

자연 채광 방식의 개념

김 광 우
서울대학교

The Concept of Daylighting

Kwang-Woo Kim

요 약

건축물 내에서 자연채광을 적절하게 활용하기 위하여는, 건축가는 건물의 외피를 주광을 건물 안으로 들여보내는 필터로 활용할 수 있어야 한다. 여기서는 건물에서 활용할 수 있는 자연채광 방식을 측창, 천창, 아트리움으로 나누어서 각각의 개념과 적용상의 유의점에 대하여 설명하였다. 건물에 적합한 자연채광의 개념은 건물에 필요한 자연채광의 양, 특징, 방향성과 이에 의한 대비 효과를 분석하여 결정하여야 한다.

ABSTRACT

For the proper utilization of daylight in a building, an architect should be able to utilize the building enveloped as a filter to admit daylight into the building. The daylighting concepts commonly used in buildings are categorized as sidelighting, toplighting and atrium, and their lighting concepts and characteristics are discussed. The decision of the daylighting concepts for a building should be based on the analysis of the quantity, characteristics and directionality of daylight, and resulting contrast effect.

I. 자연채광의 개념

자연채광 개념은 건물 외피를 이용한 주광(晝光) 유입으로, 즉 건물의 형태를 조정하여 어떤 지점에 필요한 작업조명(task lighting)이나 배경조명(background lighting)을 제공할 수 있도록 하는 것이다. 그러므로, 자연채광(daylighting) 시스템은 쾌적한 시환경을 위해 다른 조명 시스템과 마찬가지로, 건물 내의 필요한 부분에, 훌륭한 시각적 효과와 안락함을 위한 충분한 대비효과와 적절한 양의 빛을 제공할 수 있어야 한다.

조명 계획시, 건축가는 건물에 조명존을 설정함으로써, 실내에서 특정한 조명조건을 만족시킬 부분들을 구획하게 된다. 일반적으로 조명존 구획시 실내를 작업조명 조도 레벨(task illuminance level), 배경조명 조도레벨(background illuminance level), 전반조명 조도레벨(general illuminance level)로 나누게 된다.

통상적으로 건물 내에서는 다양한 조명 설계 기준을 고려하여, 한개 이상의 존을 설정하게 되며, 실내에서 작업조명 조도레벨까지 자연채광으로 밝힐 수 있는 존은 전기조명 제어 존과 잘 조화를 이뤄야만 한다. 이러한 존을 설정하고 나면, 디자이너는 자연채광만으로는 적절한 조명이 이뤄질 수 없는 부분을 결정할 수 있다. 이러한 조명존을 이용하여 조명 기능적 관계를 확립함으로써, 즉 각 공간에 이용 가능한 주광을 분석해서, 건물내의 공간을 기능적으로 배열할 때 함께 고려할 수 있다.

자연채광 개념은 다음과 같이 3가지로 분류해 볼 수 있다.

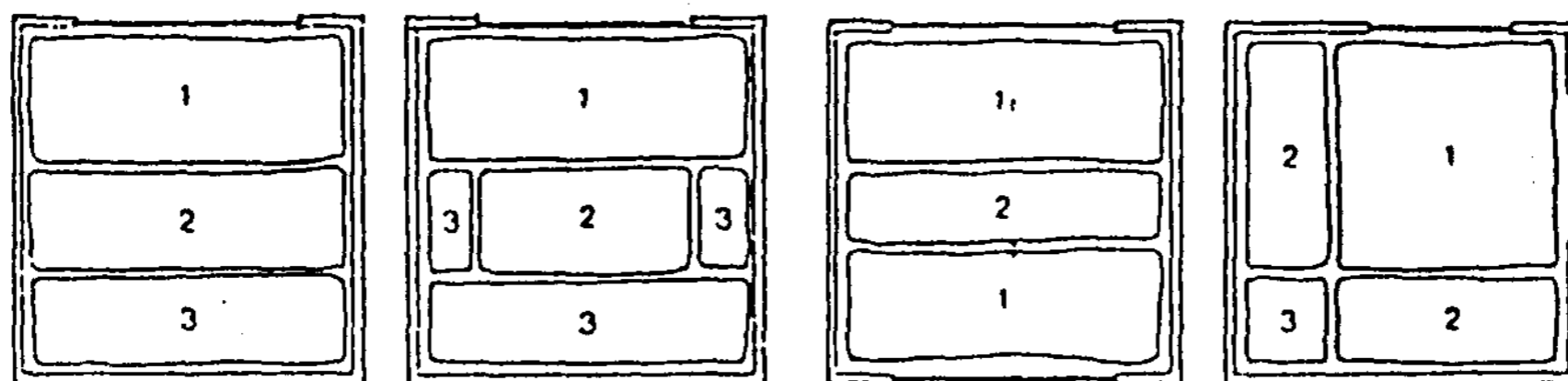
- 1) 측창(sidelighting)
- 2) 천창(roof and top or horizontal lighting)
- 3) 아트리움 atrium)

II. 측창 개념

측창 개념에는 외부 조망을 가질 수 있는 창문(window)과 외부 조망을 가질 수 없는 고측창(clerestory)형의 개구부가 있다. 측창 개념의 긍정적인 특징은 빛의 강한 방향성과, 수평면에 대한 주된 조명원 역할을 할 수 있다는 것이다. 특히 고측창과 같은 측창 기술은 수직면에도 훌륭한 질과 양의 빛을 제공한다. 그러나 부정적인 점은 현휘(glare)나 높은 대비 효과(contrast)를 유발할 수 있다는 것이다. [그림 1]은 조명존에 대한 평면 스케치의 예이다.

1. 창문

창문에 의한 일반적인 조도 분포패턴을 잘 이해하면, 건축가는 공간의 기능적 배치에 맞게 적절한 양의 빛 분포패턴을 제공할 수 있는 자연채광 디자인을 할 수 있게 될 것이다. 일반적으로 담천공(overcast sky) 상태 하에서는 천공광(sky light)이 실 안 깊숙이 도달하게 된다. 동시에 부드러운 그림자 패턴이 생기며, 때때로 청천공 하에서 보다 더 많은 현휘를 유발한다. 만일 디자인 디테일과 장식적인 모티브의 가시

