

織機に対するセンシングデバイスを活用したDX化の試み

加工・製造技術グループ 廣澤 覚、本田 元志、小田 明佳、岩崎 健太
製品化・人材育成支援グループ 仮屋 昭博

要旨

労働力不足や人材育成、技術継承の課題に対するDX推進の取り組みは、伝統産業分野においても持続的な活動を行っていくためには取り組んでいくべきものである。しかしながら、IT技術が組み込まれた製造機器などが導入されている例は中小の製造業ではほとんどなく、特に昭和中期から使われてきた伝統産業分野の製造機器においては、センサー等も組み込まれていない、いわゆるレガシー装置が大部分を占める。そのため、特に製造現場においてDX推進が積極的に進められているとは言い難い状況である。そこで、比較的機械化が行われている西陣織を対象として、汎用機器を用いることで、製造現場を見える化し、得られたデータをどのように活用できるのかを検討するためDX推進に関する事例を作成し、その見本となる取り組みを行うべく、職人が感覚で評価していた織り前の張力変化について計測するセンシング機構を製作し、製織中のモニタリングについての検討を行ったので報告する。

キーワード：伝統産業、西陣織、織機、DX、センシング

1. はじめに

西陣織業界における各企業の主な収益は従来からの和装であり、製造装置も和装品の生産に合わせ特殊化している。しかも、使用されている織機や各種機械は古くから使われセンサー等も組み込まれていない、いわゆるレガシー装置がほとんどである。また、他の製造業などと同様に労働力不足や人材の育成、技術継承の課題に対するDX推進は、持続的な活動を行っていくためには取り組んでいくべきものである。また、IoT機器でDX化する技術やロボティクス技術による機構の置き換えはもちろん、IT技術者の不足による中小零細企業での新規での人材確保はますます難しくなり、現在の働き手がITに対する知識と理解を身につけることは、必要不可欠な取り組みであると言える。

そこで本研究では、近年の製造業において取り組まれている振動データなどの、加工機など製造を行う機器の状態をモニタリングする方法^{1)、2)}とデータの解析について西陣織に適用する方法を検討する。

織物の製造現場において、織機に設置されているたて糸に負荷される張力の管理は非常に重要で、織物組織や挿入されるよこ糸の太さ、本数などの様々な要因により変化し、織機における巻取りの量などで制御する。しかしながら、柄などにより一越に挿入される糸量は変化するのに対して、巻取り量は製織中に変更できるものではない。すなわち、張力は製織中において組織などに応じて常に変化することになる。この張力は、図1で示すよ

うに、織手が織り前に手を置き、手に感じる圧力を感覚で把握し、調整することが多い。この作業を数値化して把握できれば、手作業における感覚から、具体的な数値などにノウハウの中身が変わり、引き継ぎやすいものへ変えることができる。さらに、この張力変化を製織中においてもモニタリングできれば、製織トラブルも検知できる可能性がある。そこで、職人が感覚で評価していた織り前の張力変化について計測するセンシング機構を製作し、製織中のモニタリングについての検討を行った。



図1 使用した材料の主成分の構造式

2. センシング機構の概要

研究に使用する織機は図2に示す両12丁シャトル織機であり、その製織条件を表1に示す。ここで、現場では地組織は棒刀を用いて製織される場合が多いため、後に述べる実験では開口は棒刀にて行うこととする。また、張力変化をモニタリングするためのセンサー取り付け

け位置は、図1のような手を置いてある織り前から少し巻取り側になる図3および図4に示す位置とし、アルミフレームを既存の金属製バーに設置し、そのアルミフレームと生地との間にセンサーを配置することとした。

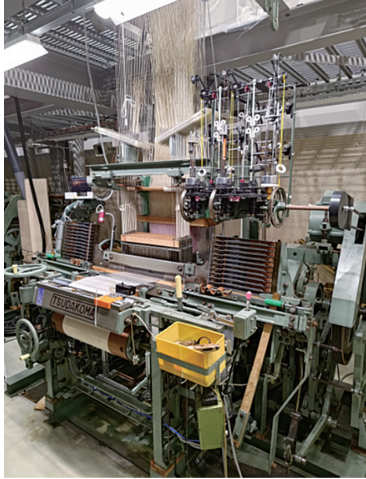


図2 両12丁シャトル織機

表1 製織条件

項目	仕様
織機	両12丁シャトル織機
たて糸	絹 28中2本諸
よこ糸	絹 60D 2本諸 2本合せ
たて糸密度	71.4 本/cm
よこ糸密度	19.5 本/cm
たて糸本数	2400 本
箆	17.8 羽/cm 4本入り
箆通し幅	33.6 cm
開口装置	普通ジャカード 900口
紋針	800本 3本把釣
機装置	棒刀30枚, 伏機15枚



