インターレーサの寸法効果

(第1報) 交絡数と糸の運動

福井大学工学部	家	元	良	幸	(会員)
"	蝶	野	成	臣	(")
"	笠	松	久	仁雄*	
"	楼		煒	春	

Size Effect of Interlacer

Part 1 : Number of Tangles and Yarn Motion

Yoshiyuki Iemoto, Shigeomi Chono,

Kunio Kasamatsu** and Weichun Lou,

Faculty of Engineering, Fukui University, Fukui

***Present Address : Mitsubishi Paper Mill Ltd.,*

Hachinohe, Aomori.

Abstract

In order to examine the size effect of interlacer, we make several interlacers with various diameters of yarn duct and air jet nozzle. For these interlacers, experiments are carried out on number of tangles, opening part distance and yarn motion which is measured by means of an optical fiber sensor. Results obtained are as follows.

(1) When the diameter of yarn duct d is large, the region in which air jet acts on a yarn is wide in the axial direction of the yarn. When d is small, there is no space for the yarn to open. For large values of the diameter of air jet nozzle d_n , the air flow rate is large and the number of tangles N becomes maximum at small value of air pressure p . On the contrary, for small d_n , N is maximum at large p . Consequently the optimum values of d and d_n exist which make N maximum, and then the regularity of opening part distance is high.

(2) When diameter ratio R_d is small or when p is large, a yarn stays in the vicinity of the opposite wall of the air jet nozzle and moves across the air jet axis frequently. However, the yarn scarcely opens due to small velocity gradient of air jet and high yarn tension, and continuously blowing air jet destroys the tangling part which was already made. When R_d is large, a yarn balloons on one side of the jet axis for a long time and scarcely moves across the jet axis. For small p , the air force is too weak to make many tangling parts.

(3) Yarn motion is independent of yarn speed v . With increasing v , N decreases because the period for a yarn to be subjected to the air jet is short. In the high yarn speed region, when R_d is small and p is large, a yarn can not enter the interlacer smoothly due to strong air frictional force in the yarn duct, and finally breaks because of extremely high yarn tension.

(4) In every interlacer, the yarn locus in the position of the air jet nozzle is a modified form of letter 8.

(Received July 18, 1991)

(Accepted for Publication November 11, 1991)

*現在 : 三菱製紙株式会社

摘 要

目的 インターレーサの寸法効果を明らかにする目的で、種々の糸道管直径と空気噴射ノズル直径を持つインターレーサを製作し、交絡数、開織部の生成間隔、および糸道管内における糸の運動を調べる。糸の運動の測定には、光ファイバセンサを用いる。

成果 (1) 低糸速領域では、空気噴射ノズル直径 d_n を固定した場合、糸道管直径 d が大きいと空気噴流が糸に作用する領域が糸軸方向に広く、 d が小さいと開織する空間がなくなるので、交絡数 N は d の変化に対して最大値を取る変化を示す。ただし、 d を変えても、 N の空気圧 p に対する分布形状はほとんど同じである。

(2) 低糸速領域では、 d を固定すると、 N を最大にする d_n が存在する。

(3) 直径比 R_d が小さいインターレーサや p が大きい場合には、糸は空気噴射ノズル対壁付近に長時間滞留して噴流軸を盛んに横切る。しかし、糸は速度勾配の小さい直接噴流を受けたり、大きな糸張力のために、開織しにくい。又、一旦生成した交絡部を空気噴流は壊す。 R_d が大きいインターレーサでは、噴流軸の片側でパルーニングする時間が長く、噴流軸を横切る回数が比較的少ない。 p が小さいと糸に作用する空気が小さいので、 N も小さい。

(4) 糸の運動は糸速 v に依存しない。 v の増加とともに糸が噴流を受ける時間が短くなるので、 N は減少する。高糸速領域で、 R_d が小さく、 p が大きいときには糸道管内における空気流速が大きくなり、糸に作用する糸軸方向の摩擦力が大きくなって、糸がインターレーサ入口部に溜まり糸切れを起こし、インターレース加工ができなくなる。

(5) d と d_n を変えたとき、 N が大きくなる糸は生成間隔の規則性も良好である。

(6) d と d_n に関係なくいずれのインターレーサでも、空気噴射ノズル位置における糸は噴流軸付近で空気噴射口から遠ざかり噴流軸から離れたところで空気噴射口に近づくパルーニング運動を示し、糸の軌跡は8の字の変形である。

(平成3年7月18日受理)

