

塩廃棄物管理方法の検討

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2000年3月



株式会社 東芝

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大字村松4-49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquires 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

塩廃棄物管理方法の検討

(契約業務報告書)

藤田 玲子※¹, 中村 等※¹, 近藤 成仁※², 宇都宮 一博※²

要旨

乾式再処理技術の研究開発を進める際には、ウランやプルトニウム等を用いた試験の終了後に発生する使用済塩廃棄物を安全に保管することが重要である。

そこで本研究では、乾式再処理試験で使用した塩廃棄物を安定に保管・管理する方法を検討するため、現状の塩廃棄物の保管・管理方法について調査した。

溶融塩電解試験に使用した塩廃棄物を保管している研究機関に対する調査から、塩廃棄物は、ポリエチレン製ビニールで二重に包み、ビニールの口をビニールテープで封止して密封に近い状態にしたものとゴムパッキン付のドラム缶に装荷して保管していることがわかった。

一方、模擬塩廃棄物を用いた保管試験から、温度および湿度は特にコントロールせず、外気とほぼ同じ状態にしても、多重シール性が確保できれば、塩廃棄物の長期保管ができる可能性のあることがわかった。なお、塩廃棄物が水分と接触すると吸湿し液体となる可能性があることを考慮し、あらかじめ高分子吸湿材を入れておくことが重要である。

本報告書は、株式会社 東芝が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務成果に関するものである。

契約番号：11C3073

機構担当部課室：先進リサイクル研究開発部 乾式プロセスグループ

※1：株式会社 東芝 電力システム社 電力・産業システム技術開発センター 化学システム担当

※2：株式会社 東芝 電力システム社 原子力開発設計部 燃料サイクル担当

March, 2000

Investigation of Storage and Management of the Salt Waste

Reiko Fujita^{*1}, Hitoshi Nakamura^{*1}, Naruhito Kondo^{*2} and Kazuhiro Utsunomiya^{*2}

Abstract

In the research and development of Pyroprocessing technology, it is important to keep salt waste generated after the pyroprocess safely.

In this study, in order to examine how to maintain stability of salt used in the Pyroprocess examination, present methods of storage and management of the salt waste have been investigated.

The research organizations, which are keeping salt waste used for the molten salt electrolysis examination, have been investigated how to keep the salt waste. Consequently, the salt waste storage in the drum with rubber packing is wrapped in vinyl bag made of polyethylene doubly and the mouth of vinyl is sealed on the vinyl tape.

In the simultanace storage test of the salt, it is found that salt waste would be stored safely for long term by multi-seal packing even if the temperature and moisture of the atmosphere is not controlled and exposed to the almost same state as the outside air.

In this multi-seal packing, it is important to put high-polymer as moisture absorbent in a storage drum beforehand.

This work was performed by TOSHIBA Corporation under contract with Japan Nuclear Cycle Development Agency.

JNC Liaison : Dry Process Technology Group, Advanced Fuel Recycle Technology Division

*1 : Chemical & Material Technology Group, Nuclear Engineering Laboratory, TOSHIBA Co.

*2 : Advanced Fuel Cycle System Group, Advanced Energy Design & Engineering Department, TOSHIBA Co.

目 次

要旨	i
表リスト	iii
図リスト	iv
I. 目的	1
II. 役務範囲	1
III. 実施場所	1
IV. 納入条件	1
V. 検討内容	2
1. 塩廃棄物管理方法の検討	2
1. 1 廃棄物の保管方法	2
1. 2 廃棄物の保管環境	3
1. 2. 1 模擬塩廃棄物の保管試験	3
1. 2. 2 機構殿および東芝の保管状況	5
2. 塩廃棄物管理方法の評価	9
2. 1 廃棄物の閉じ込め能力、有効期限	9
2. 2 水分（湿気）の透過性	9
2. 3 水分が廃棄物に侵入した場合の影響	10
2. 4 廃棄塩からの気体の発生とその影響	10
2. 5 異常時における閉じ込め材の耐久性	10
2. 6 閉じ込め処理性	11
3. 塩廃棄物管理方法の提案	12
3. 1 塩廃棄物を均一な固化体とする方法	12
3. 2 塩廃棄物が水分を含んだ空気と接触しないようにする方法	12
3. 3 塩廃棄物が水分を含んだ空気と接触しても固体状態にする方法	12
3. 4 保管方法の提案	13
4. まとめ	14
5. 参考文献	41

表 リ ス ト

表 1. 2-1 各研究機関で実施している塩廃棄物の保管方法	15
表 1. 2. 1-1 模擬塩廃棄物の重量測定結果	16
表 1. 2. 2-1 機構殿および東芝の保管状況	17
表 1. 2. 2-2 ドラム缶の主な仕様	18

図 リ ス ト

図 1.1-1 機構殿人形峠環境技術センターにおける保管状況の概念	19
図 1.1-2 東芝の保管容器	20
図 1.2-1 廃棄物保管建屋（東芝）	21
図 1.2.1-1 作製した模擬塩廃棄物	22
図 1.2.1-2 ピニールで二重に包んだ模擬塩廃棄物の外観	23
図 1.2.1-3 ドラム缶への装荷状態	24
図 1.2.1-4 模擬塩廃棄物の外観（1ヶ月保管後）	25
図 1.2.1-5 模擬塩廃棄物の外観（2ヶ月保管後）	26
図 1.2.1-6 模擬塩廃棄物の外観（3ヶ月保管後）	27
図 1.2.2-1 保管されていた塩廃棄物の状態（1）	28
図 1.2.2-2 保管されていた塩廃棄物の状態（2）	29
図 1.2.2-3 保管されていた塩廃棄物の状態（3）	30
図 1.2.2-4 保管されていた塩廃棄物の状態（4）	31
図 1.2.2-5 保管されていた塩廃棄物の状態（5）	32
図 1.2.2-6 保管されていた塩廃棄物の状態（6）	33
図 1.2.2-7 保管されていた塩廃棄物の状態（7）	34
図 1.2.2-8 保管されていた塩廃棄物の状態（8）	35
図 1.2.2-9 保管されていた塩廃棄物の状態（9）	36
図 1.2.2-10 塩廃棄物の保管容器（ドラム缶）の外観	37
図 1.2.2-11 塩廃棄物の装荷状態	38
図 1.2.2-12 保管容器からの取出した塩廃棄物の外観	39
図 1.2.2-13 塩廃棄物の外観	40

I. 目的

核燃料サイクル開発機構殿（以下、機構殿と記す）では、プルトニウム（Pu）を用いた乾式再処理の試験を予定している。この試験では LiCl-KCl を塩浴とした Pu の電解精製試験を予定しており、試験後に塩廃棄物が発生する。

そこで本検討では、Pu の電解精製試験により発生する塩廃棄物の管理方法について調査・検討を行い、安全に管理するための方法を確立する事を目的とする。

II. 役務範囲

- (1) 塩廃棄物管理方法の調査
- (2) 塩廃棄物管理方法の評価
- (3) 塩廃棄物管理方法の提案

III. 実施場所

本研究の実施場所は、株式会社 東芝 電力システム社 電力・産業システム研究開発センター 原子力技術研究所および磯子エンジニアリングセンター 原子力開発設計部とする。

