

## 학교 강의실 조명에 대한 에너지 절약과 균제도에 관한 연구

(A Study on the Ratio of Luminance and Energy Saving for Lighting of Schoolroom)

최홍규 · 최명숙 · 조경남 · 조계술 · 김정한 · 김성수 · 조의상 · 정성윤\*

(Hong-kyoo Choi · Byoung-Sook Choi · kyung-nam Cho · kye-hsul Cho ·  
jung-han Kim · sung-su Kim · eui-sang Cho · Sung-Youn Jeong)

### 요 약

본 연구는 교육 환경 중 조명의 역할은 학생들의 시각작업과 학습효과의 향상 및 심신 형성 등에 매우 중요하며, 실내에서 생활하는 시간이 많아지므로 일정 수준이상의 조도가 필요하다. 적당한 조도와 휘도 분포를 적절하게 조절하면 눈의 피로를 줄이고, 휴식의 효과로 학습능률의 효율성을 높일 수 있다. 현재 수업중인 2개교를 선택하여 조도를 측정하고, 컴퓨터 시뮬레이션 방법을 이용하여 조도분포에 따른 균제도와 휘도를 개선하여 경제성을 향상시키고 에너지 절약을 가져올 수 있다.

### Abstract

This paper is the among educational environment, lighting's role is more important since it improves the visual tasks, capability of work, and it help to build both balanced mind and body. Also, since students need spend most of their time inside rather than outside, students need appropriate illuminance everyday.

If optimum illuminance and distribution of luminance is properties controlled, people can decrease the fatigue of eyes, and also , people can maximize their efficiency of work.

This present studying class chose of two school measured illuminance using the computer simulation improved ratio of luminance and luminance by distribution of lighting improve the economy and energy saving.

### 1. 서 론

교육환경 개선을 위한 학교 조명은 교실에서 생활하는 학생들의 시각작업과 근시예방, 학습효과의 향상 및 심신 형성 등에 매우 중요한 역할을 차지한다.

학교조명은 초등학교에서 중·고등학교로 진학하면서 실내에서 생활하는 시간이 많아지고, 수준 높은 공부를 하게 되며 근래에는 정규수업시간외 야간에도 학교를 개방하므로 더욱더 쾌적한 실내 분위기에서 학습능률을 향상시키고 활동의 불편을 줄이기 위해서는 일정 수준 이상의 조도가 필요하다. 광원의 조도와 휘도 분포를 적절하게 조절하면 눈의 피로를 줄이고 휴식의 효과를 가져오므로 학

습능률의 효율성도 높일 수 있다. 학교의 조명 설계는 사용목적에 따라 실별로 다른 밝기를 요구하고 있으며, 교실조도는 조명의 사용시간 및 사용시간대별로 다르므로 중요한 설계요소로 학교 유형(초, 중, 고교)과 시간대별로 차이가 있다. 초·중·고교의 경우는 주광을 충분한 조명으로 사용하고 있으나, 주광이 적거나 조도가 낮은 때는 인공광과 균형을 고려한 조명이 필요하다. 또한 대학교 강의실에서 요구되는 적정조도와 균제도, 경제적 등기구수 및 배치, 전기 소비량 등을 분석하고 조명시설에 따른 소비전력을 최소화하여 에너지 절약과 교육환경 개선의 고효율화를 이룸으로써 학교 교실의 조명을 개선할 수 있다. 그리고 쾌적한 교육환경을 위한 적절한 교실의 조도가 KSA3011에 의하면 300[lx]~600[lx]로 규정하고 있어 현재 수업중인 여러 형태의 대학강의실 조명

중 등기구가 일정한 2개교에서 실제적인 조도를 측정 비교하기 위해 저녁 9시에 조도 측정을 실시하여 측정값을 얻었다. 최근에는 건축물의 등기구 설치에 따른 조도계산은 컴퓨터를 이용하여 시뮬레이션 하는 방법으로하여 계산의 오차를 줄이는 방법이 제시되고 있다.

