

제 5 장 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 아트리움의 자연채광 예측 설계 도구 개발

5.1 컴퓨터 시뮬레이션의 개요

본 연구를 통해 개발된 컴퓨터 모델을 이용하여 아트리움의 자연채광 성능에 영향을 주는 다양한 변수들에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 태양고도, 광정지수, 아트리움 창호형태와 같은 자연채광 성능에 영향을 주는 변수들을 직사일광 성분비와 확산광 성분비로 나누어 각각을 비교, 검토하여 그래프로 나타내었다. 창호가 없는 아트리움을 대상으로 광정지수와 태양고도에 따른 실내 수평면의 직사일광 성분비와 확산천공광 성분비를 계산하였다.

시뮬레이션을 수행하기 위한 입력 데이터들은 다음과 같이 설정하였다.

1) 태양 위치

태양 위치에 따른 아트리움 바닥면 조도의 변화를 보기 위해서 하지(6월 21일), 추분(9월 21일), 동지(12월 21일)를 선택하여 오전 9시부터 오후 3시까지의 시간별 태양 위치에 대해서 아트리움 바닥면의 조도를 계산하였다.

2) 광정지수

아트리움의 깊이에 따른 아트리움 바닥면 조도의 변화를 예측하기 위해 광정지수를 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0까지의 여섯 단계로 구분하였다.

3) 아트리움의 창호 형태

다양한 아트리움 창호 형태에 따른 자연채광을 시뮬레이션하기 위해서 톱날형, 배럴볼트형, 피라미드형과 같이 아트리움 창호가 있는 것과 아트리움 창호가 없는 것을 설정하였다. [그림 5.1.1]~[그림 5.1.3]은 아트리움 창호 형태와 크기를 보여준 것이다.

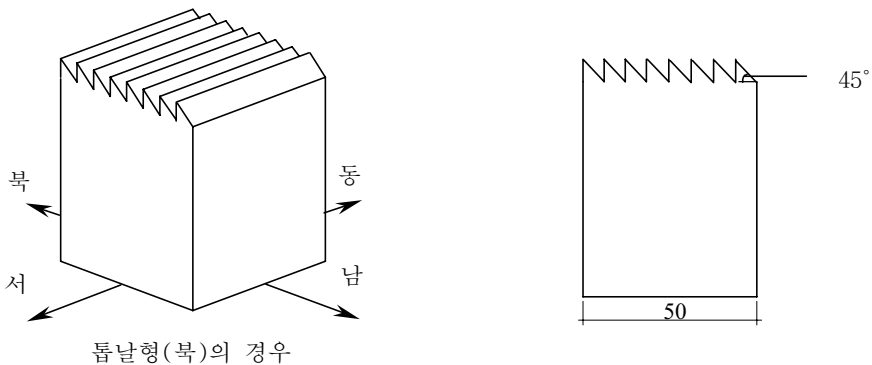
4) 창호의 방위

같은 아트리움 창호라도 방위에 따라 자연채광 성능이 변화할 수 있기 때문에 톱날형의 경우는 동서남북 4 방향으로 분류하였고 배럴볼트형의 경우는 축의 방향이 남-북과 동-서 2 방향으로 분류하였다.

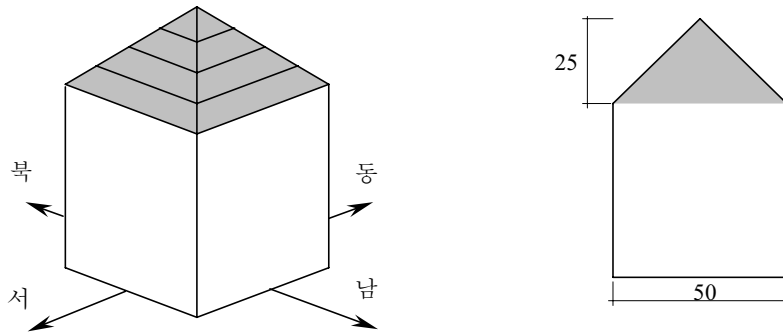
5) 그 외에 투과재료의 투과율은 90%, 내부 벽면은 90%, 내부 바닥면은 60%로 설정하였다. 아트리움 평면은 정사각형으로 설정하였다. 내부 벽면과 바닥면은 확산 반사하는 것으로 설정하였으며, 투과재료의 경우는 투명재료로 설정하였다. 예측점으로는 바닥면의 중앙점을 선택하였다. 시뮬레이션에서 사용된 주요 변수는 [표 5.1.1]과 같다.

