

実用的速度でのウランの電解回収の実証

背景

乾式リサイクル技術の主要工程である電解精製再処理工程では、使用済金属燃料を陽極として溶融塩中で電解を行い、陰極にウラン（U）あるいはウラン-プルトニウム合金を回収する。Uは使用済燃料の約70～80%を占めるため、Uの回収速度向上は乾式再処理プロセス全体の処理速度向上や機器数低減の上で重要である。Uの回収に関してはこれまで棒状単一の陰極への回収を想定していたが、この方法ではUの回収効率や電解槽体積当たりの処理量に限界がある。

目的

実用規模電解精製装置に展開可能な、1バッチ500g程度のUを高速で電解精製処理する高速電解精製装置を製作し、従来法に比べてUの電解回収速度を大幅に向上できることを示す。

主な成果

1. 基本概念は米国アルゴンヌ国立研究所（ANL）の高速電解槽を参考にしつつ、陽極周囲での塩流動増加のための十字型の陽極バスケットや陰極内面の析出物をスムーズに掻き落とすための傾斜ブレードの採用など、独自の改良を施した高速電解精製装置を製作した（図-1）。本装置は矩形の陽極バスケットに金属Uを装荷し、これを筒型の陰極内に十時型に4つ配置する。陽極と陰極の間に通電することで金属Uが電氣的に溶解し、陰極内面に析出する。通電中にこの析出Uを陽極のブレードで連続的に掻き落とし、陰極底部に取り付けた析出物回収用バスケットに回収するものである。
2. 本装置により220～510gのUを用いた電解精製試験を実施し、次の成果を得た。
 - ・電極構造物の占有体積当たりでは従来型配置での実績値の2倍以上に相当する22.9g-U/h・リットル（34.4g-U/h）のU回収速度を達成し、本装置によりU回収速度の大幅な向上が見込めることを示した（図-2）。なお、この値は実用規模では1つの電極で10kgのUを18時間で回収することに相当する。
 - ・縦方向4分割の傾斜ブレードを採用することにより、析出物との干渉による陽極回転の停止が抑制されることを明らかにした。
 - ・電解途中での陽極の逆回転や逆方向電解の採用といった運転方法の改良により、陽極に装荷したステンレス被覆管付きの510gのUを完全に溶解させるまで、高い処理速度で電解を継続することができた。なお、本電解試験後の様子を図-3に示す。

以上の成果により、次のステップである実用規模電解精製装置の設計データを取得できた。なお、本研究は文部科学省 革新的原子力システム技術開発公募事業「金属燃料の乾式プロセスの合理化に関する技術開発」の一環として実施したものである。

今後の展開

本研究成果を発展させ、2004年度より1回に最大10kgのウランを処理可能な実用規模電解精製装置を用いた試験を開始する。

主担当者 原子力技術研究所 次世代サイクル領域 主任研究員 魚住 浩一

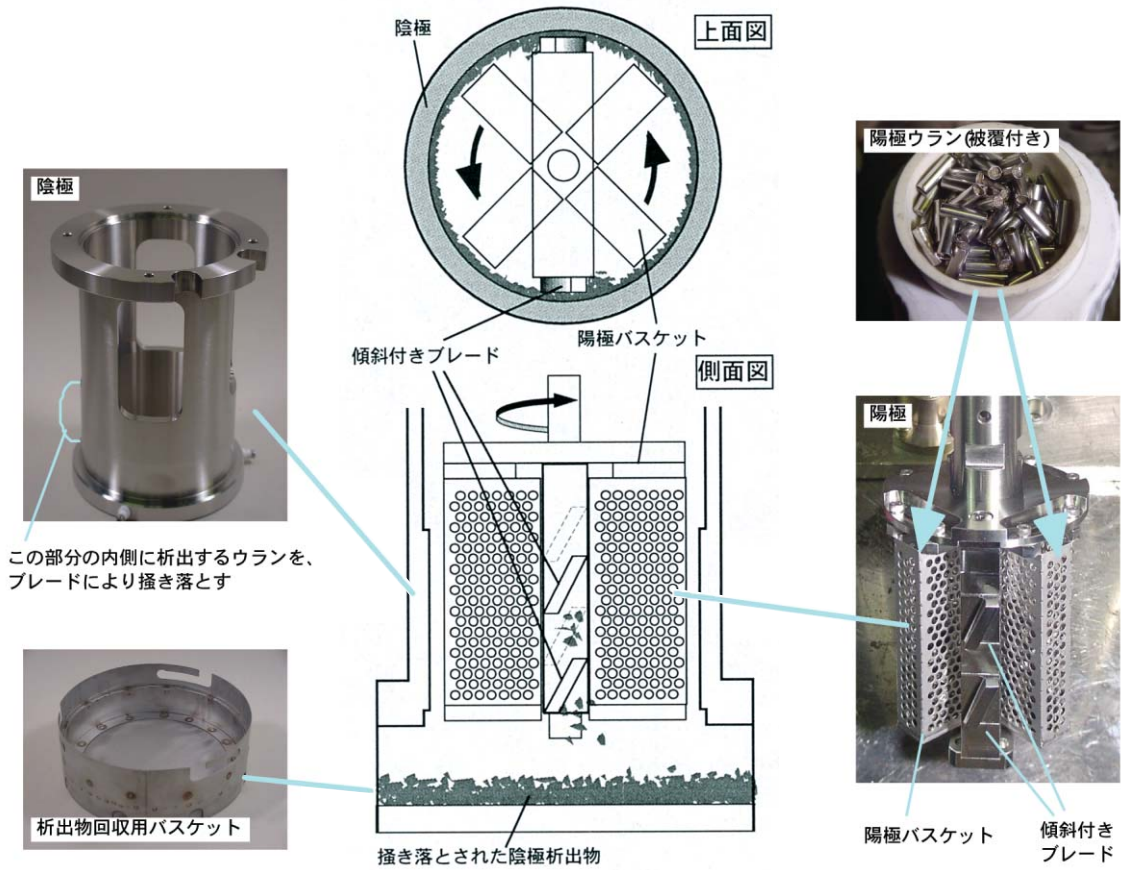


図-1 高速電解精製装置

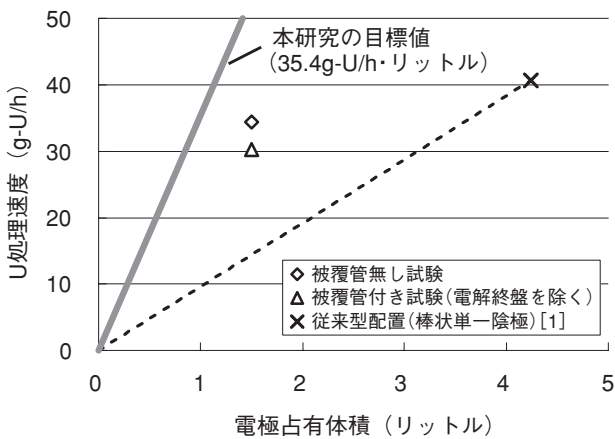


図-2 高速電解装置におけるU回収速度

[1] T. Koyama 他, J. Nucl. Mater., 34(1997)384



図-3 ステンレス被覆管付きの510gの金属ウランを全量溶解した後の陽極残留被覆管 (上) および析出物回収用バスケット (下)