総説

工業用本縫ミシンの可縫性

堀 野 恒 雄

1. はじめに

可縫性は繊維産業での製織工程での製織性などと同様に、縫製工程における縫い性能にかかわるものである。すなわち、ミシン工程での縫いやすさ、仕立やすさと縫製後の縫製品の仕上りの良し悪し、縫目強さなどが評価の対象になる。

縫製工程では、服種、生産量、生産システムなどにより工程が細分化され、作業に適した専用の機種種の工業用ミシン、プレスが配置されている。衣料品種の紳士服、婦人・子供服、ニットウェア、シャツなど、41種の服種の縫製工程中のミシン工程、合計1,254工程に配置されたミシン機種の内、使用順位の高い機種を表1に示す¹⁾。また、表1には工業用ミシンの性能を表わす一つの目安である最高回転数を各機種種のミシンについて示した。

表1のように現在の衣料生産では、布送り方式が下送りの本縫ミシンの使用が圧倒的に多い。したがって、可縫性に関する研究は、ほとんど本縫ミシンについて行われている。このミシンは図1に示すようにモータ軸の回転運動をクラッチを経てVベルトの巻掛け伝動により上

軸に回転運動を伝達する。上軸の回転運動から、各種のカム、リンク、ピストン・クランク機構、歯車伝動などにより、天びん、中がま、針棒及び送り台を駆動する。これら四つの直接縫合にかかわるミシンの機械要素の運動をミシンの4主要運動という。この4主要運動曲線はメーカーが異なってもほぼ同様な曲線を示す。

縫製素材の上糸、下糸及び布は、この4主要運動による機械的な刺激を受け、上軸1回転で1縫目を形成する。すなわち、上糸はミシン針により針板の穴を通り布を貫通し、かまの運動によりボビンケースから供給される下糸と絡まる。その後、針は上昇し、送り歯の運動による布送りとともに天びんが急上昇し、下糸と絡まった上糸には縫目を引締める張力が発生し本縫縫目が形成される。

図1の下方に示した本縫縫目の断面図のように上布、

表1 縫製工程での使用機種調査例とミシンの性能

機 種	使用比率 (%)	最高回転数 (spm)
一本針本縫ミシン	50.8	6000
オーバロックミシン	13.8	10000
門止ミシン	4.5	2500
本縫千鳥ミシン	3.1	5000
眼り穴かがりミシン	1.5	4500
二本針本縫ミシン	1.8	5000
二重環縫ミシン	0.9	6500

The Sewability of Lock Stitch Sewing Machine for Industrial Use

TSUNEO HORINO

Faculty of Textile Science, Kyoto University of Industrial Arts and Textile Fibers

京都工芸繊維大学繊維学部 教授(工博)

図1 本縫ミシンの4主要運動とパーフェクトスティッチを形成するための調節箇所

下布の厚さの中間で上糸, 下糸が絡み合い, 各縫目間隔 S が同じ長さのパーフェクトスティッチを形成するためには, 図1中の矢印 ∇ で示したミシンの調節箇所調節により縫糸, 布に印加する機械的刺激の度合を定めるとともに, 布に応じて針の太さ, 形状, 針板の穴径, 送り歯の形状, 押さえ金の材質などを選定しなければならない。したがって, 可縫性についての計測対象は多い。従来の縫製中の計測では, ミシンの4主要運動のうち, 一つの機械要素の運動についての計測が大部分であり, なるべく複数要素についての同時計測が望まれる。

以下に, まず2回転全回転かまの本縫ミシンの主要機械要素の運動に関連した可縫性に関する研究の概要を述べることにする。

2. 縫製時の可縫性について

2.1 ミシン針の運動に関連した研究

ピストン・クランク機構のピストンに対応する針棒に固定されたミシン針は, 上軸回転角 $\theta \approx 110^\circ$ で針先端が針板の穴の上にある布の上面に接し, $\theta = 180^\circ$ の下死点まで針穴に通された上糸とともに布を貫通し, その後 $\theta \approx 270^\circ$ までの引抜き過程に移る。この場合の貫通力が小さい布ほど針の通りが良い布として評価される。この力の発生機構は主としてミシン針の表面と布との間の摩擦によるものであり^{2~4)}, この力学エネルギーが熱エネルギーに変換し, 質量の小さいミシン針の温度が上昇する^{5~9)}。

