



5.2.7 TRU 廃棄物の高度処理技術開発 Development of Advanced Technology for TRU Waste Treatment

日本原子力研究所 安全試験部
Department of Safety Research Technical Support,
Japan Atomic Energy Research Institute
梅田 幹 関野 純一 杉川 進
Miki Umeda Junichi Sekino Susumu Sugikawa

Silver mediated electrochemical oxidation is considered as a promising candidate for the decontamination of TRU waste, due to its efficiency and safety. Fundamental experiments of the decontamination of solid waste and the destruction of organic liquid waste were carried out. This report summarizes the results of experiments.

はじめ

プルトニウム利用の進展により、MOX 燃料の加工施設及び再処理施設等における TRU 廃棄物処理の重要性が増大している。このため、銀媒体電解酸化法による TRU に汚染された固体廃棄物の除染及び廃溶媒の分解処理の検討を進めている。銀媒体電解酸化法は、電解生成させた強い酸化力を有する Ag(II) イオンを用いて、固体廃棄物の TRU 核種を溶解により除染したり、廃溶媒を酸化分解により無機化させる技術であり、①比較的低い温度及び大気圧下で処理できる②除染された TRU 核種は溶液中に存在するため、吸着等より TRU 核種の分離回収が容易である③分解反応を電解で容易に制御できるなどの特徴を有する。本報告では、これらの試験の現状について述べる。

固体廃棄物の除染

－ 試験概要

固体廃棄物としては、ステンレス鋼、ハイパロン及びネオプレンのグローブ、ポリ塩化ビニル (PVC) シート並びにベンコットティッシュ(セルロース)を対象とし、廃棄物素材の溶解試験とウラン汚染試料を用いた除染試験を行った。試験に用いた除染槽は円筒型ガラス製で、円筒状にした白金メッシュの陽極及び陰極、2 個の攪拌羽根、陽極と陰極を分けるためのセラミック隔膜から構成される。陽極液は 0.05 M 銀及び 4 M 硝酸溶液 (4 ℓ) とし、陰極液は 13 M 硝酸溶液 (0.15 ℓ) とした。電解電流は 10 A とし、溶液温度は 20～40 ℃に制御した。廃棄物素材溶解試験では、各試料を陽極液に入れて電解を開始し、電解中の試料の重量変化から溶解速度を求めるとともに、目視により溶解時の試料表面の変化を観察した。ウラン汚染試料除染試験では、ウラン汚染させた各試料を陽極液に入れて電解を開始して一定時間 (3 時間) 除染を行い、除染前後の各試料の放射能をアルファ線シンチレーション測定器により測定して除染係数 (DF) を求めた。

－ 試験結果

固体廃棄物素材溶解試験で得られた廃棄物素材の溶解速度及びウラン汚染試料除染試験で得られた除染係数を Table 1 に示す。Table 1 からわかるとおりステンレス鋼は、溶液温度 20～40 ℃で 4000 以上の高い除染係数を求めることができた。ステンレス鋼の溶解速度が比較的速いことから、ウランの溶解のみならずステンレス鋼の溶解も高除染係数の要因の一つと考えられる。また、ハイパロン・グローブ及び PVC シートの除染係数は、それぞれ 100 及び 200 にとどまった。表面に傷をつけた場合は、ウランが傷に入り込み、除染係数は 30 (ハイパロン・グローブ) 及び 80 (PVC シート) とさらに低下した。ネオプレン・グローブについては、表面が溶解して粘着性を有したことから、除染には向かないものと思われた。また、ベンコットティッシュの場合は、溶解速度が速いことから、廃溶媒と同様に完全に二酸化炭素等に分解して処理することが適当と思われた。

Table 1 固体廃棄物の廃棄物素材溶解速度及びウラン汚染試料の除染係数

温度	ステンレス鋼			ハイパロン・グローブ	ネオプレン・グローブ	PVCシート	ベンコットティッシュ
	20℃	30℃	40℃	30℃	30℃	30℃	30℃
溶解速度 (mg/cm ² ・h)	1.5	1.1	0.9	0.026	0.28	0.003	0.74
除染係数	> 4000			100 (30:傷あり)	—	200 (80:傷あり)	—

