

# 建築物의 開口部에 對한 氣密性能基準 制定의 試驗分析

丁 鍾. 汶 — 國立建設研究所 建築資材科

## I. 序 言

### 1. 研究의 目的

최근들어 세계각국의 심각해진 부자원의 고갈현상은 建築物에 있어서도 예외는 아니다. 이에 代替資源開發의 적극적인 방법의 하나로 自然에너지의 하나인 太陽熱의 이용방안을 추진하여 이를 實用化 단계에 이르게 하였고, 소극적인 방법으로는 人爲的인 에너지를 절약하기 위해 斷熱材를 사용한 斷熱構造의 개선을 政策的으로 적극 勸奨推進토록 하게 하였으며 이와 때를 같이하여 建築부에서도 1975년 建築法 개정시 법 제23조의 4 (建築物에 있어서의 熱損失防止) 조항을 신설하여 벽·天井(最上層)·바닥(最下層)·窓을 一定水準 이상의 斷熱性能이 있는 構造로서 施工하도록 하고 있다. 그러나 建築物이란 공장에서 完製品으로 생산되는 것이 아니고 현장에서 組立加工하는 工程이 대부분인 특성을 갖고 있기 때문에 비록 벽이나 天井 또는 窓 등이 일정한 斷熱性能이 있다 하더라도 다른 部品の 組立이나 施工의 不適應으로 인해 그 斷熱構造의 斷熱性能은 얼마든지 低下될 수 있는 것이며 아무리 완벽한 施工이나 組立이 이루어졌다 하더라도 換氣를 위한 開口部나 窓틈을 통한 熱의 損失은 정도의 차이는 있을지언정 이를 완전히 방지할 수는 없는 것이다.

일반적으로 30평 정도의 소주택에 있어서 各部位를 통한 熱損失率의 예를 들어 보면 천정을 통한 손실이 16%, 외벽이 34%, 개구부 18%, 바닥(最下層) 18% 정도이고 窓틈과 환기구 등을 통해서 14% 정도가 손실되고 있는데 창·벽·지붕·바닥 등은 斷熱施工 기준에 의해서 시공하면 소기

의 斷熱性能이 기대될 수 있으나 窓틈이나 환기구 등은 이를 斷熱處理할 수 없기 때문에 氣密性能이 필요하게 되는데 이곳을 통해서 빠져나가는 熱損失이 上記한 바와 같이 대단한 비중을 차지하고 있고 또한 斷熱性能의 가장 취약점인 것을 인식하고 있으면서도 지금까지 우리나라에서는 이에 대한 연구나 법적인 規制條項이 없어 放置할 수밖에 없었다. 이에 本研究에서는 이제까지의 外國의 開口部와 窓틈을 통한 熱損失防止에 관한 연구와 各國의 기준 및 시험방법을 조사분석하였고, 우리나라의 실정에 맞는 基準을 제정하기 위해서 현재 우리나라에서 생산되고 있는 우수 窓戶業體의 各種窓戶를 수집, 氣密性能의 실태를 直接試驗을 통해서 조사분석하였으며 이에 대한 性能의 改善 및 試驗方法을

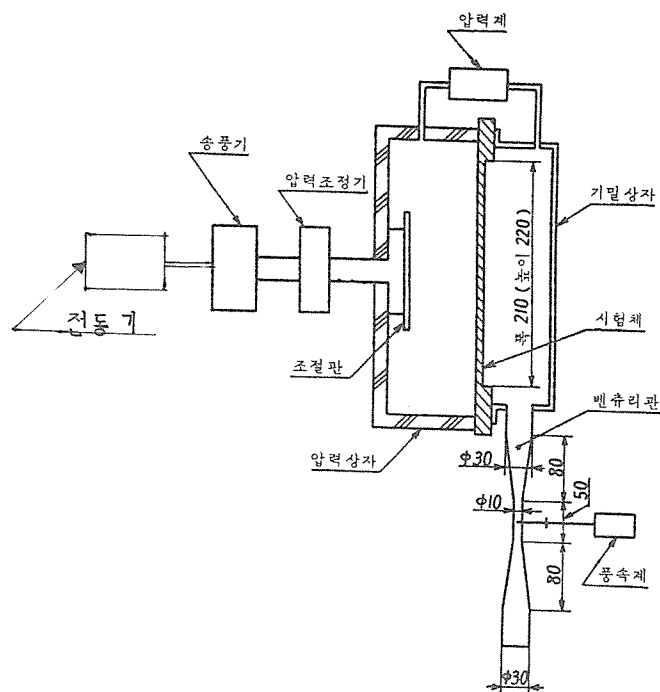
제시함으로써 熱損失防止 및 騒音性能을 확보하여 쾌적한 住居環境을 조성하는데 그 目的과 背景이 있다고 하겠다.

