Influence of Yarns of Single Tricot Stitch on Hand of Knitted tapes for Fasteners

TAKEHISA Fumiyasu^{a,b*}, NISHIMATSU Toyonori^b, KANAI Hiroyuki^b, KITA Kazuhiko^a, MEIWA Masaki^a

^a YKK Co., Ltd., 200, Yoshida, Kurobe, Toyama 938-8601, Japan

^b Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Japan

Received 30 September 2016; accepted for publication 8 February 2017

Abstract

In this study, we investigated how the yarn used in single tricot stitch affects the hand evaluation of knitted tapes for fasteners. For this purpose, experimental tapes that differed only in the yarn of the single tricot stitch were evaluated using the paired comparison method and their mechanical properties were measured. Furthermore, we compared the results with the effect of yarns of single satin stitch on hand evaluation reported in previous studies. The results are as follows. (1) Knitted tapes that differed only in the yarn of the single tricot stitch affected the hand evaluations of “dry” and “easy to slide”. (2) There was no significant correlation between the mean preference scores of “dry” and “easy to slide” and the friction property and roughness property. (3) Knitted tapes using a yarn with a high crimp recovery rate for single tricot stitch were evaluated as “dry”, and knitted tapes using a yarn with a low crimp recovery rate for single tricot stitch were evaluated as “not dry”. (4) Knitted tapes using a yarn with a high heating shrinkage tension for single tricot stitch were evaluated as “easy to slide”, and knitted tapes using a yarn with a low heating shrinkage tension for single tricot stitch were evaluated as “not easy to slide”.

Key Words : Fastener, Single tricot stitch, Knitted tape, Hand, Mechanical properties

シングルトリコット編構造糸がファスナ用編テープの手触りに与える影響

竹久文康^{a,b*}, 西松豊典^b, 金井博幸^b, 喜多和彦^a, 明和正樹^a

^a YKK 株式会社, ^b 信州大学繊維学部

1. 緒 言

スライドファスナ（以下、ファスナという）は、衣服、靴、寝具などの繊維製品に用いられ、基本性能として強度や耐久性などが必要とされている。近年、感性価値を向上させた繊維製品が多くなるにつれて、繊維製品に縫製されているファスナにおいても感性価値を向上させることが要求されるようになった。特に、婦人服に用いるファスナ用編テープ（互いに噛み合う務歯を取り付けるための細幅なたて編布）の触感が重視されている。

筆者らは、先行研究においてファスナ用編テープを構成す

る3種類のたて編組織のうち、シングルサテン編の編成に使用する糸（以下、シングルサテン編構造糸と呼ぶことにする）[1] および鎖編の編成に使用する糸（以下、鎖編構造糸と呼ぶことにする）[2] がファスナ用編テープの手触りに与える影響を明らかにした。しかし、シングルトリコット編の編成に使用する糸（以下、シングルトリコット構造糸と呼ぶことにする）がファスナ用編テープの手触りに与える影響については検討していない。

シングルトリコット編（シングルデンビ編とも言う）は1枚箆のたて糸を隣接する針に交互にラッピングさせるたて編の基本組織であるが、シングルトリコット編だけでは編地が

* 連絡先：YKK 株式会社 工機技術本部 938-8601 富山県黒部市吉田 200
E-mail : f-takehisa@ykk.co.jp, Tel : +81-765-54-8825, Fax : +81-765-54-8818

薄く、カーリングを生じて安定性が悪いいため単独で用いられることはほとんどなく [3]、多くの場合は他の組織と併用される。ファスナ用編テープにおいても、シングルサテン編および鎖編と併用され、編テープの幅寸法の安定化や必要強度の確保に欠かすことができないたて編組織の一つとして用いられている。

