

전면형 이중외피의 절기별 운용성능 분석

임 혜 진[†], 조 수, 성 옥 주, 임 상 훈, 한 찬 훈*
한국에너지기술연구원, *충북대학교 건축공학과

Analysis for Seasonal Operation Performance of Multistory Facade

Hye-Jin Im[†], Soo Cho, Uk-Ju Sung, Sang-Hun Lim, Chan-Hun Haan*

Korea Institute of Energy Research Center, Daejeon 305-343, Korea

**Architecture Engineering, Chungbuk University, Chungbuk 361-763, Korea*

(Received August 30, 2011; revision received November 29, 2011)

ABSTRACT: In this study, to present the data in the internal thermal condition of Double skin facade were measured internal temperature and inlet and outlet openings wind speed of double skin facade. Measurements were similar to temperatures in the upper double skin facade. Especially in summer, temperature stratification is through to be unfulfilled seamlessly despite inlet and outlet openings open. Double skin facade inlet and outlet openings of the air flow rate was slower outlet openings of the air flow rate than inlet openings of the air flow rate.

Key words: Multistory facade(전면형 이중외피), Insolation(일사량), Intermediate space(중공층), Wind velocity(풍속)

1. 서 론

이중외피 시스템(Double Skin Facade)은 두 개의 외피와 그 사이의 중공층으로 구성된 시스템으로 중공층을 이용하여 열적성과 환기성을 효과적으로 조절할 수 있으며, 차음효과 및 건물 외피 부하의 절감을 통해 건물에너지를 줄일 수 있는 시스템이다.

그러나 1990년대를 중심으로 국외에서는 약 250개의 중대형 프로젝트를 통하여 이중외피가 다양하게 적용되어졌으나, 국내에서는 아직도 본 시스템의 잠재력에 대해 의구심을 갖고 있으며 초기투자비 증대와 같은 경제성의 벽을 극복하는 것이 어려운 현실이다. 또한 시스템에 대한 이해부족으로 설계단계에서 좌절되는 경우도 허다하게 발생하고 있

으며, 문제점을 극복하고 이중외피를 적용하더라도 환경적인 효과에 대한 불확실성으로 인하여 이중외피에 대한 구체적인 실현에는 아직 많은 어려움이 있다. 따라서 이중외피의 설계 적용단계에서 설정한 환경성능을 달성하기 위한 최적의 설계를 구현하는 것이 가장 우선적으로 요구되어져야 할 것이다.

본 연구에서는 이중외피의 유형 중 Fig. 1과 같이 두 개의 외피사이에 수평적이거나 수직적인 분할이 존재하지 않고 중공층의 환기가 시스템의 하부와 상부의 개구부를 통해 이루어지는 전면형 이중외피를 대상으로 연구를 진행하였다. 전면형 이중외피는 현재 국내에서 많은 연구가 진행되어지고 있는 박스형 이중외피에 비해 상대적으로 낮은 초기투자비가 소요되어 국외에서 많은 적용실적을 가지고 있다. 그러나 전면형 이중외피에 관한 선행 연구의 대부분은 절기별 이중외피 시스템의 유무에 따른 효과를 분석하기 위하여 열유체해석 시뮬레이션을 통한 공기 유동 및 외피 열성능 분석이 대부분이다. 결과적으로 현재 전면형 이중외피에 대한 연구가 미

[†] Corresponding author

Tel.: +82-042-860-3057; fax: +82-042-860-3202

E-mail address: ihs21c@kier.re.kr

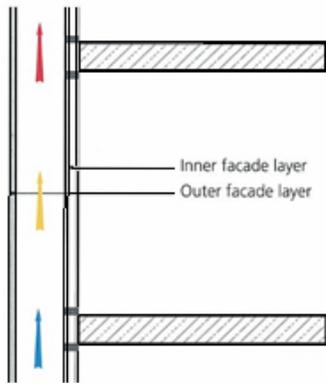


Fig. 1 Concept of Multistory Facades.

비하고 진행된 선행연구 또한 시뮬레이션을 통한 분석에 그쳐 실측을 통한 데이터가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 전면형 이중외피를 대상으로 각 계절별 내부 열환경을 예측할 수 있는 데이터를 제시하는 것이다. 측정기간 동안의 데이터를 바탕으로 대표일을 선정 한 후, 내부 열환경 요소인 이중외피의 부위별 온도 및 입·출구 개구부의 기류속도를 측정하여 분석을 실시하였다.

2. 문헌고찰

2.1 기존 이중외피 연구 고찰

국외 연구 중 Elisabeth Gratia⁽⁸⁾는 전면형 이중외피의 전반적인 적용성을 평가하기 위하여 TAS 시뮬레이션 프로그램을 통한 이중외피의 주간과 야간 동안의 자연환기성능을 이중외피의 설치방향 및 풍향에 따라 분석하였다. 분석 결과, 이중외피를 기준으로 역풍일 경우 보다 순풍일 경우에 이중외피와 실내측의 자연환기적인 측면에서 유리하며, 이중외피의 입·출구 개구부를 모두 개방하였을 경우보다 출구측 개구부만을 개방하였을 경우 이중외피와 실내측의 자연환기적 측면에서 효과적이라고 하였다. 또한 Haase⁽⁹⁾의 연구에서는 이중외피의 중공층에 롤러블라인드를 설치하였을 경우 최대 냉방부하를 감소시킨다는 결론을 도출하였다. 국내 연구 중 Lee⁽¹²⁾는 박스형 이중외피와 커튼월의 냉방기 열적성능에 관한 비교실험 연구를 통하여 일반 커튼월 창호 대비 환기 가능한 Box형 이중외피가 실온상승을 방지할 수 있으며, 실내 쾌적성과 냉방에너지절감 측면에서 우수하다는 결론을 도출하였다.

