織組織を利用したデジタル画像相関法による布変形挙動の測定法に関する研究

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2021-07-09
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 中垣, 勝敬, NAKAGAKI, Katsuhiro
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/00062865

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

学　位　論　文　要　旨

Dissertation Abstract

織組織を利用したデジタル画像相関法による布変形挙動の測定法に関する研究

Study on measurement of fabric deformation by digital image correlation method using woven structure

金沢大学大学院　自然科学研究科　機械科学専攻

中垣　勝敬

Dissertation Abstract

In order to establish the in-line measurement of the deformation state of woven fabric in a production process, this study proposes a measurement method for the fabric deformation by the digital image correlation (DIC) method by using each interlace point of the warp and weft as a measuring point. In the proposed method, utilizing the periodic weave of woven fabric, each interlace point of the warp and weft in the initial image is detected by the template matching. Detecting individually the interlace points on the warp and weft can evaluate the fabric deformation. Furthermore, the time change of the displacement of each detected interlace point as a measuring point can be measured by the DIC method. In the DIC method, by using the calculated yarn density, the searching area in which a subset image is swept to evaluate the correlation coefficient, is set to prevent false detection due to the periodic weave. Conducting an experiment simulating the conveying a weave fabric, the spatial distributions and time changes of the oriental angle, stretch ratio and yarn density of the weave sample are measured to reveal the usefulness of the proposed method.

スライドファスナは，樹脂や金属製の開具，スライダなどを帯状の織物に組み付けた製品である．その製造工程では，開具のように剛性が高い部品に対し，柔軟な帯状の織物を精度よく相対的に位置決めすることが必要である．したがって，ファスナの製造における生産効率や品質の向上のためには，位置決め精度の評価が重要であり，そのためには，変形が生じやすい帯状織物の搬送時における非接触な変形測定が必要となる．

そこで本博士論文では，デジタル画像相関(Digital Image Correlation, DIC)法を利用した織物の非接触な変形測定法を提案し，帯状織物の搬送を模擬した試験により提案方法の有用性を示した．

第 1 章では，本論文の背景と目的，ならびに従来の研究を述べる．DIC 法では，不規則性を有する変形前後の撮影画像の相関関係から計測点の変位が測定される．また，ひずみ分布などの変形状態を測定するために，四角形や円弧のグリッド上に均等に配置した計測点群を用いるのが一般的である．しかし，生産設備で自動供給される織物においては，織組織の状態が必ずしも均一ではない．したがって，均等に計測点を配した既存の DIC 法による変形測定では，初期画像に対する相対的な変形を測定することとなり，繊維製品の製造において重要となる糸の向き，たて糸とよこ糸の配向角など織物の状態を評価できない．

平織物のたて糸とよこ糸が交錯する交錯点に，手作業で特徴点となるマーカを着色し，これを計測点として DIC 法により平織物の状態の変化を評価する方法が報告されている．しかし，生産工程では，商品となる織物にマーカを施すことはできない．一方，画像処理により織物組織を検出する様々な方法が提案されており，組織の周期性を利用することで，自動的に織物の交錯点を検出することは可能である．

そこで本論文では，繊維製品の生産工程におけるインライン測定を目的とし，織物の交錯点にマーカを施すことなく，布の変形状態をDIC法により測定する方法を提案する．なお，提案方法は帯状の織物だけでなく，一般的な織物の変形測定に広く利用可能である．

第 2 章では，本論文で提案する織物の変形測定方法を説明する．まず，織物組織の周期性を利用したテンプレートマッチングによる交錯点の検出方法として，交錯点近傍をテンプレートとする方法および完全組織をテンプレートとする方法を提案している．交錯点近傍をテンプレートとする方法は，完全組織を構成するたて糸とよこ糸に応じたテンプレートを複数用いることで，交錯点が不均一に配置し変形した織物組織においても，それぞれの交錯点の座標を高精度に検出できる特長を有する．一方，完全組織をテンプレートとする方法は，複雑な組織をもつ織物でも簡便に交錯点の座標を検出できる特長を有する．

