

지역 및 주동형태별 공동주택 외피 단열 성능에 따른 건물에너지효율등급 평가 및 분석

김민규[†], 박효순^{*}, 송규동^{**}

한양대학교 건축환경공학과, ^{*}한국에너지기술연구원, ^{**}한양대학교 건축공학

Evaluation and Analysis of Building Energy Rating System According to Insulation Performance of Building Envelope in Regional and Building Form of Apartment House

Min-Kyu Kim[†], Hyu-Soon Park^{*}, Kyoo-Dong Song^{**}

Department of Environmental Engineering of Architecture, Hanyang University, Seoul 133-871, Korea

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

***Department of Architecture Engineering, Hanyang University, Seoul 133-871, Korea*

(Received November 13, 2012; revision received December 5, 2012)

ABSTRACT: In field of apartment housing currently, insulation technology is the most effective way because it is common to improve the thermal performance, therefore, it is contributed to energy saving as several regional insulation standards and legal mandate method. In addition, by applying of building energy efficiency rating certification system, it has inspired voluntary energy conservation commitment for the building owner or facility manager by making a plan to evaluate and verify building energy performance. However, these circumstances are not enough to acquire a grade 2 of higher information. Therefore, in this study, we analyzed the impact of building energy efficiency rating and confirmed reduction ratio compared to the standard housing on the basis of recent our nation building law when we had changed the shape of windows and wall insulation performance and shapes of housing.

Key words: Building energy rating system(건물에너지효율등급), Apartment house(공동주택), Insulation performance(단열성능), Apartment house unit shape(주동형태)

기 호 설 명

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

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

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

1.1 연구 목적

현대인은 대부분의 시간을 집, 사무실, 공장, 상업 시설 등과 같은 실내 환경 속에서 보내고 있으며

[†] Corresponding author

Tel.: +82-42-860-3058; fax: +82-42-860-3202

E-mail address: mkjkhkim@gmail.com

이러한 실내 환경을 쾌적하게 만들기 위해서는 에너지의 사용이 필수적이다. 현재 우리나라의 경우 에너지의 97%를 수입하고 있는 실정이며 에너지수입액이 1,415억불(2008년, 총 수입액의 32.5%)에 달하고 있다. 그 중에 건축물부분이 차지하는 비율은 약 25%에 이르고 있어 건물물의 에너지절약 문제는 매우 중요한 의미를 갖고 있다. 최근 국내에서는 전반적인 에너지 절약 및 기후변화 협약에 대응하기 위하여 이산화탄소 저감 기술에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.

현재 공동주택분야에서는 열 성능 향상을 유도하기 위한 일반적인 방법으로 단열기술은 가장 효과적이기 때문에 수차례의 부위별 단열기준개정과 법적 의무화, 규제에 의한 강제적인 방법으로 에너지절약에 큰 이바지하고 있다. 또한, 건물에너지효율등급인증제도의 적용으로 건물에너지 성능을 검증, 평가할 수 있는 방안을 마련하여 건축주나 시설관리자에게 경제적 이익과 건축물의 내구성 및 가치의 상승효과를 인식시켜 자발적 에너지절약 의지를 고취시켜 왔다. 하지만 높은 등급을 취득하기 위한 자료는 턱없이 부족한 상황이다.

따라서 본 논문에서는 현재 우리나라의 건축법 기준(지역별 건축물 단열기준 2011년 2월 1일 기준) 창호 및 벽체의 단열 성능 및 주동형태를 변경 하였을 때 건물에너지효율등급에 미치는 영향을 분석하고, 표준주택대비 절감율을 확인하였다.

1.2 연구방법 및 절차

본 논문에서는 주동형태별로 현재 우리나라의 건축법을 기준에 명시된 창호 및 벽체의 단열 성능을 변경 하였을 때 지역별로 건물에너지효율등급에 미치는 영향을 분석하였다.

본 논문의 진행 순서는 다음과 같다.

- (1) 현재 시행되고 있는 건물에너지효율등급 인증제도와 그 평가방법을 조사한다.
- (2) 본인증 취득한 건물 중 대표 주동형태 조사 및 선정한다.
- (3) 선정된 주동형태별로 전용면적대비 외벽 및 창면적에 대한 평균값을 구한다.
- (4) 도출된 외벽 및 창면적 평균값을 이용하여 전용면적 100 m²에 맞는 외피 구성 후 건축법기준 열관류율을 적용한다.
- (5) 산정된 주동형태별 에너지절감율을 제주, 남부, 중부 구분 및 단열 성능에 따른 절감율을 비교

분석한다.

