

和服構成時の縫い糸の渡り角度と縫い目強さ

笹本 信子, 真家 和生, 中村 邦雄*

(大妻女子大学短期大学部, * 大妻女子大学家政学部)

原稿受付平成 11 年 6 月 11 日; 原稿受理平成 12 年 7 月 28 日

The Relationship between Stitch Strength and Stitch Angle in Japanese Traditional Hand Sewing

Nobuko SASAMOTO, Kazuo MAIE and Kunio NAKAMURA*

*Otsuma Women's Junior College, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8357*** Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8357*

The seam strength of fabrics sewed by hand sewing methods was investigated in order to clarify the mechanical and morphological properties of Japanese traditional hand sewing. Two hand sewing methods were compared. One is "plain stitch," the other is "right angle stitch," which is defined as the stitch-formed seams on fabrics by a needle-like machine sewing. Silk and cotton fabrics and sewing threads were used.

1) The breaking strength of a 3 mm seam was higher than that of a 4 mm seam according to the stitch density, and the breaking strength of a seam with a right angle stitch was higher than that with a plain stitch because of the higher thread angle of the plain stitch.

2) The shrinkage of the plain stitch seam was higher than that of the right angle stitch seam in cotton and silk fabrics, which meant that the plain stitch is better than the right angle stitch for fabrics with weaker breaking strength.

3) The break holes of the fabrics sewed by the plain stitch were smaller than those sewed by the right angle stitch. These results explain why the plain stitch has been used for a long time to construct Japanese traditional costume, "Kimono."

(Received June 11, 1999; Accepted in revised form July 28, 2000)

Keywords: hand sewing 手縫い, plain stitch 並縫い, right angle stitch 直角縫い, breaking strength 破断強度, stitch length 縫合距離, stitch 縫い目.

1. 緒 言

和服構成に用いられる並縫いは、縫合することと同時に解くことにも配慮された、わが国独自の運針という手動作による縫製技術である。並縫いは運針技法上、針が布を貫通する際に2枚の縫合布間にずれが生じ、縫い目にいわゆる「流れ目」を形成することになる。このようにして並縫いは、縫い糸と布地の力学的関係から布地をいためず、再利用を可能にする優れた縫製技法であると考えられる。和裁専門書^{1)~3)}には、縫い糸の渡り角度が90°に近くなるよう縫う縫い方を推奨しているものもみられる。また、今日では、和裁縫製用ミシンにより縫い糸の渡り角度が90°になる縫い方も行われているが、並縫いは流れ目を形成することから縫い糸の渡り角度が90°になる縫い方と比較して布

や糸の力学的特性にいくつかの利点があると考えられる。

この流れ目、すなわち縫い糸の渡り角度は、布の厚さによっても異なるが和装の中で最も多く用いられている木綿浴衣地や絹縮緬地では、我々の計測したところ、 $18 \pm 6.0^\circ$ であった。

従来、手縫いに関する研究は、運針動作に関するもの⁴⁾⁵⁾、縫い目の大きさによる違いに関するもの⁶⁾⁷⁾、あるいは布の縫いべり⁸⁾や縫い糸の疲労に関するもの⁹⁾¹⁰⁾などが見られるが、縫い糸の渡り角度が90°になる縫い方との違いを詳細に検討した報告は見られない。そこで本研究では、並縫いの基本的な特質を見いだすために、2枚の布地を縫い糸の渡り角度が90°になる縫い方(直角縫い)と並縫いにより縫合し、その

縫い目の強さおよび布目の変形などの特質について比較検討を行った。

2. 実験方法

(1) 試料

実験に用いた試料布は、浴衣地として用いられている岡木綿と一越縮緬を採用した。縫製用の糸はそれぞれに綿糸（30番3子糸）および絹糸（9号2子糸）を

Table 1. Characteristics of fabrics and sewing threads

	Fabrics	
	Okamomen	Hitokoshichirimen
Raw material	Cotton 100%	Silk 100%
Structure	Plain weave	Plain weave
Thickness (mm)	0.24	0.26
Density (ends/cm)	32	55
(picks/cm)	27	27
Sewing thread	Cotton 30/3 s	Silk No. 9/2 s

