フラッキングがループ 形成および縫縮みに及 ぼす影響について

会 員 明 石 淳 子*
西 川 潤 子
奥 野 睦 夫
松 本 幸 司

技術報告

1. 緒 言

フラッキングとは縫製技術上の用語で、最新縫製科学¹⁾の用語集によれば、「一片の材料が押さえ金の下にあるときの動作、特に押さえ金の張りがゆるいために針の上昇につれて材料が針について持上がることをいう。また、のど板の針孔が大きすぎるため材料が針について針孔の中へ押し下げられることを意味する。」と表現されており、一般に“ばたつき”ともいわれている。

筆者らは、ニットの縫製実験中、縫いにくい原因がフラッキングによるものではないかと思われる生地に出合った。それは、ハイ ゲージのニットで密度が高く、一見しなやかでありながら針貫通抵抗が大きい生地で、目飛び、縫縮みを起こした。

フラッキングについては、American Fabrics²⁾に「あまり大きな針板の針穴はフラッキングの原因となる。フラッキングはぴんとはられていない生地が、針で針板の下方へ引込まれるときに起こる。これはスナッキング (snagging) の原因となる。」と記載されている程度である。このほか、フラッキングという用語は使われていないが、シーム パッカリングと生地の厚さの関係³⁾およびシーム パッカリングと針の形状の関係⁴⁾においてフラッキングが関与してくることが書かれている。

そこで、縫製中の針糸のループ形状およびフラッキングを的確に把握し、フラッキングの影響によって起こる

Influences of the Flagging on Thread Looping and Fabric Gathering.

By Junko Akashi, Junko Nishikawa,
Mutsuo Okuno and Koji Matsumoto,

Textile Research Institute of Osaka Prefecture,
Asahi-machi, Izumiohtsu City, Osaka.

Photographic pictures have been taken of “flagging” and “thread looping” of five kinds of fabrics to investigate how the flagging affects thread looping.

The pictures have shown that:

- (1) A form of loop agrees well with a lemniscate in width and length, if no flaggings occur.
- (2) An extreme flagging prevents a sewing thread from looping, and causes skipping stitches.
- (3) An extreme flagging may also cause fabric gatherings, because the fabrics to be sewn is fed by the feed dog, being pulled up around the needle hole of the throat plate.

(Received March 6, 1978)

のではないかと、と思われる目飛び、縫縮みとの関係について考察する。

2. 撮影および計算方法ならびに試料

2.1 撮影方法

ミシン作動中のループ形状およびフラッキングの撮影は、観察したい現象を光電式ピック アップで検出し、この信号と同期してストロボ スコープを単発発光させ写真撮影した。フラッキングの撮影装置の写真を図1にまたブロック ダイアグラムを図2に示す。以下、この概略を述べる。図2に示すように、ミシン (A) のはずみ車に観察したい現象の位置で信号を送ることができるように反射テープ (スコッチ ライト テープ) (B) を貼り、反射テープと垂直に光電式ピック アップ (C₁) を置き、これと接続してあるフォトエレクトリック シンクロアナライザ (C₂) とストロボ スコープ (D₁) とを接続する。ストロボ スコープのランプ ハウス (D₂) を適当な照射位置におき、これと接続しているストロボ スコープとカメラ (E) を接続しておく。ストロボ スコープ (D₁, D₂) はカメラのシャッタを1回押すと光電式ピック アップで受けた信号と同期して1回のみ発光する。したがって、ミシンの1ストローク中のどの位置でシャッタを押しているかわからないので、シャッタ速度はミシンの1ストロークよりも遅い速度とした。ループ形状の撮影も上記とほぼ同様であるが、異なる点は、カメラの位置が被写体に対し斜め上になることとストロボをミシンのベッドの下から照射したことである。

* J. Akashi, Member. J. Nishikawa, M. Okuno, K. Matsumoto,
大阪府立繊維技術研究所

図1 フラッグ撮影装置

図2 フラッグ撮影装置ブロック ダイアグラム

撮影は次のような条件で暗室内で行なった。

- ① 使用フィルム；コダック トライ X ASA400
- ② カメラ；レンズ105mm, 200mmベローズ アタッチメント使用
閃光時間：25μsec

- ③ 押さえ金：反射を防ぐため黒色塗料塗布

なお、縫糸のループ形状撮影にあたってはミシンの針板および送り歯の台部分を一部削り、上からの撮影を可能にした。

このループ形状撮影時のカメラのレンズ軸の方向を図3に示す。このとき、後述のループの計算と合うように、ループの高さ方向を x 軸、ループの幅方向を y 軸、これらに対して直角方向を z 軸とし、レンズ軸のそれぞれの軸とのなす角を α, β, γ とすると、 $\alpha=45^\circ, \beta=58^\circ, \gamma=62^\circ$ である。

