JAEA-Technology 2011-011



再処理特別研究棟 廃液貯槽LV-2の一括撤去作業 その2(撤去作業)

Removal of the Liquid Waste Storage Tank LV-2 in JRTF Part 2 (Removal Works)

金山 文彦	萩谷 和明	砂押 瑞穂	村口 佳典
里見 慎一	根本 浩一	照沼 章弘	白石 邦生
伊東 慎一			

Fumihiko KANAYAMA, Kazuaki HAGIYA, Mizuho SUNAOSHI, Yoshinori MURAGUCHI Shinichi SATOMI, Kouichi NEMOTO, Akihiro TERUNUMA, Kunio SHIRAISHI and Shinichi ITO

> 東海研究開発センター 原子力科学研究所 バックエンド技術部

Department of Decommissioning and Waste Management Nuclear Science Research Institute Tokai Research and Development Center

June 2011

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。 本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。 なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ(<u>http://www.jaea.go.jp</u>) より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department, Japan Atomic Energy Agency 2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2011

JAEA-Technology 2011-011

再処理特別研究棟 廃液貯槽 LV-2の一括撤去作業その2(撤去作業)

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所 バックエンド技術部 金山 文彦・萩谷 和明^{※1}・砂押 瑞穂^{※1}・村口 佳典 里見 慎一・根本 浩一・照沼 章弘・白石 邦生・伊東 慎一

(2011年3月1日受理)

再処理特別研究棟(JRTF)では、廃止措置の一環として、平成8年度より設備・機器等の解体 を実施している。平成18年度から、湿式再処理試験で発生した廃液を貯蔵していた廃液長期貯蔵 施設において、地下1階LV-2室に設置された廃液貯槽LV-2の一括撤去工法に関する安全性の確 認試験を進めており、その一連の作業として、LV-2室天井開口及び、主たる作業である廃液貯槽 LV-2を施設外へ搬出する一括撤去作業を行った。

これらの作業において、作業工数、放射線管理、廃棄物に関するデータを収集するとともに、 作業効率等の分析を行った。 Removal of the Liquid Waste Storage Tank LV-2 in JRTF Part 2 (Removal Works)

Fumihiko KANAYAMA, Kazuaki HAGIYA^{**1}, Mizuho SUNAOSHI^{**1}, Yoshinori MURAGUCHI Shinichi SATOMI, Kouichi NEMOTO, Akihiro TERUNUMA, Kunio SHIRAISHI and Shinichi ITO

Department of Decommissioning and Waste Management Nuclear Science Research Institute Tokai Research and Development Center Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received March 1, 2011)

Dismantling activities of components in JAERI's Reprocessing Test Facility (JRTF) started from 1996 as a part of decommissioning of this facility. Removing out of a large liquid waste storage tank LV-2 as a whole tank from the annex building B without cutting in pieces to confirm safety and efficiency of this method started from 2006. After preparatory works, ceiling of LV-2 room was opened, and LV-2 was transferred.

Useful data such as manpower, radiation control and waste amount through these works were collected, and work efficiency was analyzed by using of these data.

Keywords: Decommissioning, Dismantling, Reprocessing Facilities, Decontamination, LV-2, Liquid Waste Storage Tank

※1 Collaborating Engineer

目 次

1.	は	じめに	1
2.	再久	処理特別研究棟の概要	2
2	2.1	施設の概要	2
2	2.2	再処理特別研究棟における解体作業の進捗状況	2
2	2.3	廃液貯槽 LV-2 の一括撤去	3
3.	廃	液貯槽 LV-2 の一括撤去作業	4
	3.1	LV-2 室天井の一部撤去	4
	3.2	LV-2 室天井の開口	5
	3.3	廃液貯槽 LV-2 の搬出・搬送	6
	3.4	LV-2 室天井の閉止	6
	3.5	LV-2 室床面の整備	7
4.	作	業管理データの収集	8
Z	4.1	作業工数に関するデータ	8
2	4.2	放射線管理に関するデータ	8
2	4.3	廃棄物に関するデータ	9
5.	解	本作業の分析	.11
4	5.1	作業効率に関するデータ	11
4	5.2	廃棄物の収納重量に関するデータ	13
4	5.3	可燃性廃棄物の発生量に関するデータ	13
6.	まる	とめ	.15
謝	辞		.16
参	考文	献	.16
付金	禄-1	再処理特別研究棟における解体作業の進捗状況	.36

Contents

1. Introduction ······ 1	
2. Outline of JRTF ······ 2	
2.1 Outline of facilities · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
2.2 Dismantling activities · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
2.3 Outline of removal of LV-2 ····· 3	
3. Outline of removal work of LV-2 ····· 4	
3.1 Removal of parts of ceiling of LV-2 room · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
3.2 Opening of ceiling of LV-2 room · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
3.3 Taking out and transferring of LV-2	
3.4 Closing of ceiling of LV-2 room ····· 6	
3.5 Maintenance of floor of LV-2 room ······ 7	
4. Collection of work management data · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
4.1 Manpower data ····· 8	
4.2 Radiation control data	
4.3 Waste data	
5. Analysis of dismantling activities 11	
5.1 Work efficiency 11	
5.2 Filling ration of waste	
5.3 Combustible waste · · · · · 13	
6. Summary 15	
Acknowledgment · · · · · 16	
References · · · · · 16	
Appendix-1 Progress report of dismantling of JRTF	

図表リスト

- 表1 廃液貯槽 LV-2 の基本仕様
- 表 2 廃液貯槽 LV-2 底部に残留したスラッジの放射能インベントリ
- 表3 コアボーリング装置及びワイヤーソー装置の仕様
- 表4 作業項目毎の作業員の防護装備
- 表5 作業項目毎の作業工数及び外部被ばく
- 表6 天井の解体物量
- 表7 コンクリート解体作業の作業効率の比較
- 表8 放射性廃棄物の収納容器当たりの収納重量(200L ドラム缶)
- 図1 再処理特別研究棟における湿式再処理試験の系統図
- 図2 再処理特別研究棟の全体図
- 図3 廃液長期貯蔵施設の平面図
- 図4 LV-2 室の設備・機器の配置図
- 図5 廃液貯槽 LV-2 の一括撤去の概念図
- 図 6 LV-2 室天井の一部撤去の概略
- 図7 ブロック吊金具の設置概略図
- 図8 仮設防護建家及び天井開口用 GH の設置概略図
- 図9 作業項目毎の作業工数の割合
- 図10 集団線量の推移(積算)
- 図11 放射性廃棄物(固体)の発生量の内訳
- 図 12 作業員毎の鉛直穿孔の速度の比較
- 図 13 ワイヤーソー装置による切断速度
- 図 14 コンクリート解体作業の作業効率の比較
- 図 15 作業項目毎の可燃性カートンボックスの発生量
- 写真1 LV-2 室内の状況
- 写真2 天井サポート用足場の設置状況
- 写真3 ポンプピットの状況
- 写真4 コアボーリング装置の穿孔状況
- 写真5 ワイヤーソー装置の設置状況
- 写真6 LV-2 室天井の一部撤去状況(ブロック D)
- 写真7 LV-2 室天井の一部撤去後の状況
- 写真8 仮設防護建家の設置状況
- 写真9 天井開口用 GH の設置状況
- 写真10 LV-2 室天井の開口後の状況
- 写真11 廃液貯槽 LV-2 の搬出状況

- 写真 12 廃液貯槽 LV-2 の搬送状況
- 写真13 廃液貯槽 LV-2 の撤去後の状況
- 写真 14 LV-2 室天井の閉止状況
- 写真15 LV-2 室天井耐火ボードの設置状況
- 写真16 ポンプピット北側壁の復旧状況
- 写真17 はつり用簡易ハウスの設置状況
- 写真18 LV-2 室床面の整備状況

