



# 건축공간에서의 주광이용 계획

최 안 섭 <세종대학교 건축공학부 교수>

## 1 머리말

최근 건축물을 표현하는데 있어, 그린빌딩(Green building), 생태건축(Ecology architecture), 친환경/환경친화적 건축(Environmentally friendly architecture), 지속가능한 건축(Sustainable architecture) 등의 다양한 용어와 개념들이 제기되고 있다. 큰 맥락에서의 이런 모든 개념들은 지구환경 보호를 추구하는 건축물이라 규정할 수 있다. 이러한 건축물은 지역과 단지내에 수목 및 물 등의 자연환경을 최대한으로 조성하고 지구환경 보호를 고려한 건축자재를 사용하며, 건축물의 유지관리에 있어서는 최소한의 에너지를 사용하는 건축물이라 정의할 수 있을 것이다. 또한 건축물의 수명이 다해 해체된 후에도 폐기물을 최소화하여 환경의 피해를 방지하려는 것이다. 단지, 좀더 어느 부분을 강조하였느냐에 따라 각각의 용어들이 선택되고 있으며, 혹은 일부 세부적인 요소에서의 차이를 나타내기 위해 용어들이 선택되고 있다. 이러한 건축물의 계획, 설계, 시공, 유지관리, 해체 등에는 여러 가지 다양한 요소와 그와 관련된 기술들이 필요하며, 그것들은 서로 밀접하게 관련되어 있기 때문에 서로의 연관성을 잘 이해하고 분

석해서 적용해야만 한다.

이러한 건축물들의 여러 요소 중 빛은 인간 생활에서 반드시 필요한 요소로서, 과거 인공조명이 개발되기 전에는 주광에만 전적으로 의존하였으나, 전기를 이용한 램프가 개발되면서 효율적인 램프 개발을 위한 많은 연구개발이 지속되고 있다. 그러나 어느 인공 램프도 주광과 비교하여 우월할 수 없으며, 인간친화적일 수 없다. 건축물을 디자인하는데 있어 적절한 주광이용 방법의 선택은 건축계획시부터 고려되어야 하며, 건축물이 완공된 후에도 거주 후 평가를 통해 유지관리가 이루어져야 한다. 그러나 건축물의 빛환경은 주광만으로 유지될 수 없기 때문에 인공조명의 계획이 필수적으로 동반되어야 한다. 환경의 피해를 최소화할 수 있는 광원의 사용, 에너지 효율적인 광원 및 보조기기의 사용, 효율적인 인공조명 계획 등이 수반될 때 진정한 의미의 빛환경 계획이라 할 수 있다.

본고에서는 주광을 효율적으로 건축공간에 적용할 수 있는 다양한 방법들을 살펴보고자 한다. 먼저, 주광을 정확히 이해하는 것이 필요하여 주광의 개념, 유용성 등을 소개하고자 한다. 그리고 주광을 이용하기 위한 고려사항들에 대해 알아보고, 주광 적용방법들의 구체적인 사항들을 살펴보기로 한다.

## 2. 주광의 이해

### 2.1 주광의 개념

주광(daylight)의 구성요소를 살펴보면 직사일광(sunlight)과 천공광(skylight)으로 나누어 볼 수 있다. 실내공간의 조도에 가장 중요한 영향을 미치는 요소는 천공광인데, 천공광은 직사일광이 대기를 통과할 때 수증기, 먼지 등에 의해 산란되어 발생하는 천공광과 구름의 반사에 의해 발생하는 담천광으로 이루어져 있다. 직사일광은 열과 눈부심의 단점 때문에 빛으로의 직접적인 이용은 지양되고 있다.

주광의 유효성(daylight availability)은 특정한 위치, 시각, 날짜, 천공상태에서의 태양과 천공으로부터 발산되는 빛의 양을 지칭한다. 지난 수 십년 동안 많은 연구자들은 주광의 조도를 측정하고 그것들을 수식화하였는데, 그 값들은 서로 매우 유사한 값들을 보여주고 있다. 그래서 이러한 값들을 정리하여 평균적인 값을 식으로 추론하여 사용하고 있는데, 이런 평균값들은 순간적인 측정값에서 크게 벗어나지 않는다. 주광의 유효성 값은 다음과 같은 세 가지의 매개 변수로부터 계산되어진다; 1) 위치, 2) 일년중의 날짜(Julian date), 3) 시각. 주광의 개념을 정확히 이해하고, 그 물리적 값을 예측하는 일은 주광이용에 있어 반드시 수행해야 하는 중요한 과정이다. 특히 정량적인 분석을 위해서 건물이 위치하고 있는 곳의 연중, 시각별 주광 변화량을 파악해야 하고, 그것이 실내공간에는 어떻게 영향을 미치는 가를 조사해야 한다.

### 2.2 주광의 유용성

주광의 이용은 아트인 동시에 과학이다. 즉 디자인 요소이면서 건축환경적 시스템인 것이다. 디자인 요소로서는, 건물의 미적, 정성적인 측면을 향상시키며,

건축환경시스템으로서 다른 환경요소의 특징과 조화를 이루어야 한다. 디자인 요소로 사용될 때에는 디자인 개념의 일부로 작용할 수 있어야 하고, 건축환경시스템 요소로 사용될 때에는 성능(조명, 에너지, 경제성), 물리적 성질, 다른 환경시스템(인공조명, 냉방, 난방, 구조 등)과의 관계가 고려되어야 한다.

