

## 주광제어 장치를 이용한 건물의 에너지 절약(이론 및 실제)

한 현 주 · 조 일 식\* · 송 인 춘

충남대학교  
한국동력자원연구소\*

### Application of Sun Control Devices and Energy Conservation- (Theory and Practice)

Hyun-Joo Han · Yil-Sik Cho\* · In-Choon Song

Chungnam Nat'l University  
Korea Institute of Energy and Resources\*

#### 요 약

본 조사에서는 자연광(일광, 혹은 주광 : sunlight)을 도입하는데 있어 현휘(glare)나 강한 휘도균을 지양하고 하절기의 과열을 방지하여 쾌적한 생활 환경을 조성하는데 유용한 주광 제어 장치들의 종류와 특성에 대해 간략히 알아보고 이를 적용한 외국의 실제 예를 소개하였다. 특히, 미국 Utah주 Salt Lake City에 위치한 Johnson Controls사의 지사 건물은 자연채광의 한 방편으로 light shelf와 고창을 이용하여 에너지 절약과 실내 빛 환경의 개선을 도모한 좋은 표본이라 하겠다. 에너지 자원을 거의 수입에 의존하고 있는 우리의 실정을 감안한다면 우리도 이 분야에 대한 다각적인 검토와 연구가 이루어져 건물에너지의 절약을 꾀하여야 할 것이다.

#### ABSTRACT

In the present analysis, a number of sun control devices are examined for their performance in promoting the interior visual environment. Two exemplary cases are introduced for their excellence in harnessing the concept of daylighting and passive concepts. Of these, the Johnson Controls branch office building in Salt Lake City manifests the effectiveness of light shelves and clerestory windows in implementing these concepts. Distinct optical characteristics are found for overhangs, light shelves, louvers, and blinds as they interfere with the path of sunlight. Substantial amount of energy could be saved if the fundamentals of these devices are truly understood in their application to residential and commercial buildings. Sustained efforts should be made in this regard

by the builders, architects, energy consultants, and educators who make contributions in energy management.

## 1. 서론

오늘날 세계적으로 화석에너지의 사용으로 부존자원이 고갈과 이로 인한 환경오염과 기후 변화는 매우 심각한 문제라 하겠다. 에너지원을 거의 수입에 의존하고 있는 우리나라의 실정을 감안할 때 무한한 개발가능성이 있고 무공해한 태양에너지의 효율적 이용은 매우 중요하다.

근대에 들어서 우리나라의 경제가 급성장함에 따라 현대식 건물에서 소모하는 에너지는 국가 에너지원의 상당한 부분을 차지하게 되었고 특히 조명 및 공조설비의 운용에 필요한 전기에너지의 소요가 급증하고 있어 이를 태양에너지로 대체하므로써 실질적인 비용을 절감할 수 있는 연구가 세계 각국에서 활발히 수행되고 있다.

한편, 현대 건물이 초고층화 되어감에 따라 일조 문제의 중요성은 날로 강조되고 있어, 실내로 자연광을 도입하기 위한 가장 기본적인 방법으로 창을 통한 채광 방법과 Window Design에 대한 다각적인 검토와 연구가 이루어지고 있다.

일반적으로 자연채광기법을 건축적으로 적용 도입하는 데에는 건물을 사용하는 사람들에게 심리적으로 안정된 분위기를 제공하여 생산성 향상을 도모하고 실내의 빛 환경 및 열 환경을 좀 더 개선하는 데에 궁극적 목적이 있다고 할 수 있다.

본 조사에서는 자연광(일광, 혹은 주광: sunlight)을 도입하는데 있어 현휘(glare)나 강한 휘도군을 지양하고 하절기의 과열을 방지하여 쾌적한 생활환경을 조성하는데 유용한 주광 제어장치들의 종류와 특성에 대해 간략히 알아보고 이를 적용한 외국의 실제 예를 소개해 보고자 한다.

## 2. 주광제어장치(Sun Control Devices)

주광(sunlight) 제어를 하기 위한 장치는 크

게 다음의 세가지로 나누어 볼 수 있다.

- 1) 수평차양(Overhang)
- 2) 광 선반(Light Shelf)
- 3) Louver & Blind

이 장치들은 다시 내부형과 외부형으로 분류될 수 있는데 일반적으로 외부형은 내부형에 비해 태양열의 획득량을 크게 줄일 수 있을 뿐 아니라 공조시스템의 냉방 부하를 상당히 줄일 수 있고, 내부형과 유사한 실내 빛 환경을 조성할 수 있어 선호되고 있는 경향이다.

### 2.1 수평 차양(Overhang)

자연 채광 기법의 한 방편으로 설치된 수평 차양은 태양직사광을 적절히 차단하고 자연광의 실내로의 유입을 조절하는 기능을 수행한다. 수평차양 그 자체는 비록 단순한 디자인에 지나지 않으나 이와같은 기능을 수행할 수 있도록 그 기하학적 형상(dimension)을 설계하는 일은 그리 간단한 문제가 아니다.

수평 차양은 보통 측창 채광(sidelighting) 개념과 관련되어 지며 개구부 수평 차양(aperture)를 지나는 지붕면의 수평 연장이다. 다층건물의 경우, 수평 차양은 차양 바로 윗쪽의 벽으로부터 바깥쪽으로 수평하게 돌출되어 있다. 수평 차양은 차양 돌출 길이(d)와 창의 높이(h)를 이용 다음과 같은 비례 상수를 정의하여 돌출의 정도를 나타내며 이 비례 상수를 돌출비(overhang ratio)라고 하기도 한다(Fig.1 참조)

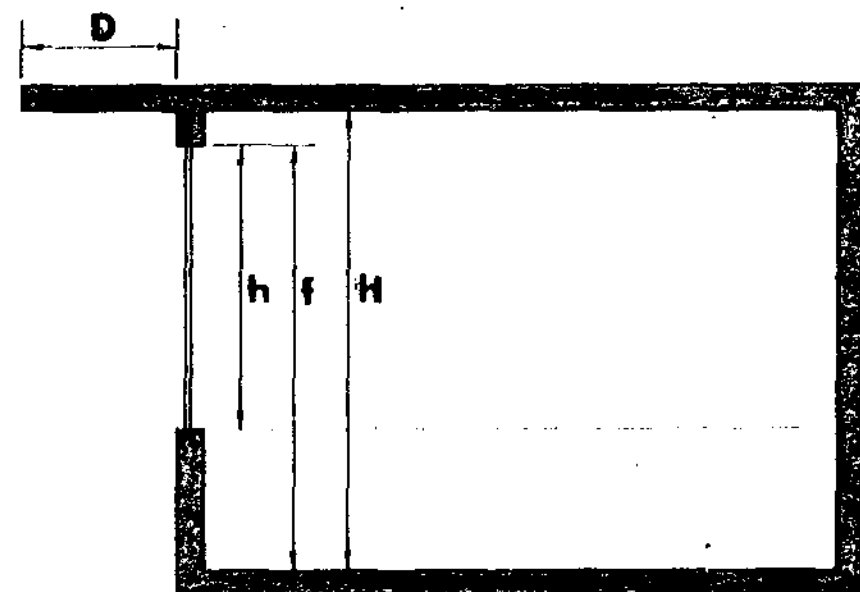


Fig.1 Nomenclature used for a room with an overhang

$$\bar{D} = \frac{d}{h} \text{ (돌출비)} \quad (1)$$

이 상수는 측창 채광에 관한 다음의 몇가지 상수와 함께 건물에 있어서 측창 채광 개념을 설명하는 중요한 파라미터로 쓰인다.

$$\bar{H} = \frac{f}{h} \quad \bar{V} = \frac{H}{h} \quad \bar{M} = \frac{I}{h}$$

여기서 I는 창문의 좌우 폭 길이를 가리킨다.

