

体温調節機能衣服素材の開発

古田正明^{*1} 板津敏彦^{*2} 井上正義^{*1}

Development of the temperature adjust textile

Masaaki FURUTA, Toshihiko ITAZU and Masayoshi INOUE

Owari Textile Research Center, AITEC^{*1*2}

真夏の日射時に屋外を歩いたり、作業する人などを対象に、体を涼しく保つ衣服素材をつくるため、二つの方法を試みた。第一法は昨年度開発した通気性・遮蔽性を兼ね備えたハイブリッド構造の夏向織物^(1、2)をベースに、ステンレスをスパッタ加工した糸や吸水素材を組み合わせる方法で、通気性、遮蔽性、遮熱性、吸汗性等が向上した織物が得られた。第二法は色柄織物でも白い織物と同様の遮熱効果を得る顔料捺染方法で、屋根や外壁用の赤外線透過顔料、赤外線反射顔料を衣料用に活用するため顔料捺染糊液の作成条件等を検討して、遮熱効果、風合の関係を明らかにした。

1. はじめに

昨今の衣料品には多くの機能性が要求されるが、真夏に屋外を歩いたり、作業する人等にとって、ビル冷房の熱風排気やアスファルト道路の照り返しは厳しく、高い遮熱性・通気性・吸汗性等が必要となってきた。そこで、昨年度開発した通気性・遮蔽性を兼ね備えたハイブリッド構造の夏向織物⁽¹⁾をベースに、ステンレスをスパッタ加工した糸や吸水性のある糸を組み合わせる方法、屋根や外壁用に開発された塗料を織物に活用する加工方法を検討し、酷暑時に体を涼しく保つ衣服素材を開発することにした。

2. 実験方法、結果及び考察

2.1 機能性糸の複合化による方法

2.1.1 複合織物の試作

(ア) 使用糸

表 糸：経緯とも毛・PET 混織糸 16.7tex(1 / 60)
裏経糸：スパッタ加工した PET 糸 19.7tex(60 / 2)
(緯糸に PET モノフィラメント 20d を使用して仮織した織物にステンレスをスパッタ加工し、緯糸を除去しながら別ビームに巻返)
裏緯糸：〔ボリ〕ポリノジック糸 19.7tex(30 / 1)
〔レーヨン〕レーヨン・PET 混織糸 14.8tex(40 / 1)
<レーヨン 62%、PET 38%>
〔PET〕PET 混織糸 14.8tex(40 / 1)
<吸汗速乾 PET を 50% 含む>
〔汗 PET〕PET 加工糸 16.7tex(150d)
<吸汗・速乾タイプ>
接結糸：PET モノフィラメント 2.2tex(20 d)

