

住宅における気密性能の測定

Testing of Houses For Air Leakage Using a Pressure Method

村上 周三*・吉野 博**・高瀬 知章*

Shuzo MURAKAMI, Hiroshi YOSHINO and Tomoaki TAKASE

1. 序

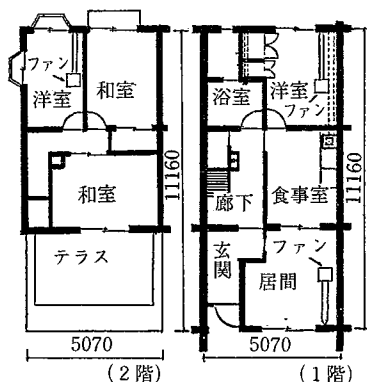
住宅の気密性能は、居住環境に大きな影響を及ぼす。

居住環境を計る尺度の中で、温熱感は最も大切なものの1つであるが、隙間風はこれに大きな影響を与える。

また、ガス中毒や爆発事故の例からも判るように、換気は居住環境の中で重要な役割を持っているが、気密性能に関するデータが不足のため、換気設計が適切に行われていないケースが多々ある。

さらに気密性能は、暖房や冷房のエネルギー消費にも大いに影響を与え、省エネルギー対策の面からも重要なシェルター性能と言える。

今回、都内および近郊のコンクリート造集合住宅5団地の15戸を対象にして、気密性能に関する測定を行ったので、ここに報告する。



注) ファンとは漏洩量測定用ファン付ダクトのこと

図1 測定住戸平面図の例(E団地5-101)

表1 測定住戸の概要

団地名	測定住戸タイプ	床面積 m^2	実測日	備考
A 団地	A-309(3DK, 3F妻側) 防音サッシ	66.95	(1980)	
	A-310(3DK, 3F中間)	65.84	7/14	
	A-313(2LDK, #)	63.44	~7/19	未入居
	A-319(3DK, #)	63.44		
	C-310(3DK, #)	64.29		
B 団地	11-503(3 K, 5F中間) スチールサッシ	46.32	7/22	入居済
C 団地	11-405(3DK, 4F中間)	54.38	7/24	入居済
D 団地	13-101(3LDK, 1F妻側)	73.61	7/28	
	13-202(3LDK, 2F中間)	73.61	~7/31	未入居
	13-203(3LDK, #)	73.61		
E 団地	5-101(M 4LDK, メゾネット妻側)	93.00		
	5-102(M 3LDK, メゾネット中間)	93.00	8/4	未入居
	4-104(M 3LDK, メゾネット妻側)	93.00	~8/9	
	3-205(S 4LDK, 2F中間)	98.16		

表2 測定項目および測定計器

測定項目	測定計器	測定方法
漏洩量	サーミスタ風速計 ファン付きダクト ペン書きレコーダ	ダクトの中心風速を測定し、 漏洩量を算出
室内外差圧	キャパシタンスマ ノメータ 風圧板 ペン書きレコーダ	玄関側壁面と室内 ベランダ側壁面と室内)の平均差圧
外部風速	マイクロアナメ ータ レコーダ	30分毎の平均風速を測定 (ベランダ側の手すりに設置)