用いた。Table 1 に、布および縫い糸の特性を示した。

Fig. 1 に本実験で用いた試験布の縫合部の縫い目 (a, b), 糸の引張試験 (c) および縫合試験布の引張試験 (d) の模式図を示す。

試験布は、Fig. 1(d) に示すように 120 mm×120 mm の正方形とし、たて布目方向に 2 枚重ね合わせて 20 mm の縫い代にして両端を 10 mm 残して縫合した。縫い方は、一般的な縫い方である並縫い (a: plain stitch) すなわち流れ目をもつ縫い方と、縫い糸の渡り角度が布地に対して直角になるよう 1 針ごとに刺し縫いをした縫い方（以下、これを直角縫い (b: right angle stitch) と呼ぶ）の 2 種類とした。縫い目の大きさは 3 mm と 4 mm の 2 種類とした。また、縫い目の始めと終わりは返し縫いにして、縫い代は 1 mm の「きせ」で実験時に下方になるようにして片返しにした。

(2) 強伸度特性および縫合距離の減少率

試験布および縫い糸の強伸度特性は、オリエンテック社製 RTA 500 型引張試験機を用い、Fig. 1(c) に示

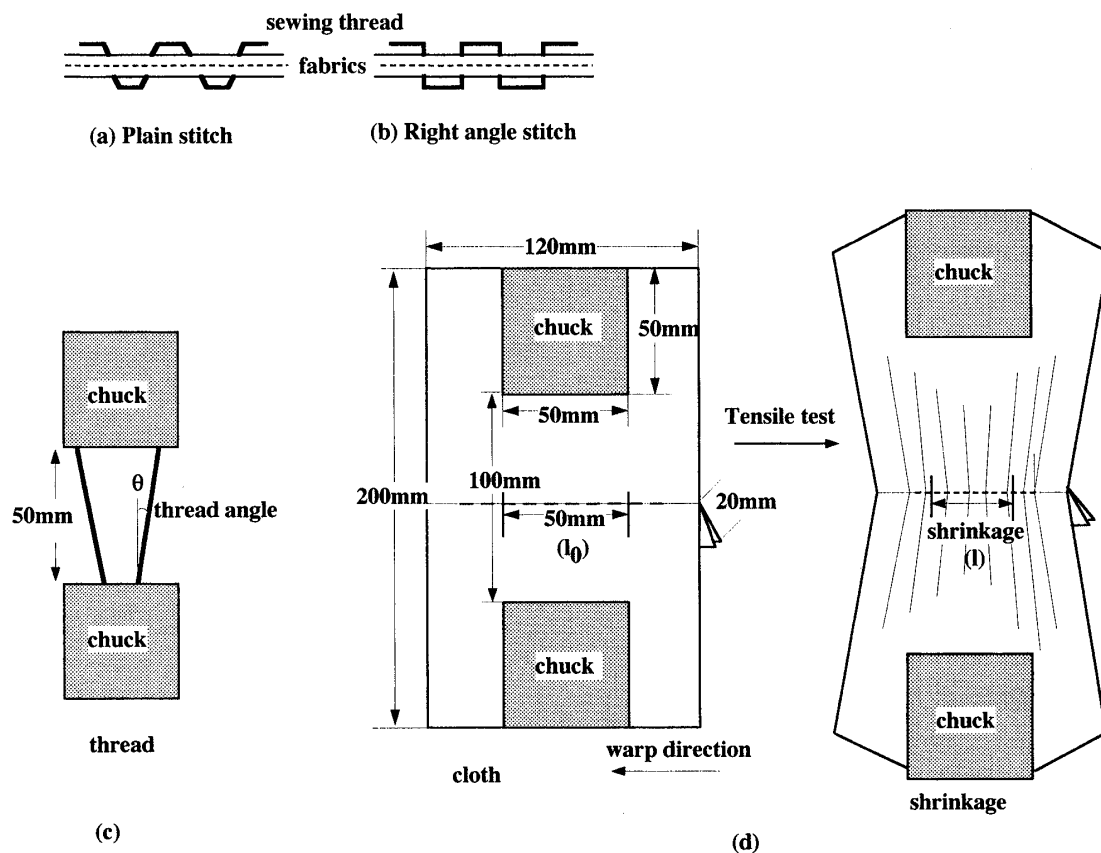


Fig. 1. Scheme of fabrics sewed by (a) plain stitch and (b) right angle stitch; (c) scheme of tensile test of sewing threads with a certain angle against tensile direction; and (d) scheme of tensile test of fabrics sewed by plain and right angle stitches and shrinkage of seam length of sewing fabrics.

