

研究論文

撚糸加工がカバードヤーンの編成性に及ぼす影響

山内宏城^{*1}、村井美保^{*2}、長崎茜^{*1}

Effect of Twisted Yarn Processing on the Knittability of Covered Yarn

Hiroki YAMAUCHI^{*1}, Miho MURAI^{*2} and Akane NAGASAKI^{*1}Owari Textile Research Center^{*1*2}

撚糸加工によりステンレス線にビニロンをカバリングしたカバードヤーンについて、製造条件の違いが糸の編成性に及ぼす影響を調査した。カバー糸の撚り数を増やすと糸の摩擦力ははじめ小さくなったが、のちに大きくなった。織度が小さい糸をカバー糸に用いると糸の摩擦力は小さくなった。カバー糸の巻き取り張力や巻き取りローラーの速度を上げることで糸の摩擦力は概ね小さくなる傾向にあった。カバー糸の撚り数を増やすと糸の MIU は概ね小さくなり、MMD は大きくなる傾向がみられた。

1. はじめに

私たちは日々の生活において織物や編物(ニット)、組紐といった繊維製品を利用している。糸を交差させながら作る織物や組紐とは異なり、ニットは編針で糸を屈曲させることで編目を形成し、これを連ねていくことで作られている。ニットは一般的に伸縮性に優れ、人体のような複雑な形状においても追従しやすいといった特長がある。近年は工業用編機の飛躍的な進歩により編成可能な製品の領域も広がってきており、ニット製品の利活用は非衣料品の分野においても拡大している。

近年、繊維業界では多様な素材を用いてニットを編成することが試みられている。当センターではこれまでに炭素繊維を編機で編成することを試み、ニットを基材とした繊維強化樹脂(FRP)の開発とその実用化に向けて取り組んできた^{1)~3)}。炭素繊維は折損しやすく編機で編成することが難しい素材であったが、別の糸(カバー糸)で被覆(カバリング)して保護することで編成を可能とした。

炭素繊維と同様に編機での編成が難しい素材として、金属繊維が挙げられる。金属繊維を用いることで導電性や制電性、遮蔽性があるニット製品が得られるが、金属繊維は一般に使用される繊維に比べて剛性が高く、曲げ変形しづらいために編成の際に編針にかかる負荷が大きい。また、金属繊維と編針との間の摩擦により金属繊維と編針の両者に損傷が起こるため、耐久性や生産効率への影響が問題となる。これらの課題を解決して金属繊維を編機で編成しやすくすることができれば、ニット製品の利用が更に拡大することが見込まれる。

そこで、本研究では撚糸加工により金属繊維をカバー糸でカバリングすることで保護したカバードヤーンを作

製し、製造条件の違いがカバードヤーンの編機での編みやすさ(編成性)に及ぼす影響を調査した。カバー糸にはビニロンを使用し、カバー糸の太さ(織度)、カバー糸の準備工程においてボビンに糸を巻き取る際の張力、撚糸加工の際に設定する巻き取りローラーの速度の違いとカバー糸の撚り数がカバードヤーンの編成性に及ぼす影響を調べた。編成性の評価は、糸の摩擦力と表面摩擦特性を測定して行った。

2. 実験方法

2.1 カバードヤーンの作製

カバードヤーンの金属繊維にはステンレス線 $\phi 0.04$ を使用した。カバー糸にはソルブロン®SF62T/15Fおよびソルブロン®SF110T/25F((株)ニチビ製)を使用した。カバードヤーンの作製には意匠撚糸機トライツイスター ON-700NF-III((株)オゼキテクノ製)を使用し、金属繊維をカバー糸でダブルカバリングする構造とした。カバードヤーンの製造条件を表 1 に示す。

2.2 カバードヤーンの性能評価

作製したカバードヤーンの編成性について調べるため、糸の摩擦力と表面摩擦特性を測定した。

糸の摩擦力は、編成性測定機 KS-2(杉原計器(株)製)を用いて測定した。編成性測定機は編成時の糸の張力に影響を及ぼす因子(糸を繰り出す際の摩擦力、糸と編針および糸同士の摩擦力、糸の曲げかたさ)を総合的に評価することができる。測定条件は糸の走行速度 25m/min、16 ゲージの編針を 2 本使用し、糸の交差回数は 1 回とした。測定は 3 回実施した。

