

繊維工業試験場の寸法変化率試験の寸法計測の自動化

河野誠司・細谷 肇*

A study on automation of dimension measurement for "Dimensional change ratio" at
Gunma Prefectural Textile Research Institute

KOHNO Seiji, HOSOYA Hajime

群馬県繊維工業試験場で行っている繊維製品の依頼試験のうち、織物等の伸び縮みを調べる「寸法変化率試験」は、織物の寸法を人の手によって定規で計測し、その結果を手書きで記録するなど手間と時間がかかっている。今回、これらの計測を三次元カメラ用いて自動計測し、その結果をエクセルに取り込むことで大幅な省力化を試みた。これによって測定時間の短縮や測定バラツキの低減による精度向上並びに記録の記載ミスの排除を目指した。

キーワード：寸法変化率試験、三次元カメラ

Of the textile product request tests conducted at the Gunma Prefectural Textile Research Institute, the "dimensional change rate test", which examines the expansion and contraction of woven fabrics, measures the dimensions of woven fabrics by hand with a ruler, and the results are handwritten. It takes time and effort to record. This time, by automatically measuring these measurements using a three-dimensional camera and importing the results into Excel, we aimed to save a lot of labor, improve accuracy by reducing measurement variations, and eliminate recording errors.

Keywords : dimensional change rate test, three-dimensional camera

1 はじめに

繊維製品の寸法変化率試験は、仕上げ工程や加工処理、家庭での洗濯などによって繊維製品の寸法がどの程度変化するか見るための試験であり、その製品の洗濯表示とも関連することから、重要な品質試験の一つとなっている。

しかし、現在行っている方法は、点間距離を人が定規で測定し、結果を手書きで記録用紙に記入。さらに、エクセルで変化率を算出し、その結果を元にワードにて試験結果通知書を作成するという、手間と時間が掛かる作業を行っている。また、人が測定することでの測定バラツキや手書きによる転記ミスや計算ミスも考えられ、この部分の省力化が求められてきた。

そこで、今回、3次元カメラのデータを元に点間距離の測定を行うとともに、エクセルへの記録や試験結果通知書への記載を自動で行うソフト作成することで、寸法変化率試験の大幅

な省力化を目指した。

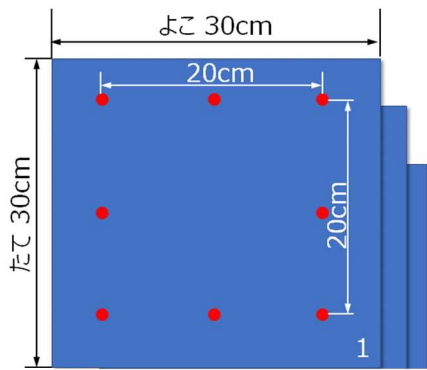
2 研究方法

2.1 寸法変化率試験の概要

繊維製品の寸法変化率試験は、日本産業規格「JIS L 1096 織物及び編物の生地試験方法 8.39 寸法変化」に規定されており、30cm 四方の試験片に、たてとよこに 20cm 間隔で点(マーク)3か所(計 8か所)打ち、各々たて方向とよこ方向の点間距離を測定し、洗濯等の加工後、同様に点間距離を測定することで伸縮の程度を百分率(%)で表すこととしている。

また、通常、同じ試験片を 3枚作成して同様の測定を行い、たて方向、よこ方向の距離の平均値を求め、それぞれの寸法変化率を算出する。

図 1 に寸法変化率試験片の例および寸法変化率の算出方法を示す。



$$\Delta L(\%) = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100$$

ΔL : 寸法変化率(%)
 L_1 : 洗濯前の長さ
 L_2 : 洗濯後の長さ

図1 寸法変化率試験の試験片および寸法変化率の算出方法

2.2 従来の寸法変化率試験測定方法

従来の寸法変化率試験では、図1に示す点間距離を人が定規を用いて測定するが、その測定数は1枚当たり、たて・よこそれぞれ3カ所で計6カ所、3枚の試験片で合計18カ所、さらに加工の前後で行うため全36カ所の測定を行う必要があり、手間と時間がかかる試験となっている。図2に寸法変化率の点間距離の測定の状況を示すとともに、図3に測定結果の手書き記録用紙の例を示す。

さらに、この記録用紙の数値をエクセルに入力して寸法変化率を算出し、求めた値を記録用紙に手書き記入している。最終的に客先に提出する試験結果通知書はワードを使用して作成しており、記録用紙に記載されている比率を試験条件や客先名と共に記載している。



