

衣料用織物に適した顔料染色技術の開発

藤田浩行，東山幸央，瀬川芳孝，中野恵之，古谷 稔，近藤みはる

要旨 近年、消費者ニーズの多様化により、個性的な柄・規格等の高感性な織物の開発や多品種小ロット化および短納期化、また地球環境に優しい生産工程等が求められている。そこで、顔料染色技術を確立して、従来の染色法ではできなかった中白糸、剥げ感糸、かすり糸等の差別化素材を作製するとともに、多品種小ロット化に対応、短時間での染色実証、用水・薬剤の節減化を図った。

顔料染色では、①ポリウレタン系バインダーの使用により、良好な摩擦堅牢度かつ柔軟な風合いを持つ顔料染色を可能とした。②顔料3原色に染料には無い白を混合することにより、多くの色相を作り出すことができた。③顔料染色糸を用いて先染織物を試作した結果、製織性は良好で仕上加工における変色等のトラブルもなく、柔軟で高堅牢度の織物となった。

1 目 的

現在の播州織物は、長年にわたり受け継がれた先染織物であることと、受注から生産までに長時間を要することが販路開拓の大きな障害となっている。近年、消費者ニーズの多様化により、繊維業界においても衣料品生産の多品種小ロット化が進み、個性的な感性で着る高付加価値織物の開発と短納期化が求められている。

織物製造工程の一つである染色工程は、均一染色や高堅牢度の染色技術は確立されているものの、染色するのに長時間を要し、また多量の用水や熱エネルギーを必要としているため地球環境に配慮した染色工程にはなっていないのが現状である。

そこで、染色システムにおいて新しい染色糸の開発、低コストで短期間に染色可能、多品種小ロット生産に適応、用水・薬助剤の軽減化等、従来の課題を改善する顔料染色技術の開発を目的とした。

2 実験方法

2.1 顔料及びバインダー

顔料は、三菱鉛筆(株)製の赤、青、黄の3色と山陽色素(株)製の赤、青、黄、白、黒の5色を使用した。

バインダーは、スタール・ジャパン(株)製のウレタン系、アクリル系、シリコン系樹脂の計16種類を使用した。また樹脂の架橋剤には、溶剤タイプと水性タイプを用いた。

2.2 染色方法

図1に示した(株)梶製作所製の一本染色機を用いて、顔料とバインダーと架橋剤の混合割合を

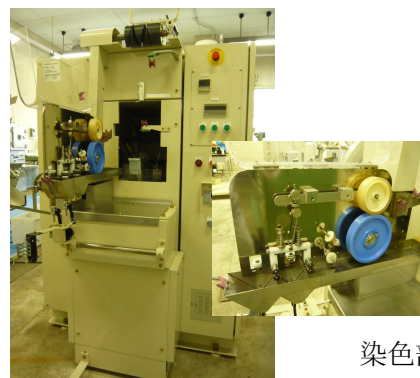


図1 一本染色機

変化させた顔料調整液に綿糸80/2^Sを80m/minで走らせながら、浸漬-絞り-浸漬-絞り-乾燥（2 dip-2 nip）して顔料染色糸を試作した。なお乾燥は80℃、3分である。

顔料調整液は、試作糸の摩擦堅牢度や柔軟性等の評価をするために顔料濃度、バインダーの種類・濃度、架橋剤の種類・濃度等、各種配合割合に調整した。

2.3 熱処理（ベーキング）

染色糸の一部をかせ状に採取し、熱処理機を用い、160℃で3分処理した。

2.4 性能評価試験

摩擦堅牢度は、染色糸を約500本束ねてJIS L 1096にて試験した。摩擦回数は100回である。

洗濯堅牢度は、炭酸ナトリウム2g/L、界面活性剤1g/Lで煮沸し、色の脱落で評価した。

柔軟性は、手触りによる官能検査で行った。

2.5 試織試験

試織は、たて糸およびよこ糸に顔料染色糸を用い、レピア織機 ER-145型（津田駒工業(株)製）で製織した。

3 結果と考察

3.1 摩擦・洗濯堅牢度と柔軟性

衣料用織物は、柔軟性に加え摩擦、洗濯、日光に対して高い堅牢度を必要とする。しかし、顔料染色は、一般に日光堅牢度は良いが風合いが硬い、摩擦堅牢度が悪い、色合わせが困難等の課題がある。これらの課題を改善し、衣料用として満足する最適な染色条件を見出すためにバインダーの種類・濃度、架橋剤の種類・濃度、熱処理の有無等を検討し顔料染色技術の確立を図った。

