双糸の摩擦特性の周期的変化が横編平編地の表面欠点に与える影響

株式会社 島精機製作所 グラフィックシステム開発部 古金谷圭三
和歌山大学システム工学部 藤垣元治
一般社団法人 モアレ研究所 森本吉春

Influence that Cyclic Variation of the Friction Characteristic of Double Ply Yarn Gives Surface Fault of the Plain Stitch Fabric

Keizo Koganeya^{*1}, Motoharu Fujigaki^{*2}, and Yoshiharu Morimoto^{*3}

^{*1} Graphic System Development Div., Shima Seiki Mfg., Ltd., 85 Sakata, Wakayama 641-8511, Japan

^{*2} Faculty of System Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama 640-8510, Japan

^{*3} Moire Institute Inc., 2-1-4-804, Hagurazaki, Izumisano-shi, Osaka 598-0046, Japan

Abstract: It is well known that the faults such as thin-thick, neps and unevenness in the staple yarn make bad the quality of the fabric that is knitted from the yarn. There is a double ply yarn that have neither thin-thick nor neps and no specific cycle in yarn evenness that cause problem in the plain stitch fabric made from flat knitting machine. For comparison, the yarn which has almost same properties on evenness test as the former yarn and makes no problem fabric is selected. In the case of former yarn, the range of the tension which passes through needles on friction test is wider than that of latter yarn and the tension has a certain cyclic variation. The yarn which has certain cyclic tension variation at passing through the needles is made experimentally and is knitted. These results were shown.

(Received 10 August, 2010 ; Accepted 19 January, 2011)

1. 緒 言

編地の仕上がりに関しては、糸むら試験機で糸の質量に周期性の強いむらがある場合、その糸の編地に周期的なむらが生じることが指摘されている[1]。また糸むら試験機での特性値(Thin, Thick, ネップ)によっては、編成中に糸切れが起り稼働率の低下を招くことが指摘されている[2]。

編地と糸の摩擦特性に関しては、アモントンの法則に基づいて、糸と針との間の摩擦と編成時の糸切れとの関係[3]、編機に掛ける糸の初期張力変動を抑制して、編地の品質を向上させる装置の製作[4]、編成時のループ長に対する挙動の理論的解析[5]、など、一連の研究が行われてきている。

ところで、頻度は少ないがウール 100% の双糸を用いたファインゲージの横編の製品において、その平編地に編成方向に対して直角の方向に長さ数 cm の筋状に見える凹凸の欠点が生じた。この欠点はアイロンなどでも修正が出来ないものであった。ところが、この糸の糸むら試験の結果においては、その特性値が問題と判断されるレベルではなかった。

その後、この糸の摩擦特性に他では見られない周期性があることが摩擦測定結果からわかった。

そこで本研究では、同種の糸に対して、上述の編地の欠点が生じたものと同様の摩擦特性を持つように加工し、その糸で編地編成を行った。事前に糸の摩擦特性を把握することで編地にこのような欠点が出現することを把握できる可能性が示唆されたので、報告する。

2. 実 験

2.1 試料

編地に欠点が観察された糸は、ウール 100%, 41.7tex(毛番手 2/48)の双糸の梳毛糸である。この糸の対照試験用の糸として、編地の目面(めづら: 表面の外観品質)と摩擦(張力)特性に関する比較のために、個別に糸を選定した。これらの糸を Table 1 に示す。糸種 H が目面に問題があった糸、糸種 A が目面に関する対照用、糸種 I が摩擦特性の対照用の糸である。

2.2 振り洗い処理

編地に欠点があった糸種 H と同等の摩擦(張力)特性が表れるように、糸種 I を約 2.4m の総状態にして、その 1/4

Table 1 Yarn for test.

Yarn	Tex (Count)	Color	Comp.	Note
H	41.7 (2/48)	Brown	Wool 100%	troubling yarn
A	41.7 (2/48)	Orange	Wool 100%	for visual quality
I	41.7 (2/48)	Blue	Wool 100%	for friction property

() shows English count.

