

광정의 유효투과율에 의한 천창 형태별 주광의 투과효율 평가

A Study on the Daylighting Transmittance Efficacies of Skylights by Calculating the Effective Transmittance of Light Well

김 창 성*

Kim, Chang-Sung

Abstract

Daylight is one of the most critical factors that can be utilized for architectural spaces; compared to artificial light, it is a sustainable energy source without the cost of electric energy and offers a more natural feeling to the visitors in the building. To make the space quality better, many architects have tried to predict daylight performance during the design process. The aim of this study is to evaluate the daylight transmittance efficacies of the five shapes - Flat, Pyramid, Dome, Barrel Vault, Ridge - of skylights. The results of this study indicated that the differences of transmittance efficiency among various skylights were less than 4.6% except the flat shaped skylight. Therefore, this study shows that there were no big differences of the daylight transmittance efficacies among the shapes of skylights.

키워드 : 주광, 라디언스, 천창, 광정, 유효투과율

Keywords : Daylight, Radiance, Skylight, Light Well, Effective Transmittance

1. 서론

1.1 연구의 목적

역사적으로 건축가들은 건축물을 디자인하기 위하여 주광 이용에 따른 개구부 형태와 효과적인 내부 공간 연출을 위하여 노력을 기울여 왔다. 특히, 건축공간에서 주광의 이용은 건축물에 의해 형성된 내부공간을 채실자에게 시각적으로 충분히 전달할 수 있어야 하며, 내부용도에 적합한 필요 조도를 제공하고, 시각적 쾌적감을 유지하여야 한다.

근대건축의 거장 중 한 사람인 루이스 칸의 유명한 질문인 “건축은 어떻게 존재하기를 원하는가?”는 항상 칸의 건축을 논할 때 출발점으로 채택된다. 이 질문은 기능주의적 접근을 넘어서는 환경적 원리의 문제로서 건축이 해결해야 할 본질을 암시한다. 이러한 접근법은 디자인 과정에 질서가 존재함을 강조하며, 이 질서는 인간적 본성도 포함하는 성질 전체를 구성하게 된다.

따라서 본 논문에서는 건축설계 시 내부공간에 자연광을 받아들이기 위해 많이 사용되는 천창(Skylight)의 형태에 따른 주광의 투과효율을 평가함으로써 건축설계 단계에서 보다 효율적으로 주광환경 디자인이 이루어 질

수 있도록 기여함을 목적으로 한다.

본 논문을 위하여 담천공 조건과(Overcast) 직사일광이 포함된 청천공 조건(Clear Sky with Sun)에서 주광해석 프로그램인 라디언스(Radiance)를 이용한 컴퓨터 시뮬레이션이 수행되었다.

1.2 연구의 내용

본 연구에서 이용된 라디언스 프로그램은 주광의 양적 질적 성능을 정확하게 예측할 수 있는 조명성능 해석 프로그램이다. 라디언스를 이용한 주광성능 예측 및 활용에 대한 선행 연구는 양적 평가 지표인 실내 조도에 대한 평가(C. F. Reinhart, 2000¹⁾, Edward Yan-Yung Ng, 2000²⁾, F. Maamari, 2006³⁾, 질적 평가 지표인 현휘의 평가(Jan Wienold, 2009⁴⁾, Danny H. W. Li, 2004⁵⁾, 주광 이용에 따른 에너지 절약 평가(H. S. Kim, 2004⁶⁾, Danny H. W. Li, 2005⁷⁾ 및 천공휘도 평가(C. F. Reinhart, 2006⁸⁾) 등이 있다.

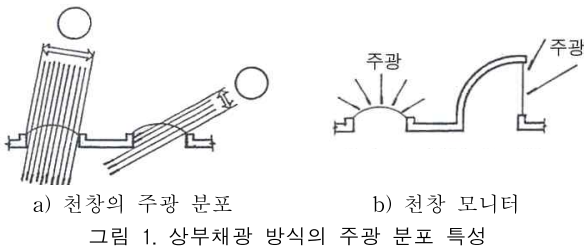
그러나 이상의 연구는 주광을 실내공간에 유입하는 일차적인 경로인 개구부 형태에 따른 주광의 투과효율은 연구되지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 상부채광 방식 중 가장 널리 이용되는 방식인 천창(Skylight) 형태에 따른 주광의 투과 효율을 계산하고자 하였다.

