

信州大学審査学位論文

ファスナ用編テープを構成する編組織構造糸が  
編テープの手触りに及ぼす影響に関する研究

2017 年 3 月

竹久 文康

## 目 次

第1章 緒論.....	1
1.1 研究の背景.....	2
1.1.1 スライドファスナの構成.....	2
1.1.2 ファスナの歴史.....	3
1.1.3 顧客要望の多様化と課題.....	5
1.1.4 従来の研究.....	12
1.2 研究の目的および概要.....	17
第2章 シングルサテン編構造糸がファスナ用編テープの手触りに及ぼす影響.....	23
2.1 緒言.....	24
2.2 実験方法.....	25
2.2.1 試料.....	25
2.2.2 官能検査方法.....	27
2.2.3 手触り評価時の試料に対する手指の圧力測定.....	30
2.2.4 物理特性の測定.....	33
2.3 実験結果および考察.....	44
2.3.1 官能検査結果.....	44
2.3.2 物理特性の測定結果.....	59
2.3.3 手触りと物理特性との関係.....	68
2.4 結言.....	71
第3章 鎖編構造糸がファスナ用編テープの手触りに及ぼす影響.....	75
3.1 緒言.....	76
3.2 実験方法.....	77
3.2.1 試料.....	77

3.2.2	官能検査方法.....	81
3.2.3	鎖編構造糸の熱特性の測定.....	83
3.2.4	編テープの力学特性の測定.....	84
3.3	実験結果および考察.....	88
3.3.1	鎖編構造糸の熱特性と編テープの力学特性との関係.....	88
3.3.2	官能検査結果.....	108
3.3.3	手触りと力学特性との関係.....	114
3.4	結言.....	116
第4章	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及ぼす 影響.....	119
4.1	緒言.....	120
4.2	実験方法.....	121
4.2.1	試料.....	121
4.2.2	官能検査方法.....	125
4.2.3	編テープの力学特性の測定.....	127
4.3	実験結果および考察.....	130
4.3.1	官能検査結果.....	130
4.3.2	手触りと力学特性との関係.....	134
4.4	結言.....	148
第5章	結論.....	151
謝辞	.....	155





# 第 1 章

## 緒論

## 1.1 研究の背景

### 1.1.1 スライドファスナの構成

スライドファスナ（以下、ファスナという）は、Fig. 1-1 に示すように、素材が金属（銅合金、アルミ合金）や樹脂（ポリアセタール、ポリエステル）の互いに噛み合う務歯（エレメント）を2本のテープに取り付けて、スライダを滑らせて開閉できるようにした留め具である。

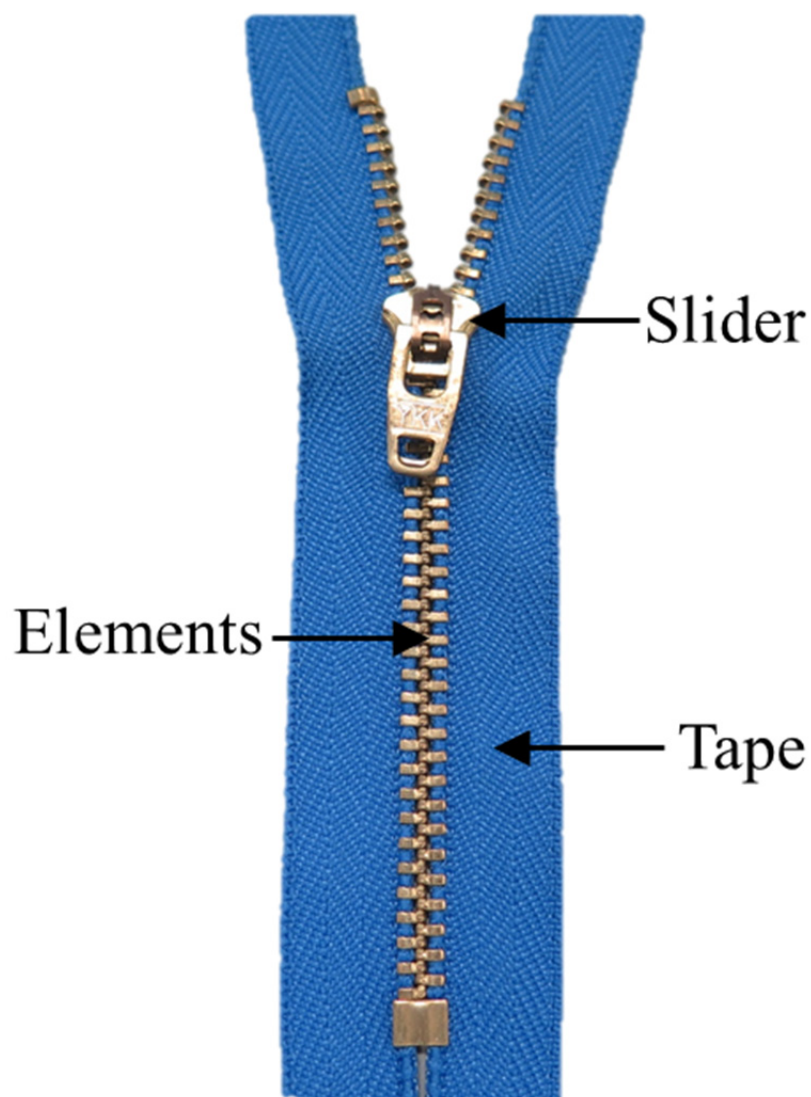


Fig. 1-1 Main parts of fastener

### 1.1.2 ファスナの歴史

1891年にアメリカの Whitcomb. L. Judson が靴紐を結ぶ不便さを解決しようと考えたものがファスナの起源とされる。1893年に Whitcomb. L. Judson は Harry Earl らと Universal Fastener Company を設立し、1905年に現在のファスナの原型とも言われる Fig. 1-2 に示す「The Original」を開発した[1]。

日本では、1927年に広島県の日本開閉器会社でファスナが作られ、初めは財布の口金に使われた。日本初のファスナは巾着（きんちやく）をもじって「チャック」の名で流行し、1931年には国内市場に広く販売されるようになった。1934年には、ファスナの加工・販売を事業目的とするサイエンス商会が発足し、これが吉田工業株式会社（YKK 株式会社の旧社名）の創業にあたる。当時のファスナ製法は、まずテープを金属製の櫛で挟み、金属線から打ち抜いた務歯を手作業で櫛目の一つ一つに収め、手動エキセンプレスで植え付けるという手作業によるものであった。生産量は、器用な熟練工で1日8時間当たり80本から100本程度（1本20cm）であったが、1950年には黄銅平角線から連続的に務歯を打ち抜き、そのままテープに植え付ける機械（チェーン・マシン）が導入され、1分間に250cmのファスナが製造できるようになり、品質、生産性が著しく向上した。1955年には、従来の黄銅の務歯に加えて新たに56Sアルミ合金、さらに金属ファスナと比較して軽量かつ色彩に富む樹脂ファスナが加えられファスナの多彩化が進んだ[2]。

今日、YKK グループでは約10万種類に及ぶファスナを製造・販売しているが、これらのファスナはエレメントの素材と取付方法によって大きく3種類に分類できる。務歯が銅合金やアルミなどの金属でできたファスナは「金属ファスナ」(Fig. 1-3 (a))、ポリアセタールなどの樹脂をテープに射出成形したファスナは「ビスロン®ファスナ」(Fig. 1-3 (b))、ポリエステルなどのモノフィラメントをコイル状にしてテープに縫い付けたファスナは「コイルファスナ」(Fig. 1-3 (c)) と呼ばれ、我々の身の回りにある衣服、鞆、靴などの繊維製品や橋、トンネル、車両用シート、漁網などにも用いられている。



Fig. 1-2 “The Original” (<http://www.ykkfastening.com/japan/>)



(a)

(b)



(c)

Fig. 1-3 Three kinds of major fastener (<http://www.ykkfastening.com/japan/>)

(a) Metal fastener, (b) VISLON® fastener, (c) Coil fastener

### 1.1.3 顧客要望の多様化と課題

ファスナの基本性能には強度, 耐久性, 耐食性, 染色堅牢度などが求められている。そのため, JIS S 3015 にはチェーン横引強度試験 (Fig. 1-4 (a)), 往復開閉耐久試験 (Fig. 1-4 (b)), 塗装の耐ドライ性試験, 洗濯に対する染色堅牢度試験などが規格化されている。

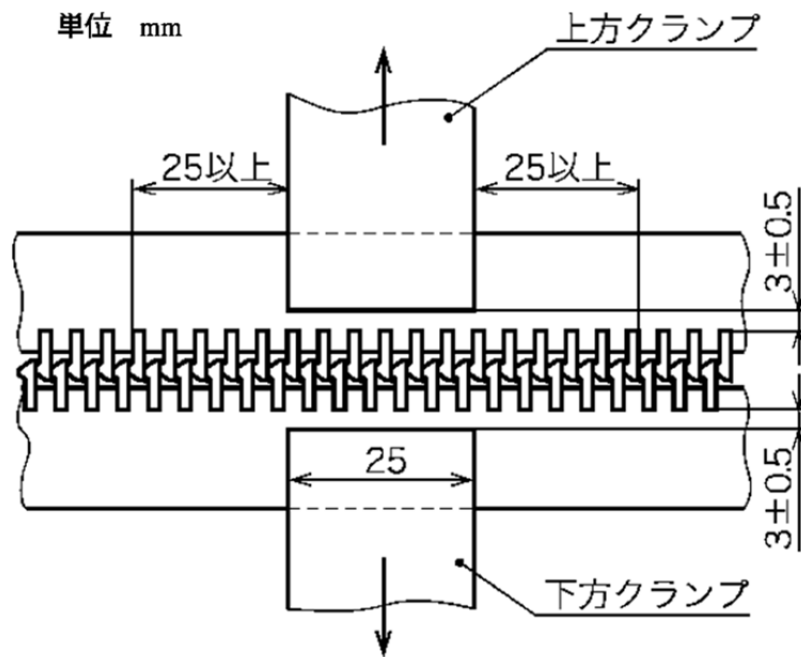
しかし, これらの試験方法はファスナの強度や耐久性などの基本性能を評価しているだけである。最近では使用用途に応じて薄い, 軽い, やわらかい, 意匠性などに優れたファスナが求められ, これまでに様々な風合いを持つ高付加価値ファスナが開発されてきた。

例えば, Fig. 1-5 (a)に示す「オールドアメリカン® (YKK 製)」は, ヘリンボーン織りの綿テープやプレス加工によって製造されたスライダを用いることで, 1940 年～1950 年代のアメリカ製ヴィンテージファスナの外観および手触りを再現している。

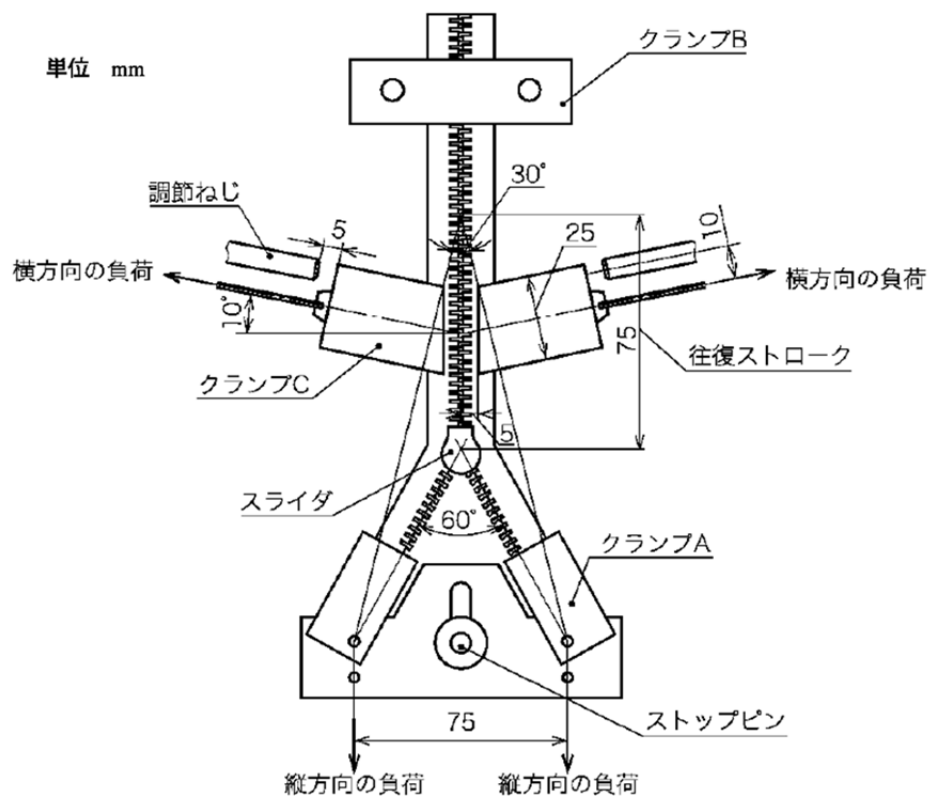
Fig. 1-5 (b)に示す「コットンタッチテープファスナ (YKK 製)」は, テープにポリエステルとレーヨンの混紡糸を使用することにより, 綿のように柔らかく自然な風合いで落ち着いたイメージを与えている。

Fig. 1-5 (c)に示す「アルカンターラ®テープファスナ (YKK 製)」は, 人工皮革スウェードの生地をテープに使用することにより, 高級なイメージを与えている。

このように, ファスナの構成部材であるエレメント, テープ, スライダの素材や製法を変えることにより様々な風合いをファスナに持たせることが可能である。



(a)



(b)

Fig. 1-4 Test for fastener (JIS S 3015)

(a) Chain crosswise strength, (b) Reciprocating endurance





(a)



(b)



(c)

Fig. 1-5 Handling-enhanced fastener (<http://www.ykkfastening.com/japan/>)  
 (a) “Old American®”, (b) “Cotton touch tape fastener”, (c) “Alcantara® tape fastener”

今日では、薄手のワンピースやブラウスなどの婦人服に用いられるファスナの風合いとして触感を向上させることが求められている。

これは、消費者が婦人服に要求する品質項目として、色、柄、素材感、シルエットなどの審美的訴求に加え、着心地が良いことも重要な品質項目に挙げられる[3]からと考えられる。婦人服には、①着脱性の向上、②動きやすさの向上、③保温あるいは清涼性の向上、④表地の傷み防止、⑤肌からの汚れに対する保護、⑥透け防止および⑦シルエットを美しく見せるなどの目的で裏地 (JIS L 0122) がしばしば用いられる[4]。しかし、裏地が用いられない婦人服には縫製されたファスナが Fig. 1-6 (a)に示すように露出していることがある。この婦人服を着用して Fig. 1-6 (b)に示すように上半身を動かしたとき、前身頃と後見頃間に縫製されているファスナ（赤丸で図示）が肌と擦れて着心地を損ねることがあるので、ファスナの触感を向上させることが求められている。

一般に、婦人服用ファスナのテープには、Fig. 1-7 に示す編テープが用いられている。これは、通常の織テープを用いたファスナよりも編テープを用いたファスナの方が縫製時にパッカリングが発生しにくく、また、織テープよりもやわらかくて風合いが良いとされているからである。このため、婦人服用ファスナの触感を向上させるためには、編テープの触感を向上させることが必要不可欠である。

しかし、編テープは Fig. 1-8 に示すように、3 種類のたて編組織（シングルサテン編；Fig. 1-8 (a)、鎖編；Fig. 1-8 (b)、シングルトリコット編；Fig. 1-8 (c)) で編成されているが、触感を向上させるための設計方法、すなわち、各たて編組織にどのような糸を用いると編テープの触感がどのようになるかは明らかになっていない。





(a)



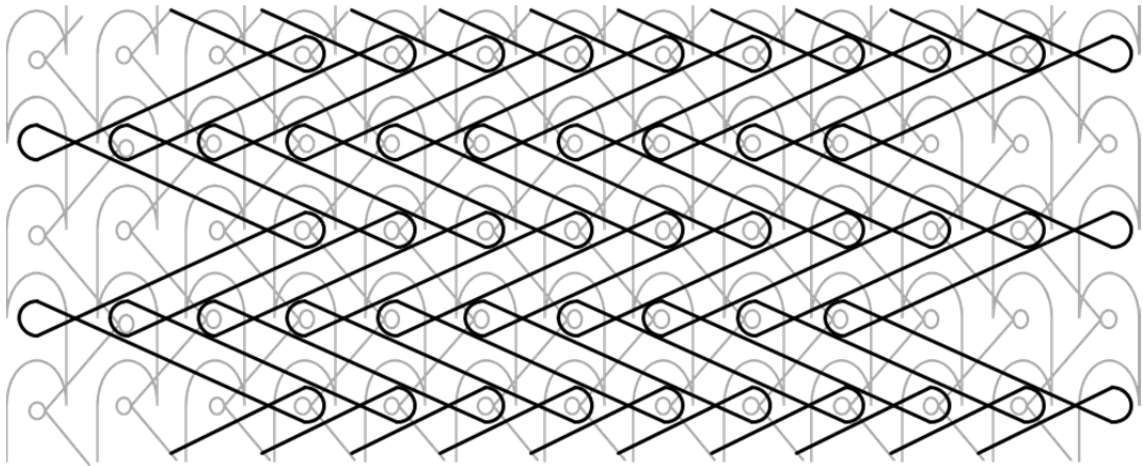
(b)

Fig. 1-6 (a) Fstener sewn to the back side of ladies' wear  
(b) Action which the fastener rubs on skin

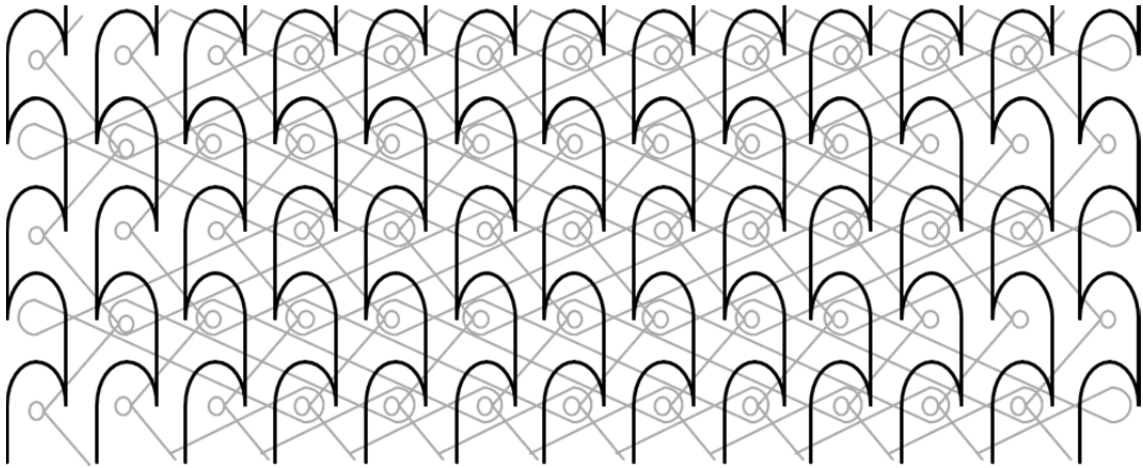


Fig. 1-7 Knitted tape for fastener

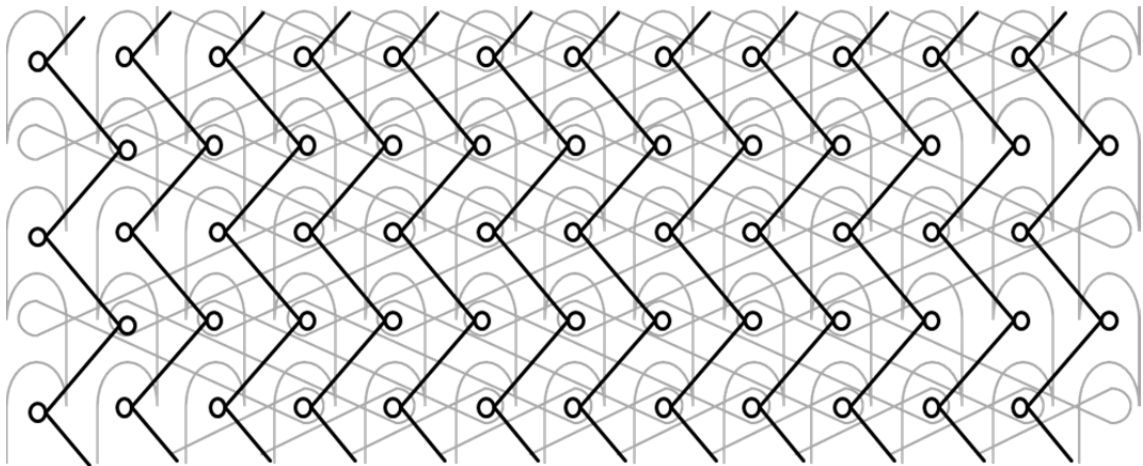




(a)



(b)



(c)

Fig. 1-8 Schematic diagram of warp-knitting stitch of knitted tape

(a) Single satin stitch, (b) Chain stitch, (c) Single tricot stitch

#### 1.1.4 従来の研究

布の風合い (Hand, Handle) とは、繊維材料あるいは繊維製品から受ける官能評価量とされ、広義には触知覚以外の視覚や聴覚も含めた官能評価量とされているが、主に狭義の触知覚による官能評価量とされている[5]。布の風合いに関する研究は、1930年代前後から Binns[6]や Peirce[7]らの研究に端を発し、これまでに数多くの研究が行われてきた。

風合いの評価はヒトによる主観評価であるため、評価者の価値観や嗜好の個人差、経験の有無、評価中の順応や疲労の影響、評価環境の影響などを受けやすいので再現性が低い。これらの影響を小さくするためには、風合いを評価する形容語の定義を明確にして評価者間で試料に対する風合いの認識を統一すること、風合い評価を行うヒトの感覚器を決めて評価試技を統一すること、経験や訓練の有無に起因する評価者間の感度差を小さくすることが重要である。

風合いを評価する形容語を選定する際は、評価者にわかりやすい形容語を採用することが重要であるが、実際には試料によって評価形容語が膨大となるため、これまでの研究では形容語の分類や主要因子を抽出する試みがなされてきた。

Brand[8]は、布の美的特性は Style, Body, Cover, Surface texture, Drape, Resilience によって説明できるとし、さらに風合い評価において、望ましい形容語と望ましくない形容語に分類する考え方を示した。

Hoffman[9]は、Stiffness, Compliance, Liveliness, Weight, Leanness and Bulk, Compressibility and Thickness, Waxiness, Friction, Contact Warmth, Drape, Smoothness and Luster, Covering Power, Contour Retention and Resilience の 13 因子を風合いを形容する基本因子として抽出し提示した。

小林[10]は、シルクライク、ウールライク、リネンライク、コットンライクなどの繊維素材別風合いと形容語との関係を考察し、SD 法 (Semantic differential method) と因子分析法を適用して素材別風合いの次元と形容語による特徴を明らかにした。

Howorth[11]は、梳毛服地などの風合い解析に因子分析法を適応し、Stiffness, Softness,

Smoothness, Weight, Thickness を風合いに影響する因子として抽出した。

風合い評価に用いる感覚器（触知覚，視覚，聴覚，味覚，嗅覚）が異なると，風合い評価結果も異なることが知られている．布の風合いは，前述のとおり，主に狭義の風合いで議論されることが多く，触知覚による官能評価が主であるが，日常生活で実際に繊維製品の風合いを評価する場合は，触知覚と視覚を併用して風合い評価を行う．

感覚器が異なることに起因する風合い評価の差異は，Binns[12], Brown[13], 西松[14], 小林[15]らの研究がみられ，触知覚だけで評価した場合，視覚だけで評価した場合および触知覚と視覚の両方で評価した場合では評価結果が異なることが明らかになっている．

触知覚による風合い評価の指先動作に関する研究には，李[16], 永津[17]らの研究，皮膚の感覚と布の性能を対応づけた研究には，小西[18]らの研究がみられる．

風合いを評価する評価者が，専門家である場合と素人である場合では，風合い評価結果が異なる．西松[19]らは，専門家と消費者では風合い評価に影響を与える布の物理量が異なっていることを報告した．

これらの研究のように布の風合いを主観的に捉えようとする試みとともに，布の風合いを客観的に捉えようとする研究も数多く行われてきた．

布の力学特性を理論的に解析する試みは，Peirce[7]による織物をエラスチカとみなして曲げ剛さを解析しようとする研究に端を発している．

Womersley[20]は，織物を経糸と緯糸からなる構造体とみなし交錯点でピン止めした格子模型で近似する考えを示した．Weissenberg[21]は，織物の経糸と緯糸との交差角が変形によって直角からはずれる剪断の機構を明らかにした．Grosberg[22]は，織物の経糸と緯糸との交錯点に作用する法圧力が経糸と緯糸間の摩擦を生じる原因であることを理論的に解析した．

布の力学特性の理論的解析が進む一方，松尾[23], 川端[24]らによって，布の基本力学特性を測定して布の基本風合いと対応づける研究が行われた．そして，1973年に川端[25]によって Fig. 1-9 に示す布の基本力学特性（引張特性，剪断特性，曲げ特性，圧縮特性，表面特性）を測定する KES-F システム (Kawabata's evaluation system for fabric)

が確立された。KES-FB1-A (Fig. 1-9 (a)) は引張特性および剪断特性, KES-FB2-S (Fig. 1-9 (b)) は曲げ特性, KES-G5 (Fig. 1-9 (c)) は圧縮特性, KES-SE-SR-U (Fig. 1-9 (d)) は表面特性として摩擦および粗さを測定する試験機である。

一方, 1974 年に松尾ら[26]は布の非破壊風合い計測機として厚み・圧縮試験機, 曲げ試験機, 伸長試験機, 摩擦試験機を発表した。海外では, オーストラリア連邦科学産業研究機構 CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) が FAST (Fabric Assurance By Simple Testing) システムとして布の圧縮試験機, 曲げ試験機, 伸長試験機を発表した。

今日では, 川端らによって開発された KES システムを用いて繊維製品の風合いを客観評価する方法が主流となっており, これまでに様々な繊維製品の風合いに関する研究が報告されてきた。

小林[27]は, 46 種のアウトウェア用ニットの力学特性値を KES システムを用いて測定して因子分析法により各力学特性値の相互関係を検討し, 曲げ抵抗性, 剪断抵抗性, 表面粗さ, 表面摩擦, 伸長抵抗性, 伸長回復性の 6 因子をニット布の力学特性に重要な因子と報告した。

坂口ら[28]は, 80 種類の肌着用編物について KES システムで力学特性値を測定し, これに熱・水分移動特性値を加えて, 手触りの品質評価式を報告した。

Cassidy ら[29]は, リング紡績あるいはミュール紡績で得た紡毛糸のゴム編地の風合いを KES システムを用いて客観評価し, ミュール紡績で得た紡毛糸からなる編布の方がやわらかく滑らかであることを報告した。

諸岡ら[30]は, 21 種類の春秋物ブラウスの肌触り評価を行い, KES システムで測定した摩擦係数の平均偏差が 0.025 以下のブラウスは快適であると報告した。

綾田ら[31]は, ギャザースカートの着用感を KES システムで測定した曲げ剛性, 剪断剛性, 厚さなどの力学特性値と関連付け, 予測式を求めた。

鋤柄ら[32]は, 4 種類のパンティーストッキングの肌触りを SD 法を用いて着用実験で主観評価し, KES システムで測定した圧縮直線性, 引張直線性, 表面粗さが小さい試料ほど肌に対する刺激がソフトで肌触りが良いと報告した。

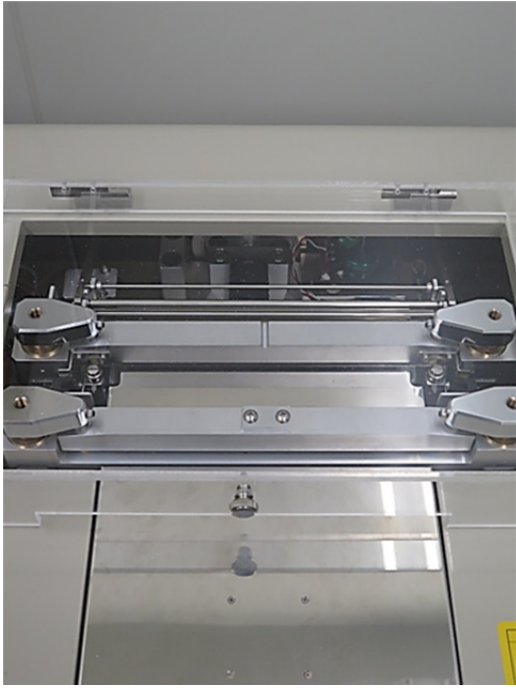
松平ら[33]は、ニット地パジャマの快適性の客観評価式を KES システムで測定した布地の力学特性値や熱・水分の移動特性から誘導した。

一方、村田ら[34]は自動車のステアリングホイールの握り心地と試作試験機で測定した物理特性（圧縮特性，摩擦特性，表面粗さ，接触冷温感）との相関関係を検討して，ステアリングホイールの「握り心地」の予測式を提案した。

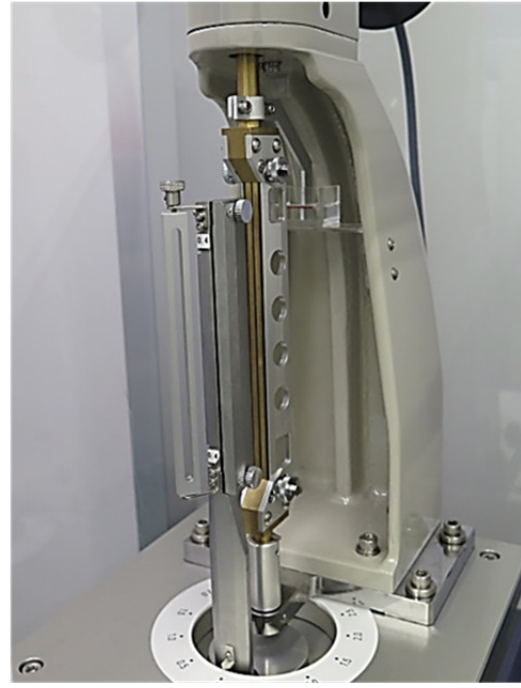
西松ら[35]は、12種類の市販バスタオルの触感と試作試験機で測定した物理特性（圧縮特性，摩擦特性，温熱特性，吸水特性）との相関関係を求め，「やわらかい，しなやかな，しっとりした，高級感がある」などの触感は圧縮特性値と正の相関，「滑らかな，すべりやすい」の触感は摩擦係数の平均偏差と負の相関があると報告した。

しかし，ファスナ用編テープのような細幅の布の触感に関する研究はみられず，また，たて編布を構成するたて編組織が触感に与える影響は検討されていない。

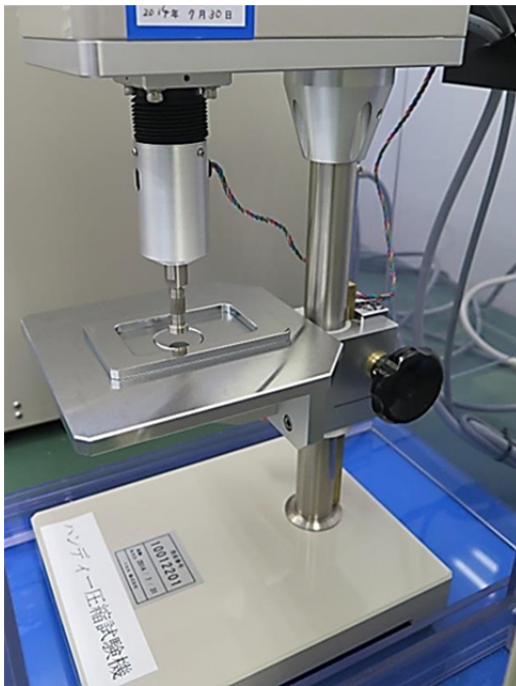




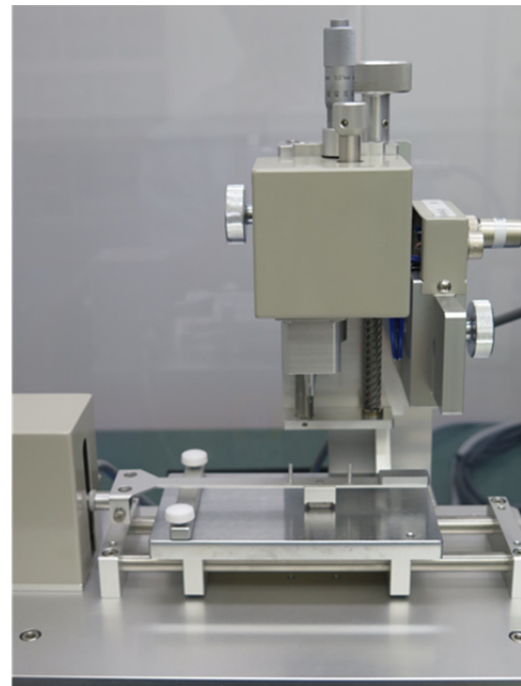
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 1-9 KES system

(a) Tensile /Shear tester, (b) Bending tester, (c) Compression tester, (d) Surface tester



## 1.2 研究の目的および概要

本研究では、薄手婦人服に用いられるファスナ用編テープの触感向上に向けた編テープの基礎的な設計指針を得るために、編テープを構成する各たて編組織（シングルサテン編、鎖編、およびシングルトリコット編）に用いる糸が手触りに与える影響を明らかにすることを目的とした。

ここで、手触りとしたのは、一般的な幅広の布と比べると編テープは約 13mm の細幅の布であるため表面積が小さく、触感の評価が困難になることが予測されたので、二点弁別閾が高く触知覚の分布密度が高い手指[36]を用いて、様々な試技で編テープの触感を評価するためである。

手触り官能検査で得られた結果と KES システムなどを用いて測定した物理特性値との関係を検討することによって、編テープを構成する各たて編組織に用いる糸が手触りに与える影響を明らかにした。

本論文の構成は緒論および結論を含めて全 5 章よりなる。

第 1 章では、緒論として、ファスナの概要や歴史、婦人服用ファスナの編テープの触感向上にむけた課題およびこれまでの布の風合いに関する研究を概論した。そして、婦人服用ファスナに用いられている編テープを構成する各たて編組織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して、編テープの触感向上に向けた基礎的な設計指針を得ることが必要であることを述べた。

第 2 章では、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、シングルサテン編構造糸だけが異なる 5 種類の編テープを試作して、評価者が手指を用いて編テープの手触りを評価した。そして、評価された形容語について主成分分析を行い、手触りを評価する主要因を検討した。さらに、手触り評価量と測定した物理特性との相関関係について考察して、シングルサテン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した。

第 3 章では、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、鎖編構造糸だけが異なるファスナ用編テープを試作して、評価者が編テープの手触り官能検査

を行った。さらに、鎖編構造糸の熱特性および編テープの力学特性を測定した。そして、これらの特性と手触り評価結果との相関関係について考察して、鎖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した。

第4章では、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だけが異なる5種類の編テープを試作して、第2章および第3章と同様の方法で編テープの手触り官能検査を行うとともに、物理特性を測定した。そして、手触り評価量と測定した物理特性との相関関係について考察して、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した。

第5章では、第4章までの結果をまとめ、結論を述べた。

## 参考文献

- [1] YKK 技術開発史, YKK 株式会社 (2001)
- [2] YKK 五十年史, 吉田工業株式会社 (1984)
- [3] 林田隆夫, 婦人服に求められる品質性能, 繊維製品消費科学, Vol. 24, 176-184 (1983)
- [4] 出口潤子, 裏地, 繊維学会誌, Vol. 60, P425-P428 (2004)
- [5] 小林茂雄, 風合いの評価法, 繊維機械学会誌, Vol. 26, P88-P94 (1973)
- [6] H. Binns, A comparison between the judgement of individuals skilled in the textile trade and the natural judgement of untrained adults and children., Journal of the Textile Institute, Vol. 17, T615-T641 (1926)
- [7] F. T. Peirce, The handle of cloth as measurable quality., Journal of the Textile Institute, Vol. 21, T377-T416 (1930)
- [8] R. H. Brand, Measurement of fabric aesthetics analysis of aesthetic components., Textile Research Journal, Vol. 34, 791-804 (1964)
- [9] R. M. Hoffman, L. F. Beste, Some Relations of Fiber Properties to Fabric Hand., Textile Research Journal, Vol. 21, 66-77 (1951)

- [10] 小林茂雄, 布の風合いイメージパターンの分析, 繊維製品消費科学, Vol. 13, 4-11 (1972)
- [11] W. S. Howorth, The handling of suiting, lingerie, and dress fabrics., Journal of the Textile Institute, Vol. 55, T251-T260 (1930)
- [12] H. Binns, A visual tactile analysis of typical bradford wool tops., Journal of the Textile Institute, Vol. 25, T331-T354 (1934)
- [13] P. Brown, The characterization of bulk., Textile Research Journal, Vol. 39, 395-412 (1969)
- [14] 西松豊典, 酒井哲也, パイル織物の風合い評価における視覚の影響の有意性について, 繊維学会誌, Vol. 43, 211-217 (1987)
- [15] 小林茂雄, 富塚美恵, 布の風合い評価における触・視覚の相互関係, 繊維学会誌, Vol. 46, 251-257 (1990)
- [16] 李受玟, 上条正義, 西松豊典, 清水義雄, 加速度センサを用いた布の風合い評価時における指先動作の計測, 繊維機械学会誌, Vol. 58, T101-T108 (2005)
- [17] 永津拓郎, 榎本祐嗣, 河村隆, 小林俊一, 山辺典昭, 示指による織布の摩擦触感評価, 繊維学会誌, Vol. 64, 89-95 (2008)
- [18] 小西行雄, 織物のフウアイの因子, 繊維学会誌, Vol. 20, S36-S39 (1964)
- [19] 西松豊典, 酒井哲也, 専門家および消費者によるパイル織物の官能評価の比較, 繊維学会誌, Vol. 41, T396-T402 (1985)

- [20] J. R. Womersley, The application of differential geometry to the study of the deformation of cloth under stress., Journal of the Textile Institute, Vol. 28, T97-T113 (1937)
- [21] K. Weissenberg, G. E. Chadwick, S. A. Shorter, A trellis model for the application and study of simple pulls in textile materials., Journal of the Textile Institute, Vol. 40, T111-T160 (1948)
- [22] P. Grosberg, The mechanical properties of woven fabrics, Textile Research Journal, Vol. 36, 205-211 (1966)
- [23] 松尾達樹, 風合いに関する研究, 繊維機械学会論文集, Vol. 23, T134-T143 (1970)
- [24] 川端季雄, 風合いの解析, 繊維学会誌, Vol. 25, 191-199 (1969)
- [25] 川端季雄, 風合い計量のための, 布の力学特性のキャラクタリゼーション, およびその計測システムについて, 繊維機械学会誌, Vol. 26, P721-P728 (1973)
- [26] 松尾達樹, 斉藤実, 国政卓治, 布の非破壊風合い計測法, 繊維学会誌, Vol. 30, P284-P291 (1974)
- [27] 小林茂雄, ニットの風合いの力学的因子, 繊維学会誌, Vol. 40, T209-T215 (1984)
- [28] 坂口晴子, 丹羽雅子, 川端季雄, 編布肌着の客観的品質評価法の開発, 繊維機械学会誌, Vol. 39, T33-T42 (1986)

- [29] T. Cassidy, P. J. Weedal, R. J. Harwood, An evaluation of the effect of different yarn-spinning systems on the handle of fabrics., *Journal of the Textile Institute*, Vol. 80, 537-545 (1989)
- [30] 諸岡英雄, 諸岡晴美, 柳生幸枝, 千葉五重, ブラウスの肌触りと摩擦特性との関連, *繊維製品消費科学*, Vol. 32, 112-119 (1991)
- [31] 綾田雅子, 丹羽雅子, ギャザースカートの着用感と布の力学特性との関係, *繊維学会誌*, Vol. 47, 291-298 (1991)
- [32] 鋤柄佐千子, 藤本尊子, 丹羽雅子, パンティーストッキングの性能評価について, *繊維製品消費科学*, Vol. 33, 661-669 (1992)
- [33] 松平光男, 麻生典雄, 婦人秋冬用ニット地パジャマの快適性客観評価式の開発, *繊維製品消費科学*, Vol. 39, 578-586 (1998)
- [34] 村田謙豪, 金井博幸, 嘉村渉, 森嶋美佳, 西松豊典, 表面塗装が本革ステアリングホリールの「握り心地」評価に及ぼす影響, *Journal of Textile Engineering*, Vol. 57, 139-144 (2011)
- [35] 西松豊典, 金井博幸, 藤原恵, 高橋恭平, 岸根延幸, 藤田初芽, 古田麻子, 升川綾子, バスタオルの「触感」と物理特性との関係, *Journal of Textile Engineering*, Vol. 60, 91-98 (2014)
- [36] Weinstein, S. Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterality, *The skin senses*, P195-222 (1968)

## 第 2 章

### シングルサテン編構造糸が ファスナ用編テープの手触りに及ぼす影響

## 2.1 緒言

第1章で述べたように、ファスナ用編テープは3種類のたて編組織（シングルサテン編、鎖編、シングルトリコット編）で編成されているが、各たて編組織は糸の使用量や使用方向が異なるため、手触りに与える影響はそれぞれ異なると予測される。

これまでに、たて編布に関する研究は数多く報告されている。寺崎ら[1]は、筈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筈の移動距離が大きい編組織ほど厚くて圧縮率が大きいことを報告した。川端[2]は、たて編布の引張特性を、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た。柳川ら[3~6]は、編布の構造定数と糸の力学特性より2枚筈トリコット編布のせん断特性を理論的に誘導し、糸の引張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、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枚筈トリコット編布の曲げ特性を理論的に誘導し、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た。