전면형 이중외피에 관한 기존 연구 중 Sin⁽⁷⁾의 연구에 따르면 시뮬레이션을 통한 이중외피 외측외피의 상부 개구부가 이중외피 중공층의 천장면에 위치할 때 중공층내의 열에너지를 가장 원활하게 배출할 수 있으며, 입·출구 개구부의 크기가 클수록 개구부를 통해 배출되는 열에너지가 증가한다고 밝혔다. 또한 배출기류 온도에 대한 CFD 시뮬레이션 해석을 한 결과, 이중외피의 중공층 높이가 4층과 8층일 경우 모두 이중외피 중공층의 높이에 상관없이 이중외피 입·출구 개구부의 크기가 작을수록 이중외피 내부의 기류온도가 높고 출구측 개구부로 배출되는 기류의 질량유량이 적게 나타남을 밝혔다.

2.2 이중외피 내부에 영향을 미치는 인자

이중외피는 다양한 구성요소들의 상호 영향을 주고받으면서 이중외피의 기류 이동에 영향을 끼치게 되므로 이중외피를 구성하는 각각의 구성요소들은 서로 밀접한 관련이 있다. Choi⁽⁶⁾의 연구에서는 이중외피의 열적특성에 영향을 미치는 인자로 크게 일사에너지와 열적 부력에 의한 기류와 관련된 특성으로 구분하였으며 그 내용은 Table 1과 같다. 일사에너지와 관련된 인자는 일사에너지의 영향을 직접적으로 받아 이중외피의 중공층 및 실내에 유입되는 일사량에 영향을 주는 인자들로 구성되어 있고 이러한 인자들은 일반적으로 이중외피에서 수

Table 1 Classification of Double Skin factor

Component		Factors Related to Insolation	Factors Related to Airflow
Outside skin	Glazing	○	
	Opening		○
	Shading Device	○	
Intermediate Space	Width		○
	Shading Device	○	○
	Floor material		○
Inside skin	Glazing	○	
	Opening		○
	Shading Device	○	

직적 부재이며 이중외피의 내·외측 유리, 실내외 및 이중외피 중공층 차양 장치가 이에 해당한다고 구분하였다. 열적 부력과 관련된 인자는 실외에서 기류가 유입·유출되는 통로와 이중외피 중공층 내의 기류 흐름에 직접적으로 영향을 주는 요소들이다. 이들은 이중외피의 내·외측 개구부와 이중외피 중공층 폭 및 바닥 재료가 해당되며, 이러한 인자들로 인해 이중외피 중공층 내의 공기 유동이 결정된다고 구분하였다.

3. 측정 대상 및 방법

3.1 측정 대상

본 연구에서는 한국 에너지기술연구원 내 그린빌딩의 남측에 설치된 전면형 이중외피를 대상으로 계절별 일사량에 따른 이중외피 내부 온도분포 및 입·출구 개구부의 기류 속도를 측정하였다.

측정기간은 2010년 6월 16일~2010년 12월 30일까지 약 6개월 동안 실시하였다. 그린빌딩은 실험용이 아닌 실제 공조가 가동하는 업무공간으로써, 연간 42일 동안 실내 냉방온도를 28℃로, 72일 동안 실내 난방온도를 18℃로 유지하여 수동적인 냉·난방이 이루어지는 상태로 운용되어졌다.

입·출구 개구부는 하절기의 경우 모두 개방하여 개방면적이 입구측은 19.38 m², 출구측은 9.18 m² 이

Table 2 The specification and section of Double Skin

	Size	32.4 m(W)× 23.5 m(H)		
	Position	건물의 남측 전면		
	Windows	Out side	9 mm Green 색유리의 알루미늄 커튼월	
		In side	6 mm Clear glass +10 mm Air+6 mm Clear glass, AL+Fix and PJ	
	Finishing Materials of Wall	30 mm 화강석 버너구이 마감		
Intermediate space Width (W)	1.4 m			

며, 동절기에는 입·출구 개구부를 전면폐쇄하여 운영하였다. 이중외피 내측유리의 창호는 개방 가능하도록 설치되어졌으나, 개방하지 않은 조건에서 측정을 실시하였다. 이중외피 상부의 덕트는 동절기 시 이중외피 내부의 공기를 실내로 유입할 경우에 가동되어졌으며, 하절기에는 운용되지 않은 조건에서 측정하였다.

측정대상의 세부내용은 Table 2와 같다.

3.2 측정 방법

계절별 일사량에 따른 이중외피 내부의 수직방향 온도 분포를 분석하기 위한 측정인자는 외부 환경과 그 외부 환경에 실시간 대응하는 이중외피 내부 부위별 환경인자로 구분하였다.

외부 환경은 외기의 건구온도와 상대습도, 전면형 이중외피에 입사되는 수직면 일사량을 측정하여 계절별 이중외피의 외 부환경 조건에 따른 내부 환

Table 3 Measurement factor detailed contents

Classification	Sensor	Specifications
External Environment	수직면 일사량계	Sensor for Pyranometer, 7980-S-45, SATO (파장범위 : 약 300~2800 nm)
	외기 건구온도계	EI-1050 (온도범위 : -40~120℃)
	외기 상대습도계	EI-1050 (습도범위 : 0~100%)
Internal Environment of Double Skin	외측 유리 표면온도	PSC)T2-T, T type Wire (온도 측정범위 : -270~400℃)
	내측 유리 표면온도	
	중공층 온도	
	내표면 벽체온도	
	입·출구 풍속	Kanomax Multi-Channel Anemomaster (0.1~50 m/s)

