

開口部用付属物の断熱性能測定法に関する研究

正会員 ○清水則夫*¹

開口部用付属物 断熱性能 測定法

1. はじめに 窓の断熱性能は、外壁と比較して極端に低いので住宅の断熱化を図る上で窓周りの断熱性能を強化することが重要である。住宅では夜間帰宅してから暖房機器を使用することが多いため、省エネルギー化を図るには、夜間に使用するカーテンやスクリーン等の性能を良くすると開口部廻りの断熱性能が向上する。住宅の省エネ基準の解説では、窓がエネルギー使用量に関与する割合を、付属物を使用する夜間を60%、昼間を40%としている。最近、開口部廻りの断熱性能向上を目的とした製品も開発されている。しかし、その性能を測定する規格が示されていないので、今回検討することとした。

2. 測定方法 開口部の断熱性能は、JIS A 4710²⁰⁰⁴「建具の断熱性能試験方法」により測定される。この規格では、校正板(1600×1600mm厚さ10mmの亚克力板等)の面積を9等分してその中央部の内外表面温度を測定し、校正板の熱伝導率から通過熱量を求め、表面温度と内外の環境温度から

熱伝達抵抗を算出して設定値に調整する。付属物の断熱性能は、この方法を活用して以下の方法(以後、測定法Aという)で測定されることが多い。①校正板

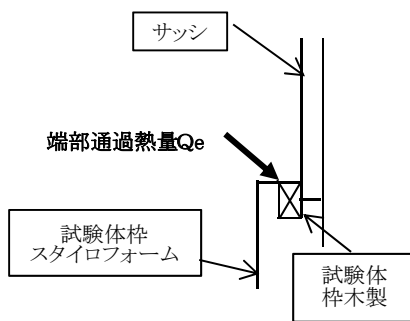


図1 試験体枠の端部

として使用した厚さ10mmの亚克力板の熱貫流率 U_a を同様の方法で求める。②亚克力板を窓に見立て付属物を取付け、この状態で亚克力板の表面温度を測定し通過熱量を算出し、熱貫流率 U_s を求める。③両者の熱貫流抵抗の差を $\Delta R = 1/U_s - 1/U_a$ ($m^2 \cdot K/W$)を付属物の断熱性能とする。

JIS法では、温度制御を行うヒータ・ファンの消費電力を計測して熱貫流率を求める。試験体枠の端部通過熱量 Q_e (図1)は試験体通過熱量に含まれないが、室内側に付属物を取り付けると Q_e は製品ごとに変化する。そこで、本報では、 Q_e を試験体通過熱量に含めたJIS法での熱貫流率(以後、測定法Bという)と亚克力板の表面温度の測定結果と熱伝導率での熱貫流率(測定法A)の両方から付属物の断熱性能 ΔR を求めた。また、300mm角の熱流計をFL5mmLow-E+A12+FL5mm複層ガラスの両面に20枚ずつ貼付けた硬質塩化ビニル樹脂製のFIX窓を使用して測定を行った。熱流計の配置と表面温度の測定位置を図2に示す。

3. 測定結果 アクリル板を窓に見立てて19種類の一般的なブラインドやスクリーンを2種類の方法で測定した断熱性能と亚克力板の表面温度差の測定結果を表1に示す。付属物の断熱性能 ΔR がB法よりA法で求めたものが良く示された。これは、B法による ΔR には付属物を設置しても断熱性能の向上効果が少ない試験体枠端部の通過熱量(Q_e)が含まれているためと考えられる。付属物の断熱性能が悪いと両方法による性能差はほとんど見られな

