

공동주택에서의 지역에 따른 건물에너지 효율등급 평가 연구

안 병 립[†], 김 치 훈, 김 지 연*, 장 철 용**

경북대학교 건축공학과/KIER, *인하대학교 건축공학과/KIER, **한국에너지기술연구원

A Study on the Evaluation of Building Energy Rating considering the Region of Apartment Houses

Byung-Lip Ahn[†], Chi-Hoon Kim, Ji-Yeun Kim*, Cheol-Yong Jang**

Dept. of Architectural Engineering Kyungbook University, Daegu 702-701, Korea/KIER

*Dept. of Architectural Engineering Inha University, Incheon 402-751, Korea/KIER

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

ABSTRACT: Entering in the time of high oil price, seriousness of an energy effect sector has given a huge impact and the importance of energy is growing. Especially, building energy occupying 24% of total demand of energy can be expected to reduce energy demand more than other section. To do this, the Building Energy Rating System is applied and implemented in Apartment houses on Jeju, South and Central region. This system calculates into energy saving rate, and certifies the building energy rating. This study evaluates the energy saving rate and rating and compares the difference in energy savings considering to each region and the thermal performance of the window. In result, the standard of the assessment house which is applied to the build energy rating system is demanded to distinguish the thermal performance of window according to regional variation.

Key words: Building Energy Rating System(건물에너지효율등급), Insulation Performance of the Window(창호의 단열성능), Apartment House(공동주택)

기 호 설 명

R_{HC} : 표준주택의 난방에너지소요량($MJ/m^2 \cdot \text{년}$)

A_{HC} : 신청주택의 난방에너지소요량($MJ/m^2 \cdot \text{년}$)

I_R : 단위세대 가산항목 절감율(%)

A_R : 단위세대 전용면적(m^2)

A_H : 단위공동주택의 총전용면적(m^2)

I_H : 단위공동주택 가산항목 절감율(%)

A_A : 신청주택의 총전용면적(m^2)

1. 서 론

현대인은 대부분의 시간을 집, 사무실, 공장, 상업시설 등과 같은 실내 환경 속에서 보내고 있으며 이러한 실내 환경을 쾌적하게 만들기 위해서는 에너지의 사용이 필수적이다. 현재 우리나라는 에너지의 해외의존도가 약 97%에 달하고 있으며, 우리나라 전체 에너지 사용량 중 건물부문(상업 및 가정부문)이 차지하는 비율은 약 24%에 이르고 있어 건축물의 열성능 향상을 위한 에너지절약 문제는 매우 중요한 의미를 갖고 있다고 볼 수 있다.

현재 이러한 건축물 열성능 향상을 유도하기 위한 일반적인 방법으로 단열기술은 가장 효과적이

[†] Corresponding author

Tel.: +82-042-860-3723; fax: +82-042-860-3202

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

기 때문에 수차례의 부위별 단열기준개정과 법적 의무화나 규제에 의한 강제적인 방법으로 에너지 절약에 크게 이바지 하여왔다. 또한 건물에너지 효율등급인증제도로 건물 에너지 성능을 검증, 평가할 수 있는 방안을 마련하여 건축주나 시설 관리자에게 경제적 이익과 건축물의 내구성 및 가치의 상승효과를 인식시켜 자발적 에너지절약 의지를 고취시켜 왔다.

본 논문에서는 현재 우리나라의 건축법을 기준으로 「지역별 건축물부위의 열관류율표」(08' 7.10)에 명시된 창호 및 벽체의 단열성능을 변경 하였을 때 지역별로 건물에너지효율등급에 미치는 영향을 분석하였다.

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

- (1) 현재 시행되고 있는 건물에너지효율등급인증제도의 평가방법과 평가현황을 조사한다.
- (2) 효율등급 인증 프로그램에서의 표준주택 설정 기준과 지역별 적용인자를 검토한다.
- (3) 예비인증을 받은 신청주택을 대상으로 창호의 종류 및 두께 별 난방에너지소요량을 비교하고 에너지효율등급을 산정한다.
- (4) 산정된 에너지절감율 및 난방에너지소요량을 제주, 남부, 중부 지역으로 비교 분석한다.

