

次世代ニードルパンチ技術の開発（第 2 報）

吉村千秋，五十嵐哲也，古屋雅章，山崎泰平*1，江口賢介*2，平井三男*2，渡辺明弘*3，渡辺賢嗣*4

Development of Next-Generation Needle Punch process (2nd Report)

Chiaki YOSHIMURA, Tetsuya IGARASHI, Masaaki FURUYA, Taihei YAMAZAKI*1, Kensuke EGUCHI*2, Mitsuo HIRAI*2, Akihiro WATANABE*3 and Kanetsugu WATANABE*4

要旨

電子ジャカードを応用して 1000mm 幅までの布に，任意な絵柄でニードルパンチ加工のできる次世代ニードルパンチ装置を試作開発した．実用化を想定して加工速度向上のために，上下回転速度が 80rpm から 180rpm まで対応できるように性能向上を図った．この装置を用いて各種パターンのニードルパンチ加工試験を行った．幾何形状の加工結果から直線や円弧などの輪郭線は十分に表現できることを確認した．前報の試作装置では，縞状の加工ムラが発生する問題があったが，ニードルのレイアウトを変更することにより，文字・数字・幾何形状・絵柄などの精細で明瞭な形状の加工が実現できた．

1. 緒言

郡内織物の付加価値を高める加工技術に，ニードルパンチ加工がある．この加工では，無地柄かストライプ柄の加工しかできないため，任意な絵柄を表現できるニードルパンチ加工が求められていた．

平成 19 年度には山梨県織物整理株式会社と共同研究に取り組む中で，ニードルヘッド押出機構の試作，ニードルヘッド押出制御ソフトウェアの開発，試作装置を用いた各種動作条件の検討を行った．

平成 20 年度には，平成 19 年度に試作した装置のハードウェア・ソフトウェアの改良を行い，150 本のニードルを使用し高精度で多彩なパターン柄を 75mm 幅に加工ができるシステムの開発を行った．

平成 21 年度に，戦略的基盤技術高度化支援事業に取り組む中で 500mm 幅に対応できる試作装置を開発した．この装置による加工試験の結果，縞状の加工ムラが発生した．

本研究では，実用化に向けて，加工速度の向上・加工幅の拡大・縞状の加工ムラ対策を中心に開発を実施した．その結果，上下回転速度は 60rpm から 180rpm に，加工幅は 500mm から 1000mm に改善でき，かつ，ニードルレイアウトの変更により縞状の加工ムラの発生を抑制することが可能となったので，報告する．

2. 次世代ニードルパンチ装置の試作開発

2-1 加工速度向上のための改良

前報の試作装置では，上下回転速度を 80rpm 以上とすると，制御データの加工指示に対してニードル加工が追従できなかった．これに対応するために，ストッパーの形状変更を行った．（図 1）



旧ストッパー 新ストッパー
図 1 ニードルカセットのストッパー形状比較

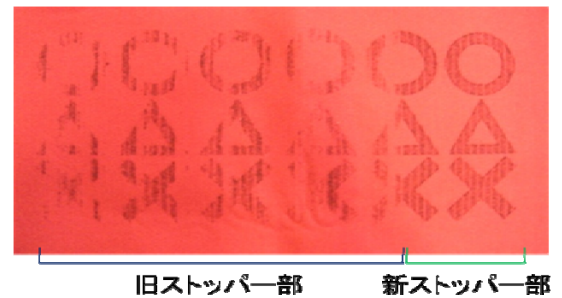


図 2 上下回転速度 180rpm による加工結果

新ストッパーを前報の試作装置 4 カセット中，右端の 1 カセットに適用して 180rpm で加工した結果を図 2 に示す．この結果より，旧ストッパー部では加工指示に対してニードル

*1 山崎織物(株)

*2 (株)昭栄技研

*3 山梨県織物整理(株)

