

고심도 공간의 건축적 특성에 따른 자연집광 시스템의 조명원적 성능분석

Projecting Performance of a Daylighting Source Based on Its Architectural Applications in the Open-Top Surface Structure

김 곤* 김 정 태**
Kim, Gon Kim, Jeong Tai

Abstract

A lightcourt design is typically used to address issues concerning aesthetics, feeling, and mood. From the view point of environmental aspect, as an ecological shaft space, it plays a key role in controlling inner quality. In particular, the lightcourt concept allows the exploitation of daylighting by bring natural light into the center of the building, thus eliminating dark deep spaces. Additionally, the lightcourt shades the inner space in summer. The amount of light available at the base of the lightcourt depends on a number of factors; translucency of the top, reflectance and the geometry of the space. In this paper is to exemplify a lightcourt configuration with a sloped wall. It promises the maximized a sense of freedom and daylighting availability. It is a matter of course that the lightcourt with open-top plays a role as a light source for the adjacent space to the lightcourt. A series of lighting simulation provides performance data of daylighting with changing photometric factors. For the case that a skylight is not available, an electric lighting design with metal halide lamps has been established to create luminous ceiling. As expected, a sloped lightcourt with open-top exposes its superiority of daylighting source. Ancillary considerations to enhance of daylighting potential for the adjacent space have been issued with performance data.

키워드 : 자연광원, 채광성능, 고심도 공간, 광천장, 중정공간

Keyword : daylighting source, daylighting performance, top-open space, luminous ceiling, atria

1. 서론

새로운 세기에 접어들면서 생태성과 친환경이라고 하는 담론을 사회적 가치로 인식하고 건축분야에 있어서도 친환경을 위한 선도의 발전적 입장을 견지해 온지도 적지 않은 시간이 흘렀다. 한편으로는 지구 온난화 방지를 위한 기후협약 같은 거대 담론이나 건물의 에너지 소비 절감과 같은 매우 실질적인 지향점들이 경제논리라는 전통적인 디자인 인자와 결합하여 거주자의 건강이라는 원론적인 건축목적과는 멀어지는 양상도 보이고 있다. 도심지의 고밀도 개발에 따른 건물의 대형화는 환경적으로 외부와 격리된 저급공간의 양산을 초래하며 고층화가 동시에 적용되는 경우 지하 공간과 다름이 없는 고심도 공간의 조성이 만연하고 있다. 이에 대한 문제인식이 공유되어 대형 공간의 경우 수평적인 공간조직의 환경적 한

계를 해소하기 위하여 대형의 수직공간을 조성함으로써 대형 건물 내의 생태 요소의 순환 및 공간 환경의 질을 향상시키기 위해 노력하고 있다.

생태적 수직순환공간 (Eco-Shaft)은 일반적으로 중정의 형태를 이루고 있으며 건물 중앙부의 고심도 공간에 다양한 생태성의 공유를 위한 매개 역할을 수행한다. 건물의 용도나 심도의 깊이에 따라 수직순환공간의 크기와 형태는 다양하며 상부의 경우 천장을 구비하거나 천창의 효과를 재연하는 광학장치들이 설치되는 예가 많다. 물론 전통적으로 기본적인 중정공간에 대한 생태요소들, 즉 공기나 열류, 소음, 빛과 같은 단위 요소들에 대한 개별적 분석은 만이 이루어졌으나 보다 다양한 형태에 대한 분석이나 특히 주된 목적 공간에 해당되는 중정 인접공간에 대한 연구는 상대적으로 많지 않다. 기울기를 가진 중정이나 중정으로의 개구부가 설치된 인접공간의 다양한 특성에 기초한 연구들이 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 자연광의 집광원으로서의 천창의 형태와 다양한 기하학적 형상의 중정이 적용된 고심도

* 정회원, 강원대학교 교수, 건축학박사
** 교신저자, 경희대학교 교수(jtkim@khu.ac.kr)

중정공간 및 인접 공간에 대하여 채광성능을 평가하고 물리적, 광학적 요소에 따른 채광특성을 분석하였다. 또한 천창의 설치가 원천적으로 불가능 한 중정의 경우 천창을 재연할 수 있는 적절한 광원을 선정하고 천창의 효과에 준하는 채광성능을 발현하도록 조명계획을 실시하였다. 중정의 목적에 따라 다양한 조명계획이 차별적으로 이루어졌으며 이에 대한 성능 분석이 수행되었다. 인접공간에 대한 채광성능이 양적, 질적으로 제고될 수 있도록 중정 벽면을 2차 광원으로 역할 할 수 있도록 다양한 광학적 시도가 적용되었다. 분석 결과를 바탕으로 대표성을 가진 고심도 중정공간에 대하여 일반적으로 적용 가능한 채광성능을 제시하고 향후 심화 연구에 대한 방향을 설정하고자 하였다.

2. 고심도 중정공간의 특성

2.1 고심도 중정공간의 개요

중정공간이란 건물의 수직형 개방공간의 한 형태로서 건물의 특정부의 수직적 사용을 포기하고 이를 바닥 슬래브를 없애고 상부까지 오픈시킴으로서 수평 및 수직적으로 열린 입체 공간을 조성한 것이다. 즉, 건물내부에 존재하면서도 옥외광장과 같은 분위기와 공간적 기능을 갖고 있어서 사람을 운집하게 하는 효과가 있으며, 건물의 이미지 제고와 동시에 건물 사용자들에게 쾌적한 환경을 제공하여 임대율을 높이는 등 궁극적으로 건물의 부가가치를 높이는 역할을 한다. 최상부 천장에 유리가 설치된 경우 다양한 광학적 고려가 적용된 캐노피 형태가 존재하며 수평형부터 경사형, 모니터형, 톱날형 등 여러 변형의 예들이 있다.

