

이중외피시스템을 적용한 고층 주거용건물의 자연환기 성능평가

A Study on Natural Ventilation Performance for a Double-Skin Facade System in Apartment Buildings

석호태*

Seok, Ho-Tae

김동화**

Kim, Dong-Hwa

최정민***

Choi, Jeong-Min

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the natural ventilation performance for variable external wind speed as a preliminary step to determining the seasonal operating modes of the Double-skin Facade System applied to apartment buildings. For this purpose, two simulation programs are used to compare the Double-Skin Facade System with the Double Sash Window. First, TAS is used to plan a schedule for natural ventilation during the intermediate season and to analyze the cooling loads. Second, CFD is used for a more detailed airflow analysis on a typical floor plan of the model building. The results of the simulations on natural ventilation performance show that the Double-Skin Facade System can reduce the cooling load by 10.5% compared to the Double Sash Window.

Keywords : Double-Skin Facade System, Apartment Building, TAS, CFD, Natural Ventilation.

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

국내 도심의 주거형태는 택지의 부족과 지가의 상승으로 인해 점차 고층화 되어가고 있으며, 도심 생활인구의 경제수준 향상은 건물 내의 쾌적함에 대한 요구의 증대로 나타나고 있다. 그러나 이러한 고층의 공동주택들이 전망, 채광, 사생활보호 등의 측면에서는 양호한 환경을 제공하고 있음에도 불구하고 상층부에서는 외부의 높은 풍압으로 인해 창문을 개방할 수 없으므로 자연환기 대신에 기계식 강제환기에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 재실자의 건강에 나쁜 영향을 미칠 뿐만 아니라 에너지 자원의 과잉 소비와 그에 따른 CO₂ 발생으로 지구환경오염을 가속화시키는 원인이 되고 있다.

최근 서구에서는 고층의 건물에 자연환기방식을 적용하여 기존의 강제환기에 대한 재실자의 거부감이

나 심리적 불안감 외에도 강제환기를 사용함으로 인한 에너지 소비 증가 등의 문제점들을 해결하려는 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 특히 유럽에서 환경친화적 자연환기형 외피시스템으로 사용되어지고 있는 이중외피시스템은 현시점에서 환경친화적 외피시스템의 가장 발달된 기술로 최근에는 이 방식을 자연적으로 또는 부분 기계적으로 다양하게 접목시켜 여러 부분에서 적용이 가능하도록 개발하고 있으며, 실제로 많은 건물에 적용되어 학술적인 검증이 이루어지고 있다.

이중외피시스템의 개념을 <그림 1>에서 살펴보면 하계 주간에는 내부에 다다른 일사의 양을 차양장치를 사용해 적절히 조절하고, 일사에 의한 중공층 내의 상하부 온도차에 따른 연돌효과를 이용하여 중공층 내의 공기를 배·환기시킴으로써 열적으로 취약한 건물외피의 단열성능을 향상시킬 수 있다. 또한 기온이 낮은 야간에는 외측외피를 통해 자연환기를 실시함으로써 냉방부하를 줄일 수 있는 반면에 동계에는 중공층이 실내부의 열손실을 막아주는 완충공간의 역할을 함과 동시에 태양복사에너지를 내부로 끌어들여서 난방부하를 줄일 수 있다. 하계와

