

## 高レベル放射性廃棄物の地層処分における崩壊熱，再冠水を考慮した解析的検討

西松建設（株） 正会員 ○吉野 修，正会員 石山 宏二  
新潟大学 正会員 金澤 伸一

## 1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分において，ガラス固化体は含まれる放射物質の崩壊による発熱があり，このための影響で緩衝材の性能を損ねないように処分場の設計がなされている．また，ガラス固化体を含む廃棄体の定置後に地下水の再冠水が始まり，緩衝材および埋戻し材が飽和し始めてベントナイトの膨潤により緩衝材が密実になり人工バリアとして安定して機能が発揮されるようになる．これらの事象は定置 100 年後程度までが最も変化が大きく，それ以降の変化は緩やかになっていくことが想定されている．

本研究では地層処分のこれらの事象を解析的に再現・評価をするツールを整備し，簡易的なモデルを用いて解析的検討を行ったものである．

## 2. 解析条件

検討には，熱／土／水／空気連成有限解析コード (DACSAR-MP) を用いた<sup>1)</sup>．熱は透水係数のみに関係し，空気は水に溶存することを考慮できるようになっている．図-1 に示すように解析モデルは，第二次取りまとめ<sup>2)</sup> に示されている処分孔縦置き方式軟岩系岩盤 (20m×20m の領域) とした．廃棄体の発熱はガラス固化体を 50 年貯蔵した後の発熱量 350W/本を初期条件とし，図-2 に示す崩壊熱による発熱量の経時変化を表現する<sup>2)</sup>．

検討を簡単にするために初期状態は処分坑道を閉塞した時点とし，モデル全体を不飽和状態とした．再冠水による地下水浸入は廃棄体より遠い側面（モデル右側）から徐々に水頭が高くなり一定期間で水頭が 300m になるように設定した．再冠水完了までの期間をパラメーターとして 1 年から 100 年で設定し，解析の対象期間は 1000 年とした．温度条件は初期温度を 20℃ で一様とした．解析に用いた主な解析パラメーターを表-1 に示す．

表-1 材料パラメーター

	初期飽和度	透水係数 m/sec	透気係数 m/sec
緩衝材	0.5	$1.0 \times 10^{-12}$	$1.0 \times 10^{-8}$
埋戻し材	0.5	$1.0 \times 10^{-12}$	$1.0 \times 10^{-8}$
岩盤	0.9	$1.0 \times 10^{-9}$	$1.0 \times 10^{-5}$

