

綿糸のアルカリ及び高圧水蒸気処理によるけん縮性について

開発技術部 出口和光、小林弘明

1. はじめに

洗練された素材が常に求められているカジュアルトレンドの中で、最近求められている機能性に「軽さ」がある。この「軽さ」については、すでに水着分野をはじめ合繊メーカーが次々と合繊中空繊維を発表したり、夏のスーツ地で軽量素材が注目をあつめている。そこで今回、天然繊維の綿糸で軽さを実現できる素材として、バルキー綿糸の可能性を検討するため、綿100%の糸を丸編などにより屈曲させ、アルカリ処理や高圧水蒸気処理によるけん縮性について試験を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

綿糸（共栄紡毛織製10S）

2.2 アルカリ処理¹⁾²⁾

綿糸をサンプリングニッターCSK-7型（㈱小池機械製作所）で丸編にし、その試料を精練漂白後、アルカリ処理を行った。処理条件はアルカリ剤、濃度、時間、温度を変えて試験を行った。

精練漂白処理

100℃ 1時間

水酸化ナトリウム、ケイ酸ナトリウム、非イオン活性剤 各1g/l

トリポリリン酸ナトリウム 0.2g/l

過酸化水素水（35%） 10ml/l

アルカリ処理

アルカリ剤

（水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化リチウム）

水酸化ナトリウム濃度

（5、10、15、20、30、40%）

処理時間（10、30、60、120、300秒）

処理温度（0、20、95℃）

2.3 高圧水蒸気処理⁴⁾⁵⁾

精練漂白した丸編地を、高圧釜（㈱ヤスジマSBK-200B型）で温度と時間を変えて高圧水蒸気処理を行った。

処理温度及び処理時間

130、140、150、160℃－10分

160℃－2、5、10、20分

2.4 けん縮

けん縮数（JIS L 1015 8.12.1）、けん縮率及び残留けん縮率（JIS L 1015 8.12.2）は、けん縮弾性試験機Na F-1106（MAEDA MFG.CO.製）を使用して20回の平均値を求めた。

・けん縮数

試料に初荷重をかけたときの、つかみの間の距離を読み、その時のけん縮数を数え、25mm間当たりのけん縮数を求める。

・けん縮率及び残留けん縮率

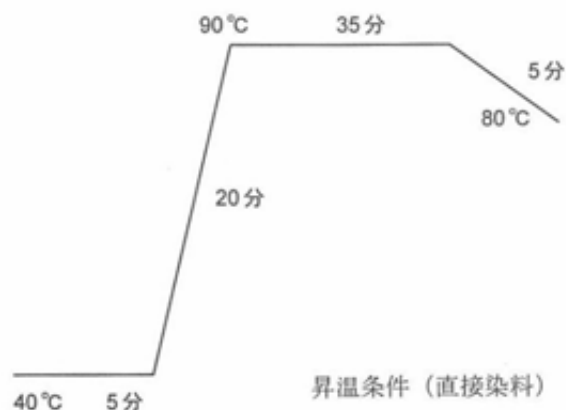
試料に初荷重をかけた場合の長さaと、これに荷重をかけた時の長さbを測る。次に荷重を除き、2分間放置後初荷重をかけて長さcを読み、次の式によってけん縮率及び残留けん縮率を求める。

けん縮率 $C_p = (b-a)/b \times 100$

残留けん縮率 $C_{pr} = (b-c)/b \times 100$

2.5 K/S値及び白色度の測定

精練漂白後、高圧水蒸気処理あるいはアルカリ処理した試料をMINI-COLOUR TYPE MO12EL（㈱テクサム技研）により直接染料（2%o.w.f.）で染色し、分光測色計（ミノルタ㈱CM-3600d型）により測色し、K/S値及び白色度を求め、熱の影響や処理ムラを調べた。



染料 カヤラスプラブルー4BL コンク

2% o.w.f.

助剤 無水ぼう硝

10% o.w.f.