## 2. 研究의 方法

### ① 試驗機의 確保

國立建設研究所에 확보되어 있는 氣密試驗機는 防火門 및 防火셔터의 차연성능시험을 위해 확보한 차연試驗機를 개조하여 차연試驗 및 氣密試驗을 병용할 수 있도록 한 것이며, 氣密상자와 壓力상자와의 壓力差에 대한 最大用量은 50 mmH<sub>2</sub>O 까지 測定할 수 있도록 개조하였다. 또한 여기에 따르는 후레임(Frame)을 제작하여 각종 크기의 窓戶를 자유로이 시험할 수 있도록 하였다.

그림 1 氣密試驗裝置 構造圖



단위 : cm

② 試驗機의 構造說明

氣密試驗機의 구조는 그림 1과 같은 구조로 되어 있으며 壓力상자는 송풍기에 의해 발생한 一定風壓을 유지토록 하는 것이다. 그리고 氣密상자는 試驗體의 틈을 통해 흐른 風量을 모아 벤츄리관으로 보내게 하는 구조로서 壓力상자와 크기는 같다. 또한 송풍기는 試驗時에 소요되는 소정의 風壓을 발생시키기 위한 것이고 壓力調整機는 송풍기에서 바람의 壓力을 조정하는 구조로 되어 있으며 벤츄리관은 氣密상자에서 보내진 풍속을 측정할 수 있도록 되어 있다. 즉 氣密試驗機의 구조란 송풍기에서 바람을 일으켜 壓力상자와 氣密상자 사이에 試料를 설치하여 일정한 壓力差를 가한 다음 벤츄리관으로 흐르는 풍속을 X-Y 레코더(Recorder)로 측정하는 것이다.

③ 計算方法

벤츄리관의 풍속을 1 m/sec로 측정하고 벤츄리관의 단면적(A)은 직경을 100m/m로 사용할 때

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 0.785 \times 0.1 \times 0.1 = 0.00785 \text{ m}^2$$

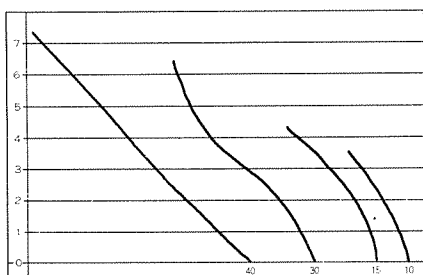
풍량 = 단면적 × 풍속

$0.00785 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m/sec} = 0.00785 \text{ m}^3/\text{sec}$   
 7.85로 가정하면 시간당 風量의 환산은  
 $0.00785 \text{ m}^3/\text{sec} \times 60 \text{ sec/min} = 0.47 \text{ m}^3/\text{min}$

$0.47 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min/h} = 28.26 \text{ m}^3/\text{h}$   
 의 風量이 측정된다.

예 : 窓門의 크기가  $1.176 \times 1.456$  (틈의 유효길이)에서 試驗結果 유출된 풍량이 도표 1과 같이 도시되었다면 壓力差가 10mmH<sub>2</sub>O일 때 Opening Joint法, 즉 틈의 길이당 m로 계산하면

표 1 試驗結果(단위 mmH<sub>2</sub>O)



$28.26 \text{ m}^3/\text{h} \times 3.5 \div 6.44 \text{ m} = 15.35 \text{ m}^3/\text{hm}$  이고

Opening Light法, 즉 틈의 면적당 (m<sup>2</sup>)으로 계산하면

$28.26 \text{ m}^3/\text{h} \times 3.5 \div 1.71 \text{ m}^2 = 57.84 \text{ m}^3/\text{hm}$ 의 값이 나오게 되며 이 計算方法은 베르누이(Bernoulli) 定理에 의한 것이다. 그리고 上記의 값에 標準狀態로의 계산은 보일샤르法測에 의하나 여기에서는 생략하기로 한다.

