

レベル 1 PRA における部分破断を考慮した配管毎 LOCA の評価

Assessment of LOCA Considering the Partial Fracture of Pipes on Level 1 PRA

*吉田 昂平¹, 塩田 大地¹, 石渡 祐樹¹, 越善 匡平²

¹日立 GE ニュークリア・エナジー (株), ² (株) 日立産業制御ソリューションズ

ABWR を対象とし、格納容器内外 LOCA の部分破断を考慮したレベル 1 PRA を実施した。本稿では、部分破断考慮の有無による炉心損傷頻度やリスク特性への影響を報告する。

キーワード：ABWR, PCV 内 LOCA, PCV 外 LOCA, 内的事象レベル 1 PRA, 内部溢水 PRA

1. 緒言

PRA において LOCA を起因事象として扱う際、圧力容器に接続する格納容器 (PCV) 内外の配管を特定し、注水系への影響や成功基準の類似性からグループ化する。配管の完全破断 (ギロチン破断) のみを考慮する従来の簡易手法に対して、配管に亀裂が入るなどの部分破断も考慮する詳細手法がある。UK ABWR 標準設計 PRA[1]を例に、PCV 内外 LOCA の部分破断考慮による炉心損傷頻度 (CDF) への影響を調べた。

2. 評価手法

完全破断のみ考慮した従来の LOCA グループ[1]に加え、部分破断を想定した中・小 LOCA を新たに定義した。PCV 内 LOCA では、大中小 LOCA 一般頻度[2]を配管長さで重みづけるため、簡易/詳細手法間で LOCA 頻度の総和は保存される。PCV 外 LOCA では、部分破断も含んだ破断頻度[3]を完全破断の頻度として従来から用いていたため、LOCA 頻度の総和は保存される。本評価において、部分破断グループの中で、従来は大 LOCA のみを考慮していた配管の中 LOCA 相当部分破断では、当該配管を用いる注水系の機能喪失を仮定した。PCV 内 LOCA は内的事象 PRA モデルを、PCV 外 LOCA は内部溢水 PRA モデルをそれぞれ用いて評価した。

3. 評価結果

表 1 CDF(/年)の評価結果

CDF の評価結果を表 1 に示す。PCV 内 LOCA は約 50%、PCV 外 LOCA は約 20%、それぞれ CDF が増加した。PCV 内 LOCA では、従来は大 LOCA のみを考慮していた配管

	部分破断考慮	部分破断未考慮
PCV 内 LOCA	3.4E-09	2.3E-09
PCV 外 LOCA	2.7E-08	2.2E-08

の中 LOCA 相当部分破断の寄与が大きい。注水系に影響する中 LOCA (比較的高い条件付き炉心損傷確率) の頻度が LOCA 頻度の総和に占める割合が増加したことによる。PCV 外 LOCA では、従来は大または中 LOCA のみを考慮していた配管の小 LOCA 相当部分破断が CDF 増加に寄与した。大・中 LOCA 時に期待できる PCV 隔離弁閉信号の一部が全ての小 LOCA 範囲で期待できないと保守的に仮定したこと、及び溢水や蒸気による影響範囲が大中小 LOCA で等しいと保守的に仮定したことに留意が必要である。なお、全 CDF に対する寄与は PCV 内外 LOCA いずれも 2%程度であり、本評価による全 CDF の変化は 1%程度である。

4. 結論

PCV 内外 LOCA の部分破断を考慮したレベル 1 PRA を実施した。部分破断の考慮で CDF は増加するが、全 CDF に対する影響は十分小さい。しかし、さらにモデルの保守性を排除した上で部分破断を考慮することは、配管ごとのリスク重要度を比較するなどの特別な目的 (リスク情報活用等) には有益である。

参考文献

- [1] Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., Generic PCSR Chapter 25: Probabilistic Safety Assessment, Rev.C, 2017.
- [2] U.S.NRC, Industry-Average Performance for Components and Initiating Events at U.S. Commercial Nuclear Power Plants, NUREG/CR-6928, February 2007.
- [3] EPRI, Pipe Rupture Frequencies for Internal Flooding Probabilistic Risk Assessments, Rev.3, 3002000079, 2013.

*Kohei Yoshida¹, Daichi Shiota¹, Yuki Ishiwatari¹, Kyohei Echizen²

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ²Hitachi Industry & Control Solutions, Ltd.