

외피 열성능에 따른 건물에너지효율등급 분석 연구

김치훈*, 안병립*, 김지연**, 장철용***

*경북대학교 대학원 건축공학과(kchiya@kier.re.kr), *경북대학교 대학원 건축공학과(ahnbr@kier.re.kr),
인하대학교 대학원 건축공학과(jykim@kses.re.kr), *한국에너지기술연구원(cyjang@kier.re.kr)

A Study on the Evaluation of Building Energy Rating considering the Insulation Performance of the Building Envelope

Kim, Chi-Hoon* Ahn, Byung-Lip* Kim, Ji-Yeon** Jang, Cheol-Yong***

*Dept. of Architectural Engineering Kyungbook University(kchiya@kier.re.kr),

*Dept. of Architectural Engineering Kyungbook University(ahnbr@kier.re.kr),

**Dept. of Architectural Engineering Inha University(jykim@kier.re.kr),

***Korea Institute of Energy Research Center(cyjang@kier.re.kr)

Abstract

According to the building regulation U-value limitation of window is $3.3\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ in southern regions, while U-value limitation of wall is $0.35\sim 0.58\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. It means that the energy loss through windows is five times more than it through wall. Therefore, this study analyze how much it has affected building energy rating when the insulation performance of windows and walls is changed by building regulation. In conclusion, in order to obtain 2 rating thermal performance of windows is improved more than 10 percent of U-value limitation and it of wall is improved more than 20 percent. The thermal performance of windows is improved more than 20 percent of U-value limitation and it of wall is improved more than 30 percent to receive 1 rating.

Keywords : 건물에너지효율등급(Building Energy Rating System), 단열성능(Insulation Performance), 건물외피(Building Envelope)

기 호 설 명

		I_R	: 단위세대 가산항목 절감율(%)
		A_R	: 단위세대 전용면적(m^2)
R_{HC}	: 표준주택의 난방에너지소요량 ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$)	A_H	: 단위공동주택의 총전용면적(m^2)
		I_H	: 단위공동주택 가산항목 절감율(%)
A_{HC}	: 신청주택의 난방에너지소요량 ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{년}$)	A_A	: 신청주택의 총전용면적(m^2)

투고일자 : 2009년 9월 2일, 심사일자 : 2009년 9월 9일, 게재확정일자 : 2009년 10월 20일
교신저자 : 장철용(cyjang@kier.re.kr)

1. 서 론

고유가로 에너지 절감에 대한 공감대가 확산되면서, 에너지 효율이 높은 건축물에 대한 관심도 그 어느 때보다 높아지고 있는 실정이다. 또한 현대인은 대부분의 시간을 집, 사무실, 공장, 상업시설 등과 같은 실내 환경 속에서 보내고 있으며 이러한 실내 환경을 쾌적하게 만들기 위해서는 에너지의 사용이 필수적이다.

건물의 에너지 흐름을 보면 실내외의 열의 흐름은 건물의 여러 구조체 중에 특히 열관류율이 높은 창호를 통해 이루어지고 있다. 2008년 7월에 개정된 창호와 벽체의 건축법 기준을 보면, 창호의 열관류율이 벽체보다 5배 이상 높다는 것을 알 수 있다. 이는 그만큼 창호를 통해 손실되는 에너지가 많다고 볼 수 있다. 그러므로 건축물 에너지 절약과 열 성능 향상을 위한 일반적인 방법으로 단열기술은 가장 효과적이기 때문에 수차례의 부위별 단열기준 개정과 법적 의무화나 규제에 의한 강제적인 방법으로 에너지절약에 크게 이바지 하여왔다. 또한 건물에너지효율등급 인증제도로 건물 에너지 성능을 검증, 평가할 수 있는 방안을 마련하여 건축주나 시설관리자에게 경제적 이익과 건축물의 내구성 및 가치의 상승효과를 인식시켜 자발적 에너지절약 의지를 고취시켜 왔다.

