



공동주택 단지 내 동별 난방에너지소요량 비교 분석 - 대전지역 아파트단지를 중심으로 -

*Comparison Analysis of Building's Heating Energy Consumption in the Apartment Complex
- Focused on Apartment in Daejeon -*

장영혜* · 김정국** · 김종훈*** · 정학근**** · 홍원화***** · 장철용*****

Jang, Young-Hye* · Kim, Jeong-Gook** · Kim, Jonghun*** · Jeong, Hakgeun**** · Hong, Won-Hwa***** · Jang, Cheol-Yong*****

* Dept. of Architectural, Civil, Environmental and Energy Engineering, Kyungpook National Univ. South Korea (jyh098@kier.re.kr)

** Dept. of Architectural Engineering, Sungkyunkwan Univ. South Korea (kimjg@kier.re.kr)

*** Korea Institute of Energy Research, South Korea (jonghun@kier.re.kr)

**** Korea Institute of Energy Research, South Korea (hgjeong@kier.re.kr)

***** Dept. of Architectural, Civil, Environmental and Energy Engineering, Kyungpook National Univ. South Korea (hongwh@knu.ac.kr)

***** Corresponding author, Korea Institute of Energy Research South Korea (cyjang@kier.re.kr)

ABSTRACT

Purpose: Apartment is a typical residential type in Korea. In the past, apartment types were very monotonous. But today, the types of complex are changed because personal needs have been diversified and personalized. In order to meet those needs, construction companies are constructing various types of apartments. The more apartment types are diverse, the more the energy problems are taken place. So, the purpose of this study is to solve the problem of energy gap in the same complex through improving the thermal transmittance of wall. **Method:** Heating energy consumption of Building Energy Efficiency Rating System and heating energy usage of apartment show a similar trend on the graph. In order to identify the best position of heating energy consumption difference reduction, we change the building's U-value of front, back, side walls. **Result:** In the A complex, maximum and minimum heating energy consumption building's shapes are flat. the best efficiency is side U-value change and the worst is front change. In the E complex, maximum heating energy consumption building's shape is tower and minimum building shape is flat. Consequently, the front and back wall performance change was little effect to reduce energy gap, while the change of side wall's U-value show the great reduction between building's energy consumptions.

© 2015 KIEAE Journal

KEYWORD

공동주택 단지
난방에너지소요량
외피 성능
건축물에너지효율등급

Apartment Complex
Building Energy Consumption
Thermal Performance of Envelope
Building Energy Efficiency Rating System

ACCEPTANCE INFO

Received January 21, 2015

Final revision received April 28, 2015

Accepted April 30, 2015

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

국내 주거용 건축물 중 아파트는 현재 우리나라의 대표적인 주거 유형으로 자리매김하고 있다. 과거의 단순한 의미와 형태를 지녔던 아파트와는 달리 현대에는 사람들의 욕구가 개인마다 개성화, 다양화되고 있으며 이에 따라 아파트 구매 고객은 자신의 개성과 기호, 감성적 요소들을 반영하여 기업들에게 설계하고 건설하기를 요구하고 있다.¹⁾ 따라서 기업들은 소비자의 성향을 파악하고 그 욕구를 충족시키기 위하여 다양한 노력을 하고 있으며 이러한 노력들 중 하나로 다양한 형태의 아파트가 건설되고 있다. 하지만 같은 단지 내 형태의 다양성이 이루어진 만큼 에너지사용량에 대한 문제점이 발생할 수 있다. 과거에는 유사한 형태로 건설되어 일사 조건과 시공방법 등이 단조로웠기 때문에 에너지사용량에 있어서 동별로 차이가 크지 않았지만 아파트의 형태가 점차 다양

해지면서 방위별 일사량이나 시공방법의 차이에 있어서 동별 에너지사용량의 차이 또한 커질 것으로 예상되기 때문이다. 건물의 열성능을 향상시키기 위한 가장 효과적인 방법으로 단열기술과 건축물에너지효율등급이 있다.²⁾ 또한 국토교통부에서는 공동주택관리정보시스템 (<http://www.k-a pt.go.kr>)을 통하여 단지 전체의 난방, 급탕, 가스, 수도료 등의 단지 내 에너지소비를 월별로 제공하여 아파트 관리비의 절감을 실행하고 있으나 동별이 아닌 단지별로 제공되고 있으므로 앞서 제시된 문제점을 파악하는 자료로서 미흡하다고 사료되며 이에 대한 대책 마련이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 건축물에너지효율등급 인증 받은 대전 지역 아파트를 중심으로 난방에너지소요량을 비교하였다. 이 때 같은 단지임에도 불구하고 동별로 차이가 발생하는 현상을 해결하기 위한 방법 중 하나로 외피 성능의 향상을 통한 동별 난방에너지소요량 차이를 분석하는 것을 목적으로 하였다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 건축물에너지효율등급 본인증을 받은 단지를

대상으로 단지 내 동별 난방에너지소요량 차이를 산출한 후 그 값을 줄이기 위한 방안으로 건축적 요소 중 외피 성능을 향상 시켰을 때의 차이 변화를 분석하였으며 연구 방법은 다음과 같다.

