

統計的安全評価手法における核計算コードに起因する不確かさ伝播に関する検討

(5) プラントデータ不確かさの静特性解析への影響

Study on uncertainty propagation due to nuclear analysis codes on statistical safety evaluation method

(5) Influence of plant data uncertainty to static analysis

*山名 哲平¹, 金子 浩久¹, 本間 雄滋¹, 原田 健一², 望月 康平³, 鍵山 留衣³, 山田 雄士³

¹GNF-J, ²中部電力, ³日立 GE

BWR 電力共同研究として、統計的安全評価手法における核計算コードに起因する不確かさ伝播に関する検討を実施している。2017 春の年会で、(1)全体計画、(2)共分散核データの静特性解析への影響、(3)共分散核データの過渡解析への影響、(4)製造公差の静特性解析及び過渡解析への影響について報告した。今回はプラントデータ不確かさの影響について報告する。

キーワード: BWR, 統計的安全評価, 不確かさ, プラントデータ, ランダムサンプリング法, AETNA

1. 緒言 プラントの測定データの不確かさ(以降、プラントデータ不確かさと呼ぶ)によって、出力分布や反応度特性が変わり過渡解析結果が影響を受ける。その影響量を、炉心計算コード AETNA¹⁾と動特性解析コード TRACG を一貫して実行するランダムサンプリング評価によって定量化した。本報では、AETNA による静特性解析について報告する。

2. プラントデータ不確かさの定量化 摂動パラメータには、SLMCPR 評価を参考にして原子炉出力・原子炉圧力・全炉心流量の3つを選定した(表1)。評価対象の炉心データは、9×9(A型)燃料が装荷された13ヶ月運転、ABWR 平衡炉心を基点として、プラントデータ不確かさを考慮して10 サイクル燃焼させることで作成した。定期検査ごとに測定系の校正を行うと仮定して、測定データの誤差設定はサイクル毎に独立とした。

原子炉出力・原子炉圧力・全炉心流量の摂動によって、ボイド率分布が軸方向に傾向をもって影響を受けることから(図1)、軸方向出力分布に影響が見られた(図2)。最も影響が大きいのは軸方向高さ3/24で、相対標準偏差5%であった。反応度特性については、ボイド率分布や出力分布が影響を受けることの2次的な効果として、ボイド係数について相対標準偏差1.4%の影響であった。また、熱的制限値のMCPRについては標準偏差0.05の影響が見られたが、この影響はSLMCPR評価にプラントデータ不確かさが含まれていることから、現行のMCPR運転制限値に考慮されている。

静特性の評価結果と、別途求めたTRACGのパラメータ感度から、TRACG過渡解析(負荷遮断、タービンバイパス弁不作動事象)の“ Δ MCPR/初期MCPR”への影響は、標準偏差0.005と見積もられた。プラントデータ不確かさによる過渡解析への影響は、現行のMCPR運転制限値に考慮されている影響量よりも小さいと見積もられた。

3. 不確かさ要因を同時に考慮した場合の影響 不確かさ要因を同時に摂動させる場合と、個々に摂動させる場合とで、得られる不確かさ量に違いが生じることが考えられる。原子炉出力、原子炉圧力、全炉心流量、及び、前報²⁾で評価した共分散核データの計4つの不確かさ要因を用いて、その影響を確認した。同時に摂動した不確かさと、個々に摂動した不確かさの足し合わせ結果がよく一致したことから、4つの不確かさ要因の重畳効果が想定通り小さいことを確認した(表2)。

表1. 摂動パラメータ設定

パラメータ	相対標準偏差
原子炉出力	2%
原子炉圧力	0.5%
全炉心流量	6.0%

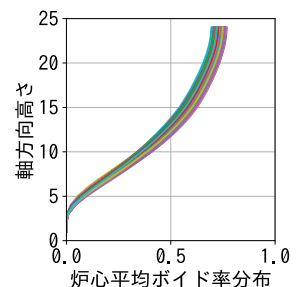


図1. 標本毎のボイド率分布

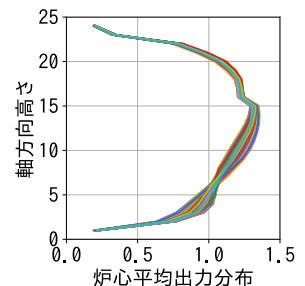


図2. 標本毎の出力分布

表2. ボイド係数への影響

不確かさ要因	相対標準偏差
原子炉出力	0.6%
原子炉圧力	0.1%
全炉心流量	1.3%
核データ	2.4%
同時摂動	2.7%
足し合わせ(*)	2.8%

(*)相対標準偏差の2乗和平方根

参考文献

[1] GNF-J 炉心核熱水力特性解析システム GLR-005, [2] 山名, 他, 日本原子力学会春の年会, 3M08(2017)

*Teppey Yamana¹, Hirohisa Kaneko¹, Yuji Honma¹, Kenichi Harada², Kohei Mochizuki³, Rui Kagiya³, Takeshi Yamada³

¹GNF-J, ²Chubu Electric Power Co., Inc, ³HGNE