 조명기구 사용대수 : 실 한 개의 조명기구사용대수
- (16) 조명기구 단가(A)(원) : 조명기구 1개당 단가(한국물가협회, 2003)
- (17) 조명기구 단가(B)(원) : 조명기구 1개당 단가
- (18) 조명기구 설치단가(A)(원) : 조명기구의 값을제외한 설치비용단가
- (19) 조명기구 설치단가(B)(원) : 조명기구의 값을제외한 설치비용단가(건설연구사, 2003)
- (20) 연간점등시간(h) : 1년동안의 점등시의 사용시간
- (21) 조명기구 입력전력(A)(w) : 조명기구 1대당의 소비전력
- (22) 조명기구 입력전력(B)(w) : 조명기구 1대당의 소비전력
- (23) 전기요금(원/kw) : 1kw당의 전력사용량요금

## 3) 경제 계산

경제 계산 24~27번까지는 1실당의 조명기구비, 조명기구 설치비, 연간전력량, 연간 전기요금을 계산하여 입력한다.

- (24) 조명기구비(원) : 실 1개당의 설치비를 제외한 조명기구의 단가
- (25) 조명기구 설치비(원) : 방 1개당의 조명기구비를 제외한 설치비용
- (26) 연간 전력량(kwh) : 실 1개당의 1년동안의 전력량
- (27) 연간 전기요금(원) : 실 1개당의 1년동안의 전기요금(세전)

## 4) 경제성 비교

경제 비교 28~19번은 1실당의 원가계산후의 조명기구 설치비 및 연간관리

비용 총계를 계산하여 입력한다.

(28) 조명기구설치비 총계(원) : 실 1개당의 원가계산후의 설치비 총계

(29) 연간전기요금 총계(원) : 실 1개당의 1년동안의 전기요금

(한국조명전기설비학회, 2000)

제주대학교 교양강의동 건물에서 최적 조명 설계 시 유사한 조건에서의 모델 1과 모델 2의 경제성 비교를 나타낸 것이 Table 6이다. 여기에서는 6등 배열인 4224호 강의실 한 개의 단위장소를 기준으로 하여 비교를 하였고, 비교한 바에 의하면 조명기구설치비는 모델 1이 937,597원으로 계산되었고, 모델 2가 998,954원으로 초기 투자비용은 모델 1이 모델 2보다 61,357원이 적게, 연간 전기요금은 모델 1이 167,211원 이 들고 모델 2는 190,080원이 들어 모델 1이 모델 2보다 연간전기요금이 22,869원이 적게 드는 것으로 나타나 경제성은 모델 1의 다운라이트를 조합한 조명모델로 조명설계를 하면 경제성이 있는 것으로 나타나 이와 같은 조명설계시스템 도입이 필요한 것으로 나타났다.

Table 7 및 Table 8은 Table 6에서의 모델 1과 모델 2의 공사비 중의 재료비와 노무비를 가지고 간접노무비, 기타경비, 일반관리비, 이윤, 부가가치세를 적용하여 나타낸 공사원가계산을 한 내용이다.

Table 7 The calculator of construction original cost on model 1

Item(classification)	Amounts	Component ratio	Note
Direct material cost(A1)	353,000		
Sub total(A)	353,000		
Direct labor cost(B1)	310,792		
Indirect labor cost(B2)	43,510	14%	B1
Sub total(B)	354,302		B1+B2
Rest of expenses(C1)	35,365	5%	A+B
Sub total(C)	35,365		
Total	742,667		A+B+C
General management expenses(D)	44,560	6%	A+B+C
Profit(E)	65,134	15%	B+C+D
Total cost(F)	852,361		A+B+C+D+E
Tax on value added(G)	85,236	10%	F
Total amounts	937,597		won



Table 8 The calculator of construction original cost on model 2

Item(classification)	Amounts	Component ratio	Note
Direct material cost(A1)	408,800		
Sub total(A)	408,800		
Direct labor cost(B1)	305,808		
Indirect labor cost(B2)	42,813	14%	B1
Sub total(B)	348,621		B1+B2
Rest of expenses(C1)	37,871	5%	A+B
Sub total(C)	37,871		
Total	795,292		A+B+C
General management expenses(D)	47,717	6%	A+B+C
Profit(E)	65,131	15%	B+C+D
Total cost(F)	908,140		A+B+C+D+E
Tax on value added(G)	90,814	10%	F
Total amounts	998,954		won

Table 9 The economical efficiency on analysis of models

Clas. Item	Total lamps (ea)	Installed luminators		Rooms	Luminators per room (ea)		Construction expenses	Power rate
		FL40w/2	DL13W/2		FL40W/2	DL13W/2		
Model 1	420	252	168	42	6	4	937,597×42 room= ₩39,379,074	167,211×42 room= ₩7,022,862
Model 2	336	336	-	42	8	-	998,954×42 room= ₩41,956,068	190,080×42 room= ₩7,983,360
Difference in construction expenses	41,956,068(model 2) - 39,379,074(model 1) = ₩2,576,994							
Difference in power rate	7,983,360(model 2) - 7,022,862(model 1) = ₩960,498(per an year)							
Difference in total amounts	₩2,576,994(the difference in construction expenses) + ₩960,498(the difference in power rate per an year) = ₩3,537,492							