衣料用繊維材料として, 合成繊維の出現により, ミシン針の温度上昇による布の溶融穴の発生, 縫糸の溶融切れ, 好みの多様化による極薄地の布帛, 特にフェイニングの編地の地糸切れ, ミシン側では高速縫製時の針温度の上昇に起因する焼戻しによるミシン針の硬度低下などの対策を行うために, ミシン針の布貫通力及び針温度の測定, 解析とが行われている。貫通力の測定は, 通常縫製時のミシン針駆動速度よりも低い速度域で測定される場合が多く^{7, 10~12)}, 現在では専用の測定機^{11, 13)}も市販されている。

針温度は熱電対, 熱電対針, 赤外線表面温度計などで広い回転数範囲で測定されている^{5~9, 14)}。

図2はミシン針の布貫通挙動測定機¹³⁾により透明アクリル樹脂製の穴径 $\phi 2\text{ mm}$ の針板相当円板・押さえ金相当円板間で支持した見掛けの厚さ 0.14 mm の平織物について, ミシン針 #11, #16 の貫通, 引抜き状態を観察した結果である。

図2(a)は織物表面よりミシン針先端が 1 mm 貫通した場合, (b)図は針が下死点に達した場合で, 布は針の幹部により押し広げられている。その後, 針を引抜くと

図2 ミシン針の布貫通過程と引抜き後の織物の変形状態

(c)図のように針の太さにより, 布には針穴跡が残る。このように針板の穴径が一定の場合, 織物の変形量が異なるので当然貫通力, 引抜き力が相違し, ミシン針の温度上昇にも影響を及ぼす。

図3は低速時のミシン針の貫通, 引抜き力と針温度とが同時に測定できる試験法の模式図である¹⁶⁾。測定では熱電対針2本を用い, 1本は通常のミシン針のように布貫通に, 他の1本は対照針として貫通針と同様な運動曲線を描くようにし, 2本の熱電対針は針の幹部を鉄導線で接続し, 示差熱電対として針温度と貫通力とが同時に2現象ペン書レコーダに記録できる。熱電対針は図4に示すように貫通力には影響を及ぼさないように針穴より約 1 mm 離れた針溝にスポット溶接したものである¹⁶⁾。記録は図中の右上のように X-Y レコーダによる模式図

図3 ミシン針の試料貫通, 引抜き時の抵抗力と針温度の同時測定法の模式図

①: 試料貫通針, ②: 対照用針, ③: ベークライト樹脂製針固定具, ④: ロードセル, ⑤: クロスヘッド, ⑥: リニアポテンシオメータ, ⑦: 駆動軸, ⑧: 白金測温抵抗体

図4 測温接点を針穴近くに設けた熱電対(IC)針の例

のように、貫通、引抜き力-針変位(W_p , W_d-L_p)線図、針温度-針変位($\Delta T-L_p$)線図または、貫通、引抜き力-時間(W_p , W_d-t)線図、針温度-時間($\Delta T-t$)線図として得られる。

W_p , W_d-L_p 線図より求められるミシン針の貫通、引抜き時の力学エネルギー- E_T (図3の中のハッチングした面積)が全部熱エネルギーに変換し、試料を貫通した部分のミシン針の温度上昇に寄与すると仮定すると、1回のミシン針の貫通、引抜きによる温度上昇 ΔT_a は次式で表わされる⁷⁾。

$$\Delta T_a = \frac{E_T}{J \cdot C_p \cdot m} \quad (1)$$

ここで、 J は熱の仕事当量、 m は布を貫通した部分の針の質量、 C_p はミシン針の比熱であり通常 $0.12 \text{ cal/}^\circ\text{C} \cdot \text{g}$ の値が使用される。

図5は最大貫通力があまり変動しない軟質ポリ塩化ビニルフィルムを用い、貫通サイクルが終るごとにフィルムを移動し、連続して測定した4サイクル分の W_p , W_d-t , $\Delta T-t$ 線図である¹⁵⁾。

