

第 100 回 碩士學位論文

指導教授 李 彥 求

4면형 아트트리움 건물의 자연채광 계획에
관한 연구

A Study on the Daylighting of Inner spaces
for Four-sided Atrium Buildings

中央大學校 大學院

建築學科 建築計劃 및 環境 專攻

金 珍 明

2003年 12月

第 100 回 碩士學位論文
指導教授 李 彦 求

4면형 아트트리움 건물의 자연채광 계획에
관한 연구

A Study on the Daylighting of Inner spaces
for Four-sided Atrium Buildings

中央大學校 大學院

建築學科 建築計劃 및 環境 專攻

金 珍 明

2003年 12月

4면형 아트리움 건물의 자연채광
계획에 관한 연구

A Study on the Daylighting
of Inner spaces
for Four-sided Atrium Buildings

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함

2003年 12月

中央大學校 大學院

建築學科 建築計劃 및 環境 專攻

金 珍 明

金珍明의 碩士學位論文으로 認定함

審査委員長 印

審査委員 印

審査委員 印

中央大學校 大學院

2003年 12月

목 차

| | |
|--|----|
| 제 1 장 서 론 | 1 |
| 1.1 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 1.2 연구의 내용 및 방법 | 2 |
| 제 2 장 아트리움 건물의 자연채광 계획에 관한 이론 고찰 | 5 |
| 2.1 아트리움의 건축적 특성 및 환경적 특성 | 5 |
| 2.1.1 건축적 기능 및 공간적 특성 | 5 |
| 2.1.2 형태별 유형 | 9 |
| 2.1.3 기능별 유형 | 12 |
| 2.1.4 환경적 특성 | 13 |
| 2.2 아트리움 자연채광 설계변수 | 15 |
| 2.2.1 아트리움 형태 | 15 |
| 2.2.2 아트리움 천창 투과율과 프레임면적 | 17 |
| 2.2.3 아트리움 내부 반사율 | 18 |
| 2.2.4 인접공간 유리투과율과 실내반사율 | 19 |
| 2.3 아트리움 건물의 자연채광 계획 | 20 |
| 2.3.1 자연채광원으로서 아트리움 계획 | 20 |
| 2.3.2 아트리움의 자연광 유입방법 | 21 |
| 2.3.3 아트리움 건물의 자연채광 계획기법 | 22 |
| 2.4 자연채광 평가방법과 도구 | 28 |
| 2.4.1 자연채광 평가방법 | 28 |
| 2.4.2 자연채광 평가도구 | 30 |
| 2.4.3 주광율법에 의한 자연채광 성능 | 31 |
| 2.4.4 주광율법에 의한 자연채광 평가기준 | 33 |

제 3 장 아트리움 설계변수에 따른 자연채광성능평가 5

3.1 시뮬레이션 개요 35

 3.1.1 시뮬레이션 프로그램(Leso DIAL) 35

 3.1.2 시뮬레이션 대상 및 설계변수 36

3.2 시뮬레이션 결과 38

 3.2.1 아트리움 형태에 따른 자연채광성능 38

 3.2.2 아트리움 천창 투과율과 프레임면적에 따른 자연채광성능 43

 3.2.3 아트리움 내부 창면적에 따른 자연채광성능 45

 3.2.4 아트리움 내부 반사율에 따른 자연채광성능 47

 3.2.5 인접공간 유리투과율과 프레임면적에 따른 자연채광성능 48

 3.2.6 인접공간 실내반사율에 따른 자연채광성능 49

3.3 소결 50

제 4 장 4면형 아트리움 건물의 자연채광계획 52

4.1 시뮬레이션 개요 및 자연채광성능 평가기준 52

 4.1.1 시뮬레이션 개요 52

 4.1.2 평가기준 54

4.2 4면형 아트리움 건물의 자연채광 계획 54

 4.2.1 아트리움 적용시 자연채광 성능비교 54

 4.2.2 아트리움 내부 창면적에 따른 자연채광성능 평가 56

 4.2.3 아트리움 내부 반사율에 따른 자연채광성능 평가 63

 4.2.4 아트리움 인접공간의 유리투과율에 따른 자연채광성능평가 65

4.3 4면형 아트리움 건물의 자연채광 계획지침 66

제 5 장 결 론 68

| | |
|----------------|----|
| 참고문헌 | 70 |
| 국문초록 | 73 |
| ABSTRACT | 76 |

표 목 차

| | |
|---|----|
| <표 2.1> 자연채광원으로의 아트리움 설계변수 | 15 |
| <표 2.2> 유리종류의 따른 투과율과 SHGC | 18 |
| <표 2.3> 내부 마감재의 반사율 | 19 |
| <표 2.4> IESNA의 자연채광 계획시 실내마감재의 반사율 | 20 |
| <표 2.5> 자연채광 설계를 위한 컴퓨터 프로그램 | 30 |
| <표 2.6> 주광을 권장치(실내조명에 대한 CIBS Code) | 34 |
| <표 2.7> 기준(최소) 주광을 (일본건축학회) | 34 |
| <표 3.1> 계획요소별 시뮬레이션 변수 | 38 |
| <표 3.2> 천창의 투과율과 프레임면적에 따른 주광을 | 43 |
| <표 3.3> 창면적에 따른 주광을 변화 | 45 |
| <표 3.4> 투과율과 프레임면적에 따른 주광을 변화 | 48 |
| <표 4.1> 시뮬레이션 주요변수 및 범위 | 53 |
| <표 4.2> 창면적 변화와 층수에 따른 주광을 | 56 |
| <표 4.3> 층별 창면적 변경에 따른 자연채광 성능 향상 | 60 |
| <표 4.4> 상층부 창면적 변화시 하층부 주광을 변화 | 62 |
| <표 4.5> 반사율 변화에 따른 창면적과 층수별 주광을 | 63 |
| <표 4.6> 상층부 창면적 변화시 하층부 주광을 변화(반사율0.15) | 64 |
| <표 4.7> 아트리움 인접공간의 유리투과율에 따른 주광을 변화 | 65 |

그 립 목 차

| | |
|--|----|
| (그림 1.1) 연구의 흐름도 | 4 |
| (그림 2.1) 단순형 아트리움의 형태 | 10 |
| (그림 2.2) 아트리움공간의 환경조절 개념 에어커튼 개념도 | 14 |
| (그림 2.3) 광정지수(Well Index) | 16 |
| (그림 2.4) 아트리움 실지수(RI)에 따른 천공구성비율 | 17 |
| (그림 2.5) 아트리움을 이용한 자연채광 계획 개념 | 21 |
| (그림 2.6) 아트리움 내부공간의 자연채광원 구성성분 | 23 |
| (그림 2.7) 아트리움 내부입면 계획 | 24 |
| (그림 2.8) 아트리움의 단면형태 | 26 |
| (그림 2.9) 자연채광의 평가방법 | 28 |
| (그림 3.1) 시뮬레이션 기본모델 | 37 |
| (그림 3.2) 아트리움 높이 변화 | 39 |
| (그림 3.3) 아트리움 높이에 따른 주광율 분포(15m×15m) | 39 |
| (그림 3.4) 아트리움 너비 변화 | 40 |
| (그림 3.5) 아트리움 너비에 따른 주광율 분포(15m) | 41 |
| (그림 3.6) 아트리움 높이와 너비 동시 증가 | 42 |
| (그림 3.7) 아트리움 광정지수에 따른 주광율 분포 | 42 |
| (그림 3.8) 아트리움 천창 투과율에 따른 주광율 분포 | 44 |
| (그림 3.9) 아트리움 내부 창면적에 따른 주광율 분포 | 46 |
| (그림 3.10) 아트리움 내부 반사율에 따른 주광율 분포 | 47 |
| (그림 3.11) 인접공간 실내반사율에 따른 주광율 | 49 |
| (그림 4.1) 시뮬레이션 모델건물 | 52 |
| (그림 4.2) 시뮬레이션용 아트리움 내부공간 모델 | 53 |
| (그림 4.3) 아트리움 자연채광시 자연채광성능 변화 | 55 |
| (그림 4.4) 층별 창면적에 따른 주광율 상승 비교 | 58 |
| (그림 4.5) 창면적에 따른 층별 주광율 변화 | 59 |
| (그림 4.6) 층별 창면적 변화시 아트리움 내부입면 계획 | 61 |
| (그림 4.7) 상부 창면적 변화시 아트리움 내부입면계획 | 62 |

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대 건축물에서 아트리움은 다양한 공간적 기능을 가지며, 건물 내부에 있는 거주자들에게 외부 자연 환경을 느끼게 함으로써 보다 쾌적한 실내 공간을 제공한다. 또한 아트리움은 외부 환경과 실내 환경의 열적 완충공간 및 자연채광원으로 작용함으로써 모건물(母建物)의 에너지 절약을 꾀할 수 있다는 특징을 가진다. 이에 따라 해외 선진국에서는 이미 오래전부터 아트리움의 환경조절 기능을 적극적으로 활용한 건물을 계획하고 있다. 최근 들어 우리나라에서도 아트리움을 적용한 건물이 확산되고 있으며 아트리움의 환경조절 기능에 대한 관심이 커지고 있다. 그러나, 국내에서 아트리움 건물을 계획할 때 아트리움의 환경조절 기능을 적극적으로 활용하기에는 참고자료나 설계기술 등이 부족한 실정이다.

아트리움의 환경조절 기능은 크게 열적 완충공간으로서의 기능과 자연채광원으로서의 기능을 들 수 있다. 첫째, 열적 완충공간으로서의 기능은 외기에 직접 면하는 공간에 비해서 태양열의 적극적인 이용, 더워진 아트리움의 공기를 이용한 예열효과, 아트리움에 면한 벽체의 열손실 감소 등이 있다. 둘째, 자연채광원으로서의 기능은 아트리움 내부뿐만 아니라, 아트리움 인접공간으로 빛을 전달하여 인공조명 사용절감에 따른 에너지절약효과를 기대할 수 있다. 또한, 실내에 자연채광을 도입함으로써 재실자에게 쾌적한 빛환경을 제공하는 역할을 한다.¹⁾ 특히 다양한 아트리움 중 4면형 아트리움의 경우 평면깊이가 깊은 건물의 중앙부에 자연광을 도입하기가 용이하고, 외부 자연광을 최대한 균일하게 유입할 수 있다는 특징이 있으며, 계획적인 측면에서도 컴팩트한 평면계획이 가능해 가장 많이 적용되는 형태이다.

반면, 아트리움은 자연채광원으로서의 많은 장점을 가지고 있으나 아트리움의 자연채광특성을 이해하지 못하고 디자인적인 측면만을 강조할 경우, 아트리움 자

1) 이언구, 아트리움의 에너지 절약과 환경 조절 기능에 관한 연구, 태양에너지학회 논문집 Vol.13, 2~3권, 태양에너지 학회, 1993. p.6

체는 밝은 공간이 될 수 있으나, 인접공간은 인공조명이 필요한 어두운 공간으로 만들 수 있다. 따라서, 아트리움의 자연채광원으로서의 기능을 최대화하기 위해서는 아트리움 자체의 채광뿐만 아니라 아트리움 인접공간의 자연채광성능까지 향상시키는 계획기법이 필요하다.

하지만, 아트리움 자연채광 계획에 관한 기존 국내연구에서는 아트리움 공간자체의 자연채광 성능평가를 위주로 진행되어 왔으며, 아트리움 인접공간의 자연채광성능 향상에 대한 설계지침에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 4면형 아트리움 건물을 대상으로 아트리움 인접공간의 자연채광 성능을 향상시킬 수 있는 건축설계 지침을 제안하고자 한다. 먼저, 문헌고찰을 통해 아트리움 인접공간의 자연채광 성능에 영향을 미치는 요소를 추출하고 이를 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다. 변수별 시뮬레이션 결과를 토대로 아트리움 인접공간의 자연채광성능에 기여도가 높은 변수를 주요변수로 선정하였으며, 선정된 주요변수에 따른 4면형 아트리움 건물 인접공간의 자연채광성능을 향상시킬 수 있는 설계지침을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 아트리움의 계획 유형 중 자연채광 활용도가 가장 높고 건물 내부공간으로의 자연채광 도입이 용이한 형태인 4면형 아트리움으로 연구의 범위를 제한하였다.

본 연구의 내용과 방법은 다음과 같다.

(1) 이론 고찰

기존 연구문헌 고찰을 통하여 아트리움 건축 환경적 특성 및 자연채광과 관련

된 주요 설계요소와 아트리움 자연채광 계획기법에 대해 조사하였으며, 자연채광 성능을 평가하기 위한 방법 및 도구들에 대해 조사하였다.

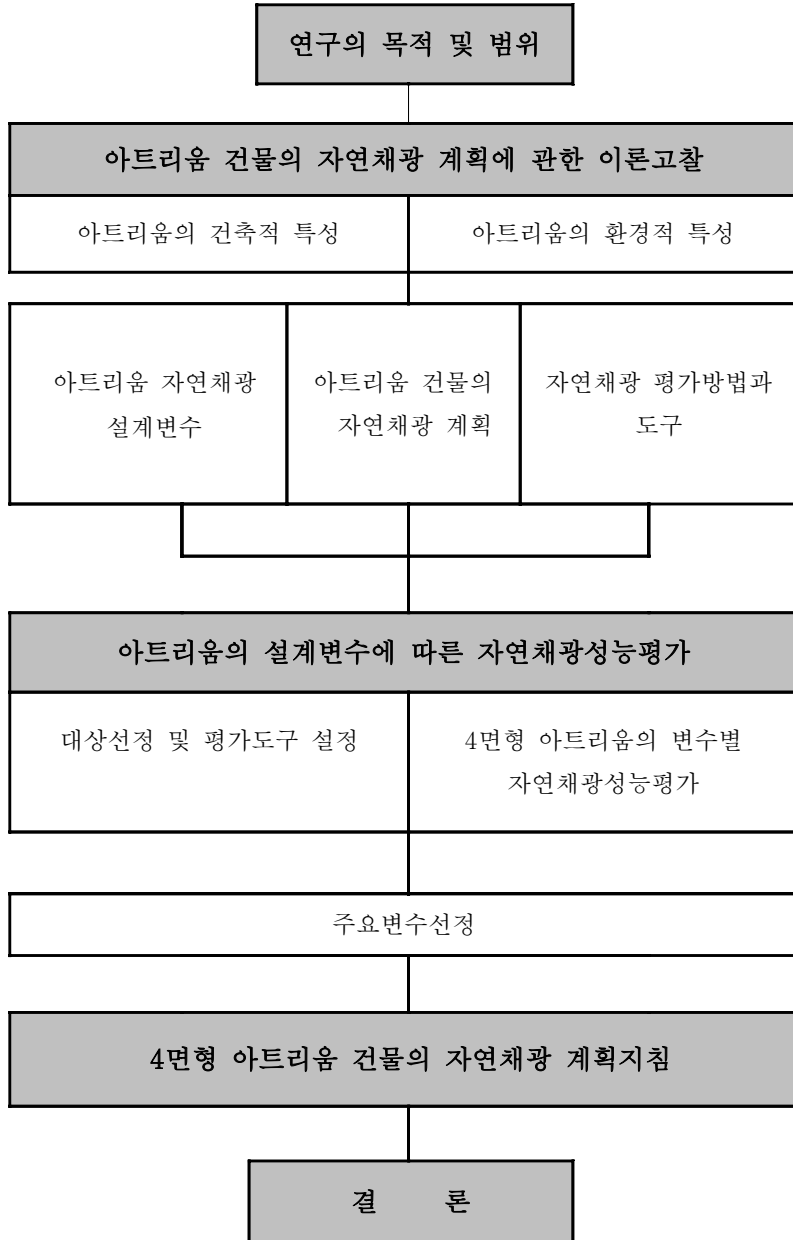
(2) 아트리움 설계변수에 따른 자연채광성능 평가

자연채광 시뮬레이션 프로그램인 Leso-DIAL을 이용하여 4면형 아트리움 건물 인접공간의 자연채광성능에 미치는 영향을 설계변수별로 평가하였다. 시뮬레이션 결과를 토대로 주요변수를 선정하였다.

(3) 아트리움 자연채광 설계지침 제안

4면형 아트리움을 적용한 모델건물을 선정하고, 주요변수에 따른 자연채광성능을 평가하여 설계방법과 대안을 제안함으로써 아트리움 인접공간의 자연채광 계획지침을 제시하였다.

본 연구의 흐름도는 (그림1.1)과 같다.



(그림 1.1) 연구의 흐름도

제 2 장 아트리움 건물의 자연채광 계획에 관한 이론 고찰

2.1 아트리움의 건축적 특성 및 환경적 특성

2.1.1 아트리움의 건축적 기능 및 공간적 특성

아트리움은 실내 공간에 들어가기전 부속 공간의 기능으로서, 동선분산을 순조롭게 하고, 외부 자연 환경을 실내로 도입하여 재실자에게 쾌적한 환경을 제공하며, 외부 환경과 실내 환경의 열적 완충공간 및 자연채광원으로 작용한다. 또한, 외부공간과 실내공간을 연결하기도 하고, 건물의 하부와 상부를 이어주는 완충적 기능을 한다.

Bill Hiller는 건축의 목적을 문화적 기능, 경제적 기능, 쉼터로서의 기능, 수용적 기능으로 분류하고 이것을 건축의 4가지 기능이라 하였는데, 이것은 Richard Saxon이 분류한 아트리움의 기능과 같으며, 구체적으로 보면 다음과 같다.²⁾

1) 문화적 기능(Cultural function)

아트리움은 현대 건물이 갖는 외기와의 단절 및 획일화된 공간으로 인해 상실된 자연 환경을 실내에 도입하여 가까이에서 자연을 느끼고, 개방되고 밝은 공간에서 다른 사람과의 교류 및 산책과 자연을 즐기게 함으로써 정서적이고 쾌적한 생활을 영위하게 한다. 또한 아트리움의 투명한 유리의 투사성은 거리를 지나는 보행자에게 녹색의 시원함과 인상적인 거리의 변화를 줄 수 있다. 즉, 아트리움은 외부에서의 활동을 건물 안으로 가져오게 함으로써, 문화의 총체로서 도시를 내부화한 좋은 예이다. 아트리움은 건물내에서 통과 공간, 휴식 공간, 행사 공간, 정보 전달 등의 기능과 같은 다양한 문화적 기능을 한다.³⁾

2) Richard Saxon, Atrium Building: Development and Design, 1983, Van Nostrand Reinhold Company, p.5

3) 김윤수, 건축물의 종류에 따른 아트리움의 계획에 관한 연구, 건국대 석사학위 논문, 1993, p.37

2) 경제적 기능 (Economic function)

아트리움을 도입한 건물은 동일 규모의 타워형 건물보다 공사 기간을 단축시킴과 아울러, 구조적으로도 건물의 높이와 표면적을 낮추게 함으로써 15%정도의 비용이 절감된다. 또한 사용면적이 넓어져 효율적인 평면을 만들 수 있다. 그러나 아트리움을 도입한 건물이 일반 건물보다 비용이 더 든다. 이는 아트리움을 도입한 건물이 일반적으로 고급 수준의 건물이므로 건물 구조 자체 및 건물의 마감이나 가구배치, 중정의 지붕, 화재 안전 설비, 조경에 더 많은 비용이 들기 때문이다.

아트리움은 자연채광이나 태양 에너지의 이용이 용이하며, 아트리움 공간은 강한 아이덴티티와 기억에 남는 이미지로 인해 다른 건물에 비해 임대 수입에도 기여하며 높은 판매율, 점유율을 유지시키는 능력이 있으므로 경제적인 수지가 맞는다. 또한 아트리움은 기존 건물에 재활용되도록 변화시킬 수 있고, 자연 채광을 적극적으로 이용할 수 있으며, 적절히 설계된 경우 열적인 완충공간으로 작용함으로써 에너지 절약의 효과가 있어 유지비용을 감소시켜 결과적으로는 경제적인 이득이 있다.

3) 쉼터로서의 기능(Shelter function)

쉼터로서의 기능은 아트리움 건축의 중심 과제이다. 아트리움을 가장 간결하게 정의한다면 덮개가 있는 중정이라 할 수 있다. 따라서 아트리움은 많은 도시에서 다른 방법으로는 얻을 수 없는 전천후의 쾌적한 환경을 가진 공간으로 공공적 성격의 모임장소로서도 활용된다.

아트리움은 빛을 실내로 받아들이면서, 비, 바람, 태양열, 외기 온도를 막아 주기 때문에, 비용을 줄이면서 자연에 대한 선택적 투과를 통해 쾌적성을 높임으로써 사계절 내내 대중이 모이는 휴식 공간을 제공한다. 쉼터로서의 최대 기능은 아트리움이 외부공간과 내부공간의 과도기적 영역으로서 완충공간(Buffer Zone)의 역할을 할 때 가장 큰 효과를 나타낸다.

4) 수용적 기능(Accommodative function)

아트리움 건물에서 아트리움 공간 자체는 주공간이 아닌 보조공간이라고 할

수 있다. 그러나 양자 사이에는 상호 작용이 있으며 아트리움 자체가 주공간이 되는 경우도 있다. 즉, 아트리움은 로비와 건물 내의 주요 통로 공간으로서 역할 뿐 아니라, 아트리움 그 자체가 레스토랑, 라운지, 전시, 공연, 연출 공간 또는 시장이 될 수 있어 사람들을 적극적으로 수용할 수 있다.

