

平成 29 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

FY2017 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を対象に板厚各部の破壊靱性を評価した。加圧熱衝撃事象等で対象とする内表面近傍では監視試験片で使用する 1/4 厚さより破壊靱性が高いことを確認した。

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。マスターカーブ法(MC 法)と外形寸法 4×10×9.6mm の超小型 C(T)試験片 (Mini-C(T)試験片) による破壊靱性の直接評価技術^[2]を活用し、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、内面側から 1, 2, 3, 4, 5, 7, 16 および 17 層目から T-L 方位、1, 2, 3, 4, 5 および 7 層目から L-S 方位の Mini-C(T)試験片を、それぞれ 18 体作製した (図 1)。延性-脆性遷移の評価指標である参照温度 T_0 を、各層毎、方位毎に MC 法にて評価し、その板厚方向分布を得た。

3. 結果

図 2 のとおり、全ての層、全ての方位について、有効な T_0 が評価された。監視試験片の採取方位として定められている T-L 方位は、板厚方向への亀裂進展における実力値である L-S 方位に対し、ほぼ同等かそれ以下の靱性 (同等以上の T_0) を持ち、1/4 厚さ以外の部位に対しても T-L 方位で保守的に評価できることが確認された。压力容器内表面近傍は、板厚中央に比べ脆化が大きいにもかかわらず高い破壊靱性 (低い T_0) を示した。両者の差は 30~40°C であり、内表面近傍の照射条件で換算して凡そ 15 有効炉年分の照射脆化量に相当する。当該発電所では監視試験片材料を用いた脆化評価により、その全運転期間の脆化量に相当する潜在的な保守性を有していたことが明らかとなった。

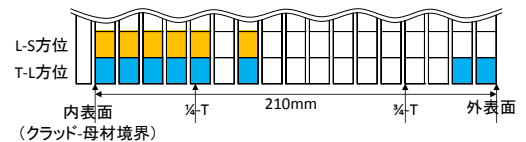


図 1 板厚方向の試験片採取位置

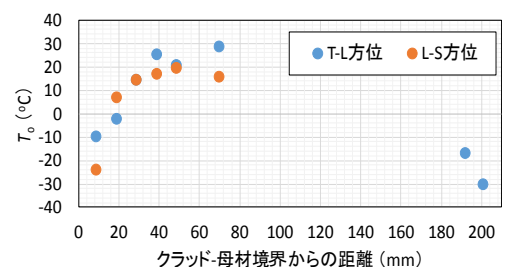


図 2 板厚方向の T_0 の分布

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)

*Masato Yamamoto¹ and Tomohiro Kobayashi¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

本成果は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 29 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。