주광만을 단독으로 사용하기는 어렵다. 과거 인공조명이 처음 나왔을 때에는 인공조명이 주광의 보조적인 역할을 했지만, 이제는 주광이 인공조명의 보조적인 역할을 하고 있다. 인공조명만으로도 실내활동을 하는데 시각적으로 문제가 없는 경우가 많아서 주광을 건축공간에 적용하기 위해서는 적절한 당위성이 있어야 한다. 주광을 이용함으로써 발생하는 건물과 그 공간의 사용자에 대한 영향도 고려해서 결정해야 할 것이다. 모든 건물에는 제각기 다른 제약 조건이 따른다. 그래서 주광을 이용하거나 다른 건축환경 시스템을 적용할 때는 상황에 따라 그 방법을 결정해야 한다. 광원의 일부로써 주광을 선택하는 이유가 건물의 용도나 상황에 따라 차이가 있겠지만, 일반적으로 중요하다고 생각되는 이유들을 정리해 보면 다음과 같다.

#### 2.2.1 빛의 질(quality)

조명원으로써 주광을 이용하는 중요한 이유는 주광의 질 때문이다. 주광은 직사일광과 천공광이 조화를 이루면서 인간의 시각 반응에 가장 근접하게 일치하는 광원이다. 이로 인해 인공광원보다 적은 양의 주광에 의해서도 인간의 작업활동에 동일한 효과를 가져올 수 있다. 이밖에 주광이 다른 인공 광원보다 질적으로 우수하다는 것이 여러 연구 결과에서 나타났다. 연색성 측면에서도 주광이 단연 우수하며, 주광은 가시광선 내의 전체 스펙트럼을 가진 광원으로 가장 이상적인 광원으로 고려되어지고 있다. 아무리 밝은 광원이라도 고유의 색이 제대로 보이지 않는다면 좋은 광원으로 고려될 수 없는 것이다. 또한, 색과 관계된 작업

을 할 때에는 연색성이 좋으면 작업 효율이 높아진다.

### 2.2.2 디자인 요소로서의 주광의 중요성

많은 건축가들이 그들의 작품속에서 디자인적 요소로써 주광을 활용하였다. 주광을 통해 공간의 느낌을 변화시키면서 특정한 형태를 만들어 내거나 공간의 성격을 규정지을 수 있다. 특수한 목적이 있는 공간에 성스러움이나 건강미 등 주광이 가지고 있는 이미지를 표현하기 위해 주광을 사용하는 경우가 고대 시절부터 있어왔다. 일반적으로 주광을 사용하면 개구부를 통해 그 공간을 외부와 연결시켜주기 때문에 그 공간은 넓은 느낌을 주게 되고, 실내의 시환경에 동적인 변화를 가져옴으로써 보다 생동감있고 활동적인 공간을 만들어 낼 수 있다. 프랭크 로이드 라이트(Frank L. Wright), 르 꼬르뷔제(Le Corbusier), 알토(Alto) 등 대부분의 유명한 건축가들은 이렇게 주광을 디자인 요소로 활용하는 방법을 이해하고 있었다.

### 2.2.3 외부와의 시각적인 커뮤니케이션 채널

주광을 실내공간으로 유입하는 창문들은 재실자와 외부와의 시각적인 커뮤니케이션의 채널을 제공한다. 창문이 없는 공간에서는 재실자들이 계속적으로 외부와의 접촉에 대한 욕망을 나타내고, 창문에서 멀리 떨어져 단순히 먼 하늘을 바라보는 것보다는, 창문쪽 가까이 위치하여 도시의 전경이나 조경들을 즐기길 원한다. 또한, 재실자들은 주광과 시각적인 커뮤니케이션 채널이 충분할 때는 이것들이 중요하다고 느끼지 못하지만, 이것들이 충분하지 못하다면 어느 다른 건축 환경적 요소들 보다 중요한 인자로서 인식하게 됩니다.

### 2.2.4 에너지 절감

일반 상업건물의 전기에너지 소비량 중 조명용 전

기에너지가 큰 비중을 차지하고 있다. 건물전체의 전기에너지 소비량 중 조명용 에너지는 전체의 30~40%를 차지하고 있어, 많은 건물 에너지가 조명용으로 쓰이고 있는 것이다. 결국 에너지 절약의 가능성도 그만큼 많다는 것을 의미한다. 여러 조명용 에너지 절감 방법중 하나인 주광을 이용하면 에너지 소비를 줄일 수 있지만 이것이 주광이 인공조명을 대신한다는 것을 의미하지는 않는다. 주광은 항상 일정하지가 않고 예측하기가 어렵기 때문에 인공조명과 연계가 필수적이다. 인공조명과 주광을 연계하는 방법에는, 주광을 이용할 수 있을 때 인공조명을 점멸하는 방법(on/off control)과 단계적으로 밝기를 변화시키는 방법(steped control), 연속적으로 밝기를 변화시키는 방법(dimming control) 등이 있다.

인공조명은 일반적으로 효율이 낮기 때문에 소비하는 전기에너지의 많은 부분을 열에너지로 방출한다. 따라서 이 열은 낭비되는 에너지이기도 하며 건물의 냉방부하를 높혀 부가적인 에너지 손실을 가져오게 한다. 하지만 주광을 이용하면 인공조명에 비해 같은 조도에 대해 적은 열이 발생하여 냉방에너지 손실도 부수적으로 줄일 수 있다.

### 2.2.5 심리적, 생리적 요구

주광은 재실자의 심리적 욕구에 직간접적으로 큰 영향을 미친다는 사실이 여러 연구를 통해 밝혀졌다. 주광이 가지고 있는 따뜻하고 깨끗하고 친근한 이미지 때문에 주광이 공급되면 작업 효율에 긍정적인 영향을 준다. 많은 실험과 조사에서 재실자는 주광이 유입되는 창이 없을 경우, 외부와의 시각적인 접촉이 단절되어 심리적으로 불안하고 불쾌한 상태가 유지되는 것으로 나타났다. 건물의 용도에 따라 차이가 다소 있지만 주광이 유입이 단절된 실내에서 작업하는 사람의 경우 두통이나 구토, 신경쇠약 등의 증세가 나타나

기도 하였다. 주광에 포함되어 있는 자외선이 피부와 접촉하면 비타민 D를 생성하는 생화학적 반응을 일으킨다. 그래서 적당한 양의 자외선이 요구되는데도 불구하고 과거에 비해 늘어난 실내활동으로 인해 이러한 생리적인 요구가 만족되지 못하고 있는 경우가 많다. 따라서 이러한 생리적 요구에 의해서도 주광의 실내 유입이 더욱 필요하다고 할 수 있다.