따라서 본 논문에서는 현재 우리나라의 건축법을 기준으로(지역별 건축물부위의 열관류율 표) 창호 및 벽체의 단열성능을 변경 하였을 때 건물에너지효율등급에 미치는 영향을 분석하였으며, 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

- (1) 현재 시행되고 있는 건물에너지효율등급 인증제도와 그 평가방법을 조사한다.
- (2) 예비인증을 받은 신청주택에 건축법기준 열관류율을 적용하여 창호 및 벽체 단열 성능을 변경한다.
- (3) 에너지효율등급과 난방에너지소요량, 창호와 벽체의 성능 차이를 비교, 분석한다.

2. 건물에너지효율등급인증제도

2.1 건물에너지효율등급인증제도 개요 및 현황

건물에너지효율등급인증제도는 기후변화협약에 대응하기 위해 건축물 부분에서 구체적인 실천방안 및 대책방안으로 만들어졌다. 건물에너지효율등급인증제도의 도입으로 인해 기존건물의 에너지성능기준이 설정되어 등급화되고 신축건물에는 에너지절감목표치가 정해지므로 설계자나 건축주에게 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 지침으로 활용가능하게 되었으며 각종 건물에너지 절약을 위한 평가 자료로 활용할 수 있다.

2등급 이상을 취득한 공동주택은 세제 및 금융상의 우대조치와 에너지절약 투자에 대한 감면조치, 기존건물의 에너지절약 개보수 자금의 융자, 설비나 공업의 도입 및 개보수 자금의 융자, 세금감면의 지원책이 마련되어 있다.

2.2 평가기준과 평가방법

인증제도의 평가 등급은 3등급으로 나뉘어져 있으며 각각의 에너지절감율은 표 1과 같다.

표 1. 에너지효율등급인증기준

등급	총에너지절감율
1	33.5 % 이상
2	23.5 ~ 33.5 % 미만
3	13.5 ~ 23.5 % 미만

공동주택의 에너지성능평가는 2-zone 해석 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.

신청주택 에너지효율은 에너지효율평가기준에 따라 평가하며 신청주택의 단위세대 에너지

절감율은 표준주택의 단위세대 난방에너지소요량에서 신청주택의 단위세대 난방에너지소요량을 제하고, 이를 표준주택 단위세대 난방에너지소요량으로 나눈 백분율에 신청주택의 단위세대 가산항목에 해당하는 절감율을 더하여 산출한다. 단위세대와 단위공동주택의 에너지 절감율, 총에너지절감율은 다음과 같다.

$$E_R(\%) = \frac{R_{HC} - A_{HC}}{R_{HC}} \times 100 + I_R \quad (1)$$

$$E_H(\%) = \frac{\sum E_R \times A_R}{A_H} + I_H \quad (2)$$

$$E_A(\%) = \frac{\sum E_H \times A_H}{A_A} \quad (3)$$

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위해 기준이 되는 주택으로서, 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말하며, 설정기준¹⁾은 표 2와 같다.

표 2. 표준주택의 설정기준

설정 항목	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 ²⁾	3.3W/m ² K (2.8kcal/m ² °C) (창호 및 창틀 포함)	6.60W/m ² K (5.68kcal/m ² °C)
창면적	[신청주택 창면적 + (신청주택 전용면적*0.25-3)]/2	신청주택과 동일
창호의 위치	기준층 층고의 1/2 ⁵⁰ 이를 중심으로 상하로 위치	
일사 취득율	신청주택과 동일	신청주택과 동일
차양의 위치	세대 전면 및 후면의 층고 높이에 위치	
현관문의 종류	2.1m ² 크기의 불투명한 1개의 현관출입문	
현관문 열성능	2.60W/m ² K(2.24 kcal/m ² °C)	
환기율	0.7회/시간	2.0회/시간

3. 건물 개요

3.1 건물의 건축적 개요

본 논문에서 사용된 공동주택의 단위세대는 84A형과, 84B형, 118형 타입이 있으며, 총 세대수는 544세대이며 발코니를 확장하지 않은 기준형을 기준으로 하였다. 204동의 총바닥면적은 8,110m², 창호면적은 2035m²의 철근콘크리트조이며 건물의 천정고는 2.3m, 층수는 20층이며, 창호면적은 현관문을 제외한 벽체면적의 약 24.59%를 차지하고 있으며, 본 연구에서는 204동을 기준으로 절감율과 난방에너지를 비교하기로 하였다.