和服構成時の縫い糸の渡り角度と縫い目強さ

すように、糸の場合、引張速度 5 mm/min, つかみ間隔 50 mm とし、上下のチャック位置をかえて角度 θ を変化させて測定した。但し、引張試験を行う場合、1 本の糸では角度を保つことができないため 2 本の糸を対称にしてつかみ、行った。従って、得られた強度の 1/2 が 1 本の糸の強度となる。布の場合は、幅 50 mm, 長さ 300 mm の試験布を用いて、つかみ間隔 200 mm, つかみ幅 50 mm, 引張速度 100 mm/min で行った。

布の縫合部の引張試験は、Fig. 1(d) に示すように縫い目が引張方向と直角になるようグラフ法で行い、つかみ間隔 100 mm, 引張速度 5 mm/min で行い、破断強度、破断伸度を求めた。

また縫合距離の減少率は、あらかじめ試験布の縫い目線上の中央に 50 mm の印をつけ、引張試験実行中に一定荷重 (2 kgf) 増加するごとに 50 mm の縫い目部分の収縮すなわち縫合距離の減少をノギスで測定した。

この縫い目部分の収縮は、引張方向への布の伸張を補償するものであり、縫合部位にとっては糸切れや布の破損を緩和しているものと考ええる。縫合距離の減少率 (%) は次式で計算した。

$$\text{縫合距離の減少率} = \{50(\text{mm}) - \text{収縮後の長さ}(\text{mm}) / 50(\text{mm})\} \times 100(\%)$$

また、引張試験により縫い糸の破断後に生じた布目の変形を評価するため破断 24 時間後に、顕微鏡を接続した画像解析装置 (カラーイメージプロセッサ・スピカ 2・イメージコマンド 5098, 日本アビオニクス (株)) を用いて、倍率 30 倍で観察記録した後、写真による破損状態の評価を行った。

3. 結果および考察

(1) 縫い糸の強さと縫い糸の渡り角度の関係

Fig. 2 に、縫い糸の渡り角度と破断強度の関係を検討するために行った Fig. 1(c) のモデル実験の結果を示す。糸の引張り角度と強度の関係は、角度の増加とともに強度が低下することは力学的に明白であるが、ここでは具体的に角度の増加により減少する強度を定量的に把握するためモデル実験を行った。すなわち、綿糸の引張破断強度と引張方向に対する糸の角度の関係についての実測値および理論値の比較である。

この図から明らかなように、綿糸の引張強度は角度の増加とともに減少することがわかる。理論的には、角度 0° の真っ直ぐに引っ張った場合の糸の引張破断

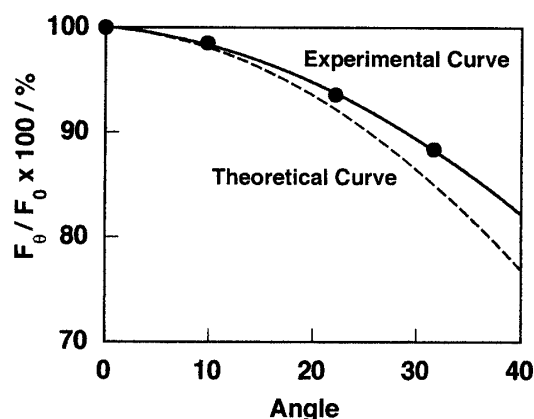


Fig. 2. Relationship between relative strength of sewing thread and the angle of tensile direction

—, experimental values; ---, theoretical values.