図5 フィルム試料の場合の W_p , W_d-t , $\Delta T-t$ 線図の測定例

1回目の線図に付した矢印 $T_{p,1}$ は温度検出端が貫通する時間位置であり、検出端が貫通すると直ちに針温度は急上昇し、 $\Delta T_{\max}$ に達する。図5では針の先端が貫通し始めて約4 sec後に $\Delta T_{\max}$ に達し、その後、針温度検出端がフィルムと離れている間は徐々に温度が低下し、引抜き時の再びフィルムと接する矢印 $T_{d,1}$ 近辺で極大温度 ΔT_1 を示し、針が空气中に引抜かれるとともに針温度はつぎの貫通サイクル開始まで徐々に低下し、 ΔT_2 に達し、つぎのサイクル開始により再び上昇する。

縫製時には針温度-時間線図、針温度-貫通回数線図として表わされている。これらの実験結果では図6に示すように比較的短時間でミシン針温度は平衡温度 T_e に達し、回転数の上昇とともに平衡温度は上昇する。図5のような低速駆動時の W_p , W_d-L_p 線図から求めた E_T の値から高速運転時の針温度を予測すると、実測した平衡温度よりはるかに高温になる⁶⁾。高速縫製時の針温度を予測するには、種々の温度に加熱したミシン針での E_T の速度依存性を求めておく必要があると考えられる¹⁷⁾。

合成繊維製のミシン糸、布の出現とミシンの高速化により、針温度が留意され、ミシン針の強制冷却、ミシン糸への放熱を促進する加工処理などの方法により、溶融穴の発生、ミシン糸の溶融切れなどが防止されている。

図6 縫製時の針温度上昇、運転停止後の針温度低下の時間依存性曲線の例
 T_e は平衡温度

2.2 天びんの運動に関連した研究

縫目形成時の上糸張力の程度は、シーム・ノックリング、縫糸切れ、縫目構造、縫目強度など直接縫製品の性能に影響を及ぼす。したがって、縫製中の張力が上軸の回転とともにどのようにして発生するかの知識が大切である。

ミシンの性能の向上により、例えば5000 spmで縫製する場合には12 msec間に1縫目を形成する。また、発生張力の最大値がミシン糸の強さ以下でなければ縫糸切れが起こる。したがって、張力検出器としては、共振周波数が高く、しかも感度が良いという相反する性能を持った検出器が必要であり、水晶圧電素子、半導体ゲージなどが利用される¹⁸⁻²⁵⁾。

図7は天びんの糸穴で2分されるミシン針側の張力 T_1 と上糸調節器側の張力 T_2 とを3ガイド方式で水晶圧電素子を用い、同時に糸取りばねの可動角度域とを計測した例である。

また、図8はほぼ上軸1回転分の上糸張力線図と、天びん糸量($L_2-\theta$)線図、かま糸量($L_3-\theta$)線図及びこの両者の差で表わされる上糸たるみ量($L_1-\theta$)線図とを対照して示した図である。

天びん、ミシン針及びかまの運動を反映した特定の θ 位置で上糸張力が発生している。すなわち、2回転全回転かまの本縫ミシンでは、 $L_1-\theta$ 線図で $\theta=10^\circ$ 、 330° の線図が不連続になる θ 位置と、たるみ量0の天びん上死点 $\theta=65^\circ$ 近辺では必ず極大張力が発生し、さらにミシン針の布貫通開始角 $\theta \approx 110^\circ$ 、かま剣先が上糸を引かける $\theta=207^\circ$ 近辺でも極大張力が観測される場合がある。

糸取りばねは上糸たるみ量が大きくなり、上糸調節器側の張力 $T_2=0$ の θ 範囲で元の位置に復帰する。糸取りばねの強さ、ストローク及びミシン糸の伸び易さの程度の相違により、 $T_2=0$ になる θ 範囲が異なる。

$\theta=65^\circ$ 近辺で発生する張力 T_1 ($\theta=65^\circ$)の値により形成縫目の糸調率率が変化する。糸調率は一定長さの縫目線当たりの上糸の長さ a 、下糸の長さ b を測定して次式で表わす²³⁾。

$$\text{糸調率}(\%) = (a/b) \times 100 \quad (2)$$

通常、糸調率が110%前後になるように上糸調節器の円錐コイルばねのたわみ量を調節して縫製作業が行わ

図8 上糸たるみ量—上軸回転角($L_1-\theta$)線図と針側張力 T_1 、調節器側張力 T_2 曲線との比較

(縫製速度: 1000 spm)

