

シルクデニット糸を使った高付加価値型シルク素材の開発

Research and development of high value-added silk textile using silk knit-de-knit yarn

福島技術支援センター 繊維・材料科 中村和由 佐藤優介 長澤浩 東瀬慎

本研究では、ハイテクプラザの糸加工技術(特開 2018-165413)を活用し、県内企業が取り組む繊維製品の高付加価値化と繊維製品の地域ブランド化を目指すことを目的としている。本年度は織物用デニット糸(緯糸)の作製方法の選定、及び試作織物の課題抽出を行った。

Key words: デニット糸、緯糸加工糸

1. 緒言

ヨーロッパを中心としたファッション市場では長年、高付加価値な繊維素材であるシルクを原料とした繊維製品が、最高級ファッションとして富裕層を中心に安定した需要を確保している。

一方で、近年の気候温暖化や住宅の高気密化、ライフスタイルの変化等により、アパレル衣料全般が軽量化、薄地化へシフトする傾向にある。

このような動向を踏まえ当センターでは、従来開発してきたシルク加工糸をより軽量化、薄地化できる新しい糸加工技術(特開 2018-165413)の知財化を進め、地域産業の基盤技術となる新たなシルク加工糸を開発することで、県内の繊維関連企業へ成果普及、技術移転することを目標としている。

最終的には県内で加工、製品化を実現する新たなサプライチェーンへの転換を進め、現在企業が取り組む繊維製品の高付加価値化、福島県産の繊維製品の地域ブランド化を目指すことを目的としている。

図1に示すシルクデニット糸^{注1)}(以下、デニット糸)は、従来のニット・デニット糸(解編糸)とは異なり、解編糸の内部にループ結節を保持することで、伸縮性と嵩高性に優れることを特長としている。そのためシルクの持つ独特の風合いや光沢感、そして優美なドレープ性をニット用及び織物用加工糸として幅広く展開できる可能性がある。



図1 シルクデニット糸の外観

しかし、これまでニット用に開発したデニット糸を織物に使用した場合、緯糸に掛かる製織時の荷重により、デニット糸が最大伸度まで伸び切った状態で固定化されるため、出来上がった織物はソフト感も嵩高性にも乏しい織物となり、デニット糸の特長が発現されないという課題があった。そこで、本研究では織物用デニット糸(以下、緯糸加工糸^{注2)})の作製方法の選定、

及び県内織物企業と共同で試作織物の課題抽出を行った。

2. 試験方法

2. 1. 試料と試験機器

各種加工糸の作製条件を表1～4に示す。

表1 デニット糸の作製条件(緯糸加工糸原料)

緯糸加工糸原料	素材	下撚数 [T/m]	構成数 [本]	編針数 [本]	解編数 [本]	織度[D]
デニット糸①	生糸21中3片+27中×1+水ビ60D	1600	1	8	5	338
デニット糸②	生糸21中3片+27中×1+水ビ30D			16	3	203
デニット糸③	生糸21中3片+27中×1					142

表2 合撚糸の作製条件

合撚糸	素材	織度[D]	下撚数 [T/m]	構成数 [本]	撚数[T/m]	撚方向
合撚糸	デニット糸	142	2600	1	536	Z
	生糸	28中		1		

表3 カバーリング糸の作製条件

カバーリング糸	素材	織度[D]	下撚数[T/m]	構成数[本]	撚数[T/m]
芯糸	生糸	28中	2600	1	
鞘糸	S撚り	デニット糸	189	1	500
	Z撚り	生糸	21中×2片	無撚	230

表4 緯糸加工糸の作製条件

	芯糸	鞘糸		巻取 [m/min]	倍率	送速度 [m/min]	仕上織度 [D]
		デニット糸					
		S撚[T/m]	Z撚[T/m]				
緯糸加工糸①	生糸 28中×1	デニット糸①	220	4.85	1.8	5.5	840
緯糸加工糸②		デニット糸②	650				
緯糸加工糸③		デニット糸③	120				

