

負荷計算을 위한 窓戶의 熱貫流率 設定

Determination of Overall Heat Transfer Coefficient of Windows

朴 相 東*, 尹 龍 鎮**
Sang Dong Park, Yong Jin Yoon

1. 머리말

유리창을 포함한 建物의 開口部의 역할은 사람이나 물건의 출입, 換氣에 의한 室內空氣의 新鮮度 維持와 아울러 眺望을 가능케 하며 照明과 暖房을 제공할 수 있다. 반면 유리창은 現휘를 일으키며 주위를 산만하게 하거나 私生活의 침해, 그리고 불필요한 熱의 損失이나 取得을 가져오기도 한다.

國內의 경우, 전체 建物의 에너지消費量중 유리창을 통한 損失 에너지량이 차지하는 比率이 얼마인지 명확히 알려져 있지는 않으나 美國의 경우는 전체國家에너지 消費量의 5%까지 이른다는 美國에너지省(DOE)의 報告가 있다.

이러한 窓戶를 통한 熱損失을 줄이기 위해서는 窓戶를 하나의 重要 建物部位로써 다루어 暖房期의 保溫性能만이 아니라 日射受熱效果의 向上, 冷房期의 負荷輕減, 年間을 통한 採光性能 등 종합적으로 性能을 向上시킬 필요가 있다. 窓戶는 특히 室內居住者의 身體의 健康과 快適感 그리고 心理的인 面 등 空間環境의 質과 밀접한 關係를 가지고 있기 때문에 窓戶의 改善은 이러한 環境의 質이 低下되지 않도록 충분히 고려해야 한다.

1-1 窓戶의 熱性能 要素

窓戶의 熱性能에 영향을 미치는 要素로는 다음과 같은 事項들이 있다.

- 크 기
- 方 位
- 유리面의 수
- 유리材料 및 접착 필름
- 창틀 材料
- 開閉方法
- 氣密裝置 및 코킹
- 施工精度
- 形 態
- 壁에서의 부착위치
- 內部遮陽施設
- 外部遮陽施設

이러한 熱性能要素들을 고려하여 窓戶의 改善方案을 강구할 때에는 다음과 같은 機能上의 要求性能중 表-1에서와 같이 相衡되는 사항들에 대해서도 충분히 고려해야 한다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 여러 分野의 전문가들이 參與하는 것이 바람직하며 專門分野別 遂行課題는 表-2와 같이 區分할 수 있다.

* 韓國動力資源研究所 建物研究室長, 工博

** 韓國動力資源研究所 建物研究室, 研究員

表-1 窓戶의 機能上 서로간의 要求性能이 相衡되는 事項¹⁾

日 照 換 氣 日 射 取 得 心 理 的 要 求	人 工 照 明 侵 氣 傳 導 熱 損 失 에너지節約要求
------------------------------------	--

表-2 專門分野別 窓戶 研究課題 區分²⁾

專 門 分 野	研 究 課 題
建 築 學	窓戶의 Design
傳 熱 工 學	熱 傳 達
心 理 學	需要者의 要求事項
經 濟 學	• Life-cycle Cost

1-2 窓戶의 熱性能 研究 動向

窓戶의 熱性能에 관한 본격적인 研究는 1920 年代에 들어 美國의 ASHRAE³⁾의 前身인 ASHVE⁴⁾를 중심으로 시작되었다.

이때의 研究는 窓戶의 漏氣實驗으로써 여러 氣像條件下에서의 여러가지 窓戶를 대상으로 實施하였으며 研究結果는 暖房機器의 容量 算定에 利用되었다.

1950年代 및 60年代 初半에는 ASHRAE를 중심으로 日射效果 및 2重유리, 內外部 遮陽施設 등과 같은 器具들의 影響을 조사하였다. 이 結果들은 冷暖房機器의 容量 算定 및 에너지使用量 分析에 利用되었다.

이러한 研究結果들에도 불구하고 에너지費用이 저렴했던 時期에는 窓戶의 熱性能보다도 窓戶에 대한 人間의 心理的 衛生, 健康側面에 根據한 Design이 우선적으로 다루어졌다. 그러나 油價의 上昇 및 이에 따른 冷暖房經費의 上昇에 따라 窓戶의 熱損失에 대한 關心이 커지게 되었다.

특히 1974 年에 발표된 Dr. Samuel Ber-

man의 “겨울철 北半球에서는 夜間의 輻射熱 損失量보다도 日間의 日射取得에 의한 에너지 量이 더 크다.”는 研究結果는 NBS⁵⁾나 LBL⁶⁾에서의 연구를 더욱 활발하게 하는데 一助를 하였다. NBS 및 LBL에서 遂行하고 있는 窓戶의 研究課題로는 熱負荷, 日射, 人間의 要求性能, Life-cycle cost 등의 Data Base화가 主된 것이며, 이들 基本課題의 複合 및 窓戶의 熱性能要素들과 관련된 實驗, 調查, 開發 등을 遂行하고 있다.

