

平成 2 1 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「次世代ニードルパンチ技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 2 年 3 月

委託者 関東経済産業局
委託先 富士吉田商工会議所

目 次

第 1 章 研究開発の概要	
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2 研究体制	4
(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)	
1-3 成果概要	7
1-4 当該研究開発の連絡窓口	9
第 2 章 本論	
2-1 高密度ニードルパンチ加工機構の開発	
2-1-1 ジャカードの吊り込み糸の耐久試験	9
2-1-2 ニードルとの連携を考慮したレイアウト設計	11
2-2 摩耗・折損したニードル交換機構の開発	
2-2-1 交換を考慮したニードルユニットの検討	12
2-2-2 ニードルユニットの試作評価	13
2-3 ニードルの押出制御ソフトの開発	
2-3-1 電子ジャカード制御データフォーマットの検討	14
2-3-2 ニードルの押出制御ソフトの仕様検討	14
2-3-3 押出制御ソフトによる制御データの生成	15
2-4 絵柄を表現できるニードルパンチ加工装置の開発	
2-4-1 次世代ニードルパンチ加工装置の全体構想	16
2-4-2 アクチュエータ、プランジャー部とニードル部の接続	18
2-4-3 布送り駆動部と上下動作駆動部の動作試験	19
2-4-4 アクチュエータの動作試験	20
2-4-5 布送り動作とニードルの上下動作との同期試験	21
2-5 次世代ニードルパンチ装置の加工条件の確立	
2-5-1 ニードルカセット改良と布送り量の調整試験	23
2-5-2 加工密度を変化した時の試験	23
2-5-3 回転速度と布送り手法を変化させた時の試験	24
2-5-4 各種パターンによる試験	26
最終章 全体総括	29

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

○研究開発の背景

日本の繊維産業の現状は、国際市場との競争が激化する一方で、国内市場は人口減少、原料のひっ迫、人材不足などから厳しい状況にある。

平成19年5月発表の産業構造審議会繊維産業分科会の中間とりまとめ「繊維産業の展望と課題 技術と感性で世界に飛躍するために ―先端素材からファッションまで―」の中では、技術と感性を武器に世界への飛躍が可能としており、繊維産業が全体として取り組むべき課題の中に技術力の強化が挙げられている。

このような状況の中で、当産地（郡内織物）の付加価値を高める加工技術に、繊維を絡ませることで織物でも刺繍でも得られない風合いを表現するニードルパンチ加工があり、この加工に大きな期待が寄せられている。

現在、市場に出回っているニードルパンチ製品は大別すると、工業的に大量生産を行っているニードルパンチカーペット、ニードルミシンによる雑貨小物類、織物に各種繊維を絡ませたファッション衣料がある。参加企業の山梨県織物整理株式会社においては、平成7年に、織物に各種繊維を絡ませるニードルパンチ装置を試作・開発し、付加価値の高い高級婦人服地等の加工を行ってきたが、近年に至り中国企業を始めとする後発メーカーが類似の装置を導入し厳しい競争が行われている。現在、工業的に行われているニードルパンチ加工方法は、大別するとつぎの2種類がある。

① ニードルパンチ加工方法

布帛等の上に繊維等を置き、ボード板に埋め込まれたニードルで上側又は下側から織物と繊維等を絡ませる方法である。現状のニードルパンチ加工では、多数のニードルを埋め込んだボード板の上下運動により繊維等を絡ませる機構のため無地柄となる。ニードルを一定の間隔で抜いたボード板でパンチングするとストライプ柄が得られるが、ニードルの入れ替えに膨大な時間がかかりコストアップの要因となっている。

山梨県織物整理株式会社で開発したニードルパンチングマシンでは、ボード板（幅:1500mm×奥行き:300mm）に特殊なニードルを6450本埋め込んである。このボード板は毎分500回程度の速度で布等の上に置かれた繊維等を突き刺し、布等と繊維等を絡めた加工を行っている。この時の布等の送り速度は素材により異なるが、概ね毎分2m程度である。

ボード板に埋め込まれたニードルは等間隔に配置してあるように見えるが、同一場所を何回か突き刺すと、ニードルに付けられたバンプと呼ばれる微小な突起により繊維が切断されるため、僅かなピッチ間隔で同一場所を突き刺さないようにニードルの埋め込み位置を微妙に変えている。

②ニードルミシンによる加工方法

ニードルミシン加工は、作業者が手作業でニードルミシンを動かしながら加工するものであり、花柄等の任意な絵柄を顕出することは可能であるが再現性のある正確な絵柄を表現することができず、ストライプやチェック柄など幾何学形状は正確に表現できない。さらに、大量生産をするためには、ニードルミシンを多数揃えると同時に多くの作業者が必要となり、大幅なコストアップにつながる。

これらの方法では、当該開発事業で目標としている任意な絵柄を表現できるニードルパンチ加工ができる装置は現存していない。

本事業では、産学官の共同研究で開発した「任意な絵柄を顕出できるニードルパンチ機構」を基に、中国等で真似の出来ない新しい創造性に富んだ高い付加価値性を付与することのできるニードルパンチ加工技術を開発し、日本の独自技術分野を確立し、繊維産業の振興に寄与することを目的としている。

当該研究開発事業では、従来は一体型であったボード板を分割化し、分割されたブロックの個々のニードルを織機に使われている電子ジャカードとスプリングを利用して任意に押し出すことにより、任意の絵柄が容易に表現できる機構及びシステムを開発するものである。

電子ジャカードを応用することで1000本以上のニードルを制御することが可能となり、ニードルのピッチ間隔を0.5mmとして個々に上下動作する機構により精細で任意な絵柄を表現することが可能となる。

さらに実用化において課題となる摩耗・折損したニードル交換機構の開発にも取り組み、早期事業化を可能とする技術開発を目指す。この技術を山梨県の地域資源である郡内織物に適用して、付加価値の高い差別化繊維製品を加工する技術の開発を行うものである。

○研究目的及び目標

研究開発終了時に目指すべき具体的な目標値として以下を設定する。

なお、平成21年度は(1)～(4)の技術開発を行い翌年度に(5)加工条件の確立を図る。

(1) 高密度ニードルパンチ加工機構の開発

技術シーズとして利用する予備研究で、0.5mmピッチで150本の個々のニードルをエアースリンダにより駆動する試作機を製作し、75mm巾の処理サイズに対して「○」や「△」形状の加工試験を行った結果、曲線や直線の形状を十分に表現でき、かつ再現性のあることも確認している。

これを実用化するためには、1200mm巾の布帛等に対して加工できる装置が必要であり、この装置には0.5mmピッチの2400本のニードルを個々に上下させる機構が求められることとなる。予備研究の試作機を基に大型化する方式を想定すると、2400本のニードルを個々に駆動するために、エアースリンダ2400本が必要となり高額になる。また実用化を見据えた場合にエアースリンダの耐久回数1000万回では、部品交換頻度が高くなりメンテナンス性に問題がある。

そこで、当該事業では個々のニードルの制御に電子ジャカードの機構を応用することを想定している。既存の電子ジャカード装置は1300口、2600口、6000口などのものがあるが、本研究においては、電子ジャカードとの連動が主目的であり、加工結果を評価するため十分な500mm巾の加工ができるように制御本数を1000本程度とした。この技術を確立することにより、2600口の電子ジャカード装置を適用し、1200mm巾の布帛等に対して加工できる実用的な装置を製作することが可能となる。

以上から繊維製品の差別化を図る加工を考えた場合、精細な絵柄を表現する上で0.5mmのピッチで巾の広い布帛に対してニードルパンチ加工ができる技術開発を最終目標として、当該研究開発では、布帛類の加工幅を500mmと限定し、1000本の個々のニードルを制御できる機構を開発する。

(2) 摩耗・折損したニードル交換機構の開発

既存のニードルパンチ加工装置において、摩耗したニードルや折れたニードルを交換する場合、ニードルを埋め込んだボード板をそのまま取り外して交換作業を行うことができるため、保守性は良い。

試作装置において少なくとも同程度の保守性を確保する必要がある。技術シーズとして利用する予備研究で、150本のニードルを保持するホルダーをユニット化して、上下機構からの取り外しができる構造を開発した。

そこで1000本程度のニードルのレイアウトおよびブロック化を検討し、この構造を応用して、高密度に配置されたニードルが摩耗・折損した場合に、特定のニードルだけを容易に交換することができる機構を開発する。

(3) ニードルの押出制御ソフトの開発

当該研究開発事業において、どれだけクリアな絵柄がニードルパンチ加工で実現できるかは、目的とする画像データから制御データを作成するソフトおよび駆動制御するソフトの機能に依存している。

そこでニードルの上下運動速度と布送り速度から、絵柄において必要な箇所のみをパンチングするための駆動制御ソフトを開発する。

(4) 絵柄を表現できるニードルパンチ加工装置の開発

(1) 高密度ニードルパンチ加工機構において、0.5mmのピッチで1000本の個々のニードルを制御できる機構を用いて、50cm幅の布へ対応するものとした。また、電子ジャカードの上下動作速度が480回/分まで運転できると想定し、布の送り方向において1.0mmピッチでの加工を考えると $480\text{回/分} \times 1.0\text{mm} = 480\text{mm/分}$ が可能と考えられる。

50cm幅の布において加工速度が480mm/分(28.8m/Hr)を可能とする絵柄を表現できるニードルパンチ加工装置を目標に開発を進める。

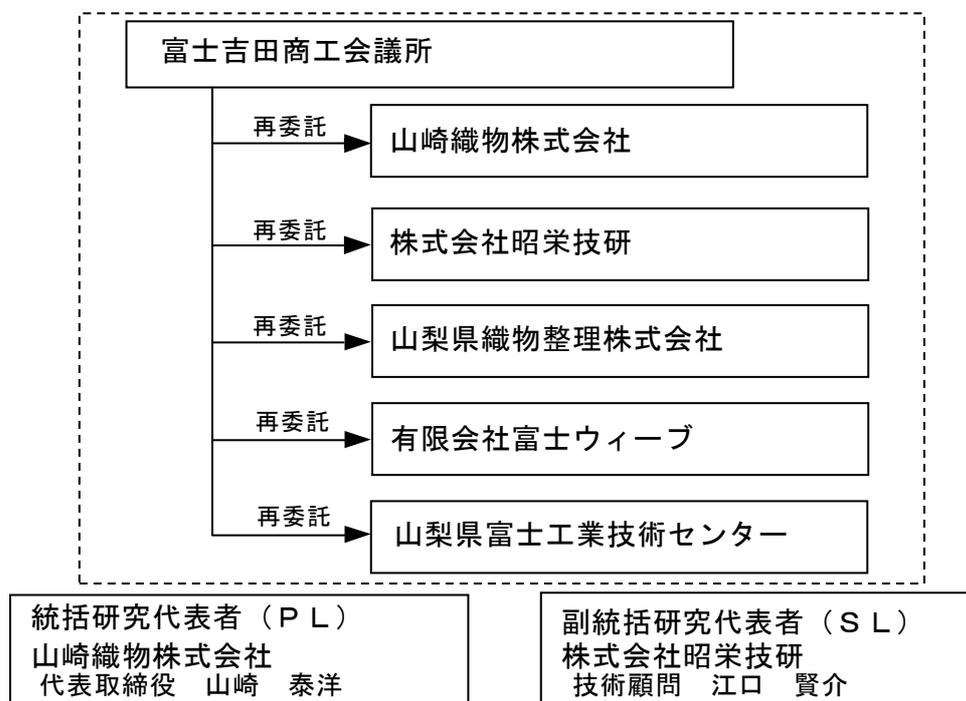
(5) ジャカードニードルパンチ装置の加工条件の確立

ジャカードニードルパンチ加工の特長を最大限に活かした付加価値の高いデザインを適用出来る市場として、婦人服地、ネクタイ、カーテン地、ショール、マフラー等が考えられる。これらの布帛へ対応するためには、加工する布の組み合わせにより、それぞれに適したニードル(太さやニードルに付けられたバンプと呼ばれる微小な突起の形状や個数)の選定が必要であり、その選定のためには試験加工および評価が必要である。本事業終了後、試作開発した装置を用いて試験加工を行い、加工後に評価し布の種類とニードルの組み合わせなど最適な加工条件を確立する。

