

ニット編地のリンキングの自動化に関する研究

編地伸長特性と編目形状解析

井上正義、松井 弘

要 旨

セーター、カーデガン等のリンキングを自動化するためには、何らかの手段により編目を捉えその位置を特定する必要がある。そこで、このために必要な編目の伸長特性と編目の形状特性についての基礎資料を得るとともに、CCD カメラで捉えた編目の位置をCRTに表示するプログラムを作成することを目的とした。

カメラで編目を視覚的に捉え、目刺しを行うためには、編地を一定の割合で引き延ばす必要があり、この場合の最も適切な引張り方向、伸長率及び編地の把持・引張り方法を把握した。又、編目をリンキングマシンのポイント針上に移動させる場合に、編目形状を変化させることなく、且つ効率よく編目移動ができる方法を見いだした。更に、編地を伸長した場合の編目配列の規則性について調べることで、目刺しの自動化に必要な基礎データを得た。

次に、目刺しを自動化するためには CCD カメラで捉えた編目の位置データにより、目刺しの対象となる編目をポイント針上に移動させる必要があり、このために必要となる、指定した編目の位置を CRT 上に表示するプログラムを作成した。

1. はじめに

リンキングとは、編地の個々のループを一定間隔に並んだポイント針に刺し、リンキングマシンにより編地をチェーンステッチで継ぎあわせる工程と定義されている。従来、リンキングは、主に成形品の縫製に用いられていたが、最近では消費者指向の高級化、多様化により高品質なものの作りのための生産方法として用いられている。リンキングの特徴は、構造上ループを縫い止めるため、縫代が不要となりすっきりと仕上がること、目刺しをして縫うために縫いずれがないことである。このためリンキングにより生産された製品は、継目が目立ちにくく、かさばらず、高品質に仕上がる。

リンキング作業は、円形型のダイアル・リンキングマシンと、直線型のフラット・リンキングマシンにより行われるが、いずれの場合も目刺し作業は手作業により行われている。目刺しは熟練を必要とする細かな作業のため、生産効率が悪く作業員不足の状態となっている。最近では、編目を一つ一つ目刺ししない疑似リンキングが量的には主体となっており、一般の消費者が見た場合には、疑似リンキングか本リンキングかが区別できないほど疑似リンキングの技術が改良されている。しかし、高級なニット製品については依然 本リンキングが求められており、また、海外から輸入されるニット製品の中には、安価で豊富な

労働力を利用し「本リンク」を施した製品が存在する。

このように、消費者の高級品指向に応え、且つ、海外からのニット製品に対抗するためには、今後ともリンクは不可欠な作業といえる。このため、リンク工程の内の目刺し作業の自動化をおこなうために必要な、編地の引張り方向、伸長率、把持・引っ張り方法、編目の移動方法及び編目配列の規則性について検討した。また、編目を視覚的にとらえる CCD カメラのデータと編目移動治具を連動させるためのプログラムについても検討した。

2. 実施内容

(1) 編地伸長特性について

編地をコース方向に段階的に伸長し、編目を CCD カメラで捉え画像処理 (図-1) した後、その形状を測定することにより、編目を視覚的に捉える最も適当な編地の伸長率を調べた。

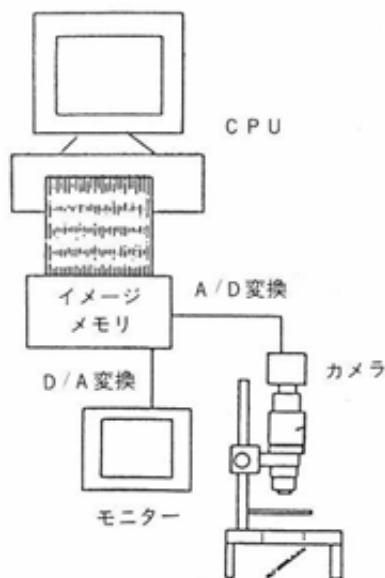


図1 画像処理システム

ア 実験装置

(ア) 画像処理システム

TSPIX-II

CPU: 16ビット

画像メモリー: 512×512×8ビット

(イ) 実態顕微鏡

SMZ-10 (株)ニコン製)

3 眼鏡筒方式

(ウ) 画像入出力装置

モノクロ ITV カメラ FCD-10 (株)池上通信機製)

2/3" CCD

画素数: 800 X 490

モノクロモニター PM-953 T (株)池上通信機製)

(エ) 編目伸長器

引き目器 (パネ式)