図2 人による点間距離の測定

寸法変化率試験データ

企業名		品番等							
受付 年 月 日									
		処理前			処理後			取縮率 (3)	法
		①	②	③	①	②	③		
タテ方向	①	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	2.0	-2.6	
	②	5.0	4.0	3.5	-1.0	-1.5	-1.0		
	③	3.0	4.0	2.0	-1.5	-0.5	-3.0		
ヨコ方向	①	2.5	0.0	0.0	1.0	3.0	-1.5	-0.9	
	②	1.5	3.5	0.5	0.0	2.0	-1.0		
	③	4.0	5.0	2.5	2.0	3.0	1.0		
平均	算	$L_1 = 192.2$			$L_2 = 188.2$			$S = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100$	
	記	$L_1 = 192.2$			$L_2 = 190.4$				

図3 寸法変化率試験の手書き記録例

2.3 測定方法の自動化の考え方

この試験の測定を完全に自動化するためには、測定点の検出から自動化する必要がある。このために考えられる方法は、画像処理で測定点を自動検出する方法とAI (Deep Learning) により自動検出させる方法が考えられる。しかし、生地の手柄に点と同系統の色が使用されていることがあることや、AIの学習に十分となる生地の種類が準備できていないことから、今回の研究では、いずれの方法も現時点での適用が困難と考えられるため、試験片の点の中心位置を人がマウスで指定するという半自動化の方式を採用することとした。

3 研究結果

3.1 測定システムの構成

製作した測定システムの構成を図4に示す。撮影台の上に試験片を設置し、上から3次

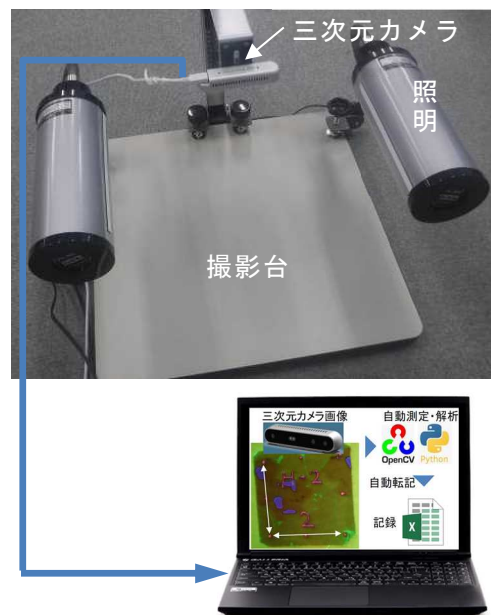


図4 測定システムの構成

元カメラで撮影する方式である。撮影に当たっては、上部左右から照明を当てて、撮影台には、光量不足を補えるようにLED照明が取り付けられている。三次元カメラは、Intel RealSense D415を使用した。この三次元カメラを使用することにより、カメラと試験片の間の距離が変わっても、キャリブレーションなしに試験片の点間距離を容易に求めることができる。

三次元カメラのデータは、画像処理演算器であるPC(ドスパラ ガレリア GCL1650TGF)に送られる。

PCには、今回Pythonを使用して作成したソフトを組み込んだ。Pythonの場合、以下の要件を満足することができる。

- ・三次元カメラを制御可能
- ・マウスによるGUIでの操作が容易
- ・画像処理用モジュールとの連携が容易
- ・エクセルの操作が可能

3. 2 ソフトウェアの構成

本研究では、点間の距離の測定、寸法変化率の計算、および、結果通知書の作成の自動化を行った。前述のように自動化にはPythonを使用しているが、プログラミングに不慣れな人でもその後の改変がなるべく行いやすくするようにエクセルで行える部分はエクセルにより自動化を行った。

Pythonでは、各点の中心位置をマウスで指定する機能、各点の中心間の距離を算出する機能、および、距離をエクセルに記録する機能を、エクセルでは点間距離から寸法変化率を算出機能と結果通知書を生成する機能を行わせている。

ソフトのメニュー画面を図5に示す。このメニュー画面をマウスで選択し、以下のように測定を進める。

- ① 試験情報が入ったエクセルを選択
- ② 撮影台に試験片を設置
- ③ 位置確認を選択しリアルタイム画像を見ながら試験片の位置合わせ実施
- ④ 今回の測定に対応するメニューを選択
- ⑤ 表示された画像上にて、間隔を測定する点の中心をマウスで指示(8か所/枚)

上の⑤の実行により以下が実行され結果通知書が生成される。

- ① ソフト中で点間距離を計算し、選択されたエクセルの対応する位置に書き込む
- ② エクセルで処理後と処理前のたて・よこの距離の平均値から寸法変化率を計算
- ③ エクセルの結果通知書のシートに転記



図5 メニュー画面

図6にエクセルの試験情報が入ったシートと結果通知書シートの例を示す。



図6 試験情報(左)と結果通知書(右)のエクセルシートの例

3. 3 測定システム製作での工夫点

3. 3. 1 カメラ精度向上

三次元カメラ(図7)で取得された画像には、試験片表面の反射や柄により、深度データの部分的な抜けや、時間的ばらつきが生ずることが多い。



図7 三次元カメラ

その対策として、空間的フィルタと時間的フィルタを入れた。特に試験片からの反射が強い場合には、深度データが広範囲に抜ける場合もあるが、その場合には、深度データが得られている右方向のデータで埋めることとした。時間的フィルタは、試験片を20回撮影し、その平均を用いる方法を取った。また、このカメラの深度方向の距離分解は通常1mmであるが、視差のシフトにより、