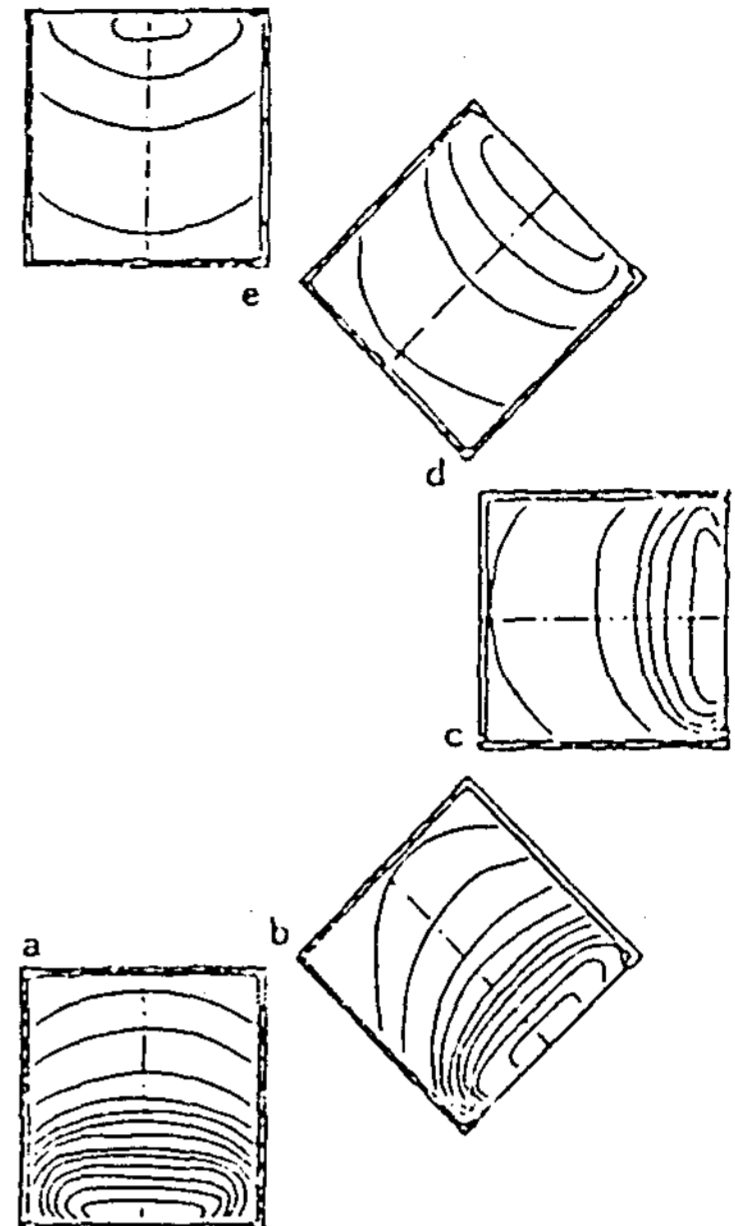


[그림 1] 조명존을 나타내는 평면 스케치

성이 중요하다면, 충분히 인지되어질 수 있게 과장되도록 표현되어야 한다. 반면에, 청천공 (clear sky) 상태 하에서는 명확한 그림자 패턴이 제공되므로, 조그만 디테일로도 큰 음영효과를 얻을 수 있다.

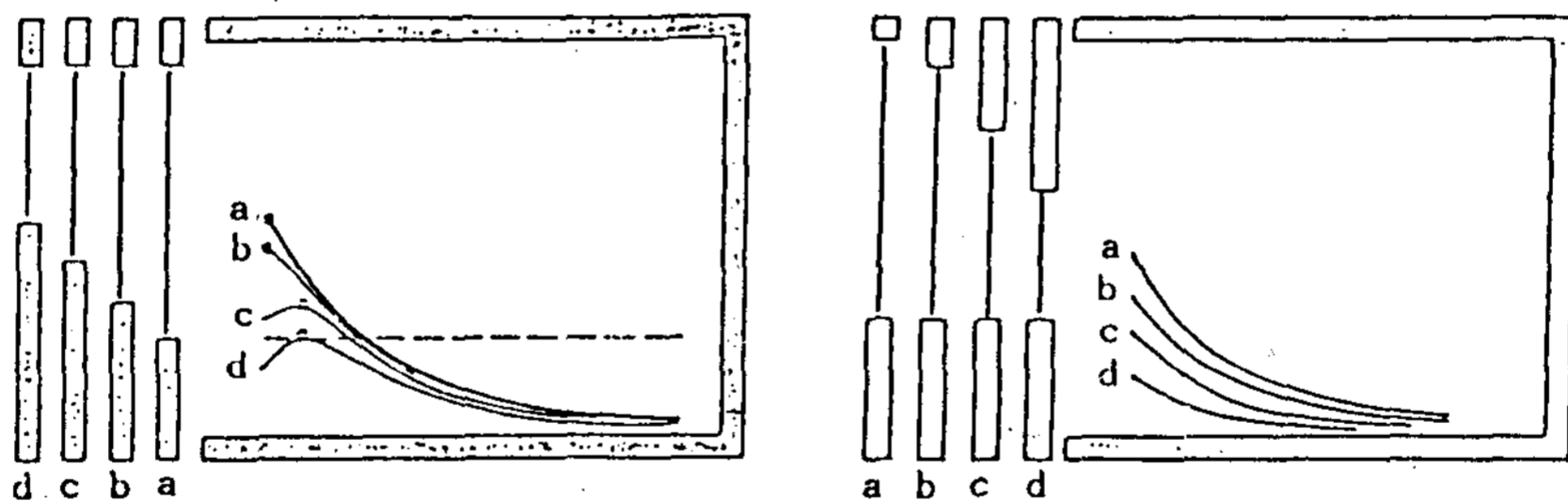
창문에 따라 건물로 유입되는 주광은 천공, 지면, 외부반사 표면, 실 주위의 내부반사와 같은 서로 다른 곳에서 오는 여러가지 빛 성분으로 나뉘어 질 수 있다. 담천공 하에서 주된 조명원은 일반적으로 천공(sky)이며, 반면에 지면이나 외부 표면에 의한 반사성분은 실내조도에 미미한 영향을 주게 된다. 청천공일 경우, 지면으로부터의 반사에 의한 성분은 매우 중요하다. 만일 담천공과 청천공이 비슷하게 나타나는 지역이라면, 적용될 자연채광 개념은 두 가지 천공 상태 하에서 동일한 성능을 가질 수 있도록 계획되어야 한다.

일반적으로 담천공 하에서의 주광 유입 패턴은, 청천공 하에서 개구부와 태양과의 방위각이 90°일 경우와 거의 비슷하다. 방위각이 90° 이하일 경우, 담천공하에서와 비교해서 효율은 향

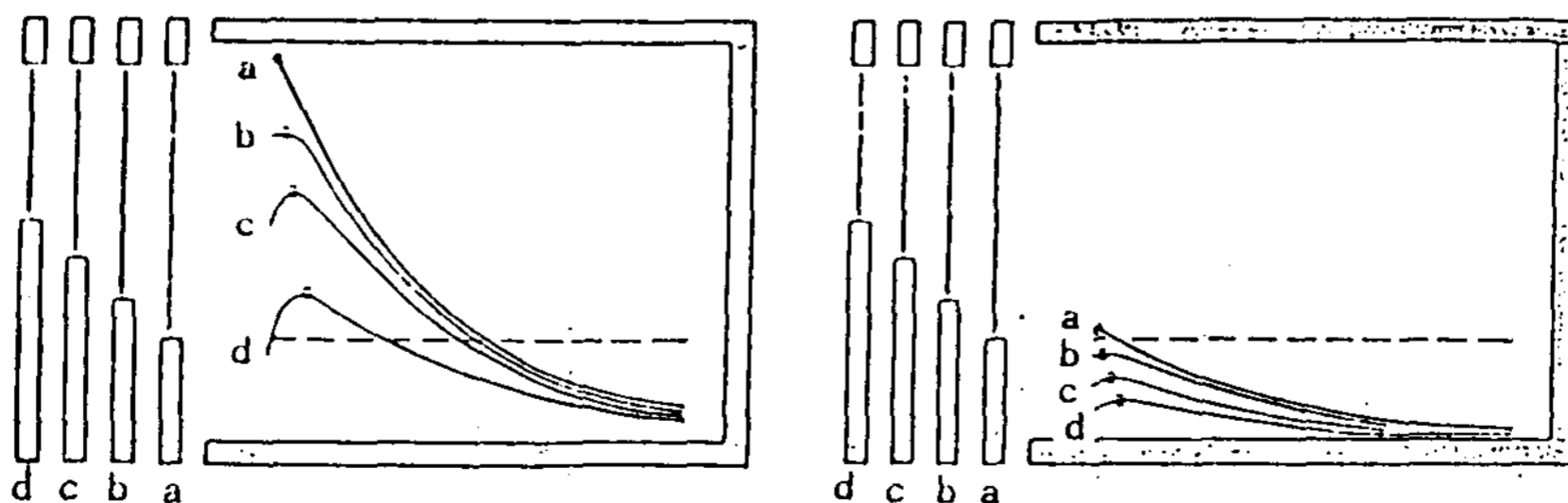


[그림 4] 청천공 하에서 개구부의 향 변화가 실내 조도에 미치는 영향

- (a) 태양을 향한 경우
- (b) 태양에 대해 ±45°
- (c) 태양에 대해 ±90°
- (d) 태양에 대해 ±135°
- (e) 태양에 대해 180°



[그림 2] 담천공 하에서 실내 주광 분포 변화



[그림 3] 청천공 하에서 실내 주광 분포 변화

- (a) 개구부가 태양을 향한 경우
- (b) 개구부가 태양에 대해 180°인 경우

상되나, 방위각이 90°보다 클 경우, 주광유입은 답천공의 경우보다 깊지가 않다.