1-2 研究体制

(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)

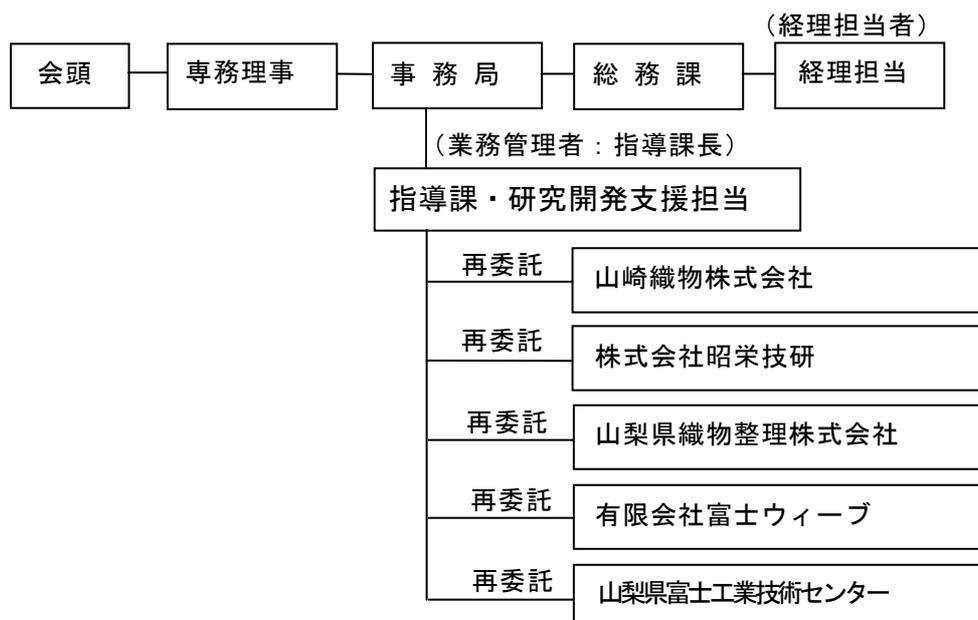
1) 研究組織 (全体)



2) 管理体制

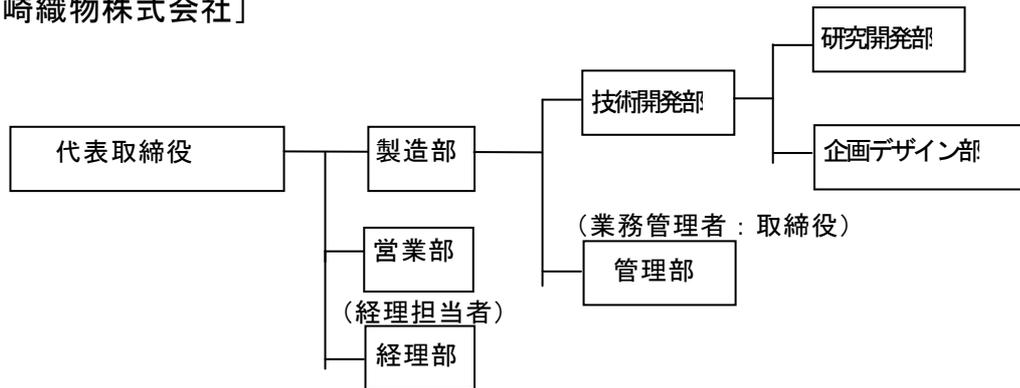
①事業管理者

[富士吉田商工会議所]

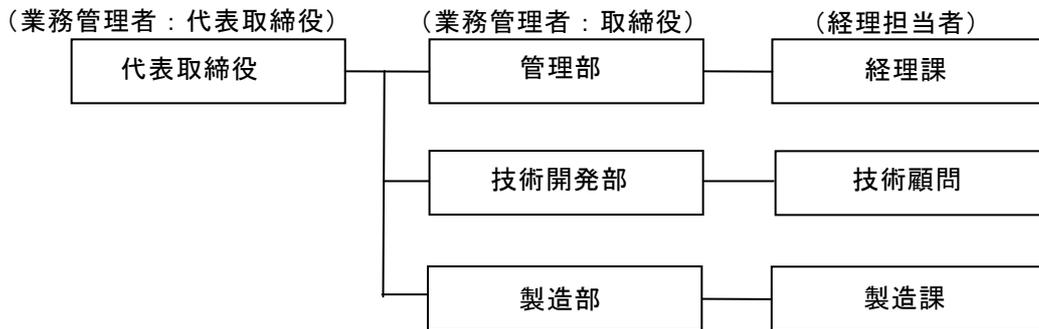


② 再委託先

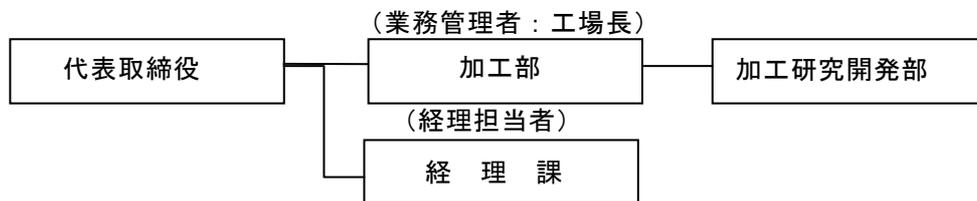
[山崎織物株式会社]



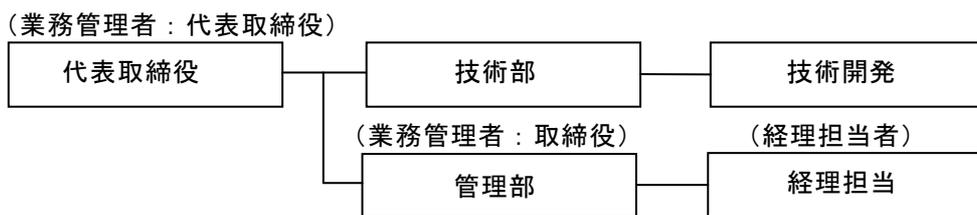
[株式会社昭栄技研]



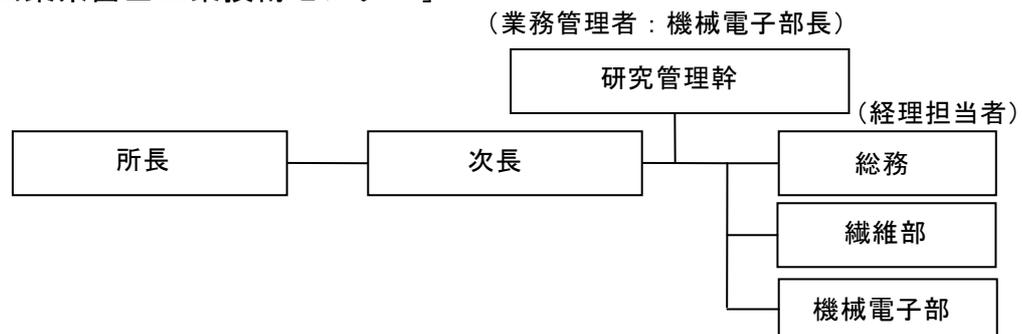
[山梨県織物整理株式会社]



[有限会社富士ウィーブ]



[山梨県富士工業技術センター]



3) 管理員及び研究員

【事業管理者】

富士吉田商工会議所
管理員

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
三浦 幸弘	指導課 課長	プロジェクトの運営管理

【再委託先】（研究員）

山崎織物株式会社

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
山崎 泰洋	代表取締役	① ② ③ ④

株式会社昭栄技研

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
平井 三男	代表取締役	① ② ④
江口 賢介	技術顧問	① ② ③ ④

山梨県織物整理株式会社

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
渡辺 明弘	代表取締役	① ② ③ ④

有限会社富士ウィーブ

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
渡辺 賢嗣	代表取締役	① ④
渡辺 一智	技術部 技術開発 主任研究員	① ④

山梨県富士工業技術センター

氏名	所属・役職	実施内容（番号）
吉村 千秋	機械電子部 研究員	① ③ ④
五十嵐 哲也	繊維部 研究員	①
古屋 雅章	幾何電子部 研究員	② ③

4) 経理担当社及び業務管理者の所属、氏名

（事業管理者）

富士吉田商工会議所

（経理担当者） 指導課 会計担当 渡辺 早苗
（業務管理者） 指導課 課長 三浦 幸弘

（再委託先）

山崎織物株式会社

（経理担当者） 経理部 山崎 誠
（業務管理者） 取締役 山崎 雅世

株式会社昭栄技研

（経理担当者） 管理部経理課 平井久美子
（業務管理者） 代表取締役 平井 三男
（業務管理者） 管理部取締役 田島 大輔

山梨県織物整理株式会社

（経理担当者） 経理課 渡辺めぐ美
（業務管理者） 加工部工場長 渡辺 喜雄

有限会社富士ウィーブ

（経理担当者） 経理部 渡辺 恭子
（業務管理者） 代表取締役 渡辺 賢嗣
（業務管理者） 取締役 渡辺 和子

山梨県富士工業技術センター

（経理担当者） 総務グループ 主査 真田 健康
（業務管理者） 研究管理幹・機械電子部長 藤原 和徳

5) 他からの指導・協力者
開発推進委員会 委員

氏名	所属・役職	備考
山崎 泰洋	山崎織物株式会社 代表取締役	委 PL
江口 賢介	株式会社昭栄技研 技術顧問	委 SL
平井 三男	株式会社昭栄技研 代表取締役	委
渡辺 明弘	山梨県織物整理株式会社 代表取締役	委
渡辺 賢嗣	有限会社富士ウィーブ 代表取締役	委
渡辺 一智	有限会社富士ウィーブ 主任研究員	委
吉村 千秋	山梨県富士工業技術センター 研究員	委
五十嵐 哲也	山梨県富士工業技術センター 研究員	委
古屋 雅章	山梨県富士工業技術センター 研究員	委
吉岡 正人	国立大学法人山梨大学 大学院医学工学総合研究部 教授	委, アドバイザー
矢野 海児	大学法人杉野服飾大学 杉野服飾大学短期大学部 教授	委, アドバイザー
佐井 隆英	テックスソウス株式会社 代表取締役	委, アドバイザー
渡辺 則明	富士吉田商工会議所 専務理事	
渡辺 博	富士吉田商工会議所 事務局長	
三浦 幸弘	富士吉田商工会議所 指導課 課長	
渡辺 早苗	富士吉田商工会議所 指導課	

