

**研究施設等廃棄物浅地中処分施設における
廃棄体の受入基準の設定
—有害な空げきが残らないこと及び一体となるような充填—**

Waste Acceptance Criteria for Waste Packages Destined
for Near Surface Disposal Containing Radioactive Waste
from Research, Industrial and Medical Facilities

仲田 久和 坂井 章浩 岡田 翔太 出雲 沙理
辻 智之 黒澤 亮平 天澤 弘也

Hisakazu NAKATA, Akihiro SAKAI, Shota OKADA, Sari IZUMO
Tomoyuki TSUJI, Ryohei KUROSAWA and Hiroya AMAZAWA

バックエンド研究開発部門
廃棄物対策・埋設事業統括部

Radioactive Waste Management and Disposal Project Department
Sector of Decommissioning and Radioactive Waste Management

March 2016

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

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

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

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

© Japan Atomic Energy Agency, 2016

研究施設等廃棄物浅地中処分施設における廃棄体の受入基準の設定
— 有害な空げきが残らないこと及び一体となるような充填 —

日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門 廃棄物対策・埋設事業統括部

仲田 久和、坂井 章浩、岡田 翔太、出雲 沙理、辻 智之、黒澤 亮平*、天澤 弘也

(2016年1月12日受理)

日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という。)が計画している研究施設等廃棄物の浅地中処分施設で受け入れる廃棄体等は、第2種廃棄物埋設規則に規定された廃棄体等の技術基準に適合していることが求められる。廃棄体等のうち、コンクリートピットに埋設する充填固化体の技術基準の一つには、「放射線障害防止のため、放射性廃棄物を原子力規制委員会の定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。」とされ、廃棄体内部に有害な空げきがなく、固型化材料等と放射性廃棄物が一体となるように充填をすることが必要となる。

原子力機構では、各拠点での廃棄体の作製に備えて、これまでに廃棄体作製に係る基本手順の原則を検討してきており、一部の拠点においては検討結果の一部を採り入れて不燃性の固体状の放射性廃棄物を分別し保管管理している。本試験では、その際の分別作業記録に基づき廃棄物組成を調査し、廃棄体の充填性の観点から保守側に組成を設定し、設定した組成による模擬廃棄物を作製した。模擬廃棄物は、所定の基本手順に従い容器へ収納し、今回新たに設定したモルタルの示方配合による充填材の充填、固型化、養生を行って模擬廃棄物を作製した。その内部の空げき量を測定することで、模擬廃棄体に有害な空げきがないことを確認した。また、切断試験をすることで、一体となるように充填されていることを確認した。

本試験の結果により、今回対象とした不燃性固体廃棄物の充填固化体については、同手順に従うことにより、有害な空げきが残らないこと及び一体となるような充填の廃棄体の物理的な性能に係る技術基準について適合した廃棄体が製作できる見通しが得られた。

本報告書は、三菱マテリアル株式会社が国立研究開発法人日本原子力研究開発機構との契約により実施した業務成果に基づくものである。

旧本部事務所：〒319-1112 茨城県那珂郡東海村村松 4-49

* 技術開発協力員

Waste Acceptance Criteria for Waste Packages Destined for Near Surface Disposal Containing
Radioactive Waste from Research, Industrial and Medical Facilities

Hisakazu NAKATA, Akihiro SAKAI, Shota OKADA, Sari IZUMO, Tomoyuki TSUJI,
Ryohei KUROSAWA* and Hiroya AMAZAWA

Radioactive Waste Management and Disposal Project Department
Sector of Decommissioning and Radioactive Waste Management
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 12, 2016)

Radioactive waste packages, which Japan Atomic Energy Agency (JAEA) is planning to dispose of, must meet the technical requirements specified in the rules for the disposal of Category 2 nuclear fuel material or materials contaminated by nuclear fuel material. One of the requirements is that radioactive waste be solidified and stored in a container by a method to be determined by the regulator (in this case the Nuclear Regulation Authority). The radioactive waste must be solidified in such a way that no harmful voids remain after filling. This is then termed a waste package.

JAEA has been preparing an operating procedure manual for quality control of radioactive waste disposal to be applied to the processing of the waste packages. Raw wastes generated by JAEA are segregated and stored by a method specified in the manual. This report investigated the composition of raw wastes from records of the segregation process to allow filling to be optimized. Simulated waste packages were produced by placing the waste materials in a 200 liter drum, which was then filled with mortar of a novel mix proportion, followed by curing in a controlled manner. The presence of voidage and the immobility of the raw waste were investigated by direct measurement and visual inspection of a vertical cross-section of the waste package. Waste packages produced in accordance with the manual met the technical requirements for the physical properties of noncombustible wastes, including immobility and the absence of harmful voidage.

Keywords: Waste Package, Voidage, Mortar

This work was based on the study performed by Mitsubishi Materials Corporation under contract with the Japan Atomic Energy Agency.

* Collaboration Engineer

目次

| | |
|--|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 充填性確認試験を実施するにあたっての前提 | 2 |
| 2.1 充填性確認試験の想定 | 2 |
| 2.2 技術基準の確認項目と本試験での対応 | 2 |
| 2.3 有害な空げきの基準 | 2 |
| 2.4 一体となるような充填がされていることの確認 | 3 |
| 3. 研究施設等廃棄物の技術基準への適合性の観点から検討を要する事項 | 4 |
| 3.1 技術上の確認事項 | 4 |
| 3.2 技術上の確認事項への対応 | 4 |
| 4. 充填性確認試験 | 6 |
| 4.1 試験体の作製の考え方と模擬廃棄物組成の設定 | 6 |
| 4.2 モルタル充填材の充填及び空げき率の評価 | 8 |
| 4.2.1 モルタル充填材の充填 | 8 |
| 4.2.2 空げき率の評価 | 10 |
| 4.3 切断による断面確認 | 12 |
| 5. 本試験における結論 | 13 |
| 5.1 本試験の結果に基づいて設定した基準 | 13 |
| 5.2 上記基準を適用する際の条件 | 13 |
| 6. まとめ | 14 |
| 謝辞 | 15 |
| 参考文献 | 15 |
| 付録-1 固体状の放射性廃棄物の分別作業記録の整理について | 48 |
| 付録-2 200 リットルドラム缶の容積について | 52 |
| 付録-3 モルタル充填材の密度について | 54 |
| 付録-4 空げき率の評価方法について | 58 |
| 付録-5 廃棄物形状に応じた充填性について | 62 |
| 付録-6 原子力機構における廃棄体作製に係る基本手順の原則 | 66 |

Contents

| | |
|---|----|
| 1. Introduction | 1 |
| 2. Preconditions for the tests | 2 |
| 2.1 Assumptions | 2 |
| 2.2 List of considerations and its correspondence | 2 |
| 2.3 Criteria for harmful voids | 2 |
| 2.4 Verification of integrated filling method | 3 |
| 3. Considerations for compliance with technical requirements | 4 |
| 3.1 Technical considerations | 4 |
| 3.2 Measures to meet the technical considerations | 4 |
| 4. Results | 6 |
| 4.1 Manufacturing of test specimen and its composition | 6 |
| 4.2 Filling property evaluation test | 8 |
| 4.2.1 Filling with mortar | 8 |
| 4.2.2 Voidage evaluation | 10 |
| 4.3 Inspection by cross-sectioning | 12 |
| 5. Conclusions | 13 |
| 5.1 Test results | 13 |
| 5.2 Conditions | 13 |
| 6. Summary | 14 |
| Acknowledgements | 15 |
| References | 15 |
| Appendix-1 Segregation process records | 48 |
| Appendix-2 Volume of 200 liter drum | 52 |
| Appendix-3 Density of mortar | 54 |
| Appendix-4 Evaluation method for voidage | 58 |
| Appendix-5 Filling properties and waste shape | 62 |
| Appendix-6 Operational procedures manual for quality control of radioactive waste disposal | 66 |

図表・写真リスト

| | | |
|------|------------------------------------|----|
| 表 1 | 技術基準の確認項目と本試験での対応 | 16 |
| 表 2 | 充填性確認試験における技術上の確認事項 | 16 |
| 表 3 | 廃棄体内の空げき量に影響のある因子 | 17 |
| 表 4 | 模擬廃棄物の組成 | 17 |
| 表 5 | 模擬した廃棄物の発生施設 | 17 |
| 表 6 | 200 リットルドラム缶に収納した模擬廃棄物の種類毎の収納重量 | 18 |
| 表 7 | 試験体の数量と充填する充填材の流動性 | 19 |
| 表 8 | 使用材料 | 19 |
| 表 9 | モルタル充填材の配合条件 | 19 |
| 表 10 | P ロート試験の結果(試験練り) | 20 |
| 表 11 | 試験練り 28 日後の一軸圧縮強度試験結果 | 20 |
| 表 12 | P ロート試験の結果(充填前) | 20 |
| 表 13 | モルタル充填材の充填条件 | 21 |
| 表 14 | 標準養生 28 日後の一軸圧縮強度試験結果 | 21 |
| 表 15 | モルタルの平均充填高さ(硬化後)の測定結果 | 22 |
| 表 16 | モルタル充填材注入前に試験体に注入した水の体積の測定結果 | 22 |
| 表 17 | 試験体に充填したモルタル充填材の体積の測定結果 | 23 |
| 表 18 | 上部空げき部の注入水量(20 秒、30 秒)測定結果 | 23 |
| 表 19 | 上部空げき部の注入水量(40 秒、50 秒)測定結果 | 24 |
| 表 20 | 注入水及び試験体重量測定結果 | 24 |
| 表 21 | 上部空げき体積の評価 | 25 |
| 表 22 | 内部空げき率の評価方法及び内部空げき率の評価結果 | 26 |
| 表 23 | 残存空げき率(%) | 27 |
| 図 1 | 検討フロー | 28 |
| 図 2 | ドラム缶内の模擬廃棄物の収納物模式図 | 28 |
| 図 3 | 練り混ぜの方法 | 29 |
| 図 4 | 受入時の配合を確認した記録 | 29 |
| 図 5 | 固型化部上面の測定位置 | 30 |
| 図 6 | ドラム缶内の上部空げき・固型化部の模式図 | 30 |
| 図 7 | モルタル充填前に試験体に注入した水の体積の測定模式図 | 30 |
| 図 8 | 充填したモルタル充填材の体積の測定模式図 | 31 |
| 図 9 | ダイヤモンドワイヤーソーの外観 | 31 |
| 写真 1 | ドラム缶底部に金属板を収納した状況(金属板周囲にはアングル材を配置) | 32 |
| 写真 2 | 金属板の上にアングル材を収納した状況 | 32 |

| | | |
|-------|---|----|
| 写真 3 | アングル材の上にボルト・ナットを収納した状況(ボルト・ナットの上に飛散防止用のメッシュを配置) | 32 |
| 写真 4 | ボルト・ナットの上に口径 20A、長さ 30cm の配管 270 本を水平収納した状況 | 33 |
| 写真 5 | 水平収納した配管の側部に口径 20A、長さ 60cm の配管を収納した状況 | 33 |
| 写真 6 | 水平収納した配管の上にケーブル、弁類を収納した状況 | 33 |
| 写真 7 | 弁類を収納した後に圧力計を収納した状況 | 34 |
| 写真 8 | 50 リットル強制二軸ミキサでの練り混ぜの状況 | 34 |
| 写真 9 | P ロート試験の実施状況 | 34 |
| 写真 10 | 一軸圧縮強度試験の実施状況 | 35 |
| 写真 11 | アジテータ車による運搬 | 35 |
| 写真 12 | ホッパへの投入状況(ふるいにて粗骨材を除去) | 35 |
| 写真 13 | ホッパへの投入完了時 | 36 |
| 写真 14 | 受入時の確認の状況 | 36 |
| 写真 15 | 上部空げき 20%に相当するドラム缶天端からの深さの測定状況 | 36 |
| 写真 16 | ホッパから試験体への充填 | 37 |
| 写真 17 | 試験体への充填状況 1 | 37 |
| 写真 18 | 試験体への充填状況 2 | 37 |
| 写真 19 | 試験体への充填状況 3 | 38 |
| 写真 20 | 計器の浮き上がり状況 | 38 |
| 写真 21 | 充填後の養生の状況 | 38 |
| 写真 22 | P ロート流下時間 20 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況 | 39 |
| 写真 23 | P ロート流下時間 30 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況 | 39 |
| 写真 24 | P ロート流下時間 40 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況 | 39 |
| 写真 25 | P ロート流下時間 50 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況 | 40 |
| 写真 26 | P ロート流下時間 20 秒のモルタルを充填した試験体の硬化後の状況 | 40 |
| 写真 27 | P ロート流下時間 20 秒のモルタルを充填した試験体の沈下後の状況 | 40 |
| 写真 28 | P ロート流下時間 30 秒のモルタルを充填した試験体の硬化後の状況 | 41 |
| 写真 29 | ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 20 秒の試料) | 41 |
| 写真 30 | ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 30 秒の試料) | 41 |
| 写真 31 | ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 40 秒の試料) | 42 |
| 写真 32 | ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 50 秒の試料) | 42 |
| 写真 33 | 硬化後の試験体への水の注入重量の測定 | 42 |
| 写真 34 | 硬化後の試験体への水の注入 | 43 |
| 写真 35 | 硬化後の試験体への水の注入を止めた状況 | 43 |
| 写真 36 | 硬化後の試験体及び注入水の重量測定 | 43 |
| 写真 37 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 17 秒) | 44 |
| 写真 38 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 17 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大 | 44 |
| 写真 39 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 34 秒) | 45 |

| | | |
|-------|--|----|
| 写真 40 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 34 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大 | 45 |
| 写真 41 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 44 秒) | 45 |
| 写真 42 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 44 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大 | 46 |
| 写真 43 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 52 秒) | 47 |
| 写真 44 | 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 52 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大 | 47 |

This is a blank page.

1. はじめに

日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という。)は、原子力機構法(平成 20 年法律第 51 号)に基づき、原子力機構及び国内の研究施設等から平成 60 年度までに発生が見込まれる低レベル放射性廃棄物(以下、「研究施設等廃棄物」という。)のうち、浅地中処分対象の廃棄物に係る埋設事業の実施主体となっている。

廃棄物対策・埋設事業統括部では、研究施設等廃棄物の埋設事業を進めるための施策の一環として、原子力機構及び国内の研究施設等で保管されている放射性廃棄物を適切に処理して、埋設可能な廃棄物(以下、「廃棄体」という。)を製作するために必要な技術上の検討を行ってきた。

研究施設等廃棄物の浅地中埋設処分にあたっては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」において、廃棄体が技術基準に適合していることについて原子力規制委員会の確認を受けなければならないことが定められている。この技術基準は、「核原料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」第 8 条に定められており、同条第 2 項第 1 号に、「放射線障害防止のため、放射性廃棄物を原子力規制委員会の定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。」がある。「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術細目を定める告示」第 4 条第 2 項第 6 号では、固体状の放射性廃棄物の固型化の方法として、「固型化に当たっては、あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料を容器内の放射性廃棄物と一体となるように充填すること。この場合において、容器内に有害な空げきが残らないようにすること。」がある。このため、埋設処分をするためには、研究施設等廃棄物が容器と一体となるような充填をして、廃棄物内部の空げきを低減するための措置をし、当該技術基準を満足していることを示す必要がある。

原子力機構では、各拠点での廃棄体の製作に備えて、これまでに「原子力機構における廃棄体作製に係る基本手順の原則」(以下、「基本手順」という。)を検討してきており、一部の拠点においては検討結果の一部を採り入れて不燃性の固体状の放射性廃棄物を分別し保管管理している。基本手順は、原子力機構において発生・保管している固体状の放射性廃棄物を、原子力機構内の各拠点で統一的な廃棄体とすることを目的として、廃棄体の作製に関する基本的な事項についてその手順を検討してきたもので、商用原子力発電所で適用している「充填固化体の標準的な製作方法」¹⁾の考え方を取り入れている。

本報告書では、基本手順に従って固体状の放射性廃棄物を分別した記録に基づいて、主に金属廃棄物の組成を調査して、廃棄体の充填性の観点から保守的な廃棄物組成を設定する。設定した廃棄物組成による模擬廃棄物の容器への収納、今回新たに用いたモルタルの示方配合による充填材の充填、固型化を行って、模擬廃棄体(以下、「試験体」という。)を作製した。作製した試験体を用いて、試験体内部の空げき量を測定し、その後、試験体の切断試験を行い、廃棄体の技術基準への適合性を確認した。

また、実際の廃棄物管理部署においては、多種多様な固体状の放射性廃棄物を取り扱うことがあるため、充填性試験及び切断試験の結果に基づき、廃棄体内に有害な空げきがなく、一体となるような充填とするための固型化材料の示方配合、充填条件に関する基準を設定し、固体状の放

放射性廃棄物の容器への収納に係る条件を示した。

これにより、今回新たに用いたモルタルの示方配合、充填条件等を取り入れた基本手順を取り纏めるものとした。

2. 充填性確認試験を実施するにあたっての前提

2.1 充填性確認試験の想定

本試験は、研究施設等廃棄物のうち、主に金属廃棄物の充填固化体を対象とした。これは、金属廃棄物が原子力機構で保管されている研究施設等廃棄物の中でも大きな存在割合を占めていること、また、将来の施設の廃止措置によっても多く発生することが想定されることから、効率よく埋設処分を進めるためである。

金属廃棄物を廃棄体とするために、現在の技術基準の「固型化に当たっては、あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料を容器内の放射性廃棄物と一体となるように充填すること。この場合において、容器内に有害な空げきが残らないようにすること。」に適合することを目的とする。

この際、金属廃棄物は圧縮処理をせずに、これまでに検討が継続されている基本手順に従って、手分別によって分別し、200 リットルドラム缶へ収納される廃棄物を対象とする。これは、原子力機構では、新たな処理設備の整備のための予算措置が難しい状況にあり、より簡易な方法としてコスト削減を考慮した廃棄体の作製方法とする考え方によるものである。

このため、本試験は、上記の考え方にに基づき、既に保管廃棄されている固体状の放射性廃棄物のうち、基本手順に従って手分別し、200 リットルドラム缶に収納した金属廃棄物を主たる対象として、模擬廃棄物の組成を設定した。その模擬廃棄物を、基本手順に従って所定の容器に収納した場合よりも充填されにくいように収納し、固型化材料等の充填、固型化をし、試験体を製作した。試験体の作製の過程で、容器内の空げき量を測定するとともに、試験体を切断して一体となるような充填ができていないことを目視確認した。これらの試験の結果に基づいて、上記技術基準に適合する廃棄体とできることを確認することで、基本手順の妥当性を示すこととした。なお、本試験での固型化材料等とは、モルタル充填材を使用することとした。

2.2 技術基準の確認項目と本試験での対応

本試験で考慮する、技術基準の確認項目と本試験での対応を表 1 に示す。表中の告示に対する確認項目は、先行事業者の例²⁾に従った。当該確認項目に対して本試験での対応方法を合わせて示している。

2.3 有害な空げきの基準

「容器内に有害な空げきが残らないこと」とする技術基準は、廃棄物埋設施設に廃棄体を埋設後、陥没が発生することを防止するために定められているとしている²⁾。

液体状の放射性廃棄物をセメントと練り混ぜて、ドラム缶に固型化した均質・均一固化体の埋設処分を実施している事例では、有害な空げきとは、200 リットルドラム缶あたり 30%とされている³⁾。

固体状の放射性廃棄物を必要に応じて切断、圧縮等をして、モルタルで固型化した充填固化体については、固型化部とドラム缶の上蓋までの空間（上部空げき部）は10%を超えないこととされ、固型化部内部の空げき率は20%以下であることが求められる³⁾。充填固化体の空げき率がドラム缶あたり30%とされたことについては、均質・均一固化体がドラム缶あたり30%とされたことを参考としている。

研究施設等廃棄物の金属廃棄物の充填固化体でもこの基準に従った。このため、本試験では、固型化材料等が、金属廃棄物の間の空げきに充填され、その空げき率が基準値以下となることを確認した。

2.4 一体となるような充填がされていることの確認

「一体となる」とは、容器内に収納された複数の多種多様な放射性廃棄物が、固型化材料等によって固型化され、放射性廃棄物が容易に外部に飛散・漏えいしないような状態となることを求めたものとある²⁾。

また、このような状態とするには、充填固化体の作製前の処理や固型化材料等の充填が適切に行われていることが重要とされている。

先行事例では、「一体となる」については、所定の方法で作製された試験体を縦方向に切断し、その切断面を観察することによって、その充填固化体の作製方法の妥当性が確認されている⁴⁾。

研究施設等廃棄物の充填固化体でもこれに従った。このため、本試験は、固型化材等を充填材した試験体を切断し、切断面を観察することにより模擬廃棄物と固型化材料等が一体となっていることの確認をした。

3. 研究施設等廃棄物の技術基準への適合性の観点から検討を要する事項

研究施設等廃棄物については、これまでに埋設処分された実績が無く基本手順に従って作製した廃棄体は、技術基準への適合性の評価が必要になる。

図 1 に検討フローを示す。検討フローでは、基本手順に従って固体状の放射性廃棄物を分別した際の分別作業記録に基づいて、主に金属廃棄物を対象として、廃棄物の組成を調査する。これに基づき廃棄体の充填性の観点から保守的な廃棄物組成を設定して、設定した廃棄物組成による模擬廃棄物の容器への収納方法の影響、固型化材料の配合、充填条件を試験評価するために、模擬廃棄体(試験体)を製作し、その内部の空げき率を評価する。その後、試験体を切断し、一体となるような充填がされることを確認する。これらの試験に基づいて、研究施設等廃棄物の金属廃棄物について、基本手順に従って廃棄物の分別、容器への収納、充填材の配合、固型化、養生して作製した廃棄体は、技術基準への適合していることを示す。

また、その結果に基づいて、基本手順の妥当性を確認、固型化材料の示方配合、充填条件に関する基準を設定するとともに、固体状の放射性廃棄物を容器へ収納する際の条件を提示する。

3.1 に技術上の確認事項を示し、3.2 では技術上の確認事項への対応を示す。

3.1 技術上の確認事項

金属廃棄物にモルタル充填材を充填した場合に、モルタル充填材の充填により有害な空げきが残らないこと、一体となるような充填がされた廃棄体であることを示す必要がある。この技術基準への適合性の観点から、充填性確認試験における技術上の確認事項を表 2 に示す。検討、整理すべき技術上の確認内容は、「ドラム缶への金属廃棄物の収納方法」と「モルタル充填材の示方配合」となる。

3.2 技術上の確認事項への対応

(1) ドラム缶への金属廃棄物の収納

金属廃棄物は、その形状が、板、棒、片等で廃棄物内部に閉空間がなく、モルタル充填材の充填性を考慮する必要がないものと、配管、弁、圧力計等の廃棄物内部の閉空間への充填性を考慮する必要があるものがある。充填性に影響がある形状の廃棄物を多くドラム缶に収納した場合、廃棄体内部の空げきが大きくなることが考えられる。

その他に、ドラム缶内の空げき量を定める因子には、収納する廃棄物の寸法、収納方法、廃棄物組成(形状寸法毎の収納割合)が考えられる。このため、これらの因子を適切に考慮して、模擬廃棄物の組成を設定する必要がある。この模擬廃棄物の組成は、本試験では、原子力機構で実際に原子炉施設の解体廃棄物を分別した記録に基づいて設定した。模擬廃棄物は、原子力機構内外の廃棄物管理部署で金属廃棄物をドラム缶に収納した場合よりも、各因子について、充填性の観点から保守的(充填されにくい)になる組成とした。

(2) モルタル充填材の示方配合

研究施設等廃棄物で想定される模擬廃棄物に対して、十分に空げきが低減でき、かつ一体的な充填ができるモルタルの示方配合を決める必要がある。その示方配合は、原子力機構内外の廃棄物管理部署で自ら配合し、使用しやすいように配合の範囲を設定する。また、モルタル充填材をドラム缶へ充填する高さ(充填量)も決める必要がある。

このため、本試験では、200 リットルドラム缶に収納した金属廃棄物へのモルタル充填材の充填性を確認するために、ドラム缶に同一組成の模擬廃棄物を収納した試験体を 12 体作製した。また、充填する充填材の流動性を示す基準となる P ロート値について、4 種の配合をし、P ロート値に応じた充填性の変化を確認し、最適な充填材の示方配合を明確にした。

上記(1)及び(2)の考え方にに基づき、本試験では、基本手順に従って分別した金属廃棄物をドラム缶に収納した場合よりも、充填性の観点から保守的に作製しており、本試験により有害な空げきがなく、一体となる充填がされていることが確認できれば、原子力機構内外の廃棄物管理部署においても、基本手順で示す方法で固体状の放射性廃棄物を分別し、金属廃棄物について 200 リットルドラム缶へ収納し、後述する示方配合のモルタル充填材で固型化することで、技術基準を満足する廃棄体が作製できると判断できる。

4. 充填性確認試験

本章の構成は、4.1 試験体の作製の考え方と模擬廃棄物組成の設定、4.2 モルタル充填材の充填及び空げき率の測定、4.3 切断による断面確認からなる。4.1 では、試験体の作製の考え方を述べ、それに基づいた模擬廃棄物の組成を示す。4.2 では、充填するモルタル充填材の P ロート値について、4 種の配合をし、P ロート値に応じた試験体内の空げき量の変化を確認する。4.3 では、4 種類の充填材を充填した試験体を縦方向に切断し、切断面の目視確認を行う。

4.1 試験体の作製の考え方と模擬廃棄物組成の設定

試験体の廃棄物組成は、原子力機構で実際に原子炉施設の解体廃棄物を分別した際の分別記録に基づいて設定することで、研究施設等廃棄物を模擬した。

また、試験体内の空げき量に影響がある因子を明らかにし、それぞれの因子に対し、原子力機構内外の廃棄物管理部署で金属廃棄物をドラム缶に収納した場合よりも、充填性の観点から保守的になるように試験体を製作する。ドラム缶内の空げき量に影響のある因子と、その影響を表 3 に示す。以降は、各因子に対する考慮を述べる。

(1) 模擬廃棄物の形状及び組成

模擬廃棄物の組成を決定するにあたっては、JPDR(Japan Power Demonstration Reactor, 動力試験炉)の解体で発生した金属廃棄物のうち、200 リットルドラム缶に収納して保管廃棄している放射性廃棄物の分別作業記録を用いた。

この金属廃棄物は、原子力科学研究所高減容処理施設において、廃棄物の形状、材質に応じて分別され、重量の記録、内容物の写真がドラム缶毎に撮影されている。それらの 200 リットルドラム缶約 1,400 本分の記録に基づいて、物量の多かった金属廃棄物の種類毎の割合を集計した(付録-1)。

その廃棄物種類毎の割合を踏まえて、充填性の観点から保守的となるように、模擬廃棄物の組成を設定した。具体的には、金属廃棄物の形状が、板、棒、片等の廃棄物内部への充填性を考慮する必要のないものと、配管、弁、圧力計等の廃棄物内部への充填性を考慮する必要があるものに分類し、充填性を考慮する必要があるものをより多くドラム缶に収納することとした。模擬廃棄物の組成を表 4 に示す。なお、金属廃棄物を模擬した廃棄物組成には、金属等としてケーブルを含めた。これは、ケーブルの被覆、電線は、廃棄物処理法上の安定五品目に該当し、ケーブルも金属廃棄物と同じ容器に収納して廃棄体することができるとするためである。また、番線類の存在割合が有意にあり(付録-1)、多量のケーブルをドラム缶内に収納する場合、充填性に影響があると考えられたためである。

(2) 模擬廃棄物の寸法

本試験で容器に収納した模擬廃棄物の寸法は、実際に発生した金属廃棄物よりも保守的な充填条件になるように、できるだけ配管類の口径は小さく、かつ長く、小物金属、弁類は小さい寸法

とした。

参考文献⁵⁾によると、JPDRの解体廃棄物のうち、200リットルドラム缶へ収納されたものは、配管、コンクリート、解体付随物であった。これらの廃棄物は、分別作業記録によると主に模擬した廃棄物の発生施設は表5となることが確認できた。このため、発生施設の設備に関する過去の資料⁶⁾を参考に、模擬廃棄物の寸法とした。

配管については、同資料⁶⁾より最小の配管の口径(20A)とし、長さは、ドラム缶内に水平に収納が可能な長さである30cmと、縦に収納する60cmの2種類とした。また、弁類は、使用されていたもののうち、口径の小さいゲートバルブ(20A)、グローブバルブ(40A)とした。圧力計は、復水器、排水系統での最高使用圧力を測定可能な汎用圧力計(ϕ 100)とした。金属板は、主に解体付随物であり、200リットルドラム缶へそのまま収納できる寸法である30cm×30cmとした。また、その他の切断された金属片、小物金属は、小型のものを密収納にする方が、充填性の観点から保守的であることから、分別作業記録に添付の写真に見られたアングル材(15cm)とし、ボルト・ナットはM12とした。

(3) 模擬廃棄物のドラム缶への収納方法

模擬廃棄物の形状・寸法に応じた充填性への影響を確認するため、模擬廃棄物は形状・寸法ごとに層状に収納して、ドラム缶内で空げきの分布が縦方向に確認できるようにした。具体的には、廃棄物間への充填材の流動は主に静水圧によると考えられるので、廃棄物の内部への充填性を考慮する必要のないものをドラム缶の下の方に収納し、廃棄物の内部への充填性を考慮する必要があるものをドラム缶の上の方に収納した。収納の際には、人手によってできるだけ密収納とした。小口径の配管は、水平に収納されると充填性が悪くなるため⁴⁾、口径20A、長さ30cmの配管270本を水平収納した。

200リットルドラム缶に収納した模擬廃棄物の種類毎の収納重量を表6に、ドラム缶内の模擬廃棄物の収納模式図を図2に示す。また、模擬廃棄物の収納状況を写真1から写真7に示す。ほぼ同一の組成の模擬廃棄物を、JIS Z 1600 (2006)に定める200リットルドラム缶(M級)に収納した試験体を12体製作した。

(4) モルタル充填材の流動性

試験体の数量と充填する充填材の流動性を表7に示す。4種類の充填材に対して、それぞれ3つの試験体を準備する。これら3つの試験体のうち、1つは試験体にモルタル充填材を充填し硬化した後に縦方向に切断し、目視で充填状況を確認する。他の試験体は、今後予定している耐埋設荷重試験に供するために作製した。

(5) モルタル充填材の充填高さ

先行事例の充填固化体³⁾では、固型化部と200リットルドラム缶の上蓋までの空間(上部空げき部)は10%を超えないこととされている。本試験では、先行事例よりも保守的な条件(空げき量を大きく)とするために、上部空げき部は20%とした。

4.2 モルタル充填材の充填及び空げき率の評価

充填性試験では、モルタル充填材を試験体に充填、固型化するとともに、試験体内部に残存する空げき量を測定することで、充填材の流動性と固型化後の試験体内部に残存する空げき量の変化を確認した。本章の構成は、4.2.1 モルタル充填材の充填、4.2.2 空げき率の評価からなる。

4.2.1 モルタル充填材の充填

(1) モルタル充填材の性状

モルタル充填材の性状を確認するための試験的な練り混ぜ(以下、「試験練り」という。)は、JIS 表示認定工場において行った。試験練りには、容量 50 リットルの強制二軸ミキサを使用した。練り混ぜ量は 25 リットルとした。試験練りの練り混ぜの方法を図 3 に、50 リットル強制二軸ミキサでの練り混ぜの状況を写真 8 に示す。モルタルの配合に使用した使用材料を表 8 に、モルタル充填材の配合条件を表 9 に示す。先行事例¹⁾よりも充填されにくくなるよう、細骨材の最大寸法を 5mm とした。

試験練りをするモルタル充填材の配合については、先行事例で定める流動性に関する基準値(P ロート流下時間)である約 50 秒以下¹⁾とし、50 秒、40 秒、30 秒、20 秒を目標として 4 種類配合した。モルタルの流動性は、「プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法(JSCE-F 521-1999)」に従い P ロート試験を行った。P ロート試験の実施状況を写真 9 に、P ロート試験の結果(試験練り)を表 10 に示す。

モルタルの硬化後の一軸圧縮強度については、JIS 表示認定工場により測定された。一軸圧縮強度試験の実施状況を写真 10 に示す。試験練り 28 日後の一軸圧縮強度試験結果は、表 11 となり、先行事例における基準値である 30MPa 以上¹⁾を満たしている。

(2) モルタル充填材の充填前の確認

充填する 4 種類のモルタルは、試験練りを行った JIS 表示認定工場において、容量 3.0m³の強制二軸形式の実機を用いて 2.5m³の練り混ぜ量で練り混ぜた。実機の練り混ぜ性能は、先行事例¹⁾で定める十分な練り混ぜ性能を有する混練器とされる、コンクリート中のモルタルの単位容積質量差が 0.8%以内である。モルタル充填材の配合条件は、表 9 のとおりである。

JIS 表示認定工場からモルタル充填材の充填場所までの運搬は、アジテータ車にて行った。運搬時間は約 30 分であった。アジテータ車による運搬を写真 11 に示す。アジテータ車からのモルタルを排出する直前には、材料分離が生じにくくなるようにアジテータを短時間高速で回転させ攪拌した。なお、実機での練り混ぜでは、本試験のモルタル充填材を練り混ぜる直前に、コンクリートの練り混ぜを行っており、その際の粗骨材がミキサ内に残っていた。このため、アジテータ車からモルタルを排出し、ホッパに投入する際に 10mm メッシュのふるいを置き、粗骨材を取り除いた。ホッパへの投入状況(ふるいにて粗骨材を除去)を写真 12 に、ホッパへの投入完了時を写真 13 に示す。

アジテータ車の受入れ時にはモルタル充填材の配合について、受入時の配合を確認した記録として図 4 に示す納入書によって確認した。その後、P ロート試験を実施した。P ロートの試験結

果(充填前)を表 12 に示す。材料分離の有無を確認するため、ホッパから流下させたモルタルから試料をポリエチレン袋内に採取した。また、一軸圧縮強度測定用のための供試体の作製を行った。受入時の確認の状況を写真 14 に示す。

P ロート流下時間の測定結果は 20 秒、40 秒、50 秒とも目標値を概ね達成した。30 秒配合は受入れ直後の P ロート試験で 20 秒付近であり、目標値より外れた。このため、1 時間充填場所にてアジテータ車を待機させ、排出する直前にアジテータを短時間高速で回転させた後、再度 P ロート試験を行った。その結果、目標値内に収まったため、試験体内への充填をした。

