

飽和蒸気を用いた絹織物の加工条件の検討Ⅱ

河本 浩明*

2019年度に引き続き、飽和蒸気を用いた絹織物の加工について検討を行った結果、防縮・防擦れの同時加工が可能であることがわかり、加工布の物性についてもいくつかの知見を得られた。

1 はじめに

シルク(絹)は古来より衣料用の絹織物として用いられ、京都府丹後地方は現代においても日本最大の絹織物産地の一つである。シルクの本来の用途である絹織物は、審美性、風合い等が他の衣料品よりも優れていることが一般に認知されているが、高価である割に擦れやすい、洗濯等の湿気で縮みやすいなどの欠点を抱えている。

これらの絹織物の欠点を克服するため、2019年度に引き続き本年度は飽和蒸気と薬剤を用いた防縮・防擦れ同時加工の条件について検討を行った。

2 材料

2.1 試料

防縮効果を判定することから、湿気で最も収縮しやすい古代ちりめんを用い、たて糸及びよこ糸方向(たて方向及びよこ方向)にそれぞれ 30cm×5cm の大きさに切断し、試験布とした。

2.2 試薬

触媒としてポリエチレングリコール 400 (PEG-400)、樹脂としてエチレングリコールジグリシジルエーテル (EDGE) を使用した。いずれも和光純薬工業(株)製試薬特級を用いた。

2.3 機器

スチームセッター ANR-1 (日空工業(株))、熱風定温乾燥器 STAC-S45M (株島津理化)、精密天びん Cubis MCE125S-2S01-U (Sartorius)、マンダラ LA-215 (上野山機工(株))、純水製造装置 Elix Essential (Merck)、オートグラフ AG-500B AG-I/R (株島津製作所)、摩擦試験機 FR-2 (スガ試験機(株))、走査型電子顕微鏡 JSM-6510LA (日本電子(株))、測色計 SQ-300H (日本電色工業(株))を用い

た。

3 方法

3.1 防擦れ加工(従来法)

試験布を 20%PEG-400 水溶液中に 10 分間浸漬し、マンダラで絞り率約 100%に絞った後、ピンテナーに固定し 100℃の熱風で 10 分間乾燥した。その後試験布を 20%EDGE 水溶液中に 1 分間浸漬し、同様にマンダラで絞り 120℃で 20 分間反応させた。反応後、約 40℃の流温水で十分に洗浄し、風乾して加工を完了した。

3.2 防縮・防擦れ同時加工

試験布を PEG-400・EDGE 混合水溶液中に 1 分間浸漬し、マンダラで絞り率約 100%に絞った後、ピンテナーに固定し蒸気釜に入れ、釜内部を約 5kPa まで減圧し、内部の水分及び空気等を除去した後、飽和蒸気を注入して所定の温度及び時間で静置した。その後再び約 5kPa に減圧して残存蒸気等を除去した後、速やかに大気圧に戻し、蒸気釜から取り出してピンテナーに固定した状態で約 40℃の流温水で十分に洗浄し、風乾して加工を完了した。

3.3 物性試験方法

3.3.1 寸法変化率試験及び樹脂付着率

JIS L 1096B 法に基づき、試験布を沸騰純水中に 30 分間浸漬した後、脱水・乾燥させた。寸法変化率については、標準状態(20℃、65%)に 4 時間以上放置した試験布の試験前後の寸法から、以下の式により 3 サンプルの平均値を算出した。

寸法変化率(%) = $\frac{(\text{処理後の長さ} - \text{処理前の長さ})}{\text{処理前の長さ}} \times 100$
(※寸法変化率がマイナスは収縮を表す)

*企画連携課 副主査

樹脂付着率については、加工前後の試験布を105℃で2時間以上乾燥させたサンプルの重量変化から3回測定の平均値を算出した。

3.3.2 擦れ試験

染色堅ろう度試験用摩擦試験機Ⅱ型を用い、JIS L 0849 の摩擦試験を一部改変して行った。湿潤状態、摩擦布は絹、摩擦回数は50回とした。

判定については、未加工布とそれぞれの加工布及び従来法の防擦れ加工布を摩擦後、試験布の中央部分を走査型電子顕微鏡で表面観察し、目視から「×」「△」「○」の3段階で評価した。

3.3.3 引張試験

試験布を4時間以上20℃65%R.H.の標準状態に静置した後、オートグラフを用いて、試料幅10mm、試料長さ100mm、引張速度100mm/minの条件で、引張強度(最大点応力; kgf/mm²)と伸度(最大点ひずみ; %)を測定し、3サンプルの平均値を算出した。

3.3.4 黄変度試験

JIS K 7373 に基づき測色計で各加工布の黄色度(YI)を測定し、未加工布を基準(YI₀)として以下の式で3サンプルの平均値を算出した。

黄変度(ΔYI) = YI(加工後の黄色度) - YI₀ (未加工布の黄色度)

4 結果と考察

4.1 PEG-400 及び EDGE の濃度に関する検討

防縮・防擦れ同時加工を行うにあたり、最適と思われる触媒と樹脂の濃度を検討した。結果は表1のとおりとなった。なお、飽和蒸気温度については、従来法で用いられる120℃とし、加工時間は15分とした。

各濃度間で顕著な違いはないが、樹脂付着率に着目すると、触媒が5%及び10%の場合に高い。また、5%の場合はデータのばらつきが見られたため、触媒に関しては10%の濃度を採用し、樹脂については2019年度の研究に比べ飽和蒸気処理をすると脱落しやすい傾向にあったため、従来法で使用する濃度(20%)より高い25%を採用することにした。

表1:異なる樹脂・触媒濃度と樹脂付着率等

EDGE20%水溶液

PEG-400(%)	5	10	15	20	30
樹脂付着率	5.2%	5.5%	4.0%	4.0%	4.2%
寸法変化率(たて)	-4.2%	-4.9%	-4.0%	-5.5%	-5.3%
寸法変化率(よこ)	-3.6%	-3.6%	-3.8%	-3.5%	-4.0%

EDGE25%水溶液

PEG-400(%)	5	10	15	20	30
樹脂付着率	5.6%	5.9%	4.4%	3.8%	4.5%
寸法変化率(たて)	-4.0%	-4.6%	-4.2%	-5.9%	-5.1%
寸法変化率(よこ)	-3.7%	-3.9%	-3.7%	-3.4%	-4.0%

4.2 防擦れ・防縮同時加工における飽和蒸気温度及び加工時間の検討

次に、防縮・防擦れ同時加工を行った加工温度と時間との関係を調べるため、それぞれ110℃～150℃の飽和蒸気温度及び5分～30分の加工時間で試験布を加工した結果、表2～表4のとおりとなった。なお、触媒及び樹脂の濃度は前項の結果に基づき10%PEG-400・25%EDGE 混合水溶液を使用した。

表2:樹脂付着率

min °C	5	10	15	20	30
150	5.5%	5.1%	2.1%	2.6%	1.8%
140	3.6%	5.5%	3.4%	3.2%	3.5%
130	3.5%	5.5%	5.9%	5.5%	4.9%
120	2.5%	5.4%	5.9%	5.5%	5.7%
110	2.7%	5.1%	4.3%	5.9%	6.1%

表3:寸法変化率(たて方向)

min °C	5	10	15	20	30
150	-3.6%	-3.8%	-3.5%	-2.6%	-2.3%
140	-4.8%	-3.5%	-3.8%	-2.8%	-3.3%
130	-4.7%	-4.3%	-4.0%	-3.8%	-3.6%
120	-6.4%	-4.6%	-4.3%	-4.5%	-4.2%
110	-7.0%	-5.3%	-5.2%	-5.5%	-5.1%

表4: 寸法変化率(よこ方向)

min °C	5	10	15	20	30
150	-1.2%	-1.0%	-0.9%	-1.2%	-1.1%
140	-1.4%	-1.9%	-1.2%	-1.2%	-1.2%
130	-2.2%	-1.8%	-1.9%	-1.9%	-1.7%
120	-4.3%	-3.9%	-3.4%	-3.3%	-2.9%
110	-5.3%	-4.1%	-4.3%	-4.3%	-4.5%

また、表2の各温度で最も樹脂付着率が良好な各サンプル(黄色の網掛け箇所)、未加工布及び従来法での防擦れ加工布について擦れ試験を行ったところ、結果は表5のとおりであった。

表5: 擦れ試験結果

	よこ方向	たて方向
未加工	×	×
110°C,30min	○	○
120°C,15min	○	○
130°C,15min	○	○
140°C,10min	○	△
150°C,5min	△	△
従来法	○	○

参考のため、未加工布の寸法変化率及び従来法での防擦れ加工布の樹脂付着率を表6に示す。

表6: 未加工布の寸法変化率及び防擦れ加工布の樹脂付着率

寸法変化率(%) (未加工布)	-17.3(たて方向) -15.1(よこ方向)
樹脂付着率(%) (従来法)	6.3

以上により、樹脂付着率については低温ほど長時間、高温ほど短時間の処理について良好な結果が得られる傾向にあることがわかったが、いずれの条件でも従来法より高い樹脂付着率は得られなかった。また、擦れ試験の結果より樹脂付着率が高いほど防擦れ効果が良好な傾向にあった。

寸法変化率についてはいずれも未加工布より大幅な改善が認められたが、たて方向よりよこ方向の効果が高く、いずれも温度と時間に比例する傾向があった。これらは2019年度の研究結果と一致する。