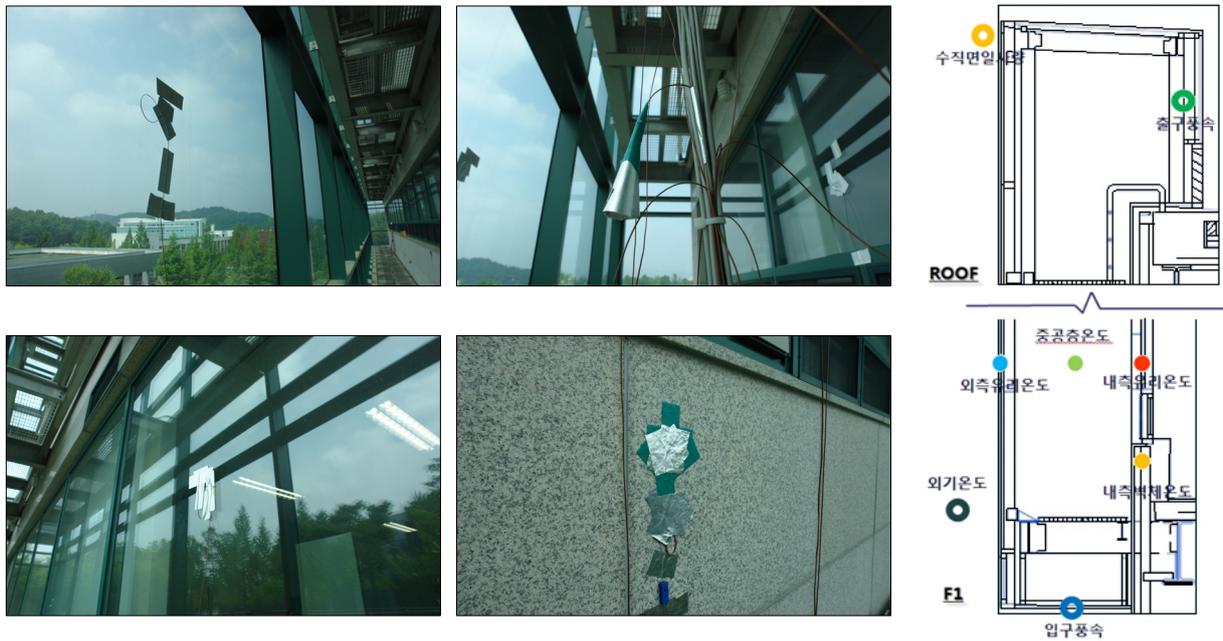


Fig. 2 Double Skin sensor establishment features.

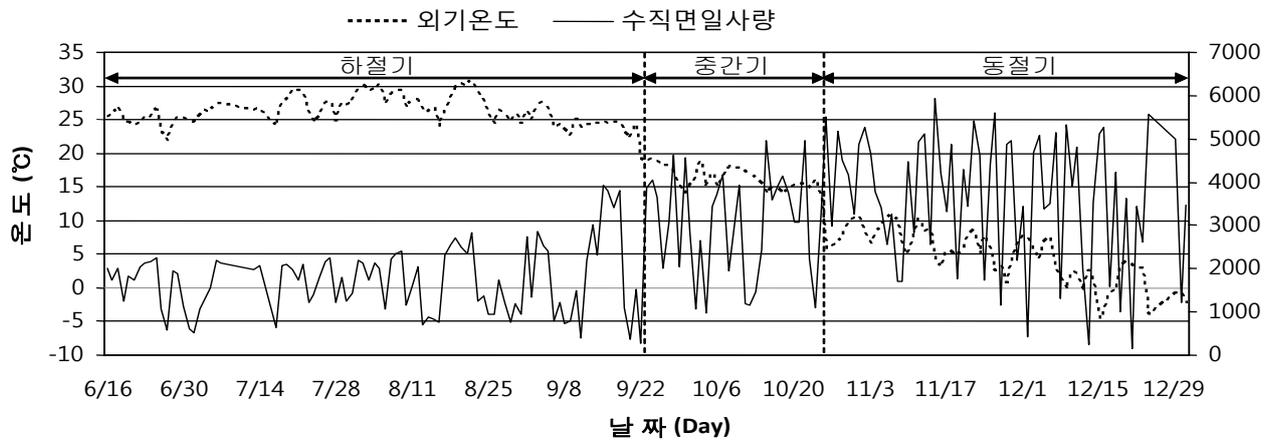


Fig. 3 Average per temperature and the vertical area insolation of measurement duration.

경을 분석하는데 있어 분류 기준으로 이용되었다.

외부환경 조건에 따른 내부 측정인자 중 이중외피의 내부 온도는 각 층별로 이중외피 외부표면온도, 공기온도, 내표면 유리 및 벽체온도를 측정하였으며 공기온도는 이중외피의 외측 표면으로부터 0.6 m 이격시켜 중공층 중앙에 설치하였다. 이중외피의 입·출구 개구부의 기류속도는 이중외피의 입구 및 출구 측에 설치하여 이중외피 내부의 공기유동을 예측하고자 사용되었다.

Table 3은 측정 인자별 세부내용을 나타내고 있다. 측정 데이터는 National Instrument Labview를 활용하여 데이터 수집 PC에서 인터페이스를 구성

하고 Agilent 34970A DAQ 시스템과의 RS-232통신에 의해 1분 간격으로 수집하였다.

Fig. 2은 이중외피 층별 내부온도 및 풍속 측정 위치와 계측 센서의 설치 모습을 나타내고 있다.

4. 측정 결과

4.1 대표일 선정

측정은 2010년 6월 16일~2010년 12월 30일까지 실시하였다. Fig. 3는 측정기간 동안의 외기 건구온도와 이중외피 수직면의 1일 적산일사량을 나타내

고 있다. 측정된 외부환경의 변화를 기준으로 하절기는 6월 16일~9월 21일, 중간기는 9월 22일~10월 25일, 동절기는 10월 26일~12월 30일까지로 구분하였다.

일사량 상, 중, 하에 따른 대표일을 선정하였으며 구분 기준은 Table 4와 같다. 각 계절별 대표일은 Table 5와 같다. 계절별 일사량에 따른 이중외피 내부의 부위별 온도 및 입·출구 개구부의 기류속도 분포 결과는 해당 대표일의 측정 데이터를 시간별로 평균화하여 산출하였다.

