

マイクロ・ナノ技術を活用した機能性繊維の開発

—部分解重合ポリエステル微粒子を活用した昇華プリントを可能とする綿の改質技術—

奥村和之、林 浩司

Developing of functional fiber using micro and nano technology

Modification of cotton fabrics using partially-depolymerised polyester particles for sublimation printing

Kazuyuki OKUMURA and Koji HAYASHI

綿に昇華プリント性を付与するため、部分的に解重合したポリエステル(PET)を、ブロックイソシアネート架橋剤によりセルロース水酸基に反応させる綿の改質方法を検討した。部分解重合した PET を湿式粉碎した後、架橋剤を添加した水系加工剤を調整した。協力染色整理加工工場のパッド・マングルードライーベークキング加工による綿布の改質加工と昇華プリントを行い、プリント布の色彩、染色濃度、及び染色堅ろう度を評価した。

1. はじめに

岐阜県の繊維産業は、イージーケア性、染色堅ろう度、耐久性に優れたポリエステル繊維を利用した繊維製品を多数生産している。しかしながら、近年は地球温暖化防止や環境・安全・安心の観点から、天然繊維の利用が見直されるようになってきている。

代表的な天然繊維である綿は①肌触りがよい、②涼しくて暖かい、③安全で衛生的などの長所がある反面、④染色の際に多量の水や染色助剤を必要とする、⑤洗濯による収縮やシワが発生しやすい、⑥合成繊維と比較し耐久性に乏しい、などの欠点がある。⑤の欠点については、ホルマリンやグリオキザール樹脂によるセルロース水酸基の架橋と柔軟加工の併用によって改善され、形態安定加工シャツとして市販されている。

本研究では、綿にポリエステル構造を化学的に導入することによって、ポリエステルの長所である昇華プリント性を綿に付与することを目的としている。昇華プリントは乾熱プレスによる染色プロセスであるため染色廃水による環境負荷がなく、また、昇華染料をグラビア印刷した転写紙を利用するため微細な濃淡表現にも優れている。

平成20年度は、綿の水酸基を基点とするラクチドの開環グラフト重合を行った。綿にポリ乳酸(PLA)構造を導入することによって乾式昇華染色性が向上したが、分散染料との親和性が不足し、ドライクリーニングに対する染色堅ろう度が不十分であることが確認された。¹⁾平成22～23年度は、分散染料の親和性を高めるためポリエチレンテレフタレート(PET)構造を綿に導入することとし、グリセリンによって解重合した部分解重合PET をブロックイソシアネート架橋剤によりセルロース水酸基に反応させる綿の改質方法を検討した。図1に部分解重合 PET による綿改質のイメージを示す。部分解重合 PET を水に分散した水系加工剤を調整し、パッド・マングルードライーベークキング法により改質加工し

た綿布の物性と昇華プリント後の染色濃度及び染色堅ろう度を評価した。その結果、染色濃度(K/S)はポリエステル繊維の約半分、洗濯堅ろう度、石油系ドライクリーニングはともに4級前後と実用レベルであったが、耐光堅ろう度は1～2級と課題を残した。²⁾

本年度は、本技術の実用化を図るため、耐光堅ろう度向上のための改良を行うとともに、加工剤の調整をスケールアップし、岐阜県内の協力染色整理加工業の生産ラインにおいて綿を改質加工と転写プリントを行いプリント布の色彩、染色濃度、及び染色堅ろう度を評価した。