図7 60番手のポリエステル紡績糸、フィラメント糸で縫製した時の針側、上糸調節器側の上糸張力及び糸取りばねの可動域の上軸回転角度依存性の例

れる。たわみ量が一定でも縫製速度1000 spm前後を境に糸調率の値が変化することが経験的に知られている。したがって、ミシン糸の種類による T_1 ($\theta=65^\circ$)の縫製速度依存性を求めておく必要がある。250~4000 spmの速度域では、紡績糸のミシン糸では縫製速度の上昇とともに T_1 ($\theta=65^\circ$)の値は低下する傾向を示すが、フィラメント糸のミシン糸では、紡績糸とは逆に上昇する傾向を示す実験結果が得られている²⁵⁾。

下糸の引出し張力、上糸の張力調節により糸調率が同じでも縫目の糸締りが異なった本縫縫目が形成される。縫目の糸締りが強い場合にはパッカリングが生じる。また、伸びやすい布の縫製では、縫目自身が伸びやすい糸締りのゆるい縫目形成が要求される。糸調率とともに糸締りの程度も評価する必要があるが、その方法はまだ確立されていない。

上述した糸調率の縫製速度依存性は1個の縫目形成に必要な上糸がどのように供給され、 T_1 ($\theta=65^\circ$)の発生にどのように影響しているかの観測が必要となる。このような観点から縫製中の上糸の移動量、移動速度の測定が試みられている^{23, 26, 27)}。1000 spm以下の低速では天

びん上死点での $T_1 (\theta = 65^\circ)$ の発生とともに上糸が移動し、次の縫いサイクルに必要な上糸が補給され、上糸は間欠的な移動運動をする。

縫製速度が速くなると、(上糸の移動所要時間)/(上軸1回転当たりの時間)の値が1に近づき、低速時の間欠的な移動から連続的な移動運動に移行するものと予想され、この運動挙動が高速縫製時の糸調和率に影響を及ぼしているものと考えられる。

2.3 送り歯の運動に関連した研究

上布、下布の送りは図1に示したように押さえ圧と送り歯の針板から出る高さに関連する。押さえ圧は円筒コイルばねのたわみ量で調節され、布送り時には、(コイルのばね定数)×(送り歯の針板よりの高さ)分の圧縮力がさらに印加される。押さえ金を介し上述の圧縮力で押さえられた上布、下布の下面に送り歯の水平運動が印加され、一縫目間隔 S だけ送られる。

布送りでは送り歯の水平移動量 Δl を基準ととり、上布、下布それぞれの送り率 f_u 及び f_d を次式で定義する^{28,29)}。

$$f_u (\%) = \frac{l_u}{\Delta l \times n} \times 100, \quad f_d (\%) = \frac{l_d}{\Delta l \times n} \times 100 \quad (3)$$

ここで、 n は上軸の回転回数、 l_u 及び l_d はそれぞれ定常状態での上布及び下布の n 回当たりの布送り量である。

また、上布と下布の布送りの相違を表わすために、ずれ率 Δf を次のように定義する。

$$\Delta f (\%) = \frac{l_d - l_u}{l_d} \times 100 = \frac{f_d - f_u}{f_d} \times 100 \quad (4)$$

マシンでは布送り率 100%，ずれ率 0% のときが理想的な布送り状態である。

ずれ率が 0% より極端に大きい場合、布送り率が 100% より極端に小さくなるような場合には、針送り、上下送りなどの布送り方式のマシンが使用される。

下送り方式では押さえ金と送り歯とで布に圧縮力を加えなければならないが、高速で縫製すると瞬間押さえ金が飛びはねる現象が観測されている^{30~32)}。

最近、押さえ棒、送り台自身を検出器として利用した布送り挙動の測定が試みられているので、その方法を模式的に図9に示す³³⁾。

押さえ棒の中心線より y_1, y_2 の位置に接着したひずみゲージには、押さえ棒が片持りとして作用すると考えると、布送り時には図中の記号を用いて次式の応力が発生する。

図9 下送りマシンの布送り挙動検出法の模式図

P_s : 初期押さえ荷重, F_u : 上布の布送り力
 F_d : 下布の布送り力
 $G1$: 押さえ棒に接着したひずみゲージ
 $G2$: 送り台に接着したひずみゲージ
 A : 水平送り軸, B : 上下送りコロ

