

余裕深度処分施設の長期力学安定性に対する地震の影響に関する基本検討

日本原燃 正会員 ○瀬瀬由雄, 富田敦紀, 西村 創
東電設計 正会員 鈴木康正
清水建設 正会員 西川洋二, 新美勝之

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分施設において、閉鎖後の安全性を評価する際には、施設への長期の物理的・化学的影響を考慮した状態設定が必要となる。これまで廃棄体やRCコンクリート部材の鉄筋等の鋼材腐食膨張や、廃棄体から発生するガスの圧力、セメント系材料のカルシウムの溶脱等といった、経年変化に伴う準静的な事象を対象にした状態設定のための検討がなされて来ている¹⁾。本検討では、このような経年変化に加えて、評価期間中に施設に地震が作用した場合を想定して、地震発生前後の静的状態把握解析と地震応答解析を組み合わせた解析を実施して、地震が施設の状態に及ぼす影響を定量的に評価した。

2. 検討条件

検討は、施設とその周辺岩盤を対象にして、図-1に示す解析モデルを用いて実施した。検討に用いた地震動を図-2に示す。解析では、地震以外の状態設定として、図-3に示す経年変化に伴う事象を時系列で考慮した。そして、評価期間中に繰り返し地震が発生する可能性を考慮し、評価期間の5万年間に地震が3回発生すると想定して、表-1に示す静的状態把握解析と地震応答解析を交互に繰り返して、5万年後までの状態変化を評価した。施設の状態を評価する際の重要項目の一つに低拡散層のひび割れがある。そこで解析結果から施設の状態を評価する際の指標として、セメント系材料のひび割れの発生状態と、低拡散層のひび割れ幅を間接的に評価する伸び率を用いた。なお、解析には、汎用FEM解析プログラムのDIANAを使用した。

3. 検討結果

解析で得られた結果のうち、1,500年後の地震応答解析(D-1)において変形が比較的大きい時刻の変形状態を図-4に、コンクリートピットの応答加速度を図-5に示す。応答加速度の最大値は462Galであった。また、地震応答解析の前後でのひび割れ発生分布を図-6に示す。閉鎖後1,500年では、地震前に鋼材の腐食