건물의 평면도는 아래와 같다.

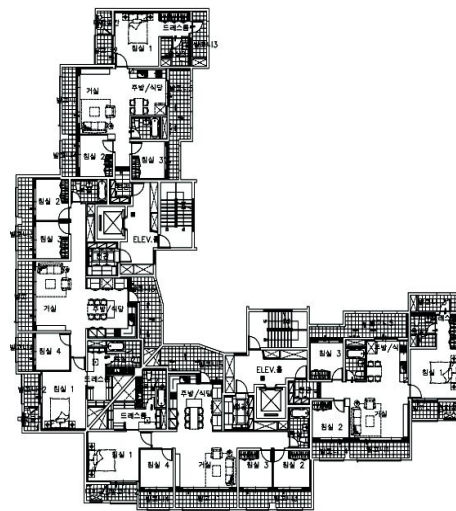


그림 1. 공동주택 평면도

3.2 외벽 구성

본 연구의 비교대상이 되는 표본건물모델은 기본형으로 하였으며 물성치는 기존 건물에 건축법기준 열관류율을 적용하였다.

1) 건물에너지효율등급 인증제도의 운영규정.
2) 실내창 창호는 복층창이며 프레임은 PVC.

표 3. 건축법기준 구조체 열관류율

분류		건축법 기준(W/m ² · K)
구조체 열성능	외벽	0.58
	측벽	0.47
	지붕	0.35
	바닥	0.41
창호 열성능	거실	3.3
	발코니	6.6

4. 건물에너지효율등급 평가 분석

4.1 창호 단열성능 변화

본 모델의 구조에 대하여 창호와 벽체의 단열성능을 변화시킨 경우 각 창호와 벽체에 따른 열성능을 비교 분석하여 보았다.

분석 도구로는 건물에너지효율등급을 산정하기 위한 공동주택의 에너지성능평가방법³⁾을 사용하였다. 기본모델인 Win-1은 건축법에 의거하여 열관류율을 적용하였고, 비교 건물은 창호성능에 따른 열관류율을 계산하기 위해 창호와 벽체를 제외한 부분은 기본적으로 신청주택과 동일하게 하였다.

표 4. 창호열성능에 따른 절감율 변화

구분	창호
Win-1	건축법 기준
Win-2	창호 열성능 10% 증가
Win-3	창호 열성능 20% 증가
Win-4	창호 열성능 30% 증가
Win-5	창호 열성능 40% 증가
Win-6	창호 열성능 50% 증가

표 5. 창호열성능 변화에 따른 결과

구분	절감율(%)	난방에너지소요량 (MJ/m ² · 년)	효율등급
Win-1	18.77	326.15	3등급
Win-2	23.54	307.90	2등급
Win-3	28.26	289.80	2등급
Win-4	32.90	272.00	2등급
Win-5	37.51	254.35	1등급
Win-6	42.03	237.01	1등급

위의 표 5를 보면 Win-1에서 신청주택에

표 3의 건축법기준 구조체 열관류율의 건축법 설정기준을 적용하여 에너지효율등급틀을 사용하였을 때 절감율이 18.77%가 나왔으며, 표1의 에너지효율등급인증기준에 따라 3등급 수준으로 산정되었다.

