

[논문] 한국태양에너지학회 논문집
Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol. 22, No. 3, 2002

채광시스템과 인공조명설비의 통합기술 및 성능평가연구

Predicted Performance of the Integrated Artificial Lighting System in Relation to Daylight Levels

김 곤*, 김정태**
G. Kim*, J.T. Kim**

Key words : 자연채광(Day Lighting), 인공조명(Artificial Lighting), 조명성능(Lighting Performance), 통합채광(Integrated Daylighting)

Abstract

The office is an excellent candidate for implementing daylighting techniques because of the relatively high electric lighting power densities and long daytime use pattern. The quantity of light available for a space can be translated in term of the amount of energy savings through a process of a building energy simulation. To get significant energy savings in general illumination, the electric lighting system must be incorporated with a daylight - activated dimmer control. A prototype configuration of an office interior has been established and the integration between the building envelope and lighting and HVAC systems is evaluated based on computer modeling of a lighting control facility. First of all, an energy-efficient luminaire system is designed for both a totally open-plan office interior and a partitioned office. A lighting design and analysis program, Lumen-Micro 2000 predicts the optimal layout of a conventional fluorescent lighting fixture to meet the designed lighting level and calculates unit power density, which translates the demanded amount of electric lighting energy. A dimming control system integrated with the contribution of daylighting has been applied to the operating of the artificial lighting. Annual cooling load due to lighting and the projecting saving amount of cooling load due to daylighting under overcast diffuse sky are evaluated by a computer software, ENER-Win. In brief, the results from building energy simulation with measured daylight illumination levels and the performance of lighting control system indicate that daylighting can save over 70 percent of the required energy for general illumination in the perimeter zones through the year. A 25 % of electric energy for cooling may be saved by dimming and turning off the luminaires in the perimeter zones.

* 국립안동대학교 건축공학과 교수

* Professor, Ph. D., Department of Architectural Engineering, Andong National University

** 경희대학교 건축공학과 교수

** Professor, Ph. D., Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University

1. 서론

조명설비의 개발·운영기술의 첨단적 발달 여부와 관계없이 건축조명설계의 목적은 건물 소유자나 사용자 모두의 다원적 이익창출에 있음은 당연한 것이다. IMF 이후 사회 각 분야에서 에너지 절약이 시행되고 있으며 조명분야에서도 각 건축주체들은 현재의 조명 시스템의 운영비용과 새로운 조명 설비의 도입을 위한 경제성 검토로 부심하고 있다. 그러나 해당 건축공간에 적합한 조명 설비와 시환경을 계획하는 것은 매우 전문적인 기술이 요구되는 부분이며 단지 에너지 절약적 측면만 부각되어 결과적으로 조명의 다양한 역할이 간과되는 것은 오히려 매우 비경제적인 것이다. 이에 고성능 집광 설비나 첨단채광시스템에 의하여 적극적으로 도입된 자연광을 이용하여 양질의 조명환경을 연출하는 절전형 주광이용기술이 최근 주목받고 있다.

사무소와 같은 종류의 건물에서는 인공조명의 사용시간이 야간보다 주간이 더 길고, 그만큼 주간의 인공조명의 중요도가 상대적으로 높아짐에 따라 인공조명설계도 주간을 대상으로 하여 실시한다. 즉 주간의 자연광과 공존하고 통합시키기 위한 새로운 인공조명기법이 필요하게 되었고 주간의 실내조명에 있어 창에서 들어오는 주광과 실내의 인공조명을 합리적으로 조합시킴으로써 쾌적하고 보다 경제적인 조명환경을 형성하는 주간조명기법을 의미하는 상시인공보조조명의 개념이 등장한바 있다.

첨단채광설비시스템을 이용하거나 자연광의 유입이 많은 내부구조를 가진 공간에서는 주광만으로 필요한 수준의 조도가 확보될 수 있고 주광조도에 대응하여 인공조명을 소등함으로써 에너지를 절감할 수 있다. 그러나 창부근의 조도가 지나치게 높아 결과적으로 빛의 방향성이 손상되고 물체의 음영이 생기는 등 조명의 질이 저하되는 경우가 있다. 이에 저 에너지형 조명기구를 이용

하여 창면과 실내부의 조도를 균형 있게 유지해주는 양적인 보조조명기법과 창면의 휘도와 창에 인접한 벽면의 휘도비를 적절하게 유지해 주는 질적인 인공조명 기법이 대안으로 제시될 수 있다.

본 연구는 자연채광 시스템과 인공조명의 통합기술과 운용기법을, 사무소 건물의 일반적 공간 모델에 적용했을 경우, 즉, 담천공하의 자연광의 분포에 의해 통합적으로 작동되는 인공조명 연속조광기가 설치·운용되는 경우에 예상되는 연간 전반조명에너지 및 냉방부하의 절감량을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 예시하였다. 이를 위해 채광시스템에 의한 실내 조도분포를 제시하며 아울러 해당공간에 최적의 에너지 효율적인 인공조명 레이아웃을 설계한다. 창면부의 현회방지를 위한 질적 조명기법으로서 완화조명과 통합설계와 루버나 커버형 조명원이 사용될 경우 조명원적 효율도 부가적으로 고려된다.

2. 자연광을 고려한 인공조명 통합기법

자연광의 변화에 통합적으로 운용되는 인공조명의 제어 기법은 실내와 조도 차를 기준으로 하는 것과 창면과 창벽면의 휘도차이를 기준으로 하는 두 가지가 대표적이다. 조도 기준형 상시인공보조조명은 에너지 효율적인 조명을 이용하여 실내측과 창부근의 조도를 균일하고 균형 있게 유지하는 기법이다. 주간에 실내에서는 창쪽의 휘도가 매우 높아지며 창에서 가까운 천장이나 벽은 어둡게 보이며 대비효과에 의해 창 표면에서의 눈부심이 발생한다. 물체나 인물은 실루엣으로 보이며 실내는 더욱 어둡게 느껴진다. 이와 같은 현상을 막기 위해서는 실내의 인공조명을 창의 휘도에 비례하도록 하고 그 균형을 유지시키는 것이 필요하며 이를 휘도 기준형 상시인공보조조명 또는 완화조명이라 하며 에너지가 절약되는 동시에 양질의 조명환경을 확보하는 것을 목적으로 한다.

2.1 조도 기준형 인공조명 제어기법

상시인공보조조명을 위해 제어회로를 설치하여 조명기구를 점멸하는 방법과 자동적으로 점등되고 조도를 조절하는 조광장치를 설치하는 방법이 있는바, 이를 주간인공조명 제어장치라고 한다. 연속조광방식은 주광의 변화에 자동적으로 적절하게 대응하며 실내조도가 균일하게 변화하므로 점멸방식보다 쾌적한 조명환경을 만들 수 있다.

