



固体廃棄物前処理施設(WDF)の 運転実績

稲田 栄一 間野 正

大洗工学センター管理部

資料番号: 54-3

Operating Performance of the Waste
Dismantling Facility

Eiichi Inada Tadashi Mano
(Administration Division, O-arai Engineering
Center)

固体廃棄物前処理施設(WDF)は、昭和59年3月にホット運転を開始して以来、ウラン系及び $\beta\gamma$ 系廃棄物を用いた総合試運転を経て、 α 廃棄物の解体、減容処理を行っている。本報では、WDFの運転実績及び廃棄物減容処理に欠かせない除染技術、解体技術等の関連技術開発の概要について述べる。

Key Words: TRU Waste, Dismantling, Decontamination, Frogman Suits, Electro Polishing, Ice Blast Plasma Cutting Robot.

1. まえがき

高速増殖炉や新型転換炉などによるプルトニウム利用が本格化するに伴い、プルトニウム燃料サイクルを支える転換・加工施設、再処理施設等各種施設からプルトニウム等の核燃料物質によって汚染されたTRU廃棄物の発生量の増加が見込まれている。

低レベル、TRU廃棄物に対する除染・減容・安定化及び発生量の低減化等の廃棄物処理技術開発は、高レベル廃棄物処理技術開発と並んで核燃料サイクル確立に不可欠である。

固体廃棄物前処理施設(以下「WDF」という)は、 $\beta\gamma$ 廃棄物や α 廃棄物のうち特に大型の固体廃棄物をその後の取扱い及び貯蔵・保管のための処理を容易にするために除染・解体・切断等の前処理を行うとともに、大型固体廃棄物の解体減容処理技術の開発・実証を行う施設として建設された。

WDFで処理する大型の固体廃棄物は、大洗工学センターの照射後試験施設等から発生及び現在一時

保管中のTRU元素(プルトニウムなど)等で汚染された試験機器や遠隔操作機器である。

WDFでは以下(1)~(3)の目的達成のため上記の廃棄物を用いた解体処理、実証試験等の運転経験を通じて得られる技術の蓄積に努め、将来の核燃料サイクル諸施設の更新・閉鎖等により発生するTRU固体廃棄物の効果的な処理技術の確立へ反映させる。

- (1) TRU廃棄物の低減化対策として、効果的な除染・減容処理技術の開発及び実証
- (2) 大型固体廃棄物の解体フロー、解体手法としてのプラズマ溶断技術等の開発及び実証
- (3) WDFの安定かつ効果的な処理実績の蓄積

2. WDFの運転

2.1 設計・建設

本施設は、大洗工学センター内の照射後試験施設である照射燃料試験施設(AGF)、照射燃料集合体試験施設(FMF)、照射材料試験施設(MMF)

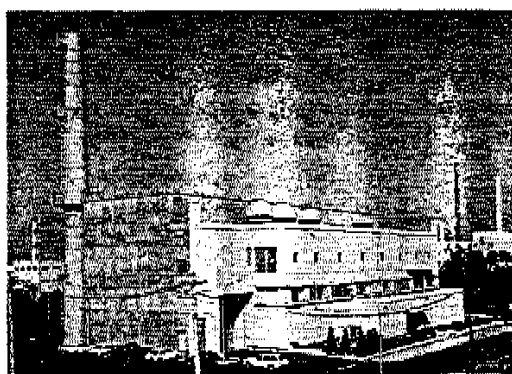


写真1 WDF 外観

等の核燃料物質使用施設で発生あるいは一時保管中の大型固体廃棄物を動燃事業団と日本原子力研究所とで共同運営している中央廃棄物処理施設で処理保管可能なように解体減容処理する前処理施設として、昭和50年より設計を開始した。

本施設の設計に当っては、放射性廃棄物の性状に合った処理が出来るよう、特に α 廃棄物について表面線量の低い廃棄物（低レベル α 廃棄物という）と高い廃棄物（高レベル α 廃棄物という）に区別し、前者を直接作業者が解体処理できるホールで、後者を作業者が遠隔で解体処理するセルで、また、これらを有機的かつ効果的に処理可能になるよう部屋構造、配管を特に配慮した。