しかし、これらの研究は1枚筈あるいは2枚筈で編成されるたて編布の力学特性に関する研究であり、ファスナ用編テープのように3枚筈で編成されるたて編布の各たて編組織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、本章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、糸1本あたりにおいてコース方向に走行する距離が最も長いシングルサテン編構造糸が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、シングルサテン編構造糸だけが異なる編テープを試作して、被験者が編テープの手触りに関連する種々の形容語について手指だけを用いて手触り官能検査を行った。そして、評価された形容語について主成分分析を行い、手触りを評価する主要因を検討した。さらに、手触り評価量と測定した物理特性との相関関係について検討し、シングルサテン編構造糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにした。



## 2.2 実験方法

### 2.2.1 試料

本章では、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、糸1本あたりにおいてコース方向に走行する距離が最も長いシングルサテン編 (Fig. 2-1) に用いる糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにするために、シングルサテン編構造糸だけが異なる編テープをたて編機 (YKK株製) で作製した。

編テープに用いた糸は、ファスナ用テープに広く用いられている糸のうち、Table 2-1 に示す素材と織度が同一であるが製造条件が異なる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) を用いた。

Table 2-1 より、yarn-1 は汎用的な延伸糸 (以下、FDY (Fully Drawn Yarn) という) である。yarn-2 は紡糸工程において糸の状態ですでに熱セットされているので、yarn-1 と比較して乾熱寸法変化率が小さい FDY である。このため、後述するヒートセット処理で熱収縮しにくいので、ヒートセット処理の効果が異なり手触りに影響を与えると予測した。yarn-3 は紡糸工程において高倍率で延伸されているので yarn-1 と比較して引張強さが大きく伸び率が小さい FDY であり、伸長感に影響を与えると予測した。yarn-4 は汎用的な延伸仮撚加工糸 (以下、DTY (Draw Textured Yarn) という) である。DTY は FDY と比較して合成繊維のかさ高性を表す伸縮復元率 (JIS L 1013) が約 30 倍大きいのでかさ高いといえる。このため、厚さ感に影響を与えると予測した。yarn-5 は yarn-4 と比較してフィラメント径が小さいがフィラメント数が多い DTY である。このため、手指を滑らせたときの乾湿感や粗滑感に影響を与えると予測した。

これら5種類の糸を用いて、Table 2-2 に示すようにシングルサテン編構造糸だけが異なる5種類のファスナ用編テープ ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ) を試料として作製した。なお、各試料の鎖編構造糸およびシングルトリコット編構造糸には yarn-1 を用いた。

各試料は編成後に編テープの形態を安定させる目的で、ヒートセット処理を  $170\pm 5^{\circ}\text{C}$  で 30 秒間実施した。試料の作製環境は、室温  $25\pm 4^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $65\pm 5\%\text{RH}$  とした。

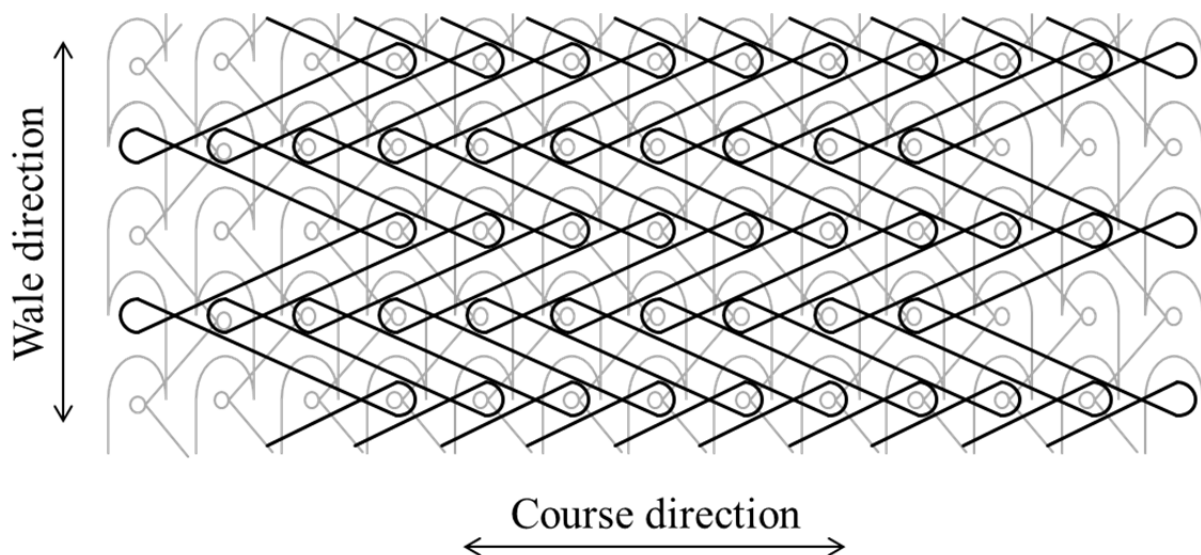


Fig. 2-1 Schematic diagram of single satin stitch

Table 2-1 Details of polyester multifilament yarns

	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Apparent fineness (dtex)	110				
Spinning process	FDY			DTY	
Number of filament	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

Table 2-2 Tapes

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
Single satin stitch	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Chain stitch	yarn-1				
Single tricot stitch					

## 2.2.2 官能検査方法

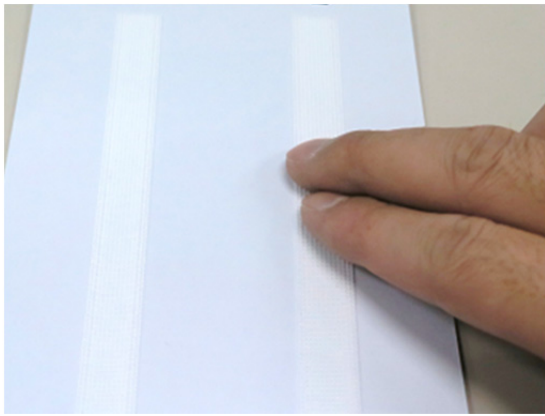
ヒトが物に触れたときに感じる対象物の触感は、「温冷感」、「乾湿感」、「粗滑感」、「硬軟感」で表現されるといわれている[7]。これら4種類の触感に「厚さ感」、「伸長感」を加え、ファスナ用編テープの手触りを表す11種類の形容語「あたたかい、しっとりした、さらっとした、滑らかな、平らな、滑りやすい、やわらかい、しなやかな、弾力がある、薄い、伸びない」を物理形容語として選定した。また、婦人服用ファスナの触感イメージを表す形容語についてファスナ用テープの手触り品質検査の専門家20名で協議した結果、7種類の形容語「さわやかな、はりがない、こしがない、控えめな、高級感がある、肌触りが良い、肌になじむ」が重要であるとされたので、これらの形容語をイメージ形容語として選定した。

5種類の試料について、被験者がシェッフェの一対比較法（中屋の変法）[8]を用いて、18種類の形容語を7段階（非常に、かなり、やや、どちらともいえない）で評価した。評点の付け方は以下のとおりである。

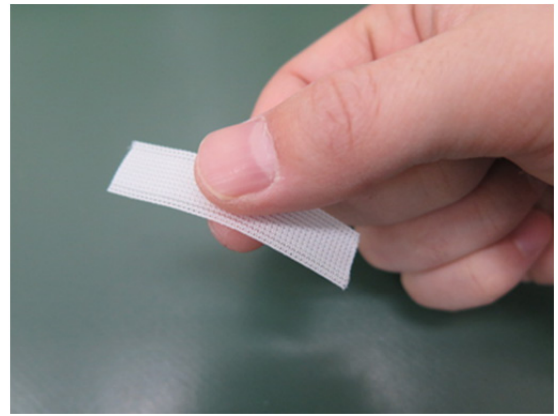
$S_i$ が $S_j$ に比べて非常に良いとき、	+3 点
$S_i$ が $S_j$ に比べてかなり良いとき、	+2 点
$S_i$ が $S_j$ に比べてやや良いとき、	+1 点
$S_i$ が $S_j$ と同じ良さであるとき、	0 点
$S_i$ が $S_j$ に比べてやや悪いとき、	-1 点
$S_i$ が $S_j$ に比べてかなり悪いとき、	-2 点
$S_i$ が $S_j$ に比べて非常に悪いとき、	-3 点

試料は婦人服に用いられるファスナ用編テープを想定しているので被験者は女性とし、ファスナ用テープの手触り品質検査の専門家13名（20代；4名，30代；3名，40代；3名，50代；3名）とした。試料の手触りを評価する面はシンカーループ面（ファスナを布地に縫製したときに肌に触れる面）とし、試料が細幅であることを考慮して Fig. 2-2 に示すように手指だけで評価する試技を以下のように設定した。また、視覚による影響[9~12]を排除するために、眼を閉じた状態で評価させた。

- ①温冷感を表す「あたたかい」は、Fig. 2-2 (a)に示すように利き手の人差し指と中指を試料に「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. 2-2 (a)に示すように利き手の人差し指と中指を試料に押し当てた状態から手指を「滑らせて」評価.
- ③厚さ感を表す「薄い」は、Fig. 2-2 (b)に示すように利き手の親指と人差し指で試料を「つまんで」評価.
- ④伸長感を表す「伸びない」は、Fig. 2-2 (c)に示すように両手の親指と人差し指で試料を「伸ばして」評価.
- ⑤硬軟感を表す「やわらかい」は、Fig. 2-2 (d)に示すように編テープをΩ形状に保持できる治具に取り付けて、利き手の親指と人差し指で試料を「挟んで」評価.
- ⑥硬軟感を表す「しなやかな、弾力がある」は、Fig. 2-2 (e)に示すように編テープをΩ形状に保持できる治具に取り付けて、利き手の親指と人差し指で試料を挟んだ後に試料を「戻して」評価.
- ⑦イメージを表す「さわやかな、はりがない、こしがいい、控えめな、高級感がある、肌触りがいい、肌になじむ」は、試技①～⑥を用いて総合的に評価.
- 手触り官能検査に用いる試料は、恒温恒湿室（室温  $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $50\pm 4\%\text{R.H.}$ ）で24時間放置後、恒温恒湿室内で手触り官能検査に用いた.



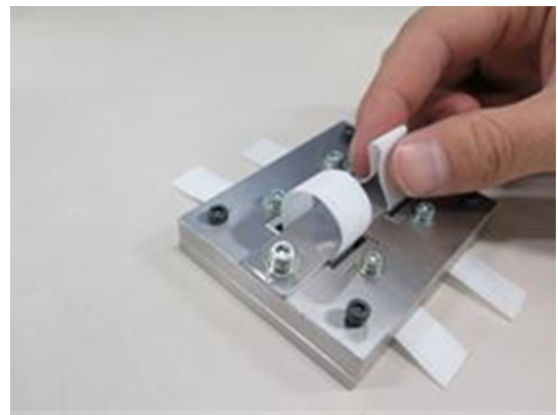
(a)



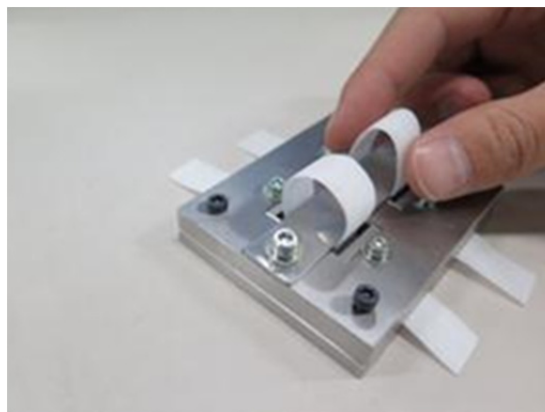
(b)



(c)



(d)



(e)

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

### 2.2.3 手触り評価時の試料に対する手指の圧力測定

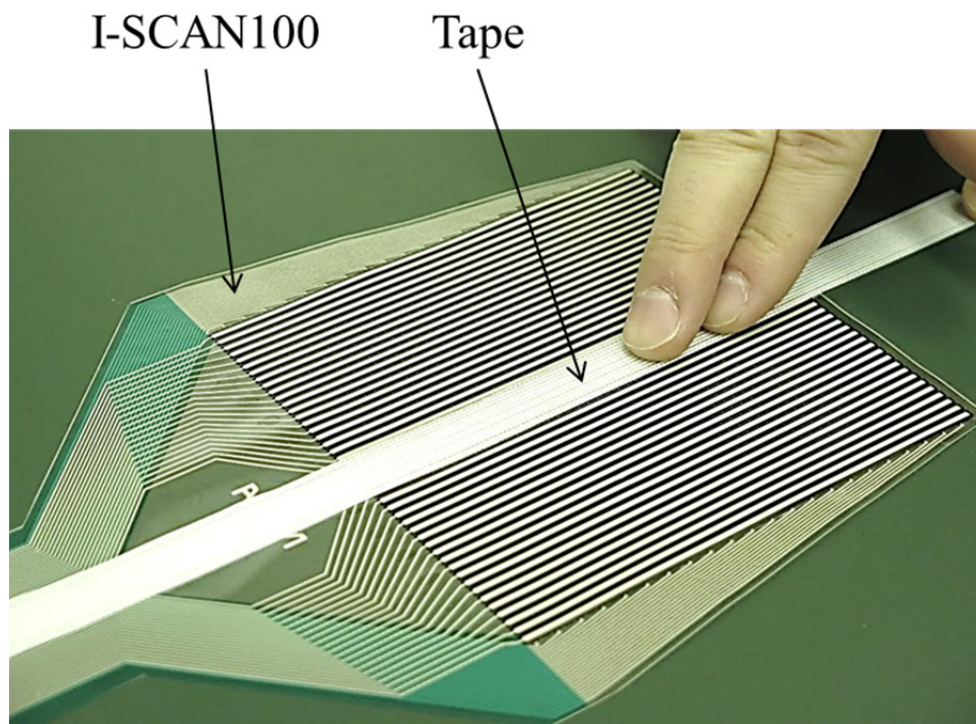
被験者 13 名が乾湿感および粗滑感を評価する試技「滑らせる」および厚さ感を評価する試技「つまむ」を行っているときの試料に対する手指の圧力を面圧分布測定システム (I-SCAN100 (0.5K), ニッタ(株)製) を用いて測定した。これは、後述する摩擦特性および圧縮特性の測定条件である荷重を設定する際に参考にするためである。

評価試技「滑らせる」の圧力測定は Fig. 2-3 (a)に示すように「手前から奥，奥から手前へ指を滑らせる」の一連動作を 3 回行い，評価試技「つまむ」の圧力測定は Fig. 2-3 (b)に示すように「つまむ，離す」の一連動作を 3 回行った。

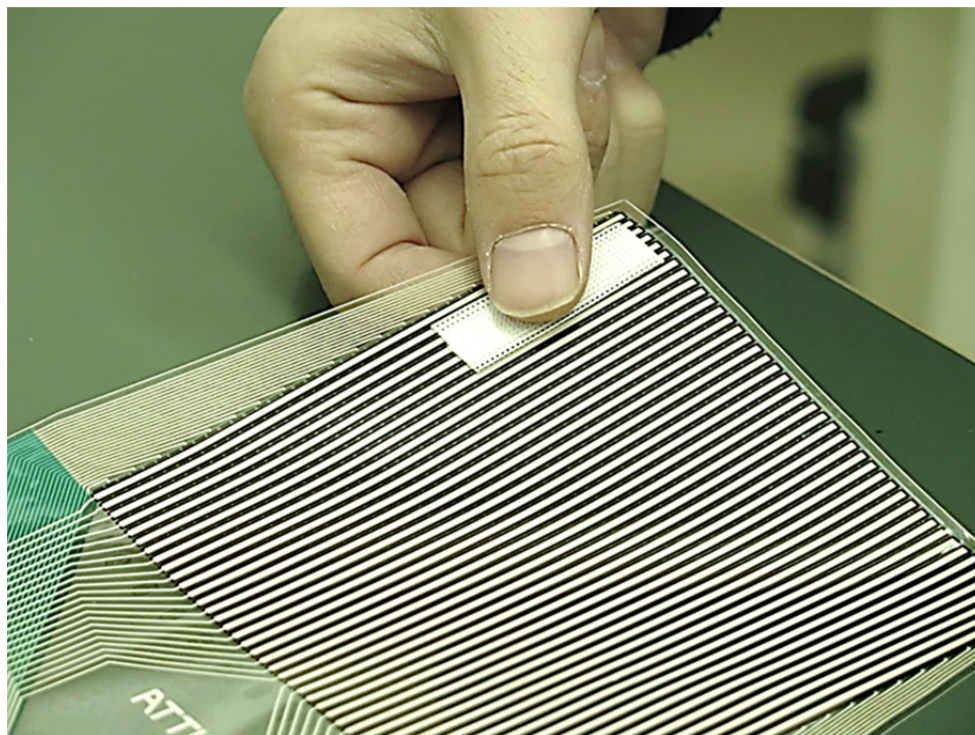
被験者 13 名が「滑らせる」および「つまむ」を行ったときの圧力測定結果を Table 2-3 に示す。Table 2-3 より，被験者 13 名の評価試技「滑らせる」の圧力は被験者 E および被験者 M の最小値  $4.0\text{gf/cm}^2$  ( $3.9 \times 10^2\text{Pa}$ )，被験者 L の最大値  $31.0\text{gf/cm}^2$  ( $3.0 \times 10^3\text{Pa}$ )，平均値  $11.7\text{gf/cm}^2$  ( $1.1 \times 10^3\text{Pa}$ ) であることがわかった。

Table 2-3 より，被験者 13 名は圧力  $4.0\text{gf/cm}^2$  ( $3.9 \times 10^2\text{Pa}$ )  $\sim$   $768.0\text{gf/cm}^2$  ( $7.5 \times 10^4\text{Pa}$ ) の範囲内で編テープをつまみ評価していることがわかった。しかし，Table 2-3 に示す評価試技「つまむ」の圧力の平均値および最大値において，被験者 A, F, H は他の被験者よりも極端に圧力が大きく 5%の有意水準で外れ値であったので測定データから除いた。被験者 A, F, H を除いた被験者 10 名における評価試技「つまむ」の圧力は，最小値  $4.0\text{gf/cm}^2$  ( $3.9 \times 10^2\text{Pa}$ )，最大値  $123.0\text{gf/cm}^2$  ( $1.2 \times 10^4\text{Pa}$ )，平均値  $23.9\text{gf/cm}^2$  ( $2.3 \times 10^3\text{Pa}$ ) であることがわかった。





(a)



(b)

Fig. 2-3 Measurement of contact pressure between finger and tape during each finger motion

(a) Slide, (b) Pinch

Table 2-3 Results of contact pressure measurement for each finger motion

Panel	Pressure in sliding (gf/cm <sup>2</sup> )			Pressure in pinching (gf/cm <sup>2</sup> )		
	Minimum	Average	Maximum	Minimum	Average	Maximum
A	10.0	14.5	25.0	4.0	370.3*	768.0*
B	5.0	8.1	15.0	4.0	9.6	18.0
C	7.0	12.7	22.0	4.0	25.6	51.0
D	7.0	10.7	18.0	4.0	17.9	38.0
E	4.0	6.9	18.0	4.0	21.7	61.0
F	5.0	8.5	15.0	4.0	117.4*	307.0*
G	5.0	9.9	29.0	4.0	19.9	38.0
H	9.0	13.9	22.0	4.0	85.9*	199.0*
I	5.0	12.0	23.0	4.0	38.1	85.0
J	15.0	19.4	29.0	4.0	45.9	123.0
K	5.0	9.7	18.0	4.0	28.9	59.0
L	10.0	18.4	31.0	4.0	16.7	35.0
M	4.0	7.1	14.0	4.0	14.3	28.0

\*outlier (5% significant)



## 2.2.4 物理特性の測定

官能検査による手触り評価量を客観評価するために、各試料について物理特性（引張特性、曲げ特性、圧縮特性、摩擦特性、粗さ特性、温熱特性、含水率）を測定した。試料は恒温恒湿室（室温  $23\pm2^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $50\pm4\%\text{R.H.}$ ）で 24 時間放置した後、恒温恒湿室内で測定した。各物理特性の測定方法は以下のとおりである。

### (1) 引張特性

自動化引張り・せん断試験機（KES-FB1-A、カトーテック株製）を用いて、試料のウェール方向に対する引張特性を測定した。

引張特性の測定項目は、Fig. 2-4 に示す 4 種類（①引張直線性（LT），②引張仕事量（WT），③引張レジリエンス（RT），④最大伸び率（EMT；最大荷重 500gf/cm における伸び率））である。1 試料について 10 箇所から測定用試料を採取して、各試料（幅 1.3cm×試料長 20cm）について 1 回ずつ測定した。引張速度は 0.05mm/sec，チャック間距離は 50mm である。試料は、シンカーループ面を上にして、試料の編始め方向が稼働アーム側になるように設置した。

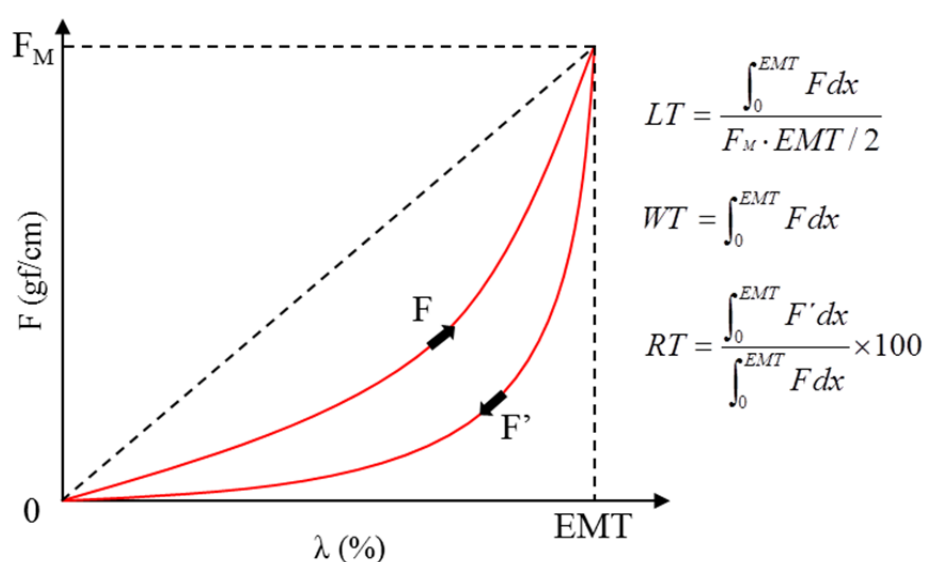


Fig. 2-4 Tensile property

## (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，試料のウェール方向に対する曲げ特性を測定した．最大曲げ曲率は $\pm 2.5\text{cm}^{-1}$ である．

曲げ特性の測定項目は，Fig. 2-5 に示す 6 種類（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  $1.0\text{cm}^{-1}$  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  $-1.0\text{cm}^{-1}$  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））である．

1 試料について 10 箇所から測定用試料を採取して，各試料（幅  $1.3\text{cm}\times$ 試料長  $7\text{cm}$ ）について 1 回ずつ測定した．試料は，表曲げ時にニードルループ面を内側にして，試料の編終わり方向が稼働アーム側になるように設置した．

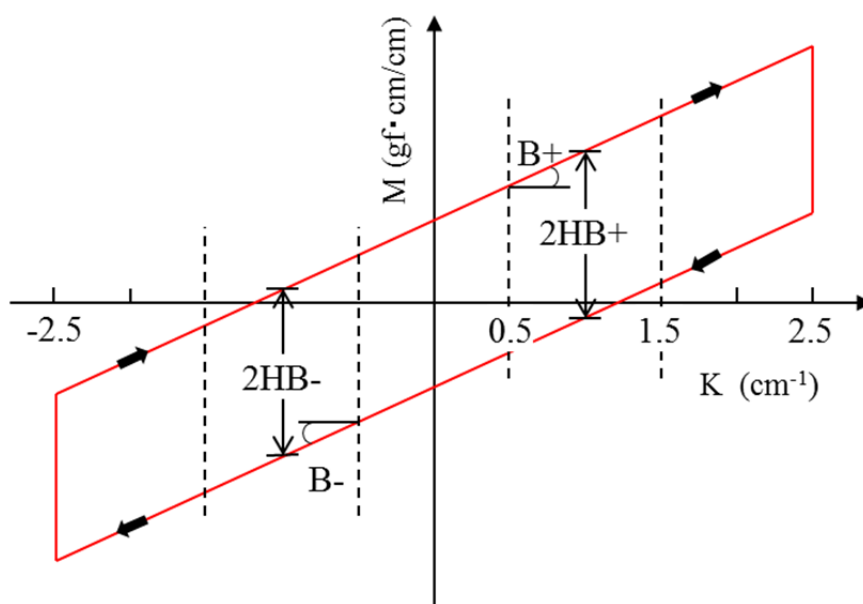


Fig. 2-5 Bending property

### (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，試料の圧縮特性を測定した．円形圧縮板の面積は  $1\text{cm}^2$ ，圧縮速度は  $0.02\text{mm/sec}$  とした．最大圧力は被験者がファスナ用編テープを「つまむ」ときの平均圧力値  $23.9\text{gf/cm}^2$  を参考にして  $25\text{gf/cm}^2$  とした．

圧縮特性の測定項目は，Fig. 2-6 に示す 5 種類（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  $0.5\text{gf/cm}^2$  時における試料厚さ），⑤最大圧縮時の厚さ（ $T_M$ ；最大圧力  $25\text{gf/cm}^2$  時における試料厚さ））である．1 試料について 10 箇所から測定用試料を採取して，各試料（幅  $1.3\text{cm}$ ×試料長  $10\text{cm}$ ）について 1 回ずつ測定した．試料は，シンカーループ面が圧縮板側になるように設置した．

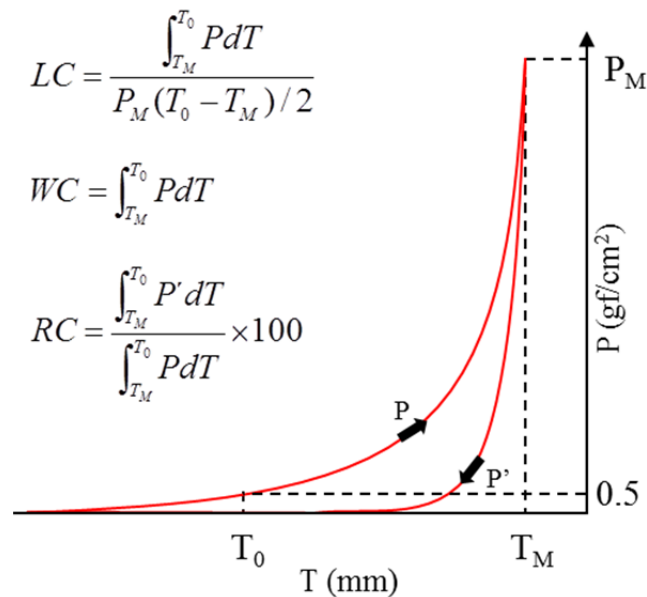


Fig. 2-6 Compression property

#### (4) 摩擦特性

摩擦感テスター（KES-SE-SR-U，カトーテック㈱製）を用いて，試料（幅 1.3cm×試料長 5cm）の摩擦特性を測定した．摩擦特性の測定項目は，Fig. 2-7 に示す 2 種類（①平均摩擦係数（MIU），②摩擦係数の平均偏差（MMD））である．

従来のピアノ線を用いた摩擦子（Fig. 2-8）で荷重 25gf，摩擦速度 5mm/sec，編始め方向から編終わり方向に各試料の摩擦特性を測定した結果を Fig. 2-9 に示す．Fig. 2-9 より，従来の摩擦子では 5 試料間の摩擦特性値の差を顕著に捉えることができなかった．

そこで，本研究では，Fig. 2-10 に示すようにアクリル樹脂でフレームを試作して，測定感度を高くすることおよび被験者の手指を想定して直径 10mm の円柱形の発泡シリコンゴム（信越ポリマー㈱製）を接触子に用いて試作したフレームに取り付けて摩擦子とした．

フレームと接触子の合計荷重は 2.5gf，接触子の断面積は  $0.79\text{cm}^2$  であるので，圧力は  $3.2\text{gf/cm}^2$  ( $3.1 \times 10^2\text{Pa}$ ) である．この条件は，前節で測定した評価試技「滑らせる」の圧力の最小値  $4.0\text{gf/cm}^2$  ( $3.9 \times 10^2\text{Pa}$ ) を参考に設定した．また，予備実験の結果より圧力を小さくすると 5 試料間の平均摩擦係数（MIU）および摩擦係数の平均偏差（MMD）の分散比が大きくなる傾向がみられたので，小さい圧力で測定することを心がけた．摩擦速度は 5mm/sec，測定距離は 30mm で解析距離は中間 20mm である．測定項目は，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㈱）へサンプリング周波数 5kHz で入力した電圧から算出した．

1 枚の試料上を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それぞれ測定して両者の平均値を測定値とした．測定面はシンカーループ面，測定回数は 1 試料について 10 回である．

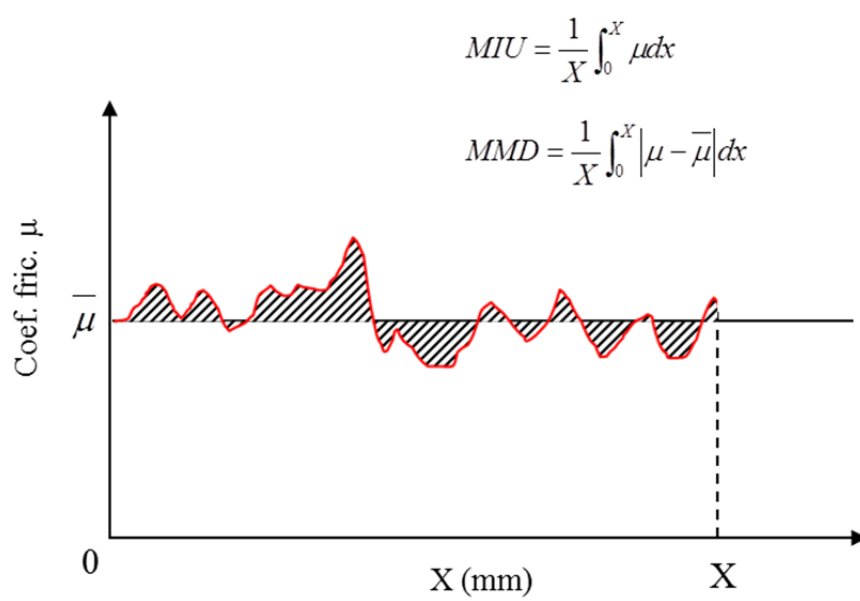
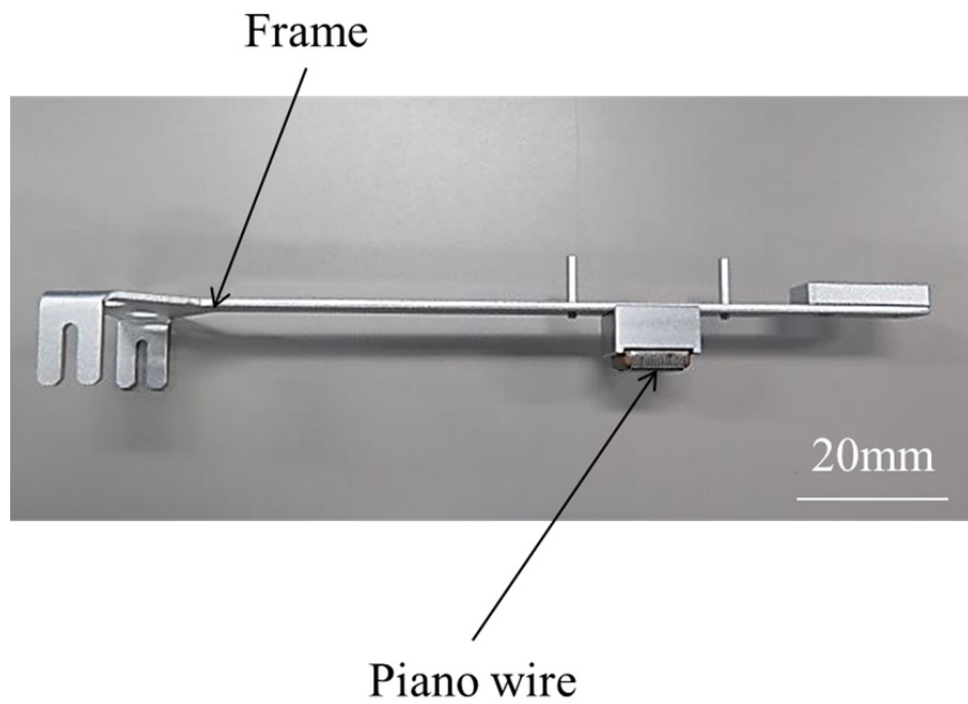
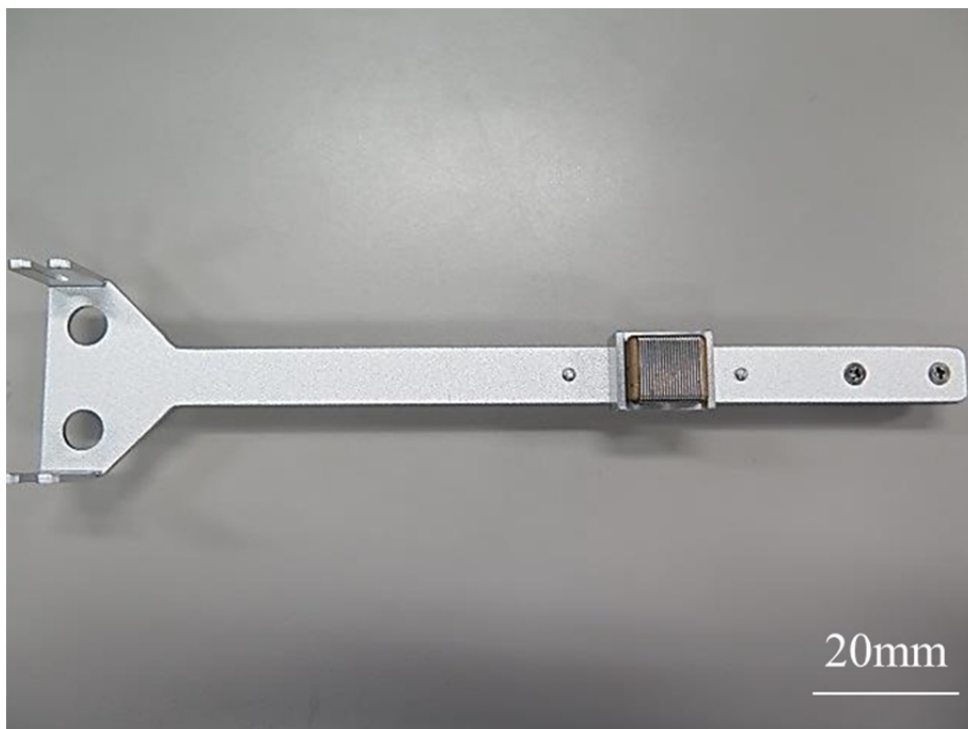


Fig. 2-7 Friction property

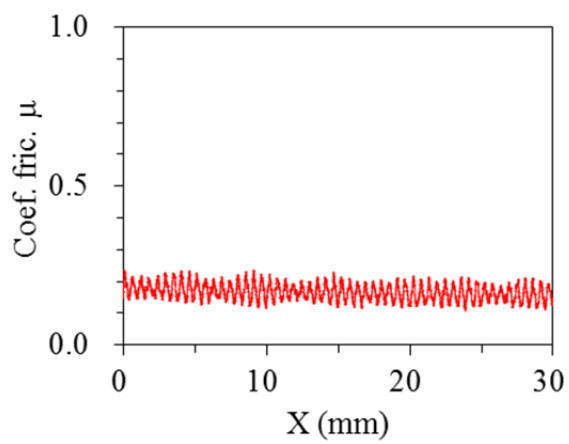


(a)

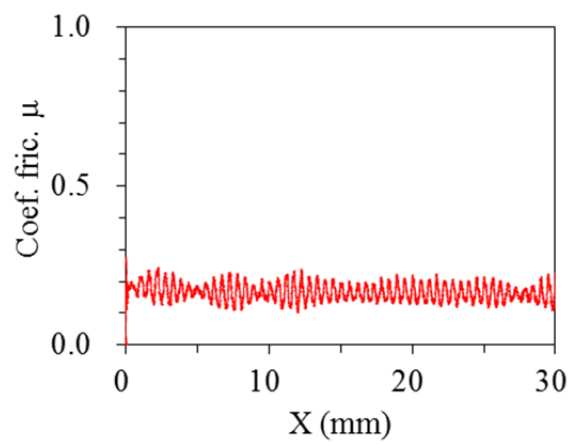


(b)

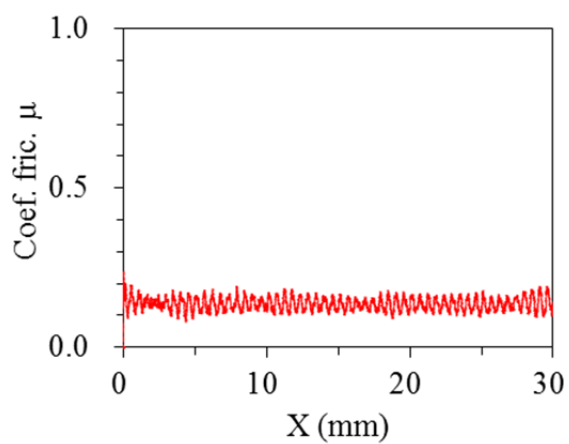
Fig. 2-8 Standard friction contactor  
(a) Side, (b) Bottom



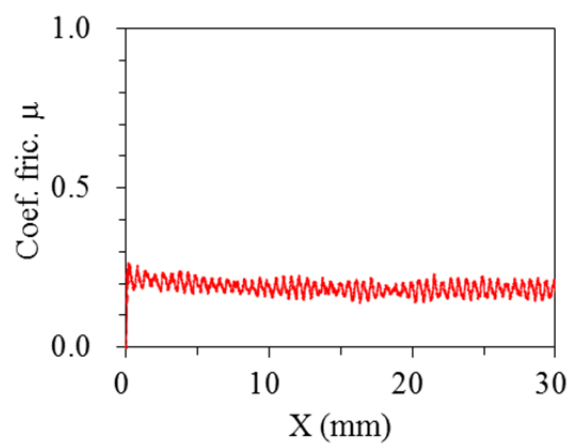
(a)



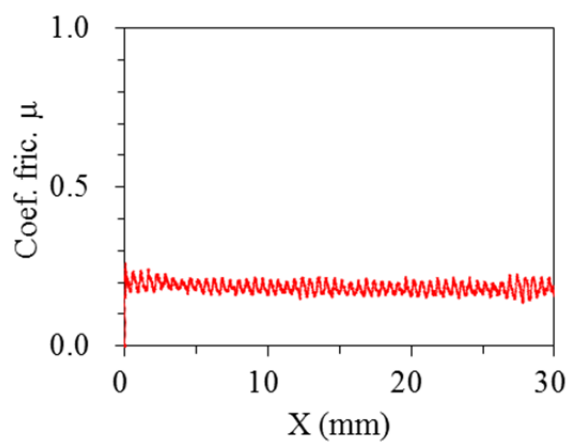
(b)



(c)



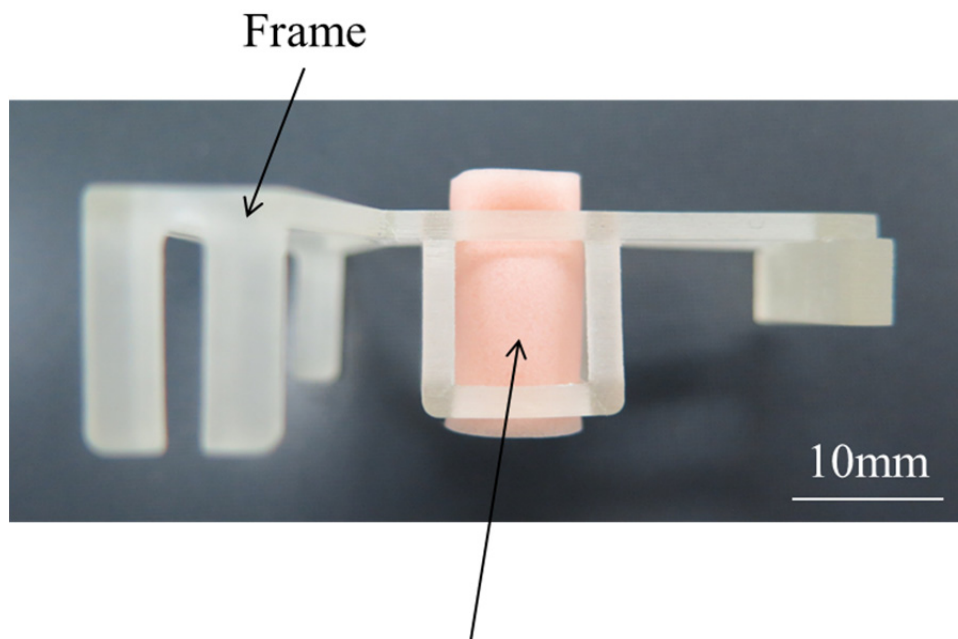
(d)



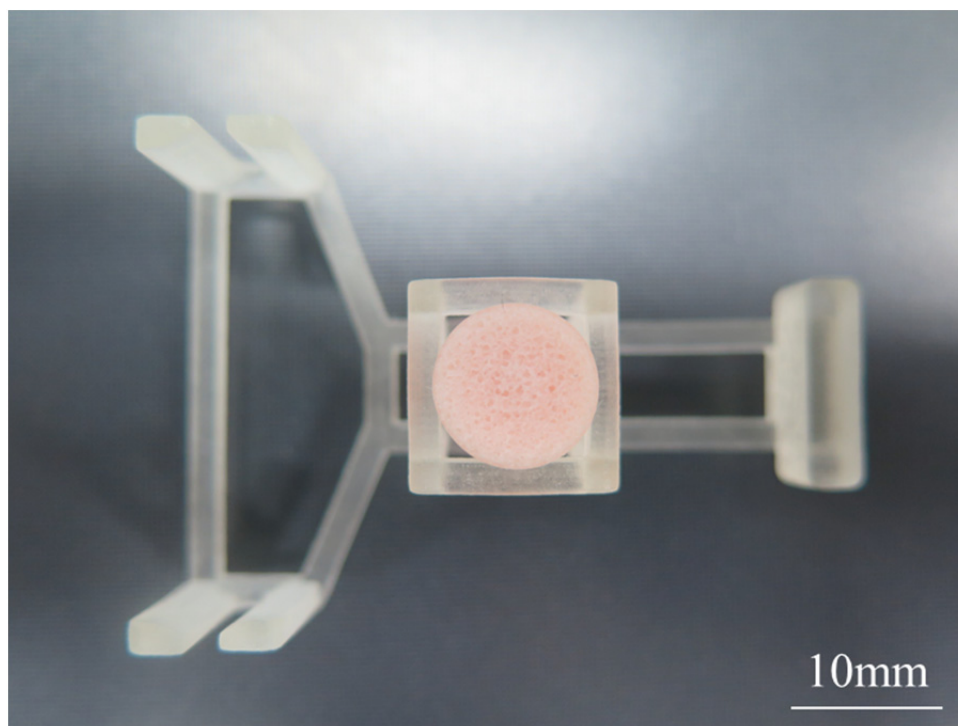
(e)

Fig. 2-9 Results of friction property measured by standard friction contactor

(a) S<sub>1</sub>, (b) S<sub>2</sub>, (c) S<sub>3</sub>, (d) S<sub>4</sub>, (e) S<sub>5</sub>



(a)



(b)

Fig. 2-10 Experimental friction contactor  
(a) Side, (b) Bottom



## (5) 粗さ特性

摩擦感テスター（KES-SE-SR-U，カトーテック㈱製）を用いて，試料（幅 1.3cm×試料長 20cm）の粗さ特性を測定した．測定条件は，接触子は直径 0.5mm のピアノワイヤ，荷重は 10gf，試験速度は 5mm/sec，測定距離は 30mm で解析距離は中間 20mm である．

粗さ特性の測定項目は，Fig. 2-11 に示す表面粗さ（SMD）である．測定項目は，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㈱）へサンプリング周波数 5kHz で入力した電圧から算出した．1 枚の試料上を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表面粗さをそれぞれ測定して両者の平均値を測定値とした．測定面はシンカーループ面，測定回数は 1 試料について 10 回である．

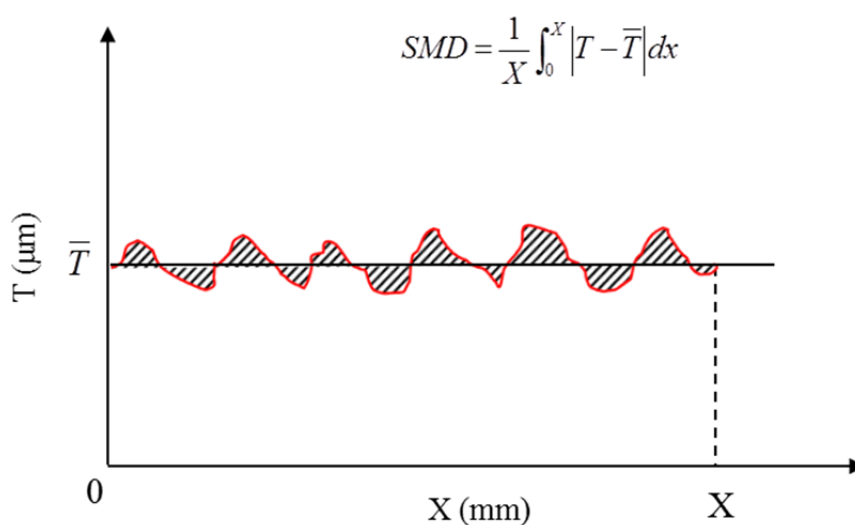


Fig. 2-11 Roughness property

## (6) 温熱特性

フィンガーロボットサーモラボ (FR-07, カトーテック(株)製) を用いて, 試料 (幅 1.3cm×試料長 5cm) の熱流束を測定した. 熱流束の測定項目は, Fig. 2-12 に示す初期熱流束最大値 ( $q_{\max}$ ) である. 接触子の温度は 33.8℃として, 試料を断熱材の上に置いた状態で測定した. 測定回数は 1 試料について 10 回である.