Fig. 4은 일사량에 따른 각 계절별 대표일의 수직면 적산일사량 및 외기온도를 나타낸 그림이다.

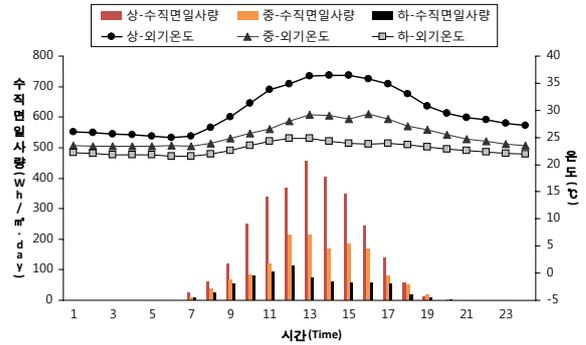
하절기의 경우, 일사량에 따른 대표일의 수직면 적산일사량은 다른 계절에 비해 낮은 분포를 나타내었다. 일사량에 따른 외기온도 분포는 일사량이 가장 많은 11~16시에 가장 큰 차이를 나타내었다. 중간기의 경우에는 기후특성상 일사량에 따른 외기온도의 차이가 하절기나 동절기와 달리 일사량이 중일 경우와 하일경우에 유사하게 나타났다. 그러나 하절기의 경우보다 수직면 적산일사량이 많게 나타났으며, 일사량이 상, 중, 하일 경우의 적산일사량의 차이가 크게 나타났다. 동절기의 경우에는 중간기와 달리 수직면 일사량에서 큰 차이가 나타나지 않았으나 대표일별 외기온도에서 뚜렷한 차이가 나타났다.

Table 4 Insolation classification standard (Wh/m² · day)

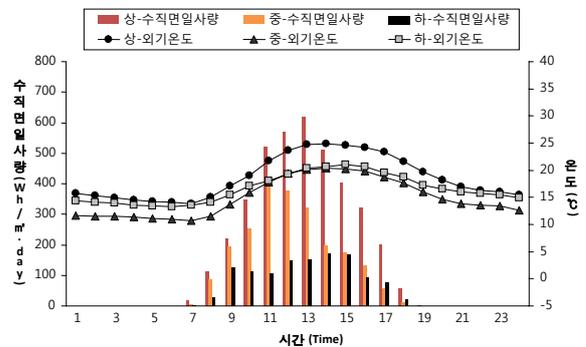
	Top	Medium	Low
Summer	2000~3000	1000~2000	0~1000
Mid season	4000~5000	2000~4000	0~2000
Winter	4000~6000	2000~4000	0~2000

Table 5 Seasonal representative date of Insolation

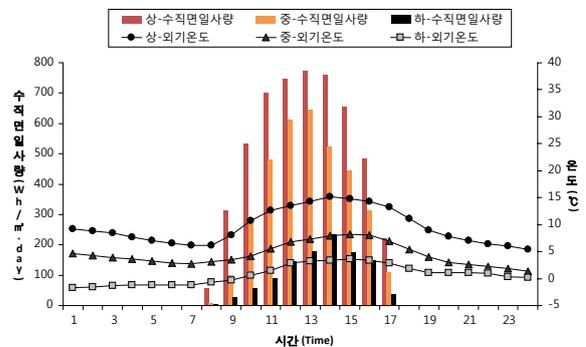
	Top	Medium	Low
Summer	8/19	7/5, 7/24,	6/27
	8/22	9/2, 9/7,	9/8
	9/3	9/10	9/9
Mid season	9/23, 9/24,	9/29	10/2, 10/11,
	9/25, 10/10	10/14	10/12, 10/13,
		10/23	10/24,
Winter	11/1, 11/2,	12/6	12/13,
	11/12, 11/15	12/20	12/19,
		12/22	12/30



(a) Summer



(b) Mid season



(c) Winter

Fig. 4 Average per temperature and the vertical area insolation of Seasonal representative date.

4.2 일사량에 따른 이중외피 내부 온도 비교 · 분석

4.2.1 이중외피 각 층간 중공층 온도차 비교 · 분석

대표일의 전체 평균값을 근거로 결과를 도출하기에는 각대표일 별 평균온도의 차이로 인한 오류가 발생할 것으로 사료된다. 따라서 각 대표일의 일사량이 가장 많은 시간대인 11~16시의 이중외피 층간

온도차를 평균화하였으며 데이터의 결과값은 Fig. 5와 같다.

하절기의 경우, 일사량이 많을수록 4~5층을 제외한 이중외피 각 층간 온도차가 크게 나타났으며, 일사량이 상일경우에 1층과 2층의 온도차가 약 2.3℃로 가장 크게 나타났다. 이는 하절기의 경우 입·출구의 개구부를 최대로 개방하여 운용하기 때문에 1층의 중공층 온도가 외기온 및 기류이동의 영향을

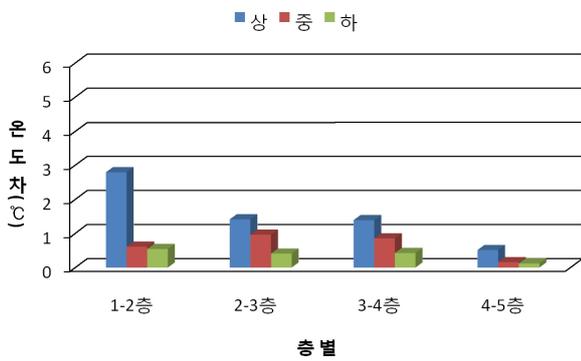
받아 중공층 온도값이 낮는데 비해 상층부로 갈수록 과열된 외측 유리표면 온도로 인한 중공층의 온도가 상승하여 결과적으로 1층과 2층의 중공층 온도차가 크게 발생하는 것으로 사료된다. 또한 상부층 개구부를 개방하여 운용하였음에도 불구하고 일사량이 상일 경우에 4층과 5층의 온도차이가 약 0.2℃로 다른 층에 비하여 매우 적게 나타났다. 이는 이중외피 상층부에서 이중외피 내부의 중공층 온도차에 의한 부력 환기가 제대로 이루어지지 않을 것으로 사료된다.