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{x=l}(y_1) &= (F_u + F_d) \cdot l \cdot y_1 / I_z + P_s \cdot e \cdot y_1 / I_z - P_s / A \\ \sigma_{x=l}(y_2) &= -(F_u + F_d) \cdot l \cdot y_2 / I_z - P_s \cdot e \cdot y_2 / I_z - P_s / A \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

ここで、 l は針板上面よりゲージまでの距離であり、 $l \gg$ 布の厚さ、の関係から布の厚さは無視している。また、 I_z は紙面に垂直な z 軸に関する $x=l$ での断面二次モーメント、 A はゲージ接着位置の断面積である。

(5)式の第2項、第3項はそれぞれ押さえ金を下ろした時に荷重 P_s により発生する曲げ応力、圧縮応力であり、第1項が送り歯の水平運動による布送り力 F_u, F_d

図 10

(a) : 1000 spm の時に $G1$ で検出した力 P'_s と $G2$ で検出した力 P''_s の例
 (b) : 4000 spm の時に $G2$ で検出した力 P''_s の例

により押さえ棒にさらに加えられる曲げ応力である。したがって、 P_s と F_u 、 F_d による寄与とが分離でき、図10(a)に示す記録例のように計測することができる。なお、送り台を利用した場合は、上述の押さえ金の飛びはね現象の観測に適し、(b)図のように一次的に P_s が低下する記録が得られる。

ミシンの主要な機械要素のかまは針板の下に装備され、上軸の2倍の回転数で駆動される。ミシンでのかまの位置、回転速度から、かまの機能に関する測定例はあまりないが、縫製時のかまトルクの測定³⁴⁾、上糸のかま抜け挙動の観測などが行われるようになってきている²⁴⁾。

3. 縫製後の可縫製について

縫製後の可縫性評価では、機械的性質の縫目強さと、外觀に関するシーム・パッカリングが主なものである。

3.1 縫製布の強さ

織物の縫製布では、縫目線に対し直角方向に引張力を印加する一軸引張りで強さを評価している。ASTMの縫目強さの標準試験法³⁶⁾では縫製布の破壊様式として、(a)織物の糸切れ、(b)縫糸切れ、(c)織糸の滑脱、(d)これらの原因の二つまたは三つの組合せ、を挙げている。これは縫製布が布要素と縫目要素とで構成され、この2要素が引張力の印加方向に直列に結合しているとして考えられた破壊様式である³⁶⁾。

また、縫製布の強さ保持性の程度を表現する方法として、次式で定義された効率が用いられる³⁷⁾。

$$\text{縫製効率} = \frac{\text{縫製後の布要素の引張強さ}}{\text{縫製前の布要素の引張強さ}} \quad (6)$$

$$\text{縫目効率} = \frac{\text{縫製布の縫目の引張強さ}}{\text{縫製前の布要素の引張強さ}} \quad (7)$$

(6)式は縫製時の針の上下運動で布に印加された外力による布要素の強度低下の度合いを表わす。したがって、単位長さ当たりの針目数の増加とともに縫製効率は低下することになる。この効率の値が低い場合は上述の破壊様式(a)の破壊が起こる。

(7)式は布要素は破壊せず、縫目要素が破壊する様式(b)を対象とした効率であり、この様式の破壊を示す場合には単位幅当たりの針目数の増加とともに縫目効率は上昇する。

また、縫製布では布要素、縫目要素では破壊せずに縫糸による縫代部への圧縮により縫代部が破壊する場合がある。織物では縫代長の不足による織糸の滑脱であり、破壊様式(c)に相当する。縫製布の一軸引張りの場合の破壊様式(b)、(c)の場合の破壊過程をそれぞれ図11、12に示す³⁸⁾。

縫製では通常布要素の安全を計り、破壊様式(b)にな

図11 縫製布の一軸引張りの場合の破壊過程

(a): 縫製布, (b), (c): 破壊進行過程
(d): 縫目要素の破壊

図12 縫製布の一軸引張りの場合の破壊過程

(a): 縫製布, (b), (c): 破壊進行過程
(d): 織糸の滑脱破壊

るように、布及び縫目間隔に応じてミシン糸の番手を選定して縫製される³⁸⁾。

一軸引張りは試験方法が簡単であるので縫目強さについての従来の実験はほとんどこの方法で行われている^{39,40)}。また、図11にみられるように破壊直前では上糸、下糸とが引掛け状態になるので、破壊様式(b)の場合を対象として次のような実験式が得られている⁴¹⁾。

$$\left. \begin{aligned} \text{本縫いの割縫い} \quad F &= n \cdot F_S = 0.8 n \cdot F_Y (1 \pm 0.25) \\ \text{本縫いの折り伏せ縫い} \quad F &= n \cdot F_S = 1.7 n \cdot F_Y (1 \pm 0.20) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

