



# インキャン式高周波加熱を用いた 焼却溶融設備の確証試験

## (技術報告書)

1999年12月



核燃料サイクル開発機構  
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184.

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

1999

**インキャン式高周波加熱を用いた焼却溶融設備の確証試験  
(技術報告書)**

菅谷 敏克\*、堂野前 寧\*、加藤 徳義\*  
宮崎 仁\*、谷本 健一\*

**要　　旨**

建設計画を進めている固体廃棄物処理技術開発施設（LEDF）では、高線量 $\alpha$ 廃棄物である可燃物、PVC、ゴム、使用済イオン交換樹脂及び不燃物の処理方法として、「インキャン式高周波加熱」を用いた焼却溶融設備（セラミック製の廃棄物収納容器を高周波による誘導加熱で昇温し、容器内の廃棄物を対象物によって焼却・溶融する設備）を計画している。

試験は、焼却溶融設備の設備設計の最適化を目的として、処理対象廃棄物に対する処理性能（処理能力、処理条件など）や運転条件及び処理中に発生するオフガス中の放射性核種の除去性能条件、また、焼却溶融後の生成物である溶融固化体の性状（核種、主要構成成分の均一性、固化体の強度など）の確認を行った。

試験装置は、LEDFで実際に使用される規模の焼却溶融装置（パイロット装置）を用いた。また、放射性核種を使用したホット試験を要するものについては、実験室規模の機器を用いて行った。以下に、主な試験結果を要約する。

- (1) パイロット装置を用いて処理能力を確認した結果、可燃物・難燃物に対して 6.7kg/h、樹脂に対して 13.0kg/h、石膏以外の不燃物に対し 30.0kg/h であった。また、このときの処理条件は幾つかのバラメータの中から選定し、運転温度については、可燃物・難燃物が 1000°C、樹脂が 1300°C、不燃物は 1500°C、燃焼空気については、空気量は 90Nm<sup>3</sup>/h、空気温度は 300°C、吹き込み速度は約 20m/s が最適であった。
- (2) 焼却溶融設備に必要な処理量が得られる一日の運転時間を確認した結果、可燃物、PVC やゴムなどの焼却対象廃棄物の焼却時間は 5 時間、焼却前後のキャニスタ昇温、残燃時間は各 30 分必要であった。不燃物などの溶融時間は、焼却灰の保持時間と石膏の溶融時間を考慮して 5 時間、キャニスタ昇温時間 30 分が必要であった。
- (3) パイロット装置により焼却溶融炉からセラミックフィルターまでの系統除染係数を確認したところ、実廃棄物の主要非揮発性核種 (Co、Cs、Ce) に対し、10<sup>5</sup>以上であった。
- (4) 実験室規模の機器を用いて、高温オフガス中の揮発性ルテニウムを除去する高温 Ru 吸着塔の設計条件を確認した結果、粒径 0.8 から 1.7mm の鉄担持シリカゲルに対して、滞留時間 3 秒以上を確保することで、除染係数 10<sup>3</sup>が得られるとともに、吸着材寿命は約 1 年であることがわかった。
- (5) パイロット装置を用いて LEDF の標準的廃棄物から生成する固化体は、核種が均一に分布しており、また、セラミック層の主要構成成分も均一に分布していた。さらに、セラミック層圧縮強度は 1000kgf/cm<sup>2</sup>以上、セラミック層かさ密度は 2.5～2.8g/cm<sup>3</sup>で、層内にバラツキのないことがわかった。

---

\* 大洗工学センター 照射施設運転管理センター 環境保全課

**Tests on decisive proof for the incinerating and melting facility  
using the in-can type high frequency induction heating**

Sugaya toshikatsu\*, Dounomae yasushi\*, Katou noriyoshi\*,  
Miyazaki hitoshi\*, Tanimoto kenichi\*

**Abstract**

**LEDF (Large Equipment Dismantling Facility) is the solid waste processing technology development facility that carries out high-volume reduction and low dosage processing.**

The high-volume reduction processing of the high dose  $\alpha$ -waste configured with combustible waste, pvc & rubber, spent ion exchange resin, and noncombustible waste have been planned the incinerating and melting facility using the in-can type high frequency induction heating in LEDF.

This test is intended to clarify the design data. It was confirmed that the incinerating and melting performance, molten solid properties and exhaust gas processing performance with pilot testing equipment and bench scale equipment.

The result of this test are as follows.

(1) Processing speed is 6.7kg/h for the combustible waste, 13.0kg/h for the ion exchange resin, and 30.0kg/h for the noncombustible waste. For above optimum processing conditions are as follows.

-Operating temperature is 1000°C for the combustible waste, 1300°C for the ion exchange resin, 1500°C for the noncombustible waste.

-Air flow is 90Nm<sup>3</sup>/h. Air temperature is 300°C. Air velocity is 20m/s.

(2) Incineration time per day is 5h. Warm-up time and incineration time from the stop of waste charging is 0.5h. Melting time per day is 5h in consideration of heating hold time of incinerated ash and melting of quartz. Warm-up time is 0.5h.

(3) The system decontamination factor in Co, Cs and Ce with pilot testing equipment is  $10^5$  or more.

(4) Design data of the iron doped silica gel judged to be have a applicability as RuO<sub>4</sub> gas absorber is as follows.

-Its diameter distribute in the range of 0.8-1.7mm.

-To have a decontamination factor of  $10^3$  can achieve for retention time of 3 seconds and its life time is about 1 year.

(5) In terms of the distribution of the nuclear species in molten solid is evenly distributed. It was also confirmed that the distribution of main elements in ceramic layer is even and that the bulk density and compression strength in ceramic layer is even.

---

\* O-arai Engineering Center Waste Management Section

## 目 次

1. 緒言 .....	1
1.1 概要 .....	1
1.2 目的 .....	1
1.3 確証試験概要 .....	1
2. パイロット試験 .....	3
2.1 試験装置 .....	3
2.1.1 設計仕様 .....	3
2.1.2 プロセスフローの設定 .....	5
2.1.3 主要機器仕様 .....	6
2.2 焼却溶融性能試験 .....	9
2.2.1 単独処理試験 .....	10
2.2.2 連続運転試験 .....	18
2.3 核種挙動試験 .....	22
2.4 有害物除去性能試験 .....	24
2.5 固化体の核種分布 .....	26
2.6 固化体性状確認試験 .....	28
2.7 キャニスター耐久性試験 .....	30
2.8 廃液処理試験 .....	31
2.9 二次燃焼室評価試験 .....	35
2.9.1 二次燃焼室評価基礎試験 .....	35
2.9.2 二次燃焼室最適化評価 .....	37
2.10 サンプリング方法の確認 .....	40
2.11 低沸点金属の処理について .....	42
3. ルテニウム吸着材実用性確認試験 .....	43
3.1 細粒吸着材確認試験 .....	43
3.2 粗粒吸着材確認試験 .....	47
4. 実機反映について .....	51
4.1 運転条件 .....	51
4.2 機器設計条件 .....	53
4.3 その他の反映事項 .....	54
5. 結言 .....	56
6. 謝辞 .....	57
7. 参考文献 .....	57
図表 .....	58
付録 .....	146

## 図表目次

表 2.1-1 各材質あたりの焼却量	58
表 2.1-2 各材質あたりの焼却量（樹脂）	58
表 2.2.1-1 年間処理量より算出した可燃物・難燃物標準組成	59
表 2.2.1-2 可燃物・難燃物補正後標準組成	59
表 2.2.1-3 可燃・難燃物処理条件	59
表 2.2.1-4 焼却溶融試験手順	60
表 2.2.1-5 可燃・難燃物処理試験結果	60
表 2.2.1-6 樹脂模擬廃棄物組成	61
表 2.2.1-7 樹脂処理条件	61
表 2.2.1-8 樹脂焼却試験結果	62
表 2.2.1-9 不燃物の標準組成	62
表 2.2.1-10 不燃物溶融試験条件	63
表 2.2.1-11 不燃物溶融試験結果	63
表 2.2.1-12 圧縮物の組成及び嵩密度	64
表 2.2.1-13 圧縮物の焼却溶融性基礎試験条件	64
表 2.2.1-14 圧縮物焼却溶融基礎試験結果	65
表 2.2.1-15 圧縮物焼却溶融性能試験条件	64
表 2.2.1-16 圧縮物焼却溶融性能試験結果	66
表 2.2.1-17 運転説明	67
表 2.2.2-1 可燃・難燃物+不燃物溶融試験処理条件	68
表 2.2.2-2 連続運転試験方法	69
表 2.2.2-3 可燃・難燃物+不燃物溶融試験結果	70
表 2.2.2-4 樹脂焼却+不燃物溶融試験	71
表 2.2.2-5 樹脂焼却+不燃物溶融試験条件	71
表 2.2.2-6 樹脂焼却+不燃物溶融試験結果	72
表 2.2.2-7 可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融試験処理条件	73
表 2.2.2-8 可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融試験結果	74
表 2.3-1 核種挙動試験における運転条件、コールドトレーサ投入条件	75
表 2.3-2 核種挙動試験手順	76
表 2.3-3 コールドトレーサの化学形態と添加量	76
表 2.3-4 各対象物におけるC/F出口系統D/F	76
表 2.3-5 サンプリング箇所におけるコールドトレーサ濃度、補集量と系統温度	77
表 2.4-1 有害ガス除去性能試験手順	78
表 2.4-2 吸着塔での有害ガス除去性能試験結果	78
表 2.4-3 廃棄物処理量と吸着塔出口での有害ガス濃度	79
表 2.5-1 単独処理模擬廃棄物溶融重量	80

表 2.5-2 連続処理模擬廃棄物溶融重量	80
表 2.5-3 コールドトレーサの化学形態と添加量	80
表 2.5-4 固化体の核種分布試験手順	81
表 2.5-5 固化体中の核種分布	81
表 2.5-6 各核種の変動係数	81
表 2.6-1 単独処理模擬廃棄物溶融重量	82
表 2.6-2 連続処理模擬廃棄物溶融重量	82
表 2.6-3 固化体の物理的性質試験手順	83
表 2.7-1 キャニスタ耐久性試験条件	84
表 2.7-2 キャニスタ耐久性試験手順	84
表 2.7-3 キャニスタ耐久性試験結果	84
表 2.8-1 模擬廃液組成	85
表 2.8-2 可燃・難燃物組成	85
表 2.8-3 廃液含浸量確認	85
表 2.8-4 廃液専焼試験結果	86
表 2.8-5 廃液混焼試験結果	87
表 2.9.1-1 二次燃焼室評価試験条件	88
表 2.9.1-2 二次燃焼室評価試験	88
表 2.9.1-3 二次燃焼室評価試験結果	88
表 2.9.2-1 二次燃焼室評価試験条件	89
表 2.9.2-2 二次燃焼室評価試験	89
表 2.9.2-3 二次燃焼室評価試験結果	90
表 2.10-1 サンプリング 試験時の投入廃棄物組成	91
表 2.10-2 サンプリング治具材質評価試験結果	92
表 3 使用した吸着材	93
表 3.1-1 D F性能確認試験条件	93
表 3.1-2 吸着材劣化傾向確認試験条件	93
表 3.1-3 長期D F確認試験	93
表 3.1-4 初期D F性能確認試験結果	94
表 3.1-5 長期D F確認試験結果	95
表 3.2-1 乾燥減量, $Fe_2O_3$ 含有割合の測定値と成績表の値	96
表 3.2-2 $FE^{2+}$ (酸化第一鉄) 存在割合	96
表 3.2-3 充填カラムブランクでのD F	96
表 3.2-4 R u!吸着材D F評価試験結果	97
図 2.1-1 パイロット装置 配管計装線図(1)	98
図 2.1-1 パイロット装置 配管計装線図(2)	99
図 2.2.1-1 可燃・難燃物焼却時運転タイムチャート	100
図 2.2.1-2 空気吹き込み速度と C/F 捕集灰重量の関係	100

図 2. 2. 1-3 樹脂焼却時運転タイムチャート	101
図 2. 2. 2-1 可燃・難燃物+不燃物溶融試験溶融工程における運転タイムチャート	102
図 2. 2. 2-2 可燃・難燃物焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良前）	103
図 2. 2. 2-3 可燃・難燃物焼却灰+不燃物溶融時系統プロセス（二次燃焼室改良前）	104
図 2. 2. 2-4 樹脂焼却+不燃物溶融試験溶融工程運転タイムチャート	105
図 2. 2. 2-5 樹脂焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良前）	106
図 2. 2. 2-6 可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融試験溶融工程運転タイムチャート	107
図 2. 3-1 可燃物・難燃物及び樹脂焼却時におけるヒートカーブ	108
図 2. 3-2 不燃物単独溶融及び連続処理におけるヒートカーブ	108
図 2. 4-1 有害ガス除去性能試験におけるヒートカーブ	109
図 2. 5-1 固化体核種分布におけるヒートカーブ	109
図 2. 5-2 固化体核種分布におけるサンプリング位置	110
図 2. 5-3 単独処理及び連続処理における核種分布	111
図 2. 6-1 固化体物理的性質におけるヒートカーブ	112
図 2. 6-2 固化体の物理的性質におけるサンプリング位置	112
図 2. 6-3 単独処理時における主要構成元素分布	113
図 2. 6-4 連続処理における主要構成元素分布	114
図 2. 6-5 各処理条件による圧縮強度	115
図 2. 6-6 各処理条件におけるかさ密度	116
図 2. 7-1 可燃物・難燃物+不燃物におけるヒートカーブ	117
図 2. 7-2 樹脂+不燃物におけるヒートカーブ	117
図 2. 8-1 廃液の投入パターン	118
図 2. 9. 1-1 二次燃焼室評価におけるヒートカーブ	119
図 2. 9. 1-2 二次燃焼室入口、出口、ダスト濃度	120
図 2. 9. 2-1 可燃・難燃物焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良後）	121
図 2. 9. 2-2 樹脂焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良後）	122
図 2. 9. 2-3 二次燃焼室最適化検討 可燃・難燃物焼却	123
図 2. 9. 2-4 二次燃焼室最適化検討 樹脂焼却	124
図 2. 10-1 サンプリング治具概略図	125
図 2. 10-2 サンプリング位置	125
図 2. 10-3 溶湯サンプリング抜出し状態	126
図 3. 1-1 試験装置フロー	127
図 3. 2-1 滞留時間と DF 値	128
図 3. 2-2 Ru 濃度と DF 値	128
図 3. 2-3 負荷量の実機換算年と DF 値	129
写真 2. 2. 1-1 可燃・難燃物模擬廃棄物	130
写真 2. 2. 1-2 樹脂模擬廃棄物	130
写真 2. 2. 1-3 不燃物模擬廃棄物	131

写真 2. 2. 1-4 不燃物単独溶融時固化体切断面状況	131
写真 2. 2. 2-1 可燃・難燃物焼却 2 run 実施後	132
写真 2. 2. 2-2 樹脂焼却 2 run 実施後	132
写真 2. 2. 2-3 連続運転溶融工程実施後キャニスター切断面状況	133
写真 2. 7-1 可燃物・難燃物焼却を模擬した連続運転サイクル試験後のキャニスター外観写真	134
写真 2. 7-2 樹脂焼却を模擬した連続運転サイクル試験後のキャニスター外観写真	134
写真 2. 8-1 模擬廃棄物	135
写真 2. 8-2 廃液専焼試験後	135
写真 2. 8-3 廃液混焼試験後	136
写真 2. 10-1 試験前治具	137
写真 2. 10-2 15秒サンプリング実施後治具	137
写真 2. 10-3 サンプリング金属溶湯	138
写真 2. 10-4 サンプリングセラミック溶湯	138
写真 2. 10-5 金属+セラミックコーティング	139
写真 2. 10-6 チタン酸アルミニウム	140
写真 2. 10-7 サイアロン-BN	141
写真 2. 10-8 黒鉛	142
写真 2. 10-9 試験片断面図	143
写真 3. 1-1 試験装置外観	144
写真 3. 1-2 吸着材充填カラム	145
写真 3. 1-3 ガス通気後の吸着材	145

## 付録

添付 3. 2-1 鉄担持シリカゲルの Ru 吸着メカニズムについて	146
------------------------------------	-----

## 1. 緒言

### 1. 1 概要

大洗工学センター（以下「センター」と言う）では、センターにおける研究開発を長期的かつ円滑に進展させることを目的として、「固体廃棄物処理技術開発施設（L E D F）」の建設を計画している。

焼却溶融設備は、L E D Fにおいて、燃料材料開発施設で発生する夾雜廃棄物を減容・安定化する設備として採用を計画している。

本書は、平成7年度より行ってきたインキャン式高周波加熱を用いた焼却溶融設備の設計業務の中で、設備設計データを取得することを目的に実施してきた「パイロット試験」、「吸着材実用性確認試験」について得られた成果をまとめたものである。

### 1. 2 目的

本試験は、主要部分が実規模大のパイロット装置を使用し、L E D F特有の廃棄物組成に対する焼却溶融処理性能、核種挙動、固化体性状、機器のモップアップによる運転状況等データを取得し、実機の設備設計データを構築し、設備設計の最適化を図ることを目的としている。

また、実機の焼却溶融処理の際に発生するオフガス中に含まれる揮発性ルテニウムが、洗浄塔の洗浄水に移行し、洗浄水廃液の放射能レベルを上昇させ廃液処理の負担とならないように、洗浄塔前の排ガス温度である200°C程度の高温オフガスに耐えられる鉄担持シリカゲル吸着材を用いた吸着塔設計データをラボスケールにおいて取得し、設備設計の最適化を図ることを目的とする。

### 1. 3 確証試験概要

本試験は、主要部が実規模大のパイロット装置を使用した「パイロット試験」と放射性核種を使用したラボスケールの「吸着材実用性確認試験」で構成する。試験項目を以下に示す。

#### (1) パイロット試験

##### ① 焼却溶融性能試験

###### ・ 単独処理試験

廃棄物、投入方法を模擬して焼却溶融試験を実施し、処理速度、運転性、減容性等の最適処理条件の確認を行う。

###### ・ 連続運転試験

各種廃棄物の最適処理条件で実運転を模擬して、焼却・溶融の運転試験を実施し、システムの信頼性を確認する。

##### ② 核種挙動試験

コールドトレーサ（Co、Cs、Ru、Ce）による核種挙動、系統DF等のデータを把握する。

##### ③ 有害物除去試験

有害物の除去性能（HCl、SO<sub>x</sub>）及び二次廃棄物の発生量を確認する。

##### ④ 固化体の核種分布

標準的な処理対象物による代表的な固化体中の核種挙動を確認する。

⑤固化体性状確認試験

標準的な処理対象物による代表的な固化体について、外観、重量、成分、強度等を評価し、固化体の均質性等の性状を確認する。

⑥キャニスター耐久試験

焼却溶融後のキャニスターを切断し、減肉等のデータを把握する。また、昇温、降温の繰り返し試験により、キャニスターの健全性を確認する。

⑦廃液処理試験

LED F内廃液処理設備から発生する廃液の焼却処理の可能性について確認する。

⑧二次燃焼室評価試験

焼却工程時に発生する未燃焼分を燃焼させる高周波方式を用いた二次燃焼室の出力性能及びダスト除去性能について評価を行う。

⑨サンプリング方法の確認

溶融固化体を構成する金属層、セラミック層の分析を行うため、鉄鋼業界等で一般に使用されているサンプリング治具を対象に浴湯のサンプリング方法を確認する。

⑩低沸点金属の処理について

突沸の考えられる金属を炉に投入し、運転状況を確認する。

(2) ルテニウム吸着材実用性確認試験

鉄を担持したシリカゲル(以下吸着材という)による揮発性ルテニウムの除去性能、滞留時間、寿命等を確認する。

## 2. パイロット試験

### 2. 1 試験装置

焼却溶融性能を確認するため、メーカー所有の既存設備の転用を図りながら、実機と同等規模の試験装置の設計・製作を実施した。

#### 2. 1. 1 設計仕様

焼却溶融設備としての基本的な設計条件は、年間処理量、運転日数及び運転時間等から設定するものとし、その概要を以下に示す。

##### (1) 1日の運転時間

1日の運転時間は日勤運転をベースとし、その内訳は次の通りである。

・運転準備	1.5 時間
・系統昇温、残燃	2 時間
・焼却又は溶融	3 時間
計 6.5 時間	

ここで、運転時間内訳は設定値であり、本試験結果により見直すものとする。

##### (2) 年間運転日数及び運転サイクルについて

年間運転日数は、 $\alpha$ 金属減容設備の年間運転日数（50 日）及び保守期間等を考慮して 150 日とする。

又、運転サイクルは以下のように 3 日を 1 サイクルとして固化体を製作するものとする。

・焼却	2 日
・溶融	1 日

##### (3) 運転サイクル設定根拠

###### 年間溶融処理量

- ・金属 : 592.5kg
- ・不燃物 : 715.3kg
- ・焼却灰 : 138.4kg (全可燃物量の 1/20)

###### キャニスタ条件

- ・固化容量 : 10.4l (実容量の約 8 割)
- ・固化重量 : 41kg 以下 (キャニスタ可載重量からの制約)

以上条件から算出すると、年間製作する固化体本数約 50 本となる。

年間の焼却処理量は 2640.9kg より、固化体 1 本あたりの焼却処理量は約 52kg/個となる。

$$2640.9\text{kg/年} \div 50 \text{個/年} \approx 52\text{kg/個}$$

年間の溶融処理量は 1446.2kg より、固化体 1 本あたりの焼却処理量は約 30kg/個となる。

$$1446.2\text{kg/年} \div 50 \text{個/年} \approx 30\text{kg/個}$$

1日の実運転時間（3時間）を考えると、焼却を 1 日で行うには 17kg/h の処理能力が必要となり、キャニスタ容量を考えると困難なことから、焼却は 2 日で処理を行うものとする。尚、溶融処理は処理量からみて特に問題ないため、1 日で処理を行うものとする。

## (4) 処理能力について

## ① 焼却処理能力

処理能力は年間の焼却対象廃棄物量 2640.9kg より

$$2640.9\text{kg}/\text{年} \div (100 \text{日}/\text{年} \times 3 \text{時間}/\text{日}) \approx 8.8\text{kg}/\text{h}$$

これに投入容器 1kg/h を考慮し、10kg/h とする。

## ② 溶融処理能力

年間の溶融処理対象量 1446.2kg より

$$1446.2\text{kg}/\text{年} \div (50 \text{日}/\text{年} \times 3 \text{時間}/\text{日}) \approx 9.6\text{kg}/\text{h}$$

よって、処理能力は 10kg/h とする。

## (5) キャニスタ容量について

キャニスタの大きさは AGF・S 缶に収納できるように以下とする。

寸法 :  $\phi 265\text{mm} \times 315\text{mm} \times 15\text{mm}$

実容量 : 13.0 l

重量 : 11.0kg

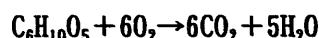
## (6) 燃焼空気流量の設定

処理能力を 10kg/h と設定した場合の各材質の焼却量は、各廃棄物の割合より算出する。

表 2.1-1 に可・難燃物焼却運転における各材質の時間当たりの焼却量を、又、表 2.1-2 にイオン交換樹脂焼却運転における各材質の時間あたりの焼却量を示す。

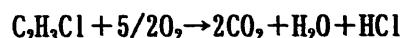
## ① 廃棄物燃焼式

## ・セルロース（紙類）



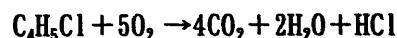
分子量 162 32 44 18

## ・塩ビ



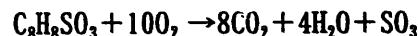
分子量 62.5 32 44 18 36.5

## ・ネオプレンゴム



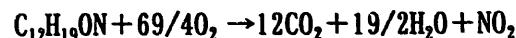
分子量 88.5 32 44 18 36.5

## ・イオン交換樹脂（カチオン）



分子量 184 32 44 18 80

## ・イオン交換樹脂（アニオン）



分子量 193 32 44 18 46

## ・ポリエチレン



分子量 28 32 44 18

## ②必要酸素量

廃棄物燃焼式より、表 2.1-1、2.1-2 で示した時間あたりの廃棄物処理量を燃焼した場合の、燃焼に必要な酸素量は以下の通りである。

- ・セルロース  
 $1.5\text{kg/h} \div 162\text{kg/kmol} \times 6 \times 32\text{kg/mol} = 1.8\text{ kg/h}$
- ・塩ビ  
 $3.3\text{kg/h} \div 62.5\text{kg/kmol} \times 5/2 \times 32\text{kg/mol} = 4.2\text{kg/h}$
- ・ネオプレンゴム  
 $2.5\text{kg/h} \div 88.5\text{kg/kmol} \times 5 \times 32\text{kg/mol} = 4.5\text{kg/h}$
- ・イオン交換樹脂（カチオン）  
 $6.0\text{kg/h} \div 184\text{kg/kmol} \times 10 \times 32\text{kg/mol} = 10.4\text{kg/h}$
- ・イオン交換樹脂（アニオン）  
 $4.0\text{kg/h} \div 193\text{kg/kmol} \times 69/4 \times 32\text{kg/mol} = 11.4\text{ kg/h}$
- ・ポリエチレン  
 可燃物・難燃物焼却運転  
 $(1.0 + 1.7)\text{kg/h} \div 28\text{kg/kmol} \times 3 \times 32\text{kg/mol} = 9.3\text{kg/h}$   
 イオン交換樹脂焼却時  
 $0.5\text{kg/h} \div 28\text{kg/kmol} \times 3 \times 32\text{kg/mol} = 1.7\text{kg/h}$

## ③燃焼空気流量

燃焼空気流量は、可燃物・難燃物焼却時とイオン交換樹脂焼却時で、必要酸素量が多くなる条件側で設定する。

- ・可・難燃物焼却時

廃棄物の燃焼に必要酸素量は、

$$1.8\text{kg/h} + 4.2\text{kg/h} + 4.5\text{kg/h} + 9.3\text{kg/h} = 19.8\text{kg/h}$$

- ・イオン交換樹脂焼却時

廃棄物の燃焼に必要酸素量は、

$$10.4\text{kg/h} + 11.4\text{kg/h} + 1.7\text{kg/h} = 23.5\text{kg/h}$$

以上より、燃焼空気流量は、イオン交換樹脂の必要酸素量より決定する。空气中の酸素濃度は 22.8wt% より、理論燃焼空気流量は、

$$23.5\text{kg/h} \times 1/0.228 = 103\text{ kg/h}$$

燃焼空気流量は理論値の約 2.5 倍とし、258kg/h とする。

## 2.1.2 プロセスフローの設定

パイロット装置の配管計装線図を図 2.1-1(1), (2) に示す。

試験装置は焼却溶融炉及び排ガス処理系統より構成され、以下にその概要について述べる。

### (1) 焼却溶融炉

焼却溶融炉は、キャニスタを内蔵する高周波溶融部及び、溶融炉上部の可燃物の燃焼ゾーンとして保守性を考慮し耐火物の使用を極力減らした水冷ジャケット式の焼却部より構成され、以下の手順で焼却溶融する。

- ①キャニスターを高周波加熱により、焼却可能な温度まで昇温し、可燃物等を一定時間間隔で投入し焼却・灰化する。この運転は基本的に2日間連続して実施する。
- ②2日間の焼却運転後、3日目にキャニスターを溶融可能な温度まで加熱し、不燃物を投入して焼却灰といっしょに溶融する。
- ③溶融終了後は、炉内でそのまま冷却・固化する。

廃棄物は試験用の専用の投入容器に充填し、投入機により、一定時間間隔で焼却溶融炉に供給する。尚、ここで投入容器の実機での仕様が未確定であるため、暫定的に紙製で、容積5700cc、重量80gの容器を採用している。

また、キャニスターは焼却溶融炉内にセット、取り出しできるよう炉の下部にキャニスター台車を設けている。

焼却溶融に必要な空気は燃焼空気ファンにて溶融部及び焼却部に供給する。溶融部へ供給する空気は樹脂の燃焼性を向上させるため、高温空気が供給できるよう空気加熱器を設ける。高周波の電源は既設の電源を流用し、高周波溶融炉のコイルに供給している。

水冷ジャケット部及び高周波電源用の冷却水は、冷却水ポンプで循環し、クーリングタワーで冷却する。

焼却又は溶融温度は、キャニスター表面温度を測定し制御する。また、炉内の状況が監視できるようにITVを設ける。

## (2) 排ガス処理系統

焼却溶融炉で発生した排ガスは、排ガス中の未燃分を燃焼させるため、二次燃焼室で昇温する。昇温した排ガスは、排ガス冷却器及びダイリュータで水噴霧及び空気混合により200℃まで冷却し、セラミックフィルタでダスト及び低融点物質等を捕集する。さらに吸着塔で排ガス中のHCl及びSOxを除去した後、排ガスプロワで屋外に排気する。

セラミックフィルタで捕集した灰は、セラミックフィルタ上部より圧縮空気で逆洗し払い落とす。

尚、ここで配管計装線図中に示すプロセス値は、二次燃焼室を実機設備とした場合の値である。後述のように、本パイロット装置の二次燃焼室は、実機設備の1/2スケールとしているため、プロセス値は参考値とする。

### 2. 1. 3 主要機器仕様

焼却溶融設備を構成している主要機器の仕様を以下に示す。

#### (1) 燃焼送気プロワ

- ・型式：遠心式
- ・容量： $1300\text{Nm}^3/\text{h} \times 900\text{mmAq}$

必要燃焼空気流量は $200\text{Nm}^3/\text{h}$ であるが、既設設備を転用しているため容量は大きくなっている。

#### (2) 空気加熱器

- ・型式：電気式
- ・容量： $50\text{Nm}^3/\text{h} \times 600^\circ\text{C}$

基礎試験結果より、溶融部に熱風を供給することが望ましい可能性が考えられたため、

理論燃焼空気量の半分を供給できる空気加熱器を設けた。

### (3) 焼却溶融炉

- ・型式 : 高周波加熱 + 水冷ジャケット
- ・容量 : 10kg/h
- ・温度 : 最大 1500°C
- ・キャニスター仕様 :
  - ・寸法外形(mm) : 265 × 高さ 315 × 厚み 15
  - ・実容量 : 13.0 l
  - ・重量 : 11.0kg
- ・高周波出力 : 最大 450kW
- ・周波数 : 500、1000、1500Hz 切り替え式
- ・温度制御 : キャニスターの表面温度により出力制御
- ・付帯設備
  - ・廃棄物投入機 型式 : チャック・昇降式  
投入サイクル : 2 分以内  
重量 : 最大 10kg
  - ・キャニスター台車 型式 : 走行・昇降式

電源は既存設備を転用したため、高周波出力は 450kW の大型装置である。適切な高周波出力は本試験の中で求めることとする。

### (4) 二次燃焼室

- ・型式 : 高周波加熱式
- ・高周波出力 : 最大 50kW
- ・周波数 : 4000Hz
- ・ガス加熱温度 : 最大 500°C
- ・加熱媒体仕様 :
  - ・媒体 SUS304 製パイプ
    - ・充填重量 : 約 110kg
- ・制御方法 : 充填パイプ温度により出力調整 (マニュアル)

電源は既存設備を転用しているため、高周波出力は 50kW である。ここで、高周波の効率を 50% と仮定し、1 時間で 1000°C まで昇温できる SUS304 のパイプの量は、SUS304 の比熱を 0.2kcal/kg°C とすると、

$$50\text{kW} \times 0.5 \times 860\text{kcal/kW} \div (1000^\circ\text{C} \times 0.2\text{kcal/kg°C}) = 107.5\text{kg}$$

以上より、パイプの充填量は 110kg とした。

パイプの材質は耐食性より、SUS304 とし、伝熱面積を極力多くするため、寸法は口径 20A を採用した。

高周波効率を 50%、ガス加熱温度を 500°C として、空気の比熱を 0.26kcal/kg°C、比重を 1.293kg/Nm³ とすると、加熱可能な空気量は、

$$50\text{kW/h} \times 0.5 \times 860\text{kcal/kW} \div (500^\circ\text{C} \times 0.26\text{kcal/kg°C} \times 1.293\text{kg/Nm}^3) = 128 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

これに、放熱を見込む必要があるが、これを約 5000kcal/h と見込むと、排ガス量は、98 Nm³/h となる。これより、二次燃焼室を評価する場合には排ガス量として、100 Nm³/h で実施するものとする。これらの値は設定値であり、試験の中で見直しを行い、実機設

計に必要なデータを取得するものとする。

(5) 排ガス冷却器

- ・型式：水噴霧式
- ・水噴霧量：60 l/h

・本設備は、既存設備の転用で、セラミックフィルタの入口温度制御を目的とする。

(6) セラミックフィルタ

- ・設計温度 : 200°C
- ・フィルタ仕様 : 1500L×52 本
- ・逆洗方式 : パルスジェット式

セラミックフィルタの設計は、実規模と同等の設計とした。配管計装線図より、セラミックフィルタ入口の排ガス条件は、 $830 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 、 $-600\text{mmAq}$ 、 $200^\circ\text{C}$ より、実ガス量は、 $830 \text{ Nm}^3/\text{h} \times (273^\circ\text{C} + 200^\circ\text{C}) / 273^\circ\text{C} \times 10336 / (10336 - 600) = 1527 \text{ m}^3/\text{h}$

ここで、セラミックフィルタのろ過速度を $3\text{cm/s}$ 、表面積を $0.283\text{m}^2$  (1500l) とすると、必要本数は、以下のように 50 本となるが、ここでは標準品の 52 本とした。

$$1527 \text{ m}^3/\text{h} / (0.283\text{m}^2 \times 0.03\text{m/s} \times 3600) = 50 \text{ 本}$$

(7) HCl 吸着塔

吸着材の取り扱い性を評価するため、実規模と同等の設計とした。

- ・型式：乾式脱塩処理方式
- ・設計温度 : 200°C
- ・脱塩材主成分 : Ca(OH)<sub>2</sub>
- ・脱塩材充填量 : 300kg

一日あたりの焼却量を 30kg とし、塩ビの割合を表 2.1-1 より、36.7% とすると、HCl の発生量は約 11kg/日となる。これを CaO 約 50% の吸着材で吸収させると、HCl 2mol に対し CaO は 1mol 必要なため、必要吸着材量は

$$11\text{kg}/\text{日} \times 56 / (36.5 \times 2) \div 0.5 = 16.9\text{kg}$$

となり、約 20 日の運転に対応できるように吸着材の充填量は、300kg と設定した。

ここで、吸着塔仕様である SV 値（空間速度）としては、充填材の嵩密度は $0.5\text{g/cc}$  であり、充填量 300kg に対する容積は $0.6\text{m}^3$ 、配管計装線図より HCl 吸着材でのプロセス値は、 $830\text{Nm}^3/\text{h}$ 、 $-1200\text{mmAq}$ 、 $200^\circ\text{C}$  より、実ガス量は $1625\text{m}^3/\text{h}$ 、以上より SV 値は、 $1625\text{m}^3/\text{h} / 0.6\text{m}^3 = 2700\text{h}^{-1}$  となる。

(8) 排ガスプロワ

- ・型式：遠心式
- ・容量： $1300\text{Nm}^3/\text{h} \times 3000\text{mmAq}$

配管計装線図より、排ガスプロワ出口の排ガス条件は、 $1530 \text{ Nm}^3/\text{h}$  であるが、既存設備を流用のため、上記仕様品を使用した。

以上述べたように、燃焼送気プロワ、焼却溶融炉電源、二次燃焼室電源、排ガス冷却器、排ガスプロワは既存設備を転用し、実設備で設置を予定している HEPA フィルタ、洗浄塔、凝縮器、ミストセパレータ、Ru 吸着塔は設計対応可能なため、本試験装置では省略する。

## 2. 2 焼却溶融性能試験

焼却溶融性能試験は、設計条件下での各種廃棄物の処理速度、運転性、減容性を評価し、基本的性能の確認を行い、最適処理条件を把握することを目的とした単独処理試験と、各種廃棄物の単独処理時最適条件を基に焼却・溶融の1サイクル3日の連続運転を実施し、システムの信頼性を確認することを目的とした連続運転試験に分けて実施した。なお、圧縮物についてはこれまでインキャン溶融炉での溶融実績がないため、基礎試験を実施し、溶融性を確認することとした。以下に試験の構成を示す。

### (1) 単独処理試験

- ① 可燃・難燃物焼却
- ② 樹脂焼却
- ③ 不燃物溶融
- ④ 圧縮物焼却溶融

### (2) 連続運転試験

- ① 可燃・難燃物焼却+不燃物溶融
- ② 樹脂焼却+不燃物溶融
- ③ 可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融

## 2. 2.1 単独処理試験

### (1) 可燃・難燃物焼却

#### ① 試験条件

##### 模擬廃棄物組成

(i) L E D F における焼却溶融設備の焼却運転の処理対象廃棄物(樹脂を除く)について材質、形状の違いより 7 品目に分類し、各廃棄物の年間処理量より組成(wt%)を算出した。その結果を表 2. 2. 1-1 に示す。さらに投入容器としてポリエチレンを用いるため、目標処理速度の 10kg/h を基に容器重量分(ポリエチレン 1kg/h)を補正し、組成(wt%)を決定した。表 2. 2. 1-2 に示す。本試験では、表 2. 2. 1-2 に示す組成を用いた。可燃・難燃物模擬廃棄物を写真 2. 2. 1-1 に示す。

#### (ii) 処理条件

表 2. 2. 1-3 に示す可燃・難燃物焼却処理条件を示す。

(a) 燃焼空気流量は樹脂焼却時とあわせ 190Nm<sup>3</sup>/h とした。

(b) 条件 1, 2 は焼却温度のパラメータを振った試験を実施。また運転パターンは当初計画の昇温 1 時間、焼却 3 時間、残燃 1 時間に基づき、焼却 3 時間に 1kg/パッチ × 30 回の投入を行う様、投入間隔を定めた。

(c) 条件 3 は焼却温度 850°Cにおいて、焼却時間を延ばすと共に、キャニスター部供給空気量を条件 1, 2 と同じ 50Nm<sup>3</sup>/h について加熱空気とした場合の処理性能への影響について確認を行った。

(d) 条件 4 は燃焼空気流量 190Nm<sup>3</sup>/h 中のバランスを変更し、キャニスター部供給空気量を増加させ酸素と焼却物との接触性を高めること及び、1 投入毎の焼却時間を十分とすることにより処理性能向上を図った。同空気は、より良好な燃焼環境を作ることを目的に加熱空気を用い、温度は 300°Cが max 値であった。

(e) 条件 5 はキャニスター部供給空気量及び温度を条件 4 に同じとし、吹き込み速度についてパラメータを振った試験を実施。

#### ② 試験方法

可燃・難燃物の焼却試験方法は表 2. 2. 1-4 に示す通りである。

#### ③ 試験結果

表 2. 2. 1-5 に可燃・難燃物処理試験結果を示す。

(i) 条件 1, 2 実施の結果、残燃は最終投入後 15 分程度で炎が消えるため、計画の 1 時間は不要であることを確認した。残渣灰体積がキャニスター容量の 70%を占め、次の焼却工程及び溶融工程に支障をきたすと考えられた。そのため、残燃時間を短くし 1 パッチ焼却時間を延ばすこと、及び燃焼空気温度を上げることの 2 対策を考案した。

(ii) 条件 3 の結果、焼却時間延長と加熱燃焼空気の灰の残渣量に対する効果は見られなかった。この原因として、燃焼空気が焼却物と交わるのには流量不

十分であることが考えられた。また条件 1, 2 と照らしあわせ、焼却温度は 1000°C の方が幾分、良好であることを確認した。

- (iii) 燃焼空気流量は、焼却試料内に十分攪拌し燃焼促進させるために、キャニスター部に  $90\text{Nm}^3/\text{h}$  送り込み、 $20\text{m/s}$  (at.  $300^\circ\text{C}$ ) 以上の流速(吹き込み速度)が望ましいことが、条件 4, 5 の減容比結果から確認した。
- (iv) 吹き込み速度は残渣灰減容には  $20\text{m/s}$  以上が効果的であるが、 $35\text{m/s}$  はセミックフィルタ-(以下、C/F という)で捕集される灰の増加をもたらすことを確認した。
- (v) 以上の試験結果から確認された可燃・難燃物の処理速度  $6.7\text{kg/h}$ (条件 4, 5)での運転タイムチャートを図 2.2.1-1 に示す。

## (2) 樹脂焼却

### ① 試験条件

#### (i) 模擬廃棄物組成

- (a) ドライ重量換算にて三菱ケイイオン カチオン(SK1B) : アニオン (SA10A) = 3:2 の割合で  $30\text{dry}\cdot\text{kg}$  分混合。試料混合後 2 日間水に浸した後、網で水を切り容器詰めを行った。水切り後の樹脂模擬廃棄物組成を表 2.2.1-6 に示す。また樹脂模擬廃棄物を写真 2.2.1-2 に示す。
- (b) 条件 1 は製作者提示の水分値入手前に実施した測定値(カチオン 47.7%、アニオン 50.6%)を基に、条件 2, 3, 4 は製作者提示の水分値(カチオン 53.8%、アニオン 61.8%)を基に、混合を実施。製品毎の提示値にほぼばらつきが見られていたため、条件 1 以降、製作者提示値を採用し、混合を行った。
- (c) 水切りの際、条件 1 は手で絞りを十分加え、条件 2, 3, 4 は実運用計画に従い、網を通したのみであった。
- (d) 上記 2 理由により、投入重量(wet·kg)に違いが生じた。

#### (ii) 処理条件

表 2.2.1-7 に樹脂焼却処理条件を示す。

- (a) 燃焼空気流量は目標処理速度  $10\text{dry}\cdot\text{kg/h}$  に対する理論空気量  $80\text{Nm}^3/\text{h}$  の空気比  $m=2.4$  の  $190\text{Nm}^3/\text{h}$  とした。
- (b) 投入容器容積に対しバッチ重量は約  $2.5\text{kg}/\text{バッチ}$  が適当であった。
- (c) 条件 1 は wet 換算の試料総重量が他の 3 条件よりも少ないとおり、投入回数が異なる。 $30\text{kW}$  基礎試験装置での試験結果をもとに、キャニスター部燃焼空気は  $600^\circ\text{C}$  の加熱空気とした。焼却温度は当初  $1500^\circ\text{C}$  であったが、キャニスター保護の観点から  $1400^\circ\text{C}$  とした。投入間隔は平均として、 $8.5$  分であった。
- (d) 条件 2 は、キャニスターへの十分な燃焼空気供給により燃焼性が向上することをねらい、キャニスター部供給空気  $90\text{Nm}^3/\text{h}$  とした。加熱空気温度は  $300^\circ\text{C}$  が Max 値であった。投入間隔は条件 1 と同じとした。また  $1350^\circ\text{C}$  で焼却可能なため、キャニスター保護の観点からも焼却温度は  $1350^\circ\text{C}$  にて実施した。

- (e) 条件 3 は、条件 2 に加え焼却物を 1 回毎十分に燃焼させる投入間隔を把握することを目的として行った。
- (f) 条件 4 は、キャニタ部燃焼空気流速(吹き込み速度)をあげ、酸素との接触性を高めることにより燃焼環境の変更を行い、処理速度、減容性、運転時間について、条件 3 との比較を行った。また、焼却温度を 50℃下げ、1300℃での焼却性についても確認を行った。

## ②試験方法

樹脂の焼却試験方法は表 2.2.1-4 に示す通りである。

## ③試験結果

樹脂焼却試験結果を表 2.2.1-8 に示す。

- (i) 条件 1 の結果、残渣灰量が次の焼却工程及び溶融工程に差し障りのないものであることを確認したが、樹脂混合方法見直しにより、水分量、投入重量増加の影響が大きく、同設定条件下では燃焼が再現できなかった。
- (ii) 条件 2 は、1 日の運転時間 5 時間の枠に納まる様、投入間隔 8.5 分で焼却を 4 時間 15 分行った。投入終了時の炉内状況は、投入試料未燃焼部分が大量に残り、キャニスタ容量の 70~80%を占めていた。その結果、残燃を 1 時間要した。ただし、樹脂は灰分がないため、残燃の効果が大きいことを確認した。このため第 1 投入より毎投入量を十分に燃焼させる運転を行い、減容比の上昇を図ることが、3 日間の 1 サイクル運転実施ための必要条件であると考えられた。
- (iii) 条件 2 での考察を踏まえ、条件 3 を実施の結果、1 投入当たり、11.5 分要したが残渣灰は次の焼却工程及び溶融工程に支障を与えない量となることが確認できた。
- (iv) 条件 4 の結果、樹脂は 1300℃にて焼却可能なことを確認した。
- (v) 条件 4 は、運転時間の短縮を実現し、残渣灰についてみると減重比、減容比は向上したが、逆に C/F 捕集灰量は増加した。本試験は流量フルスケールで実施のため、二次燃焼室効果が十分でないことを考慮する必要があるが、35m/s の吹き込み速度は可燃・難燃物焼却と同様に樹脂焼却においても、C/F 灰増加につながることを確認した。吹き込み速度と C/F 捕集灰の関係を図 2.2.1-2 に示す。
- (vi) 以上の試験結果から確認された樹脂焼却時の処理速度 13.0 wet·kg/h(条件 3)における運転タイムチャートを図 2.2.1-3 に示す。

## (3) 不燃物溶融

### ① 試験条件

#### (i) 模擬廃棄物組成

本試験に用いる不燃物の組成を表 2.2.1-9 に示す。LED F 焼却溶融設備における溶融運転の処理対象廃棄物(プレス物を除く)について材質の違いより分類し、各廃棄物の年間処理量より、組成(wt%)を決定した。尚、レンガ、フィル

タについては、処理量が少ないとより省いた。

石膏については、基礎試験(30kW 基礎試験装置にて実施)の結果を踏まえ、溶湯面の変動を防ぐため予投入による処理を行った。

不燃物模擬廃棄物を写真 2.2.1-3 に示す。

#### (ii) 処理条件

表 2.2.1-10 に不燃物溶融試験条件を示す。

(a) 条件 1 では、当初計画した  $1500^{\circ}\text{C} \times 1000\text{Hz}$  の処理方法では、溶湯の攪拌が激しい状況であったため、溶融温度を  $1350^{\circ}\text{C}$  と下げ同周波数での溶融性能の確認を行った。