특히 대형 건물이나 지하건축물에서 활용도가 높은 바, 창을 구비할 수 없는 내부 중앙이나 지하공간의 폐쇄성과 자연광의 부재라는 원천적 문제점을 동시에 해결할 수 있다. 또한 중정공간은 산업사회 속에서 상실되어가는 사람들의 심성과 감성에 정서적으로 긍정적인 자극을 주며, 중압감을 주는 실내, 외 공간에 시각적인 휴식처 역할을 담당한다. 아울러 대규모 중정 내에 발코니를 설치하여 상업공간으로 활용하는 성공적인 예들이 목격되고 있다. 이와 같은 다양한 장점으로 인하여 외국은 물론 국내에서도 중정을 주요 설계요소로서 채택하는 건물들이 늘어나고 있으며, IBS 등급제 및 친환경건물인증제 시행의 추세를 고려할 때 중정의 선호도는 앞으로도 지속적으로 증가할 전망이다.

2.2 고심도 중정공간의 생태성

현대적 재료와 기법으로 지어지는 첨단 건축물이 갖추어야 할 기능의 영역이 생태성의 범주에까지 이르고 있는 측면에서 새로이 부각되는 중정공간의 특성중 하나는 친환경 건축요소의 조성 및 운용을 위한 가장 적절한 공간형태라는 점을 들 수 있다. 중정공간의 대표적인 장점은 내외부의 중간 영역적 준 외부 공간으로서의 개방감

과 안락감에서 비롯된다. 이를 위해서는 중정공간의 자연성 확보를 극대화시켜야 하며 건물 내에 자연요소가 수직, 수평적으로 순환되고 지속되어야 한다. 수직적으로 열린 공간이 갖는 중력적 자연환기의 잠재력도 극대화되어야 하며 공기환경에 대한 관심인 높은 요즈음 적절한 공기흐름을 유도하여 시각적 개방감과 아울러 다양한 인체 감각으로 자연성을 감지시킬 수 있도록 고려되어야 한다.

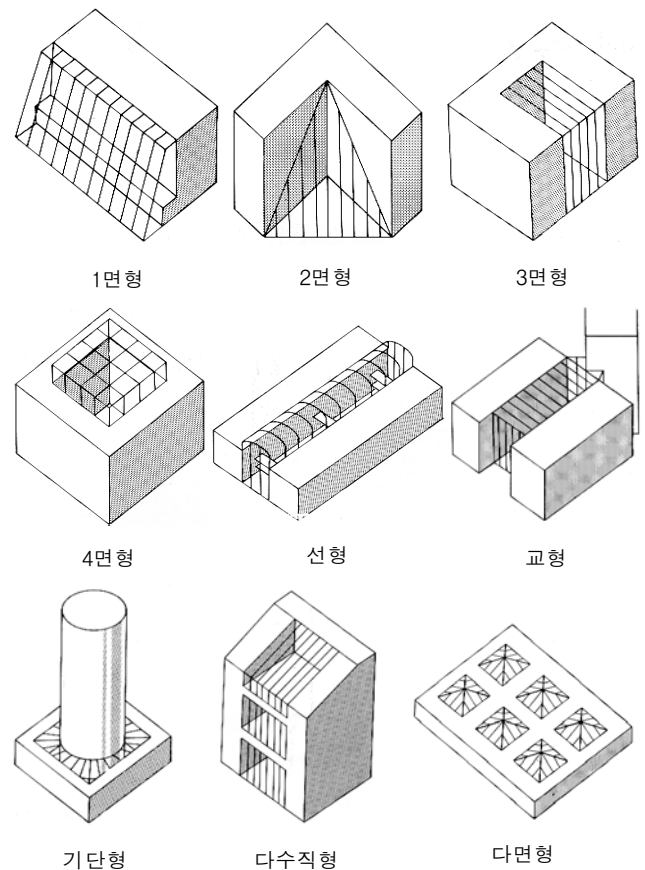


그림 1. 고심도 공간에 적용 가능한 중정형상

건물내부의 자연요소 중 가장 강력하고 유입성이 용이한 자연광의 경우, 빛을 매개로 하여 외부 자연환경을 시각적으로 차입하고 자연광을 공간 깊숙이 도입한다. 아울러 적절한 식재계획을 통해서 충분한 녹색공간을 이용자에게 제공하여야 하며 공간의 시각적 투명성을 살려 도시적 차원에서 인지도와 상징성을 부여하도록 계획되어야 한다. 그러나 대형 중정공간의 경우 초래되는 냉방기간 중 과도한 일사의 유입은 냉방부하 증가 및 현휘 현상 등 부정적인 문제를 야기 시킨다. 특히 고층화된 대형 중정은 그 자체만으로도 내부 환경 조절을 위한 엄청난 에너지 소비를 요구한다. 이를 위한 설비 운영차원의 해결책과 광학 조절장치들이 제시되고 있으나 중정의 초기 설계 시 내부온열환경 및 조명환경에 대한 복합적 검토 과정이 수반되어야 경제적·효율적 기능을 발현할 수 있다.

