

발코니 확장형 공동주택의 이중외피 창호 열성능에 따른 지역별 건축물에너지 효율등급 평가

장철용*, 안병립**, 김치훈**, 홍원화***

*한국에너지기술연구원(cyjang@kier.re.kr),
**경북대학교 대학원 석사과정(ahnbr@kier.re.kr),
**경북대학교 대학원 석사과정(kchiya@kier.re.kr),
***경북대학교 건축공학부 부교수(hongwh@knu.ac.kr)

Study on the Evaluation of Regional Building Energy Efficiency Rating According to the Insulation Performance of Double Skin Window in Apartment Houses Expanded Balcony

Jang, Cheol-Yong* Ahn, Byung-Lip** Kim, Chi-Hoon** Hong, Won-Hwa***

*Building Energy Research Center, KIER(cyjang@kier.re.kr),
**Dept. of Architectural Engineering Kungpook University(ahnbr@kier.re.kr),
**Dept. of Architectural Engineering Kungpook University(kchiya@kier.re.kr),
***Prof, Architectural Engineering Kungpook University(hongwh@knu.ac.kr)

Abstract

In order to handle the crisis about energy-environment problem, it is necessary to develop the future-oriented and innovative energy technology in architecture area. So the development of new technology for energy saving and alternative energy use has been spurred in this area. Double skin window system, which is an active covering to respond to the exterior change of the environment, is the skill that can reduce the indoor cooling and heating load and the environmental architecture can be realized. This study works out U-value of windows using the window-simulation program with the development and study of the double skin. In addition, the effect of the double skin insulation on the efficiency rating has been analyzed, applying to the certification system of the building energy efficiency rating which has implemented.

Keywords : 이중외피(double skin), 건물에너지효율등급(building energy rating system),
창호의 단열성능(insulation performance of the window), 공동주택(apartment house)

1. 서 론

오늘날 다양한 에너지 문제에 대한 위기에 대처하기 위해 건축분야에 생태학적인 개념이 도입되면서 ‘생태건축’에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 이중외피시스템은 외부의 기후조건에 대해 실내 환경을 수동적으로 조절하던 일반적인 건물외피와는 달리 기존의 단열외벽에 추가적인 유리외벽을 설치한 외피구조이다. 이 시스템은 자연환기가 가능한 완충공간인 중공층을 형성하여 외부의 환경 변화에 대응할 수 있는 능동적인 건물외피의 개념으로 건물외피부하의 절감을 통하여 실내 냉난방부하를 줄이고 생태건축을 구현할 수 있는 기술이다.

또한, 정부는 경제성장과 함께 국민의 주거 수준 향상을 위해서 국민의 쾌적하고 살기 좋은 주거생활이 가능하도록 다양한 제도개선과 함께 공동주택 거주자들은 기존의 공간만으로는 쾌적한 주거생활이 어려움을 인지하고 경제적 추가비용을 감수하면서도 실질생활공간의 확장과 공간이용의 다양성을 확보할 수 있는 발코니 개조문제에 관심을 갖고 이를 실행에 옮기기에 이르렀다.

발코니 개조는 주거자의 생활공간의 확장으로 삶의 질 향상에 도움을 줄 수 있지만 개조에 따라 생기는 방음문제나 누수, 결로의 문제, 단열로 인한 난방에너지 사용량증가 등의 단점을 감수하여야 한다. 특히 발코니 창호는 공동주택에 있어 에너지가 손실되는 주요부위 중 하나로 최근의 공동주택에서 발코니 개조에 의한 창호의 변화는 건물의 에너지에 상당히 큰 영향을 미치고 있다¹⁾.

따라서 본 논문에서는 현재 L사에서 개발하고 있는 UP/DOWN 방식의 친환경 이중외피 창호의 열성능을 평가하고 이를 공동주택에 적용하였을 때 에너지 효율을 알아보고자 하였다. 또한 현재 건물 에너지 효율 향상을 유도하기 위한 정책으로 시행되고 있는 건축

물에너지효율등급인증제도 프로그램을 통해 발코니 확장형 일반창호와 이중외피 창호에 따른 에너지 절감효과를 비교 분석하였다.

