

## 사무실 및 학교 교실의 조명용 소비전력량 절감방안 연구

(A Study on the Plan for Reducing Electricity Consumed to Light up in Offices and Classrooms)

이 광 수\*, 장 우 진 (서울산업대)  
(Gwangsoo Yi - Woojin Jang)

### 요 약

현재 우리나라 대부분의 사무실 및 학교교실에는 형광등 스위치가 창측, 중간, 복도측등으로 회로가 분리되어 있으나 날씨가 맑고 태양빛이 많이 비치는 경우(기준조도 이상)에도 창측의 형광등이 항상 켜져 있는 경우가 대부분 이므로 외부 쪽 창측에 설치되는 형광등기구에 외부광량(일조량)에 따라 자동으로 ON, OFF되는 센서가 부착된 형광등기구를 사용하여 에너지가 절감될 수 있는 방안을 연구 하고 자 한다.

### Abstract

Recently, the circuits of fluorescent light-switches are separated for window-light, middle-lights, or corridor-light, etc in most offices and classrooms in this country. Although it is clean and shiny - more than standard intensity of illumination, it is common that fluorescent lights on the side of window are lighted. In this case, we can use a fluorescent light with a sensor, which is turned on and off automatically according to the amount of sunlight. I think that this plan can save energy, reduce the budget, and increase the effect of education, and so I studied on this plan.

## 1. 서론

우리나라는 대부분의 에너지원을 수입에 의존하고 있어 에너지 사용이 국가경제에 미치는 영향은 매우 크다. 즉 1W의 전기낭비도 외화유출과 직결되어 에너지 절감은 물론 불필요하게 사용되어지는 것을 막는 일은 무엇보다 우선되어야 하므로 사무실 및 학교에서 에너지가 낭비되는 부분을 찾아서 이를 방지함으로써 에너지도 절약하고 예산도 절감하면서 교육적인 효과도 높일 수 있는 방안을 연구 하고 자 한다.

우리나라의 총 발전량은 약 6,500만kW(2006년 12월 현재)이며 이중에서 조명부분에서 소비되는 전력은 전체생산량의 약 20% 이므로 고효율기구나 본 논문에서 다루고자 하는 센서 부착형 형광등기구 등 여러 방법을 사용하여 약 20% 정도 절감한다고 하면  $6,500\text{만kW} \times 0.2 \times 0.2 = 260\text{만kW}$  정도 절감할 수 있다. 이는 원자력발전소 1기 발전용량을 약 100만kW로 가정하면 원자력발전소 2.6기에 해당하는 전력을 절약할 수 있는 양이다. 또한 조명의 역할은 작업 능률의 향상, 쾌적한 환경, 조명과 생체, 안전과 보안, 공간의 의미와 분위기의 표현으로 나타낼 수 있으므로 이러한 역할을 최대한 유지하면서 전력소비량을 절감할 수 있는 방법을 모색해 보았다.

## 2. 본론

우리나라의 일반적인 사무실 및 교실은 남향으로 배치하는 경우가 많으므로 남측 창 쪽에 설치된 형광등기구를 센서 부착형(외장형, 내장형 센서)과 센서가 부착되지 않은 등기구를 설치하여 각각의 소비전력량을 측정하여 비교하고자 한다.

### 2.1. 조명설비의 현황과 문제점

#### 2.1.1. 조명설비 현황

- 일반적인 사무실은 면적이나 용도, 사무실 모양, 조명방법, 조도기준, 조명기구 배치 등이 상이하므로 초·중·고등학교의 교실크기와 조명기구 배치를 기준으로 현황을 설명 하고자 한다.

- 초·중·고등학교 일반교실 크기는 복도를 제외하고  $9\text{m} \times 7.5\text{m}$ 이며 최근의 조명 설비 형태는 칠판등 없이 32W×2등용을 4등씩 3열로 배열하여 모두 12등을 설치하는 형태.

- 보통 스위치는 3회로를 설치(창측, 중간, 복도측)하는 경우가 많다.

- 조명사용시간은 초등학교는 약 5~6시간, 중학교는 약 6~7시간, 고등학교는 약 9~10시간을 사용한다.

- 대부분 고효율 전자식 안정기 및 고조도 반사

갓을 사용한다.

