
A-zone(아존) 단열창호의 에너지 절약실험 및 경제성 평가

- 한국에너지 기술연구소 1994. 10. 4 실험보고서 내용을 중심으로...

한 국 에 너 지 기 술 연 구 소

우305-343 / 대전직할시 유성구 장동 71-2 / 유성우체국사서함 103호 / (042)860-3771-7 / 전송861-6224

문서번호 연관600-1227

시행일자 1994. 10. 4.

수 신 (주)경남금속 대표이사

참 조

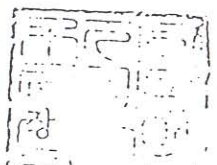
적 목 연구보고서 송부

선 견			지	
집	일자		시	
수	번호		경	
치 리 과			재	
담 당 자			공	
			급	

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 우리연구소와 귀사간에 '94. 8. 18에 계약체결하여 수행한 "장호계통의 열간규율 및 기밀 성능 측정평가"에 대한 연구결과 보고서등 별첨과 같이 송부합니다.

첨부 : 연구결과 보고서 2점



목 차

제 1 장	서론	1
제 2 장	창호의 열관류율 측정	3
제 1 절	측정 개요	3
제 2 절	열관류율 측정 방법 및 측정 장치	4
제 3 절	열관류율 계산 방법	9
제 3 장	창호의 기밀 성능 측정	11
제 1 절	측정개요	11
제 2 절	창호 기밀 성능 측정 방법 및 측정 장치	12
제 3 절	통기량 계산 방법	14
제 4 절	창호의 기밀성 등급	15
제 4 장	측정결과 및 분석	16
제 1 절	창호 기밀 성능 측정 결과 분석	16
제 2 절	창호 열관류율 측정 결과 분석	18
제 5 장	창호의 경제성 분석	24
제 1 절	에너지 소요량 및 공사비 산정	24
제 2 절	경제성 분석	29
제 6 장	결론	32
참고 문헌	33
부록	34

제 1 장 서 론

창호는 건물의 외피 중에서 열적으로 가장 취약한 부위이다. 현재 시행되고있는 건축법에 의하면 창호가 가지는 열관류율의 규제치는 $2.9 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$ 로서 벽체의 열관류율 규제치인 $0.4 \sim 0.5 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$ 에 비해서 약 6배에서 7배정도가 되는데 이는 창호를 통해서 손실되는 열량이 같은 면적을 가지는 벽체에 비해서 6-7배에 상당한다는 것을 의미하는 것으로서 창호의 단열이 대단히 중요한 것이라는 사실을 알 수 있다.

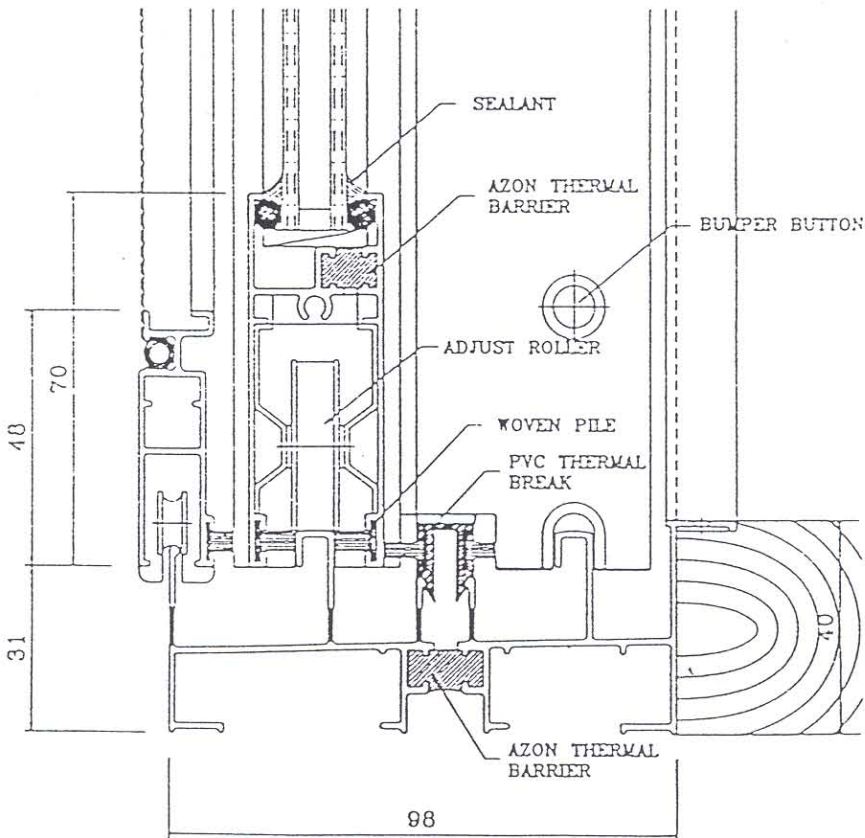
창호를 통과하는 에너지는 크게 나누어 다음과 같은 세가지 형태로 분류할 수 있다. 즉 유리창을 경계로 실내외에 온도차가 발생하는 경우 고온측에서 저온측으로 전달되는 관류율과 유리창을 통해 실외에서 실내로 입사되는 태양에너지, 그리고, 마지막으로 실내외의 압력차이에 의해 창호 부위의 틈새를 통해 빠져나가고 들어오는 공기에 의한 열교환이 있다.

일반적으로 알루미늄 창호는 알루미늄 자체의 물리적인 성질로 인하여 높은 열전도를 가지며, 제작상의 문제점으로 인하여 높은 침기량으로 열적으로 문제점을 지니고 있다. 또한 혹한기에 실내외 온도차이에 의하여 발생하는 결로 현상이 기존의 금속제 창호에서 실내환경을 저해하고, 창호의 수명을 단축시키는 요인이 되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 PVC 창호와 고기밀성 시스템 창호등이 등장하고 있으나, 이러한 창호들은 가격이 비싸고 자체 하중이 커서 구조상으로 휨이 발생하거나 변색등의 문제점이 따르고 있다.

K금속에서 개발한 단열샷시창호는 알루미늄 창틀의 높은 열전도성을 보완 하기 위하여 [그림 1-1]에서 보는 바와 같이 A-ZONE이라는 공법을 사용하여 알루미늄 압출바의 실외면과 실내면 중간에 AZON SU-207-35T이라는 단열성 고강도 폴리우레탄을 사용하여 A-ZONE이라는 단열공간을 구성하여 HEAT BRIDGE를 차단한다. 또한 기밀성능을 향상시키기 위하여 창틀과 창호가 밀착되는 부위에 게스켓을 설치하였고, 창틀과 창문사이의 요철이 일반창에 비해 더 깊게 되어 있으며, 창문의 요철 부분에 고무 게스켓을 설치하였다.

건물에너지 절약과 국민의 주거환경 개선이라는 측면에서 열적성능이 우수하고, 경제성이 있는 창호의 개발, 제작 및 보급은 매우 중요한 일이며, 이러한 관점에서 단열샷시 창호를 개발하여 보급하는 것은 상당히 고무적인 일이며 본 제품의 열적성능을 정확히 측정 평가해 본다는 것은 창호 수요자들을 위하여 원하는 제품을 선택할 수 있는 자료를 제공할 수 있다는 점에서 매우 중요한 일이다.

본 보고서의 구성은 K금속 단열 샷시창호의 열적성능을 평가하기 위하여 제 2 장에서 창호의 열관류를 측정 방법 및 실험, 제 3 장에서 창호의 기밀성능 측정법 및 실험, 제 4 장에서는 측정결과 및 분석을 기술하였고, 제 5 장에서는 단열샷시창호를 설치했을 경우의 경제성에 대하여 투자회수법을 적용하여 분석하였다.