### 3. 주광이용계획

건축물에서의 빛환경 계획은 주광을 최대한으로 이용하는 것에서부터 출발한다. 자연 그대로의 주광을 실내 공간에 적절히 유입하여, 빛으로써의 활용가치를 높여야 한다. 그리고 주광이용이 다른 환경적 요소에 미치는 영향을 최소화 하도록 한다. 기본적으로 적용되는 주광이용의 법칙을 크게 세가지로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 실내 작업면에는 직사일광을 피하도록 해야 한다. 실내로 유입된 직사일광은 과도한 휘도차를 야기하여 불쾌 또는 불능 눈부심을 유발한다. 또한, 직사일광속에 포함된 적외선 및 자외선은 실내환경에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 그렇기 때문에 직사일광은 일반적으로 반사 메카니즘을 거친 확산광으로서 활용해야 한다.

둘째, 높은곳에서 주광을 유입하도록 한다. 실내 깊숙이 주광을 유입하기 위해서는 측창보다 천창이 더욱 효율적으로 사용될 수 있다.

셋째, 주광을 확산 및 분산시킨다. 개구부에 주광을 확산 또는 분산시킬 수 있는 장치를 설치하는 것이 효율적인 주광이용의 기본이라 할 수 있다. 확산 또는 분산된 빛은 실내의 균제도를 향상시켜 보다 나은 빛환경을 창출할 수 있다.

다양한 방법으로 주광을 이용할 수 있으며, 크게 3가지 방법으로 분류해 보았다. 건축계획 및 디자인적

방법, 태양을 집광하여 사용하는 방법(수동 시스템), 태양을 집광하나 적극적으로 태양을 추적하며 더 많은 양의 주광을 이용하는 방법(능동 시스템)으로 나누어 볼 수 있다. 주광을 효율적으로 사용하기 위해서는 최소한의 설비를 필요로 할 수 있으며, 적절한 설비의 사양 선택도 빛환경계획시 중요한 체크 포인트가 될 수 있다. 각 방법들의 특징 및 종류들을 자세히 살펴보도록 하겠다.

#### 3.1 주광을 이용한 빛환경계획시의 고려사항

주광을 건축공간에 효과적으로 이용하기 위해서는 여러 가지 측면을 고려해야 한다. 그린빌딩에서 자연 채광을 효율적으로 설계 및 시공하기 위해서는 환경적인 측면, 건축적인 측면, 인간적인 측면 등이 주요 고려대상이다.

환경적인 측면에서는 건물이 위치하고 있는 위치, 하루 중의 시각, 계절 등에 좌우되는 태양의 움직임, 천공의 상태, 지역의 기후조건 등을 고려해야 한다. 주위의 환경이 건물의 기능에 어떠한 영향을 미칠 수 있는가를 사전에 충분히 검토해야 한다.

건축적인 측면에서는 건물의 매스, 내부공간의 높이와 깊이, 창호시스템 등을 종합적으로 분석하여야 한다. 또한 주광에 의한 빛과 공간의 심미적인 측면도 반드시 고려해야 한다. 주광은 공간의 기능적 배열, 사용자의 시각적, 열적 쾌적함, 에너지 소비, 인공조명의 선정과 조명제어시스템 등 수 많은 건축요소에 영향을 미치기 때문에 설계 초기단계부터 건축가와 긴밀한 협조 속에 종합적인 계획이 되도록 해야 한다.

마지막으로, 인간적인 측면에서는 재실자들의 건강과 안락함, 삶의 질, 생태학적 관련성 등을 고려해야 한다. 주광을 건축공간에 적용함은 재실자들에게 쾌적함과 생산적인 환경창출에 기여할 수 있다. 이러한 것은 단지 창문을 통한 외부환경과의 시각적, 심리

적 연계뿐 만 아니라 자연의 빛을 통해 공간에 생동감을 줄 수 있다. 주광에 의한 실내의 조도레벨 변화는 일반적으로 잘 느끼지는 못하지만 그로 인해 시각적 흥미를 유발할 수 있으며, 좀더 편안하고 활동적인 재실 환경을 창출할 수 있다. 주광의 근원인 태양은 인간에게 빛과 열을 주는 에너지 근원인 동시에 우리의 일상생활을 가이드하고, 정보를 제공해주는 상징적이고 문화적인 의미를 내포하고 있다.

### 3.2 건축계획 및 디자인적 접근방법

건축계획 및 디자인적 접근방법이란 건축가가 건축 평면과 입면 등에 디자인을 가미하거나, 기능적인 요

소를 추가함으로써 실내 공간에 많은 주광을 유입하는 것이다(그림 1). 건축가들은 주광의 역동성을 건축공간에 반영하기 위해 주광이 공간 깊숙히 균일하게 유입될 수 있도록 건축공간을 디자인하였다. 앞에서 언급된 것과 같이 주광의 여러 유용성으로 인해 주광을 최대한으로 유입하는 것이 그린빌딩에서 빛환경 디자인의 중요 포인트라 할 수 있다. 이러한 디자인을 위해 사용되는 대표적인 건축요소로서 광선반(light shelf), 광천창(top lighting), 아트리움(atrium), 돔 구조(dome structure), 루프 모니터(roof monitor) 등을 들 수 있다. 이러한 디자인 요소를 반영함으로써 주광이용을 극대화하고, 실내공간의 여러 장점을 부여할 수 있다.

