

温湿潤状態における織布の防しわ性

仙田 尚美*, 山本 良子*, 藤重 昇永**

(平成12年10月5日受理)

Crease Recovery of Woven Fabrics Evaluated in Wet State

Naomi SENDA, Ryoko YAMAMOTO and Shouei FUJISIGE

(Received on October 5, 2000)

キーワード：防しわ，湿潤，親水性繊維，疎水性繊維

Key words : Crease resistance, Watting, Hydrophillic fibers, Hydrophobic fibers

1. はじめに

繊維製品の各種性能試験は合成繊維が誕生する以前から実施されてきたために各種合成繊維が今日のように大量に普及しているにもかかわらずこれらの試験法は合成繊維が存在しなかった時代に開発され、実行されてきたものが骨子となっている。

たとえば、本研究で検討しようとしている織布の防しわ性についても、JISやASTMその他で規格されているが「水中に浸漬した状態でも測定することが望ましい…」とは記述されているがこれまでに測定された結果が公表されたことはない。このように多くの試験法は乾燥した状態、より正確度を保つためには温度と相対湿度を世界共通に規定した標準状態で測定する体制が採られてきた。

したがって、これまでに報告されているほとんどの性能試験の結果は標準状態で測定された結果であり、例外的にヤング率など飽和水蒸気の下で測定された結果が知られている程度である。

水中に浸漬された布の性質は洗濯の際に手で触ってその感触がどうかと言う程度にししか理解されていないのが現状である。

異型断面の繊維が現在以上に普及した後ではこの種の研究は複雑さを増すことになると考えて、断面が円で近似できる合成繊維製の試験片が入手できる今の内に実験しておく必要に迫られ本研究を企画した。試料には親水

性の代表的な綿、麻、レーヨン、絹、羊毛を選び、それぞれ織り密度と厚さの異なる織布を試験片とした。これらと比較するためには代表的な合成繊維として、疎水性で知られるアクリル、ナイロン、ポリエステルを対象とし、それぞれを標準状態で測定するとともに温度の異なる水中に浸漬したときの力学特性の変化をモンサント法に従って実測した。

2. 方法

試料として表1に示す平織の標準試験布11種類(綿・麻・毛・絹6目付・絹14目付・アセテート・レーヨン・アクリル・ナイロン6・ナイロン66・ポリエステル：中尾フィルター工業(株)から購入)を用いた。表1は試料の織糸密度と厚さを示す。織糸密度は試料の異なる5か所について1.0×1.0(cm)の区間のたて糸およびよこ糸の

表1 試料の織糸密度と厚さ

試料種	織糸密度 (本/cm)		厚さ (mm)
	タテ	ヨコ	
綿	58.6	31.8	0.26
麻	31.6	29.5	0.28
レーヨン	43.6	30.6	0.13
アセテート	43.4	30.4	0.15
毛	26.9	24.3	0.29
絹6目付	54.6	41.2	0.08
絹14目	52.4	40.0	0.12
アクリル	24.6	21.6	0.33
ナイロン6	47.2	36.2	0.12
ナイロン66	43.6	30.6	0.12
ポリエステル	44.0	33.4	0.09

* 服飾美術科 第一被服材料研究室

** 服飾美術学科 繊維高分子研究室

本数を数え、それぞれの平均値を求めた。厚さは試料の異なる5か所について厚さ測定器を用いて10秒、240gf/cm²の荷重で測り、その平均値で表した。

防しわ性の測定は、長さ40mm・幅15mmの大きさの試験片を用いて、所定の温度の水中でJIS L1059-1B法(モンサント法)を用いて行った。本研究に使用した実験装置の大略を図1に示す。恒温装置の内槽に満たした蒸留水を所定の温度に保つため、外側を発泡スチロールで被覆した。Fine THERMO温度調節器を使用し、恒温水を25℃、40℃あるいは60℃に保った。湿潤状態で全ての実験を行うため、疎水性繊維に関しては各試験布を0.2%の非イオン界面活性剤(アルドリッチ社Igepal co-720)と0.2%の無水炭酸ナトリウムを含む40±2℃の溶液に15分間浸せきした後、水洗してから測定に供した。このように処理したものと未処理のまま水中に入れ測定したものを各40枚について、しわ回復角の測定操作を行った。各温度における測定値から次式によって防しわ率を求めた。

$$\text{防しわ率(\%)} = (a/180) \times 100$$

ここで、aはしわ回復角(°)であり、折りたたんだ試験片に500gfの荷重を5分間くわえ、次いで荷重を除去してから5分経過後の試験片両翼間の角度である。

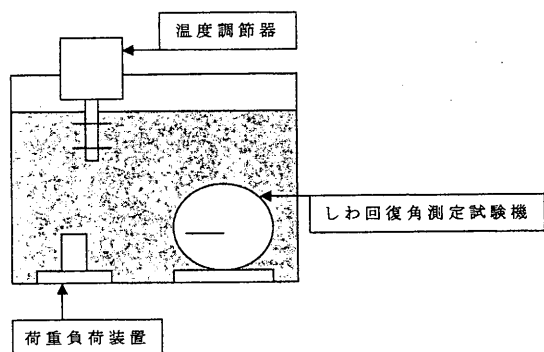


図1 実験装置の概略

3. 結果と考察

図2に、天然の植物繊維である綿、麻の特性をセルロース系再生繊維のレーヨンならびに化学的に疎水性に変性された半合成繊維アセテートの特性とを比較する。綿は吸水性が大きいため水に濡れると膨潤し、強度も増大することから、綿の方が麻に比べてしわになりにくい特徴