日本의 경우는 建設省을 중심으로 斷熱, 遮熱開口部시스템 開發에 注力하고 있다. 특히 窓戶의 基本構成要素인 유리와 창틀의 斷熱, 遮熱化 및 附隨 斷熱덧문 등의 商品化도 상당히 進척된 상태이다. 또 測定 및 計算에 의해 구해진 窓戶의 目標性能에 맞추어 실제 設計時 建築家나 需要者가 쉽게 그 性能을 把握하여 사용할 수 있도록 “開口部 構成 決定을 위한 MAP”을 開發, 使用하고 있다.

우리나라에서도 窓戶를 통한 熱損失 節減을 위한 多重유리 및 접착필름, 斷熱창틀 등이 일부 이용되고 있으나 先進國의 水準에는 아직도 그 性能이나 種類의 多樣함, 使用頻度에 있어 매우 미진한 實情이다. 한편 이를 뒷받침하기 위한 체계적인 研究도 부족한 실정이나 韓國動力資源研究所에서 이에 관한 研究가 이미 시작되었으며 他 研究機關 및 學界에서도 研究가 태동 단계에 있다. 韓國動力資源研究所 建物研究室에서 수행하고 있는 窓戶關聯 研究는 窓戶의 熱性能에 관련된 基礎的인 사항으로서 여러 熱性能要素中 熱傳達性能에 특히 主眼하고 있으며 追後 複合的인 性能要素들에 대하여 研究를 推進할 예정이다.

한편 既存의 窓戶의 熱性能 究明時 問題點으로는 (1) 窓戶 전체의 熱性能測定에 유리 自體의 K-value 만 사용하는 점 (2) 창틀의 影響

註 1). 2), 出典: Bellinda L. Collins, An Overview of Window Research at NBS, Energy-Effective Windows, Proceedings of a joint DOE/NBS Conference, Washington, D.C., 1977

3) ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

4) ASHVE: American Society of Heating and Ventilating Engineers.

5) NBS: National Bureau of Standards, U.S. DOC.

6) LBL: Lawrence Berkeley Laboratory, Univ. of California.

을 고려할 경우에도 그 材料 自體의 一般的인 熱性能에 의한 修正만을 해주고 있으나 실제 市場에서 販賣되는 다양한 形態 및 Design에 의한 각각의 製品을 대상으로 測定하는 것이 더욱 客觀的인 結果를 얻을 수 있다.

이에 本 研究에서는 유리와 창틀의 材料 및 構成을 위주로 窓戶의 熱傳達特性을 把握하고자 한다. 이로써 窓戶의 熱性能 向上을 도모하는 한편, 에너지消費量 豫測 등을 위한 負荷計算時 무시되기 쉬운 창틀의 熱性能을 고려한 窓戶의 熱貫流率 勸獎值의 基礎資料를 마련하고자 한다.

2. 窓戶의 熱傳達

2-1 窓戶의 熱傳達特性

窓戶의 熱傳達は 크게 두가지의 經路로 구성된다. 즉 유리창을 통해 傳導되는 太陽에너지와 유리창과 建物 內外部間에 對流, 輻射되는 에너지로 구분할 수 있다. 이런 熱傳達は 두 가지의 主要因子인 入射太陽熱과 建物內外部 溫度差에 의해 이루어진다. 窓戶의 太陽熱 受熱 및 傳熱性能의 分析과 定量化는 이런 經路에 영향을 미치는 많은 要素들 때문에 매우 복잡하거나 다양하게 構成되어 있을 때에는 더욱 복잡해진다. 그러나 보조차양수단이 없는 單層유리의 경우 몇가지 要素의 單純化와 假定을 이용하여 主要變數를 基礎로 窓戶의 熱傳達 豫測을 위한 수단을 마련할 수 있다.

窓戶構造의 傳熱 및 太陽熱 入射性能은 2가지의 主要特性으로 特徵지을 수 있다.

1) 熱貫流率(K-value)

內外部氣溫差에 의해 窓戶를 통해 이루어지는 熱의 流出入率

2) 遮蔽係數(SC)

單層유리의 太陽熱取得에 대한 比較 窓의 太陽熱取得率

熱貫流率 및 遮蔽係數는 Solar Film의 부착 여부와 관계없이 反射率, 吸收率, 透過率 및 放射率에 의해 左右된다.

2-2 窓戶의 熱平衡方程式

窓戶를 통한 太陽熱 및 전체 熱取得의 計算過程은 다음과 같다.⁷⁾ 이에 필요한 變數 및 계산과정은 單層유리의 경우에 준하여 설정되어 있으나 多重유리에도 유사하게 적용할 수 있다. 單層유리와 周圍環境間의 Heat Balance는 그림-1 및 式(1) 과 같다.