トリコット編に関する研究は数多く報告され、寺崎らは箄の移動距離が異なるたて編布の圧縮特性は糸密度よりも編組織から受ける影響が大きく、箄の移動距離が大きい編組織ほど厚くて圧縮率が高いことを報告している [4]。川端は、たて編布の引張り特性を糸の曲げ効果領域と糸の伸び効果領域に分けて解析する理論的誘導法を報告している [5]。柳川らは、編布の構造定数と糸の力学特性より 2 枚箄トリコット編布のせん断特性を理論的に誘導し [6]、糸の引張り特性と圧縮特性を理論に加えることで精度よく予測できること [7]、編布の構造定数と糸の曲げ剛性およびねじり剛性より 2 枚箄トリコット編布の曲げ特性を理論的に誘導し [8]、繊維間および糸間の摩擦特性を理論に加えることで精度よく予測できることを報告している [9]。しかし、これらの研究は 1 枚箄あるいは 2 枚箄で編成されるトリコット編布の力学特性に関する研究であり、3 枚箄で編成されるファスナ用編テープにおけるシングルトリコット編構造糸が手触りに与える影響については報告されていない。

そこで、本研究ではシングルトリコット編構造糸がファス

ナ用編テープの手触りに与える影響を明らかにするために、先行研究 [1,2] で用いた素材と織度が同一で製造条件が異なる 5 種類のポリエステルマルチフィラメント糸を用いて、シングルトリコット編構造糸だけが異なる 5 種類のファスナ用編テープを試料として作製した。そして、被験者に各試料の手触りを評価させるとともに、各試料の力学特性を測定して手触り評価量と力学特性との相関関係を検討し、シングルトリコット編構造糸がファスナ用編テープの手触り評価に与える影響を考察した。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

婦人服に用いるファスナ用編テープは、毎コース同一針に糸を巻きつけた鎖編 (Fig. 1 (a) に太線で図示)、隣接する針へ交互に糸を巻きつけたシングルトリコット編 (Fig. 1 (b) に太線で図示) および 2 本おいた次の針へ交互に糸を巻きつけたシングルサテン編 (Fig. 1 (c) に太線で図示) の 3 種類のたて編組織が毎コース同時に編成される。

本研究では、ファスナ用編テープを構成する 3 種類のたて編組織のうち、シングルトリコット編構造糸がファスナ用編テープの手触りに与える影響を明らかにすることを目的として、シングルトリコット編構造糸だけが異なる 5 種類の

Fig. 1 Details of warp-knitting stitch of knitted tape.
 (a) Chain stitch.
 (b) Single tricot stitch.
 (c) Single satin stitch.
 (d) X-ray CT image of specimen-T₁.

Table 1 Details of polyester multifilament yarns[1,2].

	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Material	PET				
Apparent fineness (dtex)	110				
Spinning process	FDY			DTY	
Filament number	36	24	24	34	72
Tensile strength (cN/dtex)	4.02	5.64	6.05	3.75	3.98
Elongation percentage (%)	36.7	23.3	18.6	24.0	24.2
Crimp recovery rate (%)	0.5	0.4	0.4	17.8	14.8
Dry heating dimensional change ratio at 170°C (%)	8.3	6.2	11.0	4.4	6.2
Dry heating shrinkage tension at 170°C (cN/dtex)	0.28	0.14	0.23	0.06	0.12

試料 (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5) を作製した. シングルトリコット編構造糸に用いた糸は, Table 1 に示す先行研究 [1,2] で用いた素材と織度が同一で製造条件が異なる 5 種類のポリエステルマルチフィラメント糸 (yarn-1, yarn-2, yarn-3, yarn-4, yarn-5) である. また, 各試料のシングルサテン編構造糸および鎖編構造糸に用いた糸は yarn-1 である. シングルトリコット編構造糸だけが異なる 5 種類の試料 (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5) における各編組織と糸との関係を Table 2 に示す. 試料は, たて編機 (ゲージ数 20, 編針 1 列, 箆数 3 枚) を用いて編成し, 形態を安定させる目的で編成後にヒートセット処理を $170 \pm 5^\circ\text{C}$ で 30 秒間実施し, 室温 $25 \pm 4^\circ\text{C}$, 湿度 $65 \pm 5\% \text{RH}$ の環境で作製した.