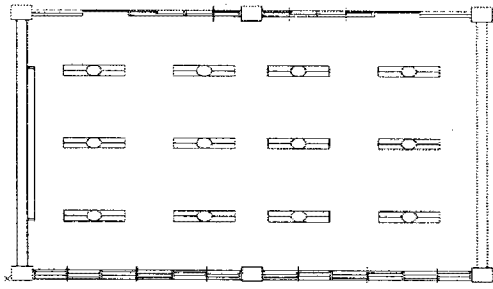


그림 1. 교실의 형광등 분포도

### 2.1.2. 문제점

- 현재 학교교실에는 형광등스위치가 창측, 중간, 복도측등으로 회로가 분리되어 있으나 날씨가 맑고 태양빛이 많이 비치는 창측의 형광등이 항상 켜져 있는 경우가 많음.

- 대부분의 학교는 형광등을 한번 설치하면 램프나 고조도 반사갓을 청소하는 경우가 거의 없음.

- 고조도 반사갓을 사용하므로 눈부심이 심함.

## 2.2. 사무실 및 학교 교실 조명설비의 개선책

(1) 외부광량(일조량)에 따라 자동으로 ON, OFF 되는 센서가 부착된 형광등기구 사용

- 사무실 및 학교 신·중축시 또는 형광등기구 교체 시 창측에 설치되는 형광등기구를 센서내장형 형광등기구(실험 2)를 사용하면 절전도 되면서 균제도를 확보할 수 있음.

- 기존 등기구 에도 외장형 조도센서를 부착하면 위와 같은 효과를 볼 수 있음.

(2) T5(28W)형 형광램프와 전용 전자식 안정기 사용

- 기존에는 32W형 형광램프와 전자식 안정기를 사용하였으나 28W형 형광램프와 전용 전자식 안정기로 교체하면 다음과 같은 장점이 있음

① 2등용 형광등기구 1등당 약 8W씩 교실당 (12등기준) 96W의 절전효과가 있음

② 램프의 크기가 작아 제조, 운반, 폐기가 용이하고 수은사용이 적음

(3) 형광등기구의 주기적인 관리

① 램프와 반사갓을 정기적으로 청소 하여 설계조도의 저하를 방지한다.

② 램프의 교환 시기를 적기에 하여 설계조도의 저하를 방지한다.

(4) 고효율 저휘도 반사갓 사용

- 일반고조도 반사갓은 효율은 높으나 눈부심이 심하므로 학생들의 시력을 보호하기 위하여 고효율 저휘도 반사갓을 사용

## 2.3 실험 1 (외장형 조도센서)

### 2.3.1 조건

(1) 창측에 32W×2등용 형광등기구를 2등을 설치하여 1등에서는 외장형 조도센서(약 400lx에 고정)를 부착하고, 다른 쪽 에는 조도센서를 설치하지 않음.

(2) 같은 스위치 회로에 연결되어 있어 2등의 점등시간은 똑같음.

(3) 조도센서는 2등의 가운데 쪽 방향에 설치.

(4) 이 실은 남향이며 앞쪽에 장애물은 없음.

(5) 사람이 항시 사용하지는 않기 때문에 점등시간이 일반사무실 보다는 훨씬 적음.

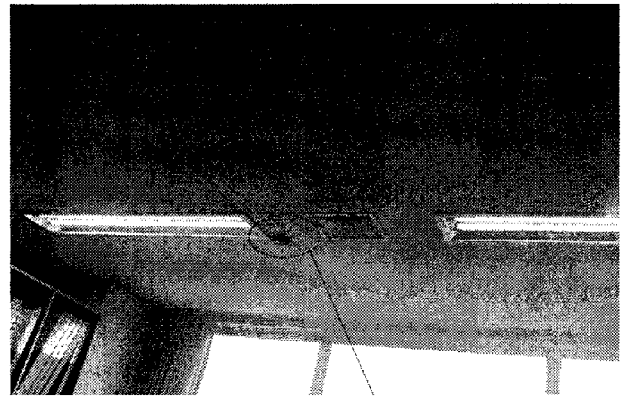


그림 2. 외장형 조도센서

조도센서(외장형)

2.3.2. 실험 방법 : 창측 형광등 2등에 디지털 전력량계를 설치하여 일정기간 동안의 소비전력량을 비교

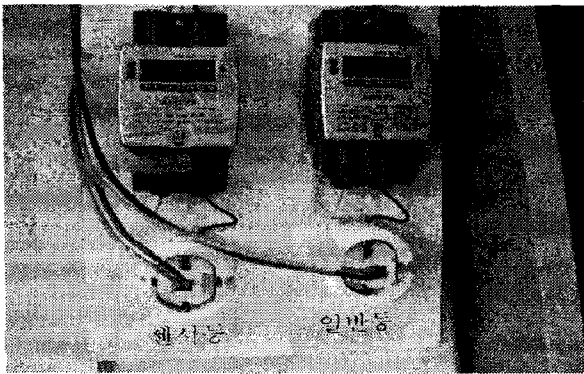


그림 3. 디지털 전력량계

2.3.3. 실험 기간 : 2007년 01월 16일부터 2007년 8월 31일 까지 약 7.5개월

2.3.4. 측정 결과 : 일반등 57.5kWh  
센서등 42kWh

2.3.5. 측정치 분석 :