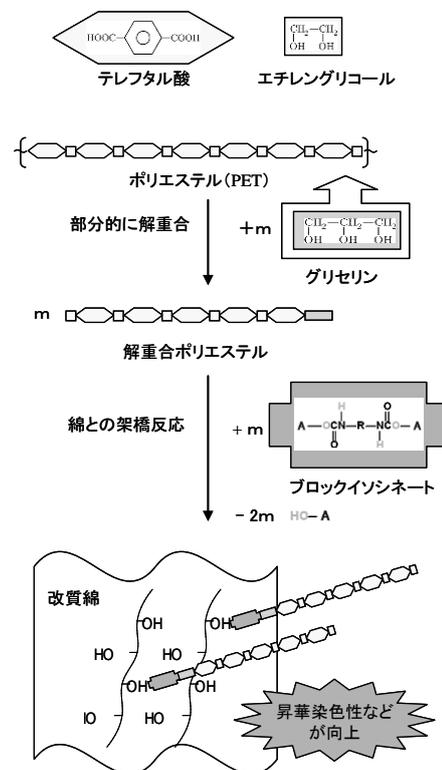


図1 部分解重合PETによる綿の改質イメージ

2. 実験

2. 1 綿の改質加工

絶乾したポリエステルペレットに解重合剤、触媒等を投入し反応容器内を窒素置換しながら部分解重合を行った。得られた部分解重合 PET を湿式粉碎し、レーザー回折式粒度分布測定装置 ((株)島津製作所製 SALD-2000) により粒度分布を測定した。



図2 加工ライン (上:パッドマングル、中:ドライ、下:ベーキング)

水に分散させた部分解重合 PET にブロックイソシアネート架橋剤 (第一工業製薬(株) エラストロン BN-04) と架橋触媒 (同 エラストロン CAT21) を添加して加工剤を 20L を調整した。

調整した加工剤を用いて協力染色整理加工工場のパッドマングルドライーベーキング加工ラインによる綿布の改質加工と転写プリントを行った。図2に加工ラインの外観を示す。また、耐光堅ろう度向上のため、市販耐光向上剤による加工をおこなった。

2. 2 昇華プリント布の評価

市販転写紙 ((有)ミネハタプリント 無地 8 色、柄数種) による昇華プリント布の分光反射率曲線、染色濃度 (K/S)、色彩を分光測色計 (コニカミノルタセンシング(株) CM-3600d) により測定するとともに、洗濯に対する染色堅ろう度試験 (JIS L0844 A-1 法)、ドライクリーニングに対する染色堅ろう度試験 (JIS L0860 B-1 法 石油系)、及び紫外線カーボンアーク灯光に対する染色堅ろう度試験 (JIS L0842 ブラックパネル温度 63°C) を行った。



図3 部分解重合 PET の外観

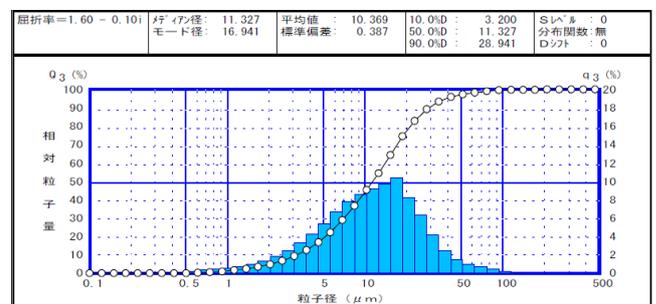


図4 湿式粉碎した部分解重合 PET の粒度分布

3. 結果及び考察

3. 1 加工剤の性状

図3に部分解重合 PET と加工剤の外観、図4に湿式粉碎後の粒度分布を示す。

湿式粉碎によって、部分解重合 PET を水に分散することが可能であった。また、粒度分布測定により、湿式粉碎によって部分解重合 PET が約 10 μ m の粒子に粉碎されていることが確認された。

3. 2 昇華プリント布の分光反射率曲線、染色濃度、色彩、及び染色堅ろう度

図5に昇華プリント布の分光反射率、表1に染色濃度(K/S)、表2に色彩(明度L*、彩度C*、色相h)、表3に洗濯堅ろう度、ドライクリーニング堅ろう度、及び耐光堅ろう度、図6に外観を示す。

昇華プリント布の分光反射率曲線はポリ乳酸繊維もよりもポリエステル繊維に類似していた。最大染色濃度(K/S)はポリ乳酸繊維の約1.5倍、ポリエステル繊維の8割前後であった。また、その最大染色濃度の波長はポリエステル繊維とほぼ同じであった。色彩はポリエステル繊維と比較して、明度で+3~-5、彩度で-5~9、中濃色の有彩色の色相で-4~6の差にとどまっております、実用レベルの発色を示した。

