

オープニングトリム ゆるやかなブツ（外観）不良の検査技術

辻本朋也^{*1}，武市侑也^{*1}

Inspection Technology for Smooth Bulb Defects of Opening Trim

Tomoya Tsujimoto^{*1}, Yuya Takechi^{*1}

1. はじめに

豊田合成では、ゴム成形によるオープニングトリム（以下 OT）製品を生産している（図-1）。

その製品はドアのシール部品であり、製品機能としては遮音性や摺動性のほか、意匠性が求められる製品となっている。

その意匠性において、近年では人の目視による工程保証から検査機による自動検査での工程保証が期待されており、検査機導入のニーズが高まっている。

外観品質基準の一つとして、製品表面の突起物（以下ブツ）の検出が求められているが、ブツの高さが十分なければ安定検出がされていない状態である。

そこで今回、ブツの高さが無い外観不良（以下ユル凸）においても、安定検出できる検査技術の開発を行った。

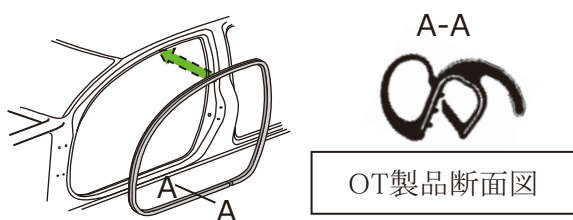


図-1 OT製品

2. 2値化処理による検査技術（従来技術）

豊田合成では従来、LED照明を製品に照射し、カメラにて撮像している。製品表面にブツが発生すると、ブツ周辺の輝度に変化し、輝度に対してある一定の閾値以上の画素を白、以下の画素を黒に2値化処理し、白の画素の合計値によって判定を行う（図-2）。

しかし、製品表面にユル凸が発生すると、ユル

凸部周辺では輝度の変化が小さいため、ユル凸の安定検出が確立されていない問題がある。

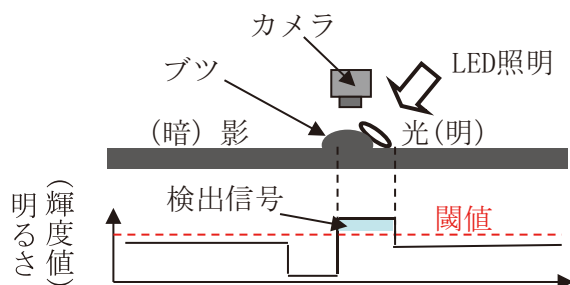


図-2 ブツ検出原理

3. 波長違いによるユル凸検出の優位性

一般的に、キズのような微小な凹凸を検査する場合には、波長が短い青色光や紫色光が適している。しかし、物体の波長に対する反射率の違いにより、波長を使い分ける必要があるため、検査ワークの反射特性を理解しておく必要がある。

そこで、ユル凸検出に優位な波長を選定するため、OT製品のユル凸部に異なる波長（紫外・青・緑・赤・白）のLED照明を照射し、輝度変化の違いが生じるかを検証した（図-3）。

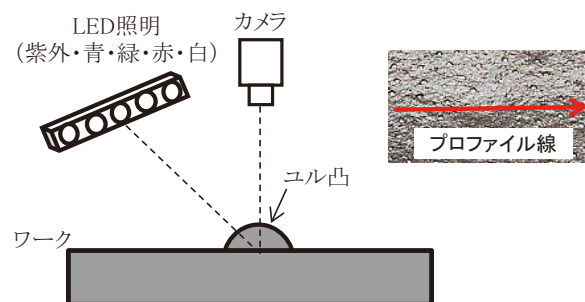


図-3 ユル凸検出検証

*1 WS生産技術部 WS第1生技室

図-4は各波長によるユル凸部での輝度変化をグラフ化したものである。x軸が計測プロファイル、y軸が計測プロファイル上の輝度値を表している。プロファイル値200～300の間にユル凸があり、各波長での輝度変化を見てみると、白色で最も大きな変化がされていることが分かる。これは、白色が可視光全域の波長をカバーしているため、検査ワークの反射特性の影響を受けることなく、ユル凸部で波長が散乱したのだと考えられる。

一方で、青色もユル凸部で輝度変化のピークを得られているが、ユル凸部以外（プロファイル値120付近）でも大きく輝度変化していることが分かる。これは検査ワーク表面の微小な凹凸にも波長が散乱してしまっているため、ユル凸部以外の部分で誤って不良判定をしてしまう恐れがある。