2.3 고심도 중정공간의 채광특성

심도가 깊은 내부공간의 경우 천장만큼 효과적인 자연 채광시스템은 없다. 지극히 인공적인 대형건물의 내부중정 공간 내에 존재하는 자연광은 자연요소의 뛰어난 전달자로서 시각적 수용범위 내에서 긍정적인 시각적, 심리적 자극제로서의 역할을 한다. 그동안 중정 내에서의 자연채광 성능과 관련된 건축적, 광학적 설계요소들에 대한 연구는 적지 않게 이루어져 왔다. 중정 내부에 유입되는 자연광은 그 양과 질이 원천적으로 계절별, 시각별, 천공 상태에 따라 변동한다. 아울러 천창이 설치된 경우 개구부와 캐노피의 형상 및 유리 매질의 광학적 특성에 따라 좌우되며 다양한 종류가 있다. 중정지수(Well Index)로 나타낼 수 있는 중정 공간의 형태 또한 채광성능에 영향을 미치는 바, 중정 공간 바닥면을 기준으로 좁고 높은 중정형태는 채광적으로 불리하며 넓고 낮은 형태는 유리하나 공기의 밀도차이에 의한 지속적인 생태적 모델링이 감소한다. 내부 반사율은 하단부의 채광에 많은 영향을 미치며 특히 중정의 인접공간에 자연광을 유입시키는 경우 광학장치의 이용이 필요하다.

3. 고심도 공간의 채광성능 평가계획

3.1 개요

본 연구의 차별성은 경사형 중정형태를 포함하여 다양한 물리적 요인들이 광학적으로 작용하는 역할 규명에 기초한다. 일반적으로 중정 형태는 내부공간은 가장 정형화된 육면체의 입체공간으로 계획한다. 그러나 상부로 갈수록 열린 경사면을 갖는 경우 하단부 공간에서 느끼는 개방감도 기울기와 비례하여 증대됨으로 다양한 변형의 예가 제기되고 있다. 이와 같이 내부 중정을 형태적으로 정서적인 매개체 역할을 하도록 의도하고 인접공간을 각 층별로 확대 생산하여 상업시설이나 교육시설과 같은 주목적 공간으로 사용되는 중정의 예는 드물지 않다.

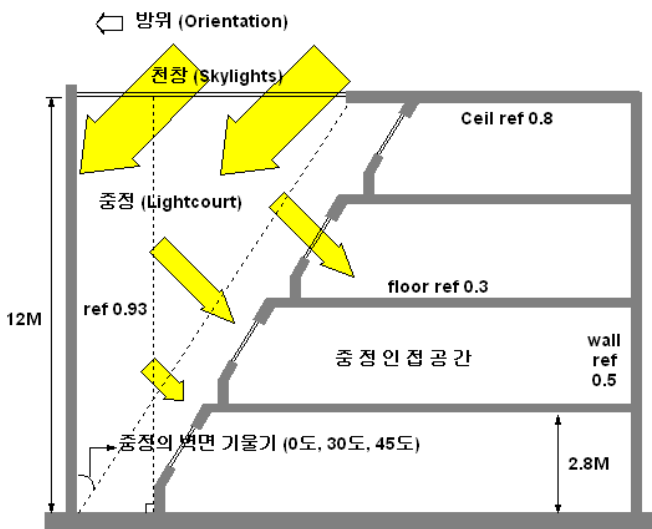


그림 2. 경사형 중정의 형태와 관련 광학변수

이와 같은 중정 공간내의 형태와 관련된 광학적 영향도를 분석하기 위하여 본 연구에서는 위의 그림과 같은 대표적인 형상에 대해 물리적·광학적 대표성을 확보한 일련의 연구 대상을 도출하고 컴퓨터 프로그램을 성능평가 도구로 이용하였다. 자연채광 성능평가를 위한 모의실험은 청천공 조건하에서 실시하였으며 균제도 등 다양한 지표들이 정의되고 사용되었다.

아울러 천창이 구비되기 불가능한 건축적 여건에 대한 해결책으로 상부에는 인공광원을 통한 광천장을 구비하고 하부에는 중정이 계획된 형태를 제안하였다. 이에 적절한 인공광원의 종류를 제시하고 요구되는 조도 수준에 따른 인공 광천장 계획의 세부사항을 규명하였다. 단, 식재나 가구, 계단 등의 기타 실내 장애물의 영향분석은 이번 연구에서는 포함되지 않았다.

3.2 고심도 공간의 채광변수

자연채광의 성능을 결정하는 관점에서 가장 중요한 요소는 개구부의 형상을 포함한 공간의 기하학적 형태이다. 물론 개구부와 공간이 배치되는 방위 역시 매우 원천적인 광학요소가 될 것이다. 이에 본 연구에서는 남향과 동향을 대표적인 방위로 설정하였으며 본 연구에서는 본 연구에서는 중정의 한 면이 수직벽면이며 (0°) 이를 기준으로 맞은 벽면의 기울기가 30°와 45°인 경우를 대상으로 다양한 분석이 시도되었다.

0°	30°	천창1 천창2 천창3 천창4	E [동향]	3월	1F		
	45°	천창5 천창6 천창7 천창8	S [남향]	6월	2F		
30°				9월	3F		
45°					4F		
		중정벽면 경사각	차별화된 천창크기	장문번호	건물방향	계절	층수

그림 3. 경사형 중정과 천창에 따른 Case Matrix

해당 중정공간의 기울기와 관련된 형태에 따라 적용 가능한 일련의 천창의 형상을 제시하였으며 천창의 투과율은 투명 유리로 한정하였다. 중정의 바닥공간을 기준 공간으로 선정하여 1차적으로 분석을 시도하며 각층별로 중정 인접공간의 평균조도 역시 중요한 평가인자로 사용되었다. 반사의 기여를 강조하기 위하여 중정 벽면은 고 반사로 마감하였으며 다른 내부는 일반적인 광학 특성을 부여하였다.