2.2 写真寸法から実寸を得る計算方法

このような位置で撮影したので、ループ形状の解析にあたっては、写真上の各部の長さから実の長さを計算する必要がある。

この実験では視野角が小さい(望遠レンズ使用)の

で、視野角による写真上の図形の個所による寸法差を考慮しないものとする。 xy, z 軸を斜め上方から撮影して写し出された図形は、レンズ軸に平行な光線によって、レンズ軸に垂直な面(フィルム面に平行な面)に投影された図形と同じと考えられる。まず、図3に示すようにレンズ軸に添って線分 OP (長さを k とする) をとり、その方向余弦 $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ を l, m, n とし、これに垂直な面(フィルム面に平行な面)と xy, z 軸とが交わる点をそれぞれ A, B, C とすると、

$$\frac{k}{OA} = \cos \alpha \text{ これから } \overline{OA} = \frac{k}{\cos \alpha} = \frac{k}{l}$$

$$\text{同様に } \overline{OB} = \frac{k}{m}, \quad \overline{OC} = \frac{k}{n}$$

図3 レンズ軸方向とそれに垂直な面への投影図形
これらが面に投影されると PA, PB, PC になりそれぞれ

$$\overline{PA} = \frac{k\sqrt{1-l^2}}{l}, \quad \overline{PB} = \frac{k\sqrt{1-m^2}}{m}, \quad \overline{PC} = \frac{k\sqrt{1-n^2}}{n}$$

となる。

したがって、 xy, z 軸方向の線分の長さとして投影された線分の長さの比は、それぞれ次のようになる。

$$\frac{\overline{OA}}{\overline{PA}} = \frac{1}{\sqrt{1-l^2}} = \frac{1}{\sin \alpha} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\overline{OB}}{\overline{PB}} = \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} = \frac{1}{\sin \beta} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\overline{OC}}{\overline{PC}} = \frac{1}{\sqrt{1-n^2}} = \frac{1}{\sin \gamma} \quad \dots\dots\dots (3)$$

つぎに、投影された x 軸と y 軸との交わる角度について考える。実際の角度 $\angle AOB$ が投影面では $\angle APB$ となるので、これを求めてみる。 $\triangle APB$ について第2余弦公式から次式が成り立つ。

$$\overline{AB}^2 = \overline{PA}^2 + \overline{PB}^2 - 2 \cdot \overline{PA} \cdot \overline{PB} \cdot \cos \angle APB$$

$$\text{一方 } \overline{AB}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{OB}^2$$

これから

$$\cos \angle APB = \frac{\overline{PA}^2 + \overline{PB}^2 - \overline{OA}^2 - \overline{OB}^2}{2 \cdot \overline{PA} \cdot \overline{PB}}$$

$$= -\frac{lm}{\sqrt{(1-l^2)(1-m^2)}} = -\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \alpha \cdot \sin \beta}$$

故に、

$$\angle APB = \cos^{-1} \left(-\frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \alpha \cdot \sin \beta} \right) \dots\dots\dots (4)$$

2.3 試 料

試料はニット4点，比較用に織物1点およびゴム1点を用いた．詳細は表1のとおりでニットはほぼ同一の厚さのものを選んだ．

2.4 縫製条件

ミシンはループ形状撮影には側面がまのものを，フラッグイング撮影には針位置がよくわかるように針の針穴が正面を向いた正面がまのものを，縫縮率の測定には工業用ミシンをそれぞれ使用した．縫製条件を次に示す．

① ループ形状およびフラッグイング撮影の場合

- ミシン：
- ループ形状撮影分——家庭用，ブラザー HA2—B149，810rpm
- フラッグイング撮影分——家庭用，ブラザー ZZ2—B706，450rpm
- ミシン針：HA×1 #11
- ミシン糸：ナイロン66 #50

② 縫縮率測定の場合

- ミシン：工業用，ジューキDDL—555—2—4B，押さえ圧3kg，送り歯高さ0.6mm，回転数3 500rpm
- ミシン針：DB×1 #11
- ミシン糸：ポリエステル フィラメント #50
- 縫目長さ：2mm / 針
- 縫い方向：ウエール方向（たて方向）
- 縫縮率：上布，下布それぞれの縫縮率の平均値
- 2.5 撮影時のミシンのタイミング
- 写真撮影したミシンのタイミングは表2のとおりである．針先位置は読取顕微鏡で読みとった．ミシン針位置はJIS B 9004家庭用ミシン用語（技術編）により，上死点からの上軸回転角で表わした．

