

圧力バウンダリ構成部で使用されるステンレス溶接金属の 熱時効脆化評価のための基盤技術開発 (8) スピノーダル分解予測モデルの開発

Fundamental technology development for evaluation of thermally ageing embrittlement
of stainless steel welds used as pressure boundaries in nuclear power plants

(8) Development of prediction model for spinodal decomposition

*源 聡¹, 堀内 寿晃², 越石 正人³, 阿部 博志⁴, 渡邊 豊⁴

¹物質・材料研究機構, ²北海道科学大学, ³日本核燃料開発, ⁴東北大学

照射下において空孔が過剰に存在する場合のフェライト相のスピノーダル分解が、2相ステンレス鋼の照射下熱時効劣化挙動に及ぼす影響を評価するために、熱力学データベースや拡散に関する影響を考慮した上で二相分離の計算を行い、照射の影響を検討した。本研究の実測値からは照射によりスピノーダル分解が加速されることが確認されたが、本計算においても同様の傾向を得ることができた。

キーワード： 二相ステンレス鋼、スピノーダル分解、熱力学計算、相安定性

1. 緒言

原子炉容器内面クラッドや一次系配管の溶接部に用いられる二相ステンレス溶接金属は、長期間の運転によりフェライト相がスピノーダル分解を起こし熱時効脆化に影響を及ぼす可能性が示唆されている[1]が、照射によって導入される過剰空孔を考慮した報告はほとんどない状態である。本研究では成分系を Fe, Cr に絞り過剰空孔が導入された場合の Gibbs エネルギーの変化や拡散定数の変化を見積り、動力学的な計算を行うことで、スピノーダル分解の時間的、空間的な影響を評価した。

2. 計算方法

照射による過剰空孔の存在を仮定して、Fe-Cr 二元系合金のフェライト相に関して、Gibbs エネルギーと拡散定数の変化を見積り、スピノーダル組成の変化などを検討した。これらのパラメータを用いて動力学計算を行い、スピノーダル分解の可能性について検討を行った。

3. 結果及び考察

まず過剰空孔を含まない場合の相分離に関して、これまでの実験結果の知見との照合を行った。二相分離の可能性は、保持温度と Cr の濃度にも大きく依存することが相平衡状態図より示唆されるが、それを反映する結果となった。さらに過剰空孔が導入されると、過剰空孔がない場合と比較して、スピノーダル分解の速度は加速される傾向となった。これは、過剰空孔量と保持温度、さらに Cr 量によって大きく変化するが、数倍から数十倍の速さでスピノーダル分解が加速されることがわかった。

謝辞

本研究の一部は、「文部科学省 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「圧力バウンダリ構成部で使用されるステンレス溶接金属の熱時効脆化評価のための基盤技術開発」の成果である。

参考文献

[1] 桑野寿. "2相ステンレス鋼の時効脆化と寿命予測." あたりあ 35.7 (1996): 747-752.

*Satoshi Minamoto¹, Toshiaki Horiuchi², Masato Koshiishi³, Hiroshi Abe⁴, Yutaka Watanabe⁴

¹National Institute for Materials Science, ²Hokkaido University of Science, ³Nippon Nuclear Fuel Development, ⁴Tohoku Univ.