

JAERI-Review

JP0250499

2002-017



第1廃棄物処理棟地下灰取出室
グローブ破損調査報告書

2002年9月

グローブ破損調査グループ
バックエンド技術部

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2002

編集兼発行 日本原子力研究所

JAERI-Review 2002-017

第1廃棄物処理棟地下灰取出室グローブ破損調査報告書

日本原子力研究所
グローブ破損調査グループ
バックエンド技術部

(2002年6月17日受理)

2001年11月21日、東海研究所第1廃棄物処理棟の焼却処理設備で発生したグローブ破損について、グローブ破損調査グループはバックエンド技術部と協力して、焼却炉、灰取出装置等の状況、焼却した廃棄物の種類・性状、グローブの性能等に係る調査並びに背景的要因の調査を行い、破損原因の推定及び再発防止策の検討を行った。

その結果、破損の原因是、液体シンチレーター廃液の固形化が不十分であったこと、グローブの保護カバーが耐圧性を有していないかったこと及び性能劣化していたグローブが使用されていたことであった。トラブルの再発を防ぐために、固形化状態の直接的な確認を実施すること、グローブの保護カバーを設置すること、グローブの管理を強化すること、手引等の見直し及び教育訓練を実施することとした。

Investigation Report on the Ruptured Glove of Ash Removing Room in the Waste Treatment Building No.1 in JAERI Tokai Research Establishment

JAERI's Internal Investigation Group on the Ruptured Glove
Department of Decommissioning and Waste Management

Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received June 17, 2002)

On November 21st, 2001, the glove rupture arose at an incinerator of Waste Treatment Building No.1 in JAERI Tokai Research Establishment. In order to examine the cause and recurrence prevention measure of the rupture, JAERI's Internal Investigation Group on the Ruptured Glove investigated the conditions of the incinerator including ash removing equipment and the glove, types and properties of waste which was incinerated on that day, and background factor of the trouble in cooperation with Department of Decommissioning and Waste Management.

As the result, the causes of the rupture were that the solidification of liquid scintillator waste was insufficient, that the protective cover of the glove does not have pressure resistance and the degraded glove was used. For preventing the recurrence of the trouble, the direct confirmation of the solidification condition, the installation of protective cover for the glove, the improvement of the management of the glove, review of manuals and education and training were carried out.

Keywords: Trouble, Radioactive Waste, Waste Treatment, Incinerator, Liquid Scintillator, Solidification, Glove, Rupture

目 次

まえがき	1
1. 経緯	3
1.1 火災報知器発報から除染作業終了まで	3
1.2 翌11月22日から最終報告書提出まで	3
2. 原因調査	4
2.1 二次灰溜室内圧上昇に係る調査	4
2.1.1 一次灰溜室内での可燃性ガスの急速燃焼	4
2.1.2 焼却炉内の圧力上昇	4
2.1.3 グローブ破損に至る二次灰溜室内圧上昇(圧力伝播)	7
2.2 グローブの性能低下に係る調査	7
3. 原因	8
4. 背景的要因	8
4.1 固形化が不十分な廃棄物が焼却処理された背景的要因	8
4.1.1 固形化状態に係る確認の状況	8
4.1.2 処理方法の変更等に係る事前の安全確認の実施	9
4.2 性能の低下したグローブを使用していた背景的要因	9
5. 対策	10
5.1 問題点の摘出	10
5.2 再発防止策	10
謝辞	12

付録 A

参考 I グローブ破損調査関係者名簿	33
参考 II グローブ破損調査グループ会合開催経緯	35

付録 B

資料 1 火災報知器発報後の主な経過	37
資料 2 初期活動における問題点	39
資料 3 文部科学省、地元自治体等への対応状況	40
資料 4 報道機関に対する対応状況	42
資料 5 グローブ破損類似事例	43
資料 6 模擬有機廃棄物燃焼試験	44
資料 7 熱分析による実有機廃棄物の熱的安全性評価	55
資料 8 液体シンチレーターの固化剤への吸収量の測定試験結果	67
資料 9 第1廃棄物処理棟焼却炉における異常燃焼時最大発生圧力の検討	68

資料 10 廃棄物処理場本体施設運転手引の一部改正について	85
資料 11 放射性廃棄物受入基準(平成 13 年 12 月改正)	93
資料 12 グローブの保護カバー	105
資料 13 灰取出装置グローブの点検要領及び交換基準	109
資料 14 (社)日本アイソトープ協会に対する申し入れ書及びその回答文書	116

Contents

Preface	1
1. Process of the Activities Related to the Glove Rupture	3
1.1 Activities from Fire Alarm Ringing to the Completion of Decontamination	3
1.2 Activities from November 22 nd to the Final Report Presentation	3
2. Investigation for the Cause	4
2.1 Investigation for Pressure Rise in the Secondary Ash Accumulation Chamber	4
2.1.1 Rapid Burn of Combustible Gas in the First Ash Accumulation Chamber	4
2.1.2 Pressure Rise in the Incinerator.....	4
2.1.3 Pressure Rise in the Secondary Ash Accumulation Chamber which Arose the Glove Rupture (Pressure Propagation)	7
2.2 Investigation for the Degraded Glove.....	7
3. Causes	8
4. Background Factors	8
4.1 Background Factors for Incinerating Waste which was Solidified Insufficient	8
4.1.1 Inspection of the Condition of the Solidified Waste	8
4.1.2 Preliminary Test to Confirm the Safety of Changing the Waste Treatment Methods.....	9
4.2 Background Factors for Using the Degraded Glove	9
5. Countermeasure	10
5.1 Extraction of the Problems	10
5.2 Recurrence Prevention Measure.....	10
Acknowledgements	12

Appendix A

Reference I Name List of the Party for Investigating the Ruptured Glove	33
Reference II Date and Theme of the Meeting by JAERI's Internal Investigation Group on the Ruptured Glove	35

Appendix B

Material 1 Major Activities after the Fire Alarm Ringing	37
Material 2 Problem of Activities during the Initial Stage of the Trouble	39
Material 3 Record of the Correspondence for Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, and Local Governments.....	40
Material 4 Record of the Correspondence for the News Media.....	42
Material 5 Glove Ruptures in Other Institutions	43
Material 6 Results of the Combustion Test on the Simulated Organic Waste	44

Material 7 Results of the Thermal Analysis on the Real Waste	55
Material 8 Measurement Test Result of the Absorption of the Liquid Scintillator to Solidification Material	67
Material 9 Calculation Results of the Maximum Pressure Due to Rapid Combustion in the Incinerator at Waste Treatment Building No. 1	68
Material 10 Revision of the Operating Manual for Waste Management Facilities	85
Material 11 Waste Acceptance Criterion (The 2001 December Revision).....	93
Material 12 Installation of the Protective Cover of the Glove	105
Material 13 Manual for Inspection and Exchange Criteria for the Glove of the Ash Removing Equipment.....	109
Material 14 Notification to Japan Radioisotope Association and its Reply to JAERI	116

図表リスト

第1図 第1廃棄物処理棟位置図	15
第2図 第1廃棄物処理棟断面図	16
第3図 焼却処理設備主要系統図	17
第4図 焼却作業のフロー図	18
第5図 焼却処理設備の焼却炉の構造図	19
第6図 グローブの取付け状況及び落下状況	20
第7図 ダストモニタ指示値(平成13年11月21日)	21
第8図 グローブ破損が発生する要因に関する調査フロー	22
第9図 焼却処理設備運転記録-炉内負圧及びセラミックフィルタ差圧 (平成13年11月21日)	23
第10図 焼却処理設備運転記録-排気流量(平成13年11月21日)	24
第11図 焼却処理設備運転記録-各部温度(平成13年11月21日)	25
第12図 破損グローブ試料片採取位置	26
写真1 グローブの破損状況	27
写真2 一次灰溜室内の灰の堆積状況(11月20日焼却分)	27
写真3 液体シンチレーター廃液固化物入り廃棄物外観	28
写真4 液体シンチレーター廃液固化物入り廃棄物の内部状況	29
写真5 焼却炉圧力逃し弁の内部状況	30
写真6 破損グローブ取付け部周辺の外観	30
第1表 破損及び未使用グローブの引張り強さ	31

List of Figures, Photos and Tables

Fig. 1	Place of Waste Treatment Building No. 1	15
Fig. 2	Cross Section View of Waste Treatment Building No. 1	16
Fig. 3	Main Equipment and Systems for Incinerator	17
Fig. 4	Flow Chart of the Incineration Process	18
Fig. 5	Cross Section View of the Incinerator	19
Fig. 6	Views of the Mounted Glove and the Fallen Glove by Rupture	20
Fig. 7	Data Chart of Dust Monitors (November 21 st , 2001)	21
Fig. 8	Fault Tree for the Causes of the Glove Rupture	22
Fig. 9	Negative Pressure and Differential Pressure of the Incinerator (November 21 st , 2001)	23
Fig. 10	Exhaust Flow Rate of the Incinerator (November 21 st , 2001)	24
Fig. 11	Temperatures of the Incinerator (November 21 st , 2001)	25
Fig. 12	Test Piece Sampling Position from the Ruptured Glove	26
Photo 1	Ruptured Glove	27
Photo 2	Appearance of the Ash in the First Ash Accumulation Chamber which was Generated from the Incineration on November 20 th	27
Photo 3	Appearance of the Package Containing the Solidified Liquid Scintillator Waste	28
Photo 4	Inside of the Package Containing the Solidified Liquid Scintillator Waste	29
Photo 5	Inside of the Incinerator Pressure Relief Valve	30
Photo 6	Appearance of the Ruptured Glove around the Mounting Position	30
Table 1	Tensile Strength of the Ruptured and Unused Glove	31

グローブ破損調査グループ

リーダー

竹下 功 東海研究所副所長

サブリーダー

鈴木 康文 安全試験部長

メンバー

山原 武 保安管理室長

田中 貢 バックエンド技術部長

福田 勝男 大洗研管理部次長

加藤 正平 保健物理部次長

中村 力 保安管理室原子炉管理班長

内山 軍蔵 燃料サイクル安全工学部 プロセス安全研究室長

与能本 泰介 原子炉安全工学部熱水力安全研究室 主任研究員

山本 英明 保健物理部施設放射線管理第2課長

大山 勉 技術部技術業務課長

笹島 栄夫 原子炉安全工学部燃料安全研究室副主任研究員

調査協力者

飯島 秀彦 燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室

佐藤 真人 燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室

田代 信介 燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室

津幡 靖宏 燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室

渡邊 浩二 燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室

JAERI's Internal Investigation Group on the Ruptured Glove

Leader

Isao TAKESHITA Deputy Director General, Tokai Research Establishment

Sub Leader

Yasufumi SUZUKI Director, Department of Safety Research Technical Support

Member

Takeshi YAMAHARA Director, Office of Operational Safety Administration

Mitugu TANAKA Director, Department of Decommissioning and Waste Management

Katsuo FUKUDA Deputy Director, Department of Administrative Services, Oarai Research Establishment

Shohei KATO Deputy Director, Department of Health Physics

Chikara NAKAMURA General Manager, Reactor Control Division, Office of Operational Safety Administration

Gunzo UCHIYAMA Head, Process Safety Laboratory, Department of Fuel Cycle Safety Research

Taisuke YONOMOTO Principal Engineer, Thermohydraulic Safety Engineering Laboratory, Department of Reactor Safety Research

Hideaki YAMAMOTO General Manager, Facility Radiation Control Division II, Department of Health Physics

Tutomu OYAMA General Manager, Engineering and Administration Division, Department of Engineering Services

Hideo SASAJIMA Senior Engineer, Fuel Safety Research Laboratory, Department of Reactor Safety Research

Co-operator

Hidehiko IIJIMA Process Safety Laboratory, Department of Fuel Cycle Safety Research

Masato SATO Process Safety Laboratory, Department of Fuel Cycle Safety Research.

Shinsuke TASHIRO Process Safety Laboratory, Department of Fuel Cycle Safety Research

Yasuhiro TUBATA Process Safety Laboratory, Department of Fuel Cycle Safety Research

Koji WATANABE Process Safety Laboratory, Department of Fuel Cycle Safety Research

まえがき

平成 13 年 11 月 21 日午後 3 時頃、東海研究所第 1 廃棄物処理棟地下灰取出室のグローブが破損した。このトラブルにより、一時的に、地下灰取出室の空気中の放射性物質濃度と床面の表面密度の増加があったものの、環境への放射性物質の放出はなかった。

本トラブル自体は軽微な事象であったが、本トラブルの発生原因及び今後の再発防止策を検討するため、11 月 22 日に、「グローブ破損調査グループ」が東海研究所に設置された。本調査グループは、バックエンド技術部と共同で、トラブルが発生した焼却炉等の状況、当日焼却処理を行っていた廃棄物等について調査を行うとともに、関係者からの事情聴取を行い、グローブの破損原因について調査を行った。また、その調査結果に基づき、再発防止策の検討を行った。

本報告書は、グローブ破損に至る背景的要因を含めた発生原因及び再発防止策とともに、調査の過程で行った種々の検討結果をとりまとめたものである。

今回のトラブルの教訓が、放射性廃棄物の安全な処理の実施に活かされるとともに、他の施設における安全対策にも活かされることを切に要望するものである。

平成 14 年 6 月 12 日

東海研究所副所長 竹下 功

This is a blank page.

1. 経緯

1.1 火災報知器発報から除染作業終了まで

平成13年11月21日、日本原子力研究所東海研究所第1廃棄物処理棟の焼却処理設備では、9時30分頃から放射性廃棄物(以下「廃棄物」という。)の焼却処理を実施していた(第1図、第2図、第3図及び第4図)。

14時58分、第1廃棄物処理棟の火災報知器(煙感知式)が発報した。運転員は、焼却処理設備への廃棄物投入を停止するとともに、発報場所である地下一階の灰取出室に急行し、発煙や火炎が認められなかったことから火災ではないと判断した。また、灰取出装置二次灰溜室に取り付けられたグローブの破損・落下及び床面への少量の灰の飛散を確認した(第5図、第6図及び写真1)。

このグローブ破損・落下等により、一時的に灰取出室の空気中の放射性物質濃度が 2.4×10^{-5} Bq/cm³(全β)まで上昇したが、スタックダストモニタの指示値に火災報知器発報前後で変化はなかった(第7図)。また、汚染状況の調査を行った結果、汚染は灰取出室に限定されており、表面密度の測定結果の最大値は24Bq/cm²(全β)であった。この値は、立入制限区域の設定基準である40 Bq/cm²(全β)を下回っていた。なお、管理区域内及び建家周辺の線量当量率の測定結果は通常レベルであった。

その後、灰取出装置グローブ破損部の密閉作業及び灰取出室の除染作業を行い、東海研究所原子炉施設保安規定で定める汚染除去に係る表面密度の基準値未満(4 Bq/cm²)とした。これらの応急措置に携わった職員等について個人線量等の測定・評価を行ったが、外部被ばく及び内部被ばくはなかった。

資料1に、火災報知器発報後から除染作業終了時点までの間の現場及び対策本部における主要な活動状況を示す。また、現場の初期活動においていくつかの問題点が認められたので、今後の教訓とするために、資料2にまとめて記す。

1.2 翌11月22日から最終報告書提出まで

東海研究所は、11月22日、グローブ破損調査グループ(リーダー:竹下 功東海研副所長)を設置し、焼却炉、灰取出装置等の状況、焼却した廃棄物の種類・性状、グローブの性能等に係る調査をバックエンド技術部と協力して行い、今回のグローブ破損に係る原因を推論した。これを踏まえて当面の対策を検討し、11月30日、文部科学省原子力規制室、地元自治体等に報告した。

その後さらに調査を進めるとともに、グローブ破損に至った背景的要因を検討した。また、これらの結果を踏まえて問題点を摘出し、再発防止策を講じることとした。12月27日には、これらの結果等を基に、文部科学省原子力規制室長、地元自治体等に対し、原因調査結果及び再発防止策について最終報告が行われた。

グローブ破損調査グループ員及び調査協力者の氏名、調査に参加したバックエンド技術部の職員並びに所外学識経験者の氏名及び所属を参考Ⅰに示す。また、グローブ破損調査グループの開催経緯を参考Ⅱに示す。

資料3に、11月22日から12月27日までの間の文部科学省、地元自治体等への対応状況等について示す。また、報道機関に対する対応状況について、資料4に示す。

2. 原因調査

当該グローブの破損・落下状況等から、二次灰溜室内が加圧状態になり、その圧力によってグローブが破損・落下し、焼却灰が灰取出室内に飛散して火災報知器が動作したものと考えられた。

このため、当該グローブの破損に係る原因を第8図に示すフローに従って調査した。その調査結果を以下に示す。調査の方法及び範囲、推論した原因、摘出した問題点等については、所外学識経験者(埼玉大学 松本史朗教授、東京工業大学 吉澤善男教授)の評価を反映させた。

なお、資料5に、国内の焼却炉で発生した類似事例の発生原因等を示す。

2.1 二次灰溜室内圧上昇に係る調査

2.1.1 一次灰溜室内での可燃性ガスの急速燃焼

一次灰溜室内の焼却灰中の未燃物から可燃性ガスが発生し、これに引火して急速な燃焼を起こし、生じた圧力が二次灰溜室に伝播したことが考えられた。

このことから、一次灰溜室内部を開放し、内部状況等の目視観察を行った。その結果、以下のことが観察された。

- 焼却炉底部のダンパ、一次灰溜室のダンパ等の構造物に変形・破損等は認められなかった。
- 焼却灰は堆積状態にあり、顕著な散乱は認められなかった(写真2)。

この調査結果から、一次灰溜室内の内圧上昇に至る可燃性ガスの急速燃焼はなかったと考えられる。

2.1.2 焼却炉内の圧力上昇

(1) 焼却炉からの排気流量の低下

排ガスをろ過するセラミックフィルタの目詰まり、排気プロワの異常あるいは排気ダンパの異常ににより、焼却炉からの排気流量が低下したにもかかわらず、廃棄物の燃焼が継続し、焼却炉内の圧力が上昇したことが考えられた。

このことから、運転記録により、運転中のセラミックフィルタの差圧及び排気プロワ上流側の排気流量を調査した。その結果、以下のことが確認された。

- セラミックフィルタの差圧は、変動はあるものの、通常の範囲であった(第9図)。
- 排気プロワの排気流量は、変動はあるものの、通常の範囲であった(第10図)。

この調査結果から、セラミックフィルタの異常(目詰まり)、排気プロワの異常(能力低下)及び排気ダンパの異常(閉)はなかったことが確認された。

このことから、焼却炉内の圧力上昇に至る焼却炉からの排気流量の低下はなかったと考えられる。

(2) 焼却炉内での異常燃焼

① 可燃性ガスの発生

不完全燃焼による可燃性ガスの発生

廃棄物供給機の異常による廃棄物の投入量過多あるいは燃焼空気調整弁の異常による供給空気の不足から、廃棄物が不完全燃焼を起こし、可燃性ガスが発生したことが考えられた。

このことから、運転記録等により、焼却処理設備の運転状況、排気プロワの排気流量及び焼却炉内負圧を調査した。その結果、以下のことが確認された。

- ・ 焼却処理は、廃棄物を容器単位で投入するとともに、炉内の燃焼状況を制御盤に設置したモニタテレビで確認しながら行っており、廃棄物の投入速度は通常の状態にあった。
- ・ 排気プロワの排気流量は、変動はあるものの、通常の範囲であり(第10図)、かつ焼却炉内負圧に異常な上昇はなかった(第9図)。

この調査結果から、廃棄物供給機の異常による投入量過多及び燃焼空気調整弁の異常(閉)による供給空気の不足はなかったことが確認された。

このことから、可燃性ガスの発生に至る不完全燃焼はなかったと考えられる。

灯油の気化による可燃性ガスの発生

焼却炉予熱装置への燃料(灯油)の異常供給により余剰燃料が気化し、可燃性ガスが発生したことが考えられた。

このことから、運転記録により燃料供給系の作動状況等を調査した。その結果、以下のことが確認された。

- ・ 焼却炉予熱装置は9時50分に停止していた。
- ・ 焼却炉予熱装置と灯油のサービスタンクの配置状況等から、灯油が自重で供給されることはない。
- ・ 灯油のサービスタンクの液面に変化はなかった。

この調査結果から、燃料(灯油)の異常供給はなかったことが確認された。

このことから、可燃性ガスの発生に至る灯油の気化はなかったと考えられる。

揮発性物質の気化による可燃性ガスの発生

揮発性物質を含む廃棄物の投入により揮発性物質が気化し、可燃性ガスが発生したことが考えられた。

このことから、焼却処理設備の運転状況、投入廃棄物の記録票、運転記録等により、火災報知器発報の直前までに焼却炉に投入した廃棄物等の種類・性状及び焼却炉内負圧状況について調査した。

廃棄物の種類・性状に係る調査の結果、以下のことが確認された。

- ・ 火災報知器発報の直前に焼却炉に投入した廃棄物は、2リットルの液体シンチレ

シナジー廃液を市販の固化剤に吸着・固形化したものを黒色の25リットルポリエチレン容器に収納したものであった。

- 同様の廃棄物は、当該廃棄物投入までに24個焼却されており、25個目の投入直後に火災報知器の発報、焼却炉内負圧の低下等が発生した。
- 未投入であった同種の廃棄物5個(写真3)の内部状況を調査した結果、2個について固化剤に吸着・固形化しきれない液体が容器内に残留していた(写真4)。
- これら30個の廃棄物は、(社)日本アイソトープ協会から受け入れたものであった。
- 内部状況を調査した廃棄物から残留していた液体は、先端基礎研究センターに依頼し、吸光光度法及びガスクロマトグラフ法を用いて分析した結果、キシレン、トルエン、1, 2, 4-トリメチルベンゼンをそれぞれ主成分とするものであった。これらの化学物質は揮発性の可燃性物質であり、容易に燃焼することが知られている。また、資料6に示すように、模擬有機廃棄物の燃焼試験結果から、これらの化学物質は爆発的に燃焼するものではないが、容易に燃焼することは明らかであった。
- 資料7に示すように、(社)日本アイソトープ協会から受け入れた廃棄物中には異常な化学反応性を有するような有機物は含有されていなかった。

この調査結果から、火災報知器発報の直前に投入された廃棄物も同様に、ポリエチレン容器内に吸着・固形化しきれなかった液体シンチレーター廃液が残留しており、これが焼却炉内に投入された後、容器内で気化して可燃性ガスが発生し、この可燃性ガスが容器の燃焼に伴って急速に燃焼(異常燃焼)したと考えられる。

なお、資料8に示した、(社)日本アイソトープ協会が使用していた固化剤(商品名「オイルパックリ」)への液体シンチレーターの吸着試験の結果からも、固化剤に吸着・固形化しきれず液体シンチレーターが残留していた可能性があったことが示唆された。

焼却炉内負圧状況に係る調査の結果、焼却炉内負圧記録計の指示値は、一時的に低下しているものの、負圧の範囲であった(第9図)。しかし、焼却炉内負圧記録計の追従性を考えると、焼却炉内は正圧になっていたと推測された。

のことから、焼却炉の圧力逃し弁を開放して内部状況の目視観察を行った。その結果、3基の圧力逃し弁のうち2基に作動した痕跡が認められた(写真5)。また、資料9に示す異常燃焼時の最大圧力の解析結果からも、焼却炉内の圧力は圧力逃し弁の動作設定圧力(約5kPa)を超えている可能性が示唆された。

これらの調査結果及び解析結果から、焼却炉内が圧力逃し弁の動作設定圧力を超えていたことが確認された。

② 廃棄物の異常投入

焼却炉内温度制御系の異常により、作動条件(焼却炉出口ガス温度 1,100°C)を超えたにもかかわらず廃棄物の供給が自動停止せず、廃棄物が異常に投入されて、異常燃焼したことが考えられた。

のことから、運転記録により、運転時の焼却炉出口ガス温度を調査した。その結果、焼

却炉出口ガス温度は通常の範囲であり、焼却炉内温度制御系の作動条件未満であった(第11図)。

この調査結果から、焼却炉内での異常燃焼に至る廃棄物の異常投入はなかったことが確認された。

2.1.3 グローブ破損に至る二次灰溜室内圧上昇(圧力伝播)

焼却処理設備の焼却炉及び灰取出装置は以下のように設計されている。

- 焼却炉及び灰取出装置は、通常運転下では、負圧を維持する。
- 焼却炉底部のダンパ及び一次灰溜室のダンパは熱遮へい及び焼却灰の保持を目的としたもので、気密性を有しない構造としている。
- 破損したグローブのゴムカバーは、焼却処理時におけるグローブの収納を主目的としたもので、耐圧性を有しない構造としている。
- 焼却炉内の異常燃焼に対しては、可燃性液体の燃焼を仮定して焼却炉内圧力上昇を推定し、その対策として焼却炉圧力逃がし弁を設置している。

これらのことから、今回、焼却炉内で発生した圧力が二次灰溜室まで伝播した要因は以下のように考えられる。

- 挥発性液体が容器内で気化し、可燃性ガスが発生して急速に燃焼した。これは、設計で想定している事象の範囲を超えるものであった。
- 今回の可燃性ガスの急速な燃焼に伴う瞬時の焼却炉内圧力上昇に対して、焼却炉圧力逃がし弁は作動したもの、気密性を有していない炉底ダンパ及び一次灰溜室ダンパは圧力伝播が生じる構造であった。

以上のことから、焼却炉内で発生した圧力が二次灰溜室に伝播し、その結果、耐圧性を有しないゴムカバーが外れ、圧力によりグローブが破損したと考えられる。

なお、同時期に製造され、第1廃棄物処理棟に保管されていたグローブについて、劣化を模擬するために人為的に傷をつけた上で、破裂する際の圧力についてグローブ加圧試験装置を用いて測定を行った。その結果、測定結果にはらつきはあるものの、約4kPaで破裂が生じた場合があった。資料9に示した異常燃焼時の最大圧力の解析結果でも、二次灰溜室内の最大圧力は最高温度を現実的にした場合で約5kPaであり、破裂試験の測定結果と一致していた。

2.2 グローブの性能低下に係る調査

破損グローブは、昭和59年に製造されたクロロプレンゴム製であり、平成6年から使用されていた。一般的に、経年劣化や傷等の存在により性能の低下したグローブは比較的小さな力により容易に破損することが知られている。

のことから、グローブの性能低下について調査した。その結果、以下のことが確認された。

高崎研究所材料開発部高機能材料第一研究室に依頼し、加硫ゴム物理試験方法(JIS K6301)に基づき、除染した破損グローブ及び未使用のグローブ(昭和59年製造)について、引張り測定器を用いて強度試験を実施した。強度試験では、破損グローブ及び未使用のグローブから測定用試料各10片を切り出し、試験試料とした(第12図)。強度試験の結果、破

損グローブは、公称値(20MPa)及び未使用のグローブと比較して、第1表に示すように、部分的に約25%の強度低下が認められた。

- 回収した破損グローブについて、表面を目視により観察した結果、取付け部周辺に微細な傷等が存在していた(写真6)。

この調査結果から、破損グローブの性能低下は、経年劣化及びグローブに生じていた傷等によるものと考えられる。

3. 原 因

原因調査の結果から、グローブの破損に至った経緯を以下のように推論された。

25リットルポリエチレン容器内に、固化剤に吸着・固化化しきれなかった揮発性の液体シンチレーター廃液が残留していた。この容器が焼却炉に投入され、その結果、残留していた廃液が容器内で気化し、発生した可燃性ガスが容器の燃焼に伴って急速に燃焼した。これにより、焼却炉内に圧力上昇が生じ、その圧力が二次灰溜室まで伝播して、耐圧性を有しないゴムカバーが外れ、部分的に性能低下を起こしていたグローブが破損した。

4. 背景的要因

前項の3. 原因には、背景的要因として人的要因等が関与していることが考えられた。

のことから、これらの背景的要因について、各種手引等の調査及び関係者からの聞き取り調査を行った。

4.1 固形化が不十分な廃棄物が焼却処理された背景的要因

4.1.1 固形化状態に係る確認の状況

液体シンチレーター廃液等の有機廃液については、外部機関から原研に引き渡す前の措置として、固化剤等により固形化し、固体廃棄物とすることが「放射線安全取扱手引」(以下「安全取扱手引」という。)に定められている。さらに、引渡し側は、「放射性廃棄物受入基準」(以下「受入基準」という。)に基づき、定められた引渡し前の措置が確実に実施されていることを確認する必要がある。また、受入れ側も、受入れ時にその確認を行う必要がある。

のことから、引渡し側及び受入れ側における固形化状態の確認状況について調査した。その結果、以下のことが確認された。

- 引渡し側においては、今回の固形化物が黒色の25リットルポリエチレン容器に収納されていたため、容器上部からは固形化状態を目視で確認したものの、固形化状態全体の確認は不十分であった。さらに、引渡し側の「有機廃液の固形化作業に係る手順書」(以下「手順書」という。)に固形化状態の確認についての記載がなかった。
- 受入れ側においても、記録による受入れ時の確認は行われていたものの、黒色の容器が使用されていたこと及び汚染拡大防止の措置が講じられていたことから、直接的な確認は実施されていなかった。

- 「受入基準」には、受入れ検査についての記載はあるものの、固形化にあたっては「安全取扱手引」を遵守することとしており、具体的な検査項目は明示されていなかった。
- 受入れ検査を経て搬入されるものであったことから「東海研究所廃棄物処理場本体施設運転手引」(以下「運転手引」という。)には、焼却前の固形化状態の確認に係る記載がなく、実際の確認も実施されていなかった。

このため、固形化が不十分な廃棄物の引渡し及び受入れが行われ、焼却処理されたと考えられる。

4.1.2 処理方法の変更等に係る事前の安全確認の実施

固形化処理、焼却処理等の方法について調査した。その結果、以下のことが確認された。

- 従前は、液体シンチレーター廃液の固形化物と、廃棄物となった25リットルのポリエチレン製黒色空容器は、それぞれ単体で焼却処理されていたが、今回は、液体シンチレーター廃液の固形化物をポリエチレン容器に収納して焼却処理する方法に変更されていた。
- 今回の焼却処理を行うにあたり、事前に、引渡し側と受入れ側が共同で焼却試験を実施し、安全に焼却できる条件を確認していた。
- この事前の安全確認結果については、焼却試験実施者以外の作業関係者に対する情報の共有化及び継承が不十分であった。
- 事前の安全確認結果に基づいて、引渡し側の「手順書」には、固形化の手順、使用すべき固化剤の種類等については記載されていたものの、残液のないことの確認等については記載されていなかった。また、受入れ側の「受入基準」及び「運転手引」には直接反映すべき項目がなかったため、事前の安全確認結果は反映されていなかった。

以上のことから、今回の引渡し側の固形化処理及び固形化状態の確認並びに受入れ側の確認等が従前と同様として実施され、安全上の注意喚起がなされなかった。このことが、4.1.1に述べた固形化状態に係る確認が十分に行われなかつた遠因になったものと考えられる。

4.2 性能の低下したグローブを使用していた背景的要因

グローブの点検状況、交換時期等について調査した。その結果、以下のことが確認された。

- 当該グローブは平成6年に交換されて以来、今回まで交換がなされていなかった。
- 同年の交換では、製造から長期間経過したグローブが使用されており、経年劣化に対する配慮がなされていなかった。
- 使用の都度グローブの外観に係る点検は行われていたものの、定期的な点検が行われていなかった。

このため、グローブについて、適切な点検・交換が行われず、傷等が存在していたことを発見できなかつたものと考えられる。

5. 対 策

5.1 問題点の抽出

3. 原因及び4. 背景的要因を踏まえて、今回のグローブ破損に係る問題点を以下のとおり抽出した。

- ① 受入れ側における液体シンチレーター廃液を固形化した廃棄物の確認について、以下のことが不十分であった。
 - 受入れ時の固形化状態の確認
 - 焼却前の固形化状態の確認
- ② 液体シンチレーター廃液を固形化した廃棄物の焼却方法の変更に係る事前の安全確認結果について、以下のことが不十分であった。
 - 作業関係者に対する情報の共有化及び継承
 - 引渡し側の「手順書」への反映並びに受入れ側の「受入基準」及び「運転手引」の見直し
- ③ グローブの保護対策と性能維持について、以下のことが不十分であった。
 - 設計で想定した事象の範囲を超える今回の瞬時の圧力上昇に対するグローブの保護対策
 - グローブの点検及び交換
- ④ 引渡し側における液体シンチレーター廃液の固形化に対する固形化状態の確認が不十分であった。

5.2 再発防止策

問題点の抽出結果を踏まえ、本件の再発を防止するため、以下の改善を講じた。

- ① 固形化状態の直接的確認等の実施
 - 液体シンチレーター廃液等有機廃液を固形化した廃棄物については、液体状のものが残っていないことを、受入れ時及び焼却前に目視により確認することとし、これらのこととを「運転手引」に明記するとともに、関係者に周知徹底する。運転手引の改正に関する通達文書を資料 10 に示す。
 - 固形化廃棄物の受入れ確認の一環として、引渡し側の固形化作業に立ち会うことにより、固化剤の種類、廃液の量、固形化状態等について確認することとし、このことを「受入基準」に明記するとともに、関係者に周知徹底する。改正した「受入基準」を資料 11 に示す。
 - 上記以外の廃棄物についても、安全確保の観点から、引渡し側における廃棄物の容器収納作業状況を適時抜き打ち的に検査するなど、適切な受入れ検査を徹底することとする。
- ② 焼却処理方法の変更に係る安全確認等の実施
 - 従来と異なる廃棄物の焼却処理に係る事前の安全確認を、焼却処理設備を使用して行う場合には、安全確認実施計画を作成して担当部長の承認を受けることとし、

これを「運転手引」に明記するとともに、関係者に周知徹底する。

- 事前に行う安全確認の結果については、報告書としてまとめ、関係者間で情報の共有化及び継承を図る。
- 事前に行う安全確認の結果に基づき、変更した方法により焼却処理を行う場合には、変更点、安全上の留意事項等を含む書類を「月間処理実施計画」に添付して担当部長の承認を受けることとし、これを「運転手引」に明記するとともに、関係者に周知徹底する。

(3) 保護カバーの取付け及びグローブの性能維持管理の実施

- 万一、灰取出装置の内圧が上昇してもグローブが破損・落下を生じないように、保護カバーを取り付ける。保護カバーの設計に当たっては、焼却炉の圧力逃がし弁の作動条件(約5kPa)を考慮に入れる。保護カバーの設計仕様、強度計算結果、取付け後の状況等を資料12に示す。
- グローブの劣化、傷の有無等に係る点検は使用の都度及び1回／3月の頻度で実施する。グローブの交換は使用期間が3年を超えない範囲で実施してグローブの性能維持に係る管理を強化する。これらを「運転手引」及び「灰取出装置グローブの点検要領及び交換基準」に明記するとともに、関係者に周知徹底する。資料13に、「灰取出装置グローブの点検要領及び交換基準」を示す。

(4) 引渡し側に対する申入れ

引渡し側に対して、以下の事項を申し入れる。なお、(社)日本アイソトープ協会に発信した申し入れ書、申し入れ書に対する同協会の回答文書を資料14に示す。

- 液体シンチレーター廃液等有機廃液を固形化した廃棄物について、焼却処理されることを念頭において、受入れ側が適切と認める固形化の方法、内部の確認が容易な容器等の使用、固形化物の発熱量に対する制限値等を「有機廃液固形化作業に係る手引き」に明記するとともに、これを関係者に周知徹底すること
- その他の廃棄物についても、「受入基準」を遵守し、引渡し前の措置、引渡し時の確認等を確実に実施すること
- 固形化作業に係わる者に対して、液体状の残留物が生じないようにすること等の焼却処理に係る安全上の留意点を含む十分な教育訓練を実施すること
- 上記の事項を確実に実施するため、固形化作業、引渡し前確認等に係る管理体制を強化すること

