



창호의 단열성능 간이 개선방법의 비교 분석

A Comparative Evaluation on the Thermal Insulation Performance of Windows according to the Temporary Improvement Method.

이성진* · 김정국** · 김종훈*** · 정학근**** · 이진숙***** · 장철용*****

Lee, Sung-Jin* · Kim, Jeong-Gook** · Kim, Jonghun*** · Jeong, Hakgeun**** · Lee, Jin-Sook***** · Jang, Cheol-Yong*****

* Dept. of Architectural Engineering, Chung Nam National Univ. South Korea (sjleeki@kier.re.kr)

** Korea Institute of Energy Research, 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 Engineering, Chung Nam National Univ. South Korea (js-lee@cnu.ac.kr)

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

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the thermal insulation performance of windows according to the formation of air layer and to evaluate its energy efficiency on a selected standard house. A thermal insulation test, KS F 2278 was used to measure U-values (Heat transmission coefficients) for the following three cases: the first case (Case 1) is a Low-E pair glass (Argon injected), the second case (Case 2) is a Low-E pair glass with the air cap attached on the glass surface, and the third case (Case 3) is a Low-E pair glass, on the frame of which the air cap is attached. The evaluation of the energy efficiency was conducted according to a building energy calculation method from ISO 13790, calculation of energy use for space heating and cooling, using the U-values obtained from the thermal insulation tests. As results of the tests, the U-values of Case 1, Case 2, and Case 3 were 1.668W/m²·K, 1.568W/m²·K, and 1.319W/m²·K respectively. The Case 2 had about 5.9% lower value than the Case 1, and the Case 3 had about 20.9% lower value than the Case 1. It seems that the thermal performance of the windows is attributed to an increase of the heat resistance and the thickness of air layer. An evaluation of the energy efficiency of the three cases on the selected standard house showed that the amount of heating energy demand per unit area was 7.776kWh/m²·yr for the Case 1, 6.856kWh/m²·yr for the Case 2, and 4.856kWh/m²·yr for the Case 3. This study suggests that the formation of air layer (by using air cap) and its thickness should reduce the heat energy demand and thus improve the energy saving efficiency

KEYWORD

단열성능
창호
KS F 2278
공기층 형성
에어캡

Thermal Insulation
Windows
Air layer
KS F 2278
Air cap

ACCEPTANCE INFO

Received September 29, 2014
Final revision received December 3, 2014
Accepted December 8, 2014

© 2014 KIEAE Journal

1. 서론

국내외적으로 불안정한 세계 경제 동향과 더불어 에너지 비용의 문제로 인해 최근 에너지 소비절약에 대한 중요성은 점점 더 커지고 있다. 특히 우리나라는 에너지 해외의존도가 높으며, 이중 에너지 소비에 있어서 건축부분이 차지하는 비율은 국내 전체 에너지 소비량의 약 24%에 달하며, 산업 등 다른 분야에 비해 연간 에너지 소비증가율이 큰 추세이다. 이렇게 건물의 에너지 소비량이 높은 주원인은 건물 외피의 단열성능과 직접적인 관련이 있으며, 건물의 외피 중에서도 창호는 일반 벽체의 열손실에 비해 약 6배 이상의 열손실을 발생한다. 창호는 건물의 외관에서 큰 영향을 미칠 뿐 아니라 채광이나 조망, 환기 등 다양한 기능을 제공하는 중요한 외피의 구성요소이다. 최근에는 삶의 질 향상과 더불어 채광, 조망, 환기 이외에도 쾌적성이나 에너지 절약의 관점에서 창호의 성능이 향상을 꾸준히 요구되고 있다[1].

창호는 건축물의 주된 열손실과 열취득의 경로로서 냉·난방 에너

지 소비 절감을 위해 고려되어야 할 중요한 건축요소이다. 정부는 2012년 7월부터 창호 제품의 열적 성능을 객관적으로 나타낼 수 있는 ‘창호 에너지 소비 효율 등급 표시제’를 시행하고 있으며, 이는 창호에 대한 열에너지 관리의 중요성을 시사하고 있다.