$$\text{절전비율(\%)} \Rightarrow \frac{57.5 - 42}{57.5} \times 100 \approx 27\%$$

1년간(일반용 1일 10시간 1년 250일, 교육용 1일 7시간 1년 200일) 환산하면

$$\begin{aligned} \text{일반용 사무실의 절감액} &: 64\text{W} \times 10(\text{시간}) \times 250 \\ \text{일} &= 160\text{kWh} \times 94.82\text{원} = 15,171\text{원} \times 27\% = \\ &\mathbf{4,096\text{원}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{학교 교실의 절감액} &: 64\text{W} \times 7(\text{시간}) \times 200\text{일} = \\ 89.6\text{kWh} \times 84.88\text{원} &= 7,605\text{원} \times 27\% = \mathbf{2,053\text{원}} \end{aligned}$$

일반용전력요금 1kWh에 평균 94.82원

교육용전력요금 1kWh에 평균 84.88원

※ 일반용전기요금평균은 저의사무실

년 간 전기요금 ÷ 년 간 전력사용량

교육용전기요금은 관내 초·중 20개교 평균

년 간 전기요금 ÷ 년 간 전력사용량

센서등 1등당 1만원이 비쌀 경우

일반용은 회수기간이  $10,000 \div 4,096 \approx \mathbf{2.44\text{년}}$

교육용은 회수기간이  $10,000 \div 2,053 \approx \mathbf{4.87\text{년}}$ 이  
소요됨

## 2.4 실험 2 (내장형 조도센서)

2.4.1. 조건

- (1) 창 측 회로에 연결된 3개의 형광등 기구(32W×2) 중 한등을 센서내장형 형광등기구(약 300lx에 고정)로 설치.
- (2) 이 실은 남향이며 앞쪽에 장애물은 없음
- (3) 사무실로서 점등시간이 학교 보다는 훨씬 많음

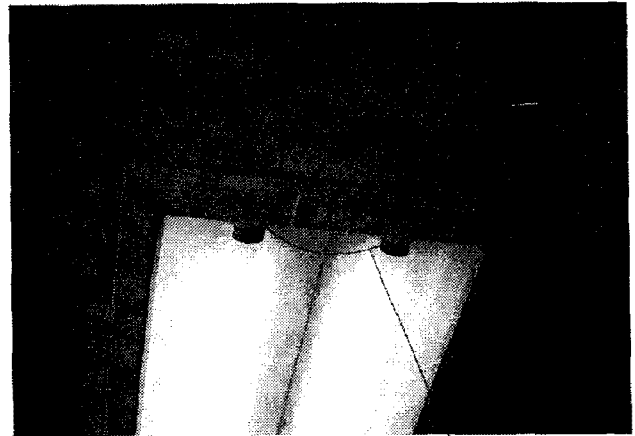


그림4. 등기구 내장형 조도센서

조도센서 (내장형)

2.4.2 실험 방법 : 센서내장형 형광등기구에 콘센트형 전력량계를 설치하여 사용시간과 소비전력량을 기록

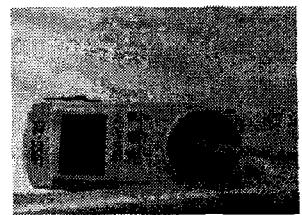
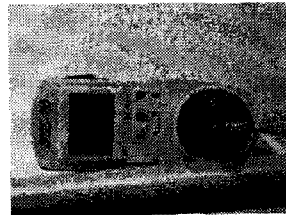


그림 5. 콘센트형 전력량계

2.4.3. 실험 기간 : 2006년 10월부터 2007년 9월까지

2.4.4. 측정 결과 : 표참조

2.4.5. 측정치 분석

- 1년간 측정시간(사용시간) 일일평균 : 6.98시간

- 1년간 절전용량 일일평균 : 0.25kWh

일일평균사용시간을 10시간으로 가정하면 총 절전용량은

일일평균 0.25kWh × 10/6.98 = 0.35kWh

**1년간(일반용 250일, 교육용 200일)으로 환산하면**  
 일반용전력요금 1kWh에 평균 94.82원 × 0.35kWh = 33.18원 × 250일 = **8,295원**  
 교육용전력요금 1kWh에 평균 84.88원 × 0.35kWh = 29.7원 × 200일 = 5,940원 × 0.7(사용시간) = **4,158원**

센서등 1등당 1만원이 비쌀 경우

일반용은 회수기간이 10,000 ÷ 8,295 = **1.2년**

교육용은 회수기간이 10,000 ÷ 4,158 = **2.4년**이 소요됨.