(b) 条件 2, 3 は溶湯の攪拌低減を目的に  $1500^{\circ}\text{C} \times 1500\text{Hz}$  にて運転を実施し、同時にキャニスター部燃焼空気供給の溶融性への影響についての確認を行った。条件 2 は可燃・難燃物及び樹脂焼却の際と同流量とした。

#### ② 試験方法

不燃物の溶融試験方法は表 2.2.1-4 に示す通りである。

#### ③ 試験結果

不燃物溶融試験結果を表 2.2.1-11 に示す。

(i) 各条件とも処理速度、減重比、減容比は同等であり、溶融工程は単独処理においては、昇温、保持含めトータル 2 時間以内で完了することを確認した。

(ii)  $1500\text{Hz}$  での運転により、溶湯の攪拌は穏やかとなることを確認した。

(iii) 条件 2 において溶湯表面はスラグ<sup>†</sup>が覆う傾向が見られ、十分な燃焼空気の供給は、溶湯表面に冷却作用し溶融性を低下させることを確認した。

(iv) 条件 3 においてキャニスター部燃焼空気を停止し溶融性の確認を行った。結果、溶湯表面をスラグ<sup>†</sup>が覆う状況はほとんど見られず、溶融時は燃焼空気を停止させることが望ましいと考えられた。条件 3 にて製作の固化体について、切断断面状況を写真 2.2.1-4 に示す。キャニスターは損耗がほとんどなく、健全であることを確認した。

#### (4) 圧縮物焼却溶融

圧縮物は主要廃棄物であると共に、炭化による溶融工程の障害となる可能性があるため、処理速度等最適処理方法の把握が必要である。本試験は、最適処理方法を把握するため、基礎試験で条件を絞り込んだ上で、性能把握試験を実施した。

##### ① 基礎試験

###### (i) 基礎試験条件

###### (a) 試験装置及び試料

###### a. 高周波溶融炉

型式 : 高周波溶融式

出力 : 30kW

周波数 : 3000Hz

最高温度：約 1600℃

b. 圧縮機

名称 : 理研 20t プレス機  
型式 : TYPE CD-20 20tonf

c. キャニスター

材質 : セラミック  
容積 : 約 3 リットル

d. 圧縮物

圧縮物の組成及び嵩密度を表 2. 2. 1-12 に示す。

(b) 基礎試験確認項目

- a. 焼却処理速度
- b. 焼却灰の減重量、減容積及び密度

(c) 処理条件

試験条件を表 2. 2. 1-13 圧縮物燃焼性基礎試験条件に示す。設計条件についての設定根拠を以下に示す。

a. 試験スケール

実機キャニスター容量は約 13 リットルを想定しており、本試験のキャニスターは容量 3 リットルのため 1/4 スケールとした。

b. 焼却時間

焼却は圧縮物 1 缶分(半缶 2 回投入後)投入後、ダスト・火炎の発生焼失を持って焼却時間とした。

c. 投入量

圧縮物処理時間の差を明確にするため、圧縮缶 1 缶分を投入量とした。

d. バッチ投入量

実機での運転を想定し、圧縮物を半分に切断して投入した。

e. 温度設定

圧縮物を焼却減容するには雰囲気温度が高いことが重要であり、処理量はキャニスター温度、燃焼空気温度のいずれも高い場合が最大であると想定される。しかし、可燃物等の処理では、高温条件は不要で、温度設定は低めに設定することが望ましい。

以上より、温度は 750℃、1000℃、1250℃、1500℃とした。

(d) 基礎試験手順

以下の手順により試験を実施した。

a. 試験前測定

試験前の圧縮物及びキャニスターの重量を測定する。

b. 焼却試験

・高周波溶融炉でキャニスター設定温度まで昇温し、燃焼空気温度設定の後、バッチ投入分圧縮物半缶分を投入し、試験を開始する。

- ・焼却開始後焼却状態を目視で確認しながらダスト・火炎焼失後、残りの半缶の追加投入を行う。
- ・ダスト・火炎焼失後、焼却灰を取り出す。

c. 焼却灰確認

焼却灰の重量測定、嵩密度の測定を行う。

(ii) 基礎試験結果

試験結果を表 2. 2. 1-14 圧縮物焼却溶融基礎試験結果に示す。

試験結果に示すように以下のことを確認した。

- (a) 全量焼却できた温度条件は、1250°C以上であった。
- (b) 圧縮缶が減容したのは 1500°C、1250°C の 2 条件であった。
- (c) 1000°C、750°C の条件では、圧縮缶が原形のまま残存した。
- (d) 可燃物は 1000°C 以下、難燃物は 750°C の条件で未燃物が残存した。

以上より、性能把握試験としては 1250°C 以上の条件で実施することとした。

② 性能把握試験

(i) 試験条件

(a) 試験装置及び試料

圧縮物焼却溶融性確認試験に使用した高周波溶融炉、キャニスター、圧縮物は(i)項基礎試験の概要に示したものと同一である。

(b) 試験確認項目

a. 焼却処理速度

3 時間の連続運転後の圧縮物の焼却残さの量が、キャニスター容積の 1/3 以下(1000cc)を目標とする。

b. 焼却灰の外観、減容比、密度

(c) 処理条件

試験条件を表 2. 2. 1-15 圧縮物焼却溶融性能把握試験条件に示す。

焼却時間は 3 時間とした。その他の条件は基礎試験と同等である。

(d) 試験手順

以下の手順により試験を実施した。

a. 試験前測定

試験前の圧縮物及びキャニスターの重量を測定する。

b. 焼却試験

- ・高周波溶融炉でキャニスター設定温度まで昇温し、燃焼空気温度設定の後、バッチ投入分の圧縮物半缶分を投入し、試験を開始する。
- ・焼却開始後焼却状態を目視で確認しながらダスト・火炎焼失後、投入可能であることを確認しながら、順次追加投入を行う。
- ・3 時間経過後、残さを取り出す。

c. 残さ確認

残さの重量測定、嵩密度の測定を行う。

## (ii) 試験結果

試験結果を表 2.2.1-16 圧縮物焼却溶融性能把握試験結果に示す。

試験結果に示すように以下のことを確認した。

- (a) 可燃物の 1250°C 处理では、圧縮物が堆積傾向となった。処理温度を 1350°C まで上昇させても堆積傾向は続いた。また、金属のスラグ化の傾向が強く見られ、減容性の観点から望ましくないことがわかった。
- (b) 難燃物 1350°C 处理では、燃焼は多量のダストを伴い激しくなったが、圧縮物の堆積もなく処理が可能であった。またスラグ化の傾向はやや弱まった。
- (c) 1500°C の処理では、可燃物圧縮物、難燃物圧縮物のいずれも堆積することなく、焼却溶融が可能であった。しかしながら、難燃物圧縮物投入時には、高温溶湯中に難燃物が投入され急激な熱分解を伴うため、激しくダストが発生する現象が観察された。実設備の設計に於いては、この急激なダスト発生に対応するには焼却溶融炉本体に比べ、大型の排ガス処理系を準備する必要がある。このため排ガス系は過剰な設備となる可能性が高く、圧縮物は前処理で破碎し、金属と可燃物、難燃物を分離して、別々に焼却、溶融することが望ましいことがわかった。
- (d) 処理速度は 1500°C の場合、可燃物圧縮物で約 2.5kg/h (実機スケールで 10kg/h)、難燃物圧縮物で約 3kg/h (実機スケールで 12kg/h) となった。

## ③まとめ

圧縮物は 1500°C での焼却溶融処理が可能であるが、急激なダスト発生を伴うため排ガス処理系が大型化するので、破碎して、金属と可燃物、難燃物と分離し別々に処理することが望ましいことがわかった。また、低温での処理は金属が減容しなかったり、スラグ化するため、好ましくない。

## (5) まとめ及び考察

- ① 焼却時はキャニスター部燃焼空気 90Nm<sup>3</sup>/h、吹き込み速度 20m/s (at. 300°C) にて可燃・難燃物は 1000°C、樹脂は 1300°C の焼却により、残渣灰が 51、31 度となることを確認した。一方同流量にて吹き込み速度 36m/s の場合、特に樹脂において残渣灰は減少したが、C/F 捕集灰量は大きく増加した。減容比、減重比結果からも樹脂焼却においては、吹き込み速度 20m/s が望ましい。同一流量設定にて運転する観点から、焼却工程での最適流量条件として、90Nm<sup>3</sup>/h、吹き込み速度 20m/s を選定することで最適な処理が可能と考える。
- ② 連続運転試験において、可燃・難燃物の焼却 1 日目終了時点での残渣灰 51 に対し、翌日の 30kg の焼却が可能であるか確認の上、不可であった際は、焼却 4 時間 15 分実施後、1300°C にキャニスターを 30 分で昇温 + 保持 30 分の計 1 時間の残燃を実施する運転が適切であると考えられる。
- ③ 樹脂焼却残渣灰量については、連続運転の際、2 日目の焼却工程に支障をきたさないことがわかった。

- ④不燃物溶融は温度 1500℃にて、昇温、溶融、保持あわせ 2 時間で処理可能であり、十分な処理速度を有することを確認した。
- 溶融性の低下を防止するため、溶融運転においてはキャニスター部燃焼空気は停止することが望ましいことがわかった。
- ⑤各模擬廃棄物処理時の C/F の差圧上昇は 1 日の運転パターンの中で、可燃・難燃物焼却時 : < 200mmAq、樹脂焼却時 : < 100mmAq、不燃物溶融時 : < 50mmAq であり許容差圧 (500mmAq) に対し十分余裕があった。また逆洗によりペース差圧まで回復可能であった。
- ⑥圧縮物は 1500℃での焼却溶融処理が可能であるが、急激なダスト発生を伴うため排ガス処理系が大型化するので、破碎して金属と可燃物、難燃物と分離し別々に処理することが望ましいことがわかった。また、低温での処理は金属が減容せずスラグ化するため、好ましくないことがわかり、前処理条件のひとつとして検討する必要があると考える。

## 2. 2. 2 連続運転試験

### (1) 可燃・難燃物焼却 + 不燃物溶融

#### ① 試験条件

##### (i) 模擬廃棄物組成

可燃・難燃物は 1. 単独処理試験表 2. 2. 1-2 に、同じく不燃物は表 2. 2. 1-9 と同組成を用いる。

##### (ii) 処理条件

表 2. 2. 2-1 に可燃・難燃物焼却 + 不燃物溶融試験条件を示す。

- (a) 可燃・難燃物焼却工程の燃焼空気条件は、単独処理試験結果を反映し燃焼性良好な同試験条件 4 と同じとした。1 日目の残燃時間において、1300°C に昇温する必要性について確認を行うことを目的に、本試験では残燃時の昇温は行わぬ、翌日の焼却を実施した。
- (b) 焼却工程 2 日間実施後の残渣灰量より、溶融工程での石膏処理は、予投入 1.0kg とし、石膏減容状況を確認しながら、追投入 2.08kg/バッチ × 2 回とした。
- (c) 不燃物単独溶融試験条件 2, 3 において、キャニスター部燃焼空気供給は溶融性を低下させる傾向であることを確認したのを踏まえ、3 日目溶融工程は不燃物標準組成投入前のみ残渣灰燃焼促進のためキャニスター内へ空気を供給した。尚、コイル周波数は 1500Hz にて試験を実施した。
- (d) 図 2. 2. 2-1 に可燃・難燃物焼却 + 不燃物溶融試験溶融工程における運転タイムチャートを示す。

#### ② 試験方法

可燃・難燃物焼却 + 不燃物溶融試験方法は表 2. 2. 2-2 に示す通りである。

#### ③ 試験結果

可燃・難燃物焼却 + 不燃物溶融試験結果を表 2. 2. 2-3 に示す。

- (i) 焼却工程 2 日間実施の結果、焼却工程 1 日目の残渣灰体積が 51 程度であれば、翌日の焼却工程が 1 日目と同じ運転タイムチャートにて投入 30kg の焼却処理が可能であった。このため単独処理試験結果より判断し計画した、「焼却 4 時間 15 分実施後、1300°C にキャニスターを 30 分で昇温し、保持 30 分の計 1 時間の残燃」は実施しなくとも処理可能であることを確認した。可燃・難燃物焼却 2 日間終了時の状況を写真 2. 2. 2-1 に示す。

図 2. 2. 2-2 に可燃・難燃物焼却時 (1run) の系統プロセスを示す。また溶融工程の代表例として図 2. 2. 2-3 に可燃・難燃物焼却灰 + 燃料溶融時の系統プロセスを示す。また、本図中の各計測点番号については、図 2. 1-1(1), (2) の配管計装線図を参照のこと。

- ・ 焼却溶融炉出口温度 : TE-2
- ・ 二次燃焼室出口温度 : TE-3
- ・ 排ガス冷却塔出口温度 : TE-4

- ・ C/F 入口温度 : TE-5
- ・ C/F 温度 : TE-6
- ・ C/F 出口温度 : TE-7
- ・ 排ガスプロワ出口温度 : TE-10
- ・ ジ'ヤケット部冷却水入口温度 : TE-30
- ・ ジ'ヤケット部冷却水出口温度 : TE-31
- ・ 焼却溶融炉内圧力 : PT-1
- ・ C/F 差圧 : dPT-2

- (ii) 2日目の残渣灰にさほど増加が見られなかつたのは、酸素との接触性が良い燃焼環境で燃焼したためであると考えられる。
- (iii) 不燃物溶融工程は単独処理時と比較し、標準組成投入までの時間が長くなつた。これは、キャニスター内の残渣焼却灰が断熱作用し、石膏減容の妨げとなつたことが要因であった。
- (iv) 石膏は可燃・難燃物焼却灰と混合され粘性の高い溶湯を生成した。石膏溶融性確認試験(30kw 基礎試験装置にて実施)での、石膏単体で生成した溶湯のなかに追投入を行つた場合、突沸を発生するといった状況は起こさずに処理できた。
- (v) 金属・ガスの標準組成の溶融時間は単独処理時よりも 5 分延長したのみであり、処理速度は良好であった。
- (vi) 可燃・難燃物焼却 + 不燃物溶融の溶融工程は昇温を含めた全運転時間は単独処理時の 1 時間 45 分に対し、55 分延長の 2 時間 40 分となつた。

## (2) 樹脂焼却 + 不燃物溶融

### ① 試験条件

#### (i) 模擬廃棄物組成

樹脂については単独処理時と同要領にて混合し表 2.2.2-4 に示す組成にて焼却処理を実施した。不燃物は表 2.2.1-9 に示す通りである。

#### (ii) 処理条件

表 2.2.2-5 に樹脂焼却 + 不燃物溶融試験条件を示す。

- (a) 樹脂単独処理試験条件 3 において焼却結果良好なことより本試験においても燃焼空気条件を同じとした。また条件 4 において 1300°C で焼却可能なことを確認したため焼却温度は 1300°C とした。
- (b) 溶融工程は不燃物標準組成投入前の昇温時のみキャニスター内へ空気を供給した。その他、溶融試験条件は単独処理試験条件 3 と同じとした。尚、コイル周波数は 1500Hz にて試験を実施した。
- (c) 焼却工程終了時の残渣灰体積が小さく、石膏は全量キャニスター内に投入可能であったため、予投入にて処理した。図 2.2.2-4 に樹脂焼却 + 不燃物溶融試験溶融工程の運転タイムチャートを示す。

## ②試験方法

樹脂焼却+不燃物溶融試験方法は表 2. 2. 2-2 に示す通りである。

## ③試験結果

樹脂焼却+不燃物溶融試験結果を表 2. 2. 2-6 に示す。

- (i) 樹脂焼却+不燃物溶融の組合せにおいては、樹脂焼却工程が 6.5h/day 要するものの残渣灰量が少なく、かつ樹脂には灰分がないため、可燃・難燃物焼却灰にみられた断熱作用はなく、溶融工程は不燃物単独処理と運転時間、処理方法ともほぼ同条件にて処理可能なことを確認した。
- (ii) 本パイロット試験では樹脂焼却の前提条件として、試料は水切りペースとし、水分含有量約 60% の物を用いた。実機においては 25%まで脱水した樹脂廃棄物を処理することから運転時間は短縮できると考えられる。空気条件等、最適燃焼条件の見直しが必要であると考えられる。
- (iii) 樹脂焼却 2 日間終了時の状況を写真 2. 2. 2-2 に示す。また図 2. 2. 2-5 に樹脂焼却時(1Run)の系統プロセスを示す。

## (3) 可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融試験

### ①試験条件

#### (i) 模擬廃棄物組成

可燃・難燃物は表 2. 2. 1-2 に、不燃物は表 2. 2. 1-9 に示す通りである。樹脂については単独処理時と同要領にて混合し、投入重量 82.2 wet·kg、体積 106.5l、水分含有量 63.5% のものを用いた。

#### (ii) 処理条件

表 2. 2. 2-7 に可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融の処理条件を示す。

- (a) 可燃・難燃物焼却工程の処理方法は、最適燃焼空気条件と考察した単独処理試験条件 4 と同じとした。同じく、樹脂焼却工程は焼却温度 1300°C の他は単独処理試験条件 3 と同じとした。
- (b) 溶融工程は不燃物標準組成投入前の昇温時のみ残渣灰焼却促進のためキャニスター内へ空気を供給した。その他、溶融試験条件は単独処理試験条件 3 と同じとした。尚、コイル周波数は 1500Hz にて試験を実施した。
- (c) 焼却工程 2 日間実施後の残渣灰量より、溶融工程での石膏処理は、予投入 2.16 kg とし、石膏減容状況を確認しながら、追投入 3kg/パッチ×1 回とした。
- (d) 図 2. 2. 2-6 に可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融試験溶融工程における運転タイムチャートを示す。

### ②試験方法

可燃・難燃物焼却+樹脂焼却+不燃物溶融試験方法は表 2. 2. 2-2 に示す。

### ③試験結果

- (i) 可燃・難燃物+樹脂組合せによる焼却工程は実施可能であることを確認した。
- (ii) 可燃・難燃物焼却+不燃物溶融試験同様、溶融工程時石膏突沸を発生させ

ず処理可能なことを確認した。

- (iii) 溶融工程において、金属・ガラスの不燃物標準組成投入前の 1500℃処理時に  
おいては可燃・難燃物、樹脂残渣灰及び石膏の溶融は見られなかった。他 2  
種の連続運転試験結果からも、可燃・難燃物焼却灰の影響によるものと考え  
られる。
- (iv) 金属・ガラスの標準組成の溶融時間は単独処理時よりも 5 分延長したのみで  
あり、処理速度は良好であった。
- (v) 溶融工程は昇温を含めた全運転時間は単独処理時の 1 時間 45 分に対し、55  
分延長の 2 時間 40 分となった。
- (vi) 連続運転時製作の固化体代表例として、本組み合わせでの固化体切断断面  
状況を写真 2.2.2-3 に示す。キャニスターは損耗がほとんどなく、健全であること  
を確認した。

#### (4)まとめ及び考察

- ① 可燃・難燃物 2 日間、樹脂 2 日間実施の焼却工程は 2 日目においても 1 日目  
と同じ運転タイムチャートにて処理可能なことを確認した。
- ② 溶融工程において樹脂+不燃物の組み合わせは不燃物単独溶融時同様の運転タ  
イムチャートにて 2 時間以内に完了でき、可燃・難燃物+不燃物、可燃・難燃物+樹脂  
+不燃物の組み合わせは不燃物標準組成投入までの時間が、50 分延長の 1 時  
間 50 分となるが、標準組成溶融時間は単独処理時と同等の 50 分にて処理可  
能であり、トータル 2 時間 40 分にて完了し、焼却残渣灰の影響を受けるが、十  
分な処理速度を有することを確認した。
- ③ 連続運転（1 サイクル）後のキャニスターについて、目視で表面状態を確認し  
たところ、キャニスター自身の健全性を損なうような損耗はないことが確認で  
きた。
- ④ 以上の確認結果は、実機の設計条件として有効であり、本条件により必要処  
理能力が得られると考える。

## 2. 3 核種挙動試験

### (1)目的

焼却・溶融した場合のD F データを取得するために運転が安定した段階で、模擬廃棄物にコールドトレーサー添加後処理し、焼却溶融炉出口、二次燃焼室出口及び C/F 出口においてサンプリングし評価を行い、系統D F のデータを把握し安全審査データに資することを目的とした。

### (2)条件

運転条件を表 2. 3-1 に示す。

単独処理時は、添加するトレーサ量全量を等分して全て混練し、模擬廃棄物と同時に焼却溶融炉内へ追加投入した。

連続処理時は、トレーサ量半分を予投入とし、残りを等分して全て混練し、模擬廃棄物と同時に焼却溶融炉内へ追加投入した。

### (3)運転スケジュール及び排ガスサンプリング方法

ヒートカーブを図 2. 3-1 及び図 2. 3-2 に示す。

#### ①運転スケジュール

可燃物・難燃物焼却及び樹脂焼却時は、運転が安定した段階で約 2 時間トレーサ入り模擬廃棄物を焼却し全量追加投入後、残燃し運転を終了した。尚、C/F 出口は残燃終了までサンプリングを行った。

不燃物単独溶融及び連続運転の条件の場合は、昇温から保持終了までサンプリングを行った。但し、C/F 出口はヤニタ昇温開始より、運転終了 30 分後までサンプリングを行った。

#### ②排ガスサンプリング方法

##### (i)サンプリング箇所

(a) 焼却溶融炉出口

(b) 二次燃焼室出口

(c) C/F 出口

##### (ii)サンプリングのタイミング

(a) 焼却及び溶融温度保持時（温度設定値は、各廃棄物の試験条件とした。）

##### (iii)サンプリング装置

(a) JISZ8808

##### (iv)サンプリング流速

(a) 焼却溶融炉出口:等速吸引

(b) 二次燃焼室出口:等速吸引

(c) C/F 出口:等速吸引

#### (4)手順

試験手順を表 2. 3-2 に示す。

## (5) コールド・トレーサ

トレーサの種類と化学形態、添加量を表 2. 3-3 に示す。

化学形態は廃棄物における基本的な存在形態と想定される酸化物とした。尚、Ru, Cs については酸化物の形態では入手が困難なことより、Ru については硝酸塩、Cs については炭酸塩を選定した。

添加方法は、模擬廃棄物にふりかけて添加し、測定時間内に分散して投入する。

## (6) 試験結果及び考察

表 2. 3-4 に各対象物における C/F 出口での系統 DF の結果を示す。また、各サンプリング箇所におけるコールド・トレーサ濃度を表 2. 3-5 に示す。尚、C/F 出口についてはコールド・トレーザの捕集量の合計を示す。

DF 値は炉内コールド・トレーサインパット量と C/F 出口コールド・トレーザ検出量より算出した。

焼却溶融炉出口及び二次燃焼室出口における各核種濃度の測定方法は、Co=原子吸光法、Cs=炎光光度分析法、Ce=ICP 発光分析法、Ru=ICP 発光分析法で行い、C/F 出口については全てのコールド・トレーザについて ICP-MS（検出下限  $0.01 \mu\text{g}/\text{ml}$ ）で実施した。

核種挙動試験結果より、得られたことを以下に示す。

①C/F 出口での Co, Cs, Ce がいずれの運転条件においても  $1 \times 10^5$  以上の値が得られ、系統 DF が高いことを確認した。

②焼却溶融炉から系統への移行については、可燃物・難燃物焼却時及び樹脂焼却時ににおいて Cs が比較的多く飛散し、また Co は樹脂焼却時に系統中へ飛散する傾向にあることを確認した。

③以上の結果は、焼却溶融設備の安全評価データとして有効であると考える。

## 2.4 有害物除去性能試験

### (1)目的

乾式処理による有害物(HCl, SO<sub>x</sub>)除去データを取得すること及び、長時間の運転による寿命評価(二次廃棄物発生量)を行うことを目的とした。

### (2)条件

#### ①吸着材仕様

- ・主成分: Ca(OH)<sub>2</sub>
- ・充填嵩密度: 0.5kg/l
- ・充填重量: 300kg

#### ②対象廃棄物

- ・可燃物・難燃物標準組成焼却
- ・樹脂標準組成焼却
- ・不燃物標準組成+焼却灰溶融

#### ③運転、測定スケジュール

焼却・溶融条件に系統温度を上げ、運転状態が安定した状態で模擬廃棄物を焼却・溶融中に適宜測定後、全量焼却・溶融し運転を終了した。

図2.4-1にヒートカーブを示す。

### (3)手順

試験手順を表2.4-1に示す。

### (4)排ガスサンプリング、分析方法

#### ①サンプリング個所

- ・吸着塔入口
- ・吸着塔出口

#### ②サンプリングのタイミング

- ・焼却・溶融温度保持時(温度設定値は、各廃棄物の試験条件とした。)

#### ③サンプリング装置

- ・サンプリングノズル+円筒ろ紙+200ml 吸収瓶×2段

#### ④サンプリング流速

- ・吸着塔入り口:等速吸引
- ・吸着塔出口:等速吸引

#### ⑤分析方法

- ・HCl: JISK 0107(排ガス中の塩化水素分析方法)
- ・SO<sub>x</sub>: JISK 0103(排ガス中の硫黄酸化物分析方法)

### (5)試験結果及び考察

試験結果を表2.4-2吸着塔での有害ガス除去性能試験結果に示す。

#### ①HClについて

可燃物・難燃物焼却時に発生する HCl 濃度は、吸着塔入り口で 1420ppm であったが、吸着塔出口で <1ppm と吸着性能が十分あることを確認した。また、樹脂焼却及び不燃物溶融時では 10ppm 及び 438ppm であり、吸着塔出口では共に、<1ppm と吸着性能を確認した。

尚、溶融時に発生する HCl 分は焼却灰中に存在した物であると推測される。

## ②SOxについて

樹脂焼却焼却時に発生する SOx 濃度は、吸着塔入り口で 870ppm、吸着塔出口で <2ppm、不燃物溶融時には、吸着塔入り口で 1654ppm、吸着塔出口では<2ppm と吸着材による除去が確認された。不燃物溶融時には石膏を溶融するため、石膏中の S 分により、高い SOx 濃度を示した。

また、可燃物・難燃物焼却時では、吸着塔入り口で 53ppm であり、吸着塔出口では<2ppm であった。

## ③吸着材の寿命について

吸着材の新品を充填してから、処理量の増加に伴い少量の有害ガスが吸着塔出口で検出されてくる。その径時変化を表 2.4-3 廃棄物処理量と吸着塔出口での有害ガス濃度に示す。

可燃物・難燃物 255kg、樹脂 210dry·kg(525wet·kg)、不燃物 180kg の合計 960kg を処理した時点で、吸着塔出口で HCl が 120~180ppm(0.12%換算で 160~250ppm レベル)、SOx が 50~80ppm が検出されている。これらの値は、大気汚染防止法の HCl 排出基準、0.12%換算で約 430ppm をクリアしている。また、SOx については全く問題ない値である。

この寿命をこのレベルの有害ガス発生量で交換したとすると、吸着材は以下の発生量となる。

本試験で処理を行った廃棄物と実プラントの年間発生割合の比率を比較すると、本試験では、可燃物・難燃物及び樹脂の割合が 80%以上、実プラントでは、70%弱となっている。吸着材の寿命を評価する上では、塩化水素、硫黄酸化物の発生割合が多い本試験の方が安全サイドとなる。このことより、年間処理量約 4100kg を処理した場合の吸着材の発生量は以下の計算により、約 1300kg となる。吸着材を使用する場合の当初計画では、年間の必要吸着材は、1354kg であり、ほぼ計画通りの寿命が得られたと考える。

$$4100\text{kg}/960\text{kg} \times 300\text{kg} \text{充填材} = \text{約 } 1300\text{kg}$$

## ④まとめ

有害ガス除去試験を実施して以下の結果を得た。

- ・乾式脱塩処理方法にて HCl, SOx の除去が十分可能であることを確認した。
- ・吸着材の寿命は、当初の計画通りの値が得られた。

## 2. 5 固化体の核種分布

### (1) 目的

溶融固化体における不燃物単独溶融及び、焼却灰+不燃物連続溶融にて固化体中における核種挙動の把握を目的とした。

### (2) 条件

#### ① 対象物

- ・ 不燃物単独溶融（単独処理）
- ・ 可燃物・難燃物焼却灰+樹脂焼却灰+不燃物溶融（連続処理）

#### ② 投入量

予め石膏または、石膏及び焼却灰をキャニスター内に予投入する。また、追加投入は隨時投入するものとした。

単独処理に添加するコールドトレーサーは、全量を追加投入数に等分し全て混練して、模擬廃棄物と同時に焼却溶融炉内へ追加投入した。また、連続処理時は、全量の半分を焼却灰と混練しキャニスター内に予投入し、半分を追加投入数に等分し全て混練して、模擬廃棄物と同時に焼却溶融炉内へ追加投入した。

コールドトレーサーの形態については、廃棄物における基本的な存在形態と想定される酸化物とし、Ru, Cs については酸化物の形態では入手困難なことより、Ru については硝酸塩、Cs については炭酸塩を選定した。

表 2.5-1 に単独処理模擬廃棄物溶融重量、表 2.5-2 に連続処理模擬廃棄物溶融重量及び表 2.5-3 にトレーサー投入重量を示す。また、以下に運転温度及び運転周波数を示す。

- ・ 運転温度: 1500°C
- ・ 運転周波数: 1500Hz
- ・ 燃焼空気流量: 190Nm<sup>3</sup>/hr

#### ③ 運転、測定スケジュール

系統温度を昇温した後、追加投入を行い全量溶融を確認し焼却溶融炉内にて冷却を行った。

ヒートカーブを図 2.5-1 に示す。

#### (3) 手順

試験手順を表 2.5-4 に示す。

#### (4) 評価方法及びサンプリング位置

キャニスター取出し後、溶融体のコールドトレーサーの残存率及びセミック層/金属層の分布状況及び各層内での均一性を評価する観点より、半径方向 3ヶ所、上下方向 3ヶ所よりサンプリング/分析を行う。

サンプリング箇所を図 2.5-2 に示す。

#### (5) 試験結果及び考察

表 2.5-5 に固化体中の核種分布及び、表 2.5-6 に各核種の変動係数を示す。また、単独処理及び連続処理によるセミック層、金属層の核種分布を図 2.5-3 に示す。

①不燃物単独溶融（単独処理）

金属層に Ru 及び Co が分布し、セミック層に Ce 及び Cs が分布することを確認した。また残存率では、Ru, Ce, Co は投入したトレーサのほぼ全量が固化体中に残存した。一方 Cs の残存率は 52.0%を確認した。

核種分布の変動係数は、金属及びセミック層内の上下方向及び半径方向いずれも、変動系数は小さく均一であることを確認した。

②可燃物・難燃物焼却灰+樹脂焼却灰+不燃物溶融（連続処理）

金属層に Ru 及び Co が分布し、セミック層に Ce 及び Cs が分布し、残存率では Ce, Co は投入したトレーサのほぼ全量が固化体中に残存することを確認し、単独溶融処理時と同等の結果を確認した。

しかしながら、単独処理時と比較し Ru は残存率 59.33%, Cs は 31.05%とそれぞれ低い値を示した。これは、予投入である焼却灰にコールド・トレーサの半分を添加したため、ダストと共に後工程に飛散したためと推測される。

核種分布の変動係数は、金属及びセミック層内の上下方向及び半径方向いずれも、変動系数は小さく単独処理時と同等の均一性であることを確認した。

## 2. 6 固化体性状確認試験

### (1) 目的

溶融固化体における不燃物単独溶融及び、焼却灰+不燃物連続溶融にて、成分及び固化体強度を評価し、溶融固化体の均質性等の性状を把握することとした。

### (2) 条件

#### ① 対象物

- ・不燃物単独溶融（単独処理）
- ・可燃物・難燃物焼却灰+樹脂焼却灰+不燃物溶融（連続処理）

#### ② 投入量

単独処理時は、予め石膏をキャニスター内に予投入する。また、連続処理時は、石膏及び焼却灰を予投入し、追加投入は随時投入するものとした。

表 2. 6-1 に単独処理模擬廃棄物溶融重量及び表 2. 6-2 に連続処理模擬廃棄物溶融重量を示す。また、以下に運転温度及び運転周波数を示す。

- ・運転温度:1500°C
- ・運転周波数:1500Hz
- ・燃焼空気流量:190Nm<sup>3</sup>/hr

#### ③ 運転、測定スケジュール

系統温度を昇温した後、追加投入を行い全量溶融を確認し焼却溶融炉内にて冷却を行った。

ヒートカーブを図 2. 6-1 に示す。

### (3) 手順

試験手順を表 2. 6-3 に示す。

### (4) 評価方法及びサンプリング位置

キャニスター取り出し後、固化体外観観察、重量測定を実施する。溶融体の主要構成成分 (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO) の含有率及びセラミック層/金属層の分布状況及び各層内での均一性を評価する観点より、半径方向 3ヶ所、上下方向 3ヶ所よりサンプリング/分析を行う。

サンプリング箇所を図 2. 6-2 に示す。

### (5) 試験結果及び考察

図 2. 6-3 に単独処理時における主要構成成分分布及び図 2. 6-4 に連続処理時における主要構成成分分布をまた、図 2. 6-5 に圧縮強度測定結果及び図 2. 6-6 にかさ密度測定結果を示す。

#### ① 不燃物単独溶融

##### ・セラミック層における主要構成成分分布

上部、中部及び下部の主要構成成分 (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO) の含有率のバラツキはほとんどなく、固化体中の主要成分の分布は均一であることを確認した。

##### ・セラミック層の圧縮強度

固化体強度は、いずれの位置も 1000kgf/cm<sup>2</sup> 以上と十分な強度を有することを確認した。

・セラミック層のかさ密度

固化体かさ密度は、いずれの位置も  $2.6\sim2.8\text{g/cm}^3$  の範囲にあることを確認した。

②可燃物・難燃物焼却灰+樹脂焼却灰+不燃物溶融

・セラミック層における主要構成成分分布

上部、中部及び下部の主要構成成分 ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ) の含有率のバラツキはほとんどなく、固化体中の主要成分の分布は均一であることを確認した。

また、 $\text{SiO}_2$  は、単独処理時と同等の値となったが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  及び  $\text{CaO}$  は、単独処理時と比較して  $\text{Al}_2\text{O}_3$  は 3wt% 高くなり、 $\text{CaO}$  は 8.6wt% 高い値になった。これは、焼却灰中の元素の影響と考えられる。

・セラミック層の圧縮強度

固化体強度は、いずれの位置も  $1000\text{kgf/cm}^2$  以上と十分な強度を有し、単独処理時と同等の値を確認した。

・セラミック層のかさ密度

固化体かさ密度は、いずれの位置も  $2.5\sim2.8\text{g/cm}^3$  の範囲であり、単独処理時とほぼ同等の値を確認した。

## 2.7 キャニスター耐久性試験

### (1) 目的

焼却と溶融の熱サイクルを受ける場合のキャニスターの健全性及び耐久性をキャニスター単体で確認する。

### (2) 条件

可・難燃物焼却、樹脂焼却、不燃物溶融の各運転について、キャニスター温度を変化させて、次の2種類の運転モードについて評価試験を行った。

- ・可燃物・難燃物焼却+不燃物を模擬した連続運転サイクル
- ・樹脂焼却+不燃物を模擬した連続運転サイクル

試験条件を表2.7-1に、ヒートカーブを図2.7-2、及び図2.7-3に示す。

ヒートカーブにおいて、目標温度に30分で昇温した後、6時間の保持を行った。尚、冷却は焼却溶融炉内で行った。

### (3) 手順

試験手順を表2.7-2に示す。

### (4) 試験結果及び考察

#### ①可燃物・難燃物焼却+不燃物を模擬した連続運転サイクル

キャニスターの外観は、1, 2日目共に変化無く健全であった。3日目終了時で、表面酸化防止材に一部変化が見られた程度であり、キャニスターは健全であることを確認した。

重量に関しては、若干の減少が見られるが、これは、キャニスター材料及び表面酸化防止材の揮発成分が揮発したためであり特に問題はない。キャニスターの減肉は無く、劣化は1mm以下であることを確認し、十分連続運転が可能であると考える。

試験後のキャニスター外観写真を写真2.7-1に示す。

#### ②樹脂焼却を模擬した連続運転サイクル

キャニスターの外観は、可燃物・難燃物焼却を模擬した連続運転サイクルと同等の結果であり、キャニスターの健全性を確認した。

重量、キャニスターの減肉は、可燃物・難燃物焼却を模擬した連続運転サイクルと同等の結果であった。

以上の試験結果を表2.7-3に、試験後のキャニスター外観写真を写真2.7-2に示す。

#### ③まとめ

- ・焼却工程における表面酸化防止材及び母材の健全性を確認した。
- ・溶融工程では、若干の表面酸化防止材の劣化が見られたが、母材の劣化は1mm以下で、母材は健全であった。
- ・2条件とも良好な結果であり、連続運転が可能であると考える。

## 2. 8 廃液処理試験

### (1) 目的

廃液処理設備から発生する廃液の焼却処理の可能性について、実規模大のパイロット試験装置で確認を行うことを目的とする。

### (2) 試験確認項目

本試験では以下の項目について確認を行った。

#### ① 廃液含浸量

廃液は、カット綿に含浸させ、投入容器に充填する計画である。このため、カット綿単位重量あたりに含浸できる廃液量を確認し、投入容器1個の廃液充填量を設定する。

#### ② 処理方法及び処理能力

可・難燃物焼却と同じ運転条件でカット綿に含浸した廃液を専焼するケース及び、可燃物・難燃物焼却後に廃液を焼却するケースについて、その際の処理状況、発生する焼却灰量等から最適な処理方法及び処理能力を評価する。

#### ③ セラミックフィルタ差圧

廃液焼却によるセラミックフィルタの差圧上昇及び逆洗性能を評価する。又、差圧が上昇した場合は、セラミックフィルタの灰性状についても調査する。

### (3) 試験条件

#### ① 模擬廃液

模擬廃液は  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  を用い常温蒸留水と混合し作成した。組成を表 2.8-1 に示す。

尚、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の融点は 884°C である。

#### ② 運転方法

運転方法としては、廃液専焼、廃液+可燃・難燃物との混焼（可・難燃物焼却後（1時間）に廃液を焼却）について実施した。可燃・難燃物は表 2.8-2 に示す様、確認試験時と同組成とした。

#### ③ 処理条件

燃焼空気及びキャニスター温度は、可燃・難燃物焼却運転と同じ条件とした。

- ・供給空気 :  $190\text{Nm}^3/\text{h}$  (内キャニスター供給空気  $90\text{Nm}^3/\text{h}$ )

- ・キャニスター温度 :  $1000^\circ\text{C}$

### (4) 試験結果及び考察

#### ① 廃液含浸量

可燃・難燃物焼却時と同仕様のカット綿に、廃液を含浸させ、水の滴れ落ち、含浸割合等より、評価を行った。

表 2.8-3 に示す結果より、カット綿単位重量当たり廃液含浸比率 32 を選定した。

また、投入容器への廃液充填量は、32%含浸比率にて廃液 4.0kg、カット綿 125g が投入容器にほぼ満杯であり、この際の容積は 4.8 リットルであった。模擬廃棄物写真を写真 2.8-1 に示す。

以上より、本試験での模擬廃液量 20kg に対し、投入容器は 5 個とした。

## ②処理方法、処理能力、C/F 差圧確認

### ( i ) 廃液専焼試験

処理試験結果を表 2.8-4 に示す。投入は焼却状況に応じ行った。

試験後のキャニスター内状況写真を専焼試験は写真 2.8-2 に示す。

試験状況を以下に示す。

廃液を含浸させた投入容器は、投入後 10~15 分経過時点から徐々にカット綿が燃焼を開始し、20 分経過後には廃液中の  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  が溶融し溶湯を形成した ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  融点 884°C)。このため、3 回目以降の投入では、投入物が溶湯内に沈み込み、突沸や炉内圧の変動が確認された。

本結果から、高  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  廃液は融点以上の温度である焼却運転中に処理しても溶湯が形成され突沸、炉内圧変動等を発生させる恐れがある。この対策については別途記載した。

C/F の差圧上昇は廃液専焼において 15mmAq 程度であり、逆洗によりペース差圧への回復が可能であることを確認した。

### ( ii ) 廃液 + 可燃・難燃物混焼試験

処理試験結果を表 2.8-5 に示す。投入は焼却状況に応じ行った。

試験後のキャニスター内状況写真を写真 2.8-3 に示す。

試験状況を以下に示す。

廃液を含浸した投入容器は、可燃・難燃物焼却残渣灰上で 30 分過ぎからカット綿が燃焼を開始し、35 分過ぎから廃液中の  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  が溶融し溶湯が確認された。投入間隔は、専焼試験に比べ、約 2 倍の 40 分となり処理速度が低下した。

これは、先行処理した可燃・難燃物焼却残渣灰が廃液とキャニスター底面の間にあるため、キャニスター底面からの熱を遮断したため、処理速度の低下をきたしたと考える。

固化体を切断し断面を観察したところ、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶融塩の塊と若干の  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶融塩が染み込んだ可燃・難燃物焼却残渣灰の塊により形成され、均質に一体化したものではなかった。

C/F の差圧上昇は 45mmAq 程度であり、逆洗によりペース差圧への回復が可能であることを確認した。

溶湯の突沸の発生及び炉内圧の変動は、2 回目以降の投入において、廃液専焼の場

合と同様に確認された。このため、以下の試験を追加実施し、対応を検討した。

### (iii) 突沸、炉内圧変動対応試験

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  の融点は 884°C であり、今回実施した焼却温度 1000°C では  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  は溶融し溶湯となる。追加投入される廃液含浸容器は、溶湯中への投入となり、廃液の一部は溶湯中に沈み込むことになる。このため、廃液中の水分が急激に蒸発し、溶湯の突沸や炉内圧の変動をきたしたものであり、安全運転上好ましくない。

廃液の処理方法としては、予投入で処理すれば全く問題ないが、その他の処理方法として、以下の方法について検討した。

#### (a) 低温焼却案 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ の融点以下の廃液焼却)

この方式は、焼却温度を  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の融点以下である 800°C として、焼却、減容、灰化を図り、固相への追加投入を狙いとして、試験を実施したものである。

試験結果として、800°C では、1 時間以上の焼却時間をとってもカット綿がほぼ原形のまま残存し、減容効果はなく追加投入はできなかった。これは、廃液中の水分は蒸発しても、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  はカット綿から流れ落ちず付着したままであり、カット綿の燃焼を阻害したためと考える。

以上の結果より、カット綿を焼却するには従来実施してきた  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の融点以上である 1000°C 程度が必要と判断された。これより、次に示す高温焼却-低温投入を実施した。

#### (b) 高温焼却-低温投入

高周波溶融は温度制御が極めて容易であるという特徴を生かした方式であり、投入時は 700~800°C、投入後 1000°C に昇温し焼却減容化し、次の投入時には再度温度を 700~800°C に低下するというサイクルを繰り返す方式である。その投入サイクルの概要を図 2.8-1 に示す。

本方法により、廃液 20kg (投入回数 5 回) を突沸や炉内圧の変動等の異常なく、投入開始から約 5 時間(処理速度約 4kg/h)で焼却可能であった。また、残さの状況も廃液専焼と同等の状況であった。

### ③まとめ

- (i) 廃液専焼及び廃液+可燃・難燃物の 1000°C 処理試験において、溶湯の突沸と、炉内圧の変動が観察された。
- (ii) この対策として、高温焼却・低温投入式の試験を実施し、突沸や炉内圧の変動なく処理が可能であった。この場合の処理速度は約 4kg/h であった。
- (iii) 廃液専焼は廃液+可燃・難燃物に比べ大きな処理速度が得られた。
- (iv) C/F の差圧上昇は廃液専焼において 15mmAq 程度、可燃・難燃物との混焼において

45mmAq 程度であり、いずれも逆洗によりペ'-ス差圧への回復が可能であることを確認した。

(v) 廃液の焼却で得られる固化体は  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の溶融塩である。（水が添加されれば、再び処理前同様の液状になる。） $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶融塩は  $\text{SiO}_2$  等の助剤添加（これまでの知見では  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  に対し  $\text{SiO}_2$  を 50% 以上添加が必要）により溶融固化体にすることができる。しかしながら、廃棄物中のガラス成分を期待する場合には、廃棄物の組成等の調整が必要になる。

## 2. 9 二次燃焼室評価試験

### 2. 9. 1 二次燃焼室評価基礎試験

#### (1) 目的

焼却工程時に発生する未燃分を燃焼させるため、高周波方式を用いた二次燃焼炉にて評価を行った。尚、二次燃焼室加熱能力が 1/2.5 スケールのため、焼却・溶融条件を 1/2 スケールにダウングレードし評価した。

#### (2) 条件

##### ① 二次燃焼室仕様

- ・高周波出力 最大 50kW
- ・周波数 4000Hz
- ・加熱媒体 SUS304 製パイプ約 110kg 充填

##### ② 対象物

- ・可燃物・難燃物焼却
- ・樹脂焼却
- ・不燃物溶融

##### ③ 燃焼空気条件

100Nm<sup>3</sup>/hr

##### ④ 投入量及び投入間隔

1/2 スケールのため、投入量を各標準組成投入量の 1/2 とし、投入間隔は標準の投入間隔にて行った。

表 2. 9. 1-1 に二次燃焼室評価試験条件を示す。

##### ⑤ 運転、測定スケジュール

焼却・溶融条件に系統温度を上げ、運転が安定した状態で模擬廃棄物を焼却・溶融させ全量焼却・溶融し、ダスト濃度の測定を行い、残燃・保持させ運転を終了した。

図 2. 9. 1-1 にヒートカーブを示す。

#### (3) 手順

試験手順を表 2. 9. 1-2 に示す。

#### (4) 排ガスサンプリング方法

##### ①サンプリング箇所

- ・焼却溶融炉出口
- ・二次燃焼室出口

##### ②サンプリングのタイミング

- ・焼却及び溶融温度保持時（温度設定値は、各廃棄物の試験条件とした。）

##### ③サンプリング装置

- ・JISZ8808

##### ④サンプリング流速

- ・焼却溶融炉出口:等速吸引
- ・二次燃焼室出口:等速吸引

#### (5) 試験結果及び考察

試験結果を表 2.9.1-3 二次燃焼室評価試験結果及び図 2.9.1-2 二次燃焼室入口出口ダスト濃度に示す。

##### ①可燃物・難燃物焼却

焼却溶融炉出口ダスト濃度  $1.18 \text{ g/Nm}^3$  で二次燃焼室出口ダスト濃度  $0.56 \text{ g/Nm}^3$  とダスト除去率は 50%程度であった。