*영남대학교 공과대학 건축학부 조교수, 공학박사

**영남대학교 대학원 건축공학과 석사과정

***창원대학교 공과대학 건축학부 부교수, 공학박사

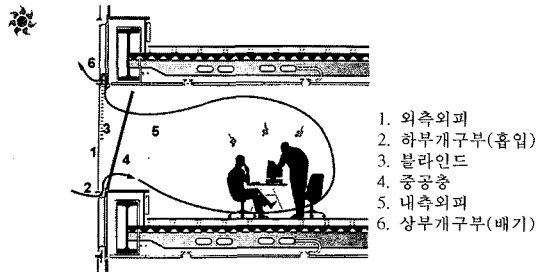


그림 1. 이중외피시스템 개념도

동계를 제외한 중간기에는 이중외피시스템의 외측외피에 설치되어 있는 배·환기 개구부를 통하여 자연환기를 실시함으로써 최소의 에너지로 내부환경을 쾌적하게 조절할 수 있다. 따라서 이러한 이중외피시스템의 자연환기 성능은 궁극적으로 건물이 필요로 하는 에너지 사용을 절감함과 동시에 자연환경에 대한 부하발생을 억제하고, 그로 인한 연간 유지비 절감과 쾌적하고 건강한 주거환경을 거주자에게 제공하므로 본 연구는 이중외피시스템의 자연환기 성능을 평가하는 것을 주목적으로 하며, 중간기 이중외피시스템의 운전모드를 작성하기 위한 기초 자료를 마련함에 부차적인 목적을 두고 있다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 고층의 공동주택을 모델로 냉방기간(6월 11일~9월 10일)과 난방기간¹⁾(1월~3월, 11월~12월)에 대하여 이중외피시스템 유형선정 절차 및 이중외피 디자인 프로세스의 절차에 의해 이중외피시스템을 설계한 뒤 이중외피시스템의 자연환기 성능을 평가하는 단계로서 열류와 기류의 흐름을 동시에 커플링하여 해석할 수 있는 동적 열부하 분석 시뮬레이션 프로그램인 TAS (Thermal Analysis Software)를 이용하여 외기온도와 실내 설정온도(20~26°C)의 차가 작아 자연환기 가능성이 높은 중간기에 대해서 모델건물 기준층에서의 외부풍속에 따른 이중외피시스템의 자연환기스케줄을 작성하는 과정을 제시하고, 기준발코니 형태 중 이중외피시스템과 같이 외피가 둘인 이중새시형 발코니를 채택한 경우를 대상으로 중간기 냉방부하를 비교하였다.

1) 석호태(1995), 사무소 건물의 에너지 절약을 위한 부하 예측 방법 및 설계지침 개발에 관한 연구, 서울대 박사학위논문, p.65.

II. 시뮬레이션 개요

1. 대상 모델건물

본 연구는 서울 광장동에 위치한 P사의 사원 임대 아파트로 사용되고 있는 철골조의 주거전용 아파트를 대상 모델건물로 선정하였다. <표 1>은 대상건물의 개요이며 <그림 2>는 대상건물의 기준층 평면이다.

표 1. 대상 모델건물의 개요

항목	내용
위치	서울 성동구 광장동
규모	타워1동, 지하2층, 지상25층(옥탑부 포함)
구조	지상: SRC+Steel조, 지하: SRC+RC조
연면적	8,273.92평(27,351.81m ²)
세대수	200세대
준공연도	1996년 7월

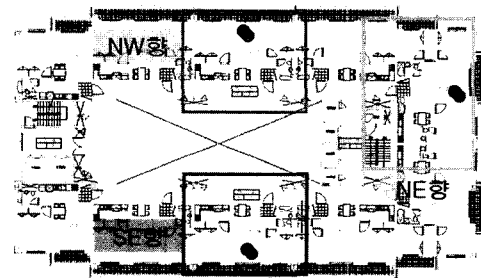


그림 2. 기준층 평면(19층)

2. 모델건물의 주요 구조부 재료물성

자연환기 성능평가를 위하여 시뮬레이션에 사용된 대상 모델건물의 기준층 주요 구조부 재료물성은 <표 2>와 같다.

3. 이중외피 유형선정 및 디자인 프로세스

본 연구에 선행되었던 이중외피시스템의 유형선정 절차²⁾에 의해서 단층의 박스형 이중외피 유형이 선정³⁾되었고 이어서 시뮬레이션 프로그램인 TAS를 이

2) 박성준 외(2002), 공동주택에서의 이중외피 파사드 적용에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집 22권 1호, p453.
3) 고층의 공동주택의 경우 조망, 프라이버시의 확보, 인접세대의 소음 및 오염물 확산의 차단, 조절의 편리성, 시공성이 요구되어지므로 박스형 이중외피시스템이 가장 적합한 유형이 된다.

용하여 이중외피시스템의 내·외측 외피 및 블라인드의 구성, 그리고 환기를 위한 개구부의 최적 크기 결정 과정이 진행되었다.

<표 3>은 본 연구에서의 이중외피 디자인 프로세스의 흐름을 보여주고 있다.

