

高減容処理施設の建設整備及び運転管理について

Construction, Management and Operation of Advanced Volume Reduction Facilities

樋口 秀和 大杉 武史 中塩 信行 門馬 利行 藤平 俊夫 石川 譲二
伊勢田 浩克 満田 幹之 石原 圭輔 須藤 智之 矢野 政昭 加藤 貢
入江 博文 横田 顕 高橋 賢次 牧野 正博 市野沢 義一 染谷 計多
小澤 一茂 黒沢 重信 遠見 光

Hidekazu HIGUCHI, Takeshi OHSUGI, Nobuyuki NAKASHIO, Toshiyuki MOMMA
Toshio TOHEI, Joji ISHIKAWA, Hirokatsu ISEDA, Motoyuki MITSUDA,
Keisuke ISHIHARA, Tomoyuki SUDOU, Masaaki YANO, Mitsugu KATO
Hiroyumi IRIE, Akira YOKOTA, Kenji TAKAHASHI, Masahiro MAKINO
Yoshikazu ICHINOSAWA, Keita SOMEYA, Kazushige KOZAWA
Shigenobu KUROSAWA and Kou HEMMI

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

本レポートは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(<http://www.jaea.go.jp/index.shtml>)
より発信されています。このほか財団法人原子力弘済会資料センター*では実費による複写頒布を行つております。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
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
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920

* 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4 日本原子力研究開発機構内

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

© Japan Atomic Energy Agency, 2007

高減容処理施設の建設整備及び運転管理について

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

樋口 秀和・大杉 武史・中塙 信行・門馬 利行

藤平 俊夫・石川 謙二・伊勢田 浩克・満田 幹之・石原 圭輔

須藤 智之・矢野 政昭・加藤 貢・入江 博文・横田 順

高橋 賢次*・牧野 正博*・市野沢 義一*・染谷 計多*

小澤 一茂・黒沢 重信・邊見 光

(2007年4月2日受理)

高減容処理施設は、放射性廃棄物の廃棄体を作製する目的で日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所（旧日本原子力研究所 東海研究所）に建設された施設である。

施設は、大型金属廃棄物の解体・分別及び廃棄体等の保管廃棄を行う解体分別保管棟と溶融処理等の減容・安定化処理を行って廃棄体を作製する減容処理棟からなる。減容処理棟には、金属溶融炉、プラズマ溶融炉、焼却炉、高圧圧縮装置といった減容・安定化処理を行うための設備が設置されている。

本報告では、施設建設の基本方針、施設の構成、各設備の機器仕様と 2006 年 3 月までに行った試運転の状況などについてまとめた。

Construction, Management and Operation of Advanced Volume Reduction Facilities

Hidekazu HIGUCHI , Takeshi OHSUGI, Nobuyuki NAKASHIO,Toshiyuki MOMMA ,
Toshio TOHEI, Joji ISHIKAWA, Hirokatsu ISEDA, Motoyuki MITSUDA,
Keisuke ISHIHARA, Tomoyuki SUDOU, Masaaki YANO, Mitsugu KATO,
Hirohumi IRIE, Akira YOKOTA, Kenji TAKAHASHI*,
Masahiro MAKINO*,Yoshikazu ICHINOSAWA*, Keita SOMEYA*
Kazushige KOZAWA, Shigenobu KUROSAWA and Kou HEMMI

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

(Received April 2, 2007)

The Advanced Volume Reduction Facilities (AVRF) were constructed to manufacture the waste packages of radioactive waste for disposal in the Nuclear Science Research Institute of the Japan Atomic Energy Agency ^{a)}.

The AVRF consists of two facilities. One is the Waste Size Reduction and Storage Facility (WSRSF) aim to reduce waste size, to sort into each material and to store the waste package. The other is the Waste Volume Reduction Facility (WVRF) where waste packages are manufactured by volume reducing treatment and stabilizing treatment. The WVRF has an induction melting furnace, a plasma melting furnace, an incinerator, and a super compactor for treatment.

This report describes the basic strategy of constructing AVRF, the constitution of facilities, the specifications of equipments and the status of trial operation until March of 2006.

Keywords : AVRF, WSRSF, WVRF, Low Level Solid Wastes, Induction Melting Furnace, Plasma Melting Furnace, Incinerator, Super Compactor

*Research Staff on Loan

目次

1.はじめに	1
2.東海研究所における低レベル固体放射性廃棄物の処理に係る基本方針	2
2.1 処理及び保管の現状	2
2.2 研究所等廃棄物処分対応の考え方	2
2.3 処理の基本方針	3
3.高減容処理施設の建設整備	5
3.1 整備計画の基本方針	5
3.2 高減容処理システムの構成	5
3.3 解体分別保管棟の整備	6
3.3.1 設備仕様	6
3.3.1.1 建家	6
3.3.1.2 電気機械設備	6
3.3.1.3 解体室	7
3.3.1.4 保管室	7
3.3.1.5 放射線管理設備	8
3.3.2 官庁手続き	8
3.3.3 建設整備	8
3.4 減容処理棟の整備	10
3.4.1 設備仕様	10
3.4.1.1 建家	10
3.4.1.2 電気機械設備	10
3.4.1.3 ガス供給設備	11
3.4.1.4 搬出入設備	12
3.4.1.5 一時保管設備	12
3.4.1.6 データ管理設備	13
3.4.1.7 廃棄物測定設備	14
3.4.1.8 管理分析装置	15
3.4.1.9 前処理設備	15
3.4.1.10 高圧圧縮装置	18
3.4.1.11 金属溶融設備	18
3.4.1.12 焼却・溶融設備	21
3.4.1.13 放射線管理設備	23
3.4.2 官庁手続き	24
3.4.3 建設整備	24

4.運転体制及び対象廃棄物	25
4.1 運転体制	25
4.2 対象廃棄物の種類と量	25
4.3 保管廃棄物の取り出し方法	25
5.解体分別保管棟の運転管理	27
5.1 解体室作業及び取り出し作業について	27
5.2 解体作業実績	29
5.2.1 年度別処理量	29
5.2.2 保管廃棄施設別内訳	29
5.2.3 発生施設別内訳	29
5.2.4 材質別保管体内訳	29
5.3 ドライブラスト除染について	30
5.4 建家管理	30
5.5 建家管理実績	31
5.6 放射線管理	31
5.7 試運転時に見られた主な事例	32
6.減容処理棟の運転管理	33
6.1 試運転状況	33
6.1.1 附属設備	33
6.1.2 前処理設備	34
6.1.3 高圧圧縮装置	36
6.1.4 金属溶融設備	38
6.1.5 焼却・溶融設備	42
6.2 溶融特性調査	46
6.3 安全強化措置	47
6.3.1 金属溶融設備	47
6.3.2 前処理設備	48
6.3.3 高圧圧縮装置	49
6.3.4 焼却・溶融設備	49
6.4 建家管理	50
6.4.1 概要	50
6.4.2 管理	50
6.4.3 運転実績	50
6.4.4 試運転時に見られた主な事例	50
6.5 今後の運転計画	50
7.まとめ	51

Contents

1. Introduction	1
2. Basic Concepts of Treatment of LLW at JAERI Tokai	2
2.1 Present status of Waste Treatment and Storage	2
2.2 Disposal concepts of LLW generated from Research Activities	2
2.3 Concepts of Treatment	3
3. Construction of Advanced Volume Reduction Facilities (AVRF)	5
3.1 Objective of Construction Plan	5
3.2 System Constitution	5
3.3 Construction of Waste Size Reduction and Storage Facilities (WSRSF)	6
3.3.1 Specifications of Facilities	6
3.3.1.1 Building	6
3.3.1.2 Electricity and Machinery Unit	6
3.3.1.3 Waste Size Reduction Area	7
3.3.1.4 Storage Area	7
3.3.1.5 Radiation Monitoring System	8
3.3.2 Licensing Procedure	8
3.3.3 Construction of Facilities	8
3.4 Construction of Waste Volume Reduction Facilities (WVRF)	10
3.4.1 Specifications of Facilities	10
3.4.1.1 Building	10
3.4.1.2 Electricity and Machinery Unit	10
3.4.1.3 Gas Supply Unit	11
3.4.1.4 Radioactive Wastes Loading System	12
3.4.1.5 Temporary Storage System	12
3.4.1.6 Data Control System	13
3.4.1.7 Radioactivity Measuring and X-ray Scanning System	14
3.4.1.8 Process Analysis Equipments	15
3.4.1.9 Pre-treatment System	15
3.4.1.10 Super Compactor System	18
3.4.1.11 Metal Melting Unit	18
3.4.1.12 Non-metal Melting Unit	21
3.4.1.13 Radiation Monitoring System	23
3.4.2 Licensing Procedure	24
3.4.3 Construction of Facilities	24

4. Operating Organization and Target Waste	25
4.1 Operating Organization	25
4.2 Class and Volume of Waste	25
4.3 Pick Up Way of Stored Waste	25
5. Operation of WSRSF	27
5.1 Operation on Waste Size Reduction Area	27
5.2 Achievements of Waste Size Reduction	29
5.2.1 Annual Volume of Treated Wastes	29
5.2.2 Classified Volume of Treated Wastes by Temporary Storage Facilities	29
5.2.3 Classified Volume of Treated Wastes by Facilities which generated them	29
5.2.4 Classified Volume of Generated Waste Packages by Type of Materials	29
5.3 Dry-blasting Decontamination	30
5.4 Building Maintenance	30
5.5 Achievement of Building Maintenance	31
5.6 Radiation Control	31
5.7 Experiences in Trial Operations	32
6. Operation of WVRF	33
6.1 Commissioning Situation	33
6.1.1 Temporary Storage System, Data Control System and Radioactivity Measuring and X-ray Scanning System	33
6.1.2 Pre-treatment System	34
6.1.3 Super Compactor System	36
6.1.4 Metal Melting System	38
6.1.5 Non-metal Melting System	42
6.2 Research on Properties of Melts	46
6.3 Countermeasure for the Accident during Commission	47
6.3.1 Metal Melting Unit	47
6.3.2 Pre-treatment System	48
6.3.3 Super Compactor System	49
6.3.4 Non-metal Melting Unit	49
6.4 Building Maintenance	50
6.4.1 Overview	50
6.4.2 Maintenance	50
6.4.3 Achievement of Building Maintenance	50
6.4.4 Experiences in Trial Operations	50
6.5 Future Plan	50
7. Summary	51

図リスト

3章

Fig.3-1 解体分別保管棟の鳥瞰図	52
Fig.3-2 (a)解体分別保管棟各階平面図	53
Fig.3-2 (b)解体分別保管棟各階平面図	54
Fig.3-2 (c)解体分別保管棟各階平面図	55
Fig.3-3 解体分別保管棟外観	55
Fig.3-4 気体廃棄設備系統図	56
Fig.3-5 気体廃棄設備	57
Fig.3-6 冷凍設備	57
Fig.3-7 排水系統図	58
Fig.3-8 排水設備	59
Fig.3-9 空気圧縮設備	59
Fig.3-10 解体室区画図	60
Fig.3-11 解体室の設備配置図	61
Fig.3-12 解体室	62
Fig.3-13 保管室	62
Fig.3-14 (a)減容処理棟平面図	63
Fig.3-14 (b)減容処理棟平面図	64
Fig.3-14 (c)減容処理棟平面図	65
Fig.3-15 減容処理棟外観	66
Fig.3-16 受変電設備（予備電源装置）	66
Fig.3-17 気体廃棄設備系統図	67
Fig.3-18 気体廃棄設備	68
Fig.3-19 排水設備系統図	69
Fig.3-20 排水設備	70
Fig.3-21 プロセス冷却水設備	70
Fig.3-22 冷凍設備	71
Fig.3-23 空気圧縮設備	71
Fig.3-24 LPG 供給設備	72
Fig.3-25 NH ₃ ガス供給設備	72
Fig.3-26 N ₂ ・Ar ガス供給設備	73
Fig.3-27 搬出入設備	73
Fig.3-28 ドラム缶の搬入状況（減容処理棟 トラックエリア・搬出入室）	74
Fig.3-29 一時保管設備の概念図	74
Fig.3-30 一時保管設備（立体棚）	75
Fig.3-31 スタッカークレーン	75

Fig.3-32 垂直搬送機	76
Fig.3-33 搬送台車（AGV）	76
Fig.3-34 減容処理棟内ネットワーク構造概念図	77
Fig.3-35 データ管理設備（現場端末）	78
Fig.3-36 廃棄物測定設備の概念図	79
Fig.3-37 質量計	79
Fig.3-38 ドラム缶検査装置	80
Fig.3-39 X線透過装置	80
Fig.3-40 X線 CT 装置	81
Fig.3-41 搬送装置	81
Fig.3-42 分析室	82
Fig.3-43 前処理設備の概念図	82
Fig.3-44 多目的チャンバ	83
Fig.3-45 手選別チャンバ	83
Fig.3-46 ^{3}H 等測定用チャンバ	84
Fig.3-47 受入チャンバ	84
Fig.3-48 粗破碎機	85
Fig.3-49 細破碎機	85
Fig.3-50 磁力選別機	86
Fig.3-51 細破碎物搬送コンベア	86
Fig.3-52 粒度選別機	87
Fig.3-53 鉄手選別チャンバ	87
Fig.3-54 アンダーサイズ手選別チャンバ	88
Fig.3-55 オーバーサイズ手選別チャンバ	88
Fig.3-56 サイクロン	89
Fig.3-57 バグフィルタ	89
Fig.3-58 フィルタユニット	90
Fig.3-59 高圧圧縮装置概念図	91
Fig.3-60 高圧圧縮装置	91
Fig.3-61 金属溶融設備系統図	92
Fig.3-62 搬入投入装置	93
Fig.3-63 溶融炉（上部）	93
Fig.3-64 注湯機	94
Fig.3-65 鋳造装置	94
Fig.3-66 排気除塵系	95
Fig.3-67 チャンバ排気系	95
Fig.3-68 焼却・溶融設備の系統図	96
Fig.3-69 溶融炉	97

Fig.3-70 焼却炉	97
Fig.3-71 二次燃焼器	98
Fig.3-72 排気冷却器	98
Fig.3-73 セラミックフィルタ	99
Fig.3-74HEPA フィルタユニット	99
Fig.3-75 排気洗浄装置	100
Fig.3-76 脱硝ダイオキシン装置	100
Fig.3-77 メインプロア	101
Fig.3-78 チャンバ排気プロア	101

4章

Fig.4-1 体制図	102
Fig.4-2 廃棄物取出装置の概念図	103

5章

Fig.5-1 平成 11 年度～17 年度の年度別処理量	104
Fig.5-2 保管廃棄施設別の内訳（詳細）	104
Fig.5-3 発生施設別の内訳	105
Fig.5-4 材質別保管体の内訳	105
Fig.5-5 ドライプラスチック除染した例	106
Fig.5-6 年度毎の解体分別保管棟電気使用量	107

6章

Fig.6-1 高圧圧縮装置とのドラム缶の取り合い	108
Fig.6-2 ホストコンピュータによる廃棄物照会画面	108
Fig.6-3 模擬廃棄物入りドラム缶	109
Fig.6-4 X 線透過像	109
Fig.6-5 X 線 CT 像	109
Fig.6-6 模擬廃棄物の作製状況	110
Fig.6-7 分別訓練の状況	110
Fig.6-8 ガス切断機を使用した模擬廃棄物の切断状況	110
Fig.6-9 バンドソーを使用した模擬廃棄物の切断状況	110
Fig.6-10 フィルタ交換訓練の状況	110
Fig.6-11 データ管理設備への入力訓練	110
Fig.6-12 鉛を含む模擬廃棄物	111
Fig.6-13 模擬廃棄物中に混入させた鉛	111
Fig.6-14 蛍光粉を使用した除染訓練	111
Fig.6-15 萤光粉の確認状況	111

Fig.6-16 作製した金属模擬廃棄物例	112
Fig.6-17 圧縮前後のドラム缶	112
Fig.6-18 ドラム缶に炭素鋼を横置に収納した状態	112
Fig.6-19 配管が抵抗となり圧縮が完了できなかった状態	112
Fig.6-20 スプリングバックにより上部が変形した圧縮体（ゴム類）	112
Fig.6-21 高圧圧縮により成型できなかった圧縮体（保温材）	112
Fig.6-22 溶融金属からのサンプルと採取プローブ	113
Fig.6-23 遠心鋳造機による受け容器の鋳造	113
Fig.6-24 モールドに注ぎインゴットを鋳造する	113
Fig.6-25 鋳造した受け容器、インゴット	114
Fig.6-26 金属溶融設備の運転概況	114
Fig.6-27 金属塊の炭素鋼を溶融した場合の溶融原単位	115
Fig.6-28 溶融助剤添加の効果	115
Fig.6-29 溶融模擬廃棄物	116
Fig.6-30 溶融中の炉内	116
Fig.6-31 サンプリング容器	116
Fig.6-32 出湯	117
Fig.6-33 溶融固化体	117
Fig.6-34 溶融固化体断面画像	118
Fig.6-35 焼却用模擬廃棄物	118
Fig.6-36 焼却炉内部燃焼状態	118
Fig.6-37 焼却灰の状態	119
Fig.6-38 トラブル発生状況と安全対策の概要	120
Fig.6-39 注湯機まわりに実施した安全対策	121
Fig.6-40 制御盤 2 の消火用散水弁の起動鉗	122
Fig.6-41 分別チャンバ 1 の圧力計	122
Fig.6-42 無線通話装置	123
Fig.6-43 制御盤 2 の建家排気系統運転表示灯	123
Fig.6-44 焼却・溶融設備の安全強化措置	124

Figure List

Chapter 3

Fig.3-1 Bird's eye view of WSRSF	52
Fig.3-2 (a) Ground plan of WSRSF	53
Fig.3-2 (b) Ground plan of WSRSF	54
Fig.3-2 (c) Ground plan of WSRSF	55
Fig.3-3 Exterior of WSRSF	55
Fig.3-4 System diagram of exhaust unit	56
Fig.3-5 Exhaust unit	57
Fig.3-6 Chiller source unit	57
Fig.3-7 System diagram of drainage	58
Fig.3-8 Drainage unit	59
Fig.3-9 Air compressor unit	59
Fig.3-10 Section diagram of waste size reduction area	60
Fig.3-11 Layout of waste size reduction area	61
Fig.3-12 Waste size reduction area	62
Fig.3-13 Storage area	62
Fig.3-14 (a) Grand plan of WVRF	63
Fig.3-14 (b) Grand plan of WVRF	64
Fig.3-14 (c) Grand plan of WVRF	65
Fig.3-15 Exterior of WVRF	66
Fig.3-16 Power distribution unit (backup power supply)	66
Fig.3-17 System diagram of exhaust unit	67
Fig.3-18 Exhaust unit	68
Fig.3-19 System diagram of drainage	69
Fig.3-20 Drainage unit	70
Fig.3-21 Process coolant supply unit	70
Fig.3-22 Chiller source unit	71
Fig.3-23 Air compressor unit	71
Fig.3-24 LPG supply unit	72
Fig.3-25 NH ₃ gas supply unit	72
Fig.3-26 N ₂ /Ar gas supply unit	73
Fig.3-27 Radioactive waste loading system	73
Fig.3-28 Situation of receiving drums (Track area in WVRF to Loading room)	74
Fig.3-29 Conceptual diagram of temporary storage system	74
Fig.3-30 Temporary storage system (vertical rack)	75
Fig.3-31 Stack crane	75