II. 氣密性能에 對한 各國의 現況

1. 노르웨이의 基準

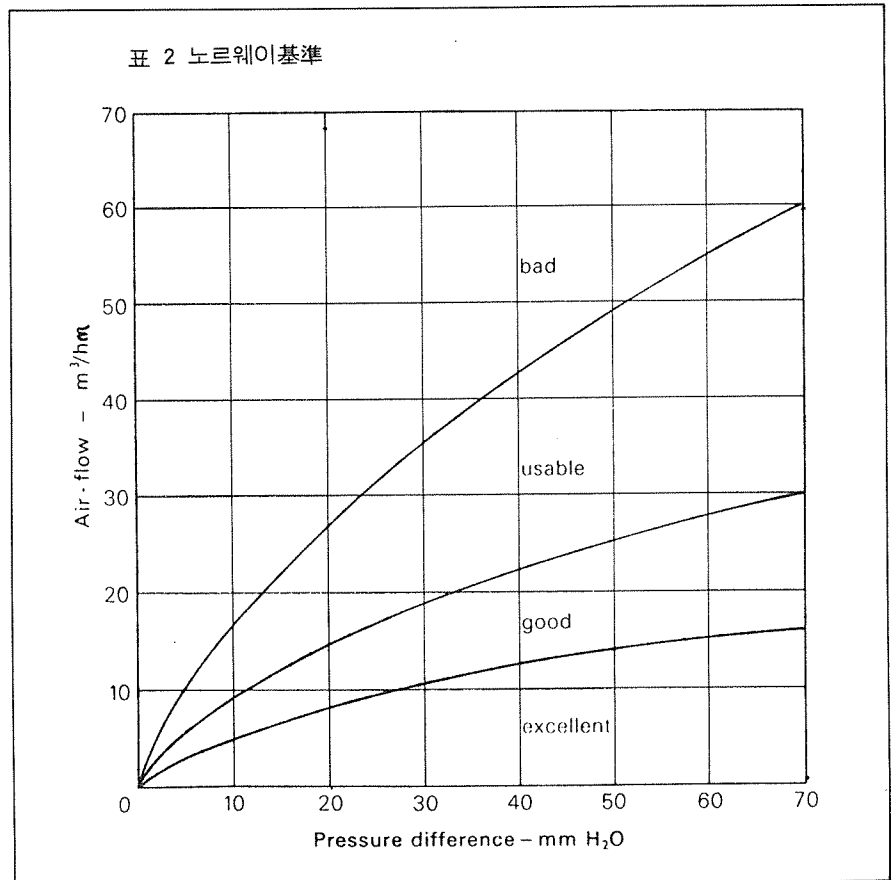
노르웨이 基準에서는 壓力差를 표 2에서와 같이 70mmH<sub>2</sub>O까지 측정하며 Opening Joint法, 즉 길이당 m를 사용하고 있으며 NBRR, 즉 노르웨이 建築研究所에서도 표 2에서와 같이 氣密性能에 대한 여러가지 등급을 도표화하고 있다.

이 도표를 보면 3개의 곡선으로 표시하고 있으며, 壓力差가 10mmH<sub>2</sub>O일 때 고급창의 基準은 5 m<sup>3</sup>/hm이고 좋은 것은 9 m<sup>3</sup>/hm이며 使用可能은 15m<sup>3</sup>/hm로 규정하고 있으나 고급창이 70mmH<sub>2</sub>O일 때 15m<sup>3</sup>/hm로 규정하고 있는 것을 보면 物理的인 性能이 強化되어야 한다는 것을 말해주고 있다.

