

研究論文

繊維素材の遮熱性測定法の開発

丹羽昭夫*¹、岡田光了*²

Development of Measuring Method of Heat Blocking Effect of Fabrics

Akio NIWA*¹ and Mitsunori OKADA*²Owari Textile Research Center *¹*²

本研究は、繊維素材の遮熱性の迅速な評価に関するものである。この遮熱性測定法は、自動で一定温度を保つ発熱体に熱が照射されると温度維持のための消費電力量が小さくなることを利用している。熱損失量は全体として気温に対し線形的に低下し、それはおおむね温度補正式に基づく理論値に一致した。レフランプ電力を一定にすることで照射熱を一定にし、安定した測定ができた。これらの結果より製作した遮熱性迅速測定装置を用いて、繊維製品の遮熱性を短時間で再現性良く測定できた。1測定1分と短時間で測定できるため、これを試作品の事前評価などに利用することができる。

1. はじめに

最近では、光をよく透して明るく、遮熱性の高いカーテン等新製品が提案され、インテリア素材でも低遮光性で遮熱性の高い製品が望まれている。

現在、遮熱性を評価する試験法としては、(財)建材試験センターで行われる日射遮蔽性能測定装置による方法がある。また、産業技術総合研究所中部センターにも窓ガラス等の遮熱性評価のための試験ルーム施設がある。

しかし、これらの方法では試料サイズが大きく、装置が大規模であり、測定に時間(約1日)と手間がかかるといった問題がある。

そこで著者らは、簡便な遮熱性迅速評価技術を確立すべく、「遮熱性迅速測定装置」を考案し、簡易モデルを試作した(図1)¹⁾。これはサーモラボ装置(カトーテック(株)製)を利用して照射熱の強さを評価する方法である。サーモラボ装置のBTボックス(以下BT)は、恒温発

熱体を備えている(図2)。これは本体からの電力供給により、恒温発熱体からの熱損失を補い一定温度に維持される。これに熱が照射されると熱損失量が減少するため、消費される電力量が小さくなる。これにより試料を透過する照射熱の強さを測定できる。

しかし、図1のモデルでは気温や風速の変化によって測定値が変動するため、恒温発熱体の温度を調節するなど変動のたびに校正し直す必要があった。この問題に対応し、より実用的に活用できる遮熱性迅速測定装置を開発した。

2. 実験方法

2.1 温度補正式の検証

図1と同等の装置にBTを置き、レフランプにより試料を介してBTに熱を照射して、BT熱損失量(消費電力の1分間平均値)により照射熱Wを測定した。

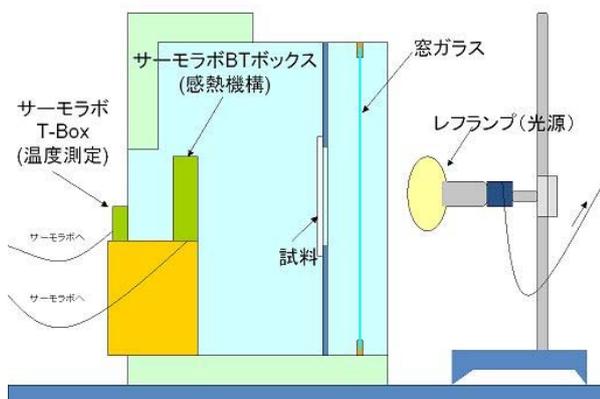


図1 遮熱性迅速測定装置簡易モデル

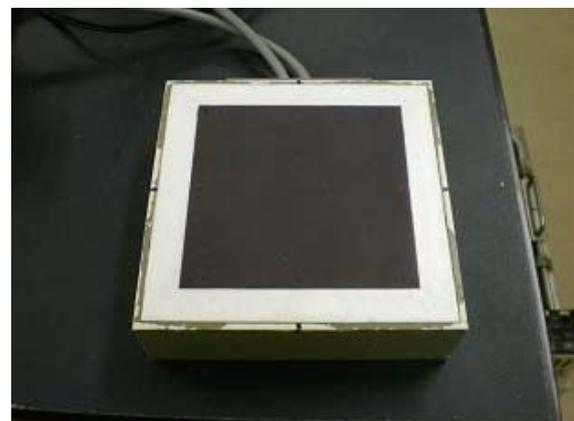


図2 サーモラボBTボックス

*1尾張繊維技術センター 機能加工室 *2尾張繊維技術センター 機能加工室(現産業技術センター 化学材料室)

