

補助事業名：公益財団法人JKA 自転車等機械振興事業に関する補助事業

2019年度公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究補助事業

内 容：溶接における研磨仕上げ部の自動欠陥検出技術の開発

実施期間：平成31年4月～令和元年12月

## 1 実施内容及び成果

### (1) 実施内容

平成30年度(前年度)は、欠陥の定義づけと検出方法の構築を行った。企業から提供された試験片の分析・計測によって、検出する必要がある欠陥を直径50 $\mu$ m以上、かつ、10°以上の角度を有する窪みと定義した。検出能力を検証するために、三次元微細レーザ加工装置を用いて直径約50 $\mu$ m、傾き約14°の疑似欠陥を試作した。欠陥を自動検出するために、画像探傷装置を導入して検出実験を行い、試作した疑似欠陥を自動検出できると考えられるグレースケール値を得た。平成31年度は、任意の場所にある欠陥を自動で検出する自動検出システムの構築と生産工程での検証を行った。

#### ① 自動検出システムの構築

昨年度は、目印として設けた直径約5mmの円の内側に疑似欠陥を設けた。目印を設けて位置を限定することによって、試作した疑似欠陥を目視でも認識することが可能となり、寸法形状測定等の評価ができた。しかし、実際の製造現場では位置や大きさも任意に欠陥が発生する。そこで、欠陥を自動検出するためには視野内に入ると同時に、検出システムが欠陥を認識する必要がある。これに対しては閾値を設けて、画素毎のグレースケール値と閾値を比較することによって可能とすることができると考えた。また、閾値との比較の結果は画素に着色することで、作業者が確認できるようにする必要があると考えた。これらを基本的な考え方として、グラフィックベースのプログラミング言語であるLabVIEWを用いて自動検出プログラムを製作した。

製作した自動検出プログラムはカメラからの未加工画像と、閾値との比較によって欠陥と判断された箇所に着色した加工画像とを同時に並べて表示することができる。しかし、表示された画像は縦20mm×横30mmの視野の全てを同時に表示しているため、着色しているにもかかわらず直径50 $\mu$ m程度の欠陥を作業者が確認することは容易ではないことが分か

った。そこで、欠陥として表示された画素とその周りにのみ5画素程度を追加してハイライト表示することにした。ハイライト表示によって作業者が存在と位置を容易に把握することができるようになった。表示されている未加工画像と加工画像は一つのファイル名によって、指定したフォルダに同時（加工画像は自動的に“ファイル名+0”）に保存できる。



(製作した自動欠陥検出プログラム)

欠陥と健全部とのグレースケール値の差は、照射される光量に伴って大きくなる。しかし、グレースケール値は輝度に対して上限があるので、上限値以上では飽和して正しい輝度を表すことはできない。そのため、照射される光量はグレースケール値が飽和しない範囲で最大にする必要がある。そこで、画像の最大の輝度値を上限値と比較しながら照明を調整することによって、自動で光量を最適化するプログラムを加えた。

焦点位置がずれることによってコントラストが低下し、欠陥の検出に失敗することがある。焦点位置は常に欠陥に合っている必要がある。しかし、焦点位置の調整は精密な操作が必要であり、長時間の検査では作業者にとって大きな負担となるので、焦点位置を自動で調整する機能が必要と考えた。そこで、液体レンズを用いて焦点位置を移動させるたびにコントラスト値を比較することによって焦点位置を自動で調整するプログラムを加えた。

## ② 生産工程での検証

共同研究企業とその協力企業に対して、これまでの成果と現在の進捗状況について報告するための研究経過説明会を開催した。出席者は計9名（企業：7名、ハイテクプラザ：2名）であった。この結果、出席者は目視では検出が難しい欠陥を画像探傷装置が検出できることやその仕組みを理解した。また、観察している領域にマーキングをする機能や曲率を有する面にも対応して欲しいとの実用化に向けた要望が示された。曲率への対応等も必要になるため、製造現場での実用化のためには課題がある。しかし、長年の懸案事項であった、欠陥の定量化について期待が寄せられた。

今年度の開発を終了した画像探傷装置と自動検出プログラムに対して、現場の目視検査担当者から今後の活用や改善に関する意見を得るために、業務推進会議を開催した。出席者は計12名（企業：10名、ハイテクプラザ2名）であった。その結果、社内での周知や理解を得る必要はあるが、これまで曖昧な部分を残していた欠陥の判定に対して、更に明確な基準を設けて自動化できることを確認した。また、現場で装置を運用するためにはカメラと照明の一体化等、作業や製品にあわせた改善が必要であることがわかった。

## （2） 成 果

### ① 自動検出システムの構築

試験片上にある欠陥を自動で検出する自動検出システムが構築できた。

### ② 生産工程での検証

社内での周知や理解を得る必要はあるが、これまで曖昧であった欠陥の判定に対して、基準を設けて自動化できることを確認した。また、現場で装置を運用するためにはカメラと照明の一体化等、作業や製品にあわせた改善が必要であることがわかった。

## 2 今後予想される効果

### ① 自動検出システムの構築

今後、欠陥の定義に基づいて限度サンプル等を作成して、構築した自動検出プログラムの検証実験を行う。それによって、目視検査の自動化に対する信頼性の向上と実用化が期待できる。

② 生産工程での検証

ハンディタイプへの要望等、ラインに導入するために必要な事項が整理できたので、それらの要望に対応することで目視検査の自動化が期待できる。

3 事業内容についての問い合わせ先

団体名： 福島県ハイテクプラザ（フクシマケンハイテクプラザ）

住所： 〒963-0215

福島県郡山市待池台1丁目12番地

代表者： 所長 大和田野 芳郎（オオワダノ ヨシロウ）

担当部署： 企画連携部 企画管理科（キカクレンケイブ キカクカンリカ）

担当者名： 主任研究員 市川 俊基（イチカワ トシキ）

電話番号： 024-959-1736

F A X： 024-959-1761

E-mail： [hightech-kikaku@pref.fukushima.lg.jp](mailto:hightech-kikaku@pref.fukushima.lg.jp)

U R L： <http://www.pref.fukushima.lg.jp/w4/hightech/index-pc.html>