糸の表面摩擦特性(平均表面摩擦係数(MIU)、摩擦係

^{*1} 尾張繊維技術センター 素材開発室 ^{*2} 尾張繊維技術センター 素材開発室 (現三河繊維技術センター 製品開発室)

数の平均偏差(MMD))は、粗さ/摩擦感テスター KES-SESRU(カトーテック(株)製)を用いて測定した。摩擦系には 10mm 角ピアノワイヤセンサーを用い、静荷重を 50gf、試料の移動速度は 1mm/sec とした。測定は 3 回実施した。

表 1 カバードヤーンの製造条件

糸	カバー糸 織度 (dtex)	カバー糸 撚り数 (回/m)	カバー糸 巻き取り 張力 (cN)	巻き取り ローラー 速度 (m/min)
試作糸 ①	62	250	30	5.0
		500		
		750		
		1000		
		1250		
試作糸 ②	110	250	30	5.0
		500		
		750		
		1000		
		1250		
試作糸 ③	62	250	25	5.0
		500		
		750		
		1000		
		1250		
試作糸 ④	110	250	45	5.0
		500		
		750		
		1000		
		1250		
試作糸 ⑤	62	250	30	2.5
		500		
		750		
		1000		
		1250		

3. 実験結果及び考察

3.1 カバードヤーンの外観

作製したカバードヤーンの一部について、その外観を図 1 に示す。金属繊維がカバー糸によって被覆されている様子を確認した。

3.2 カバー糸の織度が糸の編成性に及ぼす影響の評価

作製したカバードヤーン(試作糸①と②)について、カバー糸の織度とその撚り数の違いが糸の摩擦力に及ぼす影響を確認した。カバー糸の織度がカバードヤーンの摩擦力に及ぼす影響を図 2 に示す。

試作糸①と②のどちらにおいても、カバー糸の撚り数を増やすことで糸の摩擦力は撚り数 750 回/m までは小さくなったが、その後は概ね増加する傾向にあった。撚り数 250 回/m の糸と比べて、撚り数 750 回/m の糸の摩擦力は、試作糸①で 28%、試作糸②で 21%小さくなった。カバー糸の撚り数を増やすことで金属繊維を覆うカバー