[표 5.1.1] 시뮬레이션에서 사용된 주요 변수

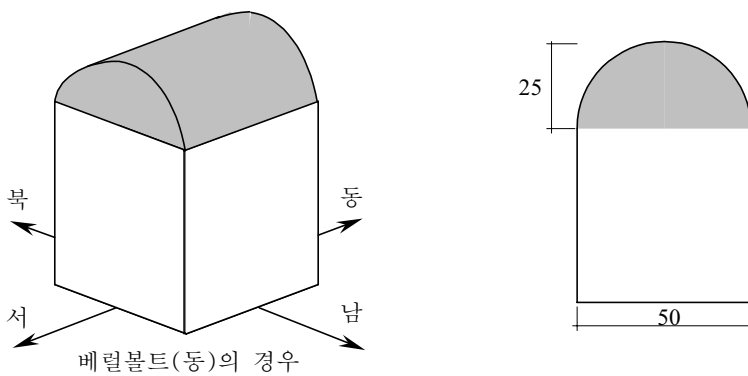
주요 변수	천공 상태	대상 날짜	대상 시간	광정지수 (WI)	창호 종류 및 방위	
세 부 내 용	청천공	하지(6/21)	9	0.5	무(無)창호	
	담천공	추분(9/21)	10	1.0	톱날형 창호 (동,서,남,북)	
		동지(12/21)	11	1.5		
			12	2.0		
				13	2.5	배럴볼트형 창호 (동-서, 남-북)
				14	3.0	피라미드형 창호
				15		



[그림 5.1.1] 톱날형 아트리움 창호의 형태와 크기



[그림 5.1.2] 피라미드형 아트리움 창호의 형태와 크기



[그림 5.1.3] 베럴볼트형 아트리움 창호 형태와 크기

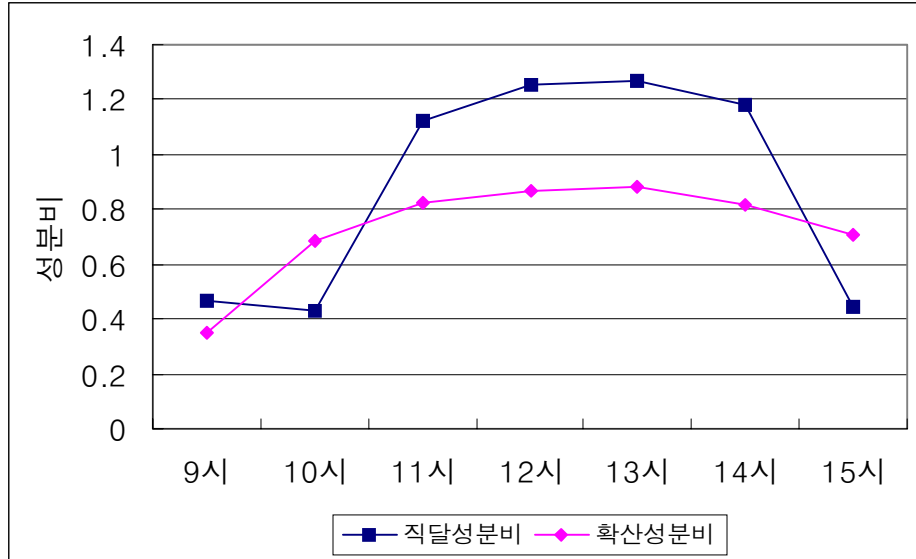
계산 결과는 직달 성분비와 확산 성분비로 구분하여 나타내었다. 직달 성분비는 계산 대상면의 직달 조도를 외부 수평면 직달 조도로 나눈 값을 말하며, 확산 성분비는 계산 대상면의 확산 조도를 외부 수평면 확산 조도로 나눈 값을 말한다. 출력치를 성분비로 나타낸 것은 외부 수평면 직달 조도나 확산 조도를 알 경우 그에 따른 실내 조도를 성분비에 의해서 쉽게 구할 수 있기 때문이다.