Win-2를 보면 창호 열성능을 10%증가하였을 때 절감율이 23.54%로 2등급으로 산정되었으며, Win-5의 경우 창호 열성능을 40% 증가시켰을 때 절감율이 37.51%로 1등급으로 산정되었다.

4.2 벽체 단열성능 변화

Wall-1은 건축법에 의거하여 열관류율을 적용하였고, 비교 건물은 벽체성능에 따른 열관류율을 계산하기 위해 벽체를 제외한 부분은 기본적으로 신청주택과 동일하게 하였다.

표 6. 벽체열성능에 따른 절감율 변화

분류	창호
Wall-1	건축법 설정 기준
Wall-2	벽체 열성능 10% 증가
Wall-3	벽체 열성능 20% 증가
Wall-4	벽체 열성능 30% 증가
Wall-5	벽체 열성능 40% 증가
Wall-6	벽체 열성능 50% 증가

표 7. 벽체열성능 변화에 따른 결과

분류	절감율(%)	난방에너지소요량 (MJ/m ² · 년)	효율등급
Wall-1	18.77	326.15	3등급
Wall-2	22.06	312.98	3등급
Wall-3	25.35	299.80	2등급
Wall-4	28.52	297.88	2등급
Wall-5	31.89	273.62	2등급
Wall-6	35.13	260.65	1등급

위의 표 7에서, Wall-2을 보면, 벽체의 경우 단열성능 10% 증가시 3등급을 받았고, 20%증가시 2등급이 되었다.

3) 본 논문 2-2 평가기준과 평가방법

Wall-6에서 벽체는 50%의 단열성능을 향상시켰을 때 1등급이 나왔다.

표 5와 표 7을 바탕으로, 각 창호 및 벽체의 단열성능 향상에 따른 난방에너지소요량과 에너지절감율을 분석하여 보았다.

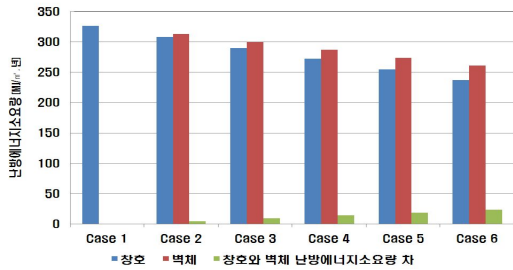


그림 2. 창호와 벽체 난방에너지소요량

Case2에서 Case6을 비교해보면 단열성능 20% 증가부터 창호와 벽체의 난방에너지소요량의 차이가 점점 크게 나타난다. 이는 창호와 벽체의 열성능 차이를 나타내는 것으로 창호의 단열성능 증가가 벽체의 단열성능 증가보다 효과적이라 보여진다.

4.3 벽체와 창호 단열성능 변화

그림 3을 보면, 창호와 벽체의 열성능을 동일하게 10%, 20%, 30%, 40%, 50%씩 각각 향상시켰을 때 건축법기준 대비 창호의 절감율 증가폭이 벽체의 증가폭 보다 컸다.

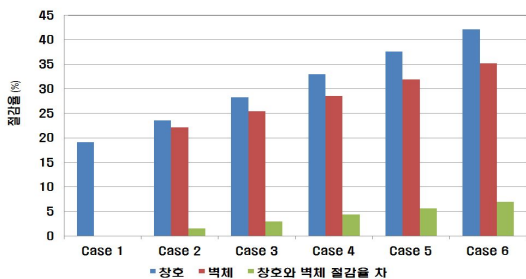


그림 3. 창호와 벽체 단열성능

창호와 벽체의 절감율 차이는 Case2 경우

1.48%이며 Case3은 2.91%, Case4은 4.38%, Case5은 5.62%, Case6의 경우는 6.9%로써 단열성능을 단계별로 향상시키면 시킬수록 창호와 벽체의 열성능 차이는 커졌음을 알 수 있다.

