

### PEM 施工技術の開発(3) 鋼殻リング PEM における製作・組立技術の実験的検討

(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○矢萩良二, 非会員 朝野英一, 非会員 中村有夫  
清水建設株式会社 正会員 戸栗智仁, 正会員 篠原康寛, 正会員 石井 卓, 正会員 中島 均

#### 1. はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分における定置概念の1つである Prefabricated EBS Module (以下, PEM と示す) は, JNC (現 JAEA) の第2次取りまとめ<sup>1)</sup>で紹介された人工バリアを地上で一体化する概念で, 他の定置概念と比べて, 品質確保の確実性と地下での作業の合理化が期待できる. 前報告では, PEM の製作・組立方法の1つである鋼殻リング方式について, 実規模スケールの PEM (図-1) の製作・組立実験を No.5 リングまで実施した結果を示した<sup>2),3)</sup>. 本報告では前報告の実験に引き続き, No.6 リングの緩衝材製作実験および図-2 の②~⑤の手順で組立実験を実施し, 緩衝材の品質(乾燥密度)や隙間充てん性等に関するデータを取得し, PEM の製作・組立技術の工学的実現性について検討した.

#### 2. 緩衝材製作実験

No.6 リングの緩衝材の製作実験を実施した. 緩衝材の材料には実材料(70wt%クニゲル V1+30wt%珪砂(3号+5号))を用い, 製作方法は前報告<sup>2)</sup>と同様に, 空圧駆動式の多連装ランマによる動的締固め施工で行った. 緩衝材の設定乾燥密度は  $1.78\text{Mg/m}^3$ , 含水比は 18.0%である.

製作後のコアサンプリングによる緩衝材の乾燥密度の確認は, 前報告<sup>2)</sup>で深度方向に実施しており, 本報告では図-3 に示すように平面方向について実施した. 図-4 に示すように, 製作後のコアサンプリングによる乾燥密度は, 設定乾燥密度  $1.78\text{Mg/m}^3$  に対して密度差  $\pm 0.03\text{Mg/m}^3$  であった. 緩衝材の転圧面は周方向に波うつ形状が生じ, 緩衝材の層厚(仕上がり厚さ)にばらつきが見られたが, 層厚が増すことによる乾燥密度の低下は認められなかった(図-5).

#### 3. PEM 組立実験

本報告では, 前報告<sup>3)</sup>に引き続き, 模擬オーバーパックスの挿入, 模擬オーバーパックスと緩衝材間の隙間充てん, No.6 リングの組立を実施し, 鋼殻リング PEM を完成させた.

本実験での模擬オーバーパックスの挿入は, 緩衝材と模擬オーバーパックスの隙間 20mm に対し, 補助的にガイド管( $\phi 16\text{mm}$  の鉄管 4 本)を配し, 天井クレーンを用いた簡易的な方法で実施した(図-6). これより, 簡易なクレーンでも中空部の中心に緩衝材を損傷させずに挿入できることを確認した.

次に, 図-1 に示す隙間充てん部に対して, ペレット材(図-7)を用い

キーワード 鋼殻リング PEM, 緩衝材, 乾燥密度, 密度差, 隙間充てん, ペレット材

連絡先 〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号(パシフィックマークス月島8階)

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター 処分工学調査研究プロジェクト TEL 03-3534-4511