以上より、OT製品のユル凸部を安定検出させるためには、白色LEDが最も適していることが今回の検証で判明した。

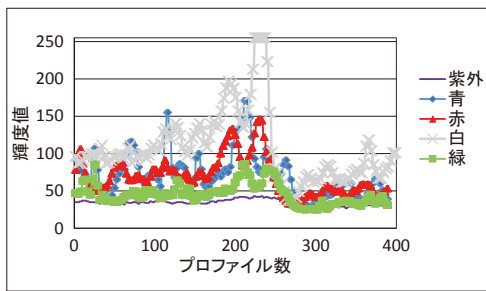


図-4 各波長によるユル凸部での輝度変化

4. 濃淡処理による検査技術（開発技術）

従来技術の2値化処理では、白か黒の2階調の情報としての処理しかできず、外観不良部で十分な輝度変化がされないとカメラで検出できない場合がある。

そこで今回、ユル凸部でも高精度に検出できる濃淡処理技術を開発した。濃淡処理では、撮影した画像そのままの処理を行い、多階調処理（256階調）により中間の色も処理できるため、高精度の計測が可能なが特徴である（図-5）。

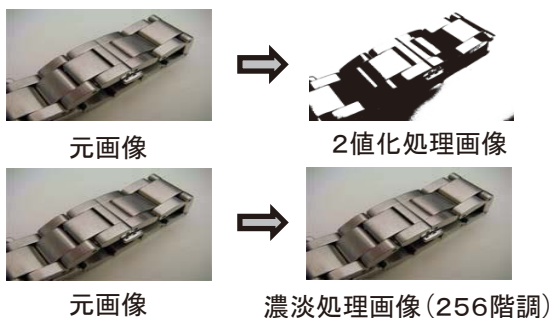


図-5 処理画像比較

検査フローとして、まずカメラで検査ワークを撮像し、取り込んだ画像を256階調の濃淡画像に分けて画像処理し、計測領域を設定する。そして、計測領域内をさらに小さな欠陥検出領域（エレメント）に分割し、エレメントをずらしながら周囲のエレメントとの色差を計測する。その色差に対して閾値を設定し、計測領域内である一定の閾値を超えた色差が算出された場合、外観不良と判定する（図-6、7）。

濃度そのものではなく、濃度の変化量を比較しているため、検査ワークの表面粗度の影響を受けることなく、高精度にユル凸部を検出させることを可能にした。

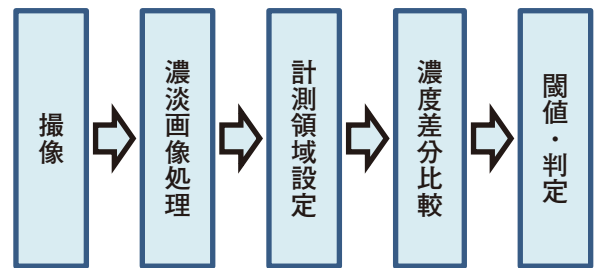


図-6 濃淡処理による検査フロー

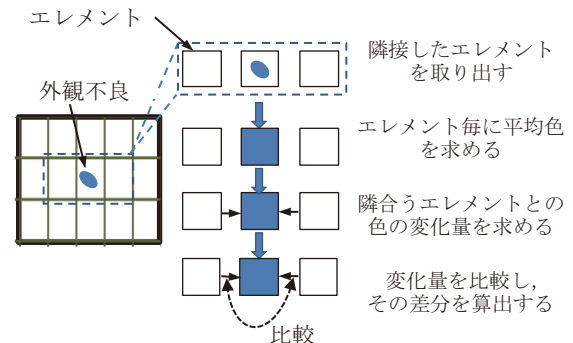


図-7 濃度差分比較詳細

今回の技術確立により、外観不良であるユル凸部の安定検出が可能となり、自動検査による工程保証への足がかりとなると考えている。

5. まとめ・謝辞

今回開発した検査技術によって、OT製品のユル凸不良の検出精度を高めることができた。

この検査技術を既存の外観検査機に導入し、更なる検出精度の向上を目指し、将来的には外観検査機のグローバル展開を計画している。

最後に、本開発においてご協力いただきました関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 馬場葉子, 向川康博, 八木康史: 照明光と反射光を考慮した反射特性の推定, 情報処理学会研究報 Vol2011, No41, p.1-8 (2011)
- 2) 鎌田慎也: デジタルデータの分布分析—デジタル画像からの輝度分布分析, *UNISYS TECHNOLOGY REVIEW* 第 87 号, p.79-86 (2005)

著 者



辻本朋也



武市侑也