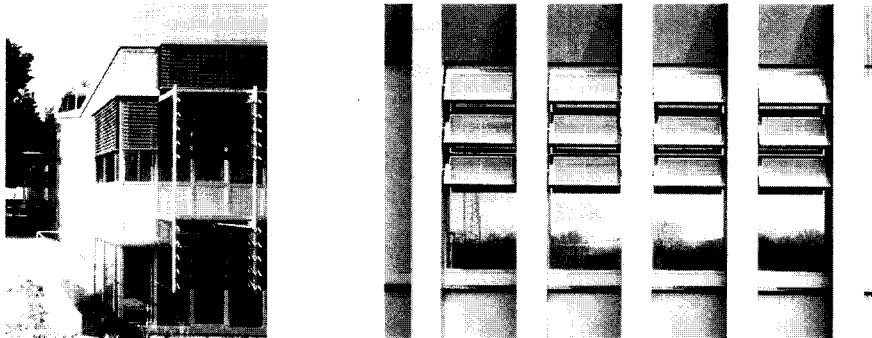


그림 1. 건축디자인을 통한 주광이용

광선반은 창문 근처에 수평으로 고정되어 설치되는 디자인적 요소로서, 직사일광을 천장과 벽으로 반사하고 산란시킨다(그림 2). 그래서 직사일광의 실내 유입을 막아 창문 근처공간의 과도한 휘도 발생을 방지하고 반사된 빛을 실내 안쪽으로 유입시켜 실내의 주광분포를 고르게 하는데 사용된다. 특히, 건물의 입면에 영향을 미침으로 건축 디자인계획과의 조화가 요구된다. 광선반의 재질로는 광선반 상부에 정반사(specular) 또는 난반사(diffuse)의 재질을 부착하는데, 두 가지의 재질이 각기 장단점을 가지고 있기

때문에 사용되는 공간의 특성을 고려해서 재질을 결정해야 할 것이다. 그리고 단순히 고정되어 있는 광선반 뿐만 아니라 계절변화에 따른 태양의 고도변화에 대응하기 위해 광선반의 각도를 조절하고 직사일광을 반사하여 실내 깊숙히 주광이 유입될 수 있게 하기도 한다. 광선반의 청결상태 유지가 광선반의 효율에 크게 영향을 미치는데, 이는 광선반 위의 먼지가 반사율을 저하시켜, 반사된 주광의 유입을 저하시키기 때문이다.

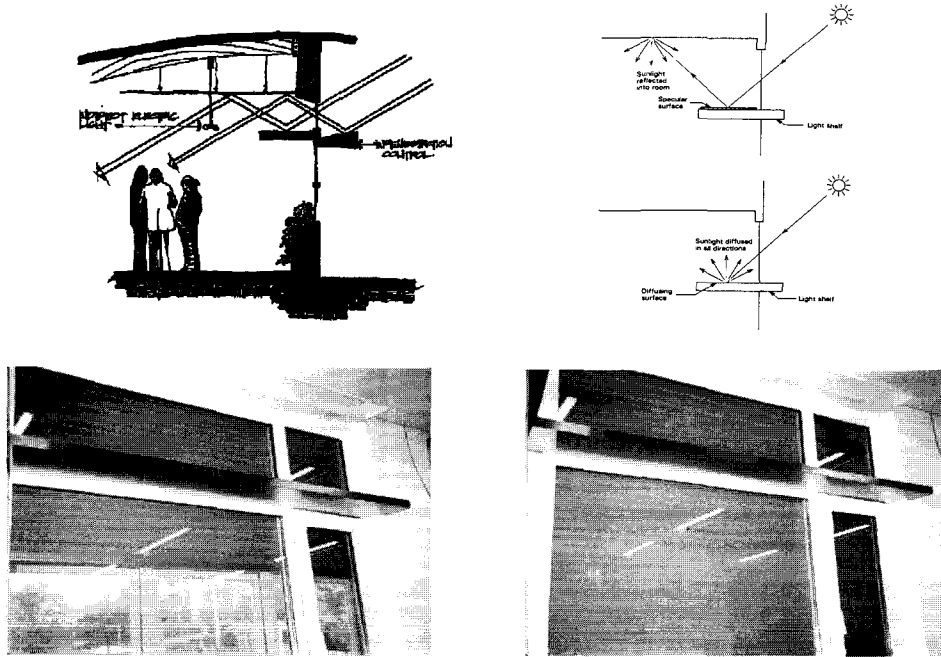


그림 2. 광선반의 단면 및 재질

광천창(그림 3) 또는 천창(skylight)은 천장에 설치된 수평적 창으로 많은 양의 주광이 공간 전체에 영향을 준다. 비교적, 구조적으로 최소한의 영향을 미치며, 지붕형태와 위치에 관계없이 천창계획이 가능하다. 광천정의 레이아웃과 간격은 공간 전체에서의 주광분포를 결정하여 주며, 광천창에 사용되는 유리의 특성도 실내의 주광량과 주광분포에 영향을 준다. 직사일광의 유입은 최소화해야 하며, 파손의 위험에도 대비해야 한다. 일반적으로 다중의 유리를 통해 과도한 휘도를 방지하며, 빛이 고르게 산란될 수 있도록 광학패널(optical panel)을 사용하기도 한다. 광천창은 대규모 쇼핑센터나 미술관/박물관에 많이 적용되고 있는데, 전시공간에 있어서는 주광에 의한 전시물의 변질 등을 초래할 수 있기 때문에 특별히 주광이용에 주의를 기울여야 한다. 또한, 평면계획상 구조,

시공상의 문제점이 있고 특히 방수처리에 어려움이 있다.