4. 시뮬레이션 프로그램

이중외피 디자인 및 자연환기 성능평가를 위하여 사용된 TAS(Thermal Analysis Software)는 1989년

영국의 EDSL (Environmental Design Limited)에서 개발한 동적 시뮬레이션 프로그램으로서, 기존 건물 및 신축 건물의 열환경 평가(냉난방 방식의 비교, 건물의 파사드 디자인, 기계설비 용량 결정 및 에너지 소비량 계산)에 사용되어질 뿐만 아니라, 이중외피시스템의 디자인을 위한 열류와 기류의 커플링 해석에도 사용되는 것으로서, 국내·외적으로 이미 검증되어 널리 쓰이는 DOE-2와 같은 프로그램보다 세부 알고리즘에서 상당히 보완된 프로그램이다.

표 2. 모델건물의 기준층 주요 구조부 물성

구성	재료	두께 mm	열전도율 W/m°C	밀도 kg/m³	비열 J/kg°C
바닥 슬라브	시멘트 몰탈	24	1.180	1,778	1,000
	기포콘크리트	74	0.080	320	1,094
	철근콘크리트	150	1.830	2,400	920
	단열재	50	0.030	140	1,380
내벽	압출성형 시멘트 판넬	35	0.500	1,300	837
	암면	50	0.045	120	800
	중공층	80	-	-	-
	압출성형 시멘트 판넬	35	0.500	1,300	837
외벽	압출성형 시멘트 판넬	35	0.420	1,200	837
	암면	50	0.045	120	800
	중공층	80	-	-	-
	압출성형 시멘트 판넬	35	0.420	1,200	837
코어벽	노출콘크리트	200	1.830	2,400	920
칸막이벽	ALC	100	1.830	2,400	920

표 3. 이중외피 디자인 프로세스

프로세스의 흐름	세부내용
1. 설계조건 검토	설계온습도, 필요환기량, 출입문 개방 압력 등
2. 이중외피 유형 결정	디자인 의도, 건물용도, 유형별 장단점, 법규 등
3. 이중외피의 구성	내·외측외피의 유리조합, 내·외측외피의 유리종류, 블라인드 반사율, 흡수율 블라인드 위치 결정 등
4. 개구부 크기의 결정	외측외피 개구부 크기, 중공층의 폭, 내측외피의 형태 등
5. 운전방식 결정	외부의 기온(계절 및 주야) 및 풍속에 따른 운전방식

5. 이중외피의 구성

1) 내·외측 유리조합의 결정

현재 시중에 판매되고 있는 유리의 종류는 매우 다양하여 모든 유리에 대하여 시뮬레이션을 한다는 것은 많은 시간과 노력을 요함으로 본 연구에서는 가장 일반적으로 사용되는 유리 종류로 시뮬레이션을 하였다. 이중외피시스템을 구성하는 내측유리와 외측유리는 일사를 흡수, 반사, 투과하면서 냉·난방 기간 동안 실내에서의 열획득과 열손실에 많은 영향을 미치므로 여기에서는 이중외피시스템의 설계에 적합한 유리의 최대 치수를 고려하여 Single Glazing (이하 SG)인 12 mm 보통판 유리와 Double Glazing (이하 DG)인 6 + 12 + 6 mm의 일반복층유리의 조합을 기준으로 평가를 실시하였다. 이중외피시스템의 외측과 내측외피에 사용되는 유리의 조합을 결정하기 위해 H_{tt} 제품을 기준으로 SG/SG, SG/DG, DG/SG, DG/DG(내/외)를 구성하고, 반사율 70%의 블라인드를 중공층에 사용하여 이들 유리조합의 유형에 따른 에너지 성능을 시뮬레이션을 통해 평가함으로써 가장 적합한 유리의 조합을 결정하였다.

표 4. 유리의 종류별 물성치(H_{tt})

유리 종류	두께 mm	가시광선		태양복사열		열관류율 W/m²°C
		투과율 %	반사율 %	투과율 %	반사율 %	
보통판	6	88	8	79	7	6.164
	12	85	7	68	6	5.931
일반 복층	24	78	14	63	12	2.791
반사 복층	24	27	24	20	14	2.791
로이 복층	24	58	10	29	11	1.744

평가 결과, <그림 3>과 <그림 4>에서와 같이 이중외피시스템의 내·외측외피 모두 DG/DG의 유리조합일 때 냉·난방부하가 가장 작게 나타났으므로 이중외피시스템의 외피조합은 DG/DG의 유리조합으로 결정하였다.