- (1) 대전지역의 건축물에너지효율등급 본인증 취득 건물 중 동별 단위면적당 난방에너지소요량 차이의 발생 여부 확인
- (2) 실제 난방에너지사용량 수집
- (3) 평가 단지의 난방에너지소요량과 난방에너지사용량의 상관 분석 후 난방에너지소요량이 최대, 최소인 동을 선정
- (4) 선정된 동의 외피 정보를 파악하고 실제 외피에서 전면, 후면, 측면 벽체의 성능을 각각 향상 시켰을 때 변화되는 난방에너지 소요량 차이 분석
- (5) 분석 값을 통하여 난방에너지소요량 차이 저감에 가장 큰 영향을 미치는 최적 외피 위치 파악

지역난방 및 개별난방을 사용하는 지역별 도시가스 사용량을 비교하는 논문에서 두 가지 난방 방법에 따른 사용량 결과를 보았을 때 대전, 충남 지역의 에너지 사용량이 상대적으로 다른 지역에 비해 높다는 선행연구³⁾에 근거하여 대전지역의 아파트를 대상 범위로 설정하여 연구를 진행하였다.

2. 선행연구 및 이론고찰

2.1. 선행연구 고찰

박선효(2012)의 4인은 서울시에 위치한 공동주택의 난방비용을 분석하는 연구를 진행하였으며 단지별로 난방사용량 차이가 크게 나타나는 것은 건물의 노후도, 단열기준, 평면형태, 거주자의 주택사용 특성에 기인한 것이고 세대면적에 따른 난방사용량은 단위면적당 연간난방사용량과의 상관관계는 낮다는 결론을 도출하였다.⁴⁾

김민규(2013)의 2인은 우리나라 건축법을 기준으로 단열 성능 및 주동형태를 변경하였을 때 건축물에너지효율등급에 미치는 영향을 분석하였으며 2등급 이상의 등급을 취득하기 위해서는 최소 15~20% 이상의 단열 성능을 적용해야 한다는 결론을 도출하였다.⁵⁾

이지은(2014)의 1인은 여러 주동 형태에 따른 채광 및 에너지 성능을 비교하였으며 판상형 평면이 벽면율이 낮고 정남향을 향하고 있어 부하가 낮으며 L자형, Y자형 평면이 상대적으로 부하가 높다는 결과를 도출하였다.⁶⁾

선행연구를 고찰하였을 때 대부분의 연구가 단위세대 또는 단지 전체의 주동형태나 채광, 아파트 배치에 따른 에너지 성능을 분석하는 내용이었으며 단지를 구성하고 있는 동들에서 발생하는 에너지 차이를 확인하고 분석하는 연구에 대해서는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 동들의 난방에너지소요량과 실제 난방에너지사용량 데이터 수집을 통하여 난방에너지 차이가 큰 단지 내 동들의 문제점을 개선하고 단지 내 에너지 평등을 위한 방안을 모색해보고자 한다.

2.2. 건축물에너지효율등급에 대한 이론적 고찰

건축물에너지효율등급의 공동주택 평가에서 난방에너지소요

량을 구하기 위해서는 난방 및 비난방공간의 단위세대 열손실계수와 기준점온도를 통해 산출되는 난방도일의 값으로 건물의 난방부하를 먼저 계산하여야 하며 그에 관한 식은 아래와 같다.

$$H_i = H_1 + \frac{H_2 \cdot H_3}{H_2 + H_3} \quad (1)$$

$$T_b = 20 - \left(\frac{H_2 \cdot \Phi_2}{H_2 + H_3} \right) \cdot \frac{\Phi_1}{H_i} \quad (2)$$

$$Q_k = 8.64 \times 10^{-5} \cdot H_i \cdot DD \quad (3)$$

여기서,

- H_i : 단위세대 열손실계수(W/K)
- H_1 : 난방공간에서 외기로의 총열손실(W/K)
- H_2 : 난방공간에서 비난방공간으로의 손실(W/K)
- H_3 : 비난방공간에서 외기로의 총열손실(W/K)
- T_b : 기준점온도 (°C)
- Φ_1 : 난방공간 유효열취득 (W)
- Φ_2 : 비난방공간 유효열취득 (W)
- DD : 난방도일(°C·일)
- Q_k : 건물난방부하(GJ)

