

経常研究

サステナブルな素材を用いたトーションレースの編成性評価と 試作品の開発

島田 千花子* 堀江 昭次*

Assessment of the Manufacturability of Torchon Lace Using Sustainable Materials and
the Development of Prototype Products

SHIMADA Chikako and HORIE Shouji

環境に配慮したトーションレース製品の開発に向け、サステナブルな素材を用いたトーションレースの編成条件を検討した。各素材に応じ、必要な合捻糸等の前処理を行い、編成条件とレースの編成性評価の関係について検討した。その結果、ポリ乳酸等の天然由来素材と綿を主体としたリサイクル素材は、編成条件を適切に組み合わせることで良好な編成性を得ることができたが、紙糸やポリエステルを主体としたリサイクル素材は編成が困難であった。また、編成したレースを使用して見本帳及び服飾小物への応用に向けた試作品の作製を行った。

Key words: トーションレース、サステナブル、試作、見本帳

1 はじめに

主に服飾付属レースとして用いられているトーションレースは、足利市の地場産業の一つであるが、海外生産による受注減、製品の低価格化、原材料の高騰など厳しい状況にあり、付加価値の高い製品が求められる。

こうした中、繊維業界では、サステナビリティに対する関心が高まっており、トーションレース業界においても、環境へ配慮した製品の展開が必要不可欠となっている。各社の製品ラインナップを見ると、オーガニックコットン等のサステナブルな素材を使用し、製品展開を行う企業も見受けられる。そのため、今後は服飾付属レースとしてだけでなく、環境に配慮した素材による製品開発が重要となる。

そこで本研究では、環境に配慮したトーションレース製品の開発に向け、現在、トーションレースの素材としてあまり用いられていないポリ乳酸繊維糸やリサイクル糸等のサステナブルな素材を使用し、トーションレースの試作と編成性評価を行った。具体的には、典型的なトーションレース組織を編成し、各素材の編成性の比較及び編成条件の検討を行った。さらに、服飾小物等への応用について検討するため、当該素材で編成した生地を用いた試作を行った。

2 研究の方法

2. 1 素材の選定

サステナブルな素材として、生分解性を有していること、再生可能な資源であること等を基準に選定した。

2. 2 組織及び編成条件の検討

初めに、各糸の基礎的な特性を確認するため、2. 1 で選定した糸素材について、次の物性試験を行った。

- ・単糸引張強さ及び伸び率 JIS L 1095 : JIS 法
(試験回数を 30 回に変更)
- ・より数 JIS L 1095 : JIS 法
(試験回数を 20 回に変更)
- ・織度 見かけテックス及び番手 JIS L 1095
(糸長 2 m あたりの質量に変更)

次に、編成性評価のための編成試験を行った。ただし、物性試験によりそのままでは編成が難しい糸については、合糸機（株式会社山田鉄工所製、YMD 型 4 本取り）を用いた合糸、イタリー式捻糸機（津田駒工業株式会社製、TF）を用いた捻糸、常圧スチーマー（㈱島精機製作所製、SSB0708）を用いた捻り止めの前処理を行った。組織については、基本的な組織であるトーショングラウンド（バイアス糸のみで構成される、編み下がりしやすい組織）とリールグラウンド（芯糸とバイアス糸で構成される、編み下がりしにくく、一般に編成性に優れるとされる組織）の 2 種類とした。その他の編成条件については、通常、使われることが多い綿素材の編成条件で編成

* 栃木県産業技術センター繊維技術支援センター

したレースと比較するため、張力用スプリングはバイアス糸、芯糸ともに 80 g とした。また、編み下がりに大きく影響を及ぼすことが想定される巻取速度は、編み下がりしやすいトーショングラウンドでは、1.0、0.8、0.6 (mm/rev) の順に 3 パターン、編み下がりしにくいリールグラウンドでは、1.0、0.5 (mm/rev) の順に 2 パターンで編成を行った。編成には、トーションレース機（日本マイヤー株式会社製、SMK96/45NC）を使用した。

2. 3 生地見本帳と試作品の作製

2. 2 で編成したレース生地を用いて、編成条件によるレースの仕上がりの違いを確認できる見本帳を作製した。併せて、服飾小物等への応用に向けた試作品の作製を行った。