이상적인 일광 조절을 위한 수평 차양의 역할은 여름철에 많은 음영이 창문에 이루어지도록 하는 것 뿐만 아니라 실내로 사입되는 일광의 분포를 조절하여 쾌적한 실내 환경을 조성하는 것이다. 그러나, 사입된 빛이 실내조도분포에 미치는 영향은 빛이 단순히 반사되는 바닥 표면에서 보다는 작업면(work plane)에서의 효과를 고려해야만 한다. 하절기의 태양열 획득을 가급적 많이 줄이기 위해서는 하절기중 태양의 고도가 제일 낮은 시기(Controlling Month)를 선택하여 수평 차양의 작동범위를 정하는 것이 바람직할 것이다. 예를 들어 하절기가 5월부터 9월까지라면 태양의 고도가 제일 낮은 9월을 택하여야 할 것이다. 수평 차양은 개구부가 남쪽을 향하여 있을때만 유효하며 동쪽이나 서쪽은 대부분 무용하고 북쪽 정면은 수평 차양이 필요없다. 이것은 기타 대부분의 수평형 차양

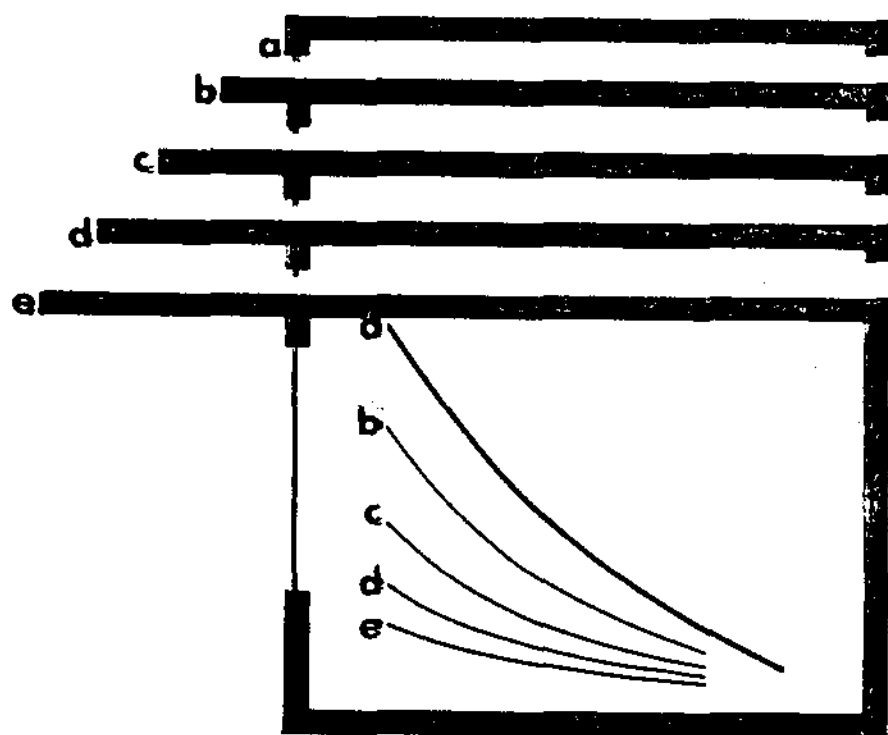


Fig.2 Impact on daylight penetration and spread in a room with overhang when  $\bar{H}=1.3 : 1$ ,  $\bar{V}=1 : 1$ ,  $\bar{M}=\infty : 1$ , and  $\bar{D}$  is varied as follows: (a) no overhang; (b)  $\bar{D}=0.25 : 1$ ; (c)  $\bar{D}=0.5 : 1$ ; (d)  $\bar{D}=0.75 : 1$ ; (e)  $\bar{D}=1 : 1$ .

장치에도 마찬가지로 적용된다. Fig.2은 D의 값이 0.25 : 1, 0.5 : 1, 0.75 : 1, 그리고 1 : 1 일때의 실내 조도 분포를 나타낸다.

## 2.2 광 선반(Light Shelf)

광 선반은 고대이집트의 파라오 시대에 이미 건물에 사입되는 일광의 현휘(glare)를 줄이고 실내의 조도를 조절하는 수단으로 사용되었다. 광 선반은 보통 내부형(interior type), 외부형(exterior type) 그리고 조합형(combined type)의 셋으로 구분할 수 있다(Fig.3 참조). 광 선반의 역할은 일광(daylight)을 실내 공간에 깊숙이 사입하고 균일한 실내 조도 분포를 촉진하는 데 있다. 광 선반은 아울러 태양열 획득에 의한 냉방부하를 감소시키며 쾌적한 환경을 도모한다(Selkowitz, Navvab 그리고 Matthews 1983). 일반적으로 일광의 실내로의 유입은 냉방부하를 증가시키나 동시에 매우 높은 효율의 실내 조명 효과도 수반한다. 같은 크기의 실내 공간을 일광으로 조명할 경우 인공 조명등(형광등)보다 발하는 열량이 작기 때문에 실제로는 오히려 냉방부하가 줄어든다.

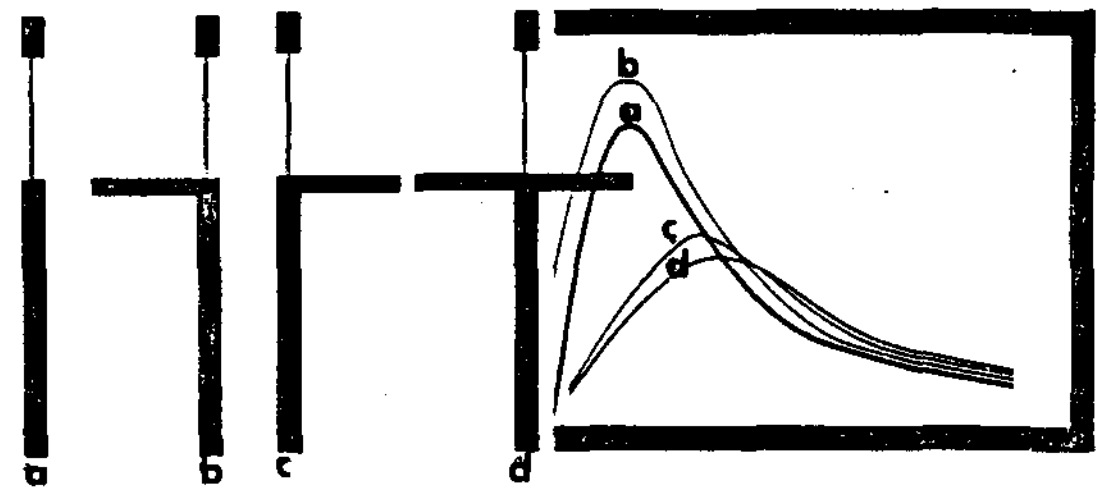


Fig.3 Impact on daylight penetration in a sunless room with various light shelves when  $\bar{H}=1.5 : 1$ ,  $\bar{V}=1 : 1$ ,  $\bar{M}=\infty : 1$ , solar altitude is 30, solar azimuth is 0, and  $\bar{D}$  is varied as follows: (a) no light shelf; (b)  $+\bar{D}=1 : 1$ ; (c)  $-\bar{D}=1 : 1$ ; (d)  $\bar{D}=2 : 1$ .

