



放射性廃棄物の処理

3. 低レベル廃棄物対策

3.1 TRU廃棄物処理技術開発

東海事業所環境工学開発部減容技術開発室

資料番号: 59-19

3.1 Development of TRU Waste Treatment Technology

Waste Consolidation Technology Development
Section, Waste Management Technology
Development Division, Tokai Works.

TRU廃棄物処分の考え方をまとめた。TRU廃棄物発生量低減化技術としてグローブボックス解体と液体廃棄物を取りあげた。減容処理技術については、焼却処分技術、マイクロ波溶融固化技術、エレクトロスラグ溶融技術、酸消化法等種々の対象物に適した技術が開発された。最後に除染技術について述べた。

Key Words: TRU Waste, Volume Reduction, Incineration, Ash Melting, Acid Digestion, Decontamination.

3.1 TRU廃棄物処理技術開発

(1) TRU廃棄物処理の考え方

動燃におけるTRU廃棄物（プルトニウムなど超ウラン元素を含んだ廃棄物）の主な発生元は、再処理施設及びMOX燃料製造加工施設（以下MOX施設という。）であり、そのうち約40%はMOX施設からである。MOX施設では、TRU廃棄物を表3.1-1のように分類し、焼却炉で焼却処理される可燃性廃棄物以外はコンテナ、ドラム缶などの専用容器に収納して保管貯蔵している。プルトニウムの利用の本格化に伴い、従来の貯蔵管理のみでなく、処理技術の開発が必要とされている。

MOX施設からのTRU廃棄物は、主にPuとUで汚染されたものでF.Pを含んでいない。また、放射線レベル及び発熱も小さく近接して取扱えるが、気密を保持して長期間管理をすることが必要である。

従って、廃棄物発生量低減化、廃棄物の減容安定化処理の技術開発が必要とされている。一方、廃棄物対策の観点からはTRU廃棄物中のTRU核種の

濃度により区分し、合理的に処分する考え方が原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会報告に示されている。この考え方に沿ってTRU廃棄物を合理的に管理するためには、廃棄物中のTRU核種含有量を少なくする除染技術並びに廃棄物中の極微量のPu等を非破壊測定する技術が必要となる。

TRU廃棄物処理に当っては、発生元での発生量を少なくすることはもとより、処理に際して減容効果が高く、処理後の物性が安定であり、また処理

表3.1-1 MOX施設でのTRU廃棄物の分類及び発生割合の現状

施設	分類		発生割合 (Vol.%)
	形態	種類	
MOX施設	可燃性	紙、布、木片類	20
	不燃性	金属類、ガラス類、フィルタ類 セラミック類	50
	難燃性 (可燃物)	ゴム類、プラスチック類、 運搬	30

設備については、操作が容易でかつコンパクト化が図れ安全性の高いことなどを考慮し、それぞれの廃棄物に適した技術を選定する必要がある。

(2) 発生量低減化技術

① グローブボックス解体撤去技術開発

プルトニウム燃料第一開発室、第二開発室には、現在約1000m³のグローブボックス（以下GBという。）が設置されている。設置後約20年を経過し、この間に使用目的の達成や変更、装置の老朽化等によりGBの解体撤去を行ってきた。安全性の高いGBの現場解体法として、図3.1-1に示すグリーンハウス方式による解体撤去技術が開発され実証化されている。本方式は、GBを設置している現場でGBを覆うようにグリーンハウスを設置し、作業者の出入に伴う汚染管理用の小さなグリーンハウスを2～3室接続するもので、作業者は汚染防護のためエアラインスーツを着装してグリーンハウス内に入室し、電動工具等を使用して解体作業を行うものである。

さらに、遠隔化、自動化を取り入れた新しい解体撤去技術開発を進めているところである。既に、内装機器解体設備及び大型GB分割法については、モックアップ試験を行い、その安全性、信頼性について確認されている。