아트리움이 만들어내는 전망의 양호성과 접근의 용이성을 생각한다면 아트리움 인접공간의 상층부도 지상레벨의 연장으로도 인식할 수 있다. 또한 아트리움은 대형의 개방된 공간으로서 충분한 빛과 조경 등에 의해 시각적인 감동과 신선감을 제공하게 되어 많은 사람들이 모이게 된다.

건물 내에서 아트리움 공간적 특성에 따라 분류하면 크게 중심공간, 채광공간, 완충공간으로 나눌 수 있다.

1) 중심공간으로서의 아트리움

중심공간으로서의 특성은 단순히 위치상 건물의 중앙에 놓이는 것을 의미하는 것이 아니라, 평면적으로나 단면적으로 공간을 조직하고 결합시키는 잠재력으로, 물리적, 시각적, 기능적으로 연계를 피하고 건물 전체를 조직하는 것을 말한다. 예를 들면 여러 동선체계(엘리베이터, 에스컬레이터, 데크 등 동선 체계)와 함께 전체 공간의 방향감을 줄 수 있다.

2) 채광공간으로서의 아트리움

채광공간으로서의 특성은 아트리움이 건물 내부로 자연광을 직접 도입할 수 있다는 것이다. 이는 건물 내부도 채광 공간화할 수 있음을 의미한다. 보통의 건물에서는 벽에 여러 개의 개구부를 두어 자연광을 받아들이지만, 아트리움이 있는 건물의 경우는 외부 자연환경이 실내 공간과 연결되고 자연광이 실내로 들어와 조경 공간의 기능까지 포함할 수 있다. 실제로 아트리움에 도입되는 햇빛은 실내에서 필요로 하는 조명의 상당량을 대체할 수 있다.

아트리움의 투명한 유리를 통하여 건물 안으로 햇빛을 끌어들임으로써 햇빛의 변화, 사계절의 변화 및 하루의 시각 변화를 느낄 수 있어 건물 내의 사람들에게

쾌적함과 즐거움을 제공하는 데에 기여하게 된다. 또한 단과장의 햇빛이 유리를 통해서 실내로 들어와 장과장의 빛으로 변하면 빛이 수반하는 열이 외부로 다시 나갈 수 없기 때문에 실내를 따뜻하게 하는 이른바 온실 효과를 얻을 수 있으므로 에너지 절감의 효과까지 얻을 수 있는 것이다.

3) 완충공간으로서의 아트리움

일반적으로 건축공간은 두 개의 공간적 의미를 갖는다. 하나는 그 건축물이 형성하고 있는 내부공간이고, 또 하나는 그 건축물의 밖으로의 의미, 즉 건축물에 의해서 형성되는 외부공간이다. 외부공간과 내부공간 사이를 사람들이 진행함에 따라서 두 공간 사이에는 서로 간섭이 일어나게 되며, 이로 인하여 중간 성격을 띤 공간이 발생하게 된다. 이 공간은 반외부공간 또는 반내부공간, 중간영역, 매개공간, 완충공간 등으로 불리운다. 이는 또한 외부공간의 분류 중 반개방공간에 속한다.⁴⁾

아트리움은 절충 공간으로서 외부와 내부의 어느 성격도 갖지 않고 동시성을 가진다. 건물의 상부와 하부, 동적인 공간과 정적인 공간을 연결하는 역할을 하게 된다. 중간 영역의 성격을 갖는 아트리움은 외부 공간과 내부 공간이 건물의 상부와 하부를 연결시키며, 동적인 공간과 정적인 공간을 연결하기도 한다. 아트리움은 공간의 접촉과 연결을 피함으로써 그 공간의 흐름에 강약을 주어 공간의 변화를 연출함으로써 생기를 불어 넣는다.

4) 장경수, 사무소 건물 아트리움 이용 실태에 관한 조사 연구, 한국 실내 디자인 학회지 창간호 9210, p.36

2.1.2 형태별 유형

아트리움을 형태별로 분류하면, 부착형, 선형, 연결형, 기단형, 분산형, 다층형으로 나누어 볼 수 있다. 아트리움은 형태적인 측면에서 현대로 올수록 건물의 외부에 존재하던 것이 건물 내부로 처리되어지고 있다. 형태별로는 중정형(4면형)에서 연결형쪽으로 발전되어 왔다.

아트리움의 일반적인 형태들은 (그림 2.1)에서와 같이 5가지의 단순형(Simple Types)과 4가지의 복합형(Complex Types)으로 소개되어 있으나, 이 중에서 어느 한 가지 또는 한 가지 이상의 변형 내지 혼성적 형태가 가능하다. 일반적으로 단순형은 단순 기능의 건물에서부터 규모가 큰 복합 기능을 지닌 건물에까지 적용되고, 복합형은 매우 고밀도의 대규모 확장 건물에 보다 적합하다고 하겠다.

1) 단순형(Simple Types)

① 1면형(온실형) : Single-sided or Conservatory Atrium

1면형 아트리움은 아트리움이 건물의 전면 또는 후면 전체를 차지하고 있는 경우를 말한다. 형태상으로 외면에 나타나는 입면 때문에 강한 인지성을 형성하게 된다. 국내에서는 냉방 부하의 감소를 위하여 건물의 남측과 서측면을 피해서 설치되고 있다. 아트리움 측면과 외측면에서의 주광 효과가 매우 커서 주광 처리가 유리하다.

② 2면형 : Two-sided Atrium(two open sided)

2면형 아트리움은 기존 건물과의 부착 형태를 다양하게 적용할 수 있는 형태이다. 아트리움 전면에 개방감을 확보하기 위하여 출입구 로비 및 홀 등의 배치를 배제시키고 주로 조망을 위한 쾌적성을 부여하기 위하여 설치된다. 국내의 경우에 남측을 향하게 설치되었을 때, 여름철에 냉방부하가 커지는 단점이 있다.

③ 3면형 : Three-sided Atrium(one open side)

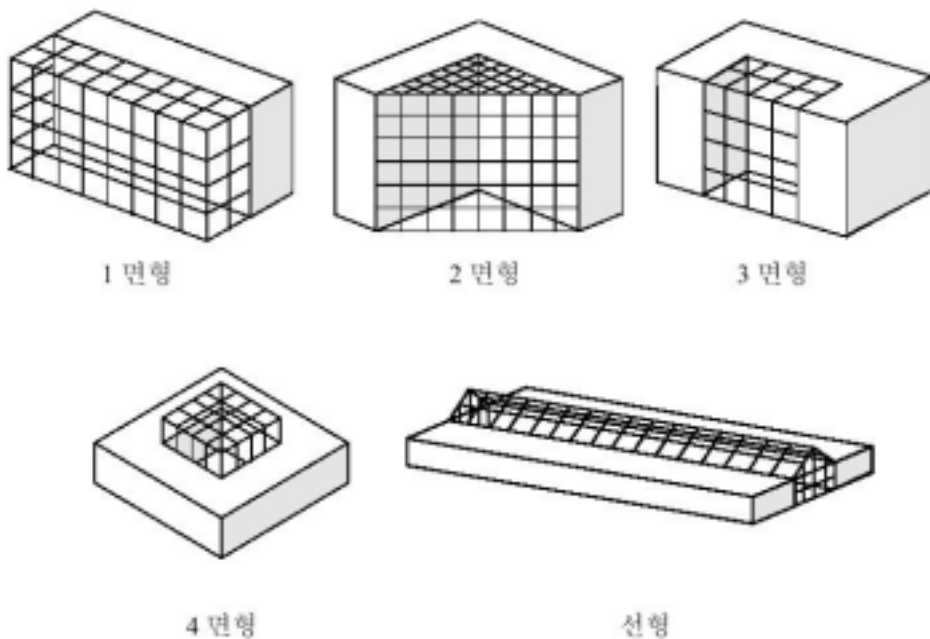
3면형 아트리움은 외부 환경에 대한 조망성을 높이면서도 기후적 특성에 가장 적절하게 부합할 수 있는 형태이다. 아트리움 내부의 수직 동선을 노출시키는 형태로 개방감을 더욱 부여할 수 있다.

④ 4면형 : Four-sided Atrium(no open sided)

4면형 아트리움은 건물 중앙에 아트리움을 설치하는 형태이다. 이 형태는 건물의 폭이 넓은 경우 자연채광이 어려운 건물의 중앙부에 자연광을 도입하기가 용이하고, 외부 자연광을 최대한 균일하게 유입할 수 있다는 특징이 있으며, 계획적인 측면에서도 컴팩트한 평면계획이 가능해 많이 적용되는 형태이다.

⑤ 선형 : Linear Atrium(open ends)

선형 아트리움은 건물 중앙에 선형을 취하고 있어 기능적인 동선의 축이 명확하게 된다. 절단된 두 개의 공간을 결합시키는 시각적 효과를 얻을 수 있고 아트리움 양 끝에는 입구를 두어 통로 아케이드의 개념으로도 활용한다.



(그림 2.1) 단순형 아트리움의 형태

2) 복합형(Complex Types)

① 연결형 : Bridging Atrium

연결형 아트리움은 여러 건물군 사이에서 각 건물을 이어주는 형상으로 매개체 역할을 하게 되므로 흔히 갤러리 또는 아케이드와 혼합된 개념으로 사용되며 대담한 형태의 다리로서의 기능도 시도되고 있다. 주로 대규모 건물군 사이에서 휴식 공간을 제공하여 물을 형성한다.

② 기단(기초)형 : Podium Atrium

기단(기초)형 아트리움은 건물의 저층부에 형성되며 출입구, 로비, 홀, 전시장 등의 상부에 설치되어 기단의 형태를 이룬다. 주로 기념비적 건물의 자연 채광을 위한 시설로 설치된다.

③ 측면 분산형 : Multiple Lateral Atrium

측면 분산형 아트리움은 한 개의 건물에 2개 이상의 아트리움이 수직적으로 분산된 형태이다. 2개 이상의 부차 아트리움이 결합하여 1개의 아트리움 공간을 형성하기도 한다. 실 분할이 세분화된 건물에 사용된다.

④ 다수직형(고층형) : Multiple Vertical Atrium

다수직형(고층형) 아트리움은 한 건물 내에 필요에 의하여 층을 달리하는 형태로 여러 형의 아트리움이 배치되는 형태이다. 한 건물 내에서 다양한 아트리움을 체험할 수 있다. 주로 고층 건물에서 사용자에게 쾌적한 휴식공간을 제공하기 위해 필요한 층에 아트리움을 배치한다.

2.1.3 기능별 유형

기후는 atrium 계획시에 매우 결정적인 요소로 작용한다. atrium은 기후특성에 따라서 건물에서 다른 기능을 하게 되며 그 기능에 따라 난방형, 냉방형, 혼합형 atrium으로 나뉜다.⁵⁾ 또한, 계획적인 측면에서 자연채광원으로서의 역할을 하는 자연채광형 atrium이 있다.

1) 난방형 atrium(Warming Atrium)

기후가 서늘하고 흐린 날이 많은 봄, 가을과 짧은 여름이 공통적인 북유럽국에 적당한 형태이다. 이 형태는 태양광을 자유롭게 받아들일 수 있도록 설계되기 때문에 흐린 날이 오래 지속되지 않는 한 외부보다 적어도 5°C 정도는 기온이 높다. 외부 형태는 남중축으로부터 20° 이내의 방위에 수직적으로 세운 유리 가로벽이 바람직하고, 만일 유리를 지붕에만 사용할 수밖에 없는 경우에는 남쪽으로 면한 모니터형을 사용하면 더 많은 태양광을 실내로 받아들일 수 있게 된다.

또한 atrium 내부의 벽과 바닥은 축열 능력을 가지고 있는 것이 바람직하다. 태양이 비치고 있을 때에는 온도상승을 억제하는 반면에 짧은 동안의 흐린 날씨에는 실내로 열을 방출하여 실내를 따뜻하게 해 준다. 난방형 atrium에는 passive형인 완충형 atrium과 active형인 온도 조절형 atrium이 있다.

2) 냉방형 atrium(Cooling Atrium)

기후나 건축 용도상 고온, 다습, 강한 태양광을 방지할 목적으로서의 atrium은 빛을 차단하여 찬 공기를 축적하는 공간으로서의 기능을 할 필요가 있다. 태양광은 액센트 채광의 역할을 제외하고는 배제되어야 하며 유리는 완전히 태양광을 차단하거나 혹은 북향으로 위치해야 한다. 햇살이 강한 기후에서는 간접 채광, 반사에 의한 확산, 색유리에 의한 선택 채광이나 막구조 등을 권장할 수 있다.

5) Richard Saxson, Atrium Building: Development and Design, 1983, Van Norstrand Reinhold Company, p.73

3) 냉난방 병용(혼합형) 아트리움(Convertible Atrium)

우리나라와 같이 온난한 기후와 사계절이 뚜렷한 날씨에는 냉방과 난방에 대한 동시 고려가 필요하다. 혼합형 아트리움은 겨울에는 난방용으로, 여름에는 과열을 방지하거나 냉방용으로 계획되어 있다. 이 아트리움의 필요조건은 차단 시설로서, 겨울에 햇빛을 받아들이고 여름의 뜨거운 햇빛을 차단하는 역할을 한다. 차양시설은 고정되어 있는 것과 움직일 수 있는 것이 있는데, 작동 가능한 차양 시설이 더 효과적이다. 아트리움 유리 내부면에 차양을 설치하여 겨울에는 낮은 각도의 태양광선을 흡수하고, 여름에는 높은 각도의 태양광선을 차단할 수 있도록 하는 것이 기본 대응책이다.

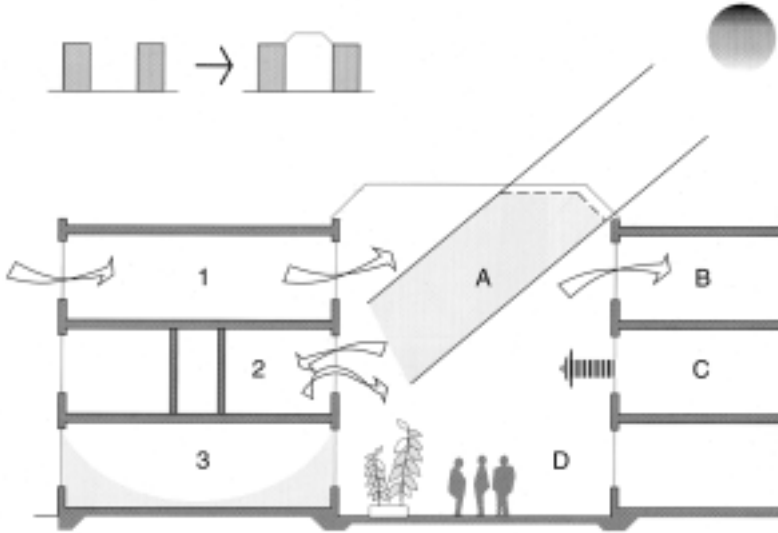
4) 자연채광형 아트리움(Daylighting Atrium)

건물에서 아트리움이 자연채광원으로서 기능을 하며 자연채광이 힘든 건물의 중앙부에 광덕트의 역할을 하게되어 실내에 자연광을 도입할 수 있게 한다. 건물에 자연채광 유입을 최대화하기 위해서는 좁고 긴 평면이 유리하지만 대지면적의 제한, 동선의 혼재와 같은 계획상의 문제점을 야기시킬 수 있다. 반면, 아트리움을 자연채광원으로 활용하는 계획은 컴팩트한 평면계획을 유지하면서도, 건물의 중앙부에 자연채광이 가능하게 한다. 자연채광원으로 아트리움계획을 위해서는 건축설계자가 계획단계에서 자연채광에 대한 예측을 할 수 있어야 적절한 계획이 가능하며, 최근 들어 컴퓨터시뮬레이션기법의 활용을 통해 계획단계에서 건물의 자연채광 성능평가를 통한 계획방법이 도입되고 있다.

2.1.4 환경적 특성

아트리움을 이용한 건물은 아트리움의 공간적 특성에 따른 문화적, 경제적, 기능적 이익들과 함께 시각적인 감동과 신선감을 제공한다. 그러나 아트리움이 갖고 있는 가장 기본적인 기능은 아트리움을 통하여 '모건물(母建物)'의 환경조건을 조절함으로써 에너지를 절약하고 쾌적환경을 조성하는 것이다 그러나 최근 건립된 많은 아트리움 공간을 이용한 건물에서는 오히려 여름철의 극심한 과열

현상이나 공간 내에서의 과도한 온도차이, 결로 현상, 소음의 확산 및 울림 현상, 조경용 수목의 고사 및 그 밖의 여러 가지 문제점들이 드러나고 있다.



(그림 2.2) 아트리움공간의 환경조절 개념

아트리움의 에너지절약과 환경조절 기능에 대한 체계적인 분석을 통하여 인공 환경으로써의 아트리움 공간의 성능을 살펴보면 다음과 같다. 인공환경으로서의 아트리움 공간을 이해하기 위해서는 (그림 2.2)와 같이 건물 내부에 위치한 개방된 공간으로부터 발전된 것이라는 인식이 필요하다. 이와 같은 오픈 스페이스(open space)는 주변공간에 자연채광과 자연환기를 제공하고, 또 남향으로 위치하게 되면 태양열을 이용할 수 있는 유효면적을 증대시키게 된다.

만일 이 오픈스페이스의 지붕부분을 유리로 덮어씌운다면, 이 공간을 아트리움 공간이라고 부를 수 있는데, 이때에도 앞에서 밝힌 오픈 스페이스의 본래 기능을 유지할 수 있어야 한다. 그러나 아트리움 공간은 단순한 오픈스페이스에 비해 몇 가지 새로운 환경조절 기능을 추가로 갖게 되는데, 태양열의 적극적 이용(A), 더워진 아트리움의 공기를 이용한 예열효과(B), 아트리움에 면한 벽체의 열손실 감소(C) 등이 그것이다. 아트리움으로 인한 유효공간의 증대(D)는 말할 나위도 없다. 그러나 이와 같은 아트리움의 환경조절기능은 자동적으로 얻어지는 것이 아

니라, 그 개념에 대한 이해와 함께 적절한 건축 계획적 고려가 뒤따라야만 가능한 것이다. 6)

2.2 아트리움 자연채광 설계변수

자연채광원으로서의 아트리움 계획시 설계변수로는 크게 집광부의 역할을 하는 아트리움 천창과 건물에서 배광부의 역할을 하는 아트리움 공간, 아트리움에 의해서 자연채광을 유입하는 인접공간으로 크게 나눌 수 있다.

<표 2.1> 자연채광원으로서의 아트리움 설계변수

| 아트리움 천창(집광부) | 아트리움 공간(배광부) | 인접공간 |
|---------------|--------------|------------------------------|
| 유리투과율(빛의 유입양) | 아트리움벽면 반사율 | 아트리움측창의 유리투과율 유리면적(프레임비율) |
| 유리면적(프레임비율) | 반사면적(창면적) | 창면적 |
| (천창형태, 향, 차양) | 아트리움 높이 | 실내반사율 |

2.2.1 아트리움 형태

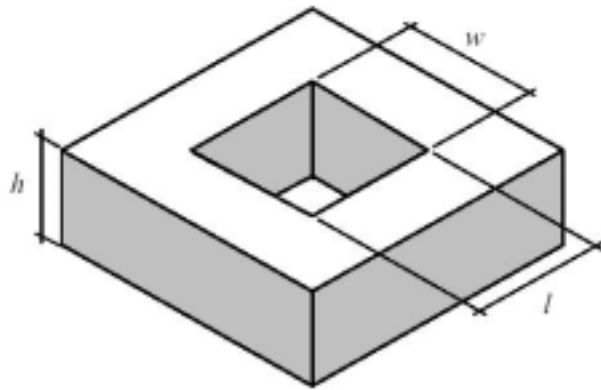
아트리움의 너비와 높이의 비례는 아트리움 공간에 도달하는 천공성분의 양을 결정하는 주요변수이다. 아트리움 너비가 넓을수록 천공성분이 증가하며, 아트리움 너비보다 높이가 높아질수록 하층부의 천공성분이 감소하게 된다. 아트리움의

6) 이연구, 아트리움의 에너지 절약과 환경 조절 기능에 관한 연구, 태양에너지학회 논문집 Vol.13, 2~3권, 태양에너지 학회, 1993. p.6

형태를 결정짓는 높이와 너비의 비율을 나타내는 것으로 실지수(RI, Room Index), 광정지수(WI, Well Index) 등이 있다. 실지수(RI)와 광정지수(WI)를 구하는 식은 다음과 같고, (그림 2.3)과 같은 4면형 아트리움에 적용가능하다.⁷⁾

$$\text{실지수(RI)} = lw / (l+w)h$$

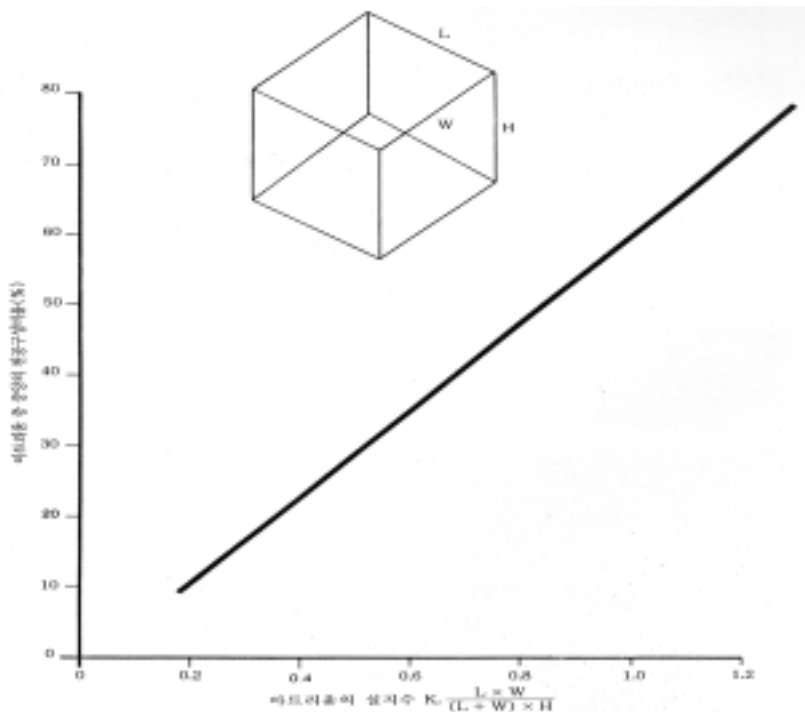
$$\text{광정지수(WI)} = (w+l) \times h / 2 \times (w+l)$$



(그림 2.3) 광정지수(Well Index)

동일한 면적의 아트리움의 경우 장방형의 아트리움이 자연채광계획에 있어서 가장 유리하다. 아트리움 공간이 좁아질수록 자연채광성능은 저하되며, 아트리움의 높이가 너비보다 커질수록 아트리움의 유입되는 천공성분이 감소하게 된다. (그림 2.4)에 아트리움 실지수(RI)에 따른 아트리움 중앙부의 천공구성비율을 나타내고 있다.