창호를 통한 에너지 손실을 막기 위하여 다양한 연구가 진행되어 왔다 [2]. 유리의 성능 향상방법으로서, 복층 창유리, 저방사 로이(Low-emissivity)코팅, 비활성 가스 충전 등이 있다. 복층 창유리는 두 장의 유리 사이에 밀봉된 건조공기가 판유리와 판유리 사이의 열전도를 감소시킴으로써 단열성능을 발휘한다. 저방사 로이코팅은 은(Silver), 티타늄(Titanium), 스테인리스강(Stainless steel) 등을 유리면에 코팅하여 투명성은 유지하는 동시에 적외선만을 재반사시켜 복사 에너지의 의한 손실을 막는다. 비활성 가스 충전은 복층 창유리에 건조공기 대신 열전달률이 더 낮은 아르곤(Ar)이나 크립톤(Kr)을 충전시켜 단열성능을 얻는 방법이다. 이 외에도 금속 재질의 창문에 폴리아미드(Polyamide)나 폴리우레탄(Polyurethane)과 같은 열교 차단제를 사용하는 방법, 프레임(Frame)과 열교현상이 일어나기 쉬운 간방(Spacer)의 재질을 PVC(Poly vinyl chloride)와 같은 단열성능이

큰 재료를 사용하는 방법이 있다. 이 밖에도 Silding, Lift & Sliding, Tilt & Turn과 같은 창문의 개폐방식을 이용한 창문의 성능 향상방법이 있다. 하지만 이런 방법들은 주로 건물을 처음 시공할 때 사용하는 방법으로서 재료비와 설치비용이 많이 들기 때문에 기존주택에 적용하기 어렵다는 단점이 있어 왔다. 최근 시중에서는 기존주택의 단열성능 향상을 위해서 설치가 손쉽고 비용이 적게드는 단열방법으로, 기설치 된 창호에 에어캡(Air cap)을 붙여 공기층을 형성시킴으로써 단열성을 높이는 방법이 널리 시도되고 있다.

이와 관련하여, 본 연구에서는 창호에 에어캡을 부착하여 공기층을 형성했을 때 단열성능이 어떻게 향상 되는지 실험을 통해 확인하고, 이를 토대로 ISO 13790을 기반으로 한 건축물의 난방에너지 요구량을 이용하여 건축물의 에너지 효율이 얼마나 향상되는지를 비교, 분석하고자 하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1. 로이복층유리

로이복층유리는 유리의 Glazing에 적외선 반사율이 높은 특수금속막을 코팅시켜 복층 창으로 제작한 창호이다. 특수금속막은 가시광선을 투과시켜 실내의 채광성을 높여주고, 적외선은 반사하므로 실내외 열의 이동이 적어 일반창호에 비하여 단열성능이 좋다. 실험에 사용한 복층유리(Fig. 1)는 24mm (6mm cl + 12mm Ar +6mm Low-E) 두께로 아르곤이 충전되어 있다.



Fig. 1. Picture of pair glass used in this experiment.

2.2. 에어캡

에어캡은 기포가 들어간 필름의 일종으로 원래는 미국의 Sealed Air Corporation 회사 제품에 대하여 붙여진 이름이지만 최근에는 기포가 들어간 필름의 대명사처럼 쓰이고 있다. 형상은 2장의 폴리에틸렌(polyethylene) 필름을 포개어 그 사이에 공기를 충전 한 것이다. 완

충포장용에 사용되는 것 외에, 단열효과를 이용하여 보온용, 보냉용에도 사용한다. 본 연구의 단열실험에서 사용한 에어캡은 일반 시중에서 쉽게 구입 할 수 있는 제품으로 3T 두께의 제품을 사용하였다.

