

## 検査時間短縮に貢献する表面欠陥検出技術

Surface Defect Detection Technology Contributing to Reduction of Inspection Time



三菱日立パワーシステムズ株式会社  
エンジニアリング本部ボイラ技術総括部  
ボイラ開発部

火力発電プラントボイラの溶接部では、熱疲労き裂やクリープ疲労等による損傷が懸念されるため、PT(浸透探傷試験)やMT(磁粉探傷試験)等の表面検査を実施している。しかし、PT・MT検査に当たっては管表面に生成する高温酸化スケールを除去する必要があり、本前処理作業に時間を要する。更に、設備によっては形状が複雑且つ狭隘な部位があり、PT・MTを実施する際の作業効率が悪く、検査に時間を要する場合がある。そこで三菱重工業(株)及び三菱日立パワーシステムズ(株)では、これらの損傷を効率的に検知するための技術としてペンシル ECT(Eddy Current Testing)による表面欠陥検出技術を開発した。本稿では、ペンシル ECT の特徴及び実機ボイラで実施した欠陥検出事例について述べる。

### 1. 背景

図1にボイラ溶接部の損傷事例を示す。ボイラ溶接部に発生する主な損傷として、熱疲労及びクリープ疲労等が挙げられる。定期検査(以下定検とする)においては、これらの損傷に伴い発生するき裂の評価手法として、PT・MTが適用されるが、対象物表面に高温酸化スケール等が生成している場合は、ブラスト処理やグラインダーによる研磨が必要であり、これら前処理作業に時間を要する。また、PTの場合、き裂の検出は浸透液と現像剤による毛細管現象を利用しているため、検出液の浸透と欠陥の検出時間を要する。更に、管寄せ管台部のような形状が複雑且つ狭隘な部位を対象とする場合、PT・MTの作業効率が低下し、検査に多くの時間を要する。一方、火力発電プラントでは稼働率向上のため、定検工程の短縮ニーズが高まっており、定検中に実施する非破壊検査の効率化が求められている。そこで、当社ではボイラ溶接部を効率的に検査可能なペンシル ECT センサを開発した。

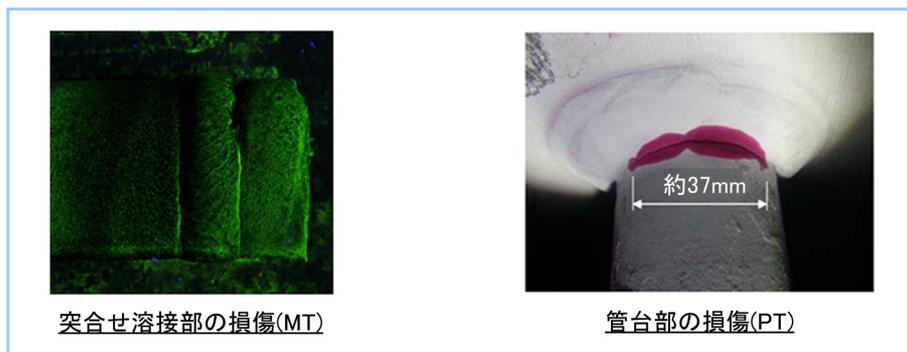


図1 ボイラ溶接部とその損傷

## 2. ペンシル ECT の特徴

図2にECTの原理を示す。ECTは導電性を有する試験体に渦電流を発生させ、その渦電流の変化から試験体表面に存在するきずを検出する技術である。ECTは電磁気反応を用いた検出方式であるため、スケールの影響を受け難い特徴を有する。この特徴を利用し、スケールが付着した状態においても欠陥を検出可能なペンシル ECT センサを開発した。図3に開発したペンシル ECT センサを示す。ペンシル ECT センサは、ペンシル状の保持治具と小型コイルで構成される。小型コイルは、センサの先端に搭載されており、低摩擦材料に埋め込まれている。センサ先端を溶接止端部に直接接触させることで、溶接形状が急変している箇所であっても欠陥を検出することができる。また、ペンシルタイプのため、センサを保持し易く、比較的容易に検査可能であり、センサ走査に高度な技量は不要である。更に、管寄せ管台部のような形状が複雑且つ狭隘な部位では、MT用の磁化装置がアクセスできない場合があるが、ペンシルECTは小型なため狭隘部へのアクセスが容易である。なお、ペンシル ECT の適用対象は溶接部のみではなく、素管部や平板等に発生するき裂も検出可能である。

図4に実機ボイラ管寄せ管台溶接部での検査例を示す。このように、ペンシル ECT で検出された欠陥位置において PT を実施した結果、浸透指示模様（長さ：12mm）が検出されていることを確認した。