表1 一般的なブラインドやスクリーンの断熱性能

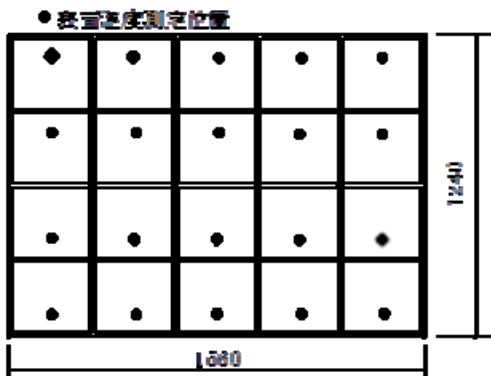


図2 熱流計の配置と表面温度の測定位置

試験体	付属物の断熱性能 ΔR ($m^2 \cdot K/W$)		標準板の 温度差 ($^{\circ}C$)	試験体	付属物の断熱性能 ΔR ($m^2 \cdot K/W$)		標準板の 温度差 ($^{\circ}C$)
	A法	B法			A法	B法	
No.1	0.153	0.124	3.1	No.11	0.043	0.038	4.3
No.2	0.102	0.080	3.7	No.12	0.158	0.128	3.1
No.3	0.119	0.094	3.4	No.13	0.108	0.086	3.5
No.4	0.115	0.091	3.5	No.14	0.042	0.043	4.3
No.5	0.038	0.038	4.5	No.15	0.121	0.096	3.4
No.6	0.040	0.038	4.4	No.16	0.052	0.042	4.2
No.7	0.049	0.048	4.3	No.17	0.045	0.044	4.3
No.8	0.051	0.049	4.3	No.18	0.047	0.046	4.3
No.9	0.044	0.043	4.4	No.19	0.053	0.047	4.2
No.10	0.117	0.093	3.4				

亚克力板:熱貫流率 $U:4.30$ ($W/(m^2 \cdot K)$)、熱貫流抵抗 $R:0.233$ ($m^2 \cdot KW/m^2 \cdot K$)

表 2 FIX 窓を標準板とした付属物の断熱性能

試験体			測定法	U	R	ΔR	$\Delta \theta$
PVCサッシ単体			A法	1.86	0.537		
			B法	2.23	0.449		
付属物	A	+ ダブルハニカムスクリーン (断熱レール仕様)	A法	0.88	1.137	0.599	6.4
			B法	1.11	0.903	0.453	
	B	+ ハニカムスクリーン	A法	1.24	0.807	0.269	8.8
			B法	1.52	0.656	0.207	
	C	+ 低放射型スクリーン (メッシュタイプ)	A法	1.33	0.750	0.213	9.2
			B法	1.64	0.609	0.160	
	D	+ 一般スクリーン (メッシュタイプ)	A法	1.64	0.611	0.073	11.2
			B法	1.98	0.504	0.055	
U: 熱貫流率(W/(m ² ·K))、			R: 熱貫流抵抗(m ² ·K/W)				
ΔR : 付属物の断熱性能(m ² ·K/W)、			$\Delta \theta$: 複層ガラスの温度差(°C)				

表 3 複層ガラスの通過熱量と表裏温度差の分布

PVCサッシ単体									
表面温度差の分布					熱流分布				
96	99	99		103	104	101	99	100	107
103	105	104	105	103	102	96	98	97	101
99	100	102	102	101	100	96	98	96	103
97	92	96	97	96	102	98	99	98	105
PVCサッシ+ダブルハニカムスクリーン									
表面温度差の分布					熱流分布				
123	125	123		120	120	116	116	115	124
102	105	104	106	104	102	96	98	97	102
88	93	93	95	92	94	91	92	91	96
81	85	87	90	83	90	89	89	89	93

【単位:%】

った。アクリル板の表面温度差は、単体で 5.1°C、付属物が設置された状態で 3.1~4.4°Cであった。

付属物の断熱性能 ΔR が向上すると表面温度差が小さくなり、温度差が小さいと表面温度の測定誤差が温度差に占める割合が大きくなるため、窓に見立て熱量測定に使用する物質（以下、標準板という）の断熱性能を高める必要がある。アクリル板 (λ : 0.162W/(m²·K)、1cm 厚) とポリスチレンフォーム (λ : 0.04W/(m²·K)、1cm 厚) を標準板とし、内外の温度差を 20°Cとした時の付属物の断熱性能 ΔR と標準板の温度差 $\Delta \theta$ (°C) の関係を図 3 に示す。アクリル板を標準板とした時、 ΔR が 0.5 以上になると、温度差 $\Delta \theta$ が 1°C に近づく。