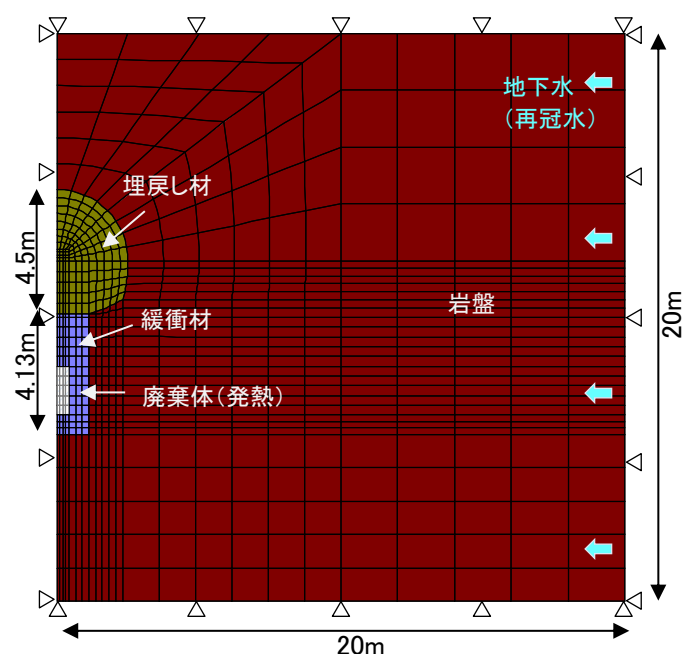


図-1 メッシュ図・境界条件

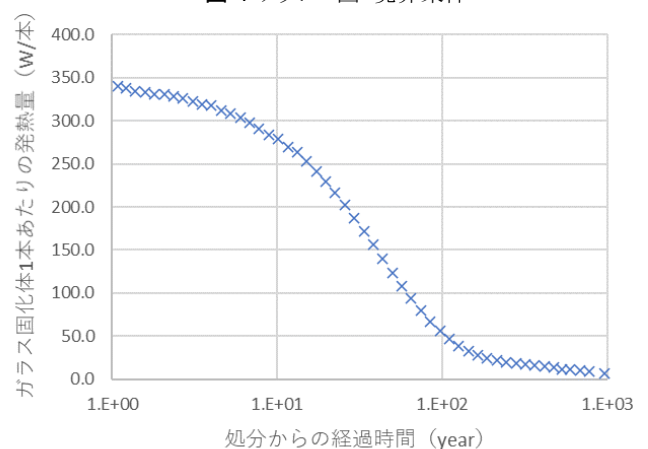


図-2 ガラス固化体の発熱量変化(50年貯蔵後)  
※文献2からデータを取得

キーワード 地層処分，緩衝材，崩壊熱，再冠水，数値解析

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門1-17-1 西松建設(株)技術研究所 TEL 03-3502-0279

### 3. 解析結果

100年間で再冠水が完了する場合における廃棄体およびその近傍の緩衝材の温度変化を図-3に示す。廃棄体の中心温度は70年後の時点でピークに達し92.3°Cになり、以降低下し始める。廃棄体近傍の緩衝材は廃棄体から遅れて温度のピークになり90年後の時点で66.7°Cになり、緩衝材許容温度100°Cには至っておらず、健全性が十分保たれていることが分かる。文献2の報告では、温度は同様な結果であるものの上昇のピークは10~20年の間であるので解析パラメーター、熱量の入力方法など差異について確認が必要であると考えられる。

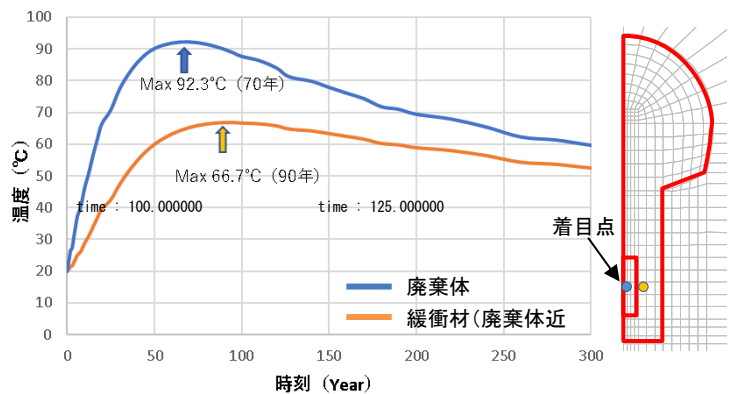


図-3 廃棄体、緩衝材の温度変化  
(再冠水完了期間:100年)

廃棄体周辺の温度分布を図-4に示す。廃棄体自体は、約100年後あたりまで80°Cを超えるような部分が存在していることが分かる、緩衝材は廃棄体周囲に廃棄体直径Dに対して0.5D程度の領域の温度が60°C程度に上昇している。こ