本実験結果を考察するために用いた比較用試料は, 先行研究 [1] で作製したシングルサテン編構造糸だけが異なる 5 種類の試料 (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5) である. これらの試料における各編組織と糸との関係を Table 3 に示す. Table 3 に示すように, 各試料 (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5) はシングルサテン編構造糸にそれぞれ yarn-1, yarn-2, yarn-3, yarn-4, yarn-5 を, 鎖編構造糸およびシングルトリコット編構造糸に yarn-1 を用いて編成した. 各試料 (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5) は, 本研究と同一条件で編成したのちヒートセット処理を実施した.

2.2 官能検査方法

手触りを評価するための形容語は, 温冷感を表す「あたたかい」, 乾湿感を表す「しっとりした, さらっとした」, 粗滑感を表す「滑らかな, 平らな, 滑りやすい」, 厚さ感を表す「薄い」, 伸長感を表す「伸びない」, 硬軟感を表す「やわらかい, しなやかな, 弾力がある」の 11 種類の物理形容語および婦人服に用いるファスナに必要な「さわやかな, はりがない, こしがない, 控えめな, 高級感がある, 肌触りが良い, 肌になじむ」の 7 種類のイメージ形容語を選定し, 合計 18 種類の形容語を選定した [1,2].

物理形容語の手触り評価試技は, 視覚による影響 [11] を排除するために目を閉じた状態で, ファスナ用編テープが約 13mm と細幅であることを考慮して, Fig. 2 に示すように手指だけで評価する試技を設定した [1,2].

- ①温冷感を表す「あたたかい」は, Fig. 2 (a) に示すように利き手の人差し指と中指を試料のシンカーループ面に「押し当てて」評価.
- ②乾湿感を表す「しっとりした, さらっとした」および粗滑感を表す「滑らかな, 平らな, 滑りやすい」は, Fig. 2 (a) に示すように利き手の人差し指と中指で試料のシンカーループ面を「滑らせて」評価.
- ③厚さ感を表す「薄い」は, Fig. 2 (b) に示すように利き手の親指と人差し指で試料を厚さ方向に「つまんで」評価.

Table 2 Knitted tapes that differed only in the yarn of single tricot stitch.

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Chain stitch	yarn-1				
Single tricot stitch	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Single satin stitch	yarn-1				

Table 3 Knitted tapes that differed only in the yarn of single satin stitch[1].

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Chain stitch	yarn-1				
Single tricot stitch	yarn-1				
Single satin stitch	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5

Fig. 2 Finger motion in sensory evaluation[1,2].
(a) Press/Slide, (b) Pinch, (c) Stretch, (d) Bend, (e) Release

④伸長感を表す「伸びない」は、Fig. 2 (c) に示すように両手の親指と人差し指で試料をウェール方向に「伸ばして」評価。

⑤硬軟感を表す「やわらかい」は、Fig. 2 (d) に示すように利き手の親指と人差し指で試料をウェール方向に「挟んで」評価。

⑥硬軟感を表す「しなやかな、弾力がある」は、Fig. 2 (e) に示すように利き手の親指と人差し指で試料をウェール方向に「挟んだあとに「戻して」評価。

⑦イメージを表す「さわやかな、はりがない、こしがない、控えめな、高級感がある、肌触りが良い、肌になじむ」は、試技①～⑥を用いて総合的に評価。

手触り評価にはシェッフェの対比較法(中屋の変法)[10]を用いて、18種類の各形容語について7段階尺度(非常に; ± 3 点, かなり; ± 2 点, やや; ± 1 点, どちらともいえない; 0点)で評価した。

試料は婦人服に用いるファスナ用編テープを想定したので、手触りを評価する被験者は女性とし、手触り品質検査の専門家13名のうち先行研究[1,2]において手触り判定能力を有すると認められた9名(20代:3名, 30代:3名, 40代:1名, 50代:2名)とした。

試料は恒温恒湿室(室温 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, 湿度 $50\pm 4\%\text{R.H.}$)に24時間放置した後、恒温恒湿室内で官能検査を実施した。

2.3 ファスナ用編テープの力学特性の測定

官能検査による手触り評価量を客観評価するために、各試料の力学特性(引張り特性、曲げ特性、圧縮特性、摩擦特性、粗さ特性)を測定した。測定用試料は1試料につき10箇所

