

建物開口部の気密性能 評価方法

尹在振

(国立建設研究所 建築資材科)

1. 気密性の概要

일반적으로 建築의 性能(Performance)이라 함은, “建築空間을 安全하게 또한 快適하게 실현시키기 위하여 外力 또는 에너지 등의 作用因子에 대하여, 建築物이나 이를 構成하고 있는 部品, 材料, 設備 등의 能力이, 어느 정도에 이르고 있는가를 定量的, 定性的으로 표시하는 것으로 정의되고 있다.

이의 의미는 建築分野内에서도 입장에 따라 해석이 다르나, 建築部品の 性能基準의 입장에서 보면, “試驗下(Under test)에서 직접 측정되어 얻어진 定量的, 定性的인 값”이라고 할 수 있다.

따라서 이들 性能에 대한 評價는, 각각에 대한 試驗方法의 設定 및 諸般 試驗施設의 확보가 이루어져야만 가능한 것이다.

建築의 性能問題는 최근들어 国内에서도 많이 거론되고 있다. 이를테면, 建築部에서 마련중인 「組立式 住宅部材의 性能認定制」가 그 一例이다.

이러한 性能과 함께, 建築部材의 気密性은 주로 建物의 外周部(접합부 또는 창문)에 要求되는 性能으로서, 이에 대한 性能의 의미는 KSF1010(건축물에 영향을 주는 각 요인의 성능분류)에 규정되어 있다.

즉, 気密性은 기압차에 의하여 생기는 공기의 투과에 대한 抵抗의 程度를 말하며, 통상 이는 压力差 10kg/m² 때의 단위면적당의 通氣抵抗으로써, 측정단위는 m²h/m³ 또는 m³/h·m²을 사용하고 있다.

특히 気密性은 建築物의 外周部(특히 窓門)에 要求되는 水密性, 遮音性, 断熱性, 防火性 등과 더불어 設計時에 고려되어야할 性能이다.

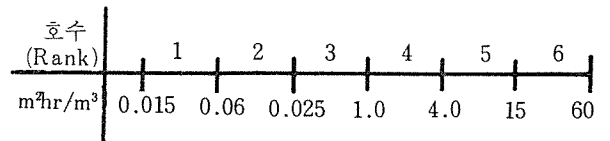
建物 外周部の 壁体, 窓門, 換氣口 등은 建物 保温上 弱點부분으로 지적되고 있는데, 이에 대하여 通氣抵抗(통기량)의 基準 및 목표를 설정해 놓으면 총합적 설계 계획에 이용할 수 있을 것이다.

気密性의 級別은 KSF1010에 다음표와 같이 호칭되어 있고 이는 JIS와 동일하다. 일본 NSP(National Performance Standards)案의 外周壁의 気密性의 級別도 같이 정하고 있다.

또한 気密性의 基準을 보면 강제샷시의 경우 0.015~0.06(1 Rank), 알미늄샷시의 경우 0.06~0.25(2 Rank) 정도로 現状의 레벨(Level)로 하고 있다. 建設省 告示에 의한 防火門의 気密性能(원래 방화문의 경우에는 遮煙性能이라하나 실제적으로, 엄밀히 말하면 気密性이다)의 경우에는 압력차 2 kg/m²에서 0.067m³/h/m²(0.25m³/minm² 이하)이상을 要求하고 있다.

그런데 建物에 있어서 遮音과 換氣의 兩面에 대하여는, 窓의 気密性에 관하여 对立的인 관계에 있으므로 環境의 諸要素들을 감안하여 적정 Rank를 定하여야 할 것이다.

예를들어, 性能의 目標을 어느 限界까지 높이는 것이 바람직한 一般窓門의 경우와 火災發生時의 防火門과 같이 気密性의 Rank를 높이면 높일수록 좋은 특수한 경우도 생각할수 있다.



또한 気密性이 나쁘면 冬期에 있어서 室内 흘러다니는 空氣에 함유되어 있는 水分이 천정속과 外壁内面에 응결되어 結露現象을 일으키기도 한다.

이와같이 建築에 있어서의 気密性은, 結露現象은 물론, 에너지절약과 화재시의 煙氣制御와도 관련이 깊은 性能이다.