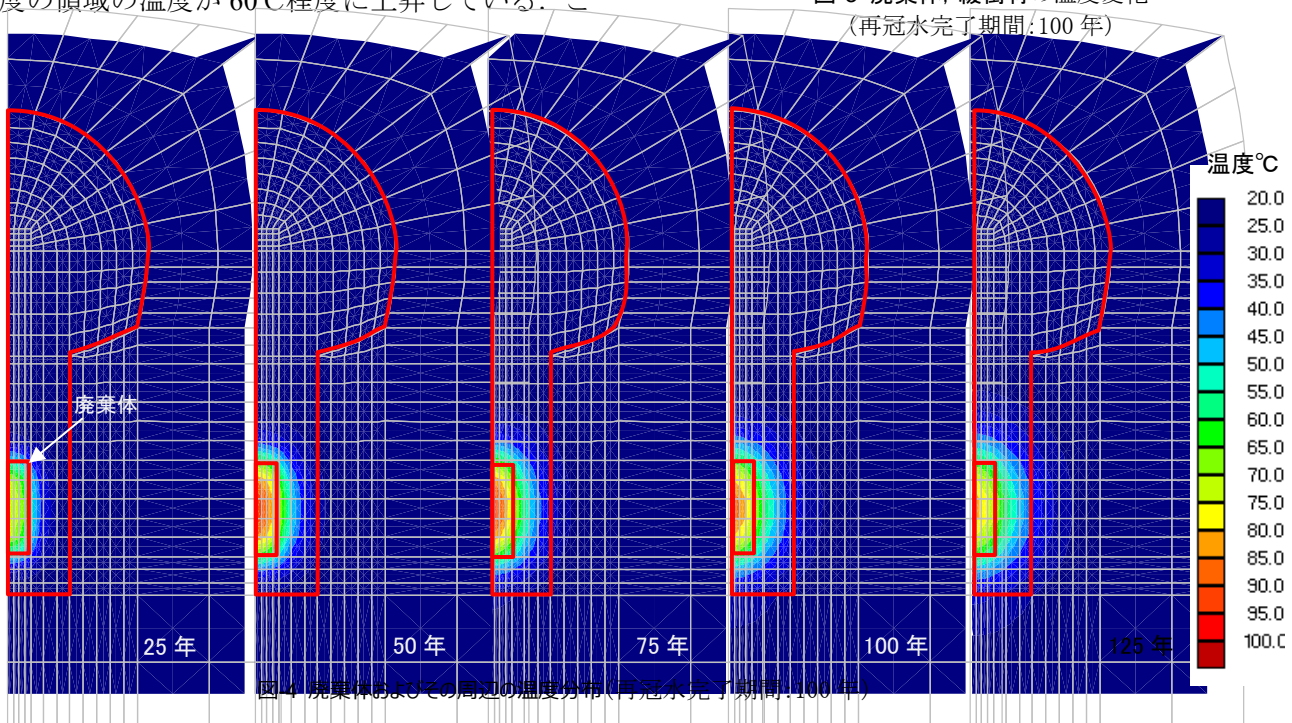


図-4 廃棄体およびその周辺の温度分布(再冠水完了期間:100年)

これらの緩衝材の飽和度を確認すると60年時点を過ぎると飽和度90%を超えているので熱伝導等により温度が分散されているためと考えられる。

再冠水の完了期間を1年、10年と変えて同様な解析を実施したが、廃棄体の温度がピークになる時期にはその周囲の緩衝材はすでに十分飽和に至っているため、ほぼ同様な結果であった。したがって廃棄体周辺の緩衝材が飽和していれば廃棄体およびその周囲の温度上昇が抑制できることが分かる。

### 4. おわりに

DACSAR-MPの機能を追加・拡張することにより熱/土/水/空気連成することで廃棄体の発熱や再冠水による地下水浸入を考慮したシミュレーションが可能となった。地層処分縦置き方式の簡易なモデルを用いて解析をした結果、廃棄体、緩衝材の温度上昇や分布に関する知見を得ることができた。今後、操業時の処分坑道、処分孔の周辺の不飽和状況の再現や施工段階など考慮した検討を進めていく必要があると考えている。

### 参考文献

- 1)高山裕介 ベントナイトの力学モデルと放射性廃棄物地層処分における緩衝材としての品質評価 神戸大学 (2014).
- 2)日本原子力研究開発機構：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 - 第2次取りまとめ (2000)