

다목적 아트리움의 자연채광성능 평가기술

- 축소모형실험을 중심으로 -

Evaluation Techniques for Atrium Building's Daylighting Performance

- Focusing on Physical Scale Model Experiment -

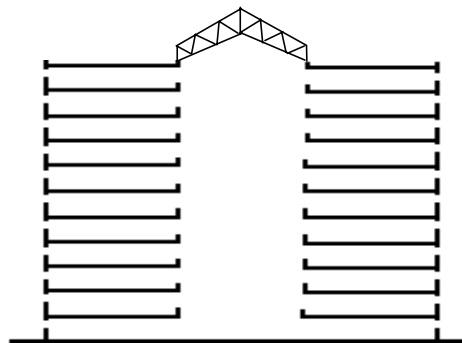
송 규동 (K.D. Song, Ph.D.)

한양대학교 건축공학과 조교수, 건축학박사

1. 서론

근래들어 우리나라에서 신축되고 있는 각종 사무소건물이나 병원 및 공공건물에 아트리움 건축양식을 주요 설계요소로서 채택하는 사례가 점점 늘어나고 있으며, 경쟁설계를 통해 당선된 고속철도의 역사에서도 지하에는 철로와 플랫폼이 들어서고 상부의 중앙홀처럼 사람이 많이 모이는 곳에서는 아트리움 양식에서와 같이 천창의 설치에 의해 자연채광 효과를 극대화하려는 노력을 볼 수 있다. 아트리움은 그 형태가 갖는 특징을 고려해 볼 때 주로 상부로부터 빛을 받는 공간이고 수직적 방향성을 갖는 공간이다. 대부분의 아트리움 공간은 매우 밝고 적정량의 태양광선이 유입될 때 시시각각 다양하게 변하면서도 쾌적한 시각 환경이 연출되는 공간이다. 건축 기능상으로 아트리움은 내부와 외부 또는 내부 공간들 사이의 완충 공간이며 건물 전체 구성의 핵으로서의 공간임과 동시에 도시 또는 자연 등의 외부 환경을 불러들이는 공간이다(日本建築學會編 1994). 아트리움은 건물 사용자들에게 쾌적한 환경을 제공하여 주며, 자연 채광에 의하여 조명 에너지의 절약 효과를 가져다 주는것은 물론이고 건물의 미적인 외관도 향상시켜준다. 외국에서의 조사에 의하면 아트리움이 있는 임대 건물은 일반적인 건물에 비해 입주자들의 선호도가 높아 임대율이 높은 것으로 나타났다 (Bednar 1986). [그림 1]은 전형적인 아트리움 건물의 단면을 보인 것이다.

자연채광은 전기조명에서와 같이 일정한 광속을 발산하는 조명기구에 의존하는 것이 아니고 시시각각 변하는 자연광에 의존해야 한다. 즉, 외부의 자연광은 우리가 임의로 조절할 수 있는 빛이 아니며, 같은 장소에서도 극단적인 경우 한여름 청천공 상태와 겨울철 담천공 상태에서의 외부 수평면조도는 그 차이가 10000 lx를 상회하고(Marietta 1996), 또한 같은 날이라 하더라도 청천공과 담천공일 경우의 외부조도, 오전과 오후의 시각별 외부조도, 그리고 북쪽 하늘과 남쪽 하늘의 천공회도에는 많은 차이가 있다. 따라서, 자연광을 공간내로 유입시켜 건물의 용도에 적합한 빛환경을 만들기 위해서는 우선 계절과 천기상태에 따른 자연광의 특성을 잘 이해하고 건축설계의 초기단계에서부터 시공과정에 이르기까지 여러 가지 건축적요소뿐만아니라 조명의 양과 질에 관한 기술적요소 등을 포괄적으로 고려하지 않으면 안된다. 본고에서는 아트리움의 자연채광 기술과 예측 및 평가기술에 대해서 주로 논하였다.



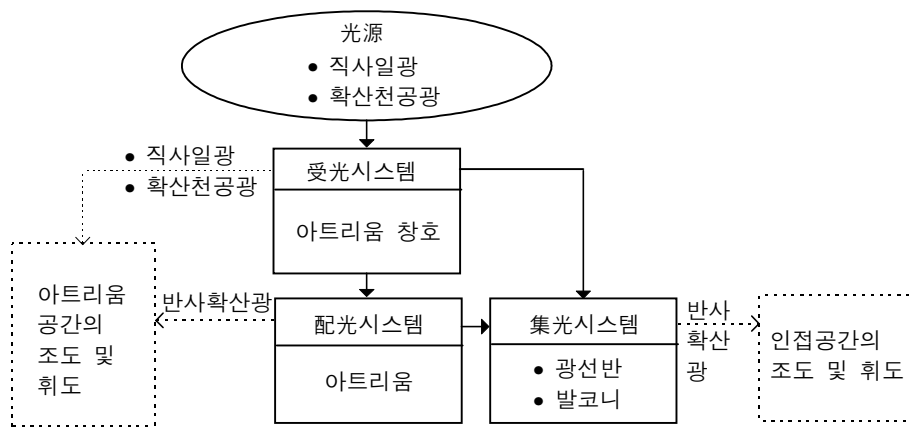
[그림 1] 전형적인 아트리움 건물의 단면

2. 아트리움 건물의 자연채광 시스템

아트리움 공간에서 자연채광에 의한 빛 환경은 아트리움 공간의 형태와 벽면 반사특성, 그리고 그 위에 설치되는 창호 시스템의 기하학적 형태와 광학적 투과 특성에 의해 결정된다 (Boyer 1990; Navvab 외 1985). 아트리움은 형태에 따라 차이가 있기는 하지만, 대부분의 경우 고창이나 천창, 또는 유리벽을 통해 많은 양의 자연광을 공간내로 받아들일 수 있는 유리한 건축적 여건을 갖추고 있다. 좀더 구체적으로 설명하자면, 상부에 위치한 수직 고창(clerestory)은 여름철 직사일광을 효과적으로 차단함과 동시에 천공확산광을 아트리움의 바닥면 전체에 걸쳐서 균등하게 분포시킬 수 있는 장점을 갖고 있고, 하늘을 향한 수평 천창의 경우는 적절한 창호구조 및 유리재를 선택할 경우 기하학적으로 바닥면과 수평을 유지하므로 창호와 바닥면 사이의 형태계수가 커져서 같은 면적의 측창에 의한 것보다 바닥면적 전체에 걸쳐서 더욱 균등하고 더 높은 조도를 얻을 수 있는 장점을 갖고 있다. 그리고 북쪽을 향한 유리벽은 비교적 안정된 천공확산광을 아트리움 공간내로 유입시킬 수 있다.