2. 英國의 基準

英國에서도 유럽의 다른 지역이나 北美에서와 같이 窓틈의 길이당, 즉 m를 일반화하고 있으나 BS 4315에서는 면적당 (m<sup>2</sup>), 즉 Opening Light法과 길이당 (m), 즉 Opening Joint法을 선택하여 측정하게 되어 있고 통기량을 窓틈의 길이당 (m) 1시간에 12 m<sup>3</sup> 이상을 통과하지 않도록 하고 있다. 그리고 규정에서는 하급 · 중급 · 상급으로 나누고 있으며 하급의 풍압차는 10mmH<sub>2</sub>O, 중급은 15mm H<sub>2</sub>O, 상급은 20mm H<sub>2</sub>O로서 풍압차를 결정하고 통기량은 어느 것이든 12m<sup>3</sup>/hm를 초과하지 못하도록 규정하고 있다. 이것은 수요자가 이들 중의 하나를 마음대로 선택할 수 있도록 재량권을 준 것이라고 볼 수 있겠다. 따라서 上記의 12m<sup>3</sup>/hm의 基準은 최소한의 것이며 특별한 경우에는 이보다 훨씬 상향 조정하고 있다. 또한 英國協會에서도 일반적인 통기량을 10mmH<sub>2</sub>O에서 60 m<sup>3</sup>/hm 이하나 또는 길이당 (m) 12 m<sup>3</sup>/hm 이하가 되도록 규정하고 있다. 이 수치는 노르웨이 基準에 비하면 많이 떨어지는 수치이다. 또 英國의 環境省에서도 창문의 氣密性能基準을 만들어서 배포했는데 여기에서 이들 두

표 2 노르웨이基準



개의 도표를 보면 표 3 (Opening Joint)과 표 4 (Opening Light)에서와 같이 성능은 6등급으로 나누었고 5개의 곡선은 하급에서 상급으로 점점 상향조정된 것이며 첫번째 곡선은 보다 강력한 규정으로서 에어콘을 사용하는 건물에 적용하도록 되어 있다. 그러나 4개의 곡선에 대해서는 용도별로 표시를 하지않고 단지 A<sub>1</sub>·A<sub>2</sub>·B·C 등급만으로 구분하고 있다. 그리고 이들 두개의 그래프의 값을 수치적으로 보면 서로 5배의 상관관계가 있는데 일반적으로 표 3이 좀 엄격한 기

준이며 노르웨이에서도 이 기준을 선택하고 있다. 그러나 루버창은 그 창이 가지고 있는 특징때문에 표 4의 기준에 의해 측정되어야 할 것이다. 만일 길이당(m)으로 측정하게 되면 많은 m를 가지고 있기 때문에 너무 강력한 기준의 소재가 있는 이유에서이다. 英國의 기준은 낮은 壓力差에서는 좀더 강화되어야 할 것 같으나 50 mm H<sub>2</sub>O에서도 12m<sup>3</sup> / hm로 규정하고 있어 높은 壓力差에서는 노르웨이 기준과 같다.

### 3. 美国의 基準

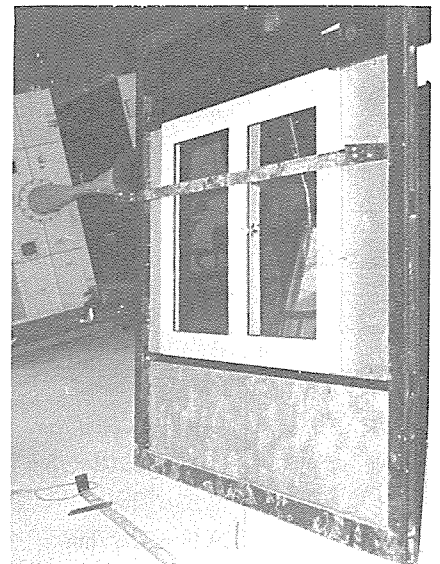
美国에서도 다른 유럽地域과 같이 길이당(m), 즉 Opening Joint法을 사용하고 있다. 이곳의 氣密性能基準은 美国알미늄협회(AAMA)가 ASTM E 283 試驗方法에 따르고 있으며 알미늄窓의 통기량을 壓力差 7.6mm H<sub>2</sub>O에서 2.1m<sup>3</sup> / hm 이하를 규정하고 있다. 또 일반적인 美国의 한계치는 7.6 mm H<sub>2</sub>O에서 2.8m<sup>3</sup> / hm 이하로 규정하고 있으며 좀 고급창에는 30mm H<sub>2</sub>O에서 2.8m<sup>3</sup> / hm 이하로 규정하고 있다.