① 조도기준 상시인공보조조명 연속조광장치

주간 인공조명 제어장치는 그림 1과 같이 내광수광기, 제어판, 안정기로 구성된다. 내광수광기는 실내 조도를 측정하고 이에 대응하여 조명기구를 조광하기 위해 조도신호를 제어판에 보내는 장치이다. 조도기준이 되는 작업면 조도를 측정하기 위해서는 조도계의 수광기를 작업대 위에 위치하는 것이 가장 정확하지만 작업상의 방해와 리드선으로 인한 불편을 방지하기 위해서 작업면보다 더 광범위한 범위의 조명환경을 측정하는 천장매입형이 일반적이다. 수광기는 개개 공간마다 설치할 필요 없이 특정 공간에 설치된 하나의 수광기의 신호로 다른 공간의 조명도 제어할 수 있다. 예를 들어 각 방향의 창에 설치된 수광기의 신호로 그 방향에 설치된 조명기구뿐만 아니라 방 전체의 조명을 제어한다. 또는 북쪽 창을 통하여 감

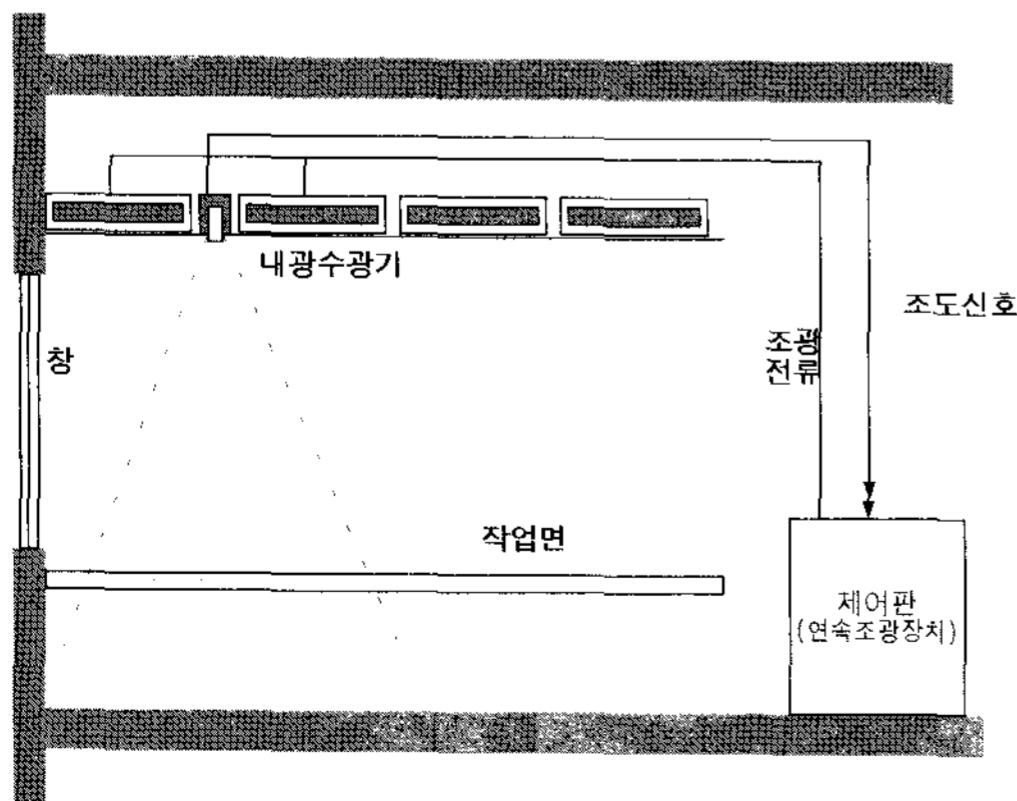


그림 1. 연속조광방식 주간인공조명 제어장치

지되는 자연광의 세기는 계절별로 변화하는 외부 조도를 대표한다고 할 수 있으므로 이를 기준으로 하여 전체 건물의 공간들을 제어한다.

② 조도 기준형 상시인공보조조명 점멸장치

그림 2와 같이 실내 주광의 수준을 감지하여 조명기구를 점등하는 외광수광기로 구성되며 천공회도와 평균회도를 동시에 측정한다. 창쪽에 있는 작업면의 조도를 측정하는 방식인 경우에는 조명기구의 점멸에 따라 작업면의 조도가 크게 변화하게 되므로 조명기구를 원활하게 제어하는 것이 용이하지 않다. 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 외부의 조명환경을 기준으로 실내조명환경을 제어한다.

