

# 画像ベクトル表示による材料欠陥目視検査の自動化技術の開発

Development of the System for Visual Inspection of Material

## F58

based on Vector Analysis Technique

○佐久間正剛 久保克巳 仏円隆 齋藤兆古\*\* 堀井清之\*\*\*  
Sakuma Masatake Kubo Katsumi Butsuen Takashi Saito Yoshifuru Horii Kiyoshi  
東芝 \*東芝エンジニアリング \*\*法政大学 \*\*\*白百合女子大学

溶接施工後の目視検査 (VT) の客観性を保つために、デジタル画像処理による目視観察自動化の試みとして、画像ベクトル法による欠陥候補抽出手法を開発し、有効性を検証した。

**キーワード** : 画像処理、画像ベクトル法、目視検査、非破壊検査

1. **緒言** 近年原子力プラントの高経年化、寿命延長に向け、溶接構造物の健全性を定期的に確認するために、据え付け後も長期にわたり疲労割れ、孔蝕などの有無を検査する必要性が増えている[1]。このような要求に対し、本研究では溶接施工後の目視検査自動化技術の開発に向けた第一段階として、デジタル 2 次元画像情報に基づく画像ベクトル情報を用いた欠陥候補抽出手法の検討を行った。

2. **欠陥抽出手法** 画像を構成する画素をスカラーポテンシャルあるいはベクトルポテンシャルの成分とみなしたベクトル演算の中から、特に回転ベクトルに着目し欠陥候補抽出処理手法について検討した[2]。回転ベクトル  $R_{ij}$  はベクトル解析の定義式に基づき、 $R_{ij} = ((I_{i+1,j} - I_{i,j})/2, -(I_{i,j+1} - I_{i,j})/2)$  と求められる ( $I_{ij}$  は画素 (i, j) での輝度値)。図1に円状欠陥画像の拡大部に対する回転ベクトル演算結果の一例を示す。図からもわかるとおり、回転ベクトルは欠陥輪郭に沿って右回りの方向に分布する、という性質を持つ。本研究ではこの性質に着目し、材料表面画像に対して求めた回転ベクトルから、①ベクトル方向を考慮した細線化②端点連結・分岐点認識による線分連結③輪郭検索・閉領域抽出処理④欠陥候補領域分離・欠陥タイプ識別⑤識別結果表示により、欠陥候補の抽出・識別を行った。

3. **適用結果** 上記手法により、溶接欠陥を模擬した複数の試験片の画像処理結果から抽出された欠陥候補に対し、欠陥候補の面積、欠陥の複雑度 (欠陥周囲長の 2 乗を欠陥面積で除した無次元量)、輪郭を構成する画素における回転ベクトル方位分布の不均一度の 3 指標により、識別を行った。その結果を図2に示す。本図から、線状欠陥、円状欠陥及びノイズが特徴量空間上の異なる領域に分布しており、これらの分離が可能であることが判る。

4. **結言** 方位トレンドの連結・細線化処理と組み合わせた画像回転ベクトル法による材料欠陥目視検査アルゴリズムを構築し、その有効性について検証試験を行なった。実際の溶接試験片表面欠陥に対する適用結果より、本手法が溶接部のように複雑なテクスチャ画像に埋もれた欠陥の輪郭線抽出に有効であり、形状識別・ノイズ分離に有効であることが確認できた。

謝辞：本研究は科学技術振興事業団 1999 年度 計算科学技術活用型特定研究推進事業の支援を受けて行われた。

**参考文献** 1)久保克巳他:溶接ビード表面外観検査装置の開発, 第8回外観検査の自動化ワークショップ, 精密工学会, (1996)

2)齋藤兆古:Mathematica による画像処理入門, 朝倉書店 (1998)

3)久保克巳他:デジタル画像処理による目視観察の自動化, 平成 11 年秋季大会講演概要集, p.99 - 102, 日本非破壊検査協会 (1999)



図1：線状欠陥画像に対する回転ベクトル演算結果

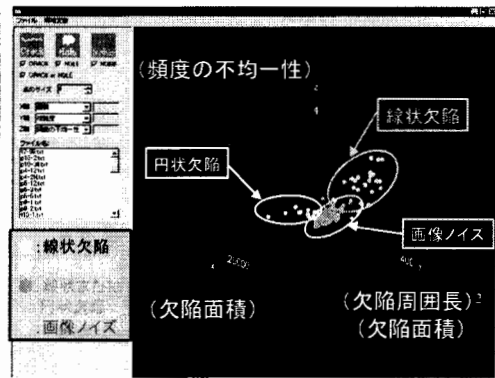


図2：多次元特徴量空間プロットによる欠陥識別結果