また、大型固体廃棄物の解体手法としてプラズマ溶断法が多様な金属廃棄物に対し適用範囲、溶断能力等その有用性が認識されたため、このプラズマ溶断技術を本施設へ適用するに必要な遠隔操作性及び安全性の実証を図る必要から昭和52、53年の2年間に渡る試験研究を行って、その成果を昭和53年に開始した本施設の詳細設計へ反映させた。

WDFは、建築面積約1,650 m^2 、延床面積約5,400 m^2 の鉄筋コンクリート耐震耐火構造の地下1階、地

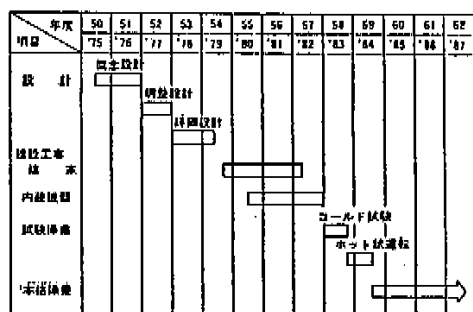


表1 WDF 建設工程

上3階建てである。（写真1参照）

建設工事は、昭和55年5月に着手し、同年10月に基礎コンクリートの打設を開始するとともに内装機器設備の製作を開始した。建家の立上げに合わせて埋設物の検査やセル構造体の各種施設検査を受け、昭和56年後半からは、建家内全域にわたって配管、電気、計装工事及び機器設備の据付工事を行い、その後の各種試験検査を行って、昭和58年には最後の施設検査である総合気密試験及び遮蔽性能試験を無事終了し、翌年の昭和59年1月に施設検査合格証が交付され約4年間にわたるWDFの建設が完了した。（表1）

2.2 処理工程

WDFに搬入される廃棄物は、TRU核種による汚染の有無や放射線量率によって高レベル α 廃棄物、低レベル α 廃棄物、 β/γ 廃棄物の3種類に区分して除染、解体処理を行う。（図1参照）

受入制限条件は、最大廃棄物重量が2トン、最大受入可能寸法が2,000 mm^2 である。

WDFの大型固体廃棄物解体減容処理の主要工程を図2に示す。また、高レベル α 廃棄物と低レベル α 廃棄物の処理工程の違いは、遠隔操作化（R・H）と直接操作化（C・H）の違いであるため図3に示す高レベル α 廃棄物処理系について、以下処理概要