따라서 본 논문에서는 교실의 실측조도와 조도와 조도계산 프로그램인 LUMEN MICRO 7을 이용한 시뮬레이션으로 조도분포와 균제도에 대해서 비교 검토하고 조도향상과 에너지 절약을 위한 최적의 조건을 제시하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1. 설계조건

학교 시설의 교육환경에서 가장 중요한 교실의 조도를 실측하기 위한 강의실의 제원은 A학교 강의실이 17.5[m]×7.2[m]이고, B학교 강의실이 6.9[m]×13.7[m]이다. 천장의 높이는 2.65[m], 책상 높이는 0.7[m]이고, 마감재는 천장 텍스, 벽은 수성 백색 페인트, 바닥은 농색 인조석을 사용하였고 반사율은 천장을 80[%], 벽 50[%], 바닥 20[%]이며, 조명기구는 매입 하면 개방형 형광등 기구에 전자식 개별 안정기를 사용한 FL 32W/2×30, FL 32W/2×24를 각각 취부하고 있는 강의실에서 주광의 영향이 없는 오후 9시경 2개의 학교 강의실을 대상으로 조도계(Custom Lux Meter LX-1330)를 사용하여 19개 지점에서 5점법으로 조도를 측정하였다.

A,B학교 강의실 모두 실측을 야간에 했기 때문에 창문의 반사율, 투과율, 흡수율은 무시한다 강의실의 조명기구를 배열한 배치도를 각각 [그림 4], [그림 5]에 나타낸다.

형광등 기구의 광속은 5600[lm]이고 강의실 필요 조도는 KSA3011에서 300~600[lx]로 규정하고있다. 최근에는 강의를 하는 사람과 강의를 받는 사람들의 근시예방과 학습효과 향상 및 불쾌감을 유발하는 것을 방지하기 위해서 KS의 규정보다 조도를 상향 조정하는 경우가 많다. 따라서 본 논문에서는 기준조도를 500[lx]로 하여 시뮬레이션 하였다.

매입 하면 개방형 형광등 기구의 배광곡선과 조명율 적용표는 다음과 같다.

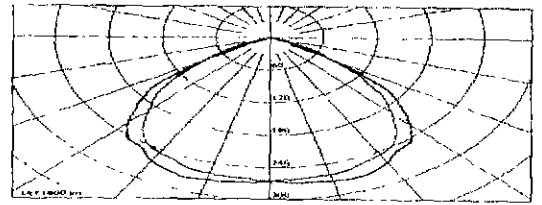


그림 1. 형광등기구의 배광곡선

Fig 1. Lighting distribution of fluorescent lamp

표 1. 조명율 적용표

Table 1. Lighting Ratio of Application

反天庫	80%				70%				50%				30%				0%
新壁	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0%		
表 바닥	20%				20%				20%				20%				0%
室指數	照 明 率 ( × 0.01 )																
0	84	84	84	84	82	82	82	82	78	78	78	78	75	75	75	75	
1	78	76	73	71	76	74	72	70	71	69	68	68	67	66	66	62	
2	72	67	63	60	70	66	62	59	64	61	58	61	59	57	54	54	
3	66	60	55	51	65	59	54	51	57	53	50	55	52	49	47	47	
4	61	54	48	44	60	53	48	44	51	46	43	49	46	42	40	40	
5	56	48	42	38	55	47	42	38	46	41	37	44	40	37	35	35	
6	52	43	37	33	51	42	37	33	41	36	33	40	36	32	31	31	
7	48	39	33	29	47	38	33	29	37	32	28	36	32	28	27	27	
8	44	35	28	25	43	35	28	25	34	29	25	33	28	25	24	24	
9	41	32	26	23	40	32	26	22	31	26	22	30	25	22	21	21	
10	38	29	24	20	37	29	24	20	28	23	20	27	23	20	19	19	

### 2.2. 휘도의 판정법

휘도의 판정법은 영국의 조명학회 규격과 미국의 조명학회 규격, 오스트레일리아의 규격 등이 있지만 본 논문에서는 오스트레일리아의 규격으로 판정한다

오스트레일리아 규격의 판정법은 광원의 배열 방향에 의해서 방의 치수 T·P를 결정하고 작업자의 눈 위치, 광원까지의 높이 h에서 아래 표를 적용하는 것으로서 이 [표 2]에서 얻은 휘도가 사용하는 광원의 최대 휘도의 값보다 작은 경우에는 그 조명 등기구 배치는 양호한 것으로 판정한다.