3. 実験結果および考察

3.1 フラッグイングが起こらない場合のループ形状

ループ形成に係わる図を図4に示す．図4(a)は針が下死点まで達したとき，図4(b)は かまの剣先が針と出合うまで針が上昇したときの図である．

ループの形成は図4(a)に示すように 針が下死点に達すると針糸は最大量ひき出され，この時点で縫糸にかかる

表 1 試 料

試料 No.	組 織	密 度 (2.5cm)		番手またはデニール	組 成	重 さ (g/m ²)	厚 さ (mm)
		ウエール	コ ー ス				
W	平 織	73 (たて糸)	67 (よこ糸)	たて糸 30 s よこ糸 36 s	綿 100%	100	0.30
K 1	ハ ー フ トリコット	36	42	フロント75 d / 24 f 加工糸	ポリエステル 100%	95	0.49
				バック15 d 分繊糸	ポリエステル 100%		
K 2	ハ ー フ トリコット	45	46	フロント70 d / 18 f 加工糸	ポリエステル 100%	112	0.36
				バック15 d 分繊糸	ポリエステル 100%		
K 3	両 面	54	42	地 部 分50 d / 24 f 加工糸	複合繊維 芯部ポリエステル系ポリマ 鞘部ポリアミド系ポリマ	113	0.52
				縞 部 分75 d / 24 f 加工糸	ポリエステル 100%		
K 4	両 面	58	41	60 d / 20 f 加工糸	ナイロン 100%	134	0.49
G	ミューレン形破裂試験機の低圧用ゴム						

表 2 写真撮影時のミシン各部の位置

	ブ ラ ザ ー H A 2—B 149		ブ ラ ザ ー Z Z 2—B 706		ジューキ D D L-555 -2-4B
	上軸回転角	下死点からの針先位置	上軸回転角	下死点からの針先位置	
針と剣先の出合う点	202°	2.0mm	210°	2.3mm	
フラッグイングが最高となる位置（試料K 4の場合）			250°	14.2mm	
送り歯が針板面より上になる位置	290°		270°		310°

(a) 針が下死点の時 (b) かまの剣先が針と出会う時

図4 フラッグングが起こらない場合のループ形成しているテンションがなくなり、図4(b)のように縫糸は針の上昇に伴い針上昇分たるみループが形成される。ループ形状の良否を知るために、ループのモデルを考えた。

撮影した写真(後掲の図9)のうち一番大きなループ

図5 フラッグングが起こらない場合のループ形状をもつ試料Wの写真(図5)のループを式(1), (2), (4)を用いて換算し正面図にしたループ形状を図4(b)に破線で示す。この形状は連珠形(lemniscate)と似ていたためループ形状を連珠形と考える。

連珠形の半分を極座標で表わせれば次式のようにになる。

$$r = a \sqrt{\cos 2\theta} \quad (5)$$

$$\left(a > 0, -\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{\pi}{4} \right)$$

図6 連珠形

一方、連珠形の1/4周長 l ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}$) は次式で表わされる。

$$l = \int_0^{\pi/4} \sqrt{r^2 + \left(\frac{dr}{d\theta}\right)^2} d\theta$$

$$= a \int_0^{\pi/4} \frac{d\theta}{\sqrt{1-2\sin^2\theta}}$$

$$\sqrt{2} \sin \theta = \sin t \text{ とおくと}$$

$$l = \frac{a}{\sqrt{2}} \int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{1-\frac{1}{2}\sin^2 t}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{1-\frac{1}{2}\sin^2 t}} \text{ は第1種完全楕円積分で数表}^{6)} \text{ から}$$

1.854である。したがって、

$$l = 1.31 a \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる。

次に、連珠形の x の値に対して y の値を求めるために直交座標で表わせば、

$$(x^2 + y^2)^2 = a^2 (x^2 - y^2) \quad (5)$$

これから

$$y^2 = \frac{-(2x^2 + a^2) + \sqrt{a^2(8x^2 + a^2)}}{2}$$

(正の値のみをとる.)

$$y = \sqrt{\frac{-(2x^2 + a^2) + \sqrt{a^2(8x^2 + a^2)}}{2}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

