

# サッシと気密性

勝野奉幸\*

サッシの気密性は、居住性能を決めるうえから重要な性能項目となっている。最近では、防音サッシ・二重サッシなど、従来のサッシに加えて防音・断熱などの性能向上を目指したサッシも出現している。ここでは、従来からある引違い・片引きなどのサッシに加え、これらのサッシの気密性について、実物大の供試体を使って測定した結果をまとめて述べ、さらに実験装置および測定法についても説明を加えることにする。

## まえがき

サッシの気密性は、屋外からの空気の侵入防止、冷暖房負荷の低減、防音性の向上という観点から重要なことである。近年は鋼製サッシが使用されることは少なくなり、サッシと言えばアルミニウム合金製サッシ(以下、アルミサッシという)を示すほどになっている。アルミサッシの普及に伴って、その種類は複雑多岐にわたり、特に防音・断熱を兼ね備えた防音サッシ・二重サッシなどの構造のものが出てきている。

本稿においては、アルミ製サッシのうち、従来からある引違い・片引き・開き(内倒し・外倒し・滑り出し・回転など)形式のサッシに加え、防音サッシ(BL形)・二重サッシの気密性について、実物大供試体の試験結果を主にし、また実験装置および測定法について述べることにする。

## 1. 気密試験方法

### 1.1 試験方法の概要

サッシの気密試験は、サッシが実際の建物に取り付けられることを想定し、室内外の圧力差をサッシ両面に加え、すきまからの通気量を測定するものである。

サッシが風圧を受けたときに、わくと障子のすきま、障子と障子のすきま、障子のたわみが実際の建物に取り

付いた状態でなければ通気量が変わってくるため、供試体としては実物大のものを使用する。

試験手順は、図-1に示すように送風機によって空気を圧力室に送り込み、サッシに圧力を加える。サッシのすきまから漏れてくる空気量を通気量捕集チャンバに集め、さらにそれに続く測定管に導く。ここで、測定管内風速を熱線風速計によって測定し、通気量を求める。

### 1.2 実験装置

#### (1) 送風機

サッシ前後の圧力差が $0.5\sim 25\text{ kgf/m}^2$ の範囲を測定できる送風機能力のものでよいが、圧力室およびサッシすきまからの損失が多少あるので、静圧 $50\text{ mmAq}$ くらいのものである。送風量は圧力室容積との関係があるが、約 $40\text{ m}^3/\text{min}$ くらいのものである。通気量測定は低圧での測定になるので、送風機の振動が供試体に伝わらないようにすることが望ましい。

#### (2) 圧力室

実物大の供試体のもを取り付けるため、構造的には強固なものでなければならない。圧力室開口は、最低 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ は必要である。供試体面が受ける圧力に分布が生じないように、圧力室奥行きは開口部寸法の約 $1/3$ 以上を取ることが望ましい。

#### (3) 通気量捕集チャンバ

通気量捕集チャンバは、サッシのすきまから漏れてくる空気を集め、縮小管を通して測定管に導き、さらに測定管後部に拡大管を取り付けて大気に開放するものであ

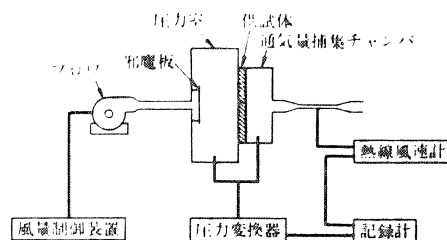


図-1 ブロックダイアグラム

\* (財)建材試験センター中央試験所

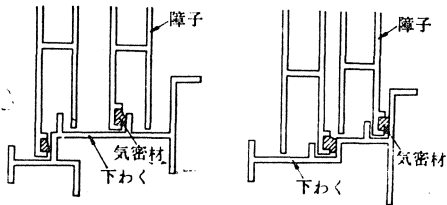


図-2 住宅用引違いサッシ下わく部断面の例

る。サッシすきまからの空気が、測定管に達するまでにチャンパの継ぎ目などから外部に漏れないように気密に作る必要がある。測定管は、管を流れる風速が精度よく測定できるように径を適切に選ぶことである。

