

地下空洞型処分施設におけるモニタリング項目の計測実現性確認(1)

ー地下空洞型処分施設機能確認試験(その9)ー

(株)大林組 正会員 ○丹生屋純夫 山本修一 志村友行

鹿島建設(株) 正会員 佐原史浩 佐々木敏幸

東電設計(株) 正会員 伊藤善広

原環センター 正会員 広中良和

藤原啓司 田中正人 寺田賢二

1. はじめに

著者らは、地下空洞型処分施設における閉鎖後長期の管理に資するモニタリング技術の確立やその実証試験の必要性に鑑み、中深度処分施設の人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法の確立を目的とした調査・検討を進めている¹⁾。本検討では、「膨潤圧・膨潤変形」²⁾を要因とした人工バリアの機能に影響を及ぼす異状シナリオを構築し、予察的な挙動シミュレーション解析を施設の断面方向と縦断方向において実施した。

2. 膨潤事象に基づいた解析シナリオ

これまでの検討成果で、最も注視すべき事象として抽出した「膨潤圧・膨潤変形」²⁾に基づいて、人工バリアの機能に影響を及ぼす異状シナリオを考えた。その結果、状態のシナリオとして、設計通りに施工できなかった地下施設の空洞の底部(排水孔付近)のみにGL-100m相当の水圧が局所的に掛かることにより、当該箇所でも部分的に水が侵入するものとした(図-1参照)。

3. 実施挙動解析_断面方向

2次元断面方向における予察解析では、シンプルに周辺岩盤から均質に水が侵入する参照ケースと前章に示した偏った膨潤圧が発生するような箇所から水が侵入する比較ケースの2ケースとした。

解析モデルを図-2に示す。力学に関する境界条件はモデル境界を鉛直水平ともに拘束条件とし、水理に関する境界条件は施設深度をGL-100m相当の水圧として全周に $PL=PG=1.0(\text{MPa})$ の水圧とガス圧を規定した。

また、解析コードは多孔質体の熱-水-応力-ガス連成解析コードCODE_BRIGHT³⁾を用いた。解析の結果、両ケースにおける再冠水に伴う飽和度進展分布を表-1に、比較ケースにおける鉛直変位量グラフを図-3に示す。比較ケースでは、極端な事象を終局的に発生させたことから、特定時間で推移を追うことが出来ないため、解析タイムの中で状況を切り抜いたコンターをそれぞれ「状態～」と言う名目で表示している。飽和度について、参照ケース結果より、初期状態を起点とし、数百年で低透水層はほぼ飽和に至る結果となっている。一方、比較ケースでは、ベントナイト系人工バリア部材である低透水層と上部埋戻し材のサクシオン差が大きいため、低透水層のうち、注水による底部の飽和よりも、上部が早く飽和し、最終的に全体が飽和に至る結果となった。一方、セメント系人工バリア部材では、低透水層の膨潤によって圧縮場になるものの、許容圧縮強さに対しては十分な裕度を示した。しかしながら、図-3に示す通り、底部低透水層の飽和によって