(3) モルタル充填材の充填

試験体へのモルタルの充填については、先行事例の方法¹⁾を参考とした。また、モルタルの流動性及び注入速度は、先行事例⁴⁾では 25 リットル/分であったが、より保守的に約 30 リットル/分とした。また、モルタル充填材は、上部空げき部が 200 リットルドラム缶の全容積に対して約 20%程度となることを目標として充填した。上部空げき率 20%に相当するドラム缶の天端からの深さは、ドラム缶の測定寸法より算出した(付録・2)。上部空げき 20%に相当するドラム缶天端からの深さの測定状況を写真 15 に示す。モルタル充填材の充填条件を表 13 に示す。

試験体への充填状況を写真 16 から写真 20 に示す。充填時に圧力ゲージが浮き上がった。圧力ゲージは浮きあがり防止のため、圧力ゲージを一度取り出し、圧力ゲージ前面のガラス面をハンマーで割り、圧力ゲージに穴あけして内部にモルタル充填材が充填されるようにした。

(4) 養生

各試験体のモルタル充填後の養生は、気中養生とした。充填後の養生の状況を写真 21 に示す。また、モルタル充填直後の状況を写真 22 から写真 25 に示す。P ロート流下時間が 30 秒から 50 秒までの試験体は充填完了後数時間経過した時点で表面が固まりはじめ、表面均しを行った。P ロート流下時間が 20 秒の試験体は表面に水が上昇し、充填当日の表面均しをしなかった。充填の翌日には硬化が促進しており、写真 26 及び写真 27 に示すように表面が一部沈下した。写真 28 に示すように、P ロート流下時間が 30 秒以上の試験体では沈下は発生しなかった。

アジテータ車が運搬した際に、モルタルの試料をポリエチレン袋に採取していた試料について、養生の期間中、材料分離の有無の確認を行った。その結果を写真 29 から写真 32 に示す。全ての配合において、ブリーディング水は発生していないことを目視確認した。

また、アジテータ車が運搬した際に、モルタル充填材の試料を採取し、一軸圧縮強度試験用の供試体を作成した。28 日間標準養生(水中養生)した後、一軸圧縮強度試験を、JIS 表示認定工場において測定した。標準養生 28 日後の一軸圧縮強度試験結果を表 14 に示す。

(5) 硬化後の状況

蓋を外した状態において、ドラム缶の天端から固型化部の頂面までの距離を直尺にて 5 か所(試験体壁面側 4 か所+中央 1 か所)測定し、平均高さを算出した。また、表 13 モルタル充填材の充填条件中のドラム缶内にモルタル充填材を充填する深さ(目標値)と比較した。モルタルの平均充填高さ(硬化後)の測定結果を表 15 に、固型化部上面の測定位置及び測定状況を図 5 に示す。

4.2.2 空げき率の評価

充填するモルタル充填材の P ロート流下時間について、4 種の充填材を試験体に充填、固化化する過程において、試験体内部に残存する空げき量を測定する。

(1) 空げき率の評価方法

試験体内部の空げき率の評価は、水置換法により求めた。空げき率の定義は、高圧圧縮充填固化体の例⁷⁾を参考に以下のとおりとした。なお、本報告書におけるドラム缶内の上部空げき・固化部の模式図を図 6 に示す。

① 内部空げき率

充填された充填材が硬化した部分(固化部)の体積に対する、その内部の空げき量の割合

② 上部空げき率

蓋を閉めたドラム缶内の全容積に対する、蓋の下面から、固化部の上面にできる空間の割合

③ 残存空げき率

蓋を閉めたドラム缶内の全容積に対する、ドラム缶内の残存空げき量(①内部空げき量と②上部空げき量の和)の割合

(2) モルタル充填前に試験体に注入した水の体積の測定

本測定は、ドラム缶の容積から上部空げき体積及び注入水の体積を差し引いて、模擬廃棄物の体積を測定するために実施した。モルタル充填前に試験体に注入した水の体積の測定模式図を図 7 に示す。ドラム缶の容積の測定については、付録-2 に示す。

模擬廃棄物の体積を測定するために、まず、製作時の試験体重量(W_1)の測定を行った。また、上部空げき率 20%に相当するドラム缶の天端からの深さまで水を注入し、水を注入した後の試験体の重量 W_2 、注入した水の温度を測定した。それらに基づいて注入した水の体積を計算した。その結果を表 16 に示す。

(3) 試験体へ充填したモルタル充填材の体積の測定

上部空げき率 20%に相当するドラム缶の天端からの深さまでモルタル充填材を充填し、フロア型スケールを用いて、モルタル充填後の試験体重量 W_3 を測定した。また、別に測定したモルタル充填材の密度(付録-3)から充填したモルタルの体積を算出した。その結果を表 17 に示す。充填したモルタル充填材の体積の測定模式図を図 8 に示す。

(4) モルタル充填材を充填した後の上部空げき量の測定

充填したモルタルの硬化後の、固化部の頂面には凹凸がある。また、試験体の重量を測定するフロアスケールの公差は $\pm 1\text{kg}$ であるため、個々の試験体の上部空げきの体積の差を測定することは難しいと考えられた。このため、上部空げきの体積の測定方法は、JIS Z 1600(2006)の付属書 A に従って、より精度の高い計量器を用いて、予め水量を測定しておき、既知量の水をドラム

缶の蓋に開けた穴から試験体に注入する方法を採用した。注水の都度、注水量を記録し、穴から水が溢れた時点で注水を終了した。その状況を写真 33 から写真 35 に示す。また、水があふれるまでに、注入した水の重量を注入回数ごとに記録し、注入水の水温を測定した。当該温度の密度を JIS Z 8804(2012)の表より引用して、上部空げきの体積を測定した。その測定結果を、表 18 及び表 19 に示す。

また、モルタルの硬化後に水を注入した試験体の重量をフロアスケールで測定した場合(写真 36)と、表 18 及び表 19 において、注入水重量とモルタル硬化後の試験体の重量を足した測定結果を表 20 に、その結果に基づいて評価した上部空げき体積の評価を表 21 に示す。

(5) 内部空げき率

内部空げき率の計算方法及び内部空げき率の評価結果を表 22 に示す。表に示すように、内部空げき率は、全ての試験体において 5%以下であるとの結果が得られた。固型化部における有害な空げきの基準は、前述した先行事例の充填固化体の内部空げき率は 20%以下³⁾に従うこととしていることから技術基準を満足していることを確認できた。

(6) 残存空げき率

残存空げき率を表 23 に示す。表に示すように、残存空げき率は全ての試験体において 25%以下であるとの結果が得られた。廃棄体内の有害な空げきの基準は、前述した先行事例の充填固化体の 30%以下²⁾に従うこととしていることから、技術基準に満足していることを確認できた。

先行事例では、上部空げき率を 10%となるようモルタルを充填している。一方で、本試験では、保守的に上部空げき率を 20%となるようモルタルを充填している。このことを考慮すると、廃棄体の残存空げき率を 30%以内に十分抑えることができる。

なお、本項で示した空げき率の評価式は、これまでに廃棄確認において公開されているもの²⁾と異なるものを用いた。これまでの廃棄確認において採用されている空げき率の評価方法で評価した結果については、付録-4 に示す。本項で示した空げき率の評価式と、これまでに廃棄確認において公開されている方法での空げき率の評価結果に有意に差はなかった。

4.3 切断による断面確認

(1)切断方法

試験体を縦方向に 2 分割切断し、切断面からセメント系充填材の充填状況を確認する。切断には、ダイヤモンドワイヤーソーを使用した。ダイヤモンドワイヤーソーの外観を図 9 に示す。充填性試験を行った 12 体のうち、P ロート値 20 秒、30 秒、40 秒、50 秒の充填材を充填した試験体を一つずつ選び、合計 4 体を切断した。

(2)充填状況の確認結果

固型化後の試験体を切断し、目視により切断面の充填材の充填状況を確認した。その状況を写真 37 から写真 44 に示す。写真に示すとおり、小物金属(ボルト・ナット)が 10kg 程度集中している部分、弁の中には充填されていない部分があるものの、固型化部全体は概ね充填されていることが確認でき(付録・5)、内部空げき率は表 23 に示すとおり 5%以下であった。上部空げき率は約 20%であり、先行事例における 200 リットルドラム缶あたり残存空げき率 30%の基準を満たしている。また、模擬廃棄物は容易に外部に飛散・漏えいしない状態となっており、一体となるような充填が行われていることが確認できた。P ロート値の違いによって、充填状況の差はなかった。

5. 本試験における結論

本試験は、充填性の観点から保守的となるような廃棄物組成に対して実施した。実際の廃棄物管理部署においては、多種多様な固体状の放射性廃棄物を取り扱うことが想定されるため、今回の充填性試験及び切断試験の結果に基づいて、廃棄体内の有害な空げきが残らないようにすること、一体となるような充填とするために、今回設定した基準とそれを適用する際の条件を述べる。

5.1 本試験の結果に基づいて設定した基準

(1) 示方配合等

- ・ P ロート流下時間 20 秒のモルタルは表面に陥没、充填後の表面に水が見られたことから、モルタル充填材の P ロート流下時間は 30 秒から 50 秒とすること。示方配合は表 9 に示す。また、モルタルの注入速度は、早い方が充填されにくい傾向であるため、本試験の注入条件である 30 リットル/分以下とすること。

(2) モルタル充填材の充填

- ・ 本試験では、固型化部と 200 リットルドラム缶の上蓋までの空間(上部空げき部)は 20%となるまで充填した。実際に廃棄体を製作する際には、保守的に上部空げき部を 10%程度となるまでモルタルを充填すること。

5.2 上記基準を適用する際の条件

上記基準を適用して充填固化する際には、以下の条件を満たした固体状の放射性廃棄物の分別、容器への収納をすること。

(1) 廃棄物の形状・組成・寸法等

- ・ 金属廃棄物を分別、200 リットルドラム缶へ収納する際には、基本手順に従って、「廃棄物内部への充填を考慮する必要がないもの」と「廃棄物内部への充填を考慮する必要があるもの」の観点から分類する。
- ・ 金属板・金属片類は、200 リットルドラム缶へそのまま収納できる寸法であればよい。なお、15 cm以下に細断しないこと。
- ・ ボルト・ナット、弁(開とする)、ケーブルは、そのまま収納してよい。
- ・ 配管(口径 20A 以上)は、200 リットルドラム缶へそのまま収納できる長さであればよい。
- ・ 圧力計には浮上防止のための措置をすること。

(2) ドラム缶への収納の方法

- ・ ボルト・ナットが 10kg 程度集中している部分には、モルタルの充填性が悪かったことから、1 cm 程度の金属片は 10kg 以上がドラム缶の特定の部位に偏在しないようにすること。
- ・ 口径 20A 以下の配管、弁は、本試験の模擬廃棄物に含めておらず、その充填性は口径 20A のものよりも悪くなると考えられる。このため、口径 20A 以下の配管等を 200 リットルドラム缶内に多量に収納しないこと。
- ・ 本試験の模擬廃棄物は、充填性が悪くなるような形状・寸法の廃棄物を選んで、層状になるように管理して収納した。このため、充填性が悪くなるような形状・寸法の廃棄物のみを選んで、ドラム缶内で層状になるような収納をしないこと。

6. まとめ

研究施設等廃棄物に係る廃棄体の作製においては、「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」に定める技術基準に適合した廃棄体とする必要がある。基本手順は、これまでに、原子力機構において発生・保管している固体状の放射性廃棄物を、原子力機構内の各拠点で統一的な廃棄体とすることを目的として、廃棄体の作製に関する基本的な事項について、その手順の原則を検討してきたものである。これは、原子力発電所で適用している充填固化体の標準的な製作方法¹⁾の考え方を取り入れている。

本報告書は、基本手順の妥当性を示すための試験として行った。基本手順に従って分別した固体状の放射性廃棄物の組成を調査して、主に金属廃棄物の模擬廃棄物の組成を設定した。また、その模擬廃棄物を、基本手順に従って所定の容器に収納した場合よりも充填されにくいように収納し、モルタル充填材の充填、固型化をし、模擬の廃棄体(試験体)を製作した。試験体の製作の過程で、容器内の空げき量を測定するとともに、試験体を切断して一体となるような充填ができていることを目視確認した。

本試験の結果により、基本手順に従うことで有害な空げきが残らないこと及び一体となるような充填の廃棄体の物理的な性能に係る技術基準を満足する廃棄体が作製できる見通しが得られた。具体的には、基本手順に従って、固体状の放射性廃棄物を形状・材質毎に分別する。分別した金属廃棄物について、本報告書 5.2 に記載した、容器へ収納する際の条件を満たすよう、200リットルドラム缶へ収納する。Pロート流下時間 30 秒から 50 秒のモルタル充填材を、注入速度 30リットル/分以下で注入し固型化する。これにより容器内に有害な空げきのないこと、一体となるような充填の技術基準を満たすことができる。これらの結果を踏まえ、これまでに検討した基本手順の全体を含めて、本試験で新たに用いたモルタルの示方配合を採り入れた基本手順を取り纏めた(付録-6)。

これらの結果は、今後、研究施設等廃棄物の廃棄体を作製する際の基準として供されるとともに、国による廃棄体確認を廃棄体作製者等が受ける際の根拠として活用する。

なお、廃棄体の技術上の基準では、耐埋設荷重を有することも求められる。本試験で作製した模擬廃棄体の耐埋設荷重確認試験を実施する予定である。

今後、廃棄体作製の経験、廃棄物発生者、規制機関の意見等により、有益な知見や本報告書を補完するための試験が必要となった場合には、当該試験を実施するなどして、適宜基本手順の見直しを行っていく。

謝辞

本試験を行うに際して、貴重な情報提供を頂いた石原圭輔氏、須藤智之氏、丁寧な指導を下された明道栄人氏(原子力科学研究所 高減容処理技術課)、また、充填性確認試験に幅広くご協力頂いた三菱マテリアル株式会社の中村憲司氏、山本正幸氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 北海道電力株式会社, 東北電力株式会社, 東京電力株式会社, 中部電力株式会社, 北陸電力株式会社, 関西電力株式会社, 中国電力株式会社, 四国電力株式会社, 九州電力株式会社, 日本原子力発電株式会社: “充填固化体の標準的な製作方法 改訂4版”, 平成18年2月.
- 2) 独立行政法人原子力安全基盤機構: “四国電力(株)伊方発電所の高圧圧縮廃棄体に係る廃棄確認方法について JNESS-SS-1003”, (2011).
- 3) 独立行政法人原子力安全基盤機構: “均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について(一部改正)、JNESS-SS-0803”, (2008).
- 4) 財団法人 原子力環境整備センター: “技術レポート(改訂1) 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)”, 平成10年3月.
- 5) 白石邦生, 助川武則, 柳原聡: “動力試験炉(JPDR)の解体廃棄物データの分析(受託研究)”, JAERI-Data/Code 99-050(2001), 113p.
- 6) JPDR-IIプロジェクトプラント設計グループ: “JPDR-IIプラント設計報告書(2. 設備概要)”, JAERI-M 4591(1971), 135p.
- 7) 須藤智之 他: “高圧圧縮充填固化体の空げき率評価”, JAEA-Technology 2010-041(2011), 38p.
- 8) 東京電力株式会社: “高圧圧縮廃棄体の充填性試験結果について”, 平成12年7月.

表 1 技術基準の確認項目と本試験での対応

| 規則 (第8条第2項) | 告示の概要 | 確認項目[確認方法] | 本試験での対応 |
|---|--|--------------------------------|--|
| 放射線障害防止のため、放射性廃棄物を原子力規制委員会の定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。 | 告示第4条第3項第2号 イ 固型化材料は、 JISR5210 (1992) 若しくはJISR5211 (1992) に定めるセメント又はこれと同等以上の品質を有するセメントであること。 | ・固型化材料 [記録確認 (試験成績書等)] | JIS R 5210 (2009) 普通ポルトランドセメントを購入 |
| | ロ 容器はJISZ1600 (1993) に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。 | ・容器 [記録確認 (試験成績書等)] | JIS Z 1600 (2006)に定める鋼製オープンヘッドドラムを購入 |
| | ハ 固型化材料等を容器内の放射性廃棄物と一体となるように充填すること。容器内に有害な空げきが残らないようにすること。 | ・固型化材料等の練り混ぜ [記録確認 (製作記録等)] | 固型化材料の流動性を直接管理し、その測定結果を記録した。 |
| | | ・一体となるような充填 [記録確認 (製作記録等)] | 模擬廃棄物を縦方向に切断し、その断面を観察した。 |
| | | ・有害な空げきが残っていないこと [記録確認 (製作記録)] | 模擬廃棄物の組成を保守的に設定するとともに、十分な流動性をもつ充填材の示方配合を示した。 |

表 2 充填性確認試験における技術上の確認事項

| 確認項目 | 確認内容 |
|--------|--|
| 有害な空げき | <ul style="list-style-type: none"> ・多種多様な金属廃棄物のうち、充填性に大きな影響を及ぼす形状の金属廃棄物はドラム缶への収納量を制限する、もしくは、金属廃棄物を適切な寸法に切断すること(金属廃棄物の収納)。 ・収納した金属廃棄物に対して、有害な空げきのないよう十分に充填性のある固型化材料等の示方配合を明らかにすること。 |
| 一体的な充填 | <ul style="list-style-type: none"> ・ドラム缶に収納した金属廃棄物に対して、一体的な充填ができる固型化材料等の示方配合を明らかにすること。 |

表 3 廃棄体内の空げき量に影響のある因子

| 廃棄体内の空げき量への影響因子 | 影響 |
|-----------------|---|
| 廃棄物の形状 | 廃棄物の形状が、板、棒、片等の充填材の廃棄物内部への充填性を考慮する必要がないものと、配管、弁、圧力計等の廃棄物内部への充填性を考慮する必要があるものがあると考えられる。 |
| 廃棄物の組成 | ドラム缶内に、廃棄物の形状が、充填性を考慮する必要があるものを多く収納すると、ドラム缶あたりの空げき量は大きくなると考えられる。 |
| 廃棄物の寸法 | 配管、弁は、口径が小さく、長いほうが充填性は悪いと考えられる。また、細かい寸法の廃棄物が多量に含まれると、充填性が悪くなると考えられる。 |
| ドラム缶への収納方法 | 細かい廃棄物を密に収納する、又はドラム缶内に偏在させて収納すると、充填性が悪くなると考えられる。 |
| モルタルの流動性 | 充填材の流動性が悪いと、廃棄物間の空げきに充填材が入り込まず、空げきが残ると考えられる。 |
| モルタルの充填量 | 充填材の充填量が少ないと、上部空げきが大きくなる。 |

表 4 模擬廃棄物の組成

| 形状分類 | 廃棄物種類 | 重量割合 |
|-----------------------|-------|------|
| 廃棄物内部への充填を考慮する必要のないもの | 金属板 | 20% |
| | 金属片 | 20% |
| | ケーブル | 4% |
| 廃棄物内部への充填を考慮する必要があるもの | 配管類 | 45% |
| | 弁類 | 10% |
| | 計器類 | 1% |

表 5 模擬した廃棄物の発生施設

| 発生施設 | 設備 |
|------------|--|
| 原子炉格納容器 | 非常用復水器、圧力容器胴部切断片、周辺機器、スプレーポンプ、圧力容器接続配管 |
| タービン建屋 | 復水器、熱交換器、脱塩器、配管、MGセット |
| ダンプコンデンサ建屋 | 主蒸気管、給水ポンプ、復水ポンプ |
| 廃棄物処理建屋 | 排ガス処理系統、排ガス貯蔵タンク、排水系統 |

表 6 200 リットルドラム缶に収納した模擬廃棄物の種類毎の収納重量

| 試験体 No | 模擬廃棄物種類毎の収納重量(kg) | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|---------------|----------------|--------------------|---------------------|------|----------------|---------------|-------------|--|--|
| | 廃棄物内部への充填性を考慮しない形状 | | | | 廃棄物内部への充填性を考慮する形状 | | | | | | |
| | 金属板 30 cm×30cm | 金属片等 15 cm | ボルト・ナット M12 | 配管 (20A, 30 cm) | 配管等 (20A, 60 cm) | ケーブル | グローブバルブ 40A | ゲートバルブ 20A | 圧力計 100φ | | |
| No.1 | 96 | 44 | 14 | 128 | 23 | 5 | 10 | 4 | 2 | | |
| No.2 | 96 | 44 | 14 | 128 | 27 | 5 | 11 | 3 | 2 | | |
| No.3 | 96 | 44 | 13 | 128 | 27 | 5 | 10 | 4 | 1 | | |
| No.4 | 96 | 45 | 12 | 129 | 26 | 5 | 10 | 4 | 2 | | |
| No.5 | 96 | 44 | 13 | 129 | 27 | 6 | 9 | 4 | 2 | | |
| No.6 | 96 | 44 | 12 | 128 | 27 | 5 | 9 | 4 | 2 | | |
| No.7 | 97 | 44 | 12 | 128 | 27 | 6 | 10 | 4 | 1 | | |
| No.8 | 96 | 44 | 13 | 128 | 26 | 6 | 9 | 5 | 1 | | |
| No.9 | 96 | 44 | 13 | 128 | 27 | 5 | 10 | 4 | 1 | | |
| No.10 | 96 | 44 | 13 | 128 | 27 | 6 | 10 | 4 | 2 | | |
| No.11 | 97 | 43 | 13 | 128 | 27 | 5 | 10 | 4 | 2 | | |
| No.12 | 96 | 44 | 13 | 127 | 27 | 5 | 10 | 4 | 2 | | |
| 平均 | 96 | 44 | 13 | 128 | 27 | 5 | 10 | 4 | 2 | | |
| 合計重量 (kg) | 329 | | | | | | | | | | |
| 収納割合 (%) | 29 | 13 | 4 | 39 | 8 | 2 | 3 | 1 | 1 | | |
| | 47 | | 47 | | 4 | | 4 | | 1 | | |

表 7 試験体の数量と充填する充填材の流動性

| 試験体 No. | 充填材の P ロート値【目標値】 |
|---------|------------------|
| No.1 | 20 秒 |
| No.2 | |
| No.3 | |
| No.4 | 30 秒 |
| No.5 | |
| No.6 | |
| No.7 | 40 秒 |
| No.8 | |
| No.9 | |
| No.10 | 50 秒 |
| No.11 | |
| No.12 | |

表 8 使用材料

| 材料 | 概要 |
|------|--|
| セメント | 普通ポルトランドセメント 密度=3.16g/cm ³ , 比表面積=3,250cm ² /g |
| 細骨材 | 砕砂 最大寸法=5mm, 表乾密度=2.66g/cm ³ , F.M.=2.99 |
| 混和剤 | 高性能 AE 減水剤 ポリカルボン酸エーテル系化合物 |

表 9 モルタル充填材の配合条件

| P ロート流下時間 | セメント | 水 | 細骨材 | 高性能 AE 減水剤 |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | C | W | S | Ad |
| | (kg/m ³) | (kg/m ³) | (kg/m ³) | (kg/m ³) |
| 20 秒 | 950 | 388 | 827 | 4.75 |
| 30 秒 | 950 | 364 | 891 | 4.75 |
| 40 秒 | 950 | 356 | 912 | 4.75 |
| 50 秒 | 950 | 342 | 950 | 4.75 |

表 10 P ロート試験の結果(試験練り)

| P ロート流下時間 目標値 | | | 20 秒 | 30 秒 | 40 秒 | 50 秒 |
|------------------|------|-----|------|------|------|------|
| 水セメント比 | W/C | (%) | 41 | 38 | 38 | 36 |
| 砂セメント比 | S/C | (%) | 87 | 94 | 96 | 100 |
| 混和剤/セメント比 | Aa/C | (%) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| P ロート流下時間 | | (秒) | 18.5 | 27.9 | 41.6 | 51.1 |
| 練上がり温度 | | ℃ | 19 | 19 | 19 | 19 |
| 室温 | | ℃ | 22 | 22 | 21 | 20 |

表 11 試験練り 28 日後の一軸圧縮強度試験結果

| P ロート 流下時間 | 供試体名 | 圧縮強度 (MPa) | |
|---------------|------|---------------|------|
| 20 秒 | 1-1 | 73.9 | 74.1 |
| | 1-2 | 73.4 | |
| | 1-3 | 74.9 | |
| 30 秒 | 2-1 | 79.0 | 77.9 |
| | 2-2 | 77.9 | |
| | 2-3 | 76.9 | |
| 40 秒 | 3-1 | 92.2 | 86.8 |
| | 3-2 | 89.1 | |
| | 3-3 | 79.0 | |
| 50 秒 | 4-1 | 95.3 | 94.3 |
| | 4-2 | 97.8 | |
| | 4-3 | 89.7 | |

表 12 P ロート試験の結果(充填前)

| P ロート流下時間 (秒) | 設定秒数 | | 20 秒 | 30 秒 | 40 秒 | 50 秒 |
|------------------|------------|------|------|------------|------|------|
| | 受入れ時 秒数 | 1 回目 | 16.8 | (22.1)33.7 | 44.0 | 52.2 |
| | | 2 回目 | 17.0 | (21.9)33.9 | 44.4 | 52.4 |
| | | 平均 | 16.9 | (22.0)33.8 | 44.2 | 52.3 |
| 固型化材料 荷卸し時温度 | | ℃ | 13 | 14 | 13 | 13 |
| 充填時外気温 | | ℃ | 6 | 6 | 6 | 6 |

※30 秒の()内は 1 回目の計測時間を示す。

表 13 モルタル充填材の充填条件

| 試験体 No. | 上部空げき率 20%に相当するドラム缶の天端からの深さ【目標値】※ (mm) | 固型化材料の P ロート値【目標値】 (秒) | P ロート値【実測値】 (秒) | モルタル温度【実測値】 (°C) | 充填速度【実測値】 (ℓ/分) | 充填方法 |
|---------|--|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------|
| No.1 | 181 | 20 | 17 | 13 | 30 | 自然充填 |
| No.2 | 184 | | | | | |
| No.3 | 183 | | | | | |
| No.4 | 183 | 30 | 34 | 14 | 30 | 自然充填 |
| No.5 | 185 | | | | | |
| No.6 | 184 | | | | | |
| No.7 | 184 | 40 | 44 | 13 | 30 | 自然充填 |
| No.8 | 184 | | | | | |
| No.9 | 183 | | | | | |
| No.10 | 183 | 50 | 52 | 13 | 30 | 自然充填 |
| No.11 | 184 | | | | | |
| No.12 | 183 | | | | | |

※ ドラム缶内にモルタル充填材を充填するドラム缶天端からの深さ

表 14 標準養生 28 日後の一軸圧縮強度試験結果

| P ロート 流下時間 | 供試体名 | 圧縮強度 (MPa) | |
|---------------|------|---------------|------|
| 20 秒 | 1-1 | 59.6 | 61.8 |
| | 1-2 | 64.7 | |
| | 1-3 | 61.1 | |
| 30 秒 | 2-1 | 75.9 | 72.7 |
| | 2-2 | 68.8 | |
| | 2-3 | 73.4 | |
| 40 秒 | 3-1 | 73.8 | 74.0 |
| | 3-2 | 77.4 | |
| | 3-3 | 70.8 | |
| 50 秒 | 4-1 | 76.9 | 76.2 |
| | 4-2 | 75.9 | |
| | 4-3 | 75.9 | |

表 15 モルタルの平均充填高さ(硬化後)の測定結果

| P ロート 流下設定 時間 | 試験体 | 測点 1 (mm) | 測点 2 (mm) | 測点 3 (mm) | 測点 4 (mm) | 測点 5 (mm) | 測定 平均 (mm) | 上部空げ き 20% 目標値* (mm) | 差 (mm) |
|---------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------|-----------|
| 20 秒 | No.1 | 186 | 189 | 192 | 189 | 186 | 188 | 181 | -7 |
| | No.2 | 192 | 185 | 193 | 187 | 186 | 189 | 184 | -5 |
| | No.3 | 183 | 191 | 191 | 187 | 182 | 187 | 183 | -4 |
| 30 秒 | No.4 | 181 | 185 | 185 | 186 | 181 | 184 | 183 | -1 |
| | No.5 | 180 | 185 | 183 | 186 | 184 | 184 | 185 | +1 |
| | No.6 | 183 | 184 | 183 | 185 | 184 | 184 | 184 | 0 |
| 40 秒 | No.7 | 183 | 188 | 186 | 189 | 183 | 186 | 184 | -2 |
| | No.8 | 182 | 187 | 185 | 186 | 183 | 185 | 184 | -1 |
| | No.9 | 185 | 190 | 184 | 188 | 184 | 186 | 183 | -3 |
| 50 秒 | No.10 | 177 | 183 | 180 | 181 | 179 | 180 | 183 | +3 |
| | No.11 | 184 | 187 | 184 | 185 | 183 | 185 | 184 | -1 |
| | No.12 | 183 | 183 | 185 | 187 | 181 | 184 | 183 | -1 |

※ ドラム缶内にモルタル充填材を充填するドラム缶天端からの深さ(表 13 より)

表 16 モルタル充填材注入前に試験体に注入した水の体積の測定結果

| 試験体 | 試験体重量 | 注入した 水の水温 | 左記水温にお ける水の密度* | 水注入後の試 験体重量 | 注入した水の 重量 | 注入した水の 体積 |
|-------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|--|
| | W ₁ (kg) | T _w (°C) | ρ(kg/m ³) | W ₂ (kg) | W ₂ -W ₁ (kg) | (W ₂ -W ₁)/ρ (m ³) |
| No.1 | 325 | 9 | 999.784 | 457 | 132 | 0.132 |
| No.2 | 329 | 9 | 999.784 | 460 | 131 | 0.131 |
| No.3 | 329 | 12 | 999.500 | 458 | 129 | 0.129 |
| No.4 | 329 | 11 | 999.608 | 458 | 129 | 0.129 |
| No.5 | 330 | 11 | 999.608 | 458 | 128 | 0.128 |
| No.6 | 327 | 13 | 999.380 | 458 | 131 | 0.131 |
| No.7 | 330 | 13 | 999.380 | 458 | 128 | 0.128 |
| No.8 | 329 | 13 | 999.380 | 458 | 129 | 0.129 |
| No.9 | 328 | 11 | 999.608 | 459 | 131 | 0.131 |
| No.10 | 330 | 13 | 999.380 | 458 | 128 | 0.128 |
| No.11 | 329 | 12 | 999.500 | 458 | 129 | 0.129 |
| No.12 | 328 | 12 | 999.500 | 458 | 130 | 0.130 |

* : 注入した水の温度に応じた水の密度を JIS Z 8804(2012)の表より引用

表 17 試験体に充填したモルタル充填材の体積の測定結果

| 試験体 | 充填前重量測定 | 充填後重量測定 | モルタル充填材 | | |
|-------|------------------------|---------------------|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| | W ₁ (kg) | W ₃ (kg) | 重量 | 密度* | 体積 |
| | | | W ₄ =W ₃ -W ₁ (kg) | ρ _c (g/cm ³) | V _c (m ³) |
| No.1 | 325 | 608 | 283 | 2.23 | 0.127 |
| No.2 | 329 | 607 | 278 | 2.23 | 0.125 |
| No.3 | 329 | 608 | 279 | 2.23 | 0.125 |
| No.4 | 329 | 605 | 276 | 2.27 | 0.122 |
| No.5 | 330 | 606 | 276 | 2.27 | 0.122 |
| No.6 | 327 | 608 | 281 | 2.27 | 0.124 |
| No.7 | 330 | 606 | 276 | 2.27 | 0.122 |
| No.8 | 329 | 607 | 278 | 2.27 | 0.122 |
| No.9 | 328 | 608 | 280 | 2.27 | 0.123 |
| No.10 | 330 | 611 | 281 | 2.25 | 0.125 |
| No.11 | 329 | 609 | 280 | 2.25 | 0.124 |
| No.12 | 328 | 608 | 280 | 2.25 | 0.124 |

* : 空げきが保守的に大きく評価されるように、付録-3の中から密度が大きい値を採用した。

表 18 上部空げき部の注入水量(20 秒、30 秒)測定結果

| P ロート流下設定時間 | | 20 秒 | | | 30 秒 | | | |
|----------------------|-------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 試験体 | | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | |
| 水温 | (°C) | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 | |
| 水の密度 | kg/m ³ | 999.784 | 999.851 | 999.851 | 999.904 | 999.904 | 999.851 | |
| 計 量 値 | W-1 | (g) | 5000.00 | 5183.20 | 5096.55 | 5021.88 | 5085.16 | 5005.83 |
| | W-2 | (g) | 5008.24 | 5045.23 | 4967.37 | 5027.39 | 4928.73 | 4943.47 |
| | W-3 | (g) | 5040.64 | 5066.42 | 4881.68 | 5023.78 | 5049.91 | 5022.05 |
| | W-4 | (g) | 5009.48 | 5069.53 | 5055.91 | 5106.09 | 5188.89 | 4960.56 |
| | W-5 | (g) | 4999.74 | 5080.73 | 5104.09 | 5176.21 | 5206.06 | 5157.62 |
| | W-6 | (g) | 5043.02 | 5051.46 | 5140.48 | 5207.43 | 5254.60 | 5187.56 |
| | W-7 | (g) | 1893.31 | 1921.64 | 1872.72 | 1928.49 | 1967.95 | 2035.42 |
| | W-8 | (g) | 1970.24 | 1954.89 | 1837.27 | 1846.61 | 2013.25 | 1918.64 |
| | W-9 | (g) | 1855.27 | 1819.69 | 1909.55 | 1935.48 | 1971.19 | 1883.04 |
| | W-10 | (g) | 1929.84 | 1927.32 | 1919.44 | 1911.22 | 1927.53 | 1878.36 |
| | W-11 | (g) | 1921.40 | 1923.12 | 1751.74 | 1848.26 | 1981.09 | 1890.78 |
| | W-12 | (g) | 1900.72 | 1482.16 | 1897.21 | 951.06 | 1169.70 | 1713.01 |
| | W-13 | (g) | 21.15 | (-) | 1536.05 | (-) | (-) | 967.52 |
| 測定合計 | | (g) | 41593.05 | 41525.39 | 42970.06 | 40983.90 | 41744.06 | 42563.86 |
| 注入水体積 V _w | | (ℓ) | 41.60 | 41.53 | 42.98 | 40.99 | 41.75 | 42.57 |

