

PEM 方式の代替回収技術の開発

(3) ワイヤ・ソーによる PEM 容器の開封の技術的実現性

Development of alternative retrieval technology for PEM method

(3) Technical feasibility of opening operation the PEM shell by wire saw

*川久保 政洋¹, 沖原 光信², 郷家 光男², 坂本 嵩延², 根本 浩史¹, 小林 正人¹

¹原環センター, ²清水建設

ワイヤ・ソーは、ダイヤモンドのチップまたはビーズを付けたワイヤを一定の張力をかけながら高速走行させて、対象物を細かく削りながら切断する方法である。PEM 容器の開封作業への適用性評価、及び装置の具体化に資する技術情報を取得するため、切断箇所を模擬した供試体の切断要素試験を実施した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、回収技術、PEM、開封作業、ワイヤ・ソー

1. 緒言 ワイヤ・ソーの適用事例として、現状で検討されている PEM 容器の厚さである 28 mm 以上の鋼板の切断実績があることから、PEM 容器の開封作業への適用の見込みがあると考えられる。一方、ワイヤの張力はメインプーリー及びガイドプーリーを切断方向に移動させることで調整されるため、対象物の大きさや形状、切断位置などによって調整することになる。そのため、ワイヤ・ソーによる PEM 容器の切断作業の具体化に向けて、切断条件と効率の関係、及び切断時に生じる挙動を把握するための要素試験を実施した[1]。

2. PEM 鋼殻切断時の作業姿勢 処分坑道に横置きされた PEM に対し、ワイヤを垂直に動かせば円形に、水平に動かせば PEM 上部が長方形に開口する。ワイヤ・ソーによる切断では、ワイヤが走行した面で対象物が分割されるため、表面の鋼殻単体ではなく内側の緩衝材も一緒に切断される。このようなワイヤと対象物の接触状況を再現するため、図 1 に示す供試体を準備した。

3. 要素試験によるワイヤ・ソーの適用性の確認 供試体は厚さ 28 mm の SS400 で製作した内寸 200 mm、奥行き 300 mm の角型容器で、内部に 200 mm 厚さの緩衝材相当のブロックを挿入したものである。上方から 100 mm (ゾーン A) は間隔を空けた 2 枚の鋼板、続く 200 mm (ゾーン B) は 2 枚の鋼板に緩衝材が挟まれた状態となっている。ワイヤ・ソーの切断効率は、単位時間当たりの切断面積[cm²/min]で表されるため、ゾーン A と B を比較することで、異種材料の同時切断を考慮した切断効率への影響を把握した。なお、切断時に潤滑水を使用しないドライ方式とし、ワイヤ走行の動力源のモータの電流値を監視しながら、ワイヤ張力が一定となるように制御した。

ゾーン A の鋼板の断面積は 56 cm²(2.8x10x2)であり、切断に 216 秒を要したことから、切断効率は約 15.5 cm²/min であった。一方、緩衝材を挟んだゾーン B の断面積は 112 cm²(2.8x20x2)であり、662 秒を要したことから、切断効率は約 10.1cm²/min であった。ゾーン A と B の比較より、厚さ 200 mm の緩衝材を同時に切断することで、切断効率が 2/3 に低下した。異種材料の同時切断による切断効率の違いが生じた要因として、緩衝材粉末によるワイヤのスリップ、緩衝材部分の通過時の張力の増加が考えられる。前者は緩衝材の粉末(粘土鉱物)がダイヤモンドチップと鋼材の間に潤滑材のように振る舞うことで、ワイヤ自体の切削能力が低下するというものである。後者はワイヤが緩衝材部を走行する際に生じる反力(摩擦)分だけワイヤの張力にロスが生じ、鋼板部に作用するワイヤの押付力が低下することで、切削効率が低下するものである。前者はワイヤの汚れによる効率低下のため寸法依存性は無いが、後者の場合、緩衝材の幅が広くなるほど反力が大きくなるので、実寸大の PEM の切断時には更に切断効率が低下する可能性がある。

4. 結言 要素試験の結果、ワイヤ・ソーは PEM 鋼殻の開封に使用する切断技術としての適用性があることが確認できた。実寸大の PEM の開封に要する時間の推定や切断位置の具体化に向けて、緩衝材による切断効率の低下についても情報を拡充していく必要がある。

本報告には、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業「令和 5 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業【JPJ007597】(地層処分施設施工・操業技術確証試験)」の成果[2]の一部を使用している。

参考文献 [1] 原環センター・原子力機構：令和 5 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業(地層処分施設施工・操業技術確証試験)報告書, 2024.

*Masahiro Kawakubo¹, Mitsunobu Okihara², Mitsuo Gohke², Takanobu Sakamoto², Hiroshi Nemoto¹ and Masato Kobayashi¹

¹RWMC, ²Shimizu



図 1 PEM を模擬した供試体



図 2 切断直後の供試体