編地設定: 40 x 38 mm

イ 使用した編地及び伸長率

編地: ウール糸 2 // 2/40による10Gの横編地

CF - 0.33, 0.39, 0.46

伸長率: 10、20、40、60、80 %

ウ 測定方法

カメラの倍率を一定の倍率 (水平方向の 4 mm を 460 画素) に設定する。編地を引き目器にセットし上方照明をあてピントをあわせした後、上方照明をカットし下方照明に切り替える。モニター上の編目の位置、向き等を調整した後、次の手順により画像処理した。

①画像入力

②濃淡画像処理 (N 値化処理 - 平滑化処理)

③2 値化処理

④2 値画像処理 (デリート処理 - 拡散処理 - 収縮処理 - デリート処理)

⑤画像計測 (編目面積、円形度、縦横比、編目間務離)

計測は各編地について伸長率を 10 % - 80 % まで変化させ、各伸長率における編目面積、円形度、縦横比及び編目間距離を測定し

た。

エ 結 果

編地を段階的にコース方向に伸長した場合の編目の処理画像を図-2に示す。伸長率が0%の場合には編目はウェル方向に長くなり、

面積も非常に小さい。これをコース方向に伸長してゆくと伸長率40%程度で、面積は約2.5倍になり形状も見やすいものとなる。これを測定項目ごとに見てみる次のようになる(表-1)。

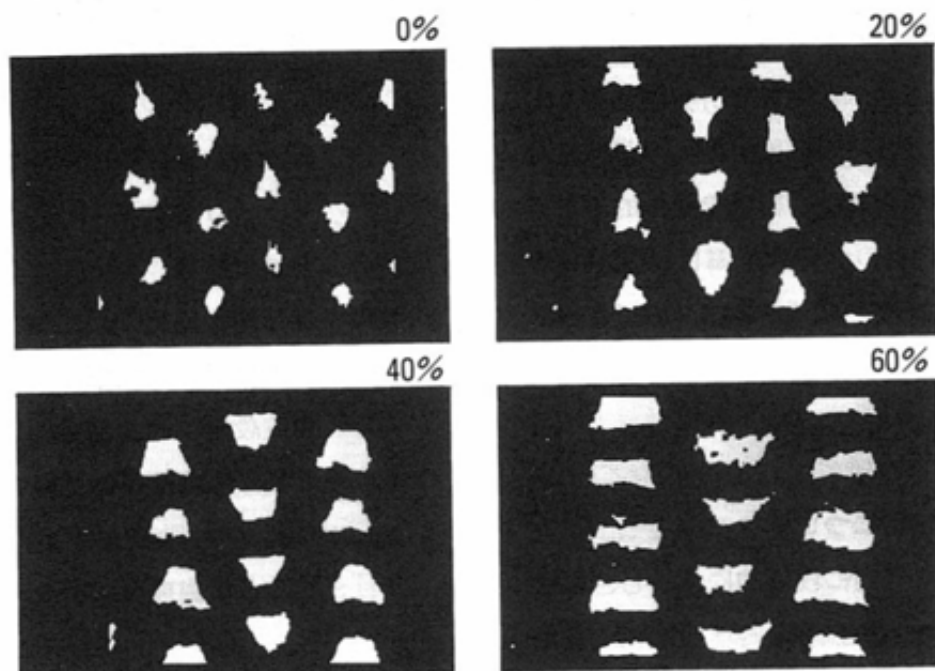


図2 伸長率と画像処理画像

表-1 伸長率と編目形状の関係

(cf=0.39)

伸び率区分	0%	10%	20%	40%	60%	80%
面 積	2232	3320	4029	5766	6122	6014
円形度	0.544	0.522	0.586	0.561	0.489	0.377
縦横比	1.486	1.446	1.244	1.181	1.705	2.228
距離差	22	17	20	15	38	

- 編地をコース方向に伸長した場合、個々の編目の面積は伸長率が大きくなるほど広がる傾向にあるが、密な編地の場合には伸長率が40-50%において面積が最大となる。(図-3)
- 円形度、縦横比とも伸長率が30%前後で最も1に近づくことから、編目の形状は伸長率が30%付近で最も円に近い形状となる。(図-4、5)
- 編目間の距離の範囲は、伸長率が30%

前後で最も小さくなっている。(図-6)以上のことから、編目をカメラにより視覚的に捉える場合の編地の伸長率は、30%前後が適当であり、この条件の編目が面積も大きく縦横の比も1に近い値となり、ポイント針を入れ易い形状だと考えられる。