Tables and Figures Captions

- Table 1Specification of the liquid waste storage tank LV-2
- Table 2Radioactive inventory of sludge in LV-2
- Table 3 Specification of boring machines and wire-saw machines
- Table 4Protective equipments
- Table 5Manpower and external exposure of removal of LV-2
- Table 6 Dismantled waste of ceiling of LV-2 room
- Table 7
 Comparison of concrete dismantling efficiency
- Table 8 Storage efficiency of radioactive waste (200L drum)
- Figure 1 Diagram of wet reprocessing test in JRTF
- Figure 2 Plan of the main building of JRTF
- Figure 3 Floor plan of the annex building B of JRTF
- Figure 4 Floor plan of components in LV-2 room
- Figure 5 Concept of removal of the liquid waste storage tank LV-2
- Figure 6 Procedure of dismantling pump pit wall and parts of ceiling of LV-2 room
- Figure 7 Outline of lug to lift a block
- Figure 8 Outline of setting of a protection building and greenhouse for opening the ceiling
- Figure 9 Manpower at each work
- Figure 10 Variation of collective dose equivalent
- Figure 11 Breakdown of radioactive solid waste generation
- Figure 12 Coring speed of a boring machine
- Figure 13 Cutting speed of a wire-saw machine
- Figure 14 Comparison of concrete dismantling efficiency
- Figure 15 Carton box generation at each work
- Photo 1 Situation of LV-2 room
- Photo 2 Situation of setting of scaffolding for roof support
- Photo 3 Situation of installation of the pump pit
- Photo 4 Situation of coring work by a boring machine
- Photo 5 Situation of cutting work by a wire-saw machine
- Photo 6 Situation of transporting the ceiling concrete block
- Photo 7 Situation after removing the ceiling concrete block
- Photo 8 Situation of setting of a protection building
- Photo 9 Situation of setting of greenhouse for opening the ceiling
- Photo 10 Situation after opening the ceiling of LV-2 room
- Photo 11 Situation of transfer the liquid waste storage tank LV-2

- Photo 12 Situation of transfer the liquid waste storage tank LV-2
- Photo 13 Situation of after removing the liquid waste storage tank LV-2
- Photo 14 Situation of closing the ceiling of LV-2 room
- Photo 15 Situation of setting the fireproof board of ceiling of LV-2 room
- Photo 16 Situation of reconstruction of the pump pit wall
- Photo 17 Situation of setting green house for dismantling
- Photo 18 Situation of maintenance of floor of LV-2 room

1. はじめに

再処理特別研究棟(JRTF^油)では、核燃料物質使用施設等の解体技術の確立に資するため、 国内外における再処理設備の改造、改良工事等で得られた知見、技術、国際協力に基づいて入手 した情報を活用して、湿式再処理試験に使用された設備・機器等の解体を進めている。設備・機 器等の解体では、適用技術・工法に係る作業データの取得と妥当性の評価及び解体の準備から解 体廃棄物の一時保管に至るまでの作業管理、放射線管理、廃棄物管理等の解体に関する総合的な データの取得を行い、その分析・評価を進めている。再処理特別研究棟の解体作業は、核燃料物 質使用施設等の解体技術の確立と、解体に関するノウハウの蓄積を目的としている。

設備・機器等の解体は平成8年度に開始し、これまでに本体施設、廃液長期貯蔵施設の主な設備・機器等の解体を実施した^{1)~6)}。

本体施設では、湿式再処理試験に使用したセル内機器の解体が終了しており、グローブボック ス・フード等の付帯設備の解体・撤去が進められている。残存する付帯設備及び貫通配管の撤去、 建家コンクリート等の除染及び確認測定等を行った後、管理区域を解除する計画である。

廃液長期貯蔵施設では、湿式再処理試験で発生した廃液を貯蔵した廃液貯槽の解体・撤去を進めており、残存する貫通配管の撤去、建家コンクリート等の除染及び確認測定等を行った後、管理区域を解除する計画である。廃液貯槽のうち A0 脱被覆廃液を貯蔵した廃液貯槽 LV-2 については、施設内で解体して切断片を廃棄物収納容器へ収納する現位置解体工法を行わずに、廃液貯槽 LV-2 本体をそのまま、施設外へ搬出した後他施設で解体する一括撤去工法により撤去した。

廃液貯槽 LV-2 の一括撤去は、撤去前準備作業と撤去作業に分けられる。このうち、撤去前準備 作業である接続配管類の撤去、内部スラッジの回収、搬出前準備作業については、既に報告して いる⁷⁾。

本報告は、撤去作業について、その作業の概要と、本作業を通して得られたデータをまとめたものである。

^{注)} JRTF: JAERI's Reprocessing Test Facilities

2. 再処理特別研究棟の概要

2.1 施設の概要

再処理特別研究棟は、昭和42年に日本で最初のPurex法による湿式再処理試験施設として建設 された。昭和43年から昭和44年に、JRR-3の使用済燃料(Aℓ被覆、金属U、燃焼度600MWD/T) を使用した3回の湿式再処理試験を行い、我が国で最初の湿式再処理試験に成功するとともに、 200gのPu回収に成功した。再処理特別研究棟における湿式再処理試験の系統図を図1に示す。

その後、昭和45年に湿式再処理試験設備の運転を停止し、再処理高度化研究、軽水炉燃料等の 燃焼率測定及び再処理廃液の処理技術開発等を行う核燃料物質使用施設として使用してきた。

再処理特別研究棟は、使用済核燃料の湿式再処理試験に使用した湿式再処理試験設備が設置さ れた本体施設並びに湿式再処理試験によって発生した廃液を貯える廃液操作・貯蔵室及び廃液長 期貯蔵施設からなり、各施設は地下ダクトによって連結された構造となっている。再処理特別研 究棟の全体図を図 2 に示す。なお、設備・機器等は、核分裂生成物(β(γ)線放出核種)だけでな く、TRU 核種を含むα線放出核種によって汚染されている。

再処理試験によって発生した廃液(約70m³)は、Aℓ 脱被覆廃液、プロセス廃液、廃溶媒、未 精製 U 廃液及び FP 含有廃液の5種類に分けて保管管理してきた。これら廃液の処理は、昭和57 年度から開始し、平成10年度までに終了した^{8),9)}。

以下に各施設の概要を記す。

本体施設

本体施設は、地上3階、地下1階の建物で、I棟からIV棟に分かれており、溶解槽、パルスカ ラム等が設置されているホットケーブ、蒸発缶やミキサセトラ等が設置されている Pu セル、炭 酸ソーダ洗浄槽が設置されている溶媒回収セル及び約 1m³の鉛セル 11 基が連結された分析セル 等が設置されていた。

廃液操作・貯蔵室

廃液操作・貯蔵室は、地上1階、地下2階の円筒形の建物で、地下2階には約4m³及び約2m³の SUS 製の廃液貯槽が12基設置されている。これらは、湿式再処理試験により発生したプロセス廃液、廃溶媒及び未精製U廃液を貯蔵している。

廃液長期貯蔵施設

廃液長期貯蔵施設は、地上1階、地下1階の建物で、地下には、約10m³から20m³の廃液貯槽 が6基設置されていた。これらは、湿式再処理試験により発生したAℓ脱被覆廃液、プロセス廃 液及びFP含有廃液を貯蔵していた。

2.2 再処理特別研究棟における解体作業の進捗状況

設備・機器等の解体を平成8年度から実施しており、本体施設では、最初に解体廃棄物及び資 材置場を確保するため、グローブボックス・フード等の付帯設備の一部を解体した後、湿式再処 理試験装置が設置されていたホットケーブ・Pu セル等の建物と一体構造となっているセル内の機 器及び分析セルを解体した。廃液長期貯蔵施設では、FP 含有廃液処理装置、サンプリングセル 及び地下タンク室に設置されていた湿式再処理試験で発生した廃液を貯蔵していた4基の大型槽

(LV-3~6)を解体し、地下タンク室内の SUS ライニングを解体撤去した。その後、廃液貯槽 LV-2を施設外へ一括撤去した。廃液長期貯蔵施設の平面図を図3に示す。

2.3 廃液貯槽 LV-2 の一括撤去

LV-2 室(4100mmW×4100mmL×6200mmH)はコンクリートセルであり、室内には湿式再処理試 験で発生した Aℓ 脱被覆廃液を貯留した廃液貯槽 LV-2 が設置され、プロセス配管、計装配管、ユ ーティリティ配管等が複雑に敷設された狭隘なエリアである。LV-2 室内での解体作業は、狭隘な ために、作業員の数や使用可能な解体工具が限定されるとともに、コンクリートセル内へのアク セスも困難なために、作業員の出入りや解体工具の搬出入に労力を要する。また、事前調査によ って廃液貯槽 LV-2 の底部には乾燥したスラッジが確認されている。廃液貯槽 LV-2 の基本仕様を 表1に、廃液貯槽 LV-2 底部に残留したスラッジの放射能インベントリを表2に、LV-2 室の設備・ 機器の配置図を図4に示す。

これまでの廃液長期貯蔵施設における大型槽の解体作業では、機器類の細断、梱包、収納まで を同施設内で行う現位置解体工法により実施してきた。一方、作業の安全、効率化の観点から廃 液貯槽 LV-2 については、貯槽本体を別の施設に搬送してから解体する一括撤去工法を適用し、 本工法を適用するための作業手順、作業効率、被ばく等の安全性について調査した。廃液貯槽 LV-2 の一括撤去における作業手順は、以下のとおりである。廃液貯槽 LV-2の一括撤去の概念図を図 5 に示す。