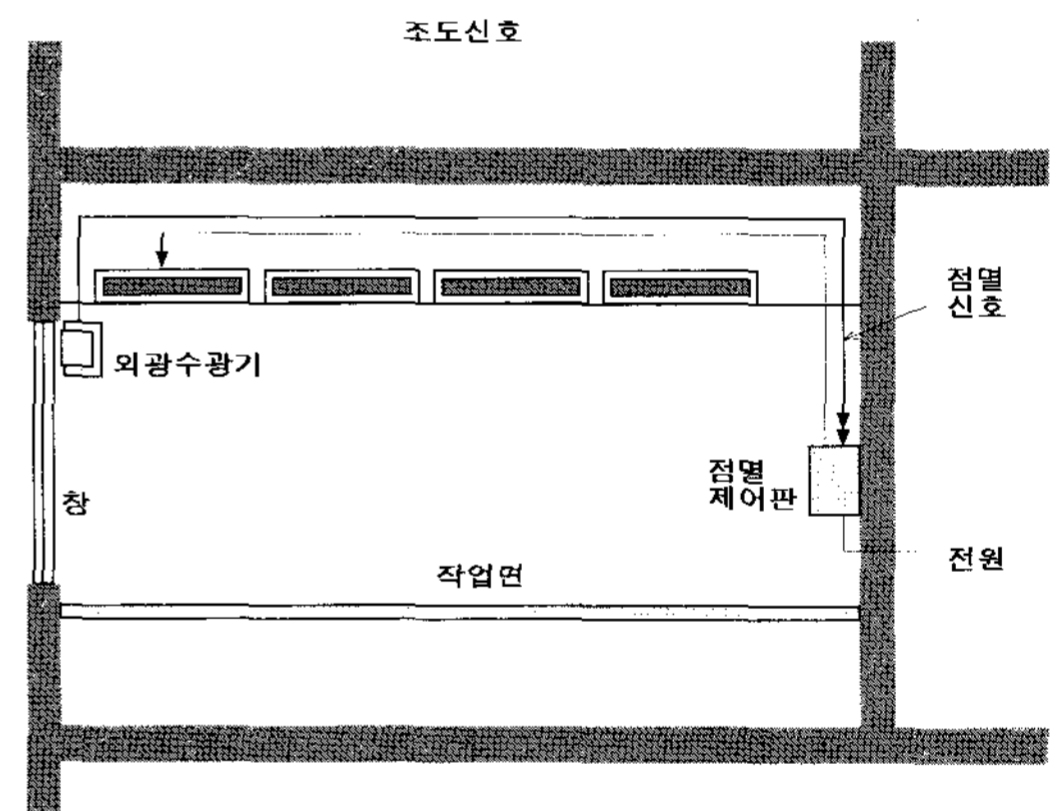


그림 2. 점멸방식 주간 인공조명 제어장치

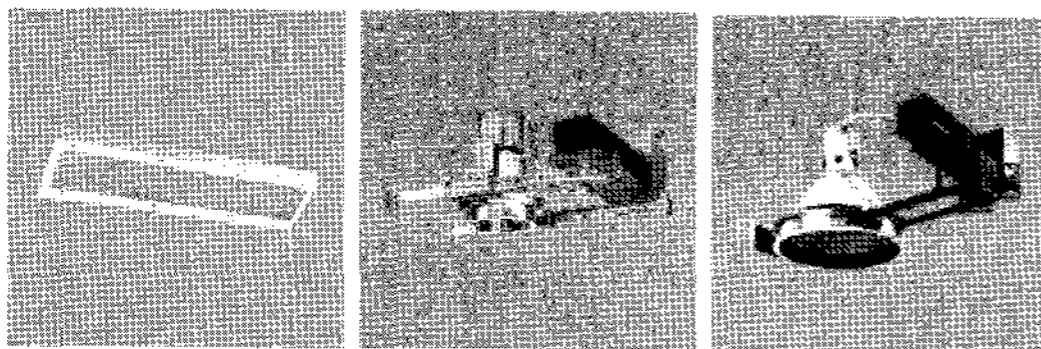
③ 중앙관리용 조명제어설비

인텔리전트 빌딩의 개념에서 조명이 사용자에게 최적의 시각적 환경을 제공하기 위해 조명제어 장치의 중앙집중화의 필요성이 대두되었으며 난방과 에어컨디션과 같이 건물중앙관리 시스템과 통합하여 제어되는 조명관리 프로그램들이 10여 년 전부터 개발되어왔다. 현장조명의 전자설비는 적외선 감지장치에 의한 개별 조명환경에 대한 정보를 BUS 전송장치를 통하여 중앙관리 시스템에 전달하고 조명의 점멸을 수행한다. 중앙관리시스

템은 조명시간의 프로그래밍, 주광 센서 및 물체 감지센서의 프로그래밍, 간벽과 작업장 위치변경에 따른 국부적인 조명 제어 프로그래밍 및 설비 유지장치와 연결된 제어장치의 작동을 담당하여 조명과 난방, 냉방, 문의 개폐 등을 종합적으로 관리한다.

2.2 휘도 기준형 완화조명기법

건물의 출입구 등과 같이 실내외의 조도차이에 의하여 시각적 불능상태가 유발되는 경우를 방지하기 위하여 시각적 완충공간을 배려하여야 한다. 일정한 시력을 유지하면서 휘도를 점차적으로 감소시킬 수 있는 암순응을 위한 완화조명을 고려해야 하는 바, 실외에서 건물 내부 방향으로 10m정도가 이에 해당하는 공간으로 보행 속도를 1.5m/s로 가정하고 청천공의 주광조도를 50,000lux, 사물의 평균 반사율을 10%라 가정할 때 실외의 평균휘도는 1600 cd/m²이며 출입구에 접한 부근에서의 수직면 휘도는 실내 벽면 반사율을 40%라 할 때 10m 후면벽의 휘도는 16cd/m²가 된다. 이를 얻기 위하여 입구 정면의 벽면에 인공광원을 투광하여 최소 125lux 이상의 수직면 조도를 확보하는 것이 일반적인 완화조명기법중 하나이다.



(a) 각진 형광등 (b) 메탈 할라이드 월위시등 (c) 메탈할라이드 직부등

그림 3. 완화조명용 인공조명기구

부가적으로 공간의 세부용도에 따라 상대적으로 많은 광량을 조사하여 편측채광의 주광에 대응함과 아울러 전체적 공간의 품격을 제고하는 조명 기법의 예가 많은 바, 일반적으로 형광

수은등을 비롯하여 메탈할라이드등과 같은 고압 방전등(HID)용 조명기구를 사용하여 1000lux 이상의 높은 수직면 조도를 확보하는 건물 예가 많다. 기존의 연구에 의하면 수직벽면의 조사량을 증가시키기 위하여 벽을 향한 방향성을 가진 40W 2구 각진 형광등 (그림 3의 (a))의 경우에너지 절약적 완화조명원으로는 가장 우수한 것으로 나타났으며 건축화 조명기법의 하나인 월위시방식의 메탈할라이드 조명원을 사용하는 경우 현휘를 방지하여 부드러운 조명 분위기 조성에 바람직하나 각진 형광등에 비해 동일한 윌트수의 경우 2배의 에너지가 소비되며 메탈할라이드 다운라이트나 수은등의 경우에도 3배의 에너지를 소비하며, 매입형 백열등을 사용하는 경우 무려 13배에 이르는 에너지가 소비되는 것으로 판명되었다.

2.3 첨단 채광시스템의 조광제어기법

첨단채광시스템 설계기술 중 자연광과 인공조명의 통합화를 위하여 필요에 따라 과도한 자연광 유입량을 원천적으로 조절하는 조광제어기법을 들 수 있다. 창면부와 실내 후면부의 조도차이를 감소시키는 질적 통합화를 위해 일차적으로 채광시스템의 자연광 투과량을 감소시켜야 하며 이와 같은 목적으로 개발된 투과체로 조광유리를 사용한다.

