

新素材の織物・ニット製造工程における物性の経時変化の解析

大野 博^{*1}、柴田善孝^{*2}

Analysis of a Changes with Time of the Physical Properties in the Fabrics Manufacturing of a New Material

Hiroshi OHNO and Yoshitaka SHIBATA

Department of Industry and Labor¹ Owari Textile Research Center,AITEC²

本研究では、環境に優しい新触感素材織物の開発を目指し、エコロジー素材としてのポリ乳酸系に焦点をあて、種々の実験を行い、従来系とは大きく異なるその糸物性と経時変化との関係を解析して、織物・ニットの製造工程における留意点について検討した。その結果、ポリ乳酸系のクリーブ破断に至る過程及び因果関係を明らかにでき、クリーブ破断等の経時変化が起きにくい糸構造、製織条件、張力設定を見出すことができた。この成果を踏まえ、環境に優しい新触感素材織物としてポリ乳酸系を中心とした夏用シャツ地織物の試作開発を行い、実用性能の向上を図ることができた。

1. はじめに

多彩な新素材の活用や織物の高機能化により、海外製品と棲み分けのできる製品開発が一層求められる中、各繊維素材メーカーでは、環境や健康をキーワードに持続可能な循環型社会への実現に対応したエコロジー素材や新しい感覚の糸素材を次々に登場させ始めている。

県内繊維産地においても、今後、撚糸・製織技術の複合化・高度化と併せて、こうした新しい糸素材への的確な対応と、従来にない新商品開発がますます求められるようになるものと予想される。

特に、環境負荷軽減のエコロジー素材として、商業量産化が進捗しつつあるポリ乳酸系は、新世代の素材として注目され、資材分野から衣料分野等へ活用範囲が広がってきている。当センターへの技術相談等においても、そのデリケートな糸特性と経時変化に関する事例が増え

てきている。そこで本研究では、環境に優しい新触感織物の開発を目指し、このエコロジー素材としてのポリ乳酸系に焦点をあて、従来系とは大きく異なる糸物性とその経時変化との関係について解析し、織物・ニットの製造工程における留意点について検討していただくこととした。

2. 実験方法

糸物性の経時変化について実体及び電子顕微鏡観察を行うとともに、ポリ乳酸糸を経糸にして、種々の緯糸を打ち込んだ織物を試織し、糸物性変化とクリーブ破断との関係について、以下の実験を実施し検討した。

撚糸実験（条件設定）

撚 糸：ポリ乳酸系72dT、72dT×72dT、144dT、
144dT×144dT、144dT×144dT×144dT

撚糸張力：2 c N ~ 20 c N

撚 数：S及びZ撚 200回/m、400回/m、600回/m、
800回/m

製織実験（条件設定）

経 密 度：一定（47本 / inch）

緯 密 度：ブリアリーの理論密度×0.7~0.9

組 織：変化斜紋、平織

経 糸：ポリ乳酸系288dT

緯 糸：ポリ乳酸系288dT、梳毛糸2/60、ポリ乳酸
Wカバー梳毛糸1/31相当、レーヨンWカバー
ポリ乳酸系1/32相当、ポリ乳酸Wカバー綿糸
1/36相当、綿糸40/1、抄織糸1/34

強伸度：JISL1013（糸） JIS1096（織物） 定速伸長
形（引っ張り、結節）

経糸抱合力：抱合力試験機（蛭田理研(株)製）
80rpm荷重60cN（ファイメント試験法）

赤外分光：FTIR-8300（島津製作所製）

示差熱分析：DSC-60（島津製作所製）

糸張力：3点式張力測定機（イトー測器製）

クリーブ：JISL1017（クリーブ率） JISK7115（クリー
プ回復、クリーブひずみ、クリーブ破壊時間）

曲げ・せん断試験：KES-FB(カ-テック製)

しわ回復率：JISL1059（サルイ法）

洗濯試験：JISL1096 103法、G法（洗濯寸法変化率）

染色堅牢度：JISL0842(耐光) 0844(洗濯) 0848(汗)
0849 (摩擦)

