かせ糸に発生する静電気の評価

Investigation of the electrostatic propensity of hank

素材試験係　齋藤　裕文（SAITO Hirofumi）　企画連携係　中村 暢助（NAKAMURA Yosuke）
生産技術係　吉井　圭（YOSHII Kei）
小池染色有限会社　小池　均（KOIKE Hitoshi）

絹糸、アセテート糸およびポリエステル糸のかせ糸について、染色、糸繰り等の工程で行われる糸張り作業時に発生する静電気の評価を行うため、それらの実際の作業を想定した評価方法を設計した。それに従って試験を行い、かせ糸の糸種、摩擦棒の材質、制電加工剤の有無、試験場所の温度･湿度の違いと静電気の発生との関係について知見を得た。

１．はじめに

かせ糸の染色、糸繰り等の工程において、かせ糸の形状を整えるため、糸張り作業が行われる。これは、両手または適当な形状の棒などをかせ糸の輪の内側に通し、外側に向けて適度な張力で勢いを付けて糸を張ることによって糸の乱れを解消させるものである。このときに発生する静電気が原因となり、かせ糸を構成する糸が互いに反発したり近傍の物体に引き寄せられたりすることによって、糸の絡まり、糸切れなどの不具合が生じることがある。このような不具合の発生を防止するためには、糸張り作業における静電気発生の状況を把握し、適切な対策を講じることが重要である。そこで、本研究では、最適な制電加工技術を確立するために必要となる知見を得ることを目的として、かせ糸に発生する静電気について評価試験を行った。

２．実験

２．１　試料

表１に示すかせ糸を試料とした。絹糸は生糸を常法に従って酵素精練した練糸およびそれに対して市販の帯電防止剤を用いて制電加工を行ったものを用意した。アセテート糸およびポリエステル糸は、いずれも制電加工を行わず、試験前にそれぞれ 85℃、95℃の水で 10 分間洗浄した後、水洗・脱水し、自然乾燥させたものを用いた。

表１　試料に用いたかせ糸

糸種	かせのサイズ
絹糸 27d×2	枠周：1.27m、巻き回数：8000回
アセテート糸 110dtex	枠周：1.27m、巻き回数：10700回
ポリエステル糸 50d×2	枠周：1.27m、巻き回数：8000回

２．２　静電気測定

かせ糸の糸張り作業に用いる棒の材質や温度･湿度等の作業環境の違いと、発生する静電気との関係を調べるための試験方法を設計した。この際、実際にかせ糸の染色で行われる糸張り作業の操作および「JIS L 1094:2014 織物及び編物の帯電性試験方法」を参考にした。具体的な試験の手順は以下のとおりである。

試験するかせ糸をねじれが無いように広げ、ステンレス製パイプに吊るした。静電電位測定器の検出部をかせ糸表面から一定の距離になる位置に設置した。かせ糸の輪の中に金属棒（φ16mm ステンレス製パイプ）を通し、糸が張った状態になるようにして輪の最下部で保持した。このときのかせ糸表面の静電電位が 0kV になるように、イオナイザー（除電器）を用いて除電した。

次に、糸が張った状態で、摩擦棒をかせ糸表面

の上部から下部に向けて 1 秒間に 1 回程度の割合で 10 回繰り返して摩擦し、静かに金属棒を抜き取ってから 30 秒経過後の静電電位を測定した。一つの試料について上記試験を 5 回行い、その平均を測定値とした。この際、1 回の測定ごとにかせ糸を回して位置をずらし、測定箇所を変えた。その都度、糸張りを行って糸の乱れを取り除き、上記除電作業を行った。

なお、実際の糸張り作業ではかせ糸の輪の内側表面が棒で擦られる。しかしながら、その方法では摩擦操作を安定的に行うことが困難であったため、本研究ではかせ糸の外側表面を摩擦する方法を採用した。ここで、摩擦棒は、φ12mm のガラス棒、φ12mm のアクリル棒、φ13mm の塩化ビニル棒およびφ31mm の木棒を用いた。

試験場所の環境は、温度（20±2）℃、相対湿度（40±4）%および温度（20±2）℃、相対湿度（65±4）%の 2 条件に設定した。

３．結果および考察

上記手順に従って各種かせ糸の静電電位を測定した結果を図 1～3 に示す。

図 1～3 から、いずれの試料も測定場所の相対湿度が（40±4）%よりも（65±4）%の方が、静電電位が小さいことがわかった。これは、発生した静電気が糸の表面や内部に含まれた水を伝わって逃げていったことで、帯電量が減少したためと思われる。このように、作業環境中の湿度を高めることで静電気抑制の効果が得られることを確認した。

この際、ポリエステル糸は他と比べてその効果が小さかった。これは、各糸を構成する繊維の公定水分率（温度 20℃、相対湿度 65%の標準状態における水分率）が、絹 12.0%、アセテート 6.5%、ポリエステル 0.4%[1)]であることから、ポリエステル糸がこの環境下では静電気の帯電量を大きく減少させるほどの吸湿性を有していないことが原因と思われる。