2) 내·외측 유리종류의 결정

이상에서 결정된 DG/DG의 유리조합에 대하여 가장 적합한 유리를 선정하기 위해 H社 제품을 기준으로 가장 많이 사용되고 있는 6 + 12 + 6 mm의 일반복층유리와 반사복층유리, 로이복층유리(그린)의 세 가지 유리종류에 대하여 기준층 전체에서의 냉·난방부하 특성을 파악하기 위한 시뮬레이션을 실시하였다.

세 가지 유리종류에 반사율 70%의 블라인드가 적용되지 않은 경우와 적용된 경우에 대해서 냉난방부하의 특성을 살펴보기 위한 시뮬레이션을 실시한 결

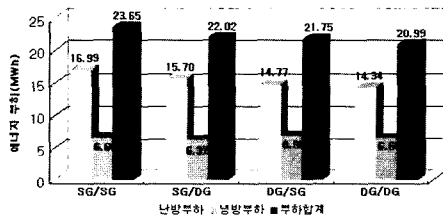


그림 3. 유리조합에 블라인드 없는 경우

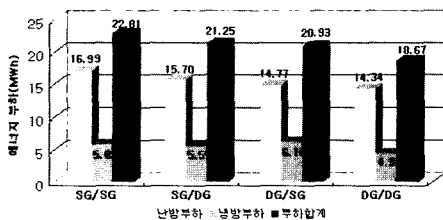


그림 4. 유리조합에 블라인드 있는 경우

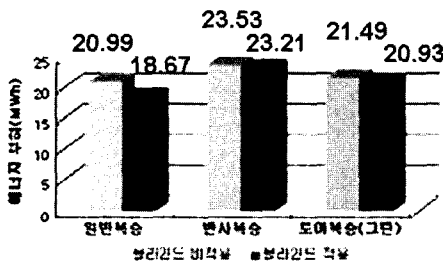


그림 5. 유리종류 따른 냉·난방부하

과, <그림 5>와 같이 일반복층유리가 사용될 때 냉·난방부하가 가장 작게 나타났으므로 유리의 종류는 일반복층유리로 결정하였다.

3) 블라인드 종류 및 위치 결정

일반적으로 블라인드는 여름철에 직접적으로 실내로 도달하는 일사의 영향을 감소시켜줌으로써 실내의 냉방부하를 줄여주는 역할을 하고 있으며, 빛투과율, 일사획득량, 열관류율, 반사율 등에 따라 그 종류도 다양하다. 블라인드의 반사율은 냉방부하의 저감면에서 중요한 인자로 작용하고 있으며, 반사율이 클수록 흡수율이 낮아져 냉방부하 저감에 유리하다고 할 수 있다. 투명한 블라인드는 투과율이 높아 실내로의 일사유입이 많으므로 실내로의 열획득이 발생할 수도 있다. 따라서 이중외피시스템의 중공층을 기준으로 외측외피의 바깥쪽과 안쪽, 그리고 내측외피의 안쪽에 현재 주거용 건물에서 채택 가능한 제품 중 반사율이 가장 높은 제품(반사율 70%, 투과율 11%, 45°)을 적용하였을 경우의 냉방부하 특성을 파악하여 이중외피에 적합한 블라인드의 위치를 결정하였다.

시뮬레이션 결과, <그림 6>과 같이 외측 외피의 바깥에 설치한 블라인드가 일사차단 성능이 가장 우수한 것을 알 수 있었으나, 외부의 기상조건에 대한 내구성의 요구와 유지관리의 문제점, 그리고 블라인드 조절의 어려움 등의 문제를 안고 있어 실제 적용에 있어서는 불리함으로 외측외피의 안쪽에 블라인드를 설치하는 것이 가장 적합한 것을 알 수 있었다.

4) 자연환기를 위한 개구부 크기 결정

여름철 이중외피시스템의 중공층이 열적 부력에 의한 적절한 환기성능으로 실내 냉방부하의 저감을 가져오게 하기 위해서는 각 항별 일사에 의한 중공층의 온도변화와 외기온도 변화에 상응하는 적절한 개