내부형(interior type) 광 선반은 개구부를 포함하는 벽면으로부터 실내로 돌출되었으며 외부형(exterior type) 광 선반은 실외로, 그리고 조합형 광 선반(combined light shelf)은 양쪽으

로 뻗어 있다. 광 선반은 개구부를 두 부분으로 나누는데 아랫부분으로 사입되는 일광을 “view light”로 윗부분으로 사입되는 일광을 “clerestory light”라고 일컫는다. 한편 view light에 의한 실내 조도 분포는 수평 차양이 설치되었을 경우와 같은 패턴(pattern)을 나타내며 clerestory light의 경우는 고창(clerestory)의 그것과 유사하다. 광 선반을 실 내부에 설치하느냐(내부형) 외부에 설치하느냐(외부형)에 따라서 실내의 조도 분포는 확연히 달라진다.

광 선반의 역할과 관련하여 일반적으로 광 선반의 길이와 광 선반 윗부분의 고창(clerestory)의 높이를 비교하는 비례상수  $D$ 를 정의하는데  $+D$ 는 외부형을  $-D$ 는 내부형을 그리고 아무 부호없이  $D$ 라 쓰면 조합형일 때를 가르킨다(Fig.3 참조). Fig.4는 직사 일광이 조사될때 광 선반이 얼마나 빛을 실내공간 깊숙히 효과적으로 사입할 수 있는가를 보여준다. b의 경우 a에 비해 창가에서 먼 곳까지 빛이 유입됨을 알 수 있다.

모든 천공 상태(sky condition)에서 직사일광의 실내 유입을 제외하고는 내부형은 외부형에 비해 빛의 실내 공간 침투 거리(penetration depth)가 짧다. 내부형의 설치는 오히려 창가

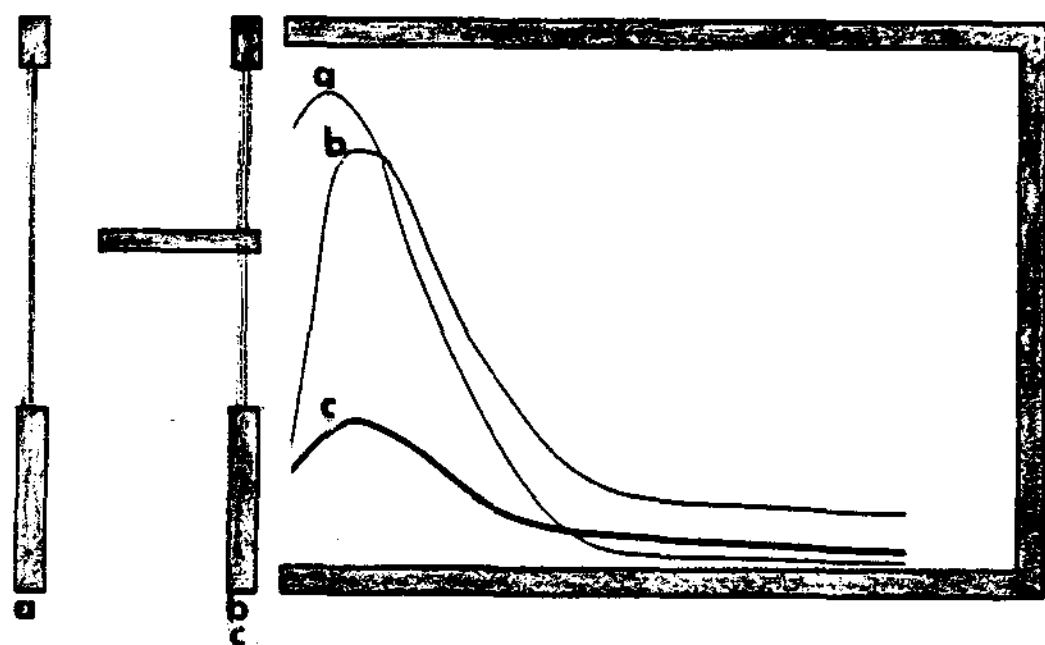


Fig.4 Impact on daylight penetration of a room with lightshelf in direct sunlight(showing direct sun component only) when solar altitude is 30, solar azimuth is 0,  $\bar{H}=1.5:1$ ,  $\bar{V}=1:1$ ,  $\bar{M}=\infty$ , and  $\bar{D}=2:1$ . Variations are as follows: (a) window, no light shelf; (b)  $+D=1:1$ ; (c)  $+D=2:1$ .

의 실내 조도 분포를 더욱 불량하게 만들 수도 있다(Fig.3의 a와 c비교). 직사일광이 광 선반에 조사될 경우(맑은날), 내부형은 실내의 일부를 직사광으로부터 차단하여 부분적으로 음영을 형성하나 직사광의 실내유입(특히 하절기)은 태양열 획득으로 인한 냉방부하의 증가를 가져온다.

외부형은 모든 천공 상태에서 일광의 실내 침투를 촉진할 뿐 아니라 차양의 역할을 하여 view light에 의한 태양열 획득(solar gain)을 줄이고 특히 광 선반의 상단은 일광을 실내 깊숙히 반사 유입시킨다. 맑은날의 경우 광 선반이 설치 안되었을 경우와 비교해보면 빛의 실내로의 침투 거리가 얼마나 촉진되었는가를 알 수 있다. 한편, 흐린날의 경우는 그 차이가 미미하다.

광 선반의 성능은 또한 상하면의 반사율(reflectivity)과 창문(glazing)의 종류에도 영향을 받으며, 특히 광 선반의 윗면은 종종 거울같이 매끄러운 면이 사용되기도 하나 이 경우 실내에 강한 현휘(glare)가 반사되어 나타날 수도 있어 시야에 이러한 현휘가 반사되어 들어오지 않도록 유의하여야 한다.

### 2.3 루버(Louvre)와 블라인드(Blind)

루버와 블라인드는 수평 혹은 수직으로 설치되어 일광의 실내로의 사입을 도모할 수도 있고, 차양의 역할도 할 수 있으며, 또한 실내에 현휘가 발생하지 않도록 천공을 가려주기도 한다. 루버라는 말도 원래 창에 설치하는 시설물로서 비를 차단하고 공기와 빛은 투과시키는 널판(slat boards)을 일컬으며 블라인드는 시야를 방해하고 빛을 차단하는 얇은 날(blade)로 정의된다.

오늘날, 대개의 경우 블라인드라 함은 일광의 조절 뿐 아니라 차양 장치의 역할을 하는 “venetian blind”를 가르키며 루버는 다수의 blade를 가지고 있는 차양장치를 말한다. 수평형 루버와 블라인드는 남측면에 설치하였을 경우가 가장 이상적이며 수직형 루버와 블라인드는 방향에 관계없이 설치할 수 있다. 블라인드는 대개 실내의 차양장치로 고안되는데 반해,

루버는 실내외 모두 설치될 수 있다. 실외에 루버를 설치할 경우 차양계수(shading coefficient)는 작아져 실내에 블라인드나 루버를 설치할 때보다 창을 통한 태양열의 획득과 밀접한 관계에 있는 냉방부하는 줄어든다. 차양계수의 관점에서 볼때, 루버와 블라인드의 가장 중요한 차이점은 루버가 일반적으로 블라인드에 비해 blade의 크기가 크며 또한 적은 수의 blade를 가지고 있다는 것이다.

