

ポリウレタン複合糸に固着したミネラル微粒子の脱落防止技術の開発

Development of anti-detachment technology for mineral fine particles fixed onto polyurethane composite yarns

生産技術係 吉井 圭 (YOSHII Kei)
宇野 悠介 (UNO Yusuke)
清水 弘幸 (SHIMIZU Hiroyuki)
素材試験係 瀬賀 悟史 (SEGA Satoshi)
株式会社金加 金井 正一 (KANAI Masakazu)
中里みどり (NAKAZATO Midori)

ポリウレタン複合糸に固着したミネラル微粒子の脱落防止を目的として、ミネラル微粒子の固着加工で使用するバインダー樹脂への接着強度増強剤の添加を検討した。水洗い洗濯前後の固着加工糸の色の濃さからミネラル微粒子の脱落の程度を評価した結果、接着強度増強剤を添加することによって、水洗い洗濯によるミネラル微粒子の脱落を効率良く防止できることがわかった。

1. はじめに

株式会社金加は、当試験場と取り組んだ共同研究の成果を基に、天然鉱物を粉砕したミネラル微粒子を糸に固着する技術を開発し、遠赤外線効果等のミネラル微粒子が持つ機能を活かしたニット製品の製造を行っている。ポリウレタン複合糸は、伸縮性の高いポリウレタン糸と他素材の糸を撚り合わせて作製され、靴下やインナーウェア等に幅広く利用されており、当社においても、ミネラル微粒子を固着したポリウレタン複合糸を用いて様々なニット製品を製造している。ポリウレタン複合糸は、ニット生地編成や洗濯等による物理的な力によって糸が大きく変形するため、通常の糸に比べて、固着したミネラル微粒子が脱落しやすい傾向がある。

本研究ではミネラル微粒子の脱落を防止し、ミネラル微粒子を固着したポリウレタン複合糸の機能性を長く発揮させることを目的として、バインダー樹脂の添加剤として用いられている接着強度増強剤の利用を検討した。

2. 実験方法

2. 1 ポリウレタン複合糸

ミネラル微粒子の固着加工を行うポリウレタン複合糸には、高伸縮性のポリウレタン繊維にポリエステル糸をダブルカバーした実測繊維度 224dtex の糸を用いた。

2. 2 ミネラル微粒子の固着加工試験

糸コーティング機（図 1）を用いて、パッドドライ法によりミネラル微粒子のポリウレタン複合糸への固着加工試験を行った。糸を浸漬するパッド処理液を、水にミネラル微粒子、バインダー樹脂、分散剤を規定量加えた従来と同様にしたもの、これに接着強度増強剤を水に対して 0.2wt% 添加したものおよび 0.5wt% 添加したものの計 3 種類を用いて、ポリウレタン複合糸へのミネラル微粒子の固着加工を行った。



図1 糸コーティング機
(株AIKI リオテック)

2. 3 固着加工糸の引張試験

接着強度増強剤の添加により、固着加工糸の物理特性が大きく変化すると、ニット製品製造における作業性や製造した商品の価値を低下させる要因となることが懸念されるため、固着加工糸の引張試験を行い、接着強度増強剤の添加が物理特性に与える影響を調べた。試験は、テンシロン万能試験機 RTF-1250（株式会社・アンド・デイ）を用いて、JIS L 1013「化学繊維フィラメント試験方法 8.5 引張強さおよび伸び率（標準時試験）」を参考にして実施した。

2. 4 丸編み生地で作製

糸の状態では安定性に乏しくミネラル微粒子の脱落の程度を評価することが難しいため、試験筒編機（編釜 22 ゲージ、編径 3.5 インチ）を用いて、前述した 3 種類の固着加工糸から丸編み生地を作製した。作製した丸編み生地を図 2 に示す。



図2 固着加工糸で作製した丸編み生地

2. 5 丸編み生地の水洗い洗濯処理

洗濯処理によるミネラル微粒子の脱落の程度を評価するため、作製した 3 種類の丸編み生地に対して、JIS L 1930 繊維製品の家庭洗濯試験方法 C4M 法に準拠した水洗い洗濯処理を行った。洗濯処理回数は 10 回とした。