表 19 上部空げき部の注入水量(40 秒、50 秒)測定結果

| P ロート流下設定時間 | | 40 秒 | | | 50 秒 | | | |
|----------------------|-------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 試験体 | | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | No.11 | No.12 | |
| 水温 | (°C) | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | |
| 水の比重 | kg/m ³ | 999.851 | 999.851 | 999.784 | 999.784 | 999.703 | 999.703 | |
| 計 量 値 | W-1 | (g) | 4939.01 | 5289.12 | 5268.30 | 5163.08 | 4950.54 | 5067.98 |
| | W-2 | (g) | 5062.83 | 5090.65 | 5137.38 | 4935.93 | 4993.26 | 5016.87 |
| | W-3 | (g) | 5112.97 | 5040.17 | 4924.81 | 5101.74 | 5304.76 | 5043.43 |
| | W-4 | (g) | 4779.20 | 5138.15 | 5108.19 | 4994.74 | 5090.96 | 4974.57 |
| | W-5 | (g) | 5054.36 | 5283.64 | 5243.82 | 5246.19 | 5057.88 | 5007.71 |
| | W-6 | (g) | 4938.28 | 5103.70 | 5071.81 | 5110.82 | 5297.24 | 5076.55 |
| | W-7 | (g) | 1958.80 | 1923.78 | 1796.78 | 1951.30 | 1915.90 | 1833.25 |
| | W-8 | (g) | 1966.11 | 2005.78 | 1973.64 | 1981.36 | 1918.80 | 1954.27 |
| | W-9 | (g) | 1892.45 | 1907.29 | 1888.91 | 1985.21 | 1890.73 | 1930.59 |
| | W-10 | (g) | 1950.86 | 1890.63 | 1999.77 | 1911.77 | 1979.13 | 1942.14 |
| | W-11 | (g) | 1875.86 | 1798.56 | 1804.83 | 1982.27 | 1952.41 | 1908.18 |
| | W-12 | (g) | 1980.14 | 1293.39 | 2003.93 | 576.50 | 1104.33 | 1952.99 |
| | W-13 | (g) | 334.07 | (-) | 409.84 | (-) | (-) | 1.05 |
| | 測定合計 | | (g) | 41844.94 | 41764.86 | 42632.01 | 40940.91 | 41455.94 |
| 注入水体積 V _w | | (ℓ) | 41.85 | 41.77 | 42.64 | 40.95 | 41.47 | 41.72 |

表 20 注入水及び試験体重量測定結果

| 試験体 | 注入水 | | 試験体重量 | 試験体重量(上部空げきへ水を注入後) | |
|-------|------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|
| | 水温 | 重量 | 固型化後 | 固型化後重量+ | フロアスケール |
| | (°C) | W _w (kg) | W ₃ (kg) | 注入水重量 | 読み値 |
| | | | | W ₃ +W _w (kg) | W ₄ (kg) |
| No.1 | 9 | 41.59 | 608 | 650 | 650 |
| No.2 | 8 | 41.53 | 607 | 649 | 650 |
| No.3 | 8 | 42.97 | 608 | 651 | 650 |
| No.4 | 7 | 40.98 | 605 | 646 | 646 |
| No.5 | 7 | 41.74 | 606 | 648 | 648 |
| No.6 | 8 | 42.56 | 608 | 651 | 651 |
| No.7 | 8 | 41.84 | 606 | 648 | 648 |
| No.8 | 8 | 41.76 | 607 | 649 | 649 |
| No.9 | 9 | 42.63 | 608 | 651 | 650 |
| No.10 | 9 | 40.94 | 611 | 652 | 652 |
| No.11 | 10 | 41.46 | 609 | 651 | 650 |
| No.12 | 10 | 41.71 | 608 | 650 | 650 |

表 21 上部空げき体積の評価

| 試験体 | 試験体 内部容量 | 注入水による評価 | | | 上部空げき率 |
|-------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| | | 注入水重量 ^{※2} | 水の密度 ^{※3} | 上部空げき 体積 | |
| | V_1 ^{※1} (m^3) | W_w (kg) | ρ_w (kg/m^3) | $V_w = W_w / \rho_w$ (m^3) | $A = V_w / V_1$ (%) |
| No.1 | 0.212 | 41.59 | 999.784 | 0.04160 | 19.6 |
| No.2 | 0.212 | 41.53 | 999.851 | 0.04154 | 19.6 |
| No.3 | 0.212 | 42.97 | 999.851 | 0.04298 | 20.2 |
| No.4 | 0.213 | 40.98 | 999.904 | 0.04098 | 19.3 |
| No.5 | 0.212 | 41.74 | 999.904 | 0.04174 | 19.7 |
| No.6 | 0.212 | 42.56 | 999.851 | 0.04257 | 20.1 |
| No.7 | 0.211 | 41.84 | 999.851 | 0.04185 | 19.8 |
| No.8 | 0.213 | 41.76 | 999.851 | 0.04177 | 19.6 |
| No.9 | 0.212 | 42.63 | 999.784 | 0.04264 | 20.1 |
| No.10 | 0.212 | 40.94 | 999.784 | 0.04095 | 19.3 |
| No.11 | 0.213 | 41.46 | 999.703 | 0.04147 | 19.5 |
| No.12 | 0.212 | 41.71 | 999.703 | 0.04172 | 19.7 |

※1: ドラム缶の寸法測定より算出したドラム缶の内容積(付録-2)

※2: 表 20 より引用した注入水の重量

※3: 注入した水の温度に応じた水の密度を JIS Z 8804(2012)の表より引用

表 22 内部空げき率の評価方法及び内部空げき率の評価結果

| 試験体 | ドラム缶体積 ^{※1} V_1 (m^3) | 上部空げき体積 ^{※2} V_2 (m^3) | 注入水体積 ^{※3} V_3 (m^3) | 模擬廃棄物体積 $V_4 = V_1 - (V_2 + V_3)$ (m^3) | 固化化部体積 $V_5 = V_1 - V_2$ (m^3) | モルタル充填材体積 ^{※4} V_6 (m^3) | 模擬廃棄物体積+モルタル充填材体積 $V_7 = V_6 + V_4$ (m^3) | 内部空げき体積 $V_8 = V_5 - V_7$ (m^3) | 内部空げき率 $V_8 \div V_5$ (%) |
|-------|--|---|---|---|--|---|---|---|---------------------------------|
| No.1 | 0.212 | 0.04160 | 0.132 | 0.0384 | 0.170 | 0.127 | 0.165 | 0.005 | 3 |
| No.2 | 0.212 | 0.04154 | 0.131 | 0.0395 | 0.170 | 0.125 | 0.164 | 0.006 | 4 |
| No.3 | 0.212 | 0.04298 | 0.129 | 0.0400 | 0.169 | 0.125 | 0.165 | 0.004 | 2 |
| No.4 | 0.213 | 0.04098 | 0.129 | 0.0430 | 0.172 | 0.122 | 0.165 | 0.007 | 4 |
| No.5 | 0.212 | 0.04174 | 0.128 | 0.0423 | 0.170 | 0.122 | 0.164 | 0.006 | 4 |
| No.6 | 0.212 | 0.04257 | 0.131 | 0.0384 | 0.169 | 0.124 | 0.162 | 0.007 | 4 |
| No.7 | 0.211 | 0.04185 | 0.128 | 0.0412 | 0.169 | 0.122 | 0.163 | 0.006 | 4 |
| No.8 | 0.213 | 0.04177 | 0.129 | 0.0422 | 0.171 | 0.122 | 0.164 | 0.007 | 4 |
| No.9 | 0.212 | 0.04264 | 0.131 | 0.0384 | 0.169 | 0.123 | 0.161 | 0.008 | 5 |
| No.10 | 0.212 | 0.04095 | 0.128 | 0.0431 | 0.171 | 0.125 | 0.168 | 0.003 | 2 |
| No.11 | 0.213 | 0.04147 | 0.129 | 0.0425 | 0.172 | 0.124 | 0.167 | 0.005 | 3 |
| No.12 | 0.212 | 0.04172 | 0.130 | 0.0403 | 0.170 | 0.124 | 0.164 | 0.006 | 4 |

※1 ドラム缶の寸法測定より算出した(付録・2)

※2 表 21 の上部空げき率の体積の評価より引用

※3 表 16 で測定した、上部空げき 20%となる水準まで水を注入した際の注入水の体積より引用

※4 表 17 で引用した、充填したモルタル充填材の体積より引用

表 23 残存空げき率 (%)

| 試験体 | 上部空げき率※1 | 内部空げき率※2 | 残存空げき率※3 |
|-------|----------|----------|----------|
| No.1 | 19.6 | 3 | 23 |
| No.2 | 19.6 | 4 | 24 |
| No.3 | 20.2 | 2 | 22 |
| No.4 | 19.3 | 4 | 23 |
| No.5 | 19.7 | 4 | 24 |
| No.6 | 20.1 | 4 | 24 |
| No.7 | 19.8 | 4 | 24 |
| No.8 | 19.6 | 4 | 24 |
| No.9 | 20.1 | 5 | 25 |
| No.10 | 19.3 | 2 | 21 |
| No.11 | 19.5 | 3 | 23 |
| No.12 | 19.7 | 4 | 24 |

※1 表 21 で測定した値を引用

※2 表 22 で測定した値を引用

※3 上部空げき率と内部空げき率の和

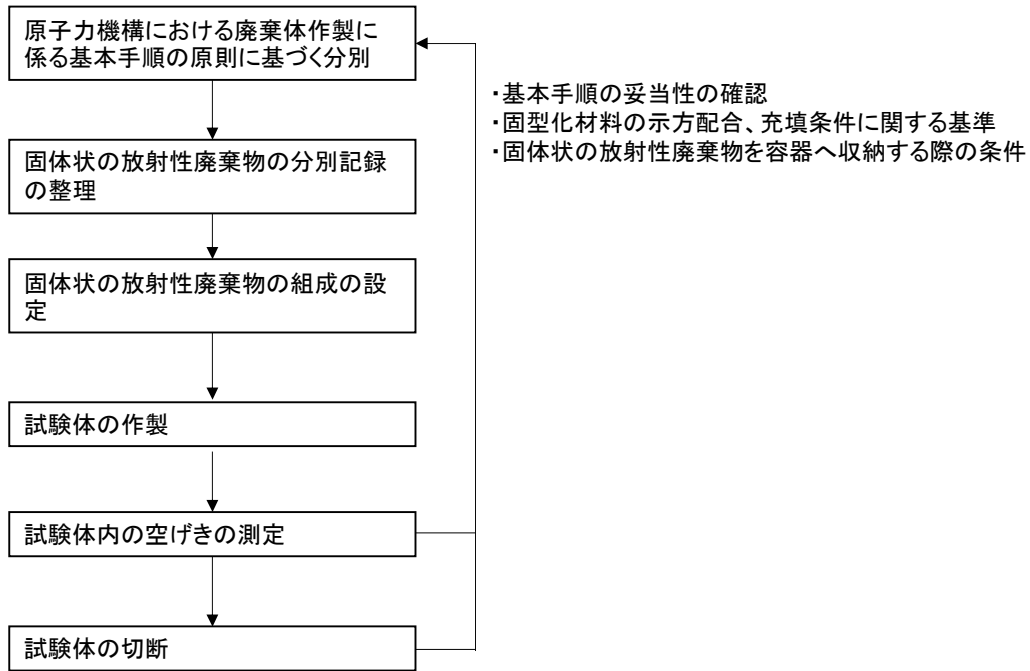


図1 検討フロー

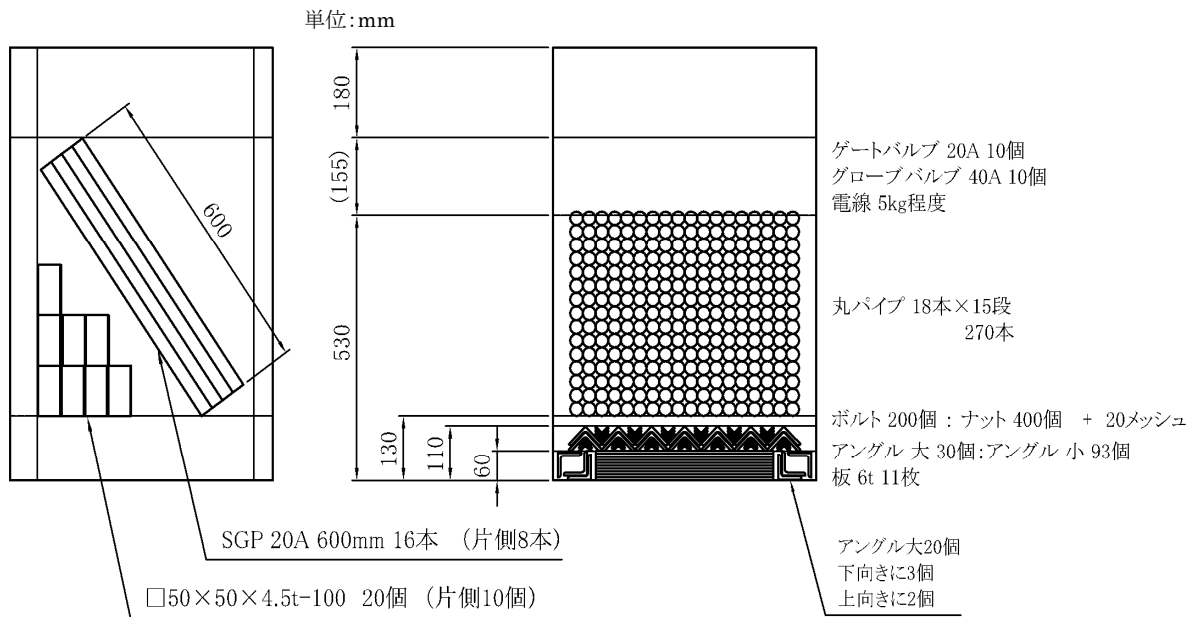
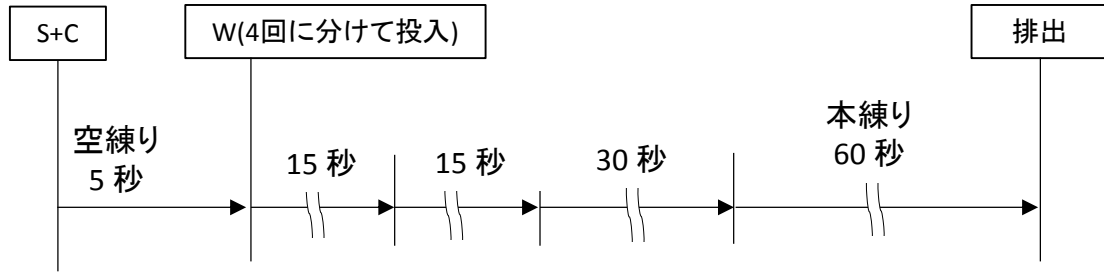


図2 ドラム缶内の模擬廃棄物の収納物模式図



C:セメント、S:細骨材、W:水

図3 練り混ぜの方法

レディミクストコンクリート納入書

契約NO. 2014年 12月 16日

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-----|-----|------|---------------|------|------|------|----------|------|--------------|------|----------------|-----------|------|----------------|
| 納入先 | <input type="text"/> | | | | | | | | | | 設 | | | | | |
| 納入場所 | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 納入時刻 | 発 | 10 | 時 | 49 | 分 | 着 | 11 | 時 | 17 | 分 | 納入容積 | 1.00 | m ³ | 累計納入容積 | 1.00 | m ³ |
| 呼び方 | コンクリートの種類による記号 | | | 呼び強度 | スランブ又はスランブフロー | | | cm | 粗骨材の最大寸法 | mm | セメントの種類による記号 | | | | | |
| | モルタル | | | | 18 | | | | | | N | | | | | |
| 配合表 kg/m ³ | セメント | 混和材 | 水 | 細骨材① | 細骨材② | 細骨材③ | 細骨材④ | 粗骨材① | 粗骨材② | 粗骨材③ | 粗骨材④ | 混和剤① | 混和剤② | | | |
| | 950 | - | 356 | 912 | - | - | - | - | - | - | - | 4.75 | - | | | |
| 水セメント比 | - | | | % | 水結合材比 | - | | | % | 細骨材率 | - | | % | スラッシュ固形分率 | - | |
| 回収骨材置換率 | 細骨材 | | | - | | | 粗骨材 | | | - | | | | | | |
| 備考 | 配合の種類別： <input checked="" type="checkbox"/> 標準配合 <input type="checkbox"/> 修正標準配合 <input type="checkbox"/> 計量読取記録から算出した単位置量 <input type="checkbox"/> 計量印字記録から算出した単位置量 <input type="checkbox"/> 計量印字記録から自動算出した単位置量 1:1モルタル | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pロート (40秒設計) | | | | | | | | | | | | | | | |

①生コンに契約外の混和材料を添加したり、加水し混合は、品質の保証はできません。
②生コンは強アルカリ性のため、皮膚や目に触れると炎症を起すことがあります。

荷受職員御認印 出荷係印

図4 受入時の配合を確認した記録

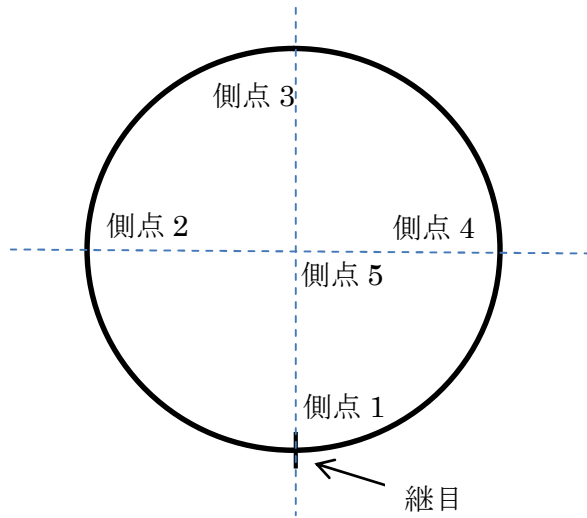


図 5 固型化部上面の測定位置

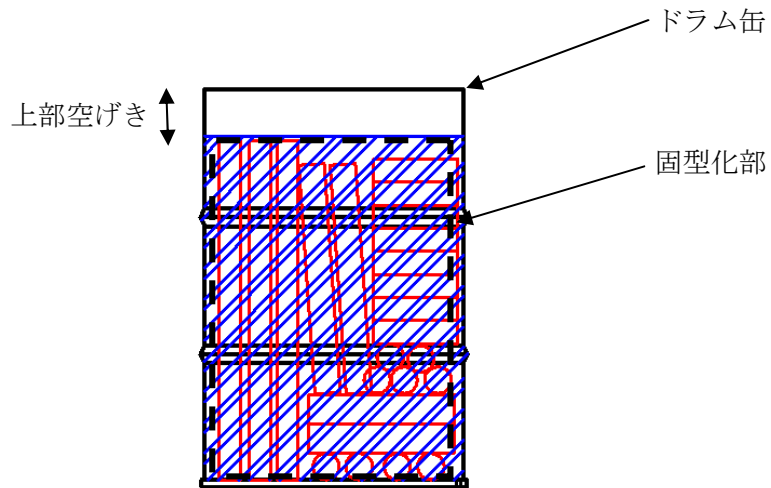


図 6 ドラム缶内の上部空げき・固型化部の模式図

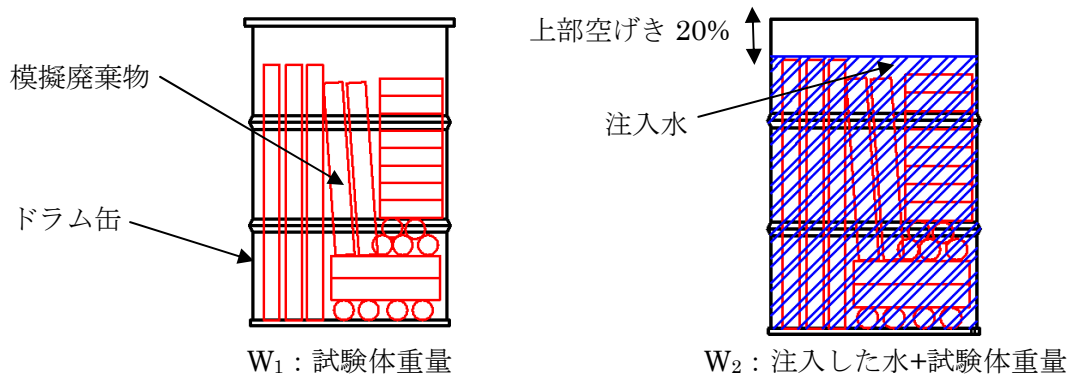


図 7 モルタル充填前に試験体に注入した水の体積の測定模式図

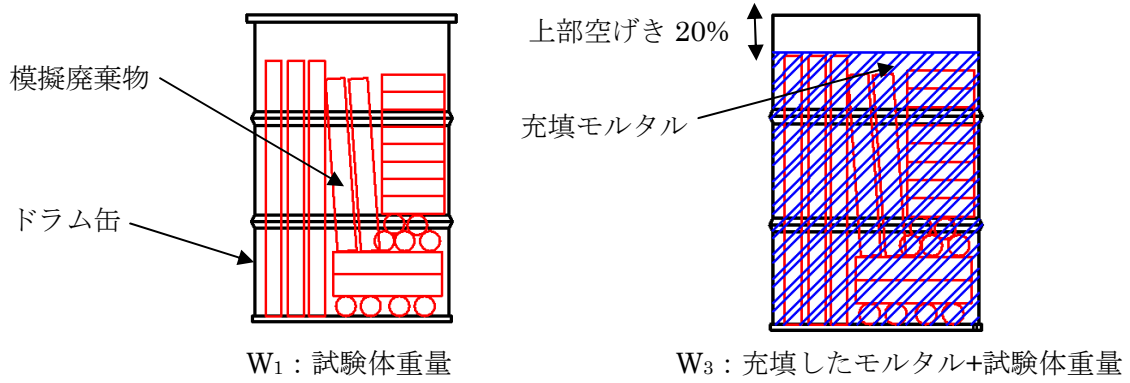


図 8 充填したモルタル充填材の体積の測定模式図

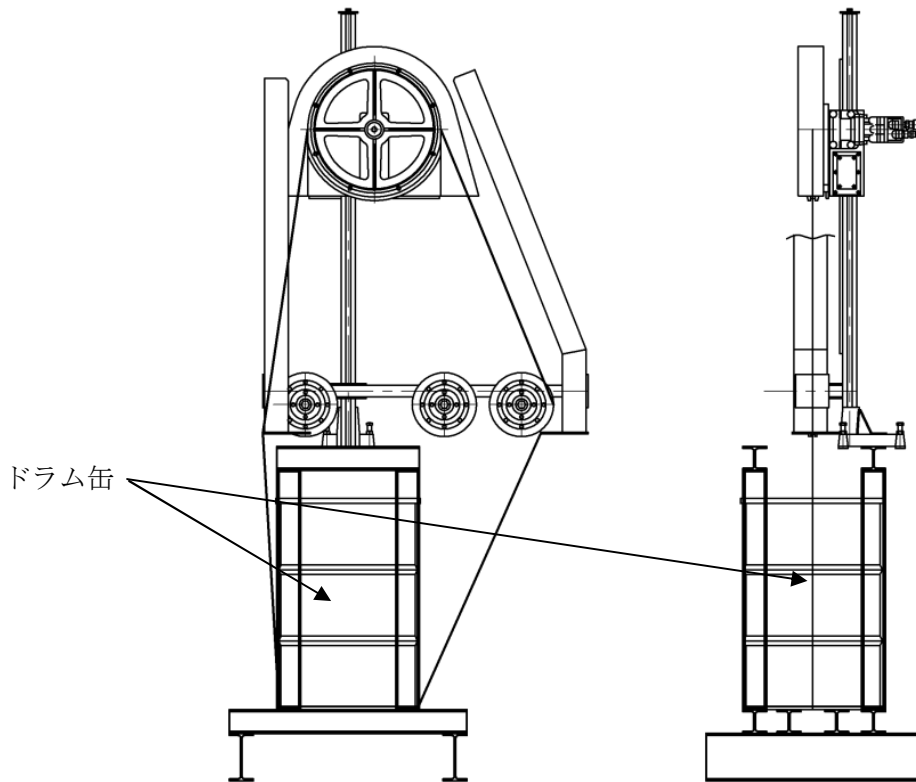


図 9 ダイヤモンドワイヤーソーの外観



写真1 ドラム缶底部に金属板を収納した状況
(金属板周囲にはアングル材を配置)



写真2 金属板の上にアングル材を収納した状況

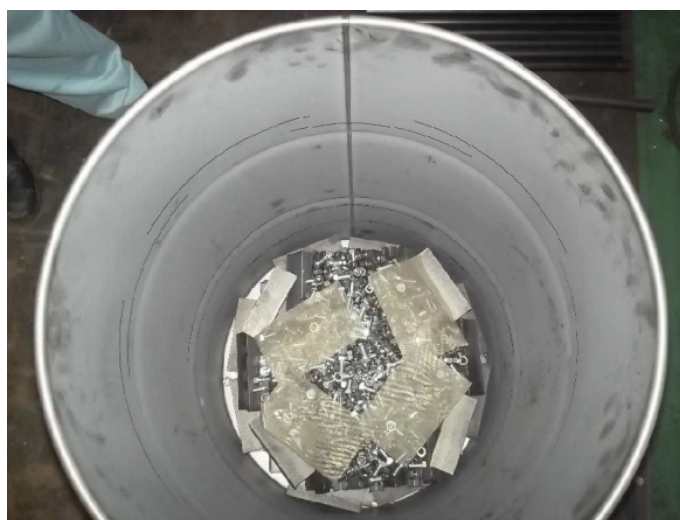


写真3 アングル材の上にボルト・ナットを収納した状況
(ボルト・ナットの上に飛散防止用のメッシュを配置)



写真4 ボルト・ナットの上に口径 20A、長さ 30cm の配管 270 本を水平収納した状況



写真5 水平収納した配管の側部に口径 20A、長さ 60 cm の配管を収納した状況



写真6 水平収納した配管の上にケーブル、弁類を収納した状況



写真7 弁類を収納した後に圧力計を収納した状況



写真8 50リットル強制二軸ミキサでの練り混ぜの状況



写真9 Pロート試験の実施状況



写真 10 一軸圧縮強度試験の実施状況



写真 11 アジテータ車による運搬

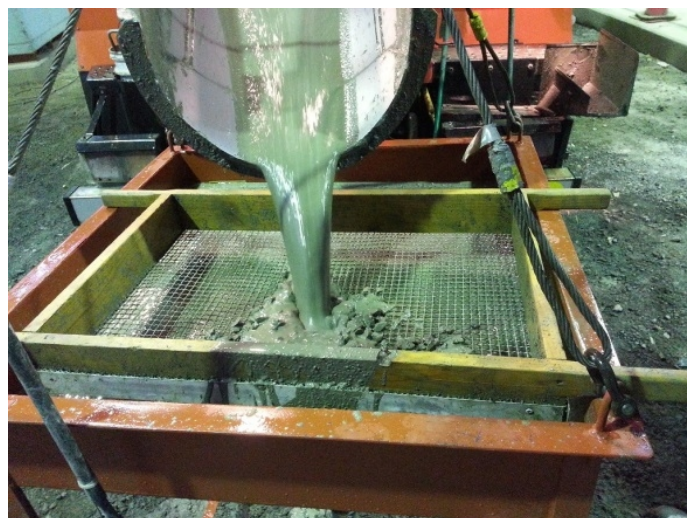


写真 12 ホッパへの投入状況(ふるいにて粗骨材を除去)



写真 13 ホッパへの投入完了時



写真 14 受入時の確認の状況



写真 15 上部空げき 20%に相当するドラム缶天端からの深さの測定状況



写真 16 ホッパから試験体への充填

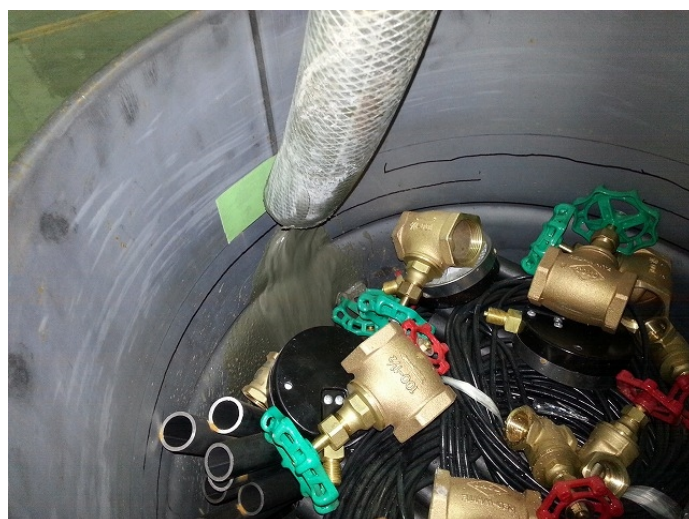


写真 17 試験体への充填状況 1



写真 18 試験体への充填状況 2



写真 19 試験体への充填状況 3



写真 20 計器の浮き上がり状況



写真 21 充填後の養生の状況



写真 22 P ロート流下時間 20 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況



写真 23 P ロート流下時間 30 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況



写真 24 P ロート流下時間 40 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況



写真 25 P ロート流下時間 50 秒のモルタルを充填した試験体の充填後の状況



写真 26 P ロート流下時間 20 秒のモルタルを充填した試験体の硬化後の状況



写真 27 P ロート流下時間 20 秒のモルタルを充填した試験体の沈下後の状況



写真 28 P ロート流下時間 30 秒のモルタルを充填した試験体の硬化後の状況



写真 29 ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 20 秒の試料)



写真 30 ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 30 秒の試料)



写真 31 ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 40 秒の試料)



写真 32 ブリーディング水の有無(P ロート流下時間 50 秒の試料)



写真 33 硬化後の試験体への水の注入重量の測定



写真 34 硬化後の試験体への水の注入

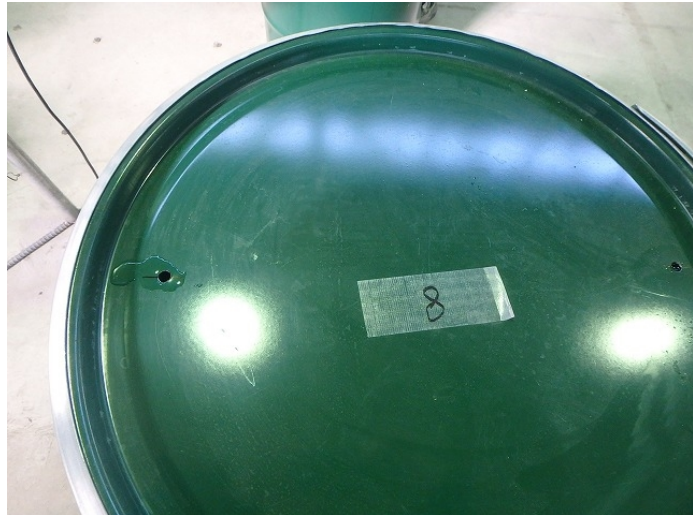


写真 35 硬化後の試験体への水の注入を止めた状況



写真 36 硬化後の試験体及び注入水の重量測定



写真 37 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 17 秒)



写真 38 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 17 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大

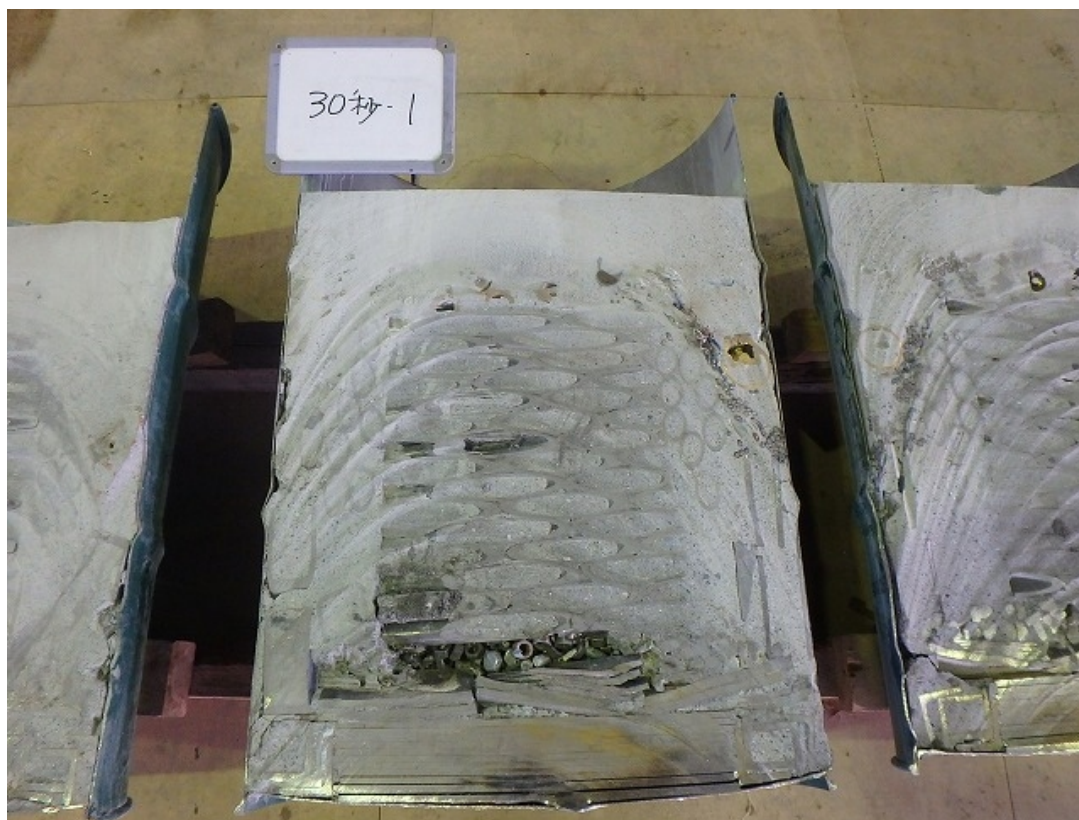


写真 39 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 34 秒)



写真 40 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 34 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大

