

아트리움의 에너지節約과 環境調節機能에 관한 研究

李彦求* · 李賢浩*

*中央大學校 建築學科 教授

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

요 약

이 논문은 최근들어 보급이 확대되고 있는 아트리움(Atrium)을 이용한 건물에 있어서, 아트리움의 가장 기본적인 기능인 에너지절약 효과와 환경조절효과가 거의 실효를 거두지 못하고 오히려 환경의 악화와 에너지소비 증가로 나타나는 점을 고려하여, 아트리움의 환경조절기능에 대한 기초사항을 체계적으로 정리하고 에너지절약 성능을 정량적으로 분석하여 건축설계시 적용할 수 있는 아트리움의 설계기법을 제시함으로써 아트리움을 통한 건물의 에너지절약 효과를 극대화하고 쾌적환경을 조성하는 기초자료를 제공하고자 한다.

ABSTRACT

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.

1. 서론

본 논문에서는 아트리움의 에너지節約과 環境調節機能에 대한 체계적인 분석을 통하여 아트리움의 성능을 살펴보고 아트리움의 설계시 고려되어야할 環境設計條件들을 提示함으로써 아트리움의 效率的 活用을 圖謀하고자 한다.

2. 아트리움의 環境調節機能에 관한 基本概念

아트리움의 環境調節기능을 이해하기 위해서는 우선 아트리움이란 (그림-1)과 같이 건물내부에 위치한 開放된 空間(Open Space)으로부터 發展한 것이라는 認識이 필요하다.

이와같은 Open Space는 주변공간에 自然授光과 自然換氣를 제공하고, 또 남향으로 위치하게 되면 태양열을 이용할 수 있는 有效面積을 增

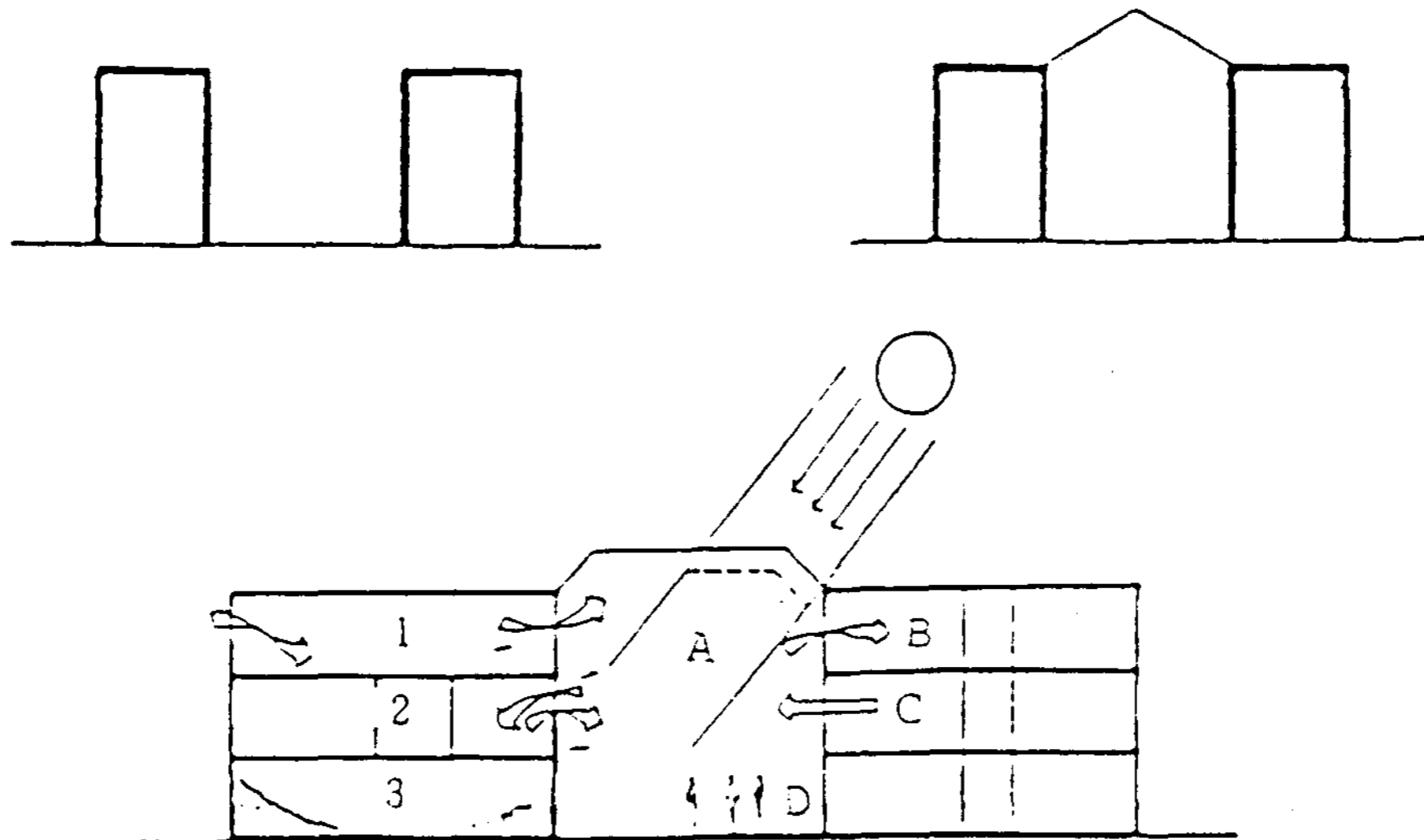
大시키게 된다.

