

## 燃料チューブの外観自動検査技術

王 蕾<sup>\*1</sup>

### Automatic Inspection Technology for Fuel Tube Appearance

Lei Wang<sup>\*1</sup>

#### 1. はじめに

燃料チューブ（図-1）は自動車において燃料タンクからエンジンへ燃料を輸送する部品であり、配管の部分は樹脂押出成形で作られる。その燃料チューブは押出成形後に検査員に頼った全数外観良品確認検査を実施している（図-2）。その検査は、限度見本と比較する目視検査（定性検査）であり、熟練された検査員により品質が確保されてきた。しかし、今後は熟練された検査員の確保は困難になるとともに、製品の低コスト化が求められているため、この検査を自動化する必要がある。



図-1 燃料チューブ

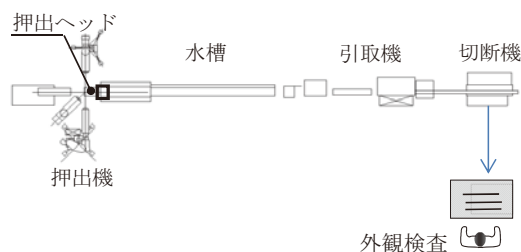


図-2 押出工程の概要

#### 2. チューブ表面の凹凸検出メカニズム

外観欠陥を検出するメカニズムを図-3に示す。凹モデルと凸モデルの両モデルにおいて、光源から出された光が凹凸部で乱反射することで影を形成し、欠陥として検出するメカニズムである。

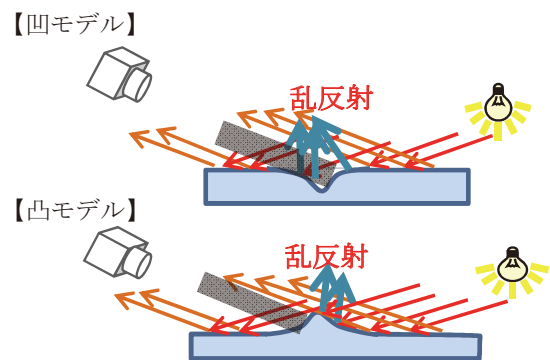


図-3 検出メカニズム

その検出において、背景と乱反射の影のコントラストを安定かつ明確にする必要があるために、チューブの計測モデルは図-4に示すように被計測物と照明及びカメラの角度（ $\alpha$ ）が重要な要素となってくる。また、対象物は小径押出チューブが曲面であることも考慮しなければならない。

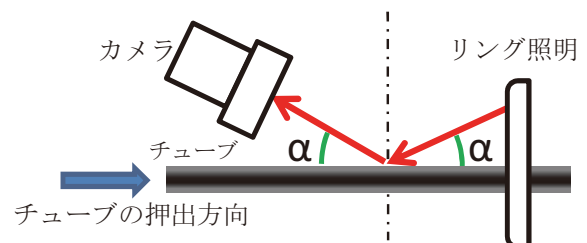


図-4 チューブ計測モデル

\*1 生産技術統括部 新工程開発室

### 3. 照明及びカメラの配置角度 (α) の設定

欠陥サンプルに基づいて、照明とカメラの配置の角度を実験によって変化させた結果を図-5に示す。照明とカメラの配置角度 (α) は30度が最適であることを得られた。

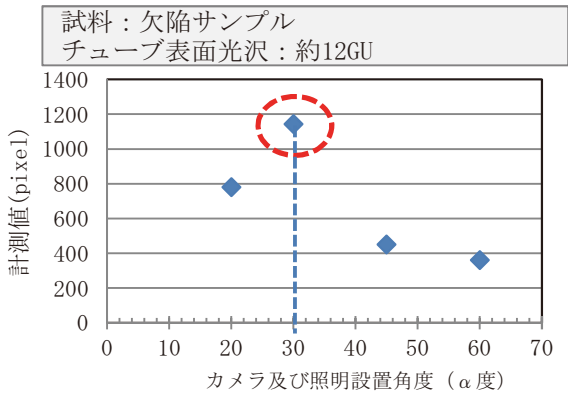


図-5 角度の検討結果

### 4. 曲面形状計測上の課題

小径燃料チューブを30度から撮像する事による課題として、図-6、図-7に示すように、「撮像の遠近差」と「チューブ背面からの照明の回折」を考慮したアルゴリズムを設定する必要がある。