から採取して、各試料を1回ずつ合計10回測定した。試料は恒温恒湿室(室温 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, 湿度 $50\pm 4\%\text{R.H.}$)に24時間放置した後、恒温恒湿室内で各力学特性を測定した。各力学特性の測定方法は以下のとおりである。

(1) 引張り特性

自動化引張り・せん断試験機(KES-FB1-AUTO-A, カトーテック(株)製)を用いて、試料(幅 1.3cm × 試料長 20cm)のウェール方向に対する引張り特性(①引張り直線性(LT), ②引張り仕事量(WT), ③引張りレジリエンス(RT), ④最大伸び率(EMT))を測定した。測定条件は、引張り速度 0.05mm/sec , 単位幅あたりの最大荷重 500gf/cm , チャック間距離 50mm として、試料のシンカー面を上、編始め方向が稼働アーム側になるように設置して測定した。

(2) 曲げ特性

多目的純曲げ試験機(KES-FB2-S, カトーテック(株)製)を用いて、試料(幅 1.3cm × 試料長 7cm)のウェール方向に対する曲げ特性(①表曲げ剛性($B+$; 曲率 $0.5\sim 1.5\text{cm}^{-1}$ における曲げ剛性), ②裏曲げ剛性($B-$; 曲率 $-0.5\sim -1.5\text{cm}^{-1}$ における曲げ剛性), ③平均曲げ剛性(BM ; $B+$ と $B-$ の平均), ④表曲げヒステリシス($2HB+$; 曲率 1.0cm^{-1} における曲げヒステリシス), ⑤裏曲げヒステリシス($2HB-$; 曲率 -1.0cm^{-1} における曲げヒステリシス), ⑥平均曲げヒステリシス($2HBM$; $2HB+$ と $2HB-$ の平均))を測定した。測定条件は、最大曲げ曲率 $\pm 2.5\text{cm}^{-1}$ として、表曲げ時にニードルループ面を内側、編終わり方向が稼働アーム側になるように設置して測定し

た。

(3) 圧縮特性

ハンディー圧縮試験機 (KES-G5, カトーテック(株)製) を用いて, 試料 (幅 1.3cm× 試料長 10cm) の厚さ方向に対する圧縮特性 (①圧縮直線性 (LC), ②圧縮仕事量 (WC), ③圧縮レジリエンス (RC), ④初期厚さ (T_0 ; 圧力 0.5gf/cm² 時における試料厚さ), ⑤最大圧縮時の厚さ (T_M ; 最大圧力 25gf/cm² 時における試料厚さ)) を測定した。測定条件は, 円形圧縮板の面積 1cm², 圧縮速度 0.02mm/sec, 最大圧力 25gf/cm² (被験者がファスナ用編テープを「つまむ」時の平均圧力 [1]) として, シンカーループ面が圧縮板側になるように設置して測定した。

(4) 摩擦特性

摩擦感テスター (KES-SE-SR-U, カトーテック(株)製) を用いて, 試料 (幅 1.3cm× 試料長 5cm) のシンカーループ面の摩擦特性 (①平均摩擦係数 (MIU), ②摩擦係数の平均偏差 (MMD)) を, 摩擦感テスターから出力されたアナログ電圧をオシロスコープ (DL850, 横河電機(株)製) へサンプリング周波数 5kHz で入力した電圧から算出し, 試料の編始め方向から編終わり方向および編終わり方向から編始め方向の摩擦係数を測定して, 両者の平均値を測定値とした。摩擦子は先行研究 [1] と同様にアクリル製樹脂のフレームに発泡シリコンゴム (信越ポリマー(株)製) を取り付けた摩擦子を用いた。測定条件は, 摩擦試験速度 0.5cm/sec, 静荷重 2.5gf, 測定距離は 3cm で解析距離は中間の 2cm とした。