만일 이 Open Space의 지붕부분을 유리로 덮어 씌운다면 이 공간을 아트리움이라고 부를 수 있는데, 이때에도 앞에서 밝힌 Open Space의 본래 기능을 유지할 수 있어야 한다. (그림-1) 그러나 아트리움공간은 단순한 Open Space에 비해 몇 가지 새로운 環境調節 기능을 추가로 갖게 되는데, 즉 태양열의 積極的 利用(A), 더워진 아트리움의 공기를 이용한 豫熱效果(B), 아트리움에 면한 벽체의 熱損失 減少(C)등이 그것이다.

아트리움으로 인한 有效空間의 增大(D)는 물론 언급한 필요도 없다. 그러나, 이와같은 아트리움의 環境調節機能은 모든 아트리움에서 자동적으로 당연하게 얻어지는 것이 아니라, 그 개념에 대한 이해와 함께 적절한 건축계획적 고려가 뒤따라야만 가능한 것이다.

3. 아트리움을 통한 自然授光

일반적으로 천정높이를 h라 하고 외벽의 50



본래의 기능

1. 맞통풍
2. 자연환기
3. 자연채광

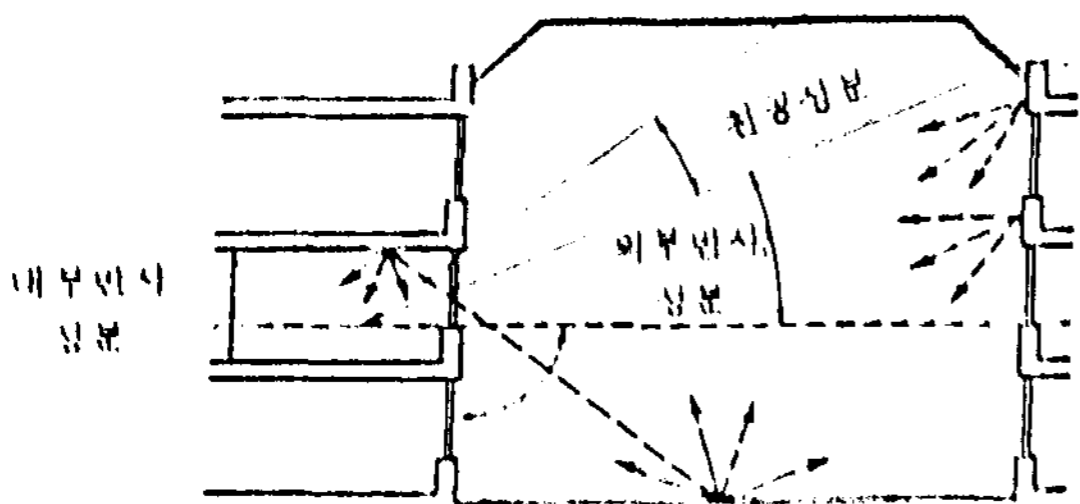
추가된 기능

- A. 태양열의 적극적 이용
- B. 예열환기효과
- C. 열 손실의 감소
- D. 유효공간의 증대

(그림-1) 아트리움의 環境調節 개념

%가 유리창으로 구성되어 있는 경우, 외벽으로부터 2½ h까지의 깊이에서는 자연채광을 이용할 수 있다는 것이 기본설계시 적용되는 略式이다. 그러나, 이 효과는 외부에 방해물이 있다면 감소하게 되는데, 아트리움의 경우 주변의 벽은 바로 이와같은 방해물에 해당한다. 이때, 만일 이 벽(방해물)들이 반사율이 높은 마감재료로 처리되어있다면 실내에 도달하는 반사성분이 증대되어 아트리움주변의 실내공간에서는 오히려 均質의 밝은 자연채광을 얻게 된다. (그림-2)

또, 아트리움에서는 주광율의 천공성분(Sky Component)에 해당하는 부분이 바로 天窓(Sky-light Glazing)이 되므로 유리의 투과율에 따라, 또 차양장치가 있는 경우에는 그 차폐율때문에 천공성분이 감소하게 된다. 따라서, 아트리움 주변공간의 자연채광 효율을 높이기 위해서는 투과율이 높은 투명유리를 사용하고 또 아트리움 공간의 가하학적 구성을 천공성분이 최대한 도입되도록 하여야 할 것이다. 주변공간의 실내에 직사광선의 유입을 막기위한 계획은 그 이후에 고려하여야 할 사항이다.