系統の温度は、二次燃焼室内の充填物の温度は、中央部と下部で  $1000^\circ\text{C}$  程度まで昇温しており、充填物の加熱能力としては十分であった。二次燃焼室の入口と出口の温度差は  $300^\circ\text{C}$  程度、出口温度は、約  $650^\circ\text{C}$  という結果になった。目標性能に比べ、温度差で約  $100^\circ\text{C}$  低い値となった。

この原因としては、二次燃焼室パイプ充填部の長さが短いため、熱交換が十分できなかったと推測され、十分な長さを持つ設計改善が必要と考える。

尚、高周波出力は  $38 \text{ kwh}$  で安定していた。最大出力  $50 \text{ kw}$  に対し、 $38 \text{ kw}$  まではしか負荷を加えられなかった。この原因是、高周波電源は既設品を転用しているため最適設計となっていないためであり、実設備では解消可能である。

また、約  $150$  時間運転後に充填パイプの状況を確認したが、若干の灰の付着が見られる程度で、腐食、タールの付着等の異常は観察されなかった。

##### ②樹脂焼却

焼却溶融炉出口ダスト濃度  $1.36 \text{ g/Nm}^3$  で二次燃焼室出口ダスト濃度  $0.71 \text{ g/Nm}^3$  とダスト除去率は可燃物・難燃物と同様、約 50% であった。

系統の温度の内、二次燃焼室内の充填物の温度は、可燃物と同等であった。二次燃焼室の入口と出口の温度差は  $300^\circ\text{C}$  程度、出口温度は、約  $680^\circ\text{C}$  という結果になり、可燃物・難燃物よりやや高い温度となった。しかし、目標性能に比べると、温度差で約  $100^\circ\text{C}$  低い値となった。

尚、高周波出力は  $38 \text{ kwh}$  で安定していた。

##### ③不燃物溶融

焼却溶融炉出口ダスト濃度  $0.59 \text{ g/Nm}^3$  で二次燃焼室出口ダスト濃度  $0.08 \text{ g/Nm}^3$  とダスト除去率は 80%以上であった。不燃物溶融時では、不燃物自体からはほとんどダストは発生せず投入容器から発生した物であるため、問題は少ないと考える。

尚、系統の温度は、運転時間が短いため、全体に低い結果となっている。

##### ④まとめ

二次燃焼室評価試験を実施して以下の結果を得た。

- ・焼却工程におけるダスト除去率は、約 50% であった。
- ・ダスト除去率を向上させるには、排ガスの高温化が必要で、熱交換時間を長く

することが効果的と考える。

- ・約 110kg の充填パイプは、38kw の出力で 1000°Cまで昇温できることを確認した。
- ・約 150 時間の運転であるが、充填パイプは健全であった。

## 2. 9. 2 二次燃焼室最適化評価

### (1) 目的

焼却時に発生する未燃分を燃焼するための二次燃焼室については、従来、高周波の出力が最大 38kw の時に実施した結果を報告してきた。

その後の二次燃焼室の改良により、出力が 50kw に到達したため、再試験を実施したので報告する。

### (2) 試験条件

#### ① 二次燃焼室仕様

- ・高周波出力 最大 50kw
- ・周波数 4000Hz
- ・加熱媒体 SUS304 パイプ

#### ② 対象物

- ・可燃物・難燃物焼却
- ・樹脂焼却

#### ③ 燃焼空気条件

可燃・難燃物の焼却性能速度 6.7kg/h に対し、空気比を 2 とすると、燃焼空気流量は約 100Nm<sup>3</sup>/h となることより、100Nm<sup>3</sup>/h に設定した。

#### ④ 投入量及び投入間隔

可燃・難燃物の焼却条件、及び樹脂の焼却条件と同等とした。

表 2. 9. 2-1 に二次燃焼室評価試験条件を示す。

#### ⑤ 運転、測定スケジュール

焼却条件に系統温度を上げ、運転が安定した状態で模擬廃棄物を焼却し、ダスト濃度の測定を行い、残燃後運転を終了した。

図 2. 9. 1-1 にヒートカーブを示す。

### (3) 手順

試験手順を表 2. 9. 2-2 に示す。

### (4) 排ガスサンプリング方法

#### ① サンプリング個所

- ・焼却溶融炉出口
- ・二次燃焼室出口

#### ② サンプリングのタイミング

- ・焼却安定時  
(温度設定値：可燃・難燃物焼却 1000°C、樹脂焼却 1300°C、)

### ③サンプリング装置

- ・ JISZ8808

### ④サンプリング流速

- ・焼却溶融炉出口:等速吸引
- ・二次燃焼室出口:等速吸引

## (5) 試験結果及び考察

試験結果を表 2.9.2-3 二次燃焼室評価試験結果に示す。

二次燃焼室改良後の系統プロセスを、図 2.9.2-1 に可燃・難燃物焼却時について、図 2.9.2-2 に樹脂焼却時について示す。また改良前後の二次燃焼室廻りの排ガス温度を図 2.9.2-3, 4 に示す。

### ①可燃物・難燃物焼却

- ・二次燃焼室出力

出力は 50kw であった。

- ・二次燃焼室温度

二次燃焼室上部で 780～820℃、中部で 920～970℃、下部で 840～860℃ であった。

- ・二次燃焼室出口排ガス温度

二次燃焼室出口排ガス温度は 850～900℃ であった。尚、排ガスの二次燃焼室入口温度は 500～550℃ であり、温度差は約 350℃ であった。

- ・ダスト濃度

ダスト濃度は炉出口 1.75 g/Nm<sup>3</sup> に対し、二次燃焼室出口で 0.94g/Nm<sup>3</sup> であった。ダスト除去率は約 50% 程度であった。

- ・C/F 灰

C/F 灰量は 0.60kg で約 3.8 リットルであった。

以上の試験結果を従来と比較すると、二次燃焼室出口での排ガス温度は約 200℃ アップし、二次燃焼室の高温化は実現できた。一方、C/F 灰は従来と同等程度で改善効果は認められなかった。

### ②樹脂焼却

- ・二次燃焼室出力

出力は 50kw であった。

- ・二次燃焼室温度

二次燃焼室上部で 750～800℃、中部で 890～950℃、下部で 830～850℃ であった。

- ・二次燃焼室出口排ガス温度

二次燃焼室出口排ガス温度は 880～930℃ であった。尚、排ガスの二次燃焼室入口温度は 500～550℃ であり、温度差は約 380℃ であった。

・ダスト濃度

ダスト濃度は炉出口  $2.5 \text{ g/Nm}^3$  に対し、二次燃焼室出口で  $0.35 \text{ g/Nm}^3$  であった。ダスト除去率は約 85%程度であった。

・C/F 灰

C/F 灰量は  $0.53 \text{ kg}$  で約 1.0 リットルであった。

以上の試験結果を従来と比較すると、二次燃焼室出口での排ガス温度は約  $200^\circ\text{C}$  アップし、二次燃焼室の高温化は実現できた。また、C/F 灰も従来に比べ約  $1/3$  で大幅な改善効果が認められた。尚、改良後の運転時間は約 50 時間であるが、二次燃焼室のパイプの腐食、タール等の付着等の異常は見られなかった。

③まとめ

二次燃焼室の改良後の評価試験を実施して以下の結果を得た。

- ・高周波式二次燃焼室で約  $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$  の排ガスを約  $850\sim900^\circ\text{C}$  程度まで昇温できることを確認した。また、二次燃焼室入口出口での排ガスの温度差は  $350^\circ\text{C}$  以上であること、及び、高周波出力はほぼ 100% 出力可能なことを確認した。
- ・焼却工程におけるダスト除去率は、可燃・難燃物焼却時約 50%、樹脂焼却時 85% であった。
- ・C/F 灰は、可燃物・難燃物焼却量  $30 \text{ kg}$ 、樹脂  $30 \text{ dry kg}$  に対し、約  $0.5\sim0.6 \text{ kg}$  発生量となることが判った。
- ・以上より、高周波方式の二次燃焼室の実用化の見通しが得られたと考える。

## 2.10 サンプリング方法の確認

### (1) 目的

溶融固化体を構成する金属層、セラミック層各々の各種の分析データを取得するため、溶融運転終了後に溶湯をサンプリングする必要がある。

本項では、鉄鋼業界等で一般的に使用されているサンプリング治具を用いて、パイロット試験装置で溶湯サンプリングを実施し、実機での採用について評価した。

### (2) 試験方法

溶融運転中、完全に溶湯が生成されている保持段階において、専用サンプリング治具を用いて、溶湯サンプリングを実施した。尚、サンプリング時間は15秒とした。

投入廃棄物は不燃物標準組成とし、投入量は図2.10-1に示すサンプリング治具仕様及び図2.10-2に示すサンプリング位置よりセラミック層が採取できる様、表2.10-1に示す標準組成投入8回+ガラス3.8kg(1回当たりの投入量0.95kg×4回分)とした。

### (3) 試験結果

試験前後サンプリング治具、採取金属、セラミック溶湯を写真2.10-1~4に示す。固化体は金属溶湯5g、セラミック溶湯9gが採取でき、サンプリング方法としては問題ないことを確認した。

但し、本試験で使用したサンプリング治具材質(紙+コーティング)については、以下の問題があり、別途材質について選定する必要があることを確認した。

①サンプリング治具を溶湯から抜出すと治具上部の紙製の部分が、炉から出た後も燃えていた。

更にサンプリング治具表面の燃焼抑制のコーティング材が飛散し、C/F差圧が70mmAqから250mmAqまで上昇した。

②サンプリング治具に付着した溶融物から白煙の発生がみられた。本結果から、サンプリング後炉内から取り出す際には、炉内上部で暫く停止する必要がある。

③サンプリング治具先端に付着したセラミック溶融物がつらら状に固化し(図2.10-3参照)、炉から取り出す際投入ダンパと干渉した。

④サンプリング治具周囲には、写真の通り多量の溶融物が固着した。(固着物はハンマーで粉碎除去可能)

### (4) サンプリング治具材質の検討

#### ①材質候補の選定

パイロット試験結果から、サンプリング治具材質の条件として、以下項目が必要であることを確認した。

- ・不燃性の材料であること
- ・ $SiO_2$ 等フィルムを目詰りさせる物質を含んでいないこと
- ・溶湯が治具に付着しにくいこと

以上条件から、サンプリング治具の材質として、溶融炉の坩堝等で実績のある下記4種類の材質について、評価試験を実施した。

- ・金属+セラミックコートイング（窒化ケイ素微粉末を骨材とした耐熱性コートイング）
- ・チタン酸アルミニウム焼結体 ( $Al_2TiO_5$ )
- ・サイアロン- BN複合材（窒化ケイ素に Al 及び O が固溶した物質、セラミックス固溶体）
- ・黒鉛

## ②試験方法

### (i) 試験装置（高周波溶融炉）

- ・型式 : 高周波溶融式傾動炉
- ・出力 : 30kW
- ・坩堝容量 : 約2kg ( $\phi 125mm \times 170mm$ )

### (ii) 試験条件

- ・溶融温度 : 1500°C
- ・溶融試料 : 金属、ガラス
- ・溶融量 : 金属層、セラミック層で各 50mm を確保する量

### (iii) 試験手順

- ・試験片を溶湯金属層部まで挿入し、10秒間程待機した後溶湯から抜出す。
- ・抜出した試験片の表面を目視観察した後、ハンマリングにより熱劣化の有無について確認する。
- ・試験片を溶湯に投入し、減容性について確認する。

## ③試験結果

試験結果を表 2.10-2 に示す。本試験から黒鉛が湯離れ性、耐熱性及び耐熱衝撃性の全てにおいて優れていることを確認した。又、黒鉛の試験片を溶湯に投入し、1時間程度保持したが大きな減容性は認められず、溶融処理する場合長時間を要する。

## (5) 考察

溶融固化体のサンプリング方法としては、鉄鋼業界等で一般的に用いられているサンプリング治具によって採取できることを確認した。

但し、サンプリング治具材質については、セラミックフィルムへの目詰りや溶湯の治具への付着等の問題を考慮すると、材質としては黒鉛が最適であると考えられる。また、黒鉛を溶融処理するには長時間を要するため（3時間以上）そのまま2次廃棄物として保管（S缶で年間5本程度）することが望ましい。

## 2.11 低沸点金属の処理について

### (1) 目的

溶融炉モックアップ装置で低沸点金属溶融時の溶融状況を確認し、低沸点金属許容混入量について評価する。

### (2) 試験方法

- ①試験装置 : 溶融炉モックアップ装置（キャニスタ容量 100 l）
- ②運転温度 : 1500°C（キャニスタ表面）
- ③試料 : Φ30mm の真鍮棒（Zn30wt%，融点約 900°C）を切断。
- ④投入量 : 約 100, 300, 500, 1000g の 4 ケース

### (3) 試験結果

- ①真鍮約 100g の場合 : 溶融物の飛散は確認されなかった。
- ②真鍮 300～1000g の場合 : 小さな突沸が発生し、溶融物の飛散が確認された。  
又、多量のダストも発生した。

### (4) 考察

少量程度の低沸点金属であれば（例えば配管等のメッキ）溶融処理には影響はないことを確認した。この結果、例えば配管等でメッキされているものは、そのまま溶融処理することが可能であると考えられる。

但し、塊状の低沸点金属については、溶融すると突沸し溶融物が飛散し上部耐火物等に付着し投入装置と干渉する等の影響が考えられるため、投入容器及び投入籠に廃棄物を充填する前に除去する必要があると考える。

### 3. ルテニウム吸着材実用性確認試験

焼却溶融設備では、焼却溶融炉から発生した排ガス中の揮発性ルテニウム（以下 Ru という）が洗浄塔の洗浄水に移行し、洗浄水廃液の放射能レベルを上昇させ廃液処理の負担とならないように、洗浄塔前の排ガス温度である 200℃程度の高温排ガスに耐えられるシリカゲルに鉄を担持させた鉄担持シリカゲル（以下吸着材という）を充填した高温 Ru 吸着塔の設置を計画している。

本吸着材の Ru 除去性能は、標準的な条件下での短期試験で既に確認されているが、今回の確認試験では、腐食性ガスの影響、吸着容量等の現状未確認の長期データについて、ホット試験で確認し、実機採用の妥当性について評価することを目的に実施した。

尚、今回使用した吸着材を表 3 に示す。

#### 3.1 細粒吸着材確認試験

##### (1) 試験項目

###### ①DF 性能確認試験

線速、温度をパラメータとし DF を評価する。尚、ガス組成及び Ru 濃度は標準組成廃棄物焼却時を模擬し、DF $10^3$  以上を評価する。

###### ②吸着材劣化傾向確認試験

排ガス中の HCl 及び SO<sub>3</sub> による、Ru 除去作用成分（触媒）である酸化鉄の形態変化の有無について確認する。

###### ③長期 DF 確認試験

吸着材の充填層高さをパラメータとした DF の経時変化を測定し、吸着材単位重量あたりの Ru 吸着容量を評価する。

##### (2) 試験条件

###### ①DF 性能確認試験

DF 性能確認試験条件を表 3.1-1 に示す。

###### ②吸着材劣化傾向確認試験

吸着材劣化傾向確認試験条件を表 3.1-2 に示す。

###### ③長期 DF 確認試験

長期 DF 確認試験条件を表 3.1-3 に示す。

## (3) 試験方法

## ① DF 性能確認試験

## (i) 試験装置

試験装置フローを図 3.1-1 に示す。装置は RuO<sub>4</sub> 発生部、吸着材カラム装着部で構成し、接ガス部はパイレックスガラス製とした。試験装置外観写真を写真 3.1-1 に示す。又、吸着材の仕様を下記に、カラムに充填した状況を写真 3.1-2 に示す。

- ・粒径 : 75~500 μm
- ・比表面積 : 626 m<sup>2</sup>/g
- ・細孔容積 : 0.46 ml/g
- ・嵩密度 : 0.8 g/ml
- ・酸化鉄含有量 : 1.2 wt%

## (ii) Ru 発生方法と濃度設定

Ru-103 の塩酸溶液（放射能濃度約 3 kBq/ml）を流量約 1 ml/min で酸化剤 Ce(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> の溶液に注入し、キャリヤガスで置換することにより発生させる。

Ru ガス濃度（放射能濃度）は実機の平均 Ru 濃度と同じ約 2 kBq/Nl とした。

尚、試験で使用した Ru-103 の試薬は、安定化のため非放射性 Ru（キャリア）も添加されている。今回使用した試薬は Ru 単位重量（Ru キャリアも含む）あたりの放射能は、試薬保証書値より 6.63 mCi/mgRu (2.45E+11 Bq/g) であるから、単位ガス量あたりの Ru 重量としては 8.0E-9 g/Nl となる。

$$2 \text{ kBq/Nl} \times 10^3 \div 2.45\text{E}+11 \text{ Bq/g} = 8.0\text{E}-9 \text{ g/Nl}$$

一方、実機の平均的な Ru 濃度は、約 2 kBq/Nl より、Ru 重量で換算すると (Ru-106 の比放射能量は 3.32E+3 Ci/g) 1.6E-11 g/Nl となる。

$$2 \text{ kBq/Nl} \times 10^3 \div 3.7\text{E}+10 \text{ Bq/Ci} \div 3.32\text{E}+3 \text{ Ci/g} = 1.6\text{E}-11 \text{ g/Nl}$$

従って、実際試験で行った Ru ガス濃度は実機の平均 Ru 濃度の約 500 倍となる。

## (iii) 負荷ガス調整方法

高濃度標準ガスを流量調整し添加する。

## (iv) 試験操作

内径Φ20mm のカラムに吸着材を層高 50mm 充填し、所定時間ガスを流し吸着材下流ガスを NaOH 吸収液に吸収させた後、吸収液中の放射性 Ru を放射能計測により測定し Ru 濃度を算出する。これと吸着材上流の Ru 濃度から下記計算により DF を算出する。

$$DF = \text{吸着材上流側 Ru 濃度} / \text{吸着材下流側 Ru 濃度}$$

尚、NaOH 吸収液は 200ml 中の 100ml を採取し、1000 秒間測定した。又、吸収液測定前にはパ'ック'ラント'を測定し検出下限界値とした。

## ②吸着材劣化傾向確認試験

### (i) 評価方法

試験終了後の充填材を採取し、X線回折により Fe 化合物の化学形態を確認する。

### (ii) 試験操作

吸着材を充填したカラムにガスを所定時間流した後、評価項目について分析を行う。

## ③長期 DF 確認試験

### (i) 評価方法

吸着材充填量と通気した Ru 量から、吸着材単位重量あたりの Ru 吸着容量を評価する。

### (ii) 試験操作

吸着材の充填層高 20, 50 及び 100mm の 3 ケースにおいて初期 DF 性能確認試験同様、Ru 濃度を測定する。吸着材下流側の NaOH 吸収液は 5 ~ 20 分毎に交換し、DF の経時変化が確認できるようにした。（吸収液の測定方法は、初期 DF 性能確認試験と同じ）

## (4) 試験結果及び考察

### ①DF 性能確認結果

試験結果を表 3.1-4 に示す。全ての条件において DF は、目標  $DF10^3$  以上となった。

#### (i) 空間速度 (SV) による DF 性能

試験 No3（線速 6cm/s）及び試験 No4（線速 10cm/s）の条件において、DF は  $10^3$  以上であった。両試験共充填層高は 50mm より、空間速度は試験 No3 が  $SV4320h^{-1}$ 、試験 No4 が  $SV7200h^{-1}$  となる。一方、長期 DF 確認試験で行った充填層高 20mm、線速 6cm/s の  $SV10800h^{-1}$  の試験では、DF は 10 以下となり、空間速度  $7200h^{-1} \sim SV10800h^{-1}$  の間で急激に DF 性能が低下する傾向を示した。

このことから、実機高温 Ru 吸着塔の空間速度は、 $DF10^3$  以上の性能を確保するため  $SV7200h^{-1}$  以下とすることが必要である。

#### (ii) 温度による DF 性能

充填層温度 170°C, 200°C 及び 250°C のいずれの条件においても  $DF10^3$  以上が確認できた。実機運転温度としては現状 200°C で計画しており、運転状態等により運転温度が ± 50°C 程度変動しても、DF 性能への影響は問題ない。

### ②充填材劣化傾向確認試験

HCl 及び SO<sub>2</sub> ガスを通気した充填材について、X線回折装置で吸着材表面の Fe-S 及び

Fe-Cl 化合物の形態有無について調べたが、結晶構造を有するものは確認できなかった。

(ガス通気前及び HCl, SO<sub>3</sub> ガス通気後の吸着材の写真を写真 3.1-3 に示す。)

又、XMA (X線マイクロアナライザ) により成分元素の確認を行った結果、HCl を負荷した吸着材では Cl は確認できなかった。(HCl の結露点は約 60℃と低いため、吸着材部をガス状で通過) よって、吸着材と HCl の物理化学的吸着は起こっていないと予想される。一方 SO<sub>3</sub> を負荷した吸着材では S 分が確認されたが (SO<sub>3</sub> の結露点は約 170℃ とガス温度に近いため一部が結露)、X 線回折で結晶構造を有する Fe-S 化合物は確認されていないため、S 分は吸着材に物理的に付着されているものと思われる。(付着形態は SO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O→H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> と考えられる)

以上より、吸着材は HCl 及び SO<sub>3</sub> に対して反応劣化する可能性は極めて低いと考えられる。

### ③長期 DF 性能確認試験結果

充填層高をパラメータとした長期 DF 確認試験結果を表 3.1-5 に示す。本結果から、Ru の DF は通気時間の増加と共に比例的に低下する傾向を示した。負荷した Ru 量と吸着材重量から吸着材単位重量あたりの Ru 吸着量を算出すると、DF10<sup>3</sup> 以上が確保できる Ru 吸着量は吸着材 1g あたり約 7.8×10<sup>-8</sup>gRu で、これは実機 Ru 量で換算すると約 3 年分に相当する。

### ④まとめ

- ・吸着材の性能として SV7200h<sup>-1</sup> 以下において DF10<sup>3</sup> 以上の性能であることを確認した。
- ・吸着材の使用温度である 200℃ 前後の 170~250℃ の範囲では、DF10<sup>3</sup> 以上が確保できることを確認した。
- ・HCl 及び SO<sub>3</sub> による吸着材に担持された酸化鉄の形態変化は確認されなかった。このことから、実機排ガスによる吸着材劣化の可能性は低いと考えられる。
- ・吸着容量から考えると、吸着材は実機 3 年分相当の Ru を負荷しても DF10<sup>3</sup> 以上の性能が維持できることを確認した。
- ・吸着材充填層高 10cm、線速 6cm/s の条件において充填層の圧力損失は 600mmAq であった。このため、細粒吸着材を実機化するには、粗粒吸着材に比べて圧力損失が極めて大きくなるため (粗粒の場合は同条件で 10mmAq 以下)、排ガスブロワの容量を考慮する必要がある。

### 3. 2 粗粒吸着材確認試験

#### (1) 確認項目

##### ①吸着材の劣化の有無

製作年月の異なる吸着材で、鉄含有率、形態等について分析し経年劣化の有無を調査する。

##### ②DF 性能

滞留時間と DF の関係について調査し、実機に必要な  $DF10^3$  以上となる滞留時間を設定する。

##### ③寿命評価試験

ガス通気時間と DF の関係について調査し、吸着材の交換頻度を設定する。

#### (2) 試験条件

##### ①吸着材（試験では平成 8 年 2 月に製作したものを使用）

- ・成分 : シリカゲル、酸化鉄 ( $Fe_2O_3$ )
- ・粒径 : 0.83~1.65mm
- ・鉄含有率 : 1.24wt%
- ・嵩密度 : 約  $1g/cm^3$

##### ②排ガス

- ・成分 : 乾空気+水
- ・含水率 : 16.6vol% (実機設計条件と同じ)
- ・Ru 濃度 : 約  $1kBq/Nl$  (充填カラム入口)
- ・温度 : 200°C

##### ③充填カラム

- ・カラム経 :  $\phi 20mm$
- ・充填層高 : 最大  $20cm$  までアップ可能)
- ・ガス通過速度 :  $6cm/s$

#### (3) 試験方法

##### ①吸着材の劣化の有無

製作年月の異なる 3 種類の粗粒吸着材（製作後 2 ヶ月、1 年及び 1.5 年経過したもの）について下記の物性値を測定する。

- ・乾燥減量
- ・Fe 含有率
- ・鉄形態

## ②DF 性能試験

充填カラム上流側のガス中 Ru 濃度が安定していることを確認した後、充填カラムにガスを 10 分間導入し、充填カラム下流側での Ru 濃度を測定する。又、Ru 発生部、配管、充填カラム（含充填材）及びガスサンプリングは、試験終了後に装置を分解・洗浄し、付着している Ru 量を測定する。

尚、吸着材充填層高は、滞留時間と DF の関係を調査するため、10cm（滞留時間 1.7 秒）、15cm（滞留時間 2.5 秒）及び 20cm（滞留時間 3.3 秒）にて実施する。

## ③寿命評価試験

DF 性能試験で目標 DF が得られた滞留時間の条件でガスを長時間通気し、10 分単位で充填カラム下流側の Ru 濃度を測定し、DF の経時変化を評価する。

## (4) 試験結果及び考察

### ①吸着材の性状について

表 3.2-1 に製作年月（製作後 2 ヶ月、1 年及び 1.5 年経過したもの）の異なる粗粒吸着材の乾燥減量、トータル Fe 含有割合（カタログにあわせて  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  濃度として表記した）の測定結果を示す。又、併せて吸着材出荷時の試験成績書に示された値を併記する。

分析結果から、下記を確認した。

- ・未使用状態での乾燥減量は、全種類共 1 wt % 以下で出荷時の状態と同等であった。
- ・鉄含有割合は、全種類共平均 1 wt % 程度で差はなかった。
- ・目視上の粒子の色の違いは粒子に含まれる鉄の含有割合と対応していた。

又、0-フェナントロリン呈色法を用いた分析結果を表 3.2-2 に示す。分析結果から、鉄は第二鉄イオン ( $\text{Fe}^{3+}$ ) が主体であった。従って、粗粒吸着材に担持した鉄の化学形態は  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及び  $\text{Fe}_2(\text{OH})_3$  が主体であると考えられる。

以上の結果から、製作年月による吸着材の物性には差違がなく、経年劣化は問題ないと確認した。

### ②DF 性能試験

DF 性能試験を行う前に、試験の妥当性を評価するため、充填カラムでの Ru の形態について評価した。試験は、充填カラムにガラスフィルタのみを装着した状態で、ガスを通気させ DF を測定した。試験結果を表 3.2-3 に示す。その結果、Ru はガラスフィルタで捕集されず、DF はほぼ 1 となつたことから、ガス中の Ru はほぼ全量気体状 ( $\text{RuO}_4$ ) になっていることが確認できた。

次に、充填カラムに吸着材を充填し、吸着材の DF 性能について試験した。試験は、まず、充填カラム上流側の Ru 吸収液で 30 分毎にガスをサンプリングし、Ru 濃度が安定した時点で、充填カラム側にガスを通気させた。試験結果を表 3.2-4 (No1~6) に示す。又、充填層高を滞留時間に換算して、DF との関係で示した図を図 3.2-1 に示す。本結果から、DF は滞留時間に対して指數関数的に上昇し、実機に要求される  $DF10^3$  以上を確保するには、滞留時間が 3 秒以上必要であることを確認した。

更に、試験終了後には試験装置を分解・洗浄して、充填カラム及び吸着材に付着した Ru を回収した。その結果、充填カラム周辺の Ru 回収率としては、ほぼ 100% であった。このことから、充填カラムに供給された Ru は、充填カラムを通気したもの除き、充填層で確実に捕集されていることが確認できた。

又、Ru 濃度による DF への影響を確認するため、充填カラム上流側での濃度を 1/10 程度に下げて DF 性能を確認した（表 3.2-4 の No8）。その結果、図 3.2-2 に示すとおり、低濃度の条件においても DF は低下しなかったことから、実機の Ru 濃度周辺における濃度依存性についても問題ないと考えられる。

### ③寿命評価試験

試験結果を表 3.2-4 の No 7 に示す。本試験は、10 分毎に充填カラム下流側の Ru 吸収液を交換し DF を測定した。その結果、試験開始から 10 分までの DF は  $10^3$  以上の性能を確認したが、それ以降は DF が低下し、50 分経過後は DF がほぼ 1 となり粗粒吸着材が完全に破壊した状態となった。

この結果を、実機での吸着材単位重量あたりの Ru 負荷量で評価すると、実機での滞留時間を 6 秒とした場合、吸着材の充填重量は約 1880kg となる。又、年間の Ru 量は、 $8.0 \times 10^{11} \text{Bq}$ 、Ru-106 の比放射能量  $1.23 \times 10^{14} \text{Bq/g}$  より、吸着材単位重量あたりの Ru 負荷量は、 $3.46 \times 10^{-9} \text{Ru-g/g}$  となる。

$$8.0 \times 10^{11} \text{Bq} \div (1.23 \times 10^{14} \text{Bq/g}) \div 1880 \text{kg} \div 10^3 \text{g/kg} = 3.46 \times 10^{-9} \text{Ru-g/g}$$

一方、試験での通気時間 10 分間における Ru 量はキャリアを含めると  $4.3 \times 10^{-7} \text{Ru-g}$ 、吸着材の充填量 62g（充填層高 20cm）より、吸着材単位重量あたりの Ru 負荷量は  $6.9 \times 10^{-9} \text{Ru-g/g}$  となる。

$$4.3 \times 10^{-7} \text{Ru-g} \div 62 \text{g} = 6.9 \times 10^{-9} \text{Ru-g/g}$$

以上の計算にて、DF 性能試験で実施した試験も含めて、実機換算年と DF の関係を示した図を図 3.2-3 に示す。本結果から、滞留時間 6 秒の設計条件にて、2 年間は  $DF10^3$  以上の性能が維持できることを確認した。

#### ④まとめ

本試験結果より、吸着材は性状的にも安定しており、以下条件で使用することによって、  
DF10<sup>3</sup>以上の性能が確保できることを確認した。

- ・滞留時間として3秒以上
- ・吸着材単位重量あたりの Ru 負荷量で評価すると、滞留時間6秒の条件下で2年間は  
DF10<sup>3</sup>以上の性能が確保できる。

最後に、本吸着材の想定し得る吸着メカニズムについての考察を付録 3.2-1 に示す。

#### 4. 実機反映について

今回実施したパイロット試験及びルテニウム吸着材実用性確認試験の結果を踏まえ、実機設計に対する設計反映事項について整理する。

##### 4.1 運転条件

2.2 焼却溶融性能試験結果等から確認された、最適処理条件について以下に示す。

###### (1) 処理能力

###### ① 可燃・難燃物焼却処理能力

初期設定の 10kg/h ではキャニスタ内に焼却灰が堆積し、次工程の溶融処理に支障及ぼすことを確認した。従って可燃・難燃物の焼却処理能力は、焼却灰の堆積を極力減らすため、試験結果より 6.7kg/h（残燃時間を含まない条件では 7.0kg/h）とする。

###### ② 樹脂焼却処理能力

樹脂（含水率 60wt%）の焼却処理能力は、試験結果より可燃・難燃物同様焼却灰を減らすため 13kg/h とする。

###### ③ 不燃物溶融処理能力

連続運転試験において石膏以外の不燃物は、1 回あたりの投入量約 4.3kg、投入間隔 7 分（1 時間に 8 回程度投入可能）で処理できたことから、不燃物溶融処理能力は 30kg/h とする。（但し、石膏を溶融処理する場合は投入間隔を延長（45 分）する必要有）

###### (2) 運転時間

###### ① 焼却運転

初期設定では、1 日の焼却時間を 3 時間（焼却処理能力 10kg/h で 1 日に 30kg を処理）としていたが、可燃・難燃物は目標の処理能力が得られなかった。このため 1 日の焼却時間は、1 日の焼却処理量 30kg を満足するため 5 時間とする。又、焼却前後に必要なキャニスタ昇温、焼却後の残燃時間は、試験結果より各々 30 分とする。

###### ② 溶融運転

初期設定では、1 日の溶融時間を 3 時間（溶融処理能力 10kg/h で 1 日に 30kg を処理）としていたが、不燃物処理能力は 30kg/h と目標を上回り、1 時間で処理できることを確認した。但し、溶融開始前には焼却灰を溶融するための保持時間や石膏の処理時間が必要となるため、1 日の運転時間としては焼却灰の保持時間として 2 時間、石膏及び不燃物の溶融として 3 時間の合計 5 時間とする。（この時間以外にキャニスタの昇温時間 30 分が必要）

### (3) 運転温度

今回の試験でキャニスターの表面温度は廃棄物の種類毎に運転温度を設定する必要があることを確認した。以下に廃棄物種類毎の最適なキャニスター表面温度を示す。

- ・可燃・難燃物 : 1000°C
- ・樹脂 : 1300°C
- ・不燃物 : 1500°C

### (4) 燃焼空気（キャニスター供給部）

今回の試験で、特にキャニスター内に導入する燃焼空気については、燃焼性、焼却及びセラミックフィルタ灰の堆積量等に影響することを確認した。以下に焼却、溶融各々における燃焼空気の条件を示す。

#### ① 焼却時

- ・燃焼空気量 : 90Nm<sup>3</sup>/h
- ・温度 : 300°C
- ・吹込速度 : 約 20m/s

#### ② 溶融時

- ・燃焼空気は無し

### (5) 特殊廃棄物の処理方法

今回の試験では、特殊廃棄物として石膏、廃液及び低沸点金属の処理について検討を行った。その結果について以下に整理する。

#### ① 石膏

石膏はこれまで溶融試験を実施した実績が無かったが、今回の試験で連続運転試験で、焼却灰と混合することにより粘性の高い溶湯を生成し、不燃物を追加投入しても突沸の発生は起らなかった。従って、実機での処理方法としても、今回試験同様不燃物の溶融処理開始前に行うものとする。

#### ② 廃液

廃液は、可燃・難燃物の焼却温度 1000°C にて処理すると廃液中の Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> が溶融し、廃液を追加投入すると溶湯に沈み突沸することが確認された。このため廃液の処理は、専用のキャニスターで高温焼却－低温投入にて単独処理することが望ましい。

#### ③ 低沸点金属

低沸点金属 (Zn 等) は、1 回の投入量が 100g 以下であれば突沸の発生もなく溶融できることを確認した。従って、配管等でメッキされているもの程度であれば、その

まま溶融することは可能である。

#### 4.2 機器設計条件

##### (1) 焼却溶融炉

###### ①コイル出力

コイルの最高出力はキャニスター昇温時で 120kW (電圧 350V, 電流 310A) であった。

実機のコイル出力は、試験同様の処理能力を確保すれば問題ないことから 120kW 以上とする。

###### ②コイル周波数

コイル周波数は溶融時の溶湯攪拌に影響し、実機キャニスターの大きさを考慮すると極力溶湯の攪拌を穏やかにすることが必要になる。このため、コイル周波数はパイロット試験で溶湯の攪拌を穏やかにできた 1500Hz を選定する。

##### (2) 2 次燃焼室

今回の試験では、セル内への設置を考慮して高周波による内部充填加熱による 2 次燃焼室の性能について評価し、実機についても適用可能であることを確認した。以下に実機設計に必要な条件を示す。

- ・出力 : 50kW 以上
- ・充填加熱物 : SUS 製パイプ
- ・周波数 : 4000Hz
- ・入・出口温度差 : 約 350°C

##### (3) 排ガス冷却器

運転条件である燃焼空気量の確認の結果、計算による予想値より低い値で効果的な燃焼が可能なことが判り、炉からの排ガス量が少量化することが判った。そのため、高温排ガスの冷却のために設置していた、排ガス冷却器及び周辺配管であるライニング煙道を削減し、空気冷却に変更することにした。

以上の変更により、コスト低減が図れ、セル内スペースに余裕がとれるようになった。

##### (4) セラミックフィルタ

セラミックフィルタの差圧上昇は、試験を通して 1 日最大 200mmAq 以下で許容差圧 (500mmAq) に対し十分余裕があった。又、逆洗により差圧も回復できることから、実機のセラミックフィルタ本数はパイロット試験と同じ 52 本とする。

##### (5) 高温 Ru 吸着塔

ルテニウム吸着材実用性確認試験において、今回使用した細粒及び粗粒吸着材は温度

200°Cの条件において、いずれも DF10<sup>3</sup>以上の性能が得られ実機への適用についても問題ないことを確認した。但し、細粒吸着材については圧力損失が大きく、後段の排ガスブロワの容量が極めて大きくなることから、実機については粗粒吸着材を使用することが望ましい。粗粒吸着材による高温 Ru 吸着塔の設計条件を以下に示す。

#### ①吸着材仕様

- ・成分 : シリカゲル、酸化鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- ・粒径 : 0.8~1.7mm
- ・鉄含有率 : 平均 0.9wt%以上

#### ②排ガス

- ・温度 : 200°C
- ・含水率 : 16.6vol%以下
- ・Ru 濃度 : 約 1kBq/Nl

#### ③滞留時間 : 3秒以上

#### ④吸着材寿命 : 滞留時間 3秒で 1年

### 4. 3 その他の反映事項

#### (1) DF の設定

2.3 核種挙動試験及び 3. ルテニウム吸着材実用性確認試験において、核種毎の DF について評価した。実機ではその結果を考慮し DF を以下の通り設定する。

##### ①非揮発性核種 (Co, Cs, Ce)

C/F 出口まで 10<sup>5</sup>

##### ②ルテニウム

高温 Ru 吸着塔で 10<sup>3</sup>

#### (2) C/F 灰発生量

C/F の灰発生量は、2次燃焼室の最適化により 1 日で 0.5~0.6kg (比重を 0.15 とする 1 日約 4L) となった。従って、1サイクルの運転でキャニスタほぼ 1 個分の容量 (13L) となることから、C/F 灰の取出は 1 サイクル毎にキャニスタで回収するものとする。尚、回収した C/F 灰はキャニスタごと焼却溶融炉にセットし、加熱減容する。

#### (3) 溶湯サンプリングについて

固化体の性状は、2.5 固化体の核種分布及び 2.6 固化体性状確認試験において、金属層及びセラミック層各々の層で、核種組成、主要成分が均一に分布し、圧縮強度、嵩密度が同じであることを確認した。従って固化体の分析を行う場合は、金属層及びセラミッ

ク層各々で溶湯の一部をサンプリングすれば固化体全体の評価が可能になる。

サンプリング方法としては、2.10 サンプリング方法の確認で実施した治具を用いることとし、治具材質としては、湯離れ性に優れた黒鉛を主体に今後検討を進めるものとする。

## 5. 結言

平成 7 年度より行ってきたインキャン式高周波加熱を用いた焼却溶融設備の設計業務の中で、設備設計の最適化を図ることを目的にデータ取得を実施してきた「パイロット試験」、「吸着材実用性確認試験」について得られた成果を以下に示す。

- (1) 焼却溶融性能試験結果から、処理能力は可燃・難燃物に対して 6.7kg/h、樹脂に対して 1.5kg/h、石膏以外の不燃物に対して 30kg/h であることが判った。また、以上の処理能力等から一日の運転時間と運転時間の合計を求めるとき、焼却時間 5 時間／日、焼却前後のキャニスター昇温、残燃時間は各々 30 分が必要であり、溶融時間は、焼却灰の保持時間と石膏の溶融時間を考慮し、5 時間／日、キャニスター昇温時間 30 分が必要であることが判った。運転温度については、可燃・難燃物は 1000℃、樹脂は 1300℃、不燃物は 1500℃に設定するし、燃焼空気は燃焼性、灰の堆積量への影響から、燃焼空気量 90 Nm<sup>3</sup>/h、温度 300℃、吹き込み速度 20m/s を選択し、最適処理条件とした。
- (2) 特殊廃棄物である石膏、LED F 内で発生する廃液、低沸点金属の処理については、石膏は不燃物投入前に灰と混合し、その後不燃物を追加投入する、また、廃液は単独での処理が必要であり、高温焼却－低温投入する方向で計画する、さらに低沸点金属は一回の投入量が 100g 以下の場合は突沸による炉、運転状況に影響ないことが判った。
- (3) 機器の設計条件については、パイロット試験の炉の運転状況からコイル出力 120 kW 以上、コイル周波数 1500 Hz を選定することで、必要な処理能力と溶湯の攪拌能力を得ることができた。また、高周波による内部充填加熱による二次燃焼室については、実機設計に必要な条件を選定することができた。さらに、セラミックフィルターについては、実機ベースを想定したフィルター本数 52 本において、許容差圧 (500 mmAq) に対し十分余裕があるとともに逆洗による差圧回復が十分可能なフィルター本数であることが判った。
- (4) 高温オフガス中の揮発性ルテニウムを除去する高温 Ru 吸着塔の設計条件については、粒径 0.8 から 1.7mm の鉄担持シリカゲルに対して滞留時間 3 秒以上を確保することで D F = 10<sup>3</sup> が得られるとともに、吸着材寿命は約 1 年であった。
- (5) LED F の標準的廃棄物から生成する固化体は、核種組成が均一に分布していること、セラミック層の主要構成成分も均一に分布しており、圧縮強度、嵩密度はバラツキのないものであることを確認し、溶融運転中の溶湯の一部をサンプリングすることで固化体全体の評価が可能であることが確認できた。また、サンプリング方法については鉄鋼業界で一般的に使われている治具を用いることとし、材質については湯離れ性に優れた黒鉛を主体に検討可能との結果を得た。
- (6) 実機設計の基本的な条件として、核種挙動試験の結果からは、炉から C/F 出口までの D F について、実廃棄物の主要非揮発性核種 (Co、Cs、Ce) に対する各種毎の D F を評価し、実機では HEPA フィルタ-能力以外にも、D F として十分余裕があることを確認するとともに、焼却溶融性能試験の結果からは対象廃棄物毎の C/F での実際の灰発生量について、1 サイクルでキャニスター 1 個分程度の発生量であることが確認でき、C/F 灰の入ったキャニスター

一で廃棄物を同じサイクルで処理する必要があることが判った。

## 6. 謝辞

焼却溶融設備に関する確証試験を実施するに当たり、多大なご協力を頂いた日本ガイシ株式会社の長谷部猛氏、小畠政道氏、部田勝敏氏、桜本直彦氏に深甚なる謝意を表する。

## 7. 参考文献

- (1) 竹内 節、吸着の化学、産業図書、pp. 54-60(1995)
- (2) b. j. newby, "Chap. II in Idaho Chemical Programs annual Technical Report", ICP-1047, p. 88-92

表 2.1-1 各材質あたりの焼却量

材質	示性式	年間焼却量 (kg/年)	処理割合 (%)	時間あたり の処理量 (kg/h)
セルロース	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	342.2	16.1	1.5
塩ビ	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl	776.2	36.7	3.3
ネオプレンゴム	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> Cl	590.7	27.9	2.5
ポリエチレン	廃棄物	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	407.8	19.3
	投入容器		—	—
合計	—	2116.9	100.0	10.0

注) 投入容器重量は 0.1kg/個とし、1時間あたり 10 回投入を行うものとした。

表 2.1-2 各材質あたりの焼却量（樹脂）

材質	示性式	年間焼却量 (kg/年)	処理割合 (%)	時間あたり の処理量 (kg/h)
樹脂	カチオン	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> SO <sub>3</sub>	538.2	30.0
	アニオン	C <sub>12</sub> H <sub>19</sub> ON	359.8	20.0
水	H <sub>2</sub> O	897.0	50.0	10.0
ポリエチレン	投入容器	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	—	0.5
合計	—	1795.0	100.0	20.5

注) 投入容器重量は 0.1kg/個とし、1時間あたり 10 回投入を行うものとした。

表 2.2.1-1 年間処理量より算出した可燃物・難燃物標準組成

内容物	組成(wt%)	処理速度(kg/h)
紙	1.4	0.13
カット綿	8.2	0.74
木片	2.5	0.23
ポリエチレン	7.6	0.68
酢ビ	13.2	1.19
塩ビ	33.6	3.02
ネオプレンゴム	33.5	3.02
合計	100	9.0

表 2.2.1-2 可燃物・難燃物補正後標準組成

内容物	組成(wt%)	処理速度(kg/h)	投入重量(kg)	投入体積(l)
紙	1.3	0.13	0.39	
カット綿	7.4	0.74	2.22	
木片	2.3	0.23	0.69	
ポリエチレン	16.8	1.68	5.04	
酢ビ	11.9	1.19	3.57	
塩ビ	30.2	3.02	9.06	
ネオプレンゴム	30.2	3.02	9.06	
合計	100	10.0	30.00	171.0

表 2.2.1-3 可燃・難燃物処理条件

項目		条件1	条件2	条件3	条件4	条件5
焼却温度(℃)		850	1000	850	1000	1000
燃 燒 空 氣 部	総流量(Nm <sup>3</sup> /h)	190	190	190	190	190
	キヤニス 空気流量(Nm <sup>3</sup> /h)	50	50	50	90	90
	空気温度(℃)	常温	常温	500	300	300
投 入	吹き込み速度(m/s)	5.8	5.8	15.4	20.5	35.6
	バッヂ重量(kg)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	間隔(min)	6	6	7.5	8.5	8.5
回数		30	30	30	30	30

表 2.2.1-4 焼却溶融試験手順

No	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・系統昇温	(「表 2.2.1-17 運転説明」による。)
3	焼却溶融試験	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、パッチ投入分を順次追加投入する。 (3)30kg の標準組成廃棄物の焼却及び残燃(溶融及び保持)後、運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。
4	試験後確認	(1)キャニスターを取り出し、灰重量、体積を測定する。 (2)キャニスターを高さ方向に切断し断面状況を確認する。