(2) 編地伸長方法と編目形状変化について

目刺しは、左手で編地を引っ張りながら右手で編地を広げるようにして、編目をポイン

ト針に刺す作業である。この場合の、人が編地を持つ方法（図-7）を疑似した3種類の方法（図-8）を仮定し、ポイント針が最も刺し

易い編目形状を作ることができ、且つ出来るだけ単純な方法を検討した。

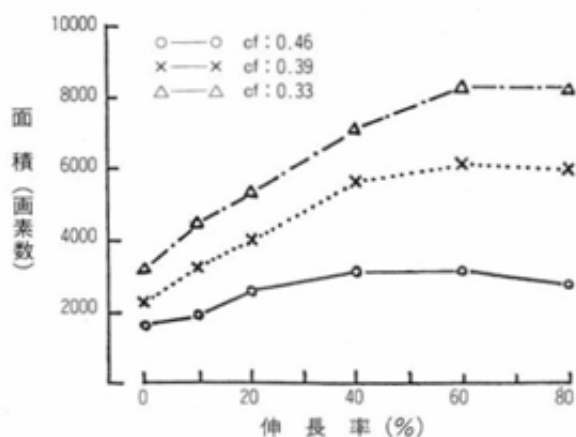


図3 伸長率と編目面積

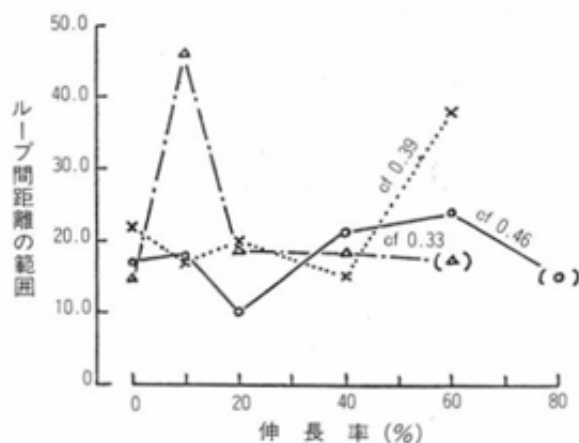


図6 伸長率と編目間距離のバラツキ

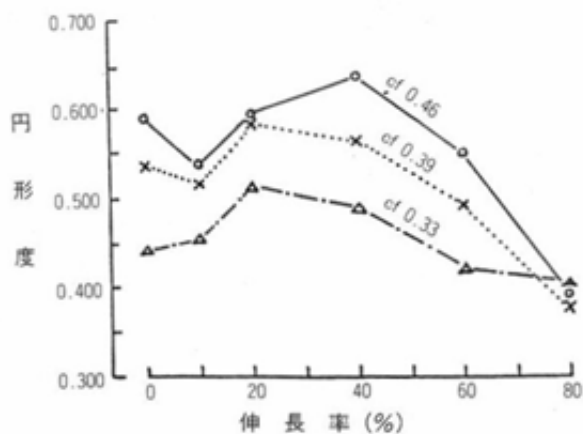


図4 伸長率と編目の円形度

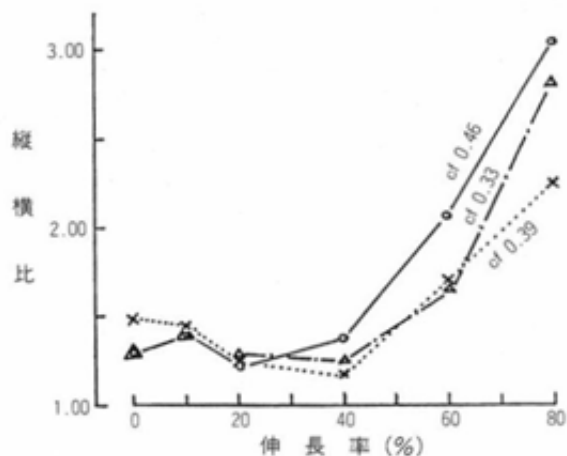


図5 伸長率と編目の縦横比

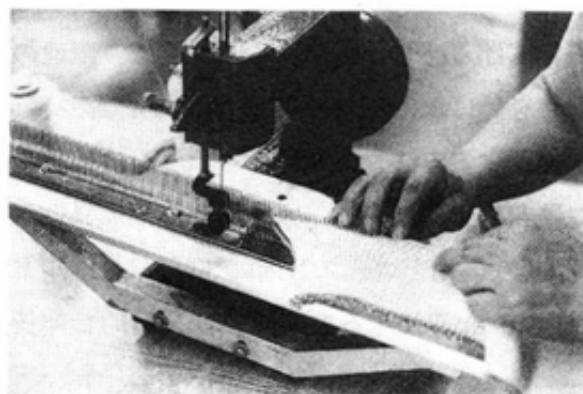


図7 人手による目刺し作業

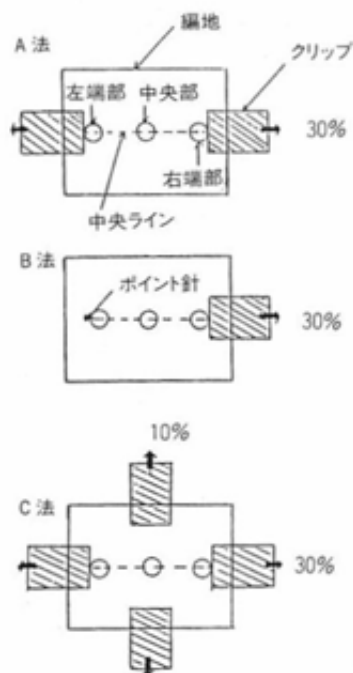


図8 編地伸長方法

ア 使用機器

ビデオマイクロスコープシステム

VMS-3000

(微細構造解析装置)

イ 編地及び伸長方法

編 地：ウール糸 2 〓 2/40 による 10 G
の横編地

摺み幅：3、6、10 cm

把持幅：ポイント針、幅 19 mm クリッ
プ、幅 38 mm クリップ

伸長方向：1 方向伸長、2 方向伸長（平面
的な伸長）

ウ 測定方法

A 法は、編地の両端を幅のあるクリップで
把持して伸長する方法であり、編地を両手の
先で広げる感じにしている。B 法は、編地の
一方を針にかけ反対の端をクリップで把持し
て伸長する方法であり、ポイント針に編目を
かけ左手で編地を引っ張る動作に似ている。
C 法は、編地をコース方向に 30 %、ウェル方
向に 10 % 伸長するものであり平面的な伸長

方法のため、最も見やすい編目が得られると
予想される方法である。

編地の摺み幅が、3、6、10 cm の 3 種類につ
いて、クリップ幅が 2 種類の各方法で編地を
伸長し、把持している編地の中央ライン上の
左端、中央、右端の各部分（図-8）の編目を
20-50 倍でカメラで捉え、編目の寸法及び編
目間の距離を測定し、編目の形状変化を調べ
た。

エ 結 果

伸長方法と編目形状測定結果の関係につい
て、表-2 に示した。ここにおいて、編目形状
