

아파트 단위세대 평면 형태에 따른 건물에너지효율 평가

A Study on the Evaluation of the Building Energy Efficiency in Accordance with the Shapes of the Apartment Unit Plans

김 창 성*
Chang Sung Kim

서 경 욱**
Kyung Wook Seo

Abstract

Korea Government have carried out various policies to reduce the energy consumption that cause the global warming and environmental pollution. Energy consumption of buildings in Korea has reached 24% of total energy quantities and energy consumption of apartment has been continuously increasing. It has executed the building energy efficiency rating system and energy performance assessments and certification systems have been in force to save energy consumption of buildings. Therefore, this study tried to asset the energy performance of apartment according to the shapes of unit plan, and then to evaluate the energy performance of apartment according to altering balcony area into living area in the unit plan of apartment and thus, to present the effective unit plan to reduce the energy consumption. According to the results, in case of standard unit plan, the 3Bay and 4Bay unit plans showed more effective energy consumption than the 2Bay unit plan, respectively, 5%, 6%, and in case of extended unit plan, respectively, 2%, 5%. Compared the energy efficiencies of the standard unit plan to the extended unit plan, the standard one showed more effective energy consumption than the extended one, respectively, 2% in case of the 2Bay and 4Bay unit, 5% of the 3Bay unit.

키워드 : 건물에너지효율등급, 공동주택, 단위세대 평면

Keywords : Building Energy Efficiency Rating System, Apartment, Unit plan

1. 서 론

1.1. 연구의 배경 및 목적

빠른 산업화와 도시화로 인해 지구환경문제가 국제사회에서 매우 중요한 의제로 대두되고 있으며, 이를 위해 1992년 리우 기후변화협약 이후 이를 구체적으로 이행하기 위한 2005년 교토의정서가 공식 발효되었다. 우리나라는 세계 10대 에너지 소비국이며 대부분의 에너지를 해외 수입에 의존하고 있고, 온실가스 배출량은 해마다 급격히 증가하는 등 에너지 위기와 기후변화에 취약한 경제구조를 갖고 있어 이를 극복하고 미래를 대비하기 위해 녹색성장의 필요성은 점차 높게 대두되고 있다.

2008년 정부는 '저탄소녹색성장' 정책을 발표하여 산업부분별 탄소감축 전략 수립을 추진하였으며, 건물부문에서는 건축물의 에너지 소비총량을 기존대비 2017년까지 30%, 2020년까지 60% 절감하여 2025년까지 제로에너지

건물 의무화를 목표로 하고 있다.¹⁾ 국내 건축물 부문의 에너지 소비는 전체 에너지의 24% 정도를 차지하고 있어 건축물의 에너지 감축이 절실한 상황이며 그 가운데 주거용 건축물의 에너지 소비량은 전체의 54% 정도로 절반 이상을 차지하고 있다.²⁾

최근 국내의 아파트 건설시장은 주택건설 시행자의 주택 분양성 제고와 주택가치 상승에 대한 소비자의 선호로 인해 단위세대의 전면 폭이 증가하는 경향이 있다. 그러나 단위세대 전면 폭의 지속적인 증가는 채광과 조망환경 향상이라는 긍정적인 측면이 있지만 이와 상대적으로 외벽 및 창호 면적의 증가로 인한 입면적의 증가로 인해 건물에너지 소비에 영향을 주는 요인으로 작용한다.

따라서 본 연구에서는 공동주택 부문의 효율적인 에너지 소비 평가를 위해 현재 국내에서 시행하고 있는 건물에너지효율등급 인증제도의 평가방식에 의해 아파트 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 소비 효율을 분석하여 보다 에너지 절약적인 단위세대 개발에 기초적 자료를 제시하는 데 목적이 있다.