1-3 成果概要

○高密度ニードルパンチ加工機構の開発

試作装置に使用する糸の耐久性を確保するためには、摩擦の影響を低減することが必要であり、その手法として熱収縮チューブを用いた。耐久試験約8万回の上下動作を行った結果、熱収縮チューブを用いたものは、耐久性の向上が見られたが、実用面では課題が残ることが判明した。

電子ジャカード装置の応用方法について検討し、従来の方式では、総荷重が厳しいためにダイレクト駆動方式とした。ダイレクト駆動方式とは、耐久性に心配のある糸を使用しない方法で、構造が単純化でき、ニードルを直接選択できる利点がある。

このダイレクト駆動方式ニードルパンチ用カセットは、厚み7.8mm・縦方向8mm・横方向0.5mm間隔16個のソレノイドが並んでいる。このカセットを64枚並べて、横512mm×縦128mm、ニードル本数：1024本（64×16）とした。

○摩耗・折損したニードル交換機構の開発

摩耗・折損したニードルのユニットを特定し、取り外し、取り付けの交換作業を考え、横16列の4ユニットとすることにした。

縦・横8mm間隔で高密度に配置されたニードルのいずれかが摩耗・折損した場合を想定して、そのニードルのあるユニット（16本×16本：256本）のみを、取り外してニードルを交換後、位置合わせピンとピンガイドにより取り付けることで取り付け位置のずれがなく、調整することなしに、継続して加工ができることを確認した。

既存のニードルパンチ加工装置のメンテナンスと同等の保守性を確保できた。

○ニードルの押出制御ソフトの開発

本研究開発では、電子ジャカードの機構をニードルの上下動作に活用するため、電子ジャカードの制御データを使用する必要がある。ジャカードを制御するためのデータ形式には、数種類の形式があるが、ニードルの押出制御ソフトを開発する上で、基本フォーマットが公開されており、その情報も多く存在する Windows の 2 階調 BMP 形式とした。

今回試作開発する装置は、横方向に 1024 本のニードルを 0.5mm ピッチで配置し 512mm の幅まで加工できる装置であり、パネルスカートやストール等に総柄の加工ができるように縦方向の長さ約 1000mm の加工ができる制御データが作成可能なソフト開発を行った。横と縦のピクセル数は 1024×300 で全て黒に塗りつぶされた 2 階調 BMP ファイルを使用して試験したところ、正常に変換できることを確認した。

○絵柄を表現できるニードルパンチ加工装置の開発

ダイレクト駆動方式であるため、通糸で吸収できた駆動部とカセット部との位置精度が重要であることに留意し全体設計を行った。

今回の試作装置には、プランジャーテーブル、ニードルテーブルと布送りテーブルについて高さ調整機構を付け、高さを調整できるようにした。

上下動作駆動部とジャカード駆動部の制御タイミングについて検討し、上下動作駆動部、ジャカード駆動部それぞれ別々にタイミングセンサーを付けて制御タイミングを取ることとした。

布送りの方式や布送り速度、各テーブルの高さ調整等については、タッチパネルから設定や起動を行えるようにした。

アクチュエータの操作画面には、通常の電子ジャカードを駆動する制御画面であるため、1 枚送り・戻しや正転・逆転等のボタンがあるが、本研究開発では、制御用データを読み込む部分のみを使用し、後の制御は、本体側で行う方式としている。

アクチュエータの動作と本体装置の上下動作との連携動作確認を行うための試験用制御データを作成し試験運転を行った。その結果、制御データどおり上下駆動ができることを確認した。

○ジャカードニードルパンチ装置の加工条件の確立

試験加工時に、ニードルユニット部で、ニードルとプランジャーが干渉して、上がるべきプランジャーが上がらない誤動作の現象が発生した。これはニードルにバネの力を伝達する部分でニードルがブッシュから飛び出していることが原因であると考えられる。その対策としてブッシュの形状を変更してその対策を行った。その後は、ニードルとプランジャーの干渉によるこの誤動作は発生しなくなった。

送り機構は、布送り量の調整試験を行い、布送りローラの回転量の指令値を調整することにより、横方向に一直線の柄を表現する制御データを使用して、加工した結果、目的の一直線の加工結果が得られた。

基本的な幾何学形状に対して、その形状を表現するときにニードルの打ち込み密度を変化させて試験加工を行った。この実験から、条件によっては、8mm 間隔で縞状の加工ムラが部分的に発生することがあることが判明した。これは 16 本のニードルを備えたニードル

パンチ用カセットをわずかに傾けて配置したニードルのレイアウトのために、加工しながら布が縮み、隣の16本の列との間が開いてしまったものと考えられる。縞状の加工ムラは、加工密度が高いものでは発生しやすく、加工密度が低いものでは発生が少ないことがわかる。加工密度を低くし、塗りつぶしパターンを検討すれば縞状の加工ムラの発生を抑えることが可能であると考えられる。

上下動作速度を60rpmと80rpm、布送りを同期送り運転とした時、および一定速度送り運転とした時の加工実験を行った。この実験では、上下動作速度60rpm：定速運転のものが、あまり縞状の加工ムラの影響がなく、加工ができることを確認した。各種パターンでの加工実験を行った結果、条件によっては縞状の加工ムラが発生する場合もあるが、数字などの柄に対しては、当初目的としていた明瞭な輪郭形状の加工が実現できた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

連絡先・連絡担当者	連絡先
山崎織物株式会社 代表取締役 山崎 泰洋	〒403-0022 山梨県南都留郡西桂町小沼 1697 TEL:0555-25-2010 FAX:0555-25-2987 ym-tex@peach.ocn.ne.jp
株式会社昭栄技研 代表取締役 平井 三男	〒402-0014 山梨県都留市朝日馬場 839 TEL:0554-48-2312 FAX:0554-48-2071 sho-eigiken@luck.ocn.ne.jp
山梨県織物整理株式会社 代表取締役 渡辺 明弘	〒403-0004 山梨県富士吉田市下吉田 1925 TEL:0555-22-0177 FAX:0555-23-7489 yos0177@kind.ocn.ne.jp
有限会社富士ウィーブ 代表取締役 渡辺 賢嗣	〒403-0004 山梨県富士吉田市下吉田 1676-1 TEL:0555-22-2375 FAX:0555-22-2408 fjw-k.w@jasmine.ocn.ne.jp
山梨県富士工業技術センター 研究管理幹・機械電子部長 藤原 和徳	〒403-0004 山梨県富士吉田市下吉田 2095 TEL:0555-22-2100 FAX:0555-23-6671 admin@fitc.pref.yamanashi.jp
富士吉田商工会議所 指導課課長 三浦 幸弘	〒403-0004 山梨県富士吉田市下吉田 1643-1 TEL:0555-24-7111 FAX:0555-22-6851 miura@fyoshidacci.or.jp

第2章 本論

2-1 高密度ニードルパンチ加工機構の開発

2-1-1 ジャカードの吊り込み糸の耐久試験

本試作開発の基本となる技術シーズ「任意な絵柄を検出できるニードルパンチ機構の開発」で開発した試作機の実用化に向けての課題として、1つに巾の広い加工への対応があり、もう

1つには耐久性の確保があった。ここでは、耐久性の向上に対する試験を行った。

試作機において、ニードルパンチ加工試験を連続して行くと、エアーシリンダから接続されている糸（今後は通糸と呼ぶ）が切れてしまう現象が発生する。そこで、従来のジャカードで使用されている通糸の中で、はさみなどでは切ることができず、ハンダごてなどの熱を用いて糸を切り長さを調整する耐久性のある通糸（東洋紡 ダイニーマ）を用いた。



図 2-1-1 上下動作による通糸の摩耗状況

通糸としてダイニーマを使用しても長時間試験を続けると通糸が切断する現象が発生した。通糸の切断箇所は、金属との接続部であり、上下動作による通糸の摩耗状況を図 2-1-1 に示す。この図より、上下運動に伴いこの箇所が緩む状態と引っ張られる状態が交互に起こりその時の摩擦による熱により、糸が傷み切断することが考えられる。

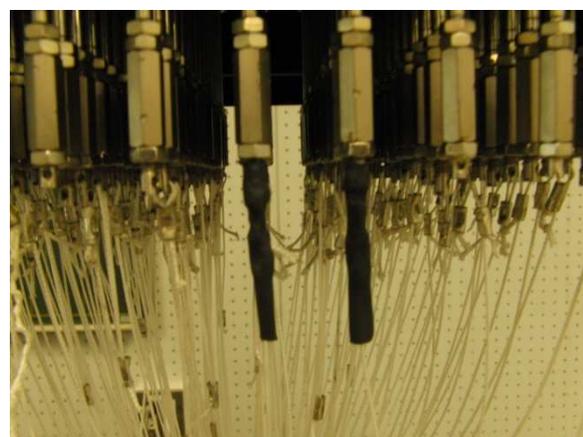
そこで、摩擦の影響を低減する目的で、熱収縮チューブを用いて図 2-1-2 に示す状態として耐久試験を行った。

耐久試験用に、熱収縮チューブを使用しない従来の方式の結線のもの 7 箇所、通糸と下部の駆動軸の結線部に熱収縮チューブで覆ったもの 5 箇所、通糸と下部の駆動軸および通糸と上部のエアーシリンダの結線部に熱収縮チューブで覆ったもの 5 箇所を準備した。

耐久試験の条件として 2 回/秒の速さで上下動作を繰り返し、30 分間、1 時間、2 時間の連続試験を適宜行い、どれだけ上下動作を行った時に通糸が切断するのかを確認した。この耐久試験を行った結果を表 2-1-1 に示す。



通糸と下部の駆動軸の結線部



糸と上部のエアーシリンダの結線部

図 2-1-2 通糸の摩耗を防ぐための熱収縮チューブの取り付け状態

表 2-1-1 熱収縮チューブ有無による耐久試験結果

試験 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
試験時間 (hour)	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	
積算時間 (hour)	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	6.5	8.5	10.5	11.5	
上下動作 (回)	3600	10800	18000	25200	32400	46800	61200	75600	82800	
試験本数	切断本数									
チューブなし	7	1	1	0	0	0	0	0	3	1
チューブ下のみ	5	0	0	2	0	2	0	0	0	1
チューブ上下	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0

表 2-1-1 から、10800 回の上下動作後に、熱収縮チューブなしのものが 2 本切断し、18000 回の上下動作後には、熱収縮チューブを下部に用いたものが 2 本切断した。最終の 82800 回の上下動作後には、熱収縮チューブなしでは 7 本中 6 本が切断し残存率 14%、熱収縮チューブを下部に用いたものでは 5 本中 5 本が切断し残存率 0%、熱収縮チューブを上部と下部に用いたものでは 5 本中 1 本が切断し残存率 80%となった。