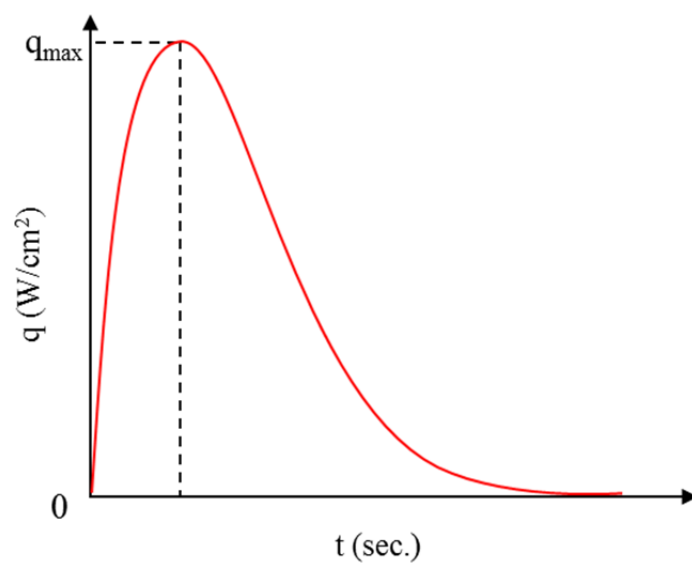


Fig. 2-12 Thermal property

#### (7) 含水率

カールフィッシャー水分率計（VA-06，三菱化学株製）を用いて，試料（幅 1.3cm×試料長 5cm）の含水率（ $m_c$ ）を織物および編物の生地試験方法（JIS L 1096）に準拠して測定した．測定回数は 1 試料について 5 回である．

## 2.3 実験結果および考察

### 2.3.1 官能検査結果

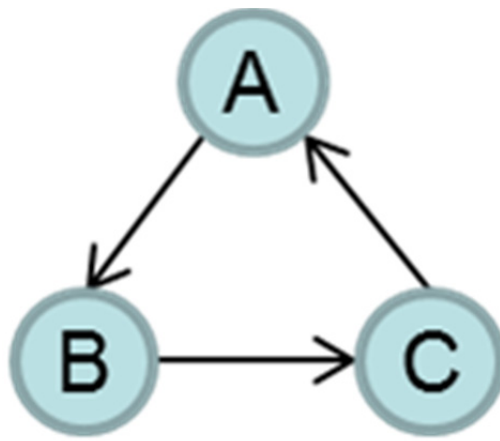
被験者の判定能力の有無を検定するために、ファスナ用編テープの製造工程における品質検査で重要とされる評価形容語「滑りやすい」および「薄い」について、伸縮復元率およびフィラメント数が顕著に異なる糸を用いた試料 S<sub>1</sub>、試料 S<sub>4</sub>、試料 S<sub>5</sub> 間における各被験者の一巡三角形の数を算出した。一巡三角形として扱った 3 試料間の関係は、Fig. 2-13 に示す 3 種類である。

Fig. 2-13 (a)の場合、試料 A と試料 B を比較したときは試料 B が良い、試料 B と試料 C を比較したときは試料 C が良いと評価したにも関わらず、試料 A と試料 C を比較したときは試料 A が良いと評価され、3 試料間の評価に矛盾が生じている。

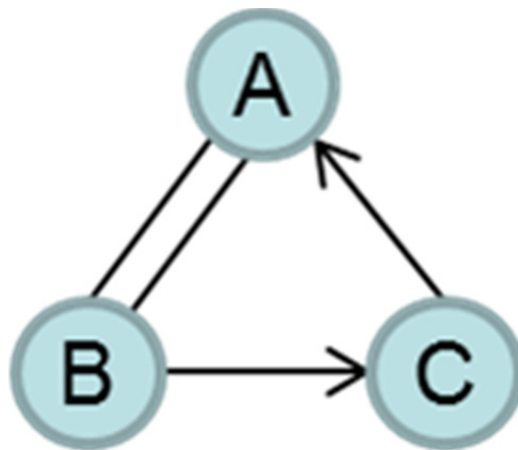
Fig. 2-13 (b)の場合、試料 B と試料 C を比較したときは試料 C が良い、試料 C と試料 A を比較したときは試料 A が良いと評価したにも関わらず、試料 A と試料 B を比較したときは試料差がないと評価され、3 試料間の評価に矛盾が生じている。

Fig. 2-13 (c)の場合、試料 A と試料 B および試料 B と試料 C を比較したときは試料差がないと評価されたにも関わらず、試料 A と試料 C を比較したときは試料 A が良いと評価され、3 試料間の評価に矛盾が生じている。

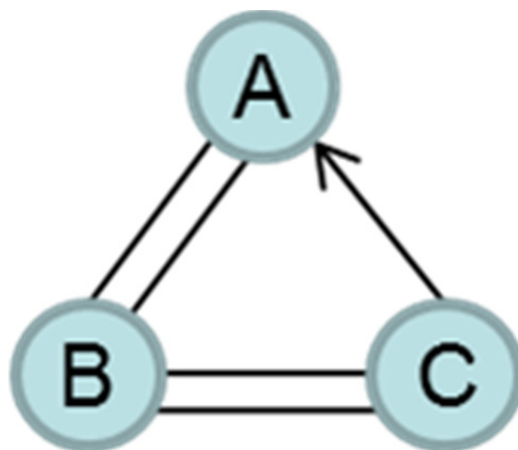
被験者 13 名のうち 4 名は、少なくとも 1 個以上の一巡三角形を含む評価を行っていたので、以後の解析に用いるデータから除外した。



(a)



(b)



(c)

Fig. 2-13 Definition of circular triad

シェッフェの一対比較法（中屋の変法）では、 $N$ 人の被験者のうち、被験者 $k$ が $t$ 個の試料( $S_1, S_2, \dots, S_t$ )から2個ずつ対にして提示された組合せ( $S_i, S_j$ )を比較して評価した評点を $x_{ijk}$ とすると、 $x_{ijk}$ の構造を式(2.1)のように考える[8].

$$x_{ijk} = (\alpha_i - \alpha_j) + (\alpha_{ik} - \alpha_{jk}) + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (2.1)$$

ここで、

$i$  ; 先に提示された試料,

$j$  ; 後に提示された試料,

$N$  ; 被験者の総数,

$k$  ; 被験者の番号 ( $k = 1, 2, \dots, N$ ),

$\alpha_i, \alpha_j$  ; 試料 $S_i$ と $S_j$ に対して被験者全体が持っている平均的な嗜好度を示し、解析を容易にするために、 $\sum_{i=1}^t \alpha_i = 0$ とする.

$\alpha_{ik}, \alpha_{jk}$  ; 試料 $S_i$ と $S_j$ に対して被験者 $k$ がもっている嗜好度の個人差、つまり、被験者 $k$ の嗜好度と被験者全体の平均嗜好度との差である. すなわち、被験者 $k$ は試料 $S_i$ に対して $\alpha_i + \alpha_{ik}$ の嗜好度を持つ.

$\gamma_{ij}$  ; 試料 $S_i$ と $S_j$ の組合せ効果で、 $\sum_{j=1}^t \gamma_{ij} = 0, \gamma_{ij} = -\gamma_{ji}$ とする.

$\varepsilon_{ijk}$  ; 誤差であり、平均値は0で、分散 $\sigma^2$ は正規分布に従うものとする.

よって、試料 $S_i$ の平均嗜好度の推定値 $\hat{\alpha}_i$ は式(2.2)のように定義される[8].

$$\hat{\alpha}_i = \frac{1}{tN} x_{i..} \quad (2.2)$$

ここで、

$x_{i..}$  ; 全被験者が評価した試料 $S_j$ に対する試料 $S_i$ の評点の合計である.



手触り官能検査で得られた結果を各形容語について分散分析を行い、主効果（試料に対して被験者全員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）、組合せ効果（試料の組合せによる効果）を求めた。そして各要因の有意性を検定するために、各要因の不偏分散をそれぞれ誤差の不偏分散で割った分散比  $F_0$  値を Table 2-4 に示す。

Table 2-4 より、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」およびイメージを表す「さわやかな、控えめな、高級感がある、肌触りが良い、肌になじむ」の主効果は有意水準 1% で有意、伸長感を表す「伸びない」の主効果は有意水準 5% で有意であった。このことから、シングルサテン編構造糸は編テープの温冷感、乾湿感、粗滑感、厚さ感、伸長感およびイメージ形容語の手触り評価に影響を与えることが明らかになった。

特に、「さらっとした、滑りやすい、薄い」は主効果の分散比  $F_0$  値が大きいのので、試料間の差がわかりやすかったと考えられる。一方、硬軟感を表す「やわらかい、しなやかな、弾力がある」およびイメージを表す「はりがない」の主効果は有意でなく、イメージを表す「こしがない」の組合せ効果は有意水準 5% で有意であったので以後の解析から除外した。

Table 2-4 Variance ratio ( $F_0$ ) for mean preference scores of each adjective

	Main effect	Individual effect	Combination effect
warm (あたたかい)	3.76**	1.67	0.79
shittori (しっとりした)	9.73**	2.86**	2.24
dry (さらっとした)	25.95**	3.30**	2.24
smooth (滑らかな)	5.39**	4.01**	1.24
flat (平らな)	4.71**	3.49**	0.82
easy to slide (滑りやすい)	17.95**	3.07**	1.57
thin (薄い)	32.13**	1.63	1.34
not stretch (伸びない)	3.14*	2.57**	0.62
soft (やわらかい)	1.33	2.31**	1.07
flexible (しなやかな)	1.52	2.79**	0.29
elastic (弾力がある)	1.39	1.35	4.38**
refresh (さわやかな)	14.47**	1.63	1.29
not hari (はりがない)	1.90	0.99	1.59
not koshi (こしがない)	2.94*	1.85*	2.43*
conservative (控えめな)	7.00**	1.83*	0.89
high-class (高級感がある)	7.09**	3.01**	1.19
good in touch (肌触りが良い)	4.85**	3.23**	0.66
comfortable on skin (肌になじむ)	6.65**	3.35**	0.50

\*\*1% significant \*5% significant

Table 2-4 に示す形容語において、主効果が有意であり、かつ組合せ効果が有意でない 13 種類の形容語「あたたかい、しっとりした、さらっとした、滑らかな、平らな、滑りやすい、薄い、伸びない、さわやかな、控えめな、高級感がある、肌触りが良い、肌になじむ」について、各試料の平均嗜好度[8]を算出した結果および各形容語について求めた 1 対の試料( $S_i, S_j$ )の平均嗜好度( $\hat{\alpha}_i, \hat{\alpha}_j$ )間に有意な試料差があるかをヤードスティック[8]を用いて 99%信頼区間および 95%信頼区間で検定を行った結果を Table 2-5 に示す.

例えば、Table 2-5 の「あたたかい」の評価において、試料  $S_1$  は試料  $S_4$  および試料  $S_5$  との間に有意水準 1%で有意な試料差がみられたことを示し、試料  $S_1$  は試料  $S_4$  および試料  $S_5$  よりも平均嗜好度が小さいので「あたたかくない」と評価されたことを示している.

Table 2-5 より、FDY をシングルサテン編構造糸に用いた試料  $S_1$ 、試料  $S_2$  および試料  $S_3$  は「さらっとした、平らな、滑りやすい、薄い、さわやかな、控えめな」と評価された. DTY をシングルサテン編構造糸に用いた試料  $S_4$  および試料  $S_5$  は「あたたかい、厚い」、フィラメント数が少ない DTY をシングルサテン編構造糸に用いた試料  $S_4$  は「滑らかでない、平らでない、滑りにくい、伸びない」、フィラメント数が多い DTY をシングルサテン編構造糸に用いた試料  $S_5$  は「しっとりした、高級な、肌触りが良い、肌になじむ」と評価された.

Table 2-5 Mean preference scores of each adjective

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
warm (あたたかい)	-0.13 (**S <sub>4,5</sub> )	-0.09 (*S <sub>4,5</sub> )	-0.11 (**S <sub>4</sub> ),(*S <sub>5</sub> )	0.18 (**S <sub>1,3</sub> ),(*S <sub>2</sub> )	0.16 (**S <sub>1</sub> ),(*S <sub>2,3</sub> )
shittori (しっとりした)	-0.24 (**S <sub>5</sub> )	-0.42 (**S <sub>5</sub> ),(*S <sub>3,4</sub> )	0.00 (**S <sub>5</sub> ),(*S <sub>2</sub> )	-0.07 (**S <sub>5</sub> ),(*S <sub>2</sub> )	0.73 (**S <sub>1,2,3,4</sub> )
dry (さらっとした)	0.18 (**S <sub>4,5</sub> ),(*S <sub>2,3</sub> )	0.53 (**S <sub>4,5</sub> ),(*S <sub>1</sub> )	0.56 (**S <sub>4,5</sub> ),(*S <sub>1</sub> )	-0.58 (**S <sub>1,2,3</sub> )	-0.69 (**S <sub>1,2,3</sub> )
smooth (滑らかな)	0.13 (**S <sub>4</sub> )	-0.02 (**S <sub>4</sub> )	0.20 (**S <sub>4</sub> )	-0.51 (**S <sub>1,2,3,5</sub> )	0.20 (**S <sub>4</sub> )
flat (平らな)	0.16 (**S <sub>4</sub> )	0.09 (**S <sub>4</sub> )	0.24 (**S <sub>4</sub> )	-0.49 (**S <sub>1,2,3,5</sub> )	0.00 (**S <sub>4</sub> )
easy to slide (滑りやすい)	0.27 (**S <sub>4</sub> )	0.22 (**S <sub>4</sub> )	0.42 (**S <sub>4</sub> ),(*S <sub>5</sub> )	-0.91 (**S <sub>1,2,3,5</sub> )	0.00 (**S <sub>4</sub> ),(*S <sub>3</sub> )
thin (薄い)	0.67 (**S <sub>4,5</sub> )	0.64 (**S <sub>4,5</sub> )	0.40 (**S <sub>4,5</sub> )	-0.82 (**S <sub>1,2,3</sub> )	-0.89 (**S <sub>1,2,3</sub> )
not stretch (伸びない)	-0.09 (**S <sub>4</sub> )	-0.18 (**S <sub>4</sub> )	0.04	0.29 (**S <sub>1,2,5</sub> )	-0.07 (**S <sub>4</sub> )
refresh (さわやかな)	0.22 (**S <sub>4,5</sub> )	0.40 (**S <sub>4,5</sub> )	0.24 (**S <sub>4,5</sub> )	-0.69 (**S <sub>1,2,3,5</sub> )	-0.18 (**S <sub>1,2,3,4</sub> )
conservative (控えめな)	0.24 (**S <sub>4,5</sub> )	0.24 (**S <sub>4,5</sub> )	0.18 (**S <sub>4,5</sub> )	-0.33 (**S <sub>1,2,3</sub> )	-0.33 (**S <sub>1,2,3</sub> )
high-class (高級感がある)	-0.24 (**S <sub>4,5</sub> )	-0.27 (**S <sub>4,5</sub> )	-0.20 (**S <sub>5</sub> ),(*S <sub>4</sub> )	0.22 (**S <sub>1,2</sub> ),(*S <sub>3</sub> )	0.49 (**S <sub>1,2,3</sub> )
good in touch (肌触りが良い)	-0.24 (**S <sub>5</sub> )	-0.20 (**S <sub>5</sub> )	-0.07 (**S <sub>5</sub> )	0.00 (**S <sub>5</sub> )	0.51 (**S <sub>1,2,3,4</sub> )
comfortable on skin (肌になじむ)	-0.13 (**S <sub>5</sub> )	-0.27 (**S <sub>5</sub> )	-0.16 (**S <sub>5</sub> )	0.00 (**S <sub>5</sub> )	0.56 (**S <sub>1,2,3,4</sub> )

\*\*1% significant \*5% significant

各形容語間の相関係数を Table 2-6 に示す. イメージ形容語「さわやかな, 控えめな, 高級感がある, 肌触りが良い, 肌になじむ」と物理形容語「あたたかい, しっとりした, さらっとした, 滑らかな, 平らな, 滑りやすい, 薄い, 伸びない」との相関係数より, イメージ形容語「さわやかな」は物理形容語「平らな, 滑りやすい, 薄い」と正の相関および「あたたかい」と負の相関がみられた. イメージ形容語「控えめな」は物理形容語「さらっとした, 薄い」と正の相関および「あたたかい」と負の相関がみられた. イメージ形容語「高級感がある」は物理形容語「あたたかい」と正の相関および「さらっとした, 薄い」と負の相関がみられた. イメージ形容語「肌触りが良い, 肌になじむ」は物理形容語「しっとりした」と正の相関がみられた.

Table 2-6 Correlation coefficients among each adjective

	warm (あたたかい)	shittori (しっとりした)	dry (さらっとした)	smooth (滑らかな)	flat (平らな)	easy to slide (滑りやすい)	thin (薄い)	not stretch (伸びない)	refresh (さわやかな)	conservative (控えめな)	high-class (高級感がある)	good in touch (肌触りが良い)
warm (あたたかい)	-											
shittori (しっとりした)	0.637	-										
dry (さらっとした)	-0.935*	-0.695	-									
smooth (滑らかな)	-0.532	0.297	0.391	-								
flat (平らな)	-0.810	-0.085	0.716	0.921*	-							
easy to slide (滑りやすい)	-0.812	-0.105	0.729	0.912*	0.998**	-						
thin (薄い)	-0.984**	-0.741	0.939*	0.420	0.729	0.740	-					
not stretch (伸びない)	0.578	0.090	-0.481	-0.742	-0.773	-0.805	-0.590	-				
refresh (さわやかな)	-0.899*	-0.396	0.863	0.732	0.921*	0.940*	0.885*	-0.844	-			
conservative (控えめな)	-0.989**	-0.714	0.950*	0.454	0.757	0.768	0.999**	-0.598	0.900*	-		
high-class (高級感がある)	0.935*	0.862	-0.939*	-0.203	-0.563	-0.571	-0.966**	0.377	-0.754	-0.960**	-	
good in touch (肌触りが良い)	0.741	0.972**	-0.745	0.168	-0.207	-0.215	-0.811	0.093	-0.454	-0.788	0.919*	-
comfortable on skin (肌になじむ)	0.730	0.963**	-0.817	0.175	-0.221	-0.233	-0.798	0.066	-0.478	-0.783	0.924*	0.969**

\*\*1% significant \*5% significant



ファスナ用編テープの手触り評価要因を検討するために、Table 2-5 に示す 13 種類の形容語「あたたかい、しっとりした、さらっとした、滑らかな、平らな、滑りやすい、薄い、伸びない、さわやかな、控えめな、高級な、肌触りが良い、肌になじむ」について求めた各試料の平均嗜好度について主成分分析を行った結果を Table 2-7 および Fig. 2-14 に示す。Table 2-7 は、Table 2-5 に示す 13 種類の形容語における主成分負荷量、Fig. 2-14 は第 1 主成分と第 2 主成分の主成分負荷量を図示した結果である。

主成分分析の結果、ファスナ用編テープの手触りを評価する主成分は 2 種類（第 1 主成分：固有値 9.1，寄与率 70.2%，第 2 主成分：固有値 3.4，寄与率 25.9%）が抽出された。なお、主成分の選定条件は固有値 1.0 以上，累積寄与率 80%以上とした。

Fig. 2-14 より，第 1 主成分は「あたたかい，さらっとした，薄い」がみられたことから「温冷感と厚さ感」に関連する主成分と考えられる。第 2 主成分は「滑らかな，しっとりした」がみられたことから「粗滑感としっとり感」に関連する主成分と考えられる。

次に，各試料の手触りについて主成分得点を算出した結果を Fig. 2-15 に示す。Fig. 2-15 より，FDY を用いた試料 S<sub>1</sub>，試料 S<sub>2</sub> および試料 S<sub>3</sub> の手触りは類似しており「薄くて，さらっとした」手触り，DTY を用いた試料 S<sub>4</sub> は「あたたかいが，粗い」手触りである。これは，Fig. 2-16 に示す各試料の X 線 CT 画像において，試料 S<sub>4</sub> および試料 S<sub>5</sub> のシングルサテン編構造糸は試料 S<sub>1</sub>，試料 S<sub>2</sub> および試料 S<sub>3</sub> のシングルサテン編構造糸よりもかさ高くなっていることを確認できるので，Table 2-1 に示されるように FDY と DTY の伸縮復元率の差が影響したと考えられる。

他の試料と比較してフィラメント径が小さくてフィラメント数が多い DTY を用いた試料 S<sub>5</sub> は「あたたかくて，しっとりした」手触りである。これは，田中ら[13]の報告にあるように「しっとりと感じる布の特徴は，糸が細くて高密度であること」と一致している。

Table 2-7 Principal component loadings

	1st principle component	2nd principle component
warm (あたたかい)	-0.9885	-0.0054
shittori (しっとりした)	-0.6664	0.7252
dry (さらっとした)	0.9572	-0.1119
smooth (滑らかな)	0.5089	0.8441
flat (平らな)	0.7992	0.5826
easy to slide (滑りやすい)	0.8104	0.5778
thin (薄い)	0.9914	-0.1019
not stretch (伸びない)	-0.6370	-0.5817
refresh (さわやかな)	0.9304	0.3349
conservative (控えめな)	0.9966	-0.0670
high-class (高級感がある)	-0.9399	0.3370
good in touch (肌触りが良い)	-0.7389	0.6575
comfortable on skin (肌になじむ)	-0.7460	0.6568

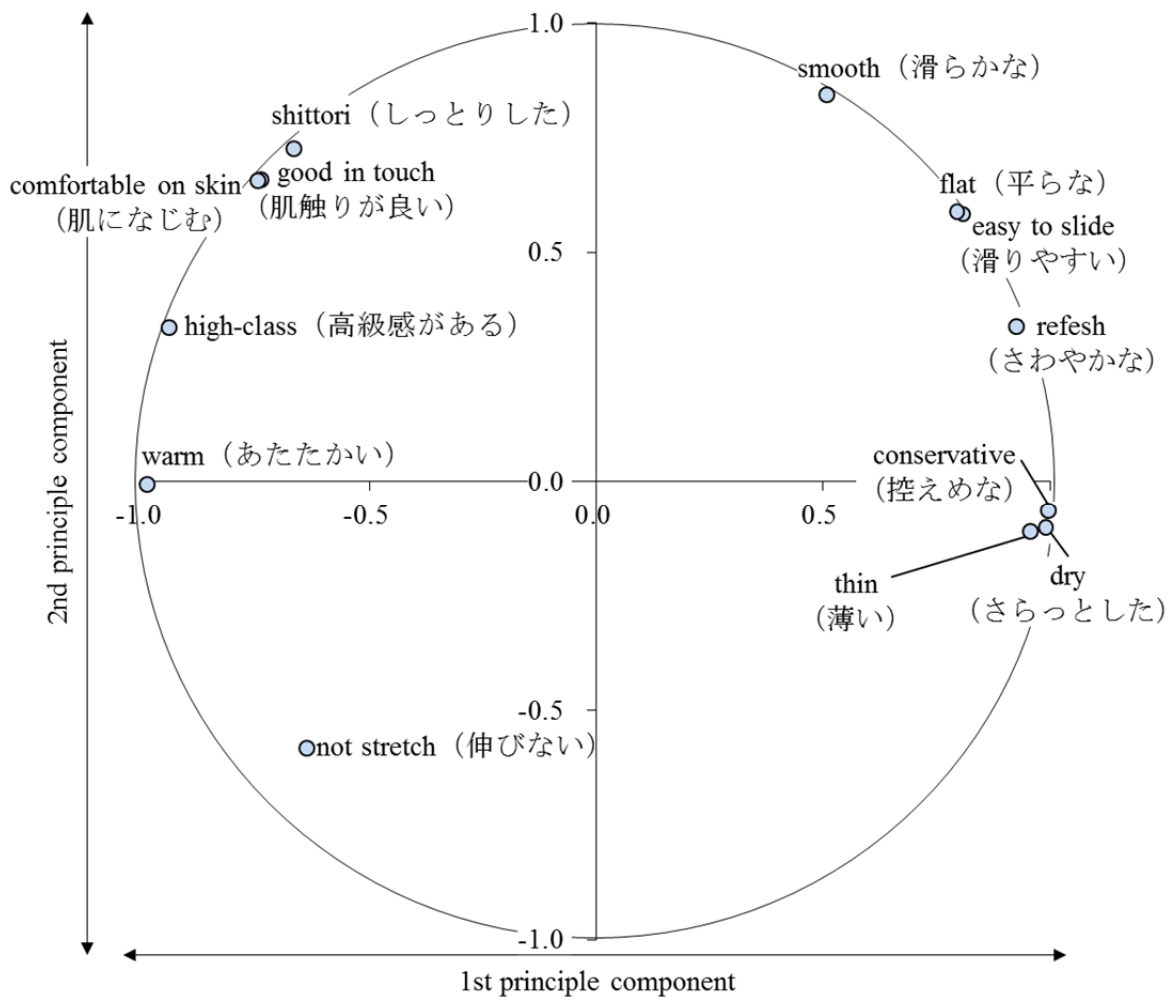


Fig. 2-14 Principal component loadings

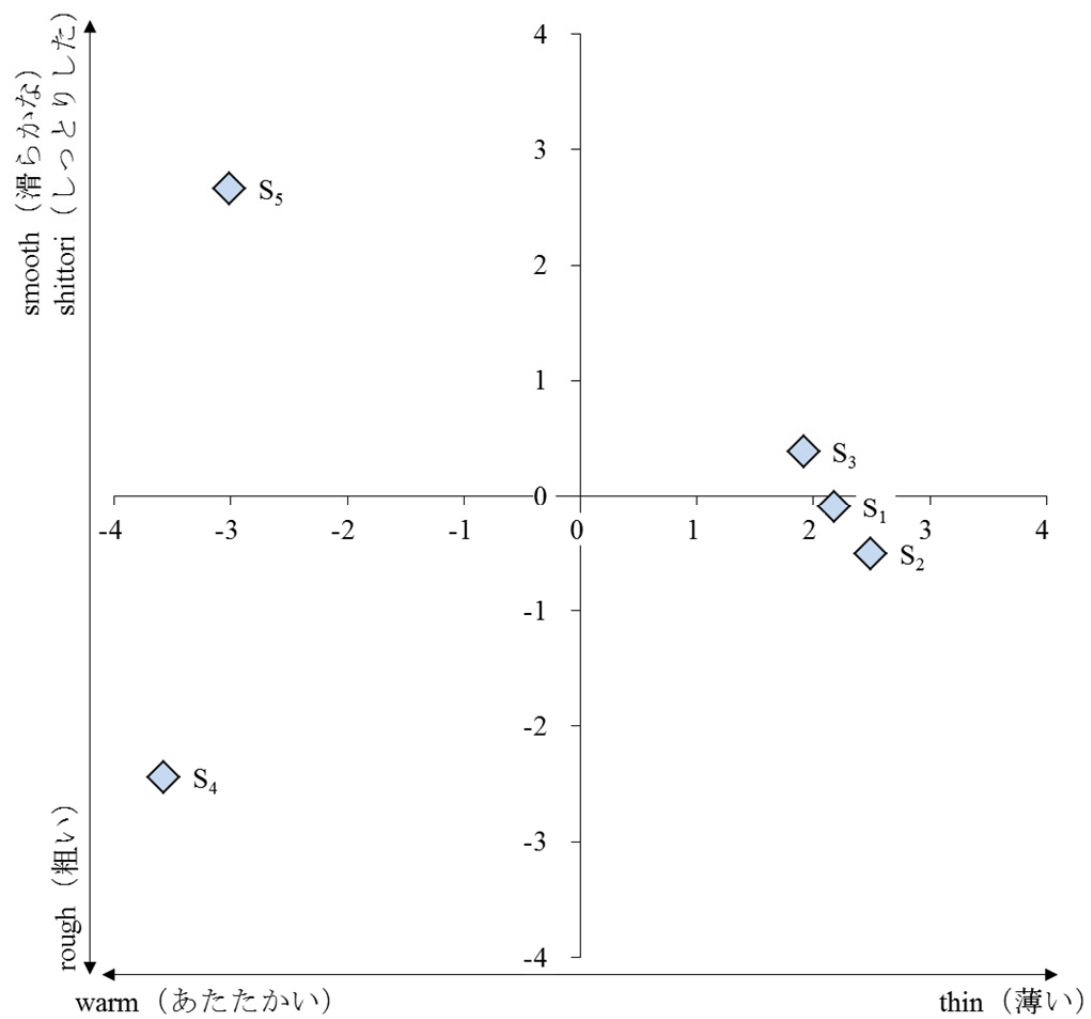
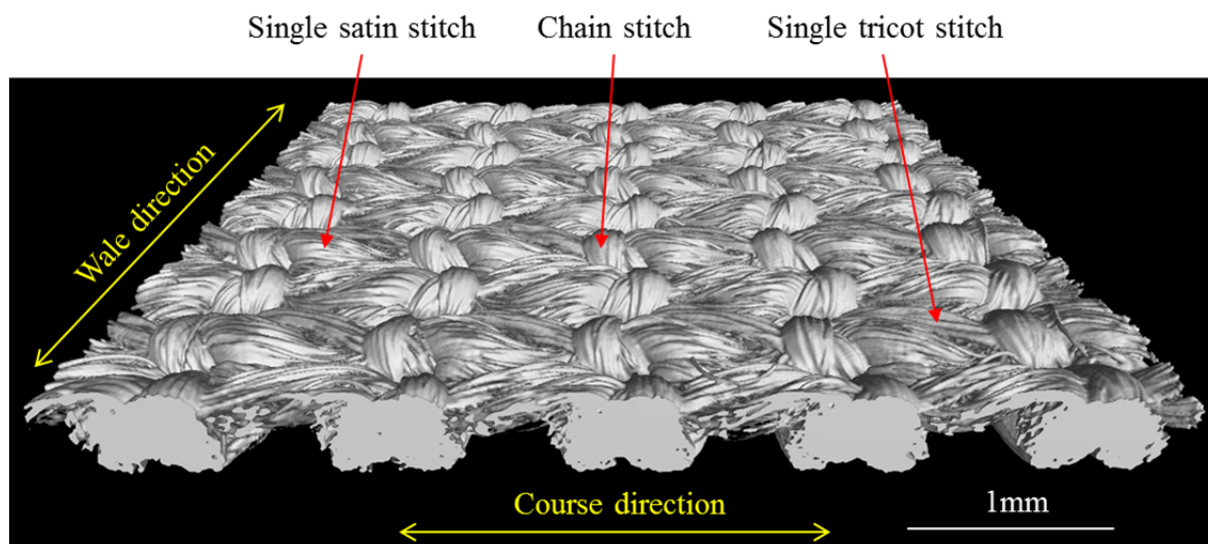
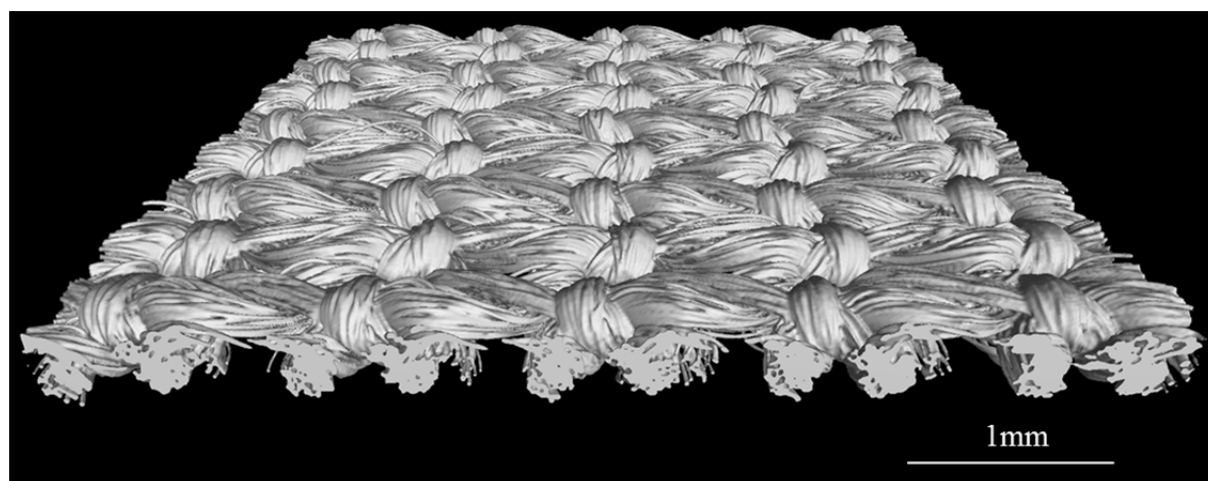


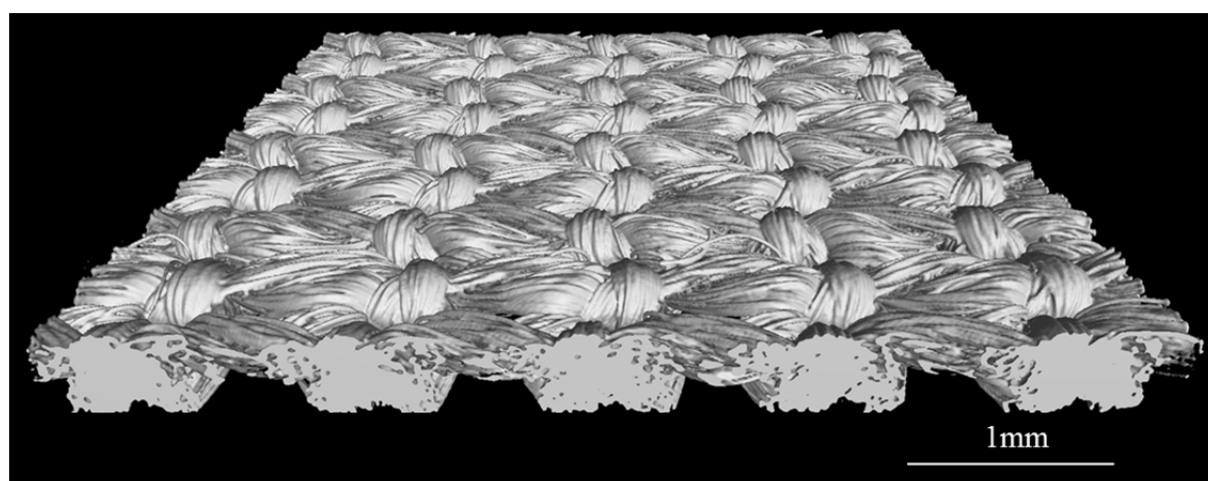
Fig. 2-15 Principal component scores



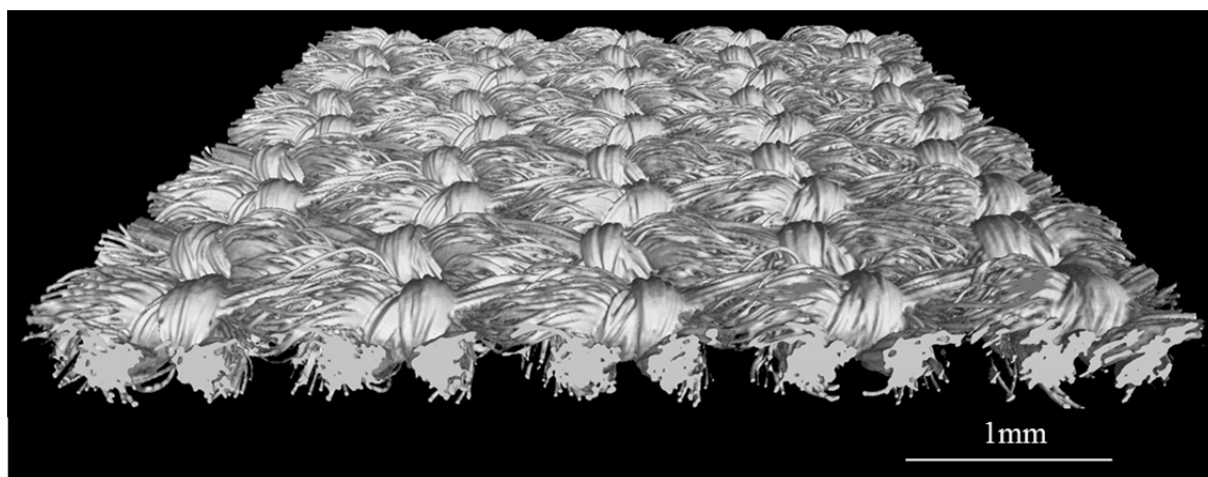
(a)



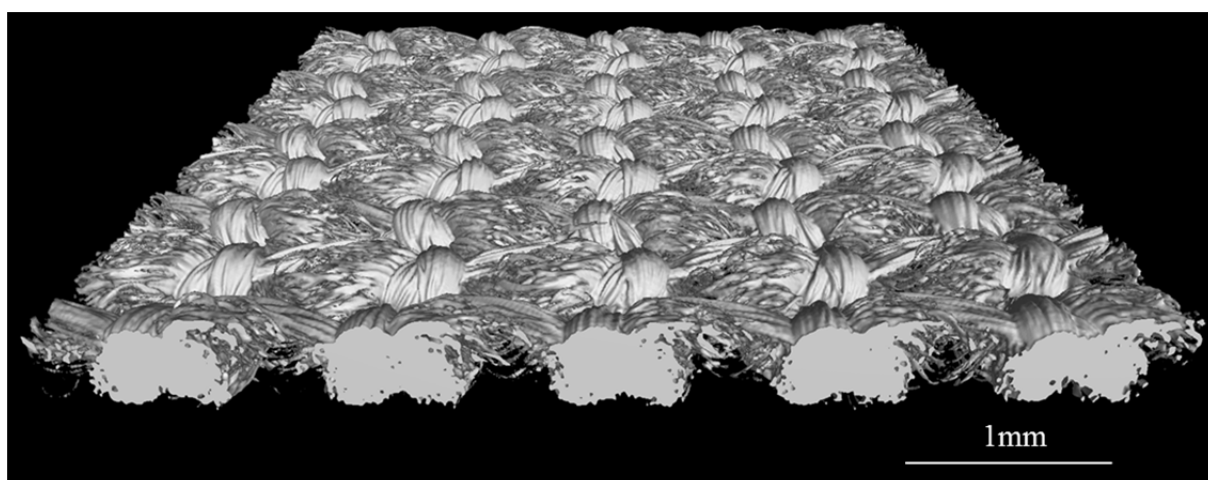
(b)



(c)



(d)



(e)

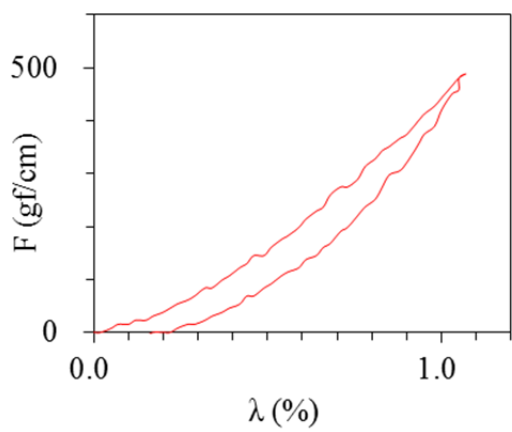
Fig. 2-16 X-ray CT images (Range :  $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ )  
 (a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$



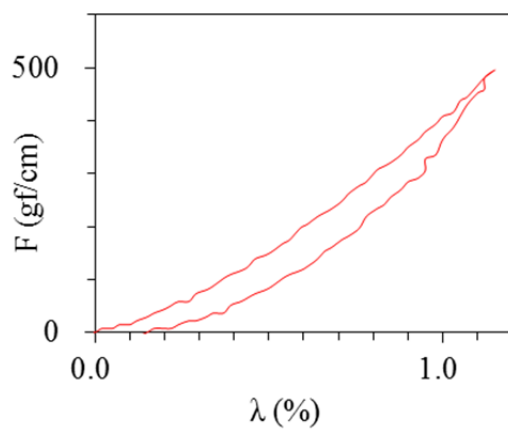
### 2.3.2 物理特性の測定結果

各試料について測定した引張特性を Fig. 2-17, 曲げ特性を Fig. 2-18, 圧縮特性を Fig. 2-19, 編始め方向から編終わり方向に測定した摩擦特性を Fig. 2-20, 編終わり方向から編始め方向に測定した摩擦特性を Fig. 2-21, 編始め方向から編終わり方向に測定した粗さ特性を Fig. 2-22, 編終わり方向から編始め方向に測定した粗さ特性を Fig. 2-23 に示す.