3 . 実験結果及び考察

3.1 クリープ特性

繊維は粘弾性特性を有し、常温でもいくらかのクリープ（時間に依存するひずみ）現象を示す（1）～（6）。

新しい糸素材のクリープ特性を比較すると（図1）ポリ乳酸系はPTT（ポリトリメチレンテレフタレート）系のような伸縮系よりもクリープ回復が悪く、大きな塑性変形を生じることが分かる。

実験試料のポリ乳酸系は、DSC（示差熱分析）から（図2）融点166であり、ヒートセットなど150以上の取り扱いは不可であることが理解できる。また、ガラス転移点60～65であり、燃セットやアイロン等は低温で可能となり、省エネ型の糸とも考えられる。ただし、織物の経糸等に使用すると常温でのクリープにより、張力によっては数日で破断してしまう可能性のある糸であることが分かった（図3）。

ポリ乳酸系のクリープの張力と時間との関係をまとめると次のようになる。（図4）

このことから、織物・ニットの製造工程において、張力管理は特に重要なポイントであることが分かる。経糸ビームなど張力下で長時間保存は糸切れの危険があり、糸巻等では、強伸度の5%以下の張力管理が望ましいことになる。張力と温湿度の違いによる強伸度の経時変化について次に示す（図5、6）。

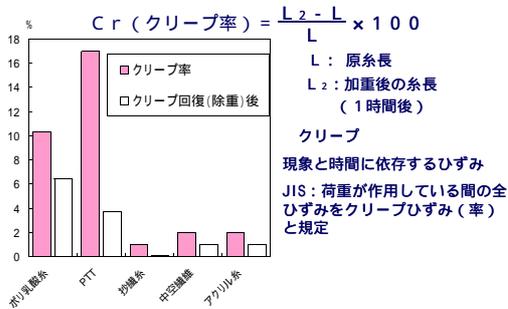


図1 ポリ乳酸系のクリープ特性

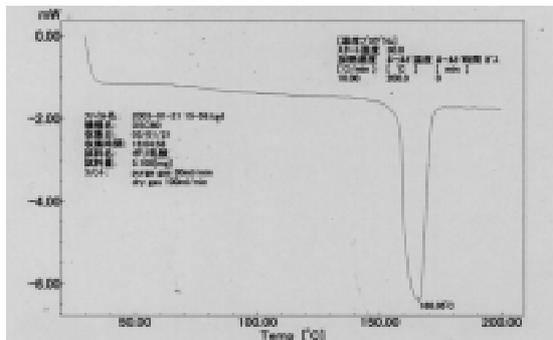


図2 ポリ乳酸系の熱分析データ解析

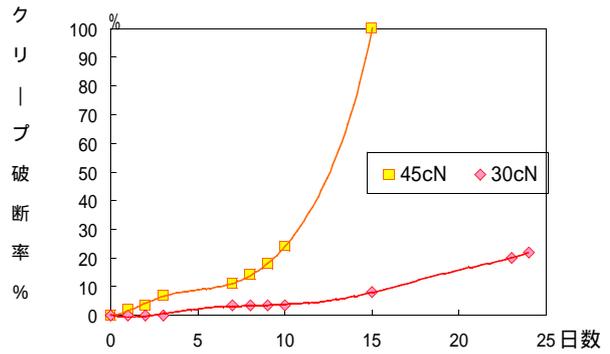


図3 ポリ乳酸系の経糸張力とクリープ破断率

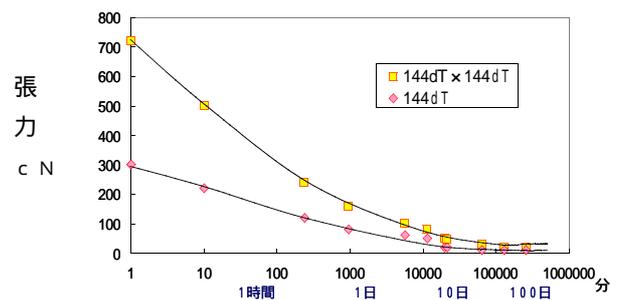


図4 ポリ乳酸系の張力とクリープ破断時間との関係