4.3 加工後の物性変化についての検討

加工後における試験布の物性変化を調べるため、引張強度、伸度及び黄変度(ΔYI)を測定した。それぞれの結果は、図1及び図2のとおりとなった。

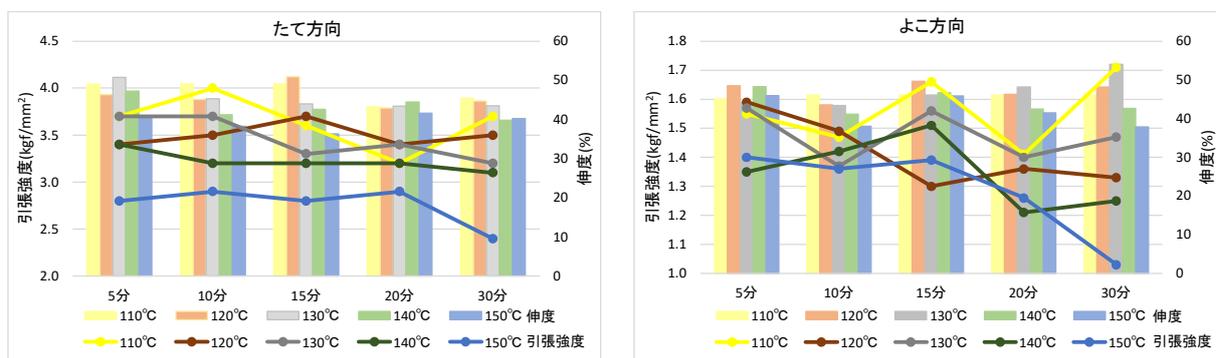


図1: 加工温度及び時間における各加工布での引張強度と伸度の変化

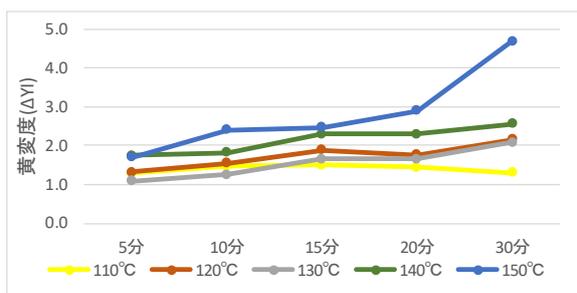


図2: 加工温度及び時間における各加工布での黄変度(ΔY)の変化

また、未加工布に関する試験結果は表7のとおりであった。

表7: 未加工布の引張強度、伸度の試験結果

	引張強度(kgf/mm ²)	伸度(%)
たて方向	3.6	37.6
よこ方向	1.5	73.4

引張強度、伸度ともに高温・長時間加工ほど低下する傾向がやや見られたが、引張強度については未処理サンプルとほぼ変わりなかった。伸度についてはたて方向については未処理サンプルと大きな変化はないが、よこ方向においては半分ほどに低下している。これは樹脂により糸が固定され伸縮性が失われたためと考えられ、よこ方向にその影響が顕著なことからよこ糸に樹脂が作用する箇所が多いものと推測される。これは、丹後ちりめんは強撚のよこ糸を使用することが特徴であり、たて糸よりよこ糸の方が太い糸(多くの糸)を使用していることによるものと考えられる。また、黄変度については、2019年度と同じく高温長時間になるほど高くなる傾向にあった。

以上のことから、今回の加工条件で絹織物の防縮・防擦れ同時加工が可能であるが、処理温度等によっては黄変等、生地劣化等を生じることがあるため、目的に応じた加工条件を検討することが必要であると考えられる。

また、飽和蒸気加工を用いると樹脂付着率が乾熱加工の従来法より低下することから、飽和蒸気の水分子と触媒・樹脂混合水溶液の作用箇所が競合することが推測される。2019年度の報告で飽和蒸気加工の原理としてシルクの間領域と呼ばれる一部の非結晶領域に水分子が作用し、シルク繊維内部のフィラメント同士を架橋のような形で結

合・固定させ、防縮効果を発揮しているのではないかと仮説を立てたが、従来法の防擦れ加工についてもこの中間領域に作用すると考えられており、今回の結果と一致する。

防縮効果についてはたて糸方向の防縮効果によこ糸方向より劣るため、たて糸方向の防縮効果の向上についても併せて検討を重ねていくことが必要であると考えられる。また、飽和蒸気を用いると圧力蒸気が繊維の奥深くまで入り込むことが予想されるため、従来法より全体的にムラのない加工ができるのではないかと期待される。

5 まとめ

飽和蒸気を用いた絹織物の防縮・防擦れ同時加工の条件について検討した結果、次の知見が得られた。

- (1) 触媒と樹脂の混合溶液を使用することにより、防縮・防擦れの同時加工が可能であることがわかった。
- (2) 防擦れ効果(樹脂付着率)については高温ならば短時間の処理で、低温ならば長時間の処理で良好になる傾向にあり、温度と時間の最適な条件が存在することが示唆された。
- (3) 防縮・防擦れ同時加工後の物性について、よこ糸の伸度が減少する傾向にあったが、強度においては顕著な変化は見られなかった。また、黄変度については加工温度と時間に比例して悪化する傾向にあった。

参考文献

- 1) 浅井 紀夫ら；京都府織物指導所研究報告，No.23(1989)，pp.6
- 2) 浅井 紀夫ら；京都府織物指導所研究報告，No.27(1993)，pp.1
- 3) 浅井 紀夫ら；京都府織物指導所研究報告，No.28(1994)，pp.1
- 4) 浜岡 容子；染色研究，第40巻第2号(1996)，pp.26
- 5) 杉浦 和明ら；京都市染色試験所研究業務報告書，(平成7年度)，pp.7