

高温蒸気配管溶接部における高精度超音波探傷試験 による非破壊検査法の開発

背景

高温蒸気配管における溶接部の非破壊検査において、TOFD法*1が欠陥高さ測定に関して最も精度が良いことから一般的に用いられるようになってきている。しかしながら、TOFD法は溶接金属内部の溶接欠陥と溶接熱影響部のき裂状欠陥を判別するために必要な欠陥の位置測定が困難である。位置を短時間で測定できる手法としてフェーズドアレイ法*2が期待されているが、欠陥寸法測定精度の問題が明らかになった*3。フェーズドアレイ法とTOFD法を併用し、欠陥位置・寸法測定を高精度化することによって、欠陥の種類を判定することが可能となる。また、両手法を同時に使用できる装置があれば、TOFD法と従来の斜角探傷を順次行う現在の検査に比べて検査時間を短縮することができるが、このような装置は未だ開発されていない。

目的

フェーズドアレイ法とTOFD法を併用し、欠陥位置および寸法測定を高精度化する。この測定結果に基づき欠陥の種類を判定する手法を提案する。また、両手法を同時に適用できる装置を開発する。

主な成果

1. フェーズドアレイ法とTOFD法の探傷領域（図-1）および欠陥位置・寸法測定精度の特徴に着目した。高精度なTOFD法による欠陥深さ測定およびフェーズドアレイ法による欠陥長さおよび位置測定（表-1）に基づき、熱影響部と溶接金属部内の欠陥を判別するデータ解析手法を提案*4し、欠陥の種類を判定することが可能となった。
2. 両手法を同時に実施することが可能な多機能超音波探傷装置を開発した（図-2）。単一振動子の斜角プローブを2次元走査する自動精密検査と比べ、プローブの機械走査の一部を電子走査に置き換えることによって、検査時間の大半を占めるプローブの機械走査に要する時間を従来の検査の約1/60に短縮することが可能となった。

今後の展開

より実際に近い熱影響部および溶接金属部のそれぞれに欠陥を有する実機配管を模擬した試験体を製作し、提案した欠陥判別手法の妥当性を検証する。

主担当者 材料科学研究所 構造材料評価領域 主任研究員 福富 広幸

関連報告書 「超音波探傷試験による厚肉配管溶接部の非破壊評価（第1報）」電力中央研究所報告：T02048（2003年4月）
「超音波探傷試験による厚肉配管溶接部の非破壊評価（第2報）」電力中央研究所報告：T03071（2004年3月）

*1：Time of Flight Diffraction（飛行時間回折）の略。送信用と受信用のプローブを配置し、表面波と欠陥からの回折波の受信用プローブまでの到達時間差から欠陥の高さを測定する手法。

*2：プローブを構成する複数の超音波振動子を個別に制御し、被検体内部の任意の点に超音波ビームを集束させる手法。

*3：福富広幸・緒方隆志、電力中央研究所報告T02048（2003年4月）

*4：特許出願中

A. コスト低減と信頼性の維持

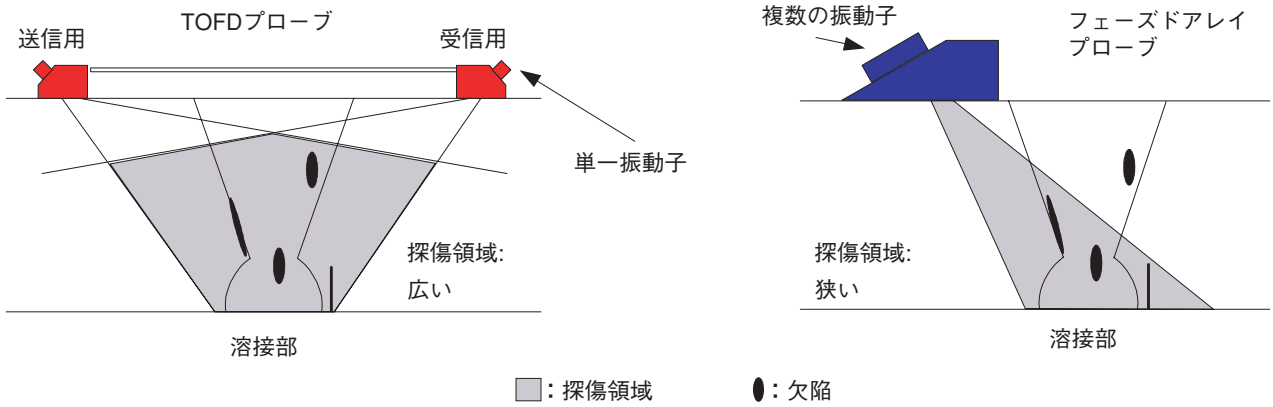
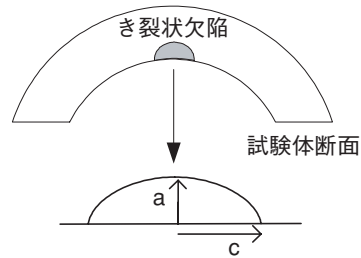


図-1 TOFD法とフェーズドアレイ法の探傷領域

表-1 TOFD法とフェーズドアレイ法の併用による測定精度改善

	測定誤差 (mm)*			
	寸法		位置**	
	深さ	長さ	軸方向	周方向
TOFD法	0.36	4.42	-	1.44
フェーズドアレイ法	0.39	1.58	0.35	0.51
TOFD法+フェーズドアレイ法	0.36	1.58	0.35	0.51

* 平均二乗誤差
** 周方向溶接の場合



- 試験体の厚さ: 50mm
- 内表面欠陥:
 - 半楕円形状
 - アスペクト比 $a/2c=0.2$
 - 寸法 (mm)

深さ (a)	長さ (2c)
1,	5
2,	10
3,	15
5,	25

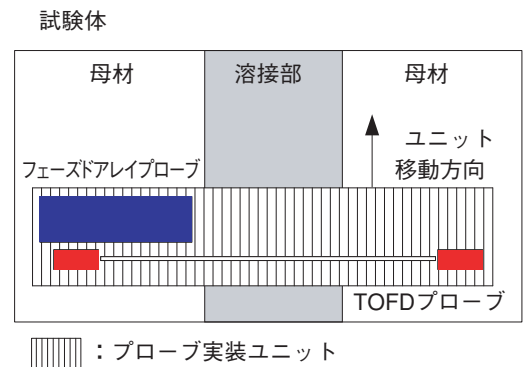
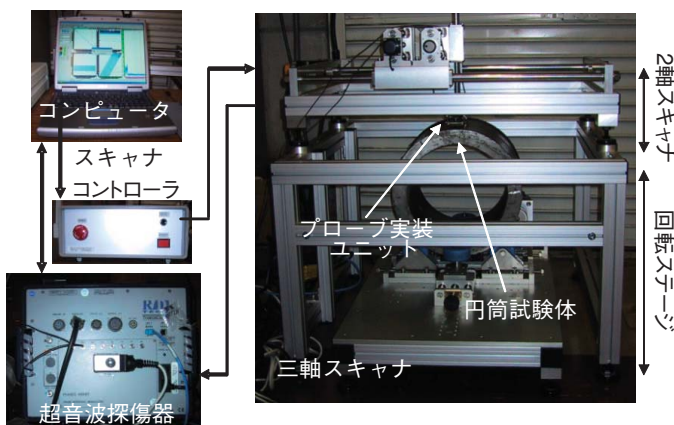


図-2 開発した超音波探傷装置の概要