중간기의 경우, 일사량이 상일 경우에 4~5층을 제외한 다른 층의 온도차가 약 2℃로 유사한 분포를 나타내었다. 그러나 하절기와 마찬가지로 4층과 5층의 중공층 온도차는 약 0.1℃로 이중외피 상부층에서 온도차가 거의 나타나지 않았다.

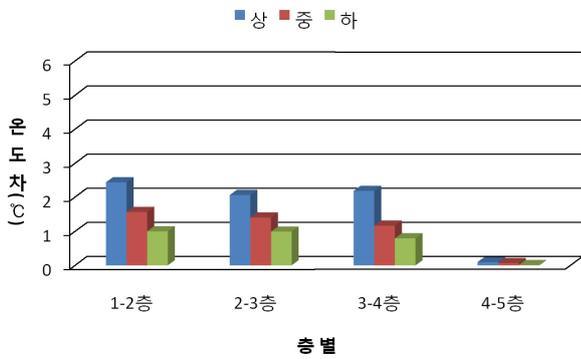
동절기의 경우, 일사량에 따른 이중외피의 각 층별 중공층 온도차가 불규칙적인 온도값을 나타냈다. 또한 일사량이 상일 경우 1~2층의 온도차가 약 3.1℃로 다른 계절에 비해 가장 높은 온도차를 나타내었으며, 4~5층의 온도차 또한 거의 0.02℃로 거의 유사하게 나타났다. 이는 동절기의 경우 입·출구 개구부를 폐쇄한 상태에서 측정하여 밀폐된 공간에서 기류가 형성되어 나타난 현상으로 보여진다.

결과적으로 이중외피의 상층부로 갈수록 각 층별 중공층 온도차에 의한 부력 환기가 제대로 이루어지지 않고 거의 유사한 분포를 나타냈다.

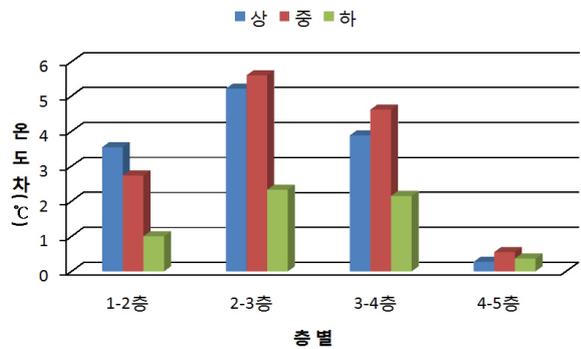
이는 과열된 상층부의 기류가 실내측으로 열손실이 발생하여 하절기시 냉방부하가 증가할 것으로 사료된다.



(a) Summer



(b) Mid season



(c) Winter

Fig. 5 Floor Temperature Difference of Seasonal representative date.

4.2.2 이중외피 부위별 온도 비교 · 분석

이중외피 부위별 온도분포를 분석한 결과, 1차적으로 가장 많은 일사량에 노출되는 외측 유리표면 온도가 다른 부위의 온도보다 높은 온도 분포를 나타내었으며, 하절기의 경우 외기온도보다 최대 약 12℃, 중간기의 경우 최대 약 23℃, 동절기의 경우 최대 약 30℃ 정도 높은 온도분포가 나타났다. 이는 일사량의 영향으로 인하여 외측 유리부분에 열이 축적되어 외측 유리표면 온도가 외기온도보다 높은 온도값을 나타내는 것으로 보인다.

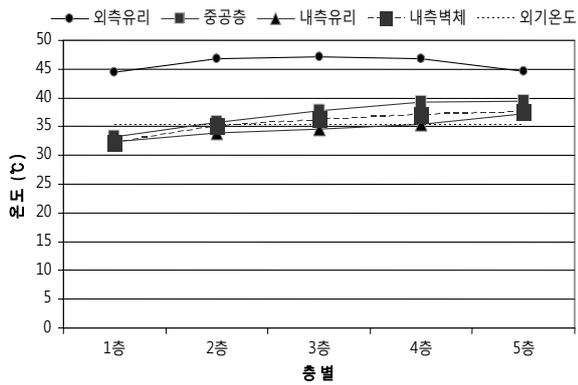
하절기의 경우, 이중외피 외측 유리표면 온도를 제외한 다른 부위의 온도는 최대 약 4℃ 이내의 온도차를 보이며 외기온도와 유사한 온도분포를 나타내었다. 그 중 이중외피 내측 유리 온도가 가장 낮

은 온도 분포를 나타내었다. 이는 하절기의 경우 실 내부의 냉방을 가동하여 운용하기 때문에 실 내부와 가장 인접한 이중외피 내측 유리온도가 가장 낮은 온도분포를 나타낸 것으로 사료된다. 또한 하절기의 전체적인 이중외피 부위별 온도분포를 분석한 결과, 일사량이 상일 경우 상층부로 갈수록 이중외피 부위별 온도값이 상승하였으나 4층과 5층의 온

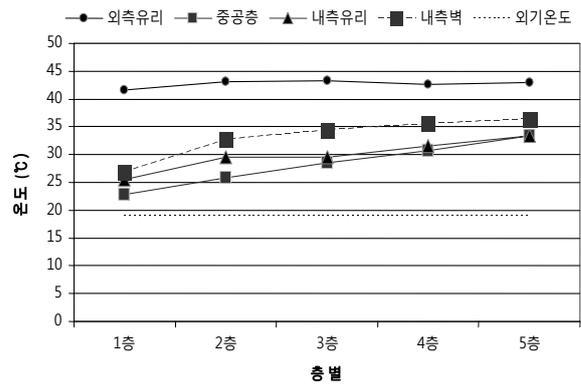
도값은 거의 유사한 온도분포를 나타내었다.

