

# 하계 아트리움 실내환경 평가 및 개선방안에 관한 연구

남종우\*, 권경우\*, 원종서\*\*

\*대림산업 기술연구소(jung78woo@daelim.co.kr), \*대림산업 기술연구소(prewill@daelim.co.kr),  
\*\*대림산업 기술연구소(wonjs@daelim.co.kr)

## A Study on the Indoor Environment Evaluation and Improvement of the Atrium in Summer

Nam, Jung-woo\*, Kwon, Kyung-Woo\*, Won, Jong-seo\*\*

\*Technology Research Institute, Daelim (jung78woo@daelim.co.kr),  
\*Technology Research Institute, Daelim (prewill@daelim.co.kr),  
\*\*Technology Research Institute, Daelim (wonjs@daelim.co.kr)

### Abstract

---

The purpose of this study is to evaluate and improve the indoor environment of the Atrium in summer. Thermal and daylighting performance was evaluated quantitatively by integrated simulation according to 4 types of shading device.(none shading, opaque shading, translucent shading, internal blind) As a result, with internal blind, the effects of isolating solar radiation and reducing indoor temperature are estimated to be decreased by about 90% and 3.2℃. In the outer shading device which is controled according to solar altitude, the effects of isolating solar radiation and reducing indoor temperature are revealed to be decreased by about 82% and 4.9℃.

Keywords : 통합시뮬레이션(Integrated Simulation), 아트리움(Atrium), 열환경(Thermal Environment)

---

### 1. 서 론

#### 1.1 연구배경 및 목적

아트리움은 주로 내부공간과 외부공간을 연결하는 완충적 공간으로서의 기능을 가지며 이로 인해 실내의 외부적 분위기를 조성하고 있다. 대

형 공간의 경우 수평적인 공간조직의 환경적 한계를 해소하기 위하여 수직공간의 아트리움을 조성함으로써 대형 건물 내의 생태 요소의 순환 및 공간 환경의 질을 향상시키기 위해 노력하고 있다. 건물의 용도나 심도의 깊이에 따라 수직순환공간의 크기와 형태는 다양하며 상부의 경우

천장을 구비하거나 천장의 효과를 재현하는 광학장치들이 설치되는 예가 많다. 이는 외부를 향한 개방성을 확보하고 자연채광을 이용하여 쾌적한 실내공간 속에서 외부에서 느낄 수 있는 이미지를 연출하고 커뮤니티 공간으로서의 활용성을 극대화하기 위함이다. 전통적으로 기본적인 중정공간에 대한 생태요소들, 즉 공기나 열류, 소음, 빛과 같은 단위 요소들에 대한 개별적 분석은 많이 이루어졌으나 보다 다양한 형태에 대한 분석이나 주된 목적 공간에 대한 통합적인 해석에 관한 연구는 상대적으로 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 통합시물레이션을 통하여 대상 atrium의 현상태를 파악하고 열환경 및 빛환경 측면에서 차양설치에 따른 atrium 수직순환공간에 대한 실내환경 평가를 정량적으로 실시하였다.

### 1.2 연구의 방법 및 절차

연구의 진행과정 및 방법은 그림 1과 같다. 본 연구에서는 기존에 시공된 건물을 대상으로 에너지시물레이션을 활용하여 하계 atrium 부위의 일사량 및 온도변화에 관한 사례연구를 수행하였으며, 다양한 차양을 적용하여 대상 atrium의 실내 환경 제어효과를 정량적으로 나타내고자 하였다. 대상건물의 시물레이션 툴은 VE5.6을 사용하였다.

## 2. 시물레이션 검토

### 2.1 시물레이션 개요

본 연구에서 건물에너지해석을 위하여 유한체적법(FVM)을 기본알고리즘으로 적용하는 3세대 모델인 ESP-r (Environmental System Performance-reference)을 기반

