

再処理施設における分析/試験由来の高放射性固体廃棄物の処理技術

Treatment technology of highly radioactive solid waste generated by experimental tests and sample analysis in reprocessing facilities

日本原子力研究開発機構	後藤 雄一	Yuichi GOTO	(Member)
日本原子力研究開発機構	稲田 聡	Satoshi INADA	(Non-Member)
日本原子力研究開発機構	久野 剛彦	Takehiko KUNO	(Non-Member)
(株)E&E テクノサービス	森 英人	Eito MORI	(Non-Member)

Abstract

Test equipment, containers, and analytical wastes, generated by experiments using spent fuel pieces in hot cell of Operation Testing Laboratory and by analysis of highly active liquid wastes in hot analytical cell line of Tokai Reprocessing Plant, are treated as highly radioactive solid wastes. These wastes are stored in specific shielded containers called waste cask and then transport to the storage facility. The treatment of these highly radioactive solid wastes have been carried out for 40 years with upgrading waste taking out system and transportation device. As a result, automation of several procedures have been achieved utilizing conventional equipment, and work efficiency and safety have been improved.

Keywords: Highly radioactive solid waste, reprocessing facility, hot shielded cell

1. 諸言

東海再処理施設の分析所では、プロセスの運転管理や核燃料物質の計量管理を目的とした分析作業及び使用済燃料の溶解試験を行っており、これらの作業で発生した高放射性固体廃棄物は、遮蔽付きの輸送容器により保管施設へ運搬している。線量率の高い放射性試料の分析作業については、高放射性、中放射性の2種類の分析セルライン（遠隔操作型遮蔽付き気密ボックス）で実施しており、それぞれ工程分析用と計量分析用が設置され、計4基の分析セルラインにて構成されている。各分析セルラインには、それぞれ5~8台の気密ボックスが設置されており、この中でマニピュレータによる各種分析作業が行われている(図1)。また、分析所には、再処理プロセスに係る試験を実施するため、重量コンクリート壁に囲まれ、ステンレス鋼のライニングが施された試験セルも設置されている(図2)。これらのセル内で発生した試料瓶、器具等の廃棄物は、廃棄物カスクと呼ばれる専用の輸送容器に収納されたのち、セルからの取出し、保管施設への搬

出がなされる。本作業については、約40年間実施してきたが、今後、東海再処理施設の廃止措置への移行に伴い、廃棄物の搬出作業が増加することが予想される。

本件では、これら廃棄物取出し機構の構造、廃棄物の収納・取出しを含めた搬出方法及びこれまでに実施した作業の効率化、安全性の向上のための取出し機構、運搬機器等に係る様々な技術開発・改良について報告する。



図1 分析セルライン



図2 試験セル

連絡先:後藤 雄一、〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33、核燃料サイクル工学研究所 再処理廃止措置技術開発センター 施設管理部 分析課
電話:029-282-1111、E-mail: goto.yuichi@jaca.co.jp

2. 分析セルラインからの廃棄物取出し

2.1 構造・取出し方法

分析セルラインの気密ボックス内から発生した試料瓶等の高放射性固体廃棄物は、気密ボックスの背面部にあるコンベアベルトを介して、分析セルラインの端部にある廃棄物取出し機構を用いて取り出される。高放射性固体廃棄物は、分析セル用輸送容器(以下、「輸送容器A」という)内のダブルカバー式コンテナに収納されたのち、吊り上げ機構及び回転機構によりコンテナ蓋が取り付けられ、密閉収納される(図3)。この時、廃棄物取出し機構は、吊り上げ機構の先端部に取り付けられたセルドアのリップシールとダブルカバー式コンテナのリップシールとでセルポートを挟み込む形で、ダブルシール法¹⁾により双方で気密状態を保持する状態となる(図4)。その後、押し上げ機構を下降させダブルカバー式コンテナを輸送容器A内に収納し、輸送容器Aをスライドさせて取り出す構造となっている。当初におけるこれら一連の作業は、電動ホイストによる輸送容器Aの積み替え、ハンドル操作による各機構の動作を手動で実施してきた。