バインダーは、ウレタン系、アクリル系、シリコン系の16種類において、バインダー濃度を1、2、3、4、5、10wt%、架橋剤濃度を10 wt%（対バインダー）、顔料濃度（三菱鉛筆(株)製の赤）

を5、10wt%の調整液について顔料染色した。次に各種染色条件で染色した糸の摩擦堅牢度や洗濯堅牢度及び官能検査による柔軟性、熱処理の有効性を測定した。

表1にバインダー濃度5wt%、顔料濃度5wt%架橋剤濃度10wt%（対バインダー）で染色した試料のうち、代表的なバインダーの試験結果を示す。

摩擦堅牢度は、JIS規格により1～5までの9段階で評価し、数値の大きい方が良好である。また、洗濯堅牢度は、ソーピングによる顔料の泣き出し状況で評価した。

ウレタン系のバインダーは、比較的柔軟であるが、その内部構造によってやや硬いものもある。しかし、相対的に柔らかく、しかも摩擦・洗濯堅牢度に強い。ウレタン-Aは、バインダー濃度が3wt%でも5wt%でも摩擦堅牢度4～5となり、柔軟で摩擦・洗濯堅牢度とも播州織物品質基準に適合する値が得られた。

シリコン系のバインダーは、非常に柔軟で洗濯堅牢度は良いものの摩擦堅牢度が弱かった。また、アクリル系バインダーの柔軟性と摩擦堅牢度は、ウレタン系とシリコン系の場合のほぼ中間であった。

一般的に、硬い被膜を作るバインダーは、摩擦堅牢度、洗濯堅牢度ともに良好で、逆に柔軟なバインダーは、摩擦堅牢度に弱いことがわか

表1 バインダーの種類と染色糸の性能

タイプ	摩擦堅牢度	耐洗濯性	風合い
ウレタン-A	4-5	良	柔軟
ウレタン-B	4	良	柔軟
ウレタン-C	4	良	やや硬い
ウレタン-D	2-3	良	非常に柔軟
アクリル-A	4	良	やや硬い
アクリル-B	3-4	良	柔軟
シリコン-A	2	良	非常に柔軟

った。硬いバインダーは、染色糸自体も硬くなり衣料織物としては、あまり好ましくない。

実験の結果、バインダーには脂肪族系ポリウレタンが有効で、バインダー濃度 3 wt% でも高い堅牢度を有した。しかし、高濃度の顔料染色を考慮すれば、バインダー濃度は 5 wt% が最適な濃度であると思われる。

架橋剤は、バインダー濃度に起因し、溶剤タイプ、水性タイプに関係なく、バインダー量に対して 10 wt% が良好であった。また、熱処理の効果も調べた結果、熱処理の有無に関係なく一本染色機で染色-乾燥するだけで高い摩擦堅牢度および洗濯堅牢度を有することがわかった。

図 2 に各種バインダー別による染色糸の摩擦堅牢度試験結果を示す。左から、①ウレタン-A、②ウレタン-B、③ウレタン-C、④アクリル-B、⑤シリコン-A、⑥アクリル-A、⑦ウレタン-D による染色で、上段が摩擦試験後の染色糸 500 本束、下段が添付白布である。この白布で、①ウレタン-A は、殆ど色落ちしていないが、⑤シリコン-A は、最も色落ちが激しく摩擦に弱いことがわかる。