(5) 教育訓練の実施

今回のトラブルの要因分析によって得られた教訓をもとに、教育訓練を効果的に実施して再発防止策の徹底を図るとともに、原子力施設の安全運転に係る問題意識を喚起する。

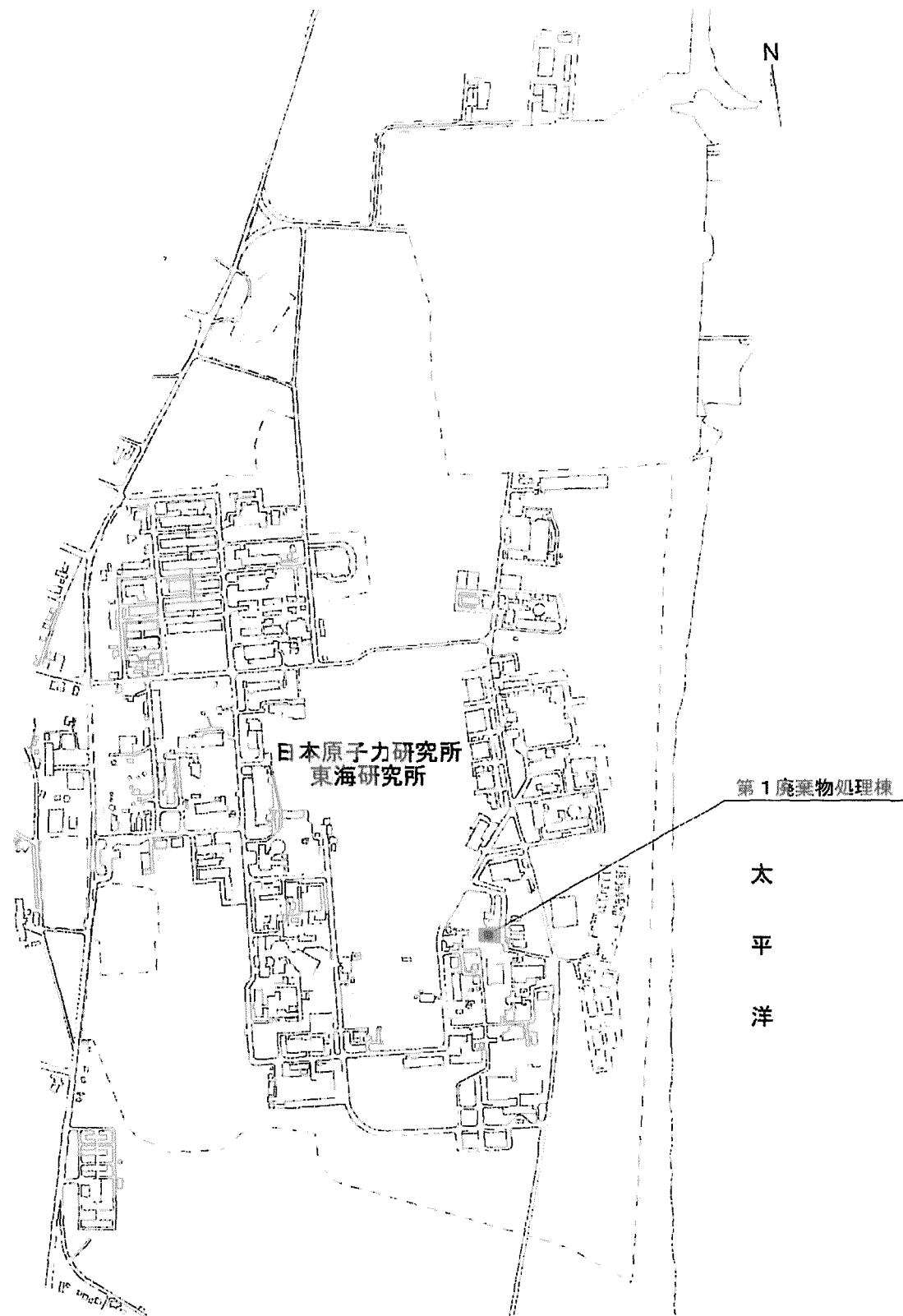
謝 辞

本報告書を取り纏めるに当たり、参考 I に示す調査関係者以外の多くの方々にご協力をいただいた。特に、高崎研究所材料開発部高機能材料第一研究室の吉井文男主任研究員にグローブの強度試験を、また、先端基礎研究センター吉田善行研究主幹に液体シンチレーター廃液の分析を実施していただいた。さらに、日本ガイシ㈱の西脇人志氏、河森悟氏他には原因調査、最大発生圧力の解析等に当たりご協力をいただいた。ここに、記して関係者の方々に深く感謝の意を表するものである。

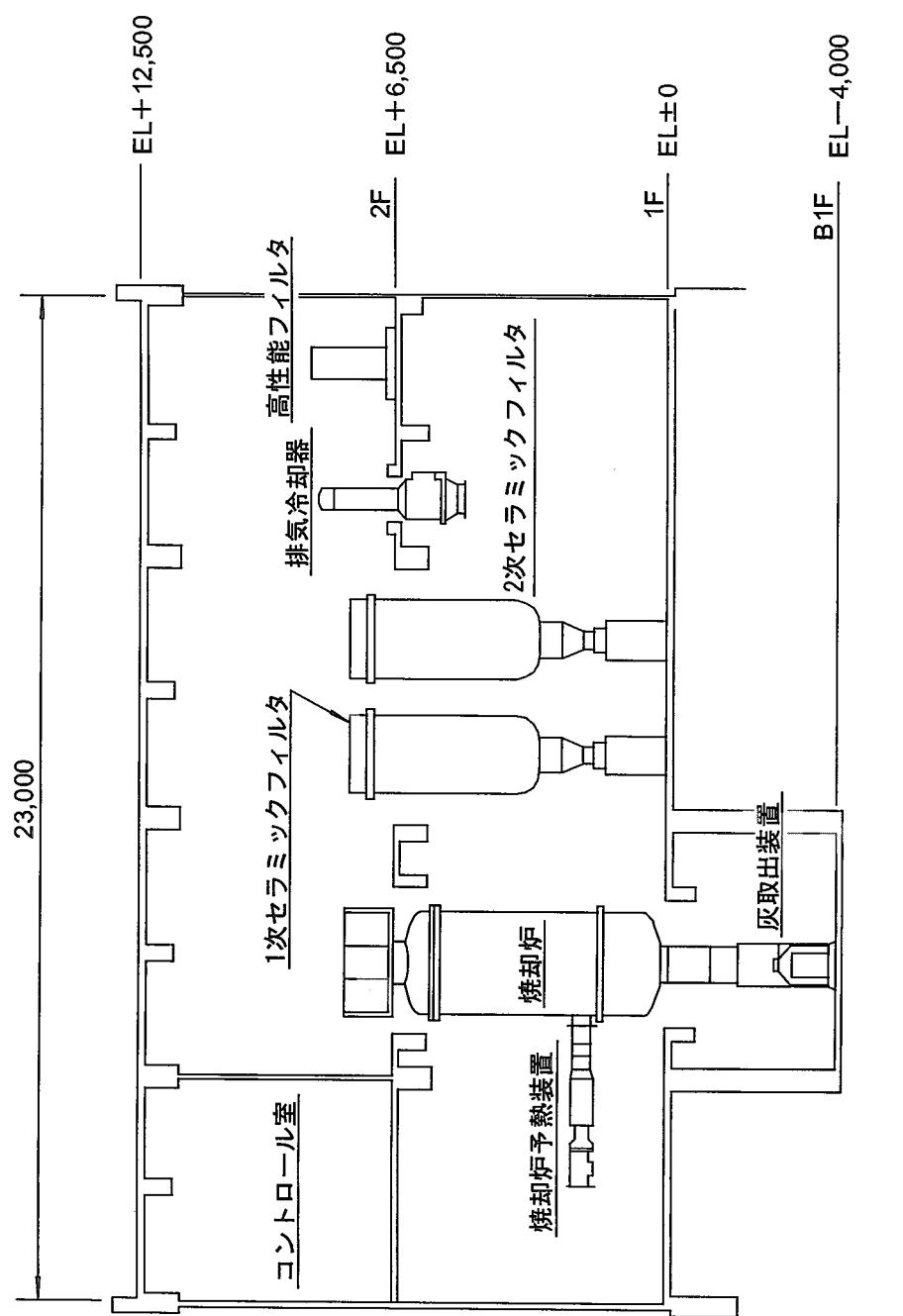
添付資料リスト

- 第 1 図 第1廃棄物処理棟位置図
第 2 図 第1廃棄物処理棟断面図
第 3 図 焼却処理設備主要系統図
第 4 図 焼却作業のフロー図
第 5 図 焼却処理設備の焼却炉の構造図
第 6 図 グローブの取付け状況及び落下状況
第 7 図 ダストモニタ指示値(平成 13 年 11 月 21 日)
第 8 図 グローブ破損が発生する要因に関する調査フロー
第 9 図 焼却処理設備運転記録—炉内負圧及びセラミックフィルタ差圧
(平成 13 年 11 月 21 日)
第 10 図 焼却処理設備運転記録—排気流量(平成 13 年 11 月 21 日)
第 11 図 焼却処理設備運転記録—各部温度(平成 13 年 11 月 21 日)
第 12 図 破損グローブ試料片採取位置
写 真 1 グローブの破損状況
写 真 2 一次灰溜室内の灰の堆積状況(11 月 20 日焼却分)
写 真 3 液体シンチレーター廃液固形化物入り廃棄物外観
写 真 4 液体シンチレーター廃液固形化物入り廃棄物の内部状況
写 真 5 焼却炉压力迷し弁の内部状況
写 真 6 破損グローブ取付け部周辺の外観
第 1 表 破損及び未使用グローブの引張り強さ

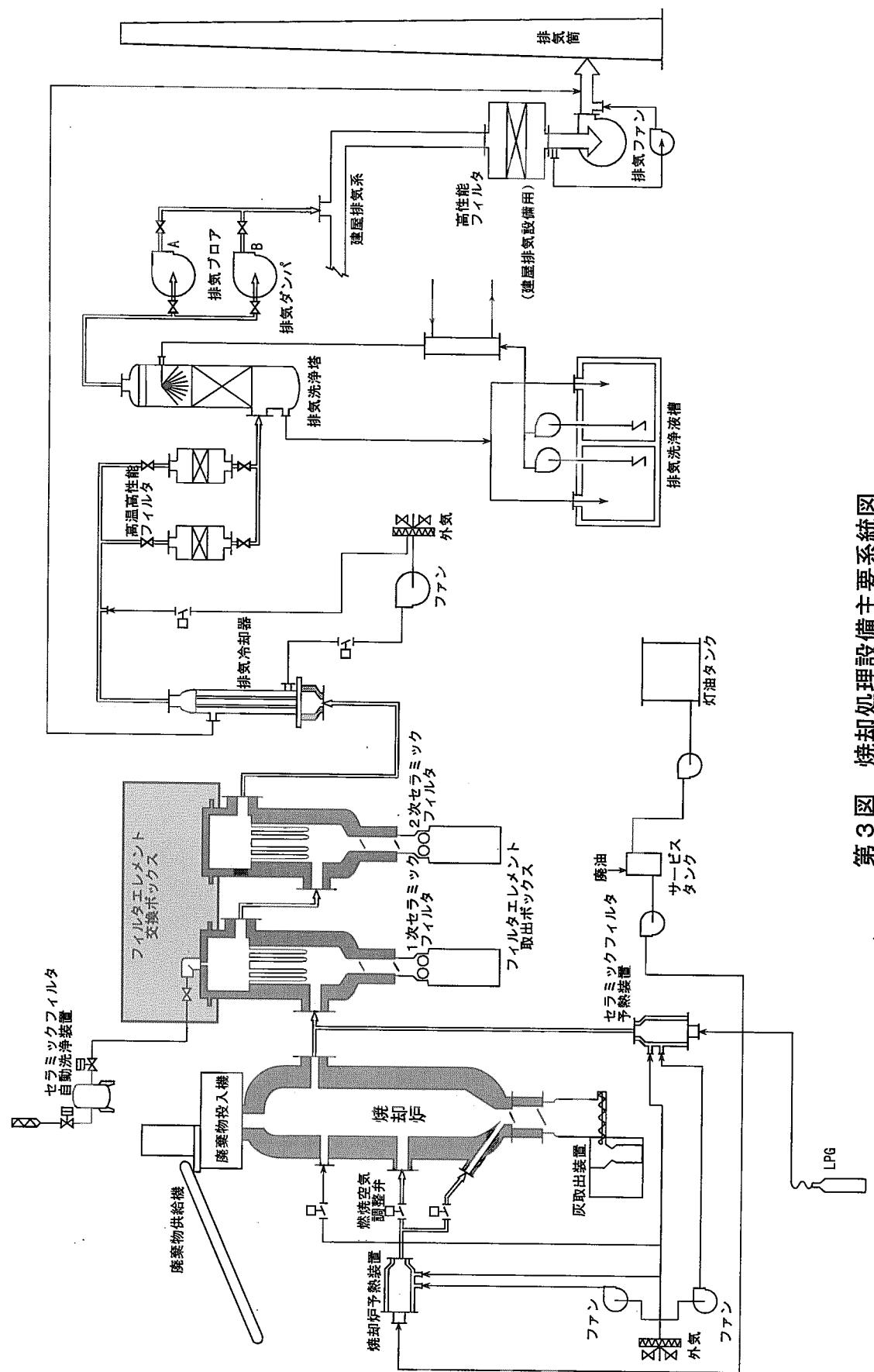
This is a blank page.

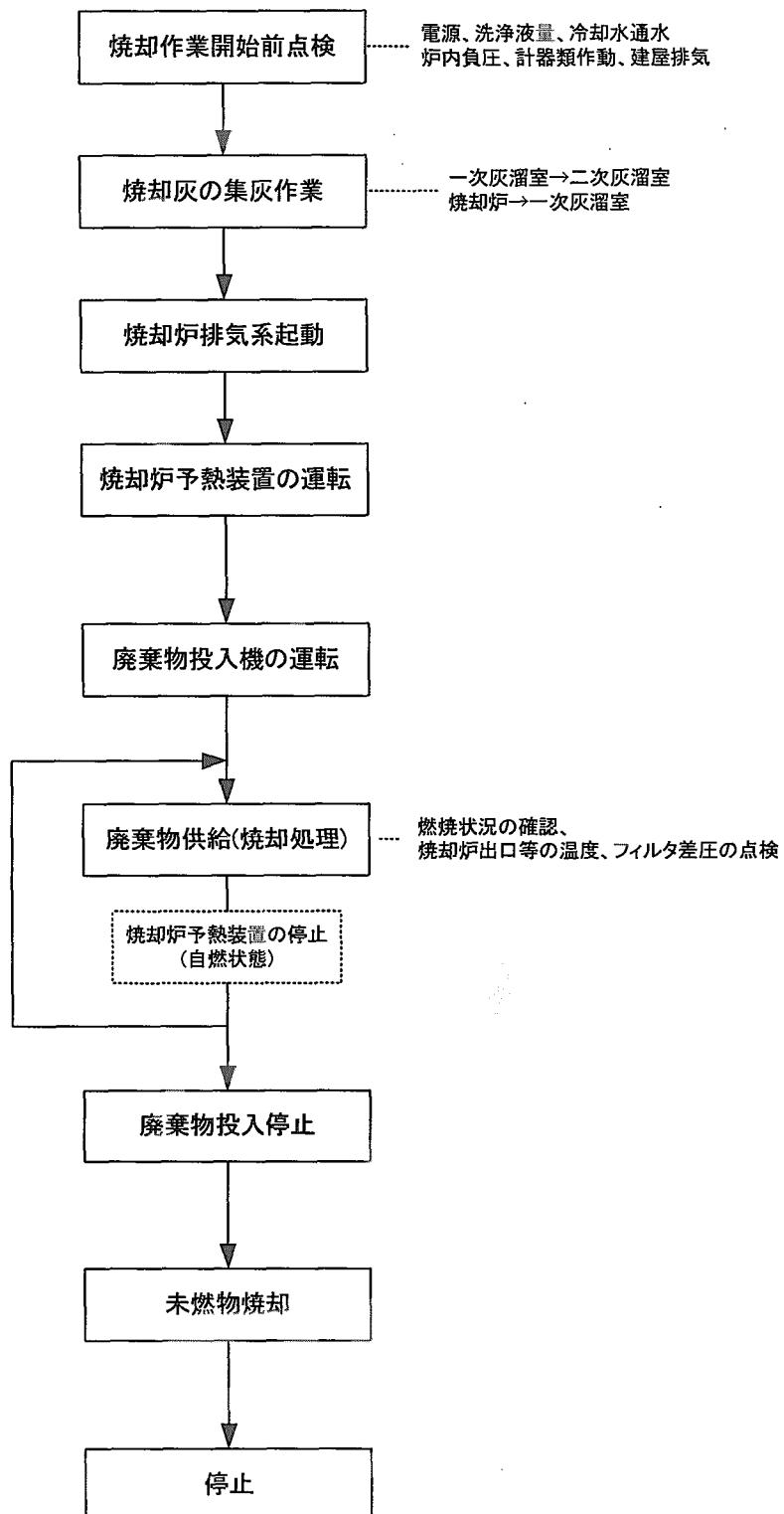


第1図 第1廃棄物処理棟位置図

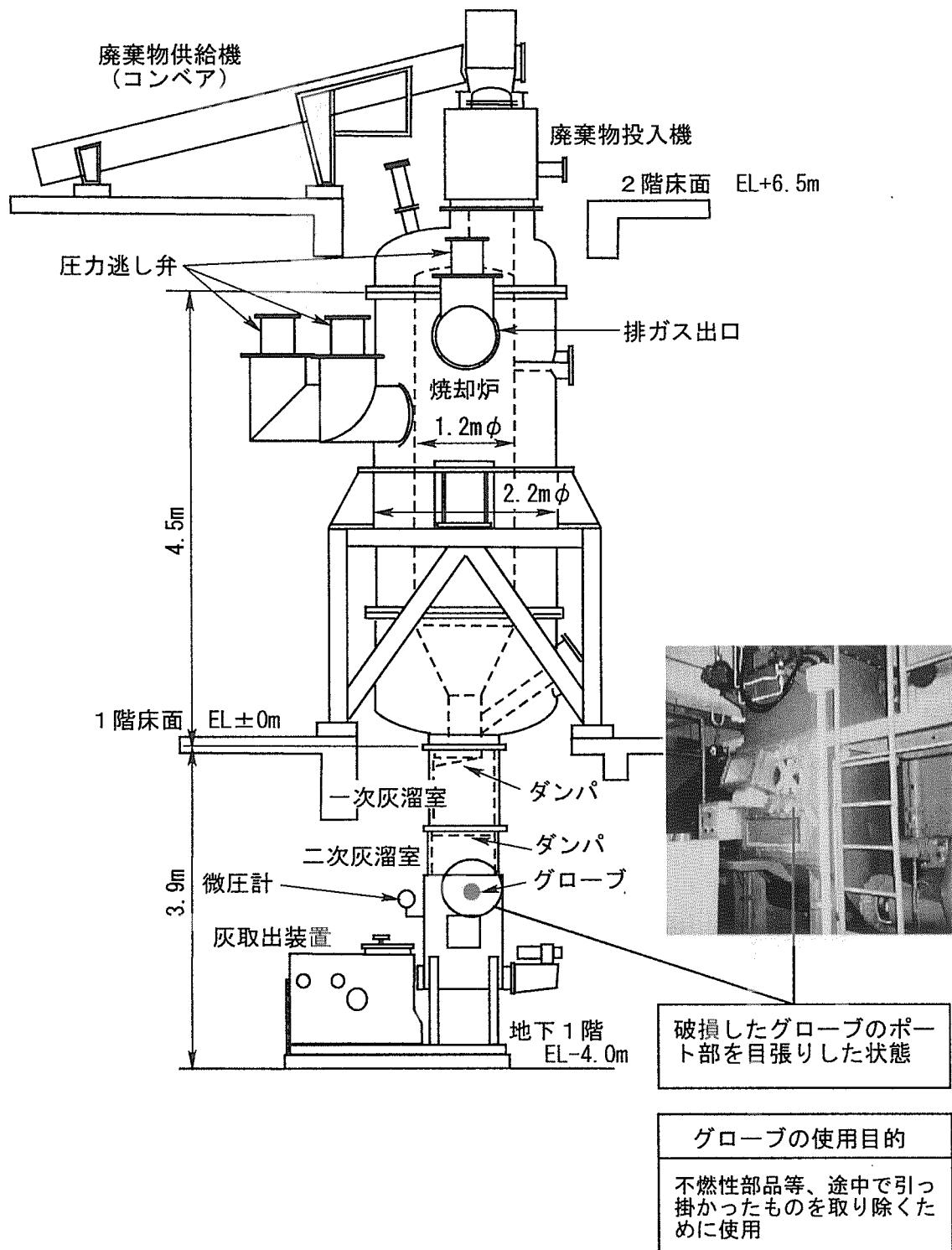


第2図 第1廃棄物処理棟断面図

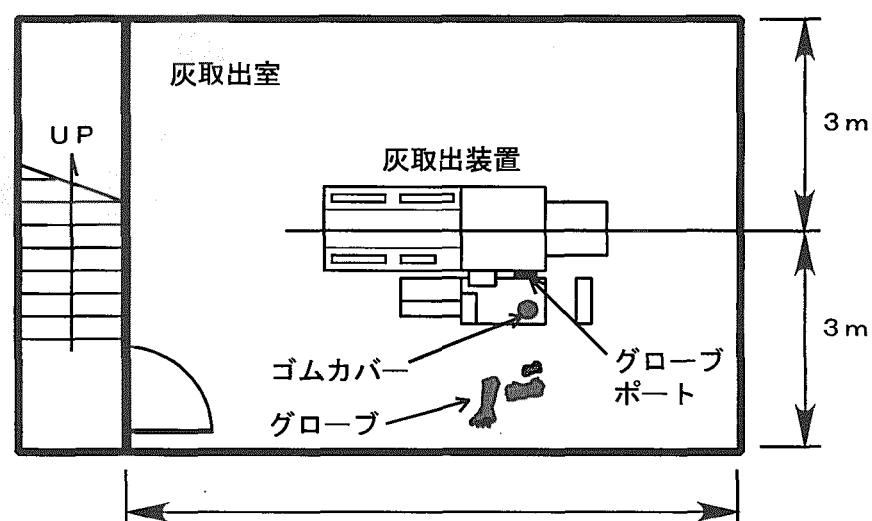
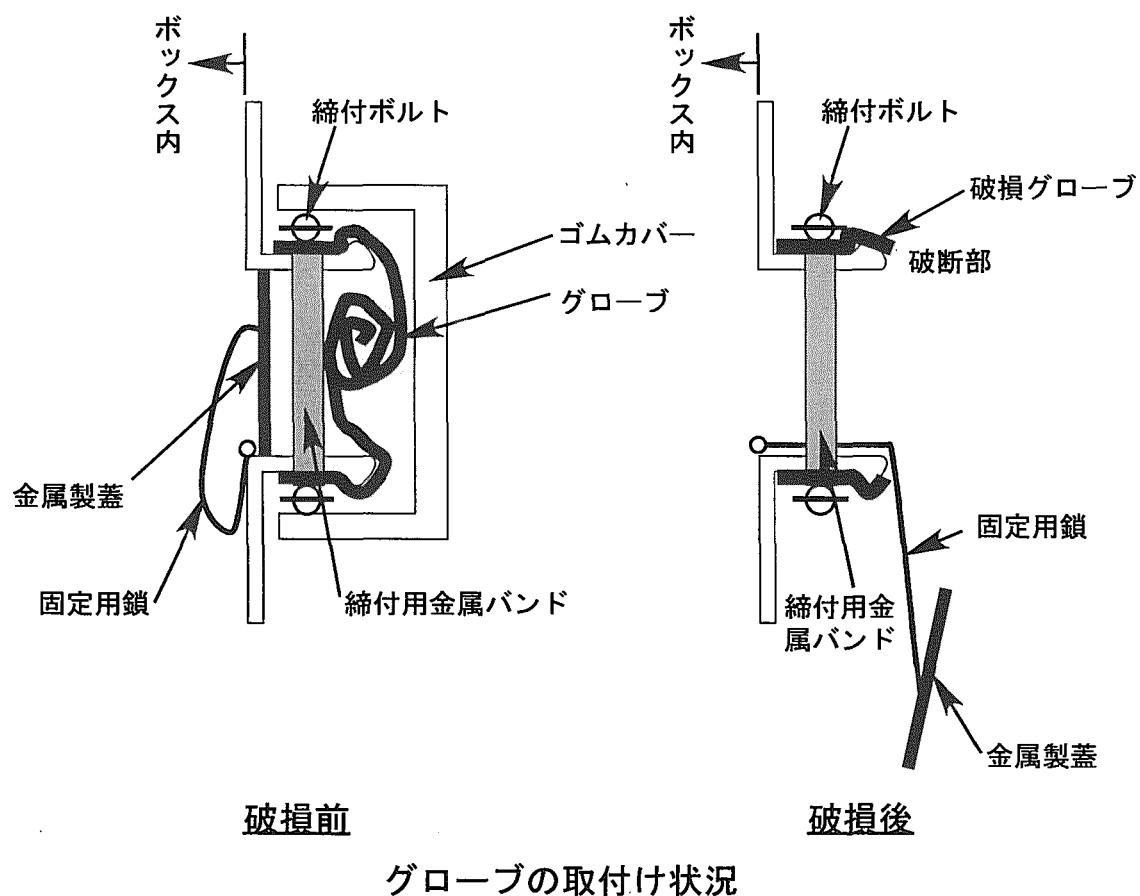




第4図 焼却作業のフロー図



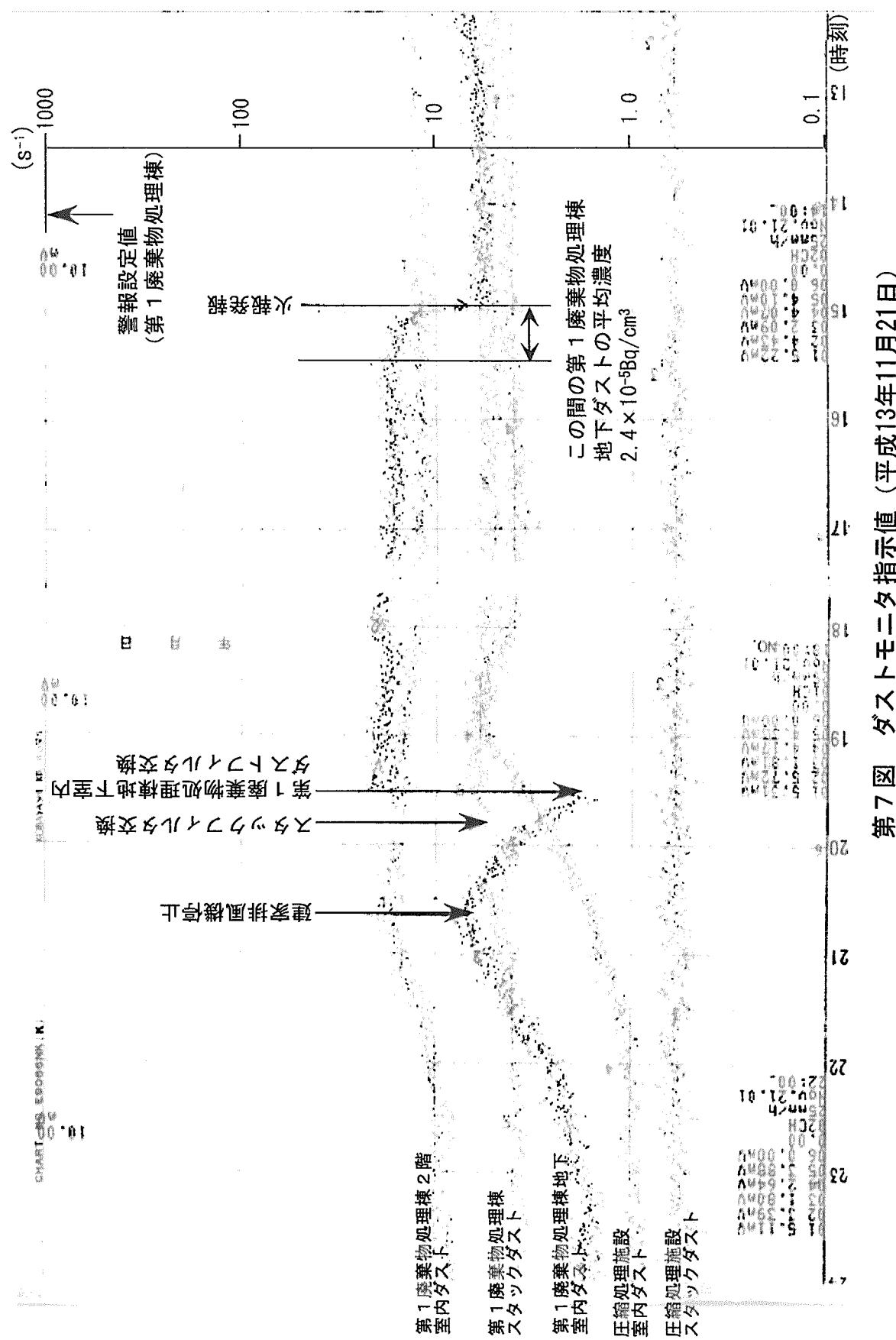
第5図 焼却処理設備の焼却炉の構造図



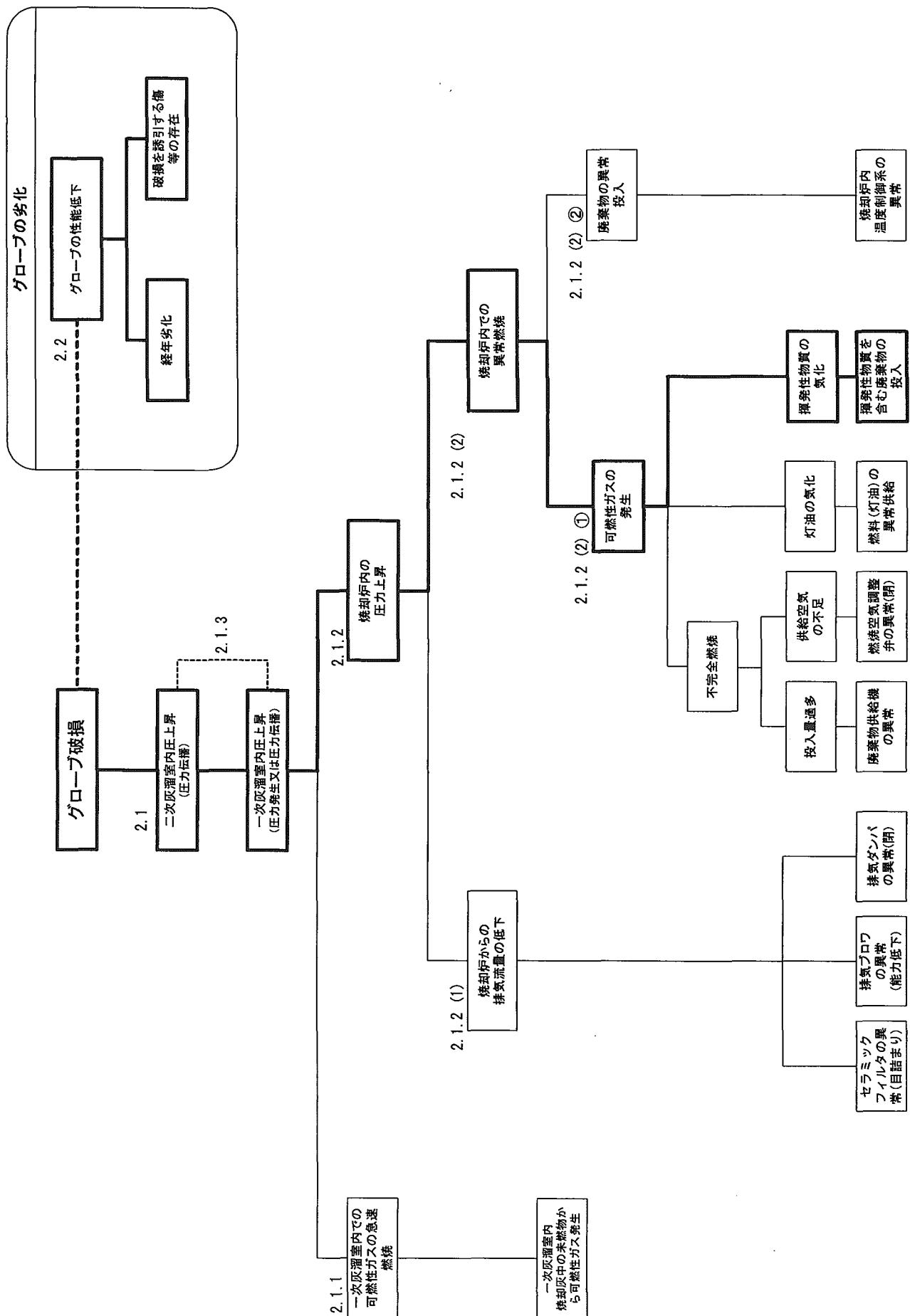
灰取出室平面図

グローブの落下状況（スケッチ）

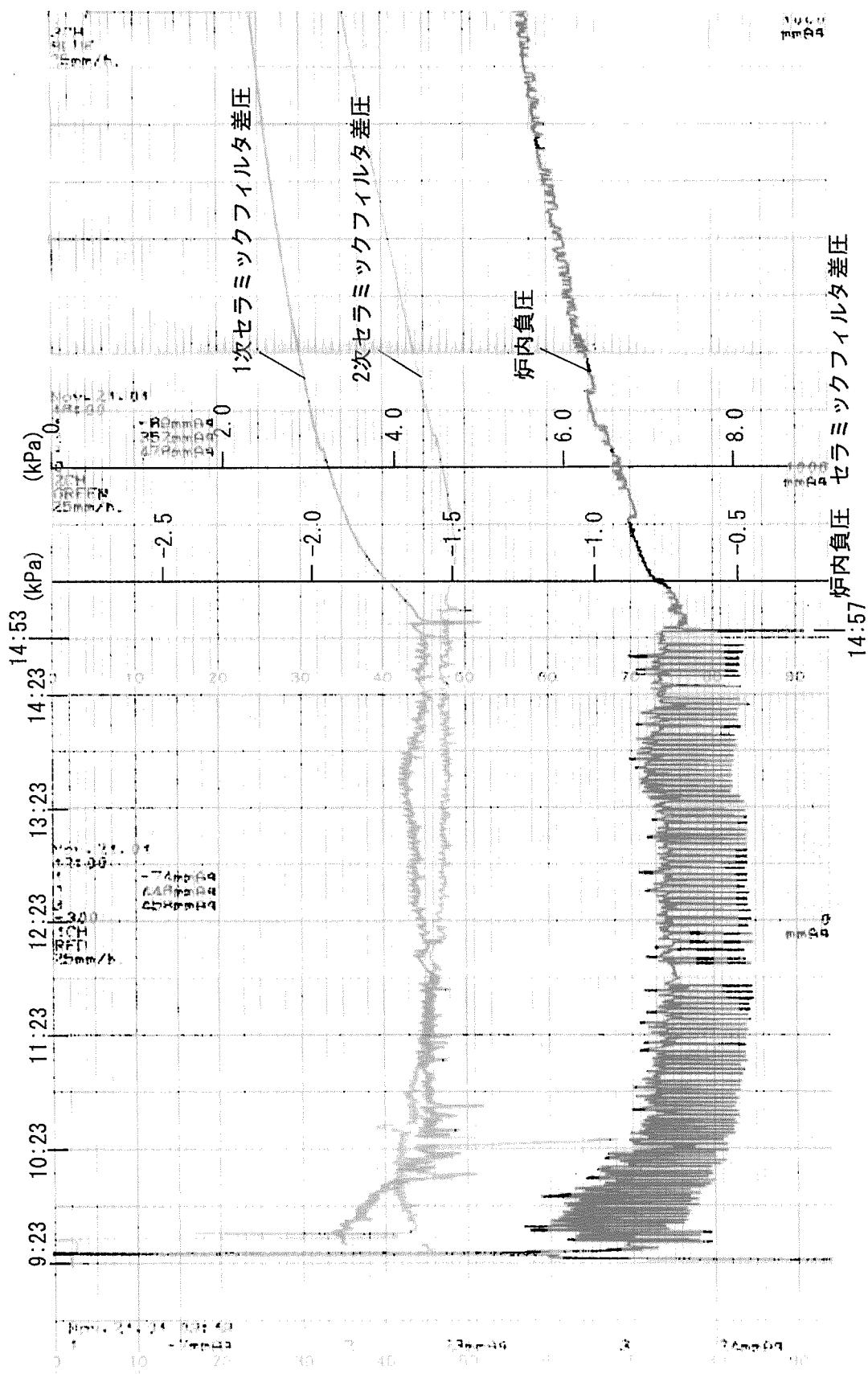
第6図 グローブの取付け状況及び落下状況



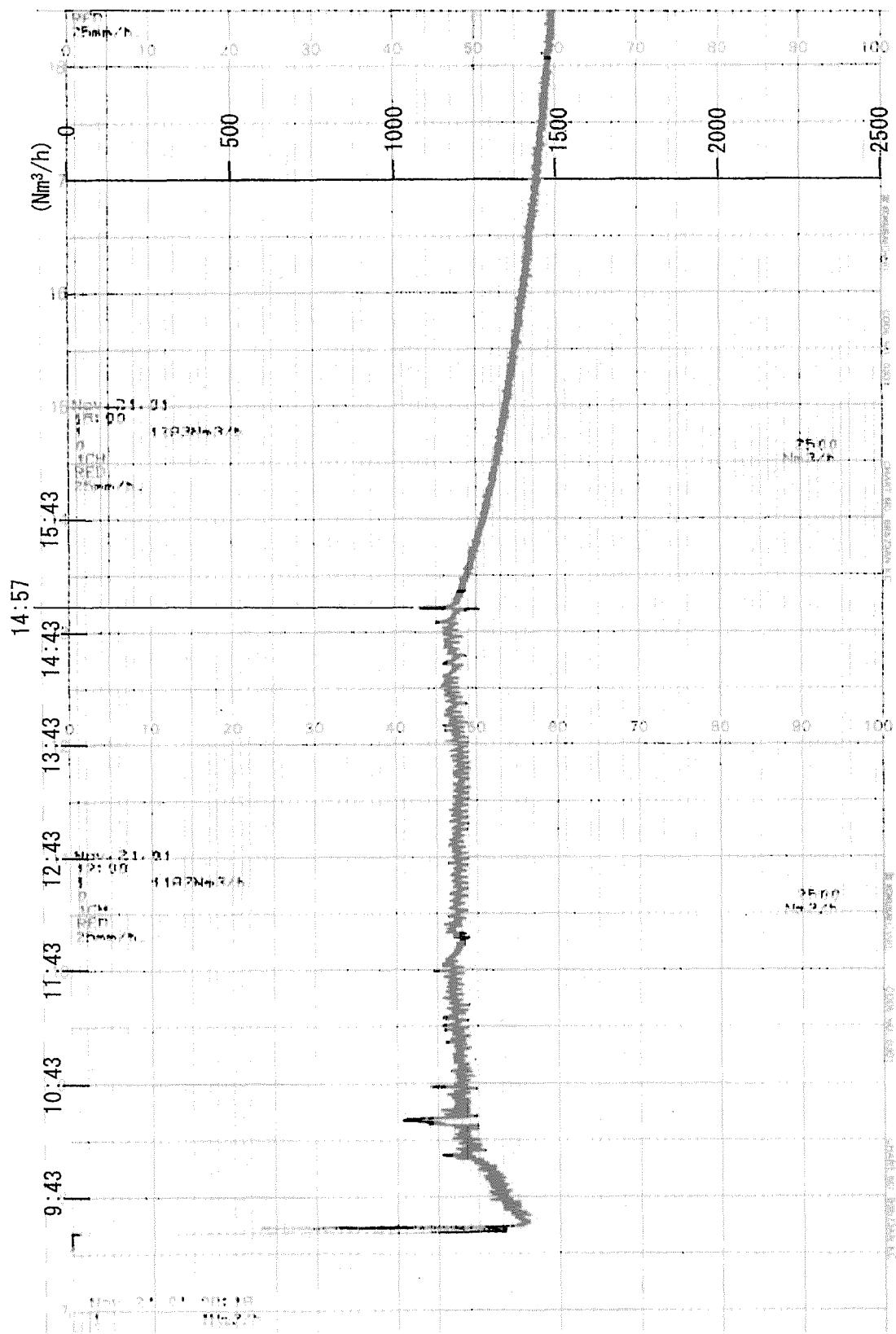
第7図 ダストモニタ指示値 (平成13年11月21日)