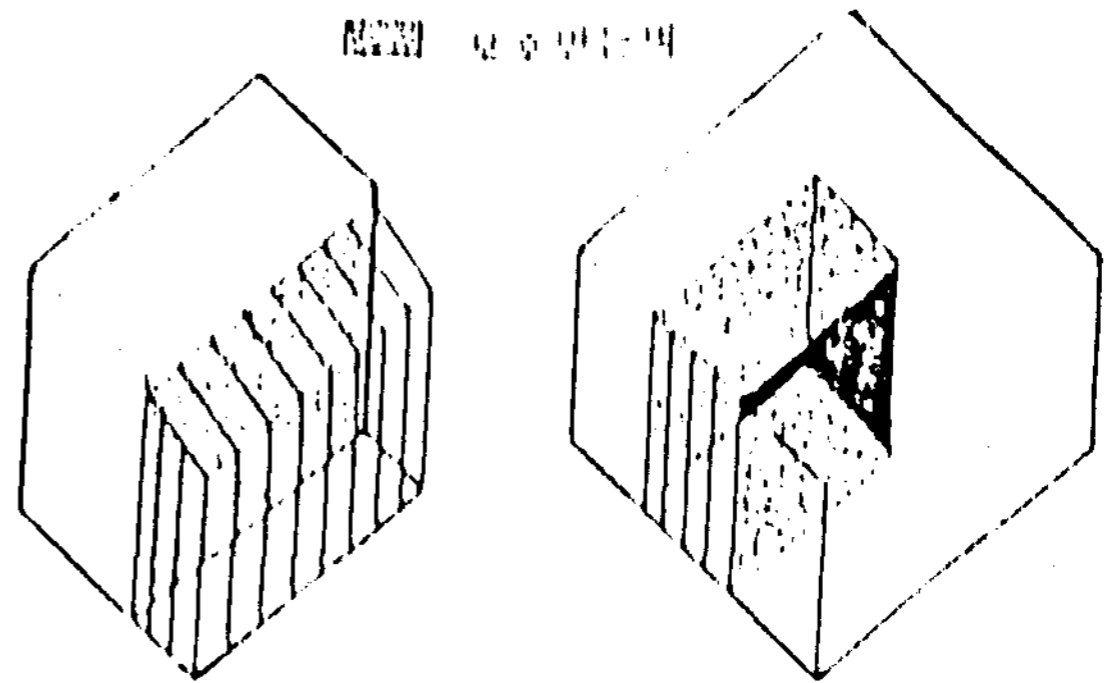


(그림-2) 아트리움을 통한 자연채광

4. 아트리움의 熱性能

겨울철에 아트리움 내부기온은 暖房을 하지 않는다 하더라도 외기온보다는 훨씬 높게 된다. 이와같은 온도 상승은 다음의 몇가지 요인에 의해 좌우된다.

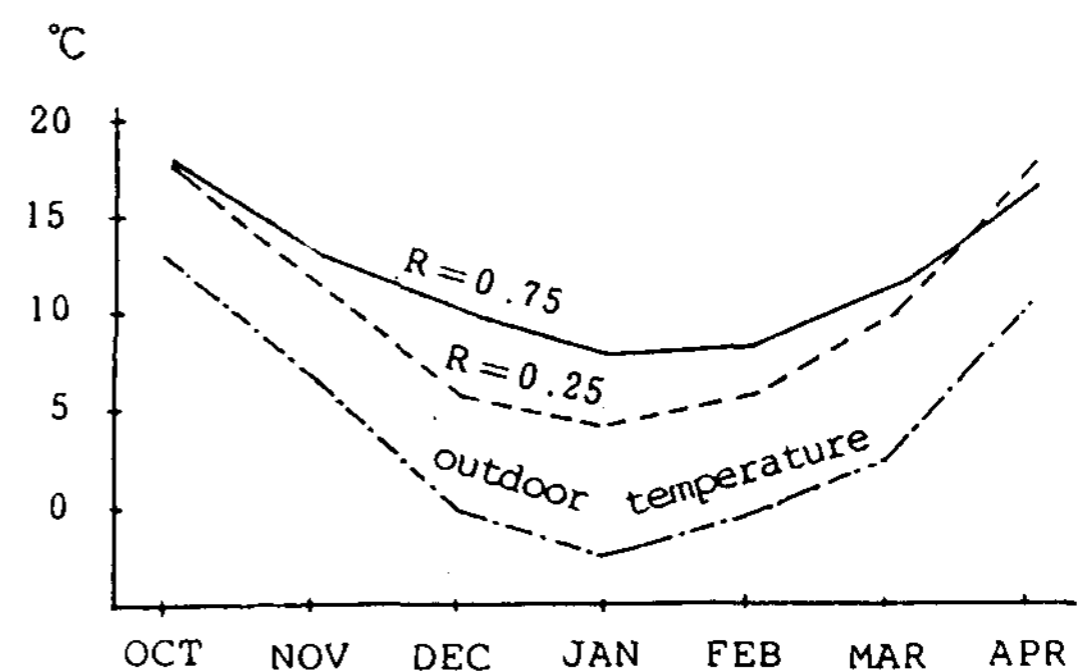
*아트리움에 의해 외기로부터 보호받게 되는 주변공간의 벽면적에 대한 아트리움의 외부 유리窓 面積(그림-3)