2.3. 실험장치 및 조건

본 실험에서 열관류율의 측정은 한국산업표준에서 제시하는 KS F 2278에 의거하여 수행하였다. Fig. 2, 3는 실험 장치의 개념도와 장치의 사진이다[3].

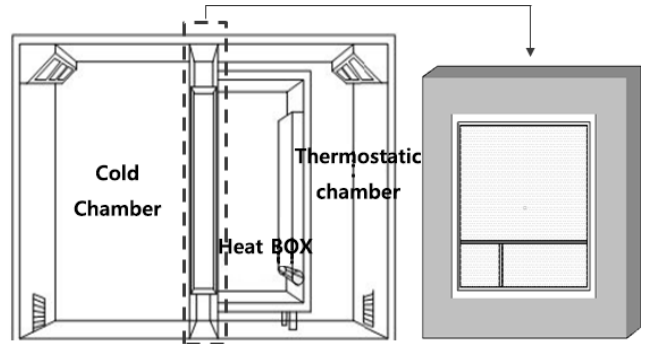


Fig. 2. Experimental apparatus (Schematic diagram) for the thermal insulation test.



Fig. 3. Experimental apparatus (Picture) for the thermal insulation test.


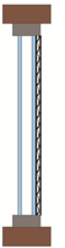

실험장치는 저온실, 항온실, 가열실, 냉각장치 (Cooling AHU)로 구성되어 있으며, 가열실 내부 기류 교반장치, 저온실 냉풍 취출장치, 온도측정 장치, 전력 측정 장치 등을 갖추고 있다. U-value 값을 측정하기 위해 2,000mm × 2,000mm 크기의 창문에 에어캡을 부착한 뒤 저온실의 공기 온도를 0°C, 항온실 및 가열상자의 공기 온도를 20°C로 설정하여 정상상태를 유지시키며 기류교반장치와 전기히터의 열량을 측정하여 열관류율값을 계산하였다. 시험체 표면 열저항은 KS F 2278에 따라 가열상자 측이 0.11 ± 0.02 m²K/W, 저온실 측이 0.05 ± 0.02 m²K/W 범위로 설정하였으며, 실험에서 설정한 챔버의 내외부 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental Condition at the inside and outside of the chamber.

Classification	Temperature	Remarks
Heat box	20 ± 1 (°C)	Inner surface heat transfer resistance : 0.113(m ² ·K/W)
Cold chamber	0 ± 1 (°C)	External surface heat transfer resistance : 0.052(m ² ·K/W)

공기층이 형성된 창호의 단열성능을 비교하기 위해, 실험은 대조군으로 로이복층유리(Case1), 실험군으로 유리면에 에어캡을 부착한 로이복층유리(Case2)와 프레임에 에어캡을 부착한 로이복층유리(Case3)를 실험용 룸(Room)에 설치하여 전력량과 내외부 온도분포를 측정하여 열관류율을 결정하였다. 단열실험의 케이스별 주요 사양 및 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Specification of the windows used in the thermal insulation test.

Classification	Case 1	Case 2	Case 3
Specification	6mm cl + 12mm (Ar) + 6mm LowE	6mm cl + 12mm (Ar) + 6mm LowE + air cap (attached on the surface)	6mm cl + 12mm (Ar) + 6mm LowE + air cap (attached on the frame)
Remarks			

3. 실험결과

실험은 가열 상자와 저온실 간의 공기 온도차의 변동이 1시간당 3% 이내인 정상상태에서 30분 간격으로 3회를 측정하였다. 열관류율을 결정하기 위한 히터와 팬의 열량 측정결과는 Table 3와 같다.

Case 1의 히터 열량의 평균값은 135.34 W, 팬 열량의 평균값은 6.98 W로 측정되었다. Case 2의 히터 열량 평균값과 팬 열량 평균값은 각각 127.29 W, 6.94 W로 측정되었고 Case 3의 히터 열량 평균값과 팬 열량 평균값은 112.16 W와 6.92 W로 측정되었다.