표 1. 천장의 형태변수 개요 및 기호

천장	크기 (M)	천장	크기 (M)
천장 1	1.3 x 9	천장 5	1.3 x 9
천장 2	3 x 9	천장 6	4.3 x 9
천장 3	4.7 x 9	천장 7	7.3 x 9
천장 4	6.4 x 9	천장 8	10.3 x 9

각 경우의 형상변수를 나타내는 기호적 방법으로 [중정벽 경사각-경사각에 비례하는 중정 개구부의 크기 유형-중정 인접공간의 개구부 방위-계절-수직천장 크기]의 형식을 사용하였다 예를 들어 0도-30도-E-계절-천장1의 경우는 중정의 경사각이 0인 수직벽이며, 30도 중정 경사각을 가진 천장의 최대 크기이며 동향과 계절을 의미하고 천장1은 창문 사이즈 타입을 말한다. 창문의 타입은 경사각이 30도, 45도인 경우 각층의 최대 중정일 때 창문 크기이므로 30도와 45도의 직접적인 비교를 할 수가 없다. 그러므로 이러한 직접적인 비교를 위하여 30도에 45도의 창문타입을 설치하여 비교가 가능하고자 했다. 이 때문에 경사각이 30도일 때 각 층 바닥을 중심으로 한 최대 중정 크기를 기준으로 창문1~4로 표기하였고 45도와 30도의 천장크기가 다르기 때문에 창문5~8로 표기하였다. 0도 역시 30도와 45도 동시에 비교가 가능하게 하고자 창문타입에 맞추어 수직벽으로 모델링하고 반사벽과 중정인접공간의 거리를 설정하였다.

3.3 고심도 공간의 인공광원

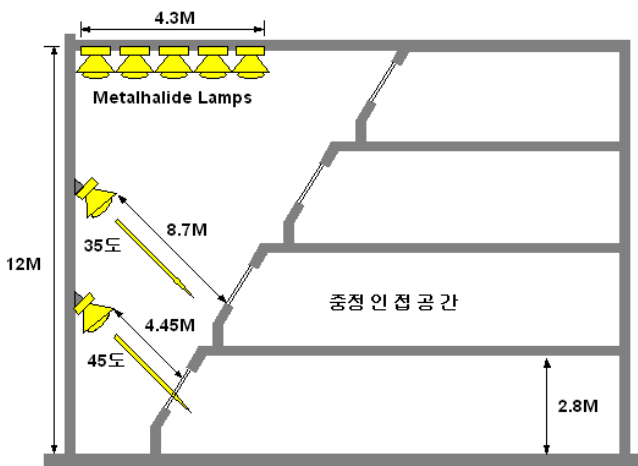


그림 4. 광천장의 개념과 보조광을 이용한 중정의 조명계획

고심도 중정공간에서 내부 광천장의 역할은 실제로 기대이상이다. 특히 자연광의 과장을 재현하는 인공광원을 이용하여 높은 휘도면을 구성하는 경우 천장으로 인식될 만큼 우수한 역할을 수행한다. 이와 같은 목적으로 사용되는 인공광원은 주로 매탈할라이드 계열의 백색광원이다. 그림과 같이 250W 정도의 직부형 조명기구를 고밀도

로 배치하여 다운라이팅을 구사하며 부가적으로 중정 벽면에 특정 각도로 조사할 수 있는 가조형 광원을 보조적으로 계획한다.

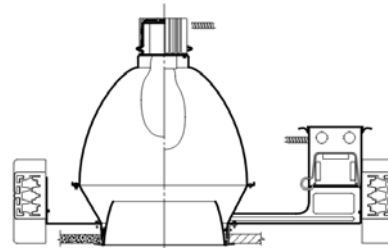
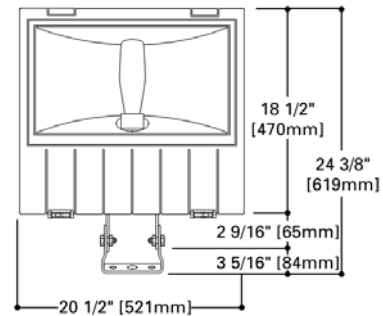


그림 5. 인공 광천장용 매탈할라이드 광원 (250W)

3.4 채광 성능 분석용 컴퓨터 프로그램

본 연구에서 선정된 자연채광 시스템의 성능분석 도구로서 Radiance 프로그램이 사용되었다. 기존의 많은 연구에서 방법론으로 선택되었던 Radiance 프로그램은 대표적인 Ray-tracing 알고리즘을 채택하고 있어 결과값에 대한 신뢰성은 이미 공인된 바 있으며 다양한 형태의 공간의 모델링 기능과 채광 시스템의 디테일의 구성면에서 탁월한 성능을 구비하고 있다. 아울러 우수한 렌더링 기능으로 시각적 이미지 구현에 장점이 있으며 결과 데이터의 post-processing과 다른 프로그램과의 호환성도 원활하여 초기의 연구 및 해석용 프로그램에서 추신 버전에서는 디자인 도구로 발전하고 있다.

광천장을 구성하기 위한 인공조명의 배치와 그 성능분석을 위해서 건축조명 프로그램인 Lumen Micro 2000을 사용하였다. 본 프로그램은 Lumen 방법을 이용한 조도해석의 정밀한 알고리즘을 바탕으로 인공조명 설계 분야에서 가장 널리 사용되고 있다. 조명업계에서 개발된 많은 광원과 조명기구에 대한 광학자료를 데이터베이스로 구비하고 있으며 자연채광 성능해석도 가능하여 상호보완적인 조명계획이 가능하다. 단순한 조도계산에 부가적으로 소요 조명에너지의 계산, 조명 이미지의 제공 등 다양한 결과를 도출한다.