* 협성대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 건축사
(cskim815@daum.net)

2. 천창(Skylight)의 특성

상부채광(Toplight) 방식은 측창(Sidelight)에 비해 넓은 면적에 주광을 사입할 수 있으며, 균일한 조도를 얻기에 유리하다. 또한, 재실자에게 시간과 공간에 따른 방향 감각을 부여할 수 있고, 아름답고 쾌적한 시환경을 창출하는데 기여할 수 있어 과거 에서부터 현대에 이르기까지 건축물에 널리 이용되고 있다. 이러한 상부채광 방식은 개구부가 지붕면과 수평한 천창(Skylight)방식과 개구부가 경사지거나 수직으로 위치하는 톱날형(Sawtooth) 또는 모니터(Monitor)형식으로 분류할 수 있다.

또한, 천창은 실내에 주광을 균일하고 방향성이 없이 유입하여 주광을 직접 실내공간에 분배함으로써 채광효율을 높일 수 있는 반면에 톱날형(Sawtooth)과 모니터(Monitor)형식은 유입되는 주광에 방향성이 있어 개구부의 향과 기울기 선정에 유의하여야 한다.(그림 1)



일반적으로 천창은 건축물의 구조에 영향을 주지 않으면서 지붕면의 어느 위치에서나 설치할 수 있으며, 창이 위치하는 향에 영향을 받지 않고 태양고도에 따라 채광 성능이 다르게 된다. 또한, 천공의 조도가 균일한 담천공에서는 실내공간에 직접 주광을 분배할 수 있어 채광효율을 높일 수 있으며, 적도지역 같은 기후에서는 계절의 변화가 없어 고른 주광을 유입할 수 있다.⁹⁾ 그러나 위도가 높은 우리나라와 같은 지역에서는 계절에 따른 태양 고도의 변화에 따라 유입되는 주광의 변화가 심하게 된다. 따라서 이러한 채광성능을 갖는 천창의 형태에 따라 주광의 투과성능을 평가하는 것은 초기 건축설계 단계에서 주광 이용에 따른 천창 형태의 결정에 매우 유용하게 이용될 수 있다.





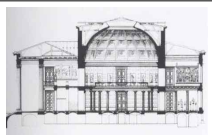





평가를 위한 천창의 유형을 결정하기 위하여 기존 건축물에 적용된 천창의 형태를 사례를 통해 분석해 보면 수평형(Flat), 피라미드형(Pyramid), 돔형(Dome), 바렐 볼트형(Barrel Vault), 경사 지붕형(Ridge)의 형태가 일반적으로 많이 이용된 것으로 나타난다. 이러한 형태의 대표적인 사례를 표 1에 나타내었다.

3. 평가를 위한 입력모델 설정

3.1 입력모델

평가를 위한 입력모델은 9m×9m를 기본 모듈로 하여 27m×27m의 정방형 평면을 설정하였으며, 층고는 6m, 천정고(ceiling height)는 4.5m, 광정깊이(well depth)는

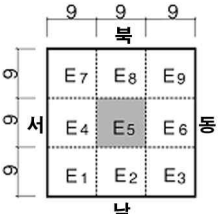
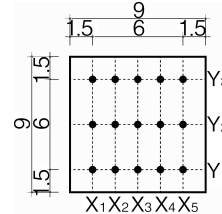
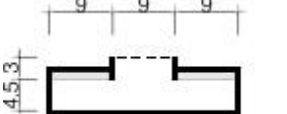
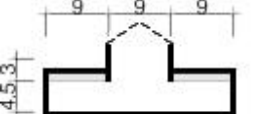
표 1. 천창 형태의 종류 및 적용 사례