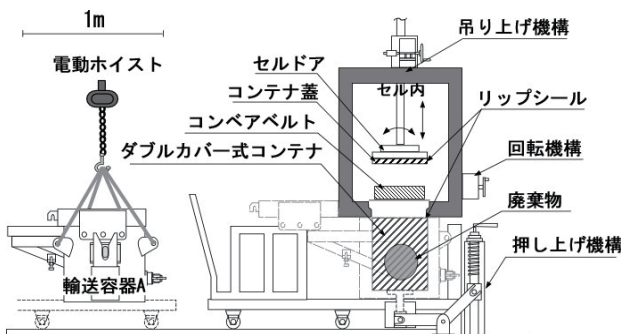


図3 廃棄物取出し機構の概要図(改良前)

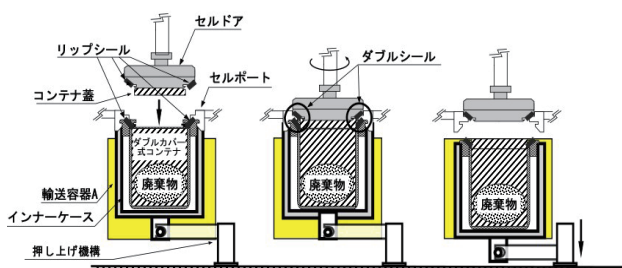


図4 ダブルシール法の概要図

2.2 課題及び改良

分析セルラインにおいて、当初より実施してきた廃棄物取出し機構による輸送容器Aの取出しは、各機構の操作を全て手動によるハンドル操作にて実施してきた。しかし、上昇、下降、回転といった各操作後の定位置での停止は、作業者の感覚に依存する割合が高く定性的であ

り、各機構での不具合が頻発していた。また、輸送容器Aの重量は、約1.5tあり、廃棄物取出し機構からの取出し後による手押し台車への積み替え、移動は、作業者の労力の負担となっており、作業安全の観点からも改善する必要があった。これらのことから、廃棄物取出し機構の自動化及び輸送容器Aの搬送方法の改善について、調査、検討を積み重ね改良を実施した。

廃棄物取出し機構に設置される吊り上げ機構、回転機構、輸送容器Aの搬送については、基本構造は現状のままとし、分析セルラインの外に電動モーターを設置するとともに、故障時には手動でも駆動できるようにハンドルを設置した。また、各機構停止位置には、リミットスイッチ(LS)を設け停止位置の精密化を図った(図5)。押し上げ機構については、既設の構造では、インナーケースシャフト部に斜め方向に力が作用しスムーズに動作しないことが確認されたため、シリンダーを設置し、垂直に昇降するよう改良した(図6)。

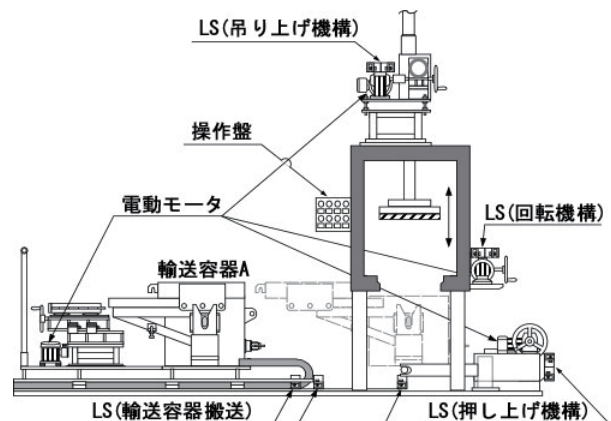


図5 廃棄物取出し機構の概要図(改良後)

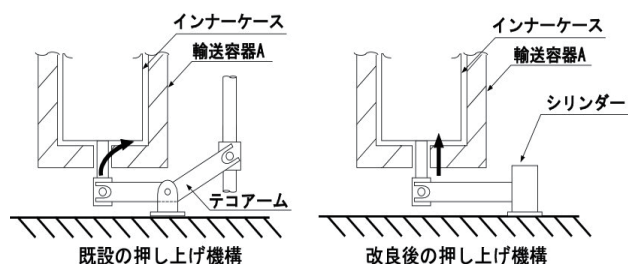


図6 押し上げ機構の概要図(改良前後)

2.3 自走搬送台車の考案・製作

輸送容器Aを搬出する機器として、専用の自走搬送台車を考案し、設計、製作を行った(図7)。設計に際しては、既設の廃棄物取出し機構との取り合い、輸送容器Aの寸法、重量(約1.5t)を考慮した車体形状(重量バランス)と

