

地層処分施設における操業期間中の火災シナリオ評価（バッテリー火災）

株式会社 I H I 正会員 ○川上 進, 非会員 岩田 裕美子
原子力発電環境整備機構 正会員 窪田 茂, 鈴木 寛, 勝又 尚貴

1. はじめに

地層処分事業における操業期間中の安全性の見通しを示すため、処分場の設計に基づいて操業中の施設の運転状態を検討し、通常の運転状態から逸脱した状態に陥らせる可能性のあるシナリオの網羅的な抽出に努めている¹⁾。これらの起因事象は、大きく分類すると、廃棄体等の落下、火災、機器故障、人為ミスなどが考えられる。類似施設の米国 WIPP においては、地下坑道内の車両火災²⁾が発生してその後の復旧に多大な時間を要したことから、特に地下施設における車両火災による影響の評価は検討すべき重要な課題と考えられる。そこで、本報告では機器故障（バッテリー）に伴う車両の火災に焦点を当てて、影響評価を実施した結果について報告する。

廃棄体の地下施設への搬送は、ディーゼル駆動あるいは電気駆動の専用車両（以下、搬送車両）で、斜坑を使って実施することを想定する。なお、搬送車両の火災源としては、ディーゼル駆動であれば軽油、電気駆動であればバッテリー液、また、ゴム製のタイヤなども考えられる。本報告では、TRU 等廃棄物³⁾を封入した金属容器（以下、廃棄体パッケージ）を搬送中の車両のバッテリー火災について、影響評価した結果を報告する。その他のプール火災、およびタイヤ火災については、それぞれ別の講演^{4),5)}で報告する。

2. 火災シナリオの設定

図 1 にバッテリー車両の概念図を示す。ディーゼル車両に対して、バッテリーおよび制御用のインバータ盤を搭載し、バッテリーは荷台上に搭載する概念として荷台を長くした。荷台の上に設置した架台により遮へい容器を固定している。火災シナリオとしては、タイヤ火災⁵⁾と同様にアクセス坑道において何らかの原因により荷台上に漏洩したバッテリーの電解液が燃焼し、廃棄体パッケージに熱影響を与えるシナリオを想定した。

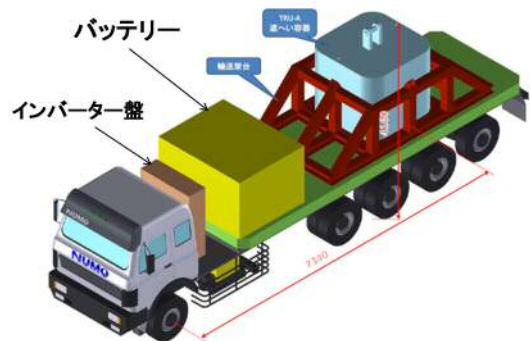


図1 バッテリー車両の概念図

3. 評価方法

図 1 に示したバッテリー車両の概念図を基に燃焼解析に用いる搬送車両および廃棄体の解析モデルを構築した（図 2 参照）。次に、可燃物であるバッテリーの電解液が漏洩し、図 2 下図の青で示す領域で延焼するとして燃焼解析を実施し、廃棄体の伝熱解析に必要な発熱量および伝熱解析の境界条件（廃棄体の遮へい容器の表面）における熱流束の時刻歴データを算出した。最後に、燃焼解析により得られた熱流束の時刻歴を入力値として伝熱解析を実施し、廃棄体に関する熱影響を評価する。

4. 評価結果

(1) 燃焼解析

図 1、図 2 に示す搬送車両のバッテリーから漏洩した電解液の燃焼開始を 0 秒とした発熱率の時間変化を図 3 に、発熱率が上昇過程の 500 秒後、発熱率が最大の 865 秒後、発熱率が降下途中の 2,700 秒後、発熱率がほぼ 0 程度の 6,000 秒後の火災形状を図 4 に示す。

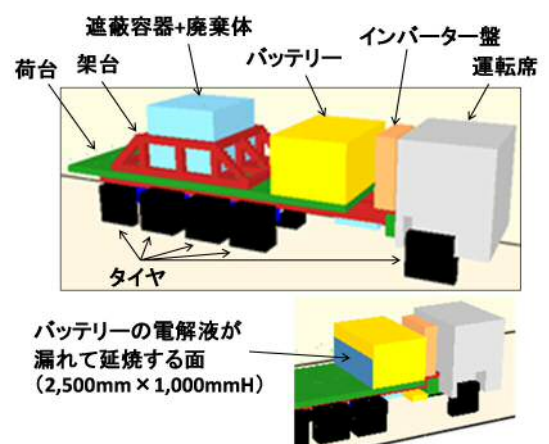


図2 燃焼解析モデル

キーワード 火災シナリオ, 火災リスク, 火災, 地層処分, 操業安全, 放射線安全

連絡先 〒235-8501 横浜市磯子区新中原町1番地 株式会社 I H I TEL 045-759-2133

図 4 から、火炎がバッテリーの側面にそって天井に向かって伸びており、バッテリーとほぼ同じ高さの火炎が約 4,000 秒まで続く結果となった。また、図 3 より最大の発熱率は、2,500 kW になる。