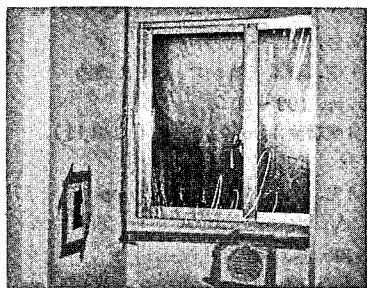


写真1 サッシにビニールシートを張った状態

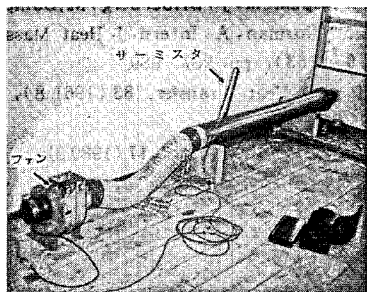


写真2 測定状況

* 東京大学生産技術研究所 附属計測技術開発センター, 第5部

** 東北大学工学部建築学科

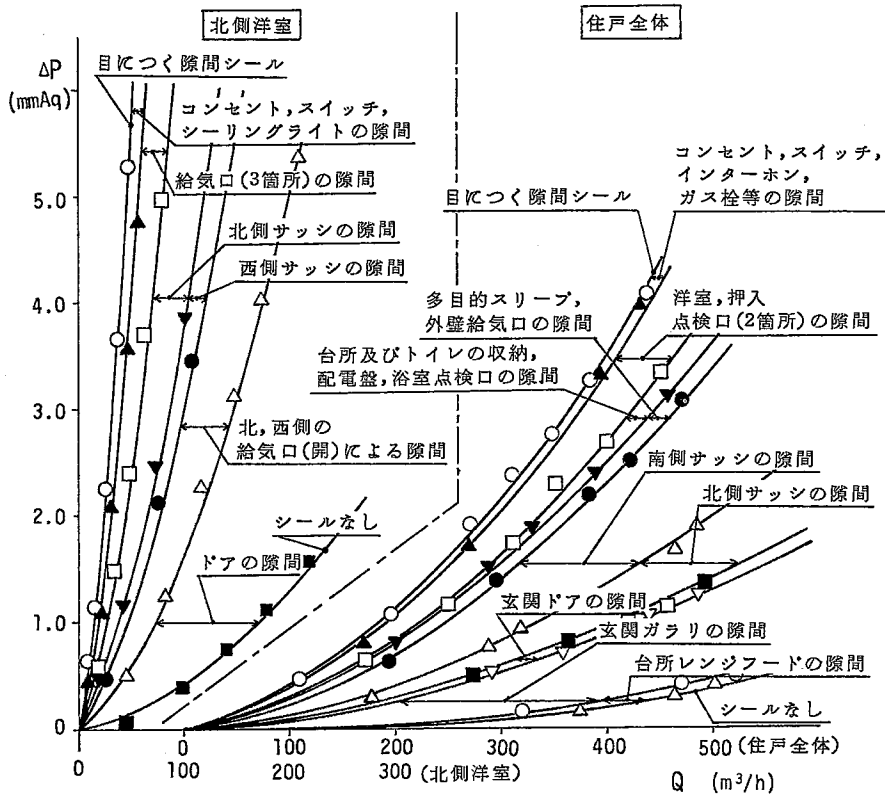


図2 E団地5-101における室内外差圧と漏洩量の関係

2. 測定概要

2.1 測定住戸

測定住戸の概要を表1に示す。A団地の住戸は防音サッシを使用しているので、気密性能も当然高いと予想される。E団地の住戸の平面図を、例として図1に示す。

2.2 測定内容と方法

部位別の詳細な測定は、一室および住戸全体について行った。まずビニールシートで部屋の内側から隙間の種類別にシールする。次に壁のスリーブに取り付けた150φのダクトを通して、ファンにより室内に空気を送り、室内外差圧と漏洩量を測定する。次に隙間の種類ごとに張り付けたビニールシートを順番にはがしていき、その度に室内外差圧と漏洩量を測定して、部位別の隙間の差を求めた。簡易に測定を行った住戸では、シールなしの状態に住戸全体の測定を行った。測定項目および測定計器を表2に示す。漏洩量は、ダクト中心風速を測定し、あらかじめ測定しておいたダクト中心風速と風量の関係から算出した。

3. 測定結果

3.1 室内外差圧と漏洩量の関係

図2に、E団地の住戸における室内外差圧と漏洩量の関係を示す。 ΔP を一定として(例えば2mmAq)横軸に平行な線を引けば、各曲線で分割される線分の長さがそれぞれの部位に対応した隙間の量に相当する。住戸全体の隙間について、室内外差圧が0.5mmAqのときの漏洩量は、シールなしの状態で約600m³/hである。スイッチ・コンセント類、サッシ、排気口、玄関ドア等の目につく隙間をシールした場合でも、約100m³/hの漏洩量がある。前述の線分の長さから判断して、サッシ、玄関ガラリ、点検口の隙間が大きいことがわかる。ただし、玄関ガラリは、もともと換気の機能を果たすために設置したものである。北側洋室の隙間では、ドアの隙間が大きい、下部にアンダーカットが施されているためである。