注) PET：ポリエステル

(イ) 組織

〔平二〕表裏とも平織の二重織

〔市二〕平織と模紗織を市松に配した二重織

(ウ) 密度 経：94.5 羽 / 10cm(24 羽 / in) × 4 本入

緯：通気性、遮蔽性を検討した打込数

(I) 仕上 洗絨→ヒートセット(セット幅は通気性・遮蔽性のバランスを検討しながら決定)→蒸絨

○ 比較用織物

〔平織〕：毛・PET 混織糸 33.3tex(2 / 60)の平織

〔模紗〕：同上糸を使用したメッシュ調の模紗織

〔D・PET〕：経に PET 加工糸 16.7tex(150d)、緯に PET 糸 19.7tex(60 / 2)を使用したダブルクロス織

〔風・PET〕：同上糸を使用した平織の風通織

〔D・PET〕：同上糸を使用し、平織と模紗織を市松に配した風通織

2.1.2 複合織物の評価試験方法⁽²⁾

遮蔽性を満足できる打込数、ヒートセット幅の織物を選び、通気性の最も良いものを試料とした

(ア) 遮蔽性：白黒平板に織物を被せ、屋外(照度 90,000 ルックス以上の時)で各種角度から白黒の境界が判別できるか目視観察。

(イ) 通気性：KES-F8-AP1 通気性試験機を使用して通気抵抗(Kpa・s / m)を測定。値が小さいほど通気性が良い。

(ウ) 熱損失性

^{*1} 尾張繊維技術センター 開発技術室 ^{*2} 尾張繊維技術センター 応用技術室

直射日光を受けた時、織物を着た人の暑さ、涼しさを調べるため、150Wの白熱球（試料面で8,000ルクス）を試料の真上に設置し、サーモラボ 試験機で熱損失量（大きいほど涼しい）を測定。織物の空間を5mmとし、熱損失量（ W / cm^2 ）を測定。

(I) 遮熱性

上記同様、涼しさを調べるため、3,000ルクスで布を照射し、その下方に置いた水（3cc 入りのガラスシャーレ）の温度変化を測定。

(オ) 水滴の蒸発性：汗の蒸発性を調べるため、プラスチック板に0.1gの水滴を5カ所滴下し、織物を裏面が水滴に接するように被せて放置し、30分後と1時間後の蒸発率（%）を測定。

(カ) 吸湿性

30、90%の状態に24時間以上放置して20、65%の状態における重さと比較し、吸湿率（%）を測定。

(キ) しわ回復性：JIS L-1096 モンサント法

2.1.3. 複合織物の試験結果及び考察

(ア) 試作織物の規格

遮蔽性があり、通気性の最も良い各組織、各系使用の試作織物の仕上規格を表1に示す。

- ・春夏向けの平織や模紗織と比べ、目付は同程度で、厚さはやや厚い。
- ・糸直径と密度から算出した、糸による被覆率は平二重が120%台、市松二重が130%台で、前者の方が低被覆率（軽くて）で高遮蔽性が得られる。

表1 試作織物の仕上規格

織物	打込 本/cm	厚さ mm	目付 g / m ²	経密度 本/cm	緯密度 本/cm	被覆率 %
平二・ホリ	33	0.54	165	40.9	37	124
平二・レヨン	33	0.52	157	40.9	37	127
平二・PET	40	0.60	171	40.2	44.9	130
平二・汗PET	28	0.67	152	40.9	33.1	128
市二・ホリ	43	0.56	192	40.2	47.2	135
市二・レヨン	40	0.69	175	40.2	44.9	136
市二・PET	48	0.66	189	40.9	54.3	141
市二・汗PET	37	0.75	167	40.9	40.9	139
比較平織	-	0.21	172	24.0	20.7	74
比較模紗	-	0.43	186	27.0	23.4	80

(イ) 通気性（図1参照）

いずれも平織と模紗織の中間的な通気性で、平織の2倍、模紗織の1/3程度の通気性が得られる。

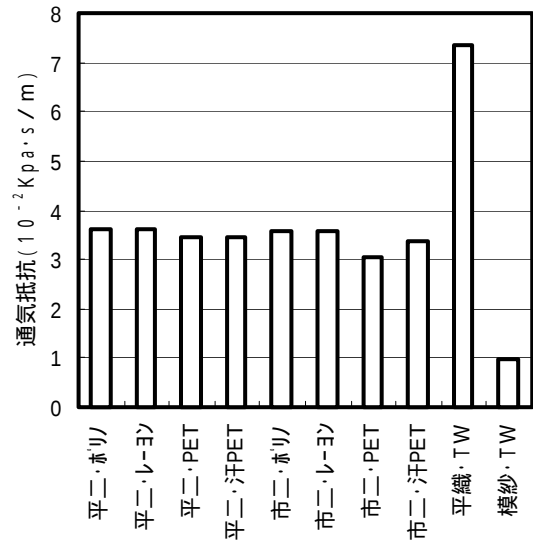


図1 通気抵抗

(ウ) 熱損失性（図2参照）

- ・ポリエステル100%の比較用織物（D・PET、風・PET、市・PET）の場合、いずれの組織も裏面にスパッタ加工したものが最も熱損失量が大きく、涼しいことが判る。これは複合織物でも同じ傾向と考えられる。
- ・試作織物はいずれもメッシュ調の模紗織に匹敵する涼しさが得られる。