* Dept. of Architectural Engineering, Hyupsung Univ.
South Korea (cskim815@daum.net)

** Corresponding author, Dept. of Architecture, Kyonggi Univ.
South Korea (wook87@hotmail.com)

1) J. Y. Kim, The summary and status of building energy efficiency rating system, Magazine of SAREK; 2010;39;10;11-18
2) 에너지경제연구원, http://keei.re.kr

Table 1. Comparison of four energy performance assessment systems for collective housing

Assessment System	Energy Performance Index	Green Building Certification Criteria
Activation	September, 1979	January, 2002
Assessment Categories	Evaluation of building energy performances by energy performance index and obligatory items of energy conservation design standard	Land use, Transportation, Energy, Materials and resources, Water resources, Environmental pollution, Maintenance, Ecosystem, Indoor environment
Buildings to be Assessed	All kinds of buildings, More than 50 units in the case of collective housing	Collective housing, Mixed-use building including residential purposes, Office building, School, Shopping center, Accommodation, Small house, Other buildings, Existing building in case of collective housing and office building
Assessment System	Green Home Assessment System	Building Energy Efficiency Rating
Activation	October, 2009	August, 2001
Assessment Categories	Thermal transmittance of structure- wall, roof, ground - and window, boiler system, renewable energy	Thermal transmittance of structure- wall, roof, ground - and window, boiler system, solar energy, ventilation ratio
Buildings to be Assessed	Collective housing with more than 20 units	Collective housing and office building for new construction(detached house, existing buildings and other buildings more than 500m ² will be evaluated from September 2013)

1.2. 연구의 방법 및 범위

건물에너지효율등급 인증제도는 기존 건물의 에너지성능을 규정한 후 이에 따른 신축 건물의 에너지성능 등급을 부여함으로써 건물의 에너지 소비에 관한 효율적인 분석을 가능하게 한다. 건물에너지효율등급 인증제도는 2001년부터 주거용 건축물을 대상으로 시작으로 시행하고 있으며, 2010년 이후 부터는 업무용 건축물을 포함하여 범위를 확대하였고, 2013년 녹색건축물 조성 지원법의 제정으로 대상범위가 기존 건축물을 포함하여 대상 범위가 전체 건물로 더욱 확대되어, 2013년 9월 이후 개정 강화된 신기준이 적용될 예정이다.

본 연구에서는 현재 시행되고 있는 건물에너지효율등급 인증기준에 의하여 아파트 단위세대 형태에 따른 난방에너지효율을 평가하였으며, 평가 단위세대로는 현재 국내 아파트 주동계획을 위해 일반적으로 많이 이용되는 전용면적 85m² 이하의 단위세대 평면에 대해 남부지방의 단열기준을 적용하여 건물에너지소비효율을 분석하였다. 본 연구의 진행 과정은 다음과 같다.

첫째, 국내에서 시행되는 건물에너지 성능 평가를 위한 각종 제도의 개요와 현황을 파악하고 비교 분석한다.

둘째, 현재 시행되고 있는 건물에너지효율등급인증 평가방식에 의해 평가대상 단위세대의 에너지효율 평가를 위한 입력변수와 표준주택 평가기준을 설정한다.

셋째, 발코니가 확장되지 않은 2Bay, 3Bay, 4Bay 기본형 단위세대의 에너지효율성능을 평가하여 단위세대 전면 폭 증가에 따른 에너지소비 현황을 평가 한다.

넷째, 발코니가 확장된 2Bay, 3Bay, 4Bay 확장형 단위세대의 에너지효율성능을 평가하여 발코니 확장 전과 후의 에너지소비 현황을 평가한다.

2. 국내 공동주택 에너지성능 평가제도

2.1. 공동주택 관련 에너지성능 평가제도 현황

현재 국내에서 주거용 건축물의 에너지 성능을 평가하는 평가 방법으로는 에너지성능지표(Energy Performance Index : EPI), 건물에너지효율등급인증(Building Energy Efficiency Rating), 친환경주택 건설기준 및 성능평가(Green Home Assessment System), 친환경건축물인증(Green Building Certification Criteria) 등이 있으며, 이들 제도에 대한 특징을 표 1에 요약하여 나타내었다.

1) 건축물의 에너지절약 설계 기준

건축물 에너지절약 설계 기준은 에너지 다소비형 건물에 대한 에너지절약 계획서 제출 의무 등의 조치가 1985년에 시행되었고, 점차 대상건물, 대상면적을 확대하여 2001년에는 50세대 이상의 공동주택 등 ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 22조’에서 정하는 모든 건축물을 대상으로 의무화 하였다. 건축물 에너지절약 설계 기준으로 인하여 모든 건축물의 단열성능의 강화와 단열재 설치 위치의 구체화³⁾가 이루어졌다.