その1(撤去前準備作業)

①コンクリート壁の開口

②LV-2 室の設備・機器の解体

③廃液貯槽 LV-2 の内部スラッジ除去

④廃液貯槽 LV-2 の一括撤去に係る準備作業

その2(撤去作業)

⑤LV-2 室天井の一部撤去

⑥LV-2 室天井の開口

⑦廃液貯槽 LV-2 の搬出・搬送

⑧LV-2 室天井の閉止

⑨LV-2 室床面の整備

既に LV-2 室の設備・機器の解体である敷設配管等の撤去、廃液貯槽 LV-2 内のスラッジの回収・ 除染、LV-2 本体の梱包等は終了しており、LV-2 室内には、天井開口時のコンクリート片及び作業 員等の落下防止用のための天井サポート用足場が設置されている。また、同作業により管理区域 内で使用した出入用グリーンハウス(以下「GH」という。)及び仮設排気設備等は、継続して使 用した。LV-2 室内の状況を写真1に、天井サポート用足場の設置状況を写真2に示す。

本作業においては、LV-2 室天井を開口し、廃液貯槽 LV-2 を施設外へ搬出した後、LV-2 室天井の閉止を行った。

3. 廃液貯槽 LV-2 の一括撤去作業

廃液貯槽 LV-2 の一括撤去作業においては、LV-2 室天井を開口し、廃液貯槽 LV-2 を施設外へ撤 去した。LV-2 室天井は、放射性廃棄物を低減するため、LV-2 室天井を非管理区域側(LV-2 室天 井の一部撤去)と管理区域側(LV-2 室天井の開口)に分けて撤去した。LV-2 室天井の開口に当 たっては、管理区域境界が一時的に撤去されるため、非管理区域側天井に天井開口用 GH を設置 し、同 GH 内を一時管理区域に設定した。LV-2 室天井の一部撤去、LV-2 室天井の開口、廃液貯 槽 LV-2 の搬出・搬送、LV-2 室天井の閉止作業終了後に、一時管理区域を解除した。以下に作業 内容の詳細を記す。

3.1 LV-2 室天井の一部撤去

LV-2 室上部の非管理区域には、ポンプピットがあり、その北側壁が廃液貯槽 LV-2 の搬出に伴う開口位置に掛かるため、LV-2 室天井と併せて撤去した。LV-2 室天井の高さ方向の一部撤去範囲は、管理区域側の天井を厚さ約 200mm 残すまで(厚さ約 1,100mm)とした。

ポンプピットの北側壁及び LV-2 室天井の一部撤去方法は、振動が少なく管理区域境界の天井を 破損させることのないコアボーリング装置による穿孔及びワイヤーソー装置により撤去した。ま た、管理区域内への冷却水の侵入を防止するため、乾式工法を適用した。非管理区域側の天井撤 去中は、LV-2 室内部の天井に亀裂の発生がないことを確認するため、穿孔等の作業中は、LV-2 室出入用に設けた側面の開口部から監視した。また、管理区域内に設置した出入用 GH の排気を 行う仮設排気設備を運転するとともに、放射線管理用のモニタリング設備を接続し、LV-2 室入域 に必要な準備を行った。

LV-2 室天井の一部撤去の準備作業として、ポンプピットに設置されている鋼製蓋及び貫通プラ グを移動式クレーンにより撤去した。次に、コンクリート粉塵飛散防止用の屋外ハウス、コアボ ーリング装置及びワイヤーソーの冷却装置、コンクリート粉塵回収用の集塵装置等をポンプピッ ト周囲に設置した。コアボーリング装置及びワイヤーソー装置の仕様を表3に、ポンプピットの 状況を写真3に示す。

(1) ポンプピット北側壁の撤去

ポンプピット北側壁は、切断効率を考慮して、ワイヤーソー装置により2分割のブロック として撤去した。北側壁の両端及び中央の下部3箇所を電動ハンマードリルで穿孔し、ワイ ヤーソーを敷設するスペースを確保した。北側壁は、鉛直(北側壁中央及び両端)、水平(北 側壁下部)の順に切断を行った。撤去したポンプピット北側壁は、移動式クレーンにより搬 出した。

(2) LV-2 室天井の一部撤去

非管理区域側の LV-2 室天井(厚さ約 1,100mm)は、5 ブロック(A~E)に分割して撤去 した。LV-2 室天井の一部撤去の概略を図 6 に示す。

各ブロックは、ワイヤーソー装置のワイヤーを敷設するスペースを確保するため、撤去す るブロックの周囲をコアボーリング装置により鉛直方向に穿孔した。その後、ワイヤーソー 装置により水平切断し、移動式クレーンによりブロックを搬出した。なお、ブロック A のみ は、水平方向に荷重を加えることにより、底部を割裂し撤去した。また、コアボーリング装 置によりブロック底部の水平方向の穿孔が可能なブロックは、コアボーリング装置により水 平に穿孔し、ワイヤーソー装置のワイヤーを敷設した後、ワイヤーソー装置により鉛直方向 の切断を行った。なお、ワイヤーソー装置による水平切断作業では、残された約 200mm 厚 の天井に、ブロック切断後の衝撃荷重(ワイヤー径約 10mm 分の高さからの落下)が掛かる ことを考慮し、開口部周囲のコンクリートにブロック吊金具(H 鋼)を固定するとともに、 撤去するブロックをケミカルアンカーにより固定した。切断したコンクリートブロックは、 移動式クレーンにより搬出した。ブロック吊金具の設置概略図を図 7 に、コアボーリング装 置の穿孔状況を写真 4 に、ワイヤーソー装置の設置状況を写真 5 に、LV-2 室天井の一部撤去 状況(ブロック D)を写真 6 に、LV-2 室天井の一部撤去後の状況を写真 7 に示す。

非放射性廃棄物として撤去したポンプピット北側壁を含めた天井部コンクリート等(LV-2 室天井 21.9ton、ポンプピット北側壁 5.1ton)については、再利用するため機構内の廃材置き 場へ運搬し保管した。

3.2 LV-2 室天井の開口

LV-2 室天井の開口では、管理区域境界が撤去対象となるため、非管理区域側のLV-2 室上部に 耐震 C クラスの風雨よけの仮設防護建家を設置し、その内部に天井開口用 GH を設置した。天井 開口用 GH 設置後、同 GH 内を一時管理区域に設定した。

天井開口用 GH は、3 室構造とし、LV-2 室天井の開口作業、作業員の補助作業及び廃液貯槽 LV-2 を一時仮置きする GH-1、退出時の放射線管理等を行う GH-2 及び GH-3 とした。また、移動式ク レーンにより廃液貯槽 LV-2 を搬出する際に GH の密閉性を維持するために、GH-1 天井には、LV-2 室から天井開口用 GH 内へ吊上げるためのワイヤーロープ養生用スリーブ (2,000mm× 1,000mm×8,500mm (筒状の酢酸ビニールシート))を設置した。また、天井開口用 GH から廃液 貯槽 LV-2 を屋外へ搬出するために、GH-1 天井に天井開口用ファスナ (3,000mm×2,800mm)を設 置した。天井開口用 GH の排気は、LV-2 室の仮設排気設備の排気ダクトを、LV-2 室内で分岐し天 井開口用 GH へ引き込むことにより行った。また、排気ダクトと併せて、放射線管理用のサンプ リング設備を天井開口用 GH へ引き込み設置した。仮設防護建家及び天井開口用 GH の設置概略 図を図 8 に、仮設防護建家の設置状況を写真 8 に、天井開口用 GH の設置状況を写真 9 に示す。 なお、LV-2 室内には、廃液貯槽 LV-2 の一括撤去に係る準備作業において、コンクリート片及び 作業員等の落下防止のための天井サポート用足場が設置されている。

LV-2 室天井の開口では、エアブレーカ2台によりコンクリートを破砕した。なお、天井部コン クリートの荷重バランスを考慮して、周辺部から開口部までの距離が最も短くなるように中央か ら周辺方向に開口部を広げた。コンクリートの破砕片は、天井サポート用足場上へ落下させ回収・ 梱包した。鉄筋については、コンクリートの破砕が終了した後に、天井サポート用足場にてバン ドソー及びセーバーソーにより細断・梱包した。また、天井開口用 GH の GH-1 は、汚染の可能 性のあるコンクリート粉塵を容易に回収できるように、GH-1 内に破砕エリアを設けた。

開口作業終了後は、GH-1 内の破砕エリアに汚染のないことを確認した後、区画を解除した。 なお、LV-2 室天井の開口において、有意な汚染はなかった。LV-2 室天井の開口により発生したコ ンクリート及び鉄筋は、分別して放射性廃棄物として処分した。LV-2 室天井の開口後の状況を写 真 10 に示す。