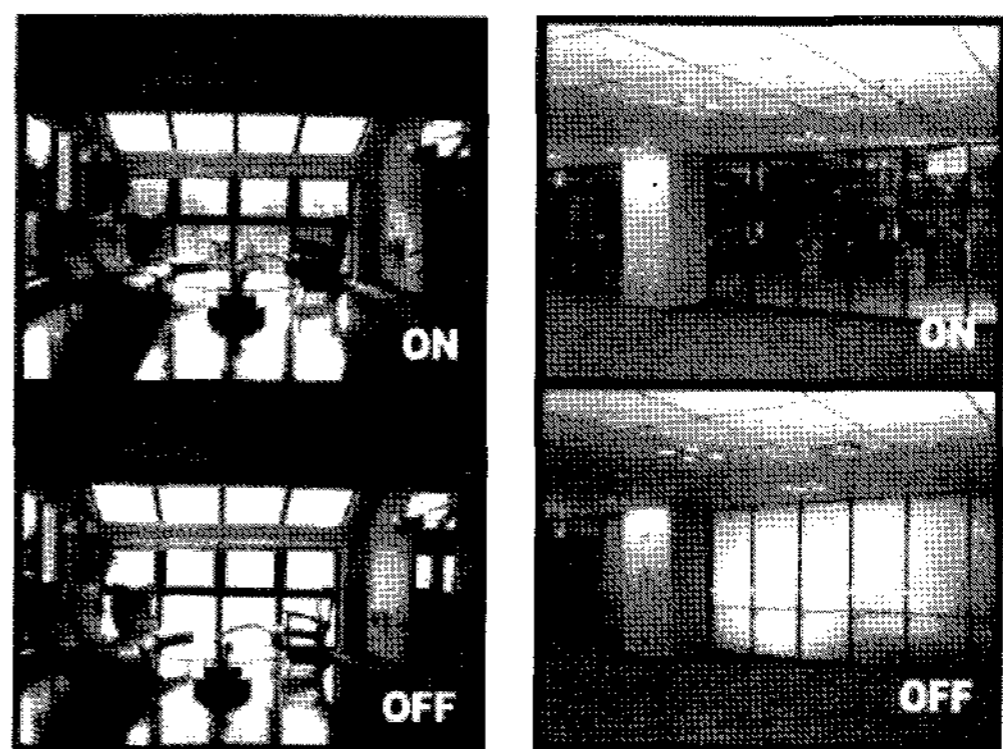


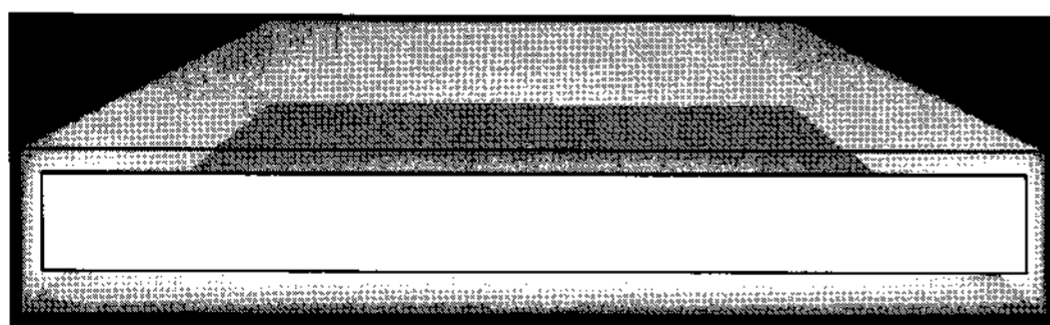
그림 4. 조광제어 채광시스템의 주광제어효과

조광유리는 두 장의 유리 사이에 액정이 봉합된 특수 필름을 넣어 만든 접합유리로 전기를 이용하여 그림 4와 같이 순간적으로 투명, 불투명을 전환할 수 있으며 스크린 역할도 한다. 현재는 내부에 주로 사용하며, 외장에 사용될 경우 복층유리화하여 외부에는 투명유리, 내부에는 조광유리로 조합하여 채광시스템을 설계한다. 복층유리 중간부나 외부창면에 외광수광기 센서를 설치하여 일정수준의 외부조도가 상회할 경우 작동되는 정전기식 장치로 인해 불투명이나 반투명 채광시스템으로 전환되어 주광 유입량이 감소되며 필요시 실내 프라이버시를 확보한다.

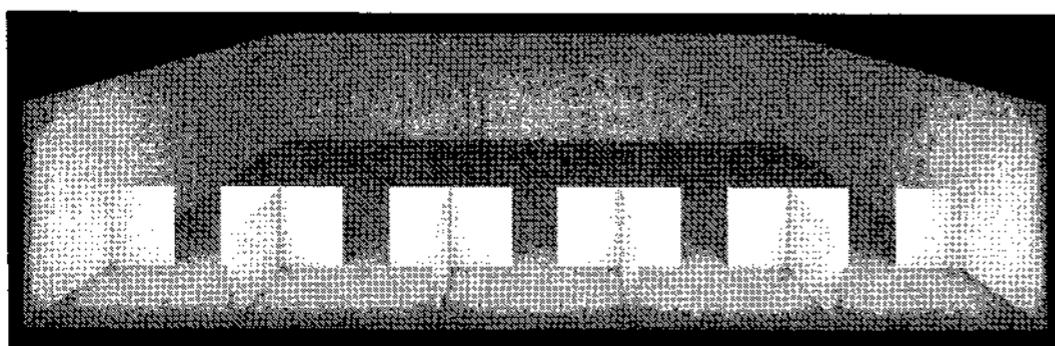
3. 통합성능평가용 인공조명설계

3.1 모델 사무소 공간의 정형화

자연광과의 통합성능평가를 실시하기 위하여 먼저 일반적인 형태의 사무소 건물 외주부의 장방형의 일부분을 모델공간으로 그림 5와 같이 정형화하였다. 실내의 크기는 폭 21m, 깊이 9m, 천장 높이는 3m와 3.6m의 두 종류로 설정하였으며 장방형 창은 벽의 양단에서 30cm 씩 떨어뜨렸으며, 상인방 30cm, 하인방 75cm를 기준으로 건물 남면에 설치하였다. (그림 5-a) 또한 그림

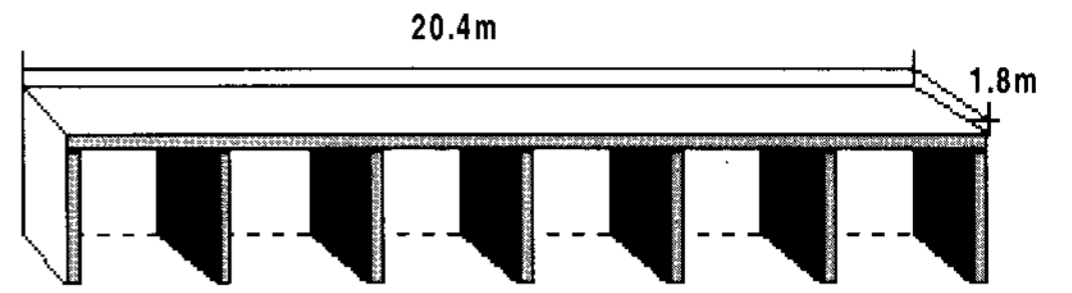


(a) 모델공간의 외부 형상

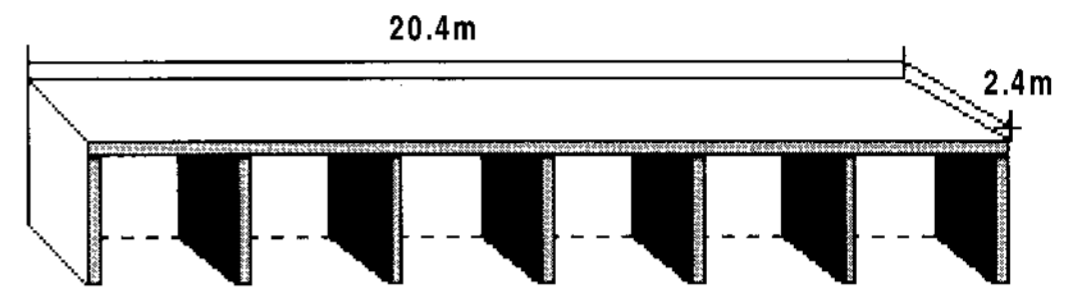


(b) 모델공간의 내부 형상

그림 5. 모델 사무소 공간의 형상



(a) 부분 차양



(b) 완전 차양

그림 6. 차양장치의 형태

5-(b)와 같이 일반적으로 사용되는 사무공간용 칸막이가 배치된 실내형상을 설정하여 조명환경의 현실성을 제고하였다.

부가적으로 자연채광적 건물변수로서 표 1과 같이 건물 입면 개구부의 형태를 설정하였다. 개구부 주위의 지면 반사율과 다양한 천장고와 그에 비례하는 창의 크기 및 일반적으로 적용되는 부분차양과 완전차양을 포함하여 실질적인 선택적 대안이 가능하도록 고려하였다.

