

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	複数の燃料溶液体系での臨界事故における積分出力上昇効果に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	菊池 遼
Author(English)	Haruka Kikuchi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9796号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小原 徹,井頭 政之,千葉 敏,赤塚 洋,筒井 広明
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9796号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

本論文は全 7 章から構成される。第 1 章「序論」では、研究背景や目的及び位置付けについて述べると共に、本研究の意義について示している。これまでの臨界事故を模擬した実験及び解析に関しては、単一燃料体系に対する知見の蓄積に主眼が置かれている。複数燃料体系に関しても知見が得られているが、それらは燃料間の間隔を変化させた場合や、遮へい体影響を考慮した臨界量評価、実効増倍率評価などの静的な知見のみに限られており、中性子相互作用を考慮した過渡変化を行なうには未だ至っていない。核物質取扱施設においては、複数の燃料を同一体系内にて取り扱うことが想定されるが、それら施設に対し単一燃料体系にて得られた知見のみを用いて安全評価を行なっている場合、燃料間に生じる中性子相互作用を考慮していないことを理由として臨界事故時の積分出力を過小評価している可能性が有る。そこで、本研究では複数の燃料が同一体系内に存在する複数燃料体系に対し超臨界過渡解析を行ない、中性子相互作用を考慮した過渡解析を行なうことを研究目的とした。

第 2 章「積分型動特性モデルに基づく空間依存動特性解析手法」では、本研究で用いた解析手法について述べている。本研究では、積分型中性子輸送方程式に基づく動特性解析手法を用いており、解析に必要な C_{ij} 関数はモンテカルロ法により得ている。以後の章でも述べているが、それら C_{ij} 関数作成時のフィッティングにおいて誤差が生じることが確認されているため、それら誤差を抑える対応策について示している。なお、上記手法は低出力定常状態の体系に対し反応度をステップ状に投入することを想定しており、それら解析条件についても示している。

第 3 章「燃料溶液体系における反応度フィードバック」では、解析に用いた反応度フィードバックモデルについて述べると共に、それらモデルが手法に適切に組み込まれているか確認を行なった。本研究では放射線分解ガスボイド効果の取り扱い有無により 2 種の反応度フィードバックモデル（温度上昇による密度低下を考慮したモデル A 及びそれに加えて放射線分解ガスボイドを考慮したモデル B）を用いている。本章では、燃料溶液が体系内に 1 つある単一体系及びそれを解析上領域分けした分割燃料体系に対し超臨界過渡解析を行ない両者の解析結果の比較を行なうと共に、日本原子力研究開発機構の過渡臨界実験装置（TRACY）装置より得られた実験値と、TRACY 模擬炉心体系に対し同様の反応度投入を行なった超臨界過渡解析結果の比較を行ない、フィードバックモデルが手法に適切に組み込まれている確認を行なった。単一体系及び分割体系での解析により、約 6% の差異で両者の結果が一致していることが確認された。この差異要因としては、モンテカルロ法から得られた離散的値から C_{ij} 関数式を用いてフィッティングを行なう際に生じることが考えられる。上記解析結果より本研究では目標精度として 1 桁ないし 2 桁と設定している。TRACY 実験値との比較においては、放射線分解ガスボイド効果の簡易的な取り扱いのため、モデルにより中性子の漏れを過小評価または過大評価し実験値を正確に再現することは困難であるが、解析結果の範囲内に実験値が収まっていることを確認した。

第 4 章「2 溶液体系における積分出力の上昇効果」では、前章において検証を行なった解

析手法を用いて、単一体系と 2 つの燃料が同一体系内に存在する複数体系に対し超臨界過渡解析を行ない、複数体系からの積分出力と単一体系からの積分出力の比である積分出力相対値を基に解析結果の比較を行なった。また、今日まで多くの知見がある単一体系の積分出力と、本研究にて得られる積分出力相対値を用いれば相対的に臨界事故時の積分出力を見積もることが可能であることを示した。

第 5 章「2 溶液体系での積分出力への溶液組成及び幾何形状の効果」では、積分出力相対値を基に、異なる燃料溶液組成及び燃料容器形状を変化させた場合どのような影響が生じるか評価を行なった。解析の結果、積分出力相対値に対して燃料溶液組成は影響が小さい一方、燃料容器形状は強い影響があった。このことから、積分出力相対値を基に安全評価を行なう場合、容器形状に対し特に考慮する必要があることを明らかになった。

第 6 章「3 溶液体系における積分出力への容器配置の効果」では単一体系及び 2 種の 3 燃料体系に対して超臨界過渡解析を行ない、燃料容器の配置が解析結果にどのような影響を与えるか評価を行なった。解析の結果、燃料容器の配置位置により中性子相互作用が変化し、過渡変化に大きく影響するため、燃料容器の配置位置により体系全体からの総積分出力が変化することを明らかにした。

第 7 章「結論」では、各章での結果を踏まえ、本解析手法が中性子相互作用を考慮した複数体系に対する解析に適用可能であることを示すと共に、今日までに得られている単一体系の積分出力と本研究で得られる積分出力相対値を掛け合わせることで、臨界事故時の積分出力を相対的に見積もることが可能であるとの結論を得た。