7.6mm H<sub>2</sub>O에서 2.8m<sup>3</sup> / hm의 누출량이 빠져나간다는 것은 대략 10mm H<sub>2</sub>O에서 3.5m<sup>3</sup> / hm가 빠지는 것과 같으며 20mm H<sub>2</sub>O에서는 5m<sup>3</sup> / hm가 빠지는 것과 같다. 이 수치의 기준은 英國의 하급의 1/3밖에 되지 않으며 상급의 1/2보다 적다. 또 북아메리카의 공인 試驗所 등에서도 ASTM 試驗方法을 적용하고 있으며 공기의 흐름량을 단지 하나의 공칭된 壓力差, 즉 7.6 mm H<sub>2</sub>O에서만 시험을 하고 있다.

### III. 試驗實施 및 結果分析

#### 1. 試驗實施

本研究試驗을 위해 우리나라 우수窓戶業체의 窓戶를 서울·인천·창원·부산·울주 等地에서 수집하였으며 試驗實施는 20여일에 걸쳐 관련 窓戶業체와 관심있는 분들이 참관한 가운데 실시되었으며 사진은 試料를 후레임에 제작하여 氣密試驗機에 넣고 있는 장면이다.



□ 試驗實施전경

표 3 Opening Joint

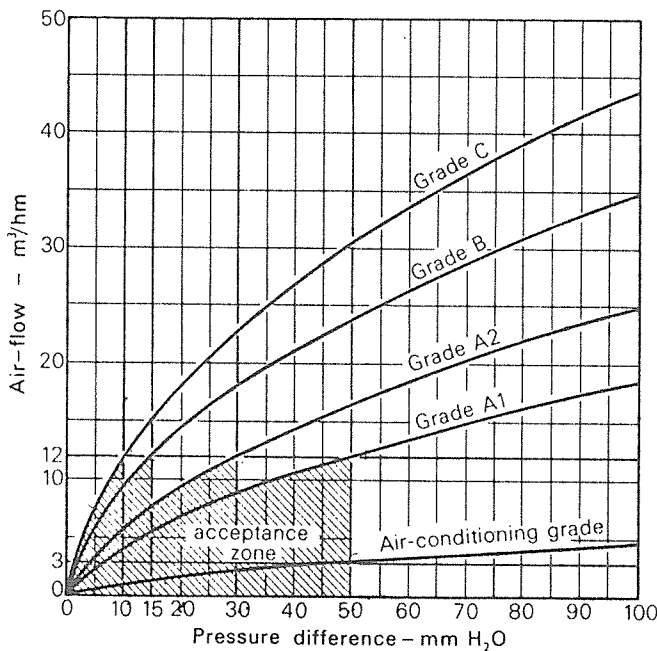
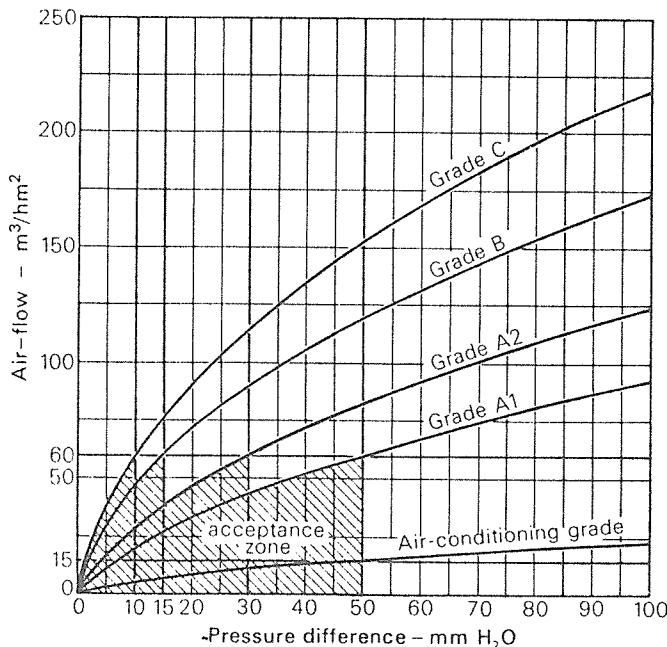


