

# 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

清水建設株式会社 正会員 ○篠原康寛, 戸栗智仁, 石井 卓, 中島 均  
 (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

## 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, 地上施設において廃棄体と緩衝材をパッケージ化した後, 地下施設へ搬送・定置する概念であり, 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. PEM の製作・組立方法として多様な方法が考えられるが, それを3つの要素(製作姿勢, 容器仕様, 緩衝材構築方法)に着目して整理したものが表-1である. 製作姿勢として縦置きと横置きの2種類, 容器仕様として円筒型, 縦割り型, 横割り型の3種類, 緩衝材構築方法として静的プレス, 動的締固め, 充てんの3種類に分類して組み合わせた. ケース④とケース⑤の鋼殻リング PEM と称する製作・組立方法は, 縦置きと横置きのいずれの製作姿勢においても適用できる方法で, 容器をリング状の縦割り型で作り, その中に動的締固めもしくは静的プレスにより緩衝材を構築できる方法である<sup>1)</sup>. 今回は動的締固め法を用いて, 実規模スケールでの製作実験を行い, 乾燥密度等の品質管理方法を工夫しつつ, PEM 向け緩衝材の製作方法について検討した.

## 2. 実験方法

PEM の容器仕様を, 図-1に示すようなリング型の縦割り型とし, これを鋼殻リング型枠と称して, 緩衝材構築中に型枠として利用した. 緩衝材の材料として70wt%クニゲル V1+30wt%珪砂(3号+5号)を用いた. 緩衝材の製作には図-2に示す多連装ランマを装着した装置を用い, 型枠をターンテーブルで回転しながら全面を一様に転圧した. 沖原ら<sup>2)</sup>の単一ランマ転圧実験より表-2に示すような製作条件(材料ならびに転圧条件)を設定し, 型枠内に混練した材料を1層毎の転圧後の高さが5cmとなるようにする. 乾燥密度の計測手法として, コアサンプリングにより直接計測する手法の精度は高いが, 転圧中の緩衝材の乾燥密度をコアサンプリングにより確認することは困難なことから, 転圧を行う層毎に転圧直後の緩衝材の表面高さの計測を行うことにより, 乾燥密度を推定する方法として, 図-3に示すレー

表-1 PEM 製作・組立技術の整理

縦置き姿勢型		製作姿勢	横置き姿勢型	
製作・組立作業 (緩衝材構築方法)		容器仕様	製作・組立作業 (緩衝材構築方法)	
製作先行型	製作・組立同時型		製作先行型	製作・組立同時型
ケース① 静的プレス 動的締固め	ケース②, ③ 動的締固め 充てん	円筒型	成立するが 難易度が 高い	成立するが 難易度が 高い
ケース④ 静的プレス 動的締固め	成立するが 有効性が 低い		縦割り型	ケース⑤ 静的プレス 動的締固め
成立しない	成立しない	横割り型	ケース⑥ 静的プレス 動的締固め	成立しない

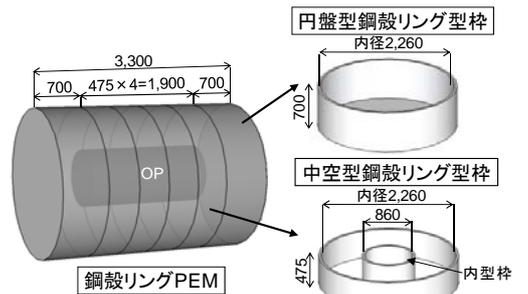
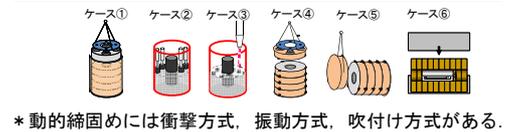


図-1 鋼殻リング PEM

表-2 緩衝材製作条件

目標乾燥密度	1.60Mg/m <sup>3</sup>	1.70Mg/m <sup>3</sup>
含水比	23.0%	18.0%
転圧時間	360秒	540秒
ターンテーブル	1/60rps	1/60rps

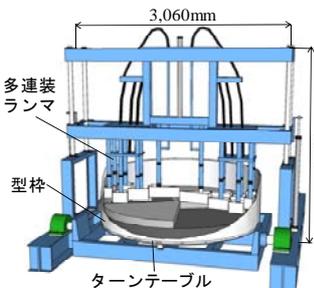


図-2 緩衝材製作用転圧装置 図-3 緩衝材表面高さの計測システム

キーワード 多連装ランマ転圧, 鋼殻リング PEM, 緩衝材製作, 乾燥密度, 計測システム

連絡先 〒106-8007 東京都港区芝浦1丁目2-3 清水建設株式会社土木技術本部バックエンド技術部 TEL03-5441-0594

### 3. 実験結果

品質管理方法の確認として、製作途中段階で計測した緩衝材の高さから推定した乾燥密度と、コアサンプリングより得られた乾燥密度<sup>2)</sup>の比較結果を図-4に示す。緩衝材の高さ計測が計31点に限られたことから、多少の不陸の存在による計測値並びに乾燥密度の推定値にばらつきはあるが、平均値は目標乾燥密度 $1.60\text{Mg/m}^3$ に近似している。