표 8. 열성능에 따른 절감율 변화(창호+벽체)

구분	창호	
Case 1	건축법 설정 기준	
Case 2	벽체 10% 증가	
Case 3		창호 10%
Case 4		창호 20%
Case 5	벽체 20% 증가	
Case 6		창호 30%
Case 7	벽체 30% 증가	
Case 8		창호 10%
Case 9		창호 20%
Case 10	창호 30%	
Case 11	벽체 40% 증가	
Case 12		창호 10%
Case 13		창호 20%

위의 표 8은 창호와 벽체의 단열성능 향상 시 창호에 비해 효율등급이나 절감율, 난방에너지소요량의 변화의 폭이 적은 벽체에 대해 비교분석 하였으며, 그 결과는 표 9와 같다.

표 9. 열성능 변화에 따른 결과(창호+벽체)

구분	절감율(%)	난방에너지소요량 (MJ/m²·년)	효율등급
Case 1	18.77	326.15	3등급
Case 2	26.81	294.78	2등급
Case 3	31.50	276.83	2등급
Case 4	35.58	259.12	1등급
Case 5	30.07	281.74	2등급
Case 6	34.72	263.94	1등급
Case 7	37.55	246.39	1등급
Case 8	33.3	268.77	2등급
Case 9	37.92	251.09	1등급
Case 10	42.45	233.74	1등급
Case 11	36.53	255.85	1등급
Case 12	41.10	238.36	1등급
Case 13	45.60	221.10	1등급

위의 표 9를 보면, Case2에서 단열성능 10%

증가 벽체의 경우 창호열성능을 10% 증가하였을 때 2등급이 되었다.

Case4를보면 창호 열성능 30% 향상시 1등급을 받을 수 있었다.

Case6에서는 20% 창호열성능 증가시 1등급이 되었다.

Case11을 보면, 10%의 열성능만 향상시켜도 1등급이 되었다.

5. 결 론

건축법기준(지역별 건축물부위의 열관류표, 남부지역)을 토대로 창호와 벽체의 열성능 차이에 따라 난방에너지소요량과 건물에너지효율등급, 창호와 벽체의 단열성능 차이에 대해 분석하였다.

- (1) 난방에너지소요량은 단열성능 10%정도의 향상시 벽체나 창호의 경우 크게 차이가 나지 않는 것으로 보여지며, 보다 효과적인 에너지효율을 위해서는 최소 20%이상의 단열성능을 향상시켜야 하며, 벽체보다는 창호의 열성능 향상이 보다 나은 효율을 가져 올 것으로 판단된다.
- (2) 에너지효율등급에서 창호의 경우 각종 세제 및 금융상의 우대조치를 받을 수 있는 2등급을 취득하기 위해서는 기준법기준 대비 창호는 10%이상, 벽체는 20% 이상의 열성능을 가지는 단열을 적용하여야 한다.
- (3) 1등급에 해당하는 건물인증을 받기 위한 조건은 건축법 대비 벽체 20%, 창호 30% 이상의 열성능을 향상 시키는 것이 가장 효율적이라 판단된다.

본 연구는 창호와 벽체의 단열성능에 따른 건물에너지효율등급과 난방에너지소요량의 데이터를 비교 분석하였다. 이를 토대로 용도에 따라 2등급이상의 건물에너지효율등급평가를 받고, 난방에너지를 줄이기 위해 창

호와 벽체 선정에 활용될 수 있을 것이다.

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. 박효순 외, 『공동주택 발코니개조가 건물에너지효율등급에 미치는 영향에 관한 연구』, 대한건축학회 논문집, 제22권, 제3호, pp. 295~302, 2006
2. 김지연 외, 『공동주택의 발코니 확장에 따른 열환경 성능 평가 및 개선방법에 관한 연구』, 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회 논문집, pp. 67~72, 2006
3. 현종훈 외, 『고유가 대응을 위한 신단열재 적용과 경제성평가 연구』, 대한설비공학회 설비공학논문집, 제20권, 제11호, pp 746~751, 2008