(昭和 58 年 7 月 14 日受理)

本縫ミシンにおける縫目構造と縫締りの解析^{*1}

東京重機工業株式会社 松 原 亨
東京大学工学部 神 保 泰 雄

ANALYSIS APPROACH FOR STITCH CONSTRUCTION AND STITCH TIGHTENING OF LOCK STITCH SEWING MACHINE^{*1}

By Toru Matubara^{*2} and Yasuo Jinbo^{*3}

^{*2} (Tokyo Juki Industrial Co., Ltd., Chofu City, Tokyo, Japan)

^{*3} (Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan)

Abstract

Conventionally, stitch quality has been evaluated visually. In this study, stitch structures are shown in terms of skeleton stitch models to obtain quantitative analysis of stitch tightness.

The analysis results show the following interesting stitch properties:

- (1) Formation of good stitches largely depends on, besides balanced upper and lower threads tensions, the cloth tightness produced by interlaced upper and lower threads.

Accordingly to the analysis results, proper lower thread tension setting is important to get good cloth tightness which has traditionally been undiscussed.

A lower tension of the lower thread produces a rectangular stitch model, and a higher tension of the lower thread forms an oval stitch model.

- (2) In sewing thin, medium, or thick material at a low speed, it has been found that there is a correlation of systematic parabolic regression between the upper and lower thread tensions that lead to formation of well-tensed stitches.

(Received July 14, 1983)

1. 緒 言

縫製加工は繊維製品が製造される最後の加工であり、この工程を経ることにより、被服素材が本来保有している物理的性質の値に変化を来したりして、製品のできれば大きく影響したりする。縫製後の縫目がその完成品の消費価値を左右する程の役割を占めているだけに、縫目の品質向上と安定化が大きな問題である。

良好な縫品質とは、上下糸のバランスがとれた縫目であり、しかも上下糸による布締め具合が被縫製物の物性に適合している状態をいう。したがって、薄い伸縮性のある布地には伸び易い糸を使用してふっくらとした縫目をつくり、布縮みがなく、また布地を引張っても糸が切

れない状態であり、一方、厚い伸縮性のない布地には太い糸を使用し、強じんなしっかりした縫目をつくり、十分な締めつけ強度をもたせた状態を意味することとなる。要するに被縫製素材の剛性、言い換えれば、腰の強さに応じて良好な縫目は異なるから、それぞれに適した布締め具合を設定する必要がある。

これまで、実際の縫目はどのようなものか、望ましい縫目とはどのようなものかと、縫製者もミシン技術者も以前からとり組んで、縫目構造の定型化、あるいは数値化が試みられてきている^{1~6)}。従来の縫目構造の定型化の考え方は、糸の消費量を計算する目的から出発しており、被服設計上糸の必要量を算出するため、縫目の幾何学的構造から、長方形あるいは楕円形縫モデルを基礎として計算した縫糸消費量の理論値と、実験によって求められた実験値を比較し、直線縫の場合の縫糸消費量を

^{*1} この報文を「縫の工学的解析手法(第2報), Technological Analysis of Stitching (Part 2)」とする。

ようとしたものであり、十分な縫構造に関する知見を得るに至っていない。また縫縫りの良否評価は、これまで定性的にはもっぱら目視によりなされ、定量的には縫長さ一定長における上下糸比率による縫縫り計算の方法が用いられているだけである。しかしこの方法は、上下糸の縫バランス、すなわち上下糸の均衡縫条件がわかるだけで、布縫り具合を評価することはできない。縫品質の評価には二つの要素、すなわち上下糸の平衡具合と布縫り具合とが不可欠である。この二つの要素が満足されてこそ初めて良好縫といえるのである。そこで本研究ではこの二つの縫縫り具合を評価するための新しい縫目構造モデルを提案する。そして、そのモデルを用いた縫目の構造解析について得られた二、三の知見についても報告する。

2. 縫目構造のスケルトンモデル化と縫縫りの解析

2.1 縫目構造のスケルトンモデル化の考え方

本研究は、縫目の幾何学的構造形態を代用特性化したスケルトンモデルにおきかえて、縫縫り具合を定量的に評価分析を可能ならしめたものである。すなわち、実際の縫特性が一見して判断できるようにスケルトンモデル化して、長方形縫モデルを標準縫目とし、それを基準に実際の縫目のずれを百分率で評価し、上下糸の均衡具合、布の縫り具合、布の縮み具合を比較分析しようとするものである。この解析方法により、実際の縫目の形状がどのように複雑であっても、その特性だけを取りあげるので、従来のごとく縫目を直接に定型化しようという考え方と異なり、縫目の解析がきわめて楽になり、いろいろの縫特性を見出すことに大いに役立った。