(平成3年11月11日審査終了)

1. 緒 言

インターレース糸は、各フィラメントが糸軸方向に間欠的に相互に絡合い、集束性を有するので、撚糸や糊付糸の代替糸として開発されたが、現在では複合混織糸としても盛んに用いられている。インターレース加工法が開発されて¹⁾久しいので、多種多様な形状のインターレーサが製作されているが、最適インターレーサの形状寸法は未だ確定していない。又、種々の形状寸法のインターレーサが生成する糸の性能に関する系統的なデータはほとんど公表されていない。

著者らがインターレース加工原理を明らかにするためにに行ったモデル実験において、糸道管直径に相当する空気噴射ノズルと糸との距離（これをノズル高さと呼んだ）を種々に変えて糸加工した結果、糸道管直径は交絡数やその他の糸形状に多大の影響を与えることが分かった²⁻⁶⁾。又、インターレーサの糸道管直径と空気噴射ノズル直径により、糸道管内の空気流は大きく異なることが分かった^{7,8)}。

インターレーサの形状は様々であるが、最も基本的な形状のインターレーサは、糸道管および空気噴射ノズルがともに円形断面で、1個の空気噴射ノズルが糸道管軸に垂直に糸道管中央に位置するものである。著者らが従来から用いてきたインターレーサ⁸⁻¹³⁾も、この基本形状のものである。本報告でも、

この形状のインターレーサを取り扱うことにする。

さて、インターレース加工を理解するために、前報¹³⁾では1種類のインターレーサの糸道管内における糸の運動を測定し、開織・交絡は糸が直接噴流を受ける空気噴射ノズル位置で行われ、この位置における糸の運動が糸道管内の糸の運動の特徴を表すことが分かった。

そこで本報告では、糸道管直径と空気噴射ノズル直径を種々に変えてインターレース加工を行い、交絡数、開織部の生成間隔および糸の運動を調べることにより、加工される糸に適したインターレーサの寸法について考察する。

前報¹³⁾では糸道管内における糸の運動を測定するために、高速度カメラを用いた。しかし映像データをコンピュータへ入力するのに大変な時間と労力を要する。本研究では、これを改善する測定機器として、光ファイバセンサを用いる。このセンサは、糸道管軸方向のすべての位置で糸の運動を測定することは困難であるが、糸の運動を特徴づける空気噴射ノズル位置などの一断面に限れば十分な精度のデータを得ることができる。

2. 実験装置および方法

試料糸は、ポリエステルマルチフィラメントの原糸（150 d/ 48 f）を1段ヒートセットした仮撚加工糸である。

Fig. 1 Interlacer and coordinate system.

図1に、本実験で使用したインターレーサを示す。 d は糸道管直径、 l_d は糸道管長さ、 d_n は空気噴射ノズル直径、 l_g はガイド間距離である。空気噴射ノズルは、糸道管中央に糸道管軸に対して垂直に1個設けてある。インターレーサの両端にあるヤーンガイドは、糸が糸道管軸に位置するように設置してある。糸の位置を表示するために、糸道管軸に原点を持つ座標 x, y を用いる。表1に、インターレーサの番号と寸法を示す。 l_d と l_g の大きさは d の値に比例させた。表2に、インターレーサの直径比 R_d を

Table 1 Dimensions of interlacers.

d_n mm d mm	1.0	1.4	2.0	l_d mm	l_g mm
2.0	①	②		10.5	22.5
2.8	③	④	⑤	14.7	31.5
4.0		⑥	⑦	21.0	45.0
l_m mm	1.25	1.45	2.75		

Table 2 Diameter ratios of interlacers.