(그림-3) 아트리움에 의해 외기로부터 보호받는 벽면

- *아트리움에 면한 주변벽체의 熱 貫流率
- *아트리움을 구성하고 있는 Glazing의 熱 貫流率
- *아트리움에서 日財를 받아들이는 Glazing의 向과 傾斜角

(그림-4)는 난방을 하지 않는 아트리움에서 겨울철의 월 평균온도를 외기온과 비교한 것이다. 일반적으로 아트리움의 평균온도는 외기온보다 약 5-8°C 상승하게 되는데 물론 낮시간 동안에는 이보다 훨씬 높게 상승하고, 야간에는 상승정도가 이보다 작게 될 것이다. 아트리움의 온도는 이와같이 낮과 밤에도 변화하고 또 외부기상조건에 따라서도 변화하며 계절적으로도 변화하게 된다. 즉, 아트리움 공간은 일정한 온도로 냉난방하는 주변공간과는 달리, 특유의 변화하는 기후를 갖게되며, 이와같은 기후는 외부공간과 내부공간



주) R은 아트리움의 유리면적에 대한 보호받는 주변공간 벽면적의 비율

(그림-4) 아트리움의 겨울철 일 평균기온

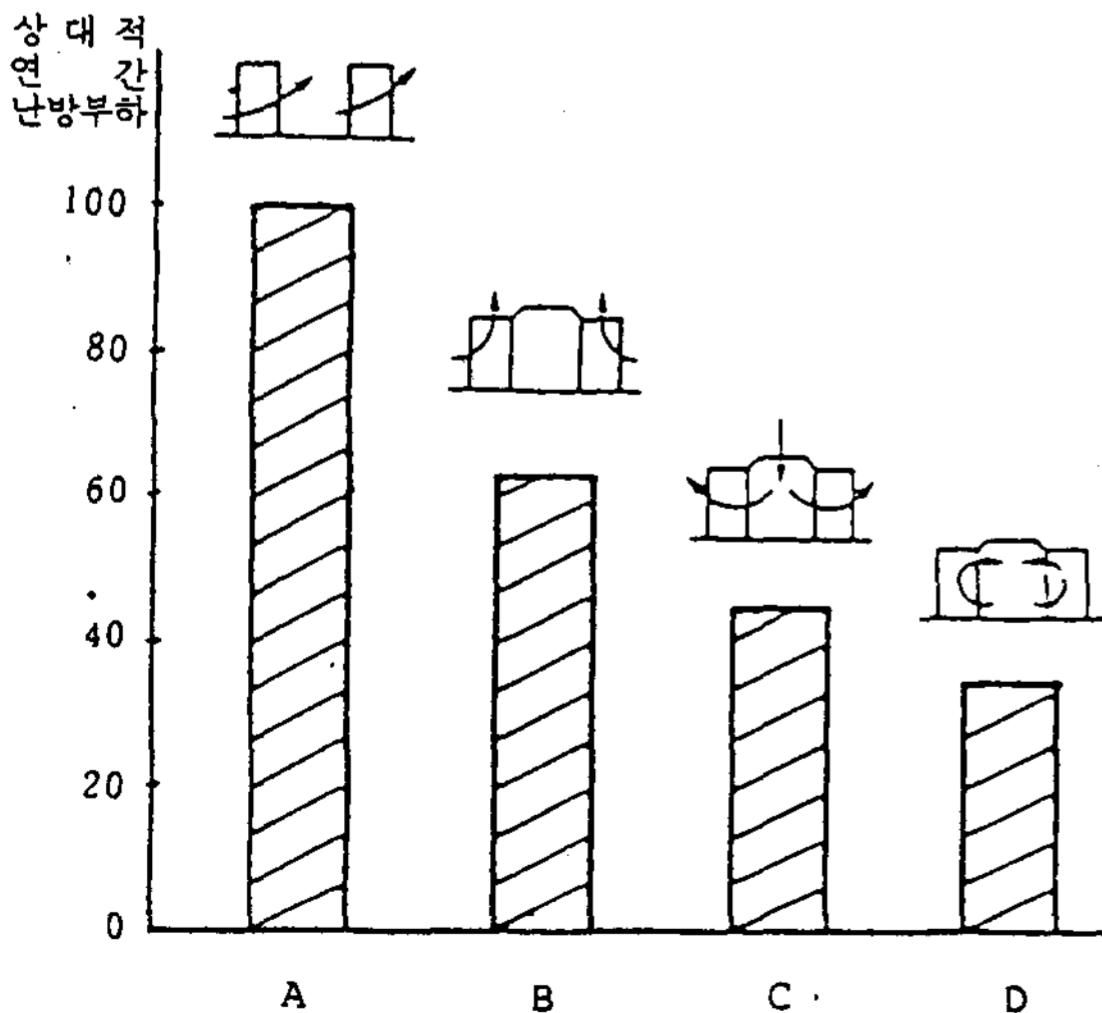
사이에 위치하는 緩衝的 環境을 제공하게 된다.