7) 유기형, 몬테카를로 방법과 광선추적기법에 의한 아트리움의 자연채광 성능 예측에 관한 연구, 한양대학교 석사학위 논문, 1997, p.6



(그림 2.4) 아트리움 실지수(RI)에 따른 천공구성비율

2.2.2 아트리움 천창 투과율과 유리면적

아트리움 천창의 투과율에 따라서 아트리움 공간으로 유입되는 자연광의 양이 달라지게 된다. 천창의 투과율이 높을수록 아트리움 공간으로 유입되는 빛이 늘어나게 되므로 천창의 유리 선정시 이를 고려해야 한다. 아트리움 유리의 투과율은 자연채광성능에 직접적인 영향을 주며, 아트리움 유리는 열적특성에 따라서 열환경에도 많은 영향을 미치므로 아트리움의 창호 선택시에는 유리의 환경성능을 충분히 고려하여 선택해야 한다.

아트리움 천창의 유리는 크게 투명유리와 확산유리로 나눌 수 있다. 투명유리의 경우 대부분의 자연광을 투과시키고, 아트리움 천창을 통해서 조망이 가능하다. 그러나, 투명유리는 강한 직사광선을 그대로 유입시키므로 재실자에게 글래어에

의한 시각적인 불쾌감을 줄 수 있다. 따라서, 직사광선을 조절할 수 있는 차양장치나 구조물이 필요하다. 확산유리는 태양광을 확산시켜 아트리움 공간으로 전달하며, 직사광선을 확산시켜 균질한 빛을 전달할 수 있으나 천장을 통한 조망이 불가능하다. 답천공상태에서 투과율이 낮은 확산유리는 자연채광성능을 저하시킬 수 있으므로 투과율에 대한 고려를 해야한다. <표 2.2>은 유리종류의 따른 투과율과 SHGC를 보여준다.

<표 2.2> 유리종류의 따른 투과율과 SHGC(Solar Heat Gain Coefficient)⁸⁾

| 유리의 투과율/ SHGC(%) | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 유리종류(6mm glass) | 투명 | 청색/녹색 | 선택투과 | 회색 | 반사 |
| Single | 89/81 | 75/62 | 71/51 | 43/56 | 20/29 |
| Double | 78/70 | 67/50 | 59/39 | 40/44 | 18/21 |
| Double, hard low-e + argon | 73/65 | 62/45 | 55/34 | 37/39 | 17/20 |
| Double, soft low-e + argon | 70/37 | 59/29 | 53/27 | 35/24 | 16/15 |
| Triple | 70/61 | 59/42 | 53/34 | 34/40 | 17/19 |
| Triple, hard low-e + argon | 64/56 | 55/38 | 53/31 | 32/36 | 15/17 |
| Triple, soft low-e + argon | 55/31 | 52/29 | 50/27 | 30/26 | 14/13 |

2.2.3 아트리움 내부 반사율

아트리움 내부 표면에 입사한 빛은 벽면 재료의 물리적 특성에 따라서 반사하는 빛의 양이 결정된다. 아트리움 내벽의 반사율에 따라서 아트리움 인접공간의 자연채광 성능에 영향을 미치며, 특히 아트리움 저층부에는 천공성분보다 내부반

8) ASHRAE, ASHRAE Fundamentals, 1997, P29.25 Table11,

사성분에 의해서 채광이 되므로 상층부보다 내부마감재의 반사율에 영향을 많이 받는다. 따라서 atrium 계획시 이러한 점을 고려해야 하며, <표 2.3>은 내부마감재의 반사율을 보여준다.

<표 2.3> 내부 마감재의 반사율⁹⁾

| 재료 | 반사율 | 재료 | 반사율 |
|--------|-----------|------------|-----------|
| 흰진회벽 | 0.60~0.80 | 목재(노란 니스칠) | 0.30~0.50 |
| 흰벽 | 0.60 | 창호지 | 0.40~0.50 |
| 옅은색크림벽 | 0.50~0.60 | 벽돌 | 0.15 |
| 진한색의벽 | 0.10~0.30 | 흰색텍스 | 0.40 |
| 목재 | 0.40~0.60 | 콘크리트 | 0.25 |
| 흰색타일 | 0.60 | 옅은색페인트 | 0.35~0.55 |
| 리노늄 | 0.15 | 진한색페인트 | 0.10~0.30 |
| 흰색페인트 | 0.60~0.80 | 검은색페인트 | 0.05 |

2.2.4 atrium 인접공간의 유리투과율과 실내반사율

atrium에서 인접공간으로 유입되는 빛의 양은 atrium측 유리투과율에 의해서 달라질 수 있다. 따라서, atrium 인접공간의 자연채광계획시에 투과율이 높은 유리를 사용하는 것이 바람직하며, 건축법규나 소방법규에서 위반되지 않는 경우 투과율이 높은 단층유리의 사용도 가능하다. 유리창의 프레임면적에 따라서 유리면적이 변화하여 인접공간으로 유입되는 빛의 양에 영향을 미친다.

atrium을 자연채광원으로 이용하여 인접공간에 자연채광을 계획할 때 atrium 공간에서 인접공간으로 유입되는 빛을 확산시켜 자연채광성능을 최대화하기 위해서는 실내마감재의 반사율 선정에 유의해야한다.

<표 2.4>는 자연채광 계획시 실내마감재의 반사율을 보여준다.

9) 김정수, 건축조명 계획론, 광문각, 2001, p.236

<표 2.4> IESNA의 자연채광 계획시 실내마감재의 반사율¹⁰⁾

| 실내마감재 | 반사율(%) |
|-------|--------|
| 천정 | 80 |
| 벽 | 50-70 |
| 바닥 | 20-40 |
| 가구 | 25-45 |

2.3 아트리움 건물의 자연채광계획

2.3.1 자연채광원으로서 아트리움 계획

아트리움이 건축물의 에너지 절약에 기여할 수 있는 최대의 장점은 자연광의 이용을 재인식하는 데 있다. 자연채광을 도입할 경우 에너지 절약뿐 아니라, 재실자에게 환경적으로 쾌적한 공간을 만들어주는데 커다란 이점을 가진다. 자연채광 계획의 미비로 인해서 주간에 상시 인공조명 사용하는 건물이 많다.

자연채광의 에너지 비용은 유리의 단열성과 차광성이 낮기 때문에 유리를 통하여 많은 열이 출입하는 데에서 비롯된다. 그러나 만일 아트리움을 계획할 때 열적 비용을 감소시키거나 없앨 수 있다면, 자연채광은 분명히 우위에 있으면서, 대형이며 콤팩트한 평면 계획을 할 수 있을 뿐만 아니라 ‘평면깊이가 깊은 계획’을 할 수 있으므로, 양쪽 목적이 모두 달성되는 셈이 된다. (그림 2.5)는 아트리움을 이용한 자연채광 계획의 개념을 보여주는 것이다. 아트리움을 도입하지 않았을 때, 외기와 접하는 51%의 공간만이 자연채광이 가능하고, 실의 중심부에 가까울수록 자연채광 유입이 어려워져서 인공조명을 상시 켜두어야 한다. 하지만, 아트리움을 도입한 자연채광 계획을 할 경우 평면의 형태를 유지하면서 중앙부에 아트리움을 자연채광원으로 이용하여 자연광이 도달하지 못하는 실의 중앙부

10) Daylighting Guide for Canadian Commercial Buildings, Public Works and Government Services Canada, 2002, p.31

에 자연채광이 가능하게 하여 건물전체가 자연채광이 가능한 공간으로 만들 수 있다.¹¹⁾

바람직한 자연채광이란 적절한 질의 빛이 가능한 한 실내 안쪽까지 유입되는 것으로, 양보다는 질이 문제가 된다. 즉, 글레어와 대비가 적어야 하는 등 작업 공간에서 나타나는 빛의 질이 가장 큰 과제이다. 한편 주택 건축이나 레저 건축에서는 빛에 대한 요구조건이 훨씬 까다롭지 않기 때문에 지금은 성능보다도 공간의 성격을 부여하는데 빛을 이용하고 있다. 사무실형 공간에서는 빛의 질에 대한 요구가 변화되고 있는데, 그것은 에너지 가격의 상승과 사무자동화의 진보에 따라 나타나는 현상이다. 배경조명과 작업조명의 두 가지 요소를 함께 조합함으로써 보다 쾌적하고 기능적인 조명 환경을 연출할 수 있으며, 배경과 작업면 사이의 밝기 대비가 지나치게 크면 대비상 문제가 발생된다. 배경 조도는 작업면의 1/2 - 2/3 가 이상적으로, 사무실의 경우에는 300~500lux 정도가 적당하다. 자연채광계획이 잘 설계된 건물에서는 이의 상당한 부분이 자연채광으로 달성된다



(그림 2.5) 아트리움을 이용한 자연채광 계획 개념

2.3.2 아트리움의 자연광 유입 방법

아트리움에 빛이 유입되는데 가장 큰 영향을 주는 것은 그 지역의 기후이다. 담천공이 많은 지역과 청천공이 많은 지역에는 서로 다른 접근이 요구되며, 또한 기온이 균질하고 온난한 기후인 곳과 일교차나 연교차가 큰 지역은 디자인상에

11) Daylighting Guide for Canadian Commercial Buildings, Public Works and Government Services Canada, 2002, p22

큰 차이가 있게 된다.

온화하며 담천공이 많은 영국이나 북유럽국가들에 있어서 주광은 담천공 기준으로 생각해야 한다. 실제로 CIE표준담천공이 자연채광의 계산과 모형 실험에 이용되고 있다. CIE 담천공의 평균조도는 5000lux이며 천정은 수평선보다 밝다. 이런 환경에 이상적인 아트리움은 천창 채광을 기본으로, 가능하면 실내에 빛을 많이 유입시키기 위해 차폐물이 없는 투명한 유리 지붕을 사용한다. 그렇게 하면 하늘의 모든 방향으로부터 확산광이 아트리움으로 입사하게 된다. 직사광이 비칠 경우에는 직사광이 미치지 못하는 각 실에도 빛이 분산 전달되도록 배려해야 한다.

청천공이 많은 지역에서는 직사일광으로 자연채광을 하기가 상당히 어렵다. 직사광은 지나치게 강할 뿐만 아니라 그림자의 농도가 너무 분명하므로 차양으로 차단하거나 확산광으로 바꿀 필요가 있다. 만일 흐린 날씨라도 하늘이 통상적인 밝기라면, 북향의 지붕창이 충분한 확산광을 받아들여야 한다. 톱날지붕을 사용하면 태양광을 북향 유리로 반사시켜 북향 유리로부터 태양열을 제외한 태양광만을 유입시킬 수도 있다. 평소에 구름이 거의 없는 지역에서는 천공으로부터 모여지는 빛은 거의 없으므로 일광을 포착하여 확산시킬 필요가 있다. 이 경우 자연형이나 설비형 차양 장치를 이용할 수 있다. 자연형 어프로치에서는 태양 방향으로 유리를 끼운 톱날지붕을 사용하며, 여름의 직사광은 외부에 고정시킨 차양으로 지붕면의 안쪽으로 반사시킨 뒤 아트리움으로 유입시키고, 겨울의 일광은 직접 지붕 밑에서 반사시켜 아래쪽으로 유입시킨다.

2.3.3 아트리움 건물의 자연채광계획기법

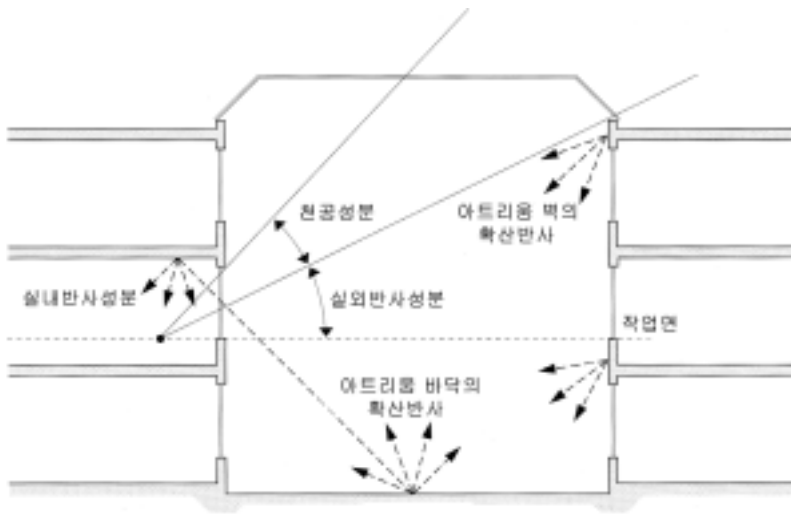
1) 아트리움 천창계획

빛이 유입되는 공간인 유리면적을 최대화하는 것이 중요하다. 따라서, 천창계획시 프레임면적의 감소시켜, 최대한 빛이 유입되는 공간을 확보해야 한다. 또한 천창의 유리는 빛의 유입양을 최대화하기 위해서 투과율이 높은 유리를 선정해

야 한다. 고정식 차양장치는 채광면적을 감소시키므로 이동식 차양장치가 유리하다.

2) 인접공간의 자연채광성능 향상계획

아트리움 인접공간의 자연광의 유입은 두 가지 방법으로 이루어 지는데, 상층부의 경우 천공성분에 의해서 자연채광이 이루어지며, 하층부는 아트리움 공간의 내부반사성분에 의해서 자연채광이 이루어 진다. (그림 2.6)은 아트리움 인접공간의 자연채광원 구성성분을 나타낸다.



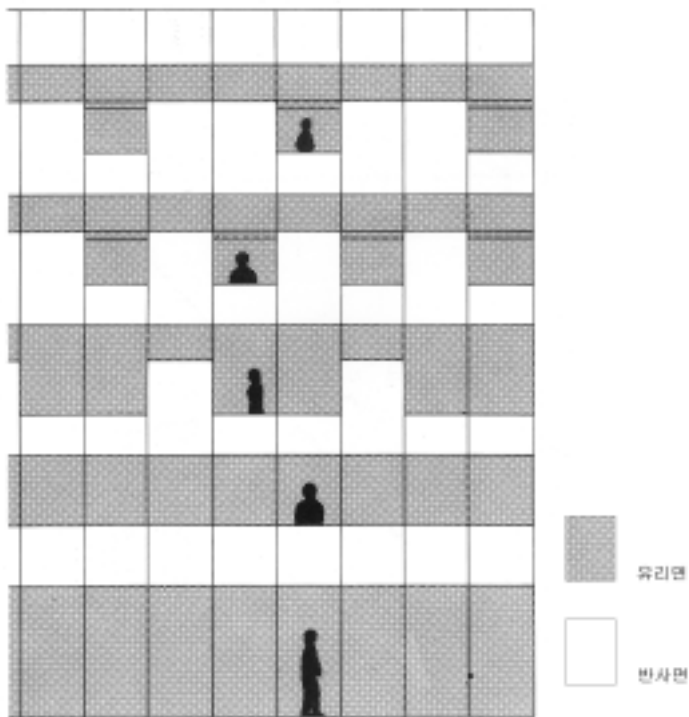
(그림 2.6) 아트리움 인접공간의 자연채광원 구성성분

하층부의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 아트리움 벽면의 반사율을 높여야 한다. 유리창은 높은 반사율을 지닌 벽체만큼 빛을 반사시키지 못하므로, 상층부의 경우 유리면적보다 반사면적을 늘리고 반사율이 높은 재료를 사용하는 것이 중요하다. 하층부에서는 내부반사성분에 의해서 자연채광이 이루어지므로 반대쪽의 반사벽이 중요한 역할을 하게 된다. 만일 벽이 바닥에서부터 천장까지 유리이거나 또는 전부 개방되어 있다면, 하층부로 반사되는 빛은 적어진다. 그러나 반대로 만일 개구부가 전혀 없고 벽 표면의 반사율이 높으면, 빛은 감쇠되지

얇고, 마치 광화이버를 통과할 때처럼 덕트 안을 전달하여 아래까지 도달될 것이다. 이상적으로 볼 때 빛은 각 층에서 필요한 만큼 유입시키고, 나머지는 반사시켜 아래쪽으로 전달시키는 것이 바람직하다.

아트리움의 내부창의 크기는 층고와 반대로 해야한다. 상층부의 경우, 아트리움에 면하는 내부창면적은 작아지고, 저층부로 내려갈수록 창면적비가 커야 한다. 상층부는 자연광을 저층부로 충분히 반사시킬수 있는 반사면을 가져야 한다.

그와 같이 생각할 때 각 층에서의 창의 비율은 서로 달라지게 된다. 즉, 최상층에서는 작은 창과 집광 장치로 효과를 내고, 아래로 갈수록 유리 면적이 늘어나 최하층에서는 전체 면이 유리가 된다. 이것은 방위에 따라 입면의 창을 달리 해야 한다는 개념과 유사하다. 위에서 아래까지 벽의 창을 점차 늘린 예는 (그림 2.7)과 같다.



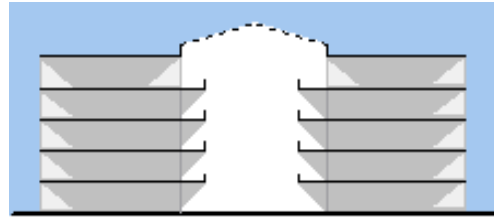
(그림 2.7) 아트리움 내부입면 계획

내부 반사는 백색타일, 바름벽, 금속 또는 적층 표면에 의한 확산 반사가 효과

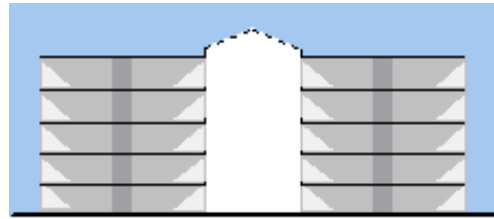
적이며, 확산 반사 유리는 빛의 일부를 반사하고 일부를 투과시킬 수 있다. 자연 채광을 위해서는 유지 관리를 잘하여 반사면과 투과면을 깨끗하게 해두어야 한다. 아트리움의 창은 외부에 있는 창보다도 접근하기 쉽기 때문에 청결을 유지하기가 용이하다

3) 아트리움 단면형태

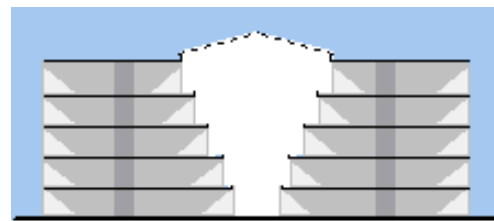
아트리움을 자연채광원으로 계획할 때, 아트리움의 단면형태는 아트리움에 면하는 내부공간의 자연채광성능에 많은 영향을 미치게 된다. 복도공간은 자연채광이 실내로 유입되는 것을 방해해서는 안된다. 특히 아트리움 면에 복도와 같은 서비스공간을 배치할 경우, 주 공간에 도달하는 자연광의 양이 적어지므로 자연채광성능이 저하된다. 따라서 아트리움 인접공간의 자연채광성능을 최대화하기 위해서 아트리움 면에 복도보다는 주공간을 배치하는 것이 바람직하다. 계단형태의 단면을 가진 아트리움은 중정 바닥으로 감에 따라 아트리움에 면하는 부분 앞으로 돌출되어 있다. 이렇게 됨으로써 각 층은 아래층에 그늘을 만들지 않으면서도 빛을 유입시킬 수 있는 돌출된 창을 가지게 된다. 이러한 단면형태에서는 아트리움 내벽으로는 효과적인 반사를 거의 기대할 수 없으며, 따라서 실의 창가 쪽만이 자연채광이 가능하게 된다. 이 경우 광선반을 병용하면 보다 효과적인 자연채광이 가능하다. 그러나 계단형태의 단면은 아트리움 바닥으로 갈수록 인접공간의 평면 깊이가 깊어지고, 바닥 쪽에서는 빛을 충분히 획득할 수 없어 자연채광계획 측면에서 불리하다. 따라서 인공광의 이용이 줄어들기는커녕 오히려 더 늘어날 가능성이 있으며, 구조적으로도 문제가 있다. (그림 2.8)은 아트리움의 단면형태를 보여주고 있다.