この結果から、熱収縮チューブを上部と下部に用いたものは、耐久性の向上が見られたが、実用面では課題が残ることが判明した。

2-1-2 ニードルとの連携を考慮したレイアウト設計

本試作開発の基本となる技術シーズ「任意な絵柄を検出できるニードルパンチ機構の開発」で開発した試作機のニードル配置とニードル本数の仕様を以下に示す。

○幅：75mm (0.5mm ピッチ) × 奥行き：112.5mm

○ニードル本数：150 本 (10×15)

また、試作機で用いたニードルのレイアウトを図 2-1-3 に示す。

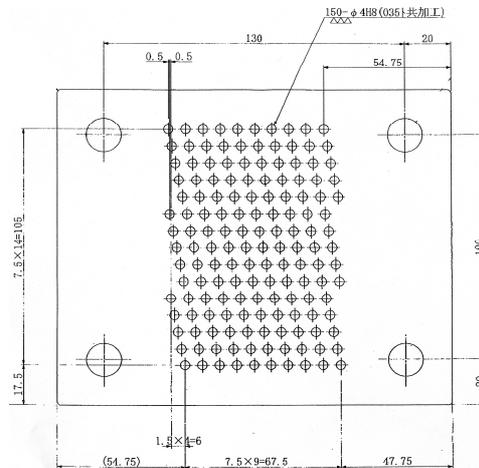


図 2-1-3 従来の試作機におけるニードルのレイアウト

本試作開発においては、上記内容を基本として、横方向の 0.5mm ピッチを確保し、電子ジャカードではバイト (byte) 単位 (1byte=8bit) で制御データを扱うために、奥行き方向を従来の試作機 15 列を 16 列に変更した。また横方向 1000 本以上のニードル数を確保するため、 $64 \times 16 = 1024$ 本の配列とした。また、従来の試作機では、5 列ごとに段差を付けていたが、数が多くなることで複雑になること、またユニット化して組み合わせることを考慮して斜めの直線となるようなレイアウトとした。

本研究開発の試作機のニードル配置とニードル本数の仕様

○幅 : 512mm (0.5mm ピッチ) × 奥行き : 128mm

○ニードル本数 : 1024 本 (64 × 16)

2-2 摩耗・折損したニードル交換機構の開発

2-2-1 交換を考慮したニードルユニットの検討

本試作開発の基本となる技術シーズ「任意な絵柄を検出できるニードルパンチ機構の開発」で 150 本のニードルを保持する部分をユニット化して、上下機構からの取り外しができる構造 (図 2-2-1) を開発した。1000 本以上のニードルのレイアウトおよびブロック化を検討し、この構造を応用して、保守性を良好に保つ必要がある。

試作機のニードルユニットは横 10 列、縦 15 列の 150 本のユニットとなっている。本研究開発では横 64 列、縦 16 列の 1024 本を使用するが、1024 本のニードルをユニット化する構成例として適当なものは、横 64 列 (1 ユニット)、横 32 列 (2 ユニット)、横 16 列 (4 ユニット)、横 8 列 (8 ユニット) が考えられる。

この中で、従来試作したニードルユニットの 150 本に近いのは、横 8 列の 8 ユニットであるが、摩耗・折損したニードルのユニットを特定し、取り外し、取り付けの交換作業を実施することを考え、横 16 列の 4 ユニットとすることにした。

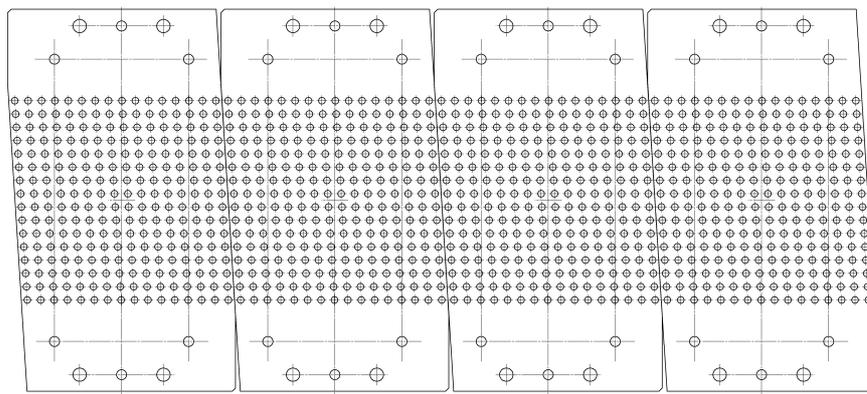


図 2-2-1 開発する新規試作機におけるニードルユニット設計図

ニードルの全体のレイアウトは 2688 本のニードルまで増設可能なレイアウトとしてあり、その 2688 本を横 16 列、縦 16 列の 256 本のユニットにどのように割り振るかを決定した。その内訳は、No. 1~704 までの 704 本、No. 705~1728 までの 1024 本、No. 1729~2688

までの 960 本のエリアに分け、本研究開発においては、No. 705~1728 までの 1024 本を使用することとした。

また、ニードルユニットにおいて、市販のニードルを使用した場合には、追加加工が必要となるため、ニードルメーカーを選定し特別注文品を使用することとした。ニードルユニットを設計する上でニードルの仕様は以下のとおりとする。

- ・長さはクランプ上から 85mm 以上
- ・ニードルのヘッドの曲がりばちは 4mm
- ・ニードル先 10mm 以内に全てのバンプが有効に使えること

2-2-2 ニードルユニットの試作評価

前述の仕様を基にニードルを手配し、そのニードルにブッシュを取り付けたものを図 2-2-2 に、設計図を基にニードルとブッシュ、スプリングを個々に組み合わせ、試作したニードルユニットを図 2-2-3 に示す。

縦・横 8mm 間隔で高密度に配置されたニードルのいずれかが摩耗・折損した場合を仮定して、そのニードルのあるユニット（16 本×16 本：256 本）のみを、取り外してニードルを交換後、位置合わせピンとピンガイドにより取り付けることで取り付け位置のずれがなく、調整することなしに、継続して加工ができることを確認した。

既存のニードルパンチ加工装置において、摩耗したニードルや折れたニードルを交換する場合、ニードルを埋め込んだボード板をそのまま取り外して交換作業を行っているが、上記の機構によってそれと同等の保守性を確保できた。



図 2-2-2 ニードル全体写真

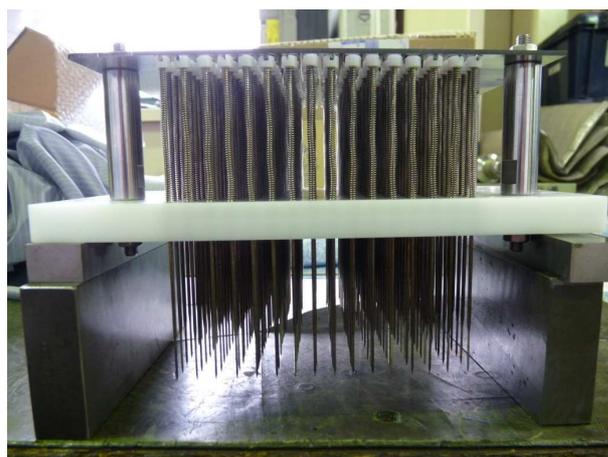


図 2-2-3 試作したニードルユニット

2-3 ニードルの押出制御ソフトの開発

2-3-1 電子ジャカード制御データフォーマットの検討

本試作開発の基本となる技術シーズ「任意な絵柄を検出できるニードルパンチ機構の開発」では、150本のニードルを個々に上下動させるための制御データは、テキスト形式でニードルが下がる箇所を1、ニードルが上がる箇所を0で表現した。

しかし、本研究開発においては、電子ジャカードをニードルの上下動作の選択に使用するため、電子ジャカードの制御データを使用する必要がある。ジャカードを制御するためのデータ形式には、CGS、CGS II、JC5、DOSCGS、BMP等が存在する。

CGSとは、京都の西陣織工業組合が制定したコンピュータによるジャカード織物の規格であり、コンピュータグラフィックスシステムの頭文字である。媒体は、IBMフォーマットのFDとして定められている。

CGS IIとは、京都市産業技術研究所が策定したジャカードデータ形式であり、Windows上で読み書きできるファイルである。詳細は、

<http://www.ktri.city.kyoto.jp/group-1/cgs/kasidasi.html>に掲載されている。

JC5とは、STABLI社の電子ジャカードで使用されている製織制御データ形式である。

DOSCGSとは、(有)インフィニティが開発したジャカードデータ作成システム(FineTex)で使用しているデータ形式である。

BMP (Microsoft Windows Bitmap Image) は、マイクロソフトとIBMがWindowsとOS/2にわかれる前のOSを共同で開発していた頃に作られた画像ファイル形式である。圧縮の方法についても定義されているが、Windowsが標準では無圧縮のファイルを生成するため、他のアプリケーションにおいても無指定時は、圧縮はされていない場合が多い。ファイル形式の細部の変更が何度か行われており、その結果としてWindowsとOS/2で多少ファイル形式が異なることがある。

本研究開発では、ニードルの押出制御ソフトを開発する上で、基本フォーマットが公開されており、その情報も多く存在するWindowsの2階調BMP形式で制御することとした。その時に、各ピクセルがニードルに対応しそのピクセルの色が黒の場合にニードルを下げ、白の場合にはニードルを下げない制御とする。

2-3-2 ニードルの押出制御ソフトの仕様検討

ニードルの上下運動速度と布送り速度から、絵柄において必要な箇所のみをパンチングするためのニードルの押出制御データ作成ソフトを開発する。

当該研究開発事業において、どれだけクリアな絵柄がニードルパンチ加工できるかは、目的とする画像データから制御データを作成するソフトの機能に依存している。

本研究開発で開発したのは横方向に1024本のニードルを0.5mmピッチで配置し512mmの幅まで加工できる装置であり、縦方向は原理的には無限長の加工ができるが、パネルスカートやストール等に総柄の加工ができるように縦方向の長さ約1000mmの加工ができる制御データを作成可能なソフト開発を行った。すなわち、縦・横ともに0.5mmピッチとして、Windowsの2階調BMPファイルにおける横と縦のピクセル数は1024×2048(加工サイ

ズ:512mm×1024mm) までの画像について、制御データを生成できるソフトウェアを目標として開発を行った。

上下動作速度・布送り速度により変換データは異なるが、縦・横ともに同一の0.5mmピッチと仮定してソフトウェアを開発した。

縦・横のピッチの比率が変わる場合、例えば、縦1.0mm×横0.5mmとする時には、元のBMPファイルを画像処理ソフト（フォトタッチソフト ex. Adobe Photoshop等）を用いて、縦方向を2倍に引き延ばしておいて対応することとした。

また、制御データを生成する前のBMPファイルは、横と縦のピクセル数は1024×2048までの画像データとするが、今回ジャカードの仕様が2688本のニードルまで拡張できる仕様となっているため、No.1~704までの704本、No.705~1728までの1024本、No.1729~2688までの960本のエリアに分け、本研究開発においては、No.705~1728までの1024本を使用するため、この部分について制御データの変換を行った。また、No.1~704までの704本とNo.1729~2688までの960本の両端のエリアについては、白の値(0)で埋めることとした。