3.3 廃液貯槽 LV-2 の搬出・搬送

廃液貯槽 LV-2 の搬出(吊上げから天井開口用 GH 内仮置)と搬送(天井開口用 GH 内仮置位置から運搬車両への積載まで)を行った。

廃液貯槽 LV-2 を天井開口用 GH へ搬出するため、天井サポート用足場を一時分解し、LV-2 室 内へ仮置きした。次に、LV-2 室内の汚染検査を行い、遊離性汚染のないことを確認した後、仮設 防護建家の屋根の一部(東側)を一時的に取外した。GH の密閉性を維持させるために、天井開 口用 GH の天井に設置したワイヤーロープ養生用スリーブ(図 5(2)参照)を経由させた移動式ク レーンのフックにより廃液貯槽 LV-2 を吊上げて、天井開口用 GH 内へ搬出した。天井開口部を廃 液貯槽 LV-2 脚部固定用鋼材等で仮閉止し、その上部に廃液貯槽 LV-2 を仮置きした。なお、廃液 貯槽 LV-2 の搬出は、高所作業となるため、作業員は適切な防護装備を着用するとともに、天井開 口部へ落下防止ネットを設置した。

天井開口用 GH 内に仮置きした廃液貯槽 LV-2 は、同 GH 内面と併せて汚染検査を行い、遊離性 汚染のないことを確認した。廃液貯槽 LV-2 は、天井開口用ファスナを開放した後、移動式クレー ンにより吊上げ、輸送車両に積載し廃棄物処理場へ輸送した。廃液貯槽 LV-2 の搬出状況を写真 11 に、廃液貯槽 LV-2 の搬送状況を写真 12 に、LV-2 室内の廃液貯槽 LV-2 撤去後の状況を写真 13 に示す。

3.4 LV-2 室天井の閉止

廃液貯槽 LV-2 の搬出後に、LV-2 室天井の開口を鋼材等により閉止した。閉止部は、管理区域 境界となるため、強度及び気密性を確保できる構造とした。

開口の閉止後、天井開口用 GH の一時管理区域を解除し、天井開口用 GH 及び仮設防護建家を 撤去した。

(1) LV-2 室天井の閉止

まず初めに、廃液貯槽LV-2を搬出するために分解しLV-2室に仮置きした足場材を用いて、 再度LV-2室に作業用仮設足場を設置した。LV-2室天井の開口部(約3,000mm×3,000mm)に 鋼材(みぞ型鋼)6本をアンカーボルトにより固定させ、その鋼材に軽量鋼材を格子状に接 合した。さらに、Tig 溶接により鋼材(6mmt)9枚及び軽量鋼材を全周溶接(ポンプピット 壁面の取合部を除く)した。溶接作業時には、防火対策として、開口部の周囲を防炎・防火 シート等により養生した。溶接により密閉ができない部分(ポンプピット壁面と鋼材等の隙 間)については、シーリング材により処理した。LV-2室天井の閉止状況を写真14に示す。 また、LV-2室側天井面は、防火対策として、鋼材及び軽量鋼材に耐火ボードをビス留めによ り取付け、耐火ボードの隙間は、耐火パテにより密閉処理した。LV-2室天井耐火ボードの設 置状況を写真15に示す。 (2) 天井開口用 GH の撤去(一時管理区域の解除)

天井開口用 GH 内の汚染検査(直接法・間接法)を行い、汚染のないことを確認し、一時 管理区域を解除した後、天井開口用 GH を解体撤去した。なお、天井開口用 GH の排気に使 用した仮設排気設備のダクト及び放射線管理用のサンプリング設備は、密閉方式により LV-2 室内へ引き込み撤去した。

(3) ポンプピットの復旧及び仮設防護建家撤去

ポンプピット北側壁の撤去跡は、コンクリート打継ぎ部に鉄筋(サイズ D13・D16)を組立 てた後、コンクリートを打設した。コンクリートを、2 日間養生させた後、移動式クレーン によりポンプピット蓋を所定の位置へ戻した。ポンプピット北側壁の復旧状況を写真 16 に 示す。

仮設防護建家は、ポンプピット北側壁を復旧した後、解体撤去した。

3.5 LV-2 室床面の整備

コンクリート架台(600mmW×700mmL×300mmH)の撤去は、次のように行った。まず、LV-2 室 に出入用の昇降足場を設置した後、作業エリアを確保するために、不要な資材等を搬出した。そ の後、コンクリート架台の周囲にコンクリート粉塵の飛散を防止するため、はつり用簡易ハウス (1,000mmW×1,800mmL×2,000mmH)を設置した。その後、排気ダクトを接続するとともに、放 射線管理用のサンプリング設備を設置した。なお、はつり用簡易ハウスは、コンクリート架台を 1 基ずつ撤去した後順次移動できるように、骨組みに軽量な部材(イレクターパイプ)を使用し た。はつり用簡易ハウスの設置状況を写真 17 に示す。

コンクリート架台はエアブレーカにより破砕し、破砕中は集塵機により粉塵を回収しながら実施した。また、コンクリート中の鉄筋は、をセーバーソーにより切断した。はつり用簡易ハウスは、汚染検査を行い汚染のないことを確認した後、撤去した。なお、LV-2 室床面の整備作業において、有意な汚染は検出されなかった。

コンクリート架台の撤去跡は、モルタルにより補修し、塗装を施した。破砕作業により発生したコンクリート片及び鉄筋は、分別して放射性廃棄物として処分した。LV-2 室床面の整備状況を 写真 18 に示す。

4. 作業管理データの収集

4.1 作業工数に関するデータ

(1) その2における作業工数

その2における作業工数は、1,821人・日(作業日数:162日)、1日当たりの平均人数は、 11.2人/日であった。作業項目毎の作業工数の内訳は、準備作業137人・日、LV-2室天井の一 部撤去392人・日、LV-2室天井の開口569人・日、廃液貯槽LV-2の搬出・搬送231人・日、 LV-2室天井の閉止351人・日、LV-2室床面の整備100人・日、後片付け41人・日であった。

また、その2の作業では、全体の約72%と管理区域作業が比較的少なくなった。作業項目 毎の作業工数に対する管理区域作業の占める割合は、準備作業では約69%、 LV-2 室天井の 一部撤去では約25%、LV-2 室天井の開口では約79%、廃液貯槽 LV-2の搬出・搬送では約97%、 LV-2 室天井の閉止では約86%、LV-2 室床面の整備では約100%、後片付けでは約98%であっ た。

また、その2における管理区域作業の約3/4はLV-2室外での作業であり、LV-2室内での作業工数は全体の約1/5であった。

(2) 作業全体における作業工数

その1における作業工数は、1,909人・日(作業日数:92日)、1日当たりの平均人数は、 20.8人/日であった。そのため、作業全体(その1、その2)における作業工数は、3,730人・ 日(作業日数:254日)、1日当たりの平均人数は、約14.7人/日、であった。作業項目毎の 作業工数の割合を図9に示す。

本作業に要した作業工数のうち、その1の廃液貯槽 LV-2の内部スラッジ除去 839 人・日が 最も多く、作業全体の約1/4 を占めた。

一括撤去作業では、通常の作業に比べて、非管理区域での作業が多くなる。作業全体(その1、その2)では、管理区域及び非管理区域における作業工数は、管理区域作業3,215人・
 日(約86%)、非管理区域作業515人・日(約14%)となった。

作業全体(その1、その2)でのLV-2 室内での作業工数は全体の約1/2 であった。一括撤 去工法を適用することにより、LV-2 室内での作業工数を低減することができた。

4.2 放射線管理に関するデータ

その1、その2における作業員の防護装備は、次のとおりであった。廃液貯槽 LV-2の内部スラ ッジ除去等については、エアラインスーツを着用し、コンクリート壁の開口、LV-2室の設備・機 器撤去、廃液貯槽 LV-2の一括撤去に係る準備作業、LV-2室天井の開口、LV-2室天井の閉止、LV-2 室床面の整備においては、全面マスク及びタイベックスーツを着用した。作業項目毎の作業員の 防護装備を表4に示す。

外部被ばくの管理のため、作業員は、ガラスバッジ及びポケット線量計(PDM-112、アロカ(株) 製)を着用した。さらに、その1の作業においては、LV-2 室内の全ての作業時にアラームメータ ー(ADM-102、アロカ(株)製)を追加し、その警報設定値を100µSvに設定し、被ばく線量を管理 した。作業エリアには、放射線管理用のサンプリング設備として、エアスニファ(空気捕集装置 ^{注1)})を設置し、空気中放射能濃度を監視した。以下に、放射線管理に関するデータを記す。