단위세대 열손실계수는 식 1에 의해 산출되며 이때 사용되는 총열손실은 외피와 환기에 의한 열손실을 나타낸다. 기준점 온도를 구할 때 사용되는 열 취득 값은 실내 발생 열, 조명발열 등과 태양열에 의해서 계산된다. 건축물에너지효율등급 평가 프로그램에서는 이때의 값을 단위세대 전용면적(m²)에 따라 정해 놓았으며 그 내용을 Table 1에 나타내었다. 식 2를 통해 기준점 온도를 계산한 후 결과 값에 따른 난방 도일을 Table 2에서 찾아 식 3에 대입하여 난방부하를 계산하고 난방 방식별로 배관손실계수 및 보일러 부하손실계수를 고려하여 난방에너지소요량을 산출한다.⁷⁾

Table 1. Electricity Heat Generation Rate and Body Heat Generation Rate

Area (m ²)	Electrical energy (W/m ²)	Electricity Heat Generation Rate (W)	Number of Residents (Person)	Body Heat Generation Rate (W)
Below 30	5.05	-	2.61	100
30	5.05	152	2.89	110
40	4.79	192	3.13	120
50	4.53	227	3.35	128
60	4.27	256	3.53	135
70	4.02	281	3.69	141
80	3.76	300	3.81	146
90	3.50	315	3.90	149
100	3.24	324	3.96	151
Exceed 110	2.98	-	4.00	153

Table 2. Regional Heat Degree Day

Region Temperature	Central	Southern	Jeju
6 (°C)	743	472	39
7 (°C)	875	577	99
(Omit)	(Omit)	(Omit)	(Omit)
12 (°C)	1642	1303	643
13 (°C)	1824	1455	783
14 (°C)	2006	1633	956
15 (°C)	2211	1815	1138
(Omit)	(Omit)	(Omit)	(Omit)
19 (°C)	3063	2666	1908
20 (°C)	3276	2879	2121

3. 분석단지 선정 및 난방에너지사용 분석

3.1. 단지 개요 및 분석단지 선정

한국에너지기술연구원에서 본인증 받은 대전지역 아파트를 대상으로 난방에너지소요량의 최소값, 평균값, 최대값 및 최대, 최소의 차이를 산출하였으며 그 값을 Table 3에 나타내었다. B, C, D 단지는 난방에너지소요량의 최대, 최소 차이가 10% 미만으로 나타났으나 A 단지의 경우 18.22%, E 단지의 경우 30.33%로 가장 큰 난방에너지소요량 차이를 나타내는 것을 확인하였다. 따라서 난방에너지소요량이 큰 A, E 두 단지를 분석단지로 선정하였으며 해당 단지의 특성을 Table 4에 나타내었다. A와 E 단지 모두 대전지역에 지역난방을 사용하는 단지이며 전용면적과 단지 내 동의 개수, 세대수 모두 A 단지가 E 단지 보다 큰 값을 확인할 수 있다.

Table 3. Heating Energy Consumption of Apartment Complexes in Daejeon

Apartment complex	Heating energy consumption (kWh/m ² a)			
	Minimum	Mean	Maximum	Difference (%)
A	70.61	74.20	86.35	18.22
B	71.18	74.19	77.20	7.80
C	94.90	97.53	98.69	3.84
D	83.00	88.68	91.45	9.24
E	69.00	83.92	99.05	30.33

Table 4. Characteristic of Apartment Complexes

	A	E
1. Region	Daejeon	Daejeon
2. Heating system	District	District
3. Area for exclusive use (m ²)	67,786.45	25,662.09
4. The number of buildings	14	7
5. The number of households	1668	624
6. Certified year	2010	2012
7. Heating energy consumption difference (%)	18.22	30.33

선정한 단지외 실제 난방에너지사용량과의 관계를 비교하기 위하여 2013, 2014년의 대전지역 월 별 평균 기온과 A와 E 단지 2013, 2014년의 실제 난방에너지사용량을 확보하였다. 두 개의 단지 모두 유량계를 사용하는 지역난방 방식이므로 난방에너지사용량을 m² 단위로 나타내었다. 대전지역 월 평균 기온을 나타낸 Table 5에서 난방을 사용하는 기간 중 12월을 제외한 나머지 1, 2, 3, 11월의 평균 기온이 2014년보다 2013년이 더 낮았다. 난방에너지사용량과 평균 기온과의 관계를 Fig. 1, 2을 통해 살펴보면 두 단지 모두 월평균 기온이 상대적으로 높은 2014년의 난방에너지사용량이 더 적었다.

