

超音波探傷試験における新しい傷深さ測定法の開発

背景

火力・原子力発電プラントにおいて、厚肉配管の内面傷に対する非破壊検査には超音波探傷試験が実施されている。沸騰水型発電プラントの再循環系配管では、傷の検出だけでなく、傷の深さ測定も要求されるようになってきている。高精度な測定手法には端部エコー法とTOFD法がある。端部エコー法では、探触子を走査することにより得られる傷先端部および開口部からのエコーを用いるため、作業が煩雑である。一方、TOFD法では、端部エコー法より簡便であるが、厚肉のステンレス鋼配管（厚さ30mm以上）には適用できないといった材質による制約が存在する。上記の課題を解決するためには傷周辺における超音波の伝搬挙動を正確に把握し、簡便かつ高精度な新しい傷深さ測定手法の開発が強く要望されている。

目的

傷周辺における超音波の伝搬挙動を解明し、簡便かつ高精度な新しい傷深さ測定手法を開発する。

主な成果

超音波伝搬挙動の解明

1. 傷周辺の複雑な超音波の伝搬挙動を解明するため、探触子を接触させた面と直交する面の変位を測定し、超音波の伝搬挙動を可視化した。この可視化結果は既開発の超音波伝搬シミュレーション手法*¹による可視化結果と良好な一致を示したことから、本シミュレーション手法の妥当性を確認することができた（図1）。
2. シミュレーションによる可視化結果から、傷先端へ斜角探触子により超音波を入射した後、端部エコー法やTOFD法では利用されていない傷先端から上方に伝搬する超音波（ L_1 ）と、底面で一度反射された後に上方に伝搬する超音波（ L_2 ）が存在することがはじめて明らかになった（図2）。

SPOD法の開発

1. 上記の知見に基づき、斜角探触子により傷に超音波を入射し、傷直上に配置された垂直探触子により受信された L_1 および L_2 によるエコー（ L_1 および L_2 エコー）の伝搬距離（路程）の差が傷深さの2倍に相当することを利用し、傷深さを簡便に測定できる新しい手法（SPOD法）*²を開発した（図3）。
2. SPOD法は、端部エコー法やTOFD法に比べて、傷からの超音波を短い経路で受信するために超音波の拡散および散乱減衰による影響が少なく、測定が簡便であることが特徴である。TOFD法の適用が困難なステンレス鋼製試験体（厚さ30mm以上）中の疲労き裂および応力腐食割れにSPOD法を適用した。この結果、SPOD法は端部エコー法と同等の測定精度であることを実証することができた（図4、表1）。また、安価な探傷器を用いての手動探傷においても、SPOD法は端部エコー法と比較して短時間（5分から1分へ）で傷深さ測定が可能である。

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 「超音波探傷試験における新しい傷深さ測定法の開発」 電力中央研究所報告：Q05003（2006年3月）