(5) 粗さ特性

摩擦感テスター (KES-SE-SR-U, カトーテック(株)製) を用いて, 試料 (幅 1.3cm× 試料長 20cm) のシンカーループ面の粗さ特性 (表面粗さ (SMD)) を, 摩擦感テスターから出力されたアナログ電圧をオシロスコープ (DL850, 横河電機(株)製) へサンプリング周波数 5kHz で入力した電圧から算出し, 試料の編始め方向から編終わり方向および編終わり方向から編始め方向の粗さ特性を測定して, 両者の平均値を測定値とした。測定条件は, 粗さ試験速度 0.5cm/sec, 静荷重 10gf, 測定距離は 3cm で解析距離は中間の 2cm とした。

3. 実験結果および考察

3.1 「手触り」官能検査結果

シングルトリコット編構造糸がファスナ用編テープの手触り評価に与えた影響を明らかにするために, シェッフェの対比較法 (中屋の変法) の解析手法 [10] に従って, 各形容語の手触り評価結果について主効果 (試料に対して被験者全体が持つ平均的な嗜好度), 嗜好度の個人差 (試料に対して被験者個人が持つ嗜好度) および組合せ効果 (試料の組合せによる効果) の各要因について分散分析を行った結果を Table 4 に示す。なお, Table 4 に示す値は各要因の不偏分散を誤差の不偏分散で割った F_0 値である。

Table 4 より, 主効果がみられ, かつ組合せ効果がみられなかった形容語は, 18 種類の形容語のうち乾湿感を表す「さらつとした」および粗滑感を表す「滑りやすい」の 2 種類であった。

Table 4 Results of variance ratio (F_0) for mean preference scores of each adjective.

	Main effect	Individual effect	Combination effect
Warm	1.51	2.11**	2.40*
Shittori	2.29	1.28	0.59
Dry	2.96*	1.03	0.53
Smooth	1.51	1.10	1.12
Flat	0.74	0.59	0.98
Easy to slide	3.49*	2.72**	1.86
Thin	7.25**	1.34	2.75*
Not stretch	1.40	0.50	0.43
Soft	0.73	0.76	0.91
Flexible	1.95	0.64	0.57
Elastic	1.62	0.45	0.22
Refresh	0.37	1.21	0.55
Not hari	0.69	0.93	0.58
Not koshi	0.76	0.97	0.64
Conservative	0.31	1.01	0.57
High-class	0.82	0.32	2.07
Good in touch	1.14	1.31	2.30*
Comfortable on skin	1.59	1.27	2.68*

**1% significant, *5% significant

Table 5 Mean preference scores of “dry” and “easy to slide”.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Dry	0.29	0.27	-0.07	-0.29	-0.20
	(**T ₄),(*T ₅)	(**T ₄),(*T ₅)		(**T _{1,2})	(*T _{1,2})
Easy to slide	0.22	-0.31	0.33	0.04	-0.29
	(*T _{2,5})	(**T ₃),(*T ₁)	(**T _{2,5})		(**T ₃),(*T ₁)

**1% significant, *5% significant

このことから、シングルトリコット編構造糸は、乾湿感を表す「さらっとした」および粗滑感を表す「滑りやすい」の手触り評価に影響を与えることがわかった。

乾湿感を表す「さらっとした」および粗滑感を表す「滑りやすい」について、各試料の平均嗜好度 [10] を算出した結果およびヤードスティック [10] を用いて試料間の有意差を検定した結果を Table 5 に示す。

Table 5 より、乾湿感を表す「さらっとした」の評価では、シングルトリコット編構造糸に yarn-1 および yarn-2 を用いた試料 T₁ および試料 T₂ は、シングルトリコット編構造糸に yarn-4 および yarn-5 を用いた試料 T₄ および試料 T₅ よりも平均嗜好度が大きく「さらっとした」と評価されたことがわかった。これは、Table 1 より yarn-1 および yarn-2 は yarn-4 およ

び yarn-5 よりも合成繊維のかさ高性を表す伸縮復元率 (JIS L 1013) が小さいので見掛け太さが小さくなり、被験者が試料の表面に手指を滑らせたときにシングルトリコット編構造糸に触れる面積が減少したので「さらっとした」と評価されたと推測される。

Table 5 より、粗滑感を表す「滑りやすい」の評価では、シングルトリコット編構造糸に yarn-1 および yarn-3 を用いた試料 T₁ および試料 T₃ は、シングルトリコット編構造糸に yarn-2 および yarn-5 を用いた試料 T₂ および試料 T₅ よりも平均嗜好度が大きく「滑りやすい」と評価されたことがわかった。これは、Table 1 より yarn-1 および yarn-3 は yarn-2 および yarn-5 よりも乾熱収縮張力が大きいのでヒートセット処理で編構造に差異が生じたと考えられる。被験者は編テープの

Table 6 Results of mechanical properties.