Table 5. Monthly Average Temperature in Daejeon (°C)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2013	-2.6	0.0	6.6	10.6	18.8	23.9	26.8	27.8	21.4	15.5	6.7	1.3
2014	-0.1	2.7	8.3	14.3	19.4	22.9	25.9	24.2	21.6	14.9	8.5	-1.3

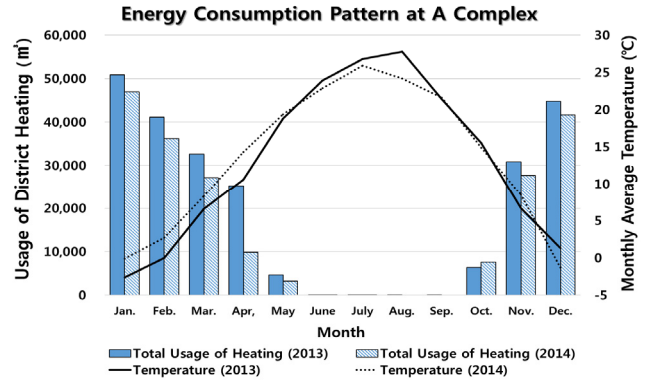


Fig. 1. Energy Consumption pattern at A Complex

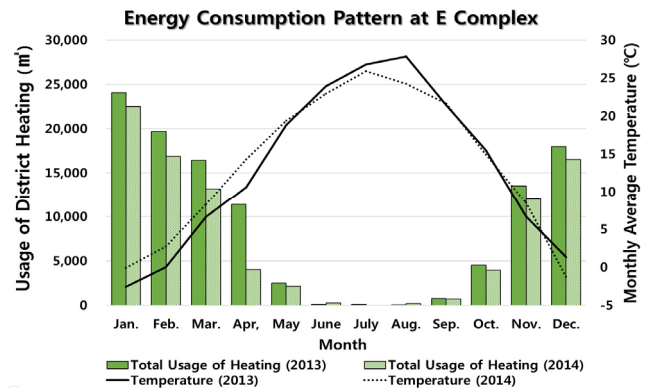


Fig. 2. Energy Consumption pattern at E Complex

3.2. 난방에너지소요량과 난방에너지사용량 상관관계검토

건축물에너지효율등급 인증을 위하여 사용한 프로그램으로 단지 내 동별 난방에너지소요량 차이를 분석하기에 앞서 난방에너지소요량과 2013, 2014년의 실제 사용량의 상관관계를 검증하기 위해 통계분석 소프트웨어인 SPSS Statistics 22을 이용하여 Pearson의 상관분석을 실시하였으며 그 내용을 Table 6에 나타내었다. Pearson의 상관분석 결과 A, E 단지의 난방에너지소요량과 실제 난방에너지 사용량의 상관관계수가 0.894, 0.716, 0.940, 0.862로 각각의 변수들이 상당한 관련성을 보이는 것으로 나타났다. 따라서 난방에너지사용량을 분석해야할 경우 난방에너지소요량으로 대체하여 분석 가능하다.

Table 6. Result of Correlation Analysis

		Usage of District Heating (m ³ /m ²)			
		A Complex		E Complex	
		2013	2014	2013	2014
Heating Energy Consumption (kWh/m ² a)	Pearson Correlation	.894**	.716**	.940**	.862*
	Sig. (2-tail)	.000	.004	.002	.013

* P < 0.05, ** P < 0.01

3.3. 난방에너지소요량 및 난방에너지사용량 분석

상관분석결과 높은 상관관계를 나타냈으나 효율등급에서 도출된 난방에너지소요량과 실제 난방에너지사용량이 완벽하게

일치하지 않는 것은 실제 난방에너지사용량은 거주민들의 생활 특성에 따른 변수일 것으로 사료된다. 따라서 난방에너지소요량과 사용량 중 여러 가지 조건에 따라 달라질 수 있는 특성을 배제하고 건축적인 요소들만을 고려하여 연구를 진행하기 위하여 난방에너지소요량을 중심으로 단지 내 동을 분석하였다. Fig. 3과 4는 단위면적당 난방에너지사용량(Usage of District Heating)과 연간 단위면적당 난방에너지소요량(Heating Energy Consumption)의 경향을 나타낸 그래프다. A 단지의 경우(Fig. 3) A-4동의 난방에너지소요량이 가장 낮았으며 실제 사용량 또한 이에 따라 2013, 2014년 모두 낮아지는 경향을 나타내는 것을 알 수 있었다. A-13동은 난방에너지소요량과 실제 사용량 두 가지 값 모두 최대 값을 가지는 것을 확인할 수 있다. Fig. 4에서 E 단지를 살펴보면 난방에너지소요량은 E-6동이 가장 낮으며 E-4동이 높은 것을 알 수 있었고 사용량 또한 유사하게 변화하는 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 난방에너지소요량을 기준으로 A 단지의 A-4동과 A-13동, E 단지의 E-6동과 E-4동의 외피를 분석하고 부위별(정면, 후면, 측면)로 성능을 향상시켰을 때의 난방에너지소요량 차이 저감 방안을 도출하고자 한다.