*4 (有)富士ウィーブ

ドル加工の正確な動作が得られず、精細な絵柄を表現できていないが、新ストッパー部では、正確に制御できており、絵柄を精細に表現できることを確認した。

2-2 加工幅拡大のための改良および加工ムラ対策

前報の試作装置では、基準とするニードル位置から縦方向に 8.0mm、横方向に 0.5mm ずらした直線状の 16 箇所を横方向 8.0mm 毎に並べたニードルレイアウトであったため、8.0mm 毎に縞状の加工ムラが発生する問題が発生した。

本研究では縞状の加工ムラの対策として、基準とするニードル位置から縦方向に 8.0mm、横方向に 1.5mm ずらした直線状の 16 箇所を横方向 8.0mm 毎に並べるニードルレイアウトとした。また、横方向に 0.5mm ピッチで 1000 mm 幅の加工に対応できるように、2000 本以上のニードル数を確保するため、図 3 に示すように縦方向 16 列、横方向 128 列として 2048 本の配列とした。

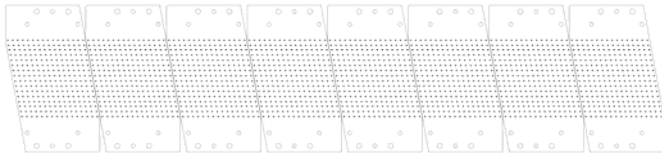


図 3 新規ニードルレイアウト

2-3 ニードル交換機構の改良

前報の試作装置では、ニードルを上下駆動する時の衝撃により、ニードルとブッシュが離れてしまう現象が発生した。そこで、ブッシュにニードルを止める機構を設けて固定する方式とした。図 4 に改良前と改良後のブッシュ形状を示す。この改良により、ニードルとブッシュが離れてしまう現象を抑制することができた。



改良前

改良後

図 4 ブッシュ形状

2-4 ニードルの押出制御ソフトウェアの開発

ニードルのレイアウト変更および本数増加に伴い、ニードルの上下回転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押出制御データ作成ソフトウェアを新規に開発した。

本試作装置では、幅方向に 1m まで、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

に絵柄の加工ができるように縦方向の長さ約 4m の加工ができる制御データを作成可能なソフトウェア開発を行った。

布送り速度により変換データは異なるため、布送りピッチ 0.25mm、0.5mm、0.8mm、1.0mm の加工に対応できる仕様として制御データ作成ソフトウェアを開発した。

2-5 リpeat柄対応制御データ作成システムの開発

実用化を想定すると、連続したリpeat柄を 10 メートルの単位で加工することが求められる。このため、リpeat柄対応制御データ作成システムを開発することとした。

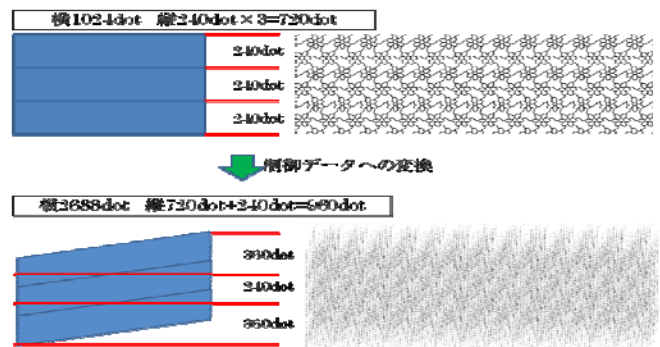


図 5 連続したリpeat柄の押出制御データ作成

このシステムは、縦方向 240dot 以上の基本となる繰り返し柄を、縦方向に 3 個並べた BMP ファイルを準備して、制御データを作成する。図 5 に連続したリpeat柄の押出制御データ作成結果を示す。作成した制御データを、上側、中央部、下側に 3 分割して、例えば 10 回繰り返す場合には、上側、中央部の 9 回繰り返す、下側を結合した制御データを作成すればよい。

この考え方を基に、リpeat柄対応制御データ作成システムを開発した。このシステムにより、15 メートルまで連続して加工できる制御データを作成することが可能となった。