強度を F_0 とすると、糸の角度が θ° の破断強度 (F_θ) は $F_0 \cos \theta^\circ$ の値で表せることが分力の関係から分かる。Fig. 2 の横軸は縫い糸の渡り角度に相当する、縦軸は角度 0° の破断強度に対する角度 θ° のときの破断強度の比を % で示した。破線は理論曲線、実線は実際の綿糸の引張試験から求めた実測値を滑らかに結んだ曲線を示す。

図からわかるように、実測値はやや理論値より高くなっていることが分かる。これは実際の糸の破断時の伸びを考えると、チャック間の距離がわずかに伸びるため、糸の角度は元の角度より小さくなり、次第に直角での引張り強度に近づくと考えられる。この角度で補正すれば、実測値と理論値の差はもっと小さくなると考えられる。

この図から明らかなように、縫い糸の布に対する角度が大きくなるほど破断強度は小さくなるのがわかる。角度が 0° (すなわち直角縫いに相当する) $\sim 20^\circ$ の範囲では、破断強度は直角縫いに対して 90% 以上となった。以上のように並縫いは 2 枚の布地に角度を持たせて縫合しているため、直角縫いより小さな強度で縫い糸が切断し、布地に損傷を与えない優しい縫い方であることがわかる。

(2) 縫い目の強伸度特性

Table 2 に実験に用いた縫い糸と布の引張試験の結果を示す。

綿糸は紡績糸、絹糸はフィラメント糸であり、ここには示していないが、絹糸の荷重-伸張曲線には 25.2% と大きな伸びが認められ、綿糸との違いが認められた。布の強さは、綿布より絹布の方が強く、50 mm 幅の

Table 2. Tensile strength and elongation of fabrics and sewing threads

	Cotton		Silk	
	Strength (kgf)	Elongation (%)	Strength (kgf)	Elongation (%)
Sewing thread	1.71	11.0	1.31	25.2
Fabric (weft)	16.7	17.9	20.5	24.0

綿布の強さは綿糸の約 10 倍、絹布の強さは絹糸の約 16 倍であった。伸度は、布と糸で大きな差が認められなかった。これらのことから綿縫い糸の場合 50 mm 当たり 10 本、絹糸の場合は 16 本の縫い糸が存在すると、布と縫い糸の強度がほぼ等しくなることがわかる。

実際に計算すると引張試験のつかみ幅 50 mm の間に 4 mm 縫い目と 3 mm とでは、縫い糸は 12.5 本および 16.7 本渡されることになる。従って、直角縫いの場合、角度を持たずにすべての糸が平行に均一に引張られ破断に至ると考えられ、縫い糸の強度は綿布の場合、縫い目 4 mm および 3 mm それぞれ $1.71(\text{kgf}) \times 12.5(\text{本}) \div 21.4(\text{kgf})$, $1.71(\text{kgf}) \times 16.7(\text{本}) \div 28.6(\text{kgf})$ となる。縫い目 4 mm および 3 mm いずれの場合にも布の破断強度 (16.7 kgf) より高くなり、各縫い糸が平均的に荷重を支えると考えられる。布が先に切れて破断すると考えられる。同様に絹布の場合は、 $1.31(\text{kgf}) \times 12.5(\text{本}) \div 16.4(\text{kgf})$, $1.31(\text{kgf}) \times 16.7(\text{本}) \div 21.9(\text{kgf})$ となり、4 mm 縫い目の場合は布の破断強度 (20.5 kgf) より小さく、3 mm 縫い目の場合は大きくなった。並縫いの場合、縫い糸に渡り角度があるため糸の引張り角度と強度の関係で述べたようにより小さくなると考えられる。このように計算では直角縫いの場合、絹布の 4 mm 縫い目を除いたすべての布の縫い目の破損は織糸の破断により起こると考えられる。しかし実際には織糸の破断は認められず縫い糸の破断により布目の変形が生じており、この理由については後述する。

Fig. 3 に綿布 (a) および絹布 (b) の縫い目の引張試験から得られた荷重-伸張曲線を示す。図から明らかなように、綿布および絹布の縫い目強さは共に、3 mm 直角縫い(R3) > 3 mm 並縫い(P3) > 4 mm 直角縫い(R4) > 4 mm 並縫い(P4) の順となった。これは Fig. 2 のモデル実験の結果から推量できるように並縫いの方が直角縫いより角度をもって引っ張られるため強度は小さくなると考えられる。