2. 건물에너지효율등급인증제도

2.1 건물에너지효율등급인증제도 개요 및 현황

이 제도는 기후변화협약에 대응하기 위해 건축물 부분에서 구체적 실천방안 및 대책방안으로 만들어졌다. 건물에너지효율등급인증제도의 도입으로 인해 기존건물의 에너지성능기준이 설정되어 등급화 되고 신축건물에는 에너지절감목표치가 정해지므로 설계자나 건축주에게 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 지침으로 활용가능하게 되었으며 각종 건물에너지 절약을 위한 평가 자료로 활용할 수 있다. 현재 우리나라는 총 238건의 인증을 완료하였으며 그 중 43건의 본인증을 마쳤다.

2등급 이상을 취득한 공동주택은 세제 및 금융상의 우대조치와 에너지절약 투자에 대한 감면조치, 기존건물의 에너지절약 개보수 자금의 융자, 설비나 공업의 도입 및 개보수 자금의 융자, 세

금감면의 지원책이 마련되어 있다.

2.2 평가기준과 평가방법

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

Table 1 에너지효율등급인증기준

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

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 절감율은 다음과 같다.

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

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

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

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위해 기준이 되는 주택으로서, 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말하며,

설정기준은 아래 Table 2 와 같다.

Table 2 표준주택의 설정기준

설 정 항 목	단위세대(난방공간)	계단실 (비난방공간)
평면 및 바닥면적	신청주택의 평면 및 바닥면적과 동일	신청주택과 동일
장단면 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
창호의 위치	기준층 층고의 1/2높이를 중심으로 상하로 위치	
일사 취득율	신청주택과 동일	신청주택과 동일
차양의 위치	세대 전면 및 후면의 층고 높이에 위치	
현관문의 종류	2.10m ² 크기의 불투명한 1개의 현관출입문	
현관문 열성능	2.6W/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 세대 수는 544세대이며 발코니를 확장하지 않은 기준형을 기준으로 하였다. 한동의 바닥면적은 8,110 m², 창호면적은 2,035m²의 철근콘크리트조이며 건물의 천정고는 2.3m, 층수는 20층이며, 창호면적은 현관문을 제외한 벽체면적의 약 24.59%를 차지하고 있다. 전체 동은 총 7동이며 본 연구에서는 204동, 한동을 기준으로 절감율과 난방에너지를 비교하기로 하였다.



Fig. 1 공동주택 평면도

3.2 외벽 구성

건축재료의 물리적 특성데이터는 지식경제부에서 개정한 지역별 건축물부위의 열관류율표(제21조관련)에 따라 건축법 기준의 요소를 적용했으며, 그 외피구성, 바닥구성의 물성치는 다음과 같다.

Table 3 지역별 구조체 열관류율

구 분	제주 지역 (W/m ² ·K)	남부 지역 (W/m ² ·K)	중부 지역 (W/m ² ·K)
외벽	0.76	0.58	0.47
층벽	0.58	0.47	0.35
최상층	0.41	0.35	0.29
최하층	0.47	0.41	0.35
창 및 문	4.20	3.30	3.00

4. 건물에너지효율등급 평가 분석

4.1 건축법 상의 지역별 에너지 절감율 비교

건축법에 의거한 창 및 문의 열관류율은 위 Table 3 과 같으며, 에너지효율등급의 표준주택 설정기준을 통하여 에너지 절감율 및 난방에너지소요량을 계산하면 아래와 같은 결과가 산출된다.

Table 4 지역별 난방에너지 소요량 및 절감율
(기존 표준주택 설정 적용)

	창호 열관류율 (W/m ² ·K)	절감율 (%)	단위면적당	효율 등급
			난방에너지 소요량 (MJ/m ² ·년)	
제주지역	4.20	8.50	278.98	-
남부지역	3.30	19.27	326.15	3등급
중부지역	3.00	22.06	351.87	3등급

Table 4 를 보면, 제주지역의 난방에너지소요량이 세지역 중 최저치를 나타내고 있지만 에너지 절감율은 8.5%인 효율등급 최저 등급인 3등급에도 속하지 못한다는 것을 알 수 있다. 이것은 2008년 개정된 건축법에서 제주지역의 최저 창호 열관류율이 4.20 W/m²·K로 정해졌지만, 인증 프로그램 내에서 표준주택에서의 창호 열관류율이 지역별 상황을 고려하지 않은 채 모든 지역에 동일하게 3.30 W/m²·K이 적용되어 나타난 결과라 할 수 있다. 따라서, 표준주택의 열관류율을 제주 지역은 4.20 W/m²·K, 중부지역은 3.00 W/m²·K로 적용하여 에너지절감율을 산정하면 아래와 같다.