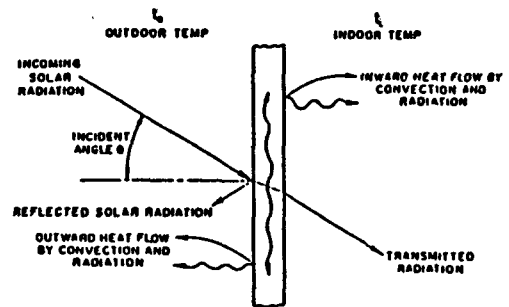


그림 - 1 單層유리의 Heat Balance

$$I_i + U(t_o - t_i) = q_R + q_S + q_T + q_{RCo} + q_{RCi} \dots\dots\dots (1)$$

여기서, I = 入射太陽熱

U = 유리의 熱貫流率

t_o = 外氣溫

t_i = 內氣溫

q_R = 反射太陽熱

q_S = 貯藏太陽熱

q_T = 透過太陽熱

q_{RCo} = 外表面에서 발생하는 輻射 및 對流

q_{RCi} = 內表面에서 발생하는 輻射 및 對流

위의 要素들 중 q_S 는 대개 극히 작기 때문에 무시될 수 있다. q_R 과 q_{RCo} 는 유리外部에서 遮斷되는 熱이며 q_T 및 q_{RCi} 가 取得되는 熱이 된다. 이 式에서는 室內表面에서의 反射로 발생하는 外部로의 太陽熱 透過效果가 무시되어 있다. 이는 入射太陽熱의 크기에 비해 매우 작기 때문이다.

註 7) ASHRAE Handbook, 1985 Fundamentals, Ch. 27.15

2-3 熱貫流率

窓戶의 熱貫流率은 斷熱性이 강한 壁體 等에 비해 內外表面 熱傳達率의 影響을 크게 받는다. 各 表面의 熱傳達率은 對流와 輻射成分으로 構成되며 氣流條件과 窓 및 周邊溫度에 左右된다. 이런 變數들은 窓戶의 設計 및 位置에 따라 여러가지로 變할 수 있다.

窓戶와 같은 垂直面을 따라 自然對流가 발생할 경우, 內表面 對流熱傳達率은 다음과 같이 算定할 수 있다.

$$h_c = 0.19 (\Delta T)^{0.33} \dots\dots\dots(2)$$

여기서, h_c = 表面對流熱傳達率
 ΔT = 窓戶表面과 內氣溫간의 溫度差(°F)

窓戶가 가까이 팬이 設置되어 있을 때와 같이 窓을 따라 空氣가 연속적으로 흐르는 強制對流의 경우, h 는 더 커질 수 있다. 이 경우는 대개 常數값이 적용되며 8.29 W/m² k (7.13 kcal/m² hr °C)가 된다.

表面輻射熱傳達率은 輻射表面의 溫도와 放射率의 함수이다.

$$h_r = \frac{\epsilon \sigma (T_G^4 - T_R^4)}{T_G - T_R} \dots\dots\dots(3)$$

여기서, h_r = 表面輻射熱傳達率
 ϵ = 유리창 內表面放射率
 σ = Stefan-Boltzmann 常數
 T_G = 유리 內表面溫度, 絕對溫度
 T_R = 室內平均輻射溫度, 絕對溫度

式(3)으로부터 유리의 內表面에 放射率이 낮은 필름을 부착시키는 방법으로 放射率을 감소시키면 h_r 도 감소됨을 알 수 있다. 內表面 熱傳達率은 이 두 要素의 疊으로 결정된다.

$$h_1 = h_r + h_c \dots\dots\dots(4)$$

外表面熱傳達率은 窓戶周圍溫도와 窓戶外表面의 氣流條件을 명확하게 규명하기 어렵기 때문에 客觀적으로 定量化시키기가 어렵다.

ASHRAE Handbook에 의하면 內表面熱傳達率을 氣流速度에 의해 算定하고 있으며 氣流

速度 6.7 m/s (7.5 mph)일때 22.7 W/m² · k (19.5 kcal/m² hr °C), 13.4 m/s (15.0 mph)일때 34.1 W/m² · k (29.3 kcal/m² hr °C)로 하고 있다. 이 값들은 外表面熱傳達率이 氣流方向과 外部條件에 의해 左右된다는 條件下에 推定할 수 있는 값이나 同一條件下에서 서로 다른 窓戶構造와의 性能 比較에 有用한다.

앞서 살핀 바와 같이 熱流量은 溫度差가 커질수록 增加한다. 그러나 溫度差가 15F(8.3 °C)이상이 되면 매우 천천히 증가한다. 특히 外表面熱傳達率이 熱貫流率에 미치는 영향이 더욱 크며 外表面熱傳達率의 變化에 의해 20% 이상까지도 變化될 수 있다.

3. 試驗體 및 測定

3-1 試驗體

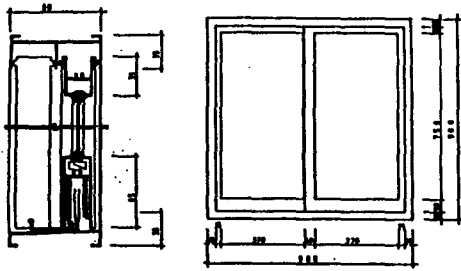
建物에 이용되는 窓戶의 形態는 매우 많으나 本 研究에서는 國內의 建物에 가장 보편적으로 이용되고 있는 미서기窓(Sliding type window)을 대상으로 하였다. 試驗體의 材料 및 規格은 表-3 및 그림-2와 같다.

