

炉心崩壊事故時に再臨界を生じないナトリウム冷却高速炉心形状に関する研究

Study on core shape of sodium cooled fast reactor for avoiding recriticality

in case of core disruptive accident

*仲野 智¹, 末富 英一¹, 高木 直行¹, 竹澤 宏樹¹

¹東京都市大学

高速炉の炉心形状を従来の円筒型から中性子漏洩の少ない炉心形状に変更することにより、炉心崩壊事故時に再臨界防止が可能な高速炉炉心の実現可能性について検討を行った。

キーワード: ナトリウム冷却高速炉, 炉心崩壊事故, 再臨界

1. 目的

高速炉における炉心崩壊事故(CDA)では、溶融燃料プールの形成時に再臨界を引き起こす可能性がある。将来、高速炉の商用化にあたり更なる安全性の強化が必要である。本研究の目的は、高速炉における CDA 時に、再臨界を回避可能な炉心形状とその燃料仕様を明らかにすることである。

2. 方法

計算対象とする原子炉は熱出力 3570MW の Na 冷却酸化燃料高速炉である。炉心コンパクション時、炉心表面からの中性子漏洩を増加させるため、図 1 に示すように内側炉心が外側炉心よりも高くなる形状(凸型および、十字型)を提案した。炉心仕様最適化のため、H/D(内側炉心高さと炉心直径の比)、Pu 富化度についてパラメーターサーベイを実施した。

断面積ライブラリは JFS-3.0(JENDL-3.3)、実効断面積作成には SLAROM を使い、中性子拡散コード CITATION を使用しエネルギー 70 群、2次元円筒体系で計算を行った。

3. 計算結果

H/D をパラメータとし、炉心の Pu 富化度を一定とする条件でコンパクション反応度を計算すると、凸型、十字型いずれの形状においても H/D=0.7 において最も大きな負の反応度が印加された。さらに、凸型炉心よりも十字型炉心の方が臨界性に優れ、なおかつ大きな負の反応度が印加された。一方、それぞれの炉心とも線出力密度条件を満たさないことが判明した。そこで、十字型炉心を内側と外側それぞれ 2 領域に分割し富化度を調整することで出力平坦化を行った結果を図 2 に示す。各領域での平均線出力が平坦になるようにした場合、炉心健全時に臨界に達しにくくなることが確認された。今後、燃料インベントリ、Pu 平均富化度の増加等といった改善策を施すことでコンパクション反応度と健全炉心の臨界性両立を図る。

図 1 に示すように内側炉心が外側炉心よりも高くなる形状(凸型および、十字型)を提案した。炉心仕様最適化のため、H/D(内側炉心高さと炉心直径の比)、Pu 富化度についてパラメーターサーベイを実施した。

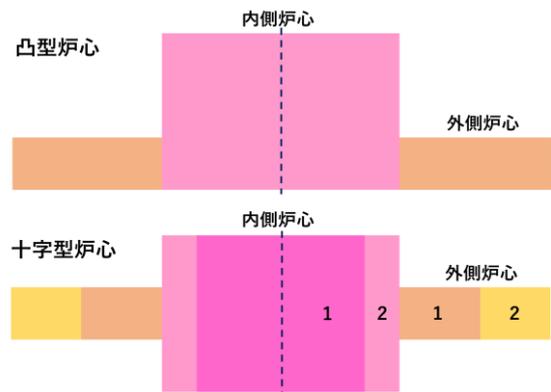


図 1 炉心断面図

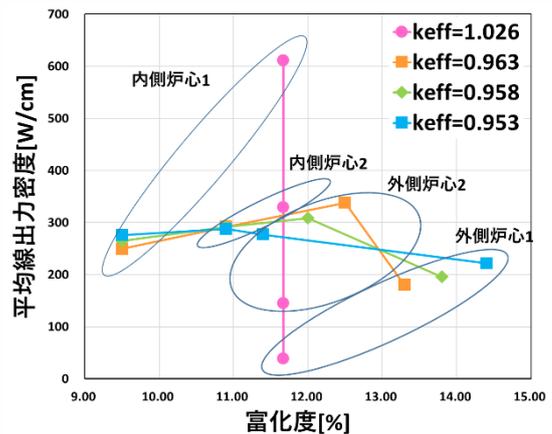


図 2 十字型炉心富化度調整による線出力密度

参考文献

- [1] 高下浩文, 樋口真史, 富樫信仁, 林達也 核設計手法報告書 核燃料サイクル開発機構(2000)
- [2] E.Suetomi, S.Nakano, H.Takezawa, N.Takaki “Core geometry for recriticality prevention against CDA in sodium-cooled fast reactor” Proc. INES-5 2016
- [3] K.Chitose, H.Mochizuki, N.Takaki “Thermal-hydraulic Feasibility Study of a Convex Shaped Fast Reactor Core” Proc. INES-5 2016

*Satoshi Nakano¹, Eiichi Suetomi¹, Naoyuki Takaki¹, Hiroki Takezawa¹
Tokyo City University¹