(1) 外部被ばくに関するデータ

作業全体(その1、その2)におけるγ線の実効線量当量率の最大値は、廃液貯槽 LV-2 外 表面下部で350μSv/h(電離箱による測定)、廃液貯槽 LV-2 内底部表面で1.6mSv/h(ガラス バッジによる測定)であった。

作業全体での個人最大被ばく線量(実効線量)は0.6mSvであり、総集団線量は8.2人・mSvであった。作業項目毎の作業工数及び外部被ばくを表5に、集団線量の推移(積算)を図10に示す。

その2の作業中における個人最大被ばく線量(実効線量)は0.05mSvであり、作業全体における個人最大被ばく線量(実効線量)の約8%であった。また、その2の作業中における総集団線量は0.3人・mSvであり、作業全体における総集団線量の約4%であった。

廃液貯槽 LV-2 の解体に一括撤去工法を適用することにより、その1に比べ、その2による 外部被ばく線量を大幅に低減することができた。

(2) 内部被ばくに関するデータ

作業全体(その1、その2)を通して、作業エリアとなる GH 及び簡易ハウス、LV-2 室内に は、作業開始前に適切な箇所にダストサンプリング端を設置し、空気中放射能濃度を監視した。

全 α 、全 $\beta(\gamma)$ の空気中放射能濃度は、その 2 の作業中すべて検出限界値未満であった。作業 全体(その 1、その 2)における空気中放射能濃度は、スラッジ除去及び配管類の撤去作業(エ アラインスーツ)において最大全 α : 8.2×10⁻⁶Bq/cm³、全 $\beta(\gamma)$: 6.0×10⁻⁴Bq/cm³であった。また、 全面マスクを使用した作業における空気中放射能濃度最大値は、廃液貯槽 LV-2 の密閉作業を 行った際の全 α : 8.8×10⁻⁹Bq/cm³、全 $\beta(\gamma)$: 2.3×10⁻⁷Bq/cm³であった。

作業員の内部被ばくについては、エアラインスーツ(㈱重松製作所社製)の防護係数(全面 マスク、エアラインマスク等の防護装備での防護効果)が1,000(装着時のエアロゾルの摂取 量が未装着時の1/1,000に低下すること)以上であることから、法令で定める放射線業務従事 者に係る1週間平均の空気中放射能濃度限度(DAC;²³⁹Pu:7.0×10⁻⁷Bq/cm³、⁹⁰Sr:3.0× 10⁻⁴Bq/cm³)に対し、十分に安全であった。また、解体作業終了後、数名の作業員を対象とし て全身計測法による確認検査を実施し、内部被ばくがないことを確認した。

4.3 廃棄物に関するデータ

コンクリート、金属、不燃物等の解体廃棄物及び金属、非鉄金属、難燃性の付随廃棄物は 200L ドラム缶に、タイベックスーツ、マスクフィルタ、養生シート等の可燃性の付随廃棄物は可燃性 カートンボックスに収納した。

その2の作業における解体廃棄物は、主にコンクリート、鉄筋及び廃液貯槽 LV-2 であり、その 重量は8,924kg であった。一方、付随廃棄物の重量は1,435kg であり、可燃性廃棄物(カートン ボックス)の発生量は約89%(447 個:約1,280kg)であった。

注1) 空気捕集装置:空気中の放射性物質の濃度を連続又は定期的に監視する装置

作業全体(その1、その2)における解体廃棄物は、主にコンクリート、配管及び廃液貯槽 LV-2 であり、その重量は10,957kgであった。一方、付随廃棄物の重量は5,207kgであった。そのうち、 可燃性廃棄物の発生量が約77%(1339個:約3,986kg)であった。放射性廃棄物(固体)の発生 量の内訳を図11に示す。

また、LV-2室天井の一部撤去作業で発生した非放射性の解体廃棄物の重量は、27,000kgであり、 ほとんどがコンクリートでポンプピット北側壁 5,100kg、天井 21,900kg であった。天井の解体物 量を表6に示す。

5. 解体作業の分析

5.1 作業効率に関するデータ

(1) コンクリート解体作業における作業効率

コンクリート解体作業における作業効率は、コアボーリング装置及びワイヤーソー装置によ る解体作業(穿孔・切断)とハンドブレーカーによるコンクリート解体作業(破砕)について 評価した。

1) コアボーリング装置及びワイヤーソー装置による解体作業(穿孔・切断)

LV-2 室天井の一部撤去におけるコアボーリングによる穿孔及びワイヤーソー装置による 切断及び搬出の作業効率を評価した。

コアボーリング装置による穿孔作業は、150本のうち鉛直穿孔(110Φ、長さ800mm~ 1,585mm)が146本、水平穿孔(110Φ、長さ780mm、1,130mm)が2本、60Φの水平穿孔 (長さ830mm、1,300mm)が2本となった。全体の約97%が鉛直穿孔であった。

穿孔速度は、平均 0.37m/h であり、穿孔方向の違いは見られなかった。しかし、穿孔位置 により穿孔速度が 1.2m/h から 0.1m/h 大きく異なる結果となった。連続した穿孔の最初の穿 孔で最小値を示した。その原因は、穿孔の際に発生した粉塵の逃げ道がなく、刃先に粉塵が 詰まり易くなったためと思われる。

また、鉛直穿孔では、作業前半と後半を比較すると、わずかではあるが穿孔速度が徐々に 向上していた。この要因としては、先端コアビットを適用性の高い物への変更、ならびに作 業員の習熟度の向上によると思われる。作業員毎の鉛直穿孔の速度の比較を図 12 に示す。

ワイヤーソー装置による切断作業は、鉛直切断が7回、水平切断が7回であった。切断速度は、平均0.35m²/h であり切断方向の違いは見られなかった。ワイヤーソー装置による切断速度を図13に示す。

LV-2 室天井の一部撤去におけるコンクリートの解体作業の作業効率は、0.041 人・時/kg であった。また、解体したコンクリートの搬出作業効率は、0.0017 人・時/kg であった。なお、非管理区域の LV-2 室上部における準備作業から後片付けまでの作業員及び補助作業員を含めた作業効率とした。

2) ハンドブレーカーによる解体作業(破砕)

LV-2 室天井の開口におけるハンドブレーカーによる天井の解体(破砕)及び解体物搬出 の作業効率を評価した。作業効率には、天井開口用 GH を一時管理区域に設定した後の GH-1 における準備作業から後片付けまでの補助作業員を含めた。ハンドブレーカーによる天井の 解体(破砕)の作業効率は、0.027人・時/kg(鉄筋の切断(作業効率 0.054人・時/kg)を含 む)、解体物搬出の作業効率は、0.026人・時/kg であった。

LV-2 室床面の整備におけるハンドブレーカーによるコンクリート架台の撤去(破砕)及 び解体物搬出の作業効率を評価した。作業効率には、はつり用簡易ハウスの設置作業から後 片付けまで(床面補修を除く)の補助作業員を含めた作業効率とした。ハンドブレーカーに よるコンクリート架台の解体(破砕)の作業効率は、0.032人・時/kg(鉄筋の切断)(作業効 率 0.42 人・時/kg) を含む)、解体物搬出の作業効率は、0.015 人・時/kg であった。

3) コンクリート解体の作業効率の比較

各作業におけるコンクリート解体の作業効率の比較を図 14 に示す。コンクリート解体の 作業効率を比較すると LV-2 室天井の開口の作業効率が、0.027 人・時/kg と高い値であった。 LV-2 室天井の一部撤去の作業効率は、0.041 人・時/kg と低い値となった。管理区域の作業 である LV-2 室天井の開口に対して、LV-2 室天井の一部撤去は、作業効率が約 1.5 倍になっ ている。この要因としては、コアボーリング装置及びワイヤーソー装置による LV-2 室天井 の一部撤去では、管理区域境界として天井を厚さ約 200mm 残したためである。天井を残さ ない工法であれば、撤去対象の4角をコアボーリング装置により穿孔した後、4辺をワイヤ ーソー装置を用いて切断すれば効率的(推定の作業効率 0.0093 人・時/kg)に撤去できる。 一方、管理区域境界として天井を残すにはコンクリートの水平切断が必要となる。このため、 撤去対象の全周をコアボーリングにより鉛直穿孔し、ワイヤーソーを設置するスペースを確 保する必要があった。このため、コアボーリング装置による穿孔回数が増大し、作業工数も 増加した。