그림 3. 광천창

그 밖에, 천창에 수직 및 수평적 요소를 부가하여 천창의 효과를 높인 돔 구조, 루프 모니터(그림 4) 등이 있다. 로비 등의 공용부에 주광을 유입함으로써,

## 기술해설

건축공간에 역동적 느낌을 주고 에너지 절감에도 기여할 수 있다. 또한, 광선반과 천창을 같이 이용하여,

천창으로부터의 빛을 천창아래의 광선반을 이용하여 실내로 고르게 전달할 수 있다(그림 5).

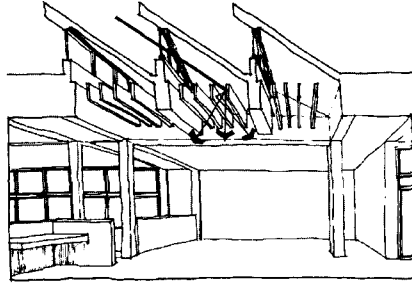


그림 4. 루프모니터의 단면

### light pipes

Four light pipe designs were developed to fit within the plenum with its aperture set flush against the glazed spandrel of a flush or articulated facade. The light pipes were constrained to fit with other building subsystems within the ceiling plenum. Variants of the cross-section and reflector design improved illumination efficiency and distribution.

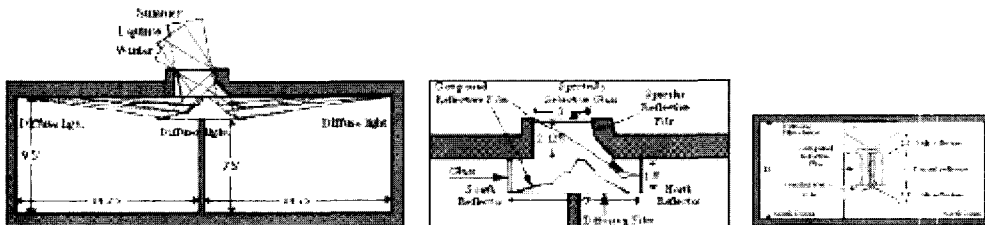


그림 5. 천창과 광선반

### 3.3 수동 시스템(passive system)

수동 시스템은 크게 집광부, 전송부, 산란부의 세 부분으로 나누어 볼 수 있다. 집광부는 거울, 렌즈, 프리즘 등의 요소로 구성되어 주로 건물 옥상이나 지붕에 고정되어 주광을 집광하는 것이다. 열이 전송부에 손상을 입히지 않게 하기 위해 미리 열을 제거(filtering) 하기도 한다. 주광의 실내 유입을 위한 전송부로는 메탈 튜브, 광덕트, 메탈 파이프/플라스틱 파이프, 광섬유 등이 이용된다(그림 6). 튜브/광

덕트/광파이프는 집광부로부터의 주광을 실내로 유입시키기 위해 정반사 재질의 덕트나 파이프를 이용하는 것이다. 플라스틱, 알루미늄 등의 재질을 사용하는 광덕트나 광파이프는 광섬유에 비해 상대적인 단가는 저렴하여 경제적이거나 광전송 효율이 떨어진다. 광섬유는 자외선, 적외선을 제외한 가시광선을 전송하는데 사용된다. 빛이 광섬유 안에서 계속적인 반사를 통해 전달되는 동안 손실이 발생되는데, 손실의 양은 광섬유의 질에 따라 좌우된다. 대략 길이 30cm 당 0.1 - 1% 정도의 손실이 발생된다. 광섬유의 효율

향상을 위해서 광섬유안에 센타코어(center core)를 삽입하여 빛의 손실을 최소화하기도 한다. 광섬유의 종류는 재질에 따라 플라스틱(plastic) 타입과 글래스(glass) 타입으로 나뉘며, 산란방법에 있어서는 광섬유 측면으로 빛이 발산되는 사이드(side) 타입과 광섬유 끝에서만 산란되는 엔드(end) 타입이 있다.

산란부에서는 전송부로부터 전달된 빛을 전송부가 직접 산란하거나, 광학적 패널, 렌즈 등을 통해 실내공간으로 고르게 산란시킨다. 특히 고효율의 반사갓을 이용하여, 빛의 분산 각도를 정확히 제어함으로써 효율을 높일 수 있다.

