

平成 30 年度原子炉压力容器及び炉内構造物の照射影響評価手法の高度化

(1) Zion 発電所 1 号機压力容器廃炉材の板厚方向破壊靱性分布

FY2018 Investigation for Improvement of Evaluation Method of Irradiation Effects on Reactor Pressure Vessel and Core Internals

(1) Through-wall fracture toughness distribution of decommissioned Zion Unit 1 reactor pressure vessel material

*山本 真人¹、小林 知裕¹

¹電力中央研究所

米国で廃炉となった Zion 発電所 1 号機の压力容器母材に対する破壊靱性試験により、表面近傍では中央部より破壊靱性が高く、また内面から外面に向けては照射量に応じ破壊靱性が漸増する分布を確認した。

キーワード：原子炉压力容器鋼、廃炉材、破壊靱性、マスターカーブ法、超小型 C(T)試験片

1. 緒言

加圧熱衝撃(PTS)事象等に対する健全性評価部位である压力容器内面近傍は、照射脆化監視試験片^[1]の採取位置である板厚の 1/4 厚さと比べて破壊靱性の実力値が高い可能性がある。外形寸法 4×10×9.6mm の Mini-C(T)試験片を用いたマスターカーブ法(MC 法)破壊靱性評価^[2]により 15 有効炉年の商用運転後に廃却された実機压力容器母材^[3]の板厚方向の破壊靱性分布を明らかにした。

2. 実験

210mm の板厚を 17 層に分割し、T-L 方位の 13 層、L-S 方位の 10 層から各 18 個の Mini-C(T)試験片を製作した。延性-脆性遷移温度域の破壊靱性の評価指標である参照温度 T_0 を MC 法にて評価した。

3. 結果

全ての層で有効な T_0 が得られた(図 1)。T-L 方位、L-S 方位で顕著な差は無かった。図中の破線は、照射量の板厚方向減衰計算に基づく ΔRT_{NDT} ^[1] の計算結果と 1/4 厚さ位置の T_0 実測値から推定した、 T_0 の分布である。1/4～3/4 厚さの板厚中央部は破線と実測値がよく一致した。内外表面の近傍で両者は乖離し、実測値の T_0 が低い(靱性が高い)傾向を示した。これは板厚方向の初期靱性分布によるものであり、廃炉後の実機でも表面近傍で高い靱性が保たれていたことを示す。PTS 事象で評価対象となる内面近傍では両者の乖離は大きい。例えば 10mm 位置では最大 50℃程度の差があり、監視試験結果から得られる 1/4 厚さ位置の靱性を用いる現行の PTS 評価は大きな保守性を有することを示す。

参考文献

[1] 日本電気協会規程 JEAC4201-2007(2013)

[2] Yamamoto, et al., ASTM STP1576, STP157620140020 (2015)

[3] Rosseel, et al., ORNL/TM-2016/240(2016)

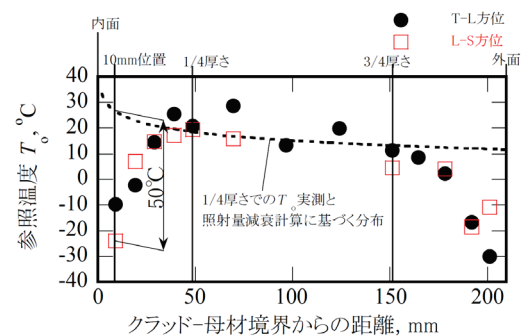


図 1 板厚方向の T_0 分布

本成果は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 30 年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(原子炉压力容器及び炉内構造物の照射影響評価手法の高度化)により得られたものである。

*Masato Yamamoto¹ and Tomohiro Kobayashi¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry