

## 鉄筋コンクリートを用いた TRU 廃棄物処分廃棄体の開発(その 2) - 高透気性充填モルタルの開発 -

原子力環境整備促進・資金管理センター 河原 憲一  
三菱重工業 正会員 ○小室 敏也、正会員 大川 賢紀、松原 龍一  
太平洋コンサルタント 小川 秀夫

### 1. はじめに

再処理施設やMOX燃料加工施設から発生する超ウラン（TRU）核種を含む放射性廃棄物のうち地下埋設処分が適切と考えられる廃棄物は、安定な地層中に処分する方針[1]のもとに検討が行われている。この際、廃棄物はドラム缶等に充填後、コンクリート製あるいは金属製の容器に封入し地下へ埋設処分することが考えられており、原子力環境整備促進・資金管理センターでは、これらの容器の開発を実施中である。本稿では、鉄筋コンクリートを用いた廃棄体の充填材として用いる高透気性モルタルの開発の結果について報告する。

### 2. 高透気性モルタルの開発

#### (1) 目的

鉄筋コンクリートを用いた廃棄体については、平成13年度までに基本設計を実施した[2]。その結果残された課題の一つとして、埋め戻し後に地下水で飽和した環境においても廃棄体内で発生したガスによる過度な内圧上昇を抑制し、廃棄体に対する重大な損傷の発生を防止するガスベントシステムの構築を挙げており、このシステムを成立させるために必要となる水で飽和した状態でも高い透気性を有するモルタルの開発を行った。

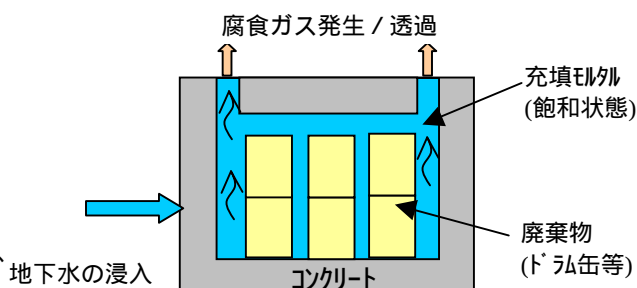


図-1 廃棄体(1)ガスベントシステム

#### (2) 開発要件の整理

本充填モルタルの開発に当っては、廃棄体が水で飽和した状態において発生したガスによる過度な内圧上昇（目安として0.3MPa）を防止することを最優先とし、その他最小限の要件として施工性（充填性）ならびに収納する廃棄物を固定できる程度の強度（目安として数MPa）を要件として目標を設定した。

#### (3) 予備試験

表-1 気泡モルタル配合パラメータ

上記の要件を満たすためには、モルタル中の空隙を増やすことが必要であり、その方策としてまず気泡モルタル、軽量骨材モルタル、発泡モルタルについて予備的な検討を行った。その結果、含有気泡量及び流動性の調整が容易で、且つ、圧縮強度も確保可能な気泡モルタルをベースに開発を進めることとした。

次に、気泡モルタルの配合について、セメント種（高炉、普通）、気泡容積（300~600 l/m<sup>3</sup>）、軽量骨材/セメント比（重量%：0~60）をパラメータとし、流動性、圧縮強度、簡易透気性等を測定し大まかな適用範囲を確認した。その結果、流動性に関しては、骨材の単位容積量 250l/m<sup>3</sup> 以下、圧縮強度、材料分離に関しては、気泡容積 500 l/m<sup>3</sup> 以下、簡易透気性の観点からは 400 l/m<sup>3</sup> 以上で使用する事が望ましいことを確認した。

| 気泡容積<br>(l/m <sup>3</sup> ) | 水/セメント<br>比(w%) | 軽量骨材/セメント<br>比(w%) |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|
| 300                         | 39.4            | 0                  |
|                             |                 | 20                 |
| 400                         | 43.4            | 0                  |
|                             |                 | 20                 |
| 500                         | 50.0            | 0                  |
|                             |                 | 20                 |
|                             |                 | 50                 |
|                             |                 | 60                 |
| 600                         | 62.5            | 0                  |
| 500(*)                      | 50.0            | 60                 |

(\*：低発熱セメントを使用)

これらを踏まえ、気泡容積 500 l/m<sup>3</sup> を中心に表-1に示す10配合について、飽和状態での透気係数を測定した。なお、セメント種の影響が少ないことが確認できたことから、高炉セメントをベースとした。

キーワード：TRU 廃棄物、コンクリート容器、充填モルタル、高透気性、充填性

連絡先：東京都港区虎ノ門 2-8-10、財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター TEL03-3504-1476、FAX03-3504-1297

