

[논문] 한국태양에너지학회 논문집
Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol. 22, No. 4, 2002

이중외피 시스템의 에너지성능평가를 위한 하절기 열환경 및 자연환기 분석

Analysis of the Thermal Environment and Natural Ventilation for the Energy Performance Evaluation of the Double Skin System during the Summer

엄정원*, 조 수**, 허정호***

Jung-Won Eom*, Soo Cho**, Jung-Ho Huh***

Key words : 이중외피(Double Skin), 에너지성능(Energy Performance), 열환경(Thermal Environment), 자연환기(Natural Ventilation), 콤미스 (COMIS)

Abstract

This paper discusses thermal and ventilation performance which might be caused by the adoption of one of specific building facade techniques, Double Skin System(DSS). One building with a prototypical DSS was selected and systematically investigated through field monitoring and computer simulation techniques. A network model of ventilation was successfully made using COMIS to evaluate ventilation performance of the system which can hardly be done by field measurements. Various operating conditions of air conditioning on/off and window opening were implemented in this type of building.

Through the appropriate operation of the DSS in summer, simulation-based and experimental results implicate that it can lead to cooling energy savings.

* 서울시립대학교, 공학석사

** 한국에너지기술연구원, 공학박사

*** 서울시립대학교 건축도시조경학부 교수, 공학박사

* *University of Seoul*

** *Korea Institute of Energy Research*

*** *Faculty of Architecture, Urban Planning and Landscape architecture, Professor, University of Seoul*

이 논문은 2001년도 서울시립대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

1. 서론

이중외피 시스템은 외부의 기후조건을 단지 수동적으로 보호하는 역할을 하는 일반 건물외피와는 달리 기존의 단열외벽에 두 번째 유리외벽을 설치한 것으로, 자연환기가 가능한 완충공간을 형성하여 외부의 환경변화에 적극적으로 대응하며 에너지 성능을 높이는 환경친화적이며 능동적인 외피의 개념이다. 본 논문은 실제 이중외피가 적용된 건물을 대상으로 한 사례연구로서 하절기 이중외피공간의 열환경, 환기성능에 대해 현장 측정 및 시뮬레이션분석을 수행하여 설계를 위한 기본적인 측정 자료를 제시하는데 목적이 있으며, 이것은 향후 이중외피시스템의 국내적용의 활성화를 위한 기초적 자료가 될 것으로 사료된다.

영향을 최소한으로 줄였다. 여름철 공조한 상태와 비공조한 상태에서 이중외피의 자연통풍을 실험하기 위하여 창문 개폐를 조절하면서 측정하였다. 공조여부와 창문 개폐상태에 따른 측정 조건은 표 1에서 보여준다.

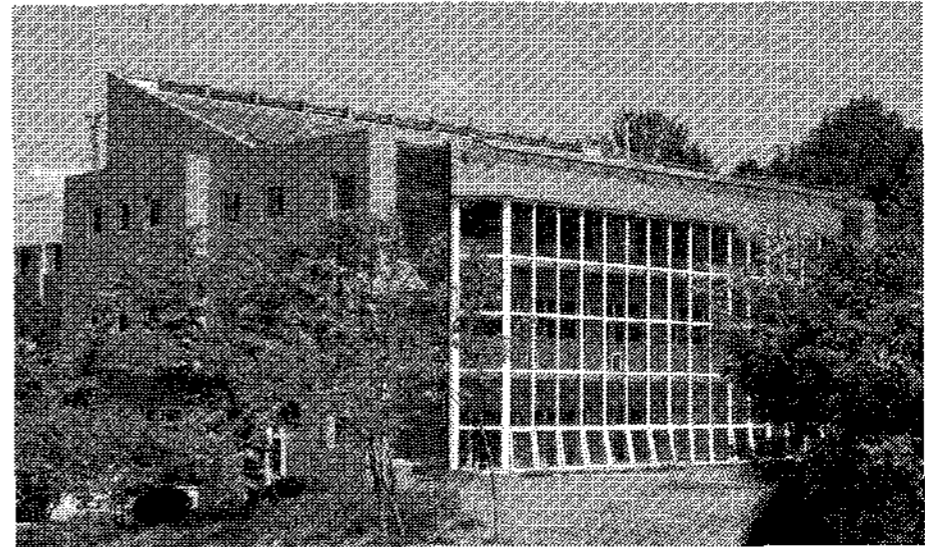


그림 1. 대상건물 전경

2. 현장측정 개요

2.1 대상건물

국내에 이중외피 시스템이 건설되어 있는 대표적인 건물로서 한국에너지기술연구원에 위치한 초에너지절약형 건물을 측정 대상건물로 선정하였다. 이중외피는 길이 19.8m, 폭 1.5m, 높이 10.2m로 정남향인 건물의 남측에 설치되어 있다. 이중외피 외부창 단열창호의 두께는 5mm 녹색칼라유리이고, 내부창은 24mm 복층유리로 구성되어 있다. 또한 층간에는 루버가 설치되어 있어 이중외피에서 데워진 공기의 흐름을 원활하게 하고, 유지보수 시 통로로 활용할 수 있도록 되어 있다. 대상건물의 전경은 그림 1과 같으며, 그림 2는 대상건물의 1층 평면도를 보여준다.

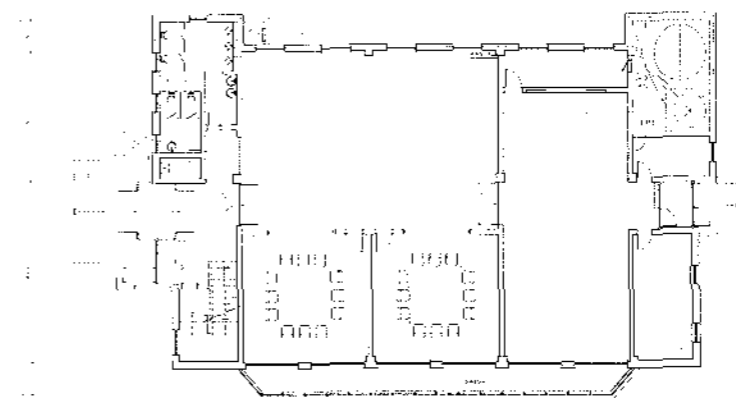
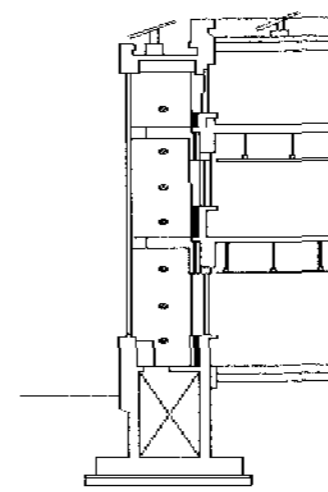