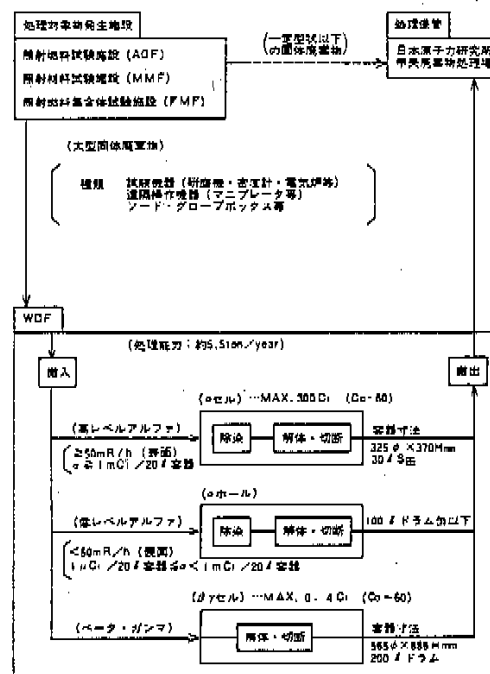
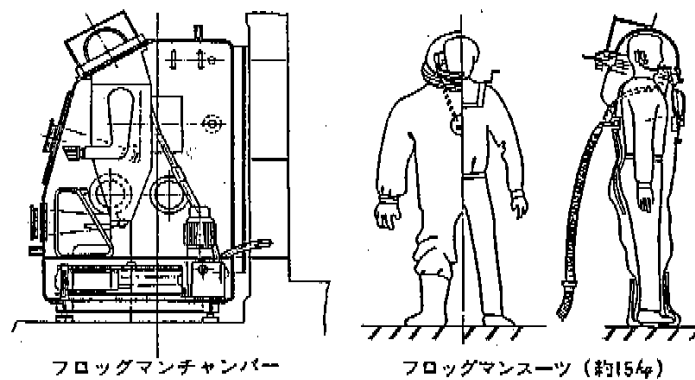
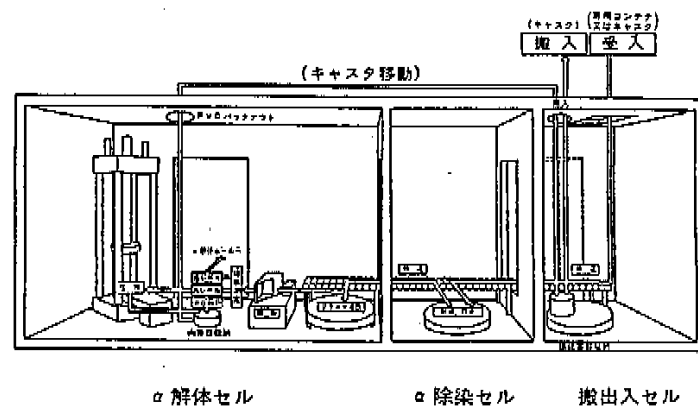
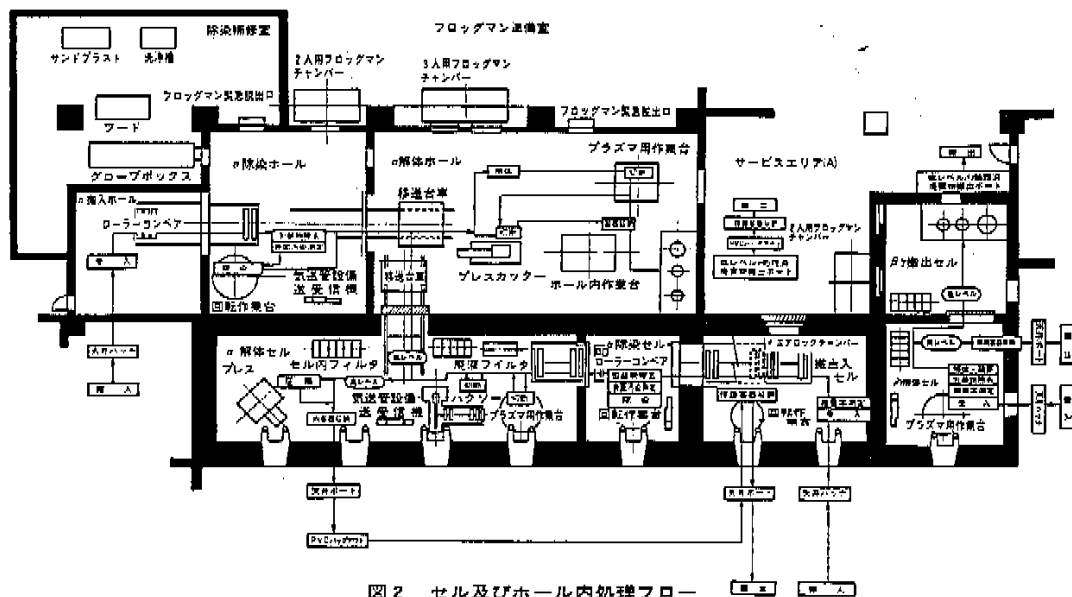


図1 WDFにおける廃棄物処理概念図



を述べる。

廃棄物専用の輸送キャスク又はコンテナに収納した固体廃棄物（PVC密封梱包）を受入れ、密封梱包のまま隣接の除染セルへ移送する。移送時のセル気密を保持するため、気密セルへの移送はエアロックチャンバーを介して行われる。

移送された固体廃棄物は、開封後表面汚染測定及び温圧水等による除染を行い、50mR/h未満の低レベル廃棄物レベルに落ちた場合はそのまま α ホールへ移送しフロッグマン（図4参照）作業による直接解体処理を行う。50mR/h以上の場合は隣りの α 解体セルへ移送し、Ar-N₂系プラズマ溶断設備やハクソー切断機により解体・切断を行う。解体片は、表面線量評価を実施し、最終的に高レベル α 廃棄物として取扱わなければならないもののみを収納容器へ収納する。低レベル α 廃棄物扱いできるものは同様に α ホールへ移送する。高レベル α 廃棄物は圧縮減容可能なものと非圧縮物に区別けし、前者はプレス容器に収納して70トンプレスで圧縮する。