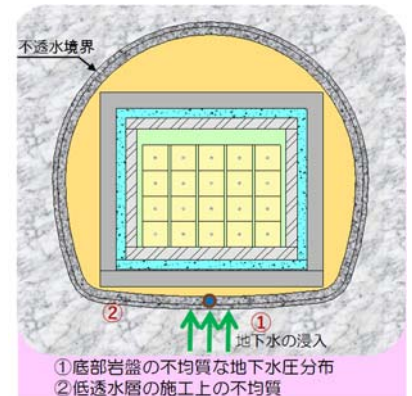


図-1 膨潤事象に基づいたシナリオイメージ

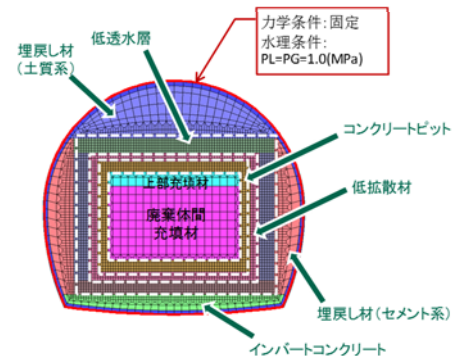
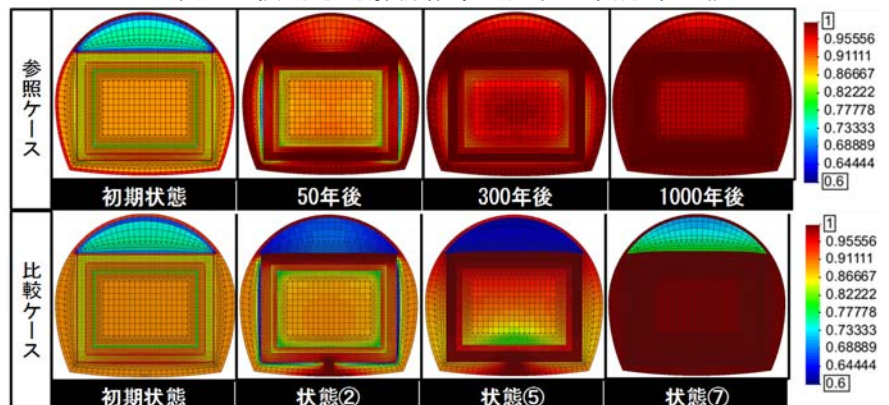


図-2 横断方向解析モデルイメージ

表-1 横断方向解析結果(飽和進展分布比較)



キーワード 放射性廃棄物, 地下空洞型処分, 中深度処分, 機能確認, モニタリング, 膨潤圧・膨潤変形
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 原子力本部原子力環境技術部 TEL 03-5769-1309

セメント系人工バリア部材は上方に 5cm 程度変位することを確認された。

4. 実施設挙動解析—縦断方向

前章にて、処分坑道横断面に関しては参照ケースと比較ケース共に特にバリア性能が低下するような挙動は確認されなかったものの、上方へ施設全体が変位する挙動が示唆されており、坑道縦断方向における挙動も確認し、バリア性能を評価する必要があると考えられた。そこで、処分坑道の横断面方向の挙動を二次元 FEM 解析により検討した。処分坑道縦断方向の挙動を予測するため、図-5 に示す通り、セメント系人工バリア部材を梁モデルで、低透水層を地盤バネでモデル化

した二次元骨組み解析を実施した。二次元骨組み解析では、低透水層が局所的に膨潤した場合に低拡散層に発生する断面力、変形を算定し、ひび割れおよび施工目地の目開きの発生可能性を評価した。表-1 に偏膨潤部位を底部低透水層とした場合の検討ケース一覧を示す。解析の結果、横軸に底部低透水層の膨潤範囲、縦軸に低拡散層に発生する最大引張応力および低拡散層上面の施工目地の目開き量を取ったグラフ図-4、図-5 にそれぞれ示す。これより、低拡散層に発生する引張応力は、保守的な物性値を使用した場合に引張強度を超える場合があり、低透水層の偏膨潤により低拡散層にひび割れが生じる可能性があることが確認された。施工目地の目開きについても、保守的な物性値を用いた場合には、総延長 120m⁵ に対して 12mm 程度の目開き量となった。

5. おわりに

今後、引き続き横断面・縦断面における解析的な施設挙動検討を通して、長期的なモニタリング計画策定に資する情報を提示していく。なお、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「低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業 地下空洞型処分施設機能確認試験」の成果の一部である。

参考文献

1) 藤原ほか：地下空洞型処分施設機能確認試験の事業概要—地下空洞型処分施設機能確認試験（その 1）—，土木学会第 72 回年次学術講演会，VII-028，平成 29 年 9 月 2) 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 28 年度管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設機能確認試験報告書，平成 29 年 3 月 (2017)． 3) E. E. Alonso, A. Gens and A. Josa : A Constitutive model for partially saturated soils, *Géotechnique*, 40, No.3 (1990)． 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編，平成 24 年 3 月 5) 原子力安全基盤機構：平成 21 年度 放射性廃棄物処分に関する調査（余裕深度処分に関する調査）報告書、平成 22 年 9 月