② 放射性液体廃棄物の処理技術開発

MOX施設から発生する放射性液体廃棄物は、主に湿式回収工程・直接脱硝工程からの微量のPu、Uを含む廃液である。

MOX施設操業以来、廃液処理は凝集沈殿処理及び活性炭吸着法により処理してきたが、昭和58年から設備の更新を実施し処理量の増大を図り、以下のような一貫した廃液処理システムを確立した。

本設備に受入れた廃液は、廃液受入工程において廃液中の放射性物質質量等を確認し、凝集沈殿処理工程に移送される。凝集沈殿槽に供給された廃液は、塩化第2鉄、ポリ塩化アルミニウム、高分子凝集剤により含有するPu、Uを凝集沈殿処理する。処理された廃液は、さらに微量浮遊するフロック等を除去するため活性炭吸着処理を行い、後処理工程へ移送される。移送された廃液は、吸着効率を向上させるためにpH調整後、亜鉛電着活性炭及びキレート樹脂吸着処理により極低レベル（ $1 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{ml}$ ）まで除染可能である。

(3) 減容処理技術

① 可燃性廃棄物焼却処理技術開発

可燃性廃棄物焼却法として固定床式焼却炉による焼却減容処理技術開発を進め現在ホットでの実証化運転を行っている。

本設備は、焼却炉本体、高温フィルタ等で構成されており、焼却炉は銅板製ケーシング内に耐火レンガを積み上げた構造で2つの焼却室から成る。概略図を図3.1-2に示す。

高温フィルタは222本のキャンドルフィルタ（SU S型多孔円筒内面にろ材をプレコートしたもの）から成っており、排ガス中に同伴する未燃カーボンを捕集し再燃焼浄化する機能を有している。また、ろ材の充填量が約2kgと少量であること、圧力損失も $-10 \sim -20 \text{ mmHg}$ と非常に小さいという特徴がある。さらに排ガスは、ダイリユータで外気により希釈冷却された後、主排風機により $4000 \sim 4500 \text{ Nm}^3/\text{Hr}$ の割合で排出される。一方、汚染物を取扱う作業は全てGB内で行っており、設備系全体が気密構造となっている。