Interlacer	R_d
② ⑤	1.4
① ④ ⑦	2.0
③ ⑧	2.8

示す。 $R_d=d/d_n$ である。

糸の運動の測定は、インターレーサ②～⑥について行う。空気噴射ノズルの位置で測定するのが最良であるが、空気噴射ノズルが障害となって光ファイバを設置できないので、図1に示すように、空気噴射ノズルから糸の入口方向に距離 l_m 離れた位置に、光ファイバセンサを設けてある。図2に構成を示す。インターレーサは、入口部①、測定部②、出口部③の3つの部品から成っており、測定部②には光ファイバを挿入するためのスリットが x, y 軸に平行に糸道の四方に開けてある。このスリットに、図3に示すように、それぞれ8本の投光用と受光用の光ファイバ（直径0.25 mm）を対向して挿入してある。受光用ファイバの他端をフォトアンプに接続し、光信号 O_i ($i=1, 2, 3, \dots, 16$)を電圧に変換し、コンパレータであらかじめ設定した敷居値と比較して、糸の有無を識別する。コンパレータからの出力は、16本同時にコンピュータに取り込む。複数のファイバで糸の存在を感知したときは、内挿法により糸の中心位置を定める。図3は $d=2$ mmの場合であるが、 $d=2.8, 4.0$ mmの場合には隣接するファイバの間隔を開けることにより糸道全体にわたって測定する。取り込み周波数は100 kHz、データ数は約16万個で、糸速200 m/minのとき測定する糸の長さは約5.3 mである。

試料糸である仮燃糸の平均糸断面積は既報¹²⁾の結果から約0.17 mm²なので、仮燃糸を円形と仮定す

- ① Entrance part
- ② Measurement part
- ③ Exit part

Fig. 2 Construction of interlacer for measuring yarn motion.

Fig. 3 Arrangement of optical fibers in the measurement part.

れば、直径は約 0.47 mm である。光ファイバの直径は 0.25 mm なので、糸が円形を保てば、投光用ファイバからの光を糸は完全に遮断することができる。ただし、糸がフィラメント割れなどを起こすと測定は大きな誤差を含むことになる。又、前述のように、測定位置は空気噴射ノズル位置よりずれている。そこで光ファイバセンサによる測定結果を検証するために、高速度カメラによる従来結果とあらかじめ比較検討した。後述の光ファイバセンサによる測定結果(図 6(e)など)は、高速度カメラによる従来結果(文献 13 の図 3(c)など)と酷似しているの、光ファイバセンサは空気噴射ノズル位置における糸の運動を正しく測定できることが分かる。

糸走行装置は糸の高速走行安定性を増すための改良を施した以外前報¹³⁾と同じなので、記述を割愛する。

交絡数と開織部の生成間隔は、無張力状態で目視により交絡部と開織部を判定して印を付け、糸に 30 mN (1 mN = 0.102 gf) の張力を与えて 200 個の交絡部を含む糸の長さで開織部の間隔を測定することにより求めた。ただし測定長さは最大 5 m とした。

3. 結果および考察

3.1 交絡数

図 4 に、フィード率 $F = 1\%$ のときのインターレーサ②～⑥の交絡数 N と空気圧 p の関係を、パラメータに糸速 v を取って示す。図から明らかなよ

Fig. 4 Number of tangles.

うに、 v が小さいほど、 N は大きい。 $v = 200 \text{ m/min}$ のとき、 $F = 1\%$ の場合に最大交絡数が得られたので、図4を含む以後のデータはすべて $F = 1\%$ のものである。

糸速が大きいほど交絡数は小さくなり、 $v = 600 \text{ m/min}$ では高空気圧になるとプロットの種類が減少している。これは、糸がインターレーサ入口部に溜まり糸切れを起こすためである。 $v = 800, 1000 \text{ m/min}$ では顕著になる。この現象は、直径比が小さい値 $R_d = 1.4$ を取るインターレーサ②、⑤で生じやすい。

空気噴射ノズル直径を $d_n = 1.4 \text{ mm}$ に固定して、糸道管直径を $d = 2.0, 2.8, 4.0 \text{ mm}$ の3種類に変えたインターレーサ②、④、⑥に注目する。 $v = 200, 400 \text{ m/min}$ のような低糸速の場合、いずれの $N-p$ 曲線も $p = 0.3 \sim 0.4 \text{ MPa}$ ($1 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$) 付近で最大値を取り、曲線の形状もほとんど同じであるが、 N の値はインターレーサ④、②、⑥の順に減少しており、 N は d の変化に対して最大値を取る。

糸道管直径を $d = 2.8 \text{ mm}$ に固定して、空気噴射ノズル直径を $d_n = 1.0, 1.4, 2.0 \text{ mm}$ の3種類に変えたインターレーサ③、④、⑤に注目する。低糸速の場合、使用空気量の多い $d_n = 2.0 \text{ mm}$ のインターレーサ⑤では、低空気圧 ($p = 0.1 \text{ MPa}$) で N は比較的大きな値を示すが、 $p = 0.2 \text{ MPa}$ で最大となり、それ以上 p を上げて N はほぼ一定あるいは減少する。一方、 $d_n = 1 \text{ mm}$ のように d_n が小さいインターレーサ③では、空気量が小さいので空気噴流も小さく、 N の最大値を与える p の値は大きくなる。 d_n の中間値を持つインターレーサ④では、中程の p のときに N の最大値を与え、その値はインターレーサ⑤、③の場合よりも大きい。以上より大略、 N の値はインターレーサ④、⑤、③の順に減少しており、 N は d_n の変化に対して最大値を取る。