2. 이중외피 창호

2.1 이중외피 창호의 개요

이중외피시스템은 그림 1과 같이 기본적으로 두개의 외피, 즉 유리로 구성된 이중벽체 구조를 갖는 시스템으로, 이러한 이중외피 구조는 실내와 실외 사이에 공간을 형성하게 되며 이를 통해 효율적인 열적성능과 환기성능을 유지하는데 유리하다.

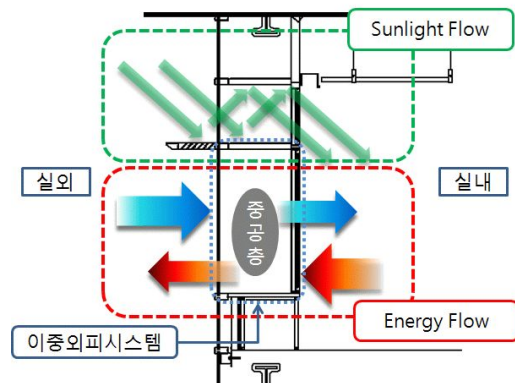


그림 1. 이중외피시스템의 개념도

2.2 시뮬레이션 프로그램

본 연구에서는 창호 열성능 해석용 시뮬레이션 프로그램을 통하여 개발 중인 친환경 이중외피 창호의 단열성능을 평가하였다. 시뮬레이션 프로그램은 Therm5.2와 Window 5.2를 사용하였다. 이는 미국 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 개발하였으며 창호의 단열 성능을 예측 및 평가하는 프로그램으로서 미국 환경성(EPA) 및 NFRC에서 창호에 대한 인증평가 시 이용되고 있다. 또한

1) 박효순 외, 공동주택 발코니개조가 건물에너지효율등급에 미치는 영향에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2006

건물의 창호선정 시 에너지 절감율에 대한 사전예측이 가능하기 때문에 시공비용 및 향후 유지관리비의 절약 면에서 유리하다.

Therm5.2²⁾와 Window5.2는 항상 상호 연동하여 사용된다. Therm5.2에서는 창틀의 종류 및 물성치, Glazing 삽입 그리고 경계조건 (Environmental Conditions)의 설정에 따른 창호구성 요소별 온도분포와 열 유속 등을 알 수 있다. 특히 창호의 단열성능에 있어서 가장 취약부위인 Frame과 Edge부위의 열적변화를 확인할 수 있다.

Window5.2에서는 Therm5.2의 결과를 바탕으로 창틀의 규격과 형태의 설정, Glazing 생성, 그리고 외기조건 및 실내·외 기류조건을 설정하며 최종적으로 창호의 Total 열관류율과 각 Section 별 결과 해석이 가능하다. 그림 2는 Therm5.2와 Window5.2의 상호 연동관계를 보여준다.

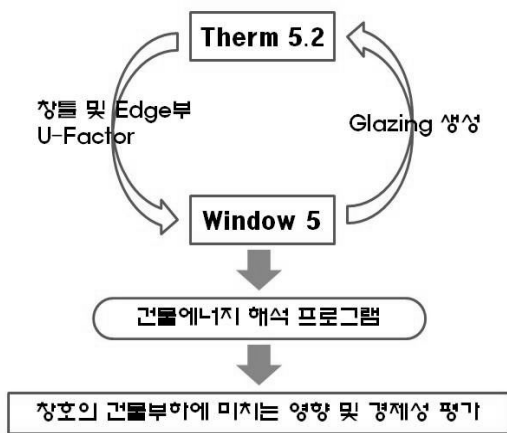


그림 2. Therm5.2 와 Window 5.2 의 상호 연동관계

2.3 시뮬레이션 수행 및 결과 분석

다음 표 1은 현재 개발 중인 UP/DOWN TYPE 이중외피 창호의 재질 및 구성요소를 나타낸 것이다.