*1：電力中央研究所報告、T03074（平成16年4月）

*2：短経路回折波（Short Path of Diffraction、SPOD）法の略称。PCT出願中（出願日：平成17年7月6日）。

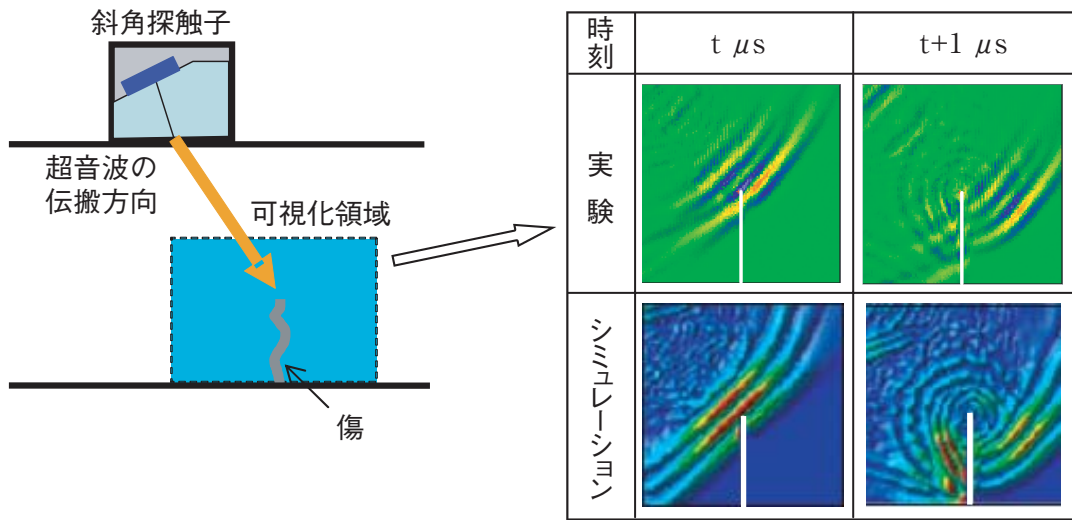


図1 超音波の伝搬挙動（実験およびシミュレーション結果）

傷周辺における超音波の伝搬挙動
（シミュレーション結果）

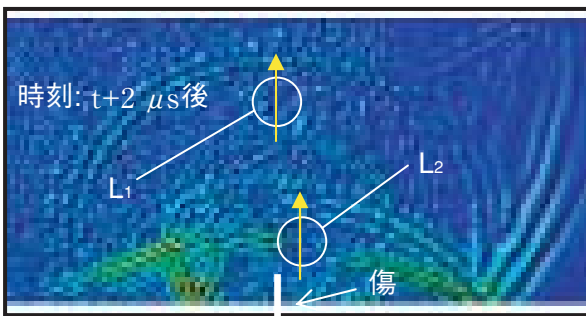


図2 傷周辺の超音波伝搬挙動

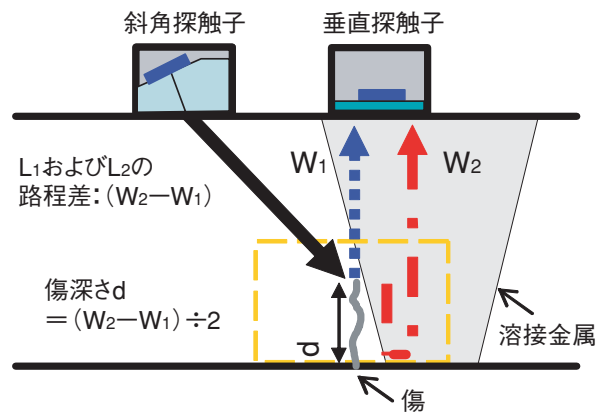


図3 SPOD法の概念

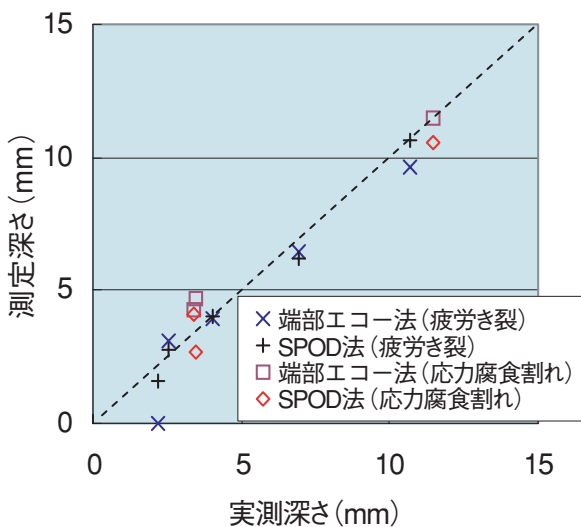


図4 実測および測定された傷深さ

表1 平均二乗誤差の比較

	平均二乗誤差 (mm)	
	疲労き裂	応力腐食割れ
端部エコー法	1.14	0.81
SPOD法	0.46	0.86