Osaka University Knowledge Archive

Title	Studies on Coupled Neutronic and Thermal-hydraulic Analysis of Boiling Water Nuclear Reactor Cores
Author(s)	阿萬, 剛史
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43494
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏　　名	阿　萬　剛　史（あ　ま　つよ　し）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17064　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科原子力工学専攻
学　位　論　文　名	Studies on Coupled Neutronic and Thermal-hydraulic Analysis of Boiling Water Nuclear Reactor Cores （沸騰水型原子炉炉心の核熱水力解析に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　竹田　敏一 （副査） 教　授　飯田　敏行　　教　授　堀池　寛　　教　授　西嶋　茂宏 教　授　山中　伸介

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、沸騰水型原子炉炉心の核熱水力解析の高度化に関する研究結果をまとめたものであり、6章より構成されている。

第1章では、本研究の背景、目的および意義について述べた。強い核熱結合を有する沸騰水型原子炉炉心においては、核熱水力解析の高度化は安全性、経済性の観点から重要である。核計算法と熱水力計算法をいかに組み合わせて高度化につなげるかがキーポイントとなる。

第2章では、燃料集合体計算の高度化として、燃料集合体計算コードとサブチャンネル解析コードを結合することにより、燃料集合体計算の高度化を図った。ボイド率の燃料集合体内径方向分布を考慮することで、今回検討したガドリニア燃料を含む燃料集合体の下部において、無限増倍率を0.26%Δk/k小さく評価し、無視できない効果があることがわかった。

第3章では、燃料集合体上部で発生する環状流のサブチャンネル内のミクロなボイド率分布を考慮した燃料集合体計算を行った。ガドリニア燃料を含む燃料集合体体系では、無限増倍率を最大0.28%Δk/k大きく評価し、またガドリニアの燃焼による減少速度を小さく評価することがわかった。この効果は無視できない。

第4章では、全炉心の核熱水力解析として、領域安定性の周波数領域解析を行った。同解析では、全炉心のボイド率分布の変動を計算する必要があり、核熱結合はボイド反応度係数を用いて考慮される。本研究では、モード反応度の定義式から領域安定性のためのボイド反応度係数評価式を導出した。さらに、この評価式を組み込んだ領域安定性周波数領域解析コードを開発し、Ringhals 1号機安定性試験ベンチマークに適用したところ、観測データと良好な一致を示した。さらに、開発した評価式と従来のボイド反応度評価法を比較したところ、後者はボイド反応度係数を約10%、領域安定性の減幅比を約0.05過小評価することがわかった。

第5章では、領域振動の時間領域解析を行った。領域振動時の中性子束の非線形挙動をモード動特性方程式を用いて解析的に検討したところ、同方程式中の非線形項に起因して、空間基本モードに領域振動の特性周波数の2倍、4倍の時間高調波が、空間一次モードには3倍の時間高調波が出現することがわかった。

第6章は結論であり、以上の研究で得られた結果をまとめ、本論文の総括とした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、沸騰水型原子炉炉心の核熱水力解析の高度化を図り、核熱水力解析の精度向上に資する知見を提供するものである。具体的には、燃料集合体計算への熱水力の導入、及び、全炉心の核熱水力解析として、領域安定性の周波数領域解析を行う。前者により、燃料集合体内の径方向ボイド率分布を考慮することが燃料集合体の無限増倍率等の核特性に無視できない影響を与えるという新たな知見が示される。後者では、領域安定性解析のためのボイド反応度係数の評価式を導出し、この評価式を用いることで、領域安定性の減幅比に影響を与えることが示される。さらに、領域安定性の時間領域解析においては、領域振動時には、モード動特性方程式の非線形効果により、中性子束モードに時間高調波が出現することを明らかにした。

以上のように、本論文は、核熱水力解析の高度化手法を提案し、解析の精度向上を目指した知見を提供することによって、より安全で経済的な原子炉の運転に資するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。