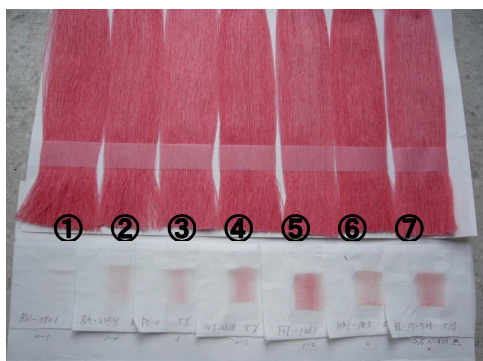


図 2 各種バインダーによる摩擦堅牢度

3.2 カラーマッチング

種々の顔料を混合して色出しを行い、カラーマッチングの可能性を調べた。本研究では、主に使用した顔料は、三菱鉛筆(株)製で pH がアルカリ性であり、スタール・ジャパン(株)製のバインダーと相溶性があった。しかし、山陽色素(株)製

の顔料は、酸性でバインダーとコンプレックスを形成した。したがって、顔料をアルカリ側に調整することにより良好な顔料染色を可能にした。

図 3 に青と黄の混合による緑のグラデーション染色糸を示す。この配合の他に、青と赤、赤と黄、及び白、黒も加えてカラーマッチングを行い基本色を作製した。この混合濃度は、いずれも 5 wt% であるが、今後、低濃度から高濃度まで (1 ~ 10 wt%) の混合濃度について基本色を作製することにより、播州織の染色システムへ対応可能なことが明らかになった。



青	0.05	0.25	0.5	1.25	2.5	3.75	4.5	4.75	4.95	5.0
黄	4.95	4.75	4.5	3.75	2.5	1.25	0.5	0.25	0.05	0.0

図 3 青と黄の混合によるカラーマッチング例

3.3 製織性と仕上加工

製織性や仕上加工による変退色の影響を検討するため、顔料染色糸をたて糸およびよこ糸双方に用いて製織し、その織物を毛焼き-糊抜き-シルケット-サンフォライズと一連の仕上加工を行った。その結果、製織性も良好で仕上加工による変退色はなかった。特に、アルカリ性の強いシルケット工程においても変色や脆化は認められなかった。

3.4 顔料染色の利点と確立

図 4 に染料染色と顔料染色の工程比較図を示した。従来の染料染色は、染色、水洗、ソーピング、水洗、フィックス処理、乾燥と工程数が多く、特に水洗は染色後やソーピング後に数回繰り返さなければならない。また、これらの工

程以外に、染色機への給水や昇温、冷却、排水等に時間を費やすため、染色完了までに約8時間かかる。この他、水以外にも染料や薬助剤、熱エネルギーを多く使用し、最後に余剰廃液は捨てられる。一方、顔料染色は、バインダーで顔料を接着するだけで薬助剤は不要で排水もなく、また多品種小ロットの染色にも短時間に対応できる利点がある。

本研究で使用した一本染色機による最適な顔料染色条件は、バインダーが脂肪族系ポリウレタンで濃度5wt%、架橋剤濃度10wt%（対バインダー）、顔料濃度5～10wt%、浸漬-絞り-浸漬-絞り-乾燥の2 dip-2 nip方式、乾燥温度・時間80℃×3min、染色糸速度80m/minである。

4 結 論

柔軟な風合で、かつ摩擦・洗濯堅牢度が良好な顔料染色条件を確立することにより、近年要望の高い中白糸、剥げ感糸、かすり糸のような従来の染色法では得られなかった差別化染色糸の染色が可能となる。

また、多品種小ロット化への対応や短時間での染色（8時間→1時間）および用水・薬剤の削減化にも対応できる地球環境に優しい染色である。

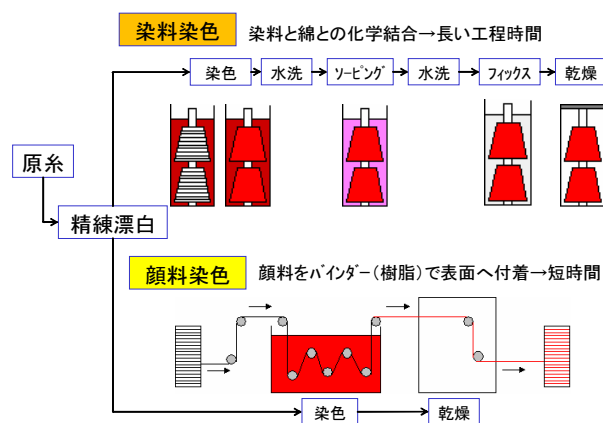


図4 染料染色と顔料染色の工程比較