Fig.3-32 Vertical carrier	76
Fig.3-33 Automatic guided vehicle	76
Fig.3-34 Conceptual diagram of data network in WVRF	77
Fig.3-35 Data control system (field terminal)	78
Fig.3-36 Conceptual diagram of radioactivity measuring and X-ray scanning system	79
Fig.3-37 Load cell	79
Fig.3-38 Drum examination unit	80
Fig.3-39 X-ray scanning unit	80
Fig.3-40 X-ray CT (Computed Tomography) unit	81
Fig.3-41 Transporting unit	81
Fig.3-42 Analytical room	82
Fig.3-43 Conceptual diagram of pre-treatment system	82
Fig.3-44 Multi-purpose chamber	83
Fig.3-45 Hand classifying chamber	83
Fig.3-46 Tritium measuring chamber	84
Fig.3-47 Receive chamber	84
Fig.3-48 Shredding machine	85
Fig.3-49 Crushing machine	85
Fig.3-50 Magnetic separator	86
Fig.3-51 Crushed waste conveyer	86
Fig.3-52 Rotary trommel	87
Fig.3-53 Steel separating chamber	87
Fig.3-54 Hand separating chamber (Oversized waste)	88
Fig.3-55 Hand separating chamber (Undersized waste)	88
Fig.3-56 Cyclone	89
Fig.3-57 Bag filter	89
Fig.3-58 Filter unit	90
Fig.3-59 Conceptual diagram of Super compactor system	91
Fig.3-60 Super compactor system	91
Fig.3-61 System diagram of metal melting unit	92
Fig.3-62 Loading equipment	93
Fig.3-63 Induction furnace	93
Fig.3-64 Ladle	94
Fig.3-65 Casting equipment	94
Fig.3-66 Off gas cleaning equipment	95
Fig.3-67 Chamber exhaust unit	95
Fig.3-68 System diagram of Non-metal melting unit	96
Fig.3-69 Plasma furnace	97

Fig.3-70 Incinerator	97
Fig.3-71 Afterburner	98
Fig.3-72 Gas cooler	98
Fig.3-73 Ceramic filter	99
Fig.3-74 HEPA filter unit	99
Fig.3-75 Off gas cleaning equipment	100
Fig.3-76 Denitration and dioxin decompose equipment	100
Fig.3-77 Main blower	101
Fig.3-78 Chamber exhaust blower	101

Chapter 4

Fig.4-1 System diagram of operators	102
Fig.4-2 Conceptual diagram of waste pick up crane	103

Chapter 5

Fig.5-1 Annual volume of treated wastes from FY1999 to FY2005	104
Fig.5-2 Classified volume of treated wastes by temporary storage facilities	104
Fig.5-3 Classified volume of treated wastes by facilities which generated those	105
Fig.5-4 Classified volume of generated waste packages by type of materials	105
Fig.5-5 Dry-blasting decontamination	106
Fig.5-6 Annual electricity consumption in WSRSF	107

Chapter 6

Fig.6-1 Sending drums to super compactor	108
Fig.6-2 Screen of inquiring waste by host computer	108
Fig.6-3 Simulated waste in drums	109
Fig.6-4 Image of X-ray scanning	109
Fig.6-5 Image of X-ray CT	109
Fig.6-6 Making of simulated waste	110
Fig.6-7 Classifying training	110
Fig.6-8 Cutting simulated waste by gas cutter	110
Fig.6-9 Cutting simulated waste by band saw	110
Fig.6-10 Training of filter media change	110
Fig.6-11 Training of input date to data control system	110
Fig.6-12 Simulated waste contained lead	111
Fig.6-13 Lead mixed in simulated waste	111
Fig.6-14 Training of decontamination by fluorescence powder	111
Fig.6-15 Check of contamination (fluorescence powder)	111

Fig.6-16 Simulated metal waste for super compactor	112
Fig.6-17 Comparison of drums before and after compacting	112
Fig.6-18 Drums set carbon steel slabs in horizontal direction	112
Fig.6-19 Uncompleted compaction by resisted tubes	112
Fig.6-20 Compacted drums that was deformed on upper part by spring back (rubber)	112
Fig.6-21 Drums of fail compacting (insulator)	112
Fig.6-22 Sample and sampling probe from metal melt	113
Fig.6-23 Casting of receptacles in centrifugal casting apparatus	113
Fig.6-24 Casting ingots by pouring melt to mold	113
Fig.6-25 Receptacles and ingots	114
Fig.6-26 Operating pattern of metal melting unit	114
Fig.6-27 Specific energy of melting carbon steel ingot	115
Fig.6-28 Effect of addition of flux material	115
Fig.6-29 Simulated waste for melting	116
Fig.6-30 Image of inside of plasma furnace under operating	116
Fig.6-31 Sampling cup	116
Fig.6-32 Pouring	117
Fig.6-33 Solidified waste	117
Fig.6-34 Image of cross section of solidified waste	118
Fig.6-35 Simulated waste for incinerator	118
Fig.6-36 Image of inside of incinerator under operation	118
Fig.6-37 Incinerator ash	119
Fig.6-38 Resume of trouble and safety measure	120
Fig.6-39 Safety measure of around ladle	121
Fig.6-40 Starting switch of extinguishing sprinkler valve on control panel 2	122
Fig.6-41 Pressure gauge on separating chamber 1	122
Fig.6-42 Radio control transceiver	123
Fig.6-43 Operating lamp of building exhaust unit on control panel 2	123
Fig.6-44 Safety measure of non-metal melting unit	124

表リスト

3章

Table 3-1 解体分別保管棟建家主要寸法	125
Table 3-2 第1種管理区域系空調換気設備の概略仕様	125
Table 3-3 溫熱源設備の概略仕様	126
Table 3-4 冷凍設備の概略仕様	126
Table 3-5 廃液槽の概略仕様	126
Table 3-6 空気圧縮設備の概略仕様	127
Table 3-7 処理対象廃棄物	127
Table 3-8 解体室内の主要設備の概略仕様	128
Table 3-9 放射線モニタリング設備の概略仕様	129
Table 3-10 表面汚染測定装置の概略仕様	129
Table 3-11 官庁手続きの経緯	130
Table 3-12 減容処理棟建家主要寸法	132
Table 3-13 気体廃棄設備排風量	132
Table 3-14 廃液槽の概略仕様	133
Table 3-15 冷凍設備の概略仕様	134
Table 3-16 空気圧縮設備の概略仕様	134
Table 3-17 ガス供給設備の概略仕様	135
Table 3-18 搬出入設備の概略仕様	135
Table 3-19 立体棚の概略仕様	136
Table 3-20 スタッカーケーンの概略仕様	137
Table 3-21 垂直搬送機の概略仕様	137
Table 3-22 搬送台車の概略仕様	137
Table 3-23 データ管理設備の概略仕様	138
Table 3-24 質量計の概略仕様	139
Table 3-25 ドラム缶検査装置の概略仕様	139
Table 3-26 X線透過装置の概略仕様	140
Table 3-27 X線CT装置の概略仕様	140
Table 3-28 搬送装置の概略仕様	141
Table 3-29 管理分析装置の概略仕様	142
Table 3-30 分別チャンバ(多目的チャンバ)の概略仕様	144
Table 3-31 手選別チャンバの概略仕様	145
Table 3-32 ^{3}H 等測定用チャンバの概略仕様	146
Table 3-33 機械分別装置の概略仕様	147
Table 3-34 高圧圧縮装置の概略仕様	150
Table 3-35 金属溶融設備搬入・投入装置の概略仕様	151

Table 3-36 金属溶融設備溶融炉の概略仕様	151
Table 3-37 金属溶融設備注湯機の概略仕様	152
Table 3-38 金属溶融設備鋳造装置の概略仕様	152
Table 3-39 金属溶融設備排気除塵装置の概略仕様	153
Table 3-40 金属溶融設備チャンバ系排気系統の概略仕様	154
Table 3-41 焼却炉、溶融炉及び排気除塵装置の概略仕様	155
Table 3-42 放射線モニタリング設備の概略仕様	157
Table 3-43 表面汚染測定装置の概略仕様	158
Table 3-44 放射能測定装置の概略仕様	158
Table 3-45 減容処理棟設置に係る許認可等取得実績	159
Table 3-46 減容処理棟設置に係る官庁検査受検実績	161
Table 3-47 減容処理棟整備に係る設計、工事等実績	162

4 章

Table 4-1 放射性固体廃棄物の分類	163
-----------------------------	-----

5 章

Table 5-1 平成 11 年度～17 年度の年度別処理量	164
Table 5-2 保管廃棄施設別の内訳	164
Table 5-3 材質別保管体の内訳	165
Table 5-4 年度毎の解体分別保管棟電気使用量	165
Table 5-5 年度毎の解体分別保管棟上水使用量	166
Table 5-6 年度毎の解体分別保管棟工水使用量	167
Table 5-7 年度毎の第 2 排水溝への排水頻度	168
Table 5-8 年度毎の被ばく量（ポケット線量計）	169
Table 5-9 年度毎の被ばく量（ガラスバッジ）	169
Table 5-10 機能確認試験時に見られた主な事例（解体分別保管棟）	170

6 章

Table 6-1 機能確認試験時に見られた主な事例（一時保管設備）	171
Table 6-2 機能確認試験時に見られた主な事例（データ管理設備）	171
Table 6-3 機能確認試験時に見られた主な事例（廃棄物測定設備）	172
Table 6-4 機能確認試験時に見られた主な事例（前処理設備）	173
Table 6-5 機能確認試験時に見られた主な事例（高圧圧縮設備）	175
Table 6-6 金属溶融設備試運転実績	177
Table 6-7 機能確認試験時に見られた主な事例（金属溶融設備）	178
Table 6-8 溶融炉試運転結果	180
Table 6-9 機能確認試験時に見られた主な事例（プラズマ溶融炉）	184

Table 6-10 焼却試運転の処理量	186
Table 6-11 機能確認試験時に見られた主な事例（焼却炉）	187
Table 6-12 減容処理棟電気使用量	188
Table 6-13LPG 使用量	188
Table 6-14 機能確認試験時に見られた主な事例（電気機械設備）	189

Table List

Chapter 3

Table 3-1 Main measurements of WSRSF	125
Table 3-2 Specifications of exhaust unit for radiation control area	125
Table 3-3 Specifications of heat source unit	126
Table 3-4 Specifications of chiller source unit	126
Table 3-5 Specifications of drainage tank	126
Table 3-6 Specifications of air compressor unit	127
Table 3-7 Target waste for treatment	127
Table 3-8 Specifications of equipments on waste size reduction area	128
Table 3-9 Specifications of radioactivity monitoring unit	129
Table 3-10 Specifications of surface contamination monitoring unit	129
Table 3-11 Government's Licensing Processes	130
Table 3-12 Main measurements of WVRF	132
Table 3-13 Amount of exhaust flow	132
Table 3-14 Specifications of drainage tank	133
Table 3-15 Specifications of chiller source unit	134
Table 3-16 Specifications of air compressor unit	134
Table 3-17 Specifications of gas supply unit	135
Table 3-18 Specifications of radioactive wastes loading system	135
Table 3-19 Specifications of vertical rack	136
Table 3-20 Specifications of stacker crane	137
Table 3-21 Specifications of vertical carrier	137
Table 3-22 Specifications of automatic guided vehicle	137
Table 3-23 Specifications of data control system	138
Table 3-24 Specifications of load cell	139
Table 3-25 Specifications of drum examination unit	139
Table 3-26 Specifications of X-ray scanning unit	140
Table 3-27 Specifications of X-ray CT unit	140
Table 3-28 Specifications of transporting unit	141
Table 3-29 Specifications of analytical machinery	142
Table 3-30 Specifications of multi-task chamber	144
Table 3-31 Specifications of hand separating chamber	145
Table 3-32 Specifications of tritium measuring chamber	146
Table 3-33 Specifications of automatic separating system	147
Table 3-34 Specifications of super compactor system	150
Table 3-35 Specifications of loading equipment	151

Table 3-36 Specifications of metal melting furnace	151
Table 3-37 Specifications of ladle	152
Table 3-38 Specifications of casting equipments	152
Table 3-39 Specifications of off gas cleaning equipments	153
Table 3-40 Specifications of chamber exhaust unit	154
Table 3-41 Specifications of furnace, incinerator and off gas cleaning equipments	155
Table 3-42 Specifications of radioactivity monitoring unit	157
Table 3-43 Specifications of surface contamination monitoring unit	158
Table 3-44 Specifications of radioactivity measurement equipment	158
Table 3-45 Achievement of governments' licensing on WVRF	159
Table 3-46 Achievement of governments' inspections on WVRF	161
Table 3-47 Achievement of design and construction on WVRF	162
 Chapter 4	
Table 4-1 Classification of radioactive solid waste	163
 Chapter 5	
Table 5-1 Annual volume of treated wastes from FY1999 to FY2005	164
Table 5-2 Classified volume of treated wastes by temporary storage facilities	164
Table 5-3 Classified volume of generated waste packages by type of materials	165
Table 5-4 Annual electricity consumption in WSRSF	165
Table 5-5 Annual water consumption in WSRSF	166
Table 5-6 Annual industrial water consumption in WSRSF	167
Table 5-7 Annual frequency of draining	168
Table 5-8 Annual dose of worker (pocket dose meter)	169
Table 5-9 Annual dose of worker (glass batch type dose meter)	169
Table 5-10 Experiences in trial operation (WSRSF)	170
 Chapter 6	
Table 6-1 Experiences in trial operation (temporary storage system)	171
Table 6-2 Experiences in trial operation (data control system)	171
Table 6-3 Experiences in trial operation (radioactivity measuring system)	172
Table 6-4 Experiences in trial operation (pre-treatment system)	173
Table 6-5 Experiences in trial operation (super compactor system)	175
Table 6-6 Achievement of trial operation in metal melting unit	177
Table 6-7 Experiences in trial operation (metal melting unit)	178
Table 6-8 Achievement of trial operation in plasma furnace	180
Table 6-9 Experiences in trial operation (plasma furnace)	184

Table 6-10 Achievement of trial operation in incinerator	186
Table 6-11 Experiences in trial operation (incinerator)	187
Table 6-12 Annual electricity consumption in WVRF	188
Table 6-13 Annual LPG consumption in WVRF	188
Table 6-14 Experiences in trial operation (electricity and machinery unit)	189

1. はじめに

旧日本原子力研究所 東海研究所※（以下「原研」若しくは「東海研究所」という。）は、原子力の研究、開発及び利用に伴って発生した放射性廃棄物について、保管廃棄（サイト内保管を前提とした廃棄方法）を目的とした、廃棄物処理施設、保管廃棄施設等の整備を行い、減容処理、保管容器への収納等により対処してきた。

一方、平成 6 年 6 月の「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」において、RI・研究所等廃棄物の処分は、原研ほかの主要な機関が協力して、実施スケジュール、実施体制等の検討を早急に進めることとされた。原研は、我が国最大の RI・研究所等廃棄物の発生者として、処分実施体制の整備等に積極的に取り組むとともに、RI・研究所等廃棄物の安全かつ合理的な処分方策の確立に向けた技術開発等を進め、また、実際の廃棄体に求められる技術的措置の具体化を早期に図る必要がある。

このような視点に立ち、原研内で最も多くの RI・研究所等廃棄物を保管している東海研究所では、従来の保管廃棄を前提とした処理方式から、陸地処分への対応が可能な処理方式へ転換を図ることとし、平成 7 年度から、廃棄体の作製を目的とした「高減容処理施設」の建設整備を進めてきた。

「高減容処理施設」は、大型金属廃棄物の解体・分別及び廃棄体等の保管廃棄を行う「解体分別保管棟」（平成 10 年度供用開始）と、溶融処理等の減容・安定化処理を行って廃棄体を作製する「減容処理棟」（平成 14 年度完成）からなる。

本報告は、「高減容処理施設」の整備計画策定と設計に際して検討した基本的考え方、施設の概要、運転実績、試運転結果等についてまとめたものである。

※日本原子力研究所は 2005 年 7 月に核燃料サイクル開発機構と合併し、日本原子力研究開発機構となった。この際の組織改変により、旧日本原子力研究所 東海研究所を主体として原子力科学研究所が創設された。

2. 東海研究所における低レベル固体放射性廃棄物の処理に係る基本方針

2.1 処理及び保管の現状

東海研究所においては、原子力に関する広範囲の研究開発が行われており、試験研究用原子炉施設、照射後試験施設、核燃料取扱施設、RI 使用施設等から RI・研究所等廃棄物が発生する。発生した放射性廃棄物は、物理的・化学的性状、放射性核種、放射能レベル等による分類基準に従って分類し、容器に収納して放射性廃棄物処理施設に搬入される。

そのうち、液体廃棄物は、蒸発濃縮、凝集沈殿等の処理の後、セメント、アスファルト等で固型化され、また、固体廃棄物は、焼却、圧縮等の減容処理の後、保管容器に収納され、「処理済保管体」として保管廃棄施設に保管廃棄される。さらに、施設の改造・解体工事等に伴つて発生するいわゆる固体状の「解体廃棄物」は、現有処理設備による減容処理が困難なものが多く、発生施設で直接、保管容器に収納され、「未処理保管体」として保管廃棄施設に保管廃棄される。

これらの保管体の大半は、低レベル β ・ γ 固体廃棄物であるが、処理済濃縮液を固型化した保管体等以外の多くは、保管廃棄を前提とした考え方によるものであり、処分の観点からは、固型化・安定化、放射能インベントリー評価等が必要である。また、東海研究所における放射性廃棄物の累積保管量は、従来の管理を続ける限り増加の一途をたどり、近い将来に現状の保管能力の限界に近づくため、保管廃棄施設の増設を続けなければならない。

このような状況から、保管中及び今後発生する放射性廃棄物の適切な処理処分を実現するための主な課題として、廃棄物発生量の可能な限りの低減化とともに、以下のものが抽出された。

- (1) 将来の処分を念頭においた場合、既存の保管体の多くを含め、減容・安定化処理、廃棄体の放射能インベントリー評価等の品質管理を適切に行う必要がある。
- (2) 累積保管量と保管廃棄能力の関係から、保管廃棄能力を増強する必要がある。
- (3) 敷地の狭隘化、周辺地域との共生等の観点から、従来の保管廃棄を主眼とした方式の継続には限界がある。

2.2 研究所等廃棄物処分対応の考え方

放射性廃棄物の処分については、陸地処分するとの方針が原子力委員会から示されている。放射性廃棄物の処分は、廃棄物に含まれる放射性核種が生活環境に対して影響を及ぼすことを防止することが必要であり、このためには、処分方法に適した形態に処理した後、放射性物質から放出される放射線の影響が安全上支障のないレベルになるように処分することが基本となる。したがって、処分の方法は、廃棄物の特徴、特に含まれる放射性核種の種類及び濃度を考慮して設定する必要がある。

上記の基本的考え方を踏まえ、現在までに示されている処分方法には、以下の 4 つの方法がある。

- (1) コンクリートピットなどの人工構造物を設けない簡易な方法により浅地中処分する方

法（素堀り処分）

- (2) コンクリートピットなどの人工構造物を用いた処分施設を設置して浅地中処分する方法（コンクリートピット処分）
- (3) 一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度（例えば 50～100m）にコンクリートピットなどの人工構造物を用いた処分施設を設置して処分する方法（余裕深度処分）
- (4) 人間の生活環境から十分離れた地下数百 m 以上の深さの地層に適切な構造物を設置して処分する方法（地層処分）

RI・研究所等廃棄物については、含まれる放射性核種の種類及び濃度の観点から、現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物等の一部の廃棄物を除き、①素堀り処分又は②コンクリートピット処分の、いわゆる浅地中処分の対象となると考えられている。*

原研では、従来より RI 協会、核燃料サイクル開発機構等の主要な責任主体と協力して浅地中処分方策の確立のために、実施体制、スケジュール等の検討を進めているところである。その際、浅地中処分の実現を優先課題とすると共にクリアランスへの対応にも取り組むこととしている。

また、最終処分の実現までには、関係法令、技術基準等の整備、研究所等廃棄物の放射能濃度の評価・確認方法等の確立が必要であり、そのために広範囲にわたる廃棄物データの収集、解析、安全な処分形態としての実証性等を検討し、具体的な処分形態と関連する技術についても開発していくこととしている。

