

# ケミカルレース製作のデータ設計と刺繍の縮み

—工業用本縫刺繍機を用いたケミカルレース—

## Embroidery of Contraction by Data Design in Chemical Lace Production

—Chemical Lace made by industrial Lockstitch embroidery machine—

若月 宣行

Noriyuki Wakatsuki

### 要旨

工業用本縫刺繍機を用いたケミカルレースの製造工程中に起きる縮みとデータ設計との関係について検討した。ケミカルレースは土台刺繍と表面刺繍によって構成されているが、第一段階として土台刺繍を取り上げて実験を行った。あらかじめ縮みを計算に入れたデータ設計をしたいと考え、まず土台刺繍のステッチの設定条件と縮みの関係について基本的なデータを収集することとした。その結果、以下のことがわかった。レーヨン刺繍糸は、浸漬によって糸のみの縮みが2%前後であることがわかった。試縫い実験により土台刺繍を構成する縫目線の縮みは縫い方向によって差があることがわかり、観察によって右進縫い(0°方向)ではパーフェクトステッチが形成されるため縮みが小さく、左進縫い(180°方向)ではヒッチステッチが形成されるため特に縮みが大きくなることを確認した。土台刺繍の縫いパターンは垂直、水平方向に縫う基本的な縫い方とし、①タテ方向よりもヨコ方向に大きく縮む、②ステッチ間隔が狭いと縮みは小さく、ステッチ間隔が広いと縮みも大きく、35%に及ぶ、③ステッチ長さが短いと縮みは小さく、ステッチ長さが長いと縮みも大きく30%になる結果を得た。

●キーワード：ケミカルレース (Chemical Lace) / 刺繍 (Embroidery) / 縮み (Contraction)

### 1. はじめに

筆者はこれまで工業用本縫刺繍機による作品製作に取り組んできた。その一環としてケミカルレースに着目し作品製作を行った(図1)。作品製作時に基布溶解後の図柄の歪み、縫糸のたるみ(図2)などの不都合を多々経験している。

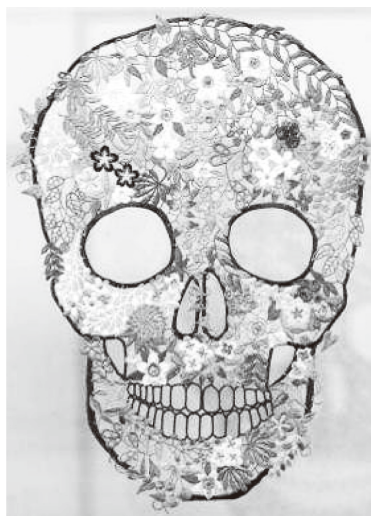


図1 平成24年度教員研究作品展 出展作品

“ケミカルレース”とはエンブroidャリーレースの一種で、水溶性の基布にモチーフつなぎのミシン刺繍を施した後、水で基布を溶かした透かし模様のレース刺繍で、繊細かつ精彩で立体的な図柄表現が可能である。1883年にドイツで開発された当時、絹などの基布に刺繍を施し、化学薬品で基布のみを溶かして製造していたことに由来し、ケミカルレースと呼ばれる。絹の基布や



基布溶解前



基布溶解後

図2 基布溶解前後

化学薬品を使用したため高級レースとして用いられていたが、現在では水溶性基布や刺繍糸の開発によって手軽に製造が可能となり、ポピュラーなレースとしてカジュアルな製品にも多く取り入れられるようになっている。

### 1. 2. ケミカルレース製造について

一般的なケミカルレース製造のフローチャートを図3に示す。ケミカルレースの製造では基布を溶かした後に、刺繍がバラバラに解けないよう縫目同士を絡ませる必要がある。また一般的なケミカルレースは土台刺繍と表面刺繍で構成され、土台刺繍は基布を溶かした後の刺繍を支える構造的な役割と共に、刺繍に立体感を付与するデザイン的な役割を持つ。

### 1. 3. 研究背景

刺繍工場への聞き取り調査から、「ケミカルレースの製造において、基布の溶解処理で起こる刺繍の縮みは避けられない現象である。さらに熟練技術者でも正確な縮み量の予測は困難であり、縮みの問題は、多分に技術者の経験則と試行錯誤で補っている」との内容を得た。

ケミカルレースの研究や開発はレース工場や刺繍工場での生産活動の中で行われ、設計・製造の技術や理論は工場のノウハウとして蓄積されている。しかし文献や資料等で公開されているものはなく、刺繍機を用いたケミカルレース製作における縮みを取り上げた報文は見当たらない。