は出来る限り面積が大きく、縦横のバランス
がとれており、且つ編目配列が X、Y 軸に平
行なものが望ましい。

- 編目を視覚的に捉えるためには、編地を
コース方向に伸長する必要がある。
- 編地をポイント針で把持した場合（B
法）には、編目が乱れ、その面積が他の方
法に比較して 30 % 程度小さくなり、編
目の配列も規則的にならない。（表-2、
図-9）

表-2 伸張方法と編目形状測定結果

試 験 区 分			ループの縦横比 (H/V)			ループ間 距離差	ループ 面積
摺み幅 区分	クリップ幅 区分	伸 張 方 法 区 分	左	中 央	右	(最大)	(平均)
No.1 $\ell = 3\text{ cm}$	W=19mm	両クリップ (A)	1.03	1.09	1.05	-0.10	0.483
		片クリップ (B)	1.41	0.86	0.63	-0.15	0.376
		両 方 向 (C)	0.99	1.13	1.00	0.11	0.525
	W=38mm	両クリップ (A)	1.08	1.12	0.90	-0.16	0.497
		片クリップ (B)	1.88	0.80	0.68	-0.27	0.328
		両 方 向 (C)	1.18	1.35	1.01	-0.05	0.638
No.2 $\ell = 6\text{ cm}$	W=19mm	両クリップ (A)	0.96	0.92	0.97	0.16	0.533
		片クリップ (B)	1.42	0.94	0.87	0.57	0.416
		両 方 向 (C)	1.03	0.88	1.00	0.50	0.494
	W=38mm	両クリップ (A)	0.77	0.92	0.89	0.10	0.553
		片クリップ (B)	1.61	0.77	0.60	0.56	0.496
		両 方 向 (C)	0.78	0.84	0.77	0.25	0.708
No.3 $\ell = 10\text{ cm}$	W=19mm	両クリップ (A)	1.15	0.80	0.96	0.28	0.560
		片クリップ (B)	1.74	0.69	0.97	0.81	0.435
		両 方 向 (C)	1.64	0.68	1.21	0.60	0.505
	W=38mm	両クリップ (A)	1.00	1.07	0.90	0.09	0.482
		片クリップ (B)	2.42	0.77	0.85	0.60	0.421
		両 方 向 (C)	0.97	0.75	0.92	0.34	0.540