4. 고심도 공간의 채광요소별 성능분석

4.1 고심도 공간의 방위별 채광성능

공간의 방위는 태양 기하학에 기초하여 채광성능의 가장 중요한 요소이나 아울러 건축적 상황에 의해 결정될 수 있는 디자인 요소이기도 하다. 수직형 중정모델내의 중정인접공간의 방위를 동향으로 배치시키고 중간기와 동절기의 데이터를 창문 크기에 따라 도식화하면 아래와 같은 일련의 형태로 도식된다. 개구부의 크기가 커짐에 따라, 저층에서 고층으로 이동할수록 평균 조도값이 커지고 그래프의 기울기가 증가한다. 이는 개구부의 크기가 천창1 보다 3.3배 넓은 천창2와 5.6배 넓은 천창3으로 증가할수록 중정 인접공간의 저층부와 고층부 간의 차이가 크다는 것을 의미한다.

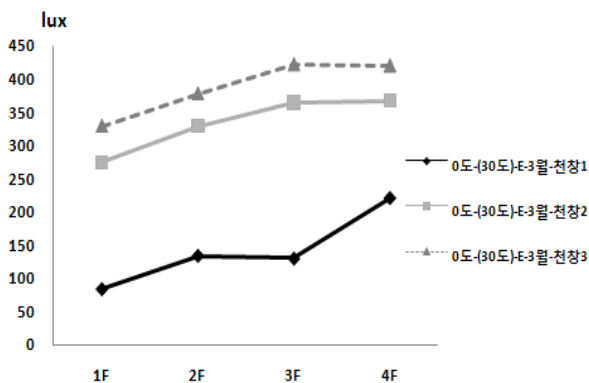


그림 6. 동향 중정공간의 형태별 층별 춘추분기의 채광성능

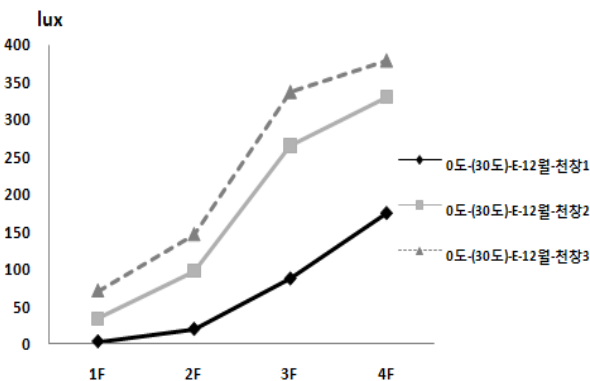


그림 7. 동향 중정공간의 형태별 층별 동지의 채광성능

또한 천창1과 천창2의 그래프 간격보다 천창2와 천창3의 그래프 간격이 더 좁은 것으로 나타난 바, 이는 개구부의 넓이와 채광성능은 일정한 비율의 선형성을 형성하는 것이 아니라 완만한 형태의 선형성을 형성하는 것으로서, 채광 설계 시 천창면적이 일정 면적 이상이 될 필요성이 없음을 의미한다.

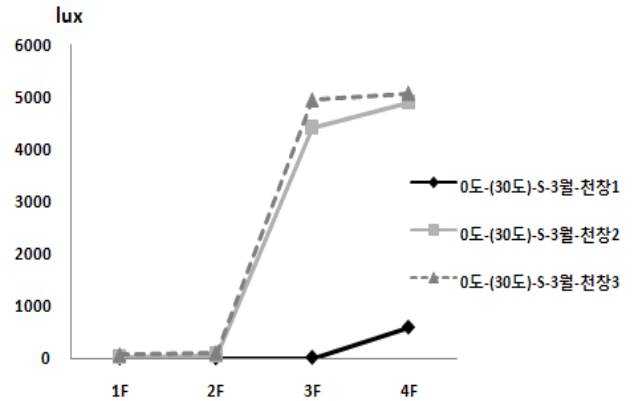


그림 8. 남향 중정공간의 형태별 층별 춘추분기의 채광성능

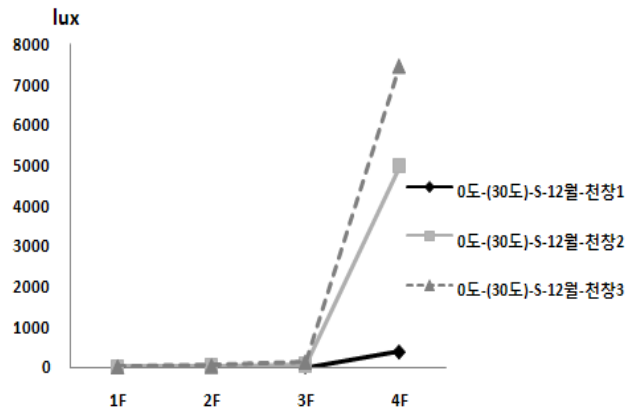


그림 9. 남향 중정공간의 형태별 층별 동지의 채광성능

앞서 인접공간이 동향으로 배치된 경우와는 달리 남향으로 배치된 경우, 3, 4층을 제외하고는 채광성능을 거의 기대할 수 없다. 직사광선이 유입되는 고층부는 과도한 채광으로 시 환경의 질이 떨어지고 부가적인 차양 장치가 필요하게 된다. 이에 반하여 저층부는 개구부 앞 벽면의 반사에 의한 채광향상효과를 기대할 수 없는 한계가 있다. 이는 태양이 중정벽의 배면에 있어 동향과는 달리 정남인 경우에 직사광과 2차적인 반사광의 역할이 크게 감소하기 때문이다. 계절별로 3층의 값이 다름을 확인할 수 있는데 이것은 동절기의 태양고도가 중간기의 태양고도보다 낮기 때문에 동절기 3층에는 직사광의 유입이 불가능하기 때문이다.