루버와 블라인드의 경우 광선반의 설명과정에서 정의됐던 비례상수는 루버(혹은 블라인드)의 blade의 폭 대비 개구부의 높이를 가리키며(Fig.5 참조), D의 값을 1:1에서 0.03:1까

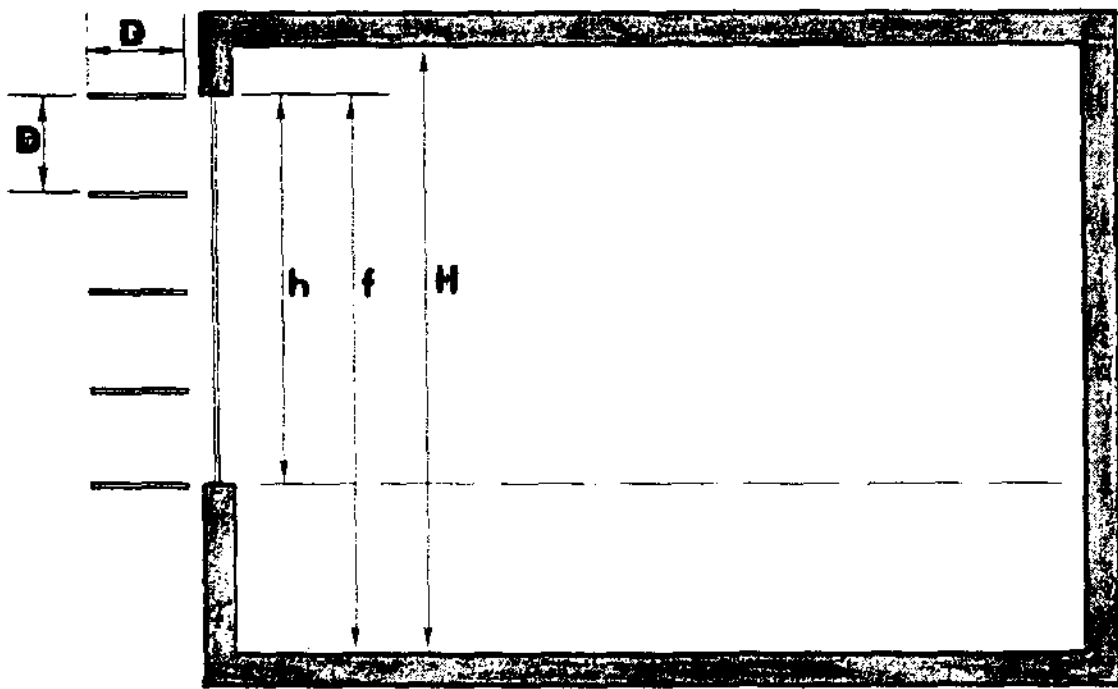


Fig.5 Exterior/interior louver and blind nomenclature

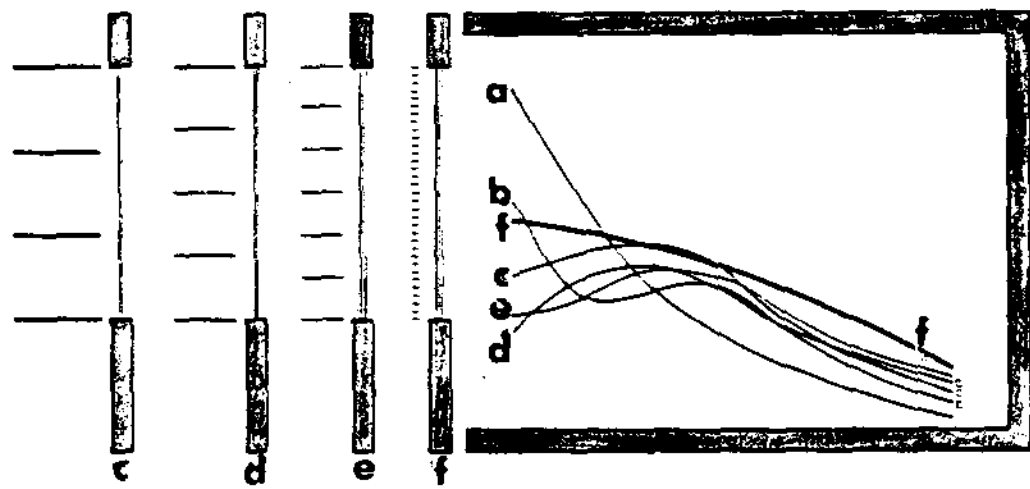


Fig.6 Horizontal louver and blind performance at different  $\bar{D}$  ratios: (a)  $\bar{D}=1:1$  extended overhang(not illustrated); (b)  $\bar{D}=0.5:1$ (not illustrated); (c)  $\bar{D}=0.25:1$ ; (d)  $\bar{D}=0.20:1$ , (e)  $\bar{D}=0.17:1$ ; (f)  $\bar{D}=0.03:1$ (blinds)

지 변화시키면 실내조도분포는 세가지의 독특한 유형을 보이면서 변하는데 수평차양의 경우와 처음에는 유사하나(Fig.6의 a) 나중에는 블라인드 고유의 분포곡선을 보인다(Fig.6의 f). 블라인드가 실내조도 분포에 미치는 영향은 태양의 고도와 blade의 경사각(blade slope)에 따라 크게 변화한다(Fig.7-Fig.8 참조).

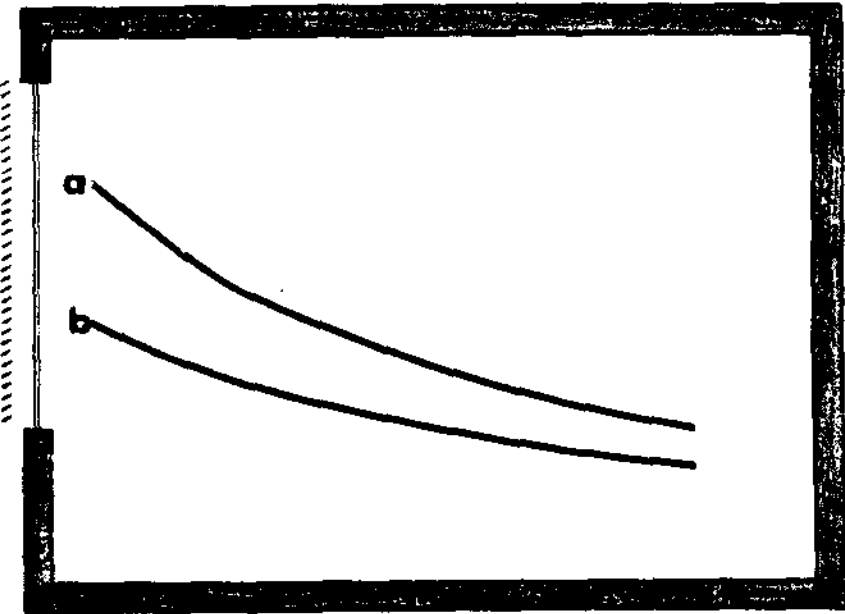


Fig.7 Impact on illuminance in a room with louvers when  $\bar{D}=0.03:1$ , slope is 30, and the solar altitude is varied to represent summer/winter performance: (a) winter sun, 1200h, solar altitude=30; (b) summer sun, 1200h, solar altitude=60.