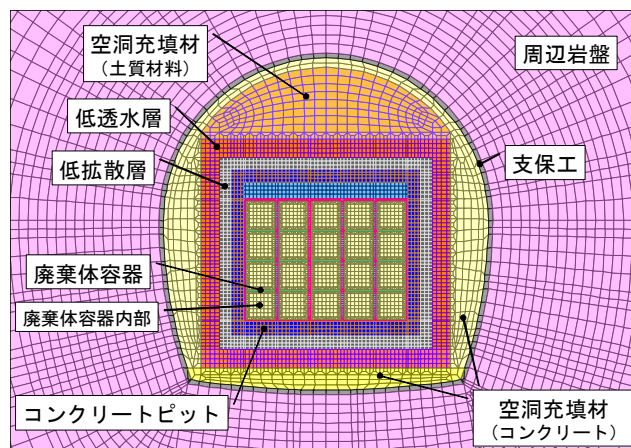


図-1 解析モデル、施設周辺拡大

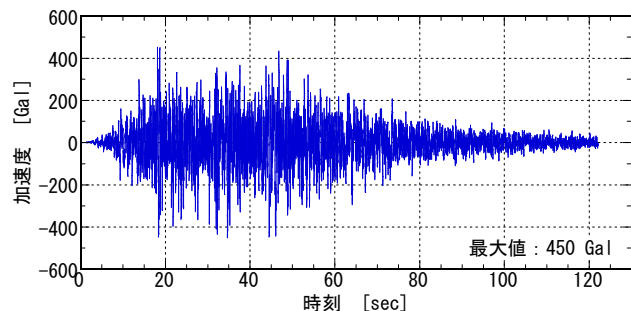


図-2 検討に用いた地震動、水平方向成分

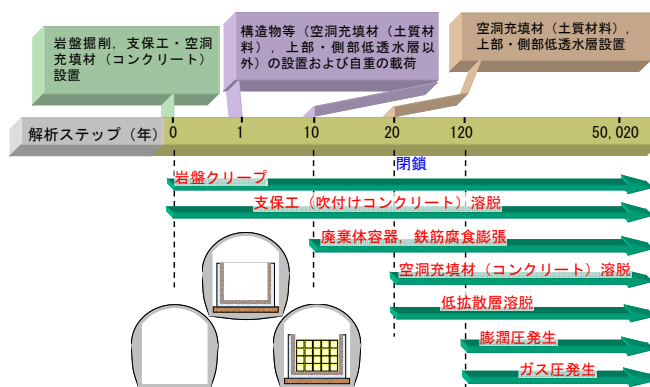


図-3 解析で考慮した地震以外の事象と経過年数

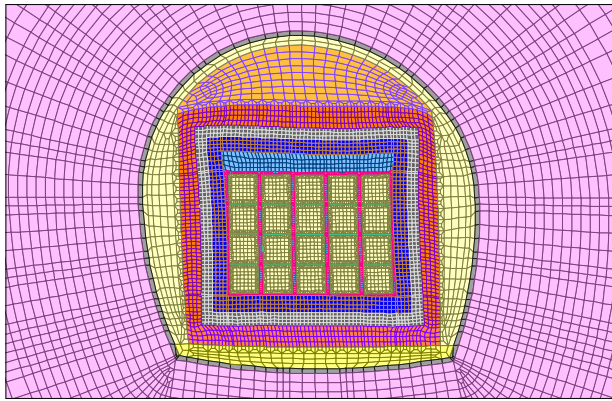
表-1 検討ステップ

step	時期	解析種別	記号
1	閉鎖~1,500 年	静的状態把握解析	S-1
2	1,500 年	地震応答解析	D-1
3	1,500 年~25,750 年	静的状態把握解析	S-2
4	25,750 年	地震応答解析	D-2
5	25,750 年~50,000 年	静的状態把握解析	S-3
6	50,000 年	地震応答解析	D-3

*S-1 は別途 50,000 年まで計算した。

キーワード 余裕深度処分, 地震影響, コンクリートのひび割れ, 繰返し地震

連絡先 〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字野附 504-22 日本原燃（株）埋設事業部 TEL：0175-72-3264

図-4 地震時の変形 (100 倍, D-1, $t = 18.1500s$)

膨張等の影響によって、既にコンクリートピットと低拡散層の一部にひび割れが発生していたが、地震の影響によってコンクリートピット全体にひび割れが広がった。低拡散層にも、特に上部と底部に貫通ひび割れが多数発生した。なお、その後の地震によっても低拡散層のひび割れは増加するが、地震の前に既に多くひび割れが発生しており、地震による増加はあまり認められなかった。

地震後の変形を図-7 に、低拡散層の外周の伸び率の変化を図-8 に示す。変形図からは、鋼材の腐食膨張の影響によってコンクリートピットと低拡散層が拡がり、低透水層が圧縮されていく様子が認められる。地震による伸び率の増加を比較すると、最初の地震による増加が最も大きく、2 回目、3 回目と地震発生直前のひび割れが多い順に小さくなる傾向にある。なお、図-8 には地震がない場合(S-1)の伸び率の変化も併せて示したが、地震影響の有無による伸び率の差は僅かであることが分かる。

以上の検討より、地震によりひび割れは増えるものの、その増分は僅かであり、地震が長期的なセメント系材料のひび割れの発生状態と、低拡散層のひび割れ幅に及ぼす影響は少ないものと推察される。

4. おわりに

本検討では、地震動と地震の発生時期を確定条件として取り扱ったが、今後は地震の繰返し回数や地震規模、発生時期による施設への影響の程度を分析・評価するための検討が必要であると考えます。

参考文献

- 1) 山本ほか：トンネル型処分施設における人工バリアの長期力学挙動解析, 土木学会第 63 回年次学術講演会, CS05-47, pp261-262, 2008.9