표 1. 자연채광 관련 건물변수

기 호	천장고 (m)	창크기 (m)	차양	지면반사율 (%)
fe 1	3.0	20.4 x 2	없음	40
fe 2	3.0	20.4 x 2	부분	20
fe 3	3.6	20.4 x 2.6	없음	40
fe 4	3.6	20.4 x 2.6	완전	20

3.2 조명해석 프로그램:Lumen-Micro

본 연구에서는 인공조명의 설계 및 성능평가를 위한 해석용 프로그램으로 Lumen-Micro 2000을 사용하였다. 미국 Lighting Technologies사에서 개발된 실내 조명환경의 성능분석을 위한 컴퓨터 프로그램 중 하나로 현재 학계와 산업계에서

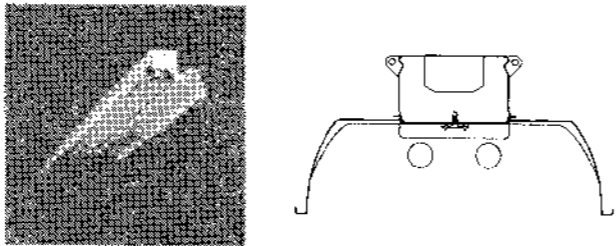
그 우수성과 정확도를 인정받으며 널리 사용되고 있다. 본 프로그램은 현재 조명업계에서 개발된 대부분의 광원 및 조명 기구에 대한 광학자료를 데이터 베이스로 제공하며 인공조명뿐 아니라 자연채광 기법의 성능평가도 동시에 할 수 있어 상호보완적인 조명계획이 일괄적으로 가능하다. 조도 수준의 평가 뿐 아니라 소요 에너지량 및 수직면 조도, 벽면 발산광량 등 다양한 결과를 수치와 도식을 통하여 나타내주며 일반적으로 조명환경 성능평가 프로그램이 다루는 건축적 변수들 이외에 천창, 고창, 광선반, 차양, 외부 건물의 영향 등의 채광 성능평가가 가능하다.

3.3 인공 광원

조명기구는 여러 광원의 특성을 고려하여 의도한 목적에 맞도록 광원램프로부터 발산되는 빛을 제어하고 배광하여 조명의 특성, 실내 분위기 및 경제성을 결정짓는 매우 중요한 요소이다. 조명기구는 그 부착방식과 원의 휘도 방지 방식에 의하여 다양하게 분류할 수 있는 바, 기구의 실내 출력광량 및 효율에 지대한 영향을 미친다.

공간의 용도와 특성에 관계없이 전반조명에 가장 일반적으로 쓰이는 조명원은 형광등이다. 기본적인 수준의 수평면 조도를 확보하기 위한 가장 에너지 효율적인 방법이기 때문이다. 본 연구에서는 표 2와 같이 사무 공간에 가장 일반적으로 사용되는 광원인 40W 2구 하면 개방형 형광등기구를 이용하여 에너지 절약적인 조명설계를 실시하

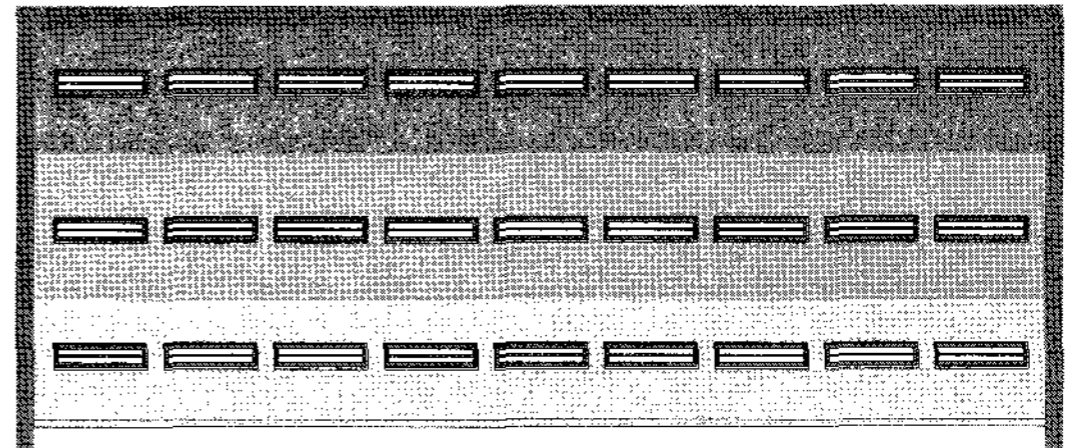
표 2. 인공조명설계용 조명기구

조명기구 종류	40W 2구 하면개방형 형광등기구
형태	
램프	형광등 (한백색)
램프별 watt	40 W
총 watt	80 W

였다. 현회방지를 위하여 반투명 유백색면을 부착한 경우 효율은 75%정도로 감소되었다. 그릴 등의 루버를 사용한 경우 그 감소량은 10% 미만으로 실내 분위기 연출을 위하여 고려할 여지가 있으나 건축화 조명기법의 하나인 광천장 등과 같은 경우는 25%정도의 효율 감소가 불가피하다.

3.4 인공조명설계 및 분석

조명기구는 건축모듈계획에 맞추어 배치하거나 입주자의 필요에 따라 칸막이의 이용 경우를 포함하여 내부 형상의 변화의 경우에도 균일한 조도가 유지되도록 균등하게 배치한 전반조명으로 계획하는 것이 일반적이다. 조명기구의 배치 간격이 너무 넓어서 적정 수준의 수평면 조도에 이르지 못하거나 사람의 피부 표면의 조도가 낮아짐으로 인해 전체 실내 분위기가 부정적으로 인식되는 것을 방지하기 위해 많은 고려가 필요하다. 일반적으로 천장의 높이와 조명기구의 취광각을 고려하여 조명기구의 배치 레이아웃을 결정한다.