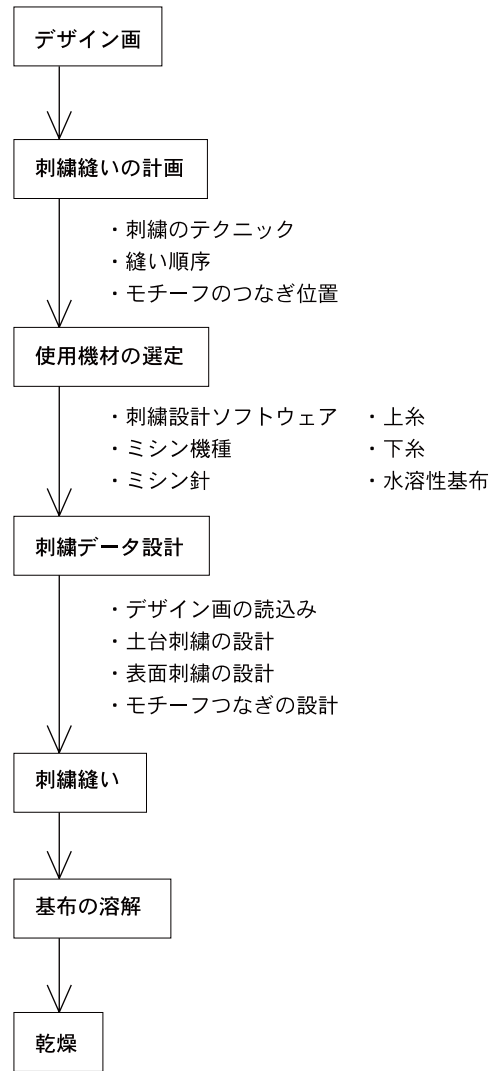


図3 ケミカルレース製造のフローチャート

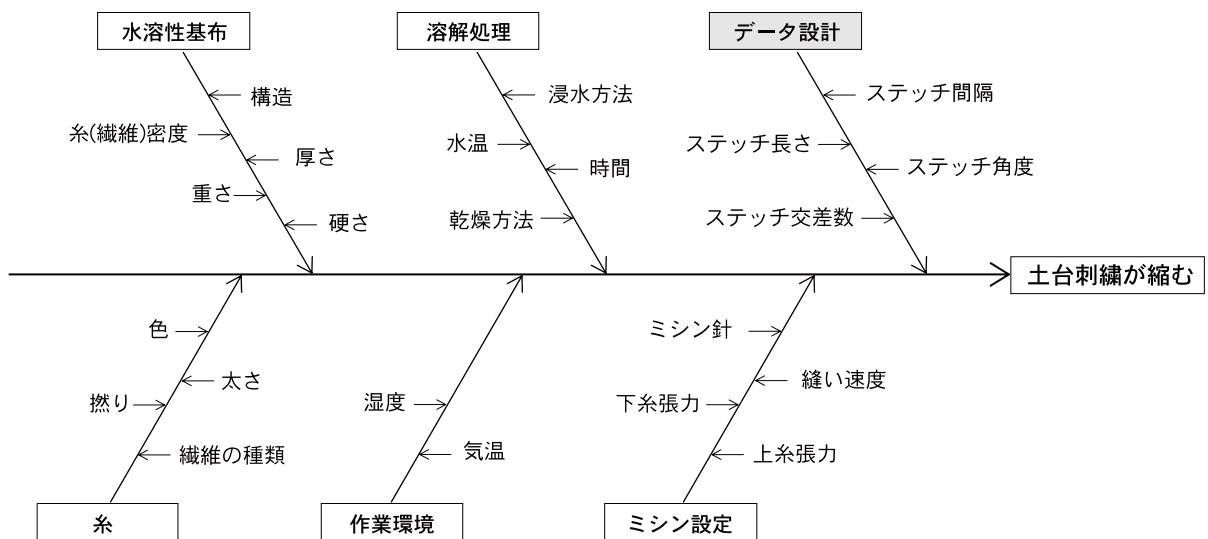


図4 土台刺繍が縮む特性要因図

本報で対象とする工業用本縫刺繡機によるケミカルレースとは異なるが、浪間<sup>1)</sup>とあらき<sup>2)</sup>は水溶性フィルムや不織布の上に配置したりボンや糸糸やフェルトなどのファブリックを直線本縫ミシンで縫い留めたのち、基布のみを溶かしてテキスタイルとする技法について発表している。その場合、浪間は縫いやファブリックによる縮みを見込んでパターンを5%程度、あらきは5~10%拡大させると述べている。

#### 1. 4. 研究目的

ケミカルレース製造において基布溶解による刺繡の縮みは不可避なため、あらかじめ縮みを計算に入れたデータ設計をしたいと考えた。しかしデータ設計と縮みとの関係性は十分に明らかになっていないため、まずは縮みの特性や傾向を探ることを研究の第一歩と捉え、本研究ではケミカルレースのデータ設計と縮みとの関係について基本的なデータを収集し整理することを目的とし、その第一段階として土台刺繡を取り上げた。

#### 1. 5. 特性要因の絞込み

図4は土台刺繡の縮みを左右する特性の要因図である。本研究ではデータ設計を中心にして縮みに大きく関与すると思われるステッチ間隔、ステッチ長さ、ステッチ角度の3項目について検討した。