2. 6 ミネラル微粒子の保持率評価

ミネラル微粒子を固着したポリウレタン複合糸は、ミネラル微粒子の色で着色された状態となっているため、染色した糸や生地の色濃さの指標として用いられている Total K/S 値を測定することで、ミネラル微粒子の固着量と水洗い洗濯処理によるミネラル微粒子の保持率を評価した。

未洗濯および洗濯処理 10 回後の丸編み生地について、分光測色計 CM-3700A（コニカミノルタ株）を用いて可視光域（400～700nm）の反射率を測定し、Total K/S 値を算出した。次に、未加工糸で作製した丸編み生地の Total K/S 値を測定し、未加工糸の Total K/S 値を T_0 、未洗濯の固着加工糸の Total K/S 値を T_1 、洗濯処理後の固着加工糸の Total K/S 値を T_2 として、下式により、10 回の水洗い洗濯処理に対するミネラル微粒子の保持率を求めた。

$$\text{ミネラル微粒子保持率(\%)} = \frac{T_2 - T_0}{T_1 - T_0} \times 100$$

3. 結果および考察

0.2wt%および 0.5wt%の濃度で接着強度増強剤を添加した固着加工糸の引張試験結果を表 1 に示す。接着強度増強剤を多量に添加すると、糸の硬化により伸度が低下することが懸念されるため、本研究では 0.5wt%以下の低濃度域での添加を検討した。引張強さについては、若干の低下がみられたものの、接着強度増強剤を添加しても問題となる強度低下は起こらないことがわかった。さらに、伸び率についても、接着強度増強剤を添加していない従来の固着加工糸と同等の値を示したことから、0.5wt%以下の低濃度域においては、接着強度増強剤の添加による伸度低下は起こらないことがわかった。

表 1 各濃度で接着強度増強剤を添加した固着加工糸の引張試験結果

(試料数：各 10 点、つかみ間距離 200mm、
引張速度：200mm/min)

試料	引張強さ(N)	伸び率(%)
添加なし	5.1	52.8
0.2wt%添加	4.7	52.9
0.5wt%添加	4.7	53.4

未加工糸、従来の固着加工糸（接着強度増強剤の添加なし）、および接着強度増強剤を 0.2wt%、0.5wt%添加した固着加工糸の Total K/S 値とミネラル微粒子保持率を表 2 に示す。洗濯なし試料の Total K/S 値は、未加工糸の 2.57 に対していずれも 8 以上となり、生地が固着したミネラル微粒子の色で着色されていることがわかる。洗濯 10 回後については、添加なしの試料のミネラル微粒子保持率が 69.9%となり、約 30%に相当するミネラル微粒子が脱落したことがわかる。それに対して、接着強度増強剤を 0.2wt%添加した固着加工糸のミネラル微粒子保持率

は 85.9%となり、15%程度増加したことから、接着強度増強剤の添加は、洗濯処理によるミネラル微粒子の脱落防止に効果があることがわかった。さらに、0.5wt%添加した固着加工糸のミネラル微粒子保持率は 89.5%となり、接着強度増強剤の添加量を増やすことで、ミネラル微粒子の脱落防止効果を高められることがわかった。接着強度増強剤を 0.5wt%添加した固着加工糸を用いてニット製品を試作した結果、ニット生地編成時のミネラル微粒子の脱落防止にも効果が認められたため、編機のメンテナンス頻度の低減により、ニット生地編成の作業性を向上させることができた。

表 2 洗濯なしおよび洗濯 10 回処理後の試料の Total K/S 値とミネラル微粒子保持率

試料	洗濯なし	洗濯 10 回後	
	Total K/S	Total K/S	保持率 (%)
未加工糸	2.57	-	-
添加なし	8.80	6.93	69.9
0.2wt%添加	8.38	7.56	85.9
0.5wt%添加	9.13	8.44	89.5

4. まとめ

ポリウレタン複合糸に固着したミネラル微粒子の脱落防止を目的として、バインダー樹脂への接着強度増強剤の添加を検討した結果、ミネラル微粒子の脱落を効率良く防止できることがわかった。さらに、固着加工糸を用いたニット生地編成の作業性を向上させる効果も確認できたことから、実用が期待できる技術であると考えられる。

※本報告は令和 7 年度公募型共同研究事業で
取り組んだ共同研究の成果の一部です。