センサー取り付け位置

図3 センサー取り付け位置

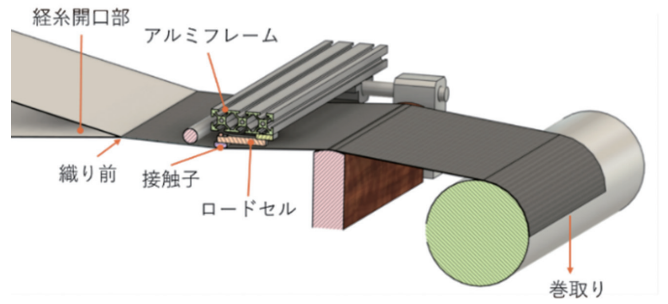
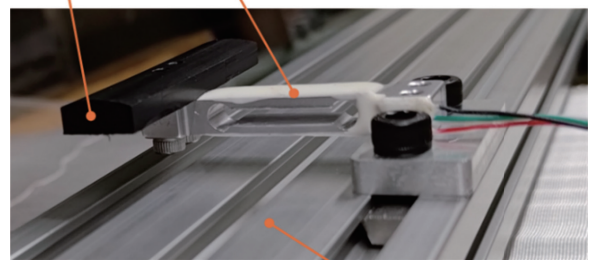


図4 センサー取り付け模式図

設置したセンサーは、天秤などを自作する際に使用される市販のロードセルと樹脂製の接触子からなる構造である(図5)。この接触子を製織された生地に軽く接触させて、微小な力を検出している状態とし、製織中に発生する力の変化をロードセルにて検出する。ここで、ロードセルに対する印加電圧は図6に示す安定化電源にて5Vとして供給する。また、ロードセルから得られる出力電圧を、アンプモジュールにて差動入力からシングルエンド出力に変換し、データロガーにて収集、PCにて保存する。

接触子 ロードセル

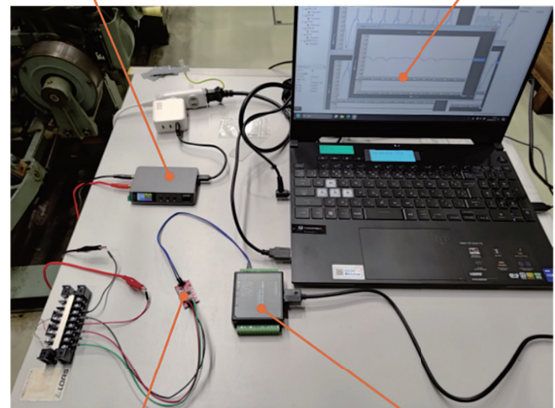


アルミフレーム

図5 センサー部

安定化電源

データ保存用PC



アンプモジュール

データロガー

図6 計測システムの構成

3. 動作テストと考察

動作テストは、表1に示す条件にて図7の基本的な三原組織³⁾とし、平織については、2本合せである糸が片方切れたことを想定して、1本で製織した場合も計測した。サンプリングクロック数は $10\mu\text{sec}$ とし、製織中に5秒間計測した。その計測結果を図8に示す。

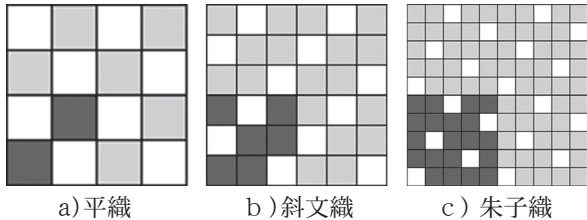


図7 三原組織

図8における平織のグラフにおいて、0.5秒付近が箆打ちのタイミングであり、最も力が発生している付近が最大開口のタイミングである。このことから、図4に示した模式図からも分かるように、開口時の張力は引き上げるたて糸による影響が大きく、基本的な張力変化はたて糸の開口と巻取りに大きく依存して変化すると思われる。さらに、箆打ちのタイミングで織り前が巻取り側に押されたことで、瞬間的に低下する現象も確認できる。そのため、織裏で製織し組織が異なった場合は、たて糸の引き上げが少ない朱子織において最も張力の上昇が少ない結果となった。このことから、製織中のたて糸の上げ方変化がこのセンサーにて取得できることが分かる。さらに、平織のグラフにてよこ糸2本合わせと1本の場合を比較すると、最大開口付近の力が2本合わせの場合は19N付近、1本の場合は18N付近となっている。さらに、箆打ちのタイミングでの力の減少が2本合わせの場合は6Nより低下しているが、1本の場合は6Nを上回っている。これは、箆打ちを行いたて糸とよこ糸が交錯した際に、よこ糸2本合わせのほうが太くなるために箆が織り前を強く押し、さらに、たて糸の消費量が多くなることで、最大開口時の張力が高くなっていると考えられる。このことから、従来検出が困難であった2本合わせにて製織中に1本のみ糸切れした場合についても検出できる可能性がある。