IV. 納入条件

- (1) 納期

本研究の納期は、平成 12 年 3 月 10 日とする。

- (2) 検収

提出図書の完納をもって検収して頂けるものとする。

V. 検討内容

1. 塩廃棄物管理方法の検討

塩廃棄物の現状の保管方法に関し、保管容器の材質、形状、寸法などについて調査する。また保管環境、すなわち保管建屋の設備や保管条件（温度、湿度など）に関しても調査する。さらに模擬塩廃棄物を作製し、一定期間保管後の外観観察、重量測定および組成などの分析を行い、保管方法を評価するための基礎データを取得する。

1.1 廃棄物の保管方法

塩廃棄物の保管方法について、保管容器の材質、形状、寸法などの現状について、乾式再処理技術を開発している研究機関およびメーカーを調査した。

ウランを含む使用済塩を保管しているのは、機構殷人形峰環境技術センター、東芝原子力技術研究所および日本原子力研究所である。これら3機関に関し、塩廃棄物の保管方法について調査した結果を表1.1-1にまとめた。

機構殷人形峰環境技術センターにおける保管状況の概念を図1.1-1に示す。試験後の使用済塩が入った状態の電解槽（アルミナるつぼ）を室内雰囲気においてポリエチレン製ビニール^{*1}で二重に包み（包み口は手で縛っている）、50リットルペール缶に装荷後200リットルケミドラムに装荷して保管している。ケミドラムの口にはゴムパッキングがあり、ある程度のシール性は確保されていると考えられる。

一方、東芝の保管容器を図1.1-2に示す。アルゴンガス雰囲気のグローブボックスで使用した電解槽などの低炭素鋼製るつぼは、機構殷人形峰環境技術センターと同様、ポリエチレン製ビニールで二重に包み（ビニールの口はビニールテープで止め密封に近い状態にしている）、プラスチック製バケツの中に入れた後、さらに50リットルの特殊不燃物仕様のドラム缶（（社）アイソトープ協会製）に装荷して保管している。ドラム缶の口にはゴムパッキングがあり、機構殷人形峰環境技術センターと同様、ある程度のシール性は確保されていると考えられる。

*1 機構殷人形峰環境技術センターでは、現在はより可燃性にすることを目的として酢酸ビニル製のものを使用している。

1.2 廃棄物の保管環境

廃棄物の保管環境に関し、保管されている建屋の設備、保管条件（温度、湿度など）を調査した。調査結果を表 1.2-1 に示す。表 1.2-1 から、保管状態における機構殿と東芝との大きな違いは、ビニールの口の始末であることがわかる。

機構殿人形崎環境技術センターでは 1.1 において前述した方法でケミドラムに入れた後、圧力は外気より若干負圧、湿度は成り行きの不燃物置き場において保管している。

東芝が核燃料廃棄物を保管している建屋を図 1.2-1 に示す。この建屋は廃棄物保管専用の建物である。廃棄物は、1.1 で述べた方法によりドラム缶に装荷した状態でこの建屋内に保管されている。この建屋は、通常時の温度と湿度の管理はしていないことから、これら保管条件は外気とほぼ同じであると考えられる。ただし、建物に人が入る場合のみ内部を若干負圧に制御している。

1.2.1 模擬塩廃棄物の保管試験

LiCl-KCl 共晶塩を溶融後固化させた模擬塩廃棄物を製作し、一定期間保管した後、外観観察、重量測定および組成などの分析を行い、保管方法を評価するための基礎データを取得した。保管期間は 1 ヶ月、2 ヶ月および 3 ヶ月とした（ただし本保管試験は冬期に行っており外気湿度は比較的低いと考えられる）。

使用済塩は固化した状態で保管されているため、模擬塩廃棄物は高純度アルゴン雰囲気のグローブボックス中において塩を 500°C で溶融させた後、室温まで自然冷却し固化したものを使用した。作製した模擬塩廃棄物の外観を図 1.2.1-1 に示す。模擬塩廃棄物は低炭素鋼製のるつぼ内で固化しており、実使用塩と同様、以降はこのるつぼごと取扱われることとなる。

模擬塩廃棄物は、グローブボックス中でポリエチレン製ビニールで二重に包み、ビニールの口は一重毎にビニールテープで止めて密封に近い状態にした後、ボックス外に取出した（図 1.2.1-2）。これを大気中で 50 リットルのドラム缶に装荷して保管した（図 1.2.1-3）。

1 ヶ月、2 ヶ月および 3 ヶ月間保管した後に保管容器から取出した模擬塩廃棄物の外観を、それぞれ図 1.2.1-4、図 1.2.1-5 および図 1.2.1-6 に示す。こ

これらの図からもわかる通り、外観上変化は見られない。

また、これら模擬塩廃棄物の保管前後の重量変化をまとめて表 1.2.1-1 に示す。いずれの試料とも保管期間に依存せず保管後に重量が増加しているが、重量測定に用いた電子天秤の誤差範囲（±0.1%）内であり、有意な増加とは言えない。

以上より本保管期間内においては、有意な吸湿は見られず、本保管方法の有効性が確認できた。

1.2.2 機構殿および東芝の保管状況

機構殿人形峠環境技術センターおよび東芝原子力技術研究所について、保管している塩廃棄物の状態を調査した。

(1) 機構殿人形峠環境技術センターにおける保管状況

平成3年11月に保管を開始した塩廃棄物についてその保管状況を調査した。

保管されていた塩廃棄物の状態を図1.2.2-1～図1.2.2-9に示す。また保管状況のまとめを表1.2.2-1示す。

図1.2.2-1～図1.2.2-3は、保管容器から、ポリエチレン製ビニールで口を縛った状態で取出された塩廃棄物の外観である。ビニール内には白灰色の容器が見えるが、これは電解槽として使用したアルミナ製るつぼであり、その中に使用済の塩が入っている。なお、図に示される保管状況を観察した場所は、保管場所とは異なる。

図1.2.2-4～図1.2.2-5はビニールの口を解いた状態である。るつぼ内をステンレス製スプーンで掬ったところ、保管時には固化していた塩はほとんどが吸湿して粘性のある緑色の透明な液体（図1.2.2-6）となっていた。

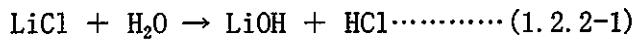
図1.2.2-7～図1.2.2-9はるつぼ内の様子である。前述の緑色液体の表面は茶褐色のフレーク状の物質が覆っていた。機構殿担当者によれば、試験時に使用した低炭素鋼製の攪拌インペラをそのまま入れていたとのことであり、またその色や形状から、この物質はインペラの鉄と吸湿塩とが反応して吸湿塩中に溶解後、液面で酸化された酸化鉄であると推測される。ただし、インペラを取出した時期は不明である。