2) 친환경건축물인증제도

친환경건축물인증제도는 건축 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증하는 제도로서 2002년 공동주택을 대상으로 처음 시행되었다. 평가항목으로는 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경 분야가 있으며 각 건물의 인증등급 산정표에 의거하여 합산한 점수를 이용한다. 2011년 개정 이후 공동주택의 경우, 업무용 건축물과 함께 기존 건축물의 친환경인증이 확대 시

3) O. S. Lee, et. el, The characteristics of the housing performance system, 2011 KIEAE Conference; 2011;11:2;475-478

Table 3. Modification in building energy efficiency rating through years

Assessment Type	Total energy saving rate compared to standard house			Primary energy consumption per unit area and year(kWh/m ² ·year)			
Assessment Categories	Heating energy consumption			Energy consumption of heating, Air conditioning, Hot water heating, Lighting and Ventilation			
Ratings/Year	2001 - 2004	2005 - 2009	2010 - 2013. 08	September, 2013			
1	more than 40%	more than 33.5%	more than 40%	1+++	less than 60	3	more than 190 less than 230
2	more than 30% less than 40%	more than 23.5% less than 33.5%	more than 30% less than 40%	1++	more than 60 less than 90	4	more than 230 less than 270
3	more than 20% less than 30%	more than 13.5% less than 23.5%	more than 20% less than 30%	1+	more than 90 less than 120	5	more than 270 less than 320
4	-	-	more than 10% less than 20%	1	more than 120 less than 150	6	more than 320 less than 370
5	-	-	more than 0% less than 10%	2	more than 150 less than 190	7	more than 370 less than 420

행되었다.

3) 친환경주택 건설기준 및 성능

2025년에 의무화 되는 제로에너지 주택의 보급을 위해 친환경주택건설기준 및 성능은 주택의 에너지 소비절감 및 탄소 배출량 감소를 목적으로 하며, 그린홈을 정량적으로 평가할 수 있는 세부적인 평가방법과 평가기준을 담고 있다. 2009년부터 시행되었으며 20세대 이상의 신축 공동주택은 의무 시행해야 하며, 세대 및 단지의 에너지 절감을 및 이산화탄소 저감율 등의 평가로 이루어진다.

4) 건물에너지효율등급 인증제도

2001년부터 시행되고 있는 건물에너지효율등급인증제도는 건물부문에서의 합리적인 에너지 절약을 위해 건물에서 사용되는 에너지에 대한 정보를 제공하는데 목적이 있다. 신축 공동주택의 경우에만 의무 시행하였으나, 2013년 ‘녹색건축물 조성 지원법’ 제정으로 인해 의무대상이 단독주택 및 기존 공동주택도 포함하여 2013년 9월 이후 강화된 기준이 확대 시행될 예정이다.

2.2. 국내 공동주택 에너지효율등급 인증 현황

국내 건물에너지효율등급인증제도는 2001년에 이 제도가 제정되어 신청건물의 에너지절감율과 에너지소요량을 평가하여 에너지효율등급을 인증한다. 2012년 9월 기준 공동주택 에너지 효율등급 인증현황은 본인증 307개 예비인증 672개의 공동주택에서 인증을 취득하였다.(표 2)

Table 2. Certification numbers of building energy efficiency rating for collective housing (September 2012)

Year	2001	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	2012	Total
Ma. C	-	-	-	2	2	2	6	29	39	63	94	70	307
Pr. C	1	2	6	8	28	14	68	63	127	83	141	131	672

Pr. C: Preliminary Certification, Ma. C: Main Certification

에너지효율등급(표 3)은 2001년 제정되었을 당시에는 3개의 등급으로 되어있었으며, 2005년 개정 시에는 등급의

개수는 동일하게 하였으나 등급 부여를 위한 에너지절감율의 기준을 달리하였다. 그 후 2010년 개정에서는 등급을 5개로 나누어 더욱 세분화하여 평가되었고, 공동주택 에너지효율등급 인증은 표준주택 대비 총에너지절감율로 인증 등급을 평가하였다. 그러나 2013년 녹색건축물 조성 지원법 제정으로 기존 및 신축건축물 모두에 대해 에너지 효율등급 인증 대상으로 확대되면서, 2013년 9월 이후 건물에너지효율등급 인증은 연간단위면적당 1차 에너지소요량⁴⁾으로 평가될 예정이다.

2.3. 현행 국내 공동주택 에너지효율등급 평가 방법

현행 에너지효율등급은 표준주택 대비 총에너지절감율(E_A)로 평가된다. 이를 위해 단위세대 에너지절감율(E_R)과 단위공동주택의 에너지절감율(E_H)을 계산해야 하는 데 이의 계산 과정을 산식 (1), (2), (3)에 나타내었다.

