

## 開口部の断熱性能試験法に関する研究

正会員 ○清水則夫\*<sup>1</sup>

熱貫流率 JIS法 BL法

**1. はじめに** 住宅の省エネルギー基準の解説で開口部の熱貫流率は、仕様規定にないものや正確な熱貫流率を使用したい場合は、JIS や一般財団法人ベターリビングの優良住宅部品認定基準に規定されている試験法に基づいて測定された熱貫流率を用いてもよいとしている。しかし、この2種類の試験法で測定した熱貫流率を比較したデータは見当たらない。今回、2種類の試験方法で測定したデータを比較する機会を得たのでその結果を報告する。

**2. 測定方法** 測定は、JIS A 4710<sup>-2004</sup>「建具の断熱性能試験方法」と「優良住宅部品性能試験方法(サッシ) BLT WD-01①:2011 断熱性能試験」(以下 BL 法という)に準拠して行った。試験体は、FL5mmLow-E+A12+FL5mm の複層ガラスを使用した硬質塩化ビニル樹脂製の FIX 窓とした。ガラス表面の熱流密度の分布を把握するため複層ガラスの両面には 300mm 角の熱流計を 20 枚ずつ貼付けた。熱流計の貼付け位置と表面温度の測定位置を図 1 に示す。BL 法と JIS 法の測定結果に影響する相違点を下記に示す。

- ①JIS 法：環境温度、BL 法：空気温度を使用
- ②室内外表面熱伝達抵抗( $m^2 \cdot K/W$ )の合計、JIS 法：0.165、BL 法 0.155
- ③表面熱伝達抵抗の補正：JIS 法は試験体測定時の熱伝達抵抗が設定値と差が生じた場合は補正を行うが、BL 法は試験体の性能に表面熱伝達抵抗は依存するものとして補正を行わない。
- ④試験体枠端部の通過熱量(図 2)、JIS 法では製品性能の測定のため含まないが、BL 法では開口部を設けたために生じる通過熱量であるため製品からの熱損失とする。
- ⑤室外側表面熱伝達抵抗を設定値に調整するための気流方向、JIS 法：垂直方向上向き、BL 法：水平方向

**3. 測定結果** 各試験方法の空気温度と JIS 法のバップル板の表面温度の測定結果を表 1 に示す。表面熱伝達抵抗を調整する室内側ファンの運転電圧が BL 法より JIS 法が小さく、室外側の気流方

向が JIS 法は垂直方向であるため、室内側上部の空気温度が BL 法よりも JIS 法が若干高く示さ

れ、室内側のバップル板の中段の表面温度が窓ガラスからの冷放射の影響で上下段よりも低く示された。

ガラス表面の熱流密度と表面温度の分布を表 2 に示す。

JIS 法の表面温度は、表面熱伝達抵抗を調整する室内側ファンの運転電圧が BL 法より JIS 法が小さく、室外側の気流方向が垂直方向であるため、上部に行くほど高くなる傾向が示された。BL 法の室外側表面温度は熱伝達抵抗調整用の気流方向が水平であるため中央部が低く示された。平均表面温度の温度低下率  $P_x$  は、BL 法：室内側 0.27、室外側 0.91、JIS 法：室内側 0.27、室外側 0.90 とほとんど差が示されなかった。温度低下率  $P_x$  は、内外の温度差に対する表面温度の低下率を示す指標で、JIS A 1514<sup>-1993</sup>「建具の結露防止試験方法 5.1 温度低下