2-3-3 押出制御ソフトによる制御データの生成

各種のパターンでニードル加工をするため、この制御データ作成ソフトを開発した。また、加工時の柄の鮮明さと生産性を考慮して横方向には機構の制約から0.5mm間隔であるが、縦方向には、0.25mm、0.5mm、0.75mm、1.0mm間隔から選択できるようにした。このソフトのメイン画面を図2-3-1に示す。操作手順は以下のとおりである。

- ① 1024×4096ピクセル範囲内の2階調BMPデータを準備する。
- ② 上記データを操作画面1のcommandボタン「開く」で指定する。
- ③ 送り量を、×1(0.5mm)、×2(1.0mm)、×1.5(0.75mm)、×0.5(0.25mm)から選択する。
- ④ メイン画面のcommandボタン「変換」で変換を実行する。するとサブ画面(図2-3-2)が開き生成データの確認ができる。
- ⑤ 確認後、「閉じる」ボタンでサブ画面を終了しその生成データを保存する場合には、メイン画面のcommandボタン「保存」により、元のデータに変換の名前を追加したBMPファイルの保存が行える。

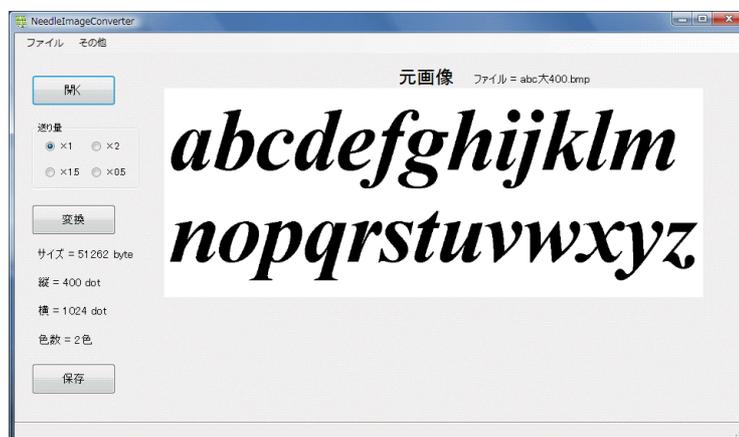


図2-3-1 押出制御データ作成ソフトのメイン画面

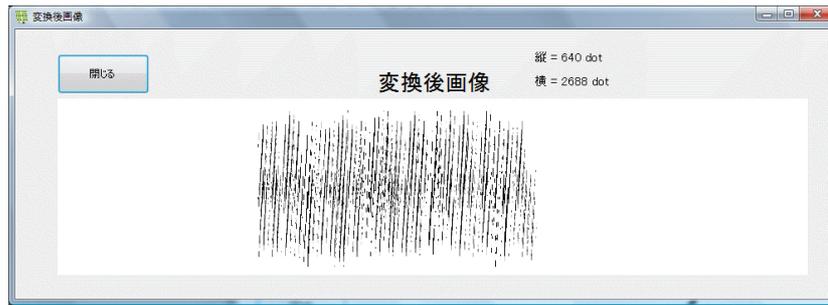


図 2-3-2 押出制御データ作成ソフトのサブ画面

開発した押出制御ソフトを用いて、変換が確認できるように、横と縦のピクセル数は 1024×300 で全て黒に塗りつぶされた Windows の 2 階調 BMP ファイル (図 2-3-3) を準備しこれから制御データの作成を行った。送り量を $\times 1 (0.5\text{mm})$ として作成した制御データとしての BMP ファイルを図 2-3-4 に示す。両端の白い部分は、今後の拡張を考慮したエリアである。ニードルのレイアウトが 0.5mm ピッチずれていること、および各ニードル間の奥行き方向が 8mm であることから、変換された 1024 ピクセル分が串歯状になっており正常に変換できることを確認した。

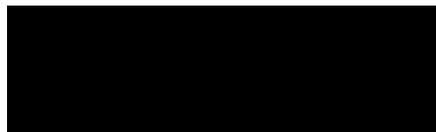


図 2-3-3 変換前の BMP データ (1024×300)

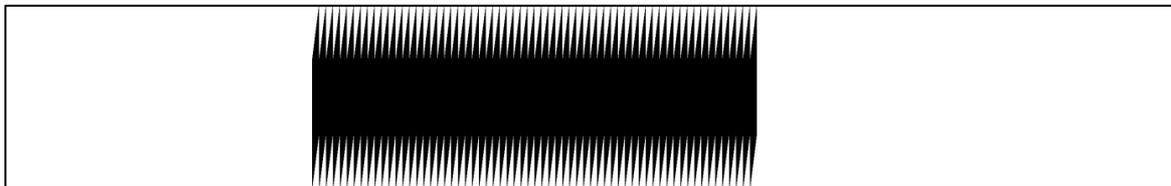


図 2-3-4 変換後の BMP データ ($\times 1.0 (0.5\text{mm 間隔}) (2688 \times 540)$)

2-4 絵柄を表現できるニードルパンチ加工装置の開発

2-4-1 次世代ニードルパンチ加工装置の全体構想

全体の設計概略図 (図 2-4-1) から、通糸をなくしたダイレクト駆動方式のため装置全体の高さを抑えた構造になること、通糸からカセット部への動作伝達部がなくなることによる構造の単純化、通糸で吸収できた駆動部とカセット部との位置精度が重要であることの確認を行った。

試作装置のサイズ、電源、重量は以下のとおりである。

○装置サイズ 高さ : $2\text{m}50\text{cm}$

○電源は AC200V3 相で 10kW 程度 本体部とアクチュエータ駆動部は共通の配電盤に接続する。

○総重量は 3 トン程度 設置する時の支柱は $300 \times 900\text{mm}$ 両側 2 箇所

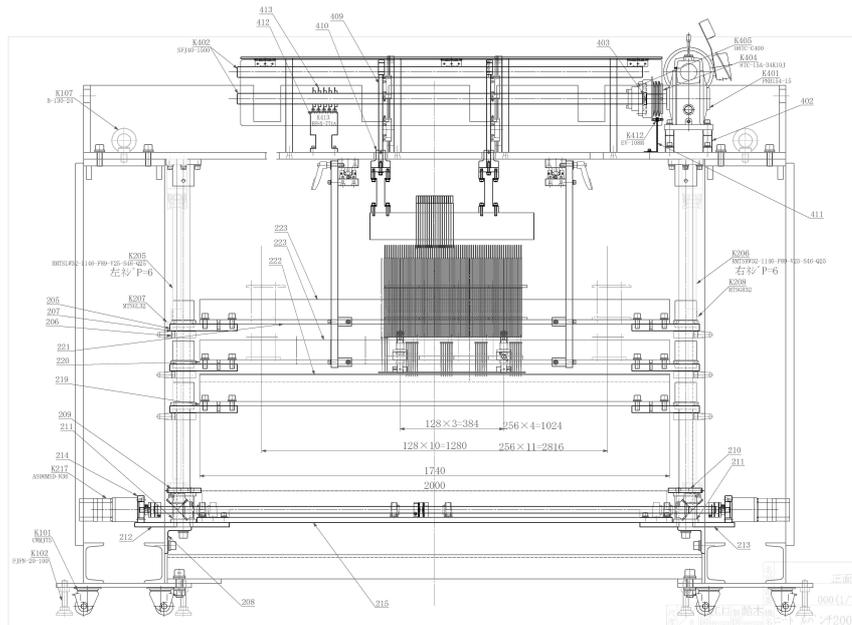


図 2-4-1 次世代ニードルパンチ加工装置の全体設計図

これら検討した結果を設計図に取り入れて、試作した次世代ニードルパンチ加工装置を図 2-4-2 に示す。



図 2-4-2 次世代ニードルパンチ加工装置の全体写真

本試作開発の基本となる技術シーズ「任意な絵柄を検出できるニードルパンチ機構の開発」では、ニードルカセットの高さと加工するための布の高さの調整が加工結果に大きく影響したため、今回の試作装置においては、プランジャーテーブル、ニードルテーブル、布受けテーブルのそれぞれの高さについてステップモータを使用することにより、プレート毎に自由に調整できるようにした。

制御部は本体制御部とアクチュエータ制御部から構成される。本体制御部で布送りと上下動作を制御し、アクチュエータ制御部でニードルを押すか押さないかの選択制御を行う。

上下動作駆動部とアクチュエータ駆動部の制御タイミングは、上下動作駆動部、アクチ

ユエータ駆動部それぞれ別々にタイミングセンサーを付けて取ることにした。またそのセンサーについては、フォト型で考えていたが織物を扱うので、ゴミ等の影響を受け誤作動する危険があるためフラット型近接センサーを使用した。

2-4-2 アクチュエータ、プランジャー部とニードル部の接続

アクチュエータ、プランジャー部とニードル部の高さについてはそれぞれ調整する必要があり、図2-4-3(左)に示すテーブル高さ調整機構により調整できる仕様とした。そこで微調整した各テーブルの高さを保持し同時にテーブルの自重によるたわみを防ぐ目的で、図2-4-3(右)に示すテーブル高さ保持機構を製作した。また、各テーブルの高さ調整を行う画面を図2-4-4に示す。



テーブルの高さ調整機構



テーブルの高さ保持機構

図2-4-3 テーブルの高さ調整機構および保持機構



原点調整画面



高さ調整画面

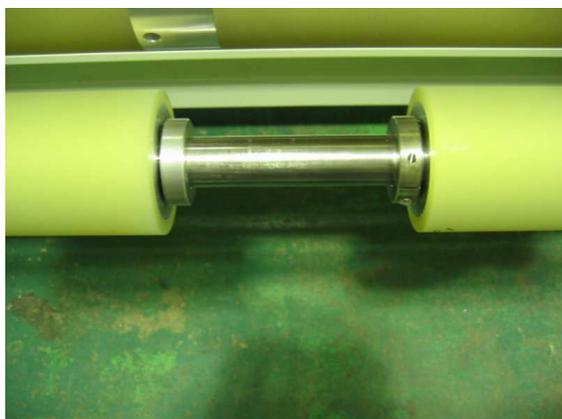
図2-4-4 各テーブルの原点および高さ調整画面

図2-4-4（左）原点調整画面では、プランジャーとニードル間、ニードルと布受け間のテーブルの数値を入力して記憶させることにより、これ以上接近することなく各テーブルの衝突を回避できるようにした。

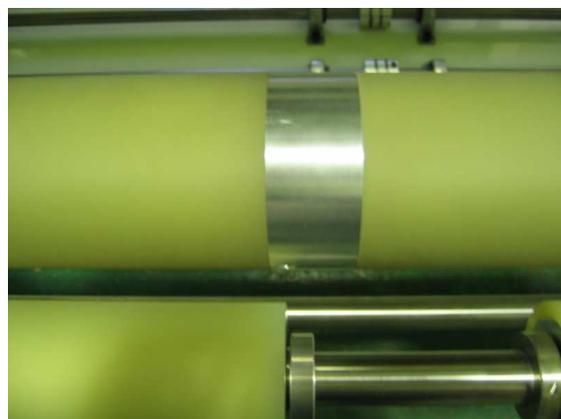
図2-4-4（右）高さ調整画面では、プランジャー、ニードル、布受けのテーブルの調整後の位置を記憶させることにより、加工時の最適な各テーブルの位置関係を記憶させることができ、加工する布の種類が異なりニードルの突き出し量が変わる場合には、布受けテーブルの数値を記録しておき、最適な加工条件にて再度加工ができる仕様とした。