5.2 자연채광의 주요 변수들에 대한 시뮬레이션

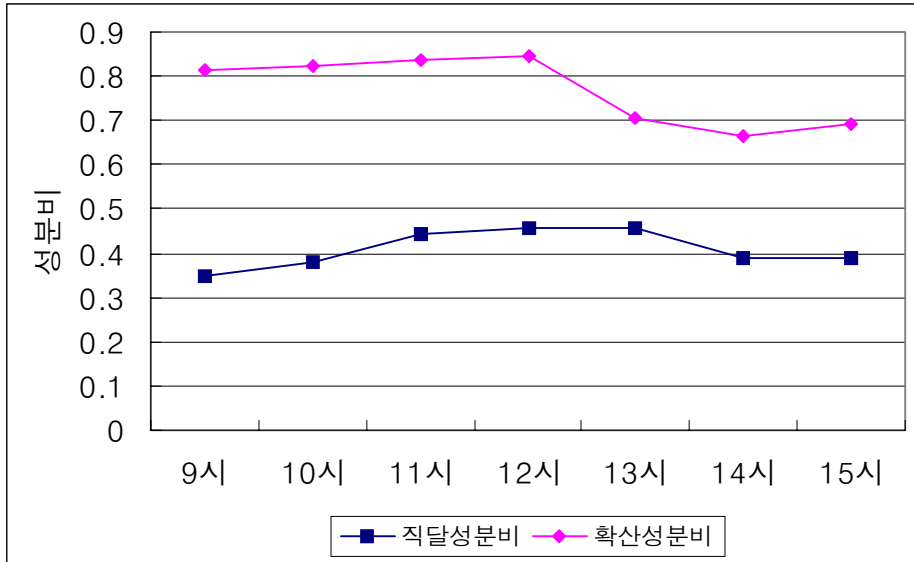
5.2.1 태양 위치에 따른 성분비 변화

아트리움 내부로 입사되는 직사일광의 방향과 세기가 변화함에 따라 아트리움의 바닥면 조도의 변화를 예측하기 위해 본 연구에서는 춘분, 추분, 동지 때의 오전 9시부터 오후 3시 까지 한시간 간격으로 시뮬레이션을 하였다. [그림 5.2.1]~[그림 5.2.3]은 광정지수가 1인 경우의 시간에 따른 직달 및 확산 성분비를 나타낸 것이다.

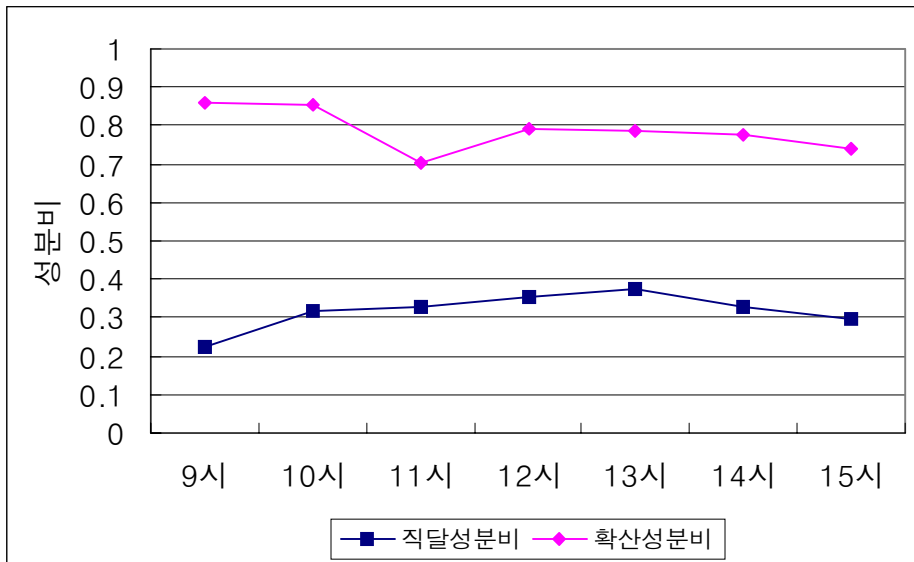
청천공 상태에서 시간별 직달 및 확산 성분비를 비교한 결과, 하지때의 경우 직사일광이 계산 대상면에 직접 들어오는 11시부터 14시까지는 외부 수평면 직달 조도보다 조도값이 높은 것으로 나타났다. 확산 성분비는 태양 고도가 올라감에 따라 점차 증가하는 것을 볼 수 있다. 동지와 추분때의 경우는 직사일광이 직접 도달하지 않기 때문에 직달 성분비는 대략 0.4, 확산 성분비는 0.8 정도를 나타내었다.