창호의 열관류율은 측정된 저온실과 가열실의 내부 온도와 히터의 열량과 팬의 열량, 그리고 교정열량을 이용하여 다음의 식(1)로부터 결정하였다[4].

Table 3. Heat consumptions of heater and fan measured for the three cases.

Classification		Heat consumption (W)			
		First	Second	Third	Average
Case 1	Heater	135.53	135.25	135.24	135.34
	Fan	6.98	6.96	6.99	6.98
Case 2	Heater	127.05	127.27	127.54	127.29
	Fan	6.96	6.90	6.95	6.94
Case 3	Heater	112.40	111.63	112.45	112.16
	Fan	6.93	6.89	6.94	6.92

$$\frac{1}{K} = \frac{(\theta_{Ha} - \theta_{Ca}) \times A}{Q_H + Q_F - Q_I} + \Delta R \quad (1)$$

여기서,

K : 열관류율

θ_{Ha} : 실내 평균공기온도

θ_{Ca} : 실외 평균공기온도

A : 전열 개구면적

Q_H : 가열 장치 공급 열량

Q_F : 기류 교반 장치 공급 열량

Q_I : 교정열량

ΔR : 표면 열 전달 저항의 보정값

Case 1(로이복층유리)의 열관류율은 1.668 W/m²·K, Case 2(로이복층유리+유리면 에어캡 부착)는 1.568 W/m²·K, Case 3(로이복층유리+프레임 에어캡 부착)은 1.319 W/m²·K로 각각 측정되었다. 아래의 Table 4는, 실험에서 구한 측정값과 창호의 열관류율 계산방법[5]을 이용하여 계산한 계산값을 나타낸다. 이를 비교하여 결과값이 서로 유사함을 확인할 수 있었다.

Table 4. U-values of cases (Case 1, Case 2, Case 3) determined using equation (1).

Cases	U-value	
	Experimentation	Calculation
Case 1	1.668 (W/m ² ·K)	1.666 (W/m ² ·K)
Case 2	1.568 (W/m ² ·K)	1.560 (W/m ² ·K)
Case 3	1.319 (W/m ² ·K)	1.307 (W/m ² ·K)

계산에서 적용한 에어캡으로 형성된 공기층의 열저항은 ‘건축물의 에너지절약설계기준’의 ‘열관류율 계산시 적용되는 중공층의 열저항’ 값을 적용하였으며 이는 아래의 Table 5와 같다.

Table 5. The thermal resistance of air layer that is applied when calculating thermal performance.

Classification	Thickness of air layer	Thermal resistance of air layer (m ² ·K/W)
Airtight production	below 2 cm	0.086×da(cm)
	exceed 2 cm	0.17
construction at site	below 1 cm	0.086×da(cm)
	exceed 1 cm	0.086

열관류율은 참고문헌에서 알 수 있듯이[5], 단열재 구성물질의 열전도율이 작을수록 또 그 구성물질의 두께가 증가할수록 더 작은 값을 가지며, 형성된 중공층의 열저항이 클수록 작아진다. 이것은 본 연구에서 에어캡에 의해 확보된 공기층의 두께가 창호의 열관류율 감소에 영향을 미치고 있음을 뒷받침 해 주고 있다.

창호의 단열성능은 Case 1 < Case 2 < Case 3의 순이었다. 즉, Case

1과 Case 2를 비교하면 유리면에 에어캡을 부착한 복층유리가 일반 복층유리에 비하여 열관류율 값이 약 5.9% 감소하였다. 이는 에어캡 속에 들어있는 중공층의 열저항이 열관류율에 영향을 주기 때문이다. 또 Case 1과 Case 3을 비교하면 프레임에 에어캡을 부착한 복층유리가 일반 복층유리에 비해 열관류율이 약 20.9%가 감소함을 알 수 있는데, 이것은 Case 3의 열관류율이 에어캡에 의한 공기층 형성 뿐만 아니라 유리 와 에어캡 사이의 프레임에 의한 공기층과 프레임에 부착된 공기층만큼 열저항이 상승했기 때문이다.