아트리움 건물의 자연채광과 관련된 주요 시스템들은 광원으로부터 시작하여 아트리움 창호를 통해 유입된 자연광이 공간의 바닥 또는 아트리움 공간과 인접한 실까지 도달하는 경로를 고려하여 볼 때 다음과 같이 네가지로 분류할 수 있으며, 이들 네가지 자연채광 시스템의 상호 관계를 [그림 2]에 보였다.

- 1) 光源 : 직사일광 및 확산천공광
- 2) 受光시스템 : 창호프레임, 창호유리, 차양시설 등
- 3) 配光시스템 : 아트리움 공간 및 벽체
- 4) 集光시스템 : 아트리움에 인접한 실의 창호에 설치된 광선반 또는 발코니

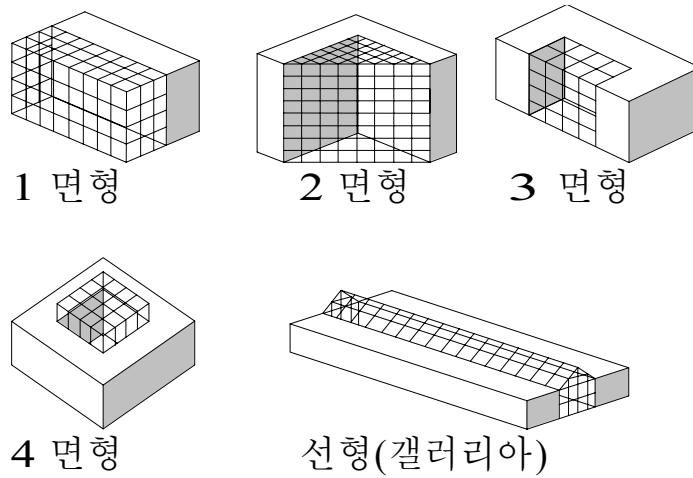


[그림 2] 아트리움 건물의 자연채광시스템들의 상호 관계

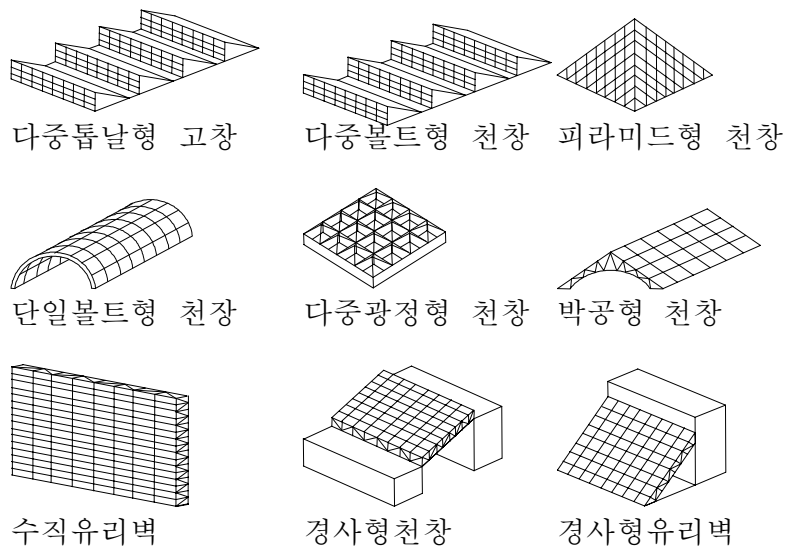
이들 시스템 중에서 광원은 계절별, 시각별 그리고 천기 상태에 따라 항상 변동하는 특성을 갖고 있어 우리들이 임의로 조절은 할 수는 없지만, 그 특성을 이해함으로써 나머지 세가지 시스템에 대해 건축설계의 초기단계에서 각 시스템에 대한 적절한 방안을 구축할 수 있게 된다.

아트리움 공간을 분류할 때 아트리움 공간을 에워 싸고 있는 건물의 형상에 따라 [그림 3]에 보인 것과 같이 1면형, 2면형, 3면형, 4면형 및 선형아트리움으로 나눌 수 있다. 이들 중 1면형, 2면형 및 3면형의 경우는 천창 뿐아니라 유리벽에 의한 자연채광 효과도 기대할 수 있지만 남쪽에 면한 유리벽의 경우 겨울철 직사일광의 유입에 의한 글레어 현상을 효과적으로 제어하기 위해 차양시설이나 유리재의 투과특성을 신중하게 결정해야 한다. 한편, 4면형 또는 아케이드와 같은 형태의 선형아트리움의 경우 대부분의 자연광이 상부로부터 하부로 유입되며 이러한 형태의 아트리움에서는 특히 여름철 태양 고도가 높을 때 직사일광의 유입에 의한 글레어의 발생 및 아트리움

내의 냉방부하의 과도한 상승을 억제할 수 있는 창호시스템을 고려해야 한다. [그림 4]는 다양한 아트리움의 창호 방식을 형태별로 분류하여 보인 것이다.