2-6 次世代ニードルパンチ加工装置の開発

○布送り駆動部の改造

前報の試作装置の布送り駆動ローラは、図 6 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に構造であった。布の種類によっては、すべりが発生し布送り量が安定しないという問題があった。

そこで、新たな装置では、図 7 に示すように織機で使っている巻き取りローラを応用し、1000mm 幅に対応し、かつ、布全面にすべりがなく正確に布送りができるように改善した。



図6 前報の試作装置の布送り駆動ロール部



図7 新たな試作装置の布送り駆動ロール部

○上下回転動作の速度変化試験

ニードルパンチ用ジャカー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、試験用制御データ通りの駆動ができることを確認した。そこで、上下回転速度 60rpm, 120rpm, 180rpm で、横方向 1 列を駆動する制御データで試験を行った結果、180rpm の上下回転速度においても安定した動作が可能であることを確認した。前報の試作装置では上下回転速度 120rpm 以上では、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が多数見られたが、ニードルパンチ用ジャカードカセットのストッパー部を改良したことにより、安定した動作であった。実用化を想定した場合、更なる高速で安定した動作が求められる。

3. 加工結果及び考察

3-1 ニードル加工深さを変化させた試験

布受けのテーブルの高さを調整し布からのニードル突き出し量を、15mm および 5mm と設定した条件において、上下回転速度を 180rpm としてニードルパンチ加工を行った。その時の結果を図 8 に示す。



ニードル突き出し量 15mm ニードル突き出し量 5mm

図8 加工結果

このことから、突き出し量 15mm のものでは、加工した部分が強調されるが、太くなり細部がつぶれ精細な表現

ができないことが判明した。

3-2 加工速度を変化させた試験

本装置において加工速度を変化させるには 2 つの方法がある。上下回転速度を変化する方法と 1 回あたりの布送り量を変える方法である。

1 回あたりの布送り量を 0.5mm と固定し、上下回転速度を 180rpm, 120rpm, 60rpm の 3 条件で変化させ加工試験を行ったが、各条件の加工結果に差がないことを確認した。

次に、上下回転速度を 180rpm と固定し、1 回あたりの布送り量 (0.25mm, 0.5mm, 0.8mm, 1.0mm の 4 条件) を変えて加工試験を行った。その時の結果を図 9 に示す。この結果から、布送り量が少ないほど加工密度が高いが、布送り量を 1.0mm としても、十分に形状を表現できることが確認できた。

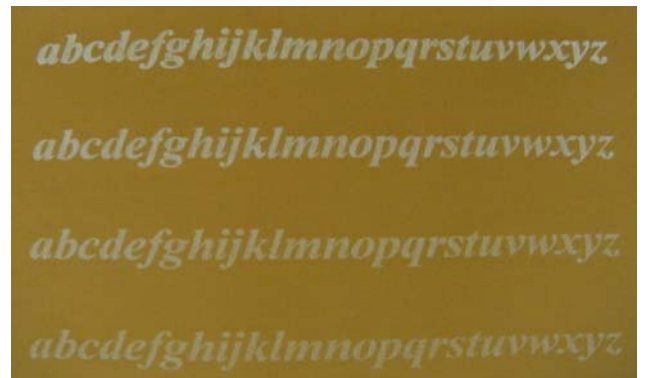
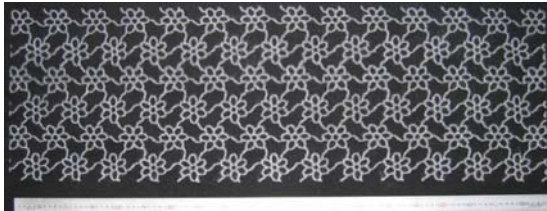


図9 1 回あたりの布送り量を変化させた時の加工結果
(上 : 0.25mm 中上 : 0.5mm 中下 : 0.8mm 下 : 1.0mm)