형태	건축 사례	
Flat	 Field Museum, D.H. Burnham	 Yale Center, Louis Kahn
Pyramid	 Contemporary Art Museum, Arata Isozaki	 Grand Louvre, I. M. Pei,
Dome	 Altes Museum, K.F.Schinkel	 Guggenheim, Frank Lloyd Wright,
Barrel Vault	 Orsay Museum, ACT Team+Gae Aulenti	 Kimbell Museum, Louis Kahn,
Ridge	 City Art Museum, Kurokawa Kisho	 City Art Museum, Kurokawa Kisho

1.5m 와 3.0m로 설정하였다. (표 2)

본 논문에서 평가된 천창의 형태는 표 1에서 나타난 Flat, Pyramid, Dome, Barrel Vault, Ridge 의 5개 형태의 천창에 대하여 평가하였으며, 이후 4.2절에 기술한 바와 같이 천창의 형태가 결정되기 이전의 원형 상태인 Base Case의 경우도 평가하였다. 또한, 평가된 천창의 바닥면 크기는 9m x 9m의 81㎡로 하였으며, Dome 형태의 경우에는 다른 형태와 바닥 면적이 같도록 반지름을 5.08m로

표 2. 입력모델(단위: m)

평가대상 평면	광정 평면
	
단면1: 광정깊이(Well) 1.5	단면2: 광정깊이(Well) 3.0
	

설정하였다. 또한, 입력모델에 적용된 실내반사율은 바닥 30%, 벽 50%, 천정 및 광정 70%로 하였으며, 유리투과율은 60%로 설정하였다.

3.2 외부 수평면 조도

천창의 자연채광 성능 평가에 이용된 외부 수평면 조도는 서울시 기상자료를 이용하여 산출하였다.(표 3) 평가를 위한 천공조건은 흐린날의 담천공(Overcast Sky) 조건과 직사일광이 포함된 청천공(Clear Sky with Sun) 상태를 기준으로 하였다.

표 3. 외부 수평면 조도 (단위 : Lux)

	태양고도	확산광	직사일광	합계
담천공	-	14,648	-	14,648
직사일광 청천공	하지 정오	76.1	20,238	48,671
	추분 정오	53.8	17,786	23,326
	동지 정오	30.5	16,591	11,888

4. 천창의 형태에 따른 평균 광정조도 계산

4.1 광정의 평균 주광조도

주광은 천창을 통하여 광정으로 사입되고 유입된 주광은 광정에서 직달광 및 확산광의 형태로 실내공간에 유입된다. 따라서 천창의 형태에 따른 주광의 투과효율을 평가하기 위해서는 광정에 유입되는 주광조도의 계산이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 광정조도(ED_{wl}) 계산을 위하여 확산광 상태인 담천공 조건과 청천공 조건에서는 광정에 유입되는 주광의 평균주광률(Daylight Factor: DF%)을 계산하였고, 직사일광 조건에서는 평균조도비(Sunlight Ratio: SR%)로 계산하였다. 또한, 광정깊이의 변화에 따른 주광조도를 평가하기 위하여 광정깊이를 1.5 m, 3.0m로 설정하여 광정의 평균 조도값을 계산하였다. (그림 2)

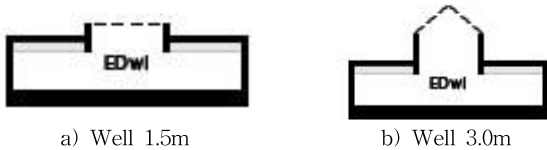


그림 2. 광정 조도 평가

4.2 Base Case 경우의 평균 광정조도 계산

Base Case란 천창의 형태가 결정되기 이전의 원형 상태(Base Case : BC)를 말하며 이는 이후의 5장에서 기술될 천창 형태 별 광정의 유효투과율 계산에 이용된다. 본 논문에서는 설정된 Base Case는 유리가 설치되지 않은 Flat 형태의 천창을 Base Case로 선정하였다. 이러한 Base Case 상태에서 광정깊이가 1.5m, 3.0m의 경우의 천공 조건에 따른 광정조도를 계산하여 표 4에 나타내었다.

결과에 의하면, 하지와 추분의 경우 광정조도비가 100 SR(%) 보다 많은 101.2 SR(%), 103.4 SR(%)와 103.2 SR(%)로 측정되고 있는데, 이는 Base Case 상태에서는 광정에 유리가

설치되어 있지 않아 직사일광의 직접성분과 광정의 벽면에 의한 실내반사성분이 측정점에 영향을 주기 때문이라 판단된다.