3.2 各隙間の有効開口面積(αA)

測定結果をもとに、隙間の大きさを表す量として、有効開口面積 αA を求め、各隙間の大きさを比較する。

αA は以下のようにして求める。

室内外差圧と漏洩量の関係は、次式に従う。

$$Q = Q_0 (\Delta P)^{1/2} \quad (1)$$

研究速報

Q_0 は $\Delta P=1\text{mmAq}$ のときの漏洩量で、気密性能を示す基本的な数値である。

また、差圧と有効開口面積 αA の関係が

$$\Delta P = \frac{\gamma}{2g} \left(\frac{Q}{\alpha A} \right)^2 \quad (2)$$

で表されるとすれば、(1)、(2)式より Q を消去して

$$\alpha A = 2.78 \times \sqrt{\frac{\gamma}{2g}} Q_0 (\Delta P)^{\frac{1}{2}-0.5} \quad (3)$$

となる。そこで、実測から得られた ΔP と Q を(1)式に代入して Q_0 と n を求め、

(3)式より αA を算出する。ただし、ここでは(3)式において、 $\Delta P=1\text{mmAq}$ として αA を算出した。各部位の αA を表3に示す。

i) サッシの隙間 各住戸の窓面積が異なるため、単純には比較できないが、A団地の住戸のサッシの αA は 13.5cm^2 で、全体の隙間の約8%しかなく、他の2住戸と比較して、非常に気密である。D団地、E団地の住戸のサッシの αA は全体の32%および20%である。

ii) 排気口まわりの隙間 台所、便所、浴室等の排気口まわりの隙間(勿論排気口自体は閉鎖)の αA は、 $55\text{cm}^2 \sim 76\text{cm}^2$ 程度で、このうち台所レンジフードまわり(レンジフード自体は閉鎖の状態)の αA が50%以上占めている。

iii) スイッチ・コンセント類のまわりの隙間 どの住戸も 1cm^2 程度で、ほとんど隙間がないことがわかる。

iv) 換気口の開口面積 給気口の開口面積は、DおよびE団地の住戸が $\alpha A \div 10\text{cm}^2$ であるが、A団地の住戸は非常に小さく、測定誤差内であった。サッシ附属の換気口の開口面積は、A団地の住戸が $\alpha A \div 5\text{cm}^2$ で、他の2住戸と比較して非常に小さい。

v) 上記以外の目に付きにくい隙間 この隙間は、住戸全体の開口部分および目に付く隙間をシールした状態における測定から求めた。すなわち、シールしていない天井、床、壁、それらの接合部等に存在する隙間の総和と考えられる。E団地の住戸が 127cm^2 と非常に大きい、床面積が3住戸の中で一番大きいことにもよる。住戸全体に対する割合では、A団地の住戸が27%、D団地の住戸が10%、E団地の住戸が20%で、防音気密住戸(A団地の住戸)の場合に、目に付きにくい隙間の割合が大きい。

3.3 住戸全体の気密性能の比較

図3に、住戸全体の単位床面積当たりの $\alpha A(\text{cm}^2/\text{m}^2)$ の測定結果を各国の測定値と比較して示す。この場合、住戸の状態はシールなしの状態、すなわち、普通に生活が営まれている状態で、かつ開口部が閉じられた状態で

表3 測定住戸の各部位の $\alpha A(\text{cm}^2)$ ($\Delta P=1$ として求めたもの)