## 2. 使用機材

- ・設計ソフトウェア：Wilcom ES デザイナー 2006
- ・刺繡機：単頭式本縫刺繡機 タジマ TFMX-C1501  
(ボビンケース：糸案内ガイド付き刺繡機専用ボビンケース)
- ・ミシン針：オルガン DB × 1KN #11  
多層縫いによる縫糸切れ防止のためボールポイントの針を使用。
- ・上糸：パールヨット レーヨン刺繡糸 120d/2
- ・下糸：パールヨット レーヨン刺繡糸 75d/2  
レーヨン刺繡糸は安価でありながら絹糸のようにしなやかなで光沢が優れているため、工業用のミシン刺繡では最もよく利用されている。
- ・基布：ハイボン S3080-114 (中程度の厚さの水溶性不織布)  
水溶性基布には織物や不織布、フィルムがある。ケミカルレース用の基布には破れにくさが求められ、工業用としては中程度の厚さの不織布が一般的に用いられ

る。水溶性織物は破れにくいが高価なため工業用にはあまり使用されていない。

## 3. 予備実験 レーヨン刺繡糸の水処理による縮み

### (1) 目的

予備実験として土台刺繡を構成するレーヨン刺繡糸の浸漬による縮みの状態を把握する。

### (2) 方法

上糸 120d/2 と下糸 75d/2 のレーヨン刺繡糸を 30cm にカットし、中央付近の 10cm に印をつけたものを試料とし、各 5 本用意した。

水溶性基布の溶解処理と同様に約 90℃ の水に 20 分浸漬した後、平干しにて自然乾燥させ、印間の寸法を測り寸法変化率を算出した。また試料を顕微鏡 (KEYENCE デジタルマイクロスコップ VHX-1000) にて拡大撮影し観察した。

### (3) 結果

浸漬によるレーヨン刺繡糸の寸法変化を測定した結果を表1に示す。上糸 120d/2 では 1~3% でばらつき、平均 2.2% 長さが短くなった。下糸 75d/2 では 1~2% でばらつき、平均 1.8% 長さが短くなった。

表1 刺繡糸の寸法変化

	寸法変化率(%)	
	上糸 120d/2	下糸 75d/2
1	-2	-2
2	-3	-1
3	-1	-2
4	-3	-2
5	-2	-2
平均	-2.2	-1.8



図5 浸漬前後の刺繡糸

浸漬前後の試料を顕微鏡にて撮影した拡大画像を図5に示す。120d/2、75d/2ともに浸漬前は2本の撚糸が隙間なく撚られていたが、浸漬後は2本の撚糸が緩み、隙間が空いていた。

#### 4. 実験1 縫い方向とステッチ長さ

##### (1) 目的

刺繍機は直線本縫ミシンとは違い、布地が前後だけではなく360°どの方向にも動いて縫われる方式である。土台刺繍の縫目線の縮みは、縫い方向によって差が見られるか否か、基布溶解による4方向(90°ずつ角度を変える)の縫目の縮みの状態を把握する。

##### (2) 方法

###### ・実験条件

縫い方向：右進縫い(0°)、後進縫い(90°)、  
左進縫い(180°)、前進縫い(270°)

ステッチ長さ：1mm、2mm、3mm、4mm

繰り返し数：3回

###### ・縫いパターン

4方向に100mmに縫い、各方向の角の縫い方を変えた縫いパターンとした。(図6)