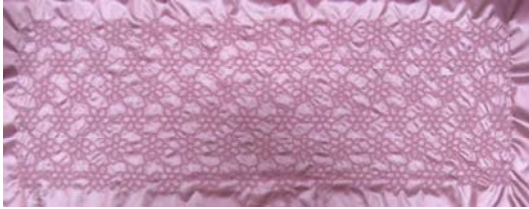
実用化を想定した場合には、加工速度は加工コストに影響を及ぼすために重要である。今回の試験では、上下回転速度を 180rpm, 1 回あたりの布送り量 1.0mm とした時に、最大加工速度である 180mm/min を得ることができ、その条件において十分に精細な柄の表現ができることを確認した。

3-3 布の違いによる加工試験

加工対象として、「ウール織物+不織布」と「ポリエステル」の 2 種類の布について、同一条件 (上下回転速度 : 180rpm, 布送り量 : 0.5mm) で同じ柄の加工を行い評価した。その結果を図 10 に示す。



ウール織物 (黒) + 不織布 (白)



ポリエステル (タフタ)

図 10 布を変化した時の加工結果(180rpm : 0.5mm 送り)

この結果から、ポリエステルの 1 枚の布でも柄は十分表現できることが確認できた。ただし、今まで使用していたウール織物と不織布を 2 枚重ねた布に比べ、加工後の縮みが大きく、加工した周辺および、加工されていない部分にシワが発生している。このような布では、加工する柄と、シワとなる部分両方を想定して、デザイン的に価値のある布を設計・加工していくことが重要である。

3-4 リピート柄に対する加工試験

リピート柄を対象としての試験を行った。手順としては、ニードルの押出制御ソフトウェアを使用して制御データを作成する。このデータを使用してリピート柄対応システムにより、今回は 10 回の繰り返しを指定し、リピート柄の制御データ (2688×9828) を作成した。

この制御データを使用し、幅 1m×長さ 5m の加工を行い、着分相当の生地サイズを得た。加工面を評価した結果、加工範囲の中で問題となるような加工ムラや、柄が崩れてしまうことはなく、良好な加工結果を得ることができた。

3-5 各種パターンに対する加工試験

○写真に対する加工試験

富士山の写真をデジタル化し、カラー情報を破棄してグレースケール化し、さらに誤差拡散法により 2 値化して BMP ファイルを作成した。そのファイルから制御データを作成し加工した結果を図 11 に示す。

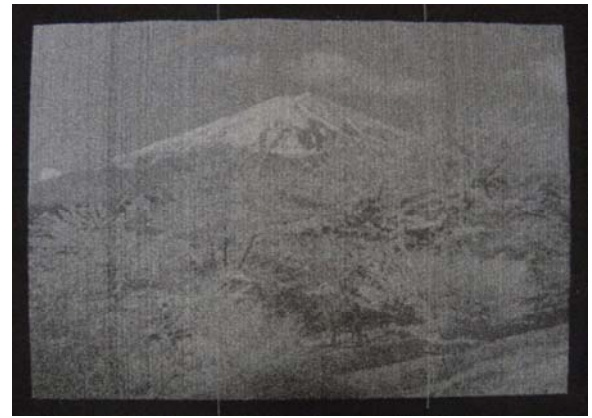


図 11 富士山 (写真) の加工結果

図 11 から、富士山および前景の桜の木や斜面が認識できる。写真画像を用いてニードルパンチ加工する場合、カラー情報がなくても分かりやすいものを使用する必要がある。また、詳細な部分の表現は難しく、より精細な加工を実現するためには 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。