3 結果及び考察

3. 1 素材の選定

サステナブルな素材として、市場で入手しやすい天然由来素材 3 種・リサイクル素材 3 種の合計 6 種類の糸を選定した。

〔天然由来素材〕

- ・ポリ乳酸 (PLA) 紡績糸 (PLA100%、単糸) (ハイケム株式会社製) …糸①
- ・PLA 混紡糸 (PLA30%・綿 70%、単糸) (ハイケム株式会社製) …糸②
- ・紙糸 (紙 100%、三子糸) (株式会社長谷川商店製) …糸③

〔リサイクル素材〕

- ・廃棄衣料由来の色分別再生糸 (廃棄衣料 30%・綿 70%、双糸) (兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター提供) …糸④
- ・廃棄衣料由来の色分別再生糸 (廃棄衣料 50%・綿 50%、双糸) (兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター提供) …糸⑤
- ・廃棄衣料由来の再生糸 (廃棄衣料 50%・ポリエステル 50%、単糸) (兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター提供) …糸⑥

3. 2 組織・編成条件と編成性の評価

3. 1 で選定した 6 種類の糸素材について、物性試験 (単糸引張強さ及び伸び率、より数、織度) を行った。測定結果を表 1 に示す。

次に、編成条件の検討について、糸①と②については、表 1 から、他の糸と比べて引張強度の値が低く、編成時の糸切れが予見された。そのため、比較用の綿糸 (20 番三子糸) と同一の太さにするために前処理を行った。具体的には、20 番単糸の状態である糸①、②それ

表 1 物性値

糸	見かけ織度 (tex)	撚り数 (T/m)		引張強度 (N)	伸度 (%)
		下	上		
①	29.5	626.0		3	22.4
②	29.0	544.0		6	7.5
③	257.5	-	37.9	14	3.6
④	45.0	-	317.7	14	7.4
⑤	49.5	-	316.6	11	6.5
⑥	83.0	374.0		11	23.3

-: 未測定

ぞれについて合糸機を用いて 3 本合糸した後、イタリア式撚糸機で①、②共にギヤ比 313 T/m の設定で撚糸を行った (実測 ①305.6 T/m、②327.7 T/m)。また、撚り止めは、通常 100℃30 分程度とするところ、PLA の特性を勘案し、80℃20 分の条件とした。

次に、編成については、素材による編み下がり の状況を分かりやすくするために、各素材間に抜き糸を入れ、区切りをつけながら 1 枚のレースとして同時に行った。その結果、糸①、②ともトーショングラウンドでは、巻取り速度 1.0 mm/rev では編成が可能であったが、0.8 mm/rev ではやや編み下がりが発生し、0.6 mm/rev では完全に編み下がりが発生した。リールグラウンドでは、巻取り速度 1.0 mm/rev、0.5 mm/rev 共に問題無く編成することが出来た (図 1)。

なお、編み下がりが発生し、編成性が△または×の場合であってもレースの編成は多少可能であったが、編成を続けていくと編み下がりによる糸同士の絡まりが発生し、編成困難となった。

3 本合糸した糸①、②に関しては、本試験条件下では差が見られず、通常製品として使用されることの多い 20 番三子の綿糸と同一の編成性であることが示された。

次に、糸③については、引張強度の値が高かったため、前処理 (合撚糸) は行わずに準備を進めたが、編成準備工程 (スピンドルへの糸通しやボビンから糸を引き出す際等) で多数の糸切れが起こった。糸切れの原因は糸③の紙糸独自の形状によるものと考え、糸を円状にするため、追撚又はカバーリング (芯となる糸に別の糸を巻き付け、芯糸をカバーする) の処理を行った。追撚は、上よりに対してギヤ比 110 T/m の設定で行った (実測 176.9 T/m)。また、カバーリングは、ダブルカバーリングマシン (片岡機械工業株式会社製、PF-D230) を用いて、糸③を芯糸に、カバー糸を水溶性ビニロン糸とし、606 T/m でシングルカバーを行った。