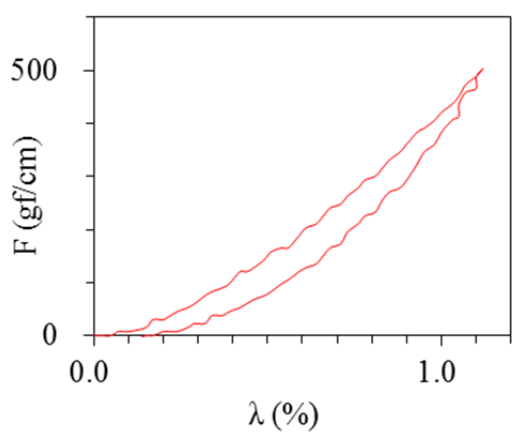
また, 各試料について測定した各物理特性値の平均値および標準偏差, 各物理特性値において各試料間を分散分析した結果および多重比較検定 (シェッフェ法) した結果を Table 2-8 に示す.



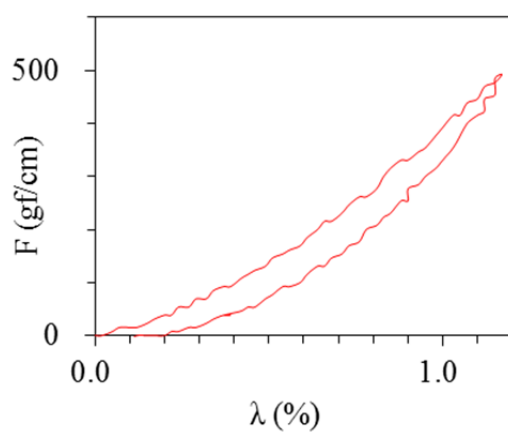
(a)



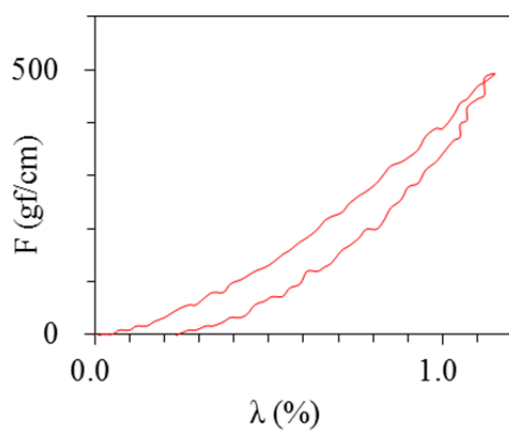
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 2-17 Results of tensile property  
(a) S<sub>1</sub>, (b) S<sub>2</sub>, (c) S<sub>3</sub>, (d) S<sub>4</sub>, (e) S<sub>5</sub>

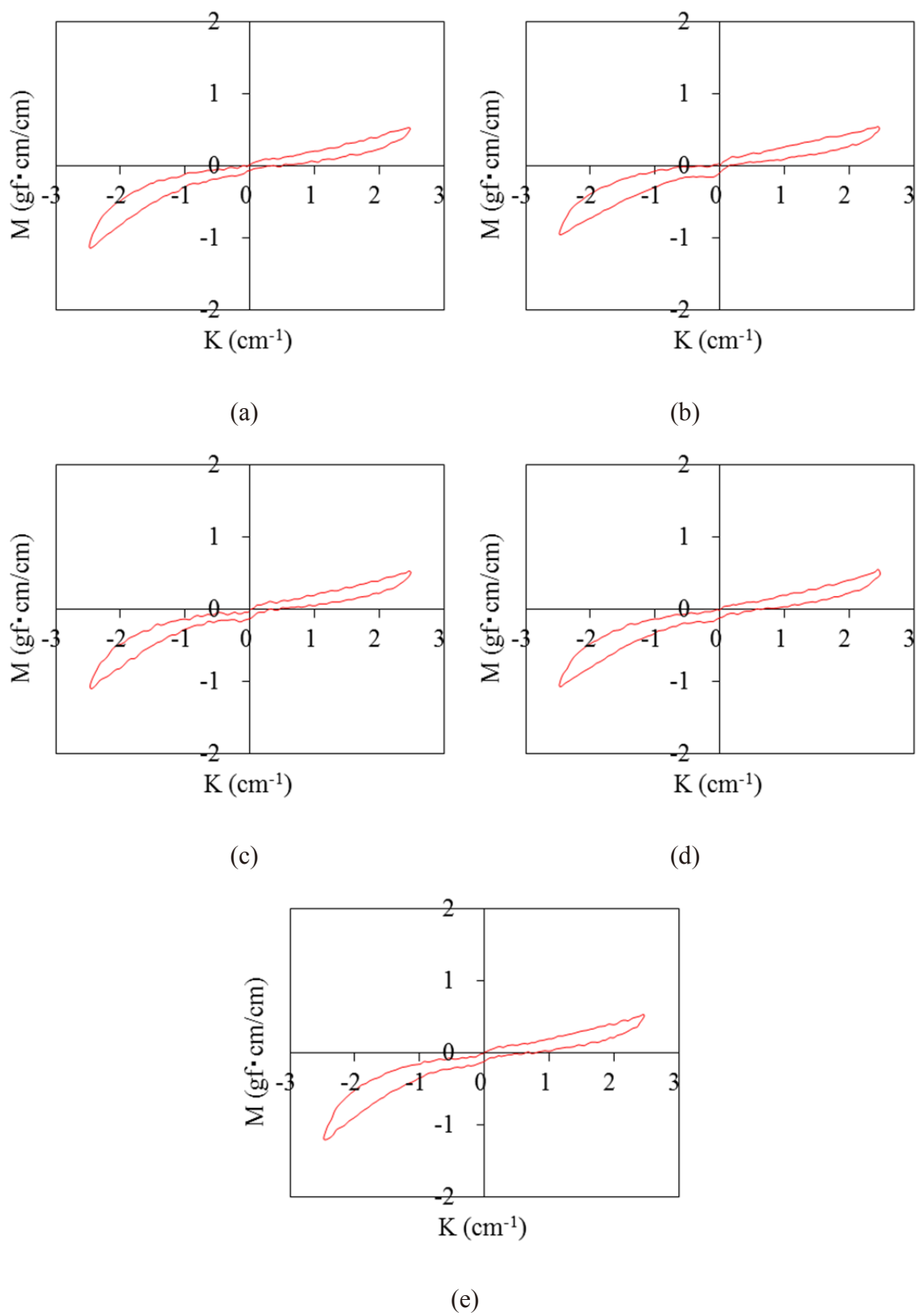


Fig. 2-18 Results of bending property

(a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$

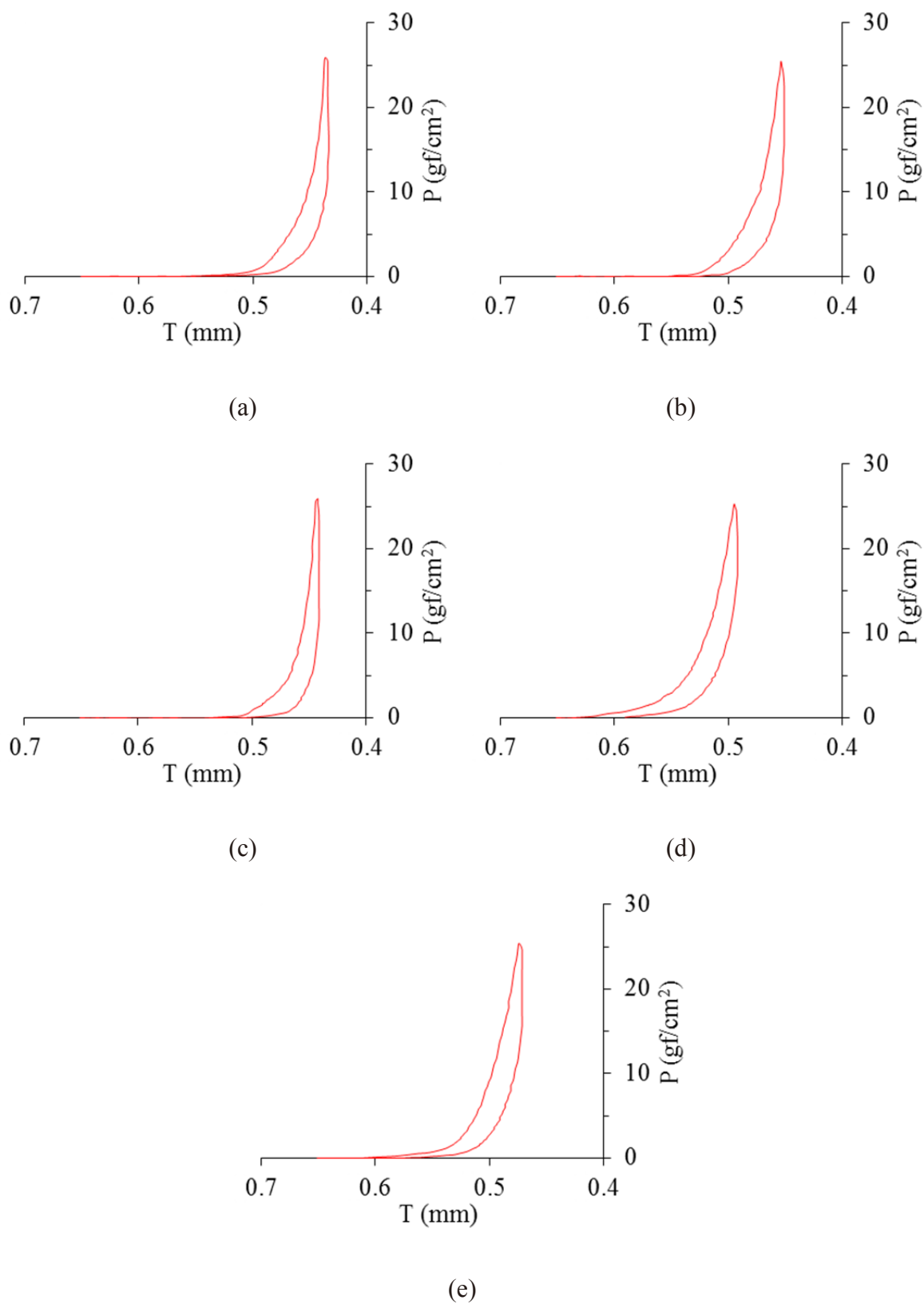


Fig. 2-19 Results of compression property  
(a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$

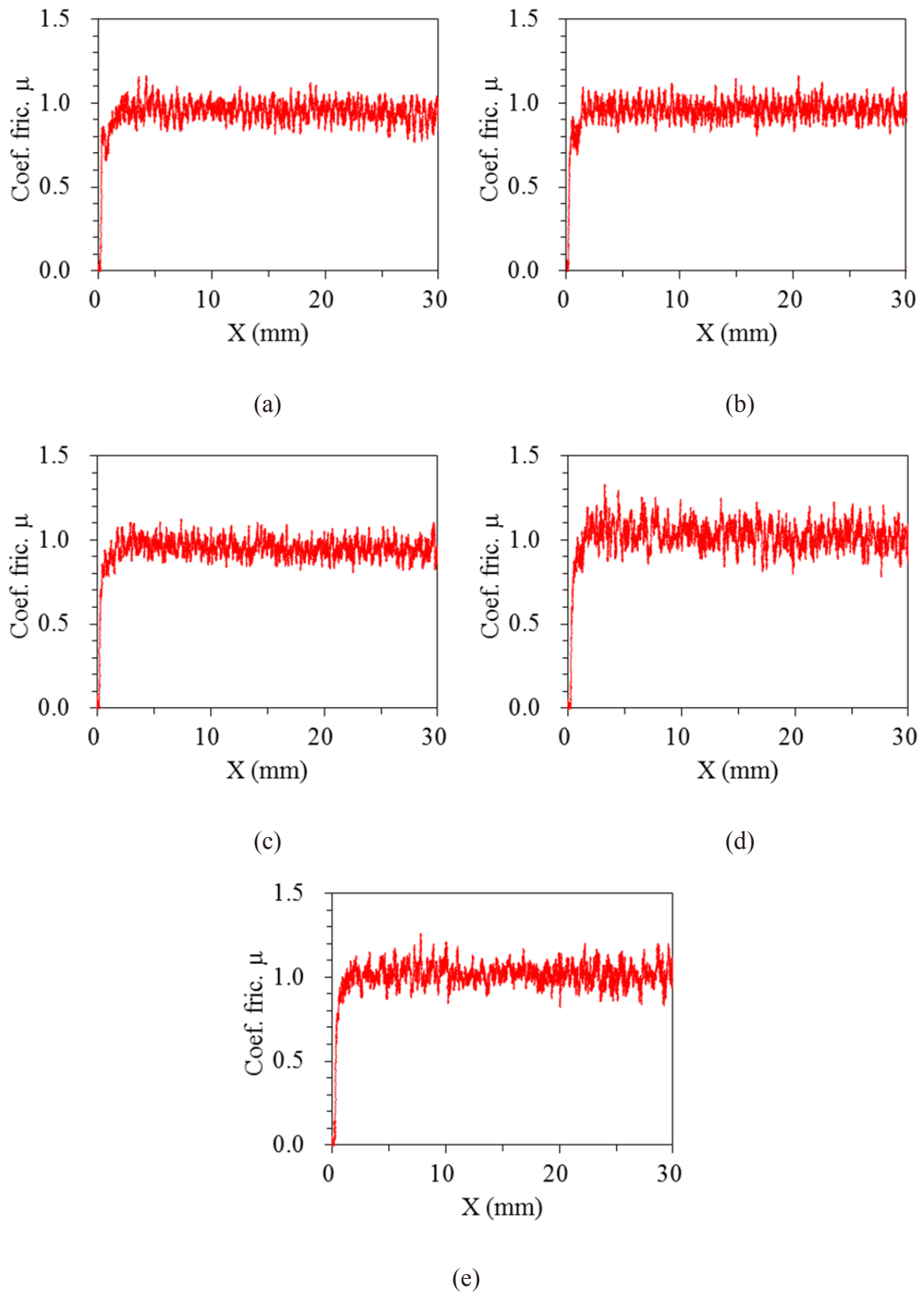


Fig. 2-20 Results of friction property measured in the direction of the end of knitting by experimental friction contactor

(a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$

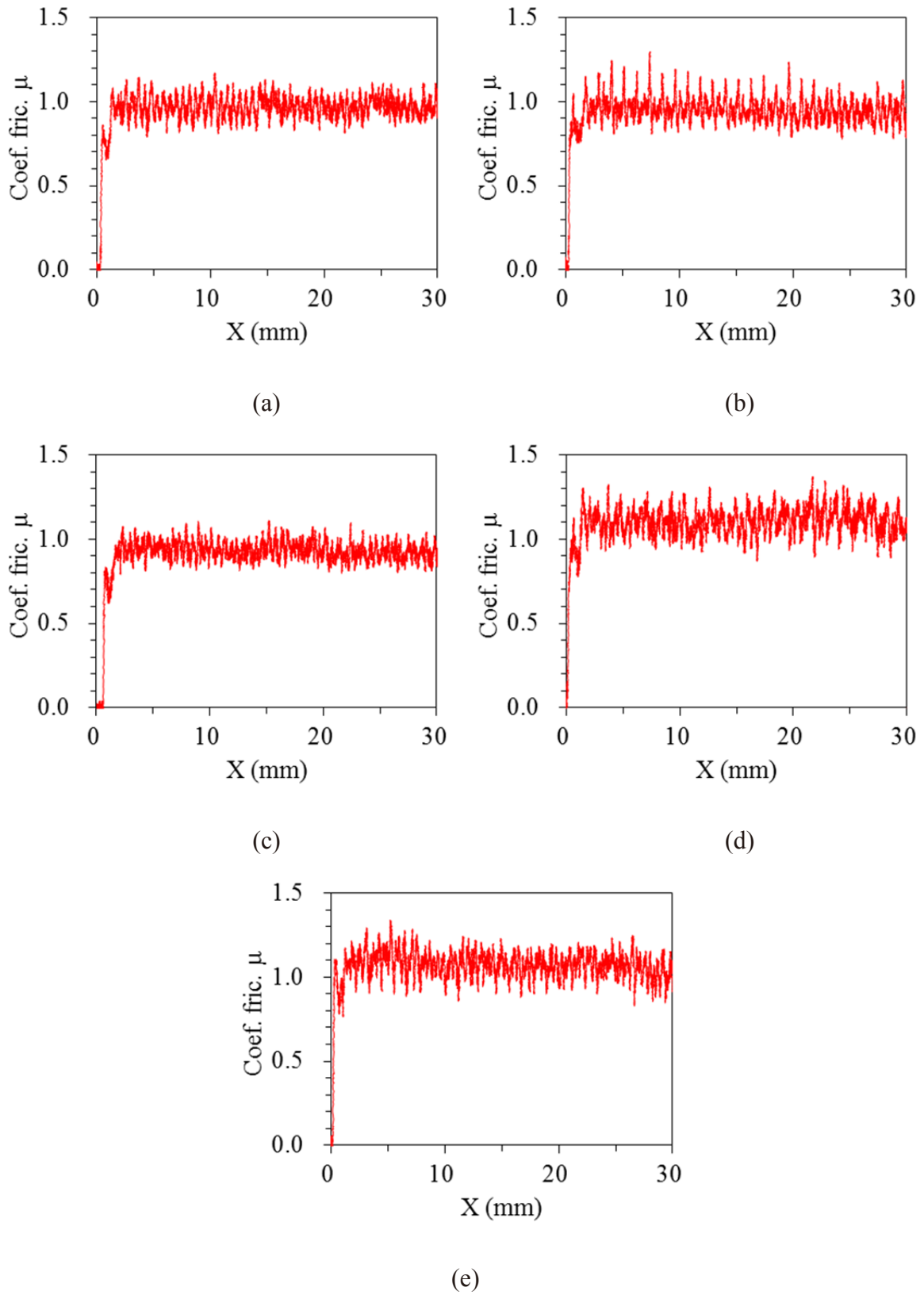


Fig. 2-21 Results of friction property measured in the direction of the beginning of knitting by experimental friction contactor

(a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$

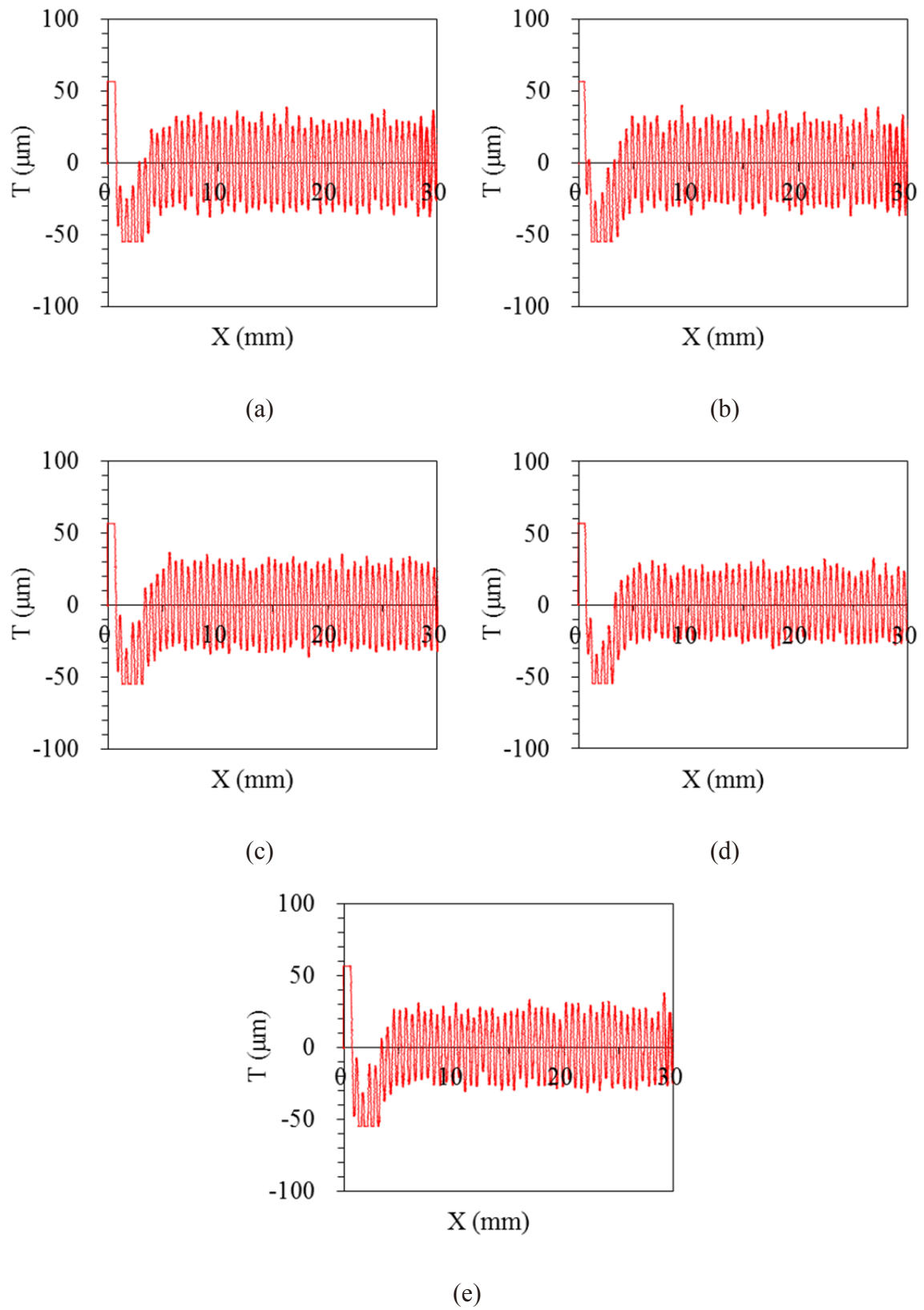


Fig. 2-22 Results of roughness property measured in the direction of the end of knitting  
(a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$



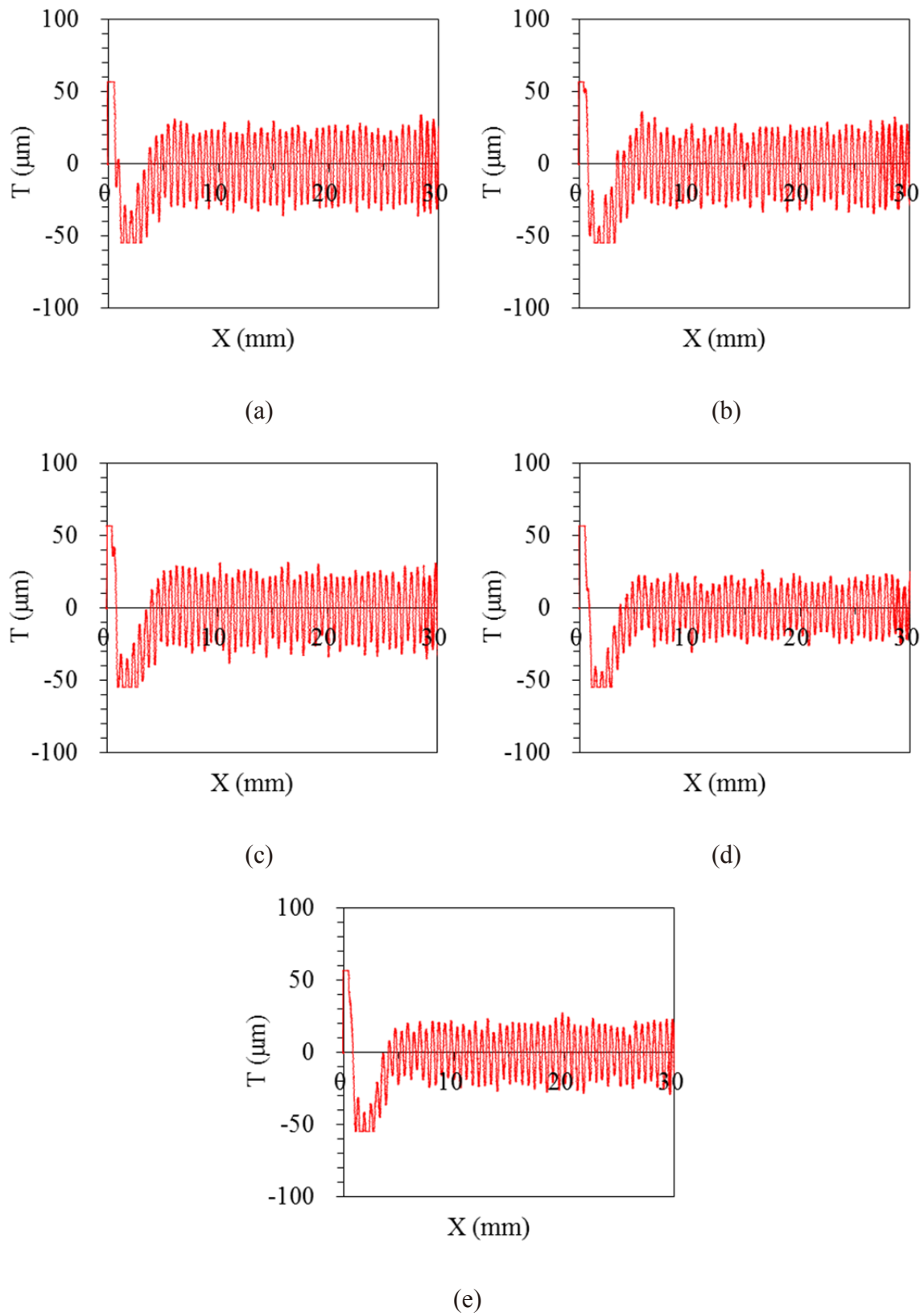


Fig. 2-23 Results of roughness property measured in the direction of the beginning of knitting  
(a)  $S_1$ , (b)  $S_2$ , (c)  $S_3$ , (d)  $S_4$ , (e)  $S_5$

Table 2-8 Results of physical properties

	S <sub>1</sub>		S <sub>2</sub>		S <sub>3</sub>		S <sub>4</sub>		S <sub>5</sub>	
	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
LT (-)**	0.814	0.026	0.860	0.040	0.819	0.034	0.841	0.049	0.795	0.022
			(**S <sub>5</sub> )						(**S <sub>2</sub> )	
WT (gf•cm/cm <sup>2</sup> )**	2.13	0.09	2.52	0.20	2.30	0.13	2.45	0.16	2.18	0.09
	(**S <sub>2,4</sub> )		(**S <sub>1,5</sub> ),(*S <sub>3</sub> )		(*S <sub>2</sub> )		(**S <sub>1,5</sub> )		(**S <sub>2,4</sub> )	
RT (%)*	81.40	1.90	77.75	2.47	79.11	1.27	79.77	1.65	80.08	3.87
	(*S <sub>2</sub> )		(*S <sub>1</sub> )							
EMT (%)**	1.07	0.05	1.19	0.04	1.14	0.04	1.17	0.03	1.13	0.06
	(**S <sub>2,4</sub> ),(*S <sub>3,5</sub> )		(**S <sub>1</sub> )		(*S <sub>1</sub> )		(**S <sub>1</sub> )		(*S <sub>1</sub> )	
B+ (gf•cm <sup>2</sup> /cm)	0.191	0.007	0.193	0.004	0.187	0.007	0.198	0.010	0.190	0.009
B- (gf•cm <sup>2</sup> /cm)	0.363	0.023	0.339	0.013	0.354	0.011	0.361	0.014	0.357	0.014
BM (gf•cm <sup>2</sup> /cm)	0.277	0.012	0.265	0.009	0.270	0.007	0.280	0.011	0.274	0.010
2HB+ (gf•cm/cm)**	0.154	0.008	0.154	0.006	0.140	0.014	0.172	0.013	0.164	0.008
	(**S <sub>4</sub> )		(**S <sub>4</sub> )		(**S <sub>4,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3</sub> )		(**S <sub>3</sub> )	
2HB- (gf•cm/cm)**	0.192	0.019	0.213	0.012	0.183	0.014	0.217	0.011	0.198	0.018
	(*S <sub>4</sub> )		(**S <sub>3</sub> )		(**S <sub>2,4</sub> )		(**S <sub>3</sub> ),(*S <sub>1</sub> )			
2HBM (gf•cm/cm)**	0.173	0.011	0.184	0.009	0.161	0.009	0.194	0.008	0.181	0.010
	(**S <sub>4</sub> )		(**S <sub>3</sub> )		(**S <sub>2,4,5</sub> )		(**S <sub>1,3</sub> )		(**S <sub>3</sub> )	
LC (-)**	0.511	0.052	0.509	0.056	0.447	0.085	0.577	0.051	0.571	0.038
					(**S <sub>4,5</sub> )		(**S <sub>3</sub> )		(**S <sub>3</sub> )	
WC (gf•cm <sup>2</sup> )**	0.056	0.009	0.052	0.005	0.039	0.002	0.070	0.005	0.059	0.003
	(**S <sub>3,4</sub> )		(**S <sub>3,4</sub> )		(**S <sub>1,2,4,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3,5</sub> )		(**S <sub>3,4</sub> )	
RC (%)*	54.60	4.77	56.89	2.76	57.69	3.22	58.79	2.37	58.98	1.26
T <sub>0</sub> (mm)**	0.527	0.013	0.534	0.010	0.511	0.010	0.595	0.009	0.557	0.008
	(**S <sub>4,5</sub> ),(*S <sub>3</sub> )		(**S <sub>3,4,5</sub> ),		(**S <sub>2,4,5</sub> ),(*S <sub>1</sub> )		(**S <sub>1,2,3,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3,4</sub> )	
T <sub>M</sub> (mm)**	0.439	0.002	0.451	0.003	0.440	0.002	0.499	0.003	0.473	0.003
	(**S <sub>2,4,5</sub> )		(**S <sub>1,3,4,5</sub> )		(**S <sub>2,4,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3,4</sub> )	
MIU (-)**	0.977	0.017	0.964	0.018	0.945	0.016	1.070	0.042	1.052	0.032
	(**S <sub>3,4,5</sub> )		(**S <sub>4,5</sub> )		(**S <sub>1,4,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3</sub> )		(**S <sub>1,2,3</sub> )	
MMD (-)**	0.047	0.007	0.047	0.005	0.040	0.003	0.059	0.003	0.051	0.005
	(**S <sub>3,4</sub> )		(**S <sub>3,4</sub> )		(**S <sub>1,2,4,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3,5</sub> )		(**S <sub>3,4</sub> )	
SMD (μm)**	18.71	0.84	18.18	0.72	18.36	0.90	14.64	0.45	15.11	0.62
	(**S <sub>4,5</sub> )		(**S <sub>4,5</sub> )		(**S <sub>4,5</sub> )		(**S <sub>1,2,3</sub> )		(**S <sub>1,2,3</sub> )	
q <sub>max</sub> (-)**	0.161	0.008	0.157	0.007	0.152	0.008	0.139	0.005	0.149	0.005
	(**S <sub>4,5</sub> ),(*S <sub>3</sub> )		(**S <sub>4</sub> )		(**S <sub>4</sub> ),(*S <sub>1</sub> )		(**S <sub>1,2,3</sub> ),(*S <sub>5</sub> )		(**S <sub>1</sub> ),(*S <sub>4</sub> )	
m <sub>c</sub> (%)	0.209	0.016	0.192	0.019	0.202	0.008	0.205	0.017	0.178	0.020

\*\*1% significant \*5% significant

### 2.3.3 手触りと物理特性との関係

Table 2-8 の多重比較検定において試料間に有意差がみられた 15 種類の物理特性値 (LT, WT, RT, EMT, 2HB+, 2HB-, 2HBM, LC, WC,  $T_0$ ,  $T_M$ , MIU, MMD, SMD,  $q_{\max}$ ) の平均値と, Table 2-4 において主効果が有意であり, かつ組合せ効果が有意でない 8 種類の物理形容語「あたたかい, しっとりした, さらっとした, 滑らかな, 平らな, 滑りやすい, 薄い, 伸びない」の平均嗜好度との相関係数を Table 2-9 に示す.

Table 2-8 より, 伸縮復元率が大きい DTY をシングルサテン編構造糸に用いた試料  $S_4$  および試料  $S_5$  は FDY を用いた試料  $S_1$ , 試料  $S_2$  および試料  $S_3$  より初期熱流束最大値 ( $q_{\max}$ ) が小さいので「あたたかい」と評価されたと考えられるが, Table 2-9 に示されるように「あたたかい」は初期熱流束最大値 ( $q_{\max}$ ) と相関がみられなかった. 一方, Table 2-5 より「あたたかい」の手触り評価において試料差がみられたのはシングルサテン編構造糸に FDY を用いた試料と DTY を用いた試料を比較した場合に限られ, また, Table 2-9 より試料厚さ ( $T_0$  および  $T_M$ ) と正の相関がみられたので, 編テープが厚いと「あたたかい」と錯覚評価された可能性があると考えられる.

Table 2-8 より, 伸縮復元率が大きい DTY を用いた試料  $S_4$  および試料  $S_5$  は FDY を用いた試料  $S_1$ , 試料  $S_2$  および試料  $S_3$  より最大圧縮時の厚さ ( $T_M$ ) が大きい. そのため, Table 2-9 に示されるように「薄い」は最大圧縮時の試料厚さ ( $T_M$ ) と負の相関がみられた.

Table 2-8 より, 伸縮復元率が大きい DTY を用いた試料  $S_4$  および試料  $S_5$  は FDY を用いた試料  $S_1$ , 試料  $S_2$  および試料  $S_3$  より平均摩擦係数 (MIU) および摩擦係数の平均偏差 (MMD) が大きい. これは, 伸縮復元率が高い DTY と摩擦子が接触した際に摩擦係数が増大したからと考えられる. 「さらっとした」は平均摩擦係数 (MIU) と負の相関, 表面粗さ (SMD) と正の相関がみられたので, 摩擦係数が小さく粗い試料ほど「さらっとした」と評価されたと考えられる. また, 「滑らかな」と正の相関がみられた「平らな, 滑りやすい」は摩擦係数の平均偏差 (MMD) と負の相関がみ

られたので、伸縮復元率が小さい FDY をシングルサテン編構造糸に用いた試料は、摩擦係数の平均偏差（MMD）が小さいので「平らで滑りやすい」と評価されたと考えられる。しかし、「しっとりした、滑らかな」は摩擦特性値と相関がみられなかった。

一方、「伸びない」は引張特性値と相関がみられなかった。これは、ファスナ用編テープは左右のエレメントの噛み合わせ位置の再現性を高めるために伸びないように設計されているため、5 試料間の最大伸び率（EMT）が 1.07%～1.19%（0.54mm～0.60mm に相当）と小さく、被験者はこの差を識別できなかったからと考えられる。

Table 2-9 Correlation coefficients between physical properties and mean preference scores of each adjective

	warm (あたたかい)	shittori (しっとりした)	dry (さらっとした)	smooth (滑らかな)	flat (平らな)	easy to slide (滑りやすい)	thin (薄い)	not stretch (伸びない)
LT	-0.186	-0.796	0.413	-0.585	-0.273	-0.230	0.335	0.064
WT	0.097	-0.516	0.215	-0.638	-0.413	-0.371	0.032	0.227
RT	0.103	0.289	-0.427	0.120	-0.056	-0.102	-0.179	0.171
EMT	0.354	-0.158	-0.016	-0.558	-0.461	-0.420	-0.253	0.255
2HB+	0.850	0.277	-0.865	-0.700	-0.886*	-0.876	-0.766	0.460
2HB-	0.505	-0.258	-0.354	-0.812	-0.763	-0.721	-0.343	0.262
2HBM	0.695	-0.028	-0.610	-0.808	-0.863	-0.833	-0.557	0.356
LC	0.868	0.430	-0.910*	-0.537	-0.782	-0.771	-0.799	0.323
WC	0.759	0.163	-0.813	-0.717	-0.868	-0.861	-0.668	0.451
T <sub>0</sub>	0.896*	0.247	-0.831	-0.827	-0.977**	-0.973**	-0.821	0.678
T <sub>M</sub>	0.944*	0.351	-0.836	-0.781	-0.953*	-0.950*	-0.886*	0.703
MIU	0.963**	0.551	-0.975**	-0.578	-0.849	-0.854	-0.934*	0.568
MMD	0.853	0.217	-0.838	-0.786	-0.942*	-0.934*	-0.767	0.563
SMD	-0.999**	-0.621	0.930*	0.554	0.825	0.828	0.983**	-0.608
q <sub>max</sub>	-0.852	-0.384	0.678	0.697	0.836	0.848	0.847	-0.864

\*\*1% significant \*5% significant

## 2.4 結言

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、シングルサテン編構造糸だけが異なるファスナ用編テープを試作して、被験者が編テープの手触りに関連する種々の形容語について官能検査を行った。そして、手触り評価結果について主成分分析を行い、手触りを評価する主要因を検討した。さらに、手触り評価量と測定した物理特性との相関関係を検討し、シングルサテン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明らかにした。本章で得られた知見は以下のとおりである。

- (1) シングルサテン編構造糸が異なる編テープは、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」およびイメージを表す「さわやかな、控えめな、高級感がある、肌触りが良い、肌になじむ」の手触り評価に影響を与え、手触り評価の主成分は「温冷感と厚さ感」および「粗滑感としっとり感」であることがわかった。
- (2) シングルサテン編構造糸に伸縮復元率が小さいFDYを用いた編テープは「控えめな、さわやかな」イメージと評価された。イメージ形容語「控えめな」は物理形容語「さらっとした、薄い」と正の相関および「あたたかい」と負の相関、イメージ形容語「さわやかな」は物理形容語「平らな、滑りやすい、薄い」と正の相関および「あたたかい」と負の相関がみられた。
- (3) シングルサテン編構造糸に伸縮復元率が高いDTYを用いた編テープは「あたたかい」と、中でもフィラメント数が多いDTYを用いた編テープは「高級な、肌になじむ、肌触りがよい」イメージと評価された。
- (4) 厚さ感を表す「薄い」は最大圧縮時の試料厚さ( $T_M$ )と負の相関、乾湿感を表す「さらっとした」は平均摩擦係数(MIU)と負の相関および表面粗さ(SMD)と正の相関、粗滑感を表す「平らな、滑りやすい」は摩擦係数の平均偏差(MMD)と負の相関がみられた。

- (5) シングルサテン編構造糸に DTY を用いた編テープは FDY を用いた編テープと比べて最大圧縮時の試料厚さ ( $T_M$ ), 平均摩擦係数 (MIU) および摩擦係数の平均偏差 (MMD) が大きく, 初期熱流束最大値 ( $q_{\max}$ ) が小さいことがわかった.



