

次世代ポリエステル繊維の染色加工技術

浅井 弘義^{*1} 吉村 裕^{*1}

Dyeing Technology of PTT and PLA Fibers

Hiroyoshi ASAI, Hiroshi YOSHIMURA

Owari Textile Research Center, AITEC^{*1}

PTT及びPLA繊維の染色性、染色堅牢度及び仕上加工における物性変化について検討した。PTTは100～110で染色でき、毛との混紡品をノンキャリアーで染色できる。PTTの特長であるストレッチ性はヒートセット条件により目標の性能に上げることができる。PLAは高温及びアルカリで強度低下が起きるため、染色は酸性浴で分散染料を用いて100～110、60分以内が良い。染料濃度が高くなると吸尽率は低下し、染色堅牢度は乾摩擦が弱い。仕上のヒートセット温度は130以下が望ましい。

1. はじめに

最近の環境に対する厳しい社会情勢に伴って、繊維屑や使用済み繊維製品のリサイクルなどの処分方法が求められている。こうしたことを背景に、環境に対応した新繊維が相次いで発表された。

その中でも、PTTの量産化（イギリスのシェル・ケミカルとアメリカのデュポン）及びトウモロコシなどの植物原料を使用したポリ乳酸の量産化（アメリカのカーギルとダウ・ケミカルの合弁会社カーギル・ダウ・ポリマーズ）は、注目を浴びた。これらは繊維への応用にも大きな可能性を与え、今後衣料用に活用されていくものと予想される。

そこで、本報ではPTT（ポリトリメチレンテレフタレート）繊維及びPLA（ポリ乳酸）繊維の染色性やその物性変化など染色仕上に関する基礎的なことについて実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

研究には、PTT（旭化成：ソロ75D加工系）、PLA（ユニチカ：テラマック30/1スパン系：以後PLA-Sと略す。クラレ：プラスターチ130D加工系：以後PLA-Fと略す。）及びPET（東レ：ポリエステル150D加工系）を使用した。

2.2 染料、助剤等

染料は市販の分散染料、染色機はカラーペット（日本

染色機械）及びミニカラー（テクサム技研）を使用した。基本の染色条件としては、浴比30：1、40・10分後所定の温度まで1/分で昇温した。分散剤は1g/l、キャリアー使用の場合は10%o.w.f.で行った。

2.3 評価方法

染料吸尽率は分光光度計を用いて求め、K/S、色差等はミノルタCM3600d分光測色計で計測した。強伸度はJIS-L-1095、染色堅牢度はJISによる各方法、伸長率、伸長回復率及び残留歪率はJIS-L-1096（定荷重法）により求めた。曲げ特性はKES-FBシステム（カトーテック）で測定した。

3. 結果及び考察

3.1 PTTの染色仕上加工

3.1.1 染色温度と染料吸尽率の関係

PTTは低温から染料が吸尽し、染色速度が速く、PETに比べて易染性の繊維である。PTTの染色温度は110が適しているが、100でも染料吸尽率は90%以上で、淡中色では100で十分染色可能であることが分かる（図1）。

PTTはPETに比べ染料濃度が高くなっても染料吸尽率は低下しない（図2）。PTTは染色温度の違いによる染料吸尽率への影響はほとんど見られず、PETに比べて低温で染色できる。また、K/SはPETより高くなり、発色性が良いことが分かる（図3）。これらのことから、羊毛との混紡品の染色をキャリアー無しで可能なことが示さ

*1尾張繊維技術センター加工技術室

れた。なお、キャリアーを使用した時の染料吸尽挙動については(図1)、キャリアーを使用することにより低温から染料が吸尽する。しかし、染め足が速くなるため、染めムラの問題や染色コスト及びキャリアーによる作業環境への影響などデメリットが多く、特殊な染色を必要とする場合を除いて使用するメリットはないと言える。

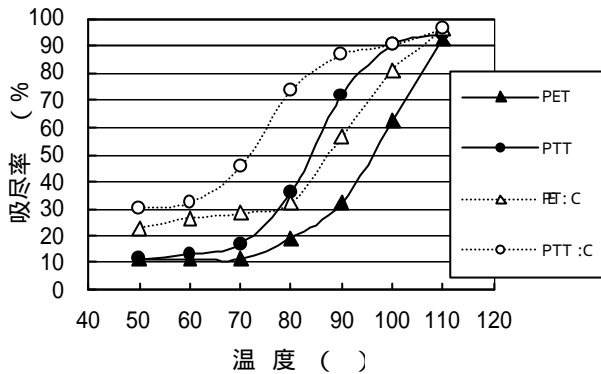


図1 PTT,PET のKP Rubine 3GL-S の染料吸尽曲線 (Cはキャリアー有り)