표 4 Opening Light



## 2. 結果分析

試驗結果는 표 5와 같으며 대체적으로 우리나라 業體의 製品이 外國의 기준에 크게 미치지 못하는 것이 대부분이었으며 이를 比較分析하여 보면 표 6과 같다. 이 값은 美國의 기준과 비교하여 볼 때 木材窓戶의 경우 5.8~6.8배나 공기의 누출량이 많은 값이다. AL窓戶의 경우는 3.4~4.3배 기타 窓戶는 5.7~6.3배이고 木材出入門도 5.7~9.4배의 차이가 났으며 다만 합성수지 제품만이 노르웨이나 英國의 기준을 능가하고 있는데 그 이유는 저렴한 가격의 생산에도 문제가 있겠지만 國內窓戶의 대부분이 氣密性에 대한 각종 보안이 개발되지 않은 때문이다. 또한 창틀의 홈의 깊이나 넓이에도 문제가 있었는데 홈의 깊이는 목재창의 경우 대부분 6mm였으며 깊이가 8mm일 때와 비교하여 볼 때 대략 3.5m<sup>3</sup>/hm의 양이 더 빠져나갔다. 레일(Rail)의 위치에 따라서도 빠져나가는 누출량이 달랐는데 그림

A보다 그림 B가 1.2m<sup>3</sup>/hm나 덜 빠져나갔으며 또 그림 B는 압력이 가해질수록 빠져나가는 누출량이 급증하였다. AL窓戶의 경우는 레일의 두께가 4mm인 것이 3.5mm인 것보다 대략 1.8m<sup>3</sup>/hm가 감소되었다. 그러나 근본적인 氣密性能을 유지하기 위한 요건으로는 제작시 틈을 최소화시켜야 하는데 窓戶가 닫혔을 때 공기의 유통을 최소화하기 위해서는 그림 C와 같이 맞닿는 선대를 제혀로 하거나 그림 D와 같이 창틀에 고무버킹을 부착시키는 방법이 있고 또 면(綿: Wool이나 Cotton·모헤아)을 공기의 유통이 될만한 곳에 그림 E와 같이 부착시켜 氣密하게 하는 방법이 효과적이다.

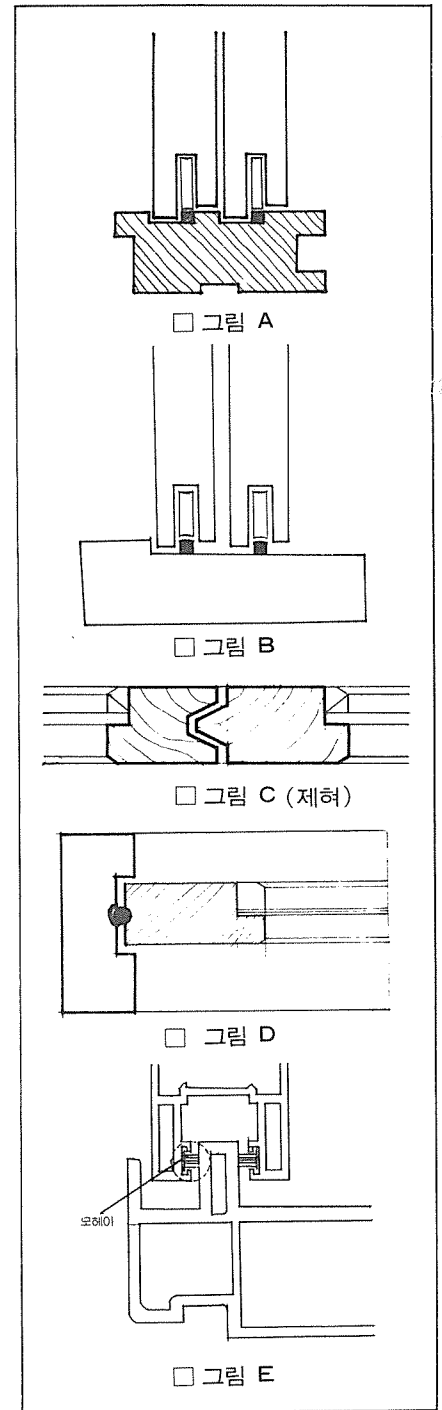
다음은 Ingenar Hoglund 博士와 Bent Wanggran 研究官의 共同研究에 의한 氣密性能 유지방안의 내용을 보면 그림의 설명과 같이 O형·U형·D형 등의 스트립(Strip)을 제안하고 있다.