表-3 試驗體의 材料 및 規格

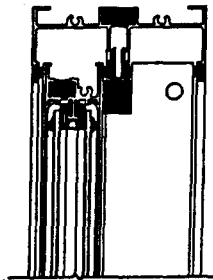
材 料	規 格	製作社	備 考
창틀	a. 알루미늄1	900×900×80	N KSF 4506
	b. 알루미늄2	900×900×95	P
	c. 알루미늄3	900×900×95	P 열류차단장치
	d. PVC	900×900×90	L KS 1515, 3108
	e. 나무	900×900×120 ^{a)}	시중
유리	ㄱ. 단층유리	3	H
	ㄴ. 복층유리1	12(S3+A6+S3) ^{b)}	D 공장성형품
	ㄷ. 복층유리2	//	P //
	ㄹ. 복층유리3	//	P 현장가공품

註: a) 건축표준상세도집I, 건설부, 1979.
 b) S₃: 단층유리 3mm
 A₆: 공기층 6mm

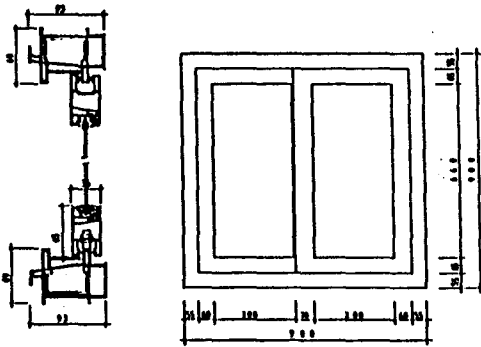
창틀 材料는 알루미늄, PVC, 木材의 3종류이고 유리는 單層유리 및 複層유리를 대상으로 하였다. 알루미늄 창틀은 KS 規格을 기준



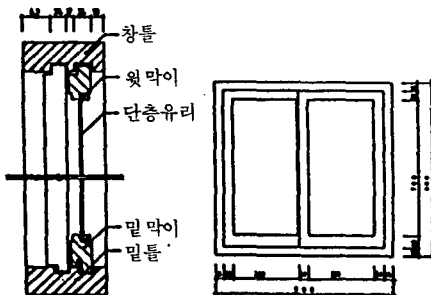
(a) 알루미늄 창 (AI-1)



(b) 알루미늄창 단면 (AI-3)
열류차단 장치부착



(c) PVC 창



(d) 목재 창

그림-2 試驗體의 規格

으로 하되 製作方式(斷熱裝置 부착여부) 및 두께가 서로 다른 창틀간에 비교를 하였다. 複層 유리 또한 工場成形成品과 3mm유리 두장을 이용하여 現場에서 加工한 製品간의 비교를 하였다. PVC 창틀은 工場加工品이며 木材 창틀은 建設部 發行, 建築標準 詳細圖集 I (1979) 을 기준으로 市中에서 製作하여 사용하였다. 表-3의 材料들로 제작된 試驗體에 대해 測定을 하였으며 이때의 窓戶의 組合形態는 表-4와 같다.

表-4 창틀과 유리의 材料別 組合形態

Test No.	창틀	유리	Test No.	창틀	유리
1	a	ㄱ	5	d	ㄱ
2	a	ㄴ	6	d	ㄴ
3	b	ㄷ	7	e	ㄱ
4	c	ㄹ			

* 表内の 기호는 表-3 참조.

3-2 窓戶의 熱量流率 測定方法

熱貫流率 測定方法은 KS, ASTM, DIN, JIS 등에 규정되어 있으며 크게 나누어 保護 熱箱子 (guarded hot box), 熱量 矯正箱子 (calibrated hot box), 熱流計 (heat flow meter) 를 이용하는 방법으로 구분할 수 있다.

窓戶의 熱傳達抵抗 및 熱貫流率의 測定法은 DIN 52619 Part 1 (determination of thermal resistance and overall heat transfer coefficient of windows / measurement of the whole structure) 에 규정되어 있으며 이 규정에 의한 測定法은 熱箱子 (hot box) 나 熱流計 (heat flow meter) 를 이용하여 試驗體를 통한 熱流量을 測定한 후 表面溫度 등과의 관계에 의해 熱貫流率을 計算하는 方法이다.

本 研究에서는 熱流計를 이용하는 方法 (test DIN 52619-T 01-B) 을 택하였으며 그림-3은 測定機器의 構成圖이다.

