

樹脂透明部品の外観検査手法の検討

[研究代表者] 塚田敏彦 (情報科学部情報科学科)

[共同研究者] 川瀬 隆、長村伸也 ((株)三弘 商品開発室)

研究成果の概要

透明樹脂部品の検査は、現在、人による目視検査で行われており、個人差による検出のばらつきや、疲労による見落とし、人件費によるコスト上昇などの課題により自動化への強い要望がある。透明樹脂部品の外観検査の難しさは、対象の材質が透明樹脂であるために、表面の光沢と透明であることと、0.01mm 程度の大きさの異常を高速に見つけなくてはならない点である。また、異常の形態も製造の複雑さから様々な種類があり、大きさや形状の異なる部品を検査しなくてはならない点も自動化が難しい理由である。

研究では、平行光を投射して、スクリーンに映した影を観察する撮像系を考案した。光源から投射された平行光を部品に当てて、部品を透過してできた影をスクリーン上に映し出し撮影を行う。考案した撮像方法によるとスクリーン上の影を観察する際、樹脂部品とスクリーンの間隔に影響されず、また、背景への映り込みの影響を受けずに撮像することができる。撮像された画像から異常部分を抽出するためにエッジを強調するソーベルフィルタ処理を施したフィルタ処理を行い異常部を検出する方法である。

実部品での検証評価実験の結果、実験者が目視で見つけることができるレベルの異常は、輪郭の影の中に異常がある場合以外は全て検出することができた。

今後は、熟練検査員には見つけることができるレベルの異常を、検査員の検査手法を参考にして撮像光学系を改良して検出可能とすることと、影の部分に異常があるものを検出するために、カメラを追加した光学系を検討して行きたいと考えている。

研究分野：画像センシング

キーワード：透明樹脂部品、外観目視検査、自動化、平行光光源

1. 研究開始当初の背景

透明樹脂部品は、意匠部品であり部品にキズや異物が無い状態でなくてはならない。透明樹脂部品の検査は、多くの企業で人による目視で行われている。検査では、白色のLEDライトを透明樹脂部品に投射して異常を見やすくして、1つの部品に対する検査時間を短縮する必要がある。また、個人差による検出のばらつきや、疲労による見落とし、人件費によるコスト上昇などの課題により検査自動化への強い要望がある。

透明樹脂部品の外観検査の難しさは、0.01mm 程度の大きさの異常を早く見つけなくてはならない点である。また、異常の形態も様々な種類があり、大きさや形状の異なる透

明樹脂部品を検査しなくてはならない点も自動化が難しい理由である。

2. 研究の目的

本研究では、透明樹脂部品の画像センシング方法を工夫して、異常部分を際立たせて撮像する方法を提案し、画像処理による樹脂部品の外観検査自動化を検討する。

今回対象とする透明樹脂部品は、検査をする際、部品が透明なため背景の色に影響されやすく、光源とセンサの位置関係の設定が難しいとされてきた。また、光沢によりワーク表面が鏡面的であり、画像処理で用いるカメラや照明など周囲機器がワーク表面に映りこむことも、異常が見え

にくくなる要因で検査の自動化が難しいとされてきた[1]。

今回対象とする異常の種類は4種類あり、異物、フラッシュ、キズ、打痕である。樹脂部品は溶けた樹脂を型に流し込み、固めて成形される。それぞれの工程で異常が発生する。異物は樹脂を流し込む際、ホコリやゴミが混入してできる異常である。フラッシュは別名銀条と呼ばれており、材料の乾燥不足、射出速度が速い、射出時に気泡が入り込むなどの原因でできる異常である。キズは機械や器具の接触、ワーク同士のぶつかりによってできる異常である。打痕は部品を運ぶ際、接触や振動によってできる異常である。

3. 研究の方法

(1) 検査の原理

対象物に平行光を投射して、異常部による光の乱反射による明暗の差を検出することによって異常部を見つけ出す方法を検討する。

図1に、異常部による光の屈折で、検出光の強度が変化する原理を模式図で示す。図1右側のように、平行光を異常部に投射すると、光が減衰・屈折して、異常部での検出光の強度が低下し、異常が見えるという原理である。

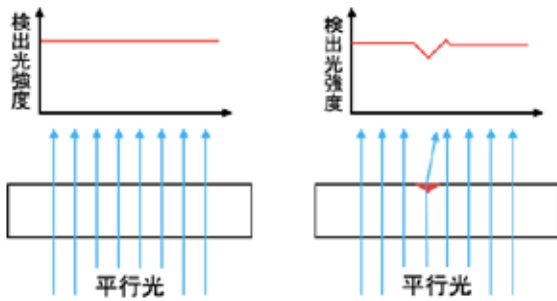
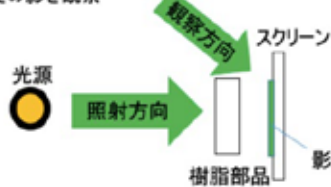


図1. 検査原理

A 光を透過させてその影を観察



B 部品に光を投射して表面の反射を観察



C 光を透過させてスクリーンを観察

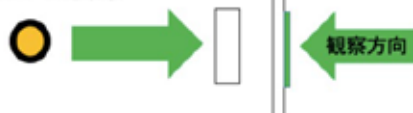


図2. 検査対象の観察方法

(2) 検査方法

図2に、透明樹脂部品に対して考案した3つの観察方法を示す。図2 Aは、光を透過させてスクリーン上の影を観察する方法である。観察方向から見える距離まで間隔をとると、影がぼやけて観察が困難となる。Bは、部品に光を投射して表面の反射を観察する方法である。この方法で樹脂部品を観察すると、透明なため背景部分に影響されやすく、光源やその他の周辺機器が映り込みうまく除去した処理ができないと考えた。Cは、光を透過させてスクリーン上の影を観察する方法である。スクリーン上の影を観察するため、フィルタ処理を行う際、背景の映り込みに影響されることがない。また、観察方向が光源に対して、直線上にあると、部品の部分によって距離が変わらずに、解像度に影響されることなく観察することができる。また、光のムラがなくカメラに映し出すことができるため、本研究ではCの観察方法を採用した。