하절기시 일사량에 따른 이중외피 부위별 온도 분포는 Fig. 6와 같다.

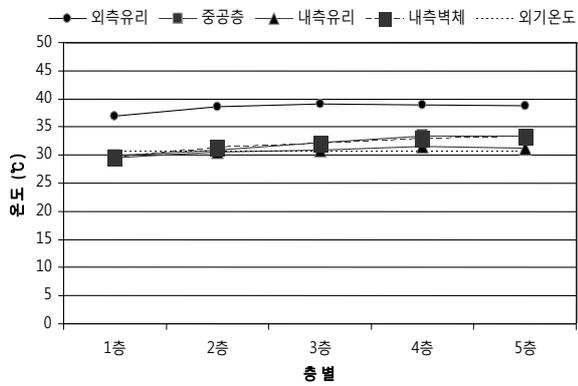
중간기의 경우, 하절기와 마찬가지로 이중외피 외측 유리표면 온도를 제외한 다른 부위의 온도값이 최대 약 8℃ 이내의 온도차를 보이며 비교적 유사하게 나타났으나 외기온도보다 전체적으로 높은 온



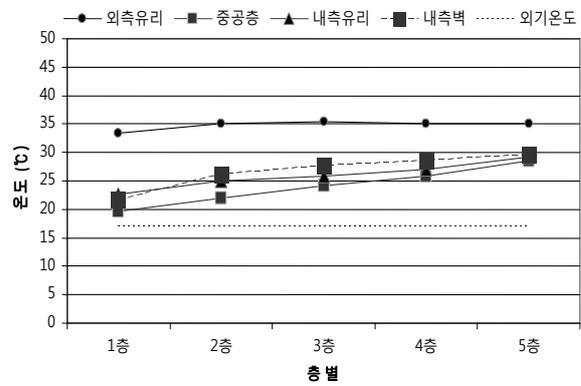
(a) Top of Insolation



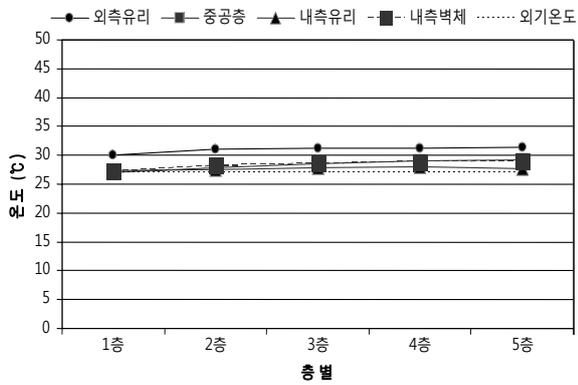
(a) Top of Insolation



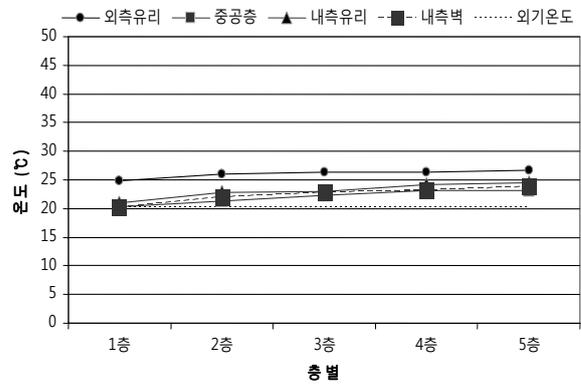
(b) Medium of Insolation



(b) Medium of Insolation



(c) low of Insolation



(c) Low of Insolation

Fig. 6 Parts temperature by Summer Insolation.

Fig. 7 Parts temperature by Mid season Insolation.

도분포를 나타냈다. 또한 하절기에서 4층과 5층의 이중외피 부위별 온도분포가 유사하게 나타난 것에 비해 중간기에서는 최대 약 3℃ 정도의 온도차를 나타냈다.

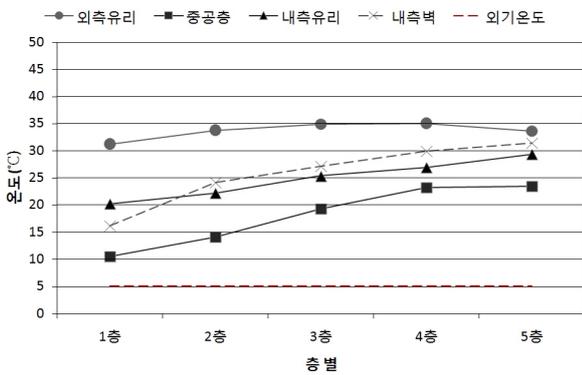
중간기의 일사량에 따른 이중외피 부위별 온도 분포는 Fig. 7과 같다.

동절기의 경우, 개구부를 폐쇄하고 실 내부에 난방을 가동한 상태에서 운용되어졌기 때문에 외기온

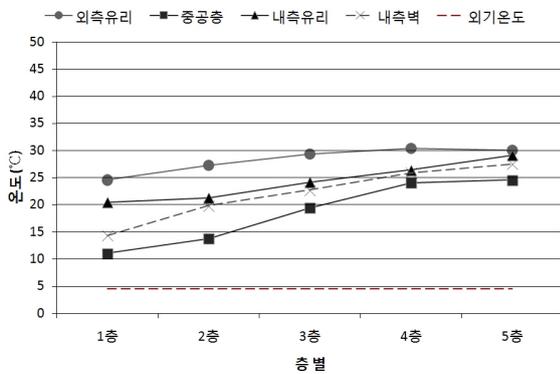
도보다 전체적인 이중외피 부위별 온도분포가 높게 나타났으며, 각 부위별 온도분포 또한 다른 계절에 비해 온도차가 최대 약 20℃ 정도로 크게 나타났다. 그 중 다른 계절과 달리 이중외피 내측 유리 온도가 중공층 온도보다 최대 약 9℃ 정도 높은 온도분포를 나타내었다.