廃棄塩のうち吸湿性が高いものはLiClである^{*1}。保管塩の重量が700g程度であると仮定すると、その中のLiClの重量は共晶塩組成から次式より約330gとなる。

$$\frac{58.8[mol] \times 46.039[g - LiCl/mol]}{41.2[mol] \times 74.551[g - KCl/mol] + 58.8[mol] \times 46.039[g - LiCl/mol]} \times 700[g - KCl - LiCl]$$

*1化学除湿器において吸湿剤として利用されることもある。

この LiCl と水との反応は以下の式で表される。



(1.2.2-1)式より、300g (6.52mol) のLiClが全量反応するには117gの水が必要となることがわかる。保管中の外気中平均湿度が全国の年間平均湿度と同程度 (70%) とし平均気温が10°Cであったとすると、10°Cの絶対湿度は約10g/kgであることから、8年間に少なくとも11.7kgの外気が流通した計算になる。また空気1gは、約800ccであるので、11.7kgの空気の体積は 9.36×10^6 ccである。これが8年間に（あるいはその最初の何年間で）流通したことから、保管容器の漏洩率は、 3.7×10^{-2} cc/s以上であることが推測される。塩廃棄物を封じたビニールの口は手で縛っただけであり、ビニール内の雰囲気は保管容器内の雰囲気とほとんど通じていたことが、この一因として考えられる。

(2) 東芝における保管状況

平成4年4月に保管を開始した塩廃棄物についてその保管状況を調査した。保管されていた塩廃棄物の状態を図1.2.2-10～図1.2.2-13に示す。また、保管状況のまとめを表1.2.2-1に示す。

図1.2.2-10は今回調査した塩廃棄物が装荷・保管されていたドラム缶の外観である。このドラム缶は、日本アイソトープ協会から購入した50リットル不燃性物用貯蔵容器である。また表1.2.2-2に本ドラム缶の主な仕様をまとめた。

ドラム缶の蓋は天然ゴムパッキングをレバーで締め付ける構成となっている。なお、本ドラム缶は圧力容器ではないため、ゴムパッキングのシール性に関するデータはない。

図1.2.2-11は、ドラム缶の蓋を開けた状態での塩廃棄物の装荷状態である。保管容器内にポリエチレン製ビニールに包まれその口をビニールテープで縛った状態の塩廃棄物が見える。

図1.2.2-12は、保管容器から取り出された塩廃棄物の外観である。ビニール内には黒灰色の容器の中に入った灰色の物が見える。黒灰色の容器は使用済塩を処理する装置から塩やカドミウムを取り出す際に受け容器として使用した低炭素鋼製の容器（内径130mm、内高140mm）である。

図1.2.2-13は、ポリエチレン製ビニールの口を開けた状態での塩廃棄物の外観である。使用済塩は炭素鋼製の容器内に高さ90mmまで入っていたことから、その体積は約1200cc、密度を2g/ccとすると重量では約2.4kgである。使用済塩の様相は、機構殿で保管されていた塩とは異なり完全に固体で、外観からは吸湿・溶解した様子は見られない。

(3) まとめ

以下に機構殿の保管状態と当社の保管状態について比較・整理する。

① 溶融塩の種類

両者ともLiCl-KCl-UCl₃である。またUCl₃の濃度も同程度である。

② 保管期間

両者とも約8年である。

③ ビニール口の始末

機構殿はビニールの口を縛っているのに対して、東芝はビニールテープを多重に巻いて封止している。ただし両者とも完全に密閉している訳ではなく、シール性に極端な違いはないと考えられる。

④ 保管建屋の雰囲気制御

機構殿は、通常時外気より若干負圧に管理しているのに対し、東芝では通常時管理しておらず、建屋に人が立ち入る時のみ若干負圧にしている。このため、機構殿の方が東芝より建屋内の外気の流通量が大きくなっていたと考えられる。

機構殿の保管容器に当たっていた雰囲気の風量や風向等は不明であるが、保管容器周囲の雰囲気が常時流通していたために、東芝の場合に比べて容器内に外気が流入し易い条件であったと考えられ、その結果吸湿が進行した可能性もある。

2. 塩廃棄物管理方法の評価

1章の調査結果に基づき、以下の観点から塩廃棄物の保管方法について評価する。

- (1) 廃棄物の閉じ込め能力、有効期限
- (2) 水分（湿気）の透過性
- (3) 水分が塩廃棄物に侵入した場合の影響
- (4) 廃棄塩からの気体の発生とその影響
- (5) 異常時における閉じ込め材の耐久性（火災、衝撃など）
- (6) 閉じ込め処理性

2.1 廃棄物の閉じ込め能力、有効期限

塩廃棄物の閉じ込め能力は、少なくとも3ヶ月までは極めて良好であることが確認された。ただし、それ以上の長期保管、とくに数年単位の保管では、多重容器あるいは多重包装毎にシール性を十分に確保しないと吸湿する可能性のあることや、吸湿した場合においても閉じ込め能力を確保するためには、容器転倒への対策が必要であることが機構殿の保管状況から示唆された。

有効期限に関しては、ドラム缶の腐食がなく健全である期間およびポリエチレン製ビニール袋の劣化がなく健全である期間を有効期限と想定するのが妥当である。

2.2 水分（湿気）の透過性

水分の透過性について、使用している高密度ポリエチレン製ビニールについて調査した。40°Cでの透湿度は、 $9\text{g}/\text{m}^2/0.05\text{mm}/24\text{hr}$ である（防湿包装材の透湿度は、JIS Z 0208により規定されており、片側の相対湿度を90%、その反対側を吸湿剤によって乾燥状態に保ったときの測定値を指す^[1]）。

ここでは、使用しているポリエチレンの最大透過水分量を概略評価する。使用しているポリエチレン袋の寸法は、口を閉じた状態で $470\text{mm}^{\text{w}} \times 650\text{mm}^{\text{l}}$ 、厚さは 0.05mm である（すなわち表面積は $470\text{mm}^{\text{w}} \times 650\text{mm}^{\text{l}} \times 2 = 0.611\text{m}^2$ である）。本ポリエチレンの最大透湿度は以下の通りとなる。

$$9\text{g}/\text{m}^2/0.05\text{mm}/24\text{hr} \times 0.611\text{m}^2 = 5.5\text{g}/0.05\text{mm}/24\text{hr}$$

東芝で保管していた塩の重量は2.4kgであり、このうちLiClは1.2.2(1)項と同様な計算により1124g(24.4mol)と求められる。このLiClが全量反応するには約440gの

水が必要となる。440gの水が厚さ0.05mmの本ポリエチレンを透過するのに必要な最短時間は、80日 ($440\text{g}/(5.5\text{g}/0.05\text{mm}/24\text{hr})=80$ 日)、すなわち3ヶ月弱となる。

しかしながら、模擬塩廃棄物の3ヶ月間の保管状況や東芝で8年間保管されていた塩廃棄物の保管状況を見る限り、これら塩は吸湿していないことから、上記評価は過大であると判断される。前述した通り、透湿度とは温度40°Cにおいて片側の相対湿度を90%とした場合の測定値であり、保管実状に近いと考えられる温度が全国平均の15°C程度、湿度が全国年間平均の70%程度とは大きく異なることが過大な評価に繋がったと考えられる。JIS Z 0208にも記載されている通り、透湿度に対する温度と湿度の影響は単純ではないため、この測定条件以外の温湿度条件下では実測により求める必要がある。すなわち保管時の透湿度データを得るために今後実測する必要がある。