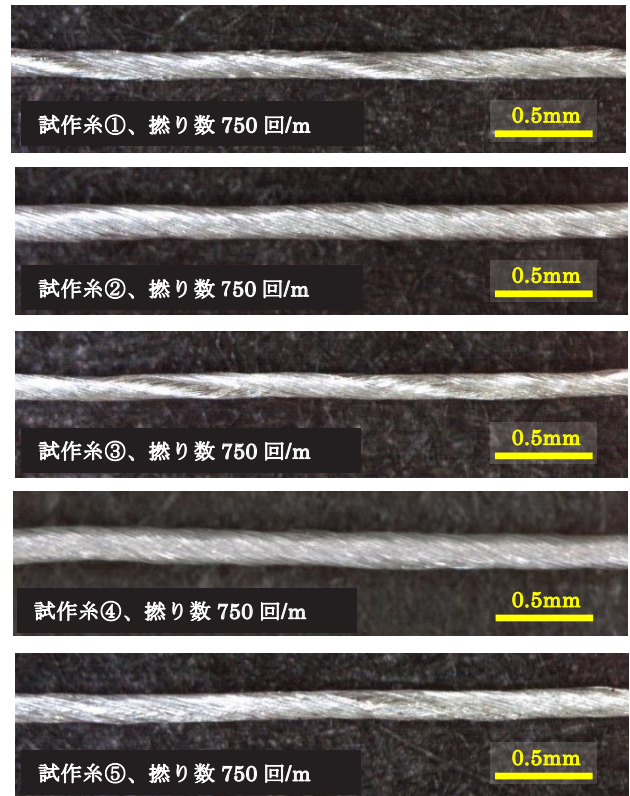


図 1 作製したカバードヤーン

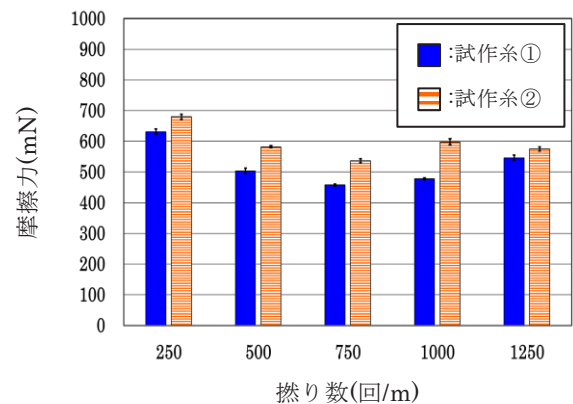


図 2 織度と撚り数の摩擦力への影響

糸の巻き量は増加する。このときカバー糸の巻き形状(糸表面の形状)が変化することで糸の接触面積が減り、摩擦力が低下したのではないかと考えた。しかし、撚り数 750 回/m を越えるとカバー糸の影響がしだいに現れるようになり、カバー糸の巻き量が多くなることによって糸が曲げがたくなるなどの弊害を伴うことで糸の摩擦力が大きくなったものと推測した。

次に、カバー糸の織度に注目すると、試作糸②と比べて織度の小さいカバー糸を使用した試作糸①では糸の摩擦力が小さくなる傾向にあった。試作糸②と比べて、試作糸①の摩擦力は撚り数 750 回/m において 15%小さくなっていた。本結果からは、織度の小さい糸をカバー糸

に使用するほうがニットを編成する際に有利になると考えられる。しかし、カバー糸の織度を小さくしすぎると金属繊維が露出することが懸念される。したがって、カバー糸の適切な織度の範囲を見極める必要がある。

3.3 カバー糸の巻き取り張力が糸の編成性に及ぼす影響の評価

作製したカバードヤーン(試作糸①から④)について、カバー糸の準備工程においてボビンに糸を巻き取る際の張力が糸の摩擦係数に及ぼす影響を確認した。カバー糸の巻き取り張力を変更して作製したカバードヤーンについて、カバー糸の撚り数を変化させたときのカバードヤーンの摩擦係数の変化を図3に示す。

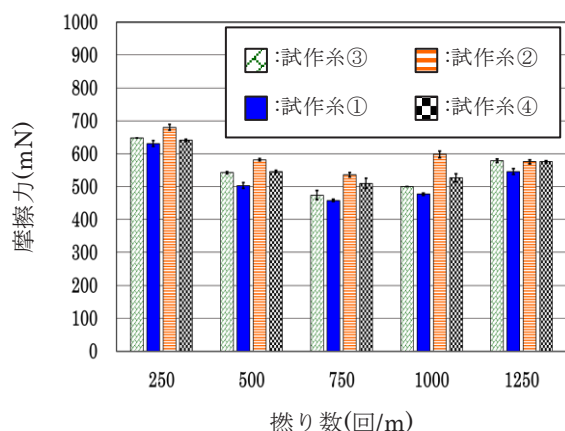


図3 巻き取り張力と撚り数の摩擦係数への影響

カバー糸の織度 62dtex(試作糸①と③)、110dtex(試作糸②と④)のどちらにおいても、カバー糸の巻き取り張力の大きいほうが糸の摩擦係数は概ね小さくなる傾向にあった。試作糸③と比べて、試作糸①の摩擦係数は撚り数 500 回/m において最大で 7% 小さくなっていた。試作糸②と比べて、試作糸④の摩擦係数は撚り数 1000 回/m において最大で 12% 小さくなっていた。巻き取り張力を大きくするとボビンに巻き取られるカバー糸の巻き硬さは硬くなる。このことが撚糸加工を行う際にカバー糸にかかる張力へと影響を及ぼし、糸表面の形状が変化することで糸の接触面積が減って摩擦係数が低下したのと考えたが、さらなる検証が必要である。本結果より、巻き取り張力を大きくして準備したカバー糸を使用する方がニットを編成する際には概ね有利になると考えられる。しかし、巻き取り張力を大きくしすぎるとカバー糸への負荷が大きくなって繊維が損傷することが懸念される。したがって、巻き取り張力の適切な範囲を見極める必要がある。