なお、「研究所等から発生する放射性固体廃棄物の浅地中処分の安全規制に関する基本的考え方」について、原子力安全委員会では平成 18 年 3 月 31 日に報告書を取りまとめた。

* 「RI・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会報告書」（平成 16 年 3 月 29 日 RI・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会）より。

2.3 処理の基本方針

東海研究所内で管理する放射性廃棄物は、多種多様な汚染源であり核種別放射能濃度の評価が困難なものが多いことを特徴とするため、高減容処理施設の整備にあたっては、以下を放射性廃棄物処理の基本方針とした。

(1) 対象廃棄物

低レベル β ・ γ 固体廃棄物とする。

(2) 分別管理

減容のための前処理の位置づけの他、クリアランスを考慮した測定、除染、解体・切断、分別のための解体分別施設を整備する。

(3) 高減容処理の主な要件

- 1) 大きな減容効果を得る。
- 2) 浅地中処分に対応できる廃棄体を作製する。

- 3) 汚染源が多様で放射能濃度の測定評価が容易でない廃棄物に溶融処理を適用し、均質な溶融固化体を得て的確な品質管理、安定性の高い廃棄体を作製する。
- 4) 研究用原子炉施設から発生する金属廃棄物等に高圧圧縮処理を適用し、埋設処分が可能な廃棄体を作製する。放射能濃度の評価技術としては、スケーリングファクタ法の確立を並行して推進する。

3. 高減容処理施設の建設整備

3.1 整備計画の基本方針

高減容処理施設の整備にあたっては、既存保管体及び今後新たに発生する放射性廃棄物のうち、量的に最も多い低レベル β ・ γ 固体廃棄物を対象として、減容・安定化を行い、将来の浅地中処分等に備える。特に、東海研究所の放射性廃棄物は、多種多様な放射性核種を含みその種類と濃度の評価が容易でない廃棄物の多いことが大きな特徴となっているため、この点に十分留意して合理的な処理を行うこととする。

減容・安定化処理にあたっては、

- (1) 減容効果が大きいこと。
- (2) 浅地中処分における廃棄体としての要件を満たすこと。すなわち、
 - ・ 安定度が高いこと。
 - ・ 核種別放射能濃度の評価が容易であること。
 - ・ 物理的・化学的性状の把握が容易であること。
- (3) 将来に想定される再利用・規制除外等への対応。

などを考慮する必要がある。

このような観点から、低レベル β ・ γ 固体廃棄物の減容と安定化を図るための高減容処理施設の建設整備を行った。

3.2 高減容処理システムの構成

上記の基本方針に従い、以下に示す処理方法を選択しシステムを構成した。

- (1) 原子炉施設から発生する金属廃棄物、無機物等は原則として高圧圧縮処理を行う。
[理由]：汚染源の特定とスケーリングファクタ法等の放射能評価法の適用が可能で安定度の高い性状既知の廃棄物を対象として、比較的高い減容効果が得られる。
- (2) 核燃料物質使用施設、RI 使用施設等から発生する廃棄物、混合廃棄物（圧縮保管体、焼却灰等を含む）等は、溶融処理を行う。
[理由]：溶融処理により、汚染源が多種多様で核種別濃度評価の困難な廃棄物が、均一性の高い溶融体になるので適切な品質管理を行うことが可能になる。また、高い減容効果が得られ、安定性も著しく向上する。
- (3) 金属廃棄物とそれ以外の雑固体廃棄物に分けた 2 系統の溶融処理設備を整備する。
[理由]：金属廃棄物とそれ以外の雑固体廃棄物では、加熱効果の差異、排ガス処理負担の軽重、再利用等対応の難易度の差異及び作業効率等を考慮する必要がある。
- (4) 大型廃棄物は、減容処理に先立ち、機械切断、プラズマ溶断等からなる解体分別設備により解体し、必要により、除染して分別する。
[理由]：保管に多くの占有容積を要する大型廃棄物は、適切な大きさに解体し、分別することが、減容処理の前処理として必要であり、また、保管スペースの節減を図る上でも合理的である

3.3 解体分別保管棟の整備

解体分別保管棟は、減容処理棟における廃棄物の減容処理に先立ち、大型の廃棄物を解体、分別すると共に廃棄物を保管することができる建家である。本節では、解体分別保管棟の仕様を概説する。

解体分別保管棟は、床耐荷重を考慮した本棟と床耐荷重を要しない付属棟が繋がった構造になっている。本棟は、減容処理棟で発生した廃棄体を保管するため、地下1階及び地上1階が $10\text{ton}/\text{m}^2$ 、地上2階が $4.5\text{ton}/\text{m}^2$ 、また解体室を設置した地上3階が $2\text{ton}/\text{m}^2$ の床耐荷重を有している。付属棟は、受変電設備、空調換気設備、給排水設備等を設置している。

3.3.1 設備仕様

3.3.1.1 建家

解体分別保管棟は、鉄筋コンクリート造、地下1階、地上3階建てで建築され、建築面積 $2,282.87\text{m}^2$ 、延べ面積 $7,640.63\text{m}^2$ である。耐震設計は、Cクラスである。

建家の主要寸法をTable3-1に示し、鳥瞰図をFig.3-1に示す。また、解体分別保管棟の各階の平面図をFig.3-2に、外観の写真をFig.3-3示す。

3.3.1.2 電気機械設備

(1) 受変電設備

解体分別保管棟の電源は、中央変電所より $3\phi 6600\text{V } 50\text{Hz}$ （商用電源）で、分岐盤を介して受電し、使用に応じて 6600V 及び変圧器により 210V 、 $210\text{V}/105\text{V}$ へと降圧し、棟内及び付属建家の動力及び電灯等に使用している。

(2) 気体廃棄設備

1) 第1種管理区域空調換気設備

管理区域の排気系統は、排気第1系統～3系統で構成しており、排風量は定排気量制御方式を採用し、各室の負圧は、給気ダンバ制御方式により、それぞれ調節する。各系統の排気は排気浄化装置で浄化後、主排気ダクトより排気筒を経て大気へ放出している。

気体廃棄設備系統図をFig.3-4に、概略仕様をTable3-2に示す。換気設備フィルタ部分の写真をFig.3-5に示す。

2) 溫熱源設備

温熱源設備の概略仕様をTable3-3に示す。

3) 冷凍設備

冷凍設備の概略仕様をTable3-4に、写真をFig.3-6示す。

(3) 排水設備

管理区域系排水設備は、解体分別保管棟の管理区域で発生する廃液を貯留するもので、洗浄液集水槽I・II、床下二重スラブのサンプピットI・II及び地階保管室集水ピットで構成される。排水設備系統図をFig.3-7に、廃液槽の概略仕様をTable3-5に

示す。排水槽の写真を Fig.3-8 に示す。

(4) 空気圧縮設備

空気圧縮設備は、空気槽、空気圧縮機等で構成され、1階コールド機械室に設置されている。圧縮空気は、建屋内各所の計装空気源及び3階解体室の内装設備並びに2階ホット機械室のDOP測定に用いられる。

空気圧縮機の概略仕様を Table3-6 に写真を Fig.3-9 示す。

3.3.1.3 解体室

解体室は、既に保管廃棄している塔槽類、配管、ダクト、200L ドラム缶及びHEPA フィルタ等の廃棄物並びに新規に発生する同様な廃棄物を解体分別する施設である。解体は、主に鋸等の機械切断やプラズマ等の熱的切断によって行う。また金属類や無機物等、材質別に分別を行い、減容処理棟で安全且つ効率的に処理が行えるようにする。

解体室の設計に当たっては、搬入する最大解体廃棄物の大きさ及び重量を廃棄物処理場液体処理場にある廃液貯槽（36m³）を対象として仕様を決定した。処理対象廃棄物の要件を Table3-7 に示す。

解体室は、解体する廃棄物の形状及び汚染の状態が種々雑多であるため、主要部の構造及び主要な解体機器を以下のとおりとした。

- ① 解体室の中は、解体・分別するエリア（解体室Ⅰ）、乾式除染・検査エリア（解体室Ⅱ）及び搬入・搬出エリア（解体室Ⅲ）に区画し、汚染拡大の防止を図っている。解体室区画図を Fig.3-10 に示す。
- ② 解体室の床と壁（一部）には、室内に汚染が発生しても容易に除染できるように、また仮に解体作業中の廃棄物が転倒・落下した場合でも損傷を最小限にとどめるために、厚さ 9mm のステンレスライニングを施している。
- ③ 解体室内の洗浄作業で使った水、また床面の洗浄作業等で使った水が、解体室の外へ流出しないように解体室の出入口に堰等を設けている。
- ④ 解体室内には、建家排気設備のフィルタの目詰まりを軽減させるため、解体作業によって発生するヒューム・ダストができるだけ解体室で回収する局所排気装置を設けている。
- ⑤ 解体室内の主要設備は、ゴムライニングした貯槽等の粗切断にレーザー切断機、厚肉金属の切断にプラズマ切断機・ガス切断機また薄肉金属の切断に帶鋸盤等、種々の廃棄物に対し効率的かつ適切に対応する機器を選定した。

解体室内の主要設備の概略仕様を Table3-8 に示す。

また、解体室の設備配置図を Fig.3-11 に、写真を Fig.3-12 示す。

3.3.1.4 保管室

解体分別保管棟の保管室は、地下 1 階から地上 2 階の 3 階にわたっており、各階は 200L ドラム缶を縦に 4 段積みにして保管できる床上高さで設計されている。200L ドラム缶換算で 22,000 本の保管能力を有している。各階の床耐荷重は、地下 1 階と地上 1 階が 10ton/m²、地上 2 階が 4.5ton/m² である。搬入口に電動の遮へい扉、各階を移動する油圧

式の15ton用昇降機及び保管体を搬送するバッテリー式の5ton用フォークリフトがある。保管室の写真をFig.3-13に示す。

3.3.1.5 放射線管理設備

(1) 放射線モニタリング設備

放射線モニタリング設備は、環境への気体状の放射性物質の放出を監視すること、および施設内の作業環境における放射線量を連続的に測定・監視し、作業環境における放射線安全を確保するために使用される。

施設内における放射線管理用モニタは、排気モニタ 1ch、室内ダストモニタ 4ch、室内トリチウムモニタ 1ch、 γ 線エリアモニタ 7ch から構成される。各モニタから送られてくるトレンドデータは、制御室内の放射線監視盤にて表示されるとともに、放管居室内の警報表示盤で警報を確認できる。また、各データは放管モニタ集中監視システムにより、放管居室の端末上で表示できる。

放射線モニタリング設備の概略仕様をTable3-9に示す。

(2) 表面汚染測定装置

管理区域から退出する作業者の身体表面の放射性物質による汚染を測定する装置として、ハンドフットクロスモニタ 1台が汚染検査室に設置されている。汚染が確認された場合は、放射線監視盤に警報が表示されるとともに、放管居室内の警報表示盤で警報を確認できる。

管理区域外へ搬出する物品の表面汚染測定のため、汚染検査室入口付近には搬出物品モニタが設置され、汚染検査室には表面汚染検査用サーベイメータが常備されている。

表面汚染測定装置の仕様をTable3-10に示す。

3.3.2 官庁手続き

解体分別保管棟は、原子炉等規制法の原子炉施設及び核燃料物質等使用施設等であり、かつ、放射線障害防止法の廃棄業施設である。建設整備に当たっては、これら各施設として必要な許認可手続きを行った。

解体分別保管棟の冷凍設備、温熱源設備等については、高圧ガス保安法、ボイラー及び圧力容器安全規則の規制を受ける施設であるため、同様に必要な許認可手続きを行った。

建家については、建築基準法に基づく建築確認を受けるとともに、建設地の掘削に際しては、保安林解除手続きを行った。

解体分別保管棟設置に係る官庁検査受検実績についてTable3-11に示す。

3.3.3 建設整備

解体分別保管棟の建設整備に先立ち、解体設備機器の選定及び建家内配置等について概念検討、概念設計を実施した。また、解体分別保管棟は、東海研究所内の保管能力が逼迫

していることから保管室に係る建家の整備を先行して行った。

(1) 建家関係

平成 8 年 3 月～平成 10 年 5 月（平成 10 年 6 月：保管室供用開始）

(2) 解体設備機器関係

平成 9 年 4 月～平成 11 年 3 月（平成 11 年 4 月：供用開始）

3.4 減容処理棟の整備

減容処理棟は、放射性廃棄物を減容するための高圧圧縮装置、金属溶融設備及び焼却・溶融設備、減容処理に先立ち廃棄物の分別等を行う前処理設備、廃棄物の放射能濃度や内容物を確認する廃棄物測定設備の他、これら内装設備をサポートする電気・機械設備、ガス供給設備等から構成される。本節では、これらの設備の仕様を概説する。

3.4.1 設備仕様

3.4.1.1 建家

減容処理棟は、耐震設計（耐震クラスC、ただしBクラス機器の支持機能を有する）に基づき鉄筋コンクリート造、地下1階、地上2階建て構造で建築され、建築面積3,119.91m²、延べ面積8,941.07m²である。

建家の各階平面図 Fig.3-14 を主要寸法及び各階床面積を Table3-12 に示す。減容処理棟の概観写真を Fig.3-15 に示す。

3.4.1.2 電気機械設備

(1) 受変電設備

減容処理棟の電源は、ヘンデル変電所より 6.6kV を地中埋設管路にて減容処理棟 3 階の電気室で受電し、使用に応じ各電圧（420V, 210V, 105V）に変圧し減容処理棟内設備に電源供給されている。

また、停電時の電源として、UPS 電源及び予備電源装置（ガスタービン発電機）を備え照明、消火設備、制御系に対応している。予備電源装置の写真を Fig.3-16 に示す。

(2) 気体廃棄設備

管理区域の排気系統は、排気第1系統～6系統及びフード排気系統の計7系統で構成しており、排風量制御は、定排気量制御方式、各室の負圧制御は、給気ダンパ制御方式である。各系統の排気は排気浄化装置で浄化後、主排気ダクトより排気筒を経て大気へ放出している。気体廃棄設備系統図を Fig.3-17 に、各系統の排風量を Table3-13 に示す。プロアの写真を Fig.3-18 に示す。

(3) 排水設備

排水設備は、廃液槽I、廃液槽II、廃液槽III、廃液槽IV、排水槽及び取水槽で構成され、廃液槽では、管理区域で発生する廃液を一時貯留し、放射性物質の濃度測定の結果、濃度限度以下の場合には排水槽へ移送する。また、濃度限度を超えている場合には、廃棄物処理場の液体廃棄物の廃棄設備に運搬して処理するか、排水槽に移送し希釈する。排水槽で貯留された廃液は、濃度限度以下であることを確認した後に、第2排水溝へ一般排水する。なお、廃液の pH 管理については、必要に応じ希硫酸又は苛性ソーダで中和が行える構造となっている。また、廃液槽、排水槽に設けた集水ピットには、漏えい検知器が設置され、廃液漏えい時に制御室に警報を発する。

廃液槽の概略仕様を Table3-14 に、排水設備系統図を Fig.3-19 に示す。排水槽の写真を Fig.3-20 に示す。

(4) プロセス冷却水設備

本設備は、金属溶融設備、焼却・溶融設備、前処理設備及び空気圧縮設備の冷却水として使用され、冷却塔、プロセス冷却水ポンプ等により構成されている。冷却水は、減容処理棟屋上に設置した2台のプロセス冷却水ポンプにより各設備に送られ、高温化した冷却水は同棟屋上に設置した2台の冷却塔に戻り冷却される。ポンプの写真をFig.3-21に示す。

(5) 冷凍設備

本設備は、空調系統、金属溶融設備及び焼却溶融設備のプロセス系統に冷水を供給する設備である。設備は、冷凍機、冷水一次ポンプ、冷却二次ポンプ、冷却水ポンプ及び冷却塔で構成され、運転モードでは、高温で運転する金属溶融炉、プラズマ溶融炉及び焼却設備の運転時の温度変動に対応した連動運転が可能になっている。なお、冷凍機本体の冷却で高温化した冷却水を冷却する目的で、冷却塔を設けている。冷凍設備の概略仕様をTable3-15に示す。冷凍機の写真をFig.3-22に示す。

(6) 空気圧縮設備

空気圧縮設備は、空気槽、空気圧縮機、除湿装置等で構成されている。圧縮空気は、給排気設備のダンパ制御、弁や計器類への制御用空気等に使用される計装用圧縮空気系と、溶融炉、焼却炉、二次燃焼器の燃焼空気、各装置の冷却用空気等に使用する雑用圧縮空気系に供給される。空気圧縮設備の概略仕様をTable3-16に示す。圧縮機の写真をFig.3-23に示す。

3.4.1.3 ガス供給設備

本設備は、減容処理棟において廃棄物処理の過程で装置の加熱等に使用する目的で減容処理棟屋外に設置されている。ガス供給設備の概略仕様をTable3-17に示す。

(1) LPG供給設備

本設備は、金属溶融設備の二次燃焼器、金型予熱装置、注湯予熱装置、予熱バーナー等に、焼却・溶融設備では焼却炉、二次燃焼器、溶融炉等の予熱に使用する目的として設置されたものであり、ガス供給系統は、バルク容器、ガス化を行う蒸発器、氣化ガスの使用量の変動を制御するクッションタンク、散水ポンプ、LPG制御盤等により構成されている。また、安全装置として安全弁、ガス漏えい検知器、緊急遮断弁及び外気温度計が40°C以上となった場合に自動運転される散水設備を備えている。ガスを検知した場合には、回転警告灯が作動するとともに、制御室の附属設備運転監視盤及び減容処理棟玄関のガス漏れ警報／受信盤に警報が発報する。設備の写真をFig.3-24に示す。

(2) NH₃ガス供給設備

本設備は、金属溶融設備及び焼却・溶融設備において放射性廃棄物を処理する工程において発生する窒素酸化物を除去するために設備されたものであり、液化NH₃の容

器、ガス化を行う蒸発器、気化ガスの圧力変動を制御するバファタンク及び配管・弁類・計器類等によりガス供給系統を構成している。また、安全装置として、容器からのガス漏えい時において、容器を投入する除害槽、容器表面において40°Cを超える恐れのある場合に容器表面に散水し容器内圧力を下げる散水設備、ガス漏えい検知装置、インターロック等を備えている。ガスを検知した場合には、制御室の附属設備運転監視盤及び減容処理棟玄関のガス漏れ警報／受信盤に警報が発報する。設備の写真をFig.3-25に示す。

(3) N₂・Ar ガス供給設備

本設備は、減容処理棟内の金属溶融設備において使用され、N₂ガスについては炉内雰囲気の置換、Arガスについては溶融炉出湯口の固化防止に使用する目的として設置されたものであり、貯槽、蒸発器等によりガス供給系統を構成している。また、安全装置として安全弁を備えている。なお、ガス供給中に、ガスの緊急遮断が必要な場合は、制御室の附属設備運転監視盤で遠隔操作によりガス供給を停止することができる。設備の写真をFig.3-26に示す。

3.4.1.4 搬出入設備

搬出入設備は、減容処理棟における廃棄物搬入及び搬出を行うための設備であって、主にトラックエリアから機器ハッチを経由して一時保管設備にドラム缶等の容器を荷役するものである。

機器としては天井クレーン、機器ハッチ、荷役用エレベータで構成する。

一時保管設備に入庫されるドラム缶(200L、300L)、角型鋼製容器については、トラックエリアに運び込まれた後に原則として、天井クレーンを使用して、一時保管設備との受け渡し場所である中2階の搬出入室まで運び込まれる。またカートンボックス、ペール缶、フィルタについては、トラックエリアに搬入された後、専用の搬送台車に積載して荷役用エレベータにより搬出入室まで運ばれる。運び込まれたドラム缶等の容器は、データ管理設備を使用した減容処理棟独自のID等の登録を行った後に一時保管設備に入庫される。