아트리움면에 복도배치형태



아트리움면에 주공간 배치형태



계단형 단면의 아트리움

(그림 2.8) 아트리움의 단면형태

4) 아트리움의 식재계획

아트리움 안에 식재하는 것은 자연채광의 성능에 지장을 초래할 우려가 있다. 즉, 발코니마다 식재할 경우, 반사율이 낮아지고, 결과적으로는 하층부까지 도달 될 빛을 흡수해버리고 만다. 식재는 아트리움을 위해 바람직하지만, 빛의 감소를 되도록 억제하도록 배치할 필요가 있다. 식물 자체는 고조도의 빛을 필요로 하지만, 인접공간의 자연채광을 위해 설계된 아트리움에서 식재가 문제를 야기시켜서는 곤란하다.

5) 자연채광과 인공조명의 통합

인공조명 시스템과 거주 공간의 내장을 동시에 고려하지 않으면 자연채광의 장점을 충분히 살릴 수 없다. 지금까지 설명한 자연채광의 사용 방식에서는 확산

면을 수평이나 천정으로 향하게 설치하여, 작업 면에 도달하는 빛을 반사시켜 이용하고 있다. 인공조명도 같은 방식으로 하는 것이 바람직하며, 천정은 양자에 대응할 수 있도록 설계하는 것이 이상적이다.

경제성을 최대한 달성하기 위해서는 자연채광과 인공조명을 제어 시스템으로 연계 시킬 필요가 있다. 자연광이 충분히 미치지 못하는 부분을 위해 일부 인공조명은 계속 켜두어야 할 것이다. 그러나 자연채광으로 계획된 건물에서는 적어도 작업 공간의 절반 정도는 자연채광으로 배경 조명을 충당하고, 나머지는 부분적으로 인공조명에 의해 보조 받도록 해야 한다.

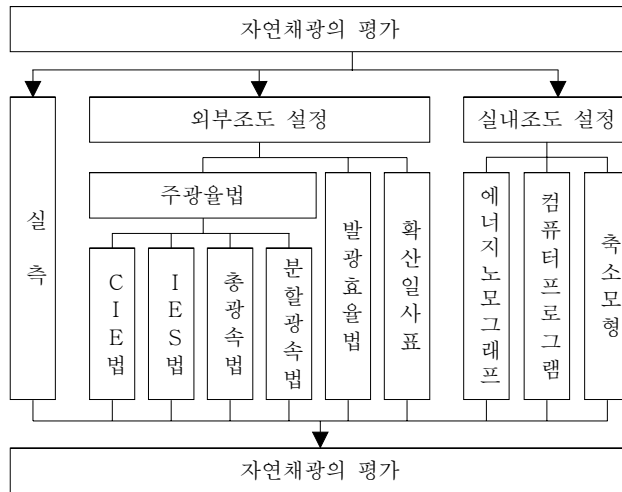
저녁이 되어 일광이 약해지거나 또는 날씨가 나쁜 날에는 인공조명이 실외 중앙뿐 아니라 창가에서도 필요하게 된다. 작업조명은 이용자 개인이 조절할 수 있는 것이 좋지만, 배경조명은 자동조절되는 것이 바람직하다. 조명기구에는 창과 평행으로 조닝하거나 또는 센서로 개별 작동시켜도 된다. 이때 인공조명을 빈번하게 점멸하는 것은 재실자에게 불쾌감을 줄 수 있으며, 비록 자연채광으로 인한 조명레벨은 충분하더라도 스위치가 끊겼을 때 어둡게 느껴질 수 있다. 자연 채광 기법을 잘 이해하여 계획하면, 건물의 자연채광 설계하는데 아무런 제약을 받지 않을 뿐만 아니라 유지관리비가 절감되고, 실내의 공간 성격과 질을 높일 수 있다.

2.4 자연채광 평가방법과 도구

2.4.1 자연채광 평가방법

자연채광 평가 방법은 설계 조도의 기준에 자연채광이 적합한가에 대한 검증으로서, 실측과 외부조도의 설정에 의한 방법, 실내조도의 설정에 의한 방법으로 분류할 수 있으며,¹²⁾ (그림 2.9)과 같다.

자연채광성능 평가를 위한 지표는 조도, 휘도, 주광율, 균제도가 있으며, 평가에 영향을 미치는 요소로는 지리적 위치, 천공상태, 유리창의 면적과 투과율, 실내 마감재의 반사율, 외부지면의 반사율 등이 있다.



(그림 2.9) 자연채광의 평가 방법

1) 실측에 의한 방법

조도계, 휘도계 등의 측정장치를 이용하여 실제로 측정하는 방법이다.

12) 유정수, 자연채광의 건축설계 적용기법 및 과정에 관한 연구, 건국대 석사논문, p.18, 2001

2) 외부조도 설정에 의한 방법

① 주광율법 : 국제조명위원회(CIE : Commission Internationale de l'Eclairage, International Commission on Illumination)의 권장방법으로 주광율(DF)은 답천공시의 실내작업면의 수평조도와 외부수평면 조도와의 비율로 정의되며, 총광속법, 분할광속법, CIE법, IES법 등이 있다.

② 발광효율법 : 발광효율을 이용하여 기상자료의 직달일사량 및 천공일사량을 각각 직달일광조도와 천공과 조도로 변화시켜서 외부조도를 산출하는 방법이다.

③ 확산일사표 : 기상자료가 없는 지역에서 발광효율 이론과 태양계적도 및 분도기를 이용하여 계산과정을 단순화시킨 발광효율을 이용한 외부조도 예측을 위한 간이기법이다.¹³⁾

3) 실내조도 설정에 의한 방법

① 에너지 노모그래프(Nomograph) : 건물이나 실, 창문 조건 등에 따라 실내 자연채광분포를 신속, 간단하게 분석 또는 평가할 수 있는 도표화한 설계 도구이다. 건물계획, 특히 개구부 및 실내 자연채광계획에 있어 다양한 자연채광인자에 의한 실내자연채광 정도 및 소등 범위 등을 빠른 시간 내에 파악할 수 있다.¹⁴⁾

② 컴퓨터 프로그램 : 조명 설계를 위한 컴퓨터 프로그램을 이용하여 실내 조도의 예측과 조명 설계를 하는 방법으로 신뢰도는 있으나 적용 과정과 해석 과정이 복잡하다.

③ 축소모형 : 실제 건물의 상태를 정확히 재현할 수 있기 때문에 오차가 적고, 특히 복잡한 형태일 경우에는 그 결과를 실제에 가깝게 예견할 수 있다. 다른 형태와의 비교, 빛의 정량적·정성적 평가가 가능하다.

13) 이정호, 확산일사 Solar Chart를 이용한 외부조도 간이평가기법 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 제 14권 1호 pp. 301-304, 1994

14) 김정태, 자연채광에 의한 건물의 에너지 절약기법, 대한건축학회지 건축, 제 30권 4호, pp.48-51, 1986

2.4.2 자연채광 평가도구

자연채광설계와 평가를 위한 컴퓨터프로그램은 <표 2.5>와 같다.

<표 2.5> 자연채광 설계를 위한 컴퓨터 프로그램

| 컴퓨터 프로그램 | 특 성 |
|------------------|--|
| MICROLITE 1.0 | 편측채광방식의 직사각형 실의 주광 조도 측정 |
| DAYLIT | IES 방법을 이용한 차양장치, 광선반을 이용한 실의 주광 분석과 인공조명 분석 |
| Lightscape | CAD나 3D렌더링 프로그램과 호환성이 좋으며, 자연채광과 인공광원에 대한 모델링 및 3차원 시각화가능 |
| ADELIN | SUPERLITE와 RADIANCE에 의한 인공조명 및 자연채광 평가가 가능하며 SUPERLINK,RADLINK 프로그램을 통해 DOE2, TRNSYS 의 프로그램과 연동이 가능 |
| SUPERLITE 2.0 | 외부의 태양위치와 천공상태, 외부의 방해물, 창문 및 차폐장치, 실내특성 등에 의거하여 실내조도를 계산하고, 복잡한 기하학적 형태의 실, 창문, 내부 칸막이, 외부차양 등에 대한 해석이 확실하다. 특히 광선반(Light Shelf), 경사창, 천창, 광정 등에 대한 모델화가 가능 |
| RADIANCE 2.1 | 공간내부의 휘도 측정과 ray-tracing기법을 사용한 양방향 반사면 또는 빛의 투과·확산성에 대한 분석, 다양한 종류의 표면 특성에 대한 해석, 인공 광원 및 자연채광에 대한 모델링이 가능하며, 3차원 공간의 시각화를 제공 |
| DAYLITE 2.2 | 차양 장치에 따른 주광 분석과 인공조명 분석 |
| LUMEN-MICRO 2000 | 자연채광과 인공조명을 통한 조명 분석이 가능하며, 주광 계산은 북미조명학회(IESNA)와 국제조명위원회(CIE)에서 채택한 태양과 대기 모델을 사용 |
| Leso-DIAL | IEA Task21 개발된 자연채광 시뮬레이션 프로그램으로 CIE 표준답천공 상태를 기준으로, 주광율법(분할광속법)에 의한 실내 자연채광성능 평가. 아트리움의 종류에 따른 인접공간의 자연채광성능 평가가 가능함, 사용이 편리 |

2.4.3 주광율법에 의한 자연채광성능 평가

실내에 유입되는 자연광은 일반적으로 천공으로부터 이용 가능한 빛 전체 중 극히 일부분에 지나지 않는다. 자연광에 의한 조도 수준은 천공의 밝기에 따라 변하므로 주광율을 고정된 조도 수준으로 명시하는 것은 불가능하다. 실내에서의 주광량은 실외에서 가능한 주광 총합과 비교함으로써 측정할 수 있다. 이 비율, 즉 주광율은 천공의 변화에 따라 실내의 조도도 같은 비율로 변화하게 되므로, 특정한 환경에서는 그 값이 일정하다. 자연채광 설계시 실내조도는 기후에 변화에 따라서 그 변화폭이 넓어서 평가기준으로 주광율법을 주로 사용하고 있으며, 본 연구에서도 아트리움 내부공간의 자연채광 성능평가를 위해서 주광율법을 이용하였다. 주광율법은 국제조명위원회(CIE : Commission Internationale de l'Éclairage, International Commission on Illumination)의 권장방법으로 주광율(DF)은 답천공시의 실내작업면의 수평조도와 외부수평면 조도와의 비율로 정의되며, 총광속법, 분할광속법, CIE법, IES법 등이 있다.

1) 총광속법(Total Flux Method)

(1) 개념

폐쇄된 공간에 개구부를 통해 빛이 들어오는 양을 계산하는 방법으로 입사광속이 실 전체에 고루 분포한다는 가정하에서 실내조도를 계산한다. 창면의 조도에 창면적을 곱하여 창을 통하여 들어오는 총광속량을 계산하고 총광속량에 유효율, 투과율 및 유효 창면적비율을 고려하여 입사유효광속을 계산한 후 입사유효광속을 바닥면적으로 나누어 평균 바닥면 조도를 구한 후 주광율을 계산한다.

(2) 계산순서

- ① 실의 기하학적 형태에 따라 실지수를 결정한다.
- ② 천장과 벽체의 반사율을 결정한다.
- ③ 창의 유형에 따른 사용율을 구한다.
- ④ 다음 식에 의해 실내의 조도를 구한다.

$$E = \frac{E_w \times A_w \times UF \times MF \times GF \times B}{A_f}$$

E : 작업면 조도(Lux)

E_w : 창면 조도(Lux)

UF : 사용율

MF : 유지율

GF : 투과율

B : 유효 창면적비율

A_f : 바닥면적

⑤ 답천공 조건에서의 외부조도를 가정하여 주광율을 구한다.

실의 기하학적 형태에 따른 실지수, 마감재의 반사율, 창의 형태 등에 따른 사용율을 고려하여 계산하면 보다 세부적으로 특정부위의 조도를 구할 수 있으나, 균일한 조명이 가능한 천창이나 인공조명의 조건에서만 정확한 계산이 가능함에 따라 일반적인 건물에 적용되었을 경우 결과에 다소 한계를 지니는 문제점이 있다.

2) 분할광속법(Split Flux Method)

(1) 개념

천공성분(SC), 실외반사성분(ERC), 실내반사성분(IRC)으로 구별하여 주광율을 계산하는 방법이다.

(2) 계산순서

① 천공성분(SC : Sky Component)의 계산

단면 측정점에 Daylight Protractor를 이용하여 초기 천공성분을 계산한 후 평면에 Protractor를 이용하여 보정율을 곱하여 실제 천공성분을 계산한다.

② 실외반사성분(ERC : Externally Reflected Components)

계산된 천공성분의 값에 외부 차폐물의 반사율을 곱하여 산정한다.

$$ERC = SC \times R$$

R : 외부 차폐물의 반사율(일반적으로 0.2)

③ 실내반사성분(IRC : Internally Reflected Component)

실내 반사율, 실의 형태, 유리창의 크기 등 변수를 BRS의 다음 공식에 입력하여 실내반사성분을 계산하거나, BRS 노모그램을 이용하여 외부 장애물이 있는 경우와 없는 경우에서의 IRC 값을 계산한다.

$$IRC = \frac{0.85W}{A(1-\rho)} \times (C_{\rho_{fw}} + 5\rho_{cw})$$

W: 유리창 면적(m²)

A: 내부 전 표면적(천장+바닥+벽체)

ρ : 내부 전 표면적(*A*)의 평균 반사율

ρ_{fw} : 바닥과 유리창 중앙하부 벽의 평균 반사율(창쪽 벽체 제외)

ρ_{cw} : 천장과 유리창 중앙상부 벽의 평균 반사율(창쪽 벽체 제외)

C: 외부 장애물로 인한 계수

④ 실내반사성분에 유지율 보정계수를 곱하여 실제 최종 실내반사성분을 계산한다.

$$IRC \times D - factor$$

D-Factor: 실내 오염으로 인한 유지율 보정계수

⑤ 천공성분과 실외반사성분 및 실내반사성분을 합하여 실내 주광율을 계산한다.

$$DF = (SC + ERC + (IRC \times D - Factor)) \times MF \times GF \times B$$

2.4.4 채광성능 평가기준

아트리움 내부공간의 자연채광성능 평가는 일본건축학회의 작업별 기준주광율과 영국 CIBS의 주광율 권장값을 사용하였다. 즉 일본건축학회의 기준 주광율은 C단계인 일반사무실의 최소기준 2%를, CIBS에서는 평균 주광율 5% 그리고 최소 주광율 2%를 기준으로 사용하였다. <표 2.6>와 <표 2.7>에서는 CIBS의 주

광을 권장치와 일본건축학회의 기준 주광율을 건물의 용도별과 작업종류에 따라 분류하였다.

<표 2.6>주광율 권장치(실내조명에 대한 CIBS Code)

| 장 소 | 평균 주광율 (%) | 최소 주광율 (%) | 측정면 |
|--------|------------|------------|-----|
| 일반 사무실 | 5 | 2 | 책상 |
| 교실 | 5 | 2 | 책상 |
| 현관 | 2 | 0.6 | 작업면 |
| 도서관 | 5 | 1.5 | 테이블 |
| 제도 사무실 | 5 | 2.5 | 제도판 |
| 스포츠 홀 | 5 | 3.5 | 작업면 |

<표 2.7>기준(최소) 주광율 (일본건축학회)

| 단 계 | 작 업 종 류 | 기준주광율(%) |
|-----|-----------------------------|----------|
| A | 시계수리·주광만의 수술실 | 10 |
| B | 장시간 재봉·정밀제도·정밀공작 | 5 |
| B' | 장시간 독서·일반제도·타자·전화교환·치과진찰 | 3 |
| C | 독서·사무·일반진찰·보통교실 | 2 |
| C' | 회의·응접·강당·체육관·일반병실 | 1.5 |
| D | 단시간 독서·미술전시·도서관 서고·차고 | 1 |
| D' | 호텔로비·주택식당·일반거실·영화관 휴게실·교회객석 | 0.7 |

제 3 장 아트리움 설계변수에 따른 자연채광성능평가

본 장에서는 4면형 아트리움 건물을 대상으로 인접공간의 자연채광성능에 미치는 영향을 설계변수별로 평가하여, 자연채광계획 측면에서 기여도가 높은 주요 변수들을 집광부, 배광부, 인접공간으로 구분하여 선별하였다.

아트리움 자연채광 평가방법으로는 축소모형실험과 컴퓨터시뮬레이션을 이용한 기법이 있으나, 모형실험은 설계요소들의 변화에 따른 수많은 실험을 모두 수행하기에는 시간과 비용의 한계가 있다. 본 연구에서는 모형실험에 의해 자연채광성능평가에 대한 검증은 거친 컴퓨터 프로그램을 이용하여 각 설계변수들의 단계별 시뮬레이션을 통해 자연채광성능을 평가, 비교하였다.

3.1 시뮬레이션 개요

3.1.1 시뮬레이션 프로그램(Leso DIAL)개요

본 연구에서는 자연채광성능평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램으로 Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne에서 개발한 Leso-DIAL을 사용하였다. 현재 국내 및 국외에서 자연채광 및 인공조명의 시뮬레이션이 가능한 프로그램들이 많이 사용되고 있으며, 주로 사용되고 있는 프로그램으로는 Adeline, Lightscape, Superlite, Genelux 등이 있다. 이러한 프로그램들은 대체로 사용자로 하여금 높은 수준의 컴퓨터 사용능력을 필요로 하며, 자연채광 및 인공조명 이론에 대한 전문적인 지식이 필요하다. 따라서 이에 대한 전문지식이 없는 일반 건축가들은 비단 아트리움뿐만 아니라 일반 건축물의 자연채광 성능을 검토하는데 사용상에서 많은 어려움이 있다.

그러나, Leso-DIAL은 시뮬레이션에 긴 시간이 필요하지 않고, 비전문가도 손쉽게 사용할 수 있는 큰 장점이 있으며, 사용자가 프로그램 상에서 설계변수만을 선택하여 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 또한 각 케이스에 대한 시뮬레이션 결과

에 대해서 프로그램에 저장되어 있는 비슷한 Case Study들과 상호 비교가 가능하다.

Leso-DIAL은 작업면 주광율 계산, daylighting sufficiency의 평가, 주광 성능을 최적화하기 위한 진단 및 조언 등의 기능이 있다. 또한 아트리움의 종류에 따른 인접공간의 자연채광성능 평가가 가능하다. 자연채광성능 평가는 CIE 표준답천공 상태를 기준으로 하여 계산된 주광율에 의해 이루어지며, 분할광속법(Split Flux Method)을 사용하고 있다

Leso-DIAL 프로그램은 사용이 비교적 단순하지만, 성능면에서는 전문가용 프로그램에 뒤지지 않는 자연채광 시뮬레이션이 가능하다. 기존의 자연채광 프로그램들을 상호 비교한 연구¹⁵⁾에서는, BRE(Building Research Establishment)에서 총 7층(층고 3.5m), 12,125m²의 수평 유리지붕을 가진 단순 아트리움 공간의 스케일 모형실험과 같은 공간을 대상으로 Superlite, Genelux, Adeline 프로그램을 Leso-DIAL과 비교하였다. 여기서 아트리움 벽면을 어두운색(반사율 5%), 회색(반사율 30%), 흰색(반사율 85%)인 경우로 하여 자연채광성능을 평가하였다.

연구결과, BRE 스케일 모형을 기준으로 Leso-DIAL을 포함한 각 시뮬레이션 프로그램이 5% 미만의 편차를 나타내어 아트리움 자연채광성능을 평가하는데 있어 Leso-DIAL 프로그램의 신뢰도를 검증하였다.