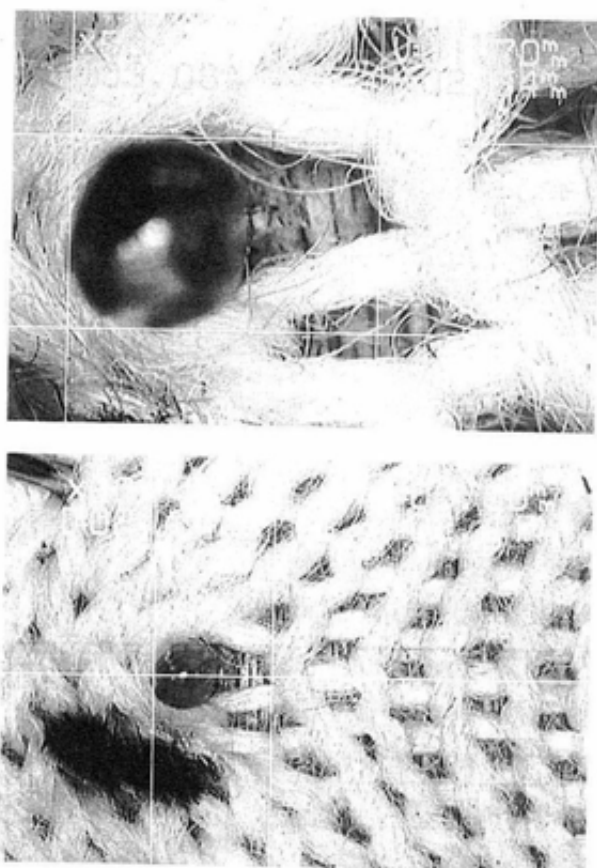


図9 ポイント針により編地を把持した場合
(B法)の編目形状

- c クリップによるコース方向一方向のみの伸長(A法)と、コース、ウェル両方向の伸長(C法)を比較すると、編目の面積は両方向の伸長の場合が大きくなるが編目の縦横比や明瞭さは殆ど差がない。両方向に伸長した場合には、中央部と端部の編目間の距離の差が大きくなり、編目の配列も弓状に湾曲する。(表-2)
- d クリップの把持幅が広くなると、①中央部と端部の編目間の距離の差が小さくなり、編地が平均的に伸長される、②中央部の編目が大きくなる、③編目配列の弓状の曲がりが少なくなる、等の効果がある。(表-2)
- e 編地の掴み幅が、3 cm の場合には編目間の距離は端部より中央部が長く、10 cm になると逆に端部分の編目間距離のほうがなる。即ち、同一コースにおい

ても隣あう編目間の距離は一定とはならない。

このことから、編地の伸長方法は、幅が3-4 cm 以上のクリップにより編地の両端を把持し、掴み幅6 cm 程度で約30%伸長するのが適当である。編地のハンドリングを考慮すると、必ずしも編地を二方向に伸長する必要はなく、適当な条件であれば一方向のみの伸長でよいと考えられる。

(3) 編目のポイント針上への移動について

ポイント針に刺さっている編目の次の編目を、ポイント針上に移動させる方法として、①編地を把持している両端のうちの一方の把持具のみを移動させる方法、②編地を把持している両端の把持具を同時に移動させる(編地全体を移動させる)方法の二つが考えられる。ここにおいては①について、把持具の移動量と次にポイント針を刺す編目の移動量の関係について調べ、①②のどちらの方法が適当かを検討した。

ア 使用機器

ビデオマイクロスコープシステム
VMS-3000
(微細構造解析装置)

イ 編地及び把持方法

編地：ウール糸2 2/40による10Gの横編地
掴み幅：3、6、10 cm
把持幅：幅19 mm クリップ、幅38 mm クリップ
伸長率：30%

ウ 測定方法

編地の両端をクリップで把持し(i)の条件で伸長した後、リンクングの対象とするコースの左端の編目を、ポイント針に想定した針に刺す。次に、反対側の把持部分を編地の伸長

方向と直角方向に移動させ、このときの次にポイント針を刺す編目の移動量と編目形状の変化を調べた。図-10)