さらに，検出した交錯点を DIC 法における変位測定の計測点とし，織物組織の周期性による計測点の誤追跡を防ぐための方法を提案した．提案する DIC 法においては，完全組織の種類によらず，評価領域とサブセット範囲を単一の形式で定式化した．これにより，テンプレートマッチングにより検出された交錯点の座標から算出される糸間隔および配向角から，近傍にある計測点を誤検出しない評価領域とサブセット範囲を設定可能となる．

第 3 章では，帯状織物の搬送位置決めを模擬した試験装置について説明する．まず，帯状織物の搬送状態と同様に張力を発生させる機構を示し，装置動作と搬送試料の力学状態を測定するための測定系について述べる．また，搬送位置決め時の織物に生じる変形を測定する画像撮影装置について述べる．

本論文で用いる織物試料として，織組織が単純な平織布と複雑な織組織をもつファスナチェーンの詳細を示している．さらに，模擬装置を用いた試験条件を示すとともに，試験装置の搬送挙動を確認している．

第 4 章では，試験装置により搬送位置決めした織物試料を撮影した画像を用いて，第 2 章で提案した交錯点近傍をテンプレートとする方法および完全組織をテンプレートとする方法により，各試料の交錯点を検出している．また，2 つの方法で検出した交錯点座標の差を統計的に比較している．2 つの方法により検出した交錯点の多くは座標値の差が小さく，両方法とも交錯点の座標を同様に検出していることを確認し，それぞれの方法の妥当性を示している．

第 5 章では，テンプレートマッチングにより検出した織物の交錯点を DIC 法の計測点として用いることで交錯点の変位を測定している．第 2 章で提案した織物の交錯点を計測点とした DIC 法における評価領域，サブセット範囲などのパラメータを各試料に対して求め，同条件により DIC 法による変位測定を行っている．本論文で提案する DIC 法のパラメータ設定を用いることで，規則性を持つ織物の撮影画像においても，誤検出の発生を抑制し，計測点変位を良好に測定できることを示している．

第 6 章では，DIC 法により測定した交錯点群の変位を用いて，たて糸とよこ糸を基準として布変形を評価した．織物の評価値として，糸密度，糸の配向角および糸の伸長率の算出方法を示し，DIC 法により測定した変位データより各評価値を算出している．同結果より，織組織が引張方向と傾いている状態や織組織が不均一な状態であっても，提案方法により布の変形を随時測定でき，提案方法の有用性を示している．

第 7 章では，結論として本論文で得られた結果を要約して述べている．

令和　3年　1月29日

学位論文審査報告書（甲）

1．学位論文題目（外国語の場合は和訳を付けること。）

織組織を利用したデジタル画像相関法による布変形挙動の測定法に関する研究

Study on measurement of fabric deformation by digital image correlation method using woven structure

2．論文提出者　(1) 所　　属　機械科学　　専攻

(2) 氏　　名　中垣（なかがき）　勝敬（かつひろ）

3．審査結果の要旨（600～650字）

当該学位論文に関し、令和3年1月29日に第1回学位論文審査委員会を開催し、提出された学位論文および関連資料について詳細に検討した。同日令和3年1月29日に口頭発表後、第2回学位論文審査委員会を開催し、慎重に協議の結果、以下の通り判定した。

スライドファスナは、帯状の織物である布に、エレメント、開具、スライダなどの部品を高精度に組み付けることで製造される。そのため、構成部品と布との相対的な位置決めが重要であり、製造工程では柔軟な布の非接触な変形測定法の開発が望まれている。

そこで本論文では、織物における糸の交錯点を計測点としたデジタル画像相関法による布の変形測定方法を提案している。まず、織組織の周期性を利用したテンプレートマッチングにより糸の交錯点を検出する手法を見出している。次に、検出された交錯点群をデジタル画像相関法における計測点とし、それらの幾何配置を活用することで計測点の誤追跡を防ぐ普遍的方法を導いている。さらに、布の搬送を模擬した試験により、その変形状態の空間分布と時間変化を測定することで提案方法の有用性を示している。

以上より本論文は、織組織を利用したデジタル画像相関法による布の変形測定方法を確立しており、また、同方法は一般的な布の変形測定にも適用できることから、学術的ならびに工学的貢献度は高い。よって、本論文は博士（工学）論文に値すると判定する。

4．審査結果　(1) 判　　定（いずれかに○印）　合　格　・　不合格

(2) 授与学位　博　士（　工学　）