## 参考文献

- [1] 寺崎正雄, 前田松夫, 坪田聰, 経編地の構造と物理的性質の関係について, 繊維機械学会誌, Vol. 6, 729-733 (1953)
- [2] 川端季雄, 編布の引張特性の理論的誘導法について, 繊維機械学会論文集, Vol. 23 T30-35 (1970)
- [3] 柳川良樹, 川端季雄, たて編布のせん断変形特性に関する研究, 繊維機械学会誌, Vol. 26 T23-T33 (1973)
- [4] 柳川良樹, 川端季雄, たて編布のせん断変形特性に関する研究, 繊維機械学会誌, Vol. 26 T179-T188 (1973)
- [5] 柳川良樹, 川端季雄, たて編布の曲げ変形特性に関する研究, 繊維機械学会誌, Vol. 28 T83-T92 (1975)
- [6] 柳川良樹, 川端季雄, たて編布の曲げ変形特性に関する研究, 繊維機械学会誌, Vol. 28 T117-T125 (1975)
- [7] D. Kats, 触覚の世界, 新曜社, 55-134 (2003)
- [8] 佐藤伸, 統計的官能検査法, 日科技連, 263-270 (1998)
- [9] H. Binns, A visual and tactile analysis of typical bradford wool tops., Journal of the Textile Institute, Vol. 25, T331-T354 (1934)

- [10] P. Brown, The characterization of bulk., Textile Research Journal, Vol. 39 395-412 (1969)
- [11] 西松豊典, 酒井哲也, パイル織物の風合い評価における視覚の影響の有意性について, 繊維学会誌, Vol. 43, 211-217 (1987)
- [12] 小林茂雄, 富塚美恵, 布の風合い評価における触・視覚の相互関係, 繊維学会誌, Vol. 46, 251-257 (1990)
- [13] 田中由佳理, 鋤柄佐千子, 布のしっとり感評価に及ぼす視覚と触覚の影響, 繊維学会誌, Vol. 66, 7-14 (2010)

## 第 3 章

### 鎖編構造糸が ファスナ用編テープの手触りに及ぼす影響

### 3.1 緒言

ファスナ用編テープは、ポリエステルマルチフィラメント糸を用いて鎖編、シングルトリコット編およびシングルサテン編が編成されたのち、形態を安定化させる目的でウェール方向に一定の送り張力がかけられた状態でヒートセット処理が行われる。このとき、ウェール方向に用いる糸は送り方向に対して逆方向に熱収縮するので、編テープはウェール方向に引き伸ばされてヒートセットされる。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、糸1本あたりにおいてウェール方向に走行する距離が最も長い鎖編構造糸の熱特性が異なれば、編テープのヒートセットの効果が異なり手触り評価に影響すると予測される。

これまでにヒートセットに関する研究は数多く報告されている。例えば、上田ら[1]は、ポリエチレンテレフタレート繊維を緊張熱処理および無緊張熱処理を施して、繊維の強力、伸度および収縮率を微細構造の変化から考察した。沢渡ら[2]は、非晶性PETフィルムの未延伸および延伸試料を乾熱および湯浴中で熱処理した結果から、収縮率は延伸倍率よりも結晶化度に大きく依存することを報告した。雲田ら[3]は、綿織物と毛織物のヒートセット性を織布構造糸の交差角度を算出して評価した。丹羽ら[4]は、編布から取り外した糸の力学特性から、ヒートセット後の編布の引張特性を高精度で予測計算できることを報告した。しかし、ヒートセット処理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報告されていない。

そこで、本章では第2章と同様に製造条件が異なる5種類のポリエステルマルチフィラメント糸を鎖編構造糸に用いて、鎖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作した。その後、170℃でヒートセット処理した試料について被験者が編テープの手触り官能検査を行った。また、ヒートセット処理が編テープに与える影響を検討するために、鎖編構造糸の熱特性および編テープの力学特性を測定した。そして、これらの特性と手触り評価量との相関関係について検討し、鎖編構造糸の熱特性が編テープの力学特性、ならびに鎖編構造糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにした。

## 3.2 実験方法

### 3.2.1 試料

本章では、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、糸1本あたりにおいてウェール方向に走行する距離が最も長い鎖編 (Fig. 3-1) に用いる糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにするために、第2章と同様に、Table 3-1 に示す素材と織度が同一であるが製造条件が異なる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) を用いて、Table 3-2 に示すように鎖編構造糸だけが異なる5種類のファスナ用編テープ ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ) を試料として作製した。なお、各試料のシングルサテン編構造糸およびシングルトリコット構造糸には yarn-1 を用いた。各試料 ( $C_1$ ~ $C_5$ ) の X 線 CT 画像を Fig. 3-2 に示す。

各試料は編成後に編テープの形態を安定させる目的で、ヒートセット処理を  $170\pm5^{\circ}\text{C}$  で 30 秒間実施した。試料の作製環境は、室温  $25\pm4^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $65\pm5\%\text{RH}$  とした。

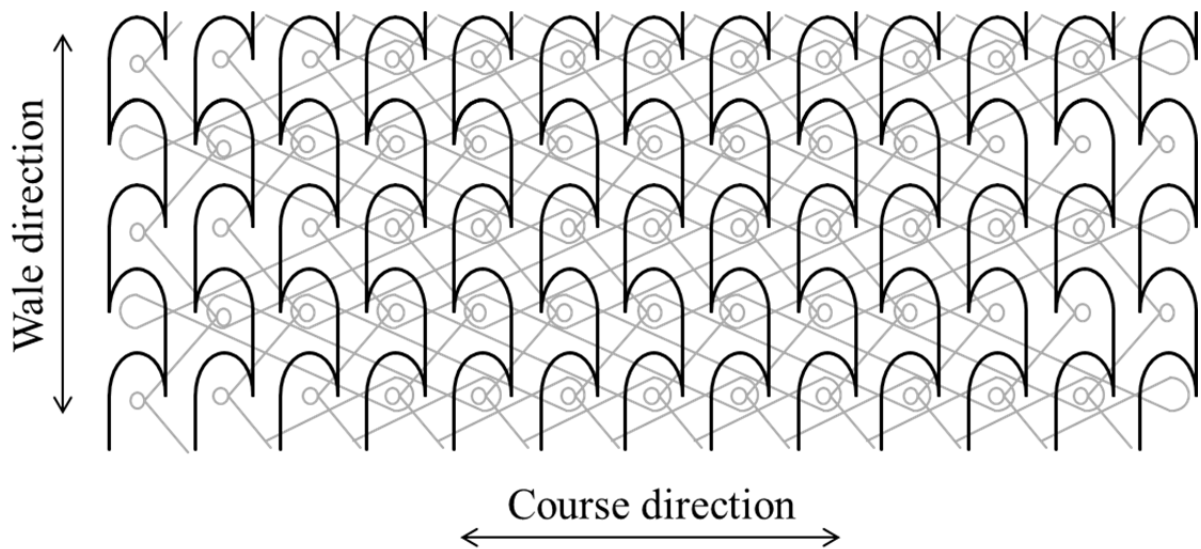


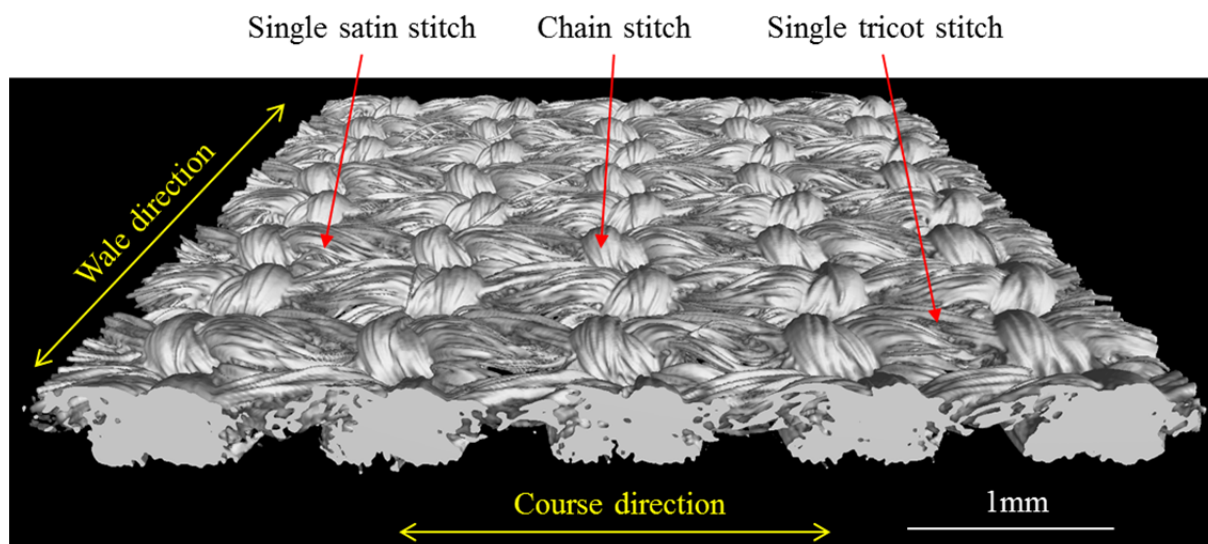
Fig. 3-1 Schematic diagram of chain stitch

Table 3-1 Details of polyester multifilament yarns

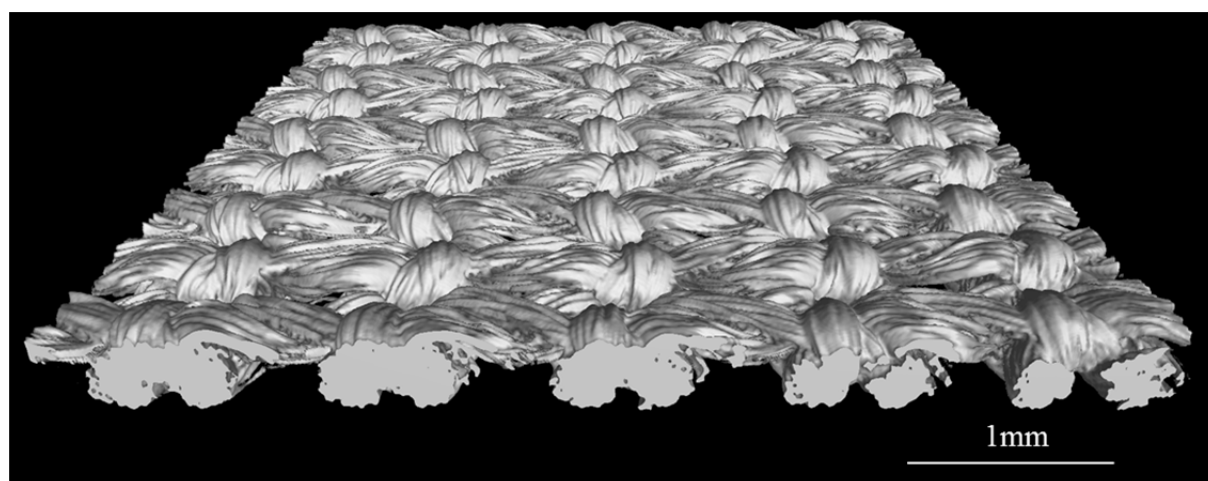
	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Apparent fineness (dtex)	110				
Spinning process	FDY			DTY	
Number of filament	36	24	24	34	72
Tensile strength (cN/dtex)	4.02	5.64	6.05	3.75	3.98
Elongation percentage (%)	36.7	23.3	18.6	24.0	24.2
Crimp recovery rate (%)	0.5	0.4	0.4	17.8	14.8
Dry heating dimensional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

Table 3-2 Tapes

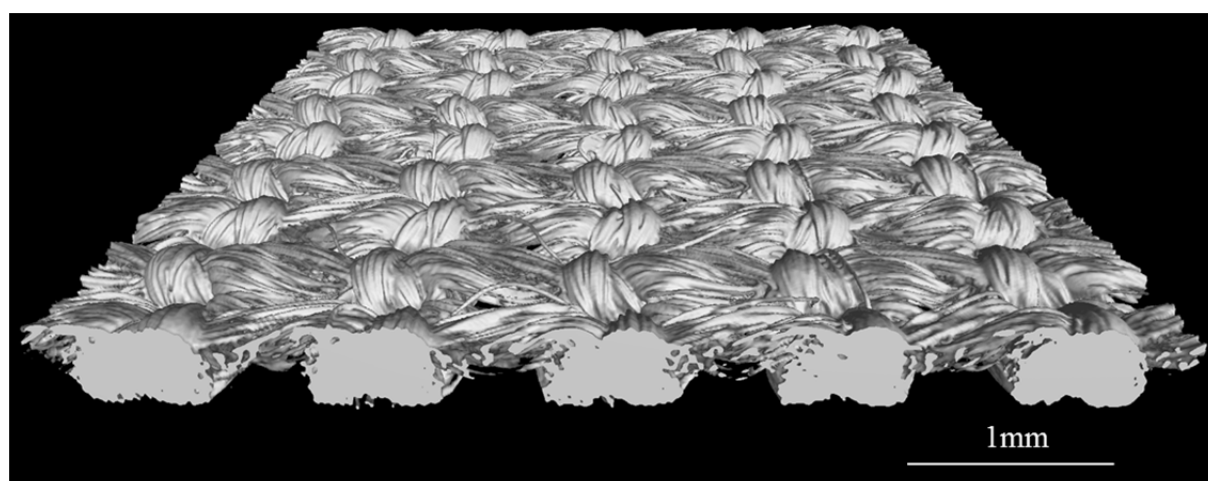
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Single satin stitch	yarn-1				
Chain stitch	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Single tricot stitch	yarn-1				



(a)

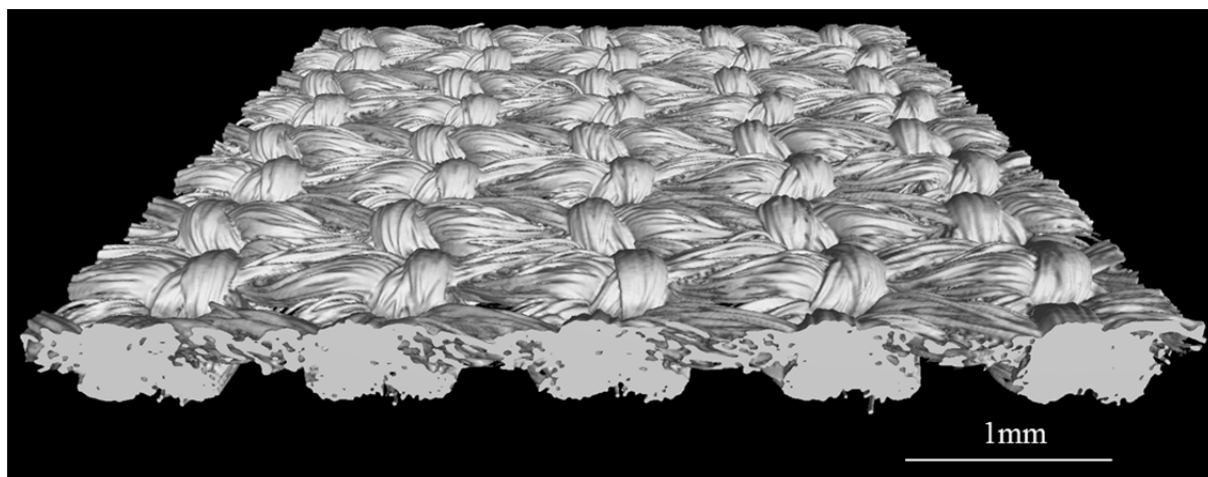


(b)

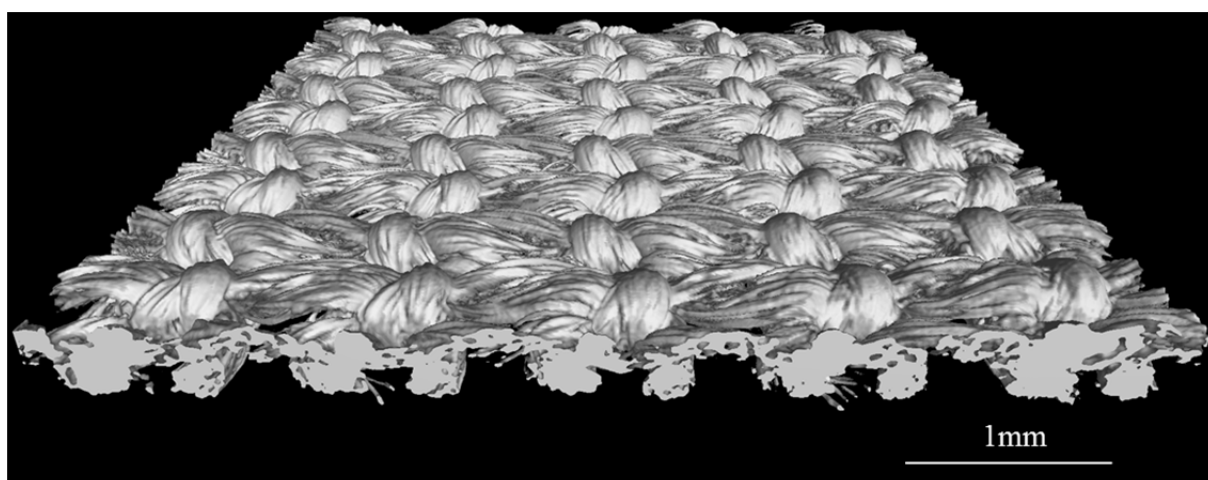


(c)





(d)



(e)

Fig. 3-2 X-ray CT images (Range :  $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ )

(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$

### 3.2.2 官能検査方法

各試料の手触りを評価するために、第2章と同様の方法で手触り官能検査を行った。ファスナ用編テープの手触りを表す形容語には、11種類の物理形容語として温冷感を表す「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」および7種類のイメージ形容語として「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」を選定した。

シェッフェの一対比較法（中屋の変法）[5]を用いて、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）で各試料のシンカーループ面（ファスナを布地に縫製したときに肌に触れる面）の手触りを評価した。

試料は婦人服に用いられるファスナ用編テープを想定しているので被験者は女性とし、第2章で手触りの判定能力を有すると認められた手触り品質検査の専門家9名（20代；3名、30代；3名、40代；1名、50代；2名）とした。

手触り評価試技は、試料が細幅であることを考慮して手指だけで評価する試技を以下のように設定した。また、視覚による影響[6~9]を排除するために、眼を閉じた状態で評価させた。

- ①温冷感を表す「あたたかい」は、利き手の人差し指と中指を試料に「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、利き手の人差し指と中指を試料に押し当てた状態から手指を「滑らせて」評価。
- ③厚さ感を表す「薄い」は、利き手の親指と人差し指で試料を「つまんで」評価。
- ④伸長感を表す「伸びない」は、両手の親指と人差し指で試料を「伸ばして」評価。
- ⑤硬軟感を表す「やわらかい」は、利き手の親指と人差し指で試料を「挟んで」評価。

⑥硬軟感を表す「しなやかな，弾力がある」は，利き手の親指と人差し指で試料を挟んだ後に試料を「戻して」評価．

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

手触り官能検査に用いる試料は，恒温恒湿室（室温  $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度  $50\pm 4\%\text{R.H.}$ ）で 24 時間放置後，恒温恒湿室内で手触り官能検査に用いた．

### 3.2.3 鎖編構造糸の熱特性の測定

ヒートセット処理によって鎖編構造糸が編テープに与える影響を検討するために、Fig. 3-3 に示す熱応力測定装置（KE-2，カネボウエンジニアリング(株)製）を用いて鎖編構造糸に用いた各糸の乾熱収縮張力を測定した。

測定条件は、かせ長さ 10cm，巻き数 1 回，初期荷重 3cN および昇温速度 2.5°C/sec として室温から試料が融解するまでの乾熱収縮張力を測定した。

1 試料について 2 箇所から測定用試料を採取して，各試料を 1 回ずつ合計 2 回測定した。試料は恒温恒湿室（室温  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度  $50\pm 4\%\text{R.H.}$ ）で 24 時間放置した後，恒温恒湿室内で測定した。



Fig. 3-3 Thermal stress tester

### 3.2.4 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、各試料について力学特性（引張特性、曲げ特性、圧縮特性、摩擦特性および粗さ特性）を測定した。

引張特性、曲げ特性、圧縮特性、摩擦特性および粗さ特性は、1 試料について 10 箇所から測定用試料を採取して、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  $50\pm 4\%\text{R.H.}$ ）で 24 時間放置した後、恒温恒湿室内で測定した。各力学特性の測定方法は以下のとおりである。

#### (1) 引張特性

自動化引張り・せん断試験機（KES-FB1-AUTO-A、カトーテック㈱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特性を、シンカーループ面を上にして試料の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。引張速度は 0.05mm/sec、チャック間距離は 50mm である。

引張特性の測定項目は 4 種類（①引張直線性（LT）、②引張仕事量（WT）、③引張レジリエンス（RT）、④最大伸び率（EMT；最大荷重 500gf/cm における伸び率））である。

#### (2) 曲げ特性

多目的純曲げ試験機（KES-FB2-S、カトーテック㈱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を、表曲げ時にニードルループ面を内側に、試料の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。最大曲げ曲率は  $\pm 2.5\text{cm}^{-1}$  である。

曲げ特性の測定項目は 6 種類（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  $1.0\text{cm}^{-1}$  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  $-1.0\text{cm}^{-1}$  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））である。

### (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を, 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. 円形圧縮板の面積は  $1\text{cm}^2$ , 圧縮速度は  $0.02\text{mm/sec}$  で, 最大圧力は第 2 章で求めた被験者がファスナ用編テープを「つまむ」ときの平均圧力 ( $23.9\text{gf/cm}^2$ ) を参考にして  $25\text{gf/cm}^2$  とした.

圧縮特性の測定項目は 5 種類 (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  $0.5\text{gf/cm}^2$  時における試料厚さ), ⑤最大圧縮時の厚さ ( $T_M$ ; 最大圧力  $25\text{gf/cm}^2$  時における試料厚さ)) である.

### (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を, 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に測定して両者の平均値を測定値とした.

摩擦子は, Fig. 3-4 に示すように, 第 2 章で用いた摩擦子のフレームに錘を設置できるように改良を加えた. これは, 第 2 章で用いた摩擦子 (荷重  $2.5\text{gf}$ ) では本章で試作した試料の差異を顕著に捉えることができなかったからである. また, 予備実験において摩擦子の荷重を  $20.0\text{gf}$ ,  $40.4\text{gf}$ ,  $60.2\text{gf}$  として各試料の平均摩擦係数の平均偏差 (MMD) を測定して 5 試料間を分散分析した結果, 分散比 F 値はそれぞれ 1.63, 20.59, 1.31 で,  $40.4\text{gf}$  のときに分散比 F 値が最も大きく試料差が顕著にみられたので, 摩擦子の荷重は  $40.4\text{gf}$  (圧力  $5.0 \times 10^3\text{Pa}$ ) とした. 接触子は第 2 章と同様に直径 10mm の円柱形発泡シリコンゴムを用いた. 摩擦速度は  $5\text{mm/sec}$ , 測定距離は 30mm で解析距離は中間の 20mm とした.

摩擦特性の測定項目は 2 種類 (①平均摩擦係数 (MIU), ②摩擦係数の平均偏差 (MMD)) であり, 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  $5\text{kHz}$  で入力した電圧から算出した.

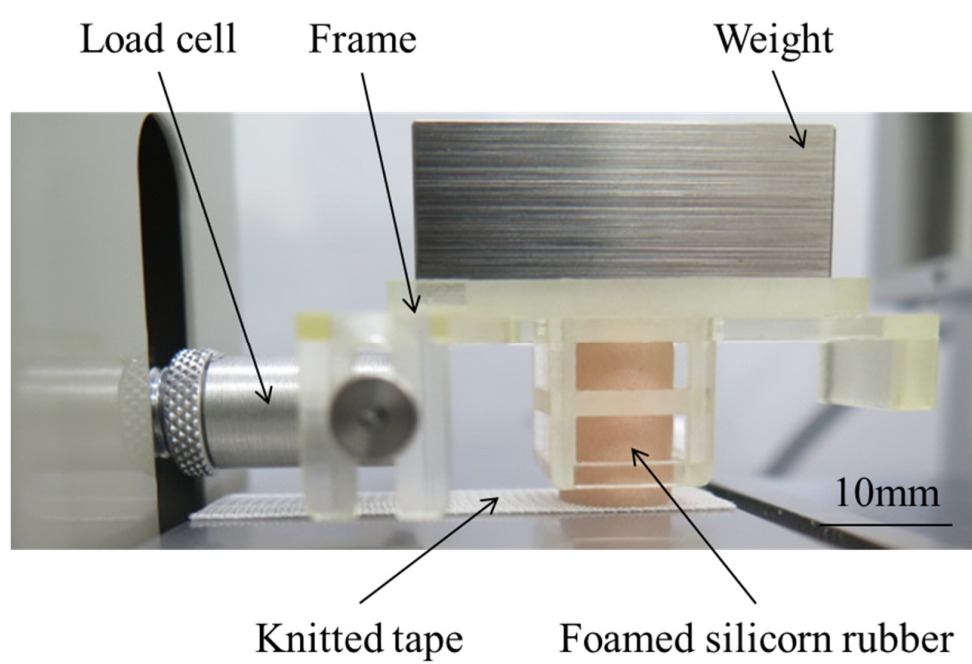


Fig. 3-4 Friction contactor



## (5) 粗さ特性

摩擦感テスター（KES-SE-SR-U，カトーテック㈱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を，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に測定して両者の平均値を測定値とした．

接触子は直径 0.5mm のピアノワイヤ，荷重は 1gf，試験速度は 5mm/sec，測定距離は 30mm で解析距離は中間の 20mm である．ここで荷重を 1gf としたのは，予備実験において荷重を 1gf，5gf および 10gf として各試料の表面粗さ（SMD）を算出し 5 試料間を分散分析した結果，分散比 F 値はそれぞれ 23.66，8.45，1.22 であり，1gf のときに分散比 F 値が最も大きく試料差が顕著にみられたからである．

粗さ特性の測定項目は表面粗さ（SMD）であり，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㈱製）へサンプリング周波数 5kHz で入力した電圧から算出した．

### 3.3 実験結果および考察

#### 3.3.1 鎖編構造糸の熱特性と編テープの力学特性との関係

鎖編構造糸に用いた各糸の熱応力試験の結果を Fig. 3-5 に示す。Fig. 3-5 において、yarn-2 は製造工程で加熱されているので yarn-1 と比較すると各温度域において乾熱収縮張力が小さく、yarn-3 は製造工程で高い延伸倍率で引き伸ばされているので yarn-1 と比較すると 200℃以上で乾熱収縮張力が大きいことが確認できる。

また、yarn-4 および yarn-5 は仮撚加工時に熱セットされているので yarn-2 と同様に各温度域において乾熱収縮張力が小さいことが確認できる。

Fig. 3-5 より、編テープのヒートセット処理温度 170℃における各糸の乾熱収縮張力は yarn-1 は 0.28cN/dtex, yarn-2 は 0.14cN/dtex, yarn-3 は 0.23cN/dtex, yarn-4 は 0.06cN/dtex, yarn-5 は 0.12cN/dtex であった。

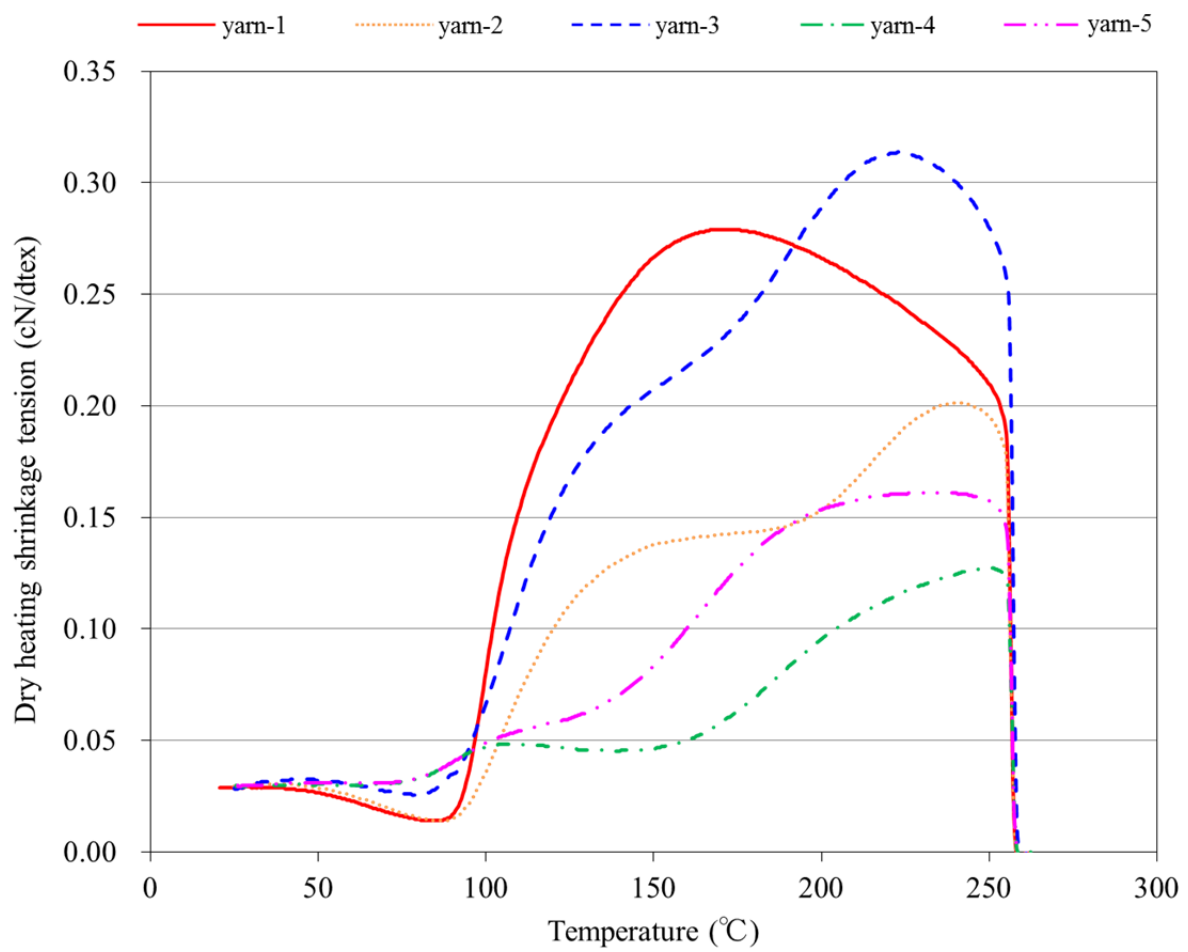
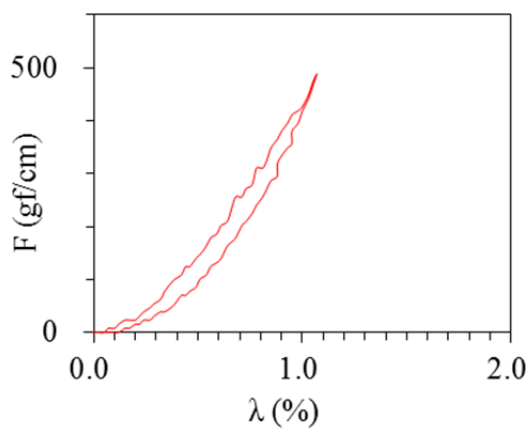


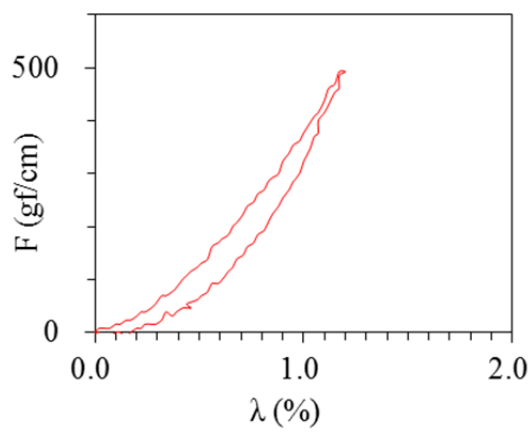
Fig. 3-5 Results of thermal stress test of each yarn used in chain stitch

各試料について測定した引張特性を Fig. 3-6, 曲げ特性を Fig. 3-7, 圧縮特性を Fig. 3-8, 編始め方向から編終わり方向に測定した摩擦特性を Fig. 3-9, 編終わり方向から編始め方向に測定した摩擦特性を Fig. 3-10, 編始め方向から編終わり方向に測定した粗さ特性を Fig. 3-11, 編終わり方向から編始め方向に測定した粗さ特性を Fig. 3-12 に示す.

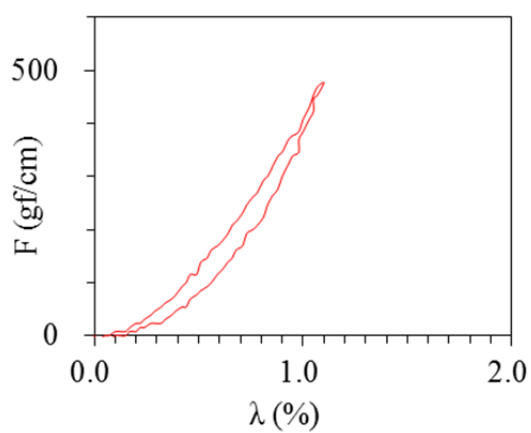
また, 各試料について測定した各力学特性値の平均値および標準偏差, 各力学特性値において各試料間を分散分析した結果および多重比較検定 (シェッフェ法) した結果を Table 3-3 に示す.



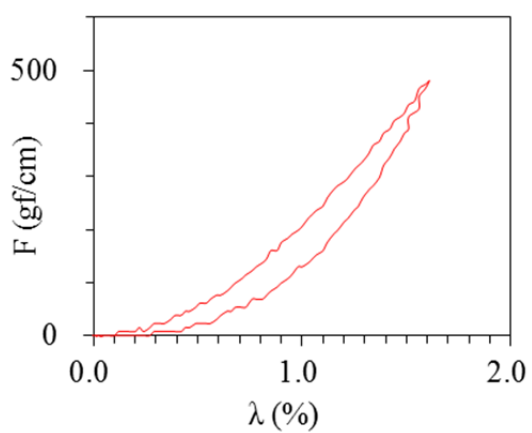
(a)



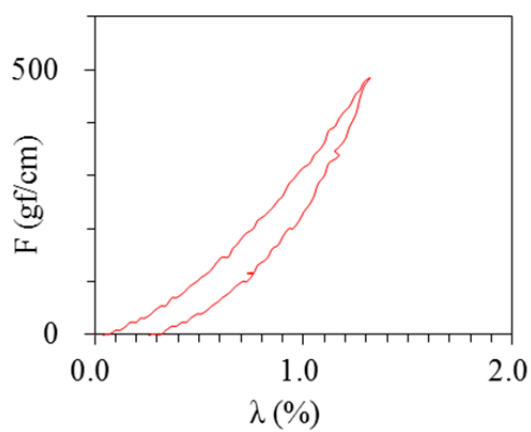
(b)



(c)



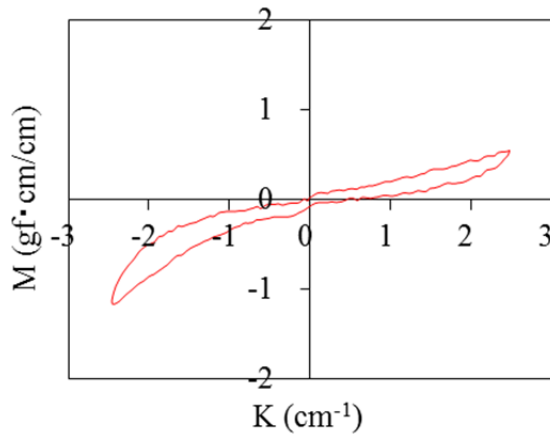
(d)



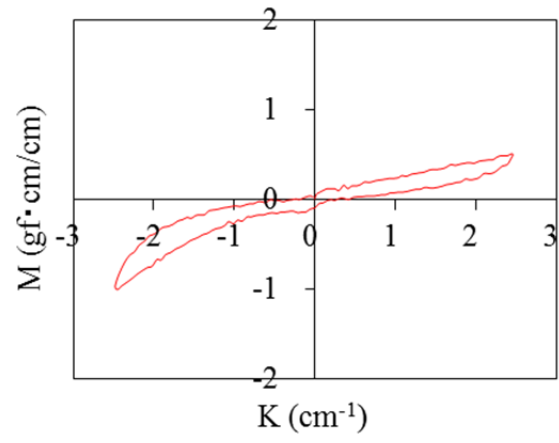
(e)

Fig. 3-6 Results of tensile property

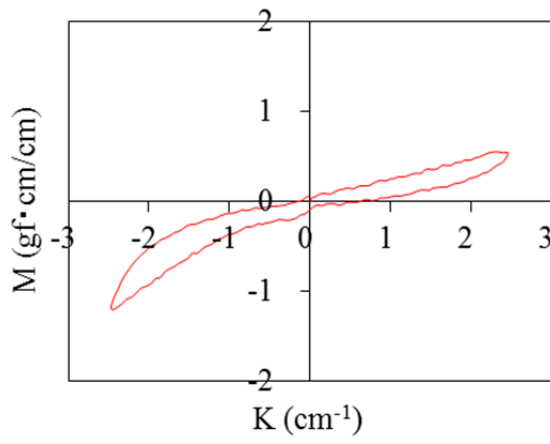
(a) C<sub>1</sub>, (b) C<sub>2</sub>, (c) C<sub>3</sub>, (d) C<sub>4</sub>, (e) C<sub>5</sub>



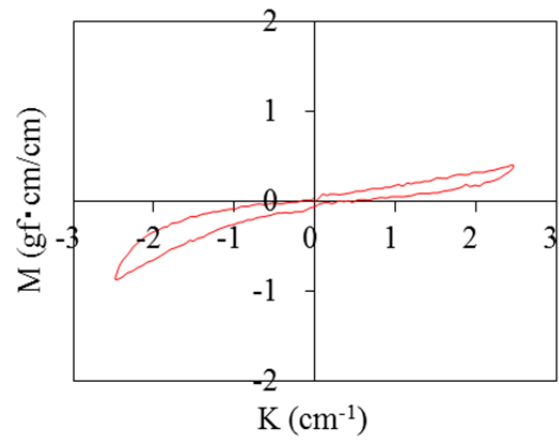
(a)



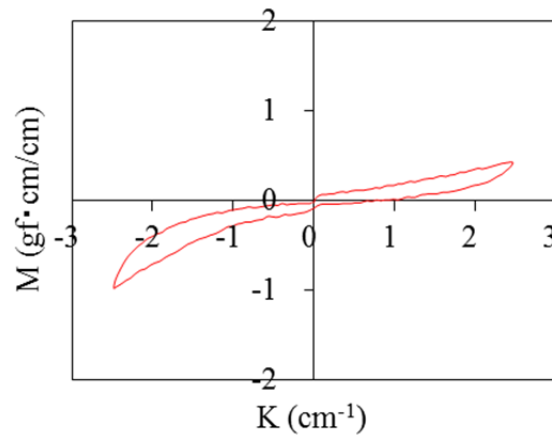
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 3-7 Results of bending property

(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$

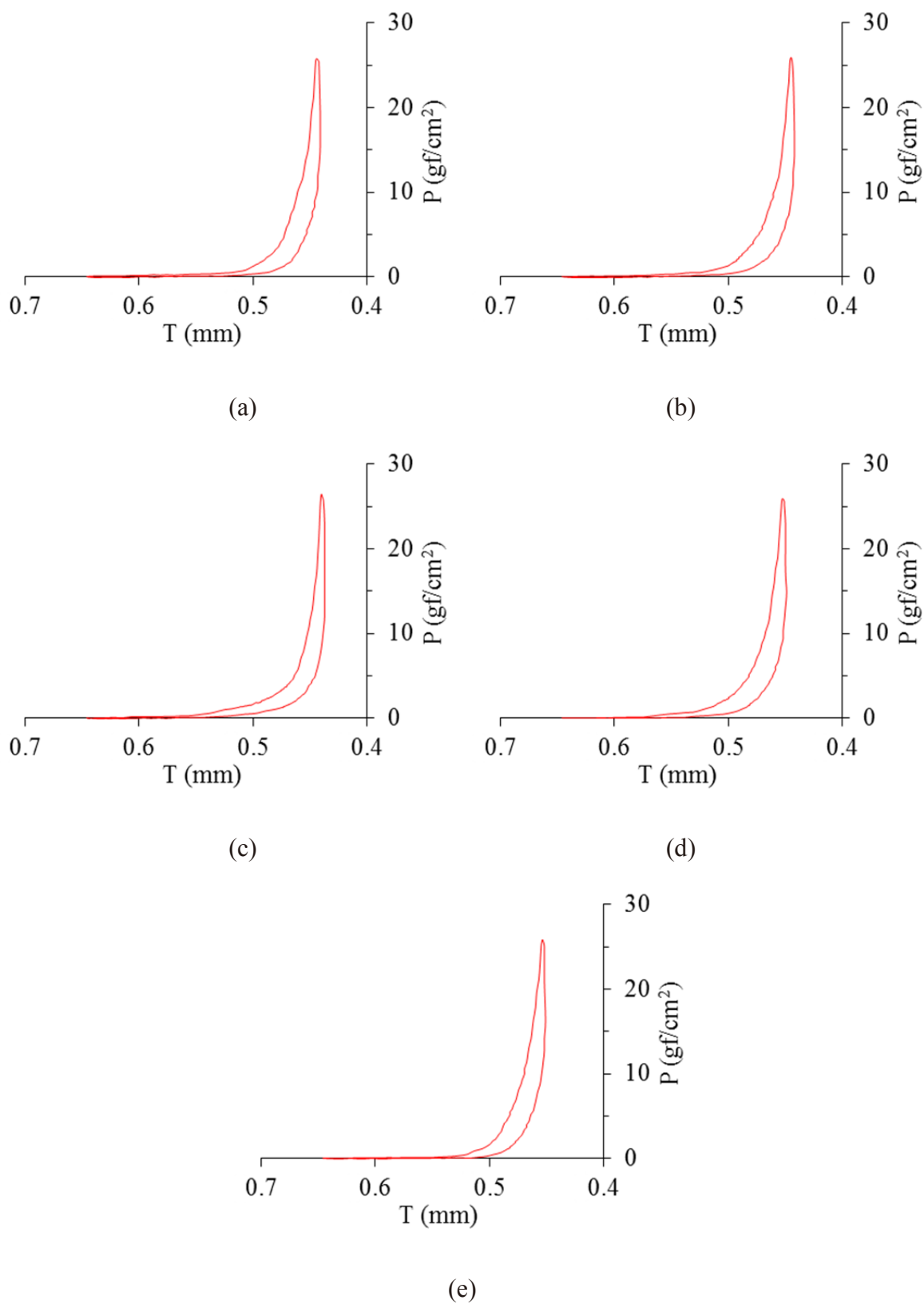


Fig. 3-8 Results of compression property

(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$

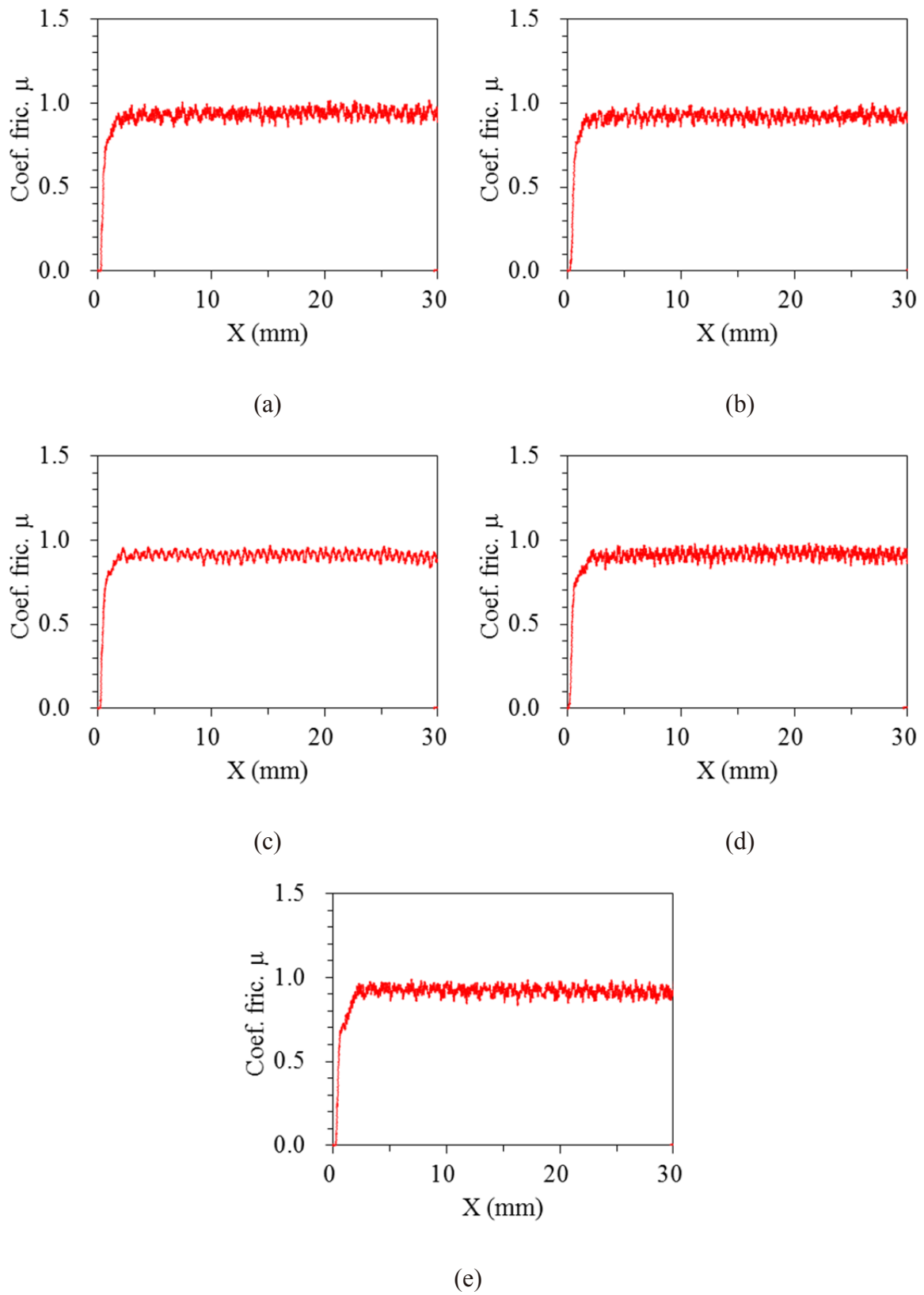


Fig. 3-9 Results of friction property measured in the direction of the end of knitting by experimental friction contactor