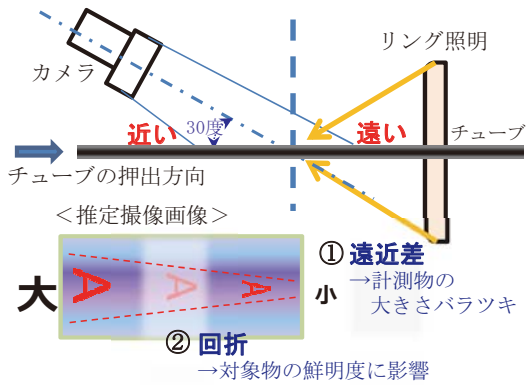


図-6 計測上の課題

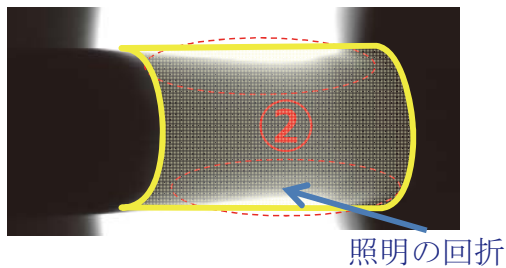


図-7 実際の撮像画像

### 5. 検出値の補正処理

先に述べた課題を解決するためには、計測データの種々の演算を実施して、誤差を取り除く方法が一般的に用いられているが、本計測は押出成形とカメラ視野から判断し、短時間で処理できる補正により対応することとした。

その補正は、計測データを5つの領域に分割し、かつ欠陥の見逃しが無いことの確実性の担保から、図-8で示すよう検査可能領域内で、欠陥サンプルを計測し実験により補正値を求めた。

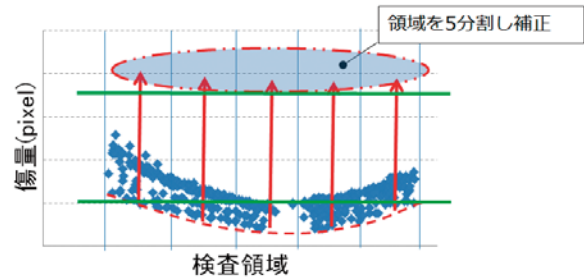
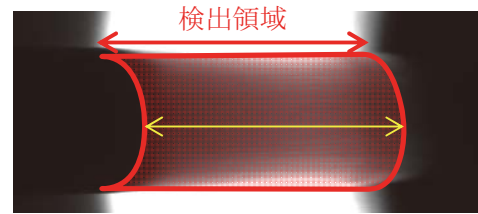
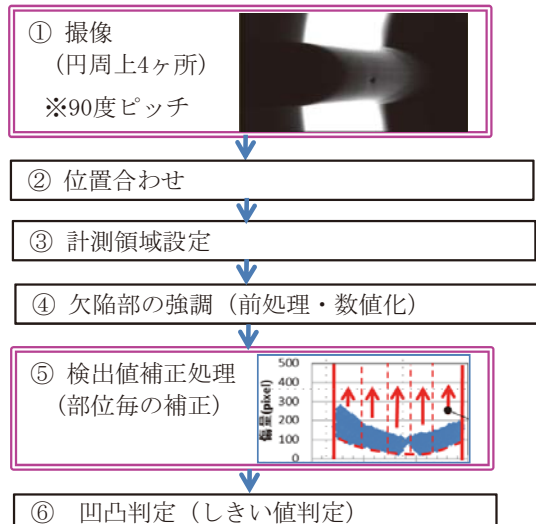


図-8 計測値補正の概念

### 6. アルゴリズムフロー

チューブ表面円周上の4ヶ所を90度ピッチで撮像(4項参照)し、画像の位置を合わせる。その後、計測領域設定と欠陥部の強調を実施して計測値を導き出す。その検出値に補正処理(5項参照)を実施し、しきい値(数値)にて凹凸判定を実施する。



## 7. 結果

図-9に示すようにチューブ円周状にカメラ4台を配置した自動外観検査システムが構築でき、押出成形をしながらの定量値自動判定が可能となった。

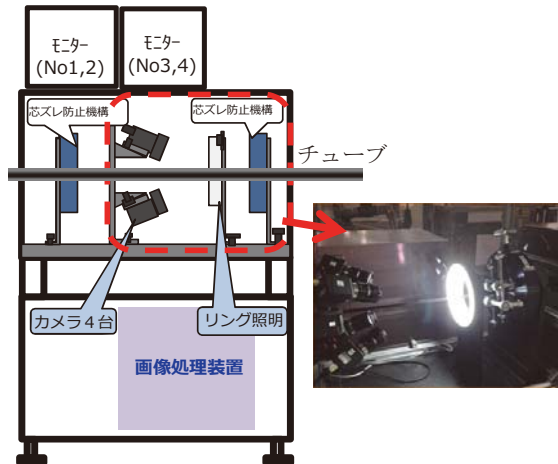


図-9 自動外観検査装置

## 8. おわりに

今回の外観検査技術は、現在量産適用されており、更なる他製品への活用が期待される。

最後に、本件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



王 蕾