2.2 標準縫目と実際縫目の定義

これまで縫目の構造が長方形縫モデルとか、楕円形縫モデルとか論ぜられてきたが、実際の縫目は糸で布が締められるので、図1(b)のように楕円形に近い形になる。このとき消費された糸の長さをそのままにして、長方形に置きかえると、図2(b)のごとく、上下糸とも中心線までは達しないことになる。この達しない程度が布の締めつけ程度をあらわすことになるので、この図のように実際に使われた糸の長さで、長方形を描いたものをスケルトン縫目と名付けることにし、長方形縫モデル図1(a)を標準縫目(図2(a))、楕円形縫モデル図1(b)を実際縫目(図2(b))と定義する。

2.3 縫縫り具合の特性値化について

実際の縫目構造の縫縫り具合を次に述べる縫縫り率をもってあらわすことにする。

図2(a), (b)において、一つの縫目の上下糸の消費量

Fig. 1 Types of stitch construction

Fig. 2 Construction of skeleton stitch

から、それぞれ縫ピッチ分 P を差引いた残りの半分を、上糸締め代 d_1 、下糸締め代 d_2 、また布の厚さ D から上糸締め代と下糸締め代の和を差引いた残りを、布締め代 d_0 とする。そして、布の厚さに対するそれぞれの締め代の比率を総称して縫縫り率とよぶことにする。

縫縫り率は次の三つをもって構成される。

$$\text{上糸縫り率} = \frac{\text{上糸締め代}}{\text{布の厚さ}} = \xi_1 = \frac{d_1}{D}$$

$$\text{下糸縫り率} = \frac{\text{下糸締め代}}{\text{布の厚さ}} = \xi_2 = \frac{d_2}{D}$$

$$\text{布縮り率} = \frac{\text{布締め代}}{\text{布の厚さ}} = \xi_e = \frac{d_e}{D}$$

以上三つの縫縮り率の分母は、本来の布厚さと糸の太さを考慮したものが望ましいのであるが、縫縮り具合を目視的に分析する本研究の立場から、糸の太さを考慮することを省いた。

3. 縫縮り解析チャート

3.1 縫縮り解析チャートの作成について

前述したようにスケルトン化した縫目構造より、縫縮り特性として縫縮り率を定義したが、それを用いて実際に縫製条件および、機械条件をいろいろ変化させて縫縮りの解析を可能にしたチャートを、縫縮り解析チャートと名称する。以下縫縮り解析チャートの作成方法を記述する。

3.1.1 実験方法

被縫布を図3の大きさに必要枚数 m を切り取り、重ねて揃える。このとき布地の厚さを d とすれば、被縫布厚さは $D=md$ となる。

Fig. 3 Test material piece

布を試験枚数 m だけ重ね、中央を試験糸を用いて縫ピッチ p で直線縫を行なう。縫った後、左端から40 mmの所から右へ針数 n だけの縫長さを測定し S とする。次に S の長さの部分を取り、上糸下糸をほぐして、それぞれの長さを L_1 , L_2 とする。この場合布の縫縮みがないものとするので、縫った長さはそのまま縫ピッチと、縫った針数の相乗積である。

3.1.2 計算方法

スケルトン縫モデル図2(b)から、

布の厚さ D

上糸の締め代 d_1

下糸の締め代 d_2

布の締め代 d_e

縫長さ S の中の n ケの上糸締め代分と、下糸締め代分の長さは、それぞれ、

$$L_1 - S = 2d_1 \times n, \quad L_2 - S = 2d_2 \times n$$

であるから、

$$d_1 = \frac{L_1 - S}{2n}, \quad d_2 = \frac{L_2 - S}{2n}$$

したがって、

$$\text{上糸縮り率は、} \xi_1 = \frac{d_1}{D} = \frac{L_1 - S}{2nD} \quad (1)$$

$$\text{下糸縮り率は、} \xi_2 = \frac{d_2}{D} = \frac{L_2 - S}{2nD} \quad (2)$$

$$\text{布縮り率は、} \xi_e = \frac{d_e}{D} = 1 - (\xi_1 + \xi_2) \quad (3)$$

と計算される。

4. 低速領域の中厚物縫における 上下糸張力変化の縫縮り解析

3.1に述べた縫縮り解析方法にもとづき、低速領域の中厚物縫において、下記の実験条件で縫実験を行ない、縫縮り解析チャートを作成し、それにより縫縮り変動の解析を行なった。

4.1 実験条件

4.1.1 縫製条件

布 綿ブロード2枚(布厚0.41 mm)