제주대학교 교양강의동 건물 전체 강의실에 대한 경제성을 비교 분석한 결과가 Table 9와 같으며 모델 1에서는 강의실 전체의 일반형광등 40[W] 더블의 등기구 수가 252등이며 전체 강의실 수는 21개의 강의실로 되어있으나 강의실별로는 전부 계산이 안되어 있어 계산이 된 6등 배열인 강의실을 기준으로 하여 한 개의 강의실에 6등씩 42개 단위로 계산하였고, 다운라이트는 한 개의 강의실에 4등씩 42개 단위로 계산하여 168등이, 모델 2에서는 일반형광등 40[W] 더블이 8등씩 42개 단위로 설치하는 것을 기준으로 하여 336등을 설치하는 것으로 하였다.

이것을 단순 경제 비교법인 기간회수법을 사용하여 경제성 분석을 통한 교양강의동 건물 강의실 전체의 절약되는 초기 투자비용 차액이 2,576,994원, 1년간 전기요금 차액 960,498원을 합하면 처음 1년 동안 사용하였을 시에 모델 1이 모델 2보다 3,537,492원이 절감되어 경제성이 양호한 것으로 나타났다.



## VI. 결과 및 검토

제주대학교 교양강의동 건물 강의실 조명의 실태조사를 통해 강의실별 등기구 설치현황에서 보여준 바와 같이 6등 배열이 3개실, 9등 배열이 6개실, 12등 배열이 3개실, 20등 배열이 3개 실 중에, 이 가운데 일반적으로 많이 사용하는 40인 실을 기준으로 하여 6등 배열이 되어 있는 기존의 강의실 4224호실에 대해 실제조도 측정을 하여 기준 평균조도 및 균제도 1, 균제도 2를 산출하였다.

그 결과 평균조도는 242[Lux], 최소조도는 82[Lux], 최대조도는 354[Lux]으로 기준 평균조도는 최소 300[Lux]이상, 균제도 1은 1/3이상, 균제도 2는 1/2이상이어야 하는데 전부가 미달되는 것으로 나타남에 따라 실제 조도 측정을 하였던 교양강의동 4224호 강의실에 기존 일반형광등 40[W] 더블 6등의 위치를 이동하지 않은 상태에서 다운라이트 13[W] 더블 4등을 적당한 위치에 추가로 설치한 모델 1의 시뮬레이션을 실시한 결과 평균조도가 318.4[Lux], 균제도 1이 0.425 균제도 2가 0.532으로 최적의 좋은 상태로 나타났다. 또한 일반형광등 40[W] 더블 6등에 40[W] 더블 2등을 추가하여 일반형광등 40[W] 더블 8등을 설치한 모델 2도 기준 조도, 균제도 및 균제도 2가 최적의 상태로 유사하게 되었다.

그리고 교양강의동의 한 개의 강의실 4224호에 대해 단순 경제비교법인 기간회수법을 사용하여 두 조명모델인 모델 1과 모델 2의 경제성 분석을 한 결과 Table 6에서와 같이 조명기구설치비에서는 시스템 1이 937,597원, 모델 2에서는 998,954원으로 모델 1이 모델 2보다 초기 투자비용이 61,357원이 적게 드는 것으로 나타났고, 연간전기요금에서는 모델 1이 167,211원, 모델 2가 190,080원으로 22,869원이 적게 드는 것으로 검토되었다.

4224호실 한 개의 강의실에 대해 경제성 분석을 한 결과 경제성이 있는 것으로 나타남에 따라 교양강의동 건물 강의실 전체를 1년간 경제성을 분석한

결과 Table 9에서와 같이 모델 1에서는 강의실 전체의 일반형광등 40[W] 더블의 등기구 수가 252등이며 전체 강의실 수는 21개의 강의실로 되어있으나 강의실별로는 전부 계산이 안되어 있어 계산이 된 6등 배열인 강의실을 기준으로 하여 한 개의 강의실에 6등씩 42개 단위로 계산하였고, 다운라이트는 한 개의 강의실에 4등씩 42개 단위로 계산하여 168등이, 모델 2에서는 일반형광등 40[W] 더블이 8등씩 42개 단위로 설치하는 것을 기준으로 하여 336등을 설치하는 것으로 하였다.

이와 같은 내용으로 하여 계산된 초기 투자비용인 공사비가 모델 1은 39,379,074원이고, 모델 2는 41,956,068원으로서 두 모델의 초기 투자비용인 공사비가 모델 1을 적용하였을 때가 모델 2를 적용하였을 때보다 2,576,994원이 적게 드는 것으로 나타났다. 또한, 연간 전기요금에 있어서는 모델 1이 7,022,862원이며, 모델 2는 7,983,360원으로 모델 1을 적용하였을 때가 모델 2를 적용하였을 때보다 960,498원이 적게 드는 것으로 나타났다.

