

形状記憶合金 TiNi のき裂先端における材料内部の 応力誘起マルテンサイト変態の分布計測

Neutron Diffraction Measurement of Stress-Induced Martensite Distribution at Crack Tip Inside Specimen of TiNi Shape Memory Alloy

木村 英彦¹⁾ 秋庭 義明¹⁾ 小島 由梨²⁾ 鈴木 裕士³⁾
Hidehiko KIMURA Yoshiaki AKINIWA Yuka Kojima Hiroshi SUZUKI

¹⁾名古屋大学 ²⁾名古屋大学大学院 ³⁾日本原子力研究開発機構

形状記憶合金 TiNi のき裂先端部における材料内部の応力誘起マルテンサイト相変態の分布を計測し、破壊のプロセスゾーンを明らかにした。材料の表層とは拘束条件・力学条件が異なる内部における分布が明らかとなり、今後 TiNi の信頼性評価の一助になると考えられる。

キーワード : TiNi, Stress-Induced Martensite, Crack

1. 目的

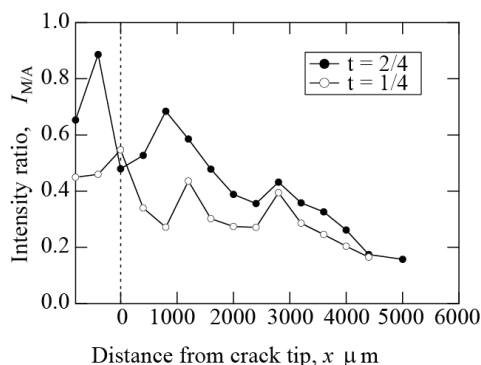
TiNi は常温付近で形状記憶効果および超弾性を有するため高機能材料として利用されているが、その破壊・疲労特性は未だに不明な点が多く普及の妨げの主要因となっている。常温でオーステナイト相（以下 A 相）の TiNi は、応力を負荷するとマルテンサイト相（以下 M 相）に変態し、疲労特性は M 相の方が優れる。き裂先端では巨大な応力集中のため M 相になると見込まれていたが、最近の研究ではき裂先端特有の多軸応力状態のため M 相変態が抑制される可能性が報告されている。TiNi の強度はき裂先端の破壊のプロセスゾーンに依存するため、この領域における変態挙動を評価することが重要である。2004 年および 2005 年に RESA で TiNi を計測し、切欠き材で基礎的データを得た。しかし、中性子の回折強度が弱く PSPC が無かったため精度が不十分であり、き裂先端については全板厚に対する計測しか行えなかった。今回は、試料の内部において M 相の変態分布を計測した。

2. 方法

疲労き裂を導入した試料を XYZ ステージにセットして、 0.3×1.0 mm の入射スリットでき裂先端の材料内部における M 相および A 相の回折を PSPC で計測した。熱処理により応力誘起 M 相を初期化した試料の計測も行った。回折ボリュームの中心位置が材料の板厚方向の中心部となる位置、1/4 板厚となる位置、および表面となる位置で計測を行った。き裂先端から $5000 \mu\text{m}$ までのき裂延長上に計測点を設定した。

3. 研究成果

M 相の回折強度（A 相の値で初期化）とき裂先端からの距離の関係を右図に示す。M 相はき裂先端から $2000 \mu\text{m}$ 程度まで分布していることがわかった。また、板厚中心の $t=2/4$ の方が $1/4$ 板厚の位置よりも高いと解った。



4. 結論・考察

板厚中心の方が拘束が大きいにも関わらず $1/4$ 板厚位置より回折強度が高いという特異挙動が得られた。これは、M 相変態が駆動応力の方向にバンド状に発達する機構が関与している可能性がある。

5. 引用(参照)文献等

中性子回折による形状記憶合金 TiNi のき裂先端応力誘起マルテンサイトの検討, 木村英彦, 秋庭義明, 田中啓介ほか, 第 39 回 X 線材料強度に関するシンポジウム講演論文集, p. 74, 2004