2-4-3 布送り駆動部と上下動作駆動部の動作試験

布送り駆動ローラについては当初図2-4-5（左）に示すような最大1500mm幅に対応できるように250mmのローラを4本用意し、100mm間隔で設置する方式としていた。布に布送りローラの圧迫痕が発生してしまうおそれがあり、図2-4-5（右）に示すようにウレタンゴムの無い部分にアルミ部品を追加し段差が出ないような構造とした。



改良前



改良後

図2-4-5 布送り駆動ロール部

また、本装置の操作部を図2-4-6に示す。布送りの方式や布送り速度、各テーブルの高さ調整等については、タッチパネルから設定や起動を行い、自動運転と手動運転の切り替えスイッチ、本体電源のオンオフや非常時の停止ボタン等を別途配置した操作部となっている。



図2-4-6 本体操作部



図 2-4-7 布送り条件設定画面

図 2-4-7にはタッチパネルの布送り条件設定画面を示す。この画面では、布送り方式を同期送りと定速送りの選択を行う。また横方向のニードルの打ち込みピッチはニードルのレイアウト上 0.5mm であるが、縦方向のニードルの打ち込みピッチを 0.5mm とする場合に「×1.0」、1.0mm とする場合に「×2.0」、0.25mm とする場合に「×0.5」の各ボタンを押下することで、選択できるようにした。

図 2-4-8（左）には定速運転時の布送り速度設定画面を示す。この画面では、定速運転時の布送り速度を高速、中速、低速それぞれに設定することができる。



定速運転時



同期運転時

図 2-4-8 布送り速度設定画面

また、布送りに関しては、加工に使用する布の厚みや滑らかさなどの影響により布送りローラの径から計算した送り量では正確な布送りが実現できないことも想定されるので、一定量（基本的には 0.5mm）を送る試験をして微調整ができる画面（図 2-4-8（右））を設けた。

2-4-4 アクチュエータの動作試験

図 2-4-9にアクチュエータの操作画面を示す。これは、通常電子ジャカードを駆動する制御画面であるため、1枚送り・戻しや正転・逆転等のボタンがあるが、本研究開発では、制御用データを読み込む部分のみを使用し、後の制御は、本体側で行う方式としている。制御データを新規柄読込から読み込むと、データの詳細についてファイルフォーマット情報に表示され、制御データ数が把握できる。



図 2-4-9 アクチュエータの操作画面

このコントローラは、一般のパソコンの Microsoft WindowsXP 上で動作しており、制御データは、USB メモリなどから読み込むことができる。

また、入力デバイスとしては、コマンドの選択・実行についてはキーボードからテキストや数値入力をする必要がないため、マウスとタッチパネルとなっている。

2-4-5 布送り動作とニードルの上下動作との同期試験

図 2-4-10 (左) には手動による試験運転用画面を示す。この画面からはインチング動作や半回転、1 回転、連続回転の選択ができるようになっている。

インチング動作とは、押している間だけ正転・逆転ができ、装置のタイミングセンサーの調整等に用いた。半回転動作では、上下動作部を駆動させ最下点で停止させることができ、ニードルの布からの突き出し量を確認して調整することができる。また制御データで指定したニードルが下がっているか否かの確認作業に用いることができる。また、この画面から連続運転を行うことも可能である。



図 2-4-10 試験運転用画面

図 2-4-10 (右) に自動運転用画面を示す。この画面では、アクチュエータ駆動画面の制御データ情報から、そのデータ数をプリセット値に入力し、ショット数をクリアボタンにより 0 クリアしておき運転を開始することで、制御データの最初から最後まで駆動させたところで自動停止させることができる。

次に、ジャカードの動作と本体装置の上下動作との同期試験を行うための試験用ジャカード制御データを作成し、同期試験を行った。

同期試験用に作成した制御データを以下に示す。

○ 1個 705-1728-1024 枚. BMP

2688 口の 705 口目から順次 706、707・・・1728 まで各 1 本を駆動する試験データで、BMP ファイルの横と縦のピクセル数は 2688×1024 である。

図 2-4-11 に上記制御データを使用し半回転動作させて、選択したプランジャーが下がっている状態を示す。



図 2-4-11 1本のプランジャーを駆動した状態

ソレノイドカセットとプランジャーユニットとの動作確認を行ったところ、試験用ジャカード制御データ通りの上下駆動ができることを確認した。そこで、上下動作速度 30rpm (0.5 回/sec) と 60rpm (1.0 回/sec) と 120rpm (2.0 回/sec) で、横方向 64×16 枚. BMP の制御データで試験を行った結果、上下動作速度が速くなるに連れて、横方向 1 列全てが下がるべきところで、下がらないプランジャーユニットが増加することが判明した。高速の上下動作になるほどこのニードル落ちの本数（頻度）が大きくなる。

この原因は、カセットで制御データにより選択されたストッパーがソレノイドの通電により動作しプランジャーユニットを受ける位置に移動するが、プランジャーユニットがストッパーに衝突する際に振動し、その初期衝突により解除側にはじかれることが原因であった。

この原因に対して、ジャカード部とプランジャー部の初期の位置（クリアランス）を短くすることで、上下運動の速度が速くなる前にストッパーと接触することで、ニードル落ちの現象を低減することができた。ただし、この状態では、制御データで選択されていないプランジャー部が 5mm 程度下がる状態となる。ニードルユニットとプランジャーユニット間のクリアランスの関係もあり、調整する必要がある。

次の段階として、ニードルユニットを取り付けての試験運転を行った。この結果、プランジャーユニットにニードルユニットのバネの負荷も加算されて、ニードル落ちの現象が低減できた。ニードル落ちがない上下回転数は 60～80rpm であり、これ以上高速回転になるとニードル落ち現象が発生する。また、低速側でもニードル落ちの現象が確認されたが、実用化を想定した場合、低速側では不利であるため、より高速で安定した動作が求められる。

2-5 次世代ニードルパンチ装置の加工条件の確立

2-5-1 布送り量の調整試験

1回あたりの布送り量 0.5mm の目標値を実現するために、送りローラの径から計算して設定値を決めて指令を出す方式としたが、送り量が正しいか確認するために、横方向に一直線のデータを作成し実験を行った。その結果図 2-5-1（回転指令値：50）に示すように、縦方向 0.5mm 間隔で並んだニードル 16 本で加工した部分が斜線となってしまった。そこで、指令値を変えて再度実験を行った。その結果、図 2-5-2 に示すよう一直線の加工結果が得られた。



図 2-5-1 布送り 設計上 0.5mm（回転指令値 50）の直線加工結果



図 2-5-2 布送り 回転指令値 52 の直線加工結果

2-5-2 加工密度を変化した時の試験

基本的な幾何学形状に対して、その形状を表現するときにニードルの打ち込み密度を変化させて加工試験を行った。この試験に用いた画像を図 2-5-3 に示す。

打ち込みの密度を変化するために、各幾何形状で塗りつぶされた境界線の内側の領域に対して、図 2-5-4 に示すように「平織」・「5 枚縹子」・「4 / 1 綾」・「4 \ 1 綾」・「8 枚縹子」という織物組織のパターンで、各々を塗りつぶす方法で加工用 BMP ファイルを作成し、そのデータを制御データに変換して加工実験を行った。

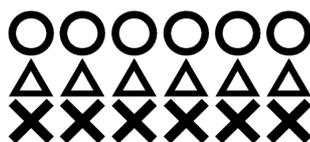


図 2-5-3 ニードルの打ち込み密度変化試験に使用した柄（パターン）

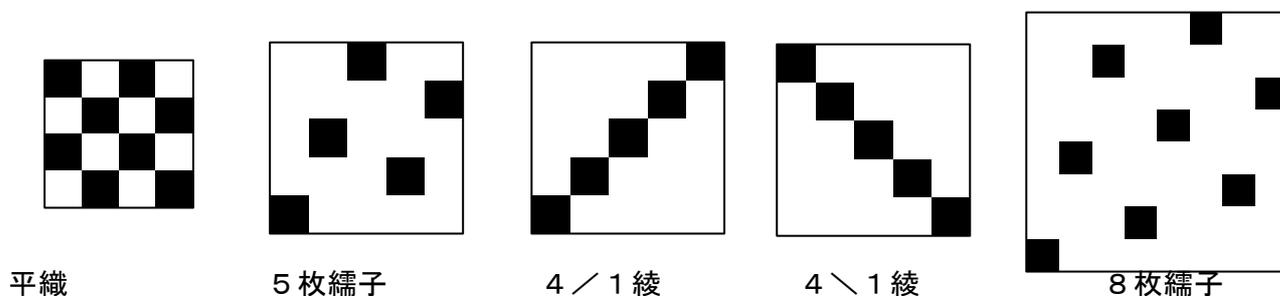


図 2-5-4 塗りつぶしに使用した各種織物組織パターン

ニードルの打ち込み密度変化の加工結果を図 2-5-5 に示す。条件によっては、8mm 間隔で縹状の加工ムラが発生する場所があることが判明した。これは 16 本のニードルを 0.5mm ずらして並べたレイアウトのために、加工しながら布が縮み、隣の 16 本の列との間が

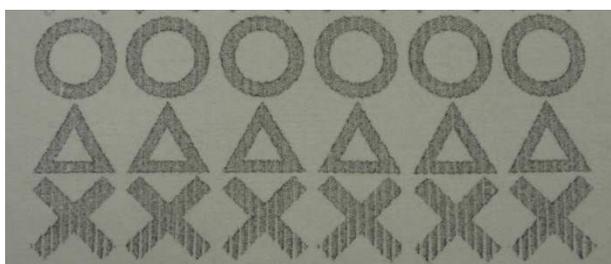
開いてしまったものと考えられる。加工密度が高い全面塗りつぶしや平織りパターンで塗りつぶしたものでは縞状の加工ムラが発生しやすく、加工密度が低いものほど縞状の加工ムラの発生が少ないことがわかる。また、同じ密度である「4／1綾」・「4＼1綾」・「5枚縹子」では、塗りつぶしパターンにより若干縞状の加工ムラの発生の仕方が異なることがわかった。この実験から、加工密度を低くし、塗りつぶしパターンを検討すれば縞状の加工ムラの発生を抑えることが可能であると考えられる。