그림-3에서와 같이 서로 溫度가 달리 유지되는 두개의 Chamber (cold. warm) 사이에 試驗體를 설치하고 各 Chamber 內的 空氣溫度

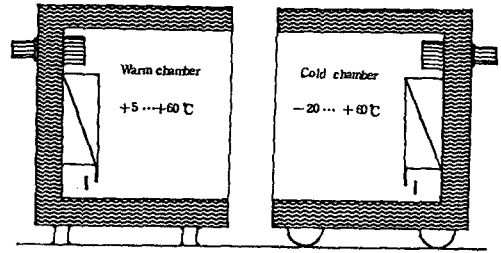
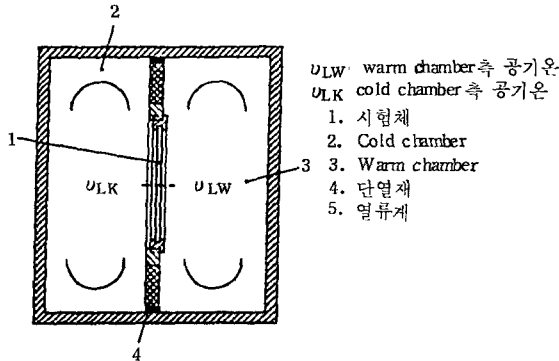


그림-4 HFMC의 단면

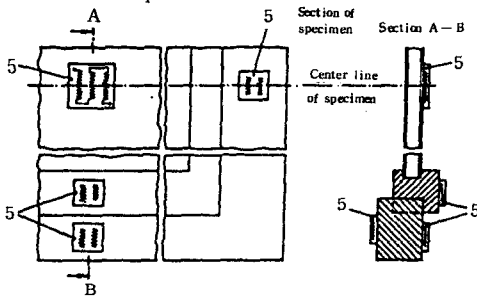


그림-3 熱流計를 利用한 熱貫流率 測定機器의 構成圖

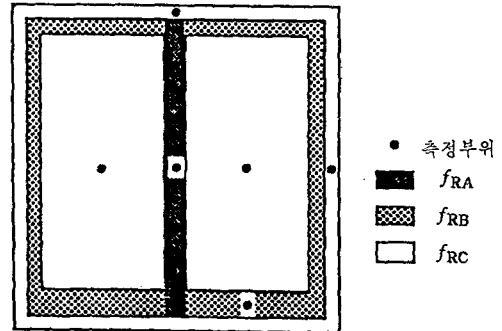


그림-5 測定部位

(ambient temperature)를 定常狀態로 유지하면 이때 試驗體를 통한 熱流量 또한 일정하게 된다. 試驗體 兩面の 表面溫度差에 의해 구해진 熱傳達抵抗은 유리와 창틀의 面積比 및 試驗體의 熱流量에 의해 平均化된 후, 表面熱傳達抵抗의 基準값을 적용하여 熱貫流率을 구하게 된다. 測定에 의한 熱貫流率 計算式은 式(5, 6, 7)과 같다.

$$K_w = k_F \cdot f_F + k_G \cdot f_G \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$K_F = \frac{1}{1/\alpha_i + 1/\lambda_F + 1/\alpha_o} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$K_G = \frac{1}{1/\alpha_i + 1/\lambda_G + 1/\alpha_o} \quad \dots\dots\dots (7)$$

여기서, K_w : 窓戶 전체의 熱貫流率
 $K_{F(G)}$: 창틀(유리)의 熱貫流率
 $f_{F(G)}$: 全面積에 대한 창틀(유리)의 面積比

3-3 熱流量 測定裝置

測定時 양 Chamber의 溫度를 定常狀態로

유지시키기 위하여 熱流量 測定裝置(heat flow measuring chamber, 以下 HFMC라 略함)를 이용하였다. 이는 그림-4와 같이 두개의 Chamber 및 附屬機器로 구성되어 있으며 여러 熱環境條件의 調節 및 測定을 통하여 試驗對象體의 熱特性(熱貫流率 등)을 알기 위한 機器이다. 表-5는 HFMC의 熱環境調節範圍이다. 이 機器를 이용하면 자체만으로도 熱貫流率의 測定이 가능하나 試驗對象體인 窓戶面이 고르지 않은 관계로 -유리와 창틀에 의한 凹凸 - HFMC內的 熱流量 測定板(heat flow metering plate)을 試驗體 表面에 附着시킬 수 없다. 이런 理由로 本 研究에서는 HF-

表-5 HFMC의 熱環境 調節範圍

항 목	단위	Warm Chamber	Cold Chamber
내 부 치 수 (H * W * D)	mm	1,000*1,000*600	1,000*1,000*600
온도조절범위	°C	+5~+60 (±0.3)	-20~+60 (±0.3)
습도조절범위 (노점온도4°C까지)	%	5~95 (±3.0)	5~95 (±3.0)

註: ()內的 숫자는 오차의 범위임.

MC를 이용하여 試驗體 兩面의 表面溫度 및 Chamber內의 空氣溫 調節을 하며 熱流量 및 기타 要素들의 測定을 위해서는 다른 測定機器들을 이용하였다.

3-4 測定條件 및 方法

試驗體 端部의 斷熱 및 設置를 용이하게 하기 위하여 組立이 가능한 補助들을 이용하였다. 補助들의 內部는 우레아폼을 충진하였으며 表面은 두께 8mm의 合板, 各 接合部는 글래스울을 이용하여 斷熱을 강화하였다.

한편 測定條件으로는 양 Chamber間의 空氣溫度差가 20K(許容範圍 10-30K)가 유지되도록 Warm Chamber內의 空氣溫은 20℃, Cold Chamber內의 空氣溫은 0℃로 유지시켰다. 이때 양 Chamber內의 環境條件이 충분히 定常狀態가 된 후 測定을 하기 위해 本測定은 위와 같은 狀態로 稼動始作 2時間 以後부터 始作하였다.