筆者가 몇달전 기술연수를 목적으로 일본에 체류하는 동안 建設省 建築研究所를 비롯한 관계시험기관을 방문하면서 그곳 動風圧試驗關係者들로부터 들른 말에 의하면

“앞으로의 気密性能의 체크는 NRC(National Research Council of Canada)에서 실시중에 있는 실제의 建物에 대한 気密度를 測定하는 것으로 추진될 것이다”고 하였다.

캐나다의 경우는 그나라의 특수한 사정(?)에 의한 것이라고 생각 할수도 있었지만, 아뭏든 건축물에 要求되는 모든 性能이 이제는 거의 실제에 가까운 상태에서, 性能이 파악되는 단계로 발전되어 가고 있음을 역역히 알

수가 있었다.

本稿에서는 ASTM에 의한 氣密試驗方法의 소개와, 国立建設研究所에 既確保되어 있는 壁體, 開口部, 각종 建具 등에 대한 氣密性試驗裝置 (通氣量測定裝置: Air leakage measuring apparatus: 日本光電科学製)를 주안점으로 하여 동시험 System에 대하여 기술하고자 한다.

2. 氣密試驗

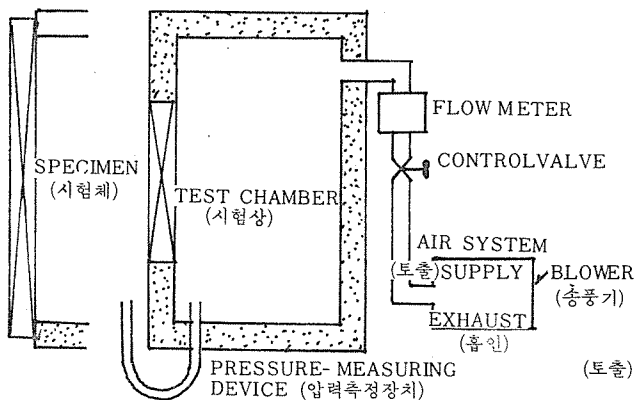
가. ASTM의 氣密試驗

ASTM E283-73; Test for Rate of Air Leakage Through Exterior windows, Curtain walls, and Doors의 概略을 紹介하면

1) 試驗裝置

● Test chamber (試驗箱)

試驗체를 장치하는 Test chamber 개구부의 片面部分은 바람이 새어나가지 않도록 충분히 시일링(Sealing)하며, 적어도 1개의 壓力檢出器를, 바람의 영향을 받지 않는 곳에 설치한다. 또한 바람이 직접, 시험체에 닿지 않는 곳에 空氣導入口를 설치한다(그림 1 참조)



(그림 1) 기밀시험장치 (Air Leakage Apparatus)

試驗체를 장치한後, 試驗체의 調整과 觀察을 위하여 Test chamber內로 들어가는 문(door)과 視窓을 설치할 필요가 있다.

● Air System

송풍기(Blower)는 Chamber內의 壓力을 변화 시킬수 있는 壓力調整裝置가 붙은 것을 사용하고, 송풍기 자체는 吐出 혹은 吸引이 가능한 加引兩用의 것이어야 한다. 또한 Chamber內의 壓力이 一定壓 일때, 壓力을 정확히 읽을 수 있도록 壓力이 일정하게 유지될 수 있도록 되어야 한다.

● 壓力測定裝置

壓力의 測定誤差는 $\pm 2\%$ 이내 일것

● 流量測定

흐름이 $2 \text{ ft}^3/\text{min}$ ($9.44 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{S}$) 이상 일때 $\pm 5\%$ 이내 $2 \text{ ft}^3/\text{m} \sim 1/2 \text{ ft}^3/\text{min}$ 일때 $\pm 10\%$ 이내의 오차로서 測定 가능할 것

2) 試驗體

● 壁體의 경우

試驗體의 材料, 構造 및 構成은, 實物體의 크기로서, 제에 사용하는 것과 같은 것으로 하며 Wall System의 대표적인 부분을 모두 포함한 것으로 한다. 다만 Pefab壁에 있어서는 너비는 2개 이상의 대표적인 unit와 그 連結部 및 支持部를 포함하며 적어도 1개의 垂直 Joint나 frame部材에 加壓이 가능해야 한다.

높이는 1階層의 높이 또는 1unit의 높이중 큰쪽으로서 水平 Joint와 그것에 교차하는 垂直 Joint를 포함한 것 이어야 한다.

● 窓, 門, 기타의 경우

窓, 門 혹은 기타의 部材를 시험할 경우는 그全部 즉 후레임(frame), 앵커(Anchor)등을 포함한 실제 建物에 取付한 것과 같은 것을 사용한다.