2. 2. 試験方法の詳細

2. 2. 1. 接触冷感値(Q-max)測定方法

表5に示すサーモラボII型試験機を使い、JISL1927に準拠した上で、標準状態 20[°C], 65±10 [%RH]+10°C [ΔT=10°C]の条件下で、生地1枚につき任意に5点測定し、その平均を求めた。

2. 2. 2. 圧縮性測定方法

表5に示す圧縮試験機を使用し、圧縮特性に関する基本物性値を標準状態 20[°C], 65±10 [%RH]の条件下で生地1枚につき任意に3点測定し、その平均を求めた。

2. 2. 3. 嵩高性の算出方法

上記の圧縮試験機から求めたT0を使い、単位重量当たりの繊維体積を嵩高性として、下記より算出した。

$$\text{嵩高性}[\text{cm}^3/\text{g}]=T0/(W \times 10^3)$$

W：織物の目付[g/m²]

T0：織物の厚み[mm]

表5 加工機器と測定機器

	用途	機器名
合撚加工機	合撚加工系の試作	KF5(須賀機械(株))
カバーリング機	芯鞘加工系の試作	KO-U-HT (資) 苺金機械製作所
圧縮試験機	圧縮特性の評価	KT-3(カトーテック(株))
サーモラボⅡ試験機	接触温冷感の評価	KT-100(カトーテック(株))

3. 結果と考察

3. 1. 緯糸加工系の作製方法の選定(合撚系)

ソフト感と嵩高性に富む、表1に示すニット用デニット糸を織物用に使用した場合、デニット糸の特長が発現されないことがこれまでに分かっている。

そこで、製織時にデニット糸が伸び切らないように、低伸度の糸と一体化した緯糸加工系の作製条件を検討した。具体的には、低伸度の糸(生糸)に撚糸、巻取、製織時の荷重を吸収させ、表1に示す高伸度の糸(デニット糸)をできるだけ無荷重に近い状態で、低伸度の糸に固定させる方法の二点について解決方法の検討を進めた。

複数本の糸を一本の緯糸として使用する場合、糸同士が分離しないように絡み合いを持たせ、製織時に均一な伸度となるよう一体化させる必要がある。一般的には複数本の糸を引き揃え、一方向に適度な撚りを掛けた合撚糸と呼ばれる緯糸加工系を作製する。

しかし、伸度の異なる糸同士を表2の条件で合撚すると、高伸度の糸は撚糸、巻取荷重により、最大伸度付近まで伸長され、低伸度の糸はわずかな伸長範囲内で互いに撚糸されるため、出来上がった緯糸加工系は高伸度の糸と低伸度の糸が、共にスナール状に絡み合った図2(上)に示す形状となり、デニット糸のソフト感と嵩高性の特長が大きく損なわれたものとなった。

3. 2. 緯糸加工系の作製方法の選定(芯鞘系)

次に低伸度の糸を芯糸として、その外周部に高伸度の糸を巻きつける方法を検討した。この方法は過去に知財化した中空シルクの加工技術の一部を応用した方

法である。

表3の条件で作製した芯鞘構造(カバーリング系)の緯糸加工系は、合撚糸の加工系に比べスナール等の発生はないものの、芯糸に対して鞘糸がコイル状に巻付くのではなく、図2(下)に示すように、逆に高伸度の鞘糸に低伸度の芯糸が巻き付く外観となり、デニット糸の特長である伸縮性と嵩高性が損なわれたものとなった。その理由として、芯糸に対して鞘糸の織度(太さ)が太いため、撚りトルクのアンバランスから芯鞘構造が逆転したと考えられる。

よって、芯糸と鞘糸の織度を同程度に調整する方法が考えられるが、芯糸の織度を太くすると、デニット糸の緯糸加工系全体に占める割合が減少し、結果的に目的の風合いとはかけ離れたものとなるため、芯糸の織度は固定し他の方法を検討した。