エ 結 果

編地の掴み幅とクリップの幅を変化させた場合の、把持具（クリップ）の移動量と編目の移動量の関係は表-3 になった。

- a 次にポイント針を刺すべき編目の移動量は、掴み幅が長いほど、把持幅が狭いほど小さくなる。

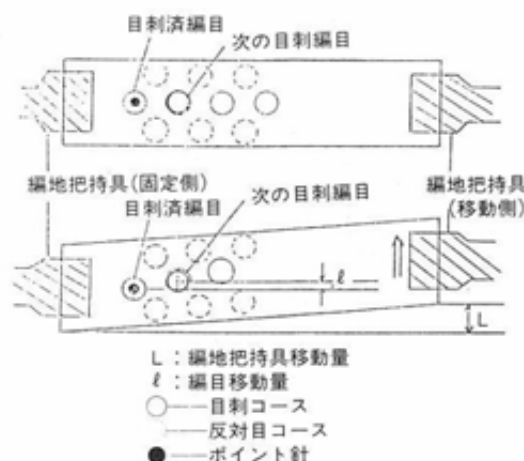


図10 編目移動試験方法

表-3 編目移動量測定結果

(mm)

クリップ移動量		5mm	10mm	15mm
掴み幅区分	クリップ幅区分			
No.1 $l = 3\text{cm}$	19mm	0.72	1.82	2.59
	38mm	0.36	1.41	2.02
No.2 $l = 6\text{cm}$	19mm	0.16	0.28	0.77
	38mm	0.28	0.65	0.93
No.3 $l = 10\text{cm}$	19mm	0.16	0.2	0.32
	38mm	0.24	0.4	0.69

- b 把持部分（クリップ）の移動量に対する、次にポイント針を刺す編目の移動量の割合は、掴み幅が6cm 以上の場合2% から6% と効率がわるくなる。
- c 把持部分（クリップ）の移動量が大きくなると、編目の形が変形し編目配列が乱れる（図-11）。又、把持具の移動量と編目の移動量との間には一定の関係がなく、必要とする編目の移動量に対応する把持具の移動量を設定することは困難である。

以上のことから、編目をポイント針上に効率よく、且つ確実に移動させるには、編地把持部分の片方のみを移動させるのではなく、両方を同時に移動させ編地全体を動かす方法が適当と考えられる。

(4) 編目配列について

編地をコース方向に伸長し、編目を CCD

カメラで捉え画像処理した後、各編目の重心を測定することにより編目配列の規則性を調べた。

ア 画像処理装置

TSPIX-II

画像メモリー：512×512×8 ビット

イ 使用した編地及び伸長率

編 地：ウール糸 2 〓 2/40 による 10 G の横編地、5 G の横編地

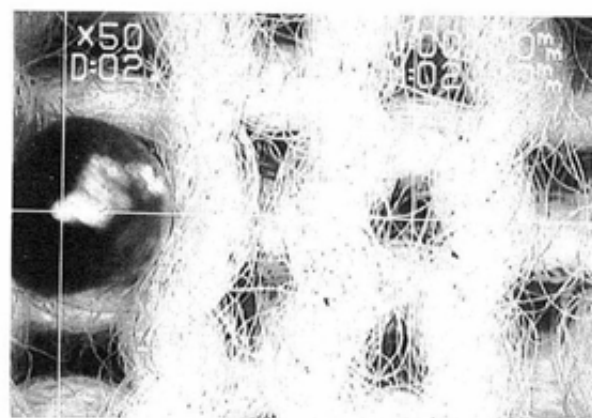
CF-0.39

伸長率：30、40 %

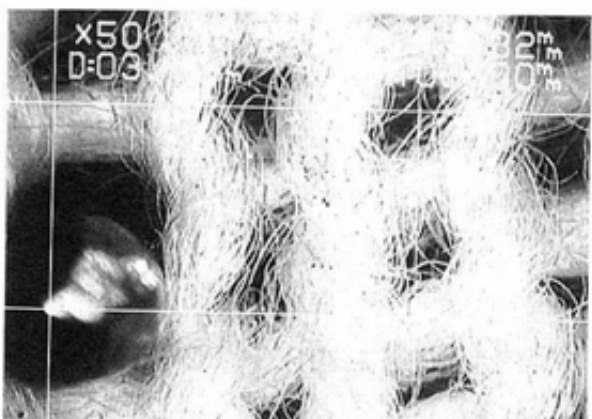
ウ 測定方法

編地をイの条件で伸長し、これを CCD カメラで捉えた後、(1)の手順により画像処理した。

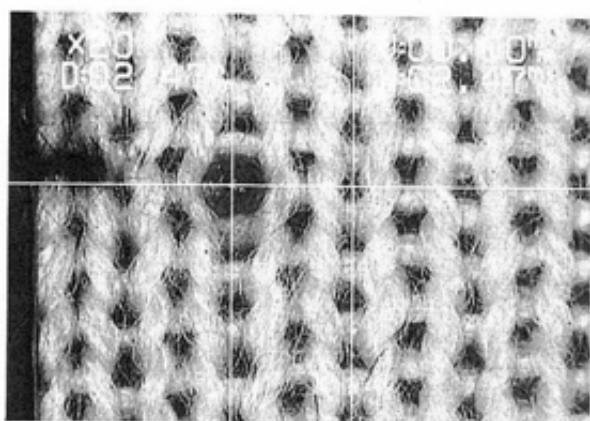
リンキングの対象となるコースの各編目について重心位置を求め、この重心の X、Y 両