표 4. Base Case의 광정조도(단위: DF 또는 SR)

평가조건		광정 조도	
확산광	담천공	Well 1.5m	92.3 DF
		Well 3.0m	78.7 DF
	청천공	Well 1.5m	90.1 DF
		Well 3.0m	78.4 DF
직사일광	하지	Well 1.5m	101.2 SR
		Well 3.0m	103.4 SR
	추분	Well 1.5m	103.2 SR
		Well 3.0m	74.1 SR
	동지	Well 1.5m	60.3 SR
		Well 3.0m	55.2 SR

4.3 담천공 조건에서 광정의 평균 주광률 계산

확산광 상태인 담천공(Overcast Sky) 조건에서 천창의 형태에 따라 광정에 사입되는 평균광정조도를 평균 주광률로 계산하여 표 5에 나타내었다.

표 5. 담천공 조건에서 광정의 평균주광률(단위: DF)

형태	Flat	Pyramid	Dome	Barrel Vault.	Ridge
담천공	Well 1.5m	59.8	47.2	45.8	45.9
	Well 3.0m	49.8	39.8	39.1	39.9

결과에 의하면, Flat 형태의 주광률이 가장 높고, Dome 형태에서 가장 낮은 주광률 값을 나타낸다. 천창 형태에 따른 주광률 값의 차이는 Flat 형태에서 최대 14 DF(%) 정도의 차이를 보이나, Flat 형태를 제외한 다른 형태의 천창에서는 약 3.5 DF(%) 미만의 주광률 차이를 보여 형태에 따른 광정의 평균주광률은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

4.4 청천공 조건에서 광정의 평균 주광률 계산

직사일광이 포함되지 않은 확산광 상태인 청천공(Clear Sky) 조건에서의 천창형태에 따른 광정의 평균주광률을 계산하였다.(표 6)

표 6. 청천공 조건에서 광정의 평균주광률 (단위: DF)

형태	Flat	Pyramid	Dome	Barrel Vault.	Ridge
청천공	Well 1.5m	58.2	46.7	46.3	47.2
	Well 3.0m	50.1	38.1	37.8	40.4

결과에 의하면, Flat 형태의 주광률이 가장 높고 Dome 형태에서 가장 낮은 주광률을 나타낸다. 천창 형태에 따른 주광률 차이는 Flat 형태에서 최대 12 DF(%)로 가장 큰 차이를 보이나, Flat을 제외한 다른 형태의 천창에서는 약 3~4 DF(%) 정도의 주광률 차이를 보여 형태에 따른 광정의 평균주광률은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

4.4 직사일광 조건에서 광정의 평균 조도비 계산

확산광이 포함되지 않은 직사일광(Sunlight Only) 조건에서 하지, 추분, 동지의 정오에서 천창의 형태에 따라 광정에 사입되는 광정의 평균조도비를 계산하였다.(표 7)

표 7. 직사일광 조건에서 광정의 평균조도비(단위: SR)

형태		Flat	Pyramid	Dome	Barrel Vault.	Ridge
하지	Well 1.5m	70.9	69.0	66.7	69.0	69.1
	Well 3.0m	72.0	70.1	68.1	70.4	69.9
추분	Well 1.5m	70.6	69.4	66.3	67.2	66.9
	Well 3.0m	50.6	49.6	47.1	49.5	49.1
동지	Well 1.5m	37.5	39.4	38.6	39.8	39.3
	Well 3.0m	33.7	35.7	34.6	36.0	35.1

하지의 경우, Flat 형태에서 유입되는 조도비가 가장 높고, Dome 형태에서 가장 낮은 조도비를 나타내었다. 또한, 천창 상호간 조도비 차이는 Well 1.5m 일 때 최대 4.2 SR(%) , Well 3.0m에서 3.9 SR(%)의 차이를 보여 형태에 따라 광정으로 사입되는 조도의 차이는 크지 않았다.