프레임 폭이 298mm인 발코니확장형 창호에 해당하는 모델로 설계되었으며, Glazing

표 1. 이중외피 창호의 재질 및 구성

구 분	재질 및 구성
프레임	알루미늄 + PVC
유리 구성	24mm 복층유리 + 138~204mm 공기층 + 22mm 복층유리
프레임 폭	298mm

은 일반 복층유리가 사용되었다. 시뮬레이션에 사용된 내·외부의 온도 및 대류열전달 계수는 KS F 2278에 규정된 값을 사용하였다. 대상 창호의 열관류율을 산출하기 위하여 기본적으로 그림 3과 같이 창호 전체를 6개의 섹션으로 구분하여 각 섹션 별로 모델링 작업을 실시한다. 이를 통해 각각의 섹션별 프레임, Edge, 유리 부분의 열관류율을 산출하였다.

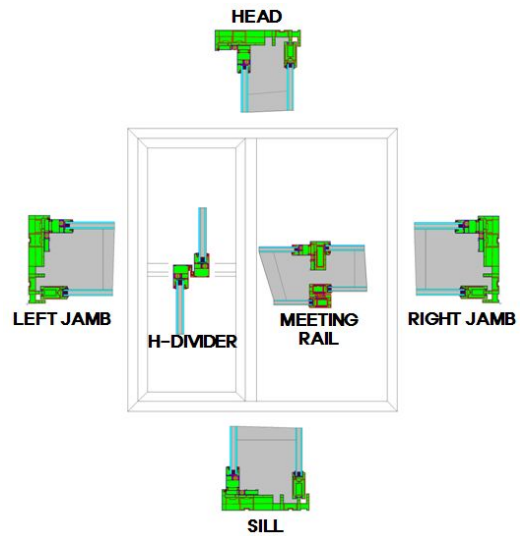


그림 3. 섹션별 열관류율 산출

각 섹션별 프레임, Edge, 유리의 열관류율을 이용하여 창호 전체의 열관류율을 산출하였다.

2) THERM 2.1 NFRC Simulation Manual, Lawrence Berkely National Laboratory, 2000.7.

표 2. 섹션별 열관류율 산출

	구 분	열관류율 (W/m ² K)	면적(m ²)
프레임	Head	0.60	0.242
	Left-Jamb	0.52	0.278
	Right-jamb	0.52	0.278
	V-Divider	0.63	0.281
	H-Divider	10.51	0.082
	Sill	0.49	0.276
유 리		1.294	1.89
전체 열관류율		1.14	

3. 건축물에너지효율등급인증제도

3.1 건축물에너지효율등급인증제도 개요 및 현황

건축물에너지효율등급인증제도는 기후변화협약에 대응하기 위해 건축물 부분에서 구체적인 실천방안 및 대책방안으로 만들어졌다. 건축물에너지효율등급인증제도의 도입으로 인해 기존건물의 에너지성능기준이 설정되어 등급화 되고 신축건물에는 에너지절감 목표치가 정해지므로 설계자나 건축주에게 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 지침으로 활용가능하게 되었으며 각종 건물에너지 절약을 위한 평가 자료로 활용할 수 있다.

인증제도의 평가 등급은 5등급으로 나뉘어져 있으며 2등급 이상을 취득한 공동주택은 세제 및 금융상의 우대조치와 에너지절약 투자에 대한 감면조치 등 지원책이 마련되어 있다. 각각의 에너지절감율은 표 3과 같다.

표 3. 에너지효율등급인증기준

구 분	재질 및 구성
1	40 % 이상
2	30 % 이상 ~ 40 % 미만
3	20 % 이상 ~ 30 % 미만
4	10 % 이상 ~ 20 % 미만
5	0 % 이상 ~ 10% 미만

공동주택의 에너지성능평가는 2-zone해석 모델에 의한 가변난방도일법과 기타해석모델을 이용하여 공동주택의 난방공간과 비난방공간을 해석할 수 있도록 하였고 구성항목은 난방공간과 비난방공간의 건물치수, 환기율, 외피열손실, 태양열취득, 실내열취득, 보일러의 효율 및 시스템의 손실 등으로 구성되어 있다.