糸 綿縫糸 #50

縫ピッチ 2 mm

4.1.2 機械条件

ミシン 家庭用ミシン(東京重機Hz-5000)

縫速度 400 針/分

下糸張力 3 gf, 5 gf, 7 gf, 10 gf, 15 gf, 20 gf

上糸張力 上糸調子ダイヤル目盛①から⑨まで変化

押え圧 1.5 kgf

糸取りばねの強さ ストローク 8 mm

初期張力 15 gf

押えの種類 直線縫用押え

かま 全回転かま

ここに上記の下糸張力とは、ボビンケースに下糸ボビンを入れて、糸をボビンケースばねから引き出すときの張力の大きさをいい、また、上糸張力とは、糸巻きから糸を各糸案内、調子皿にとおして、天びん側の方に引き出すときの張力の大きさをいう。

4.2 実験結果

4.2.1 上糸調子ダイヤル目盛と上糸張力の大きさについて

図4は、家庭用ミシン(東京重機Hz-5000)に、表1の各種の糸をとおして、上糸調子ダイヤル目盛を①から⑨まで変化させたときの、上糸張力の実測値である。

図4でわかるように、表1に示した各種の糸に対して、上糸張力の大きさは、上糸調子ダイヤル目盛変化よりそれぞれ増加するが、その値はある狭い幅の範囲の中に入っていることが明らかである。

以下述べる縫実験結果において、上糸張力は本来その

Fig. 4 Needle thread tension scale vs. Needle thread tension for each type of thread

Table 1 Symbols of test sewing threads

Cotton sewing thread	# 30	⊙
Cotton sewing thread	# 50	△
Cotton sewing thread	# 80	×
Waxed cotton sewing thread	# 50	□
Silk sewing thread	# 50	.
Polyester spun sewing thread	# 60	◇
Nylon filament sewing thread	# 80	⊠
Nylon filament sewing thread	# 50	△
Polyester filament sewing thread	# 40	⊙

大きさを直接表わすべきであるが、本研究の目的が、縫特性を巨視的に把握するという立場から、実験の便宜上上糸調子ダイヤル目盛をその代用特性値として用いることにした。

4.2.2 下糸張力毎における上糸張力変化の縫紉り解析チャート

図5-1, 2, 3, 4, 5, 6は、4.1の実験条件において、下糸張力をそれぞれ3gf, 5gf, 7gf, 10gf, 15gf, 20gfに設定し、上糸張力をそれぞれ上糸調子ダイヤル目盛①から⑨まで変化させて縫実験を行ない、3.1.2の計算方法にもとづいて、上糸締り率 ξ_1 、下糸締り率 ξ_2 を算出し、縫紉り解析チャートを作成したものである。

図の中での⊙印は上糸締り率、◎印は下糸締り率、△印

For 3gf bobbin thread tension.

Fig. 5-1 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material
 ⊙ Needle thread tightening rate
 ◎ Bobbin thread tightening rate
 △ Balanced stitch, $\xi_1 = \xi_2$

For 5gf bobbin thread tension.

Fig. 5-2 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material

の所が $\xi_1 = \xi_2$ の均衡縫の上糸調子ダイヤル目盛の位置を示す。

4.3 考察

縫実験により得られた縫紉り解析チャート図5のそれそれより考察した結果、中厚物縫におけるいろいろの縫特性が存在することがわかった。以下それらについて詳

Fig. 5-3 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material

Fig. 5-5 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material

Fig. 5-4 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material.

Fig. 5-6 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material

細に説明する。

4.3.1 下糸張力の大きさと、実験の縫目構造および縫締り具合

(1) 下糸張力が 5 gf のごく小さい範囲では、図 5-1 でわかるように、上糸張力のわずかな変化で、下吊縫から上吊縫まで変化するので、実際の縫調整は非常に微妙である。普通このような下糸張力の低い範囲は用いられない。しかしこの下糸張力に見合った上糸張力によ

ってできあがる均衡縫の縫目構造は、布締り率も小さく、典型的な長方形縫モデルである。

(2) 下糸張力が 10 gf, 15 gf と大きくなるにつれ、図 5-2, 5-3 でわかるように、縫目構造は楕円形縫モデルに変化してくる。この条件では、下吊縫から上吊縫までの上糸張力均衡縫のための範囲はかなり広く、縫調整も楽である。この範囲の下糸張力の大きさが一般的に使用されている。しかしこの縫目構造は、布締り率も大きく、