2.3 水分が廃棄物に侵入した場合の影響

水分が塩廃棄物に浸入した場合の影響については保管する塩の組成に依存する。塩化リチウムは吸湿性が高いため、(1.2.2-1)式に従い水酸化リチウムと塩酸が生成すると考えられる。

塩酸は酸性液体であるので、万ードラム缶のコーティングが剥がれた場合には、ドラム母材（ステンレス）が腐食する可能性がある。

2.4 廃棄塩からの気体の発生とその影響

本検討で対象としている塩廃棄物においては、カチオンの Li^+ が金属 Li に還元された場合に、対イオンである Cl^- が Cl_2 ガスとして発生することになる。しかしながら、保管中に Li イオンが自然に金属 Li に還元されることは、保管容器から取り出しそれに還元する場合を除いて考えられない。よって基本的に気体の発生はないと考えられる。

2.5 異常時における閉じ込め材の耐久性

異常時、特に火災や地震などの衝撃に対する耐久性については特別の対策は取っていない。火災に関しては可燃物を使用しないことで対応可能である。一方、衝撃に関しては、落下試験や圧縮試験を実施済みの衝撃に対する耐久性のあるドラム缶

(日本アイソトープ協会から販売されているドラム缶など) を使用すればよいと考えられる。

2.6 閉じ込め処理性

市販の吸湿材を用いることにより容易に固形化が可能であると考えられる。

3. 塩廃棄物管理方法の提案

ここでは、1章および2章の結果を踏まえ、現状で最良と考えられる管理方法を提案する。候補となる保管方法として、①塩廃棄物を均一な固化体とする方法、②塩廃棄物が水分を含んだ空気と接触しないようにする方法および③塩廃棄物が水分を含んだ空気と接触しても固体状態にする方法の3つが挙げられる。

3.1 塩廃棄物を均一な固化体とする方法

これまで、米国アルゴンヌ国立研究所（以下 ANL と記す）、ロシア原子炉科学研究所（以下 RIAR と記す）および産業創造研究所（以下 IRI と記す）で研究開発されてきた方法である。

ANL では、使用済み溶融塩をゼオライトカラムに通して残留する核分裂生成物（FP）を除去する。ゼオライトは加熱してソーダライト^[2]にするか、もしくはホットプレスして固化するあるいはガラス材と混合してガラスボンド固化^[3]する。

RIAR では、使用済塩廃棄物にリン酸を添加し、リン酸塩（リン酸ナトリウム）沈殿物として FP を回収する。リン酸塩はアルカリ金属 FP を含むことが特徴である。このリン酸塩に固化材としてリン酸ガラスを用いることで比較的多くの廃棄物を含有させることができる。

IRI が提案した方法で、塩化物を過剰のホウ酸により酸化物に転換させた後、ガラス固化する方法である^[4]。

いずれの方法も均一の固化体が合成できるというメリットがある一方、塩廃棄物処理用のプラントが別途必要になる。

3.2 塩廃棄物が水分を含んだ空気と接触しないようにする方法

ポリエチレン製ビニールで包む前に塩廃棄物を安定化するため、塩廃棄物を疎水性のコーティング材でコーティングして水分と接触しないように遮断する方法であり、比較的容易に実施できる。

3.3 塩廃棄物が水分を含んだ空気と接触しても固体状態にする方法

ポリエチレン製ビニールで包む際に、塩廃棄物に高分子の吸湿材を加える方法で、比較的容易に実施できる。加える吸湿材の量は、前述の(1.2.2-1)式において塩化

リチウムが吸湿して水酸化リチウムと塩酸になる反応を考慮して決める必要がある。すなわち、室温では水酸化リチウムは固体で存在する一方、塩酸は液体であるため高分子吸湿材に吸収される可能性がある。ただし高分子吸湿材への塩酸の吸収量については、今後試験により確認する必要がある。

3.4 保管方法の提案

機構殿で実施予定の Pu を用いた乾式再処理試験においては、使用済塩廃棄物は簡易かつ安全に処理できることが肝要である。塩廃棄物を均一な固化体とする方法では、大掛かりな装置・設備が必要となるため適していない。

塩廃棄物は水分を含んだ空気と接触すると、機構殿人形峰環境技術センターにおいて保管されていた塩廃棄物のように吸湿し液体となってしまうので、万一保管容器内に水分が侵入した場合でも確実に吸収させる必要がある。そこで、あらかじめ高分子吸湿材を塩廃棄物と一緒に装荷・保管する方法が最も容易かつ安全であると考えられる。

4. まとめ

機構殿では、Pu を用いた乾式再処理の試験を予定していることから、この試験で使用済となった塩廃棄物を安全に長期間保管するための管理方法を調査・検討し、安全に管理するための保管方法を提案した。

検討結果を以下にまとめる。

① 塩廃棄物の保管方法

ポリエチレン製ビニールで二重に包み、ビニールの口は溶着する等できるだけ密封に近い状態にしたものを、耐食性の高いたとえばプラスチック等の容器に入れ、さらにシール性の高いドラム缶に装荷して保管する多重包装、多重容器により多重にシール性が確保された保管方法が適している。

② 塩廃棄物の保管環境

保管建屋内の温度は可能な限り小さくした方が良いことは明らかであるが、①で述べた方法で廃棄物を保管することにより、保管建屋内の温度や湿度が外気と同程度であったとしても長期保管ができる可能性がある。

③ 塩廃棄物の管理方法

機構殿人形峰環境技術センターにおいて保管されていた廃棄物のように塩廃棄物は水分を含んだ空気と接触すると吸湿し液化するので、長期保管により万一シール性が不十分となった場合を想定し、適量の高分子吸湿材をあらかじめ封入しておくことが重要である。

表 1.2-1 各研究機関で実施している塩廃棄物の保管方法

	保管状態	保管容器			保管環境	保管設備
		材質	形状	寸法など		
機構殿 環境技術センター	ポリエチレン製ビニールで二重に包み口を縛って50リットルペール缶に入れたものを200リットルケミドラム内で保管	ステンレス鋼 (コーティング)	円筒	200リットル ケミドラム	外気に対し若干負圧に引いた状態。温度、湿度は特別コントロールしていない	不燃性廃棄物を置く建物
東芝 原子力技術研究所	ポリエチレン製ビニールで二重に包み、口をビニールテープで封じたものを50リットルのドラム缶内で保管	ステンレス鋼 (コーティング)	円筒	50リットルドラム缶 $\phi 365\text{mm}^H \times 595\text{mm}^H \times 1.2\text{mm}^t$	温度、湿度をコントロールしておらず、外気と同じ。建物内に人が立ち入る際のみ若干負圧にコントロール	核燃料廃棄物専用の保管建屋
日本原子力研究所	アルゴンガス雰囲気グローブボックス内に一時保管。 処理する場合は水溶液に溶解後、湿式法により処理する予定	—	—	—	水分、酸素濃度10ppm以下の負圧アルゴン雰囲気	アルゴン雰囲気グローブボックス
電力中央研究所 所泊江研究所 (参考)	希土類元素含有使用済塩(核燃料物質含まず)を水で希釀後、廃棄物処理業者に引き渡し	—	—	—	—	—