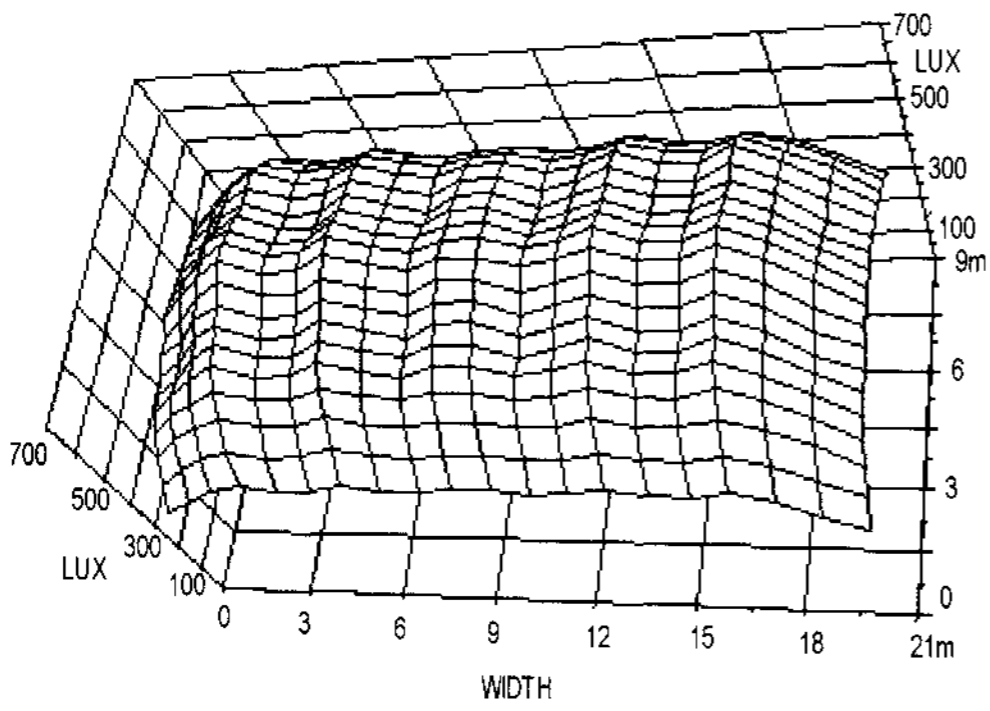
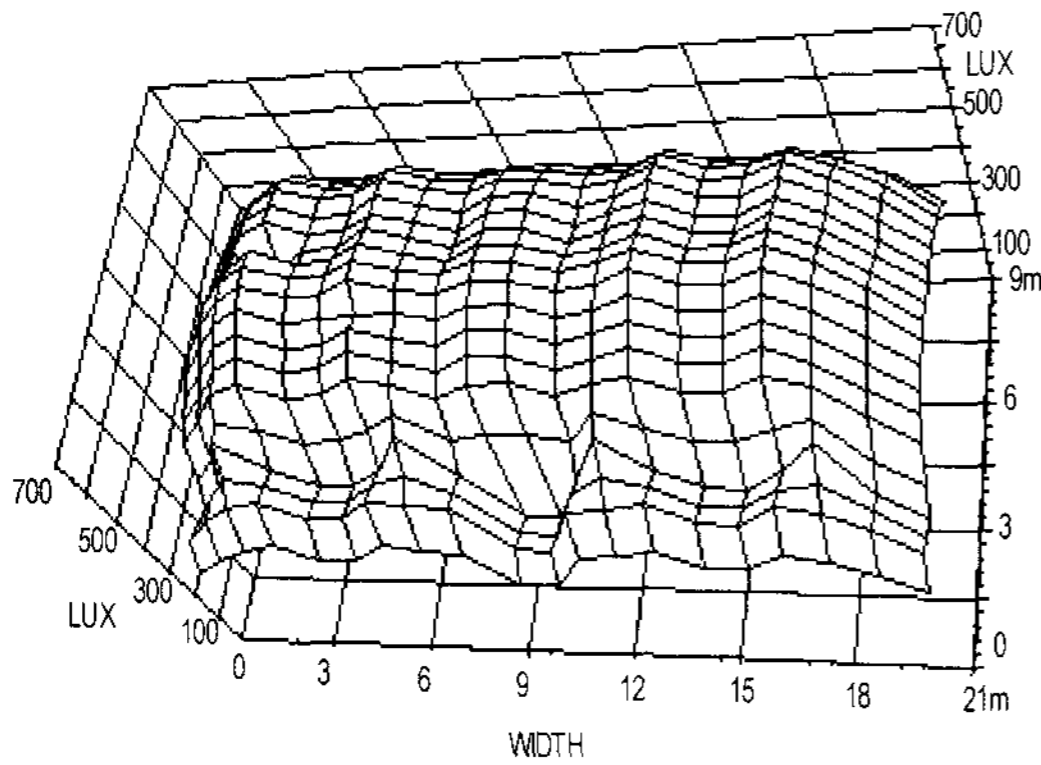
40W 2 형광등기구 

그림 7. 모델 사무소공간의 조명설계안

모델 사무소 공간의 작업면 설계조도를 500lux로 설정하여 40W 2구 하면 개방형 형광등기구의 레이아웃을 계획한 결과 모두 27개의 조명기구가 필요하여 건축 공간모듈에 대응한 3x9의 배치를 그림 7과 같이 실시하였다. 본 조명계획안은 남측 창을 통하여 유입되는 자연광량에 대응하여 연속적으로 조광 제어되어 통합관리시의 성능평가의 기본 인공조명안으로 이용된다. 계획된 조명안



(a) 오픈형 모델실내공간



(b) 칸막이형 모델실내공간

그림 8. 모델 사무소공간의 인공조명 조도분포

에 의하여 실내에 형성되는 조도의 분포를 그림 8에 나타나고 있다. 조명기구의 위치에 따라 다소의 불 균일한 분포를 보이고 있으나 조명의 방향상 측창에 의한 자연광의 분포에 비해 매우 균질하다. 전술한 바와 같이 사무공간용 칸막이가 설치된 경우의 인공조명효과도 부가적으로 예시되고 있다. 칸막이가 설치된 실내부에는 광학적 장애역할로 인하여 불 균일한 분포가 나타난다.

4. 자연광과의 통합조명설비 성능평가

4.1 개요

남측벽면에 설치된 개구부에 의해 기대되는 모

델 사무소 공간의 잠재적 자연채광성능은 주간에도 점등되는 인공조명기구의 운영기법과 통합적으로 연계되어야 한다. 이는 실내조도의 균등한 분포를 통한 시각적 쾌적성과 변화하는 자연광량에 대응되는 연속적인 점멸로 에너지 절감을 유도할 수 있기 때문이다. 이와 같은 통합화의 성능을 정량적으로 분석하기 위하여 앞서 계획된 조명설계안에 그림 9에 도해된 바와 같이 실내 권역별 내부 수광기와 연속 조광용 디머를 설치하여 자연채광과 인공조명의 통합적운용을 실시하였다.