縫締り具合もややかく、布縮みも出やすくなっている。

(3) 下糸張力が 20 gf 以上になると、図 5-4 でわかるように、上糸張力を相当強くしても下締り状態であり、上下糸均衡縫まで締めあげるためには、上糸張力は相当強くしなければならなくなる。縫目構造は完全偏平形縫モデルとなり、布締り率もきわめて大きい。この縫目はかたく、布縮みも著しくなり、やわらかな布地には好ましくないものである。

以上からわかることは、下糸張力の大きさが、長方形縫モデルのようなやわらかい縫目から、偏平形縫モデルのようなかたい縫目まで、各種縫目構造を形成する基本の条件となっていることである。これを縫締り解析チャート上から表現すると、下糸張力の大きさが布締り率 ξ の大きさを決定する大きな要因であるということである。

4.3.2 上糸締り率変化の特性

図 5 の下糸張力および上糸張力の大きさの変化における、上糸締り率の変化をみると、上糸張力の低い領域では急上昇の直線変化をなし、その高い領域ではゆるやかな勾配の直線変化をなしており、その中間の領域では、両者のそれぞれ曲線変化をなしていることがわかる。そして全体として、下糸張力の大きさにかかわらず、すべて双曲線状となっていることが大きな特色である。これを考察するのに、上糸張力が変化すると、始めはルーピング状態であり、それから下吊縫を経て上吊縫に移行するのであるが、上下糸交絡する以前は、上糸ループが下糸張力に全く影響を受けずに締められ、上下糸の交絡するとともに、互いに締めつけ合い、上糸締り率の変化は連れだつようにゆるやかに変化し、十分締めつけ合った後は、上糸張力をいくら増加しても上糸締り率はほとんど変化せず、水平に近い状態となっている。

図 6 は、縫締り解析チャートの一般例であるが、上糸

Fig. 6 Analysis chart of stitch tightness in sewing medium-weight material

締り率変化線は下糸張力の大きさにかかわらず、すべての折線状の変化の特性をもち、下糸締り率変化線は下糸張力の大きさにかかわらず、すべての二重折線状の変化の特性をもち、特に、上糸締り率変化線の上糸張力の低い領域と高い領域のそれぞれの直線変化は、上糸締り率変化線全体に対して、漸近線状の性質をもち、

4.3.3 各下糸張力の大きさごとの上糸締り率変化線群の特性

図 7 は、下糸張力の 3 gf, 5 gf, 7 gf, 10 gf, 15 gf, 20 gf の場合上糸締り率変化線によってつくられた漸近線をまとめて描いた線図である。これを子細に検討すると、上糸締り率変化線による漸近線の交点は下糸張力の大きさの順序にある傾きをもった一直線上に位置することがわかった。これは縫締り変化が下糸張力の大きさとにやはり規則正しく行なわれていることを示すものである。

Fig. 7 Needle thread tightening rate characteristics in sewing medium-weight material

Fig. 8 Correlation between the needle thread and bobbin thread tensions of a balanced stitch in sewing medium-weight material

4.3.4 上下均衡縫における上下糸張力の大きさの相関について

図8は、各下糸張力の大きさごとに、上糸張力を変化させて作成した縫紉解析チャートから、 $\xi_1 = \xi_2$ の均衡縫(図5の△印の位置)における上下糸張力の大きさの相関関係を線図にしたものである。図8において、上下糸張力の大きさの間には、明らかに放物線回帰の相関の特性が存在することがわかる。これは低速領域において、縫紉変化が上下糸張力の大きさの変化に対して、規則正しく行なわれていることを示すものである。

5. 低速領域における薄物縫、厚物縫の解析

4.3の低速領域の中厚物縫における縫紉解析の結果、下糸張力と上糸張力の間にはきわめて規則正しい特性のあることがわかったが、薄物縫、厚物縫の場合について、同様調べてみた。

5.1 実験条件

5.1.1 縫製条件

(1) 薄物縫

布 レーヨン平織 2枚(布厚さ=0.19mm)
糸 ナイロンフィラメント縫糸 # 100
針 # 11
縫ピッチ 2mm

(2) 厚物縫

布 コート地 2枚(布厚さ=0.9mm)
糸 綿縫糸 # 50
針 # 14
縫ピッチ 2mm

5.1.2 機械条件

4.1.2に同じ

5.2 実験方法

5.1の実験条件で、3.1.1の実験方法にもとづいて縫実験を行ない作成した縫紉解析チャートから、中厚物縫のときと同様、薄物縫、厚物縫における上糸締り率変化線の特性図と、上下糸均衡縫の上下糸張力相関図を作成した。