インターレーサ①、⑦については図示を省くが、 $v = 200 \text{ m/min}$ 、 $p = 0.4 \text{ MPa}$ のとき、 N はそれぞれ114, 77個/mである。この値はインターレーサ④の N より小さい。インターレーサ①、④、⑦は同一の直径比 R_d を持つので、これらのインターレーサの糸道管内流れは相似である⁸⁾。糸が空気噴流を受けるとき、空気が一様流よりもせん断流の場合の方が、フィラメントに作用する力が局所的に異なるので、フィラメント相互の位置変化を促進し、開織・交絡作用が大きいと思われる。空気噴射ノズルから

噴出した空気噴流は糸道管内の空気噴射ノズルの位置で速度分布を持つ。寸法の大きいインターレーサでは、ほぼ一様流を受けるので糸は開織しにくい。一方、小さいインターレーサでは、空気力が小さいため糸は開織しにくいと考えられる。従って、 R_d が同じインターレーサでも、寸法により N は最大値を取る変化を示す。

直径比 R_d に対する N の変化に注目すると、直径比が約2のインターレーサが比較的多くの交絡数をもたらすように思われる。

3.2 生成間隔

図5に、加工条件 $v = 200 \text{ m/min}$ 、 $p = 0.4 \text{ MPa}$ のときのインターレーサ②～⑥について、生成間隔 l_p と生成割合 R_p の関係を示す。 l_p は開織部から開織部までの距離で、 R_p は生成間隔の全数に対する l_p で生成した数の割合である。図では例えば、 l_p が4.5 mm以上5.5 mm未満の R_p を横軸5 mmの位置に、5.5 mm以上も同様に、プロットしてある。生成間隔と生成割合の関係は、生成間隔の規則性を表し、糸の評価要素の1つである。 N の大きいインターレーサ④は、 R_p の最大値と分布の急峻性が大きいので、生成間隔の規則性も良好であることが分かる。

空気噴射ノズル直径を $d_n = 1.4 \text{ mm}$ に固定して、糸道管直径を $d = 2.0, 2.8, 4.0 \text{ mm}$ の3種類に変えたインターレーサ②、④、⑥を比較する。空気は空気噴射ノズルから糸道管内へある広がり角を持って噴出する⁹⁾。従って d が大きいインターレーサ⑥では、噴流が糸に作用する領域が糸軸方向に広いために、 R_p の最大値は比較的大きな l_p で生じ、 N は小さい。一方、 d が小さいインターレーサ②では、 R_p が最大となる l_p はインターレーサ④と同じであるが、 l_p が大きいところまで R_p は分布している。これは、一旦生成した交絡部が空気噴射ノズル位置を通過する際に噴流を受けて壊される⁹⁾ためと思われる。

糸道管直径を $d = 2.8 \text{ mm}$ に固定して、空気噴射ノズル直径を $d_n = 1.0, 1.4, 2.0 \text{ mm}$ に変えたインターレーサ③、④、⑤を比較する。 d_n が1 mmのように小さいインターレーサ③では、空気噴流力が弱く、開織部が生成されにくく、 l_p の範囲は広い。 d_n が2 mmのように大きなインターレーサ⑤では、空気流量が大きいため比較的規則性の良い糸ができて、既成の交絡部を噴流が壊すために R_p は l_p が大きい範囲に広がっている。

Fig. 5 Relation between opening part ratio and opening part distance ($v = 200$ m/min, $p = 0.4$ MPa).

R_d に注目すると, R_d が小さいインターレーサ②, ⑤では, 既成の交絡部を噴流が壊す現象がみられる。

3.3 糸の運動

図6に, 加工条件 $v = 200$ m/min, $p = 0.4$ MPa のときのインターレーサ②～⑥について, 空気噴射ノズル位置における糸の位置 x, y の時間 t に対す

Fig. 6 Yarn position against time ($v = 200$ m/min, $p = 0.4$ MPa).

