

超音波探傷試験における検出能力を向上させるための 信号処理法の開発

背景

超音波探傷試験において、疲労き裂のような閉じたき裂先端からの微弱なエコーや、クリープボイドのような微小欠陥を検出するためには、検出感度の向上が重要である。開口合成法^{*1}は方位分解能^{*2}を改善することで検出感度を向上させる信号処理法であり、最近ではフェーズドアレイ法にも適用されているが、開口合成法に適した探触子の条件は明らかになっていない。一方、厚肉試験体の内部に存在する欠陥の検出には、探触子からの距離が拡大するにつれて超音波の減衰による検出感度の低下が問題となっている。

目的

開口合成法による検出感度向上に適した探触子の条件を明らかにするとともに、厚肉試験体の内部欠陥を厚さ方向に対して一定且つ高い感度で検出できる開口合成法を開発する。

主な成果

1. 開口合成法に適した探触子の選定条件

当所で開発した超高速超音波伝搬シミュレーションツール^{*3}を用いて得られた探傷画像に開口合成法を適用した結果、探触子に近い欠陥についての方角分解能は適用前より低下する場合があることがわかった(図 1)。探触子の周波数・振動子寸法に応じて、開口合成法の適用前より方位分解能が向上する探触子からの距離を予測する式を開発した。これより検査対象物内に想定される欠陥の位置に応じて、開口合成法による方位分解能向上に適した周波数・振動子寸法をもつ探触子を選定できるようになった(図 2)。

2. 厚さ方向の感度差補正

上記で開発した式をもとに、フェーズドアレイ探触子の周波数・振動子寸法を選定して探傷を行った場合においても、厚さ方向の検出感度の低下は抑えられなかった。そこで、超音波の減衰を定式化し検出感度の低下を補正する新しい開口合成法を開発した。これによって、探傷面からの距離に依らず一定且つ高い検出感度が得られるため、厚肉配管等の探傷における検出精度の向上が可能となる(図 3)。

今後の展開

開発した手法を溶接熱影響部に発生するクリープ損傷の探傷に応用していく。

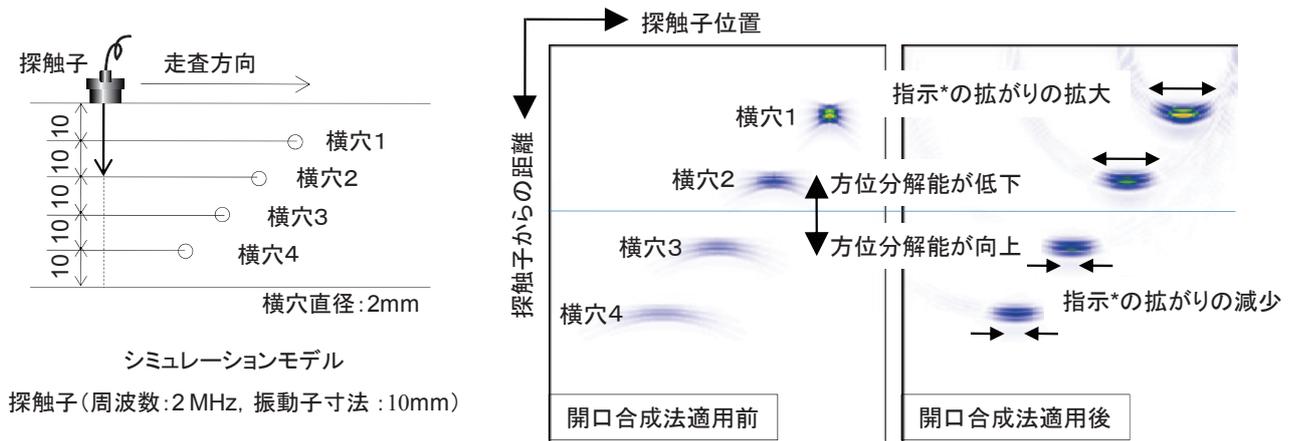
主 担 当 者 材料科学研究所 火力材料領域 研究員 永井 政貴

関連報告書 「超音波探傷試験における検出能力を向上させるための信号処理法の開発」 電力中央研究所報告: Q08011 (2009 年)