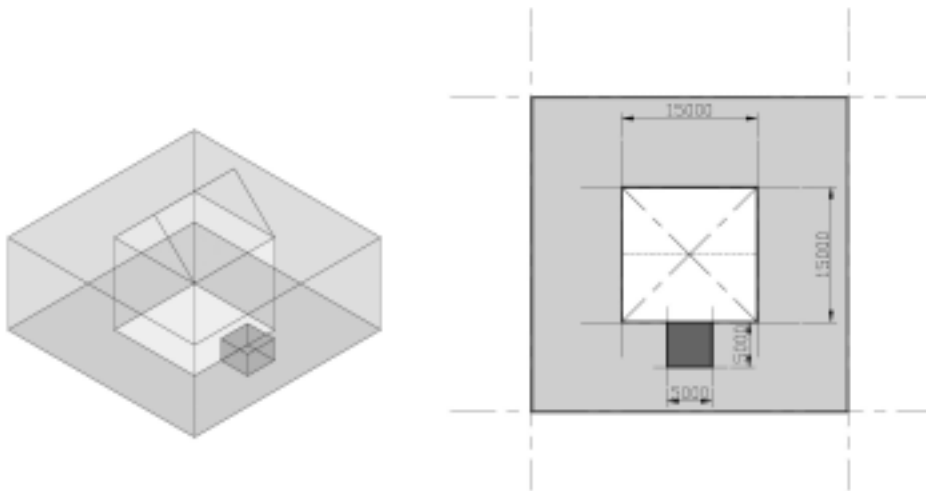
3.1.2 시뮬레이션 대상 및 설계변수

4면형 아트리움을 대상으로 아트리움이 인접공간의 자연채광성능에 미치는 영향을 아트리움 설계요소별로 시뮬레이션을 실행하였다.

15) A Comparative Study of Lighting Simulation Packages Suitable for use in Architectural Design, School of Engineering, Murdoch University, 2000

1) 시뮬레이션 대상 아트리움 모델

4면형 아트리움의 크기는 15m × 15m × 15m인 정방형을 기본으로 하였으며, 아트리움에 면하는 실의 크기는 일반적인 사무실의 천청고인 3m에 측면채광으로 자연채광이 가능한 실 깊이 5m를 기준으로 하여 실크기는 5m × 5m로 하였다.



(그림 3.1) 시뮬레이션 기본모델

2) 시뮬레이션 변수

아트리움 자연채광 설계요소별로 형태, 집광부, 배광부, 인접공간으로 나누었으며 계획요소와 변수범위는 <표 3.1>과 같다.

<표 3.1> 계획요소별 시뮬레이션 변수

| | 계획요소 | 변수범위(단위) |
|---------------------|---------------|--|
| 형태 | 너비, 깊이 | 15, 20, 25 (m) |
| | 높이 | 15, 20, 25(m) |
| 천창 (집광부) | 아트리움 천창 투과율 | 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 |
| | 아트리움 천창 프레임면적 | 15, 25, 35 (%) |
| 아트리움 공간 (배광부) | 아트리움면의 창면적 | 10,20,30,50,60,70,80 (%) |
| | 아트리움벽면 반사율 | 0.7, 0.5, 0.3, 0.1 |
| 인접공간 | 유리투과율 | 0.8, 0.9 |
| | 프레임면적 | 15, 25 (%) |
| | 실내반사율 | 천정 0.8 벽 0.7 바닥 0.3 천정 0.35 벽 0.25 바닥 0.1 |

3.2 시뮬레이션 결과

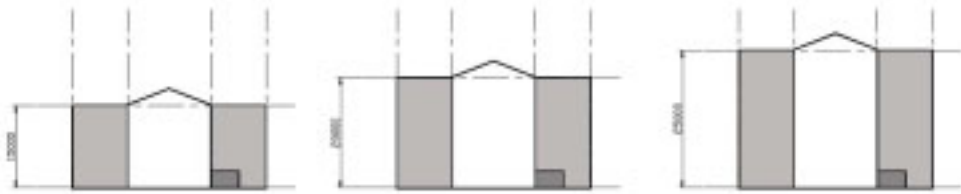
3.2.1 아트리움 형태에 따른 자연채광성능평가

아트리움의 형태에 따라서 내부공간으로 유입되는 빛의 양이 결정되기 때문에 아트리움의 형태는 내부공간의 자연채광성능에 직접적인 영향을 미친다. 아트리움을 이용한 자연채광 계획시 첫 번째 단계는 아트리움의 형태 및 크기를 결정하는 것이다. 이에 따라 아트리움의 형태가 자연채광성능에 미치는 영향을 평가하기 위해 기본모델을 변형시켜 시뮬레이션을 실행하였다.

아트리움 형태는 바닥면적에 대한 높이의 비율을 나타내는 광정지수(WI)로 표현할 수 있다. 아트리움에 높이를 변화하는 경우, 아트리움의 너비를 변화하는 경우, 높이와 너비를 같은 비율로 증가시키는 경우로 나누어서 광정지수(WI)에 변화에 따라 자연채광성능에 미치는 영향을 평가하였다.

1) atrium 높이에 따른 변화

atrium의 너비를 15m x 15m로 고정시키고 높이를 증가시켰을 때 자연채광 성능을 비교하였다. (그림 3.2)는 atrium의 높이 변화에 따른 시뮬레이션 대상실의 상대적인 위치를 비교하여 보여준다.



(그림 3.2) atrium 높이 변화

| | |
|--|--|
| | <p>atrium 높이 15m 광정지수(WI)=1 평균 주광율 3.1%</p> |
| | <p>atrium 높이 20m 광정지수(WI)=1.3 평균 주광율 2.6%</p> |
| | <p>atrium 높이 25m 광정지수(WI)=1.6 평균 주광율 2.4%</p> |

(그림 3.3) atrium 높이에 따른 주광율 분포(15m×15m)

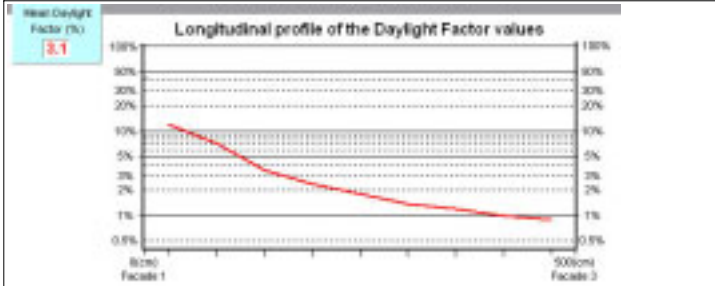
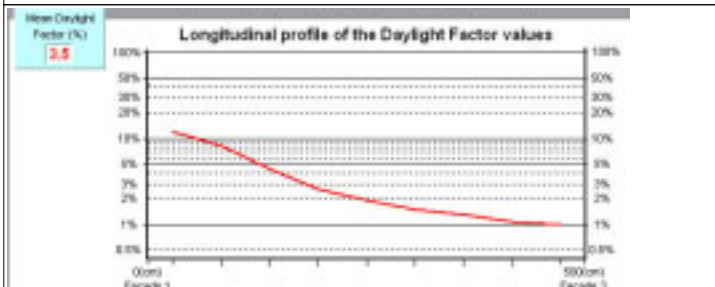
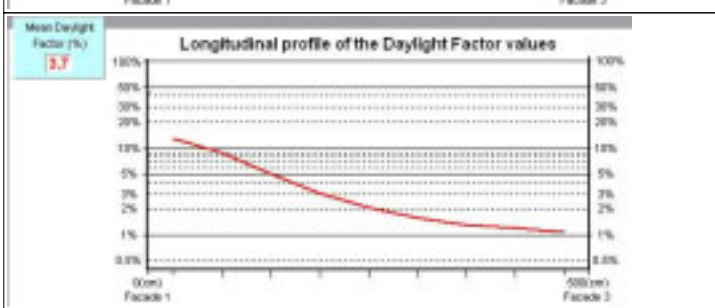
(그림 3.4)에서 볼 수 있듯이 기본모델인 15m에서 20m, 25m로 atrium 높이가 증가함에 따라 평균 주광율은 3.1%에서 2.6%, 1.6%로 감소하는 것으로 나타났다. atrium의 높이에 따라서 광정지수(WI)가 1에서 1.3, 1.6으로 증가하고 광정지수가 증가할수록 평균주광율이 감소되고 있다. 이는 atrium의 높이가 높아지면서 상층부에서 하층부로 전달되는 천공성분이 감소하기 때문이다.

2) atrium 너비의 변화

(그림 3.4)와 (그림 3.5)는 atrium 높이를 15m로 고정시키고 atrium의 너비를 증가시켜서 자연채광성능을 평가한 결과를 보여준다. atrium의 너비가 넓어지면서 광정지수(WI)도 1에서 0.75, 0.6으로 감소하고 광정지수가 작아지면서 평균주광율은 3.1%에서 3.5%, 3.7%로 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 atrium의 너비가 넓어짐에 따라서 빛의 유입량이 증가하기 때문이다.



(그림 3.4) atrium 너비 변화

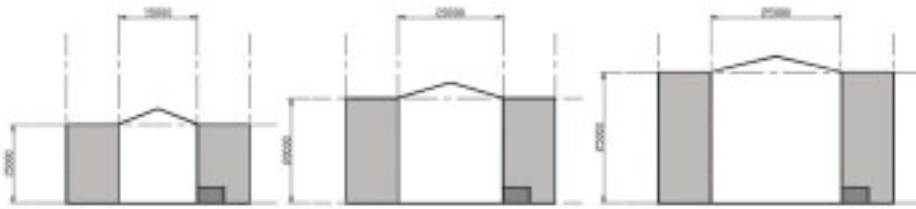
| | |
|--|---|
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 3.1</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 너비 15m×15m 광정지수(WI)=1</p> <p>평균 주광율 3.1%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 3.5</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 너비 20m×20m 광정지수(WI)=0.75</p> <p>평균 주광율 3.5%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 3.7</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 너비 25m×25m 광정지수(WI)=0.6</p> <p>평균 주광율 3.7%</p> |

(그림 3.5) 아트리움 너비에 따른 주광율 분포(높이 15m)

3) 아트리움의 광정지수(WI)

(그림 3.6)와 (그림 3.7)은 아트리움 높이와 너비를 같은 비율로 증가시켜서 자연채광성능을 평가한 결과이다. 높이와 너비를 증가시켜도 비율을 일정하게 유지하여 광정지수(WI)가 같게 하였을 때, 평균주광율이 3%내외로 거의 유사하였다. 이는 아트리움의 높이만 증가시켰을 경우 주광율이 하락하였지만, 아트리움의 높이와 너비를 동시에 증가시킬 경우 광정지수(WI)가 1로 동일하게 되어 빛의 유입양이 감소되지 않고 일정하게 유지할 수 있기 때문이다. 아트리움의 형태의 따른 자연채광성능은 단순히 아트리움의 크기에 의해 좌우되는 것이 아니라, 너

비와 높이의 비율에 따라서 달라짐을 알 수 있다.



(그림 3.6) 아트리움 높이와 너비 동시 증가

| | |
|--|--|
| | <p>높이 15m 15m×15m 광정지수(WI)=1 평균 주광율 3.1%</p> |
| | <p>높이 20m 20m×20m 광정지수(WI)=1 평균 주광율 3%</p> |
| | <p>높이 25m 25m×25m 광정지수(WI)=1 평균 주광율 3%</p> |

(그림 3.7) 아트리움 광정지수에 따른 주광율 분포

3.2.2 아트리움 천창 투과율과 프레임면적에 따른 자연채광성능평가

4면형 아트리움의 경우 아트리움 내부로 들어오는 자연광이 모두 아트리움 천창으로 유입되므로 아트리움 천창에서 투과되는 빛의 양에 따라서 내부공간의 자연채광성능에 크게 변화한다. 따라서 아트리움 천창의 투과율을 변수로 하여 아트리움 내부공간의 자연채광성능에 미치는 영향을 평가하였다.

아트리움 천창의 투과율을 0.8에서 0.2까지 단계적으로 변화시켰을 때, 평균주광율은 (그림 3.8)에서와 같이 3.1%에서 0.7%까지 크게 감소한다. 또한, 프레임면적에 따른 자연채광성능을 평가해보면, 프레임면적이 15%에서 25%, 35%로 증가함에 따라 집광부의 역할을 하는 유리면적이 줄어들어 평균주광율이 전체적으로 감소하였다. <표 3.2>에서 천창의 투과율과 프레임면적에 따른 주광율을 비교해서 나타내었다.

아트리움의 집광부인 천창은 아트리움 내부로 유입되는 빛의 양을 결정하는 변수로 아트리움에 의한 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 아트리움 천창의 투과율을 높게 하고 프레임면적을 줄이는 것이 바람직하다.

<표 3.2> 천창의 투과율과 프레임면적에 따른 주광율(%)

| 투과율 \ 프레임면적 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 15% | 3.1 | 2.2 | 1.4 | 0.7 |
| 25% | 2.8 | 2 | 1.2 | 0.6 |
| 35% | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.5 |

| | |
|--|---|
| <p>Mean Daylight Factor (%) 3.1</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 천창 투과율 0.8</p> <p>평균 주광율 3.1%</p> |
| <p>Mean Daylight Factor (%) 2.2</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 천창 투과율 0.6</p> <p>평균 주광율 2.2%</p> |
| <p>Mean Daylight Factor (%) 1.4</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 천창 투과율 0.4</p> <p>평균 주광율 1.4%</p> |
| <p>Mean Daylight Factor (%) 0.7</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 천창 투과율 0.2</p> <p>평균 주광율 0.7%</p> |

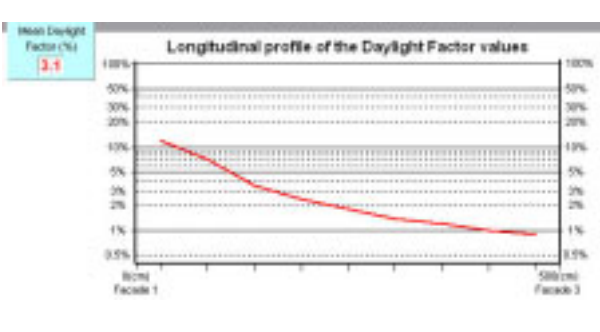
(그림 3.8) 아트리움 천창 투과율에 따른 주광율 분포(프레임면적 15%)

3.2.3 아트리움 내부 창면적에 따른 자연채광성능평가

아트리움 공간에서 인접공간으로 빛의 유입량을 결정하는 주요변수인 아트리움 내부 창면적에 따라서 (그림 3.9)와 같이 시뮬레이션을 실행하였다. 인접공간의 창면적이 10%에서 80%까지 단계적으로 증가함에 따라 평균 주광율은 <표 3.3>와 같이 증가하였다. 특히, 주광율이 10에서 80%로 변할 때 평균 주광율이 0.2%~4.6%까지 변화폭이 큰 것으로 나타나 아트리움 설계변수 중 내부 창면적의 기여도가 큰 것을 알 수 있다. 아트리움 인접공간의 자연채광 계획에서는 가장 우선적으로 유입창의 면적을 고려해야 할 것으로 사료된다.

<표 3.3> 창면적에 따른 주광율 변화

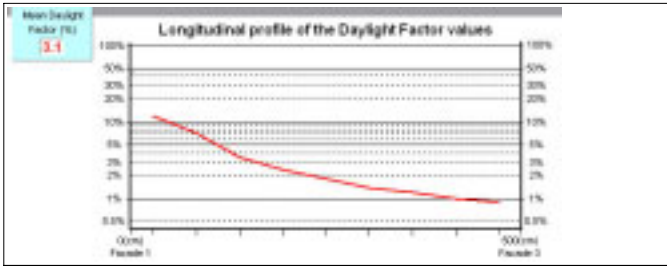
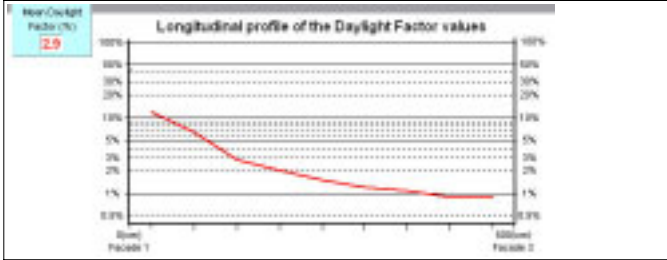
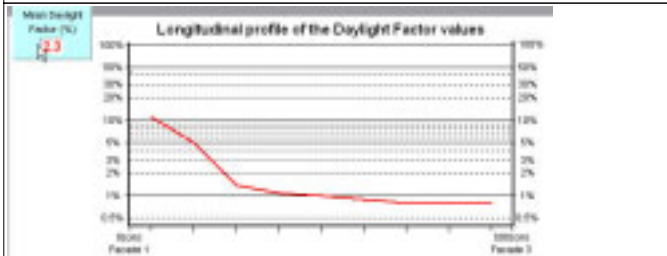
| 창면적(%) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 평균주광율 (%) | 0.2 | 0.9 | 1.7 | 2.4 | 3.1 | 3.8 | 4.2 | 4.6 |

| | |
|--|-------------------------------|
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 0.2</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>창면적 10% 평균주광율 0.2%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 1.7</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>창면적 30% 평균주광율 1.7%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 3.1</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>창면적 50% 평균주광율 3.1%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 4.2</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>창면적 70% 평균주광율 4.2%</p> |

(그림 3.9) 아트리움 내부 창면적에 따른 주광율 분포

3.2.4 아트리움 내부 반사율에 따른 자연채광성능평가

아트리움 벽면의 반사율에 따른 아트리움 인접공간의 자연채광성능을 시뮬레이션한 결과는 (그림 3.10)과 같다. 아트리움 내벽의 반사율이 낮을수록 주광율도 낮아지고, 주광율 분포도 저하되어 자연채광성능이 떨어지는 것으로 나타났다.

| | |
|--|--------------------------------------|
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 3.1</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 내부반사율 0.7 평균주광율 3.1%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 2.9</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 내부반사율 0.5 평균주광율 2.9%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 2.6</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 내부반사율 0.3 평균주광율 2.6%</p> |
|  <p>Mean Daylight Factor (%) 2.3</p> <p>Longitudinal profile of the Daylight Factor values</p> | <p>아트리움 내부반사율 0.1 평균주광율 2.3%</p> |

(그림 3.10) 아트리움 내부 반사율에 따른 주광율 분포

반사율에 따른 자연채광성능의 변화를 시뮬레이션한 결과, (그림 3.10)에서 보는 바와 같이 atrium 내부벽면의 반사율이 각각 0.7, 0.5, 0.3, 0.1 일 때, 평균주광율은 3.1%, 2.9%, 2.6%, 2.3% 로 낮아졌다. 4면형 atrium은 전체가 모건물의 벽체로 둘러싸여져 있으며, atrium 내벽이 일종의 광덕트의 역할을 하게 되어 atrium에 면하는 인접공간에 자연광을 유입시키는 기능을 한다. 따라서, atrium을 이용한 자연채광 계획시 atrium 내벽 마감재료의 반사율이 높은 재료를 선정하는 것이 바람직하다.

3.2.5 인접공간 유리투과율과 프레임면적에 따른 자연채광성능평가

atrium공간에서 인접공간으로 빛의 유입량을 좌우하는 요소 중 창면적 외에 유리 투과율과 프레임면적이 있다. 유리 투과율과 프레임면적을 변수로 하여 시뮬레이션을 실시한 결과, <표 3.4>와 같이 유리투과율이 0.9이고 프레임 면적 15%일때, 평균주광율 3.6%로 가장 높았으며, 투과율 0.8이고 투과율 25%일때, 평균주광율 2.8%로 가장 낮았다.

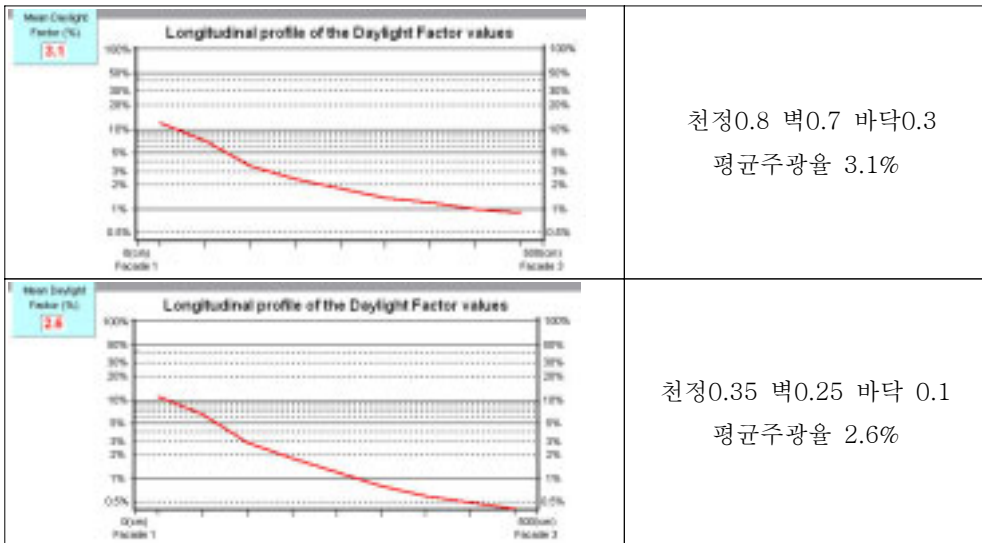
유리투과율의 경우 0.8일때 보다 0.9일때가 자연채광성능이 높고, 프레임면적의 경우 15%일때가 25%일때 보다 자연채광성능이 높았다. 이는 투과율이 높고 프레임면적이 작을수록 빛의 유입량이 늘어나기 때문이다. 따라서 atrium 인접공간의 자연채광계획시 빛의 유입량을 늘리기 위해서 atrium 인접공간의 유리창 계획시 투과율을 높이고 프레임면적을 줄이는 것이 바람직하다.