る変化を示す。

空気噴射ノズル直径を $d_n = 1.4$ mm に固定して、糸道管直径を $d = 2.0, 2.8, 4.0$ mm の 3 種類に変えたインターレーサ②, ④, ⑥の糸の運動を比較する。糸の位置 x に注目すると、 d が大きいインターレーサ⑥では、糸は x の正または負の領域で微小振動し、 $x = 0$ を横切することは比較的少なく、噴流軸 $x = 0$ に空気噴流による障壁が生じている。 d が中程のインターレーサ④ではインターレーサ⑥に比し糸は噴流軸を頻繁に横切っており、 d が小さいインターレーサ②では糸は噴流軸をさらに頻繁に横切り、 $x = 0$ に空気噴流による障壁はほとんど見られない。糸の位置 y に関する図より、糸は y 方向にも盛んに振動するが、 d が小さいインターレーサ②では空気噴射ノズルからの噴流を直接受けるので、糸は空気噴射ノズル対壁付近に位置する時間が長いことが分かる。

糸道管直径が糸の太さに比して大きすぎると、糸は空気噴流の作用領域の外に位置する時間が比較的長い。一方、糸道管直径が小さすぎると、糸が噴流を受けても開織するために必要な空間がないうえに、糸道管内で糸に作用する糸軸方向の空気摩擦力のために、開織部が生じるべき位置の糸張力が増し開織しにくくなる。又、この糸軸方向の空気摩擦のため、高糸速では糸がインターレーサ入口部で溜まりインターレース加工が不可能になる。

糸道管直径を $d = 2.8$ mm に固定して、空気噴射ノズル直径を $d_n = 1.0, 1.4, 2.0$ mm に変えたインターレーサ③, ④, ⑤の糸の運動を比較する。 d_n が 2 mm のように大きなインターレーサ⑤では、糸は空気噴流を直接受けるので、空気噴射ノズル対壁付近に長時間滞留する。 d_n が 1 mm のように小さいインターレーサ③では、空気噴流力が弱く、糸の運動は比較的緩やかである。

インターレーサの R_d 値に注目して、糸の運動を比較する。同一の直径比を持つインターレーサ②と⑤およびインターレーサ③と⑥の糸の運動は、それぞれ酷似している。 $R_d = 1.4$ のインターレーサ②, ⑤では、糸が空気噴射ノズル対壁付近に長時間滞留して噴流軸を頻繁に横切る。一方 $R_d = 2.8$ のインターレーサ③, ⑥では、糸が噴流軸をあまり横切らず、噴流軸から離れた領域に比較的長時間位置する。

大きな交絡数をもたらすインターレーサ④について、加工条件 $v = 200$ m/min で、 $p = 0.2, 0.6$ MPa の結果を図 7 (a), (b) に示す。 $p = 0.2$ MPa のような

Fig. 7 Yarn position against time (interlaser ④).

低空気圧では、糸の運動は $p = 0.4$ MPa の場合 [図 6 (c)] とほとんど変わらない。 $p = 0.6$ MPa のような高空気圧では噴流力が強すぎて糸の運動が空気噴射ノズル対壁付近に拘束されている。これは、インターレーサ⑥の同一加工条件における高速度カメラによる従来結果¹³⁾と同じである。図 7 (c) は加工条件 $v = 600$ m/min, $p = 0.4$ MPa の結果である。前報の結果¹³⁾によれば、インターレーサ⑥では $v = 400$ m/min のように v が大きくなると糸が噴流軸を横切る回数が減少した。しかし、インターレーサ④では、 v が大きくなっても $v = 200$ m/min の場合 [図 6 (c)] と糸の運動には大きな変化がみられない。高糸速になると、糸が噴流を受ける時間が短くなり開織・交絡部ができにくくなると思われる。

図 8 に、インターレーサ②, ④, ⑥の糸道管に垂直な断面内の糸の軌跡を示す。大円は糸道管の内壁を表す。糸道管の大きさを無視し、同じ大きさで

(a) Interlaser ② ($t = 0.24 \sim 0.54$ ms) (b) Interlaser ④ ($t = 11.54 \sim 11.87$ ms) (c) Interlaser ⑥ ($t = 10.83 \sim 11.21$ ms)Fig. 8 Yarn locus ($v = 200$ m/min, $p = 0.4$ MPa).