処理済廃棄物は α セルからバックアウトし、輸送時の安全確保を図るための保護容器に収納し、その後中央廃棄物処理施設へ運搬される。

2.3 ウラン系廃棄物による試運転

WDFに係る保安規定の変更認可を昭和59年1月に受けた後、直ちに管理区域設定等ホット化の準備を行い同年3月にホット試運転を開始した。（表2）

ウラン系廃棄物による試運転は、(1)単体機器性能及び操作性の確認、(2)運転員の訓練を目的として約3ヶ月間実施した。この期間、天然ウランで汚染した試験体（溶融燃料／冷却材相互作用試験体）を約630kg除染・解体処理し、設備・施設についての大きな改造、手直しの必要もなく、設計通りの仕様であることが確認できた。

2.4 $\beta\gamma$ 廃棄物による試運転

$\beta\gamma$ 廃棄物による試運転は、同年6、7月にMMFから $\beta\gamma$ 廃棄物を受入れ、開始した。本試運転では、(1)運転員の運転技術の向上、(2)廃棄物搬入から除染・解体・切断・分類等一連の処理工程フローの確認、(3)機器の性能及び操作性、(4)処理能力の確認、(5)除染効果の確認、(6)二次廃棄物の発生量確認等を行うことを目的として実施した。

$\beta\gamma$ 試運転での対象廃棄物は11体、総重量約2,000kgであり、上記(1)～(6)の確認項目を評価し、また施設

表2 WDFの運転実績

日	3/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	60/1	2	3
α セル	ウラン系試運転												
	廃棄物搬入・セル内設置												
α ホール													
定 検													

表3 主な処理廃棄物

区分	名称	概略寸法(mm)	重量kg	構成材料	表面線量率mR/h
セル	$\beta\gamma$ 引張試験機本体	1400×500×2000	660	SS41（鋳物）	0.3
	$\beta\gamma$ ダイヤモンドカッター	500×400×300	164	SS41（鋳物）	4000
	高 α 部材切断機架台	950×400×1000	150	SS41	400
	高 α 部材切断機ベース	1200×1200×1030	523	SS41	800
ホール	低 α グローブボックス	1000×1000×700	118	PVC、アクリル	1.0
	低 α グローブボックス	1600×1000×1000	540	SUS304、アクリル	3.0

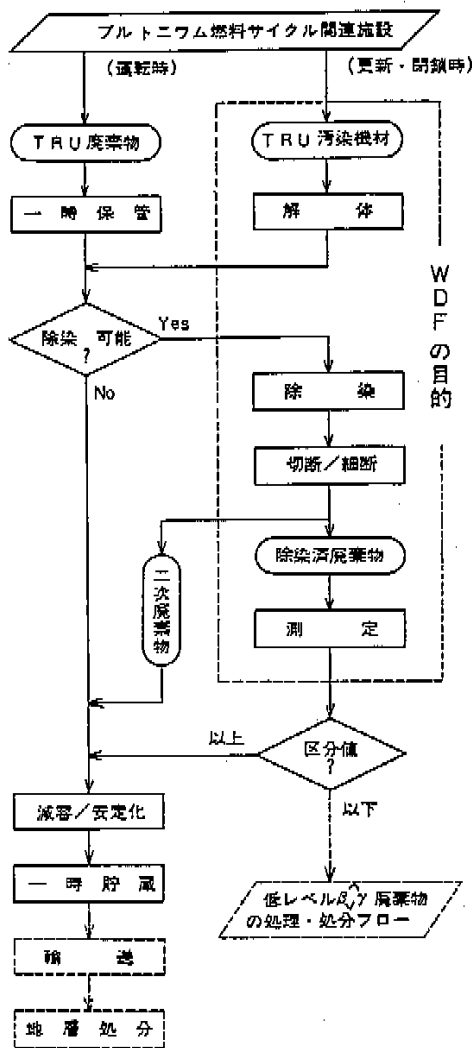


図5 TRU廃棄物管理

としている。

3.1 除染技術

核燃料サイクル施設で使用された試験機器、処理機器等の、主として金属廃棄物は、効果的な除染を行うことにより低レベル廃棄物と同等の処理処分を行える可能性のあるものも少なくないと考えられる。

