

熱特性による毛布の着用時における風合い評価

キーワード：熱物性測定、熱移動、冷温感、熱伝導率、保温率、毛布

はじめに

布地の熱移動特性を知るためには、布地を繊維集合体として考える必要がある。繊維集合体の熱特性は繊維・空気(繊維間、糸間)・水分(繊維内・空隙部)の3つの要素から成り立っており、それらが互いに絡み合って複雑な性質として現れる。繊維の熱伝導率が非常に小さいので布地は保温性に優れた素材である。一方、空気の熱伝導率は繊維よりはるかに低いが、水分の熱伝導率が両者に比して大きいので、水分の吸・放湿により熱特性は大きく変化するため温湿度環境には注意が必要である。

布地が素材である衣服の触感や着心地(どちらも嗜好性がある)は、着用時の冷たさ・温かさの感覚に大きく影響される。したがって着心地等の特性は熱伝導率や保温性のみの評価だけでなく、人が布に接触する初期および定常時の熱移動量の評価(冷温感評価に相当する)が重要である。布の接触冷温感特性を測定する装置として、サーモラボ (KES F-7(カトーテック株)製)精密迅速熱物性測定装置がある。ここではその測定法と使用例を紹介する。

測定法

この装置は、次の3項目の測定法で構成されている。

1) 接触冷温感評価値の測定

図1に示すように、面積9cm²、質量9.79gの熱板(純銅板)に熱を貯え(温度差が10℃になるように設定)これが試料表面に接触した直後、貯えられた熱量が低温側の試料物体に移動する熱流の単位面積当たりの最大値(q_{max})を測定する。

この値が、人が服を着用する時に感じる冷たさ、温かさを示しており、数値が大きい(熱流速が速い)ほど冷たく感じることになる。

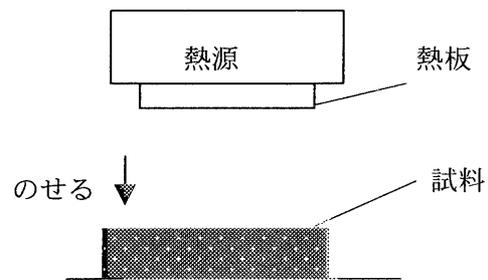


図1 接触冷温感測定部の概略

2) 定常熱伝導率の測定

繊維集合体である布内部に生じる現象も伝導・対流・放射などの複合伝熱であるので、厳密な熱伝導率は定義されないが、見かけの熱伝導率が用いられる。

図2に示すように、水冷Box(20℃)の上に試料(5cm×5cm)を載せ、さらにその上に熱板をのせる。試料が同じ温度を保つに必要な熱量から次式により熱伝導率(λ)が計算される。

$$\lambda = Q \cdot D / (A \cdot T) \times 100 \quad (\text{W/m} \cdot \text{K})$$

ここで Q: 熱流損失(W)

D: 試料の厚さ(cm)

T: 試料の温度差(℃)

A: 熱板面積 (cm²) である

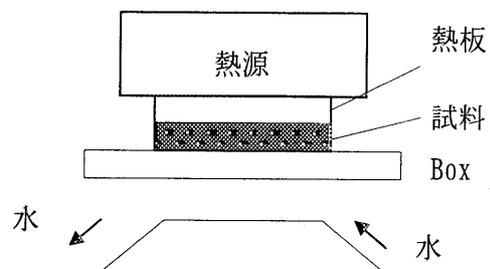


図2 熱伝導率測定部の概略

3) 保温率の測定

布から空中への一定の風速下における放熱量すなわち保温効果の測定である。図3に示すように熱板(10cm×10cm)からの、試料の無い状態での放熱量(W_0)と、試料を載せたときの放熱量(W)から次式により保温率(α)を求める。測定時の標準条件として垂直な空気の流れを10cm/secとする。

$$\alpha = (W_0 - W) / W_0 \times 100 \quad (\%)$$

一定温度を保つのに必要な放熱量が大きいほど保温性が悪いことを示す。

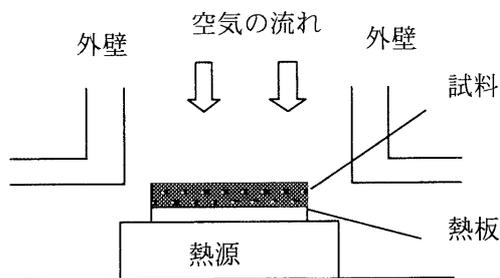


図3 保温率測定部の概略

毛布の測定例

暖かさが求められる寝装品である綿毛布の原布と片面および両面起毛した3試料を、前述の3項目について測定を行った。

測定結果を表1に示す。起毛を施すと一般的に見かけの体積は増え、保温率は大きくなる。

一方、熱伝導率は計算式より厚さが増すと大きくなるので、毛布においては、単位厚さ当たりの熱量に相当する熱コンダクタンス(λ/D)で比較してみると、起毛することにより小さくなる。

毛布の暖かさを評価する要因としてこれまで保温率や熱伝導率を利用したが、着用時の冷温

表1 熱測定の結果

	原布	片面起毛	両面起毛
移動熱量 $q_{max} (W/cm^2)$	0.094	0.055	0.050
定常熱伝導率 $\lambda (W/m \cdot K)$	0.060	0.073	0.055
保温率 $\alpha (\%)$	23.2	33.3	39.2
熱コンダクタンス $\lambda/D (W/m^2 \cdot K)$	0.476	0.254	0.219

感を加味した評価がより適切な評価であると考えられる。

そこで図4に、移動熱量、放熱率(保温率の逆)、熱コンダクタンスから毛布の熱特性を評価した。図では原点に近づくほど着心地の良い毛布であることを示している。即ち、放熱率が小さく(保温率が大きい)、熱コンダクタンスも小さいほど、また接触時の移動熱量が少ないほど毛布の熱特性がよいことを意味している。

毛布の原布と起毛による差は、放熱率ではそれほど大きくないが移動熱量では大きな差を示している。このことから、接触時の冷たさ温かさの触感が毛布の良し悪しを決める大きな要素であるといえる。

今回の測定では原布を起毛することにより、熱特性、特に接触冷温感評価値はよくなることがわかったが、片面と両面起毛での差はそれほど顕著ではなかった。

参考に各種物質の熱伝導率¹⁾($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)をあげる。

水(20℃): 0.602、空気(20℃): 0.0257

Al: 236、毛織物: 0.040、アクリル織物: 0.046

まとめ

いままで感覚としてとらえられていた衣服素材である布地の着用時の冷たさ・温かさの熱特性、即ち接触冷温感の評価がこの装置を使用することによって数値として表せるようになった。

1) 藤本尊子, 日本家政学会第20回夏季セミナーテキスト(1986)

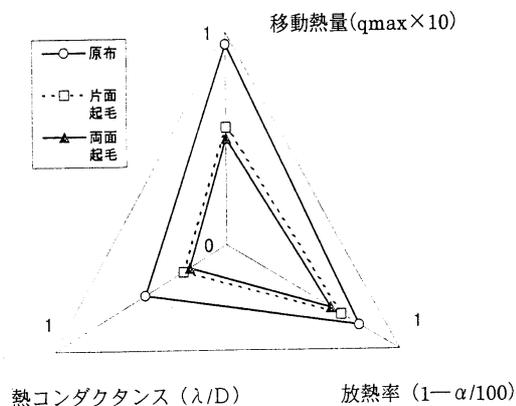


図4 測定結果