を持つ。特に湿潤時には変化が起り易く、セルロース分子は剛直で分子鎖の動きが制限されていて、いったん変形すると元に戻らないため、縮み易くしわになりやすい性質であることがよく現らわれている。また、結晶化度が麻とレーヨンの中間にある綿の挙動は、この結晶化度の差を反映させて水分を吸収すると考えれば妥当な結果といえる。

麻はセルロース分子が繊維軸方向に高度に配向している。綿、麻、レーヨンの結晶化度を比較すると麻が最も高く、レーヨンは最も低い。これらのことから、綿より硬く腰のある布を与えているが、しわになり易い。また、麻布は水を吸いにくいことが経験的にも知られている。このような微細構造の相違から推定されるように、麻では吸水の効果よりも温度の影響が僅かに強いのに対して、レーヨンは紡糸過程でセルロース分子がある程度切断され、再生された繊維中のセルロース分子の重合度は綿、麻の1/10程度であり、結晶化度は綿、麻よりもかなり小さく、構造的に不安定である。吸湿性は標準状態で12~14%と綿の2倍近いので、特に水による膨潤が大きく、強度やヤング率の低下による変形が起り易い。低い結晶化度を反映してレーヨンは最も大きく膨潤し、ヤング率が1/32にも低下する。標準状態で結果にばらつきが起きたのは、非結晶質が多いためと考えられる。水中では大きく膨潤することによって標準状態より安定した結果を得た。非晶部分による吸水の効果を試験片の“布組織の硬化”に大きく影響している、見掛け上あたかも防しわ性が増しているように見られる。水中60℃では温度の影響が優先し、防しわ性は低下する傾向を示している。

アセテートは實際上、結晶化度が低いため、強度、ヤング率はレーヨンより小さい。伸度は大きく、弾性があり柔らかく羊毛に近い強伸度特性を持つ。化学的にはレーヨンの親水性基の2/3が疎水性のアセチル基で置換されているために、標準状態で水分率はレーヨンの1/2以下である。このためレーヨンその他親水性繊維に見られた吸水による“布組織の硬化”の効果は現れにくく、むしろ水中に浸漬したことによる微細構造内部に浸透できる水分子による可塑化効果が顕著に観測されている。

天然の動物繊維である、羊毛、絹は、ペプチド結合で分子が連なっている。つまりアミノ酸のアミノ基(-NH₂)、カルボキシル基(-COOH)が縮重合してペプチド結合(-CO-NH-)を形成してタンパク質となる。

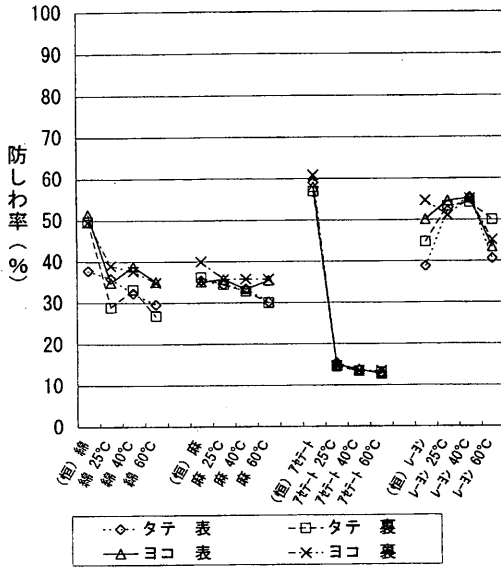


図2 防しわ性の比較

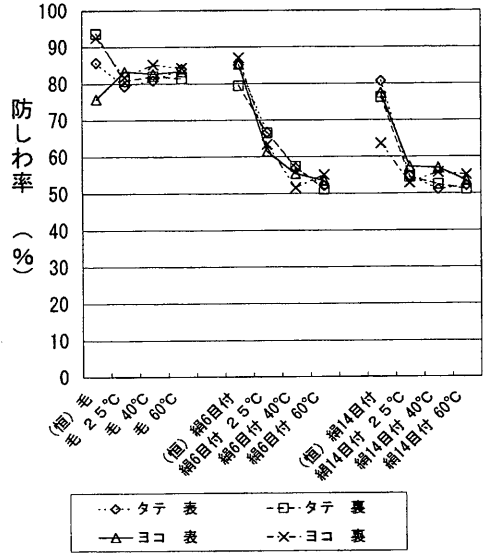


図3 防しわ性の比較

水素結合能のある他の原子団と水素結合を形成するので親水性繊維となる。

羊毛は古くから、しわになりにくい性質が注目されてきた素材である。標準状態で強度とヤング率は小さく、伸度が大きい性質を持つ。水中での値は低下することなく弾性回復性に優れているので、しわになりにくい傾向が結果得られた。実験した範囲内では絹織物についての挙動に比較して水中では温度の影響さえ受けにくい特性が見られるが、これは素材である羊毛の微細構造が水分を多量に吸収しやすいことに起因している。