FIX 窓と付属物を取付けた状態での熱貫流率 (U 値)・熱貫流抵抗 (R)・付属物の断熱性能 (ΔR) と複層ガラスの温度差 ($\Delta \theta$) を表 2 に示す。A 法の結果は、熱流計での測定熱量から求めた複層ガラス部分の熱貫流率から算出した。スクリーンの性能が良いために測定法による ΔR に大きな差が示された。この差は、前述した試験体枠端部を通過する熱量の削減効果の影響と考えられる。

A 法での ΔR が 0.599 のダブルハニカムスクリーンをアクリル板 10mm 厚で測定すると図 3 より温度差 $\Delta \theta$ は約 1.5°C になり、熱量の測定精度に問題が生じる可能性がある。表 2 より複層ガラスの温度差

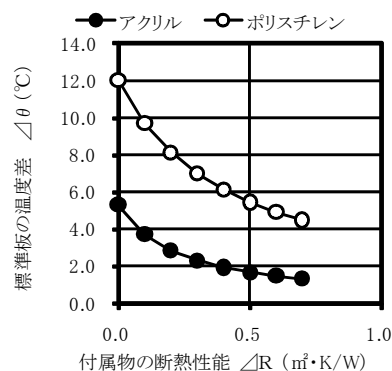


図 3 付属物の断熱性能と標準板の温度差の関係

は 6.4°C、図 3 より、厚さ 10mm のポリスチレンフォームを使用すると約 5.0°C になる。ダブルハニカムスクリーンを測定する場合は、断熱性能の良い標準板か、ほぼ全面に熱流計を貼り付け熱量測定を行う標準板を使用する必要がある。表 1 で一般的なブラインドやスクリーンは厚さ 1cm のアクリル板の測定で温度差が 3.1~4.4°C であるため測定精度は保たれているものと考えられる。

図 2 の熱流計で測定した熱量の平均に対する各部の割合と表裏の表面温度差の平均に対する各ポイントの温度差の割合を表 3 に示す。付属物を設置した時に熱量と表裏表面温度差の分布に大きな差が示された。表面温度差から熱量を測定する問題点が示されたといえる。A 法での測定は 9 ポイントの表面温度測定位置が通過熱量を算出することができる位置であることが前提として成り立つ。一方、B 法は温度制御に必要な消費電力を測定するため、試験体通過熱量を測定しているといえる。このため、B 法による測定結果の精度が高いものと考えられる。付属物の断熱性能を比較することを目的とする場合は統一的方法をとれば良いが、住宅の熱負荷を計算する場合には、壁見込み部分 (Q_e) の扱いを考慮して、JIS A 4710 に準じて測定した熱貫流率・熱貫流抵抗から ΔR を求める方法 (B 法) が測定精度は良いと考える。

4. まとめ 付属物の断熱性能 ΔR を A 法で測定する場合、使用する標準板の熱コンダクタンスと表面温度の測定位置の検討が必要であることが示された。今後は、A 法で測定した熱量の測定精度と B 法で測定するときの試験体端部通過熱量の取り扱いについて検討していく。

(謝辞) 本研究のデータの多くは、(社) 日本建材・住宅設備産業協会に設置された「窓の断熱性能実証試験・ISO 化委員会」(委員長: 首都大学東京準教授 永田明寛) の活動のもとに製作された試験体を使用して行ったものであることを記して、関係者各位に謝意を表します。

*1(財)ベターリビングつくば建築試験研究センター博士(工学)

*Center for Better Living, Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Dr. Eng.