[1-1] K-금속 단열샷시 창호 단면도

제 2 장 창호의 열관류율 측정실험

제 1 절 측정개요

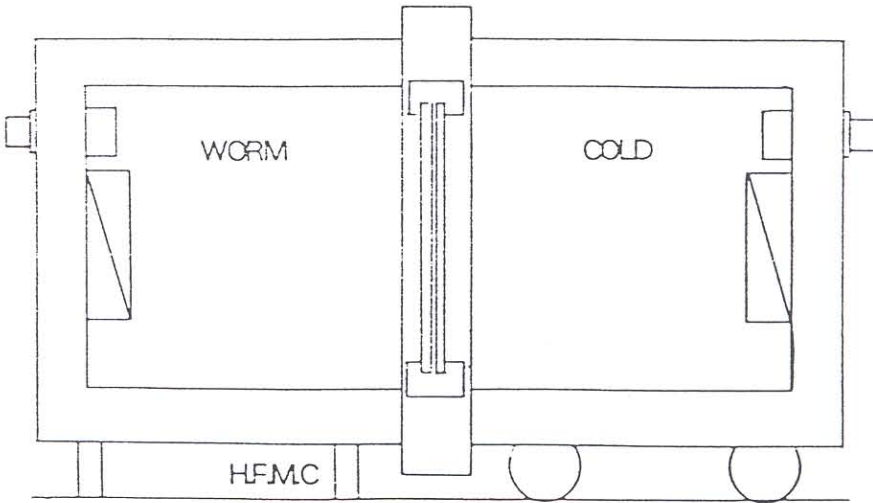
온도가 서로 다르게 유지되는 두개의 CHAMBER(WARM, COLD) 사이에 측정대상 시험체를 설치한다. 각 CHAMBER내의 공기온도(AMBIENT TEMPERATURE)는 정상 상태로 유지되며 이때 시험체를 통한 열류량 또한 일정한 값을 갖게 된다. 시험체 양면의 표면 온도차에 의해 구해진 열전달저항은 유리와 창틀의 면적비 및 시험체의 열류량에 의해 평균화된다. 열관류율은 여기에 표면 열전달저항의 기준값을 적용하여 계산된다. 온도 조절이 가능한 두 CHAMBER 사이의 개구부는 최소한 시험체 크기 이상이 되어야 하며 시험체의 가장 자리는 적정한 단열이 되어야 한다. 또한 시험체 표면 근처의 공기온(AMBIENT TEMPERATURE)이 거의 일정하도록 조절이 되어야 한다. WARM CHAMBER 내의 시험체 표면열전달율은 $12\text{W}/\text{M}^2\cdot\text{K}(=10\text{Kcal}/\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C})$, COLD CHAMBER 내에서는 $23\text{W}/\text{M}^2\cdot\text{K}(=20\text{Kcal}/\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C})$ 를 초과하지 않아야 한다. 온도측정시는 열전대를 이용하는 것이 좋으며 필요 측정 부위는 다음과 같다.

- a) 시험체의 표면온도
- b) 양 CHAMBER내의 기온
- c) 시험체(창호) 각 부위의 열류량

이때 열류계를 이용하여 열류량을 측정하기 위해서는 시험체의 대표면에 대하여 유리와 창틀에 각각 열류 센서를 부착시켜야 한다.

제 2 절 열관류율 측정방법 및 측정장치

열관류율 측정방법은 KS, ASTM, DIN, JIS, 등에 규정되어 있으며 크게 나눠 보호열상자(GUARDED HOT BOX), 열량교정상자(CALIBRATED HOT BOX), 열류계(HEAT FLOW METER)를 이용하는 방법으로 구분할 수 있다. 창호의 열전달저항 및 열관류율의 측정법은 DIN 52619 PART 1 (DETERMINATION OF THERMAL RESISTANCE OVERALL HEAT TRANSFER OF WINDOWS-MEASUREMENT OF THE WHOLE STRUCTURE)에 규정되어 있다. 이 기준에 의한 측정법은 열상자(HOT BOX)나 열류계(HEAT FLOW METER)를 이용하여 시험체를 통한 열류량을 측정 후 표면온도 등과의 관계에 의해 열관류율을 계산하는 방법이다. 본 측정에서는 열류계를 이용한 측정법(TEST DIN 52619-T01-B)를 이용하였다. 창호의 열관류율을 측정하기 위하여 사용된 열류량 측정장치 (HEAT FLOW MEASURING CHAMBER 이하 HFMC라 약함)는 두개의 CHAMBER 및 그 부속기기로 구성되어 있으며 다양한 열환경 조건의 조절 및 측정을 통하여 시험 대상체의 열특성(열관류율등)을 알기위한 기기이다. HFMC의 개략적인 단면은 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] HFMC의 단면

본 창호의 열관류율을 실험에 이용된 HFMC의 열환경 조절범위는 <표 2-1>과 같다.

이러한 CHAMBER의 기능은 DIGITAL TIME PROGRAMMER (ZPG 85)를 이용하여 조절 프로그램의 입력 및 작동을 하게 된다. 본래는 HFMC 자체 만으로도 열관류율의 계산이 가능하나 시험 대상체인 창호의 면이 고르지 않은 관계로 - 유리와 창틀에 의한 - HFMC내의 열류량 측정판 (HEAT FLOW METERING PLATE)을 시험체 표면에 부착시킬 수 없다. 이러한 이유로 본 연구에서 HFMC는 시험체 양 면의 표면온도 및 CHAMBER 내의 기온 조절을 위한 기능을 하며 열류량 및 기타 요소들의 측정을 위해서는 다른 측정 기기들을 함께 이용하였다. <표 2-2>는 열류량 측정기와 시험체의 표면온도를 측정할 기기의 사양을 나타낸다.

<표 2-1 > HFMC의 열환경 조절범위

항 목	단 위	WARM CHAMBER	COLD CHAMBER
내 부 치 수 (H x W x D)	mm	1,000x1,000x600	1,000x1,000x600
온도조절범위	℃	+5 ~ +60(±0.3)	-20 ~ +60(±1.0)
온도조절범위 (습도조절비)	℃	+5 ~ +60(±0.3)	+5 ~ +60(±0.3)
습도조절범위 (노점온도4℃까지)	%	5 ~ 95(±3)	5 ~ 95(±3)
습도조절범위 (제습기사용시)	%	5 ~ 95(±3)	0.1 ~ 95(±3)

주 : () 내의 숫자는 오차의 범위임.

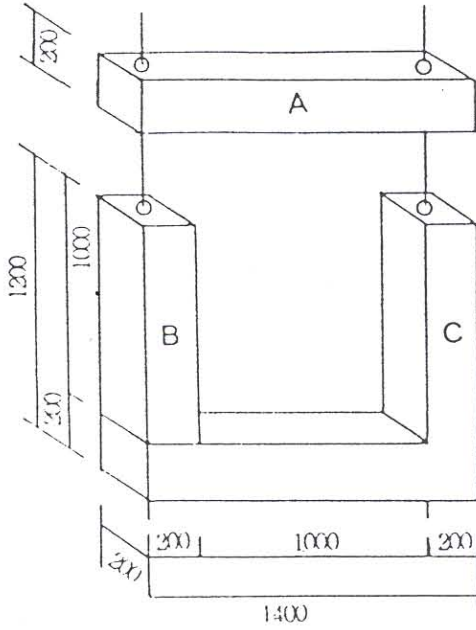
< 표 2-2 > 측정기기사항

항 목	기 호	단 위	기 기	방 법
(1)공기온도	t _i		HFMC (WEISS TECHNIK)	위치: 양CHAMBER중양1점씩 회수: 3회(2시간간격)
(2)상대습도			HFMC 및 HYAROMETER (PACER DH-100)	위치: 양CHAMBER의 중앙 회수: (1)과 동일
(3)기류속도	v	m/sec	열선풍속계 (KANOMAX 24-6111)	위치: 양CHAMBER에서시험체 향해 10CM떨어진지점
(4)표면온도	t _G t _F		자동온도측정장치 (DATA LOGGER, JOHN FLUKE 2240)	위치: 시험체의 양면 회수: (1)과 동일
(5) 열류량	q	Kcal/	열류계(SHOTHEM HFMMR DIRECTOR및 MANUAL CHANGEOVER DEVICE, AM4 SHOWA DENKO K.K)	위치: 표면은 측정부위와 대응되도록 WARM SIDE 의 6부위 회수: (1)과 동일

