

電力中央研究所 材料科学研究所 火力材料領域リーダー 首席研究員 緒方 隆志

カタチ  
夢を技術に —  
**CRIEPI SPIRIT**



## 火力発電所の保守に信頼性を維持しながらコスト低減

蒸気タービンやボイラーなど火力発電所で使われる機器は、500 以上という非常に高温にさらされており、経年で徐々に劣化が進んでいく。この傷みの進行状態を適切に測定して寿命を予測できれば、効率的なメンテナンスにつなげられる。電力中央研究所では、06年に掲げられた電中研の5本柱の1つ、先進保守技術の中に、「発電機器・鋼構造物の非破壊評価手法の開発」というプロジェクト課題を据え、基盤研究の「構造材料評価」とともに、材料分野の専門家が先進的なメンテナンス手法の開発に挑んでいる。

### 先進保守技術分野

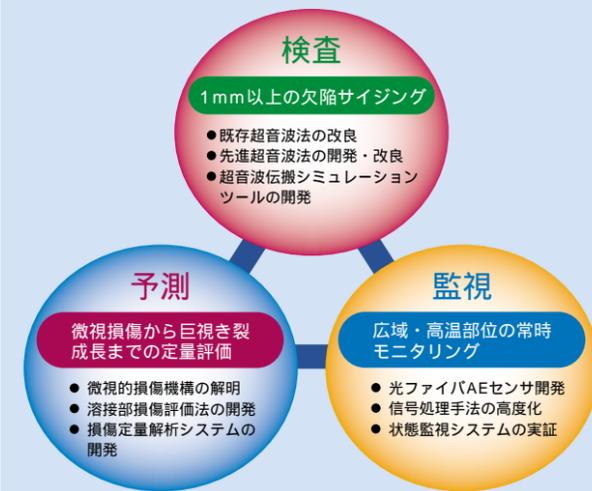
#### 検査・予測・監視をセットにしたメンテナンス

プロジェクト課題責任者を務める材料科学研究所火力材料領域リーダーの緒方隆志氏は、その基本戦略として、「検査」「予測」「監視」の開発を三位一体で進める「メンテナンストライアングル」の構築を掲げている。すなわち、主に超音波のような非破壊検査で欠陥や損傷を「検査」し、運転を続けると、検査で見つかった損傷やさらに微細な傷（1mm以下）がどのように広がっていくのかをコンピューター解析によって「予測」し、実際に予測した通りに損傷が進んでいくかという状態を、遠隔で「監視」していくというものだ。

緒方氏は、「その3極のそれぞれで先進的な要素技術を開発し、それらを組み合わせ、機器の重要度に応じて使えるようになれば、プラントの信頼性を維持すると同時に、メンテナンスのコストダウンを図ることができます」と、研究が目指す方向性を語る。

最近では、発電効率をさらに向上させるために、600 近

#### メンテナンストライアングルの構築



くまで蒸気温度を上げた超々臨界圧プラントも稼働している。こうした蒸気配管には、フェライト系合金鋼の中でもクロムの割合の高い物など、より強度のある高価な材料が使われている。それでも、検査の結果からは、特に溶接部位は損傷を受けやすく、いわば“アキレス腱”のような部分があることが知られている。そこでは、管の内側から先に傷んでいくので、万一表面に達すれば亀裂が貫通して蒸気が漏れてしまう。メンテナンスを確実に実施していかなければ、途中で発電所を止めるようなことにもなりかねない。

#### 手法の開発から大規模な実証を経てガイドラインに

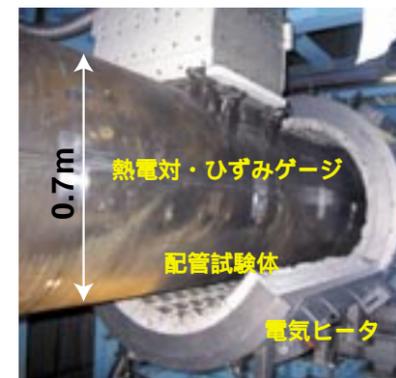
課題の設定から3年目を迎えて、プロジェクトは順調に成果を収めつつある。「検査」では、種々のプローブを同時に適用できる高性能多機能超音波探傷装置が完成して、実用段階にある。

走査電子顕微鏡を用いて、蒸気タービンローターやそれを納めるケーシングに用いられている材料を見て、数10ミクロンの結晶と結晶との間にポイド（孔）があれば、これが損傷を受けた証拠になる。そこで「予測」のために、走査顕微鏡の中に置いた試験装置内で、高温で繰り返し負荷を与えるクリープ疲労試験を行い、ポイドや微小な亀裂の成長挙動を解明して、それに基づくシミュレーション手法の開発を進めている。観察結果とシミュレーションの比較から、精度よく予測できることが確認されている。

また、電中研が開発した簡便で低コストな超音波探傷法（SPOD法）について、超音波伝搬シミュレーションプログラムを用いて計測条件の最適化を図ることで、これまでは困難であった2mm程度の疲労亀裂の深さの計測も可能になっている。実際に、非破壊検査で発見されたポイドをそのまま放置しておいても問題は生じなかったり、亀裂が2mm程度ならば、容易には貫通事故に至らないような余裕を持った肉厚の構造になっている。加えて、こうして予測の精度が向上すれば、不要な交換などをするこなしに、強度にお墨付きを与えられるようになる。

一方、こうしたシミュレーション手法を普及させていくためには、実験室内にとどまらず、実際の発電プラントに用いた際の検証、いわば実証試験にも精度が求められる。そこで07年には、横須賀地区に世界最大規模の大型研究設備「実機コンポーネント寿命評価実験設備」を完成させた。火力発電所で実際に使われているボイラー再熱蒸気管相当試験配管（最大で外形1m×軸長さ8m）を用いて、内圧・曲げ試験ができるようになり、今後はこれを活用した実証試験が順次進められる。

「監視」では、高温に耐えるように金で被覆した光ファイバーを渦巻き状にして、亀裂の際に生じる音を検出できるセンサーとして実用化するための研究も積み重ねられている。



こうしたプロジェクト課題を支える基盤研究にも「構造材料評価」というテーマが設定されており、ナノレベルに至るまで、あらゆるスケールで起こる材料の損傷の変化をそれぞれ捉えていけるような定量的な計算手法の開発が進められている。こちらも、損傷の進み方を予測するツールとして、将来的には損傷が進みにくい材料の開発を目指した研究も視野に入れており、期待は膨らむ。

緒方氏は、「検査法・予測法・監視法を開発し、実証が済めば、次は実機の保守や検査に用いるガイドラインとしてまとめていくことが目標になります。メンテナンスの研究はその性質上、あまりポジティブに見えない面もありますが、先進技術を重ねて研究をリードし、貢献していきたい」と抱負を語る。

<http://criepi.denken.or.jp/>

詳しくは