

氏 名 江間 晃

授与した学位 博士

専攻分野の名称 工学

学位授与番号 博甲第4631号

学位授与の日付 平成24年 9月27日

学位授与の要件 自然科学研究科 産業創成工学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 遠心法濃縮プラントの廃止に向けた解体前除染技術の開発

論文審査委員 教授 鈴木 和彦 教授 五福 明夫 教授 柳瀬 眞一郎

学位論文内容の要旨

ウラン濃縮プラントの解体前除染技術は、アメリカ、イギリスで研究が進められてきたが、実用化にあたっては、「解体前除染設備の安全性」「解体前除染設備の設置費用」「二次廃棄物の発生量」に関する問題点が議論されてきた。

本件では、従前の技術の問題点を改善するため、ウラン濃縮プラントのうち、近年、世界の主流となっている遠心法濃縮プラントを対象とした、新しい解体前除染技術（以下、「七フッ化ヨウ素（ IF_7 ）処理技術」という。）に関する研究を行った。また、本技術を実用化するにあたって必要とされる関連技術として、「 IF_7 製造技術」「付着ウラン計測技術」「六フッ化ウラン（ UF_6 ）と五フッ化ヨウ素（ IF_5 ）混合物の分離技術」についても研究を行った。

本論文は、各研究成果をまとめたものであり、全6章から成る。その構成と各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、緒論として、本研究の目的と従前の研究との関係を明らかにした。

第2章では、「 IF_7 処理技術に関する研究」として、 IF_7 処理技術の実規模実験設備の構成について示した。また、実規模実験の着手前には、ウラン化合物試料を用いた小規模実験、遠心分離機単機内部の3次元ガス流動解析を実施し、これらの結果を踏まえた合理的な IF_7 処理条件を設定した。実規模実験では、実験方法について示し、得られた実験結果から、遠心分離機カスケードに対する本技術の除染性能を考察した。

第3章では、「 IF_7 製造技術に関する研究」として、実用的な IF_7 製造手法を提案し、それに基づき設置した実規模実験設備の構成について示した。また、実規模実験の着手前には、実規模実験設備を用いた事前実験を実施し、この結果を踏まえた合理的な IF_7 ガス製造条件を設定した。実規模実験では、実験方法について示し、得られた実験結果から、プラント規模での本手法の有効性を考察した。

第4章では、「付着ウラン計測技術に関する研究」として、遠心分離機内部に付着しているウランから放射された γ 線を遠心分離機外部から計測すると共に、遠心分離機の内部構造物に対する γ 線の減衰効果を、Monte Carlo Neutron and Photon transport コードを用い考慮することで、遠心分離機内部に存在するウランを定量化する方法論について示した。また、ウラン標準線源を使用した計測実験結果及び、分解した遠心分離機のウラン付着量と本手法による定量結果の比較結果から、本手法の妥当性を示した。

第5章では、「 UF_6 と IF_5 混合物の分離技術に関する研究」として、本研究で採用した IF_5 分離・精製法の原理、実規模実験設備の構成について示した。また、実規模実験の着手前には、実規模実験設備を用いた2つの小規模実験を実施し、これらの結果について示した。実規模実験では、小規模実験結果を踏まえた合理的な実験方法を示し、得られた実験結果から、 UF_6 と IF_5 混合物からの IF_5 分離・精製性能を考察した。

第6章では、結論として、 IF_7 処理技術及び関連技術に係る一連の技術的性能を総括し、今後、いくつかの研究・議論は必要であるものの、従前の解体前除染技術に代わる技術として、 IF_7 処理技術を実用的な水準まで開発できたことを述べた。

論文審査結果の要旨

原子力施設を廃止する際には、放射性廃棄物が多量に発生する。放射性廃棄物処分場の増設についてはその必要性が議論されているが、原子力施設の廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物を低減するための方策を第一に講ずることが世界の共通認識となっており、除染技術の開発が世界各国で精力的に進められている。原子力施設のうち、ウラン濃縮プラントでは、長期に渡る運転によって、プラント機器内部に固体ウラン化合物が付着しており、プラントの廃止に当たっては、解体物量の多くを占める濃縮機器（拡散筒、遠心分離機）を、合理的な技術を用いて解体前後で除染することが求められる。

濃縮機器に対する従前の解体前除染技術は、三フッ化塩素（ ClF_3 ）ガスを用い、この ClF_3 を除染ガスとして濃縮機器へ供給し、ウラン化合物と反応されることによって、その内部を除染する技術であった。この技術は、その反応性から拡散筒、遠心分離機両者に適用できるという利点はあるが、除染過程で爆発性を示す酸化塩素類が生成されるという欠点があった。そのため、潜在的危険性を有し、最悪の事態として、ウランが漏洩する大事故に至る可能性も考えられた。また、危険回避対策のため、解体前除染設備が大型化し、二次廃棄物が多量に発生するという問題点がある。

このような問題に対して、本論文では、ウラン濃縮プラントのうち、世界の主流となっている遠心法濃縮プラントを対象とし、七フッ化ヨウ素（ IF_7 ）ガスを用いた解体前除染技術を新たに提案した。この技術は、 IF_7 ガスを遠心分離機へ供給し、ウラン化合物と反応されることによって、その内部を除染するものであり、爆発性を示す物質は一切生成されない。その結果、遠心分離機を安全に除染でき、解体前除染設備を小規模化できる。また、二次廃棄物についても、従前の技術と比較して大きく低減できる。さらに、本技術を遠心法濃縮プラントに適用するにあたり必要とされる関連技術として「 IF_7 製造技術」「付着ウラン計測技術」「六フッ化ウラン（ UF_6 ）と五フッ化ヨウ素（ IF_5 ）混合物の分離技術」について実規模設備を用いた実験を実施し、その成果を実証した。

以上のように、本論文では、ウラン濃縮プラントの廃止措置に必要とされる除染技術を新たに開発し、実設備でその有用性を実証した。この放射性物質除染は、今後の原子力産業の将来に向けて必須の技術であり、これらの研究成果は、工学的に価値あるものである。これより、学位審査委員会は、学位論文の内容、参考論文等を総合的に判断し、博士（工学）の学位に値するものと判定した。また、英語の能力についても確認した。