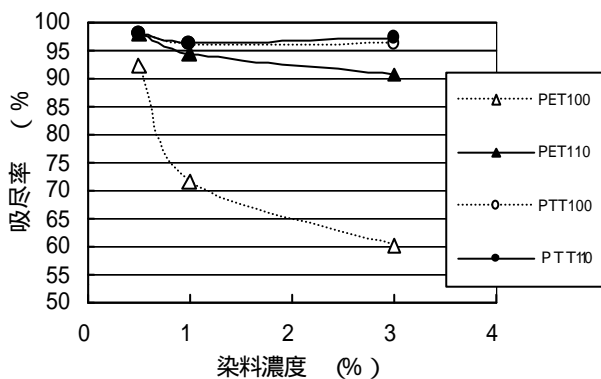


図2 染料濃度、染色温度及び染料吸尽率の関係 (KP Rubine 3GL-S)

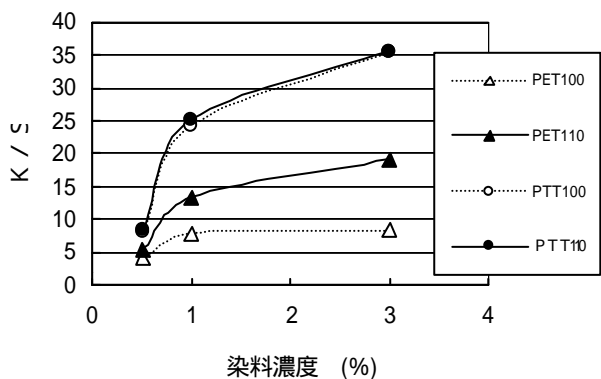


図3 染料濃度、染色温度とK/Sの関係 (KP Rubine 3GL-S)

3.1.2 染色堅牢度性能

PTTの染色堅牢度については染色温度、ヒートセットの温度条件の違いによる影響は少なく、洗濯や摩擦堅牢度で一部性能が低いものもあるが、全体的に見てポリエステルと同等程度の性能が得られた。

3.1.3 PTT/毛染色における分散染料の羊毛汚染

PTT/毛混紡品(50:50)染色における分散染料の毛への汚染について、PET/毛と比較して検討した。

染色後の還元洗浄は下記の方法で行った。

還元洗浄(100・20分)

亜ジチオン酸ナトリウム(ハイドロ)	2g/l
炭酸ナトリウム	1g/l
ソーピング剤	2g/l

分散染料の毛への汚染は染料濃度が高いほど大きくなるが、PTTはPETに比べて少ない。これはPTTの染料吸尽がPETより低い温度で始まり、最終的に染料吸尽率がPETより高いため、汚染が少なくなったと考えられる。しかし、毛に汚染したいずれの染料も還元洗浄により85%以上除去され、PTTとPETの汚染の差はわずかで、PETとの有意差がないことが分かった。

3.1.4 ストレッチ性に与える染色仕上の影響

PTTの特長の一つとして、ストレッチ性があることが挙げられる。そこで、染色仕上の加工条件がストレッチ性にどう影響するのか検討した。

PTT織物の染色仕上工程の中で、ストレッチ性、寸法安定性及び風合いに最も影響を与える工程としてヒートセットがある。ヒートセット温度とストレッチ性の関係について調べた。

その結果、ヒートセット温度が高くなるにつれてセット率は向上し、伸長率、残留歪率は小さくなった。伸長回復率は明確な傾向を示さなかった。

ストレッチ性能は、一般的に伸長率で15~20%、伸長回復率が高いほど、残留歪率は小さいほど良いと言われる。文献等によると、PTTのヒートセット温度は140が推奨されている。しかし、この温度ではセット率が低く、寸法安定性が不十分である。ヒートセット温度が160でも伸長率が20%程度あり、140より高い温度での処理が必要と考えられる。

そこで、ヒートセット温度を170とし、ヒートセット処理でのセット幅を変化させて(布の横方向に張力を与える)試験した。PTT織物のストレッチ性能は工程間で基本的に大きな変動はなく、最初のヒートセットでほぼ決定すると言える。ヒートセットのセット幅(張力)が大きくなると当然ながら伸長率、残留歪率は低下し、伸長回復率はやや向上する傾向を示した。染色後は織物が緩和されるため、伸長率はやや増加し、最終仕上がった

