

## 蛇腹形状押出品の内面検査技術

濱中悠太<sup>\*1</sup>, 山田航大<sup>\*1</sup>

### Inspection Technology for the Inner Surface of Bellow-Shaped Extruded Tubes

Yuta Hamanaka<sup>\*1</sup>, Kodai Yamada<sup>\*1</sup>

#### 1. はじめに

検査品質の安定性確保と高騰する人件費の抑制を目的として、人による目視検査（外観検査）を機械化するニーズが高まってきている。豊田合成においては、めっきグリルなどの大型部品からカップ・シール部品などの小物部品まで国内外で生産する様々な製品を対象として、外観検査技術の開発を進めている。本稿では、蛇腹形状押出品であるフィルターパイプの内面検査技術について述べる。

#### 2. 検査対象と検出目標

##### 2-1. 検査対象

検査対象を図-1に示す。給油口と燃料タンクをつなぐ樹脂製の管（フィルターパイプ）が今回の検査対象である。フィルターパイプは多層コルゲート成形（押出成形）で生産され、他の構成部品との組み付け、曲げ加工を行い製品となる。本技術では、曲げ加工前のフィルターパイプを検査対象としている。また、フィルターパイプの形状は、主に蛇腹とストレートの部位から構成される。

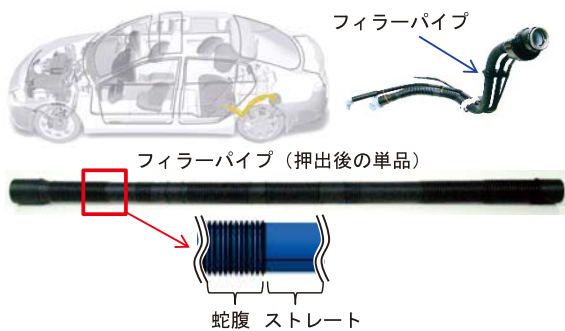


図-1 検査対象

##### 2-2. 検出目標

樹脂押出成形においては、押出流路に滞留した樹脂材料が長時間の加熱により変質し、ブツ不良、メヤニ不良として内面に表出するものや、成形収縮の過程で起こる凹み不良などが発生する。それらの不良を、人の目視検査と同等レベル以上で押出成形工程内（インライン）にて自動で検出することを目標とした。

#### 3. 撮像系の選定

管形状の製品の内部検査において、一般的な産業用カメラとレンズの組み合わせでは、被写界深度の限界から全長にわたってワークの内面を可視化することはできない。そこで本検査技術では、図-2に示すように、内視鏡をホース内に挿入しながら連続撮像することでワーク全長にわたって検査することを可能とした。

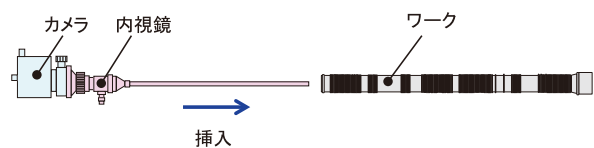


図-2 撮像方法

#### 4. 検査プログラムの内製開発

##### 4-1. 開発ツール

本検査機では、画像処理開発ライブラリを用いてプログラムの内製開発をした。豊富に用意された関数を使用することで複雑な処理も短時間で開発ができること、開発したプログラムを他テーマにも応用しやすいなどの利点がある。

\*1 マシンエンジニアリング部 設備開発室

#### 4-2. 処理の流れ

検査プログラムの処理の流れを図-3に示す。前処理、検査領域の設定について次項で述べる。

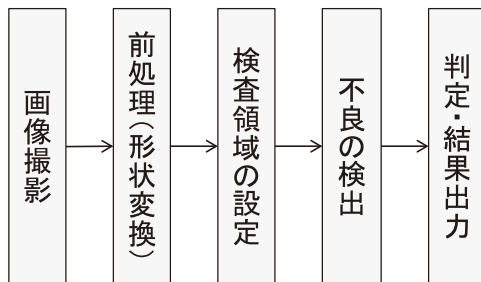
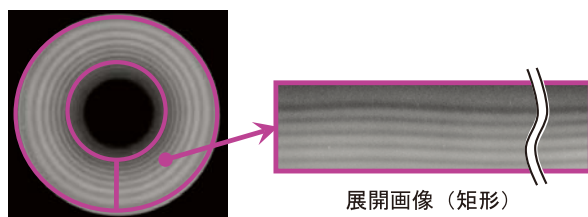


図-3 処理の流れ

#### 4-3. 前処理

撮影画像に写った不良は同じ大きさでも、手前と奥で画像上のサイズが異なっている。そこで手前と奥での見え方の補正を目的として、図-4に示すように環状の撮影画像から矩形の展開画像へ形状変換を行っている。



撮影画像（環状）

図-4 形状変換

#### 4-4. 検査領域の設定

蛇腹部とストレート部では、不良の画像への写り方が異なるため、蛇腹部とストレート部で検出プログラムを使い分けることが必要である。そこで図-5に示すように、画像に写っているのが蛇腹部・ストレート部のいずれの部位かをそれぞれの特徴量をもとに識別し、部位毎で使用するプログラムを自動で切り替えるようにした。これにより、1枚の画像上に蛇腹部とストレート部が混在するといった場合においても、正しい検査をすることが可能となった。

展開画像  
(蛇腹部・ストレート部混在)

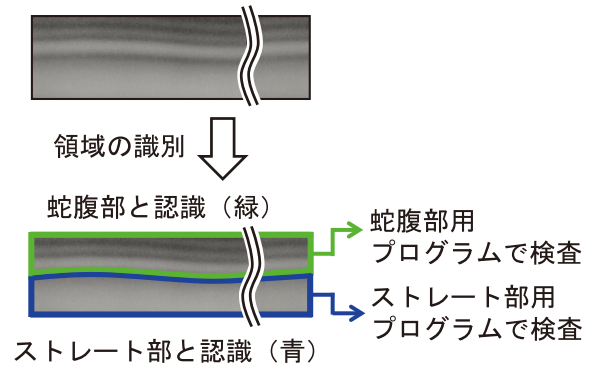


図-5 部位の識別

### 5. まとめ、おわりに、謝辞

撮像系の選定と検査プログラムの開発により、蛇腹形状押出品の内面検査技術を開発した。開発した検査機は、現在、豊田合成 平和町工場の生産ラインで稼働中である。今後は、IoT (Internet of Things) を活用して、検査機の判定結果を製造工程の生産情報と紐付けすることで、不良の発生源対策につなげていく。また、海外拠点への展開や他製品への応用も視野に入れ、開発を進めていく考えである。最後に、ご協力いただきました関係部署の皆様には厚く謝意を申し上げます。

著 者



瀧中悠太



山田航大