周分を洗剤溶液中で 30 秒間振り洗いをを行った。振り洗後は、すすぎを十分に行い、自然乾燥させた。

2.3 測定装置

2.3.1 糸むら試験器

糸むら測定には、zellweger uster 製 UT-3 型及び計測器工業株式会社製 KET-80B を用いた。測定条件は、前者が測定速度 100m/min、測定時間 5 分、測定回数 2 回、後者が測定速度 100m/min、測定時間 2 分、測定回数 1 回である。なお、両者共に Thin の閾値は-50%、Thick の閾値は+50%、Nep の閾値は+200%とした。

2.3.2 摩擦測定装置

摩擦測定には、エイコー測器株式会社製糸物性測定装置(FPA/M)を用いた。糸の摩擦測定対象には、編針の計測用ボードを用いた。その測定条件は、初期張力 98mN (10gf)、総掛かり角度 440 度、糸送り速度 30m/min、サンプリングタイム 100msec、測定時間 50 秒(測定長換算 25m)である。

この測定装置の概要を Fig. 1 に示す。糸を走行ユニットによって一定速度で走行させ、この走行する糸の、針に掛かる前の張力が一定になるように、張力制御ユニットで制御し、針に掛かる前の張力(1 次側: T_1)と、針を通過した後の張力(2 次側: T_2)を、張力センサーで検知している。

このようにして得られた 1 次側の張力(T_1)、2 次側の張力のデータ(T_2)から、平均摩擦係数をアモントンの法則に基づいた(1)式で計算して求めた。

$$\mu = \frac{1}{\theta} \ln(\tilde{T}_2 / \tilde{T}_1) \quad (1)$$

ただし、 μ : 摩擦係数、 θ : 糸と針の掛かり角度(rad.)、 $\tilde{T}_1$: 1 次側の張力の平均値、 $\tilde{T}_2$: 2 次側の張力の平均値、とする。

また、 T_1 : 1 次側の張力、 T_2 : 2 次側の張力とすると、これらの関係は、一般的には次式で示される。

$$T_2 = T_1 e^{\mu\theta} \quad (2)$$

2.3.3 編機

Table 1 に示した糸の編成には、14G の横編機を使用した。1 本取りでループ長を 5mm として編成した。編地の仕上げは、スチームセット仕上げとした。

Fig. 1 Overview of experimental setup for measuring friction between yarn and needles.

3. 結果と考察

3.1 目面對照実験

3.1.1 編成と糸むら試験

平編地の目面に欠点のあった糸種 H の糸と、その平編地の目面を Fig. 2, Fig. 3 にそれぞれ示す。またその欠点とされた部分の透過光による拡大画像を Fig. 4 に示す。外観の観察では欠点の部分は他の部分に比べてカバーファクターが大きいと見られた。

この糸種 H の、目面に関して対照とした、糸種 A の糸とその平編地の目面を Fig. 5, Fig. 6 にそれぞれ示す。この平編地の目面は均一であることがわかる。なお両者の糸の外観には、特に大きな違いは見られなかった。

この糸種 H と糸種 A の糸むら試験における特性値、質量むら CV%(標準偏差と平均値との比)、IPI 値(単位長さ: 1km あたりの、Thin, Thick, ネップの個数)を Table 2 に、単位長さ当たりの糸質量のヒストグラムを Fig. 7(a), (b) に、糸長方向の質量分布の周期性を解析したスペクトラムを Fig. 8(a), (b) に、対比してそれぞれ示す。

この 2 種類の糸について、Table 2 に示した特性値であれば、一般的には標準以上の品質の糸と評価されること、

Fig. 2 Yarn for problem fabric. (Yarn "H")

Fig. 3 Problem fabric.