ここで、 F : 幅1cm当たりの縫製布の強さ、 n : 1cm当たりの針目数、 F_S : 1縫目当たりの引張強さ、 F_Y : ミシン糸の引掛け強さである。

上述の一軸引張りでは引張りの進行とともに縫目間隔が小さくなる。破壊荷重近くまで縫製後の糸調率、縫目間隔を保持したまま、すなわち縫製布の一軸拘束二軸引張りで縫目構造と引張り挙動との関係の解析が試みられている⁴²⁾。

3.2 シーム・パッカリング

シーム・パッカリングは縫製直後に起こるものと、洗濯後に発生するものとがあり、いずれも縫製品の外觀を損ねる。

縫製直後のパッカリングは、主として上糸調節器の圧

力と押さえ金の圧力の程度, すなわち上糸張力と布送り挙動に依存する^{18,43,44)}。同じミシン条件であっても布の機械的性質が方向性を有するので, 縫い方向によってもバックリングの程度が異なる⁴⁵⁾。バックリングをなるべく生じないように縫合するには, 縫目の糸締め張力値を低くし, ずれ率を0%に近づけるようなミシン条件の設定が必要である。

縫製直後のバックリングは縫製工程中のアイロン工程での熱, スチーム刺激により一応修正される⁴⁶⁾。しかし, 縫製品は必ず汚れ除去のために洗濯作業で物理化学的な刺激を受け, 縫製時の布, ミシン糸中の残留ひずみによりバックリングが再び目立つようになり⁴³⁾, 洗濯物の仕上げ作業でも除去できない場合もある。

シーム・バックリングは, 通常縫いしわの発生の程度を外観で判定する⁴⁶⁾が, 量的には縫製前後の布の長さを縫製線に沿って測定し, 縫目による収縮率を算出している⁴⁷⁾。

布平面はバックリングにより凹凸が生ずるので, モアレ・トポグラフィ法を用い, ミシン条件と縫い縮み, 凹凸の高さとの関係を非接触で求める試みも行われている⁴⁷⁾。

4. おわりに

可縫性をはじめに述べたように解釈し, 現在縫製工程で最もよく使用されている下送りの2回転全回転かまの本縫ミシンの場合を主として述べた。

布, ミシン糸が多様化しているのに対し, ミシンの機構, 調節機構はほとんど変わっていない。現在進められている縫製の自動化⁴⁸⁾では, 可縫性についての問題点がないことが一つの前提になる。今までの可縫性についての実験結果では, 上糸及び布の送り出しについては, まだ問題点があると考えられる。布の送りについてはミシンの機構は複雑になるが, 他の送り方式のミシンの使用が増加すると予想されるが, 上糸の送りについては新しい機構が望まれる。