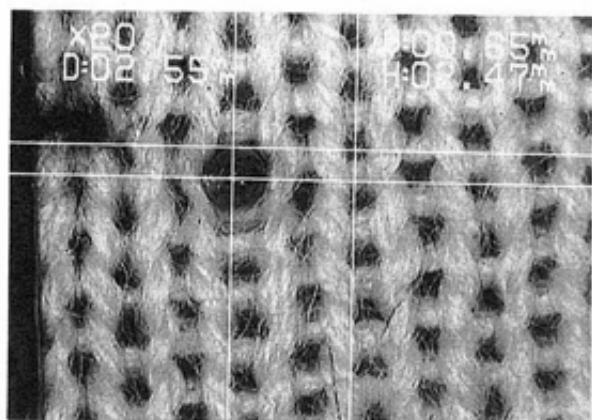
編地長さ 3cm (移動前)



(10mm移動後)



編地長さ 6cm (移動前)



(10mm移動後)

図11 編目移動と編目形状変化

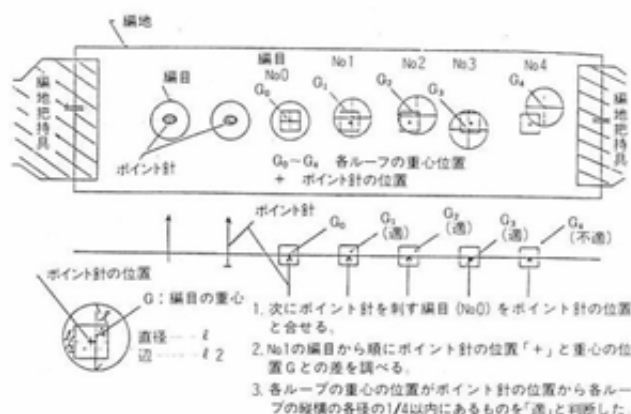


図12 編目配列試験方法

方向の配列の規則性を調べた。X方向(コース方向)については、隣あう10個の編目間の距離の平均値に対して、個々の編目の位置のずれが、編目のX方向径の1/4以内にある場合を適とした。Y方向については、一番目の編目のY座標値に対する各編目のY座標値のずれが、編目のY方向径の1/4以内にある場合を適とした。(図-12)

エ 結 果

編目をカメラで捉えた原画像と、これを画像処理した後裏目を削除した処理画像は図-13のようになった。また、この処理画像のコース方向の編目の配列を、イの基準により判定した適合率は表-4のようになった。

この表において、10Gの編地で伸長率が40%の場合には、二つの編目が100%の確立で、三つの編目が90%、四つの編目が75%、五つの編目が35%の確率で適合している。

また、10Gの編地の場合、伸長率が30%のときよりも編目形状がやや横長となる40%の場合のほうが編目配列は規則的になる。

以上のことから、編地をを適度に伸長した場合には、次に目刺しの対象とする編目から連続して3個程度の編目までは規則的に配列することが判った。この結果、カメラによる

編目の把握一回ごとに、複数の編目に目刺し
が出来る可能性が考えられる。

表-4 伸長率と編目配列の規則性の関係

試験区分	10 G 伸張率30%	10 G 伸張率40%	5 G 伸張率40%
編目 No. 2	75%	100%	90%
3	55%	90%	90%
4	40%	75%	
5	35%	35%	
6		20%	
7		10%	