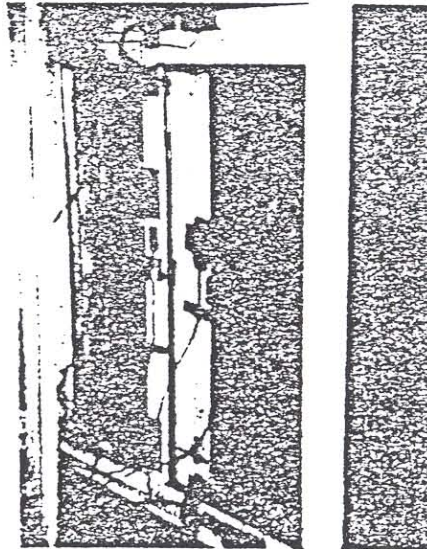
위와 같은 측정장비(HFMC)를 이용한 창호의 열관류를 측정방법으로는 각각의 창문 시험체에 대해 정상상태 하에서 측정을 하였다. 이때 창호의 요철에 의해 창호를 직접 CHAMBER사이에 설치할 수 없기 때문에 [그림2-2]와 같은 보조틀을 제작, 이 사이에 창호를 물린후 다시 CHAMBER 사이에 설치하였다. [그림 2-3]은 창호를 보조틀에 설치한 모습이다.

보조틀은 세부분으로 분리, 조립이 가능하며 내부는 단열재로서 우레아폼을 충전 하였으며 구조재는 철재 앵글, 표면 마감은 두께 8mm합판, 각 접합부는 글라스우을

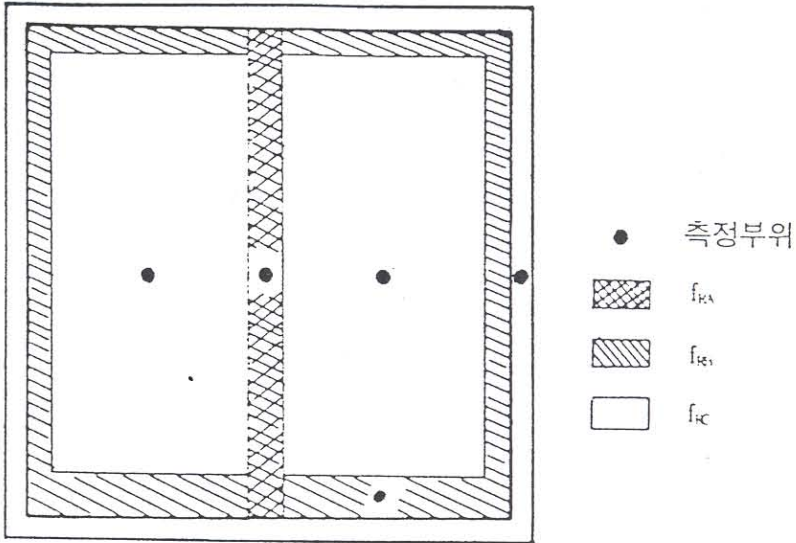
이용하여 단열을 강화하였다. [그림2-4]는 열류량과 표면 온도를 측정하기 위하여 센서가 부착된 모습이다.



[그림 2-2] 시험체 설치 보조물



[그림 2-3] 시험체 설치 모습



[그림 2-4] 측정 부위

측정시, 양 CHAMBER 내의 공기는 차가 20℃가 유지되도록 WARM CHAMBER내의 공기 온은 24℃ COLD CHAMBER 내의 공기온은 4℃ 로 유지시켰다. 이 외에 다른 환경 요소 중, 상대습도의 조절도 실시 하였으며 이를 표로 나타낸면 <표 2-3>와 같다.

이때 양 CHAMBER 내의 환경 조건이 정상상태에 충분히 달한 다음 부터 측정을 하기 위해, 본 측정은 <표 2-3>와 같은 상태로 기기가동 시작 6시간 이후부터 매시간 3회를 실시 하였다.

<표2-3> 측정 조건

	기 온 [℃]	상 대 습 도 [%]
WARM CHAMBER	24 ± 0.3	60 ± 3
COLD CHAMBER	4 ± 0.3	60 ± 3

제 3 절 열관류율의 계산

열전달저항(THERMAL RESISTANCE)

창틀과 유리의 열전달저항은 다음 식을 이용하여 계산한다.

$$\frac{1}{\lambda_R} = \frac{\Delta V_R}{q_R} \quad (2-1)$$

$$\frac{1}{\lambda_v} = \frac{\Delta V_v}{q_v} \quad (2-2)$$

여기서, q_R : 창틀을 통한 열류량 [W/m^2]

q_v : 유리를 통한 열류량 [W/m^2]

ΔV_R : 창틀 표면간의 온도차 [K]

ΔV_v : 유리 표면간의 온도차 [K]

열관류율(OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT)

측정 결과로부터 창호의 열관류율을 계산하기 위해서는 DIN 4108 PART 1에 의한 표면 열전달 저항을 이용해야 한다.

내표면의 경우

$$1/\alpha_i = 0.13m^2 \cdot K/W = 0.112/Kcal$$

$$(\alpha_i = 30Kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C)$$

외표면의 경우

$$1/\alpha_o = 0.04m^2 \cdot K/W = 0.034/Kcal$$

$$(\alpha_o = 30Kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C)$$

식(2-1), (2-2)에 의해 열전달저항을 구한 후, 다음 식을 이용하여 우선 유리와 창틀의 열관류율을 계산한다.

$$K_R = \frac{1}{1/\alpha_i + 1/\lambda_R + 1/\alpha_o} \quad (2-3)$$

$$K_V = \frac{1}{1/\alpha_i + 1/\lambda_V + 1/\alpha_o} \quad (2-4)$$

다음 창호 전체의 열관류율은 다음의 식 (2-5)를 이용하여 계산한다.