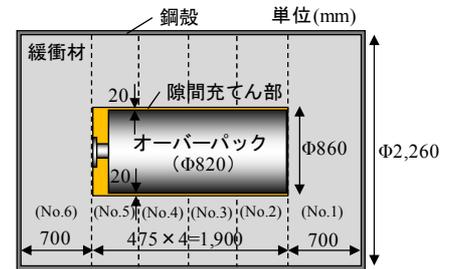


図-1 鋼殻リング PEM の構造図

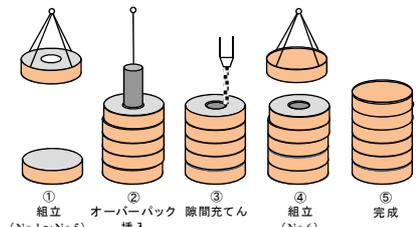


図-2 鋼殻リング PEM 組立手順

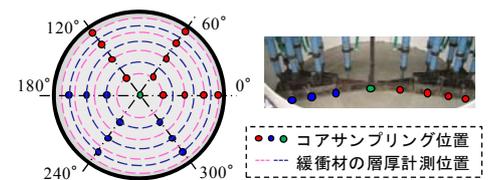


図-3 緩衝材のコアサンプリング位置

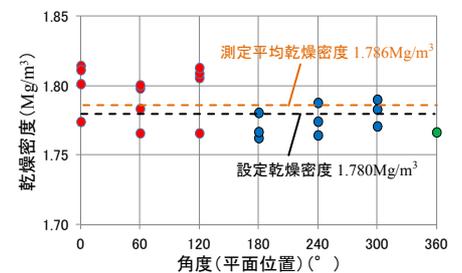


図-4 緩衝材の乾燥密度の平面分布

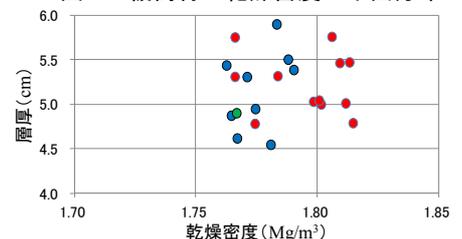


図-5 緩衝材の層厚と乾燥密度

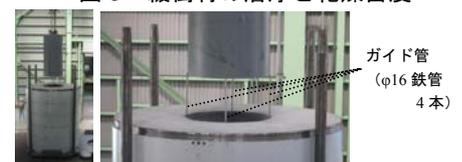


図-6 模擬オーバーパックス挿入

た隙間充てん実験を実施した。鋼殻リング PEM (図-1) の隙間充てんは、模擬オーバーパックと緩衝材間の幅 20mm の部分 (以下、側部と示す) と模擬オーバーパック把持部周囲 (以下、上部と示す) がある。充てん材料には、既往の研究<sup>4)</sup>を参考にして、側部は重量割合 50:50 の粒径 1mm と 4mm のペレット材を、上部は重量割合 40:60 の粒径 1mm と 20mm のペレット材を用いた。まず、実規模スケール実験の側部の隙間幅 20mm に対する充てん性の確認および投入方法の決定のために、実験容器 (容器幅 20mm, 高さ 500mm, 幅 100mm) 上面から自由落下でペレット材を投入する方法で小規模スケール実験を実施し、表-1 に示す結果を得た。これより、粒径 1mm と 4mm のペレット材を混合して投入する方法と交互に投入する方法との違いはほとんどなかったことから、実規模スケール実験の側部のペレット材の投入は混合投入法で実施した。また図-8 に示すように、上面からの自由落下で、全体が均等に充てんできるようにした。なお、上部は、既往の研究<sup>4)</sup>で、交互投入法の方が混合投入法より充てん性が良いことが明らかであり、自由落下により粒径 1mm と 20mm のペレット材を交互に投入した。実規模スケールの隙間充てん実験結果を表-2 に示す。側部 (隙間幅 20mm) について、乾燥密度は小規模スケール実験結果 (表-1) とほぼ同じであり、実規模スケール実験においても小規模スケール実験と同等の充てん性を確保できることを確認した。ここで、緩衝材に求められる有効ベントナイト密度 1.37Mg/m<sup>3</sup> と比較すると、上部は満足しているが、側部は約 0.09Mg/m<sup>3</sup> 小さい結果となった。今後、長期健全性への影響を考え、粒度分布の改善等によるペレット充てんの高密度化に向けた検討が必要である。

最後に、No.6 リングの組立を前報告<sup>3)</sup>同様、組立・拘束枠を用いて遠隔操作で実施した(図-9)。

4. まとめ

鋼殻リング PEM について、実規模スケールの製作・組立実験を実施し、品質 (緩衝材密度や組立精度) や遠隔操作性等に関するデータを取得し、本方式の工学的実現性を確認した。主な課題としては、長期健全性への影響を考えた隙間部の充てん技術の高度化等が挙げられる。なお、本報告は経済産業省から公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センターが受託した「平成 23 年度高レベル放射性廃棄物処分関連：処分システム工学要素技術高度化開発」の成果の一部である。

参考文献

- 核燃料サイクル開発機構；わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第 2 次取りまとめ—分冊 2 地層処分の工学技術, JNC TN1400 99-022, 平成 11 年 11 月
- 篠原康寛,戸栗智仁,石井卓,中島均,矢萩良二,朝野英一；PEM 施工技術の開発(1)鋼殻リング PEM 向け緩衝材の製作技術の実験的検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, CS3-056, 平成 23 年 9 月
- 矢萩良二,朝野英一,石井卓,戸栗智仁,中島均,篠原康寛；PEM 施工技術の開発(2)鋼殻リング PEM における組立技術の実験的検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, CS3-057, 平成 23 年 9 月
- (財)原子力環境整備促進・資金管理センター；平成 19 年度地層処分技術調査等委託費 高レベル放射性廃棄物処分関連：処分システム工学要素技術高度化開発報告書 (第 1 分冊) —遠隔操作技術高度化開発— (2/2), 平成 20 年 3 月



図-7 ペレット材

表-1 小規模スケール実験結果

隙間幅	20mm	
ペレット材	1mm50wt%+4mm50wt%	
投入方法	混合	交互
かさ密度	1.423 Mg/m <sup>3</sup>	1.421 Mg/m <sup>3</sup>
含水比	10.43%	
乾燥密度	1.289Mg/m <sup>3</sup>	1.287Mg/m <sup>3</sup>

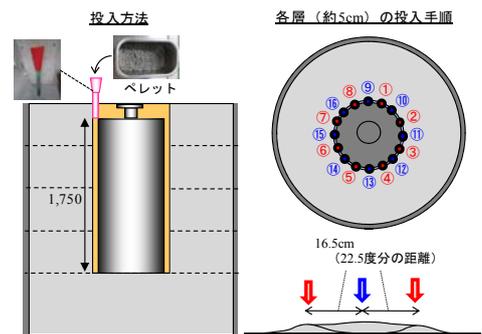
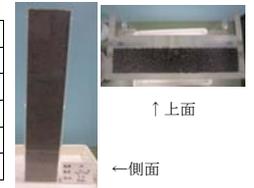


図-8 実規模スケール実験の側部の隙間充てん方法

表-2 実規模スケール実験の隙間充てん結果

	側部	上部	側部	上部
隙間	20mm	(-)		
ペレット材	1mm50wt%+4mm50wt%	1mm40wt%+20mm60wt%		
投入方法	混合	交互		
かさ密度	1.419Mg/m <sup>3</sup>	1.576Mg/m <sup>3</sup>		
含水比	10.57%	9.12%		
乾燥密度	1.283Mg/m <sup>3</sup>	1.444Mg/m <sup>3</sup>		



図-9 鋼殻リング PEM の組立