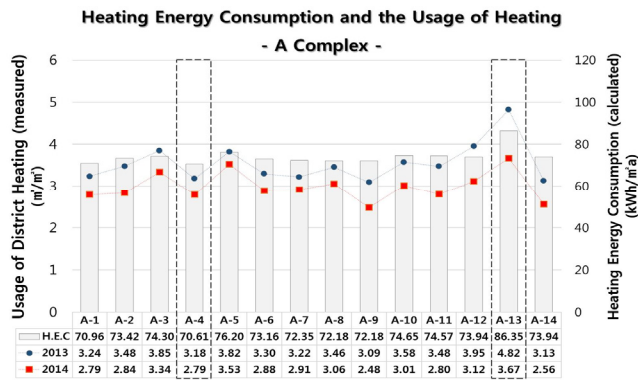


Fig. 3. Heating Energy Consumption and Usage of Heating (About A Complex)

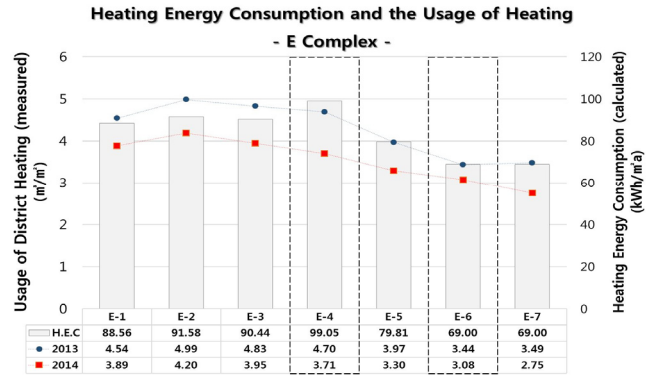


Fig. 4. Heating Energy Consumption and Usage of Heating (About E Complex)

3.4. 외피 변화에 따른 난방에너지소요량 분석

선정된 A, E 단지에서 난방에너지소요량이 최대, 최소를 가지는 동의 전면, 후면, 측면 벽체의 대표 열관류율 값과 단위면적당 난방에너지소요량을 Table 7에 나타내었다. 분석한 A 단지의 A-4, A-13동은 모두 39㎡의 세대로 이루어져있는 복도식(판상형) 아파트다. 전면과 후면 벽체는 유리면 보온판 2호를 사용하였으며 측면벽체는 압출법보온판 특호를 사용하였다. 최소난방에너지소요량을 가지는 A-4동은 남향의 세대들로 구성되고 총 140세대가 거주하고 있으며 층수는 호별로 10층, 15층, 18층 세 부분으로 나누어져있다. 반면에 난방 에너지소요량이 가장 큰 A-13동은 8층이고 42세대로 A-4동보다 적으며 동일한 판상형 아파트이나 한 세대만이 동쪽으로 향하고 나머지 세대의 향은 남동쪽으로 향하게 설계되었기 때문에 세대 별로 외기에 면하는 측면의 면적이 A-4단지에 비해 약 2배정도 많이 발생하는 것을 확인할 수 있다. A단지와 마찬가지로 E 단지 또한 전면과 후면에 유리면 보온판 2호를 사용하였으며 측면 벽체에는 압출법보온판 특호를 사용하였다.

Table 7. Building component of the A, E Complexes

Complex		A		E	
Building component		A-4	A-13	E-6	E-4
Floor Plan					
Type		flat-type	flat-type	flat-type	tower-type
The number of households		140	42	92	82
Wall / Window Area (m²)	Front	886 / 996	293 / 272	673 / 555	675 / 656
	Back	1343 / 201	640 / 95	747 / 173	708 / 202
	Side	2259 / 87	1199 / 0	1396 / 0	2732 / 0
Representative Wall U-value (W/m²K)	Front	0.576	0.576	0.576	0.576
	Back	0.576	0.576	0.576	0.576
	Side	0.436	0.436	0.436	0.436
Heating energy consumption (kWh/m²a)		70.61	86.35	69.00	99.05
Usage of District Heating (m³/m²)	2013	3.18	4.82	3.44	4.70
	2014	2.19	2.80	2.50	3.06

난방에너지소요량이 작은 E-6동은 남쪽을 향하며 92개호의 33㎡ 세대로 이루어져있는 11층의 판상형 아파트이다. 난방에너지소요량이 큰 E-4동은 12층으로 이루어진 계단식(탑상형)이며 하나의 코어에 인접한 46개호의 33㎡ 세대와 36개호의 46㎡의 세대로 구성되어있으며 남동, 남서를 향하고 있다. E-6동 보다 측벽의 면적이 2배 이상 차이나는 것을 확인하였다. 이것은 탑상형의 특성상 세대에서 외기로의 측벽이 많이 존재하기 때문인 것으로 사료되며 이로 인해 벽체열손실이 커지는 것을 확인할 수 있다.

