

高速炉の炉停止失敗事象における炉容器内終息 (IVR) に関する検討

(7) ULOF 再配置／冷却過程における構造健全性評価手法の妥当性

Study on In-Vessel Retention (IVR) of Unprotected Accident for Fast Reactor

(7) Confirmation of Structural Integrity Evaluation Methodology for PAMR/PAHR phase in ULOF

*鬼澤 高志¹, 加藤 章一¹, 安藤 勝訓¹, 和田 雄作¹, 月森 和之¹

¹ 日本原子力研究開発機構

高速炉の代表的な炉停止失敗事象(ATWS)における原子炉容器内終息(IVR)の成立性検討について報告する。本報では、流量喪失時炉停止機能喪失事象(ULOF)における再配置／冷却過程時の低圧プレナム(LPP)の構造健全性評価の妥当性について報告する。

キーワード：高速炉， ATWS， ULOF， 再配置／冷却過程， 原子炉容器内終息(IVR)， クリープ

1. 緒言

ULOF では、熔融燃料が制御棒案内管を通して LPP に流出するが、LPP で冷却されることで事象が収束し、IVR が成立する。本報では、再配置／冷却過程時の LPP 構造健全性評価の概要説明及び構造健全性評価手法を確立するために実施した、超高温クリープ試験ならびに試験結果に基づくクリープ特性式の策定について報告する。

2. LPP 構造健全性評価概要

LPP の底板を中央板厚一様及び周辺板厚傾斜でモデル化し、一様分布荷重を受ける周辺固定円板の数値計算より、LPP 底板が、炉心熔融物質を上面で保持している過程において、LPP 底板の支持部破損（クリープ破損）による落下が生じないことに加え、底板下面における冷却機能を損なうような過大なたわみ変形（過大なクリープ変形）が生じず、IVR が成立する見通しを得た。なお、評価においては、炉心熔融物質と接触する LPP 底板上面は融点に至るような超高温であり、構造健全性評価に適用できる超高温の材料特性の有無が評価に大きく影響する。このため超高温の材料特性を適切に把握し、評価に反映することが必須であった。

3. クリープ破断関係式及びクリープひずみ式の策定

もんじゅの設計評価で使用した SUS304 のクリープ特性式の適用温度上限は 650°C であり、本評価に適用できるクリープ特性式はなかった。このため、超高温クリープ試験を実施し、取得したデータに基づく検討により、クリープ破断関係式及びクリープひずみ式を策定し、LPP の構造健全性評価に用いた。クリープ特性式策定のために、最高 1300°C までのクリープ試験を JIZ Z 2271(2010)に準じて実施した。SUS304 の 850°C を超えるクリープ試験データは見当たらず、これまでに例のない超高温クリープ試験であることから、一部試験は、同条件を複数機関で取得するなどし、適切な試験データが取得されたことを確認した。また、超高温では酸化による影響が懸念されたため、大気中試験に加え、アルゴン中での試験も実施した。取得した 67 点の超高温データに加え、既存データを踏まえ、クリープ特性式を策定した。策定したクリープ破断関係式と試験データとの関係を図 1 に示す。クリープ破断関係式は、ラーソン・ミラー・パラメータ法を用いて定式化し、もんじゅの設計評価で使用した式との連続性も考慮して策定した。適用温度上限は、現時点における評価ニーズ及び 1000°C を超えるデータ数が少ないことを考慮し、1000°C とした。

4. 結論

ULOF 事象の IVR 成立性検討に必要な構造健全性評価手法を確立するため、超高温クリープ試験を新たに実施し、LPP に移行した燃料の安定冷却性 ((6) で報告) の評価に適用した。

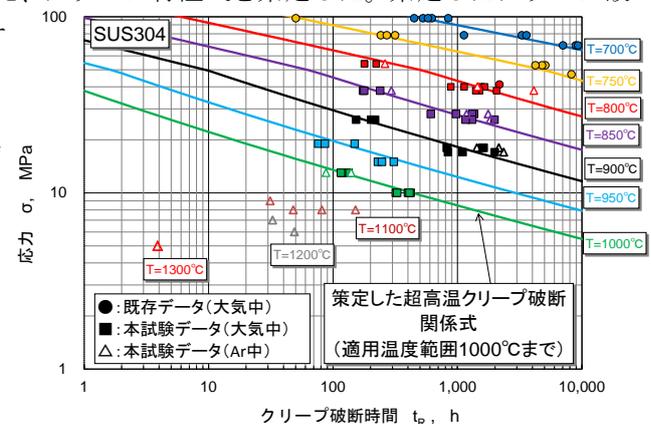


図 1 策定した超高温クリープ破断関係式と試験データの関係

*Takashi Onizawa¹, Shoichi Kato¹, Masanori Ando¹, Yusaku Wada¹, Kazuyuki Tsukimori¹

¹Japan Atomic Energy Agency