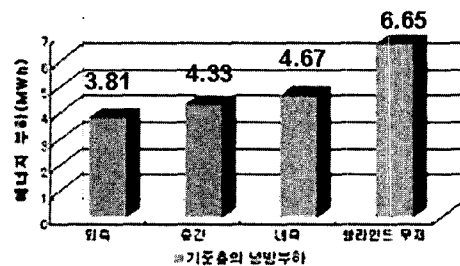


그림 6. 블라인드 설치위치에 따른 기준층 냉방부하

구부의 개구율을 결정하여야 한다. 그러므로 앞서 결정된 사항들을 가지고 여름철의 일사가 가장 많은 하루(8월 25일)를 기준으로 블라인드가 있는 경우에 대해서만 외부풍속을 0 m/s로 설정한 후 환기를 위한 최소 개구부 크기인 개구율 5 cm(5%)에서 50 cm(50%)까지의 범위에 대해 2.5 cm(2.5%)의 간격으로 개구율의 변화를 주면서 시뮬레이션을 실시하였다. 모델건물의 중공층 폭은 발코니 폭과 동일한 1.3 m로 고정하고, 이중외피시스템이 적용된 각 향에 대해 외기온도와 중공층 온도의 최대온도 차가 5°C 이하가 되는 개구부 비율 중 가장 큰 개구율을 외측유리모듈 1×2 m²의 상하부에 자연환기를 위한 개구율로 적용하였다. 앞서 외기온도와 중공층 온도의 차가 5°C 이하가 되도록 한 것은 중공층에서의 강한 열적 부력에 의한 과도한 연돌효과를 막고 효과적인 자연환기를 함으로써 냉방부하를 줄이기 위함이다.

시뮬레이션 결과, <그림 7>과 <표 5>에서와 같이 여름철 일사의 영향을 줄이기 위하여 블라인드가 이중외피시스템의 외측외피 안쪽에 적용된 경우, 북서향의 외측외피 개구부의 개구율이 적은 일사의 영향으로 인해 7.5%로 가장 작고, 남동향의 개구율이 큰 일사의 영향으로 인해 20.0%로 가장 큰 것으로 나타났다. 따라서 이중외피시스템의 자연환기 성능평가는 개구율이 가장 큰 남동향의 개구부를 기준으로 실시하였다.

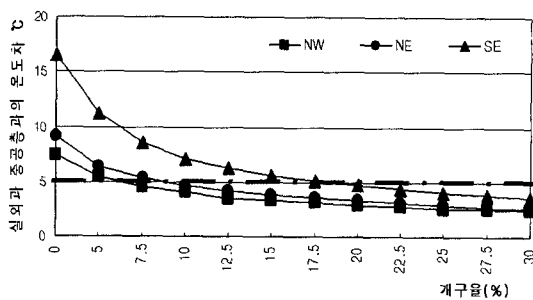


그림 7. 블라인드 설치위치에 따른 기준층 냉방부하

표 5. 블라인드가 있는 경우의 향별 최적 개구부 높이

향	NW	NE	SE
향별 최적개구부높이(cm)	7.5	10.0	20.0

III. 자연환기 성능평가

1. 성능비교 외피안의 선정

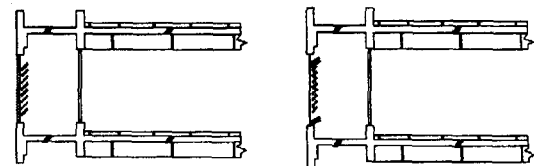
본 연구에서는 복층유리를 사용하고, 중공층을 열적 완충공간으로 이용하는 것이 이중외피시스템과 비슷하여 난방기에는 차이가 없지만, 외측 개구부를 개방하는 냉방기에 중공층 내의 열적 부력이 없다는 것이 차이점으로 구분되는 이중새시형 발코니를 이중외피시스템과 비교하였다.

2. 시뮬레이션 조건설정

본 연구의 시뮬레이션에 사용된 기상데이터는 대상 모델건물이 위치하고 있는 서울지역의 기상 데이터(공기조화냉동공학회, 1974~1983)이다.

시뮬레이션을 위한 냉방기간은 6월 11일에서 9월 10일까지 3개월, 난방기간은 1월에서 3월까지와 11월에서 12월까지 5개월로 설정하였고, 냉방기간과 난방기간의 사이를 중간기로 설정하였다. 또한, 일반적으로 고층건물에서 바람에 의한 풍압력이 건물 내의 공기유동에 영향을 미치지만, 이 영향은 순간적으로 발생하고, 지속적인 것이 아니므로, 중공층에서의 연돌효과에 의한 자연환기 성능을 평가하기 위해서 외부풍압에 대한 중공층 내의 공기유동은 없는 것으로 가정하였다. 그리고 두 외피안 모두 외측외피 안쪽에 블라인드를 적용하였고, 개구부 면적은 이중새시형 발코니의 경우 미닫이 형식의 개폐방식을 고려하여 유리 전면창의 반에 해당하는 환기 개구부 면적을 갖는 것으로 가정하였다.