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

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

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

- R_{HC} : 표준주택의 난방에너지 소요량(MJ/m²·년)
- A_{HC} : 신청주택의 난방에너지 소요량(MJ/m²·년)
- I_R : 단위세대 가산항목 절감율(%)
- A_R : 단위세대 전용면적(m²)
- A_H : 단위공동주택 총 전용면적(m²)
- I_H : 단위공동주택 가산항목 절감율(%)
- A_A : 신청주택 총 전용면적(m²)

4) 해당 건축물에 설치된 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기시스템에서 소요되는 단위면적당의 에너지량 중에서 에너지 소요량에 연료의 채취, 가공, 운송, 변환, 공급 과정 등의 손실을 포함한 단위면적당 에너지소요량(단위면적당 에너지소요량 × 1차에너지 환산계수)

Table 6. Typical setting for the standard house

Setting up items	Heated space	Unheated space
Standard house	each of unit plans toward east	
Indoor temperature	20℃	-
Plan and floor area	equal to application house	equal to application house
Length of long and short area	equal to application house	equal to application house
Thermal transmittance of wall, roof and ground	apply to regional thermal transmittance in building code	4.0W/m ² K
Thermal transmittance of window	3.3W/m ² K	6.6W/m ² K
Thermal transmittance of window in balcony	6.6W/m ² K	-
Window area	[window area of application house + (area of exclusive use space of application house x 0.25-3)]/2	-
Location of awning	the front and back side of house is located at a height	-
Solar heat gain ratio	equal to application house	equal to application house
front door types	an opaque front door of 2.1m ² size	-
Thermal performance of front door	2.6W/m ² K	-
Ventilation ratio	0,7 air change per hour	2.0 air change per hour

3. 평가대상 에너지효율 계산을 위한 입력기준

3.1. 평가 단위세대 개요

남부지방 단열기준을 적용한 전용면적 85m² 이하 단위세대 평면 유형에 대하여 2Bay, 3Bay, 4Bay 형태의 기본형 단위세대와 발코니 확장형 단위세대를 평가대상으로 선정하여 에너지소요량을 분석하였다. 난방공간의 시간당 환기율은 0.7회이며, 개별난방방식을 사용하였고, 보일러의 효율은 87%로 설정하였다. 본 연구에서의 비난방 공간은 각 단위세대의 현관만을 계산하였고, 비난방 공간에서의 태양열 취득은 없다고 가정하였다. 또한, 기본형 단위세대의 발코니에는 샷쉬를 설치하지 않았고, 기본형과 확장형 창호는 동일한 것으로 설정하였다. 평가단위세대의 개요와 평면 유형을 표 4, 표 5에 나타내었다.

3.2. 표준주택 설정

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위한 기준이 되는 주택으로서, 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말한다. 본 연구에서 표준주택은 단위공동주택 설정기준에 의해 동향의 각 단위세대로 설정하였으며, 표준주택의 단위세대 설정기준을 요약하여 표 6에 나타내었다.


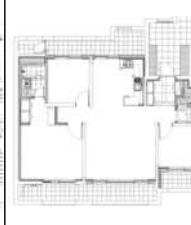




3.3. 평가대상의 입력조건

국내 남부지역의 건축물 부위별 열관류율(표 7)을 기준으로하여 평가 단위세대의 구성내용을 창호 및 단열재(표 8), 외기에 간접 면하는 경우(표 9), 직접 면하는 경우(표 10)로 정리하여 나타내었으며⁵⁾, 분석대상의 구성내용은 평면 유형에 상관없이 모두 동일하게 적용되었다.