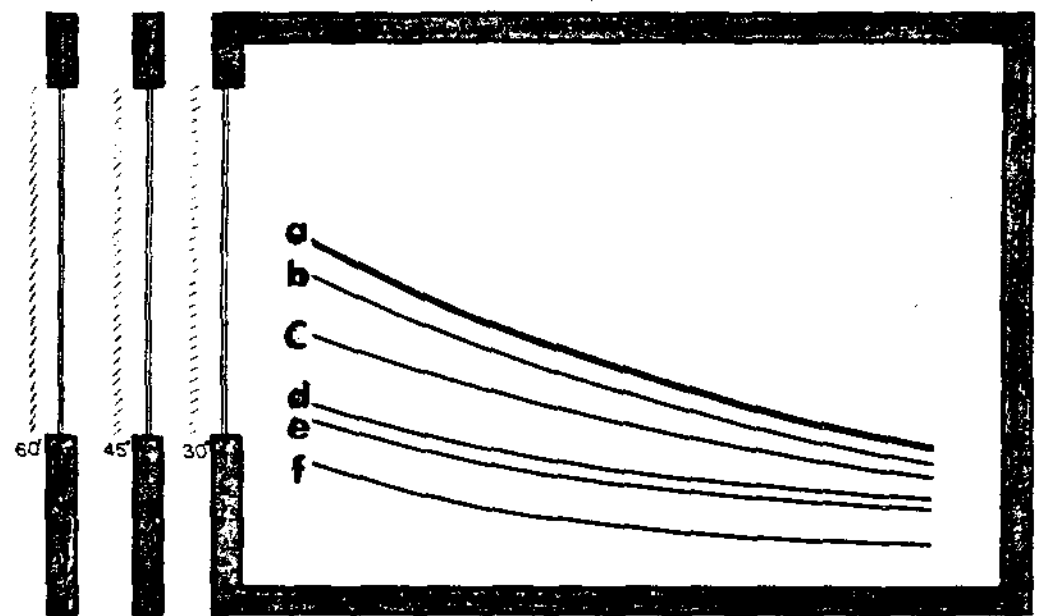


Fig.8 Impact on illuminance in a room with louvers when  $\bar{D}=0.03:1$ , solar azimuth with respect to the blades is 0, the sun does not penetrate into the room, and the slope of the blades and the solar altitude are varied as follows: (a) 30 blade slope, 30 blade slope; (b) 30 blade slope, 45 blade slope; (c) 30 blade slope, 60 blade slope; (d) 45 blade slope, 45 blade slope; (e) 45 blade slope, 60 blade slope; (f) 60 blade slope, 60 blade slope;

### 3. 적용예

#### 3.1 Johnson Controls의 SLC 지사(미, Utah 주의 SLC)

##### 3.1.1 개요

대형 공조시스템의 제어 장치를 취급하는 Johnson Controls사의 SLC지사는 사무실 건물의 에너지 절약을 위해 전문가 Group을 구성 (Group Leader : Architect Doug Drake)하여 자연채광 시스템의 적용에 따른 제반 계획을 입안, 분석하여 이를 실용화하였다. 기획과정에서 고려되었던 자연형 태양열 시스템 중 Trombe Wall과 부착형 온실은 이미 정해진 회사 자체의 예산범위를 크게 초과할 뿐 아니라 투자에 대한 회수가 불가능한 것으로 판단되어 (Don Watson외 2인이 분석) 고려대상에서 제외되었다.

이 건물의 주된 특징은 무엇보다 자연채광 시스템의 효율적 도입으로 기존 건물 대비 50% 이상의 전기 에너지의 절감 효과와 쾌적한 근무 환경의 조성 및 생산성 향상에 있다. Johnson Controls사는 SLC지사에서 얻은 경험을 토대로 현재 미국내 및 캐나다에 동사의 새로운 지사 건물 12개를 신축 중이거나 혹은 완공하여 운용중에 있다. Fig.9는 그 위치를 나타낸 것이다.



Fig.9 Branch offices: Twelve branch offices have been built or are under construction in the U.S. and Canada using lessons learned from the Salt Lake City project

##### 3.1.2 적용 시스템 고찰

적용된 시스템의 주요 개념도는 Fig.10에 잘 나타나 있으며 에너지 절약 및 실내 환경의 조성을 자연채광에 크게 의존함에 따라 SLC지사는 기존의 지사 건물에 비해 독특한 건축 형태를 이루고 있다. 특히, 자연광의 유입을 충분히 하기 위해 기존 건물에 비해 약 2배 가량의 창문 면적을 취했고 이 창문 면적은 건물바닥 면적 930m<sup>2</sup>의 12%인 112m<sup>2</sup>를 차지하고 있다. 또한, 건물의 평면 구성은 최대한의 난방 및 조명효과를 도모하기 위해 사무실은 가능한 한 남측에 위치하게 했고 북측에는 창고등의 비업무용 공간으로 배치하였다(Fig.11). 또한, 사무실은 "Open Office"의 개념을 도입, 불필요한 칸막이나 장해물을 제거하여 창을 통해 들어오는 광을 최대한으로 이용하게 하였다.