その結果、追撚した糸③は、編成準備工程での糸の引っかけや糸切れが解消した。しかし、実際に編成を

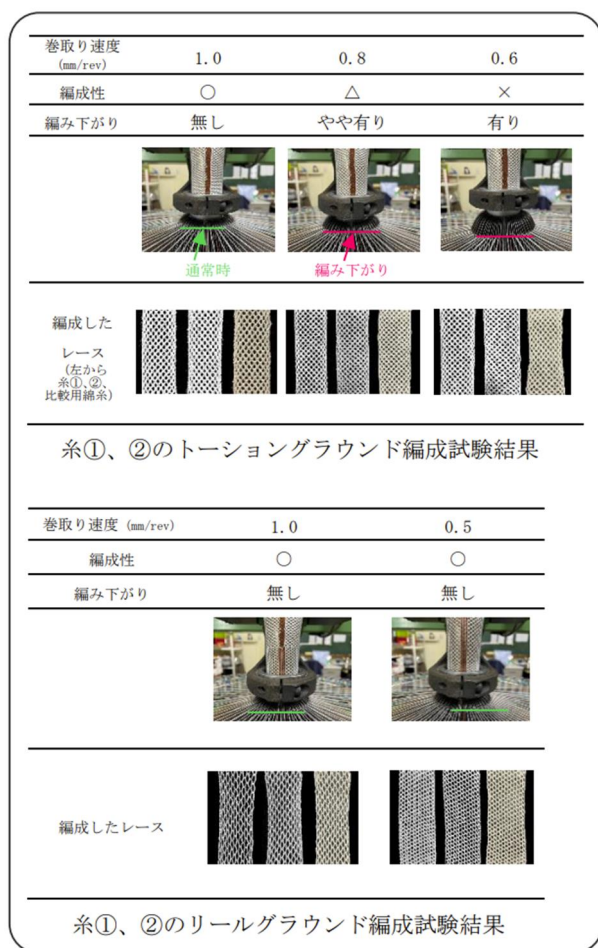


図1 糸①、②の編成試験結果

始めると、糸同士の絡まりが発生し編成が出来なかった(図2)。一方、カバーリングした糸については、編成準備工程での糸切れや、編成時にスピンドルから引き出された糸が元に戻らない状態(図3)が発生したことから、本実験条件では編成することが出来なかった。実験中の糸の状況から考察すると、糸③は通常の糸に比べ糸の形状が平面的であり、硬さがあることから、柔軟性の欠如によるものと考えられる。

糸④及び⑤についても、糸③と同様の理由により前処理は実施せず編成を行った。編成時は、糸①、②で試験を行った時と同様、素材による編み下がり状況を分かりやすくするため、抜き糸を入れて2種類の素材を区切り、同時に編成を行った。

その結果、トーショングラウンドでは、巻取り速度 1.0 mm/rev では編成が可能であったが、0.8 mm/rev では糸④、⑤共に編み下がりが発生した。また、レース巻取り時に糸⑤の耳部の糸切れが発生した。物性値の測定結果から、糸⑤は糸④より廃棄衣料の割合が多く引張強度が弱かったため、多数の糸切れが発生したと考えられる(図4)。リールグラウンドでは、糸④、⑤共に巻取り速度 1.0 mm/rev、0.5 mm/rev の両条件で編成することが