이중외피시스템의 경우는 <그림 9>와 같이 모델 건물의 남동향에 위치한 외측외피 모듈에 대하여 개구부 면적 0.2 m²가 적용되었다. 두 외피안의 자연환기 성능평가는 이중외피시스템의 개구부 면적이 가장 크게 나타난 남동향에 대하여 실시하였다.



a) 이중새시 발코니

b) 이중외피시스템

그림 8. 자연환기 성능비교 외피안

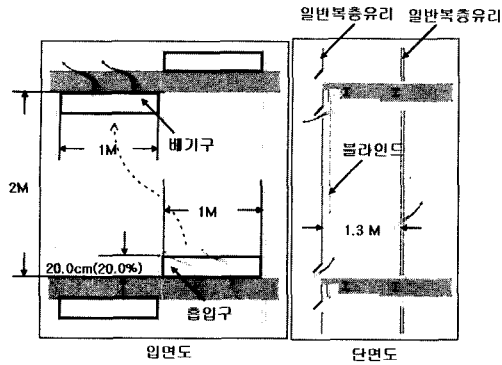


그림 9. 외측외피 모듈 개구부 위치 및 크기(남동향)

3. 실내 쾌적 기류속도에 대한 기준 선정

실내 쾌적 기류속도에 대한 기준은 국내 공중위생 관리법(제5조 1항 관련)의 공중이용시설의 위생관리 기준과 ISO 7730을 기본으로 진행된 Baker의 연구⁴⁾를 바탕으로 0.5 m/s로 선정하였다.

<그림 10>의 기류의 속도에 따른 예상불만족율(PPD)은 다양한 주위 온도와 기류 온도에 대해 기류의 속도에 따른 예상불만족율(PPD)을 나타내는데, 주변 온도가 26°C이고, 기류의 온도가 19°C일 때 PPD 10%를 위해서는 0.5 m/s의 기류 속도를 넘어서는 안된다는 것을 보여주고 있다. 그러므로 이중 외피시스템이 적용된 발코니와 이중새시형 발코니 모두 재실자에 대한 실내 쾌적 기류속도는 0.5 m/s로 설정하였다.

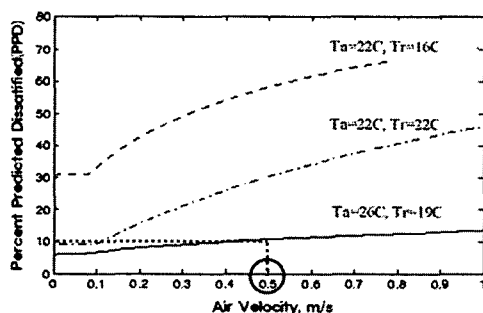


그림 10. 기류속도에 따른 예상불만족율(PPD)

4) A. J. Baker(2000), Prediction of Ventilation Flowfield Efficiency and Comfort in Aircraft Cabin Environments Using CFD, Aircraft Interiors Expo Conference Proceedings.

4. CFD를 이용한 중공층 내의 풍속측정

일반적으로 실제 건물은 단일 존의 형태라기보다는 다양한 존에서 개구부를 통한 공기유동의 상호 관계에 의해서 유동이 결정되어지므로, 공기유동 해석은 네트워크 모델을 이용하여야 하는바, 본 연구의 실내 쾌적 기류속도 0.5 m/s를 만족시켜주는 중공층에서의 기류속도를 구하기 위해 NIST에서 개발되었고, 공기유동 및 실내공기환경 분석 네트워크 모델 프로그램으로 다수의 고층건물의 연돌효과 분석을 위한 공기유동 해석에 사용되어 검증된 바 있는 CONTAMW 프로그램을 사용하였다.

우선 이중외피시스템과 이중새시형 발코니에 대해 실바닥 1.2 m 높이에서 실내 기류를 0.5 m/s 이하가 되게 하는 중공층에서의 기준풍속을 계산하였는데, 여기에서 이중새시형 발코니의 새시창 면적은 이중 외피시스템의 외측 전면유리 면적과 동일하게 설정하였다.

