

検査・予測・監視の統合化設備診断技術

背景・目的

近年、超々臨界圧火力発電所における高クロム鋼製蒸気配管の溶接部での損傷や、累積運転時間が20万時間を超える既設火力発電所における高温機器溶接部の損傷等が報告されており、設備機器の運用信頼性の維持に対する現場の強いニーズがある。

本課題では、発電所の事故による被害や運転停止による損益を回避するため、高精度非破壊検査技術、損傷の進行を予測する解析技術、検出された損傷の運転中の変化をモニタリングできる監視技術を開発し、それらを統合した新たな設備診断技術（メンテナンストライアングル）を構築する。

主な成果

1. 配管系統応力解析に基づく溶接部損傷評価システム

配管系統全体に発生する応力を解析できるプログラムを開発し、既開発のボイド成長シミュレーションプログラムと統合した溶接部の損傷評価システムを構築した。配管系統全体をモデル化することによりシステム荷重の評価を可能にすると共に、配管に3次元の要素を用いることにより内圧も考慮できるようにした（図1）。この解析プログラムの結果を用いてボイド成長シミュレーションを行うことにより、配管溶接部の損傷を高い精度で予測することが可能となった [Q09005]。

2. 配管溶接部の超音波非破壊検査技術

配管内部の損傷を高精度に検出するために、超音波フェーズドアレイ非破壊検査技術を開発した。超音波伝搬シミュレーション結果に基づき最適な測定条件を設定することによって、溶接熱影響部におけるき裂発生前のクリープボイドが密集した状態を検出できることが明らかになった（図2）。さらに、信号処理技術を適用することにより、従来の超音波法では欠陥位置の特定が困難であった溶接余盛等の形状不連続部にも適用可能とした [Q09016]。

3. 光ファイバアコースティックエミッション（AE）センサによる損傷監視技術

従来は監視が困難であった高温下における材料の損傷状態をオンラインでモニタリングするために、光ファイバAEセンサを用いた監視システムを開発した。配管の内圧条件下におけるクリープき裂の発生・伝ばや大型平板の疲労き裂伝ば試験等に本監視システムを適用し、実験室においてAE信号を検出できることを確認した。さらに、ボイラ高温機器の熱疲労き裂の監視へと適用し（図3）、実機環境下でも本システムが作動することを確認した。

その他の報告書 [H09003] [H09004] [Q09012] [Q09013]

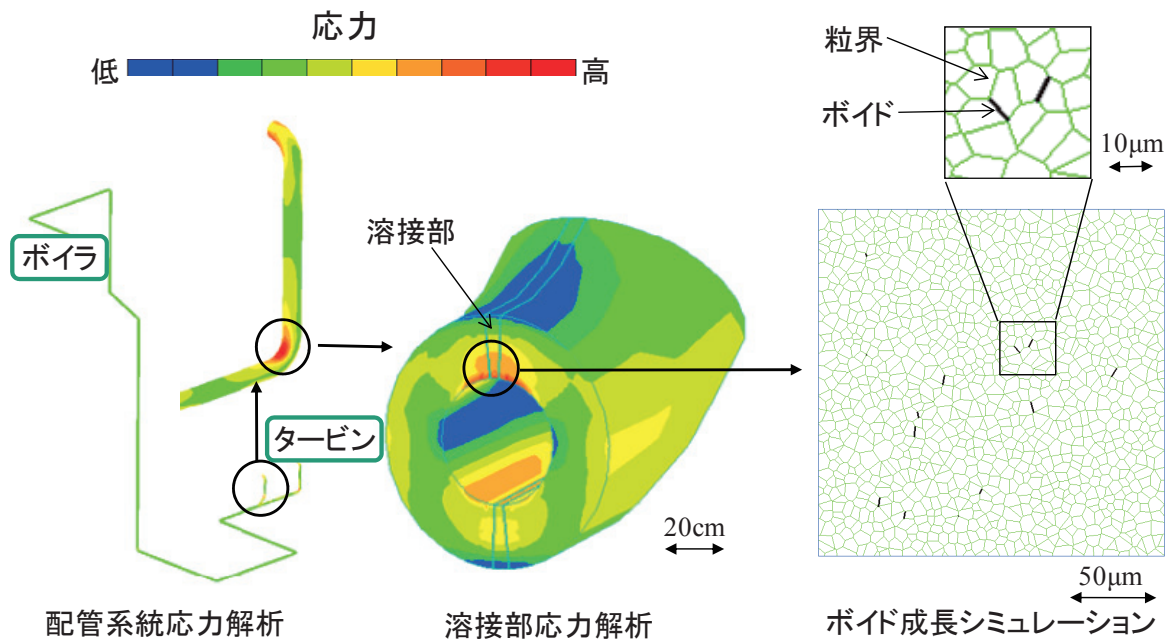


図1 配管溶接部の損傷評価の流れ

配管系統応力解析によりシステム荷重を正確に評価することが可能になると共に、配管の3次元モデル化により実機と同様に配管内部の蒸気による内圧を考慮することが可能となった。

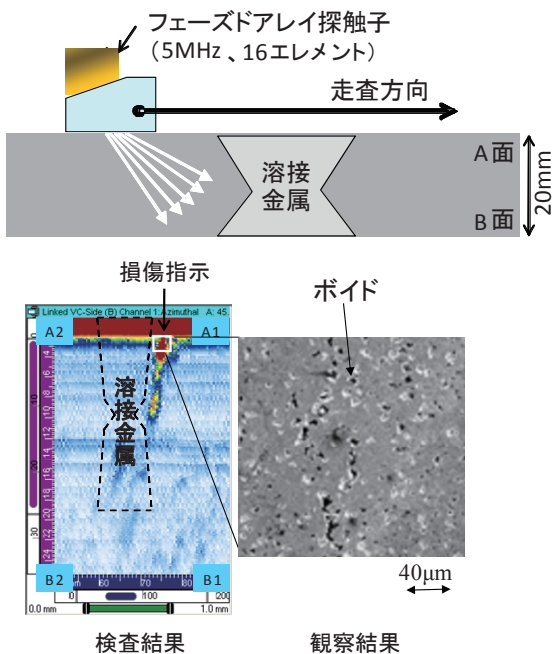


図2 クリープ損傷に対する探傷結果

継手試験体に生じたクリープ損傷を微小き裂発生前の段階で検出できることが明らかになった。

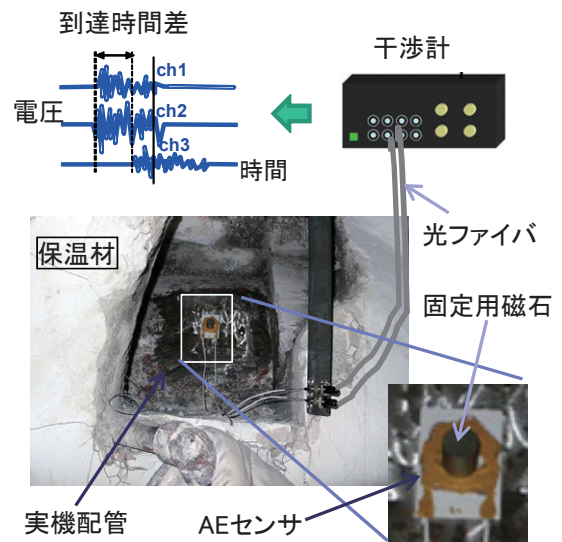


図3 AE センサの実機配管への取り付け状況

光ファイバAEセンサを用いることにより、高温機器についてもオンラインモニタリングが可能となった。