교양강의동 건물 강의실 전체를 연간단위로 단순경제비교법인 기간회수법으로 초기투자비용과 연간전기요금을 합하면 두 모델의 비교에서 모델 1이 모델 2보다 3,537,492원이 절감되어 경제성이 양호한 것으로 나타나 다운라이트를 조합한 모델 1을 선택하여 설계하고 시공하는 것이 매우 좋은 것으로 검토되었다.

## VII. 결 론

대학 강의실의 조명 개선을 통한 수업 환경의 질을 높이기 위해 제주대학교 교양강의동 건물 강의실의 조명실태를 조사하였고, 6등 배열, 9등 배열, 12등 배열, 16등 배열, 20등 배열 중에서 전 3층 중의 2층에 위치한 일반적으로 많이 사용하는 40인 실을 기준 하여 6등 배열이 되어있는 4224호 강의실에 대하여 실제조도측정을 하여 기준 조도 및 균제도 1, 균제도 2를 계산하였으나, 기준 평균조도 및 균제도 1, 균제도 2를 만족시킬 수 있는 것은 기준 평균조도가 300[Lux]이상, 균제도 1이 1/3이상, 균제도 2가 1/2이상이어야 양호 한데 기준 평균조도가 242[Lux], 균제도 1이 0.231, 균제도 2가 0.338로 전부 기준에 미달되는 것으로 나타났다.

전부 기준에 미달하는 것으로 나타남에 따라 기존의 일반형광등이 설치된 상태에서 위치를 조정하지 않고 다운라이트 13[W] 더블 4등을 추가로 설치하여 양호한 결과를 얻은 모델 1과 기준 조도 및 균제도 1과 균제도 2를 비슷한 상태에서 같은 일반형광등 8등으로만 설치한 모델 2를 단순경제비교법인 기간 회수법을 사용하여 경제성 분석을 하였다.

제주대학교 교양강의동 건물 강의실 전체를 비교 분석한 결과 제안된 두 조명모델 중에서 모델 1이 모델 2보다 초기 투자비용 공사비 차액이 2,576,994원, 1년간 전기요금 차액 960,498원을 합하면 3,537,492원이 절감되는 것으로 나타남에 따라 앞으로 대학강의실 등의 조명설계의 모델은 일반형광등으로만 설계된 모델보다 다운라이트를 조합한 조명모델을 적용하여 설계 시에 반영한다면 에너지 절약 효과는 물론 대학강의실의 최적조명설계 및 경제성에 부합하는 조명모델로 활용 가능하리라 사려된다.

## 참 고 문 헌

건설연구사, 2003, 전기공사표준품셈, PP. 278-279.

김현지 · 안옥희, 1999, 실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰, 조명 · 전기설비학회논문지, 제13권 제2호, PP. 10-11.

이상용, 1985, 경제성 공학, 형설출판사, PP. 98-183.

조명학회, 1992, 조명데이터북, 세진사, 한국조명전기설비학회, P. 69.

좌승택, 2000, 학교교실의 환경개선을 위한 조명설계 연구, 제주대학교 석사학위논문  
PP. 4-13.

지철근, 1994, 조명원론, 문운당, PP. 133-136.

한국물가협회, 물가자료, 2003, PP. 945-947.

한국조명전기설비학회, 1991, 조명교실(1), 이성오, PP. 65-66.

한국조명전기설비학회, 1999, 조명디자이너 자격인증 교재, PP. (1-1)-(1-11),  
(13-1)-(13-17).

한국조명전기설비학회, 2000, 조명전문가를 위한 기술워크샵, PP. 146-149.

## 감사의 글

우선 이 논문이 완성되기까지 아낌없는 격려와 정성으로 지도하여 주신 오성보 교수님께 깊은 감사를 드리며, 입학에서 졸업 때까지 많은 격려의 말씀과 용기를 주셨던 좌종근 교수님, 이개명 교수님, 김일환 교수님, 김세호 교수님, 김호찬 교수님께 감사 드립니다.

또한 어려운 환경 속에서도 서로 돕고 격려하며 이끌어준 학우들에게 감사 드리고, 그들의 앞날에 무궁한 발전과 행운이 함께하기를 기원합니다.

그리고 제가 학업에 열중할 수 있도록 도와주신 제가 몸담아 근무하였던 제주대학교 시설과에 김병호 과장님과 이영화 사무관님을 비롯하여 동료 및 선후배와, 현재 제가 근무하고 있는 제주교육대학교 총무과 김익선 사무처장님과 동료 및 선후배, 그 외 저를 위해 애써주신 모든 분들께 감사 드립니다.

마지막으로 여러 가지 어려운 여건 속에서도 학업에 열중할 수 있도록 도와주시고 걱정하여 주신 아버님과 장인, 장모님, 형님, 형수님께 작은 결실을 드리며, 항상 곁에서 묵묵히 내조해준 아내와 학업에 바쁜 부모를 잘 이해 해준 두 딸 경옥, 의옥이와 아들 두영이와 함께 이 기쁨을 나누고 싶습니다.

2003년 6월

양 완 국 올림