	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		T ₅	
	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
LT (-)	0.859	0.066	0.817	0.038	0.840	0.051	0.828	0.031	0.851	0.041
WT (gf•cm/cm ²)**	2.31	0.18	2.53	0.16	2.46	0.18	2.72	0.12	2.53	0.14
	(**T ₄)				(*T ₄)		(**T ₁ ,*T ₃)			
RT (%)	79.39	7.16	84.74	8.56	78.90	7.50	76.12	4.66	77.76	6.77
EMT (%)**	1.09	0.03	1.26	0.03	1.19	0.02	1.33	0.02	1.21	0.04
	(**T _{2,3,4,5})		(**T _{1,3,4,5})		(**T _{1,2,4})		(**T _{1,2,3,5})		(**T _{1,2,4})	
B+ (gf•cm ² /cm)**	0.208	0.022	0.164	0.008	0.191	0.007	0.176	0.011	0.182	0.013
	(**T _{2,4,5})		(**T _{1,3})		(**T ₂)		(**T ₁)		(**T ₁)	
B- (gf•cm ² /cm)**	0.373	0.022	0.309	0.021	0.346	0.022	0.303	0.015	0.306	0.016
	(**T _{2,4,5})		(**T _{1,3})		(**T _{2,4,5})		(**T _{1,3})		(**T _{1,3})	
BM (gf•cm ² /cm)**	0.294	0.027	0.238	0.015	0.267	0.014	0.240	0.011	0.244	0.010
	(**T _{2,4,5}),(*T ₃)		(**T _{1,3})		(**T ₂),(*T _{1,4})		(**T ₁),(*T ₃)		(**T ₁)	
2HB+ (gf•cm/cm)	0.180	0.028	0.166	0.018	0.174	0.021	0.170	0.014	0.168	0.026
2HB- (gf•cm/cm)	0.225	0.034	0.193	0.022	0.205	0.019	0.208	0.014	0.206	0.018
2HBM (gf•cm/cm)	0.203	0.031	0.179	0.017	0.190	0.016	0.186	0.011	0.187	0.011
LC (-)**	0.430	0.047	0.477	0.030	0.402	0.034	0.455	0.037	0.491	0.052
	(*T ₅)		(*T ₃)		(**T _{2,5})				(**T ₃),(*T ₁)	
WC (gf•cm ²)	0.050	0.002	0.048	0.004	0.049	0.005	0.049	0.005	0.048	0.005
RC (%)**	71.34	0.98	69.72	2.27	69.90	2.98	67.45	1.97	69.63	1.79
	(**T ₄)						(**T ₁)			
T ₀ (mm)**	0.531	0.011	0.528	0.007	0.539	0.014	0.528	0.012	0.519	0.013
					(**T ₅)				(**T ₃)	
T _M (mm)**	0.440	0.001	0.448	0.002	0.444	0.001	0.444	0.002	0.440	0.002
	(**T _{2,3,4})		(**T _{1,3,4,5})		(**T _{1,2,5})		(**T _{1,2,5})		(**T _{2,3,4})	
MIU (-)**	0.988	0.015	1.022	0.016	1.003	0.018	1.030	0.022	1.038	0.008
	(**T _{2,4,5})		(**T ₁)		(**T ₅),(*T ₄)		(**T ₁),(*T ₃)		(**T _{1,3})	
MMD (-)*	0.052	0.005	0.060	0.004	0.054	0.004	0.056	0.006	0.057	0.009
SMD (μm)**	21.083	0.291	22.963	0.474	21.829	0.511	23.692	0.332	23.397	0.406
	(**T _{2,3,4,5})		(**T _{1,3,4})		(**T _{1,2,4,5})		(**T _{1,2,3})		(**T _{1,3})	