*1: 探触子を走査し、各探触子位置で得られた信号を試験体中の各点で合成していくことでエコー強度を増大させる手法。

*2: 超音波ビームの伝搬方向と直交する平面内の2つの点を識別できる最小の距離。

*3: 山田、福富、林、緒方、電中研研究報告、Q07005 (2008)



横穴1と2の指示*の拡がりは開口合成法適用前より適用後の方が拡大し方位分解能が低下しており、横穴3と4の指示*の拡がりは適用後に減少し方位分解能が向上している。

*指示: 欠陥に起因するエコーの分布

図1 開口合成法により方位分解能が向上する探触子からの距離

想定される欠陥位置に応じて開口合成法による方位分解能向上に適した周波数・振動子寸法をもつ探触子を選定できる。

↑ 方位分解能が向上する
↓ 方位分解能が低下する

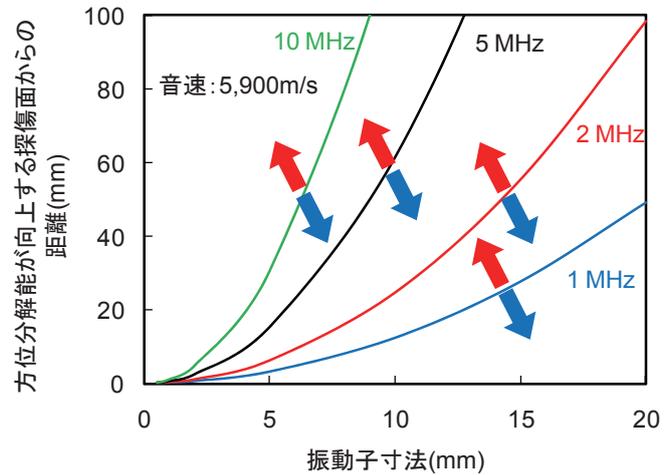


図2 開口合成法による方位分解能向上に適した探触子

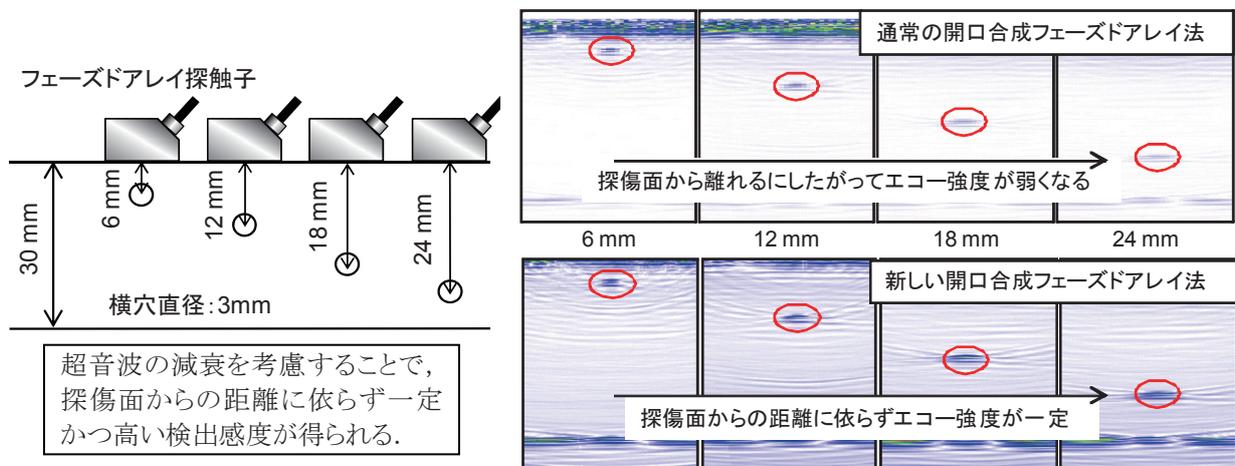


図3 感度補正した新しい開口合成フェーズドアレイ法

1. 軽水炉発電

2. バックエンド

3. 放射線安全・低線量放射線影響

4. 金属燃料・乾式リサイクル技術

5. 新型炉

6. 施設保全(耐震)・立地