測定条件は温湿度が 20℃、65%RH の環境下でおこなった。光源は 500W フラッドレフランプで、電源は交流 100V を使用した。

試料とレフランプの距離は 13cm、試料と BT の距離は 19cm、測定回数は試料セット後 3 分経過後 5 回とした。

BT 温度と気温との差 ΔT については BT 温度を 60℃ に固定し、同時に気温を測定して下記計算式により熱損失量 L 値を求めた。計算式中 L_{100} は ΔT に比例すると考えられるため、気温 20℃ を基準とした熱損失量を計算した。熱照射時も BT 温度は変化しないため、 L_{100} をもとにして補正を行った。

$$L_{100} = \frac{(60 - 20) \times W_{100}}{60 - T_{100}}, \quad L = W + \frac{T - 20}{60 - 20} L_{100}$$

L : 熱損失量の計算値(W)

L_{100} : 100%遮蔽時の熱損失量の計算値(W)

W : BT熱損失量の測定値(W)

W_{100} : 100%遮蔽時のBT熱損失量の測定値(W)

T : 気温(℃)、 T_{100} : 100%遮蔽時の気温(℃)

気温の測定はサーモラボの部品の 1 つで、温度センサーでもある T ボックス (Tbox) 表示読み値による方法を使用した。 W 及び T 値はプロッター出力の電圧ロガーによる 5 秒間隔での記録値より 1 分間分を平均する方法で行った。

試料はレースカーテン、淡色及び濃色のカーテンの 3 種類を使用した。

2.2 レフランプ消費電力と熱量

レフランプをスライダックに接続し、0V から 110V まで 10V 刻みで調整し、 W_0 値、 T 、レフランプ電圧及び電流を測定し、レフランプ消費電力と熱損失差($L_{100} - L_0$)との相関を調べた。

2.3 遮熱性迅速測定装置の試作

遮熱性迅速装置の詳細を図 3 に示した。恒温恒湿器 IG400(ヤマト科学(株)製)の扉を開けた状態で、入り口に木枠及び窓ガラスを設置し、上に試料挿入用の段ボール製ふたを設置し、測定ボックスとした。

ステンレスカゴの上に BT を入り口向きに設置した。温度測定は BT 前面ではレフランプの熱の影響を受けてしまうため、BT 背面に Tbox を入り口とは反対向きに設置し、センサー部とした。

恒温恒湿器に向かってレフランプをラボジャッキの上に置き、ラボジャッキのつまみで高さ調整を行った。レフランプはスライダックに接続し、レフランプ電力を $500 \pm 10W$ に調整した。

試料ボードは 10mm 厚発泡スチロール製とし、サイズは $500 \times 450mm$ 、測定穴は $180 \times 180mm$ とした。試料ボードの測定穴部分から風が通ると W 値が変化するため、測定穴のセンサー側に塩ビフィルムをつけ、反対側に試料を設置した。

恒温恒湿器内では BT 熱損失が大きく設定温度 60℃ では測定できなかったため、設定温度を 55℃ として W 値及び W_{100} 値を測定した。そのため、2.1 の補正式の 60