[그림 3] 아트리움 방식의 분류



[그림 4] 아트리움 창호 방식의 분류

3. 아트리움 공간의 자연채광 설계시 고려사항

직사일광의 효과적인 제어와 아트리움 공간과 주위 사용 공간에서의 자연채광 효과를 극대화하기 위해서는 설계 단계에서 다양한 방식의 아트리움 창호의 직사일광 제어성과 자연채광효과를 손쉽고 신속하게 평가 할 수 있는 도구와 공학적 자료가 필요하다. 아트리움 창호는 설계단계에서 충분한 검증은 거치지 않고 시공으로 이어질 경우, 시공후 직사일광의 과도한 유입으로 인한 글레어 현상과 냉방부하의 증가 등 실내 환경적 문제가 야기될 우려가 있으며, 문제의 해결을 위해서 추가적인 경제적 부담이 야기될 수 있다 (Gillette and Treado 1988).

아트리움의 설계 순서를 고려해 보면, 대부분의 건물 설계자는 먼저 아트리움 형태 및 크기를 결정한 후에 그 위에 얹혀질 창호 시스템을 결정하게 된다. 따라서 완공된 아트리움 공간의 빛 환경은 일차적으로 아트리움 자체의 조건에 의해 영향을 받으며 최종적으로는 그 위에 놓여지는 창호 시스

템에 의해 결정된다고 볼 수 있는데, 아트리움의 창호 방식을 결정할 때 아트리움 건물의 자연채광 성능을 향상시키기 위해 기본적으로 고려해야 할 사항은 다음과 같다 (Lam 1986; Boubekri 외 1991).

- 1) 충분한 양의 확산천공광을 유입시켜 아트리움내의 식물의 생장에 필요한 빛을 공급해야 한다.
- 2) 과도한 직사일광의 유입을 억제하여 글레어 현상을 줄이고 여름철 냉방부하의 과도한 상승을 피해야 한다.
- 3) 적정량의 직사일광을 받아들여 시각적으로 쾌적한 자극을 유발하는 것이 필요하다.

대부분의 아트리움에는 미적인 분위기를 향상시키기 위해 여러 가지 식물로 조경이 되어 있다. 인간의 눈은 매우 넓은 범위의 빛환경에 순응을 할 수 있지만 식물의 경우 하루에 최소한 8 시간 정도는 약 1000 lx의 조도가 유지 되어야 정상적인 생장을 할 수 있다 (Lam 1986). 따라서, 아트리움의 자연채광 계획은 인간의 시작업에 필요한 양의 빛을 확보하려는 것보다는 오히려 식물의 생장에 필요한 빛을 확보하려는 것에 초점을 맞추고 행해져야 한다. 또한, 식물의 성장은 빛이 유입되는 쪽으로 향하는 특성이 있으므로 식물의 형태가 대칭으로 자라는데는 천창방식이 측창방식보다 더 유리하다 (Saxon 1987).

또한, 천창으로부터 유입되는 직사일광은 여름철 냉방부하의 상승 요인이 될 뿐 아니라 아트리움 벽에 위치한 창문으로부터 반사되는 직사일광은 글레어 현상을 유발시킬 수 있음을 유의해야 한다. 그러나, 아트리움 공간에 완전히 확산된 천공광만을 유입시킬 경우 하루종일 매우 단조로운 분위기가 연출되므로 적정량의 태양광을 유입시킴으로써 아트리움 공간에 그림자와 태양이 비치는 부분들 사이의 콘트라스트를 만들어 시각적으로 신선하면서도 시시각각 변화있는 분위기를 연출하는 것이 바람직하다. 이것은 대부분의 아트리움은 건물의 로비공간으로 사용되는 동적인 공간이란 점에서 그 타당성을 찾을 수 있다 (Lam 1986). [표 1]은 아트리움의 자연채광을 설계할 때 위에서 언급한 아트리움 자연채광 시스템에 대해 고려해야 할 사항들을 정리한 것이다.

[표 1] 아트리움 설계시 주요 고려사항

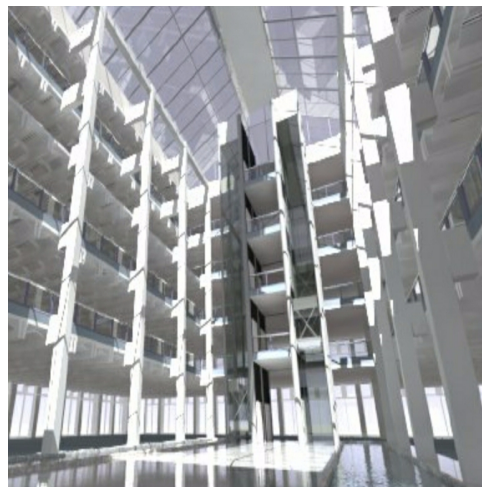
자연채광시스템	설계 요소	설계 변수
광원	외부조도	확산천공광조도, 직사일광조도, 천공회도분포
수광시스템	창호프레임, 창호유리, 차양시설	창호 프레임과 유리의 면적, 방향, 경사각 및 투과율. 창호의 투과특성 (투명, 확산). 차양시설의 방향, 경사각, 반사율, 반사특성 (정반사, 난반사)
배광시스템	아트리움 형태, 벽체 반사율	아트리움의 광정지수(Well Index), 벽체 반사율 및 반사특성 (정반사, 난반사)
집광시스템	광선반, 발코니의 형상 및 반사율	위치, 면적, 경사각, 반사율, 반사특성 (정반사, 난반사)

4. 아트리움 건물의 자연채광 성능 예측 및 평가 기술

천창을 갖는 아트리움 건물의 자연채광 성능을 예측하고 평가하는 것은 측창을 갖는 일반적인 사무실의 자연채광 성능을 예측하는 것보다 어렵다. 일반 사무실의 측창에 의한 자연채광 성능은 수직 개구부의 대부분의 면적이 유리이고 창틀도 규칙적인 2차원적인 형상을 갖고 있어 유리 자체의 투과율, 유지보수율과 창틀의 면적비 및 사무실 각 표면의 반사율 등을 고려하여 1950년대 미국에서 개발된 광속법(Lumen Method) (Griffiths 외 1957)이나 1960년대에 영국에서 개발된 주광율법(Daylight Factor Method) (Hopkinson 외 1966) 및 1980년대 미국의 Lawrens Berkeley연구소(LBL)에서 개발한 자연채광 계산용 컴퓨터 모델인 Superlite (LBL 1985) 등을 사용하여 비교적 정확

하게 예측할 수 있다.

