

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

(5) 概要

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

(5) Summary

*渡邊 豊¹, 堀内 寿晃², 源 聡³, 阿部 博志¹, 越石 正人⁴

¹東北大学, ²北海道科学大学, ³物質・材料研究機構, ⁴日本核燃料開発

ステンレス鋼溶接部の熱時効組織変化の特異性の評価・把握、2相組織の熱時効に及ぼす中性子照射効果の評価、計算科学に基づく時効組織変化の予測技術開発を実施することで、圧力バウンダリ構成部に使用されるステンレス溶接金属の熱時効組織変化評価の基盤技術を開発した。本稿では、全体概要を述べる。

キーワード： オーステナイト系ステンレス鋼、溶接金属、熱時効脆化

1. 緒言

原子炉容器内面クラッドや一次系配管の溶接部等には、ステンレス溶接金属が使用されている。ステンレス溶接金属は2相組織であるため、長期間の運転により熱時効脆化を起こすことが懸念される。しかし、従来、ステンレス鋳鋼については熱時効脆化評価が行われているものの、ステンレス溶接金属については明確な要求がない。本研究では、ステンレス溶接金属の熱時効脆化要因と予想されるスピノーダル分解等のマイクロ組織調査に基づいて熱時効組織変化挙動を明らかにするとともに、その予測手法を計算材料科学によるシミュレーションにより開発した。また、中性子照射を受けたステンレス溶接金属のマイクロ組織調査を行い、照射環境の熱時効組織変化に及ぼす影響を検討した。

2. 全体計画

(1) ステンレス溶接金属の熱時効試験：ステンレス溶接金属の熱時効硬化挙動に及ぼす成分あるいは溶接条件の影響評価、ステンレス鋳鋼について蓄積されてきた知見との比較により相違の有無を考察する。

(2) 照射済み溶接金属のマイクロ組織調査：透過型電子顕微鏡ならびに3次元アトムプローブを用いたマイクロ組織調査に基づいて、熱時効硬化挙動への中性子照射影響の有無を明らかにする。

(3) ステンレス溶接金属の熱時効組織変化モデルの開発：熱時効組織変化挙動への中性子照射影響を考慮した① G相析出予測モデル、② スピノーダル分解予測モデル、を開発する。

3. 成果の概要

ステンレス鋼溶接金属とステンレス鋳鋼との間で、熱時効硬化挙動（硬化速度ならびに最大硬さ）に大きな違いは無いと判断された。また、熱時効に中性子照射が重畳することで、単純熱時効条件と比較してスピノーダル分解ならびにG相形成が加速されることを支持する結果が得られた。さらに、照射による過剰空孔の影響を加味したスピノーダル分解予測モデルとの連成により、過剰空孔が存在する母相からG相が析出するモデルを構築し、本事業で得られた実験データを再現可能な熱時効予測モデルを構築した。

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。

*Yutaka Watanabe¹, Toshiaki Horiuchi², Satoshi Minamoto³, Hiroshi Abe¹, Masato Koshiishi⁴

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