表 1.2.1-1 模擬塩廃棄物の重量測定結果

試料No.	保管期間	保管前重量[g]	保管後重量[g]	重量変化[g]	重量変化[%]
1	1ヶ月	453.93	454.01	+0.08	+0.02
2	2ヶ月	700.34	700.58	+0.24	+0.03
3	3ヶ月	700.45	700.56	+0.11	+0.02

表 1.2.2-1 機構殿および東芝の保管状況

	保管物質	塩組成	保管期間
機構殿 人形峠環境技術センター	高純度アルミ製るつぼに入 った使用済塩およびCd	KCl-58.8mol%LiCl +数%UCl ₃	H3.11～H11.12 の約8年間
東芝 原子力技術研究所	低炭素鋼製るつぼに入っ た使用済塩およびCd	KCl-58.8mol%LiCl +数%UCl ₃	H4.4～H12.4 の 8年間

表1.2.2-2 ドラム缶の主な仕様

缶種	1.2mm 50リットル オープン内焼 レバー式	
用途	50リットル 不燃物用貯蔵容器（黄色）	
寸法・材質	材質	冷間圧延鋼板
	板厚	1.2mm
	容量	50リットル
	内径	340±3mm
	内高	560±5mm
構造	捲締	地捲締
	リンク	1.6mm 内レバー式
	その他	胴体 大型取手付（2ヶ） 天然ゴムパッキン
塗装	内面	磷酸塩化成処理後エポキシ系塗料焼付塗装
	外面	黄色一色 メラミン系塗料
標示	JRIA（黒）	