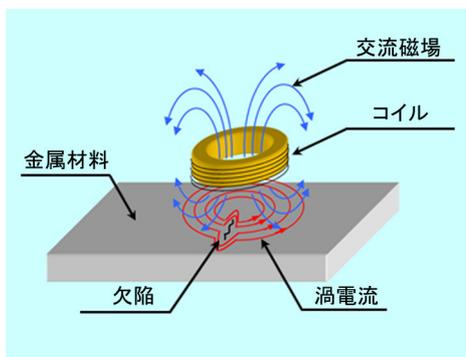


図2 ECT の原理



図3 ペンシル ECT センサ

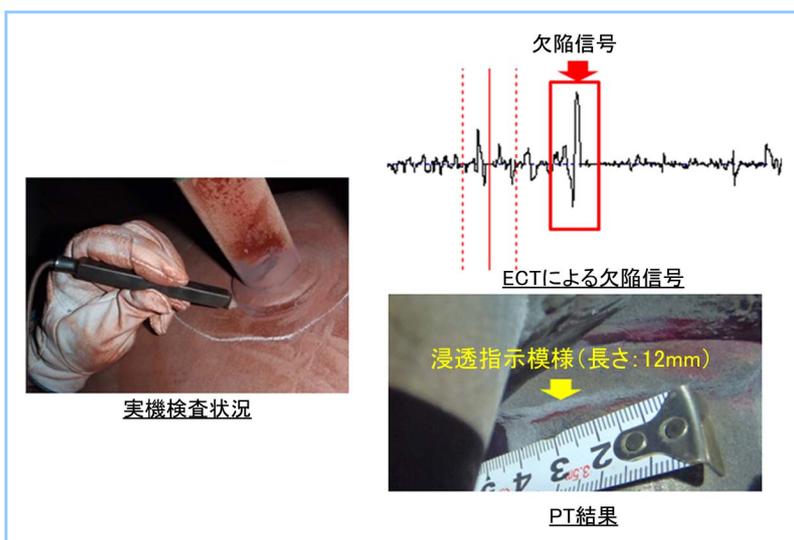


図4 実機ボイラ管寄せ管台部の検査例

図5に管台一本当たりの作業時間について、従来手法であるPTと開発したペンシル ECT を比較した結果を示す。PT の作業時間が1箇所当たり 30 分（表面の手入れ含む）であるのに対し、ECT は同一条件において5分程度まで短縮が可能であり、80%程度の作業時間短縮が期待される。これは前処理工程の時間削減が大きく寄与しており、本センサの狙いも前処理工程の短縮を目論んだものであるが、探傷時間やき裂評価の作業においても短縮することができ、結果とし

て作業全体の効率化を図ることが出来た。また、検査記録はデジタルデータで保管できるため、従来より記録の取扱いが容易でデータベース化が可能であり、ECT の適用による多くのメリットが期待される。

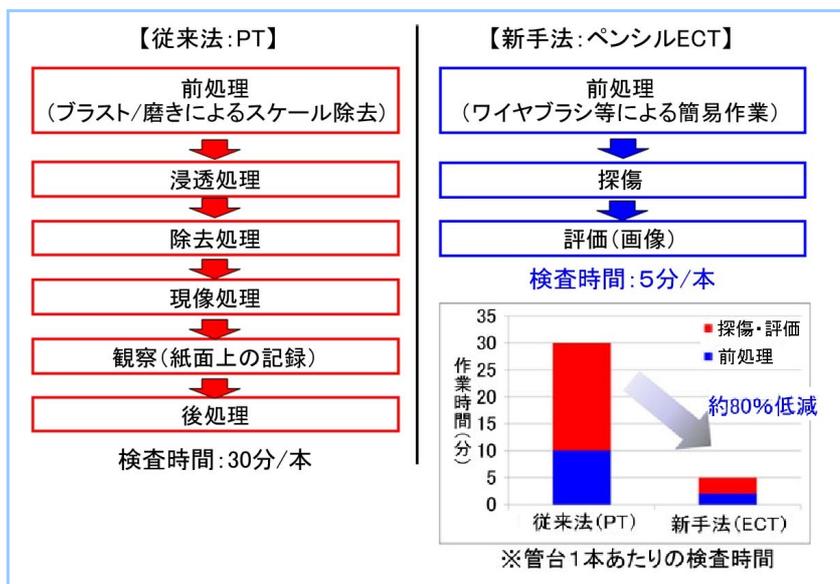


図5 実機ボイラ管寄せ管台部の検査例

### 3. 今後の展望

当社では、火力発電プラントボイラ設備の稼働率向上のため、ボイラの各部位・損傷形態に応じて様々な検査技術の開発に取り組んでいる。本稿では、開発技術の一つであるペンシル ECT 技術を紹介した。本技術は、今後実機へ展開しつつも更なる高度化を図り、火力プラントボイラ設備の稼働率向上へ寄与する。なお、紹介した検査技術は、ボイラ設備への適用のみではなく、化学プラントや各種配管設備についても適用拡大していく所存である。