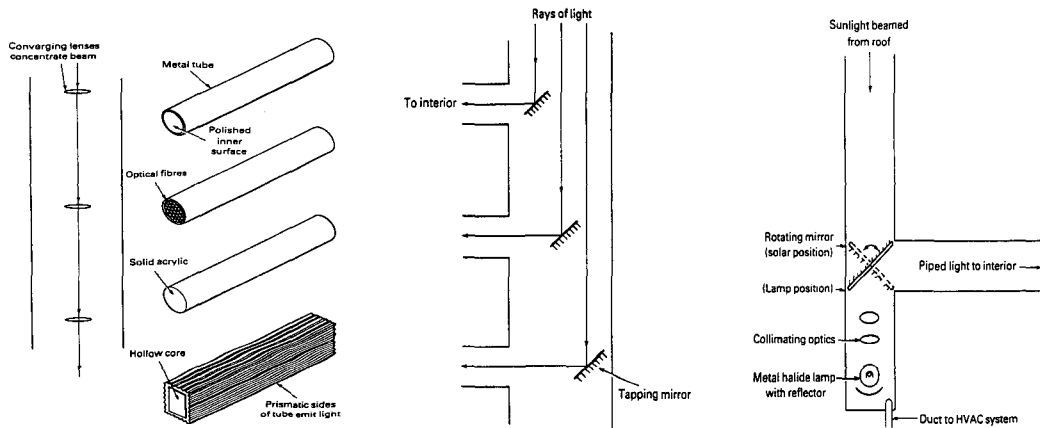


그림 6. 전송부의 종류

전송방법에 있어, 하나의 집광부로부터 집광된 주광을 여러공간으로 분배하기 위해서는 전송부에서 태핑(tapping) 거울을 이용하여 각 공간으로 빛을 나눌 수 있다. 그리고 외부의 이용 가능한 주광량이 미비하거나 주광이 없는 야간에는 인공광원을 이용하기도 한다. 회전(rotating) 거울을 사용하여 주광을 이용할 때는 주광이 반사되어 실내공간으로 유입되도록 하며, 인공광원을 이용할 때는 거울 각도를 다르게 조절하여 인공광원으로부터의 빛을 실내공간으로 유입되도록 한다. 인공광원으로는 주로 고효율의 메탈 할라이드(metal halide) 램프를 사용한다.

그 밖에, 솔라(solar) 튜브라는 것이 개발되어 북미의 주거공간과 상업공간에 이용되고 있다(그림 7). 이것은 주택지붕이나 건물외부에 설치되어 주광을 집

광한 후 광파이프를 통해 실내공간으로 유입시킨다. 집광부는 지붕의 모양에 따라 다양하게 디자인되어 있으며, 방수처리에 문제가 없도록 하였다. 튜브의 지름 특성에 따라 이용 가능한 주광량도 변화되는데, 예를 들면 25[cm](10inch)의 제품이 약 300[W]의 백열등 밝기와 유사하며 13.5[m<sup>2</sup>](150 ft<sup>2</sup>)까지 영향을 미친다. 튜브에 부착되어 빛을 전송하는 전송부로는 광파이프가 사용되는데, 길이는 최고 10feet까지 가능하다. 산란부에는 주광의 휘도가 과도하지 않도록 플라스틱 렌즈 등을 통해 실내로 산란시킨다. 솔라튜브를 야간에 사용하기 위해서 인공광원이 광파이프에 연결되어 있기도 한다.



## 기술해설

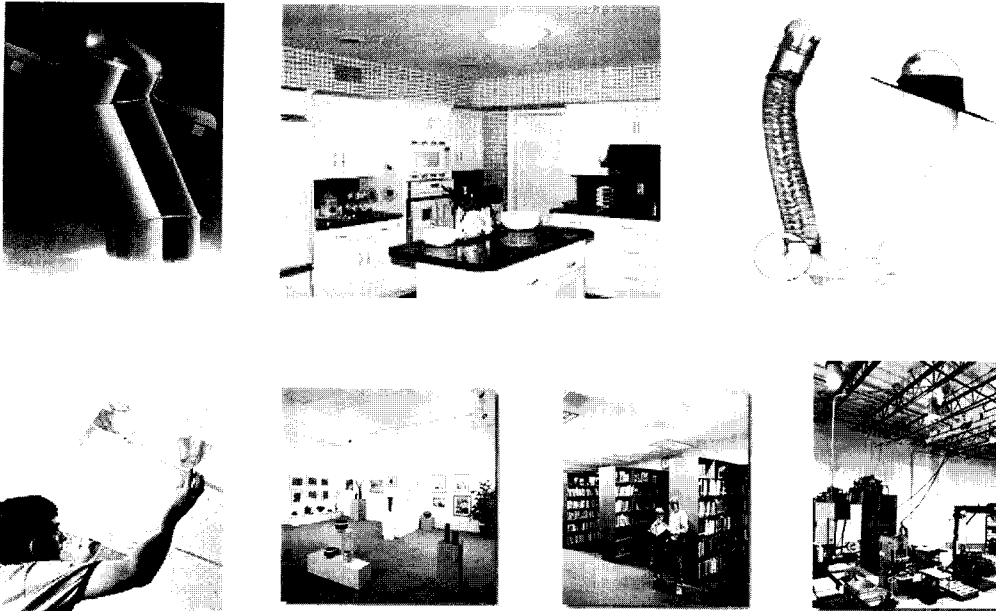


그림 7. 슬라튜브의 모양과 적용 모습

또 다른 방법으로 프리즘과 루버를 통해 주광을 실내로 굴절시킨다. 프리즘의 이용에 있어서는, 많은 열을 포함하고 있는 낮은 고도의 직사일광은 반사를 통해 외부로 다시 반사되어 나오도록 하고, 높은 고도의 천공광은 굴절-반사-굴절의 매카니즘을 통해 실내로 깊숙하게 유입되도록 한다(그림 8). 루버를 통해서는 일출과 일몰시에 직사일광의 실내 유입을 차단하고,

천공광은 실내로 유입될 수 있도록 하는 것이다.

분산광을 실내 공간 깊숙한 곳까지 보내주기 위해서, 새로운 광학소자를 사용할 수 있다. 2개의 유리판 속에 있는 레이저 회절격자(광학소자:OE-옵티컬 필름)들이 건물의 측창으로 들어오는 빛의 방향을 전환시킨다(그림 9).

