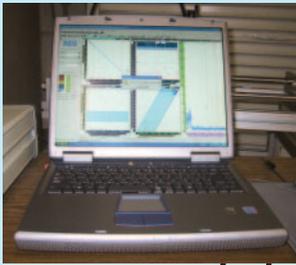


パソコン



スキャナ
コントローラ



超音波探傷器



実機用スキャナ



「実機用高性能多機能超音波探傷装置」

超音波を利用した新しい非破壊検査法

高精度・短時間での測定を可能に

超音波で金属内部の傷を見つける
より高精度に、より短時間に
非破壊検査のニーズは拡大

ひとこと 材料科学研究所 構造材料評価領域 主任研究員 福富 広幸

超音波で金属内部の傷を見つける

金属部材は、その使用状況などによって徐々に劣化し、傷などの欠陥が生じてくる可能性があります。このため、火力発電所や原子力発電所などの、配管と配管の溶接部分などについて、詳細な検査が行われています。しかし、金属部材内部の欠陥を調べるにあたっては、配管を破壊することなく行う「非破壊検査」でも、現状の技術では時間を要しています。材料が破損に至るまでの寿命をより正確に、またより早く推定することができれば、より高い信頼性の確保が可能になります。また、その各部材の交換時期を適切に把握することで、より信頼性の高い、合理的な運用・保守もできるようになります。

このため、電力中央研究所では、これまでよりも金属内部の傷などの欠陥を、短時間で精度よく測定可能な、超音波非破壊検査技術を開発しました。

非破壊検査とは

発電設備などで用いられている配管などでは、最初は小さな傷が、次第に大きなき裂に進展し、最後に破損に至る場合があります。このため、破損する以前の、初期の微小な段階での損傷を調べることが重要です。

配管などを調べるためには、直接、配管などの一部を切り出して検査を行う方法もありますが、その際には機器を一度分解しなければなりません。このため、機器をそのままの状態での検査が可能な「非破壊検査」が、現在では重要視されています。

非破壊検査には、金属表面を検査する方法として、専用の塗料を使う浸透探傷検査や渦電流を発生させる渦電流探傷検査があります。また、金属内部を検査する方法としては、超音波や放射線を用いた検査があります。

これまでの超音波検査法

金属内部の傷を検査するための超音波探傷検査のうち、古くから行われているのは、一つのプローブ（センサー）で対象物全体を順次検査していく「斜角探傷法」で、検査に非常に時間がかかるという問題点がありました。

また、「TOFD法」(Time of Flight Diffraction: 飛行時間解析の略) と呼ばれる方法では、超音波が表面と内部の欠陥で反射して受信用プローブに到達する時間の差から、欠陥を評価する際に重要となる「欠陥の深さ」を精度良く検査できますが、欠陥の「位置」を測定することは困難でした。

一方、検査対象物内部の任意の点に超音波ビームを集中させて測定する「フェーズドアレイ法」は、検査時間が非常に短く、また欠陥の「位置」の測定精度は高いというメリットがありました。

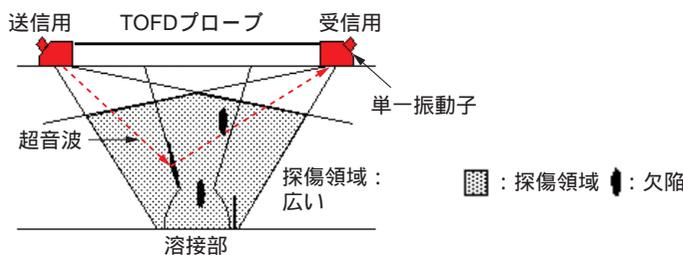


図 TOFD法

(表面と内部の反射の時間差を利用して測定)

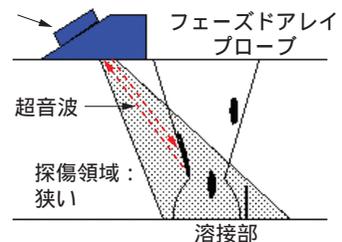


図 フェーズドアレイ法

(内部の反射波を測定)

より高精度に、より短時間に

二つの方法を併用する

当研究所では、従来の方法よりも、より高い精度で、より迅速に、金属内部の欠陥を測定することを目指しました。

そこで、TOFD法による「欠陥深さの測定精度の良さ」と、フェーズドレイ法の「欠陥位置の測定精度の良さ」、および「検査時間がかからないメリット」というそれぞれの長所を組み合わせ、従来は別々にしか行われていなかったこれらの方法を同時に行って、欠陥を正確に把握することができる新しい評価プロセスを考案しました。

測定精度の検証

開発した欠陥判別手法の妥当性の検証を進めるために、実際のプラント配管を模擬した溶接部の熱影響部（Heat Affected Zone : HAZ）の中に、き裂欠陥を人工的に作った厚さ50mmの試験体を用いて、試験を行いました。