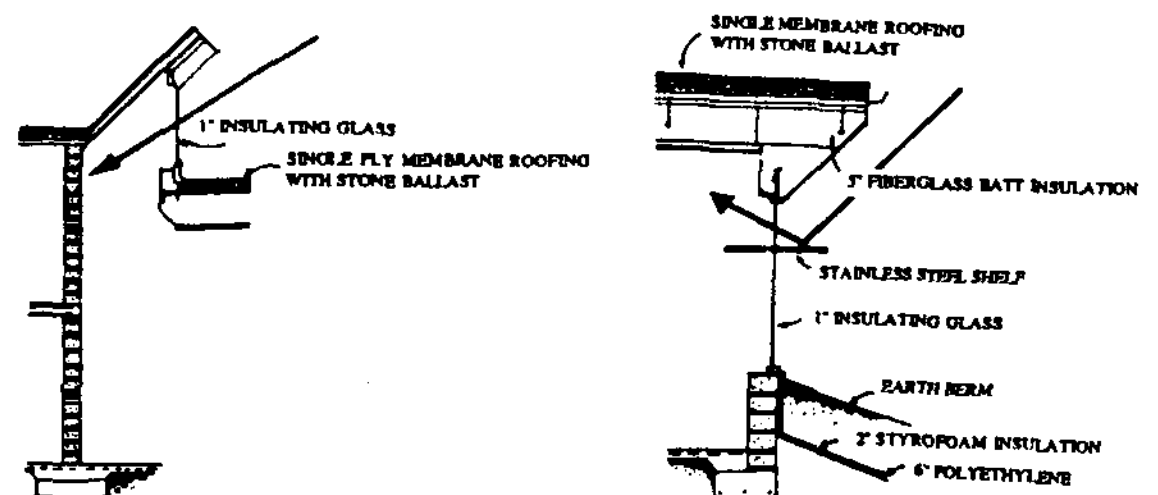


Fig.10 Details of the clerestory and south facade

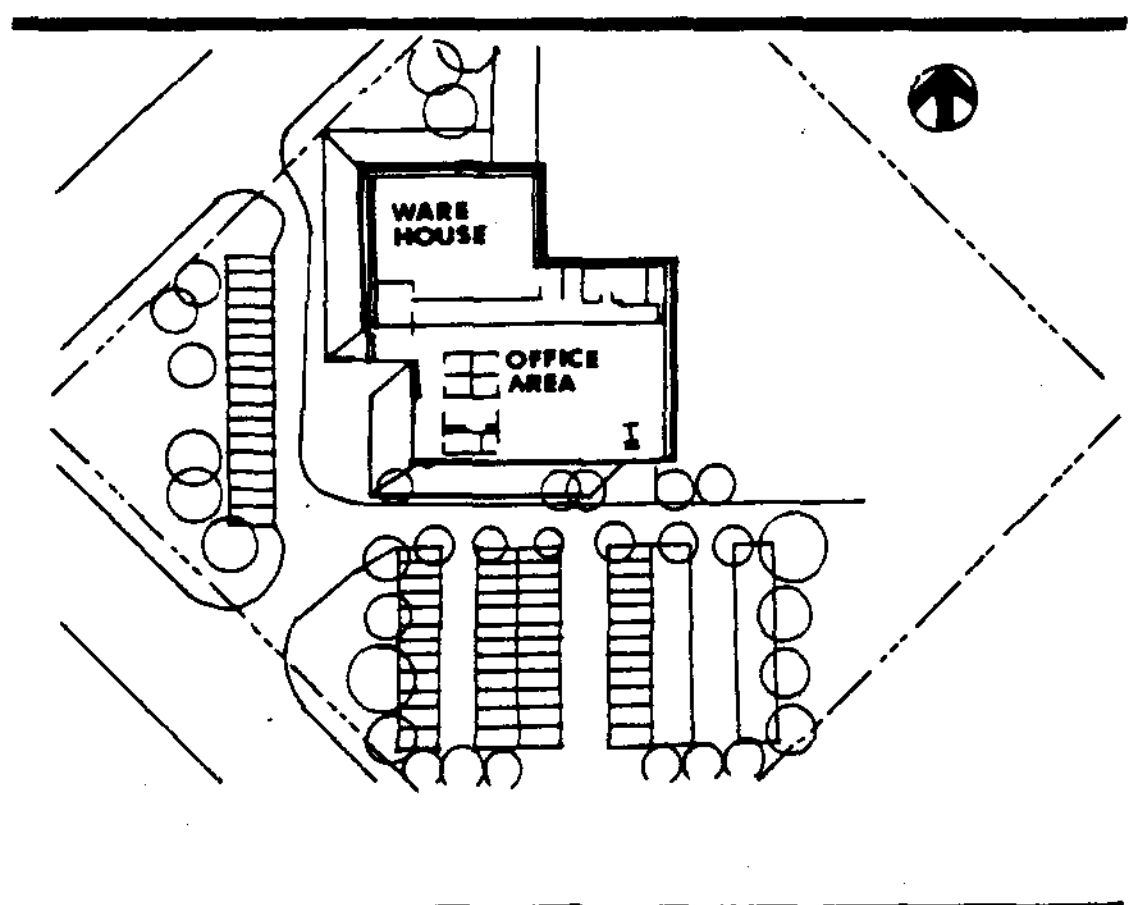


Fig.11 A site/floor plan of the Johnson Controls SLC branch office



Fig.12에서와 같이 남측면에는 광 선반을, 북측벽에는 남측을 향한 고창(clerestory)을 설치했고 건물내의 균일한 빛 환경을 조성하기 위해 북측은 4.1m, 남측은 3.2m의 경사진 천정을 이루고 있으며 이는 남측창으로부터의 일광을 실내 중앙으로 끌어 들이는 효과를 나타내고 있다.

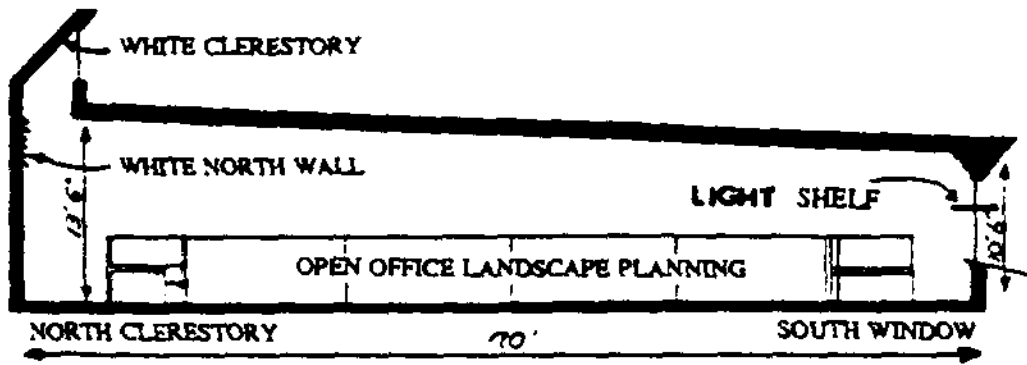


Fig.12 A section view(SLC branch office)

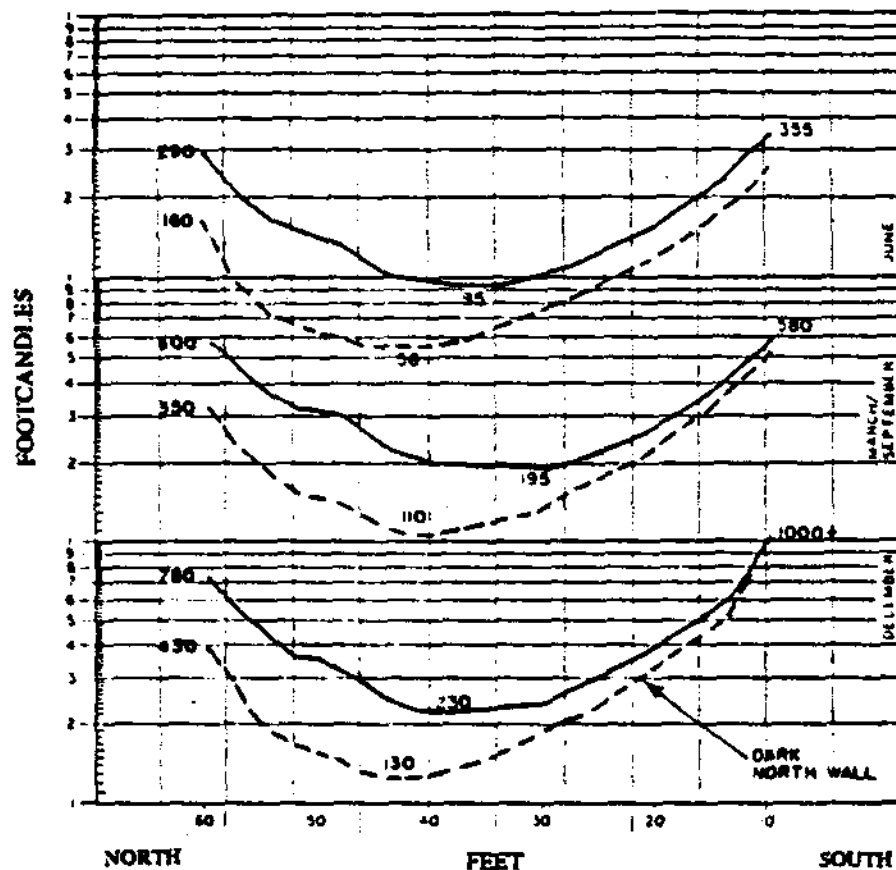


Fig.13 Illuminance inside the building(SLC branch office)

한편, 창의 배치 비율은 남측에 60%, 북측에 40%로 구성되었으며 모든 창은 야간 단열 카텐과 고정 혹은 가동성의 차양을 설치하였다. 남측창은 창의 가장 윗 모서리로부터 60cm 가량 아래에 설치된 광선반에 의해 두부분으로 나뉘어진다. 윗 부분은 자연 채광을 위한 개구부(daylight aperture)로서 자연광은 매끈하게 다듬어진 광선반 윗면에 일단 반사된 후 다시 천정에서 반사되어 실내로 유입된다. 한편, 하단부는 시야를 위한 개구부(view glass)로서 강한 일광의 차단과 창가의 조명 조절을 위해 차광 장치가 설치되어 있으며 photocell을 이용한

센서(sensor)에 의해 기계적으로 작동되게끔 되어있다.

건물의 자연채광 시스템과 자연형 태양열 시스템은 상호 불가분의 관계를 갖고 있으며 단지 빛과 열 에너지로서의 표현이 다를 뿐이다. SLC지사 건물은 열적인 면에서도 효과적으로 운용되고 있는데, Fig12에서 볼 수 있듯이 고창 주위공간에 자동적으로 데워진 공기가 모이게 되어 있어 이를 순환 fan/duct를 이용 실내로 불어 넣으므로써 난방을 도모하고 있다. 한편, 모든 난방 그리고 조명상태로 중앙의 JC-850 minicomputer에 의해 조절되고 있다.