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위해 기준이 되는 주택으로서, 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말하며, 설정기준은 아래 표 4와 같다.

표 4. 표준주택의 설정 기준

설 정 항 목	단위세대(난방공간)	계단실(비난방공간)
평면 및 바닥면적	신청주택의 평면 및 바닥면적과 동일	신청주택과 동일
장단변 길이	신청주택과 동일	신청주택과 동일
벽체, 지붕, 바닥의 열관류율	건축법의 지역별 열관류율 적용	4.0W/m ² K (3.44kcal/m ² °C)
창호 열관류율	3.3W/m ² K (2.8kcal/m ² °C) (창호및창틀 포함)	6.6W/m ² K (5.68kcal/m ² °C)
창면적	[신청주택 창면적 + (신청주택 전용면적*0.25-3)]/2	신청주택과 동일
환기율	0.7회/시간	2.0회/시간

현재 건축물에너지효율등급 인증제도는 신청주택의 지역에 따라 중부, 남부, 제주지역으로 나뉘어 실시되고 있다. 본 논문에서 적용된 공동주택은 중부지역에 위치하였으며 지하 1층, 지상 38층(9개동)이며 단위세대는 85형 5가지 타입(약 84m²)으로 이루어져 있다. 총 세대수는 1,287세대이며 건축면적은 7,339.15m², 연면적은 201,954.80m²이며, 적용된 건물의 물성치는 실제 신청주택과 동일하게 적용하였다.

단위세대는 기본형과 발코니 확장형으로 구

분하여 설계되어 있지만, 본 연구에서는 발코니 확장형인 경우에 한하여 에너지 효율 평가를 실행하였다.

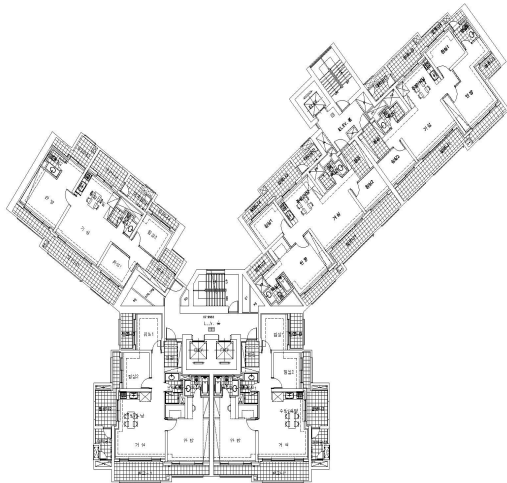


그림 4. 신청주택 평면도

표 5. 신청주택의 구조체 열관류율

분 류		열관류율 (W/m ² ·K)
구조체 열성능	외벽	0.401
	측벽	0.377
	지붕	0.262
	바닥	0.274
창호 열성능	일반 발코니 확장형 창호	2.0
	발코니 확장형 이중외피 창호	1.14

본 논문에서는 위 신청주택의 발코니 확장형 평면에 적용되는 일반 창호 (열관류율 2.0 W/m²·K)와 이중외피 창호 (열관류율 1.14 W/m²·K)의 적용에 따른 건물에너지 효율을 비교 분석하였다.

3.2 평가결과 분석

다음은 건축물에너지 효율등급 평가 프로그램을 사용해 산출된 창호의 종류에 따른 단위면적당 난방에너지소요량이다.