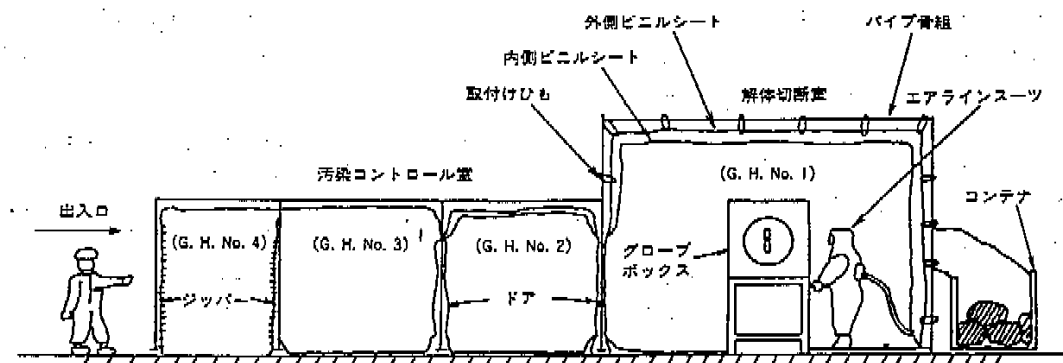


図3.1-1 グリーンハウス方式の概略図

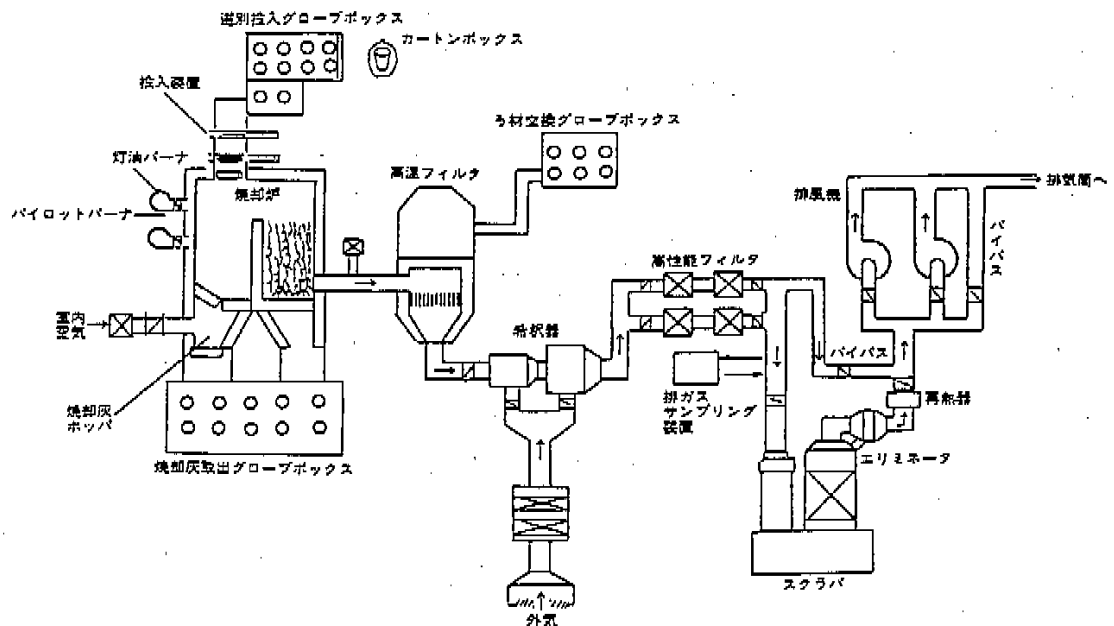


図 3.1-2 アルファ可燃性廃棄物焼却設備概要図

② マイクロ波溶融固化技術開発

可燃性廃棄物の焼却灰、H E P A フィルタの焼却灰、エレクトロスラグ溶融炉の廃スラグ、焙焼した酸消化残渣等の無機物の減容安定化法として、添加物を要しないことから他処理法に比べ減容効果が高く、装置が小型でかつ操作が簡単等の特徴を有するマイクロ波溶融法について技術開発を進めてきた。

このマイクロ波溶融法は、マグネトロンで発生さ

せたマイクロ波を導波管により導きチューナでマイクロ波を整合し焼却灰等に印加し、誘電加熱により約1400℃にまで焼却灰を加熱溶融するものである。焼却灰等をつぼ内に連続供給していくと溶融面が上昇するに伴って下部から順次冷却固化できる。装置概略図を図 3.1-3 に示す。また湯面検知システム及び放電検知システム等の安全システムも併せて確立した。