### 1.3 測定方法

#### (1) 圧力差測定

供試体前後の圧力差は、圧力室と通気量捕集チャンパとの間で取る。圧力測定には、マンメータ(傾斜管形)・電気式圧力計を使用することが多い。

- 1) 傾斜管形マンメータは、封入液として一般に水・アルコールなどを使用する。傾斜角度は1/10程度以内で、管はあまり太いものを使わず、2~3mm程度が適当である。
- 2) 電気式圧力計は、圧力をペローまたはダイヤフラムで測定し、差動トランスで検出する機構の変換器が一般的に多く使われる。

#### (2) 風速測定

通気量捕集チャンパに接続する測定管平行部に熱線風速計を挿入し、風速を測定する。サッシの通気量測定では、測定管径は通気量が約0.8~80m<sup>3</sup>/hの場合はφ50mm、約3~280m<sup>3</sup>/hの場合はφ100mmを使用することでほとんどの場合に測定ができる。通気量算出にあたっては、管の中心速度と管の断面平均風速の関係をあらかじめ求めておき、個々の測定では管の中心速度のみ測定すればよいようにしておく。管を流れる速度が0.1m/s以下の極微風速の場合は、熱線風速計では測定が無理となるので、CO<sub>2</sub>法による方法で通気量を測定することが望ましい。

### 1.4 試験規格

現在、サッシの気密試験はJIS A 4706〔鋼製及びアルミニウム合金製サッシ(引違い及び片引き)〕に規定があるが、従来はサッシ前後の圧力差を0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0, 20.0 kgf/m<sup>2</sup>の6段階について通気量を測定し、測定値の圧力差ΔPと通気量qの関係を選定法によって直線で結び、ΔP=1 kgf/m<sup>2</sup>時の通気量をその直線から求めて性能評価を行ってきた。しかしながら、昨今のサッシは図-6に見られるように、圧力差の増大に逆比例して通気量が減少する傾向のものもあり、これらの結果を直線で結ぶことは必ずしも適切な評価結果とはならな

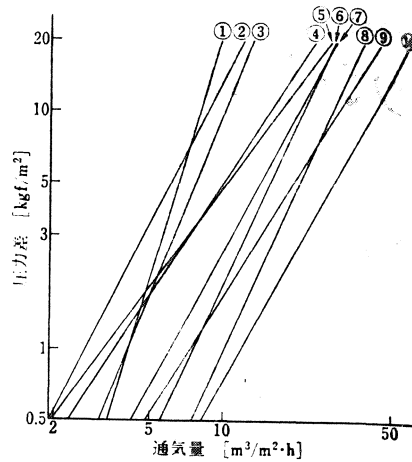


図-3 住宅用引違いサッシの通気量

い。したがって、上述したJIS A 4706の規格が昭和54年(1979年)に改正され、サッシ前後の圧力差を0.5, 1, 3 kgf/m<sup>2</sup>としたときの通気量を測定し、1 kgf/m<sup>2</sup>時の通気量を次式によって20°C、1気圧の標準状態に補正し、単位面積・単位時間あたりの通気量を求めることになった。

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

ここに、

q: 単位面積・単位時間あたりの通気量

[m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h]

Q: 全通気量

[m<sup>3</sup>/h]

A: サッシ内のり面積

[m<sup>2</sup>]

P<sub>0</sub>: 1 013 (=101.3 kPa)

[mbar]

P<sub>1</sub>: 試験室の気圧

[mbar] (kPa)

T<sub>0</sub>: 273+20=293

[K]

T<sub>1</sub>: 測定空気温度

[K]

なお、本稿に示した試験結果はすべて改正前のものである。

## 2. サッシの気密性

サッシは、その構造・開閉方法・大きさ・気密材などに多くの種類があり、それぞれが気密性を決める要素となっている。ここでは構造別に、木造住宅に主として使用される住宅用サッシ、鉄筋コンクリート造に主として使用されるビル用サッシ、公共集合住宅に使用されるBL防音サッシ、二重サッシの4種類、開閉方式別に引違い・片引き・開き(内倒し・外倒し・滑り出し・開き・回転)の3種類に分類し、それぞれの気密性の試験結果を示す。サッシの通気特性は、0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0, 20.0 kgf/m<sup>2</sup>の各圧力差(サッシ屋外面からの加圧)にお