#### (4) 透気性確認試験

##### 試験手順

(3)で選定した配合に対し、透水試験を実施し水を浸透させ、その状態を水で飽和した状態として飽和状態での透気試験を実施した。その後、乾燥させ絶乾状態での透気試験も実施した。試験装置を図 - 2、試験手順を図 - 3 に示す。

##### 試験結果

飽和状態での透気試験では、0.05MPa ステップで空気の圧力を上昇させ、安定した透気が始まった時点(この時点の圧力を破過圧とした)で透気量を計測し透気係数を算出した。各配合に対する破過圧と透気係数の一例を表 - 2、図 - 4 に示す。

表-2 各気泡容積での破過圧

表 - 2 より、気泡容積 300 l/m<sup>3</sup>を除き、目安である 0.3MPa 以下で透気が継続し、特に気泡容積 500 l/m<sup>3</sup> 以上では、最小圧力の 0.05MPa で透気が可能であった。

| 気泡容積<br>(l/m <sup>3</sup> ) | 水/セメント<br>比(w%) | 軽量骨材/<br>セメント比(w%) | 破過圧<br>(MPa) |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|--------------|
| 300                         | 39.4            | 0 ~ 20             | 0.2 ~ 0.45   |
| 400                         | 43.4            | 0 ~ 20             | 0.1 ~ 0.2    |
| 500                         | 50.0            | 0 ~ 60             | 0.05         |
| 600                         | 62.5            | 0                  | 0.05         |

この結果、本充填モルタルを用いた場合、水で飽和されガスが発生した状態においても廃棄体の内圧を 0.3 MPa 以下に維持できる見通しが示された。更に、予備試験で確認した圧縮強度、施工性も併せて充填材としての適用性を検討した結果、気泡容積 400、500 l/m<sup>3</sup> が高透気性の充填モルタルとして有望であることを確認した。

また、今回の一連の試験を通して、透気性と気泡容積、単位容積重量、圧縮強度はそれぞれ相関があり、これらの諸特性から高透気性モルタルの設計が可能なことを確認した。図 - 4 に透気係数（一例）を示す。

なお、今回の試験において、試験体(長さ 150mm)の上部に比べ下部の方が密度が大きいという上下方向のばらつきや硬化時の発熱が大きいといった実廃棄体製作に向けた課題が明確になった。今後、モルタル硬化時の発熱対策や品質の安定性等について検討を行っていく必要がある。

#### (5) ガス影響評価

上記で開発したモルタルを使用した場合に、廃棄体内部で発生したガスによる内圧上昇を評価可能な解析モデルを設定し、ガス影響評価手法として整備する。今回は、テストピースレベルでの解析モデルを設定し、上記透気性確認試験結果との比較により妥当性を確認した。

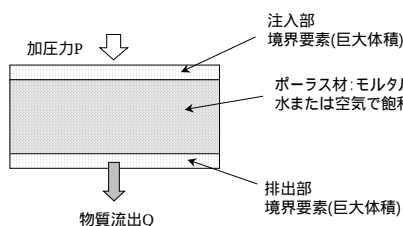


図-5 解析モデル

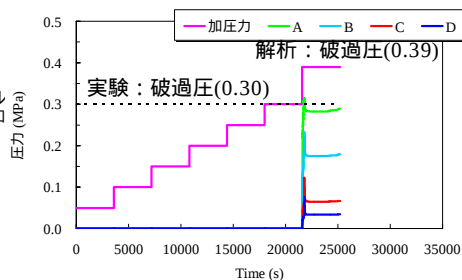


図-6 解析結果

評価モデルとしては、上記試験で得られた透気係数等からモルタルの浸透特性を設定すると共に図 - 5 に示すモデルを設定した。本モデルを用い透気試験と同様に加圧力を 0.05MPa 毎に加圧し、透気が開始される破過圧を評価した。図 - 6 に示すように実験値に比べて解析値は若干高い値となるが、テストピースレベルでは、破過圧を評価可能なことを確認した。今後、精度を向上させると共に廃棄体レベルでの評価手法を確立していく必要がある。なお、本報告は、経済産業省からの委託による「地層処分技術調査等」の成果の一部である。

#### 参考文献

[1] 核燃料サイクル開発機構 / 電気事業連合会: T R U 廃棄物処分概念検討書

JNC TY1400 2000-001/TRU TR-2001-01, 2000

[2] 第 57 回年次学術講演会 CS10-055 「鉄筋コンクリートを用いた TRU 廃棄物処分廃棄体」(2002)