

## 2-3. 主要な研究成果(11)



## 火力発電プラント用9Cr鋼の適切な余寿命診断に向けた規格化を推進

火力発電

● 高精度な余寿命診断法の適用により発電プラントの保安確保に貢献

### 背景

高効率火力発電プラントの多くは稼働時間が10万時間以上に達しており、使用条件が過酷なボイラ設備の9Cr鋼\*1配管で損傷が顕在化しています。新しい火力発電プラントの建設が困難な状況で、既設プラントを安定して運用し続けるためには、損傷を正確に診断し、適切に補修、取り換えや運転条件の変更を行うことが重要です。当所の調査により、9Cr鋼の一部に損傷が顕在化しやすい低強度材が含まれていることが確認されており、取り換え工事の際に低強度材が使用されるのを防ぐためには材料規格の改正が必要です。さらに、これを前提とした経年火力発電プラントの継続運用の実現には、低強度材の検出方法ならびに鋼材に応じた正確な余寿命診断方法を国の指針へ追加することが求められます。

\*1 9Cr鋼：9%前後のクロム(Cr)を添加した合金鋼。元々は米国で高速炉用に開発され、その後、火力発電に適用された材料。

### 成果の概要

#### ◇9Cr鋼の適切な組成範囲の見直しを提言

発電プラントメーカーおよび鉄鋼メーカーとの2023年度までの共同研究において、従来の9Cr鋼の余寿命診断方法では母材の適切な評価が困難な場合があること、またその原因として鋼材の組成や熱処理温度が影響していることがわかりました。これらの成果をもとに、既設プラントで配管取り換えに使用される9Cr鋼の強度保証に向けて、構成元素を適切な組成へ変更した国内材料規格の改正案を、日本機械学会の発電用設備規格委員会に申請しました。さらに、9Cr鋼の開発元である米国のボイラ・圧力容器規格委員会に対しても、各種用途のプラント用9Cr鋼材料規格改正の必要性を提言しました。

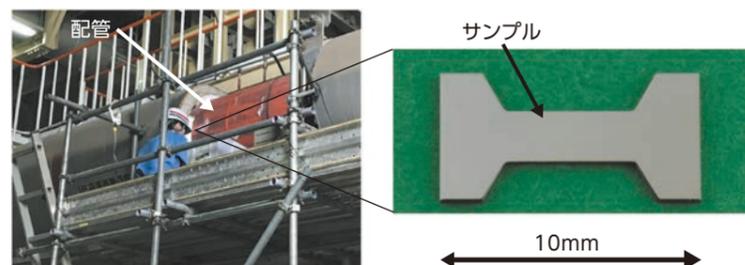
#### ◇当所開発の高精度余寿命診断法(微小サンプル評価法)の実用化を推進

経年化が進む高効率火力発電プラントの9Cr鋼の余寿命を診断するため、これまでに当所は配管から採取した微小サンプル(図1)の破壊試験による評価方法(微小サンプル評価法)を開発しました。複数の発電プラントにおいて本評価手法の適用性を調査し、9Cr鋼の余寿命を精度よく評価できることを明らかにしました(図2)。これらの成果をもとに、国が定める「余寿命診断に関する指針」\*2にこの評価法を追加するべく日本材料学会に審議委員会を立ち上げました。

\*2 余寿命診断に関する指針：火力発電における電気事業法施行規則 第94条の2 第2項第2号 別紙3。

図1 微小サンプル評価法の試料

発電所の現場で、配管の外表面近傍から全長10mm、厚さ0.5mmのサンプルを採取し、クリープ破断試験に使用します。従来の評価法では、より大きなサイズの試料(全長30mm、直径4mmの円柱)が必要で、プラントに据え付けられたままの部位からのサンプル採取は困難でした。

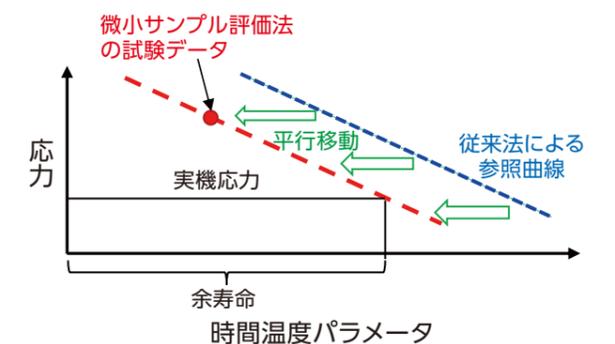


屋口 正次(やぐち まさつぐ)  
エネルギー変換・エネルギー貯蔵研究本部

火力プラント材料クリープ試験設備 高温で荷重を受けている機器の材料が、どの程度の期間安全に使用できるかを評価できます。

図2 「余寿命診断に関する指針」への微小サンプル評価法の追記案

微小サンプル評価法は、診断部位から微小サンプルを1本以上採取し、クリープ破断試験を行います。その結果を、長期使用材のクリープ試験などをもとに設定した参照曲線と比較して平行移動することで、当該材料に関する回帰線を決定し、余寿命を求めます。



### 成果の活用先・事例

9Cr鋼の余寿命に係る当所のデータや知見をもとに、関連する規定の改定などを行うことで、国内火力発電プラント設備の損傷を適切に評価することができ、発電プラントの保安確保に貢献します。

(参考) Kimura, K. Yaguchi, M., Revision of Long-term Creep Strength of Base Metal of ASME Grade 91 Type Steel, Proc. of ASME Pressure Vessels & Piping Conference, PVP2024-122999, (2024)  
Yaguchi, M., Remaining Creep Life Prediction Method for In-service Boiler Pipe Weldment Using Small Scale Specimen, Materials Performance and Characterization, Vol.11, p.402, (2022)