

交流磁化法による高Cr鋼の余寿命評価手法の開発

高Cr鋼のクリープ損傷を非破壊手法により評価するための保守管理手法の確立

Development of remaining life assessment on high alloy steel by the AC magnetic testing method

Establishment of maintenance management method to evaluate creep failure on high alloy steel

(火力部 運営G)

火力発電設備は、高温高圧の過酷な環境下で使用されている。近年、高温強度に優れた高Cr鋼(火STBA28)が採用されてきたが、そのクリープ損傷は肉厚内面が、より進行するため、損傷程度を精度良く把握する余寿命評価手法の確立が望まれている。そこで、表面近傍の探傷が可能な交流磁化法を高Cr鋼に適用し、余寿命評価手法の確立に向けた研究を実施した。

(Operations & Maintenance Section, Thermal Power Department)

High alloy steel material (9Cr-1Mo) is excellent against creep failure strength. However, the remaining life assessment of the material is room for improvements of accuracy because of difference that creep failure mode differs from other low alloy steel's one. We have applied the alternating current (AC) magnetic testing method to 9Cr-1Mo welded joint pipes as the remaining life assessment.

1 背景

従来、火力発電設備等の高温高圧部で使用されている部材(火STBA24等)は、クリープ損傷の指標となるクリープポイドが外表面に発生しており、これに着目した余寿命評価手法が種々確立されている。しかしながら、高Cr鋼(火STBA28)材のクリープ損傷に伴うクリープポイドは、寿命前半では管外面側と肉厚内部でほぼ同様に発生するが、寿命後半では肉厚内部(外表面より2mm程度)に、より進行しやすいことが見知となっている。

当社においては、この高温強度に優れた高Cr鋼を川越火力1号機を始めとして採用してき、運転時間が8万時間に達しており、精度の高い余寿命管理が至近に必要となる時期となっている。

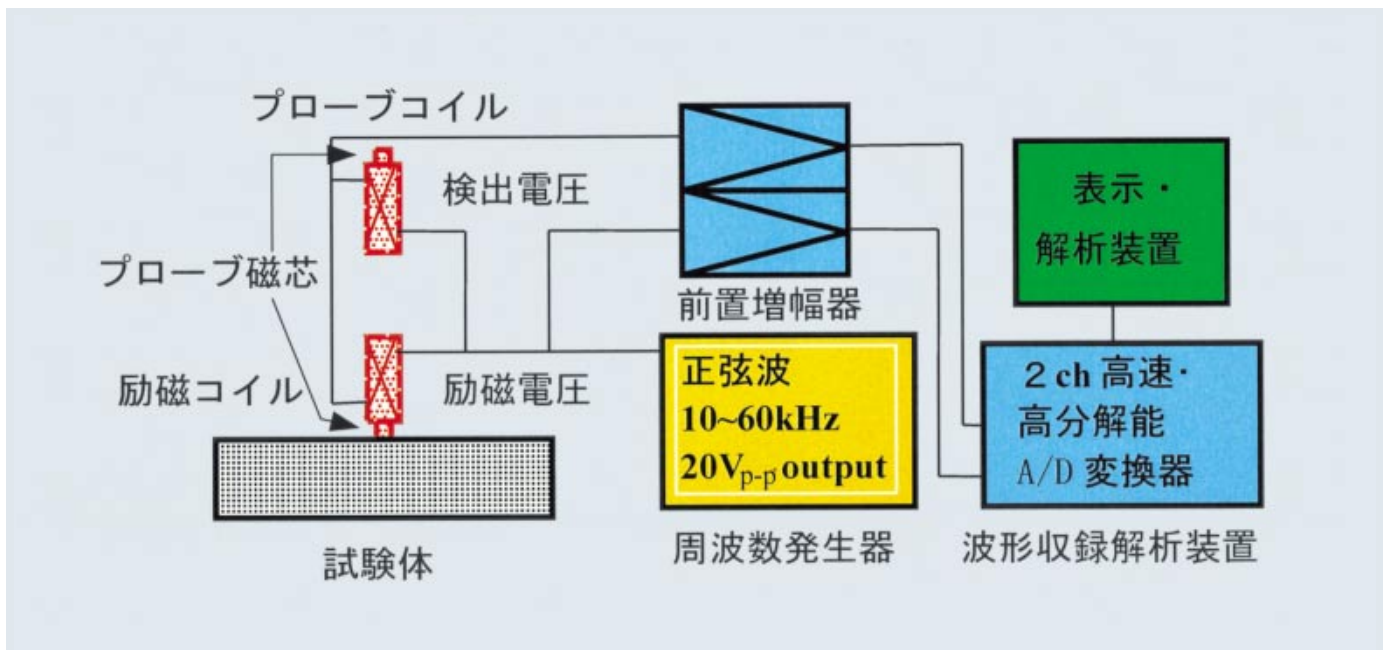
そこで、この研究では、表面近傍の探傷が可能な交流磁化法を高Cr鋼に適用し、新たな保守管理手法の確立を目的とした余寿命評価手法の開発を行った。