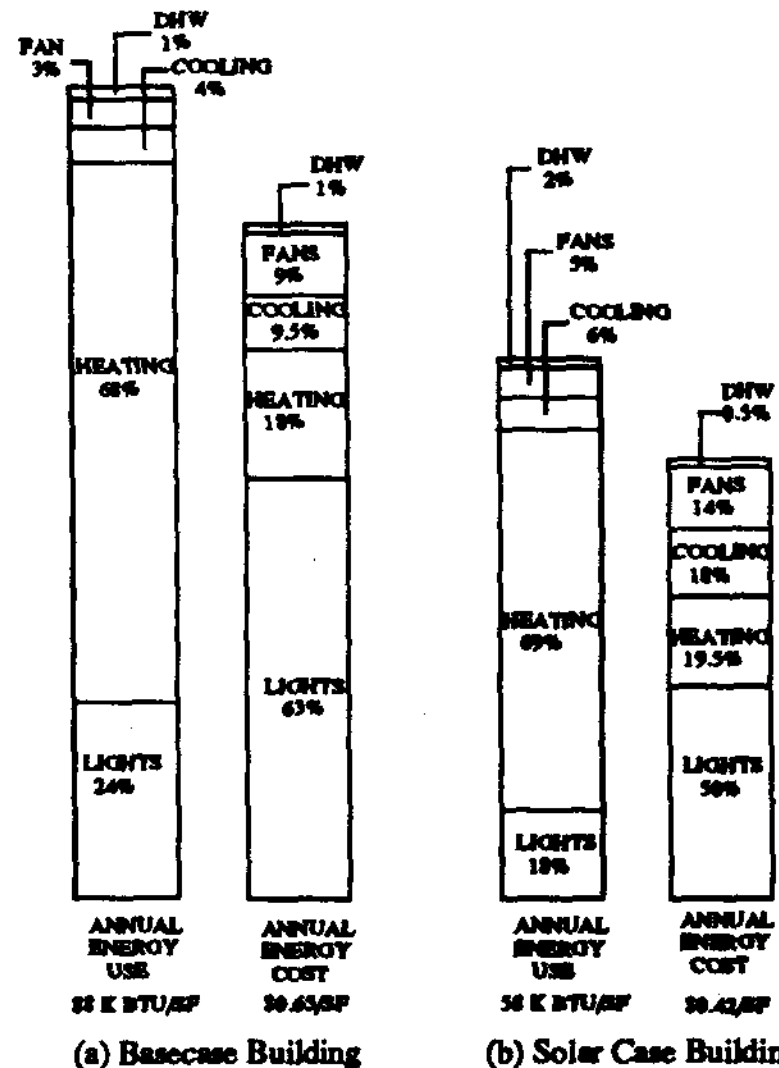


Fig.14 Energy expenses for the Salt lake City office

### 3.1.3 분석결과

SLC지사 건물은 자연채광 장치인 광 선반과 고창을 이용하여 인공 조명의 도움없이 실내 조도 분포가 6월에는 60footcandles 12월에는 270footcandles 정도를 유지하였다. 한편, 실내의 조도는 전체적으로 좀 균일하지 못한점도 있으나 작업환경에 필요한 조도는 sensor가 국부 조명을 작동시켜 보완하게끔 되어 있어 작업면에서는 충분한 밝기를 유지하고 있었다. 실내 조도의 연중 변화가 장기적으로 사용자에게 어떤 영향을 미칠런지는 계속 연구중에 있으며 아직 실 사용자들의 대부분이 이렇다 할

부정적 반응을 보이지 않고 있다. Fig.14은 SLC지사의 연간 에너지 소모량을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 이 시스템은  $\text{ft}^2$ 당 \$10( $\text{m}^2$ 당 \$107)정도의 추가비용이 소요되었으나, 조명에너지의 50%와 난방에너지의 30% 가량을 절약할 수 있어 경제적 측면에서도 타당성이 매우 높은 것으로 판명되었다.

### 3.2 Bowie High School(미, Texas주의 Austin시)

Texas주의 Austin시 남부에 위치한 Bowie 고등학교는 최근 30년이래 고온다습한 지역에서는 가장 큰 규모로 지어진 학교로서 실내면적이  $42,340\text{m}^2$ 에 달한다. 이 학교는 4-5년에 걸친 공사 끝에 1988년에 완공되었으며 일단의 건축가와 energy consultants에 의해서 system과 control의 운용을 최적인 상태로 유지하기 위한 수치해석(simulation)과 모델링 절차(modelling procedures)를 거쳐 운용 스케줄, 통제 전략(control strategies), 그리고 실내 조도(footcandle levels)등에 대한 지속적인 데이터를 토대로 인간이 느낄 수 있는 쾌적도(human comfort)에 최대한의 효과를 주고 운용 비용을 최소화하도록 계획되었다. 또한 건물의 구조는 내부 공간에 있어서 자연형 시스템, 자연채광, 그리고 자연 환기시스템(natural ventilation system)을 최대한으로 살릴 수 있도록 설계되었는데, 교사와 학생들이 주로 사용하는 교실은 2층의 건물로 남측에 배치하였다. 이 건물의 중심에는 도서관이 위치하며 양쪽으로 교실이 연결되어 날개 모양으로 동쪽에서 서쪽으로 긴 축을 형성하여 각 교실은 자연채광의 효과를 충분히 살리고 있으며, 그밖의 부수적인 관리 건물들은 교실의 북측에 배치되었다. 이 캠퍼스의 북쪽끝에 위치한 체육관과 식당 그리고 중앙제어실은 사회적인 모임 장소를 제공해주는 내부 중정을 통하여 walkway로 연결되었다.

한편, 이 학교를 설계하는데 있어서 주안점으로 삼은 것은 각 교실의 자연채광과 에너지 절감의 효과를 극대화하는 것이었다. 예비적인 자연채광 연구는 컴퓨터 프로그램인 CADLight

에 의해서 수행되었는데, 각 교실의 광 선반과 창문의 크기(dimension)등은 주요 input으로 입력되었다. 여기서 얻어진 결과는 설계 과정에서 방위, 유리창의 설치, 광 선반, 차양시설, 현휘 통제(glare controls) 그리고 인공 조명등의 통제에 기본 자료로 사용되었다.

Fig.15에서 보여지는 광 선반은 Bowie 고등학교 교실의 남측면에 설치된 것이며 북측면에는 광 선반 없이 이와 유사한 형태의 유리창이 설치되었다. 교실의 실내 면적은 전체 규모의 24%을 차지하며 교실의 실 크기는 폭이 7.3m, 길이가 9.8m, 그리고 높이가 3.1m이다. 그리고 창문쪽에 설치한 실내등은 거의 온종일 꺼져 있었으며, 남측에 위치한 교실은 광 선반 등에 의한 자연채광 효과로 실내조명의 도움을 거의 받지 않고 대략 50footcandles 정도의 조도를 유지할 수 있었으나, 북측은 남측에 비해 확실히 상대적으로 조도가 낮았다.