아트리움 공기의 온도상승은 다음의 두 가지 측면에서 母建物的 에너지節約效果를 얻을 수 있게 한다.

첫째, 母建物에서 아트리움 공간으로 損失되는 에너지가 減少하게 된다. 이와같은 緩衝效果는 또한 아트리움과 母建物사이의 벽에 커다란 Glazing의 사용을 가능하게 하므로, 아트리움으로 인한 Daylighting의 效率減少를 補償하게 된다.

둘째, 아트리움은 난방되는 母建物에 豫熱된 換氣用 空氣를 提供함으로써 에너지절약을 피할 수 있다. 또한, 아트리움 공간의 온도가 어느정도 상승하게 되면 난방기간 중이라도 母建物에서 아트리움으로 면한 창을 열어 自然換氣를 할 수 있다.

(그림-5)는 아트리움의 열 성능을 여러가지 환기의 방법에 따라 年間 暖房負荷의 比率로 표시한 것이다. (A)는 아트리움상부의 Glazing을 제거한 Open Space만 있는 경우이고, (B)는 아트리움은 있지만 아트리움을 이용한 환기효과를 고려하지 않은 것이며, (C)는 아트리움의 환기 예열효과를 고려한 결과이다. (A)의 난방부하를 100으로 했을때 아트리움의 에너지절약효과 (B)에서 약 37%에 해당하고, 환기에열효과를 고려한 (C)의 경우에는 추가로 약 19%의 절약



(그림-5) 환기방법에 따른 아트리움의 열 성능

효과를 얻게 된다.

한편 (D)는 대규모 아트리움의 경우 아트리움에서 더워진 공기는 환기용 공기의 예열에 이용하고 건물로부터의 排氣는 다시 아트리움으로 배출하여 공기를 再循環하는 방식인데 이때에는 (C)와 비교하여 약 10%의 追加節約效果가 나타난다. 이때 아트리움은 24시간 동안 지속적인 틈새바람(INFILTRATION)에 의해 신선한 공기가 계속 공급되고 또 植栽(Vegetation)에 의해 공기가 신선해질 수도 있으므로 공기의 오염 가능성은 낮을 것으로 기대된다.