5.3 実験結果

5.3.1 薄物縫、厚物縫における上糸締り率特性図

図9、図10は、中厚物縫と同じく、縫実験による縫紉解析チャートから、それぞれの上糸締り率変化線ととり出して漸近線を描いた線図である。

5.3.2 薄物縫、厚物縫における上下均衡縫時の上下糸張力の相関図

図11、図12は、中厚物縫と同じく、縫実験による縫紉解析チャートから $\xi_1 = \xi_2$ のときの下糸張力と上糸張力の相関を線図にしたものである。

5.4 考察

5.4.1 図9、図10より、中厚物縫と同様、薄物縫、厚物縫においても、上糸締り率変化線によってつくられる漸近線の交点は、上糸張力の大きさごとに、ある傾き

Fig. 9 Needle thread tightening rate characteristics in sewing light-weight material

Fig. 10 Needle thread tightening rate characteristics in sewing heavy-weight material

Fig. 11 Correlation between the needle thread and bobbin thread tensions of a balanced stitch in sewing light-weight material

Fig. 12 Correlation between the needle thread and bobbin thread tensions of a balanced stitch in sewing heavy-weight material

をもった直線上にあり、その直線は特に薄物縫の場合には非常に勾配の強いものであり、厚物縫の場合には水平に近いものであることがわかった。

5.4.2 図 11, 図 12 より, 中厚物縫と同様, 薄物縫, 厚物縫においても, 均衡縫における上下糸張力の大きさの間にはそれぞれ異なった形状であるが, 放物線回帰の相関特性があることがわかった。

6. 結 言

従来縫目の良否を評価するのに, 目視判断などで行っており, 縫特性が不明確であったが, 本研究では, 縫目構造を代用特性化したスケルトン縫モデルにおきかえて, 縫締りの解析を行ない, 縫締り具合すなわち, 上下糸均衡具合, 布締り具合を分析して, 低速領域では多くの興味ある縫特性を見出すことができた。

その結果を次にまとめて述べる。

6.1 良好縫のための布締り具合条件の重要性

良好な縫目を得るには, 上下糸の均衡縫の条件と, 更に上下糸の布締り具合の条件と二つの要素から考える必要がある。今までは上下糸の均衡状態のみ論じられてきたが, 縫製条件, すなわち素材の種類, 縫製製品の用途によって良好な縫目を作るのに, 布締り具合を重視しなければならないことがわかった。そのためには下糸張力の大きさの設定がきわめて重要なのである。

6.2 下糸張力の大きさと縫目構造の相関について

縫目構造すなわち縫締り具合を左右するのは, 縫製条件, 機械条件を含めて, もっぱら下糸張力の大きさである。下糸張力が低いときは, 長方形縫モデルに近いやわらかい縫目が見られるが, 均衡縫のための上糸張力の範囲が非常に狭い。下糸張力が高いときは, 楕円形縫モデルのかたい縫目になるが, 均衡縫のための上糸張力の範囲がかなり広がる。

このことは薄物縫では, 一般にやわらかい縫目を得るために下糸張力を低くして縫うが, 上糸張力の調節が非常に敏感でなかなか調節しにくいことや, また厚物縫では一般にかたい縫目を得るために下糸張力を強くするが, 上糸張力の調節が非常に楽であるという一般縫製者の意見を完全に裏づけるものである。

6.3 低速領域における規則的な縫締り特性

低速領域においては, 薄物縫, 中厚物縫, 厚物縫何れの場合にも, 規則的な縫締り変化がある。すなわち, 上下糸均衡縫における上下糸張力の大きさの間には, 放物線回帰の相関があること。

また, 下糸張力ごとの上糸締り率変化線によってつくられた漸近線の交点群は, ある傾きをもった直線上にあり, この直線の勾配は布の厚さに非常に高い相関があること。

これまで縫はつかみにくく, 解析がむずかしいとされてきたが, 下糸張力, あるいは上糸張力の大きさの変化にしたがって, 規則正しい変化をすることなどが明らかになった。

付記: 本研究の一部は, 繊維学会, 昭和 58 年度年次大会研究発表会において発表したものである。

なお, 本論文は筆者の東京大学審査学位論文の一部である。

文 献

- 1) 河内保二: 繊維科学, Vol. 1, 4, (1981)
- 2) Dna O'Dweyer, D. L. Munden: *Clothing Res. J.*, 3, 1 (1975)
- 3) 上野, 田中: 繊維工学, Vol. 31, No. 4 (1978)
- 4) 安喰, 岩神: 繊維誌, Vol. 23, No. 1 (1982)
- 5) 堀野, 川西: 繊維誌, Vol. 10, No. 1 (1965)
- 6) 「最新縫製科学」繊維消費科学会, (1967) p. 158