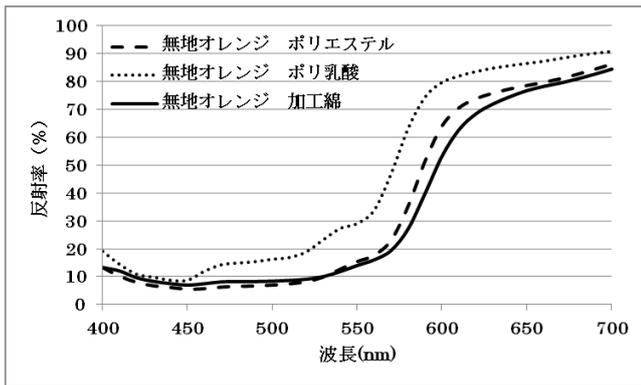


図5 昇華プリント布の分光反射率曲線

表1 昇華プリント布の最大染色濃度 K/S (無地)

転写紙色番号 色名	最大染色濃度 K/S (波長)			
	加工綿	対ポリエステル比(%)	対ポリ乳酸比(%)	ポリエステル ポリ乳酸
026 ブラウン	9.4 (500nm)	88	165	10.7 (490nm) 5.7 (490nm)
249 ダークブルー	6.96 (600nm)	68	132	10.28 (610nm) 5.26 (610nm)
250 グレー	1.00 (580nm)	79	120	1.26 (570nm) 0.83 (560nm)
251 ブルー	7.55 (620nm)	66	275	11.37 (660nm) 2.75 (610nm)
252 ベージュ	0.47 (460nm)	102	214	0.46 (450nm) 0.22 (450nm)
253 オレンジ	6.23 (450nm)	78	133	7.96 (450nm) 4.70 (440nm)
M-1001 ブラック	9.35 (590nm)	73	173	12.87 (610nm) 5.4 (600nm)
M-1058 ピンク	0.18 (530nm)	106	113	0.17 (520nm) 0.16 (520nm)
平均	-	83	166	-

耐光堅ろう度は、無地では黄赤系中濃色(ブラウン、オレンジ)で3~3-4級、青系中濃色(ダークブルー、ブルー)で2-3~3-4級、淡色(グレー、ベージュ、ピンク)で2~2-3級、黒(ブラック)で3級とやや実用に足りないものの、柄物では3~4級であり、実用レベルのものもあった。ただし、耐光向上剤に含まれる有機溶剤の影響により、加工前に変退色で4級であった石油系ドライクリーニング堅ろう度及び洗濯堅ろう度が2~3級と低下しており、課題を残した。図6に示されるとおりプリントの色ムラや柄ボケはほとんどないことが確認できた。

表2 昇華プリント布の色彩(無地)

転写紙色番号 色名	L*C*h表色系					
	加工綿			ポリエステルとの色差成分		
	明度L*	彩度C*	色相h	Δ L*	Δ C*	Δ h
026 ブラウン	31.9	16.1	19.5	-3.8	-5.1	2.0
249 ダークブルー	34.1	14.7	270.0	-4.5	0.7	-4.3
250 グレー	61.1	2.5	216.0	-2.6	2.3	-
251 ブルー	42.2	34.5	265.0	-2.8	6.1	1.2
252 ベージュ	77.9	18.4	48.5	2.5	-0.1	14.7
253 オレンジ	55.7	58.7	39.7	2.7	8.7	5.6
M-1001 ブラック	27.7	1.7	212.0	-4.8	0.0	-
M-1058 ピンク	84.3	13.2	0.5	-1.5	8.6	-8.4

表3 昇華プリント布の石油系ドライクリーニング堅ろう度、洗濯堅ろう度、及び耐光堅ろう度

転写紙柄番号 色番号 柄名等	ドライクリーニング 堅ろう度(級) B-1(石油系) JISL0860:2008		洗濯堅ろう度(級) A-1 JIS L0844:2005		耐光堅ろう度(級) 紫外線カーボンアーク 灯光 63°C JIS L0842:2004
	変退色	汚染(S)	変退色	汚染(S)	
UNICOLOR M-1001 ブラック	2	5	3	2-3	3
UNICOLOR 249 ダークブルー	2	5	3-4	2-3	2-3
UNICOLOR 026 ブラウン	2	5	3	2-3	3
UNICOLOR 251 ブルー	2	5	3	2-3	3
UNICOLOR 253 オレンジ	2	5	3	2-3	3-4
UNICOLOR 250 グレー	2	5	3	3-4	2-3
UNICOLOR 252 ベージュ	2-3	5	2-3	3-4	2-3
UNICOLOR M-1058 ピンク	2	5	3	4	2
F84962 1004 チヂキ	-	-	-	-	4
F95013 1009 コンチエルト	-	-	-	-	4
F95054 1006 ミフローラ	-	-	-	-	4
F91568 1007 ラインフワフワ	-	-	-	-	3
MM2106 2106 プロサム・チュー	-	-	-	-	3