(エ) 遮熱性（図3参照）

- ・ポリエステル100%の比較用織物の場合、いずれの組織も裏面にスパッタ加工したものが最も水温が低く、遮熱性があることが判る。これは複合織物でも同じ傾向と考えられる。
- ・試作織物はいずれも、平織、模紗織に比べて、水温が4～5℃低く、涼しい織物と言える。

(オ) 水滴の蒸発性（図4参照）

裏緯糸に吸水性の良い糸を使用した織物は、水分が織物全面に拡散し、毛・ポリエステル混用の平織や模紗織よりも速く乾燥する。組織による差は無い。汗を速く除去できるので、べとつき感が少ない織物と言える。

(カ) 吸湿性（図5参照）

ポリエステル（公定水分率が小さい）の割合が少ない織物は、吸湿性が良い。

(キ) しわ回復性

ポリノジックを使用した織物がよこ方向で80%、その他は全ての織物が84%以上と良好であった。

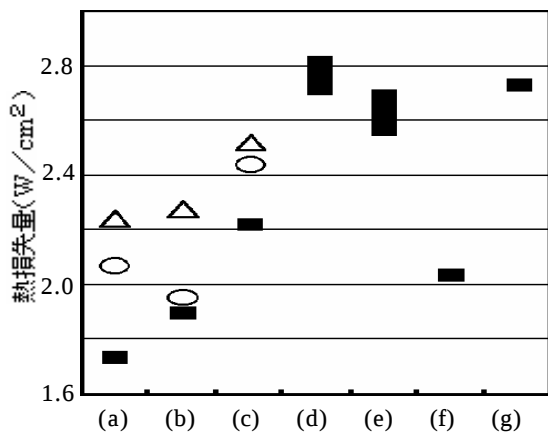
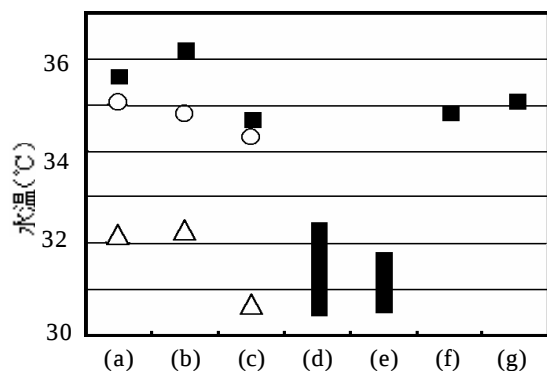


図2 熱損失量



- (a) ■ : PET100%ダブルクロス鼠色後染
 (a) ○ : (a) ■ の表側をスパッタ加工
 (a) △ : (a) ■ の裏側をスパッタ加工
 (b) : PET100%風通、記号は(a)と同様分類
 (c) : PET100%市松、記号は(a)と同様分類
 (d) : 試作・各種複合平二重の値の範囲
 (e) : 試作・各種複合市松二重の値の範囲
 (f) : TW平織 (g) : TW模紗織