図2 合撚系(上)と芯鞘構造系(下)

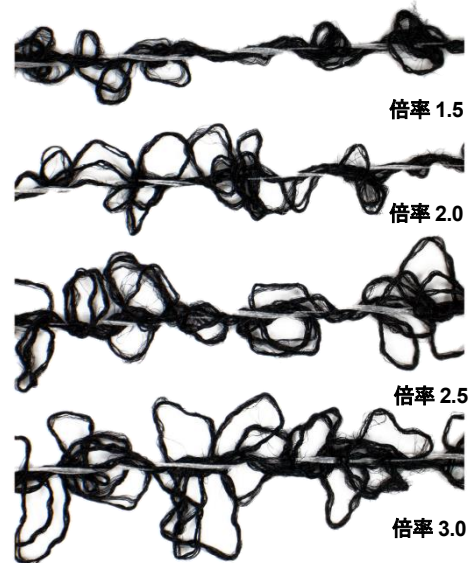


図3 鞘糸の環状の弛み(リング)

以上二つの結果は、高伸度の糸が巻取、撚糸荷重によって伸長されること、及び低伸度の糸に対して撚りトルクが大き過ぎることが、デニット糸のソフト感と嵩高性が失われる主因であると言える。

3. 3. 緯糸加工系の作製方法の選定(リング系)

そこで芯糸(低伸度)に鞘糸(高伸度)を供給する際、巻取、撚糸荷重により鞘糸が伸長する前に、芯糸

に対して鞣糸を過剰に供給する方法を検討した。(鞣糸の送り速度>芯糸の巻取速度)

換言すれば芯糸に対し、積極的に鞣糸の環状の弛み(以下、リング)を作る方法であり、従来の意匠撚糸の作製方法を応用したものである。この方法により、鞣糸を芯糸の送り速度に対して、1.5倍から3倍の範囲で過剰に送り出すことで、図3に示す芯糸の外周部に鞣糸がリング状に発現できることが確認できた。

出来上がった緯糸加工糸は、芯糸が破断荷重または破断伸度を越えなければ、鞣糸のリングは常に無荷重に近い状態を保つことができるため、デニット糸のソフト感と嵩高性を緯糸加工糸として保持できると考えられる。

3. 4. 試作織物の評価と課題の抽出

製織の初期段階では、経糸密度が緯糸に対して過密となり、緯糸加工糸のリングがほぼ完全に経糸に抑え込まれ、デニット糸のソフト感と嵩高性に乏しい織物となった。

そこで織物企業と再検討した結果、経糸密度を従来の一般的な絹織物の1/2程度まで粗く設計し、織物の欠点の一つであるスリップ(経糸、緯糸交差点のズレ)が許容できる表6に示す経糸密度を選定した。また緯糸加工糸のソフト感と嵩高性を発現させるため、平組織から図4に示す袋二重組織(二重織物組織)へ設計変更を行い、密度と組織の両面から試作織物の作製を進めた。

試作織物の圧縮試験結果を表7に示す。表7の結果より試作織物は羽二重の絹織物(以下、従来織物)に比べ目付、生地厚共に大きな値を示し、目付は約4~6倍程度重く、生地厚は10倍以上の値を示す。

試作織物は、ソフト感と嵩高性の目安となる WC/T0 の値が、従来織物の約二倍の値を示す一方で、両社の回復性 RC に違いは見当たらない。

試作織物①は、表4及び表1に示す解編数5のデニット糸①を使用しているため、生地厚、目付共に他の試作織物より大きな値を示すものの、嵩高性は試作織物③より低い値を示した。

試作織物③の(T0-TM)/T0が、他の試作織物より高い値を示す理由は、(T0-TM)/T0は初期荷重0.5[g/cm²]の生地厚 T0 と、50[g/cm²]時の生地厚 TM 間のストローク量の割合であることから、他の試作織物より緯糸加工糸の織度が小さく、嵩高性の高い試作織物③が有利となったと言える。試作織物③の袋二重組織の外観と織物表面の写真を図5に示す。