Table 4. Summary of the selected unit plans

Region	Southern region
area of unit plans	85 m ²
shapes of unit plans	standard and enlarged units of 2bay, 3bay and 4bay plan shapes
ceiling height	2.4 m
heating system	individual heating
boiler efficiency	87 %
air change per hour	0.7

Table 5. Shapes of unit plans for assessment

Standard type		
		
85S2Bay	85S3Bay	85S4Bay
Enlarged type		
		
85E2Bay	85E3Bay	85E4Bay

5) 에너지관리공단, 2011 에너지절약계획서 작성 가이드 기준, <http://www.kemco.or.kr/building/v2/>

Table 7. Thermal transmittance for the southern area in Korean building code standard (W/m²K)

Building component		Thermal transmittance	
Outdoor wall	direct contact with outdoor air	less than 0.45	
	indirect contact with outdoor air	less than 0.63	
Roof	direct contact with outdoor air	less than 0.24	
	indirect contact with outdoor air	less than 0.34	
Ground	direct contact with outdoor air	floor based heating system	less than 0.35
		other systems	less than 0.41
	indirect contact with outdoor air	floor based heating system	less than 0.50
		other systems	less than 0.58
Side wall	-	less than 0.36	
Floor	floor based heating system	less than 0.81	
	other systems	less than 1.16	
Window and door	direct contact with outdoor air	collective house	less than 2.40
		other buildings	less than 2.70
	indirect contact with outdoor air	collective house	less than 3.10
		other buildings	less than 3.70

Table 8. Thermal performance of insulation materials, window and door of the selected house

setting up items		thermal conductance	thermal transmittance	
		W/m·K	W/m ² ·K	
insulation material	1	extended polystyrene sheet No. 2-2	0.032	-
	2	glass wool No. 2-24K	0.038	-
	3	special sheet of extruded polystyrene	0.027	-
	4	extended polystyrene sheet No. 2-1	0.031	-
	5	extended polystyrene sheet No.1-2	0.037	-
window	low-e pair glass with argon gas		-	2.2
door	insulation thickness less than 20mm		-	2.7

Table 9. Structural components in indirect contact with outdoor air

Building components		TC	TH	TR	TT	
		W/m·K	m	m ² ·k/W	W/m ² ·K	
Roof		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.086	0.259
	1	pressed concrete	1.6	0.06	0.037	
	2	insulation No.1	0.032	0.095	2.968	
	3	insulation No.1	0.032	0.02	0.625	
	4	gypsum board	0.18	0.0095	0.052	
		indoor heat transfer resistance	-	-	0.86	
Front door		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.553
	1	brick	0.6	0.2	0.333	
	2	insulation No.2	0.038	0.045	1.184	
	3	gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
		indoor heat transfer resistance	-	-	0.11	

TC: Thermal Conductance, TH: Thickness, TR: Thermal Resistance, TT: Thermal Transmittance

Table 10. Structural components in direct contact with outdoor air

Building components		TC	TH	TR	TT	
		W/m·K	m	m ² ·k /W	W/m ² ·K	
Outdoor wall		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.411
	1	brick	0.6	0.2	0.333	
	2	insulation No.1	0.032	0.06	1.875	
	3	gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.11		
Side wall		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.368
	1	concrete	1.6	0.2	0.125	
	2	insulation No.2	0.038	0.09	2.368	
	3	gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.11		
Structure in contact with unheated space		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.415
	1	brick	0.6	0.2	0.333	
	2	insulation No.3	0.027	0.05	1.851	
	3	gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.11		
Ground		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.198
	1	insulation No.4	0.031	0.03	0.967	
	2	insulation No.4	0.031	0.07	2.258	
	3	concrete	1.6	0.15	0.093	
	4	insulation No.5	0.037	0.055	1.486	
	5	light aerated concrete	0.7	0.05	0.071	
	6	cement mortar	1.4	0.04	0.028	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.086		

TC: Thermal Conductance, TH: Thickness, TR: Thermal Resistance, TT: Thermal Transmittance

3.4. 단위세대 평면 형태에 따른 외피 열손실 면적

기본형과 확장형 단위세대의 창호 및 벽체의 외피 열손실 면적을 계산하여 표 11과 표 12에 나타내었다. 확장전과 확장후의 창호면적은 동일하며, 외기에 면한 벽체의 면적은 확장 전 보다 확장 후 증가하였다. 난방공간 바닥 면적은 기본형의 경우 2Bay, 3Bay, 4Bay 모두 84.99m²로 적용되었으며, 확장형의 경우에는 Bay는 94.25m², 3Bay는 102.96, 4Bay는 99.835m²로 계산되어 3Bay 형태가 발코니 확장으로 인한 바닥면적 증가가 제일 많았다.