이중외피시스템의 경우는 중공층 내에 블라인드가 적용된 경우의 최대 개구부 사이징(20 cm)에 대해 실내 쾌적 기류속도 0.5 m/s를 만족시키는 중공층에서의 기준풍속 3.18 m/s가 구해졌다. 이중새시형 발코니의 경우 CONTAMW 시뮬레이션 결과 cross ventilation이 일어날 경우에 자연환기가 이루어지며, 현관문이 열린 경우 창문에서의 기류속도가 거실까지 유지되는 것으로 나타났으므로, 중공층에서의 기준풍속은 0.5 m/s가 된다.

표 6. 실내 쾌적기류속도를 만족하는 중공층내 기준풍속

이중새시형 발코니	이중외피시스템
0.5 m/s	3.18 m/s

5. 자연환기 가능한 외부풍속 상한의 도출

각각의 외피안에 대해 실내 기류가 0.5 m/s 이내가 되게 하는 중공층에서의 기준풍속을 CONTAMW 시뮬레이션을 이용해 구하였고, 그 기준풍속에 공기 밀도(1.225 kg/m³)와 환기개구부(외기도입부)의 총면적을 곱해 중공층에서의 기준풍량을 산출하였다. 산출된 기준풍량을 기준으로 TAS 프로그램의 기상데이터에서 최대 풍압이 남동향의 벽면에 작용하도록 하기위하여 풍향은 남동향의 벽면에 수직이 되도록 입력하고, 풍속은 0 m/s에서 0.1 m/s의 간격으로

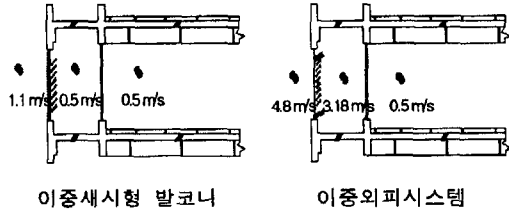


그림 11. 실내 쾌적 기류속도를 만족시키는 외부풍속

10 m/s까지를 입력하면서 시뮬레이션하여 위에서 산출한 중공층에서의 기준풍량 값과 동일한 기준풍량을 가지는 외부풍속을 찾아 자연환기가 가능한 외부풍속의 상한으로 정하였다.

<그림 11>은 각각의 외피안에 대해 CONTAMW와 TAS의 시뮬레이션 과정을 거쳐 나온 자연환기를 위한 실내 쾌적 기류속도를 만족하는 외부풍속의 상한을 보여주고 있다.

6. 자연환기스케줄 작성

비교하고자 하는 각 외피안의 외부풍속 상한을 바탕으로 중간기 기상데이터의 풍속과 비교하여 중간기 전체에 대한 외부풍속만을 고려한 시간대별 자연환기스케줄을 작성하였다. 하루의 시간대별 구분은 중간기 동안의 시간별 일사량을 분석하여 새벽(1~8시), 낮(9~18시), 밤(19~24시)의 세부분으로 나누었다. <표 7>은 두 발코니 유형에 대한 5월 한 달간의 자연환기 가능 시간대를 비교한 것으로 이중외피시스템의 자연환기스케줄이 이중새시형 발코니의 자연환기스케줄보다 훨씬 더 많은 개방시간을 가지는 것을 볼 수 있다.

IV. 성능평가 결과 및 분석

이상에서 작성된 자연환기스케줄에 의한 별도의 운전모드를 가지고 중간기(4월 1일~6월 10일, 9월 11일~10월 31일)기간동안 블라인드가 적용된 이중외피시스템과 이중새시형 발코니의 두 외피안에 대하여 실내 쾌적 기류속도를 형성하는 외부풍속에 대한 자연환기 성능을 기준층에서의 냉방부하로 비교하였다.

시뮬레이션 결과, <표 8>과 같이 중간기의 냉방부하는 이중외피시스템이 이중새시형 발코니에 비해 10.5% 저감되는 것으로 나타났다.