[그림 5.2.1] 하지때의 시간별 성분비 비교(WI=1.0)



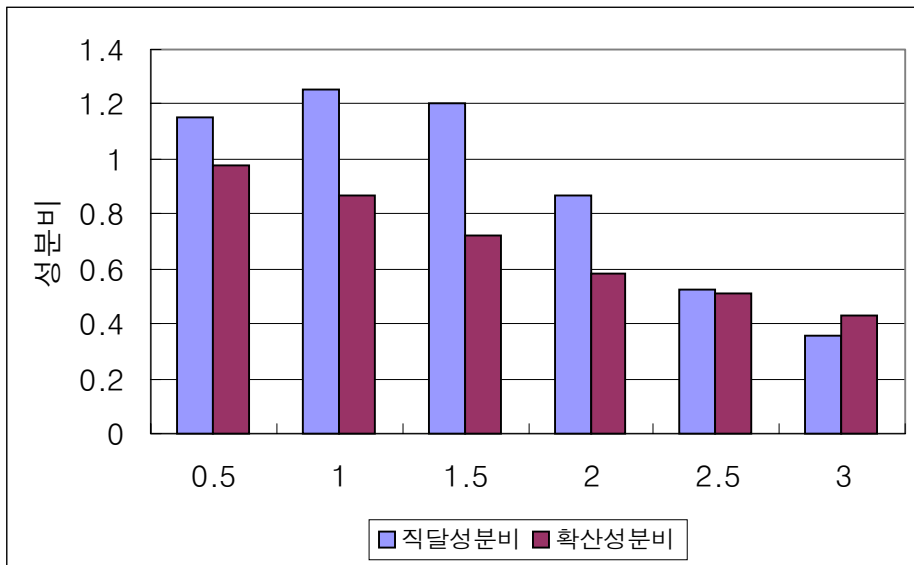
[그림 5.2.2] 추분때의 시간별 성분비 비교(WI=1.0)



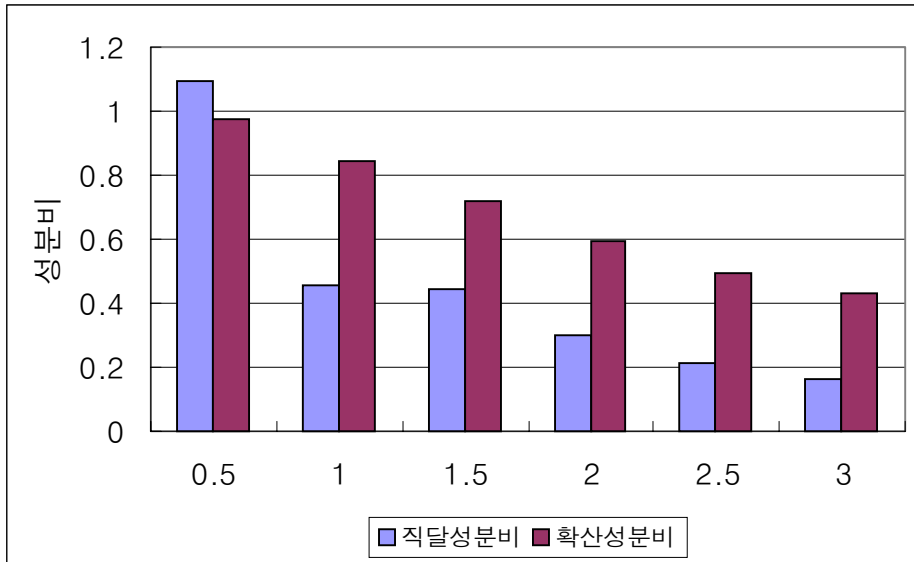
[그림 5.2.3] 동지때의 시간별 성분비 비교(WI=1.0)