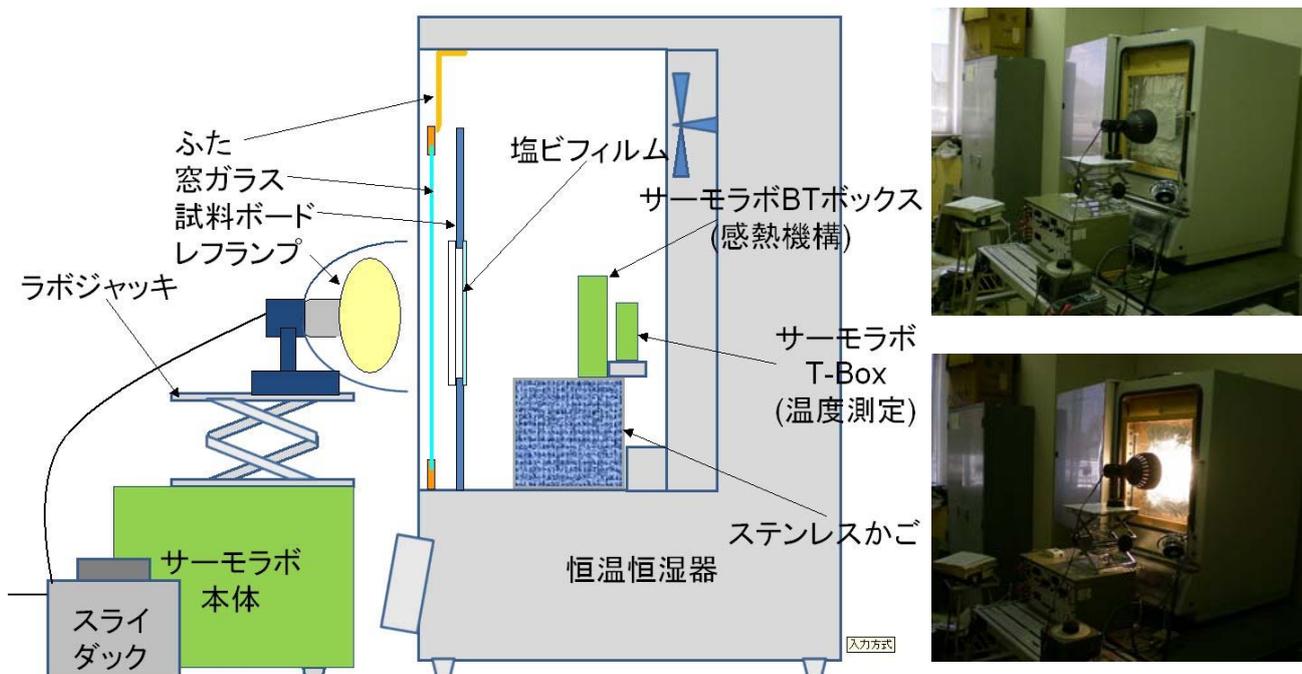


図 3 遮熱性迅速測定装置 (左: 全体図、右上: 装置外観、右下: 試験中)

を 55 と変更して L 値を求めた。

この装置により各試料の測定を行い (n=50)、下記計算式により遮熱率を求めた。

$$\text{遮熱率(\%)} = 100 \times \frac{L - L_0}{L_{100} - L_0}$$

L : 試料測定時L値

L₀ : 0%遮蔽時のL値

L₁₀₀ : 100%遮蔽時のL値

3. 実験結果及び考察

3.1 温度補正式の検証

表 1 に示した通り、100%遮蔽時が最も標準偏差が小さく、その変動率は 1.18% だった。0%遮蔽時が最も標準偏差が大きかった。また試料測定では L 値が小さい程、標準偏差が大きかった。これはレフランプからの熱量が時間とともに変化することによると考えられた。

図 4 に示した通り、W 値は全体として温度に対し線形的に低下し、それはおおむね下記計算式の W 値の理論値に一致すると考えられた。この計算式は 2.1 の計算式の

表 1 熱損失量の補正值

	100%遮蔽	0%遮蔽	レース	厚手淡色	厚手濃色
L 値	8.13	4.40	6.00	7.15	7.26
標準偏差	0.10	0.39	0.25	0.13	0.12
変動率(%)	1.18	8.77	4.22	1.86	1.71