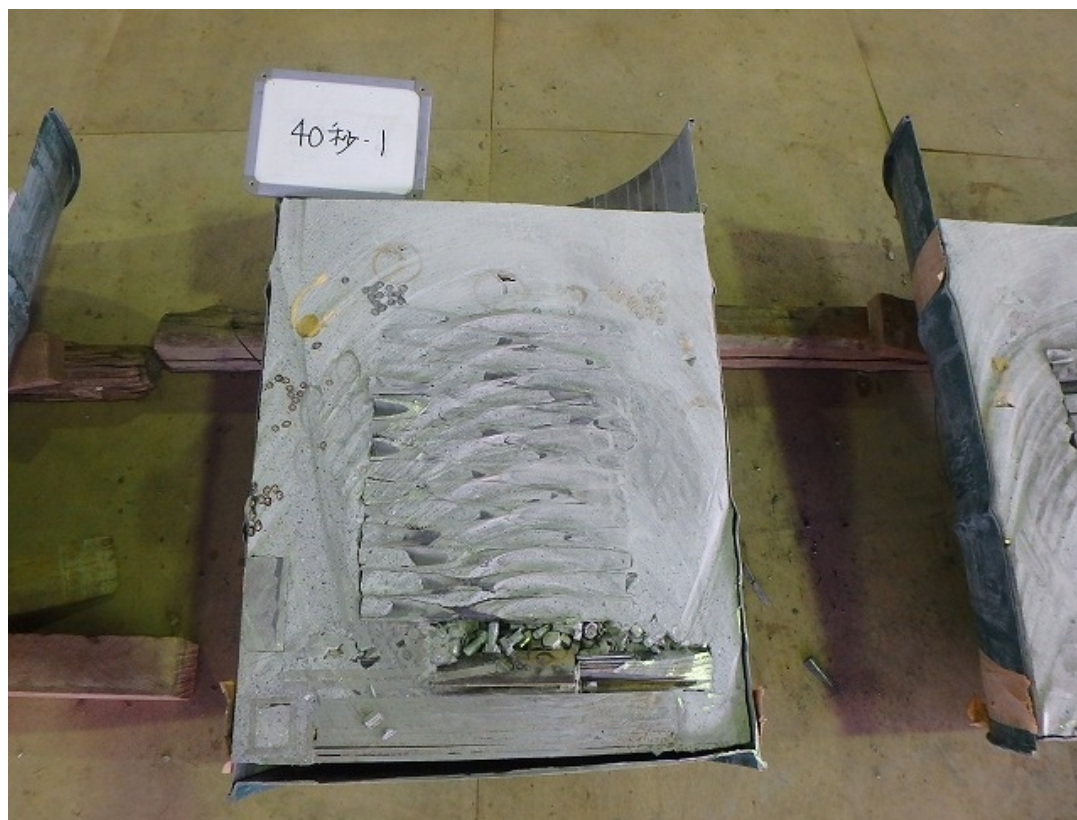


写真 41 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 44 秒)



写真 42 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 44 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大

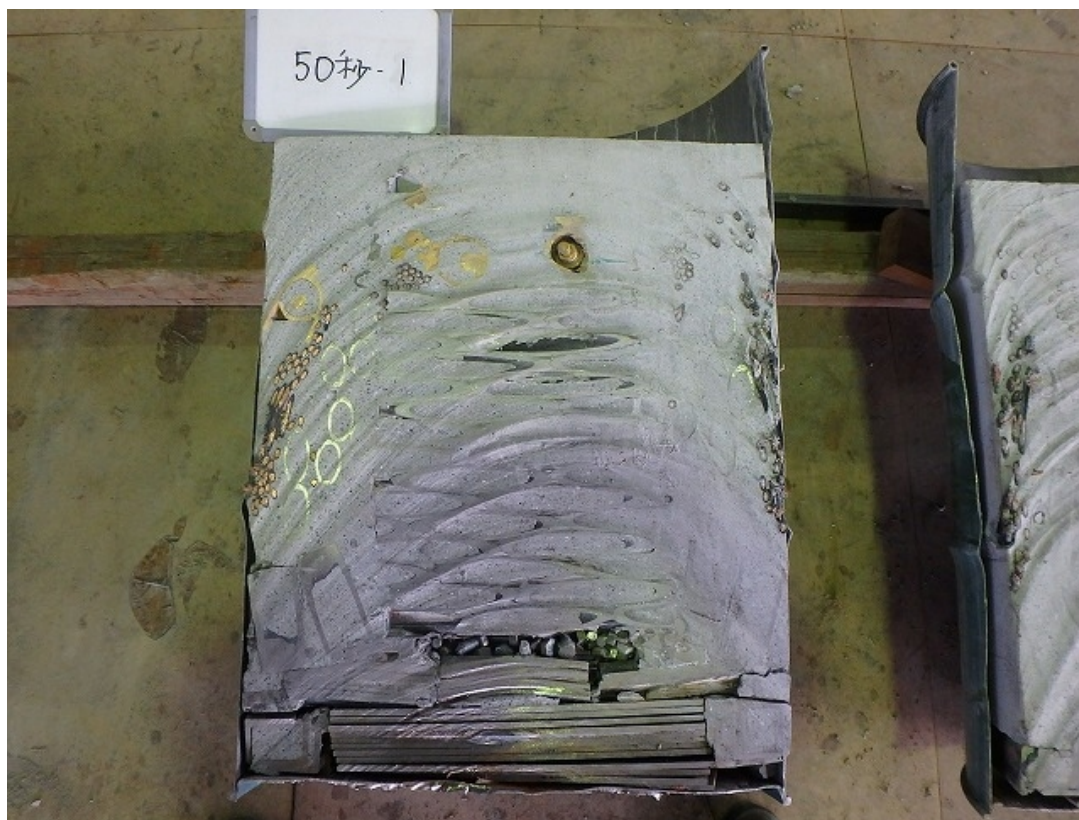


写真 43 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 52 秒)



写真 44 試験体の断面(充填材の P ロート流下時間 52 秒)の未充填部(ボルト・ナット部)拡大

付録-1

固体状の放射性廃棄物の分別作業記録の整理について

1. はじめに

原子力科学研究所に保管されている固体状の放射性廃棄物について、廃棄体性能評価のための標準的な廃棄物組成を設定するために、これまでに廃棄物管理部署において「原子力機構における廃棄体作製に係る基本手順の原則」に従って固体状の放射性廃棄物を分別した際の分別記録を調査し、整理することとした。

2. 調査方法について

(1) 調査対象とした固体状の放射性廃棄物

対象とした固体状の放射性廃棄物は、JPDR の解体で発生した金属廃棄物のうち、200 リットルドラム缶に収納して保管廃棄している放射性廃棄物である。総物量は、200 リットルドラム缶約 2,000 本である。このうち、平成 21 年度から平成 24 年度までに分別した 1,400 本の分別作業記録を調査対象とした。

(2) 分別の方法

上記固体状の放射性廃棄物は、以下の分別除去の方法によって分別されていたものである。

- ①「原子力機構における廃棄体作製に係る基本手順の原則」(付録-6)の 5.3.2.1 に記述されているものと同様である。
- ②分別を行う作業員に対しては、分別する廃棄物の例(写真等)を示した分別に関する要領の説明を行っている。

(3) 調査結果の整理

固体状の放射性廃棄物は、(2)の分別方法によって、表 1-1 に示すように廃棄物分類名、強度形状分類、その廃棄物の重量が記録されている。それに基づいて廃棄物分類毎の重量割合を集計することとした。また、分別作業に伴って撮影された廃棄物の写真に基づいて具体的な廃棄物名称を判断した。分別記録を整理した結果の例を表 1-2 に示す。

3. 調査の結果について

調査の結果を表 1-3 に示す。

表 1-1 廃棄物の分類表

| 廃棄物分類名 | 強度形状分類 | 具体的廃棄物名 | |
|--------------|--------|----------|--------|
| 金属片・板類 | A-1 | 金属板 | |
| | A-1 | 鋼材 | |
| | A-1 | ドラム缶 | |
| | A-1 | 足場クランフ | |
| | A-1 | 金属片 | |
| | A-1 | 工具類 | |
| | A-1 | アンカー | |
| | A-1 | ベアリング | |
| | A-1 | 金網 | |
| | A-1 | その他 | |
| | 金属配管類 | A-1 | 配管 |
| | | A-1 | フランジ |
| | | A-1 | 電線管 |
| | | A-1 | カップリング |
| | | A-1 | 相場パイプ |
| | 塊状金属類 | A-1 | その他 |
| | | A-1 | 弁 |
| A-1 | | スチームトラップ | |
| A-1 | | ストレーナ | |
| A-1 | | マスク用フィルタ | |
| A-1 | | ドラフト | |
| A-1 | | スイッチボックス | |
| A-1 | | その他 | |
| コンクリート片・ガラス類 | | A-1 | コンクリート |
| | | A-1 | 石膏ボード |
| | A-1 | サンダー刃 | |
| | A-1 | ガラス瓶 | |
| | A-1 | ガラス類 | |
| 小物金属 | A-1 | ボルト・ナット類 | |
| | A-1 | 金属端子 | |
| 番線類 | A-1 | 番線 | |
| | A-1 | 針金 | |
| | A-1 | 溶接棒 | |
| | A-1 | ワイヤ | |
| 計器類 | A-1 | ケーブル線 | |
| | A-1 | 計器 | |
| 屑 | A-1 | センサー | |
| | A-1 | ゴミ屑 | |
| その他 | A-1 | 砂 | |
| | A-1 | 土砂 | |
| A-1 | - | - | |

A-1強度が高く、固型化材料等が内部に充填し易い形状のもの

| 廃棄物分類名 | 強度形状分類 | 具体的廃棄物名 |
|--------|--------|---------|
| 缶類 | A-2 | 缶 |
| | A-2 | PT缶 |
| | A-2 | 一斗缶 |
| | A-2 | ペール缶 |
| | A-2 | スプレー缶 |
| | A-2 | 耐圧塩ビホース |
| | A-2 | 塩ビホース |
| | A-2 | ダクトホース |
| A-2 | その他 | |

A-2強度が高く、固型化材料等が内部に充填し難い形状のもの

| 廃棄物分類名 | 強度形状分類 | 具体的廃棄物名 |
|--------|--------|-----------|
| 線類 | B-1 | ケーブル |
| | B-1 | コード |
| 片・板類 | B-1 | その他 |
| | B-1 | ヘルメット |
| | B-1 | ガスケット |
| | B-1 | ポリバケツ片 |
| | B-1 | プラスチック塊 |
| | B-1 | プラスチック片 |
| | B-1 | カップラ |
| | B-1 | スイッチボックス |
| | B-1 | ドライバー |
| | B-1 | アスファルト |
| | B-1 | スノコ |
| | B-1 | ゴムパッキン |
| | B-1 | ポラロイドフィルム |
| | B-1 | コネクター |
| B-1 | その他 | |
| 容器類 | B-1 | ポリ容器 |
| | B-1 | 計器 |
| | B-1 | プレーカー |
| | B-1 | 検出器 |
| | B-1 | 分配器 |
| | B-1 | マイクロスイッチ |
| | B-1 | プラスチックボトル |
| | B-1 | ポリ片 |
| B-1 | その他 | |

B-1強度が低く、固型化材料等が内部に充填し易い形状のもの

| 廃棄物分類名 | 強度形状分類 | 具体的廃棄物名 |
|--------|--------|--------------|
| 保温材類 | B-2 | グラスクロス |
| | B-2 | ケイ酸カルシウム |
| | B-2 | 断熱ふせん |
| | B-2 | ロックウール |
| | B-2 | グラスウール |
| | B-2 | シリカライト |
| | B-2 | ガラス繊維 |
| | B-2 | 石綿 |
| | B-2 | ポリウレタン |
| | B-2 | その他 |
| フィルタ類 | B-2 | バグフィルタ |
| | B-2 | ロールフィルタ |
| | B-2 | プレフィルタ |
| シート類 | B-2 | トラペロンフィルタ |
| | B-2 | HEPAフィルタメディア |
| | B-2 | 防炎シート |
| | B-2 | ビニールシート |
| B-2 | 難燃シート | |

B-2強度が低く、固型化材料等が内部に充填し難い形状のもの

表 1-2 分別作業記録の整理の結果例

| 分別前ID | 発元 | 収納物名称 | 発生日 | 分別した日 | 廃棄物分類 | 強度・形状分類 | 具体的廃棄物の名称 | 重量(kg) | 分別後ID | 表面線量率(μ Sv/h) |
|-------------|------|-----------------------|------------|-----------|--------|---------|-----------|--------|------------|--------------------|
| NY-91Y-724 | JPDR | 1F給水ポンプ室機器解体 | 1990.6.16 | 2010.5.6 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 158 | 1005220029 | <0.2 |
| NY-91Y-726 | JPDR | 1F給水ポンプ室機器解体 | 1990.6.16 | 2010.5.7 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 158 | 1005220030 | <0.2 |
| NY-91Y-727 | JPDR | 1F給水ポンプ室機器解体 | 1990.7.4 | 2010.5.10 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1005220031 | <0.2 |
| NY-91Y-762 | JPDR | 2FMGセツト室機器解体 | 1990.9.10 | 2010.5.11 | 番線類 | A-1 | ケーブル線 | 81 | 1005220027 | <0.2 |
| NY-922-1811 | JPDR | B1Fパイプライン機器解体 | 1992.1.31 | 2010.5.11 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 158 | 1005220032 | 0.8 |
| NY-922-1869 | JPDR | B1F機器解体 | 1992.1.30 | 2010.5.12 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1005220039 | 1.7 |
| NY-91Y-860 | JPDR | 2F廃ガス処理室機器解体 | 1991.5.16 | 2010.5.12 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1005220041 | <0.2 |
| NY-921-1377 | JPDR | B1F~B3F残存機器解体 | 1991.12.2 | 2010.5.12 | 塊状金属類 | A-1 | その他 | 375 | 1005220035 | 1.8 |
| NY-91Y-754 | JPDR | B1F地下タンク室機器解体 | 1991.10.22 | 2010.5.13 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1005220042 | 0.8 |
| NY-921-1378 | JPDR | B1F~B3F残存機器解体 | 1991.12.2 | 2010.5.14 | 塊状金属類 | A-1 | その他 | 366 | 1005220044 | 1.3 |
| NY-921-1378 | JPDR | B1F~B3F残存機器解体 | 1991.12.2 | 2010.5.14 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1005220045 | 1.2 |
| NY-912-526 | JPDR | ベローズ、スタビライザ、スタッドボルト解体 | 1990.6.22 | 2010.5.20 | 番線類 | A-1 | 針金 | 468 | 1005220047 | 18 |
| NY-912-729 | JPDR | 圧力容器接続配管解体 | 1990.6.8 | 2010.5.20 | 金属片・板類 | A-1 | 金属板 | 180 | 1005220046 | 3 |
| NY-912-725 | JPDR | 炉内構造物解体 | 1990.6.6 | 2010.5.21 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 180 | 1005220034 | 12 |
| NY-917-122 | JPDR | 遮蔽体突出部下部解体(水ジェット) | 1991.4.24 | 2010.5.27 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 179 | 1005220054 | 16 |
| NY-912-525 | JPDR | ベローズ、スタビライザ、スタッドボルト解体 | 1990.6.22 | 2010.5.27 | 屑 | A-1 | 土砂 | 292 | 1005220038 | 180 |
| NY-912-525 | JPDR | ベローズ、スタビライザ、スタッドボルト解体 | 1990.6.22 | 2010.5.27 | 塩化ビニル | - | - | 48 | 1005220040 | 18 |
| NY-912-1114 | JPDR | 排水処理装置撤去作業 | 1990.9.26 | 2010.5.31 | 金属配管類 | A-1 | フランジ | 445 | 1005220053 | 65 |
| NY-917-121 | JPDR | 遮蔽体突出部下部解体(水ジェット) | 1991.4.24 | 2010.6.1 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 180 | 1005220057 | 3.5 |
| NY-912-726 | JPDR | 真通ロブロック解体 | 1990.6.21 | 2010.6.1 | 金属片・板類 | A-1 | その他 | 432 | 1005220048 | 75 |
| NY-912-726 | JPDR | 真通ロブロック解体 | 1990.6.21 | 2010.6.1 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 180 | 1006220061 | 11 |
| NY-912-714 | JPDR | 炉内構造物解体 | 1990.6.6 | 2010.6.2 | 塩化ビニル | - | - | 61 | 1005220056 | 230 |
| NY-912-229 | JPDR | - | 1990.10.31 | 2010.6.4 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1005220055 | 13 |
| NY-912-251 | JPDR | 2F~B2F圧力容器周辺機器解体 | 1990.10.29 | 2010.6.8 | 番線類 | A-1 | ケーブル線 | 148 | 1005220051 | 8 |
| NY-912-251 | JPDR | 2F~B2F圧力容器周辺機器解体 | 1990.10.29 | 2010.6.8 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 172 | 1006220067 | 10 |
| NY-912-1119 | JPDR | 排水処理装置撤去作業 | 1990.9.26 | 2010.6.9 | 金属配管類 | A-1 | 配管 | 180 | 1006220063 | 0.9 |
| NY-912-582 | JPDR | 圧力容器接続配管解体 | 1990.7.18 | 2010.6.10 | その他 | - | - | 471 | 1005220043 | 5.5 |
| NY-912-232 | JPDR | 非常用復水器、FCP系配管、弁解体 | 1990.10.31 | 2010.6.14 | 塊状金属類 | A-1 | その他 | 398 | 1005220049 | 90 |
| NY-912-232 | JPDR | 非常用復水器、FCP系配管、弁解体 | 1990.10.31 | 2010.6.14 | 金属片・板類 | A-1 | 金属片 | 180 | 1006220069 | 3 |
| NY-912-788 | JPDR | 圧力容器接続配管解体(既存工法) | 1990.6.4 | 2010.6.15 | 塩化ビニル | - | - | 49 | 1006220065 | 0.7 |
| NY-912-727 | JPDR | 炉内構造物解体 | 1990.6.18 | 2010.6.16 | 番線類 | A-1 | ケーブル線 | 191 | 1005220059 | 1.5 |

表 1-3 JPDR の解体廃棄物における廃棄物分類毎の存在割合

| 廃棄物分類 | 重量(kg) | 重量割合(%) | 累積割合(%) |
|--------------|---------|---------|---------|
| 金属片・板類 | 122,313 | 38.9 | 38.9 |
| 金属配管類 | 120,620 | 38.3 | 77.2 |
| 塊状金属類 | 25,009 | 7.9 | 85.1 |
| コンクリート片・ガラス類 | 10,199 | 3.2 | 88.4 |
| 番線類 | 12,397 | 3.9 | 92.3 |
| 小物金属 | 4,030 | 1.3 | 93.6 |
| 計器類 | 3,463 | 1.1 | 94.7 |
| 屑 | 3,315 | 1.1 | 95.7 |
| その他 | 3,898 | 1.2 | 97.0 |
| 塩ビ・ゴム | 2,520 | 0.8 | 97.8 |
| 保温材 | 1,238 | 0.4 | 98.2 |
| フィルタ | 195 | 0.1 | 98.2 |
| 残土・石綿 | 107 | 0.0 | 98.3 |
| プラスチック片 | 67 | 0.0 | 98.3 |
| イオン交換樹脂 | 1,458 | 0.5 | 98.8 |

付録-2

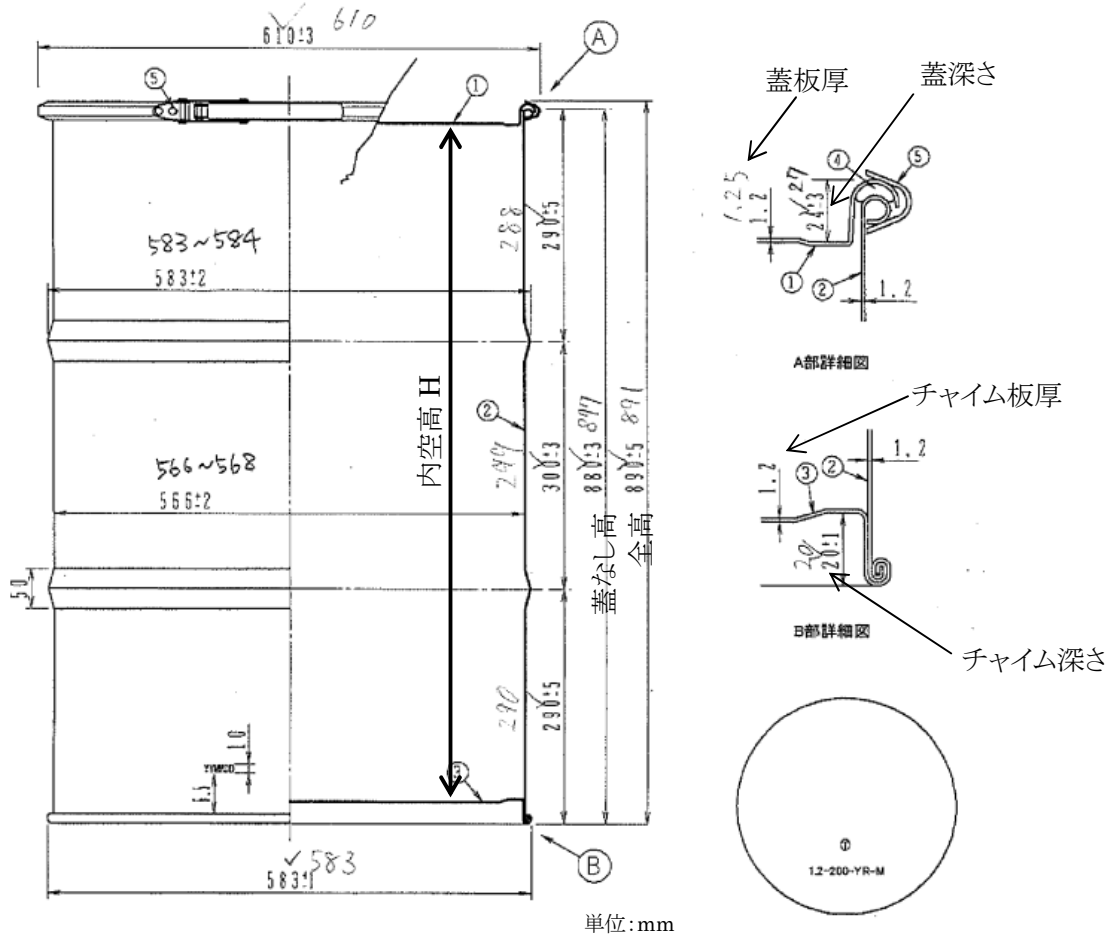
200 リットルドラム缶の容積について

「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術細目を定める告示」第 4 条第 3 項第一号イによると、廃棄体に用いることのできる容器は、日本工業規格 JIS Z 1600(一九九三)に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであることである。本試験では、廃棄確認において、日本工業規格 JIS Z 1600(一九九三)と同等とされる日本工業規格 JIS Z 1600(二〇〇六)のオープンヘッドドラムを使用した。その寸法の許容差は、数ミリメートルであるために、ドラム缶一体毎に容積が異なる。

ドラム缶の容積は、空げき率の算出において分母となる。このため、個々のドラム缶の寸法の測定を行った。その結果及び測定部位を表 2-1 及び図 2-1 に示す。また、その寸法に基づいて、個々のドラム缶の容積を算出した。その結果を表 2-2 に示す。

表 2-1 模擬試験体(ドラム缶)測定寸法

| 試験体 | 内径(mm) | | | | 全高 (mm) | 蓋 深さ (mm) | 蓋 板厚 (mm) | チャム 深さ (mm) | チャム 板厚 (mm) | 蓋なし 高 (mm) | 内空高 H (mm) |
|-------|--------|---|-----|-----|------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | 最小 | ～ | 最大 | 平均 | | | | | | | |
| No.1 | 566 | ～ | 568 | 567 | 891 | 27 | 1.3 | 20 | 1.2 | 877 | 842 |
| No.2 | 565 | ～ | 568 | 567 | 889 | 27 | 1.3 | 21 | 1.2 | 878 | 839 |
| No.3 | 566 | ～ | 568 | 567 | 890 | 27 | 1.2 | 20 | 1.2 | 878 | 841 |
| No.4 | 567 | ～ | 568 | 568 | 890 | 27 | 1.4 | 21 | 1.2 | 878 | 839 |
| No.5 | 566 | ～ | 568 | 567 | 889 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 879 | 839 |
| No.6 | 566 | ～ | 568 | 567 | 890 | 27 | 1.3 | 21 | 1.2 | 879 | 840 |
| No.7 | 565 | ～ | 567 | 566 | 890 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 879 | 840 |
| No.8 | 567 | ～ | 568 | 568 | 890 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 879 | 840 |
| No.9 | 566 | ～ | 567 | 567 | 890 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 878 | 840 |
| No.10 | 566 | ～ | 568 | 567 | 889 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 877 | 839 |
| No.11 | 567 | ～ | 568 | 568 | 890 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 879 | 840 |
| No.12 | 566 | ～ | 568 | 567 | 890 | 27 | 1.2 | 21 | 1.2 | 878 | 840 |



内空高 H= 全高 - (蓋深さ+蓋板厚+チャイム板厚+チャイム深さ)

図 2-1 ドラム缶の寸法測定部位

表 2-2 ドラム缶の内容積

| | 平均内径 (mm) | 平均内空断面積 (m ²) | 内空高 (mm) | 試験体内部容量 (m ³) |
|-------|--------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| No.1 | 567 | 0.252 | 842 | 0.212 |
| No.2 | 567 | 0.252 | 839 | 0.212 |
| No.3 | 567 | 0.252 | 841 | 0.212 |
| No.4 | 568 | 0.253 | 840 | 0.213 |
| No.5 | 567 | 0.252 | 839 | 0.212 |
| No.6 | 567 | 0.252 | 840 | 0.212 |
| No.7 | 566 | 0.252 | 840 | 0.211 |
| No.8 | 568 | 0.253 | 840 | 0.213 |
| No.9 | 567 | 0.252 | 840 | 0.212 |
| No.10 | 567 | 0.252 | 839 | 0.212 |
| No.11 | 568 | 0.253 | 840 | 0.213 |
| No.12 | 567 | 0.252 | 840 | 0.212 |

付録-3

モルタル充填材の密度について

充填したモルタルの硬化後の密度は、密度を測定する供試体の作製方法によって、異なると考えられる。このため、本試験では、以下の3つ方法で供試体を作製した。

- ① 「JIS A 1132 コンクリート強度試験用供試体の作り方」のモールドで作成した供試体
- ② ブリーディング試験用テストピースによる硬化後比重(充填後 56 日経過の比重)
- ③ 小径コアによる硬化後比重(切断試験体断面からコア供試体による比重)

① 「JIS A 1132 コンクリート強度試験用供試体の作り方」のモールドで作成した供試体
 モルタル充填材を試験体に充填する際に採取した試料より、「JIS A 1132 コンクリート強度試験用供試体の作り方」のモールドで供試験体を作製した。供試体の密度の測定結果を表 3-1 に示す。供試体は表面を研磨しキャッピングした後、一般的なコンクリートの標準養生として用いられている水中養生にて 28 日間養生した。また、比重を算出するための供試体寸法は、モルタルの強度試験用モールドの内空寸法(直径 50.0mm、高さ 100mm)とした。

表 3-1 「JIS A 1132 コンクリート強度試験用供試体の作り方」のモールドで作製した供試体の密度の測定結果

| P ロート流 下時間 | 供試体名 | 重量 | 直径 | 高さ | 体積 | 密度 |
|---------------|------|-------|------|------|--------------------|----------------------|
| | | (g) | (mm) | (mm) | (cm ³) | (g/cm ³) |
| 20 秒 | 1-1 | 436.2 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.22 |
| | 1-2 | 436.7 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.22 |
| | 1-3 | 437.8 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.23 |
| | 平均 | 436.9 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.23 |
| 30 秒 | 2-1 | 446.5 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| | 2-2 | 445.4 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| | 2-3 | 445.2 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| | 平均 | 445.7 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| 40 秒 | 3-1 | 445.2 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| | 3-2 | 443.7 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.26 |
| | 3-3 | 446.1 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| | 平均 | 445.0 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.27 |
| 50 秒 | 4-1 | 443.9 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.26 |
| | 4-2 | 442.7 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.25 |
| | 4-3 | 441.5 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.25 |
| | 平均 | 442.7 | 50.0 | 100 | 196.3 | 2.25 |

② ブリーディング試験用テストピースによる硬化後比重(充填後 56 日経過の比重)

モルタル充填材を試験体に充填する際に採取したブリーディング試験用のテストピース(直径 50mm)を 56 日間気中養生の後、高さ 100mm に切断し、気中重量測定後、水中重量を測定した。その差を体積として、密度を算定した。その結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 ブリーディング試料の密度

| P ロート 流下時間 | 供試体名 | 気中重量 | 水中重量 | 供試体体積 V | 密度 ρ |
|---------------|------|-------|-------|-------------------|----------------------------|
| | | A | B | C=A-B | A/C |
| | | (g) | (g) | (cm^3) | (g/cm^3) |
| 20 秒 | 1-1 | 418.8 | 227.8 | 191.0 | 2.19 |
| | 1-2 | 422.5 | 230.7 | 191.8 | 2.20 |
| | 1-3 | 421.2 | 229.4 | 191.8 | 2.20 |
| | 平均 | 420.8 | 229.3 | 191.5 | 2.20 |
| 30 秒 | 2-1 | 429.9 | 237.7 | 192.2 | 2.24 |
| | 2-2 | 426.2 | 235.1 | 191.1 | 2.23 |
| | 2-3 | 429.8 | 238.0 | 191.8 | 2.24 |
| | 平均 | 428.6 | 236.9 | 191.7 | 2.24 |
| 40 秒 | 3-1 | 431.4 | 239.4 | 192.0 | 2.25 |
| | 3-2 | 431.8 | 239.8 | 192.0 | 2.25 |
| | 3-3 | 428.5 | 238.2 | 190.3 | 2.25 |
| | 平均 | 430.6 | 239.1 | 191.4 | 2.25 |
| 50 秒 | 4-1 | 432.2 | 239.5 | 192.7 | 2.24 |
| | 4-2 | 429.9 | 238.7 | 191.2 | 2.25 |
| | 4-3 | 431.3 | 240.2 | 191.1 | 2.26 |
| | 平均 | 431.1 | 239.5 | 191.7 | 2.25 |

③ 小径コアによる硬化後の密度(切断試験体断面からコア供試体による密度)

モルタル充填材を試験体に充填し、56日間養生の後、同試験体をダイヤモンドワイヤーソーにて切断した。試験体を2分割にした断面より小径コア(コア直径φ25mm、高さ50mm)を採取し、気中重量測定後、水中重量を測定した。その差を体積として、密度を算定した。コア試料の密度を表3-3に、小径コアによるコア抜き状況を図3-1に、小径コアによるコア抜き完了状況を図3-2にそれぞれ示す。

表 3-3 コア試料の密度

| Pポート流 下時間 | 供試体名 | 気中重量 | 水中重量 | 供試体体積 V | 密度 ρ |
|--------------|------|------|------|--------------------|----------------------|
| | | A | B | (C=A・B) | A/C |
| | | (g) | (g) | (cm ³) | (g/cm ³) |
| 20 秒 | 1-1 | 57.3 | 31.4 | 25.9 | 2.21 |
| | 1-2 | 57.2 | 31.1 | 26.1 | 2.19 |
| | 平均 | 57.3 | 31.3 | 26.0 | 2.20 |
| 30 秒 | 4-1 | 55.9 | 30.4 | 25.5 | 2.19 |
| | 4-2 | 57.8 | 31.9 | 25.9 | 2.23 |
| | 平均 | 56.9 | 31.2 | 25.7 | 2.21 |
| 40 秒 | 7-1 | 59.1 | 32.9 | 26.2 | 2.26 |
| | 7-2 | 57.3 | 31.7 | 25.6 | 2.24 |
| | 平均 | 58.2 | 32.3 | 25.9 | 2.25 |
| 50 秒 | 10-1 | 57.6 | 31.4 | 26.2 | 2.20 |
| | 10-2 | 57.1 | 31.0 | 26.1 | 2.19 |
| | 平均 | 57.4 | 31.2 | 26.2 | 2.19 |

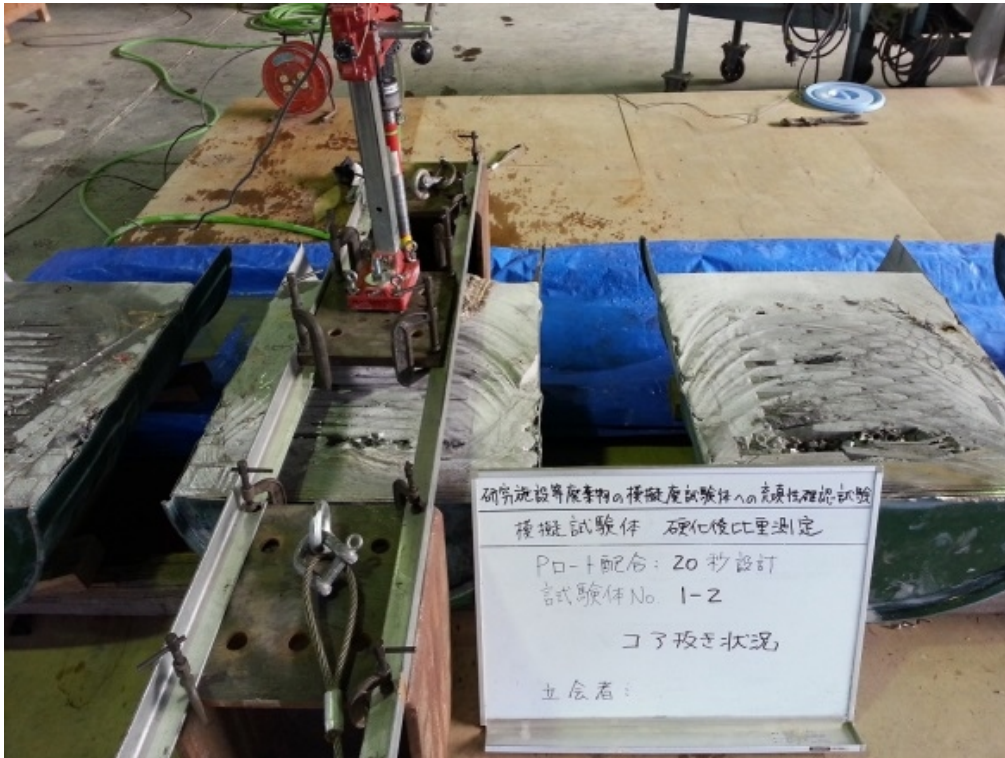


図 3-1 切断した試験体からの小径コアによるコア抜き状況



図 3-2 切断した試験体からの小口径コアの抜き取り後の状況

付録-4

空げき率の評価方法について

本報告書では、これまでに廃棄確認において公開されている空げき率の評価方法と異なる評価式で、空げき率を評価している。これまでの廃棄確認において採用されている空げき率の評価方法で評価した結果を以下に示す。