図示している。下方に空気噴射ノズルが位置する。小円は糸の中心を表し、小円のそばの数字は時刻の経過を示しており、数字が1だけ増すと時間は $10 \mu\text{s}$ 進行する。糸は紙面に対して手前に向かっていて、上述したように、インターレーサの直径比の相違により糸が $x = 0$ を横切る運動の頻度に相違はあるが、図示した短時間の範囲では糸の軌跡の相違は顕著でない。いずれのインターレーサでも、糸は $x = 0$ 付近で y の正に向かい、 $x = 0$ から離れた位置で y の負に向かうバルーニング運動を示し、糸の軌跡は8字の変形である。

R_d が大きいインターレーサ⑥では、糸は直接噴流を受けない領域、すなわち噴流軸から離れた糸道の下部に比較的長時間位置している。一方インターレーサ②、④では、糸が比較的長時間滞留する領域は空気噴射ノズル対壁付近であることが確かめられる。

4. 結 言

インターレーサの寸法効果を明らかにする目的で、種々の糸道管直径と空気噴射ノズル直径を持つインターレーサを製作し、交絡数、開織部の生成間隔、および糸道管内における糸の運動を調べた。糸の運動の測定には、光ファイバセンサを用いた。得られた結果を要約して以下に示す。

(1) 低糸速領域では、空気噴射ノズル直径 d_n を固定した場合、糸道管直径 d が大きいと空気噴流が糸に作用する領域が糸軸方向に広く、 d が小さいと開織する空間がなくなるので、交絡数 N は d の変化に対して最大値を取る変化を示す。ただし、 d を変えても、 N の空気圧 p に対する分布形状はほとんど同じである。

(2) 低糸速領域では、 d を固定すると、 d_n が大きいほど空気量が大きいので、小さい p で N は最大となる。 d_n が小さくなると逆に大きな p で N は最大となる。 N の最大値は、中程の d_n のときに中程の p で生じる。

(3) 直径比 R_d が小さいインターレーサや p が大きい場合には、糸は空気噴射ノズル対壁付近に長時間滞留して噴流軸を盛んに横切る。しかし、糸は速度勾配の小さい直接噴流を受けたり、大きな糸張力のために、開織しにくい。又、一旦生成した交絡部を空気噴流は壊す。 R_d が大きなインターレーサでは、噴流軸の片側でバルーニングする時間が長く、噴流軸を横切る回数が比較的少ない。 p が小さ

いと糸に作用する空気力が小さいので、 N も小さい。

(4) 糸の運動は糸速 v に依存しない。 v の増加とともに糸が噴流を受ける時間が短くなるので、 N は減少する。高糸速領域で、 R_d が小さく、 p が大きいときには糸道管内における空気流速が大きくなり、糸に作用する糸軸方向の摩擦力が大きくなって、糸がインターレーサ入口部に溜まり糸切れを起こし、インターレース加工ができなくなる。

(5) d と d_n を変えたとき、 N が大きくなる糸は生成間隔の規則性も良好である。

(6) いずれのインターレーサでも、空気噴射ノズル位置における糸は噴流軸付近で空気噴射口から遠ざかり噴流軸から離れたところで空気噴射口に近づくバルーニング運動を示し、糸の軌跡は8の字の変形である。

終わりに、本研究は財団法人北陸産業活性化セン

ターの助成を受けたことを記し、感謝の意を表します。又、本研究を遂行するに当たり、福井大学工学部技官 山内憲一氏、福井大学工学部学生であった橋詰博文氏、北村嘉朗氏には多大の援助を賜った。併せて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 特公昭36-12230
- 2) 家元, 蝶野, 谷田; 織機誌, **39**, T 123 (1986)
- 3) 蝶野, 家元, 谷田; 織機誌, **40**, T 33 (1987)
- 4) 蝶野, 家元, 韓; 織機誌, **41**, T 89 (1988)
- 5) 蝶野, 家元, 韓; 織機誌, **42**, T 106 (1989)
- 6) 蝶野, 家元, 寺地; 織機誌, **43**, T 53 (1990)
- 7) J. Lünenschloß und J.-P. Zilg; Chemiefasern/Textilindustrie, **30** / **82**, 809 (1980)
- 8) 家元, 蝶野; 織機誌, **40**, T 47 (1987)
- 9) 家元, 蝶野, 澤寄; 織機誌, **39**, T 107 (1986)
- 10) 家元, 蝶野, 澤寄; 織機誌, **39**, T 115 (1986)
- 11) 家元, 蝶野, 田中; 織機誌, **41**, T 30 (1988)
- 12) 家元, 蝶野, 寺地; 織機誌, **42**, T 114 (1989)
- 13) 家元, 蝶野, 田中; 織機誌, **43**, T 10 (1990)