표 5 시험결과표

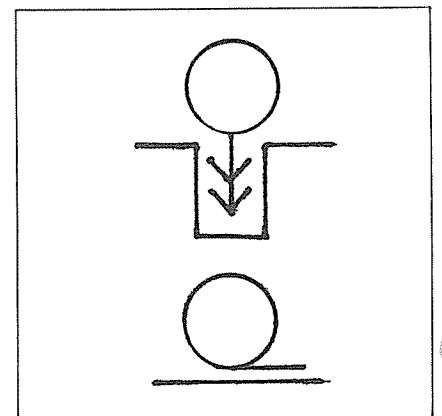
시 료		시 험 결 과 (m <sup>3</sup> /hm)			
		10mm H <sub>2</sub> O	15mm H <sub>2</sub> O	30mm H <sub>2</sub> O	40mm H <sub>2</sub> O
알미늄창	2 중 창	11.9	14.6	20.76	23.63
	2 중 창	14.92	18.43	27.64	32.03
	2 중 창	15.09	19.3	28.03	32.47
목재창	목재 단 창	20.5	23.24	28.24	35.55
	목재 단 창	23.12	28.26	38.17	40.73
	목재 2중 창	24	33	50.6	52.4
합성수지	합성수지	10.26	12.9	20	23.3
철제창	철제복층리	17.67	21.66	27.6	28.38
기타창	합성수지+목재	9.85	13.9	22.02	24.92
	AL+목재	20.11	25.6	35.66	41.15
	"	22.02	27.23	38.25	44.62
목재문	목재문	19.9	24.32	31.37	33.27
	목재문	33	41.2	58.69	60.32
철재문	철제문	22.73	25.69	37.55	42.98
	철제문	26	31.89	42.65	52.49

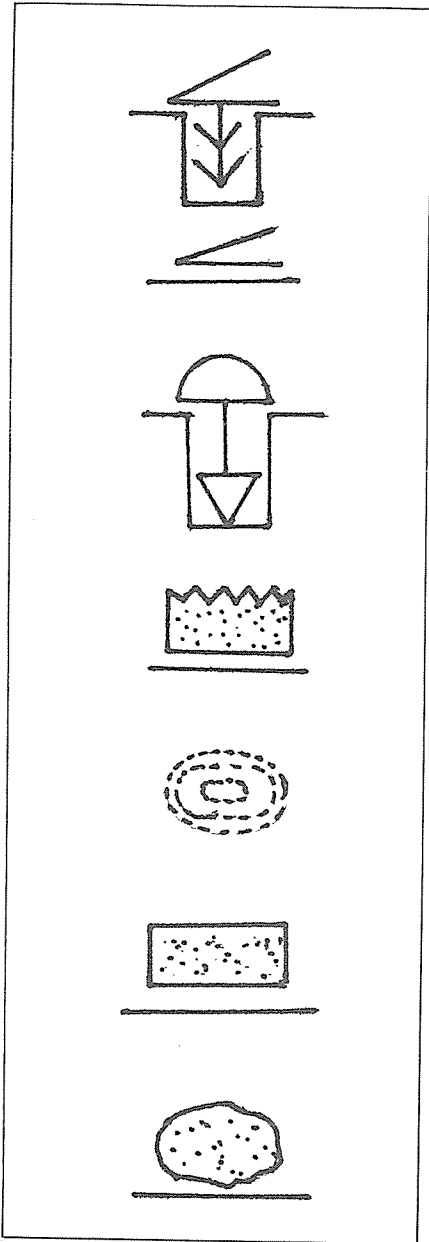
표 6 비교표

국내 시험 결과		외국 기준		
시 료 별	시 험 결 과	국 별	최 저 기준	에어콘설치실용
목재 2중창	24m <sup>3</sup> /hm	미국	3.5m <sup>3</sup> /hm	미 상
알미늄 2중창	11.9 - 15.09m <sup>3</sup> /hm	영국	12.0m <sup>3</sup> /hm	1.0m <sup>3</sup> /hm
목재+알미늄	20.11 - 22.02m <sup>3</sup> /hm	노르웨이	15.0m <sup>3</sup> /hm	0.6m <sup>3</sup> /hm
합성수지+목재	9.85m <sup>3</sup> /hm			
목재출입문	19.9 - 33m <sup>3</sup> /hm			
철제출입문	22.7 - 26m <sup>3</sup> /hm			