(1) 空げき率の評価方法及び定義

試験体内部の空げき率の評価は、「低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物)」⁴⁾に従い、水置換法により求めた。なお、空げき率の定義は、「高圧圧縮充填固化体の空げき率評価 JAEA-Technology 2010-041」⁷⁾を参考に以下のとおりとした。

①内部空げき率

充填された充填材が硬化した部分(固型化部)の体積に対する、その内部の空げき量の割合

②上部空げき率

蓋を閉めたドラム缶内の全容積に対する、蓋の下面から、固型化部の上面にできる空間の割合

③残存空げき率

蓋を閉めたドラム缶内の全容積に対する、ドラム缶内の残存空げき量(内部空げき量と上部空げき量の和)の割合

(2) 内部空げき率の評価

内部空げき率は、固型化部の内部空げき量及び固型化部の体積から算出する。水置換法による内部空げき率の評価フロー図を図 4-1 に示す。

内部空げき量は、充填した水の重量を実測し、体積に換算した。また、固型化部の体積は、充填した充填材の重量(硬化後)の実測値と、「JIS A 1132 コンクリート強度試験用供試体の作り方」のモールドで作成した供試体の密度から体積に換算した。算出結果を表 4-1 に示す。

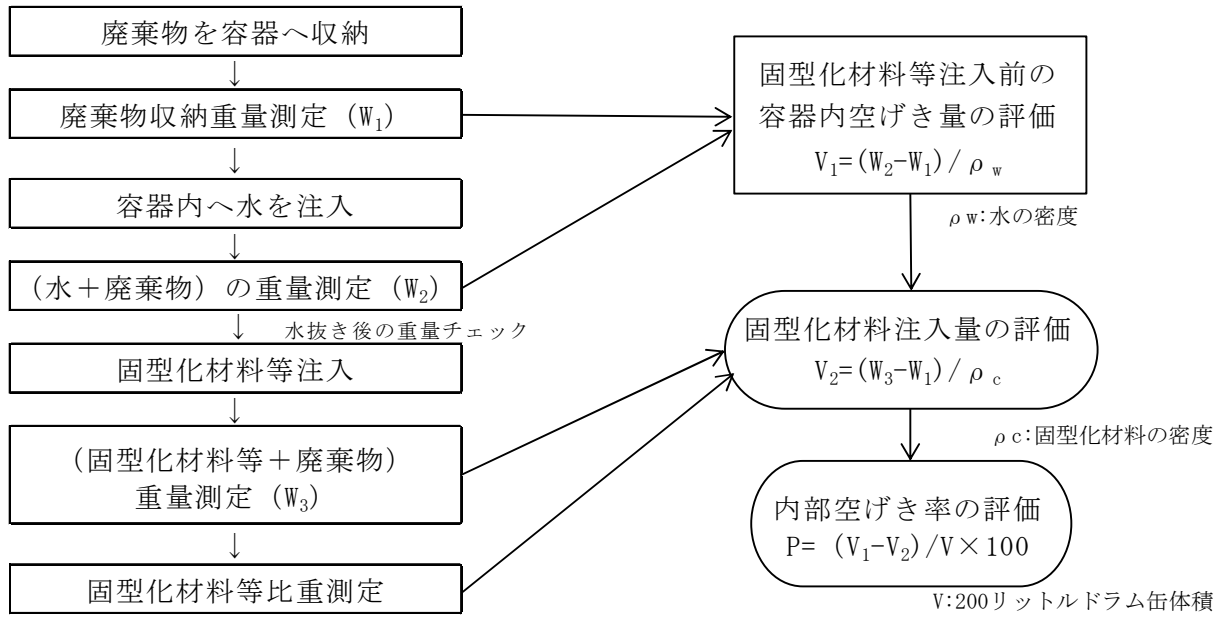


図 4-1 水置換法による空げき率の測定フロー¹⁾

(3) 上部空げきの評価

固型化後の試験体の上部空げきは、JIS Z 1600(2006)附属書 A「ドラムの容量測定法」を参考として、ドラム缶内の上部空げき部に水を注入し、その水の質量を測定し、容量に換算することによって決定した。測定では、ドラム缶の蓋に孔をあけ、上部空げき部に水を注入し、蓋にあけた穴から水があふれ出るまで注入した。水を注入した試験体の重量は、フロアスケールは 10N 単位の精度のフロアスケールで測定した。その結果を表 4-2 に示す。

(4) 残存空げき率

残存空げき率の結果を表 4-3 に示す。

表 4-1 内部空げき率の評価

| 試験体 No. | モルタル充填 材の P ロート 値【実測値】 | 試験体重量 (kg)※1 | 水注入後の 試験体重量 ※1 (kg) | モルタル充填後 の試験体重量※2 (kg) | 容器内空げき量 ※1 (リットル) | モルタル充填材 の密度※2 (g/cm ³) | モルタル充填材 の注入量※2 (リットル) | 内部空げき率 (%) |
|------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|---------------|
| | | | | | | | | |
| No.1 | 17 秒 | 325 | 457 | 608 | 132 | 2.23 | 127 | 4 |
| No.2 | | 329 | 460 | 607 | 131 | 2.23 | 125 | 5 |
| No.3 | | 329 | 458 | 608 | 129 | 2.23 | 125 | 3 |
| No.4 | 34 秒 | 329 | 458 | 605 | 129 | 2.27 | 122 | 6 |
| No.5 | | 330 | 458 | 606 | 128 | 2.27 | 122 | 5 |
| No.6 | | 327 | 458 | 608 | 131 | 2.27 | 124 | 6 |
| No.7 | 44 秒 | 330 | 458 | 606 | 128 | 2.27 | 122 | 5 |
| No.8 | | 329 | 458 | 607 | 129 | 2.27 | 122 | 5 |
| No.9 | | 328 | 459 | 608 | 131 | 2.27 | 123 | 6 |
| No.10 | 52 秒 | 330 | 458 | 611 | 128 | 2.25 | 125 | 2 |
| No.11 | | 329 | 458 | 609 | 129 | 2.25 | 124 | 4 |
| No.12 | | 328 | 458 | 608 | 130 | 2.25 | 124 | 4 |

※1:表 16 より引用

※2:表 17 より引用

表 4-2 上部空げき率の評価*

| 試験体 | 試験体 内部容量 | 注入水による評価 | | | 上部空げき率 |
|-------|-------------|----------|--------------|----------------------|-----------------|
| | | 注入水重量 | 水の密度 | 上部空げき 体積 | |
| | V_1^{*1} | W_w | ρ_w | $V_w = W_w / \rho_w$ | $A = V_w / V_1$ |
| | (m^3) | (kg) | (kg/m^3) | (m^3) | (%) |
| No.1 | 0.212 | 41.59 | 999.784 | 0.04160 | 19.6 |
| No.2 | 0.212 | 41.53 | 999.851 | 0.04154 | 19.6 |
| No.3 | 0.212 | 42.97 | 999.851 | 0.04298 | 20.2 |
| No.4 | 0.213 | 40.98 | 999.904 | 0.04098 | 19.3 |
| No.5 | 0.212 | 41.74 | 999.904 | 0.04174 | 19.7 |
| No.6 | 0.212 | 42.56 | 999.851 | 0.04257 | 20.1 |
| No.7 | 0.211 | 41.84 | 999.851 | 0.04185 | 19.8 |
| No.8 | 0.213 | 41.76 | 999.851 | 0.04177 | 19.6 |
| No.9 | 0.212 | 42.63 | 999.784 | 0.04264 | 20.1 |
| No.10 | 0.212 | 40.94 | 999.784 | 0.04095 | 19.3 |
| No.11 | 0.213 | 41.46 | 999.703 | 0.04147 | 19.5 |
| No.12 | 0.212 | 41.71 | 999.703 | 0.04172 | 19.7 |

※：表 21 の再掲

表 4-3 残存空げき率の評価

| 試験体 No. | セメント系充填材の P ロ ート値【実測値】 | 残存空げき率 | |
|------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| | | 表 4-1 及び表 4-2 の 空げき率の和 | 本報告表 23 の空 げき率 |
| No.1 | 17 秒 | 24 | 23 |
| No.2 | | 25 | 24 |
| No.3 | | 23 | 22 |
| No.4 | 34 秒 | 25 | 23 |
| No.5 | | 25 | 24 |
| No.6 | | 26 | 24 |
| No.7 | 44 秒 | 25 | 24 |
| No.8 | | 25 | 24 |
| No.9 | | 26 | 25 |
| No.10 | 52 秒 | 21 | 21 |
| No.11 | | 24 | 23 |
| No.12 | | 24 | 24 |

付録-5

廃棄物形状に応じた充填性について

廃棄物の形状に応じて、充填されにくいものと充填されやすいものがあると考えられる。形状による充填性の違いを以下に示す。

1. 充填が良好な部分

1.1 鋼管周辺

鋼管周辺充填状況について、試験体 No.1 を図 5-1 に、試験体 No.4 を図 5-2 に、試験体 No.7 を図 5-3 に、試験体 No.10 を図 5-4 にそれぞれ示す。試験体内には、20A、30cm の配管が 18 本×15 段の計 270 本が水平に配置され、その側面には 20A、60 cm の配管が片側 8 本ずつ計 16 本、角材 50mm×50mm が計 20 個収納されていたが、配管内部や周辺にもモルタル充填材が充填されていることが確認できた。なお、図 5-1 に固化化材料が割れている部分があるが、これは切断時に欠けたものである。本試験では、モルタル充填材の充填性は、P ロート流下時間 20 秒～50 秒の範囲では特に影響はなかった。

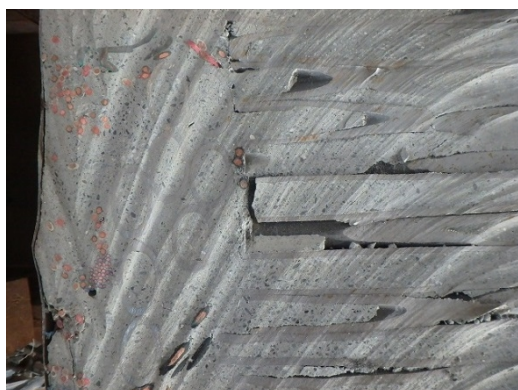


図 5-1 試験体 No.1 充填状況
(P ロート流下時間 20 秒)



図 5-2 試験体 No.4 充填状況
(P ロート流下時間 30 秒)



図 5-3 試験体 No.7 充填状況
(P ロート流下時間 40 秒)



図 5-4 試験体 No.10 充填状況
(P ロート流下時間 50 秒)

1.2 電線周辺

電線付近の充填状況について、試験体 No.1 を図 5-5 に、試験体 No.4 を図 5-6 に、試験体 No.7 を図 5-7 に、試験体 No.10 を図 5-8 に示す。

試験体内には電線約 5kg が収納されていたが、電線周辺にもモルタル充填材が充填されていることが確認できた。



図 5-5 試験体 No.1 充填状況
(P ロート流下時間 20 秒)



図 5-6 試験体 No.4 充填状況
(P ロート流下時間 30 秒)



図 5-7 試験体 No.7 充填状況
(P ロート流下時間 40 秒)



図 5-8 試験体 No.10 充填状況
(P ロート流下時間 50 秒)

2. 未充填部の部分

2.1 ボルト・ナット部、アングル周辺

試験体 4 体全てにおいて、ボルト・ナット部の中央付近でモルタル充填材の未充填が確認された。ボルト・ナット部の未充填部について、試験体 No.1 を図 5-9 に、試験体 No.4 を図 5-10 に、試験体 No.7 を図 5-11 に、試験体 No.10 を図 5-12 にそれぞれ示す。試験体内には底面から金属板、アングル材(大)30 個、アングル材(小)93 個、メッシュが収納されていた。その上にボルト 200 個、ナット 400 個が置かれていた。アングル材付近もアングル同士の隙間は未充填が確認できた。



図 5-9 試験体 No.1 充填状況
(P ロート流下時間 20 秒)

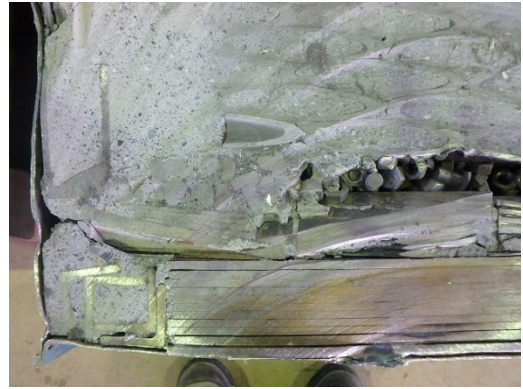


図 5-10 試験体 No.4 充填状況
(P ロート流下時間 30 秒)



図 5-11 試験体 No.7 充填状況
(P ロート流下時間 40 秒)



図 5-12 試験体 No.10 充填状況
(P ロート流下時間 50 秒)

2.2 バルブ内部

バルブ内部の未充填状況について、試験体 No.1 を図 5-13 に、試験体 No.4 を図 5-14 に、試験体 No.7 を図 5-15 に、試験体 No.10 を図 5-16 にそれぞれ示す。試験体内には、ゲートバルブ 20A が 10 個、グローブバルブ 40A が 10 個収納されていた。バルブ内部は未充填となっている部分が存在した。バルブは閉めた状態で試験体内へ収納した。バルブ周辺は確実に充填されていることから、実際の収納ではバルブは全て開けた状態で収納することが重要となる。



図 5-13 試験体 No.1 充填状況
(P ロート流下時間 20 秒)



図 5-14 試験体 No.4 充填状況
(P ロート流下時間 30 秒)



図 5-15 試験体 No.7 充填状況
(P ロート流下時間 40 秒)



図 5-16 試験体 No.10 充填状況
(P ロート流下時間 50 秒)

原子力機構における廃棄体作製に係る基本手順の原則

まえがき

1. 本基本原則の品質保証計画における取り扱いについて

本基本原則は、原子炉等規制法及び RI 法における埋設処分時の廃棄体確認に備え、品質管理データの体系的且つ効率的な収集等を実施するための責任と権限が体系化且つ明確化された廃棄体作製に係る品質保証計画に基づき規定するものとする。また、本基本原則については、廃棄体の作製及び品質管理データ収集に係る原子力機構での共通の基本手順の原則とし、これに基づきその下部規定として、各拠点に特有な事項を含めた廃棄体作製に係る具体的な要領(標準マニュアル)を策定するものとする。

なお、廃棄体作製に係る品質保証体系は、当面拠点毎の廃棄体作製部署の長をトップマネジメントとして品質保証計画を策定することとし、品質保証活動の運用の状況に応じて理事長をトップマネジメントとする品質保証体系に移行することとする。本基本原則については、それに基づき措置することとする。

目 次

| | |
|---|-----|
| 1. はじめに | 68 |
| 2. 対象廃棄体の種類 | 68 |
| 3. 対象廃棄体作製の基本的な考え方 | 69 |
| 3.1 廃棄体作製に要求される技術基準等 | 69 |
| 3.2 技術基準等への基本的な対応方法 | 70 |
| 4. 均質・均一固化廃棄体の作製 | 77 |
| 4.1 基本作製工程 | 77 |
| 4.2 均質・均一固化廃棄体の作製要領 | 77 |
| 4.2.1 液体状廃棄物の受入れ | 78 |
| 4.2.2 凝集沈殿処理、蒸発濃縮処理及び試料の採取 | 79 |
| 4.2.3 セメントによるアウトドラムミキシング方式での固型化処理 | 83 |
| 4.2.4 セメントによる真空注入方式での固型化処理 | 87 |
| 4.2.5 アスファルトによる混和蒸発方式での固型化処理 | 90 |
| 5. 充填固化廃棄体の作製 | 95 |
| 5.1 基本作製工程 | 95 |
| 5.2 固体廃棄物の種類 | 95 |
| 5.2.1 性状による固体廃棄物の種類 | 95 |
| 5.2.2 規制区分による固体廃棄物の種類 | 96 |
| 5.3 充填固化廃棄体の作製要領 | 96 |
| 5.3.1 固体廃棄物の受入れ | 96 |
| 5.3.2 前処理 | 98 |
| 5.3.2.1 高圧圧縮処理及び熔融処理を行わない場合 | 98 |
| 5.3.2.2 高圧圧縮処理を行う場合 | 100 |
| 5.3.2.3 高周波誘導熔融処理を行う場合 | 102 |
| 5.3.2.4 プラズマ熔融処理を行う場合 | 103 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 5.3.3 处理 | 104 |
| 5.3.3.1 切断、压缩处理 | 104 |
| 5.3.3.2 高压压缩处理 | 105 |
| 5.3.4 容器收纳 | 107 |
| 5.3.5 固型化 | 108 |
| 5.4 参考文献 | 112 |

1. はじめに

本廃棄体作製に係る基本手順の原則(以下、「基本原則」と言う。)は、国立行政法人日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」と言う。)が発生・保管する放射性廃棄物を、浅地中埋設処分の観点から、「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第2種廃棄物埋設の事業に関する規則(以下、「第2種廃棄物埋設規則」と言う。))及び「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則(以下、「RI法施行規則」と言う。))に定める技術基準及び埋設施設の処分条件に適合するとともに、原子力機構内で統一的な廃棄体とすることを目的として、廃棄体の作製に関する基本的な事項について、廃棄体確認への対応も踏まえて、その手順の原則を取り纏めたものである。

原子力機構の各拠点においては、浅地中埋設処分対象廃棄物の分類、廃棄体化処理工程の細部等が異なることから、各拠点の状況に応じて本基本原則の具体化を図り、これに沿って拠点毎に廃棄体を作製していくこととする。

本基本原則で対象とする廃棄体(以下、「対象廃棄体」と言う。)の種類は、現在作製されている廃棄体、及び今後作製することが具体化している廃棄体とするが、廃棄体化処理施設の整備の状況等に応じて、その種類を拡大していくものとする。

本基本原則は、第2種廃棄物埋設規則及びRI法施行規則に係る技術基準、並びに埋設条件への適合はもとより、廃棄体作製者としての自主的な見地から、全般的な廃棄体の性能を可能な限り良好なものとするにも配慮している。

なお、本基本原則は、現時点までの知見と経験を基礎に実際的な利用を考慮して定めたものであり、今後の経験等により有益な知見等が得られた場合には、その都度改訂が行われるものである。本基本原則で定めた以外の方法を用いる場合があっても、本基本原則の目的に適合するもので、十分な根拠をもつものであればそれは十分に適用できる。

2. 対象廃棄体の種類

本基本原則における対象廃棄体は、浅地中埋設処分施設(コンクリートピット型及び簡易型)に処分するものでその種類は次のとおりとする。

【均質・均一固化廃棄体】

- 1) 液体状の放射性廃棄物を容器に固型化したセメント固化廃棄体
- 2) 液体状の放射性廃棄物を容器に固型化したアスファルト固化廃棄体

【充填固化廃棄体】

- 3) 固体状の放射性廃棄物を容器に固型化した充填固化廃棄体

【コンクリート等廃棄物】

- 4) 固体状の放射性廃棄物を容器に固型化又は封入していないコンクリート等廃棄物

なお、均質・均一固化廃棄体及び充填固化廃棄体は、現行の第2種廃棄物埋設規則に基づき区分しているが、RI法施行規則においては、「容器に固型化したもの」としてこれらの廃棄体に包含される。

《参考》

均質固化廃棄体：固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を、均質に練り混ぜ固型化した廃棄体

均一固化廃棄体：あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を、均一に混合させ固型化した廃棄体

充填固化廃棄体：あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料を、容器内の固体状の放射性廃棄物と一体となるよう充填し固型化した廃棄体

廃棄体：上記の総称を言う。なお、容器とは廃棄体を作製する際に供給する材料の一つを言う。

コンクリート等廃棄物：核燃料物質によって汚染されたコンクリート及び金属又はこれに類するもので、容器に封入しておらず又は容器に固型化していない固体状の放射性廃棄物

なお、平成 20 年 4 月 1 日の第 2 種廃棄物埋設規則及び同告示の改正により、固体廃棄物について容器に充填固化する方法に加え容器に封入することが規定されたが、今回はこれを対象としないものとする。その実施が具体化した段階で対象廃棄体として検討することとする。

3. 対象廃棄体作製の基本的な考え方

3.1 廃棄体作製に要求される技術基準等

現行の核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(以下、「原子炉等規制法」と言う。)及び放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(以下、「RI 法」と言う。)においては、廃棄体等の浅地中埋設処分にあたり、処分対象の廃棄体一体毎に技術基準に適合していることについて、規制当局の確認を受けなければならないことが規定(原子炉等規制法第 51 条の 6 及び RI 法第 19 条の 2 第 2 項)されている。

これらの技術基準は、第 2 種廃棄物埋設規則第 8 条及び核燃料物質等の第 2 種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示(以下、「埋設告示」と言う。)第 4 条で原子炉施設を設置した工場又は事業所から発生する廃棄体等を対象に、また、RI 法施行規則第 19 条第 1 項第 17 号イ及びロで容器に固型化したもの及び容器に固型化していない埋設廃棄物を対象に具体的に定められている。

第 2 種廃棄物埋設規則における廃棄体に係る技術基準は次のとおりである。

1) 均質・均一固化廃棄体(セメント及びアスファルト固化廃棄体)

- ① 次に定める方法により容器に固型化すること。
 - ・ 埋設告示に定められた仕様の固型化材料(セメント、アスファルト)及び混和材料であること。
 - ・ 埋設告示に定められた仕様の金属製容器(ドラム缶等)であること。
 - ・ セメント固化廃棄体の場合においては、一軸圧縮強度が 1,470kPa(15kg/cm²)以上であること。
 - ・ アスファルト固化廃棄体の場合においては、廃棄体中の固型化材料の割合が 50%以上であること。
 - ・ 均質固化廃棄体の場合においては、固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均質に練り混ぜること。
 - ・ 均一固化廃棄体の場合においては、あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料等と放射性廃棄物を均一に混合させること。
 - ・ 容器内に有害な空げきが残らないこと。
- ② 放射能濃度が廃棄物埋設事業許可申請書に記載した最大放射能濃度を超えないこと。
- ③ 容器表面の密度が、表面密度限度の 1/10 を超えないこと。
- ④ 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。
- ⑤ 埋設した場合において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。
- ⑥ 著しい破損がないこと。
- ⑦ 「放射性廃棄物」を示す標識及び廃棄物確認申請書に記載された事項と照合できる整理番号が表示されていること。

その他許可申請書等の記載事項に関する事項がある。

2) 充填固化廃棄体

- ① 次に定める方法により容器に固型化すること。
 - ・ 埋設告示に定められた仕様の固型化材料(セメント)及び混和材料であること。
 - ・ 埋設告示に定められた仕様の金属製容器(ドラム缶等)であること。

- ・ あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料等と容器内の放射性廃棄物とを一体となるように充填すること。
- ・ 有害な空げきが残らないこと。

② 上記均質・均一固化廃棄体の場合の②～⑦と同様

その他許可申請書等の記載事項に関する事項がある。

RI 法施行規則における廃棄体等に係る技術基準は次のとおりである。

- ① 放射能濃度が廃棄の業の許可に係る申請書に記載した最大放射能濃度を超えないこと。
- ② 埋設廃棄物の強度、密封性その他の性状が廃棄の業の許可に係る申請書に記載された事項に適合していること。
- ③ 線量当量率に応じた標識が付されていること。
- ④ 容器に固型化したものにあつては、「放射性廃棄物」を示す標識を付されていること。
- ⑤ 廃棄物確認申請書に記載された事項と照合できる整理番号が表示されていること。
- ⑥ 容器に固型化されていないものにあつては、放射性物質の飛散防止のための措置が講じられていること。

これらの技術基準は、次のとおりに大別できる。

1) 廃棄体に含まれる主要な放射性核種の種類ごとの放射能濃度に係る項目

上記均質・均一固化廃棄体及び充填固化廃棄体に係る②、並びに RI 法施行規則における廃棄体に係る①の項目

2) 廃棄体の種類、固型化の方法、容器及び固型化材料の仕様等の廃棄体性能に係る項目

1)以外の項目に係る項目

本基本原則においては、廃棄確認における技術基準のうち廃棄体性能に係る項目を対象として定めるものである。

3.2 技術基準等への基本的な対応方法

今後原子力機構で作製する均質固化廃棄体、均一固化廃棄体及び充填固化廃棄体について、廃棄体性能に係る技術基準への基本的な対応方法は、それぞれ次のとおりとする。対応方法のうち、廃棄体の性状等により関連するデータ等の取得が不可能な場合は、別途関連データ等の取得方法を検討し対応することとする。また、提示した対応方法以外の方法によっても、廃棄体性能に係る技術基準へ適合することが十分な根拠をもつものであれば、基本的な対応方法の一つとし追加するものとする。

なお、現状においては、RI 法施行規則において一部技術基準が未整備となっているため、その整備状況に応じた対応方法を検討することとする。

廃棄体性能に係る技術基準への基本的な対応方法

【均質固化廃棄体】

| 技術基準 | 種類 | 対応方法の概要 | 備考 |
|---|-----------------|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 埋設告示に定められた仕様の固型化材料であること。 埋設告示に定められた仕様の金属製容器(ドラム缶等)であること。 一軸圧縮強度が 1,470kPa (15kg/cm²)以上であること。 廃棄体中の固型化材料の割合が 50%以上であること。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 固型化材料の納品時に、必要記載事項を充足する納品書又は試験成績書等入手することにより対応する。 金属製容器(ドラム缶等)の納品時に、必要記載事項を充足する納品書又は試験成績書等入手することにより対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度が 1,470kPa (15kg/cm²)以上であること。 | セメント 固化廃棄体 | <ul style="list-style-type: none"> 均質固化廃棄体の超音波伝播速度を測定し、あらかじめ求められた超音波伝播速度と一軸圧縮強度の相関式から当該廃棄体の一軸圧縮強度を計算することにより対応する。 | あらかじめ試験等により相関式を取得しておくことが必要。 |
| <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体中の固型化材料の割合が 50%以上であること。 | アスファルト 固化廃棄体 | <ul style="list-style-type: none"> あらかじめ、充分な測定性能を有することが確認された計量装置等を使用して、アスファルトの投入量と放射性廃棄物の投入量、放射性廃棄物中の固型分濃度から固型化材料の割合を算出することにより対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 固型化材料及び混和材料及放射線廃棄物を均質に練り混ぜること。 | — | <ul style="list-style-type: none"> あらかじめ、均質に練り混ぜることの性能を充分に有することが確認された混練機等を使用して、固型化材料及び混和材料及放射線廃棄物を練り混ぜることにより対応する。 | 固型化処理装置毎に、均質に練り混ぜる性能に係るデータ等を取得しておくことが必要。 |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器内に有害な空隙が残らないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体の内部の空隙については、固型化処理設備の構造、作製工程等により均質固型化体内部に空隙が残ることはないことから、廃棄体の作製方法を示すことにより対応する。 廃棄体上部の空隙(30%以下)については、 <ul style="list-style-type: none"> ① 廃棄体の重量の測定 ② 透過γ線法による測定 ③ 超音波レベル計による測定 からこれらを選択して対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器表面の密度が、表面密度限度の 1/10 を超えないこと。 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 埋設時における廃棄体確認時対応項目であり、測定記録の確認により対応する。 廃棄物の受入基準、廃液処理工程、固型化処理設備の構造、作業員の入退室及び物品の持ち込み管理等により健全性を損なう物質が廃棄体に混入することはないことから、廃棄体の作製方法を示すことにより対応する。 | 健全性を損なう物質：消除法」及び「危険物の規制に関する政令」で定められる危険物 |

| 技術基準 | 種類 | 対応方法の概要 | 備考 |
|--|----|--|---|
| <p>•埋設した場合において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。</p> | — | <p>•埋設施設において、廃棄体の定置完了後における最下段の廃棄体が受けるおそれのある最大荷重に対して、金属製容器(ドラム缶等)及びコンクリート内張り容器の内張り材による強度と所定の固型化の方法により対応する。</p> | <p>最下段の廃棄体の受ける荷重を約 10t と想定。現行作製方法により耐埋設荷重 10t 未満であるものは別途検討する。</p> |
| <p>•著しい破損がないこと。</p> | — | <p>•著しい破損の確認は、廃棄体から廃棄物が漏洩又は露出、表面の劣化、運搬上支障のある変形が生じないよう、廃棄体の取扱い、運搬、貯蔵管理を行うことから、目視により</p> <p>① 廃棄体から廃棄物が漏洩又は露出していないこと ② 廃棄体の表面の劣化が認められないこと ③ 廃棄体の運搬上の支障がある変形等がないことを示すことにより対応する。</p> | |
| <p>•「放射性廃棄物」を示す標識及び廃棄物確認申請書に記載された事項と照合できる整理番号が表示されていること。</p> | — | <p>•埋設時における廃棄体確認時対応項目であり目視による確認で対応する。</p> | |
| <p>•許可申請書等に記載された事項に適合していること。</p> | — | <p>【許可申請書の記載の状況に応じて対応方法を今後検討】</p> | |

【均一固化廃棄体】

| 技術基準 | 種類 | 対応方法の概要 | 備考 |
|---|-----------------|--|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 埋設告示に定められた仕様の固型化材料であること。 埋設告示に定められた仕様の金属製容器(ドラム缶等)であること。 一軸圧縮強度が 1,470kPa (15kg/cm²)以上であること。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 固型化材料の納品時に、必要記載事項を充足する納品書又は試験成績書等を入力することにより対応する。 金属製容器(ドラム缶等)の納品時に、必要記載事項を充足する納品書又は試験成績書等を入力することにより対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |
| <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体中の固型化材料の割合が 50%以上であること。 | セメント 固化廃棄体 | <ul style="list-style-type: none"> 均一固化廃棄体の超音波伝播速度を測定し、あらかじめ求められた超音波伝播速度と一軸圧縮強度の相関式から当該廃棄体の一軸圧縮強度を計算することにより対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |
| <ul style="list-style-type: none"> あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料等と放射性廃棄物を均一に混合させること。 容器内に有害な空隙が残らないこと。 | アスファルト 固化廃棄体 | <ul style="list-style-type: none"> あらかじめ、充分な測定性能を有することが確認された計量装置等を使用して、アスファルトの投入量と放射性廃棄物の投入量、放射性廃棄物中の固型化材料の割合を算出することにより対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器内に有害な空隙が残らないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> あらかじめ均一に混合することの性能を充分に有することが確認された混練機等を使用して、固型化材料等と放射性廃棄物を混合することにより対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器表面の密度が、表面密度限度の 1/10 を超えないこと。 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体の内部の空隙については、固型化処理設備の構造、作製工程等により均一固化体内に空隙が残ることはないことから、廃棄体の作製方法を示すことにより対応する。 廃棄体上部の空隙(30%以下)については、 ① 廃棄体の重量の測定 ② 透過γ線法による測定 ③ 超音波レベル計による測定 からこれらを選択して対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器表面の密度が、表面密度限度の 1/10 を超えないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 埋設時における廃棄体確認時対応項目であり、測定記録の確認により対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の受入基準、廃液処理工程、固型化処理設備の構造、作業員の入退室及び物品の持込管理等により健全性を損なう物質が廃棄体に混入することはないことから、廃棄体の作製方法を示すことにより対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |

| 技術基準 | 種類 | 対応方法の概要 | 備考 |
|--|----|---|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 埋設した場合において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 埋設施設において、廃棄体の定置完了後における最下段の廃棄体を受けるおそれのある最大荷重に対して、金属製容器(ドラム缶等)及びコンクリート内張り容器の内張り材による強度と所定の固型化の方法により対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |
| <ul style="list-style-type: none"> 著しい破損がないこと。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 著しい破損の確認は、廃棄体から廃棄物が漏洩又は露出、表面の劣化、運搬上支障のある変形が生じないよう、廃棄体の取扱い、運搬、貯蔵管理を行うことから、目視により <ol style="list-style-type: none"> ① 廃棄体から廃棄物が漏洩又は露出していないこと ② 廃棄体の表面の劣化が認められないこと ③ 廃棄体の運搬上の支障がある変形等がないこと を示すことにより対応する。 | 均質固化廃棄体に同じ |
| <ul style="list-style-type: none"> 「放射性廃棄物」を示す標識及び廃棄物確認申請書に記載された事項と照合できる整理番号が表示されていること。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 埋設時における廃棄物確認時対応項目であり目視による確認で対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 許可申請書等に記載された事項に適合していること。 | — | <p>【許可申請書の記載の状況に応じて対応方法を今後検討】</p> | |

【充填固化廃棄体】

| 技術基準 | 対応方法の概要 | 備考 |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 埋設告示に定められた仕様の固型化材料であること。 埋設告示に定められた仕様の金属製容器(ドラム缶等)であること。 あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料等と容器内の放射性廃棄物を一体となるように充填すること。 | <p>対応方法の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 固型化材料の納品時に、必要記載事項を充足する納品書又は試験成績書を入手することにより対応する。 金属製容器(ドラム缶等)の納品時に、必要記載事項を充足する納品書又は試験成績書を入手することにより対応する。 あらかじめ、均質に練り混ぜることの性能を充分に有することが確認された混練機等を使用し、固型化材料を練り混ぜることにより対応する。 廃棄物を適切に分別、処理し、容器等に収納した固型化対象廃棄物と、あらかじめ、固型化材料と固型化対象廃棄物が一体となることが確認された所定の流動性及び注入速度による固型化材料で固型化することにより対応する。 廃棄体の内部の空隙については、固型化処理設備の構造、作製工程等により充填固化体内部に有害な空隙が残ることはないものから、廃棄体の作製方法を示すことにより対応する。 廃棄体上部の空隙(10%以下)については、 <ul style="list-style-type: none"> ① 廃棄体の重量の測定 ② 透過γ線法による測定 ③ 超音波レベル計による測定 からこれらを選択して対応する。 埋設時における廃棄体確認時対応項目であり、測定記録の確認により対応する。 | <p>均質・均一固化廃棄体に同じ</p> <p>廃棄物が偏在することなく一様に固型化されること、均質に練り混ぜる性能に係るデータ等を取得しておくことが必要。</p> <p>均質・均一固化廃棄体に同じ</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器内に有害な空隙が残らないこと。 | <ul style="list-style-type: none"> 埋設施設における廃棄体確認時対応項目であり、測定記録の確認により対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 容器表面の密度が、表面密度限度の1/10を超えないこと。 | <ul style="list-style-type: none"> 埋設施設における廃棄体確認時対応項目であり、測定記録の確認により対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。 埋設した場合において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。 | <ul style="list-style-type: none"> 埋設施設において、廃棄体の定置完了後における最下段の廃棄体を受けるおそれのある最大荷重に対して、金属製容器(ドラム缶等)、又はドラム缶等及びコンクリート内張り容器の内張り材による強度と所定の固型化の方法により対応する。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 著しい破損がないこと。 | <ul style="list-style-type: none"> 著しい破損の確認は、廃棄体から廃棄物が漏洩又は露出、表面の劣化、運搬上支障のある変形が生じないよう、廃棄体の取扱い、運搬、貯蔵管理を行うこと、目視により <ul style="list-style-type: none"> ① 廃棄体から廃棄物が漏洩又は露出していないこと ② 廃棄体の表面の劣化が認められないこと ③ 廃棄体の運搬上の支障がある変形等がないことを示すことにより対応する。 | <p>均質・均一固化廃棄体に同じ</p> |

| 技術基準 | 対応方法の概要 | 備考 |
|--|--|----|
| <ul style="list-style-type: none"> 「放射性廃棄物」を示す標識及び廃棄物確認申請書に記載された事項と照合できる整理番号が表示されていること。 許可申請書等に記載された事項に適合していること。 | <ul style="list-style-type: none"> 埋設時における廃棄体確認時対応項目であり、目視による確認で対応する。 <p>【許可申請書の記載の状況に応じて対応方法を今後検討】</p> | |