2. 고측창

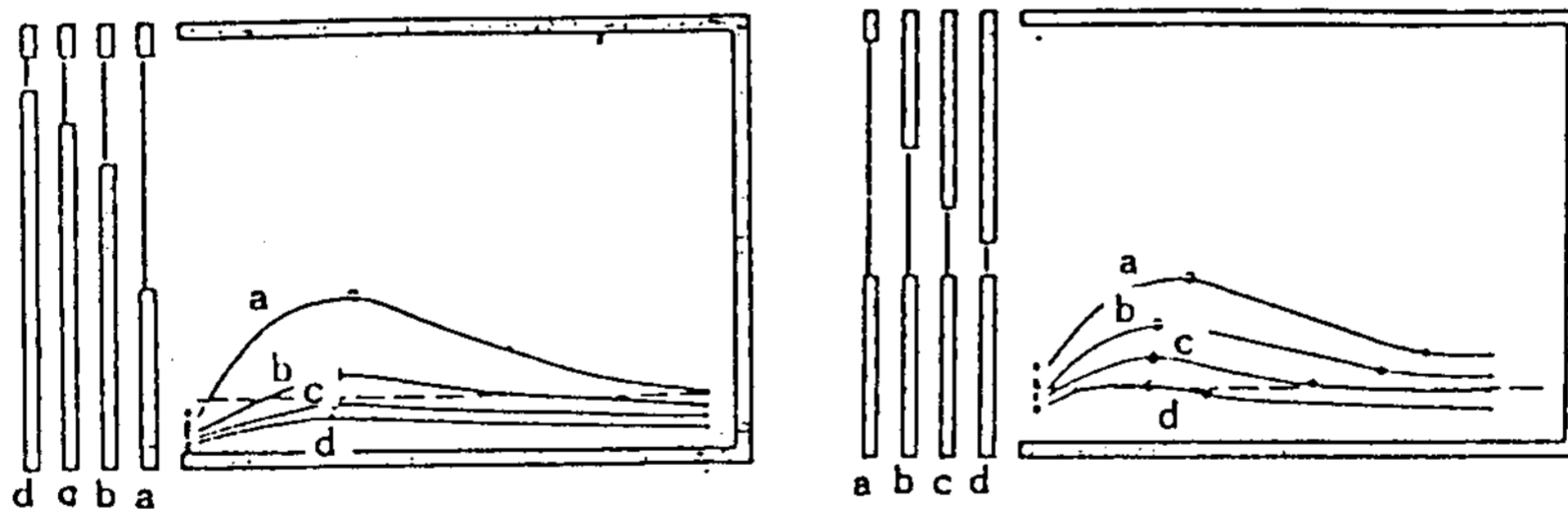
고측창은 창턱 높이가 눈 높이보다 높고(일반적으로 2.1m 이상), 창의 상단이 평균 천장 높이 이하인 수직 개구부라고 정의한다. 고측창은 사람의 눈 높이 이상에 설치되므로 조망용 개구부로는 쓰이지 않으나, 수평 혹은 수직면에 충분한 조도(task illuminance)를 제공해 줄 수 있는 뛰어난 자연채광 방식이다. 왜냐하면, 천정(천정)에 가장 가까운 천구 상의 밝은 부분을 향해 개구부가 개방되어지므로, 창문보다 훨씬 깊이 주광을 유입할 수 있기 때문이다.

일반적으로 창문으로 수직면을 조명할 경우, 실내에 있는 물체 자체에 의해 그림자가 생기므로 문제가 발생한다. 가령 어떤 사람이 반대편 벽에 있는 창문을 통해 조명된 벽을 바라볼 때, 자신의 그림자에 의해 벽의 일부에 영향을 주게 된다. 그러나 고측창에서는 개구부가 벽체에 있

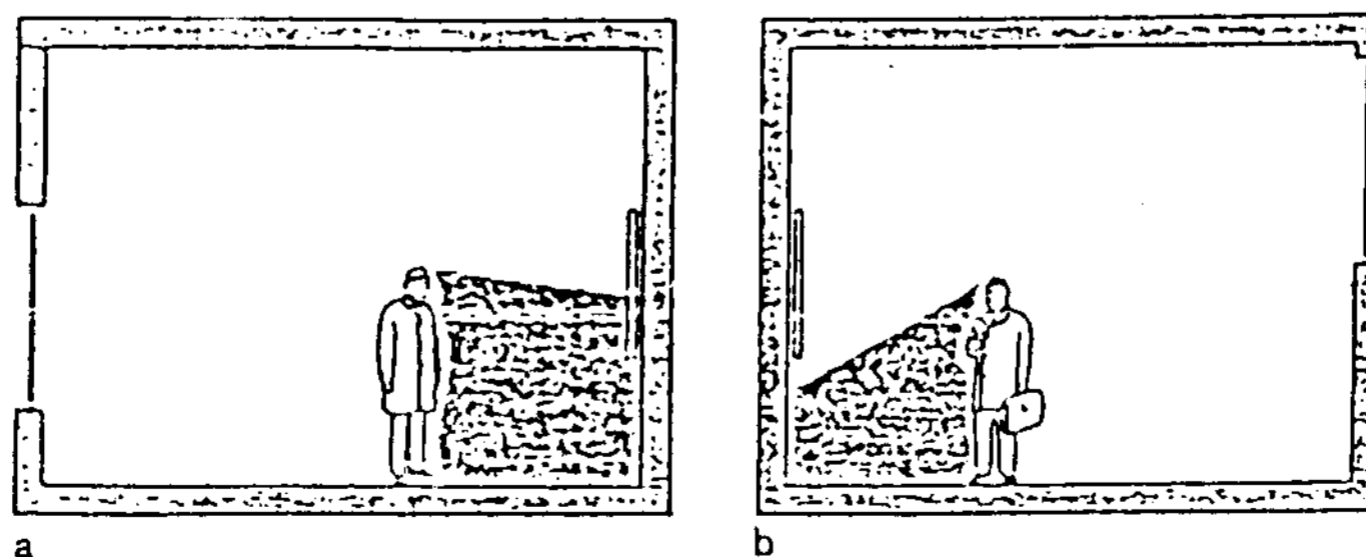
는 물건을 쳐다보는 사람의 시야 선상위에 위치하므로, 이러한 문제가 해결될 수 있다.([그림 6] 참조)

고측창은 다른 측창 개념과 혼합되어 쓰여질 수도 있다. 한쪽 벽에 고측창을, 그리고, 반대편 벽에는 측창을 설치할 경우, 측창쪽 벽에서부터 고측창에 의한 최대조명 지역 이상의 부분까지도 아주 밝은 1차 조명존을 형성할 수 있다. 이러한 경우, 고측창은 창문에 의한 2차 조명존의 가운데에 1차 조명존을 형성하도록 설계되어야 한다.

일반적으로, 고측창은 우수한 자연채광 방식이다. 그러나, 큰 단점은 천장고가 높아야 최대의 효과를 낼 수 있다는 것이다. 그렇다고, 천장고가 낮은 공간에서는 사용될 수 없다는 것이 아니나, 천장고가 2.4m 이상이 되어야 좋은 효과를 볼 수 있다. 그러므로 체육관, 도서관, 화랑, 박물관과 기타 통로공간 등이 고측창이 1차적인 혹은 2차적인 조명 시스템으로 적용될 수 있는 우선적인 공간이 될 것이다.



[그림 5] 고측창에 의한 실내 주광 분포 변화



[그림 6] 벽에 음영이 생김에 따른 문제점
(a) 창문의 경우 (b) 고측창의 경우

III. 천창 개념

천창은 천장선보다 높은 곳의, 주로 지붕의 일부분을 통해 주광이 공간 내로 유입되는 것을 말한다. 이러한 개념은 측창에 의한 주광의 유입 깊이를 더 증가시키기 위하여, 또는 측창이 조명 설계 기준에 부적절할 경우에 사용된다.