추분의 경우, 하지시와 마찬가지로 Flat 형태에서 가장 높은 조도비를 보이고, Dome 형태에서 가장 낮은 조도비를 나타낸다. 천창 상호간 조도비 차이는 Well 1.5m 일 때 최대 4.3 SR(%)의 차이를 보이고, Well 3.0m에서 3.5 SR(%)의 차이를 보여 형태별로 광정으로 사입되는 직사일광의 차이는 크지 않았다. 그러나 추분시는 하지시와 달리 광정이 Well 1.5m에서 Well 3.0m로 증가함에 따라 직사일광 조도비가 약 18 SR(%)~20 SR(%) 줄어들어 광정 깊이 증가로 인한 직사일광의 차단이 효과적으로 이루어지고 있음을 보여준다.

동지의 경우, 하지·추분의 경우와는 달리 Barrel Vault 형태에서 가장 높은 조도비를 보이고, Flat 형태에서 가장 낮은 조도비를 나타낸다. 천창 상호간 조도비 차이는 최대 2.3 SR(%) 정도의 차이를 보여 형태간의 차이는 크지 않았으며, 광정이 Well 1.5m에서 Well 3.0m로 증가함에 따라 직사일광 조도비가 약 3.7 SR(%)~5.8 SR(%) 정도 줄어들어 광정 깊이 증가로 인한 효과는 추분에 비해 크지 않았다.

5. 광정의 유효투과율에 의한 천창의 주광 투과효율

5.1 광정의 유효투과율

천창은 주광을 실내로 유입하는 1차 경로로서 천창을 통해 유입된 광원은 광정 속에서 반사 또는 직달 성분으로 실내공간으로 유입된다. 따라서 천창에 의한 주광의 투과효율을 평가하기 위해서는 광정으로 유입된 주광의 성능을 평가할 필요가 있다.(그림 3)

이러한 천창의 주광 투과성능을 평가하기 위해서 천창 형태에 따른 광정의 유효투과율(Effective Transmittance of Light Well)을 계산할 수 있다.¹⁰⁾ 광정의 유효투과율

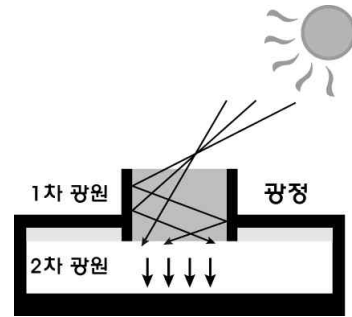


그림 3. 광정의 주광성능

은 천창 형태에 따른 광정조도 값과 Base Case의 광정조도 값과의 상대적 비율로서 유효투과율 값이 높을수록 광정으로 사입되는 주광의 양은 많아짐을 나타낸다. 광정의 유효투과율의 정의는 다음과 같다.

$$ET_{wl}(\%) = (ED_{wl} / ED_{BC}) \times 100$$

여기서, ET_{wl} 는 광정의 유효투과율, ED_{wl} 는 천창 형태에 따라 측정된 광정의 평균 조도값을 나타내며, ED_{BC} 는 Base Case의 평균 광정 조도값을 나타낸다.

5.2 담천공 조건에서 천창의 주광 투과효율 평가

담천공 조건에서 계산된 천창 형태 별 광정의 유효투과율을 그림 4에 나타내었다.



그림 4. 담천공 조건에서 천창의 주광 투과성능

결과에 의하면, Flat 형태에서 64.7%(Well 1.5m), 63.3%(Well 3.0m)의 유효투과율 값을 나타내어 가장 많은 주광을 광정으로 사입하고 있으며, Dome 형태에서 49.6%(Well 1.5m), 49.7%(Well 3.0m)의 유효투과율 값을 보여 가장 적게 주광을 사입시키고 있음을 알 수 있다.

또한, 천창 형태 상호간의 유효투과율 값의 차이는 광정깊이 1.5m에서 최대 15.1%, 최소 11.4%, 광정깊이 3.0m에서 최대 13.6%, 최소 11.3%의 유효투과율의 차이를 나타내었다.

5.3 청천공 조건에서 천창의 주광 투과효율 평가

직사일광이 없는 확산광 상태의 청천공 조건에서 천창 형태 별 광정의 유효투과율을 그림 5에 나타내었다.