【コンクリート等廃棄物】

| 技術基準 | 対応方法の概要 | 備考 |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 爆発性の物質、他の物質を著しく腐食させる物質その他の危険物を含まないこと。 廃棄物埋設地の外に放射性物質の飛散の防止のための措置が講じられていること。 確認申請書に記載された事項と照合できる措置が講じられていること。 | <ul style="list-style-type: none"> 埋設用トレンチ内に埋設するもので爆発性の物質、他の物質を著しく腐食させる物質その他の危険物を含まないことを目視及び記録を示すことにより対応する。 JISに定めるフレキシブルコンテナ又はビニルシート等で梱包されていることを目視及び記録を示すことにより対応する。 埋設時における廃棄体確認時対応項目であり、フレキシブルコンテナ又はビニルシートに容易に消えない方法により整理番号、重量等を表示し、確認申請書との照合は、表示された整理番号及び記録を示すことにより対応する。 | <p>廃棄物埋設地に係る廃棄物埋設確認として実施</p> <p>同上</p> |

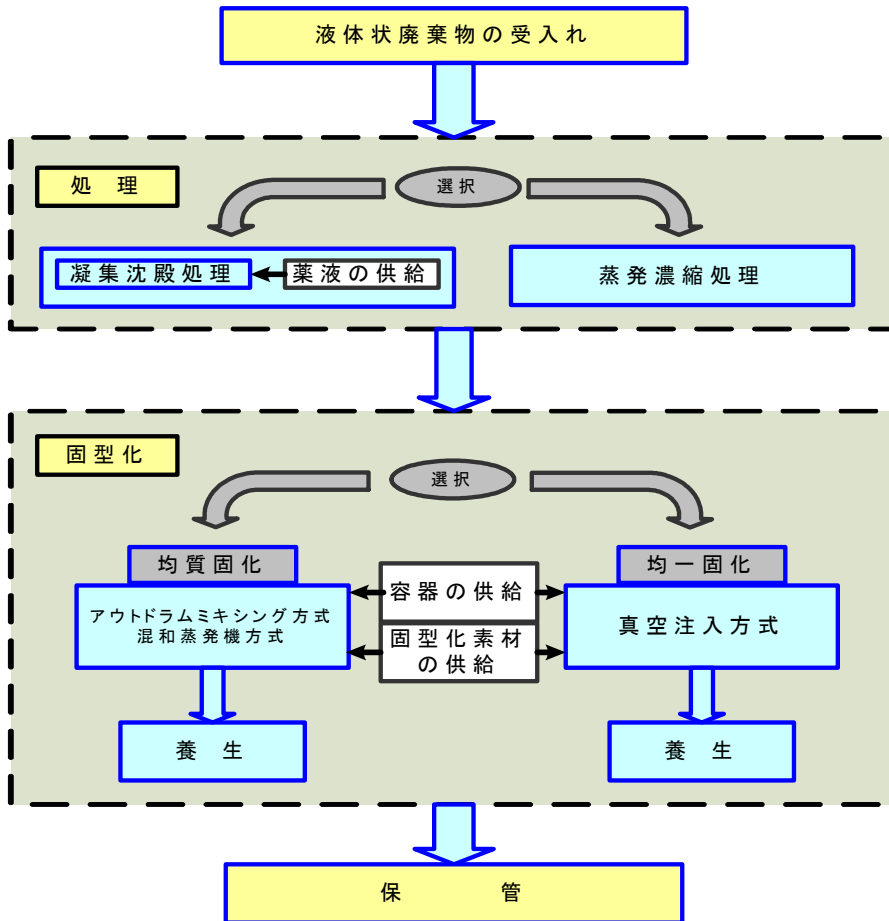
4. 均質・均一固化廃棄体の作製

4.1 基本作製工程

原子力機構で今後作製する液体状の放射性廃棄物に係る均質・均一固化廃棄体のうち、現状の廃棄物処理工程において廃棄体化处理が行われている均質固化廃棄体及び均一固化廃棄体の作製工程を、原則として次のとおり分類する。

- ① 液体状廃棄物の受入れ
- ② 凝集沈殿処理及び蒸発濃縮処理
- ③ 固型化素材等との固型化
- ④ 保管

作製工程のフローは、原則として以下のとおりとする。



4.2 均質・均一固化廃棄体の作製要領

原子力機構で今後作製する液体状の放射性廃棄物に係る均質固化廃棄体及び均一固化廃棄体のうち、現状の廃棄物処理工程において廃棄体化处理が行われている均質固化廃棄体及び均一固化廃棄体の具体的な作製要領は、以下のとおりとする。

4.2.1 液体状廃棄物の受入れ

(1) 作業要領

液体状の放射性廃棄物は、保安規定等に基づく液体廃棄物中の放射性物質の濃度等による区分に従い、専用の管又は車両等の輸送設備により輸送し、それぞれ専用の貯槽等に受け入れ、凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理までの間保管、貯蔵するものとする。液体状の放射性廃棄物の受け入れに際しては、次の項目について確認を行うこと。

- ① 液体廃棄物中の主な放射性核種の種類
- ② 放射性物質の濃度及び量
- ③ 液体廃棄物の容量
- ④ 液体廃棄物の性状等により廃棄体作製上支障がないものであり、消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物となる廃棄体の健全性を損なう物質が混入していないこと

《参考》

- I 消防法(昭和 23 年 7 月 24 日、法律第 186 号)及び危険物の規制に関する政令(昭和 34 年 9 月 26 日、政令第 306 号)で定められる危険物となる廃棄体の健全性を損なう物質
 1. 爆発性の物質
第五類に区分された「自己反応性物質」で爆発性物質に該当するもの。【物質例:過酸化ベンゾイル、ニトロセルロース、ピクリン酸】
 2. 水と接触したときに爆発的に反応する物質
第三類に区分された「自然発火性物質又は禁水性物質」で水と接触したときに爆発的に反応する物質に該当するもの。【物質例:金属ナトリウム、金属カリウム、炭化カリウム、トリクロロシラン】
 3. 揮発性の物質
第四類に区分された「引火性液体」で揮発性物質に該当するもの。【物質例:ガソリン、エチルアルコール、軽油、灯油、重油】
 4. 自然発火性の物質
第二類若しくは第三類に区分された「可燃性固体」又は「自然発火性物質又は禁水性物質」で自然発火性物質に該当するもの。【物質例(可燃性固体):マグネシウム、赤燐、固型アルコール】
 5. 廃棄体を著しく腐食させる物質
第一類、第三類若しくは第六類に区分された「酸化性固体」、「自然発火性物質又は禁水性物質」又は「酸化性液体」で廃棄体を著しく腐食させる物質に該当するもの。ただし、中和等の措置がなされているものを除く。【物質例:(酸化性固体);塩素酸ナトリウム、過酸化バリウム、三酸化クロム、(酸化性液体);硝酸、過酸化水素、過塩素酸、この他廃棄体を著しく腐食させる物質には、塩酸、硫酸等の強酸がある。】
 6. 多量にガスを発生させる物質
第二類若しくは第三類に区分された「酸化性固体」又は「自然発火性物質又は禁水性物質」で多量にガスを発生させる物質に該当するもの。【多量にガスを発生させる物質には、セメントに起因してアルカリ水と反応し水素ガスを発生させる金属アルミニウムがある。】
- II 生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質
 1. 水銀、2. 鉛、3. カドミウム、4. 砒素、5. 六価クロム、6. セレン、7. ダイオキシン

(2) 記録要領

① 記録管理項目

貯槽等への受入れ、処理装置への移送の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、受入れ作業毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|-----|------------------|--|
| 受入れ | 受入れNo. | 受入対象毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 受入れ元 | 発生課室、発生場所、タンク名称等 |
| | 廃棄物の区分 | 保安規定に基づく廃棄物分類の区分 |
| | 主な放射性核種の種類、濃度及び量 | ^3H 、 ^3H 以外の $\beta \cdot \gamma$ 放射性物質及び α 放射性物質に区分 |
| | 受入れ年月日 | 当該液体廃棄物を受け入れた年月日 |
| | 受入れ容量 | 受け入れた実容量(m^3) |
| | 受入れ設備 | 受入れ設備、貯槽No.等 |
| | 性状等の確認結果 | 消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物、有機溶液、爆発性の物質、引火性の物質、発泡性の物質、有毒性の物質、金属の切粉等を含まず、強酸性又はアルカリ性でないこと等廃棄体作製上支障が無いこと等の確認結果 |

② 記録の保存期間

記録は、当該廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

4.2.2 凝集沈殿処理、蒸発濃縮処理及び試料の採取

(1) 処理作業要領

液体状の放射性廃棄物は、凝集沈殿材により沈殿物(スラリー又はスラッジ)と処理済廃液とに分離し、放射性物質を沈殿物に捕集する凝集沈殿処理、または、加熱用蒸気等により加熱し、放射性物質が濃縮した濃縮液と蒸発した蒸気とに分離する蒸発濃縮処理により、以下の要領で処理を行うこと。

① 液体状廃棄物の種類

凝集沈殿処理を行う場合の液体状の廃棄物の種類は、原子炉施設の一次冷却水等で物理的及び化学的な性質が安定したものとする。

② 凝集沈殿処理の要領

凝集沈殿処理は、以下の要領で実施する。

- i) 凝集沈殿処理を実施する場合には、処理対象廃棄物から所定の量をサンプリングし、放射性物質濃度、電気伝導度、pH等の測定、ジャーテストを実施して、凝集沈殿材の種類、添加量等の薬注条件を設定する。なお、定常的な液体廃棄物で薬注条件が確立しているものは、これを省略することができる。
- ii) 処理対象廃棄物は、4.2.1により受け入れた貯槽から専用の系統により凝集沈殿槽に移送、供給する。

- iii) 凝集沈殿処理においては、設定した薬注条件により薬液の調整を行い、処理対象廃棄物について流量計等により計量給液し、その給液量に応じ薬注して処理する。なお、計量に使用する計量器は、所定の性能に保たれるよう1回/年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。
- iv) 凝集沈殿処理により分離された沈殿物(スラリー又はスラッジ)及び処理廃液は、専用の系統により所定の貯槽、タンク等に移送、貯留する。

③ 蒸発濃縮処理の要領

蒸発沈殿処理は、以下の要領で実施する。

- i) 処理対象廃棄物は、4.2.1 により受け入れた貯槽から専用の系統により蒸発缶等の系内に移送、供給する。
- ii) 蒸発濃縮処理においては、処理前の対象廃棄物の pH が 5～9 の範囲になるよう薬液等により調整してから処理する。
- iii) 蒸発濃縮処理により分離された濃縮液及び凝縮器等により復水処理した凝縮水は、専用の系統により所定の貯槽、タンク等に移送、貯留する。

(2) 処理作業記録要領

① 処理作業記録管理項目

処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、凝集沈殿処理作業及び蒸発濃縮処理作業毎に記録する。

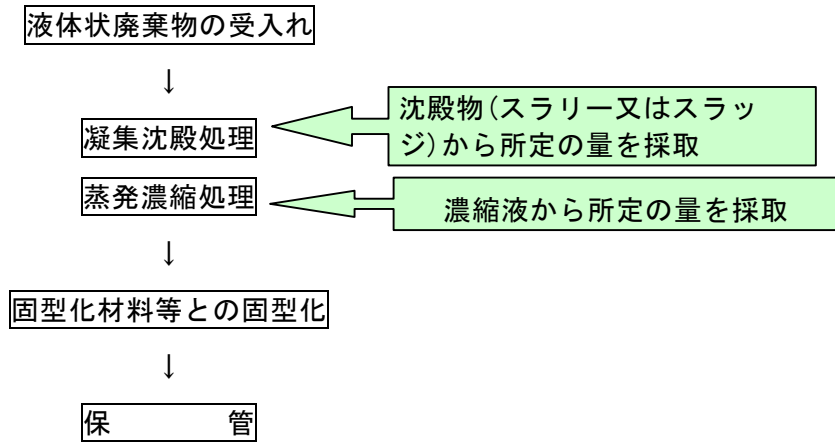
| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|--------|------------|----------------------------------|
| 凝集沈殿処理 | 凝集沈殿処理No. | 凝集沈殿処理作業毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 処理担当者名 | 凝集沈殿処理を実施した担当者 |
| | 処理年月日 | 凝集沈殿処理を実施した年月日 |
| | 供給元 | 処理対象廃棄物の供給元となる貯槽、タンク等 |
| | 薬液の種類及び量 | 凝集沈殿処理に用いた薬液の種類及び薬液毎の量 |
| | 沈殿物の量 | 凝集沈殿処理により分離された沈殿物の量 |
| | 沈殿物の移送、貯留先 | 凝集沈殿処理により分離された沈殿物の移送、貯留先の貯槽、タンク等 |
| 蒸発濃縮処理 | 蒸発濃縮処理No. | 蒸発濃縮処理作業毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 処理担当名 | 蒸発濃縮処理を実施した担当者 |
| | 処理年月日 | 蒸発濃縮処理を実施した年月日 |
| | 供給元 | 処理対象廃棄物の供給元の貯槽、タンク等 |
| | 薬液の種類及び量 | 蒸発濃縮処理に用いた薬液の種類及び薬液毎の量 |
| | 濃縮液の量 | 蒸発濃縮処理により分離された濃縮液の量 |
| | 濃縮液の移送、貯留先 | 蒸発濃縮処理により分離された沈殿物の移送、貯留先の貯槽、タンク等 |

② 処理作業記録の保存期間

記録は、当該廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

(3) 試料の採取要領

廃棄体確認における均質・均一固化廃棄体に含まれる主要な放射性核種の種類ごとの放射能濃度に係る項目については、別途その決定方法について検討することとし、具体的な試料の採取、取扱方法は、処理装置毎の要領において規定する。試料採取の例を以下に示す。

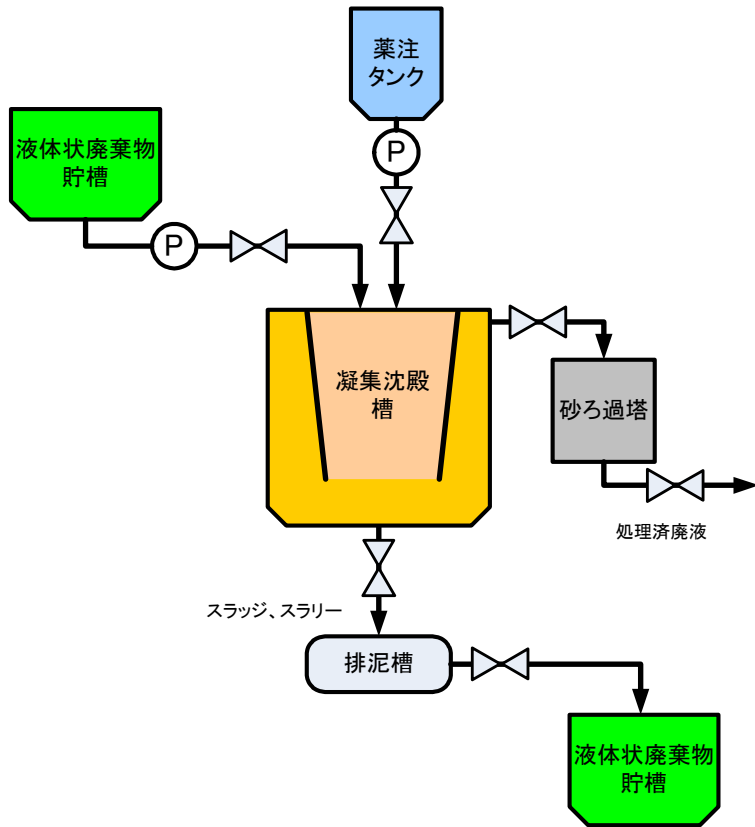


(4) 試料の採取記録要領

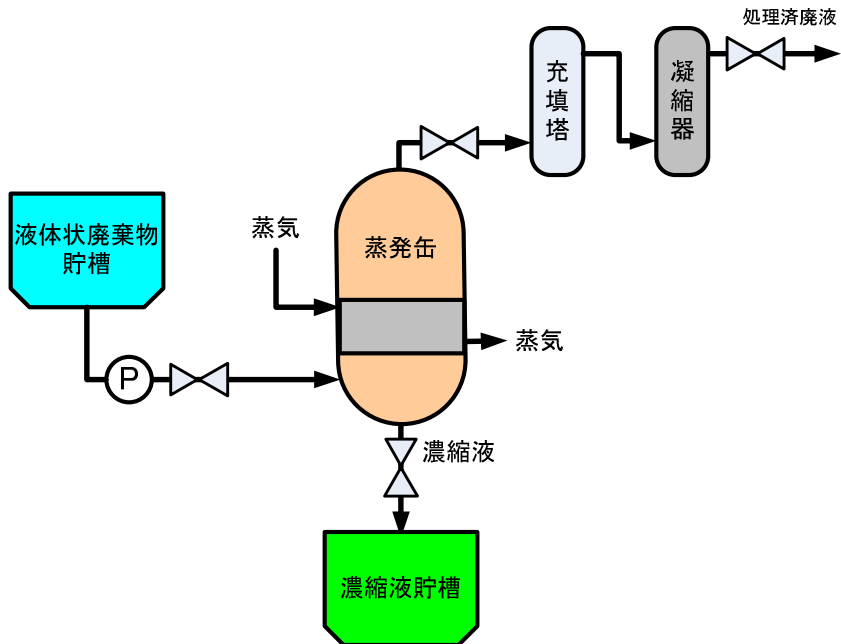
① 試料の採取記録管理項目

試料採取の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について試料採取作業毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|------|---------|-----------------------------|
| 試料採取 | 採取試料No. | 試料採取毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 処理No. | 試料を採取した凝集沈殿処理No.又は蒸発濃縮処理No. |
| | 採取担当者名 | 試料を採取した者の担当者名 |
| | 採取年月日 | 試料を採取した年月日 |
| | 試料種類 | 採取した試料の種類 |
| | 採取場所 | 試料の採取した場所、貯槽、タンク等 |
| | 採取方法 | 試料の採取方法 |
| | 採取量 | 採取した試料の容量 |



凝集沈殿処理における設備のプロセス(例)



蒸発濃縮処理における設備のプロセス(例)

4.2.3 セメントによるアウトドラムミキシング方式での固型化処理

(1) 作業要領

1) 容器の供給

凝集沈殿処理及び蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物の、セメントによるアウトドラムミキシング方式での固型化に用いる容器の仕様は以下のとおりとする。

① オープンドラム缶

固型化対象廃棄物の固型化に用いるオープンドラム缶は、JIS Z 1600:1993 に定める鋼製オープンヘッドドラムで 1 種 H 級又は M 級の容器、若しくはこれと同等以上の品質(強度及び密封性)を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するものには以下のものがある。

- ・ JIS Z 1600: (1974),(1977)に定める H 級
- ・ JIS Z 1600: (1988)に定める 1 種 H 級
- ・ JIS Z 1600: (2006)に定める H 級又は M 級
- ・ JIS Z 1601: (1967),(1976),(1986),(1994) に定める 1 種 H 級
- ・ JIS Z 1601: (2006)に定める H 級

② コンクリート内張りドラム缶

固型化対象廃棄物の固型化に用いるコンクリート内張りドラム缶は、上記①オープンドラム缶に、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が 29.5MPa(300kg/cm²)以上のコンクリート又はモルタルを周囲厚さ 20mm 以上となるように内張りしたもの。

2) 固型化材料等の供給

セメント、骨材、混和材料又はこれらのうち 2 種類以上をプレミックスしたもの及び水を固型化材料等の原材料として供給する。供給する原材料の仕様、固型化材料等の配合基準、固型化材料等の管理要領は以下のとおりとする。

① 原材料の仕様

固型化材料等に用いる原材料の仕様は以下のとおりとする。なお、プレミックスされた原材料を使用する場合は、プレミックスされた個々の原材料の仕様が本仕様を満足するものとする。

i) セメント

容器に固型化するためのセメントは、JIS R 5210:1992 ポルトランドセメントに定められる

- ・ 普通ポルトランドセメント
- ・ 早強ポルトランドセメント
- ・ 超早強ポルトランドセメント
- ・ 中庸熱ポルトランドセメント
- ・ 耐硫酸塩ポルトランドセメント

又は JIS R 5211:1992 高炉セメントに定められる

- ・ A 種
- ・ B 種
- ・ C 種

若しくはこれと同等以上の品質(JIS R 5201:1997 セメントの物理試験方法に基づく安定性試験及び強さ試験)を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するセメントには以下のものがある。

JIS R 5120: (1969),(1973),(1977),(1979),(1986),
(1997),(2003),(2009)に定める普通ポルトランドセメント

JIS R 5211: (1969),(1973),(1977),(1979),(1997),
(2003),(2009)に定める B 種又は C 種高炉セメント

ii) 水

固型化に練り混ぜ水を使用する場合は、練り混ぜ水は上水道水又はろ過水とする。

iii) 骨材

容器に固型化するため骨材を使用する場合は、骨材の粒径が 2.5mm 以下のものとする。

iv) 混和材料

容器に固型化するため混和材料を使用する場合は、固型化された放射性廃棄物について JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が、1,470kPa(15kg/cm²)以上になるような品質を有する配合比率に基づく混和材料とする。

② 固型化材料等の配合

固型化材料等の性能として、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が 1,470kPa(15kg/cm²)以上となることを満足するよう、固型化材料等の配合設計を行う。

③ 原材料の保管方法

セメント、骨材については、湿気を受けないよう保管する。混和材料については、不純物の混入、分離、変質、凍結等により品質の低下が生じないように保管する。

④ 原材料の管理要領

セメント、骨材、混和材料については、納入業者等の納品書又は試験検査成績書等により、原材料の仕様を満足することを購入の都度確認、管理する。

3) 固型化材料等の計量、混練

- ① 所定のホッパ、槽、系統等から、セメント、骨材、混和材料又はこれらのうち 2 種類以上をプレミックスしたもの、水、及び凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物(濃縮液等)について、流量計、重量計等の計量器又は計量方法により所定の配合比となるよう計量し、固型化材料等を十分な練り混ぜ性能を有する混練機に注入し、均質に混練する。

所定の混練が終了した固型化材料等は、所定の系統を介して容器へ排出、充填する。容器へ搬出、充填する際に当たっては、容器の天蓋を締めた状態で、天蓋の下面から混練された固型化材料等の上面に出来ると想定される空隙が、容器内容積(コンクリート内張りドラム缶の場合は、コンクリート内張り部の容積を含む。)に対して 30%以下となることを目標に排出、充填する。

なお、計量に使用する計量器は、所定の性能に保たれるよう 1 回/年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

- ② 固型化材料等の混練においては、所定の練り混ぜ回転数、練り混ぜ時間、混練機への固型化材料等の投入量により行う。

4) 養生

混練された固型化材料等の充填を行った容器は、所定の養生室又は区画等において養生し、ブリーディング水の無いことの確認のうえ天蓋の蓋締めを行う。養生期間は、固型化材料の容器への排出、充填後一晩以上を目安とし、固型化材料等の配合、養生時における室温等に応じて所定の必要最低養生期間を設定しておく。

(2) 記録要領

① 記録管理項目

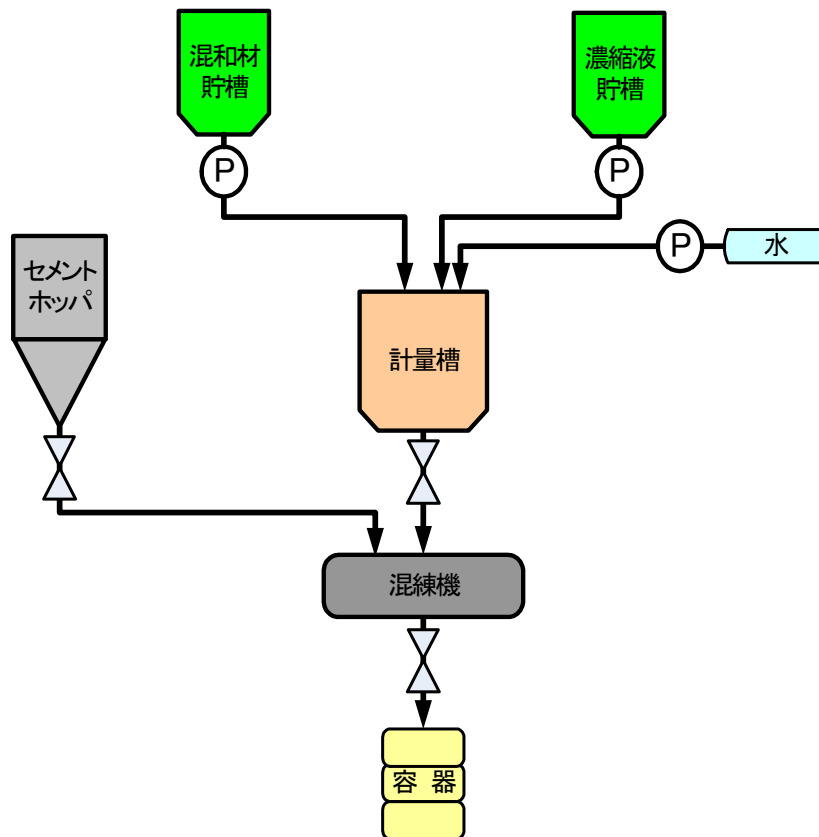
セメントによるアウトドラムミキシング方式での固型化処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、固型化処理作業毎に記録する。ただし、容器及び原材料については、当該品の購入又は納入の都度記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|-------|----------------------|--|
| 容器 | 受入担当者名 | 容器を受領した者の担当者名 |
| | 納入業者 | 納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 数量 | |
| | 容器の JIS(年号入)又は試験結果 | |
| | コンクリート内張り部の圧縮強度試験結果 | |
| | コンクリート内張り部の寸法 | |
| 原材料 | 受入担当者名 | 原材料を受領した者の担当名 |
| | 納入業者 | セメント、骨材、混和材料の納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 種類及び数量 | |
| | セメントの JIS(年号入)又は試験結果 | |
| 計量・混練 | 処理担当者名 | 固型化処理を実施した担当者 |
| | LotNo.又は RunNo. | 固型化処理作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 固型化年月日 | 固型化処理を実施した年月日 |
| | 固型化対象廃棄物の供給元 | 固型化対象廃棄物の供給元となる貯槽、タンク等 |
| | 各固型化材料等の種類及び投入量 | 容器毎における固型化材料等の種類及び種類毎の投入量 |
| | 練り混ぜ回転数 | LotNo又は RunNo.毎の固型化処理作業時の混練機の回転数 |
| | 練り混ぜ時間 | LotNo又は RunNo.毎の固型化処理作業時の混練機の稼動時間 |
| | 容器 No. | 固型化した容器の No.を識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 作業内容 | 所定の手順により計量、混練、作業が実施されていることの確認 |

| | | | |
|----|--------|--------------|-----------------------------|
| 養生 | 養生処理 | 養生処理担当者名 | 固型化処理後の容器の養生を実施した担当者 |
| | | 容器 No. | 養生を実施した容器の No. |
| | | 養生期間(年月日) | 養生を実施した期間(年月日) |
| | | ブリーディング水の有無 | ブリーディング水の有無の状況 |
| | | 空容器重量 | オープンドラム缶又はコンクリート内張りドラム缶の空重量 |
| | | 空容器内径及び内高 | オープンドラム缶の内径及び内高寸法 |
| | 重量測定 | 測定担当者名 | 廃棄体の重量測定を実施した担当者 |
| | | 廃棄体重量測定年月日 | 廃棄体の重量測定した年月日 |
| | | 廃棄体重量 | 天蓋の蓋締め後の廃棄体全体の重量 |
| | 圧縮強度測定 | 超音波伝播速度測定年月日 | 容器の超音波伝播速度を測定した年月日 |
| | | 測定担当者名 | 超音波伝播速度測定を実施した担当者 |
| | | 超音波伝播速度 | 廃棄体の 3 点以上の超音波伝播速度測定結果 |

② 記録の保存期間

記録は、当該廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。



アウトドラムミキシング方式における固型化処理設備のプロセス(例)

4.2.4 セメントによる真空注入方式での固型化処理

(1) 作業要領

1) 容器の供給

凝集沈殿処理及び蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物のセメントによる真空注入方式での固型化に用いる容器の仕様は以下のとおりとする。

① コンクリート内張りドラム缶

固型化対象廃棄物の固型化に用いるコンクリート内張りドラム缶は、JIS Z 1600:1993 に定める鋼製オープンヘッドドラムで 1 種 H 級又は M 級の容器、若しくはこれと同等以上の品質(強度及び密封性)を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するものには以下のものがある。

- ・ JIS Z 1600: (1974),(1977)に定める H 級
- ・ JIS Z 1600: (1988)に定める 1 種 H 級
- ・ JIS Z 1600: (2006)に定める H 級
- ・ JIS Z 1601: (1967),(1976),(1986),(1994) に定める 1 種 H 級
- ・ JIS Z 1601: (2006)に定める H 級

また、上記鋼製オープンヘッドドラムに、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が 29.5MPa(300kg/cm²)以上のコンクリート又はモルタルを周囲厚さ 20mm 以上となるように内張りしたもの。

② 補充遮へい体

凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物(濃縮液等)の放射性物質の濃度により、必要に応じて上記①コンクリート内張りドラム缶に補充遮へい体を装填する。

補充遮へい体は、JIS G 5501 :1995 ねずみ鉄品に定める FC250 又はこれと同等以上の品質を有するもの。

2) 固型化材料等の供給

セメント及び必要に応じ水を固型化材料等の原材料として供給するものとする。供給する原材料の仕様、固型化材料等の配合基準、固型化材料等との管理要領は以下のとおりとする。

① 原材料の仕様

固型化材料等に用いる原材料の仕様は以下のとおりとする。なお、プレミックスされた原材料を使用する場合は、プレミックスされた個々の原材料の仕様が本仕様を満足するものとする。

i) セメント

容器に固型化するためのセメントは、JIS R 5210:1992 ポルトランドセメントに定められる

- ・ 普通ポルトランドセメント
- ・ 早強ポルトランドセメント
- ・ 超早強ポルトランドセメント
- ・ 中庸熱ポルトランドセメント
- ・ 耐硫酸塩ポルトランドセメント

又は JIS R 5211:1992 高炉セメントに定められる

- ・ A 種
- ・ B 種

・ C 種

若しくはこれと同等以上の品質(JIS R 5201:1997 セメントの物理試験方法に基づく安定性試験及び強さ試験)を有するものとする。

なお、同等以上の品質を有するセメントには以下のものがある。

JIS R 5120:(1969),(1973),(1977),(1979),(1986),
(1997),(2003),(2009)に定める普通ポルトランドセメント
JIS R 5211:(1969),(1973),(1977),(1979),(1997),
(2003),(2009)に定める B 種又は C 種高炉セメント

ii) 水

固型化に練り混ぜ水を使用する場合は、上水道水又はろ過水とする。

② 固型化材料等の配合

固型化材料等の性能として、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が 1,470kPa(15kg/cm²)以上となることを満足するよう、固型化材料等の配合設計を行う。

③ 原材料の保管方法

セメントについては、湿気を受けないよう保管する。

④ 原材料の管理要領

セメントについては、納入業者等の納品書又は試験検査成績書等により、原材料の仕様を満足することを購入の都度確認、管理する。

3) 固型化材料等の計量、注入

① セメントの供給

セメントを計量器により所定の配合比となるよう計量し容器に充填する。

なお、計量器は、所定の性能に保たれるよう 1 回/年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

② 固型化対象廃棄物の注入

容器を所定の圧力まで減圧し、所定の槽等から凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物(濃縮液等)について、流量計、重量計等の計量器又は計量方法により所定の配合比となるよう容器内に均一に注入する。

容器へ注入するに当たっては、容器の天蓋を締めた状態で、天蓋の下面から固型化材料の上面に出来ると想定される空隙が、コンクリート内張りドラム缶のコンクリート内張り部の容積を含む容器の容積に対して 30%以下となることを目標に注入する。

なお、凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物(濃縮液等)の放射性物質の濃度に応じて補充遮へい体を使用した場合は、これも容器の容積に含むものとする。

また、計量に使用する計量器は、所定の性能に保たれるよう 1 回/年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

③ 固型化対象廃棄物の注入時における固型化処理装置の運転要領は以下のとおりとする。

・ 容器内の真空度

-0.09MPa(-70cmHg)以下

4) 養生

固型化材料の充填及び注入を行った容器は、所定の養生室又は区画等において養生し、

ブリーディング水の無いことの確認のうえ天蓋の蓋締めを行う。養生期間は、固型化材料の容器への排出、充填後一晩以上を目安とし、固型化材料等の配合、養生時における室温等に応じて所定の必要最低養生期間を設定しておく。

