

ニッケル基合金による異材溶接継手部の超音波伝搬挙動の解明

背 景

軽水型原子力発電プラントの異材溶接継手における応力腐食割れ(SCC)を対象とした超音波探傷試験に関する研究開発が行われてきている。オーステナイト系ステンレス鋼と低合金鋼を母材とする異材継手には溶接金属としてニッケル基合金が用いられる。このニッケル基合金は溶接時に生じる柱状晶によって音響異方性を有することから、SCCに対するエコーのSN比は、母材内の場合に比べて著しく低下することが知られている。異材溶接継手におけるSCCの検出および深さ測定にはフェーズドアレイ探傷技術が有効であるが、柱状晶による超音波ビームの屈曲を生じることが知られており、測定精度が低下する。その測定精度の向上のためには異材溶接継手内の伝搬挙動の解明が必要である。

目 的

異材溶接継手に対してフェーズドアレイ探傷および超音波伝搬シミュレーションを行ない、欠陥検出特性および超音波伝搬挙動を明らかにする。

主な成果

1. ニッケル基合金部にスリット(幅0.3mm、深さ2mm~10mm)を導入した異材溶接継手試験体^{*1}に対してフェーズドアレイ探触子を用いた縦波および横波探傷を行なった。一般的に異材溶接継手の探傷には縦波を用いるが、縦波ではスリットからのエコーは減衰が大きく、不鮮明であった。一方、横波ではスリットからのエコーは鮮明に観測できるが、エコーの指示位置が試験体底面より深い位置であった(図1)。
2. 異材溶接継手内の伝搬挙動を考察するために、ニッケル基合金部における柱状晶の成長方向をモデリングし、その音響異方性を考慮した超音波伝搬シミュレーションを行なった。縦波では伝搬挙動に変化はないが、横波では柱状晶の影響を受けて、伝搬方向が結晶の成長方向に近づくように変化することがわかった(図2)。この横波の伝搬方向の変化によって、探傷結果におけるスリットの指示位置が説明できる(図3)。これらの結果から、伝搬挙動を把握することで横波もバタリング部の探傷において有効であることがわかった。

今後の展開

より詳細に探傷条件を検討した上で実際欠陥の非破壊試験を実施する。

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 ニッケル基合金による異材溶接継手部における超音波探傷試験の高精度化(第一報) 電力中央研究所報告: Q06007 (2007年3月)

*1 : 試験体の肉厚45mm, 溶接金属部の幅:約7mm, バタリング部の幅:約18mm.