Table3-18に搬出入設備を構成する機器の概略仕様を、写真をFig.3-27に示す。またFig.3-28にドラム缶の搬入状況を示す。

3.4.1.5 一時保管設備

減容処理棟では、各処理設備が処理対象とする廃棄物に特徴があること、前処理前のドラム缶には雑多な廃棄物が混在し、前処理後の廃棄物はいくつにも分類されることから、一定量の廃棄物を保管するための保管設備(以下、「一時保管設備」という)が必要となる。一時保管設備には、作業員の被ばくを防止し、各処理設備の要求に応じて、廃棄物を選択、抽出し、迅速に供給することが求められるため、ドラム缶等の容器単位での保管が可能であり、また廃棄物の種類に応じて効率的な管理が可能な立体自動倉庫式が導入された。

一時保管設備は格子状に組み立てられた立体棚、これらの棚に容器を収納するスタッカーカークレーン、各処理設備に容器を供給するコンベヤ、搬送台車（Automatic Guided Vehicle）及び垂直搬送機により構成されている。（Fig.3-29 に一時保管設備の概念図を示す。）

一時保管設備は、限られた空間に多くの廃棄物を効率良く収納するため、保管棚の奥行き方向を複数列化したマルチストレージ方式（先入れ、後出し）を採用した立体自動倉庫である。一時保管設備の運転操作は、原則として制御室からの遠隔自動操作により行われる。一時保管設備と各処理設備との入出庫は各階に設けられたしゃへい扉を介して行われる。減容処理棟内の各処理設備の配置状況に応じて、自動搬送台車又は搬送コンベヤにより廃棄物の受け渡しを行う。以下に一時保管設備を構成する機器の仕様を示す。

(1) 立体棚

ドラム缶及び鋼製角型容器（1,500×1,500×1,350mm：質量約 500kg）を収納するための棚であり、A,B,C,D の 4 つの棚に大別される。収納棚数は 1,129 棚（ただし、荷繰り用棚 21 棚を含む。）であり、収納容量は 200L ドラム缶換算で 1,468 本（ただし、荷繰り用 39 本分を含む。）である。Table3-19 に立体棚の概略仕様を、写真を Fig.3-30 に示す。

(2) スタッカーカークレーン

ドラム缶及び鋼製角型容器を立体棚に収納するためのマルチストレージ方式のクレーンであり、各立体棚に対応して 1 基ずつ設けられている。Table3-20 にスタッカーカークレーンの概略仕様を、写真を Fig.3-31 に示す。

(3) 垂直搬送機

スタッカーカークレーンにより立体棚から取り出されたドラム缶、鋼製角型容器を各階間で移動させる場合には、この垂直搬送機を使用する。Table3-21 に垂直搬送機の概略仕様を、写真を Fig.3-32 に示す。

(4) 搬送台車

減容処理棟地階廊下を走行し、処理設備への入出庫時に使用する。Table3-22 に搬送台車の概略仕様を、写真を Fig.3-33 に示す。

3.4.1.6 データ管理設備

減容処理棟では、発生場所の法令区分（炉規法廃棄物、R I 法廃棄物、混在廃棄物）に応じた処理を行う方針である。このためには、これらの廃棄物が減容処理棟内で数種類に分別され、最終的に処理されるまでの履歴管理や廃棄体の品質管理に必要な運転データを蓄積する必要がある。また、各処理設備で効率的な処理を行うためには、廃棄物の発生施設、内容物、放射能量等の発生元から提示される固有のデータを、迅速に検索し、供給できる一元的な管理システムが必要である。このため、減容処理棟内に所内廃棄物管理システムと各処理設備間でデータの送受信を行う、ネットワークシステムを構築した。

データ管理設備は、所内廃棄物管理システムと接続し、データ保管、相互通信を行うホストコンピュータ、各処理設備で既存データの照会と新データの登録を行う現場端末機、

ホストコンピュータと現場端末機等とデータ通信を行うネットワークサーバ、減容処理棟へ入庫された廃棄物に貼付するバーコードを発行するバーコード発行装置により構成される。

減容処理棟に搬入される廃棄物は、その保管体番号又は廃棄物管理番号に対応する10桁のIDが割り当てられ、データ管理設備で発行されたバーコードとして容器表面に貼付される。データ管理設備ではバーコードの10桁のIDを検索することにより、所内廃棄物管理システムに登録されている廃棄物性状、表面線量当量率、含有核種及び核種ごとの放射能、質量、封入年月日等の情報について照会することができる。また各処理設備で処理される保管体の履歴情報は、現場端末機等を介して、ホストコンピュータに集積されるとともに、所内廃棄物管理システムに送信、保管される。Table3-23にデータ管理設備を構成する機器の概略仕様を、またFig.3-34に減容処理棟内ネットワーク構造概念図を、現場端末の写真をFig.3-35に示す。

3.4.1.7 廃棄物測定設備

前処理設備を中心とする各処理設備において、作業員の被ばくを低減し、安全かつ効率的に廃棄物を処理し、また処理後の性状や放射能量等を評価するためには、処理する廃棄物の表面線量当量率、放射能量、廃棄物の形状、材質及び収納状態を予め確認することが必要である。これらの理由により、廃棄物の放射能等を測定するためのドラム缶検査装置並びに廃棄物の形状、材質、収納状態等を確認するためのX線透過装置及びX線CT装置で構成される廃棄物測定設備を整備した。本設備は、主としてドラム缶検査装置、X線透過装置、X線CT装置、ローラコンベヤ及びモノレール式の搬送装置より構成される。Fig.3-36に廃棄物測定設備の概念図を示す。

減容処理棟に入庫したドラム缶は、一時保管設備に収納された後、廃棄物測定設備に搬送される。廃棄物測定設備は、制御室からの遠隔操作により運転されるもので、搬入されたドラム缶は、まずローラコンベヤ上に設けられた質量計により質量測定を行う。次にモノレール式の搬送装置により、ドラム缶検査装置に搬送され、ドラム缶の表面に貼付されたバーコードIDを読み取った後、個々のドラム缶の特徴に応じて、表面線量当量率の測定、代表核種の放射能測定、X線透過装置による側面からの断層写真の撮影、X線CT装置での立体像の撮影を任意に選択することができる。以下に廃棄物測定設備を構成する機器の仕様を示す。

(1) 質量計

測定対象となるドラム缶の質量測定に使用する。Table3-24に質量計の概略仕様を、写真をFig.3-37に示す。

(2) ドラム缶検査装置

ドラム缶を回転、昇降させて、ドラム缶表面のバーコードを読み取り、上面、側面、下面の表面線量当量率、側面から1m離れた地点での線量当量率、 γ 線核種の濃度を測定する。Table3-25にドラム缶検査装置の概略仕様を、写真をFig.3-38に示す。

(3) X線透過装置

X線を用いてドラム缶内部を透視するものであり、X線発生器を昇降させ、内容物を確認する。Table3-26にX線透過装置の概略仕様を、写真をFig.3-39に示す。

(4) X線CT装置

高エネルギーのX線により、ドラム缶の断層を撮影・記録し、内容物の立体構造を把握する。立体構造から内容物の形状、寸法等の解析が可能であり、材質や種類を判別することができる。Table3-27にX線CT装置の概略仕様を、写真をFig.3-40に示す。

(5) 搬送装置

モノレール走行型であり、上記装置間の移動の際に使用する。Table3-28に搬送装置の概略仕様を、写真をFig.3-41に示す。

3.4.1.8 管理分析装置

減容処理棟では、処理運転に伴い発生する廃液や溶融体等の放射能分析を行うとともに、溶融体等の均質性、健全性及び有害物質等の有無を確認し、最終処分を目指した管理を行う方針である。このためには、放射能を測定するためのゲルマニウム半導体検出器や液体シンチレーションカウンタの他に、含有元素の定性や定量が行える化学分析装置が必要となるため、測定対象元素や試料性状等に応じて、測定方法の異なる複数の元素分析装置を導入した。導入した分析装置は、主として溶融固化体の含有元素の測定を行う蛍光X線分析装置、ICP発光分光分析装置、原子吸光光度計及び廃液中の有害物質の測定を行う液体クロマトグラフィ測定装置である。また、耐薬品性を考慮したフードも整備し、これらの排気は、排気洗浄装置で中和された後に、フード排気専用の建家排気系統に排気される。Table3-29に管理分析装置の概略仕様を、写真をFig.3-42に示す。

3.4.1.9 前処理設備

原研で発生する廃棄物の材質、性状等は、多様であり、近年、廃棄物の分別管理が徹底されてはいるものの、複数の材質の廃棄物が混在した状態で封入され、保管廃棄されているものが殆どであると予想される。一方、高圧圧縮装置、金属溶融設備及び焼却・溶融設備において、安全で効率的な処理を行い、将来の処分に適した一定水準以上の廃棄体を作製するためには、廃棄物を材質別に仕分け、不適物を除去することが重要である。

よって、本設備の設計・製作においては、廃棄物の仕分け、不適物の除去（以下、「分別」という。）を効率的に行うために、処理の基本を作業員による手選別、機械による自動選別とし、廃棄物の形状等により使い分けることとした。廃棄物の形状等は、手選別により容易に分別が可能なものの、液抜き、分解等の処理が必要なもの、圧縮体等の手選別が困難なものに大別されるために、手選別を中心とするブース型の分別チャンバ（以下、「多目的チャンバ」という。）、作業員が直接手動で選別を行う手選別チャンバ、機械を主体として自動的に選別を行う分別機能付チャンバ（以下、「機械分別装置」という。）を導入することとした。Fig.3-43に前処理設備の概念図を示す。

本設備では、廃棄物を原則として、可燃物（紙、布等で構成されるもの）、難燃物（塩

化ビニール、ゴム等で構成されるもの)、無機物(ガラス、陶器、コンクリート等)、鉄鋼製品(炭素鋼、ステンレス鋼で構成されるもの)、非鉄鋼製品(銅、亜鉛等で構成されるもの)に分別する。また、分別の過程では、将来の処分や減容処理の過程で有害な影響を及ぼす液体、アルミニウム及び特殊な物質(「消防法」に定められる危険物、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の産業廃棄物の埋立処分に係る有害物質及び処理不適物(シリコン、テフロン等))を不適物として除去する。さらに、ドラム缶から廃棄物を取り出す前には、³H、可燃性ガスの濃度を予め測定し、所定の値以下であることを確認する。以下に各設備の仕様を述べる。

(1) 目的チャンバ

作業員が内容物の性状を把握できないドラム缶の開封、詰め替え、廃棄物の切断、分解、液抜き等の処置を行う大型のチャンバである。Table3-30に多目的チャンバの概略仕様を、写真をFig.3-44に示す。

(2) 手選別チャンバ

作業員がアクリルパネルをとおして、廃棄物を目視し、グローブを介して直接手動で分別を行うグローブボックス型のチャンバであり、廃棄物を材質ごとに分別した後に、200Lドラム缶に収納する。Table3-31に手選別チャンバの概略仕様を、写真をFig.3-45に示す。

(3) ³H等測定用チャンバ

一時保管設備から前処理設備に供給されるドラム缶は、原則として廃棄物を取り出す前に、このチャンバ内で³H、可燃性ガスの濃度が測定される。Table3-32にトリチウム等測定用チャンバの概略仕様を、写真をFig.3-46に示す。

(4) 機械分別装置

主に手選別が困難な圧縮済保管体を対象とするものであり、受入チャンバ、粗破碎機等の破碎系、鉄搬送コンベア、粒度選別機等の選別系及び集塵系で構成する。Table3-33に機械分別装置の概略仕様を示す。

1) 破碎系

① 受入チャンバ

機械分別装置にドラム缶を搬入し、廃棄物を取り出すためのチャンバであり、ドラム缶切断機等を格納する。写真をFig.3-47に示す。

② 粗破碎機

低速回転する二軸剪断式の破碎機であり、廃棄物を約150mm以下にする。写真をFig.3-48に示す。

③ 粗破碎物搬送コンベア

粗破碎機で破碎した破碎物を細破碎機まで搬送するコンベアである。粗破碎機での火災を検知するために、コンベア入口には紫外線を検知する炎検知器及び温度検知器が設置されており、炎及び異常な温度上昇を検知した場合には、コンベア上部の散水口(4箇所)から水が噴霧される。

④ 細破碎機

高速回転する横型衝撃剪断式の破碎機（シェレッダ）であり、廃棄物は、高速回転するロータのハンマで衝撃破碎される。廃棄物を約 80mm 以下にする。写真を Fig.3-49 に示す。

⑤ 細破碎物搬送コンベア (1)

細破碎機で破碎した破碎物を磁力選別機まで搬送するコンベアである。細破碎機での火災を検知するために、コンベア出口には紫外線を検知する炎検知器及び温度検知器が設置されており、炎及び異常な温度上昇を検知した場合には、コンベア上部の散水口（4箇所）から水が噴霧される。

⑥ 磁力選別機

永久磁石を組み込んだドラムを回転させることで、鉄分を吸着させて選別するものである。写真を Fig.3-50 に示す。

⑦ 細破碎物搬送コンベア (2)

磁力選別機で選別されなかった可・難燃物、非鉄系金属、不燃物を粒度選別機まで搬送するコンベアである。

2) 選別系

① 鉄搬送コンベア (1)

磁力選別機で選別された鉄系金属を鉄手選別チャンバ（鉄搬送コンベア (2)）まで搬送するコンベアである。写真を Fig.3-51 に示す。

② 粒度選別機（トロンメル）

回転する円筒形の篩い内部に、粒径の異なる廃棄物を供給し回転力により攪拌させて、孔径 30mm の篩い孔を通過するものとしないもので、廃棄物を選別するものである。原則として、破碎片の小さい非鉄金属、不燃物は篩い孔を通過し、破碎片の大きい可・難燃物は篩いの出口まで通り抜ける。写真を Fig.3-52 に示す。

③ 鉄手選別チャンバ（鉄搬送コンベア (2)）

チャンバ内の振動コンベア上で、主に鉄系金属と鉄系金属に付着していく可・難燃物を分別するチャンバであり、作業員がアクリルパネルをとおして、廃棄物を目視し、グローブを介して直接手動で分別を行うものである。写真を Fig.3-53 に示す。

④ アンダーサイズ手選別チャンバ（アンダーサイズ搬送コンベア）

粒度選別機の篩い孔を通過した破碎片を、チャンバ内の振動コンベア上で、主に非鉄金属と不燃物に分別するチャンバであり、作業員がアクリルパネルをとおして、廃棄物を目視し、グローブを介して直接手動で分別を行うものである。写真を Fig.3-54 に示す。

⑤ オーバーサイズ手選別チャンバ（オーバーサイズ搬送コンベア）

粒度選別機の篩い孔を通過しなかった破碎片をチャンバ内の振動コンベア上で、主に可・難燃物、非鉄金属及び不燃物に分別するチャンバであり、作業員がアクリルパネルをとおして、廃棄物を目視し、グローブを介して直接

手動で分別を行うものである。写真を Fig.3-55 に示す。

3) 集塵系

① サイクロン

バグフィルタの前段にあって、遠心分離の原理を利用して、主に $10\mu\text{m}$ 以上の粗い粒子を除塵するものである。写真を Fig.3-56 に示す。

② バグフィルタ

ろ布の表面で除塵し、ろ布に付着した粒子は、パルスジェットにより、間欠的に払い落とされ、下部より排出される。写真を Fig.3-57 に示す。

③ フィルタユニット

バグフィルタ後段にあって、プレフィルタ、HEPAフィルタによりバグフィルタを通過した粒子を除塵するものである。写真を Fig.3-58 に示す。

3.4.1.10 高圧圧縮装置

本装置では、原子炉施設での運転、解体に伴って発生する廃棄物のうち、スケーリングファクタ法による放射能評価が可能であり、長期保管により変形することのない安定した金属廃棄物を対象とする。

本装置の設計にあたっては、原子炉施設で発生する厚肉の配管、ダクト等の金属廃棄物の減容効果を高めるために、約 2,000ton の圧縮力を導入することとした。また、廃棄物を 200L ドラム缶ごと圧縮し、再び 200L ドラム缶に収納するために、水平方向にも圧縮力を持たせることとした。なお、本装置の耐震設計は C クラスとしている。

Fig.3-59 に高圧圧縮装置の概念図を示す。本装置は、高圧圧縮機（成型金型、縮径金型、垂直金型、圧縮座、測定器含む。）、圧縮体ラック、排気プロア、油圧ユニット等から構成される。本装置の主要部をチャンバとして覆うことにより、内部を負圧に維持することで、汚染の拡大を防止している。

本装置は、搬入された 200L ドラム缶を、まず、成型金型を使用して、奥行き方向に圧縮（成型圧縮）し、引き続き、縮径金型を使用して、水平方向（径方向）に圧縮する（縮径圧縮）。最後に、垂直金型による圧縮（垂直圧縮）を行い、ペレット状に成型された圧縮体を再び 200L ドラム缶に収納する。Table3-34 に高圧圧縮装置の概略仕様を、搬入部写真を Fig.3-60 に示す。

3.4.1.11 金属溶融設備

金属溶融設備では、放射性物質で汚染された金属廃棄物を溶融し、均一化するとともに、溶融物は、焼却・溶融設備から発生する溶融スラグを固化する容器として再利用される受容器又は金属塊（インゴット）に鋳造する。

設備は、金属廃棄物を設備に受け入れる搬入・投入装置、金属廃棄物を溶融する溶融炉、溶融金属を溶融炉から取り分け鋳造装置へ運搬する注湯機、受容器やインゴットを鋳造する鋳造装置、排ガス等を処理する排気除塵装置からなり、このうち、溶融炉から排気除塵装置の高性能フィルタユニットまでの機器、配管類は耐震クラス B で設計した。

Fig.3-61 に金属溶融設備の系統図を示す。鋳造装置は溶湯の飛散の恐れがあるため、大型のチャンバ内に設置されており、チャンバ内は負圧状態に維持される。

廃棄物投入、溶融炉の出力制御、排気除塵装置の制御等の運転操作は現場から離れた制御室で行うが、溶融工程中の溶融金属の輸送、受容器の鋳造等の操作については、十分な安全確認と繊細さが要求されるため、運転員が状況を目視で確認しながら行えるよう、チャンバ外の操作盤から実施する。

処理工程の概要及び設備の概略仕様を以下に示す。

(1) 搬入・投入装置

搬入・投入装置は、一時保管設備からドラム缶入りの金属廃棄物を受け入れ、溶融炉上部まで搬送する廃棄物搬入装置と、炉内への投入、炉内へ投入されるドラム缶に対する前処理及び炉内雰囲気と系外雰囲気の隔離を行う廃棄物投入装置からなる。

後述する溶融炉は誘導加熱方式であり、上に広いすり鉢状の一体型のるっぽを用いたるっぽ炉であるため、投入する廃棄物は、溶融炉上方からドラム缶を立てた状態で投入する必要がある。また、誘導加熱初期の加熱効率を高めるため、スターティングブロックとして初期投入される廃棄物は 600kg 前後の比較的密度の高いものが必要とされる。このような点から、搬入・投入装置は溶融炉の真上に設置されており、必要に応じて廃棄物の投入順序を入れ替えることができる。また、溶融炉内における加熱時のドラム缶の破裂を防止するため、ドラム缶蓋に開口処理を行う機能を有する。

Table3-35 に搬入・投入装置の概略仕様を、投入装置入口部分の写真を Fig.3-62 に示す。

(2) 溶融炉

金属溶融炉は、金属を効率良く加熱すると共に、電磁力により溶融物を強く攪拌することによって高い均一性を得ることができる誘導加熱方式を採用しており、最大 4ton の金属廃棄物を溶融することができる。一回の溶融により、遠隔で受容器の鋳造まで行うため、炉底部に排出口を設けた炉底出湯方式を採用し、スラグの少ない金属溶湯を選択的に排出できる構造とした。また、出湯の制御方法は、排出口に設けたスライドプレートにより溶湯の流路を開閉するスライドバルブ方式としている。溶融処理は溶湯温度が約 1,600°C と高く、耐火物の定期的な交換が必要となるため、耐火物交換やメンテナンスをチャンバ内で効率的に行えるよう上部の炉蓋部と下部の炉体部とを容易に分割できる構造を採用している。

