ピリング防止加工剤を用いた繊維製品の長寿命化技術の開発

Development of extension of life technology of textiles using the anti-pilling agent

生産技術係　清水　弘幸（SHIMIZU Hiroyuki）　齋藤　　宏（SAITO Hiroshi）
吉井　　圭（YOSHII Kei）　平林菜穂子（HIRABAYASHI Nahoko）
素材試験係　齋藤　裕文（SAITO Hirofumi）
株式会社金加　金井　正一（KANAI　Masakazu）　中里みどり（NAKAZATO Midori）

株式会社金加では糸に遠赤外線効果のあるミネラル微粒子を固着することにより、高付加価値化した繊維製品の開発を行ってきたが、洗濯後の毛羽立ちによる外見上の審美性低下が課題であった。繊維製品の長寿命化に向けた技術開発を目指し、ミネラル微粒子を固着した糸にピリング防止加工剤を使用し、洗濯後の毛羽立ち抑制とともに微粒子の脱落が低減される加工条件を見出した。

１．はじめに

これまでに、糸に遠赤外線効果のあるミネラル微粒子を固着することにより、高付加価値化した繊維製品の開発に取り組んできた[1]。そのなかで、洗濯後に毛羽立ち（白化）が目立つという課題があり、洗濯後も審美性が保持されるような加工条件が求められていた。

そこで本研究では、ミネラル微粒子を固着した糸に対して、ピリング防止加工剤を使用し、洗濯後も毛羽立ちが抑制される加工条件を見出して繊維製品の長寿命化に向けた技術開発を行った。

２．実験

２．１　糸試料の作製

原料の糸として、アクリル・綿混紡糸であるドラロン綿２０／２^{S}（(株) 加藤政商店製；アクリル：綿＝50：50）を使用した。ミネラル微粒子はリチア電気石（$Na(LiAl)_3Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH)_4$）を平均粒径 1μm に粉砕したものを使用した。上記の糸に対して、糸コーティング機を使用してミネラル微粒子を 4 wt.%含む分散液で加工した糸（以下、「微粒子固着糸」という。）を作製した。

２．２ 生地試料の作製

ピリング防止加工剤には市販の加工剤（以下、「加工剤 A」という。）を使用した。微粒子固着糸に対してそれぞれの加工剤を、①加工剤単独（「A1」）、②加工剤にバインダーを併用したもの（「A2」）、③加工剤にバインダーおよび架橋剤を併用したもの（「A3」）、3 種の条件で加工液を調製した。

綛糸に対して、浴比 1:10 で調製した加工液に浸漬し、マングル装置により圧力を 1.0kg/cm^2 としてピックアップ率 80～105%で絞り、100℃×1h 乾燥後、風速可変式恒温乾燥器にて 170℃×2min で熱処理を行った。

微粒子固着糸および加工糸（「A1」、「A2」、「A3」）について、それぞれの糸を原料として、ホールガーメント横編機 SWG091N2（(株) 島精機製作所製）を使用して、生地試料を作製した。

２．３　洗濯処理

微粒子固着試料（「Con」）および加工試料 3 点に対して、JIS L 0217 の 103 法に準拠して洗濯処理を行った[2]。洗濯処理の方法は「洗濯 5 分－脱水 3 分－すすぎ 2 分－脱水 3 分－すすぎ 2 分－脱水 3 分」を洗濯 1 回とし、この操作を 5

回、10 回、20 回繰り返した。洗濯後の各試料を平干しにより乾燥させた。

２．４　元素定性分析によるミネラル微粒子の保持率評価

洗濯前後におけるアクリル・綿混紡糸へのミネラル微粒子の固着を評価するため、各試料に対して、図１に示す走査電子顕微鏡 JSM IT-100 InTouchScope™（日本電子（株）製）に付属するエネルギー分散型 X 線分析装置（EDS）を使用して元素定性分析を行った。試料表面に導電性を付与するため、あらかじめマグネトロンスパッタ装置 MSP-1S（(株）真空デバイス製）を使用して金ーパラジウムによるコーティングを施した。本分析から、試料表面がどのような元素から構成されるかについての情報が得られる。加速電圧 10kV で一試料につき 2 カ所ずつ元素定性分析を行った。

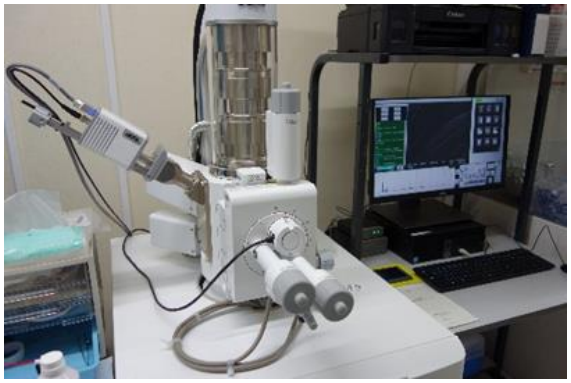

図１　元素定性分析の様子

２．５　ピリング試験

微粒子固着試料「Con」および加工試料「A3」を対象に、JIS L 1076 を参考にしてピリング試験を行った。ピリング試験機は、図２に示すピリングテスターP-6（(株）大栄科学精器製作所製）を使用した。各試料につき 2 本ずつゴム管に試験片を巻き、回転箱にそれぞれセットし、5 時間（18,000 回）の回転を行った。その後、各試料について判定を行った。