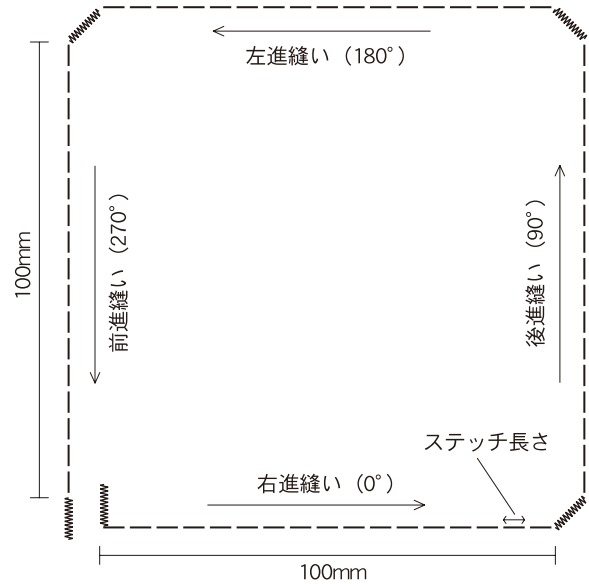


図6 試料の縫いパターン

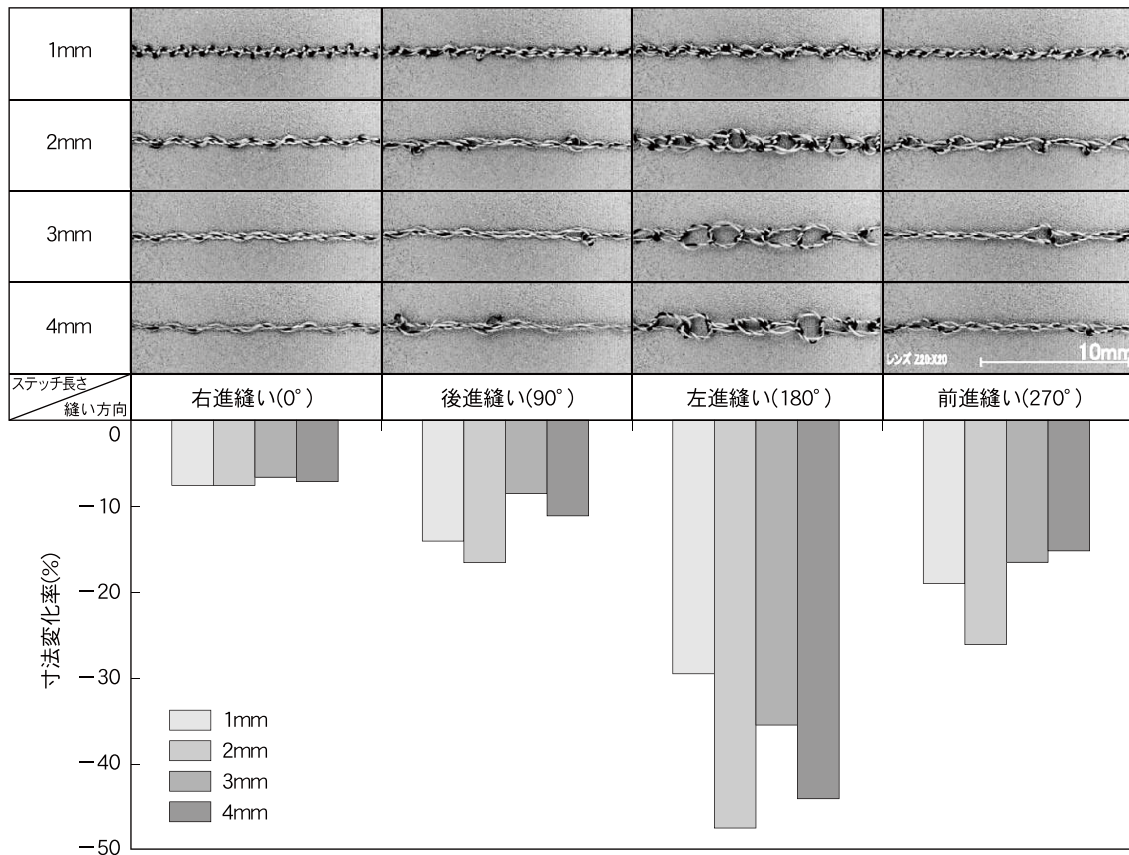


図7 基布溶解後の縫目形態と寸法変化

- ・基布溶解条件  
試料を約 90°の水に 20 分間浸漬した。
- ・寸法変化率  
基布溶解後、平干しにて自然乾燥させた後、寸法を測り寸法変化率を算出した。
- ・顕微鏡観察  
溶解処理後の試料を顕微鏡（KEYENCE デジタルマ イクロスコープ VHX-1000）にて拡大撮影し縫目状態を観察した。

### (3) 結果

基布溶解後の寸法変化と縫目の拡大画像を図 7 に示す。

右進縫い（0°）はステッチ長さに関わらず 10%未満の縮みとなり、最も縮みは小さい。縫目は下糸に上糸をらせん状に巻きつけたような状態となり、ステッチ長さが短いほど細かく巻かれ、長くなるにしたがって粗く巻かれていることがわかる

後進縫い（90°）ではステッチ長さ 1mm、2mmは 10%程度の縮み、3mm、4mmは 15%程度の縮みであった。縫目は右進縫い（0°）と同様に下糸に上糸がらせん状に巻きついた箇所が見られ、また所々に糸絡みが環状となる箇所が見られた。

左進縫い（180°）は最も縮み率が高く、30～50%を示しステッチ長さの差も大きい。縫目は環状となり鎖のように繋がり、ステッチ長さが長くなるに従い環が大きくなっていった。

前進縫い（270°）ではステッチ長さ 2mmは 26%と比較の高い縮みとなり、他は 20%未満ではほぼ同程度の縮みであった。縫目は後進縫い（90°）の状態に似て、らせん状に巻きつけた箇所と所々に糸絡みが環状となる箇所