**1% significant, *5% significant

表面上に手指を滑らせて「滑りやすい」について評価したので、表面粗さの差異を評価したと推測される。

3.2 力学特性測定結果と「手触り」との関係

各試料について測定した力学特性値の平均値および標準偏差、各力学特性値において各試料間を分散分析した結果およびシェッフェの手法で多重比較検定した結果を Table 6 に示す。Table 6 に示す多重比較検定結果において試料差がみられた 11 種類の力学特性値 (WT, EMT, B+, B-, BM, LC, RC, T_0 , T_M , MIU, SMD) と Table 5 に示す 2 種類の形容語「さらっとした、滑りやすい」の平均嗜好度との相関係数を Table 7 に示す。

Table 7 より、乾湿感を表す「さらっとした」はどの力学特性値とも相関がみられなかった。先行研究 [1] では、Table 3 に示すシングルサテン編構造糸だけが異なる 5 試料 ($S_1 \sim S_5$) について手触り官能検査および摩擦特性を本研究と同一条件で測定した結果、シングルサテン編構造糸の伸縮復元率の差異によって乾湿感を表す「さらっとした」に主効果 (F_0 : 25.95**) があり、平均摩擦係数 (MIU) と負の相関 ($r = -0.975^{**}$) がみられたと報告した。本研究においても、前節で述べたようにシングルトリコット編構造糸の伸縮復元率の差異によって乾湿感を表す「さらっとした」の手触り評価に影響を与えると推測されたが、シングルトリコット編構造糸が異なる 5 試料において乾湿感を表す「さらっとした」は平均摩擦係数 (MIU) と有意な相関はみられなかった。そこで、本研究で

Table 7 Correlation coefficients between mechanical properties and mean preference scores of “dry” and “easy to slide”.

	Dry	Easy to slide
WT	-0.734	-0.367
EMT	-0.582	-0.390
B+	0.214	0.735
B-	0.560	0.751
BM	0.498	0.727
LC	-0.132	-0.962**
RC	0.764	0.211
T_0	0.252	0.827
T_M	0.122	-0.256
MIU	-0.645	-0.762
SMD	-0.653	-0.689

**1% significant

作製した Table 2 に示すシングルトリコット編構造糸だけが異なる 5 試料および先行研究 [1] で作製した Table 3 に示すシングルサテン編構造糸だけが異なる 5 試料について、乾湿感を表す「さらっとした」の主効果の分散比 F_0 値および平均摩擦係数 (MIU) の分散比 F 値を Table 8 に示す。

Table 8 より、シングルトリコット編構造糸だけが異なる 5 試料はシングルサテン編構造糸だけが異なる 5 試料よりも乾湿感を表す「さらっとした」の主効果の分散比 F_0 値および平均摩擦係数 (MIU) の分散比 F 値が小さいことがわかる。このことから、シングルトリコット編構造糸はシングルサテ

Table 8 Variance ratio (F_0) for mean preference scores of “dry” and variance ratio (F) for mean coefficient of friction (MIU) in knitted tapes that differed only in the yarn of single satin stitch or single tricot stitch.

	Knitted tapes that differed only in the yarn of the single tricot stitch	Knitted tapes that differed only in the yarn of the single satin stitch[1]
F_0 of main effect of “Dry”	2.96*	25.95**
F of MIU	9.28**	86.27**

**1% significant, *5% significant

Fig. 3 Relationship between dry heating shrinkage tension of yarns and geometrical roughness (SMD) of tapes. ①yarn-1, T_1 ②yarn-2, T_2 ③yarn-3, T_3 ④yarn-4, T_4 ⑤yarn-5, T_5

ン編構造糸よりも乾湿感を表す「さらっとした」の手触り評価および平均摩擦係数 (MIU) に与える影響は小さいことが明らかになった。これは、Fig. 1 (b) に示すシングルトリコット編構造糸は Fig. 1 (c) に示すシングルサテン編構造糸よりも編テープ中央に用いる糸が少ないので、被験者の手指および摩擦子に触れる接触面積が小さかったからと考えられる。