<표 3.4> 투과율과 프레임면적에 따른 주광율 변화(%)

| 투과율 \ 프레임면적 | 0.9 | 0.8 |
|-------------|-----|-----|
| 15% | 3.6 | 3.1 |
| 25% | 3.2 | 2.8 |

3.2.6 인접공간 실내반사율에 따른 자연채광성능평가

인접공간의 실내반사율에 따른 자연채광성능을 시뮬레이션한 결과, (그림 3.11)에서 보는 바와 같이 실내반사율이 높은 경우에 평균주광율 3.1%이고, 실내반사율을 낮은 경우에는 평균주광율 2.6%로 낮아졌다. 이는 아트리움에서 인접공간으로 유입되는 빛이 실내반사율이 낮은 경우, 내부반사성분이 줄어들어 인접공간 내부로 유입되는 빛이 양이 감소되기 때문이다. 따라서 인접공간의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 실내반사율이 높은 재료로 선정하는 것이 바람직하다.



(그림 3.11) 인접공간 실내반사율에 따른 주광율

3.3 소 결

아트리움 자연채광 설계요소는 집광부, 배광부, 인접공간으로 나눌 수 있으며, 주요 설계요소에 따른 4면형 아트리움 인접공간의 자연채광성능을 비교, 분석한 결과는 다음과 같다.

다양한 아트리움 설계 요소들 중에서 자연채광 성능에 영향을 미치는 주요 변수는 아트리움의 천창, 아트리움 내부 창면적과 반사율, 인접공간에 배치된 창의 투과율 및 프레임면적과 인접공간의 실내 반사율인 것으로 나타났다.

1) 집광부 설계요소 - 아트리움 천창

아트리움 천창은 빛을 유입하는 집광부의 역할을 하며, 아트리움 내부로 들어오는 빛의 양에 따라서 내부공간의 자연채광성능에 큰 영향을 미친다. 따라서, 아트리움을 자연채광원으로 이용할 때, 빛의 유입량을 최대화 할 수 있도록 천창은 투과율이 높은 유리를 사용해야 하며, 빛의 유입면적을 최대화하도록 프레임면적은 최소화해야 한다. 시뮬레이션 결과, 천창의 투과율에 따라서 평균주광율이 0.7~3.1%까지 크게 변하면서 자연채광성능에 영향을 주었다. 아트리움 천창의 경우, 빛의 유입량을 최대화하는 것이 목적이므로 자연채광성능이 가장 좋았던 변수인 프레임비율 15%와 투과율 0.8을 고정변수로 하였다.

2) 배광부 설계요소 - 아트리움 내부 창면적과 반사율

아트리움은 인접공간에 빛을 전달하는 배광부 역할을 하며, 인접공간의 자연채광성능을 최대화하기 위해서는 천창을 통해 유입된 빛을 건물의 하층부까지 전달할 수 있어야 한다. 이에 영향을 미치는 변수는 아트리움 내부 창면적과 반사율이다. 아트리움의 창면적에 따라서 반사면적이 결정되고, 반사면은 내부마감재료의 반사율에 따라 영향을 받게 되므로 내부 창면적과 반사율은 아트리움 자연채광 계획시 반드시 함께 고려해야 하는 요소이다.

시뮬레이션 결과, 창면적이 변함에 따라 평균 주광율이 0.2~4.6%까지 크게 변하여, 창면적이 자연채광성능에 미치는 영향이 가장 큰 변수로 나타났으며, 반사

율의 경우 2.3~3.1%까지 변화였다. 내부창면적과 반사율은 상호간에 영향을 주며, 변수범위에 따라서 미치는 영향이 매우 크므로 내부창면적과 반사율을 주요 변수로 선정하였다.

3) 인접공간 설계요소 - 유리투과율, 프레임면적, 실내반사율

아트리움에서 인접공간으로 빛을 유입하는데 영향을 미치는 요소는 유리의 투과율과 프레임면적이며, 유입된 빛을 내부로 확산시키는데 영향을 주는 것이 실내반사율이다. 시뮬레이션 결과, 유리투과율이 높아짐에 따라 평균주광율이 3.1%에서 3.6%까지 증가하였고, 프레임면적이 늘어남에 따라 평균주광율이 3.1%에서 2.8%로 감소하였다. 실내반사율의 경우, 반사율을 낮추었을 때 평균주광율이 3.1%에서 2.6%로 감소하였다. 이 중 자연채광 성능에 가장 큰 영향을 미치는 아트리움에 면한 유리투과율을 주요변수로 하였으며, 자연채광성능이 가장 좋은 프레임 면적 15%와 실내 반사율 천정 0.8 벽 0.7 바닥 0.3를 고정변수로 하였다.

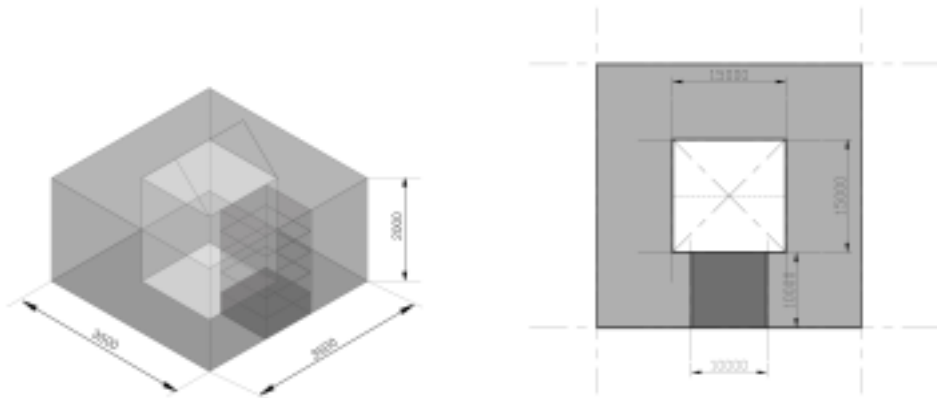
제 4 장 4면형 atrium 건물의 자연채광 계획

본 장에서는 4면형 atrium 설계요소 중 자연채광 성능에 영향을 비교적 크게 미치는 주요 변수를 중심으로 보다 상세한 시뮬레이션을 실시하였다. 일반적인 사무소 건물에서처럼 atrium을 통한 채광 뿐 아니라 외벽을 통한 양측채광이 가능한 모델 건물을 선정하여 자연채광성능을 평가하고 4면형 atrium의 자연채광 계획 지침을 제시하고자 한다.

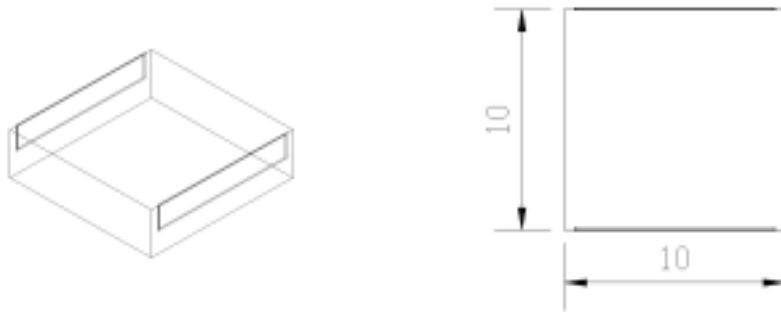
4.1 시뮬레이션 개요 및 자연채광성능 평가기준

4.1.1 시뮬레이션 개요

모델 건물은 기준층 면적이 1000m^2 인 소규모 오피스 건물로 가정하였으며, $35\text{m} \times 35\text{m}$ 의 5층의 정방형 건물로 층고는 4m 이며, 이 중 플레넘 공간을 1m 로 가정하여 천정고는 3m 로 하였다. 중심부에 $15\text{m} \times 15\text{m}$ 의 atrium 공간이 있으며 atrium의 높이 역시 20m 이다.



(그림 4.1) 시뮬레이션 모델건물



(그림 4.2) 시뮬레이션용 아트리움 내부공간 모델

아트리움 인접공간의 자연채광성능 평가를 위한 모델공간은 실의 형상에 의한 영향을 최소화하고 양측채광으로 실내공간 전체가 자연조명이 가능하도록 평면 길이 10m, 정방형 평면 크기 1000㎡로 설정하였다. 건물 외부에 면한 창은 일반적인 사무소 건물에서 주로 적용하는 37%의 창면적으로 한정하였다. 시뮬레이션을 위한 주요 설계요소 및 변수 범위는 <표 4.1>과 같다.

<표 4.1> 시뮬레이션 주요변수 및 범위

| | 계획요소 | 변수범위 |
|---------------------|---------------|----------------------|
| 천창 (집광부) | 아트리움 천창 투과율 | 0.8 |
| | 아트리움 천창 프레임면적 | 15 % |
| 아트리움 공간 (배광부) | 아트리움면의 창면적 | 20, 30, 50, 60, 70 % |
| | 아트리움벽면 반사율 | 0.7, 0.15 |
| 인접공간 | 유리투과율 | 0.8, 0.9 |
| | 프레임면적 | 15 % |
| | 실내반사율 | 천정 0.8 벽 0.7 바닥 0.3 |

4.1.2 평가기준

평가기준은 영국 CIBS의 주광을 권장치인 평균주광을 5% 최소주광을 2%을 기준으로 하였다.

4.2 4면형 아트리움 건물의 자연채광 계획

4.2.1 아트리움 적용시 자연채광성능 비교

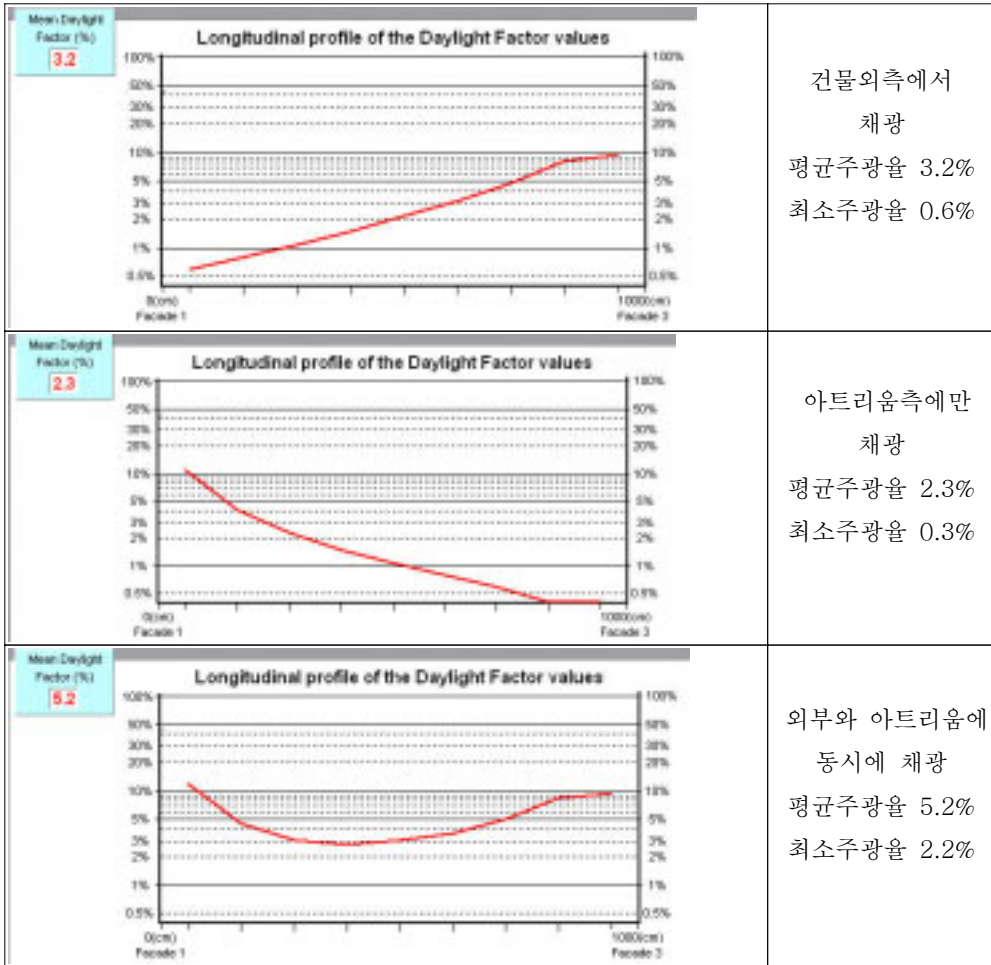
아트리움 적용시 자연채광성능에 미치는 영향을 알아보기 위해 아트리움을 적용하지 않은 경우와 4면형 아트리움을 적용한 경우 실내 공간의 자연채광 성능을 평균 주광율과 최소 주광율, 주광율 분포 측면에서 비교하였다.

(그림 4.3)은 아트리움이 없이 외벽에 창호를 계획한 경우 및 4면형 아트리움을 적용하였을 경우, 대상 실내공간의 자연채광성능을 비교하여 보여준다. 1층부의 내부공간을 기준으로 했을 때, 아트리움 없이 건물외부를 통해서만 자연채광을 도입했을 경우에는 평균주광율 3.2%, 최소주광율 0.6%로 분석되어 CIBS 주광을 권장치인 평균주광율 5%, 최소주광율 2%에 미치지 못하였다. 아트리움을 통해서만 자연채광을 도입했을 경우에도 평균주광율 2.3%, 최소주광율 0.3%로 주광을 권장기준을 만족시키지 못하였다. 외부와 아트리움면 양측에서 자연채광을 하였을 경우에는 평균주광율 5.2%, 최소주광율 2.2%로 주광을 권장치를 만족시켰다.

주광율 분포곡선을 비교하였을 때에도 건물외부나 아트리움 각각 한쪽에서만 자연채광을 도입했을 경우에는 창측에서 멀어질수록 급격히 주광율이 낮아지는 경향을 보이지만, 아트리움과 건물 외부에서 동시에 자연채광을 도입할 경우에는 주광율 분포가 크게 향상되는 것을 볼 수 있다.

이와 같이, 4면형 아트리움을 건물에 적용하였을 경우 건물의 중앙부에 자연채

광이 가능해짐을 알 수 있다. 특히, 양측채광을 하면 실 전체의 자연채광성능이 향상되므로 실 깊이가 깊은 건물에서는 아트리움의 도입이 매우 효과적이라는 것을 알 수 있다.



(그림 4.3) 아트리움 자연채광시 자연채광성능 변화

4.2.2 아트리움 내부 창면적에 따른 자연채광성능 평가

아트리움 계획요소 중 주요변수인 내부창면적 변화에 따른 자연채광성능을 평가했으며, 평가결과를 분석하여 아트리움 인접공간의 자연채광성능을 향상시킬수 있는 계획방안을 도출하였다. 모델 건물의 아트리움 내부 창면적에 따른 자연채광성능 평가는 창면적 20%에서 70%까지 10%씩 증가시켜, 1~5층까지 전 층을 대상으로 시뮬레이션을 실시하였다.

1) 모든 층을 동일한 창면적으로 계획시 자연채광성능 평가

<표 4.2> 창면적 변화와 층수에 따른 주광율(%) (■ 음영부분:자연채광 기준치 이상)

| 창면적 | 20% | | 30% | | 40% | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 실층수 | 평균 주광율 | 최소 주광율 | 평균 주광율 | 최소 주광율 | 평균 주광율 | 최소 주광율 |
| 5 | 4.3 | 2 | 5.2 | 2.3 | 5.9 | 2.6 |
| 4 | 4.2 | 1.7 | 4.9 | 2 | 5.5 | 2.1 |
| 3 | 4.1 | 1.6 | 4.7 | 1.9 | 5.1 | 2 |
| 2 | 4 | 1.6 | 4.5 | 1.8 | 4.9 | 2 |
| 1 | 3.9 | 1.5 | 4.3 | 1.8 | 4.7 | 1.9 |
| 창면적 | 50% | | 60% | | 70% | |
| 실층수 | 평균 주광율 | 최소 주광율 | 평균 주광율 | 최소 주광율 | 평균 주광율 | 최소 주광율 |
| 5 | 6.5 | 2.9 | 6.9 | 3.2 | 6.9 | 3.3 |
| 4 | 5.9 | 2.3 | 6.2 | 2.4 | 6.2 | 2.4 |
| 3 | 5.4 | 2.1 | 5.6 | 2.2 | 5.5 | 2.2 |
| 2 | 5.1 | 2.1 | 5.2 | 2.1 | 5.1 | 2.1 |
| 1 | 4.9 | 2 | 4.9 | 2 | 4.8 | 2 |

<표 4.2>는 아트리움에 면한 벽체의 창면적에 따른 자연채광성능을 각 층별로 나타낸 것으로 창면적은 모든 층에서 동일하게 하였다. 여기서 볼 수 있듯이, 창면적을 증가시키에 따라서 전체적인 주광율은 상승하는 경향을 보였으며, 상층부에서 하층부로 갈수록 주광율이 감소하였다.

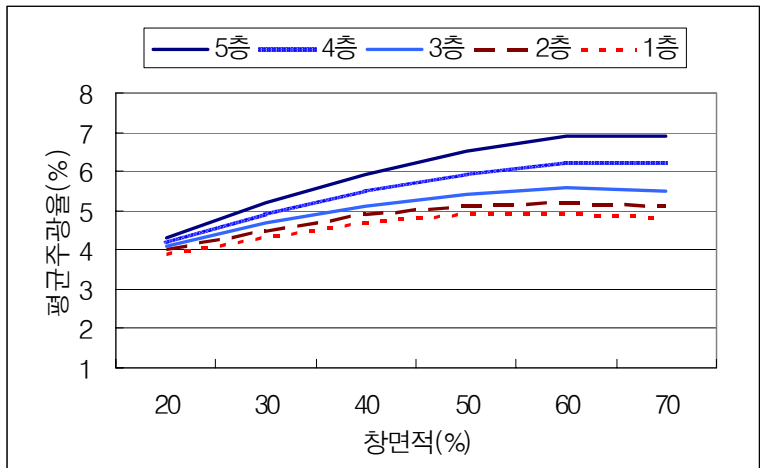
(그림 4.4)는 창면적의 증가에 따른 평균주광율과 최소주광율의 변화패턴을 층별로 나타낸다. 모든 층에서 창면적이 10%씩 늘어날 때 20%에서 40%까지는 큰 상승폭을 보이고 60%까진 비교적 주광율이 향상되지만 60%가 넘어가면 거의 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 각 층별로 주광율을 비교해 보면 상층부에서 하층부로 갈수록 주광율이 감소하고, 창면적 증가에 따른 주광율 상층부의 경우 주광율 상승폭이 크며, 하층부로 갈수록 상승폭이 적은 것으로 나타났다.

최소주광율을 비교해보면 최고층에서만 창면적비 증가에 대한 향상이 크고 나머지 층에서는 30%만 넘어가면 거의 차이가 나지 않는다. 두 기준을 동시에 보면 최소주광율보다 평균주광율 기준을 만족시키는 것이 더 많은 창면적을 요구하고 있다.

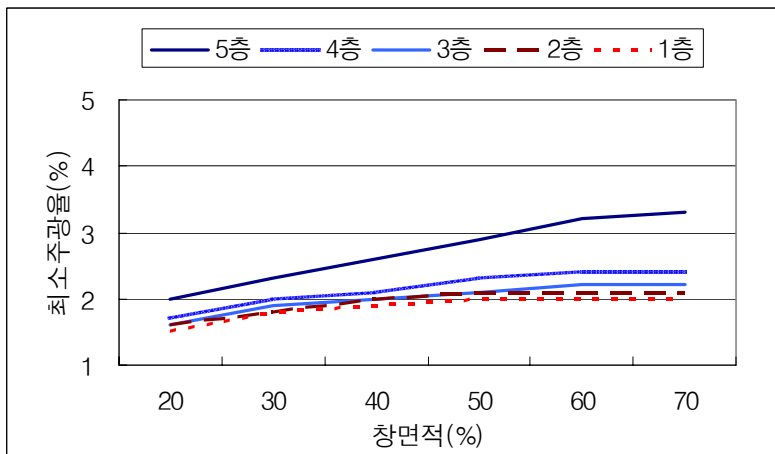
(그림 4.5)에서 자연채광 평가기준에 따라 비교해보면, 1층은 모든 창면적에서 기준치를 미달하나, 창면적 50%이상에서 기준치에 근접하고 있다. 3층에서는 40%이상에서 기준치를 충족하였고, 최상층은 창면적 30%이상에 모두 기준치에 충족하였다.