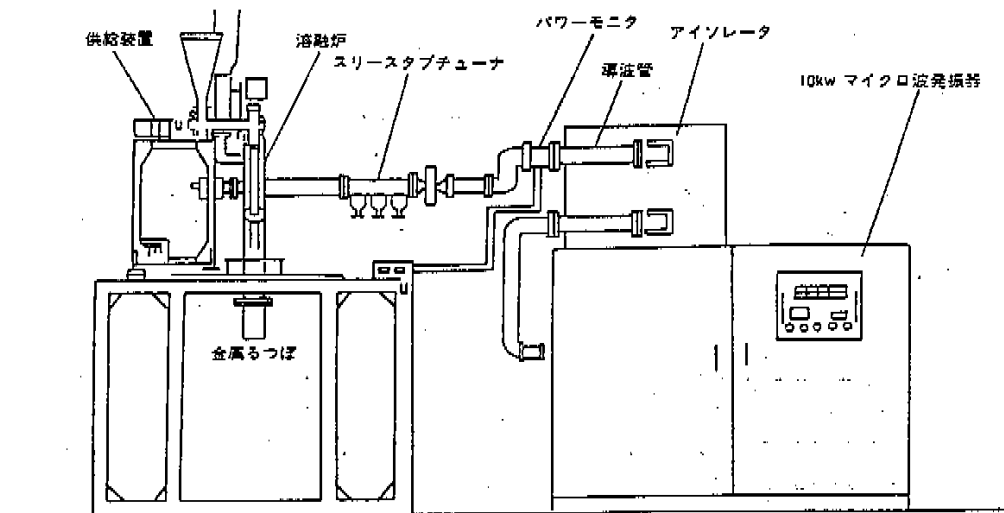


図 3.1-3 マイクロ波溶融設備概略図

焼却灰等はマイクロ波容融固化により約1/5の減容化が可能であり、また固化体は、高レベルガラス固化体と同等の浸出性能を有していることが確認され、安定性に優れたものであることが推測される。

③ エレクトロスラグ溶融技術開発

GB等の解体撤去及び内装設備の更新時に発生する廃棄物は主に金属廃棄物であり、約30cmの大きさに切断し約20kgの重量に調整後、ビニルバッグ等で密封した状態で保管容器に収納されている。このため、発生割合が多く貯蔵効率の悪い金属廃棄物に対して装置が簡単に二次廃棄物の発生量も少なく、また除染効果の期待できるエレクトロスラグ溶融法について技術開発を進めてきた。

本溶融法は、2本の電極を用いスラグ通電時のジュール熱によりスラグを約1600℃に加熱制御し、溶融スラグの熱量によって金属を溶融するものであり、金属投入量に伴い溶融面が上昇し下部から順次冷却固化され、溶融処理後はスラグ及び金属の2層の固化体となり、約1/20に減容安定化される。概要図

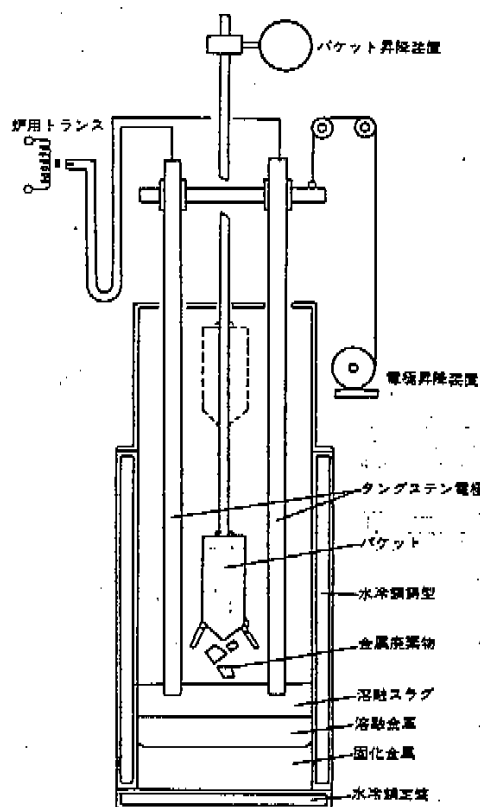


図3.1-4 エレクトロスラグ溶融炉の概要図

を図3.1-4に示す。

本設備は、二次廃棄物低減化のため非消耗タイプのタングステン電極を採用している。また、工学規模でのモックアップ試験を行い、スラグ着火方法、スラグ組成、廃棄物処理速度、スラグ再使用限界等の運転条件等を確立した。除染性についても模擬汚染物を用いた除染試験を行い、除染効果が期待できることを確認している。

④ 難燃性廃棄物処理技術開発

発生割合の多い難燃性廃棄物は、廃棄物中に含まれる塩素により既存の可燃性廃棄物焼却設備の適用が困難であるため、処理温度の低い(約260℃)酸消化法及び、装置がコンパクト化できかつ操作が簡単であるサイクロン焼却法について、主要部の耐食構造設計が可能な処理法について技術開発を進めてきた。

酸消化法は、反応槽及び排ガス吸収塔等で構成され、コールド試験により硫酸の分解作用、硝酸の酸化作用の2段階処理方式を開発し、また反応槽を小型化するために混酸(硫酸・硝酸)処理方式を確立した。一方、図3.1-5に示すホットスケールモデル試験設備により、 UO_2 、 PuO_2 、 UO_2-PuO_2 の3種類の核燃料物質を用いた反応槽から排ガス系への移行率評価試験を行い、PWT Fの設計条件となっている 1×10^{-3} の移行率を十分下回ることを確認した。