동절기의 일사량에 따른 이중외피 부위별 온도 분포는 Fig. 8과 같다.

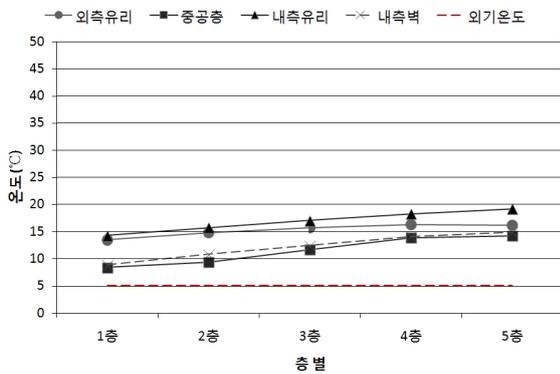
결과적으로 하절기의 경우, 이중외피 상층부의 각 부위별 온도분포가 유사하게 형성되어 과열된 기류가 실내측으로 열적 손실이 일어나 냉방부하가 증가할 것으로 사료된다. 따라서 과열된 상층부의 기류가 원활하게 외부로 배출될 수 있도록 이중외피 기류이동에 영향을 주는 구성요소들의 변경을 통해 해결방안을 모색할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 동절기의 경우 실내 난방온도를 18℃로 유지한 상태에서 운용되어지므로 외기측과 실내측 사이 이중외피의 중공층이 열적 완충공간을 형성하여 난방부하를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.



(a) Top of Insolation



(b) Medium of Insolation



(c) Low of Insolation

Fig. 8 Parts temperature by Winter Insolation.

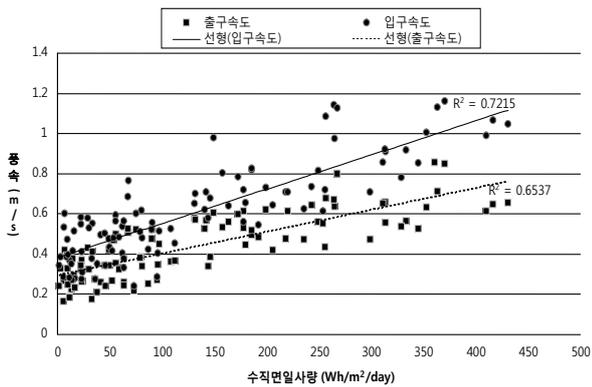
4.3 계절별 이중외피 입·출구 풍속 비교·분석

이중외피 입·출구 개구부의 기류속도를 분석한 결과, 전체적으로 일사량이 많아질수록 입·출구 개구부의 기류속도가 빨라졌으며 입구측 개구부의 기류속도가 출구측 개구부의 기류속도보다 빠르게 나타났다. 이는 이중외피 입구측 개구부를 통해 유입된 기류가 출구측 개구부에서 원활하게 배출되지 못하고 기류흐름이 지체되어 나타나는 현상으로 사료되어지며, 이중외피 각 층간 중공층 온도차의 결과값에서 4~5층의 온도차가 거의 나타나지 않은 것과 관련이 있을 것으로 보인다.

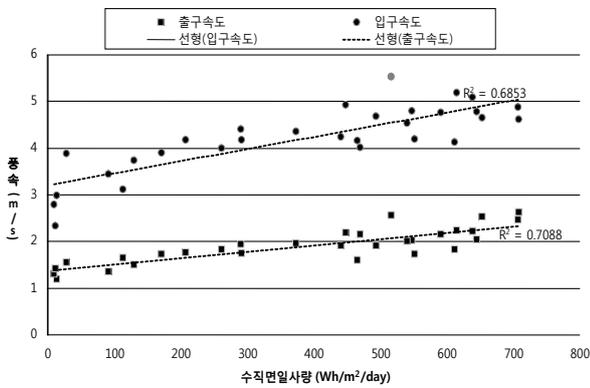
하절기의 경우 입·출구 개구부를 전면 개방한 상태에서 측정하여 입·출구 개구부의 기류속도 차이가 최대 약 0.4 m/s로 가장 작게 나타났으며 중간기의 경우에는 입구측 개구부의 기류속도가 최대 약 5 m/s 정도로 가장 빠른 기류 속도값을 나타냈다. 그러나 하절기와 마찬가지로 입구측 개구부의 기류속도에 비해 출구측 개구부의 기류속도가 최대 약 3 m/s정도 낮은 분포를 나타내어 출구측 개구부에서 유입된 기류가 원활하게 배출되지 못하는 것으로 사료된다.

동절기의 경우 입·출구 개구부를 폐쇄하여 운용

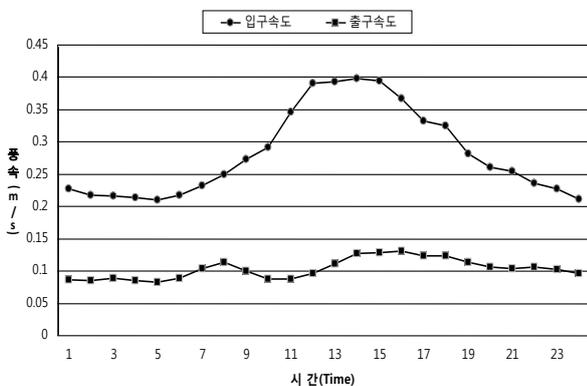
하였기 때문에 입구측 개구부의 기류속도 값이 최대 약 0.4 m/s 이하로 나타났으며, 일사량이 많은 시간대인 11~16시 사이에 입구측 개구부의 기류속도가 빨라지는 경향을 보였다. 출구측 개구부가 폐쇄된 상태였으나 출구측 개구부의 기류속도는 이중외피 상부의 덕트 운용으로 인하여 평균적으로 약 0.1 m/s의 비교적 일정한 기류속도를 나타내었다.



