

原子炉压力容器に対する確率論的破壊力学の適用性向上

(2) 原子炉压力容器に対する確率論的破壊力学の活用方策の検討

Practicality advancement of probabilistic fracture mechanics for reactor pressure vessels

(2) Discussion on application of PFM into failure evaluation of reactor pressure vessels

*勝山 仁哉¹, 眞崎 浩一¹, 李 銀生¹

¹原子力機構

国内における確率論的破壊力学の適用性向上を図ることを目的に、前報の原子炉压力容器の破損頻度評価のための標準的解析要領及び国内モデルデータを踏まえ、非破壊検査や安全性向上に係る取組みの影響について破損頻度を数値指標として定量的に評価できることを示した。

キーワード：確率論的破壊力学，原子炉压力容器，破損頻度，非破壊検査，安全性向上

1. 緒言 国内の原子炉压力容器 (RPV) に対する確率論的破壊力学 (PFM) の適用性向上を図るため、前報で述べた、中性子照射脆化及び加圧熱衝撃事象を考慮した RPV の確率論的健全性評価を実施するための標準的解析要領及び国内モデルデータに基づき、PFM 解析を実施し、破損頻度を評価した。また、非破壊検査や中性子束低減等が貫通頻度に及ぼす影響の評価を通じて、PFM の活用方策について検討した。

2. 解析条件 前報の国内モデルデータを基本ケースとし、原子力機構が整備を進めている PASCAL3 を用いて、破損頻度を求めた。その際、認識論的不確実さと偶然的な不確実さを有する因子に分類し、それらを考慮することにより、破損頻度の信頼度の評価も行った。また、非破壊検査の影響について、RPV に対する非破壊検査で欠陥指示がない場合を想定し、ベイズ更新により亀裂分布モデルを更新することで、検査が破損頻度に与える影響を評価した。さらに、中性子束低減の影響について、運転期間中に中性子束低減措置を施すことを想定し、中性子束低減効果を考慮して関連温度のシフト量を算出する機能を PASCAL3 に導入し、破損頻度に与える影響を評価した。

3. 解析結果 表 1 に示す基本ケースの破損頻度 (FCI; 亀裂進展頻度、TWCF; 亀裂貫通頻度) の結果から、PASCAL3 は破損頻度の信頼度 (パーセンタイル値) 評価に有用であることが分かる。これに対し、非破壊検査を考慮すると、図 1 に示すとおり、精度の高い検査ほど TWCF が低いことが分かった。また、中性子束低減措置の効果を定量的に示すなど、PFM は安全性向上に係る取組みの評価に活用できることを示した。

3. 結論 PASCAL3 が破損頻度の定量評価に有用であることを明確にするとともに、検査や安全性向上に係る取組みの効果について破損頻度を数値指標として定量的に評価できることを示した。

謝辞 本報告は、原子力規制庁からの受託事業「平成 28 年度高経年化技術評価高度化事業 (原子炉一次系機器の健全性評価手法の高度化)」で得られた成果である。関係各位に謝意を表す。

*Jinya Katsuyama¹, Koichi Masaki¹ and Yinsheng Li¹

¹ Japan Atomic Energy agency

表 1 基本ケースにおける破損頻度

	平均	50%tile	95%tile
FCI [炉年]	2.9×10^{-7}	6.1×10^{-14}	7.9×10^{-7}
TWCF [炉年]	5.9×10^{-9}	5.9×10^{-17}	4.6×10^{-10}

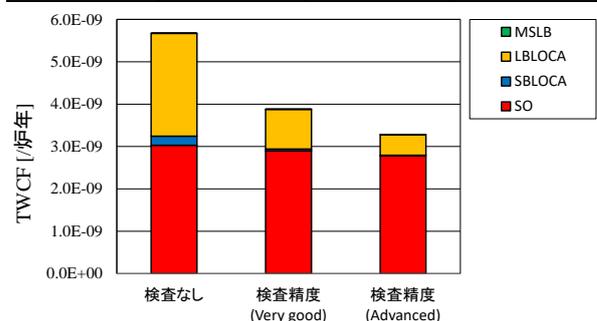


図 1 TWCF に及ぼす検査の影響