이러한 특징을 토대로 최대 난방에너지소요량을 가지는 A-13, E-4동의 외피성능을 위치별로 10~40% 향상시켰을 때 최소 난방에너지소요량을 가지는 A-4, E-6동과의 차이 변화를 분석하여 Table 8, 9에 나타내었다. 외피성능 향상 시 시공자가 벽체의 두께나 재료의 선택을 자유로이 할 것을 고려하여 벽체 전체의 열관류율을 변경시켰으며 그에 따른 결과 값 산출은 건축물에너지효율 등급 평가 시 사용한 것과 동일한 프로그램을 이용하였다.

4. 시뮬레이션에 의한 난방에너지소요량 분석 결과

4.1. A 단지 분석 결과 (판상형 vs 판상형)

난방에너지소요량의 최대 및 최소값을 가지는 동의 형태가 모두 판상형인 A 단지에서 난방에너지소요량이 작은 A-4동을 기준으로 A-13동의 전면, 후면, 측면의 열관류율을 각각 변화시켰으며 결과는 다음과 같다.

Table 8을 보면 전면 벽체의 열관류율을 기존대비 40% 향상시켰을 때의 난방에너지소요량은 86.35kWh/m²a에서 82.36 kWh/m²a로 감소되었으며 후면 벽체는 80.21 kWh/m²a, 측면 벽체는 76.44 kWh/m²a로 감소되어 측면 벽체의 열관류율을 향상시켰을 때가 난방에너지소요량을 줄이는데 가장 큰 효과를 보였다. 결과 값을 토대로 도식화한 Fig. 5에서 확인할 수 있듯이 전면벽체의 열관류율을 10% 향상 시켰을 때 A-4동과 A-13동의 난방에너지소요량 차이의 변화는 약 1%의 감소를 보였다. 후면벽체의 열관류율을 10%씩 향상 시켰을 때 약 1.5% 감소하였으며 측벽인 경우 약 2.5~3%의 감소를 보였다. 따라서 측벽 외피성능 향상을 통한 에너지 절감율이 가장 큰 것을 알 수 있었으며 최소 난방에너지소요량과의 차이 또한 10.6%를 감소시켜 7.62%까지 줄일 수 있다는 것을 확인하였다.

Table 8. Heating Energy Consumption According to Thermal Performance of A Building Envelopes

Category	Heating energy consumption (kWh/m ² a)						
	Front		Back		Side		
	H.E.C	Dif. (%)	H.E.C	Dif. (%)	H.E.C	Dif. (%)	
A-13	0%	86.35	18.22	86.35	18.22	86.35	18.22
	10%	85.36	17.27	84.81	16.73	83.87	15.81
	20%	84.36	16.29	83.25	15.18	81.43	13.28
	30%	83.35	15.28	81.72	13.59	78.76	10.35
	40%	82.36	14.26	80.21	11.96	76.44	7.62
A-4	0%	70.61	-	70.61	-	70.61	-

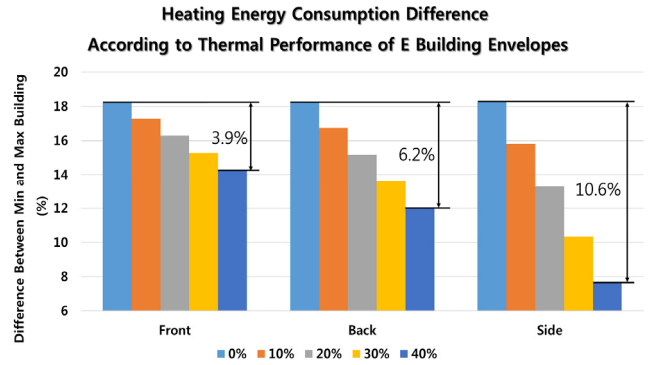


Fig. 5. Heating Energy Consumption Difference According to Thermal Performance of Building Envelopes (Between A-4 and A-13)

4.2. E 단지 분석 결과 (판상형 vs 탑상형)

E 단지에서 최소 난방에너지소요량을 가지는 동의 형태는 판상형이며 최대 난방에너지소요량을 가지는 동의 형태는 탑상형이다. 형태의 특성상 A 단지보다 E 단지가 난방에너지소요량 차이가 많이 발생하였다. A 단지와 마찬가지로 소요량이 작은 E-6동을 기준으로 E-4동의 외피성능을 변화시켰으며 결과는 다음과 같다.