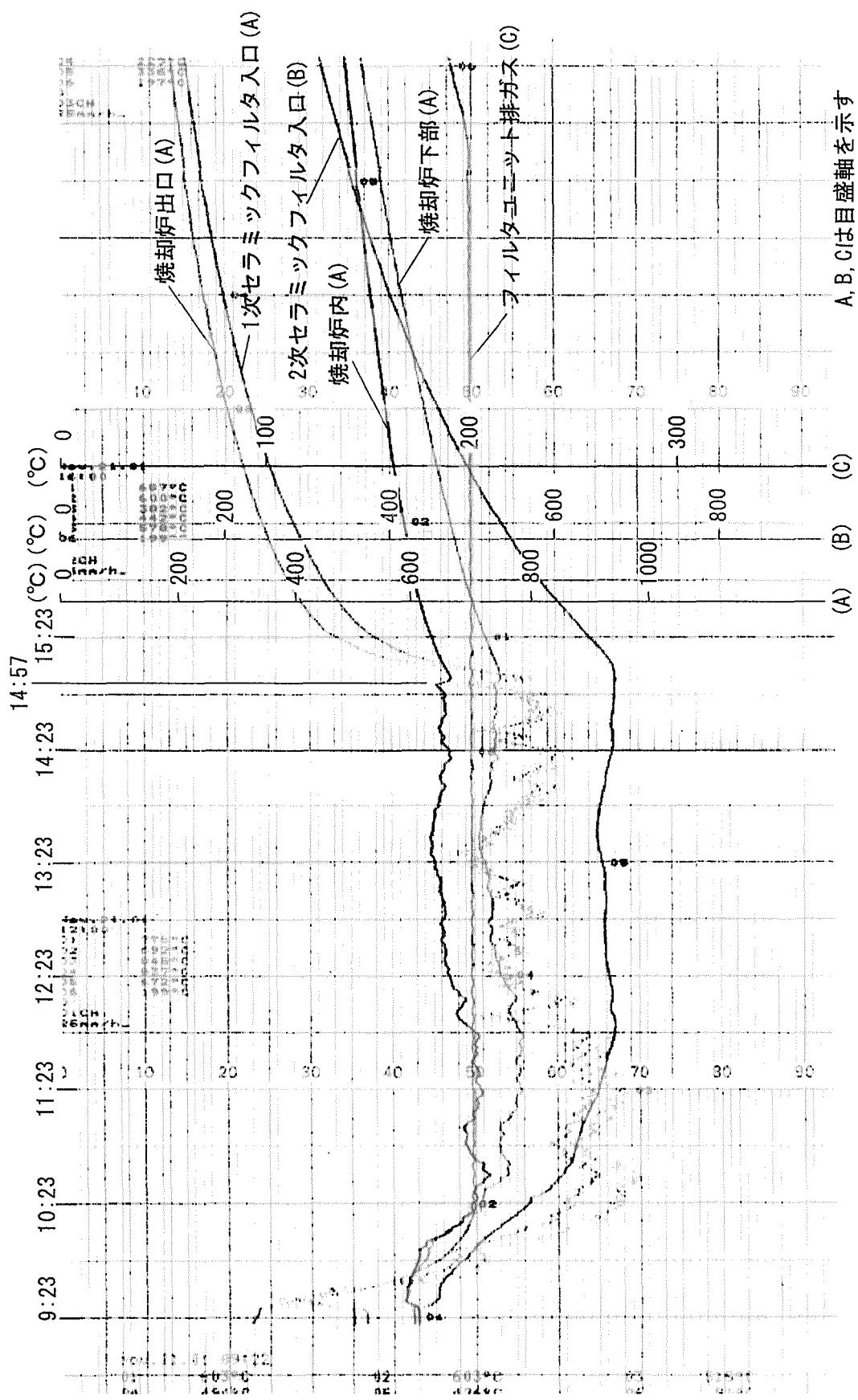
第8図 グローブ破損が発生する要因に関する調査フロー



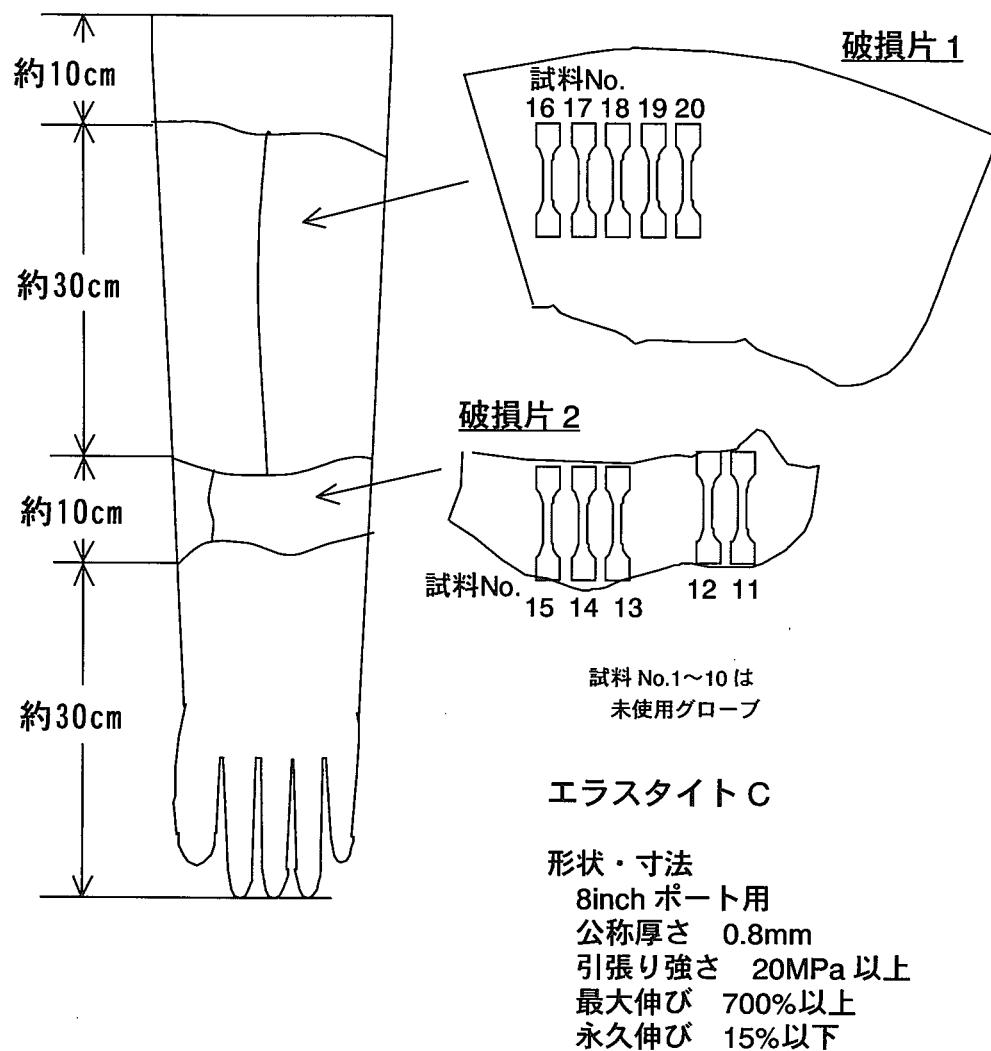
第9図 焼却処理設備運転記録-炉内負圧及びセラミックフィルタ差圧（平成13年11月21日）



第10図 焼却処理設備運転記録-排気流量（平成13年11月21日）



第11図 焼却処理設備運転記録-各部温度（平成13年11月21日）



第12図 破損グローブ試料片採取位置

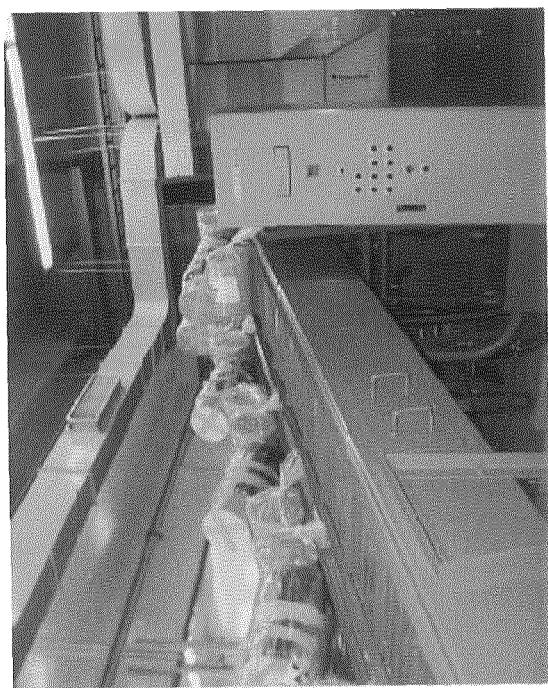
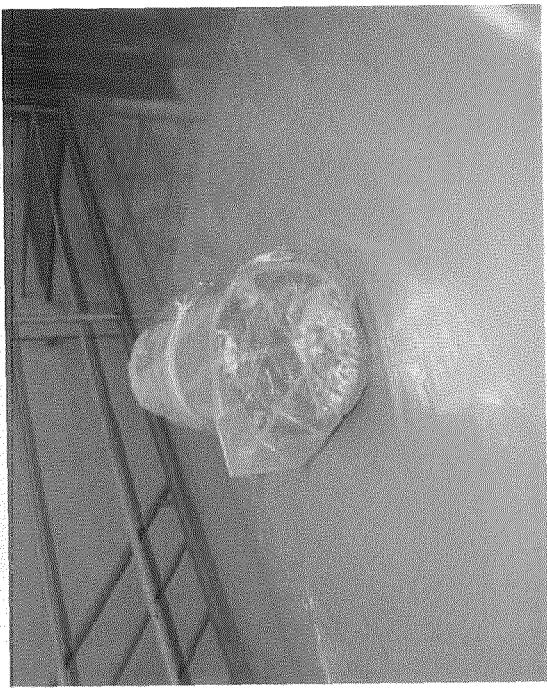
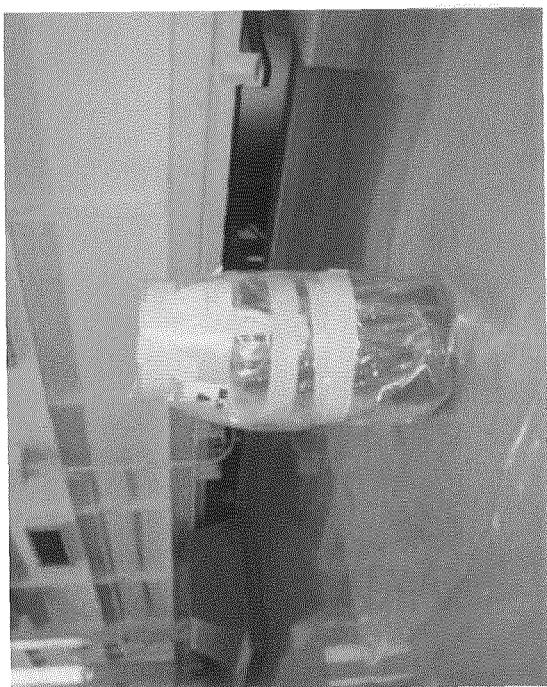


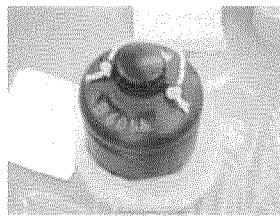
写真 1 グローブの破損状況



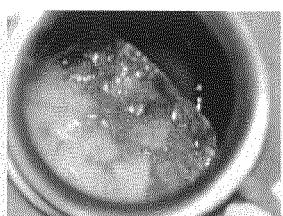
写真 2 一次灰溜室内の灰の堆積状況（11月20日焼却分）

写真3 液体シンチレーター廢液固化化物入り廃棄物外観



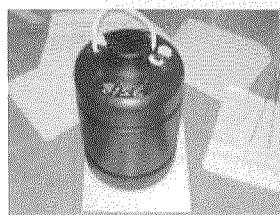


No. 1の外観



No. 1の内部

No. 1の残存液量
20 ml

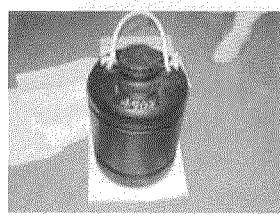


No. 2の外観



No. 2の内部

No. 2の残存液量
固化物からにじむ程度



No. 3の外観

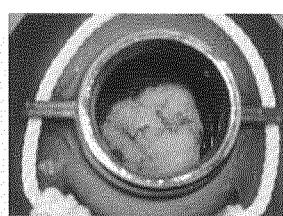


No. 3の内部

No. 3の残存液量
固化物からにじむ程度

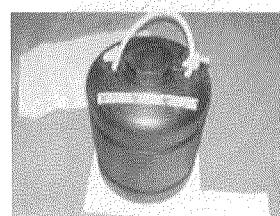


No. 4の外観

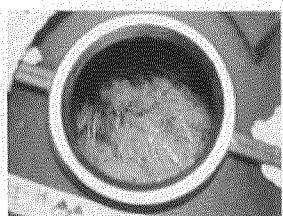


No. 4の内部

No. 4の残存液量
固化物からにじむ程度



No. 5の外観



No. 5の内部

No. 5の残存液量
600 ml

写真4 液体シンチレーター廃液固化物入り廃棄物の内部状況

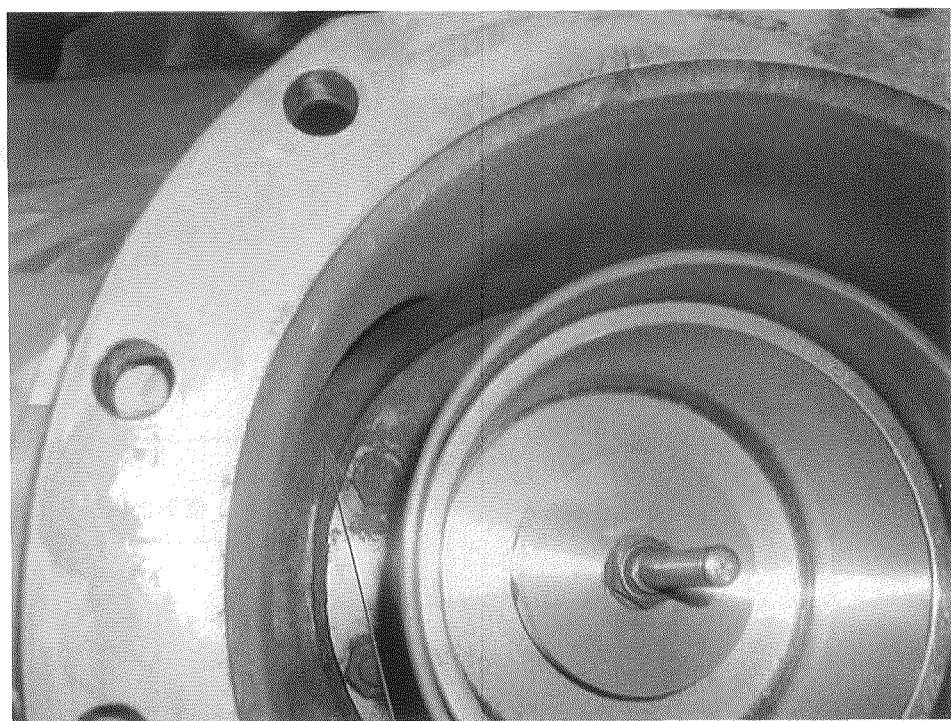


写真5 焼却炉圧力逃し弁の内部状況
(吹き出し側)

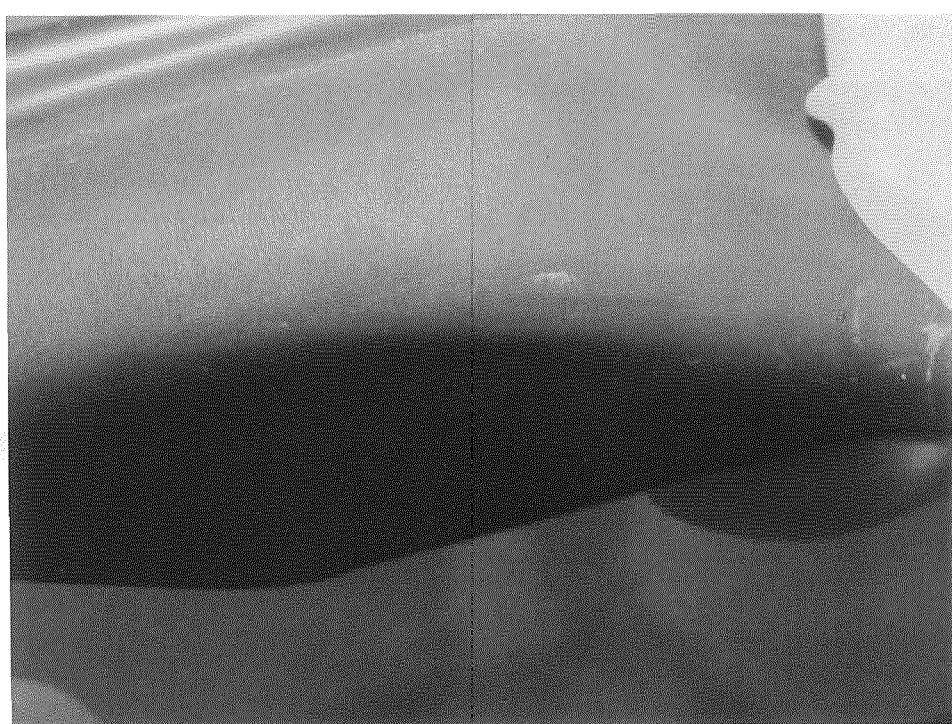


写真6 破損グローブ取付け部周辺の外観

第1表 破損及び未使用グローブの引張り強さ

	引張り強さ(MPa)		
	最大	最小	平均
未使用グローブ	25.4	21.1	22.9
破損グローブ	23.1	15.0	19.2

This is a blank page.

参考 I

グループ破損調査関係者名簿
(所属等は平成 13 年度末で記載している。)

1. グループ破損調査グループ及び調査協力者

リーダー	竹下 功	東海研究所副所長
サブリーダー	鈴木 康文	安全試験部長
メンバー	山原 武	保安管理室長
	田中 貢	バックエンド技術部長
	福田 勝男	大洗研管理部次長
	加藤 正平	保健物理部次長
	中村 力	保安管理室原子炉管理班長
	内山 軍蔵	燃料サイクル安全工学部 プロセス安全研究室長
	与能本 泰介	原子炉安全工学部熱水力安全研究室 主任研究員
	山本 英明	保健物理部施設放射線管理第 2 課長
	大山 勉	技術部技術業務課長
	笥島 栄夫	原子炉安全工学部燃料安全研究室 副主任研究員
調査協力者	飯島 秀彦	燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室
	佐藤 真人	燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室
	田代 信介	燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室
	津幡 靖宏	燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室
	渡邊 浩二	燃料サイクル安全工学部プロセス安全研究室

2. バックエンド技術部

阿部 昌義	バックエンド技術部次長
岩本 貞雄	バックエンド技術部調査役
黒澤 俊昭	バックエンド業務課長
大関 好之	バックエンド業務課長代理
古川 聖	バックエンド業務課
薄井 慎太郎	バックエンド業務課
佐藤 元昭	高減容処理技術課長
樋口 秀和	高減容処理技術課長代理
中島 幹雄	廃棄物処理技術試験室長

亀尾 裕	廃棄物処理技術試験室
中塩 信行	廃棄物処理技術試験室
木原 伸二	放射性廃棄物処分技術課長
吉森 道郎	放射性廃棄物処分技術課課長代理
白石 邦生	デコミッショニング技術開発室主査
立花 光夫	デコミッショニング技術開発室
長岡 幸男	高放射性廃棄物管理課長
福田 洋	高放射性廃棄物管理課課長代理兼液体処理係長
石浜 勇	高放射性廃棄物管理課業務係長・総括主査
坂本 文男	高放射性廃棄物管理課主査・総括主査
丸山 亨	高放射性廃棄物管理課固体処理係長・課長代理
森下 悟	高放射性廃棄物管理課固化処理係長・課長代理
森 優和	高放射性廃棄物管理課固化処理係
坂本 裕	高放射性廃棄物管理課固化処理係
大越 実	低放射性廃棄物管理課長
近藤 忠美	低放射性廃棄物管理課課長代理兼圧縮・焼却係長
伊東 慎一	低放射性廃棄物管理課業務係長・課長代理
小沢 政千代	低放射性廃棄物管理課運搬貯蔵係長
石原 圭輔	低放射性廃棄物管理課運搬貯蔵係
鈴木 久雄	低放射性廃棄物管理課液体廃棄物係長
岡部 猛	低放射性廃棄物管理課液体廃棄物係
梅澤 克洋	低放射性廃棄物管理課液体廃棄物係
黒澤 重信	低放射性廃棄物管理課圧縮・焼却係
宇佐美 淳	低放射性廃棄物管理課汚染除去係長
加藤 貢	低放射性廃棄物管理課解体・分別係長
粕谷 研一	低放射性廃棄物管理課解体・分別係
邊見 光	低放射性廃棄物管理課解体・分別係

3. 外部学識経験者

松本 史朗	埼玉大学工学部応用化学科教授
吉澤 善男	東京工業大学原子炉工学研究所エネルギー工学部門教授

参考 II

グローブ破損調査グループ会合開催経緯

第1回 平成13年11月22日(木)

議題 (1)趣旨説明

(2)トラブルの概要

(3)検討課題抽出、検討方針策定

(4)次回以降の予定

配布資料 資料1-1 グローブ破損調査グループについて

資料1-2 第1廃棄物処理棟地下灰取出室のグローブ破損について

第2回 平成13年11月25日(日)

議題 (1)調査結果の中間報告

(2)今後の検討方針

配布資料 資料2-1 報告書(案)

資料2-2 熱分析試験結果報告(速報)

資料2-3-1 焼却炉異常燃焼事象時の圧力過渡変化解析

資料2-3-2 CELVA-1による焼却処理設備(異常発生前)の状態量推定

資料2-3-3 模擬有機廃棄物燃焼試験結果報告(速報)

第3回 平成13年11月26日(月)

議題 (1)調査結果の中間報告

(2)今後の検討方針

第4回 平成13年12月2日(日)

議題 (1)中間報告に係る状況報告

(2)今後の検討課題と検討方針

配布資料 資料4-1 12月1日付け関連新聞記事の切り抜き

資料4-2 プレス発表メモ

資料4-3 電話取材メモ

資料4-4 安全管理の徹底について(通知)

資料4-5 焼却処理設備に係る今後の対応について

第5回 平成13年12月7日(金)

議題 (1)最終報告書案の検討

配布資料 資料5-1 グローブ破損事故報告書(案)

第6回 平成13年12月9日(日)

議題 (1)最終報告書案の検討

配布資料 資料6-1 グローブ破損事故報告書(案)

資料1

火災報知器発報後の主な経過

14:58 第1廃棄物処理棟 火災報知器発報
廃棄物投入停止

15:05 自衛消防車到着

15:10 地下灰取出室内がもやっていることを確認
グローブの破損、落下を確認
床への灰飛散を確認
スタックダストモニタ指示値が正常値であることを確認

15:20 非常用電話(TEL6222)で連絡

15:25 対策本部設置
構内放送(第1回)

15:30頃 グローブ破損部の目張り実施終了

15:35 関係機関(文部科学省、県・市町村、村消防署等)に第1報 Fax 送信
スミヤ測定開始

15:54 関係機関に第2報 Fax 送信

16:00 火災報知器復帰

16:03 東海村消防正門到着

16:06 建家換気系フィルタ差圧が正常値であることを確認

16:08 東海村消防正門から現場へ出発

16:12 東海村消防現場に到着

16:15 現場作業者に身体汚染がないことを確認

16:30 東海村消防に現場状況の説明終了(現場視察開始)

16:36 広報班が県記者クラブでの17時30分のプレス発表のため出発

16:44 関係機関に第3報 Fax 送信(灰取出室の床の表面密度の最大値は 24 Bq/cm²、室内ダストモニタ、スタックモニタ及びγ線モニタの上昇なし)

16:55 東海村消防署が火災でないことを確認
現場作業者の鼻孔スミヤ検出限界以下(<0.6Bq)
構内放送(第2回)

16:57 茨城県原子力安全対策課担当官2名が防護活動本部に到着

17:04 東海村消防現場指揮所へ移動

17:17 茨城県警担当者が防護活動本部に到着

17:20 地下灰取出室の除染作業を開始

17:32 文部科学省茨城安全管理事務所長防護活動本部へ到着

17:49 文部科学省保安検査官2名が現場指揮所へ到着

17:53 建家換気系フィルタ差圧指示値に変化がないことを確認

18:00 東海村消防退所
18:13 茨城県原子力安全対策課担当官が現場指揮所へ到着
18:19 関係機関に第4報 Fax 送信
18:36 関係機関に第4報 Fax 再送信(落丁訂正のため)
18:39 茨城県原子力安全対策課担当官が防護活動本部へ移動
18:40 対策本部を解散し、通常組織で対応
文部科学省保安検査官2名が地下灰取出室を視察
18:41 関係機関に第5報 Fax 送信
18:46 構内放送(第3回)
19:19 事故現場統括責任者代理、庶務課長他が県記者クラブでの20時のプレス発表のため出発
19:39 茨城県原子力安全対策課担当官2名が退所
19:40 文部科学省保安検査官2名が現場指揮所に戻る
20:17 除染後の表面密度が基準値以下($\beta \gamma < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$)を確認。除染作業を終了
20:24 作業員 A ホールボディカウンタ測定に出発
20:42 作業員 A ホールボディカウンタ測定から戻る。内部被ばくなし
20:48 作業員 B ホールボディカウンタ測定に出発
21:01 作業員 B ホールボディカウンタ測定から戻る。内部被ばくなし
22:00 所長及び副所長が現場視察

資料 2

初期活動における問題点

〔問題点 1〕トラブルの概要が正確に把握及び表現されていなかった

火災報知器の発報直後(14時58分)に最初に現場を点検した作業者は、煙(実は灰)がうつすらと灰取出室に立ち込めていることを確認したが、その後、室内に火炎はなく、火災報知器の発報は誤報であることを確認した。それにも関わらず、「焼却灰が室内に充満」といった連絡が対策本部になされ、その旨が新聞報道された。

また、グローブが破損していたにも関わらず、「グローブボックスが破裂」といった報告が非常用電話でなされたため、事故概要の正確な把握ができなかった。

〔問題点 2〕事故現場責任者等が不在であった

トラブル発生時に、事故現場責任者、事故現場統括責任者及び事故現場統括責任者代理が原研に不在であった。また、責任者が不在である場合の現場体制の訓練、準備等ができていなかった。

〔問題点 3〕時刻の確認がなされていなかった

トラブル発生後の応急措置活動を実施するに当たり、活動を行った時刻の確認が一部なされなかつたため、記録の作成等に当たって支障が生じた。

〔問題点 4〕プレス発表に対する準備が十分ではなかった

トラブル発生当日に設定されたプレス発表の時間が17時30分と早かったにもかかわらず、応急措置活動を優先させたため、十分なプレス発表の準備をすることができなかった。

附録3

文部科学省、地元自治体等への対応状況

日付	文部科学省*（原子力規制室、放射線規制室、量子放射線研究課）	文部科学省（水戸原子力事務所、茨城安全管理事務所） 水戸労働基準監督署	茨城県	隣接市町村等(東海村消防署、県漁連、漁協を含む)
11月22日	クローバー破損に係る状況説明	同 左	安全協定に基づく報告	安全協定又は通報連絡協定に基づく報告
11月26日	同 上			安全協定に基づく立入調査
11月27日	中間報告書に係るヒアリング			
11月28日	同 上			
11月30日	中間報告書提出	同 左	軽微な事故・故障報告書の提出	同 左
12月10日	最終報告書に係るヒアリング			
12月13日	同 上			
12月17日	同 上			
12月19日	同 上			
12月20日	同 上			
12月25日	同 上			

日付	文部科学省* (原子力規制室、放射線規制室、量子放電線研究課)	文部科学省 (水戸原子力事務所、茨城安全管理事務所) 水戸労働基準監督署	茨城县	隣接市町村等(東海村消防署、県漁連、漁協を含む)
12月26日	同上			
12月27日	最終報告書提出	同左	軽微な事故・故障報告書の提出	同左

上記機関への対応に当たっては以下の体制で実施した。

文部科学省 (原子力規制室、放射線規制室)：本部安全管理室、バックエンド技術部
 文部科学省 (量子放電線研究課)：本部企画室、本部安全管理室、バックエンド技術部
 文部科学省 (水戸原子力事務所、茨城安全管理事務所)、水戸労働基準監督署：保安管理室、バックエンド技術部
 茨城县、隣接市町村等：管理部、バックエンド技術部

*：放射線規制室及び量子放電線研究課については、原子力規制室への説明の過程で適宜説明を実施した。

資料 4

報道機関に対する対応状況

日 時	場 所	発表内容
平成 13 年 11 月 21 日(水) 17：30～18：40	茨城県政記者クラブ	グローブ破損に係る第 1 報の報告
平成 13 年 11 月 21 日(水) 20：00～21：10	茨城県政記者クラブ	グローブ破損に係る第 1 報の報告 に対する追加説明
平成 13 年 11 月 22 日(木) 14：00～15：30	原研東海研	安全協定に基づく立入調査に係る 取材
平成 13 年 11 月 30 日(金) 10：30～11：55	茨城県政記者クラブ	文部科学省への中間報告書の提出 に係る発表
平成 13 年 11 月 30 日(金) 10：30～10：50	文部科学省記者クラブ	同 上
平成 13 年 12 月 27 日(木) 15：30～15：40	茨城県政記者クラブ	文部科学省への最終報告書の提出 に係る発表
平成 13 年 12 月 27 日(木) 15：30～15：55	文部科学省記者クラブ	同 上

グローブ破損類似事例

発生日時	発生事業所	事象発生概要
平成9年11月12日	A原子力発電所	<p>状況：焼却炉固着灰除去装置(灰取出ボックス)メンテナンスケースの覗き窓のパッキンが変形</p> <p>原因：・設備点検作業終了後の復旧の際に、空気供給ラインの元弁を全開としなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・焼却炉底蓋内面で燃焼していたボリの未燃ガスが、灰取出ボックス内及びメンテナンスケース内に流入 ・灰取出ボックス内で未燃ガスが局部燃焼 ・灰取出ボックス内での燃焼に伴いメンテナンスケース内の未燃ガスも引火・燃焼した結果、圧力上昇が生じ、覗き窓のパッキンが外側へ押され変形
平成10年9月15日	B原子力発電所	<p>状況：焼却炉グローブボックス部のグロープが破損</p> <p>原因：・グローブ蓋の位置ずれから蓋とグロープとの間に隙間があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロパンを窒素ガスに置換時、窒素ガスの圧力上昇により、グロープがその隙間よりはみ出し膨れた。 ・グロープに付いていた傷、又は、膨れた過程で付いた傷によりグロープが破損
平成12年11月7日	C原子力発電所	<p>状況：焼却炉グローブボックス部のグロープ蓋2個のうち1個が外れ、両方のグロープが破損</p> <p>原因：・炉底シール部に堆積物が咬みこみ、シール不良で未燃ボリが発生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・未燃ボリが断続的に灰取出ボックスに滴下し、未燃ボリからガスが発生 ・炉底蓋スリット部閉塞によるシール空気量の低下から、バージ不良となりガスが充満し、局部燃焼による圧力上昇でグロープ破損が発生

模擬有機廃棄物燃焼試験

プロセス安全研究室

田代信介、津幡靖宏、内山軍藏

1. はじめに

焼却炉灰取り出し装置グローブ破損に至った際に焼却炉で燃焼していた廃棄物は、液体シンチレータ廃液と凝固剤(商品名:オイルパックリ)の混合凝固物であった。燃焼時の廃棄物の熱的安全性を評価するためには、液体シンチレータ廃液と凝固剤の混合凝固物の状態での廃棄物の燃焼の特徴(燃えやすさ、爆発性の有無等)を実験的にも確認しておく必要がある。廃棄物中に含まれていた液体シンチレータ廃液剤の主要な成分は、揮発性の芳香族有機化合物の単体または乳化剤の混合物であり、芳香族有機化合物及び乳化剤の成分の違いが廃棄物の燃焼の特徴に影響を及ぼす可能性がある。