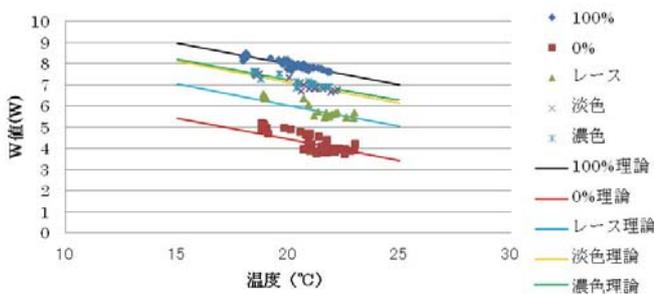


図 4 W 値と気温との関係

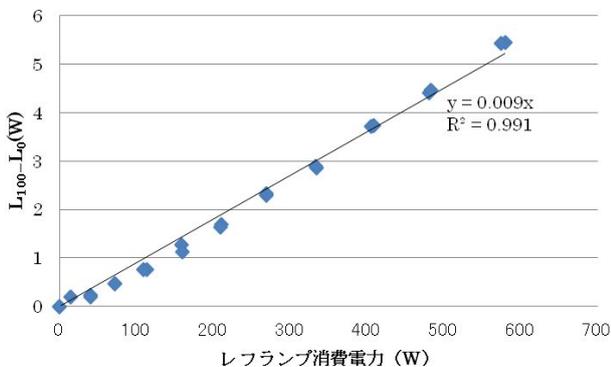


図 5 レフランプ消費電力と L 値との関係

L 値より W 値を計算したものである。

$$W = L - \frac{T - 20}{40} L_{100}$$

100%遮蔽時では各測定値は上記計算式に近い数値を示した。一方 0%遮蔽時では 100%遮蔽時と比べると数値のばらつきがやや大きかった。各試料では遮熱率の低いレースカーテンでばらつきが大きくなった。これもレフランプの影響によると考えられた。

3.2 レフランプ消費電力と熱量

図 5 に示した通り、レフランプ消費電力と L 値には直線の相関がみられた。これより、レフランプ電圧と電流を測定し、レフランプ電力を一定にすることで照射熱を一定にできると考えられた。

3.3 遮熱性迅速測定装置の測定結果

表 2 に示した通り、標準偏差は表 1 よりもおおむね小さかった。これはレフランプ電力を一定にしたことで照射熱が安定したためと考えられた。L 値の変動率は 100%遮蔽で 0.99%、0%遮蔽が最も大きく 2.27% だった。

遮熱率はレースカーテンが 41.8%、厚手のカーテンの淡色が 77.8%、濃色が 78.0% であった。この装置により、繊維素材の遮熱性を短時間で再現性良く測定できると考えられた。

今回の研究により、熱損失量は全体として気温に対し線形的に低下し、それはおおむね温度補正式に基づく理論値に一致すること、レフランプ電力を一定にすることで照射熱が安定し、測定値の変動が小さくなることを見出した。これらの結果より製作した遮熱性迅速測定装置は再現性が向上した。

4. 結び

遮熱性迅速測定装置により、繊維製品の遮熱性を短時間で測定することが可能となった。

この評価技術では、インテリア素材に限らずシート状、板状の試料について 1 測定 1 分と短時間で測定できる。

また従来の方式は測定のほかに冷却の時間も必要であった。一方この方式は熱損失量の変動より遮熱率を求めるため、測定後に冷却の必要がない。

これらの特徴により、大幅に測定時間の短縮を見込め

表 2 遮熱性迅速装置の測定結果

	100%遮蔽	0%遮蔽	レース	厚手淡色	厚手濃色
L 値	10.32	6.76	8.25	9.53	9.53
標準偏差	0.10	0.15	0.12	0.12	0.15
変動率(%)	0.99	2.27	1.49	1.29	1.60
遮熱率(%)	100.0	0.0	41.8	77.8	78.0

る。その結果、従来法よりはるかに多くの測定を行うことができる。

また、試料を透過する熱のみを評価するため、遮熱加工の効果を現場で評価する用途に向いていると考えられる。

今まで、江南産地インテリア関連企業による遮熱性製品の開発のため、遮熱性測定法を試作品の事前評価などに利用することを目標としてきた。この測定装置はインテリア素材に限らずシート状、板状のものであれば、評価することが可能であるため、被評価材料を拓げることができる。そのため、紙や工業用資材、農業用資材など幅広い分野への展開が期待できる。

今後はさらなる研究成果の普及を目指すため広く試験法を公開し、希望者には依頼試験として広く受け付け協力する。これにより地域企業の新製品開発力の向上を図る。

謝辞

本研究にあたり、インテリア素材を提供していただいた(株)維研に厚くお礼申し上げます。また、測定装置の情報をご提供いただいたカトーテック(株)に厚くお礼申し上げます。

付記

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構 平成 23 年度研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) フィージビリティスタディ【FS】ステージ探索タイプの研究開発にて実施した内容の一部である。

文献

- 1) 丹羽, 岡田: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 1, 106 (2012)