(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$



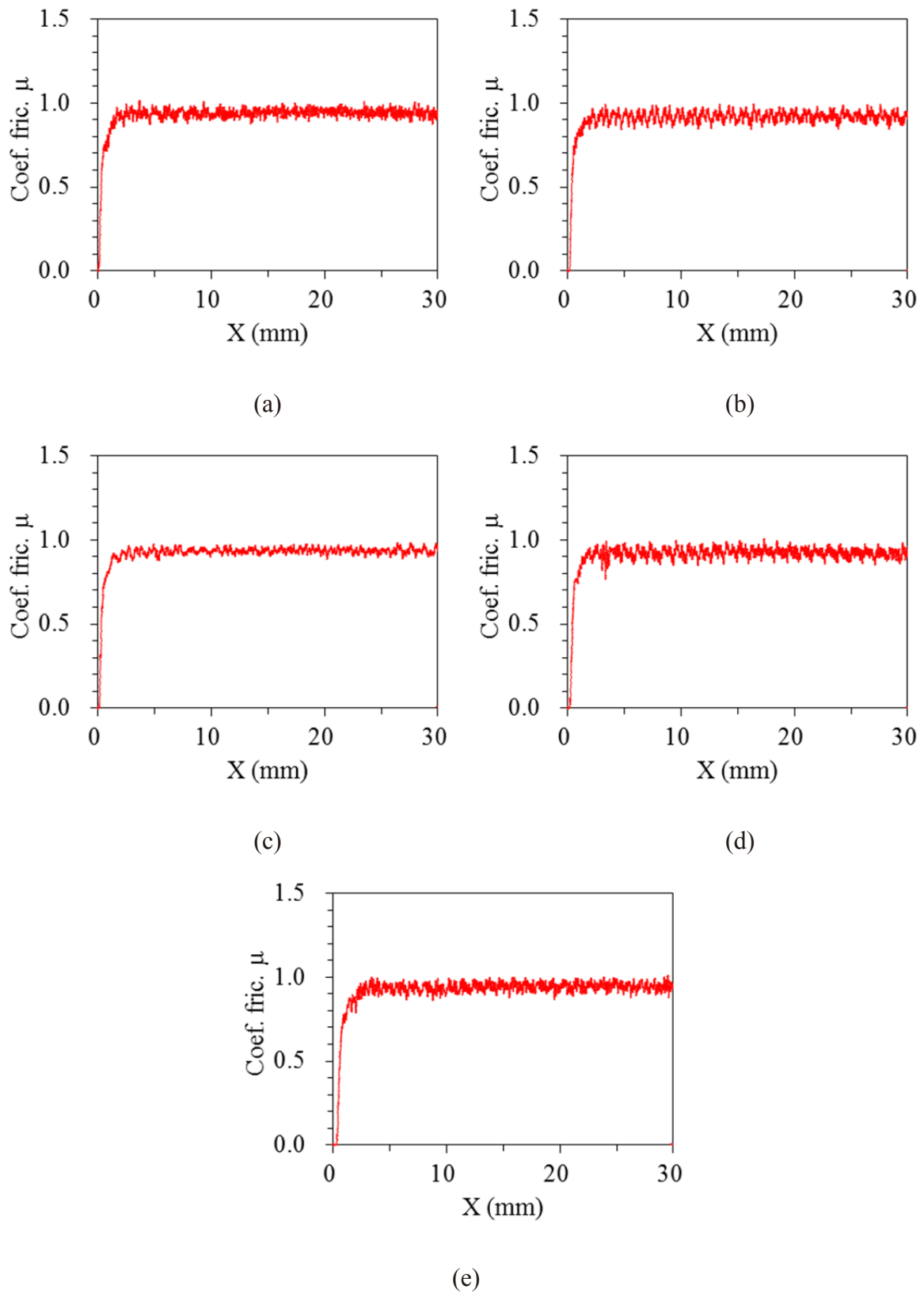


Fig. 3-10 Results of friction property measured in the direction of the beginning of knitting by experimental friction contactor

(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$

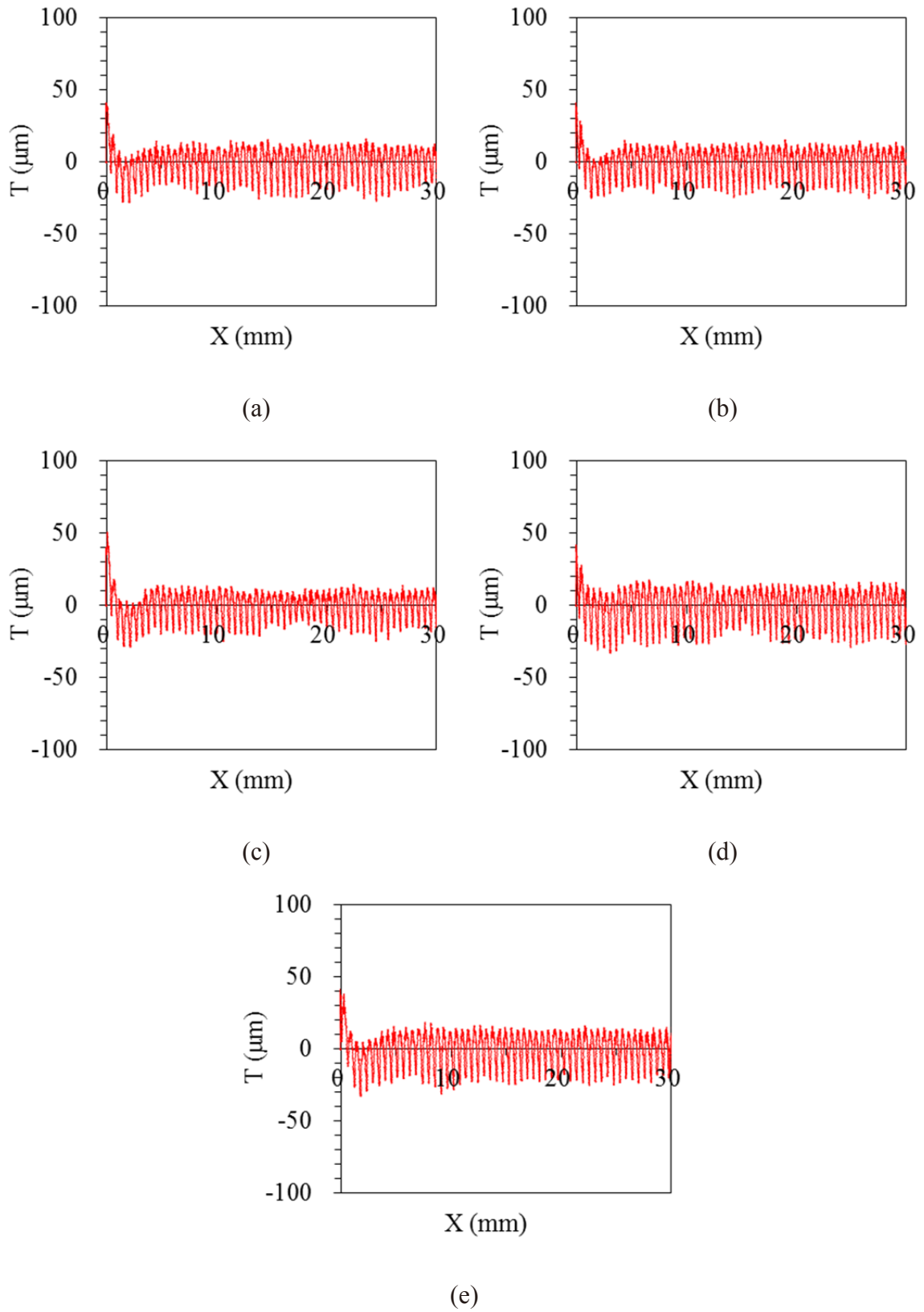


Fig. 3-11 Results of roughness property measured in the direction of the end of knitting  
(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$

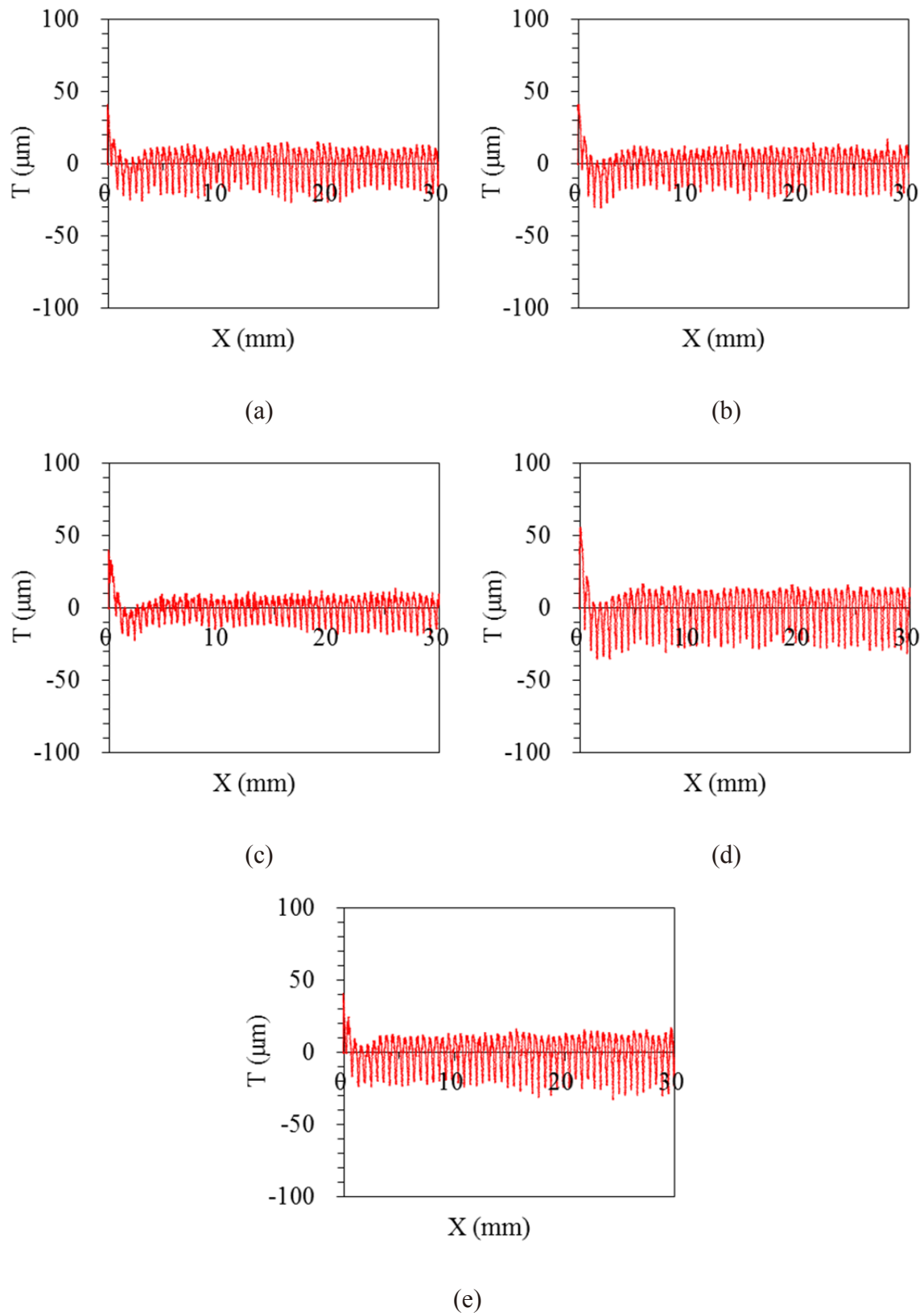


Fig. 3-12 Results of roughness property measured in the direction of the beginning of knitting  
(a)  $C_1$ , (b)  $C_2$ , (c)  $C_3$ , (d)  $C_4$ , (e)  $C_5$

Table 3-3 Results of mechanical properties

	C <sub>1</sub>		C <sub>2</sub>		C <sub>3</sub>		C <sub>4</sub>		C <sub>5</sub>	
	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
LT (-)**	0.812	0.056	0.781	0.021	0.768	0.016	0.751	0.027	0.812	0.024
	(**C <sub>4</sub> )						(**C <sub>1</sub> ),(*C <sub>5</sub> )		(*C <sub>4</sub> )	
WT (gf•cm/cm <sup>2</sup> )**	2.12	0.09	2.45	0.15	2.08	0.10	3.02	0.14	2.68	0.13
	(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,3,4,5</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3,4</sub> )	
RT (%)**	84.90	4.96	81.66	2.85	86.09	1.86	79.65	2.24	77.02	3.79
	(**C <sub>5</sub> ),(*C <sub>4</sub> )				(**C <sub>4,5</sub> )		(**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>1</sub> )		(**C <sub>1,3</sub> )	
EMT (%)**	1.06	0.04	1.23	0.04	1.09	0.02	1.62	0.04	1.32	0.05
	(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,3,4,5</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3,4</sub> )	
B+ (gf•cm <sup>2</sup> /cm)**	0.202	0.019	0.168	0.010	0.216	0.019	0.138	0.009	0.148	0.003
	(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,3,4</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )		(**C <sub>1,3</sub> )	
B- (gf•cm <sup>2</sup> /cm)**	0.390	0.036	0.331	0.033	0.394	0.010	0.272	0.014	0.279	0.024
	(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,3,4,5</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )	
BM (gf•cm <sup>2</sup> /cm)**	0.296	0.026	0.250	0.018	0.301	0.012	0.207	0.005	0.213	0.013
	(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,3,4,5</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )	
2HB+ (gf•cm/cm)**	0.178	0.022	0.165	0.007	0.199	0.023	0.136	0.010	0.150	0.013
	(**C <sub>4</sub> ),(*C <sub>5</sub> )		(**C <sub>3,4</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )		(**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>1</sub> )	
2HB- (gf•cm/cm)**	0.235	0.027	0.199	0.026	0.231	0.032	0.182	0.010	0.168	0.020
	(**C <sub>4,5</sub> ),(*C <sub>2</sub> )		(*C <sub>1</sub> )		(**C <sub>4,5</sub> )		(**C <sub>1,3</sub> )		(**C <sub>1,3</sub> )	
2HBM (gf•cm/cm)**	0.206	0.020	0.182	0.013	0.215	0.021	0.159	0.007	0.159	0.010
	(**C <sub>4,5</sub> ),(*C <sub>2</sub> )		(**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>1,4,5</sub> )		(**C <sub>2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,3</sub> ),(*C <sub>2</sub> )		(**C <sub>1,3</sub> ),(*C <sub>2</sub> )	
LC (-)**	0.450	0.044	0.450	0.045	0.357	0.030	0.455	0.049	0.533	0.057
	(**C <sub>3,5</sub> )		(**C <sub>3,5</sub> )		(**C <sub>1,2,4,5</sub> )		(**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> ),(*C <sub>4</sub> )	
WC (gf•cm <sup>2</sup> )*	0.045	0.003	0.046	0.004	0.040	0.002	0.046	0.006	0.046	0.006
RC (%)**	62.96	1.79	61.01	2.12	62.01	2.92	61.73	0.94	65.43	2.85
			(**C <sub>5</sub> )		(*C <sub>5</sub> )		(*C <sub>5</sub> )		(**C <sub>2</sub> ),(*C <sub>3,4</sub> )	
T <sub>0</sub> (mm)	0.526	0.010	0.527	0.005	0.531	0.010	0.533	0.012	0.523	0.011
T <sub>M</sub> (mm)**	0.445	0.002	0.445	0.003	0.440	0.002	0.453	0.002	0.454	0.002
	(**C <sub>3,4,5</sub> )		(**C <sub>3,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )	
MIU (-)**	0.942	0.008	0.922	0.005	0.922	0.014	0.923	0.007	0.933	0.012
	(**C <sub>2,3,4</sub> )		(**C <sub>1</sub> ),(*C <sub>5</sub> )		(**C <sub>1</sub> ),(*C <sub>5</sub> )		(**C <sub>1</sub> )		(*C <sub>2,3</sub> )	
MMD (-)**	0.022	0.003	0.021	0.002	0.017	0.003	0.022	0.003	0.021	0.001
	(**C <sub>3</sub> )		(**C <sub>3</sub> )		(**C <sub>1,2,4,5</sub> )		(**C <sub>3</sub> )		(**C <sub>3</sub> )	
SMD (μm)**	8.477	0.869	8.358	0.714	6.515	0.474	9.908	0.700	9.494	0.918
	(**C <sub>3,4</sub> )		(**C <sub>3,4</sub> )		(**C <sub>1,2,4,5</sub> )		(**C <sub>1,2,3</sub> )		(**C <sub>3</sub> )	

\*\*1% significant, \*5% significant

Fig. 3-5 より求めた鎖編構造糸に用いた各糸の 170℃における乾熱収縮張力と Table 3-3 に示す各編テープの最大伸び率 (EMT), 平均曲げ剛性 (BM) および平均曲げヒステリシス (2HBM) との関係をそれぞれ Fig. 3-13, Fig. 3-14 および Fig. 3-15 に示す.

Fig. 3-13, Fig. 3-14 および Fig. 3-15 より, 乾熱収縮張力が大きい yarn-1 および yarn-3 を鎖編構造糸に用いた試料 C<sub>1</sub> および試料 C<sub>3</sub> は最大伸び率 (EMT) が小さく, 平均曲げ剛性 (BM) および平均曲げヒステリシス (2HBM) が大きいことがわかった.

これは, Fig. 3-16 に示すようにファスナ用編テープのヒートセット処理は送りローラーによって編テープのウェール方向に一定の送り張力がかけられるが, 170℃のヒーター熱によって鎖編構造糸に送り張力とは逆向きの乾熱収縮張力が働くので, 編テープは引き伸ばされながらヒートセットされる. このとき, 鎖編構造糸の乾熱収縮張力が大きいと Fig. 3-17 に示すように鎖編構造糸はウェール方向に緊張するのでシンカーloopとニードルloopとの交差圧が高くなり摩擦が増大すると考えられる. このため, 乾熱収縮張力が大きい yarn-1 および yarn-3 を鎖編構造糸に用いた試料 C<sub>1</sub> および試料 C<sub>3</sub> は伸びにくく, 曲げ硬く, 曲げ回復性が悪くなったと考えられる.

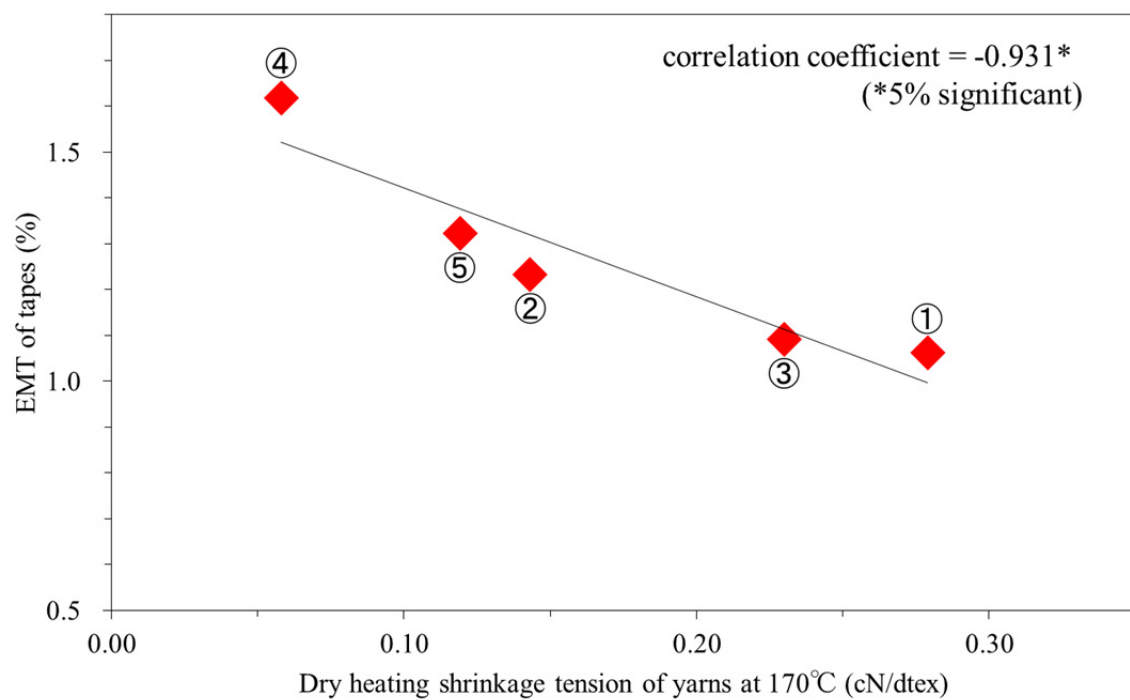


Fig. 3-13 Relationship between dry heating shrinkage tension of yarns used in chain stitch and maximum extension percentage (EMT) of tapes.

①;yarn-1,C<sub>1</sub> ②;yarn-2,C<sub>2</sub> ③;yarn-3,C<sub>3</sub> ④;yarn-4,C<sub>4</sub> ⑤;yarn-5,C<sub>5</sub>

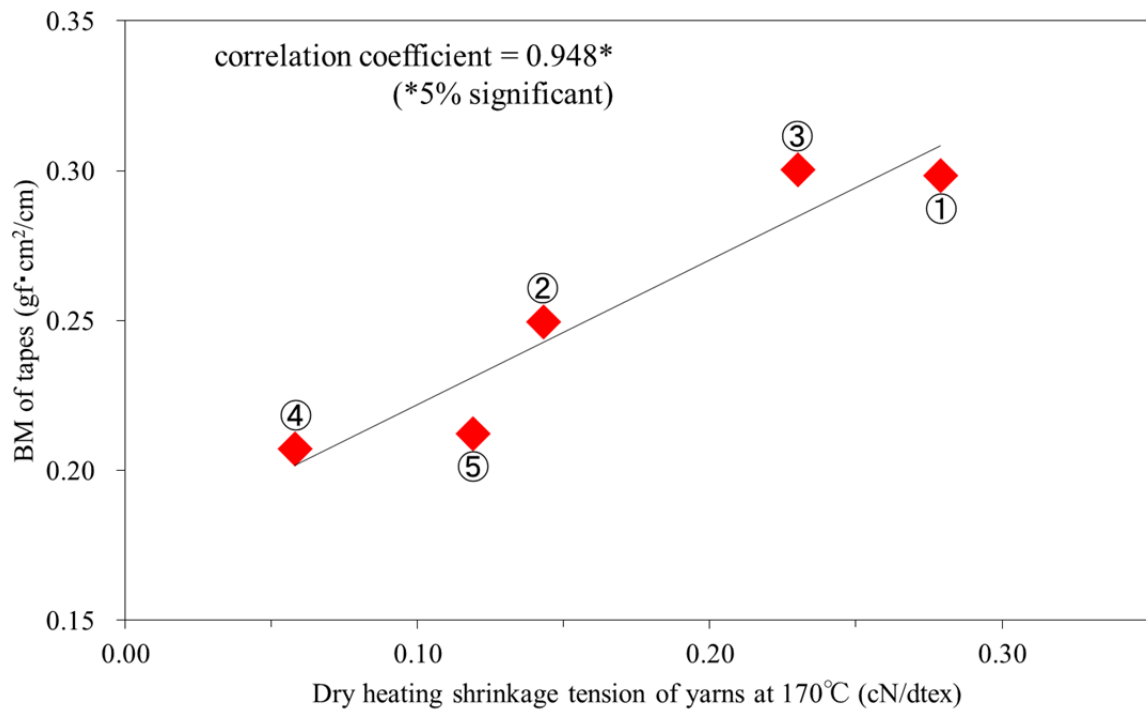


Fig. 3-14 Relationship between dry heating shrinkage tension of yarns used in chain stitch and mean of bending rigidity (BM) of tapes.

①;yarn-1,C<sub>1</sub> ②;yarn-2,C<sub>2</sub> ③;yarn-3,C<sub>3</sub> ④;yarn-4,C<sub>4</sub> ⑤;yarn-5,C<sub>5</sub>

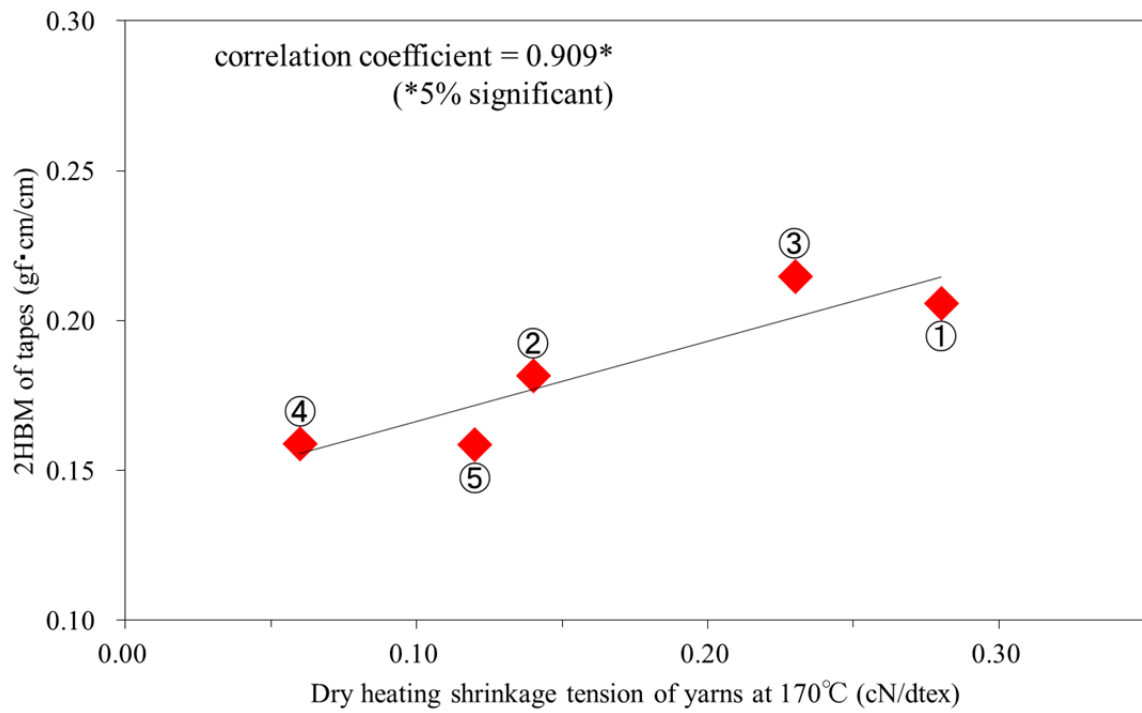


Fig. 3-15 Relationship between dry heating shrinkage tension of yarns used in chain stitch and mean of hysteresis of bending (2HBM) of tapes.

①;yarn-1,C<sub>1</sub> ②;yarn-2,C<sub>2</sub> ③;yarn-3,C<sub>3</sub> ④;yarn-4,C<sub>4</sub> ⑤;yarn-5,C<sub>5</sub>



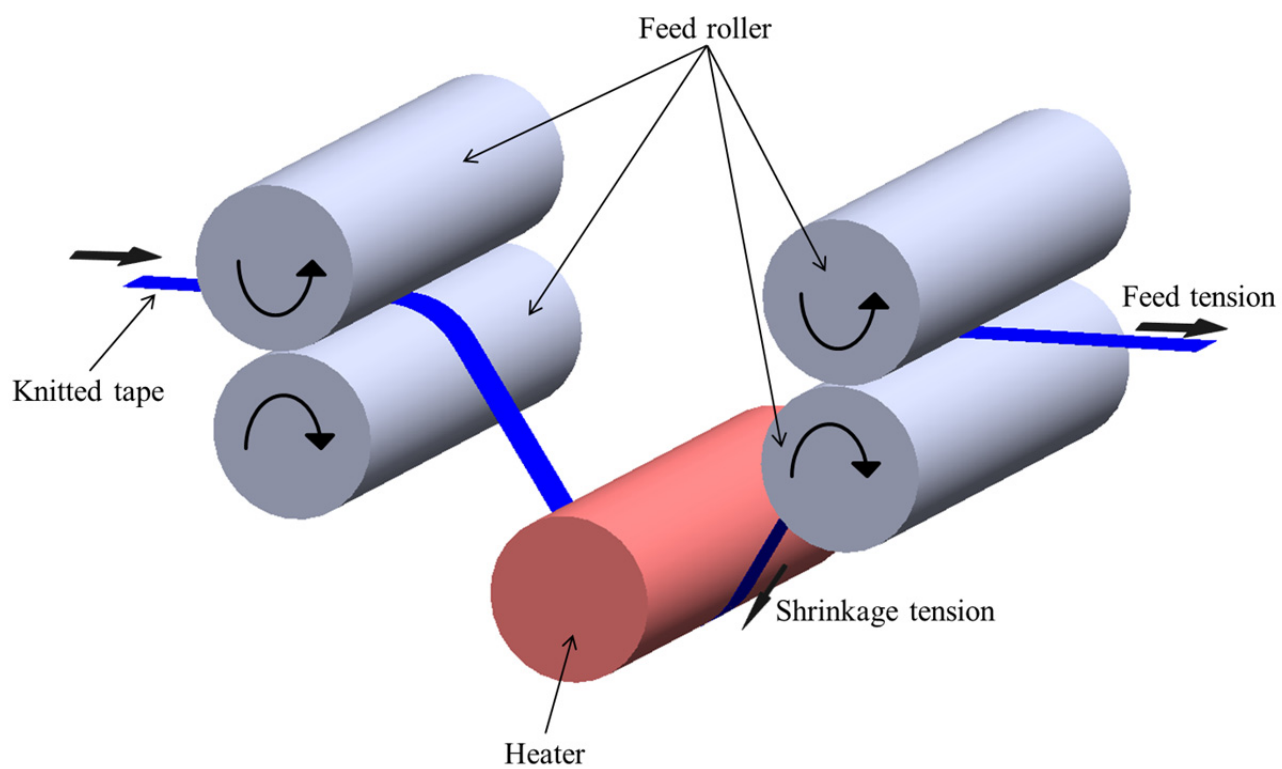


Fig. 3-16 Schematic of heat setting.

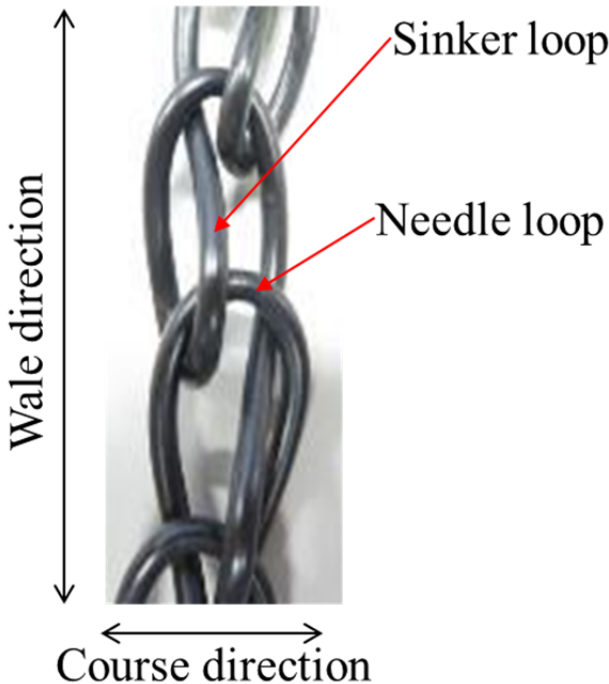
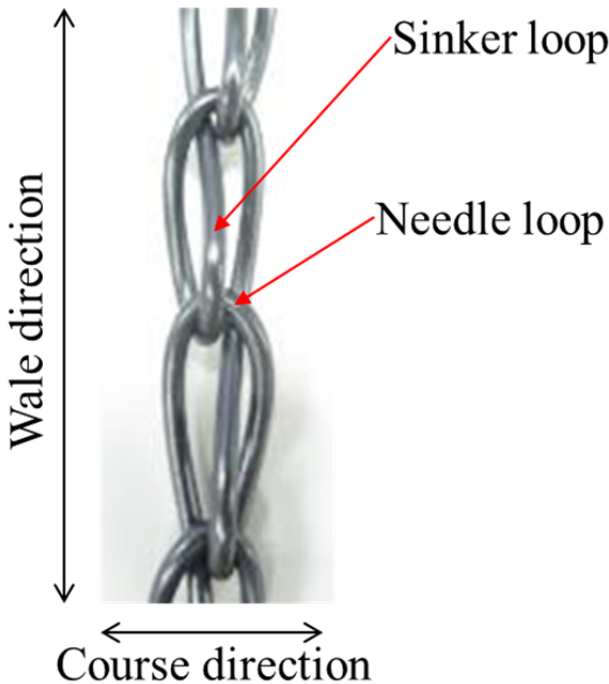
Dry heating shrinkage tension	Heat setting model of chain stitch
Low	<p data-bbox="916 264 1114 309">&lt;relaxed&gt;</p>  <p>The diagram shows a vertical chain stitch in a relaxed state. A vertical double-headed arrow on the left is labeled 'Wale direction'. A horizontal double-headed arrow at the bottom is labeled 'Course direction'. Two red arrows point to the 'Sinker loop' (upper) and 'Needle loop' (lower) of the stitch.</p>
High	<p data-bbox="909 1126 1114 1171">&lt;strained&gt;</p>  <p>The diagram shows a vertical chain stitch in a strained state. A vertical double-headed arrow on the left is labeled 'Wale direction'. A horizontal double-headed arrow at the bottom is labeled 'Course direction'. Two red arrows point to the 'Sinker loop' (upper) and 'Needle loop' (lower) of the stitch.</p>

Fig. 3-17 Effect of dry heating shrinkage tension on chain stitch

Table 3-1 に示す鎖編構造糸に用いた各糸の乾熱寸法変化率と Table 3-3 に示す各編テープの表面粗さ（SMD）との関係を Fig. 3-18 に示す.

Fig. 3-18 より，乾熱寸法変化率が高い yarn-3 を鎖編構造糸に用いた試料 C<sub>3</sub> の表面粗さ（SMD）は小さいことがわかった.

これは，ヒーター熱によって鎖編構造糸が熱収縮する際，Fig. 3-19 に示すように鎖編構造糸のシンカーループの両端はニードルループで拘束されているため，鎖編構造糸の乾熱寸法変化率が高いと編み方向への熱収縮量が増大して厚さ方向に対するシンカーループの曲率が小さくなると考えられる．このため，乾熱寸法変化率が高い yarn-3 を鎖編構造糸に用いた試料 C<sub>3</sub> は表面の凹凸の変動が小さくなったと考えられる.

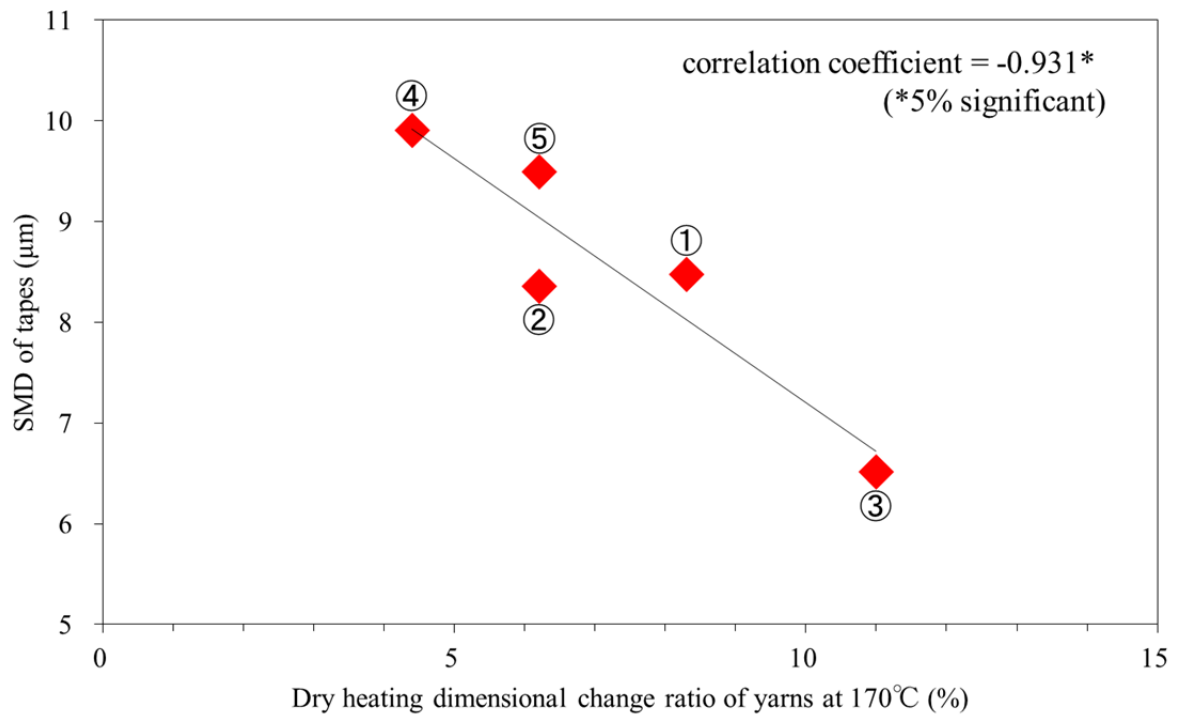


Fig. 3-18 Relationship between dry heating dimensional change ratio of yarns used in chain stitch and surface roughness (SMD) of tapes.

