

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)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	菊池 遼	
		氏名	職名	氏名	職名
論文審査 審査員	主査	小原 徹	教授	筒井広明	准教授
	審査員	井頭政之	教授		
		千葉 敏	教授		
		赤塚 洋	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「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」と題し、7章より構成されている。第1章「序論」では、これまで発生した臨界事故について概観し臨界事故の多くが燃料溶液の取扱時に発生していることを指摘したうえで、燃料溶液体系が超臨界状態になった場合の過渡変化の解析の重要性を述べている。さらに燃料溶液の入った複数のタンクがある場合はタンク間の中性子相互作用を考慮する必要があるが、このような効果を取り入れた超臨界の実験は行われておらずまた解析コードも開発されていないことを指摘し、このような解析を行うことが臨界事故が発生した場合の安全対策を検討するために重要であると述べている。これらを踏まえ、複数の燃料溶液からなる体系において中性子相互作用を考慮した解析を行い、過渡変化や積分出力などを評価し燃料溶液間の中性子相互作用がこれらの値にどのような影響を与えるのかを明らかにするという本研究の目的を述べている。

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、複数の燃料容器が存在する体系に対し超臨界過渡解析を行なうための解析手法及び解析に用いた動特性パラメータの定義について述べている。広く用いられている一点炉近似手法は本研究対象の体系の様に燃料間に距離があり核的に弱く結合されている体系では適用できないことを指摘し、本研究ではモンテカルロ法により領域間の時間依存の核分裂発生確率密度関数を求め、得られた関数により各領域の動特性解析を行うという手法について述べ、さらに解析での誤差と解析の目標精度についても述べている。

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、単一体系に対する解析と2種類の分割体系に対する解析を行ったところ、本研究の目標精度を満たす妥当な結果が得られたとともに、複数の燃料領域が存在する体系に対し本解析手法が適用可能であることを明らかにしている。また、2種類のフィードバックモデルを用いた解析を日本原子力研究開発機構の過渡臨界実験装置(TRACY)実験を模擬した体系に対して行い実験結果と比較したところ、TRACY 実験で得られたピーク出力及び積分出力を精度よく再現することは困難であるものの、TRACY 実験の結果が今回用いた2種のフィードバックモデルによる解析結果の範囲内に収まることを示し、これらのフィードバックモデルを用いた解析結果が実現現象での結果の上限と下限を与えることを明らかにしている。

第4章「2溶液体系における積分出力の上昇効果」では、単一燃料体系及び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複数燃料体系においては積分出力が単一体系と比較し大きくなることを明らかにし、近傍に他の燃料溶液がある場合、単一燃料溶液のみを想定して行って得られる積分出力は過小評価されることを明らかにしている。さらに、単一体系の積分出力に対する複数体系での積分出力の比は、フィードバックモデルによらずほぼ同じであることを明らかにしている。以上の解析により、既存の手法により単一体系での積分出力が分かっている場合、本手法を用いて複数体系での積分出力の増加割合を求めることにより、複数体系での積分出力を求めることができることを明らかにしている。

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、燃料溶液の組成及び燃料容器の形状を変化させた際、積分出力にどのような影響が生じるかについて検討を行なった結果について述べている。燃料組成を変化させたとしても単一体系での積分出力に対する2溶液体系の積分出力の増加割合が大きく変化することはない、この増加割合が燃料組成に大きく依存しないことを明らかにしている。さらに容器内径を変化させることで燃料容器形状を変化させた場合の効果について解析を行い、容器内径が大きくなるにつれて容器上部及び下部からの中性子の漏れが多くなり、結果として積分出力の増加割合が小さくなることを明らかにしている。これらの解析により、燃料容器形状が積分出力の増加割合にあたる効果について明らかにしている。

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、燃料溶液が体系内に3つ存在する場合の超臨界過渡解析を容器の配置を変えて行ない、燃料容器の配置が解析結果にどのような影響を及ぼすか解析を行った結果について述べている。3つの燃料容器を直線的に配置した体系及びL字状に配置した体系に対し解析を行なった結果、3溶液体系においては、容器配置の違いにより、出力の過渡変化の挙動及び積分出力の違いが出ることを明らかにしている。

第7章「結論」では、以上の各章で得られた成果を総括し、結論を述べている。

これを要するに、本論文は積分型動特性モデルに基づいた解析手法により、複数の燃料溶液からなる体系で臨界事故が発生した場合の積分出力を単一体系での臨界事故での積分出力から評価する方法を示した上で複数体系での積分出力の増加の効果の特性を明らかにしており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。