となる。

ここで、図4のループ形成にかかわるミシン針の動きの実測値および図5の写真上の寸法からループ形状について考えてみる。

図4(a), (b)に示すように、針が下死点に達したときの針板下端から針の針穴上端までの寸法を L 、下死点から2mm上昇時の針板下端から針の針穴上端までの寸法(以下ループ高さという)を A 、針と かまの剣先との出会う高さ(針の針穴上端より1.6mm⁷⁾上)における針とループとの間隔(以下ループ幅という)を Y 、針の針穴上端部分の針の厚さを T とする。さらに縫糸は完全に生地で把持され、伸縮性がなく、ミシン針の長みぞの影響はないものとしておく。

まずループ形状を描く。(5)式の a にミシン針の動きから求めたループ高さ $A = 7.5\text{mm}$ を入れて作図したのが図4(b)に実線で描いたループである。これは先に写真から求めた破線のループと形状がほぼ一致する。

次にループ長とループ高さの比を求める。ループ長の1/2は $L + T/2 = 9.7\text{mm}$ であり、 $A = 7.5\text{mm}$ であるから、ループ長とループ高さの比は

$$(L + T/2) / A = 9.7 / 7.5 = 1.29$$

となり、(7)式の $l/a = 1.31$ と近似する。

また、図5のループ形状写真から実際のループ幅を求

める。まず、ループ幅を測定するにあたり、針と剣先との出合う位置をきめる。この位置は実際では針の針穴上端より1.6mm上であるので、フィルム面では(1)式より $1.6 \cdot \sin 45^\circ = 1.13(\text{mm})$ となる。また、フィルム面に現われた x 軸と y 軸との交わる角度 θ は(4)式より $\theta = \cos^{-1}(-\cos \alpha \cdot \cos \beta / \sin \alpha \cdot \sin \beta) = 128^\circ$ となる。なお、この角度については、 x 軸、 y 軸を描いた図をループ形状撮影の場合と同方向から撮影し、その写真上の角度が(4)式から求めた角度と近似することで確認した。このように、写真上の剣先と出合う点およびループ幅を測る方向をきめて測定した図5(試料W)の写真上のループ幅は2.0mmであるので、これから実際の幅 Y は(2)式より $Y = 2.0 / \sin 58^\circ = 2.35\text{mm}$ となる。一方、ミシンの機械的な動きから(8)式によりループ幅を求める。(8)式の a 、 x に図4(b)の $A = 7.5\text{mm}$ $X = 5.9\text{mm}$ をそれぞれ入れて計算すると、 $y = 2.38\text{mm}$ となり、連珠形として求めたこの値と先に写真から求めた値とがほぼ一致する。

以上のように、フラグgingが起きずに理想的なループができた場合には、写真から求めたループ形状、ミシン針の動きから求めたループ長とループ高さの比、写真から求めたループ幅が、連珠形の場合とそれぞれ一致した。

3.2 フラグgingが起こった場合のループ長

フラグgingの起こった場合のループ長について図7

図7 フラグgingの起こる場合のループ形成

のように考える。前にも述べたが、縫糸は生地によって針板上端で把持されるので、この点からループ形状を考えるべきだが、縫糸は針板の針穴を針とほぼ平行にとおり、針板下端からループができるので、ここをループの始点 P として考える。

まず、ひき込みフラグgingで点 P と針の針穴上端間は $L - u$ となる。さらにひき上げフラグgingで v ひ

き上げられるとループ長は $(L + T/2) - (u + v)$ となる。 $(u + v)$ が B (剣先と出合い時における不死点からの針の上昇分) の値に近づくとな十分なループ形成が望めなくなることが推察される。

3.3 フラグgingとループ形成

フラグgingが起こる場合と起こらない場合の典型的な例を図8に示す。図8(b)はほぼ押さえ金の厚み分(2.1mm)生地がフラグgingでひき上げられており、ループがほとんどできていないことがわかる。

(a) フラグgingの起こらない場合 (b) フラグgingの起こる場合

図8 フラグgingとループ形状

図9 各種試料縫製時のループ形状

ここで各種生地縫製中におけるループ形状について述べる。上軸回転角 202° (かまの剣先が針糸をすくう寸前)におけるループ形状写真を図9に示す。図9から試料Wはループが大きくふくらみ、縫いにくく目飛びを起こしやすい試料K4はほとんどループを形成していないことがわかる。試料K4においては、ループは短みぞ側に出ないで、長みぞ側に小さいながら出ているのがみられる。