本試験では、焼却炉灰取り出し装置グローブ破損当時まで焼却炉で燃焼していた廃棄物の燃焼の特徴を確認するために、主要成分が異なる芳香族有機化合物である液体シンチレータ剤を液体シンチレータ廃液の模擬物質とした模擬有機廃棄物(模擬液体シンチレータ廃液と凝固剤の混合物)を対象として焼却炉灰取り出し装置と同じプロア吸引による空気供給の条件下で燃焼実験を行った。実験では、燃焼の様子の観察、燃焼上部の温度及び燃焼ガスの濃度変化を測定して、模擬有機廃棄物の燃えやすさ、爆発性の有無を確認した。

2. 試験方法

模擬有機廃棄物 模擬有機廃棄物試料として、4種の液体シンチレータ剤(アクアゾルⅡ、OXIOREP-2、ULTIMA-GOLD、クリアゾル)単体と凝固剤(オイルパックリ)の混合凝固物を調製した。図1に模擬有機廃棄物の様子、表1に液体シンチレータ剤の内容物を示す。調製したシンチレータ剤、凝固剤の量は、それぞれ、40 cm³、約2.86 gである。この模擬有機廃棄物の混合比は、凝固剤で推奨された値(有機物:凝固剤=21:143 g)である。また、ガラス瓶にて混合させ、両者がよく馴染むように約10分以上、密閉したガラス瓶に放置したものを調製試料とした。

燃焼試験方法 燃焼試験は機械化工特研にある火災ソースターム試験装置で実施した。図2に火災ソースターム試験装置の概略図を示す。調製した模擬有機廃棄物を全量アルミ皿に移し、図中の燃焼室に入れ、バーナーで着火した。燃焼室を上向きに通過する空気流量は約1.9 m³/hとした。着火後の燃焼の進展を燃焼室のぞき窓近くに設置したデジタルビデオで録画した。また、火災ソースターム試験装置に設置されているガス分析計(SO₂、NO_x、CO、CO₂、O₂を同時計測)を用い、燃焼ガス濃度を測定した。さらにアルミ皿を置いた燃焼室上部53 cmの管中心位置での空気の温度を熱電対を用いて測定した。

3. 試験結果

燃焼の様子 図3-1~5-1に燃焼の進展、添付図3-2~6-2に燃焼後の様子を示す。

検討した4種類の試料はすべて燃焼した。燃焼開始と自然鎮火近くを除いて、燃焼の様子は穏やかであり、爆発的な燃焼は認められなかった。着火のしやすさについては、アクアゾルⅡ(キシレン系)、OXIOREP-2(トルエン系)、ULTIMA-GOLD、クリアゾル(キシレン系)はバーナーの順であった。また、図の比較から、ULTIMA-GOLDを含んだ試料は他の試料と比べて、燃焼の進展が異なり、燃焼皿に比較的多めの煤が付着していることが分かる。

ガス濃度の経時変化 図7～10にガス濃度の経時変化を示す。図中ではCO₂、O₂はvol%単位で、また、CO、SO₂、NOxはppm単位で表している。なお、どの図においても、燃焼直後COガス濃度が約3000ppmで一定になっているのは、分析計のCOガス濃度の測定上限を超えたためである。CO₂ガスとO₂ガス濃度の経時変化は、ほぼ対称形になっており、O₂ガスの消費はほとんどCO₂ガス発生に使われたものと考えられる。一方、O₂ガスの濃度が約15vol%までしか低下していないのに対して、COガス濃度が非常に高くなっているのは、燃焼時の炎の内部または中心部まで十分な空気供給が行われなかつたため、と考えられる。COガスが減少してもCO₂ガスが増加していないのは、その時点で燃焼物の大半が既に燃焼していたためと考えられる。よって、COガス濃度が急激に増加してから、低下するまでの時間の長さが燃焼物が燃焼したかどうかの目安となりうる、と判断できる。図7～10のうち、ULTIMA-GOLDを含む試料がCOガス濃度が低下するまでの時間が他の試料の場合よりも明らかに最も長く、他の試料よりも燃焼しにくいといえる。

空気温度の経時変化 図11に燃焼位置近傍(試料台から53cm上部の管中心位置)の温度の経時変化を示す。最高温度が最も低かったのはULTIMA-GOLDを含む試料であった。最高温度は各試料で異なるものの、ULTIMA-GOLD以外は時間に対して、温度の経時変化は一山ピークの形状を示した。一方、ULTIMA-GOLDにおける温度変化は小さかった。これはULTIMA-GOLDが他の試料よりも燃焼しにくいためと考えられる。

4. まとめ

主要成分が異なるキシレン系、トルエン系、ジイソプロピル系の液体シンチレータ剤を液体シンチレータ廃液の模擬物質とした模擬有機廃棄物(模擬液体シンチレータ廃液と凝固剤の混合物)に対するコールド燃焼実験を行い、廃棄物の燃えやすさの違いを観察した。その結果、次のことを確認した。

- ・キシレン系、トルエン系、ジイソプロピル系の液体シンチレータ剤は、いずれの種類も燃焼した。ただし、その燃焼の様子は穏やかであり、いずれも特に爆発的な燃焼は認められなかった。
- ・ジイソプロピル系の液体シンチレータ剤は、キシレン系、トルエン系の液体シンチレータ剤と比較してCOガス濃度、燃焼温度に違いが見られ、燃焼しにくないと判断される。

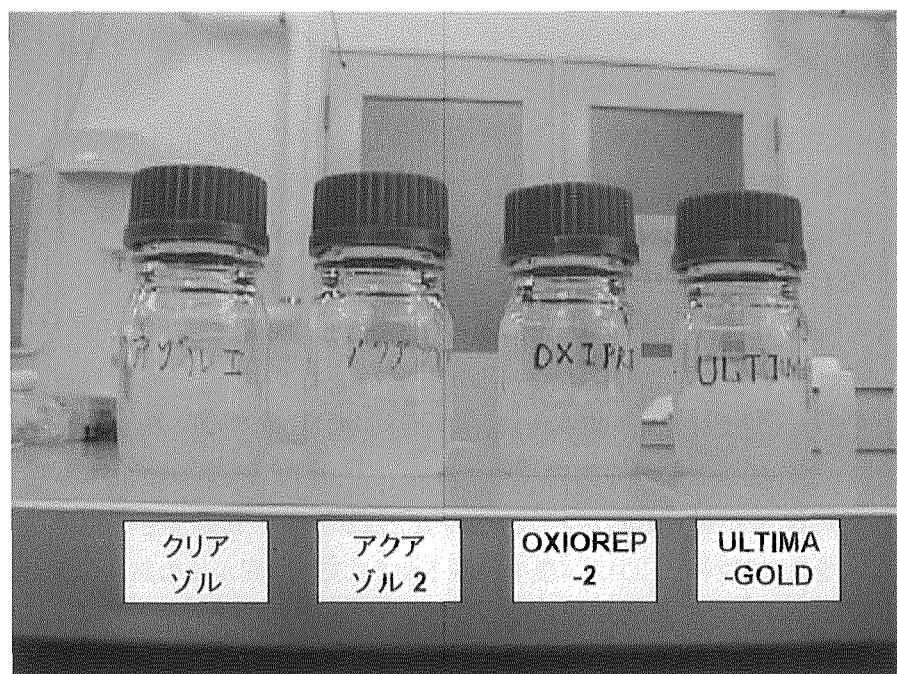


図 1 調製した模擬有機廃棄物試料の概観

表 1 調製した模擬有機廃棄物試料の分類

シンチレータ剤	アクアザル II	OXIOREP-2	ULTIMA-GOLD	アクアザル
内容物	キシレン 乳化剤	トルエン	•ジイソプロピルナフタレン(DIN) 99% •2、5-ジフェニルオキサゾル (PPO) 1%未満 •1、4 ビスベンゼン(bis-MSB) 1%未満	キシレン 乳化剤

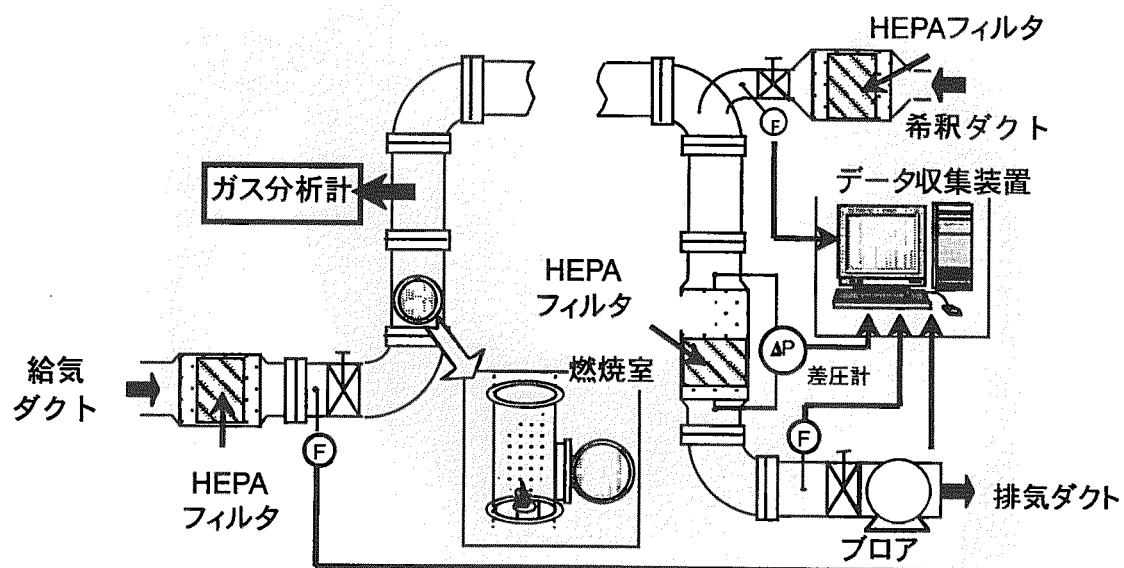


図2 火災ソースターム試験装置概略図

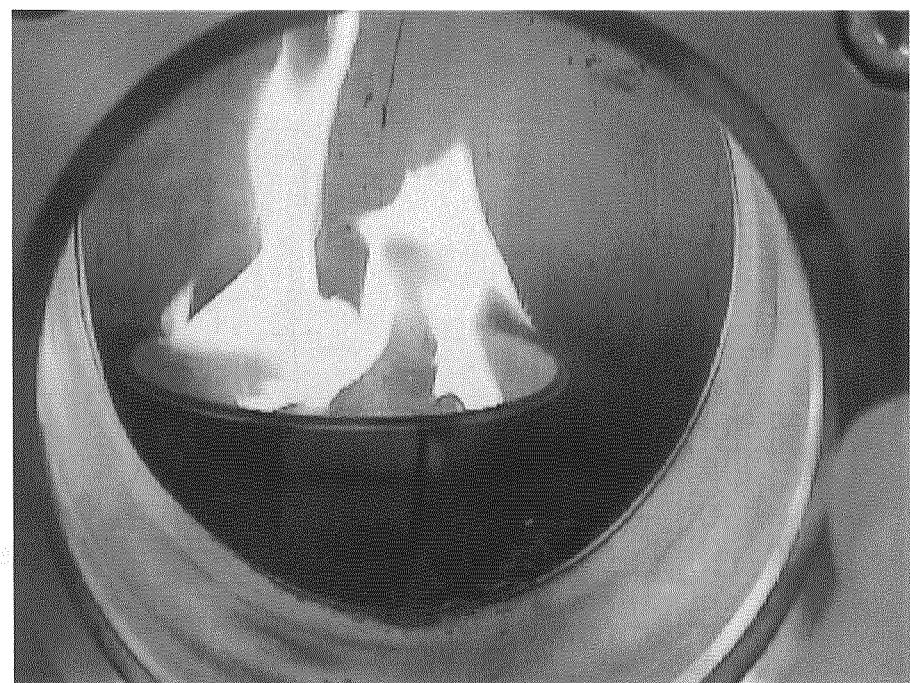


図 3-1 燃焼の進展の様子(アクアゾル II)

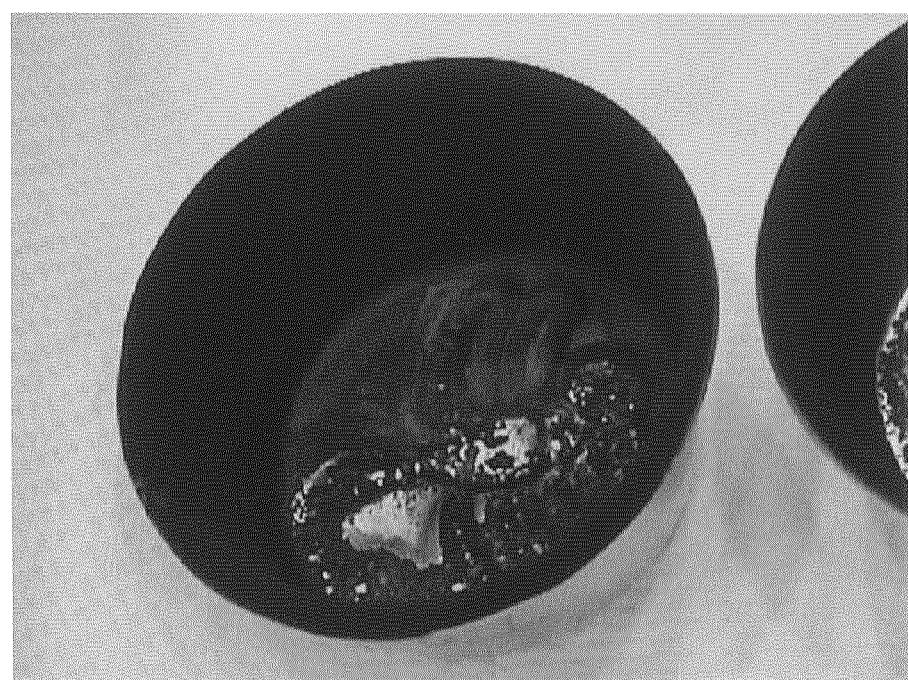


図 3-2 燃焼後の様子(アクアゾル II)

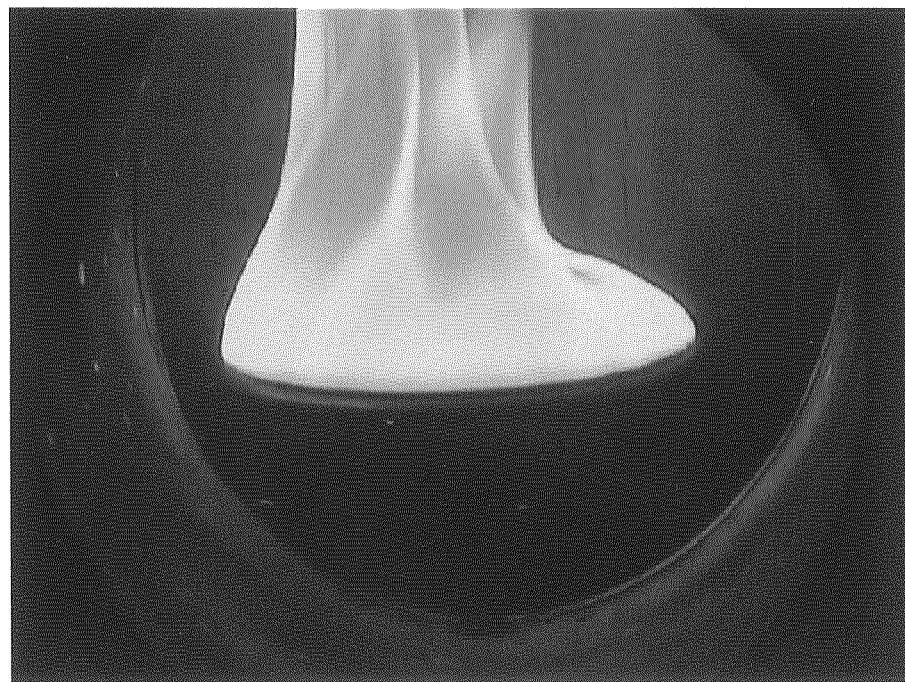


図 4-1 燃焼の進展の様子(OXIOREP-2)



図 4-2 燃焼後の様子(OXIOREP-2)

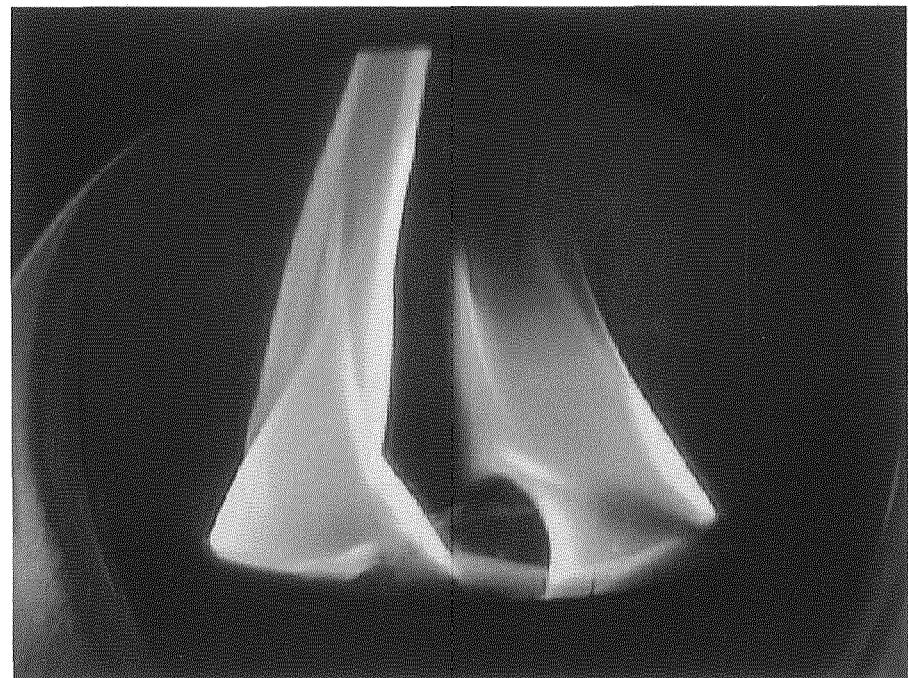


図 5-1 燃焼の進展の様子(ULTIMA-GOLD)



図 5-2 燃焼後の様子(ULTIMA-GOLD)

アナログ撮影のためなし。
燃焼の特徴はアクアゾル IIと同様

図 6-1 燃焼の進展の様子(クリアゾル)



図 6-2 燃焼後の様子(クリアゾル)

燃焼ガス分析結果(アクアゾル 2)

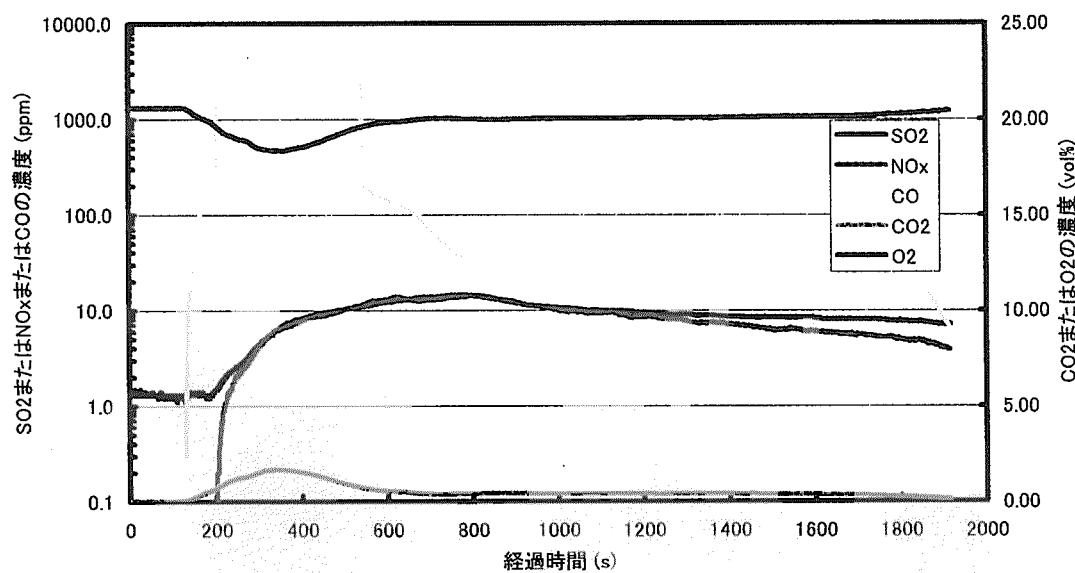


図 7 燃焼ガス濃度の経時変化(アクアゾル II)

燃焼ガス分析結果(OXIOREP-2)

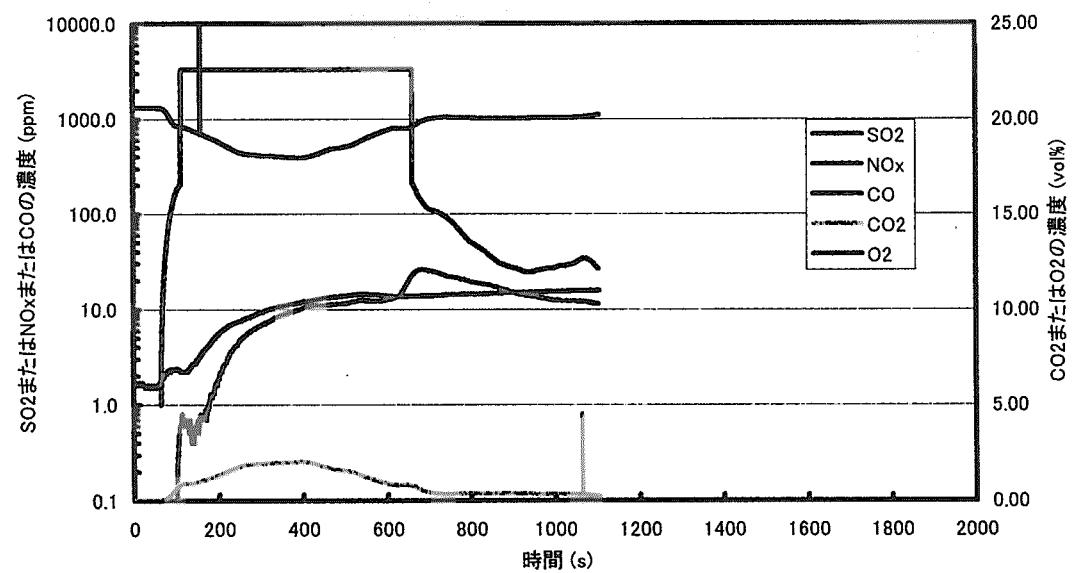


図 8 燃焼ガス濃度の経時変化(OXIOREP-2)

燃焼ガス分析結果(ULTIMA-GOLD)

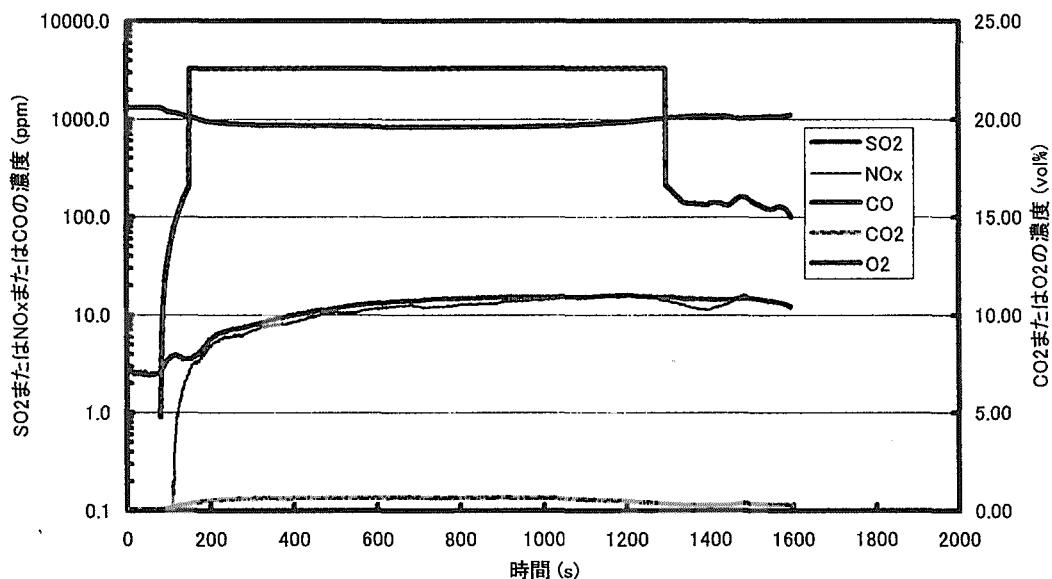


図 9 燃焼ガス濃度の経時変化(ULTIMA-GOLD)

燃焼ガス分析結果(クリアゾル)

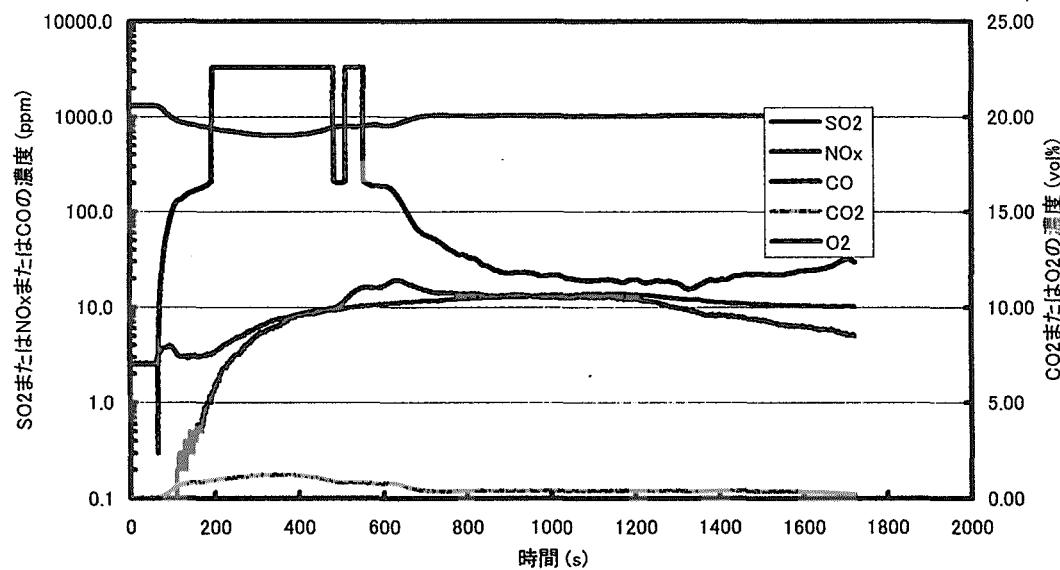


図 10 燃焼ガス濃度の経時変化(クリアゾル)

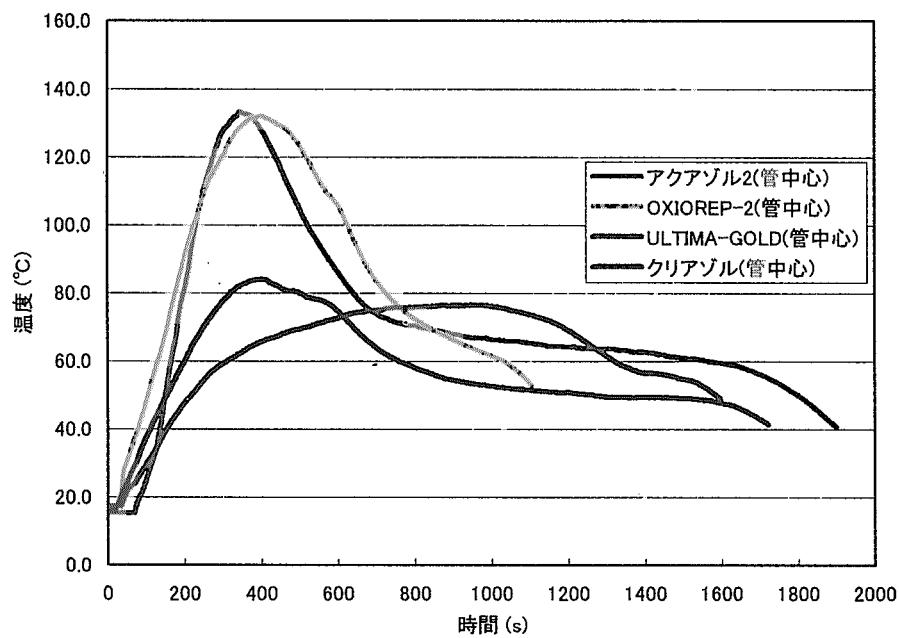


図 11 燃焼位置近傍(試料台から 53cm 上部の管中心位置)の温度の経時変化

熱分析による実有機廃棄物の熱的安全性評価

プロセス安全研究室

内山軍蔵、佐藤真人、飯島秀彦

1. 目的

焼却炉灰取り出し装置グローブ破損の原因究明に資することを目的として、11月21日に焼却されずに残った外部機関依頼の有機廃棄物の熱的安全性評価試験を実施した。本試験では、実有機廃棄物の中に急激な発熱を伴うような異常な化学反応性を有する有機物が含まれているどうかを確認するため熱分析測定を行った。

なお、本試験で用いた熱分析は示差走査熱量測定法(DSC)であり、発熱量や発熱開始温度を測定することで化学物質の熱的安全性を評価する予備試験としてきわめて有効なものと考えられているものである。

2. 試験方法

11月21日に焼却された外部機関依頼の有機廃棄物(液体シンチレータ廃液2Lを凝固剤オイルパックリ約140gで凝固したもの、20Lポリ瓶、30個)のうち、焼却されずに残った5個の有機廃棄物(廃棄物No.1995、4902、8156、B6058、番号なし、11月22日午後3時45分頃NUCEF搬入)について、示差走査熱量測定(DSC測定、実験室IIIH-9)を行い、発熱開始温度、発熱量などを測定した。

DSC測定は、各有機廃棄物について2~5mgを採取し、20μl密閉セル(金メッキSUS製)にて昇温速度10°C/分の条件で測定した。

なお、有機廃棄物の液体シンチレータ廃液と同様の成分と推定される液体シンチレータ剤4種(クリアゾル、アクアゾルⅡ、OXIOREP-2、ULTIMA-GOLD)と凝固剤オイルパックリを、それぞれ単独あるいは、有機廃棄物と同様の割合で混合凝固させたものについても参考試料としてDSC測定を行った。

なお、今回のDSC測定は、時間の制約から各試料につき1回測定であること、また、試料の性状により測定誤差に影響を及ぼす試料重量に大きなバラツキがあること(有機溶媒を纖維状の凝固剤に吸わせたものであるため約2mgの試料採取に困難を要した)を記す。

3. 試験結果

有機廃棄物5種(廃棄物No.1995、4902、8156、B6058、番号なし)、液体シンチレータ剤4種(クリアゾル、アクアゾルⅡ、OXIOREP-2、ULTIMA-GOLD)、凝固剤オイルパックリ、液体シンチレータ剤4種(クリアゾル、アクアゾルⅡ、OXIOREP-2、ULTIMA-GOLD)を凝固剤オイルパックリで凝固した各試料のDSC曲線より求めた発熱開始温度及び発熱量を表1に示す。また、有機廃棄物5種(廃棄物No.1995、4902、8156、B6058、番号なし)、液体シンチレータ剤(クリアゾル)、凝

固剤オイルパックリ、液体シンチレータ剤(クリアゾル)を凝固剤オイルパックリで凝固した各試料のDSC曲線を図1～図8に示す。これらDSC曲線より得られる知見を以下に示す。

- ・ 図7の凝固剤オイルパックリのDSC曲線より、165°C付近の下向きのピークは凝固剤オイルパックリの融解に対応する吸熱ピーク、200°C付近及び340°C付近のピークは熱分解反応に対応する発熱ピークである。
- ・ 図6のクリアゾルのDSC曲線より、200°C付近及び340°C付近のピークはクリアゾルの熱分解に対応する発熱ピークである。
- ・ 図8より、クリアゾルと凝固剤オイルパックリを混合した場合には、それぞれ単独の吸発熱ピークを足しあわせたDSC曲線とほぼ一致している。
- ・ 有機廃棄物のDSC曲線(図1から図5)より、有機廃棄物の発熱開始温度は166°C～215°Cであり、反応性に富む有機物が有する値(150°C以下)よりも高い値を示している。
- ・ 有機廃棄物のDSC曲線(図1から図5)と、液体シンチレータ(クリアゾル)をオイルパックリと混合した試料のDSC曲線図8とを比較すると、ピークの大小が試料重量、液体シンチレータ剤と凝固剤の重量の違いなどにより違いはあるが、吸発熱のピークは各図とも図8とほぼ同様の温度付近に位置している。また、単位重量あたりの発熱量は200°C～240°C付近がもっとも大きい。その大きさは1～55J/gである。この単位重量あたりの発熱量は反応性物質として知られている有機物のニトロ化合物などの500J/gに比べて、一桁程度小さく、反応性は弱い分類に属する。

4. 結論

本試験条件におけるDSC曲線より求めた有機廃棄物の発熱開始温度及び単位重量当たりの発熱量から判断すると、焼却されずに残った有機廃棄物5種(廃棄物No.1995、4902、8156、B6058、番号なし)については、いずれも急激に大きな発熱を伴うような異常な化学反応性を有する有機物を含有していないと考えられる。

さらに、11月21日に処理予定だった30個の有機廃棄物は、11種の有機廃液(合計50L)を、原研に搬入する前に、あらかじめ外部機関においてクロスブレンドした(詳細不明)後、オイルパックリで凝固させたものであるとのことから考えると、当日処理された25個の有機廃棄物(グローブ破損時に処理していた有機廃棄物も含む)の成分は、今回熱分析した、21日に処理せずに残った有機廃棄物とほぼ同様の成分であったと考えられる。

よって、当日処理された25個の有機廃棄物も異常な化学反応性を有する有機物を含有していなかったと推測することができる。

なお、これらの結論は、原因究明活動としての時間的制約や放射性物質含有試料による取り扱い制約などから、微量試料、温度範囲、密封セル、昇温速度などに關し限定された測定条件で取得したDSC曲線から導き出されたものであることを記す。

表 1 DSC 曲線より求めた発熱開始温度、発熱量

測定試料		発熱開始温度 °C	低温側発熱 ピーク温度 °C	低温側発熱ピーク 発熱量 J/g
有機廃棄物 (外部機関依頼)	廃棄物 No. 1995	200	213	1.3
	廃棄物 No. 4902	191	204	17.4
	廃棄物 No. 8156	206	231	33.2
	廃棄物 No. B6058	215	233	38.5
	廃棄物 No.なし	166	218	55 (5.0+49.8)
コールド参照試料	クリアゾル (キシレン 39% + ジオキ酸 29%)	186	198	15.5
	アクアゾルⅡ (キシレン+乳化剤)	178	193	16.9
	OXIOREP-2 (トルエン系+メタノール含有)	194	207	21.8
	ULTIMA-GOLD (ジイソアロビン+カーフラレン+分散剤)		ピーク検出できず	
	凝固剤 オイルパックリ (ボリープビレン、纖維状)	191	205	29.1
液体シンチレータ 剤 + 凝固剤	クリアゾル + オイルパックリ		196	83.7
	アクアゾルⅡ+オイルパックリ	136	180	28.8
	OXIOREP-2+オイルパックリ	173	184	20.2
	ULTIMA-GOLD+オイルパックリ	158	201	4.0