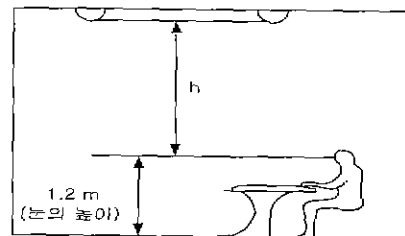


그림 2. h의 결정법

Fig. 2. The determination method of h

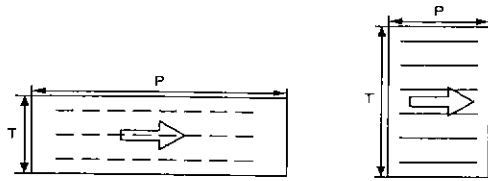


그림 3. T-P의 결정법  
Fig. 3. The determination method of T-P

표 2. 조명기구의 휘도 적용표  
Table 2. Lighting Ratio of Application table by luminance

		방의 치수 P/h											
		2	3	4	5	6	7	8	10	12	14		
방의 치수 T/h	3	124	124	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
	4	124	93	93	62	62	62	62	62	62	62	62	62
	5	93	93	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
	6	93	62	62	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	7	93	62	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	8	62	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	10	47	47	47	31	31	31	31	31	31	31	31	31

작업자가 모두가 동일방향을 향하고 있을 때는 그 방향에 램프의 방향을 맞추는 것이 좋고 휘도의 한계는 [표 2]에 따른다

### 2.3. 실측조도

#### 2.3.1. A학교 강의실의 실측조도 측정

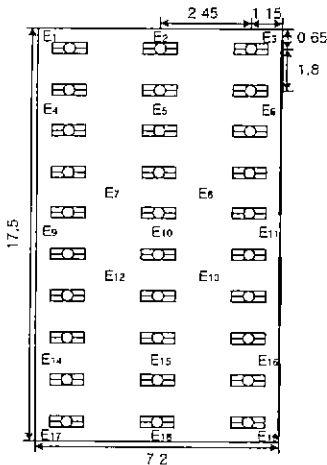


그림 4. A학교 강의실 조명기구의 배치도  
Fig. 4. The arrangement plan of A classroom lighting instrument

표 3. 각구간의 조도 계산표  
Table 3. Calculation table illuminance of body

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
602	655	640	760	765	742	790	775	780	825
$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$E_{17}$	$E_{18}$	$E_{19}$	
710	783	771	800	820	752	623	681	674	

[그림 4]의 강의실에서 실측조도를 측정한 계산결과 평균조도가 734.10[lx]가 나왔고, 균제도는  $\frac{\text{최소조도}}{\text{평균조도}}$  의 계산식으로 결정하면  $\frac{602}{734.10} = 0.82$  가 된다.

소비전력량의 계산은 등수 (N)×조명기구의 소비전력으로 계산하면 그 계산값은 시간당 1.92[KW]이다.

#### 2.3.2. B학교 강의실의 실측조도 측정

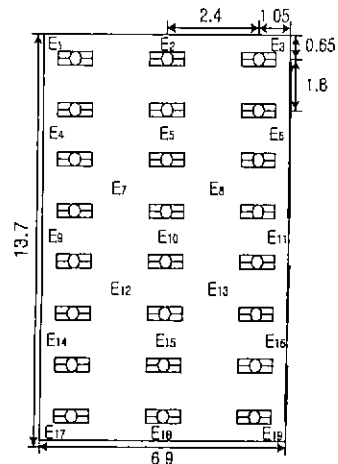


그림 3. B학교 강의실 조명기구의 배치도  
Fig. 3. The arrangement plan of B classroom lighting instrument

표 4. 각구간의 조도 계산표  
Table 4. Calculation table illuminance of body

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
612	650	625	754	780	700	810	713	825	845
$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$E_{17}$	$E_{18}$	$E_{19}$	
796	815	765	805	785	727	527	630	540	

[그림 5]의 강의실에서 실측조도를 측정한 계산결과 평균조도가 721.26[lx]가 나왔고, 균제도는

$\frac{\text{최소조도}}{\text{평균조도}}$  의 계산식으로 결정하면  $\frac{527}{721.26} = 0.73$  이 된다.

소비전력량의 계산은 등수 (N)×조명기구의 소비전력으로 계산하면 그 계산값은 시간당 1.536[KW]이다.