Table 5 지역별 난방에너지 소요량 및 절감율
(표준주택 수정 적용)

	창호 열관류율 (W/m ² ·K)	절감율 (%)	단위면적당	효율 등급
			난방에너지 소요량 (MJ/m ² ·년)	
제주지역	4.20	17.05	278.98	-
남부지역	3.30	19.27	326.15	3등급
중부지역	3.00	16.88	351.87	3등급

표준주택의 창호 열관류율을 수정하였을 때 건축법 기준의 창호를 적용한 위 세지역은 모두 3등급 인증을 받는 것으로 나타난다. 에너지절감율 또한 비교적 동일한 수치를 나타내고 있다.

4.2 창호 단열성능에 따른 지역별 에너지절감율 비교

본 모델의 구조에 대하여 창호를 변화시킨 경우 각 창호에 따른 열관류율은 다음과 같다. 비교 건물은 창호종류에 따른 열관류율을 계산하기 위해 창호를 제외한 부분은 기본적으로 동일하게 하였다.

Table 6 창호종류에 따른 열관류율

창호	열관류율 (W/m ² ·K)
Case 1	건축법 기준
Case 2	16mm복층창 3.30
Case 3	22mm복층창 3.00
Case 4	16mm복층+5mm단창 2.93
Case 5	22mm복층+5mm단창 2.75
Case 6	16mm복층+16mm복층 2.20
Case 7	22mm복층+16mm복층 2.10
Case 8	22mm복층+22mm복층 2.00

* 지역별 건축물부위의 열관류율표 (08' 7.10)

** 모든 창호의 Frame은 PVC

Table 7 지역별 에너지절감율 (제주지역)

	절감율 (%)	단위면적당	효율 등급
		난방에너지 소요량 (MJ/m ² ·년)	
Case 1	17.05	278.98	3등급
Case 2	26.14	245.59	2등급
Case 3	29.35	235.53	2등급
Case 4	30.09	233.23	2등급
Case 5	32.07	227.03	2등급
Case 6	35.26	217.12	1등급
Case 7	36.47	213.32	1등급
Case 8	37.66	209.60	1등급

Case 2, 3과 4, 5를 비교해 볼 때, 복층유리창과 삼중창을 적용했을 때 모두 3등급을 유지하고 있지만, Case 6, 7, 8과 같이 사중창을 적용하면 3등급에서 2등급으로 상향 조정되는 것을 알 수 있다.

Table 8 지역별 에너지절감율 (남부지역)

	절감율 (%)	단위면적당 난방에너지 소 요 량 (MJ/m ² · 년)	효율등급
Case 1	19.27	326.15	3등급
Case 2	19.27	326.15	3등급
Case 3	22.82	312.55	3등급
Case 4	22.99	316.02	3등급
Case 5	25.17	307.57	2등급
Case 6	31.42	287.09	2등급
Case 7	32.72	281.10	2등급
Case 8	34.02	276.87	1등급

Case 4와 5를 비교해 볼 때, 동일한 삼중창을 적용하였지만 열성능 차이에 따라 절감율의 차이가 다소 크게 나타나며 건물에너지효율등급도 3등급에서 2등급으로 상향 산정되었다.

Table 9 지역별 에너지절감율 (중부지역)

	절감율 (%)	단위면적당 난방에너지 소 요 량 (MJ/m ² · 년)	효율등급
Case 1	16.88	351.87	3등급
Case 2	18.05	368.10	3등급
Case 3	16.88	351.87	3등급
Case 4	22.09	350.02	3등급
Case 5	24.4	344.10	2등급
Case 6	31.13	319.75	2등급
Case 7	32.50	313.74	2등급
Case 8	33.89	307.68	1등급

중부지역 또한 동일한 삼중창에서도 건물에너지 효율등급이 3등급과 2등급으로 나뉘어 산정되었다.

4.3 지역에 따른 에너지절감율 비교

위 세지역의 난방에너지소요량을 비교해 보면,

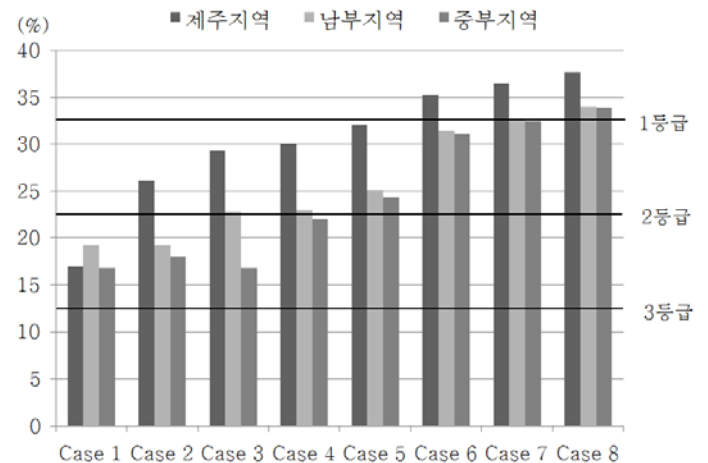
아래 그림과 같이 동일한 Case에서도 다소 큰 차이를 보이고 있다.