PTT 織物の伸長率は最初のヒートセットした時より小さくなった。PTT 織物の伸長率はヒートセットの張力をコントロールすることにより目標に合わせることが可能である。

3.2 PLAの染色仕上加工

3.2.1 熱水中での収縮特性及び強度への影響

PLA-S の糸をカセにし、各温度で酸性（酢酸・硫酸緩衝液により pH4.2 に調整）中性（磷酸緩衝液により pH7 に調整）の浴中で 30 分間処理したときの収縮率及び強伸度を測定した。この結果、収縮率は温度の上昇に伴って大きくなった。収縮に対する浴 pH の影響は少なく、処理温度の影響が大きい。

PLA-S の強度は処理温度が高くなるにつれて低下し、110 を超えると激しくなり、また酸性浴より中性浴での強度低下が大きくなる。PLA は加水分解によって分解されるため、水の存在下での処理条件が重要であり、基本的にアルカリ、高温、長時間処理によって劣化する。

PLA を酸性と中性で染色した時の強力は中性での低下が大きく、110・120分あるいは110・60分の2回繰り返し染色では、強力は50%近く低下する。このことから、PLA の染色は酸性浴で110・60分以内で染色することが望ましいことが分かった。

3.2.2 染色温度と染料吸尽率の関係

PLA の染色では、染料は80 を過ぎてから急激に吸尽される。染色温度が100 では染料吸尽が悪く、110 が繊維損傷面から見ても適している。また、染料吸尽の向上を図るためキャリアーを利用したが、最終吸尽率はキャリアー無しと同等で、その効果は認められなかった（図4）。

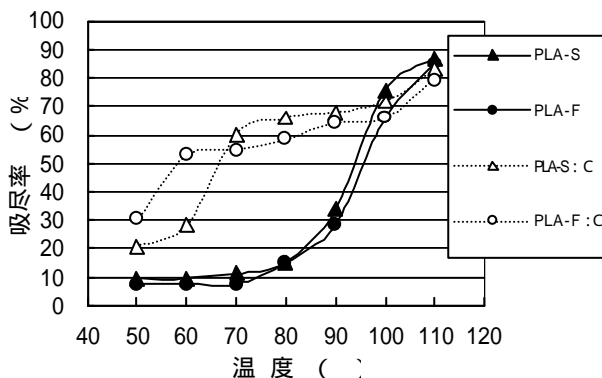


図4 PLA-S,F の KP Rubine 3GL-S 染料吸尽曲線 (C はキャリアー有り)

次に、染料濃度、染色温度及び染料吸尽率の関係について検討した。

染料吸尽率は染色温度が高く、染料濃度が低いと良く

吸尽されるが、染料濃度が高いと染料吸尽率は低くなり、KP Red BL-E では急激に低下する（図5）。PLA は染料によって吸尽傾向に違いがあり、また一定の染料濃度以上では K/S は増加しない（図6）。このことから、適用する染料選択が重要である。

PLA を染色した時の色相は、PET、PTT の色相に比べて短波長側にずれることや、配合染料での染色では配合した染料ごとに吸尽がかなり違うため、PET の色相とはかなり違った色となり、従来の PET 用の CCM データは使用できない。

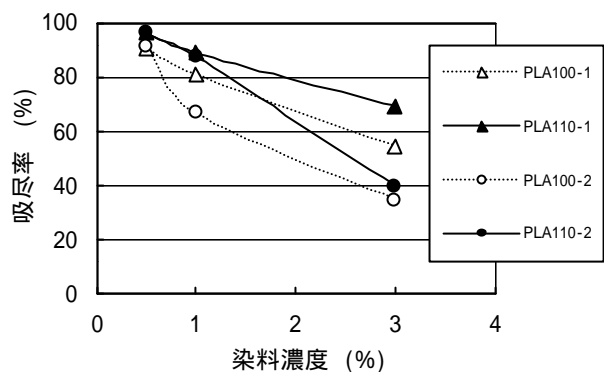


図5 染料の違いによる PLA の染料吸尽率変化 (1:KP Rubine 3GL-S,2:KP Red BL-E)

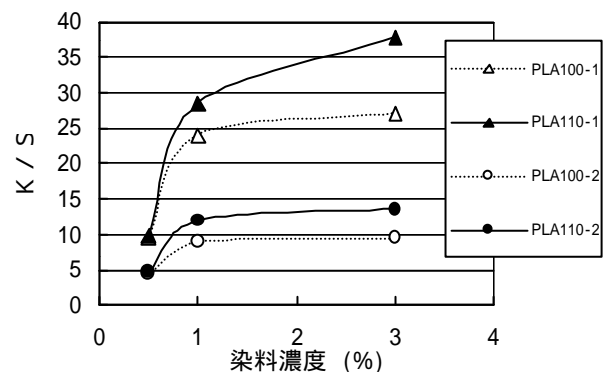


図6 PLA の染料の違いによる染料濃度と K/S の関係 (1:KP Rubine 3GL-S,2:KP Red BL-E)