サイクロン焼却設備は、図3.1-6に示すように焼却炉、急冷塔、排ガス処理塔から成り、廃棄物は炉内を浮遊旋回し約1000℃で完全燃焼する。これまでのコールド試験により、細断された難燃物の供給方法、空気・酸素混合ガス供給条件等の燃焼条件を確認すると共に炉壁内面のセラミック材(アルミナ製)の耐食性についても優れたものであることが確認されている。

(4) 除染技術

除染技術として、1つはGB等の大型設備及び機器の解体・更新時の二次廃棄物発生量が少なく、かつ作業性のよいフロンスプレー除染法、もう1つは区分管理の観点から金属廃棄物に対して高い除染効果が期待できる電解研磨除染法について開発を進めてきた。

フロン除染法については、フロン回収も含めたシステムを検討するため、模擬汚染物を用いたモックアップ試験を実施し、フロン使用量、噴射圧力、除染効果等の最適洗浄条件を求め、フロン除染設備の基本設計を行った。

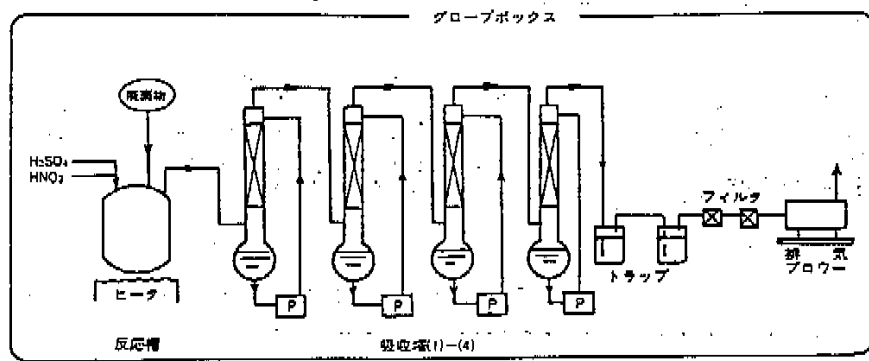


図 3.1-5 酸消化ホット試験設備概略図

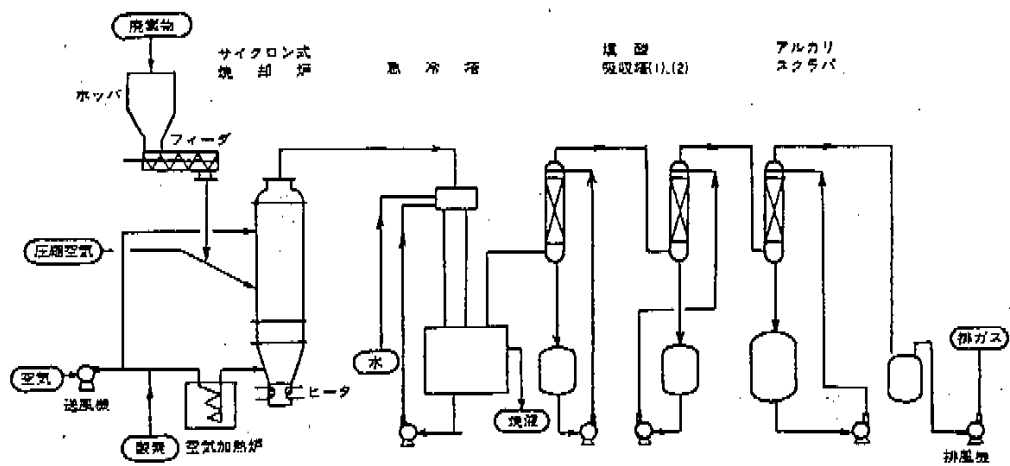


図 3.1-6 サイクロン焼却装置概略図