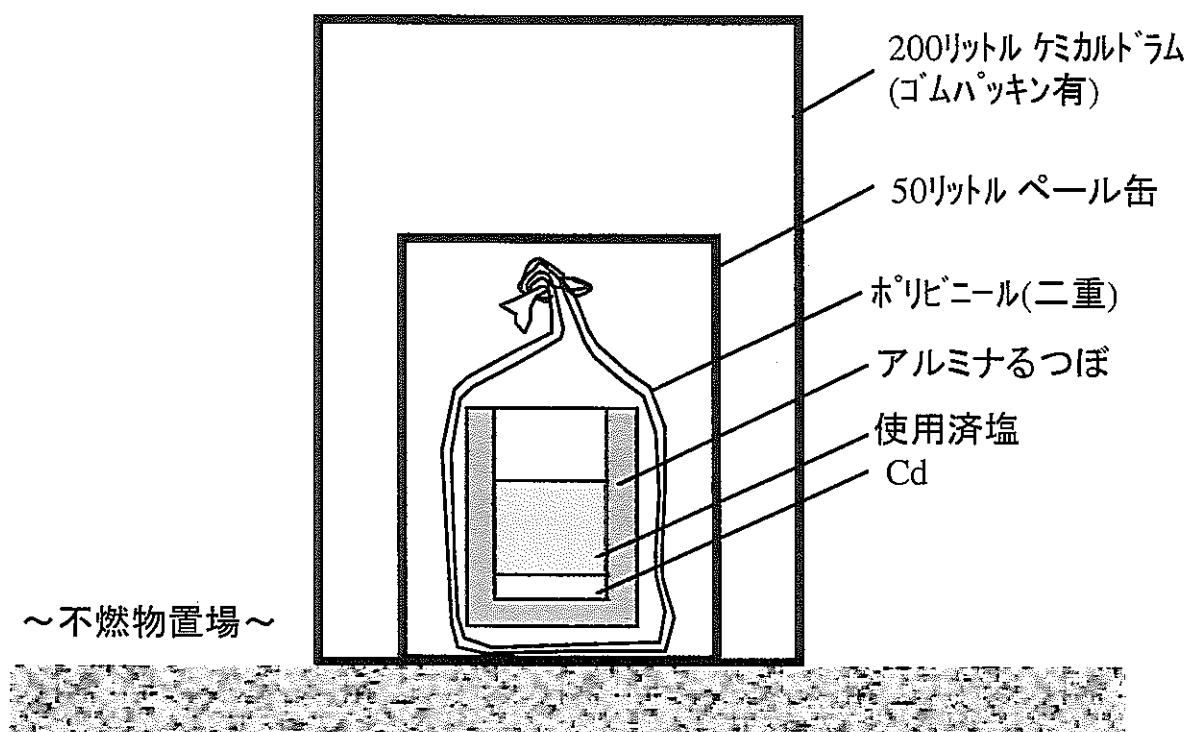


図1.1-1 機構殿人形峰環境技術センターにおける保管状況の概念

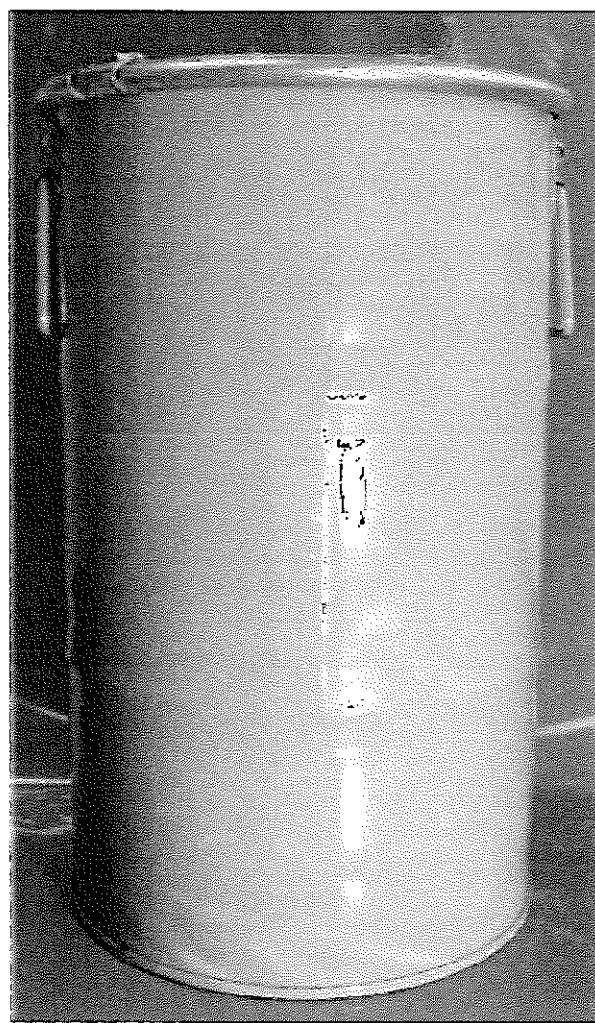


図1.1-2 東芝の保管容器

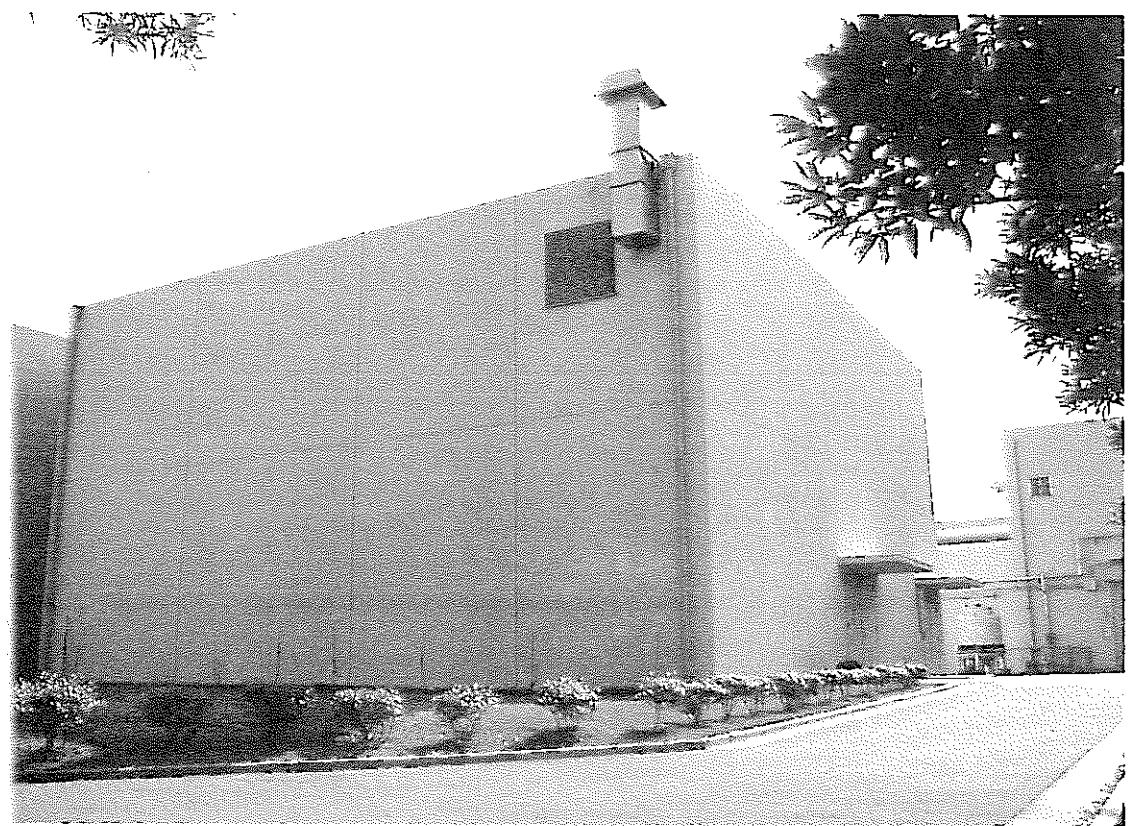


図1.2-1 廃棄物保管建屋（東芝）



図1.2.1-1 作製した模擬塩廃棄物



図1.2.1-2 ビニールで二重に包んだ模擬塩廃棄物の外観

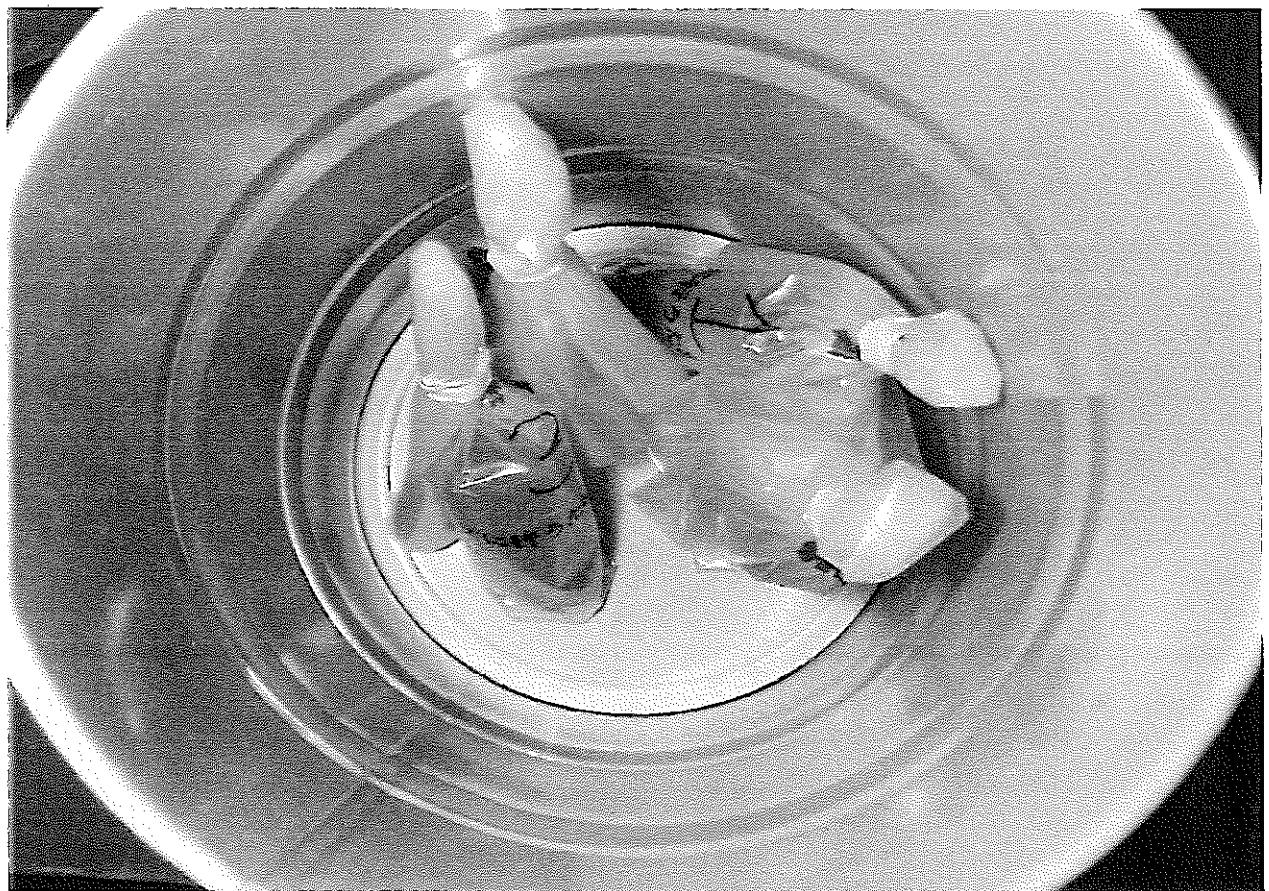