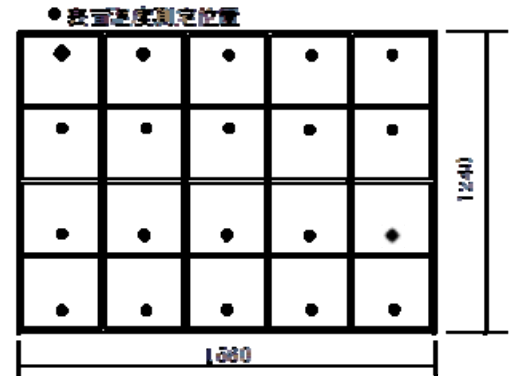


図1 熱流計の配置と表面温度の測定位置

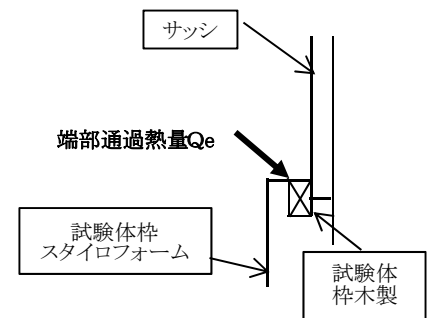


図2 試験体枠の端部

表1 空気温度とバップル板表面温度の測定結果

BL法					JIS法									
室内側空気温度(°C)					室内側空気温度(°C)					室内側バップル板表面温度(°C)				
平均	分布				平均	分布				平均	分布			
20.1	20.2	20.2	20.1	20.1	20.2	20.4	20.3	20.2	20.2	19.9	20.2	20.1	20.3	
$\sigma$	0.10	20.2	20.1	20.1	$\sigma$	0.12	20.4	20.3	20.2	$\sigma$	0.36	20.2	20.1	
max.	20.2	19.9	20.0	20.1	max.	20.4	20.0	20.1	20.2	max.	20.3	19.5	19.4	
min.	19.9	20.0	20.0	20.1	min.	20.0	20.1	20.1	20.3	min.	19.4	20.1	20.1	
室外側空気温度(°C)					室外側空気温度(°C)					室外側バップル板表面温度(°C)				
平均	分布				平均	分布				平均	分布			
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	
$\sigma$	0.01	0.0	0.0	0.0	$\sigma$	0.02	0.0	0.0	0.0	$\sigma$	0.06	0.2	0.1	
max.	0.0	0.0	0.0	0.0	max.	0.0	0.0	-0.1	-0.1	max.	0.2	0.1	0.1	
min.	0.0	0.0	0.0	0.0	min.	-0.1	0.0	-0.1	0.0	min.	0.0	0.1	0.0	

A Study on Thermal Resistance Test of Windows

SHIMZU Norio

率の算出」に示されている。算出式を下記に示す。

$$P_x = (\theta_{ha} - \theta_{hg}) / (\theta_{ha} - \theta_{ca})$$

$P_x$  : ガラスの温度低下率

$\theta_{ha}$  : 室内側空気温度 (°C)

$\theta_{ca}$  : 室外側空気温度 (°C)

$\theta_{hg}$  : ガラスの表面温度 (°C)

内外の熱流密度(W/m<sup>2</sup>)の平均はBL法と比較してJIS法が1.7%少なく、内外の熱流密度の平均と表面温度差から算出した試験体の熱抵抗(m<sup>2</sup>・K/W)はBL法0.338、JIS法0.342とJIS法の断熱性能が1.2%よく示された。熱伝達抵抗調整用ファンの設定や風向が異なるため、上下温度や熱流密度の分布傾向が試験方法で若干異なるため、玄関ドアなど縦長の試験体では結果に差が生じる可能性がある。

サッシの熱貫流率の測定結果を表3に示す。表中の試験体通過熱流密度にBL法、JIS法の2種類あるが、前述の試験法の比較で説明した試験体枠端部の通過熱量を含んだものがBL法である。空気温度熱貫流率のBL法、JIS法は、どちらの熱流密度を使用して算出した結果であることを示す。

JIS法での基準化熱貫流率は1.88(W/(m<sup>2</sup>・K))、BL法での熱貫流率は1.97(W/(m<sup>2</sup>・K))と差が4.8%と熱流計で測定したガラス部分の断熱性能の差1.2%よりも大きく示された。しかし、同じ熱流密度での空気温度の熱貫流率では1.0~1.6%程度でJIS法の環境温度で算出した基準化熱貫流率と空気温度で算出した熱貫流率でも1.1%の差しか認められなかった。したがって、JIS法とBL法での熱貫流率の測定結果に差が生じた原因は、試験体枠端部の通過熱量に起因するといえる。製品性能の測定のため通常は試験体枠のほとんどを断熱材で製作するが、

表3 BL法とJIS法による熱貫流率の比較

試験体熱流 通過密度	JIS法 (W/m <sup>2</sup> )	BL法	JIS法
		BL法 (W/m <sup>2</sup> )	36.8
空気温度	高温側 (°C)	20.1	20.2
	低温側 (°C)	0.0	0.0
	温度差 (°C)	20.1	20.2
環境温度	低温側 (°C)	—	20.1
	高温側 (°C)	—	0.0
	温度差 (°C)	—	20.1
測定	熱貫流率 (W/(m <sup>2</sup> ・K))	—	1.87
	熱貫流抵抗 (m <sup>2</sup> ・K/W)	—	0.533
基準化	熱貫流率 (W/(m <sup>2</sup> ・K))	—	<b>1.88</b>
	熱貫流抵抗 (m <sup>2</sup> ・K/W)	—	<b>0.533</b>
空気温度 (JIS)	熱貫流率 (W/(m <sup>2</sup> ・K))	1.83	1.86
	熱貫流抵抗 (m <sup>2</sup> ・K/W)	0.546	0.537
空気温度 (BL)	熱貫流率 (W/(m <sup>2</sup> ・K))	<b>1.97</b>	1.99
	熱貫流抵抗 (m <sup>2</sup> ・K/W)	<b>0.508</b>	0.502

\*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)