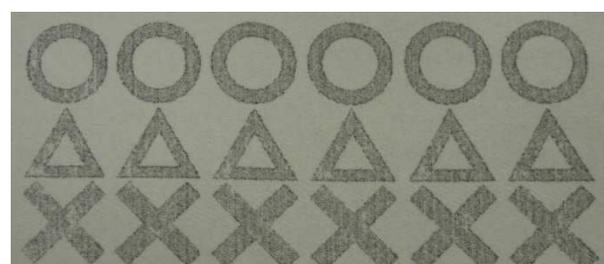
全面塗りつぶしパターン



平織パターン



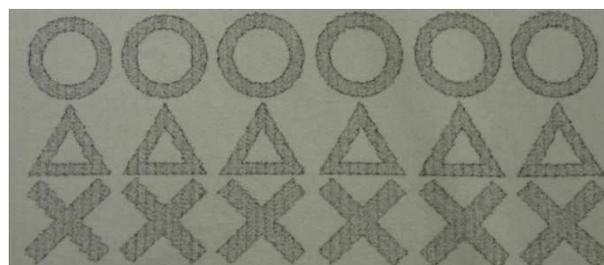
4＼1綾パターン



4／1綾パターン



5枚縹子パターン



8枚縹子パターン

図 2-5-5 ニードルの打ち込み密度変化の加工結果

2-5-3 回転速度と布送り手法を変化させた時の試験

ニードルの上下動作が安定して行える上下動作速度 60rpm と 80rpm において、布を「同期送り」および「一定速度送り」として加工実験を行った。

その結果を図 2-5-6～9 にそれぞれ示す。この実験から、上下動作速度 80rpm：定速運転では、他の条件で加工したものと比較し、形状の輪郭が不鮮明であることが判明した。一定速度での加工では、布送り速度が速くなると、輪郭形状を明瞭に表現できなくなること示している。

さらに、今回行った条件では、上下動作速度 60rpm：定速運転のものが、あまり縞状の加工ムラの影響がなく、形状の表現ができることを確認した。



図 2-5-6 上下動作速度 60rpm : 定速運転の加工結果

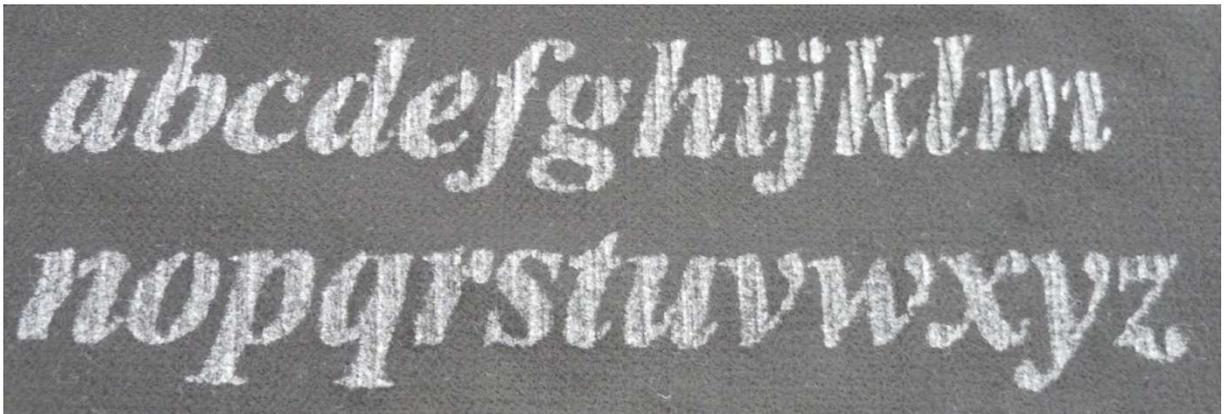


図 2-5-7 上下動作速度 60rpm : 同期運転の加工結果

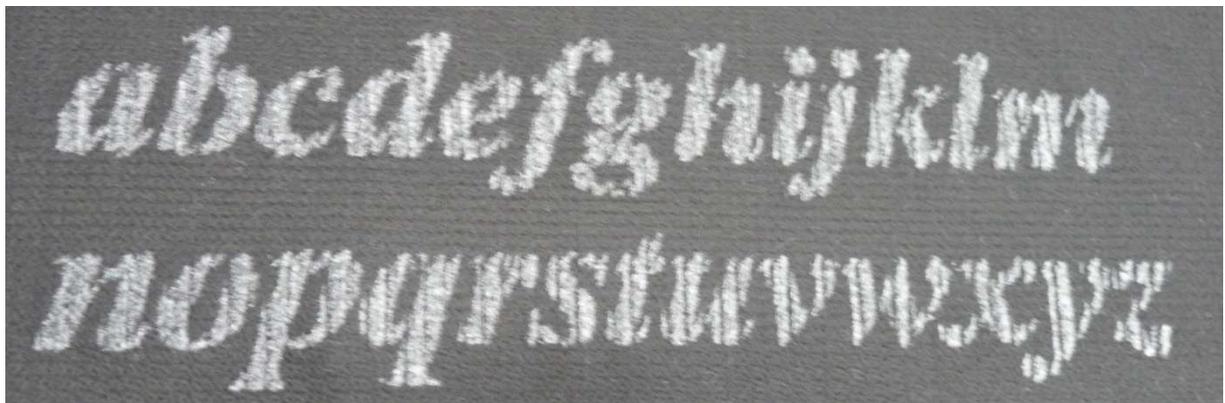


図 2-5-8 上下動作速度 80rpm : 定速運転の加工結果



図 2-5-9 上下動作速度 80rpm : 同期運転の加工結果

2-5-4 各種パターンによる試験

○文字（数字、アルファベット、漢字）に対する加工実験

数字とアルファベットのサイズが異なるパターンデータを用いて加工した結果の全体図を図2-5-10(左)に、図中の枠の部分拡大したものを図2-5-10(右)に示す。最も小さな文字のサイズは横5mm縦8mm、最も大きな文字のサイズは横30mm縦40mmである。拡大図より最も小さな文字においても文字として認識できるレベルにある。



図2-5-10 文字のサイズが異なるパターンに対する加工結果

次に日本語の楷書体(文字サイズ:横130mm縦130mm)に対して加工した結果を図2-5-11に示す。細部まで評価すると、ニードル加工すべき箇所加工されていない場所があり、若干縞状の加工ムラが発生しているが、全体として見ると、十分な表現であると判断できる。

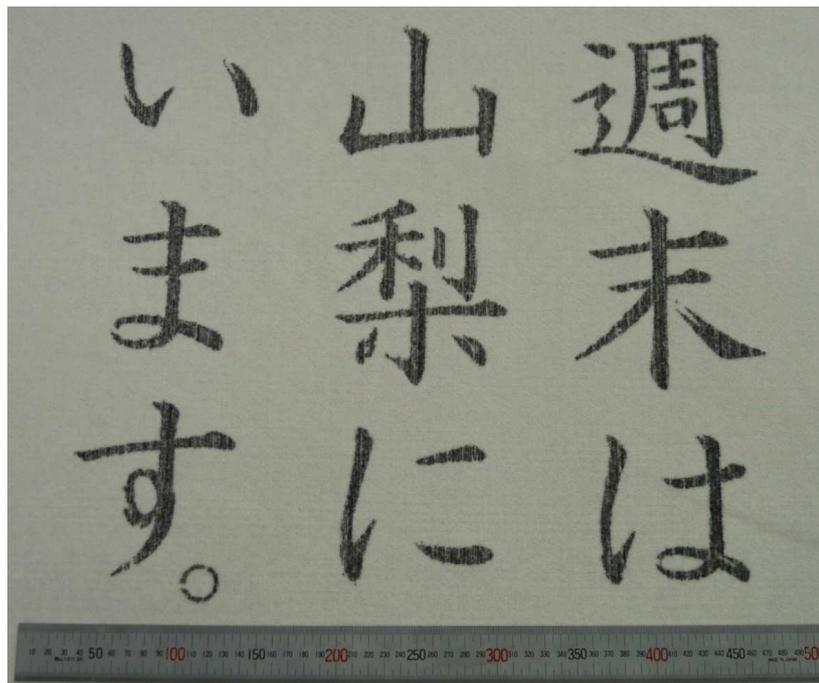


図2-5-11 楷書体の加工結果

○幾何形状（○、△、×）に対する加工実験

幾何形状の基本となる「○」、「△」、「×」に対して加工した結果を図2-5-12に示す。これは図2-5-5（4／1綾）を拡大表示したものである。細部まで評価すると、ニードル加工すべき箇所加工されていない場所があるが、全体として見ると、直線や円周などの輪郭線は十分に幾何形状を表現できている。

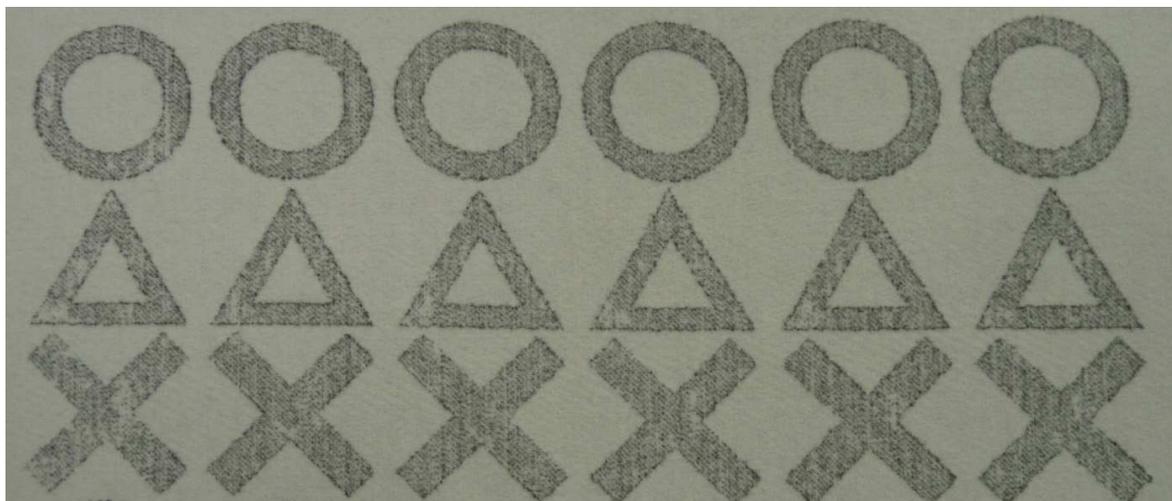


図2-5-12 幾何形状（○△×）の加工結果

○リピート柄に対する加工実験

リピート柄2種類の加工結果を、図2-5-13と図2-5-14に示す。図2-5-13では、縞状の加工ムラが発生しており、この対策が必要である。

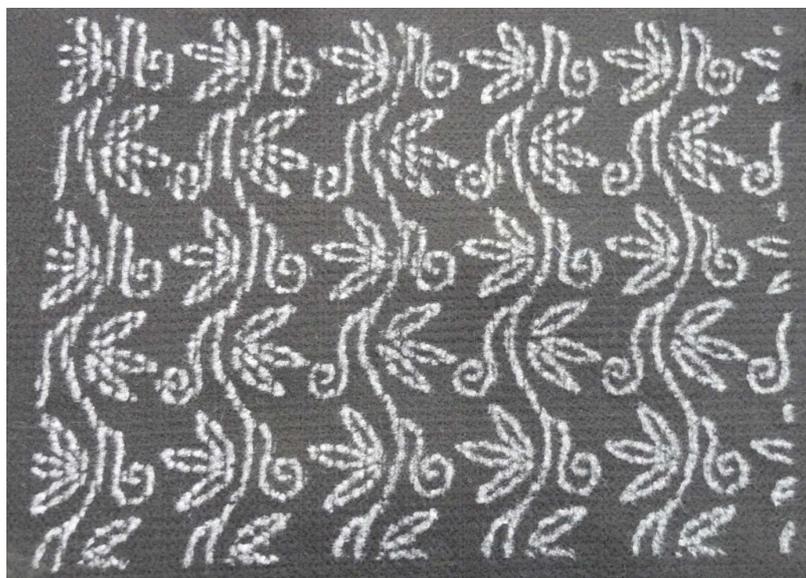


図2-5-13 リピート柄1の加工結果

図2-5-14では、今回開発した制御データ作成ソフトで扱うことのできる最大の横1024、縦2048ピクセルのBMPファイルを変換して加工したものである。途中でニードルが布地に絡まり、上がるべきところで上がらなかったため、その部分で柄が乱れたが、運転を一時停止し布送りテーブルを下げてニードルをはずし、布送りテーブルを加工位置高さに