表 2.2.1-5 可燃・難燃物処理試験結果

項目		条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5
運転時間	昇温時間	60 分	60 分	50 分	30 分	30 分
	焼却時間	3 時間	3 時間	3 時間 45 分	4 時間 15 分	4 時間 15 分
	残燃時間	30 分	30 分	25 分	15 分	15 分
	合計	4 時間 30 分	4 時間 30 分	5 時間	5 時間	5 時間
処理速度 (kg/h)		8.6	8.6	6.9	6.7	6.7
灰性状	重量(kg)	3.00	2.57	3.71	3.28	2.48
	体積(l)	9.30	8.73	9.72	5.88	4.53
	比重	0.32	0.29	0.38	0.56	0.55
C/F 捕集灰	重量 (kg)	0.48	0.52	0.45	0.57	1.08
	体積 (l)	3.00	3.06	2.81	3.56	5.40
	比重	0.16	0.17	0.16	0.16	0.20
減重比		1/9	1/10	1/7	1/8	1/8
減容比		1/14	1/15	1/14	1/18	1/17
キャニスター 損耗量 (mm)		<1	<1	<1	<1	<1

①処理速度 = 投入重量 / (焼却時間 + 残燃時間) より算出。

②減重比、減容比は (キャニスター内残渣灰 + C/F 捕集量) ÷ (投入重量) より算出。

表 2. 2. 1-6 樹脂模擬廃棄物組成

条件	投入重量 (wet · kg)	水分含有量 (%)	試料体積 (wet · l)
1	60. 6	50. 5	92. 3
2	76. 8	60. 9	105. 0
3	78. 0	61. 5	109. 2
4	74. 9	60. 0	106. 5

表 2. 2. 1-7 樹脂処理条件

項目		条件 1	条件 2	条件 3	条件 4
焼却温度 (°C)		1400	1350	1350	1300
燃	総流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	190	190	190	190
燒	キヤニス	空気流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	50	90	90
空	空気温度 (°C)	600	300	300	300
氣	夕部	吹き込み速度 (m/s)	17. 4	20. 5	20. 5
投	入	バッチ重量 (kg)	2. 33	2. 46	2. 60
		間隔 (min)	8. 5	8. 5	11. 5
		回数	26	30	30

表 2.2.1-8 樹脂焼却試験結果

項目		条件 1	条件 2	条件 3	条件 4
運転時間	昇温時間	1 時間	30 分	30 分	30 分
	焼却時間	3 時間 40 分	4 時間 15 分	5 時間 45 分	5 時間 15 分
	残燃時間	1 時間	1 時間	15 分	15 分
	合計	5 時間 40 分	5 時間 45 分	6 時間 30 分	6 時間
処理速度 (wet·kg/h)		13.0	14.4	13.0	13.6
灰性状	重量(kg)	0.27	1.73	0.92	0.43
	体積(l)	1.87	4.73	3.01	1.87
	比重	0.14	0.36	0.31	0.23
C/F 捕集灰	重量 (kg)	1.5	1.65	1.4	2.3
	体積 (l)	5.36	6.1	4.3	7.9
	比重	0.28	0.27	0.32	0.29
減重比		1/34	1/23	1/34	1/27
減容比		1/13	1/10	1/15	1/11
キャニスター 損耗量(mm)		<1	<1	<1	<1

表 2.2.1-9 不燃物の標準組成

種類		組成 (wt%)		投入重量 (kg)		投入体積 (l)
金属	SS400	63.8	9.57	19.1	2.88	19.0
	SUS304		54.2		16.2	
ガラス		19.0		0.95		
石膏		17.2		5.2		12.8
合計		100.0		30.0		31.8

表 2.2.1-10 不燃物溶融試験条件

項目		条件 1	条件 2	条件 3
コイル周波数 (Hz)		1000	1500	1500
焼却温度 (℃)		1350	1500	1500
燃焼空気	総流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	190	190	100
	キャニスター部 空気流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	50	90	0
	空気温度 (℃)	常温	常温	—
	吹き込み速度 (m/s)	5.8	10.5	—
投入	バッチ重量 (kg)	4.13	4.13	4.13
	間隔 (min)	5	4.2	5
	回数	6	6	6

表 2.2.1-11 不燃物溶融試験結果

項目		条件 1	条件 2	条件 3
運転時間	昇温時間	1 時間	1 時間	1 時間
	溶融時間	30 分	25 分	30 分
	残燃時間	10 分	15 分	10 分
	合計	1 時間 40 分	1 時間 40 分	1 時間 40 分
処理速度 (kg/h)		45	45	45
固化体	重量 (kg)	26.17	26.88	25.7
	体積 (l)	6.38	6.07	6.94
	比重	4.1	4.4	3.7
減重比		87/100	89/100	86/100
減容比		1/5	1/5	1/4.5
C/F捕集灰	重量 (kg)	0.14	0.14	0.15
	体積 (l)	未測定	未測定	未測定
	比重	未測定	未測定	未測定
キャニスター損耗量 (mm)		<2~3	<2~3	<2~3

①処理速度は (予投入を含む総投入重量) ÷ (溶融時間 + 保持時間) により算出。

②固化体重量は (試験後固化体込みキャニスター重量) - (試験前空キャニスター重量) により算出。

表 2.2.1-12 圧縮物の組成及び嵩密度

種類	対象物	組成 (wt%)	充填重量(g)	合計重量 (g)	圧縮物高さ (mm)	プレス缶仕様	圧縮力		
可燃物 プレス 缶	紙・布・酢 ビ	22.5	44.0	146	平均 38mm	容量 1400 cm <sup>3</sup> 寸法 径 113mm 高さ 140mm 厚み 0.7mm 重量 165g	10.5tonf		
	カット綿	76.5	100.0						
	木片	1.0	2.0						
難燃物 プレス 缶	ポリエチレン	20.0	47.6	238	平均 40mm				
	ゴム	2.7	6.4						
	アクリル	9.8	23.3						
	PVC	67.5	160.7						

表 2.2.1-13 圧縮物の焼却溶融性基礎試験条件

項目	試験条件
試験スケール	1/4スケール
投入廃棄物	可燃物圧縮物及び難燃物圧縮物
焼却時間	圧縮物1缶処理が可能な時間
投入量	圧縮物1缶
バッチ投入量	圧縮物切断品(半缶)
供給空気量	10Nm <sup>3</sup> /h
温度設定	下表の4水準の試験を実施する。 ・ 750℃、1000℃、1250℃、1500℃

表 2.2.1-15 圧縮物焼却溶融性能試験条件

項目	試験条件
試験スケール	1/4スケール
投入廃棄物	可燃物圧縮物または難燃物圧縮物
焼却時間	3時間を原則とし、残燃なし
バッチ投入量	圧縮物切断品(半缶)
供給空気量・温度	10Nm <sup>3</sup> /h、常温
温度設定	基礎試験結果より 1250℃及び 1500℃の 2 水準とした

表 2.2.1-14 圧縮物焼却溶融基礎試験結果

種類	温度 (℃)	圧縮物 全重量 (g)	残さ 重量 (g)	残さ 体積 (cm <sup>3</sup> )	減容比	焼却溶融状況
可燃物 圧縮物	1500	299	205	232	0.52	火炎を伴いながら比較的穏やかに燃焼。少量のダストが発生。
	1250	298	238	204	0.47	火炎を伴いながら比較的穏やかに燃焼。少量のダストが発生。
	1000	297	186	505	1.21	ダストは殆ど確認できず、火炎のみ発生。灰中には未燃分が 3.45g 残存
	750	298	184	475	1.14	ダストは殆ど確認できず、火炎のみ発生。灰中には未燃分が 11.9g 残存
難燃物 圧縮物	1500	377	152	210	0.46	投入と同時に激しく燃焼し、黒いダストが多量に発生。
	1250	379	185	223	0.42	状況は 1500℃と同等であるがやや穏やかな燃焼である。
	1000	380	189	475	0.88	黒いダストを伴いながら比較的ゆっくりと燃焼
	750	398	184	494	0.92	黒いダストを伴いながら比較的ゆっくりと燃焼。灰中には未燃部が 5.45g 残存

## 備考

1. 圧縮物全重量は、圧縮物を切断したため、プレス缶重量(約 165g)と充填した可燃物重量(146g)あるいは難燃物重量(238g)の合計と合致していない。
2. 減容比は処理前の圧縮物の見かけ容積を 420cm<sup>3</sup>として、算出した。
3. 投入速度はいずれの試験条件でも 7.5 分間隔であった。

表 2.2.1-16 圧縮物焼却溶融性能試験結果

種類	温度 (°C)	圧縮物全重量 (g)	圧縮物個数 (個)	処理時間 (h)	処理速度 (g/h)	残さ重量 (g)	残さ体積 (cm <sup>3</sup> )	減容比	残さ性状	焼却溶融状況
可燃物圧縮物	1250 (1350)	3027	10	3.0	1009	2228	1135	1/3.7	大部分がスラグ。一部溶融金属あり。	基礎試験と同様穏やかな燃焼であった。投入初期には約10分で焼却減容可能であったが、約40分経過後から、圧縮物が堆積傾向となつた。このため約1.5時間経過時点で1350°Cまで昇温したが、依然堆積傾向であった。
	1500	6180	20	2.5	2472	3370	680	1/12	スラグ層と金属層を形成	比較的穏やかな燃焼。焼却速度は早く、圧縮物半缶当たり約3.75分の投入間隔となつた。
難燃物圧縮物	1350	6652	16	3.0	2217	2250	926	1/7	スラグ層と金属層を形成	可燃物の試験結果より処理温度は1350°Cとした。圧縮物投入と同時に激しく燃焼し、黒いダストが多量に発生した。
	1500	6450	16	2.0	3225	2170	450	1/15	スラグ層と金属層を形成	圧縮物投入と同時に1350°Cよりさらに激しく燃焼し、黒いダストが多量に発生した。焼却速度は早く、圧縮物半缶当たり約3.75分の投入間隔となつた。

## 備考

1. 圧縮物全重量は、圧縮物を切断したため、プレス缶重量(約165g)と充填した可燃物重量(146g)あるいは難燃物重量(238g)の合計と合致していない。
2. 減容比は処理前の圧縮物の見かけ容積を420cm<sup>3</sup>として、算出した。

表 2.2.1-17 運転説明

項目	説明
運転前確認	<p>①ユーティリティが正常に供給されていること。</p> <p>②オフガス処理設備が正常に運転されていること。</p> <p>③1日の焼却・溶融分がストックされていること。</p> <p>④焼却溶融炉内から固化体が取出されていること。</p> <p>⑤排ガス出口が運転中であること。</p>
キャニスタのセット	<p>①キャニスタを焼却溶融炉キャニスタ台車上にセットする。</p> <p>②焼却溶融炉キャニスタ台車を焼却溶融炉下部へ移動する。</p> <p>③キャニスタを上昇させ、焼却溶融炉内にセットする。</p>
投入及び焼却・溶融	<p>①二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。</p> <p>②送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。</p> <p>③焼却溶融炉を起動し、キャニスタを昇温する。</p> <p>④投入装置で投入容器を焼却溶融炉へ投入し、焼却・溶融する。</p> <p>尚、焼却運転の際、投入は定間隔マニュアル投入を基本とし、溶融運転は ITV 黙示による 1 回ずつの投入操作とする。</p> <p>⑤溶融時の溶湯レベルは、溶融重量及び ITV 目視にて監視し、目標の溶融重量または溶湯レベルに達した時点で運転を停止する。</p> <p>⑥運転終了後、キャニスタは炉内でそのまま冷却する。</p>
キャニスタの取り出し及び充填	①キャニスタを下降し、焼却溶融炉キャニスタ台車で搬出する。

表 2.2.2-1 可燃・難燃物 + 不燃物溶融試験処理条件

項 目		工 程		
		1日目 可燃・難燃物 焼却	2日目 可燃・難燃物 焼却	3日目 不燃物溶融
焼却温度(℃)		1000	1000	1500
燃 燒 空 氣	總流量(Nm <sup>3</sup> /h)	190	190	100
	キヤニスタ部 空氣流量(Nm <sup>3</sup> /h)	90	90	標準組成投入前: 90 溶融時: 0
	空氣温度(℃)	300	300	標準組成投入前: 300 溶融時: -
投 入	吹き込み速度(m/s)	20.5	20.5	標準組成投入前: 20.5 溶融時: 0
	バッヂ重量(kg)	1.0	1.0	石膏: 2.08 標準組成: 4.31
	間隔(min)	8.5	8.5	石膏: 45 標準組成: 7
回数		30	30	8

表 2.2.2-2 連続運転試験方法

.	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・系統昇温	(1)「運転説明」(表 2.2.1-17)に従い設備を起動する。
3	焼却工程	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却状態を確認しながら、所定時間経過後、バッチ投入分を順次追加投入する。 (3)所定焼却時間、残燃時間の処理実施後、運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。
4	溶融工程	(1)キャニスター内への石膏予投入を行い、設備を起動する。 (2)昇温開始 1~2 時間後、石膏減容により投入可能なことを確認し、金属・ガラスを所定投入間隔で順次投入する。 (3)不燃物溶融・保持実施後、運転を終了する。キャニスターは炉内にて翌日まで冷却する。
5	試験後確認	(1)キャニスターを取り出し、灰重量、体積を測定する。 (2)キャニスターを高さ方向に切断し断面状況を確認する。

表 2.2.2-3 可燃・難燃物 + 不燃物溶融試験結果

項目		工 程		
		1日目 可燃・難燃物焼却	2日目 可燃・難燃物焼却	3日目 不燃物溶融
運転時間	昇温時間	30分	30分	30分
	焼却・溶融時間	4時間15分	4時間	2時間2分
	残燃時間	15分	15分	8分
	合計	5時間	5時間	2時間40分
処理速度 (kg/h)		6.7	6.7	13.8
灰・固化体性状	重量(kg)	3.27	5.08	30.9
	体積(l)	5.68	7.07	8.55
	比重	0.58	0.72	3.61
C/F 捕集 灰	重量 (kg)	0.43	1.23	1.65
	体積 (l)	2.69	8.39	10.7
	比重	0.16	0.15	0.15
減重比		1/8	1/10	1/3
減容比		1/20	1/22	1/19
キャニスター 損耗量(mm)		溶融工程後に確認		<2~3

- ①残渣灰、固化体重量、体積、C/F 捕集灰量、及び減重比、減容比は工程 1 日目からのトータル量に対して算出。
- ②処理速度 = (予投入を含む総投入重量) ÷ (溶融時間 + 保持時間)。ただし、焼却残渣灰は予投入重量に含まず。
- ③減重比、減容比は (キャニスター内残渣灰 + C/F 捕集量) ÷ (投入重量) より算出。

表 2.2.2-4 樹脂焼却+不燃物溶融試験

## 樹脂模擬廃棄物組成

工程	投入重量 (wet · kg)	水分含有量 (%)	試料体積 (wet · l)
1日目	74.9	60.0	106.5
2日目	77.2	61.3	106.5

表 2.2.2-5 樹脂焼却+不燃物溶融試験条件

		工 程		
		1日目 樹脂焼却	2日目 樹脂焼却	3日目 不燃物溶融
燒却度 (℃)	燒却温	1300	1300	1500
燃 燒 空 氣	總流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	190	190	100
	空氣流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	90	90	標準組成投入 前：90 溶融時：0
	空氣溫度 (℃)	300	300	標準組成投入 前：300 溶融時：0
投 入	吹き込み速度 (m/s)	20.5	20.5	標準組成投入 前：20.5 溶融時：0
	バッヂ重量 (kg)	2.50	2.57	4.31
	間隔 (min)	11.5	11.5	7
	回数	30	30	6

表 2.2.2-6 樹脂焼却 + 不燃物溶融試験結果

項 目		工 程		
		1 日目 樹脂焼却	2 日目 樹脂焼却	3 日目 不燃物溶融
運 転 時 間	昇温時間	30 分	30 分	30 分
	焼却・溶融 時間	5 時間 45 分	5 時間 45 分	72 分
	残燃時間	15 分	15 分	8 分
	合計	6 時間 30 分	6 時間 30 分	1 時間 50 分
処理速度 (kg/h)		12.5	12.9	22.5
灰・ 固 化 体 性 状	重量 (kg)	0.84	1.01	27.9
	体積 (l)	2.95	3.29	8.14
	比重	0.28	0.31	3.42
C/F 捕集 灰	重量 (kg)	1.55	3.90	4.39
	体積 (l)	5.34	14.38	16.96
	比重	0.29	0.27	0.26
減重比		1/31	1/31	1/6
減容比		1/13	1/12	1/10
キャニスター 損耗量 (mm)		溶融工程後に確認		<2~3

- ①残渣灰、固化体重量、体積、C/F 捕集灰量、及び減重比、減容比は工程 1 日目から のトータル量に対して算出。
- ②処理速度 = (予投入を含む総投入重量) ÷ (溶融時間 + 保持時間)。ただし、焼却残渣灰は予投入重量に含まず。
- ③減重比、減容比は (キャニスター内残渣灰 + C/F 捕集量) ÷ (投入重量) より算出。

表 2.2.2-7 可燃・難燃物焼却 + 樹脂焼却 +  
不燃物溶融試験処理条件

		工 程		
		1日目 可燃・難燃物 焼却	2日目 樹脂焼却	3日目 不燃物溶融
	焼却温 度 (℃)	1000	1300	1500
燃 燒 空 氣	總流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	190	190	標準組成投入 前 : 190 溶融時 : 100
	キャニスター部 空氣流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	90	90	標準組成投入 前 : 90 溶融時 : 0
	空氣温度 (℃)	300	300	標準組成投入 前 : 300 溶融時 : -
投 入	吹き込み 速度(m/s)	20.5	20.5	標準組成投入 前 : 20.5 溶融時 : 0
	バッヂ重量 (kg)	1.0	2.68	石膏: 2.00 標準組成: 4.31
	間隔 (min)	8.5	10.5	標準組成: 7
	回数	30	30	7

表 2.2.2-8 可燃・難燃物焼却 + 樹脂焼却  
+ 不燃物溶融試験結果

項目		工程		
		1日目 可燃・難燃物焼却	2日目 樹脂焼却	3日目 不燃物溶融
運転時間	昇温時間	30分	30分	30分
	焼却・溶融時間	4時間15分	5時間45分	2時間2分
	残燃時間	15分	15分	8分
	合計	5時間	6時間30分	2時間40分
処理速度 (kg/h)		6.7	10.2	25.7
灰・固化体性状	重量(kg)	2.99	3.41	26.2
	体積(l)	5.44	6.10	7.66
	比重	0.55	0.56	3.4
C/F捕集灰	重量(kg)	0.73	3.14	3.75
	体積(l)	4.06	12.67	15.88
	比重	0.18	0.25	0.24
減重比		1/8	1/17	1/5
減容比		1/18	1/15	1/13
キャニスター損耗量(mm)		溶融工程後に確認		<2~3

①残渣灰、固化体重量、体積、C/F捕集灰量、及び減重比、減容比は工程1日目からのトータル量に対して算出。

②処理速度 = (予投入を含む総投入重量) ÷ (溶融時間 + 保持時間)。ただし、焼却残渣灰は予投入重量に含まず。

③減重比、減容比は (キャニスター内残渣灰 + C/F捕集量) ÷ (投入重量) より算出。

表 2.3-1 核種挙動試験における運転条件、コ-ルト・リ-サ投入条件

項目	単独処理			連続処理		
	可燃物・難燃物焼却	樹脂焼却	不燃物溶融	可燃物・難燃物焼却灰+不燃物溶融	樹脂焼却灰+不燃物溶融	可燃物・難燃物焼却灰+樹脂焼却灰+不燃物溶融
キャニスター温度	1000°C	1300°C	1500°C	1500°C	1500°C	1500°C
予投入	無		石膏	焼却灰 2 日分	焼却灰 2 日分+石膏(2.6kg)	焼却灰 2 日分+石膏(5.2kg)
投入模擬廃棄物	標準組成			不燃物標準組成		
投入回数	30回内13回ト-リ-サ添加	30回内11回ト-リ-サ添加	6回内6回ト-リ-サ投入	8回内6回ト-リ-サ投入	6回内6回ト-リ-サ投入	7回内6回ト-リ-サ投入
投入速度(分/パッフ)	8.5	11.5	5	7	7	7
燃焼空気量	total 190Nm <sup>3</sup> /hr			total 190Nm <sup>3</sup> /hr		
設定C/F 温度	200°C以上			200°C以上		
予投入(g)	Co	—	—	250	250	250
	Cs	—	—	1250	1250	1250
	Ce	—	—	250	250	250
	Ru	—	—	5	5	5
パッチ当たりト-リ-サ添加量(g)	Co	19.23	45.45	83.33	41.67	41.67
	Cs	192.31	227.27	416.67	208.33	208.33
	Ce	19.23	45.45	83.33	41.67	41.67
	Ru	0.78	0.91	1.67	0.83	0.83
ト-リ-サ合計換算重量	Co=500g		Cs=2500g		Ce=500g	
					Ru=10g	

表 2. 3-2 核種挙動試験手順

No.	項目	手順
1-1	試験前準備 (単独処理)	(1) 投入試料の重量、体積の測定を行う。
1-2	試験前準備 (連続処理)	(1) 全トレーサの半分を全て混練し、キャニスター内へ予投入する。
2	設備起動・ 系統昇温	(1) 二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2) 送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3) 焼却溶融炉を起動し、キャニスターを昇温する。
3-1	焼却溶融試験 (単独処理)	(1) キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2) 焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、パッチ投入分を順次追加投入する。 (3) 測定時間となったら排ガスを測定する。 (4) 投入終了後、残燃を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。 (5) サプリングは、焼却溶融炉停止後 0.5hr までサプリングを行う。
3-2	焼却溶融試験 (連続処理)	(1) コールド・トレーサは毎回、投入回数分等分後、混練した物を投入物の金属・ガラスに添加し処理を行う。尚、添加量は全トレーサ量の半分とする。 (2) 3-1に基づく。 (3) 3-1に基づく。 (4) 投入終了後、保持を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。 (5) 3-1に基づく。
4	試験後確認	(1) 核種濃度を分析し、系統 DF 値を求める。

表 2. 3-3 コールド・トレーサの化学形態と添加量

トレーサ	化学形態	添加量 (g)
Co	CoO + Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Co 換算 500
Cs	Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Cs 換算 2500
Ce	CeO <sub>2</sub>	Ce 換算 500
Ru	Ru(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Ru 換算 10

表 2. 3-4 各対象物における C/F 出口系統 DF

核種	可燃物・難燃物焼却	樹脂焼却	不燃物溶融	可燃・難燃物焼却灰+不燃物溶融	樹脂焼却灰+不燃物溶融	可燃・難燃物焼却灰+樹脂焼却灰+不燃物溶融
Co	$>2.1 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$	$>2.1 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$	$>2.1 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
Cs	$8.2 \times 10^5$	$4.3 \times 10^5$	$5.9 \times 10^5$	$6.8 \times 10^5$	$8.9 \times 10^5$	$3.5 \times 10^5$
Ce	$>2.1 \times 10^6$					
Ru	$>4.3 \times 10^4$					

表2.3-5 サンプリング箇所におけるコールドトレーサ濃度、捕集量と系統温度

サンプリング箇所	核種	可燃物 ・難燃物焼却	樹脂焼却	不燃物溶融	可燃物 ・難燃物 焼却灰 +不燃物 溶融	樹脂 焼却灰 +不燃物 溶融	可燃物 ・難燃物 焼却灰 +樹脂焼却灰 +不燃物溶融
焼却溶融 炉出口 (mg/Nm <sup>3</sup> )	Ru	0.88	0.95	0.36	0.10	0.28	0.042
	Co	3.4	221	1.34	8.56	6.87	4.87
	Cs	776	880	371	274	228	284
	Ce	<0.01	8.1	<0.03	0.34	0.05	0.20
二次燃焼 室出口 (mg/Nm <sup>3</sup> )	Ru	0.26	0.63	0.24	0.07	0.28	<0.03
	Co	2.3	91	0.91	8.02	6.56	3.77
	Cs	799	840	315	229	306	287
	Ce	<0.02	4.8	<0.01	0.26	<0.04	0.11
C/F出口 合計 捕集量 (mg)	Ru	<0.228	<0.228	<0.228	<0.228	<0.228	<0.228
	Co	<0.228	0.456	<0.228	0.456	<0.228	0.456
	Cs	2.96	5.70	4.19	3.65	2.73	6.84
	Ce	<0.228	<0.228	<0.228	<0.228	<0.228	<0.228
系統 温 度 (°C)	焼却溶融 炉出口	365～379	262～289	240～250	285～294	291～297	284～298
	二次燃焼 室出口	556～578	520～544	486～494	508～513	507～515	501～513
	C/F出口	233～251	213～233	201～205	207～213	204～209	202～216
昇温から焼却・ 溶融停止までの 運転時間 (hr)		5.0	6.0	1.7	2.7	1.84	2.7

備考: 系統温度は、安定時における値を示す。

表 2.4-1 有害ガス除去性能試験手順

No.	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・系統昇温	(1)二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2)送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3)焼却溶融炉を起動し、キャニスターを昇温する。
3	焼却溶融試験	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、バッチ投入分を順次追加投入する。 (3)定間隔にて測定する。 (4)投入終了後、残燃を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。
4	試験後確認	(1)有害ガスを分析し、評価を行う。

表 2.4-2 吸着塔での有害ガス除去性能試験結果

対象廃棄物	可燃物・難燃物	樹脂	不燃物
組成	標準組成	標準組成	標準組成+焼却灰 3.4kg
投入重量(kg)	30	30	30
投入速度(kg/h)	6.7	13.0	45
昇温～焼却・溶融終了までの運転時間(h)	5	6.5	1.75
吸着材使用レベル	使用開始 3日目	使用開始 2日目	新品
吸着塔入口温度(℃)	120～150	120～150	30～50
HCl 濃度 (ppm)	吸着塔入口 1420	10	438
	吸着塔出口 <1	<1	<1
SOx 濃度 (ppm)	吸着塔入口 53	870	1654
	吸着塔出口 <2	<2	<2

表2.4-3 廃棄物処理量と吸着塔出口での有害ガス濃度

投入 No.	処理対象物			有害ガス発生量				吸着塔出口での測定濃度	
	可・難燃物kg	樹脂kg	不燃物kg	塩素分kg	S分kg	HCl合計kg	SO3合計kg	HCl ppm	SO3 ppm
1			30		0.73		1.83	<1	<1
2		30			3.13		9.65	<1	<1
3	30			5.46	0.11	5.61	9.93	<1	<1
4	30			5.46	0.11	11.2	10.20		
5		30			3.13		18.03		
6	30			5.46	0.11	16.8	18.30		
7	30			5.46	0.11	22.4	18.58	<1	<1
8		30			3.13		26.40		
9		30			3.13		34.23		
10	15			2.73	0.05	25.2	34.35	<1	<1
11		30			3.13		42.18		
12		30			3.13	25.2	50.00	<1	10
13	30			5.46	0.11	30.8	50.28		
14	30			5.46	0.11	36.5	50.55	40	20
15		30			3.13		58.38		
16			30		0.73		60.20		
17			30		0.73		62.03		
18			30		0.73		63.85		
19	30			5.46	0.11	42.1	64.13	95	50
20			30		0.73		65.95		
21			30		0.73		67.78		
22	30			5.46	0.11	47.7	68.05	180	80
23									
合計	255	210	180	46.41	27.22				

表 2.5-1 単独処理模擬廃棄物溶融重量

種類		組成(wt%)		投入重量(kg)	
金属	SS400	63.4	9.8	18.82	2.91
	SUS304		53.6		15.91
ガラス		19.2		5.70	
石膏		17.4		5.18	
合計		100.0		29.70	
焼却灰		可燃物・難燃物焼却灰		-	
		樹脂焼却灰		-	

表 2.5-2 連続処理模擬廃棄物溶融重量

種類		組成(wt%)		投入重量(kg)	
金属	SS400	63.4	9.8	18.82	2.91
	SUS304		53.6		15.91
ガラス		19.2		5.70	
石膏		17.4		5.18	
合計		100.0		29.70	
焼却灰		可燃物・難燃物焼却灰		2.48	
		樹脂焼却灰		0.43	

表 2.5-3 コールド・トレーサの化学形態と添加量

トレーサ	化学形態	予投入量(g)		パッチ添加量(g)		総添加量(g)
		単独 処理	連続処 理	単独 処理	連続 処理	
Co	CoO+Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	—	329	109.7	54.83	658
Cs	Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	—	1533	511	255.5	3066
Ce	CeO <sub>2</sub>	—	308	102.7	51.3	616
Ru	Ru(Ne)(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	—	15.75	5.25	2.625	31.5

Co 換算:500  
Cs 換算:2500  
Ce 換算:500  
Ru 換算:10

表 2.5-4 固化体の核種分布試験手順

No.	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・ 系統昇温	(1)二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2)送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3)焼却溶融炉を起動し、キャニスターを昇温する。
3	焼却溶融試験	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、バッチ投入分を順次追加投入する。 (3)投入終了後、残燃を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。
4	試験後確認	(1)固化体の核種分布を分析する。

表 2.5-5 固化体中の核種分布

核種	分布割合(%)			
	単独処理		連続処理	
	セラミック層	金属層	セラミック層	金属層
Co	0.005	99.7	0.03	94.59
Cs	52.0	<0.001(ND)	31.05	<0.001(ND)
Ce	98.0	<0.04(ND)	86.31	<0.04(ND)
Ru	<0.001(ND)	100.7	<0.001(ND)	59.33

表 2.5-6 各核種の変動係数

核種	単独処理		連続処理	
	分布した層	変動係数(%)	分布した層	変動係数(%)
Co	金属層	1.5	金属層	1.4
Cs	セラミック層	2.8	セラミック層	2.6
Ce	セラミック層	0.3	セラミック層	0.2
Ru	金属層	2.2	金属層	2.1

表 2. 6-1 単独処理模擬廃棄物溶融重量

種類		組成(wt%)		投入重量(kg)			
金属	SS400	63. 4	9. 8	18. 82	2. 91		
	SUS304		53. 6		15. 91		
ガラス		19. 2		5. 70			
石膏		17. 4		5. 18			
合計		100. 0		29. 70			
焼却灰	可燃物・難燃物焼却灰		—				
	樹脂焼却灰		—				

表 2. 6-2 連続処理模擬廃棄物溶融重量

種類		組成(wt%)		投入重量(kg)			
金属	SS400	63. 4	9. 8	18. 82	2. 91		
	SUS304		53. 6		15. 91		
ガラス		19. 2		5. 70			
石膏		17. 4		5. 18			
合計		100. 0		29. 70			
焼却灰	可燃物・難燃物焼却灰		2. 48				
	樹脂焼却灰		0. 43				

表 2. 6-3 固化体の物理的性質試験手順

No.	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・ 系統昇温	(1)二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2)送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3)焼却溶融炉を起動し、キャニスターを昇温する。
3	焼却溶融試験	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、バッチ投入分を順次追加投入する。 (3)投入終了後、残燃を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。
4	試験後確認	(1)固化体の主要構成成分を測定する。 (2)固化体の圧縮強度を測定する。 (3)固化体のかさ密度を測定する。

表 2.7-1 キャニスタ耐久性試験条件

	可燃物・難燃物+不燃物を模擬した連続運転サイクル	樹脂+不燃物を模擬した運転サイクル
キャニスタ温度	1日目 1000℃ 2日目 1000℃ 3日目 1500℃	1日目 1300℃ 2日目 1300℃ 3日目 1500℃
保持時間	設定温度×6時間	同左
キャニスタ部燃焼空気条件	90Nm <sup>3</sup> /h×300℃	同左

表 2.7-2 キャニスタ耐久性試験手順

No	項目	手順
1	試験前準備	(1)キャニスタ重量の測定を行う。
2	設備起動・系統昇温	(1)二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2)送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3)焼却溶融炉を起動し、キャニスタを昇温する。
3	試験	(1)燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認する。 (2)キャニスタ温度が設定値に昇温及び保持する際の時間変化を記録する。 (3)保持6時間経過後、運転を終了し、放冷する。 キャニスタは運転3日終了後炉内より取出す。
4	試験後確認	(1)キャニスタ重量の測定を行う。 (2)キャニスタを高さ方向に切断し断面状況を確認する。

表 2.7-3 キャニスタ耐久性試験結果

対象物	キャニスタ重量(kg)		最小肉厚 (mm)	劣化 (mm)
	試験前	試験後		
可燃物・難燃物+不燃物	13.12	13.04	上部 15, 下部 20	1以下
樹脂+不燃物	13.08	13.01	上部 15, 下部 20	1以下

表 2.8-1 摹擬廃液組成

名称	組成 (wt %)	処理量	
		重量(kg)	体積(l)
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33	6.6	
H <sub>2</sub> O	67	13.7	
合計	100	20.0	15.2

表 2.8-2 可燃・難燃物組成

内容物	組成 (wt %)	バッチ投入 重量 (g)	投入 回数 (回)	投入重量 投入体積
紙	1.3	13	7	7.0 kg 40 l
カット綿	7.4	74		
木片	2.3	23		
ポリエチレン	16.8	168		
酢ビ	11.9	119		
塩ビ	30.2	302		
材プレンゴム	30.2	302		
合計	100	1000		

表 2.8-3 廃液含浸量確認

試料 No.	カット綿 (g)	廃液 (g)	カット綿単位重量当 りの廃液含浸比率	水の滴れ 落ち	カット綿への 含浸割合	評価
1	50	2000	40	有・多量	>100%	×
2	50	1800	36	有・微量	90~100%	△
3	50	1600	32	無	80~90%	○
4	50	1400	28	無	60~70%	△

表 2.8-4 廃液専焼試験結果

運転モード		廃液専焼
投入回数		5回
バッチ投入重量	廃液(kg)	4.0
	廃液含浸用カット綿(g)	125
合計投入量	廃液(kg)	20.0
	廃液含浸用カット綿(g)	625
	体積(l)	23.8
処理時間	焼却	1時間50分
	残燃	5分
投入間隔		平均22分
処理速度 (kg/h)		10.8
残渣灰	重量(kg)	5.5
	体積(l)	2.9
	比重	1.9
減容比		1/8.2
減重比		1/3.8
C/F 捕集灰	重量(kg)	0.06
C/F 差圧	試験前差圧(mmAq)	52.5
	焼却終了時点(mmAq)	65
	逆洗実施後(mmAq)	50

- ・減重比、減容比は投入量÷キャニスター内残渣量より算出。
- ・投入間隔=（投入1回～5回直後までの経過時間）÷4にて算出。従ってこの値をバッチ当たりの焼却時間とした。

表 2.8-5 廃液混焼試験結果

運転モード		廃液 + 可燃・難燃物混焼
投入回数	可燃・難燃物	7回
	廃液	5回
バッチ投入重量	可燃・難燃物(kg)	1.0
	廃液(kg)	4.0
	廃液含浸用カット綿(g)	125
合計投入量	重量(kg)	可燃・難燃物 7.0 廃液 20.0 廃液含浸用 カット綿 0.625
	体積(l)	可燃・難燃物 40.0 廃液 23.8
	焼却	可燃・難燃物 1時間 廃液 3時間20分
	残燃	5分
	投入間隔	可燃・難燃物 8.5分 廃液 平均40分
処理速度 (kg/h)	可燃・難燃物	7.0
	廃液	6.0
	合計	6.3
残渣灰	重量(kg)	8.2
	体積(l)	3.6
	比重	2.3
減容比		1/17
減重比		1/3.4
C/F 捕集灰	重量(kg)	0.2
C/F 差圧	試験前差圧(mmAq)	57.5
	焼却終了時点(mmAq)	100.5
	逆洗実施後(mmAq)	52.5

- ・減重比、減容比は投入量÷キニタ内残渣量より算出。
- ・廃液投入間隔 = (投入1回～5回直後までの経過時間) ÷ 4 にて算出。従ってこの値をバッチ当たりの焼却時間とした。
- ・処理速度：可燃・難燃物=7.0kg ÷ (焼却1時間)、廃液=20.625kg ÷ (焼却3時間20分+残燃5分)、合計=27.625kg ÷ (4時間25分)より算出。

表 2.9.1-1 二次燃焼室評価試験条件

	可燃物・難燃物焼却	樹脂焼却	不燃物溶融
燃焼空気流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	90	90	90
投入量 (kg/バッチ)	0.5	1.17wet	4.13
投入間隔 (min)	7.5	10.5	7

表 2.9.1-2 二次燃焼室評価試験

No.	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・系統昇温	(1)二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2)送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3)焼却溶融炉を起動し、キャニスターを昇温する。
3	焼却溶融試験	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、バッチ投入分を順次追加投入する。 (3)二次燃焼室温度及び二次燃焼室入口、出口温度がほぼ定常となった状態で二次燃焼室入口、出口のダスト濃度を測定する。 (4)投入終了後、残燃を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。

表 2.9.1-3 二次燃焼室評価試験結果

		可燃物・難燃物焼却	樹脂焼却	不燃物溶融
高周波出力 (kw)		38	38	38
系統温度(℃)	二次燃焼室入口 排ガス温度	330～380	350～390	250～300
	二次燃焼室上部 温度	460～490	470～490	370～400
	二次燃焼室中部 温度	990～1020	950～980	900～950
	二次燃焼室下部 温度	1050～1070	100～1020	900～950
	二次燃焼室出口 排ガス温度	640～660	680～690	450～550
	入口出口温度差	280～310	300～330	200～250
二次燃焼室入口ダスト濃度 (g/Nm <sup>3</sup> )		1.18	1.36	0.59
二次燃焼室出口ダスト濃度 (g/Nm <sup>3</sup> )		0.56	0.71	0.08

表 2.9.2-1 二次燃焼室評価試験条件

	可燃物・難燃物焼却	樹脂焼却
燃焼空気流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	100	100
焼却温度 (°C)	1000	1300
処理速度	6.7kg/h	5dry·kg/h
投入量	1.0kg/バッチ	1dry·kg/バッチ

表 2.9.2-2 二次燃焼室評価試験

No.	項目	手順
1	試験前準備	(1)投入試料の重量、体積の測定を行う。
2	設備起動・系統昇温	(1)二次燃焼室を起動し、系統の昇温を行う。 (2)送気ファンを起動し、焼却溶融炉内に燃焼空気を供給する。 (3)焼却溶融炉を起動し、キャニスターを昇温する。
3	焼却溶融試験	(1)キャニスター温度、燃焼空気流量、温度が設定値となっていることを確認し、試料を投入する。 (2)焼却・溶融状態を確認しながら、所定時間経過後、バッチ投入分を順次追加投入する。 (3)二次燃焼室温度及び二次燃焼室入口、出口温度がほぼ定常となった状態で二次燃焼室入口、出口のダスト濃度を測定する。 (4)投入終了後、残燃を行い運転を終了する。キャニスターは炉内にて冷却する。

表 2.9.2-3 二次燃焼室評価試験結果

		可燃物・難燃物焼却	参考従来の結果
バッヂ投入重量(kg)		1.0	0.5
高周波出力(kw)		50	38
系 統 温 度 (°C)	二次燃焼室入口排ガス 温度	500～550	330～380
	二次燃焼室上部温度	780～820	460～490
	二次燃焼室中部温度	920～970	990～1020
	二次燃焼室下部温度	840～860	1050～1070
	二次燃焼室出口排ガス 温度	850～900	640～660
	入口出口温度差	350	280～310
二次燃焼室入口ダスト濃度(g/Nm <sup>3</sup> )		1.75	2.36 <sup>*1</sup>
二次燃焼室出口ダスト濃度(g/Nm <sup>3</sup> )		0.94	1.12 <sup>*1</sup>
C/F 灰発生量(kg)		0.6	0.57 <sup>*2</sup>
C/F 灰発生量(リットル)		3.8	3.56 <sup>*2</sup>

※1 比較のためバッヂ投入量 0.5kg の値を 2 倍として記載した。

※2 ダスト濃度測定試験とは別の 30kg 焼却試験の値である。

		樹脂焼却	参考従来の結果
バッヂ投入重量(drykg)		1.0	0.5
高周波出力(kw)		50	38
系 統 温 度 (°C)	二次燃焼室入口排ガス 温度	500～550	350～390
	二次燃焼室上部温度	750～800	470～490
	二次燃焼室中部温度	890～950	950～980
	二次燃焼室下部温度	830～850	1000～1020
	二次燃焼室出口排ガス 温度	880～930	680～690
	入口出口温度差	380	300～330
二次燃焼室入口ダスト濃度(g/Nm <sup>3</sup> )		2.5	2.72 <sup>*1</sup>
二次燃焼室出口ダスト濃度(g/Nm <sup>3</sup> )		0.35	1.42 <sup>*1</sup>
C/F 灰発生量(kg)		0.53	1.4 <sup>*2</sup>
C/F 灰発生量(リットル)		1.04	4.3 <sup>*2</sup>

※1 比較のためバッヂ投入量 0.5dry · kg の値を 2 倍として記載した。

※2 ダスト濃度測定試験とは別の 30dry · kg 焼却試験の値である。

表 2.10-1 サンプリング試験時の投入廃棄物組成

投入試料	1 run (30kg) 溶融時				本試験時		
	投入重量 (kg)	体積 (l)	溶湯高さ (mm)	1 投入当 りの高さ (mm)	投入重量 (kg)	体 積 (l)	溶湯高さ (mm)
金属	19.1	3.5	80	13.3	25.6	4.7	106.4
ガラス	5.7	3.2	75	8.1 (※1)	11.4	5.7	132.4
石膏	5.2			4.4 (※1)	6.9 (※2)		

※1：予備試験として石膏のみ溶融した際の実績による。ガラスはセラミック層高さから石膏分を差し引いたものを6で割り算出。

※2：5.2kg(石膏1run投入量)÷6(金属・ガラス1run投入回数)=0.86kgを1回当たりの投入量として算出。

表 2.10-2 サンプリング治具材質評価試験結果

材 質	湯離れ性及び耐熱性	耐熱衝撃性	評価
金属+セラミックコート	溶湯抜出後の状況を写真 2.10-5 に示す。溶湯から抜出した治具は、セラミックコートが剥がれており、更に金属層に挿入した先端部分は溶融していた。	耐熱性不足のため評価せず。	×
チタン酸アルミニウム	溶湯抜出後の状況を写真 2.10-6 に示す。治具表面には溶融物（ガラス）が多量に付着しており、先回試験で実施した紙+コートとほぼ状態は同じであった。	溶湯抜出後の治具は、ハンマリング（軽打）で簡単に破損し、破断面は溶湯の浸透劣化が認められた。（写真 2.10-9 参照）	△
サイアロン-BN	溶湯抜出後の状況を写真 2.10-7 に示す。治具表面には、チタン酸に比べて少量ではあるが溶融物が付着しており、完全に分離することはできなかった。	溶湯抜出後の治具は、ハンマリング（軽打）で比較的簡単に破損し、熱劣化が認められた。	△
黒鉛	溶湯抜出後の状況を写真 2.10-8 に示す。治具表面は他材質に比べて溶融物の付着量は少なかった。特に、溶湯抜出後に溶湯上部で暫く待機させると溶融物は全て落下し、治具と分離した。（下の写真）	溶湯抜出後の治具は、試験前と比べ熱劣化は少ないが表面は高温酸化による減肉（0.5mm 以下）が認められた。	○

表 3 使用した吸着材

	細粒タイプ	粗粒タイプ
粒径 ( $\mu\text{m}$ )	75~500	780~1700
比表面積 ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	626	325
嵩密度 (g/ml)	0.8	0.92
酸化鉄含有量 (wt%)	1.47	1.24

表 3.1-1 DF 性能確認試験条件

固定条件 ガス組成 * 1	その他 カラム : 20Φ 層高 : 50mm	No	線速(cm/s)		温度 (°C)		
			6	10	170	200	250
$\text{N}_2$ : バランス    HCl : 5000ppm $\text{O}_2$ : 16wt% $\text{SO}_3$ : 2000ppm $\text{CO}_2$ : 5wt% $\text{NO}_2$ : 50ppm $\text{H}_2\text{O}$ : 11wt% $\text{RuO}_4$ : 約 2kBq/Nl	カラム : 20Φ 層高 : 50mm	1	○		○		
		2	○				○
		3	○			○	
		4		○		○	

\* 1 : ガス組成は可・難燃物標準組成焼却時の排ガス組成とする。 ( $\text{SO}_3$  は樹脂焼却時の量)

表 3.1-2 吸着材劣化傾向確認試験条件

固定条件	No	負荷ガス		負荷時間(h)		
		HCl	$\text{SO}_3$	0	10	50
キャリアガス : 乾空気 + 11wt% $\text{H}_2\text{O}$ 線速 : 6 cm/s 温度 : 200°C HCl : 5000ppm $\text{SO}_3$ : 2000ppm	1	○		○		
	2	○			○	
	3	○				○
	4		○		○	
	5		○			○

表 3.1-3 長期 DF 確認試験

供試ガス * 1	線速	温度	時間	層高(mm)
$\text{N}_2$ : バランス    HCl : 5000ppm	6 cm/s	200°C	60min	① 20
$\text{O}_2$ : 16wt% $\text{SO}_3$ : 2000ppm				② 50
$\text{CO}_2$ : 5wt% $\text{NO}_2$ : 50ppm				③ 100
$\text{H}_2\text{O}$ : 11wt% $\text{RuO}_4$ : 約 2kBq/Nl				

\* 1 ガス組成は可・難燃物標準組成焼却時の排ガス組成とする。 ( $\text{SO}_3$  は樹脂焼却時の量)

表 3.1-4 初期 DF 性能確認試験結果

試験 No	試料	採取時間 (min)	吸収液 Ru 濃度 (Bq/200ml)	通気量 (Nl)	気相 Ru 濃度 (Bq/Nl)	DF
1	入口	2	7.90E+02	1.39	5.66E+02	>3618
	出口	20	<2.18E+00	13.9	<1.57E-01	
2	入口	2	1.31E+03	1.18	1.11E+03	>9545
	出口	20	<1.38E+00	11.8	<1.17E-01	
3	入口	2	1.57E+03	1.31	1.20E+03	>6945
	出口	20	<2.25E+00	13.1	<1.73E-01	
4	入口	2	5.12E+03	2.18	2.35E+03	>46637
	出口	20	<1.10E+00	21.8	<5.04E-02	
5 (参考)	入口	2	—	2.18	1.50E+03	5
	出口	5	1.59E+03	5.44	2.92E+02	