し、必要な剛性、駆動力(パワーモーター適用)を備えさせた。また、電動ホイストを使用せずに廃棄物取出し機構から輸送容器Aの積み替え作業を可能とするアームを設けた。さらに、昇降、伸縮動作には、位置、速度等を制御するためのサーボモーターを採用し、起動時のスローアップ運転、停止時のスロウダウン運転を行う機能を取り入れた。輸送容器Aの移動は、自走搬送台車に輸送容器Aを搭載したままの状態での廃棄物取出し機構や保管場所まで移動できる構造とするため、床面に誘導レールを埋設し、プログラミングにより自走する仕様としたことで、一連の動作を自動化できる設計とした(図8)。

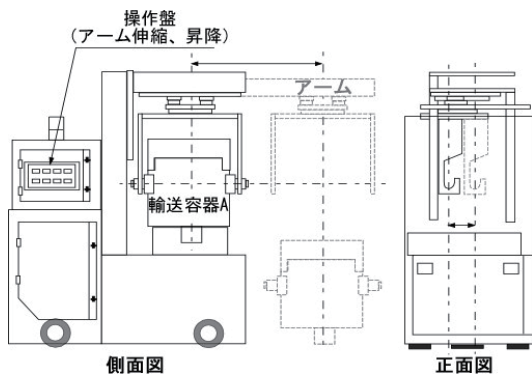


図7 自走搬送台車の概要図



図8 自走搬送台車

2.4 改良の効果

分析セルラインからの廃棄物の取出しは、輸送容器Aへの収納までは従来通りであるが、輸送容器Aの搬送及びその他の各機構(吊り上げ、押し上げ、回転機構)の動作から停止までの操作は、操作盤により全て自動化がなされた。さらに、リミットスイッチを設けたことにより、停止位置の精度は向上し、故障リスク、調整作業はほぼ解消された。廃棄物取出し機構からの輸送容器Aの積み込み、積み下ろしは、今回新たに製作した自走搬送台車を用いることで、従来6人で実施してきた作業は、4人程度に削減でき、作業時間は約20分の短縮が図れた。また、

電動ホイストの使用はなくなったことから、手足の挟まれ等の危険リスクは軽減され、安全性が向上した。輸送容器Aの搬送については、予め搬送ルートプログラミングすることで輸送容器Aを目的地まで自走で搬送することで手押し台車による重量物の運搬はなくなり、安全性と作業効率の向上に繋がった(図9, 10)。



図9 廃棄物取出し機構への自走搬送

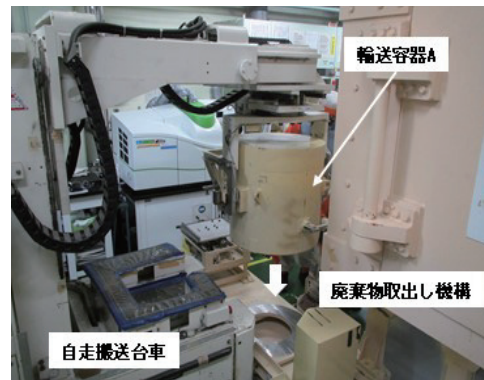


図10 廃棄物取出し機構への積みおろし替え

3. 試験セルからの廃棄物取出し

3.1 構造・取出し方法

小型試験設備試験セル内で発生した高放射性固体廃棄物は、廃棄物缶に収納後、セル内に設置された水密性容器内にて密閉し、チルターを用いて搬送台車へ搭載する。廃棄物の取出しは、専用台車に搭載された輸送容器(以下、「輸送容器B」という)とセル背面のセルポートをビニルバッグにより連結させ、閉じ込めを維持したまま3分割のSUS棒の接続により、試料搬入装置を介して水密性容器が搭載された搬送台車を引き出し、輸送容器B内に収納する(図11)。その後、輸送容器B内とセルポートを接続するビニルバッグを分離することによって取出しを行う構造となっている。

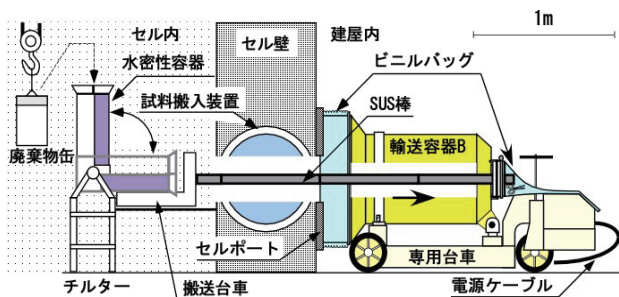


図 11 廃棄物取出しの概要図(改良前)