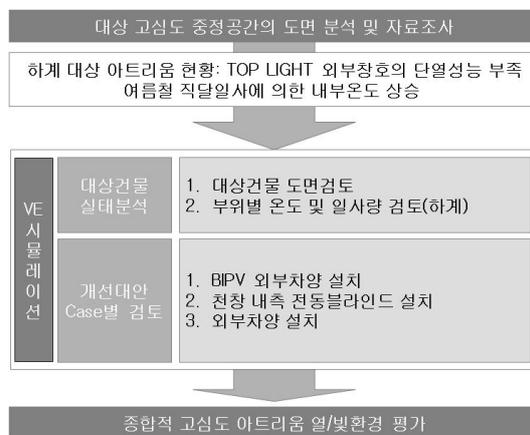


그림 1 연구방법

으로 구동되는 VE(Virtual Environment) 5.6을 사용하였다. 이 모델은 대규모의 행렬식 처리를 위해 matrix partition 등과 같은 고급 수치해석기법을 도입하여 모듈화된 에너지 부속시스템을 하나의 통합된 환경에서 메뉴방식으로 운영가능하며, 재료의 물성 및 각종 건물 운영 프로파일의 체계적 데이터베이스화를 통한 통합적 건물에너지 분석에 적합한 프로그램이다. 본 연구에서는 내부 온도 및 일사량 변화추이를 확인하기 위해 사용되었다. 또한 자연채광에 의한 atrium 내부의 조도 분포를 검토하기 위하여 VE Radiance모듈을 사용하였다.

### 2.2 대상 atrium 개요

대상건물은 서울시 강남구 삼성동에 위치한 지하4층, 지상 4층의 사무용 건물의 atrium 공간이다. 표 1은 대상건물의 개요이며, 그림 2는 대상 atrium의 전경을 나타낸 것이다. atrium의 천장은 30mm복층유리(6투명+12공기+12접합)로 구성되어 있다.

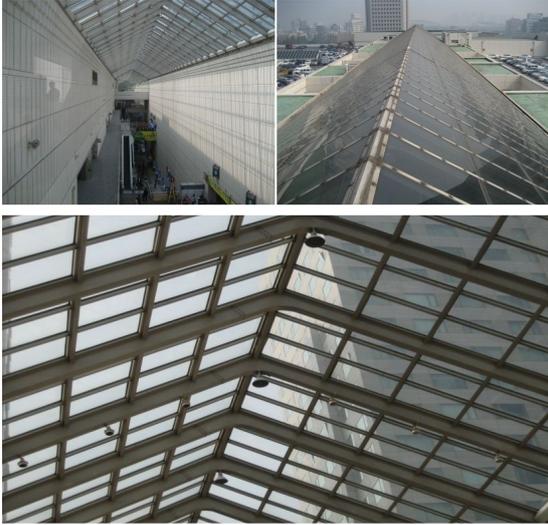


그림 2 대상 아트리움 전경

표 1. 건물개요

구분	내용
위치	서울시 강남구 삼성동 C건물 아트리움
천장규모	15m × 162m (2,430m <sup>2</sup> )
층수	지하4층, 지상4층
구조	RC
용도	전시시설

### 2.3 시뮬레이션 경계조건

대상 아트리움의 시뮬레이션 분석을 위하여 장비계산서를 바탕으로 실제 설비설계시 가정했던 여러 설계조건들을 고려하여 시뮬레이션을 위한 데이터를 수집하였다. 또한 건물내 재실밀도, 조명발열밀도, 기기발열밀도 등의 실내발열밀도와 냉난방 설비들의 운전시간, 운전조건 및 재실자 스케줄, 냉난방 스케줄 등의 각종 스케줄을 포함하였다.

표 2는 대상건물의 실 사용패턴이 반영된 시뮬레이션 입력조건을 나타낸다. 공조공간에서 재실자에 의한 열취득률은 성인남자를 기준으로 현열 90W/m<sup>2</sup>, 잠열 60W/m<sup>2</sup>로 설

표 2 운영조건

항목	운전조건		
설정온도	냉방:26℃/50%, 난방: 20℃/50%		
재실자스케줄 (조명, 장비)			
실내발열부하	재실부하 (m <sup>2</sup> /p)	조명부하 (W/m <sup>2</sup> )	장비부하 (W/m <sup>2</sup> )
	10 (현열90,잠열60)	12	16.1

정하였으며 성인여자의 경우 남성의 85%를 적용하였다.