## 2.4. 시뮬레이션

### 2.4.1. A학교 강의실의 시뮬레이션

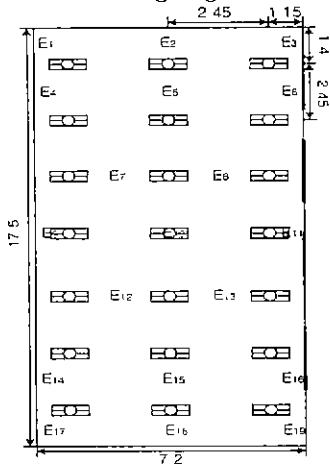
강의실의 설계조건은 다음과 같다.

등기구의 간격은  $S \leq 1.5H$ 의 계산식에 의해서 구할 수 있으며,  $H$ 는 바닥면에서 등기구 높이까지의 크기에서 책상면 높이를 뺀 값이다. 이 등기구 간격은  $S \leq 1.5 \times (2.65 - 0.7) = 2.925$ 으로 정해진다. 벽면을 이용하지 않을 때의 등기구와 벽사이 간격 계산식은  $S_0 \leq \frac{S}{2}$  이므로  $S_0 \leq \frac{2.925}{2} = 1.4265$ 가 된다.

1) A학교 강의실의 수평 등기구 시뮬레이션  
 실측한 평균조도와의 근사값 조도를 확보하기 위한 강의실의 조명기구를 수평 배열한 배치도는 [그림 6]과 같다.

그림 6. A학교 강의실 조명기구의 수평 배치도

Fig. 6. The arrangement plan of Horizontal A classroom lighting instrument



따라서 LUMEN-MICRO 7으로 등기구를 수평으로 시뮬레이션한 조도분포는 [그림 7]과 같다.

휘도의 한계는 다음과 같다.

$$h = (\text{등기구 높이}) - (\text{눈의 높이})$$

$h = (2.65) - (1.2) = 1.45 [m]$ 으로 되며,

$$\frac{P}{h} = \frac{7.2}{1.45} = 4.96 \approx 5$$

$$\frac{T}{h} = \frac{17.5}{1.45} = 12.09 \approx 10$$

[표 2]에 의해 휘도의 한계는 0.31[cd/cm<sup>2</sup>]이 된다. 일반적으로 형광등 기구의 최대 휘도는 0.35~0.4[cd/cm<sup>2</sup>]이다. 이것은 휘도의 한계가 형광등의 휘도보다 낮기 때문에 이 배치 방식은 글래어에 대해서는 양호하다고 할 수 있다.

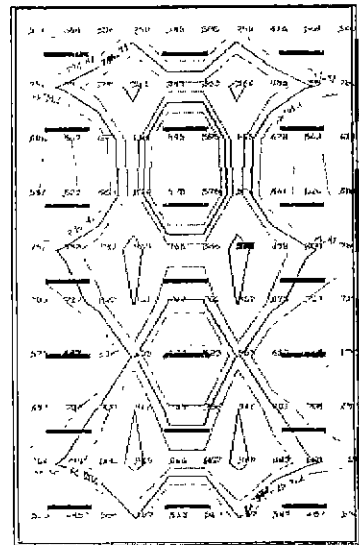


그림 7. A학교 강의실의 수평 조도 분포도

Fig. 7. The arrangement plan of Horizontal illumination for A classroom

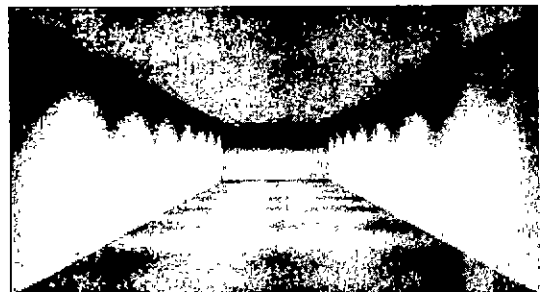


그림 8. A학교 강의실의 수평 휘도 분포

Fig. 8. The Distribution Horizontal luminance for A classroom

표 5. A학교 강의실의 수평 시뮬레이션 조도  
Table 5. The Horizontal simulation illumination of A classroom

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
648	724. 2	654	600. 4	781	606. 2	796. 3	797	730. 4	830
$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$E_{17}$	$E_{18}$	$E_{19}$	
734. 8	749. 1	749. 9	632. 4	756. 7	637. 8	641. 5	670	646. 3	