(2) 記録要領

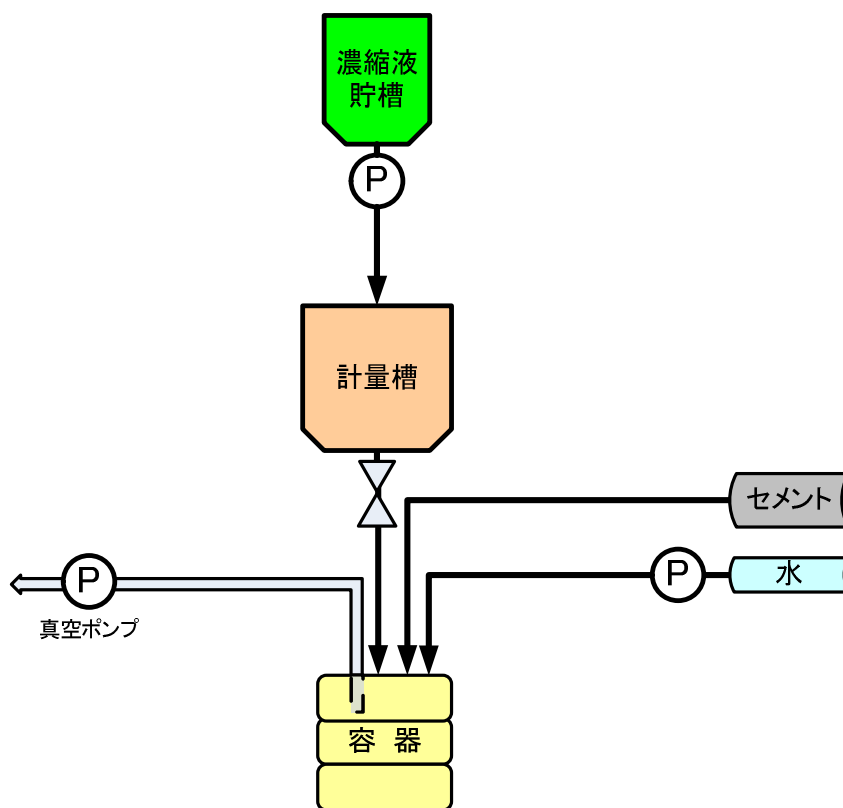
① 記録管理項目

セメントによる真空注入方式での固型化処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、固型化処理作業毎に記録する。ただし、容器及び原材料については、当該品の購入又は納入の都度記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|-------|----------------------|----------------------------------|
| 容器 | 受入担当者名 | 容器を受領した者の担当者名 |
| | 納入業者 | 納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 数量 | |
| | 容器の JIS(年号入)又は試験結果 | |
| | コンクリート内張り部の圧縮強度試験結果 | |
| | コンクリート内張り部及び補充遮蔽体の寸法 | |
| 原材料 | 受入担当者名 | 原材料を受領した者の担当名 |
| | 納入業者 | セメントの納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 種類及び数量 | |
| | セメントの JIS(年号入)又は試験結果 | |
| 計量・注入 | 処理担当者名 | 固型化処理を実施した担当者 |
| | LotNo.又は RunNo. | 固型化処理作業毎に選別可能なよう適宜設定した No. |
| | 固型化年月日 | 固型化処理を実施した年月日 |
| | 固型化対象廃棄物の供給元 | 固型化対象廃棄物の供給元となる貯槽、タンク等 |
| | 各固型化材料等の種類及び投入量 | 容器毎における固型化材料等の種類及び種類毎の投入量 |
| | 真空度 | 容器の真空度 |
| | 容器 No. | 固型化した容器の No.を識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 作業内容 | 所定の手順により計量、混練、作業が実施されていることの確認 |
| 養生 | 処理担当者名 | 固型化処理後の容器の養生を実施した担当者 |
| | 容器 No. | 養生を実施した容器の No. |
| | 養生期間(年月日) | 養生を実施した期間(年月日) |
| | ブリーディング水の有無 | ブリーディング水の有無の状況 |

② 記録の保存期間

記録は、当該廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。



真空注入方式における固型化処理設備のプロセス(例)

4.2.5 アスファルトによる混和蒸発方式での固型化処理

(1) 作業要領

1) 容器の供給

凝集沈殿処理及び蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物のアスファルトによる混和蒸発方式での固型化に用いる容器の仕様は以下のとおりとする。

① オープンドラム缶

固型化対象廃棄物の固型化に用いるオープンドラム缶は、JIS Z 1600:1993 に定める鋼製オープンヘッドドラムで 1 種 H 級又は M 級の容器、若しくはこれと同等以上の品質(強度及び機密封性)を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するものには以下のものがある。

- ・JIS Z 1600:(1974),(1977)に定める H 級
- ・JIS Z 1600:(1988)に定める 1 種 H 級
- ・JIS Z 1600:(2006)に定める H 級
- ・JIS Z 1601:(1967),(1976),(1986),(1994) に定める 1 種 H 級
- ・JIS Z 1601:(2006)に定める H 級

② コンクリート内張りドラム缶

固型化対象廃棄物の固型化に用いるコンクリート内張りドラム缶は、上記①オープンドラム缶に、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が 29.5MPa(300kg/cm²)以上のコンクリート又はモルタルを周囲厚さ 20mm 以上となるように内張りしたものの。

③ 補充遮へい体

凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物(濃縮液等)の放射性物質の濃度に応じて、コンクリート内張りドラム缶に補充遮へい体を装填する。

補充遮へい体は、JIS G 5501:1995 ねずみ鉄品に定める FC250 又はこれと同等以上の品質を有するもの。

2) 固型化材料等の供給

アスファルト、混和材料を固型化材料等の原材料として供給するものとする。供給する原材料の仕様、固型化材料等の配合基準、固型化材料との管理要領は以下のとおりとする。

① 原材料の仕様

固型化材料等に用いる原材料の仕様は以下のとおりとする。

i) アスファルト

容器に固型化するためのアスファルトは、JIS K 2207:1990 石油アスファルトに定められる針入度が 100 以下のものである。

- ・ストレートアスファルト 0～10
- ・ストレートアスファルト 10～20
- ・ストレートアスファルト 20～40
- ・ストレートアスファルト 40～60
- ・ストレートアスファルト 60～80
- ・ストレートアスファルト 80～100
- ・ブローンアスファルト 0～5
- ・ブローンアスファルト 5～10
- ・ブローンアスファルト 10～20
- ・ブローンアスファルト 20～30
- ・ブローンアスファルト 30～40
- ・防水工事用アスファルト 1種
- ・防水工事用アスファルト 2種
- ・防水工事用アスファルト 3種
- ・防水工事用アスファルト 4種

若しくはこれと同等以上の品質を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するアスファルトには以下のものがある。

- ・JIS K 2207:(1969)に定める石油アスファルトのうちストレートアスファルト 40～60
- ・JIS K 2207:(1980),(1996),(2006)に定める石油アスファルトで針入度が 100 以下のもの

ii) 混和材料

容器に固型化するため混和材料を使用する場合は、原材料となるアスファルトにつ

いて、JIS K 2207 石油アスファルトに基づく針入度が 100 以下となる品質に影響を及ぼさない混和材料とする。

② 固型化材料等の配合比率

アスファルトの重量が、固型化材料等全体の重量の 50%以上となることを満足するよう、固型化材料等の配合比率の設定を行う。

③ 原材料の保管方法

アスファルト及び混和材料については、不純物の混入、分離、変質、凍結等により品質の低下が生じないように保管する。

④ 原材料の管理要領

アスファルト及び混和材料については、納入業者等の納品書又は試験検査成績書等により、原材料の仕様を満足することを購入の都度確認、管理する。

3) 固型化材料等の計量、混練

① 所定のホッパ、槽、系統等から、アスファルト、混和材料及び凝集沈殿処理又は蒸発濃縮処理を行った固型化対象廃棄物(濃縮液等)について、流量計、重量計等の計量器又は計量方法により所定の配合比率となるよう計量し、固型化材料等を十分な練り混ぜ性能を有する混和蒸発機に注入し、均質に混和蒸発処理する。

所定の混和蒸発処理が終了した固型化材料等は、所定の系統を介して容器へ排出、充填する。容器へ排出、充填する際は、容器の天蓋を締めた状態で、天蓋の下面から混練された固型化材料の上面に出来ると想定される空隙が、容器内容積(コンクリート内張りドラム缶の場合は、コンクリート内張り部の容積を含む。)に対して 30%以下となることを目標に排出、充填する。

なお、計量に使用する計量器は、所定の性能に保たれるよう1回/年以上の頻度による検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

② 固型化材料等の混和蒸発においては、所定の熱媒温度、練り混ぜ時間、混和蒸発機への固型化材料等の投入量により行う。

4) 養生

固型化材料等の充填を行った容器は、所定の養生室又は区画等において養生し、天蓋の蓋締めを行う。養生期間は、固型化材料等の容器への排出、充填後一晩以上を目安とし、固型化材料等の配合、養生時における室温等に応じて所定の必要最低養生期間を設定しておく。

(2) 記録要領

① 記録管理項目

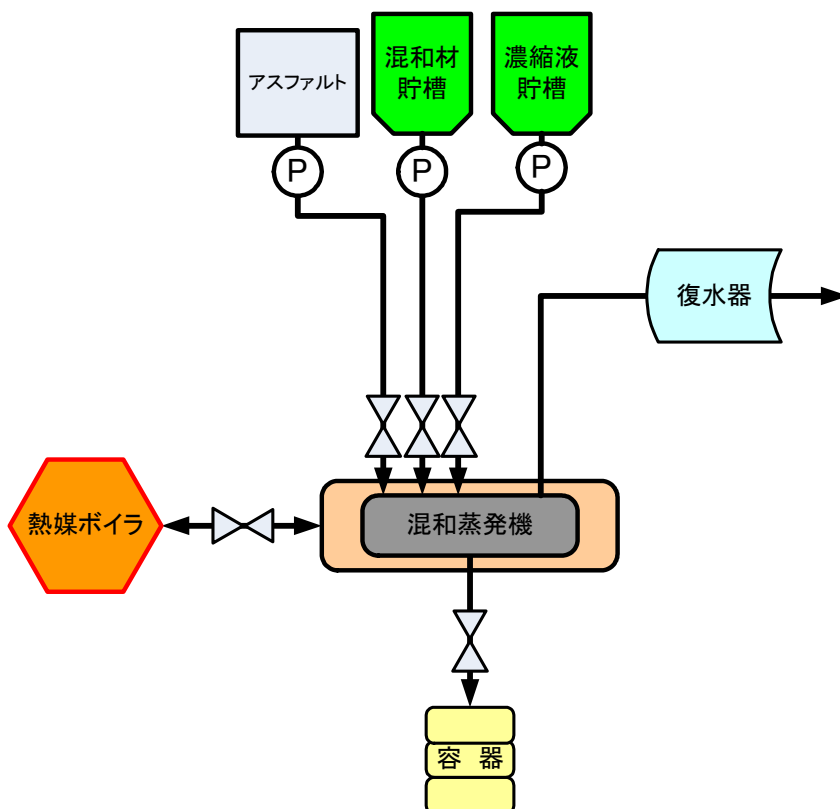
アスファルトによる混和蒸発方式での固型化処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、固型化処理作業毎に記録する。ただし、容器及び原材料については、当該品の購入又は納入の都度記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|-------|------------------------|--|
| 容器 | 受入担当者名 | 容器を受領した者の担当者名 |
| | 納入業者 | 納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 数量 | |
| | 容器の JIS(年号入)又は試験結果 | |
| | コンクリート内張り部の圧縮強度試験結果 | |
| | コンクリート内張り部及び補充遮へい体の寸法 | |
| 原材料 | 受入担当者名 | 原材料を受領した者の担当名 |
| | 納入業者 | アスファルト及び混和材料の納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 種類及び数量 | |
| | アスファルトの JIS(年号入)又は試験結果 | |
| 計量・混練 | 処理担当者名 | 固型化処理を実施した担当者 |
| | LotNo.又は RunNo. | 固型化処理作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 固型化対象廃棄物の供給元 | 固型化対象廃棄物の供給元となる貯槽、タンク等 |
| | 固型化年月日 | 固型化処理を実施した年月日 |
| | 各固型化材料等の種類及び投入量及び供給速度 | 容器毎における固型化材料等の種類及び種類毎の投入量及び供給速度 |
| | 練り混ぜ温度 | LotNo.又は RunNo.毎の固型化処理作業時の混和蒸発機の練り混ぜ温度 |
| | 練り混ぜ回転速度 | LotNo.又は RunNo.毎の固型化処理作業時の混和蒸発機の回転速度 |
| | 練り混ぜ時間 | LotNo.又は RunNo.毎の固型化処理作業時の混和蒸発機の稼動時間 |
| | 容器 No. | 固型化した容器の No.を識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 作業内容 | 所定の手順により計量、混練、作業が実施されている事の確認 |

| | | |
|----|-----------|---|
| 養生 | 養生処理担当者名 | 固型化処理後の容器の養生を実施した担当者 |
| | 容器 No. | 養生を実施した容器の No. |
| | 養生期間(年月日) | 養生を実施した期間(年月日) |
| | 空容器重量 | コンクリート内張りドラム缶の空重量(補充遮蔽体を装填している場合は、これを含む。) |
| | 空容器内径 | コンクリート内張り部の内径 |
| | 廃棄体重量 | 天蓋の蓋締め後の容器全体の重量 |

② 記録の保存期間

記録は、当該廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。



混和蒸発方式における固型化処理設備のプロセス(例)

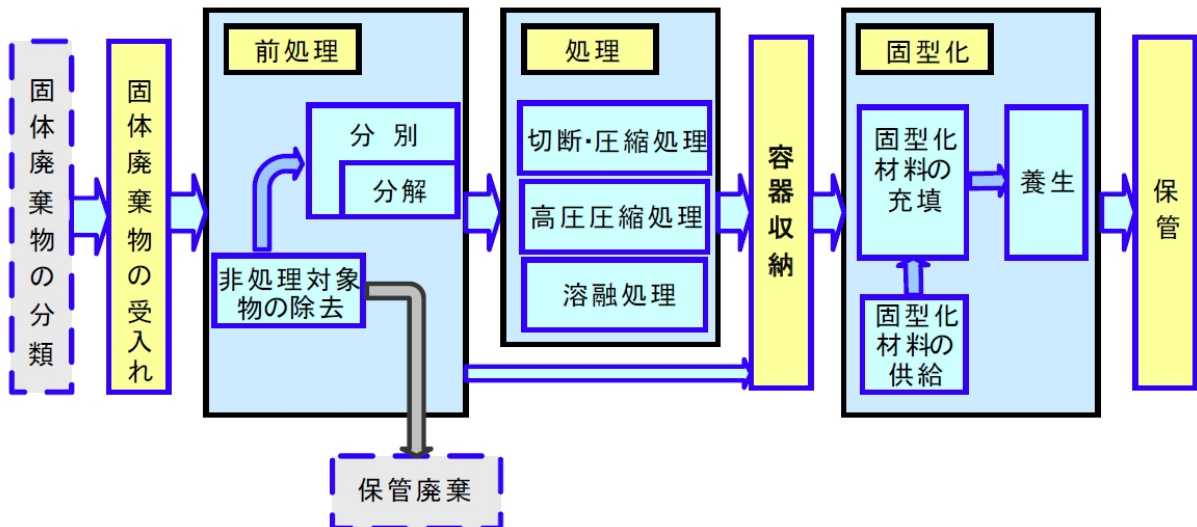
5. 充填固化廃棄体の作製

5.1 基本作製工程

原子力機構で今後作製する固体状の放射性廃棄物(以下、「固体廃棄物」と言う。)に係る充填固化廃棄体のうち、現状の廃棄物処理工程において廃棄体化处理が行われている充填固化廃棄体の作製工程を、原則として次のとおり分類する。なお、固体廃棄物の受け入れにあたっては、当該固体廃棄物の発生施設等において保安規定等に基づき施設区分、放射能レベル、性状等に応じて分類されたものを受け入れる。

- ① 固体廃棄物の受け入れ
- ② 前処理(分別、分解)
- ③ 処理(切断・圧縮処理、高圧圧縮処理、溶融処理)
- ④ 容器収納
- ⑤ 固型化
- ⑥ 保管

作製工程のフローは、原則として以下のとおりとする。



5.2 固体廃棄物の種類

固体廃棄物は埋設告示第4条第3項第2号に規定される方法(固型化材料等を、容器内の放射性廃棄物と一体となるように充填する方法)により固型化される固体廃棄物であって、以下のものとする。このうち、(2)金属、(3)非金属類のうちのコクリート類及びこれに類するものについては、その放射能濃度に応じ第2種廃棄物埋設規則第2条の2第2項第7号に規定されるコクリート等廃棄物となるものもあり、それらについては、別途定める方法において措置するものとなる。

5.2.1 性状による固体廃棄物の種類

- (1) 有機難燃物類
 - ① 塩化ビニル類
 - ② ゴム類
 - ③ ①又は②に準じるもの
- (2) 金属類
 - ① 鉄鋼(炭素鋼(SS材)類、ステンレス鋼(SUS材)類)
 - ② 非鉄鋼金属(アルミニウム、銅)類
 - ③ ①又は②に準じるもの

(3) 非金属類

- ① ガラス類
- ② コンクリート類
- ③ 陶器類
- ④ 磁器類
- ⑤ 土砂類
- ⑥ プラスチック類
- ⑦ ①～⑥に準じるもの

(4) フィルタ類

- ① HEPA フィルタ
- ② プレフィルタ
- ③ 保温材類
- ④ ①～③に準じるもの

(5) (1)～(4)以外のものでこれらに準じるもの

なお、これらの対象固体廃棄物中には、少量の可燃物が混入している場合が想定されるが、熔融処理を行う場合を除き必ず除去する。

5.2.2 規制区分による固体廃棄物の種類

(1) 原子炉等規制法廃棄物

以下の施設から発生する固体廃棄物

- ① 原子炉施設
- ② 核燃料使用施設等
- ③ 廃棄物管理施設
- ④ 加工施設
- ⑤ 再処理施設

(2) 放射線障害防止法廃棄物

以下の施設から発生する固体廃棄物

- ① 使用施設等
- ② 放射線発生装置使用施設

(3) 二重規制廃棄物

(1)及び(2)の規制を重複して受けている施設から発生する固体廃棄物

なお、前処理、処理を行う場合は、原則としてこれらの規制区分毎に行うこととし、他の規制区分への混入を防止する措置をとる。この場合においても、廃棄体確認に備えた合理的な放射能評価方法の構築状況によっては、他の規制区分の廃棄物を同一グループとすることを妨げない。

5.3 充填固化廃棄体の作製要領

原子力機構で今後作製する充填固化廃棄体のうち、現状の廃棄物処理工程において廃棄体化処理が行われている充填固化廃棄体の具体的な作製要領は、以下のとおりとする。

5.3.1 固体廃棄物の受入れ

(1) 作業要領

固体廃棄物は、保安規定等に基づく固体廃棄物の表面の線量当量率、放射性物質の量等による区分に従い、専用の車両等の輸送設備により輸送し、それぞれ専用の貯蔵場所等に受け入れ、前処理までの間保管、貯蔵するものとする。固体廃棄物の受け入れに際しては、次の項目について確認を行う。

- ① 固体廃棄物の性状
- ② 固体廃棄物中の主な放射性核種の種類
- ③ 主な放射性核種の種類毎の放射能量又は放射能濃度
- ④ 固体廃棄物の寸法又は容量

- ⑤ 固体廃棄物の重量
- ⑥ 固体廃棄物の表面における最大線量当量率
- ⑦ 固体廃棄物の性状等により廃棄体作製上支障がないものであり、廃棄体の健全性を損なう物質で、消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物が混入していないこと。また、生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質を含んでいないこと。

《参考》

I 消防法(昭和 23 年 7 月 24 日、法律第 186 号)及び危険物の規制に関する政令(昭和 34 年 9 月 26 日、政令第 306 号)で定められる危険物となる廃棄体の健全性を損なう物質

1. 爆発性の物質

第五類に区分された「自己反応性物質」で爆発性物質に該当するもの。【物質例:過酸化ベンゾイル、ニトロセルロース、ピクリン酸】

2. 水と接触したときに爆発的に反応する物質

第三類に区分された「自然発火性物質又は禁水性物質」で水と接触したときに爆発的に反応する物質に該当するもの。【物質例:金属ナトリウム、金属カリウム、炭化カリウム、トリクロシラン】

3. 揮発性の物質

第四類に区分された「引火性液体」で揮発性物質に該当するもの。【物質例:ガソリン、エチルアルコール、軽油、灯油、重油】

4. 自然発火性の物質

第二類若しくは第三類に区分された「可燃性固体」又は「自然発火性物質又は禁水性物質」で自然発火性物質に該当するもの。【物質例(可燃性固体):マグネシウム、赤燐、固型アルコール】

5. 廃棄体を著しく腐食させる物質

第一類、第三類若しくは第六類に区分された「酸化性固体」、「自然発火性物質又は禁水性物質」又は「酸化性液体」で廃棄体を著しく腐食させる物質に該当するもの。ただし、中和等の措置がなされているものを除く。【物質例:(酸化性固体);塩素酸ナトリウム、過酸化バリウム、三酸化クロム、(酸化性液体);硝酸、過酸化水素、過塩素酸、この他廃棄体を著しく腐食させる物質には、塩酸、硫酸等の強酸がある。】

6. 多量にガスを発生させる物質

第二類若しくは第三類に区分された「酸化性固体」又は「自然発火性物質又は禁水性物質」で多量にガスを発生させる物質に該当するもの。【多量にガスを発生させる物質には、セメントに起因してアルカリ水と反応し水素ガスを発生させる金属アルミニウムがある。】

II 生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質

- 1. 水銀、2. 鉛、3. カドミウム、4. 砒素、5. 六価クロム、6. セレン、7. ダイオキシン

(2) 記録要領

① 記録管理項目

固体廃棄物の貯蔵場所等への受け入れにあたっては、以下に示す記録管理項目について、受け入れ作業毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|-------------|---------------------------|---|
| 受 入 れ | 廃棄物 No. | 受け入れた固体廃棄物毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 受入れ元 | 受け入れた固体廃棄物の発生課室、発生施設、発生場所等 |
| | 区分及び分類 | 保安規定に基づく固体廃棄物分類の区分及び分類 |
| | 封入年月日 | 廃棄物の容器等への封入年月日 |
| | 廃棄物の性状等 | 受け入れた固体廃棄物の性状、内容物の種類等 |
| | 主な放射性核種の種類、放射エネルギー又は放射能濃度 | 受け入れた固体廃棄物中の主な放射性核種の種類毎の最大放射エネルギー又は放射能濃度とその測定方法 |
| | 受入れ年月日 | 固体廃棄物を受け入れた年月日 |
| | 廃棄物の寸法又は容量 | 受け入れた固体廃棄物の寸法又は容量 |
| | 廃棄物の重量 | 受け入れた固体廃棄物の正味重量 |
| | 廃棄物の線量当量率 | 受け入れた固体廃棄物の表面における最大線量当量率 |
| | 貯蔵施設、場所 | 受け入れた固体廃棄物を貯蔵した施設、場所等 |
| | 性状等の確認結果 | 消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物、有機溶液、発泡性の物質、有毒性の物質、金属の切粉等を含まず、強酸性又は強アルカリ性でないこと等廃棄体作製上支障が無いこと等の確認結果 |

② 記録の保存期間

記録は、当該固体廃棄物に係る埋設確認を受けるまでの期間保存する。

5.3.2 前処理

固体廃棄物は、高圧圧縮処理及び溶融処理を行わない場合、高圧圧縮処理を行う場合、高周波誘導溶融処理を行う場合、プラズマ溶融処理を行う場合とに区分して、以下の要領で処理前の前処理を行う。

5.3.2.1 高圧圧縮処理及び溶融処理を行わない場合

(1) 作業要領

高圧圧縮処理及び溶融処理を行わない場合の前処理は、以下の要領で非処理対象物の除去及び分別を実施する。

非処理対象物の除去及び分別を実施するにあたっては、別途定める教育訓練を受けた分別等作業者が実施するものとし、別途定める分別等作業管理者が分別等作業者を指導、監督するとともに非処理対象物の除去及び分別が適切に実施されたことを確認する。

① 非処理対象物の除去

容器等から前処理対象物となる固体廃棄物を取り出し、可燃物(セルロース系及びイソプレレン系天然有機物製品)、埋設施設の健全性に影響を与える量の物質等で以下に示す固体廃棄物を目視等により除去するものとし、除去する固体廃棄物の種類が明確でない物についても同様に除去する。また、固体廃棄物中に液状物質が確認された場合は、付着しているものは拭き取り、缶類など容器内の液状物質は排出し別途措置する。なお、これら除去等した固体廃棄物は、別途容器等に封入し貯蔵施設等で再保管する。

| 除去する固体廃棄物の種類 | | |
|--|------|---|
| 単一品 | 可燃物 | 木、紙、布、皮で構成される製品(セルロース系天然有機物製品) ゴム手、長靴等の天然ゴム製品(イソプレン系天然有機物製品) |
| | アルミ* | アルミニウム製品(一片が 15cm 程度で、アルミのみで又は大半がアルミでできているもの) |
| | 鉛 | 鉛ブロック、鉛板、鉛毛マット等の鉛製品 |
| 特定品 | アルミ* | HEPA フィルタ、アルミニウム製電動工具 |
| | その他 | 重油を燃料とする焼却炉等の耐火煉瓦及びセラミックフィルタ |
| 消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物 生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質 | | |

*：アルミニウムを簡易型埋設処分施設に埋設する場合は、対象外とする。

② 分別

非処理対象物の除去を実施した固体廃棄物は、廃棄物による強度、固型化材料等の充填性等の観点から廃棄物の性状により以下のように強度分類及び形状分類に応じて分別する。

なお、強度分類が不明な種類の固体廃棄物は強度分類 B に、また、形状分類が不明な種類の固体廃棄物は、形状分類 2 に分別する。

【参考】：強度分類及び形状分類
⇒ 5.4 参考文献 3.技術レポート 参照

| 高圧圧縮、熔融処理を行わない場合 | | | | | 切断・圧縮 処理 | 備考 | |
|------------------|--------------------------|---------|------------------------------------|------|-------------------|----------------------|--|
| 仕分けする固体廃棄物の種類 | | | 強度分類 | 形状分類 | | | |
| 金属類 | 金属類 | 金属片・板類 | 金属板、鋼材、金属棒等 | A | 1 | | |
| | | 金属配管類 | 金属配管等 | A | 1 | | |
| | | 塊状金属類 | 弁等 | A | 1 | | |
| | | 小物金属類 | ボルト、ナット類等 | A | 1 | | |
| | | 番線類 | 番線、針金等 | A | 1 | | |
| | | 缶類 | 一斗缶、ペール缶、スプレー缶等 | A | 2 | 切断 圧縮 | |
| | ・コンクリート類 ・ガラス類 | コンクリート類 | コンクリート片、石膏ボード、土砂等 | A | 1 | | |
| | ガラス類 | ガラス瓶等 | A | 2 | 切断 | 片・板状のガラス類は形状分類「1」とする | |
| プラスチック類 | 塩化ビニル類 プラスチック類 ゴム類 | 管類 | 塩化ビニル配管等 | A | 1 | | |
| | | | 塩化ビニルホース等 | A | 2 | 切断 | 処理対象は、内径1cm以上で長さ50cm以上のもの 内径1cm未満のものは形状分類「1」とする |
| | | 線類 | ケーブル、コード等 | A | 1 | | |
| | | 片類 | プラスチック片 | A | 1 | | |
| | | | ゴム片(ガasket、ゴム板等)等 | B | 1 | | |
| | | | 塩化ビニル片 | B | 2 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |
| | | 箱状類 | プラスチック容器類 | A | 2 | 切断 | |
| シート類 | 防炎シート、ビニルシート等 | B | 2 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A | | |
| | ゴムシート等 | B | 2 | 切断 | | | |
| 保温材・フィルタ類 | 保温材類 フィルタ類 | 保温材類 | ガラスクロス、ケイ酸カルシウム、 ロックウール、グラスウール等 | B | 2 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |
| | | フィルタ類 | バグフィルタ、ロールフィルタ、 プレフィルタ等 | B | 2 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |

A：強度高 1：内部充填容易
→直接容器収納 2：内部充填困難
B：強度低
→内籠又は内張り容器収納

(2) 前処理作業記録要領

① 前処理作業記録管理項目

前処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、前処理毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|---------------|--------------|-----------------------------------|
| 非処理対象物の除去及び分別 | 前処理 No. | 前処理作業毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 分別等作業者 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した担当者名 |
| | 分別等作業管理者 | 非処理対象物の除去及び分別作業の管理を実施した担当者名 |
| | 分別等処理年月日 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した年月日 |
| | 分別等対象廃棄物 No. | 非処理対象物の除去及び分別の対象とした固体廃棄物の管理 No.等 |
| | 分別等終了廃棄物 No. | 非処理対象物の除去及び分別を実施した後の固体廃棄物の管理 No.等 |
| | 非処理対象物 | 廃棄物から除去した非処理対象物の種類及び量 |
| | 分別対象物 | 分別した固体廃棄物の種類及び量 |
| | 分別等作業確認 | 非処理対象物の除去及び分別を適切に実施した確認の記録 |

② 処理作業記録の保存期間

記録は当該固体廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

(3) 試料の採取要領

廃棄体確認における充填固化廃棄体に含まれる主要な放射性核種の種類ごとの放射能濃度に係る項目については、別途その決定方法について検討することとし、具体的な試料の採取、取扱方法は、処理装置毎の要領において規定する。

5.3.2.2 高圧圧縮処理を行う場合

(1) 作業要領

高圧圧縮処理を行う場合の前処理は、以下の要領で非処理対象物の除去及び分別を実施する。非処理対象物の除去及び分別を実施するにあたっては、別途定める教育訓練を受けた分別等作業者が実施するものとし、別途定める分別等作業管理者が分別等作業者を指導、監督するとともに非処理対象物の除去及び分別が適切に実施されたことを確認する。

① 非処理対象物の除去

容器等から前処理対象物となる固体廃棄物を取り出し、可燃物(セルロース系及びイソプレン系天然有機物製品)、埋設施設の健全性に影響を与える量の物質等で以下に示す固体廃棄物を目視等により除去するものとし、除去する固体廃棄物の種類が明確でない物についても同様に除去する。また、固体廃棄物中に液状物質が確認された場合は、付着しているものは拭き取り、缶類など容器内の液状物質は排出し別途措置する。なお、これら除去等した固体廃棄物は、別途容器等に封入し貯蔵施設等で再保管する。

| 除去する固体廃棄物の種類 | | |
|--------------|------|---|
| 単一品 | 可燃物 | 木、紙、布、皮で構成される製品(セルロース系天然有機物製品) |
| | | ゴム手、長靴等の天然ゴム製品(イソプレン系天然有機物製品) |
| | アルミ* | アルミニウム製品(一片が 15cm 程度で、アルミのみで又は大半がアルミでできているもの) |
| | 鉛 | 鉛ブロック、鉛板、鉛毛マット等の鉛製品 |

| | | |
|--|------|-----------------------------|
| 特定品 | アルミ* | HEPA フィルタ、アルミニウム製電動工具 |
| | その他 | 重油を燃料とする焼却炉等の耐火煉瓦、セラミックフィルタ |
| 消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物 生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質 | | |

*:アルミニウムを簡易型埋設処分施設に埋設する場合は対象外とする。

② 分別

非処理対象物の除去を実施した固体廃棄物は、廃棄物の性状により以下のように分別する。

| 分別する固体廃棄物の種類 | |
|--------------|---|
| 金属類 | ① 鉄鋼(炭素鋼(SS材)類、ステンレス鋼(SUS材)類 ② 非鉄鋼金属(アルミニウム(除去する廃棄物を除く)、銅類 ③ ①又は②に準じるもの |
| 非金属類 | ① ガラス類 ② コンクリート類 ③ 陶器類 ④ 磁器類 ⑤ 土砂類 ⑥ プラスチック類 ⑦ ①～⑥に準じるもの |
| フィルタ類 | ① HEPAフィルタ ② プレフィルタ ③ 保温材類 ④ ①～③に準じるもの |

(2) 前処理作業記録要領

① 前処理作業記録管理項目

前処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、前処理毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|---------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 非処理対象物の除去及び分別 | 前処理 No. | 前処理作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 分別等作業者 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した担当者名 |
| | 分別等作業管理者 | 非処理対象物の除去及び分別作業の管理を実施した担当者名 |
| | 分別等処理年月日 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した年月日 |
| | 分別等対象廃棄物 No. | 非処理対象物の除去及び分別の対象とした固体廃棄物の管理 No.等 |
| | 分別等終了廃棄物 No. | 非処理対象物の除去及び分別を実施した後の固体廃棄物の管理 No.等 |
| | 非処理対象物 | 廃棄物から除去した非処理対象固体廃棄物の種類及び量 |
| | 分別対象物 | 分別した固体廃棄物の種類及び量 |
| 分別等作業確認 | 非処理対象物の除去及び分別を適切に実施した確認の記録 | |

② 処理作業記録の保存期間

記録は、当該固体廃棄物に係る廃棄物の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

(3) 試料の採取要領

廃棄物確認における充填固化廃棄物に含まれる主要な放射性核種の種類ごとの放射能濃度に係る項目については、別途その決定方法について検討することとし、具体的な試料の採取、取扱方法は、処理装置毎の要領において規定する。

5.3.2.3 高周波誘導溶融処理を行う場合

(1) 作業要領

高周波誘導溶融処理を行う場合の前処理は、以下の要領で非処理対象物の除去及び分別を実施する。

非処理対象物の除去及び分別を実施するにあたっては、別途定める教育訓練を受けた分別等作業者が実施するものとし、別途定める分別等作業管理者が分別等作業者を指導、監督するとともに非処理対象物の除去及び分別が適切に実施されたことを確認する。

① 非処理対象物の除去

容器等から前処理対象物となる固体廃棄物を取り出し、以下に示す廃棄物を目視等により除去するものとし、除去する固体廃棄物の種類が明確でない物についても同様に除去する。また、固体廃棄物中に液状物質が確認された場合は、付着しているものは拭き取り、缶類など容器内の液状物質は排出し別途措置する。なお、これら除去等した固体廃棄物は、別途容器等に封入し貯蔵施設等で再保管する。

| 除去する固体廃棄物の種類 | | |
|--|---|---------------------|
| 単一品 | 鉛 | 鉛ブロック、鉛板、鉛毛マット等の鉛製品 |
| 消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物 生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質 | | |

② 分別

非処理対象物の除去を実施した固体廃棄物は、高周波誘導溶融処理の投入量管理の観点から固体廃棄物の性状により以下のように分別する。

| 分別する固体廃棄物の種類 | | |
|----------------------|---------------------|--|
| 塊状アルミニウム | | 必要に応じて混合処理を実施するため分別する。 |
| 難溶融物 | ① 土砂 ② セラミックフィルタ | 必要に応じて混合処理を実施し、投入量管理、溶融助剤の添加を行うため分別する。 |
| 塊状アルミニウム及び難溶融物以外の廃棄物 | | — |