3) 試驗方法

(1) 試驗體는 원래 옥외에 면한 부분이 壓力을 받도록 하여 Chamber의 개구부에 밀착(부착)한다. 동시에 試驗體와 Chamber의 接觸부에서 공기가 새어나가지 않도록 시일링(Sealing)을 충분히 하여야 한다.

(2) 試驗體에 부속되어 있는 통풍기(Ventilator), 샷시, 門(door) 기타의 付屬全物이 바르게 作動되도록 調整한다.

(3) 試驗을 실시하기 전에 Ventilator, 샷시, 門(door)를 5회 개폐하고 施錠을 반복한다.

(4) 그다음 試驗體에 設計風壓(별도지정이 없는 경우는 $1.57 \text{ Lbf}/\text{ft}^2$, $8.2 \text{ kg}/\text{m}^2$)을 부여하여 壓力이 安定된 점에서 flow meter의 空氣流量과 그때의 Chamber內 壓을 測定한다.

이때의 流量(Q_m 으로 표시한다), 氣壓, 溫度 및 相對 湿度를 測定한다(標準狀態로 환산하기 위해서)

(5) chamber에서의 漏出(Leak out)量을 測다. 만일, 누출량을 알지 못할 경우에는 試驗體를 全面 밀봉(Sealing)하여 그 壓力에 있어서의 Q_L 를 測定한다.

(6) 試驗結果 試驗體의 漏出量(Q)은 $Q = Q_m - Q_L$ 로서 구할수 있다.

나. 国立建設研究所 保有 試驗裝置에 의한 氣密試驗

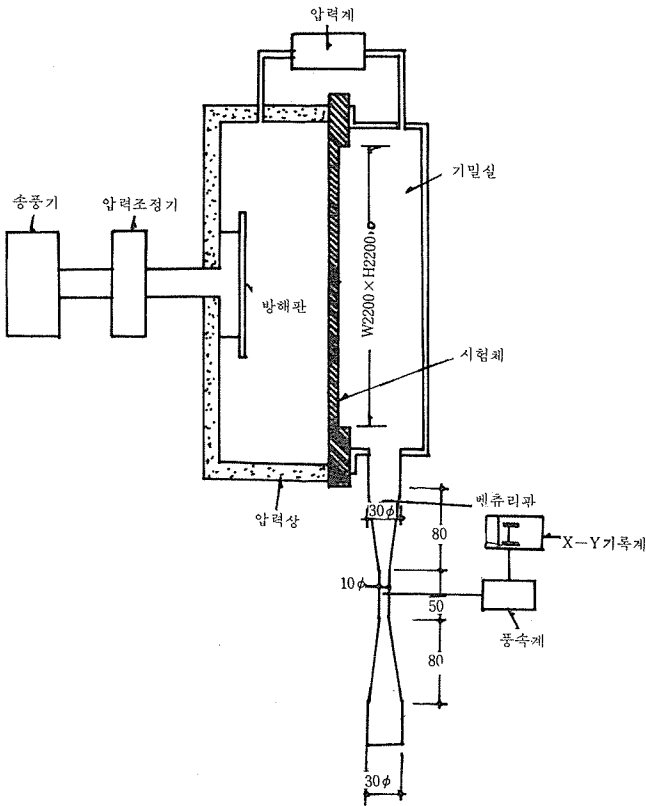
1) 試驗裝置

試驗裝置의 構造는(그림 2)와 같으며 送風機, 壓力調整裝置, 壓力箱, 氣密箱, 벤추리관(Venturitube), 計測裝

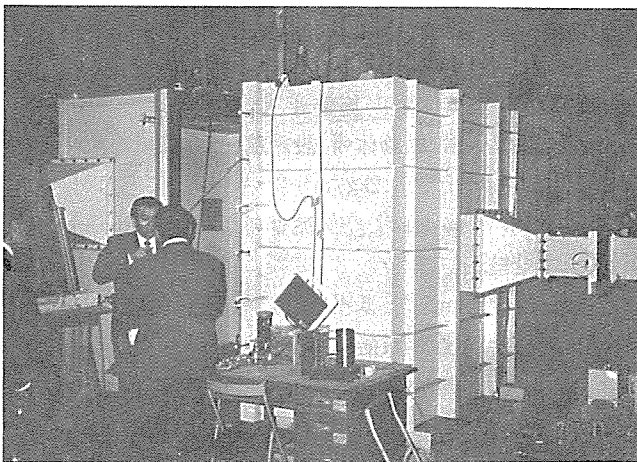
置(풍속계, X-Y기록계등) 등으로 구성되어 있다.