$$K_F = K_R \cdot f_R + K_V \cdot f_V \quad (2-5)$$

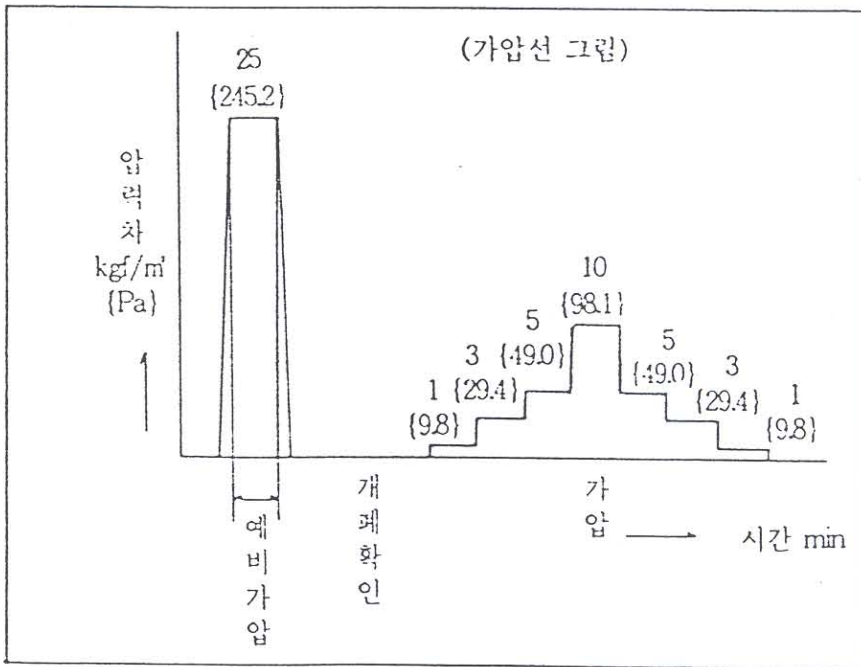
여기서, f_R : 전면적에 대한 창틀의 면적비

f_V : 전면적에 대한 유리의 면적비

제 3 장 기밀 성능 측정방법

제 1 절 측정개요

압력이 서로 다르게 유지되는 두 개의 CHAMBER (가압, 비가압) 사이에 측정 대상 시험체 (창호) 를 설치한다. 이때 가압 챔버측에 설치되어 있는 송풍기의 회전수를 조절하여 유량을 조절 KS2292의 실험 방법에서 정한 순서 [그림 3-1]로 양 챔버의 압력차(ΔP)를 유지시킨다. 이때 가압측 챔버의 압력에 의하여 시험 대상체(창호)의 틈 사이로 통과하여 비가압 챔버의 토출구로 빠져 나오는 통기량($m^3/h \cdot m^2$)을 유량계로 측정하는 방법으로 창호의 기밀도를 분석한다.



[그림 3-1] 기밀성 시험 순서

제 2절 측정방법 및 측정장치

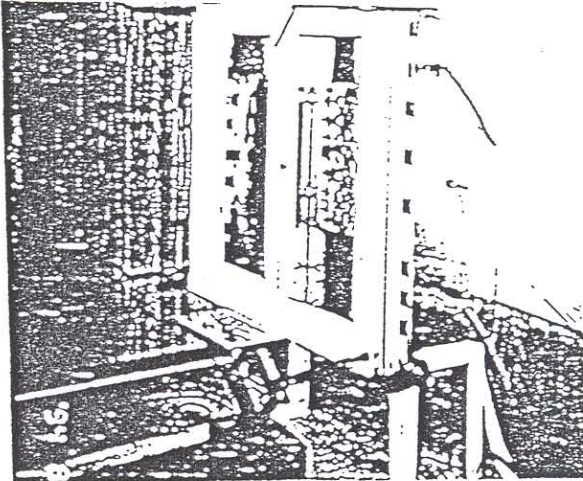
창호의 기밀성을 측정하는 방법으로는 압력이 서로 다르게 유지되는 두개의 챔버 (가압챔버, 비가압챔버) 사이에 <표3-1>에서 보는바와 같이 크기가 1mx1m인 2종류의 시험체를 설치하여 가압 챔버측에 설치된 송풍기의 회전수를 조절하는 방법으로 처음 1분간 25mmAq의 예비 가압을 가한 다음 KSF2292에서 정한 1,3,5,10mmAq 압력차 (ΔP)순서로 압력 차이를 발생시켰다. 양 챔버의 압력 차이는 압력 제어기에서 원하는 압력차(ΔP)를 입력하면 각 챔버의 좌측 중앙에 설치된 압력 센서에 의해 각각의 챔버의 압력을 측정하여 입력된 압력차(ΔP)를 비교, 인버터에 의해 송풍기의 회전수 조절. 양 챔버의 압력차이를 유지시킨다. 이때 유지된 압력차가 정상상태에 도달한 다음 비가압측의 토출구에 설치된 유량계로 시험체의 틈사이로 흘러 나오는 통기량을 측정한다.

<표 3-1> 측정 시험체

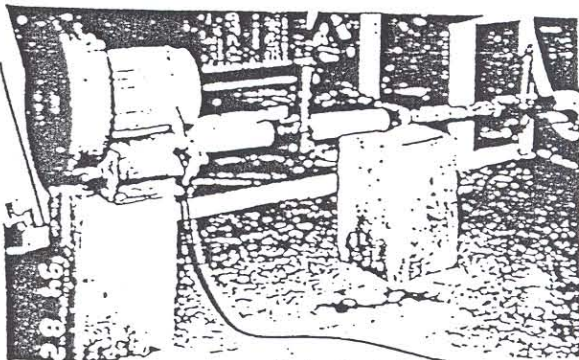
종 류	규 격
단열 샷시 창호	* 크 기 : 1 x 1 m * 12mm Pair glass * 알루미늄 단열 샷시 창틀
알루미늄 이중창	* 크 기 : 1 x 1 m * 12mm Pair glass * 알루미늄 창틀

[그림 3-2]는 KSF2292에서 정하고 있는 시험방법을 모델로 제작한 창호의 기밀성을 측정하는 측정 시스템의 개요도이다. 그림에서 보는 바와 같이 압력 조절이 가능한 가압 챔버와 비가압 챔버 사이의 개구부는 최소한 시험체의 크기와 같아야 한다. 시험체가 부착되는 면은 완벽한 기밀을 유지하기 위하여 양면에 10mm의 고무판을 부착하였다. 또한 가압 챔버 사이의 개구부는 최소한 시험체의 크기와 같아야 한다. 시험체가 부착되는 면은 완벽한 기밀을 유지하기 위하여 양면에 10mm의 고무판을 부착하였다. 또한 가압 챔버의 내부는 압력이 챔버 내부에 일정하게 걸리게 하기 위하여

공기 유입구에 500x500mm크기의 다공 차단판 2장을 50mm정도의 사이를 두고 서로 구멍이 엇갈리게 설치하였다. 챔버 내부에 압력을 가해주는 방법으로는 1Hp 용량 송풍기를 인버터 모델(HIC-075A)를 이용하여 송풍기의 회전수를 조절하여 가압 챔버의 풍량을 가감함으로써 압력차(ΔP)이를 발생시킨다. 이때 압력차에 의하여 창틈사이로 빠져나오는 통기량($m^3/h \cdot m^2$)을 유량계(FLOWMETER)를 이용하여 측정하는 방법으로 창호의 기밀성을 측정한다. 이때 사용되는 유량계는 창호의 종류에 따라 측정하는 방법으로 창호의 기밀성을 측정한다. 이때 사용되는 유량계는 창호의 종류에 따라 측정범위가 크게나타남으로 이를 측정하기 위하여 [그림 3-3]에서 보는 바와 같이 측정범위가 크게나타남으로 이를 측정하기 위하여 [그림 3-3]에서 보는 바와 같이 측정범위가 다른(0-50, 50-100 $m^3/h \cdot m^2$) 유량계 2개를 직렬로 연결하여 측정 될 수 있도록 시스템을 구현하였다.



[그림3-2] 창호 기밀성 실험장치



[그림3-3] 통기량 측정장치

제 3 절 통기량 계산 방법

통기량은 가압시에 창호의 면적 1m^2 에 대하여, 시간당 유량을 나타내고 KSF2297의 5.1에 규정하는 기준 상태의 값 (식 3-1)을 사용하여 환산한다. 환산 결과는 세로축에 통기량을 가로축에 압력차 (ΔP)를 갖는 양 대수 그래프로 표시한다. 특히 등급선을 읽는데 사용하는 유량은 송압시 값과 강압시의 값의 양자 중 큰쪽의 값을 선택한다.

$$q = \frac{Q}{A} \cdot \frac{P_1 \cdot T_0}{P_0 \cdot T_1}$$

여기에서, q : 기준상태로 환산한 통기량($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$)

Q : 측정된 유량(m^3/h)

A : 창호의 면적 (m^2)

P_0 : 1013(mber) {101.3kPa}

P_1 : 시험실의 기압(mber) {kPa}

T_0 : 273+20=293(K)

T_1 : 측정공기 온도(K)

제 4 절 기밀성 등급

기밀성 등급은 [그림 4-10]에 나타낸 등급선으로 표시한다. 식(4-7)에 의해 환산된 통기량이 각각의 압력차에 따른 등급선을 밑돌 때에 그 등급선을 읽는다.