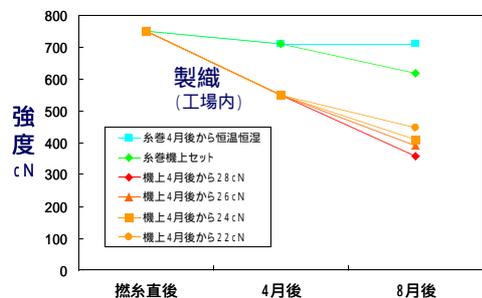


図5 ポリ乳酸系のクリープによる強度変化

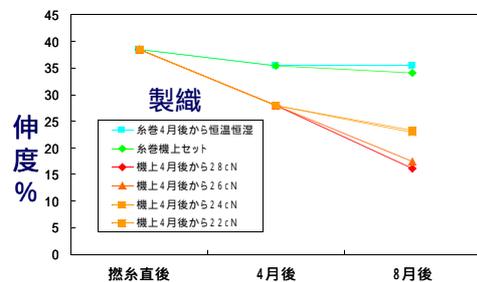


図6 ポリ乳酸系のクリープによる伸度変化

ポリ乳酸系は、温湿度によってゆるやかな加水分解が生じることが知られており^{(1)~(7)}、図5、6から糸巻状でも工場内のような温湿度の変化の激しいところでは強伸度が緩やかに減少する。糸は密封して恒温恒湿の変化の少ない環境で保存・管理するのが望ましいと考えられる。各工程における作業では、塑性変形による不可逆的な歪みが積算されてクリープ破断に至ってしまうため、できるだけ低張力で短期間に取り扱う配慮が必要である。

ポリ乳酸系のクリープ破断について解析すると、クリープ破断前後のIR（赤外吸収スペクトル）測定（図7）から、ピーク変化が見られず、酸化・還元等の化学構造変化でないことが確認できる。

また、強伸度（示差熱分析）及びDSC測定（図8）から、クリープによる粘性流動と配向結晶化で結晶構造の変化が起きると推定され、不安定な非晶領域が少なくなって、脆くなっていくと推察される。

クリープ前後の糸の曲げ特性を比較すると（図9）織機上の経糸のクリープ6ヶ月後には、元の2倍の曲げ剛性になることが分かる。クリープした糸を用いれば、複合する繊維によって、影響が緩和されるものの織物の曲げ剛性、せん断剛性にも反映され硬くなることになる（図10）。

実際に、クリープ破断によるポリ乳酸系の繊維形状を電子顕微鏡で確認すると（図11）、通常の強伸度試験で

の破断面（フィブリル化）と比べ、クリープ後の破断面は、繊維そのものが研ぎ澄まされた棒状となり、竹のようにポキッと折れていることが分かり、固くて脆い結晶構造に変化していることが明らかとなった。