### 2.4 시뮬레이션 모델링

VE의 ModelBuilder툴을 이용하여 실도면을 기반으로 시뮬레이션 결과에 영향을 최소화하는 범위에서 최대한 단순화하여 대상 아트리움을 3차원 모델링하였다. 그림 3은 아트리움 모델링을 나타낸다. 또한 차양 적용에 따른 실내환경 평가를 위하여 Case를 분류하였다. 차양이 미설치 되어있는 현상상태, 반투명 BIPV 외부차양, 전동형 롤블라인드 내부차양, 불투명 외부차양으로 총 4개의 Case로 구분하였다. Case별로 여름철 아트리움 내부 온열환경 평가를 위하여 실내온도 및 일사량 변화 특성을 검토하였다. 표 3은 Case별 특성을 나타낸다.

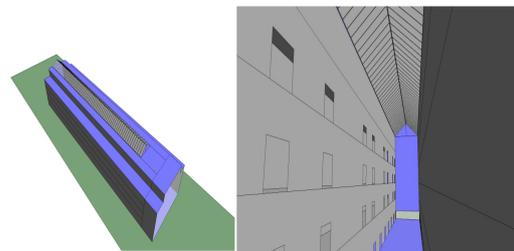


그림 3 아트리움 3차원 모델링

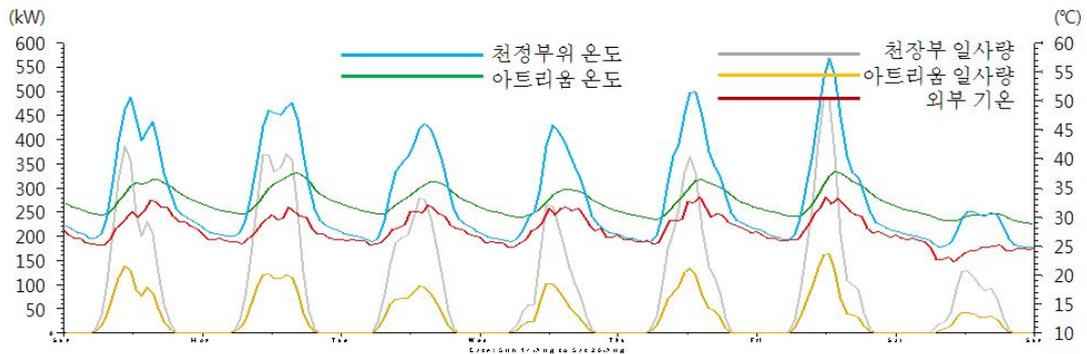


그림 4 대상 아트트리움 온도 및 일사량 변화

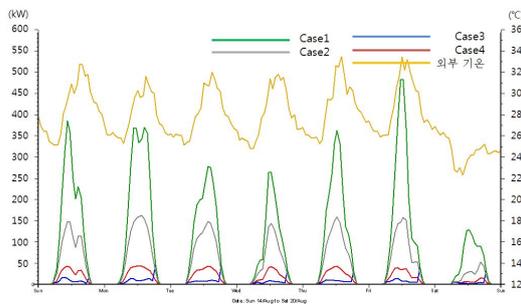


그림 5 Case별 아트트리움 내부 일사량 변화

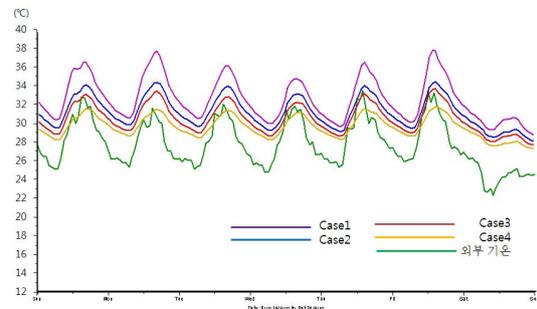


그림 6 Case별 아트트리움 내부 온도 변화

### 3. 시뮬레이션 결과 검토

3.1 해석 공간 온도 및 일사량 변화  
 대상건물의 실제 입력 값을 바탕으로 6월~9월 하계 통합시뮬레이션 결과, 그림 4의 결과 그래프를 도출하였다. 차양이 설치되어 있지 않은 현상태의 경우 주간에 직달 일사에 의하여 일사량이 과다 유입되어 내부 온도상승으로 나타났다.