그러나, 아트리움의 창호는 일반적인 수직 측량과는 달리 창호 자체를 지탱하기 위한 구조 방식에 따라 매우 다양한 형태와 방향성을 갖게 되고 유리의 재질에 따라서 태양광과 천공광의 투과 특성도 투명, 확산, 반확산 등 다양해지기 때문에 아트리움 창호의 광학적 투과 및 산란 특성을 정확하게 모델링하기 어렵다. 여러 가지 컴퓨터모델 중 미국의 LBL에서 개발된 Radiance 프로그램은 CAD 프로그램에 의해 3차원으로 그려진 도면으로부터 건축설계 정보를 입력하여 광선추적법 (Ray Tracing Method)에 의해 실내의 조도 및 휘도 분포를 정확하게 계산할 수 있도록 개발되어 있다. 또한 이 프로그램은 실제의 재료의 색깔 및 질감 등에 의한 빛의 반사 특성을 사실적으로 모델링 할 수 있어 컴퓨터 화면에 자연채광 뿐아니라 인공조명에 의한 분위기를 사실에 거의 가깝게 그려낼 수 있다 (Ward 외 1989). 그러나 복잡한 형상의 프레임 구조를 갖는 아트리움의 창호를 CAD 프로그램에 3차원으로 그리는 것은 매우 많은 시간과 노력을 요구하며, 더욱이 외부의 천공상태에 대한 자료를 정확하게 입력하지 않을 경우 그 결과에 오차가 발생할 수 있음을 유의해야 한다. [그림 5]는 Radiance 프로그램에 의해 출력된 아트리움의 내부 전경을 보인 것이다.



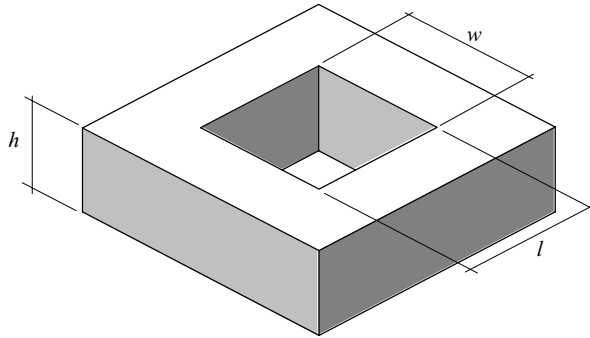
[그림 5] Radiance 프로그램에 의해 출력된 아트리움의 내부 전경

그러나, 건축실무 분야에서는 설계단계에서 아트리움의 자연채광 성능을 예측 및 평가하기 위해서 대부분의 경우 아트리움과 창호의 축소모형을 제작하여 실제의 천공상태 또는 인공천공실에서 측정하는 축소모형 실험에 의존하고 있다 (Spitzglas 외 1985). 다른 건축환경요소 즉, 공기의 이동이 수반되는 열이나 파장이 긴 음의 경우 축소모형실험은 상사율 등의 법칙을 지키는 것이 매우 어려운 과제이지만 빛환경의 경우 건물을 축소해 놓더라도 실험대상인 빛은 매우 짧은 파장의 복사(380nm-780nm)이므로 축소모형실험에 의한 결과와 실제의 건물에서 측정한 결과로부터 거의 동일한 값을 기대할 수 있다. 축소모형 실험을 하면 측정기기를 사용하여 조도 및 휘도를 정량적으로 평가할 수도 있고, 설계자가 아트리움 축소모형의 내부를 직접 육안으로 관찰함으로써 다양한 천공상태에서 아트리움 공간내의 분위기를 정성적으로 평가할 수 있는 장점이 있다.

축소모형을 제작할 때 어느 정도 실제의 건물과 동일하게 만들어야 하는지에 대한 기준은 두 가지 경우로 나누어 결정할 수 있다. 즉, 어느 특정한 설계안에 대한 평가를 행할 때는 실제의 아트리움 벽체의 반사특성을 가능한 한 가깝게 묘사하기 위해서 벽체의 질감과 색깔을 동일하게 하는 것과 아트리움에 면한 인접공간의 창문의 위치와 크기를 정확하게 축소하여 제작하는 것이 매우 중요하다. 그리고 창호의 경우에도 철골조 프레임의 두께 및 간격을 정확하게 축소시켜야 하고 색깔과 질감도 동일하게 해야 하며, 창호유리재도 가능한한 실제의 재료를 사용하는 것이 좋다. 그리고 육안에 의해 아트리움 내부의 분위기를 정성적으로 평가할 경우에는 조경용 식물의 축소모형도 배치하는 것이 더욱 효과적이다.