주요성능은 다음과 같다.

- 試驗體最大치수: W2400×H2400mm.
(有效치수: W2200×2200)
- 最大風壓: 50kg/m²
- 漏出量測定範圍: 0.03m³/in~3.0m³/min



(그림 2) 기밀시험장치의 구조도



(사진) 国立建設研究所保有

2) 試驗體

ASTM의 氣密試驗과 같은 조건으로 하여야 할 것이며 다만 壓力箱 (pressure chamber) 의 개구부의 크기가 W2400×H2400mm로 되어 있으므로 이 치수에 限定된다.

3) 試驗方法

(1) 試驗體를 壓力箱과 氣密箱 사이에 바람이 새

지 않도록 밀착시킨다.

(2) 송풍기 및 압력조정장치에 의하여 所定의 壓力차(기압차)를 부여한다. 이때의 壓力차는 壓力계(자동)에 의하여 알 수 있다.

(3) 所定의 壓力差에 대한 漏出量을 測定한다. 이 漏出量은 벤추리튜브(Venturitube)에 設置된 風速計(A-nemometer)에서 測定된 風速에 의하여 누출된 공기 가 벤추리관(Venturitub)를 통과 할때의 風速이다.

(4) 또한 試驗結果를 20℃, 1기압의 標準狀態로 환산하여 單位面積·單位時間當의 通氣量으로 표시한다.

4) 試驗結果의 計算例

예를들어, 지금 試驗體의 兩面에 대하여 壓力差를 2kg/m²를 주었을때 風速計에 의하여 風速이 1m/sec로 測速 定되었다면 이때의 漏出量(風量)을 구해보면... 단 벤추리 튜브의 D=100mm이다(斷面積은 0.00785m²이다)

● 漏出量(風量)=斷面積×風速

$$\begin{aligned} \bullet \text{漏出量(風量)} &= 0.00785\text{m}^2 \times 1\text{m/sec} = 0.00785\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 0.00785\text{m}^3/\text{sec} \times 60\text{sec}/\text{min} \\ &= 0.471\text{m}^3/\text{min} = 0.00785\text{m}^3/\text{sec} \times 60\text{sec} \\ &\quad / \text{min} = 0.471\text{m}^3/\text{min} = 28.26\text{m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

● 單位面積, 單位時間當의 通氣量(m³/hrm²)은 베르누이(Bernoulli)의 定理에 의하여 28.26m³/hrm²이 되며, 氣密抵抗値로는 0.035m²hr/m³(1 rank에 해당)가 된다. 標準狀態로의 환산은 보일샤르의 법칙에 의하나 여기서는 생략한다.

3. 結 言

国内에서는, 建物外周部の 壁體, 窓門, 換氣口 등에 대한 氣密性 또는 水密性에 關하여 관심을 갖고, 基準이나 目標을 設定한 예가 없었던 것으로 안다. 앞서 말한 바와 같이 氣密성은 에너지절약, 및 火災時의 煙氣制御에도 關係가 깊은 性能이다.

여태까지는 建築物의 熱效率化(에너지절약)의 초점이 建物の 保温 및 斷熱에 근거한 熱貫流値로서 혹은 損失 熱量으로서 氣密抵抗値도 하나의 管理値로서, 관련시킬 수 있음을 강조하고 싶다.

또한 氣密試驗裝置는 送風機, 壓力室, 氣密室, 벤추리 튜브(Venturitube), 風速計 등으로 구성된, 비교적 간단한 원리에 의한 試驗裝置로서, 筆者가 불 때는, 既導入되어 있는 裝置를 참조하며는 国内에서 충분히 제작할 수 있을 것으로 사료되며, 새로운 System의 개발과 더불어 風壓強度試驗 및 水密試驗을 가미한 裝置의 設計·製作도 가능할 것으로 본다.

한편 關聯研究機關, 혹은 학교의 實驗室 등에도 이러한 施設을 갖추어 됨으로서 建築物 또는 部材에 要求되는 性能이 하나씩 하나씩 점차적으로 파악될 수 있을 것이다.

이는 곧 試驗의 궁극적인 목적인 建築物의 質的向上을 위함이다.