浴比 1:30

2.6 ビデオマイクロスコーブ観察

けん縮の状態を見るために、マイクロスコーブ（インテル㈱Intel Play QX3型）及びビデオマイクロスコーブ（㈱キーエンス VH-6300型）により低倍率（10倍及び35倍）で観察した。

2.7 X線回折⁶⁾⁷⁾⁸⁾

セルロースの微細構造の変化をみるために、X線回折装置（島津製作所㈱XD-D1型）により反射法によるX線回折を行った。綿糸をプラスチック板に巻き、これを反射法試料ホルダーに張り付け測定した。

3. 結果及び考察

図1からアルカリ処理における水酸化ナトリウムの濃度が高いとけん縮性が向上していることがわかる。また、図2からアルカリ処理時間が長くなるとけん縮性も良くなっている。一方、図3、4の高压水蒸気処理においては処理時間、処理温度はあまりけん縮性の向上には影響がない。

丸編した試料をアルカリ処理あるいは高压水蒸気処理した後、解編して糸を取り出したのが図5の写真である。未処理<アルカリ処理<高压水蒸気処理の順でけん縮性が良くなっている。図6の写真において、上の糸は高压水蒸気処理をした試料を解編し、未固定のまま糸内に残る変形歪みを除去するため熱水処理（約100℃、30分）をし、濡れたまま風乾し、外観上クリンプの無くなった状態の糸をもう一度常温の水に浸漬して形状回復処理を行った後、自由収縮状態で乾燥したものである。高压水蒸気処理（160℃、10分）を行った後の下の糸に比べてかなりけん縮性が低下していることがわかる。