- 튜브형(O형) Strip : 홈 속으로 화살촉 모양의 혀가 들어가게 됨.
- 튜브형(O형) Strip : 튜브에 달린





꼬리를 접착제 또는 못으로 고정한다.

○모(角) 스트립(Angle Strip·V 스트립) : 평활한 표면에 스테어플·못 또는 접착제로 붙인다.

○D스트립 : 홈 속으로 밀어 넣는다.

○팽창 스트립(Expanded Strip) : 평활한 면에 접착제로 붙인다.

○폼 스트립(Foam Strip) : 평활한 표면에 접착제로 붙인다.

○화이버 스트립(Fibre Strip) : 평활한 면에 못 또는 스테이플로 고정한다.

#### IV. 氣密性能의 基準制定

표 5 에서와 같이 우리나라에서 생산되고 있는 窓·門의 氣密性能은 外國의 기준에 크게 미달되는 실정으므로 窓戶의 氣密性能 基準制定은 시급한 실정이다. 이에 建設部에서는 建築法 施行規則에 氣密性能에 대한 條項을 추가하여 우리의 실정에 맞는 기준을 유도할 계획으로 開口部의 氣密性能試驗方法을 建設部 고시 201 호로 공고한바 있으며 건축사지 6월호에도 기재된바 있다.

#### 맺는말

建築物에 있어서 공기의 누출은 틈으로의 바람의 침입을 최소화하고 불필요한 熱量의 소모를 방지하기 위해서 窓을 통한 공기의 지나친 누출을 방지하여야 하는데 窓을 통한 공기의

누출문제는 주로 窓의 틈에서 발생하게 된다. 그리고 窓틈이나 벽의 조인트 기타 유리판의 단부나 유리창과 틀의 틈으로 공기가 누출된다는 것은 기능공의 미숙함에 의한 때문이거나 불합리한 시공관리에 의해 공사가 진행되었다는 것을 의미하는 것이다. 또한 窓을 통한 공기의 누출은 비록 찬 바람이 밖에서 들어오든 아니든 더운 바람이 밖으로 빠져나가든 이러한 현상은 반복해서 지속적으로 일어난다. 즉 이러한 현상은 실내의 壓力과 관계가 있는 것이다. 그러나 항상 문제가 되는 것은 여러가지의 복합된 요인들에 의한 공기의 누출인데 이는 겨울철에 찬바람이 실내에 흘러다니는 공기에 함유되어 천정 속과 외벽내면에 응결되어 결로현상을 가져오며 또한 화재시에도 연기의 차단에 문제가 있는 것이다. 이에 開口部의 氣密性能基準制定으로 에너지절약은 물론 차음성능의 확보로 국민보건안전상 쾌적한 생활수준 향상을 도모함으로써 試驗의 궁극적인 목적인 질적 향상을 가져오게 하는 것이 本研究의 의의라 하겠다. 그러나 이를 위해서는 氣密性能에 대한 연구가 지속되어야 할 것이며 정부의 규제보다도 美國·英國·노르웨이와 같이 窓戶 제조업자들이 자체협회를 구성하여 자발적인 규제가 형성되는 것이 제품의 질적 향상을 위해 가장 바람직스러운 것이다.

#### ♣ 建築宣言文 / 아테네憲章 - 그 信條 중에서

**도**시는 그 영향이 미치는 지역 전체의 테두리 안에서 연구되어야 한다. 지역계획은 단순한 市域計劃을 대체하여야 한다. 人口集塊(agglomeration)의 한계는 그 경제활동의 半徑과 일치할 것이다. □ CIAM