Table 3 に荷重-伸張曲線から求めた縫い目の破断

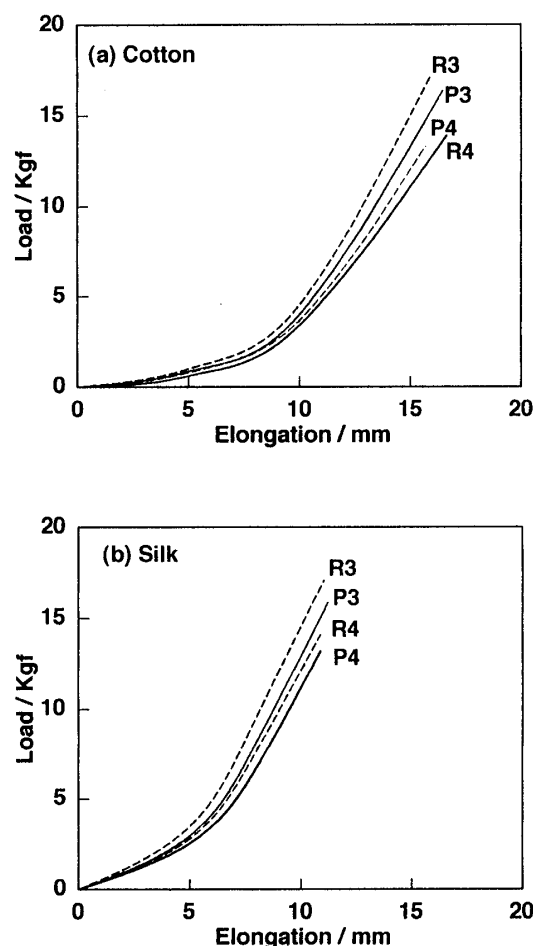


Fig. 3. Load-elongation curves of sewing threads in the cases of (a) cotton and (b) silk threads using the plain stitch with a 3 mm seam (P3), a 4 mm seam (P4), and using the right angle stitch with a 3 mm seam (R3), and a 4 mm seam (R4)

強度と破断伸度を示す。この場合の伸度とは、2枚の布が縫い目の破断により一部が分離されるまでの値であり、布と糸の伸びおよび縫合部の布の縮みによるゆるみが含まれている。

綿、絹ともに縫い目強さは、先に述べたように $R3 > P3 > R4 > P4$ となり、3 mm 縫い目と 4 mm 縫い目とでは綿、絹いずれも (絹の直角縫い 5%, 他は 1% の危険率で) 有意に 3 mm 縫い目の方が 4 mm 縫い目よ

和服構成時の縫い糸の渡り角度と縫い目強さ

Table 3. Breaking strength and elongation of seams of cotton and silk fabrics

Stitch length	Factor	Cotton		Silk	
		Right angle	Plain	Right angle	Plain
3 mm	Breaking strength (kgf)	17.3±1.12	16.2±0.45	17.6±0.90	16.0±0.52
	Elongation (%)	15.9±0.18	16.4±0.56	11.2±0.47	11.3±0.88
4 mm	Breaking strength (kgf)	13.4±0.73	13.1±0.74	14.4±0.90	13.2±0.88
	Elongation (%)	16.6±0.86	15.8±0.37	11.1±0.61	11.0±0.11

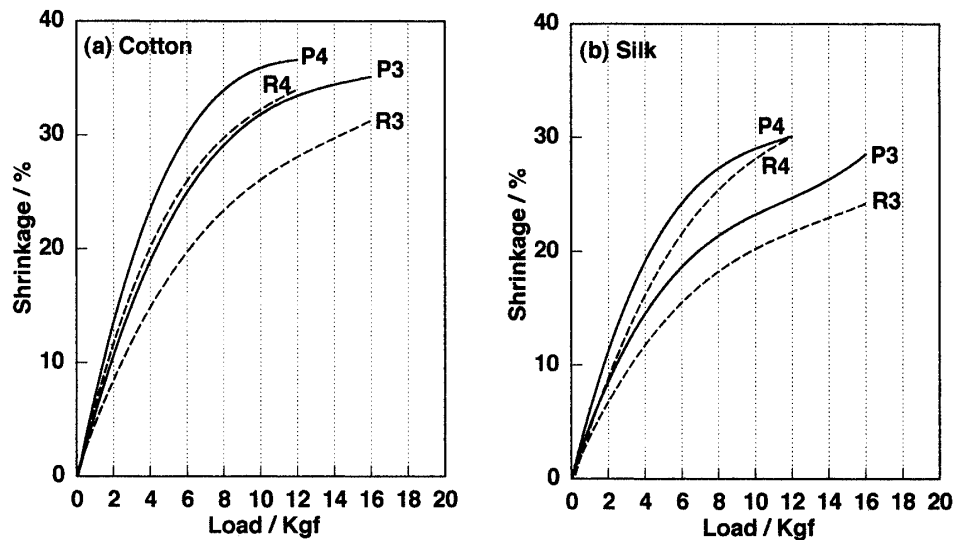


Fig. 4. Relationship between the shrinkage of seams of the sewing fabrics and tensile load

(a) cotton, (b) silk.