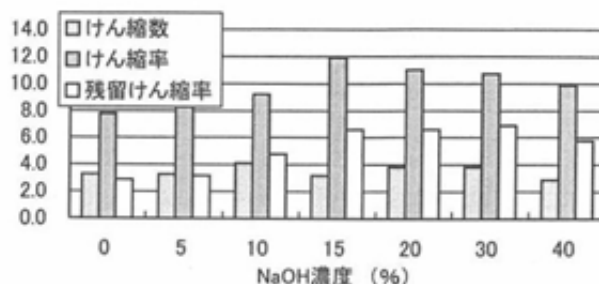


図1 NaOH濃度とけん縮

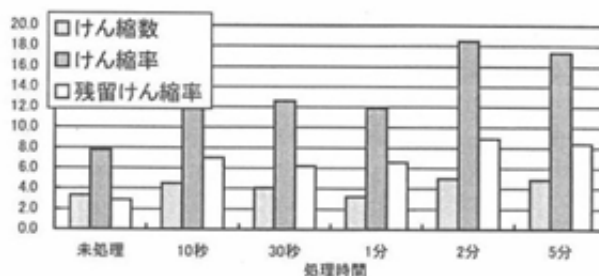


図2 アルカリ処理時間とけん縮

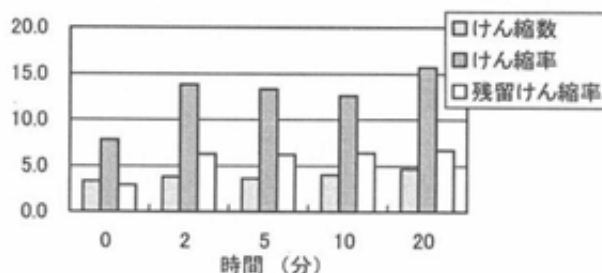


図3 水蒸気処理時間とけん縮

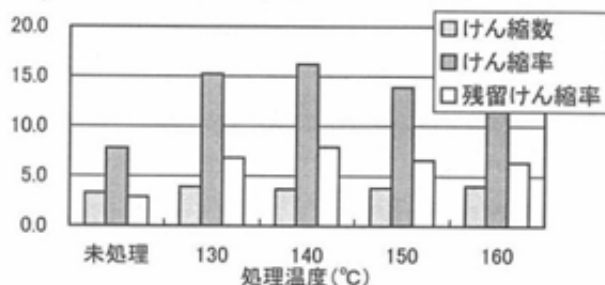


図4 水蒸気処理温度とけん縮

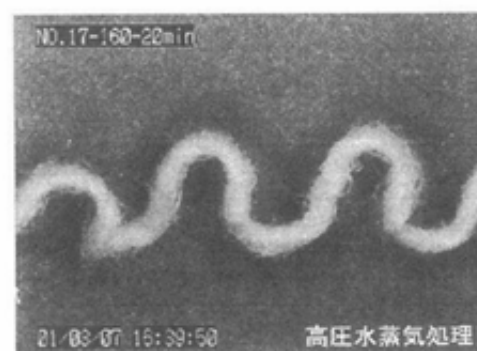


図5 ビデオマイクロスコープ写真（沸騰水処理前）

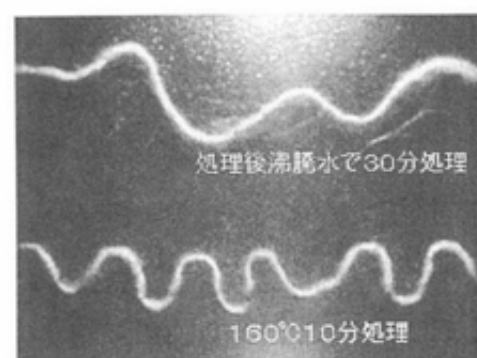


図6 ビデオマイクロスコープ写真（沸騰水処理）

図7から、150℃以上の温度で水蒸気処理を行うと白色度が低下していることがわかる。実際に試料を見るとかなり黄変している。一方、図8から染色性は未処理に比べて高圧水蒸気処理を行うと

低下し、アルカリ処理を行うと向上している。図9において、水酸化ナトリウム濃度が15%以上ではかなり染色性が向上している。とくに低温シラケットが最も効果がある。

セルロースの結晶構造変化を見るために、X線回折を行った。

一般に、セルロースの結晶構造⁹⁾はセルロースI（綿、麻、パルプ等の天然セルロース）、セルロースII（レーヨン等の大部分の再生セルロース及びマーセル化セルロース）、セルロースIII（セルロースI及びIIを液体アンモニア、モノメチル（及びエチル）アミン処理したもの）、セルロースIV（セルロースを高温処理したもの）の4種類が知られている。

図10のX線回折チャートから高圧水蒸気処理（160℃、20分）を行った試料は、未処理の試料とほとんど差が出ていない。

参考として、図11¹⁰⁾に再生セルロースであるレーヨン系のX線回折の測定結果を載せる。レーヨン系は若干セルロースII、III、IVの違いが出ているが、図10の綿糸は、はっきり断定できる結果は出ていない。

図8のように、アルカリ処理により結晶化度が低下して、染色性¹²⁾が向上することはよく知られているが、高圧水蒸気処理を行うと低下する原因については、今回のX線回折の結果（図10）からは結晶化度⁶⁾⁷⁾⁸⁾の変化については断定できず、結晶性の増加なのか、水酸基の減少なのか他の要因なのか詳しい検討が必要である。

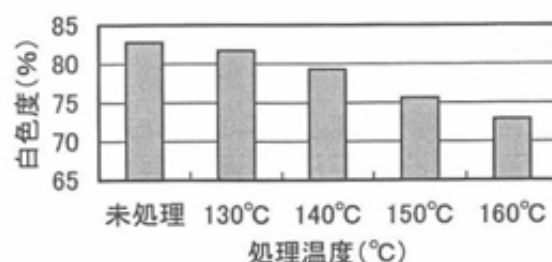


図7 処理温度と白色度

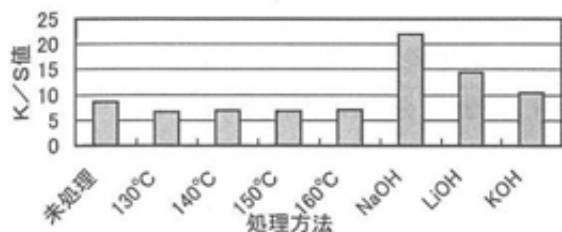


図8 処理方法とK/S値

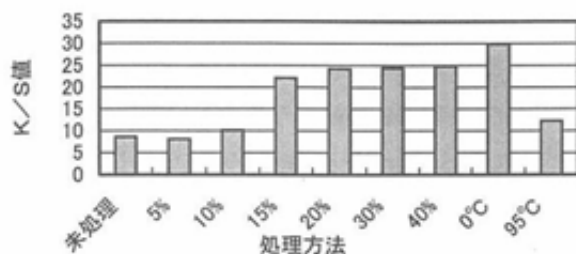
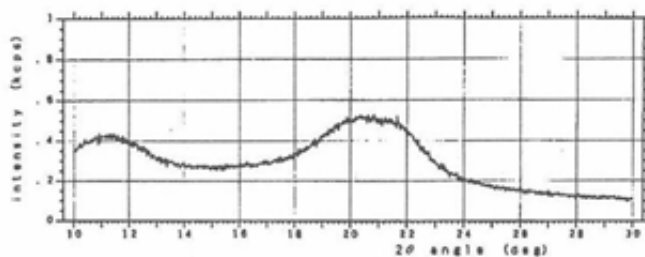
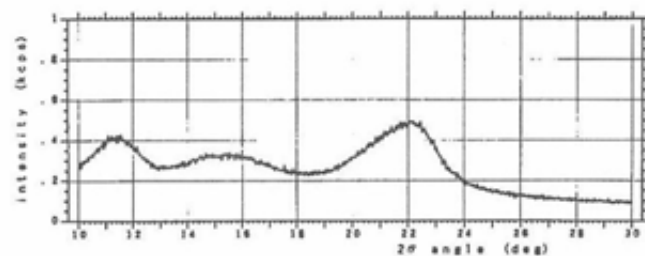