写真 1 有機廃棄物サンプル



写真 2 DSC 装置本体



写真 3 フード内 DSC 装置本体及び試料

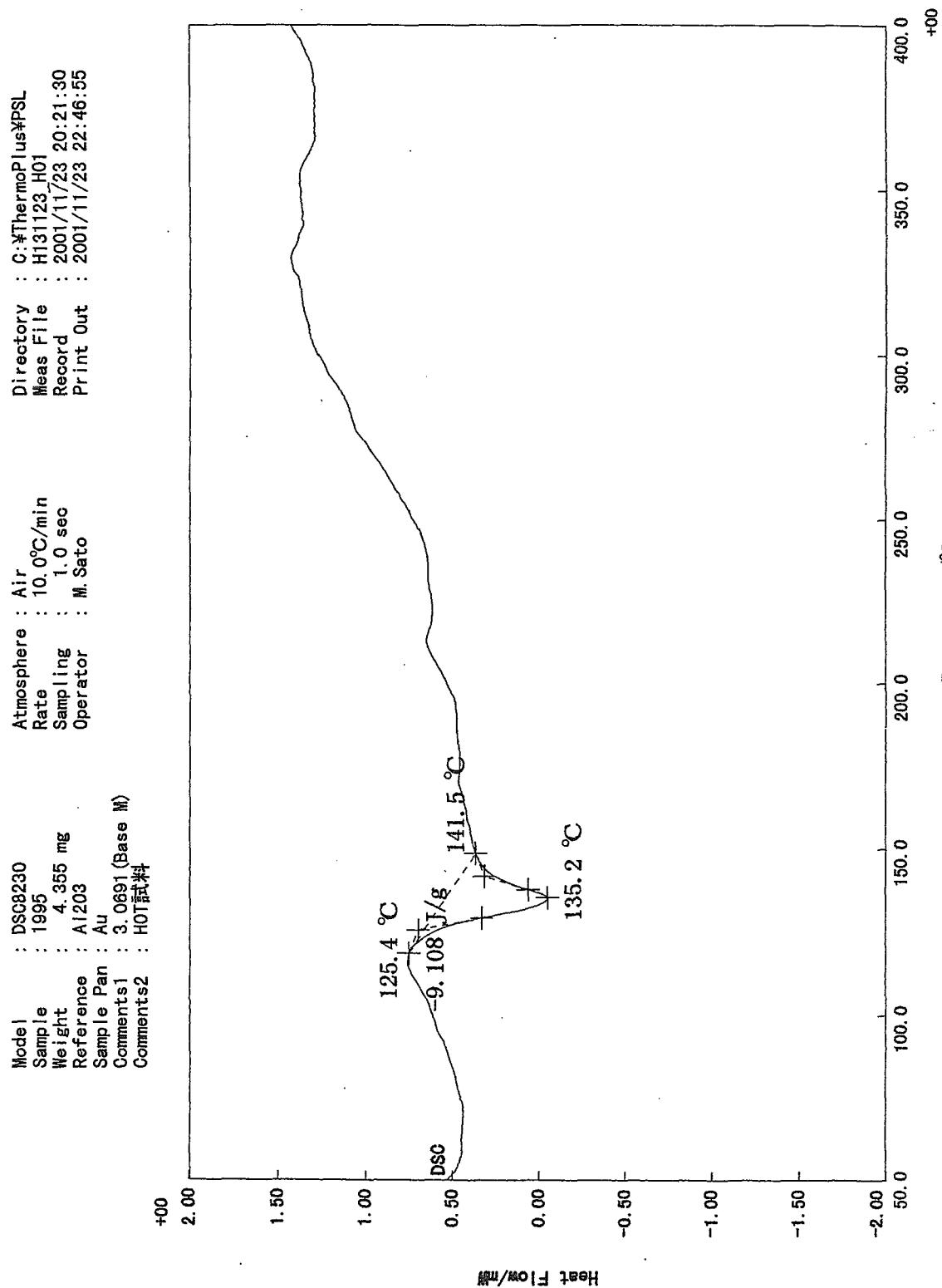


図 1 有機廃棄物(廃棄物No. 1995)のDSC 曲線

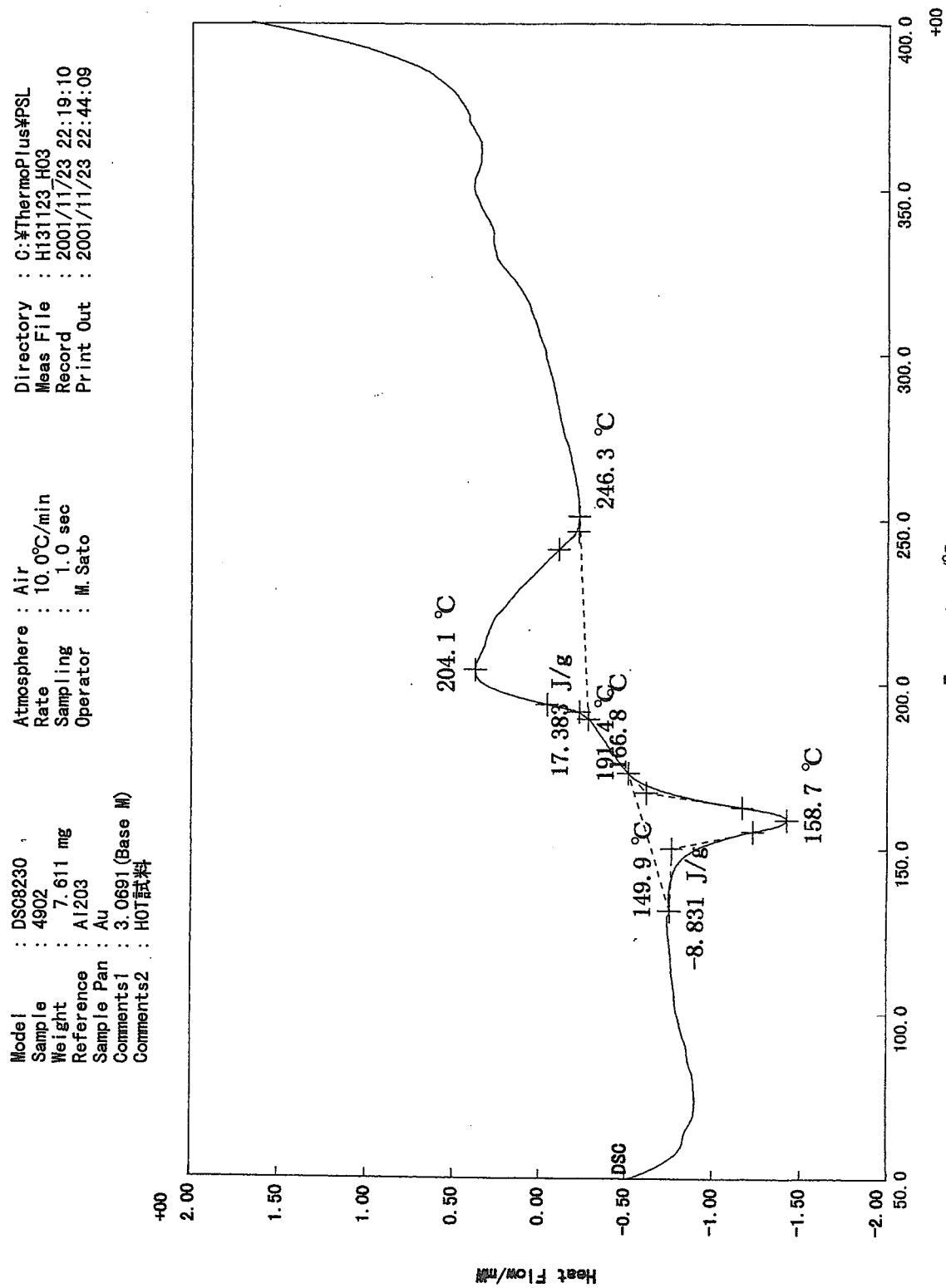


図 2 有機廃棄物(廃棄物No. 4902)の DSC 曲線

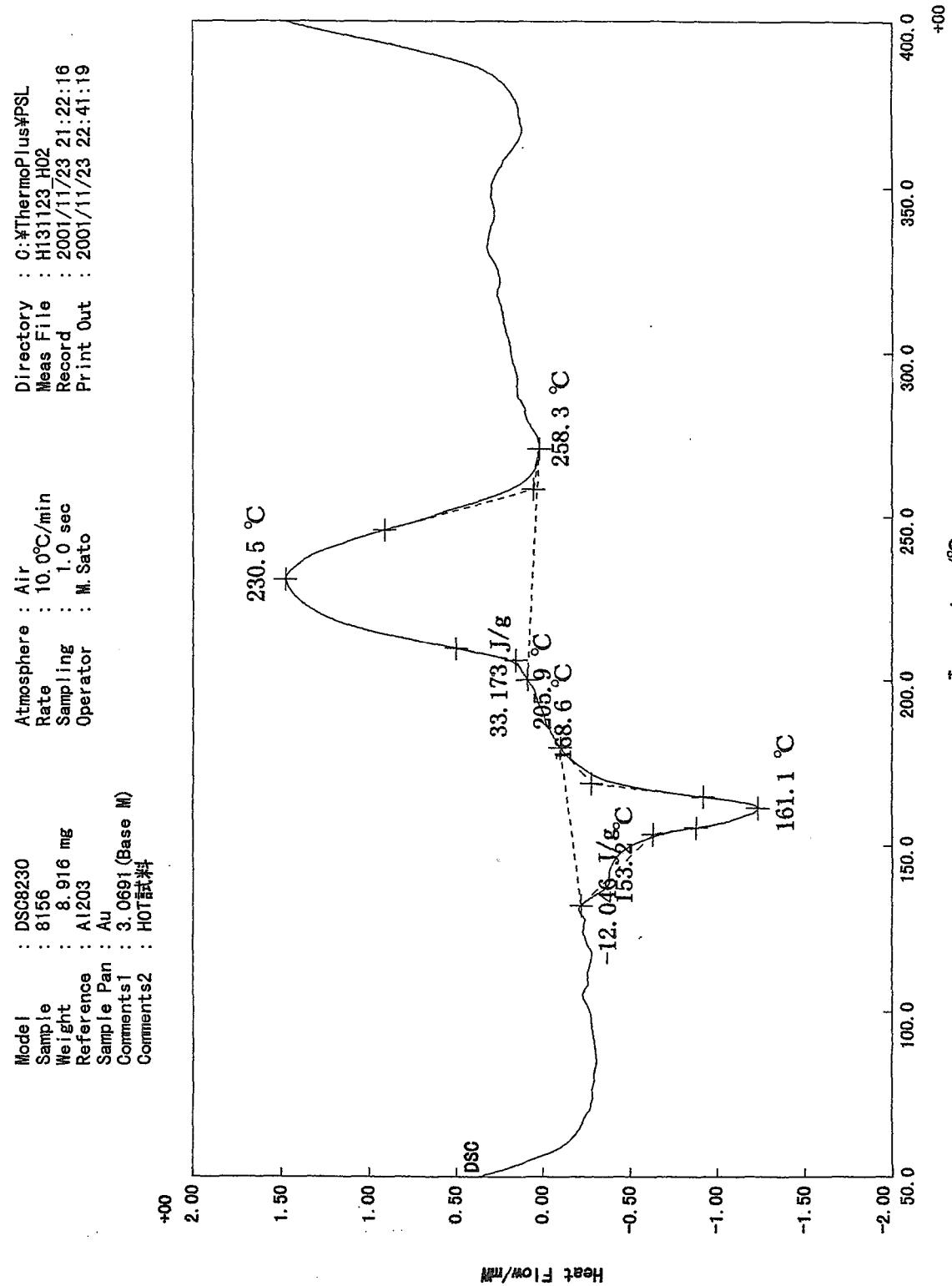


図3 有機廃棄物(廃棄物No. 8156)のDSC曲線

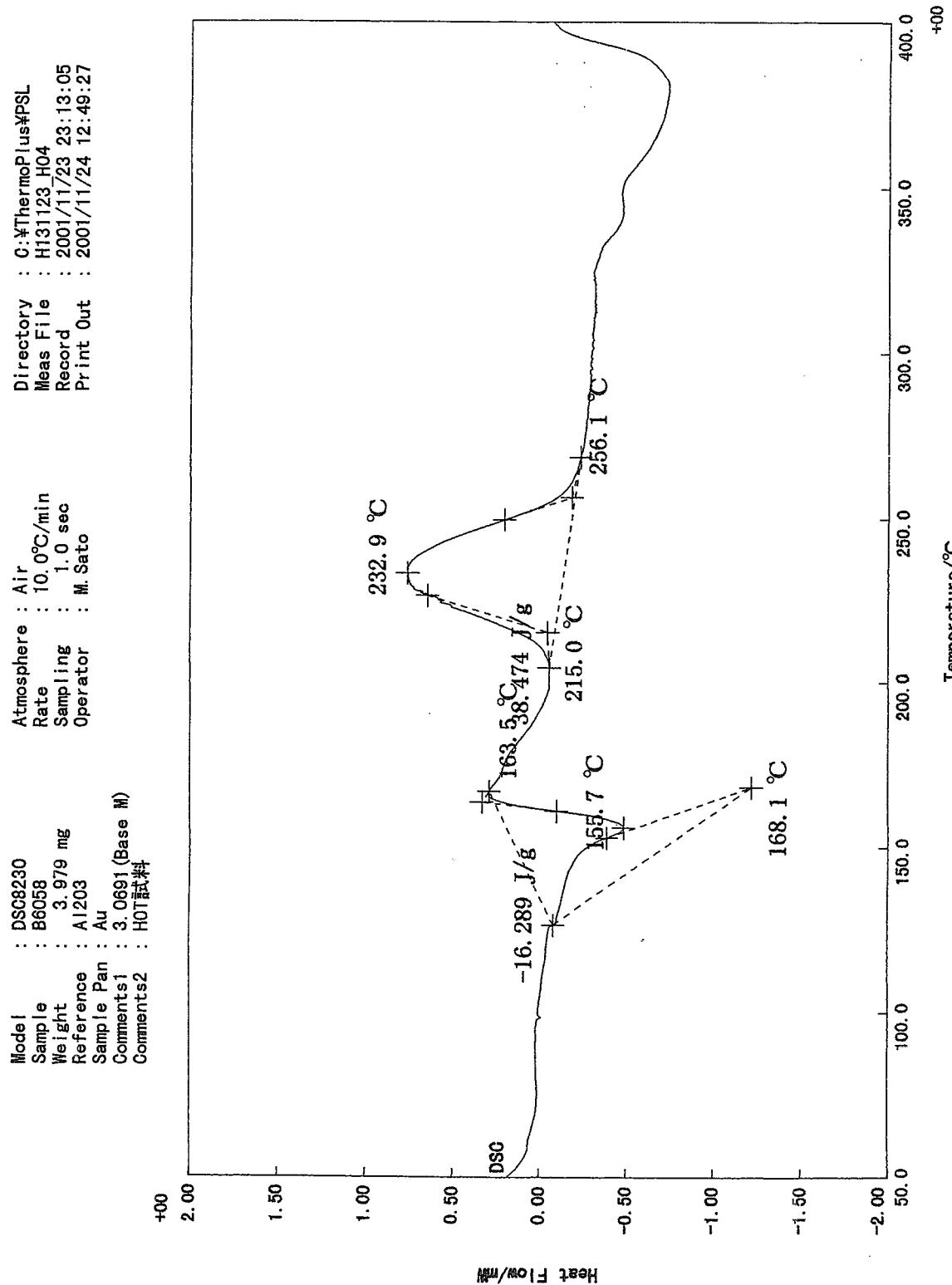


図4 有機廃棄物(廃棄物No. 6058)のDSC曲線

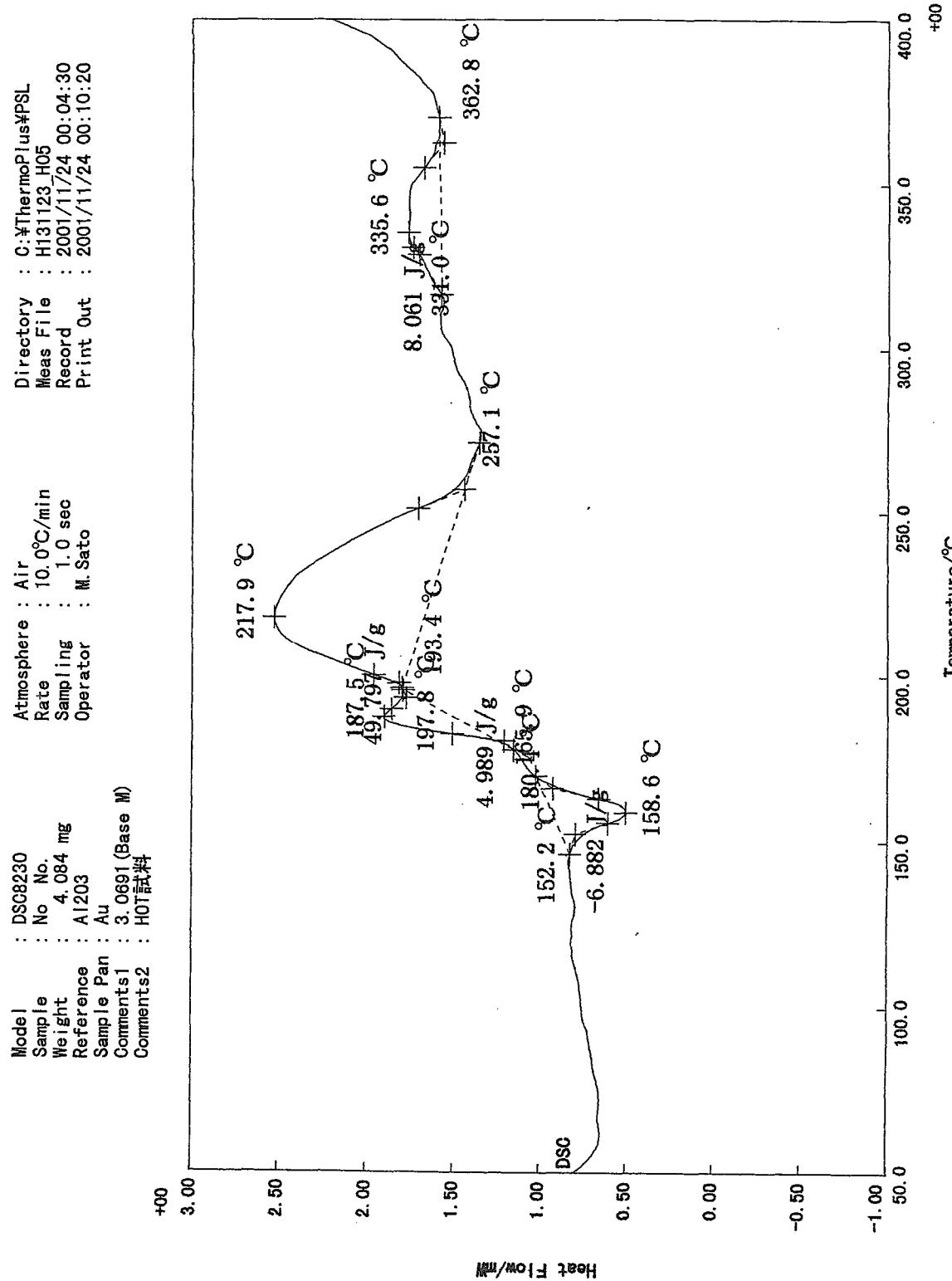


図5 有機廃棄物(廃棄物No.番号なし)のDSC曲線

Model : DSC9230
 Sample : クリアゾル1
 Weight : 3.855 mg
 Reference : Al203
 Sample Pan : Au
 Comments1 : 3.0691 (Base W)
 Comments2 : クリアゾルのみ

Atmosphere : Air
 Rate : 10.0°C/min
 Sampling : 1.0 sec
 Operator : M. Sato

Directory : C:\¥ThermoPlus\PSL
 Meas File : H131123.C01
 Record : 2001/11/23 18:20:27
 Print Out : 2001/11/23 22:54:07

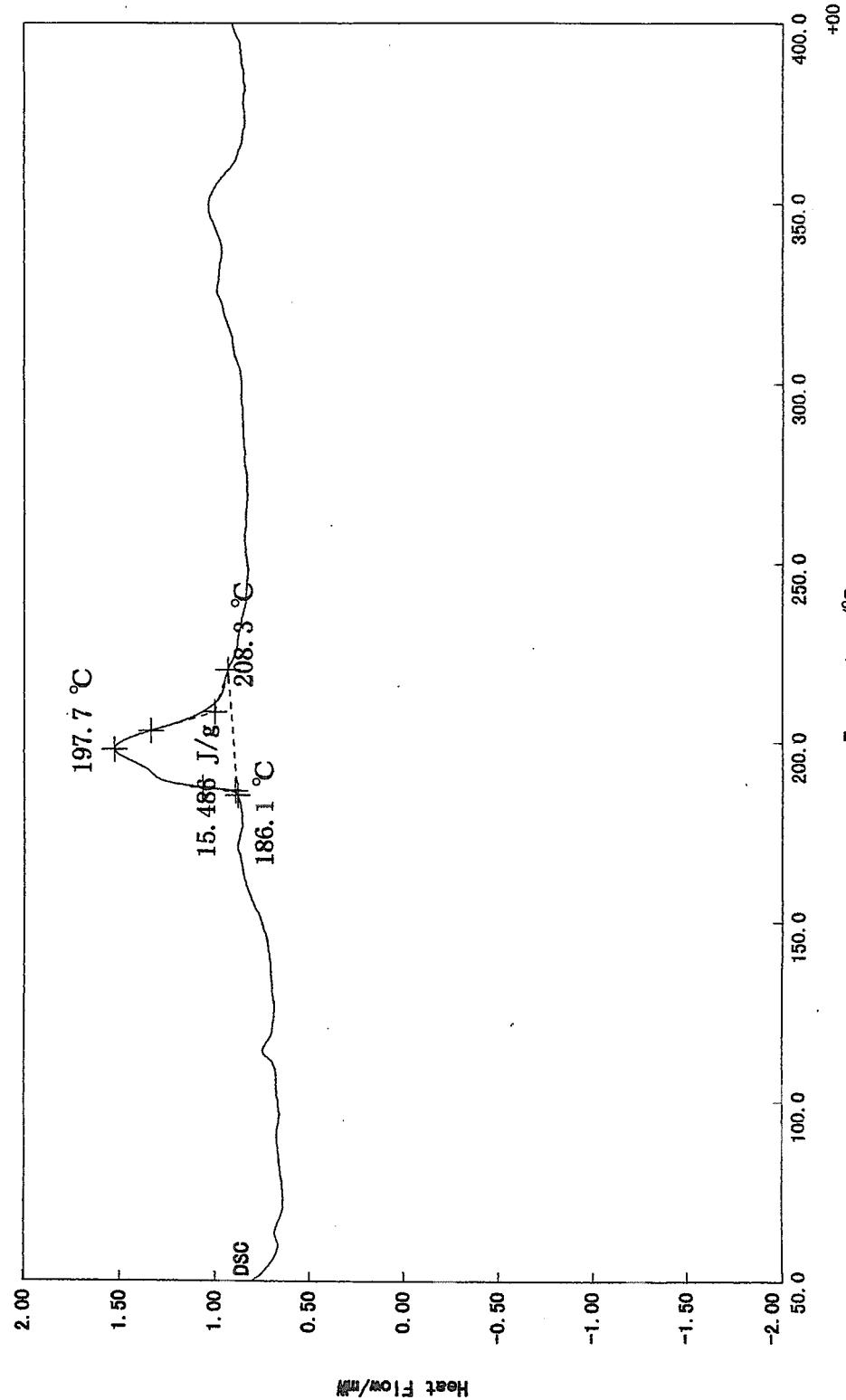


図6 液体シンチレータ剤(クリアゾル)のDSC曲線

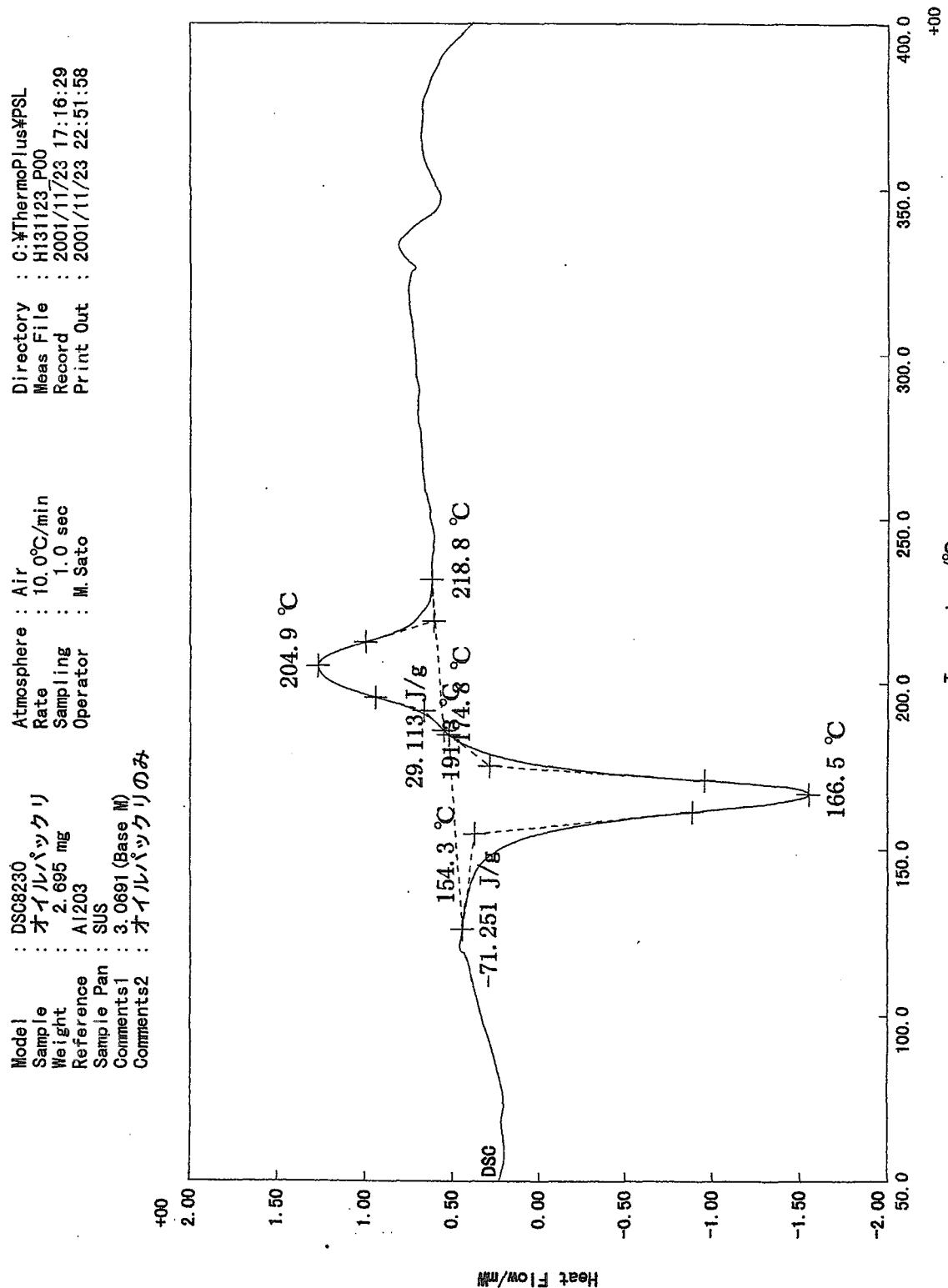


図7 凝固剤オイルペックリのDSC曲線

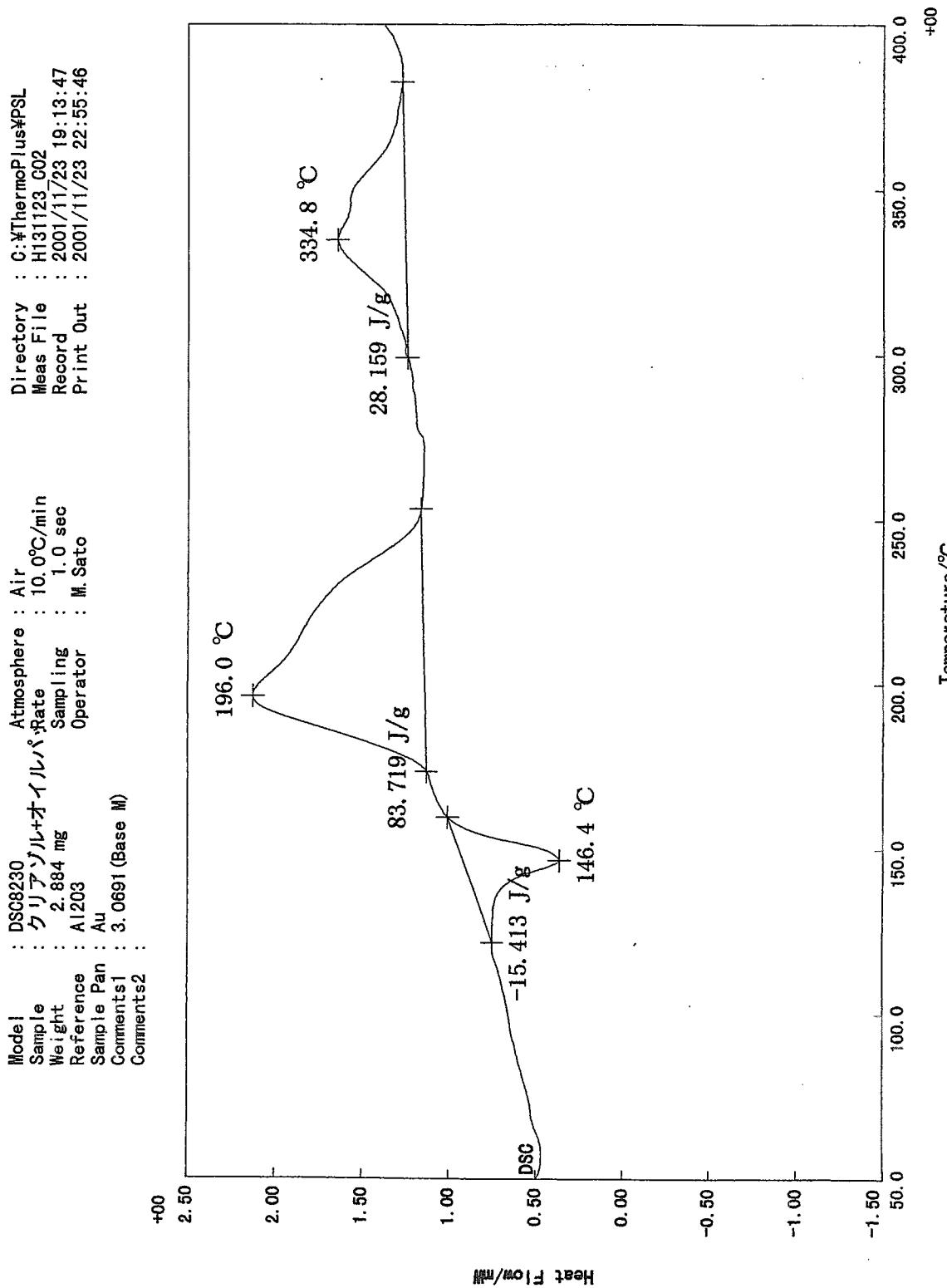


図 8 液体シンチレータ剤(クリアソル)+凝固剤オイルパックリのDSC 曲線

資料8

液体シンチレーターの固化剤への吸収量の測定試験結果

1. 目的

外部機関が液体シンチレーター廃液の固形化に使用した固化剤について、その吸収限界量を把握する。

2. 測定方法

市販のポリプロピレン製の油固化剤(商品名「オイルパックリ」)の一定量に、キシレン系の液体シンチレーター(商品名「アクアゾルⅡ」)を一定量吸収させた後、一定時間ごとに、固化物からの液体シンチレーターの染み出し量を計測することにより、固化剤に吸収可能な量を求めた。また、参考として、現在原研が液体シンチレーター廃液等の固化剤として使用しているピートモス(商品名「スファーグソーブ」)についても、併せて吸収限界量の測定を行った。

3. 測定結果

測定条件及び結果を下表に示す。

表 固化剤別の測定条件と経過時間ごとの染み出し量の測定結果

種類	吸収材 量及び容積	液体シンチ レーターの 添 加 量 (ml)	経過時間における染み出し量(ml)					吸着物の色・形 状
			0h	14h	20h	24h	~	
ポリプロピ レン	68.61g(1L)	450	/	82	23	6	0	白・寒天質
ピートモス	71.20g(500 ml)	340	/	33	10	7	0	茶・大鋸屑状

ポリプロピレン 68.61g(1L)が吸着可能なシンチレーター量は、

$$450 - (82 + 23 + 6) = \underline{339\text{ml}}$$

ピートモス 71.20g(500cc)が吸着可能なシンチレーター量は、

$$340 - (33 + 10 + 7) = \underline{290\text{ml}}$$

4. まとめ

今回、液体シンチレーター廃液の処理を委託してきた外部機関は、2 リットルの廃液を固化するに当たって、約 140 グラムの固化剤を使用していた。実際の廃液と今回の測定に使用した液体シンチレーターの性状が同一ではないことから、定量的な判断はできないが、約 1 リットル程度の廃液が吸収されない可能性があることが分かった。

第1廃棄物処理棟焼却炉における異常燃焼時最大発生圧力の検討

熱水力安全研究室 与能本 泰介

プロセス安全研究室 渡邊 浩二、津幡 靖宏、

田代 信介

高減容処理技術課 佐藤 元昭

注意:本解析は第1廃棄物処理棟焼却炉において異常燃焼により発生する可能性のある最大圧力を検討するものであり、グローブ破損事象時の発生圧力を推定するものではない。

1. 解析目的

第1廃棄物処理棟焼却炉における異常燃焼時の圧力挙動を検討する。現実に生じ難い保守的条件を用いることにより、焼却炉及び二次灰溜室(グローブボックス)への最大圧力荷重を推定する。

2. 解析方法

2.1. 使用コード

解析には、原研プロセス安全研究室が開発した再処理施設等の安全解析を目的としたCELVA-1D*コードを使用する。本コードは、対象とするシステムを計算用のノードに分割し、各ノードで質量、運動量、エネルギーの保存則を計算するもので、圧力挙動等を計算することができる。

2.2. 焼却炉モデル

本解析では、焼却炉を焼却炉容器、一次灰溜室、二次灰溜室、外部境界ノードに分割し、炉底ダンパー、下部ダンパー、排気系配管と圧力逃し弁をジャンクションで模擬する(付録1参照)。燃焼は燃焼ガスに相当する質量と燃焼による発生エネルギーを焼却炉ノードに与えることにより模擬する。

2.3. 燃焼条件及び機器動作条件の設定:

燃焼ガス(キシレン)量の保守的見積もり:

*CELVA-1Dは、電源開発促進対策特別会計法に基づき、原研が文部科学省から委託されて実施した「再処理施設セル換気系安全性実証試験」の研究成果の一部である。

燃焼ガスとしてはキシレンを対象にする。キシレン燃焼に関するパラメータを付録2にまとめる。本焼却炉では、燃焼物を格納したポリ容器を投入することから、容器に内蔵されるキシレンガス量は容器体積(25 リッター)と飽和蒸気圧力で制限される。解析では、ポリ容器壁の融点に相当する120°Cの飽和キシレン蒸気が容器内に充満し、それが急激に燃焼したことを仮定する。この温度では容器内圧が 0.18MPa になること及びポリ容器の変形温度が 60°C であることから、本設定値は保守的である。温度とキシレン飽和圧力及びポリ容器内気相重量の関係を付録3に示す。120°Cの飽和蒸気重量は 41g である。

燃焼速度の保守的見積もり:

上で設定した容器内キシレンガス体積は炉内の温度圧力条件に換算すると約 0.06 m³ に相当し、これを燃焼させるためには、焼却炉体積の約 1/3 に相当する 1.5m³ の空気領域の酸素が必要である。本解析では燃焼時間を 0.1 秒間とするが、この値は、可燃性ガスが径方向へは瞬時に、高さ方向へは 13m/s の速度で広がり、燃焼することに相当する。通常運転時炉内空気速度が約 1 m/s 程度、及び、有機ガスの層流燃焼速度が一般に 0.5m/s 程度であることを考慮すると、この燃焼時間は保守的と考えられる。

3. 解析結果

3.1. 基本ケース

2で設定した条件での解析結果(以後、基本ケースと呼ぶ)を図 3.1 から 3.2 に示す。図 3.1 に圧力挙動を示す。焼却炉圧力は、燃焼開始後 0.006 秒に正圧になり、0.014 秒に逃し弁作動圧力 4.9 kPa (500mmH₂O) にまで上昇するが、逃し弁は慣性による作動遅れを考慮し 0.075 秒に全開にする。圧力は 0.078 秒に 130 kPa で最大に達し、以後、4.9 kPa にまで低下した時点で、逃し弁を閉じる。プロアによる排気が継続することから、0.39 秒に負圧が回復する。二次灰溜室圧力は、炉低部ダンパー開口部からの燃焼ガスの進入により、0.37 秒に、8.0 kPa でピークとなるが、0.88 秒に負圧になる。燃焼ガスが一次的に進入するものの二次灰溜室最大温度は、50°C であり顕著な温度上昇は生じなかった。

炉容器からの排気流量を図 3.2 に示す。燃焼開始直後は、排気系からのみ排気されるが、圧力逃し弁作動後、排気系からの流量より最大約 10 倍多い流量が、圧力逃し弁より放出される。