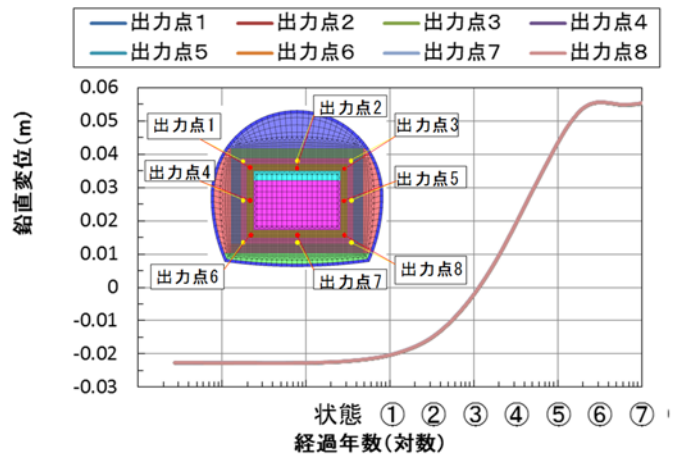


図-3 横断方向解析結果（鉛直変位量：比較ケース）

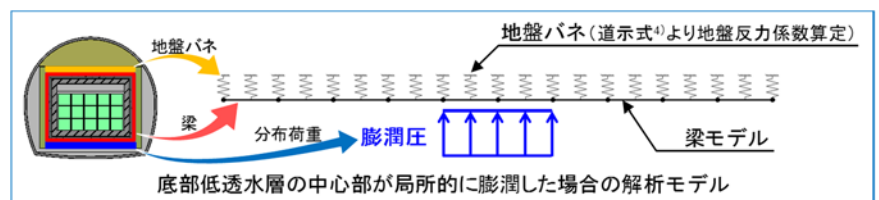


図-4 縦断方向解析モデルイメージ

表-2 縦断方向解析ケース一覧

case	膨潤圧			地盤バネ 算定用 変形係数 (MN/m ²)	case	膨潤圧			地盤バネ 算定用 変形係数 (MN/m ²)
	膨潤位置	膨潤範囲 (m)	膨潤圧 (MPa)			膨潤位置	膨潤範囲 (m)	膨潤圧 (MPa)	
1	処分坑道 中心	10	0.63 (標準)	60 (標準)	9	処分坑道 端部	10	0.63 (標準)	60 (標準)
2		30			10		30		
3		60			11		60		
4		90			12		90		
5		10	1.19 (保守的)	30 (保守的)	13		10	1.19 (保守的)	30 (保守的)
6		30			14		30		
7		60			15		60		
8		90			16		90		

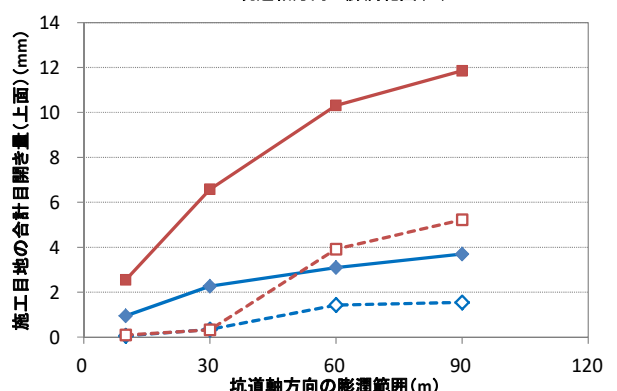
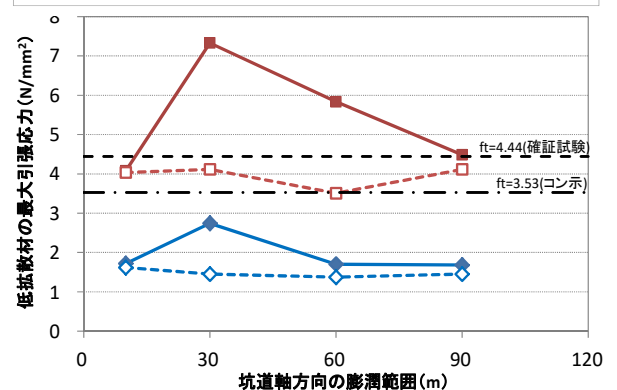


図-5 縦断方向解析結果（上：引張応力 下：目開き量）