注) 試験 No5 は、長期 DF 確認試験で実施した吸着材層高 20mm, 線速 6cm/s の条件における DF 結果。

表 3.1-5 長期 DF 確認試験結果

試験 NO	試料	採取時間 (min)	吸収液 Ru 濃度 (Bq/200mL)	通気量 (Nl)	気相 Ru 濃度 (Bq/Nl)	DF	Ru 負荷量 * 1		実機相当年数 * 2 (year) b/d
							(Bq/g 吸着材) a	(g/g 吸着材) b=a×c	
1 層高 : 20mm 充填量 : 5.04g	入口 1	試験前 2	2.69E+03	2.18	1.24E+03	—	—	—	—
	入口 2	試験後 2	3.83E+03	2.18	1.76E+03	—	—	—	—
	入口平均	—	—	—	1.50E+03	—	—	—	—
	出口 1	0~5	1.59E+03	5.44	2.92E+02	5	1.62E+03	6.59E-09	0.5
	出口 2	5~20	1.05E+04	16.3	6.40E+02	2	6.46E+03	2.64E-08	2.0
2 層高 : 50mm 充填量 : 12.6g	入口 1	試験前 2	3.83E+03	2.18	1.76E+03	—	—	—	—
	入口 2	試験後 2	4.46E+03	2.18	2.05E+03	—	—	—	—
	入口平均	—	—	—	1.90E+03	—	—	—	—
	出口 1	0~10	<2.39E+00	10.9	<2.19E-01	>8674	1.64E+03	6.71E-09	0.5
	出口 2	10~20	<1.48E+00	10.9	<1.36E-01	>13983	3.29E+03	1.34E-08	1.0
	出口 3	20~30	5.13E+00	10.9	4.72E-01	4073	4.93E+03	2.01E-08	1.5
3 層高 : 100mm 充填量 : 25.2g	入口 1	試験前 2	3.13E+03	2.18	1.44E+03	—	—	—	—
	入口 2	(310min) 2	2.52E+03	2.18	1.16E+03	—	—	—	—
	入口 3	試験後 2	3.69E+03	2.18	1.70E+03	—	—	—	—
	入口平均	—	—	—	1.43E+03	—	—	—	—
	出口 1	140~150	<3.34E+00	10.9	<3.07E-01	>4664	9.27E+03	3.78E-08	2.9
	出口 2	210~220	<3.12E+00	10.9	<2.87E-01	>4889	1.36E+04	5.55E-08	4.3
	出口 3	300~310	1.19E+01	10.9	1.09E+00	1313	1.92E+04	7.82E-08	6.0
	出口 4	460~470	3.76E+02	10.9	3.46E+01	41	2.90E+04	1.19E-07	9.1
	出口 5	560~570	2.10E+03	10.9	1.93E+02	7	3.52E+04	1.44E-07	11.1

\* 1 : Ru トレーサ試薬は安定化のため比放射能 Ru (キャリア) も添加されている。

今回使用した試薬は Ru 単位重量 (Ru キャリアも含む)あたりの放射能は試薬保証書値より  $6.63\text{mCi/mgRu} = 2.45\text{E}+11\text{Bq/g}$ 。

よって、単位放射能あたりの総 Ru 重量は、 $4.08\text{E}-12\text{g/Bq}$  \_\_\_\_\_ c

\* 2 : 実機での年間 Ru 量は  $8.0\text{E}+11\text{Bq}$ 。又、実機高温 Ru 吸着塔を線速  $10\text{cm/s}$ , 充填厚さ  $20\text{cm}$  で設計した場合、吸着材量は約  $500\text{kg}$  となることから、吸着材単位重量あたりの Ru 負荷量は、「 $8.0\text{E}+11\text{Bq} \div (500\text{kg} \times 10^3) = 1.6\text{E}+06\text{Bq/g}$ 」、Ru-106 の比放射能は  $3.32\text{E}+03\text{Ci/g}$  より、吸着材単位重量あたりの Ru 負荷重量は、 $1.6\text{E}+06\text{Bq/g} \div 3.7\text{E}+10\text{Bq/Ci} \div 3.32\text{E}+03\text{Ci/g} = 1.3\text{E}-08\text{g/g}$  (Ru 重量/吸着材重量) \_\_\_\_\_ d

表 3. 2-1 乾燥減量, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有割合の測定値と成績表の値

製作年月	平成 8 年 2 月		平成 8 年 9 月		平成 9 年 7 月		参考 (細粒のデータ)
	成績表	分析値	成績表	分析値	成績表	分析値	
乾燥減量(%)	—	0.45	0.6	0.29	—	0.51	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 含有割合	1.24	0.24 (無色) 0.70 (茶色) 1.94 (黒色)	1.00	0.99	1.20	1.10	1.47

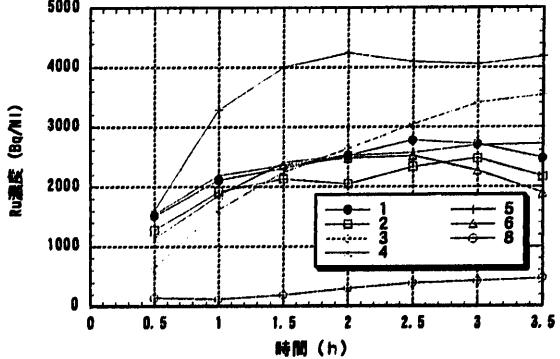
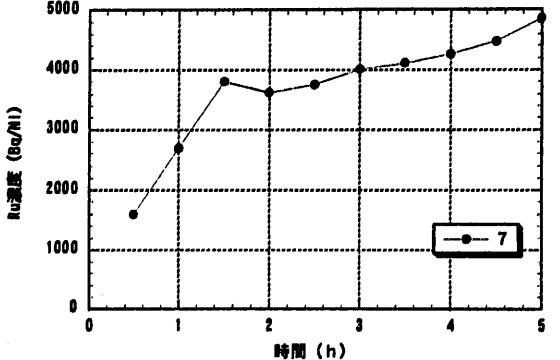
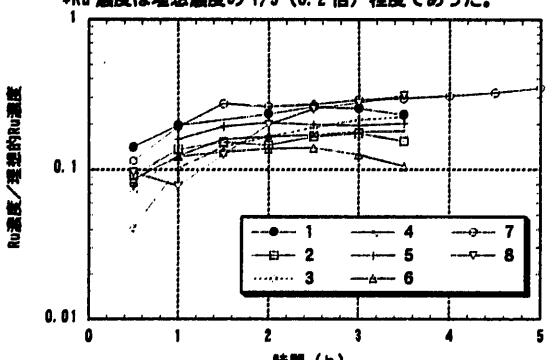
表 3. 2-2 FE<sup>2+</sup> (酸化第一鉄) 存在割合

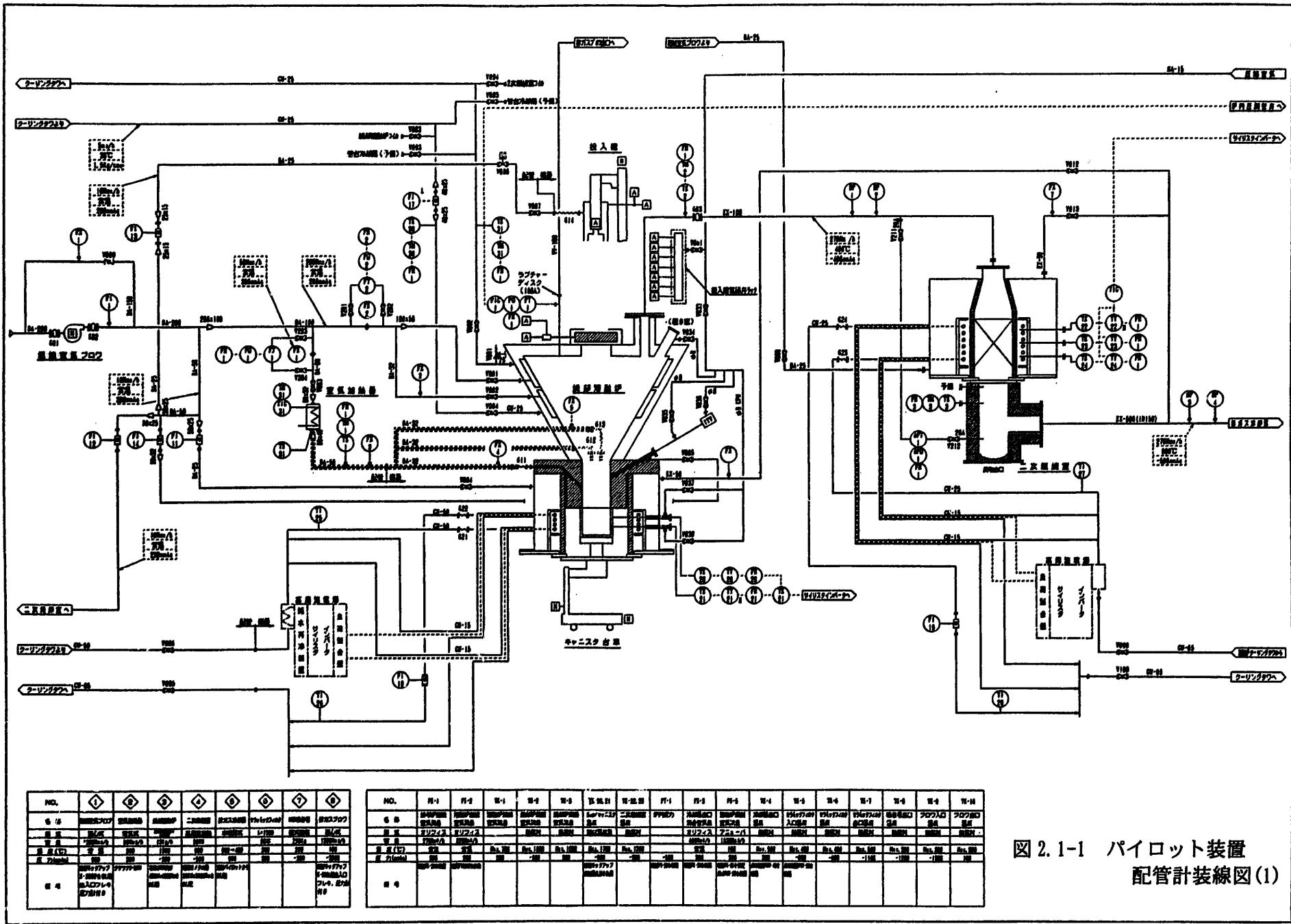
製作年月	存在割合 (wt %)
平成 8 年 2 月 (無色)	≤0.04
平成 8 年 2 月 (黒色)	≤0.04
平成 8 年 9 月	≤0.04
平成 9 年 7 月	≤0.04

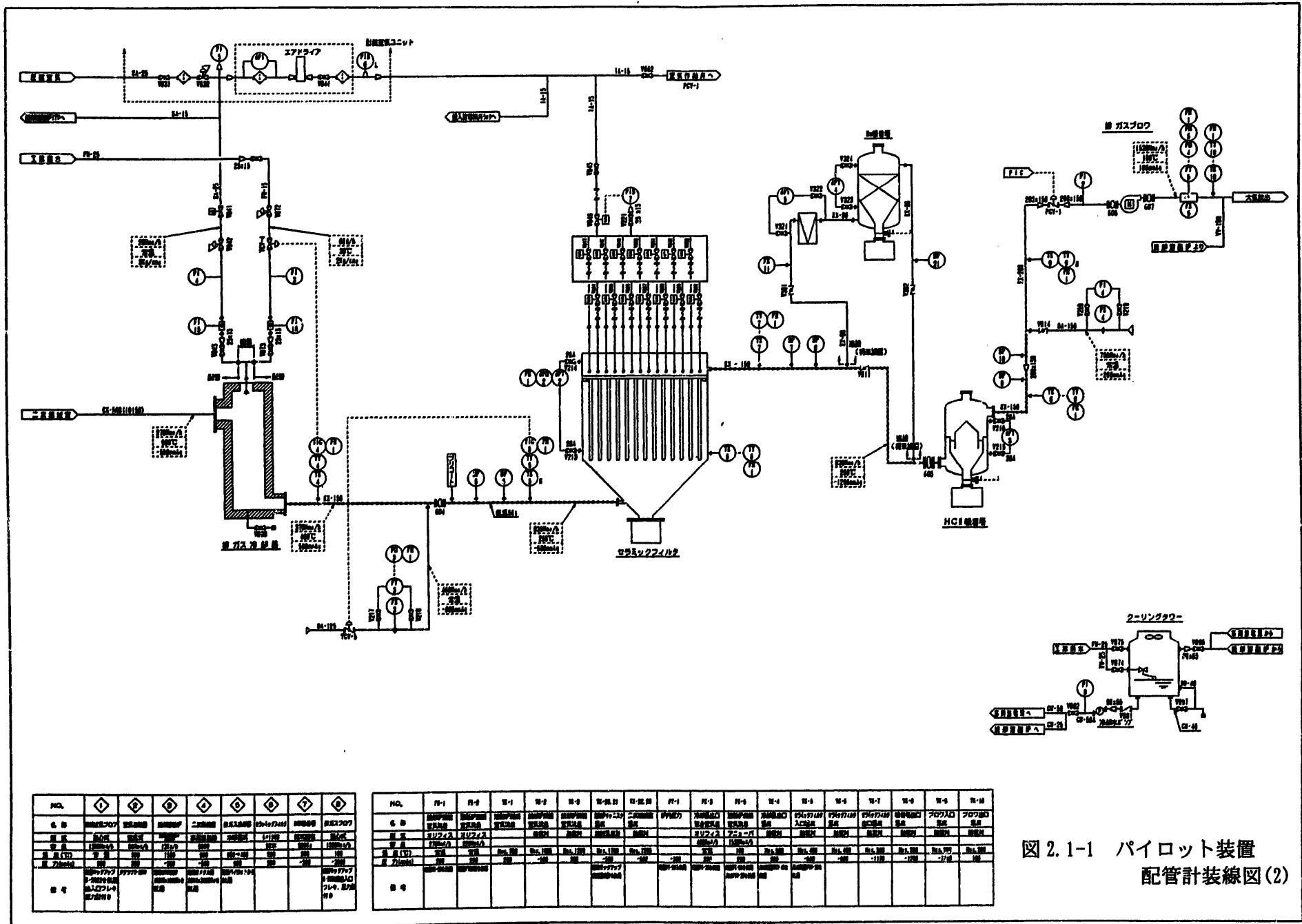
表 3. 2-3 充填カラムプランクでの DF

NO	DF
	カラム上流側 Ru 濃度 / カラム下流側 Ru 濃度
1	0.88
2	1.05
3	1.54

表 3.2-4 Ru 吸着材 DF 評価試験結果

NO.	反応器概要	充填層	理想的ガス濃度 (Bq/m <sup>3</sup> )	カラム周辺回収割合 (%)	吸着材 DF	カラム入口 Ru 濃度経時変化
-	①空気導入位置 ②Ru 溶液導入方法 ③残液と過酸化水素水の混合方法	図参照	添加溶液濃度 × 溶液供給速度 ÷ 空気導入速度		入口 Ru 量 ÷ 出口 Ru 量	*試験 5 は、Ru 溶液供給量が多くなったため Ru 濃度が高めとなった。
1		10cm	16068.7	98.3	$1.05 \times 10^2$	
2		15cm	14060.5	108.9	$1.07 \times 10^3$	
3		15cm	15881.9	110.5	$1.49 \times 10^3$	
4		20cm	15073.7	115.7	$3.99 \times 10^3$	
5		20cm	20620.7 *Ru 溶液供給速度が 多くなったため。	113.1	$2.95 \times 10^3$	
6		20cm	17954.0	107.3	$4.37 \times 10^3$	
7		20cm	13915.9	102.4	$6.64 \times 10^3 [2y]$ $2.59 \times 10^3 [4y]$ $2.19 \times 10^3 [6y]$ $3.98 \times 10^3 [8y]$ $1.23 \times 10^4 [10y]$ $1.26 \times 10^4 [12y]$ $1.28 \times 10^4 [14y]$	*Ru 濃度は理想濃度の 1/5 (0.2 倍) 程度であった。
8		20cm	1538.3	109.4	$3.61 \times 10^3$ 【検出限界値評価】	





