

ノート

シリカを用いた冷却基材の開発

飛澤 泰樹^{*1)} 清水 研一^{*2)} 小沼 ルミ^{*3)} 平山 明浩^{*4)} 菅谷 紘子^{*4)}
 本田 壽男^{*5)} 渡辺 真佐美^{*6)}

Development of coolant base material using silica

Taiki Tobusawa^{*1)}, Kenichi Shimizu^{*2)}, Rumi Konuma^{*3)}, Akihiro Hirayama^{*4)}, Hiroko Sugatani^{*4)}
 Toshio Honda^{*5)}, Masami Watanabe^{*6)}

キーワード：ゴム，シリカ，冷却基材

Keywords：Rubber, Silica, Coolant base material

1. はじめに

近年，夏場は猛暑日が連続し，熱中症患者も増加している⁽¹⁾。それに伴い冷却製品市場も拡大しており，冷却用素材としては，例えば吸水性ポリマーが用いられている。しかし，吸水性ポリマーは吸水性には優れているが，価格が比較的高い。また，吸水膨潤による体積変化が大きく形状保持性が低いため，応用範囲は限られている。

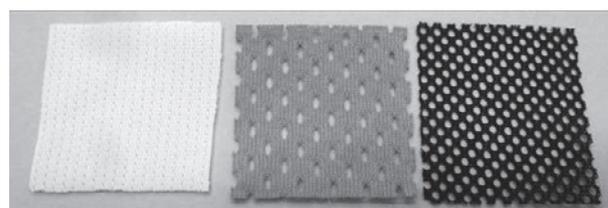
そこで，本研究では，吸水性ポリマーよりも吸水性は劣るが，低価格で吸水膨潤性も低いシリカを用いて，新規冷却基材を開発することを目的とした。なお，本冷却基材の冷却機構は，気化熱冷却（水が蒸発する際に接触物から熱を奪う作用）である。

2. 実験

2.1 材料 ベースゴムにはエチレンプロピレンゴム（EP-57C，JSR株式会社製，以下EPDM），吸水性材料にはシリカ（Nipsil VN3，東ソー・シリカ株式会社製）を用いた。両材料にプロセスオイルを加えて混練し，冷却基材を作製した。冷却基材は軟質かつ多少の付着性を有するため，単独では試験サンプルの作製等が難しい。そこで，冷却基材の片面に吸水性を有するレーヨン製生地を圧着することで，取扱いを容易にした（冷却シートA）。

冷却シートAだけでは外観や強度に不安があるため，実使用を想定してレーヨン製生地の反対側にニット生地またはメッシュ生地を圧着した（冷却シートB）。ニット生地には，ポリエステル100%で厚さ約0.86 mmの生地（ドットクール，東レ株式会社製）を用い，メッシュ生地には組織と厚

さの異なるポリエステル100%の生地を2種類用いた。ニット生地およびメッシュ生地の外観を図1に示す。本報では，厚さ約0.75 mmのメッシュ生地をメッシュ生地Iとし，厚さ約0.33 mmのメッシュ生地をメッシュ生地IIとした。



ニット生地 メッシュ生地 I メッシュ生地 II

図1. ニット生地およびメッシュ生地の外観

冷却シートBは蒸散性を有しているが，単独では保水性に不安がある。そのため，実使用を想定して2枚の冷却シートBの間にレーヨン製不織布を配し，冷却シートCを作製した（図2）。

冷却シートAからCの素材構成を図3に示す。

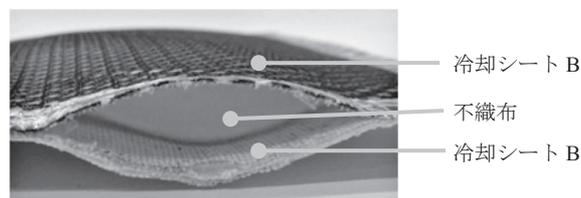


図2. 冷却シートCの外観

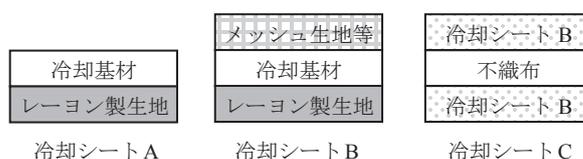


図3. 冷却シートの素材構成

事業名 平成23年度～平成25年度 共同研究

*1) 繊維・化学グループ

*2) 材料技術グループ

*3) 環境技術グループ

*4) 生活技術開発セクター

*5) 本田技術士事務所（平成23年度から平成24年度）

*6) 株式会社三敬商会（平成25年度）

2. 2 材料の混練および成形 材料の混練は、ミキシングロールを用いて行い、配合比はEPDM/シリカ/プロセスオイル=70質量部/70質量部/100質量部とした。混練材料はカレンダー成形機で厚さ0.5 mm×幅300 mm×長さ3,000 mmのシートに成形した。

2. 3 蒸散性試験1 冷却シートAに圧着するニット生地およびメッシュ生地から直径90 mmの試験片を切り出し、ポークン規格BQE A 028に従い蒸散性試験を行った。

