

# 微粉炭石炭火力ボイラ高Cr鋼溶接部の 余寿命評価技術に関する研究

## 背景と目的

火力発電の高効率化に伴う蒸気の高圧化・高温化に対応するため、最新鋭火力ボイラの大口径蒸気配管は、高温強度を高めた「高Cr鋼」と呼ばれる合金鋼が用いられています。しかし近年、高Cr鋼の溶接部について、損傷が材料内部から発生・進行するため、従来実施していた材料表面の組織観察では損傷を捉えられないことが判明してきました（図1参照）。

そこで当社では、損傷発生・進行メカニズムの解明および初期段階での損傷検出技術について研究を実施しています。

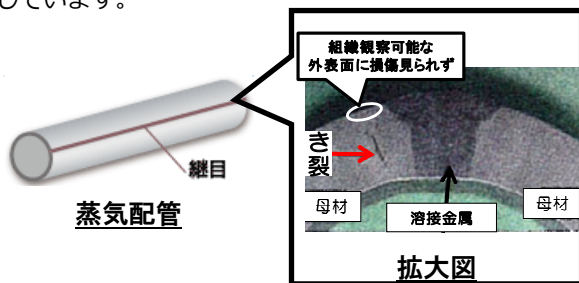


図1 損傷末期段階の溶接部断面写真※1

## 研究の概要

### (1) 経年使用材の溶接部の微細組織調査

実機で取替えた配管の溶接部断面を観察し、溶接部の微細組織の特徴を調査しました。図2の断面写真に示すとおり、熱影響部においてクリープ損傷※2による微小欠陥(ポイド)が発生しており、このポイドが損傷の進展に影響を与えると推定されます。

また、溶接金属内に著しい軟化領域が確認されましたが、これは溶接時、溶接金属を層状に重ねた際に、熱が複数回入熱したためと推定されます。

今後は、軟化領域の発生による損傷の影響について研究するとともに、経年使用材溶接部構成材の材料特性についてデータベース化していく予定です。

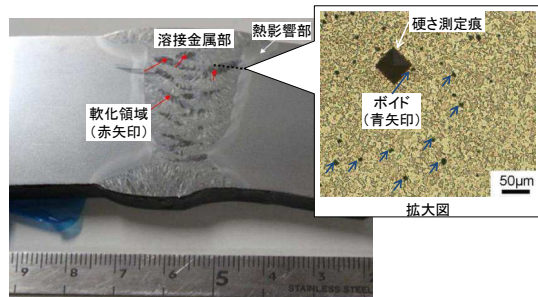
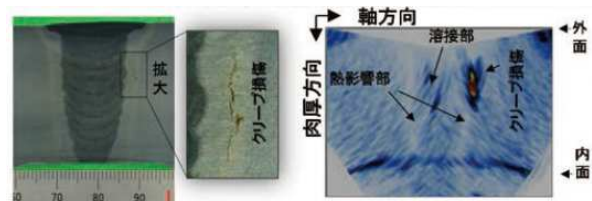


図2 経年使用した配管溶接部の断面写真

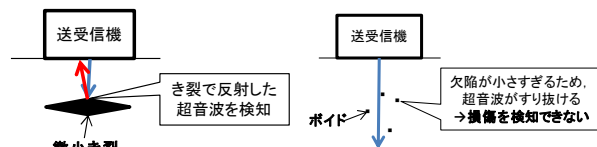
### (2) 初期段階での損傷検出技術

金属内部の損傷を検出する手法として、超音波探傷法(UT法)や、UT法を高度化したフェーズドアレイ法(PA法)などがあげられます。特にPA法については、図3に示すように内部損傷の位置を容易に把握することができます。UT法やPA法は、図4(a)に示すように材料内部に超音波を照射し、内部の欠陥からの反射波を受信することで損傷の有無を検知していますが、欠陥があまりに小さい場合、超音波は反射せずに、すり抜けてしまいます。そのため、UT法やPA法で検知可能な大きさは、数mm以上と末期段階の損傷しか捉えることができません。

当社では、初期段階の損傷検出技術について、平成23年度より東北発電工業と東北大学の三者による共同開発に取り組んでおります。



(a) 溶接部断面写真 (b) PA探傷画像  
図3 PA法による溶接部断面探傷画像※1



(a)欠陥が大きい場合 (b)欠陥が小さい場合  
図4 欠陥の大きさに対する超音波探傷イメージ

## 今後の予定

今後再生可能エネルギーの大量導入に伴い、石炭火力においても、負荷変動運用が想定されるため、従来のクリープ損傷に「疲労損傷※3」の影響が加わる懸念があります。そのため、クリープ損傷と疲労損傷を評価するための準備を進めていきます。

※1：電力中央研究所 TOPICS(vol.17)より引用

※2：金属が高温下で長時間の力が加わった時に生じる損傷

※3：金属がある一定以上の力を繰り返し受けた際に生じる損傷

担当：研究開発センター