(6) 분석된 자료를 건물에너지효율등급에 미치는 영향을 평가한다.

2. 건물에너지효율등급 인증제도

2.1 건물에너지효율등급 인증제도 개요 및 현황

건물에너지효율등급인증제도는 기후변화협약에 대응하기 위해 건축물부분에서 구체적 실천방안 및 대책방안으로 만들어졌으며 자발적인 신청에 의해 에너지절약적인 신청에 의해 에너지절약적인 건물에 등급을 부여하는 제도로써 신축건물에는 에너지절감목표치가 정해지므로 설계자나 건축주에게 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 지침으로 활용하게 되었으며 객관적인 정보를 제공하여 에너지절약을 통한 경제적 효과를 볼 수 있다. 현재 한국에너지기술연구원에서 신축 공동주택의 예비인증 완료 건수는 총 268건 완료하였으며, 그 중 87건이 본인증을 마쳤다.

일정수준 이상의 인증등급을 취득한 공동주택은 지방세 감면, 건축기준 완화, 조달청입찰 참가자격 가점부여, 에너지절약 투자에 대한 감면조치, 기존 건물의 에너지절약 개보수 자금의 융자, 설비나 공업의 도입 및 개보수 자금의 융자 등 세금감면의 지원책이 마련되어 있으며, 본인증시 예비인증 등급과 같거나 높은 등급을 취득하는 경우 예비인증 결과를 바탕으로 지원 받을 수 있다.

인증제도의 공동주택 평가 등급은 5등급으로 나뉘어져 있으며 각각의 표준주택 대비 에너지절감율은 Table 1과 같다.

2.2 평가방법

건물에너지효율등급 인증제도는 신청주택의 각 세대 및 단위공동주택별 에너지 소요량 및 표준주

Table 1 Building energy rating standard

Rating	Total energy reduction ratio
1	40% or more
2	more than 30% less than 40%
3	more than 20% less than 30%
4	more than 10% less than 20%
5	more than 0% less than 10%

택에 대한 에너지 소요량을 산출하고, 여기에 단위세대 및 단위공동주택의 가산항목에 해당하는 절감율을 추가하여 계산된 총 에너지절감율으로 평가하도록 되어 있다.

단위세대와 단위공동주택의 에너지절감율 및 신청주택의 에너지절감율 산출방법은 다음과 같다.

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

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

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

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가

Table 2 Guideline of standard house

Setting up items	Apartment units (Heating space)	Stair hall (Unheating space)
Plan and floor area	Equal to plan and floor area of application house	Equal to application house
Length of long and short side	Equal to application house	Equal to application house
U-value of wall, roof, ground	Apply to regional U-value in Building Code	4.0 W/m ² · K
U-value of window	Apply to regional U-value in building code	6.6 W/m ² · K
Window area	[Window area of application house+ (Area of exclusive use space of application house×0.25-3)]/2	Equal to Application House
Solar heat gain ratio	Equal to application house	Equal to application house
Location of awning	The front and back side of house is located at a height.	
Kind of front door	The opaque front door of 2.1 m ² size	
Thermal performance of front door	2.60 W/m ² · K	
Ventilation ratio	0.7 th/hour	2.0 th/hour

하기 위해 기준이 되는 주택으로서 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말하며, 설정기준은 Table 2와 같다.

3. 건물개요

3.1 대표 주동형태 선정

본 논문에서는 2003~2012년 10월 1일까지의 예비인증을 취득한 268건 중 본 인증을 취득한 87건을 대상으로 가장 시공사례가 많은 발코니 확장형 중 20개 단지를 선별하여 4가지 주동형태를 선정하였다. 대표 주동형태는 Table 3과 같다.