Table 11. Heat loss area of standard unit plans (unit: m²)

Building components			85S2Bay	85S3Bay	85S4Bay
Heated area	window	front	12.99	18.72	20.2
		rear	9.87	8.64	3.60
	outdoor wall	front	9.33	10.94	11.56
		rear	12.45	11.26	10.54
		side part	3.132	0	10.03
		side wall	21.36	20.15	13.49
	parts in contact with unheated space	wall	17.72	11.47	9.31
		door	2.20	2.20	2.20
		others	2.04	3.74	2.64
	Unheated area	front door		2.20	2.20
outdoor wall		side wall	1.40	4.21	3.22
Area of unit plans			84.99	84.99	84.99

Table 12. Heat loss area of extended unit plans (unit: m²)

Building components			85E2Bay	85E3Bay	85E4Bay
Heated area	window	front	12.99	18.72	20.2
		rear	9.87	8.64	3.60
	outdoor wall	front	9.33	10.94	11.56
		rear	12.45	11.26	10.54
		side part	4.08	11.09	13.63
		side wall	24.49	20.15	16.61
	parts in contact with unheated space	wall	21.62	16.27	9.308
		door	2.20	2.20	2.20
		others	2.04	3.74	2.64
	Unheated area	front door		2.20	2.20
outdoor wall		side wall	1.40	4.21	3.22
Area of unit plans			94.25	102.96	99.83

4. 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 절감율 계산

4.1. 기본형 단위세대의 에너지 절감율 계산

발코니가 확장되지 않은 기본형 단위세대의 난방 에너지 절감율을 계산하여 표 13에 나타내었다. 계산 결과에 의하면, 기본형 단위세대 형태에 따른 유효 열 취득은 2Bay 형태는 1,433.48(W), 3Bay는 1,623.70(W), 4Bay가 1,588.92(W)으로 계산되어, 2Bay보다 3Bay, 4Bay 단위세

대에서 열취득과 열손실이 동시에 증가하였고, 3Bay와 4Bay 단위세대 상호간의 열취득과 열손실 차이는 크지 않았다. 난방부하⁶⁾ 계산에 직접적으로 영향을 주는 단위세대 열손실계수는 2Bay 경우 160.20, 3Bay 168.69, 4Bay 165.65로 계산되었다. 이에 따라 난방에너지 소요량을 계산해 보면, 2Bay는 19.47(GJ/년), S3Bay는 18.53(GJ/년), 4Bay는 18.30(GJ/년)으로 계산되었으며, 표준주택 대비 총에너지 절감율은 2Bay는 26.93%, S3Bay는 35.60%, 4Bay는 36.26%로 계산되어 단위세대 전면 폭이 증가함에 따라 난방 에너지효율도 함께 증가하는 것으로 나타났다.

Table 13. Calculation of energy efficiency for standard unit plans

Assessment categories		85S2Bay	85S3Bay	85S4Bay
Heated space	total heat loss(W/K)	154.45	162.59	159.97
	total heat gain(W)	1,814.53	2,227.30	2165.33
	heat gain/heat loss(G/L)	11.75	13.70	13.54
	effective heat gain(W)	1,433.48	1,623.70	1,588.92
Heat loss coefficient of unit plan		160.20	168.69	165.65
Reference temperature(℃)		11.08	10.37	10.41
Heating degree day(℃·day)		1,163	1,054	1,057
Heating load(GJ/year)		16.10	15.32	15.13
Heating energy requirements (GJ/year)		19.47	18.53	18.30
Total energy reduction ratio(%)		26.93	35.60	36.26

4.2. 확장형 단위세대의 에너지 절감율 계산

발코니 확장형 단위세대의 난방 에너지 절감율을 계산하여 표 14에 나타내었다.

Table 14. Calculation of energy efficiency for enlarged unit plans

Assessment categories		85E2Bay	85E3Bay	85E4Bay
Heated space	total heat loss(W/K)	155.99	167.15	162.60
	total heat gain(W)	1,814.53	2,227.30	2,165.33
	heat gain/heat loss(G/L)	11.63	13.32	13.32
	effective heat gain(W)	1,445.48	1,649.09	1,603.21
Heat loss coefficient of unit plan		161.98	172.86	168.28
Reference temperature(℃)		1,172	1,071	1,066
Heating degree day(℃·day)		16.40	16.07	15.50
Heating load(GJ/year)		19.84	19.45	18.75
Heating energy requirements (GJ/year)		25.17	30.40	34.35

계산 결과에 의하면, 확장형 단위세대 형태에 따른 유효 열 취득은 2Bay 형태는 1,445.48(W), 3Bay는 1,649.09(W), 4Bay가 1,603.21(W)으로 계산되어, 2Bay보다 4Bay, 3Bay 순으로 열취득과 열손실이 증가하였으며, 단위세대 열손실계수는 2Bay 경우 161.98, 3Bay 172.86, 4Bay 168.