次に、カバー糸の撚り数による影響に着目すると、先の試作糸①と②における結果と同様に、試作糸③と④のいずれにおいても糸の摩擦係数は撚り数 750 回/m までは

小さくなり、その後は概ね増加する傾向にあった。本検討における製造条件下では、試作糸①から④のいずれにおいても撚り数 750 回/m において糸の摩擦係数が最小となっていたが、条件を変えることで糸の摩擦係数が最小となる撚り数も変化することが考えられる。さらに検証を進めながら最適な糸の製造条件を見極める必要がある。

3.4 撚糸条件が糸の編成性に及ぼす影響の評価

作製したカバードヤーン(試作糸①と⑤)について、撚糸加工の際に設定する装置の条件が糸の摩擦係数に及ぼす影響を確認した。撚糸加工では、スピンドルの回転数と巻き取りローラーの速度によってカバー糸の撚り数が決まる。本検討ではスピンドルの回転数と巻き取りローラーの速度を変更してカバー糸の撚り数を変化させ、巻き取りローラーの速度の影響を調べた。カバー糸の織度を 62dtex とし、カバー糸の撚り数を変化させたときのカバードヤーンの摩擦係数の変化を図4に示す。

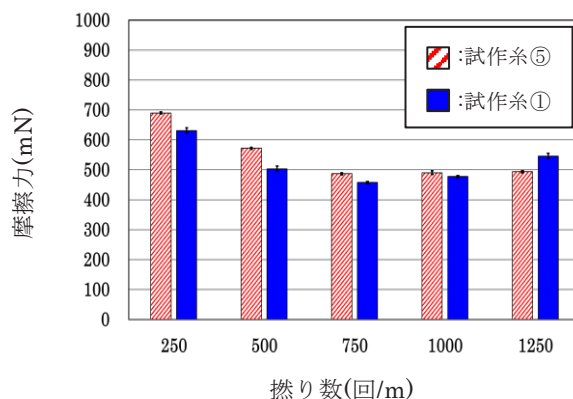


図4 撚糸条件と撚り数の摩擦係数への影響

試作糸①と⑤のどちらにおいても、カバー糸の撚り数 750 回/m で糸の摩擦係数は最も小さくなった。撚糸条件の違いに着目すると、試作糸⑤と比べてスピンドルの回転数を増やして巻き取りローラーの速度を速くした試作糸①では撚り数 1250 回/m を除いて摩擦係数が小さくなる傾向にあった。試作糸⑤と比べて、試作糸①の摩擦係数は撚り数 500 回/m において最大で 12% 小さくなっていた。カバー糸の撚り数が同じ場合でも、スピンドルの回転数や巻き取りローラーの速度を上げたほうがニットを編成する際には概ね有利になると考えられる。しかし、スピンドル回転数や巻き取りローラーの速度を上げすぎると糸や装置に過大な負荷をかけることになる。本検討の結果からは試作糸①の撚り数 750 回/m が最適な撚糸加工条件だと考えるが、糸の摩擦係数に影響を及ぼすと考えられるほかの因子についても検討して確認する必要がある。

3.5 撚糸条件が糸の表面摩擦特性に及ぼす影響の評価

作製したカバードヤーン(試作糸①と⑤)について、撚糸加工の際に設定する装置の条件が糸の表面摩擦特性に

及ぼす影響を確認した。カバー糸の織度を 62dtex とし、スピンドルの回転数と巻き取りローラーの速度を変更することでカバー糸の撚り数を変化させたときのカバードヤーンの表面摩擦特性の変化を図 5 と図 6 に示す。