4. 공기층 형성을 적용한 주택 에너지 효율분석

4.1. 건축물 에너지효율분석

건축물의 에너지효율분석은 국제 표준인 ISO 13790을 이용하여 건축물의 난방에너지 요구량을 산출, 분석한다. ISO 13790을 기반으로 한 건물 에너지 요구량 분석방법으로는 영국의 국가 기준인 SAP 2009(The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings) 및, 독일의 Passive House Institute의 PHPP 2007(Passive House Planning Package)[6], 우리나라의 '건축물 에너지효율등급 인증제도' 등에서 사용하고 있는 방법이다. 계산 방법으로는 Monthly Calculation Method를 적용하며 시간간격이 한 달이라는 단점이 있기는 하나, 난방 및 냉방 에너지요구량 산출시, 구조체의 열용량을 반영해 줄 수 있는 장점이 있다[7].

4.2. 주택의 월별 연간 난방 에너지요구량 산출방법

ISO 13790은 건물의 난방 및 냉방 에너지요구량 산출 방법을 규정한 것으로 Monthly Calculation Method, Simple Hourly Calculation Method, Dynamic Simulation Method 등 다양한 계산 방법을 제시하고 있다[7]. 본 논문에서는 이 중 Monthly Calculation Method으로 난방 에너지요구량을 산출하였다. 적용된 Monthly Calculation Method는 건물에서의 외피 및 환기 열손실, 내부발열, 일사열획득을 계산에 포함하며 난방에너지 요구량은 월평균 외기온도에 대한 난방 설정온도를 유지하기 위해 요구되는 열량 값을 의미한다. 이 방법에서 난방 에너지요구량을 산출하는 과정은 아래의 Fig. 4와 같고 구체적인 난방 유효계수 및 난방에너지 요구량 산출식은 식(2) - (13)과 같다[8].

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (2)$$

여기서,

$Q_{H,nd}$: 연속난방시 난방 에너지요구량(MJ)

$Q_{H,ht}$: 난방모드에서의 총 전열량(MJ)

$\eta_{H,gn}$: 난방모드에서의 획득열량 유효계수

$Q_{H,gn}$: 난방모드에서의 총 획득열량(MJ)

식 (2)에서 난방모드에서의 총 전열량($Q_{H,ht}$)은 외피 및 환기 전열량을, 난방모드에서의 총 획득열량($Q_{H,gn}$)은 내부발열량 및 일사열 획득량을 말한다. 유효계수($\eta_{H,gn}$)은 난방모드에서 획득된 열량이 손실열량을 감소시키는데 활용되는 정도를 나타내는 계수로서, 총

전열량과 총 획득열량의 열평형비율(heat-balance ratio)과 구조체의 열용량을 반영하여 계산한다.

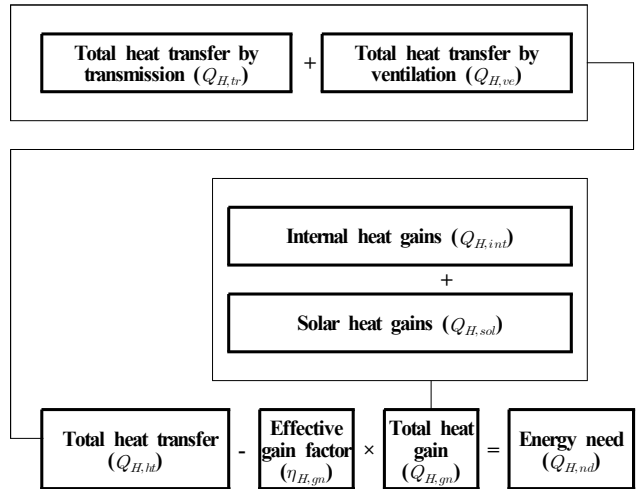


Fig. 4. Flow chart of ISO 13790 Monthly calculation Method in heating condition.