5.2.2 광정지수에 따른 성분비 변화

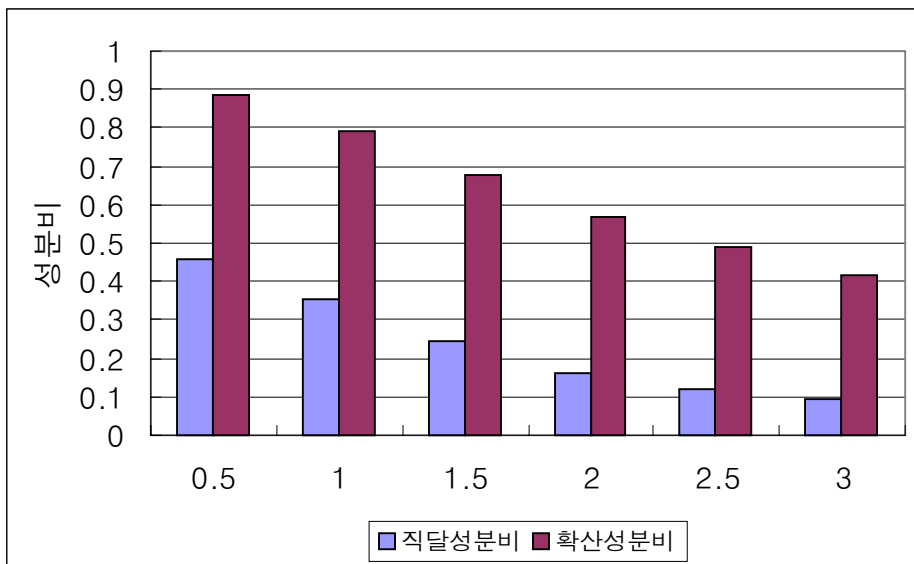
아트리움의 깊이가 변화함에 따라 바닥면에 도달하는 직사일광 성분비가 어떻게 변화하는지 알기 위해 광정지수가 0.5~3.0의 범위 내에서 시뮬레이션 하였다. [그림 5.2.4]~[그림 5.2.6]은 12시 일때의 광정지수에 따른 직달 및 확산 성분비를 나타낸 것이다. 하지때의 경우 직달 성분비는 광정지수가 1일때 가장 높게 나타났으며, 직사일광이 계산 대상면에 직접 도달하는 광정지수가 1.5 이하 일때까지 외부 수평면 직달조도에 비해 실내 직달 조도가 더 높은 것으로 나타났다. 추분때의 경우 광정지수가 0.5인 경우에만 직사일광이 직접 도달하여 직달 성분비가 높지만 광정지수가 커짐에 따라 감소하는 것을 볼 수 있다. 확산 성분비의 경우는 하지, 추분, 동지 모두 광정지수에 따른 고른 감소를 나타내었다.



[그림 5.2.4] 하지때의 광정지수별 성분비 비교(12시)



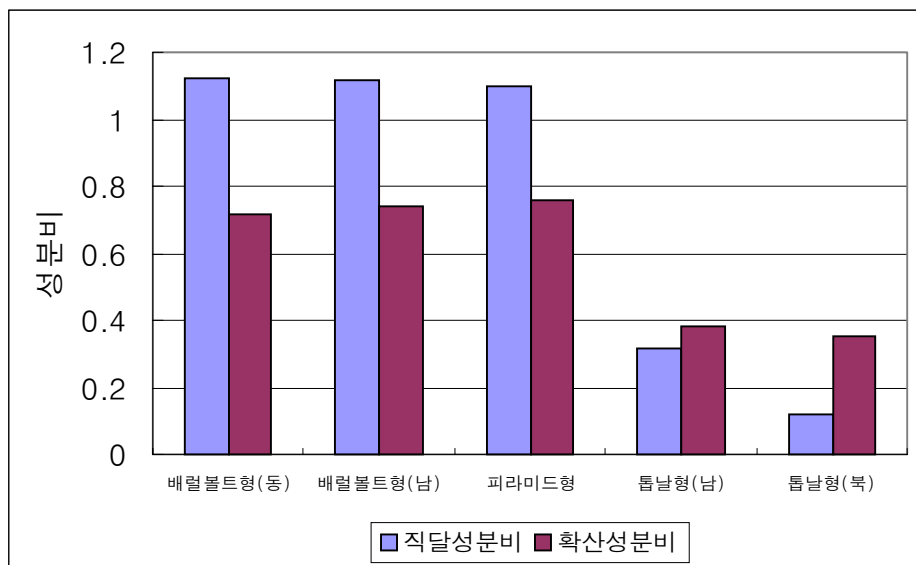
[그림 5.2.5] 추분때의 광정지수별 성분비 비교(12 시)