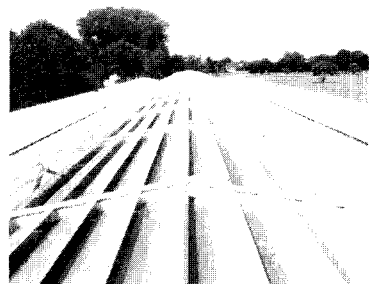
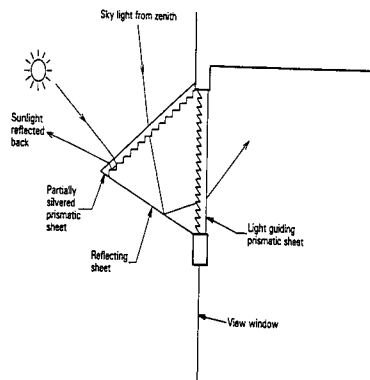




그림 8. 프리즘과 루버를 이용한 주광이용

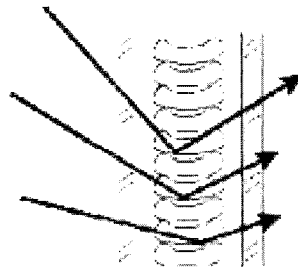


그림 9. 광학소자

### 3.3 능동 시스템(active system)

주광의 이용에 있어서의 가장 큰 난점은 주광량이 시간과 계절 변화에 따라 계속 변화하는데 있다. 특히, 태양의 고도와 방위 변화에 따라 건축공간에서의 주광량이 계속 변화한다. 그래서 능동 시스템은 수동 시스템에 반해, 적극적으로 태양을 추적하면서 이용 가능한 실내의 주광량을 되도록 많고 일정하게 하려는 시스템이다. 이 시스템도 수동 시스템과 마찬가지로 집광부, 전송부, 산란부로 나누어 볼 수 있다. 광센서, 펄스모터, 컴퓨터 등을 이용해 태양을 추적하여, 거울과 렌즈에 의한 직사일광은 광학적 패널 등을 통해 실내의 원하는 곳으로 산란시키는 것이다.

대표적인 능동 시스템으로 솔라 추적시스템(solar tracking system)을 들 수 있다(그림 8). 이 시스템은 거울을 옥상에 설치하고, 광센서에 의해 태양을 지속적으로 추적하여 모터로 제어되는 거울을 통해 반사된 빛을 실내로 유입시키고 광학적 패널을 통해 실내공간으로 산란시킨다. 이 시스템은 주로 대규모 쇼핑공간에 적용되며 맑은 날씨의 비율이 높은 미국의 서부지역에서 주로 사용되고 있다. 예를 들면, 미국 어느 회사의 시스템은 한 유니트가 약 600 - 800 watt의 형광등 램프의 밝기에 해당된다고 하는데, 물론, 이 수치는 외부의 기상조건에 따라 변화될 수 있다(그림 10-11).

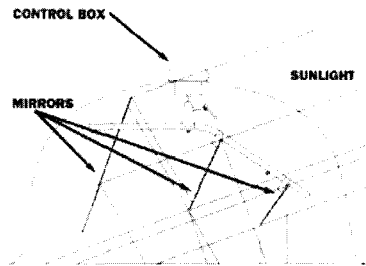
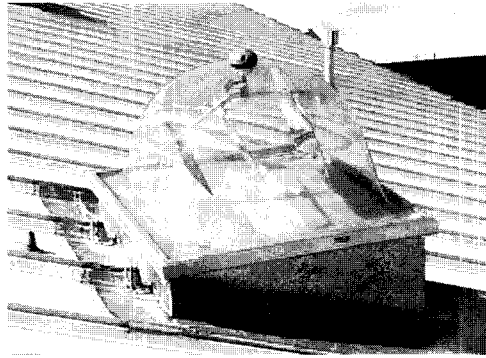
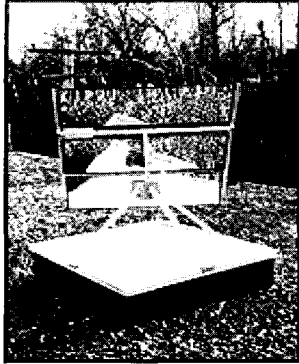


그림 10. 솔라 추적시스템

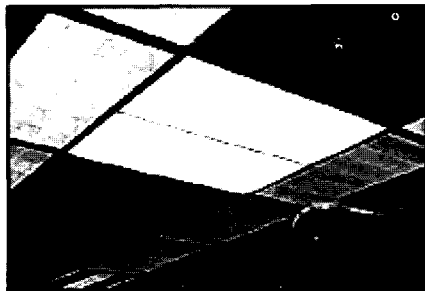


그림 11. 솔라 추적시스템의 적용 모습

그리고 외부벽에 설치되어 광선반의 역할을 하는 수평부재를 태양의 위치에 따라 이동하여 그 역할을 극대화할 수 있다. 태양광의 위치변화를 미리 컴퓨터

로 계산하고, 최적 반사각도에 적합하도록 반사거울의 각도를 설정함으로써, 반사된 빛을 건물의 필요부분에 보내주는 역할을 수행한다(그림 12).

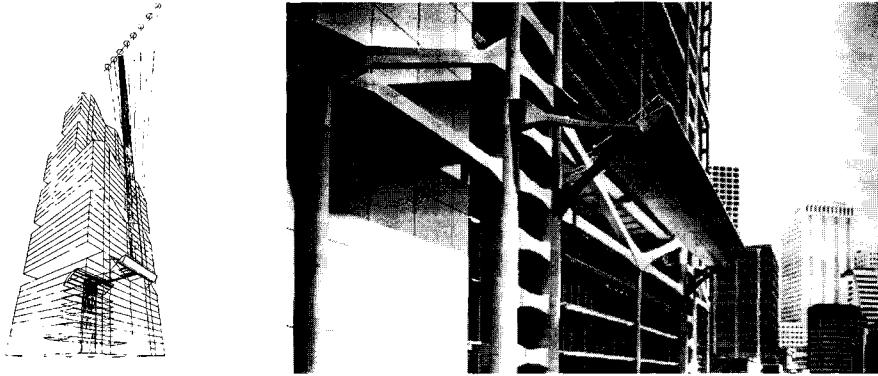


그림 12. 광선반을 이용한 솔라 추적시스템의 적용 모습

또 하나의 능동 시스템으로서 태양광 조명시스템이 있다(그림 13). 외부의 태양광 집광기로 주광을 집광하여 광섬유를 통해 실내로 유입하는 것이다. 태양광 집광기는 효율을 높이기 위해 태양을 광센서로써 추적하여 집광기를 구동시키거나 프로그래밍을 통해 시간변화에 따라 자동으로 집광기를 구동시켜 보다 많은 주광량을 실내로 유입할 수 있도록 한다. 현재, 집광기는 국내 몇몇 업체에 의해 국산화되어 있으나, 아직까지는 경제성 때문에 많이 적용되고 있지 못하는