図２　ピリング試験機

３．結果および考察

３．１　元素定性分析によるミネラル微粒子の保持率評価

各試料に対して元素定性分析を行った結果、炭素（C）、酸素（O）、ケイ素（Si）、アルミニウム（Al）に特有のピークが認められた。炭素（C）および酸素（O）のピークは、主として糸を構成するアクリル、綿の主成分が炭素、酸素であることに起因する。それに対してケイ素（Si）、アルミニウム（Al）のピークはミネラル微粒子を構成する元素に由来する。また、金（Au）およびパラジウム（Pd）のピークは、観察前のコーティングによる影響と考えられる。

そこで、ミネラル微粒子を構成する元素のうち、最も強度が高かったケイ素（Si）のピーク強度を指標として、洗濯後におけるケイ素のピーク強度を調べることにより、洗濯後に保持されるミネラル微粒子の割合を評価した。

なお、同一試料でも測定ごとに各元素のピーク強度が異なることを考慮して、コーティングに使用した金（Au）のピーク強度に対するケイ素（Si）のピーク強度比、すなわち（ケイ素のピーク強度／金のピーク強度）を実質的指標（以下、Si／Au とする）とした。各試料とも洗濯前におけるこのピーク強度比を 100 とし、洗濯後における保持率を評価した。この値が洗濯後も高いほど、ミネラル微粒子が保持されていることを意味する。

微粒子固着試料「Con」および加工試料「A1」、「A2」、「A3」の結果を図３に示す。

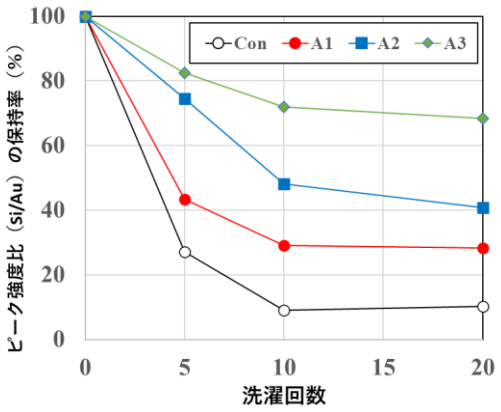

図３　洗濯回数とピーク強度比の保持率との関係

図３より、微粒子固着試料に対して加工試料はいずれも保持率が高くなった。洗濯 20 回後で比較すると、微粒子固着試料が 10%であったのに対し、加工剤のみの A1 が 28%、バインダー樹脂を含む A2 が 41%、架橋剤と併用した A3 が最も高い 69%であった。

３．２　ピリング試験[3]

微粒子固着試料「Con」および加工試料「A3」に対して行った、ピリング試験の結果を表１に示す。

表１　ピリング試験の結果

試料名	判定（級）	外観
Con	4	表面にやや毛羽立ちあり
A3	5	毛羽立ちなし

その結果、微粒子固着試料「Con」が 4 級であったのに対して、加工試料「A3」では 5 級であった。また、前者は表面にやや毛羽立ちが認められたものの、後者は確認できなかった。以上から、加工によりピルや毛羽立ちの低減が認められた。

３．３　試作品の製作

以上の結果から、「A3」への加工条件を最適条件と決定した。その加工条件で生地を作製し、洗濯耐久性の高いインナーを試作した。試作品の外観は図４のとおりである。

図４　試作したインナー

４．　まとめ

- 洗濯前後の試料に対して元素定性分析を行い、分析結果から得られたピーク強度をもとに、ミネラル微粒子の洗濯後における保持率を評価した。その結果、加工剤 A にバインダーおよび架橋剤を併用して加工した生地試料（A3）は、洗濯 20 回後の保持率が 69%と最も高く、この加工条件を洗濯耐久性が最も高い最適条件と決定した。
- 微粒子固着試料と比較して A3 の方がピリング試験の結果が良好であった。このことから、上記で決定した最適条件で加工することにより、ピリング防止の効果が認められた。
- 本研究で決定した加工条件により、洗濯耐久性の高いインナーを製作した。

５．参考文献

[1]　令和４年度業務報告「防汚性に優れたペット用マットレスの開発」、群馬県立繊維工業試験場　p18-19（2023）

[2]　JIS L 0217：1995　繊維製品の取り扱いに関する表示記号及びその表示方法

[3]　JIS L 1076：2012　織物及び編物のピリング試験方法

※本研究は令和６年度公募型共同研究にて実施しました。