

蒸発管炉内UT法の実証試験

蒸発管炉外内面の腐食疲労亀裂に対する炉内UT法の確立

Verification test of an ultrasonic testing (UT) method applied from the inside of generating tubes

Establishment of internal ultrasonic testing for the detection of corrosion fatigue cracks on internal and external surfaces of generating tubes

(火力センター 四日市火力発電所 保修課)

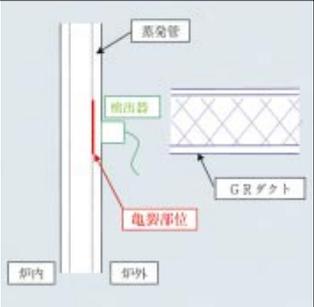
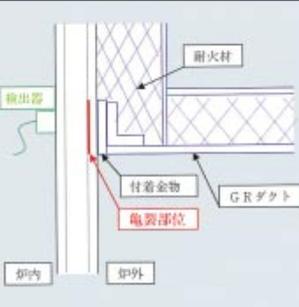
経年火力では、蒸発管付着金物溶接部の腐食疲労亀裂が多数発生しており、亀裂の定量的な把握を短期間・低コストで行い、経済性を考慮した最適な時期に修理を行うことが求められている。このため新たな検査手法の確立を目的として研究を行った。

(Fire power center Yokkaichi Thermal power plant Repair Section)

Old thermal power plants often have the problem of corrosion fatigue cracks forming on hardware attached to generating tubes. These cracks need to be quantitatively inspected in a short period of time and at low cost, as well as being repaired within an appropriate time for the sake of economic efficiency.

1 研究の背景・目的

亀裂は現状、炉外側からUT検査(TOFD法)を実施しているが、付帯作業が非常に大掛かりであり、工期、費用の大部分を占めているため、付帯作業が少ない炉内側からの間接UT法(高周波フェイズドアレイ探傷法)について検査手法の確立を目的として実証試験を実施した。

従来検査手法	研究検査手法
	
<p>ボイラ外装構造物の取外しを行い、炉外側から亀裂部位を直接UT(TOFD法)にて検査を行う。</p>	<p>ボイラ外装構造物の取外しを行わずに、炉内側から亀裂部位を間接UT(高周波フェイズドアレイ法)にて検査を行う。</p>

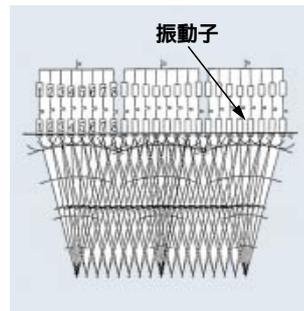
第1図 検査手法

2 研究検査手法の説明

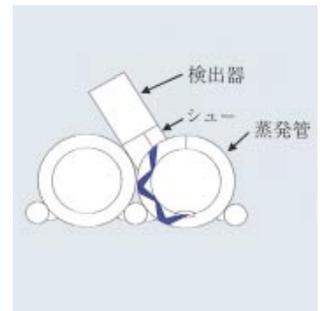
高周波フェイズドアレイ探傷法の中のリニアアレイ探傷法およびセクタスキャン探傷法について説明する。

2.1 リニアアレイ探傷法(PAUT(L)法)

- (1) 超音波は入射角度を固定したまま、蒸発管の金属部位を反射して亀裂部位の一定範囲を探傷する。(シューを替えることにより、角度を選定する)
- (2) 超音波を規定時間(時間をずらして発信)順番に発信し、帰ってくるエコー高さ(時間をずらして発信)と時間を用いて亀裂の深さと位置を測定する。



第2図 リニアアレイ探傷法



第3図 蒸発管探傷イメージ図

2.2 セクタスキャン探傷法(PAUT(S)法)