예를 들어 벽면을 작업면(work surface)으로 사용할 필요가 있는 건물에서는 논리적으로 천창을 선택할 수 밖에 없다. 마찬가지로 매우 깊은 단층 건물에서는 천창이 측창보다 더 적합할 것이며, 시큐리티 요구상 측창이 적절하지 않거나, 병원 진찰실과 같이 내·외부 간의 조망이 적합하지 않은 장소에 사용된다.

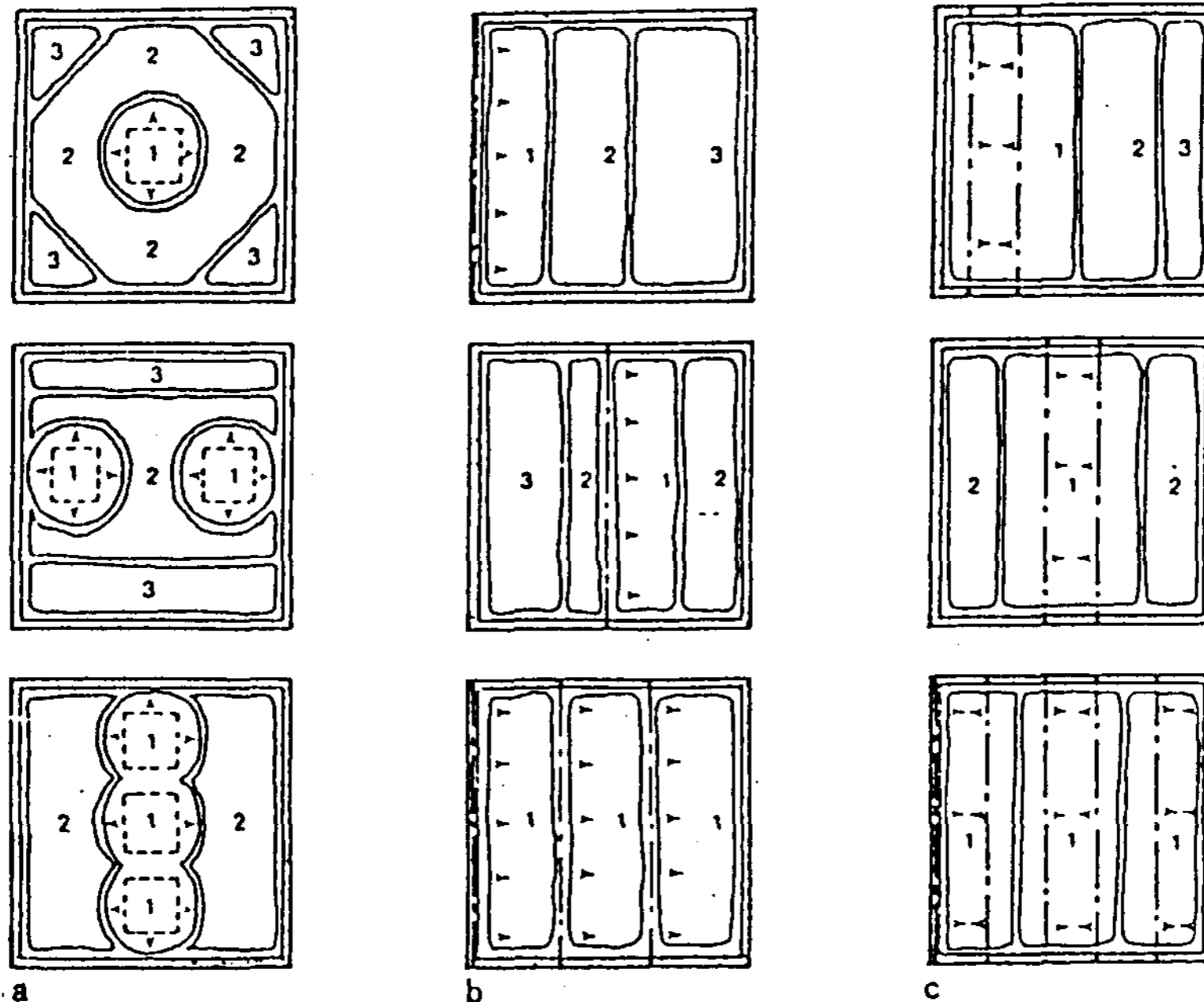
천창은 빛이 실의 천장을 통해 제공되기 때문에 전기조명과 함께 통합되어 쓰이기 가장 쉬운 자연채광 기법이다. 장점으로는 넓은 면적의 공간에 균일한 조도로 조명할 수 있는 폭이

넓다는 것이며, 단점은 단층이거나 저층 건물에만 이 개념을 적용할 수 있다는 것이다.

일반적인 천창 방식에서의 바닥과 천장 사이는 적정 유입 거리인 2.4~6m 이내가 되므로, 유입도는 1차적인 관심이 되지 못한다. 천창 방식에서의 개구부는 측창보다 더 많은 부분이 천공이나 천정(zenith)을 향하게 되므로, 결과적으로 이용 가능한 외부 조도가 훨씬 더 많아진다. 물론 밝은 천공을 더 많이 볼 수 있다는 것은 현휘의 가능성이 더 많아진다는 것이 되므로 채광 설계에서 매우 유의해야 한다. 천창 개념에서 1차 조명존은 실이나 건물의 주변부가 아닌 개구부 아래가 된다.

천창 방식의 개념은 다음의 4가지로 분류해 볼 수 있다.

- 1) 수평형 천창 및 광정(lightwells)
- 2) 경사형 천창(angled roof lights)
- 3) 톱날형 천창(sawtooth lights)
- 4) 모니터 천창(monitor lights)



[그림 7] 천창 방식의 차이에 따른 조명존
 (a) 수평형 천창 (b) 톱날형 천창 (c) 모니터천창
 1 : 1차 조명존, 2 : 2차 조명존, 3 : 비 자연채광존

1. 수평형 천창

수평형 천창에서 주광이 통과하게 되는 광정의 높이는 실에서의 주광의 분포와 양에 큰 영향을 끼친다. 직달일광의 영향을 무시한다면 기본형에서의 빛의 분포패턴은 담천공이나 청천공하에서 종형(bell shape)으로 된다.