한편, 다양한 atrium 형태와 창호시스템의 자연채광 성능을 축소모형 실험을 통하여 도출하여 향후 설계시 손쉽게 이용할 수 있는 예측용 도구를 개발할 경우에는 atrium 건물을 바닥면에 대한 높이의 비율인 광정지수 (Well Index, WI)로 일반화 시킬 수 있다. 광정지수는 식(1)과 같이 표현되며, 정방형 atrium의 WI는 1.0 이며 이 상태에서 높이를 두배로 올리면 WI는 2가 되는 것을 의미한다. [그림 6]은 일반화된 형태의 4면형 atrium의 예를 보인 것이다.

$$WI = H(L+W) / 2LW \quad (1)$$



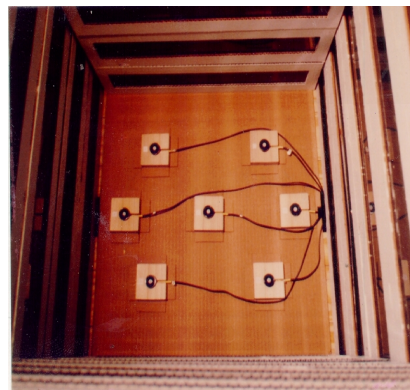
[그림 6] 4면형 atrium의 일반화된 형상

5. 축소모형 실험을 통한 atrium 자연채광 성능 평가도구의 개발 사례

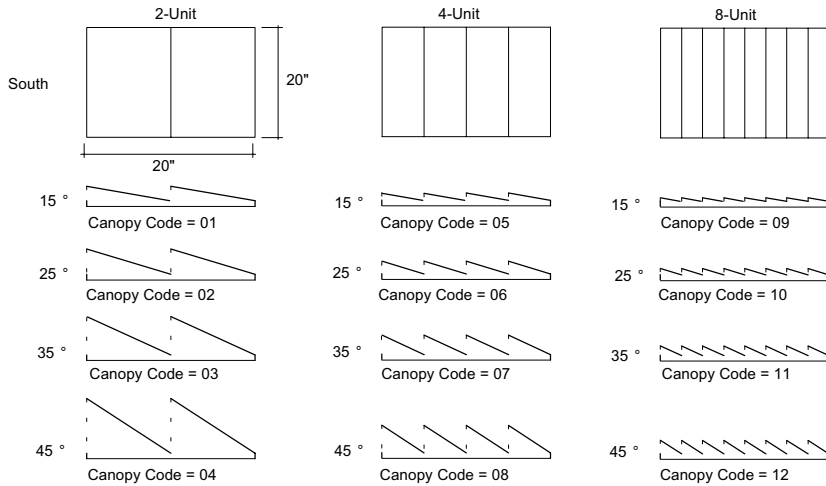
본 절에서는 일반적인 형태의 4면형 atrium과 여러 가지 창호방식의 다양한 제원에 대한 자연채광에 의한 바닥면 조도를 축소모형실험을 통해 측정하고 그 결과를 토대로 추후 비슷한 형태의 atrium 건물과 창호시스템을 설계할 때 손쉽게 자연채광 성능을 예측해 볼수 있는 간단한 설계도구를 개발한 사례를 소개 하였다. [그림 7]과 [그림 8]은 atrium의 축소모형 외관과 내부의 조도측정 모습을 보인 것이다. 특히 [그림 7]은 atrium 공간의 WI값을 다양하게 변화시킬 수 있도록 장방형 상자를 다수 제작하여 쌓아 놓은 것을 보여 주고 있다. [그림 9]는 톱날형 atrium 창호의 다양한 기하학적 제원을 변수로하여 축소모형을 제작한 예를 보인 것이고 [그림 10]은 다중광정형 atrium 창호에서 광정의 깊이와 표면반사율을 변화시키면서 축소모형을 제작한 예를 보인 것이다. 물론 이외에도 피라미드형이나 볼트형 창호도 제작하였으나 지면 제약상 본고에서는 몇가지 예만을 보였다.



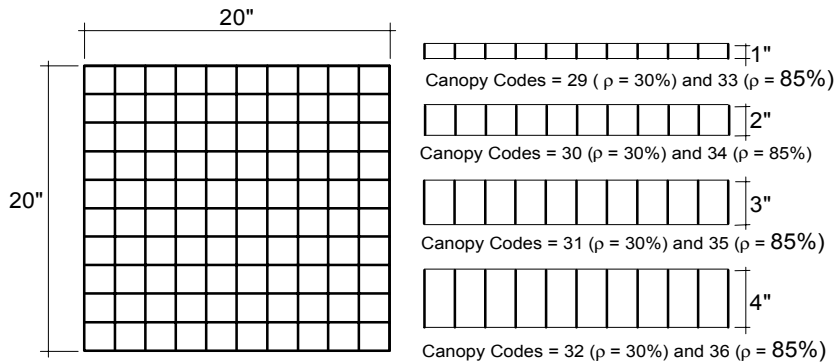
[그림 7] atrium 축소모형의 외관



[그림 8] atrium 내부의 조도측정 모습



[그림 9] 틈날형 아트트리움 창호의 다양한 제원



[그림 10] 다중광정형 아트트리움 창호의 다양한 제원

아트트리움과 창호의 축소모형제작을 완료한 다음, 우선 담천공 상태에서 창호가 설치되지 않은 아트트리움 공간의 각 지점에서 측정된 조도를 외부의 수평면조도로 나누어 주광율을 계산하고 이 값을 각 측정점에서의 기준주광율(Base Case Daylight Factor, BCDF)로 하였다. 그리고, 다양한 방식과 제원을 갖는 창호를 얹고나서 같은 장소에서 측정한 조도를 다시 외부 수평면조도로 나누어 주광율(Daylight Factor, DF)을 계산하였다. 그러한 다음 DF를 BCDF로 나누어 창호방식 특유의 자연채광 성능인 유효투과율(Effective Transmittance, ET)을 구하였다 (Song 1996). [그림 11]은 다양한 WI에 대한 담천공과 칭천공의 확산광에 의한 4면형 아트트리움의 바닥 중앙점에서의 BCDF를 보인 것이다. [그림 12]는 WI가 1.2인 4면형 아트트리움 상부에 36가지 창호를 설치하고 실험한 결과인 BCDF와 DF를 보인 것이다.