まず、直径90 mmの試験片とシャーレの質量 (W) を測定した。次に、シャーレに水0.1 mlを滴下し、その上に試験片を載せ、質量 (W_0) を測定した。最後に、その状態で20°C・65%RH下に放置し、20分後の質量 (W) を測定した。各質量の値を用いて、下記式 (1) から蒸散率を算出した。

$$\text{蒸散率 (\%)} = \{(W_0 - W) / (W_0 - W)\} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

2. 4 蒸散性試験2 冷却シートBから直径70 mmの試験片を切り出し、JIS L 1099 A-2 (ウォータ法) を参考に蒸散性試験を行った。

まず、カップに水を入れ、試験片の裏側 (レーヨン製生地側) を水に向けて載せた。次に、ドーナツ状の蓋を試験片の上に載せ、その蓋をカップにネジで固定した (有効試験範囲: 直径60 mm)。そのカップを逆さにした状態で40°C・50%RHの恒温恒湿槽内に置き、1時間後の質量 (W) を測定した。 W_1 と試験前質量 (W_0) を用いて、下記式 (2) から蒸散度を算出した。

$$\text{蒸散度 (g/m}^2 \cdot \text{h)} = (W_0 - W) / \{(3.14 \times 0.03 \times 0.03) \times 1\} \dots\dots\dots (2)$$

2. 5 冷却性試験 冷却シートCに水を吸収させた後、それをポリエステル83%/ポリウレタン17%のニット生地で包みこみ、男性型サーマルマネキン (P.T.Teknik社製) に取り付けた (図4)。男性型サーマルマネキンの表面温度は32°Cに設定し、テープ型温度センサを用いて肩甲骨部の表面温度変化を測定した。試験は30°C・50%RHの室内で行った。

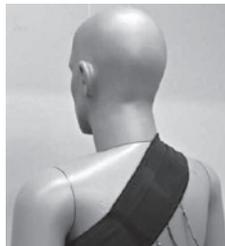


図4. 冷却性試験

2. 6 かび抵抗性試験 本冷却基材は水を吸収させて使用するため、かびの発生が懸念される。そこで、JIS Z 2911 (2010) に従い、冷却基材のかび抵抗性試験を行った。試験環境は26°C・95%RH以上とし、4週間経過後に顕微鏡および目視で菌糸の発育状態を確認した。かび抵抗性試験結果の表示基準を、以下に示す。

- 0: 試料又は試験片の接種した部分に菌糸の発育が認められない。
- 1: 試料又は試験片の接種した部分に認められる菌糸の発育部分の面積は、全面積の1/3を超えない。
- 2: 試料又は試験片の接種した部分に認められる菌糸の発育部分の面積は、全面積の1/3を超える。

3. 結果

3. 1 蒸散性 ニット生地およびメッシュ生地の蒸散率並びに、冷却シートBの蒸散度を表1に示す。

表1より、メッシュ生地IIを圧着した冷却シートBが、最も蒸散性に優れていた。気化熱冷却は、蒸散性に優れている方が高い効果を期待できる。そのため、冷却シートCの作製にはメッシュ生地IIを採用した。

表1. 各生地の蒸散率および冷却シートBの蒸散度

生地の種類	蒸散率 (%)	蒸散度 (g/m ² ・h)
ニット生地	23.0	384
メッシュ生地I	24.8	459
メッシュ生地II	32.7	527

3. 2 冷却性 メッシュ生地IIを採用した冷却シートCの冷却性試験結果を図5に示す。

図5より、冷却シートCを用いることで、男性型サーマルマネキンの表面温度を最大で32°Cから27°Cまで下げることができた。また、2時間経過後、表面温度は27.5°Cを保つことができた。

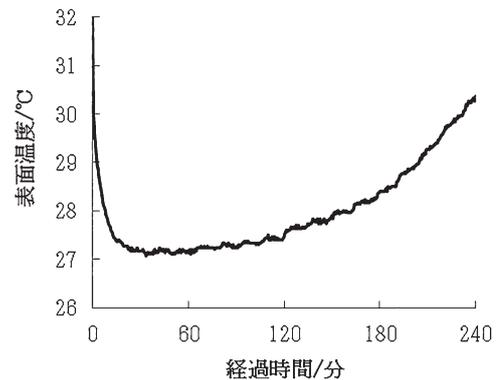


図5. 男性型サーマルマネキンの表面温度変化

3. 3 かび抵抗性 冷却基材を用いてかび抵抗性試験を行った結果、顕微鏡観察では全面積の3分の1を超えない範囲で菌糸の発育が確認されたが、発育量はわずかであった (結果表示: 1 (弱))。また、目視観察では、かびの発生は認められなかった (結果表示: 0)。

4. まとめ

- (1) 本冷却基材 (シリカを用いた冷却基材) は、気化熱冷却製品に応用できる可能性が認められた。
 - (2) 本冷却基材はシート成形が可能であるため、従来の素材よりも多用途に応用できる可能性が示唆された。
 - (3) 本冷却基材は、比較的優れたかび抵抗性を有していた。
- (平成27年7月14日受付, 平成27年7月21日再受付)

文 献

(1) 環境省熱中症予防情報サイト, 熱中症環境保健マニュアル