図1.2.1-3 ドラム缶への装荷状態

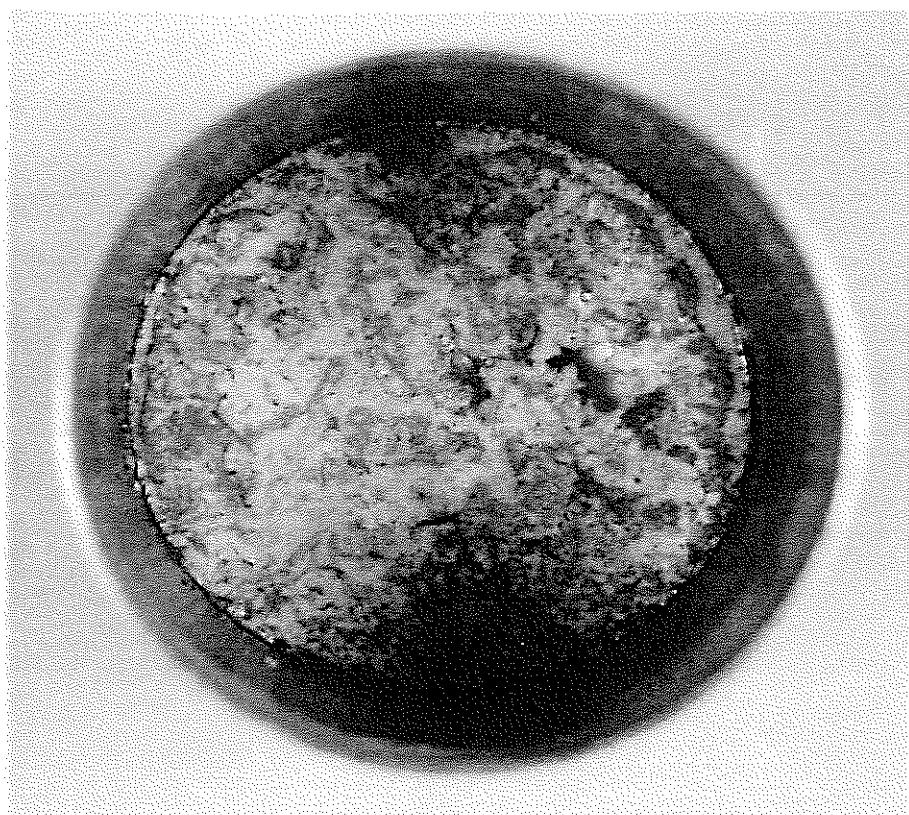


図1.2.1-4 模擬塩廃棄物の外観（1ヶ月保管後）

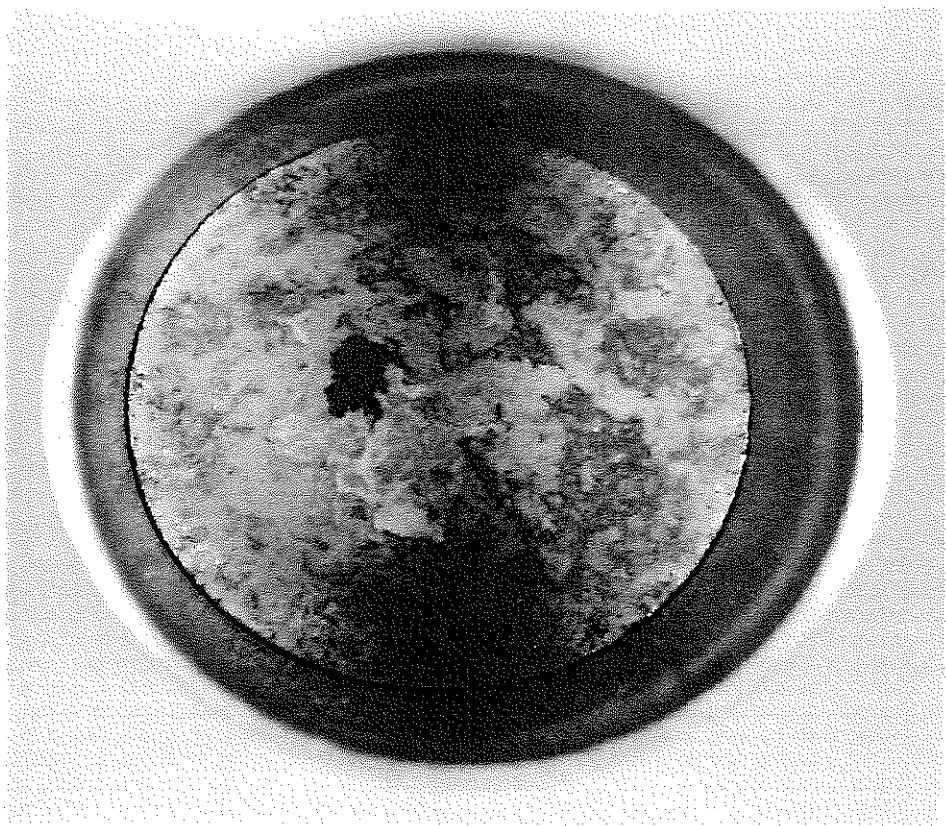


図1.2.1-5 模擬塩廃棄物の外観（2ヶ月保管後）

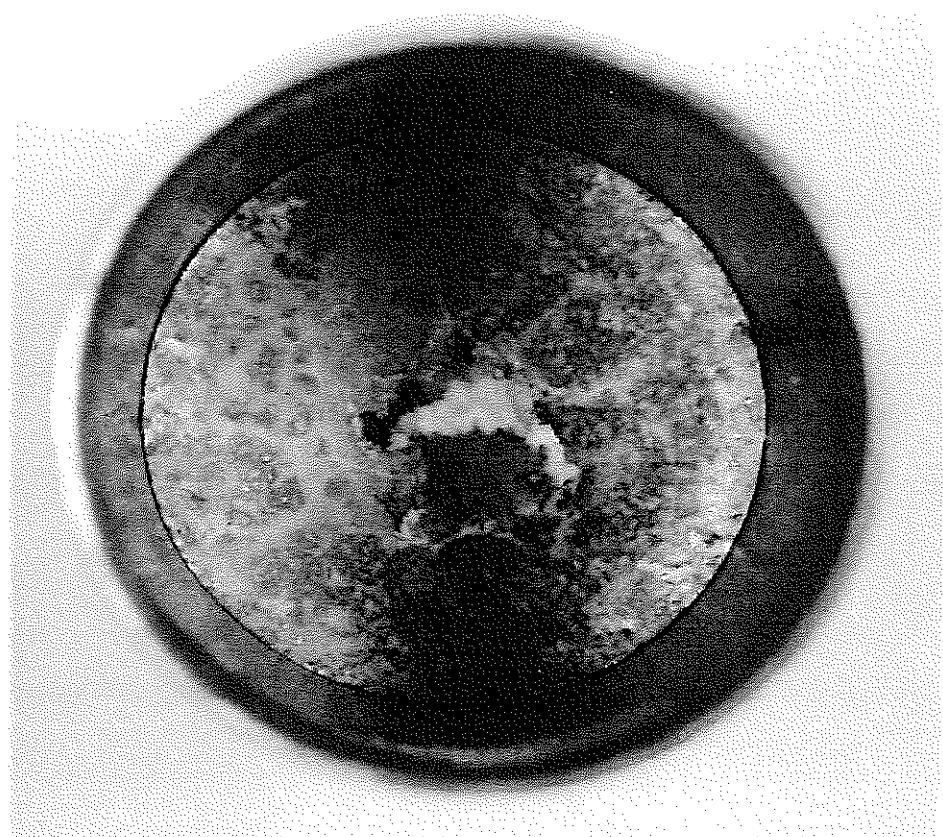


図1.2.1-6 模擬塩廃棄物の外観（3ヶ月保管後）



図1.2.2-1 保管されていた塩廃棄物の状態 (1)