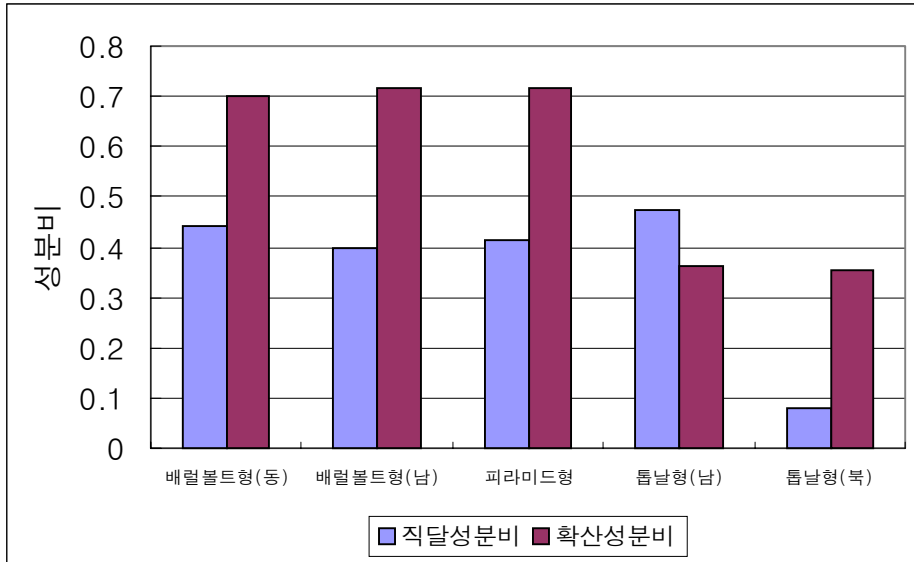
[그림 5.2.6] 동지때의 광정지수별 성분비 비교(12 시)

5.2.3 아트리움 창호형태에 따른 성분비 변화

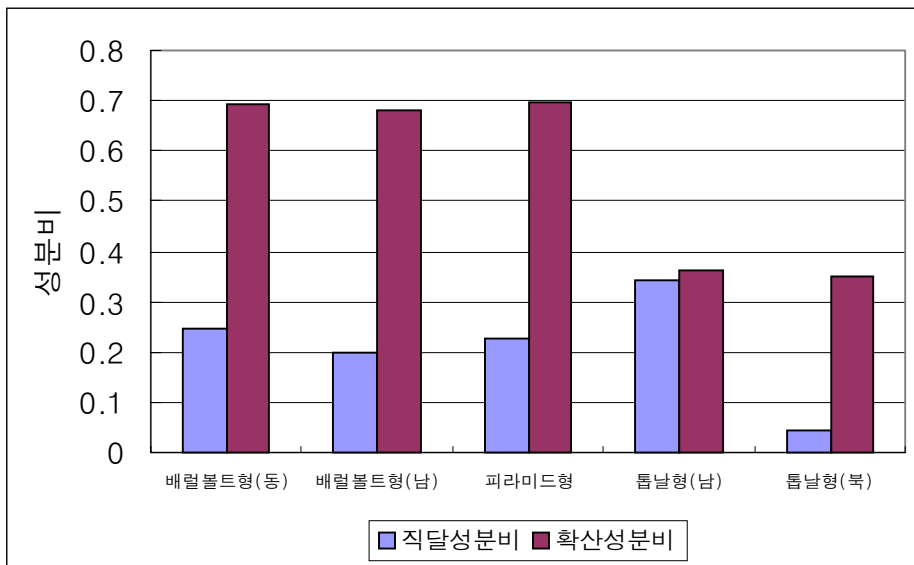
아트리움 창호형태는 아트리움의 자연채광 성능에 영향을 주는 주요변수이면서 건물외관에도 영향을 주는 요소이기도 하다. 본 연구에서는 대표적인 아트리움 창호들을 선택하여 비교함으로써 각각의 창호 종류에 따른 직사일광과 확산광 성분비를 예측하였다. [그림 5.2.7]~[그림 5.2.9]는 광정지수가 1 이고 12 시에 창호 형태에 따른 직달 및 확산 성분비를 나타낸 것이다. 하지때의 경우 베럴볼트형과 피라미드형은 직달 성분비가 1 을 넘는 것을 볼 수 있다. 그 이유는 계산대상면에 직사일광이 직접 유입되고 벽면에 반사된 직사일광도 계산대상면에 유입되기 때문이다. 반면 톱날형의 경우는 직사일광의 유입이 차단되어 직달 성분비가 낮은 것으로 나타났다. 추분과 동지때는 남향의 톱날형 창호가 다른 창호와 비슷하거나 약간 높은 것으로 나타났다. 이것은 내부 반사율이 90%로 높기 때문에 실내에서 상호반사하는 양이 많아서 나타나는 것으로 사료된다. 확산 성분비의 경우는 하지, 추분, 동지 때 모두 베럴볼트형과 피라미드형이 톱날형에 비해 높은 것으로 나타났다.