所が見られた。

## 5. 実験 2 土台刺繍の縮み

### (1) データ設計に必要な設定項目

ステッチ間隔：縫目と縫目の間隔

ステッチ長さ：縫目ピッチ

ステッチ角度：縫い目の角度

設定項目別に 2 実験を行った。

### (2) 縫いパターン

垂直と水平の 2 方向に重ねて縫い、格子状に 100mmの正方形に縫ったものとした。（図 8）

### 5. 1. ステッチ間隔

#### (1) 目的

ステッチ間隔による土台刺繍の縮みの状態を把握する。

#### (2) 方法

##### ・実験条件

ステッチ間隔：0.5mm、1mm、1.5mm、2mm

ステッチ長さ：2mmに固定

繰り返し数：3回

##### ・基布溶解条件：前項と同様

寸法変化率：基布溶解後、試料を平干しにて自然乾燥させた後、タテ、ヨコ方向それぞれ 3 箇所寸法を測り、寸法変化率を算出した。

##### ・顕微鏡観察：前項と同様

表 2 は試料のステッチ条件と測定項目である。糸使用量は刺繍ソフトウェアの予測値である。

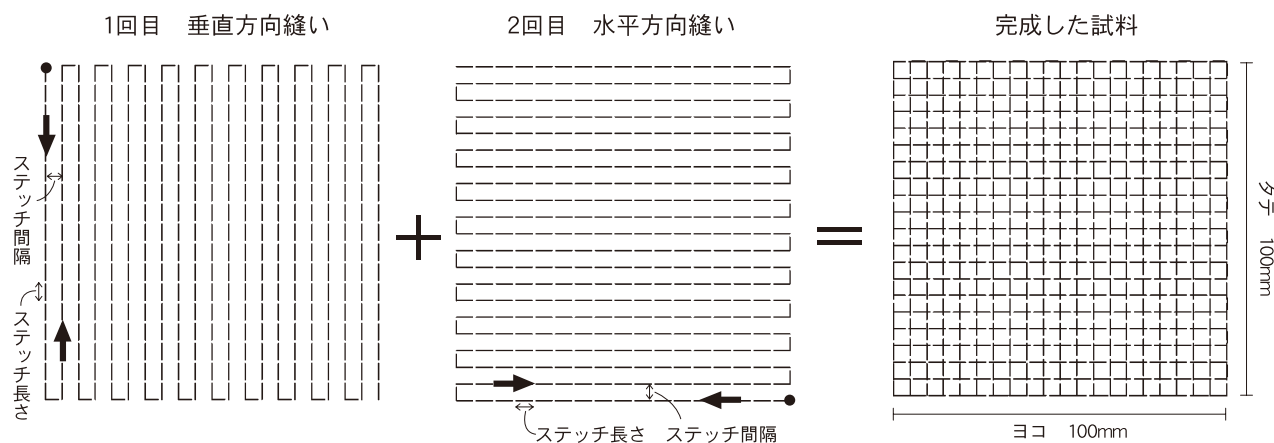


図 8 土台刺繍の縫いパターン

表2 試料条件と基布溶解前の測定項目と測定値

試料条件		測定項目				
ステッチ設定		ステッチ数 (針)	糸使用量(mm)		重さ (g)	厚さ (mm)
間隔	長さ		上糸	下糸		
0.5mm	2mm	20707	6385	3207	2.39	0.96
1mm		10493	3274	1639	1.21	0.81
1.5mm		6979	2196	1095	0.79	0.73
2mm		5321	1690	840	0.61	0.68

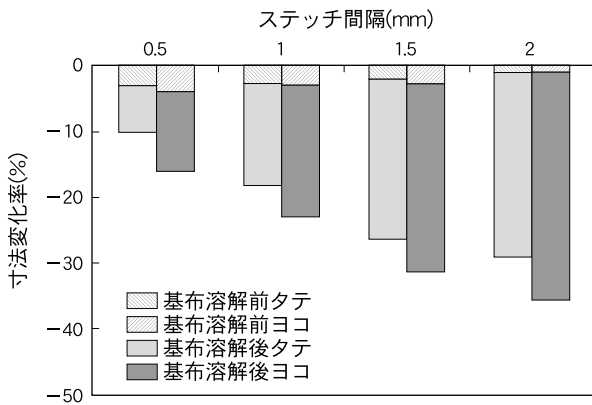


図9 試料の寸法変化

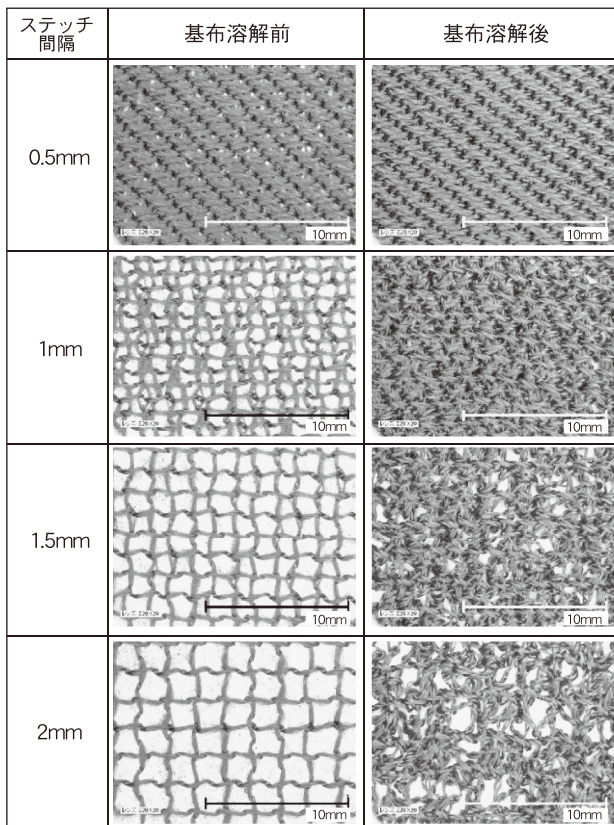


図10 試料の表面状態

### (3) 結果

基布溶解前後の試料の寸法変化を図9に示す。

基布溶解前では、ステッチ間隔0.5mmはタテ方向に3.0%、ヨコ方向に4.0%短くなった。1mmではタテ方向に2.7%、ヨコ方向に3.0%短くなった。1.5mmではタテ方向に2.0%、ヨコ方向に2.7%短くなった。2mmではタテ方向に1.0%、ヨコ方向に1.0%短くなった。いずれも5%未満の縮みである。溶解処理後と比較すると、ごく僅かな変化である。