Fig. 7からは質量分布に偏りが無いこと、Fig. 8からは特に工程上に危惧されるような周期性がないと判断されることから、この2者の糸むら試験結果からは、これらの編地の違いを示唆する物性は見当たらなかった。

Fig. 4 Enlarged transmission image at fault.
(Oval part shows that cover factor looks larger than usual.)

Fig. 5 Yarn for comparing. (Yarn "A")

Fig. 6 Fabric made of comparing yarn.

Table 2 Mass irregularity and faults of yarn.

Yarn	CV (%)	Thin places (-50 %)	Thick places (+50 %)	Neps (+200%)
H	11.17	0	0	0
A	12.16	2	3	5

Fig. 7 Histograms of yarn mass.

(a) Yarn "H".

(b) Yarn "A".

Fig. 8 Spectrums of yarn mass.

3.1.2 摩擦測定

糸種 A と糸種 H の摩擦測定結果について、平均摩擦係数を Table 3 に、1 次側張力 (T_1) と 2 次側張力 (T_2) について測定された張力変動の時間経過をそれぞれ Fig. 9(a), (b) に示す。

どちらの測定結果から、針を通過する前の 1 次側張力 (T_1) の値がほぼ一定に制御されていることがわかる。ところが、針を通過した後の 2 次側張力 (T_2) については、編地に欠点のない糸 (糸種 A) では周期性がほとんど確認できないのに対し、編地に欠点のあった糸 (糸種 H) では波長約 1.5m の周期的な張力変動が生じているのが確認できる。

それぞれの 2 次側の張力変動を FFT で周波数解析したものを Fig.10(a), (b) に示す。また、1 次側張力変動を周波数解析したものをそれぞれ Fig. 11(a), (b) に示す。これらから、糸種 H については、1.5m の波長成分に関して 1 次側と 2 次側の張力を比べると、編針通過後の 2 次側で、波長 1.5m の張力変動が、波長 1.1m の張力変動よりも顕著になっている。なお、糸種 A については、このような挙動は見られなかった。なお、波長約 1.1m の周期成分は、コーンからの解じ抵抗による成分である。

3.2 摩擦特性対照実験

Fig. 9(a) で測定されたような 2 次側張力に周期的な張力変動が測定されるように、糸種 I に振り洗い処理を施した。この糸の振り洗い処理をする前と、処理した後の洗いをした糸の部分、Fig. 12 に示す。また、この糸種 I の糸むら試験からの特性値を Table 4 に、スペクトラムを Fig. 13 に示す。この糸の糸むら測定結果に関して、特に

Table 3 Friction coefficient.

Yarn	Comp.	Ave. value
H	Wool 100%	0.158
A	Wool 100%	0.218

(a) Yarn "H".

(b) Yarn "A".

Fig. 9 Time histories of yarn tension.

(a) Yarn "H".

(b) Yarn "A".

Fig. 10 Fourier spectrums at secondary tension (T_2).

問題視される特性はないと判断できる。

この糸の、振り洗い処理前後の摩擦測定結果を Fig. 14 (a), (b) に示す。Fig. 9(a) で見られたような 2 次側の張力変動が、振り洗い処理後の糸で測定されている。

この振り洗い処理を行った糸種 I の糸で編成した平編地

(a) Yarn "H".

(b) Yarn "A".

Fig. 11 Fourier spectrum at primary tension (T_1).

Fig. 12 Yarn for comparing. (Yarn "I")

Table 4 Mass irregularity and faults of yarn "I".

Yarn	CV (%)	Thin places (-50 %)	Thick places (+50 %)	Neps (+200%)
I	12.09	0	0	5

を、編立て直後の状態と仕上げ後の状態のものを Fig. 15 (a), (b) にそれぞれ示す。Fig. 15(a) の見られるように編立て直後は、2.4m の周期で編地に凹凸を伴った筋が生じている。しかしながら、仕上げを行うことで、これらはほぼ消失した。

Fig. 15(a) に見られた凹凸の一部分を、仕上げ後の状態のものとあわせて、それぞれ Fig. 16 に拡大して示す。図中の "＊" で示した部分のループの丈は約 0.9mm で、それ以外の部分が約 1mm であった。この編地の透過光画像を Fig. 17 に示す。外観の観察では欠点の部分は他の部分

Fig. 13 Spectrums of yarn mass for yarn "I".