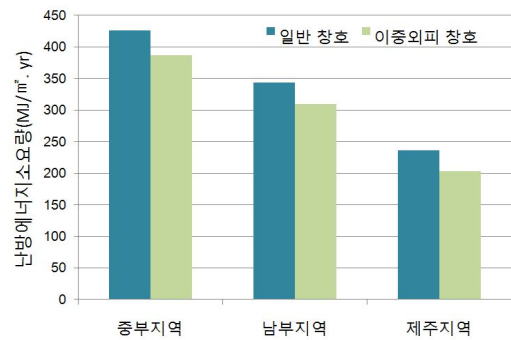


그림 5. 단위면적당 지역별 난방에너지소요량 비교

위 그림 5와 같이 단위면적당 난방에너지소요량을 비교해 보면, 일반 발코니 확장형 창호를 적용했을 때 중부지역은 425.83 MJ/m²·yr, 남부지역은 343.43 MJ/m²·yr, 제주지역은 235.93 MJ/m²·yr 이 산출되었다. 반면 이중외피 창호 적용 시 중부지역은 386.49 MJ/m²·yr, 남부지역은 309.55 MJ/m²·yr, 제주지역은 203.13 MJ/m²·yr 이 산출되었다. 즉, 이중외피 창호 적용 시 일반창호 대비 약 9.24~13.9% 정도 줄어든 것을 확인할 수 있다.

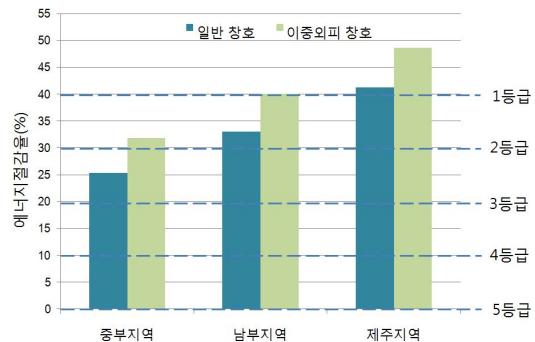


그림 6. 지역별 에너지절감률 및 인증등급

에너지절감률 또한 일반 발코니 확장형 창호인 경우 중부지역은 25.32%, 남부지역은 33.02%, 제주지역은 41.30%로 나타났으며, 이중외피 창호인 경우 중부지역은 31.89%, 남부지역은 40.03%, 제주지역은 48.67%로 나타났다. 각 지역별로 약 6.57~7.37%의 절감률이 상승하

였으며, 인증등급에서도 소폭의 변화가 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 현재 개발하고 있는 친환경 이중외피 창호의 열성능을 시뮬레이션 평가하여, 열적 성능이 건물에너지효율등급에 미치는 영향을 지역별로 비교, 분석하였다.

- (1) 발코니 확장형 이중외피 창호의 시뮬레이션 평가 결과 열관류율이 $1.14 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 로 계산되었다.
- (2) 이중외피 창호의 열관류율을 건축물에너지 효율등급에 적용하였을 때, 중부지역, 남부지역, 제주지역의 난방에너지소요량 및 에너지절감율의 변화가 나타났다. 난방에너지소요량은 중부지역에서 9.24%, 남부지역에서 9.87%, 제주지역에서 13.9% 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 에너지절감율은 중부지역 6.57%, 남부지역 7.01%, 제주지역 7.37% 상승하는 것으로 나타났다.

후 기

본 연구는 에너지관리공단의 에너지·자원 기술개발사업인 “건물에너지 효율등급평가 프로그램의 비교해석 및 에너지소비량 분석” 지원 사업으로 수행되었음을 알려 드립니다.

참 고 문 헌

1. 장철용 외, 단열창호 슈퍼윈도우의 열성능 평가, 한국태양에너지학회 춘계학술대회 논문집, 2009
2. 장철용 외, 지역별 건물에너지 효율에 관한 슈퍼윈도우 단열 성능 평가 연구, 한국태양에너지학회 논문집, 2009
3. 박효순 외, 공동주택 발코니개조가 건물에너지효율등급에 미치는 영향에 관한 연구,

대한건축학회 논문집, 2006

4. THERM 2.1 NFRC Simulation Manual, Lawrence Berkely National Laboratory, 2000.7.
5. RESFEN 3.1 Program Description, Lawrence Berkely National Laboratory, 1999.8.