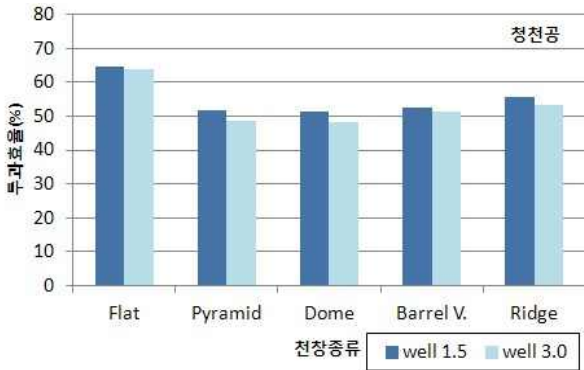


그림 5. 청천공 조건에서 천창의 주광 투과성능

결과에 의하면, 담천공 조건과 마찬가지로 Flat 형태에서 가장 큰 64.5%(Well 1.5m), 63.9%(Well 3.0m)의 유효투과율을 나타내 주광을 가장 많이 사입하고 있으며, Dome 형태에서 51.4%(Well 1.5m), 48.2%(Well 3.0m)의 유효투과율을 보여 가장 적게 주광을 사입시키고 있음을 알 수 있다. 또한, 천창 형태 상호간의 유효투과율 값의 차이는 광정깊이 1.5m에서 최대 13.2%, 최소 8.7% 광정깊이 3.0m에서 최대 15.7%, 최소 10.7%의 유효투과율 값의 차이를 나타내었다.

5.4 직사일광 조건에서 천창의 주광 투과효율 평가

확산광이 없는 직사일광만의 천공 조건에서 천창 형태별 광정의 유효투과율을 그림 6, 7, 8에 나타내었다.

하지의 경우, Flat 형태에서 가장 큰 70.0%(Well 1.5m), 69.6%(Well 3.0m)의 유효투과율 값을 나타내며, Dome 형태에서 가장 작은 65.9%(Well 1.5m), 69.8%(Well 3.0m)의 값을 나타낸다. 또한, 천창 형태 상호간의 유효투과율 값의 차이는 광정깊이 1.5m에서 최대 4.1%, 최소 1.8%, 광정깊이 3.0m에서 최대 3.8%, 최소 1.5%의 유효투과율 값의 차이를 나타내었다.(그림 6)

추분의 경우에는, Flat의 형태에서 가장 큰 68.4%(Well 1.5m), 68.2%(Well 3.0m)의 유효투과율 값을 나타내며, Dome 형태에서 가장 작은 64.3%(Well 1.5m), 63.6%(Well 3.0m)의 값을 나타낸다. 추분의 경우에는 하지 때 보다 형태 상호간의 유효투과율 값의 차이는 줄어들어 광정깊이 1.5m에서 최대 4.1%, 광정깊이 3.0m에서

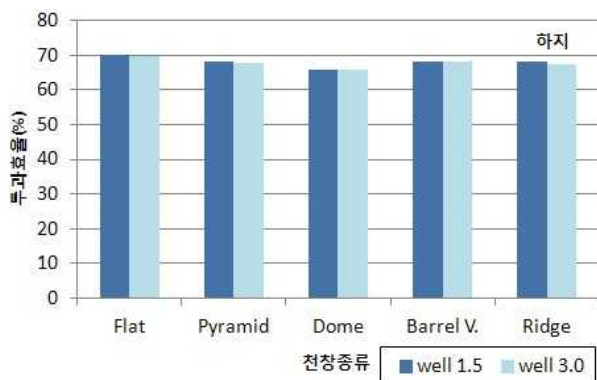


그림 6. 직사일광 조건에서 천창의 주광 투과성능(하지: 정오)

4.6%의 유효투과율 값의 차이를 보여준다. 천창 형태 별 유효투과율 차이는 광정깊이 1.5m에서 최대 4.1%, 최소 1.1% 광정깊이 3.0m에서 최대 4.6%, 최소 1.3%의 투과효율 차이를 나타내었다.(그림 7)