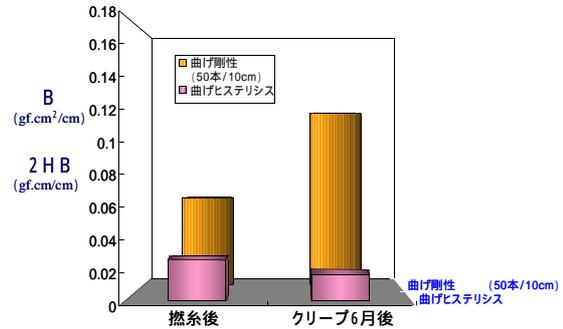


図9 ポリ乳酸系のクリープと曲げ特性

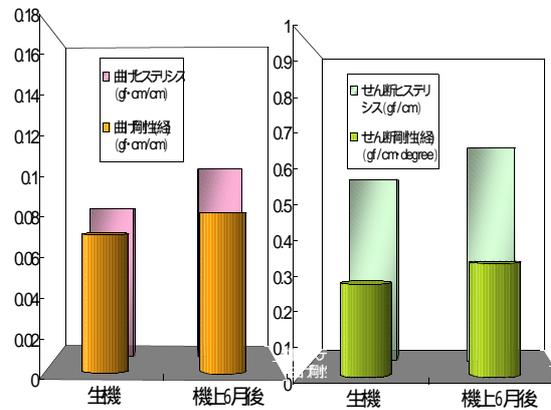


図10 ポリ乳酸系使いの織物の曲げ及びせん断特性

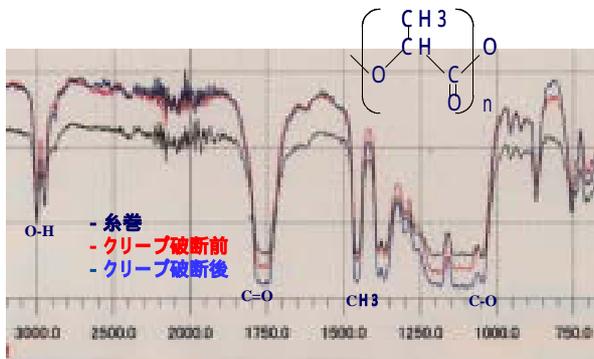


図7 ポリ乳酸系のクリープ破断前後のIR

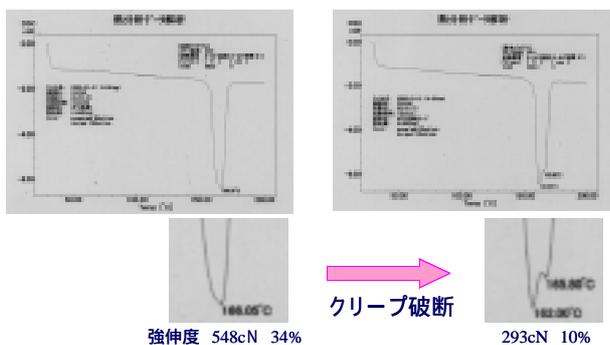


図8 ポリ乳酸系のクリープ破断前後のDSC

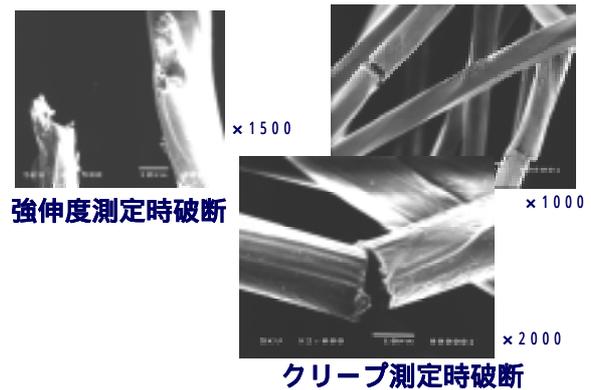


図11 ポリ乳酸系のクリープ破断の電子顕微鏡写真

以上のことから、ポリ乳酸系のクリープ破断に至る過程及び因果関係を見出したので、次に、この糸の取り扱い条件について検討してみることにした。さわやかな触感と耐用年数の関係から、春夏用シャツ地として考慮すると、細い加工糸を用いた燃系条件では（図12）、フィ

ラメントが収束し抱合力が高くなる S 400t/m あたりが取り扱いやすいと推測された。

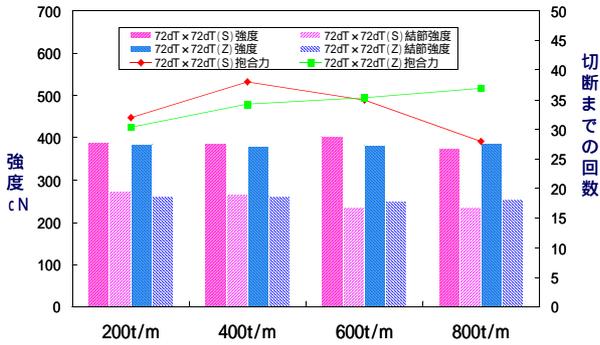


図12 ポリ乳酸系の最適撚糸条件

また、曲げ剛性が比較的高く、クリープによる伸度低下が予想されることから、ウールや綿のような伸度のあつ紡績糸との複合化が望ましいといえる。(図13)