炉蓋部には廃棄物投入口の他、測温機や溶湯からサンプルを採取するための溶湯サンプリング装置が設置されると共に、不燃物の混入に対応するための補助加熱源としてプラズマ加熱装置等が装備されることから、るっぽは上部に広いすり鉢状になっている。Table3-36 に溶融炉の概略仕様を、炉上部の写真を Fig.3-63 に示す。

(3) 注湯機

注湯機は、溶融炉で生成した溶湯を一時保持し、鋳造装置に運搬する円筒型のるっぽ炉である。注湯機はレールを走行する台車上に設置されており、傾動動作により鋳造装置に溶湯を排出する。鋳造時には、温度管理、操作とともに、繊細な制御が必要と

なるため、注湯機の最大容量は 900kg、運転時の目安は約 600kg と溶融炉と比較して小容量とし、高周波誘導加熱により、溶湯温度を最適な鋳造条件に迅速に調整することができる。Table3-37 に注湯機の概略仕様を、写真を Fig.3-64 に示す。

(4) 鋳造装置

鋳造装置は受容器を鋳造する受容器鋳造装置とインゴットを鋳造するインゴット鋳造装置からなる。

受容器鋳造装置では、縦型遠心鋳造機で回転させた金型に、注湯機から溶融金属を注ぎ込むことにより受容器を鋳造する。この際、鋳造機の回転数を制御することにより容器の胴部と底部を鋳造する。金型への塗型剤塗布等の前処理、遠心鋳造処理、鋳造した受容器の回収等は工程毎に自動化されており、監視、操作はチャンバ外の機側盤から行う。鋳造された受容器は寸法や重量を測定し検査を行った後、チャンバ内のコンベアによって、焼却・溶融設備へ搬出される。

インゴット鋳造装置では注湯機からの溶融金属を冷却用のモールドに受け、インゴットを鋳造する。モールドは台車上に配置されており、溶融金属を注湯後は、冷却チャンバ内で冷却固化する。Table3-38 に鋳造装置の概略仕様を、写真を Fig.3-65 に示す。

(5) 排気除塵装置

排気除塵装置は、溶融中に炉内を負圧に維持し放射性物質の閉じ込めを行うことにより、溶融によって排気系に移行する放射性物質及び環境上有害な物質を除去することを目的とし、二次燃焼器、排ガス冷却器、セラミックフィルタ、HEPA フィルタ、排気洗浄装置、脱硝装置、ダイオキシン除去装置、排気プロア等から構成される。

放射性物質の除去は、セラミックフィルタ及び HEPA フィルタで行い、系統全体で 10^6 以上の除染係数を有する。また、金属廃棄物に混入する有機物の燃焼等を想定し、二次燃焼器による未燃物の完全燃焼、排気冷却器による排ガスの冷却と低融点金属の凝固除去、排気洗浄塔による HCl の除去及び脱硝装置による NO_x の除去を行っている。また、ダイオキシン対策として、二次燃焼器による分解、排気冷却器による再合成の防止に加え、ダイオキシン除去装置を備えている。なお、系統を負圧に維持するための排気プロア及び放射性物質を除去する主要設備である HEPA フィルタはそれぞれバックアップ用が並列に設置されており、排気プロアの故障や、フィルタ差圧の上昇等の事態が生じても、機能を維持できるようになっている。Table3-39 に排気除塵装置の概略仕様を、二次燃焼器付近の写真を Fig.3-66 に示す。

(6) チャンバ排気系統

チャンバ内を排気する系統はチャンバ排気系統として独立しており、チャンバ内を負圧に維持し放射性物質の閉じ込めを行うこと及び除塵を目的とし、バグフィルタ及び HEPA フィルタから構成している。Table3-40 にチャンバ排気系統の概略仕様を、写真を Fig.3-67 に示す。

3.4.1.12 焼却・溶融設備

本設備は、主に塩化ビニル、ゴム等の難燃物及びコンクリート、ガラス等の不燃物の処理を目的とし、焼却炉、固定炉床型プラズマ溶融方式の溶融炉、排気除塵設備等で構成される。Fig.3-68 に焼却・溶融設備の系統図を示す。本設備の運転は、制御室からの遠隔操作によって行う。

難燃物は焼却炉に供給し、焼却する。焼却灰は不燃物とともに溶融炉でプラズマの表面加熱により溶融する。溶融後のスラグは金属製の受容器に注湯し、冷却した後に 200L ドラム缶に収納して、一時保管設備へ搬出される。

排気除塵設備は二次燃焼器、排気冷却器、セラミックフィルタ、HEPA フィルタユニット、排気洗浄設備、排気プロア等により構成され、これらは金属溶融設備のものと同様の機能を有する。なお、焼却炉と溶融炉の排気除塵装置は共用している。焼却炉、溶融炉及び排気除塵装置の仕様を Table3-41 に示す。

主要装置の仕様及び処理の概要を以下に説明する。

(1) 溶融炉

溶融炉は雑固体廃棄物（主にコンクリート、土砂、ガラス等の不燃物及び焼却灰）を溶融処理する装置であり、耐火物で内張りされた溶融炉本体、廃棄物を投入する廃棄物投入器、溶融加熱源のプラズマトーチ、プラズマトーチ駆動装置、溶融スラグをサンプリングするためのサンプリング装置、溶融炉本体の傾動装置等により構成される。

溶融炉は固定炉床型プラズマ溶融方式である。これは、固定された炉床上で、トーチからプラズマを照射し、プラズマによる表面加熱で廃棄物を溶融する方法であり、プラズマトーチにはトーチ内部に正負両電極を有する非移行式を採用している。雑固体廃棄物はコンクリート等の非金属の不燃物が主体であり、非金属に対する十分な溶融能力が必要という観点から、導電性の金属廃棄物に対して有効な誘導加熱よりも、導電性にかかわらず安定な運転が可能なプラズマ溶融方式を採用している。また、構造がシンプルでメンテナンスしやすいこと及びドラム缶サイズの廃棄物を追加供給できるという点で、固定炉床型を採用している。

廃棄物は 200L ドラム缶に入った状態で、溶融炉内に供給され、1 回の溶融（1 バッチ）で最大 2ton の不燃物を溶融できる構造である。

溶融物の出湯は、溶融炉を傾動させることにより、受容器に分割して出湯する。1 つの受容器に出湯する溶融物は 300kg 程度であるため、出湯は分割して行う。出湯は、目視に加えて、出湯量を測定、監視することにより自動で傾動復帰を行うことができるよう、出湯重量測定のためのロードセルを設けている。また、溶融炉の傾動方式は油圧シリンダにより炉体を下から押し上げるため、電源喪失等の異常が発生した際には、自重で傾動が復帰するという利点を備えている。

溶融炉本体と出湯を行うチャンバは、溶融炉が出湯時に傾動することから、伸縮性を持った蛇腹によって接続されており、廃棄物の外部への飛散や外部空気の流入を抑える構造となっている。

プラズマトーチは作動ガスに空気を用いており、加熱範囲を広くできるように 2 本備えている。出力は 1 本当たり最大 1.3MW である。また、三次元駆動が可能で、制御室のジョイスティック操作により容易に駆動できるようになっている。溶融炉出湯口方向からの写真を Fig.3-69 に示す。

(2) 焼却炉

焼却炉は、溶融前の仮焼炉として位置付けられている。可燃物、難燃物（プラスチック、ゴム、塩化ビニル等）を焼却処理する装置であり、耐火物で内張りされた焼却炉本体、廃棄物を投入する廃棄物投入装置、炉内加熱用のバーナー、焼却灰を排出させる灰取出装置等により構成される。

焼却炉への廃棄物の供給は、20L のカートンボックス又は、同サイズに袋詰した状態で行う。処理能力は、廃棄物の組成や形状に依存するものであり、最大 130kg/h である。

焼却炉は、廃棄物投入部と炉底の焼却灰払出部の仕切は二重とし、焼却排気を排気除塵装置の排気プロアで排気することで外部と遮断された構造とし、内部を負圧状態に維持している。焼却炉入口付近の写真を Fig.3-70 にしめす。

(3) 排気除塵装置

排気除塵装置は、放射性物質の閉じ込めの他、ダイオキシン対策に重点を置いて設置されている。排気除塵装置は、設置スペース、維持費、運転管理の容易さ等を考慮し、溶融炉と焼却炉で共用させる方式となっている。

二次燃焼器は、溶融炉及び焼却炉で発生した排ガスに含まれる未燃分を完全燃焼させる装置であり、ダイオキシンを分解させるために、通過するガスが適切な滞留時間と温度を保つことができるようになっている。上部の写真を Fig.3-71 に示す。

排気冷却器は、二次燃焼器を経由して送られた排ガスを水噴霧により急冷し、ダイオキシンの再合成を抑制する装置である。写真を Fig.3-72 に示す。

セラミックフィルタは、二次燃焼器、排気冷却器を経由して送られた排ガス中のダスト等を除去するフィルタである。排ガス中のダストを捕集するセラミックファイバ製のフィルタエレメントとフィルタエレメント外面に捕集付着したダストを払い落とす逆洗装置等により構成されており、並列に 2 系統有している。上部の写真を Fig.3-73 に示す。

HEPA フィルタユニットは、セラミックフィルタを経由して送られた排ガス中の微細なダストを捕集する装置である。プレフィルタ 1 段、HEPA フィルタ 2 段で構成され、並列に 3 系統有している。一系統当たりの容量は 50% であり、通常は 3 系統のうちの 2 系統を切り替えて使用している。溶融炉入口から HEPA フィルタユニット出口までに、 10^6 以上の除染係数を担保する設備となっている。写真を Fig.3-74 に示す。

排気洗浄装置は、HEPA フィルタユニットを経由して送られた排ガス中の HCl、SO₂ 等を除去する装置であり、排気洗浄塔 1、排気洗浄塔 2 により構成される。排気洗浄塔 1 は、充填材を使用した充填塔方式で、下方より送入した排ガス中に含まれる HCl 及び SO₂ 等の酸性ガスを充填層下部と充填層部で給液されたアルカリ液と向流の気液

接触により洗浄、吸収除去する湿式洗浄塔である。アルカリ液には NaOH 水溶液を使用し、充填層下部の液層に落下した液は循環使用する。また、内面には耐腐食ライニングを施工している。排気洗浄塔 2 は、排気洗浄塔 1 と同様の湿式洗浄塔であり、排気洗浄塔 1 と直列に設置されている。写真を Fig.3-75 に示す。

脱硝ダイオキシン反応器は、排気洗浄装置を経由して送られた排ガス中の窒素酸化物及びダイオキシン類を除去する反応器であり、触媒を充填した複数個の触媒ケースにより構成される。写真を Fig.3-76 に示す。

排気プロアは、脱硝ダイオキシン反応器を経由した排ガス系内の排ガスを排気筒へ排気する装置であり、系統内を負圧に維持している。なお、排気プロアの緊急停止時における負圧維持のため、非常用に補助プロアを設けており、非常時の排気プロア停止時には補助プロアが自動的に立ち上がるようになっている。排気プロアの写真を Fig.3-77 に示す。

(4) チャンバ系排気系統

溶融炉の出湯及び溶融固化体の冷却、搬出等の工程は、放射性物質の閉じ込めを目的として、負圧に維持されたチャンバ内で行われる。チャンバ内を排気する系統は、排気除塵装置とは別の系統として独立しており、並列に 2 基設置されている排気プロアにより、フィルタユニットを通じて排気筒へと排気している。プロアの写真を Fig.3-78 に示す。

3.4.1.13 放射線管理設備

(1) 放射線モニタリング設備

放射線モニタリング設備は、環境への気体状の放射性物質の放出を監視すること、および施設内の作業環境における放射線量を連続的に測定・監視し、作業環境における放射線安全を確保するために使用される。

施設内における放射線管理用モニタは、排気モニタ 2ch、室内ダストモニタ 5ch、 γ 線エリアモニタ 16ch、オフガスモニタ 2ch から構成される。各モニタから送られてくるトレンドデータは、制御室の放射線監視盤にて表示されるとともに、放管居室の警報表示盤で警報を確認できる。また、各データは放管モニタ集中監視システムにより、放管居室の端末上で表示できる。

放射線モニタリング設備の概略仕様を Table3-42 に示す。

(2) 表面汚染測定装置

管理区域から退出する作業者の身体表面の放射性物質による汚染を測定する装置として、ハンドフットクロスモニタ 2 台、体表面モニタ 1 台が、それぞれ汚染検査室に設置されている。また作業の異なるエリアへの移動の際の汚染拡大を防止、および汚染発生エリアの特定を目的として、焼却設備室（第 1）、前処理室（第 2）にもそれぞれ 1 台ハンドフットクロスモニタが設置されている。汚染が確認された場合は、放射

線監視盤に警報が表示されるとともに、放管居室内の警報表示盤で警報を確認できる。

管理区域外へ搬出する物品の表面汚染測定のため、汚染検査室入口付近には搬出物品モニタが設置され、汚染検査室には表面汚染検査用サーバイメータが常備されている。

表面汚染測定装置の概略仕様を Table3-43 に示す。

(3) 放射能測定装置

管理区域内で捕集された各種試料の放射能測定を行う装置として、 $\alpha \cdot \beta$ 多サンプル自動測定装置、液体シンチレーションカウンタ、Ge 半導体核種分析装置が各 2 台、放管測定室に設置されている。

放射能測定装置の概略仕様を Table3-44 に示す。

3.4.2 官庁手続き

減容処理棟は、原子炉等規制法の原子炉施設及び核燃料物質等使用施設等であり、かつ、放射線障害防止法の廃棄業施設である。また、減容処理棟の廃棄物透視確認装置は、放射線障害防止法の使用施設である。建設整備に当たっては、これら各施設として必要な許認可手続きを行った。

減容処理棟の LPG 供給設備、N₂ 供給設備等については、高圧ガス保安法の規制を受ける施設であるため、同様に必要な許認可手続きを行った。

建家については、建築基準法に基づく建築確認を受けるとともに、建設地の掘削に際しては、保安林解除手続きを行った。

減容処理棟設置に係る許認可等取得実績について Table3-45 に示す。また、官庁検査受検実績について Table3-46 に示す。

3.4.3 建設整備

減容処理棟の建設整備に先立ち、処理設備の選定、建家内配置等について概念検討、概念設計を実施した。また、これらより建家及び電気機械設備の基本設計並びに減容処理設備、附属設備等内装設備の製作設計を実施した。

建設整備は、平成 11 年 10 月に着工し、建家新築工事、電気機械設備新築工事、内装設備の製作・据付等を実施し、平成 15 年 2 月に完成した。

以上の項目に係る設計、工事等実績を Table3-47 に示す。

4. 運転体制及び対象廃棄物

4.1 運転体制

解体分別保管棟及び減容処理棟の運転管理にあたっては、施設管理者である高減容処理技術課長を筆頭に、チーム制のもと職員が配置し、その管理下で運転業務を委託する運転員が運転・保守、処理業務等を行う。ただし、解体分別保管棟のうち、放射性廃棄物の保管廃棄場所である保管室については、放射性廃棄物管理第1課が管理を行う。

Fig.4-1に体制図を示す。

4.2 対象廃棄物の種類と量

(1) 放射性廃棄物の種類

高減容処理では、2.2で述べた通り、低レベル $\beta\cdot\gamma$ 固体廃棄物を対象とする。ただし、「消防法」に定められる危険物や「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の産業廃棄物の埋め立て処分に係る有害物質を含む放射性廃棄物は、当面の処理対象から除外する。具体的には、原子力科学研究所の放射線安全取扱手引に定める放射性固体廃棄物の分類(Table4-1参照)に示す、レベル区分A-1及びA-2の固体廃棄物のうち、「可燃性」及び「不燃性の特殊」に分類される廃棄物を除く全ての廃棄物が対象となる。「可燃性」廃棄物は、既設の焼却炉の対象であるが、必要に応じて高減容処理施設での処理も可能である。「不燃性の特殊」は処理の際に設備に害を与える物質や、処分の際の有害物質を含むものであり、処理対象外として直接保管廃棄の対象とする。

上記対象廃棄物のうち、タンク等の塔槽類、雑形状廃棄物、肉厚金属廃棄物等、容易に材質分別が行えない放射性廃棄物は大型廃棄物として、解体分別保管棟の解体室にて分別、詰替作業の対象となる。

(2) 放射性廃棄物の量

対象廃棄物は、日々の研究活動で新たに発生する「新規発生廃棄物」及び過去に保管廃棄された「保管廃棄物」の双方が対象となる。「保管廃棄物」は、平成16年度末現在でおよそ133,000本存在し、そのうちの約8割が高減容処理の対象になると想定されている。高減容処理施設における処理量は、年間約5,000本(200Lドラム缶換算)を当面の目標としており、新規発生廃棄物年間2,000~3,000本と並行して保管廃棄物を処理する計画である。

4.3 保管廃棄物の取り出し方法

(1) 倉庫型保管廃棄施設からの取り出し

倉庫型の保管廃棄施設では、ドラム缶等に封入された廃棄物パッケージがパレットにより3段~4段積みの状態で保管されているため、取り出しの際には、フォークリフトによりパレット毎取り出す。取り出した廃棄物パッケージの解体室又は減容処理棟への移動は、解体分別保管棟内の保管室から解体室への移動を除き、トラックにより行う。

(2) ピット型保管廃棄施設からの取り出し

ピット型の保管廃棄施設では、タンク等の塔槽類、雑形状廃棄物等が形状に合わせて収納されているため、ピット上面を開放した後、廃棄物の形状、重量等に適した吊り治具を使用し、移動式クレーンで取り出してトラックに載せる。

なお、本作業は屋外で実施することから、今後の取り出し量の増加に対応するため、天候に左右されない安定した作業を安全かつ効率的に行うことができる廃棄物取り出し装置（Fig.4-2）の整備を計画している。

5.解体分別保管棟の運転管理

5.1 解体室作業及び取り出し作業について

(1) 解体訓練

解体分別保管棟の解体室は、重量物である大型の廃棄物を安全かつ効率的に解体するため、平成 11 年 8 月にバックエンド技術部が中央労働災害防止協会に依頼して解体設備に係る機器類の安全装備及び安全防護措置に対する安全診断を実施した。また作業方法に対する安全診断も併せて実施した。これら診断結果を反映して、塔槽類に見立てた模擬廃棄物を用いて約 2 ヶ月間、各種切断方法(レーザー切断、プラズマ切断、ガス切断、機械切断)により解体作業の実地訓練を行った。

(2) 解体分別作業

解体室での解体・分別に係る作業内容を以下に示す。

1) 確認

解体対象廃棄物の特徴として、重量物であること、形状や材質等が様々であること、容器状廃棄物の内容物が種々雑多であること、線量当量率や汚染の程度が一様でないこと、また使用履歴が不明確であることが挙げられる。このため確認行為は、解体分別作業を安全に行っていく上で特に大事なことであり、各確認結果を踏まえて作業員の放射線防護装備や解体作業計画に反映させる。以下に主な確認行為を示す。

- ① 解体室に搬入する廃棄物は、搬入する前に処理対象廃棄物かどうか帳票による確認を行う。
- ② 搬入した廃棄物は、搬入・搬出エリア（解体室Ⅲ）で重量測定・線量当量率測定及び外表面に汚染がないことを確認する。
- ③ 解体・分別するエリアに移動した廃棄物は、解体前に部分開梱を行い、廃棄物内部の形状や状態、線量当量率、表面汚染の程度を確認し、タンク等であれば内容物の有無や³H 等の濃度も確認する。
- ④ 実験機器等で内部の構造や材質が不明な廃棄物については、発生元に問い合わせを行い、また必要に応じて図面等で確認する。