난방모드에서의 총 전열량($Q_{H,ht}$)과 총 획득열량($Q_{H,gn}$)은 식 (3), (4) 과 같고 총 전열량($Q_{H,ht}$)은 난방 설정온도($\theta_{int,set}$)와 월평균 외기 온도(θ_e)에 따라 결정된다.

$$Q_{H,ht} = Q_{H,tr} + Q_{H,ve} \quad (3)$$

$$Q_{H,gn} = Q_{H,int} + Q_{H,sol} \quad (4)$$

$$Q_{H,tr} = H_{tr} (\theta_{int,set} - \theta_e) t \quad (5)$$

$$Q_{H,ve} = H_{ve} (\theta_{int,set} - \theta_e) t \quad (6)$$

여기서,

$Q_{H,tr}$: 난방모드에서의 외피 전열량(MJ)

$Q_{H,ve}$: 난방모드에서의 환기 전열량(MJ)

H_{tr} : 외피 총 전열계수(W/K)

H_{ve} : 환기 총 전열계수(W/K)

$\theta_{int,set}$: 난방 설정온도(°C)

t : 계산시간간격(Ms)

난방 에너지요구량 산출을 위한 식 (2)에서 획득열량 유효계수 ($\eta_{H,gn}$)는 아래 식 (7)~(13)으로 계산된다.

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad (7)$$

$$\text{if } \gamma_H > 0 \text{ and } \gamma_H \neq 1: \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad (8)$$

$$\text{if } \gamma_H = 1: \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad (9)$$

$$\text{if } \gamma_H < 0: \eta_{H,gn} = \frac{1}{\gamma_H} \quad (10)$$

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{T_{H,0}} \quad (11)$$

$$\tau = \frac{C_m / 3,600}{H_{tr} + H_{ve}} \quad (12)$$

$$C_m = \sum (\kappa_j \times A_j) \quad (13)$$

여기서,

γ_H : 난방모드에서의 Heat-balance Ratio

a_H : 시간 상수(τ_H)에 따른 계수

$a_{H,0}$:참고 계수

τ : 건물 존의 시간 상수(h)

$\tau_{H,0}$:참고 시간 상수(h)

C_m : 건물이나 존의 실내 공기와 직접 접촉하는 건물 요소 열용량의 합(J/K)

κ_j : 최대 유효두께 0.1m를 가지는 요소면적마다의 실내 열용량(J/m²K)

A_j : 건물 요소 j의 면적(m²)

식 (11)의 참고계수($a_{H,0}$)와 참고 시간상수($\tau_{H,0}$)는 ISO 13790에서 표로 제시하고 있다. 이 값들은 각 국가별로 상황에 맞는 값을 적용할 수 있으나 별도의 정한 값이 없을 경우, 표에서 제시하는 값을 사용한다. ISO 13790에서 제시된 참고계수와 참고 시간상수는 다음 Table 6 와 같다.

Table 6. Values of the numerical parameter, $a_{H,0}$ and reference time constant, $\tau_{H,0}$

Method	$a_{H,0}$	$\tau_{H,0}$
Monthly calculation method	1.0	15
Seasonal calculation method	0.8	30

Values of $a_{H,0}$ and $\tau_{H,0}$ may also be provided at national level.

4.3. 대상 건축물 선정

에너지효율분석을 위해 선정된 건축물은 농어촌표준주택으로, 농어촌주택 설계를 위한 시간적, 경제적 부담을 덜어주기 위해 미리 작성되어, 국민들의 취향에 따라 이를 선택 적으로 이용할 수 있도록 한 주택을 말한다. 이것은 건설교통부장관에 의해 공고된 설계도서로 시청, 군청등 행정기관에서 상시 열람이 가능하다[9].