隙間の部位	A団地 A-309	D団地 13-101	E団地 5-101
住戸全体	160 (cm^2)	269 (cm^2)	648 (cm^2)
サッシ全体	13.5	86.0	126.6
# 南側	6.7	50.8	39.0
排気口全体	55.1	71.6	76.0
# レンジフード	34.3	42.7	47.1
スイッチ・コンセント類	1.3	1.1	— 注1
玄関ドア	33.3 注2	86.2	13.4
換気口 給気口	— 注1	7.4	9.7 注3
の開口 サッシ	5.0	76.3	380 注4
目に付きにくい隙間	43.4	27.5	127

注1 隙間が微少で、測定誤差内であった。注2 郵便受けを含む。
注3 給気口1箇所当り。注4 サッシ小窓。

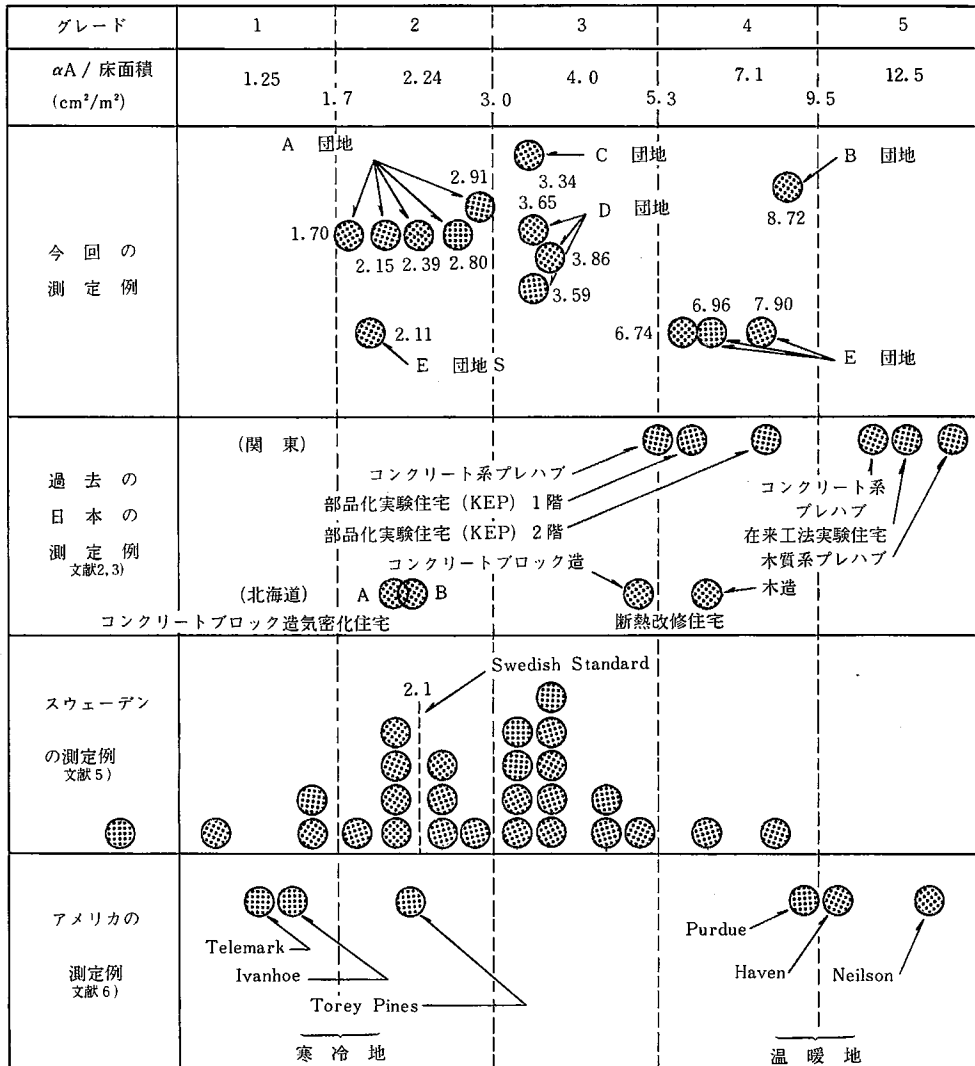
ある。今回測定した住戸では、A団地の住戸が $1.7 \sim 2.8\text{cm}^2$ 、E団地(S)の住戸が 2.11cm^2 で、気密性能が良い。また、E団地(M)の住戸が $6.7 \sim 7.9\text{cm}^2$ 、スチールサッシ使用のB団地の住戸が 8.7cm^2 で、気密性能が悪い。過去の日本の測定例と比較すると、A、C、D、E(S)団地の住戸の気密性能はかなり良く、全体としては気密性能が向上していると言える。特にAおよびE(S)団地の住戸の気密性能は、気密性能の水準が高いスウェーデンの基準($\alpha A=2.1\text{cm}^2$)と同程度であることがわかる。アメリカでは、寒冷地の住宅は大変気密性能が良いが、温暖地の住宅は隙間が大きい。このように気候条件に対応して隙間に対する施工程度の配慮がなされていることは、大変合理的である。