4.2 고심도 공간의 천창 규모별 채광성능

중정의 인접공간의 벽면이 경사를 이루고 있는 경우, 최상부의 천창 개구부의 크기도 이에 비례하여 변화한다.

이에 대한 채광 성능을 분석하면 예상한 바와 같이 천창의 크기가 커질수록 상층부에 가까울수록 자연채광의 성능은 비례적으로 증대된다.

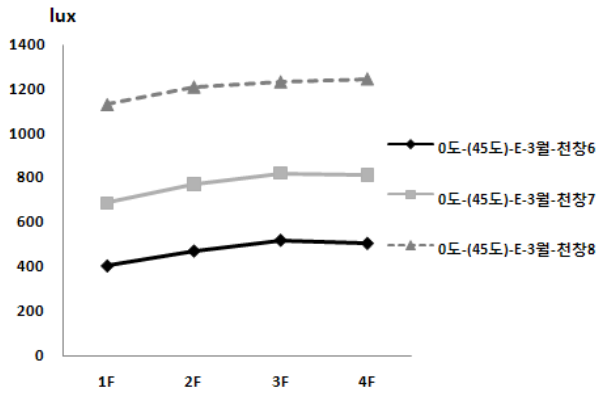


그림 10. 동향 중간기의 개구부별 채광성능

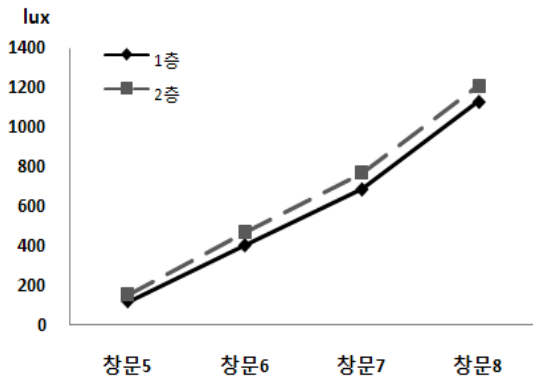


그림 11. 동향 중간기 개구부별 저층부 채광성능

동향의 춘추분의 경우 천창의 크기에 따라 채광효과는, 1.3M X 9M를 기준으로 4.3M X 9M의 경우 평균 2.7배, 7.3M X 9M의 경우 4.5배, 10.3M X 9M의 경우 7배의 증가를 나타내었다.

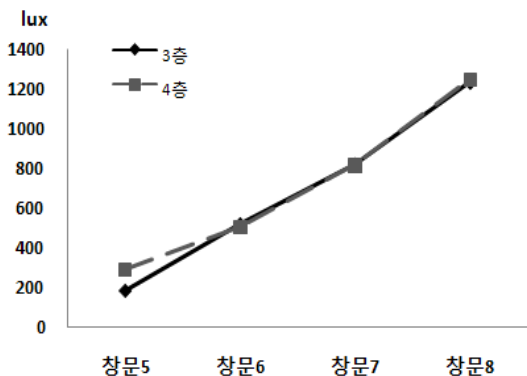


그림 12. 동향 중간기 개구부별 고층부 채광성능

인접공간의 벽면 각도별 채광성능은 0°를 기준으로 경사각 30°의 경우, 45°의 경우, 각각 2.8배, 2.1배 증가한

다. 계절별로는 중정 벽면 경사각이 0°, 하절기인 경우 최대 10배까지 증가하고 동절기는 4배까지 증가함을 확인할 수 있었다. 그러나 하절기인 경우 직사광의 유입이 많고 반사광의 기여도가 상대적으로 낮아진다. 그림 11~14는 천창 개구부의 크기별 평균 조도로 나타낸 채광성능을 도식적으로 나타내고 있다. 천창의 크기에 따른 채광성능 변화는 동향의 경우 고층부, 저층부 모두 선형적인 형태를 보이고 층별 조도값 역시 거의 차이가 없다. 하지만 남향의 경우 일정한 패턴이 없고 태양의 위치에 따른 입사각에 따라서 변화함을 알 수 있다.