주택의 규모는 지상 1층. 대지면적 660.00m², 건축면적 85.77m², 연면적 85.77m², 경량철골 + 목구조를 이루어져 있다. 방위는 남향, 창호는 복층창이며 프레임은 PVC 재질, 창면적비는 35%에 달한다. Fig. 5는 해당 주택의 평면도이다.

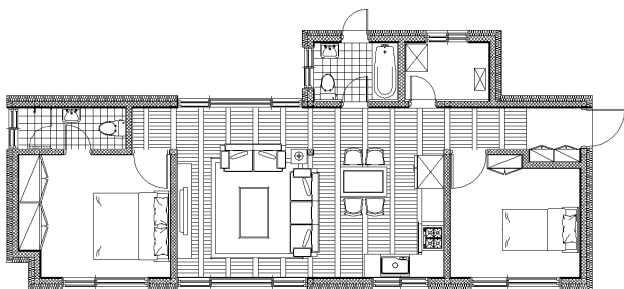


Fig. 5. Plan of representative house.

에너지효율분석에 사용된 건물의 물성치는 “건축물의 에너지 절 약 설계기준” 에 관한 규칙[별표4] 지역별 건축물 부위의 열관류율 표”에 명시된 값을 사용하였으며 아래의 Table 7 와 같다.

Table 7. U-value of structural walls and windows used in evaluating the thermal efficiency of the selected houses.

Classification		U-value (W/m ² K)
Thermal performance of Structure	External wall	0.27
	Interior wall	0.37
	Roof	0.18
	Floor	0.29
Thermal performance of Window	Window	2.1
	Indirect window	2.6

4.4. 건축물의 에너지효율 분석결과

본 연구에서 공동주택의 에너지효율 분석을 위해 적용한 창호는 앞에서 기술한 단열실험에서와 같이 3가지 케이스를 적용하였다. Case 1은 로이복층유리만을 적용한 경우로 열관류율 1.668W/m²·K, Case 2는 로이복층유리의 유리면에 에어캡을 부착한 경우로 1.568W/m²·K, Case 3은 로이복층유리의 프레임에 에어캡을 부착한 경우로 1.319W/m²·K의 열관류율값을 사용되었다. 분석 과정은 위의 식 (2)~(13)을 이용해 Monthly Calculation Method으로 난방에너지 요구량을 산출하여 각 결과값의 편차를 비교하였다.

Table 8. Calculation results obtained from the energy efficiency evaluation on the selected houses.

Cases	U-value (W/m ² ·K)	Heating energy demands (kWh/m ² ·yr)
Case 1	1.668	7.776
Case 2	1.568	6.856
Case 3	1.319	4.856

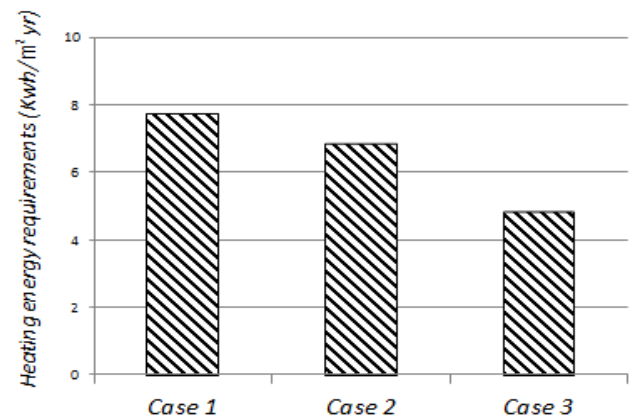


Fig. 5. Heating energy demands per unit area for the three cases.