2) 汚染拡大防止

解体・分別するエリア（解体室Ⅰ）で行う解体作業では、溶断及び機械切断等によって放射性物質が飛散し、作業場所周辺を汚染させる可能性がある。

以下に対策例を示す。

- ① 解体作業時には、汚染を最小限に留めるために局所排気装置を用いる。
- ② 作業場所周辺を養生するとともに常に解体室内の汚染状況を把握する。
- ③ 各々廃棄物の汚染状態を確認し、廃棄物表面にルーズな汚染がある場合は、解体する前に汚染を除去する。
- ④ 床等に汚染が発生した場合には、直ちに合理的な除染を行い、解体室の適切な維持管理を図る。
- ⑤ 解体・分別するエリア（解体室Ⅰ）から出る際は、作業員及び物品の汚染検査を行い、

他のエリアへの汚染拡大を防止する。

3) 解体

廃棄物の解体は、確認行為の結果、汚染拡大防止対策及び安全対策を講じてから廃棄物の状態に応じて、200L ドラム缶に収納できるようになるまで適切に解体作業を行う。以下に基本的な解体方法を示す。

- ① ゴムライニングしているタンク等は、火災防止及びヒューム発生を抑え、かつ二次廃棄物の低減を図るためレーザー切断機で解体する。
- ② ステンレス鋼や厚肉金属は、プラズマ切断機又はガス切断機を用いて解体する。
- ③ 配管やアングル等の長物廃棄物は、帶鋸盤（バンドソー）を用いて解体する。
- ④ フィルタユニットや排気用ダクト等の平板廃棄物は、せん断機（シャーリングマシン）又はニプラ等を用いて解体する。
- ⑤ コンクリートや耐火煉瓦等の廃棄物は、電動ハンマ等を用いて解体する。
- ⑥ ボルトやネジで組上がっている廃棄物は、スパナ・レンチ等を用いて解体する。

4) 分別

解体分別する廃棄物には、タンクや排気用ダクト等の単一材質だけでなく、異型容器内に収納した形状材質ともに雑多な廃棄物がある。材質別分別に当たっては、将来の処分や溶融処理の過程で有害な影響を及ぼす液体、処理不適物（シリコン、テフロン等）、特殊な物質（鉛、カドミウム等の有害物質、消防法に定める危険物）を除去する。また、廃棄物を原則として、可燃物（紙、布等で構成されるもの）、難燃物（塩化ビニール、ゴム等で構成されるもの）、無機物（ガラス、陶器、コンクリート等）、鉄鋼製品（炭素鋼、ステンレス鋼で構成されるもの）、非鉄鋼製品（銅、亜鉛等で構成されるもの）に分別する。解体室では、金属についてもできるだけ単種類の材質に分けてドラム缶に収納している。解体室における材質別種類を以下に示す。

- ① 炭素鋼
- ② ステンレス鋼
- ③ アルミニウム
- ④ 銅、亜鉛
- ⑤ ガラス、陶器、煉瓦、コンクリート
- ⑥ 難燃物（塩化ビニール、ゴム等）
- ⑦ 特殊な物質（鉛、カドミウム等の有害物質）
- ⑧ 処理不適物（シリコン、テフロン等）

また、廃棄物の発生施設が許可を受けている法律毎に区分する必要があるため、同じ材質でも発生施設の許可が違えば別々のドラム缶に収納している。さらに減容処理棟における高圧圧縮処理、金属溶融処理及びプラズマ溶融処理のためにドラム缶に収納する場合に重量が制限されている。

5) 測定

廃棄物の収納が終わった 200L ドラム缶は、ドラム缶検査装置を用いて重量、表面線量当量率及び放射能の測定を行い、データを収集する。

(3) 取り出し作業

ドラム缶等に封入された廃棄物パッケージ(以下、保管体という)を倉庫型の保管廃棄施設からの取り出す場合は、3段～4段積みした高い位置から重量物である保管体を降ろす作業となるため、保管体の転倒や落下に十分注意して行う。

タンク等の塔槽類、雑形状廃棄物等である保管体をピット型の保管廃棄施設から取り出す場合は、作業員の足場が不安定であり、また保管体の形状、重量及び重心も様々であるため、吊り治具の選定や掛け方に十分注意するとともに作業員及び保管体の転倒や落下に十分注意して行う。

5.2 解体作業実績

5.2.1 年度別処理量

解体分別処理は、平成11年度後半から試験的に作業を開始し、平成12年度から定常的に作業を行っている。平成12年度は、主にビニール包装等の雑形状廃棄物を処理し、平成13、14年度は、主にタンク等の塔槽類廃棄物を処理した。平成15、16年度は、主に異型容器やS-I容器($1m^3$ 定型容器)に収納されている廃棄物を処理した。また、平成17年度は、主に建家から発生する使用済み高性能フィルタを処理した。平成17年度までの累積処理量は、約 $750\ m^3$ であり、減容比(=処理前容積/処理後容積)は2.56(累積値から求めた値)である。

平成11年度～17年度の年度別処理量をFig.5-1及びTable5-1に示す。

5.2.2 保管廃棄施設別内訳

東海研の保管廃棄施設は、敷地内の南に位置する第1保管廃棄施設と日本原子力発電(株)の北に位置する第2保管廃棄施設から成る。これまで解体室においては、第1保管廃棄施設のLピット及び解体分別保管棟保管室並びに第2保管廃棄施設のNLピット内に保管している廃棄物を取り出して処理を行っている。

平成11年度～17年度に取り出し及び処理を行った廃棄物について保管廃棄施設別の内訳をFig.5-2、及びTable5-2に示す。

5.2.3 発生施設別内訳

これまでに処理を行った廃棄物の発生施設別の内訳は、「原子炉施設」が50%、「廃棄物処理施設」が29%、「その他研究施設」が21%である。

発生施設別の内訳詳細をFig.5-3に示す。

5.2.4 材質別保管体内訳

平成11年度～17年度の7年間に解体分別処理した廃棄物を200Lドラム缶に詰め替えた処理済み保管体の合計本数は1,520本である。

材質別保管体の内訳をFig.5-4及び表Table5-3に示す。

5.3 ドライブラスト除染について

ドライブラスト除染装置は、除染対象物が雑形状用の回分式と板状用の連続式の二系統を持っており、表面の汚染が最大 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ までの解体した金属（鉄）を対象にしている。

解体室に設置しているドライブラスト除染装置の特徴は、以下のとおりである。

- ・ ブラスト材は、研削力が一番大きい鋳鉄を使用。
- ・ 鋳鉄のブラスト材は、研削力が落ちるまで何度も使用（二次廃棄物の低減化）。
- ・ 装置全体を専用の排気装置で負圧運転管理（汚染拡大防止対策）。
- ・ ブラスト材の投射方法は、エンペラーの回転による遠心力を利用（圧縮空気を用いないため、排気装置の必要風量を軽減）。

ドライブラスト除染は、これまでに 1,815kg を処理した。

ドライブラスト除染した例を Fig.5-5 に示す。

5.4 建家管理

(1) 受変電設備電源等の管理

解体分別保管棟及び解体分別保管棟付属建家に供給されている電源は、動力源及び照明器具等に使用されている。保安規定に基づき、受変電設備について作業開始前の点検、作業中の点検、巡視及び点検、作業終了後の点検を実施し管理を行っている。

また、電気工作物保安規定に基づき日常点検及び年 1 回の定期点検を実施している。

(2) 気体廃棄設備の管理

第 1 種管理区域系空調換気設備の気体廃棄設備運転時は、排風機の作動状態、フィルタユニットの状態について巡視及び点検を実施している。

解体室で処理作業を実施する時は、上記項目について作業開始前の点検、作業中の点検、作業終了後の点検を実施する。また、作業エリアである解体室の換気状態について作業前の点検、作業中の点検を実施している。

排気風量基準値である、排気第 1 系統排気風量 $25,000\text{m}^3/\text{h}$ 以上、排気第 2 系統排気風量 $48,600\text{m}^3/\text{h}$ 以上、排気第 3 系統排気風量 $20,400\text{m}^3/\text{h}$ 以上を自動制御盤 CP-2 により管理している。

第 1 種管理区域内各室の負圧については、自動制御盤 AP-1 にて負圧監視記録及び警報の有無により設定値になっていることを確認している。

(3) 空気圧縮設備の管理

圧縮空気は、建家内各所の計装空気源及び 3F 解体室の内装設備等に用いられている。

空気圧縮機運転時は、空気圧縮機の作動状態、タンクの圧力について巡視及び点検を実施している。

解体室で処理作業を実施する時は、上記項目について作業開始前の点検、作業中の点検、作業終了後の点検を実施する。

警報は自動制御盤 AP-1 において、「空気圧縮機設備異常」の有無により管理している。

(4) 管理区域排水設備の管理

管理区域内で発生する液体廃棄物として、廃棄物を除染して発生する廃液を洗浄液集水槽 I・II (DPT-1・2) に貯留し、また手洗いや床ドレン等によって発生する廃液を床下二重スラブのサンプピット I・II (SPT-1・2) に貯留している。洗浄液集水槽またはサンプピットに貯留された廃液は、満水レベルに達すると別の系統に切り替わる。系統が切り替わったら貯留した廃液を排水するため、循環運転及び廃液のサンプリングを行い、放射線管理課に測定を依頼する。

依頼した廃液中の放射性同位元素の濃度が、「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（昭和 63 年科学技術庁告示第 15 号）第 14 条第 1 項」に定める放射性同位元素の濃度限度を超える場合には、液体廃棄物の貯蔵施設又は排水浄化槽に移送して処理を行う。濃度限度以下の場合には、排水溝（第 2 排水溝）に放出する。

廃液のレベル管理は、毎日自動制御盤 CP-3 により廃液監視記録の監視により行う。

5.5 建家管理実績

(1) 受変電設備電源等

年度毎の解体分別保管棟 電気使用量を Fig.5-6 及び Table5-4 に示す。

(2) 上水給水設備

年度毎の解体分別保管棟 上水使用量を Table5-5 に示す。

(3) 工水給水設備

年度毎の解体分別保管棟 工水使用量を Table5-6 に示す。

5.6 放射線管理（放出管理、被ばく管理）

(1) 放出管理

1) 気体廃棄物

解体室内で作業する場合、汚染拡大を防止するために室内を区画し、更に汚染が飛散する恐れがある作業場所をグリーンハウス等に限定している。非固定性の汚染は除染等の措置を行い、また解体作業時に発生するダスト・ヒュームは、局所排気装置を用いてできるだけ回収している。これにより、建家排気設備のフィルタの目詰まりを軽減させることができる。平成 11 年度から平成 17 年度まで放射線管理課が行った放出放射性物質の管理記録では放出量は十分に低く、また、解体分別保管棟排気口の放射性塵埃の濃度が「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（昭和 63 年科学技術庁告示第 15 号）第 14 条第 1 項」に定める放射性同位元素の濃度限度を超えることはなかった。

2) 液体廃棄物

貯槽等の廃棄物で内部に非固定性の汚染がある場合は、高圧水洗浄装置等を用いて除染を行う。この時、廃棄物を除染して発生した廃液のうち、平成 11 年度から平成 17 年度まで洗浄液集水槽へ貯留した廃液が 2 回濃度限度を超えたため、液体廃棄物処理施設に移送した。その他の廃液は一般排水した。

各年度の排水実績を Table5-7 に示す。

(2) 被ばく管理

作業員は、外部被ばく管理として、基本線量計のガラスバッジと補助線量計の電子ポケット線量計両方の個人線量計を着用し、作業日毎に電子ポケット線量計で被ばくした値を確認している。

解体処理対象廃棄物は、A-1 ($500 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 未満) 及び A-2 ($500 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上 $2 \text{mSv}/\text{h}$ 未満) の固体廃棄物であるが、これまで処理してきた廃棄物は、全て A-1 廃棄物でほとんどが数 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下の低い線量である。

有意な外部被ばくをした作業例として、保管廃棄施設から廃棄物を取り出すための入れ替え作業及び全体的に線量が高く、汚染が固着していた廃棄物の解体作業がある。通常、高い線量の廃棄物であっても非固着性の汚染であれば除染等の措置を行うことで作業員の被ばく量をできるだけ低く抑える方法をとっている。

年度毎の被ばく状況を Table5-8 及び Table5-9 に示す。

内部被ばく管理としては、体外計測法及びバイオアッセイ法の各種類に作業員を割当てて測定を行い、検出されていないことを確認している。

5.7 試運転時に見られた主な事例

これまでの試運転を通じて発生した設備の不具合等を Table5-10 に示す。これらの事象については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

6. 減容処理棟の運転管理

減容処理棟では、施設の完成以降、実際の放射性廃棄物を取り扱う前の段階として、前処理における材質分別や処理設備の操作に係る習熟訓練、溶融処理時の成分の均一性等に係る各種特性評価、マニュアル類の作成等を目的としたコールド試運転を実施している。また、コールド試運転の最中に金属溶融設備で発生した火災事象を教訓とした処理設備の安全強化措置の実施を併せて行ってきた。ここでは、平成17年度までに実施したこれらコールド試運転に関する状況等を記載する。また、同試運転における機能確認試験において発生した主要な不具合についてもまとめた。

6.1 試運転状況

6.1.1 附属設備（保管、測定、データ管理）

(1) 一時保管設備

一時保管設備では、各処理設備の試運転に応じて、放射性廃棄物を模擬した非放射性の廃棄物（以下、「模擬廃棄物」という。）を封入した容器等の入出庫を行い、以下の点について確認した。

- ・制御室から遠隔自動操作により、一時保管設備へ容器が入出庫され、それに伴い、棚位置情報、容器数等の運転データが登録、更新されるとともに、データ管理設備との間で減容処理棟ID等の品質データの送受信が行えることを確認した。
- ・指定した容器をしゃへい扉を介したコンベヤ、又はAGVを使用して、各処理設備に受け渡しができることを確認した。Fig.6-1にAGVより高圧圧縮装置にドラム缶が受け渡されている状況を示す。
- ・これまでの試運転における機能確認試験を通じて発生した、設備の不具合等をTable6-1に示す。これらの事例については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

また、平成17年7月25日より減容処理棟へ実廃棄物の搬入を開始した。搬入した実廃棄物数はドラム缶260本、カートンボックス548個で、そのうち前処理設備へ、ドラム缶101本、カートンボックス295個を出庫した。また、前処理設備から分別後のドラム缶188本の入庫を平成18年2月までに実施した。

(2) データ管理設備

データ管理設備では、各処理設備の試運転に応じて、所内廃棄物管理システム、各処理設備との間での、運転管理情報、履歴情報等のデータの送受信を行った。なお、データ管理設備でも一時保管設備の実廃棄物搬入に伴い、実廃棄物のデータ管理を開始した。

- ・所内廃棄物管理システムに試験用データベースを構築し、このデータベースに廃棄物保管体のデータをコピーすることで、実運用と同じ環境下でデータの送受信を行った。
- ・模擬廃棄物に減容処理棟IDを割り当て、保管体番号を対応させることで、所内廃棄物管理システムから、処理運転に必要となる保管体データを送受信できることを確認

した。

- ・模擬廃棄物を処理することで、減容処理棟 ID 等の履歴情報が確実に引き継がれるとともに、最終処分時に必要となる保管体の履歴情報が、各処理設備の現場端末機からホストコンピュータを介して、所内廃棄物管理システムに随時、登録・更新されることを確認した。Fig.6-2 にホストコンピュータにおける廃棄物照会画面を示す。
- ・これまでの試運転を通じて発生した、設備の不具合等を Table6-2 に示す。これらの事例については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。なお、一部については試運転に支障が無かつたため、本格運転までに対処する。

(3) 廃棄物測定設備

廃棄物測定設備では、以下に示す確認・試験を標準線源封入ドラム缶及び模擬廃棄物で実施後、搬入した実廃棄物のうち前処理設備での分別作業前のドラム缶 101 本、カートンボックス 295 個について、測定を実施している。

- ・ドラム缶に減容処理棟 ID を記載したバーコードを貼付し、標準線源を封入し、ドラム缶検査装置で測定を行い、バーコードの認識度を確認するとともに、GM 管式サーベイメータで測定した線量当量率、標準線源より算出した放射能量と装置での実測値の比較・評価を行った。この結果、放射能については、算出した値と実測値がほぼ同じであるものの、線量当量率については、機器の時定数がそれぞれ異なることから、本装置での実測値の方が高め（安全側）に計測されることが確認された。
- ・X 線透過装置により、模擬廃棄物の二次元透過像の撮影を行い、映像に示される形状、密度差から生じる濃淡等から内容物の推察を行った。Fig.6-3 に模擬廃棄物の写真を示す。また Fig.6-4 に X 線透過装置により撮影した透過像を示す。
- ・X 線 CT 装置により、模擬廃棄物の立体構造をより鮮明に映像化することで、二次元透過像では識別できない内容物の詳細形状を明らかにし、より高い精度で内容物の把握が行えることを確認した。また X 線透過能力の差を利用して、物質の密度を識別し、映像化する性能については、放射性廃棄物のデータを蓄積し、有効性を評価する予定である。Fig.6-5 に X 線 CT 装置により撮影した三次元立体画像を示す。
- ・これまでの試運転における機能確認試験を通じて発生した、設備の不具合等を Table6-3 に示す。これらの事例については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

6.1.2 前処理設備

前処理設備では、模擬廃棄物を作製し、各チャンバを使用した分別訓練を継続したほか、既に供用を開始し、大型の放射性廃棄物の解体・分別を行っている解体分別保管棟での実地訓練を行い、前処理設備で実廃棄物の分別作業を開始している。以下にその詳細を述べる。

(1) 分別訓練

1) 実施期間等

作業期間：平成 15 年 4 月～平成 17 年 9 月

作製本数：200L ドラム缶 約 560 本
 (模擬廃棄物) カートンボックス等 約 1200 個
 フィルタ 約 100 枚

分別訓練日数：約 180 日

2) 実施内容

手選別チャンバ、多目的チャンバ、機械分別装置では、模擬廃棄物を作製しての分別訓練を実施するとともに、分別に係る附帯作業（前処理室への模擬廃棄物の搬出入操作、データ管理設備への登録、汚染検査等）についても訓練を実施し、実作業を想定しての習熟訓練を継続した。また、分別の過程においては、減容処理や将来の処分時に有害な影響を及ぼすおそれのある液体、アルミニウム及び特殊な物質（「消防法」に定められる危険物、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の埋立処分に係る有害物質並びに処理不適物（シリコン、テフロン等））を不適物として除去することが肝要となるために、これらの除去試験も併せて実施した。

3) 結果

- ① 模擬廃棄物を作製したグループと分別訓練を行うグループが、同じグループである場合には、模擬廃棄物の種類や状態を予め把握しているために、分別の習熟にはならない傾向があり、模擬廃棄物を作製するグループと分別訓練を行うグループに分けて、分別訓練を実施した。また、分別訓練を行うグループは、X線 CT 装置等により、撮影した模擬廃棄物の透過像、立体像を参考にして分別訓練を行った。Fig.6-6 に模擬廃棄物の作製状況を、Fig.6-7 に分別訓練の状況を示す。
- ② 多目的チャンバでは、全面マスク、タイベックスーツ等の放射線防護着を着用して、分解、切断等が必要な廃棄物の分別訓練を実施した。また、この際には、バンドソー、ガス切断機等の工具類を使用し、火気取扱の訓練も併せて実施した。Fig.6-8、Fig.6-9 に、ガス切断機、バンドソーを使用した模擬廃棄物の切断状況を示す。
- ③ 分別訓練と並行して、附帯作業である前処理室への廃棄物の搬出入訓練、フィルタの交換方法、汚染検査の方法、履歴管理のためのデータ入力の習熟訓練を実施した。Fig.6-10 に、フィルタの交換訓練、Fig.6-11 にデータ管理設備への入力訓練の状況を示す。
- ④ 放射性廃棄物中に比較的多く混入していると考えられる鉛、液体、アルミニウムを模擬廃棄物中に一定量混入させた上で、それらをどの程度除去できるかの訓練を実施した。模擬廃棄物中には約 4~5wt% の不適物を混入させ、分別前後の重量を測定することでどの程度の除去が可能であるかを考察した。6回実施した試験の結果は、他の金属とは重量や光沢が異なるアルミニウム、鉛及びポリ瓶に混入させた液体については、ほぼ 100% の除去が可能であった。なお、除去の対象とする不適物については、今回試験の対象とした鉛、アルミニウム等の比較的目視にて判別が可能なものから、液体状や粉末状で一見しただけでは他の物質との区別がし難いものも多いために、今後の放射性廃棄物の分別をとおして、作業員の習熟を図るとともに、発生元の徹底した分別管理、廃棄物写真集の活用等を行うことでより高い精度で不