○グラデーション画像に対する加工試験

グラデーション表現を確認するための加工試験を行った。加工結果を図 12 に示す。各種パターンでのグラデーションも表現できることを確認した。

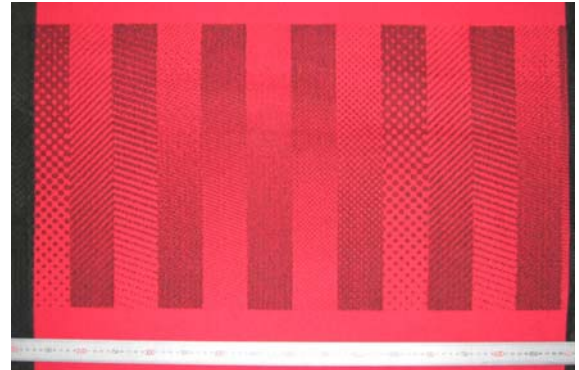


図 12 各種パターンのグラデーション加工結果

○文字 (数字, アルファベット) に対する加工試験

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を図 13 に示す。

図 13 から、大きな文字は十分に認識できるが、細かい文字については、つぶれてしまい明瞭には認識できていないものがある。現在、ニードルは耐久性と強度を重視して先端部分が太いものを使用しており、繊細な表現を重視する場合には、ニードル先端部分の細いものを使用して試験する必要がある。

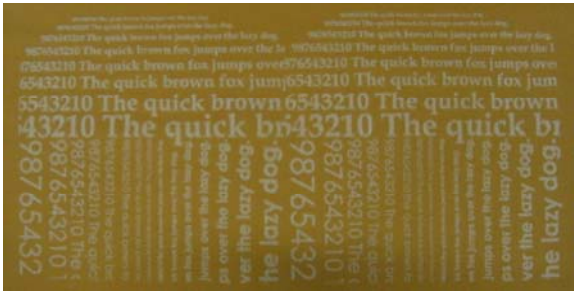


図 13 文字に対する加工結果

○各種の幾何形状に対する加工試験

放射状の直線，径の異なる同心円，太さを変えた格子等のパターンに対して加工した結果を図 14 に示す．各形状が明瞭に加工でき，幅 1000mm の中に同じパターンを配置してあるが，それぞれが同じように加工できており横方向において加工ムラのないことが確認できた．



図 14 各種直線・円の加工結果

次に，幾何形状の基本となる「○」，「△」，「×」に対して加工した結果を図 15 に示す．塗りつぶしパターンまでは確認できないが，輪郭は明瞭に表現できており，内部もほぼ均一に加工されていることが確認できた．



図 15 幾何形状（○△×）の加工結果

各種の幾何形状パターンに対して加工した結果をまとめると，直線・円・曲線などの輪郭線は十分に幾何形状が表現できることを確認した．

4. 結 言

本研究開発により，次のような成果を得ることができた．

1.加工速度の向上

前報の試作装置では加工時の最大上下回転速度が 80r

pm であったが，改良を行い 180rpm での加工が可能となった．

2.加工幅の拡大（1000mm 幅への対応）

電子ジャカードを応用して 2048 本のニードルを制御し，1000mm 幅の加工に対応できるようになった．

3.縞状の加工ムラ対策

前報の試作装置では縞状の加工ムラが発生したため，新たなニードルレイアウトに改良した．これにより，縞状の加工ムラを抑制することができた．

4.保守性の向上

摩耗・折損したニードルユニットの交換作業をさらに容易にするため，ブッシュ形状の設計試作を行った．

5.加工サイズの拡張および連続加工の実現

パネル柄の最大加工サイズは幅 1m×長さ 4m，リピート柄制御データ作成ソフトウェアの開発により，連続加工できるサイズは幅 1m×長さ 15m が可能となった．

前報の試作装置の課題は解決できたが，実用化を想定しての耐久試験が必要である．また，今後はニードルや布の種類を変えるなど基礎的な加工試験を行い，最適な加工条件の確立を目指すとともに，180rpm を超えた高速回転による加工がどこまで可能なのを見極める試験を実施する予定である．

参考文献

- 1) 吉村千秋，他：次世代ニードルパンチ技術の開発，平成 21 年度業務・研究報告，山梨県富士工業技術センター，P6 3-68(2009)
- 2) 吉村千秋，他：任意な絵柄を顕出できるニードルパンチ装置の試作開発，平成 20 年度業務・研究報告，山梨県富士工業技術センター，P29-33(2008)
- 3) 吉村千秋，他：紋織デジタルデータの相互交換ツールの開発，平成 18 年度研究報告，山梨県富士工業技術センター，P25-28(2006)