り破断強度が強い（すなわち、3 mm 縫い目の方が4 mm 縫い目より破断強度が約1.2～1.3倍高い）ことが示された。このことは3 mm 縫い目の方が4 mm 縫い目より約1.3倍糸数が多いことと対応していると考えられる。また、並縫いと直角縫いの強度に有意差は認められなかったが、全体的に並縫いの方が小さく、縫い糸の布地に与える影響は小さいことを示唆した。この強度に関してはさらに試験回数を増やすなど検討が必要であり、今後の課題である。

破断伸度は、布および縫い糸とも単独の場合には、綿の方が小さいにもかかわらず、直角縫いおよび並縫いとも綿の方が絹よりすべて危険率1%で有意に大きいことが示された。これは、3 mm 縫い目および4 mm 縫い目で共通していた。これは綿の方が縫い糸の緩みが大きく、縫い目に沿った布の収縮による縫い糸の伸度が大きくなったためと考えられる。

(3) 縫合距離の減少率

Fig. 4 に縫合距離の減少率と荷重の関係を示す。綿

(a), 絹 (b) いずれの場合も、縫合距離の減少率は荷重初期から約8 kgf までは急速に増加し、その後破断点までは緩やかに増加した。この8 kgf 加重時の縫合距離の減少率は綿の場合、3 mm の小さい縫い目では直角縫い (R3) が22.1%，並縫い (P3) が28.9%で1.3倍に対し、4 mm 縫い目では直角縫い (R4) の29.8%，並縫い (P4) の33.5%と1.2倍になり、大小いずれの縫い目においても直角縫いよりも並縫いの方が大きくなった。また、絹の場合、3 mm 縫い目の直角縫い18.0%に対して並縫いが21.1%とほぼ1.2倍、4 mm の縫い目では直角縫いの25.0%に対して並縫いは27.1%とほぼ1.1倍となった。これは、直角縫いは2枚の布地を同時に収縮させて縫合距離の減少を起こすが、並縫いは2枚の布の縫い目にずれがあり、同一点になるまでは1枚の布地を収縮させ縫合距離を減少させ、その後は直角縫いと同様の変形を示すためと考えられる。