図3 遮熱性（布とシャーレ間隔5mmの水温変化）

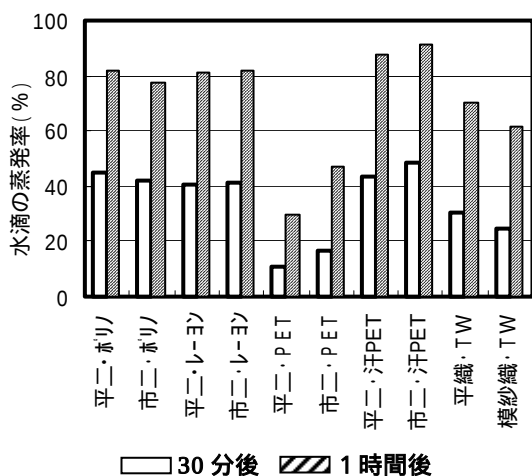


図4 水滴の蒸発率

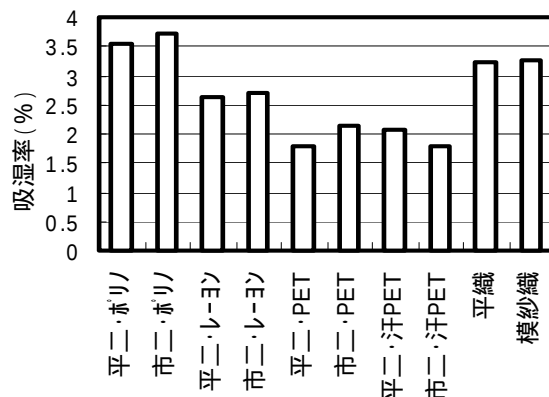


図5 吸湿率

2.2 顔料捺染による方法

2.2.1 顔料捺染糊液の調合、捺染布の試作

顔料粉末の分散状態は、弱アルカリ域で良好となる(吸光度が大きい)。また混合の開始時にはエタノール使用が有効である。攪拌時に再凝集しやすいが、界面活性剤系の分散剤使用で抑制できる。

試験で用いた捺染糊液の標準レサップ、混合の手順を表2に示す。なお、捺染する織物はJIS添付布を使用した。

表2 顔料捺染標準レサップと糊液作成手順

薬剤名	適用比率(%)	適用例(g)
アルギン酸ソーダ	2.00	4.00
エタノール	16.00	32.00
顔料	5.00	10.00
分散剤(界面活性剤系)	0.20	0.40
ピロリン酸ソーダ	0.04	0.08
アクリル樹脂液(42%溶液)	30.00	60.00
溶媒(水)	46.76	93.52
合 計	100.00	200.00

顔料捺染糊液作成手順例
 アルギン酸ソーダ4g + エタノール12g + 水93.52g 混合
 顔料10g + エタノール20g + 分散剤10%溶液4cc 混合
 上記 液 + 液 + ピロリン酸ソーダ1%溶液8cc
 + アクリル樹脂液(42%溶液)60cc 混合
 混合はホモジナイザーで約1時間攪拌する。

2.2.2. 顔料捺染布の試験結果及び考察

(ア) 遮熱性（図6参照）

市販顔料（白・黒）と赤外線透過顔料（黒・赤・青・黄）、赤外線反射顔料（白）顔料を全面捺染した毛及び綿布で比較した。赤外線透過顔料を捺染した織物の表面温度は、市販黒色顔料に比べ、いずれも表面温度が上がりにくく、熱伝導による熱移動を抑制する効果がある。また、シャーレ水温は市販黒顔料より低温になる。

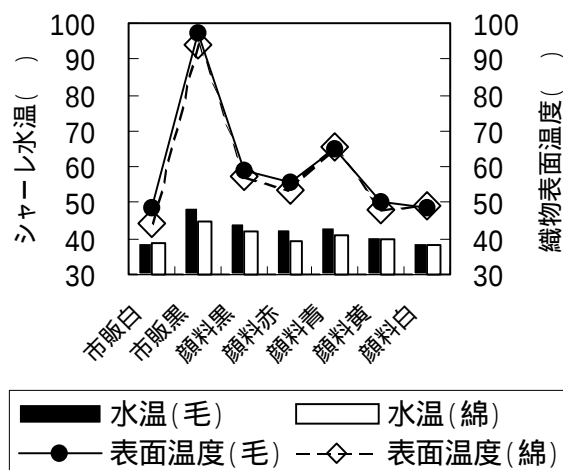


図6 遮熱性(布とシャーレの間隔無し水温変化)及び布表面温度

(イ) 捺染柄の大きさ、面積が遮熱性に及ぼす影響 (図7参照)