主作業エリアが非管理区域である LV-2 室天井の一部撤去と主作業エリアが管理区域内で ある作業との比較に当たっては、汚染管理等を行う補助作業員、放管員、監視員を含めた作 業工数(人・日)を考慮する必要がある。補助作業員等を含めた、非管理区域での LV-2 室 天井の一部撤去の作業効率 0.015 人・日/kg と管理区域での LV-2 室天井の開口の作業効率 0.11 人・日/kg は、7.6 倍と大きな差があった。作業効率(人・日/kg)による比較では、必 要な作業効率が逆に低い値を示した。これは、LV-2 室天井の開口が管理区域内での汚染作 業であるため、GHを設置して作業を行う必要があり、主作業エリアでの作業員以外に、補 助作業員、放管員、監視員等の人員が多数必要になったためである。作業工数毎(人・日) におけるコンクリート解体作業の作業効率の比較を表7に示す。

(2) LV-2 の搬出・搬送

LV-2 の搬出・搬送における作業効率を評価した。作業効率には、LV-2 搬出・搬送に係る管 理区域及び非管理区域での準備作業から後片付けまでの補助作業員を含めた。

LV-2 の搬出、LV-2 の搬送の作業効率は、それぞれ 0.012 人・日/kg、0.016 人・日/kg であった。

(3) LV-2 室天井の閉止

LV-2 室天井の閉止における作業効率は、鋼材等の溶接と耐火ボードの設置を評価した。作業効率には、GHにおける鋼材・鋼板の溶接と、LV-2 室における耐火ボードの設置の準備作業から後片付けまでの補助作業員を含めた。

鋼材・鋼板の溶接、耐火ボードの設置の作業効率は、それぞれ 0.84 人・時/m、10.5 人・時/m²であった。

5.2 廃棄物の収納重量に関するデータ

作業全体(その1、その2)に係る放射性廃棄物の収納容器当たりの収納重量を材質毎にまとめた。放射性廃棄物の収納容器当たりの収納重量(200Lドラム缶)を表8に示す。

コンクリート廃棄物は、コンクリート壁の開口、LV-2 室天井の開口、LV-2 室床面の整備で発生 した解体廃棄物であった。収納容器当たりの収納重量は 189.6kg/本となった。本作業で発生した コンクリート廃棄物の収納容器当たりの収納重量と平成 17 年度の解体作業¹⁰⁾における収納容器 当たりの収納重量 169.2kg/本を比較すると約 112%となった。この理由は、静的破砕材により破砕 を行った平成 17 年度の解体作業に比べ、エアブレーカで破砕を行った本作業では、コンクリート 片が比較的小さかったことより、200L ドラム缶に収納した際の空隙が少なかったためであると思 われる。コンクリートを比重 (2.3) として換算すると、ドラム缶容積 (200L) に対して約 41% (約 82L)の充填効率となった。

金属廃棄物の収納容器当たりの収納重量は、解体廃棄物で143.6kg/本、付随廃棄物で80.2kg/本 と大きな違いが見られた。これは、解体廃棄物の多くが配管及び鉄筋等であり、一定の長さに細 断して収納したのに対して、付随廃棄物の多くは工具類及びバンセン等であり、減容が難しかっ たためである。

難燃物(13本:塩ビ)、非鉄金属(5本:アルミ)については、全て付随廃棄物であり、塩化ビ ニル系のシート及びアルミ製排気ダクト等であり比重も小さいことから、収納容器当たりの収納 重量は、難燃物 39.3kg/本、非鉄金属 44.9kg/本と低い値となった。

本作業における収納容器当たりの収納重量は同施設での類似した作業である平成 17 年度の解体作業における収納重量、金属廃棄物 39 kg/本~170kg/本、難燃物 47kg/本と比較して、ほぼ同程度となった。

5.3 可燃性廃棄物の発生量に関するデータ

可燃性廃棄物は、その2の作業ではLV-2室天井の閉止において最も多く発生(168個:約482.7kg) した。作業工数当たりの可燃性廃棄物の発生個数及び発生重量は、0.34個/人・日、0.98kg/人・日と なった。

作業全体(その1、その2)では、廃液貯槽LV-2の内部スラッジ除去作業において最も多く可 燃性廃棄物が発生(518個:約1642.3kg)した。作業工数当たりの可燃性廃棄物の発生個数及び 発生重量は、廃液貯槽LV-2の一括撤去に係る準備作業において最も高い値となった。その要因は、 廃液貯槽LV-2の一括撤去に係る準備作業において、LV-2室全体の養生及びその他の作業エリア の養生等に使用した酢酸ビニールシートが可燃性廃棄物として大量に発生したためである。作業 項目毎の可燃性カートンボックスの発生量を図15に示す。

作業全体(その1、その2)を通した作業工数当たりの可燃性カートンボックスの発生個数及び 発生重量は、0.4個/人・日、1.2kg/人・日となった。また、平成17年度の解体作業における作業工 数当たりの可燃性カートンボックスの発生個数(0.8個/人・日)と本作業を比較すると50%程低 い値となった。この要因は、残存物がある場合、作業終了後もGHを解体せずに同エリアの作業 に継続して使用することとしたため、GH製作に使用するテント材(酢酸ビニールシート)の廃 棄物が発生しなかったためである。また、一括撤去工法では、廃液貯槽LV-2を解体しないことで LV-2室の汚染レベルを低く維持することが可能となり、エアラインスーツでの作業を比較的少な くすることができた。そのため、可燃性廃棄物であるタイベックスーツ、ゴム手袋等の発生量が 少なかった。

6. まとめ

廃液長期貯蔵施設地下1階のLV-2室に設置された廃液貯槽LV-2の撤去作業を一括撤去工法に より行った。また、LV-1室内設備・機器等の解体準備に係る作業における作業工数、放射線管理、 廃棄物に関する作業管理データを収集し、解体作業における作業効率等の分析を行った。

その2における作業工数は1,821人・日、総集団線量は0.3人・mSv、放射性廃棄物は10,359kg であった。作業全体における作業工数は3,730人・日、総集団線量は8.2人・mSv、放射性廃棄物 は16,164kgであった。

これまでの廃液長期貯蔵施設における大型槽の解体作業は、現位置解体工法により実施してき たが、廃液貯槽 LV-2 本体を解体分別保管棟に搬送して解体する一括撤去工法を適用したことに より、作業効率の低い狭隘なコンクリートセル内での作業工数を 1/2 にすることができた。また、 撤去前準備作業に比べ、撤去作業での個人被ばく線量及び総集団線量を低減することができた。 さらに、過去の作業と比べて、可燃性廃棄物の発生量を 1/2 に低減することができた。

LV-2 室の天井は、メンテナンス等を考慮した開口ハッチを設けた設計にはなっていなかった。 同様の施設において、天井にあらかじめ開口ハッチを設ければ、天井開口に必要な作業量を大幅 に削減でき、さらに安全かつ効率的に廃液貯槽を施設外へ搬出し、廃液貯槽を解体する施設へ搬 送することが可能であると考えられる。

今後は、廃液貯槽内の残留廃液及び LV-1 室床面堆積物の回収、敷設配管等の撤去、廃液貯槽の 解体を行う予定である。

今後も解体作業を通して、作業データ、知見等の蓄積を行うとともに、過去の作業実績を踏ま え撤去方法を十分に検討し、作業効率の向上を図る予定である。

謝 辞

本報告書をまとめるに当たって、バックエンド技術部の諸志に種々の助言や援助をいただきました。ここに、深甚なる感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 三森武男、宮島和俊、"原研再処理特別研究棟の解体計画"、デコミッショニング技法、第12 号、pp.49-58、1995
- Masato MYODO, Yukio IWASAKI, Takeo MIMORI, "Outline and progress of the JRTF decommissioning program", Proc. WM'98, 18-26, Tucson, 1998
- 3) Takeo MIMORI, Tadaaki UCHIKOSHI, Kazuo TANAKA, "Development of remote controlled data acquisition system for decommissioning of nuclear facilities", Proc. WM'96, Tucson, 1996
- Kazuo TANAKA, Noriko Aoki, Takeo MIMORI, Yukio IWASAKI, "Computer-aided decommissioning engineering system with 3D-CAD for JAERI's reprocessing test facility", Proc. ICONE, Kyoto, 1995
- 5) Masanori KIMURA, Masato MYODO, Syogo OKANE, Kazutoshi MIYAJIMA, "Mock-up test of remote controlled dismantling apparatus for large-sized vessels", Proc. WM'02, Tucson, 2002
- 6) 明道栄人、岡根章五、宮島和俊、"大型槽類遠隔解体装置のモップアップ試験(受託研究)"、 JAERI-Tech 2001-025、2001
- 7) 里見慎一、金山文彦、萩谷和明、明道栄人、小林忠義、富居博行、立花光夫、"再処理特別研究棟 廃液貯槽 LV-2 の一括撤去作業 その1(撤去前準備作業)"、JAEA-Technology 2008-067、2008
- 8) R. HARJULA, J. LEHTO, L. BRODKIN, E. TUSA, A. KESKINE, T. MIMORI, K. MIYAJIMA, H. TAJIRI, H. MIZUBAYASHI, "Development of a selective cesium and strontium removal system for the JAERI tokai-mura site-laboratory tests", Proc. WM'00, Tucson, 2000
- 9) H. TAJIRI, T. MIMORI, K. MIYAJIMA, T. UCHIKOSHI, H. MIZUBAYASHI, E. TUSA, "Experience of test operation for removal of fission product nuclides in TRU-liquid waste and concentrated nitric acid using inorganic ion exchangers", Proc.WM'00, Tucson, 2000
- 明道栄人、小林忠義、富居博行、"乾式ワイヤーソー切断工法を用いた貫通配管の撤去"、 JAEA-Technology 2008-001、2008

