

審査の結果の要旨

氏 名 堀内 進

原子力発電所の運転に伴って発生する放射性廃棄物の内、固化処理後におけるドラム缶本数で主要数量を占める放射性廃液の処理方法について、最終処分方法が未決定の段階で増え続ける発電所サイト内貯蔵施設増設の問題に鑑み、既往の処理方法より合理的で実用効果が期待できる新しい処理方法に関する開発研究を原子力化学工学的な視点より纏めたものである。本論文では、開発のキーとなる主要な化学工学的な課題解決についての研究成果が示されているとともに、基礎実験から実用運転実績の評価まで含めた一連のプロセス開発研究が述べられている。

論文は7章で構成されている。第1章は緒論であり、従来の原子力発電所放射性廃液処理システムを調査し、放射性廃棄物を処理したドラム缶詰め固化体の最終処分方法が見通せない時期での対応、及び、発電所サイト内におけるドラム缶貯蔵庫の増設問題の2点が重要な課題であると整理している。これらを解決するために、従来の固化処理法のようにすぐに固化せずに最終処分法が整備・運用される時期までに最大限に減容した状態で中間的に安全に貯蔵保管し、この間に放射能の減衰効果を得て最終処分時に固化剤を自由に選択し固化して処分する方策を提案している。

第2章は中間減容処理システムの導出と開発について論じている。すなわち第1章で述べた方策について従来の処理方式と減容比・経済性・技術信頼性などを総合比較した結果、濃縮乾燥、造粒ペレット化という放射性廃液減容処理システムが最適であるとの結論に達している。その主要プロセスについて基礎実験を行い、遠心薄膜乾燥機とブリケット型造粒機が適していることを示している。このとき、プロセスの適用にあたって解決すべき課題を明らかにし、それらについて、基礎実験を通して解決している。すなわち、遠心薄膜乾燥機は回転摺動による磨耗が寿命を決定するため、材料について検討し、磨耗試験によりインコネルとステライトの組み合わせが有望であることを確認している。また、ペレットの長期安定貯蔵を担保するため Na_2SO_4 の潮解性について研究し、相対湿度 80%以下で潮解を防止できることを実験で確認している。さらに、粉体を取り扱うシステムのため、粉塵爆発の限界条件を確認し、酸素濃度 17%以下または粉体含水率が 14w%以上で爆発も燃焼もおこらないことを見出している。

第3章ではパイロットプラントを用いた模擬廃液によるシステム確認試験について述べている。このとき、本システムの中で機能上重要な廃液の乾燥粉体化と造粒プロセスについて次のような重要な知見を得ている。(1) 遠心薄膜乾燥機の限界処理能力について粉体化のメカニズムを理論解析と可視実験により明らかにしている。(2) ペレットの圧潰強度に対して粉体組成中の特定物質および圧縮率と内部せん断応力が主因子であるこ

とを明らかにし、これらにもとづく造粒機の運転条件と制御法は確立している。

第4章では実廃液を用いた性能確証試験について述べており、パイロットプラントで実施した模擬廃液による性能試験結果とよく一致していることを示している他、運転保守等、実機の運用時に重要な要素になる各機器の表面線量率等、基本データをj得ている。

第5章では第4章までの開発研究の成果をもとに行った実機設計について説明している。諸基準に対応する方針が述べられているとともに、開発研究の基礎データをもとに物質・放射能収支が取られ、システムの系統設計手法が確立できることを示している。

第6章では実用第1機の建設・試運転の概要、実用運転管理の状況および運転実績の調査結果と評価内容について説明している。計画通りの性能が得られたことは、基礎研究、パイロットプラントでの試験、及び実機試験という一連の開発研究の成果の反映であるとともに、特に、化学工学的な研究のブレークスルーが必要であった、乾燥、造粒に関わる筆者の研究によるところが大きいと考えられる。

第7章は研究のまとめであり、結論と今後の課題が整理されている。

このように本論文は原子力発電所放射性廃液の中間減容処理について実用化にいたる一連の研究をまとめたものである。有用なシステムが開発され実際に原子力発電所で有効に使用されているという貢献以外にも、特に化学工学的には次の2つの成果が評価される。

(1) 遠心薄膜乾燥機について、従来不明であった粉体化メカニズムを理論解析と可視化実験装置により明らかにした。これにより、従来設計法である実験に基づく実験式だけに頼ることなく高精度の設計が可能となった。

(2) 廃液中間減容処理システムの主要機能の一つであるペレットの圧潰強度に関し、粉体の一次物性(密度や粒径分布など)だけでは因果関係が明らかでなかった強度不足についてこれを解決する新たな知見を得ている。すなわち、従来不明であった、粉体物性と造粒されたペレットの物性を相関づける指標として、粉体の内部せん断応力が重要な役割を担っていることを見出しており、これを手がかりにして、ペレットの圧潰強度不足の技術課題を解決している。

このように本論文は原子力工学とくに放射性廃棄物処理工学に対する貢献が少なくない。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。