窓戶의 熱性能 測定을 위한 各 要素의 測定部位는 그림-5와 같으며 表面溫度는 試驗體 兩面의 유리 및 창틀별로 대표적인 部位에 대해 熱電帶(C-C)를 이용하여 各 6部位씩 12部位를, 熱流量은 熱流計센서를 이용하여 한쪽 面의 溫度測定面과 同一한 6部位에 대해 測定을 하였다. 測定에 이용한 機器 및 方法은 表-6과 같다.

4. 測定結果 및 分析

4-1 材料別 熱貫流率

가. 유 리

表-7은 유리의 熱貫流率 測定結果를 나타낸 것이다. 單層유리 3mm 1種 및 複層유리 12mm 3種에 대하여 測定을 한 것으로 Pair-1, 2는 工場에서 직접 성형한 製品이나 서로 製作社가 다르며 Pair-3은 3mm 單層유리 2장 및 코킹재를 이용하여 現場에서 직접 가공한 것이다. 물론 單層유리의 熱貫流率이 높아 약 4.78을 나타내며 複層유리는 2.34~2.83까지의 分布를 보여주고 있다. 이때 現場 成形된 複層유리의 熱貫流率이 다른 複層유리에 비해

表-6 各 熱的要素의 測定機器 및 方法

項目	記號	單位	機 器	方 法
(1) 空氣溫	t_i	℃	HFMC (WEISS TECHNIK)	位置: 양 Chamber 中央 1點씩 回數: 5回(2時間간격)
(2) 相對濕度	ϕ	%	HFMC 및 Hygrometer (PACER DH-100)	位置: 양 Chamber의 中央 回數: (1)과 同一
(3) 氣流速度	v	m/sec	熱線風速計 (KANOMAX 24-6111)	位置: 양 Chamber에서 試驗體를 向해 10cm 떨어진 지점 回數: (1)과 同一
(4) 表面溫	t_g t_f	℃	自動溫度測定裝置(DATA LOGGER, JOHN FLUKE 2240C)	位置: 試驗體의 兩面別로 6部位씩 12部位 回數: (1)과 同一
(5) 熱流量	q	kcal / m ² h	熱流計 (Shorterm HFM-MR Direct indicator 및 Manual Changeover Device, AM4, Showa Denko K, K)	位置: 表面은 測定部位와 對應되도록 Warm side의 6部位 回數: (1)과 同一

낮은 것은 창틀에 유리를 설치할 때 아랫 부분을 밀봉하지 않는 방법을 채택하였기 때문에 內側 條件의 더운 空氣가 유리 사이에 스며들어 熱傳達抵抗이 커진 때문으로 추정된다. 이는 熱傳達抵抗이 커진 대신 유리 사이에 結露발생 등의 우려가 있으므로 세심한 주의가 필요하다. 또한 S3이나 Pair-1인 경우에는 동일한 製品의 유리이면서도 부착 창틀의 材料에 따라 熱貫流率에 차이가 남을 알 수 있다. 이는 실제 測定時에는 창틀 가장자리를 따라 유리면에 창틀의 熱性能에 의한 edge effect가 일어나 유리의 中央面과는 약간의 溫度差가 생

기는 때문이다. 이러한 edge effect 는 製品別로 그 크기가 다르므로 동일한 유리일지라도 창틀 材料, 2重유리 spacer 의 type, 유리에서의 air space, 製品上의 여러 design 要素, 유리의 窓戶에의 부착 방법에 따라 熱貫流率의 차이가 발생하고 있다.

아울러 表-7의 右端은 유리와 창틀의 熱貫流率을 동시에 고려했을 경우의 窓戶 전체의 熱貫流率이다. PVC 창틀에 부착된 Pair-1 의 경우에 熱貫流率이 가장 낮으나 熱流遮斷裝置가 부착된 Al-3에 複層유리를 설치하는 것도 熱傳達抵抗이 상당히 큰 것으로 나타났다.

表-8은 單層, 複層 및 2重窓의 熱貫流率 測定結果를 日本 및 美國의 測定結果들과 비교한 것이다. 역시 複層유리의 熱貫流率이 2.34 ~ 3.25 (Kcal/m²h^oC)로 單層유리에 비해 斷熱性能이 월등히 높음을 알 수 있다. 그러나 이 表에서의 서로의 測定값 間에는 큰 차이가 있으며 이는 使用材料의 特性 및 實驗條件중室內外 溫度差의 설정, 外氣風速의 차이 등으로 인한 影響이 크다.

本 測定값을 실제로 이용하기 위해서는 適用場所에서의 氣流速度 등 제반 條件을 감안하여 고려해야만 한다.