基布溶解後では0.5mmが最も変化が小さく、タテ方向に10.1%、ヨコ方向に16.0%短くなった。1mmではタテ方向に18.1%、ヨコ方向に22.9%短くなった。1.5mmではタテ方向に26.2%、ヨコ方向に31.3%短くなった。2mmが最も縮みが大きく、タテ方向に29.4%、ヨコ方向に35.4%短くなった。ステッチ間隔が広くなるに従い、縮みは大きくなった。いずれの試料もタテ方向よりもヨコ方向に5%程度大きく縮んだ。

顕微鏡にて試料表面を撮影した画像を図10に示す。縮みの影響により基布溶解前と比べ、基布溶解後の縫目間の隙間が小さくなった。縫糸の並びを見ると間隔0.5mmでは基布溶解前後であまり変化がなく均整がとれ糸の乱れなどは見られないが、1mmになると多少の糸の乱れが見られた。1.5mmになると糸の並びの乱れも大きくなり、2mmではほとんど均整がとれない状態であった。触れてみると糸の乱れが発生している試料では糸が緩み、糸が動き易く安定性に乏しい状態である。

### 5. 2. ステッチ長さ

#### (1) 目的

ステッチ長さによる土台刺繍の縮みの状態を把握する。

#### (2) 方法

##### ・実験条件

ステッチ長さ：1mm、2mm、3mm、4mm

ステッチ間隔：1mmに固定

繰り返し数：3回

・基布溶解条件：前項と同様

・寸法変化率：前項と同様

・顕微鏡観察：前項と同様

表3は試料のステッチ条件と測定項目である。糸使用量は刺繍ソフトウェアの予測値である。

表3 試料条件と基布溶解前の測定項目と測定値

試料条件		測定項目				
ステッチ設定		ステッチ数 (針)	糸使用量(mm)		重さ (g)	厚さ (mm)
間隔	長さ		上糸	下糸		
1mm	1mm	20393	3725	1639	1.45	0.76
	2mm	10493	3274	1639	1.21	0.81
	3mm	7177	3123	1639	1.11	0.83
	4mm	5543	3048	1639	1.05	0.85

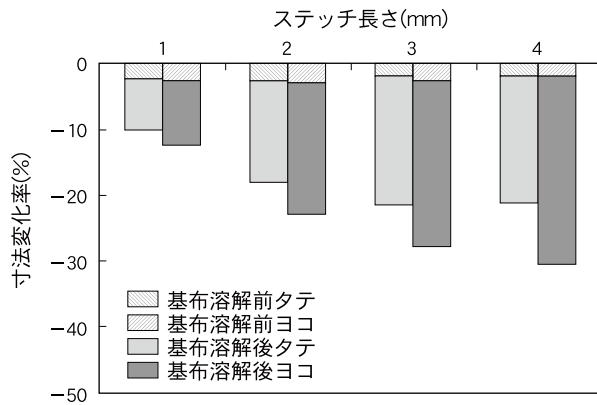


図11 試料の寸法変化

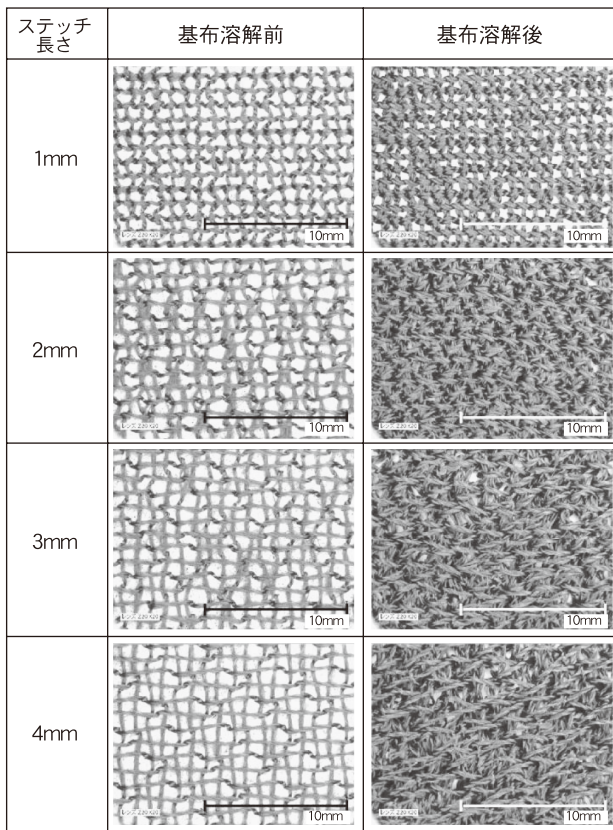


図12 試料の表面状態

(3) 結果

溶解処理前後の試料の寸法変化を図11に示す。

基布溶解前ではステッチ長さ1mmはタテ方向に2.3%、ヨコ方向に2.7%短くなった。2mmではタテ方向に2.7%、ヨコ方向に3.0%短くなった。3mmではタテ方向に1.7%、ヨコ方向に2.7%短くなった。4mmではタテ方向に2.0%、ヨコ方向に2.0%短くなった。いずれも3%以下の縮みである。溶解処理後と比較すると、ごく僅かな変化である。