아트트리움 공간의 경우 냉방설비 미설치로 인하여 연결된 전시공간의 불쾌적감과 냉방 에너지 사용 증가를 야기하므로 어멘터리 공간으로서의 기능을 상실하게 된다. 따라서 6월 및 9월 중간기 주간온도는 26°C 이상 이므로 과열개선을 통한 기능회복이 필요하다. 그림 4의 아트트리움 온도변화(여름철

표 3 시뮬레이션 Case별 특성

Case	외부 차양	내부 차양	전력 생산	가변성	투명도	내용
1	X	X	X	X	투명	현상태(차양미설치)
2	O	X	O	X	반투명	BIPV 차양
3	X	O	X	O	반투명	롤타일 블라인드
4	O	X	O	O	불투명	PV패널 외부차양

6~9월)를 살펴본 결과 아트트리움 공간은 최저온도 18.8°C, 최고온도 39.7°C로서 외기온도보다 주간 평균 약 5°C 높았으며, 천창부의 경우 최저온도 12.9°C, 최고온도 57.4°C로서 외기온도보다 약 20°C 높은 온도분포를 보였다.

### 3.2 Case별 atrium 내부 일사량 및 온도 변화

Case별 atrium 공간의 일사량 및 온도 변화 분석은 그림 5, 6과 같다. 그림 5은 시뮬레이션 기간 중 1주일(8월14일~20일)간의 Case별 내부 일사량 분포를 나타낸 것이다. atrium 공간에 유입된 평균 일사량을 비교한 결과, Case1(현상태)이 92.7kW로서 가장 높았으며, Case3(내부 블라인드)가 5.3kW로서 가장 낮았다. Case2(반투명 BIPV 차양)과 Case4(불투명 외부차양)을 설치한 경우는 각각 44.2kW, 12.8kW로 나타났다. 불투명 외부차양의 일사차단 효과가 내부 블라인드보다 적은 이유는 외부차양과 atrium 천창 사이의 공간으로 직달일사가 입사되어 atrium 실내공간으로 유입되기 때문이다.

위의 그림 6은 Case별 atrium 내부온도 변화를 비교한 결과이다. 1주간의 평균온도를 비교해본 결과 Case1(현상태)이 35.3℃로서 가장 높았으며, Case2(반투명 BIPV 차양) 32.9℃, Case3(내부 블라인드) 32.1℃, Case4(불투명 외부차양) 30.4℃ 순으로 나타났다. 일사차단 효과는 블라인드가 가장 컸으나, 내측에 설치되기 때문에 이미 천창을 통과한 일사량이 실내측으로 유입되어 실온을 상승시키는 것으로 분석된다. 따라서 1차적으로 일사를 차단하는 불투명 외부차양의 실온 상승 방지효과가 가장 크게 나타났다.

