

自然災害に対する操業期間中の地層処分施設の安全対策 人工バリアに対する火災影響評価の検討

Safety measures of HLW geological disposal facility during an operation period against natural disaster

Evaluation for impact of fire hazard for engineered barrier

*山川 浩光¹, 蓮井 昭則¹, 川久保 政洋¹, 朝野 英一¹
ディアク リーヘルマン², 高倉大典², 岩田裕美子², 川上 進²
¹原子力環境整備促進・資金管理センター, ²株式会社 I H I

地層処分場の処分坑道において自然災害を起因とした廃棄体の定置・搬送装置の火災を想定し、火災解析結果を基に伝熱解析と応力解析から人工バリアに対する火災影響を評価した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物，地層処分，自然災害，火災，人工バリア

1. 緒言

本研究は、自然災害を起因とした火災に対して放射線安全の観点から人工バリア（ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材）へ影響評価を行い、安全確保の検討を行った。

2. 解析内容

2-1. 火災シナリオ

地下の処分坑道においてガラス固化体を封入したオーバーパックを処分孔（堅置き）に定置した後に、風速、緩衝材の有無の条件下において定置・搬送装置のバッテリーが発火するシナリオを想定した。

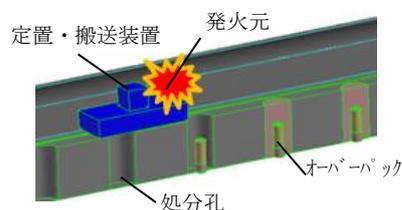


図1 火災シナリオ概念

2-2. 燃焼解析

燃焼解析は、想定した火災シナリオに基づいて米国の国立標準技術研究所が開発した解析ソフトウェア Fire Dynamics Simulator (FDS)を用いて、労働安全衛生規則、ずい道等建設工事における換気技術指針等を考慮した処分坑道内の風速を仮定（0.5m/s、2.0m/s）し、実施した。火災発生から 200～1,000 秒の間では、風速が 2.0m/s の場合に高い発熱量を示し、最大で約 90MW の発熱量が生じる結果となった。また、風速が 0.5m/s の場合は、高温領域は坑道上部近辺に限られるものの、風速が 2.0m/s になると炎が坑道全体に広がり高温領域が全断面に広がることを確認した。

2-3. 伝熱・応力解析

燃焼解析から得られた加熱曲線に基づいて構造解析で広く用いられている汎用 FEM コード ABAQUS (Ver.6-12-1) により伝熱解析及び応力解析を実施し、人工バリア等への火災影響の評価を行った。伝熱解析では、オーバーパックの上部近傍において 1,000℃超の最高温度に到達するものの、他の部分は 200℃以下であり、内部のガラスの温度上昇は約 1.5℃にとどまった。緩衝材の定置後では、オーバーパック、ガラス固化体への大きな温度上昇は見られなかった。

応力解析では、オーバーパックに応力の上昇がみられるが、火災が収まり温度が低下すると火災前の初期応力分布に近い状態まで戻ることを確認した。

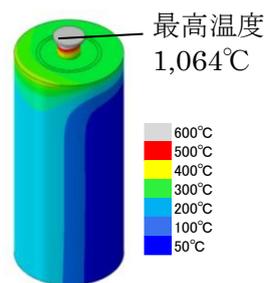


図2 伝熱解析結果 (オーバーパック)

3. 結論

想定した火災シナリオでは、オーバーパックの破損はなく、放射性物質が漏えいする可能性はない。

また、地下施設において火災が発生した場合、坑道内という限られた空間であるため、燃料の量より燃焼に要する酸素量で発熱量が決まることを確認した。また、火災によるガラス固化体への熱影響に対してオーバーパック、緩衝材が熱影響を軽減する安全対策になることを確認した。

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託による「平成 27 年度地層処分技術調査等事業（処分システム工学確証技術開発）」の成果の一部である。

*Hiromitsu Yamakawa¹, Akinori Hasui¹, Masahiro Kawakubo¹, Hidekazu Asano¹, Dirk Riechelmann², Daisuke Takakura², Yumiko Iwata², Susumu Kawakami²

¹Radioactive Waste Management Funding and Research Center, ²IHI Corp