①;yarn-1,C<sub>1</sub> ②;yarn-2,C<sub>2</sub> ③;yarn-3,C<sub>3</sub> ④;yarn-4,C<sub>4</sub> ⑤;yarn-5,C<sub>5</sub>

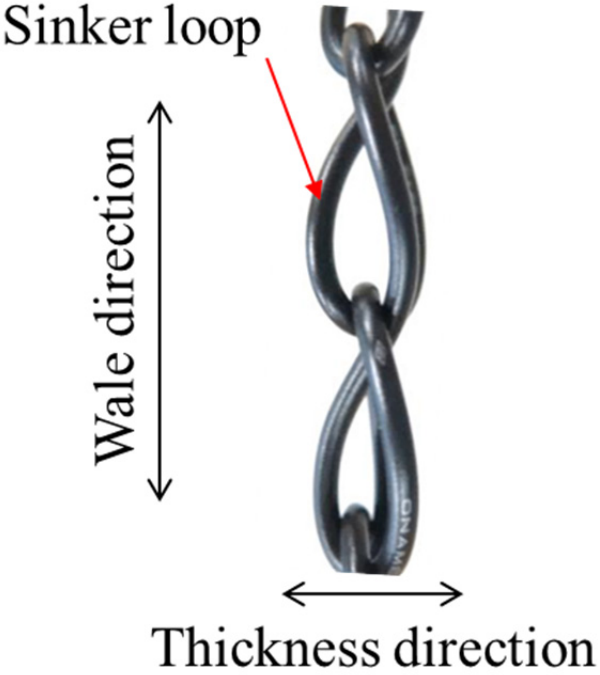
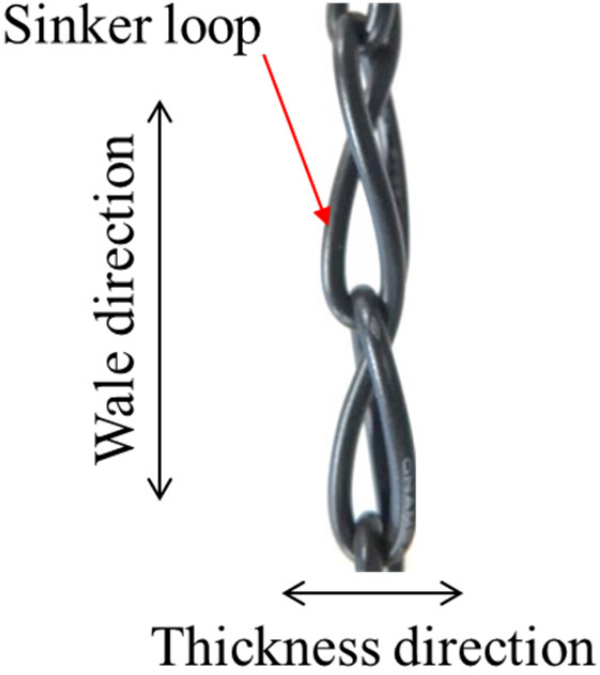
Dry heating dimensional change ratio	Heat setting model of chain stitch
Low	<p data-bbox="1027 271 1262 315">&lt;relaxed&gt;</p>  <p>The diagram shows a relaxed chain stitch. A red arrow points to the top loop, labeled "Sinker loop". A vertical double-headed arrow to the left of the stitch is labeled "Wale direction". A horizontal double-headed arrow below the stitch is labeled "Thickness direction".</p>
High	<p data-bbox="1027 1133 1262 1178">&lt;strained&gt;</p>  <p>The diagram shows a strained chain stitch. A red arrow points to the top loop, labeled "Sinker loop". A vertical double-headed arrow to the left of the stitch is labeled "Wale direction". A horizontal double-headed arrow below the stitch is labeled "Thickness direction".</p>

Fig. 3-19 Effect of dry heating dimensional change ratio on chain stitch

### 3.3.2 官能検査結果

手触り官能検査で得られた結果を各形容語について分散分析を行い、主効果（試料に対して被験者全員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）、組合せ効果（試料の組合せによる効果）を求めた。そして各要因の有意性を検定するために、各要因の不偏分散をそれぞれ誤差の不偏分散で割った分散比  $F_0$  値を Table 3-4 に示す。

Table 3-4 より、主効果が有意であり、かつ組合せ効果が有意でない形容語は、乾湿感を表す「しっとりした」、粗滑感を表す「滑らかな、平らな、滑りやすい」、硬軟感を表す「やわらかい、弾力がある」の計 6 種類であった。このことから、鎖編構造糸は編テープの乾湿感、粗滑感および硬軟感のみに影響を与えて、温冷感、厚さ感、伸長感およびイメージ形容語には影響を与えないことが明らかになった。

第 2 章では、シングルサテン編構造糸の伸縮復元率が温冷感、厚さ感およびイメージ形容語に影響を与えたと報告した。しかし、鎖編構造糸は編成後のヒートセット処理によってウェール方向に引き伸ばされているので、鎖編構造糸の伸縮復元率が手触りに与える影響はシングルサテン編構造糸の伸縮復元率が手触りに与える影響よりも小さいと考えられる。そのため、温冷感を表す「あたたかい」、厚さ感を表す「薄い」およびイメージ形容語の主効果がみられなかったと考えられる。

伸長感を表す「伸びない」の主効果が有意でなかったのは、Table 3-3 より 5 試料間の最大伸び率（EMT）が 1.06%～1.62%（0.53mm～0.81mm に相当）と小さく、被験者はこの差を識別できなかったからと考えられる。

Table 3-4 Variance ratio ( $F_0$ ) for mean preference scores of each adjective

	Main effect	Individual effect	Combination effect
warm (あたたかい)	0.98	0.33	1.04
shittori (しっとりした)	4.60**	1.55	1.00
dry (さらっとした)	0.77	0.81	0.41
smooth (滑らかな)	7.35**	1.89*	1.29
flat (平らな)	5.78**	0.84	0.50
easy to slide (滑りやすい)	5.68**	1.91*	0.41
thin (薄い)	1.45	0.90	2.69
not stretch (伸びない)	0.40	0.65	0.49
soft (やわらかい)	7.57**	1.72*	0.95
flexible (しなやかな)	4.77**	2.77**	2.62*
elastic (弾力がある)	5.15**	1.45	0.73
refresh (さわやかな)	0.52	0.59	1.67
not hari (はりがない)	1.88	2.82**	1.45
not koshi (こしがない)	1.82	2.82**	3.09*
conservative (控えめな)	1.49	2.51**	0.57
high-class (高級感がある)	4.88**	2.04*	4.50**
good in touch (肌触りが良い)	2.71*	1.90*	2.41*
comfortable on skin (肌になじむ)	4.19**	2.07*	3.00*

\*\*1% significant \*5% significant



Table 3-4 に示す形容語において、主効果が有意であり、かつ組合せ効果が有意でない6種類の物理形容語「しっとりした、滑らかな、平らな、滑りやすい、やわらかい、弾力がある」について、各試料の平均嗜好度[5]を算出した結果およびヤードスティック[5]を用いて試料間の有意差を検定した結果を Table 3-5 に示す。

例えば、Table 3-5 の「しっとりした」の評価において、試料 C<sub>1</sub>は試料 C<sub>3</sub>との間に有意水準 1%で有意な差がみられ、試料 C<sub>3</sub>は試料 C<sub>1</sub>よりも平均嗜好度が大きいので「しっとりした」と評価されたことを示している。

Table 3-5 より、yarn-3 を鎖編構造糸に用いた試料 C<sub>3</sub>は最も「しっとりした、滑らかな、平らな、滑りやすい、やわらかくない、弾力がある」と評価された。一方、yarn-4 および yarn-5 を鎖編構造糸に用いた試料 C<sub>4</sub>および試料 C<sub>5</sub>は「滑らかでない、平らでない、滑りにくい、やわらかい、弾力がない」と評価された。

Table 3-5 Mean preference scores of each adjective

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
shittori (しっとりした)	-0.13 (**C <sub>3</sub> )	-0.16 (**C <sub>3</sub> )	0.51 (**C <sub>1,2,4,5</sub> )	-0.07 (**C <sub>3</sub> )	-0.16 (**C <sub>3</sub> )
smooth (滑らかな)	0.02 (**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>5</sub> )	0.02 (**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>5</sub> )	0.58 (**C <sub>1,2,4,5</sub> )	-0.29 (**C <sub>3</sub> )	-0.33 (**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>1,2</sub> )
flat (平らな)	0.20 (**C <sub>5</sub> ),(*C <sub>4</sub> )	-0.11 (**C <sub>3</sub> )	0.51 (**C <sub>2,4,5</sub> )	-0.20 (**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>1</sub> )	-0.40 (**C <sub>1,3</sub> )
easy to slide (滑りやすい)	0.13 (**C <sub>5</sub> ),(*C <sub>3</sub> )	-0.13 (**C <sub>3</sub> )	0.49 (**C <sub>2,4,5</sub> ),(*C <sub>1</sub> )	-0.16 (**C <sub>3</sub> )	-0.33 (**C <sub>1,3</sub> )
soft (やわらかい)	-0.22 (**C <sub>4,5</sub> )	-0.11 (**C <sub>4,5</sub> )	-0.36 (**C <sub>4,5</sub> )	0.33 (**C <sub>1,2,3</sub> )	0.36 (**C <sub>1,2,3</sub> )
elastic (弾力がある)	0.13 (**C <sub>5</sub> ),(*C <sub>4</sub> )	0.02 (*C <sub>3,5</sub> )	0.42 (**C <sub>4,5</sub> ),(*C <sub>2</sub> )	-0.22 (**C <sub>3</sub> ),(*C <sub>1</sub> )	-0.36 (**C <sub>1,3</sub> ),(*C <sub>2</sub> )

\*\*1% significant \*5% significant

Table 3-5 に示す 6 種類の物理形容語「しっとりした, 滑らかな, 平らな, 滑りやすい, やわらかい, 弾力がある」について相関分析を行った結果を Table 3-6 に示す. Table 3-6 より, 乾湿感を表す「しっとりした」は他の形容語と相関がみられず, 同じ試技で評価された粗滑感とも相関がみられなかった.

一方, 粗滑感を表す「滑らかな, 平らな, 滑りやすい」間で互いに正の相関がみられたので, 「滑らかな, 平らな, 滑りやすい」は粗滑感を表す形容語として評価されたと考えられる.

また, 硬軟感を表す「やわらかい」は「弾力がある」と負の相関がみられたので, 「やわらかい」と「弾力がある」は硬軟感を表す相反する形容語として評価されたと考えられる.

Table 3-6 Correlation coefficients among each adjective

	shittori (しっとりした)	smooth (滑らかな)	flat (平らな)	easy to slide (滑りやすい)	soft (やわらかい)	elastic (弾力がある)
shittori (しっとりした)	-					
smooth (滑らかな)	0.859	-				
flat (平らな)	0.793	0.937*	-			
easy to slide (滑りやすい)	0.854	0.941*	0.993**	-		
soft (やわらかい)	-0.565	-0.901*	-0.904*	-0.860	-	
elastic (弾力がある)	0.753	0.969**	0.976**	0.958*	-0.961**	-

\*\*1% significant \*5% significant

### 3.3.3 手触りと力学特性との関係

Table 3-3 に示す多重比較検定において試料間に有意差がみられた 16 種類の力学特性値 (LT, WT, RT, EMT, B+, B-, BM, 2HB+, 2HB-, 2HBM, LC, RC, T<sub>M</sub>, MIU, MMD, SMD) の平均値と, Table 3-5 に示す 6 種類の物理形容語「しっとりした, 滑らかな, 平らな, 滑りやすい, やわらかい, 弾力がある」の平均嗜好度との相関係数を Table 3-7 に示す.

Table 3-7 より, 硬軟感を表す「やわらかい」は, 170°Cにおける鎖編構造糸の乾熱収縮張力と正の相関がある平均曲げ剛性 (BM) と負の相関がみられたので, 手指で挟んで曲げた時に曲げ剛性が小さい試料 C<sub>4</sub>および試料 C<sub>5</sub>は「やわらかい」と, 曲げ剛性が大きい試料 C<sub>3</sub>は「やわらかくない」と評価されたと考えられる.

「弾力がある」は, 170°Cにおける鎖編構造糸の乾熱収縮張力と正の相関がある平均曲げヒステリシス (2HBM) と正の相関がみられたので, 手指で挟んだ後に戻した時に曲げ回復性が悪い試料 C<sub>3</sub>は「弾力がある」と, 曲げ回復性が良い試料 C<sub>4</sub>および試料 C<sub>5</sub>は「弾力がない」と評価されたと考えられる. 一般に, 織物について「弾力がある」は織物の厚さ方向に評価されるので圧縮特性と相関がみられる. しかし, ファスナ用編テープの「弾力がある」を評価する場合は, 編テープを手指で挟んだ後に「戻して」評価しているので, 平均曲げヒステリシス (2HBM) と相関がみられたと考えられる.

Table 3-7 より, 粗滑感を表す「滑らかな, 平らな, 滑りやすい」は, 170°Cにおける鎖編構造糸の乾熱寸法変化率と負の相関がある表面粗さ (SMD) と負の相関がみられた. よって, 表面の凹凸の変動が小さい試料 C<sub>3</sub>は「滑らかで, 平らで, 滑りやすい」と, 表面の凹凸の変動が大きい試料 C<sub>4</sub>および試料 C<sub>5</sub>は「滑らかでない, 平らでない, 滑りにくい」と評価されたと考えられる.

また, 乾湿感を表す「しっとりした」は, 摩擦係数の平均偏差 (MMD) と負の相関がみられた. よって, 表面上で手指を滑らせた時に摩擦係数の平均偏差 (MMD) が小さい試料 C<sub>3</sub>は「しっとりした」と評価されたと考えられる.

Table 3-7 Correlation coefficients between mechanical properties  
and mean preference scores of each adjective.

	shittori (しっとりした)	smooth (滑らかな)	flat (平らな)	easy to slide (滑りやすい)	soft (やわらかい)	elastic (弾力がある)
LT	-0.441	-0.220	-0.181	-0.232	-0.032	-0.177
WT	-0.484	-0.808	-0.817	-0.774	0.928*	-0.851
RT	0.626	0.878	0.968**	0.935*	-0.950*	0.968**
EMT	-0.345	-0.696	-0.684	-0.634	0.851	-0.732
B+	0.647	0.893*	0.938*	0.911*	-0.948*	0.937*
B-	0.541	0.850	0.916*	0.872	-0.969**	0.929*
BM	0.543	0.843	0.919*	0.876	-0.960**	0.923*
2HB+	0.700	0.932*	0.906*	0.889*	-0.940*	0.932*
2HB-	0.535	0.819	0.939*	0.895*	-0.941*	0.929*
2HBM	0.629	0.898*	0.954*	0.921*	-0.971**	0.961**
LC	-0.846	-0.912*	-0.915*	-0.926*	0.788	-0.918*
RC	-0.245	-0.424	-0.410	-0.380	0.456	-0.500
T <sub>M</sub>	-0.673	-0.953*	-0.922*	-0.893*	0.982**	-0.984**
MIU	-0.436	-0.275	-0.050	-0.104	-0.014	-0.138
MMD	-0.979**	-0.849	-0.723	-0.786	0.543	-0.709
SMD	-0.817	-0.987**	-0.893*	-0.894*	0.903*	-0.941*

\*\*1% significant \*5% significant

### 3.4 結言

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、鎖編構造糸だけが異なるファスナ用編テープを試作して、被験者が編テープの手触り官能検査を行った。さらに、鎖編構造糸の熱特性および編テープの力学特性を測定した。そして、これらの特性と手触り評価結果との相関関係を検討し、鎖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した。本章で得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 鎖編構造糸が異なる編テープの手触りは、乾湿感を表す「しっとりした」、粗滑感を表す「滑らかな、平らな、滑りやすい」および硬軟感を表す「やわらかい、弾力がある」の手触り評価に影響を与えることがわかった。
- (2) 編テープの平均曲げ剛性 (BM) および平均曲げヒステリシス (2HBM) は鎖編構造糸の乾熱収縮張力と正の相関、編テープの表面粗さ (SMD) は鎖編構造糸の乾熱寸法変化率と負の相関がみられた。
- (3) 乾湿感を表す「しっとりした」は摩擦係数の平均偏差 (MMD) と負の相関、粗滑感を表す「滑らかな、平らな、滑りやすい」は表面粗さ (SMD) と負の相関、硬軟感を表す「やわらかい」は平均曲げ剛性 (BM) と負の相関、硬軟感を表す「弾力がある」は平均曲げヒステリシス (2HBM) と正の相関がみられた。



## 参考文献

- [1] 上田伸夫, 温品恭彦, ポリエチレンテレフタレートの熱処理, 高分子化学, Vol. 21, 337-346 (1964)
- [2] 沢渡千枝, 寺田貴子, 松生勝, ポリエチレンテレフタレートの熱処理に伴う結晶化度ならびに光散乱像変化, 家政学会誌, Vol. 36, 696-703 (1985)
- [3] 雲田直子, 平出正美, 高寺政行, 清水義雄, 織物のバイアス方向荷重下でのヒートセット性評価, 繊維製品消費科学, Vol. 42, 51-59 (2001)
- [4] 丹羽雅子, 坂村真美子, 川端季雄, ヒートセット仕上によるインターロック編布の引張特性変化の予測について, 繊維機械学会誌, Vol. 26, T49-T60 (1973)
- [5] 佐藤伸, 統計的官能検査法, 日科技連, 263-270 (1998)
- [6] H. Binns, A visual and tactile analysis of typical bradford wool tops., Journal of the Textile Institute, Vol. 25, T331-T354 (1934)
- [7] P. Brown, The characterization of bulk., Textile Research Journal, Vol. 39, 395-412 (1969)
- [8] 西松豊典, 酒井哲也, パイル織物の風合い評価における視覚の影響の有意性について, 繊維学会誌, Vol. 43, 211-217 (1987)

- [9] 小林茂雄, 富塚美恵, 布の風合い評価における触・視覚の相互関係, 繊維学会誌,  
Vol. 46, 251-257 (1990)

## 第 4 章

### 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及ぼす影響

## 4.1 緒言

シングルトリコット編（シングルデンビー編とも言う）は、1枚箴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。しかし、シングルトリコット編布は編地が薄く、カーリングを生じて安定性が悪いため単独で用いられることは殆どなく[1]、他の編組織と併用されることが多い。

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。

第2章および第3章では、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、シングルサテン編あるいは鎖編に用いる糸が編テープの手触りに与える影響について考察した。しかし、シングルトリコット編に用いる糸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考察していない。

そこで、本章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、第2章および第3章と同様に製造条件が異なる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作した。そして、被験者に各試料の手触り官能検査を行わせるとともに、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について検討し、シングルトリコット編構造糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにした。

## 4.2 実験方法

### 4.2.1 試料

本章では、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 (Fig. 4-1) に用いる糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにするために、第2章および第3章と同様に、Table 4-1 に示す素材と織度が同一であるが製造条件が異なる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) を用いた。そして、Table 4-2 に示すように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 ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ) を試料として作製した。なお、各試料のシングルサテン編構造糸および鎖編編構造糸には yarn-1 を用いた。各試料 ( $T_1 \sim T_5$ ) のX線CT画像を Fig. 4-2 に示す。

各試料は編成後に編テープの形態を安定させる目的で、ヒートセット処理を  $170 \pm 5^\circ\text{C}$  で30秒間実施した。試料の作製環境は、室温  $25 \pm 4^\circ\text{C}$ 、湿度  $65 \pm 5\% \text{RH}$  とした。

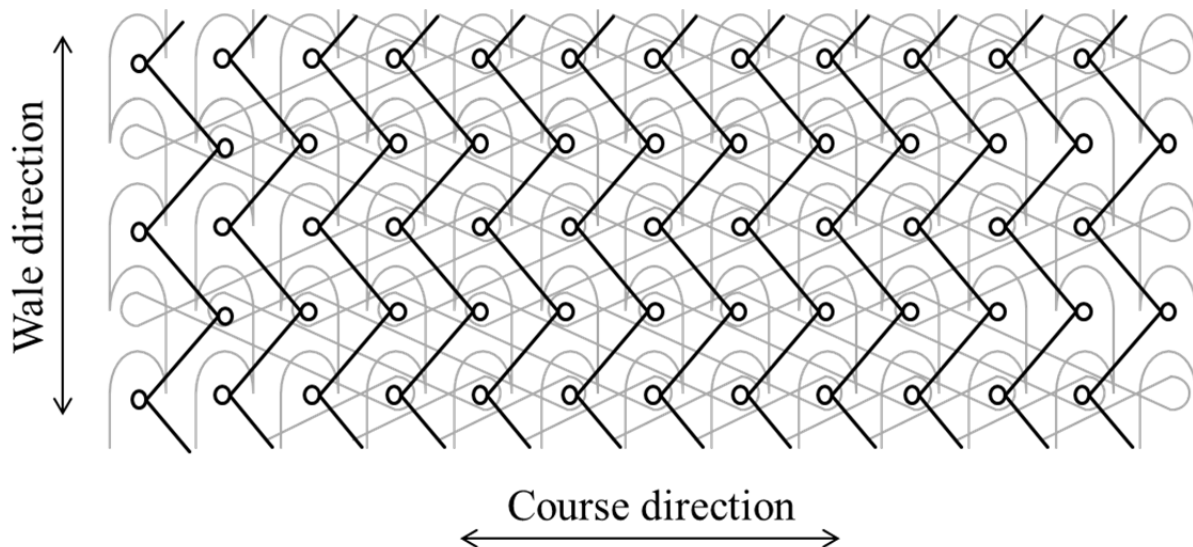


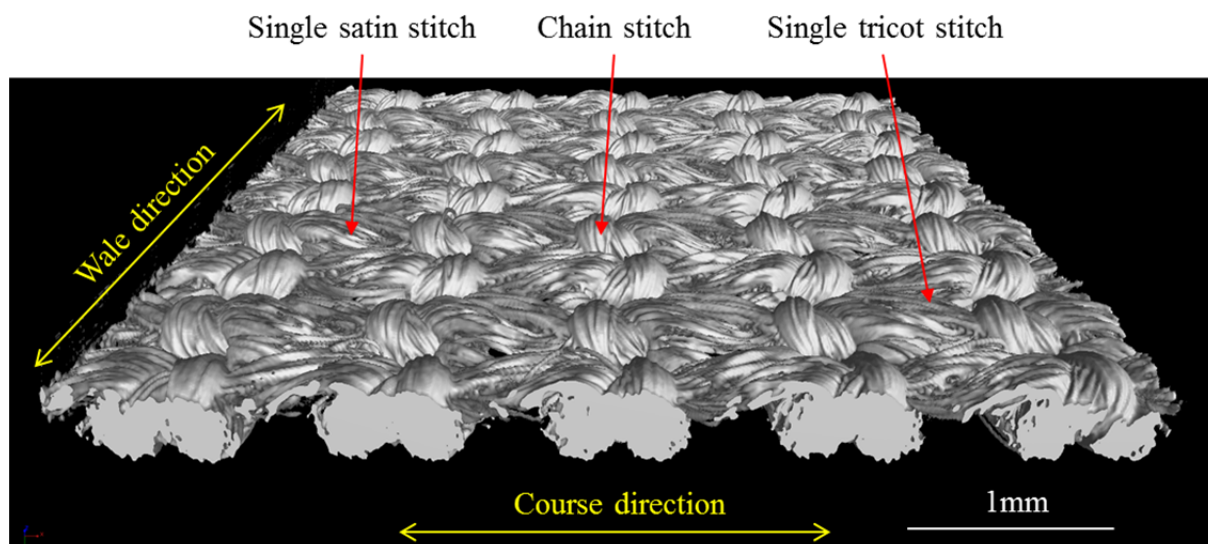
Fig. 4-1 Schematic diagram of single tricot stitch

Table 4-1 Details of polyester multifilament yarns

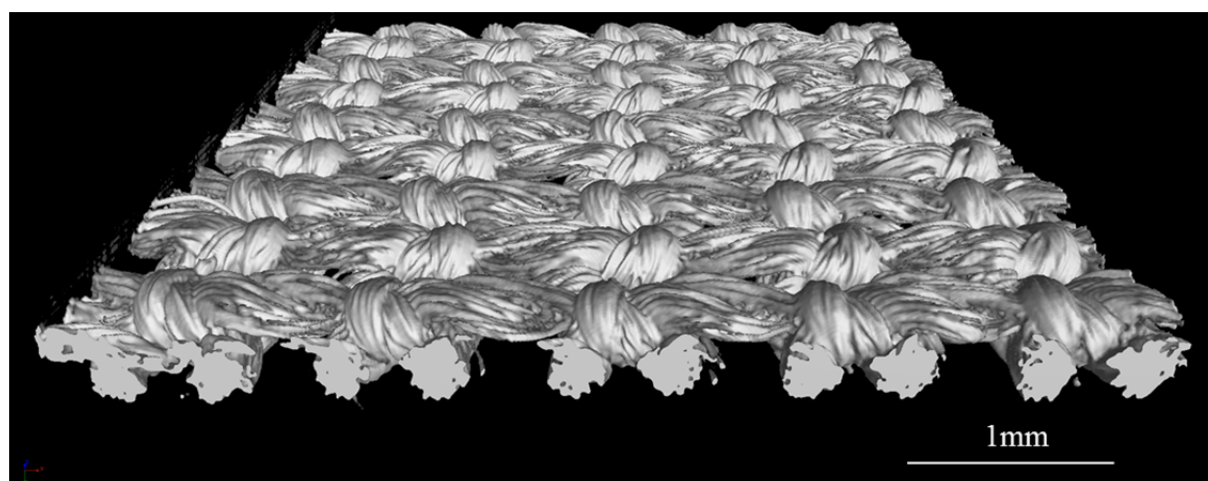
	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5
Apparent fineness (dtex)	110				
Spinning process	FDY			DTY	
Number of filament	36	24	24	34	72
Tensile strength (cN/dtex)	4.02	5.64	6.05	3.75	3.98
Elongation percentage (%)	36.7	23.3	18.6	24.0	24.2
Crimp recovery rate (%)	0.5	0.4	0.4	17.8	14.8
Dry heating dimensional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

Table 4-2 Tapes

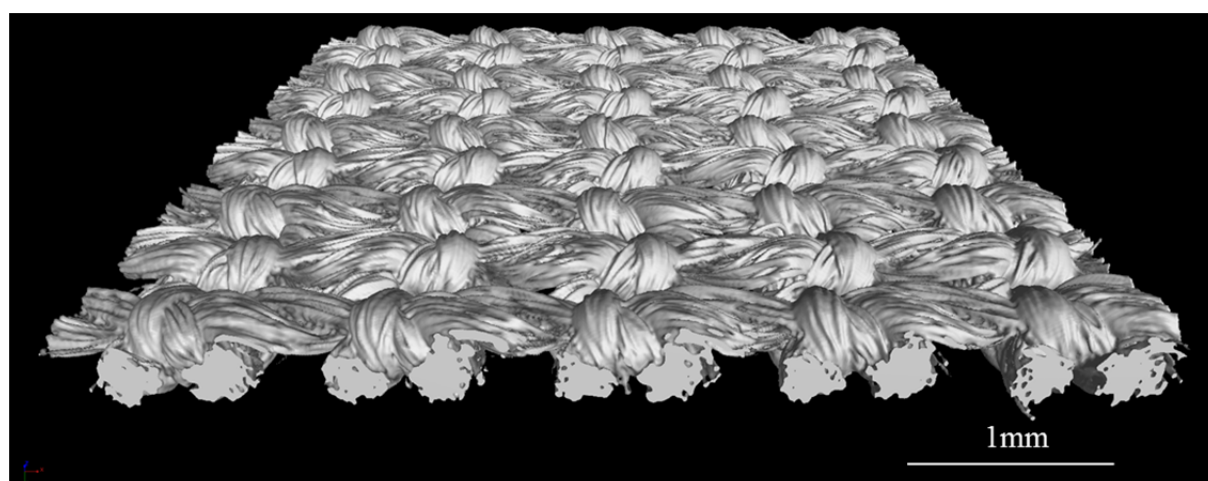
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Single satin stitch	yarn-1				
Chain stitch					
Single tricot stitch	yarn-1	yarn-2	yarn-3	yarn-4	yarn-5



(a)

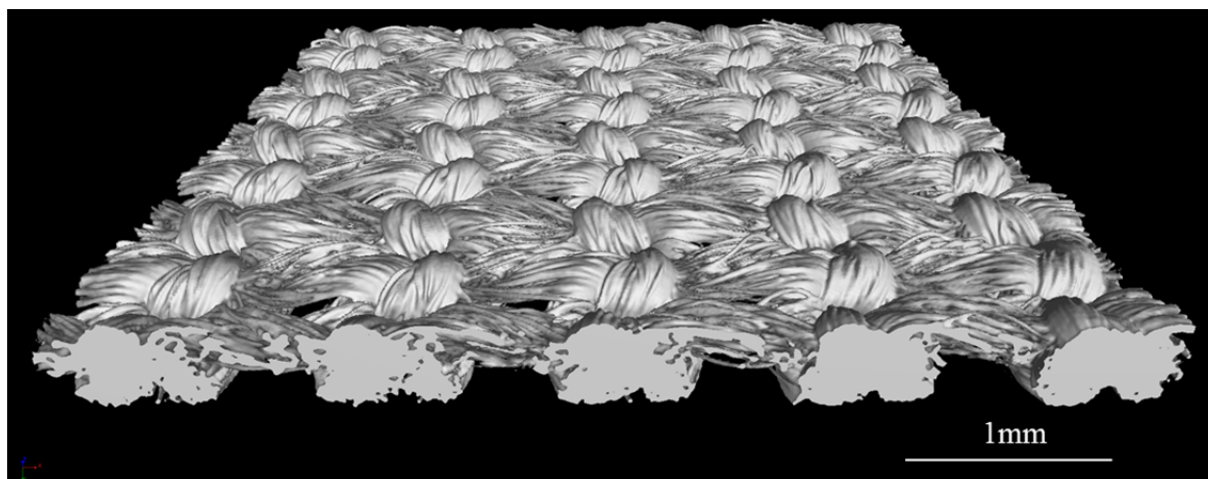


(b)

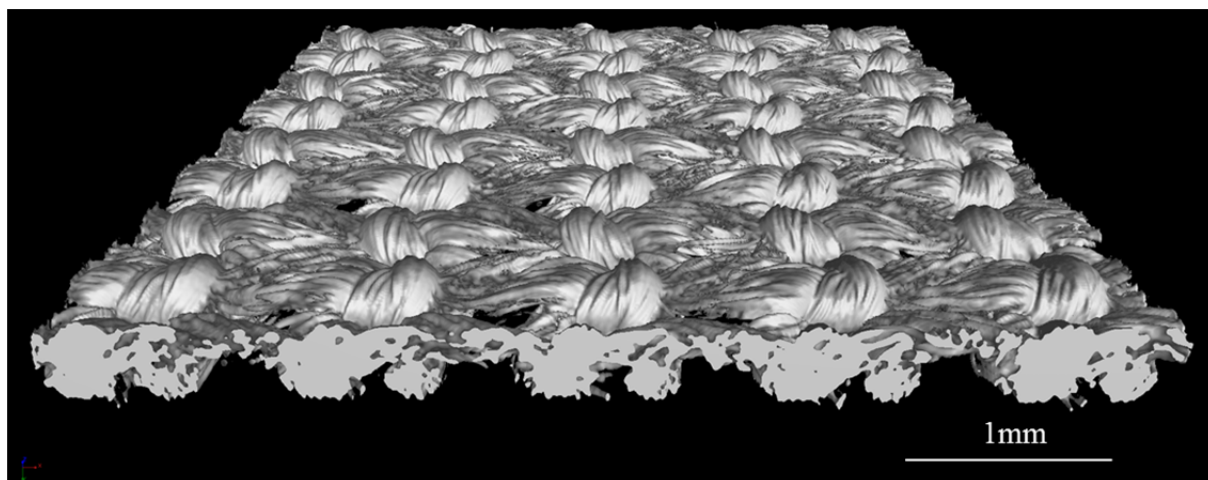


(c)





(d)



(e)

Fig. 4-2 X-ray CT images (Range : 5mm×5mm)

(a) T<sub>1</sub>, (b) T<sub>2</sub>, (c) T<sub>3</sub>, (d) T<sub>4</sub>, (e) T<sub>5</sub>



## 4.2.2 官能検査方法

各試料の手触りを評価するために、第2章および第3章と同様の方法で手触り官能検査を行った。ファスナ用編テープの手触り評価形容語には、11種類の物理形容語として温冷感を表す「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」および7種類のイメージ形容語として「さわやかな、はりがない、こしがいい、控えめな、高級感がある、肌触りがいい、肌になじむ」を選定した。

シェッフェの一対比較法（中屋の変法）[2]を用いて、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）で各試料のシンカーループ面（ファスナを布地に縫製したときに肌に触れる面）の手触りを評価した。

試料は婦人服に用いられるファスナ用編テープを想定しているので被験者は女性とし、第2章で手触りの判定能力を有すると認められた手触り品質検査の専門家9名（20代；3名、30代；3名、40代；1名、50代；2名）とした。

手触り評価試技は、試料が細幅であることを考慮して手指だけで評価する試技を以下のように設定した。また、視覚による影響[3~6]を排除するために、目を閉じた状態で評価させた。

- ①温冷感を表す「あたたかい」は、利き手の人差し指と中指を試料に「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、利き手の人差し指と中指を試料に押し当てた状態から手指を「滑らせて」評価。
- ③厚さ感を表す「薄い」は、利き手の親指と人差し指で試料を「つまんで」評価。
- ④伸長感を表す「伸びない」は、両手の親指と人差し指で試料を「伸ばして」評価。
- ⑤硬軟感を表す「やわらかい」は、利き手の親指と人差し指で試料を「挟んで」評価。
- ⑥硬軟感を表す「しなやかな、弾力がある」は、利き手の親指と人差し指で試料を挟

んだ後に試料を「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.

手触り官能検査に用いる試料は, 恒温恒湿室 (室温  $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 湿度  $50\pm 4\%\text{R.H.}$ ) で 24 時間放置後, 恒温恒湿室内で手触り官能検査に用いた.

### 4.2.3 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、各試料について力学特性（引張特性、曲げ特性、圧縮特性、摩擦特性および粗さ特性）を測定した。

引張特性、曲げ特性、圧縮特性、摩擦特性および粗さ特性は、1 試料について 10 箇所から測定用試料を採取して、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  $50\pm 4\%\text{R.H.}$ ）で 24 時間放置した後、恒温恒湿室内で測定した。各力学特性の測定方法は以下のとおりである。

#### (1) 引張特性

自動化引張り・せん断試験機（KES-FB1-AUTO-A、カトーテック㈱製）を用いて、試料（幅  $1.3\text{cm}$ ×試料長  $20\text{cm}$ ）のウェール方向に対する引張特性（①引張直線性（LT）、②引張仕事量（WT）、③引張レジリエンス（RT）、④最大伸び率（EMT；最大荷重  $500\text{gf/cm}$  における伸び率））を測定した。

測定条件は、引張速度  $0.05\text{mm/sec}$ 、単位幅あたりの最大荷重  $500\text{gf/cm}$ 、チャック間距離  $50\text{mm}$  として、試料のシンカーループ面を上にして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㈱製）を用いて、試料（幅  $1.3\text{cm}$ ×試料長  $7\text{cm}$ ）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  $1.0\text{cm}^{-1}$  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  $-1.0\text{cm}^{-1}$  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にして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/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 時における試料厚さ））を測定した．

測定条件は，円形圧縮板の面積は 1cm<sup>2</sup>，圧縮速度は 0.02mm/sec，最大圧力は第 2 章で求めた被験者がファスナ用編テープを「つまむ」ときの平均圧力（23.9gf/cm<sup>2</sup>）を参考にして 25gf/cm<sup>2</sup> 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．摩擦子は第 2 章と同様にアクリル製樹脂のフレームに直径 10mm の円柱形発泡シリコンゴム（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，摩擦速度 5mm/sec，フレームと接触子の合計荷重 2.5gf，測定距離は 30mm で解析距離は中間の 20mm 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，試験速度 5mm/sec，荷重 10gf，測定距離は 30mm で解析距離は中間の 20mm とした．

## 4.3 実験結果および考察

### 4.3.1 官能検査結果

手触り官能検査で得られた結果を各形容語について分散分析を行い、主効果（試料に対して被験者全員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）、組合せ効果（試料の組合せによる効果）を求めた。そして各要因の有意性を検定するために、各要因の不偏分散をそれぞれ誤差の不偏分散で割った分散比  $F_0$  値を Table 4-3 に示す。

Table 4-3 より、主効果が有意であり、かつ組合せ効果が有意でない形容語は、18種類の形容語のうち乾湿感を表す「さらっとした」および粗滑感を表す「滑りやすい」の2種類であった。このことから、シングルトリコット編構造糸は編テープの乾湿感を表す「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明らかになった。

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[2]を算出した結果およびヤードスティック[2]を用いて試料間の有意差を検定した結果を Table 4-4 に示す。

Table 4-4 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  $T_1$  および試料  $T_2$  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  $T_4$  および試料  $T_5$  よりも平均嗜好度が大きいので「さらっとした」と評価されたことがわかった。これは、Table 4-1 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 4-4 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  $T_1$  および試料  $T_3$  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  $T_2$  および試料  $T_5$  よりも平均嗜好度が大き

いので「滑りやすい」と評価されたことがわかった。これは、Table 4-1 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が生じたからと考えられる。被験者は編テープの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、表面粗さの差を評価したと推測される。

Table 4-3 Variance ratio ( $F_0$ ) for mean preference scores of each adjective

	Main effect	Individual effect	Combination effect
warm (あたたかい)	1.51	2.11**	2.40*
shittori (しっとりした)	2.29	1.28	0.59
dry (さらっとした)	2.96*	1.03	0.53
smooth (滑らかな)	1.51	1.10	1.12
flat (平らな)	0.74	0.59	0.98
easy to slide (滑りやすい)	3.49*	2.72**	1.86
thin (薄い)	7.25**	1.34	2.75*
not stretch (伸びない)	1.40	0.50	0.43
soft (やわらかい)	0.73	0.76	0.91
flexible (しなやかな)	1.95	0.64	0.57
elastic (弾力がある)	1.62	0.45	0.22
refresh (さわやかな)	0.37	1.21	0.55
not hari (はりがない)	0.69	0.93	0.58
not koshi (こしがない)	0.76	0.97	0.64
conservative (控えめな)	0.31	1.01	0.57
high-class (高級感がある)	0.82	0.32	2.07
good in touch (肌触りが良い)	1.14	1.31	2.30*
comfortable on skin (肌になじむ)	1.59	1.27	2.68*

\*\*1% significant \*5% significant



Table 4-4 Mean preference scores of each adjective

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
dry	0.29	0.27	-0.07	-0.29	-0.20
(さらっとした)	(**T <sub>4</sub> ),(*T <sub>5</sub> )	(**T <sub>4</sub> ),(*T <sub>5</sub> )		(**T <sub>1,2</sub> )	(*T <sub>1,2</sub> )
easy to slide	0.22	-0.31	0.33	0.04	-0.29
(滑りやすい)	(*T <sub>2,5</sub> )	(**T <sub>3</sub> ),(*T <sub>1</sub> )	(**T <sub>2,5</sub> )		(**T <sub>3</sub> ),(*T <sub>1</sub> )

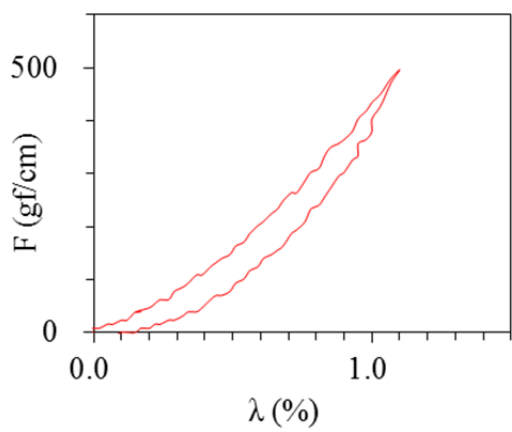
\*\*1% significant \*5% significant

### 4.3.2 手触りと力学特性との関係

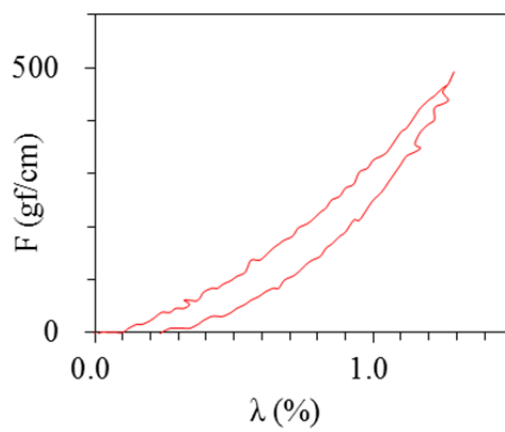
各試料について測定した引張特性を Fig. 4-3, 曲げ特性を Fig. 4-4, 圧縮特性を Fig. 4-5, 編始め方向から編終わり方向に測定した摩擦特性を Fig. 4-6, 編終わり方向から編始め方向に測定した摩擦特性を Fig. 4-7, 編始め方向から編終わり方向に測定した粗さ特性を Fig. 4-8, 編終わり方向から編始め方向に測定した粗さ特性を Fig. 4-9 に示す.

また, 各試料について測定した各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多重比較検定 (シェッフェ法) した結果を Table 4-5 に示す.

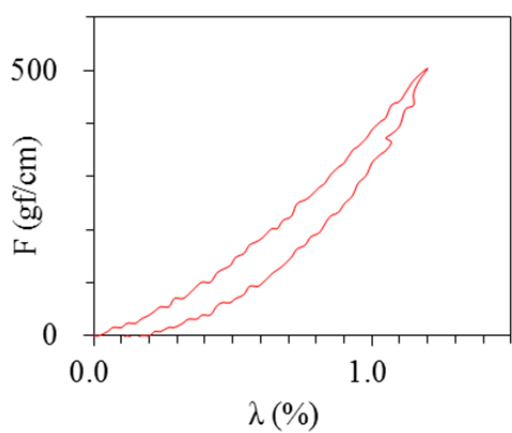
Table 4-5 に示す多重比較検定結果において試料間に有意差がみられた 11 種類の力学特性値 (WT, EMT, B+, B-, BM, LC, RC, T<sub>0</sub>, T<sub>M</sub>, MIU, SMD) の平均値と, Table 4-4 に示す 2 種類の物理形容語「さらっとした, 滑りやすい」の平均嗜好度との相関係数を Table 4-6 に示す.