貯留 槽名	機器名称	概略仕様	材質	重量(kg)
	LV-2 本体	2,616mmq×3,245mmL、8mmt	SS400	2,167
ハンドホール		20B、t=6mm、φ508mm	SUS304L	5
LV-2	ハンドホール蓋	20B、JIS5K、t=24mm	SUS304L	69
脚部 8 LV-2 架台 6		8B Sch40、1,220mmL、4 脚	SS400	203
		600mmW×700mmL×300mmH、4 台	コンクリート	1,030
	Total			3,474

表1 廃液貯槽 LV-2 の基本仕様

表 2 廃液貯槽 LV-2 底部に残留したスラッジの放射能インベントリ

	核種名	放射能量(Bq/g)
	²³⁵ U	7.4×10^{0}
	²³⁸ U	1.2×10^{2}
	²³⁷ Np	9.4×10^{0}
~	²³⁸ Pu	4.6×10^{1}
a	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	3.4×10 ³
	²⁴¹ Pu	2.7×10 ³
	²⁴¹ Am	4.8×10^2
	²⁴³ Am	3.1×10^{1}
	⁶⁰ Co	4.6×10^2
β(γ)	¹³⁷ Cs	8.5×10 ³
	⁹⁰ Sr	4.0×10 ⁵

※平成 14 年 11 月測定

表3 コアボーリング装置及びワイヤーソー装置の仕様

装置名		型式	規格	
コアボーリング装置 (日本ファステム(株))		電動式完全無水仕様	コアボーリング装置:㈱コンセック製 (SPX-16A3) 寸法 151mm×196mm×1,000mm 重量 36.4kg 電源 115V30A 出力 2400W φ160 mm、φ110 mm、φ80mm 冷却装置:虹技㈱KC-1040N 集塵装置:ライナックス社㈱製 LV-4-200V	
	 鉛 直 電動式完全無水仕様 切 断 		 ワイヤーソー装置:㈱コンセック製 (DSX-10A 改)寸法 1,480mm×1,645mm×519mm 重量 192kg 電源 115V 30A×2 基 出力 2,400W×2 基 ワイヤー:旭ダイヤモンド工業㈱CF-2 φ10.5mm 冷却装置:虹技㈱KC-1040N 集塵装置:ライナックス社㈱製 LV-4-200V 	
ワイヤーソー装置 (日本ファステム㈱)	水平切断	油圧式完全無水仕様	 ワイヤーソー装置:日本ヒルティー㈱製 (DS-WS10) 寸法 1,970mm×692mm×536mm 重量 90kg ワイヤー:旭ダイヤモンド工業㈱CF-2 φ10.5mm 油圧ユニット:㈱コンセック製(E-1114A) 寸法 701mm×1,090mm×760mm 重量 310kg 電源 3 相 200V 出力 11,000W 冷却装置:虹技㈱KC-1040N 集塵装置:ライナックス社㈱製 LV-4-200V 	

表4 作業項目毎の作業員の防護装備

	作業項目	防護装備
	準備作業	
	コンクリート壁の開口	全面マスク
7	LV-2 室の設備・機器撤去	タイベックスーツ
の 1	廃液貯槽 LV-2 の内部スラッジ除去	エアラインスーツ
	廃液貯槽 LV-2 の一括撤去に係る準備作業	全面マスク タイベックスーツ
	後片付け	半面マスク タイベックスーツ
	準備作業	半面マスク
	LV-2 室天井の一部撤去	
その 2	LV-2 室天井の開口	
	廃液貯槽 LV-2 の搬出・搬送	全面マスク
	LV-2 室天井の閉止	タイベックスーツ
	LV-2 室床面の整備	
	後片付け	半面マスク

	作業項目	作業日数 (日)	作業工数 (人・日)	集団線量 (人・mSv)	個人最大 (mSv)
	準備作業	8	149	0	0
	コンクリート壁の開口	22	420	0	0
そ	LV-2 室の設備・機器撤去	15	314	2.252	0.198
の 1	廃液貯槽 LV-2 の内部スラッジ除去	38	839	5.270	0.428
	廃液貯槽 LV-2 の一括撤去に係る 準備作業	5	123	0.213	0.022
	後片付け	4	64	0.110	0.026
	準備作業	16	137	0	0
	LV-2 室天井の一部撤去	57	392	0	0
Z	LV-2 室天井の開口	38	569	0	0
の	廃液貯槽 LV-2 の搬出・搬送	16	231	0.315	0.048
2	LV-2 室天井の閉止	23	351	0	0
	LV-2 室床面の整備	7	100	0	0
	後片付け	5	41	0	0
	Total/最大	254	3,730	8.16	0.643

表5 作業項目毎の作業工数及び外部被ばく

表6 天井の解体物量

形状	ブロック名	重量 (kg)
	ポンプピット北側壁 1	2,800
	ポンプピット北側壁 2	2,300
	天井ブロック A	300
コンクリート ブロック	天井ブロック B	4,400
) H) /	天井ブロック C	2,200
	天井ブロック D	4,900
	天井ブロック E	5,800
コア片		3,100
はつりガラ		200
粉塵		1,000
	27,000	

作業項目	解体重量 (kg)	作業工数 (人・日)	作業効率 (人・日/kg)
LV-2 室天井の一部撤去	27,000	392	0.015
LV-2 室天井の開口	5,187	569	0.11
LV-2 床面の整備	1,198	100	0.083

表7 コンクリート解体作業の作業効率の比較

表8 放射性廃棄物の収納容器当たりの収納重量(200Lドラム缶)

材質	区分	ドラム缶 の種類	発生重量 (kg)	発生本数 (本)	収納重量 (kg/本)
コンクリート	解体	M 級	6,637	35	189.6
金属	解体	M 級	1,149	8	143.6
スラッジ等	解体	SUS	571	6	95.2
難燃物	付随	M 級	511	13	39.3
金属	付随	M 級	481	6	80.2
非鉄金属	付随	M 級	229	5	44.9
可燃物	付随	M 級	20	1	20.0



図1 再処理特別研究棟における湿式再処理試験の系統図



図2 再処理特別研究棟の全体図















図 6 LV-2 室天井の一部撤去の概略













図10 集団線量の推移(積算)



図11 放射性廃棄物(固体)の発生量の内訳



図12 作業員毎の鉛直穿孔の速度の比較



図13 ワイヤーソー装置による切断速度



図 14 コンクリート解体作業の作業効率の比較



図 15 作業項目毎の可燃性カートンボックスの発生量



写真1 LV-2 室内の状況



写真2 天井サポート用足場の設置状況



写真3 ポンプピットの状況

JAEA-Technology 2011-011



写真4 コアボーリング装置の穿孔状況



写真5 ワイヤーソー装置の設置状況



写真6 LV-2 室天井の一部撤去状況 (ブロック D)



写真7 LV-2 室天井の一部撤去後の状況



写真8 仮設防護建家の設置状況



写真9 天井開口用 GH の設置状況

JAEA-Technology 2011-011



写真10 LV-2 室天井の開口後の状況



写真11 廃液貯槽 LV-2 の搬出状況



写真 12 廃液貯槽 LV-2 の搬送状況



写真13 廃液貯槽 LV-2 撤去後の状況



写真 14 LV-2 室天井の閉止状況



写真 15 LV-2 室天井耐火ボードの設置状況



写真16 ポンプピット北側壁の復旧状況



写真17 はつり用簡易ハウスの設置状況



写真18 LV-2 室床面の整備状況

付錄-1

平成 20年度 廃液貯槽LV⁺² 平成 19年度 平成 18年度 黄通配管 平成 17年度 SUSライニング、 グローブボックス FP含有廃液処理装置、サンプリングセ/ タンク室内大型槽 (LV-3~6) 平成 16年度 平成 15年度 平成 14年度 Puセル内機器 平成 13年度 分析セル ト ビ ビ 平成 12年度 ダケーブ内機器 グローブボックス --ブ内機器 溶媒回収セル内機器 平成 11年度 床ダクト内機器 ホットゲ Þ 平成 10年度 グローブボックス 平成 9年度 ド ー ー ト 平成 8年度 廃液長期 貯蔵施設 本体施設