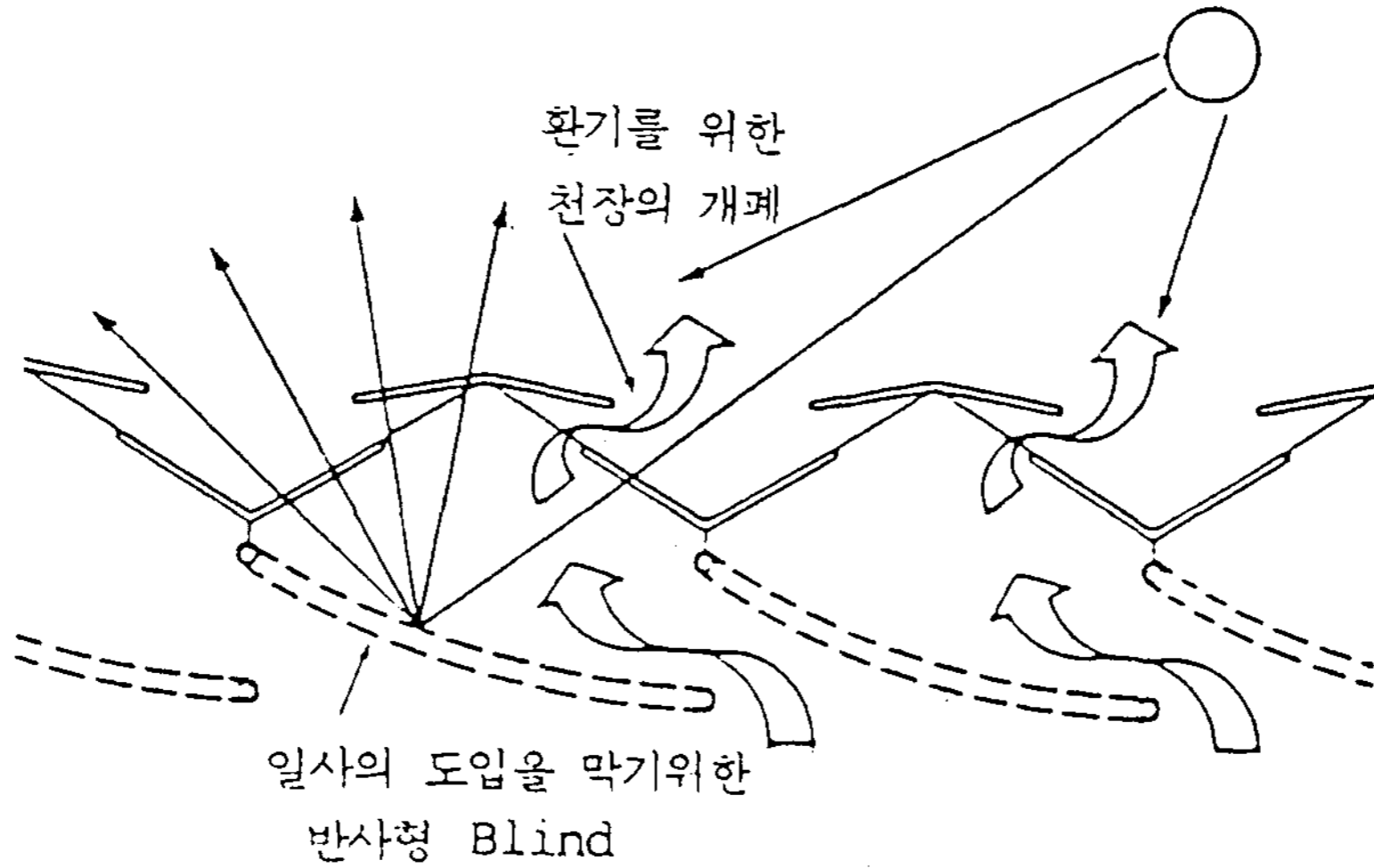
5. 아트리움의 過熱現狀

아트리움을 이용한 건축물에서 해결되어야 할 가장 큰 문제점의 하나는 바로 아트리움공간의 過熱현상이다. 여름철에 하루종일 아트리움 공간의 온도를 외기온보다 낮춘다는 것은 매우 어렵다. 그러나 만일 적절한 차양장치를 설치하고 換氣를 유도한다면, 실내 환경조건을 어느정도 향상시킬 수 있을 것이다. 遮陽裝置는 태양의 복사열이 아트리움 내부로 들어오지 못하도록 차단, 반사함으로써 아트리움의 온도상승을 억제하게 된다.

이때, 차양장치는 계절적인 일사량의 차이를 고려하여 작동이 가능한 것을 설치하여야 한다. 즉, 겨울철 흐린날에는 각실의 자연채광을 적절히 유치하고 또 아트리움 내부의 植栽에 충분한 빛을 제공하기 위해서 아트리움의 Glazing은 차폐되어서는 안된다.

물론 겨울철의 직사광선은 아트리움 공간의 온도상승을 위해 필수적이다. 그러나, 여름철의 쾌청한 날에는, 외부 수평면 조도가 20배이상 밝은 상황에서 자연채광(Day-lighting)의 부족은 전혀 없게되고 오히려 직사광선의 존재는 아트리움의 온도를 過熱시킬뿐만 아니라 植栽 및 거주자의 MRT를 過多하게 증가시키게 될 것이다.

따라서, 차양장치는 계절의 필요에 따라 그 위치를 변화시킬 수 있도록 작동가능한 것이어야만 하는데, 대부분의 아트리움구조는 이와같은



(그림-6) 과열방지를 위한 환기와 차양장치

장치의 설치가 가능한 구조를 갖고 있다.

적절한 自然換氣는 아트리움의 과열현상을 억제할 수 있는 또 다른 방법이다.

환기는 주로 실내외 압력차와 온도의 차이 때문에 발생하는데 건물내부에 위치한 아트리움에서는 압력차에 의한 환기는 크게 기대하기 어렵다. 따라서, 아트리움의 換氣效果는 실내외 온도차이에 따른 자연환기를 유도할 수 있도록 굴뚝효과(Stack Effect)를 최대한 고려 하여야 한다. 이때 換氣作用은 굴뚝(Stack)에 해당하는 아트리움의 평균온도가 외부기온보다 높은 때에만 가능하다. 따라서, 아트리움 상부의 온도는 가능한한 높게 유지하는 것이 바람직하다. 이와 같은 換氣作用은 물론 아트리움 상하부에 開口部가 설치되어야 가능하므로 고정창이 아닌 開閉가 가능한 창을 일정규모 설치하여야 할 것이다. 건물하부에 설치되는 개구부는 安全管理의 문제를 고려해야 하는데 防犯用 Grille을 설치하는것도 한가지 방법이다. 아트리움 상부의 개구부는 雨水處理에 대한 고려가 필요하며 작동문제를 철저히 검토하여야 한다. 아트리움 상부에는 火災發生時 排煙의 목적으로 개구부의 설치가 필수적이므로 환기에 필요한 개구부와 결합하여 처리하는 것이 바람직하다. (그림-6)은 환기에 필요한 개구부와 可動式 遮陽裝置가 설치된 아트리움 상부 Glazing의 한 형태이다.