(3) 検証実験

考案した撮像方法の有効性を評価するために実験を行った。考案した撮像方法はスクリーン上の影を観察する際、樹脂部品とスクリーンの間隔に影響されず、また、背景への映り込みの影響を受けずに撮像することができる。

撮像系の構成を図3に、実験風景を図4に示す。光源から投射された平行光を部品に当てて、できた影をスクリーン上に映し出し撮影を行う。その画像をフィルタ処理し、異常部を検出する方法である。

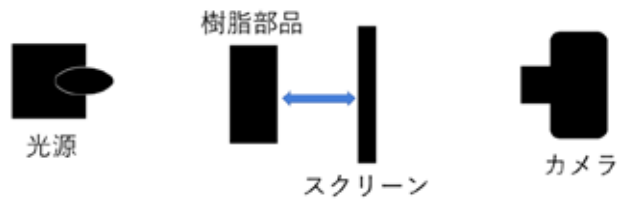


図3. 撮像系の構成



図4. 実験風景

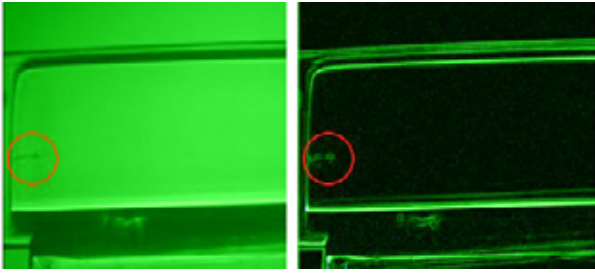


図5. 撮像画像と処理結果画像

表1. 検出結果

| | 目視 | スクリーン越し | カメラ越し | 検出 |
|-------|-------|---------|-------|-------|
| 異物 | 1/10 | 1/10 | 1/10 | 1/10 |
| フラッシュ | 9/10 | 6/10 | 6/10 | 6/10 |
| キズ | 10/12 | 7/12 | 7/12 | 7/12 |
| 打痕 | 4/6 | 4/6 | 4/6 | 4/6 |
| トータル | 24/38 | 18/38 | 18/38 | 18/38 |

(4) 検証実験結果

図5に、考案した撮像系により撮像した透明樹脂部品の画像と、撮像した画像から異常部分を抽出するためにエッジを強調するソーベルフィルタ処理を施した結果の画像を示す。赤丸の部分に異常部分が存在している。

表1に異常の種類ごとの検出結果を示す。目視、スクリーン越し、カメラ越しは、いずれも実験者が目視で見つけ出すことができた数を、検出はソーベルフィルタ処理により検出できたものの数を示している。サンプルは検査現場の検査員によって異常が検出されたものであり、異常の種類と部位を提示して提供されていたが、いくつかの異物については実験者が凝視しても認識できず、異物については10部品中9部品の異常を認識できないレベルであった。

検出結果として、提供された38部品中18個の異常を検出した。実験者が目視により認識できた部品を対象とすると、24部品中18部品となる。

目視により認識された異常のうち、6部品が検出できなかったこととなる。検出できなかった理由を調べたところ、部品の輪郭部分に異常があり、異常部が輪郭線と重なり画像に映らずに検出できなかったためと判明した(図6)。また、異物をほとんど検出することができなかった。後日、熟練の検査員にヒアリングを行ったところ、異常は背景を黒色にすると見つけやすいとのコメントを受けた。今後、これをヒントに検査方法を改良する予定である。また、画

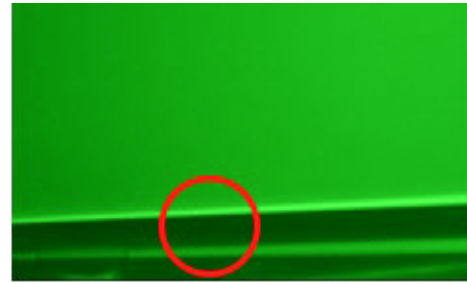


図6. 部品の輪郭部に存在する異常

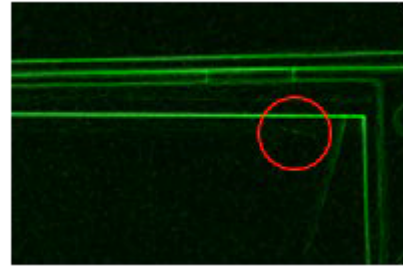


図7. 拡大撮像により検出された異常

像の解像度を上げることも検出に有効に働くことも確認された(図7)。

4. 研究成果

今回、透明樹脂部品を検査する撮像系の設計を行い、実部品による評価検証実験を行った。

透明樹脂部品に平行光を投射して、スクリーンに映した影を観察する撮像系を考案した。目視で見つけることができる異常は、輪郭の影の中に異常があるもの以外全て検出できた。

今後は、異物以上に対して検査員の検査方法を参考に検査光学系を改良することと、輪郭の影部分に異常があるものを検出するために、異なる角度での撮像のためにカメラを追加した手法を提案したいと考えている。また、検査部品の大きさや形状に違いに対応するために、最適なカメラの画角と分解能を選定していきたいと考えている。

5. 本研究に関する発表

(1) 鈴木海斗、“透明樹脂部品の外観自動検査方法の検討”、愛知工業大学 情報科学部 情報科学科 卒業論部、2020年