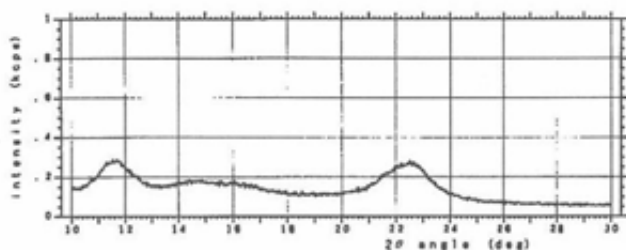
図9 アルカリ処理とK/S値



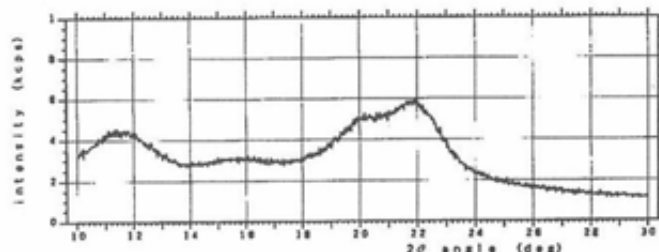
レーヨンⅡ (未処理)



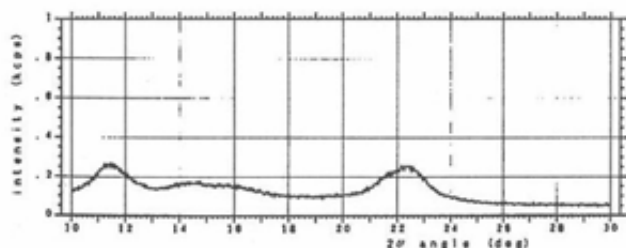
レーヨンⅢ (液体アンモニア処理)



綿糸 (未処理)



レーヨンⅣ (高圧水蒸気処理)



綿糸 (高圧水蒸気処理)

図10 X線回折 (綿糸)

図11 X線回折 (レーヨン糸)

4. まとめ

- (1) 綿糸にアルカリ処理及び高圧水蒸気処理を行うことにより、綿糸の一次的なセットはけん縮試験の結果から可能である。
- (2) 白色度、K/S値の測定結果から、150℃以上の水蒸気処理は綿糸を黄変させ、高圧水蒸気処理は染色性を低下させる。
- (3) 一次的にセットされている綿糸は熱水処理すると、かなりけん縮性は低下する。十分なけん縮性やストレッチ性を得るためには、今回検討した加工による方法以外にけん縮・トルクの大きい糸の使用や織物組織・織規格などを考慮する必要がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、高圧水蒸気処理に協力いただいた愛知県工業技術センター応用技術部高須恭夫主任研究員に感謝致します。

文 献

- 1) 橋本勇；染色 Dyeing and Finishing 19, 39, (1987)
- 2) 松井宏仁；染色工業, 21, 656 (1973)
- 3) 西島, 山本；染色工業, 28, 110, (1980)
- 4) 山田稔；染色工業, 48, 9, (2000)
- 5) 公開特許公報 特開平 5-33259 (関クラレ)
- 6) 林治助；織学誌, 32, 37, (1976)
- 7) J.T.Marsh；Mercerising, (Chapman&Hall,1951)
- 8) M.A.Rousselle et al；Tex. Res. J., 46, 304 (1976)
- 9) 日本繊維機械学会編；繊維工学（Ⅱ）「繊維の製造・構造及び物性」, 219, (1983)
- 10) 都築正廣；テキスタイル&ファッション、Vol. 18, No. 7に掲載予定