現在有望な除染技術と考えられ実証化試験を実施している方法として(1)電解研磨除染法、(2)アイスプラスト除染法がある。

電解研磨除染法では、昭和57年度に実施した電解液選定基礎試験の結果から5%希薄硫酸が研磨効率、液管理、廃液処理、安全性等の面で、現在広く利用されているリン酸系や中性塩系に比べ優れていることが明らかになった。また、大型固体廃棄物に適用するための開発要因としては、(1)除染前に塗料、油脂類をあらかじめ除去しておく、(2)研磨効率を低下させる溶解金属イオンの除去—電解液の長寿命化、(3)劣化電解液の処理等がある。

現在、TRU廃棄物に適用を目指している電解研磨除染フローを図6に示す。このフロー図中、電解研磨工程及び電着回収工程については、昭和60年4月より除染係数等の把握のためホット試験を開始した。また、前処理工程については、物理的方法及び化学的方法を比較検討した結果、二次廃棄物低減化の観点から化学的方法の内、メチレンクロライド(CH_2Cl_2)溶剤が低沸点40.4℃、低毒性、不燃性等安全性が高いことから、この方法についてコールド試験を行っている。

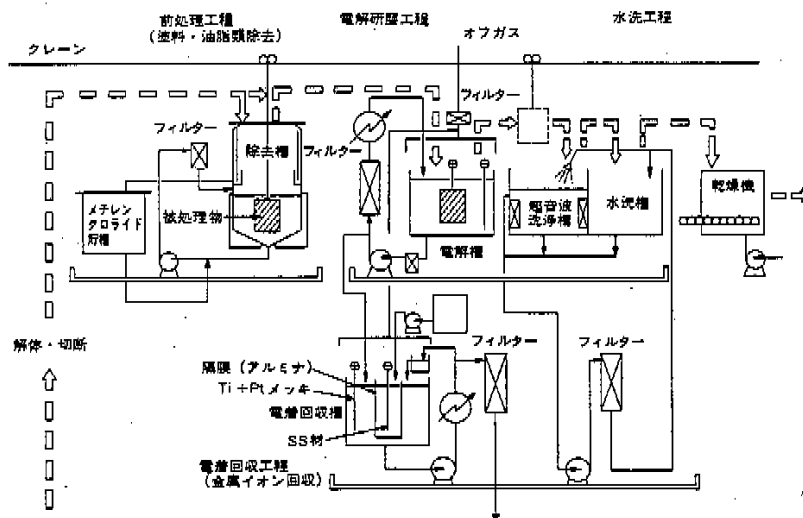


図6 電解研磨除染工程図



写真2 αホールに於けるロボット教示操作

の総合評価を行うため特に高線量の廃棄物（ダイヤモンドカッター表面線量4,000mR/h）及び高容量の廃棄物（引張試験機本体1,400×500×2,000mm）の処理を含めて実施した。

約4ヶ月間の処理を通じ、これらの廃棄物が安全にハンドリングできることを確認した。また除染解体後に回収した廃棄物はすべて収納容器表面で50mR/h以下であることを確認し、低レベル廃棄物として原研の中央廃棄物処理場へ搬出した。

ホールでのβγ試運転は(1)フロッグマンスーツによる直接作業の訓練、(2)プラズマ解体用ロボット（写真—2）を含めた内装設備の評価等を目的として、

セルから移送した低レベルの廃棄物の搬出作業、廃棄物一時保管用鉄箱及び脱硝試験装置（約900kg）の解体作業を4ヶ月にわたり行い、設備・機器等の設計通りの性能・仕様を確認した。

2.5 α本格運転

58年度からのコールド試運転、ウラン系及びβγ廃棄物を用いたホット試運転を完了し内装設備の整備を行った後セル系は59年11月、ホール系は60年2月α廃棄物を受け入れ、本格的に処理を開始した。

αセルにおいては、高レベル廃棄物としてF M Fから受入れた部材切断機（820kg、表面線量率Max800mR/hr）の処理を実施し、除染・解体後、最終的には710kgを低レベル廃棄物切断片としてαホールへ搬送するとともに、高レベル廃棄物としては100kgを原研中央廃棄物処理場へ搬出した。