시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 동일한 창면적에서 상층부에서 하층부로 갈수록 자연채광성능이 저하되므로 하층부의 자연채광향상에 대한 방안이 필요하다. 아트리움 내부 창면적을 높일 경우, 아트리움에서 인접공간으로 빛의 유입량을 늘어가면서 전체적인 자연채광성능이 향상되지만, 상층부와 하층부의 창면적을 동일하게 하여 창면적을 증가시켰을 때, 상층부와 하층부의 주광율이 차이가 난다. 창면적 20%일 때 1층과 5층의 평균주광율 격차는 0.4% 이나, 창면적 70%에서는 평균주광율 격차가 2.1%로 커졌다. 이는 아트리움의 상층부의 창면적을 증가시킬수록 반사면적이 줄어들어서 하층부로 전달되는 내부반사성분이 감소되기 때문이다. 따라서 단순히 아트리움의 창면적을 동일하게 높이는 것은 아트리움 인접공간의 자연채광성능 향상에 효율적이지 못한 방법임을 알 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 이상적인 방법은 각 층마다 필요한 양만큼의 빛을 유입시키고 나머지는 하층부로 전달시키는 방법으로 이는 층별 창면적의 조절로 가능하다.

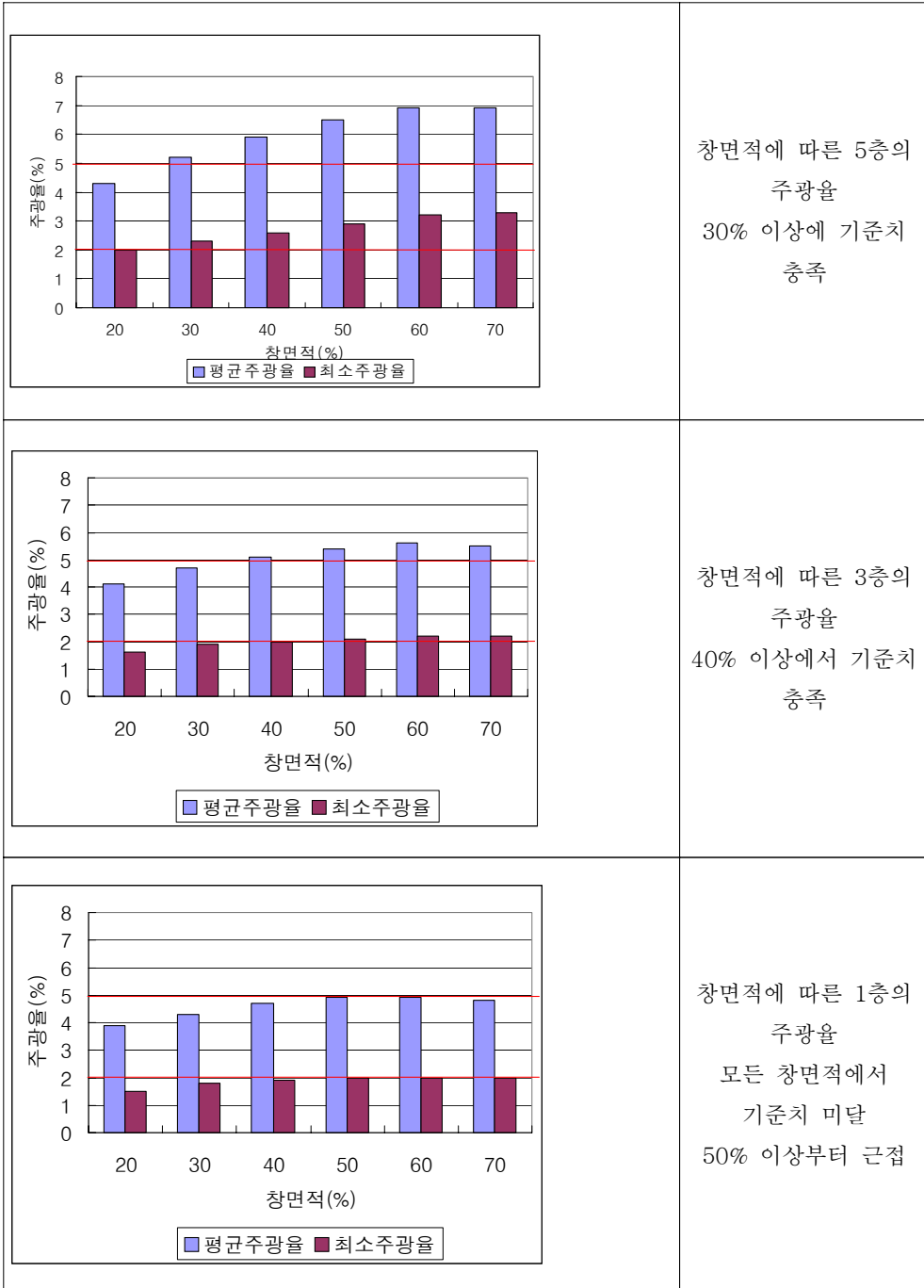


a. 평균주광율



b. 최소주광율

(그림 4.4) 층별 창면적에 따른 주광율 상승비교



(그림 4.5) 층별 창면적에 따른 주광률 변화

2) 층별 창면적 변화시 자연채광성능 평가

모든 층을 동일하게 창면적을 증가시켰을 때, 층별 창면적에 따른 자연채광성능을 비교해 본 결과, 상층부에 비해 하층부의 자연채광성능이 떨어졌다. 이를 해결하기 위해 창면적을 증가시킬수록 상층부와 하층부의 주광율 격차가 커지면서 하층부의 자연채광성능 향상에 효율적이지 못하였다. 이에 따라 각층마다 창면적을 변화시켜가며 자연채광성능을 평가하였다.

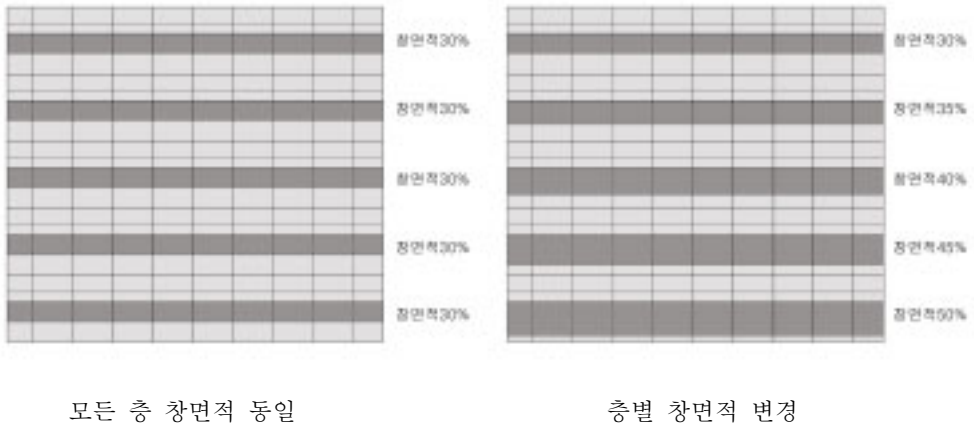
<표 4.3>은 각 층별로 창면적을 변경하였을 때 자연채광성능을 비교한 것으로 모든 층을 창면적 30%로 고정하여 계획하였을 경우, 최상층인 5층은 자연채광 기준치를 충족하였으나 4층 이하의 인접공간은 하층부로 내려갈수록 주광율이 하락하고 자연채광성능 기준치에 미달하였다. 하지만, 자연채광 기준치를 충족하는 최상층의 창면적은 그대로 유지하고 4층부터 하층부로 내려감에 따라서 창면적을 점차 증가 시켰을 때, 모든 층에서 주광율이 상승하여 자연채광 기준치를 충족시키는 결과를 나타내었다.

이처럼 최상층은 자연채광 기준치를 충족시킬 수 있을 만큼만 자연광을 유입시키고 나머지는 하층부로 반사시켜 전달할 수 있도록 창면적을 줄인다. 이와 동시에 하층부는 상층부의 내부반사성분을 충분히 받아들일수 있도록 점점 창면적을 증가시키게 되면, 하층부의 자연채광성능이 향상됨을 알 수 있다.

<표 4.3> 층별 창면적 변경에 따른 자연채광 성능 향상 (■ 기준치 이상)

| 실층수 | 층별 창면적 동일 | | 층별 창면적 | 층별 창면적 변경 | | 층별 창면적 |
|-----|-----------|----------|-------------|-----------|----------|---------|
| | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | |
| 5 | 5.2 | 2.3 | 모든층 창면적 30% | 5.2 | 2.3 | 창면적 30% |
| 4 | 4.9 | 2 | | 5.3 | 2.1 | 창면적 35% |
| 3 | 4.7 | 1.9 | | 5.2 | 2.1 | 창면적 40% |
| 2 | 4.5 | 1.8 | | 5.1 | 2.1 | 창면적 45% |
| 1 | 4.3 | 1.8 | | 5.1 | 2.1 | 창면적 50% |

(그림 4.6)은 본 연구에서 시뮬레이션 결과를 통해 제안한 층별로 창면적 변화할 때의 내부입면 계획의 예이다.



(그림 4.6) 층별 창면적 변화시 아트리움 내부 입면계획

<표 4.4>는 창면적이 가장 큰 70%일 때 대상으로 하여 층별로 창면적을 변화시킬 때 자연채광성능의 변화정도를 보여준다. 모든 층이 동일하게 창면적 70%로 아트리움 공간에서 인접공간으로 유입시키는 빛의 양을 최대화 하였다. 최상층부의 경우 평균주광율 6.9%, 최소주광율 3.3%로 높지만, 1층은 평균주광율 4.8% 최소주광율 2%로 최상층부의 주광율에 크게 못미치는 값을 나타내고 있다. 이는 창면적을 모든 층에 동일하게 증가시키더라도, 하층부의 자연채광 성능향상에는 크게 도움이 되지 못함을 보여준다.

반면, 상층부의 창면적을 5층에서 3층까지 각각 70%에서 30%, 35%, 40%로 주광율 기준치를 만족시키는 범위안에서 창면적을 감소시켰을 때, 하층부인 2층과 1층의 주광율 값이 상승하여 자연채광성능 평가기준치를 충족시켰다. 이와 같이 상층부의 창면적은 하층부의 자연채광성능에 직접적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

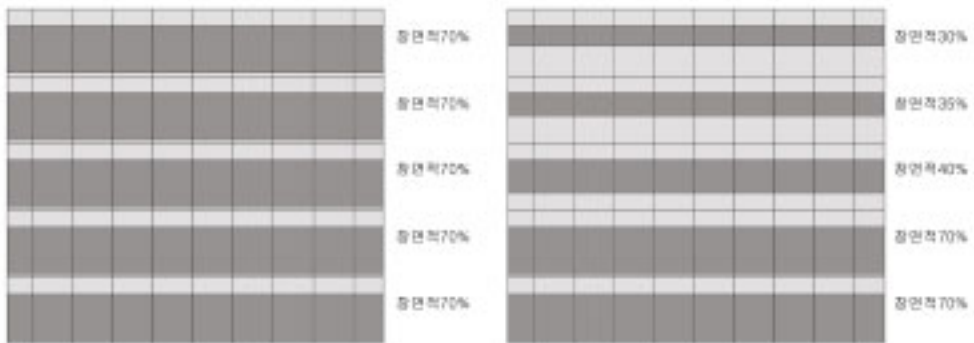
따라서, 아트리움 내부입면 계획시에 층별 위치에 따른 창면적과 반사면적이 자연채광성능에 미치는 영향을 고려해서 계획해야 한다. 특히 상층부의 창면적의 증가는 반사면적의 감소로 인해서 하층부로 전달되는 자연광의 양을 감소시켜

하층부의 자연채광성능의 저하로 이어진다. 상하층부의 격차 없이 자연채광성능을 향상시키기 위해서 상층부는 기준치를 만족시키는 범위 안에서 창면적을 최소화하여 반사면적을 최대화하고, 하층부로 내려갈수록 창면적을 증가시켜 빛의 유입량을 늘리므로써 상층부에 비해 자연채광성능이 떨어지는 하층부의 자연채광성능을 향상시키도록 하는 것이 바람직하다.

<표 4.4> 상층부 창면적 변화시 하층부 주광율 변화 (■ 하층부 주광율 상승)

| 실층수 | 층별 창면적 동일 | | 층별 창면적 | 층별 창면적 변경 | | 층별 창면적 |
|-----|-----------|----------|------------|-----------|----------|---------|
| | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | |
| 5 | 6.9 | 3.3 | 모든층 창면적70% | 5.2 | 2.3 | 창면적 30% |
| 4 | 6.2 | 2.4 | | 5.3 | 2.1 | 창면적 35% |
| 3 | 5.5 | 2.2 | | 5.2 | 2.1 | 창면적 40% |
| 2 | 5.1 | 2.1 | | 5.5 | 2.3 | 창면적 70% |
| 1 | 4.8 | 2 | | 5.3 | 2.2 | 창면적 70% |

(그림 4.7)은 본 연구에서 시뮬레이션 결과를 통해 제안한 상부 창면적 변화시에 아트리움 내부입면 계획 예이다.



모든층 창면적 70%

상층부 창면적 변경

(그림 4.7) 상부 창면적 변화시 아트리움 내부 입면계획

4.2.3 아트리움 내부 반사율에 따른 자연채광성능 평가

4.2.2절에서 실행한 내부창면적 변화시 층별 자연채광성능과 내부 반사율을 0.15로 감소시켰을 때를 층별 자연채광성능을 비교 평가하였다. 내부반사율에 따른 창면적과 층별 주광율을 비교한 결과는 <표 4.5>와 같다.

<표 4.5> 반사율 변화에 따른 창면적과 층수별 주광율(%) (■ 기준치 이상)

| 창면적비 | 20% | | | | 30% | | | | 40% | | | |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 평균 주광율 | | 최소 주광율 | | 평균 주광율 | | 최소 주광율 | | 평균 주광율 | | 최소 주광율 | |
| 반사율 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 |
| 5 | 4.3 | 4.3 | 2 | 2 | 5.2 | 5.2 | 2.3 | 2.3 | 5.9 | 5.9 | 2.6 | 2.6 |
| 4 | 4 | 4.2 | 1.3 | 1.7 | 4.7 | 4.9 | 1.6 | 2 | 5.3 | 5.5 | 1.9 | 2.1 |
| 3 | 3.8 | 4.1 | 1.2 | 1.6 | 4.4 | 4.7 | 1.4 | 1.9 | 4.7 | 5.1 | 1.5 | 2 |
| 2 | 3.8 | 4 | 1.2 | 1.6 | 4.1 | 4.5 | 1.4 | 1.8 | 4.3 | 4.9 | 1.5 | 2 |
| 1 | 3.5 | 3.9 | 1.1 | 1.5 | 3.8 | 4.3 | 1.3 | 1.8 | 4 | 4.7 | 1.4 | 1.9 |
| 창면적비 | 50% | | | | 60% | | | | 70% | | | |
| 실층수 | 평균 주광율 | | 최소 주광율 | | 평균 주광율 | | 최소 주광율 | | 평균 주광율 | | 최소 주광율 | |
| 반사율 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 | 0.15 | 0.7 |
| 5 | 6.4 | 6.5 | 2.9 | 2.9 | 6.8 | 6.9 | 3.2 | 3.2 | 6.9 | 6.9 | 3.3 | 3.3 |
| 4 | 5.7 | 5.9 | 2 | 2.3 | 6 | 6.2 | 2.2 | 2.4 | 6 | 6.2 | 2.3 | 2.4 |
| 3 | 5 | 5.4 | 1.6 | 2.1 | 5.2 | 5.6 | 1.8 | 2.2 | 5.3 | 5.5 | 1.8 | 2.2 |
| 2 | 4.5 | 5.1 | 1.6 | 2.1 | 4.7 | 5.2 | 1.7 | 2.1 | 4.7 | 5.1 | 1.7 | 2.1 |
| 1 | 4.2 | 4.9 | 1.5 | 2 | 4.4 | 4.9 | 1.6 | 2 | 4.4 | 4.8 | 1.6 | 2 |

<표 4.5>는 아트리움 내벽의 반사율을 0.7에서 0.15로 낮추었을 때의 주광율을 각 창면적 별로 나타내고 있다. 반사율이 저하됨에 따라서 상층부는 반사율의 변화에 따른 주광율 변화가 거의 없었고, 하층부의 경우는 반사율이 낮아짐에 따라 주광율이 크게 떨어지는 것을 볼 수 있다.

이는 최상층의 경우 인접공간으로 유입되는 빛의 주성분이 천공성분에 의해서 이루어지므로 반사율에 대한 영향이 없지만, 하층부의 경우 내부반사성분에 의해서 이루어져서 반사율에 크게 영향을 받기 때문이다.

<표 4.6>은 반사율이 0.15 일 때, 모든 층이 창면적 70%로 동일할 때와 상층부의 창면적을 줄여서 반사면적을 증가시켰을 경우를 비교하여 보여주고 있다. 상층부의 창면적을 줄여 반사면적을 증가시켰으나, 하층부의 주광율은 상승하지 않고 변화가 없었다.

<표 4.6> 상층부 창면적 변화시 하층부 주광율 변화(반사율0.15) (■ 기준치 이상)

| 실층수 | 층별 창면적 동일 | | 층별 창면적 | 층별 창면적 변경 | | 층별 창면적 |
|-----|-----------|----------|----------------|-----------|----------|---------|
| | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | |
| 5 | 6.9 | 3.3 | 모든층 창면적 70% | 5.2 | 2.3 | 창면적 30% |
| 4 | 6 | 2.3 | | 5.3 | 1.9 | 창면적 40% |
| 3 | 5.3 | 1.8 | | 5 | 1.6 | 창면적 50% |
| 2 | 4.7 | 1.7 | | 4.7 | 1.7 | 창면적 70% |
| 1 | 4.4 | 1.6 | | 4.4 | 1.6 | 창면적 70% |

이는 아트리움 내부 반사면의 반사율을 낮출 경우, 하층부로 전달되는 빛의 양을 증가시키기 위해서 상층부의 창면적을 줄이고 반사면적을 늘려도 아트리움 내벽의 반사율 감소로 인해 하층부로 전달되는 내부반사성분이 증가하지 않기 때문이다. 따라서 하층부의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 상층부의 반사면적을 늘리는 것 뿐만 아니라 아트리움 내벽을 반사율이 높은 재료로 마감함

로써 하층부로 내부반사성분을 증가시켜 자연채광성능을 향상 시킬 수 있다.

아트리움을 이용한 자연채광계획시 자연채광성능을 향상은 층별 창면적 계획으로만 이루어지는 것이 아니라, 아트리움 내벽의 재료선택시 반사율을 같이 고려해서 계획해야 하며, 반사율이 높은 재료로 마감하는 것이 자연채광계획 측면에서 바람직하다.

4.2.4 아트리움 인접공간의 유리투과율에 따른 자연채광성능평가

<표 4.7>은 아트리움 인접공간의 유리투과율에 따른 자연채광성능을 보여준다. 아트리움 공간에서 인접공간으로 빛의 유입은 인접공간의 유리투과율에 따라서 변화한다. 특히, 아트리움 내부공간에서는 외기와 면하지 않기 때문에 열적완충공간을 형성하고 있어, 외기에 면하는 공간과는 달리 단층유리를 사용이 가능하다. 단층유리를 사용할 경우 유리투과율이 0.9로 상승하고 이는 아트리움 공간에서 인접공간으로의 빛의 유입량을 늘릴 수 있다. <표 4.7>을 보면 투과율이 0.8에서 0.9로 상승하였을 경우, 전체적으로 주광율이 상승하는 것을 볼 수 있다.

따라서, 자연채광성능 향상측면에서 아트리움 인접공간의 유리창의 경우 단층유리의 사용이 가능할 경우, 복층유리보다 투과율이 높은 단층유리를 사용하는 것이 바람직하다.

<표 4.7> 아트리움 인접공간의 유리투과율에 따른 주광율 변화 (■ 기준치 이상)

| 실층수 | 복층유리(투과율0.8) | | 단층유리(투과율0.9) | | |
|-----|--------------|----------|--------------|----------|---------|
| | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | 평균 주광율 % | 최소 주광율 % | |
| 5 | 5.2 | 2.3 | 5.5 | 2.5 | 창면적 30% |
| 4 | 5.3 | 2.1 | 5.6 | 2.3 | 창면적 35% |
| 3 | 5.2 | 2.1 | 5.5 | 2.3 | 창면적 40% |
| 2 | 5.1 | 2.1 | 5.4 | 2.2 | 창면적 45% |
| 1 | 5.1 | 2.1 | 5.5 | 2.3 | 창면적 50% |

4.3 4면형 아트리움 인접공간의 자연채광 계획지침

모델 건물을 대상으로 아트리움 인접공간의 자연채광성능 향상을 위해 주요변수를 중심으로 자연채광성능평가를 실시하였으며, 그 결과를 토대로 4면형 아트리움 인접공간의 자연채광 계획지침을 설계요소별로 분류하여 제시하였다.

1) 아트리움 집광부

아트리움의 집광부의 역할을 하는 천창은 아트리움 공간으로 빛의 유입양을 결정짓는 요소로 아트리움공간으로의 채광양을 최대화 하기위해 아트리움 천창의 투과율을 높이고, 프레임면적을 줄여 유리면적을 늘리는 것이 바람직하다.