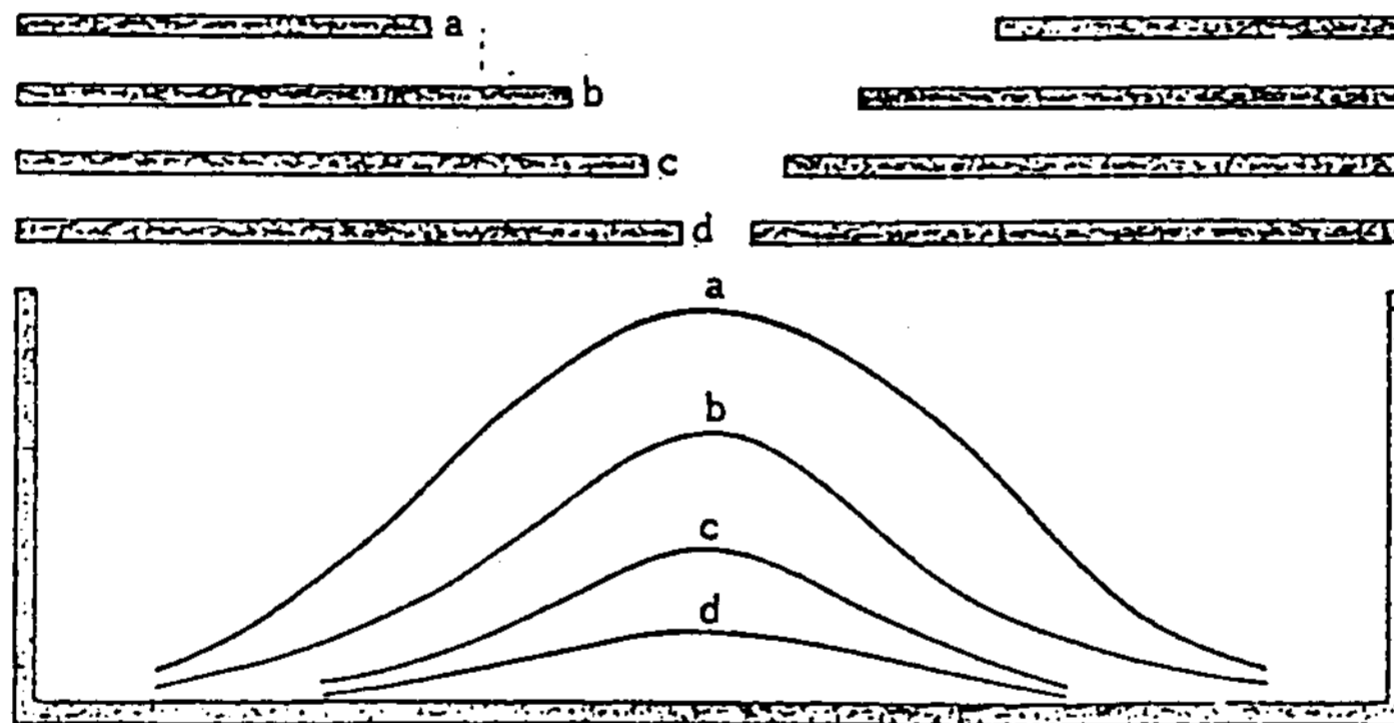
담천공하에서의 실내조도 레벨은 청천공하에서 보다(직달일광의 영향을 무시한다면) 훨씬 더 크며, 겨울보다는 여름이 더 크다. 또한 넓은 간격으로 배치된 대형 개구부보다, 좁은 간격으로 배치된 여러 개의 소형 개구부가 훨씬 더 균일한 조도분포를 제공한다.

수평형 천창에서는 천장과 광정(光井)을 아주 밝게(그러나 경면 반사성이 없게)하고, 시야 내

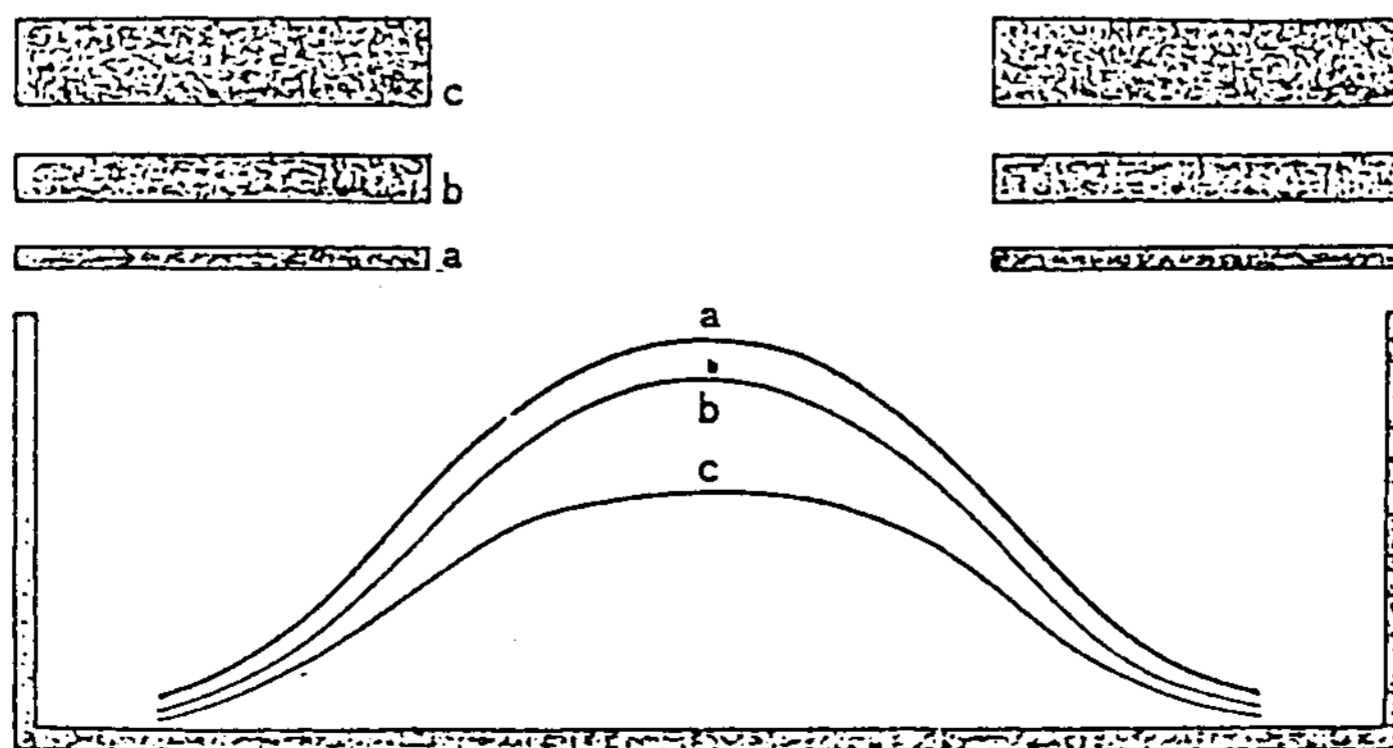
의 부재나 물체를 밝은색으로 하여야 대비에 의한 현휘의 위험이 적어지게 된다. 광정의 깊이와 경사도는 주광분포에 큰 영향을 준다([그림 9] 참조). 직달일광이 공간 내로 유입되면, 최대조도가 생기는 부분이 두 곳 이상으로 된다. 한 곳은 직달일광에 의해서, 다른 곳은 천공광과 반사된 직달일광에 의해 생기게 된다.

2. 경사형 천창

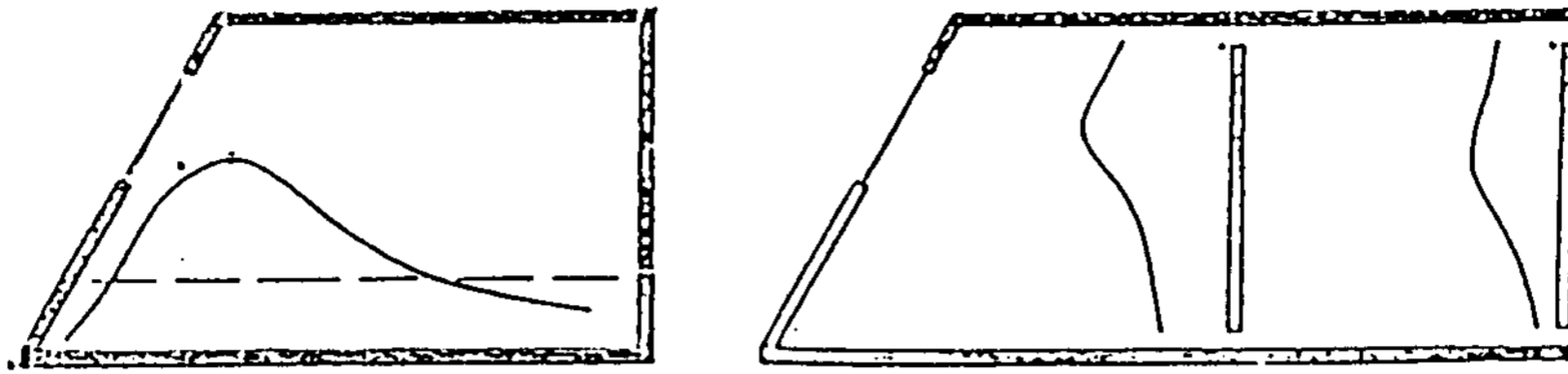
경사형 천창은, 천창이 경사진 지붕에 설치된 것으로, 주택이나 소규모의 상업용 건물에 자주 채택되며, 고층창(clearstory)과 비슷한 성능을 발휘한다. 경사형 천창에 의한 전형적인 분포패턴은, 조명 조건이 서로 다른 둘 이상의 중요한



[그림 8] 수평형 천창의 폭에 따른 실내 주광분포의 변화



[그림 9] 수평형 천창의 광정(光井) 깊이에 따른 실내 주광분포의 변화



[그림 10] 경사형 천창에 의한 실내 주광분포의 변화

시작업이 요구되는 경우, 예를 들면 제도과 읽기/쓰기 같은 것이 나란히 이루어질 경우 매우 유용하다.