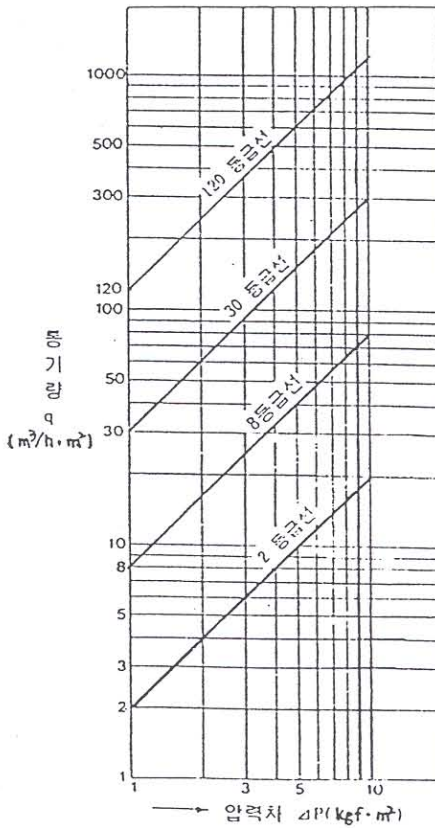
$$q = \alpha \Delta P n$$

여기에서, q : 통기량 ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$)

α : 2, 8, 30, 120 ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$)

ΔP : 압력차

n : $n=1$



[그림3-4] 기밀선 등급선

제 4 장 측정결과 및 분석

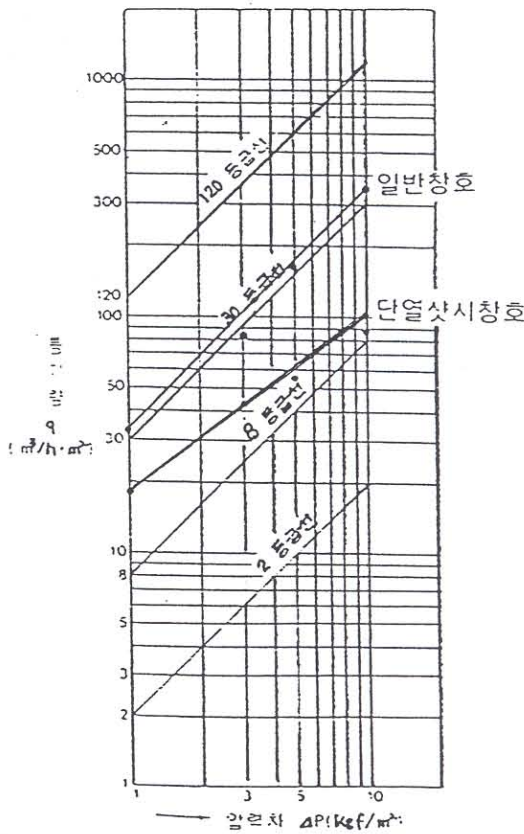
제 1 절 K-금속 단열창호의 기밀성능 분석

창호의 기밀성능에 대한 측정 결과는 <표 4-1>과 같다. 기밀성능의 측정은 K-금속에서 AZON 공법으로 제작한 단열 샷시창호 (이하 단열 샷시창이라 칭함)와 알루미늄 12mm PAIR GLASS를 채용한 일반창 (이하 일반창이라 칭함)을 대상으로 수행하였으며 측정은 각 모델별로 3개의 표본을 각각 3회에 걸쳐 측정을 실시한 후 평균치를 산출하였다. <표 4-1>에서 볼 수 있는 바와 같이 측정치는 제 1 차에서 제 3 차에 걸쳐 거의 같은 값을 가지고 있음을 알 수 있다. 단열 샷시창의 기밀성능은 [그림 4-1]에서 볼 수 있는 바와 같이 실내외 압력차가 1mmAg 인 경우 일반창에 비해서 **60% 이상** 기밀성능이 우수하다는 사실을 알 수 있다. 단열 샷시창호와 일반창 사이의 기밀성능의 차이는 실내외 압력의 증가에 따라 그 격차는 여전히 크다는 사실을 알 수 있다.

일반적으로 주택에 있어서 실내외의 압력차이가 0.14mmAg 정도에 지나지 않는다는 점을 고려 할 때 단열 샷시창호의 기밀성은 우수하다는 사실을 확인할 수 있었는데, 이창호에서 기밀성능이 높은 이유는 창틀과 창문이 맞닿는 부분에서 일반창에서는 볼 수 없는 게스켓(WOVEN PILE)이 좌우상하에 설치되었고 또한 창틀과 창문사이의 요철이 일반창에 비하여 4mm가 더깊게 되어 있으며, 창문의 요철부분에 고무 게스켓(WEATHERSTRIP)이 고정되어 있어서 밀폐에 상당한 강점에 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한 창프레임의 뒤틀림을 방지하기 위하여 각 모서리 부분에 보강 철제를 설치하여 경년변화에 따른 기밀성능의 저하를 방지하였다. 따라서 창호 설치후 상당한 기간이 경과한 시점에서 기밀성을 측정하는 경우 이번 측정에서 채택한 일반창과의 기밀성능격차는 상당히 커질 것으로 예상된다. [그림4-1]는 측정결과를 KS에서 규정하고 있는 창호 기밀성능 등급도에 나타낸 것으로서 단열 샷시 창호는 KS상의 일반 창 31등급 보다 12등급 정도 낮게 나타 났다.

<표 4-1> 기밀성 실험 결과

측정 항목		1 mmAq	3 mmAq	5 mmAq	10 mmAq
단열 샷시 창호	1	20	43	56	83
	2	17	37	53	82
	3	20	44	60	80
	AVG.	19	41	56	82
알루미늄 이중창	1	31	90	115	350
	2	32	85	120	330
	3	31	90	130	390
	AVG.	31	88	121	357



[그림 4-1] 일반창과 단열창과의 기밀등급 비교

제 2 절 단열 창호의 열관류율 측정 결과 분석

1. 유리

<표 4-2>과 [그림 4-2]은 단열창과 일반창에서 사용된 12mm복층 유리의 열관류율에 대한 측정결과를 나타낸 것이다. 본 측정은 결과에 대한 신뢰도를 높이기 위하여 같은 형태로 제작한 표본 3개를 각각 측정한 결과를 창호의 유리에 대한 면적가중치를 고려하여 계산 후 평균값으로 나타낸 것이다. 표와 그림에서 보는 바와 같이 12mm복층유리를 사용한 일반창이나 단열창에서의 유리에 대한 열관류율값($\text{Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$)은 거의 같은 값을 갖고 있음이 본 실험을 통하여 증명되었다.

< 표 4-2 > 12mm 복층 유리에 대한 열관류율

(단위 : $\text{Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$)

	단열 샷시 창호	알루미늄 이중창
SAMPLE 1	2.20	2.20
SAMPLE 2	2.11	2.20
SAMPLE 3	2.14	2.15
AVG.	2.15	2.18

위 표에서 서로의 측정값 간에서 차이는 사용재료의 특성및 실험 조건 중 실내외 온도차의 설정 외기풍속의 차이 등으로 인한 영향으로 볼 수 있으며 본 측정값을 실제로 이용하기 위해서는 적용장소의 기류속도등 제반 여건을 고려해야한다.