表2 熱流密度と表面温度の測定結果

BL法: 熱流密度(W/m <sup>2</sup> )							JIS法: 熱流密度(W/m <sup>2</sup> )						
室外側	分布(平均値に対する割合)						室外側	分布(平均値に対する割合)					
平均	37.4	<b>1.12</b>	1.04	1.05	1.02	1.08	平均	36.8	<b>1.09</b>	1.02	1.02	1.01	1.05
$\sigma$	1.89	1.02	0.97	1.02	0.98	1.02	$\sigma$	1.42	1.02	0.95	0.99	0.96	1.00
max.	41.9	1.00	0.96	1.00	0.95	1.02	max.	40.2	1.02	0.96	0.98	<b>0.95</b>	1.02
min.	34.7	0.97	0.93	0.94	<b>0.93</b>	0.99	min.	34.9	1.03	0.97	0.96	0.97	1.02
室内側	分布(平均値に対する割合)						室内側	分布(平均値に対する割合)					
平均	38.1	1.00	1.00	0.99	1.01	<b>1.10</b>	平均	37.4	0.98	0.99	0.97	0.98	1.07
$\sigma$	1.32	1.04	0.98	0.99	0.99	1.02	$\sigma$	1.48	1.02	<b>0.96</b>	0.96	0.97	1.01
max.	41.9	0.98	0.97	0.97	<b>0.95</b>	1.02	max.	41.4	0.98	0.97	0.97	0.96	1.03
min.	36.4	0.99	0.97	1.00	0.97	1.06	min.	35.8	1.02	1.01	1.03	1.01	<b>1.11</b>
BL法: 表面温度(°C)							JIS法: 表面温度(°C)						
室外側	分布(平均値に対する割合)						室外側	分布(平均値に対する割合)					
平均	1.9	1.18	1.01	1.02	1.07	<b>1.19</b>	平均	2.0	1.35	1.22	1.28	1.22	<b>1.49</b>
$\sigma$	0.18	1.00	<b>0.82</b>	0.92	0.94	1.03	$\sigma$	0.45	1.12	0.96	1.07	0.99	1.18
max.	2.2	1.04	0.91	0.94	0.89	0.87	max.	2.9	0.95	0.77	0.90	0.79	0.87
min.	1.5	1.12	0.99	1.02	0.98	1.08	min.	1.4	0.81	0.70	<b>0.87</b>	<b>0.70</b>	0.75
室内側	分布(平均値に対する割合)						室内側	分布(平均値に対する割合)					
平均	14.6	1.01	1.00	1.01	1.03	1.07	平均	14.7	1.02	1.02	1.02	1.03	<b>1.06</b>
$\sigma$	0.58	<b>1.05</b>	1.04	1.04	1.03	1.03	$\sigma$	0.64	1.05	1.04	1.04	1.04	1.03
max.	15.7	1.00	0.98	1.00	0.99	1.00	max.	15.5	1.00	0.98	1.01	0.99	0.99
min.	13.4	0.95	<b>0.92</b>	0.95	0.95	0.96	min.	13.3	0.94	<b>0.91</b>	0.95	0.94	0.94

今回は一部木枠(図2)を使用したため、枠端部の通過熱量が増加し、BL法とJIS法での測定結果の差が大きくなったものと考えられる。

同一製品のJIS法とBL法での測定結果の比較ではないが、材質・開閉形式・ガラスの種類が似通ったサッシを測定した結果を表4に示す。試験体枠はほとんどが硬質断熱材で製作されたものである。両試験方法による差は、一重サッシで1.1~2.4%、二重サッシで5.6~6.0%と示された。二重サッシでの差が大きいのは、サッシの内枠と外枠がBL法の試験体では一体になっているのに対して、JIS法の試験体は完全に分離したものであったことが原因と考えられる。

4. まとめ JISのH-4、H-5等級のサッシでの測定結果の比較であるが、BL法とJIS法でサッシの熱貫流率の測定結果に大きな差が生じないことが確認できた。断熱性能の低いH-1等級のサッシの場合は、試験体枠端部からの熱流出量の影響が大きくなる可能性があるため今後の検討課題としたい。

表4 サッシの測定結果の比較

材質	開閉形式	ガラスの種類	設置位置	熱貫流率W/(m <sup>2</sup> ・K)					
				BL法			JIS法		
				n	平均	$\sigma$	n	平均	$\sigma$
PVC	引違い	複Ar+2L	半外	2	<b>2.02</b>	0.011	2	<b>1.99</b>	0.131
		複A12	内、半外	24	<b>2.62</b>	0.105	2	<b>2.65</b>	0.071
木製	+FIX	複A12L	内、半外	29	<b>2.03</b>	0.132	1	<b>2.08</b>	
		複A12	内、半外	11	<b>2.66</b>	0.237	3	<b>2.61</b>	0.114
PVC + アルミ	引違い 二重	単+単	内、半外	28	<b>2.84</b>	0.089	1	<b>2.67</b>	
		単+複A6	内、半外	4	<b>2.42</b>	0.092	1	<b>2.28</b>	
		単+複A12	内、半外	3	<b>2.16</b>	0.186	1	<b>2.04</b>	

注: 単: 単板ガラス、複: 複層ガラス、L: Low-Eガラス、A: 空気層、Ar: アルゴンガスを示し、その後の数値は空気層ガラスの厚さ(単位:mm)

(謝辞) 本研究は、(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。

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