### 3.3 Case별 atrium 내부 조도분포

본 연구에서는 Case별 atrium의 자연채광의 성능평가를 위하여 VE Radiance툴을 사용하였다. Radiance프로그램이 기초로

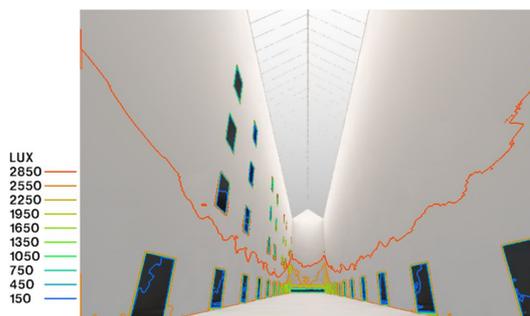


그림 7 현상태(차양미설치) 조도분포

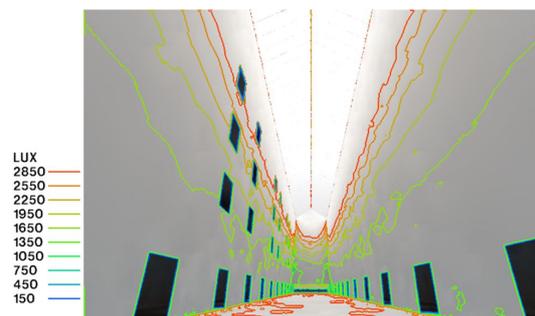


그림 8 불투명 외부차양(완전개방) 조도분포

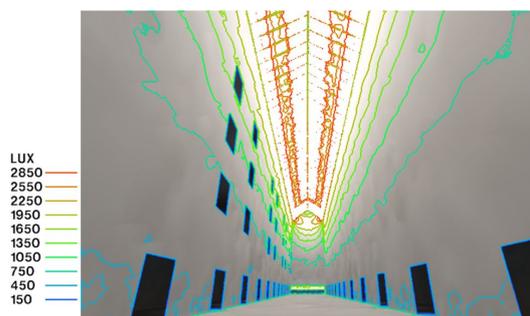


그림 9 불투명 외부차양(완전폐쇄) 조도분포



그림 10 내부 블라인드 조도분포

하는 역광선추적기법은 광선이 자연적으로 진행되는 방향의 반대 방향으로 추적하여, 실제 광선이 발생한 광원의 활동을 예측하고 공간의 물체에서 반사, 투과, 굴절, 확산 및 흡수되는 모든 물리적 상호작용을 계산하여 광원까지의 광선을 추적하는 기법이다. 시뮬레이션을 위한 천공조건은 자연채광 평가시 최소 기준조도를 제공할 수 있는 국제조명위원회 표준 담천공으로 한정하였으며 현상태를 기준으로 일사량이 가장적은 블라인드와 외부차양을 대상으로 시뮬레이션을 검토하였다. 그림 7~10은 Case별 조도분포를 나타낸 것이다.

분석결과 차양 미설치의 경우 천창을 통해 유입되는 태양광에 의하여 천장부 6,362Lux, 벽면 2745Lux, 바닥부위 4855Lux로 나타났다. 외부차양을 설치하는 경우 차양의 슬랫각도를 조절하여 외부 광량 조절이 가능한 상태로 가정하였으며, 슬랫각도를 태양고도에 맞추어 최대로 개방했을 경우 조도는 현상태보다 바닥부위에서 약 38% 감소하였다. 또한 슬랫각도를 태양광에 수직으로 완전차단시 바닥면의 조도는 약 90%가 감소하였다. 내부 롤블라인드 설치시 바닥면의 조도는 약 13%가 감소하여 외부차양을 완전히 개방했을 경우보다 25% 높게 나타났다.

## 5. 결론

본 연구는 대상건물 아트리움의 현상태를 파악하고 여름철 열환경 및 빛환경 측면에서 아트리움 수직순환공간에 대한 실내환경 개선효과를 정량적으로 검토하고자 하였다. 결과는 다음으로 정리하였다.

- (1) 차양미설치시 천창을 통한 직달일사의 유입(92.7kW)으로 냉방부하가 과다하게 발생하여 에너지공간으로서의 아트리움의 기능을 발휘하기 어렵다.
- (2) 반투명차양 외측에 BIPV 설치시 태양광 발전률 통해 최대 240kWh의 전력생산이 가능하며, 온열환경 측면에서 현상태보다 평균 2.4℃ 온도저감효과가 있다. 그러나 태양일사를 직접적으로 차단하는 블라인드와 외부차양에 비하여 열성능은 떨어진다.
- (3) 천창의 실내측에 전동 롤블라인드 설치시 직달일사차단효과는 가장 크다. 온열환경 측면에서 현상태보다 평균 3.2℃ 온도저감효과가 있지만 실내측 설치로 인하여 외부차양에 비하여 열성능은 떨어진다.
- (4) 외부차양 설치시 약 82%의 일사차단효과가 있으며, 온열환경 측면에서 현상태보다 4.9℃ 온도저감효과가 있다. 따라서 쾌적한 실내온도 유지에 가장 효과적이며, 태양고도에 따라 각도조절이 가능한 슬랫 형식으로서 바닥면의 필요조도 확보가 가능하다. 또한 외측표면에 PV패널 설치시 전력생산이 가능하다.

## 참 고 문 헌

1. 임홍수, 김곤, 천창이 있는 선큰가든의 고 반사율 벽면에 의한 심도 공간 채광성능, 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회, 2009.
2. ASHRAE, ASHRAE Handbook 2005 Fundamentals, ASHRAE, 2005
3. Virtual Environment 5.6 User Guides