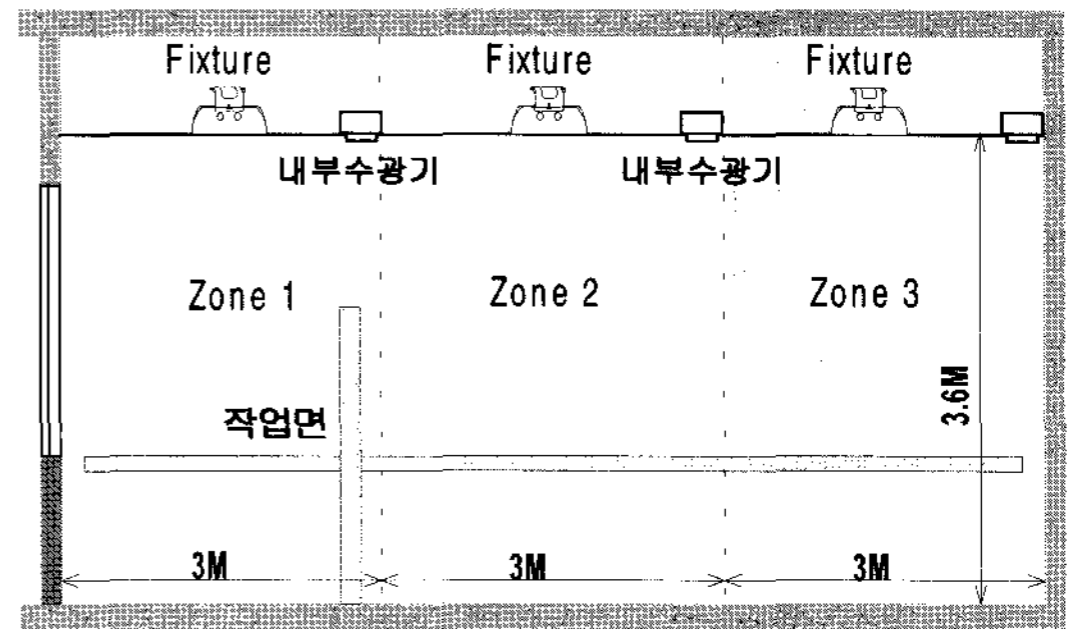


그림 9. 연속조광방식 자연광 통합 조명설비시스템

통합조명설비의 운용시 자연채광에 의한 실내조도가 800lux 정도 되는 경우를 기준으로 실내조명기구가 점멸토록 하는 것이 일반적이나 본 연구에서는 실내 어느 지점에서나 기준조도를 유지할 수 있도록 하기 위하여 각 조명권역내에 창으로부터 가장 먼 위치에 감지기를 설치하였으며 현실적인 절감량을 예시하기 위하여 조도기준을 일반 사무소기준을 참조하여 650lx(60fc)로 설정하였다.

4.2 에너지 해석프로그램:ENER-Win

자연채광과 인공조명기구는 상호 연계적으로 작동하며 이에 대한 통합적인 효과는 건물에너지 분석 프로그램인 ENER-Win 을 이용하여 실시하였다.

ENER-Win은 미국 Texas 주립대학교에서

표 3. 에너지 분석용 건물변수

Building Envelope	Area (ft ²)	Description	U-value	Solar Abs.
South Wall	840	Precast Concrete	0.079	0.57
East Wall	360	Precast Concrete	0.079	0.57
North Wall	840	Precast Concrete	0.079	0.57
West Wall	360	Precast Concrete	0.079	0.57
Roof	2100	Built-up Roof w/ Metal Deck	0.058	0.75
Floor	2100	R-11 Floor Effective R-19	0.1	1.0
window on South	500	Double Plate Heat Abs.	0.55	0.57 (SHGF)

Light Type	Lighting (Watt/ft ²)	Equipment	Target (fc)	Daylit Depth (ft ²)
Fluorescent	2.5	0.5	60	30

Infiltration Rate (ACH)	Ventilation (CFM/person)	A/C	Heating
0.7	7.4	V.A.V	Gas

개발된 건물 에너지 분석을 위한 범용 프로그램으로 공간조직에서부터 건물외피구조의 선택에 이르기까지 실질적인 건축적 대안을 선정하는 평가 도구이다. 포괄적인 기후자료 및 다양한 건축설비의 성능자료를 데이터 베이스로 내장하고 있으며 건축적 대안 및 초기투자에 대한 경제성 검토까지 수행한다. 본 연구에서는 담천공하에서 남면 창에 의해 얻어지는 자연채광효과를 주광을 지표로 자료화하여 ENER-Win program에 입력하여 미국 Texas 주의 San Antonio (30°N, 97°W) 지역의 기후 자료를 이용, 연간 조명 에너지 절감량과 조명기구 점멸에 의한 연간 냉방 부하 절감량을 동시에 추출하였다. 에너지 분석을 위한 건물 변수는 표 3과 같다.

4.3 통합조명 에너지성능평가

자연채광 효과를 고려하지 않고 주간 조명에 점등하는 사무소 건물의 조명에너지의 양과 다양한 건물 개구부 디자인과 실내 칸막이가 설치된 경우의 조명 에너지 소요량이 그림 10에 비교 예시되어 있다. 개구부의 형상과 칸막이 존재 여부

에 크게 관계없이 자연채광효율과 연계하여 인공 조명을 운용할 경우 약 70%의 인공조명 에너지 절감의 효과를 제공하였다.

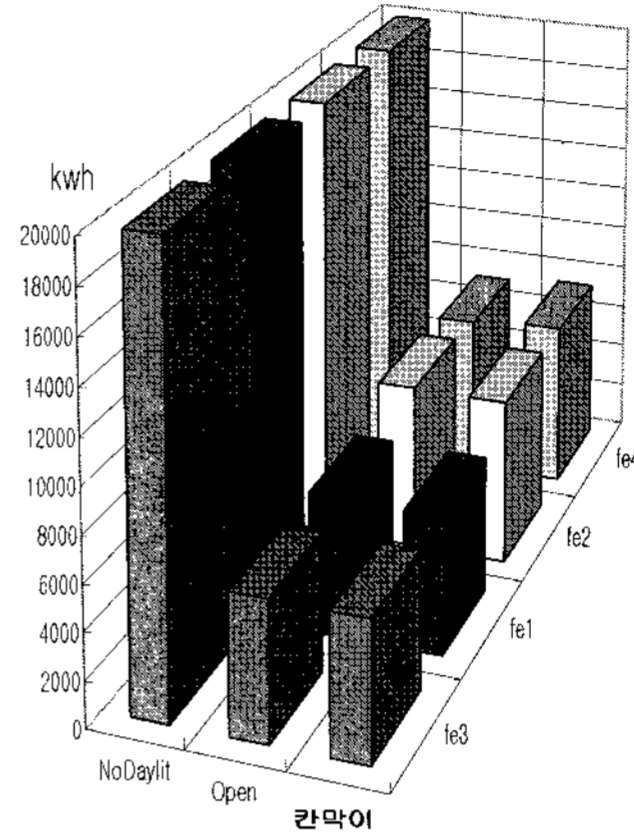


그림 10. 연간 조명 에너지 사용량

일반적으로 사무소 건물은 냉방이 주된 에너지적 관심사가 되는 건물의 종류이며 주간 점등되는 조명기로부터 발생하는 열량으로 인한 냉방 부하의 증가분은 이에 지대한 영향을 미친다. 자연채광의 기여분에 대응하여 조명기구가 점멸될 경우 냉방부하의 감소는 자연광 통합 인공조명설비의 추가적인 장점이다. 그림 12와 같이, 인공조명이 점등될 경우와 비교하여 연간 약 25%의 냉방부하의 절감을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