絹は、羊毛に比べて標準状態での強度とヤング率は大きく、伸度は小さい。伸張回復性が小さいためしわになりやすい。また、絹は結晶性が高く、分子鎖の配列がよいため、標準状態での水分率は羊毛より小さい。恒温恒湿室と水中での防しわ性の値がアセタートのように著しく異なることから、2種類の厚さの異なる絹については、温度について類似した傾向が見出されている。図3に見られるように、また密度がほぼ同じ絹は、試験片の厚さには関係なく、ほぼ同じ挙動を示している。絹は同じポリペプチドで構成されていても、羊毛に比べて素材の微細構造の点で結晶化度が高いために伸張回復性は小さく、しわになりやすいと言われている。

疎水性繊維とは親水性基が少ないか全くない合成繊維

である。水との親和性が低いので吸湿性は小さい。図4と図5に疎水性合成繊維の挙動を比較した。アクリルはアクロニトリルを主成分とし、それに他のモノマーを共重合してできた繊維で、分子鎖中にシアン基を持つため分子間凝集力が大きく、ガラス転移点は80~100°Cにあるが、實際上、熔融しない。機械的強度はナイロンとポリエステルより小さく、ヤング率はナイロンとポリエステルの中間の値である。水中25°Cでは僅かに低下し、水温が60°Cでは非常にしわになり易くなる。これは親水性繊維から構成されていた試験片で見られた挙動とは異なる点であり、疎水性の高分子から構成されている試験片に共通してみられる“水温上昇による影響”が顕著に現れている結果と考えられる。

ナイロンはアミノ基とカルボキシル基が脱水反応したアミド結合によって連結されている繊維である。したがって、分子中に水素結合能をもつアミド結合を持ち、末端はアミノ基とカルボキシル基を持っていることから、合成繊維の中では比較的吸湿性があり湿潤時の強度の低下は10~20%程度である。ナイロン繊維製品では“wash & wear”特性は欠落している。実際に洗濯した後ではしわが多数形成される。

ナイロン6およびナイロン66のガラス転移温度は約50°Cであるが、ナイロンは一般に水分子が微細構造中に

- (5) 疎水性繊維から構成される織布では水中における防しわ特性は水分の影響より、温度が大きく影響を与えている。
- (6) ポリエステルのような典型的な疎水性繊維から構成されている試験片については水中で試験した場合でも水分の影響は無視できるがナイロン繊維のように水分子が可塑剤の役を果たす場合には標準状態での測定値を比較するのとは異なり、ナイロン6とナイロン66についても挙動は著しく異なる。
- (7) 疎水性合成繊維の試験片については、水中に浸漬する瞬間的な濡れ易さが実験に影響すると予測したが、界面活性剤水溶液で前処理した試験片についての実験結果を比較して有意差はなかった。このような試験片では織布を構成する高分子のガラス転移温度が試験の雰囲気温度に支配的に影響されることを示している。

文献

- 1) 滝沢 章：染色工業, Vol.19, No.4, p.191p~p.199
- 2) 小田 実：繊維学会誌, 1957, 13, p.51~p.55
- 3) 小田 実：繊維学会誌, 1957, 13, p.116~p.118
- 4) 安田 武：繊維学会誌, 1957, 13, p.407
- 5) 森田佐一：繊維学会誌, 1957, 13, p.725~p.731
- 6) 林庄太郎：繊維学会誌, 1957, 13, p.740~p.743
- 7) 淵野桂六：繊維学会誌, 1961, 17, p.452
- 8) 牧島邦夫：繊維学会誌, 繊維構造シンポジウム
- 9) 化繊便覧：丸善, 繊維学会編, I 基礎編
- 10) 繊維便覧：丸善, 繊維学会編
- 11) 櫻田一郎：繊維の化学, p.149
- 12) Michael J. Forster: Textile Research J. 1968, 474, 480
- 13) Graham J. Kettle: Polymer, 1977, 118, 742~743
- 14) JIS L 1096-1990
- 15) JIS L 1059-1:1998

この研究結果の一部は平成12年度繊維学会年次大会において発表した。

Summary

Crease recovery of some typical textile fabrics was measured according to the Monsanto method in water at 25°C, 40°C and 60°C and the results thus obtained were compared with those evaluated under the standard condition, i.e., at 20°C/65%RH. It was confirmed that the characteristic behavior of those fabrics made of hydrophilic fibers such as rayon, cotton, ramie and also silk and wool varied depending mainly on their water accessibility of the fine structures, i.e., the degree of crystallinity of individual sample at each temperature while those of fabrics made of hydrophobic fibers such as Nylon, polyacrylics, polyethyleneterephthalate vary depending on their glass transition temperatures reflecting their own molecular structure.