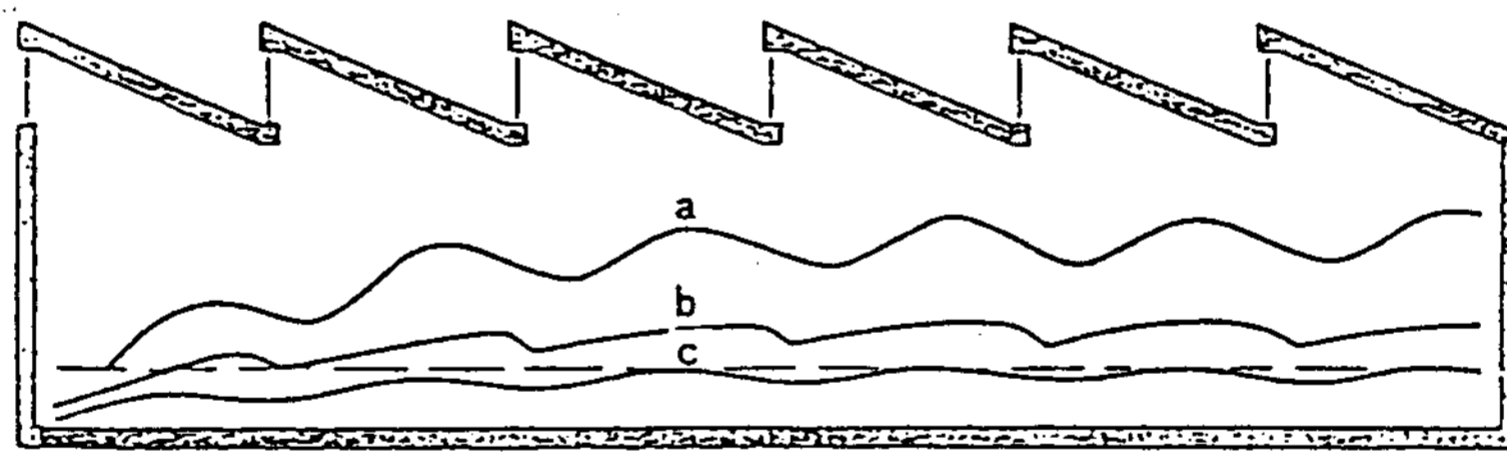
경사형 천창은 수직면의 조명에도 사용될 수 있다. 개구부의 경사가 크면 수직면의 높은 부분에 더 많은 빛을 보내며, 최대 조도가 생기는 위치는 개구부 높이의 중간과 비슷해진다. 직달 일광이 작업면에 도달하게 되면 최대 조도가 두 곳에 생길 수 있다. 한 곳은 천공과 반사된 빛에 의한 지점이며, 다른 한 곳은 직달일광이 도달하는 지점이다.

채광 설계시에는 공간에 적합한 채광개념을

선택하여 정량적, 정성적으로 적절한 양과 질의 빛이 실내로 제공되도록 해야한다. 지나친 자연 채광은 바람직하지 않으며, 과도한 인공조명 보다 더 나쁠 수도 있다.

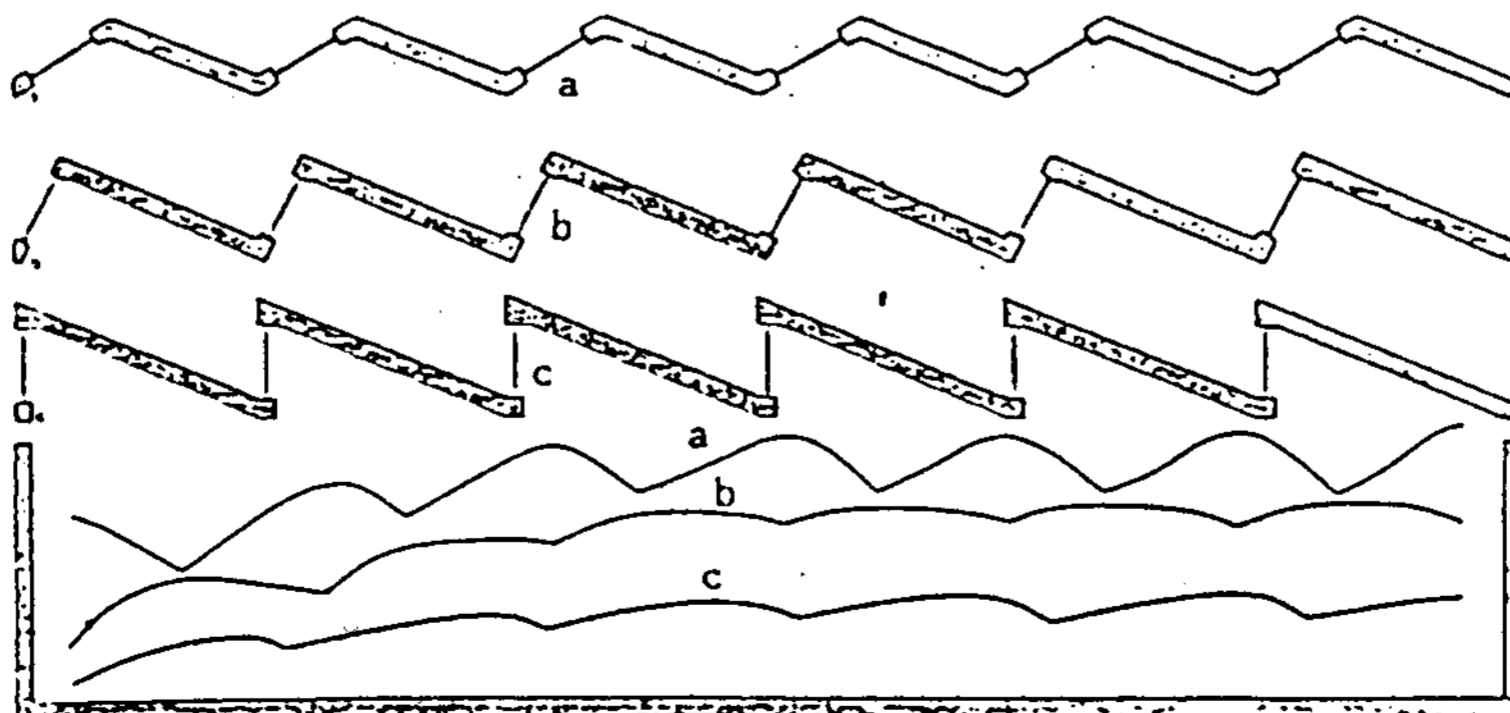
3. 톱날형 천창

톱날형 천창과 모니터는 넓은 작업면에 균일한 조도가 요구될 때 아주 훌륭한 자연채광 방식이다. 톱날형 천창의 유리면 경사를 변화시키면, 조도 분포패턴은 일련의 경사형 천창에서와 비