6. 아트리움의 音響性能

일반적으로 아트리움은 용적이 크고 또 사용 마감재의 표면이 매끄럽고 단단하기 때문에 殘響時間(Reverberation Time)이 길게되고, 그 결과는 다음과 같은 두가지 부정적인 효과를 가져온다. 첫째, 아트리움 공간 내부에서의 騒音問題와 함께 아트리움 쪽으로 창이 개방된 母建物에서도 騒音問題가 발생하게 된다. 둘째, 긴 殘響時間은 아트리움 내부에서 환경에 대한 분위기를 저해하고 일상대화를 어렵게 만든다.

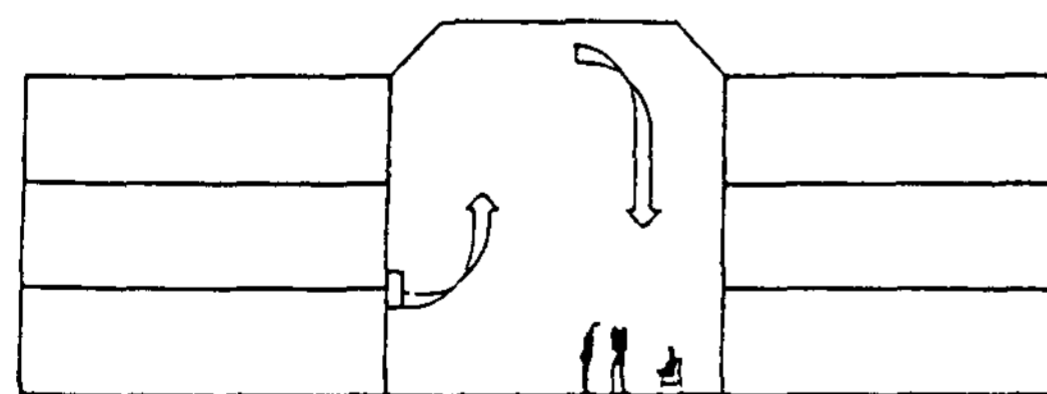
일정한 용적의 공간에서 殘響時間을 줄이는 방법의 하나는 표면의 吸音率을 높이는 것이다. 아트리움에서 일반적으로 사용되는 건축재료는 특히 유리를 위시하여 건물의 외장재료와 같은 것으로 吸音率이 낮다. 이러한 경우에는 장식용 걸개(Hanging)를 설치한다든지, 알맞는 樹木을 사용한 室内造景을 통하여 殘響時間을 낮출 수 있다. 또, 吸音率이 낮은 표면은 공간의 성격을 저해하지 않는 범위내에서 여러가지 吸音性能이 우수한 장식 파넬(Panel)을 부착하거나 혹은 多孔質 플라스터(Plaster)등으로 마감할 수 있다.

7. 아트리움의 暖房

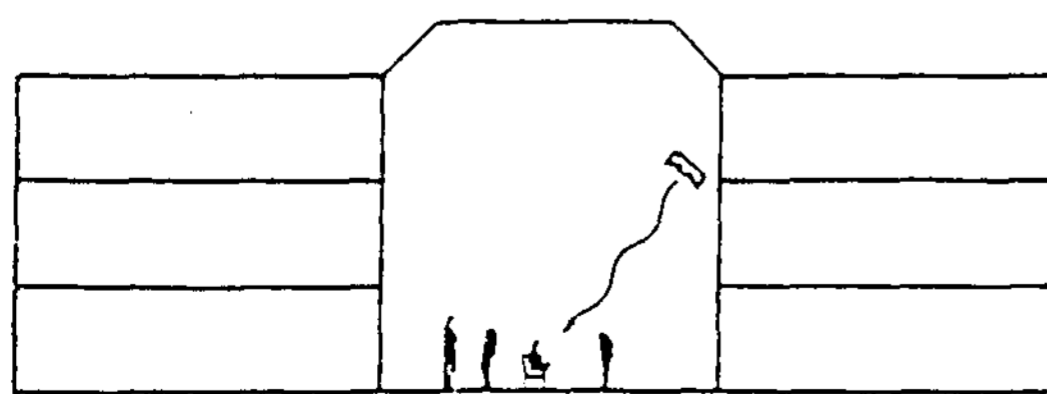
非暖房 아트리움 공간은 그 특유의 환경특성 때문에 이에 맞는 기능을 갖도록 하여야 한다. 즉, Circulation 공간이나 Lobby 혹은 Lounge와 같은 휴식공간등 건물의 主機能이 아닌 周邊機能으로서의 공간으로 사용되도록 한다. 그러나, 경우에 따라서는 아트리움 공간의 暖房이 요구될 수도 있다. 즉 Lobby의 일부분이 Reception Area로 사용되거나 Lounge의 일부분이 Cafe등으로 이용되는 경우에는 아트리움 공간의 일부 난방을 고려할 수 있다.