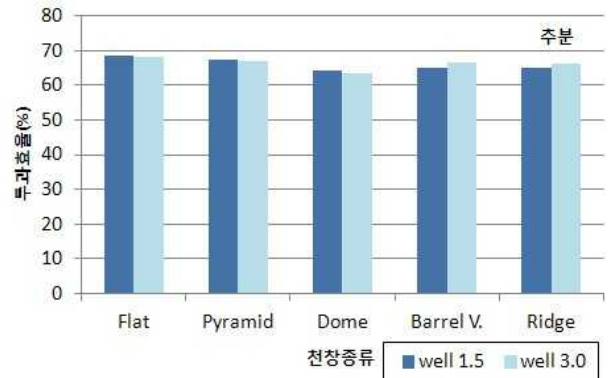


그림 7. 직사일광 조건에서 천창의 주광 투과성능(추분: 정오)

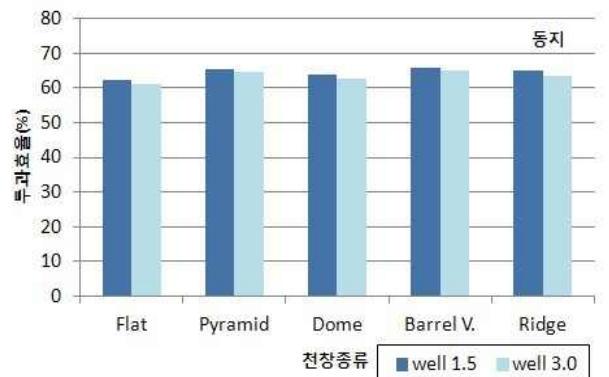


그림 8. 직사일광 조건에서 천창의 주광 투과성능(동지: 정오)

동지의 경우에는, 하지 및 추분과 달리 Barrel Vault 형태에서 가장 큰 65.9%(Well 1.5m), 65.2%(Well 3.0m)의 유효투과율 값을 나타내며, Flat 형태에서 가장 작은 62.2%(Well 1.5m), 61.1%(Well 3.0m)값을 나타낸다. 형태 상호간의 유효투과율 값의 차이는 다른 계절 보다 상대적으로 줄어들어 광정깊이 1.5m에서 최대 3.7%, 최소 0.8% 광정깊이 3.0m에서 최대 4.1%, 최소 0.5%의 투과효율 차이를 나타내었다.(그림 8)

6. 결론

이상에서와 같이 본 논문에서는 주광해석 프로그램인 래디언스를 이용하여 천창 형태 별 주광의 투과효율을 평가함으로써 초기 건축설계 단계에서 이용할 수 있는 유용한 판단 근거를 제시하고자 하였다. 광정의 유효투과율은 천창 및 광정의 형태, 광정반사율, 유리투과율 등 광정의 종합적인 투과성능을 반영한 천창의 주광 투과효율을 나타낸다. 따라서 광정의 유효투과율을 계산하여 천창의 주광 투과효율을 평가함으로써 주광 환경설계에 효율적으로 이용될 수 있다. 이상에서의 결과를 요약하면 다

음과 같다.

(1) 담천공 조건에서, 천창의 형태에 따른 주광 투과효율은 Flat 형태의 경우, 64.7%(Well 1.5m), 63.3%(Well 3.0m)로 투과효율이 가장 높게 나타났으며 그 외의 천창 형태(Pyramid, Dome, Barrel Vault, Ridge)에서는 49.6%~53.3%(Well 1.5m), 49.7%~52.0%(Well 3.0m)의 투과효율을 보였다. 또한, 천창 형태에 따른 차이는 광정깊이 1.5m에서 11.4%~15.1%, 광정깊이 3.0m에서 11.3%~13.6%의 투과효율 차이를 나타내었다.

(2) 확산광 상태인 청천공 조건의 경우, 천창의 형태에 따른 주광 투과성능은 Flat 형태의 경우에서 64.5%(Well 1.5m), 63.9%(Well 3.0m)로 투과효율이 가장 높게 나타났으며, 그 외의 천창 형태에서는 51.3%~55.8%(Well 1.5m), 48.2~53.2%(Well 3.0m)의 투과효율을 보였다. 또한, 천창 형태에 따른 차이는 광정깊이 1.5m에서 8.7%~13.2%, 광정깊이 3.0m에서 10.7%~15.7%의 투과효율 차이를 나타내었다.