3.2. 感度計算

前項 3.1 の基本ケースではキシレン 41g の燃焼時間を保守的に 0.1 秒間として評価を行った。次に、同量のキシレンが 0.01 秒間あるいは 1 秒間で燃焼した場合の焼却炉内及び二次灰溜室内でのピーク圧力について計算結果を図 3.3 に示す。ここでは問題をよりシンプルに捉えるために圧力逃がし弁を動作させない前提での計算とした。

燃焼時間を基本ケースの 1/10 である 0.01 秒間とした場合では、単位時間あたりの燃焼量は 10 倍となるものの、炉内及び一次、二次灰溜室内の圧力ピーク値の上昇は小さなものにとどまった。

また逆に燃焼時間を基本ケースの 10 倍の 1.0 秒間とした場合では二次灰溜室への圧力ピーク値への影響は小さいものとなった。従って、焼却炉からダンパーで隔てられた二次灰溜室内の圧力ピーク値に関しては、炉内でのキシレン燃焼時間の影響は比較的小さなものと考えられる。

一般に可燃性気体の空気中の燃焼温度は 2200~2400K 程度であることが知られている。本解析では保守的なエネルギー投入速度を設定したことから、基本ケースにおいて最高温度は約 2800K になっている。すなわち、基本ケースでは現実では不可能な熱エネルギーの投入を行っている。より現実的な最大温度を与えるためにキシレン燃焼量を 27g にして感度計算を行った結果を図 3.4 及び 3.5 に示す。この場合、圧力最大値は 89 kPa になり基本ケースの場合より低くなっている。又、炉内温度は、最大値 2194K となり、負圧の回復に伴い給気ラインから常温の空気の流入のため、約 2 秒には初期温度より低い値にまで低下している。

注意: 本解析結果は保守的燃焼条件での圧力挙動の解析であり、実際に生じたグローブ破損事象時の挙動を推定するものではない。

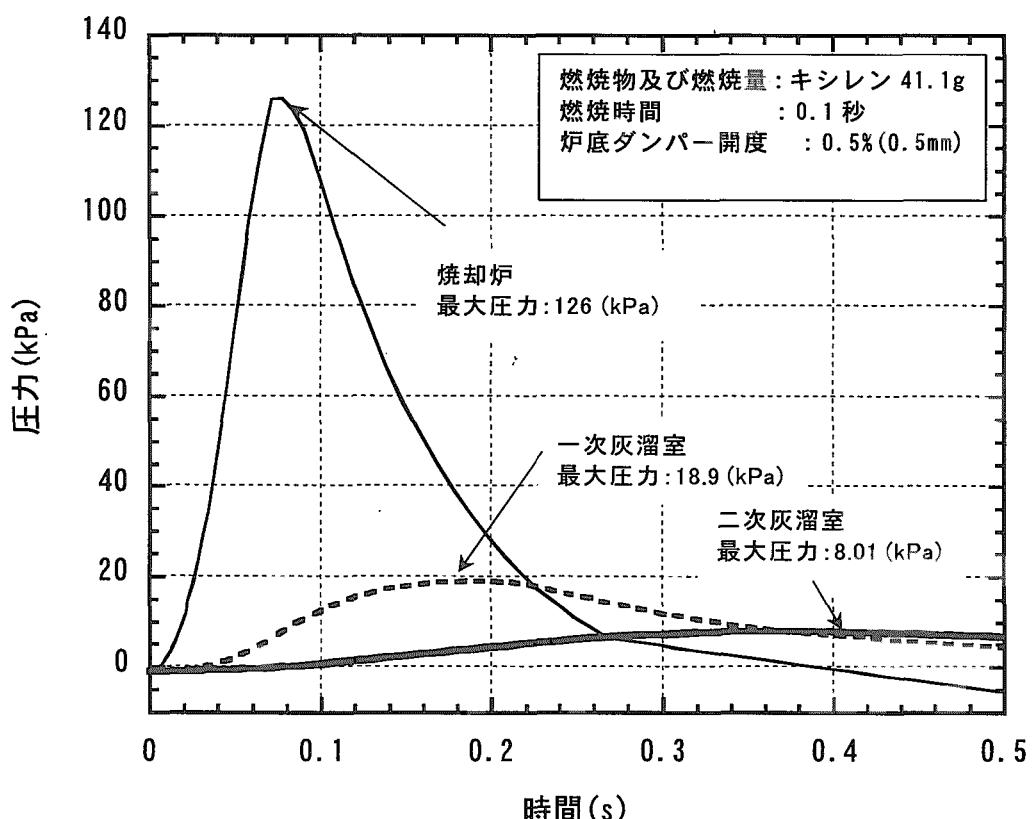


図 3.1 保守的条件(基本ケース)における焼却炉、一次、二次灰溜室の圧力変

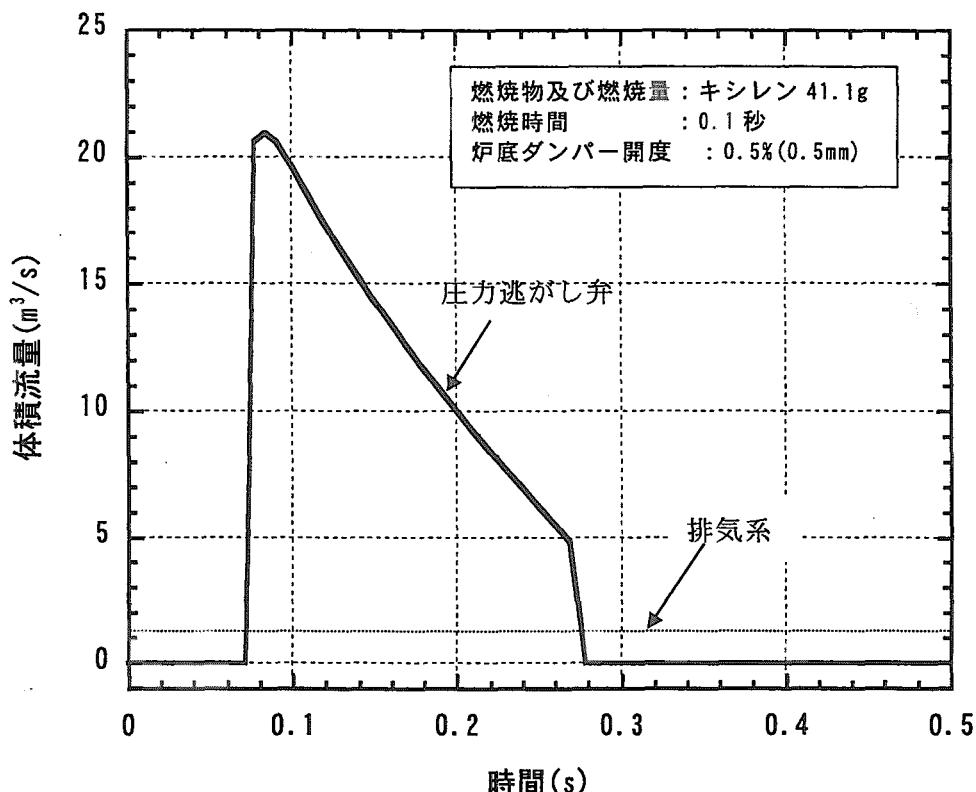


図 3.2 保守的条件(基本ケース)における圧力逃がし弁及び排気系体積流量

注意:本解析結果(図 3.3)は、保守的燃焼条件に加えて三つの圧力逃がし弁不作動を仮定しており、実際に生じたグローブ破損事象時の挙動を推定するものではない。

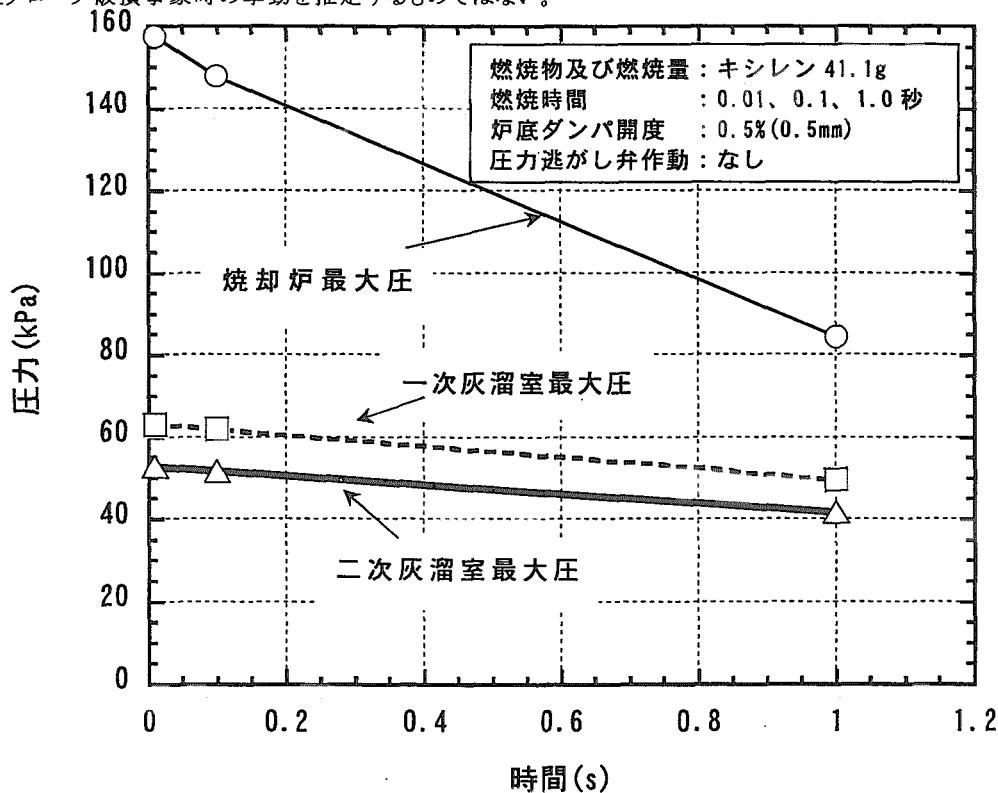


図 3.3 基本ケースの保守的条件に加えて、圧力逃がし弁不作動を仮定する場合の最大圧力に対する燃焼時間の影響

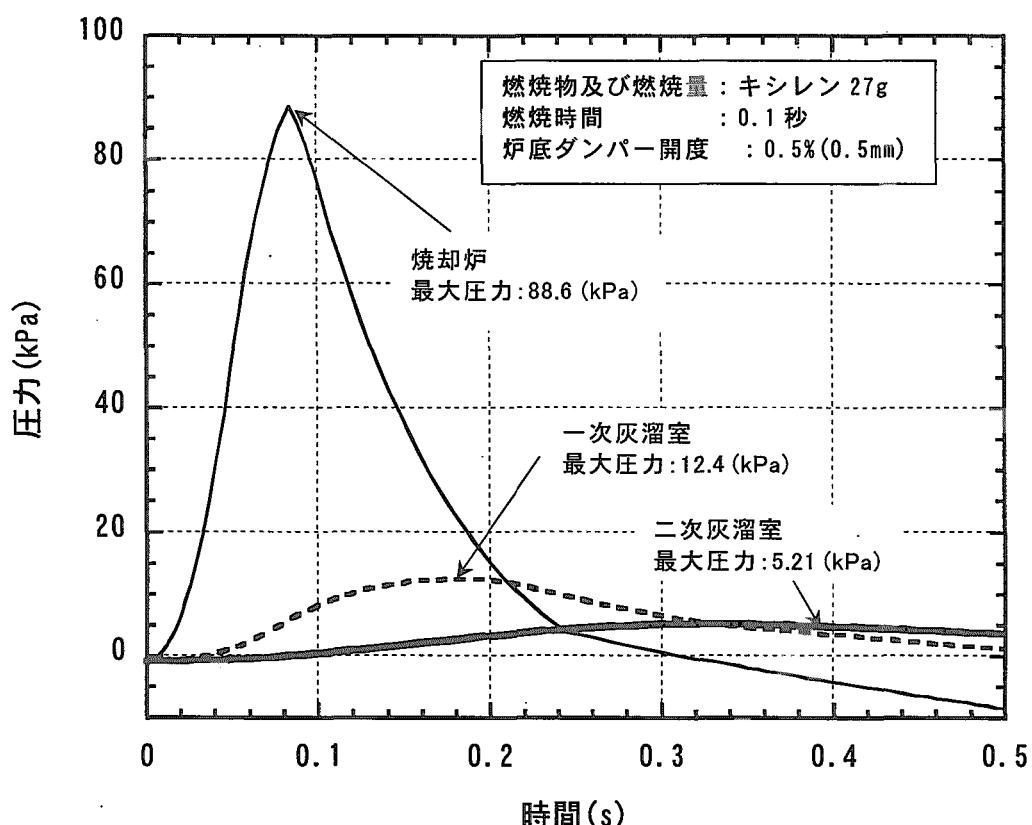


図 3.4 最高温度を現実的にした場合の焼却炉、一次、二次灰溜室の圧力変化

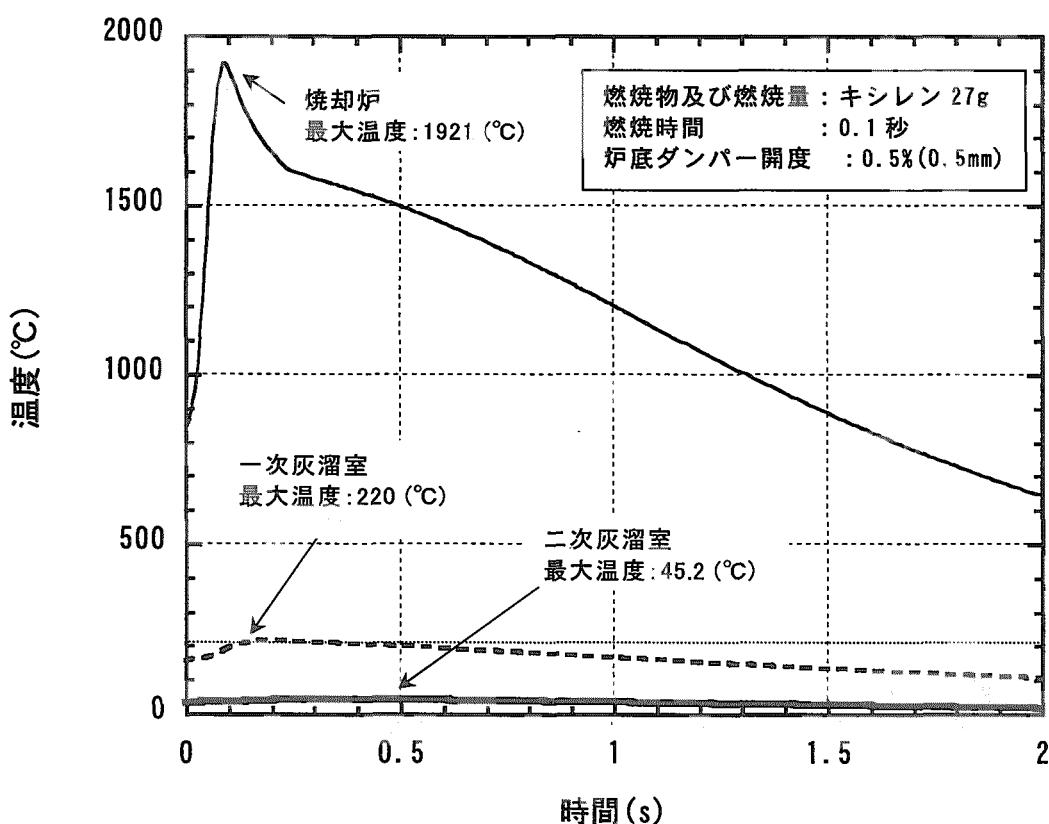


図 3.5 最高温度を現実的にした場合の焼却炉、一次、二次灰溜室の温度変化

4. 爆轟の可能性に関する簡単な考察

本解析では、燃焼により急激に加熱されたガスの膨張による圧力上昇を検討している。この圧力は、質量バランスが満足されるように定まる炉からの排気流が、配管や逃し弁を通過する際に発生する圧損からも決定される。本解析では、このような質量の流れによる時間スケールが長く、空間スケールの大きい現象で定まる圧力挙動を取り扱っているが、急燃焼事象では、爆轟のような極めて短い時間スケールで生じる現象が生じる可能性がある。本解析コードでは、このような現象は取り扱えないため、ここでは、爆轟が生じる可能性に関し、簡単な考察を加える。

一般に爆轟が生じる条件として、1)酸素と可燃性ガスが混合した領域が存在し、2)何らかのトリガー現象により圧力波が発生し、3)燃焼エネルギーの供給により圧力波が成長し衝撃波が発生する、という過程が必要と考えられている。

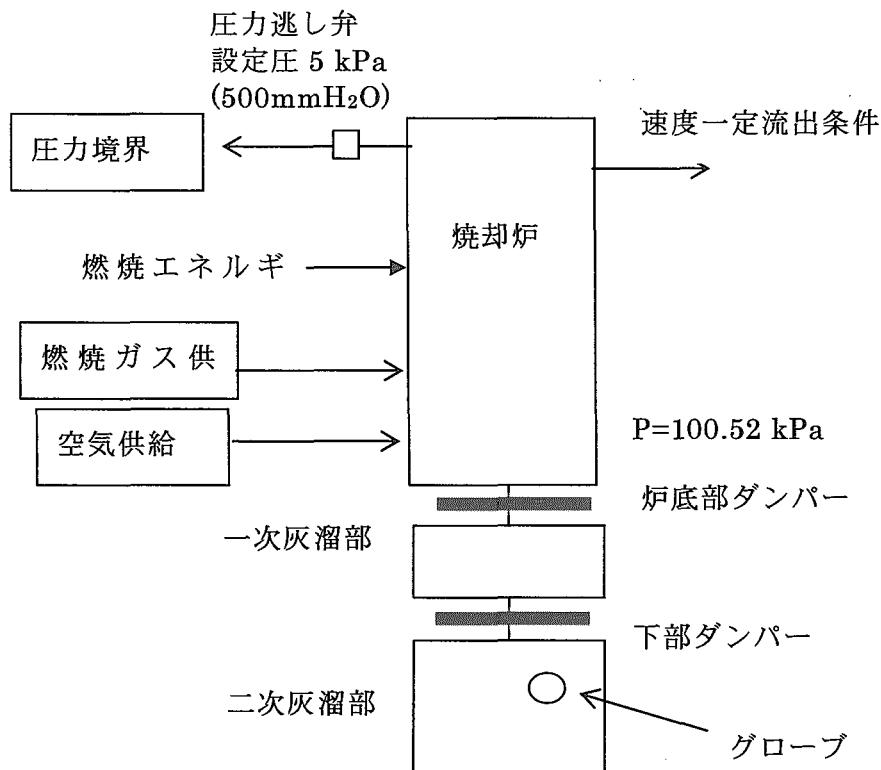
焼却炉に関しては、1)燃焼ガス発生源が容器に入れられ局所的に投入されること、2)余熱器による熱風吹き込みもしくはそれまでの焼却炉内の燃焼のために、炉内は全体的に常に数百°C以上に加熱されており、キシレン等有機溶剤の引火点と比べて非常に高温であること、3)空気が常に供給・排気され続けられていることの理由により、可燃ガスが存在すればただちに燃焼する状況にあると考えられる。すなわち、可燃性ガスと空気の混合気体が焼却炉全体のスケールで充満できるとは考え難い。

ポリ容器内部では、容器内の酸素量により燃焼可能なキシレンは1g以下であることから、焼却炉の健全性に直接影響しそうな燃焼は、容器内では生じない。ポリ容器内圧が高まり、破壊するとき、内部の可燃性ガスが急激に流出する可能性がある。本解析の基本ケースで検討している条件では、容器からの放出ガスの炉内圧力・温度(約 1099K)に対応する体積は 0.062 m³程度であり、これが全量燃焼するのに必要な空気は、1.5m³である。したがって、流出ガスが周囲空気と極めて短時間に混合することは考え難く、容器から放出されたガスは次々と燃焼し、その燃焼の速度は、気体の混合速度で決まることになると考えられる。したがって、本焼却炉での異常燃焼は圧力波の伝播によって支配される燃焼ではなく流体の混合が支配する燃焼と考えられる。気体混合の詳細は本コードでは取り扱えないが、燃焼速度をパラメータにすることにより第1近似的な検討は可能と考えられる。

5. 結論

本焼却炉で想定される異常燃焼時の焼却炉及び二次灰溜室の最大圧力は、燃焼量と燃焼速度に関して実際には生じ難い保守的な仮定をする場合でも、焼却炉の耐圧強度 450 kPa と比べて十分小さい値である。圧力挙動には、特に、負圧への復帰時間に関して、圧力逃がし弁の作動が大きく影響するが、3つの独立した圧力作動弁が故障するという起こり得ないようなことを想定する場合でも、常用排気系からの排出により、焼却炉の健全性に影響を与えるような圧力上昇は発生しないことが示された。

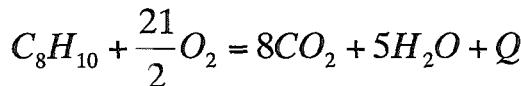
付録1. 解析モデル



- 焼却炉
体積 4.5 m^3 、高さ 3.98 m 、面積 1.13 m^2
- 焼却炉底ダンパー
付録4のダンパー隙間の検討に基づき 0.5% (面積 $1.4E-3 \text{ m}^2$)とする。
- 一次灰溜室
体積 0.28 m^3 、高さ 1.0m 、面積 0.28 m^2
- 下部ダンパー
流路面積 $7.5E-4 \text{ m}^2$ 、
- 二次灰溜室
体積 0.4046 m^3 、高さ 1.445 m 、面積 0.28 m^2
- 空気供給
時刻ゼロで弁を閉鎖。逆流を模擬しない。
- 排気ライン
流速一定(定常状態の値を使用。排出ガス密度変化の影響は考慮)
- 圧力逃し弁(付録5参照)
重量 15.4 kg の弁体が 7.2cm 持ち上げられることにより全開。弁入口出口間差圧による弁体の運動を運動方程式で評価。コード解析では、圧力が設定以上になってから弁体が 7.2cm 移動するのに要する時間経過後、弁を全開にする。

付録2. キシレン燃焼に関するパラメータ

燃焼化学反応式



$$Q = 43.5 \text{ MJ/kg}$$

分子量 106

キシレン1モルの燃焼に必要な O_2 は 10.5 モルであるから、キシレン 0.106kg の燃焼に必要な酸素量は、 $10.5 \times 0.032 = 0.336 \text{ kg}$ である。よって、キシレン 1kg の燃焼に必要な酸素量は、 $0.336 / 0.106 = 3.17 \text{ (kgO}_2/\text{kg キシレン)}$ である。

炉内体積: 4.5 m^3 空気中の酸素の質量比 $32 / (28 \times 4 + 32) = 0.222$ 炉運転状態(圧力 100 kPa、温度 875 K) 炉内空気の密度 $0.4 \text{ (kgAir/m}^3)$ 空気標準状態密度 $1.29 \text{ (kg/m}^3)$ 炉内の O_2 存在量は、

$$4.5 \text{ (m}^3) \times 0.4 \text{ (kgAir/m}^3) \times 32 / (28 \times 4 + 32) = 0.40 \text{ (kgO}_2)$$

よって炉内酸素のみを用いて燃焼できる最大キシレン量は、126 g である。

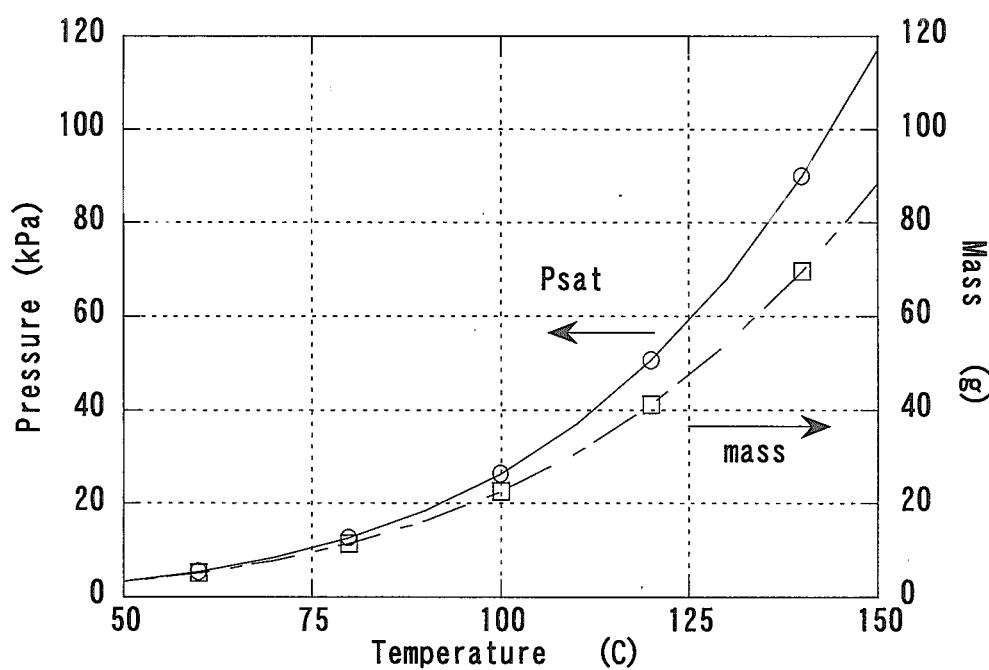
立ち上げ状態を除いて、空気供給側ではプロアを使用せず、自然吸気であるため、過渡燃焼時に炉圧力が大気圧を超えると空気供給は停止するが、通常運転時には、典型的な場合、供給空気中の O_2 量は、

$$847 \text{ (Nm}^3/\text{h}) \times 1.29 \text{ (kg/m}^3) / 3600 \text{ (sec/h)} \times 0.222 = 0.0674 \text{ (kgO}_2/\text{sec})$$

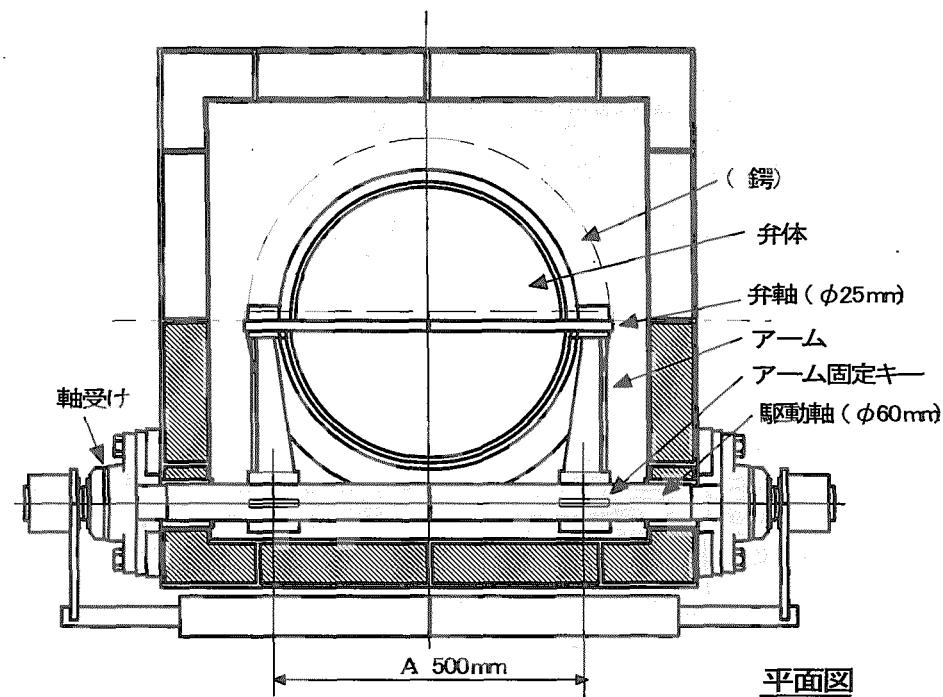
尚、空気供給系プロアは炉内温度が十分高くなる前に使用されるが、その吐出圧は約 $1000 \text{ mmH}_2\text{O}$ と低く、異常燃焼時で圧力が増大した場合には、空気供給は継続できない。

付録3. キシレン飽和蒸気圧力と25リッター容器内蒸気質量

T	log P(-)	P (kPa)	P(atm)	V(L)	n (mol)	m (g)
32	0.122	1.323	0.013057	25	0.013	1.39
40	0.311	2.046	0.020189	25	0.020	2.09
50	0.531	3.398	0.033541	25	0.032	3.36
60	0.736	5.440	0.053692	25	0.049	5.22
70	0.926	8.424	0.083147	25	0.074	7.84
80	1.103	12.66	0.124983	25	0.108	11.46
90	1.268	18.53	0.182892	25	0.154	16.3
100	1.423	26.47	0.261214	25	0.213	22.7
110	1.568	36.98	0.36495	25	0.290	30.8
120	1.704	50.63	0.499765	25	0.388	41.1
130	1.833	68.08	0.671975	25	0.508	54.0
140	1.954	90.02	0.888524	25	0.656	69.6
150	2.069	117.2	1.156947	25	0.834	88.5
160	2.178	150.5	1.485327	25	1.045	111.0
170	2.280	190.7	1.882238	25	1.295	137.5
172	2.300	199.7	1.970629	25	1.350	143.3
180	2.378	238.8	2.356686	25	1.586	168.3
200	2.559	362.3	3.575995	25	2.304	244.6
220	2.723	529.0	5.221426	25	3.228	342.7

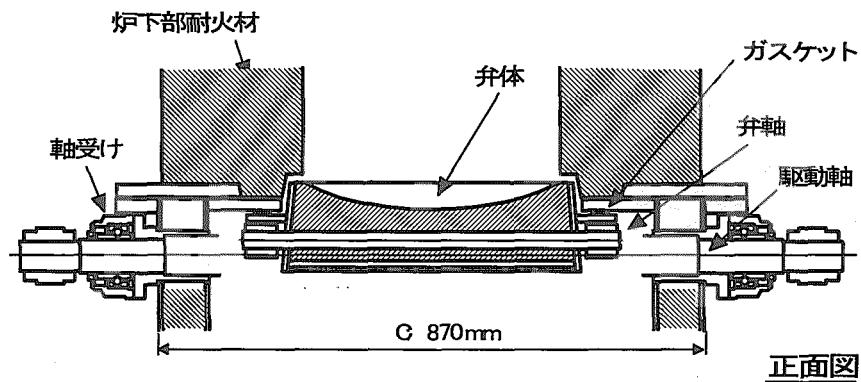


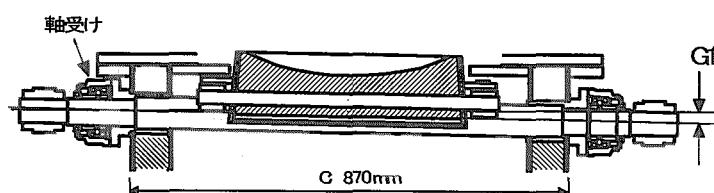
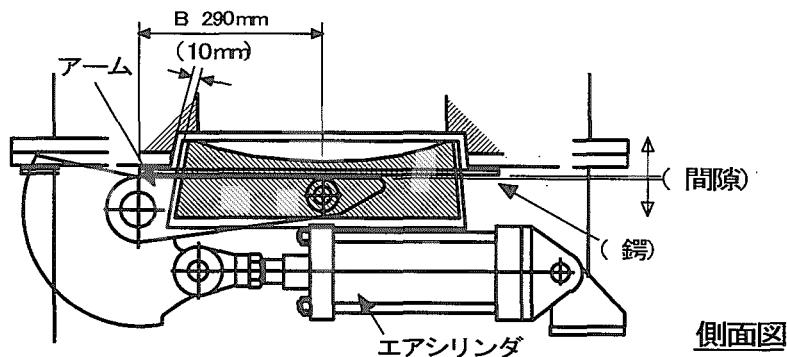
付録4. 焼却炉一次灰溜室灰取出弁の隙間の検討



上の図に、一次灰溜室の灰取出弁(炉底ダンパ)まわりの概要を示す。弁体は弁軸によってアームと接続されている。アームと弁体の鍔の間には隙間が設けられており、軸を中心にある程度回転でき、これによって弁体(鍔)と炉底板と隙間を極小にするようにされている。

弁体と炉底の耐火材との隙間は、図面からの読みとりで10mm程度と見られる。(側面図参照)
弁体の鍔には、幅45mm(OD560-ID470)のガスケット(ニチアス製 #1000)が取り付けられている。
(材質は確認できないが、取付場所の構造と使用方法からアスペスト又はロックウール系と思われる。)

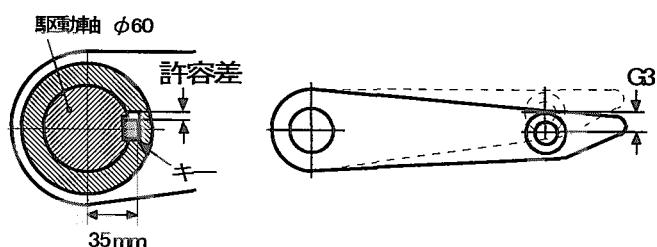




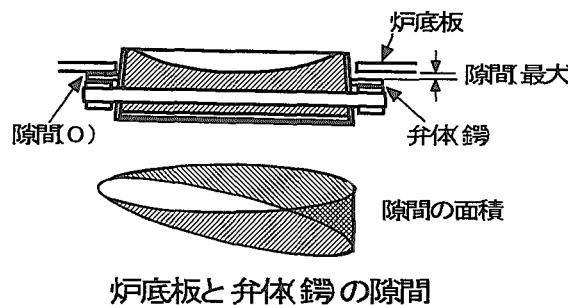
(1) 駆動軸の軸受けの取付位置のずれ



(2) アームの駆動軸取付穴と弁軸取付穴のずれ



(3) キーの許容差による左右アームの角度のずれ



弁体と炉底板との隙間について

弁体の鍔は、その全周が炉底板と接するように設計されるが、工作精度を±0にすることはできないので、必ずと言ってよいほど隙間が生じる。工作精度には、製缶加工精度、機械加工精度、組立精度などがあるが、本件の場合、製缶加工後に機械加工が行われたと思われること、組立精度は位置決めピン(機械加工による)の精度によって左右されることなどから、ここでは機械加工精度の影響について検討する。

また、本装置が製作された昭和50年代の加工精度は、100mmにつき $10\text{ }\mu\text{m}$ 程度と言われている(高エネルギー加速器研究機構の技術者研修のHPより)ので、この値を基本にする。

1. 各部の設計と加工品の寸法差

(1) 駆動軸の軸受けの取付位置のずれ

正面図に示すように、駆動軸軸受け間の取付位置までの距離は約870mmであるから、上下方向のずれ(G1)は次のように推算される。

$$G1 = (10\text{ }\mu\text{m} / 100\text{ mm}) \times 870\text{ mm} = 87\text{ }\mu\text{m} = 0.087\text{ mm}$$

(2) アームの駆動軸取付穴と弁軸取付穴のずれ

側面図に示すように、アームの駆動軸取付穴と弁軸取付穴の距離は290mmであるから、上下方向のずれ(G2)は次のように推算される。

$$G2 = (10\text{ }\mu\text{m} / 100\text{ mm}) \times 290\text{ mm} = 29\text{ }\mu\text{m} = 0.029\text{ mm}$$

これは、左右のアームそれぞれに生ずることもあるので、左右の差はG2の2倍となることも考えられる。

(3) キーの許容差による左右アームの角度のずれ

アームはキー(幅14~16mm)によって取り付けられている。キーにはJIS-B1301に許容差の規定があり、このサイズのキーについては、キー本体と軸側溝は+0、-0.043、穴側溝は±0.0215(mm)、とされている。これらから、最大+0.0643mm、最小±0mm(締め代0.0215mmの締まり嵌め)、中間的な値として+0.032mmの隙間(ガタ)が生じことになる。(この程度のキー溝は、軸側は溝寸法に合わせたエンドミルによる、穴側はプローチによるいわゆる一発加工なので、實際には、その半分程度の誤差と推察される。)