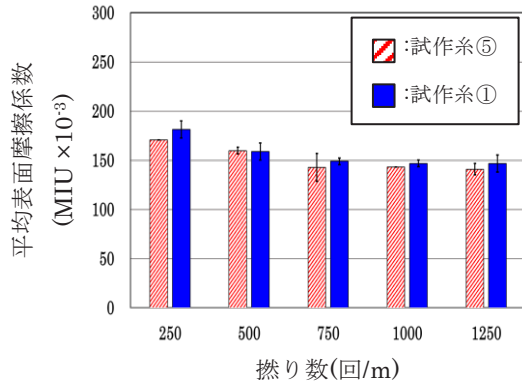


図 5 撚糸条件と撚り数の平均表面摩擦係数への影響

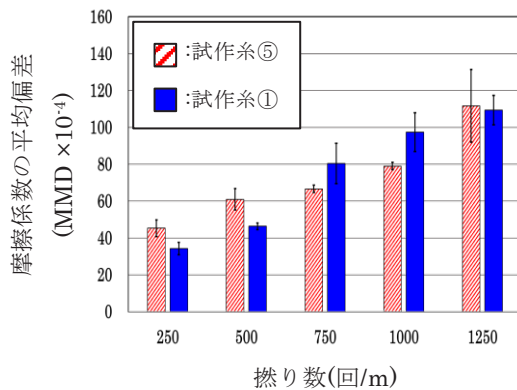


図 6 撚糸条件と撚り数の摩擦係数の平均偏差への影響

試作糸①と⑤のどちらにおいても、カバー糸の撚り数を増やすことで糸の MIU は概ね小さくなる傾向にあり、MMD は大きくなる傾向にあった。撚り数 250 回/m の糸と比べて、撚り数 1250 回/m の糸の MIU は、試作糸①で 19%、試作糸⑤で 18%小さくなった。同様に、撚り数 1250 回/m の糸の MMD は、試作糸①で 218%、試作糸⑤で 146%大きくなった。カバー糸の撚り数を増やすことで糸の MIU が小さくなる傾向にあることは、糸の摩擦力を小さくすることに寄与していると考えられる。一方、カバー糸の撚り数を増やすことで糸の MMD が大きくなる傾向にあることは、糸の表面摩擦係数が場所により大きく変動するようになることを示している。この

ことはニットを編成する際に糸の張力変動を引き起こす懸念があり、糸の編成性を低下させる因子になると考える。

次に、撚糸条件の違いに着目すると、試作糸⑤と比べてスピンドルの回転数を増やし、巻き取りローラーの速度を速くした試作糸①では MIU は若干大きくなるかほぼ同程度であった。試作糸⑤と比較して、試作糸①の MIU は撚り数 250 回/m において最大で 6%大きくなった。ニットを編成する際の糸と編針および糸同士による摩擦力は糸の編成性に大きく影響を及ぼしているものと考えられるが、本結果から先の検討における糸の摩擦力の結果(図 4)をうまく説明することは難しい。糸の摩擦力に影響を及ぼすほかの因子としては、糸を繰り出す際の摩擦力や糸の曲げかたさが考えられる。それらが糸の摩擦力に対してどのように影響を及ぼしているのかについても検討して確認する必要がある。

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 撚糸加工によりステンレス線にビニロンをダブルカバリングしたカバードヤーンについて、製造条件の違いが糸の編成性に及ぼす影響を調査した。
- (2) カバー糸の撚り数を増やすと糸の摩擦力ははじめ小さくなったが、のちに大きくなった。
- (3) 織度が小さい糸をカバー糸に用いることで糸の摩擦力は小さくなった。
- (4) カバー糸の準備の際、巻き取り張力を上げることで糸の摩擦力は概ね小さくなる傾向にあった。
- (5) 撚糸加工の際、スピンドル回転数を増やして巻き取りローラーの速度を上げることで糸の摩擦力は概ね小さくなる傾向にあった。
- (6) カバー糸の撚り数を増やすと糸の MIU は概ね小さくなり、MMD は大きくなる傾向がみられた。

文献

- 1) 茶谷悦司, 福田ゆか, 池口達治: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **1**, 90(2012)
- 2) 田中利幸: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **3**, 88(2014)
- 3) 田中利幸, 堀公子, 坂崎克秋, 佐々木敏哉, 佐々木哲哉: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **5**, 138(2016)