



## 最新火力発電プラントを支える 高温設備機器の診断技術

東日本大震災以降、日本の火力発電に対する依存度は以前にも増して高くなっている。特に、600℃超の蒸気を利用する高効率火力発電プラントに寄せられる期待は大きい。高温・高圧の条件下に長時間さらされる設備機器の健全性を診断する技術は、世界的に見てもまだ確立されていない。この問題を解決すべく、電力中央研究所 材料科学研究所では、高温機器の余寿命を診断する技術が開発されている。安定した電力供給を維持するための技術開発が今日も進められている。

### 高温機器の寿命を見極める 新しい評価法、解析モデル

600℃超級の火力発電プラントは日本が世界に先駆けて導入したことから、ヨーロッパ諸国と比べても10年ほど先行している。その分他国より経年劣化が進行しており、多くの設備機器が設計寿命を迎えつつある。蒸気配管などの設備機器は10～20万時間の寿命を目安に設計されているが、実際にはそれより短い期間で破損してしまうケースもあり、「いつ不具合が起きるか」を予測する手段は確立されていない。そこで、電力中央研究所 材料科学研究所では、高温機器の余寿命を的確に診断する技術開発が進められている。

この研究テーマのリーダー的な役割を果たす屋口氏は、高クロム鋼配管をミニチュア化した試験体などを用いてクリープ寿命の評価法を開発している。クリープとは、高温の状況下で長時間にわたって負荷がかかる場合に、室温では変形が生じない応力条件でも永久変形が進行してしまう現象を指す。こ

の現象が進行すると溶接部にポイド(微小な空孔)が発生し、それが亀裂に成長して蒸気漏れや破断といったトラブルを起こす危険性がある。

また、屋口氏の研究チームでは、クリープ損傷の評価システムを開発するための数値解析も行われている。高クロム鋼の高温破壊のモデル化に取り組む高橋氏は、「基本的な解析手法はすでに完成されていますが、600℃超で長時間という環境は火力発電ならではの。汎用の解析プログラムに独自の機能を追加してモデル化を試みています」と語る。酒井氏は、高温機器の応力解析、構造物の健全性評価について数値解析を進めている。「現在の日本は、電力供給量に余裕がなく、火力発電プラントを緊急停止できない状況。このため、寿命を迎える機器を定期点検時に交換しておく必要があります。このタイミングを見極めるためにも、寿命を的確に評価する手法の確立が求められています」。こう酒井氏が語るように、診断技術の開発は急務を要する課題となっている。

さらに、これらの研究から得た成果を検証するために、世界最大規模のクリープ実証試験設備と実サイズの配管を用いた試験も西ノ入氏により進められている。実機配管を使った試験は、実際の配管がクリープ損傷していく様子を的確に評価できるのが利点。その反面、一つの試験が終了するまでに約2年もの期間を要するため、様々なパターンについて試験を行うことが困難な状況にある。これらの弱点を数値解析などで補い、チームが一丸となって寿命評価法の確立に努めている。

### プラントの健全性維持に貢献する 非破壊検査技術の開発

寿命評価法を実用化するには、すでに敷設されている配管などの現状を把握する技術も必要となる。この研究を進める福富氏は、定期点検時に火力発電プラントへ赴き、非破壊検査の実証試験を進めている。「医師がレントゲン写真から腫瘍の良性/悪性を見極めるのが難しいように、非破壊検査の結

果診断にもノウハウの蓄積が欠かせません」。こう福富氏が例えるように、検査結果を正しく診断するには根拠のある裏付けが必要とされる。

同研究チームの林氏は、非破壊検査における超音波伝搬の様子を数値解析により解明している。溶接部や複雑な形状をした箇所での超音波がどのように伝搬するのか。これを解明することで、非破壊検査の信頼性向上を目指す。数値解析の利点は、様々な状況を容易に設定できること。この利点を生かし、欠陥を確実に発見するための技術開発に貢献している。

このように電力中央研究所では、何人も研究者が1つのチームとなり、共通の課題解決に取り組むケースが多い。試験体や実機を用いた評価試験、解析モデルの開発、検査手法の確立。これらを総合的に組み合わせることで、高温機器の寿命を評価する技術が創出されていく。各分野のエキスパートが結束して社会に貢献する技術を提案する。これが電力中央研究所の強みであり、使命でもある。

## Integration of Science & Technology for the future

未来に向けた科学と技術の融合

左から林、屋口、酒井、福富、高橋、西ノ入、各研究員



材料科学研究所 構造材料領域 首席研究員 屋口 正次

**研究テーマ:** 火力発電用高温機器の寿命評価法の開発

**メッセージ:** 高温機器の寿命評価に関する個々の研究成果には有効範囲があるので、それぞれの特徴を考慮し、組み合わせることで課題の解決に努めています。

材料科学研究所 研究参事 高橋 由紀夫

**研究テーマ:** 発電プラント機器の構造強度・健全性評価のための解析モデルの開発

**メッセージ:** 歴史のある研究分野では、これまでに蓄積された技術や経験を継承していくことも重要なポイントになり、そのためのシステムを考えていく必要があると感じています。

材料科学研究所 構造材料領域 首席研究員 酒井 高行

**研究テーマ:** 火力高温機器の応力解析と構造健全性評価

**メッセージ:** どんなに高性能な計算ツールがあっても、現物を知らずに計算を行うことはできません。高精度な解析を行うには、現場に赴いて実際に見ることが必要であると考えています。

材料科学研究所 構造材料領域 主任研究員 福富 広幸

**研究テーマ:** 火力発電プラント機器の非破壊検査

**メッセージ:** 老朽化が進むインフラの健全性を確保するには、非破壊検査技術の高精度化、高効率化が必要不可欠です。これに関連する研究開発に鋭意取り組んでいます。

材料科学研究所 構造材料領域 主任研究員 西ノ入 聡

**研究テーマ:** 火力発電所実機溶接配管の内圧曲げクリープ実証試験

**メッセージ:** 開発技術を実証するには長期間にわたる地道な作業が必要で、トラブルが起きてもやり直しは困難です。発電所の安全性向上に貢献できるよう、安全第一を心がけています。

材料科学研究所 構造材料領域 主任研究員 林 山

**研究テーマ:** 超音波を利用した非破壊検査手法の開発

**メッセージ:** 発電設備の安全性を確保する上で、非破壊検査はとても重要な役割を果たします。現場のニーズを把握し、現場で役立つ非破壊検査手法の開発を進めたいと思います。