아트리움 공간의 暖房은 다음 몇가지 사항을 잘 이용하게 된다면 건물의 에너지 소비를 크게 증가시키지 않고도 효과적인 난방을 할 수 있을 것이다.

1. 가능한 한 “공짜”로 얻을 수 있는 熱獲得을 최대한으로 이용한다. 즉, 태양열의 직접 획득과 熱容量이 큰 건축재료를 이용한 유효태양열의 저장을 적극 이용하고 母建物로 부터의 排氣를 아트리움 공간으로 유도하도록 한다.
2. 작동가능한 遮陽裝置를 동시에 夜間斷熱裝置로도 사용할 수 있도록 설계한다.
3. 가능한 한 공기식 공조시스템의 사용을 피한다. 溫風을 이용할 경우 공간내 온도의 成層



공기식 난방



복사난방

(그림-7) 아트리움의 난방방식

化現狀(Stratification)을 일으켜서 熱損失이 커지고 아트리움 하부의 온도는 별로 상승하지 않는다. (그림-7)

4. 暖房方式은 되도록 거주자에게 직접 열이 전달되는 輻射 暖房方式을 택한다. 즉, 바닥 판넬난방이나 직접 고온복사난방을 하고 植栽의 경우에는 土壤을 暖房하는 방식을 고려한다. (그림-7)

5. 樹木은 아트리움 공간에서 24시간 내내 지내기 때문에 가능한 한 低溫에 잘 견디고 온도변화에 쉽게 적응하는 樹種을 택하여야 한다.

8. 맺음말

아트리움의 가장 기본적인 기능은 아트리움 공간을 통하여 인접한 母建物の 에너지 소비를 절감하고 환경을 조절하는 것이다. 그러나 많은 아트리움 건물에서는 아트리움 공간 자체의 환경조절만을 고려한 나머지, 母建物の 환경조건은 오히려 劣惡하게 되고 건물전체의 에너지 소비량은 반대로 加重시키고 있다. 특히, 아트리움 공간을 건물의 主機能에 사용하는 경우와 아트리움 공간과 周邊공간이 완전히 開放되어 있는 경우를 흔히 발견할 수 있는데, 이는 건축가들의 아트리움의 機能과 性能에 대한 잘못된 認識과 충분한 理解 不足에서 起因한다고 볼 수 있다.

아트리움의 環境調節機能을 적절히 유지하기 위해서는 우선 아트리움은 Open Space에서 발전된 개념이라는 인식과 함께 앞의 토론에서 밝힌 다음 몇가지 사항에 대한 설계자의 고려가 필수적이다.

*아트리움을 통한 自然授光 효율을 높이기 위해서는 透過率이 높은 투명유리를 사용하고 周邊벽체를 反射率이 높게 마감하여야 한다.

*겨울철 아트리움 공간의 온도상승은 아트리움 周邊의 벽면적에 대한 아트리움의 Glazing 면적비, 아트리움에 면한 벽체의 熱貫流率 및 아트리움 Glazing의 向과 경사각 등에 좌우되며, 외기온에 비해 日平均 5-8℃ 정도가 된다.

*아트리움 공기를 母建物の 換氣用 公기로 사용하는 豫熱效果의 이용은 건물의 暖房負荷를 크게 절감시킨다.

*아트리움의 여름철 過熱현상을 방지하기 위해서는 可動式 遮陽裝置의 설치와 굴뚝효과에 의한 誘導換氣의 활용이 필요하다.

*아트리움 공간의 殘響時間을 줄이기 위해서는 내부표면을 吸音率이 높은 재료로 마감하고 장식용 걸개(hanging)이나 樹木의 吸音效果를 이용한다.

*아트리움의 暖房은 태양열과 母建物로부터의 排氣를 적극 이용한다.

*작동가능한 遮陽裝置는 동시에 夜間斷熱로 이용하도록 한다.

*아트리움의 暖房設備는 공기식이 아닌 輻射 暖房을 이용한다.

*아트리움의 樹木은 低溫에 잘 견디고 온도 변화에 쉽게 적응하는 授種을 택한다.

이상과 같은 몇가지의 環境설계 조건은 아트

리움이 적절한 環境調節機能을 발휘하기 위하여 요구되는 최소한의 조건들 이라고 볼 수 있다. 만일, 아트리움 설계시 이와같은 조건들이 충분히 반영되지 않는다면, 아트리움을 이용한 건물은 단지 視覺的 快感만을 위한 一過性 유행건축에 머무르고 말 것이다.

9. 참고 문헌

- 김광우, '아트리움의 환경계획', 건축가 124호, 한국 건축가협회, 1992
- Bednar, M. J., 'the New Atrium', McGraw-Hill Book Company, 1986
- Lechner, R., 'Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects', John Wiley & Sons, 1991
- Saxon, R., 'Atrium Buildings', The Architectural Press, 1986
- Saw, A., 'Energy Design for Architects', The Fairmont Press, Inc., 1989

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