2 研究の概要

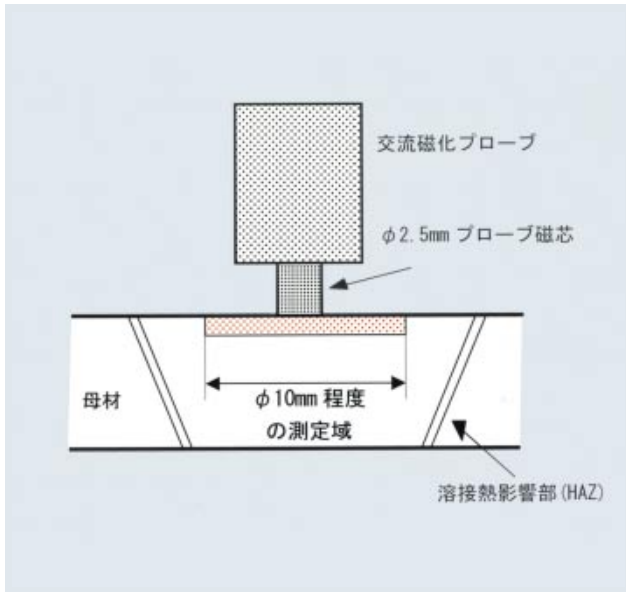
2.1 交流磁化法による組織評価

交流磁化法とは、励磁コイルに発生した磁束を試験体表面から与え、その磁化過程をプローブコイルで検出し、部材の組織変化の評価を非破壊的に行うものである。

装置の概要について第1図に示す。測定方法は、第2図に示すように、試験体に2.5mmのプローブ磁芯を直接接触させ、10mm程度の磁化特性評価を可能としている。また、検出された信号の処理方法は、プロ



第1図 交流磁化測定装置の概要



第2図 交流磁化プローブイメージ

ープより検出した信号をリサージュ波形として観察し、その検出波形の歪みのうち第三高調波に注目して解析・評価を行った。

2.2 研究実施内容

(1) クリープ損傷評価試験体の製作

交流磁化法による高Cr鋼のクリープ損傷特性を評価するための試験片を製作し、次項の試験条件により内圧クリープ(中断)試験および熱時効試験を実施し、評価用試験体として供した。なお、いずれもクリープ試験温度は、650 とした。

ア 材料

9Cr - 1Mo - Nb - V鋼管(火STBA28)

イ 試験体仕様

寸法: 50 × t7.5 × L300

溶接部: 周溶接継手

(2) クリープ損傷試験条件

ア 内圧クリープ試験条件(応力および破断時間)

93.2N/mm² (1,340時間)

78.5N/mm² (4,323時間)

73.6N/mm² (5,195時間)

イ 内圧クリープ中断試験条件

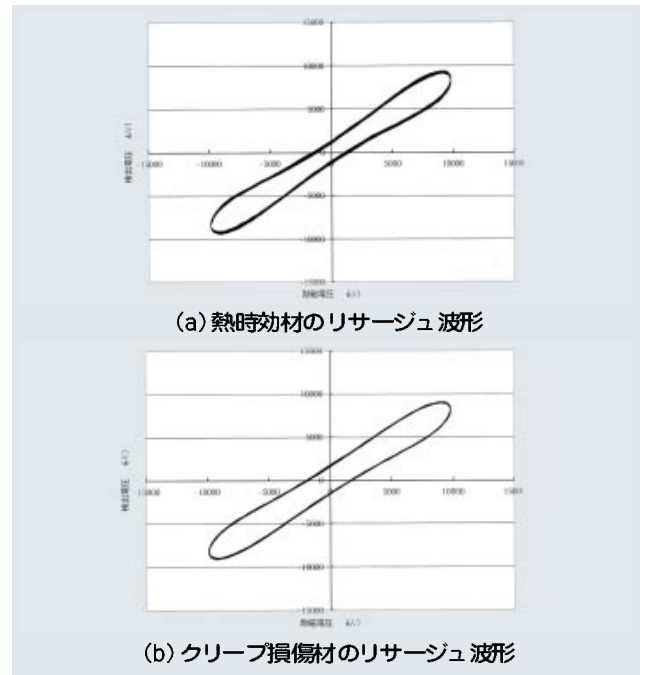
試験応力: 78.5N/mm²

損傷率: 0、20、40、60、80%

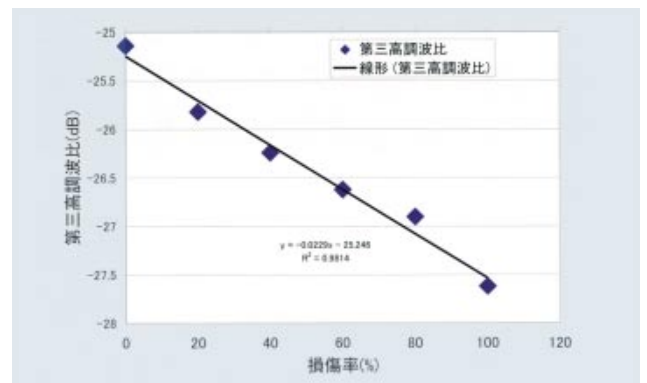
(ア項試験結果4,323時間を100%とした。)

ウ 熱時効試験条件

熱時効時間: ア項およびイ項の損傷率(0、20、40、60、80%)と同時間



第3図 交流磁化測定結果



第4図 クリープ試験による損傷評価相関図

3 クリープ損傷特性評価結果

2.2項にて製作した試験体を用いてクリープボイドの発生が予測される溶接熱影響部(HAZ)を対象に交流磁化測定を実施した。測定パラメータは、60kHzの励磁周波数における第三高調波比とした。

測定により得られた各損傷率における検出波形(第3図)から第三高調波比を求め、第4図に示すように整理した結果、クリープ損傷率に伴い第三高調波比が線形的に低下する相関関係が得られた。

4 今後の展開

実機適用に向けてクリープ試験条件(温度、応力)を変えた試験片でのデータ蓄積により高精度のクリープ損傷評価線を作成し、実機適用を図る。



執筆者/石上秀之
Ishigami.Hideyuki@chuden.co.jp