Table 9에서 산출된 결과 값에서 알 수 있듯이 전면 벽체의 열관류율을 기존대비 40% 향상시켰을 때 난방에너지소요량을 살펴보면 99.05kWh/m²a에서 95.25kWh/m²a로 소폭 감소하였으며 후면벽체의 경우도 95.11kWh/m²a로 전면벽체와 마찬가지로 변화의 폭이 작게 나타났다. 반면에 측면 벽체의 열관류율을 향상시켰을 때는 85.26 kWh/m²a으로 전면과 후면 벽체에 비하여 난방에너지소요량이 크게 감소한 것을 알 수 있었다. 이를 도식화 시킨 Fig. 6에서 볼 수 있듯이 전면벽체의 열관류율을 10%의 향상시켰을 때 약 0.8% 이내의 감소를 보였으며 후면벽체를 변화시켰을 때 또한 약 0.8%이내의 감소를 나타내었다. 하지만 측면 벽체를 10%씩 향상시켰을 때에 약 2.5~3.7%의 난방에너지소요량 차이의 감소를 보였으며 총 40%를 향상시켰을 경우 최소 난방에너지소요량을 가지는 단지와의 차이를 11.26%까지 줄일 수 있다는 것을 확인하였다. 이는 판상형 아파트보다 탑상형 아파트의 세대가 비난방공간인 코어 및 외기에 면하는 측벽이 많아 벽체열손실이 크기 때문에 전면 또는 후면벽체 보다 측면벽체에 대한 효율이 향상된다면 같은 변경 조건에서 더 큰 효과를 얻을 수 있다는 결과를 도출하였다.

Table 9. Heating Energy Consumption According to Thermal Performance of E Building Envelopes

Category	Heating energy consumption (kWh/m ² a)						
	Front		Back		Side		
	H.E.C	Dif. (%)	H.E.C	Dif. (%)	H.E.C	Dif. (%)	
E-4	0%	99.05	30.33	99.05	30.33	99.05	30.33
	10%	98.10	29.66	98.07	29.64	95.85	28.01
	20%	97.14	28.97	97.09	28.92	92.61	25.49
	30%	96.19	28.26	96.10	28.19	88.29	21.84
	40%	95.25	27.55	95.11	27.45	85.26	19.07
E-6	0%	69.00	-	69.00	-	69.00	-

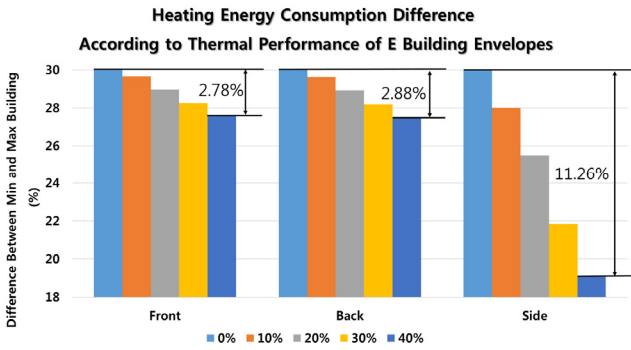


Fig. 6. Heating Energy Consumption Difference According to Thermal Performance of Building Envelopes (Between E-4 and E-6)

4.3. 건축물에너지효율등급에서의 적용 가능성

2013년 9월 이전의 에너지효율등급 본인증 평가서에서는 단지 내 동의 에너지소요량과 에너지 절감율에 대한 사항을 확인할 수 있음에도 불구하고 평가 결과는 면적가중평균으로 계산되어 단지 전체에 대한 총 에너지 절감율로써 등급을 산출하였다. 단지 전체의 에너지소요량 및 에너지 절감율로 계산되었기 때문에 단지 내 에너지를 사용하는데 열적으로 불리한 동이 있다고 하더라도 이를 고려할 수 없다. 평가기준이 10등급 체계로 개정된 인증서를 보더라도 난방, 급탕, 냉방, 조명, 환기 등의 단위면적당 에너지요구량 및 1차 에너지소요량을 알 수 있으나 단지 내 동들에 대한 사항을 알 수 있는 내용은 명시되어있지 않다. 따라서 추후 효율등급 인증서의 작성에 있어서 단지 내 동별 에너지 편차에 대한 내용을 추가한다면 아파트 거주민들이 에너지를 사용할 때 동등한 사용여건을 부여하는 환경을 만드는 데 활용할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 외피의 성능에 따라 동별 난방에너지 편차를 줄이기 위한 방안을 제시하기 위하여 건물 외피의 부위별 성능을 향상시켰을 때 난방에너지소요량의 변화와 동별 난방에너지소요량 차이에 대한 변화를 도출하였으며 결론은 다음과 같다.