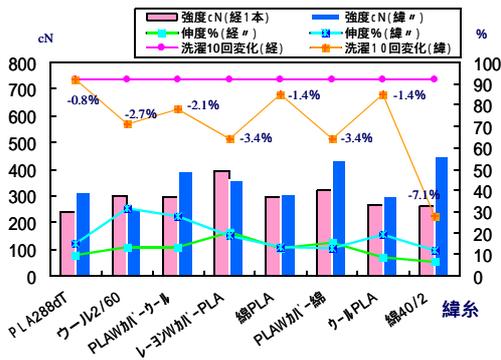


図13 ポリ乳酸系との複合織物（6ヶ月後）の物性

クリープと加水分解の影響を極力避けるためには、糸の製造月日の新しい新鮮な糸を選ぶことと熱セット温度(8)に注意することが重要で、先染め糸か、早めの染色仕上を 110 以下で行うことにより、熱処理効果(アニーリング)を生かし(図14)安定した強度と高い伸度を得よう留意する必要がある。

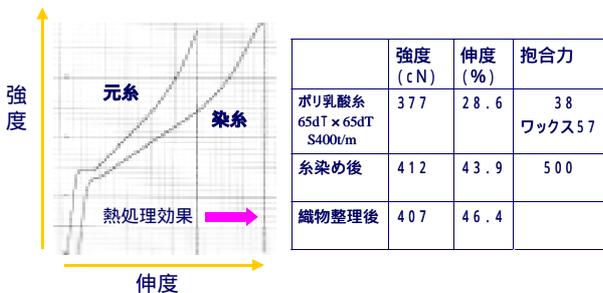


図14 ポリ乳酸系の熱処理効果

以上の結果を踏まえ、産地企業の研究会(FDCプランナー協議会(座長 青井大善氏))において、環境に優しい夏用イベントシャツ地の試作開発が実施された。実用消費性能としては、洗濯30回後の寸法変化率-3%以内、サンレイ法を用いた防しわ率では96%以上、30回洗濯後でも110低温アイロン20秒ですじが回復し、色落ち等の染色堅牢度では、すべての項目で4-5級以上の優秀な結果となった。

七夕用イベントシャツ地 FDCプランナー協議会



図15 ポリ乳酸系使いの夏用シャツ地

4. 結び

成果をまとめると次の通りである。

- (1) 従来糸とは糸物性が大きく異なるポリ乳酸系について、製織上問題となるクリープ現象等の経時変化について実験し、糸のクリープ破断に至る過程及びその因果関係を明らかにした。
- (2) 撚糸・製織時張力と経時変化との関係解析からクリープ破断等の経時変化が起きにくい糸構造、製織条件、張力設定を見出した。
- (3) 上述の成果を反映させ、環境に優しい新触感素材織物としてポリ乳酸系を中心とした夏用シャツ地織物の試作開発を行い、実用性能の向上が図られた。

文献

- 1) Y.E.El.Mogahzy, W.S.Perkins; Text. Res. J., 62, 317-324 (92)
- 2) 河原 豊, 中島 茂; 織学誌, 48, T 671 ~ 676 (1992).
- 3) 古江 治美; 高分子, 35, T 654 ~ 657 (1986)
- 4) クラレ; プラスターチ技術資料
- 5) 浅井他; 繊維連合研究発表会要旨集, 24(2002)
- 6) 龍嶋他; 繊維連合研究発表会要旨集, 55(2002)
- 7) 胡他; 高分子論文集, 51, 486 ~ 492 (1994)
- 8) 天野他; 繊維連合研究発表会要旨集, 103(2002)