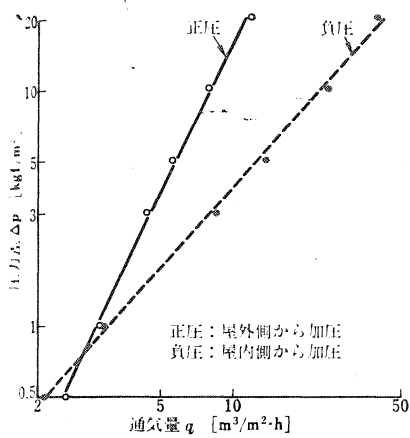


図-4 正圧・負圧の通気量の比較

ける通気量からつぎの実験式を求め、グラフ化した。

$$q = a \Delta P^{1/n}$$

ここに、

$q$ : サッシ内のり単位面積・単位時間あたりの通気量 [m³/m²·h]

$a$ : 圧力差 1 kgf/m² における  $q$  の値 [m³/m²·h]

$\Delta P$ : サッシ前後の圧力差 [kgf/m²]

$n$ : サッシによって決まる定数

なお、サッシの内のり寸法は、圧力室寸法との関係で約 1m² (1.0m×1.0m)～3.24m² (1.8m×1.8m) のものに限っており、段窓サッシ・連窓サッシや 3 枚建て以上のサッシは含まれていない。

## 2.1 引違いサッシ

### (1) 住宅用引違いサッシ

#### a サッシの特徴

この形のサッシは、建物躯体への取付け方によってつぎの三つに分類できる。

- 1) 内付けタイプ: 壁体面上に取り付けるもの
- 2) 外付けタイプ: 壁体面の外側に取り付けるもの
- 3) 半外付けタイプ: 1) と 2) の中間のもの

このうち内付けタイプのものが外付けタイプよりも多く使われている。サッシ下わく部断面は、図-2 に示すように段差を付けるものが多い。水切り効果と清掃のしやすさをねらったものであるが、この段差部分を利用し、ここに障子下かまち(框)に取り付けた気密材を寄せ付け、すきまを密閉する機構ともなっている。気密材は、戸当り部・召し合せ部、上わくと障子間部にも取り付けられている。召し合せ締め金具(クレセント)は、比較的簡単なばね付き回転式クレセントを使用している。

#### b 通気特性

通気量測定結果を図-3 に示す。圧力差 1 kgf/m² にお

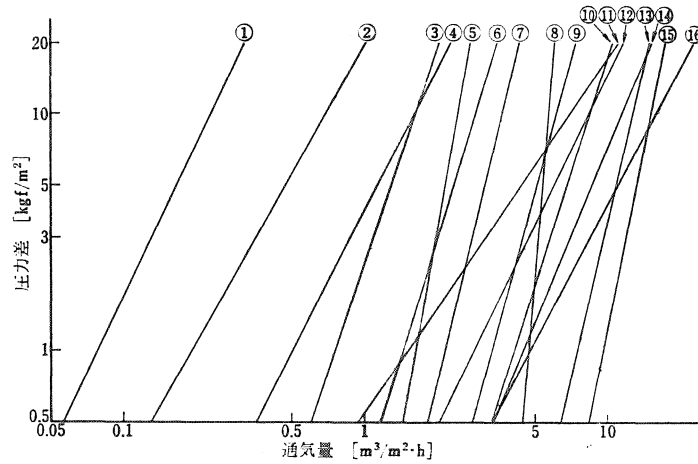


図-5 ビル用引違いサッシの通気量

いて、2～12m³/m²·h の範囲にある。また、サッシにより決まってくる定数である  $n$  の値は、1.5～3.5 の範囲にあり、通気量の大小との相関は見られない。

気密材は、ポリ塩化ビニル・アクリルパイル(モヘア)を使っているものが大多数である。下わくと下かまち間、召し合せ部、戸当りの各すきまをふさぐ気密材としてポリ塩化ビニルを使用し、上わくと上かまちをふさぐ気密材にはアクリルパイルを使用することが多い。これらの気密材は、室外からの加圧に対して完全にすきまが密閉された状態になるように取り付けられており、逆の圧力が作用した場合は、図-4 に示すように通気量は増えてくる。しかし 1 kgf/m² においては障子の移動あるいはたわみが通気に及ぼす影響は少なく、正圧(室外からの加圧)・負圧(その逆)ともほぼ同じ通気量となる傾向にある。