基布溶解後ではステッチ長さ1mmが最も寸法変化が小さく、タテ方向に10.2%、ヨコ方向に12.4%短くなった。2mmではタテ方向に18.1%、ヨコ方向に22.9%短くなった。3mmではタテ方向に21.9%、ヨコ方向に27.8%短くなった。4mmが最も寸法変化が大きく、タテ方向に21.1%、ヨコ方向に30.3%短くなった。ステッチ長さが長くなるに従い、縮みは大きくなった。いずれの試料もタテ方向よりもヨコ方向に大きく縮んだ。

顕微鏡にて試料表面を拡大撮影した画像を図12に示す。いずれの試料も水平方向に縫目が並び、糸の乱れは少なかったが、ステッチ長さが長くなるに従い縫目の糸が緩んだ状態である。

6. 考察

6. 1. 予備実験の考察

浸漬によるレーヨン刺繍糸の縮みを測定した結果、120d/2で2.2%、75d/2で1.8%長さが短くなっている。

拡大画像を見ると2本の撚糸の間に隙間が生じていたため、水に浸漬することで繊維が膨潤した結果、糸の形態変化がおり、長さが短くなったものといえる。

6. 2. 実験1 縫い方向とステッチ長さの考察

土刺繍を構成する縫目線の縮みは、縫い方向によって差が見られるか否かの実験結果では、4方向それぞれで縮みに差が見られ、らせん状に落ち着く縫目では縮みは小さく、環状に落ち着く縫目では縮みが大きい。

この原因について検討するため、ここで基布溶解前の4方向の縫目状態を確認した。透明なビニールに上糸と下糸の色を変え、ステッチ長さ2mmで4方向に縫った縫目側面の拡大画像を図13に示す。直線本縫ミシンでは縫い進む方向によってパーフェクトステッチかヒッチステッチ(絡み縫い)が形成されることは知られている<sup>3)</sup>。刺繍縫いにおける2つの縫目を図14示す。ここで図13を見ると右進縫い(0°)の場合は全てパーフェクトステッチを形成し、左進縫い(180°)の場合は全

てヒッチステッチを形成している。後進縫い（90°）、前進縫い（270°）では縫目形成にばらつきが生じ、パーフェクトステッチとヒッチステッチが混在している。実験2の結果（図7）と対照させて見ると、パーフェクトステッチは基布溶解後にらせん状に落ち着き、ヒッチステッチは環状に落ち着いているのがわかる。

実験1では環状に落ち着く縫目が縮みを大きくしていることが確認でき、それがヒッチステッチに因るものであることがわかった。

また図13をみると右進縫い（0°）、左進縫い（180°）では上下糸の結節点が布下面にあるが、後進縫い（90°）、前進縫い（270°）では上下糸の結節点位置が安定しておらず、縫い方向によって糸締まりにムラが見られる。糸締まりのムラも少なからず縮みに影響があると思われる。

また福田ら<sup>4)</sup>は「布の水処理による収縮には2つの因子がある。水の吸収により分子鎖が動き易くなり、凍結されていた内部歪が解放されて（緩和）繊維自体の収縮及び形態変化が起こることによるものと、繊維の膨潤に

よる糸径の増大に基づく糸の形態変化によるものがある」としている。

ケミカルレースの土台刺繍の縮みとは水処理により基布から解放されることで縫目が緩和されて、糸絡みの形態が変化した結果、長さが短くなったものといえる。

### 6. 3. 実験2 土台刺繍の縮みの考察

#### (1) ステッチ間隔

ステッチ間隔による土台刺繍の縮み方の違いについて実験した結果、ステッチ間隔が狭いと縮みは小さくなり、ステッチ間隔が広くなるに従い、縮みは大きくなった。

実験1で縮みは縫目の形態変化によるものであることがわかったが、ステッチ間隔が狭い試料では、縫目の隙間がなく縫目の形態変化が抑制され、縫目の縮みが小さくなった。

逆にステッチ間隔が広い試料では、縫目と縫目の隙間も広く糸が動き易い状態となり、縫目が大きく縮んだ。

#### (2) ステッチ長さ

ステッチ長さによる土台刺繍の縮み方の違いについて実験した結果、ステッチ長さが短いと縮みは小さくなり、ステッチ長さが長くなるに従い、縮みは大きくなった。

次に定圧厚さ測定器（TECLOCK TYPE PF-15）にて各試料1枚につき5箇所の厚さを測定した結果を図15に示す。基布溶解後のステッチ間隔による厚さの変化はどれも1mm程度で差はあまりないが、ステッチ長さは長くなるに従い、厚さが増していた。これは左進縫い（180°）の縫目が環状に形態変化するため、縫目の環が大きくなることで厚みが増した結果、長さとしては短くなるため、ステッチ長さが長くなるに従い、縮みが大きくなったものである。