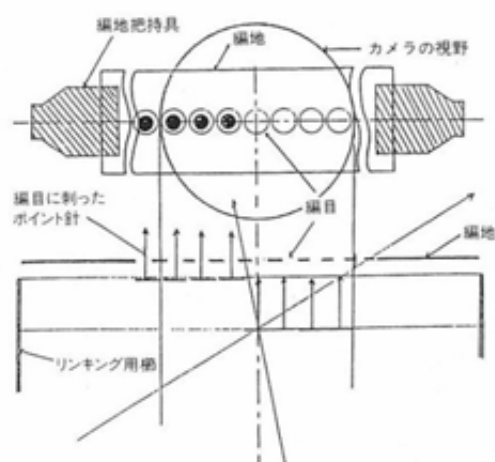
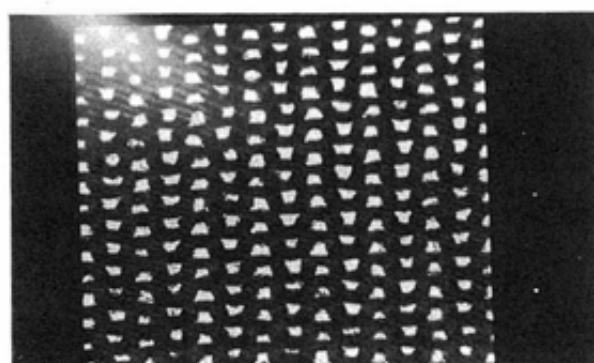
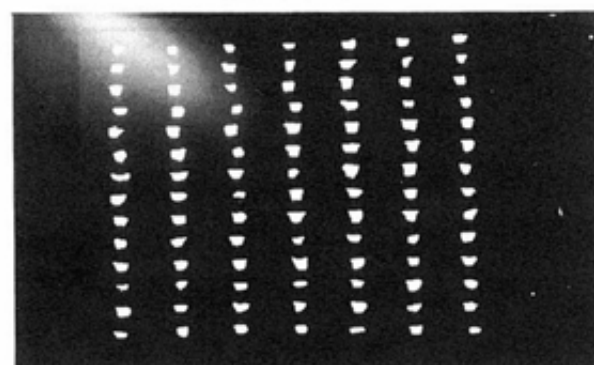


図14 CCDカメラと編目の位置関係



原画像



処理画像

図13 原画像及び処理画像

(5) 編目位置の外部出力方法について

リンクの対象となる編目にポイント針を刺すためには、ポイント針の上に目的とする編目を移動させる必要がある(図-14)。

編地を編目の見やすい伸長率で引き延ばし、これをカメラで捉えた後画像処理を行い、各編目に No. をつけ、次にキーボードにより CRT 上の編目 No. を指定することにより、指定された No. の編目の重心の位置を CRT 上に表示するプログラムを作成した。

ア 使用機器

画像入力装置：TV CAMERA IF-8500 (池上通信機(株))

MONITOR TV (日本ビクター(株))

画像処理装置：NEC PC-9801

イ 画像処理手順

a 画像入力準備

編地を適当な伸長率(30-40%)で引き延ばし、これをカメラの視野におきモニターを見ながら、倍率、ピント及び露出を調整する。

b 画像入力

キーをたたいて画像をメモリーに書き込む。

c 濃淡画像処理

入力した濃淡画像の糸の部分と空間部分を識別しやすくするために、コントラストを強調するための線形変換処理と、濃度の正規化を行う N 値化変換処理を実施する。

d 2 値化処理

濃淡画像を適当な「しきい値」により、2 値画像に変換する。

e 2 値画像処理

2 値画像の不必要な細部を除去し、画像を平滑化するために、融合処理、

拡散処理及び収縮処理を行う。次に、2 値化された各ループ画像に No. をつけるためにラベリング処理を実施する。

f 画像計測

ラベリングされた各ループの重心の位置を測定し、CRT 画面に表示する。

g 編目選択

キーボードによりループ No. を指定すると、そのループの座標値を表示する。

ウ 結 果

カメラで捉えた編目を画像処理しラベリングした後に、イに示すようにキーボードから必要な指示をすることにより、指定した編目の位置が表示出来るようになった(図-15)。この結果、表示された編目の位置とポイント針の位置との差が求まり、X、Y それぞれの方向への編地の必要移動量が求められる。

図15 編目位置のモニター出力結果

```
処理番号を選択して下さい 8
Loop. No wo select sitekudasai ! 18
No=18
m [ i ]=174.2    n [ i ]=227.1
```

3. ま と め

高級ニット製品の生産において行われるリンク作業は、複雑な作業のため手作業によって行っている。このリンク作業の内の目刺し工程を自動化するために、編目をカメラで捉える場合の編地の伸長特性と編目の形状解析をおこない次の結果を得た。

ア 編目を視覚的に捉えるために必要な、編地の適切な引張り方向、伸長率及び編地の把持・引っ張り方法を見出した。

イ 編目を変形させることなく、且つ効率的にポイント針上に移動させるための手法を確認した。

ウ 編目配列の規則性について調べることで、目刺しの自動化に必要な基礎データを得た。

エ 編目を CCD カメラで捉え画像処理した後、指定した編目の位置(座標上のピクセル数)を CRT に表示するプログラムを作成した。

今後、ここで得られたリンク作業に最適な編目形状を維持しながら、ポイント針上に編目を移動させる手法、編目にポイント針を刺す手法を開発することによりリンク作業の自動化に資することができる。