Fig. 14 Time histories of tension for yarn "I".

(a) Before finishing. (b) After finishing.

Fig. 15 Knitting fabric of processed yarn "I".

(a) Before finishing.

(b) After finishing.

Fig. 16 Enlarged image at circles in Fig. 15 of processed yarn "I". ("*" part shows that loops' height is a little shorter than usual.)

Fig. 17 Enlarged transmission image at fault. (Oval part shows that cover factor looks larger than usual.)

に比べてカバーファクターが大きくなるという点で類似している。

解じょ張力の周期成分、波長約 1m の周期は、Fig. 15(a) には表れていなかった。このことから、解じょ抵抗による張力変動の影響は、横編機では大きくはないと考えられる。

以上の結果から、糸の摩擦特性に周期的変動をもたせるために、糸の状態の一部を洗うという処理を行うことにより、摩擦特性の周期的変動を一定程度再現できたと考える。

4. 結 言

本研究では、編地のむらが生じたものと同様の摩擦特性を持つように同種の糸を加工し、加工した糸に対して編地の編成および糸むら試験、摩擦測定を行った。

糸むら試験結果の特性値では特に問題が指摘されない糸の編地に、Fig. 4 に示したような編成方向に対して直角の方向に長さ数 cm の筋状に見える凹凸の欠点が生じていた。本研究で取り上げたその糸には、編針の試験ボードを使った摩擦測定結果で、2 次側の張力に比較的大きな周期性のある変動が生じていることを指摘した。

これと同等の 2 次側張力変動を生じさせるように、ウール 100% の梳毛の双糸を周長 2.4m の総状態にして、その一部を振り洗い処理をした。この糸を編成した平編地では、編立て直後に糸長 2.4m の周期で筋状に見える凹凸が

編地に生じていた。これは、ここで報告した Fig. 4 に示した編地の欠点と同様にカバーファクターが大きくなるという点で類似していた。しかし、糸を振り洗い処理した糸を編成した平編地の筋状の凹凸は仕上げ後に消失した。したがって、ここで報告した平編地の欠点には、糸と針との摩擦で生じる張力の変動が関係しているとしても、ループへの影響の程度がこれよりも大きいのか、さらに他の要因が重畳しているものと考えられる。

なお、ここではその摩擦(張力)特性のために振り洗い処理を行ったが、実際の製造工程では、ここで行ったような総の状態でその一部が洗いを受けるような状況は一般的には考えられない。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、内容検討及び機器使用のご指導、ご助言を頂いた、和歌山県工業技術センター、主査研究員 解野誠司氏、鳥飼仁氏、副主査研究員 宮本昌幸氏に感謝いたします。また、編地および糸むら試験

結果の評価についてご指導いただいた、東洋紡糸工業株式会社、製造部長 山下義博氏、林牧子氏に感謝いたします。

文 献

1. *Jpn. Kokai Tokkyo Koho*, JP6003287.
2. V. Havas and K. Erdódy-Németh, “*Yarn Parameters Influencing The Knittability Of High-Grade Spun Yarns*”, Technical Institute for Light Industry, p.223 (1983).
3. J. J. F. Knapton and D. L. Munden, *Textile Research Journal*, p.1072 (1966).
4. A. Catarino, A. M. Rocha, J. L. Monteiro, and F. Soares, “*Surveillance and Control of the Yarn Input Tension on Circular Weft Knitting Machines : New Approaches*”, 2004 IEEE International Conference on Industrial Technology, (2004).
5. K. Murayama, R. Oinuma, S. Nishimura, and T. Onodera, *Sen'i Gakkaishi*, **65**, 310 (2009).