Table 3 Unit shape selection

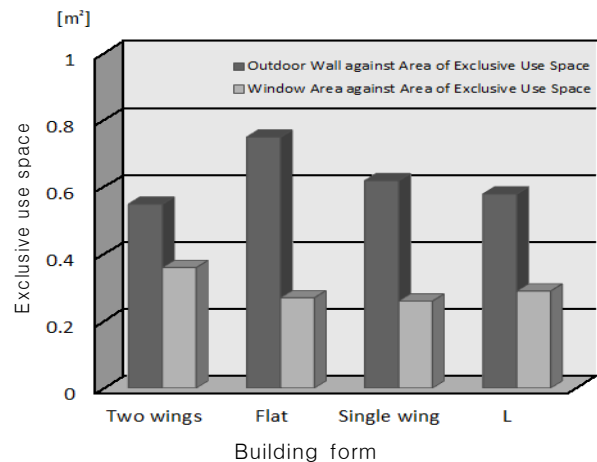
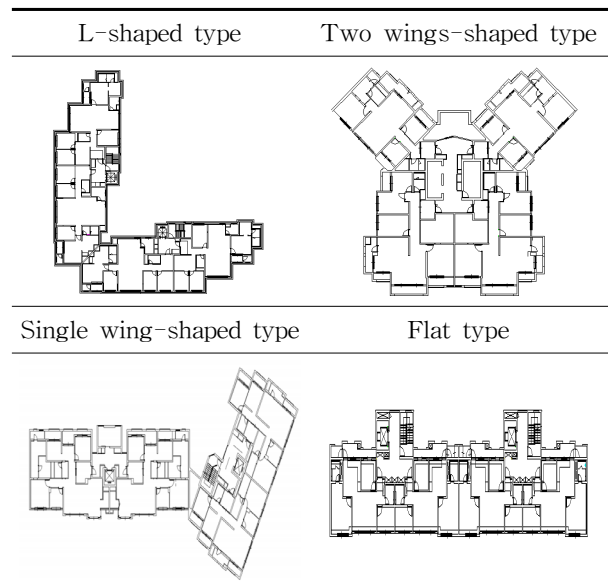


Fig. 1 Outdoor wall and window area against area of exclusive use space.

3.2 건물의 건축적 개요

본 논문에서는 발코니 확장형 중 4가지 타입별로 형태가 동일한 20개 단지를 선정하여 총 80개 단지의 외벽 및 창 면적을 조사하였다. 조사된 외벽 및 창 면적을 전용면적으로 나누어 각 주동형태별로 평균값을 구했다. 구한 전용면적대비 외벽 및 창 면적을 이용하여 각 주동형태별로 전용면적 100 m²에 해당하는 외벽 및 창 면적을 산정하여 지역별로 동일한 전용면적의 타입에 따른 절감율을 비교하기로 하였다. 전용면적대비 외벽 및 창의 평균값을 구한 값은 Fig 1과 같다.

3.3 외벽 구성

본 논문에서는 외벽 및 창 면적 비를 확인하고

Table 4 Structure U-value of building code standards[W/m² · K]

Building component	region		
	central	south	jeju
Outdoor Wall	0.36	0.45	0.58
Side Wall	0.27	0.36	0.45
Exterior Window	2.10	2.40	3.10
Roof	0.20	0.24	0.29
Ground	0.30	0.35	0.35

Table 5 Change in performance of outdoor wall and window[W/m² · K]

Building Component		region		
		central	south	jeju
Outdoor Wall	10%	0.315	0.405	0.522
	20%	0.280	0.360	0.464
	30%	0.245	0.315	0.406
	40%	0.210	0.270	0.348
Side Wall	10%	0.243	0.329	0.405
	20%	0.216	0.288	0.360
	30%	0.189	0.252	0.315
	40%	0.162	0.216	0.270
Exterior Window	10%	1.89	2.16	2.79
	20%	1.68	1.92	2.48
	30%	1.47	1.68	2.17
	40%	1.26	1.44	1.86

전용면적 100 m²에 맞는 외벽 및 창 구성을 하였으며, 물성치는 지역별 건축법기준(2011. 2. 1) 열관류율을 적용하였으며, 건축법기준 열관류율 값을 0~40%까지 변화를 주었다. 지역별 외벽 및 창의 열관류율은 Table 3과 같다.

4. 건물에너지효율등급 평가 분석

본 논문에서는 대표 형태를 선정하여서 각 지역별로 창호와 벽체의 건축물 단열기준 단열성능을 0%~40% 향상시킨 경우 각 지역별 각 타입별로 에너지절감율의 변화를 분석해 보았다.

분석 도구로는 건물에너지효율등급을 산정하기 위한 공동주택의 에너지성능평가방법을 사용하였다. 선정모델은 전용면적 100 m²을 기준으로 각 주동형태별로 외벽 및 창의 면적을 산정하였으며, 벽체성능, 창호성능, 지역을 제외한 부분은 기본적으로 표준주택과 동일하게 하였다.