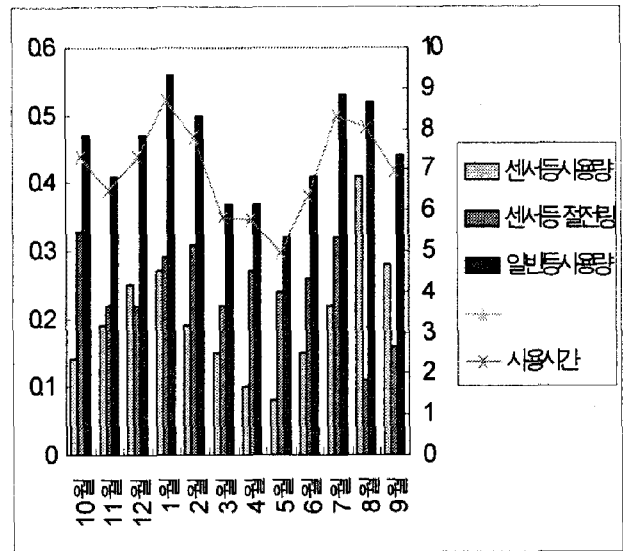
위의 두 가지 실험에서와 같이 조도를 300lx로 기준하면 일반사무실용은 투자대비회수기간이 약 1.2년이 소요되고 교육용은 약 2.4년이 소요되며 조도를 400lx로 기준하면 일반사무실용은 투자대비 회수기간이 약 2.44년이 소요되고 교육용은 약 4.87년이 소요됨을 알 수 있다.

또한 전국의 초·중·고등학교 수를 10,000교로 가정하고 한 학교에 창쪽에 설치된 조명기구수를 160개(40실)로 가정하면 일년에 전국에서 절약되는 전기요금만 66억5천2백만원정도(300lx기준)가 절약됨을 알 수 있다.

※ 10,000(학교수) × 160(창쪽에 설치된 등기구수) × 4,158(1등당 절전요금) = 66억5천2백만원

월	센서등 평균 측정시간	일반등 사용시 사용량 (kWh)	센서등 평균 사용량 (kWh)	센서등 평균 절전량 (kWh)
10월	7.33	0.47	0.14	0.33
11월	6.49	0.41	0.19	0.22
12월	7.29	0.47	0.25	0.22
1월	8.68	0.56	0.27	0.29
2월	7.77	0.5	0.19	0.31
3월	5.83	0.37	0.15	0.22
4월	5.79	0.37	0.1	0.27
5월	4.95	0.32	0.08	0.24
6월	6.35	0.41	0.15	0.26
7월	8.32	0.53	0.22	0.32
8월	8.05	0.52	0.41	0.11
9월	6.95	0.44	0.28	0.16
평균	6.98	0.45	0.20	0.25

표 1. 06년 10월 부터 07년 9월 까지의 사용량 측정치



※ 참고사항 : 위의 표는 본인의 사무실에서 LOSS-NO라는 콘센트형 전력량계를 사용하여 오전, 오후로 나누어 측정된 것으로 오전에만 측정된 경우도 있고 오전, 오후 모두 측정된 경우도 있으며 스위치 회로에 연결되어 있어 스위치를 OFF하면 기록이 자동 삭제되므로 점심시간 시작 시 측정하고 퇴근 전에 측정하여 기록하였고 날씨상태는 측정 시 날씨를 기록하였으므로 기상청의 날씨와는 다소 차이가 있을 수 있으며 측정기구나 사무실의 환경 변화 등으로 약간의 오차는 있을 수 있음.

### 3. 결론

본 연구는 사무실 및 학교에서 조명부분의 에너지를 절약하기위해서 자연광을 최대한으로 이용하여 인공광원을 줄이고 기준조도 이상을 유지할 수 있는 방법을 연구하게 되었다. 위와 같은 방법을 사용하면 사무실 및 학교시설의 에너지를 절감하여 국가차원의 에너지 절약에 기여 할 수 있고 학생들에게 에너지 절약에 대한 교육적 효과와 직원 및 학생에 대한 절전의식 고양, 그리고 에너지 절약에 따른 외화 유출 절감등 많은 장점을 가지고 있다.