再処理特別研究棟における解体作業の進捗状況

JAEA-Technology 2011-011

表 1. SI 基本単位				
甘大昌	SI 基本単位			
盔半里	名称	記号		
長さ	メートル	m		
質 量	キログラム	kg		
時 間	秒	s		
電 流	アンペア	А		
熱力学温度	ケルビン	Κ		
物質量	モル	mol		
光度	カンデラ	cd		

表2. 基本単位を	2用いて表されるSI組立里(豆の例				
和辛量	SI 基本単位					
和立里	名称	記号				
面積	平方メートル	m^2				
体 積	立法メートル	m^3				
速 さ , 速 度	メートル毎秒	m/s				
加 速 度	メートル毎秒毎秒	m/s^2				
波 数	毎メートル	m ⁻¹				
密度,質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³				
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²				
比 体 積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg				
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m^2				
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m				
量濃度 ^(a) ,濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³				
質量濃度	キログラム毎立法メートル	kg/m ³				
輝 度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2				
屈 折 率 ^(b)	(数字の) 1	1				
比透磁率的	(数字の) 1	1				
(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度						
(substance concentration) ともよげれろ						

(substance concentration)ともよばれる。
 (b)これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

			SI 租立单位	
組立量	名称	記号	他のSI単位による 表し方	SI基本単位による 表し方
平 面 鱼	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
· 立	ステラジアン ^(b)	er ^(c)	1 (b)	m^{2/m^2}
周 波 数	~ 1. W (d)	Hz	1	-1 -1
л іх "м т	ニュートン	N		m ka e ⁻²
正力 応力	パスカル	Pa	N/m^2	m ⁻¹ kg s
エネルギー 仕事 執量	ジュール	T	Nm	m ² lrg o ⁻²
			11 11	111 Kg S
任事举, 上举, 放射果 二、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一	ワット	w	J/S	m ² kg s [°]
竜 何 , 竜 気 重	クーロン	С		s A
電位差 (電圧),起電力	ボルト	V	W/A	$m^{2} kg s^{3} A^{1}$
静 電 容 量	ファラド	F	C/V	$m^{-2} kg^{-1} s^4 A^2$
電 気 抵 抗	オーム	Ω	V/A	$m^2 kg s^{-3} A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	s	A/V	$m^{2} kg^{1} s^{3} A^{2}$
磁東	ウエーバ	Wb	Vs	$m^2 kg s^2 A^{-1}$
磁束密度	テスラ	Т	Wb/m ²	$\text{kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	Н	Wb/A	$m^2 kg s^{-2} A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光東	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
照度	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量,比エネルギー分与,	HIL	a	TA	2 -2
カーマ	9 1 1	Gy	J/kg	mĩsĩ
線量当量,周辺線量当量,方向	2 × 2 × (g)	C	T/law	2 -2
性線量当量, 個人線量当量	2-212 F (8)	ov	J/Kg	m s
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol

酸素活性(カタール) kat [s¹ mol]
 (a)SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはや ュヒーレントではない。
 (b)ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。 実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明 示されない。
 (a)測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d)へルツは周崩現象についてのみ、ペシレルは抜焼性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (a)セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度度を表すために使用される。
 (d)やレシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。
 (d)かけ性核種の放射能(activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g)単位シーベルト(PV,2002,70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4.単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

	S	[組立単位	
組立量	名称	記号	SI 基本単位による 表し方
粘度	『パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
カのモーメント	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
表 面 張 九	コニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角 速 度	ミラジアン毎秒	rad/s	$m m^{-1} s^{-1} = s^{-1}$
角 加 速 度	ミラジアン毎秒毎秒	rad/s^2	$m m^{-1} s^{-2} = s^{-2}$
熱流密度,放射照度	『ワット毎平方メートル	W/m^2	kg s ⁻³
熱容量、エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 kg s^{-2} K^{-1}$
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2 s^{-2} K^{-1}$
比エネルギー	- ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2 s^{-2}$
熱 伝 導 率	『ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	- ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電 荷 密 度	「クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ sA
表 面 電 荷	うクーロン毎平方メートル	C/m ²	m ² sA
電 束 密 度 , 電 気 変 位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
誘 電 卒	『ファラド毎メートル	F/m	$m^{-3} kg^{-1} s^4 A^2$
透 磁 率	ミヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	- ジュール毎モル	J/mol	$m^2 kg s^2 mol^1$
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2 kg s^{-2} K^{-1} mol^{-1}$
照射線量(X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ sA
吸収線量率	ゴグレイ毎秒	Gy/s	$m^{2} s^{3}$
放 射 強 度	「ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4 m^{-2} kg s^{-3} = m^2 kg s^{-3}$
放 射 輝 度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2 sr)$	$m^2 m^{-2} kg s^{-3} = kg s^{-3}$
酵素活性濃度	「カタール毎立方メートル	kat/m ³	$m^{-3} s^{-1} mol$

表 5. SI 接頭語							
乗数	接頭語	接頭語 記号		接頭語	記号		
10^{24}	э 9	Y	10 ⁻¹	デシ	d		
10^{21}	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	с		
10^{18}	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m		
10^{15}	ペタ	Р	10 ⁻⁶	マイクロ	μ		
10^{12}	テラ	Т	10 ⁻⁹	ナノ	n		
10^{9}	ギガ	G	10^{-12}	ピコ	р		
10^{6}	メガ	М	10^{-15}	フェムト	f		
10^{3}	+ 1	k	10 ⁻¹⁸	アト	а		
10^{2}	ヘクト	h	10^{-21}	ゼプト	z		
10^{1}	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	v		

表6.SIに属さないが、SIと併用される単位					
名称	記号	SI 単位による値			
分	min	1 min=60s			
時	h	1h =60 min=3600 s			
日	d	1 d=24 h=86 400 s			
度	٥	1°=(п/180) rad			
分	,	1'=(1/60)°=(п/10800) rad			
秒	"	1"=(1/60)'=(п/648000) rad			
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²			
リットル	L, 1	1L=11=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³			
トン	t	$1t=10^{3}$ kg			

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で

衣される奴値が夫破的に待られるもの					
名称		記号	SI 単位で表される数値		
電	子ズ	ドル	ŀ	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダ	N	ŀ	\sim	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統-	一原子	質量単	〔位	u	1u=1 Da
天	文	単	位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

	名称		記号	SI 単位で表される数値
バ	-	N	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀	柱ミリメー	トル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オン	グストロ・	- 4	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海		里	М	1 M=1852m
バ	-	ン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm)2=10 ⁻²⁸ m ²
1	ツ	ŀ	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネ	-	パ	Np	の形はないの教徒的な眼球は
ベ		N	В	31単位との数値的な関係は、 対数量の定義に依存。
デ	ジベ	N	dB -	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値			
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J			
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N			
ポアズ	Р	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s			
ストークス	St	$1 \text{ St} = 1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} = 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$			
スチルブ	$^{\mathrm{sb}}$	$1 \text{ sb} = 1 \text{ cd } \text{ cm}^{\cdot 2} = 10^4 \text{ cd } \text{ m}^{\cdot 2}$			
フォト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx			
ガ ル	Gal	1 Gal =1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²			
マクスウェル	Mx	$1 \text{ Mx} = 1 \text{ G cm}^2 = 10^{-8} \text{Wb}$			
ガウス	G	$1 \text{ G} = 1 \text{Mx cm}^{-2} = 10^{-4} \text{T}$			
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≙ (10 ³ /4π)A m ^{·1}			
(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 ▲ 」					

は対応関係を示すものである。

		表	(10.	SIに 尾	禹さないその他の単位の例
	名	称		記号	SI 単位で表される数値
キ	ユ	IJ	ĺ	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
$\scriptstyle u$	\sim	トゲ	\sim	R	$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{C/kg}$
ラ			K	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
$\scriptstyle u$			ム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガ	3	~	7	γ	1 γ =1 nT=10-9T
フ	T.	N	"		1フェルミ=1 fm=10-15m
メー	ートルヌ	系カラゞ	ット		1メートル系カラット = 200 mg = 2×10-4kg
ŀ			N	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標	進	大気	圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
力	П	IJ	ļ	cal	lcal=4.1858J(「15℃」カロリー), 4.1868J (「IT」カロリー) 4.184J(「熱化学」カロリー)
3	カ	17	~		$1 = 1 = 10^{-6}$ m

この印刷物は再生紙を使用しています