適物を除去することが必要である。Fig.6-12、Fig.6-13 に鉛を混入させた模擬廃棄物を示す。

- ⑤ 機械分別装置を中心に放射性物質を模擬した蛍光粉を、模擬廃棄物中に混入させ、系統内での汚染状況を調査し、放射性物質の取扱訓練や除染訓練を継続して実施した。Fig.6-14、Fig.6-15 に蛍光粉を使用した除染訓練の状況を示す。
- ⑥ 1日の最大分別実績は、手選別チャンバ : $0.8\text{m}^3/\text{日}$ 、多目的チャンバ : $3.2\text{m}^3/\text{日}$ であった。ただし、分別作業は作業員による手分別であり、分別対象の内容物、材質等で多く影響があるため、参考として示す。なお、機械分別装置は⑤の調査が主であるため、分別量の確認は今後の試運転で行う。
- ⑦ これまでの試運転の機能確認試験を通じて発生した、設備の不具合等を Table6-4 に示す。これらの事例については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

(2) 分別作業

上記、分別訓練で得られた知見を元に実廃棄物の分別を手選別チャンバ、多目的チャンバで実施した。

1) 実施期間等

作業期間 : 平成 17 年 9 月 26 日～平成 18 年 2 月 13 日

分別本数 : 200L ドラム缶 101 本

カートンボックス 295 個

分別作業日数 : 76 日

分別後発生した保管体数 : 200L ドラム缶 188 本

1日の最大分別実績は手選別チャンバ : $0.6\text{m}^3/\text{日}$

多目的チャンバ : $1.4\text{m}^3/\text{日}$

6.1.3 高圧圧縮装置

(1) 金属圧縮試験

1) 試験内容

金属を主体とする模擬廃棄物（材質：炭素鋼、ステンレス鋼、形状：配管、L型鋼、H鋼等：Fig.6-16）を収納した 200L ドラム缶を数本連続で圧縮し、装置の基本性能、減容効果等の基本的特性を確認した。

2) 試験実績

作業期間 : 平成 15 年 4 月～平成 18 年 2 月

圧縮処理本数 : 約 330 本 (200L ドラム缶)

圧縮処理重量 : 約 60 ton

3) 試験結果

- ① 装置を作動させることで、作業手順の評価・改善を行い、運転手引等に反映させるとともに、廃棄物の搬出入、チャンバ内除染訓練、履歴管理のためのデータ入力等

の習熟訓練も併せて実施した。

- ② 運転モード（自動運転・手動運転）を変えて圧縮試験を行い、装置の正常動作、データ取得（圧縮力、圧縮体高さ、圧縮体重量、ドラム缶履歴）等の基本性能を確認した。
- ③ 金属廃材を約30~40cmに切断し、ドラム缶に横置きで、200kg程度に収納することで、減容効果（高さ比）が約1/3~1/4になることを確認した（Fig.6-17）。
- ④ 装置の処理能力を、200ℓドラム缶に入った圧縮対象物3本を順次、搬出入チャンバーに搬入から、空の200ℓドラム缶に収納までの時間（t）を計測し、1日の作業時間を7時間（想定できる最大時間）として算出（ $0.6 \times 7 / t$ ）すると、約11m³/日となった。
- ⑤ これまでの試運転の機能確認試験を通じて発生した、設備の不具合等をTable6-5に示す。これらの事例については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

(2) 高圧縮充填固化体の特性評価

1) 試験内容

原子炉に使用されている配管等の材質、サイズを考慮した模擬廃棄物を用いて、高圧圧縮装置による減容効果、密度等を調査した。また、原子炉の運転等に伴い日常的に発生する塩化ビニル・ゴム類、保温材・フィルタ類についても圧縮後の減容効果等を調査した。

① 模擬廃棄物の作製

原研JPDRの解体実地試験及び発電所廃棄物の開缶調査の文献で得られたデータを基に原子炉廃棄物の特性を調査し、原子炉に使用されている配管等の材質、サイズを考慮した金属主体の模擬廃棄物、原子炉の運転等に伴い日常的に発生する塩化ビニル・ゴム類、保温材・フィルタ類で構成する非金属主体の模擬廃棄物をそれぞれ作製する。また、金属主体の模擬廃棄物については、収納密度を変えたものを数種類作製する。

② 圧縮試験

各圧縮体については、寸法、重量を測定し、圧縮率、減容比等を評価する。非金属圧縮体については、一定期間後のスプリングバック等の状態変化を観察する。

2) 試験実績

作業期間：平成16年7月

圧縮処理本数：金属模擬廃棄物 約45本（200Lドラム缶）

非金属模擬廃棄物 約12本（200Lドラム缶）

圧縮処理重量：約10ton

3) 試験結果

① 圧縮効果について

金属模擬廃棄物については、炭素鋼、L型鋼等性状によらず、収納重量が200kgまでは良好な圧縮が可能である。なお、炭素鋼配管では、横置きで縮径圧縮方向に

密に収納した場合 (Fig.6-18)、その配置により配管が抵抗となり、圧縮できないことを確認した (Fig.6-19)。また、炭素鋼配管の内部に径の小さい配管を詰めた場合にも縮径圧縮の抵抗となり、同様の事象を確認した。

塩化ビニル・ゴム類の非金属模擬廃棄物においては、圧縮後スプリングバック (Fig.6-20) により、蓋部が変形してしまい、有効な試験結果が得られなかつた。また、フィルタ・保温材においては、圧縮体が変形してしまい、ペレット状に成型できないことを確認した。 (Fig.6-21)。

② 減容比について

200L ドラム缶内の金属廃棄物の高さは、平均で約 740mm であり、圧縮体の高さは平均で約 230mm となることから、減容比（高さ）は平均で約 3.2 となり、ドラム缶に圧縮体を 3~4 体収納可能であることを実証した。また、圧縮前の金属廃棄物の充填密度は平均で約 1,000kg/m³ であり、圧縮後の密度は平均で約 4,600kg/m³ となり、圧縮が高さ方向ばかりではなく、径方向にも行われることから、平均で約 4.6 近くの高い減容効果を確認した。

6.1.4 金属溶融設備

金属溶融設備は平成 15 年 2 月より、コールド試運転を開始し、現在も継続中である。以下に試運転の目的、これまでの実績等を示す。

(1) コールド試運転の目的

金属溶融設備における試運転の目的は以下の通りである。

- ①機器の動作確認及び運転操作の習熟
- ②溶融システムの基本的特性、特徴の把握
- ③溶湯サンプルの代表性の確認

(2) 運転方法

代表的な試運転パターンを説明する。一回の溶融運転において約 2~4t の金属廃棄物を複数本の 200L ドラム缶に封入した状態で溶融処理する。誘導加熱による金属の溶融では、室温から昇温し、最初に溶融金属を生成するまでが重要である。誘導による加熱効率を高め効率良く金属を溶融状態にするために、2 本目まではスターティングブロックとして比較的密度の高い約 600kg 程度のドラム缶を投入する。そして、炉内に溶湯が生成された後にドラム缶を追加投入し、規定の処理量まで溶融する。

溶融金属の温度管理は運転上非常に重要である。そのため、溶湯の温度は測定精度の高い浸漬型熱電対を用いて測定している。廃棄物が溶融状態になった後、炉蓋部に取り付けられた熱電対を溶湯内に挿入し、連続的に温度を測定している。また必要に応じて間欠的に温度を確認するための消耗タイプの熱電対も装備している。

溶融運転時には溶湯からサンプルを採取する。実処理ではサンプルを分析し、当該バッチで鋳造した受容器やインゴット（以下、「固化体」という。）の放射能分析を行う予定である。コールド試運転では、採取するサンプルが固化体の成分を代表すること

を確認することを目的の 1 つとしており、できるだけ多くのサンプルを採取することとしている。そして、採取したサンプルは元素分析を行い、特定成分の含有量の評価を行う。溶湯サンプルは、側面に溶融金属を取り込む穴の開いた耐火物コーティングされたプローブを直接溶湯に挿入して採取している。Fig.6-22 に採取したサンプルと採取用のサンプルプローブを示す。

サンプルの採取が終了した後、溶湯を溶融炉から注湯機に取り分け、受容器又はインゴットの鋳造を行う。溶湯の材質が受容器として適さないものや、放射能レベルが低く将来的クリアランスを期待できるものはインゴットに鋳造する。Fig.6-23 に遠心鋳造機による受容器の鋳造の様子を、Fig.6-24 にインゴットの鋳造の様子を示す。鋳造した受容器、及びインゴットを Fig.6-25 に示す。また、試運転の全体的な作業手順と炉内温度の関係図を Fig.6-26 に示す。

なお、試運転を行うにあたっては、運転中及び運転後にミーティングを開くなどして、情報を全作業員が共有し運転技術向上や改善項目の洗い出しなどに取り組んでいる。

(3) 試運転結果

1) 試運転実績

金属溶融設備では、これまでに 31 回の試運転を行い 78ton の金属を溶融、36 個の受容器を鋳造し、運転に関する重要な知見を得てきた。試運転のデータを Table6-6 に示す。

これまでのところ、機器の動作確認や溶融運転や鋳造工程の基本的な運転習熟のため、溶融状態での性状が安定し扱いやすい炭素鋼を主な模擬廃棄物として試運転を行っており、溶融システムの特性・特徴を把握し効率的な運転条件を見いだすために、模擬廃棄物の種類、溶融電力量等の運転データの他、出湯後の炉内状況等の多くのデータを取得した。また、運転中及び運転終了後に溶融金属と作製した固化体から多くのサンプルを採取し、元素分析を行うことでサンプルの代表性と溶融条件の関係を調べている。

溶融運転で使用するユーティリティには、注湯機の余熱、モールドの余熱、二次燃焼機で使用される LPG、溶融炉出湯口の閉塞を防ぐために使用する Ar ガス、排気除塵装置で使用する NH₃、NaOH、N₂ ガスがあり、1 回の溶融運転に対する平均使用量は、LPG、Ar、N₂ ガスがそれぞれ、229.5kg、5.4m³、0.9m³ となっている。また、試運転で溶融している模擬廃棄物には不燃物等の混入がほとんどないことから、NH₃、NaOH の使用量は 10 回の試運転で、それぞれ 1m³ 以下と微量の使用にとどまっている。

なお、7 回目の試運転（平成 15 年 6 月 11 日）を実施中に、スライドバルブの動作異常により注湯機から溶融金属が溢流し、周辺のケーブル等を焼損する火災トラブルが発生した。本トラブルの内容、対策については、6.3.1 で述べる。また、対策として講じた安全機能の確認の一部はコールド試運転で行っており（5）で述べる。

これまでに得られた知見の一部を以下に概説する。

2) 溶融システムの基本的特性の把握

①廃棄物形状と溶融電力原単位の関係

溶融炉は誘導加熱方式で加熱している。一般に誘導加熱炉では、炉の形状と被加熱物の形状によって加熱効率が変化することが知られている。これまでの試運転において、金属塊の炭素鋼を溶融した場合の単位重量当りの電力量（溶融電力原単位 [kWh/kg]）を把握することができた。これにより、当該廃棄物を溶融する際には、廃棄物の投入重量及び投入電力量を把握することで、およその溶融状態を知ることが可能となり、運転状態を把握する手段の一つとして役立っている。今後の試験においても材質や形状の異なる廃棄物のデータを蓄積していく予定である。

Fig.6-27 に試験データを示す。

②廃棄物組成による運転上の影響

廃棄物中の金属組成としては、主成分である炭素鋼及びSUS の他、Cu、Alなど様々なものがある。また、Zn メッキやビニルによってコーティングされた廃棄物なども含まれることが想定されるため、これらの廃棄物を処理する際にどのような影響があるかを把握する必要がある。これまでの試験を通じて、SUS の溶融処理では、炉内への付着物が比較的多く、メンテナンスの負荷が大きくなることや、Zn メッキ材が多く混入している場合には、排気系統への Zn の流入が大きくなる等の知見を得た。炉内付着物の低減は、メンテナンス作業の低減はもとより、耐火物の長寿命化等、ランニングコストの低減につながると考えられるため、より良い条件で運転を行うことは、廃棄物処理コストの面から非常に大きなメリットであると考えられる。炉内の付着物については、溶融助剤の添加により改善されることが確認されており、今後も試験を継続し添加する溶融助剤の量や添加のタイミングについて、最適な条件を見いだす計画である。Fig.6-28 に溶融助剤添加の効果を比較したものを見よ。

③鋳造条件の最適化

受容器、インゴットを鋳造する際には注湯機からモールドへ溶融金属を注ぎ込むが、その際の温度と湯流れの制御は非常に重要である。温度の高い溶湯は湯流れが良く鋳造しやすいが、金型へのダメージが大きく、焼きつきの要因となる。この場合、焼きつきを防ぐための離型材の量を多くする必要があるため、2 次廃棄物の増加につながる。一方、温度の低い溶湯では湯流れが悪く、注湯機の出湯口での付着、トラフ固化物の増加、鋳造の不良等が起ってしまい、注湯時の飛散増加、注湯機内の残留物の増加等につながる。これらより、最適な鋳造条件を確立するため、溶融温度の最適化や出湯口付近の保温機能向上に向けた試験を継続している。

④試運転時に見られた主な事例

これまでの試運転の機能確認試験を通じて発生した設備の不具合等を Table6-7 に示す。これらの事象については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

(4) 均一性

研究所等廃棄物を溶融処理した溶融固化体の放射能濃度は、当面、溶融処理の過程で採取したサンプルを分析することによって評価することとしている。この際、サンプルから評価した放射能濃度がすべての溶融固化体の放射能濃度を代表することが前提となる。溶湯から直接採取したサンプルと溶融固化体から採取したサンプル間、また溶融中においても溶融保持時間の違うサンプル間で均一性が確保されていることを確認するため、トレーサを添加して溶融を行い、サンプルの組成の変動を測定する試験を行った。母材は、金属材料として一般的に使用され、処理対象として想定される炭素鋼主体、ステンレス鋼主体及びその混在組成とし、各々の試運転に一定量の金属 Co を添加した。その結果、溶融中に時間を変えて金属溶湯から直接採取したサンプル間、及び試運転で鋳造した受容器、インゴットのサンプルについての Co 濃度の変動係数はいずれも 5%以内であり、許容範囲内にあることを確認した。

(5) 安全機能の確認

6.3.1 で記述する火災トラブルを受けての安全強化措置のうち、以下に示す機能は、コード試運転の中で動作を確認した。

- ・ 金属溶湯漏洩の発生防止（誤信号発生防止）
- ・ 非常停止の信頼性向上
- ・ 金属溶湯溢流の発生防止
- ・ 金属溶湯溢流の拡大防止

これらの安全機能の確認は新たに加えた機能である模擬自動運転^{*}で行うと共に、SV 強制閉止、予備出湯傾動動作については、実際の溶融試験時に正常に動作することを確認した。

※模擬自動運転機能

金属溶融設備は、安全のため各種のインターロックが適用されている。このため、実際の溶融金属がない状態では、各装置の運転ができない。模擬自動運転機能は、シーケンス信号上で溶融金属がある状態を模擬することによって、実際の運転と同様に各装置の動作確認と運転員の操作習熟を行える機能である。トラブルの再発を防止するための機能として、独自に追加した。

(5) 安全機能の確認

6.3.1 で記述する火災トラブルを受けての安全強化措置のうち、以下に示す機能は、コード試運転の中で動作を確認した。

- ・ スライドバルブ強制閉止
- ・ 非常停止機能
- ・ 湯切れ検知機能（放射温度計）
- ・ 予備出湯傾動動作確認

これらの安全機能の確認は新たに加えた機能である模擬自動運転^{*}で行うと共に、SV 強制閉止、予備出湯傾動動作については、実際の溶融試験時に正常に動作することを確認

した。

※模擬自動運転機能

金属溶融設備は、安全のため各種のインターロックが適用されている。このため、実際の溶融金属がない状態では、各装置の運転ができない。模擬自動運転機能は、シーケンス信号上で溶融金属がある状態を模擬することによって、実際の運転と同様に各装置の動作確認と運転員の操作習熟を行える機能である。トラブルの再発を防止するための機能として、独自に追加した。

6.1.5 焼却・溶融設備

焼却・溶融設備は平成 15 年 2 月より、コールド試運転を開始し、現在も継続中である。

以下に試運転の目的、これまでの実績等を示す。

(1) 溶融炉

1) コールド試運転の目的

試運転の主な目的は、以下のとおりである。

- ① 機器の動作確認及び運転操作の習熟
- ②耐火物の蓄熱が運転に与える影響の確認
- ③ 溶融固化体の性質の確認

2) 運転方法

排気除塵装置を立ち上げた後、LPG ガスバーナーによって溶融炉を予熱する。予熱終了後、2 本のプラズマトーチ（1.3MW/1 本）を点火し、200L ドラム缶詰めの廃棄物を投入する。溶融炉に投入されるドラム缶は、前処理設備において、処理不適物を除去し、一本当たり 200kg 程度に調整されたものである。Fig.6-29 に模擬廃棄物の一例を示す。溶融は、制御室から ITV を通じて炉内の状況を観察し、ジョイスティックでプラズマトーチを適宜操作しながら行う。溶融状態を確認し、適宜ドラム缶を投入しバッチ処理量である 1~2 ton となるまで繰り返す。Fig.6-30 に溶融中の炉内の状況を示す。処理される廃棄物組成によっては、スラグ溶湯の性質を改善するために溶融助剤を溶融炉に投入する。

炉内に未溶融物が見られなくなった時点で、溶融完了とし、溶融炉上部より鉄製の容器を挿入し、スラグ溶湯から代表サンプルを採取する。代表サンプルは廃棄物の放射能を評価するための試料として保管される。Fig.6-31 にサンプリング容器を示す。

出湯は溶融炉本体を傾動させて行う。出湯中は制御室のモニターでスラグ溶湯の流れ、容器内の湯面上昇等を確認し、傾動角度の調節及び、傾動・復帰操作を行う。Fig.6-32 に出湯の状況を示す。

出湯後の受容器は冷却チャンバに移動し、冷却固化した後、200L ドラム缶に収納し、一時保管設備に搬出する。Fig.6-33 に溶融固化体の一例を示す。

3) 試運転実績

溶融炉では、平成 18 年 2 月までに 35 バッチの試運転を行った。その実績を Table6-8 に示す。溶融炉の運転においてこれまで得られた知見の一部を以下に示す。

① 機器の動作確認及び運転操作の習熟

溶融炉は約 1500°C という高温で運転しているため、機器には直接的な熱の影響のみならず、様々な現象が見られており、これらが運転に影響を及ぼさないように管理する必要がある。これまでの試運転では、溶融物から揮発した成分の堆積が多く見られており、熱を遮蔽するゲートへの影響がみられた。今後の試運転においても、注意深く観察を行い、機器類だけでなく、炉内の耐火物表面や排気口の入口などに与える影響とその対策を検討していく。