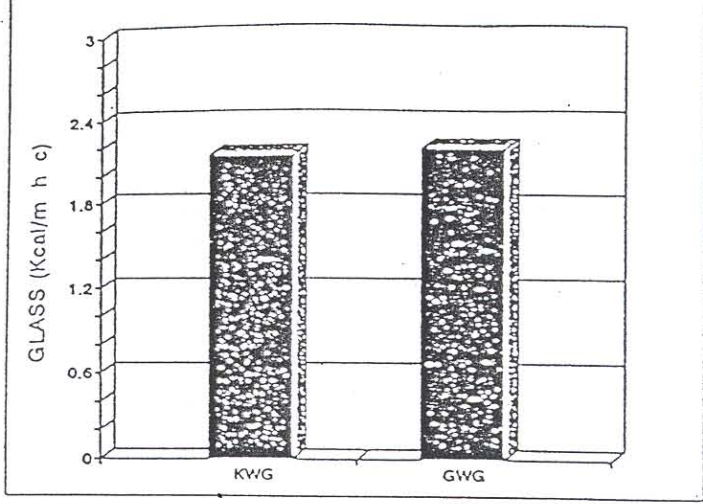
2. 창틀

<표4-4>와 [그림 4-3]은 단열샷시창과 일반창에서의 창틀에 대한 측정결과를 나타낸 것이다. 표와 그림에서 보는 바와 같이 단열샷시창틀과 일반창틀과의 측정된 열관류율값은 약 2배이상 단열 샷시 창틀이 낮게 나타 났다.

< 표 4-4 > 창틀 열관류율 비교

(단위 : Kcal/m²·h·℃)

	단열 샷시 창	알루미늄 이중창
SAMPLE 1	0.87	1.77
SAMPLE 2	0.70	1.77
SAMPLE 3	0.81	1.76
AVG.	0.79	1.77



KWG : 단열샷시창호

GWG : 일반창호

[그림 4-2] 12mm 복층 유리 열관류율

참고로 <표 4-3>은 12mm복층유리의 열관류율을 측정결과를 일본 및 미국의 측정결과들과 비교한것이다.

<표 4-3> 유리의 열관류율 비교

종 류	두께및 구성(mm)	열관류율 [Kcal/m ² ·h·°C]		
		본 측정	일 본	미 국
복 층	12 (W3+A6+W3)	3.3	3.25	2.8

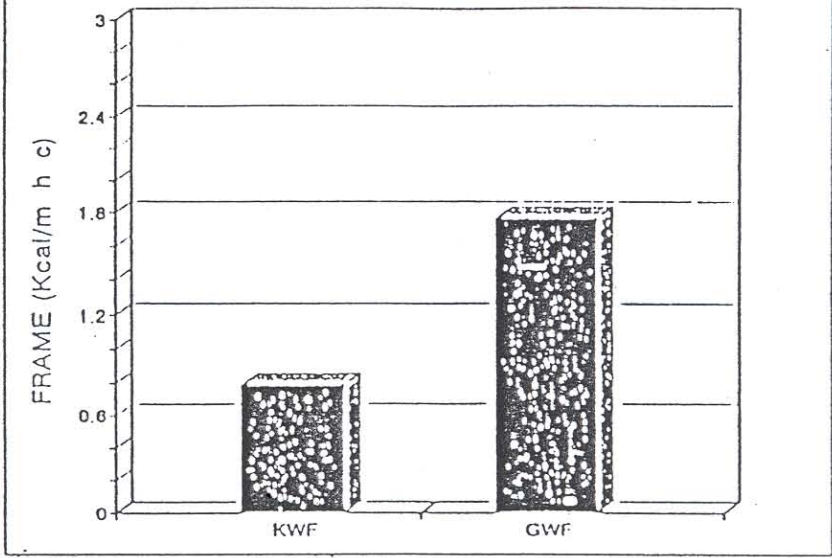
주) a) 실험조건 : 외기풍속 5m/sec, 실내 자연대류 실외 0°C, 실내 18°C

大林組編 : 負荷計算 매뉴얼 昭和 40, p103

b) 실험조건 : 외기풍속 6.7m/sec. 실내 자연대류 실외 -18°C, 실내 21°C

ASHRAE HANDBOOK. 1985 FUNDAMENTALS. 1985. CH.2710.11.

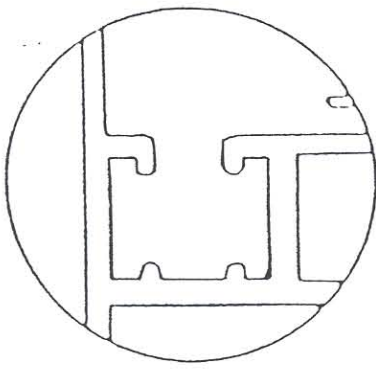
c) W : 유리두께 A : 공기층



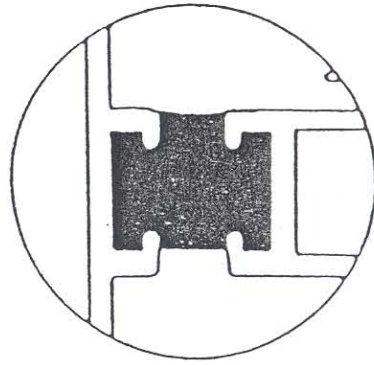
KWF : 단열 샷시 창호
 GWF : 일반 창호

[그림 4-3] 창틀의 열관류율

이는 기존 알루미늄 창에서 열적으로 가장 취약한 창틀에서의 열전달을 차단할 수 있는 방법이 미약했으나 단열샷시창에서는 폴리우레탄 수지계열의 단열제 (AZON SU-207-35T)를 사용하여 [그림 4-4]에서 보는 바와 같이 창틀 중간에 단열처리하여 HEAT BRIDGE를 제거 함으로써 창호의 열적 성능이 기존의 창틀에 비하여 월등히 향상 되었음이 본 실험을 통하여 입증되었다. 그리고 [그림 4-5]은 유리와 창틀을 포함한 창호 전체의 열관류율을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와같이 유리에 대해서는 위에서 언급된바와 같이 별차이가 없으나 창틀에서는 열관류율값이 단열샷시 창에서 일반창보다 현저히 낮으므로 인하여 [그림 4-7]에서 보는 바와같이 창호의 전체 열관류율이 크게 개선되었음을 알 수 있었다. 이는 일반적으로 창에서 창틀이 차지하는 비율이 약 40%정도라 할 때에 창틀의 열적인 성능을 개선함으로써 창 전체의 열성능을 개선할 수 있다는 것을 의미 하며 또한 창틀 중간에 단열 처리를 함으로써 혹한기에 실내외 온도차이에 의한 창틀에서의 결로 현상을 제거할 수 있다고 판단 된다.