フラグgingがループ形状に与える影響をみるため、フラグging高さを写真により求めた。この高さについては、3.2で述べたように、下死点におけるひき込みフラグging高さ u と上軸回転角 202° におけるひき上げフラグging高さ v をそれぞれ測定し、それらを加えた値をもってフラグging高さとすべきであるが、写真撮影の可能なひき上げフラグgingで予備実験の結果、大きい値を示す上軸回転角 250° で撮影し、その高さを測定した。この理由は、 202° ではフラグgingはまだ小さくて、縫製時の布の波うちでフラグging高さが測定しにくいことと、試料間の比較ができてにくいことによる。1針ごとのフラグgingが撮れるようにミシン糸をかけずに縫製し測定した。各種生地のフラグgingの写真を図10に示す。ループがきれいに形成されている生地はフラグgingが低い。また、試料K4はゴムと同じぐらいの

フラグgingが起きていることがわかる。

図10から求めたフラグging高さと、図9から式(1)、

図11 フラグging高さとループ幅の関係

(2), (4)により補正したループ幅との関係と求めると、図11のようになり、フラグgingが大きくなるとループ幅が小さくなること、さらにループがほとんどできないと、かまの剣先がループをすくうのがむずかしくなり目飛びにつながることもわかる。

3.4 フラグgingと縫縮み

縫縮みが異常に大きくなる原因がフラグgingにあるのではないと思われる場合があったので、フラグgingの一番大きく出た試料K4について上軸回転角を変え写真撮影した。比較用として試料Wについても写した。なお、 310° では家庭用ミシンの場合フラグgingが顕著でなかったため、 310° の写真のみ工業用ミシンで撮影したものである。

結果を図12に示す。試料K4は、送り歯が針板よりも上にあがりかける点 270° (ZZ2-B706の場合)、 290° (H

図10 各種試料糸なし運転時のフラグging形状

(a) 試料K4の場合

(b) 試料Wの場合

図12 位相の変化とフラグギング

A2—B149の場合), 310° (DDL—555—2—4B の場合) においても, なおもフラグギングがみられた。このことは, フラグギングしている状態の生地を送り歯で送ることを意味し, フラグギングが縫縮みに関係することがわかる。

図13 フラグギング高さと縫縮率の関係

そこで, 工業用ミシンで縫製したときの縫縮率を求め, これとフラグギング高さとの関係を図13に示した。図13から, フラグギングは縫縮みに関係することがわかった。

以上考察してきたが, この観点からのフラグギング防止策については, 次のようなものが発表されている。

① ひき込みフラグギングを小さくするため, 針穴の小さい針板を使用する¹⁾²⁾ この場合, 針穴が小さいと地糸切れが起きやすい⁸⁾ので, 地糸切れとの兼ね合いを考える必要がある。

② ひき上げフラグギングを小さくするため, 押さえ金のスリット部分を小さくした押さえ金を使用する。こ

図14 ニット用押さえ金

のようにニット用に改良された押さえ金の一例⁹⁾を図14に示す。

③ ひき上げフラグギングで縫糸が生地につられて持ち上げられるのを減少させるため, 長みぞを深くえぐり目飛び対策を講じた家庭用ミシン針HA×1 KN¹⁰⁾がある。

4. 結 言

- (1) フラグギングの起こらない場合のループは, 形状, ループ長およびループ幅において連珠形とよく一致する(ただし, ナイロン66縫糸使用)。
- (2) フラグギングはミシンの機械的条件や縫糸等の縫製条件が同一なら, 生地によって大きさがちがう。
- (3) 大きなフラグギングはループの形成を妨げ, 目飛びにつながる。
- (4) 大きなフラグギングは生地を針板の針穴周辺にひっぱり上げた状態で送り歯で送るので, 縫縮みの原因となることがある。

おわりに, 本研究遂行にあたり, ご協力いただいた当所増田敏男研究員に深謝します。

文 献

- 1) 田中道一; 最新縫製科学, p.354, 日本繊維製品消費科学会
- 2) American Fabrics, No81, winter p.74~75 (1968)
- 3) 北田総雄; 最新縫製科学, p.140, 日本繊維製品消費科学会
- 4) 北田総雄; 同上 p.151
- 5) たとえば森口繁一ほか; 数学公式 I, p.289, 岩波全書 (1965)
- 6) たとえば岩波数学辞典, p.973 (1973)
- 7) 平松詮吾; 縫製事典 '75, p.591, 繊維研究会
- 8) 池上夏樹ほか; 繊維誌, 31, P105 (1978)
- 9) 工業ミシン用スエーデンアタッチメント '76, スエーデン工業 (株)
- 10) 江口龍彦; 婦人子供乳児服製造技術短期研修講座講演内容 (1978. 2. 7)

(昭和53年 3月 6日受理)