

高速炉用詳細炉心湾曲解析コードの高度化

(1) IAEA ベンチマーク解析による計算モデルの検証

Advancement of detailed core bowing analysis code for fast reactor

(1) Validity of calculation model by IAEA benchmark analysis

*太田宏一¹, 大釜和也², 山野秀将²

¹電中研, ²JAEA

六角形状の集合体ダクトを多数のシェル要素でモデル化することによって、集合体間の接触形態や断面形状の変化を考慮できる詳細炉心湾曲解析コードの適用範囲を拡大し、高度化を図った。本コードによって、127体の集合体群からなる IAEA ベンチマーク問題を解析し、モデルの検証を行った。

キーワード：高速炉, 集合体変形, 炉心湾曲反応度, 受動的安全性, 詳細シェルモデル

1. 緒言

高速炉では炉心損傷防止策の一つとして、過渡時に炉心形状が変化することによる負のフィードバック反応度 (=炉心湾曲反応度) の投入が期待されている。しかしながら、炉心湾曲反応度には通常運転時の集合体湾曲形状や集合体間の残留ギャップ幅などによる、大きな不確かさが存在することが知られており、精度の高い手法によって炉心湾曲挙動を詳細に解析する必要がある。そこで、実規模の炉心変形解析の高度化を目指し、ARKAS_cellule コードの適用範囲を拡大する。また 127 体の集合体群からなる IAEA ベンチマーク問題を解析し、計算モデルを検証する。

2. 詳細炉心湾曲解析コードの高度化

炉心湾曲挙動を詳細に解析する手法として、ARKAS_cellule コードが開発されている^[1]。本コードによれば、図 1 に示すように集合体の六角形状ダクトの各面および荷重パッド部を多数の要素に分割することによって、集合体間の様々な接触形態や接触断面の形状変化が考慮できる。一方で、適用可能な集合体数や軸方向分割数に制限があり、数百体の実規模集合体群による炉心変形挙動は解析できないという課題があった。そのため、ARKAS_cellule コードを調整し、300 体以上の実規模集合体群を解析できるように適用範囲を拡大した。

3. IAEA ベンチマーク解析によるモデルの検証

図 2 のような 127 体の集合体群の中心集合体に温度勾配 (図 3) を与え、その熱湾曲による炉心変形挙動を取り扱った IAEA ベンチマーク問題^[2]を解析した。ARKAS_cellule による下部パッド (LRP) 位置および上部パッド (URP) 位置における集合体変位の解析結果を IAEA ベンチマーク報告値と比較して表 1 に示す。中心集合体の Y 方向の熱湾曲によって、Y 軸対称に集合体 1, 3, 10 および集合体 1, 4, 12 の間で接触が生じることが ARKAS_cellule で再現された。また、これらの接触による各集合体の変位も IAEA の報告値と概ね一致し、ARKAS_cellule の解析モデルの妥当性が確認できた。

4. 結論

詳細炉心湾曲解析コード ARKAS_cellule を調整し、300 体以上の実規模集合体群を取り扱えるように適用範囲の拡大を図った。また、127 体の集合体群からなる IAEA ベンチマーク問題を解析し、計算モデルの妥当性を確認した。

参考文献 [1] H. Ohta, et al., Nucl. Technol., 146 May 2004, [2] IAEA, IWGFR/75 (1990).

本成果は、経済産業省資源エネルギー庁の委託事業「平成 29 年度高速炉の国際協力等に関する技術開発」によって得られたものである。

*Hirokazu Ohta¹, Kazuya Ohgama² and Hidemasa Yamano²

¹CRIEPI, ²JAEA

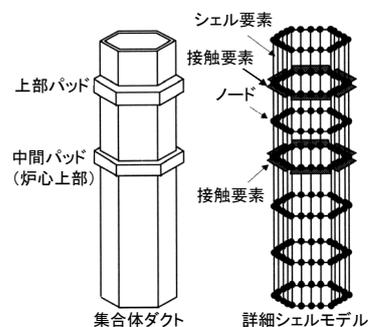


図 1 ARKAS_cellule の集合体モデル

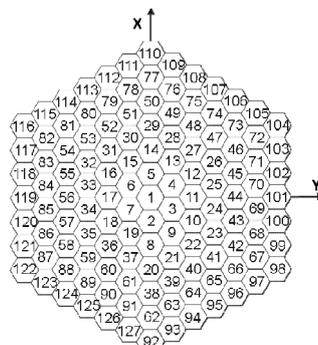


図 2. IAEA ベンチマーク炉心の集合体配置

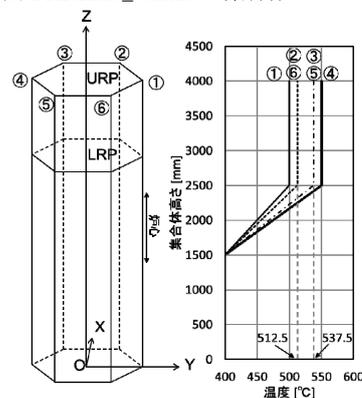


図 3. 集合体温度条件

表 1 集合体変位の解析結果

接触位置 集合体番号	LRP			URP		
	1	3	10	1	3	10
ARKAS_cellule	0.00	0.46	0.21	0.00	0.74	0.31
IAEA報告値	0.93	0.79	0.36	8.51	1.27	0.53
	0.00	0.47	0.22	0.00	0.75	0.32
	0.88	0.81	0.37	8.54	1.31	0.56