

1. はじめに

現在、射出成形によるプラスチックフレームの成形時、金型の破損によりビス穴が成形されていない場合がある(図 1 参照)。このような不良品を発見する手段として定期的に人手によりサンプル検査を行っているが、不良品の見落としが発生していた。



図1 ビス穴

この問題を解決するため、画像処理による成形プラスチックフレームのビス穴検査システムの開発を行ってきた(1)。本論文では、まず成形プラスチックフレームとその検査方法およびビス穴検査システムについて述べる。次に、個々の金型の形状の相違によるプラスチックフレームの個体差に対する有効性の評価実験を行う。現在、ビス穴内部の色相の画素数から正常ビス穴および異常ビス穴を判別するための判別閾値は目視により決定している。この問題を解決するため、検査対象のサンプルを基に判別閾値を決定する正規母集団の母標準偏差の不偏推定量を用いた統計的手法による自動判別閾値決定法を提案し、その有効性を実験で示す。

2. 成形プラスチックフレームとその検査方法

検査対象とするビス穴は、黒色のプラスチックフレームに成形されているビス穴が完全に貫通している貫通ビス穴が 32 個およびビス穴が完全には貫通していない非貫通ビス穴が、プラスチックフレームの表面に 8 個、裏面に 9 個とする。また、ビス穴は、プラスチックフレームの面に対し、垂直方向に成形されており、直径は 2mm から 5mm の範囲内である。検査対象とする異常ビス穴は、金型の破損によりビス穴内部がプラスチックで埋まっているビス穴とする。

3. ビス穴検査システムの提案

まず、複数のWEBカメラを用いて、1台ずつ特定の範囲内のビス穴の撮像を行い、ビス穴中心位置の特定およびビス穴周辺の切り出し画像を抽出する。次に、切り出し画像のグレースケール変換および2値化を行う。そして、貫通ビス穴はLED光源でビス穴内部を照明した場合に、正常時は白い色相で、異常時は黒い色相で撮像される。非貫通ビス穴は、正常時は黒い色相で、異常時は白い色相で撮像される。これらの画素数の相違を判別閾値を用いて判別を行う。実験筐体の外観を図2に示す。実験筐体上部の取り出し口により、プラスチックフレームを実験筐体内部へ挿入および取り出しを行う。実験筐体は内部に光が差し込みにくい形状をしている。また、実験筐体内部にプラスチックフレームのずれを抑制するためのガイドを設置する。LED光源およびWEBカメラはビス穴の成形されているプラスチックフレームの表面側と裏面側の筐体内部の側面に配置する。WEBカメラは合計で19台使用し、正常ビス穴の面積が 20 ピクセル以上で撮像可能であり、かつ、1台のWEBカメラにより複数のビス穴の撮像が可能に位置に配置する。



図2 実験筐体

4. ビス穴検査能力の評価実験

正常および異常ビス穴の有効性を評価するため、全てのビス穴が正常もしくは異常に成形されているプラスチックフレームそれぞれ1台を60回検査する。実験結果、全てのビス穴の検査成功率が100%であった。次に、正常ビス穴の有効性を評価するため、全てのビス穴が正常に成形されている複数のプラスチックフレームを用いて52回検査する。異常ビス穴の有効性を評価するため、異常に成形されているプラスチックフレーム1台を60回検査する。実験結果、全てのビス穴の検査成功率が100%であった。これら一連の実験を通し、提案システムはビス穴検査に有効であることが判明した。

5. 自動判別閾値決定法の提案および有効性検証実験

目視により決定した判別閾値の統計的な決定基準を基に検査対象の正常ビス穴のサンプルから判別閾値を推定する自動判別閾値決定法を提案し、プラスチックフレームの個体差に対する自動判別閾値決定法の有効性の評価実験を行う。本実験では、自動判別閾値決定法により少量のサンプルで決定した判別閾値を用いる。実験結果、撮像画像において画素数の大きいビス穴に対しては自動判別閾値決定法が有効であった。しかし、自動判別閾値決定法に用いるサンプル数を少なくしたため、ビス穴画素数のサンプルにおける正規母集団の母標準偏差の不偏推定量の信頼度が低くなった。そのため、正確な判別閾値を決定することができず、画素数の小さいビス穴に対しては有効ではなかった。結論として、自動判別閾値決定法は、画素数の大きいビス穴に関し、少ないサンプル数を用いて閾値を決定することが有効であることが判明した。

6. おわりに

本論文では、まず成形プラスチックフレームとその検査方法およびビス穴検査システムについて述べた。次に、個々の金型の形状の相違によるプラスチックフレームの個体差に対する有効性を評価する前段階として、ビス穴中心位置の特定およびビス穴の判別の有効性の評価実験を行った。実験結果、ビス穴中心位置の特定およびビス穴の判別は有効であることが判明した。次に、個体差を考慮した評価実験を行った。実験結果、プラスチックフレームの個体差を考慮したビス穴検査システムは有効であるということが判明した。そして、目視による判別閾値の決定という問題を解決するため、自動判別閾値決定法を提案し、その有効性検証実験を行った。実験結果より、自動判別閾値決定法は、画素数の大きいビス穴に関し、少ないサンプル数を用いての閾値の決定が有効であることが判明した。今後は、自動判別閾値決定法に必要とするサンプル数を増加し、再度自動判別閾値決定法の有効性検証実験を行うことを検討している。

参考文献

- (1)豊永哲也, 竹田史章, "プラスチックフレームにおけるビス穴検査システムの提案"高速信号処理応用技術学会 2008 年研究会講演論文集, pp56-57, 2008.