- (1) 超音波を1郡ごと切替ながら、素子それぞれの発信時間をずらすことにより、超音波の角度を変化させ送受信する。



第4図 セクタスキャン探傷法

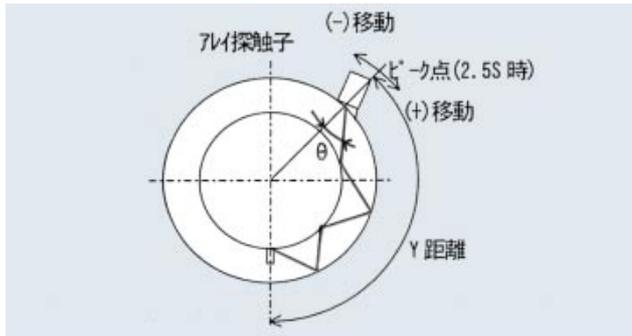


第5図 蒸発管探傷イメージ図

3 研究の概要

3.1 モックアップ試験

- (1) 実機蒸発管と同仕様の管に模擬亀裂(管内面亀裂)を入れた試験片を製作。
 - ア．模擬亀裂の深さが異なる試験片
 - イ．単体亀裂・複数亀裂の試験片
- (2) 亀裂深さとエコー高さの相関関係の検証
 - 超音波の送信角度(入射角度)が異なる探触子を使用し確認した結果、亀裂深さとエコー高さに相関関係があることが確認できた。



第6図 探傷イメージ図

3.2 実機検証試験(1回目)

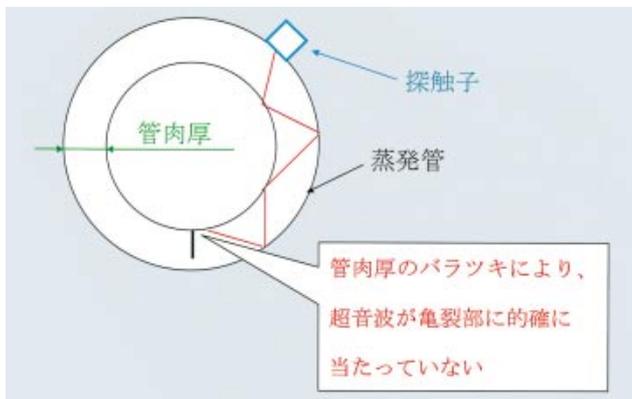
(1)モックアップ試験の結果を踏まえ、下記のとおり実機にて実証試験を行い、従来検査手法との精度の比較を実施。

〔作業ステップ〕

- ア. 蒸発管の磨き作業
- イ. 付着金物位置確認・マーキング
- ウ. 探傷(リニアアレイ探傷法)
- エ. 評価

〔結果〕

- ア. 下記原因により従来手法より劣る結果となった。
- (ア)モックアップ試験に用いた蒸発管に比べ実機の蒸発管は製作公差や施工時の変形等により、管肉厚の変化が大きいことにより精度低下となった。



第7図 管肉厚に対して変化するイメージ

〔対策〕

- ア. 実機検証試験結果から、管肉厚による影響および管の変形等から入射角度を変化させる必要がある

管肉厚		入射角度	
5.0t	5.1t	44.0°	43.5°
5.2t	5.3t	43.2°	42.3°
5.4t	5.5t	42.0°	41.5°
5.6t	5.7t	41.0°	40.2°
5.8t	5.9t	39.8°	39.0°
6.0t	6.1t	38.7°	38.0°

第8図 管肉厚に対する最適角度

ため、管肉厚に対する最適な入射角度をモックアップ試験および作図により決定した。

- イ. 最適な入射角度で測定する探触子が限られているため、超音波の入射角度を変化させながら送受信可能なセクタスキャン探傷法を採用した。

〔作業ステップ〕改善箇所を示す

- (ア)蒸発管の磨き作業
- (イ)管肉厚測定
- (ウ)付着金物位置確認・マーキング
- (エ)探傷
粗探傷(41°±3°にて探傷)・マーキング
マーキング部の精密探傷
管肉厚に対して最適な探触子を選択し、入射角度走査範囲±3°にてリニア・セクタスキャン探傷法でマーキング位置付近を精密探傷する。

(オ)評価

3.3 実機検証試験(2回目)

(1)実機検証試験(1回目)の改善事項を踏まえ再度実証試験を実施。

- ア. 管肉厚に対する最適な入射角度の選定
- イ. リニア・セクタスキャン探傷法を組合せながら、粗探傷・精密探傷の2ステップによる測定。

〔結果〕

測定誤差±0.03mm以内に入り、従来手法(TOFD法)と同等精度で評価できることが検証できた。

4 本検査手法採用による期待効果

今回実機検証試験を行った部位にて想定

第1表 期待効果

	工期	費用
従来手法	23日間	9,640千円
研究検査手法	11日間	7,130千円

- (1)炉内側からの測定となり、炉外側の構造金物の取外しが不要となるため、工期・費用共に大幅な削減が期待できる。

5 今後の展開

- (1)他部位(付帯作業が多い作業)への展開
- (2)他発電所への水平展開



執筆者 / 鈴木秀章
h5-suzuki@chubuplant.co.jp