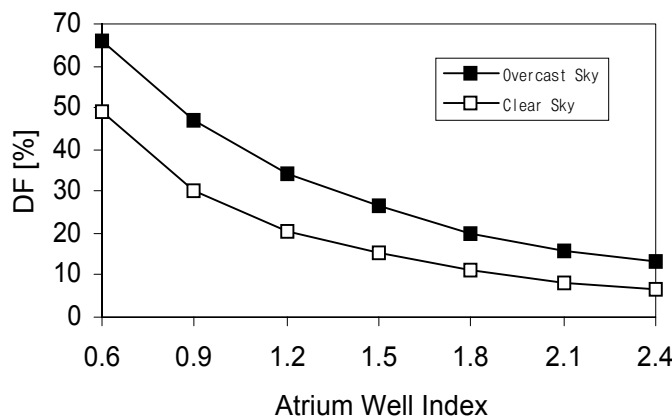
[그림 13]에서 [그림 16]은 다양한 아트트리움의 WI값에 대해서 여러 가지 창호를 설치하고 측정한 결과로부터 DF를 계산하고 그 값을 다시 BCDF로 나누어 ET를 구한 몇가지 예를 보인 것이다. [그림 13]과 [그림 14]는 각각 4-unit 틈날형 아트트리움 창호의 칭천공 상태와 담천공 상태에서의 유효투과율을 보인 것이다. 그리고 [그림 15]와 [그림 16]은 각각 85%의 표면반사율을 갖는 다중광정형 창호의 유효투과율을 칭천공 상태와 담천공 상태에 대해서 보인 것이다.

우선, 틈날형 창호와 다중광정형 창호의 유효투과율을 비교해 보면, 틈날형의 경우 아트트리움의 WI값이 변하여도 유효투과율은 각 창호별로 거의 일정함을 알 수 있다. 그러나 광정형 창호의 경우 아트트리움의 WI값이 커질수록 즉, 아트트리움의 높이가 증가할수록 유효투과율이 증가하는 것을 쉽게 관찰할 수 있다. 이러한 현상은 틈날형의 경우 개구부를 통해 유입된 확산천공광이 창호구조표면에서 완전 확산되어 아트트리움 바닥에 도달하고 각 측정점에서 보이는 천공부분의 형태계수

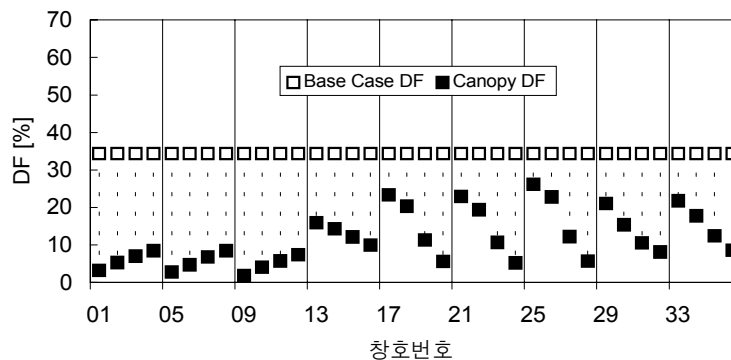
가 아트리움의 높이가 증가함에 따라 일정한 비율로 줄어 들기 때문이다. 비록 본고에는 포함되지 않았으나 피라미드형, 볼트형, 수평형 및 박공형 창호의 경우에서도 똑 같은 경향이 관찰되었다.

반면, 다중광정형 창호의 경우, 낮은 아트리움에서는 창호를 설치하지 않은 상태에서의 BCDF가 상당히 크게 측정되는 반면, 창호를 설치하면 측정점 바로위의 개구부를 통해서 보이는 천공을 제외한 대부분의 천공이 광정의 격자형 수직벽에 가려지기 때문에 낮은 유효투과율을 갖게 된다. 그러나, 아트리움의 높이가 증가하면 자연히 BCDF는 줄어들지만 측정점에서 볼 때 바로위에 위치한 광정의 개구부는 물론 주위에 위치한 광정의 개구부를 통해서도 천공이 보이기 때문에 상대적으로 더욱 높은 유효투과율을 갖게 된다.

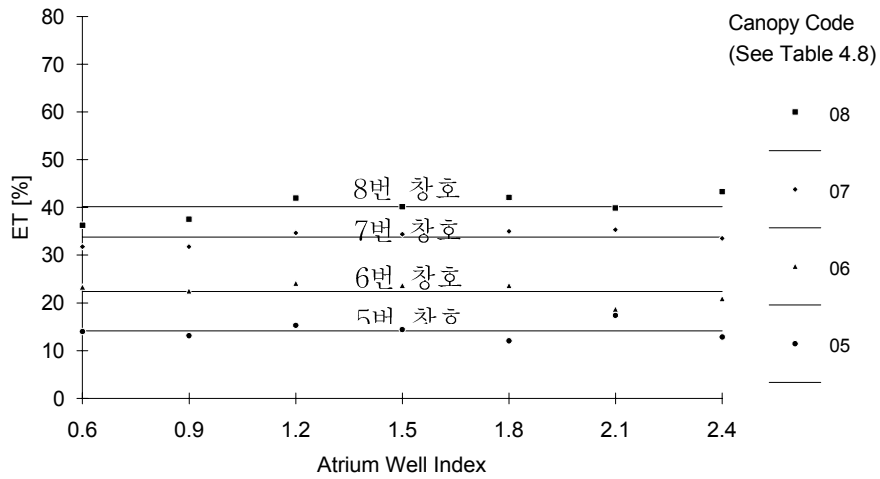
여기서는 몇가지 예만을 보였지만, 장기간에 걸쳐 좀 더 다양한 아트리움 형식과 창호의 형식을 축소모형으로 제작하여 실험을 행하고 그 결과로부터 창호의 유효투과율을 구하여 본고에서 예시한 것과 같은 그래프를 만들어 낸다면 설계단계에서는 아트리움의 모형만을 제작하여 측정을 통해 BCDF를 구하고 여기에 그래프로부터 읽은 ET값을 곱해 주면 쉽게 DF를 구할 수 있게 된다. 또한, Supterlite와 같은 기존의 자연채광 설계용 컴퓨터모델은 복잡한 창호를 기하학적으로 모델링 하는 것은 어렵지만 단순히 아트리움 공간만을 모델링하는 것은 비교적 간단하고 그 계산 결과도 정확하므로, 계산된 BCDF값에 그래프로부터 얻은 ET값을 곱하여 쉽게 DF를 구할 수 있다.