그림 2. 1층 평면도



이중외피상부창 :
폭-1.5m, 높이-1.2m
이중외피하부창 :
폭-1m, 높이-1.2m

그림 3. 수직 측정점

2.2 측정조건 및 방법

측정은 2001년 7월 31일부터 8월 30일까지 총 31일간 진행되었다. 측정기간동안 건물을 사용하지 않는 상태로 하여 재실자나 출입자에 따른

본 연구에서는 이중외피 급기·배기용 개폐창을 이중외피 “하부창”, “상부창”이라 하였고 이중외피 인접 실내측의 창은 “내창”이라고 하였다. 이중외피 하부창은 돌출창의 형태로 기류의 흐름은 아래에서 위로 흐르도록 구성되어 있는 하방개

방이며, 이중외피 상부창은 여닫이문으로 되어있다. 이중외피 내창의 경우 시스템 창호로서 핸들의 회전각도에 따라 전면개방 및 상방개방을 할 수 있도록 되어있으나, 본 연구에서는 측정기간동안 내창을 열어놓은 경우 상방개방을 하였다. 측정지점은 수평으로는 3지점으로 나누었으며, 수직으로는 7지점이며 총 21지점을 설정하였다. 그림 3은 수직 측정점으로, 첫 번째 측정점은 바닥에서부터 높이 80cm, 다음에는 130cm간격으로 설정하였다. 측정 항목 및 방법에 대한 사항은 표 2에서 보여준다. 이중외피 내부 일사량은 이중외피 정 중앙에서 측정하였고 외부 일사량은 옥상에서 측정하였다.

3. 측정결과 및 분석

4가지 유형의 실험조건 중에서 모든 날에 관한 분석 데이터를 수록하는데 한계가 있으므로 각 조건의 측정기간에 대한 대표일을 선정하여 case A, case B, case C, case D로 구분하였다.

본 연구에서는 이중외피의 열환경 분석에 영향을 주는 외부기후인자에 외기온도만을 고려하였다. 즉, 측정기간동안 외기조건이 완벽하게 동일하지 않다는 한계가 있으나, 외기온도분포는 대체로 매우 유사한 패턴을 보였다. 각 대표일은 외기온도의 프로파일이 유사한 날을 선정하여 case A

표 1. 측정조건

조건	설명
case A	7월 31일~8월 7일 비공조, 이중외피 상/하부창 open, 내창 open
case B	8월 8일~8월 14일 공조, 이중외피 상/하부창 close, 내창 close
case C	8월 15일~8월 23일 공조, 이중외피 상/하부창 open, 내창 close
case D	8월 24일~8월 28일 비공조, 이중외피 상/하부창 open, 내창 close

표 2. 측정 항목 및 방법

측정공간	측정항목	측정지점	측정장치	측정방법
이중외피	공기온도	21지점	열전대 데이터로거	자동5분
	표면온도	33지점		
	복사온도	2지점		
	일사량	1지점	일사계	
	기류	8지점	다점 풍속계	
	습도	1지점	습도센서	
외부	공기온도	1지점	열전대, 데이터로거	
	일사량	1지점	일사계	
인접실	PMV	1지점	Thermal Comfort Meter	

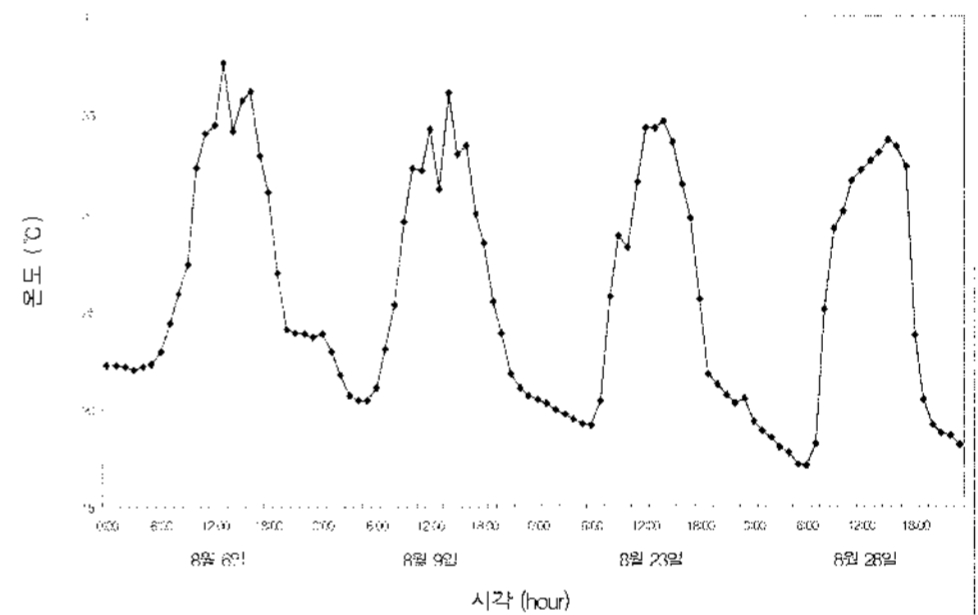


그림 4. 대표일의 외기온도 분포

의 대표일은 8월 6일, case B는 8월 9일, case C는 8월 23일, case D는 8월 28일이며 각 대표일의 외기온도 변화는 그림 4에 나타나 있다.

3.1 수직온도 분포

이중외피 공간의 온도 변동양상은 외기온도 변화와 유사하게 나타났다. 그림 5~그림 8은 case A, B, C, D에 대한 수직 높이별 공기온도를 보여준다. 비공조 조건이며 이중외피의 상·하부창과 내창을 모두 열어놓은 case A의 경우(그림 5), 이중외피 중공층의 하루동안 평균 온도는 27.4°C로서 최고/최저 온도차는 14.6°C이다. 이 경우 최고 공기온도가 다른 case와 비교하여 가장 낮게 나타났는데(case별 최고온도 : case