図1.2.2-2 保管されていた塩廃棄物の状態（2）



図1.2.2-3 保管されていた塩廃棄物の状態 (3)



図1.2.2-4 保管されていた塩廃棄物の状態 (4)



図1.2.2-5 保管されていた塩廃棄物の状態 (5)

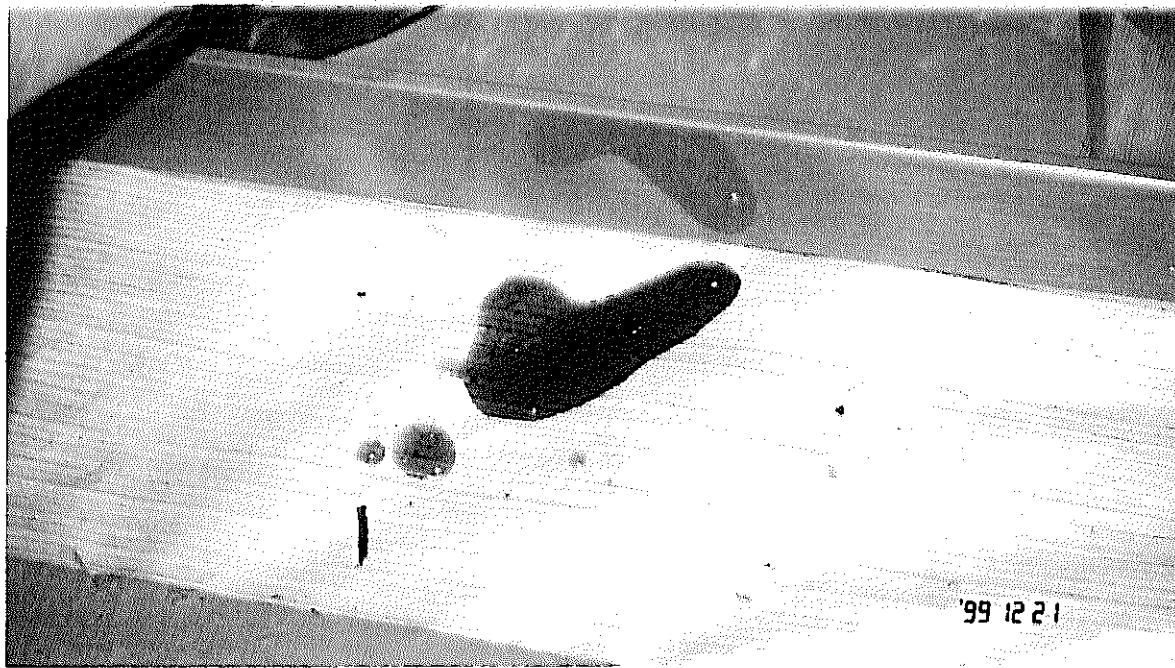


図1.2.2-6 保管されていた塩廃棄物の状態 (6)



図1.2.2-7 保管されていた塩廃棄物の状態 (7)

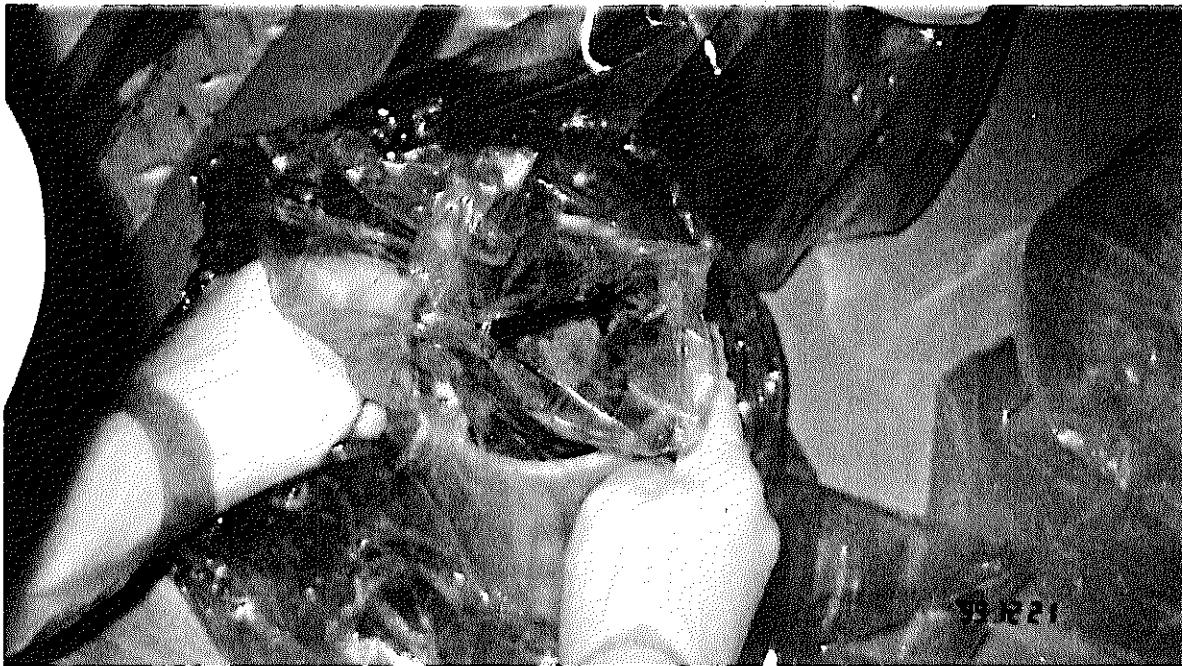


図1.2.2-8 保管されていた塩廃棄物の状態 (8)



図1.2.2-9 保管されていた塩廃棄物の状態 (9)



図1.2.2-10 塩廃棄物の保管容器（ドラム缶）の外観



図1.2.2-11 塩廃棄物の装荷状態



図1.2.2-12 保管容器から取出した塩廃棄物の外観



図1.2.2-13 塩廃棄物の外観

5. 参考文献

- [1]JIS Z 0208 「防湿包装材料の透湿度試験方法」 (1976).
- [2]T. Koyama, C. Matsubara T. Sawa and H. Tanaka, Proceedings of GLOBAL'97, Yokohama, Japan, Oct. 5-10, 1, 610 (1997).
- [3]J. P. Ackerman and T. R. Johnson, Proceedings of GLOBAL'93, Seattle, Washinton, Sept. 12-19, 969 (1993).
- [4]Y. Ikeda, Y. Takashima, H. Kobayashi and H. Igarashi, J. Nucl. Sci. Technol., 32, 1138 (1995).