

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	燃料デブリによる臨界事故時の影響評価に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	福田航大
Author(English)	Kodai Fukuda
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11996号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小原 徹,千葉 敏,赤塚 洋,相樂 洋,筒井 広明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11996号, Conferred date:2021/3/26, 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	福田航大	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	小原 徹	教授	筒井広明	准教授
	審査員	千葉 敏	教授		
		赤塚 洋	准教授		
相楽 洋		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「燃料デブリによる臨界事故時の影響評価に関する研究」と題し、6章より構成されている。

第1章「序論」では、福島第一原子力発電所の廃止措置における燃料デブリ取り出し時の安全確保の重要性を述べ、燃料デブリによる臨界事故のリスクを適切に評価するために万一事故が発生した場合の放出エネルギーや線量といった影響の評価をあらかじめ精度よく行うことが重要であることを指摘している。さらに、燃料デブリによる臨界事故の影響評価の解析では燃料デブリ特有の効果を適切に取り入れる必要があることを指摘し、燃料デブリによる臨界事故時の影響評価を行う上で重要な因子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「燃料デブリによる即発超臨界事故時の線量評価」では、燃料デブリ特有の体系である気中-水中弱結合体系における臨界事故時の水位と線量の関係を明らかにするための解析を行った結果について述べている。燃料デブリの即発超臨界動特性解析に適した空間依存動特性解析コード **MIK** と放射線輸送計算コード **PHITS** を組み合わせ、粒子状の燃料デブリの一部または全てが水没する場合について解析を行った結果、燃料デブリが完全に水没している場合は反応度が大きくなり即発超臨界時の核分裂数も大きくなる一方で、空間線量は燃料デブリの一部が気中に露出している場合に大きくなることを明らかにし、燃料デブリ取り出し時に燃料デブリが水中に落下する事故が発生した場合、水位が高い状態であれば臨界事故が起きる可能性や臨界事故時の総核分裂数は大きくなるものの直接線量による線量は水による遮へい効果のため小さくなることを明らかにしている。

第3章「燃料デブリを対象とした即発超臨界過渡解析における反応度フィードバック効果の影響」では、燃料デブリによる臨界事故時の影響評価において放射線分解ガスの生成および燃料デブリ周囲の水の沸騰による反応度フィードバック効果が放出エネルギーに与える影響を解析により明らかにしている。空間依存動特性解析コード **MIK** 及び **CFD** 計算ツールボックス **OpenFOAM** のソルバーを用いた解析の結果、反応度フィードバック効果は多くの場合ドップラー反応度が支配的であり放射線分解ガスの生成及び水の沸騰によるフィードバック効果は無視することができるが、燃料デブリ粒子半径が **0.1 cm** よりも小さい場合には水の沸騰による反応度フィードバック効果の寄与が大きくなるためこの効果を解析に取り入れる必要があることを明らかにしている。

第4章「遅発中性子寄与を含まない解析手法によるランプ状反応度臨界時の即発超臨界解析」では、**MIK** コード等の遅発中性子の効果を含まない動特性解析コードを用いてランプ状反応度印加時の動特性解析を行うことの可能性について検討を行っている。一点炉動特性解析モデルを用いた解析の結果、印加反応度が大きくかつ反応度印加率が小さい場合は遅発中性子が解析結果に大きな影響を与えるため遅発中性子の効果を含まない動特性解析手法をランプ状の反応度印加による即発超臨界過渡解析に適用することができないことを明らかにする一方、それ以外の条件下では、遅発中性子の効果を含まない動特性解析手法でもランプ状の反応度印加による即発超臨界過渡解析が可能であることを明らかにしている。

第5章「落下燃料デブリを対象とした即発超臨界過渡解析への中性子世代時間の変化の影響」では、燃料デブリ水中落下時の中性子世代時間の変化が即発超臨界動特性解析に与える影響について検討を行っている。**MVP** コードによる臨界性と中性子世代時間の変化を一点炉動特性モデルに取り入れた解析を行った結果、濃縮度が低くかつ反応度が小さい場合に中性子世代時間の時間変化が放出エネルギー評価結果に大きな影響を与えることを明らかにし、中性子世代時間の時間変化を考慮すべき条件下であるにもかかわらず中性子世代時間に一定値を使用した場合は極端に大きな放出エネルギー評価となる可能性があることを明らかにしている。

第6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、本論文は福島第一原子力発電所の廃止措置において重要な燃料デブリ取り出し作業時に臨界事故が発生した場合の影響評価を行う上で結果に重要な影響を与える因子を明らかにし適切な解析方法についての知見を得ており、これは福島第一原子力発電所の廃止措置の安全確保に重要な役割を果たすものであり、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。