A-36.7°C, case B-44.9°C, case C-37°C, case D-40.3°C) 이는 이중외피 내의 공기가 자연환기에 의해 원활히 배출되고 있기 때문이다. Case B와 같이(그림 6) 공조되는 조건이면서 이중외피의 상·하부창과 내창을 모두 닫은 운영방식은 실제적으로 하절기 동안 거의 운영되지 않는 방식이지만 비교연구 목적으로 측정을 수행하였다. 이 경우 다른 case에 비해 공기온도가 월등히 높게 나타나 이중외피 중공층의 하루동안 평균 온도가 30.4°C, 최고 44.9°C까지 올라갔다. 이는 부력에 의해 뜨거운 공기가 위로 올라감으로 수직 높이가 높아질수록 온도도 높아졌으며, 이중외피의 모든 개구부를 닫아놓은 상태이므로 환기가 거의 되지 않았기 때문이다. 그림 7은 공조되는 조건이며 이중외피 상·하부창은 열고 내창은 닫아놓은 상태인 case C의 경우이고, 그림 8은 비공조 조건이며 이중외피 상·하부창은 열고 내창은 닫아놓은 상태인 case D의 수직온도 분포이다. Case C와 case D의 하루동안 이중외피 중공층의 평균온도는 비슷하였으나 case D의 경우 일사량을 많이 받는 주간 온도보다 case C의 온도보다 더 높았다. 이것은 공조조건이 이중외피 열환경에 어느 정도 영향을 미친다는 것을 의미한다. Case A와 case D는 공조조건은 동일하나 개구부 개폐조건이 다른 경우이다. 이중외피 상·하부창만 열어놓은 case D의 경우 모든 개구부를 열어놓은 case A보다 최고온도와 낮 동안의 온도가 높았는데 이로 인해 개구부의 개폐조건이 이중외피 열환경에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

Case A, case C, case D에서 오전 10시와 오후 4시 사이에는 일사량이 많아지고 외기온도가 높아지면서 이중외피 공간의 중앙부인 470cm와 600cm 지점의 온도가 상층부의 온도보다 높아지는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 case C에서 더욱 뚜렷하다. 이는 이중외피 공간이 데워지면서 중앙부에서 기류의 흐름이 원활하지 못하여 상대적으로 바람이 잘 통하는 상·하층부의 온

도보다 더 높게 나타난 것으로 사료된다.

3.2 기류속도

Case A, case C, case D의 중앙부 공기온도가 상층부 공기온도보다 낮 시간동안 다소 높게 나타난 것은 이중외피 내부 기류흐름과 관련 있을 것으로 추정되어 기류속도를 분석하였다. 그림 9는 8월 23일과 24일(case C) 이틀동안 각 위치에서의 기류속도 평균값을 보여준다. 210cm 측정점에서는 이중외피 하부창을 통해 공기가 유입되고 있으므로, 또한 920cm 측정점에서는 이중외피 상부창을 통해 공기가 유출되고 있으므로 중앙부의 기류속도보다 높게 나타났다. 중앙부 기류속도는 평균 0.07m/s, 최대 0.39m/s 이었고, 상층부는 평균 0.15m/s, 최대 0.73m/s로 나타

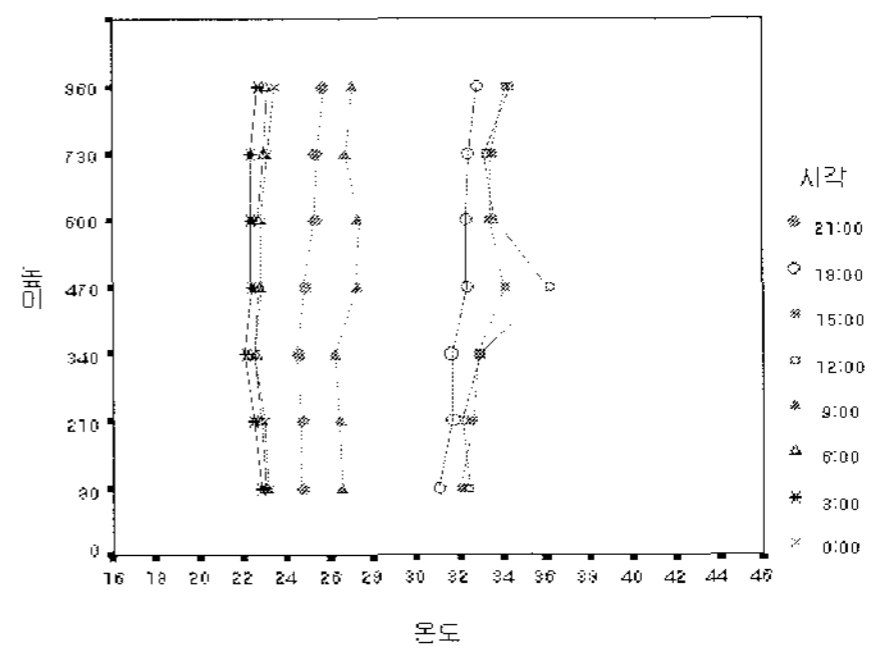


그림 5. case A의 높이별 수직온도 분포

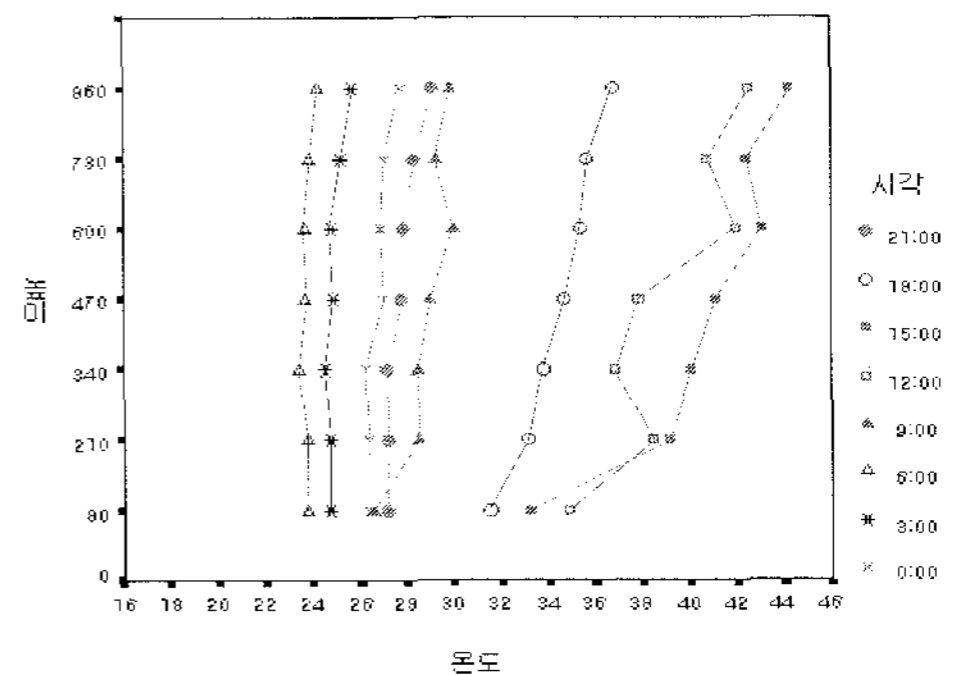


그림 6. case B의 높이별 수직온도 분포

났다. 지속적으로 바람이 유입·유출되는 상/하 부보다는 이중외피의 중간지점에서 상대적으로 기류의 속도가 낮아지는 현상을 볼 수 있었다.