これらのことから、並縫いは直角縫いよりも縫い目

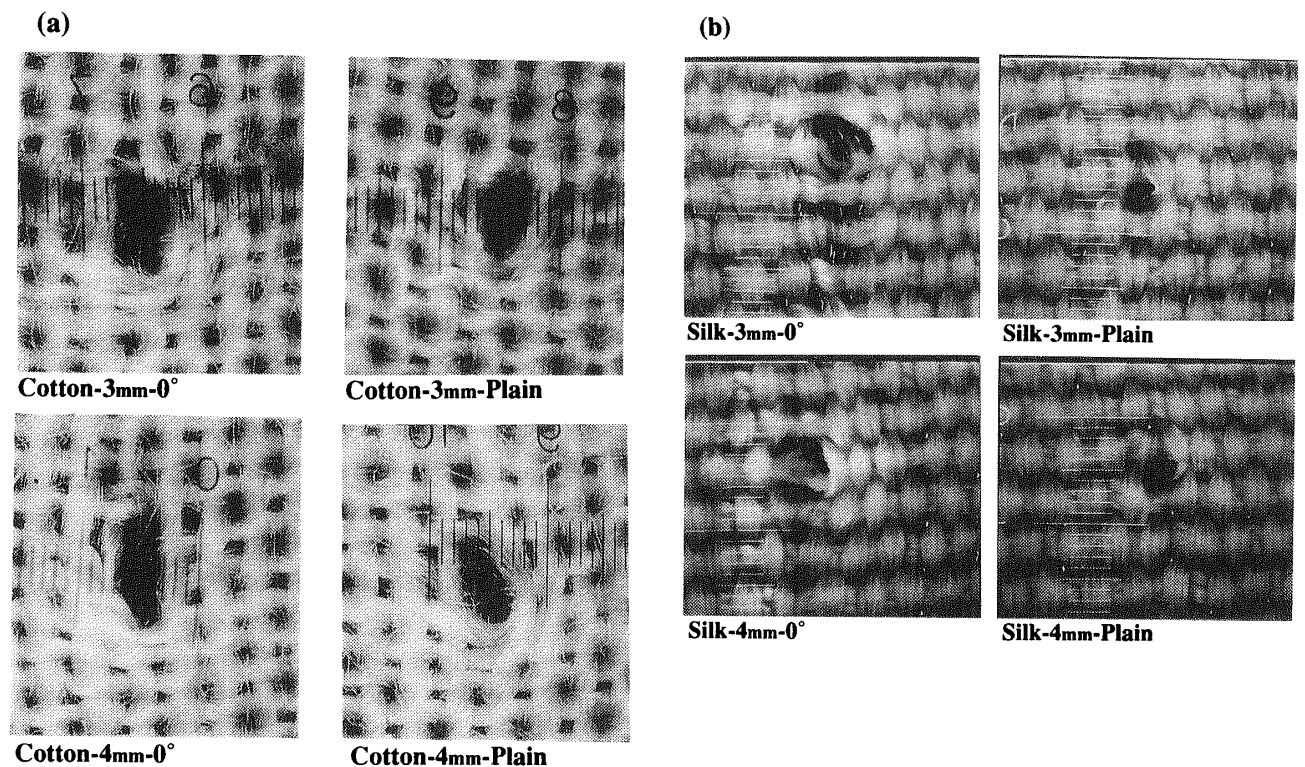


Fig. 5. Photographs of seams after tensile test of sewing threads of cotton (a) and silk (b)

に荷重が加わった場合、縫い目の収縮すなわち縫合距離の減少が大きくなり、縫合部位の縫い糸や布地の破損を避ける効果が高いことがわかった。

次に縫い目の大きさと荷重の関係をみると、4 mm 縫い目の方が3 mm 縫い目より縫合距離の減少率が高い傾向にあり、4 mm 縫い目の方が3 mm 縫い目に比較して布を大きく変形させ、一定負荷の場合にはそれだけ糸および布にかかる力を緩和することができると考えられる。素材別に見ると、綿の方が絹より縫合距離の減少率が高くなり、布に対し柔軟に対応していると考えられる。

(4) 縫い糸破断後の布の破損状態

和服は、縫い目部位に織糸の破損や織り組織に変形が生じた場合、再利用時に大きな欠陥となる。そこで引張試験による縫い糸の破断後24時間経過した縫い目の破損形状を顕微鏡で30倍で撮影し、その形状を比較した。Fig. 5(a) 綿、(b) 絹、に縫い糸破断後の縫い目の顕微鏡写真を示す。但し、縫い糸は切断後除去した。

Fig. 5(a) に示すように、綿布の場合、3 mm 縫い目および4 mm 縫い目いずれの場合にも直角縫いより並縫いの方が破断後の穴が小さいことがわかる。Fig. 5(b) に示す絹布の場合も同様で、3 mm 縫い目およ

び4 mm 縫い目いずれの場合にも直角縫いより並縫いの方が破断後の穴が小さく、織り糸の破断および縫い目周辺への変化もほとんど認められなかった。また強いて言えば4 mm 縫い目の方が3 mm 縫い目より織り糸の乱れが少ないことが認められた。したがって、綿、絹ともに並縫いによる4 mm の大きな縫い目の方が織り糸の破損や織り組織の変形が少ない縫製技法と考えられる。

Fig. 5(a), (b) の写真の結果を定量的に評価するため、Fig. 6 に布目の変形を楕円と仮定して、その面積を数値化して示した。

楕円の長径と短径は、タテ糸方向およびヨコ糸方向の変形に対応する。数値は、この長径と短径を用いて楕円近似したときの変形した布目の面積 (mm²) を示す。この図から明らかなように、綿の3 mm 縫い目および4 mm 縫い目いずれの場合にも、破損部の面積は約半分であり、並縫いの方が直角縫いに比較して布目の変形が少ないことがわかった。また、絹の場合も直角縫いより並縫いの方が、布目の変形が少なく、3 mm 縫い目と4 mm 縫い目の違いは余り大きくないことがわかった。さらに、Fig. 6 から明らかなように綿布の直角縫いの場合、布地の織糸の切断が認められるが、並縫いでは認められず織糸の片寄りによる布目の