설계및 압출



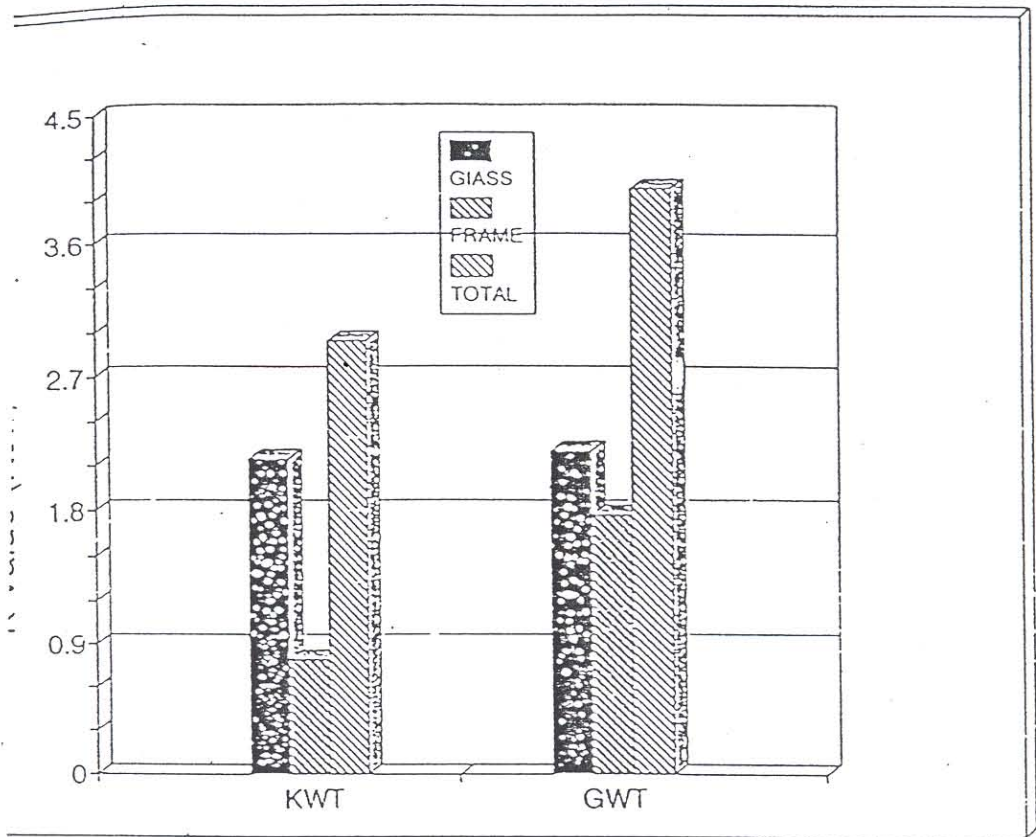
단열재 충전후 절단

[그림 4-4] 단열 샷시 창틀 구조

< 표 4-5 > 창호의 열관류율 비교

(단위 : Kcal/m²·h·℃)

항 목	유 리	창 틀	전 체
단열 샷시 창호	2.15	0.79	2.95
일 반 창	2.20	1.77	3.98



KWT : 단일 샷시 창호

GWT : 일반 창호

[그림 4-5] 창호의 전체 열관류율 비교

제 5 장 경제성 분석

단열 창호의 경제성을 분석하기 위하여 표준 주거용 건물을 선정하여 단열창호와 일반창을 설치하였을 경우에 대한 연간 에너지 소요량과 설치공사비를 상호비교하여 경제성을 분석하고자 한다.

제 1 절 에너지 소요량 및 공사비 산정

1. 대상건물의 선정

주택의 에너지 소요량을 산정하기 위해 건설부에서 지정고시한 표준주택중에서 25명형 1층 주택 (83-25-라)을 선정하여 바닥형태를 단순화시켜 이용하였다. 표준주택의 건물 개요는 <표5-1>과 같으며, 설계도는 부록 [그림 1,2,3]과 같다.

<표 5-1> 건물 개요

건 물 명		1 층 주 택 ('83-25-라)
면 적	지 하 층	14.4 m
	1 층	82.26 m
	계	96.66 m
난 방 방 식		연탄 온수 보일러
구 조	외 벽	적벽돌(0.5B) + 단열재 + 시멘트 벽돌(1B)
	지 하 층	철근콘크리트 200mm + 액방위물탈
	바 닥	잡석다짐+버림콘크리트+슬라브150mm+단열재+자갈층+마감
	지 붕	시멘트기와+방수층+슬라브120mm+단열재+공간+마감
	창	이중창 또는 복층유리

근거자료

주택의 연간 에너지 소요량을 계산하기 위하여 DOE-2프로그램을 사용하였다. 일반 주택의 부하계산기준 및 입력자료는 다음과 같다.

건물의 부하 계산 기준

- 재실자가 존재하는 조건하에서 에너지 소요량을 계산 하였으며, 재실조건은 다음과 같다.
- 재실자 수 : 4명
- 재실 스케줄 : 평일, 주말 및 휴일로 구분하여 시간대별 재실 스케줄을 사용하였음
- 조명 및 가전기기 사용 스케줄 : 재실 스케줄에 따라 조명 및 가전기기사용 스케줄을 적용
- 온수 사용 스케줄 : 월간 평균 온수 사용량에 맞춰 시간별 사용 스케줄을 적용
- 난방 기간 : 1월 1일-5월 31일 , 10월 1일-12월 31일
- 난방 기준온도 : 18℃
- 기상조건 : 서울지역 표준기상자료

2. 입력자료

단열창호에 대한 연간 에너지 소요량해석을 하기 위하여 주택의 형태를 장단변비 1:1.6의 장방형으로 단순화 시켰으며, 이때 바닥면적이 84.727 m², 창면적 16.723 m²으로 계산 되었다.

구조에 따른 열관류율은 외벽 0.468, 경사지붕 0.502, 바닥 0.358 Kcal/m²·h·℃이다. 외부 침기량은 CRACK-METHOD를 적용하였으며, 실내외 압력차가 0.14 mmHg일 때 바닥 단위 면적당 침기량은 단열창호의 경우 0.24CMM, 일반창의 경우 0.36CMM로 계산하였다.

3. 공사비 산정

단열창호와 일반창호를 설치하는 공사비는 동일하며, 창호제작을 위한 재료비와 제조비만 차이가 난다. 대상 주택에 창호를 설치할 경우 단위 면적당 창호가격에 따른 총 창호가격은 <표 5-2>와 같다.

<표 5-2> 창호가격 비교 (단위 : 원)

창 호 종 류	일반 복층유리	단 열 창 호	차 액	비 고
㎡당 창호가	37,000	59,000	22,000	
창 면 적	16.723 ㎡			
설 치 비	618,751	986,906	367,906	

4. 단열창호에 의한 에너지 절약액 산정

일반 창호 및 단열창호로 된 건물에서 난방에 소요되는 비용을 환산하기 위해서는 건물의 연간 에너지 소모량을 필요로 한다.

<표 5-3> 및 <표 5-4>에는 일반 창호 및 단열창호를 가지는 건물의 연간 부하 및 연간 에너지 사용량을 나타내었다.

<표 5-3> 및 <표 5-4>에서의 시간당 최대부하 및 연간 에너지 소모량을 비용으로 환산하기 위한 가격표는 <표 5-5> 와 같으며, 연간 에너지 비용은 <표 5-6> 와 같다.

< 표 5-3 > 냉난방 부하

		일반 창호	단열 창호	차 이
첨 두 부 하 (Mcal/h)	난 방	7.180	6.485	0.695
	냉 방	4.440	4.128	0.312
년 간 부 하 (Mcal/h)	난 방	13,200.0	11,414.0	1,785.0
	냉 방	7,712.3	7,352.1	360.6

< 표 5-4 > 주택에서 소요되는 연간 에너지 소모량

		일반 창호	단열 창호	비 고
에너지 종류	전 기	875 Kw	838 Kw	
	경 유	2,376 ℓ	2,087 ℓ	

전기에너지에는 조명, 가전기기 및 보일러용 펌프동력이 포함되어 있으며, 경유 사용량에는 급탕에 필요한 에너지도 포함된 값이다. 창호를 제외한 다른 조건은 동일하므로 두 경우에 대한 에너지 소모량차이는 창호가 상이하기 때문에 발생한 순수 난방에너지 차이로 볼 수 있다.

난방을 위해서는 BOILER을 사용하는데 BOILER를 가동하기 위한 연료는 경유를 사용하는것으로 가정하였다.

< 표 5-5 > 연료의 가격

	단 위 발 생 량	단 가
전 력	2,450 Kcal / 1 Kwh	기본요금 : 740원 / 호 처음 50 Kwh : 30.70원 / Kwh 다음 50 Kwh : 72.50원 / Kwh 다음 100 Kwh : 108.90원 / Kwh 다음 100 Kwh : 157.50원 / Kwh
경 유	9,200 Kcal / ℓ	214 원 / ℓ

<표 5-5>에서 전력요금은 가정용 전력에 대한 단가를 나타내며 경유는 저유황 0.4%에 대한 주유소 공급단가를 나타낸다.