3.3 이중외피 공기온도(T_{da})와 외기온도(T_{oa}) 차

측정조건에 따른 이중외피 내부공간의 공기온도와 외기온도와의 상관성을 분석하기 위하여 이

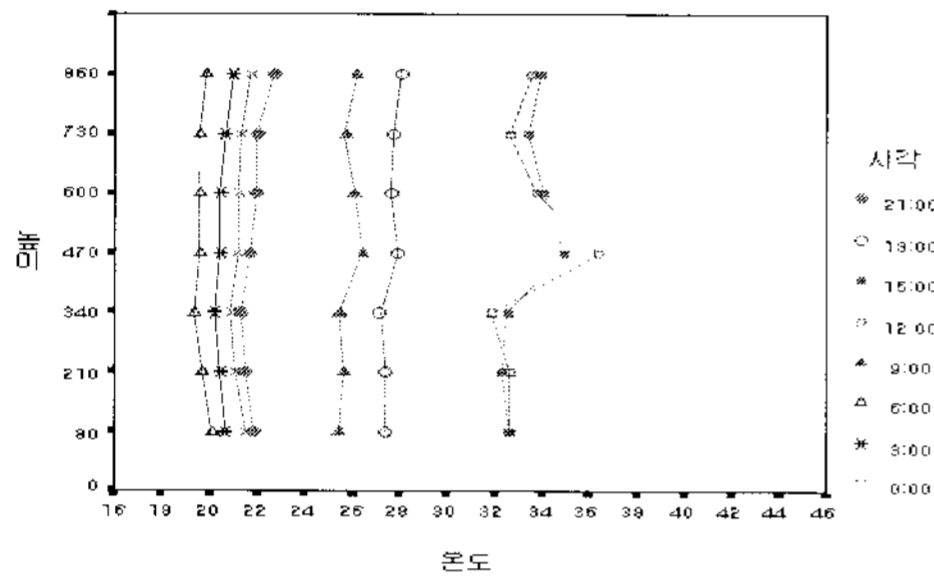


그림 7. case C의 높이별 수직온도 분포

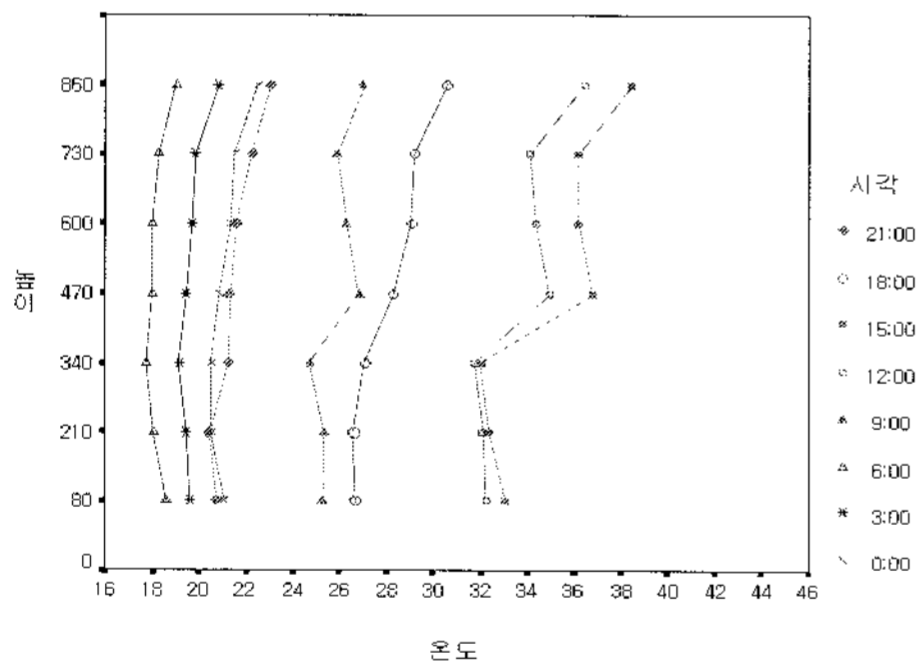


그림 8. case D의 높이별 수직온도 분포

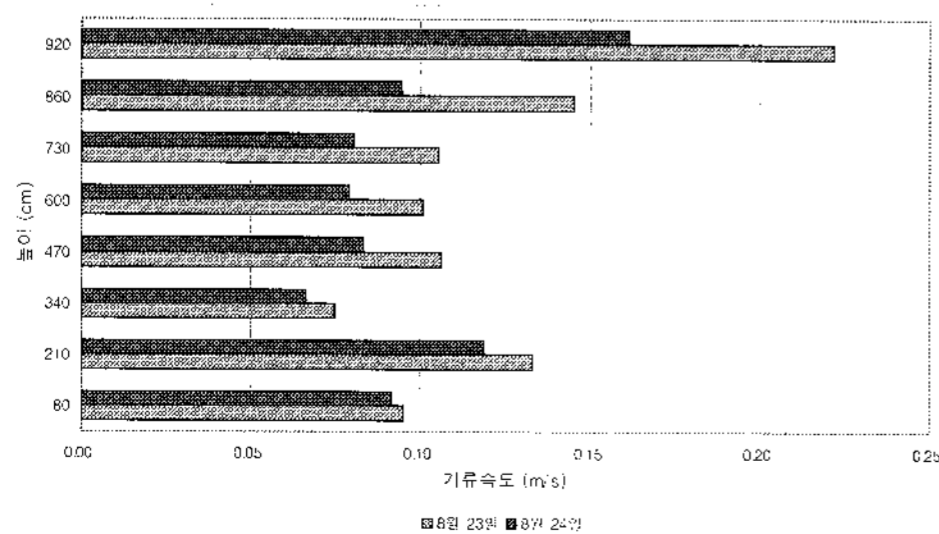


그림 9. 기류속도

중외피 내·외부 온도차를 계산하였다. 여름철 이중외피 공간의 공기온도가 외기온도보다 상당히 올라갈 것이라는 우려와는 다르게 case A의 경우 외기온도보다 하루 평균 0.3°C정도 더 낮았으며, 특히 오전 10시부터 오후 4시 사이에는 외기온도보다 평균 1.9°C정도 낮았고 최대 5.5°C정도 더 낮게 나타났다. 이는 이중외피의 상·하부창 및 내창을 모두 열어놓아 자연환기 성능이 가장 뛰어난 상태이기 때문에 주간에는 오히려 이중외피 내부의 온도가 외기온도보다 더 낮게 나타난 것으로 사료된다. 이것은 이중외피의 자연환기에 의한 통풍냉각의 가능성을 보여준다. 그림 10은 case B의 이중외피 공기온도와 외기온도 차를 나타내고 있다. Case B의 경우 이중외피 내부 공기온도가 외기온도보다 평균 4°C, 최대 13°C까지 높아졌다. 이 경우 이중외피 상·하부창 및 내창을 모두 닫아놓았기 때문에 축열효과에 의한 것으로 사료된다. 이러한 현상은 여름철 건물 외피의 냉방부하를 증가시키는 요인이 되므로 이중외피의 여름철 운영모드로는 부적절하다. 그림 11에서 case C의 이중외피 공기온도와 외기온도 차를 보여준다. Case C의 경우 외기온도와 평균 ±1°C정도의 차이를 보였으며, 오전 10시부터 오후 4시 사이에는 약 0.4°C정도 더 낮았다. 이는 이중외피 건물이 냉방상태였으므로 내측 벽체로부터 복사열 취득이 낮았고, 이중외피 내의 과열된 공기 배출이 원활하였기에 내창이 닫혀있을 지라도 외기온도와 차가 크지 않았던 것으로 사료된다. 여름철 통상 case C와 같은 조건으로 건물이 운전될 것이라고 가정한다면 이중외피에 의한 열적 완충공간 형성으로 인해 발생하는 외피부하는 이중외피가 없는 건물보다 냉방부하를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 한편 case D의 경우 하루 평균 1.4°C정도 상승하였으며, 오전 10시부터 오후 4시 사이에는 평균 2.2°C정도 외기온도보다 더 높게 나타났다. 이는 냉방을 하지 않은 상태였으므로 냉방을 한 상태인 case C의 값보다 더 높