[그림 7]의 강의실에서 조도분포를 측정한 계산결과 평균조도가 704.565[lx]가 나왔고, 균제도는

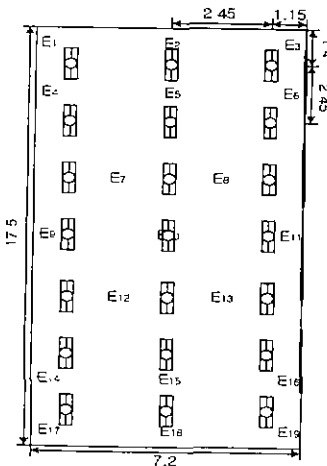
$$\frac{\text{최소조도}}{\text{평균조도}} \text{의 계산식으로 결정하면 } \frac{600.4}{704.565} = 0.852$$

가 된다. 소비전력량의 계산은 등수 (N)×조명기구의 소비전력으로 계산하면 그 계산값은 42[개]×32[W]=시간당 1.344[KW]이다.

2) A학교 강의실의 수직 등기구 시뮬레이션

실측한 평균조도와와 근사값 조도를 확보하기 위한 강의실의 조명기구를 수직 배열한 배치도는 [그림 9]와 같다.

그림 9. A학교 강의실 조명기구의 수직 배치도  
Fig. 9. The arrangement plan of vertical A classroom lighting instrument



[그림 9] A학교 강의실의 수직 등기구 배치도 따라서 LUMEN-MICRO 7으로 등기구를 수직으로 시뮬레이션한 조도분포는 [그림 10]과 같다.

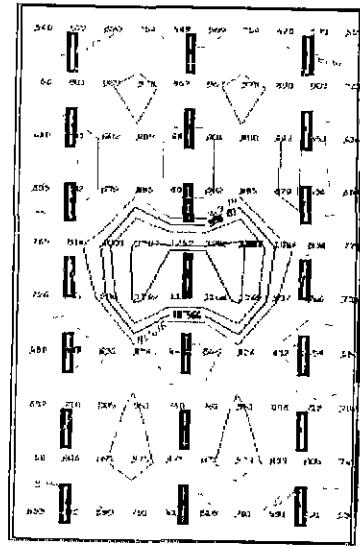


그림 10. A학교 강의실의 수직 조도 분포도  
Fig. 10. The arrangement plan of vertical illumination for A classroom

휘도의 한계는 다음과 같다.

$$h = (\text{등기구 높이}) - (\text{눈의 높이})$$

$$h = (2.65) - (1.2) = 1.45 [m] \text{으로 되며,}$$

$$\frac{P}{h} = \frac{17.5}{1.45} = 12.06 \approx 10$$

$$\frac{T}{h} = \frac{7.2}{1.45} = 4.97 \approx 5$$

[표 2]에 의해서 휘도의 한계는 0.62[cd/cm<sup>2</sup>]이 된다.

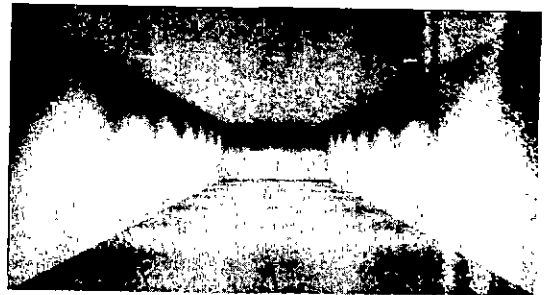


그림 11. A학교 강의실의 수직 휘도분포  
Fig. 11. The Distribution vertical luminance for A classroom

일반적으로 형광등 기구의 최대 휘도는 0.35~0.4[cd/cm<sup>2</sup>]이다. 이것은 휘도의 한계가 형광등의 휘도보다 높기 때문에 이 배치 방식은 클레어에 대해서는 적절하지 않다고 할 수 있다.

표 6. A학교 강의실 수직 시뮬레이션 조도  
Table 6. The vertical simulation illumination of A classroom

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
652.	728.	656.	606.	746.	612.	814.	814.	747.	1159
2	0	7	9	8	5	0	8	7	
$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$E_{17}$	$E_{18}$	$E_{19}$	
750.	783.	784.	638.	666.	644.	645.	694.	950.	
6	8	6	0	4	6	7	2	5	

[그림 10]의 강의실에서 조도분포를 측정한 계산 결과 평균조도가 729.021[lx]가 나왔고, 균제도는  $\frac{\text{최소조도}}{\text{평균조도}}$  의 계산식으로 결정하면  $\frac{606.9}{729.021} = 0.832$  가 된다.