<표 5-6>은 일반창호 및 단열창호를 가지는 건물에서 난방에 소요되는 연간 에너지 소모량을 금액으로 환산한 것이다.

< 표 5-6 > 주택에서 소요되는 연간 에너지 비용 (단 위 : 원)

		일 반 창 호	단 열 창 호	비 고
에너지 원	전 기	50,187	46,158	-4,029
	경 유	503,464	446,618	-61,846
계		558,651	492,776	-65,875

<표5-6>에서 보면 단열창호를 채택할 경우 난방에 소요되는 비용이 년간 65,875원 이 절약되는 것을 알 수 있다.

제 2 절 경제성 분석

특정 시스템에 대한 경제성 분석을 하는 방법에는 아래와 같은 5가지 방법이 있다.

- 1) 라이프 사이클 비용법(LCC)
- 2) 순수익 혹은 순절약액법(B-C)
- 3) 절약 대 투자비율법(SIR)
- 4) 내부수익율법(IRR)
- 5) 투자회수기간법(DPB)

위와 같은 여러가지 방법중에서 본 연구에서는 투자비용을 회수하는데 필요한 기간을 측정하는 방법인 투자회수기간법(DISCOUNTED PAY BACK)을 이용하였다.

이 방법은 초기투자시점과 누적된 절약, 누적된 비용이 초기투자비용을 상쇄하기에 충분한 시점사이의 경과된 시간을 측정하는 방법이다.

단열샷시창호를 일반 이중창으로된 건물에 설치하였을 때 1년간의 에너지 절약액을 S, 연료가격의 상승율을 R, 금리를 I라고 하면 처음 1년후의 에너지 절약액 SI은

$$S_1 = S \left(\frac{1+R}{1+I} \right)$$

2년째는 $S_2 = S \left(\frac{1+R}{1+I} \right)^2$

3년째는 $S_3 = S \left(\frac{1+R}{1+I} \right)^3$ 이다.

이것을 현재가치로 환산하여 n년후의 총 에너지 절감액을 산정하여 보면

$$S_{tot} = S \left(\frac{1+R}{1+I} \right) + S \left(\frac{1+R}{1+I} \right)^2 + \dots + S \left(\frac{1+R}{1+I} \right)^n \dots \quad (5-1)$$

$$S_{tot} = S \left(\frac{1+I}{1-R} \right) \left(1 - \left(\frac{1+R}{1+I} \right)^n \right) \quad \dots\dots\dots (5-2)$$

여기서 S_{tot} 는 n년간 절감된 연료절감액의 현재가치이다.

S_{tot} 에서 초기투자비용 C를 제외한 순에저지 절감액은

$$net, S_{tot} = S \left(\frac{1+R}{1-R} \right) \left(1 - \left(\frac{1+R}{1+I} \right)^n \right) - C \quad \dots\dots\dots (5-3)$$

즉 net, S_{tot} 이 0이 되는 기간이 초기투자비용 회수기간이 된다.

그러므로 net, S_{tot} 이 0이 되는 기간 n은

$$n = \text{Log} \left\{ 1 - C/S \left(\frac{1-R}{1+R} \right) \right\} / \text{Log} \left\{ \left(\frac{1+R}{1+I} \right) \right\} \quad (5-4)$$

이다.

위와같이 투자회수기간법(DPB)에 의하여 일반창호에 대한 단열샷시창호의 투자회수기간은 <표 5-7> 및 <표 5-8>과 같다.

< 표 5-7 > 단열창호의 투자회수기간 (연료가격 상승률 0.05)

	투자회수기간 (년)
일반창호에 대한 단열창호	1.95 년

	투자 회수기간 (년)
일반 창호에 대한 단열 창호	1.8 년

<표 5-7> 및 <표 5-8>에서와같이 연료가격 상승율 0.1, 0.05를 적용하면 일반창호에 대한 단열창호의 투자회수기간은 1.95년, 1.8년 이다.

일반 주택에서도 냉방을 하는 경우가 늘어나고 있는 추세에 있으며, 상업용 건물에서는 냉난방을 모두 시행하고 있다. 냉난방을 모두 시행하는 건물을 대상으로 할 경우 단열창호의 투자회수 기간은 1년 정도로 줄어들 수 있을 것이다.

추가로 고려할 수 있는 사항은 침투부하의 감소에 따른 냉난방 열원기기의 용량을 줄일 수도 있으며, 이에 따른 초기 투자비용이 줄어들 수 있다. 그러나, 이 경우는 냉난방 부하가 아주 클 경우에 해당될 수 있다.

제 6 장 결 론

K-금속에서 개발한 단열 샷시창호에 대한 열적성능을 평가하기 위하여 단열샷시 창호와 일반 알루미늄창호의 열적성능을 측정하여 비교 분석하였다. 측정결과를 이용하여 표준주택에 2 종류의 창호를 각기 설치하였을 경우의 에너지 소모량을 DOE-2프로그램을 이용하여 계산하여 단열샷시 창호를 설치했을 경우의 에너지 절약액과 추가 설치비를 투자회수법을 이용하여 경제성 분석을 하였다. 본연구의 결과는 다음과 같다.

- 1) 단열 샷시창호의 창틀 열관류율은 일반알루미늄 창틀의 열관류율의 45x정도로 측정되었다.
- 2) 창호전체의 열관류율은 단열샷시창호의 경우가 일반알루미늄 창호값의 75x정도로 측정되었다.
- 3) 단열샷시창호의 침기량은 일반 알루미늄 창호의 60x정도로 측정되었다
- 4) 측정결과를 표준주택에 적용하여 경제성 분석을 한 결과 투자회수기간이 연간 금리 12%, 연료가격 상승을 5%를 적용했을 경우 1.95년, 연료가격상승을 10%를 적용했을 경우 1.8년으로 평가 되었다.

일반알루미늄 창호의 문제점인 창틀을 통한 높은 열손실을 A-ZONE공법을 적용하여 해결한 것으로 평가된다. 경제성도 투자회수기간이 2년 미만으로 극히 높은 것으로 평가되며, 냉방을 겸하는 건물일 경우, 투자회수기간이 1년 정도로 줄어들 수 있기 때문에 냉난방 겸용 건물에 적용했을 경우 더욱 경쟁성이 높아질 것으로 평가 된다.

참 고 문 헌

1. 한국동력자원연구소, 주요 지역별 기상치표, 1983.
2. 에너지관리공단, 에너지절약헌장, 1989.
3. 건설부, 사무소 건물의 에너지절약을 위한 설계기준 연구, 1987.
4. 한국건설기술연구원, 건물의 에너지소비량 해석 및 경제성 평가 기법에 관한 연구, 1989.
5. 이정재, 수정방법에 의한 건물의 열부하 해석에 관한 비교연구, 한양대학교, 1987.
6. Franscisco Arumi, "Daylighting as a Factor in Optimizing the Energy Performance of Buildings", Energy and Buildings, 1977.
7. R. Johnson et.al., "Glazing Energy Performance and Design Optimization with Daylighting", Energy and Buildings, 1984.
8. Eliyahu Ne'Ewan, "A Cooprehensive Approach to the Integregation of Daylighting and Electric Light in Buildings", Energy and Buildings, 1984.
9. Fuller Moore, Concepts and Practice of Architectural Daylighting, Van Nostrand Reinhold Company inc., 1985.
10. William M. C. Lam, Sunlighting as Formgiver for Architecture, Van Nostrand Reinhold Company, Inc., 1986.
11. DOE - 2 Reference Manual, Version 2.1-A, Los Alamos Scientific Laboratory Report UCRL-8940, 1981.
12. DOE - 2 BDL Summary and Guide, U.S. Department of Energy, 1980.