았다. 따라서 이중외피 공간의 공기온도는 건물의 공조상태에 영향을 받는다는 것을 파악할 수 있다.

3.4 이중외피 내/외부 일사량

이중외피 유리창을 통해 내부로 유입되는 일사량의 정도를 알아보기 위해 이중외피 외부와 내부에서 일사량을 각각 측정하였다. 그림 12는 case C의 이중외피 내·외부 일사량을 나타내고 있다. 이중외피 건물 외부의 일사량은 평균 330W/m^2 이지만 이중외피 내부에서의 일사량은 평균 145W/m^2 정도로 이중외피 유리창을 통하여 내부로 유입되는 일사량은 외부와 비교하여 약 56% 정도 감소하였다. 이는 이중외피의 유리창이 색유리(5mm 녹색 칼라유리)로 구성되어 있으며 외부 파사드와 내부 파사드 사이의 일정한 폭이 차양과 같은 효과를 주었기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 적당한 폭을 가진 이중외피 건물의 경우 많은 양의 직달일사가 차단되며 천공, 반사 성

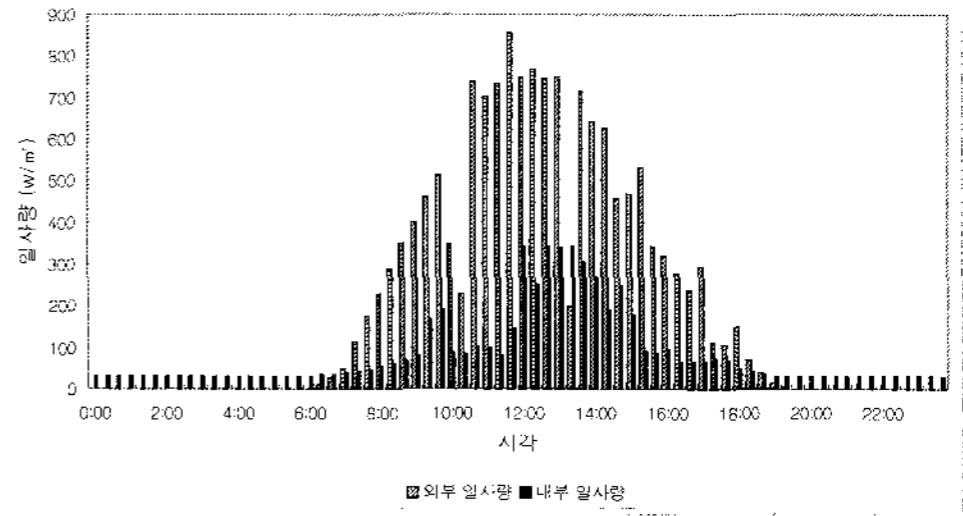


그림 12. case C의 이중외피 내/외부 일사량

분은 다시 내측 유리에서 투과되어 건물내부로 입사된다. 이중외피 건물의 경우 유리창으로부터의 일사열 취득이 감소됨에 따라 유리창을 투과 한 일사에 의한 부하를 줄일 수 있으며 따라서 냉방 부하를 감소시키는 원인이 될 수 있다.

3.5 이중외피 내/외측 유리창 표면온도

그림 13은 case C에 대해 3시간 간격으로 유리창 표면온도를 분석한 그래프이다. 이중외피 외측 유리창의 경우 일사량과 외기온도의 영향을 크게 받아 빠르게 반응하고 있으나 이중외피 내측 유리창은 온도의 변화폭이 외측 유리창과 비교하여 현저히 작았다. 일사량이 많은 12시와 15시의 경우 이중외피 외측 유리창과 내측 유리창은 약 10°C 가량 차이를 나타내고 있다. 이것은 이중외피의 도입으로 인해 유리창을 통한 열취득을 감소시킬 수 있고 이로 인하여 외피 냉방부하를 줄일 수 있다는 것을 의미한다.