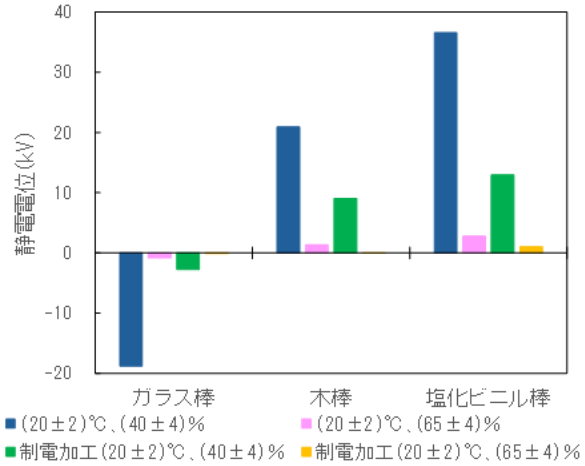

図 1　絹糸の静電電位測定結果

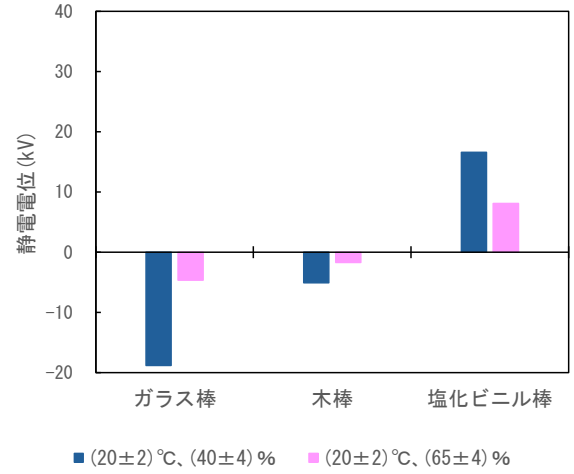

図 2　アセテート糸の静電電位の測定結果

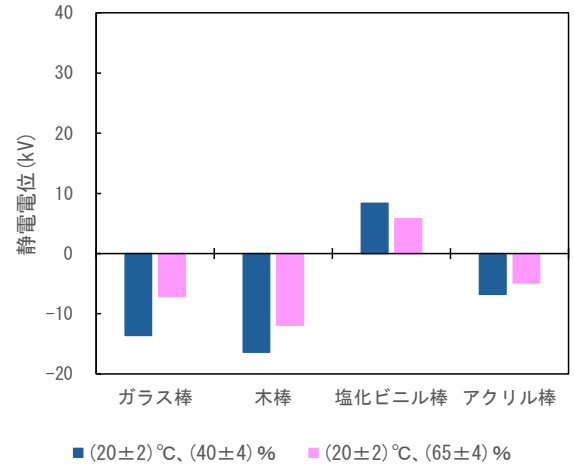

図 3　ポリエステル糸の静電電位の測定結果

また、糸種および摩擦棒の材質の違いによって静電電位の測定結果に差が見られた。このことについて、帯電列をもとに考察する。帯電列とは、プラスに帯電しやすい材質からマイナスに帯電しやすい材質を並べた序列表のことであり、離れた位置にある物質同士を擦るほど帯電量は多くなる傾向がある[2)]。ただし、電荷の発生は物質の表面の粗さ、汚染等の表面状態に影響され、必ずしも帯電列のとおりになるとは限らない。

参考文献 3)に記載の帯電列から、本研究に関係する物質のみを抜粋したものを以下に示す。

（＋）　ガラス＞絹＞木材＞アセテート＞ポリエステル＞アクリル＞塩化ビニル　（－）

上記配列は、2 種類の物質同士を擦ったときに左側のものがプラス、右側のものがマイナスに帯電し、離れた位置にある物質同士を擦るほど発生電荷が大きくなることを表している。

図 1～3 の静電電位の結果が示すように、いずれの糸も摩擦棒がガラス棒のときはマイナス、塩化ビニル棒のときはプラスに帯電していた。これは、上記のとおりガラスはプラス、塩化ビニルはマイナスに帯電しやすいことから、それらと擦られたかせ糸が、その逆にそれぞれマイナス、プラスに帯電したためと思われる。その他の糸と帯電棒の組み合わせも、概ね帯電列に従った結果を示した。

図 3 に示したように、ポリエステル糸について摩擦棒にアクリル棒を用いたものは、相対湿度が（40±4）%および（65±4）%のいずれの場合においても、静電電位が摩擦棒にガラス棒、木棒および塩化ビニル棒を用いたときよりも小さかった。これは、帯電列におけるポリエステルとアクリルとの差が、他の摩擦棒を用いたときの差よりも小さいためと考えられる。このことから、かせ糸の素材を考慮して糸張り作業に用いる棒を選定することによって、本作業時の静電気の影響を低減できることが分かった。

さらに、図 1 から、湿度が（40±4）%および（65±4）%のいずれの場合においても、制電加工したものは未加工のものよりも帯電量が小さくなっており、帯電加工剤を用いた制電加工の効果が得られていることが確認できた。

以上のように、今回行った試験方法は、かせ糸に発生する静電気の状況を把握できることから、かせ糸の糸張り作業で用いる棒の選定や、糸に対する最適な制電加工条件の検討等への応用が期待できる。

４．まとめ

絹糸、アセテート糸およびポリエステル糸のかせ糸について、発生する静電気の評価を行うための試験方法を設計した。本試験方法によって、かせ糸に発生する静電気の状況を把握できることを確認した。また、試験結果から、以下の知見が得られた。

①作業環境中の湿度を高めることで静電気抑制の効果が得られ、糸種によってその程度に違いが見られた。この結果は、繊維素材の吸湿性の違いが関係していると思われる。

②摩擦棒の材質の違いによって、静電電位の測定結果に差が見られた。これは、帯電列で示されるように、糸と摩擦棒の種類によって帯電のしやすさに違いがあるためである。

③帯電加工剤を用いた制電加工の効果を確認することができた。

参考文献

1）JIS L 0105:2020 繊維製品の物理試験方法通則
2）JIS C 61340-2-2:2013 静電気−第 2-2 部:測定方法−帯電特性の測定
3）独立行政法人労働安全衛生総合研究所，労働安全衛生総合研究所技術指針 JNOSH-TR-NO.42，2007，p.14-16

本報告は、令和 6 年度公募型共同研究事業の成果の一部です。