

圧力バウンダリ構成部で使用す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 (2) ステンレス鋼溶接金属の熱時効挙動

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

(2) Thermal aging behavior of stainless steel welds

*阿部 博志¹, 渡邊 豊¹, 竹田 陽一¹, 堀内 寿晃², 源 聡³

¹ 東北大学, ² 北海道科学大学, ³ 物質・材料研究機構

ステンレス鋼溶接試験体に 300℃ 台前半以下の温度域を中心に最大で 8000 時間熱時効処理した試料を対象として、フェライト相の硬化挙動ならびにマイクロ組織変化を評価した。時効に伴うフェライト相の硬化ならびにスピノーダル分解特有のマイクロ組織変化が認められた。加えて、溶接時の凝固モードがフェライト相の熱時効硬化挙動に影響している可能性が示唆された。

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

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。ステンレス溶接金属についても、ステンレス鋳鋼を対象とした熱時効脆化評価手法がそのまま適用可能か否かは必ずしも明確ではない。本研究では、ステンレス溶接金属の熱時効硬化挙動ならびにマイクロ組織変化に及ぼす成分あるいは溶接条件の影響を評価するとともに、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. 実験方法

原子炉圧力容器クラッド鋼ならびにシュラウド溶接部を模擬した 2 種類のステンレス鋼溶接試験体について、スピノーダル分解が優先して生じると考えられる[1]275℃、310℃、335℃で最大で 8000 時間熱時効処理を行い、微小硬度計を用いてフェライト相の硬化挙動を評価した。また、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて、フェライト相内のマイクロ組織変化を調査した。

3. 結果及び考察

クラッド材試料、シュラウド材試料共に 310℃、335℃時効により硬化したが、275℃では 8000 時間時効しても明確な硬化は認められなかった。フェライト相の化学組成を TEM-EDX を用いて評価すると共に時効硬化挙動との関連を調査したが、今回用いた試料の成分範囲内においては硬化挙動への影響は明確ではなかった。一方で溶接条件の観点からは、FA モード凝固したフェライト相は時効時間に対して一様に硬化する挙動を示したのに対し、AF モード凝固したフェライト相は硬化した後に軟化する挙動を示したことから、溶接時の凝固モードがフェライト相の熱時効硬化挙動に影響している可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、「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す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] H. M. Chung and O. K. Chopra, Third Int. Symp. Environ. Degrad. Mater. Nucl. Power Syst. React., (1988), 359–370.

* Hiroshi Abe¹, Yutaka Watanabe¹, Yoichi Takeda¹, Toshiaki Horiuchi², Satoshi Minamoto³

¹ Tohoku University, ² Hokkaido University of Science, ³ National Institute for Materials Science