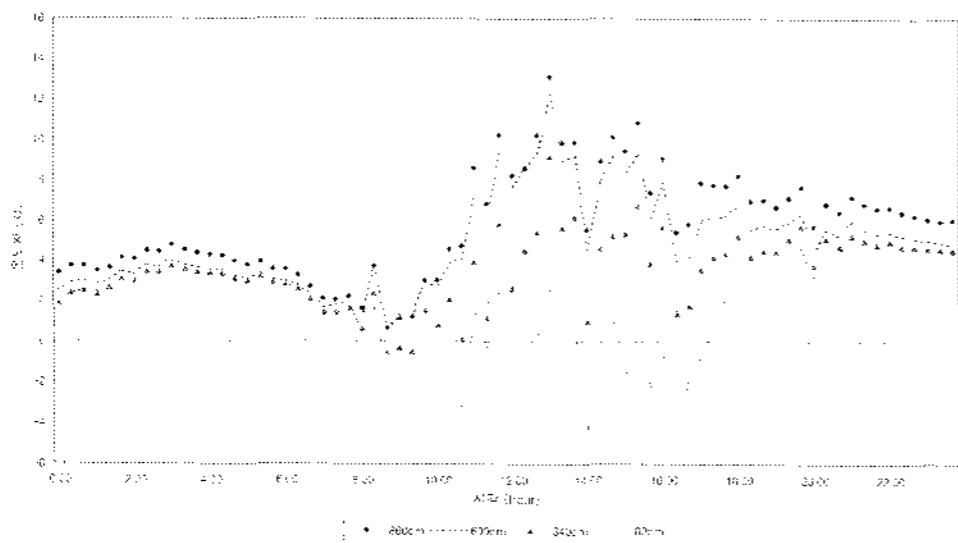


그림 10. case B의 이중외피 공기온도와 외기온도 차

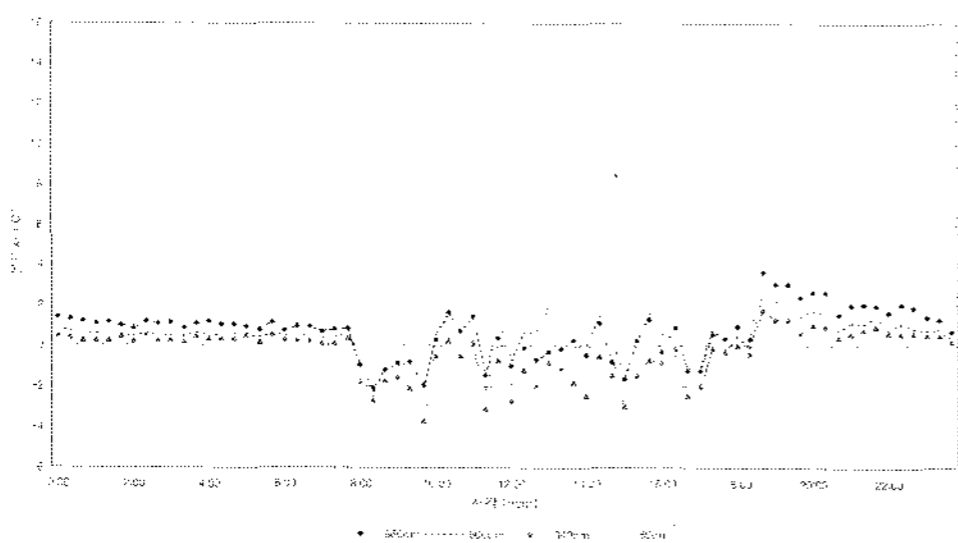


그림 11. case C의 이중외피 공기온도와 외기온도 차

4. 환기성능 시뮬레이션 분석

4.1 환기 네트워크 모델링

이중외피의 하부 개폐창을 통하여 신선 외기가 도입되며 또한 북측 창과 실내측 창을 통하여 이중외피 내부로 공기가 흐른다. 이때 이중외피 내에서 데워진 공기는 이중외피 상부 개폐창을 통하여 외부로 배출된다. 본 연구에서는 이중외피의

자연환기 성능을 예측하기 위하여 COMIS 프로그램을 사용하였다. 표 3은 시뮬레이션의 입력변수이다. 환기 네트워크 작성시 평면은 단순화하여 각 층의 내부 파티션이 없는 것으로 가정하였으며, 건물의 구성이나 특성은 도면을 그대로 반영하였다. 또한 기상 데이터 및 각 실의 온도, 습도는 측정 데이터를 그대로 적용하였다.

4.2 환기 네트워크의 타당성 검증

본 연구에서 작성한 환기 네트워크 기준모델을 검증하기 위하여 시뮬레이션 결과에 의한 환기량과 실측 데이터를 적용하여 환기량 경험식을 통해 계산된 환기량을 비교하였다. 환기량 계산식은 실내·외 온도차 및 풍속에 의한 다음과 같은 경험식을 적용하였다.¹⁾

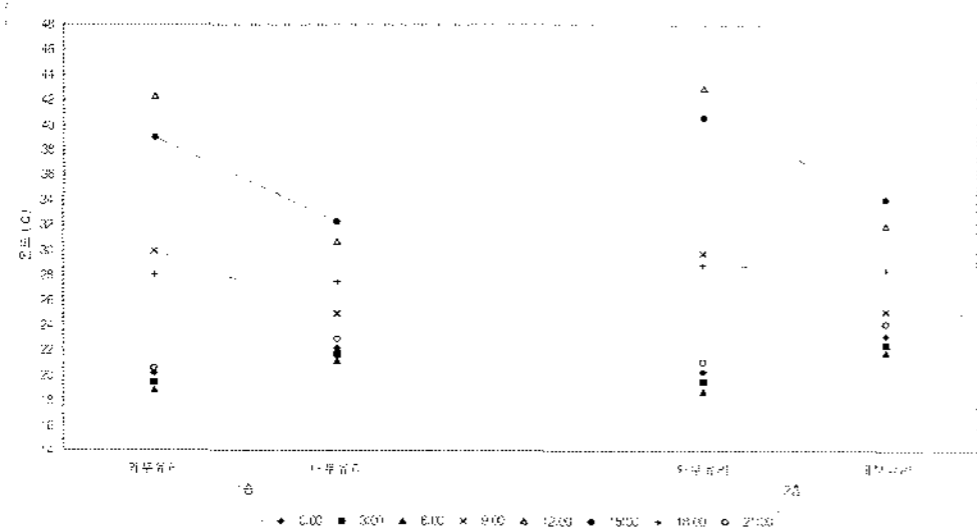


그림 13. case C의 이중외피 내·외부 유리 표면온도

$$Q = A\sqrt{a\Delta T + bv^2}$$

Q : (m^3/h)

A : 개구부 유효면적 (cm^2)

a : stack coefficient ($m^6/h^2 cm^4 K$)

b : wind coefficient ($m^4 s^2/h^2 cm^4$)

ΔT : 내·외부 온도차 (K)

v : 측정된 풍속 (m/s)