Table 6 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in two wings-shaped type

category	central	south	jeju
standard	17.885%	19.228%	18.441%
10%	22.602%	24.819%	24.981%
20%	27.023%	29.820%	30.686%
30%	34.566%	35.823%	48.611%
40%	40.350%	42.002%	46.727%

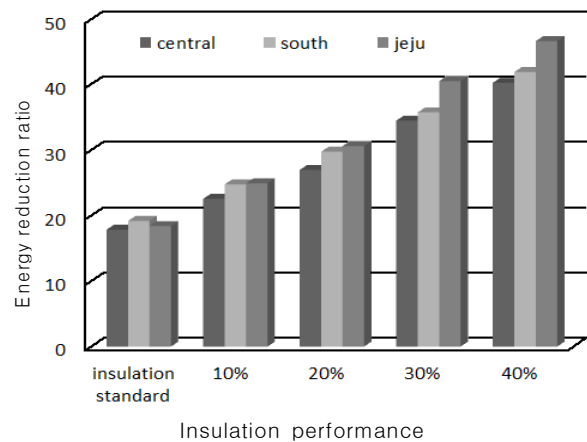


Fig 2 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in two wings-shaped type.

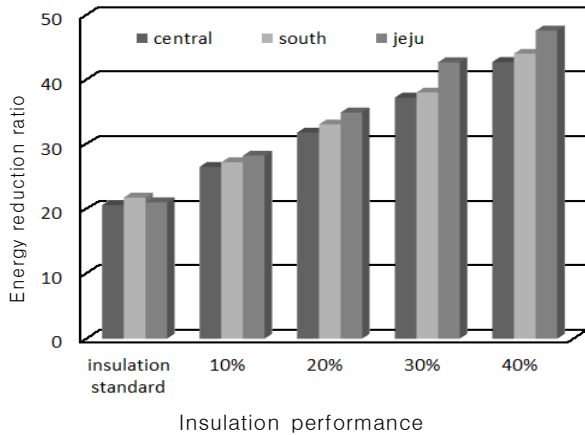


Fig 3 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in flat type.

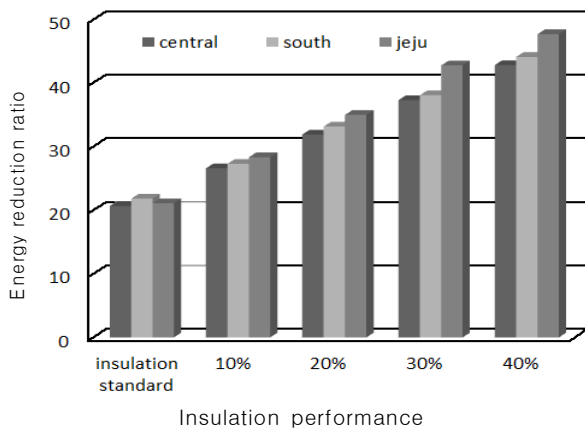


Fig 4 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in single wing-shaped type.

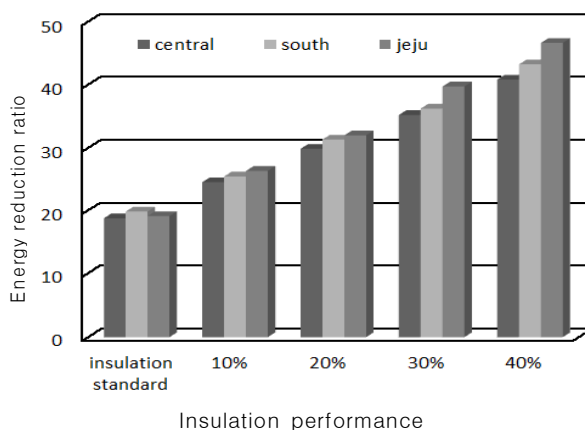


Fig 5 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in L-shaped type.

Table 7 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in flat type

category	central	south	jeju
standard	20.653%	21.805%	21.081%
10%	26.575%	27.279%	28.307%
20%	31.881%	33.126%	34.970%
30%	37.294%	38.067%	42.752%
40%	42.797%	44.069%	47.654%

Table 8 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in single wing-shaped type

category	central	south	jeju
standard	21.460%	22.638%	21.153%
10%	27.022%	28.008%	29.35%
20%	32.031%	33.495%	35.726%
30%	37.147%	38.128%	42.224%
40%	43.403%	44.826%	48.854%

Table 9 Energy reduction ratio according to thermal performance of wall and window in L-shaped type

category	central	south	jeju
standard	18.869%	19.937%	19.205%
10%	24.595%	25.493%	26.380%
20%	29.897%	31.356%	32.019%
30%	35.268%	36.283%	39.784%
40%	40.864%	43.292%	46.695%

4.1 주동형태별 에너지절감율 비교

본 논문에서는 현재 시공된 사례 중에 가장 많은 비중을 차지하는 4가지 주동형태를 선정하여 각 타입별로 전용면적 100 m² 해당되는 외벽 및 창면적을 산정하여 적용하였다. 적용된 각 타입별로 지역 및 단열기준변화를 적용한 에너지절감율은 다음과 같다.