6) 난방부하는 다음의 식에 의해 계산된다.

$$\text{난방부하} = 0.0000864 \times \text{단위세대 열손실계수} \times \text{난방도일}$$

28로 계산되었다. 이에 따라 난방에너지 소요량을 계산해보면, 2Bay는 19.84(GJ/년), S3Bay는 19.45(GJ/년), 4Bay는 18.75(GJ/년)으로 계산되었으며, 표준주택 대비 총에너지 절감율은 2Bay는 25.17%, S3Bay는 30.40%, 4Bay는 34.35%로 계산되어 확장형 평면도 기본형과 마찬가지로 단위세대 전면 폭이 증가함에 따라 난방 에너지효율도 함께 증가하였다.

4.3. 기본형과 확장형 평면의 난방에너지 효율 비교

앞 절에서 계산한 단위세대 총에너지절감율은 표준주택 대비 난방에너지절감율을 나타낸 것으로서 각 단위세대의 상대적 에너지소비량을 비교하기 위해서는 적절하지 않다. 따라서 이를 위해 표 12, 표 13에 나타난 단위세대 별 난방에너지소요량을 상호 비교하여 상대적 난방에너지 소비율을 계산하였다.

1) 기본형 단위세대의 난방에너지 소비율 비교

2Bay 기본형 평면을 기준으로 하여 계산한 3Bay, 4Bay 단위세대의 상대적 난방에너지 소비율(그림 1)을 비교해보면, 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 95%, 4Bay 평면은 94%의 난방에너지 소비율을 보여, 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 5%, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 6%의 난방에너지 절감이 있는 것으로 계산되었다.

2) 확장형 단위세대의 난방에너지 소비율 비교

2Bay 확장형 평면을 기준으로 하여 계산한 3Bay, 4Bay 단위세대의 상대적 난방에너지 소비율(그림 2)을 비교해보면, 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 98%, 4Bay 평면은 95%의 난방에너지 소비율을 보여, 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 2%, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 5%의 난방에너지 절감이 있는 것으로 계산되었다.

3) 기본형 대비 확장형 평면의 난방에너지 소비율 비교

기본형 대비 확장형 단위세대의 상대적 난방에너지 소비율(그림 3)을 비교해보면, 2Bay 평면의 확장형 평면은 기본형 평면에 비해 102%의 난방에너지 소비를 하고 있으며, 3Bay 평면은 105%, 4Bay 평면은 102%의 난방에너지 소비율을 보여 발코니 확장에 따른 에너지 소비는 3Bay 평면이 상대적으로 많은 것으로 계산되었다.

5. 결론

본 연구에서는 공동주택의 기본형 단위세대와 확장형 단위세대의 전면 폭 증가에 따른 난방에너지 소요량을 분석함으로써 보다 에너지절약적인 아파트 단위세대 평면 개발에 활용될 수 있는 기초적인 자료를 제공하고자 하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 기본형 단위세대의 난방에너지 소요량은 2Bay 형태는 19.47(GJ/년), S3Bay는 18.53(GJ/년), 4Bay는

18.30(GJ/년)으로 계산되었으며, 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 5%, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 6%의 난방에너지 절감이 있는 것으로 나타났다.

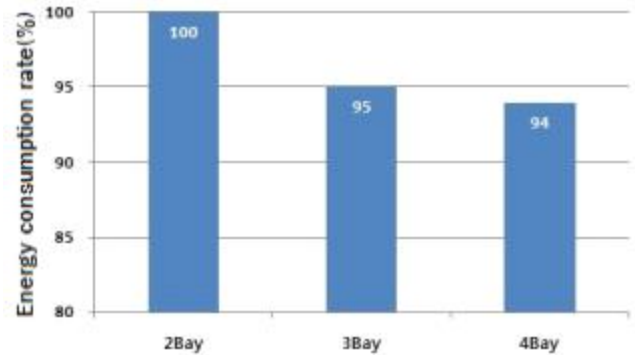


Fig. 1. Comparison of heating energy consumption according to the shapes of standard unit plans

