希薄プルトニウム溶液の反応度温度係数及びボイド係数の温度依存性

Temperature dependence of temperature coefficient and void coefficient of reactivity for dilute plutonium solutions

*渡邉 友章，鹿島 陽夫，山根 祐一
日本原子力研究開発機構　安全研究センター

溶液燃料の沸騰を伴う臨界事故時の核分裂数評価手法の整備のため、希薄プルトニウム溶液体系の反応度温度係数・反応度ボイド係数の温度依存性を解析により調査した。その結果、沸騰時出力の評価精度について、温度依存性の考慮により 10%程度の向上が期待できることが分かった。

キーワード： 希薄プルトニウム溶液，反応度温度係数，反応度ボイド係数，臨界事故，沸騰

1. 緒言

溶液燃料は一般的に負の反応度温度係数を持つが、希薄なプルトニウム溶液の反応度温度係数は正もしくは負でも絶対値が小さくなり得ることが指摘されている。こうした体系の臨界事故では、温度上昇によるフィードバック反応度で事故が収束せず、溶液が容易に沸騰に達するため、核分裂数が大きくなる可能性がある。再処理施設の重大事故の一つとして、臨界事故評価では正確な核分裂数・出力の解析が必要なため、溶液が常温から沸点まで変化する際の、フィードバック反応度の温度依存性の考慮が重要となる。本研究では、希薄プルトニウム溶液の反応度温度係数及びボイド係数の温度依存性を調査した。

2. 計算条件

体系はプルトニウム同位体比 ^{239}Pu:^{240}Pu:^{241}Pu=71:17:12 の希薄プルトニウム溶液の円柱体系とし、臨界計算には SRAC/TWODANT コード、断面積ライブラリには JENDL-4.0 を用いた。温度 25℃、ボイド率 0%を基準条件とし、いくつかのプルトニウム濃度、円柱半径に対してまず臨界となる液位(高さ)を求め、そこから温度及びボイド率を変化させて臨界計算を行った。なお、温度変化においては、中性子断面積の変化、体積の変化(高さ方向への膨張)、溶液密度の変化を考慮した。溶液密度は SST 式[1](適用範囲 20℃~60℃)で与え、60℃以上においては外挿により推定した値を用いた。

3. 結果

ボイド係数の温度依存性の一例として、円柱半径 50cm、プルトニウム濃度 13g/L の体系で、温度が 25℃と 100℃の条件でボイド率を上昇させたときのボイド率 0%からの反応度差と両者の相対差異(100℃-25℃)を図 1 に示す。100℃のボイド反応度は 25℃の値よりも 10~15%負に大きい。仮に 100℃の値を事故解析に用いると、沸騰時出力は初期温度の値を用いる従来の方法よりも 10~15%低い値となる。このことから、適正な温度での反応度係数を用いることで、核分裂数等の評価精度の向上が期待できる。今後、実際に臨界事故解析手法を用いて、本検討で得られた温度係数・ボイド係数の温度依存性の核分裂数・出力への影響を評価する予定である。

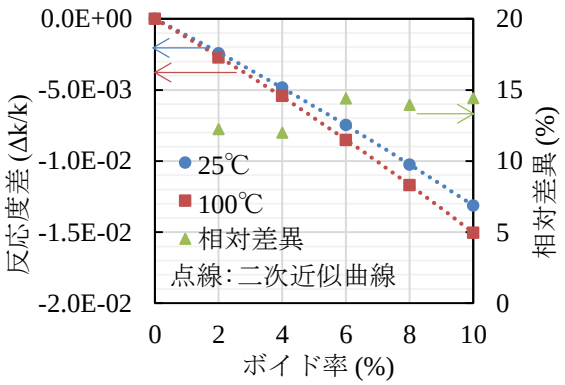

図 1　25℃と 100℃におけるボイド反応度とその相対差異(100℃-25℃)

参考文献

[1] S. Sakurai and S. Tachimori, *J. Nucl. Sci. Technol.*, 33, p.187 (1996).

*Tomoaki Watanabe, Takao Kashima and Yuichi Yamane
Japan Atomic Energy Agency