廃溶媒の分解無機化

－ 試験概要

廃溶媒の分解無機化試験では、再処理抽出剤としてリン酸トリブチル(TBP)とドデカンを対象とした。試験には、電解セルと溶液槽を分離したフロー式電解槽を用いた。電解セルの陽極には白金をコーティングしたチタン板、陰極にはステンレス板を用い、両極はセラミック隔膜で分離した。溶媒と銀イオン溶液を攪拌するための攪拌羽根を陽極液槽に設置した。陽極液は 0.5 M 銀及び 8 M 硝酸溶液(約 2 l)とし、陰極液は 8 M 硝酸溶液(約 3 l)とした。電解電流は 30 A とし、温度は 60℃に制御した。廃溶媒量は 30 mlとし、TBP ではバッチ式と連続供給式の2とおり実施し、ドデカンではバッチ式のみとした。試験中は、廃溶媒の分解により発生する二酸化炭素をガスクロマトグラフ法で測定した。TBP 分解試験では、中間生成物を液体クロマトグラフ質量分析装置により分析した。

－ 試験結果

TBP 及びドデカンの分解中に発生する二酸化炭素濃度から計算された電流効率の時間変化を、それぞれ Fig.1 及び Fig.2 に示す。TBP の場合、バッチ式分解と連続供給式分解での電流効率は同じような時間変化を示すが、試験終了時点での電流効率はそれぞれ 85 % 及び 89 % であり、連続供給式分解のほうが若干高い結果を示した。ドデカンの場合は、バッチ式分解での電流効率が 34 % と低い値であった。これは、ドデカンの陽極液中への攪拌が十分でなかったためであり、今後改善できるものと考えられる。TBP の分解過程での中間生成物を分析した結果、DBP、MBP 及び FMBP は、極めて少ないことがわかった。このことから、TBP の酸化分解は、TBP の陽極液中への攪拌や TBP の構造に近い中間生成物の生成が律速であり、中間生成物から二酸化炭素等への酸化反応は速いことが推定される。

まとめ

銀媒体電解酸化法による固体廃棄物除染試験及び廃溶媒分解試験を実施し、対象とした物質の除染及び分解に関する基礎データを取得することができた。今後、固体廃棄物の除染試験では、現在整備を進めている 30 A 規模での電解除染装置を用いてプルトニウム汚染固体廃棄物に関する基礎試験を行う予定である。また、廃溶媒の分解無機化試験では、十分な攪拌条件におけるドデカンのバッチ分解と連続供給分解試験を行ない、電流効率を確認するとともに、さらに廃液からの銀回収及び分解速度を向上させるための基礎的な検討を行う予定である。

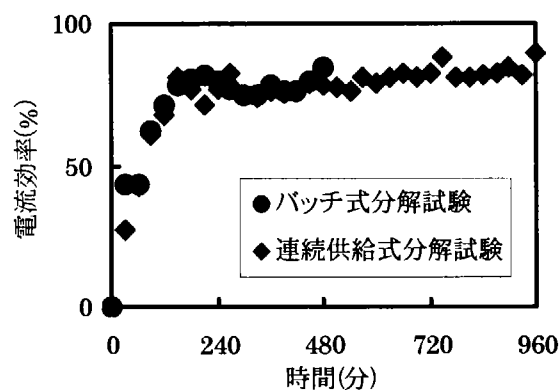


Figure 1 TBP 分解試験結果

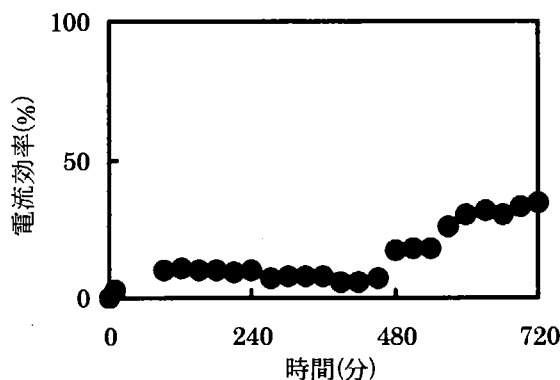


Figure 2 ドデカン分解試験結果