戻し、加工を続行した。この加工結果より、今回目標とした加工サイズ巾 500mm、長さ 1000mm の加工ができたこと、トラブルで停止した場合も復旧後、再度加工を行うことの確認ができた。

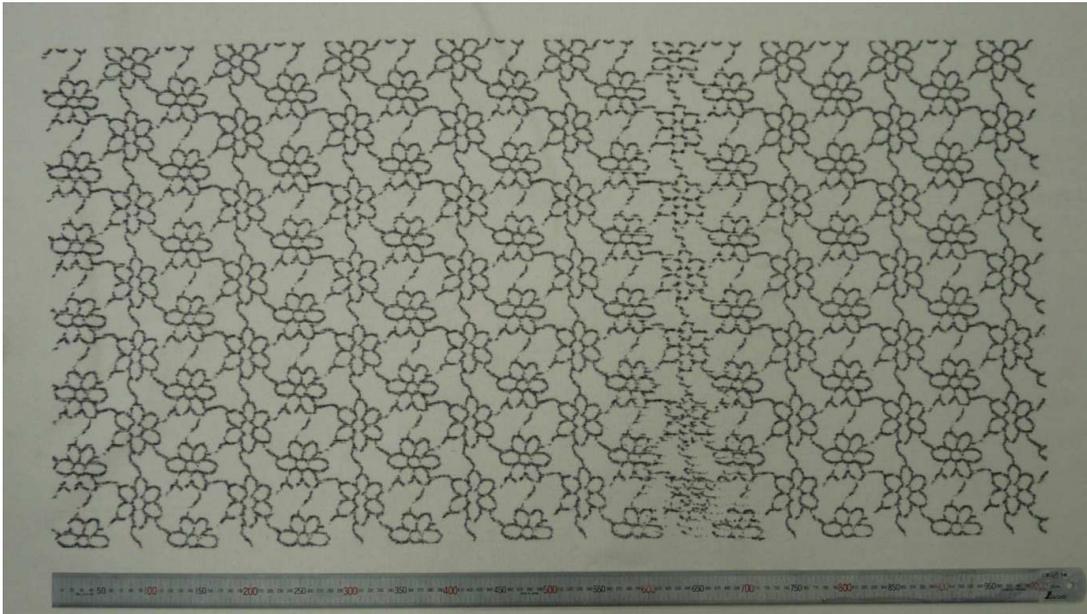


図 2-5-14 リpeat柄 2 の加工結果

○写真を基に作成した絵柄に対する加工実験

前処理として富士山の写真を、スキャナでデジタル画像化し、フォトタッチソフトを用いて、カラーデータからグレースケール化し、さらに誤差拡散法により 2 階化した BMP ファイルに変換した。その BMP ファイルから制御データを作成し加工した結果を図 2-5-15 に示す。

この結果、縞状の加工ムラが全面にわたり発生し、この対策が必要であること、また富士山の部分は明瞭ではないが認識できるが、その前景の「桜の木」は認識ができず、写真画像をニードルパンチ加工で表現することが難しいことが判明した。写真画像等を表現するためには、縞状の加工ムラの対策と、より精細な加工を実現するため 0.5mm 間隔よりも狭い間隔でのニードルの配置が必要であると思われる。また、今回の基礎実験では加工密度変化実験は行ったが、グラデーションを表現する加工実験は行っていないため、グラデーション加工を行う必要がある。

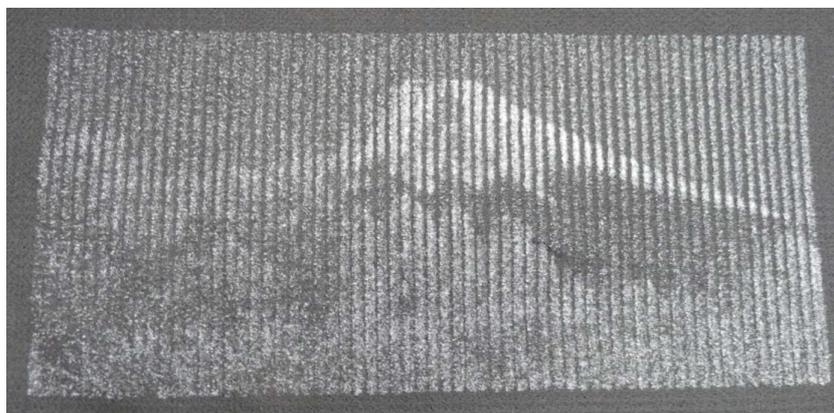


図 2-5-15 富士山（元画：写真画像）の加工結果

最終章 全体総括

○成果 本研究開発事業の成果として、以下の5項目が挙げられる。

①ダイレクト駆動方式ニードルパンチ用カセット

(厚み 7.8mm・縦方向 8mm・横方向 0.5mm 間隔 16 個のソレノイド) を試作し、これを 64 枚並べて、横 512mm×縦 128mm にニードル 1024 本 (64×16) を配置して高密度化を実現した。

②ニードルの交換作業について、横 16 列の 4 ユニットとし、位置合わせピンとピンガイドにより取り付けることで位置のずれがなく、そのまま加工ができることを確認した。

③ニードルの押出制御ソフトは、制御データ形式を Windows モノクロ BMP 形式として、ミニストール等に総柄の加工ができるように縦方向の長さを約 1000mm 加工できる制御データができるソフト開発を行った。

④今回の試作装置においては、プランジャー、ニードルと布送りの各テーブルについて高さ調整機構を付け高さを調整できるようにした。アクチュエータと本体上下動作との動作確認を行うための試験用制御データを作成し試験運転を行った。その結果、制御データ通りの上下駆動ができることを確認した。

⑤上下動作速度を 60rpm と 80rpm、布送りを同期送りおよび一定速度送り運転とした時の加工実験を行った。今回加工実験を行った結果、輪郭形状を明瞭に表現できること、各種柄についての試作加工を行い当初目的としていた 500mm 巾での任意な絵柄を表現できることを確認した。

○今後の技術的な課題

①ニードルの配置を 0.5mm ずらした 16 本の直線としたため、柄に縞状の加工ムラが発生する現象が起こる場合があり、この対策を行う。

②生産性を上げるために加工速度 (上下回転速度) を現状 80rpm から 180rpm 程度まで上げる必要がある。そのためには針落ちの現象が起こるニードル用カセットを改良する必要がある。

③今回の成果として 500mm 巾における任意な絵柄を表現できる技術の開発を行ったが、実用化を想定すると、より巾の広い (1200mm 程度) 加工ができる装置が必要である。

④今回試作開発した装置の試験運転をする上では、荷重がかかる部品の破損などは見られなかったが、実用化を想定しての耐久試験が必要である。

⑤ニードルと布の干渉によりニードルが上がらない現象が発生する。ニードルが上がらない場合、現状は送りモータのトルクリミットを検出し停止しているが、加工する位置がずれ柄が乱れてしまう。また細いニードルを使用した場合は折れる危険がある。ニードルが上がらない場合を検出するエリアセンサなどを取り付ける必要がある。

当該研究開発から得られる製品の特徴は、他に比類のない特徴的なニードル加工商品であり、従来にない高付加価値新素材の製品として多様化する消費者志向にマッチしたものである。すなわち、ニードルパンチによる嵩高性を持った風合いを任意の形

状、例えば記号、文字、絵柄などを布に自由に表現することで、他の技術では表現できない製品開発が可能となる。主な用途としては服地、マフラー、その他雑貨（ブランドバック、帽子、ショール）類などに用いることが可能である。

世界トップブランドとの取引の具体化に不可欠なエージェントを体制に組み込み事業化を図る。エージェントについては、フジ・ファソネで豊島株式会社やトップブランドとの取引で実績のある国内のテックスソウス（株）及びイタリアのエージェントを活用する。

また、当該研究開発の趣旨のもと、富士工業技術センター等と技術提携を結び実用機を開発する。事業化においては知的所有権の取得を行うと共に秘密保持契約等を締結することも視野に入れる。

当該事業の事業化後においてターゲットとする市場は、世界トップブランドをはじめ国内外のアパレル、卸、デパート、デザイナー、専門小売店であり、これは当該次世代ニードルパンチ製品としてアッパー層を対象に設定している。

特に目標とするアパレルとしてはメジャーなトップブランドメーカーを主として想定しており、市場での地位を高めるためにも、こうした著名ブランドへの提案拡大を図って行く。

具体例として、本事業のプロジェクトマネージャーを務める山崎泰洋が会長であるフジ・ファソネ（JAPANブランド育成支援事業プロジェクト）の事業において、フランス在住のエージェントやNI 帝人商事株式会社を通じてのアプローチ及び常設する海外活動拠点を活用する事により、トップブランドメーカーへの継続的なアプローチを行い日常的に事業の展開を図る。

また、ヨーロッパ圏域が好むバリエーションや素材等の品揃えによるアプローチを活動拠点から発信するとともに、国内への事業展開にフィードバックする。

海外市場の開拓に向けての取り組みとして、富士吉田商工会議所が平成16年度から取り組んでいるJAPANブランド育成支援事業（フジ・ファソネ）において展開する海外展示会において、世界トップブランドに対して積極的な提案を行う。また、さらに具体的な市場開拓としては、同事業で確立している国内外のエージェントを通じ、世界トップブランドに直接提案する。フジ・ファソネは、世界のトップブランドであるジルサンダーなどとの取引が行われ、新素材の開発が熱望されている。

国内市場の開拓に向けての取り組みとして、世界トップブランドに売り込み、海外でブランド力を高め国内市場に逆輸入することでブランド確立の期間を短縮し早期市場開拓および高付加価値化を実現する。また、国内市場においても、ジャパングリエーション等の織物展示会等に積極的に出展するとともに、従来、取引の無かったアパレル等にも試作品を提示し積極的な売り込みを行う。

当該研究開発事業は、地域資源である「郡内織物」を有効に活用し、消費者のファッション志向の高まりに呼応した新たな感性を付与した布帛の製品化を行うものであり、高付加価値商品の代表格であるファッション市場における差別化商品の開発に一石を投じることになり、新たなファッション分野の創出が期待される。