4. まとめ

製造現場におけるDX推進の第一歩は「見える化」である。しかしながら、IT技術が組み込まれた製造機器などが導入されている例が中小の製造業ではほとんどな

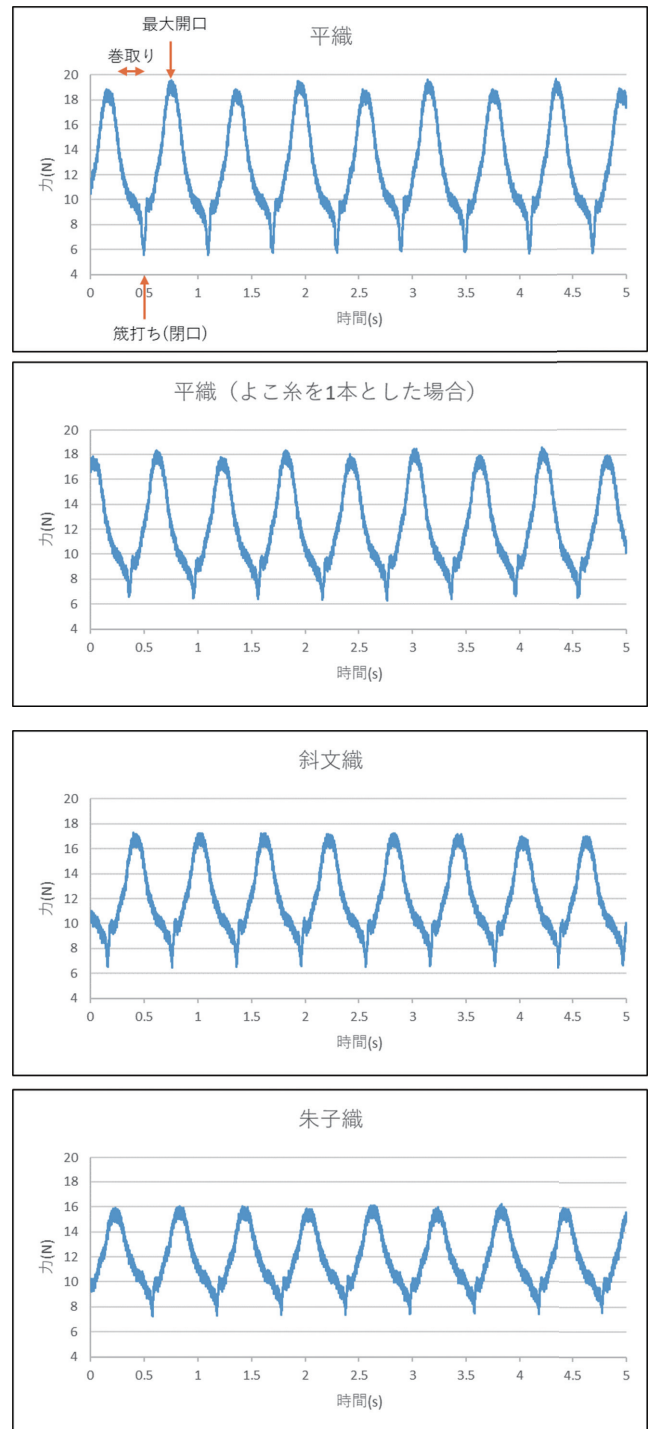


図8 計測結果

く、特に古くから使われている伝統産業分野の製造機器においては、センサー等も組み込まれていない。そこで、比較的機械化が行われている西陣織を対象として、汎用機器で製造現場を「見える化」し、得られたデータをどのように活用できるのかを検討するため、職人が感覚で評価していた織り前の張力変化について計測するセンシング

機構を考案し、さらに製織中についてもモニタリングできるかを検討した。その結果、組織の違いや使用するよこ糸の違いを検出できる可能性を示した。この、伝統産業におけるDX推進の取り組みは、手作業にて評価しているものを数値化して把握することの一例になると考えられ、具体的な数値などにノウハウの中身が変わり、引き継ぎやすいものへ変えていくための一助になると考えている。

参考文献

- 1) 栗毛野裕太, 谷山清吾: 鹿児島県工業技術センター 研究報告, No.34, p.33 (2020).
- 2) 佐藤声喜: 機械と工具, 第13巻第7号, p.72 (2023).
- 3) 日本規格協会: JIS L0206 繊維用語 (繊維部門), (1999).