

# 金属燃料炉心の炉心損傷時再臨界性評価

- 起因過程解析による大型炉心の評価 -

## 背景

高速炉の実用化を目指した研究<sup>(1)</sup>では、安全性に係る設計目標として、仮想的な炉心損傷事故（HCDA）への対応が挙げられている。具体的には、冷却材の沸騰や炉心燃料の溶融移動が生じる炉心損傷事故の初期段階（起因過程）で、過大なエネルギーが発生する即発臨界超過にいたらないこと、溶融分散した燃料が起因過程終息後に凝集して、過大なエネルギーが発生する再臨界状態を回避できることである。金属燃料炉心を将来の有望な実用化概念とするためには、この設計目標を満足することを解析的に評価することが必要とされている。当所では、この評価を行うために、金属燃料炉心を対象として、その物性や基礎実験を反映させた HCDA 起因過程解析コード CANIS を開発してきた<sup>(2)</sup>。

## 目的

CANIS コードを用いて、金属燃料炉心の起因過程を解析し、即発臨界超過、および、再臨界を回避できる可能性を評価する。

## 主な成果

- 150 万 kW 級の大型金属燃料炉心に対して、典型的な HCDA 起因事象である ULOF（炉心流量低下時スクラム失敗）事象（図 1）の解析を通して、即発臨界超過の可能性を評価した。冷却材ボイド反応度を通常設計範囲の上限を含む 12\$までをパラメータとして、CANIS コードで起因過程を解析した結果、燃料の分散による大きな負の反応度効果により、全てのケースで最大全反応度は 1\$を下回り、即発臨界超過が回避できることが分かった。（図 2）。
- 現在、大型炉で標準設計としている冷却材ボイド反応度 8\$の炉心では、全炉心のうち約 26%の集合体で燃料が破損し、全炉心の約 18%、破損集合体の約 70%の燃料インベントリが炉心外へ排出された（図 3）。健全な集合体が自然循環除熱で健全性が維持されている状態では、実効増倍係数は約 0.92 であり再臨界が回避できていることが分かった。
- 一方、事象推移とは無関係に全炉心の溶融を仮定し、全体が軸方向につぶれた（圧縮された）形状で臨界を回避するために必要な燃料排出量を評価する方法がある。連続モンテカルロ法中性子輸送計算コード MCNP を用いて本研究の炉心の評価した結果、再臨界を回避するためには全炉心インベントリの 40%前後が炉心外へ排出される必要のあることが分かった（図 4）。2.の解析で健全とされた集合体が、崩壊熱除去特性の変化で溶融した場合、再臨界を回避するためには既排出量の約 18%に加えて約 22%（健全集合体平均で約 30%）が排出目標量となる。

- (1) 国と電気事業が進める「FBR サイクル実用化戦略調査研究」。
- (2) 「金属燃料 FBR の炉心損傷解析コードの開発と冷却材ボイド反応度制限の評価」電力中央研究所研究報告：T01002 (2001)

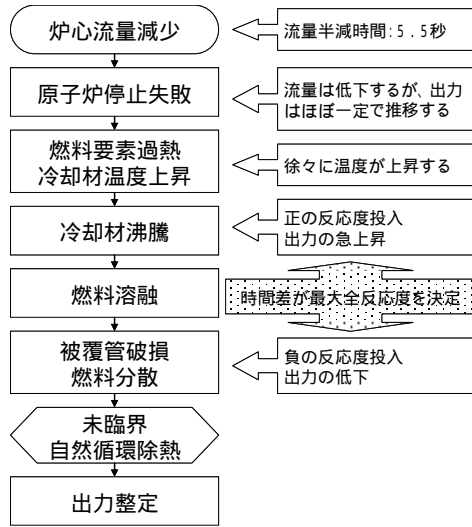


図1 ULOF 事象の推移

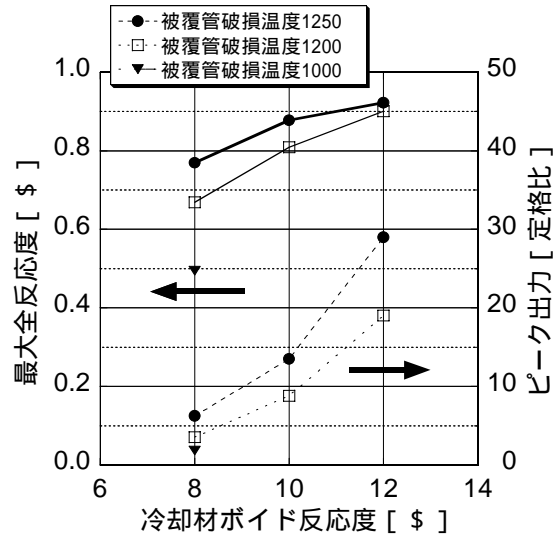


図2 起因過程解析結果のまとめ

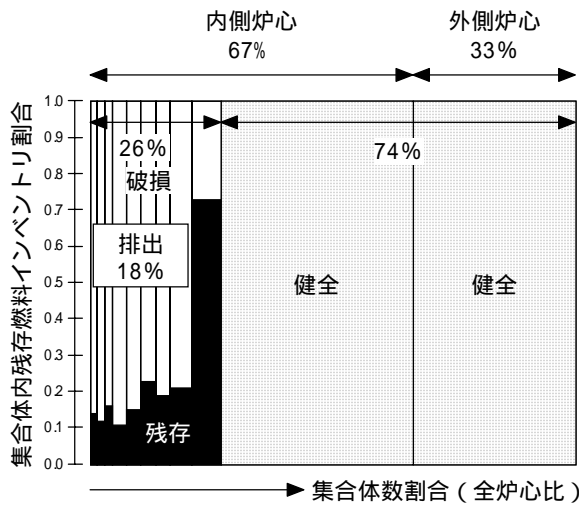


図3 起因過程後の残存燃料配置

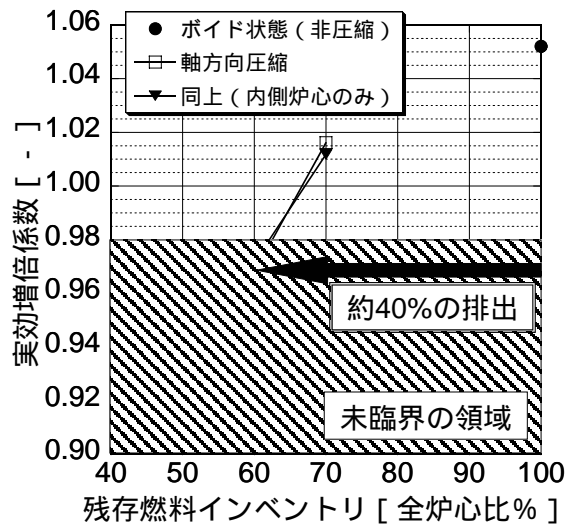


図4 残存インベントリと実効増倍係数の関係

研究報告 T03060	キーワード：高速炉、金属燃料、安全性、炉心損傷事故、再臨界
関連研究報告書	
担当者	植田 伸幸 ( 狛江研究所・原子力システム部 )
連絡先	(財)電力中央研究所 狛江研究所 事務部 研究管理担当 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : ko-rr-ml@criepi.denken.or.jp