3.2.3 還元洗浄による強度への影響

染色後の還元洗浄による強伸度への影響を検討した。還元洗浄は次の条件で行った。

亜ジチオン酸ナトリウム（ハイドロ） 2 g/l
 ソーピング剤 2 g/l
 アルカリ剤 各 1 g/l
 温度 60 及び 80 、処理時間 20 分

アルカリ剤として炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウ

ム、水酸化ナトリウムを用いて行った結果、強度低下はほとんど同じであった。しかし、80 では色落ちが多く、摩擦堅牢度も考慮した結果、実用的には 60 ~ 70 で、アルカリ剤は炭酸ナトリウムによる方法が適当と考えられる。

3.2.4 染色堅牢度性能

耐光、洗濯堅牢度は概ね良好であったが、乾摩擦堅牢度は弱かった。染色温度や染色時間の影響は、染色温度が高く、染色時間が長いものが必ずしも堅牢度が良いとは限らず、逆の現象も見られた。また、昇華堅牢度は PLA が熱に弱いため評価できないが、乾熱温度（アイロン）は 120 が限界である。

3.2.5 ヒートセットによる影響

PLA 織物をヒートセットしたときの影響について検討した。

ヒートセットをすると染色濃度は高くなり、140 以上では飛躍的に K/S は大きくなる。染色後の収縮率はヒートセット温度が高いほど収縮率は小さくなった。ヒートセット温度が 140 以上になると風合いが非常に硬くなるため、140 以下で行う必要がある。

次に PLA 織物をヒートセット - 染色 - 乾燥 - ヒートセット - 蒸絨の工程で、ヒートセット温度を変えて染色加工した時の曲げ特性との関係について検討した。

最初のヒートセットで曲げ特性値（B：曲げ剛性、2HB：曲げヒステリシスの幅）は処理温度が高くなるにつれて増加する。しかし、染色すると曲げ特性値はヒートセット温度に関係なく低下し、ヒートセット温度の影響が解消された。そして、2 回目のヒートセットを行って仕上げたものは、染色後より硬くなったが、最初のヒートセットとは違い、150 を除き生地に比較してやや硬い程度の風合いとなった。

この仕上工程における織物の強力は、最初のヒートセットで生地より大きくなり、染色で強力は大きく低下した。この理由として、ヒートセットにより織物が収縮して生地の密度が変化することにより、一時的に強力が上がるものの、染色による熱の影響により糸が劣化して織物の

強力が低下するものと考えられる。

なお、ヒートセットをしないで染色すると、染色中にシワが発生するため、染色前のヒートセットは不可欠である。ここで使用した織物は 120 のヒートセットで最も柔軟に、シワの発生もなく仕上げられた。

4. 結び

PTT は染色温度が PET より 20 程度低いため、エネルギーが削減され、羊毛との混紡品のノンキャリアー染色等、メリットがある。しかし、染色速度が速く、染色ムラが発生しやすいため、昇温、助剤等の染色条件についての詳細な検討が必要である。PTT は価格が安くなれば、ポリエステルよりかなり柔軟な風合いであるため各方面での活用が期待でき、特に複合製品への利用が進むものと思われる。

これに対して PLA は染料吸尽率が染料によって異り、特に濃色での染料吸尽率の低下や色合わせの問題がある。そして、最大の課題は耐熱性が弱いことである。繊維製品にしたときのアイロン掛け温度に制約が必要で、ノンアイロン製品でないと利用は難しいと思われる。

PTT 及び PLA はいろいろの欠点があるものの、昨今の環境問題に対応した素材であることから、繊維そのものの改良や加工等の工夫により、将来性が期待できる。

文献

- 1) 藤田：加工技術 Vol.35, No.5(2000)310
- 2) 改森：加工技術 Vol.35, No.5(2000)300
- 3) 山口：加工技術 Vol.35, No.4(2000)248
- 4) 旭化成：天オソロカカタログ
- 5) クラレ：プラスターチ技術資料
- 6) 藤田（ダイスター）：尾張繊維技術センター講演会テキスト（2000.10.26）
- 7) 松下（チバ）：尾張繊維技術センター講演会テキスト（2001.2.20）