文 献

- 河内保二, 衣生活研究, **6**, 65 (1980-8, 9)
- C. M. Dorkin, N. H. Chamberlain, *J. Text. Inst.*, **43**, T203 (1952)
- 木村 寧, 若山一夫, 繊維論文集, **27**, T-142 (1974)
- S. Simmons, *Clothing Res. J.*, **7**, 51 (1979)
- G. M. Howard, D. Parsons, *Text. Res. J.*, **38**, 606 (1968)
- S. P. Hersh, P. L. Grady, *ibid.*, **39**, 101 (1969)
- R. A. Khan, S. P. Hersh, P. L. Grady, *ibid.*, **40**, 489 (1970)
- S. Smmons, A. Z. Keller, *Clothing Res. J.*, **1**, 37 (1973)
- 鎌田佳伸, 原田雅之, 木下陸肥路, 志村奉美, 繊維学誌, **32**, T-102 (1976)
- 堀野恒雄, 西島啓子, 川西定子, 繊維論文集, **30**, T-1 (1977)
- C. A. Leeming, D. L. Munden, *Clothing Res. J.*, **6**, 91 (1978)
- M. Braun, *Melliand Textilber.*, **58**, 734 (1977)
- 堀野恒雄, 岩本真輔, 繊維工学, **31**, P-182 (1978)
- C. M. C. Dorkin, N. H. Chamberlain, *Clothing Inst. Tech. Report No. 13* (1963)
- 堀野恒雄, 川西定子, 繊維論文集, **32**, T-89 (1979)
- 江口龍彦, 繊維工学, **32**, P-423 (1979)
- 堀野恒雄, 小川秀次, 三浦義人, 第9回繊維連合研究発表会講演要旨, P125 (1981-11)
- F. C. Deery, N. H. Chamberlain, *Clothing Inst. Tech. Report No. 15* (1964)
- 川西定子, 宮本喜八郎, 堀野恒雄, 消費科学, **6**, 306 (1965)
- 堀野恒雄, 川西定子, 消費科学, **10**, 2 (1969)
- 宮下利平, 関口純一, 笹原もと江, 神立 均, 繊維工学, **27**, P-55 (1974)
- N. G. Greenberg, *Clothing Res. J.*, **3**, 77 (1975)
- 堀野恒雄, 三浦義人, 坂本勝之, 安藤幸広, 繊維論文集, **33**, T-8 (1980)
- 鎌田佳伸, 木下陸肥路, 石川昇之輔, 不二崎 潔, 繊維論文集, **35**, T-60 (1982)
- 堀野恒雄, 三浦義人, 坂本勝之, 安藤幸広, 繊維論文集, **35**, T-30 (1982)
- 堀野恒雄, 三浦義人, 安藤幸広, 坂本勝之, 繊維機械学会第35回年次大会講演論文集, P65 (1982)
- 堀野恒雄, 安藤幸広, 坂本勝之, 繊維機械学会第36回研究発表論文集, P67 (1983)
- 川西定子, 堀野恒雄, 消費科学, **11**, 405 (1970)
- 堀野恒雄, 川西定子, 繊維論文集, **32**, T-15 (1979)
- E. M. Johnson, *Clothing Res. J.*, **1**, 3 (1973)
- T. F. P. Frank, *ibid.*, **2**, 81 (1974)
- 鎌田佳伸, 木下陸肥路, 水野紳一, 繊維論文集, **31**, T-147 (1978)
- 堀野恒雄, 安藤幸広, 坂本勝之, 繊維機械学会第36回研究発表論文集, P69 (1983)
- 安藤幸広, 坂本勝之, 未発表データ
- ASTM D1683-59T
- 川西定子, 堀野恒雄, 繊維論文集, **24**, T-85 (1971)
- 日本繊維機械学会編, “最新被服学”, p.161 (1968)
- A.S. L22 (American Standard Performance Required for Textile Fabrics)
- B. Burtonwood, N. H. Chamberlain, *Clothing*

- Inst. Tech. Report No. 17 (1966); No. 18 (1967)
- 40) W. J. Blackwood, N. H. Chamberlain, *ibid*, No. 22 (1969)
- 41) 田川 敬, 繊維工学, **21**, P-58 (1968)
- 42) 堀野恒雄, 川西定子, 繊維論文集, **26**, T-155 (1973)
- 43) C. M. C. Dorkin, N. H. Chamberlain, *Clothing Inst. Tech. Report No. 10* (1961)
- 44) A. M. Bertoldi, D. L. Munden, *Clothing Res. J.*, **2**, 68 (1974)
- 45) T. Townsend, N. H. Chamberlain, *Clothing Inst. Tech. Report No. 16* (1965)
- 46) AATCC, 88B-1973
- 47) 渡辺 進, 野田隆弘, 消費科学, **23**, 499 (1982)
- 48) 日本衣料産業研究会議, “自動縫製システム研究開発の課題” (1982-1)
- (昭和 58 年 11 月 3 日受理)
-

正会員・学生会員会費払込みのお願い

会費をお払込み願う時期になりました。お手数でも事務局から送付いたします振替用紙をご利用のうえお払込みくださいますようお願いいたします。(銀行振込みの場合には会員番号・氏名を必ずご連絡下さい。)

56年4月以降領収書の発行を省略させていただいております。郵便局でご送金の際発行される払込票を各自保管下さいますように。なお当学会の領収証が必要の方には、ご連絡いただければ従来通り発行致します。