3.2 課題及び改良

試験セルにおける輸送容器 B 専用台車は、200V 用の壁コンセントからの給電により稼働するため、走行範囲に制限(ケーブル長さ 30m)があるとともに、走行中に台車の車輪に作業員の手足が接触する危険性があった。また、セル内からの廃棄物の取出しは、3 分割の SUS 棒の接続により引き出しているが、試験セルとの連結により、試験セル内の負圧の影響でビニルバッグ内が収縮した状態となり、SUS 棒の接続の際にビニルバッグの挟み込み、損傷による汚染発生のリスクが伴う作業であった。これらのことから、作業性、安全性について検討し、改良を実施した。

輸送容器 B 専用台車の基本構造は、現状のままとし、台車の車輪へ作業員が接触しないよう台車全体を覆うようにカバーを設置した。また、ケーブルによる給電を廃止し、台車にバッテリーを搭載した。SUS 棒による廃棄物の引き出しにおいては、試験セルからの負圧の影響を緩和するため、作業部には、作業用ボックスを設置し、上横には、作業用のグローブを取り付けるためのポートを 2 箇所設置した(図 12)。

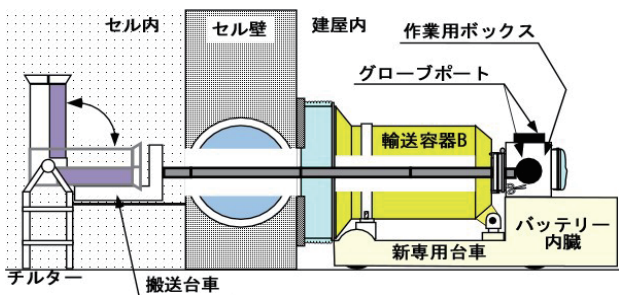


図 12 試験セル廃棄物取出しの概要図(改良後)

3.3 改良の効果

小型試験設備からの廃棄物の搬出は、輸送容器 B 後部に作業用ボックスを設置したことにより、作業スペースが拡大し、グローブを取付けたことで SUS 棒の脱着、水密製容器の搬送台車の引き出し等、作業性は大幅に向上したとともに、収縮したビニルバッグ内作業による汚染

発生のリスクが低減できた。また、専用台車においては、車輪全体をカバーすることで作業員が車輪への接触を防止でき、安全性の向上が図れた。さらに、ケーブルによる給電からバッテリー搭載型にしたことにより、走行範囲に制限はなく、作業場所によるコンセントの差し替えがなくなり作業効率の向上が図れた(図 13)。

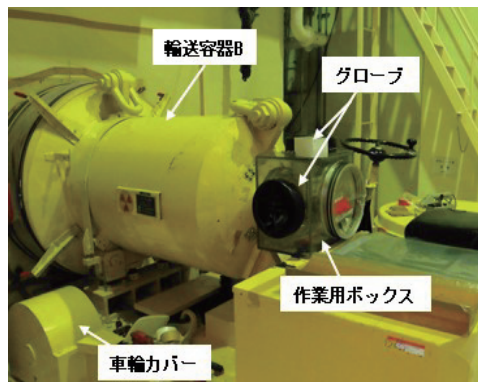


図 13 輸送容器 B の全景

4. 結 言

東海再処理施設の分析所における分析セルライン及び小型試験設備試験セルからの高放射線固体廃棄物の取出し、搬出について、特徴に応じた作業方法を検討し、設備の改良を実施した。改良に際しては、設備の故障、作業員への負担、災害リスクを低減することを目的に、これまでの経験を踏まえ、基本設計は変更せず、従来法を活かした設備の自動化及び精度向上、安全性、作業性を考慮した取出し機構の改良、新たな自走搬送台車の製作を行った。その結果、作業に係る人員の削減及び時間の短縮が図れ、さらに人力による重量物の運搬は軽減され、本改良によって、これまでの課題は解消され、作業効率と安全性が向上した。今後、再処理施設の廃止措置に向けて、廃棄物の発生量も増加することが予想されることから、本件による改良は、廃止措置の促進が期待される。

参考文献

- 1) 「遠隔操作技術」研究専門委員会編集：“高放射性物質取扱施設設計マニュアル”，日本原子力学会，1985，pp79-83.