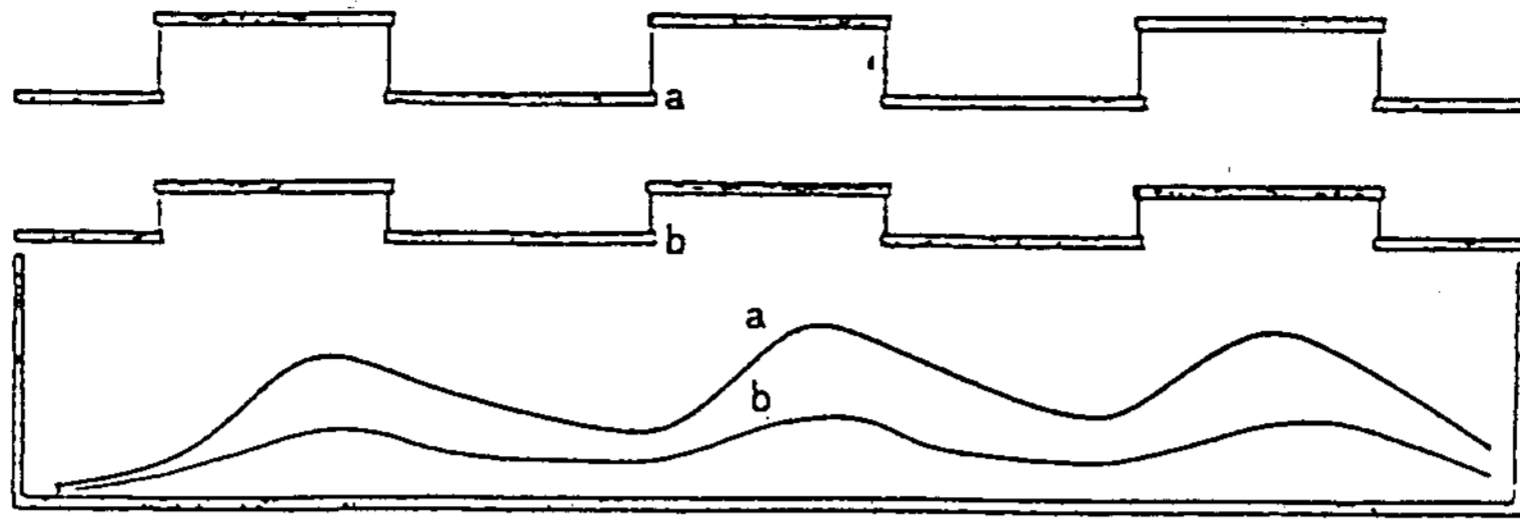


[그림 11] 톱날형 천창에 의한 실내 주광분포의 변화

- (a) 청천공, 개구부가 태양을 향한 경우
- (b) 담천공
- (c) 청천공, 개구부가 태양 반대쪽으로 향한 경우



[그림 12] 톱날형 천창의 경사에 따른 실내 주광분포의 변화



[그림 13] 청천공 하에서 모니터 천창에 의한 실내 주광분포 변화

숫해진다([그림 12] 참조). 나비형 천창(butterfly aperture)은 두개의 툽날형 천창이 서로 뒤를 맞대어 설치된 것을 말하며, 나비형 천창 하의 주광분포는 모니터에서와 매우 유사하다.

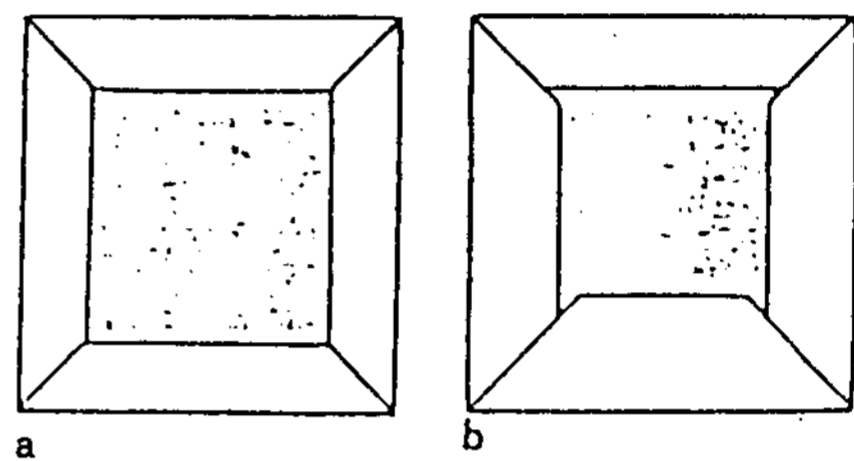
4. 모니터 천창

담천공 하에서, 모니터 천창에 의한 실내 조도분포는 좌우 대칭이 된다는 것을 제외하고는, 툽날형 천창에 의한 분포와 유사하다. 청천공 하에서는 양측창이 바라보는 하늘의 밝기가 다르므로 조도 분포패턴도 이에 영향을 받게 된다. 담천공 하에서 최대 조도 지점은 면이 되며, 최소 조도 지점도 넓은 면으로 형성된다. 청천공 하에서는 최대, 최소 조도 지점이 뚜렷하게 나타난다.

IV. 아트리움

건물의 주변부는 개념에 따라 주광용 주변부(daylighting perimeter)와 열적 주변부(thermal perimeter)로 나누어서 생각해 볼 수 있다. 건물의 주광용 주변부 개념은 건물의 열적 주변부 개념과 매우 유사하나, 주광용 주변부가 건물 안으로 더 깊게 확장된다([그림 14] 참조). 일반적으로 열적 주변부는 4.5~6m 깊이 까지이나, 측창 개념에서의 주광용 주변부는 건물 안으로 12m 이상까지 확장될 수 있다. 건물의 주변부는 향에 따라 몇개의 존으로 다시 나눌 수 있다.

건물의 주변부를 여러 자연채광 존으로 나누는



[그림 14] 상업용 건물의 주광용 주변부와 열적 주변부

- (a) 열적 주변부와 코어
- (b) 주광용 주변부와 코어

것은 중요하다. 왜냐하면, 맑은 날에 주광의 유입정도는 향에 따라 변하기 때문이다. 북쪽 주변부 존에서 이용 가능한 주광량은 남쪽 주변부 존과 상당히 다르다. 광정(光庭)과 아트리움의 목적은 단층 또는 여러층의 건물에서 주광이 들어오지 않는 코어부분을 감소시키고, 주광 이용이 가능한 주변부를 확대시키는데 있다. 광정과 아트리움은 여러면에서 유사하나, 광정은 건물의 열적, 주광용 주변부를 증가시키는데 반해, 아트리움은 열적 주변부에 최소의 영향을 주면서 주광용 주변부를 증가시킨다.

광정은 건물 코어의 일부에 여러층 높이의 개방된 중정을 둔 것이다. 중정의 크기는 요구되는 빛의 양, 대지 면적, 디자인상의 제약점에 따라서 달라진다. 광정은 건물의 주광용 주변부를 증가시키지만, 열적 주변부도 증가하게 되므로, 장단점을 잘 고려하여 그 규모를 결정하여야 한다. 주광용 주변부가 증가함에 따른 장점에는 전기 조명부하의 감소, 코어부의 냉방부하 감소, 조명에 따른 전기, 열추출율의 침투부하 감소가 포함된다. 열적 주변부의 증가에 따른 단점에는

난방부하의 감소, 태양열 부하의 증가, 건물 외피의 증가로 인해 에너지 소모가 증가할 수 있다는 것이다.

아트리움은 빛의 밝기를 감소시켜 코어의 채광 문제를 해결한다. 아트리움은 건물 내부에 있기 때문에, 그 지붕은 건물 내로 유입되는 빛을 여과하기 위하여 천창, 또는 고측창의 개념을 적용할 수 있다. 아트리움에 유입되는 빛은 아트리움 공간의 바닥에는 작업조명을, 인접공간에는 2차적인 빛을 제공하여야 한다. 아트리움 디자인에서 어려운 점은, 저층부에서의 과도한 현휘를 방지하면서도 인접 공간을 충분히 조명하여야 한다는 것이다.