소비전력량의 계산은 등수 (N)×조명기구의 소비 전력으로 계산하면 그 계산값은 42[개]×31[W]=시간당 1.344[KW]이다.

### 2.4.1. B학교 강의실의 시뮬레이션

강의실의 설계조건은 다음과 같다.

등기구의 간격은  $S \leq 1.5H$ 의 계산식에 의해서 구할수 있으며,  $H$ 는 바닥면에서 등기구 높이까지의 크기에서 책상면 높이를 뺀값이다

따라서 등기구 간격  $S \leq 1.5 \times (2.65 - 0.7) = 2.93$  으로 정해진다.

벽면을 이용하지 않을때의 등기구와 벽사이 간격 계산식은  $S_0 \leq \frac{S}{2}$  이므로  $S_0 \leq \frac{2.925}{2} = 1.43$  이 된다.

#### 1) B학교 강의실의 수평 등기구 시뮬레이션

실측한 평균조도와의 근사값 조도를 확보하기 위한 강의실의 조명기구를 수평 배열한 배치도는 [그림 12]와 같다.

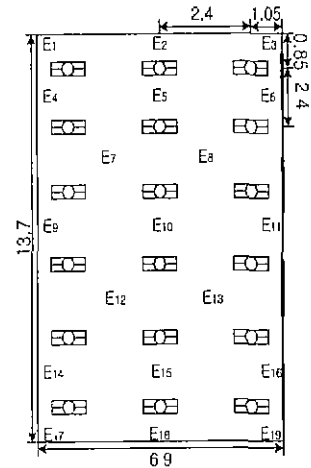


그림 12 B학교 강의실 조명기구의 수평 배치도  
Fig.12. The arrangement plan of Horizontal B classroom lighting instrument

따라서 LUMEN-MICRO 7으로 등기구를 수직으로 시뮬레이션한 조도분포는 [그림 13]과 같다.

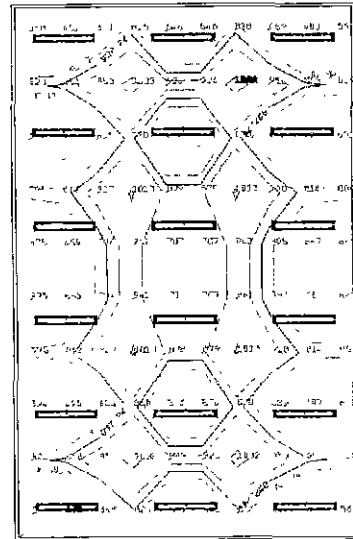


그림 13. B학교 강의실의 수직 조도 분포도  
Fig. 13. The arrangement plan of vertical illumination for B classroom

회도의 한계는 다음과 같다.

$$h = (\text{등기구 높이}) - (\text{눈의 높이})$$

$$h = (2.65) - (1.2) = 1.45 [m] \text{으로 되며,}$$

$$\frac{P}{h} = \frac{6.9}{1.45} = 4.76 \approx 5$$

$$\frac{T}{h} = \frac{13.7}{1.45} = 9.45 \approx 10$$

[표 2]에 의해서 휘도의 한계는 0.31[cd/cm<sup>2</sup>]이 된다.

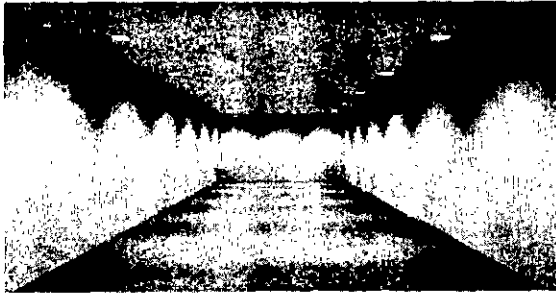


그림 14. B학교 강의실의 수평 휘도분포  
Fig. 14. The Distribution Horizontal luminance for B classroom

일반적으로 형광등 기구의 최대 휘도는 0.35~0.4[cd/cm<sup>2</sup>]이다. 이것은 휘도의 한계가 형광등의 휘도보다 낮기 때문에 이 배치 방식은 글래이에 대해서는 양호하다고 할수 있다..