可能であった。

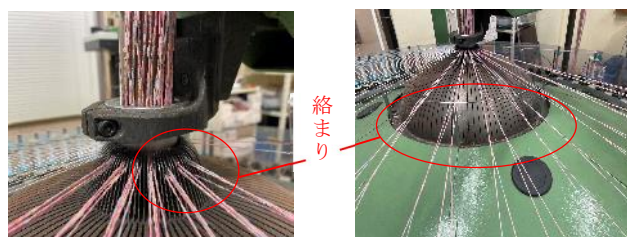


図2 追撚した紙糸の編成試験の様子

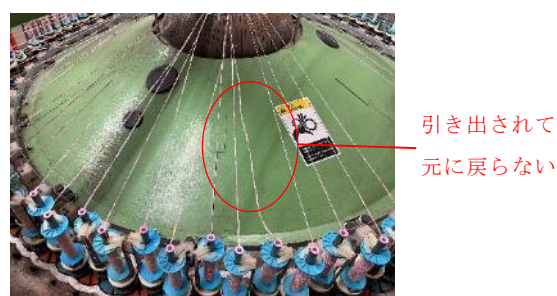


図3 カバーリングした紙糸の編成試験の様子

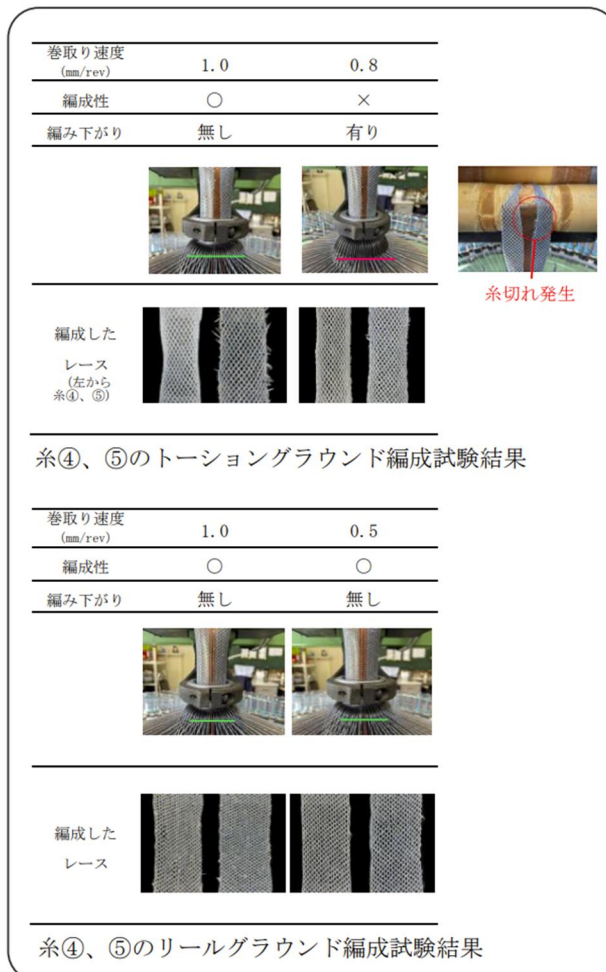


図4 糸④、⑤の編成試験結果

糸⑥についても、糸③と同様に前処理は実施せず編成を行ったところ、編成準備工程でスピンドルに糸通しを

行う際、数本糸切れが発生した。糸切れの様子から、全体的な糸の強度の問題では無く、ランダムな切れ方であったため続けて編成を行ったところ、トーショングラウンド、リールグラウンド共に多数の糸切れが発生した。さらに、糸④、⑤と比べて編み下がりしやすいことが明らかになった。また、糸の毛羽立ちが発生し、交差する糸同士の絡まりも頻発した(図5)。そこで、糸⑥について、前処理として合糸、撚糸、撚り止めを行った。具体的には、糸の強度を高めるために糸⑥を3本に合糸した後、ギヤ比 313 T/m の設定で撚りをかけ(実測 277.2 T/m)、100℃30 分の条件で撚り止めを行った。その結果、糸切れの発生が抑えられた。しかし、糸の絡まりは処理前同様に発生し、編成することは困難であった(図6)。

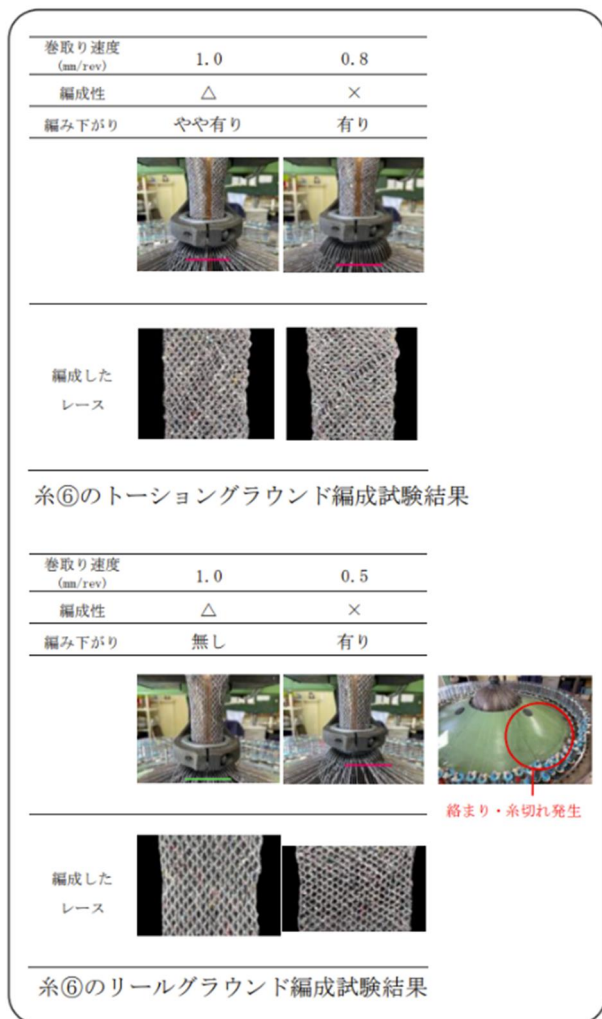
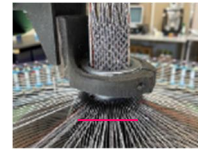