표 3. COMIS 시뮬레이션 입력요소

입력요소	디테일
틈새 기류 요소	흐름계수 (Cs) 흐름지수 (n)
창/문의 기류 요소	닫혀있는 창에 대한 흐름계수 (Cs) 흐름지수 (n) 대형 수직 개구부의 유형 폭, 높이 창/문의 열고 닫음 스케줄
존	기준높이, 체적 온도, 습도
링크	링크 요소명 Zone from-to Height from-to
파사드 요소	갯수 상대적 수평 포지션 상대적 수직 포지션
압력계수 (Cp)	파사드 요소의 갯수 풍향에 따른 Cp 값
기상 데이터	온도, 습도 풍속, 풍향, 기압

여기서, 내·외부 온도차 및 풍속은 실제 측정값²⁾을 적용하였으며 a는 0.00564, b는 0.00495의 값을 적용하였고 개구부 유효면적은 5000cm²이다. 계산된 환기량은 하루 평균 20ACH로 주간에는 30ACH, 야간에는 15ACH정도이다. 기존 연구에 의하면³⁾ 이중외피 내부 체류시간으로 이중외피의 체적을 구하는데, 이때 사용되는 시간이 10~20분 정도이다. 본 연구의 대상건물에 설치되어 있는 이중외피의 내부공기 체류시간은 약 3분 정도로서 환기를 통한 냉방부하 절감효과를 추정할 수 있다. 8월 23일부터 27일까지 5일간 이중외피의 환기성능을 검토해본 결과 하루 평균 환기회수는 14ACH~20ACH 이었으며 이중외피 내의 체류 시간은 약 3~4분 정도로 나타났다. 이중외피의 환기 성능은 여름철 냉방부하를 감소

1) H.B.AWBI, 1991, "Ventilation of Building", E&FNSPON, pp. 66-68.

2) 측정된 기상 조건은 대전지역의 여름철 평균 풍속 및 평균 온도와 비슷하였다. (<http://www.kma.go.kr>)

3) 산업자원부, 1998, 초에너지절약형건물 기술개발 및 시범화사업에 관한 최종보고서, 23-36쪽.

시킬 수 있는 주요 원인이므로 매일의 환기 성능을 검토할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 8월 23일부터 8월 27일까지, 즉 5일간의 측정치를 경험식에 적용하여 환기량을 계산한 결과(이후 "측정&경험식"이라 함.)와 환기 네트워크 시뮬레이션 결과를 비교·검토하였다. 그림 14는 5일간의 결과를 비교하는 그림이다. 전체적으로 경험식에 따른 계산 결과보다 시뮬레이션 결과 값이 더 낮게 나타났으며 그 오차는 8월 23일부터 27일까지 대체로 10% 내의 오차를 보이며 평균 오차는 약 5.8%이다. 그림 15는 5일간의 환기량 비교를 4시간 간격으로 보여주는 그래프이다. 각 날짜의 시각별 환기량 프로파일에 있어서 부분적으로 다소 차이가 있었다. 이는 환기량을 계산하기 위한 경험식은 단지 외기 풍속과 온도차만을 고려하는 한계를 가지고 있지만, COMIS 시뮬레이션은 건물의 체적 및 외부 풍속, 풍향, 습도, 창문 스케줄 등 더욱 많은 인자를 고려하기 때문이다. 일일 에너지소비량의 측면에서 보면, 하루동안의 총 환기량에 있어서는 거의 유사한 결과를 나타낸다는 것을 알 수 있다.

4.3 개구부 크기에 따른 환기성능 평가

이중외피의 여러 설계변수 중에서 이중외피 상부 개구부 및 하부 개구부의 크기를 결정하는 것은 이중외피 환기 성능에 밀접한 관계를 가지므로 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 이중외피 상부창과 하부창의 높이 변화에 따른 환기 성능을 평가하였다.

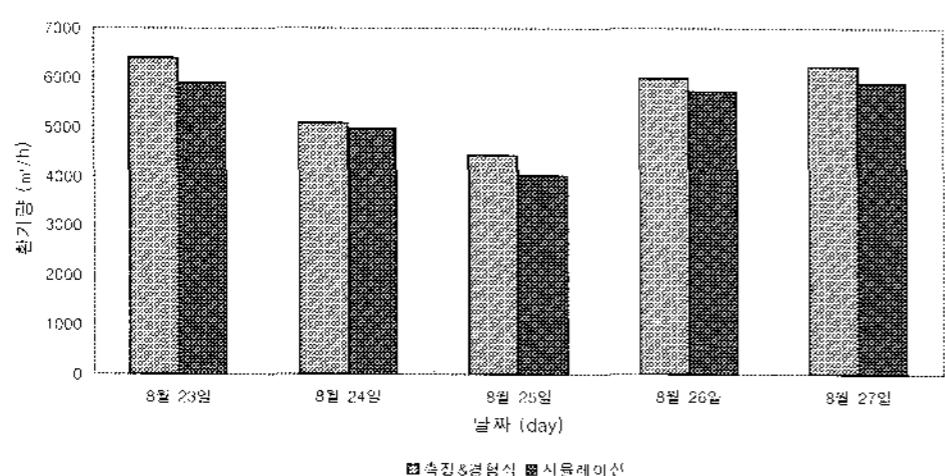


그림 14. 일별 환기량 결과 비교

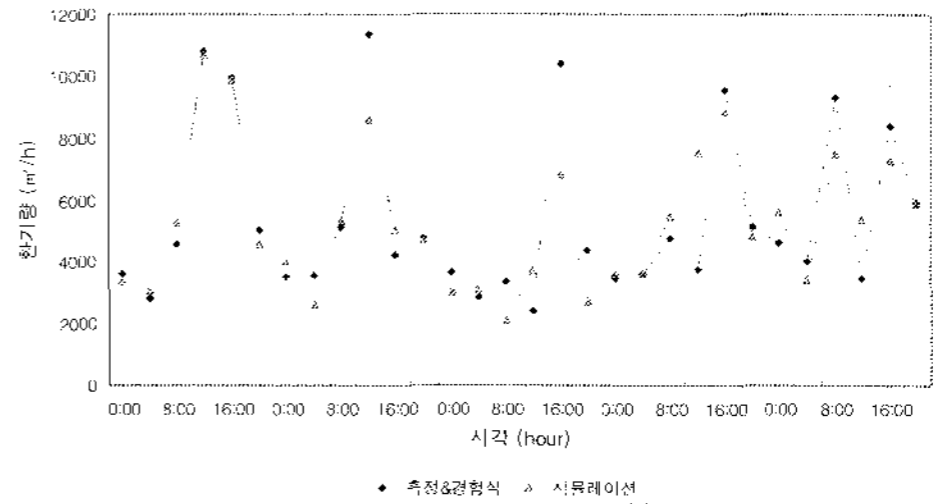


그림 15. 시각별 환기량 결과 비교 (5일간)