나. 창틀

表-9는 창틀의 熱貫流率 測定 結果이다. 알루미늄 창틀 3種과 PVC, 목재 각 1種씩에

表-7 유리의 測定結果(K-value)

(Kcal/m²h^oC)

Test No.	창틀	유 리				유리 + 창틀
		S 3	Pair-1	Pair-2	Pair-3	
1	Al-1	4.75				4.59
2	Al-1		2.66			3.18
3	Al-2			2.83		3.32
4	Al-3				2.34	2.52
5	PVC	4.76				3.12
6	PVC		2.51			1.93
7	WOOD	4.84				3.28
평균		4.78 ± 0.123	2.59 ± 0.084	2.83 ± 0.075	2.34 ± 0.047	

대하여 測定을 하였으며 모든 材料중 목재 창틀의 熱貫流率이 1.21로 가장 낮음을 알 수 있다. 그러나 이는 材料別로 속이 비었거나 찻다든지 등의 構造上의 차이가 있으며 알루미늄의 80.85 mm, PVC의 90 mm에 비해 목재는 120 mm의 두께를 가지고 있기 때문이다. 앞서 유리의 熱貫流率과 유사하게 창틀의 熱貫流率도 부착된 유리의 種類에 따라 차이가 있다. 이 이유를 단정지어서 한 마디로 언급하기는 어려우며 앞서 유리에서와 같이 構成要素 및 製作上의 다양함에서 그 원인을 찾아야 할 것이다. 여기서 특기할 사항은 같은 알루미늄 창틀일지라도 熱流遮斷裝置가 부착된 창틀의 熱傳達抵抗이 월등히 크다는 점이다. 특히 寒冷한 지역에서 알루미늄 창틀을 사용하기 위해

表-8 유리의 熱貫流率 比較

種類	두께 및 구성 (mm)	熱貫流率(Kcal/m ² h ^o C)		
		本測定	日本 ^{a)}	美國 ^{b)}
單層	3.0	4.78	5.8	5.3
複層	12(S3+A6+S3) ^{c)}	2.34~2.83	3.25	2.8
2重窓	3mm 2매, 간격 100mm		3.5~4.5	

註 a) 실험조건 : 외기풍속 5m/sec, 실내 자연대류, 실외 0^oC, 실내 18^oC

大林組編 : 負荷計算대뉴얼 1. 昭和 40. p. 103.

b) 실험조건 : 외기풍속 6.7m/sec, 실내 자연대류, 실외 -18^oC, 실내 21^oC
ASHRAE HANDBOOK, 1985 FUNDAMENTALS, 1985. Ch. 27. 10. 11

c) S : 單層유리, A : 空氣層

表-9 창틀의 熱貫流率 測定 結果

(Kcal/m²h^oC)

유 리	창틀				
	Al-1	Al-2	Al-3	PVC	WOOD
S 3	4.28			1.55	1.21
Pair-1	4.33			1.37	
-2		4.46			
-3			2.93		

서는 창틀 內에 熱流를 遮斷하기 위한 방안등이 고려되어야 할 것이다.

4-2 窓戶의 熱貫流率

가. 유리와 窓戶 전체와의 비교

(가) 單層유리와의 비교

그림-6은 單層유리와 單層유리를 사용한 창틀, 그리고 창틀과 유리의 熱貫流率을 面積比에 의해 고려했을 때의 窓戶의 熱貫流率을 서로 비교한 것이다. 이중 목재 창틀의 熱貫流率이 가장 작기 때문에 유리와의 차이가 가장 크며 熱損失量 계산시 창틀을 고려치 않고 유리만을 대상으로 그 값을 계산하면 목재창의 경우 약 31.3%가 過多하게 계산된다. PVC의 경우 목재에 비해 熱貫流率이 높음에도 불구하고 전체 窓戶의 熱貫流率이 낮은 것은 窓戶에서 창틀의 面積이 다른 窓戶에 비해 월등히 큰 때문이다.

(2) 複層유리와의 비교

그림-7은 複層유리-1, 2, 3과 窓戶의 熱貫流率을 서로 비교한 것이다. 그림에서와 같이 알루미늄 창틀(A1-1)의 경우는 複層유리의 熱貫流率보다도 크기 때문에 실제 窓戶 전체의 熱貫流率은 유리만의 경우에 비해 23%정도 커진다. 반면 PVC의 경우는 약 27%정도 작아진다.

나. 유리面積比에 의한 窓戶의 熱貫流率

表-10은 ASHRAE의 창틀 材料 및 유리種類에 따른 熱貫流率을 수정하기 위한 수치를 제시하고 있다.