각 형태별로 단열강화에 대한 에너지절감율은 비슷한 형태의 증가량을 보였으나, 형태별로는 큰차이를 보였다. 특히 양날개형이 불리한 타입으로 나타났다. 단열기준 대비 20% 강화 시 다른 타입은 대부분 2등급을 취득하지만 양날개형의 경우 제주지역만이 2등급에 만족하는 절감율을 나타냈고, 중부, 남부 지역은 2등급에 못 미치는 결과가 나타났다. 타

입별로 금융상의 혜택을 받을 수 있는 2등급을 취득하기 위해서는 양날개형의 경우 30% 이상, 외날개형의 경우 25% 이상, 판상형, L자형의 경우 20% 이상 성능을 향상 시키는 것이 2등급을 취득하기 위해 가장 효율적이고 1등급을 취득하기 위해서는 보통 40% 이상 향상시켜야 1등급 범위에 들어가는 것을 확인할 수 있다.

4.2 지역별 에너지절감율 비교

중부, 남부, 제주 세지역의 에너지절감율을 비교해보면, 같은 조건의 동일한 주동형태에서도 다소 큰 차이를 보이고 있다. 특히 중부, 남부지역에 비해 제주지방이 높은 절감율이 산출이 되었다. 에너지절감율은 표준주택 대비 산정되는 수치이므로 지역별 기후 및 환경의 편차를 고려하더라도 단열기준 40% 상승 시에는 절감율이 10% 정도의 큰 차이가 보이므로 지역별 표준주택의 기준의 재설정도 요구된다.

분석결과 현재 지역별로 각종 세제 및 금융상의 우대조치를 받을 수 있는 2등급을 취득하기 위해서는 중부, 남부지방은 건축법 단열기준 대비 30% 이상, 남부지방은 20% 이상 강화해야 2등급을 취득할 수 있다. 분석 결과 모든 지역에서 최소 20% 이상을 향상시키는 것이 2등급을 취득하기 위해 가장 효율적이라 판단되며, 1등급의 경우는 제주지방은 30%, 중부, 남부지방은 40% 이상은 단열성능을 향상시켜야 1등급 범위에 들어가는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

최근 전반적인 에너지 절약 및 기후변화 협약에 대응을 위한 방안으로 주목받고 있는 건물에너지효율등급인증제도의 지역별, 형태별, 단열성능별 등급에 대해 분석하였으며 결론은 다음과 같다.

(1) 주동형태별 에너지절감율을 비교해 보면, 양날개형이 다른 타입에 비해 수치가 다소 크게 차이

가 나는 것을 알 수 있다. 이것은 외기에 면하는 창면적이 다른 타입보다 커 열손실이 큰 것으로 사료된다. 다른 타입은 20% 단열성능 강화에도 2등급을 취득할 수 있지만 양날개형의 경우 25% 이상은 강화를 해야 2등급에 만족하는 절감율이 나오는 것으로 사료된다.

(2) 지역별 에너지절감율을 비교해 보면, 제주지역이 다른 지역에 비해 절감율 차이가 다소 큰 것을 확인할 수 있는데 이것은 지역적 특성의 결과일 수도 있지만, 동일 조건의 표준주택대비 절감율인 점을 감안하면 무시할 수 없는 결과이다. 인증제도 내에서 지역적 편차를 줄이기 위한 방법이 요구되는 것으로 판단된다.

(3) 단위 세대 가산절감율과 단위공동주택 가산절감율이 추가되는 점을 고려해보면 2등급 이상의 등급을 취득하기 위해선 최소 15%~20% 이상은 단열성능을 적용해야 될 것으로 판단된다.

본 논문에서는 지역별, 형태별, 단열성능에 따른 건물에너지효율등급을 분석하였다. 이를 토대로 용도에 따라 2등급 이상의 건물에너지효율등급인증을 받기위해서 지역별 창호와 벽체 및 형태 선정에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Kim, C. H. et al., 2009, A study on the evaluation of building Energy Rating considering the Insulation performance of the building envelope, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 29, No. 5, pp. 59-64.
2. Ahn, B. L. et al., C. Y., 2009, A study on the analysis of building energy rating considering the region, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 29, No. 5, pp. 53-58.
3. Yu, K. H. et al., 2006, A study on the energy efficiency rating and certification of apartment houses, Journal of the Korean Architectural Institute, Vol. 22 No. 12, pp. 319-326.