아트리움에 인접한 실과 공간들은 아트리움에 대해 개방되어 있을 수도 있다. 이 경우 아트리움에는 공조가 이루어져 있어야 한다. 아트리움은 유리에 의해 열적으로 분리도 될 수도 있으나, 이 경우에는 아트리움의 온도가 여름의 최대 설정점 온도나 겨울의 최소 설정점 온도 범위 밖으로의 변동을 허용하게 된다. 아트리움이 개방 될 것인가 폐쇄 될 것인가는 인접 공간과의 음향적 프라이버시의 필요 정도에 따라서도 결정된다. 아트리움 공간은 폐쇄되어 있기 때문에 아트리움의 바닥면은 건물의 기능적인 부분으로 사용될 수 있다.

실 안으로 빛이 유입되는 정도는 일반적으로 아트리움 보다 광정이 더 좋다. 광정에서는 천공에 대한 조망이 차단되지 않을 뿐 아니라, 그 빛이 광정에 인접한 실에 도달하기 전에 거쳐야

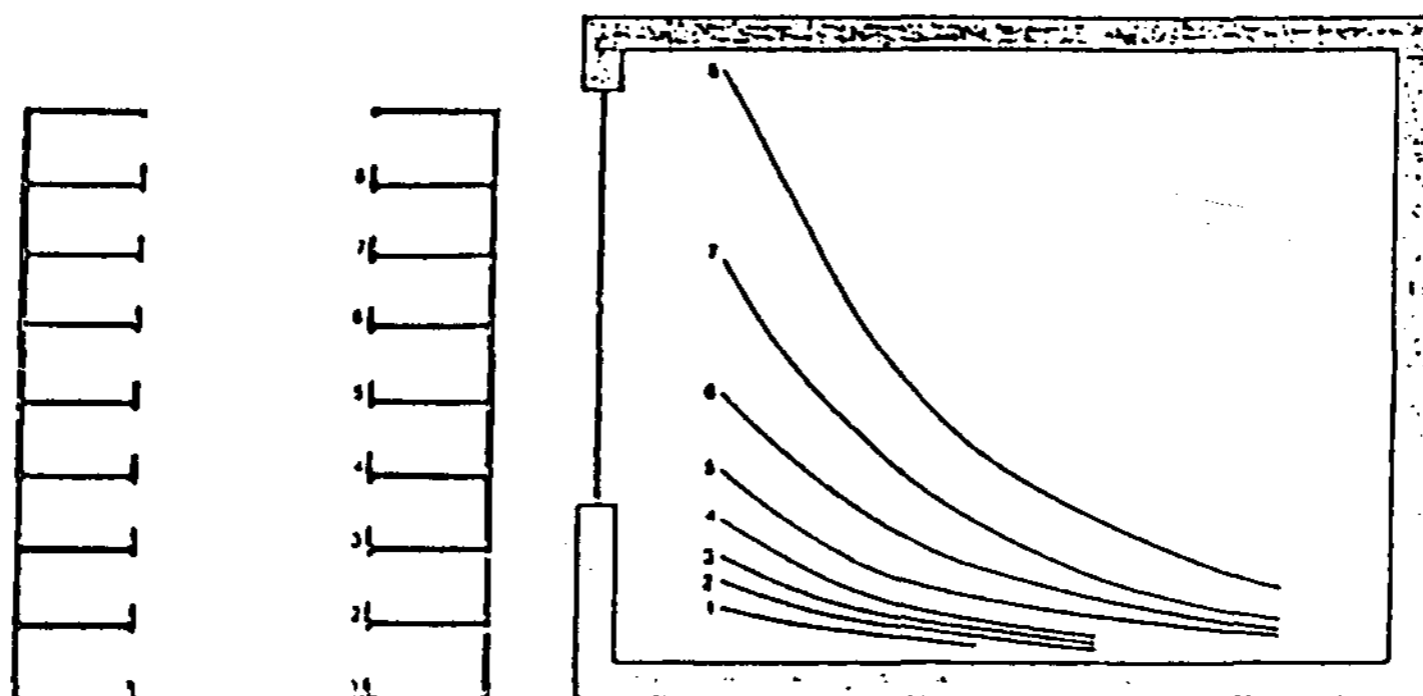
할 부차적인 개구부가 없다. 빛의 유입 정도는 천공에 대한 시선 차단이 적은 건물의 상층부에서 최대가 되나, 상층부에는 지표면에서의 반사에 상당하는 부분이 없으므로, 천공에 대한 조망만이 유일한 주광원으로 된다. 한편, 저층부에서는 천공에 대한 조망이 거의 없으며, 바닥면과 광정내 맞은 편 벽들에 의한 반사가 주광원으로 된다.

아트리움 내에서의 주광분포는 광정에서와 비슷하다. 주된 차이점은 아트리움 지붕에 추가의 창이 있으므로 해서, 아트리움 공간과 이에 인접한 실에서의 실내 조도 레벨이 감소된다는 것이다. 일반적으로 아트리움 최상층에서의 주광의 분포는 광정의 위에서부터 3~4번째 층에서의 조도 분포와 거의 같다.

V. 맺음말

건축물 내에서 자연채광을 적절하게 활용하기 위해서는, 건축가는 건물의 외피를 주광을 건물 안으로 들여보내는 필터로써 활용할 수 있어야 한다. 또한 그 건물에 적합한 자연채광의 개념은, 건물에 필요한 자연채광의 양, 특징, 방향성과 이에 의한 대비효과를 분석하여 결정하여야 한다.

건물의 전체 형태(부분적으로는 대지조건, 건물의 프로그램, 건축주의 필요조건, 거주자의 요구에 의해 결정되지만)는 어떠한 자연채광



[그림 15] 광정내 1층에서 8층까지의 평균조도 분포

개념이 가장 적합할 것인가를 결정하는데 큰 영향을 준다. 그러므로 건물의 매스와 형태를 어떻게 조정할 것인가는, 건물 내 실이나 부분의 기능적 요구와 배치, 주광을 채광으로 이용할 수 있는 각 실이나 공간의 조명 요구도에 따라 결정되어야 한다. 계획하는 자연채광 시스템의 목표와 적용된 자연채광의 개념이 잘 조화를 이루어야 만이, 자연채광이 건물 내에서 적절히 기능을 발휘할 수 있게 되는 것이다.

참고문헌

- Fisher, Robert E., "Environmental Control", An Architectural Record Book, McGraw-Hill Book Company, 1965.
- Lechner, Robert, "Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects", John Wiley & Sons, 1991.
- Robbins, Claude L., "DAYLIGHTING Design and Analysis", Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- Ruck, N. C., "Building Design and Human Performance", Van Nostrand Reinhold, 1989.
- Shaw, Alexander, "Energy Design for Architects", The Fairmont Press, Inc., 1989.

Fisher, Robert E., "Environmental Control", An Ar-

The Effect of Atrium on Energy Conservation and Environmental Control of a Building

The study, considering the fact that most of the recently built atrium buildings do not fulfill their capacity of energy conservation and environmental control, aims to develop design strategies for architects in designing atrium buildings in terms of energy/environment standpoint.

The research includes case studies of existing atrium buildings, quantitative analysis of energy performance for atrium buildings and systematic investigation of various aspects of atrium regarding its function of thermal, luminous and acoustical control of a building. The result of the study may contribute to the considerable reduction of energy consumption as well as to improvement of overall building environment.

The Concept of Daylighting

Kwang-Woo Kim

Korea Institute of Energy Research

For the proper utilization of daylight in a building, an architect should be able to utilize the building enveloped as a filter to admit daylight into the building. The daylighting concepts commonly used in buildings are categorized as sidelighting, toplighting and atrium, and their lighting concepts and characteristics are discussed. The decision of the daylighting concepts for a building should be based on the analysis of the quantity, characteristics and directionality of daylight, and resulting contrast effect.

자연에너지와 건축조경계획

조 균 형

수원대학교 건축공학과

Indoor thermal environment and energy consumption of buildings are preferentially affected