

Title	高出力運転時における液体金属冷却高速炉（常陽） 動特性の実験的研究
Author(s)	三田, 敏男
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37478
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・（本籍）	さん 三	だ 田	とし 敏	お 男
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 3 3 4	号	
学位授与の日付	平成 2 年 9 月 26 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当			
学位論文題目	高出力運転時における液体金属冷却高速炉（常陽）動特性の 実験的研究			
論文審査委員	(主査) 教授 住田 健二			
	教授 宮崎 慶次		教授 須田 信英	

論文内容の要旨

本研究は、高出力運転時における高速炉の動特性を実験的に把握するため、高速実験炉「常陽」を対象として各種の動特性試験を実施し、その成果の全貌をまとめると共に、高出力液体金属冷却高速炉の動特性ならびに、その実験的解明を論じたものである。

本論文は、以下の 6 章と付録から構成されている。

第 1 章は序論で各種原子炉動特性測定法の概要を述べ、かつ従来の高出力液体金属冷却高速炉動特性研究の問題点を明らかにしつつ、どのような手法が本研究の実験に適したものか、その選択過程を論じている。また本論文と付録の概要と構成もここに述べられている。

第 2 章では、本研究の対象である熱出力 75 MW t の高出力液体金属冷却高速炉（常陽）の概要をのべ、付属する計測制御系についても述べている。

第 3 章では、本研究における中心的な測定法に採用したパイルオシレータ試験をのべ、周期的に人工的外乱を与え、それへの炉の出力応答を観測するパイルオシレータ装置と測定系を述べた後、測定結果と検討結果を次のように述べている。

- (a) 零出力伝達関数、フィードバック伝達関数は、1 点炉近似、集中定数近似による簡単なモデルで近似できることを実証している。またフィードバック伝達関数は時定数 2～4 秒の 1 次遅れで近似でき、出口温度の伝達関数のそれとはほぼ一致している。解析により上記の両伝達関数とも燃料温度変化の寄与が支配的であるためほぼ同じ時定数を持つことが示されているので、反応度フィードバック伝達関数の機構が明らかにされている。
- (b) 高出力伝達関数の利得特性は平坦で顕著なピークもなく負のフィードバック効果が大きく働いており、

炉が安定であることが確かめられ、またナイキスト判定法からも炉が安定であると判断されている。

第4章では、炉に内在する固有のゆらぎ現象を利用する炉雑音試験について適用原理と測定系、および高出力時との比較のために実施した零出力における実験の結果を次のように述べている。

基本的な動特性パラメータの測定、及び未臨界度の測定が可能でありかつ、バンドパスフィルタ法と極性相関法から動特性パラメータを求める実験を行った結果、高速炉のように高周波特性の測定が要求される場合には、極性相関法が有効である。

第5章では、高出力炉雑音試験により、次のような知見がえられたことを報告している。

- (a) 中性子束のゆらぎを(i)2 Hz付近、(ii) $1.5 \times 10^{-2} \sim 6 \times 10^{-2}$ Hz、(iii) $1 \times 10^{-3} \sim 1.5 \times 10^{-2}$ Hzの周波数領域に分類して、それぞれの領域での雑音源が、(i)は制御棒振動、(ii)は燃料体の熱湾曲モード変化による炉心構成要素の振動、(iii)は炉心入口温度ゆらぎが主要因であると同定し得る。
- (b) 相対する炉外中性子検出器信号のコヒーレンス関数においては、 $1.5 \times 10^{-2} \sim 3.5 \times 10^{-2}$ Hzにおいて、逆位相にピークが観測された。この雑音源としては下部プレナムでの2ループのナトリウム混合の悪さのため炉心構成要素のラッパ管の熱湾曲モードが周期的に変化することが最も有力であることを解明している。この雑音源推定モデルを用いるとこのピーク周波数はパイルオシータ試験で得たフィードバック反応度の時定数を用いて定量的に説明できることも確かめられている。

第6章では、これまでの実験による観測結果と、それからえられた知見をまとめ、今後における高速炉の性能検査や異常予知への応用可能性を論じている。

なお、付録として、日本原子力研究所の高速臨界実験装置(FCA)で実施した反射体つき高速炉炉心におけるパルス中性子実験及び米国アルゴンヌ国立研究所における炉雑音解析法による炉心結合度評価についても述べている。

論文審査の結果の要旨

申請者は高出力運転時における高速炉の動特性を実験的に把握するため、高速実験炉「常陽」を対象として各種の動特性試験を実施した。その測定方法には、(1)周期的人工外乱を与えて炉の応答を観測するパイルオシレータ法と(2)原子炉に内存する固有のゆらぎ現象を利用し、それに対する応答を炉出力のゆらぎとして観測・処理する炉雑音解析法を選び、これらの実験から得られた結果によって、つぎの点を確証している。

- (1) パイルオシレータ試験により、反応度と中性子束間の伝達関数を求めており、これからフィードバック反応度が集中定数モデルで近似できること、及び、高出力における高速実験炉「常陽」の安定性を確認している。
- (2) 炉雑音試験により、動特性パラメータを測定し、中性子束や燃料出口温度相互間の伝達関数、コヒーレンス関数等を求めて、これより種々の周波数領域での雑音源の同定に成功している。
- (3) 「常陽」で発生した、50 MWtから75 MWt出力上昇実験中での再現性のない大きな反応度変化と、

これに伴う異常現象前後での50MWt時の出力係数の減少に対して、本実験では、異常現象の前後で明らかな炉雑音特性の変化の検出に成功し、炉雑音解析法が異常検出・監視のために有効な手法であることを示唆している。

以上のように本論文は、液体金属冷却高速増殖炉の設計及び運転管理における当面の主要課題に対してその検討方法を提示してその有用性を確かめると共に、具体的な成果をも示しており、原子力工学の発展に寄与すること大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。