また表7に示す試作織物の目付が大きい理由は、表4の緯糸加工糸の織度(太さ)の影響であり、より軽量の試作織物とするには、今後緯糸加工糸の設計段階で軽量化を図る必要がある。図5(下)より、試作織物の表面にはデニット糸のリングが一様に露出し、シボの

ような凹凸感が確認される。試作織物と従来織物の表面凹凸の差を、接触温冷感試験(Q-max 値)により機能性評価した結果を図6に示す。

表6 試作織物の設計仕様

	組織	織物構成系		密度[本/cm]		丈[m]	幅[m]	織機
		経糸	緯糸	経	緯			
試作織物①	袋二重組織 (平組織)+ 経糸結節	生糸 21中×2	緯糸 加工糸①	28	15	2	0.6	シャトル 織機
試作織物②			緯糸 加工糸②	28	17			
試作織物③			緯糸 加工糸③	28	18			

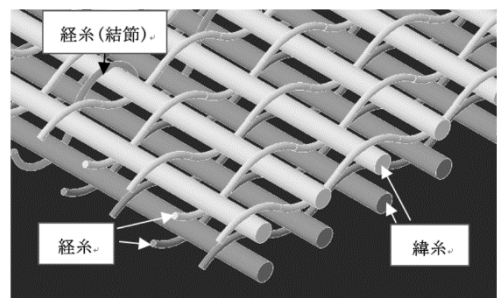


図4 袋二重組織の模式図

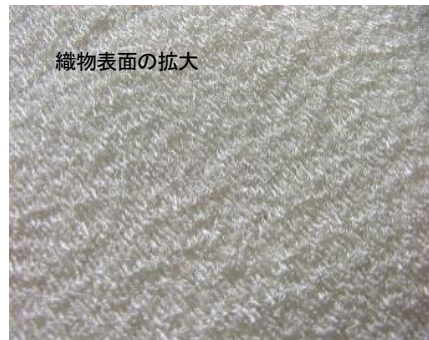


図5 試作織物③の袋二重組織(上)と織物表面(下)

表7 試作織物の圧縮試験結果

	目付 [g/m ²]	生地厚 [mm]	嵩高性 [cm ³ /g]	LC	WC	TM[mm]	[T0- TM]/T0	WC/T0	RC[%]
絹織物 [羽二重]	47.5	0.2	4.7	0.33	0.06	0.15	0.33	0.27	50.8
試作織物①	297.8	2.2	7.3	0.39	1.68	1.57	0.52	0.51	53.7
試作織物②	237.1	1.8	7.8	0.45	1.37	1.27	0.49	0.55	47.2
試作織物③	177.1	1.9	10.8	0.38	1.75	1.21	0.61	0.57	57.6

LC: 値が小さいほど生地の圧縮初期特性が柔らかい
 WC: 値が大きい帆と生地にソフト感、嵩高性がある。
 T0: 値が大きいほど生地に厚みがある(0.5g/cm²)
 TM: 値が大きいほど生地に潰れ難い(50g/cm²)
 (T0-TM)/T0: 値が大きいほどふんわり感が高い
 WC/T0: 値が大きいほどソフト感、嵩高性に優れる
 RC: 値が大きいほど圧縮除去後の回復性が良い

試作織物の Q-max 値は、従来織物に対して約三割以上低い値を示した。この理由として、試作織物は従来織物に比べ織物表面に微細な凹凸が多数存在するため、センサー面との接触面積が減少し、Q-max 値が低下したと考えられる。