(a) Summer



(b) Mid season



(c) Winter

Fig. 9 Inlet and Outlet wind velocity according to insolation of Seasonal.

그러나 이중외피의 부분적인 구간 기류속도를 측정하여 이중외피를 통과하는 기류이동량을 분석하기에는 한계가 있으며, 이중외피의 입·출구 기류속도 데이터만으로는 이중외피 상층부에서 기류이동이 원활하게 이루어지지 못한다고 할 수 없다. 따라서 정확한 기류이동의 현상을 분석하기 위해서는 추가적인 실측 데이터가 필요할 것으로 생각된다.

계절별 일사량에 따른 입·출구 풍속분포를 비교한 그래프는 Fig. 9과 같다.

5. 결론

본 연구에서는 전면형 이중외피의 계절별 내부 열환경 데이터를 제시하기 위하여 이중외피의 부위별 온도 및 입·출구 개구부의 기류속도를 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 계절별 이중외피의 각 층간 중공층 온도차를 분석한 결과, 이중외피 4~5층 구간의 이중외피 중공층 온도차가 거의 유사한 분포를 나타내었다. 결과적으로 이중외피 내부에서 중공층 온도차에 의한 부력 환기가 원활하게 이루어지지 못하여 하절기 시 과열된 상층부의 기류가 실내측으로 열손실이 발생하여 냉방 부하가 증가할 것으로 사료된다.

(2) 계절별 이중외피의 각 부위별 온도 분포를 분석한 결과, 하절기의 경우 이중외피 내부의 온도차가 형성되지 못하고 이중외피 상층부의 각 부위별 온도분포가 유사하게 형성되었다. 이와 같이 과열된 상층부의 기류가 원활하게 외부로 배출될 수 있도록 이중외피 기류이동에 영향을 주는 구성인자들의 변경을 통해 해결방안을 모색할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 동절기의 경우 실내 난방온도를 18℃로 유지한 상태에서 운용되어지므로 외기측과 실내측 사이 이중외피의 중공층이 열적 완충 공간을 형성하여 난방부하를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

(3) 계절별 이중외피의 입·출구 개구부의 기류속도를 분석한 결과, 하절기의 경우 입·출구 개구부를 전면 개방하여 운용하였음에도 불구하고 출구측 개구부의 기류속도가 입구측 개구부의 기류속도보다 낮게 나타났다. 그러나 이중외피의 부분적인 구간 기류속도를 측정하여 이중외피를 통과하는 기류이동량을 분석하기에는 한계가 있으며, 이중외피의 입·출구 기류속도 데이터만으로는 이중외피 상층부에서 기류이동이 원활하게 이루어지지 못한다고 할 수 없다.

이중외피의 내부 온도 분포 및 입·출구 개구부의 기류속도를 분석한 결과, 이중외피 상층부의 중공층 온도차가 유사하게 나타나 부력환기가 원활하게 이루어지지 않으며 이중외피를 통한 출구측 개구부의 기류속도 또한 입구측에 비해 현저하게 느리게 나타났다. 이는 이중외피의 설계 단계에서 출구측 개구부 면적이나 출구측 개구부의 위치 등과 같은 이중외피 구성인자들의 변경을 통해서 해결할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서는 이중외피 내부의 기류현상에 대한 분석에 있어 실측데이터의 한계가 있었다. 따라서 추후 계절별 이중외피의 실측을 통해 예측한 현상을 CFD 시뮬레이션을 통하여 정확한 기류현상을 분석하고, 그에 따른 문제점에 대해 이중외피 구성인자나 이중외피 운용방법을 변경하여 해결방안을 제시하고자 한다.

후 기

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다(No.2011-0016472).

참고문헌

- Infield, D. et al., 2006, A simplified approach to thermal performance calculation for building integrated mechanically ventilated PV facades, *Building and Environment*, Vol. 41, pp. 893-901.
- German Solar Energy Society, 2005, Planning and Installing Photovoltaic System, James and James Ltd, pp. 70-71.
- Eom, J. W., Cho, S., and Huh, J. H., 2002, Analysis of the thermal environment and natural ventilation for the energy performance evaluation of the summer, *Journal of the double skin system during the summer*, *Journal of the Korea Solar Energy Society*, Vol. 22, No. 4, pp. 68-76.
- Park, Y. Y. et al., 2007, Development of an Operation Model for a Multistory Type Double-Skin Facade, *Architectural institute of Korea*, Vol. 23, No. 2, pp. 173-180.
- Son, W. H. et al., 2005, A study of selecting an appropriate Dual outer Cover for Korean weather circumstance, *Korea institute of construction engineering and management*.
- Choi, D. H., 2004, A study on the Influence of Blinds on Thermal Characteristics of Double-Skin Facade.
- Sin, S. J., 2005, Opening Design Strategies of Multi-Story Double-Skin Facade for Optimum Thermal Performance.
- Elisabeth Gratia, 2004, Is day natural ventilation still possible in office buildings with a double-skin facade, *Building and Environment* Vol. 39, pp. 399-409.
- Hasse, M., 2009, Simulation of ventilated facades in hot and humid climates, *Energy and Buildings*, Vol. 41, pp. 361-373.
- Lei Xu, 2007, Field experiments on natural energy utilization in an residential house with a double skin facade system, *Building and Environment*, Vol. 42, pp. 2014-2023.
- Hiroaki Tanaka, 2009, Thermal characteristics of a double-glazed external wall system with roll screen in cooling season, *Building and Environment*, Vol. 44, pp. 1509-1516.
- Lee, K. H., 2007, A Comparative Experimental Study on Thermal Performance of Box-typed Double Skin and Curtain Wall in Cooling Period, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 27, No. 2.