この結果、位置測定に関して、斜角探傷法では一個所あたり約60分かかっていた検査時間を、1分程度にまで大幅に短縮できることがわかりました。

また、寸法測定についても、同じ時間の中で、高さ2～10mmの金属内部にあるき裂欠陥を、±1.3mm（板厚に対して2.6%）以下の測定誤差で測定できることを確認しました。

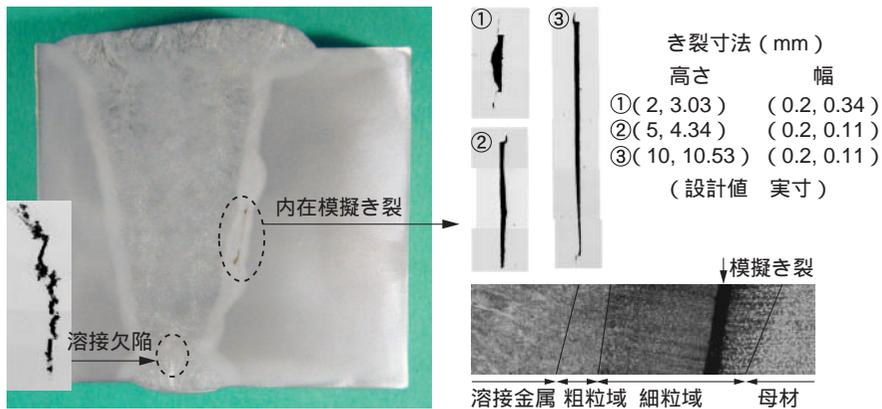


図 内在き裂評価用試験体のマクロおよびミクロ組織

	測定誤差(mm)*		
	寸法	位置**	
		深さ	軸方向
TOFD法	0.36		1.44
フェーズドレイ法	0.39	0.35	0.51
TOFD法 + フェーズドレイ法	0.36	0.35	0.51

*平均二乗誤差 **周方向溶接の場合

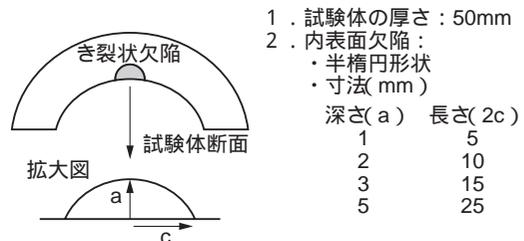


図 TOFD法とフェーズドレイ法の併用による測定精度改善

非破壊検査のニーズは拡大

実用化に向けて

これら二つの方法を組み入れた「高性能多機能超音波探傷装置」を用いて、実際の発電所の現場で、性能確認試験を行いました。

現在、より現場での操作性を高めるための改良を進め、さらに使いやすい実機用の測定装置を開発しています。(表紙頁参照)

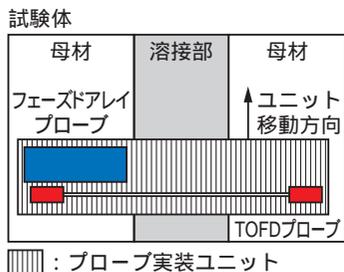
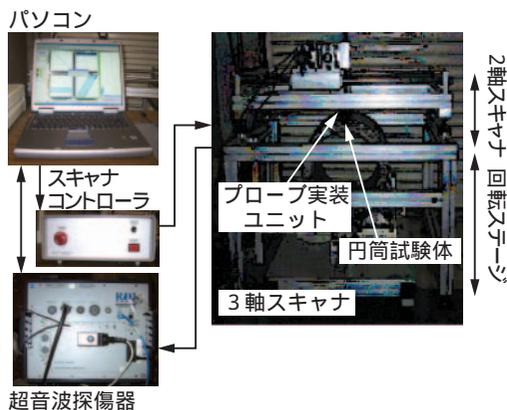


図 開発した「高性能多機能超音波探傷装置」試作機

信頼性と合理性のキーテクノロジー

非破壊検査の結果を基に、一層の事故防止を図ったり、部材交換をより計画的に効率よく実施するなど、今後のプラント運用・保守において、信頼性を高めながらコストを低減していくためには、検査が必要とされる現場の作業個所において、より「正確」かつ「迅速」に検査することが、ますます重要となってきます。

当研究所は、今後も引き続き、より優れた検査法を開発し、それらが実際の現場に適用されていくことで、プラントの運用に貢献します。

ひとこと



材料科学研究所
構造材料評価領域
主任研究員

福富 広幸

非破壊検査は、電気事業のみならず、一般の化学プラントなど、さまざまな産業分野で、社会の信頼感を高めることと同時に、合理的なプラント管理をするために、とても重要な技術です。

当研究所では、いろいろな測定技術のメリットを最大限活かして、精度良く測定するための研究を、試行錯誤で進めてきました。

これからも、本技術をさまざまな産業分野に展開していくことで、広く社会に役立っていきたくと考えています。

既刊「電中研ニュース」ご案内

- No.403 CRIEPIのうごき 2004.10秋
- No.402 極微量の組成や構造を明らかに

- No.401 解明すすむ微量放射線の影響
- No.400 瞬低対策用の解析ツールを開発