(2) 伝熱解析

燃焼解析により得られた熱流束の時刻歴データを図 5 に示す。この図は、熱流束が最大となる火炎正面の遮へい容器前面 (front) の熱流束を代表として示している。図の 4 つの曲線は、容器前面を 4 分割して各場所が受ける熱流束の時刻歴となっている。その他の面は前面に比べて 10 分の 1 以下の熱流束であった。伝熱解析においては、廃棄体表面からの熱流束を入力値とした解析を実施した。

伝熱解析で用いたモデルと解析結果の温度履歴 (各要素) を図 6 に示す。遮へい容器の表面で最高約 105℃、廃棄物表面で最高約 49℃程度になることが分かり、廃棄体パッケージやアスファルト固化体の温度上昇は数 10 度程度であった。

5. おわりに

タイヤ火災⁵⁾に比べて、入熱量が大きい条件であったが、解析結果の温度から容器や廃棄物に対して熱的に損傷を与える可能性は極めて低いと考えられる。また、バッテリー電解液の漏洩による火災を想定したが、近年、安全対策が進んでおり、実際は本検討で想定したような火災は発生し難いと考えられる。

参考文献

- 1) 窪田ほか: 地層処分施設における操業期間中の火災リスクの検討に関する全体概要, 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, 2018.
- 2) U.S. Department of Energy : Safety Evaluation Report, DOE/WIPP 16-3565, 2016.
- 3) NUMO (原子力発電環境整備機構): 地層処分低レベル放射性廃棄物に係わる処分の技術と安全性, NUMO-TR-10-04, 2011.
- 4) 鈴木ほか: 地層処分施設における操業期間中の火災シナリオ評価 (プール火災), 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, 2018.
- 5) 勝又ほか: 地層処分施設における操業期間中の火災シナリオ評価 (タイヤ火災), 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, 2018.

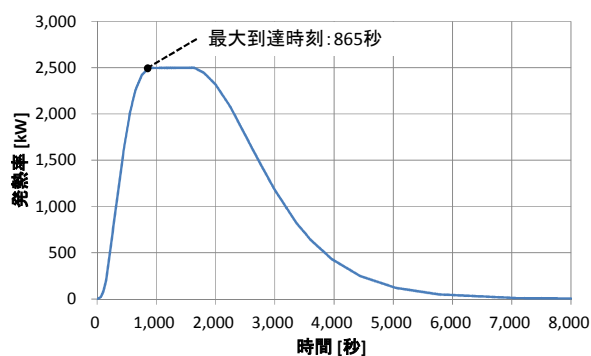


図 3 バッテリー電解液燃焼時の発熱率の時間変化

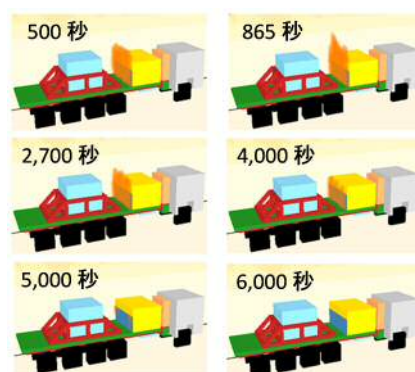


図 4 火炎形状

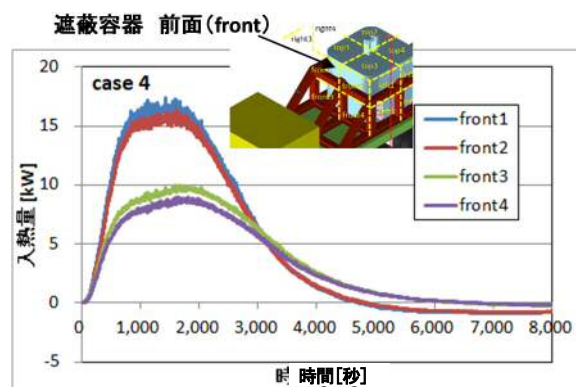


図 5 廃棄体パッケージ表面での入熱量の時刻歴データ

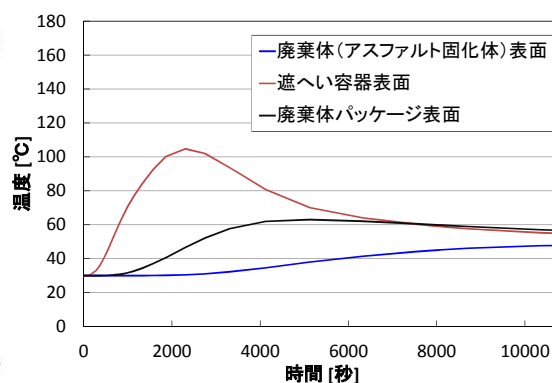


図 6 伝熱解析モデルと解析結果