(3) 직사일광 조건에서의 주광 투과성능은 하지의 경우, Well 1.5m에서 65.9%~70.0 Well 3.0m에서 65.8~69.6%, 추분의 경우, Well 1.5m에서 65.1%~68.4%, Well 3.0m에서 63.6%~69.2%의 투과효율을 보였으며. 동지의 경우, Well 1.5m에서 62.2~65.1 Well 3.0m에서 61.1~65.2%의 투과효율을 보였으며, 천창 형태 별 유효투과율 차이는 광정깊이 1.5m에서 1.1%~4.1%, 광정깊이 3.0m에서 1.3%~4.6%을 나타내어 형태에 따른 차이는 크지 않았다.

(4) 이상의 결과에 의하면, 확산광 상태인 담천공 조건과 청천공 조건에서는 Flat 형태에서 다른 형태의 천창보다 주광 투과효율이 최대 15.7% 높게 나타났으나 그 외의 천창 형태(Pyramid, Dome, Barrel Vault., Ridge)에서는 형태 변화에 따른 주광의 투과효율은 최대 4.6% 이하의 차이를 보여 천창 형태 변화에 따른 주광 투과효율은 큰 차이가 없음을 보여주었다.

(5) 따라서 본 논문에서는 레디언스 프로그램을 이용하여 광정의 유효투과율을 계산하여 천창의 주광 투과효율을 평가함으로써 초기 건축설계 단계에서 건축가의 디자인 결정에 유용한 판단 근거를 제시하고자 하였다.

그러나 본 논문을 위한 입력모델 설정 시, 실내공간의 형태와 천창의 크기를 제한하여 평가함으로써 다양한 천창 개구율에 따른 주광의 투과성능 변화를 평가하지 못하였다. 따라서 이러한 부분은 추후의 연구로 하고자 한다.

참고문헌

1. Christoph F. Reinhart, Sebastian Herkel(2000), The simulation of annual daylight illuminance distributions - a state-of-the-art comparison of six RADIANCE-based methods, Energy and Buildings, Vol. 32, pp 167-187
2. Edward Yan-Yung Ng, Lam Khee Poh, Takehiko Nagakura (2001), Advanced lighting simulation in architectural design in the tropics, Automation in Construction, Vol. 10, pp 365-379
3. F. Maamari, M. Andersen, J. Boer, W. L. Carrol, D. Dumortier, P. Greenup(2006), Experimental validation of simulation methods for bi-directional transmission properties at the daylighting performance level, Energy and Buildings, Vol. 38, pp 878-889
4. Jan Wienold(2009), Dynamic daylight glare evaluation, Eleventh International IBPSA Conference Glasgow, Scotland, July 27-30, 2009, pp 944-951
5. Danny H. W. Li, Ernest K.W. Tsang (2008), An analysis of daylighting performance for office building in Hong Kong, Building and Environment, Vol. 43, pp 1446-1458
6. H. S. Kim(2004), Prediction of lighting energy reduction rate in an office building, Ph.D thesis, Korea University
7. Danny H. W. Li, Ernest K.W. Tsang(2005), An analysis of measured and simulated daylight illuminance and lighting savings in a daylit corridor, Building and Environment, Vol. 40, pp 973-982
8. Christoph F Reinhart, Marilyne Andersen(2006), Development and validation of a RADIANCE model for a translucent panel, Energy and Buildings, Vol. 38, pp 890-904
9. William Lam, Sunlighting as Formgiver for Architecture, Van Nostrand Reinhold Co, New York, pp 141~143
10. Kyoo Dong Song, Illumination Levels and Luminance Distributions in Sunlit Atria with Different Canopy Systems and Well Configurations, the Ph.D. dissertation of Texas A&M University, 1993. 12

투고(접수)일자: 2011년 11월 21일

수정일자: (1차) 2012년 1월 10일

(2차) 2012년 2월 1일

게재 확정일자: 2012년 2월 3일