0.1mm の分解能に変更した。

3. 3. 2 マウス指示精度向上

今回の仕様では、点間の距離は人がマウスでクリックした位置を基準に測定する。そのため、点の中心位置を指定する精度が距離測定精度に直接影響する。その対策として、PC 画面上に表示される試験片の画像をマウス操作により、自由に拡大・縮小・移動できるようにした。

図 8 に通常表示と拡大表示の例を示すが、拡大表示の方が点の中心位置を見付け易い。

この拡大を行った場合と行わない場合の各場合に対し、点間の距離測定を、たて、よこ、それぞれ 6 回ずつ繰り返す測定を 3 種類の試験片にて実施した。その結果、拡大しない場合の距離測定値の最大値と最小値の差は 1.1 mm、拡大した場合には 0.7 mm であり、拡大表示による精度向上効果があることが確認できた。この測定ばらつきのは大きさは、従来の定規を用いての測定結果と同等以下である。

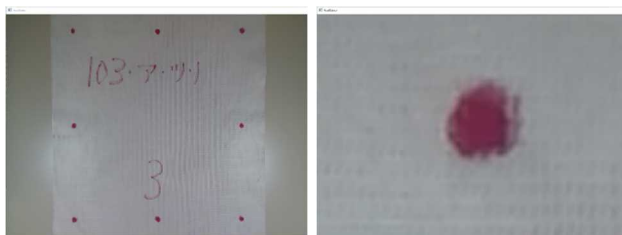


図 8 試験片画像の通常時(左)と拡大時(右)

3. 4 完全自動化へ向けての検討


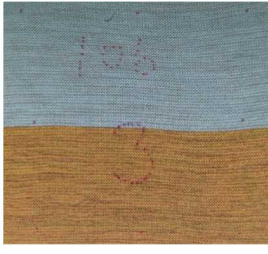
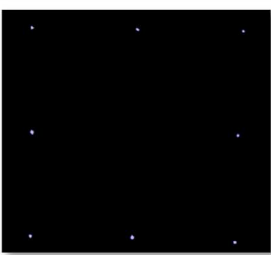
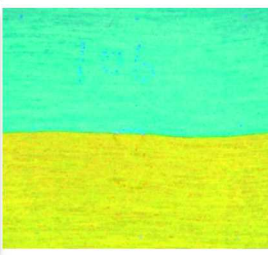
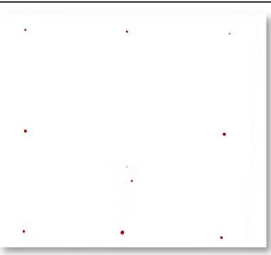
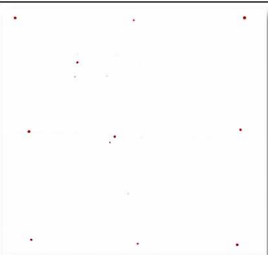
上でも述べたように、今回の仕様では、測定する 8 か所の点の中心位置をマウスで指定するという人の作業が必要である。さらなる省力化には、8 か所の測定点の自動検出が必要である。自動検出の手法として考えられるのは、従来の画像処理による方法と Deep Learning を使用した AI による方法である。本年度の研究を実施してゆくなかで、ある程度の種類の試験片の 3 次元画像データが蓄積されてきたため、これらの方法の成立性についての確認を実施した。なお、AI には Semantic Segmentation のごく基本的構造のものを使用した。

表 1 は点の検出性能の評価を点の検出難易度が低いと思われるものと高いと思われるもので行った結果である。難易度は肉眼での検出し易さから決めた。

表 1 に示すように、低難易度の場合は画像処理、AI 共に点が検出できているが、高難易度の場合画像処理では背景と点の分離ができていない。しかし、AI では検出できている。

従って、今後さらに学習を進めた AI を用いることで、完全自動化も可能と考えられる。

表 1 画像処理と AI による点の検出性能

	低難易度	高難易度
試験片画像		
画像処理		
AI		

4 まとめ

繊維製品の寸法変化率試験の省力化を目的とした研究を実施し、以下の結果が得られた。

- (1) 3 次元カメラを用いることで、点間距離を自動で測定可能なシステムを構築した。
- (2) 得られた結果を自動でエクセルに転送し、計算と結果通知書生成をすることで人為的ミスの排除と省力化を図れた。
- (3) 測定の完全自動化は、測定点の検出に AI を用いることで、達成できる可能性があることが分かった。