駆動軸の直径がφ60mm、キーの突出高さが5mm、駆動軸から弁軸までの距離が290mmであるから、弁軸における寸法差(G3)は次のようになる。

$$G3 = (0.032\text{mm}/35\text{mm}) \times 290\text{mm} = 0.265\text{mm}$$

2. 寸法差のまとめ

以上から炉底板と弁体(鍔)の隙間は、単純にはG1、G2、G3の合計となる。しかし、それぞれの寸法差が「ずれ」を相殺する方向になることもあること、キー溝加工では実際上JISの許容差より精度が高いことなど寸法差を縮める要因があり、一方では、据付による歪みなどもある。したがって、現実的な寸法差(Gt)としては、G1～G3の合計の±50%程度と見るのが妥当と思われる。

$$Gt = (G1+G2+G3) \times 0.5 \sim 1.5 \approx 0.2 \sim 0.6 \text{ mm}$$

3. 炉底板と弁体(鍔)の隙間

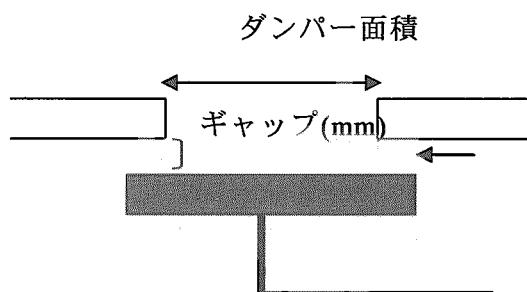
以上に述べた寸法差によって弁体が斜めになってしまっても、弁体(鍔)の1点は必ず炉底板に接するので、炉底板と弁体の隙間は左の図のように円筒の頂点を通って斜めに切ったような形になる。

したがって、弁体周囲の隙間の面積は隙間を0.1～0.3mm程度とみて弁体の周長を乗じて推定できる。

また、弁体は弁軸を中心にある程度動き、ガスケットが無くてもその厚み分は弁体が押し上げられるので、ガスケットの有無は隙間そのものには影響しない。

ダンパー開口率とギャップとの関係

ギャップ cm	半径 cm	ギャップ面積 cm ²	開口率 %
0	20	0	0
0.1	20	12.6	1
0.2	20	25.1	2
0.3	20	37.7	3
0.4	20	50.3	4
0.5	20	62.8	5
0.6	20	75.4	6
0.7	20	88.0	7
0.8	20	100.5	8
0.9	20	113.1	9
1	20	125.7	10
2	20	251.3	20
3	20	377.0	30
4	20	502.7	40
5	20	628.3	50
6	20	754.0	60



付録5. 圧力逃し弁モデル

CELVA コードには時間の関数として弁を開放するモデルはあるものの、弁体の慣性を考慮した圧力逃し弁モデルが無いため、下記の方法で、弁が完全に開放される時間を見積もり、その時間を作動遅れ時間として考慮する。

弁体重量は、作動圧力から下記のように求められる。

$$Mg = A_{\text{pipe}} \Delta P_{\text{set}}$$

$$M = \frac{A_{\text{pipe}} \Delta P_{\text{set}}}{g} = \frac{\pi}{4} 0.198^2 \frac{0.5 * g * 1000}{g} = 15.4$$

弁が開放する時間は、弁体の運動方程式より求められる。

$$M\ddot{x} = A\Delta P_{\text{valve}}$$

$$x = \int \int \frac{A\Delta P_{\text{valve}}}{M} dt = \frac{A\bar{\Delta P}_{\text{valve}}}{2M} t^2$$

で表される。ここで、

A:弁体底面面積、 $3.1415/4 * 0.244 * 0.244$

t:開放に要する時間

x:移動距離、L を最大移動距離(リフト長さ 72mm)とする。

$\bar{\Delta P}_{\text{valve}}$:平均差圧(弁開放時に弁底面と上面にかかる差圧の時間平均)

時間遅れ無しに弁が開放するときの圧力挙動から推測、炉から大気圧までの差圧 ΔP_{PRV} とする時、弁前後の差圧は $\Delta P_{\text{valve}} = c\Delta P_{\text{PRV}}$ 、(c は圧力逃し弁ライン差圧のうち弁の差圧の割合)、弁が作動する時間の間の平均差圧を保守的見積もり $\bar{\Delta P}_{\text{valve}}$ とし、それを用いて、下記の運動方程式より、開放に要する時間 t を求める。

$$L = \frac{A\bar{\Delta P}_{\text{valve}}}{2M} t^2$$

まとめると、解析方法は、

- 1) 圧力逃がし弁不作動の条件で計算、圧力が設定値になる時刻を読む。
- 2) その時間に弁が全開になるように、再計算する。
- 3) 弁が開放された時刻における圧力挙動から、保守的に弁の前後差圧を求める。その値と上の式を用いて弁体が全開する時間を求め、遅れ時間とする。
- 4) 弁作動圧力まで炉圧力が上昇後、遅れ時間経過後に、弁を全開にする。その後、圧力が弁作動開始圧力にまで低下すると、遅れ時間無しで閉鎖する。

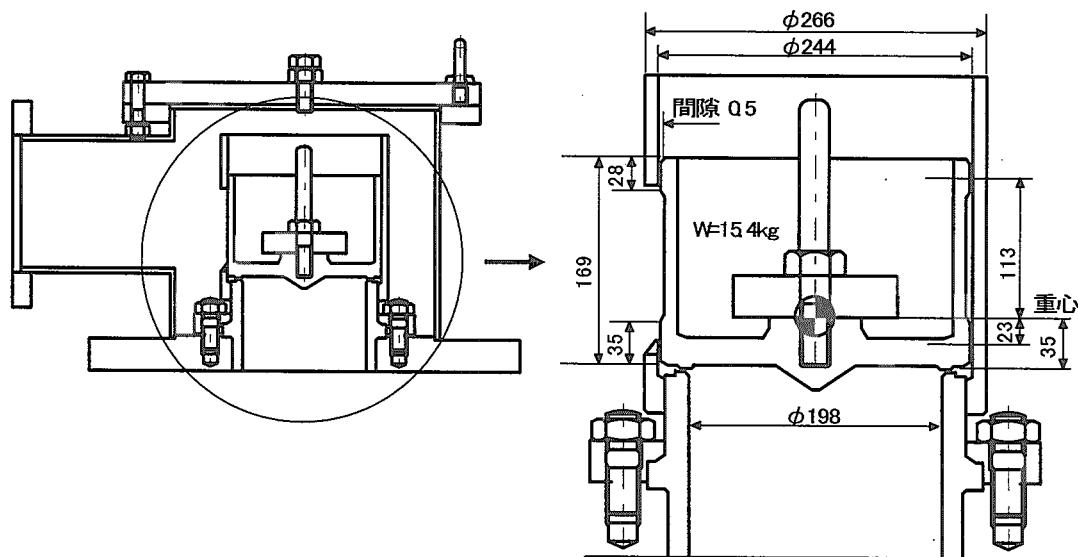


図 圧力逃がし弁の構造図

付録6. 焼却炉の耐圧強度について

焼却炉の耐圧強度を検討した結果約 4.6kg/cm²であった。以下にその検討内容を示す。

1. 検討の方法

本焼却炉の断面の概要を左の図に示す。

焼却炉を容器と見なし、昭和 55 年通産省告示 501 号(以下「告示」という。)に示される第三種容器の構造計算方法に従って、次のようにして最高圧力を求める。

- ① 炉の胴と上下の鏡板が許容応力に達する時の内圧を計算し、その小さい方を仮の最高圧力(P)とする。
- ② 開口部がその最高圧力に対して十分な強度を有するか否かを調べる。
- ③ 開口部の強度が十分であれば①で求めたPを最高圧力とする。強度が不十分であればPの値を低減し、開口部の強度に見合う値となったときのPを最高圧力とする。

2. 外板が許容応力度に達するときの内圧の算定

(1) 胴 部

次の告示 32 条 3 項 2 号イの式をPについて解いて最高圧力を求める

$$t = \frac{PD_i}{200S\eta - 1.2P} \quad \text{これより } P = 7.13 \text{ kg/cm}^2$$

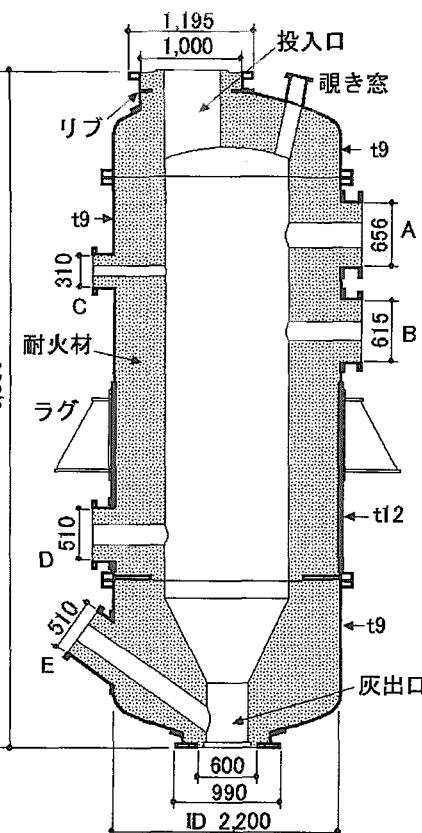
t : 胴の計算上必要な厚さ(9 mm)

P : 最高圧力(kg/cm²)

D_i : 胴の内径(2,200 mm)

S : 許容引張応力(10.2 kg/mm²)

η : 溶接効率(0.85 : 告示では 1 としているが、製作時期が古いので、文献を参考に 0.85 とした。)



(2) 鏡 板

次の告示 33 条 3 項 1 号の式をPについて解いて最高圧力を求める

$$t = \frac{PRW}{200S\eta - 1.2P}$$

t : 鏡板の計算上必要な厚さ(9 mm) P : 最高圧力(kg/cm²)

R : 鏡板中央部の内半径(2,197 mm)

W : 形状係数(W=(3+√R/r)/4)

S : 許容引張応力(10.2 kg/mm²)

P : 最高圧力(kg/cm²)

r : 鏡板の隅の丸の内半径(220mm)

η : 溶接効率(0.85)

これより $P = 4.63 \text{ kg/cm}^2$ が得られる。この値は、胴について求めた P よりも小さいので、 4.63 kg/cm^2 を仮の最高圧力とする。

3. 開口部の強度の検討

告示 32 条 7 項 1 号と 33 条 4 項 1 号に基づき、各部について補強に必要な断面積(A_r)と補強に有効な断面積(A^{*1})とを求めて比較した。その結果、下の表に示すように全て A が A_r を上回っていた。

*1: 告示 32 条 7 項 1 号ロに規定されるもの(管台等)と、炉の缶体に溶接されている当て板、リブの断面積の総和

部位	A	B	C	D	E	投入口	覗き窓	灰出口
$A_r(\text{mm}^2)$	2,952	2,768	2,295	3,181	1,395	4,500	767	3,825
A (mm^2)	5,965	5,672	5,216	5,429	2,636	6,315	1,584	7,289

4. 検討結果のまとめ

以上のように、最高圧力は胴部について 7.13 kg/cm^2 、鏡板について 4.63 kg/cm^2 であり、開口部の強度(断面積)は 4.63 kg/cm^2 に対して十分であるから、焼却炉の耐圧強度は約 4.6 kg/cm^2 となる。

なお、この値は長期使用に対するものであり、瞬時であればこの約 1.5 倍に耐えると判断する。

13 東バ技第126号
平成13年12月7日

東海研究所長 殿

バックエンド技術部長



廃棄物処理場本体施設運転手引の一部改正について(報告)

廃棄物処理場本体施設運転手引の一部を別添のとおり改正しましたので、東海研究所原子炉施設保安規定第3編第7条第5項、東海研究所核燃料物質使用施設等保安規定第3編第5条第5項及び東海研究所放射線障害予防規定第4条第7項の規定に基づき報告します。

13東バ技第125号
平成13年12月7日

東海地区一般長

バックエンド技術部長



廃棄物処理場本体施設運転手引の一部改正について（通達）

廃棄物処理場本体施設運転手引の一部を改正する手引を次のとおり定めたので通達する。

廃棄物処理場本体施設運転手引の一部を改正する手引

廃棄物処理場本体施設運転手引（12東バ技第120号）の一部を次のように改正する。

第1章中

第2節2.（2）において、ハ号の次に以下の文を追加する。

なお、低管理課長、高管理課長は、過去に処理実績のない放射性廃棄物（種類、性状、前処理方法等）の処理を計画する際には、処理実施計画に、処理が安全かつ確実に実施できることについて確認した結果を示す書類及び必要なマニュアル等を添付し、バックエンド技術部長の承認を受けなければならない。

第2章中

第1節2.1-3表において、4.号から8.号を5.号から9.号に改め、3.号の次に以下の4.号を追加する。

4. 液体シンチレーター廃液等有機溶媒を固形化した固体廃棄物は、容器内部に液体状の廃液がないことを確認する。

第3節2.（5）において、ロ.号からヘ.号をハ.号からト.号に改め、イ.号の次に以下のロ.号を、ト.号の次に以下のチ.号を追加する。

ロ. 投入廃棄物準備作業

廃棄物供給・投入機運転前又は運転中において、焼却処理対象廃棄物を廃棄物供給機のコンベアに装荷する。装荷するときは、廃棄物に添付された記録票等により、可燃性固体廃棄物であることを確認し、添付の記録票を回収して保管する。このうち、液体シンチレーター廃液等有機溶媒を固形化した固体廃棄物については、装荷前に、容器内部に液体状の廃液がないことを目視により確認する。

チ. 灰取出装置グローブの点検・交換

灰取出装置に取り付けてあるグローブについて、使用の前後並びに定期（1回／3月）に点検し、グローブにピンホール、裂傷、ひび等の劣化がないことを確認する。これらの点検において異常が認められた場合、もしくは前回の交換から3年に近づいている場合は、グローブを交換する。新たに取り付けるグローブは、製造後3年以内であることを確認する。

附則

この手引は、平成13年12月7日から施行する。

廃棄物処理場本体施設運転手引|新旧対照表

平成13年12月

ハッケンド技術部

This is a blank page.

廃棄物処理場本体施設運転手引新旧対照表

現 行 運 転 手 引	改 正 運 転 手 引	備 考
<p>ひ予定期間。</p> <p>ホ 戻棄物処理施設ごとの稼働予定期間及び予定期間。</p> <p>ヘ 保管施設の取扱余裕量。</p> <p>(2) 報告の提出</p> <p>バックエンド技術部長は、前項の年間処理計画を作成するときは、特定施設又は放射線管理設備に係る修理及び改修の項目並びに予定期間にについて、様式1.2-1により技術部長又は保管物理部長に報告の提出を求めるものとする。</p> <p>(3) 年間処理計画の提出</p> <p>低管理課長及び高管理課長は、前項の調査結果を踏まえて当該年度の年間処理計画を様式1.2-2により作成しバックエンド技術部長への提出。</p> <p>(4) 年間処理計画の変更</p> <p>低管理課長又は高管理課長は、年間処理計画の変更をしようとするとき、技術部長又は保管物理部長より年間処理計画の変更依頼があったときは、変更に係る年間処理計画を作成しバックエンド技術部長に提出する。</p> <p>(5) 原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意並びに東海研究所以の承認</p> <p>バックエンド技術部長は、第1項及び第4項の年間処理計画について、原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意を得て、東海研究所長の承認を得なければならない。</p> <p>(6) 年間処理計画の通知</p> <p>バックエンド技術部長は、前項の同意及び承認を得たときは、施設第1課長、施設第3課長及び施設放射線管理第2課長に通知しなければならない。</p> <p>2. 処理実施計画</p> <p>(1) 運転会議</p> <p>低放射性廃棄物管理課（以下、「低管理」という）及び高放射性廃棄物管理課（以下、「高管理」という）は、毎月の処理実施計画の作成に先立ち廃棄物処理場運転会議を開催する。</p> <p>運転会議は、低管理、高管理、施設放射線管理第2課、施設第1課、施設第3課の各担当者で構成し、特定施設及び放射線管理施設の状況等を踏まえて廃棄物の運搬、処理、保管廃棄、汚染除去及び防護衣の除染の各作業計画の調整を行う。</p> <p>(2) 処理実施計画の作成、承認</p> <p>低管理課長、高管理課長は、毎月、年間処理計画、運転会議の結果等を踏まし、次の事項を明らかにした処理実施計画を作成し、バックエンド技術部長の承認を受けなければならない。</p> <p>イ 廃棄物処理施設ごとの稼働予定期間。</p> <p>ロ 放射性廃棄物の受入れ能力</p> <p>ハ 放射性廃棄物の予定期間。</p> <p>(3) 原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意</p> <p>バックエンド技術部長は、前項の承認をするときは、原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意を得なければならない。</p> <p>(4) 処理実施計画の通知</p> <p>低管理課長、高管理課長は、上記(2)の承認を受けた時は、施設第1課長、施設第3課長、</p>	<p>ひ予定期間。</p> <p>ホ 戻棄物処理施設ごとの稼働予定期間及び予定期間。</p> <p>ヘ 保管施設の取扱余裕量。</p> <p>(2) 報告の提出</p> <p>バックエンド技術部長は、前項の年間処理計画を作成するときは、特定施設又は放射線管理設備に係る修理及び改修の項目並びに予定期間にについて、様式1.2-1により技術部長又は保管物理部長に報告の提出を求めるものとする。</p> <p>(3) 年間処理計画の提出</p> <p>低管理課長及び高管理課長は、前項の調査結果を踏まえて当該年度の年間処理計画を様式1.2-2により作成しバックエンド技術部長への提出。</p> <p>(4) 年間処理計画の変更</p> <p>低管理課長又は高管理課長は、年間処理計画の変更をしようとするとき、技術部長又は保管物理部長より年間処理計画の変更依頼があったときは、変更に係る年間処理計画を作成しバックエンド技術部長に提出する。</p> <p>(5) 原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意並びに東海研究所以の承認</p> <p>バックエンド技術部長は、第1項及び第4項の年間処理計画について、原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意を得て、東海研究所長の承認を得なければならない。</p> <p>(6) 年間処理計画の通知</p> <p>バックエンド技術部長は、前項の同意及び承認を得たときは、施設第1課長、施設第3課長及び施設放射線管理第2課長に通知しなければならない。</p> <p>2. 処理実施計画</p> <p>(1) 運転会議</p> <p>低放射性廃棄物管理課（以下、「低管理」という）及び高放射性廃棄物管理課（以下、「高管理」という）は、毎月の処理実施計画の作成に先立ち廃棄物処理場運転会議を開催する。</p> <p>運転会議は、低管理、高管理、施設放射線管理第2課、施設第1課、施設第3課の各担当者で構成し、特定施設及び放射線管理施設の状況等を踏まえて廃棄物の運搬、処理、保管廃棄、汚染除去及び防護衣の除染の各作業計画の調整を行う。</p> <p>(2) 処理実施計画の作成、承認</p> <p>低管理課長、高管理課長は、毎月、年間処理計画、運転会議の結果等を踏まし、次の事項を明らかにした処理実施計画を作成し、バックエンド技術部長の承認を受けなければならない。</p> <p>イ 廃棄物処理施設ごとの稼働予定期間。</p> <p>ロ 放射性廃棄物の受入れ能力</p> <p>ハ 放射性廃棄物の予定期間。</p> <p>(3) 原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意</p> <p>バックエンド技術部長は、前項の承認をするときは、原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意を得なければならない。</p> <p>(4) 処理実施計画の通知</p> <p>低管理課長、高管理課長は、上記(2)の承認を受けた時は、施設第1課長、施設第3課長、</p>	<p>過去に処理実績のない放射性廃棄物を処理する場合の記載事項を追加</p> <p>ド技術部長の承認を受けなければならない。</p> <p>(3) 原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の同意</p>

廃棄物処理場本体施設運転手引新旧対照表

現行運転手引		改正運転手引		備考	
2.1-2表 廃液貯槽に貯留された液体廃棄物を、 廃液運搬車、廃液移送容器・1で運搬する場合の処置		2.1-2表 廃液貯槽に貯留された液体廃棄物を、 廃液運搬車、廃液移送容器・1で運搬する場合の処置		有機溶液を固化した固体 廃棄物を運搬する場合の処置の追加	
<p>1. 作業開始前に、運搬車両の沾染点検を行い異常のないことを確認する。</p> <p>2. 放射性液体廃棄物引取依頼書の記載事項と当該廃棄物を確認したのち、排出側に対し受入れに係わる準備を確認する。</p> <p>3. 廃液運搬車のポンプキアシフトレバー及びハブルプを操作し、タンク内圧が負圧になっていることを確認する。(正圧のままハブルプを開放してはならない。)</p> <p>3. 受入準備完了後、排出側にポンプ運転を依頼する。</p> <p>4. 受入れ中の、タンク液面計による水位の変化、表面の継縫当量率を監視する。</p> <p>5. 受入れ中、接続部分及びタンク等に異常が認められたならば、ただちに排出側のポンプ、ハブルプ等を停止してもらい、ハブル等を閉鎖する。</p> <p>6. 受入れ終了後、排出側にポンプ停止を依頼する。</p> <p>7. ホース内に残液が溜っていないことを確認し、排水口に閉止キャップをする。</p> <p>8. 総量当量率及び表面密度が基準を超えていないことを確認する。</p> <p>9. 作業終了後、運搬車両の終業点検を行い異常のないことを確認する。</p>		<p>1. 作業開始前に、運搬車両の沾染点検を行い異常のないことを確認する。</p> <p>2. 放射性液体廃棄物引取依頼書の記載事項と当該廃棄物を確認したのち、排出側に対し受入れに係わる準備を依頼する。</p> <p>3. 廃液運搬車のポンプキアシフトレバー及びハブルプを操作し、タンク内圧が負圧になっていることを確認する。(正圧のままハブルプを開放してはならない。)</p> <p>3. 受入準備完了後、排出側にポンプ運転を依頼する。</p> <p>4. 受入れ中の、タンク液面計による水位の変化、表面の継縫当量率を監視する。</p> <p>5. 受入れ中、接続部分及びタンク等に異常が認められたならば、ただちに排出側のポンプ、ハブル等を停止してもらい、ハブル等を閉鎖する。</p> <p>6. 受入れ終了後、排出側にポンプ停止を依頼する。</p> <p>7. ホース外に残液が溜っていないことを確認し、排水口に閉止キャップをする。</p> <p>8. 総量当量率及び表面密度が基準を超えていないことを確認する。</p> <p>9. 作業終了後、運搬車両の終業点検を行い異常のないことを確認する。</p>		2.1-3表 輸送容器、容器に封入された液体廃棄物を運搬する場合 及び固体廃棄物を運搬する場合	
<p>1. 作業開始前に、運搬車両の沾染点検を行い異常のないことを確認する。</p> <p>2. 放射性液体廃棄物に係る表示があることを確認し、その記載が放射性液体廃棄物引取依頼書、放射性固体廃棄物引取依頼書及び保管廃棄依頼書等の記載事項と合致していることを確認する。</p> <p>3. 放射性廃棄物は包装され、又は容器に封入されていることを確認する。</p> <p>4. 容器又は包装の密封性及び健全性を確認する。また、液体廃棄物の場合はその後、受皿(金属容器)、吸収材等用い汚染物の大防止措置を講ずる。</p> <p>5. 重量が5tを超えるものについての重量表示、事業所内運搬標識の表示があることを確認する。</p> <p>6. 総量当量率及び表面密度が基準を超えていないことを確認する。</p> <p>7. 車両の固締器具を用い運搬物が転落しないよう安全かつ確実に固定すること。</p> <p>8. 専用の固締器具を用い運搬物が転落しないよう安全かつ確実に固定すること。</p> <p>9. 作業終了後、運搬車両の終業点検を行い異常のないことを確認する。</p>		<p>1. 作業開始前に、運搬車両の沾染点検を行い異常のないことを確認する。</p> <p>2. 放射性液体廃棄物に係る表示があることを確認し、その記載が放射性液体廃棄物引取依頼書、放射性固体廃棄物引取依頼書及び保管廃棄依頼書等の記載事項と合致していることを確認する。</p> <p>3. 放射性廃棄物は包装され、又は容器に封入されていることを確認する。</p> <p>4. 容器又は包装の密封性及び健全性を確認する。また、液体廃棄物の場合はその後、受皿(金属容器)、吸収材等用い汚染物の大防止措置を講ずる。</p> <p>5. 重量が5tを超えるものについての重量表示、事業所内運搬標識の表示があることを確認する。</p> <p>6. 総量当量率及び表面密度が基準を超えていないことを確認する。</p> <p>7. 車両の固締器具を用い運搬物が転落しないよう安全かつ確実に固定すること。</p> <p>8. 専用の固締器具を用い運搬物が転落しないよう安全かつ確実に固定すること。</p> <p>9. 作業終了後、運搬車両の終業点検を行い異常のないことを確認する。</p>		- 4 -	

廃棄物処理場本体施設運転手引新旧対照表

現 行 運 転 手 引	改 正 運 転 手 引	備 考
<p>(5) 付帯作業</p> <p>イ、焼却炉の集灰作業</p> <p>焼却炉の運転開始に先立ち（排気プロア起動前）、前回焼却した灰の灰密しと前回灰密をした灰の取り出し作業を行う。</p> <p>ロ、セラミックフィルタエレメントの交換、疏水作業</p> <p>セラミックフィルタエレメントの差圧が所定の値に達したとき焼却炉を停止し、セラミックフィルタの内部温度が低くなつたとき作業する。</p> <p>ハ、セラミックフィルタ自動逆洗装置運転</p> <p>焼却炉の運転開始に先立ち（排気プロア起動後）、セラミックフィルタエレメント表面に付着した焼却灰を、压缩空気で逆洗する。</p> <p>二、セラミックフィルタ子燃器運転</p> <p>ホ、洗净液及び屋内排水槽の排水</p> <p>ヘ、高性能フィルタの交換作業</p> <p>高性能フィルタの交換は、フィルタ差圧が所定の値に達したとき、又は、使用開始から6ヶ月以内とする。</p> <p>（6）付帯作業</p> <p>イ、焼却炉の集灰作業</p> <p>焼却炉の運転開始に先立ち（排気プロア起動前）、前回焼却した灰の灰密しと前回灰密をした灰の取り出し作業を行う。</p> <p>ロ、投入廃棄物準備作業</p> <p>廃棄物供給・投入機器運転前又は運転中において、焼却炉に添付された記録票等により、可燃性コンペアに専用する。装荷するときは、廃棄物に添付された記録票等により、可燃性固体廃棄物であることを確認し、添付の記録票を回収して保管する。このうち、液体シチーレーター液波等有機溶媒を固化化した固体廃棄物については、装置前に、容器内部に液体の漏洩がないことを目視により確認する。</p> <p>ハ、セラミックフィルタエレメントの交換、疏水作業</p> <p>セラミックフィルタエレメントの差圧が所定の値に達したとき焼却炉を停止し、セラミックフィルタの内部温度が低くなつたとき作業する。</p> <p>二、セラミックフィルタ自動逆洗装置運転</p> <p>焼却炉の運転開始に先立ち（排気プロア起動後）、セラミックフィルタエレメント表面に付着した焼却灰を、压缩空気で逆洗する。</p> <p>ホ、セラミックフィルタ子燃器運転</p> <p>ヘ、洗净液及び屋内排水槽の排水</p> <p>ト、高性能フィルタの交換作業</p> <p>高性能フィルタの交換は、フィルタ差圧が所定の値に達したとき、又は、使用開始から6ヶ月以内とする。</p> <p>チ、採取装置グローブの点検・交換</p> <p>採取装置に取り付けてあるグローブについて、使用の前後並に定期（1回／3月）に点検し、グローブにピンホール、裂傷、ひび等の劣化がないことを確認する。これらの点検において異常が認められた場合、もしくは前回の交換から3年に近づいている場合は、グローブを交換する。新たに取り付けるグローブは、製造後3年内であることを確認する。</p>	<p>投入前廃棄物の確認の追加</p>	

This is a blank page.

資料 11

放射性廃棄物受入基準

(東 海 研 究 所)

平成 13 年 12 月

日本原子力研究所

This is a blank page.

放射性廃棄物受入基準

(東海研究所)

日本原子力研究所東海研究所(以下「原研東海研」という。)に放射性廃棄物(以下「廃棄物」という。)の処理を委託する者(以下「委託者」という。)は、廃棄物の引渡しをする場合、下記に定める措置を講ずるものとする。

記

1. 受託処理する廃棄物の範囲及び種類

原研東海研が行う廃棄物処理受託業務は、日本原子力研究所(以下「原研」という。)と委託者が締結した「廃棄物処理委託契約」の特約条項に記載された廃棄物の範囲とする。

ただし、以下のいずれかに該当する廃棄物は、受託処理の対象から除外する。

- (1) 気体状の廃棄物
- (2) 病原体、爆発性物質、引火性物質、有害物質、酸化若しくは還元性の強い物質又は腐敗性のものを含む廃棄物
- (3) 発火するおそれ、ガス又は熱を発生するおそれのある廃棄物
- (4) ^{210}Po 、 ^{223}Ra 、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 、 ^{227}Ac 、 ^{231}Pa 等を含む廃棄物
- (5) その他性状等が不明な廃棄物

2. 年間処理計画

委託者は、当該年度に先立ち、原研に対して、年間の処理委託予定数量を文書で申し入れるものとする。原研は、当該年度の年間処理計画にしたがって委託者から引取りが可能な廃棄物量を決定し、委託者に対して文書で通知する。

3. 廃棄物の受入基準

原研東海研が処理を受託する廃棄物の種類及び受入の条件は、別表1に掲げるとおりとする。

委託者が原研東海研に廃棄物を引渡すときは、本受入基準のほか、原研東海研の放射線障害予防規定、原子炉施設保安規定、核燃料物質使用施設等保安規定、放射線安全取扱手引等の関係規定を遵守するものとする。

4. 申込手続き

- (1) 委託者が、原研東海研に廃棄物の処理を委託するときは、原研東海研所定様式の「放射性廃棄物処理申込書」及び放射性廃棄物明細書を、引き渡し希望日の 20 日前までに、原研業務第 2 課に提出するものとする。
- (2) 委託者は、容器ごとにその内容物、核種、放射能等を記載した、原研東海研所定様式の「放射性固体廃棄物引取検討依頼書」又は「放射性液体廃棄物引取検討依頼書」及び放射性廃棄物明細書を、引き渡し希望日の 20 日前までに、バックエンド技術部放射性廃棄物管理第 1 課まで提出するものとする。
- (3) 放射性廃棄物管理第 1 課は、上記引取検討依頼書及び放射性廃棄物明細書に基づき、当該廃棄物が原研東海研の受入基準を満足するものであるかを確認する。この確認の結果、放射性廃棄物管理第 1 課が必要と認めたときは、引渡し前の措置について委託者に指示するものとする。
- (4) 委託者は、受入の承認を得た後、放射性廃棄物管理第 1 課へ廃棄物の種類に応じて、下記の書類を提出するものとする。ただし、放射性廃棄物管理第 1 課が認めた場合には、下記の書類に替えて、電子媒体により提出することができる。
 - ・ 焼却又は圧縮処理対象廃棄物 : 「放射性固体廃棄物引取依頼書」
: 「放射性固体廃棄物引取依頼書(検討済)」
 - ・ 直接保管対象廃棄物 : 「放射性固体廃棄物引取依頼書」
: 「放射性廃棄物保管廃棄依頼書」
 - ・ 液体廃棄物 : 「放射性液体廃棄物引取依頼書(検討済)」
: 「放射性液体廃棄物引取依頼書(廃液運搬車等)」

5. 引渡し前の措置

5.1 廃棄物の分類

委託者は、廃棄物に含有されている放射性核種、放射能レベル及び内容物により、別表 1 にしたがって廃棄物を分類するものとする。分類に当たっては、「東海研究所

放射線安全取扱手引」に記載されている「放射性廃棄物の分類」及び「放射性廃棄物の引渡し前の措置」に規定された事項を遵守するものとする。

なお、シリコンオイルや油煙を大量に発生する廃油については、焼却時にセラミックフィルタの目詰まりを発生することから、吸収剤により固形化させても、可燃性の固体廃棄物として取り扱うことはできない。

5.2 容器への収納

委託者は、固体廃棄物については、別表1にしたがって、梱包した上で廃棄物容器(以下「容器」という。)に収納するか、又は、包装を行う。

液体廃棄物については、所定の容器に収納する(原研東海研に廃液運搬車で搬入する場合を除く。)。

容器については、運搬中に、破損、汚染の発生等のおそれがないようなものを使用することとする。

5.3 特殊な配慮を必要とする廃棄物の引き渡し前の措置

(1) 焼却処理が可能な有機液体廃棄物

- ・ 原研東海研が承認した要領書又は指示内容にしたがって、液体状のものが残らないような固化剤及び方法により固形化すること。
- ・ 液体状のものがないことを目視で容易に確認できるよう半透明の容器等を使用するとともに、当該容器等は固形化後の容器内の空隙が小さくなるような容量のものを使用すること。
- ・ 焼却炉投入1回分の固形化物の燃焼時の発熱量が18,000 kcal／個を超えないように、固化剤に吸着・固形化する廃液の量を制限すること。
- ・ 固形化物を引き渡す前に、上記の条件及び本受入基準に適合していることを確認し、引渡し時にその結果を記載した書類を提出すること。

(2) スラッジ

原研東海研が承認した要領書又は指示した内容にしたがって、液体状のものが残らないような固化剤及び方法を用いて固形化すること。または、十分脱水した後、含水布紙と共に汚染の広がりを防止する措置を講じてから容器に収納すること。

(3) その他措置の不明な廃棄物

上記以外の廃棄物であって、「東海研究所放射線安全取扱手引」に引渡し前の措置

が明記されていない廃棄物については、委託者が、あらかじめ、引渡し前の措置を検討し、放射性廃棄物管理第1課の承認を得るものとする。

5.4 放射性物質の量、線量当量率等の測定

委託者は、容器等に収納された廃棄物中に含まれる主要な核種及び放射性物質の量(液体にあっては濃度も)を測定又は推定する。また、以下の事項についても測定を実施する。

- ・ 容器表面の線量当量率
- ・ 表面密度
- ・ 重量
- ・ pH(無機廃液)

5.5 容器への表示

委託者は、廃棄物を収納した容器の表面に、別表2の事項を記載したタグ等を用いて表示すること。なお、容器表面への表示等が困難な場合又は廃棄物が直接保管体の場合には、搬入を行う前に原研の指示を受けることとする。

6. 搬入

- ・ 委託者は、廃棄物を原研東海研に搬入するときは、事前に放射性廃棄物管理第1課に文書で連絡し、了解を得るものとする。
- ・ 別表1のA-1及びA-2可燃性固体については、第1廃棄物処理棟へ搬入するものとする。A-1及びA-2不燃性固体(圧縮性)及びフィルタについては、放射性廃棄物管理第1課の指示に従い、第1廃棄物処理棟又は第2廃棄物処理棟へ搬入するものとする。B-1固体については、第2廃棄物処理棟へ搬入するものとする。また、不燃性固体(非圧縮性)については保管廃棄施設へ搬入するものとする。
- ・ 液体廃棄物の搬入先については、放射性廃棄物管理第1課の指示に従うものとする。
- ・ 原研東海研構内における車両の運行、廃棄物の荷卸等については、原研東海研の指示に従うものとする。

7. 受入検査

- (1) 原研東海研は、固体廃棄物及び液体廃棄物を受入れるときは、次の事項について検査を行う。

ただし、焼却処理が可能な有機液体廃棄物については、固化化作業時に、受入検査の一環として、固化剤の種類、廃液の量、固化化状態等について、あらかじめ原研東海研による確認を行うものとする。

- (a) 「放射性廃棄物処理申込書」及び放射性廃棄物明細書の記載事項と搬入された廃棄物(内容物等)が一致していること。
 - (b) 5. の引渡し前の措置が講じられていること。
 - (c) 廃棄物の放射能、線量当量率、表面密度等に異常がないこと(液体廃棄物については放射能濃度についても)。
 - (d) 表示が適切になされていること。
 - (e) 容器又は包装が健全であること
 - (f) その他必要な事項
- (2) 原研東海研は、受入検査の結果、基準に適合しない廃棄物がある場合、その旨委託者に通知するものとし、委託者は、当該廃棄物を速やかに引き取るものとする。
- (3) 原研東海研は、受入検査に合格した廃棄物の処理を受託するものとし、文書により委託者に通知する。