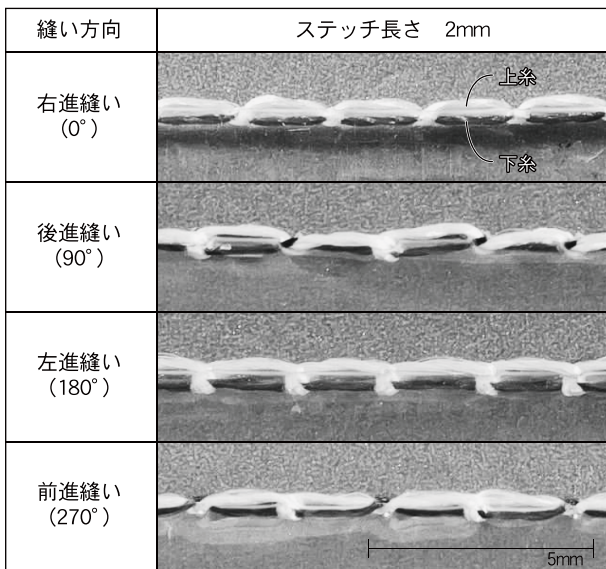


図13 縫目側面拡大画像

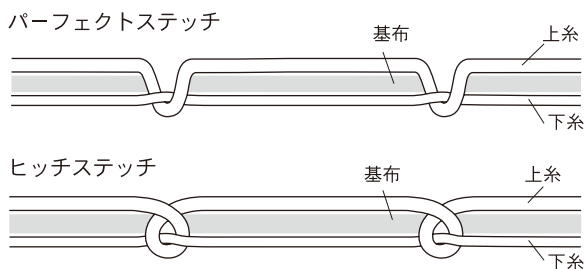


図14 パーフェクトステッチとヒッチステッチ  
(刺繍縫いでは上下糸の結節点を布下面に配置する)

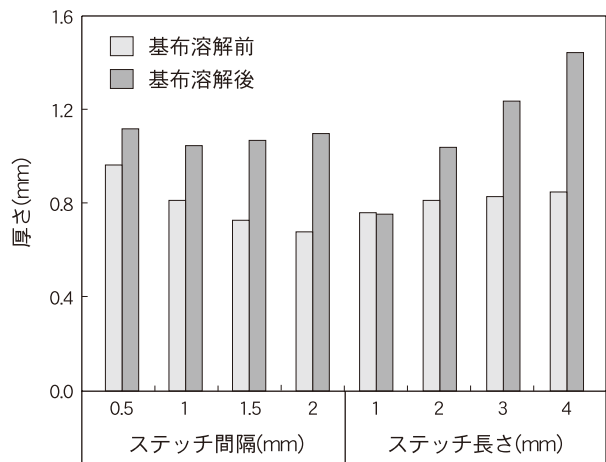


図15 各試料の厚さ



ステッチ間隔および長さに共通した結果として、全ての試料でタテ方向よりも、ヨコ方向に大きく縮んだ。その要因としては左進縫い（180°）の縫目の縮みが最も大きいことがあげられる。また基布溶解前の試料にシームパッカリングによる縮みが見られたが、基布溶解後の縮みと比較してごく僅かであったため、土台刺繍の縮みにはあまり影響がないことがわかった。

## 7. まとめ

ケミカルレース製造工程における土台刺繍の縮みを考慮したデータ設計のため、本研究では基本的なデータの収集と整理を行った。土台刺繍に関するステッチ間隔、ステッチ長さ、ステッチ角度の3項目について実験を行い、以下の結果が得られた。

- (1) 上糸 120d/2、下糸 75d/2 のレーヨン刺繍糸のみでも基布溶解の浸漬により2%程度縮んだ。
- (2) 右進縫い（0°方向）はパーフェクトステッチが形成されるため縮みが小さく、左進縫い（180°方向）ではヒッチステッチが形成されるため特に縮みが大きくなった。
- (3) 土台刺繍の縮みとは、水処理により基布から解放されることで縫目が緩和されて、糸絡みの形態が変化するためにおこる縮みといえる。
- (4) ステッチ間隔が狭いと縮みは小さく、広くするに従い縮みは大きくなった。

(5) ステッチ長さが短いと縮みは小さく、長くするに従い、縮みは大きくなった。

(6) タテ方向よりもヨコ方向に大きく縮んだ。

土台刺繍の縮みに関する実験データから、ステッチ間隔とステッチ長さによる土台刺繍の縮みの特性や傾向がわかり、データ設計の考え方の理解が深まったが、課題も見えた。今回、土台刺繍の縫いパターンは垂直、水平に縫目が交差する基本的な縫い方としたが、左進縫い（180°方向）で特に縮みに大きくなることが明らかとなったため、縫いパターンの縫い方向を変えることで縫目線の縮みを小さくすることが可能と考えられる。今後の課題として、より精度の高い土台刺繍のデータ設計へとつなげていきたい。

最後にケミカルレース製造についてご教授くださった有限会社丸田ししゅうの丸田良一社長、横山特殊ミシン株式会社の谷哲郎氏、本稿をまとめるにあたりご指導いただきました本学の正田康博教授にはここに記して厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 浪間幸井『レースの服』文化出版局、(1996)、p.37
- 2) あらきかずこ『フリーレース作品集』LAPUTA、(2001)、p.33
- 3) 繊維流通研究会『新アパレル工学事典』(1994)、pp.494-495
- 4) 福田瑛子、平林知美「洗濯による織物の収縮と洗剤の影響」和洋女子大学紀要家政系編第42号、(2002)、p.57