

# 粒界腐食に対する超音波探傷検査の適用

粒界腐食量の定量測定を目指して

## Application of ultrasonic flaw detection test for intergranular corrosion

To measure intergranular corrosion quantitatively

(電力技術研究所 原子力・材料G 材料T)

火力発電所等において使用されているステンレス鋼管は長期間使用による鋭敏化と腐食環境により粒界腐食の発生が懸念されている。そのため、粒界腐食の発生した管を抜管することなく、非破壊検査により、粒界腐食の有無および深さを検査する手法について検討することとした。その結果、超音波探傷(TOFD法)を用いて粒界腐食を定量的に検出できることが分かった。

(Materials Engineering Team, Nuclear Power and Materials Group, Electric Power Research and Development Center)

Stainless steel tubes used in thermal plants may be effected by intergranular corrosion due to their long-term sensitization and the corrosion environment. A non-destructive testing method which searches for the presence of intergranular corrosion and its depth was studied, without removing the tube effected by intergranular corrosion. As a result, it has been cleared that intergranular corrosion can be detected by the ultrasonic testing (TOFD method).

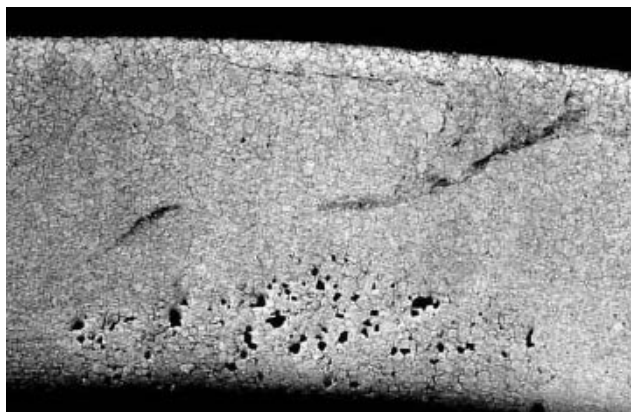
### 1 研究の背景と目的

火力発電所等で使用されているステンレス鋼管は長期間使用による鋭敏化に腐食環境が重なると粒界腐食が発生することがある。粒界腐食が進展すると配管を損傷させる可能性があるため、腐食部位の定量的な検出手法を確立し、設備の適切な保守管理を行う必要がある。

そこで、配管の内面に発生した粒界腐食の深さの定量的な測定を目的とし、非破壊検査である超音波探傷の適用性について検討することとした。

#### 粒界腐食とは……

ステンレス鋼は耐食性を向上させるためCr元素を添加しているが、500～800 に加熱すると、金属の結晶粒界でCrを主成分とする炭化物が生成する(鋭敏化)。Crが欠乏した結晶粒界の近傍は腐食が発生しやすい状態となり、粒界に沿って腐食が進行する現象。腐食が進展すると金属の結晶粒界が脱落していくことが特徴。