8. 受入量の決定方法

- (1) 前号の受入検査に合格した固体廃棄物の数量は、別表1に容器を指定したものにあっては、その容積により受入れる。その他については、その外装寸法の実測値から求めた容積により受入れる。ただし、排気フィルタの容積は、別表3により算定する。
- (2) 固体廃棄物の容積の算定単位は、立方メートルとする。この場合、小数点以下第3位まで計算し、四捨五入により小数点以下第2位まで求める。ただし、B-1 固体廃棄物については、小数点以下第4位まで計算し、四捨五入により、同第3位まで求める。
- (3) 前号の受入検査に合格した液体廃棄物の数量は、別表1に容器の指定をしたもの(廃液運搬車を除く。)にあっては、その容積により受入れる。廃液運搬車により搬入

する場合は、原研東海研の受入タンク液面計の指示値により受入量を決定する。

- (4) 委託者は、廃棄物の処理終了後の空容器を原研東海研の指示に従い処理施設から速やかに搬出する。

9. 附則

本受入基準は、平成14年4月1日から施行する。

別表1 放射性廃棄物の分類及び受入基準
(固体)

区分	核放射能 種 類	容器表面の線量 当量率	ペーティ線のみを放出する核種 を収納した容器当りの含有量	性状	内容物	内容物の梱包方法	廃棄物受入容器	特記
A-1	500 μ Sv/h 未満 (^{90}Sr においては370MBq未満)	3.7GBq未満	紙、布、木片、ポリエチレン、酢酸ビニール、ゴム手袋等	可燃性固体	50～200Lドラム缶又は特に原研東海研が指示したもので、封入能力があり、かつ、容器の表面密度が基準以下のも。梱包された廃棄物が容易に取り出せること。	紙パケツ又はポリエチレン袋(醸酸ビニール袋)で約20L程度に封入、梱包したもの。	³ H及び ¹³⁷ Ceについては、1梱包あたり4MBq未満とする。 廃棄物受入容器は返却する。なお、紙パケツ梱包で原研東海研内ののみの運搬の場合は廃棄物受入容器を要しない。	液体が残留していないこと。
B-1	500 μ Sv/h 以上 2mSv/h 未満	4.0×10^4 m Sv/h 未満	不燃性固体(圧縮性) 不燃性固体(非圧縮性)	シリコン、テフロン、塩化ビニール、ゴム(ゴム手袋を除く)の製品、ガラス、陶器、磁器、薄肉金属製品(材厚2mmまで)	50～200Lドラム缶又は特に原研東海研が指示したもので、封入能力があり、かつ、容器の表面密度が基準以下のも。梱包された廃棄物が容易に取り出せること。	紙パケツ又はポリエチレン袋(醸酸ビニール袋)で約20L程度に封入、梱包したもの。なおそれのあるものに付けては、薄肉金属容器に封入、梱包すること。	廃棄物受入容器は返却する。なお、紙パケツまたは薄肉金属容器梱包で原研東海研構内ののみの運搬の場合は廃棄物受入容器を要しない。	液体が残留していること。
A-2	500 μ Sv/h 以上 2mSv/h 未満	37kBq以上、37MBq未満	A-1区分の内容物に準ずる	A-1区分の内容物に準ずる	原研東海研の指示に従う	原研東海研の指示に従う	原研東海研の指示に従う	同上
B-2	500 μ Sv/h 以上	37MBq以上	原研東海研の指示に従う	原研東海研の指示に従う	原研東海研の指示に従う	原研東海研の指示に従う	原研東海研の指示に従う	同上
*1 ア ル フ ア	A-1	500 μ Sv/h 未満	37kBq以上、37MBq未満	同上	同上	同上	200Lドラム缶又は特に原研東海研が指示したもので、封入能力があり、かつ、容器の表面密度が基準以下のも。	同上
ア	B-2	500 μ Sv/h 以上	37MBq以上	同上	同上	同上	同上	同上

*1 アルファ線を放出する核種から²³⁹Th、²³⁵U、²³⁸U-nat、アルファノベータ・ガンマの比が1/10以下の照射済核燃料及びこれによって汚染されたものを除いたもの。

(注) 契約書料金表の廃棄物種類において、「低レベル」を「A-2」に、「中レベル」を「A-1」に読み替えるものとし、「上記以外の放射性廃棄物」は表中の「アルファ」区分に該当するものとする。

(液体)		区分	放射能レベル適用区分	性状	内内容物	廃棄物受入容器	特記
核種	放射能 レベル						
A ベータ・ガンマ	3H 以外のベータ・ガンマ核種を含むものについては、 濃度限度を超える 3.7×10^1 Bq/cm ³ 未満	無機廃液	水性廃液 (pH7~8)	廃液運搬車、200L ドラム缶 又は25L ポリбин	3H 及び ^{14}C が含まれているものについては、原研 東海研の指示に従うこと。なお、廃棄物受入容器 は返却する。		
	3H 以外のベータ・ガンマ核種を含むものについては、 1.85×10^0 Bq/cm ³ 未満	海水	海水	廃液運搬車	あらかじめ原研東海研が、サンプルの試験処理 を行い、その結果により協議することがある。		
B-1 ベータ・ガンマ	3H 及び ^{14}C 以外のベータ・ガンマ核種を含むものについては、 3.7×10^1 Bq/cm ³ 以上 3.7×10^4 Bq/cm ³ 未満	無機廃液	水性廃液	廃液運搬車、200L ドラム缶 又は25L ポリбин	3H 及び ^{14}C が含まれているものについては、原研 東海研の指示に従うこと。なお、廃棄物受入容器 は返却する。		
	3H 及び ^{14}C 以外のベータ・ガンマ核種を含むものについては、 3.7×10^4 Bq/cm ³ 未満	特殊廃液	水性廃液	原研東海研の指示に従う	同上		

(注) 契約書料金表の廃棄物種類において、「極低レベル」及び「低レベル」を「A」に、「中レベル」を「B-1」に読み替えるものとする。

別表2 放射性廃棄物の表示

放射性廃棄物の区分	表 示 事 項
固体廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> a. 放射性廃棄物明細書と照合できるような通し番号 b. 分類及び区分 c. 内容物（排気フィルタについては、種類及び寸法を記入すること。） d. 主な核種及びその放射性物質の量 e. 容器表面の線量当量率及び表面密度 f. 廃棄物の発生場所（排出事業所名） g. 封入年月日 h. その他必要な事項
液体廃棄物（容器入り）	<ul style="list-style-type: none"> a. 放射性廃棄物明細書と照合できるような通し番号 b. 分類及び区分 c. 内容物 d. 主な核種及び放射性物質の濃度 e. 容器表面の線量当量率及び表面密度 f. 廃棄物の発生場所（排出事業所名） g. 封入年月日 h. その他必要な事項

別表3 フィルタ容積の計算法

1. フィルタの容積は、その外装の実寸により計算すべきものであるが、通常処理する
フィルタの種類及び寸法は、限られているので、次の表により容積を換算する。
表に記載のないフィルタは、その外装寸法を実測し、容積を算定する。

	フィルタ寸法 (mm)	実容積 (m ³)	換算容積 (m ³)	備 考
1	500×500×50 (×6)	0.1025(0.075)	0.08	1のフィルタは、6枚を1単位として換算するが、5枚以下の枚数を梱包した場合は、
2	500×500×150	0.0375	0.04	
3	500×500×290	0.0725	0.08	
4	500×500×400	0.1000	0.11	
5	610×500×350	0.1067	0.11	$0.08 \times [\text{梱包したフィルタの枚数}] \times \frac{1}{6}$
6	610×610×100	0.0372	0.04	
7	610×610×150	0.0558	0.06	
8	610×610×200	0.0744	0.08	
9	610×610×250	0.0930	0.10	
10	610×610×290	0.1079	0.11	
11	610×610×400	0.1488	0.15	
12	720×610×290	0.1273	0.13	
13	760×610×150	0.0695	0.07	
14	760×610×290	0.1344	0.14	
15	610×610×50	0.0186	0.02	

2. 実測による容積の算出法

個々のフィルタの外装寸法（縦・横・高さ）を実測し、m³単位で容積を計算する。
この場合、小数点以下第3位まで計算し、四捨五入により小数点以下第2位まで求め
る。

グローブの保護カバー

1. グローブの保護カバー仕様及び概観

新規に設置したグローブの保護カバー(材質 SS400)の概要を図 1 に示す。また、その概観を写真 1 及び 2 に示す。

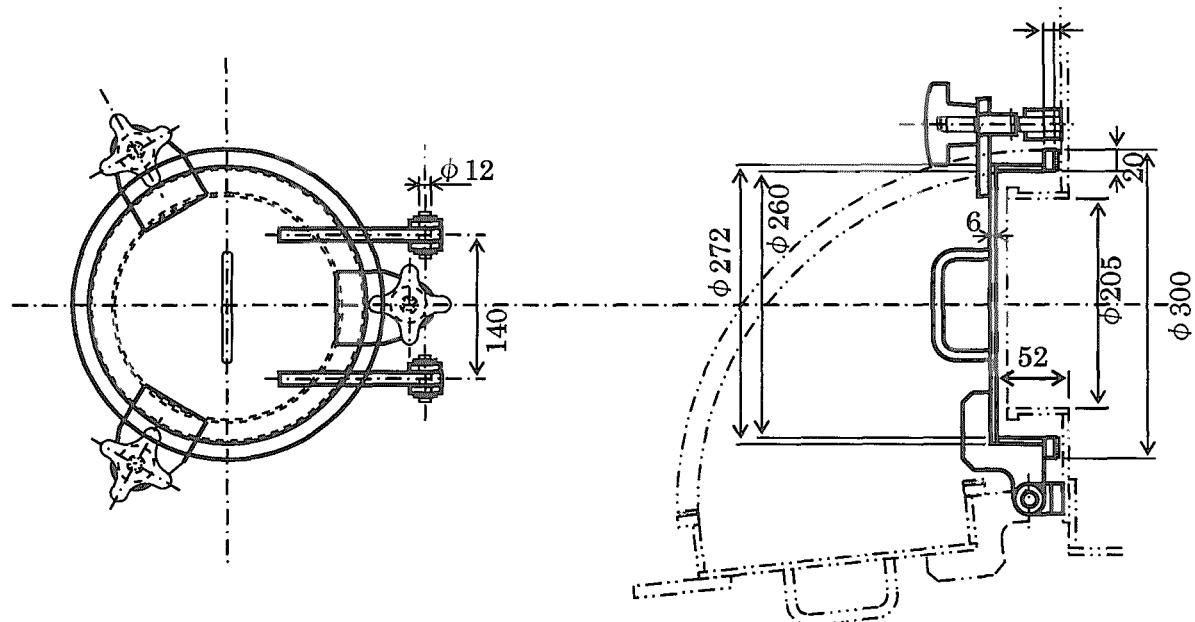


図 1 保護カバー概要図

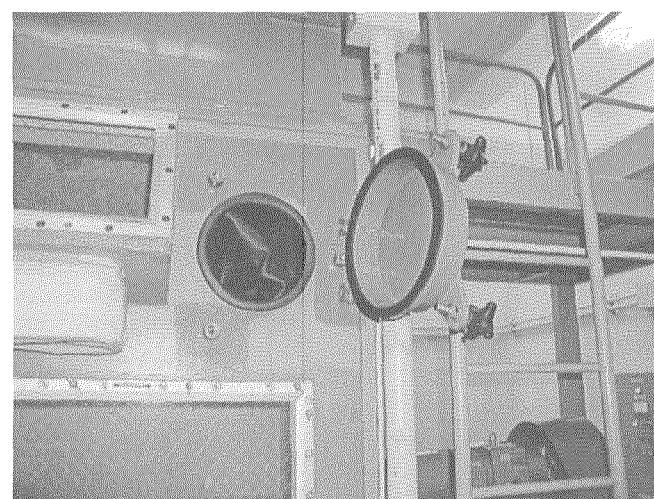


写真1 保護カバー取付け後の状況(カバー開放時)

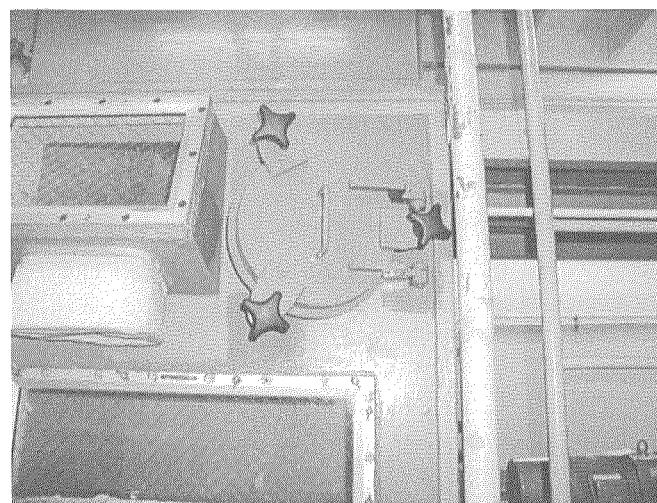


写真2 保護カバー取付け後の状況(カバー閉止時)

2. グローブの保護カバーの耐圧計算結果

グローブの保護カバーの耐圧(最大圧力)については、発電用原子力設備に関する構造等の技術基準(昭和 55 年 10 月 30 日通商産業省告示第 501 号)第 4 種容器の構造規格(第 43 条)により、
(1)式で求めることができる。

二二〇

P : 最大压力(MPa)

† 板厚(mm)

S: 最高使用温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)

d 板の径 (mm)

K. 板の取付け方法による係数(=)

である。グローブの保護カバーの材質、取付け方法等に基づき表 2 に示す値を代入し、最大の耐圧力を評価する。

表2 計算に使用した数値

表 2-2 例題に使用した数値			
項目	単位	数値	備考
t	mm	6	図 1 参照
S	N/mm ²	100	SS400 の 75°Cにおける値
d	mm	260	図 1 参照
K	-	0.50	告示第 501 号の 43 条に示された「その他の場合」の値

$$P = \frac{6^2 \times 100}{260^2 \times 0.50} = 0.107(MPa)$$

よって、圧力逃し弁の作動条件(約 5kPa)を十分に上回っている。

3. 保護カバー取付けボルトの計算結果

使用ボルトが計算上必要な断面積を有しているか、管法兰ジの計算基準(JIS B2205)を適用して評価する。

(1) 計算条件

① 最高使用压力

設置変更許可書記載の圧力逃がし弁の設定値の最大値 0.5 kg/cm² 以下(4.9kPa)を用いるものとする。

② ボルトの有効断面積

使用するM16 ボルトの有効断面積 157 mm^2 である。また、使用本数は3本であるので、総断面積は 471 mm^2 となる。

(2) 計算式

使用状態で必要なボルト荷重(セルフシールガスケット)は、次式で計算することができる。

ここで、

Dg: ガスケットの外径 (mm): 300 mm

P : 内压力(MPa): 0.049MPa

であるので、 W_{ml} は 3464N となる。

つぎに、ボルトの所要総有効断面積は、次式で計算することができる。

二〇

δ_b : 使用温度におけるボルト材料の許容引張応力 (N/mm²)

(告示 501 別表 5 の S45C の値 = 135 N/mm²)

であるので、 25.7 mm^2 となる。

(3) 計算結果

計算の結果、ボルトの所要総有効断面積は 25.7 mm^2 となる。これに対して、使用するボルトの総断面積は 471 mm^2 であるから、計算基準を満足している。

4. 保護カバー取付ナット溶接部の計算

取付ナット溶接部が計算上必要な断面積を有しているか評価する。

(1) 計算条件

① 最高使用压力

設置変更許可書記載の圧力逃がし弁の設定値の最大値 0.5 kg/cm² 以下(4.9kPa)を用いるも

のとする。

- ② 保護カバーの内径は、 $260\text{ mm}\phi$ である。
 - ③ 溶接部の断面積(A)は次式で計算する。

$$3.53 \text{ mm} (\text{溶接断面}) \times \pi \times 30 \text{ mm} \phi (\text{ナットの外径}) = 332 \text{ mm}^2$$

(2) 計算式

ナットにかかる引張力は次式で計算される。

ここで

d: 内径 (mm)

P:最高使用压力(MPa)

B:ボルトの本数(3本)

である。また、溶接部にかかる引張応力は次式で計算される。

ここで

k: 溶接効率(告示501の継手効率の値 0.45)

であるので、溶接部にかかる引張応力は $5.78\text{N}/\text{mm}^2$ となる。

(3) 計算結果

計算の結果、溶接部にかかる引張応力は 5.78N/mm^2 となる。これに対して、告示501別表6のSS400の値は 100N/mm^2 であるから、計算基準を満足している。

灰取出装置グローブの点検要領及び交換基準

平成13年12月

バックエンド技術部
低放射性廃棄物管理課

This is a blank page.

灰取出装置グローブの点検要領

I. 点検方法

1. 作業前・作業後の点検

(1)点検頻度

グローブ使用の都度、作業前点検及び作業後の点検を行う。

(2)グローブの点検方法

1)グローブ内面（コールド側）の表面汚染検査をスミヤ法で行う。

2)グローブの内表面を目視点検し、外観（著しい損傷及び取り付け状態）に異常がないことを確認する。（なお、手先部については窓越しで外面を点検する。）

2. 定期点検

(1)点検頻度

1回／3ヶ月

(2)グローブの点検方法

1)グローブ内面（コールド側）の表面汚染検査をスミヤ法で行う。

2)グローブをボックス外に引き出した状態で目視点検し、外観に異常がないことを確認する。

また、グローブをボックス内に入れた状態で目視点検し、外観に異常がないことを確認する。

(3)判定基準

以下に示す判定基準を満足のこと。

点検項目	判定基準
ピンホール	認められないこと
裂傷	認められないこと
表面のひび割れ等	有害なひび割れ及び著しい表面の肌荒れが認められないこと
変色	著しい変色が認められないこと
取り付け状態	グローブ等が正しい状態で付いていること
汚染	スミヤ法で汚染が検出されないこと

II. 記録

1. 点検者は、点検結果を定められた点検表（様式一1又は様式一2）に記載する。

2. 点検記録は1年間保存する。

灰取出装置グローブの交換基準

1. 適用範囲

管理区域内の灰取出装置に取り付けられているグローブを交換する場合に適用する。

2. 交換基準

グローブの交換基準を以下の通りとする。

対象	規格	交換基準	備考
ネオプレン製グローブ	C	使用年数3年 又は製造後6年	乾式用グローブボックスで使用

使用年数とは、グローブをグローブボックスのグローブポートに取り付けてからの年数である。なお、交換用グローブについては、交換前に点検要領に準じて点検し、記録する。

但し、使用年数以内であっても、作業前・作業後の点検及び定期点検の結果に異常を認めたときは、グローブの交換をただちに行う。

3. 記録

(1) グローブを交換した場合には、管理表（様式一3）に必要事項を記入する。

1)記載項目

- a) ポートNO
- b) 交換年月日
- c) グローブの種類
- d) 交換理由
- e) 製造年月日

(2) 交換記録は5年間保存する。

4. 表示

交換した場合は、その年月日及び交換実施者名を灰取出装置付近の見えやすい場所に表示する。

様式—1

灰取出装置のグローブ点検記録表

放射性廃棄物管理第1課		
課長	係長	担当

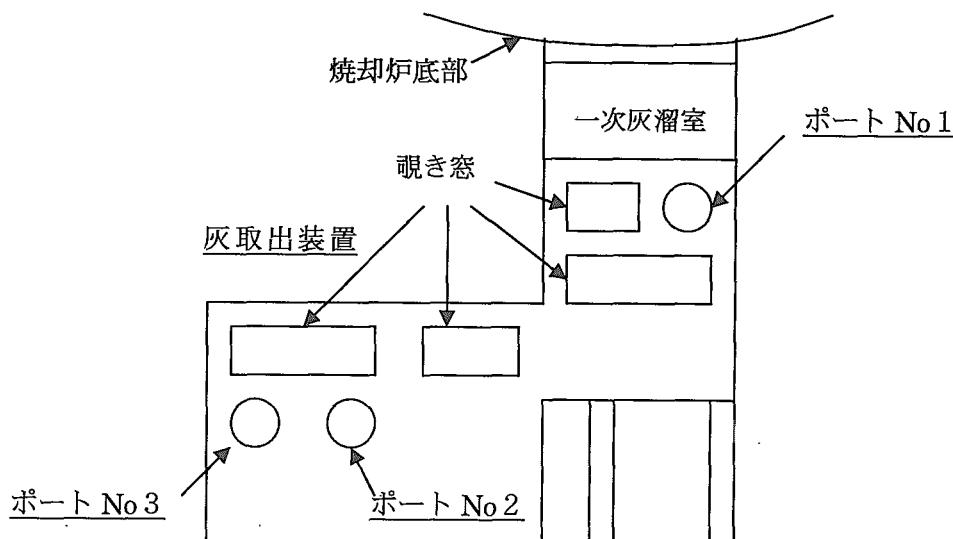
請負業者 確認者

点検日：平成 年 月 日（ ）

対象グローブ：ポート No

	点検項目	異常の有無		点検者
作業開始前の点検	外観（著しい損傷及び取り付け状態）	有	無	点検時刻 ：
作業終了後の点検	外観（著しい損傷及び取り付け状態）	有	無	点検時刻 ：
	点検項目	異常の有無		点検者

注) グローブ点検は、使用の都度行う。



灰取出装置のポート No 位置図

様式—2

灰取出装置のグローブ定期点検記録表

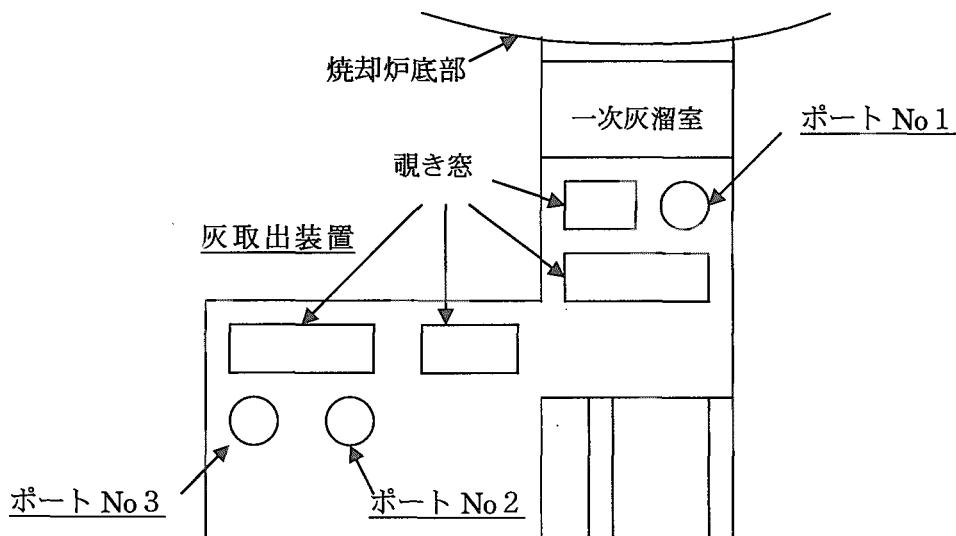
放射性廃棄物管理第1課		
課長	係長	担当

請負業者 確認者

点検日：平成 年 月 日 ()

	ポートNo	点検項目	異常の有無		点検者
定期点検 (1回／3ヶ月)		ピンホール	有	無	
		裂傷	有	無	点検時刻
		表面のひび割れ等	有	無	:
		取り付け状態	有	無	
		変色	有	無	
		汚染	有	無	

前回交換年月日：平成 年 月 日



灰取出装置のポート No 位置図

様式—3

灰取出装置グローブの交換管理表

放射性廃棄物 管理第1課		
課長	係長	担当

交換日：平成 年 月 日（ ）

交換者：

交換時刻：

	灰取出装置グローブ
ポート No	
交換年月日	
グローブの種類	
交換理由	
製造年月日	

資料 14

13原研11第254号
平成13年12月27日

有機廃液を固形化した放射性廃棄物等の引渡しに係る安全確保
について（申し入れ）

去る平成13年11月21日に発生した当研究所第1廃棄物処理棟地下灰取出室のグローブ破損について、事故経緯及び原因究明を行ったところ、貴協会から受託した放射性廃棄物の不適切な前処理作業等に起因して発生したとの結論に達しました。

今後かかることのないよう、液体シンチレーター廃液等有機廃液の固形化廃棄物をはじめとする当研究所へ引き渡す放射性廃棄物については、廃棄物処理に係る安全確保の観点から、下記の事項について速やかに改善措置をとられたうえ、その結果を報告するよう申し入れます。

記

- 1 液体状のものが残らないよう当研究所が適切と認める固化剤及び方法により固形化すること。
- 2 液体状のものがないことを目視で容易に確認できるよう半透明の容器等を使用するとともに、当該容器等は固形化後の容器内の空隙が小さくなるような容量のものを使用すること。
- 3 焼却炉投入1回分の固形化物の燃焼時の発熱量が18,000kcal／個を超えないよう、固化剤に吸着・固形化する廃液の量を制限すること。
- 4 受入れ確認の一環として、液体シンチレーター廃液等有機廃液の固形化作業時に、固化剤の種類、廃液の量、固形化状態等について、当研究所による確認を受けること。
- 5 固形化物を引き渡す前に、上記1～3の条件及び当研究所受入基準に適合していることを確認し、引渡し時にその結果を記載した書類を提出すること。
- 6 固形化作業に係わる者に対して、液体状の残留物が生じないようにすること等の焼却処理に付されることを念頭においていた固形化に係る安全上の留意点を含む十分な教育訓練を実施すること。
- 7 上記のことを確実に実施するため、「有機廃液固形化作業に係る手引き」等のマニュアルに明記し、周知徹底すること。
- 8 その他の廃棄物についても、受入基準を遵守し、引渡し前の措置、引渡し時の確認等を確実に実施すること。
- 9 上記のことを確実に実施するため、引渡す廃棄物の引渡し前措置の方法、受入基準への適合性の確認結果等を記載した書類の承認者の明確化など管理体制を強化すること。



協總発13第82号
平成14年1月18日

有機廃液を固形化した放射性廃棄物等の引渡しに係る
安全確保について（報告）

去る平成13年11月21日に発生した貴研究所第1廃棄物処理棟地下灰取出室のグローブ破損につきましては、当協会から委託した放射性廃棄物の不適切な前処理作業等によるものであり、貴研究所に対して多大なご迷惑をお掛けしたことを深くお詫び申し上げます。

平成13年12月27日付け13原研11第254号により申し入れのございました標記のことにつきましては、今後かかることのないよう放射性廃棄物の引渡しに係る安全確保について、別紙のとおり改善措置を講ずることとしたしましたのでご報告いたします。

別紙

1. 液体状のものが残らないよう貴研究所が適切と認める固化剤及び方法により固形化すること

<報告>

液体シンチレータ廃液等有機廃液（以下「液シン廃液」という。）の固化剤については、吸着・固形化により揮発性・可燃性廃液の急速気化・急速燃焼を十分に抑制できる特性を有することを調査し、選択いたします。

固形化の方法については、液シン廃液の性状によって固化剤への吸収量が異なることを考慮し、液シン廃液の種類・性状ごとにサンプルによる吸着・固形化試験を実施するなどにより液シン廃液の添加制限量を確認するとともに、固化剤と液シン廃液の配合量、吸着・固形化の手順、固形化状態の確認方法等を決定することとします。

以上の固化剤の選定に際しての調査及び試験の結果、選定した固化剤、液シン廃液の添加制限量、固化剤と液シン廃液の配合量、吸着・固形化の手順、固形化状態の確認方法等については、後述の7. 項で定める「有機廃液固形化作業に係る手引き」（以下「手引き」という。）に明記することとします。また、当該手引きについては、液シン廃液固形化廃棄物の処理申込みのつど、貴研究所に提出し、その内容について協議決定した後、固形化作業を実施いたします。

2. 液体状のものがないことを目視で容易に確認できるよう半透明の容器等を使用するとともに、当該容器等は固形化後の容器内の空隙が小さくなるような容量のものを使用すること

<報告>

液シン廃液の固形化物を焼却処理するに際しては、液体状の残留物がないことが、安全確保の観点から最も重要な条件であることを踏まえ、今後は、このことが容易に目視で確認可能である半透明の広口ポリエチレンびん（以下「容器」という。）を使用することとします。当該容器の容量については、次項3. で定める発熱制限量を考慮し、3リットル以下のものを選定します。また、容器内の空隙が小さくなるように固化剤と液シン廃液の量を決定するとともに、必要に応じて、液シン廃液の添加後さらに固化剤を補充することにより、容器内に大きな空隙が存在しないように対処いたします。

3. 焼却炉投入1回分の固化物の燃焼時の発熱量が18,000kcal／個を超えないように、固化剤に吸着・固化化する廃液の量を制限すること

＜報告＞

液シン廃液の種類及び添加量、固化剤の種類及び重量、容器の材質・重量等から焼却対象廃棄物の1容器あたりの総発熱量を算出いたします。これにより、制限発熱量18,000kcal／個を超えることがないことを確認いたします。

4. 受入れ確認の一環として、液体シンチレータ廃液等有機廃液の固化化作業時に、固化剤の種類、廃液の量、固化化状態等について、貴研究所による確認を受けること

＜報告＞

液シン廃液の固化化作業を実施する際は、受入れ確認の一環として、あらかじめ貴研究所により、固化剤の種類、固化物1個あたりに添加する液シン廃液の量、固化化状態等に係る確認を受けることとし、固化化作業を計画した時点で、立会の日時及び場所を貴研究所に書面で通知し、貴研究所と協議の上、決定することとします。

なお、液シン廃液の固化化作業については、当協会所有の施設において行うこととしましたので、併せてご報告いたします。

5. 固化物を引き渡す前に、上記1.～3.の条件及び貴研究所受入基準に適合していることを確認し、引渡し時にその結果を記載した書類を提出すること

＜報告＞

液シン廃液を固化化した放射性廃棄物の引渡しにあたっては、以下の事項について、当協会の手引きに基づく引渡し前確認を実施し、その結果を記録することとします。当該記録は放射性廃棄物明細書の一部として引渡し時に貴研究所に書面で提出し、手引きに定めた各基準を遵守していること及び貴研究所の放射性廃棄物受入基準に適合していることを明らかにすることとします。

- ・ 使用した固化剤の種類と固化物ごとの量
- ・ 液シン廃液の種類及び固化物1個ごとの液シン廃液添加量
- ・ 使用した容器の種類と容量
- ・ 固化物1個あたりの発熱量
- ・ 固化化状態（液体状の残留物がないこと）
- ・ 放射性廃棄物受入基準に定められた各基準

また、固化化状態、梱包の健全性等については、途中の運搬等による影響がないことを、当協会が再度確認した上で、貴研究所の指定する引渡し場所において受け入れ検査を受けることとします。

6. 固形化作業に係わる者に対して、液体状の残留物が生じないようにすること等の焼却処理に付されることを念頭において固形化に係る安全上の留意点を含む十分な教育訓練を実施すること

＜報告＞

液シン廃液を固形化する場合においては、固形化された液シン廃液が焼却処理されることを念頭に置き、液体状の残留物がないこと、大きな空隙が存在しないこと等、焼却処理の安全確保のための留意事項を手引きに明記するとともに、固形化作業に係わる者に対して、作業開始前にこの留意事項を含む教育訓練を実施し、その結果を記録いたします。

7. 上記のことを確実に実施するため、「有機廃液固形化作業に係る手引き」等のマニュアルに明記し、周知徹底すること

＜報告＞

液シン廃液の固形化作業については、以下の事項を明記した手引きを整備し、関係者に周知徹底を図ることといたします。

- ・ 使用する固化剤の種類と固形化物 1 個あたりの量
- ・ 液シン廃液の種類及び固形化物 1 個ごとの液シン廃液添加計画量
- ・ 使用する容器の種類と容量
- ・ 固形化物 1 個あたりの発熱量
- ・ 固形化状態の確認方法（液体状の残留物がないこと）
- ・ その他固形化に際して安全確保上留意すべき事項
- ・ 放射性廃棄物受入基準に定める引渡し前確認の実施に関すること

8. その他の廃棄物についても、受入基準を遵守し、引渡し前の措置、引渡し時の確認等を確実に実施すること

＜報告＞

今回のグローブ破損によって得られた教訓をもとに、放射性廃棄物処理に係る安全確保の観点から、貴研究所の放射性廃棄物受入基準に基づき、放射性廃棄物の排出者に対して、放射性廃棄物の分類管理、廃棄物処理の上で障害となる危険な物質の混入防止、容器収納方法等定められた引渡し前措置の一層の徹底について注意喚起を促す文書を発信し、排出者への啓蒙活動を行うこととします。

また、廃棄物の容器収納状況の確認、引渡し前措置の直接的確認等を適宜実施して、貴研究所に引き渡す廃棄物の管理を強化することとします。

9. 上記のことを確実に実施するため、引渡す廃棄物の引渡し前措置の方法、受入基準への適合性の確認結果等を記載した書類の承認者の明確化など管理体制を強化すること

<報告>

処理申込みのために貴研究所に引き渡す廃棄物の管理については、以下の事項に係るルールを整備し、責任所在の明確化を図って管理体制を強化することとします。

- ・ 液シン廃液の固形化に係る手引き等引渡し前の措置方法の決定に係る責任所在の明確化（作成・提案、審査、承認等）
- ・ 液シン廃液の固形化作業の管理責任所在の明確化（作業責任者の権限等、委託業者による作業を含む場合は協会と委託業者との責任所在の明確化）
- ・ 液シン廃液固形化物の固形化状態の確認等、廃棄物の引渡し前措置及び受入基準の適合性の確認に関する責任所在
- ・ 固形化状態の確認結果の記録、放射性廃棄物明細書等貴研究所に提出する書類の作成に係る責任所在の明確化（作成、審査、承認等）

This is a blank page.

国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	$m \cdot kg/s^2$
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m^2
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$N \cdot m$
工率、放射束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	$A \cdot s$
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラード	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	$V \cdot s$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}C$	
光束度	ルーメン	lm	$cd \cdot sr$
照度	ルクス	lx	lm/m^2
放射能	ベクレル	Bq	s^{-1}
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	l, L
トントン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10^{18}	エクサ	E
10^{15}	ペタ	P
10^{12}	テラ	T
10^9	ギガ	G
10^6	メガ	M
10^3	キロ	k
10^2	ヘクト	h
10^1	デカ	da
10^{-1}	デシ	d
10^{-2}	センチ	c
10^{-3}	ミリ	m
10^{-6}	マイクロ	μ
10^{-9}	ナノ	n
10^{-12}	ピコ	p
10^{-15}	フェムト	f
10^{-18}	アト	a

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1 eVおよび1 uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表す場合に限り表2のカテゴリに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar, barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリに入れている。

換算表

圧	MPa(=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062×10^3	145.038
	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322×10^{-4}	1.35951×10^{-3}	1.31579×10^{-3}	1	1.93368×10^{-2}
	6.89476×10^{-3}	7.03070×10^{-2}	6.80460×10^{-2}	51.7149	1

粘度 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} (\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P} (\text{ボアズ}) (\text{g}/(\text{cm} \cdot \text{s}))$

動粘度 $1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St} (\text{ストークス}) (\text{cm}^2/\text{s})$

エネルギー・仕事・熱量	J($=10^7 \text{ erg}$)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法)
	1	0.101972	2.77778×10^{-7}	0.238889	9.47813×10^{-4}	0.737562	6.24150×10^{-18}	$= 4.184 \text{ J} (\text{熱化学})$
	9.80665	1	2.72407×10^{-6}	2.34270	9.29487×10^{-3}	7.23301	6.12082×10^{-19}	$= 4.1855 \text{ J} (15^{\circ}\text{C})$
	3.6×10^6	3.67098×10^5	1	8.59999×10^5	3412.13	2.65522×10^6	2.24694×10^{25}	$= 4.1868 \text{ J} (\text{国際蒸気表})$
	4.18605	0.426858	1.16279×10^{-6}	1	3.96759×10^{-3}	3.08747	2.61272×10^{-19}	仕事率 1 PS(仏馬力)
	1055.06	107.586	2.93072×10^{-4}	252.042	1	778.172	6.58515×10^{21}	$= 75 \text{ kgf} \cdot \text{m/s}$
	1.35582	0.138255	3.76616×10^{-7}	0.323890	1.28506×10^{-3}	1	8.46233×10^{18}	$= 735.499 \text{ W}$
	1.60218×10^{-19}	1.63377×10^{-20}	4.45050×10^{-26}	3.82743×10^{-20}	1.51857×10^{-22}	1.18171×10^{-19}	1	

放射能	Bq	Ci	吸収線量	Gy	rad
	1	2.70270×10^{-11}		1	100
	3.7×10^{10}	1		0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58×10^{-4}	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

(86年12月26日現在)