그러나 창틀 材料는 앞에서 언급한 바와 같이 製品別로 性能差가 많기 때문에 일률적인 보정계수의 적용보다는 事例別로 性能을 파악할 필요가 있다. 表-11은 測定에 이용된 窓戶 전체의 熱貫流率을 材料 및 유리의 面積比에 대해 정리한 것이다. 單層유리의 경우, 알루미늄 창틀은 유리面積比의 감소에도 불구하고 熱貫流率에 큰 차가 있으나 상대적으로 熱貫流率이 작은 PVC, 목재 창틀은 유리 面積比의 감소로 인해 창틀面積이 늘어나게 되어 熱貫流率 또한 상당히 낮아짐을 알

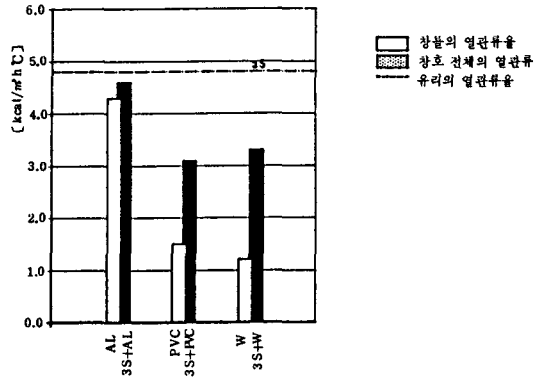


그림-6 單層유리와 窓戶 전체의 熱貫流率 比較

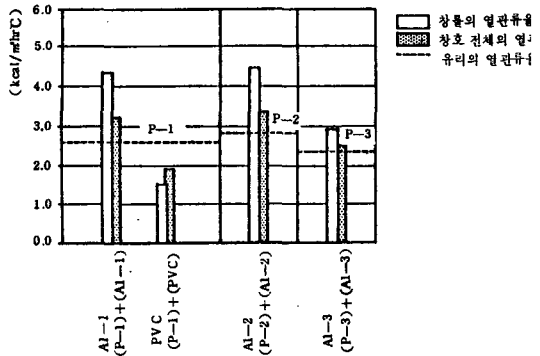


그림-7 複層유리와 窓戶 전체의 熱貫流率 比較

수 있다. 複層유리의 경우는 알루미늄 창틀에 비해 熱貫流率이 작기 때문에 유리面積比가 커짐에 따라 窓戶 전체의 熱貫流率이 작아지게 된다.

表-10 창틀材料 및 유리種類에 따른 보정계수 (ASHRAE) *

유리 및 창틀	Single Glass	Double Insulating Glass
All Glas	1.00	1.00
Wood Frame	0.85-0.95	0.90-1.00
Metal Frame	1.10-1.00	1.30-1.20
Thermally-Improved Metal Frame	0.90-1.00	0.95-1.15

* ASHRAE Handbook 1985. Fundamental ch 27, Table. 13.

表-11 유리面積비에 의한 窓戶의 熱貫流率
(Kcal / m² hr °C)

창틀	窓戶전체에 대한 유리 面積比 (%)	熱貫流率			
		S 3 부착시	Pair-1 부착시	Pair-2 부착시	Pair-3 부착시
A1-1	60	4.6	3.1		
	70	4.6	3.2	-	-
	80	4.7	2.9		
A1-2	60			3.5	
	70	-	-	3.3	-
	80			3.2	
A1-3	60				2.6
	70	-	-	-	2.5
	80				2.5
PVC	50	3.1	1.9		
	60	3.5	2.1	-	-
	80	4.1	2.4		
Wood	60	3.3	-	-	-
	80	4.1			

5. 맺음말

本 研究는 建物에너지節約과 관련 窓戶의 熱性能을 把握하며 또 에너지 消費量 예측에 필요한 負荷計算用 熱貫流率 제시를 目的으로 실시하였다.

以上의 結果들로부터 窓戶를 통한 熱損失 防止를 위해서는 유리 및 창틀별 材料의 선택 및 構成에 대한 고려가 필요하며 에너지 消費量 예측등을 위한 負荷計算時 더욱 精密한 資料를 얻기 위해서는 窓戶의 경우, 窓戶에 부착된 유리 및 창틀의 面積비에 의한 熱貫流率의 적용이 효과적임을 알 수 있다. 向後로는 特性이 다른 材料 및 實驗條件의 변

경 등을 통해 資料를 마련하고 이를 실제의 負荷量計算에 적용하여 그 結果를 把握할 필요 있다.

參 考 文 獻

1. 朴相東外, 住居用建物の 에너지 節約研究 (Ⅲ), 韓國動力資源研究所, 1985.
2. 尹龍鎭, 朴孝洵, 朴相東, 窓戶의 熱性能에 관한 研究, 大韓建築學會 學術 發表 論文集, 1986.
3. (財)住宅 建築省에너지 機構編, 省에너지 住宅시스템의 開發, 1983.
4. Jeffrey F. Lowinski, Thermal Performance of Wood Windows and Doors, ASHRAE Transactions Vol. 85-I, 1979.
5. T. Kusuda, B.L. Collins, Signified Analysis of Thermal and Lighting Characteristics of Windows; Two case Studies, NBS-109, NBS, 1978.
6. Heinz R. Trechsel, Energy-Effective Windows, Proceedings of a joint DOE/NBS Conference/Round Table on Energy Effective Windows, NBS SP 512, 1978.
7. S. Treado, J. Barnett and T. Kusuda, Energy and Cost Evaluation of Solar Window Film Use in and Office Building, NBS TN 1174, 1983.
8. Thomas F. Potter, Patching the Thermal Hole of Windows, 12th Energy Technology Conference, Vol. 12, 1985.
9. ASHRAE Handbook, 1985 Fundamentals, ASHRAE, 1985.