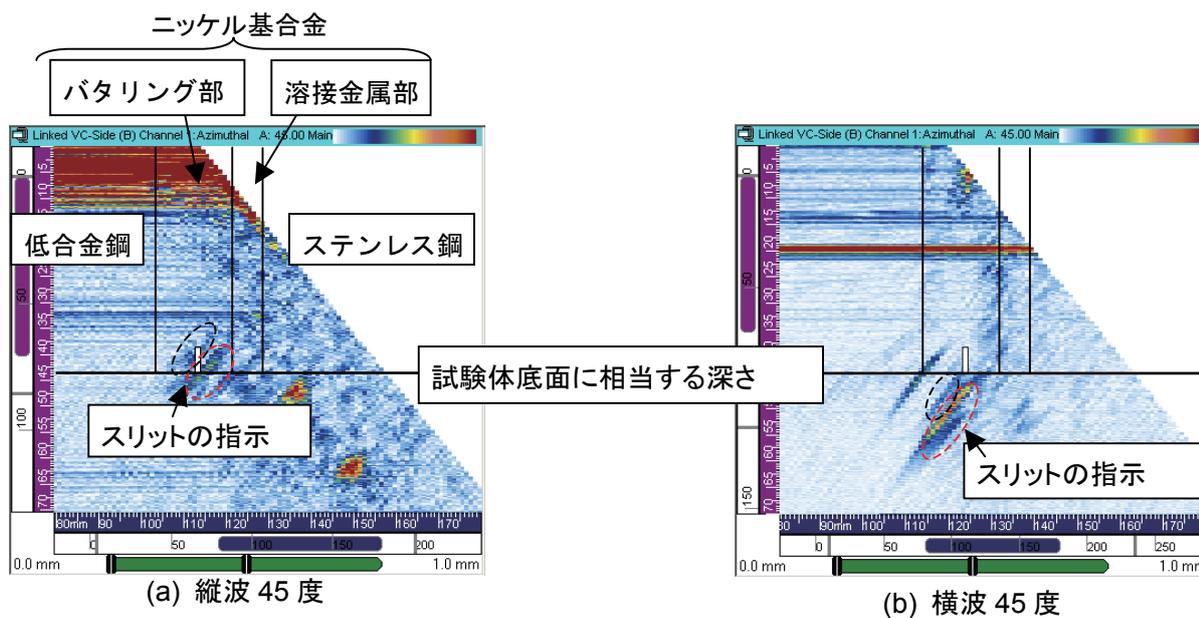


図1 フェーズアレイ探傷結果の1例

(赤破線：スリット開口部エコー、黒破線：スリット端部エコー)

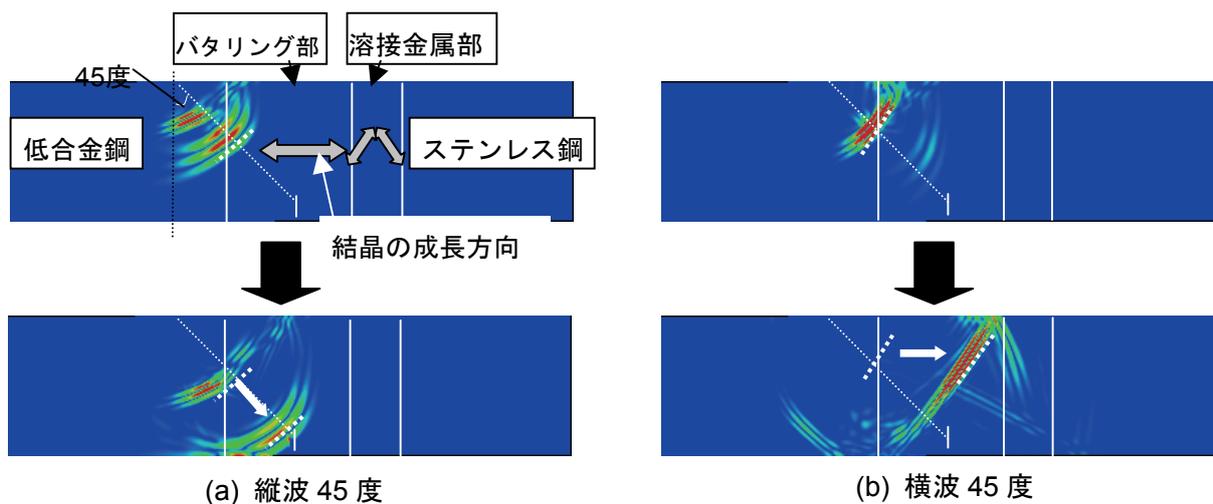


図2 結晶の成長方向を考慮した超音波伝搬シミュレーション

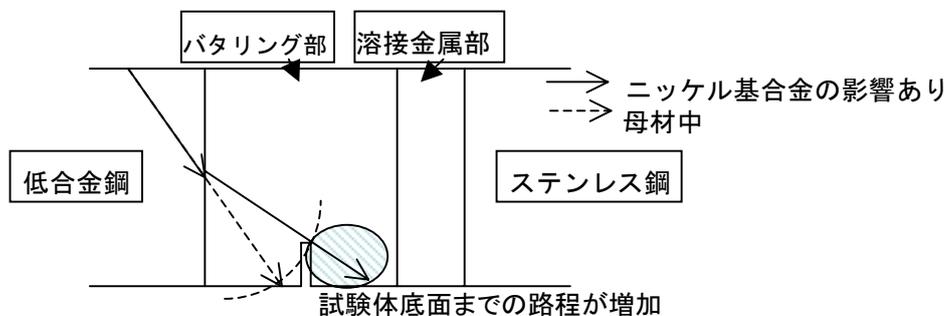


図3 バタリング部における横波の伝搬経路の模式図