실정이다. 그러나 이 시스템은 지하공간에 주광을 이용할 수 있다는 측면에서 경제성 문제 이상의 다른 장점들을 고려해야 할 것이다. 특히 햇빛이 안 들어오는 곳에서 식물을 재배할 때 유용하게 사용될 수 있다. 광섬유의 실내 말단 부분에 설치되는 산광부는 렌즈(Fresnel lens)와 반사각의 형태로 빛의 확산각을 조절할 수 있도록 하여 스포트(spot) 조명, 확산 조명에 이용하고 있다.

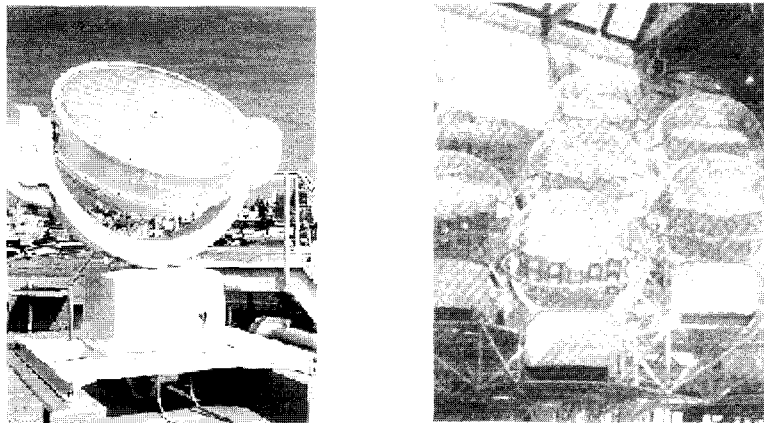


그림 13. 태양광 집광기 및 적용 모습

#### 4. 맺음말

환경패러다임 변화와 에너지자원의 고갈 문제에 대한 인식이 여러 분야로 확산되는 가운데, 건물을 계획하고 건축하는데 까지 영향을 미치고 있다. 지구 환경보호를 위해 친환경적이고 에너지 효율적인 건축물을 설계 및 시공하며, 사용되는 건축자재 하나에까지 신경을 쓰게되었다. 이러한 패러다임 전환에 맞추어, 건축산업에는 많은 요소기술들이 필요하게 되었으며, 실내 공간의 빛환경 계획은 그 가운데, 중요한 요소로 자리매김 하였다. 친환경적인 빛환경 계획의 출발은 주광의 사용에서부터이다. 그러나 건축공간에서의 빛환경계획은 일반적으로 주광을 배제하고 이루어진다. 창문이 없어 주광이 안 들어오는 곳이나, 야간의 경우를 고려해 인공조명만으로 필요조도에 따른 빛환경계획을 실시한다. 그래서 주광은 보조광원의 수단으로 계획되며, 조명 디자이너들은 주광의 영향을 잘 고려하지 않는다. 그러나 주간 경우 창문이 있는 공간이라면 주광은 실내 빛환경에 절대적인 영향을 미치며, 또한 재실자들의 대부분이 주간에 더 많은 시간을 건축공간에서 생활하기 때문에 주광에 의한 빛환경 계획을 중요시해야 한다. 인공조명의 사용을 최소화하여 에너지를 절감하고, 주광의 생태적 유용성을 충분히 활용하는 것이 빛환경계획의 기본이라 할 수 있다. 건축물에서의 주광이용은 건축계획시부터 고려되어야 하며 적절한 설비가 계획되고 설치됨으로써 극대화 될 수 있다.

#### 참 고 문 헌

[1] M. Rea, IES HANDBOOK, 8th Edition, 1993, Illuminating Engineering Society of North America.

[2] P. J. Littlefair, "Innovative daylighting: Review of systems and evaluation methods" 1990, Lighting Research and Technology, vol.22(1).

[3] 대한건축학회, 건축환경계획, 1995, 기문당.

[4] C. L. Robbins, Daylighting, Design and analysis, 1986, VNR.

[5] F. Moore, Concepts and Practice of Architectural Daylighting, 1985, VNR.

[6] N. Lechner, John, Heating Cooling Lighting Design Methods for Architects, 1991, Wiley & Sons.

[7] N. Baker, A. Fanchiotti, K. Steemers, Daylighting in Architecture, 1993, James & James.

[8] 이상우 외, 건축환경계획론, 1992, 태림문화사.

[9] R. Mistrick, IESNA ED-150.10 Daylighting calculations, 1993, Illuminating Engineering Society of North America.

[10] M. Guzowski, Daylighting for sustainable Design, 1999, McGraw-Hill.

[11] www.light-link.com

[12] 최안섭, 그린빌딩의 자연채광계획, 2003 그린빌딩 설계기술 강습회, 2003.

[13] 조명디자이너 인증교육 교재, 한국조명전기설비학회, 1999.

#### ◇ 저 자 소개 ◇



최 안 섭(崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대학교 건축공학과 졸(학사). 1993년 미국 펜실베니아 주립대학교 건축공학과 대학원 졸(석사-조명시스템 전공). 1997년 미국 펜실베니아 주립대학교 건축공학과 대학원 졸(박사-조명시스템 전공). 1997~2000년 삼성 건설기술연구소 선임연구원. 2000~현재 세종대학교 건축공학과 조교수. 본 학회 총무이사.