一方、αホールにおいては、A G Fから受入れた化学分析用グローブボックス3基の解体を実施している。60年3月末現在の受入れ、処理、処理中、及び保管中の廃棄物の量を表—4に示す。

3. 関連技術開発

T R U廃棄物は、半減期の長い放射性核種を含むことからβγ廃棄物と明確な区分管理を行った上で、除染、減容等による発生量の低減化を図って行く必要がある。W D Fでは、T R U廃棄物管理フロー（図5参照）に基づき、本施設での大型固体廃棄物処理に係る運転経験の蓄積と除染技術及び解体技術等の開発成果を結合させ、T R U廃棄物の効果的な除染、解体、切断等の処理技術の確立を図り、将来の核燃料サイクル施設の更新、閉鎖計画に反映させること

表4 大型廃棄物処理実績

昭和60年3月末現在(kg)

				高レベルα	低レベルα	β γ	ウラン系	総 量
受入れ量	M	M	S	140	15	2917		3072
	A	G	S	75	1693			1768
	F	M	S	851	340			1191
	F	S	I 等				2460	2460
	合	計		1066	2048	2917	2460	8491
処 理 量				673	78	2262	2460	5473
処 理 中	セ	ル		148	86			234
	ホ	ー	ル		880			880
保 管 量	一 時 保 管 室			170	750			920
	サービスイリア			75	254	655		984

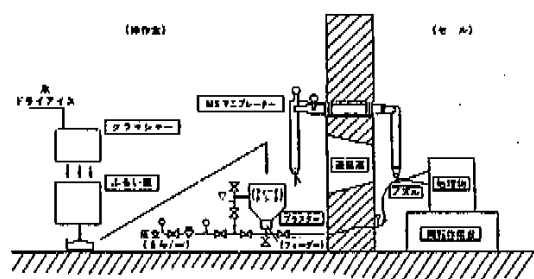


図7 アイスブラストシステムフロー

アイスブラスト除染法は、サンドブラスト技術の応用で多量の二次廃棄物となるブラスト材（アルミナ粒等）を氷及びドライアイス粒に置換え、二次廃棄物の発生量を最小限にするとともに氷の衝撃力とドライアイスによる温度降下の相乗効果で高い除染効果が期待できる。システムフローを図7に示す。ブラスト材の氷及びドライアイスの粒径は、コールド試験の結果、2～7mm（写真3参照）が有効であることを確認した。

又、ブラスト粒の製造技術として、約15W%含水のドライアイス混合粒（ペレット状）製造装置の技術開発も試験と平行して進めている。



写真3 アイス粒（アイスブラスト）

3.2 解体技術

WDFでは、現在、大型固体廃棄物の解体減容処理技術の一手法として、プラズマ溶断技術を採用している。

プラズマ溶断技術は一般産業界で広く利用されているが、原子力分野において、TRU核種によって汚染された大型廃棄物の解体処理に適応する場合、解体作業の効率化、安全性及び操作性の向上を図るためには、解体設備・機器の自動化・ロボット化に関する技術の開発が必要である。

WDFにおけるこれらの技術の導入及び開発は、(1)αホールでのフロッグマン着装による解体作業の安全性、操作性の向上を図るため、産業用ロボットをベースにした多関節型ティーチングアレイバックロボットの導入（昭和59年8月）、(2)αセルに適応する完全遠隔操作型ロボットの開発の計画を進めている。

これら自動解体技術の最終目標である可搬設置型遠隔操作型ロボットは、核燃料サイクル諸施設の設備・機器の更新及び閉鎖時等に欠かすことの出来ない技術であり、高線量下あるいはα雰囲気下での作業として、被ばく低減化の意味からも重要な開発事項である。

4. あとがき

TRU廃棄物は、プルトニウム燃料の開発利用にともない、今後発生量の増加が見込まれるものであり、処理処分対策が必要である。原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会の報告においても、動燃はTRU廃棄物の発生量の低減・除染・減容等の技術の開発を行うと明記されている。

今後核燃料サイクル施設の設備・機器の更新等からWDFにおいて取扱うことのできない大型廃棄物が発生することも考える必要があるが、WDFでの実際のTRU廃棄物を用いた処理経験・実績の蓄積及び、より効果的な解体減容処理技術の開発、実証によりこれらを解決する努力をする所存である。