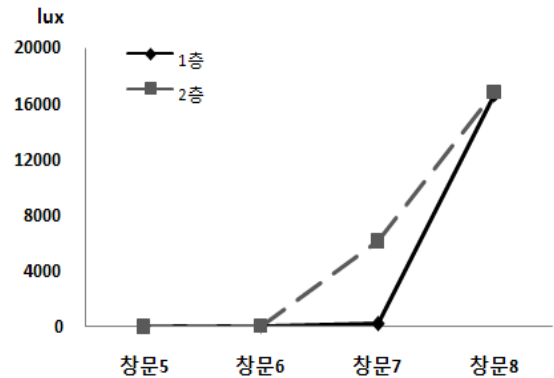


그림 13. 남향 중간기 개구부별 고층부 채광성능

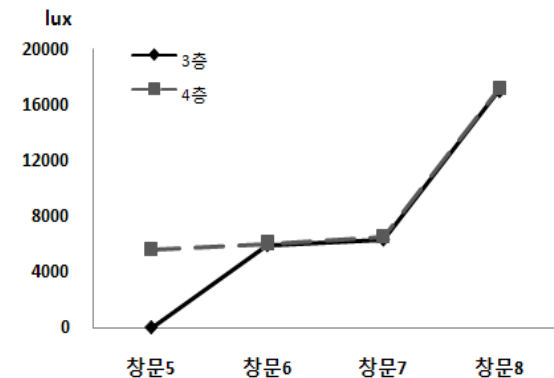


그림 14. 남향 중간기 개구부별 고층부 채광성능

4.3 고심도 공간의 반사 기여도

공간의 심도가 깊어짐에 따라 반사에 의한 채광성능의 기여도가 중요하다. 본 연구에서 설정된 고심도 공간의 경우 평균 조도에 대한 직사광과 반사광의 상대적인 중요도를 분석하였다. 동향 0°의 계절별 채광성능에서, 중간기, 동절기인 경우에 1층의 평균 조도가 2층보다 증가한다. 1층이 2층보다 커지는 경우는 동향에서만 나타나는 바, 태양의 고도가 하절기 정오의 태양고도보다 낮으면 반사에 의한 채광성능을 기대할 수 있음을 의미한다. 하지만 10.3M X 9M의 창문을 설치할 경우 이러한 가능성이 존재치 않으며 이는 동향에서 반사광을 기대할 수 있는 중정 벽면으로부터 반사 성분이 의미 있는 역할을 수행하는 유효거리는 7.3M~10.3M 사이라고 볼 수 있다.

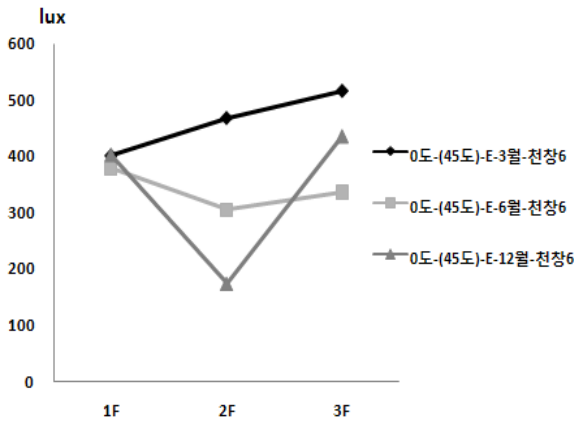


그림 15. 동향 중정공간 계절별 채광성능

중정의 기울기가 없는 수직 0° 중정벽의 경우, 남향 중정 인접공간의 경우 계절별 성능은 동향과는 달리 반사에 의한 채광성능을 기대할 수 없기 때문에 저층부과 상층부간의 차이가 크다. 하지만 태양고도가 높은 하절기 정오에는 모든 층에 평균조도가 유사하며 이는 하층부에도 직사광이 유입될 수 있음을 나타낸다.

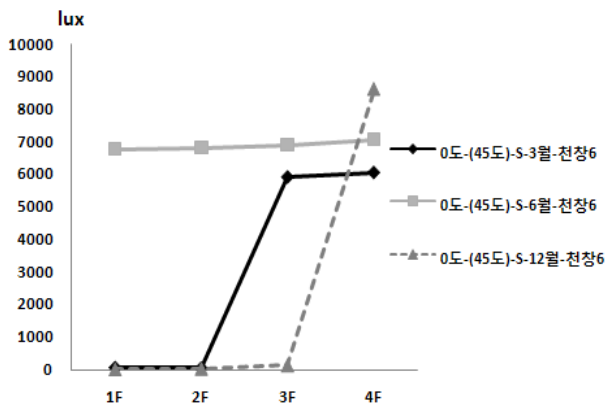


그림 16. 남향 중정공간 계절별 채광성능

4.4 고심도 공간 광천창의 조광성능

천창의 설치가 원천적으로 불가능 한 중정의 경우 천창의 자연채광 효과를 광천장을 이용하여 재연할 수 있다. 본 연구에서 매탈할라이드 계열의 백색광원을 이용하여, 자연 집광용 개구부에 해당하는 채광성능을 발휘할 수 있는 광천장의 설계안을 도출하고 그 성능을 평가하였다. 본 연구에서 선정한 매탈할라이드 250W 광원을 12개 설치하는 경우 중정과 인접한 최하부 실내 바닥면에서 75Lux의 조도를 얻을 수 있다. 기준 조도가 500 lux 일 경우 이를 만족시키기 위해서는 72개의 매탈할라이드 250W 광원이 필요하며 이를 단위면적당 조명에너지 소비량 (Lighting Power Density) 으로 환산하면 1,546W/M²을 의미한다.

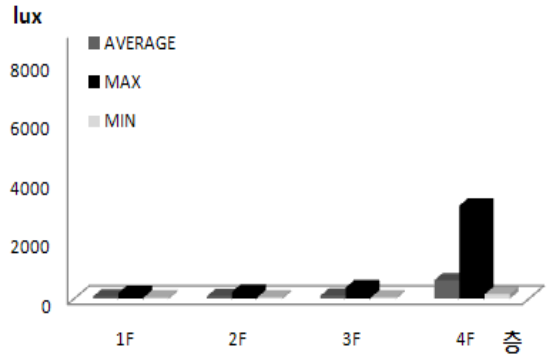


그림 17. 인공조명을 이용한 수직창의 층별 채광성능(12개)