計測精度の向上を目的として、計測点を1回転当たり108点に増やして、緩衝材の高さから求めた乾燥密度の分布を図-5に示す。この時の目標乾燥密度 $1.70\text{Mg/m}^3$ 以上に対して計測値のばらつきが小さくなっていったことから、図-3に示す方法が緩衝材乾燥密度の計測、管理方法として実用的であることを確認した。

製作途中段階での推定乾燥密度の経時変化を図-6に示す。1層当たりの累積転圧時間約400秒程度で目標乾燥密度 $1.70\text{Mg/m}^3$ に達していることが分かる。沖原ら<sup>2)</sup>の単一のランマを用いた転圧実験の結果からは転圧時間として490秒程度が適すると予想していたが、ほぼ予想通りであった。以上の結果より、単一ランマ転圧実験の実規模スケールへの適用性、レーザー測距計を用いて緩衝材高さから緩衝材の乾燥密度を推定する方法は、実用的であることを確認した。

緩衝材上面の仕上げの方法として、図-7に示すような転圧装置に固定したブレードによりターンテーブルを回しながら表面を切削する方法を採用した。その結果、効率よく平滑面を仕上げられることを確認した。

### 4. まとめ

鋼殻リング PEM と称する PEM 製作・組立方法の適用可能性を検討するために、実規模スケールで緩衝材の構築を試みた結果、下記のことを確認した。

- ①事前に単一ランマ転圧実験を実施し、材料条件および転圧時間を設定することにより、目標の乾燥密度の緩衝材を実規模スケールで製作できる。
- ②レーザー測距計によって転圧層の高さを計測することにより、合理的な乾燥密度の品質管理が可能である。

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「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

- 1) (財)原子力環境整備促進・資金管理センター；平成21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22年3月
- 2) 沖原光信,戸栗智仁,石井卓,張至縞,齋藤亮；PEM 製作方法の検討(1)鋼殻リング PEM における緩衝材製作について，日本原子力学会 2010 年秋の大会，C34，P.157.

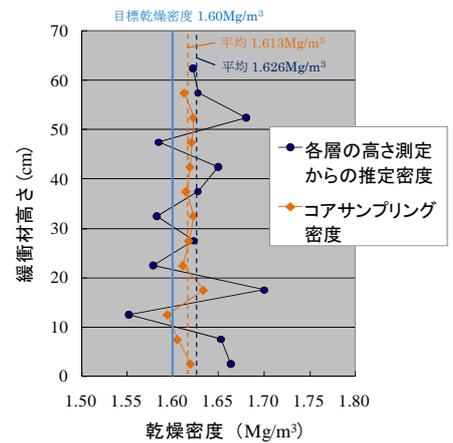


図-4 コアサンプリングの密度と緩衝材の表面高さからの推定乾燥密度分布

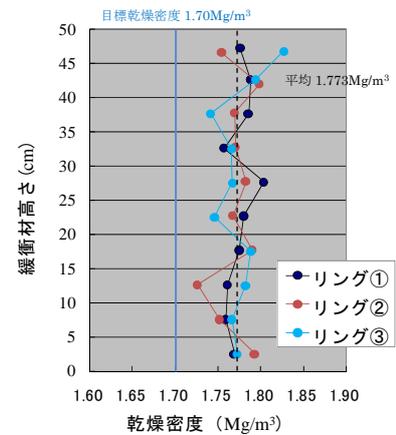


図-5 緩衝材の表面高さからの推定乾燥密度分布

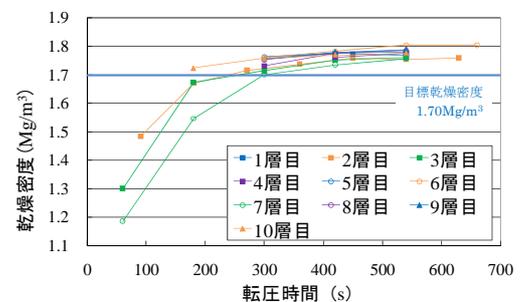


図-6 緩衝材の乾燥密度の経時変化

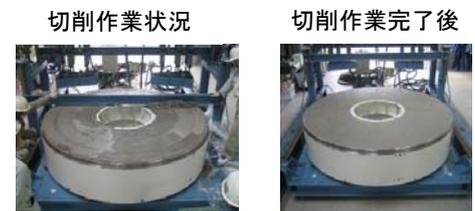


図-7 緩衝材の上面切削作業