4. 結論

- 1) 住宅の隙間のうち、サッシのまわり、玄関ドアのまわり、レンジフードのまわりの隙間の割合が大きい。
- 2) サッシの隙間は、使用サッシの種類で非常に異なる。防音サッシは気密性能が非常に良い。
- 3) 給気口、サッシ附属の換気口の開口面積は、いずれの測定住戸とも小さく、有効に働いているとはいえない。特に防音気密住戸の換気口の開口面積が小さいことは、大きな問題である。
- 4) 特定の開口部のまわりの隙間でなくて、目に付きにくい隙間は、住戸によってばらつきが大きく、住戸全体の隙間に対する割合は、10~30%程度である。
- 5) 今回測定した住戸全体の気密性能は、床面積当たりの αA が $2 \sim 8\text{cm}^2$ で、過去の日本の測定例と比較して向上しており、省エネルギーの点からも好ましいことである。

あとがき

本研究は、日本住宅公団の委託によって(財)住宅部品開発センター内に組織された研究委員会(住宅の換気設計に関する研究委員会)(委員長村上周三)の活動の1つとして行ったものである。実験を行うに当たっては、以下の各氏、内海康行(フジタ工業)、伊藤稔・木葉武夫

図3 住戸全体の隙間 αA (cm^2/m^2) の各種測定値の比較 ($\Delta P=1 \text{ mmAq}$ での値)

(三井建設), 西岡利晃 (大林組), 高橋岳生・田中俊彦
(東京大学生産技術研究所) の援助を得た。上記各氏,
並びに住宅公団, 部品開発センター各位のご援助に対し,
深甚の意を表します。

(1981年1月31日受理)

記 号

ΔP : 室内外差圧	(mmAq)
Q : 隙間からの空气の漏洩量	(m^3/h)
n : 隙間の特性を表わす係数	
Q_0 : $\Delta P=1$ のときの漏洩量	(m^3/h)
αA : 有効開口面積	(cm^2) または (cm^2/m^2)
γ : 空气密度	(g/m^3)
g : 重力加速度	(m/s^2)

参 考 文 献

- 1 「居住性に関する評価法及び測定法の開発」建設省建築研究所 S.50.3.
- 2 杉山, 村上, 吉野: 「量産住宅の部位別気密性能に関する実測」日本建築学会大会学術講演梗概集 S.50.10.
- 3 太田, 村上, 吉野: 「工業化住宅の部位別気密性能に関する実測」日本建築学会大会学術講演梗概集 S.51.10.
- 4 勝田, 村上, 吉野: 「住宅設備の性能評価に関する研究」東京大学生産技術研究所報告 S.52.3.
- 5 J. Kronvall, Testing of house for air leakage using a pressure method/ASHRAE Transaction/1978 part 1
- 6 D.T. Grimsrud, M.H. Sherman, R.C. Diamond, and R. C. Sonderegger, Air Leakage, Surface Pressures and Infiltration Rates in House/2nd.Int.CIB Symp.1979.6.21/Lawrence Berkeley Laboratory, University of California/Berkeley, California Mar, 1979