Table 7 より、粗滑感を表す「滑りやすい」は、圧縮直線性 (LC) と負の相関 ($r=-0.962^{**}$) がみられたが、「滑りやすい」は試料の表面に手指を滑らせて評価したので、圧縮直線性 (LC) との相関は疑似相関と考えられる。前節で述べたように、粗滑感を表す「滑りやすい」に試料差がみられたのは、ヒートセット処理によって各シングルトリコット編構造糸の乾熱収縮張力が異なり編テープの表面粗さに差異が生じたからと推測された。そこで、シングルトリコット編構造糸 (yarn-1~yarn-5) の乾熱収縮張力と試料 ($T_1\sim T_5$) の表面粗さ (SMD) との関係を Fig. 3 に示す。

Fig. 3 より、乾熱収縮張力と表面粗さ (SMD) には負の相関 ($r=-0.988^{**}$) がみられた。このことから、シングルトリコット編構造糸に乾熱収縮張力が大きい糸 (yarn-1 および yarn-3) を用いた試料 T_1 および試料 T_3 はヒートセット処理によって表面粗さ (SMD) が小さくなったと考えられる。これは、Fig. 1 (d) に示すようにシングルトリコット編構造糸のシンカーループの両端は鎖編構造糸のシンカーループと交錯して固定されているので、乾熱収縮張力が大きいシングルトリコット編構造糸 (yarn-1 および yarn-3) のシンカーループはヒートセット処理によって厚さ方向に対して曲率が小さくなったからと考えられる。

4. 結 言

本研究では、シングルトリコット編構造糸がファスナ用編テープの手触りに与える影響を明らかにするために、シングルトリコット編構造糸だけが異なるファスナ用編テープを作製して、被験者が手触り評価を行うとともに各試料の力学特性を測定し、手触り評価量と力学特性との相関関係を検討した。その結果、得られた知見を以下に示す。

- (1) シングルトリコット編構造糸が異なる編テープは、乾湿感を表す「さらっとした」および粗滑感を表す「滑りやすい」の手触り評価に影響を与えることがわかった。
- (2) 手触り評価された「さらっとした」および「滑りやすい」と摩擦特性および粗さ特性間には有意な相関がみられなかった。
- (3) シングルトリコット編構造糸に伸縮復元率が小さい yarn-1 および yarn-2 を用いた試料は「さらっとした」と、伸縮復元率が大きい yarn-4 および yarn-5 を用いた試料は「さらっとしていない」と評価されることがわかった。
- (4) シングルトリコット編構造糸に乾熱収縮張力が大きい yarn-1 および yarn-3 を用いた試料は「滑りやすい」と、乾熱収縮張力が小さい yarn-2 および yarn-5 を用いた試料は「滑りにくい」と評価されることがわかった。

References

- [1] Takehisa F, Nishimatsu T, Kanai H, Kita K, Meiwa M (2016) J Text Eng, **62**, 27-36
- [2] Takehisa F, Nishimatsu T, Kanai H, Kita K, Meiwa M (2016) J Text Eng, **63**, 5-13
- [3] Tanaka Y, Hashizume H (2015) Sen'i Gakkaishi, **71**, 411-422
- [4] Terasaki M, Meda M, Tsubota S (1953) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **11**, 729-733
- [5] Kawabata S (1970) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **23**, 30-35
- [6] Yanagawa Y, Kawabata S (1973) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **26**, 23-33
- [7] Yanagawa Y, Kawabata S (1973) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **26**, 179-188
- [8] Yanagawa Y, Kawabata S (1975) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **28**, 83-92
- [9] Yanagawa Y, Kawabata S (1975) J Text Mach Soc Japan (predecessor journal of J Text Eng), **28**, 117-125
- [10] Satou S (2008) "Toukeiteiki Kannoukensahou", pp263-270, Nikkagiren
- [11] Nishimatsu T, Sakai T (1990) Sen'i Gakkaishi, **46**, 265-270