표 8. B학교 강의실의 수평 시뮬레이션 조도  
Table 8. The Horizontal simulation illumination of B classroom

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
690	735	696	672	720	700	860	861	675	833
.0	.2	.5	.5	.0	.7	.3	.3	.1	.9
$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$E_{17}$	$E_{18}$	$E_{19}$	
681	860	861	694	833	700	688	732	694	
.5	.2	.2	.1	.8	.4	.1	.2	.3	

[그림 13]의 강의실에서 조도분포를 측정된 계산 결과 평균조도가 748.22[lx]가 나왔고, 균제도는  $\frac{\text{최소조도}}{\text{평균조도}}$ 의 계산식으로 결정하면  $\frac{672.5}{748.22} = 0.898$ 이 된다.

소비전력량의 계산은 등수 (N)×조명기구의 소비전력으로 계산하면 그 계산값은 36[개]×32[W]=시간당 1152[KW]이다.

#### 2) B학교 강의실의 수직 등기구 시뮬레이션

실측한 평균조도와 근사값 조도를 확보하기 위한 강의실의 조명기구를 수직으로 배열한 배치도는 [그림 15]와 같다.

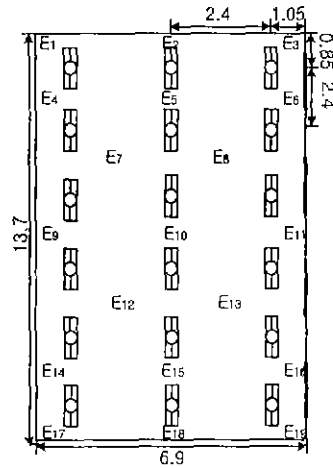


그림 15. B학교 강의실 조명기구의 수직 배치도  
Fig. 15. The arrangement plan of vertical B classroom lighting instrument

따라서 LUMEN-MICRO 7으로 등기구를 수직으로 시뮬레이션한 조도분포는 [그림 16]과 같다.

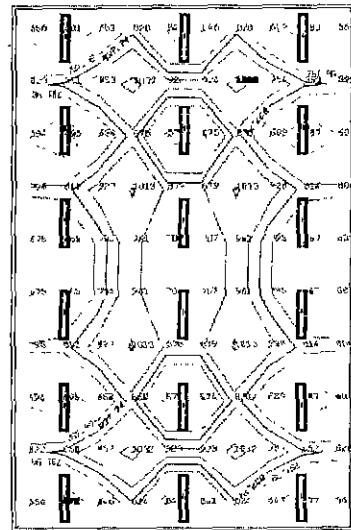


그림 16. B학교 강의실의 수직 조도 분포도  
Fig. 16. The arrangement plan of vertical illumination for B classroom

휘도의 한계는 다음과 같다.

$$h = (\text{등기구 높이}) - (\text{눈의 높이})$$

$$h = (2.65) - (1.2) = 1.45 [m] \text{으로 되며,}$$

$$\frac{P}{h} = \frac{13.7}{1.45} = 9.45 \approx 10$$

$$\frac{T}{h} = \frac{6.9}{1.45} = 4.76 \approx 5$$

[표 2]에 의해서 휘도의 한계는 0.62[cd/cm<sup>2</sup>]이 된다.



그림 17. B학교 강의실의 수직 휘도분포  
Fig. 17. The Distribuion vertical luminance for B classroom

일반적으로 형광등 기구의 최대 휘도는 0.35~0.4[cd/cm<sup>2</sup>]이다. 이것은 휘도의 한계가 형광등의 휘도보다 높기 때문에 이 배치 방식은 글래어에 대해서는 적절하지 않다고 할 수 있다.

표 9. B학교 강의실 수직 시뮬레이션 조도  
Table 9. The vetical simulation illumination of B classroom

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$	$E_9$	$E_{10}$
693.	735.	696.	694.	834.	700.	860.	861.	675.	833
2	2	7	3	1	5	3	3	1	9
$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$E_{14}$	$E_{15}$	$E_{16}$	$E_{17}$	$E_{18}$	$E_{19}$	
681.	860.	861.	694.	833.	700.	688.	732.	694.	
5	2	2	1	7	5	1	1	3	

[그림 16]의 강의실에서 조도분포를 측정한 계산 결과 평균조도가 754.22[lx]가 나왔고, 균제도는  $\frac{\text{최소조도}}{\text{평균조도}}$  의 계산식으로 결정하면  $\frac{675.1}{754.22} = 0.895$ 가 된다.