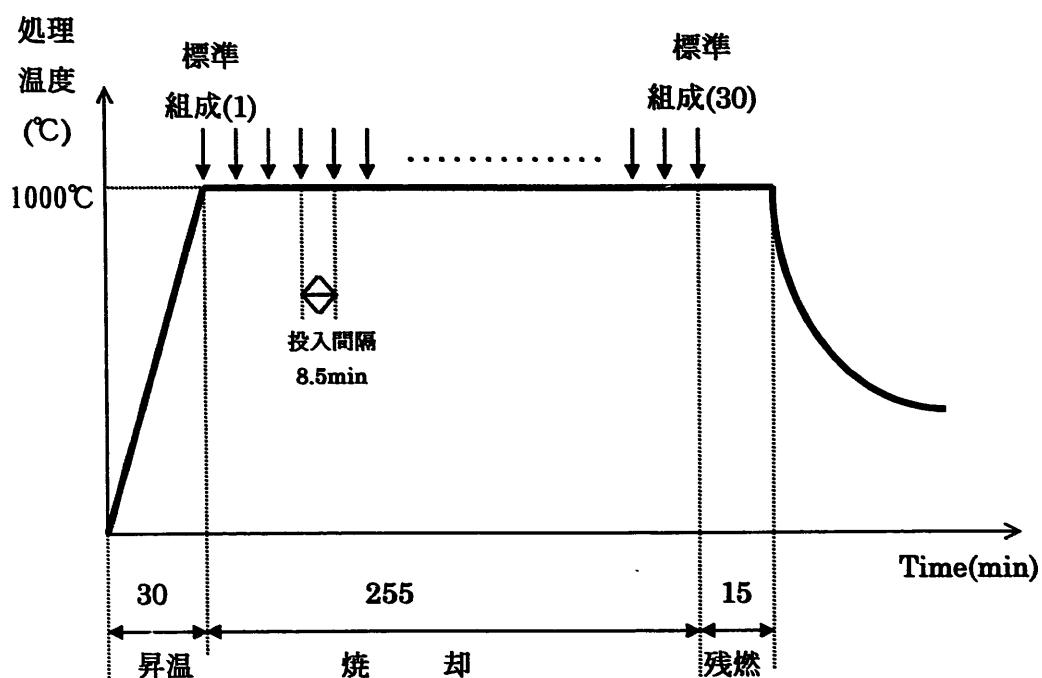


図 2.2.1-1 可燃・難燃物焼却時運転タイムチャート

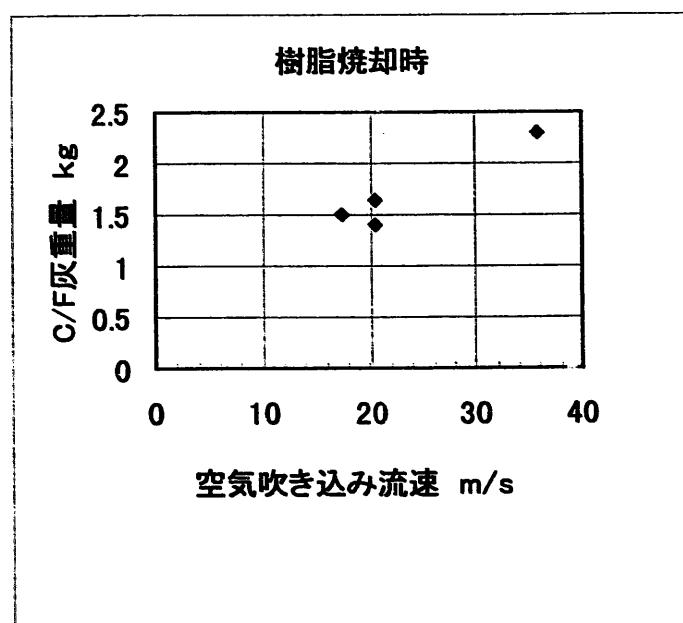


図 2.2.1-2 空気吹き込み速度と C/F 捕集灰重量の関係

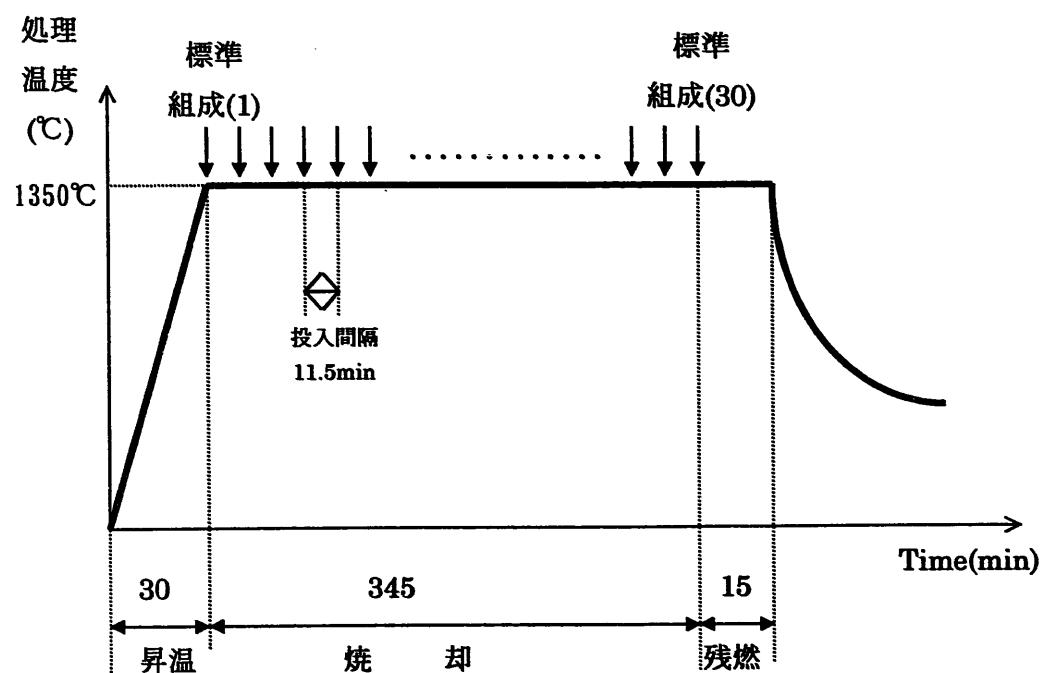


図 2.2.1-3 樹脂焼却時運転タイムチャート

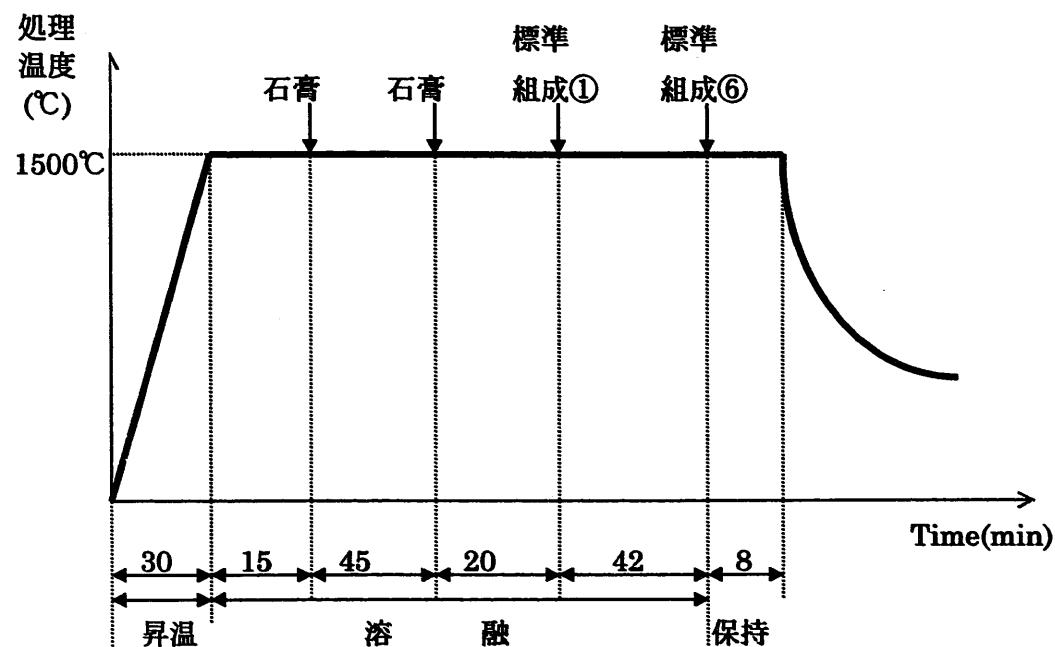


図 2.2.2-1 可燃・難燃物 + 不燃物溶融試験  
溶融工程における運転タイムチャート

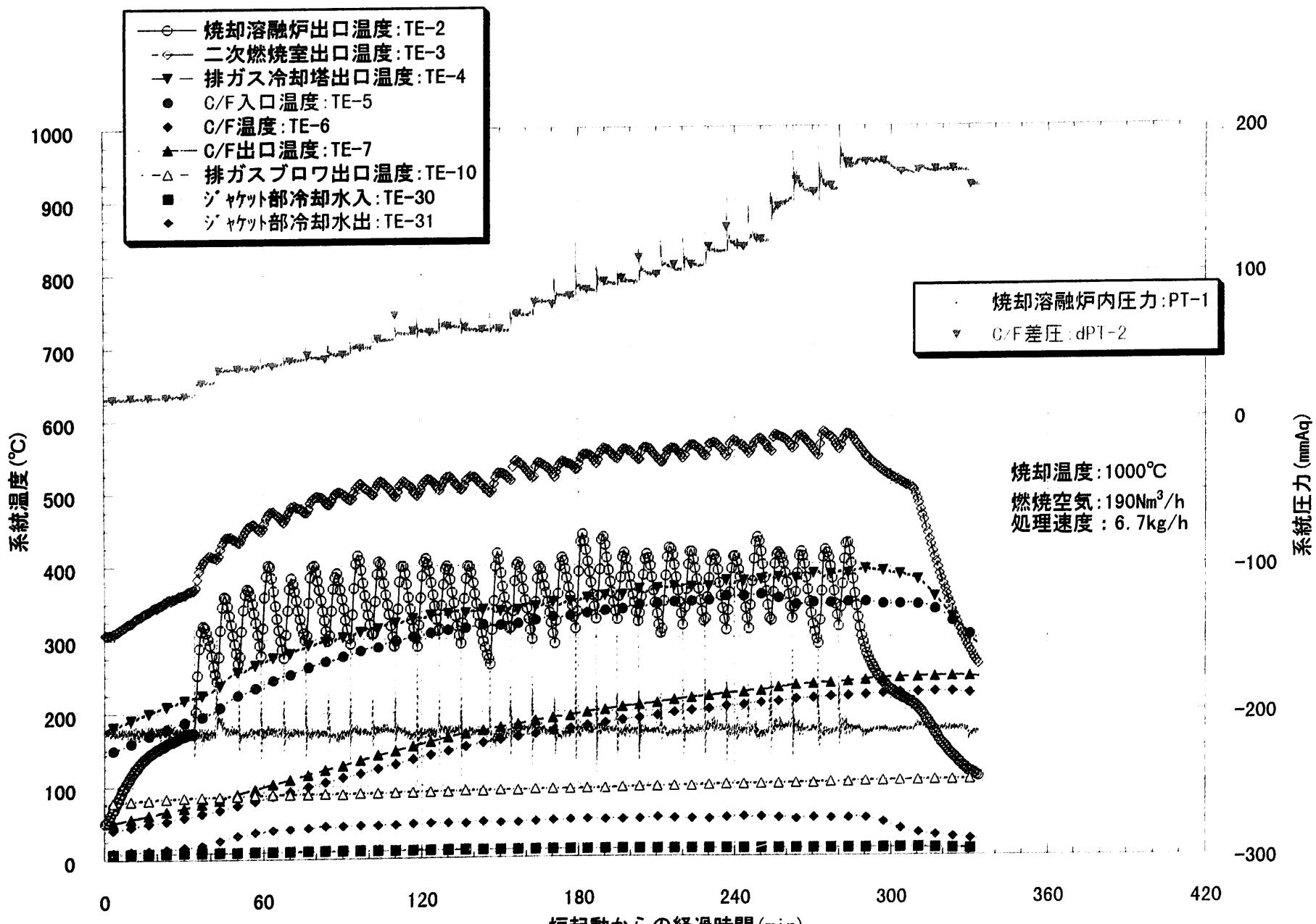


図 2.2.2-2 可燃・難燃物焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良前）

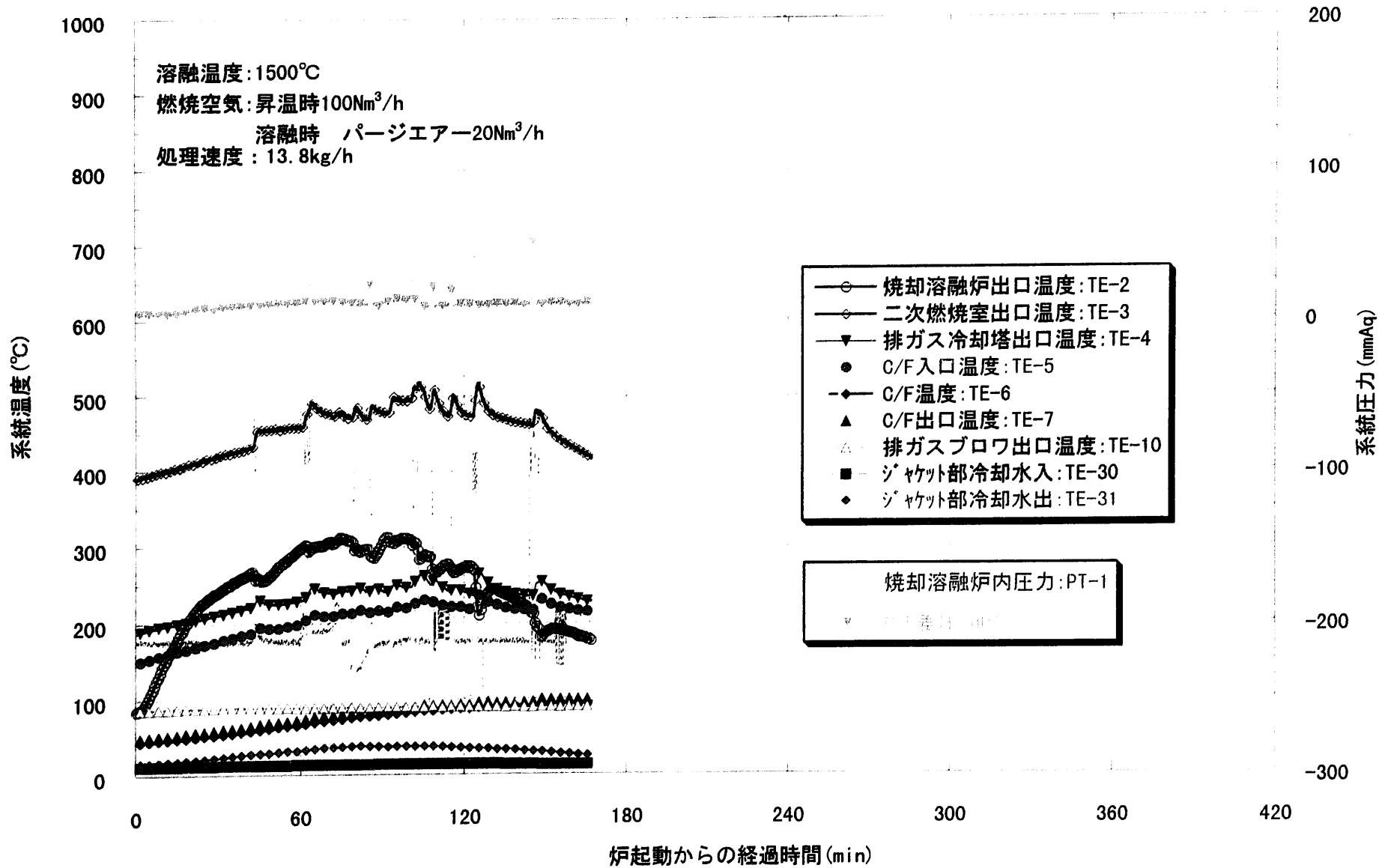


図 2.2.2-3 可燃・難燃物焼却灰+不燃物溶融時系統<sup>7</sup> 吐入（二次燃焼室改良前）

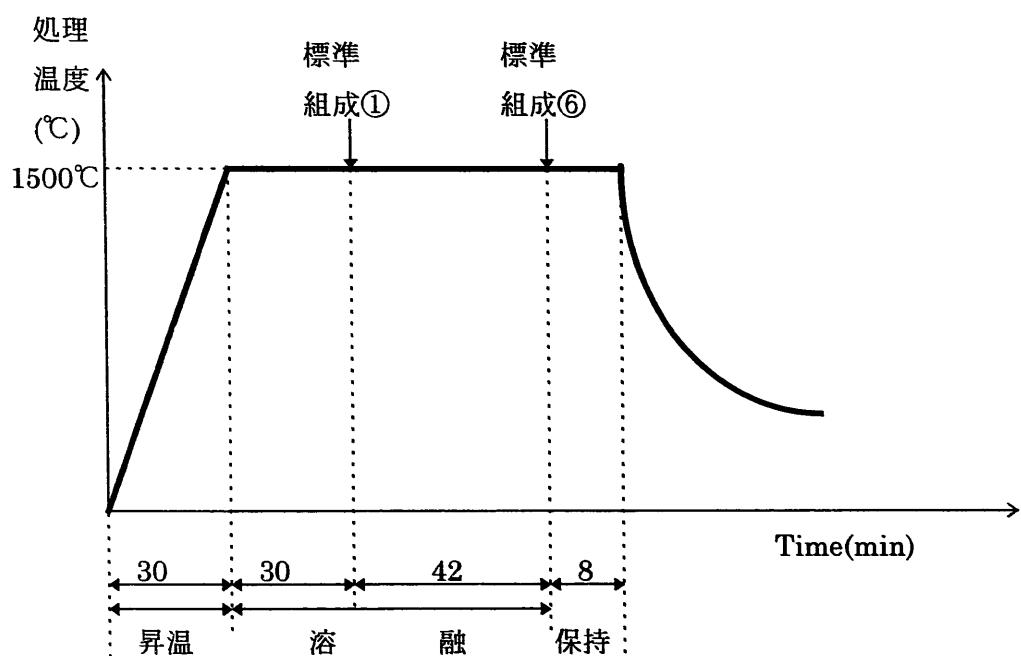


図 2.2.2-4 樹脂焼却+不燃物溶融試験溶融工程運転タイムチャート

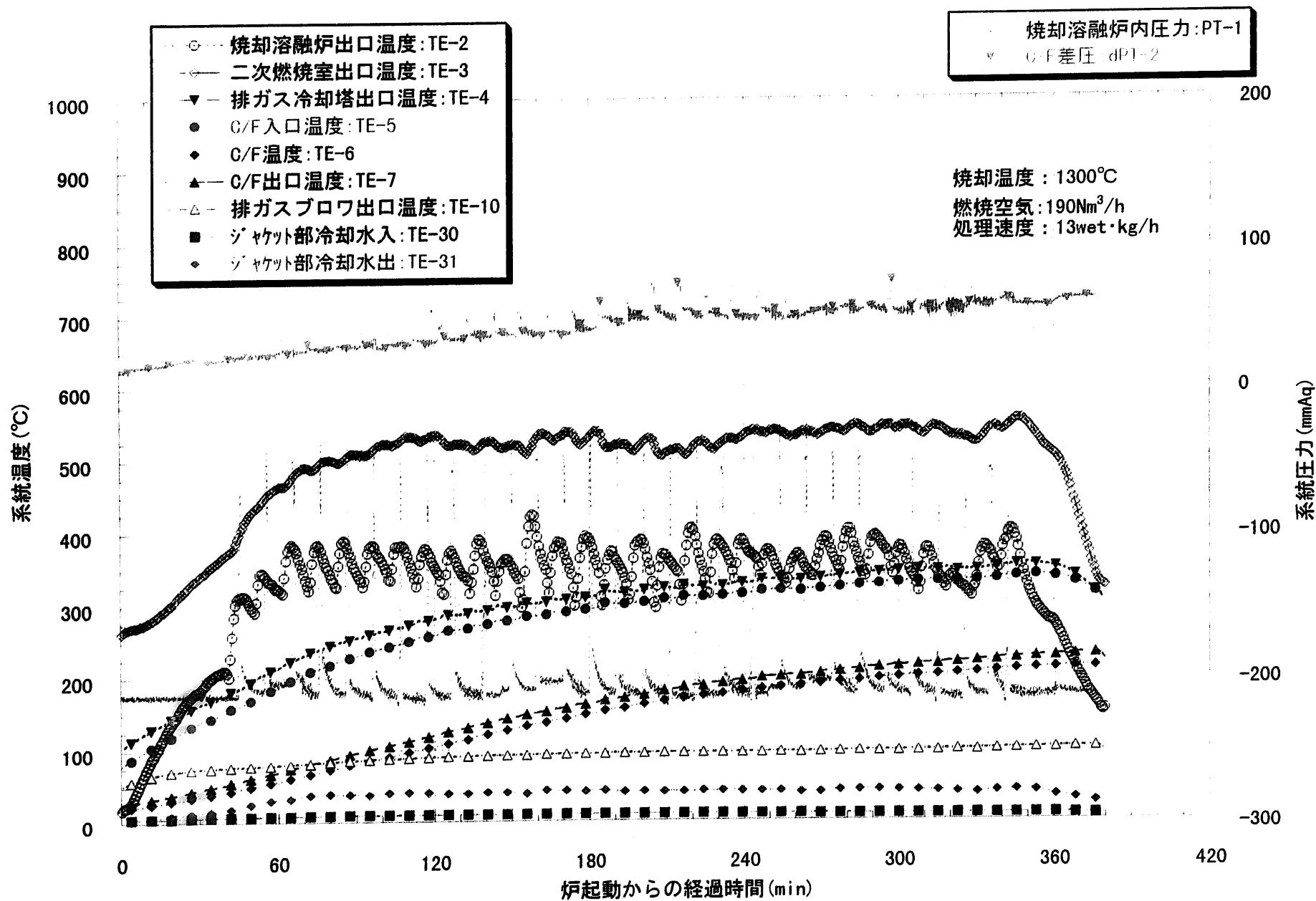


図 2.2.2-5 樹脂焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良前）

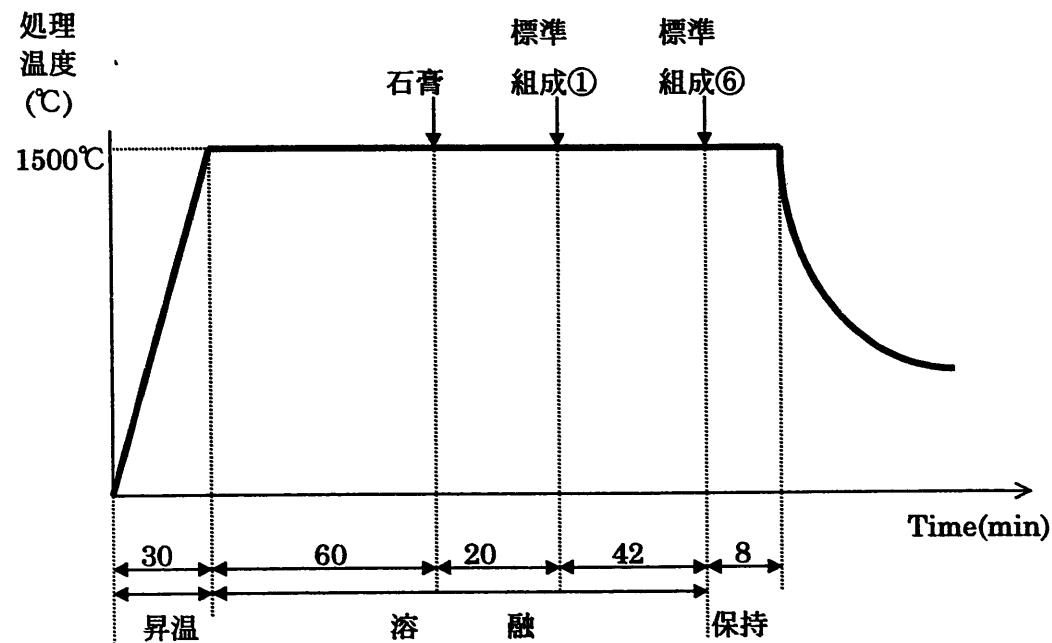


図 2.2.2-6 可燃・難燃物焼却 + 樹脂焼却  
+ 不燃物溶融試験溶融工程運転タイムチャート

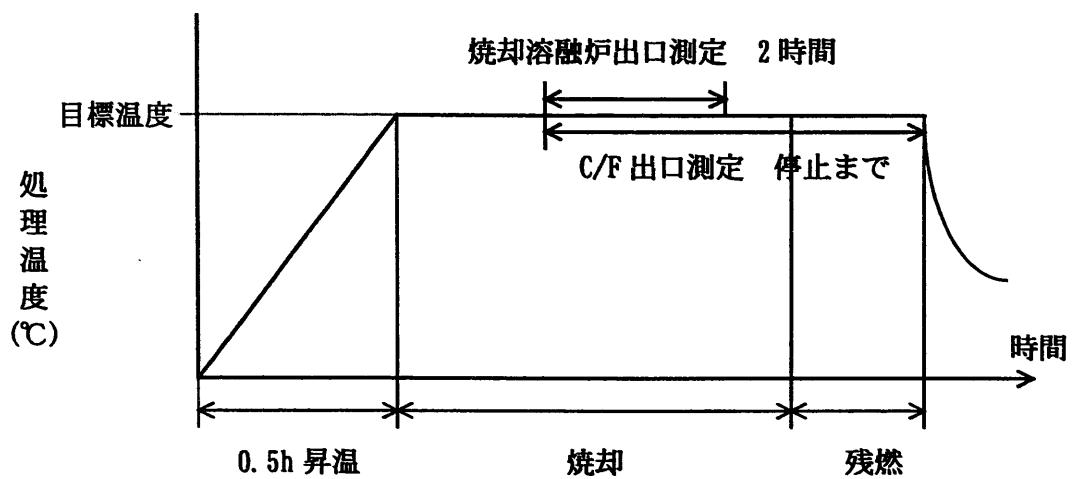


図 2.3-1 可燃物・難燃物及び樹脂焼却時におけるヒ-トカ-ブ

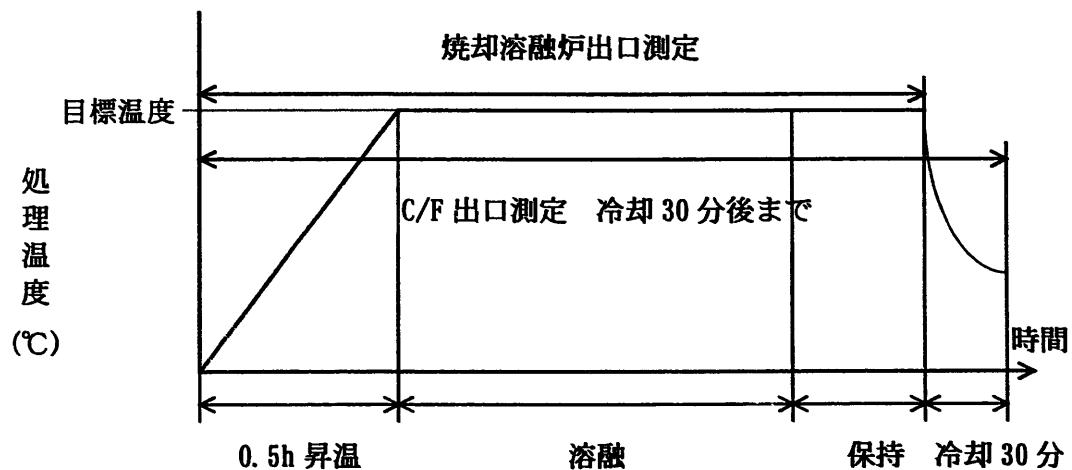


図 2.3-2 不燃物単独溶融及び連続処理におけるヒ-トカ-ブ

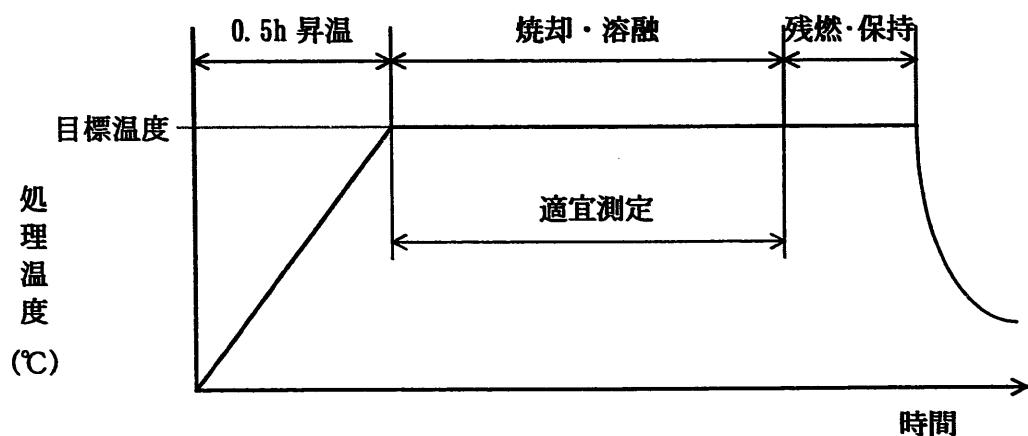


図 2.4-1 有害ガス除去性能試験におけるヒ-トカ-フ

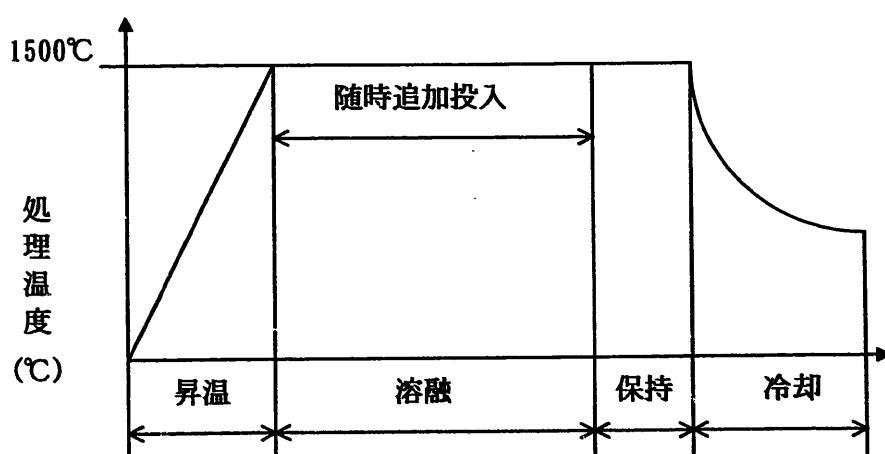


図 2.5-1 固化体核種分布におけるヒ-トカ-フ

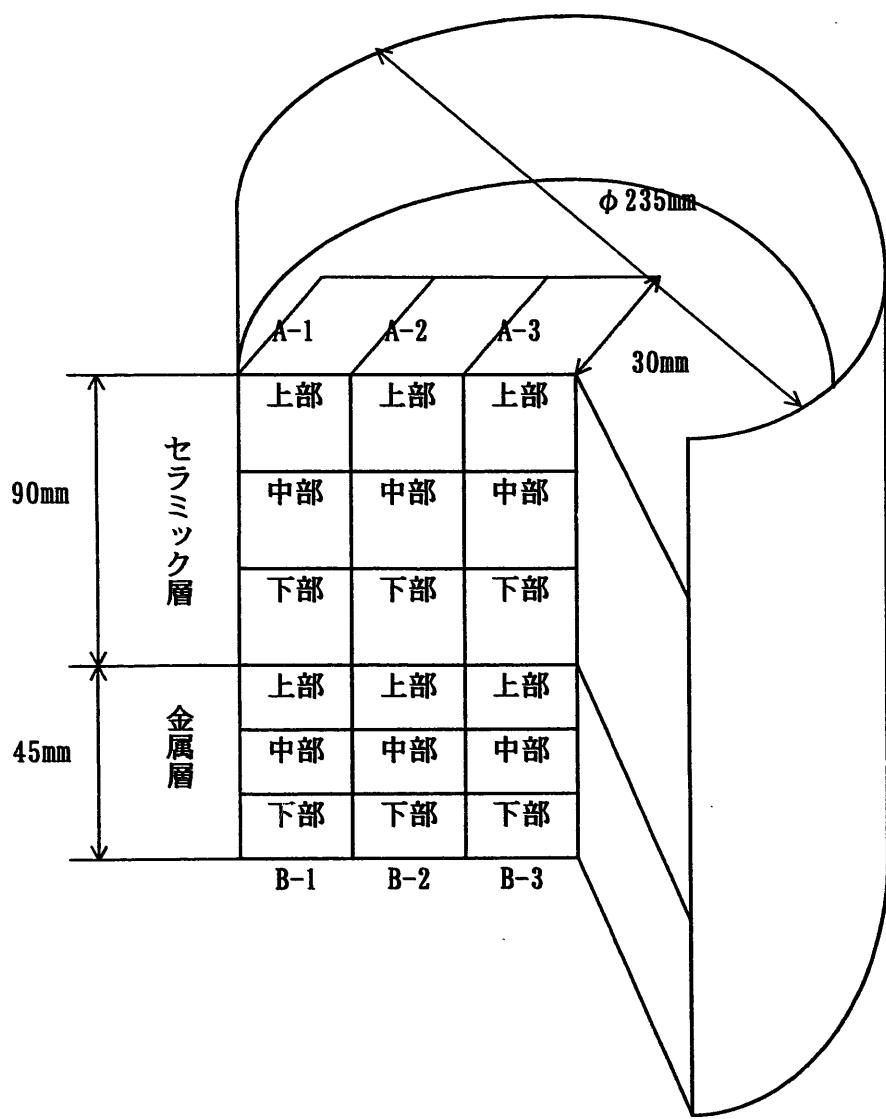


図 2.5-2 固化体核種分布におけるサンプリング位置

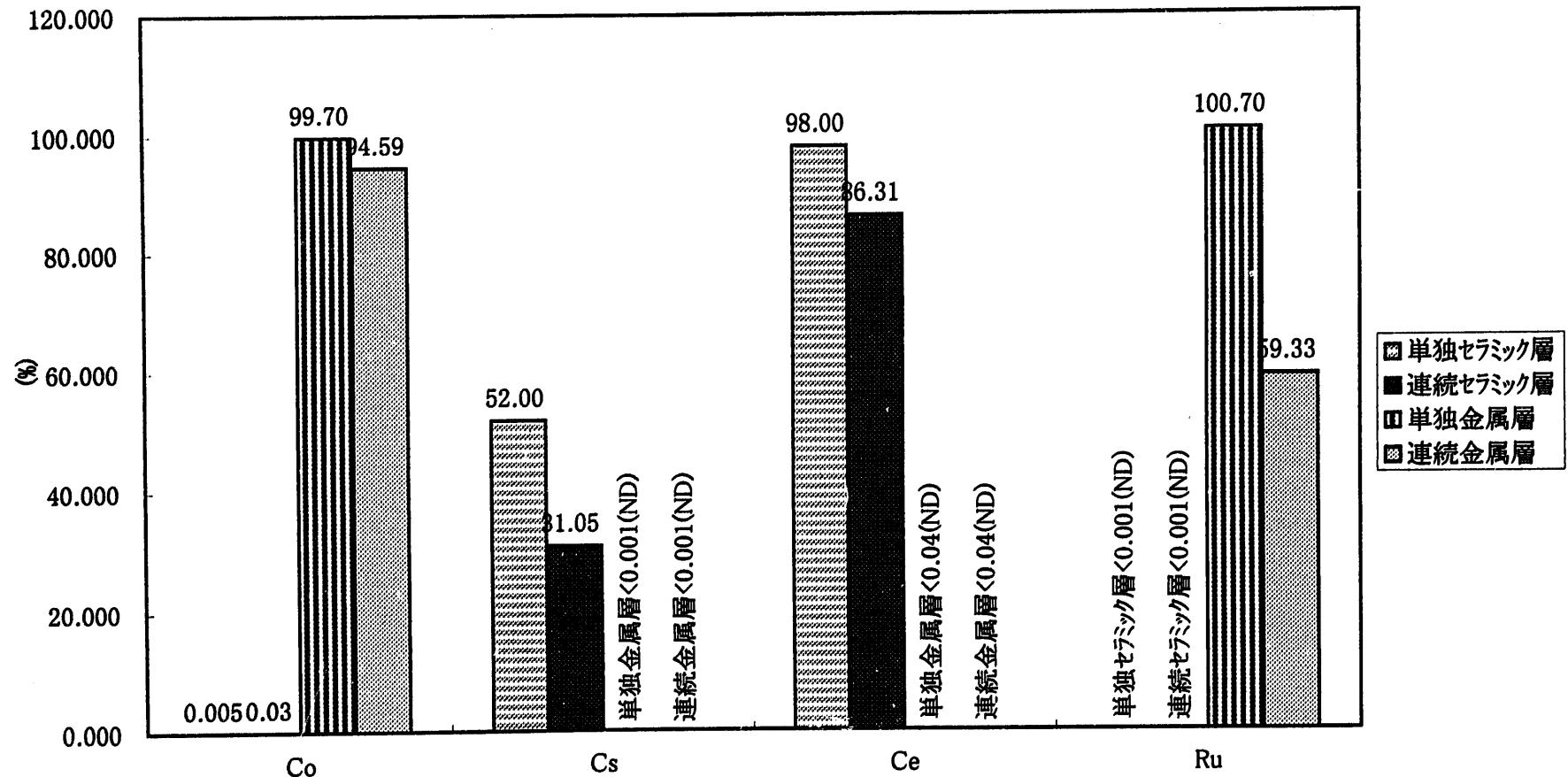


図2.5-3 単独処理及び連続処理における核種分布

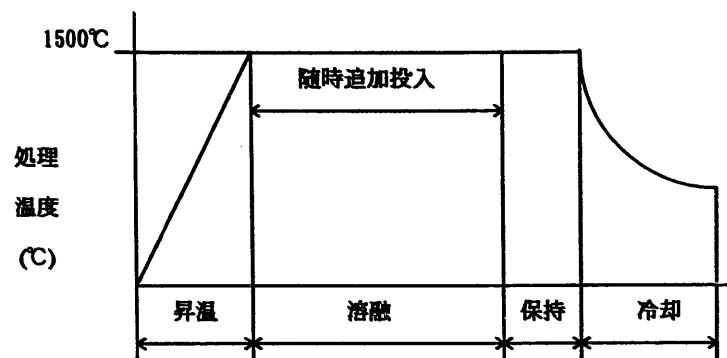


図 2.6-1 固化体物理的性質におけるヒートカーブ

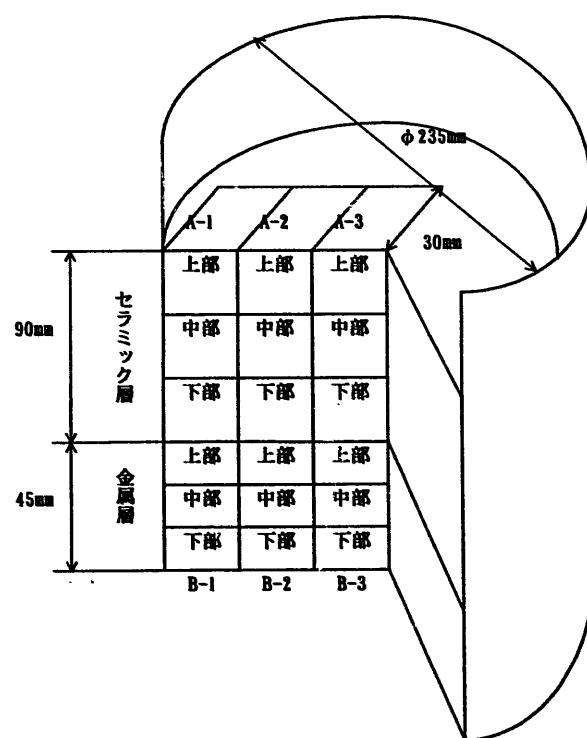


図 2.6-2 固化体の物理的性質におけるサンプリング位置

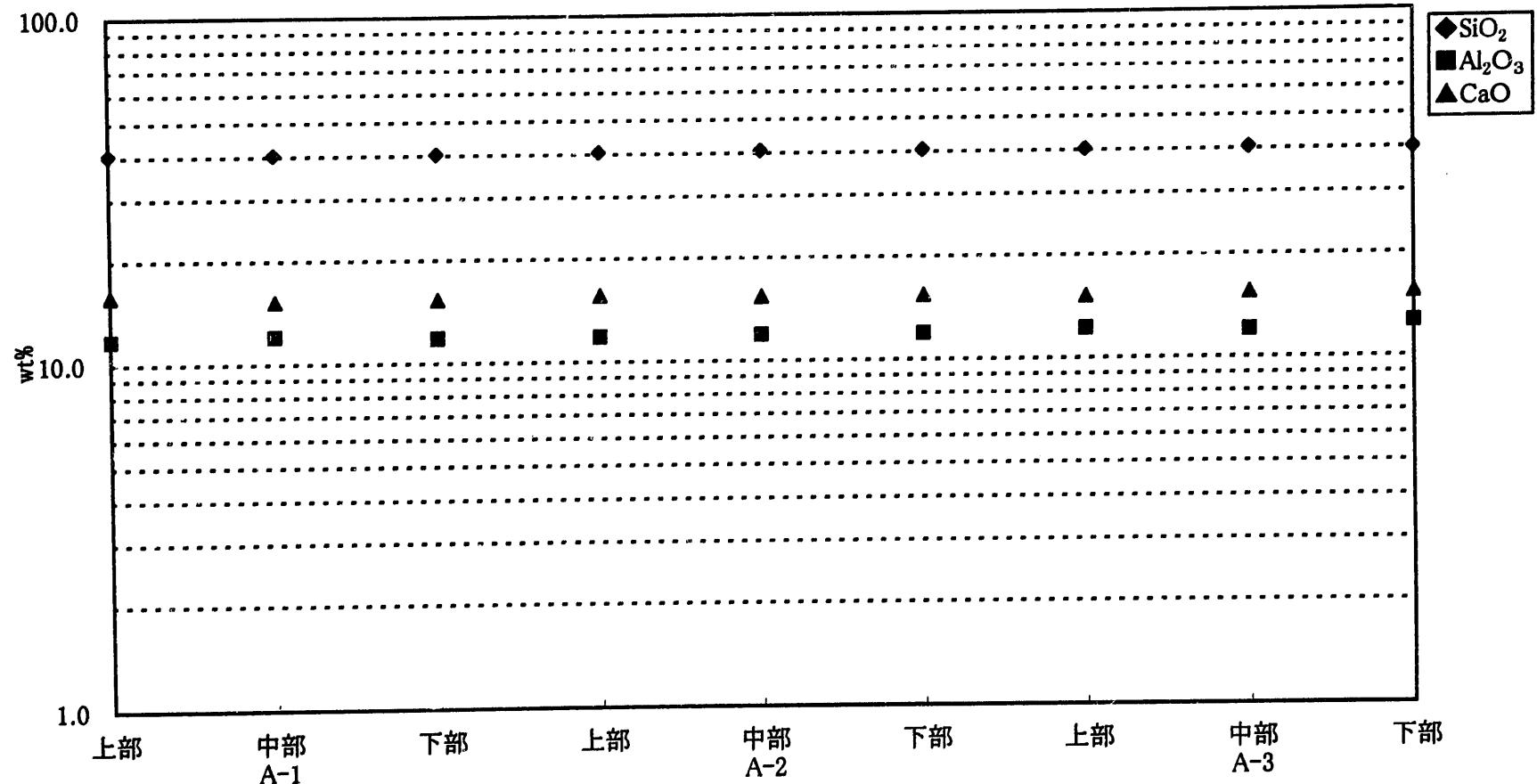


図2.6-3 単独処理時における主要構成元素分布

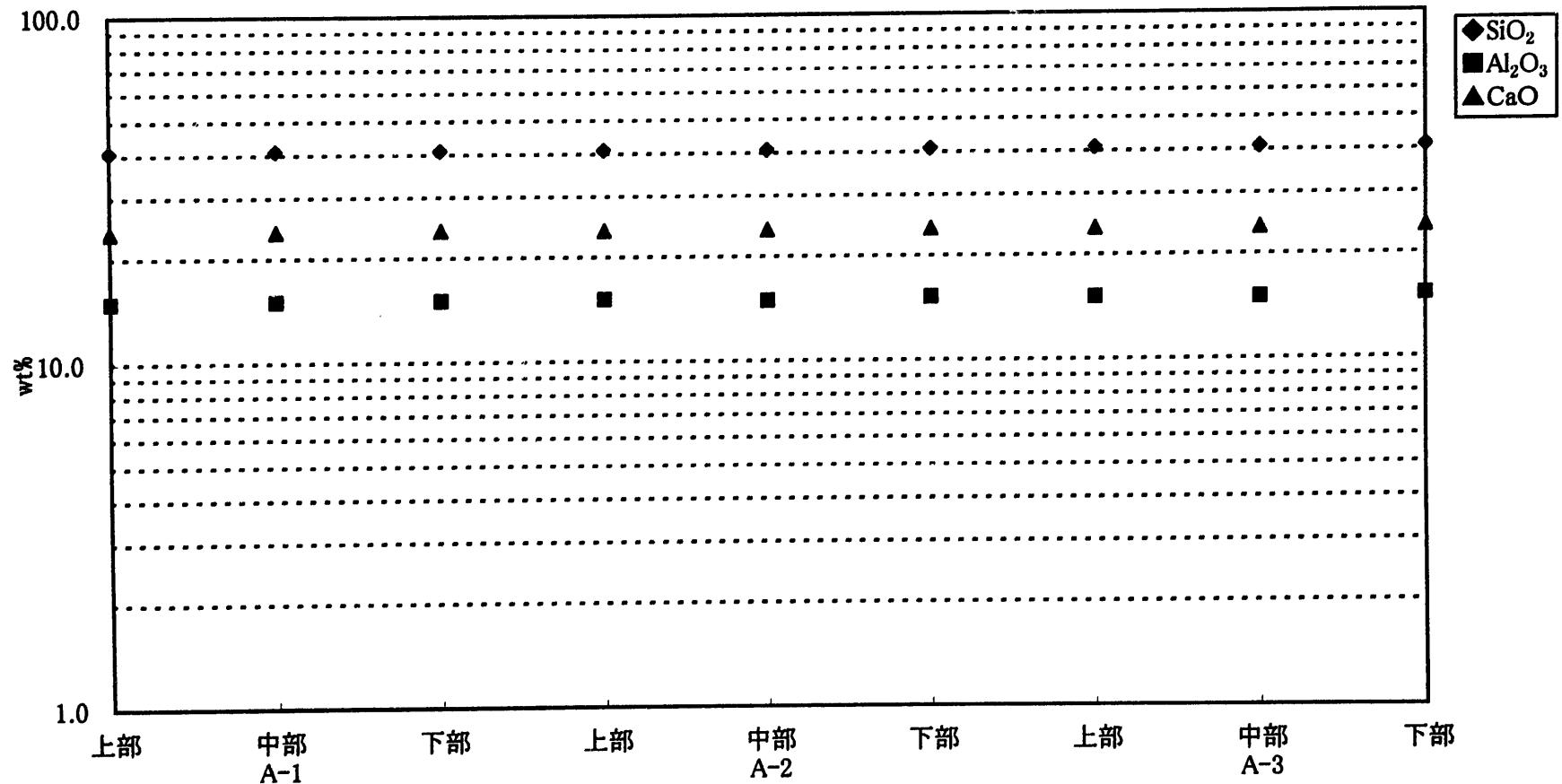


図2.6-4 連続処理における主要構成元素分布

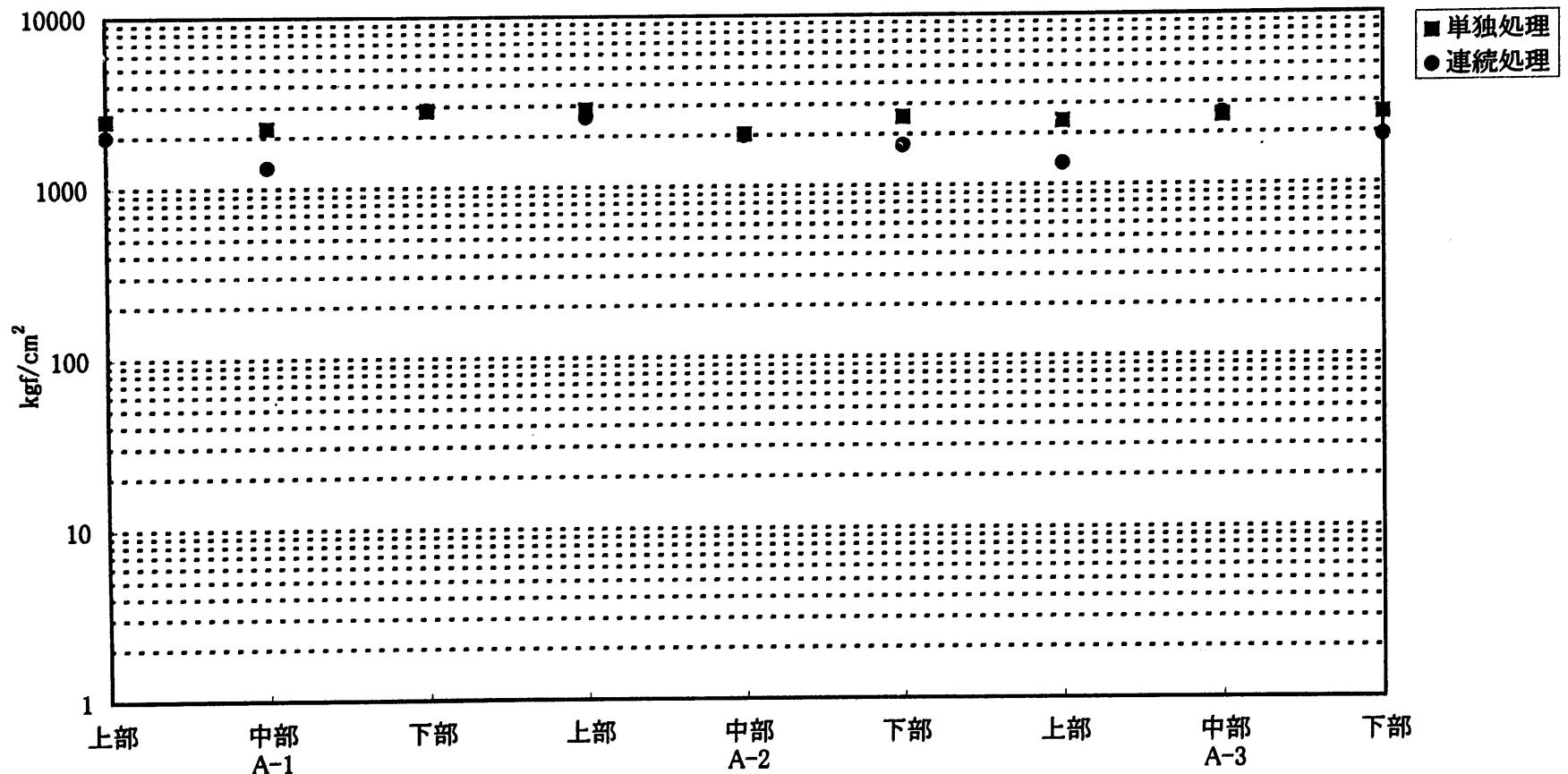


図2.6-5 各処理条件による圧縮強度

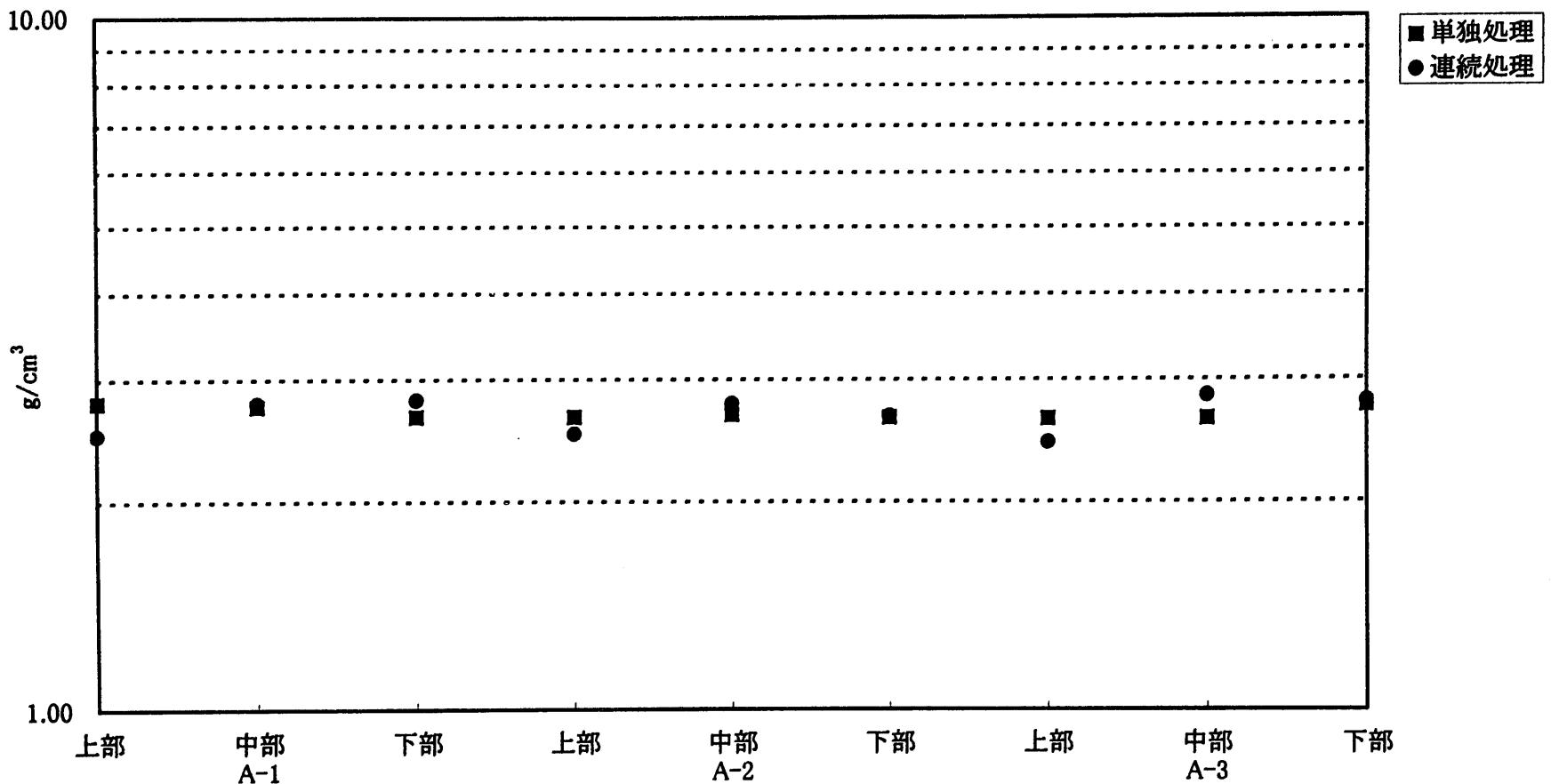


図2.6-6 各処理条件におけるかさ密度

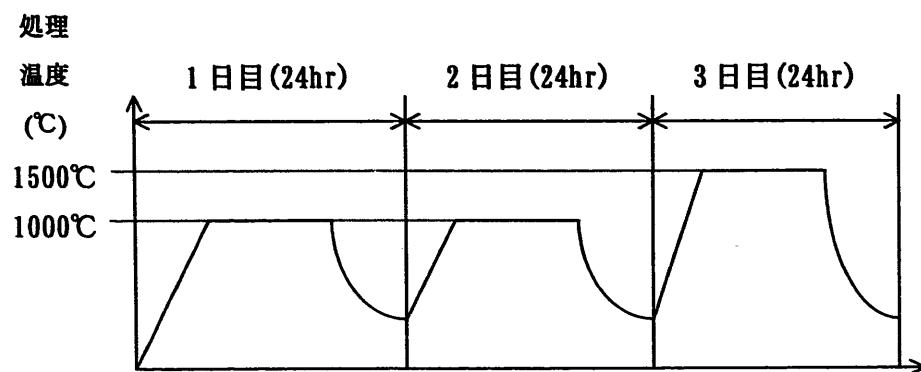


図 2. 7-1 可燃物・難燃物+不燃物におけるヒートカーブ

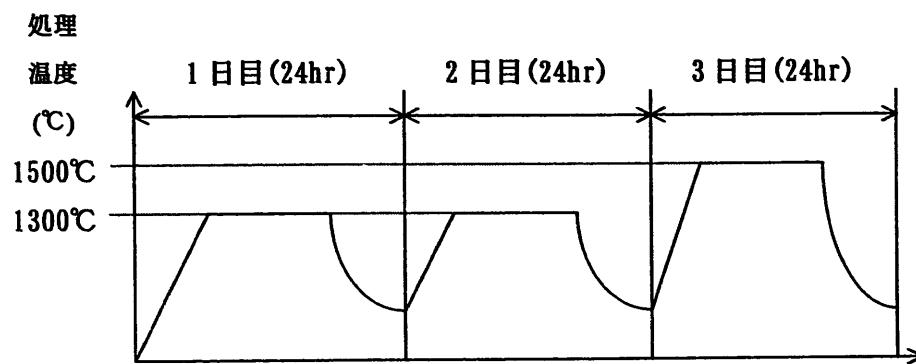


図 2. 7-2 樹脂+不燃物におけるヒートカーブ

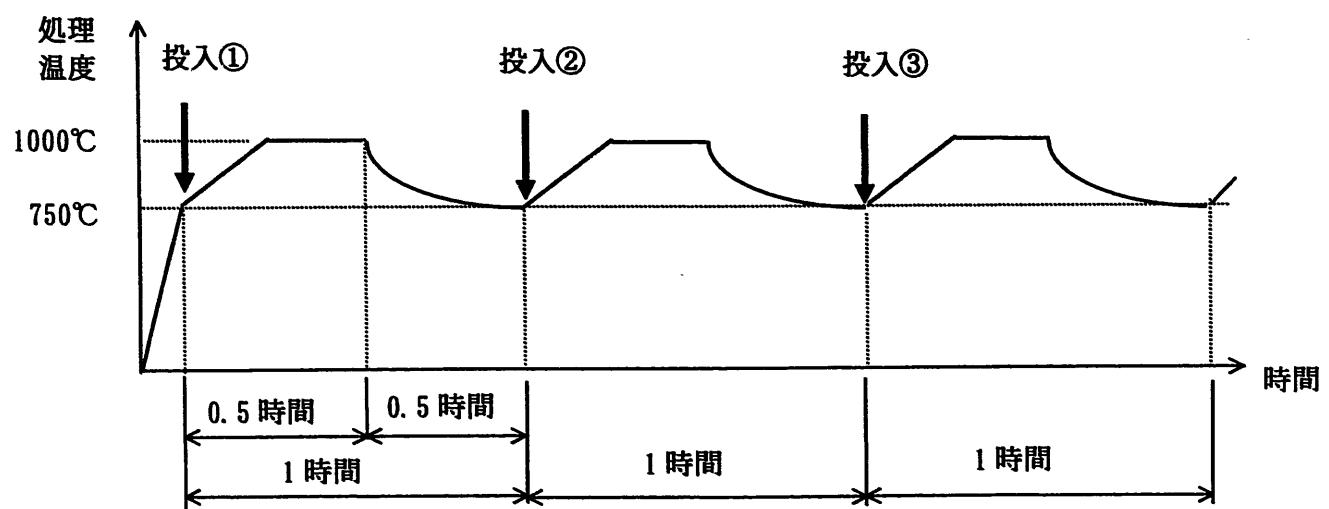


図 2.8-1 廃液の投入パターン

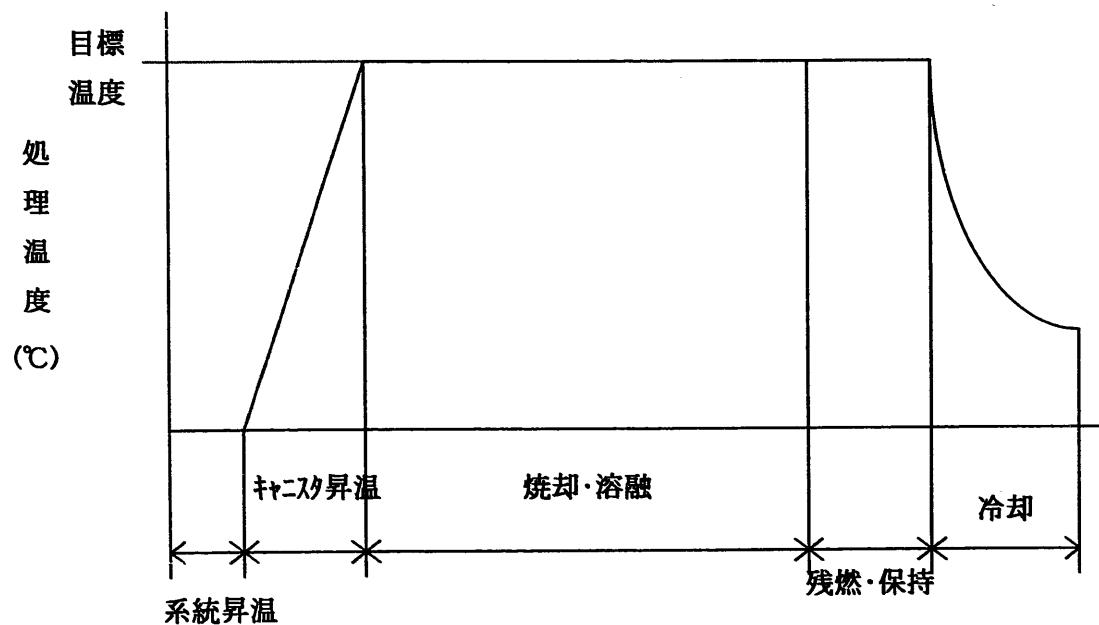


図 2.9.1-1 二次燃焼室評価におけるヒートカーブ

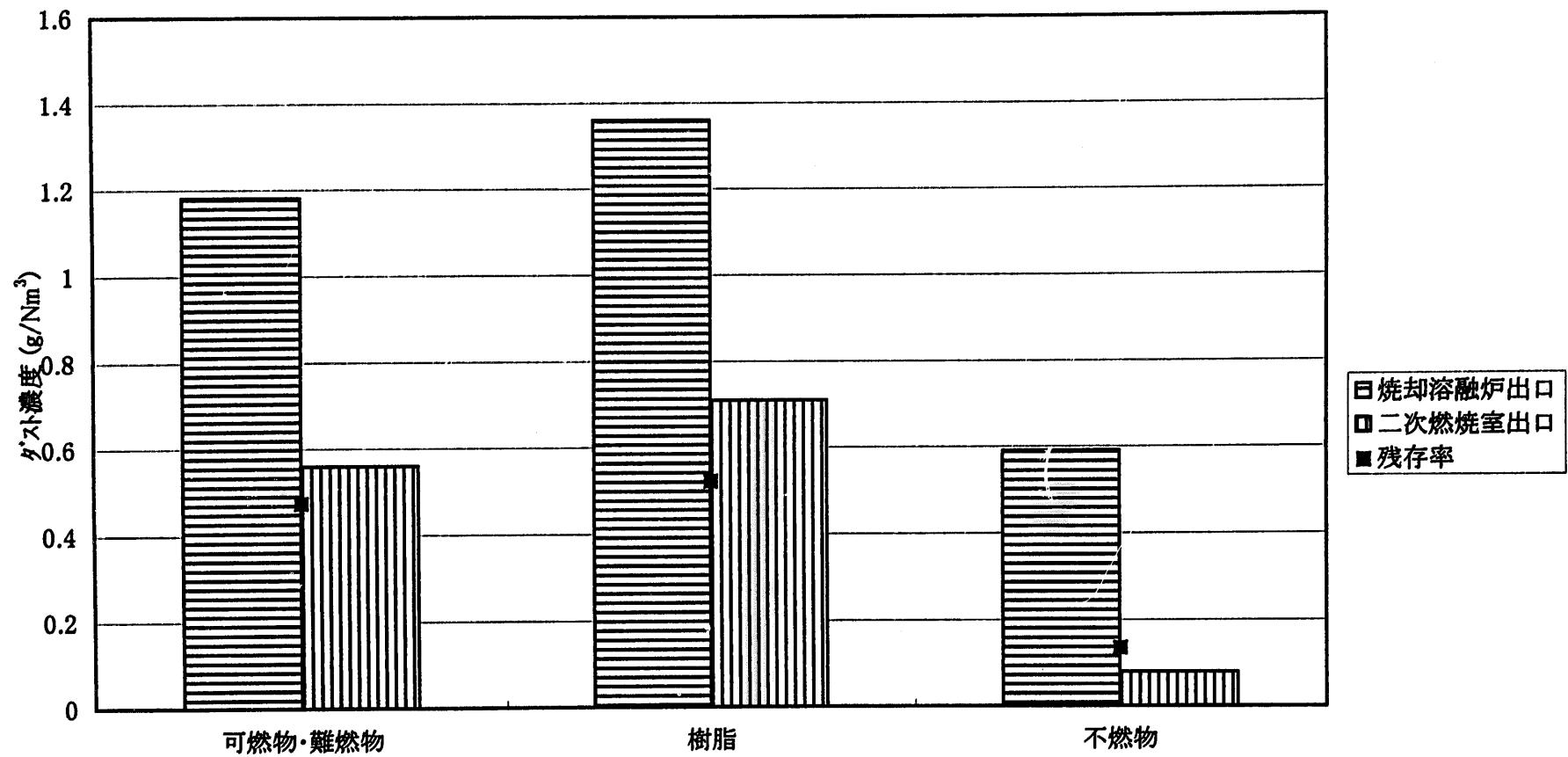


図2.9.1-2 二次燃焼室入口、出口、ダ'ズト濃度

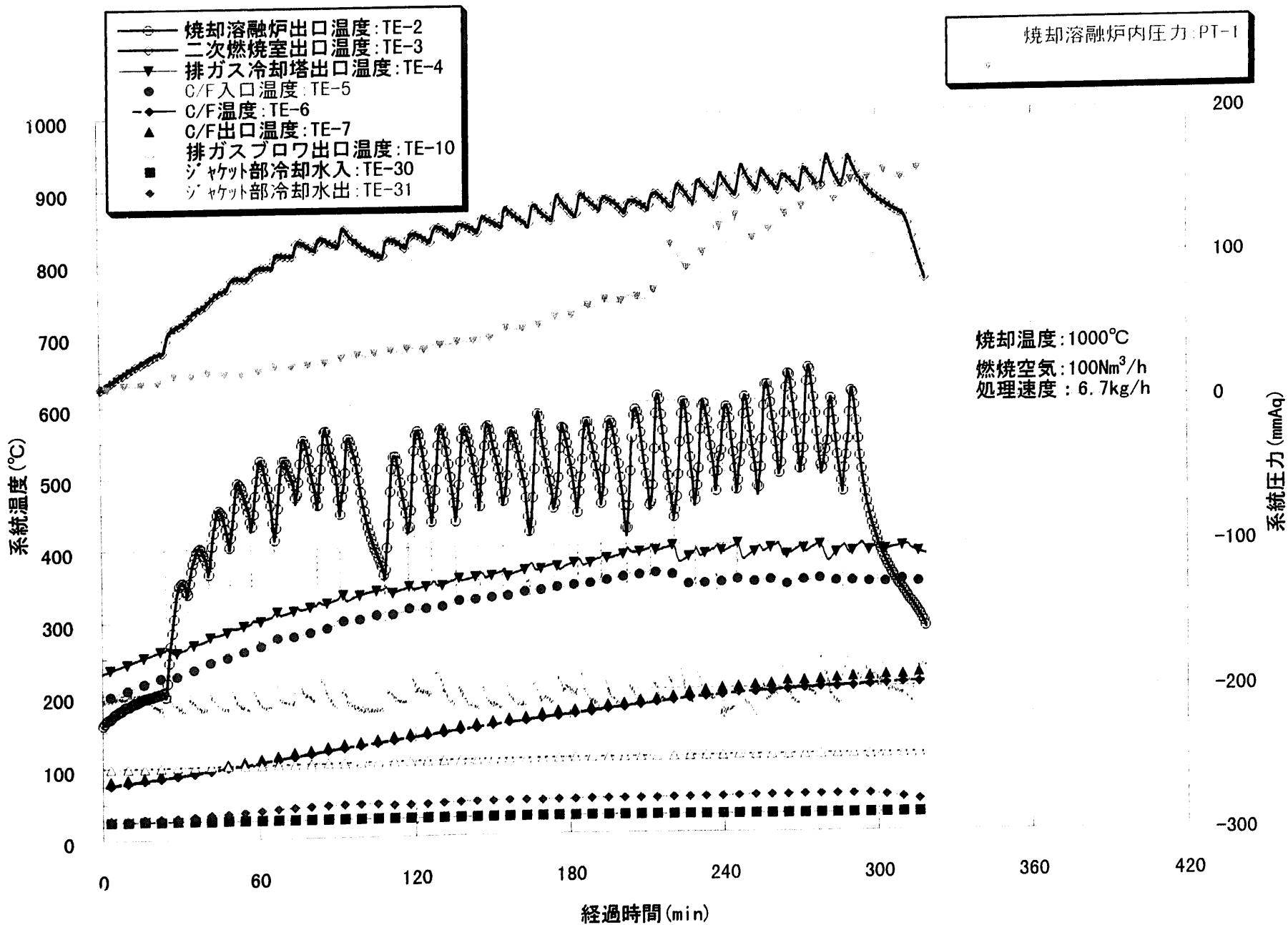