[그림 5.2.7] 하지때의 창호 형태별 성분비 비교(12 시, WI=1.0)



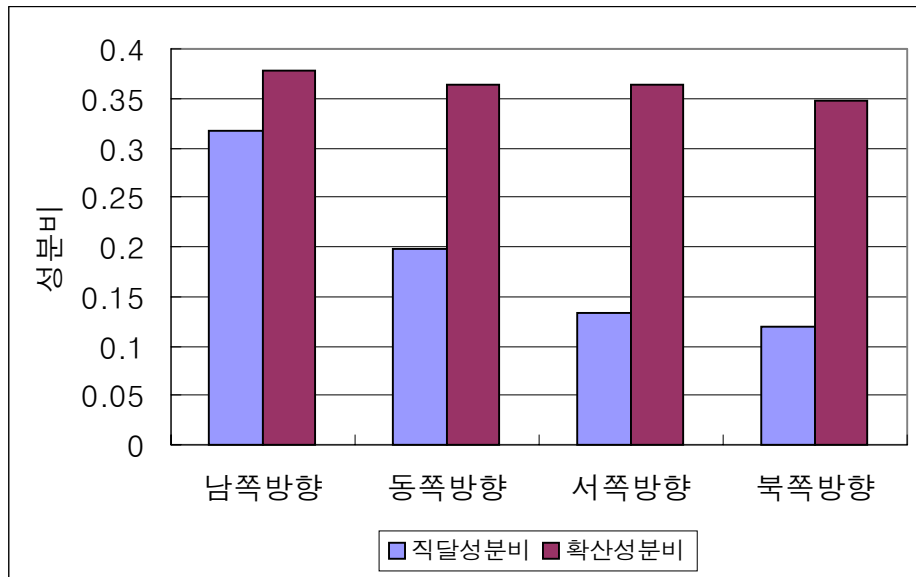
[그림 5.2.8] 추분때의 창호 형태별 성분비 비교(12 시, WI=1.0)



