

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| 題目(和文)            | テーラー渦誘起型液々向流遠心抽出システムの高度化研究   |
| Title(English)    |  |
| 著者(和文)            | 中瀬正彦   |
| Author(English)   | Masahiko Nakase  |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第9473号,<br>授与年月日:2014年3月26日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:竹下 健二,池田 泰久,小澤 正基,加藤 之貴,鈴木 正昭   |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第9473号,<br>Conferred date:2014/3/26,<br>Degree Type:Course doctor,<br>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   |

## 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 | 中瀬 正彦 |    |
|-------------|-------|-------|---------|-------|----|
| 論文審査<br>審査員 |       | 氏名    | 職名      | 氏名    | 職名 |
|             | 主査    | 竹下 健二 | 教授      | 鈴木 正昭 | 教授 |
|             | 審査員   | 池田 泰久 | 教授      |       |    |
|             |       | 小澤 正基 | 教授      |       |    |
|             | 加藤 之貴 | 准教授   |         |       |    |

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「テーラー渦誘起型液々向流遠心抽出システムの高度化研究」と題し、8章より構成されている。

第1章「緒論」では、使用済み核燃料再処理の意義・役割について述べるとともに、将来の高速炉燃料サイクルにおいて期待される先進湿式再処理プロセスの構成とその開発動向について概観している。その中で先進湿式再処理プロセスへの併設が期待されている核種分離プロセスに適用可能な小型かつ高効率な遠心抽出装置の開発の必要性について言及し、研究の目的および意義を述べている。

第2章「抽出器・実験装置概要と評価手法」では、抽出装置の構成と操作方法ならびに多成分分離挙動と多段抽出挙動の解明に用いた定界面セル抽出装置の概要を示すとともに、抽出性能の評価法として平衡段解析法について述べている。

第3章「油水分散挙動観察と流動場解析による抽出器内流動特性の解明」では、抽出器と同じ体系を想定したヘキサメッシュを作成して円環状流路における水相の単相流動解析を実施し、テーラー渦形成を伴う水相流動の解析結果の妥当性を超音波計測で確認している。次いで Volume of Fluid 法に基づく油水二相流解析を実施し、流路内の油水の流れを解析・可視化するとともに、流れ場に及ぼす内筒回転数、油相の粘度、界面張力、内筒と油相の親和性の影響を調べている。その結果、界面張力および油相に対する内筒表面の親和性が油相の分散に強く影響することを明らかにしている。

第4章「テーラー渦誘起型遠心抽出器による多段抽出挙動特性」では、抽出速度が速いジ-2-エチルヘキシルリン酸(D2EHPA)/ドデカン溶液系による Zn(II) 抽出と、抽出速度が遅いカリックス[4]アレンビスターシャルオクチルベンゾクラウン(BOBCalixC6)/Cs-7SB/TOA 溶液系による Cs(I) 抽出に対する運転条件、溶液条件および油相に対する内筒表面の親和性が多段抽出に及ぼす影響について検討している。D2EHPA/ドデカン溶液系では、1000rpm 以上の内筒回転数で容易に多段化され、さらに少量の高分子保護剤ポリエチレングリコール (PEG) の添加によって油水エマルジョン状態が低回転でも維持され 20 段以上の理論段数を達成できることを明らかにしている。一方で BOBCalixC6/Cs-7SB/TOA 溶液系では常温で多段抽出が困難であり、昇温による粘度の低下や油相に親和性のある内筒の使用によっても改善は限定的であると述べている。多段抽出の達成には抽出速度と油相分散性の両方を考慮した総括的な物質輸送の改善が必要であると結論している。

第5章「テーラー渦誘起型遠心抽出器による多段分離特性」では、希土類元素 (Nd(III)、Sm(III)、Eu(III)、Gd(III)、Dy(III)) の相互分離を対象とし、抽出速度の速い D2EHPA/ドデカン溶液系と抽出速度の遅い N,N,N',N'-テトラオクチルジグリコールアミド(TODGA)/ドデカン溶液系の希土類元素の多成分系分離挙動を検討している。D2EHPA/ドデカン溶液系では容易に多段分離が達成できるが、抽出速度の遅い TODGA/ドデカン溶液系ではノナン酸のような界面活性効果のある協同抽出剤の導入によって抽出速度と油相分散が改善され、多段分離が実現できると述べている。

第6章「テーラー渦誘起型遠心抽出器による連続逆抽出挙動の解明」では、D2EHPA/ドデカン溶液系に抽出された希土類元素の連続逆抽出を検討している。回分法による逆抽出と比較して低濃度の酸で希土類元素の連続逆抽出が可能であり、酸使用量が大幅に低減できることを明らかにしている。

第7章「抽出器型工夫による抽出・分離の高度化」では、異なるアスペクト比、テーパーおよび偏心など油水流動場の形状を変化させて油水流動と抽出・分離性能の関係を検討している。流動場をテーパー状にすることで低い内筒回転数でも装置上部に油水エマルジョンが発生し、下部で安定したテーラー渦列が形成され、PEG などの高分子保護剤を導入しなくても 20 段以上の高い理論段数が維持できることを明らかにしている。

第8章「結論」では、各章で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べている。

これを要するに、本論文は先進湿式再処理工程に併設が期待される核種分離工程に適した小型高効率抽出器としてテーラー渦誘起型液々向流遠心抽出器を提案し、油相の高分散と高抽出速度を同時に達成するために必要な装置の運転条件、溶液条件、装置形状を明らかにし、本装置の高性能化の可能性を明らかにしており、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。