대상건물에 설치되어 있는 이중외피 상부창의 크기는 폭 1.5m, 높이 1.2m이다. 우선 하부창의 크기는 그대로 적용하였으며, 상부창의 높이를 0.6m부터 1.8m까지 0.1m씩 변화시켜가면서 민감도 분석을 하였다. 시뮬레이션 한 결과 개구부의 높이가 커질수록 환기량이 증가하였다. 건물에 설치되어 있는 기존의 개구부를 기준으로 개구부 크기에 따른 환기량 증감을 비교해 본 결과, 상부창의 높이가 0.6m인 경우 35.6% 정도 환기량이 감소하였고, 높이가 1.8m인 경우는 20.4% 정도 환기량이 증가하였다. 이것은 창의 높이가 높아지는 경우에 대한 증가율 보다 창의 높이가 낮아지는 경우에 대한 감소율이 더 크다는 것을 말해준다. 이중외피 상·하부창 높이와 환기량과의 상관분석 결과, 높은 상관성($R^2 = 0.998$)을 가지며 상부창의 크기에 따라 환기량이 이차방정식의 곡선형태를 보였으나 거의 선형적으로 증가하는 것으로 나타났다. 다음으로 상부창의 크기는 그대로 적용하였으며, 하부창의 높이를 0.6m에서 1.8m까지 0.1m씩 변화시키면서 시뮬레이션 하였다. 대상건물에 설치되어 있는 이중외피 하부창의 크기는 폭 1m, 높이 1.2m이다. 이중외피 하부창의 크기를 변화시켜가며 시뮬레이션 한 결과 상부창과 마찬가지로 개구부의 높이가 커질수록 환기량이 증가하였다. 기존의 하부창 크기를 기준으로 창의 높이 변화에 따른 환기량 증감을 비교해 본 결과 하부창의 높이가 0.6m인 경우 34.4% 정도 환기량이 감소하였고, 높이가 1.8m

인 경우는 15.3% 정도 환기량이 증가하였다. 하부창의 경우 상부창의 경우보다 증감폭이 작게 나타났는데 이는 이중외피의 하부창 면적보다 상부창의 면적이 이중외피의 환기성능에 미치는 영향이 더 크다고 할 수 있다. 따라서 이중외피 시스템이 설치되는 건물을 설계할 때 이중외피 상부창 즉, 유출구 면적에 대한 신중한 고려가 필요할 것으로 사료된다. 하부창도 상부창과 마찬가지로 둘 간의 상관성이 상당히 높았으며 R^2 의 값은 0.995로 나타났다. 그림 16은 상/하부창 크기에 따른 환기량과의 상관관계를 나타낸다.

5. 결론

본 연구는 이중외피 시스템의 하절기 에너지성능평가를 위한 기초적 연구로서, 국내에 건설되어 있는 이중외피의 하절기 열환경 실측을 통해 이중외피 공간의 공기온도, 일사량, 유리창 표면온도 등에 관한 열환경을 고찰하였다. 또한 멀티존 건물의 기류분석 프로그램인 COMIS 프로그램을 사용하여 이중외피의 환기 네트워크를 작성하였으며 이중외피 상·하부창 크기에 따른 환기 성능을 분석하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 이중외피 중앙부에서는 공기가 유입·유출되는 하부와 상부에 비해 기류 속도가 상대적으로 낮았으며, 이로 인해 주간에는 이중외피 중앙부의 공기온도가 상·하부의 공기온도보다 더 높게 나타났다.
- 2) 이중외피 공기온도와 외기온도 차를 분석한 결과, 일반적인 예상과는 달리 여름철 이중외피 내에서 지나친 과열현상이 나타나지 않았고 여름철 운전모드(case C)로 건물이 운전될 때, 외기와 평균 $\pm 1^\circ\text{C}$ 정도의 차이를 보였다.

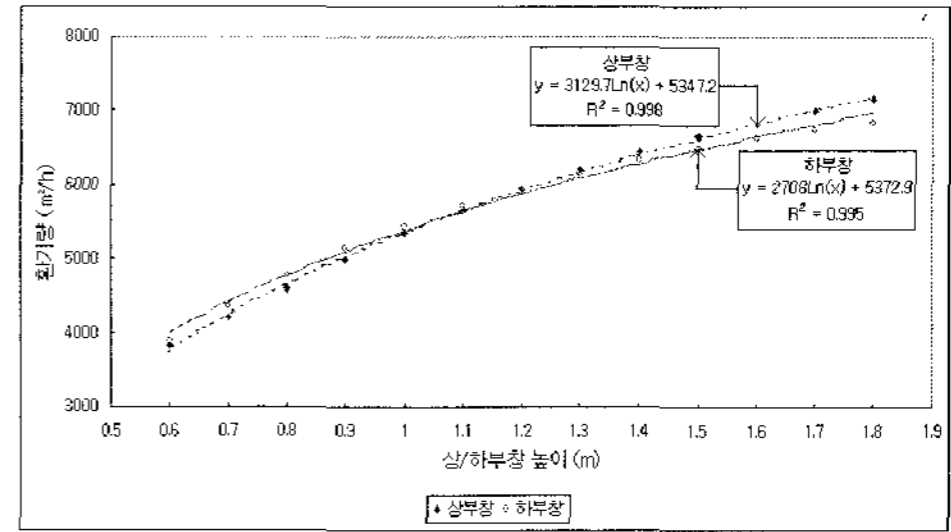


그림 16. 상/하부창 크기에 따른 환기량과의 상관관계

- 3) 이중외피 유리창을 통하여 내부로 유입되는 일사량은 외부 일사량과 비교하여 절반정도 감소되었고 일사량이 많은 주간에는 이중외피 외측 유리창과 내측 유리창의 온도가 약 10°C 가량 차이를 나타냈다.
- 4) 환기 네트워크로 이중외피 개구부 크기에 따른 환기 성능평가 결과 이중외피 상·하부창 크기에 따라 환기량이 거의 선형적으로 증가하였으며, 특히 상부창의 경우 하부창보다 이중외피 환기량 증감에 미치는 영향이 더 컸다.

향후, 객관성 확보를 위하여 본 연구의 대상건물과는 다른 디자인유형의 이중외피 시스템에 관한 실측 및 시뮬레이션 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Dipl.Ing.M.Sc.Jorn von Grabe, Ventilation of Double Facades, Building Simulation, 2001.
2. H.B.AWBI, Ventilation of Building, E&Fnsopn, 1991.
3. EMPA, COMIS 3.1 User Manual, 2001.
4. EPA, La Facade Double-Peau, 1998.
5. 산자부, 초에너지절약형건물 기술개발 및 시범화 사업에 관한 최종보고서, 1998.