2) 아트리움 배광부

• 내부 창면적

중심부에 15m × 15m의 아트리움 공간을 갖는 기준층이 35m × 35m 크기인 5층의 정방형 모델건물을 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 실시한 결과, 상층부의 창면적은 5층에서 3층까지는 각각 30%, 35%, 40%로 증가시키고 2층 이하에서는 50%이상으로 창면적을 계획하면 자연채광성능 평가기준치를 충족시킬 수 있는 것으로 나타났다.

아트리움 내부 창면적을 확대하면 전체적으로 자연채광성능이 향상되지만, 상층부와 하층부 모두 창면적을 늘리게 되면 상층부의 반사면적이 감소하여 하층부의 자연채광성능은 오히려 저하되게 된다. 상층부의 경우 자연채광성능 기준을 만족하는 범위에서 창면적을 줄여서 하층부로 전달되는 내부반사성분을 증가시키고, 하층부로 내려갈수록 점차 창면적을 확대하여 빛의 유입양을 늘리는 것이 바람직하다.

- 내부 반사율

모델건물을 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 실시한 결과, 반사율이 0.7에서 0.15로 감소할 경우, 상층부의 창면적은 5층에서 3층까지는 각각 30%, 35%, 40%로 감소시켜 반사면적을 늘리고, 2층 이하에서는 70%으로 창면적 계획을 하였으나, 반사율 0.7일 때와 비교했을 때 하층부의 주광율은 상승하지 않고 변화가 없었으며 자연채광성능 평가기준치를 충족시키지 못하였다.

아트리움 내벽의 반사율이 감소하게 되면, 상층부에서 하층부로 전달되는 내부 반사성분이 감소하여, 전체적인 자연채광성능이 저하된다. 또한, 상층부의 내부 창면적을 줄이고 반사면적을 늘려도 반사율 저하로 인해 하층부의 자연채광성능이 향상되지 않는다. 따라서 하층부의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 상층부의 반사면적을 늘리는 것뿐만 아니라 반사율이 높은 재료를 선정하는 것이 바람직하다.

5) 인접공간

모델건물을 대상으로 창면적이 5층에서 1층까지는 각각 30%, 35%, 40%, 45%, 50%였을 때 투과율을 변화시켜 시뮬레이션을 실시한 결과, 투과율이 0.8에서 0.9로 높아졌을 때 모든 층에서 주광율이 상승하였다.

아트리움에서 인접공간으로 빛을 유입량은 투과율과 프레임면적에 따라 결정되며, 유입된 빛을 내부로 확산시키는데 영향을 주는 것은 실내반사율이다. 인접공간의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 투과율이 높은 유리를 사용하고, 프레임면적을 줄여 빛의 유입량을 늘리며 실내는 시각적인 불쾌감을 주지 않는 범위에서 반사율이 높은 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

제 5 장 결 론

본 연구에서는 4면형 아트리움 건물을 대상으로 아트리움 인접공간의 자연채광 성능을 향상시킬 수 있는 건축설계 지침을 제안하고자 하였다. 아트리움 설계 변수별로 인접공간의 자연채광성능에 미치는 영향을 평가한 후, 계획요소별로 구분하여 주요변수를 선정하였다. 선정된 주요변수를 중심으로 자연채광성능평가를 실시하였으며, 4면형 아트리움 건물 인접공간의 자연채광성능을 향상시킬 수 있는 설계지침을 제시하였다.

본 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 아트리움 자연채광 설계요소는 집광부, 배광부, 인접공간으로 나눌 수 있으며, 특히 자연채광 성능에 영향을 미치는 주요 변수는 아트리움의 천창, 아트리움 내부 창면적과 반사율, 인접공간에 배치된 창의 투과율 및 프레임면적과 인접공간의 실내 반사율인 것으로 나타났다.

2) 아트리움의 집광부의 역할을 하는 천창은 아트리움 공간으로 빛의 유입량을 결정짓는 요소로 아트리움공간으로의 채광량을 최대화 하기위해 아트리움 천창의 투과율을 높이고, 프레임면적을 줄여 유리면적을 늘리는 것이 바람직하다.

3) 아트리움 내부 창면적을 확대하면 전체적으로 자연채광성능이 향상되지만, 상층부와 하층부 모두 창면적을 늘리게 되면 상층부의 반사면적이 감소하여 하층부의 자연채광성능은 오히려 저하되게 된다. 상층부의 경우, 자연채광성능 기준을 만족하는 범위에서 창면적을 줄여서 하층부로 전달되는 내부반사성분을 증가시키고, 하층부로 내려갈수록 점차 창면적을 확대하여 빛의 유입량을 늘리는 것이 바람직하다.

4) 아트리움 내벽의 반사율이 감소하게 되면, 상층부에서 하층부로 전달되는 내부반사성분이 감소하여, 전체적인 자연채광성능이 저하된다. 또한, 상층부의 내부 창면적을 줄이고 반사면적을 늘려도 반사율 저하로 인해 하층부의 자연채광성능이 향상되지 않는다. 따라서 하층부의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 상층부의 반사면적을 늘리는 것 뿐만 아니라 반사율이 높은 재료를 선정하는 것이 바람직하다.

5) 아트리움에서 인접공간으로 빛을 유입양은 투과율과 프레임면적에 따라 결정되며, 유입된 빛을 내부로 확산시키는데 영향을 주는 것은 실내반사율이다.

인접공간의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 투과율이 높은 유리를 사용하고 프레임면적을 줄여 빛의 유입양을 늘리며, 실내는 시각적인 불쾌감을 주지 않는 범위에서 반사율이 높은 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 아트리움 모형실험에 의해 신뢰도를 검증받은 Leso-DIAL의 프로그램을 이용하여 자연채광 성능을 분석하였지만, 답천공 상태에서 주광율만으로 성능을 평가한다는 프로그램 특성상 한계가 있었다. 따라서 다음과 같은 연구가 추후 보완되어야 할 것으로 사료된다.

- 청천공 상태에서 직사일광, 건물의 향에 의해 인접공간의 자연채광성능에 미치는 영향 평가
- 다양한 건물규모와 형태에 따른 아트리움 인접공간의 자연채광성능평가
- 아트리움과 광선반, 광덕트와 같은 자연채광 설계요소의 통합설계 방법 및 인접공간의 자연채광성능 향상방안

참 고 문 헌

(1) 단행본 및 학회지

1. 김강수, “천창형 아트리움의 자연 채광 예측 방법에 관한 연구”, 대한 건축학회 논문집, 1988.
2. 김광우, “아트리움의 환경 계획”, 건축가 124호, 한국 건축가 협회, 1992.
3. 김정태, “새로운 채광 수법으로서의 아트리움(1) ; 기능과 발전”, 건축사, 9002.
4. 김정태, “새로운 채광 수법으로서의 아트리움(2) ; 그린하우스 효과와 도시 디자인 요소”, 건축사, 9003.
5. 김정태, “새로운 채광 수법으로서의 아트리움(4) ; 에너지 조절”, 건축사, 9006.
6. 김정태, “새로운 채광 수법으로서의 아트리움(5) ; 실내 기후 조절”, 건축사, 9007.
7. 김희서 외, “아트리움 빌딩의 자연채광 특성에 관한 기초적 연구”, 태양에너지, 1993.
8. 송규동, 유기형, “아트리움의 자연채광 성능 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 모델 개발”, 대한 건축학회 논문집 계획계 16권 1호(통권 135), 2000년 1월.
9. 윤근영 외 5인, “아트리움의 실내 환경 해석을 위한 모델링 기법에 관한 연구”, 대한설비공학회 2003하계 학술발표대회 논문집, 2003.
10. 윤장섭, “서양 건축사”, 서울 동명사, 1958.
11. 윤현철, “현대 건축과 아트리움 설계”, 건축 문화, 9001.
12. 이경희, “건축 환경 계획”, 문운당, 1994.
13. 이언구, “아트리움의 환경 조절 기능에 관한 연구”, 중앙대학교 건설 논총 제 3호, 1990.
14. 이언구, 이현호, “아트리움의 에너지 절약과 환경 조절 기능에 관한 연구”, 태양에너지학회 논문집 Vol.13, 2~3권, 태양에너지 학회, 1993.
15. 이진숙 외 2인, “부분 담천공하에서의 아트리움 조명환경의 평가 예측에 관한 연구”, 대한 건축학회 논문집 계획계 16권 2호, 2000년 2월.

16. 장경수, “사무소 건물 아트리움(ATRIUM) 이용 실태에 관한 조사 연구”, 한국 실내 디자인 학회지 창간호, 9210.
17. 한글라스 카탈로그, 한국 공업 주식회사
18. A Report of IEA SHC Task21/ECBCS Annex29, "Daylight in Buildings : A Source book on daylighting systems and components", 2000.
19. ASHRAE, "ASHRAE HANDBOOK 1997 FUNDAMENTALS", 1997.
20. Bill Hiller and Adrian Leaman, "A New Approach to Architectural Research", BIBA Journal, 1972년 12월호.
21. Bender, M.J., "The New Atrium", Mc Graw-Hill Book Company, 1986.
22. Gregg D. Ander, AIA, "Daylighting Performance and Design", VAN NOSTRAND REINHOLD, 1995.
23. Klaus Daniels, "The Technology of Ecological Building : Basic Principles and Measures, Examples and Ideas", Birkhauser Verlag, 1997.
24. M. Fontoynt, "Daylight Performance of Buildings", James & Jams, 1999.
25. Mary Guzowski, "Daylighting for Sustainable Design", Mc Graw-Hill Book Company, 1999.
26. Nick Baker and Koen Steemers, "Energy and Environment in Architecture : A Technical Design Guide", E & FN SPON, 2000.
27. N. Baker, A. Fanchiotti and K. Steemers, "DAYLIGHTING IN ARCHITECTURE : A European Reference Book", James & James, 1993.
28. Saw, A., "Energy Design for Architects", The Fairmont Press, Inc., 1993.
29. Saxon, Richard, "Atrium Building; Development and Design", Van Nostrand Reinhold Company, 1983.
30. Schulz, C. Norberg, "서양건축의 본질적 의미", 세진사, 1987.

(2) 학위 논문

1. 고성희, “아트리움의 환경 향상을 위한 계획에 관한 연구”, 서울대학교 석사 학위 논문, 1993년 2월.
2. 김란수, “아트리움의 도시 디자인적 특성에 관한 연구 : 공공 공간으로서의 아트리움의 활용에 관하여”, 서울대학교 석사 학위 논문, 1991년 2월.
3. 김윤수, “건축물의 종류에 따른 아트리움(ATRIUM)의 계획에 관한 연구”, 건국대학교 석사 학위 논문, 1993년 7월.
4. 김재형, “아트리움의 형태론적 분석에 의한 적용성 연구”, 홍익대학교 석사 학위 논문, 1992년 8월.
5. 김종연, “유리창이 사무소 건물의 에너지 소비에 미치는 영향에 관한 연구”, 중앙대학교 석사학위 논문, 1993년 6월.
6. 박종범, “SD법을 이용한 아트리움 주광 환경의 주관적 평가에 관한 연구”, 경희대학교 석사 학위 논문, 1989년 8월.
7. 손병찬, “사용자를 고려한 아트리움 설계 방안 : 서울 도심지내 4개 건물의 아트리움내에서 행태 분석을 통하여”, 중앙대학교 석사 학위 논문, 1992년 12월.
8. 유기형, “몬테카를로 방법과 광선추적기법에 의한 아트리움의 자연채광 성능 예측에 관한 연구”, 한양대학교 석사 학위 논문, 1997년 12월.
9. 윤유옥, “천창형 아트리움의 주광 성능 예측 방법에 관한 연구”, 연세대학교 석사 학위 논문, 1992년 2월.
10. 임정아, “ATRIUM의 환경 계획 -열환경을 중심으로-”, 충북대학교 석사 학위 논문, 1992년 2월.
11. 장경수, “사무소 건물 아트리움(ATRIUM) 이용 실태에 관한 조사 연구”, 중앙대학교 석사 학위 논문, 1990년 2월.
12. 최석원, “복합 기능을 갖는 아트리움의 건축 계획에 관한 연구”, 연세대학교 석사 학위 논문, 1989년 6월.
13. 최인창, “Atrium Building의 자연 채광 특성에 관한 기초적 연구”, 단국대학교 석사 학위 논문, 1991년 8월.

국 문 초 록

4면형 아트리움 건물의 자연채광 계획에 관한 연구

중앙대학교 대학원
건축공학과
건축계획 및 환경전공
김진명
지도교수 이언구

현대 건축물에서 아트리움은 다양한 공간적 기능을 가지며, 건물 내부에 있는 거주자들에게 외부 자연환경을 느끼게 함으로써 보다 쾌적한 실내공간을 제공한다. 또한 외부환경과 실내환경의 열적 완충공간 및 자연채광원으로 작용함으로써 모건물(母建物)의 에너지 절약을 피할 수 있다는 특징을 가진다. 특히, 자연채광원으로서의 아트리움은 아트리움 내부뿐만 아니라, 아트리움 인접공간으로 빛을 전달하여 인공조명 사용절감에 따른 에너지절약효과를 기대할 수 있다. 또한, 실내에 자연채광을 도입함으로써 재실자에게 쾌적한 빛환경을 제공하는 역할을 한다. 자연채광원으로서의 아트리움 기능을 이해하지 못하고 디자인 할 경우, 아트리움 자체는 밝은 공간이 될 수 있으나, 인접공간은 인공조명이 필요한 어두운 공간으로 만들 수 있다. 자연채광원으로서의 아트리움 기능을 최대화하기 위해서는 아트리움 자체의 채광뿐만 아니라 아트리움 인접공간의 자연채광성능을 향상시키는 계획기법이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 아트리움의 계획 유형 중 자연채광 활용도가 가장 높고 건물 내부공간으로의 자연채광 도입이 용이한 형태인 4면형 아트리움 건물을 대상으로 아트리움 인접공간의 자연채광 성능을 향상시킬 수 있는 건축설계 지침을 제안하고자 하였다.

본 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 아트리움 자연채광 설계요소는 집광부, 배광부, 인접공간으로 나눌 수 있으며, 특히 자연채광 성능에 영향을 미치는 주요 변수는 아트리움의 천창, 아트리움 내부 창면적과 반사율, 인접공간에 배치된 창의 투과율 및 프레임면적과 인접공간의 실내 반사율인 것으로 나타났다.

2) 아트리움의 집광부의 역할을 하는 천창은 아트리움 공간으로 빛의 유입량을 결정짓는 요소로 아트리움공간으로의 채광량을 최대화 하기위해 아트리움 천창의 투과율을 높이고, 프레임면적을 줄여 유리면적을 늘리는 것이 바람직하다.

3) 아트리움 내부 창면적을 확대하면 전체적으로 자연채광성능이 향상되지만, 상층부와 하층부 모두 창면적을 늘리게 되면 상층부의 반사면적이 감소하여 하층부의 자연채광성능은 오히려 저하되게 된다. 상층부의 경우, 자연채광성능 기준을 만족하는 범위에서 창면적을 줄여서 하층부로 전달되는 내부반사성분을 증가시키고, 하층부로 내려갈수록 점차 창면적을 확대하여 빛의 유입량을 늘리는 것이 바람직하다.

4) 아트리움 내벽의 반사율이 감소하게 되면, 상층부에서 하층부로 전달되는 내부반사성분이 감소하여, 전체적인 자연채광성능이 저하된다. 또한, 상층부의 내부 창면적을 줄이고 반사면적을 늘려도 반사율 저하로 인해 하층부의 자연채광성능이 향상되지 않는다. 따라서 하층부의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 상층부의 반사면적을 늘리는 것 뿐만 아니라 반사율이 높은 재료를 선정하는 것이 바람직하다.

5) 아트리움에서 인접공간으로 빛을 유입량은 투과율과 프레임면적에 따라 결정되며, 유입된 빛을 내부로 확산시키는데 영향을 주는 것은 실내반사율이다.

인접공간의 자연채광성능을 향상시키기 위해서는 투과율이 높은 유리를 사용하

고 프레임면적을 줄여 빛의 유입양을 늘리며, 실내는 시각적인 불쾌감을 주지 않는 범위에서 반사율이 높은 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

ABSTRACT

A Study on the Daylighting of Inner spaces for Four-sided Atrium Buildings

Kim, Jin Myoung

Department of Architecture

The Graduate School of Chung-Ang University

Advised by Prof. Rhee, Eon-Ku, Ph.D.

The atrium of building has various spatial functions and helps people feel external environment. Due to these characteristics, it gives occupants more convenient space. Also, an atrium can reduce building energy consumption by working buffer zone and being the source of daylight. Especially, the atrium, the source of daylight, can provide daylight not only the internal space of the atrium but also the adjacent spaces of the atrium, and this can help to save energy. Moreover, supplying daylight to the inside of building can give occupants more comfortable light environment.

In case the designer plans the atrium without fully understanding of it, although the atrium can be a bright space, the adjacent space of the atrium might be a dark space which needs artificial light.

The purpose of this study is to suggest the guide of design method which can improve the daylighting performance in the four-sided atrium buildings.

The result of this study can be summarized as follows.

- 1) The design elements of daylighting for the atrium are light collecting system, light guiding system, and the adjacent spaces. Especially, primary

variables which effect the daylighting performance are the atrium roof system and the size of the windows, the surface reflectance of the atrium wall, the size of frame area and visible transmittance of the windows facing the atrium, and the surface reflectance of the adjacent spaces.

2) The atrium roof, light collecting system, is the element which determines the amount of influx light. Thus, to maximize the daylight, the visible transmittance of an atrium roof glazing should be increased and the size of frame area should be decreased.

3) Although daylighting performance should improve by increasing the size of the windows, when both size of upper and lower windows are increased, the daylighting performance of lower side is decreased because the size of reflective area is reduced. Thus, to maximize the daylighting performance of atrium, upper space of atrium should be increased the size of the windows as satisfying the standard of daylighting performance, and the size of lower side windows should be increased to maximize the inflow of daylight.

4) If the surface reflectance of the atrium wall is reduced, the internally reflected component which passes from upper side to lower side is also reduced, and the daylighting performance is decreased. Also, decreasing the size of upper windows and increasing the size of reflective area cannot improve the daylighting performance because of decline of surface reflectance of the atrium wall. Therefore, to improve the daylighting performance of the lower side, it is recommended that not only to increase the size of reflective area but to choose the materials which has high surface reflectance.

5) The visible transmittance and the frame size of the window area determine the amount of daylight which passes from the atrium to the adjacent spaces and the inner reflectance of the adjacent spaces effects the diffusion of light. To improve the daylighting performance of the adjacent space, it is recommended to use high transmittance glazing system, to

decrease the frame size of the window area for more influx of light, and to choose high reflective materials within the glare limits.

감사의 글

새로운 시작이라며 마음 설레었던 대학원 생활이 이제는 막을 내리는가 봅니다. 힘들었던 만큼 얻은 것도 많았던 기간이었습니다. 그 동안 보잘 것 없는 논문이 완성되기까지 격려와 도움을 주시고 또한 부족하기 만한 저를 아껴주시고 돌봐 주셨던 모든 분들께 머리 숙여 깊은 감사의 마음을 전합니다.

못난 제자를 사랑으로 보살펴주시고 끝까지 이끌어주신 이연구 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 논문심사에서 완성까지 자상하게 지도해주신 안태경 교수님, 멀리서도 마지막까지 세심한 지도와 조언을 아끼지 않으신 나수연 교수님께 감사드립니다.

연구실 선배님으로 항상 관심을 기울여주신 송국섭 교수님, 박진철 교수님, 권영철 교수님, 김남규 교수님, 김세훈 교수님, 이동주 교수님, 이관호 교수님께 감사드립니다.

연구실 생활동안 가장 많은 시간을 함께하면서 어려울 때마다 든든한 버팀목이 되주었던 기훈형, 형규형께 감사드립니다. 대학원 생활을 같이했던 전성원 박사님, 전주영 선배님, 호준이형, 상형이형, 우진식 선배님께 감사드립니다. 지금은 졸업했지만 연구실 생활을 같이한 홍석형, 치용형, 수진누나, 미경이, 경애, 학부부터 대학원까지 오랜시간 동안 함께한 동기 소연이, 승현이, 그리고 현진이랑 선이 얼마전까지도 같이 밤새던 진철에게 감사드립니다. 이번에 같이 논문쓰면서 힘이 되준 기혁이랑 소이, 힘들 때 마다 웃음짓게 해준 우리 진남매 진경, 진영이 항상 먼저 나서 도와주던 종연이, 공익근무 중인 현규, 유대종 선배님 다들 너무나 감사드리고 함께했던 기억 있지 않도록 하겠습니다.

학부부터 지금까지 항상 옆에서 함께해준 친구들 성훈이, 영환이, 종관이, 승용이, 인엽이, 성숙누나, 영화누나, 성희누나, 그리고 올 후배들 성식, 진석, 형주, 형구에게 감사드립니다. 하숙집에서 만나 내방을 거쳐가며 정든 친구들 영찬이, 강규, 금철이, 문혁이 모두들 감사드립니다.

사랑으로 키워주시고 가르치시며, 다 큰 아들 뒷바라지 하느라 고생하시는 아버님, 어머님, 떨어져 지내면서 제대로 챙겨주지 못한 하나뿐인 동생 난영에게 감사드리며 저의 미약한 결실을 바칩니다.

2003년 12월 김진명