- (1) 건축물에너지효율등급 인증 받은 건물에서 산출된 동별 난방에너지소요량과 실제 난방사용량을 상관분석 해보았을 때 상관계수가 모두 높은 상관관계를 나타내었으므로 실제 사용량을 분석하는데 있어서 난방에너지소요량으로 대체하여 분석 가능하다.
- (2) 난방에너지소요량 차이가 최대, 최소를 가지는 두 개의 동이 판상형인 A단지를 분석한 결과 측면, 후면, 전면 벽체의 순서대로 같은 외피성능 향상에 따른 효율변화가 큰 것을 확인하였다.
- (3) 난방에너지소요량 차이가 최대, 최소를 가지는 두 개의 동이 판상형과 탑상형인 E 단지를 분석하였을 때 난방에너지소요량이 30.33%로 가장 큰 차이를 보였다. 이는 동의 형태에 따라 코어와 외기에 면하는 측면 벽체의 면적이 넓어져서 판상형보다 상대적으로 벽체열손실이 크기 때문이다. 이에 따라 전면, 후면벽체 성능을 향상시키는 것 보다 측면벽체의 성능을 향상시켰을 때 더 큰 효과가 나타나는 것을 확인하였다.

(4) 본 연구를 바탕으로 공동주택에서 에너지의 사용에 영향을 미치는 다른 요인들을 고려하여 추가적인 연구를 진행할 필요성이 있다. 여러 가지 난방에너지 저감 방안이 존재한다면 난방에너지소요량 편차가 큰 동들이 존재할 경우 그 단지에 적용시킬 수 있는 적절한 부위별 성능 향상 방법을 선정하여 발생된 에너지 사용량 차이를 줄일 수 있을 것이다.

건축물에너지효율등급 평가프로그램은 가변난방도입법에 기초하여 건물의 난방부하를 산출하고 있으며 평가 시 운영규정에서 제시한 지역과 향으로 구분된 수직면 실내취득일사량 값을 이용하여 난방에너지소요량을 산출하므로 시간의 흐름, 일사의 영향에 따른 세부적인 부하변동에 대해서는 고려하지 못하는 한계가 있다. 추후 실내 난방부하에 영향을 미치는 요인 중 하나인 일사의 영향을 알아보기 위하여 동적시뮬레이션을 통한 연구를 진행할 계획이다.

Acknowledgements

“This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (No.2011-0028075)

Reference

- [1] 송민희, “아파트 구입시 선호 요인에 관한 연구 -수요자 맞춤형 아파트 중심으로”, 명지대학교 부동산학과 석사학위 논문. 2014 // (Song, Min Hee, A study on Preference Factors when Purchasing an Apartment, Graduate School of Real Estate & Distribution Management, Myongji University, 2014)
- [2] 안병립, 김지훈, 김지연, 장철용, “지역에 따른 주거용 건축물에너지효율등급 분석 연구”, 한국태양에너지학회 논문집, Vol.29, No.5, 2009 // (Ahn, Bying-Lip, Kim, Chi-Hoon, Kim, Ji-Yeon, Jang, Cheol-Yong, A Study on the Analysis of Building Energy Rating considering the Region, Journal of the Korean Solar Energy Society, Korea, Vol.29, No.5, 2009)
- [3] 김정구, “공동주택 도시가스 사용량에 대한 지역별 비교연구”, 동아대학교 산업정보대학원 석사논문. 2014 // (Kim, Jeong-Goo, A Comparative Study on the Regional Groups of City Gas Consumption in Apartment Housing, Graduate School of Architectural Engineering, Dong-A University, 2014)
- [4] 박선효, 이현정, 권경우, 이병석, 김양섭, “지역난방 공동주택의 단지별 난방사용량 분석연구”, 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회 논문집, Vol.32, No.1, 2012.3.29. // (Park, Sun-Hyo, Lee, Hyun-Jung, Kwon, Kyung-Woo, Lee, Byung-Seok, Kim, Yang-Sub, “Heating Energy Consumption Analysis of the Apartment Applied District Heating System” Conference Journal of The Solar Energy Society, Korea, 2012.3.29)
- [5] 김민규, 박효순, 송규동, “지역 및 주동형태별 공동주택 외피 단열성능에 따른 건물에너지효율등급 평가 및 분석”, 설비공학논문집, 제 25권, 제 2호, 49-54, 2013 // (Kim, Min-Kyu, Park, Hyu-Soon, Song, Kyoo-Dong, “Evaluation and Analysis of Building Energy Rating System According to Insulation Performance of Building Envelope in Regional and Building Form of Apartment House” Journal of The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers, Korea, Vol.25, No.2, 2013)
- [6] 이지은, 이강엽, “아파트의 평면 형태에 따른 채광 및 에너지성능 비교”. 대한건축학회논문집, 제 30권, 제 3호, 113-120 // Lee, Ji-Eun, Lee, Kang-Up, “Comparison of Daylighting and Energy Performance According to Apartment Floor Shapes” Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.30, No.3, 2014.3)
- [7] 건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정 (2011.4.5. 시행규정) // Operation Regulation in Building Energy Efficiency Rating Systems