運転操作の習熟については、制御室での操作及び現場での作業の手順の確認を行うとともに、習熟を通じて得られた知見は必要に応じて運転手引に反映している。

② 耐火物の蓄熱が運転に与える影響の確認

初期の試運転において、投入量に対して出湯量が少なく、溶融物が炉内に一部残存するという事例が見られた。

これは、耐火物の蓄熱が不十分なため、スラグ溶湯に加えられた熱の一部が耐火物の加熱に使われた結果、耐火物近傍のスラグ溶湯の温度が下がり、粘性が上昇したことによると推定される。このため、溶融処理を行う前の予熱時間を変化させ、耐火物全体の蓄熱量を増加させる方法を検討した。予熱時間を以前の 3 倍程度に伸ばしたところ運転中の耐火物温度は高い温度を維持した状態となり、投入量に対してほぼ全量の出湯が確認された。

それと同時に、廃棄物のドラム缶 1 本当りの処理時間の短縮も見られており、今後は最適な予熱時間を検討していく。同時に耐火物が経年劣化してきた場合や溶融量などの関係性を整理し、最適な運転条件を把握する予定である。

③ 溶融固化体の性質の確認

溶融固化体は、将来の処分体となることを念頭におき、知見を蓄積している。試運転により作製した溶融固化体は、測定設備の CT 装置を用いて、内部の透過画像を撮影し、その後、解体し、成分調査を行っている。

撮影された透過画像によると、溶融固化体内部の上部中央に空隙が発生していることが確認されている。溶融スラグの断面画像の一例を Fig.6-34 に示す。これは、溶融中にスラグに溶け込んだ気体が、冷却固化時に合一し発生していると考えられる。これらの空隙が溶融固化体の性質にどのような影響を与えるかを、スラグの冷却速度や組成との関係を含めて調査を進めていく。

また、成分調査により 1 個の溶融固化体中の成分均一性及び 1 バッチでできた溶融固化体間の均一性を調査するとともに、スラグ溶湯サンプリング試料が 1 バッチの溶融固化体の成分を代表しているかどうかの確認を行う。さらには、運転を効率的に行うための組成範囲なども確認していく。

④ 試運転時に見られた主な事例

これまでの試運転の機能確認試験を通じて発生した設備の不具合等を Table6-9 に示す。これらの事象については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

(2) 焼却炉

1) コールド試運転の目的

試運転の主な目的は、以下のとおりである。

- ① 機器の動作確認及び運転操作の習熟
- ② 難燃物（ゴム、塩化ビニル、HEPA フィルタ等）の最適な処理方法の検討
- ③ 焼却灰の性状確認と熱灼減量の測定

2) 運転方法

排気除塵装置を立ち上げた後、LPG ガスバーナーによって焼却炉を予熱する。約 12 時間程度の予熱により、焼却炉上部の出口排ガス温度を 850°C 以上に昇温した後に処理を開始する。

廃棄物は、カートンボックス又は同サイズに袋詰した状態で投入し、炉下部の火格子上で燃焼させる。模擬廃棄物の性状と炉内モニターの状況を Fig.6-35 及び Fig.6-36 に示す。

試運転では、1 カートン（又は 1 小袋）につき 2kg から 5kg 程度の重量に調整した模擬廃棄物を使用し、制御室のモニターで焼却状態を見ながら投入時間間隔を変化させることで、廃棄物の性状に合わせた最適な運転条件の知見を収集している。

廃棄物の最終投入が終了した後、炉上部出口排ガスの酸素濃度が規定値に達するまで、未燃分の完全燃焼を行う。処理日程により、翌日も運転する場合には、炉内を保温する状態に移行し、最終日である場合には、バーナーを停止し設備の冷却に移行する。

処理後の焼却灰は、火格子を開け、灰ホッパに落として冷却した後、200L ドラム缶に収納し、一時保管設備に保管する。焼却灰の状態を Fig.6-37 に示す。

3) 試運転実績

平成 17 年 4 月までに 33 回の試運転を行った。焼却炉の試運転実績を Table6-10 に示す。焼却炉の運転においてこれまで得られた知見の一部を以下に示す。

① 機器の動作確認及び運転操作の習熟

機器の動作確認及び、運転操作の習熟については、溶融炉と同様に制御室での操作及び現場での作業の手順の確認を行うとともに、運転手引に反映している。

② 難燃物の処理特性の把握

難燃物の処理能力を向上させることは、焼却設備の重要な課題であると考えております。試運転を通じて知見を蓄積している。これまでの試運転の結果、難燃物の比率を大きくしていくと、灰の固着が発生する頻度が大きく、また、燃焼が十分でないと思われる残渣が焼却灰中に見られた。それらの残渣を除いた灰分についての灼熱減量を測定した結果ほぼ 3%以下の値であり、全体として燃焼状態は良好といえる。

燃焼状態は、廃棄物の投入順や難燃物の大きさ、投入の時間間隔と関係していることがわかっており、今後の試験を通じて、より良い運転条件を探っていく予定である。また、灰の固着については、処理中の水分量などとの関係を今後検討していく予定である。

③仮焼処理の検討

焼却炉と併設している溶融炉では、不燃物に可燃物が大量に混入している廃棄物は炉内の圧力が上昇する可能性があるため、処理が難しい。所内各施設で使用されているHEPAフィルタなどは、枠やフィルタ間に可燃物が、フィルタのメディアとしてアルミのような不燃物が使用されており、また、完全に分離することが難しいため、直接溶融処理が困難な対象物になっている。

このような廃棄物に対して、溶融炉へ投入する前処理として、焼却処理（仮焼）を行い、可燃分を少なくする方法を検討している。これまでの試運転では、HEPAフィルタをチップ状にしたもの処理した場合の特性を調査し、良好な結果を得ている。今後も難燃物の処理特性とともに形状や可燃成分と難燃成分の混合比などの最適化の知見を蓄積してゆく。

④試運転時に見られた主な事例

これまでの試運転の機能確認試験を通じて発生した設備の不具合等を Table6-11 に示す。これらの事象については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

(3) ユーティリティの使用状況

焼却・溶融設備では溶融炉の予熱、焼却炉の予熱及び運転、二次燃焼器の運転及び脱硝ダイオキシン反応器用の排ガス加熱装置の運転に LPG を、脱硝ダイオキシン反応器において排ガス中の窒素酸化物 (NOx) を分解するために NH₃を使用している。

LPG は 1 日当り 4,500kg 前後の量を使用しており、炉内（焼却炉、溶融炉、）の予熱に使用される部分が大半を占める。

NH₃は、プラズマの点火により上昇した NOx 濃度を分解するために使用される量が主であり、1日のプラズマ溶融処理に対して、概ね 30kg 程度使用している。

今後、試運転の知見をもとに、これらのユーティリティの使用量を削減することができれば、廃棄物処理コスト及び環境負荷の面に貢献できると考えている。

6.2 溶融特性調査（均一性に係るデータ、試験計画等）

溶融処理の大きなメリットは、放射能評価が極めて困難な固体廃棄物を溶融することによって均一化し、その一部採取試料の放射能評価結果に基づいて、試料が採取された溶融物全体の放射能評価が行えることである（バッチサンプル分析法）。このメリットを活用するためには、廃棄物の溶融処理において均一性に影響を与えるパラメータ（溶融対象の廃棄物組成成分、溶融温度等）を把握し、バッチにおける溶融固化体の放射能分布が、溶融固化体間ににおいて所定の範囲内に納まる運転条件等を設定する必要がある。このための溶融特性調査を現在実施中であり、調査終了後別途取りまとめる予定である。

これまでに、金属廃棄物と無機廃棄物に関する小規模溶融装置による試験を実施し、溶融廃棄物の均一性について調べた。以下に、小規模溶融装置による溶融試験^{5-1, 5-2)}について、概説する。

金属廃棄物の溶融試験では、実機と同じ高周波誘導加熱方式で容量が 500kg の炉を用い、炭素鋼を模擬廃棄物とした。無機廃棄物の溶融試験では、50 kW の非移行式アークプラズマトーチを持つ処理容量 3 kg の炉を用い、実廃棄物を想定したコンクリート、焼却灰等を模擬廃棄物とした。どちらの試験においても、放射性トレーサとして廃棄物に含まれる代表的核種である ⁶⁰Co と ¹³⁷Cs を用い、廃棄物の含有核種の実態等を考慮して他の核種を加えた。

金属廃棄物、無機廃棄物それぞれの溶融固化体の数ヶ所からサンプルを採取し、放射能濃度を分析して均一性（変動係数）を調査した。変動係数は、標準偏差が平均値の何倍であるかを示すものであり、以下の式で示される。

$$\text{変動係数 (\%)} = (\text{標準偏差} / \text{平均値}) \times 100$$

金属廃棄物では、放射能濃度の変動係数は約 10 %以下となり、無機廃棄物ではほぼ 15 %程度となった。いずれの廃棄物に対しても、溶融により十分な均一性が得られることを確認した。

5-1) 中村寿, 金沢勝雄, 佐藤孝幸, 他, “放射性金属の溶融基礎試験,”デコミッショニング技報, 9, 41 (1993).

5-2) M. Nakashima, T. Fukui, N. Nakashio, et al., "Characterization of Solidified Products Yielded by Plasma Melting Treatment of Simulated Non-Metallic Radioactive Wastes," *J. Nucl. Sci. Technol.*, 39[6], 687 (2002).

6.3 安全強化措置

平成 15 年 6 月 11 日、金属溶融設備の試運転を行っていた際、溶融金属がチャンバ内に溢流し火災が発生するトラブルが起きた。このトラブルについて、東海研究所では、「金属溶融設備のトラブル原因調査委員会」を設置し、現場調査、状況調査等を行い、原因の特定、課題の抽出を行った後に、「金属溶融設備のトラブル再発防止対策検討委員会」により、抽出された課題への対応内容を検討した。検討にあたっては、金属溶融設備に限定せず、減容処理棟内の全ての処理設備を対象とした。

6.3.1 金属溶融設備

(1) トラブルの状況

平成 15 年 6 月 11 日の試運転において、溶融炉本体から、約 3ton の金属溶湯を注湯機に移す作業を開始した際、注湯機の受湯量が設定値の 595kg に達しても、スライドバルブが閉止動作に入らなかったこと、更に受湯量が注湯機の容量以上に達しても、注湯機を傾動させる安全機能が働かなかったことから、注湯機から金属溶湯が溢れ、周囲のケーブル等の一部に接触し、発煙及び発火した。この際チャンバ外にいた作業員がチャンバ内に入り消火活動を行った。

(2) 再発防止・安全強化措置の内容

金属溶融設備では、トラブルの原因調査に基づき、トラブルの発生防止、また、万一発生した場合の拡大防止を念頭に、ハードとソフトの両面から対策を施した。ハード面の改善のうち主なものを以下に示す。

1) 金属溶湯漏洩の発生防止（誤信号発生防止）

スライドバルブのポテンショメータコネクタ部の配線接続方式を、ハンダから信頼性の高い圧着方式に変更した。また、スライドバルブの閉信号の発信源にリミットスイッチを追加し、二重化して信号の確実性を向上させた。

2) 非常停止の信頼性向上

非常停止では、スライドバルブ閉鎖を最優先とするシーケンスとともに、直接アキュームレータから油圧を供給するようにした。

3) 金属溶湯溢流の発生防止

受湯量の上限値を設け、その値を超えた場合には運転モードに関係なく注湯機が自動的に傾動する安全機能が働くようにした。

4) 金属溶湯溢流の拡大防止

万一何らかの原因で注湯機が自動的に傾動しなかった場合を想定し、溢流した金属溶湯が耐火性の安全な場所に導かれるように、注湯機上部に溢流拡大防止堰を、金属溶湯の流路に受け樋を設けた。

5) ケーブル火災の防止

ケーブル火災を防止するために、ケーブルに鋼板及び不燃繊維シートのカバーを設けた。また、ケーブルダクトを金属溶湯と接触するおそれのない位置に移設した。

トラブル発生状況の概要と、実施した安全対策の概要を Fig.6-38 に示す。また、Fig.6-39 に注湯機まわりに実施したケーブル火災防止対策を示す。

また、金属溶湯の漏洩、溢流等のトラブル発生時におけるチャンバ内と立ち入りの判断基準など対応方法を明確化するソフト面の改善に加え、運転に携わる職員及び常駐請負作業員を対象に、再発防止及び安全強化対策の内容、トラブル発生時の運転操作及び対応方法に関する教育訓練を実施した。

6.3.2 前処理設備

本設備については、基本的に安全確保はなされているものの、金属溶融設備のトラブルの教訓を踏まえて、以下の安全強化策を講じた。

(1) 火災時対応強化

機械分別装置の粗破碎機及び細破碎機（以下、「破碎機」という。）には、火災時に散水を行うための専用配管がそれぞれ設けられており、破碎機内で炎を検出した場合には、自動で散水を行うように設計されている。

安全強化措置として、炎検知器等によらず、作業員の判断により、散水を開始するか、又は散水を継続できるように、運転監視を行うために作業員が常駐する制御盤 2 に、消防用散水弁の起動釦を整備した。これにより、作業員の安全を確保しつつ、遠隔から手動での散水が可能となった。Fig.6-40 に、制御盤 2 の消防用散水弁の起動釦を示す。

(2) 作業員安全確保

分別チャンバ 1 及び 2、多目的チャンバ、機械分別装置の圧力計は、負圧低のみで警報を発するよう設計されている。

安全強化措置として、チャンバ内が過負圧になった場合でも、チャンバ内作業員の安全を確保するために、過負圧検出用圧力スイッチを増設し、負圧値が所定の値を超えた場合でも警報を発するように改良した。Fig.6-41 に分別チャンバ 1 の圧力計を示す。

(3) 通信機能強化

前処理室は、地下 2 階から 1 階までの吹き抜け構造であり、反響等で放送設備（ペーディング）が聞き難いことから、緊急連絡等を適切に伝える装置として、前処理室内に無線通話装置（PHS、アンテナ）を設置した。Fig.6-42 に無線通話装置（PHS とアンテナ）を示す。

(4) 管理区域内排気逆流防止

管理区域内排気の逆流を防止するため、前処理室の建家排気設備（排気第 4 系統）が起動していないと、チャンバ排気系統の排気プロアが起動できないインターロックを追加した。Fig.6-43 に「排気第 4 系統」が運転中であることを示す表示パネルを示す

6.3.3 高圧圧縮装置

本設備についても、金属溶融設備のトラブルの水平展開を実施し、以下の安全強化策を実施した。

(1) 監視機能強化

作動油の温度計は、油タンク近傍に設置されていたために、巡視・点検時のみ温度を確認していたが、作動油の温度は、油圧機能を維持するために隨時監視を行う必要があることから、安全強化措置の一環として、運転員が常駐する操作盤に表示機能を移設した。

(2) 通信機能強化

高圧圧縮装置運転中は、高圧ポンプ作動音等の影響で、放送設備（ページング）が聞き難いことから、緊急連絡等を適切に伝える装置として、圧縮装置室内に無線通話装置（PHS、アンテナ）を設置した。

6.3.4 焼却・溶融設備

焼却・溶融設備の安全強化措置を以下に示す。Fig.6-44 に主な措置箇所を示す。

(1) 設備の負圧維持機能の整備

1) 二次燃焼器圧力計の二重化

負圧検出器の多重化として、プロセス内の圧力を制御している二次燃焼器の圧力計を二重化し、既設圧力計との切替ができるようにした。

2) 長期停止時の系統内負圧維持

設備の全停止時にプロセス系内の負圧を常に維持するため、HEPA フィルタユニット後段部分に、プロセスを建家排気系統と連結できるように配管及びバルブを追加した。

3) 排気プロア起動停止時の正圧防止措置

長期停止及び長期停止からの起動を、系統内の負圧状態を維持しながら行うため、排気プロアの起動、停止に合わせて圧縮空気の自動弁を自動的に開閉するようなシーケンス制御機能を追加した。これにより、作業員の誤操作による系統内正圧化も防止する。

(2) 系統内温度異常上昇時の冷却機能の追加

系統内の温度異常上昇時の冷却機能を強化するため、セラミックフィルタの出口温度が所定の値を超えた場合には排気冷却器の水噴霧に関わらず、冷却用の希釀空気を自動的に導入できる機能を追加した。

(3) 出湯チャンバ周辺の耐火保護強化

スラグ溶湯溢流時に出湯チャンバ内の可燃物等が燃焼しないよう保護するためのカバーを取り付けた。

(4) カメラ、モニターの追加

焼却炉投入系にカメラを増設するとともに、制御室にモニターを増設し、監視できる箇所を増加した。

6.4 建家管理

6.4.1 概要

減容処理棟は、平成 14 年 4 月に建設部から高減容処理技術課に引渡され、受変電設備の運転をいち早く行った上で、機器取扱い、運転手順の習得と習熟を行いながら、気体廃棄及び換気空調設備の運転、それに伴う圧縮空気、冷却・冷水ポンプ、冷凍設備等に移行して減容処理棟内の電気機械設備の安定な運転を継続している。

また、金属溶融設備、焼却・溶融設備等に供給する LPG、Ar ガス等のガス類の供給設備においても安定供給を継続している。

6.4.2 管理

減容処理棟内の環境（負圧）や電力、ガス類のエネルギーの安定供給を維持していくには、法令・諸規定に基づき行うものや、自主的に点検を行うことにより維持するものがある。受変電設備は、電気工作物保安規程に基づき年 1 回の定期点検、LPG 供給設備及び N₂、Ar 供給設備は高圧ガス保安法に基づき定期点検を行っている。

6.4.3 運転実績

年度毎の減容処理棟電気使用量を Table6-12 に、LPG の使用量を Table6-13 に示す。

6.4.4 試運転時に見られた主な事例

これまでの試運転を通じて発生した設備の不具合等を Table6-14 に示す。これらの事象については、個々に原因を確認し、試運転の継続に必要な措置を施した。

6.5 今後の運転計画

これまでの試運転により得られた知見を反映し、平成 17 年度中を目途に全ての処理設備について、実廃棄物による運転を開始する予定である。ただし、当面は試験期間に位置づけ、実廃棄物を処理することによって得られる貴重な放射能データ等の収集を処理運転と並行して慎重に進めることとする。設備の稼働率は、これに伴い徐々に上昇させていく、平成 21 年度を目指し、当面の目標である年間約 5,000 本の処理を実現させる計画である。ただし、稼働率を大きく上昇させるには、処理対象廃棄物の材質分別や不適物の除去といった前処理の効率を飛躍的に上げること、溶融炉の耐火物交換等の作業を低コストで実施すること、焼却炉や溶融炉を効率的に運転するための連続運転体制を整備すること等の課題を解決する必要がある。

7.まとめ

高減容処理施設は、東海研究所において発生した低レベル固体廃棄物を減容安定化処理して処分に適した廃棄体とするためのものである。

同施設の解体分別保管棟は、平成11年度に供用を開始し、大型金属廃棄物の解体処理を実施してきた。これまでの処理量は約620m³、発生した200Lドラム缶1,200本であり、減容効果として約1/3である。

同施設の減容処理棟は、平成15年2月に建設整備を終了し、これまでコールド試運転による作業員の習熟訓練や装置の安全確認を実施してきた。また、平成17年7月に実廃棄物を搬入し、前処理設備のホット運転を開始した。なお、平成18年2月に減容処理棟の焼却・溶融設備において火災事故が発生した。このため、減容処理棟の各設備の運転を停止し、本件火災の原因を調査し、焼却・溶融設備において火災発生の再発防止対策を講じるとともに、他設備も含めて水平展開及び安全強化対策を実施することとした。

運転再開後は、コールド試運転終了後、順次ホット運転に移行する計画である。ホット運転では、作業の安全性を確認するとともに、廃棄体作製マニュアルを整備する。

今後、廃棄体作製に係る運転データを取得してR I・研究所廃棄物処分に係る技術基準策定に資することが重要な役目であると考える。