### (2) ビル用引違いサッシ

#### a サッシの特徴

鉄筋コンクリート造に主として使われるサッシで、住宅用サッシに比べて空調された建物に使われることも多い。気密性の要求度は、住宅用サッシよりも高い。風圧の強い所に使用される場合も多く、かまち断面は住宅用よりも大きくなってくるとともに、サッシの躯体への取付けは内付けタイプのものに限られてくる。すきまを密閉する機構も種々あり、住宅用に近い機構からクレセントに引寄せハンドルを使用し、召し合せ部の締め付けを強くし、ほとんど障子のがたつきをなくしたもので防音サッシと言われるものまで範囲は広い。

#### b 通気特性

通気量測定結果を図-5 に示す。全体としては、圧力差 1 kgf/m² において 0.1～10m³/m²·h の範囲にある。このうち、供試体①、②、③、④のように通気量の少ない

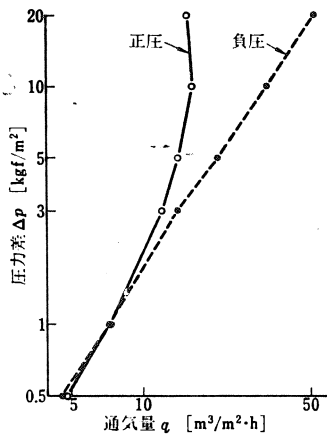


図-6 測定結果例

場合には、気密材にクロロレンゴムあるいはエチレンプロピレンゴムのような合成ゴム系のものを使用し、わくの内側に気密材を取り付け、そこに引寄せハンドルによって障子を寄せ付ける機構のものが多い。それ以外のサッシは、住宅用と同じくポリ塩化ビニルおよびアクリルパイルを使用し、取付けも住宅用とほぼ似てくるが、下わくに段差を付けるのではなく下わくレールに当たるようにし、接触面を多少多く取っているのが一般的である。防音形のを除けば、圧力差  $1 \text{ kgf/m}^2$  において  $1 \sim 5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  に入るものが主流を占めていると言ってよい。また、 $n$  の値も通気量の大小による相関は見られず、 $1.4 \sim 12$  の範囲にまで広がっている。なお、前にも触れたが圧力差と通気量の関係が直線にならず、図-6に示すように徐々に傾きが大きくなるサッシもある。 $3 \text{ kgf/m}^2$  を超えるくらいから障子の移動が始まり、密閉度を増してくることを示している。

## 2.2 片引きサッシ

### (1) サッシの特徴

障子の断面はビル用引違いサッシとはほぼ同じものから、気密性を非常によくするためにわくの内側四周に切れ目なく気密材を回し、障子をわくに引き寄せる機構のものまでである。一般に、AT形サッシと言われているものが後者である。引違いサッシの断面と同じ形のは回転式クレセントを使用し、AT形サッシの場合には引寄せハンドルを左右2箇所につけて締め付ける機構のものが多い。

### (2) 通気特性

引違いサッシに比べ、片引きサッシは気密性はかなりよい。通気量は、図-7に示すように圧力差  $1 \text{ kgf/m}^2$  で  $0.02 \sim 0.3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  の範囲にほぼ入ると言える。供試体⑪は引違いサッシの断面と同じ場合であり、それ以外

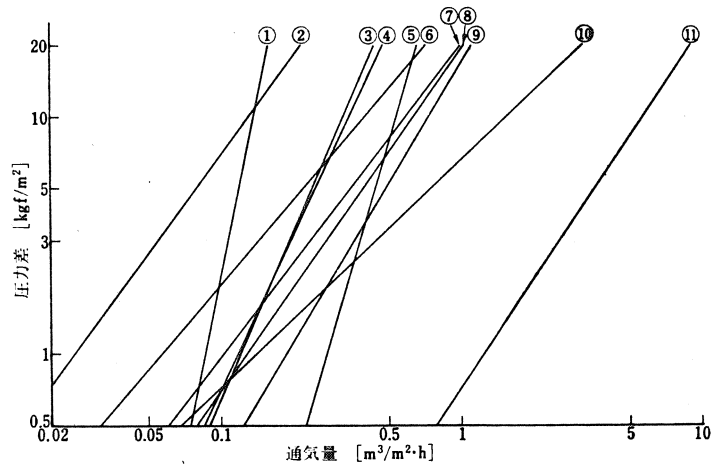


図-7 片引きサッシの通気量

はAT形がそれに近い機構のものである。 $n$  の値は  $1.0 \sim 5.4$  の範囲にある。気密材は、クロロレンゴムなどの合成ゴム系のものが主体である。