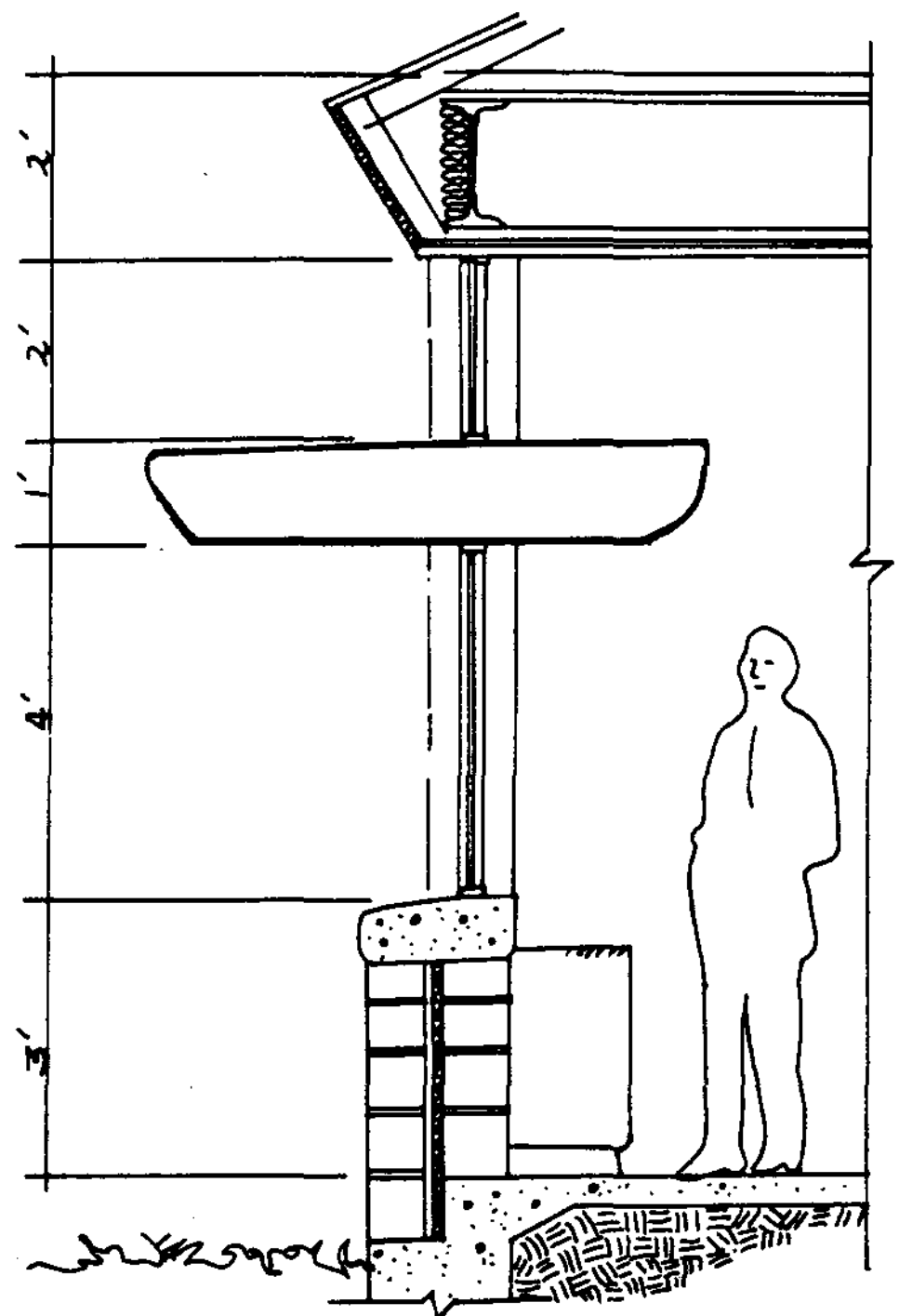


Fig.15 Section through light shelf on southern exposure



종합해 보면, Bowie 고등학교는 열획득(solar heat gain)이 너무 높을 경우, 차광을 위해 차양 장치(shading devices—horizontal blinds)를 설치하였고 또한 고창(clerestory windows)을 설치하여 mall과 내부 중정을 통한 자연환기 시스템을 이용함으로써, 냉방에 도움이 되게 하였다. 자연채광의 실내로의 효과적인 유입을 위해 설치된 광 선반은 조명에너지의 절약을 도모하였을 뿐 아니라 책상면에 직사광선(direct sunlight)이 떨어지지 않도록하여 교실의 빛 환경에도 긍정적인 역할을 하였다.

#### 4. 결 론

인간은 하루 생활중 대부분을 실내에서 보내고 본질적으로 일광을 건강에 필수적인 것이라고 여기며, 또한 이를 선호한다. 이러한 인간의 심리적, 생리적 면에서 천체의 자원인 태양 에너지를 이용하여 주거 및 근무 환경 조건이 적절한 상태가 되도록 유지하는 것은 매우 중요하다. 에너지 절약적 측면에서도 조명 및 냉난방에 필요한 에너지를 대체하므로써 국가시책에 부응할 수 있는 연구개발은 매우 시급하다.

앞에서 고찰한 바와 같이 주광 조절 장치는 빛 환경 및 열 환경의 개선은 물론 에너지를 절약할 수 있어 그 유용성이 다대함을 알 수 있었다. 그러므로, 이와같은 장치의 이용에는

열 환경과 빛 환경이 인간에게 미치는 영향을 고려하여 개인의 취향이나 작업의 종류 및 시간, 그리고 주거 혹은 사무 용도등의 상황에 맞게 최대의 능률을 올릴 수 있도록 하는 합리적인 공간 계획과 이에 대한 건축가와 엔지니어들의 끊임없는 검토와 연구 노력이 요망된다. Johnson Controls사의 SLC지사 건물과 Bowie 고등학교 건물은 이와같은 노력이 결실을 맺은 한 좋은 본보기라 하겠다.

#### 참 고 문 헌

1. Eileen H.(editor), Natural Lighting, Solar Vision Pub., Harrisville, N.H., 1982.
2. Pritchard, D.C. Lighting, Longman Ltd., N. Y., 1985.
3. Robbins, C.L., Daylighting(Design and Analysis), Van Nostrand Reinhold Co., N.Y., 1986.
4. Selkowitz, S., Navaal, M., and Matthews, S., "Design and Performance of Light Shelves," Proc. of the Int. Daylighting Conf., pp.267-69, Washington, 1983.
5. L.M. Holder III, et. al, "Goals, Strategies, and Results for a Passive Solar, Daylight, Naturally Ventillated High School in a Hot Humid Climate", Proc. 14th Nat'l Passive Solar Conf., Denver, Co., 1989.
6. 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1986.

Photoresponse of the pure CdSe films are more sensitive at lower temperature, while the impurity-doped films show the opposite trend.

## **H<sub>2</sub> production by photoelectrochemical reaction of TiO<sub>2</sub> thin film**

**Jung, Hyun Chai · Kim, Ki Sun · Nam, Sung Young · Sun, Kyung Ho · Yoon, Dai Hyun**

KyungHee Univ. Institute of Solar Energy

### **ABSTRACT**

Photoelectrochemical decomposition of water by the irradiation of light to the TiO<sub>2</sub> thin film soaked in water was observed. The TiO<sub>2</sub> thin film was coated on top of SnO<sub>2</sub> nesa glass by use of spray method and of dip-coating method. The spray technique of SnO<sub>2</sub> nesa film production and dip-coating technique of TiO<sub>2</sub> thin film preparation on top of the SnO<sub>2</sub> nesa film were discribed briefly. TiO<sub>2</sub> film appearance was observed by SEM and I - V characteristic curve were measured for the various thickness of TiO<sub>2</sub> film. The film Thickness 1.8 μm showed the maximum photoelectric current. Xe-lamp was used as light source for the photoelectrochemical reaction of thin film TiO<sub>2</sub> in acidic water(pH=1)

## **Application of Sun Control Devices and Energy Conservation(Theory and Practice)**

**Hyun-Joo Han · Yil-Sik Cho\* · In-Choon Song**

Chungnam Nat'l University

Korea Institute of Energy and Resources\*

### **ABSTRACT**

In the present analysis, a number of sun control devices are examined for their performance in promoting the interior visual environment. Two exemplary cases are introduced for their excellence in harnessing the concept of daylighting and passive concepts. Of these, the Johnson Controls branch office building in Salt Lake City manifests the effectiveness of light shelves and clerestory windows in implementing these concepts. Distinct optical characteristics are found for overhangs, light shelves, louvers, and blinds as they interfere with the path of sunlight. Substantial amount of energy could be saved if the fundamentals of these devices are truly understood in their application to residential and commercial buildings. Sustained efforts should be made in this regard by the builders, architects, energy consultants, and educators who make contributions in energy management.