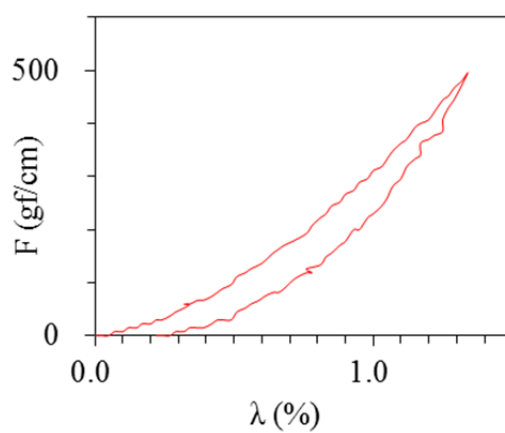
(a)



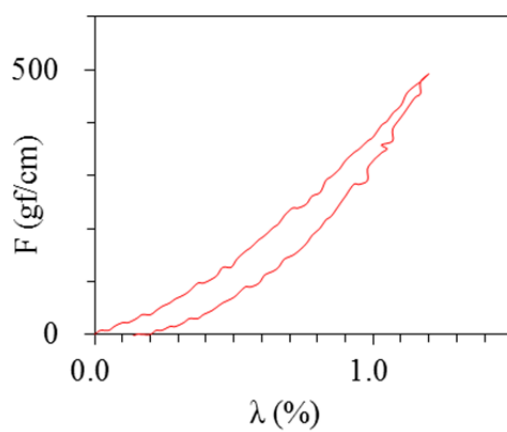
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 4-3 Results of tensile property  
(a)  $T_1$ , (b)  $T_2$ , (c)  $T_3$ , (d)  $T_4$ , (e)  $T_5$

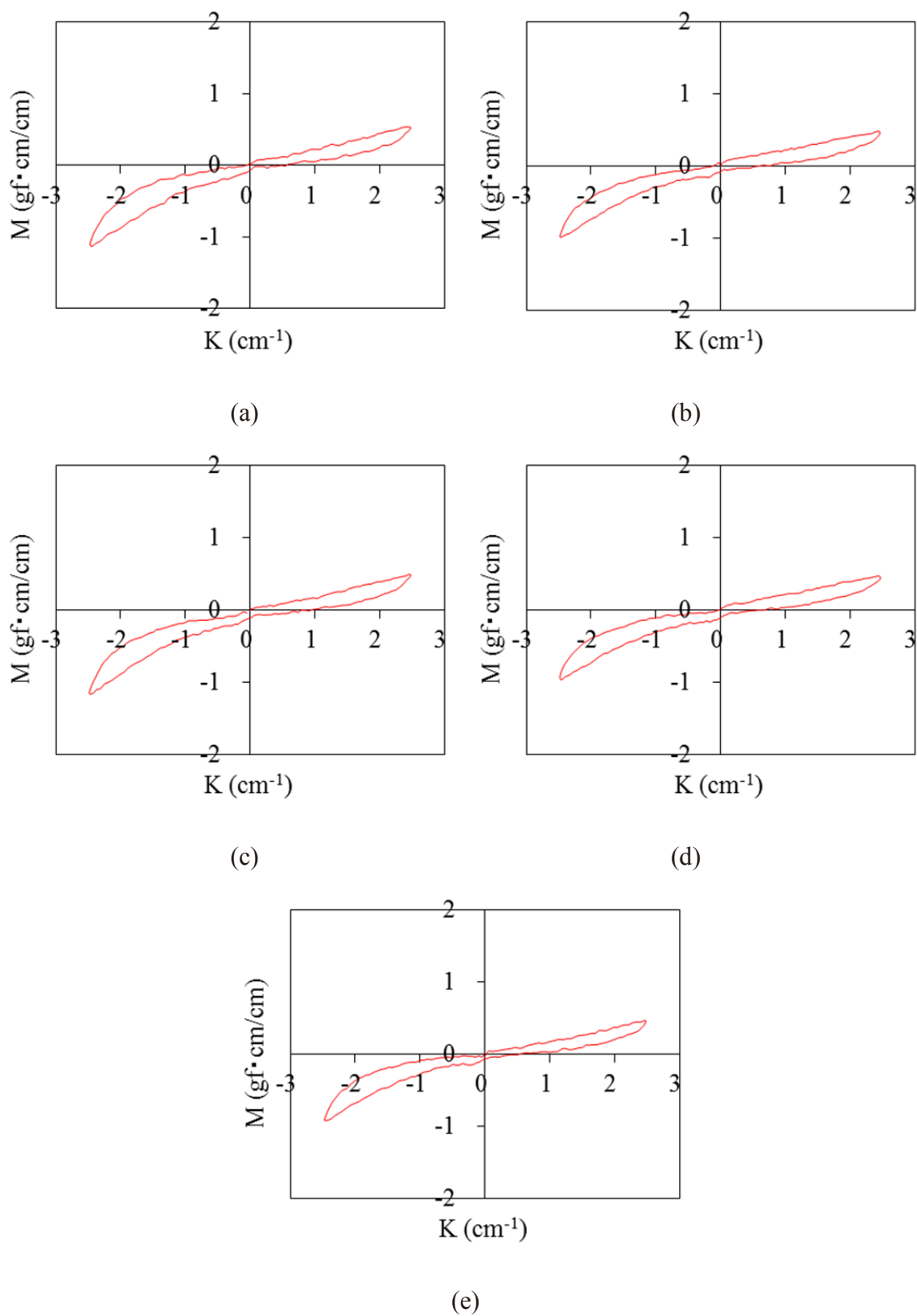


Fig. 4-4 Results of bending property  
(a)  $T_1$ , (b)  $T_2$ , (c)  $T_3$ , (d)  $T_4$ , (e)  $T_5$

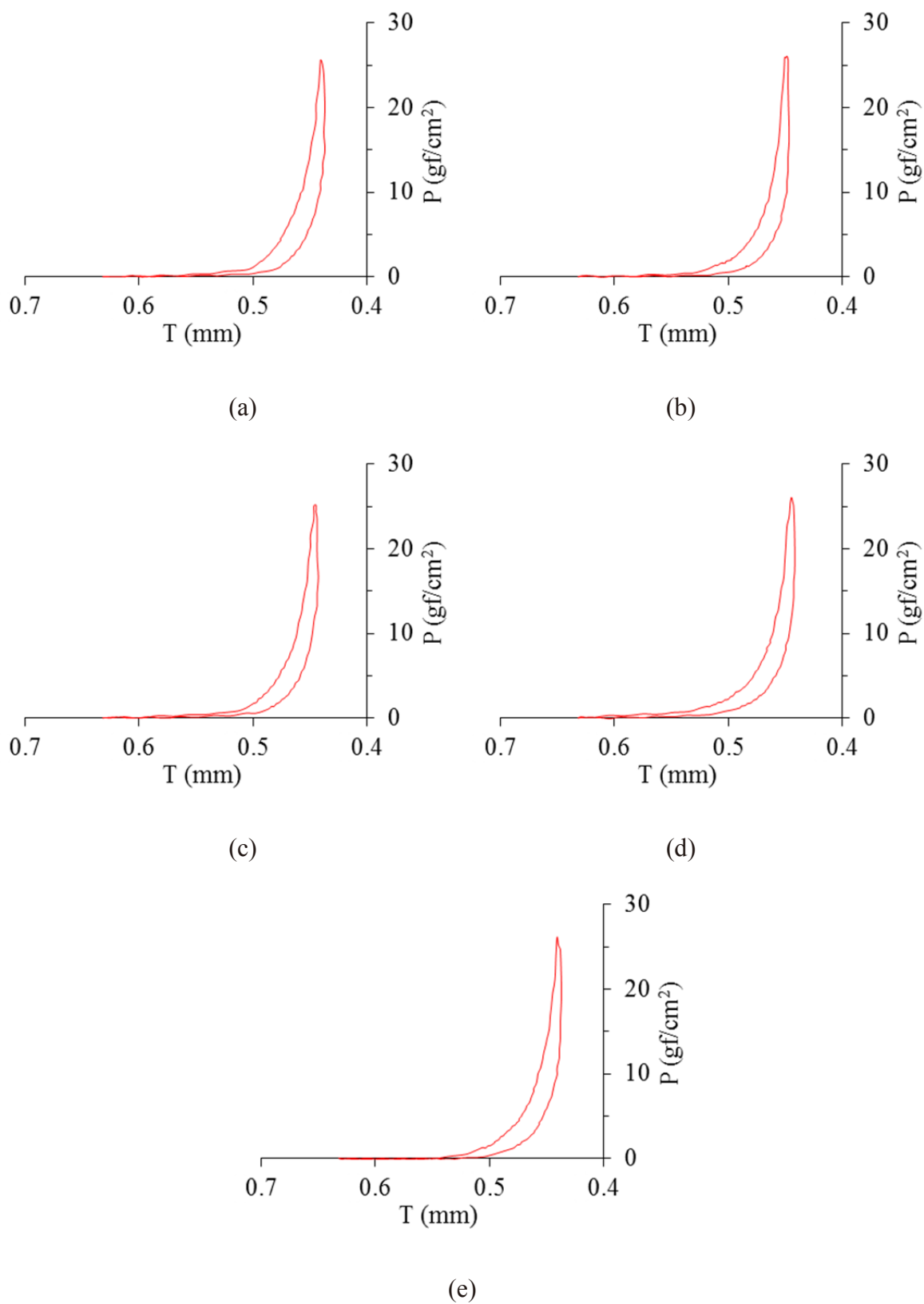
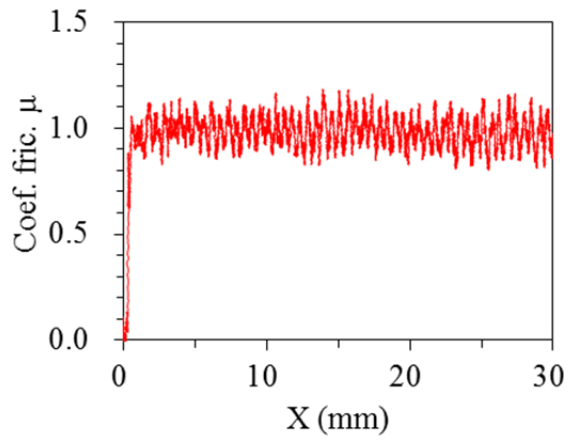
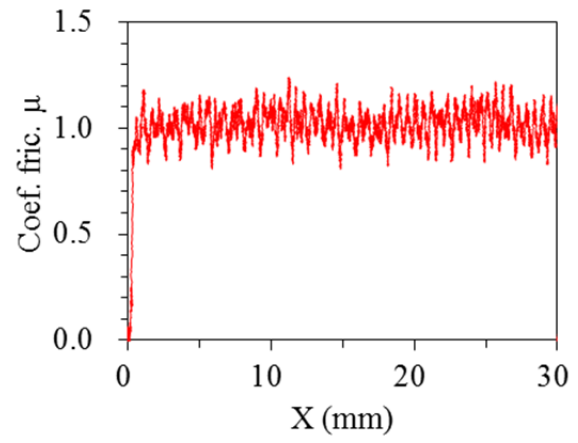


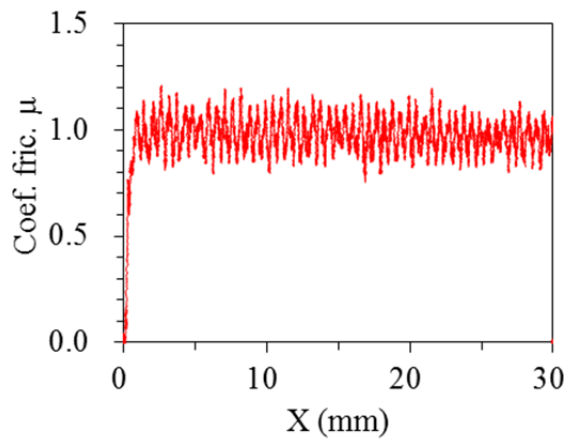
Fig. 4-5 Results of compression property  
(a)  $T_1$ , (b)  $T_2$ , (c)  $T_3$ , (d)  $T_4$ , (e)  $T_5$



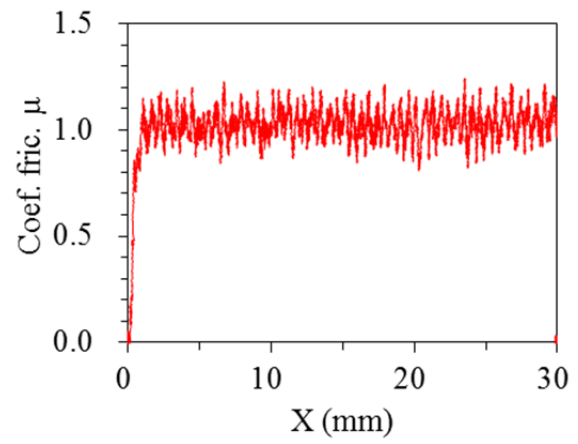
(a)



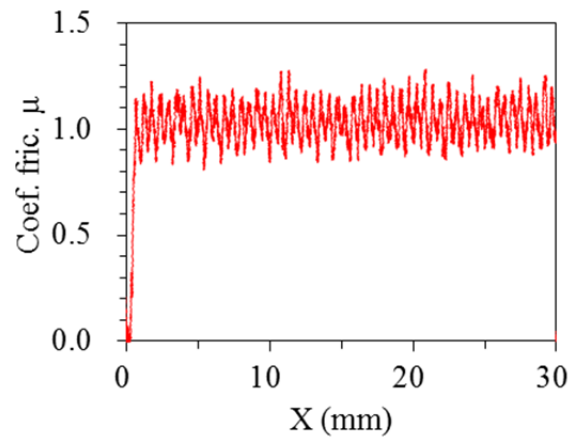
(b)



(c)



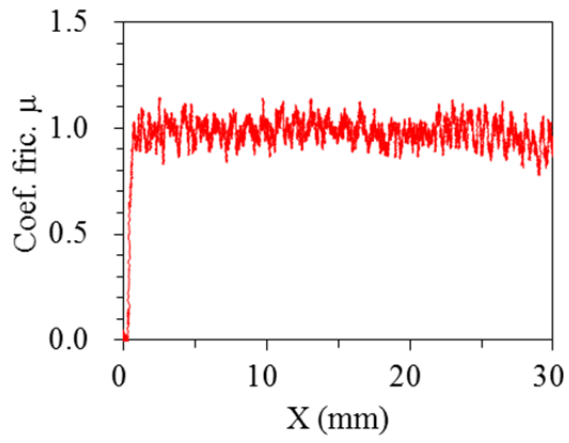
(d)



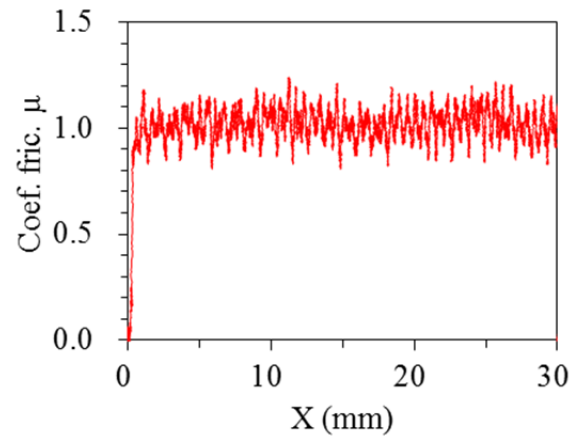
(e)

Fig. 4-6 Results of friction property measured in the direction of the end of knitting by experimental friction contactor

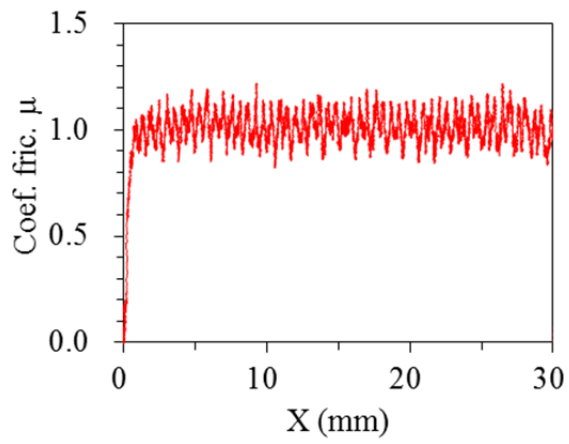
(a) T<sub>1</sub>, (b) T<sub>2</sub>, (c) T<sub>3</sub>, (d) T<sub>4</sub>, (e) T<sub>5</sub>



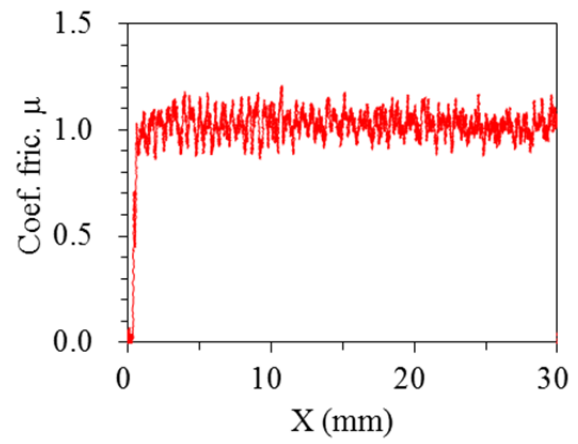
(a)



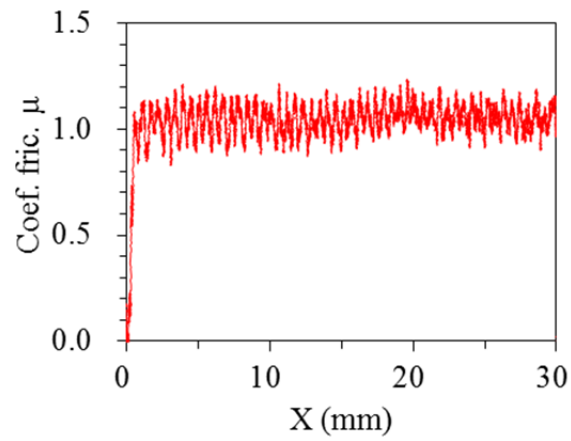
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 4-7 Results of friction property measured in the direction of the beginning of knitting by experimental friction contactor

(a)  $T_1$ , (b)  $T_2$ , (c)  $T_3$ , (d)  $T_4$ , (e)  $T_5$

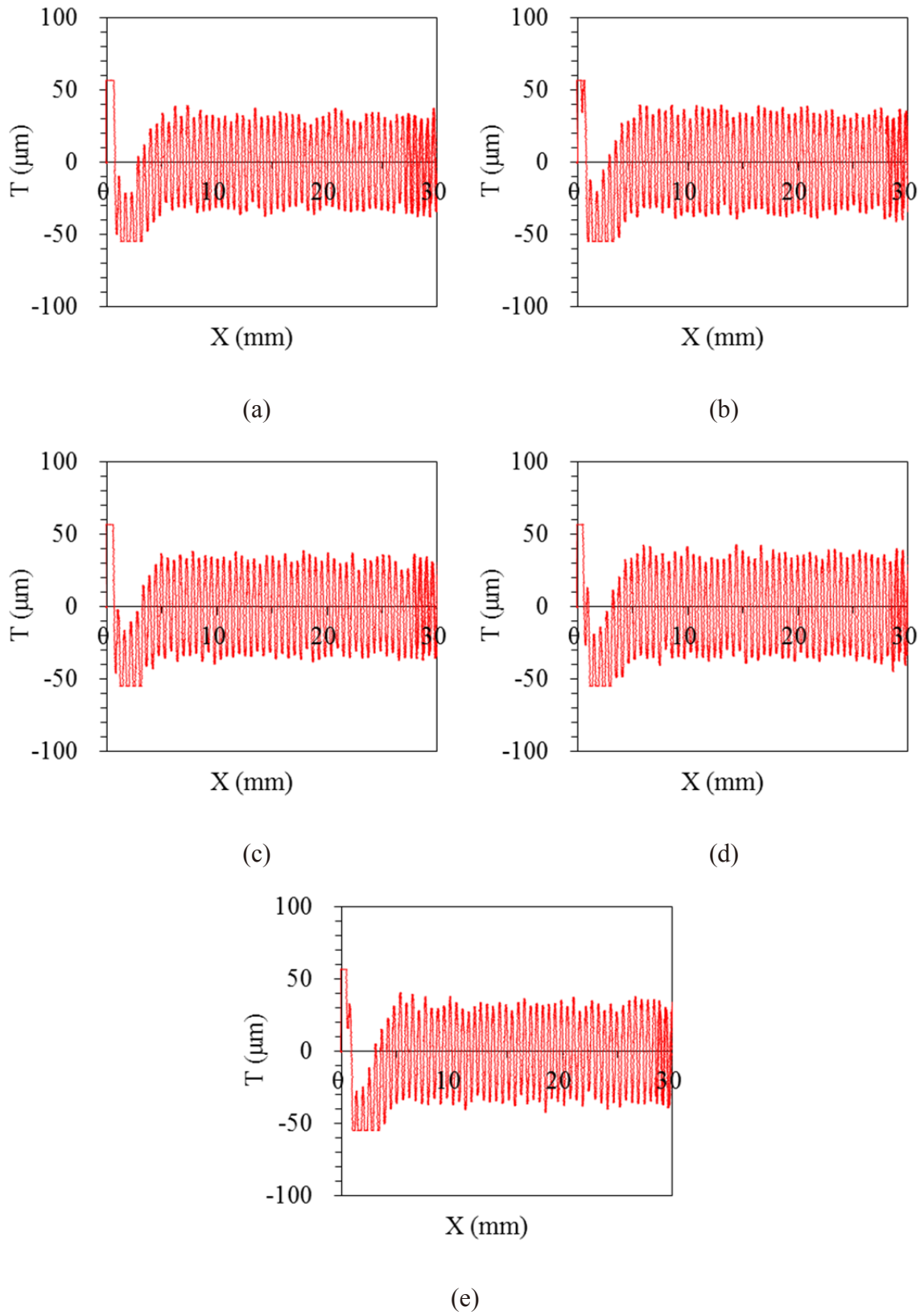


Fig. 4-8 Results of roughness property measured in the direction of the end of knitting  
(a)  $T_1$ , (b)  $T_2$ , (c)  $T_3$ , (d)  $T_4$ , (e)  $T_5$



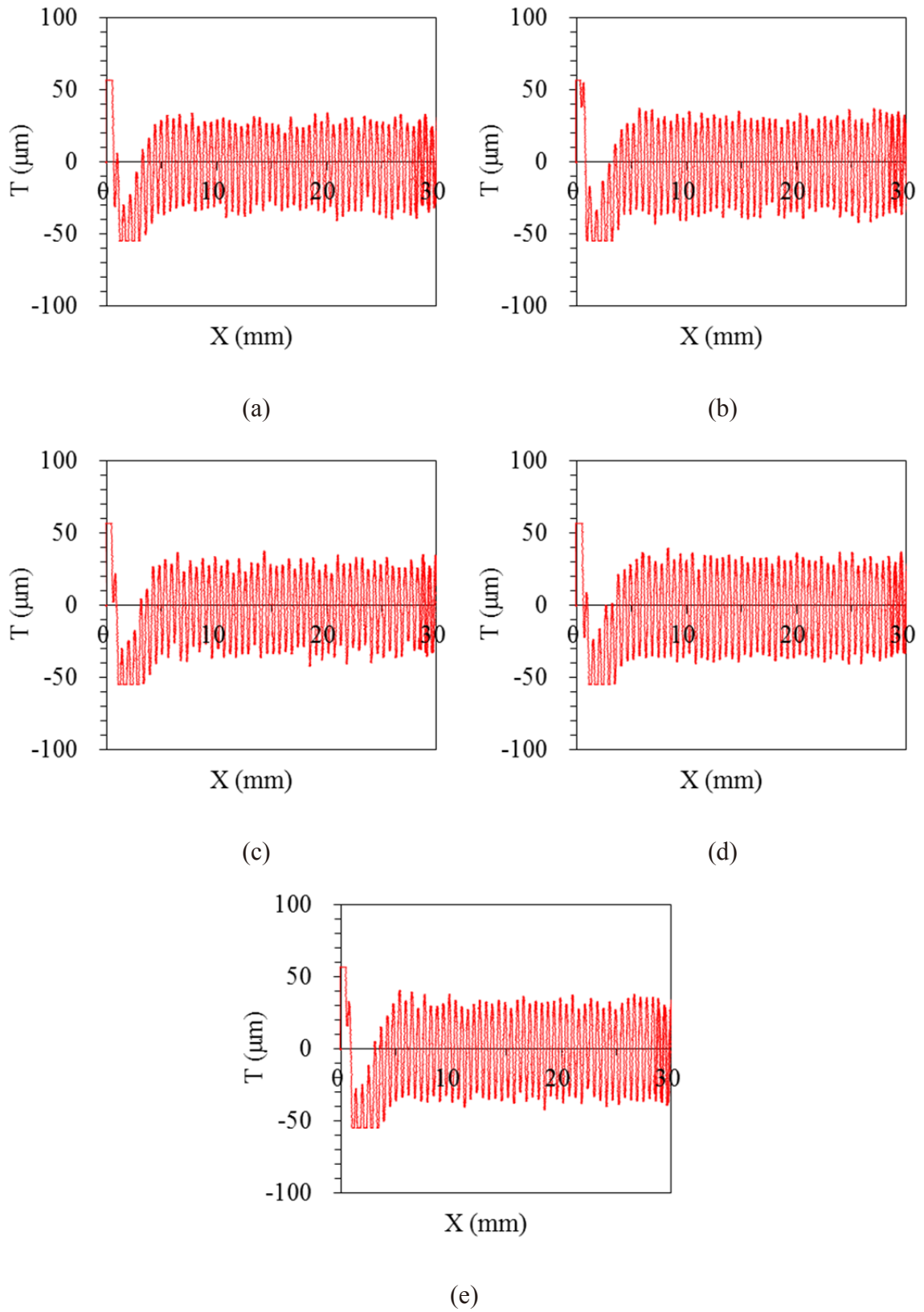


Fig. 4-9 Results of roughness property measured in the direction of the beginning of knitting  
(a)  $T_1$ , (b)  $T_2$ , (c)  $T_3$ , (d)  $T_4$ , (e)  $T_5$

Table 4-5 Results of mechanical properties

	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>		T <sub>5</sub>	
	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 <sup>2</sup> )**	2.31	0.18	2.53	0.16	2.46	0.18	2.72	0.12	2.53	0.14
	(**T <sub>4</sub> )				(*T <sub>4</sub> )		(**T <sub>1</sub> ,*T <sub>3</sub> )			
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 <sub>2,3,4,5</sub> )		(**T <sub>1,3,4,5</sub> )		(**T <sub>1,2,4</sub> )		(**T <sub>1,2,3,5</sub> )		(**T <sub>1,2,4</sub> )	
B+ (gf•cm <sup>2</sup> /cm)**	0.208	0.022	0.164	0.008	0.191	0.007	0.176	0.011	0.182	0.013
	(**T <sub>2,4,5</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )		(**T <sub>2</sub> )		(**T <sub>1</sub> )		(**T <sub>1</sub> )	
B- (gf•cm <sup>2</sup> /cm)**	0.373	0.022	0.309	0.021	0.346	0.022	0.303	0.015	0.306	0.016
	(**T <sub>2,4,5</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )		(**T <sub>2,4,5</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )	
BM (gf•cm <sup>2</sup> /cm)**	0.294	0.027	0.238	0.015	0.267	0.014	0.240	0.011	0.244	0.010
	(**T <sub>2,4,5</sub> ),(*T <sub>3</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )		(**T <sub>2</sub> ),(*T <sub>1,4</sub> )		(**T <sub>1</sub> ),(*T <sub>3</sub> )		(**T <sub>1</sub> )	
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 <sub>5</sub> )		(*T <sub>3</sub> )		(**T <sub>2,5</sub> )				(**T <sub>3</sub> ),(*T <sub>1</sub> )	
WC (gf•cm <sup>2</sup> )	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 <sub>4</sub> )						(**T <sub>1</sub> )			
T <sub>0</sub> (mm)**	0.531	0.011	0.528	0.007	0.539	0.014	0.528	0.012	0.519	0.013
					(**T <sub>5</sub> )				(**T <sub>3</sub> )	
T <sub>M</sub> (mm)**	0.440	0.001	0.448	0.002	0.444	0.001	0.444	0.002	0.440	0.002
	(**T <sub>2,3,4</sub> )		(**T <sub>1,3,4,5</sub> )		(**T <sub>1,2,5</sub> )		(**T <sub>1,2,5</sub> )		(**T <sub>2,3,4</sub> )	
MIU (-)**	0.988	0.015	1.022	0.016	1.003	0.018	1.030	0.022	1.038	0.008
	(**T <sub>2,4,5</sub> )		(**T <sub>1</sub> )		(**T <sub>5</sub> ), (*T <sub>4</sub> )		(**T <sub>1</sub> ), (*T <sub>3</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )	
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 <sub>2,3,4,5</sub> )		(**T <sub>1,3,4</sub> )		(**T <sub>1,2,4,5</sub> )		(**T <sub>1,2,3</sub> )		(**T <sub>1,3</sub> )	

\*\*1% significant, \*5% significant

Table 4-6 Correlation coefficients between mechanical properties and mean preference scores “dry” and “easy to slide”

	dry (さらっとした)	easy to slide (滑りやすい)
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 <sub>0</sub>	0.252	0.827
T <sub>M</sub>	0.122	-0.256
MIU	-0.640	-0.766
SMD	-0.653	-0.689

\*\*1% significant

Table 4-6 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．第 2 章では，本章と同一条件で手触り官能検査および摩擦特性を測定した結果，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 ( $F_0; 25.95^{**}$ ) がみられ，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．本章においても，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) と相関がみられなかった．そこで，本章で作製した Table 4-2 に示すシングルトリコット編構造糸だけが異なる 5 試料および第 2 章で作製した Table 2-2 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 4-7 に示す．

Table 4-7 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. 4-1 に示すシングルトリコット編構造糸は Fig. 2-1 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 4-7 Variance ratio ( $F_0$ ) for mean preference scores of “dry” and variance ratio (F) for mean coefficient of friction (MIU) in tapes differed only in the yarn of single satin stitch or single tricot stitch.

	Tapes differed only in the yarn of the single tricot stitch	Tapes differed only in the yarn of the single satin stitch
$F_0$ of main effect of “Dry”	2.96*	25.95**
F of MIU	9.28**	86.27**

\*\*1% significant, \*5% significant

Table 4-6 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，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. 4-10 に示す．

Fig. 4-10 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 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，シングルトリコット編構造糸のシンカーloopの両端はシングルサテン編構造糸および鎖編構造糸のシンカーloopと交錯して固定されているので，乾熱収縮張力が大きい yarn-1 および yarn-3 のシンカーloop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り，試料  $T_1$  および試料  $T_3$  の表面粗さ（SMD）が小さくなったと考えられる．

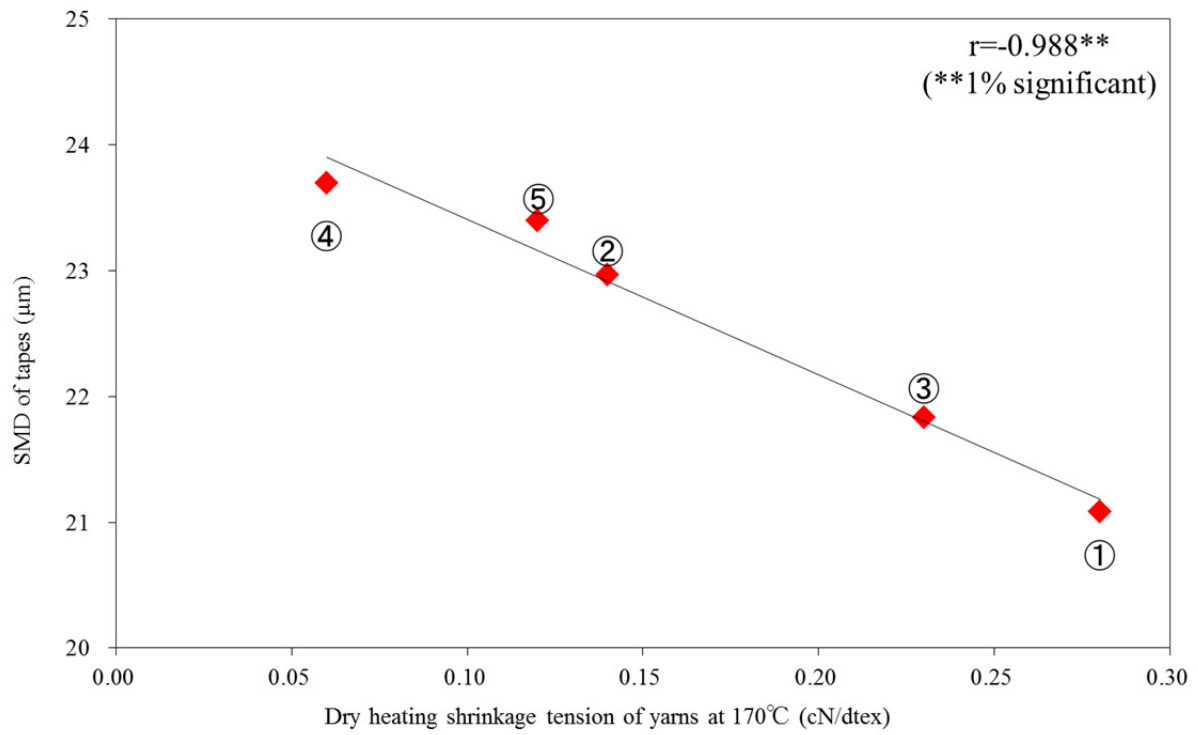


Fig. 4-10 Relationship between dry heating shrinkage tension of yarns and geometrical roughness (SMD) of tapes.

①yarn-1,  $T_1$  ②yarn-2,  $T_2$  ③yarn-3,  $T_3$  ④yarn-4,  $T_4$  ⑤yarn-5,  $T_5$

## 4.4 結言

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だけが異なるファスナ用編テープを試作して、被験者が手触り官能検査を行うとともに各試料の力学特性を測定した。そして、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に与える影響を明らかにした。本章で得られた知見は以下のとおりである。

- (1) シングルトリコット編構造糸が異なる編テープの手触りは、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) 「さらっとした」および「滑りやすい」の平均嗜好度と摩擦特性値および粗さ特性値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 を用いた編テープは「さらっとした」と、伸縮復元率が高い yarn-4 および yarn-5 を用いた編テープは「さらっとしていない」と評価された。
- (4) シングルトリコット編構造糸に乾熱収縮張力が高い yarn-1 および yarn-3 を用いた編テープは「滑りやすい」と、乾熱収縮張力が小さい yarn-2 および yarn-5 を用いた編テープは「滑りにくい」と評価された。



## 参考文献

- [1] 田中幸夫, 橋詰久, 第4編 編物の基礎知識, 繊維学会誌, Vol. 71, P411-422 (2015)
- [2] 佐藤伸, 統計的官能検査法, 日科技連, 263-270 (1998)
- [3] H. Binns, A visual and tactile analysis of typical bradford wool tops., Journal of the Textile Institute, Vol. 25, T331-T354 (1934)
- [4] P. Brown, The characterization of bulk., Textile Research Journal, Vol. 39 395-412 (1969)
- [5] 西松豊典, 酒井哲也, パイル織物の風合い評価における視覚の影響の有意性について, 繊維学会誌, Vol. 43, 211-217 (1987)
- [6] 小林茂雄, 富塚美恵, 布の風合い評価における触・視覚の相互関係, 繊維学会誌, Vol. 46, 251-257 (1990)



## 第 5 章

## 結論

本研究では、薄手婦人服に用いられるファスナ用編テープの触感向上に向けた編テープの基礎的な設計指針を得るために、編テープを構成する3種類のたて編組織（シングルサテン編、鎖編およびシングルトリコット編）に用いる糸が手触りに与える影響を明らかにすることを目的として、各たて編組織の構造糸が異なる編テープを試作した。そして、編テープが細幅であることを考慮して手指だけで評価する試技を用いて手触り官能検査を行うとともに、物理特性（引張特性、曲げ特性、圧縮特性、表面特性、温熱特性）を測定した。さらに、編テープの手触り評価量と物理特性との相関関係より、編テープを構成する各たて編組織（シングルサテン編、鎖編、シングルトリコット編）に用いる糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにした。

本論文の主な結論は以下のとおりである。

第2章では、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、シングルサテン編構造糸だけが異なる5種類の編テープを試作して、被験者が手触り官能検査を行った。そして、手触り評価結果について主成分分析を行い、手触りを評価する主要因を検討した。さらに、手触り評価量と測定した物理特性との相関関係を検討し、シングルサテン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した。得られた知見は以下のとおりである。

- (1) シングルサテン編構造糸が異なる編テープは、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」およびイメージを表す「さわやかな、控えめな、高級感がある、肌触りが良い、肌になじむ」の手触り評価に影響を与え、手触り評価の主成分は「温冷感と厚さ感」および「粗滑感としっとり感」であることがわかった。
- (2) シングルサテン編構造糸に伸縮復元率が小さいFDYを用いた編テープは「控えめな、さわやかな」イメージと評価された。イメージ形容語「控えめな」は物理形容語「さらっとした、薄い」と正の相関および「あたたかい」と負の相関、イメージ形容語「さわやかな」は物理形容語「平らな、滑りやすい、薄い」と正の相関および「あたたかい」と負の相関がみられた。

- (3) シングルサテン編構造糸に伸縮復元率が高い DTY を用いた編テープは「あたたかい」と、中でもフィラメント数が多い DTY を用いた編テープは「高級な、肌になじむ、肌触りがよい」イメージと評価された。
- (4) 厚さ感を表す「薄い」は最大圧縮時の試料厚さ ( $T_M$ ) と負の相関、乾湿感を表す「さらっとした」は平均摩擦係数 (MIU) と負の相関および表面粗さ (SMD) と正の相関、粗滑感を表す「平らな、滑りやすい」は摩擦係数の平均偏差 (MMD) と負の相関がみられた。
- (5) シングルサテン編構造糸に DTY を用いた編テープは FDY を用いた編テープと比べて最大圧縮時の試料厚さ ( $T_M$ )、平均摩擦係数 (MIU) および摩擦係数の平均偏差 (MMD) が大きく、初期熱流束最大値 ( $q_{max}$ ) が小さいことがわかった。

第 3 章では、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、鎖編構造糸だけが異なるファスナ用編テープを試作して、被験者が編テープの手触り官能検査を行った。さらに、鎖編構造糸の熱特性および編テープの力学特性を測定した。そして、これらの特性と手触り評価結果との相関関係より、鎖編構造糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにした。得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 鎖編構造糸が異なる編テープは、乾湿感を表す「しっとりした」、粗滑感を表す「滑らかな、平らな、滑りやすい」および硬軟感を表す「やわらかい、弾力がある」の手触り評価に影響を与えることがわかった。
- (2) 編テープの平均曲げ剛性 (BM) および平均曲げヒステリシス (2HBM) は鎖編構造糸の乾熱収縮張力と正の相関、編テープの表面粗さ (SMD) は鎖編構造糸の乾熱寸法変化率と負の相関がみられた。
- (3) 乾湿感を表す「しっとりした」は摩擦係数の平均偏差 (MMD) と負の相関、粗滑感を表す「滑らかな、平らな、滑りやすい」は表面粗さ (SMD) と負の相関、硬軟感を表す「やわらかい」は平均曲げ剛性 (BM) と負の相関、硬軟感を表す「弾力がある」は平均曲げヒステリシス (2HBM) と正の相関がみられた。

第 4 章では、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だけが異なるファスナ用編テープを試作して、被験者が手触り

官能検査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より、シングルトリコット編構造糸が編テープの手触りに与える影響を明らかにした。得られた知見は以下のとおりである。

- (1) シングルトリコット編構造糸が異なる編テープの手触りは、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) 「さらっとした」および「滑りやすい」の平均嗜好度と摩擦特性値および粗さ特性値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 を用いた編テープは「さらっとした」と、伸縮復元率が大きい yarn-4 および yarn-5 を用いた編テープは「さらっとしていない」と評価された。
- (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 を用いた編テープは「滑りやすい」と、乾熱収縮張力が小さい yarn-2 および yarn-5 を用いた編テープは「滑りにくい」と評価された。

以上のように、薄手婦人服に用いられるファスナ用編テープを構成する各たて編組織の構造糸が編テープの手触りに与える影響が明らかとなり、これらの知見は編テープの触感向上に向けた基礎的な設計指針となる。また、細幅のファスナ用編テープを手指だけで評価する官能検査方法および試作した摩擦子による摩擦特性の測定方法は有用であることがわかった。これらの研究成果を活用することによって、消費者がファスナに求める触感を編テープによって向上させることが期待できる。

今後は、テープにエレメントやスライダを取り付けてファスナとしての手触り評価、さらには、手触りを向上させたファスナを衣服に縫製して着装したときの着用感や着心地を数値化する研究を行い、ファスナによるアパレル繊維製品のさらなる感性価値向上に向けて取り組んでいきたい。

## 謝辞

本論文は、筆者が信州大学大学院 総合工学系研究科 博士課程（生命機能・フアイバー工学専攻）に社会人学生として在籍し、2014年4月から2017年3月までの3年間にを行った研究をまとめたものです。

本研究の指導教官であり、繊維工学と感性工学に基づいた懇切丁寧なご指導ご鞭撻を賜り、研究者としての基本姿勢をご教示くださった恩師である信州大学繊維学部 西松豊典 教授に深甚の謝意を表します。

本研究を進めるにあたり、数々のご指導ご助力を賜りました信州大学繊維学部 金井博幸 准教授に心より感謝申し上げます。

学位論文審査において、貴重なご指導とご助言を賜りました信州大学繊維学部 木村裕和 教授，上條正義 教授，大阪府立産業技術総合研究所 山本貴則 主幹研究員に心より感謝申し上げます。

信州大学大学院への進学のお機会を与えてくださいました YKK 株式会社 吉田忠裕 会長，猿丸雅之 社長，大谷渡 副社長，喜多和彦 専門役員，河村新吾 専門役員をはじめ，各役員の皆様に深く感謝致します。

実験を実施するにあたり，数多くのご助言とご協力を頂いた YKK 株式会社 ファスニング事業本部 浪指智 所長，池口祥人 室長，濱寄正範 氏，朽木浩司 氏，明和正樹 氏をはじめ，ファスニング事業部の皆様に心より御礼申し上げます。

ともに切磋琢磨した信州大学繊維学部 西松・金井研究室の学生皆様と同時期に社会人学生として博士課程に在籍した YKK 株式会社 見角裕子 氏，水本和也 氏からは多くの刺激，激励を頂きました。誠にありがとうございました。

最後になりますが，3年間にわたりあたたかい目で見守ってくれた父，母，妹，祖母，そして常に心の支えになってくれた妻 海燕に心から感謝します。ありがとう。