분석결과로서 단위면적당 난방에너지 요구량(Table 8 Fig. 6)을 비교해보면, Case 1의 경우 7.776kWh/m²·yr, Case2의 경우 6.856kWh/m²·yr, Case 3이 적용된 경우는 4.856kWh/m²·yr의 값을 가졌다. 즉

Case 1보다 Case 2와 Case 3의 난방에너지 소요량이 작아지는데, 이는 창호에 공기층이 형성됨으로써 단열성능이 향상되고 그에 따른 창문을 통한 열손실이 작아지기 때문이다.

위 에너지효율 분석결과를 보면, 난방에너지 요구량 측면에서는 Case 2가 Case 1과 비교하여 약 11.83%가 감소하였고, Case 3은 Case 1에 비하여 약 37.55%가 감소하였다. 반면에 창문의 열관류율에서 Case 1과 비교한 Case 2와 Case 3이 각각 5.9%와 20.9%의 성능향상이 나타났는데, 이것은 난방에너지 요구량을 구하는 방법에 있어서 창호 외에 다른 요인이 영향을 미치지기 때문에 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 공기층 형성 두께에 의한 창호의 단열성능 향상을 분석하기 위하여 KS F 2278 실험방법에 따라 로이복층유리, 로이복층유리 유리면에 에어캡을 부착한 경우, 로이복층유리 프레임에 에어캡을 부착한 경우 등 3가지에 대해서 열관류율을 측정하였다. 그리고 이를 ISO 13790 난방 에너지 요구량 계산을 통하여 건축물의 효율을 분석하였다.

본 논문의 결론은 다음과 같다.

(1) 열관류율 측정결과는 Case 1의 경우 $1.668\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, Case 2의 경우 $1.568\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, Case 3의 경우 $1.319\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 의 값을 가졌으며, Case 2는 Case 1에 비해 단열성능이 약 5.9% 높으며 Case 3은 Case 1에 비해 20.9%가 높았다. 이는 창호에 형성된 공기층이 두께에 따라 열저항이 비례해 상승하며 열관류율은 낮아짐을 확인할 수 있었다.

(2) 공기층 형성을 적용한 공동주택의 에너지 효율 분석결과, 단위면적당 난방에너지 요구량은 Case 1 가장 많고 그 다음으로 Case 2, Case 3의 순서였다. 이는 창호의 공기층 형성 두께에 따라 난방에너지 요구량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

(3) 이처럼 형성된 공기층의 두께에 비례하여 창호의 열저항이 향상되고 향상된 열저항만큼 주택의 열손실이 작아져 에너지 요구량이 작아짐을 알 수 있었다. 이를 통해 공기층 형성을 이용한 단열재를 통해 저렴한 재료비와 간단한 설치작업을 통해 기존주택의 창호의 단열 성능을 개선 할 수 있음을 확인했다.

Acknowledgements

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

References

- [1] Jang, Cheol-Yong, "A study on the Insulation Performance of the SuperWindow considering the Evaluation of Building Energy Rating", Journal of Korean Solar Energy Society Vol.30 No1 2010. 2.
- [2] Jang, Cheol-Yong, "The technical Status of Windows", Journal of Korean Society of Mechanical Engineers Vol.50 No7 2010. 7.
- [3] Lee, Jin-Sung, "Estimation of Insulation Performance Forecast Formula According to the Window Components", Journal of Architectural

- Institute of Korea Vol.25 No5 2009. 5.
- [4] Korea Standard Information Center, "Test Method of Thermal Resistance for Windows and Doors", 2008
- [5] James R. Welty et al, "Fundamentals of Momentum, Heat and Mass transfer (5th edition)", John Wiley and Sons 2007.
- [6] W. Feist, "PHPP(Passive House Planning Package)", Passiv Haus Institut, 2007
- [7] Kwak, Hee-Jeong, "A Study on the Gain Utilization Factor of Energy Demand in Monthly method of ISO 13790", Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building System 2012. 10.
- [8] ISO 13790, "Calculation of energy use for space heating and cooling", International Organization for Standardization, 2008
- [9] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Building Energy Conservation Design Standards", 2011