捺染面積が大きい程水温が低く、遮熱効果がある。また、全面捺染よりも模様捺染のほうが水温が低く、通気性の複合効果があるとみられる。柄の大きさには影響されない。

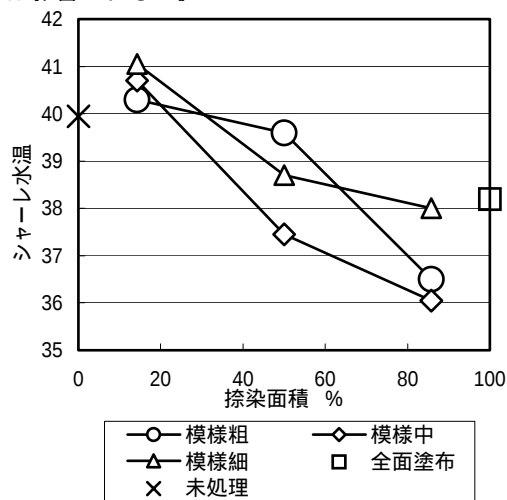


図7 遮熱性(布とシャーレの間隔無し水温変化)

(ウ) 熱損失性 (図8参照)

赤外線透過顔料、赤外線反射顔料とも全面捺染したものは未処理布に比べて熱損失量が大きく、涼しい。しかし、反射白顔料を格子柄に捺染したものは、逆に熱損失量が小さい。従って、日射時の涼しさを得るためには、適正な織物密度、捺染糊量を選択して通気性を大きくし、赤外線反射効果を活かすことが必要である。

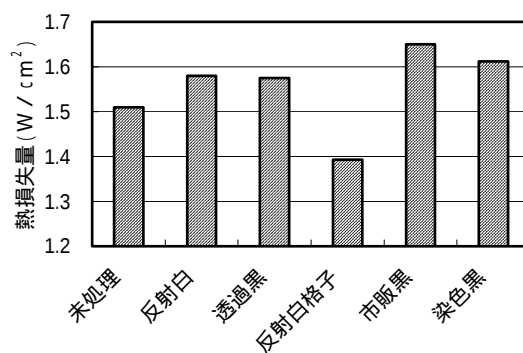


図8 捺染綿布の熱損失量

(I) 柄の大きさ、面積が風合に及ぼす影響 (図9参照)

捺染面積が増加すると曲げ剛さは直線的に大きくなる。柄の大きさには影響されない。

捺染糊量が増加すると、曲げ剛さ、せん断剛さも大きくなる。堅牢度は良好であった。

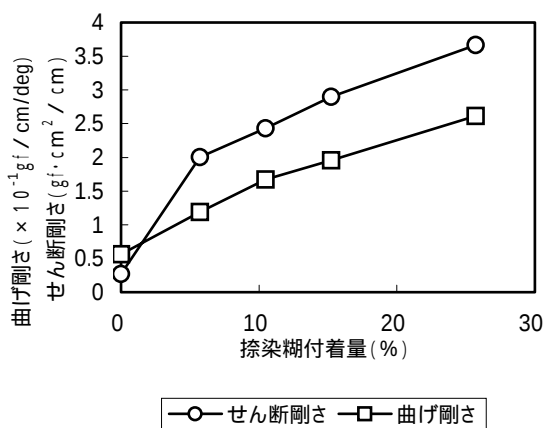


図9 捺染綿布の捺染糊量による風合変化

3. 結び

昨年度開発したイブリッド構造の夏向織物をベースに、ステンレスをスパッタ加工した糸や吸湿素材を組み合わせる方法で、通気性、遮蔽性、遮熱性、吸汗性等が向上した織物が得られた。また、色柄織物でも白い織物と同様の遮熱効果を得る顔料捺染方法で、屋根や外壁用の赤外線透過顔料、赤外線反射顔料を衣料用に活用するため、顔料捺染糊液の作成条件等を検討して、遮熱効果、風合の関係を明らかにした。

文献

- 1) 古田、服部、板津、都筑；愛産技研究報告，1，206 (2002)
- 2) 古田、服部、板津、都筑；テキスタイル&ファッション，19,9,275 (2002)