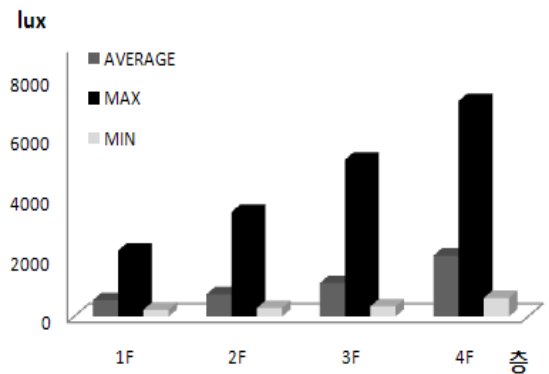


그림 18. 인공조명을 이용한 수직창의 층별 채광성능(72개)

위의 그림은 설치된 매탈할라이드 조명기구의 개수에 따른 각층별 조도의 평균과 최소, 최대값을 도식하고 있다. 12개가 설치된 경우 거리의 역자승에 비례하여 조도가 감소되는 변화량이 급격하나 72개의 충분한 조명기구가 설치되는 경우의 조사 성능은 층별로 광원에서 이격된 거리에 따른 변화량이 다소 감소되어 일정한 조도분포를 나타낸다. 12개의 매탈할라이드 조명기구를 사용한 모델의 균제도(max/min)는 5이며 72개의 조명기구가 설치된 모델의 균제도는 10으로 나타났으며 또한 층이 높아질수록 균제도는 증가한다.

5. 결론

자연광의 집광원으로서의 천창 개구부의 형태와 다양한 기하학적 형상이 적용된 고심도 중정 공간 및 인접 공간에 대하여 채광성능을 평가하고 물리적, 광학적 요소에 따른 채광특성을 분석하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

개구부의 방위는 태양 기하학에 기초하여 채광성능의 가장 중요한 요소이며 중정내부의 반사역할을 하는 벽면의 방위는 직사광의 유입각을 고려하여 계획하여야 한다. 중정 인접공간이 남향으로 배치된 경우, 직사광선이 유입되는 고층부는 과도한 조도를 형성하여 차폐의 필요성이

생성되는데 반하여 저층부는 반사에 의한 채광효과가 없다. 개구부의 크기가 커짐에 따라, 저층에서 고층으로 이동할수록 평균 조도값이 커지고 그래프의 기울기가 증가한다. 천창 개구부의 크기가 증가할수록 중정 인접공간의 저층부와 고층부 간의 편차가 증가한다. 개구부의 넓이와 채광성능은 일정한 비율의 선형성을 형성하나 일정 면적 이상의 경우 채광성능은 유사하다.

공간의 심도가 깊어짐에 따라 반사에 의한 채광성능의 기여도가 중요하다. 본 연구에서 설정된 고심도 공간의 경우 평균 조도에 대한 직사광과 반사광의 상대적인 중요도를 분석한 결과 중정의 인접공간이 동향으로 배치된 경우 반사광을 기대할 수 있는 중정 벽면으로부터 반사성분이 의미 있는 역할을 수행하는 유효거리는 7.3M~10.3M 사이라고 볼 수 있다. 중정의 기울기가 없는 수직 0° 중정벽의 경우, 남향 중정인접공간의 경우, 반사에 의한 채광성능을 기대할 수 없다.

매탈할라이트 계열의 백색광원을 이용하여, 자연 집광용 개구부에 해당하는 채광성능을 발휘할 수 있는 광천장의 설계안을 도출하고 그 성능을 평가한 결과, 매탈할라이트 250W 광원을 12개 설치하는 경우 중정과 인접한 최하부 실내 바닥면에서 75Lux의 조도를 얻을 수 있다. 기준 조도가 500 lux일 경우 이를 만족시키기 위해서는 72개의 매탈할라이트 250W 광원이 필요하며 이를 단위 면적당 조명에너지 소비량 (Lighting Power Density) 으로 환산하면 1,546W/M²를 의미한다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (과제번호: R01-2006-000-10712-0) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 김 곤, 구재오, "아트리움 건물의 중정 내부 발코니의 채광 특성에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 2005. 7
2. 김정열, 김정태, 「국내 아트리움건물의 건축환경계획에 관한 조사연구」 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(계획계), 14권, 1호, 1994
3. 김정태. "첨단 고성능 채광시스템의 국제적 동향", 첨단 채광/조명 및 창호 시스템에 관한 워크숍, 2002. 6
4. 이진숙외 2인, 「아트리움의 시각적 쾌적성 평가를 위한 예측변인 추출」, 대한건축학회 논문집(계획계), 15권, 6호, 1999
5. 비엘 공간, Better Living Architectural Metal, Annual Project Review and Report, 2003
6. R. Saxon. 『아트리움 건축』, 기문당, 1994
7. Boyer, L. L. and K.S. Kim, Empirically based algorithms for preliminary prediction of daylight performance in toplighted atria, ASHRAE Transaction DA No. 88-5-1, Part I, 1988
8. Boyer, L. L., Preliminary design consideration for daylighting in atria, 15th Passive Solar Conference Proceedings, American Solar Energy Society, Austin, Texas, March, 1990.

9. G. Kim, J. T. Kim, "Projecting Performance of Reintroduced Direct Sunlight based on the Local Meteorological Features", Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 80, No. 1, 2003
10. IESNA. Lighting Handbook, Reference & Application, 8th Edition, IESNA, New York, NY., 524-53, 1993
11. Lighting Technologies, Lumen Micro 7 User's Guide. 1998
12. <http://www.lightform.com>
13. <http://www.energydesignresources.com>
14. <http://www.iea-shcorg>
15. <http://www.iaeel.org>
16. <http://www.nrel.gov>
17. <http://www.erg.ucd.ie>
18. <http://www.sun.or.jp>

투고(접수)일자: 2009년 1월 19일

심사일자: 2009년 1월 20일

게재확정일자: 2009년 2월 9일