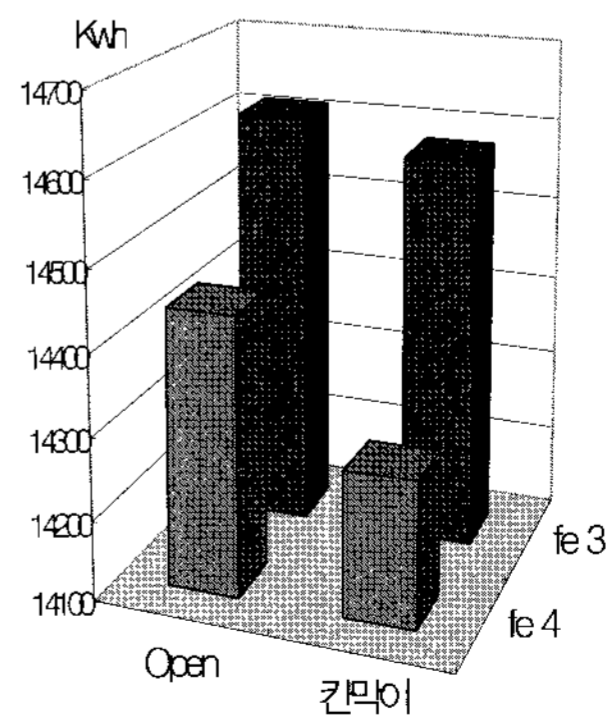


그림 11. 연간조명에너지 절감량

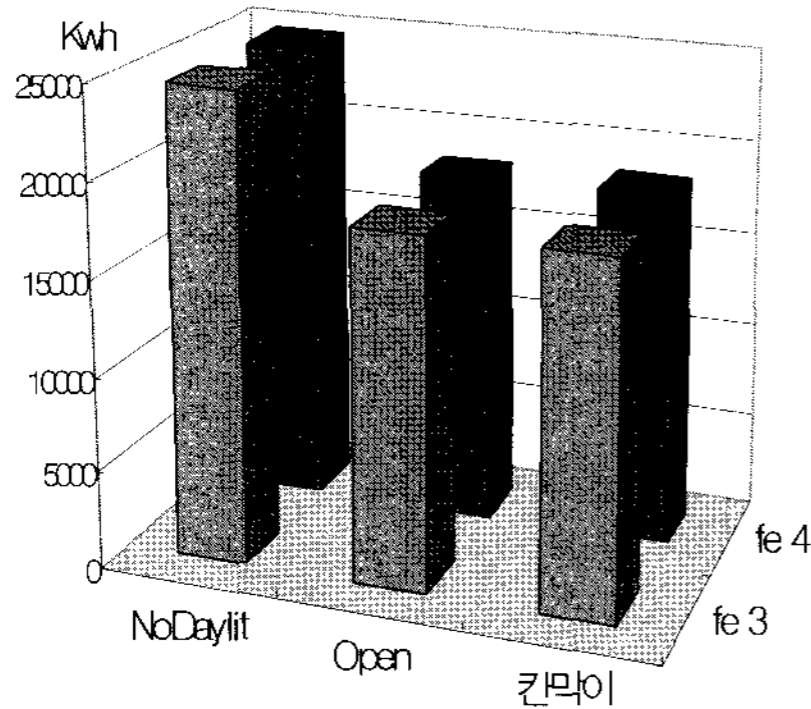


그림 12. 연간 냉방에너지 소요량

5. 결론

조명제어 시스템은 최소의 조명 에너지로 최적의 조명요건을 제공하며 실내 이용의 융통성과 편리성의 증대를 가능케 한다. 또한 공간의 시각적 흥미와 쾌적함을 창조하는데도 기여하는 등 긍정적인 효과가 매우 크고 다양하기 때문에 앞으로 조명제어 시스템을 도입하는 건물은 더욱 증가할 것으로 보인다. 특히 조명이 인간의 육체적, 심리적, 정서적인 면에 많은 영향을 미친다는 사실이 과학적으로 입증되고 있기 때문에 쾌적한 환경을 조성하여 안전하고 쾌적한 작업환경을 요구하는 작업자의 욕구를 충족시키고 나아가 작업능률을 향상시키기 위한 목적에서도 조명제어 시스템의 활용은 두드러질 것으로 예상되고 있다.

자연광의 변화에 적극적으로 연계된 통합조명설비의 기대효과는 실내 조도의 균질성 확보를 통한 조명환경의 개선과 이에 따른 에너지 절감효과로 요약될 수 있다. 일반적으로 작업면 조도 800lux 정도를 기준으로 창면에서의 6m 정도의 외주부에 한정하여 이와 같은 통합화를 실시하여 전체 건물면적을 고려할 때 에너지 절감 등 통합효과가 비례적으로 미비한 결과를 초래하고 있다. 자연채광이 전혀 고려되지 않는 경우에 대비하여 자연채

광은 연간 약 70%의 인공조명 에너지 절감과 25%의 냉방 부하의 절감 효과를 제공하였다. 부가적으로 칸막이를 이용하여 실내 레이아웃을 한 경우에도 건물 외주부의 자연채광 잠재력은 여전히 높아 적극적인 도입으로 인한 양질 시환경 조성과 건물 에너지 소비량을 절감할 수 있을 것으로 사려된다.

이에 자연광의 보다 깊숙한 실내사입이 가능한 첨단 채광시스템 및 채광설비의 도입이 선행되어야 통합의 기대효과가 극대화될 것이다. 또한 향후 조명제어 시스템은 외부의 주광량이 증대하는 경우 조광유리를 이용하거나 자동 블라인드가 작동되는 주광 차단기능이 내장된 첨단 채광창호 시스템 등 다양한 기능의 자연광 연계 조명시스템의 적극적 도입도 고려하여야 한다.

후 기

이 논문은 과학기술부 국가지정연구실사업(과제번호 M1-0104-00-0272)의 지원에 의해서 연구되었음.

참고문헌

1. 강도열, 이준웅, 인테리어를 위한 전기와 조명, 동일, 1997
2. 김정태 외, 건축설비시스템, 기문당, 2002
3. 박동화, 정용기, 조명설비 설계와 시공 가이드북, 의제, 1999
4. 편집부, 에너지 절약을 위한 조명제어 시스템, 조명과 인테리어, Vol.58, pp.104-117, 1998
5. 편집부, 조명과 빌딩매니지먼트, 조명과 인테리어, Vol.43, pp.124-129, 1995
6. Ballman, T.L. and R.E. Leven. Illumination in Partitioned Space, Journal of the IES, Summer, IESNA, New York,

- NY. pp. 31-49, 1987
7. Boyer, L.L. Multiple Validation of Annual Energy Savings Analysis Techniques for Preliminary Daylighting Design, Proc. 2nd International Daylighting Conference, Long Beach, 1986
 8. Degelman, L.O. ENERCALC: A Weather and Building Energy Simulation Model Using Fast Hour-by-Hour Algorithms, The 4th National Conference on Micro-Computer Applications in Energy, April, Tucson, AZ., 1990.
 9. Hunt, D.R.G. Improved Daylight Data for Predicting Energy Savings from Photoelectric Controls, Lighting Research and Technology, Vol. 11, No. 1, The Chartered Institution of Building Services Engineers, UK. pp. 9-23. 1979
 10. IESNA, IES Recommended Procedure for Lighting Energy Limit Determination for Buildings, Journal of IES, IESNA, New York, N.Y., Vol(24:1), pp.188-207, 1995
 11. Lighting Technologies, Lumen Micro 7 User's Guide. 1998
 12. Littlefair, P.J. Predicting Annual Lighting Use in Daylight Buildings, Building and Environment, Vol. 25, pp. 43-54, 1990.