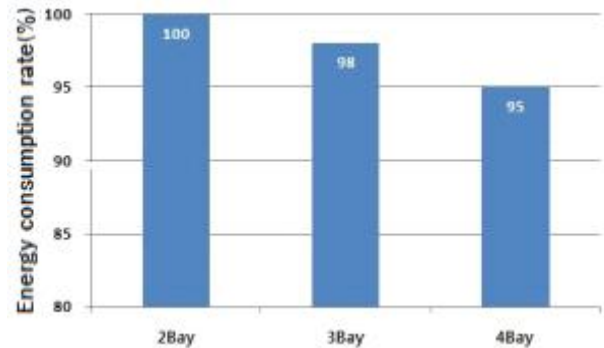


Fig. 2. Comparison of heating energy consumption according to the shapes of enlarged unit plans

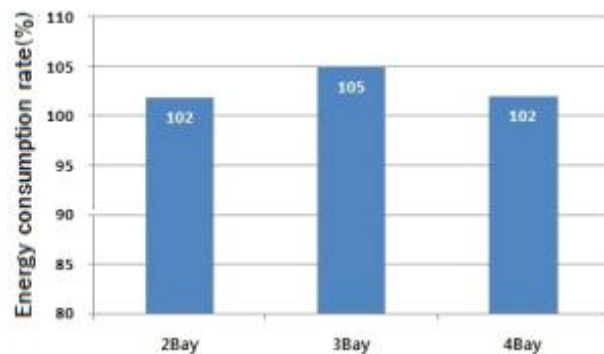


Fig. 3. Heating energy consumption of enlarged unit plans compared to standard unit plans

(2) 확장형 단위세대의 난방에너지 소요량은 2Bay 형태는 19.84(GJ/년), S3Bay는 19.45(GJ/년), 4Bay는 18.75(GJ/년)으로 계산되었으며, 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 2%, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 5%의 난방에너지 절감이 있는 것으로 나타났다.

(3) 기본형 대비 확장형 평면의 난방에너지 소비율은 2Bay의 경우 확장형 평면은 기본형에 비해 2% 많은 난방에너지가 소요되었으며, 3Bay 평면은 5%, 4Bay 평면은 2%의 난방에너지 소비를 증가를 보여 3Bay 평면이

2Bay, 4Bay 평면 보다 발코니 확장에 따른 에너지 소비
율 증가가 많은 것으로 나타났다.

(4) 이상의 연구는 현행되고 있는 표준주택 대비 총에
너지절감율 산정방식에 의해 진행되었다. 그러나, 2013년
9월 이후 시행 예정되어있는 건물에너지효율인증을 위한
신규평가방법은 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 산
정에 의해 인증 평가가 이루어질 예정이다. 따라서 이에
대한 연구는 후속연구로 진행하고자 한다.

References

- [1] J. Y. Kim, The summary and status of building energy effi
ciency rating system, Magazine of SAREK; 2010;39;10; 11-18
- [2] M. K. Kim, et. el, Evaluation and analysis of building energy
rating system according to insulation performance of buil
ding envelope in regional and building form of apartment
house, Korean J. Air Conditioning and Ref. Eng., 2013;25;2;49-54
- [3] S. M. Song, et. el, A study on the design technique for the
building energy efficiency rating improvement of the apart
ment houses, 2011 KIEAE Conference; 2011;11;2;197-206
- [4] B. L. Ahn, et. el, A study on the analysis of building energy
rating considering the region, Journal of KSES; 2009;29;5;
53-58
- [5] K. H. Yu, et. el, A study on the energy efficiency rating and
certification of apartment houses, Journal of AIK;2006;22;12;
319-326
- [6] O. S. Lee, et. el, The characteristics of the housing per
formance system, 2011 KIEAE Conference; 2011;11;2;475-478
- [7] S. H. Cho, et. el, The study on main design variables for pre
dicting energy efficiency rating for apartment housing,
Journal of KIAEBS;2012;6;4;236-242
- [8] Regulations of building energy efficiency rating system, 2001
-2013
- [9] KEEI, The status of energy consumption in Korea,
<http://keei.re.kr>
- [10] KEMC, Guideline of building energy conservation: 2011;
<http://www.kemco.or.kr/building/v2/>

투고(접수)일자: 2013년 6월 23일
수정일자: (1차) 2013년 7월 30일
게재 확정일자: 2013년 8월 21일