(2) 前処理作業記録要領

① 前処理作業記録管理項目

前処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、前処理毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|---------------|--------------|----------------------------------|
| 非処理対象物の除去及び分別 | 前処理 No. | 前処理作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 分別等作業者 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した担当者名 |
| | 分別等作業管理者 | 非処理対象物の除去及び分別作業の管理を実施した担当者名 |
| | 分別等処理年月日 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した年月日 |
| | 分別等対象廃棄物 No. | 非処理対象物の除去及び分別の対象とした固体廃棄物の管理No.等 |
| | 分別等終了廃棄物 No. | 非処理対象物の除去及び分別を実施した後の固体廃棄物の管理No.等 |
| | 非処理対象物 | 廃棄物から除去した非処理対象廃棄物の種類及び量 |
| | 分別対象物 | 分別した固体廃棄物の種類及び量 |
| | 分別等作業確認 | 非処理対象物の除去及び分別を適切に実施した確認の記録 |

② 処理作業記録の保存期間

記録は当該固体廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

(3) 試料の採取要領

廃棄体確認における充填固化廃棄体に含まれる主要な放射性核種の種類ごとの放射能濃度に係る項目については、別途その決定方法について検討することとし、具体的な試料の採取、取扱方法は、処理装置毎の要領において規定する。

5.3.2.4 プラズマ溶融処理を行う場合

(1) 作業要領

プラズマ溶融処理を行う場合の前処理は、以下の要領で非処理対象物の除去及び分別を実施する。

非処理対象物の除去及び分別を実施するにあたっては、別途定める教育訓練を受けた分別等作業者が実施するものとし、別途定める分別等作業管理者が分別等作業者を指導、監督するとともに非処理対象物の除去及び分別が適切に実施されたことを確認する。

① 非処理対象物の除去

容器等から前処理対象物となる固体廃棄物を取り出し、以下に示す固体廃棄物を目視等により除去するものとし、除去する固体廃棄物の種類が明確でない物についても同様に除去する。また、固体廃棄物中に液状物質が確認された場合は、付着しているものは拭き取り、缶類など容器内の液状物質は排出し別途措置する。なお、これら除去等した固体廃棄物は、別途容器等に封入し貯蔵施設等で再保管する。

| 除去する固体廃棄物の種類 | | |
|--|---|---------------------|
| 単一品 | 鉛 | 鉛ブロック、鉛板、鉛毛マット等の鉛製品 |
| 消防法及び危険物の規制に関する政令で定められる危険物 生活環境に影響を及ぼすおそれのある化学的に有害な物質 | | |

② 分別

非処理対象物の除去を実施した固体廃棄物は、プラズマ溶融処理の投入量管理の観点から固体廃棄物の性状により以下のように分別する。

| 分別する固体廃棄物の種類 | | |
|----------------------|---------------------|--|
| 塊状アルミニウム | | 必要に応じて混合処理を実施するため分別する。 |
| 難溶融物 | ① 土砂 ② セラミックフィルタ | 必要に応じて混合処理を実施し、投入量管理、溶融助剤の添加を行うため分別する。 |
| 塊状アルミニウム及び難溶融物以外の廃棄物 | | — |

(2) 前処理作業記録要領

① 前処理作業記録管理項目

前処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、前処理毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|---------------|-------------|----------------------------------|
| 非処理対象物の除去及び分別 | 前処理No. | 前処理作業毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 分別等作業者 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した担当者名 |
| | 分別等作業管理者 | 非処理対象物の除去及び分別作業の管理を実施した担当者名 |
| | 分別等処理年月日 | 非処理対象物の除去及び分別作業を実施した年月日 |
| | 分別等対象廃棄物No. | 非処理対象物の除去及び分別の対象とした固体廃棄物の管理No.等 |
| | 分別等終了廃棄物No. | 非処理対象物の除去及び分別を実施した後の固体廃棄物の管理No.等 |
| | 非処理対象物 | 廃棄物から除去した非処理対象廃棄物の種類及び量 |
| | 分別対象物 | 分別した固体廃棄物の種類及び量 |
| | 分別等作業確認 | 非処理対象物の除去及び分別を適切に実施した確認の記録 |

② 処理作業記録の保存期間

記録は当該固体廃棄物に係る廃棄物の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

(3) 試料の採取要領

廃棄物確認における充填固化廃棄物に含まれる主要な放射性核種の種類ごとの放射能濃度に係る項目については、別途その決定方法について検討することとし、具体的な試料の採取、取扱方法は、処理装置毎の要領において規定する。

5.3.3 処理

前処理を実施した固体廃棄物は、切断・圧縮処理を行う場合、高圧圧縮処理を行う場合、高周波誘導溶融処理を行う場合、プラズマ溶融処理を行う場合とに区分して、以下の要領で処理を行う。

5.3.3.1 切断、圧縮処理

(1) 作業要領

前処理において高圧圧縮処理及び溶融処理を行わない場合として、固型化材料等が容器の内部に充填し難い等に分別された形状分類2の固体廃棄物については、以下の固体廃棄物の種類に応じ、切断処理又は圧縮設備により圧縮処理を行う。

| 形状分類2に該当する固体廃棄物の種類 | | | | 切断・圧縮処理 | 備考 |
|--------------------|-----------------------------|-------|------------------------------------|----------|--|
| 金属類 | ・金属類 | 缶類 | 一斗缶、ペール缶、スプレー缶等 | 切断 圧縮 | |
| 有機難燃物類 非金属類 | ・コンクリート類 ・ガラス類 | ガラス類 | ガラス瓶等 | 切断 | 片・板状のガラス類は形状分類「1」とする |
| | | 管類 | 塩化ビニルホース等 | 切断 | 処理対象は、内径1cm以上で長さ50cm以上のもの 内径1cm未満のものは形状分類「1」とする |
| | ・塩化ビニル類 ・プラスチック類 ・ゴム類 | 片類 | 塩化ビニル片 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |
| | | 箱状類 | プラスチック容器類 | 切断 | |
| | | シート類 | 防災シート、ビニルシート等 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |
| | | | ゴムシート等 | 切断 | |
| フィルタ類 | ・保温材類 ・フィルタ類 | 保温材類 | ガラスクロス、ケイ酸カルシウム、 ロックウール、グラスウール等 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |
| | | フィルタ類 | バグフィルタ、ロールフィルタ、 プレフィルタ等 | 圧縮 | 圧縮処理により強度分類 B → A |

切断処理を実施する場合には、固型化材料等の充填の観点から、以下のとおり実施する。

- ・ 固体廃棄物内部に大きな閉空間が残らないようにする。
- ・ 内径が約 1cm 以上の塩化ビニルホース等は、50cm 以下に切断する。
- ・ 15mm 以下のものが多量に発生しないようにする。

また、圧縮処理を実施する場合には、切断処理と同様に固型化材料等の充填の観点から、以下のとおり実施する。

- ・ 圧縮圧力を 3MPa(30kg/cm²)以上に設定して実施する
- ・ 金属以外の廃棄物については、圧縮後のスプリングバック等を考慮して措置するものとし、必要に応じて圧縮用容器等に対象廃棄物を収納して圧縮容器等ごと圧縮する。

【参考】：切断及び圧縮圧力基準並びに処理による強度分類
⇒ 5.4 参考文献 3.技術レポート 参照

なお、圧縮処理設備は、所定の性能に保たれるよう 1 回／年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

(2) 処理作業記録要領

① 切断・圧縮処理作業記録管理項目

切断・圧縮処理作業の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、切断・圧縮処理作業毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|-----------------|------------|------------------------------|
| 切断・ 圧縮 処理 | 処理作業No. | 切断・圧縮処理作業毎に識別可能なよう適宜設定したNo. |
| | 処理作業者 | 切断・圧縮処理作業を実施した担当者名 |
| | 処理年月日 | 切断・圧縮処理作業を実施した年月日 |
| | 圧縮処理設備 | 圧縮処理を実施した処理設備名 |
| | 圧縮圧力 | 圧縮処理を実施した最大圧縮圧力 |
| | 処理対象廃棄物No. | 切断・圧縮処理の対象とした固体廃棄物の管理No.等 |
| | 処理終了廃棄物No. | 切断・圧縮処理作業を実施した後の固体廃棄物の管理No.等 |
| | 処理対象物 | 切断・圧縮処理作業した固体廃棄物の種類及び量 |
| | 作業確認 | 切断・圧縮処理作業を適切に実施した確認の記録 |

② 処理作業記録の保存期間

記録は、当該固体廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

5.3.3.2 高圧圧縮処理

(1) 作業要領

前処理において高圧圧縮処理を行う場合として、分別された以下の固体廃棄物については、所定の高圧圧縮性能を有する高圧圧縮設備により処理を行う。

なお、高圧圧縮処理設備は、所定の性能に保たれるよう 1 回／年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

【参考】：処理による強度分類
⇒ 5.4 参考文献 3.技術レポート 参照

| 高圧圧縮を行う固体廃棄物の種類 | | | | 備考 |
|-------------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------|
| 金属類 | ・金属類 | 金属片・板類 | 金属板、鋼材、金属棒等 | |
| | | 金属配管類 | 金属配管等 | |
| | | 塊状金属類 | 弁等 | |
| | | 小物金属類 | ボルト、ナット類等 | |
| | | 番線類 | 番線、針金等 | |
| | | 缶類 | 一斗缶、ペール缶、スプレー缶等 | |
| 有機難燃物類 非金属類 フィルタ類 | ・コンクリート類 ・ガラス類 | コンクリート類 | コンクリート片、石膏ボード、土砂等 | |
| | | ガラス類 | ガラス瓶等 | |
| | ・塩化ビニル類 ・プラスチック類 ・ゴム類 | 管類 | 塩化ビニル配管等 | |
| | | | 塩化ビニルホース等 | |
| | | 線類 | ケーブル、コード等 | |
| | | 片類 | プラスチック片 | |
| | | | ゴム片(ガスケット、ゴム板等)等 | |
| | | | 塩化ビニル片 | 高圧圧縮処理により強度分類 B → A |
| | 箱状類 | プラスチック容器類 | | |
| | シート類 | 防災シート、ビニルシート等 | 高圧圧縮処理により強度分類 B → A | |
| | | ゴムシート等 | | |
| | ・保温材類 ・フィルタ類 | 保温材類 | ガラスクロス、ケイ酸カルシウム、ロックウール、グラスウール等 | 高圧圧縮処理により強度分類 B → A |
| | | フィルタ類 | バグフィルタ、ロールフィルタ、プレフィルタ等 | 高圧圧縮処理により強度分類 B → A |

(2) 処理作業記録要領

① 高圧圧縮処理作業記録管理項目

高圧圧縮処理作業の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、切断・圧縮処理作業毎に記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|--------|-------------|------------------------------|
| 高圧圧縮処理 | 処理作業 No. | 高圧圧縮処理作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 処理業者 | 高圧圧縮処理作業を実施した担当者名 |
| | 処理年月日 | 高圧圧縮処理作業を実施した年月日 |
| | 高圧圧縮処理設備 | 高圧圧縮処理を実施した処理設備名 |
| | 高圧圧縮圧力 | 高圧圧縮処理を実施した最大圧縮圧力 |
| | 処理対象廃棄物 No. | 高圧圧縮の対象とした固体廃棄物の管理 No.等 |
| | 処理終了廃棄物 No. | 高圧圧縮処理作業を実施した後の固体廃棄物の管理 No.等 |
| | 処理対象物 | 高圧圧縮処理作業した固体廃棄物の種類及び量 |
| | 作業確認 | 高圧圧縮作業を適切に実施した確認の記録 |

② 処理作業記録の保存期間

記録は、当該固体廃棄物に係る廃棄物の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

5.3.4 容器収納

(1) 作業要領

前処理又は処理を行った固型化対象廃棄物は、以下の要領で容器への収納を行う。

1) 容器の供給

固型化対象廃棄物を収納する容器の仕様は、以下のとおりとする。

① オープンドラム缶

固型化対象廃棄物の収納に用いるオープンドラム缶は、JIS Z 1600:1993 に定める鋼製オープンヘッドドラムで 1 種 H 級又は M 級の容器、若しくはこれと同等以上の品質(強度及び密封性)を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するものには以下のものがある。

- ・ JIS Z 1600: (1974),(1977)に定める H 級又は M 級
- ・ JIS Z 1600: (1988)に定める 1 種 H 級又は1種 M 級
- ・ JIS Z 1600: (2006)に定める H 級又は M 級
- ・ JIS Z 1601: (1967),(1976),(1986),(1994) に定める 1 種 H 級又は1種 M 級
- ・ JIS Z 1601: (2006)に定める H 級又は M 級

② コンクリート内張りドラム缶

固型化対象廃棄物の収納に用いるコンクリート内張りドラム缶は、上記①オープンドラム缶に、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が、29.5MPa(300kg/cm²)以上のコンクリート又はモルタルを周囲厚さ 20mm 以上となるように内張りしたもの。

2) 容器収納区分

固型化対象廃棄物の容器への収納は、次の固型化対象廃棄物の強度分類に応じて以下の区分により容器へ収納する。

| 廃棄物 | | 収納方法 |
|---|------|----------------------------|
| 種類 | 強度分類 | |
| ・圧縮体 ・高圧圧縮体 ・溶融体 ・ゴム類等以外の固体廃棄物 | A | 固型化対象廃棄物を、容器に直接収納 |
| ゴム類等* | B | 固型化対象廃棄物を、コンクリート内張りドラム缶に収納 |

*:強度分類が不明な廃棄物を含む

【参考】: 容器収納基準

⇒ 5.4 参考文献 3.技術レポート 参照

3) 容器収納要領

- ① 固型化対象物を収納する高さは、固型化後に固型化対象廃棄物が固化体上部において露出しない位置までとする。
- ② 塩化ビニル、プラスチック類等の比重の小さい固型化対象廃棄物を収納する場合は、固型化時に廃棄物が浮上しないような措置を施す。
- ③ 固型化を実施する際に、収納の方法等により著しい空隙等が生じることが想定される形状の固型化対象物は、空げきが生じにくいように収納する。

【参考】：本報告書 5.2(2) 参照

- ④ 容器に損傷を与えないように収納する。
- ⑤ 固型化対象物の容器への収納を実施するにあたっては、別途定める教育訓練を受けた分別等作業者が実施するものとし、別途定める分別等作業管理者が分別等作業者を指導、監督するとともに固型化対象物の容器への収納が適切に実施されたことを確認する。

(2) 記録要領

① 記録管理項目

固型化対象廃棄物の容器への収納の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、容器収納作業毎に記録する。ただし、容器については、当該品の購入又は納入の都度記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | 記載要領 |
|--------|------------------------------|-----------------------------|
| 容 器 | 受入担当者名 | 容器を受領した者の担当者名 |
| | 納入業者 | 納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | |
| | 納入年月日 | |
| | 製造業者 | |
| | 数量 | |
| | 容器の JIS(年号入)又は試験結果 | |
| | コンクリート内張り部の圧縮強度試験結果 | |
| | コンクリート内張り部の寸法 | |
| 収 納 | 収納担当者名 | 収納を実施した担当者 |
| | 収納作業管理者 | 収納作業の管理を実施した担当者名 |
| | Lot No.又は Run No. | 収納作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 収納年月日 | 収納を実施した年月日 |
| | 収納対象廃棄物 No. | 収納する固型化対象廃棄物の識別 No. |
| | 収納対象廃棄物 | 収納した固型化対象廃棄物の種類及び量 |
| | 収納区分 | 収納した方法の区分 |
| | 収納容器 No. | 収納した容器の No. |
| 収納作業確認 | 所定の手順により収納作業が実施されていることの確認の記録 | |

② 記録の保存期間

記録は、当該固型化対象廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

5.3.5 固型化

(1) 作業要領

容器収納を行った固型化対象廃棄物は、セメントによるアウトドラムミキシング方式により、以下の要領で固型化を行う。

1) 固型化材料等の供給

セメント、骨材、混和材料又はこれらのうち 2 種類以上をプレミックスしたもの及び水を固型化材料等の原材料として供給する。供給する原材料の仕様、固型化材料等の配合基準、固型化材料等の管理要領は以下のとおりとする。

① 原材料の仕様

固型化材料等に用いる原材料の仕様は以下のとおりとする。なお、プレミックスされた原材料を使用する場合は、プレミックスされた個々の原材料の仕様が本仕様を満足するものとする。

i) セメント

容器に固型化するためのセメントは、JIS R 5210:1992 ポルトランドセメントに定められる。

- ・ 普通ポルトランドセメント
- ・ 早強ポルトランドセメント
- ・ 超早強ポルトランドセメント
- ・ 中庸熱ポルトランドセメント
- ・ 耐硫酸塩ポルトランドセメント

又は JIS R 5211:1992 高炉セメントに定められる。

- ・ A 種
- ・ B 種
- ・ C 種

若しくはこれと同等以上の品質(JIS R 5201:1997 セメントの物理試験方法に基づく安定性試験及び強さ試験)を有するもの。

なお、同等以上の品質を有するセメントには以下のものがある。

JIS R 5120: (1969),(1973),(1977),(1979),(1986),(1997),(2003),(2009)に定める普通ポルトランドセメント

JIS R 5211: (1969),(1973),(1977),(1979),(1997), (2003),(2009)に定める B 種又は C 種高炉セメント

ii) 水

固型化に練り混ぜ水を使用する場合は、練り混ぜ水は上水道水又はろ過水とする。

iii) 骨材

容器に固型化するため骨材を使用する場合は、骨材の粒径が 5mm 以下のものとする。

【参考】：骨材の寸法

⇒ 本報告書 4.2.1(1) 参照

iv) 混和材料

容器に固型化するため混和材料を使用する場合は、固型化された放射性廃棄物について JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が、29.5MPa(300kg/cm²)以上になるような品質を有する配合比率に基づく混和材料とする。

② 固型化材料等の配合

固型化材料等の配合は、以下に示す条件を満足するよう配合設計を行う。また、配合設計を実施した固型化材料等の種類、産地及び購入先の変更等が生じた場合には、必要に応じて配合設計を見直す。また、原則として、廃棄物透視確認装置等により、固型化材料等が内部に確実に充填され有害となる空隙が生じていないことを適宜確認する。

i) 圧縮強度

固型化材料等の性能として、JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法に基づくコンクリートの材齢 28 日における一軸圧縮強度が 29.5MPa(300kg/cm²)以上となることを満足すること。

【参考】：一軸圧縮強度基準

⇒ 5.4 参考文献 3.技術レポート 参照

ii) 流動性

固型化材料等の流動性は、(社)土木学会コンクリート標準仕方書プレパックドコンクリートに記述される P ロートによる流下時間を参考にし、以下の範囲とする。

| 固型化材料の種類 | P ロートによる 流下時間目標値 | |
|-----------------|---------------------|--------|
| | 上限値 | 下限値 |
| 高性能減水材を使用したもの*1 | 50 秒 | 30 秒 |
| 上記以外 | 20 秒 | 16 秒*2 |

*1: JIS A6204 に規定される高性能 AE 減速剤を含む。

*2: 下限値を超える場合は、材料分離が著しく生じないことを事前に確認する。

【参考】：流動性の基準

⇒ 5.4 参考文献 2.標準仕方書及び 3.技術レポート 参照

⇒ 下限値 30 秒については、本報告書 5.1(1) 参照

③ 原材料の保管方法

セメント、骨材については、湿気を受けないよう保管するとともに、原則として納入後 3 ヶ月以内のものを使用するものとする。3 ヶ月を経過したものを使用する場合は、当該セメントの JIS 規格による品質を確認する。また、混和材料については、不純物の混入、分離、変質、凍結等により品質の低下が生じないよう保管する。

④ 原材料の管理要領

セメント、骨材、混和材料については、納入業者等の納品書又は試験検査成績書等により、原材料の仕様を満足することを購入の都度確認、管理する。また、配合設計を変更の都度、固型化材料等の流動性、硬化後の一軸圧縮強度を確認する。

2) 固型化材料等の計量、混練

① 所定のホッパ、槽、系統等から、セメント、骨材、混和材料又はこれらのうち 2 種類以上をプレミックスしたもの、水について、流量計、重量計等の計量器又は計量方法により所定の配合比となるよう計量し、固型化材料等を十分な練り混ぜ性能を有する混練機に注入し、均質に混練する。

所定の混練が終了した固型化材料等は、所定の系統を介して容器へ排出、充填する。容器へ搬出、充填する際には、容器の天蓋を閉めた状態で、天蓋の下面から混練された固型化材料等の上面に出来ると想定される空隙が、容器内容積(コンクリート内張りドラム缶の場合は、コンクリート内張り部の容積を含む。)に対して 10%以下となることを目標に排出、充填する。注入速度は、30ℓ/分以下とする。

【参考】：注入速度の基準

⇒ 本報告書 5.1(1) 参照

なお、計量に使用する計量器は、所定の性能に保たれるよう 1 回/年以上の頻度で検査、校正等を実施し、その検査、校正結果を記録として保管する。

② 固型化材料等の混練は、所定の練り混ぜ回転数、練り混ぜ時間、混練機への固型化材料等の投入量により行う。

3) 養生

混練された固型化材料等の充填を行った容器は、所定の養生室又は区画等において養生し、ブリーディング水の無いことを確認のうえ天蓋の蓋閉めを行う。養生期間は、固型化材料の容器への排出、充填後一晩以上を目安とし、固型化材料等の配合、養生時における室温等に応じて所定の必要最低養生期間を設定しておく。

(2) 記録要領

① 記録管理項目

セメントによるアウトドラムミキシング方式での固型化処理の実施にあたっては、以下に示す記録管理項目について、固型化処理作業毎に記録する。ただし、原材料については、当該品の購入又は納入の都度記録する。

| 区分 | 記載管理項目 | | 記載要領 |
|-------|----------------------|-------------|--|
| 原材料 | 受入担当者名 | | 原材料を受領した者の担当名 |
| | 納入業者 | | セメント、骨材、混和材料の納入業者等からの納品書又は試験検査成績書にて確認、受領 |
| | 納入先 | | |
| | 納入年月日 | | |
| | 製造業者 | | |
| | 種類及び数量 | | |
| | セメントの JIS(年号入)又は試験結果 | | |
| 計量・混練 | 処理担当者名 | | 固型化処理を実施した担当者 |
| | LotNo.又は RunNo. | | 固型化処理作業毎に識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 固型化年月日 | | 固型化処理を実施した年月日 |
| | 固型化対象廃棄物 | | 固型化対象廃棄物の識別 No. |
| | 各固型化材料等の種類及び投入量 | | 容器毎における固型化材料等の種類及び種類毎の投入量 |
| | 練り混ぜ回転数 | | LotNo.又は RunNo 毎の固型化処理作業時の混練機の回転数 |
| | 練り混ぜ時間 | | LotNo.又は RunNo 毎の固型化処理作業時の混練機の稼動時間 |
| | 容器 No. | | 固型化した容器の No.を識別可能なよう適宜設定した No. |
| | 作業内容 | | 所定の手順により計量、混練、作業が実施されていることの確認 |
| 養生 | 養生処理 | 養生処理担当者名 | 固型化処理後の容器の養生を実施した担当者 |
| | | 容器 No. | 養生を実施した容器の No. |
| | | 養生期間(年月日) | 養生を実施した期間(年月日) |
| | | ブリーディング水の有無 | ブリーディング水の有無の状況 |
| | | 空容器重量* | オープンドラム缶又はコンクリート内張りドラム缶の空重量 |
| | | 空容器内径及び内高* | オープンドラム缶又はコンクリート内張りの内径及び内高寸法 |
| | 重量測定 | 測定担当者名 | 廃棄体の重量測定を実施した担当者 |
| | | 廃棄体重量測定年月日 | 廃棄体の重量を測定した年月日 |
| | | 廃棄体重量 | 天蓋の蓋閉め後の廃棄体全体の重量 |

*容器の購入・納品又は養生までに記録する。

② 記録の保存期間

記録は、当該固型化対象廃棄物に係る廃棄体の埋設確認を受けるまでの期間保存する。

5.4 参考文献

- 1) JNES-SS-0801 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について(一部改正) JNES-SS レポート 2008年4月
独立行政法人 原子力安全基盤機構 規格基準部
- 2) 【2002年制定】コンクリート標準示方書[施工編]
社団法人 土木学会
- 3) 技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について(各種固体状廃棄物) (改訂1) 平成10年3月
財団法人 原子力環境整備センター
- 4) 技術レポート 高圧圧縮廃棄体の充填性試験結果について
平成12年7月
東京電力株式会社
- 5) 廃棄確認に関する運用要領 平成26年3月原子力規制庁

国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

| 基本量 | SI 基本単位 | |
|-------|---------|-----|
| | 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량 | モル | mol |
| 光度 | カンデラ | cd |

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

| 組立量 | SI 組立単位 | |
|-------------------------|--------------|--------------------|
| | 名称 | 記号 |
| 面積 | 平方メートル | m ² |
| 体積 | 立方メートル | m ³ |
| 速度 | メートル毎秒 | m/s |
| 加速度 | メートル毎秒毎秒 | m/s ² |
| 波数 | 毎メートル | m ⁻¹ |
| 密度, 質量密度 | キログラム毎立方メートル | kg/m ³ |
| 面積密度 | キログラム毎平方メートル | kg/m ² |
| 比体積 | 立方メートル毎キログラム | m ³ /kg |
| 電流密度 | アンペア毎平方メートル | A/m ² |
| 磁界の強さ | アンペア毎メートル | A/m |
| 量濃度 ^(a) , 濃度 | モル毎立方メートル | mol/m ³ |
| 質量濃度 | キログラム毎立方メートル | kg/m ³ |
| 輝度 | カンデラ毎平方メートル | cd/m ² |
| 屈折率 ^(b) | (数字の) | 1 |
| 比透磁率 ^(b) | (数字の) | 1 |

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

| 組立量 | SI 組立単位 | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|---|
| | 名称 | 記号 | 他のSI単位による表し方 | SI基本単位による表し方 |
| 平面角 | ラジアン ^(b) | rad | 1 ^(b) | m/m |
| 立体角 | ステラジアン ^(b) | sr ^(c) | 1 ^(b) | m ² /m ² |
| 周波数 | ヘルツ ^(d) | Hz | | s ⁻¹ |
| 力 | ニュートン | N | | m kg s ⁻² |
| 圧力, 応力 | パスカル | Pa | N/m ² | m ⁻¹ kg s ⁻² |
| エネルギー, 仕事, 熱量 | ジュール | J | N m | m ² kg s ⁻² |
| 仕事率, 工率, 放射束 | ワット | W | J/s | m ² kg s ⁻³ |
| 電荷, 電気量 | クーロン | C | | s A |
| 電位差 (電圧), 起電力 | ボルト | V | W/A | m ² kg s ⁻³ A ⁻¹ |
| 静電容量 | ファラド | F | C/V | m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ² |
| 電気抵抗 | オーム | Ω | V/A | m ² kg s ⁻³ A ⁻² |
| コンダクタンス | ジーメン | S | A/V | m ² kg ⁻¹ s ³ A ² |
| 磁束 | ウェーバ | Wb | Vs | m ² kg s ⁻² A ⁻¹ |
| 磁束密度 | テスラ | T | Wb/m ² | kg s ⁻² A ⁻¹ |
| インダクタンス | ヘンリー | H | Wb/A | m ² kg s ⁻² A ⁻² |
| セルシウス温度 | セルシウス度 ^(e) | °C | | K |
| 光路長 | ルーメン | lm | cd sr ^(c) | cd |
| 放射線量 | ルクス | lx | lm/m ² | m ⁻² cd |
| 放射性核種の放射能 ^(f) | ベクレル ^(d) | Bq | | s ⁻¹ |
| 吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ | グレイ | Gy | J/kg | m ² s ⁻² |
| 線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量 | シーベルト ^(g) | Sv | J/kg | m ² s ⁻² |
| 酸素活性化 | カタール | kat | | s ⁻¹ mol |

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

| 組立量 | SI 組立単位 | | |
|-----------------|-------------------|-----------------------|---|
| | 名称 | 記号 | SI基本単位による表し方 |
| 粘力のモーメント | パスカル秒 | Pa s | m ⁻¹ kg s ⁻¹ |
| 表面張力 | ニュートンメートル | N m | m ² kg s ⁻² |
| 角速度 | ニュートン毎メートル | N/m | kg s ⁻² |
| 角加速度 | ラジアン毎秒 | rad/s | m m ⁻¹ s ⁻¹ = s ⁻¹ |
| 熱流密度, 放射照度 | ラジアン毎秒毎秒 | rad/s ² | m m ⁻¹ s ⁻² = s ⁻² |
| 熱容量, エントロピー | ワット毎平方メートル | W/m ² | kg s ⁻³ |
| 比熱容量, 比エントロピー | ジュール毎ケルビン | J/K | m ² kg s ⁻² K ⁻¹ |
| 比エネルギー | ジュール毎キログラム毎ケルビン | J/(kg K) | m ² s ⁻² K ⁻¹ |
| 熱伝導率 | ジュール毎キログラム | J/kg | m ² s ⁻² |
| 体積エネルギー | ワット毎メートル毎ケルビン | W/(m K) | m kg s ⁻³ K ⁻¹ |
| 電界の強さ | ジュール毎立方メートル | J/m ³ | m ⁻¹ kg s ⁻² |
| 電荷密度 | ジュール毎立方メートル | V/m | m kg s ⁻³ A ⁻¹ |
| 電表面電荷 | クーロン毎立方メートル | C/m ³ | m ⁻³ s A |
| 電束密度, 電気変位 | クーロン毎平方メートル | C/m ² | m ⁻² s A |
| 誘電率 | クーロン毎平方メートル | C/m ² | m ² s A |
| 透磁率 | ファラド毎メートル | F/m | m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ² |
| モルエネルギー | ヘンリー毎メートル | H/m | m kg s ⁻² A ⁻² |
| モルエントロピー, モル熱容量 | ジュール毎モル | J/mol | m ² kg s ⁻² mol ⁻¹ |
| 照射線量 (X線及びγ線) | ジュール毎モル毎ケルビン | J/(mol K) | m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹ |
| 吸収線量率 | ジュール毎キログラム | C/kg | kg ⁻¹ s A |
| 放射線強度 | グレイ毎秒 | Gy/s | m ² s ⁻³ |
| 放射輝度 | ワット毎ステラジアン | W/sr | m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ = m ² kg s ⁻³ |
| 酵素活性濃度 | ワット毎平方メートル毎ステラジアン | W/(m ² sr) | m ² m ⁻² kg s ⁻³ = kg s ⁻³ |
| | カタール毎立方メートル | kat/m ³ | m ³ s ⁻¹ mol |

表5. SI 接頭語

| 乗数 | 名称 | 記号 | 乗数 | 名称 | 記号 |
|------------------|-----|----|-------------------|------|----|
| 10 ²⁴ | ヨタ | Y | 10 ¹ | デシ | d |
| 10 ²¹ | ゼタ | Z | 10 ² | センチ | c |
| 10 ¹⁸ | エクサ | E | 10 ³ | ミリ | m |
| 10 ¹⁵ | ペタ | P | 10 ⁶ | マイクロ | μ |
| 10 ¹² | テラ | T | 10 ⁹ | ナノ | n |
| 10 ⁹ | ギガ | G | 10 ¹² | ピコ | p |
| 10 ⁶ | メガ | M | 10 ⁻¹⁵ | フェムト | f |
| 10 ³ | キロ | k | 10 ⁻¹⁸ | アト | a |
| 10 ² | ヘクト | h | 10 ⁻²¹ | ゼプト | z |
| 10 ¹ | デカ | da | 10 ⁻²⁴ | ヨクト | y |

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

| 名称 | 記号 | SI単位による値 |
|-------|------|---|
| 分 | min | 1 min=60 s |
| 時 | h | 1 h=60 min=3600 s |
| 日 | d | 1 d=24 h=86 400 s |
| 度 | ° | 1°=(π/180) rad |
| 分 | ' | 1'=(1/60)°=(π/10 800) rad |
| 秒 | " | 1"=(1/60)'=(π/648 000) rad |
| ヘクタール | ha | 1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ² |
| リットル | L, l | 1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³ |
| トン | t | 1 t=10 ³ kg |

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

| 名称 | 記号 | SI単位で表される数値 |
|----------|----|---|
| 電子ボルト | eV | 1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J |
| ダルトン | Da | 1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg |
| 統一原子質量単位 | u | 1 u=1 Da |
| 天文単位 | ua | 1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m |

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

| 名称 | 記号 | SI単位で表される数値 |
|-----------|------|--|
| バール | bar | 1 bar=0.1MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa |
| 水銀柱ミリメートル | mmHg | 1 mmHg=133.322Pa |
| オングストローム | Å | 1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m |
| 海里 | M | 1 M=1852m |
| バイン | b | 1 b=100fm ² =(10 ¹² cm ²) ² =10 ⁻²⁸ m ² |
| ノット | kn | 1 kn=(1852/3600)m/s |
| ネーパ | Np | SI単位との数値的關係は、 対数量の定義に依存。 |
| ベレル | B | |
| デシベル | dB | |

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

| 名称 | 記号 | SI単位で表される数値 |
|-----------------------|-----|--|
| エル | erg | 1 erg=10 ⁻⁷ J |
| ダイン | dyn | 1 dyn=10 ⁻⁵ N |
| ポアズ | P | 1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s |
| ストークス | St | 1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹ |
| ストルブ | sb | 1 sb=1cd cm ² =10 ⁻⁴ cd m ² |
| フォト | ph | 1 ph=1cd sr cm ² =10 ⁴ lx |
| ガリ | Gal | 1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻² |
| マクスウェル | Mx | 1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb |
| ガウス | G | 1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T |
| エルステッド ^(a) | Oe | 1 Oe≅(10 ³ /4π)A m ⁻¹ |

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「≅」は対応關係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

| 名称 | 記号 | SI単位で表される数値 |
|-----------|------|---|
| キュリー | Ci | 1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq |
| レントゲン | R | 1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg |
| ラド | rad | 1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy |
| レム | rem | 1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv |
| ガンマ | γ | 1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T |
| フェルミ | f | 1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m |
| メートル系カラット | | 1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 ⁻⁴ kg |
| トル | Torr | 1 Torr=(101 325/760) Pa |
| 標準大気圧 | atm | 1 atm=101 325 Pa |
| カロリ | cal | 1 cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ) |
| マイクロン | μ | 1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m |