図 2.9.2-1 可燃・難燃物焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良後）

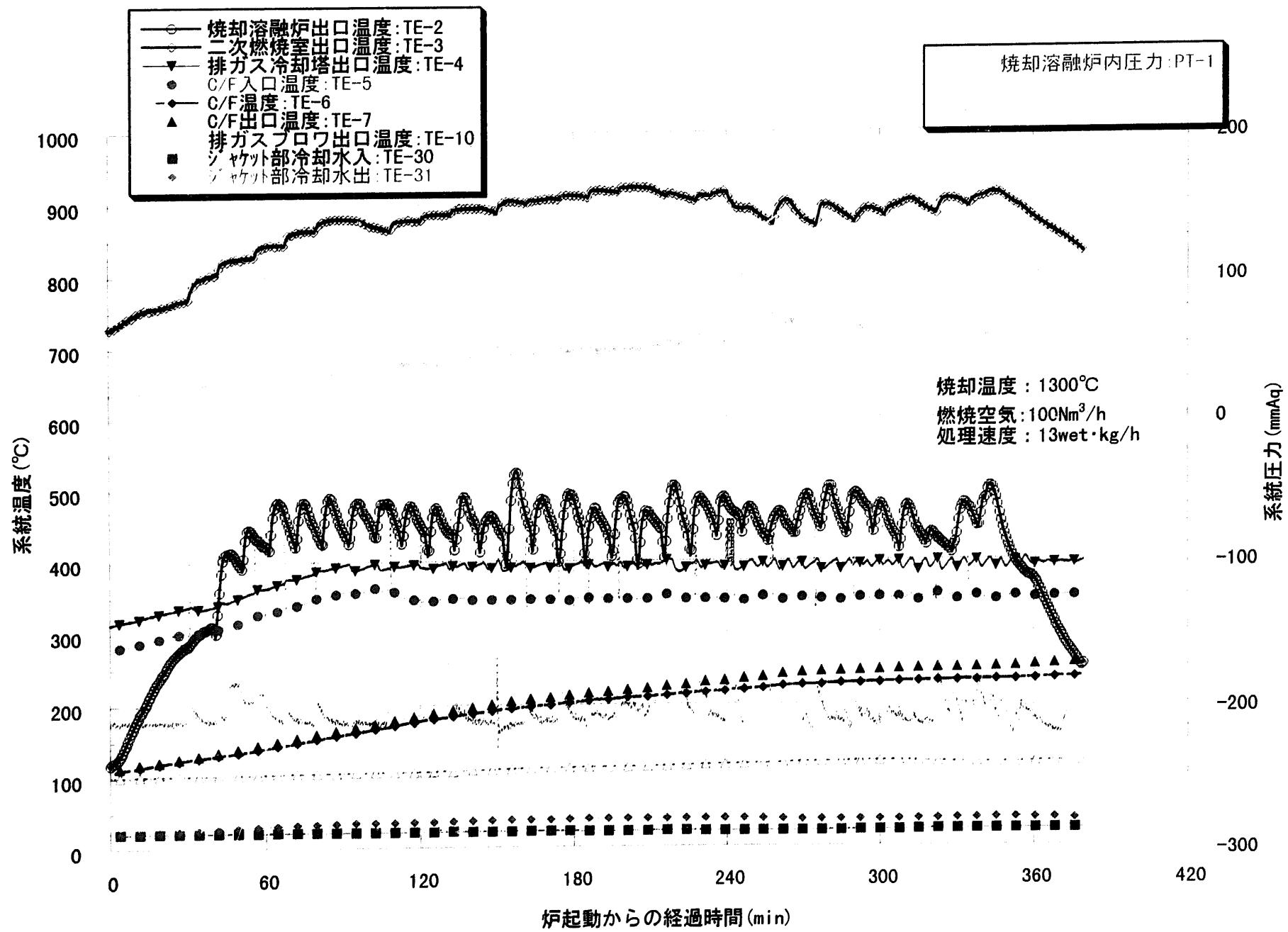


図 2.9.2-2 樹脂焼却時系統プロセス（二次燃焼室改良後）

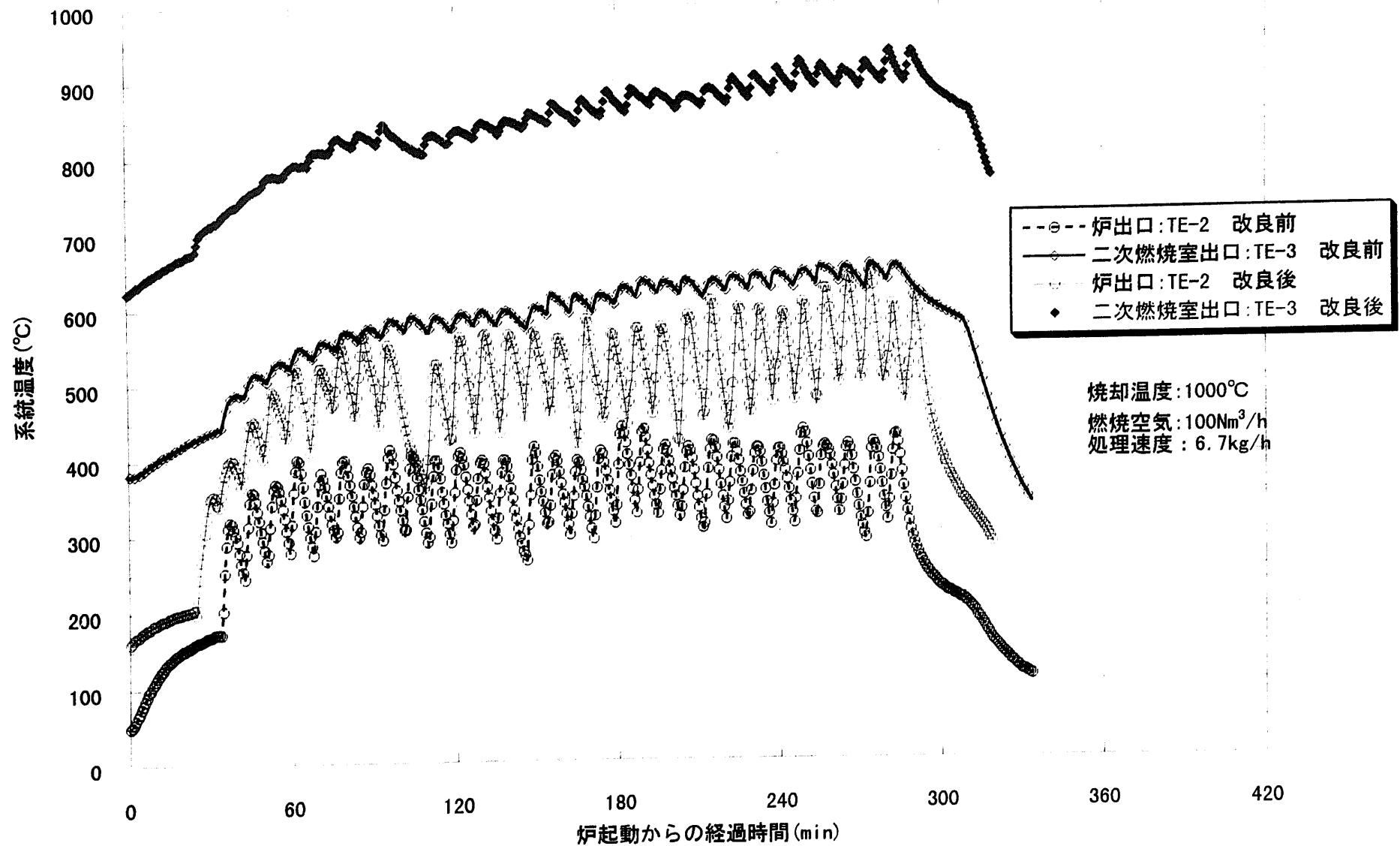


図 2.9.2-3 二次燃焼室最適化検討 可燃・難燃物焼却

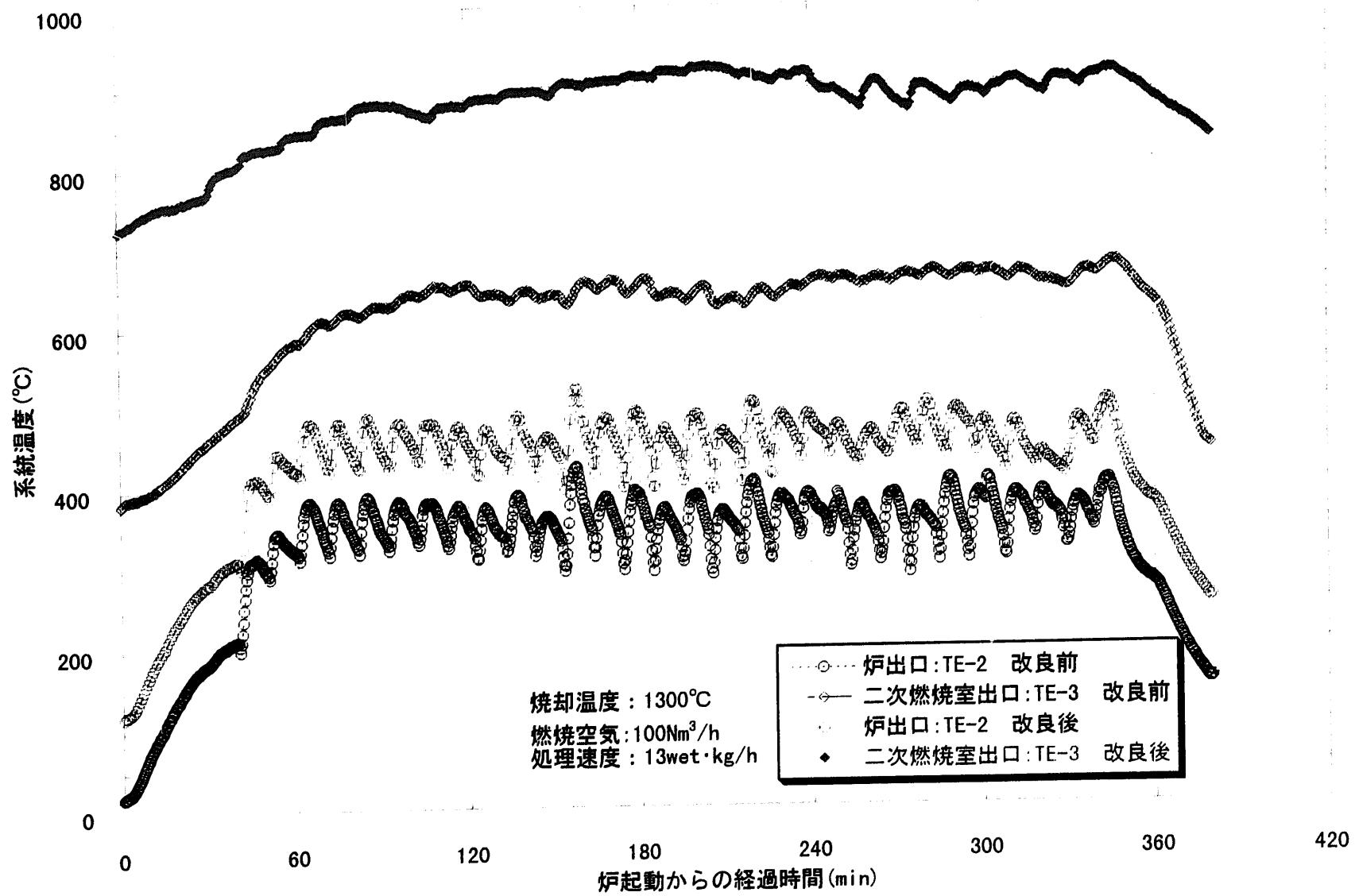


図 2.9.2-4 二次燃焼室最適化検討 樹脂焼却

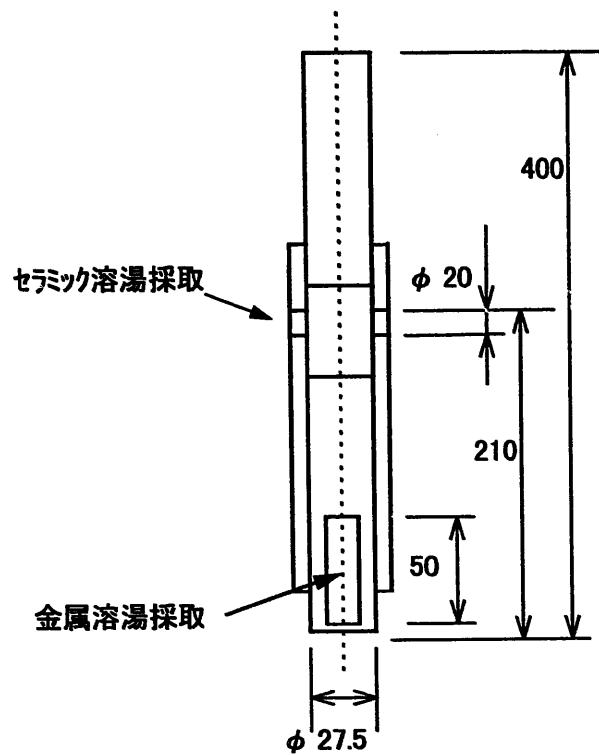


図 2.10-1 サンプリング治具概略図

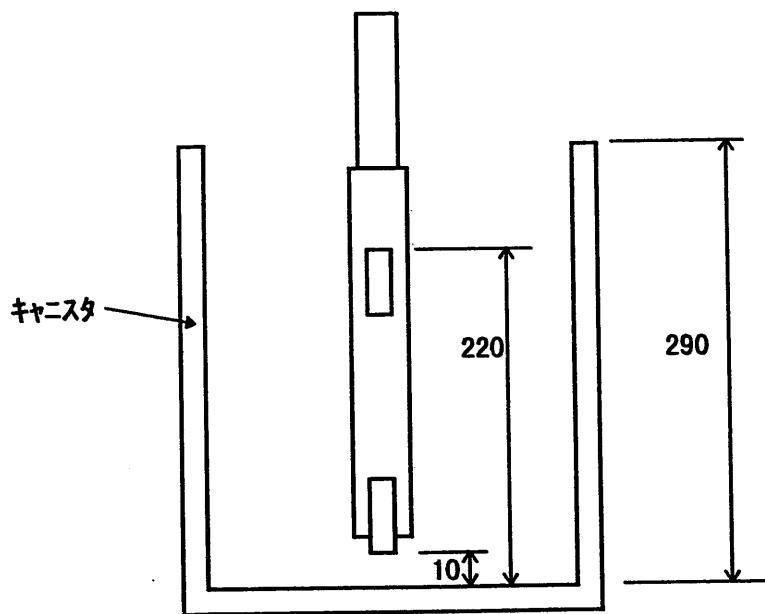


図 2.10-2 サンプリング位置

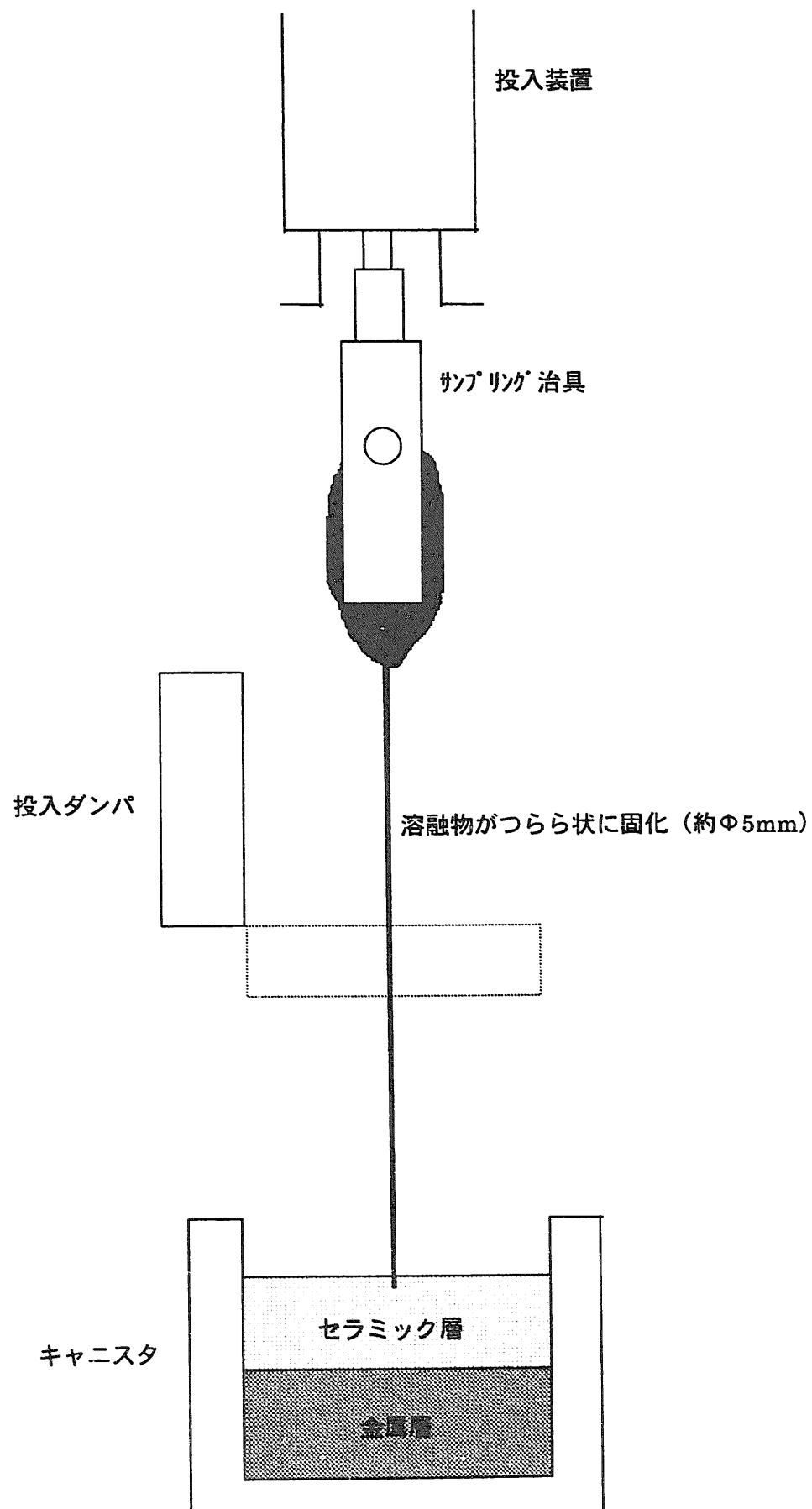


図 2.10-3 溶湯サンプリング抜出し状態

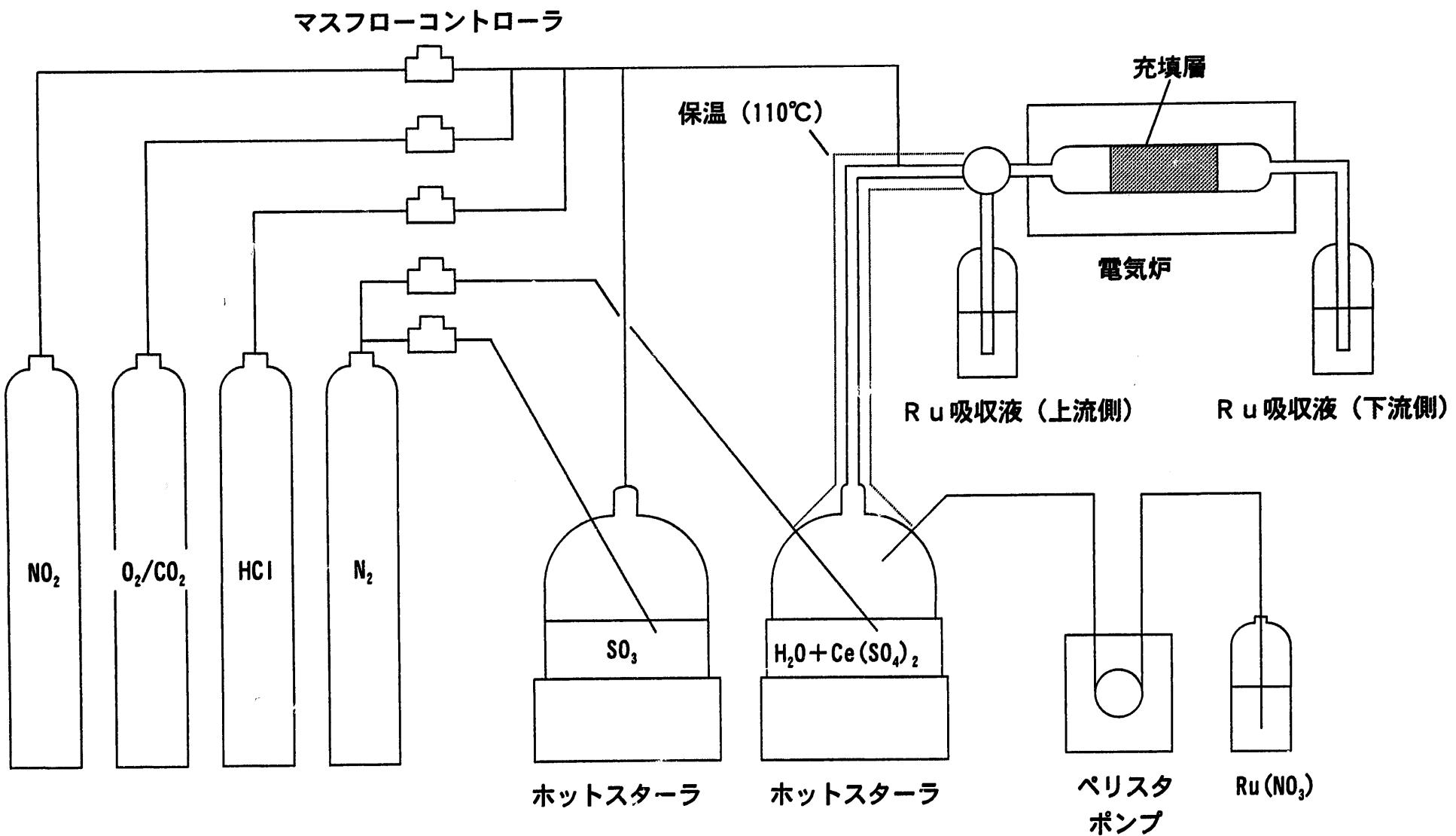


図 3.1-1 試験装置フロー

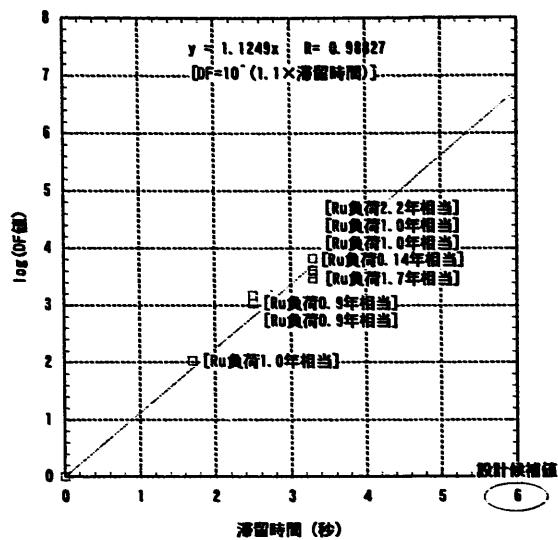


図 3.2-1 滞留時間と DF 値

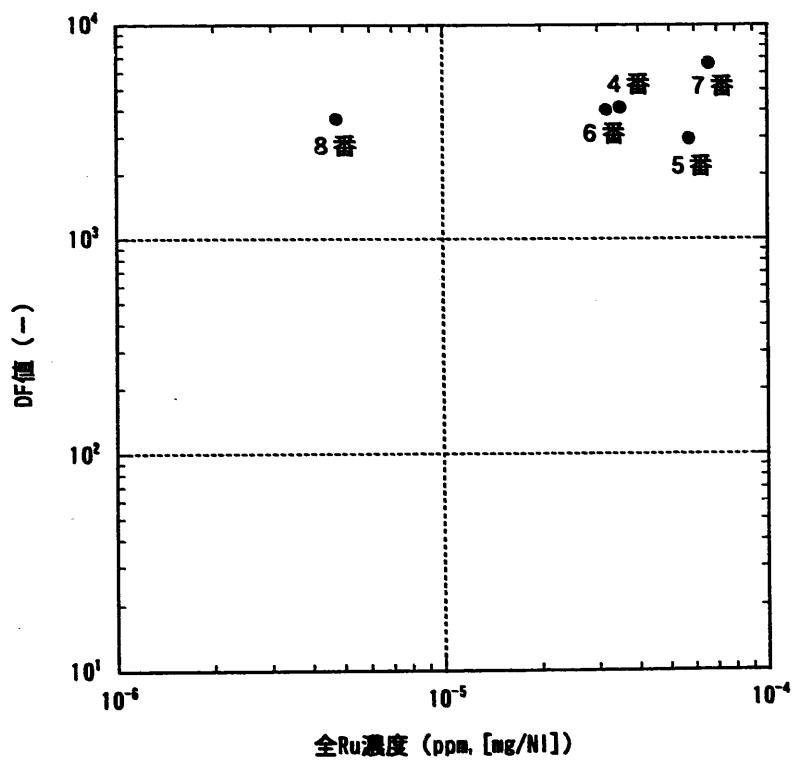


図 3.2-2 Ru 濃度と DF 値

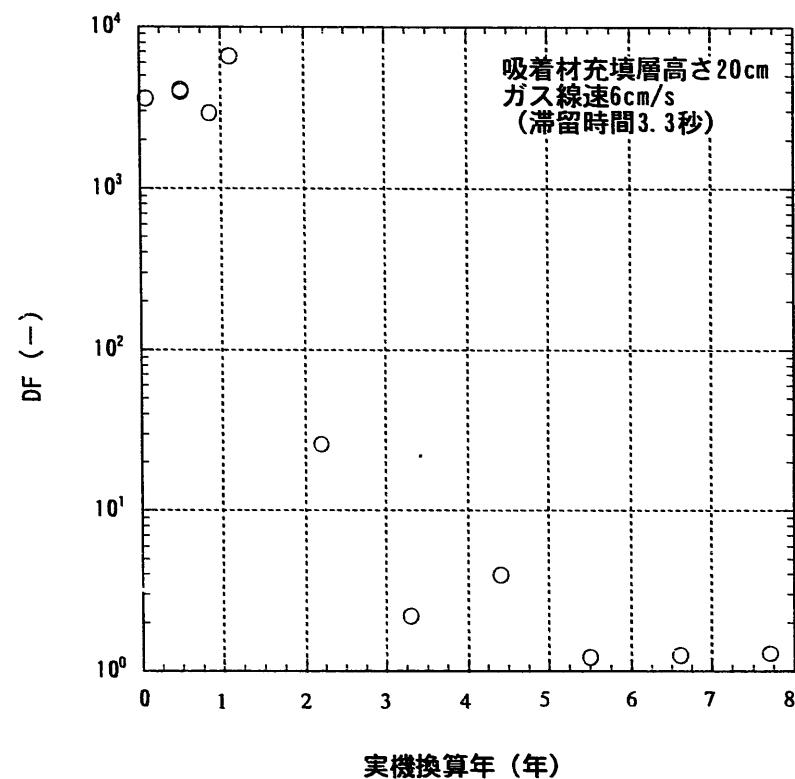


図 3.2-3 負荷量の実機換算年と DF 値

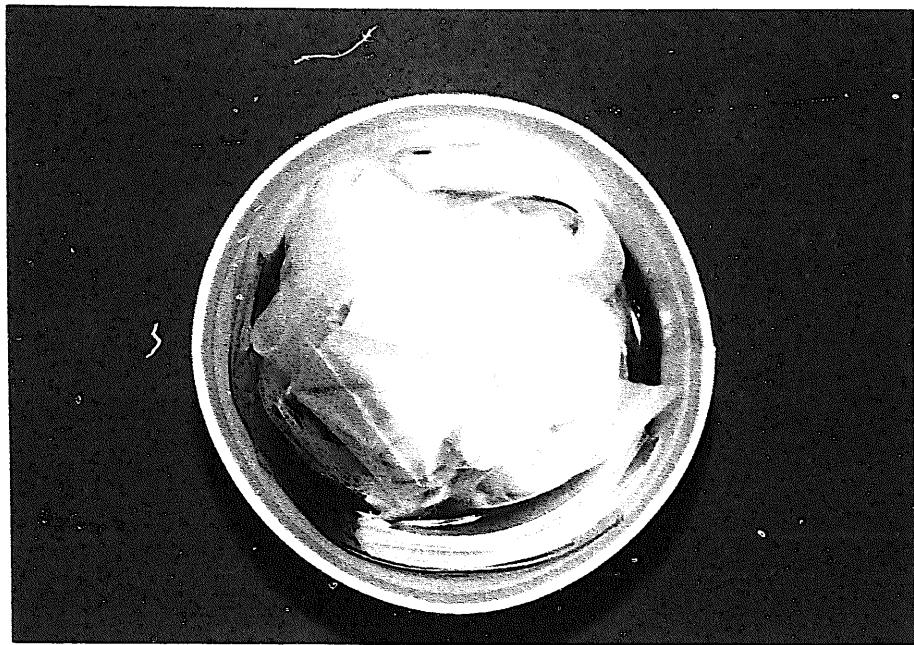


写真 2. 2. 1-1 可燃・難燃物模擬廃棄物

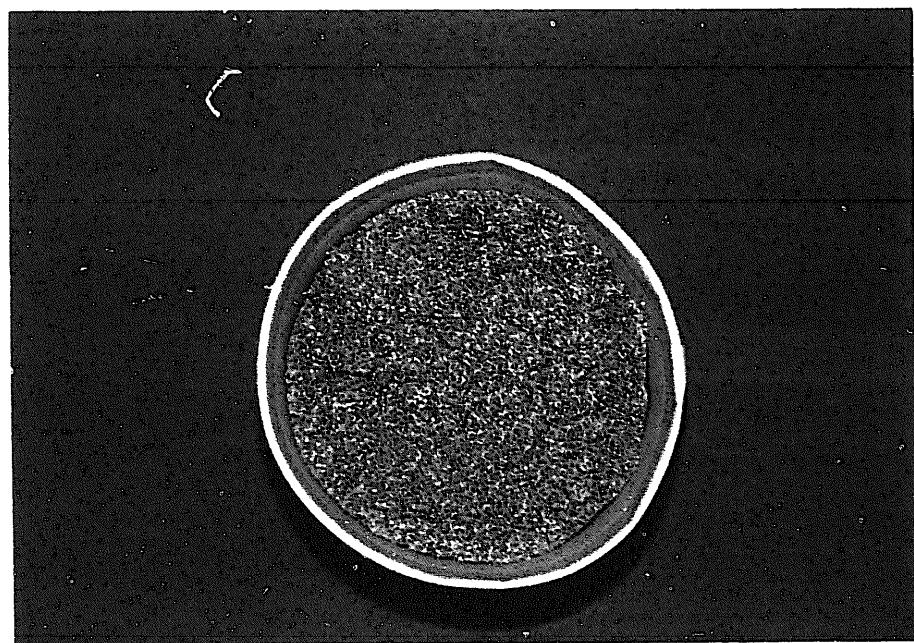


写真 2. 2. 1-2 樹脂模擬廃棄物



写真 2.2.1-3 不燃物模擬廃棄物

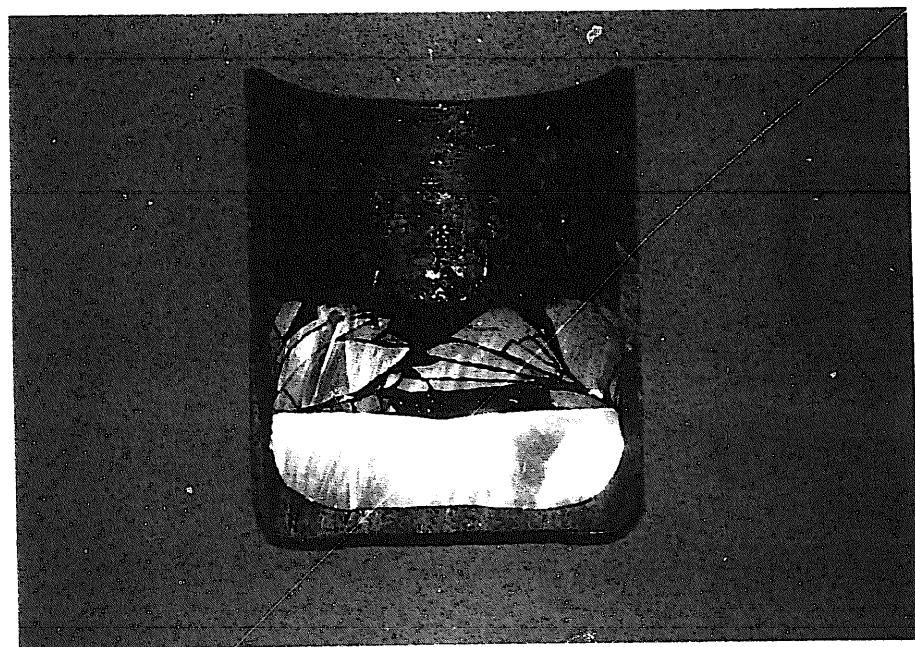


写真 2.2.1-4 不燃物単独溶融時固化体切断面状況

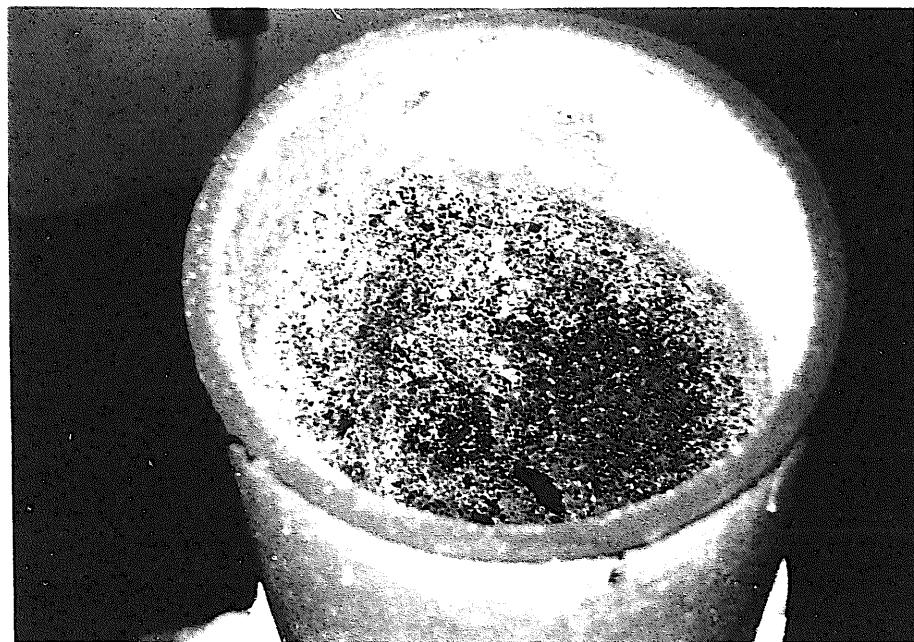


写真 2. 2. 2-1 可燃・難燃物焼却 2 run 実施後

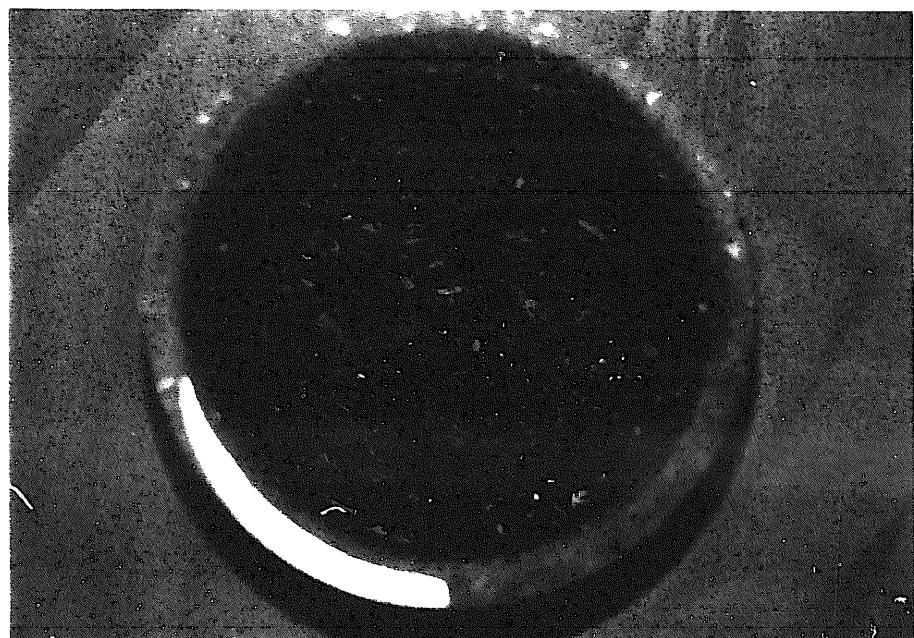


写真 2. 2. 2-2 樹脂焼却 2 run 実施後

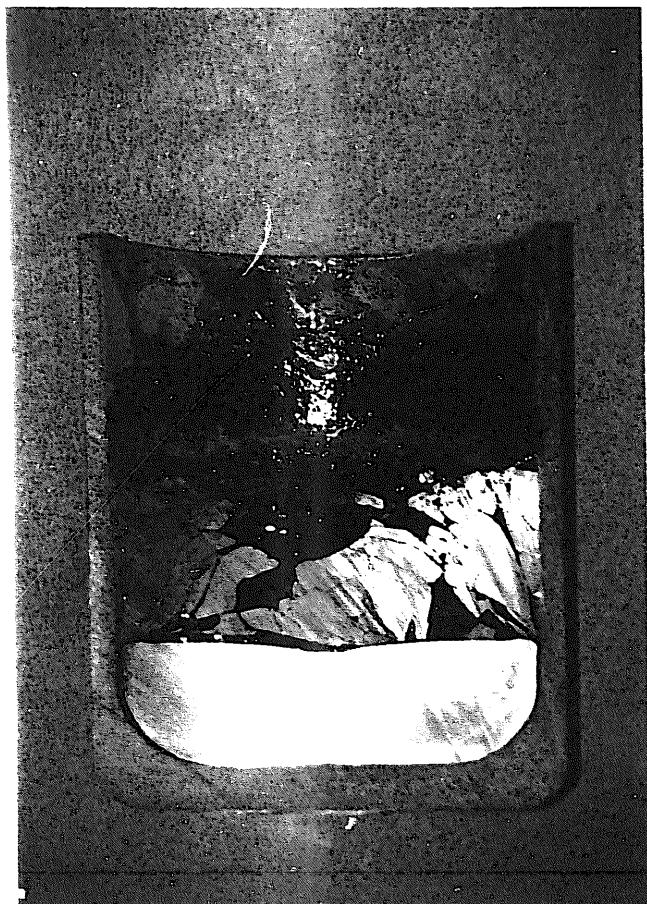


写真 2. 2. 2-3 連続運転溶融工程実施後鎌刃切断面状況

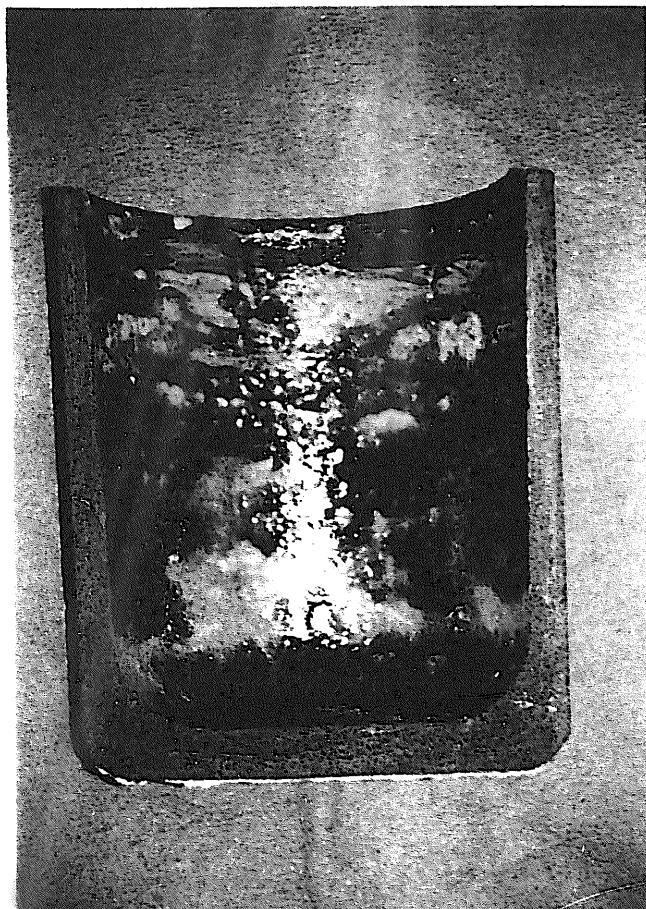


写真 2.7-1 可燃物・難燃物焼却を模擬した連続運転サイクル試験後のキャニスター外観写真

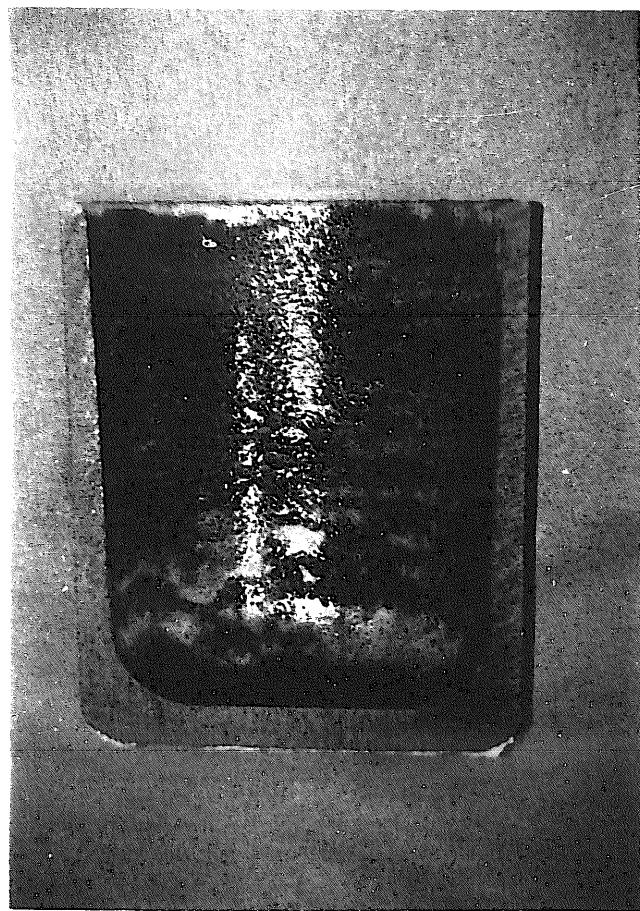


写真 2.7-2 樹脂焼却を模擬した連続運転サイクル試験後のキャニスター外観写真

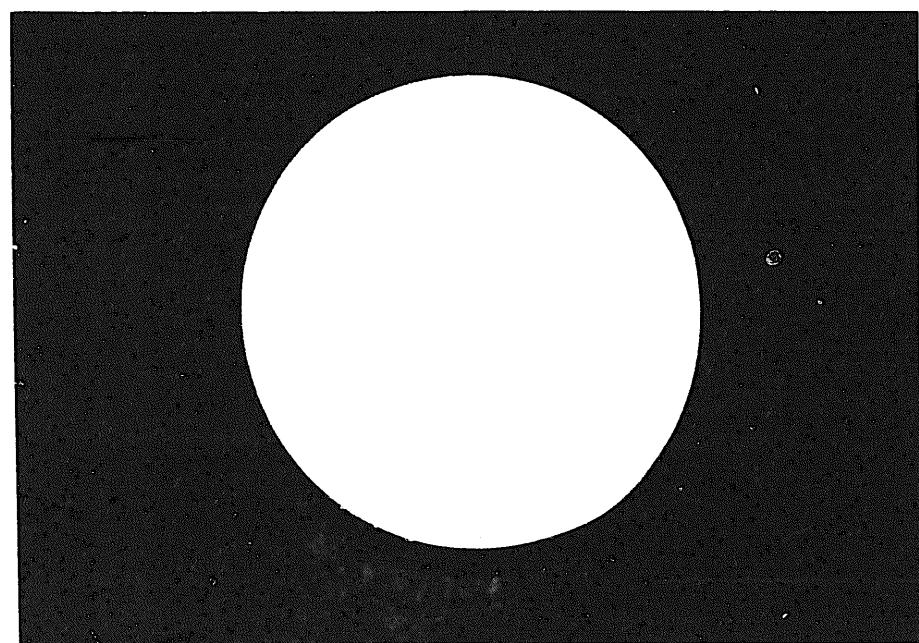


写真 2.8-1 模擬廃棄物



写真 2.8-2 廃液専焼試験後

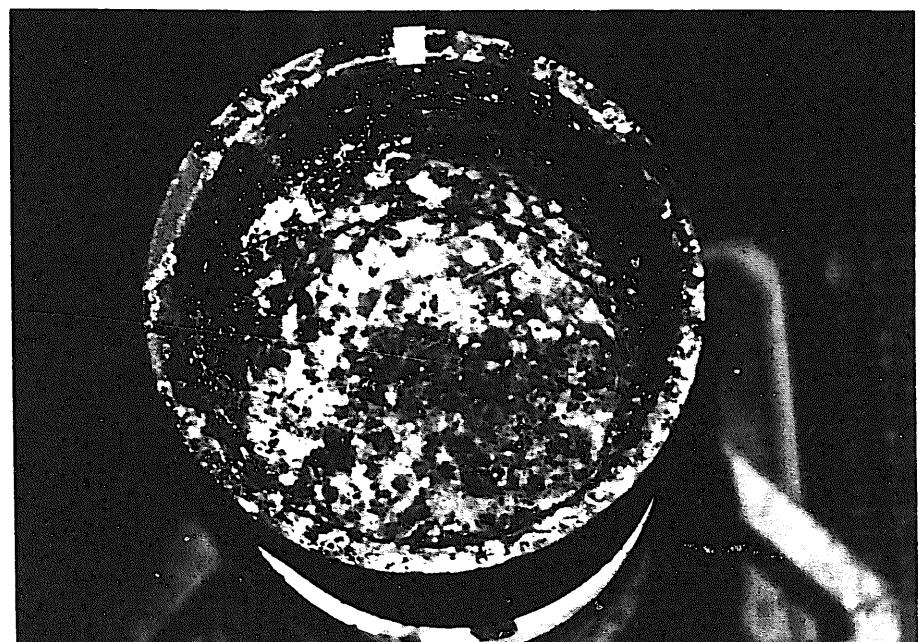


写真 2.8-3 廃液混焼試験後

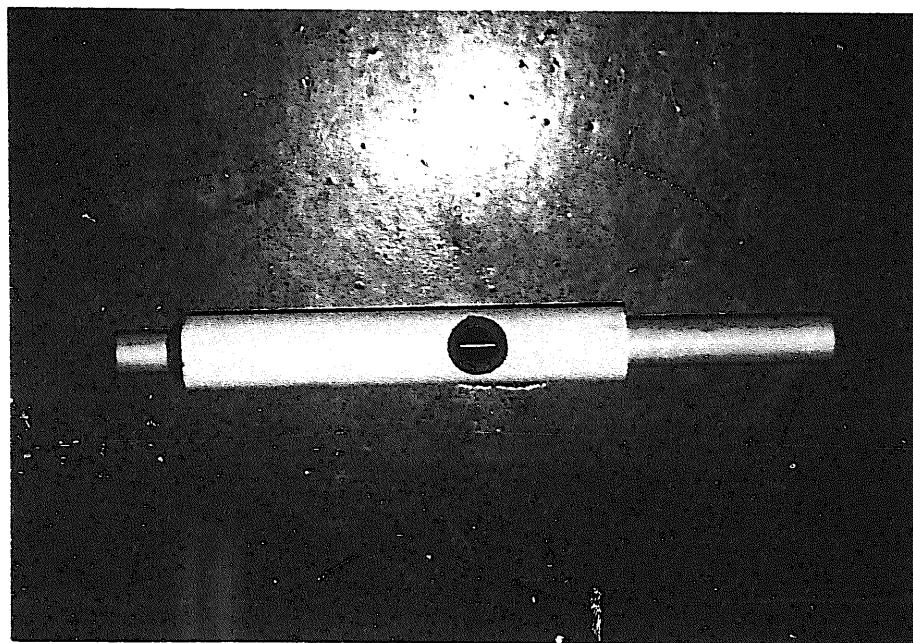


写真 2.10-1 試験前治具

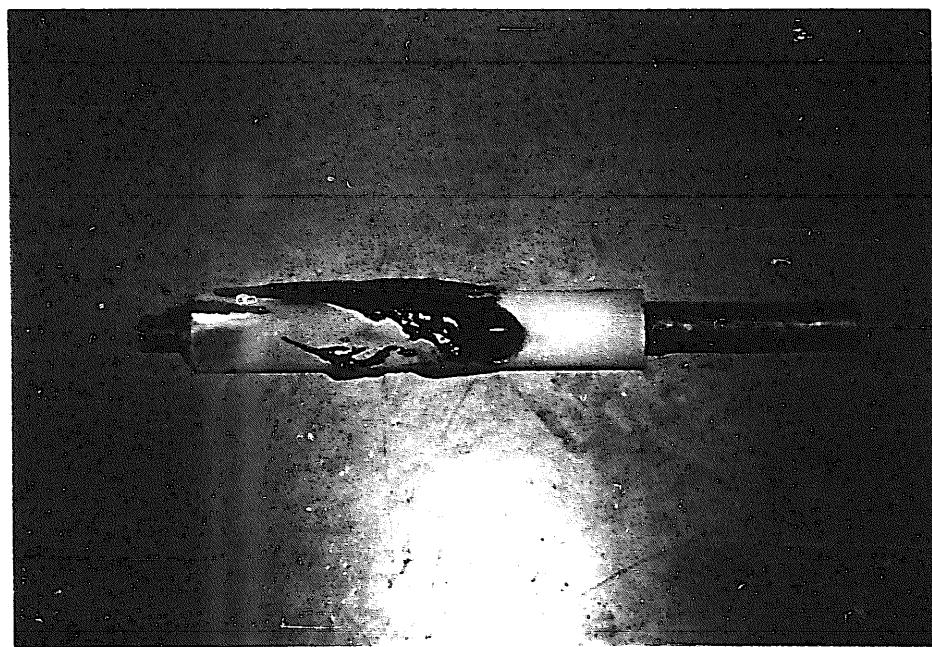


写真 2.10-2 15秒サンプリング実施後治具



写真 2.10-3 サンプリング金属溶湯

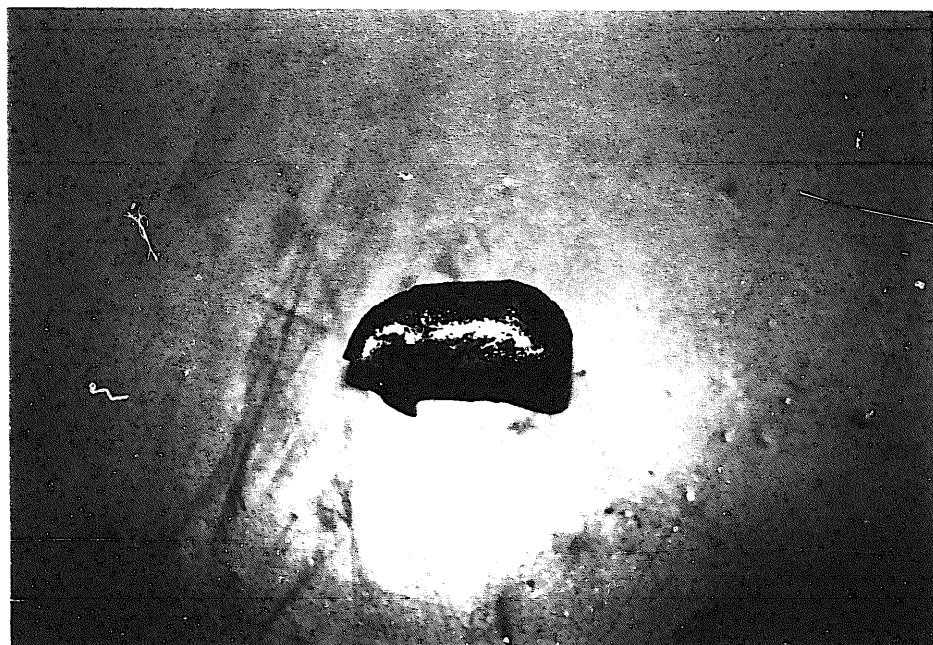


写真 2.10-4 サンプリングセラミック溶湯

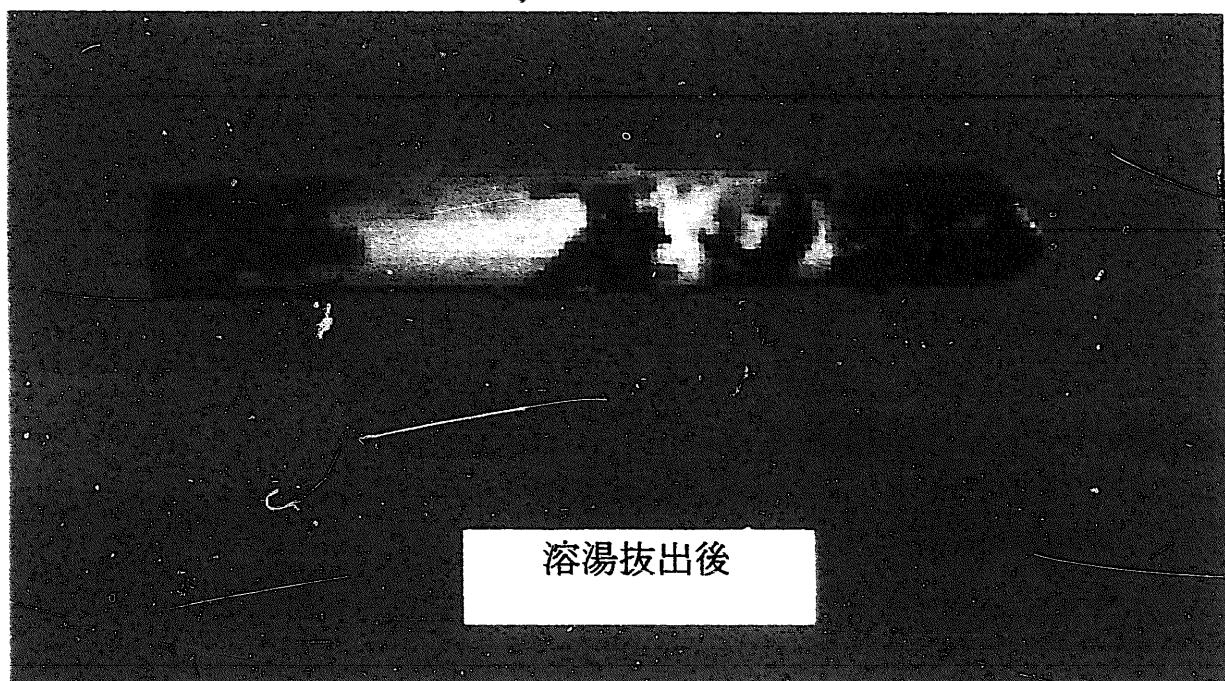
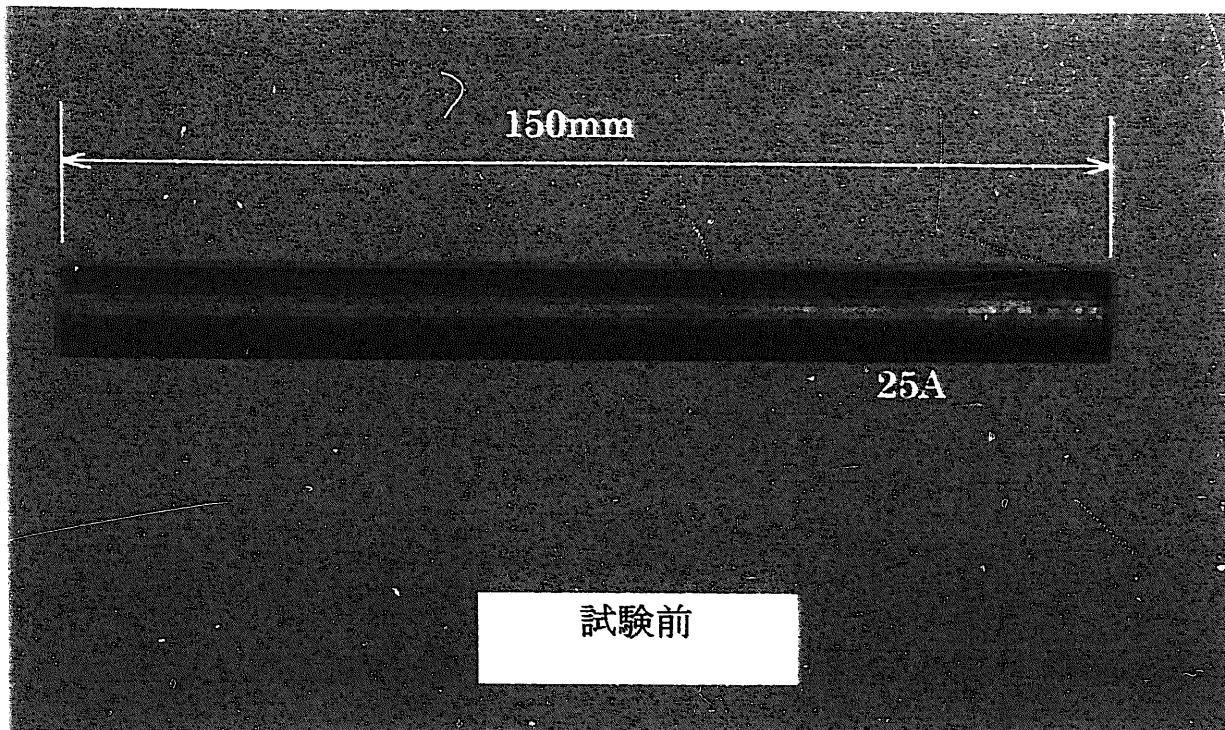


写真 2.10-5 金属+セラミックコーティング

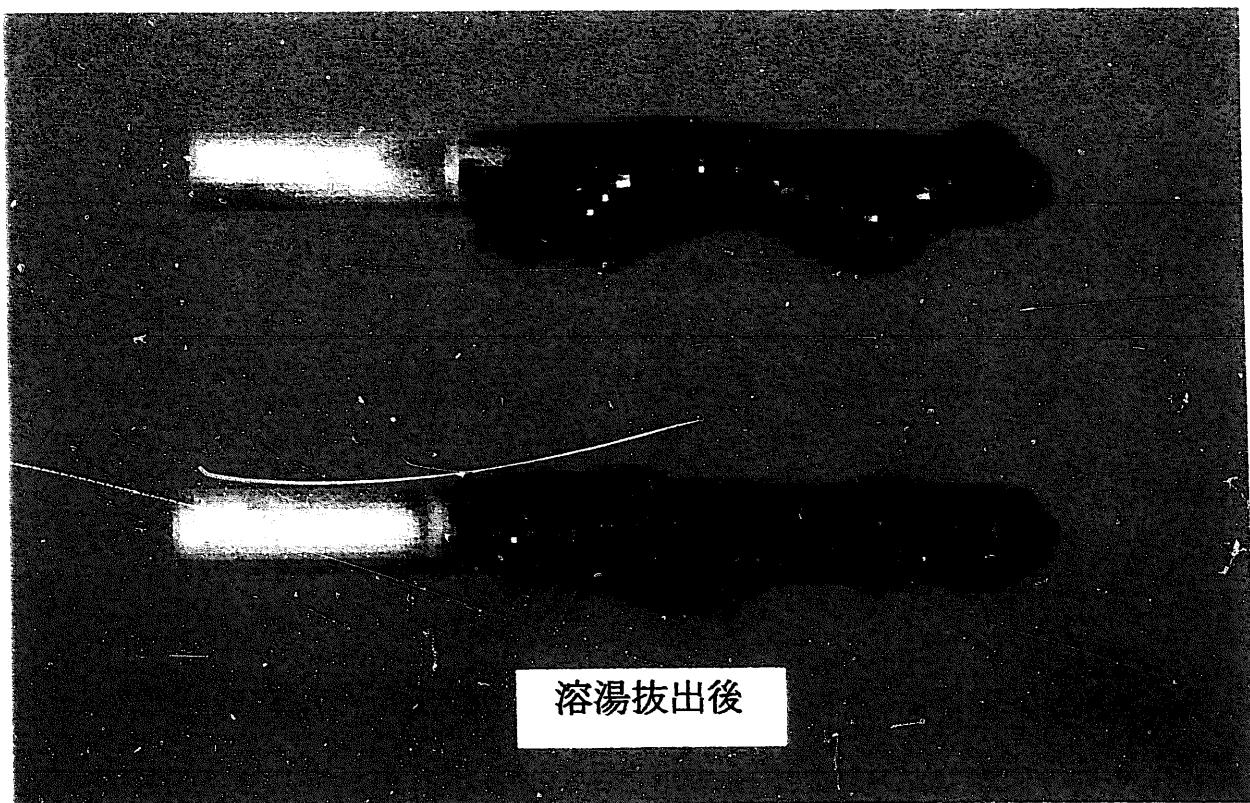
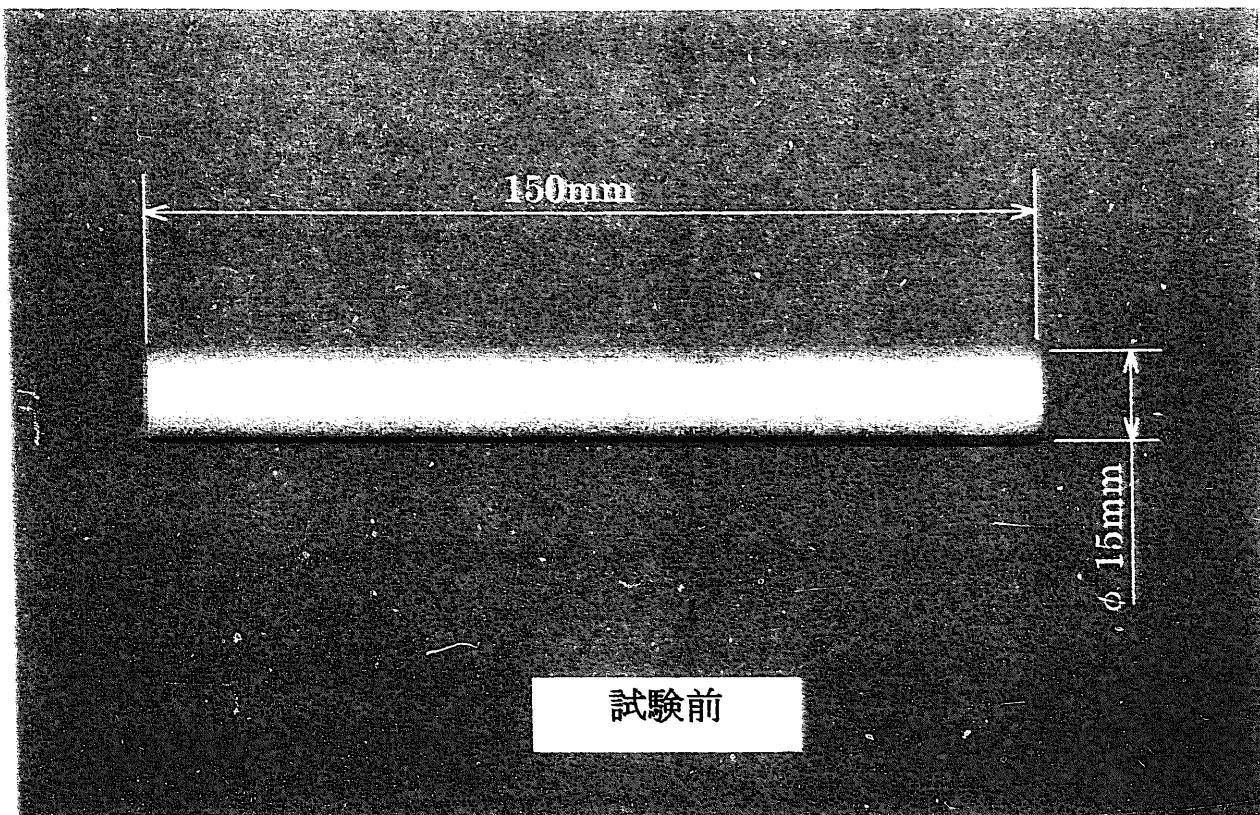


写真 2.10-6 チタン酸アルミニウム

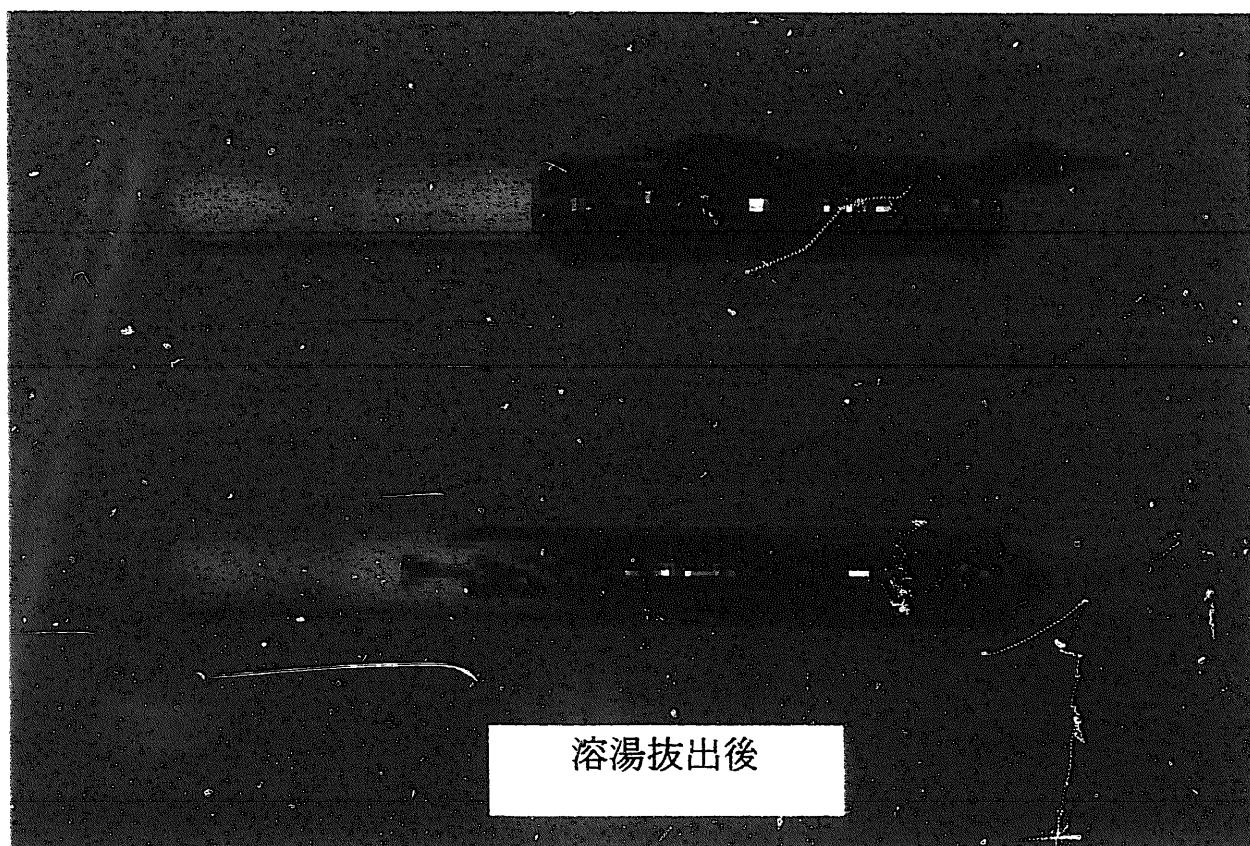
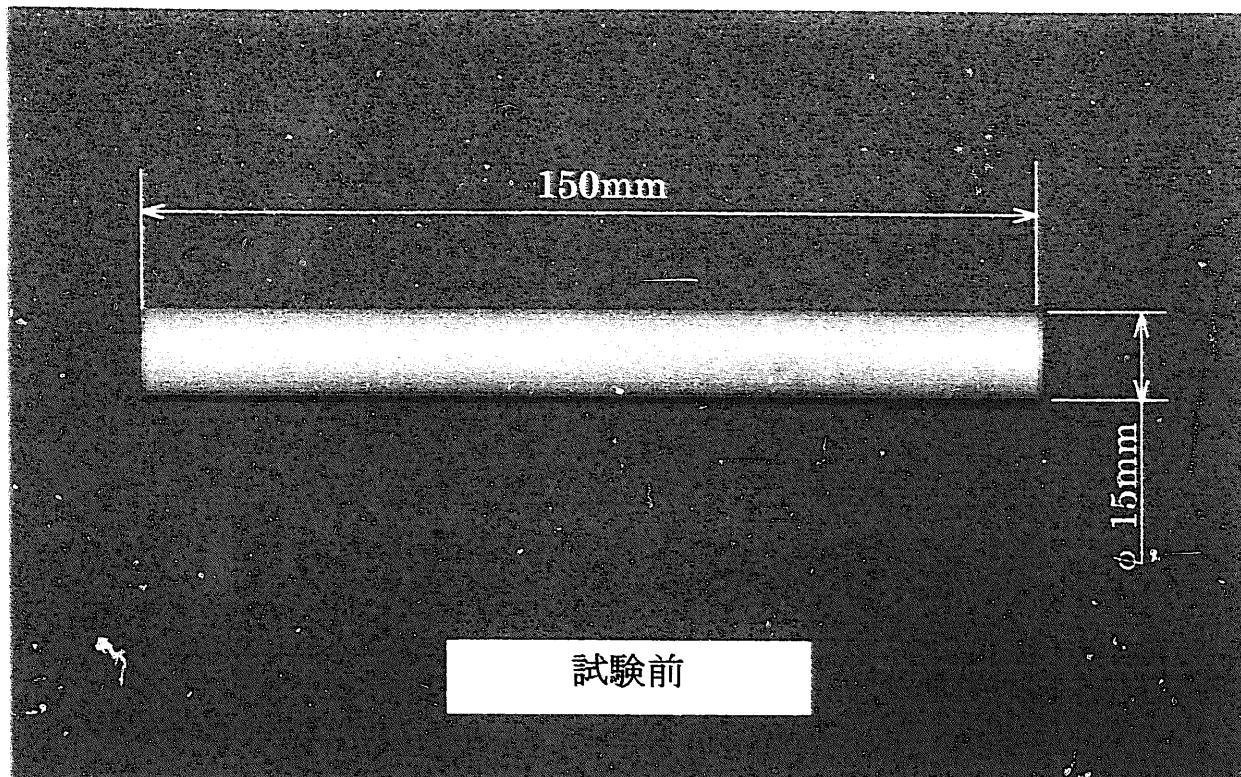