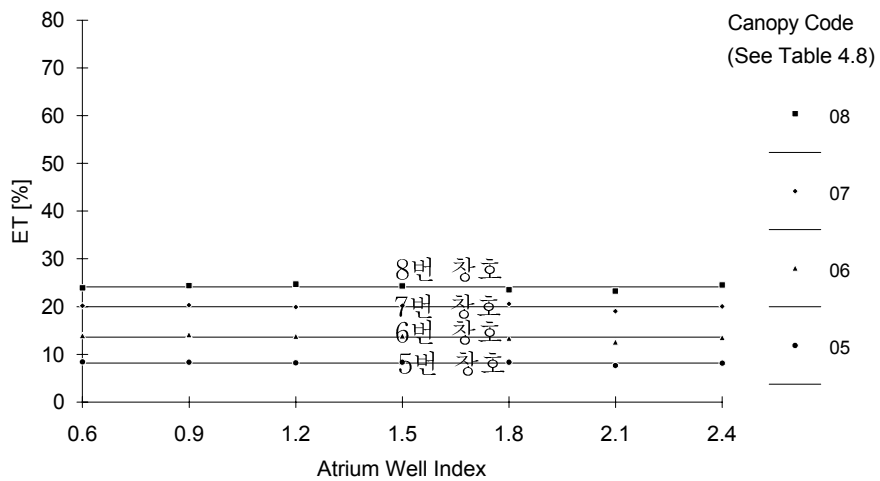
[그림 11] 창호가 설치되지 않은 4면형 아트리움 바닥 중앙점에서의 주광율(BCDF)



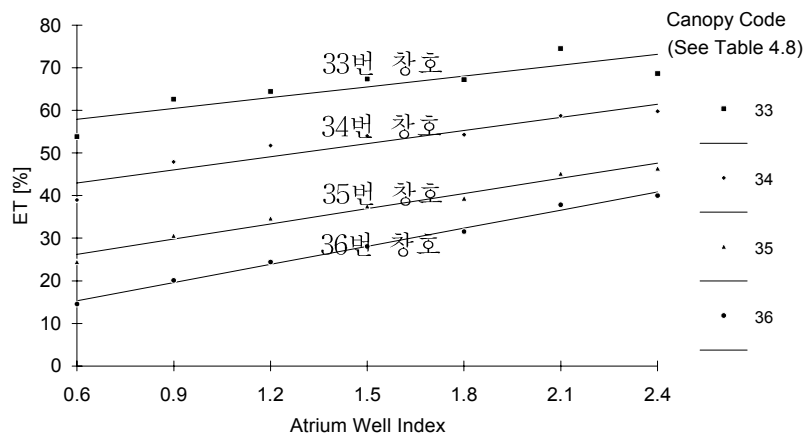
[그림 12] 개방된 4면형 아트리움의 BCDF와 창호를 설치한 DF (아트리움 WI=1.2)



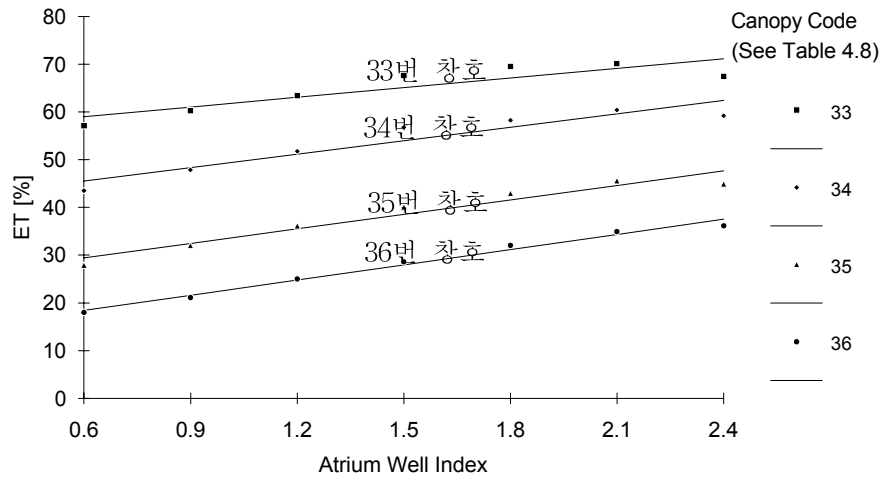
[그림 13] 청천공상태에서 4-Unit 홑날형창호의 유효투과율



[그림 14] 담천공상태에서 4-Unit 홑날형창호의 유효투과율



[그림 15] 청천공상태에서 85% 표면반사율의 다중광정형 창호의 유효투과율



[그림 16] 담천공상태에서 85% 표면반사율의 다중광정형 창호의 유효투과율

6. 결론

본고에서는 근래 들어 우리나라에서도 그 수요가 점점 증가하고 있는 아트리움 건물의 자연채광 성능의 예측 및 평가 기술에 대해 개략적으로 논하였다. 본고의 내용을 요약하면 다음과 같다.

1) 대부분의 아트리움 공간은 매우 밝고 적정량의 태양광선이 유입될 때 시시각각 다양하게 변하면서도 쾌적한 시각 환경이 연출되는 공간으로서 건물 사용자들에게 쾌적한 환경을 제공함은 물론이고 건물의 미적인 외관도 향상시켜준다. 이러한 이유 때문에 아트리움이 있는 임대 건물은 그렇지 않은 건물에 비해 보편적으로 임대율이 높은 경향이 있다.