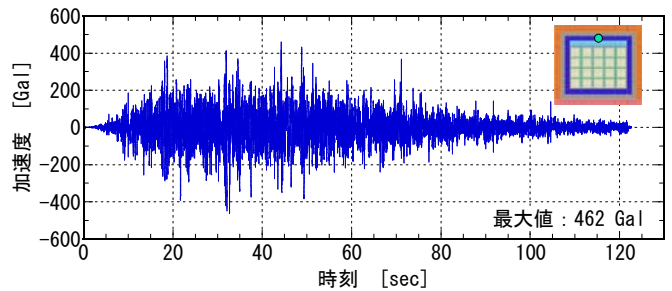
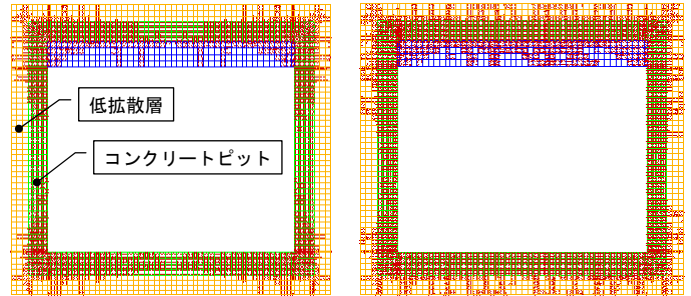


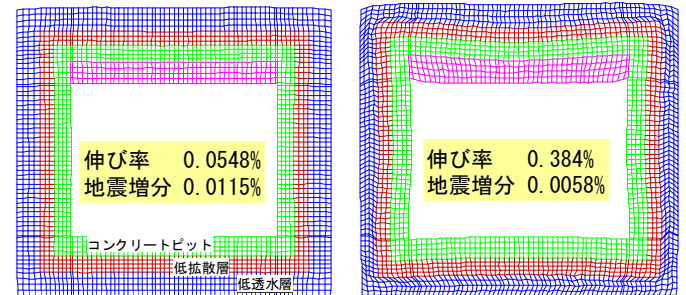
図-5 コンクリートピットの応答加速度 (D-1)



(1) 地震前

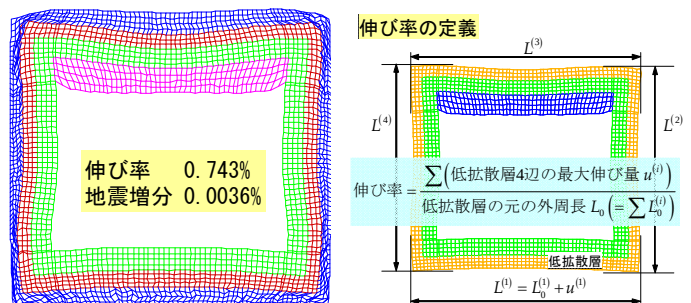
(2) 地震後

図-6 ひび割れ分布, 閉鎖後 1,500 年



(1) 閉鎖後 1,500 年

(2) 閉鎖後 25,750 年



(3) 閉鎖後 50,000 年

図-7 地震後の変形 (20 倍) と低拡散層の伸び率

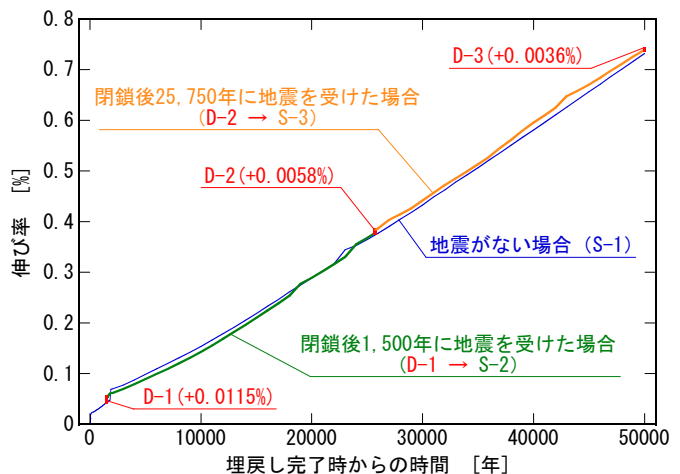


図-8 低拡散層の伸び率の経時変化