소비전력량의 계산은 등수 (N)×조명기구의 소비전력으로 계산하면 그 계산값은 36[개]×32[W]=시간당 1152[KW]이다

### 3. 결론

교육환경에서 가장 중요한 강의실의 조도와 에너지 절약과 균제도에 대한 연구를 하여 실측과 시뮬레이션을 비교 검토한 결과

#### 1. 에너지 절약

- A학교 강의실에는 FL 32W/2×30개의 매입하면 개방형 형광등기구를 사용하였는데 시뮬레이션한 결과 FL 32W/2×21개의 매입하면 개방형 형광등기구를 사용하여 등기구의 배치를 바꾸면서 실측 평균조도와 근사한 필요조도 700[lx]를 확보할 수 있었고, 등기구의 수를 줄임으로써 에너지가 0.558 [kwh]가 절약 되었다.

- B학교 강의실에는 FL 32W/2×24개의 매입하면 개방형 형광등기구를 사용하였는데 시뮬레이션한 결과 FL 32W/2×18개의 매입하면 개방형 형광등기구를 사용하여 등기구의 배치를 바꾸면서 실측 평균조도와 근사한 필요조도 700[lx]를 확보할 수 있었고, 등기구의 수를 줄임으로써 에너지가 0.372[kwh]가 절약 되었다.

- 700[lx]이상의 조도를 확보하면서 실측한 A,B 강의실과 시뮬레이션한 A,B강의실의 조명기구를 비교하면 A강의실은 18등이 감소되었고, B강의실은 16등이 감소되었다.

#### 2. 균제도 향상

	A 학교 강의실		B 학교 강의실	
실측	0.820		0.73	
시뮬레이션	수평 등기구의 배치	수직 등기구의 배치	수평 등기구의 배치	수직 등기구의 배치
	0.852	0.832	0.899	0.895

균제도는 실측한 A학교 강의실에서는 0.82가 나왔고 시뮬레이션한 결과 수평으로 등기구를 배치했을 때는 균제도가 0.852가 나왔고, 수직으로 등기구를 배치했을 때는 균제도가 0.832가 나왔다.

또한 실측한 B학교 강의실에서는 0.73이 나왔고, 시뮬레이션한 결과 수평으로 등기구를 배치했을 때는 균제도가 0.899가 나왔고 수직으로 등기구를 배치했을 때는 균제도가 0.895가 나왔다. 균제도는 1에 가까우면 조도분포가 균일하다는 것을 의미하



고 조도분포가 고르지 못한 경우에는 값이 작아진다. 일반적으로 균제도의 허용한계는 0.3보다 크면 양호하다고 판정함으로 결과적으로 A,B강의실에서 균제도는 전체적으로 우수하다.

### 3. 휘도

시물레이션한 A,B 강의실의 수평등기구 배치 휘도 한계는 0.31 [cd/cm<sup>2</sup>]이었고, A,B강의실의 수직등기구 배치 휘도 한계는 0.62 [cd/cm<sup>2</sup>]이다.

따라서 형광등 기구의 최대 휘도한계는 0.35~0.4[cd/cm<sup>2</sup>]이므로 형광등 등기구의 휘도 한계보다 낮은 수평배치방식이 눈부심이 적은 것으로 나타났다.

### 참 고 문 헌

- [1] 照明學會 ; 照明의 生理, 일본조명학회, pp. 30~32(1995)
- [2] 한국산업규격; 조도기준 KSA 3011, 한국표준협회 (1999)
- [3] OHM Co. ; LIGHTING HANDBOOK, J. Illum. Engng. Inst. Tpn, pp 345~367(1987)
- [4] 조명설비 및 설계, pp 11~25 (2000)
- [5] REA, MARK S. ; LIGHTING HANDBOOK, . Illuminating Engineering Society of Noryh America(New York), pp.501~508, pp. 541~549, pp.847~857 (1995)
- [6] 한국산업규격 ; 조도측정방법 KSC 7612, 한국표준협회 (1987)
- [7] OE ; The Mesurement of Absolute Luminous Intensity Distributions, OE, pp. 28~32(1987)
- [8] J.C.Lowson ; Trans. Illum. engngsoc.(London 24-4), pp 164~169 (1959)