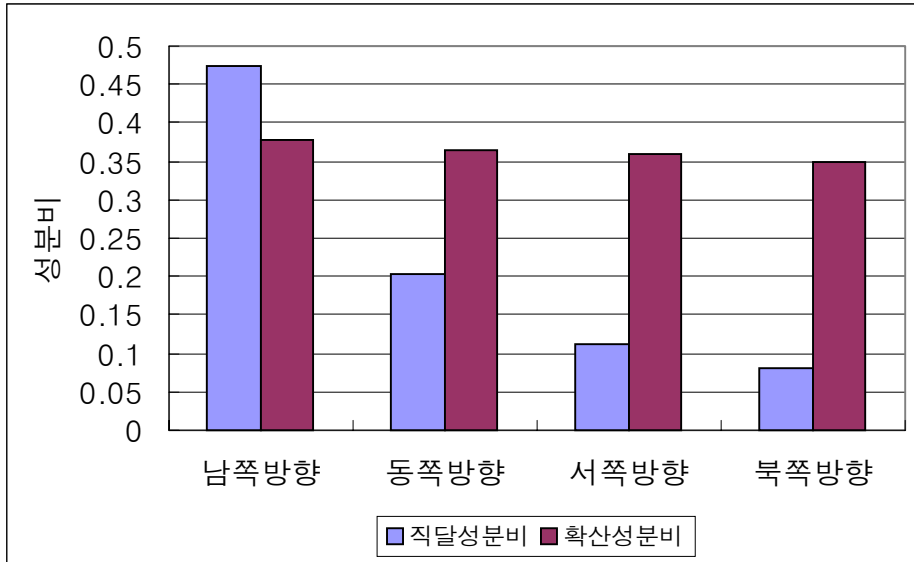
[그림 5.2.9] 동지때의 창호 형태별 성분비 비교(12 시, WI=1.0)

5.2.4 atrium 창호의 방위에 따른 성분비 변화

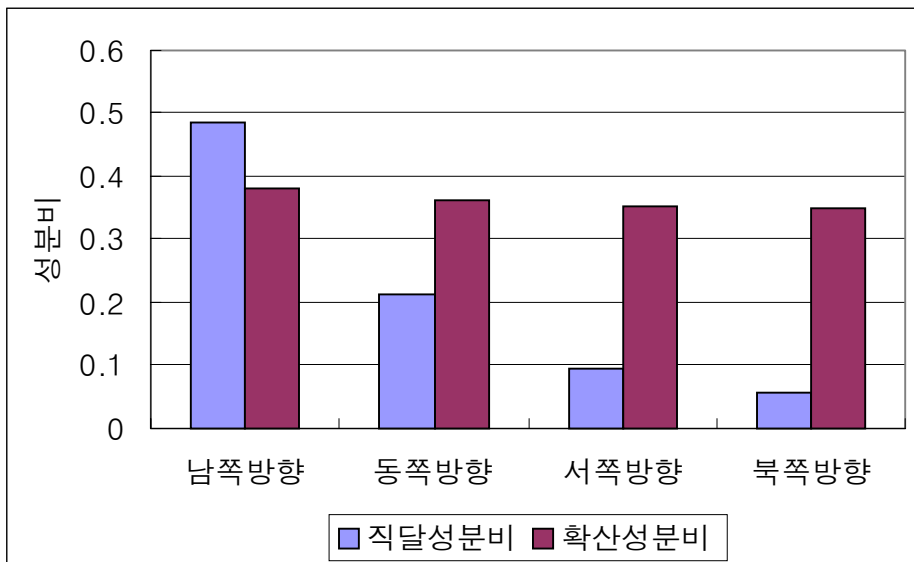
같은 형태의 atrium 창호라 할지라도 방위에 따라 atrium의 자연채광 성능의 차이를 보일 수 있다. 본 연구에서는 atrium 창호의 방향에 따른 자연채광 성능의 변화를 시뮬레이션하였다. [그림 5.2.10]~[그림 5.2.12]는 광정지수가 1 이고 12시인 경우에 톱날형 창호의 방위에 따른 직달 및 확산 성분비를 나타낸 것이다. 직달 성분비의 경우 남쪽, 동쪽, 서쪽, 북쪽 방향의 순으로 성분비가 큰 것으로 나타났다. 서쪽 방향에 비해 동쪽 방향의 직달 성분비가 큰 것은 우리나라의 12시인 경우 태양의 방위각이 정남에서 동쪽 방향으로 치우쳐 있기 때문인 것으로 사료된다. 확산 성분비의 경우는 방향에 상관없이 거의 일정한 것으로 나타났다.



[그림 5.2.10] 하지때의 톱날형 창호의 방위별 성분비 비교(12시, WI=1.0)



[그림 5.2.11] 추분때의 톱날형 창호의 방위별 성분비 비교(12시, WI=1.0)



[그림 5.2.12] 동지때의 톱날형 창호의 방위별 성분비 비교(12시, WI=1.0)