## 2.3 開きサッシ(内倒し・外倒し・滑り出し・開き・回転)

### (1) サッシの特徴

この形のサッシは、引違いサッシや片引きサッシのように障子をスライドさせる機構ではなく、障子を開くことによって窓を開放するものであり、その方式の違いによって内倒し・外倒し・滑り出し・開き・回転に分かれる。

### (2) 通気特性

通気量測定結果を図-8に示す。圧力差  $1 \text{ kgf/m}^2$  において  $0.04 \sim 0.7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  の範囲に入る。開きサッシの種類による通気量の差異は見られない。 $n$  の値も  $1.0 \sim 5.4$  の範囲にある。気密材は合成ゴム系のものを使用している場合が多いが、ポリ塩化ビニルを使用するものもある。

## 2.4 BL防音サッシ

### (1) サッシの特徴

優良住宅部品として、公共の集合住宅に使用されている換気用小窓付きの引違いサッシが規格化されている。いわゆるBL防音サッシと言われているもので、防音効果を高めることを主目的としたサッシである。一般の引違いサッシに比べ、召し合せ部に気密材を二重に取り付けたり、戸当りや下わく・上わく部に取り付けた気密材がかまちと接触する面積を大きくするなど、気密性をよくする工夫がなされている。

### (2) 通気特性

通気量は図-9に示すように、圧力差  $1 \text{ kgf/m}^2$  で  $0.1 \sim 2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  の範囲にあると言える。これは、前述した機



## 2.6 各種サッシの気密度

本稿では、各種サッシについて特徴と通気特性を述べてきたが、それぞれを一括して比較したものを図-11に示す。これは圧力差  $1 \text{ kgf/m}^2$  のときの通気量の結果がどの範囲にあるかを示したもので、直線を引いた部分がその範囲である。ここで見られるように、気密度はつぎの順に高いと言えよう。

片引き>開き>BL防音>二重>ビル用引違い>住宅用引違い

引違い形式のもの(二重サッシで引違いのものも含む)は、およそ圧力差  $1 \text{ kgf/m}^2$  において  $1 \sim 10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  の範囲にあると言える。防音性を主目的としたサッシ(BL防音サッシ)や片引き・開きなどのサッシは  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  未満にほとんどが入ると言えよう。なお、はめ殺しサッシについては供試体がほとんどなく比較はできないが、サッシのずきまがほとんどないことを考えると、片引き以上の気密度があることは容易に予測できる。

## あとがき

本稿では、各種サッシを個々に見てきたわけであるが、実際の使用はそれらサッシの種々な組合せによって開口が構成されている。段窓サッシ・連窓サッシなどは典型的な例であろう。これら各組合せによるサッシの気密性を調べることは、今後必要となろう。

## 参考文献

- 1) 勝田高司・寺沢達二・片山忠久：金属製サッシの気密・水密に関する実験的研究，東京大学生産技術研究所報告，20-2
- 2) 工業計測技術大系編集委員会：圧力・真空レベル測定，日刊工業新聞社

(昭和54.7.10 原稿受理)

## Sash and Airtightness

Tomoyuki Katsuno\*

**Synopsis** The airtightness of sash is an important factor in deciding habitability. In addition to the conventional, the sashes featuring improved soundproofing and insulation performance have appeared. This paper summarizes the results of measurement of the airtightness of these sashes, as well as those conventional double sliding and single sliding sashes, using actual size samples. The experiment apparatus and measuring method are also explained.

(Received July 10, 1979)

\* Japan Testing Center for Construction Materials, Central Laboratory

## 空気調和・冷凍連合講演会講演論文集

	収録論文	B5判	定価	会員特価	送料
第9回(昭和50年)	26点	98頁	1800円	(1500円)	200円
第10回(昭和51年)	33点	128頁	2500円	(2000円)	200円
第11回(昭和52年)	17点	52頁	2000円	(1500円)	200円
第12回(昭和53年)	24点	96頁	2500円	(2000円)	200円
第13回(昭和54年)	22点	88頁	2500円	(2000円)	200円



社団法人

空気調和・衛生工学会

〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1(中島ビル) 電話 東京(03)363-8261(代表)