写真 2.10-7 サイアロン-BN

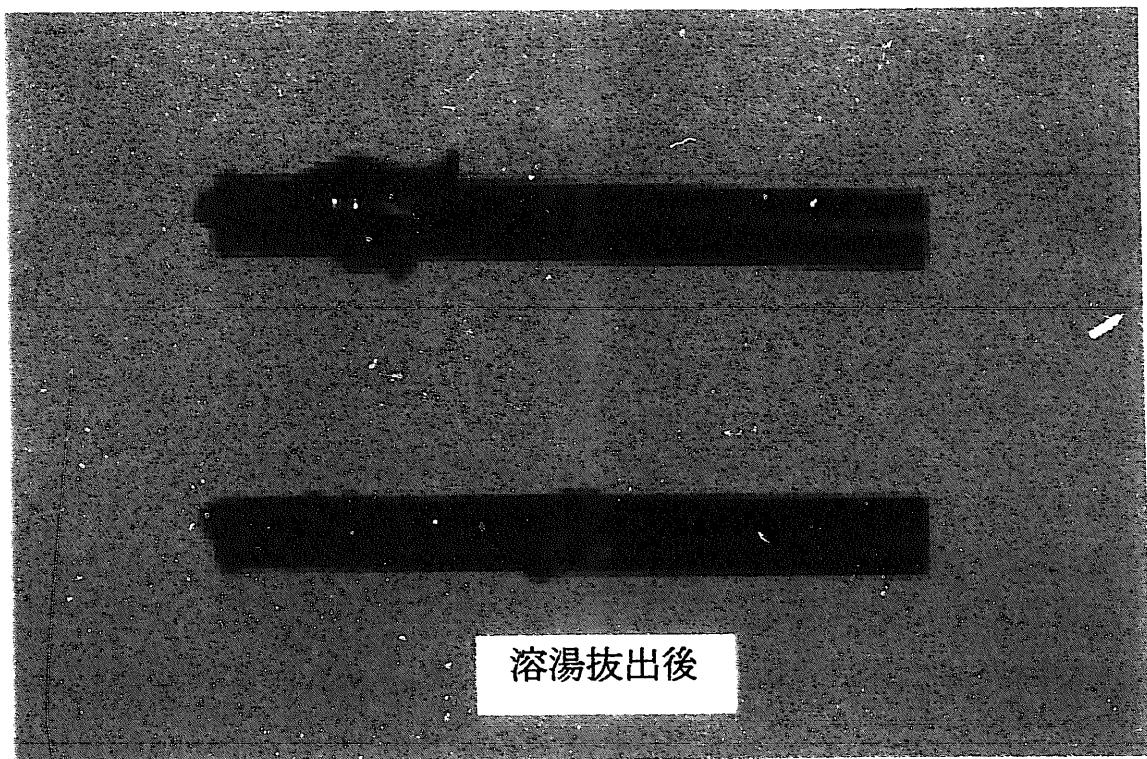
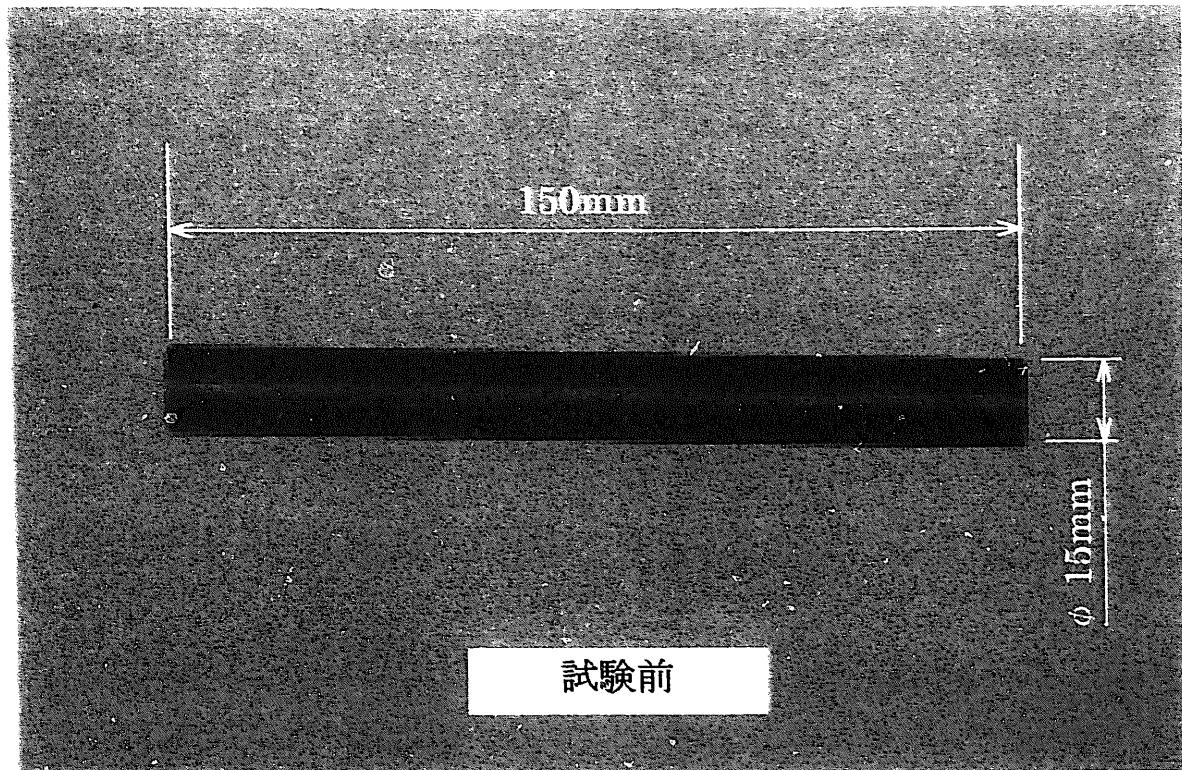


写真 2.10-8 黒 鉛

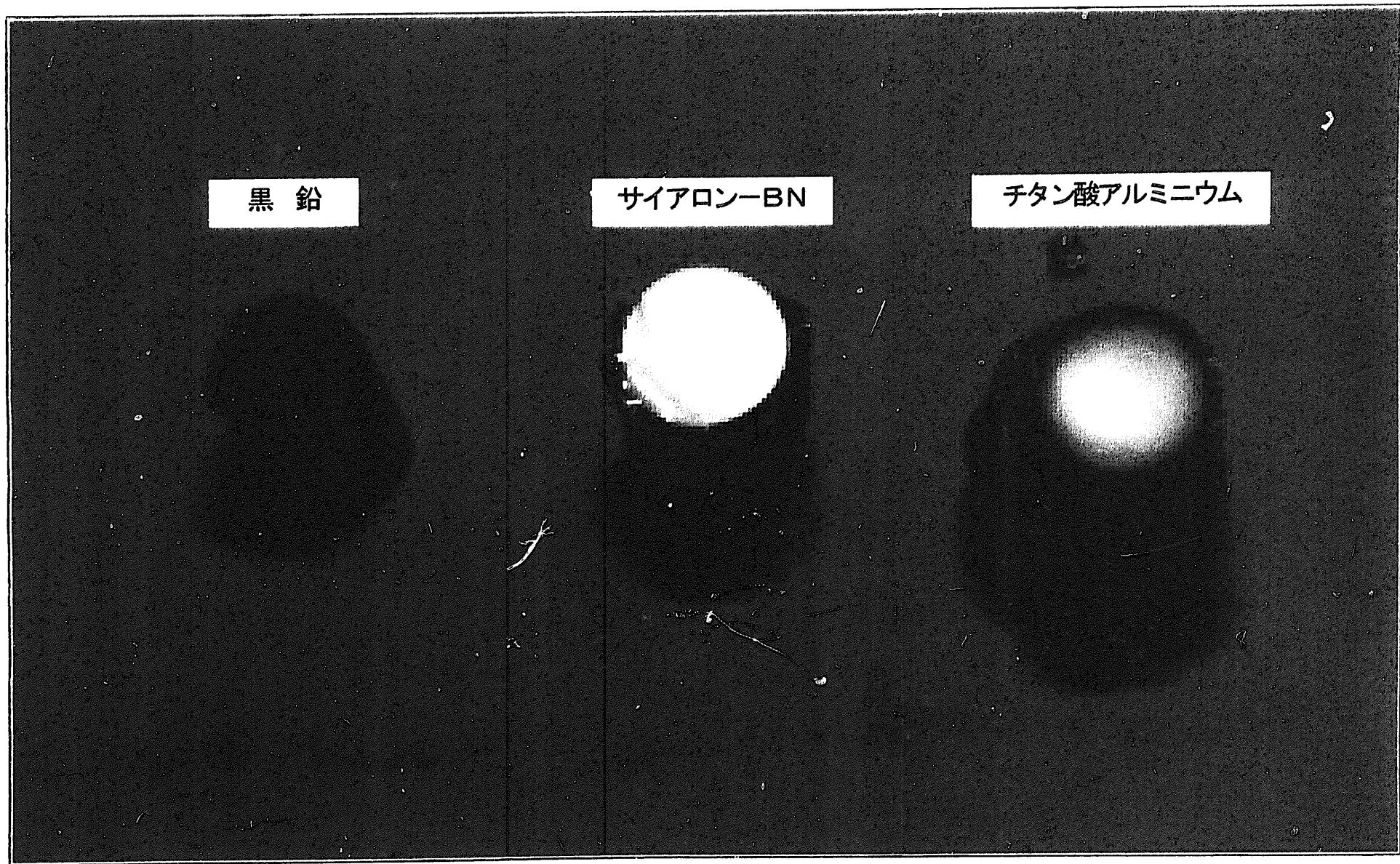


写真 2.10-9 試験片断面図

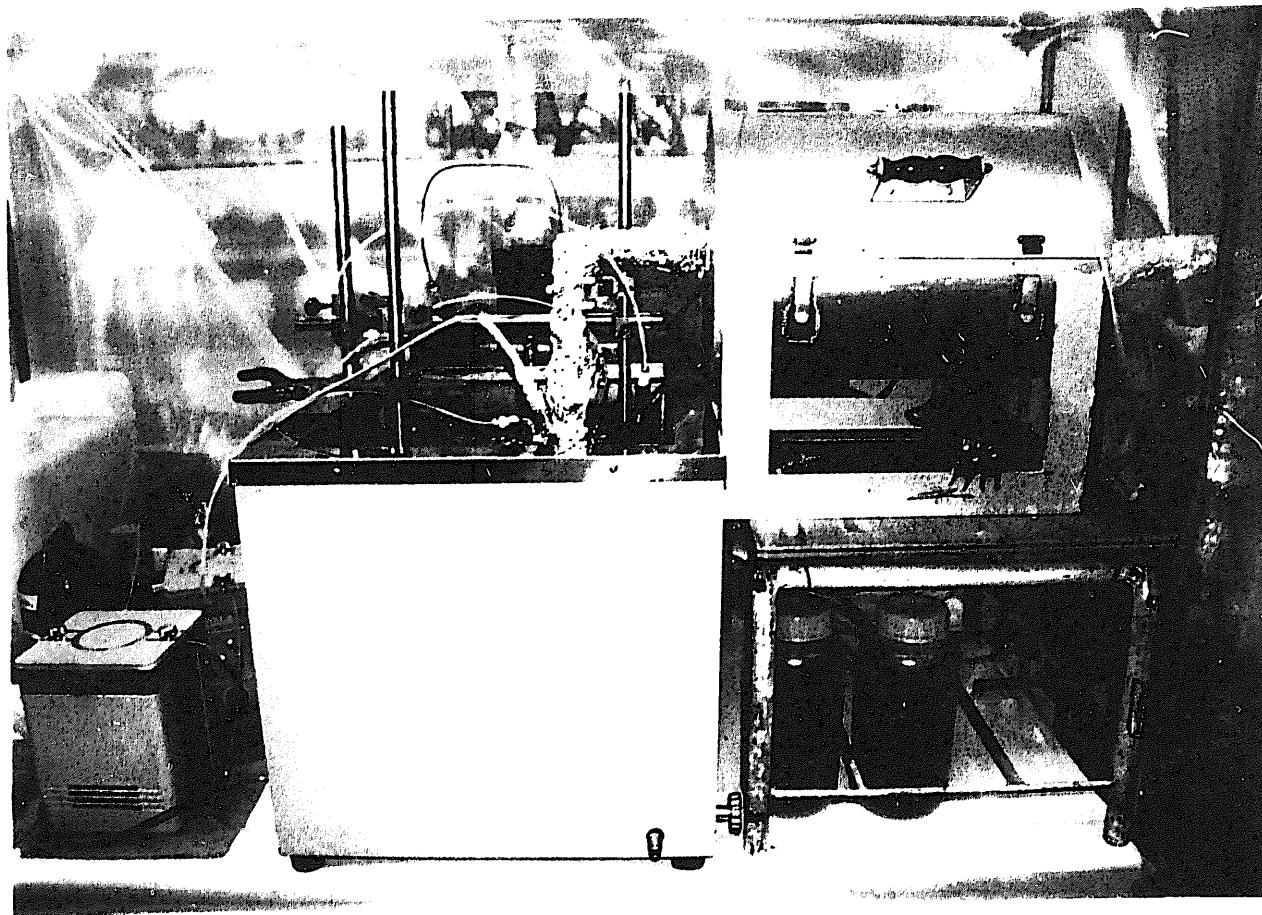


写真 3.1-1 試験装置外観

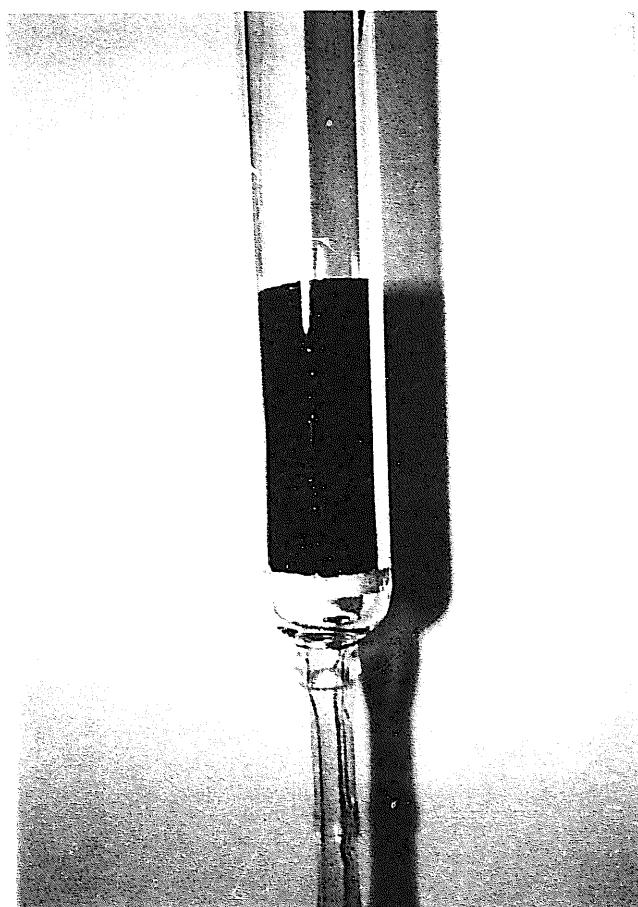


写真 3.1-2 吸着材充填カラム

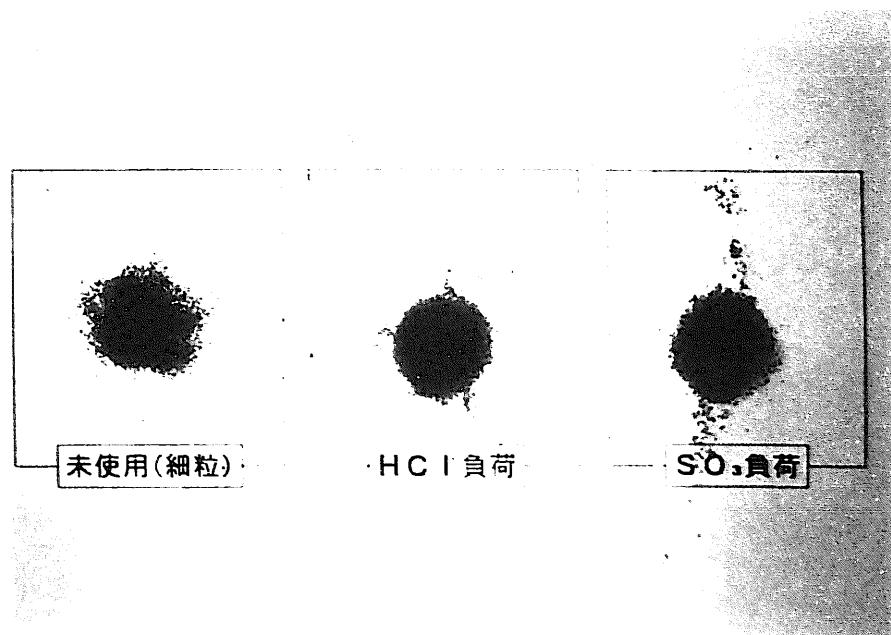


写真 3.1-3 ガス通気後の吸着材

## 付録 3. 2-1

## 鉄担持シリカゲルの Ru 吸着メカニズムについて

## 1. はじめに

本資料は、現時点での想定し得る、鉄担持シリカゲルの Ru 吸着メカニズムを示す。

## 2. 鉄担持シリカゲルの物性

鉄担持シリカゲルは、シリカゲルに鉄を担持したものであり、主な物性は下記に示す通りである。

- |        |                          |
|--------|--------------------------|
| ①鉄含有割合 | : 約 1wt%                 |
| ②嵩密度   | : 約 1g/cm <sup>3</sup>   |
| ③比表面積  | : 約 500m <sup>2</sup> /g |

## 3. 鉄担持シリカゲルの Ru 吸着特性

鉄担持シリカゲルの Ru に対するガスの滞留時間と DF 値、Ru 吸着量（実機換算年）と DF 値の関係を図 1 及び図 2 に示す。

これらの結果から、Ru は滞留時間の増加に伴って指数関数的に DF 値が増加したこと、また実機換算年で 3 年程度から DF 値が低下したことがわかった。また図 1 より、試験におけるガスの線速は 6cm/s としたので、滞留時間約 0.9 秒、すなわち吸着材充填厚さ約 5.4cm 毎に DF 値が 10 となったことを確認した。

この結果より、吸着材充填部を通過することによって、Ru 濃度は指数関数的に低下し、広い範囲で偏曲もなく安定した DF 性能を示したことから、図-3 に示す吸着特性のパターンから考えると、本吸着材の吸着特性は、気体のシリカゲルへの吸着で通常観察される S 字型の特性[1]よりも、金属触媒による気体の吸着等で観察されるラングミュア型[1]に近い特性を示したと考える。

## 4. 鉄担持シリカゲルの Ru 吸着メカニズム

RuO<sub>4</sub> あるいは RuO<sub>3</sub> として揮発した Ru はステンレス鋼表面に析出するとした知見が

ある [2]。析出は  $\text{RuO}_4$  または  $\text{RuO}_3$  の  $\text{RuO}_2$  への還元反応であり、次の式で表される。



鉄担持シリカゲルは気体と接触する表面に鉄を担持しているので、同様の反応が起こることは十分に期待できる。

のことからも、鉄担持シリカゲルへの Ru の吸着においては、鉄との相互作用が影響していることが伺える。

## 5. まとめ

ガス状の Ru の吸着においては、下記の知見及び試験結果を得た。

①ステンレス鋼表面で析出する（文献より）。

②鉄担持シリカへの Ru の吸着はラングミュア型に近い吸着特性を示した。

したがって、鉄担持シリカへの Ru の吸着には、鉄の特性が影響しており、Ru は鉄による  $\text{RuO}_4$  または  $\text{RuO}_3$  の還元によって吸着しているものと考える。

—以上—

## [参考文献]

1. 竹内 節、吸着の化学、産業図書、pp. 54-60 (1995)
2. B. J. Newby, "Chap. II in Idaho Chemical Programs annual Technical Report", ICP-1047, p. 88-92

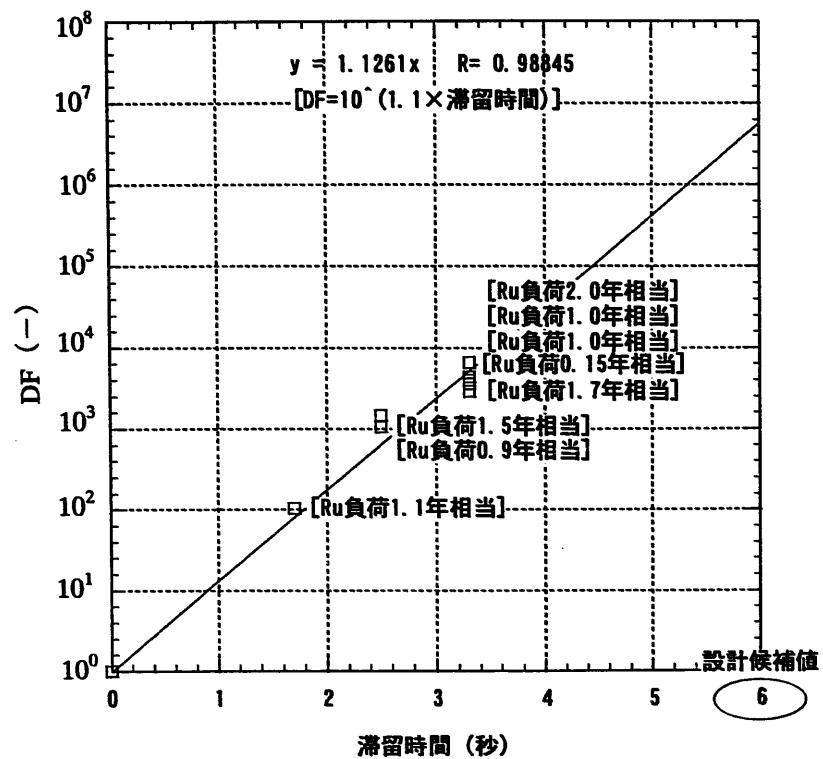


図-1 滞留時間と DF の関係

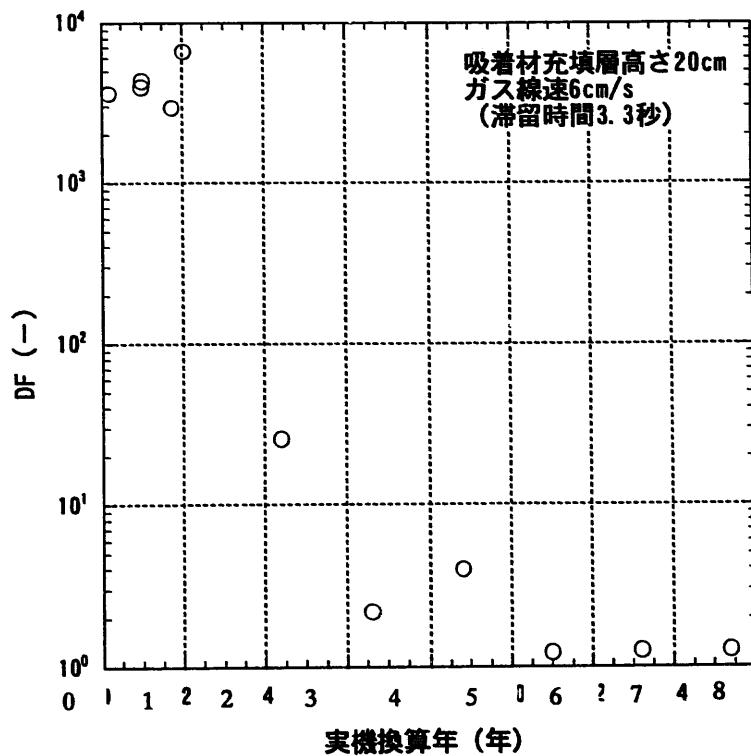
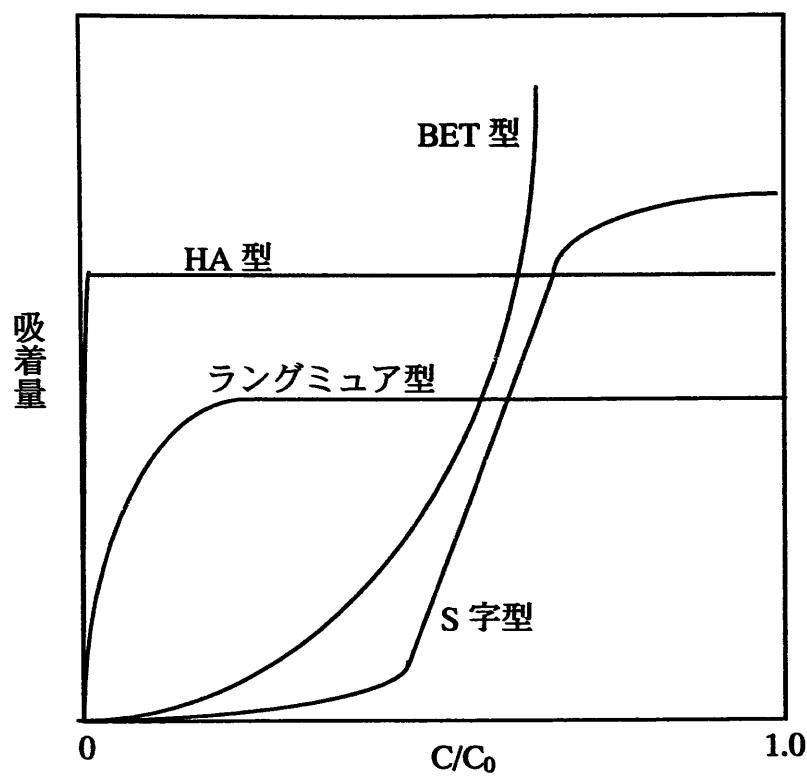


図-2 Ru 負荷量（実機換算年）と DF 値の関係



\*C:吸着質の濃度、 $C_0$ :吸着質飽和濃度

図3 典型的な吸着特性のパターン [1]