2) 아트리움의 자연채광 설계시 기본적으로 고려해야할 사항은 첫째, 충분한 양의 확산천공광을 유입시켜 아트리움내의 식물의 생장에 필요한 빛을 공급해야 하며, 둘째, 과도한 직사일광의 유입을 억제하여 글래어 현상을 줄이고 여름철 냉방부하의 과도한 상승을 피해야 한다. 그러나 아트리움 공간에 부분적으로 유입되는 적정량의 직사일광은 시시각각 변화감 있는 분위기를 만들어 시각적으로 쾌적한 자극을 유발 시키므로 긍정적인 요소가 된다.

3) 아트리움 건물의 자연채광 성능은 우선, 아트리움 자체의 기하학적 및 광학적 특성에 의해 일차적으로 결정되고 최종적으로는 아트리움의 창호의 기하학적 및 광학적 특성에 의해 결정된다. 그러나, 아트리움의 창호는 일반적인 수직 측창과는 달리 창호 자체를 지탱하기 위한 구조 방식에 따라 매우 다양한 형태와 방향성을 갖게 되고 유리의 재질에 따라서 태양광과 천공광의 투과 특성도 투명, 확산, 반확산 등 다양해지기 때문에 아트리움 창호의 광학적 투과 및 산란 특성을 정확하게 수치적으로 모델링하기 어렵다.

3) 따라서, 아트리움의 설계안을 축소모형으로 구현하여 실제의 천공상태 또는 인공천공실에서 실험을 행할 경우 정량적인 평가는 물론 육안에 의한 관찰을 통하여 정성적인 평가도 가능하게 된다.

4) 또한, 장시간에 걸쳐 여러 가지 아트리움 방식에 대해 다양한 방식과 제원을 갖는 창호의 유효투과율(ET)를 도출해 냄으로써, 향후 건축설계자들이 손쉽게 아트리움 창호를 결정하는데 도움을 줄 수 있다.

5) 본고에서 개략적으로 설명한 아트리움 축소모형 실험 결과 대부분의 천창형 창호는 담천공과 청천공상태에서 아트리움의 깊이에 관계 없이 일정한 크기의 유효투과율을 갖고 있으나, 다중광정형 창호는 낮은 아트리움에서는 낮은 유효투과율을 가졌고, 아트리움 높이가 증가할수록 유

효투과율도 증가하는 것을 알 수 있었다.

6) 향후 아트리움의 자연채광 성능과 관련하여 수행되어야 할 연구과제는 시각적으로 쾌적한 분위기를 만들기 위해 얼마만큼의 지사일광을 유입시켜야 좋은지를 도출해 내는 것이다. 이것은 태양이 비취지는 면적과 장소 및 재실자의 시점에서 본 형태계수 등의 객관적인 요소를 정량적으로 손쉽게 결정하는 방법을 개발해야하고 아울러, 건물 이용자에 대한 설문조사 등의 정성적인 평가모델의 개발도 병행해야 한다.

7. 참고문헌

- Bednar, M.J. 1986. *The New Atrium*, McGraw-Hill Book Co., New York, NY.
- Boubekri, M., R.B. Hull, and L.L. Boyer. 1991. "Impact of Window Size and Sunlight Penetration on Office Workers' Mood and Satisfaction: A Novel Way of Assessing Sunlight," *Environment and Behavior*, Vol. 23, No. 4, July, Sage Publications, Inc., Beverly Hills, CA. pp.474-493.
- Boyer, L.L. 1990. "Preliminary Design Considerations for Daylighting in Atria," *Proc. 15th National Passive Solar Conference*, March, Austin, Texas, American Solar Energy Society, pp. 189-194.
- Gillette, G. and S. Treado. 1988. "The Daylighting and Thermal Performance of Roof Glazing in Atrium Spaces," *ASHRAE Transactions*, Vol. 94, Part I, ASHRAE, pp.826-836.
- Griffith, J.W., W.J. Arner, and Wenzler. 1957. "Practical Daylighting Prediction," *Proc. IES National Technical Conference*, Atlanta, GA.
- Hopkinson, R.G., P. Petherbridge, and J. Longmore. 1966. *Daylighting*, William Heinemann, Ltd., London, UK.
- Lam, W. 1986. *Sunlighting as Formgiver for Architecture*, Van Nostrand Reinhold, Co., New York, NY.
- LBL, Windows and Daylighting Group. 1985. *SUPERLITE 1.0 (manual)*, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, CA.
- Marietta, S. M., 1996. "The Dangers of Daylighting," *Lighting Design+Application*, IESNA, February, pp.30-33.
- Navvab, M. and S. Selkowitz. 1984. "Daylighting Data for Atrium Design," *Proc. 9th Passive Solar Conference*, Columbus, Ohio, American Solar Energy Society, pp. 495-500.
- Saxon, R. 1987. *Atrium Buildings-Development and Design, 2nd Ed.*, Van Nostrand Reinhold, Co., New York, NY.
- Song, K.D. 1996. "The Effects of Atrium Canopy Systems on Daylighting and Sunlighting Performances in Atria," *Journal of the Research Institute of Industrial Sciences*, Vol. 42, Hanyang University, Seoul, Korea, pp.7-15.
- Spitzglas, M., M. Navvab, J.J. Kim and S. Selkowitz, 1985. "Scale Model Measurements for a Daylighting Photometric Database," *Journal of the IES*, IESNA, Fall, pp.41-61.
- Ward, G.J., F.M. Rubinstein, A. Grynberg. 1989. "Luminance in Computer-Aided Lighting Design," *Proc. Building Simulation '89*, pp.79-87
- 日本建築學會編. 1994. *アトリウムの環境設計*, 彰國社.