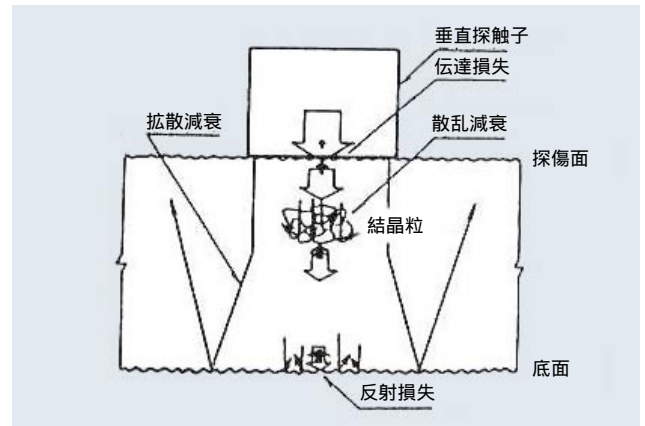


第1図 ステンレス鋼に発生した粒界腐食

ステンレス鋼に発生した粒界腐食の断面図を第1図に示す。

### 2 研究の概要

非破壊検査である超音波探傷による粒界腐食の定量検出を目的とし、板厚4mmのステンレス鋼の板材に対し、0～2.8mmまで粒界腐食量を変化させた試験片を作成した。



第2図 超音波探傷による測定概念図

第1表 超音波による粒界腐食測定手法

超音波を用いた各種解析手法	手法の概要
波形から観察	粒界腐食による超音波の散乱波を波形から読み取る
減衰法	粒界腐食による超音波の減衰量を測定
音速法	粒界腐食による超音波の音速変化を測定
周波数解析法	粒界腐食による超音波の周波数変化を測定

各試験片に対し、第1表に示した超音波探傷の各種解析手法を適用し、粒界腐食の検出に最適な手法を検討することとした。

超音波による探傷は、試験体表面に超音波を発受信する探触子を置き、発信された超音波が粒界腐食部において散乱、減衰することを利用し、得られた受信波を利用して探傷を行う手法である。超音波による測定概念図を第2図に示す。

### 3 試験結果

#### (1) 探傷波形からの観察による測定結果

探触子として、垂直用探触子とTOFD用探触子の2種類の探触子を用いて粒界腐食の測定を行った。TOFD(Time of Flight Diffraction)とは2個の振動子を用い、送信側の振動子から試験体中に縦波を入れ、きずにより回折波となったものを受信側の振動子によりキャッチする手法であり、きずの定量的な測定に利用されている。

測定の結果、TOFD用探触子を用いることにより0.4mm以上の粒界腐食を0.2mm程度の誤差で検出できることが分かった。しかし、粒界腐食深さが2mm以上になると、超音波の減衰が大きくなり、底面からの反射波を捉えることができなかった。つまり、腐食の程度がかなり大きい状態では、定量検出はできないが、腐食がかなり進展しているという情報を得ることができると分かった。(第5図参照)

#### (2) 減衰、音速法による測定結果

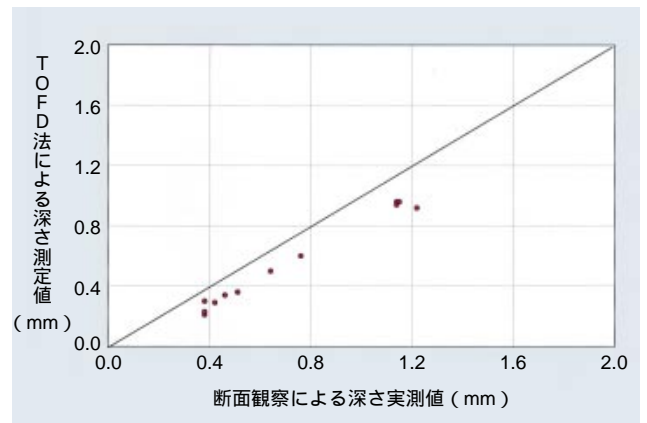
いずれの手法も粒界腐食の深さと相関がある結果が得られた。しかし、データのバラツキが大きいこと、および正確な肉厚測定が必要であることから、現場での実機材に対する測定への導入は難しいと判断した。



第3図 TOFD用超音波探触子



第4図 超音波による粒界腐食測定



第5図 粒界腐食の実測値とTOFD法により求めた非破壊検査結果との関係

#### (3) 周波数解析による測定結果

当初、粒界腐食による散乱が超音波の周波数帯域の変化に影響を及ぼすと考えたが、今回の測定では特に明瞭な関係を認めることができなかった。

## 4 まとめと今後の展開

管内面に発生した粒界腐食の非破壊検査については、TOFD法超音波探傷を適用することにより0.4mm以上の粒界腐食深さを誤差0.2mm程度で定量的に検出できることが分かった。

今後は実機材に適用することによって検査費用のコストダウンを図るとともに、操作性の評価について検討を実施していきたい。



執筆者 / 塩谷謙一  
Shioya.Kenichi@chuden.co.jp