표 7. 외부풍속에 대한 자연환기스케줄(5월의 예)

일	이중새시형 발코니 외부풍속 1.1 m/s 이하			이중외피시스템 외부풍속 4.8 m/s 이하		
	새벽 1-8시	낮 9-18시	밤 19-24시	새벽 1-8시	낮 9-18시	밤 19-24시
1	X	X	X	○	X	X
2	X	X	X	X	○	X
3	X	X	○	○	○	○
4	○	X	○	○	○	○
5	○	X	X	○	X	○
6	X	X	X	○	X	○
7	X	X	X	○	X	○
8	X	X	X	○	X	○
9	○	X	X	○	○	○
10	○	X	X	○	○	○
11	○	X	X	○	○	○
12	○	X	X	○	○	○
13	○	X	X	○	X	○
14	X	X	X	○	○	X
15	X	X	X	○	X	○
16	X	X	X	○	○	○
17	○	X	X	○	X	X
18	X	X	X	○	○	○
19	X	X	X	○	○	○
20	X	X	X	○	○	○
21	X	X	X	○	X	X
22	X	X	X	○	○	○
23	X	X	X	○	X	○
24	X	X	X	○	○	○
25	X	X	X	○	○	○
26	X	X	X	○	○	○
27	X	X	X	○	○	○
28	X	X	X	○	○	○
29	X	X	X	○	○	X
30	X	X	X	○	X	○
31	X	X	X	○	○	○

○ : 열림, X : 닫음

표 8. 중간기 자연환기에 의한 냉방부하의 비교

유형	기준층 냉방부하(MWh)
이중새시형 발코니	3.92
이중외피시스템	3.51

이것은 이중외피시스템이 외측외피의 배·환기 개구부를 통해 일사가 높은 주간에는 중공층 내의 열을

외부로 배출시킴으로써 냉방부하가 줄어드는 반면, 이중새시형 발코니는 주간에 실내 쾌적 기류에 영향을 미치는 높은 풍압으로 인해 외측 개구부를 열 수 없는 날이 많았으므로, 이중외피시스템에 비해 상대적으로 높은 냉방부하가 발생했기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 이중외피시스템이 중간기 자연환기 성능이 우수함을 알 수 있었다.

V. 결론 및 향후연구

본 연구는 이중외피시스템 유형선정 절차 및 디자인 프로세스에 의해 설계되어진 이중외피시스템을 대상으로 중간기 외부풍속 변화에 따른 자연환기성능을 평가한 것으로 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 이중외피시스템의 계절별 운전모드를 작성하는 초기작업으로 모델건물 기준층에서의 외부풍속에 대한 중간기 자연환기스케줄을 작성하는 과정을 제시하였다.

둘째, 중간기 외부 풍속에 따른 자연환기 측면에서 이중외피시스템이 이중새시형 발코니 보다 외부의 높은 풍속에도 불구하고 실내 쾌적 기류속도를 만족시키면서 오랫동안 자연환기가 가능함을 알 수 있었다.

셋째, 외부풍속에 대한 자연환기스케줄을 이용한 별도의 중간기 운전모드를 가진 두 외피안의 모델건

물 기준층에서의 중간기 냉방부하를 구하여 본 결과 이중외피시스템이 이중새시형 발코니에 비해 10.5%의 냉방부하 절감을 나타내었으므로 이중외피시스템이 자연환기 성능과 에너지 절감 측면에서 보다 유리한 외피 디자인임을 알 수 있었다.

본 연구를 바탕으로 향후에는 외부풍속과 외기온도를 종합적으로 고려한 계절별 이중외피시스템의 운전모드를 작성하기 위한 지속적인 연구가 필요하며, 또한 고층 건물에서의 수직 샤프트 공간을 통한 연돌효과의 영향과 그 대책에 대한 추가 연구도 필요하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 박성준 외(2002), 공동주택에서의 이중외피 파사드 적용에 관한 연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회 22권 1호.
2. 석호태(1995), 사무소 건물의 에너지 절약을 위한 부하에 측 방정식 및 설계지침 개발에 관한 연구, 서울대 박사학위논문.
3. (재)포항산업과학연구원 외(2002.5), 환경친화적 파사드 시스템의 에너지 성능평가.
4. A. J. Baker(2000), Prediction of Ventilation Flowfield Efficiency and Comfort in Aircraft Cabin Environments Using CFD, Aircraft Interiors Expo Conference Proceedings.
5. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Inc.(2001), 2001 ASHRAE Handbook Fundamentals, ASHRAE, Atlanta, GA.
6. Oesterle, Lieb, Lutz & Heusler(2001), Double-Skin Facades, Prestel, New York.