図5 糸⑥の編成試験結果

糸⑥に関しては、糸の太さムラが大きく、平均的な綿糸よりも強度が低いことが、²⁾ランダムに糸切れが発生した要因と考えられる。また、糸同士の絡まりについても、毛羽が長いこと²⁾が一因として考えられる。今回は、糸⑥を3本で合糸し、撚りを加えても糸同士の絡まりを

抑えることは出来なかった。ボビンから巻取り部にかけての糸絡まりの抑制に向けては、糸をストロー等のチューブ状のものに通す等の工夫が必要と考えられる。

巻取り速度 (mm/rev)	1.0
編成性	×
編み下がり	有り



絡まり発生

 編成した
レース

 図6 合撚糸した糸⑥の編成試験結果
(組織：リールグラウンド)

廃棄衣料由来の糸に関して、糸④、⑤については、各糸の廃棄衣料の割合による糸の強度差が、編成時の糸切れ等に影響を及ぼしたと考えられる。また、糸⑥については、ポリエステル等との混紡による糸の太さムラや毛羽の長さが、編成時の糸同士の絡まりを発生させることが考えられるため、毛羽立ちを抑える工夫が必要であることが明らかになった。

3. 3 生地見本帳と試作品の作製

3. 2で編成したレース生地を用い、編成条件によるレースの仕上がりの違いを確認するための見本帳を作製した(図7)。併せて、編成性が良好であった糸①及び②を用いて、試作品を2点作製した(図8)。柄は、当センターが保有しているデザイン資料から図案の調整を行ったものを使用した。なお、トーショНРレースを生地として使用する際に、裁断した生地端のほつれやバイアス方向の伸びを抑制し、製品の強度を高めるため、裁断前に伸び止めテープを用いてからパイピング仕上げを行った。試作した2点は次の通り。

①ネクタイ風首飾り(糸①を使用)

素朴でありながらもクラシカルな魅力を持つトーショНРレースと、シルク調サテンの光沢により、顔周りを明るく華やかに演出するアイテムとして、大柄を活かしたネクタイ風首飾りを作製した。首後ろのチェーンでサイズ調節が可能であるため、幅広いコーディネートが可能である。

②レースネクタイ(後染めした糸②を使用)

手持ちのネクタイに重ねて装着することが出来るレースネクタイを作製した。レースの透け感を活かし、手持ちのネクタイの雰囲気を変えることが可能である。

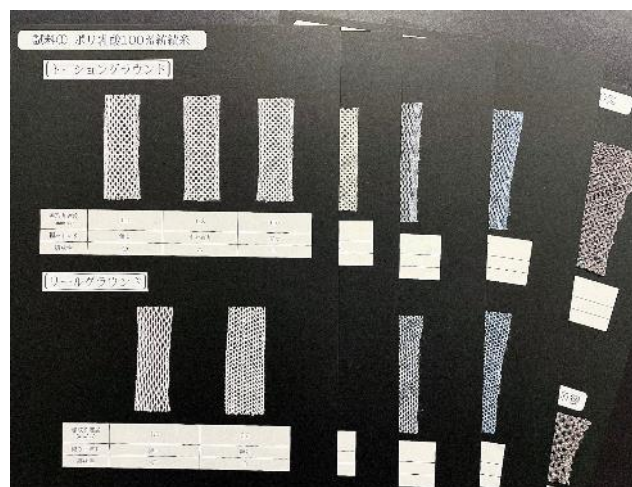


図7 生地見本帳



①ネクタイ風首飾り

②レースネクタイ

図8 試作品(2点)

4 おわりに

本研究では、環境に配慮したトーションレース製品の開発に向け、6種類のサステナブルな素材を用いたトーションレースの編成性評価と試作品の作製を行った。

その結果、ポリ乳酸等の天然由来素材と綿を主体としたリサイクル素材は、編成条件を適切に組み合わせることで良好な編成性を得ることができたが、紙糸やポリエステルを主体としたリサイクル素材は編成が困難であった。また、当該素材を用いて、服飾小物への応用に向けた試作を行った。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、PLA 紡績糸の提供及び当該繊維の取扱いについてのご指導をいただきましたハイケム株式会社貿易本部営業支援室 橋本隆司氏、廃棄衣料由来の再生糸の提供及び取扱いのご指導をいただきました兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター 東山幸央氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 松島四郎：『トーションレース工業Ⅱ』，トーションレース工業技術図書刊行会版，(1959)
- 2) 東山幸央ら：『兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター 研究報告』，第56号，1-4，(2024)