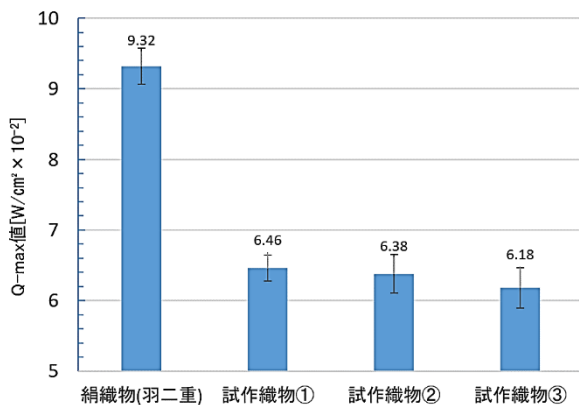


図6 Q-max 値の測定結果 [ΔT=10°C]
 誤差範囲は 95%信頼区間を示す

したがって、表面に微細な凹凸を持つ試作織物は、従来織物を秋冬期に着用した際の冷感を低減できる可能性があり、今後幅広いデニット素材として活用が期待できる。図5(下)に確認できる微細な表面凹凸は、緯糸加工糸のリング部分が経糸間の隙間から、不規則に織物表面に露出したことにより、凹凸が形成されると考えられる。

そこでリングを形成するS方向の鞣糸撚数と、作製した緯糸加工糸のリング間隔を計測した結果を図7に示す。織物表面に露出するリング間隔は、S方向の鞣糸撚数と共に減少する傾向にあることが分かる。

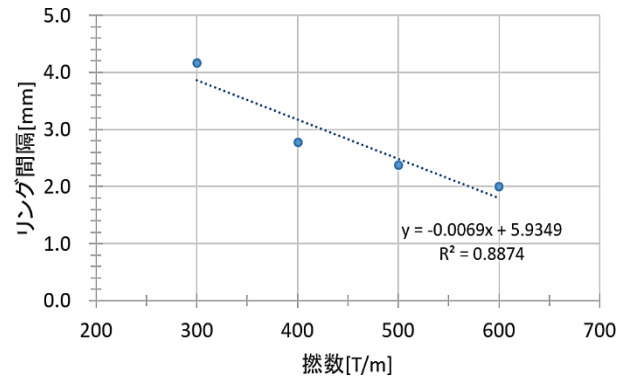


図7 鞣糸撚回数とリング間隔の関係

一方、表6に示す経糸密度から、経糸間の隙間は約0.33[mm]であり、この経糸間隔にリングを効率よく露出するには図7の回帰式からS方向の鞣糸撚数を算出した結果、現在の650[T/m]から約800[T/m]付近へ変更することで、試作織物の表面凹凸がより形成され易くなる可能性が示唆される。

4. デニット糸素材の求評出品

織物用と並行して開発中のニット用デニット糸を使い、図8に示す試作編地を下記の展示会へ求評出品し、新規シルク編地の素材提案を行った。

「二色ジャガード組織によるシルクデニット編地」
 展示会：ジャパン・テキスタイル・コンテスト2020
 場所：愛知県一宮市大和町馬引字南正亀 4 番地 1 (公財)一宮地場産業ファッションデザインセンター
 主催：ジャパン・テキスタイル・コンテスト開催委員会、審査会：令和2年10月28日(木)・29日(金)



図8 二色ジャガードによるシルクデニット編地

5. 結言

本年度は緯糸加工糸の作製方法の選定、及び試作織物の課題の抽出を行い次の結果を得た。

①織物用デニット糸(緯糸)の問題点を解決した緯糸加工糸の作製条件を選定した。

②上記緯糸による試作織物は、従来織物と比べ表面に凹凸があるためQ-max値が低く、ソフト感と嵩高性に優れる。

③鞘糸のリング間隔と経糸間隔の関係から、緯糸加工の要件と試作織物の課題抽出を行った。

参考文献

- 1) 特開 2018-165413
- 2) 特願平 11-137948
- 3) 東瀬, 中村, 長澤; 織機誌, 72, P658-662 (2019).
- 4) 奥村正勝; 織学誌, 60, P104-109 (2004)
- 5) 大沢源一郎; 繊維工学, 23, P72-76 (1970)
- 6) 特開 2021-017675
- 7) 特開 2020-026596