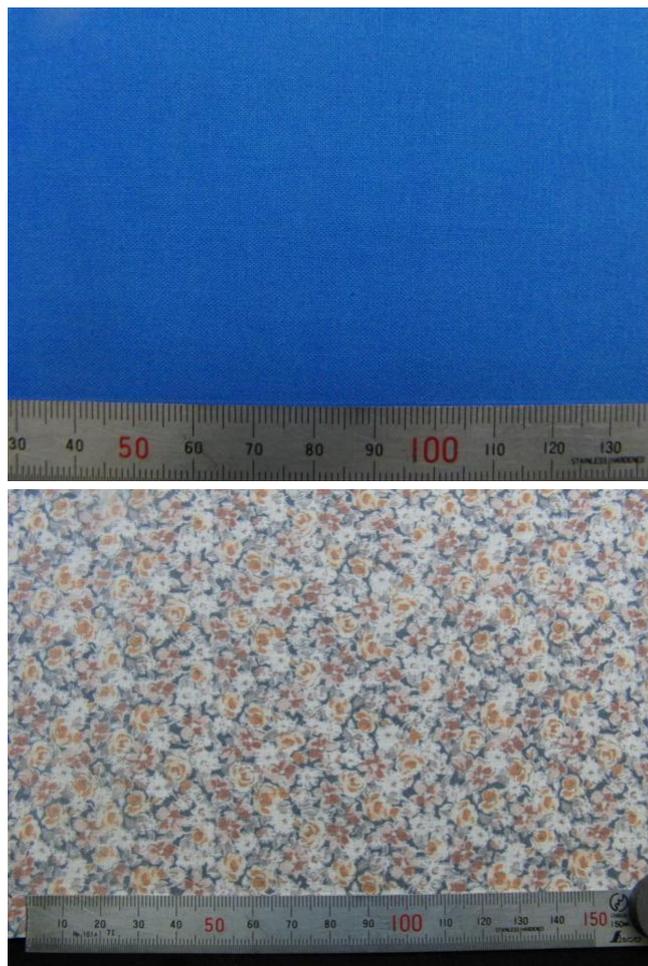


図6 昇華プリント布の外観（上：無地青色、下：柄番 F95054,色番 1006,ミニフローラ）

4. まとめ

協力染色整理加工工場の生産ラインにより加工し、昇華プリントした綿布の染色堅ろう度と物性を評価した結

果、次の知見を得た。

- 1) 染色濃度(K/S)はポリエステル繊維の8割前後、色彩もポリエステルに類似しており実用レベルであった。
- 2) 耐光堅ろう度は、無地では中濃色で2-3~3-4級、淡色で2~2-3級とやや実用に足りないものの、柄物では3~4級であり、実用レベルのものがあった。ただし、耐光向上剤に含まれる有機溶剤の影響により、石油系ドライクリーニング堅ろう度と洗濯堅ろう度が2~3級と低下しており、課題を残した。

【謝辞】

本研究を実施するにあたり、綿布の加工について協力いただいた美尾整理(株)の皆様に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 奥村ら, 岐阜県産業技術センター研究報告 4, pp.19-22, 2009.
- 2) 奥村ら, 岐阜県産業技術センター研究報告 5, pp.20-23, 2010.
- 3) 奥村ら, 岐阜県産業技術センター研究報告 6, pp.34-37, 2011

Abstract

We studied a modification process of cotton fabric for sublimation cotton printing. It used a chemical cross-linking reaction of partially-depolymerized PET and cellulose hydroxyl group with blocked isocyanate. Cotton fabric was modified by pad- mangle-dry-cure line in a collaborating textile-finishing company with water mixture mixed wet-milled partially-depolymerized PET dispersion with block isocyanate. After sublimation printing, colorimetric value, depth of color and color fastness was tested.