和服構成時の縫い糸の渡り角度と縫い目強さ

Stitch length	Cotton		Silk	
	Right angle	Plain	Right angle	Plain
3mm	0.505(mm ²) 	0.265 	0.238 	0.087 
4mm	0.462 	0.264 	0.219 	0.100 

Fig. 6. Area of seams after tensile test by assuming the ellipsoidal shapes of seams

拡大が認められた。これらのことから、縫い目の強さの項で述べたように、理論的には布の織糸が先に切断すると考えられたが、実際には縫い糸の切断により縫い目の変形が生じており、布地の損傷は小さく抑えられていた。これは縫い目が伸張されると、縫い糸は布地を構成している織糸、具体的にはヨコ糸複数本と引っ掛け伸張の状態を示し、最終的にはヨコ糸の片寄りにより束状になり布目がつぶれた個所と隙間の空いた個所に2分される。すなわち、綿布および絹布いずれの場合もヨコ糸密度は27本/cmであるから、3mm縫い目の場合、約8本(27本/10mm×3mm=8.1本)、4mm縫い目の場合、約11本(27本/10mm×4mm=10.8本)のヨコ糸の束に対し1本の縫い糸の引っ掛け強さを測定することになる。従って、この束の強さが勝り、縫い糸が切断したと考えられる。この傾向は並縫いほど強く現れ、並縫いがわが国伝統の布地の再利用を可能にした縫製技法として確立したものと考えられる。

4. 結 論

並縫いは、和服構成時に、縫い目に流れ目を形成するわが国独自の縫製技法である。このことから、並縫いの特質を明確にするために直角縫いと比較検討し、

以下の結論を得た。

(1) 縫い目の破断強さは、綿、絹ともに縫い糸の密度に比例し、3mmの小さい縫い目の方が4mmの大きい縫い目より強くなった。綿および絹の場合、3mm縫い目および4mm縫い目いずれの場合にも直角縫いの方が並縫いより強くなった。これは並縫いの縫い糸が約18°の角度を持っているためと考えられる。

(2) 縫い目の引張りに対する縫合距離の減少率は、縫い目の大小によらず並縫いの方が直角縫いより大きくなり、強さが小さいことと合わせて、織り糸の破損や織り組織の変形が少ないことがわかった。

(3) 縫い糸の破断による布地の破損は、綿、絹いずれの場合にも直角縫いの方が並縫いより大きく、縫い目の変形も直角縫いの方が大きく、並縫いが織り糸の破損や織り組織の変形が少ない縫製技法であることがわかった。

引 用 文 献

- 堀越すみ：『和服全書・正しい運針』、主婦の友社、東京、145-152 (1965)
- 全和裁団体連盟会(編)：『専門和服・技能教科書』、全和裁団体連盟会出版、東京、60-62 (1965)
- 東京家政学院和服裁縫研究会：『和服工作』(上巻)、光生館、東京、5-7 (1970)
- 正田洋子、北村 君、稲田しげ、花岡利昌：運針作業の動作分析、家政誌、**17**(4)、231-240 (1966)
- 坂本弘子、佐野旬子、山田令子：運針に関する研究、家政誌、**33**(10)、536-543 (1982)
- 永井房子、田中百子、三石幸夫：和服地の縫い目の機能的、外観的評価(第1報)、家政誌、**45**(10)、927-934 (1994)
- 永井房子、田中百子、三石幸夫：和服地の縫い目の機能的、外観的評価(第2報)、家政誌、**47**(8)、787-793 (1996)
- 永井房子、田中百子：縫製における布の縫い目現象について、家政誌、**41**(12)、1205-1212 (1990)
- 永井房子：手縫いにおける縫い糸の疲労現象、家政誌、**40**(7)、619-626 (1989)
- 永井房子、三石幸夫：縫製時の縫い糸の疲労性、家政誌、**43**(5)、437-447 (1992)