Fig. 2 지역별 난방에너지 소요량



특히 제주지역에 비해 남부, 중부지역의 난방에너지소요량이 높게 산출이 되었는데 이것은 지역별 기후 및 환경 등에 의한 결과라 할 수 있다.

Fig. 3 지역별 에너지절감율 및 인증등급



에너지절감율을 비교해 보면, Case 1(건축법 기준)에서는 비교적 동일한 수치가 산정되었지만 Case 3, 4, 5에서는 제주지역의 절감율 수치가 훨씬 높게 산정되었다. 지역별 기후 및 환경의 편차를 고려하더라도 에너지절감율은 표준주택 대비 산정되는 수치이므로 지역별 표준주택의 기준의 재설정이 요구된다.

또한 이것은 인증제도의 효율등급과도 연관이 되는데, 동일한 창호를 적용한 세지역의 효율등급이 제주지역만 타지역에 비해 높은 등급을 인

증받고 있다. 상대적으로 기후가 온난한 제주지역의 지리적 특성에 따른 결과일 수도 있지만, 남부,중부지역의 등급은 동일하게 받고 있으므로 인증제도 내에서의 지역적 편차를 줄이기 위한 방안이 요구된다.

5. 결론

본 연구는 최근 치솟고 있는 고유가와 기후변화협약 대응을 위한 방안으로 주목받고 있는 건물에너지효율등급인증제도의 지역별, 창호의 단열성능별 등급에 대해 분석하였으며 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 공동주택의 건물에너지효율등급에서 표준주택의 창호 열관류율은 지역의 구분없이 일정하게 적용되고 있다. 이것은 현 건축법상의 지역별 최저 창호 열관류율의 수치를 만족하지 못하고 있는 실정이며, 실제 효율등급 인증과정에서도 지역적으로 불리한 경우가 발생할 수 있다. 따라서, 인증제도 내에서 표준주택의 지역별 창호 열관류율의 재조정이 요구된다.

(2) 창호의 단열성능은 에너지절감율 및 난방에너지소요량에 상당히 많은 영향을 미치고 있다. 본 건물일 경우 각종 세제 및 금융상의 우대조치를 받을 수 있는 2등급을 취득하기 위해서는 제주지역은 최소 열관류율 $3.00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이상의 창호를 적용하여야 하며, 남부,중부 지역은 최소 열관류율 $2.75 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이상의 창호를 적용하여야 한다. 또한 1등급을 취득하기 위해서는 제주지역은 최소 $2.20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, 남부,중부지역은 $2.00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이상의 창호를 적용하여야 한다는 것을 알 수 있다.

(3) 지역별 에너지절감율을 비교해 보면, 남부,중부지역에 비해 제주지역의 수치가 다소 크게 차이가 나는것을 알 수 있다. 이것은 지역적 특성에 의한 결과일 수도 있지만, 표준주택에 대한 백분율도 산정되는 점을 감안하면 인증제도 내에서 지역적 편차를 줄이기 위한 재조정이 요구된다.

후 기

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

참고문헌

1. KICT, 2002, Servey Research on Certification System for Building Energy Rating.
2. EPA, 1997, Efficiency Investments.
3. Kim, J. Y., 2006, The Effect of Building Energy Rating on the Balcony Remodeling in Apartment.
4. Kim, M.R. 2004, A Study on the Energy Conservation Design System for HERS.
5. Song, S. Y. 2007, A Study on the Improvement of Building Energy Efficiency Rating System.
6. Kim, J. Y. 2007, A Study on an Effect of Friendly Environmental Building Envelope Systems to Building Energy Rating in Apartment
7. Park, H. S. et al., 2001, A Study on the building energy rating system and its transfer, Report of Korea Institute of Energy Research, KIER-A03929
8. Hyun, J. H, 2008, Study on Application and Economic Evaluation of New Insulation Material to Confront High Oil Price : Focus on Apartment.