# 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(5) -地下空洞型処分施設機能確認試験(その21)-

(株)大林組	正会員(	)丹生屋 約	純夫 森	岩	寛稀	志村	友行
	鹿島建設	(株) 正会	会員 須	Ш	泰宏	佐々木	:敏幸
		東電	設計(株)	Æ	会員	田坂	嘉章
原環センター 正会員	広中 良和	藤原	啓司	脇	寿一	寺田	賢二

### 1. はじめに

著者らは,中深度処分施設における閉鎖後長期の管理に資する人工バリアや周辺岩盤の機能確認方法を確立 するために,機能確認の概念の構築,モニタリング技術の整備に向けた調査・検討・試験を進めている<sup>1)</sup>.本 報告では、地下空洞型処分施設機能確認試験で検討している、中深度処分における安全機能の確認方法におい て,施設内への地下水の浸潤を把握する計測項目として,ベントナイトの膨潤に伴う『応力変化』がその候補 になり得るかを検討するという視点から、閉鎖措置段階以降の施設の再冠水過程を対象に、熱・水・力学連成 解析が可能な CODE BRIGHT<sup>2)</sup>を用いて、水・力学連成解析を実施した.

#### 2. 解析的検討概要

本検討では、地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験 で得られたデータ 3に基づいて,廃棄体(充てん材), RC ピット,低拡散層,低透水層,上部埋戻し材(土質 系), 側部埋戻し材 (セメント系), 支保コンクリートに 対して二相流パラメータ及び力学パラメータを設定し た<sup>4)</sup>. なお, 二相流パラメータ等, 地下空洞型処分施設 閉鎖技術確証試験において確認されていないパラメー タは、既往の研究成果に基づき設定した.

図-1 に、本検討で考慮した施工ステップ、及び境界 条件を示す.構築中における坑道内施設部材表面の流 体に関する境界は不浸透境界とした.また,解析ステッ プで新たに構築した要素の自由面に関する境界条件と して,応力固定:鉛直,水平方向とも大気圧 σ<sub>v</sub>=0.1MPa, 変位固定:水平方向にて dx=0 と設定した. 各部材に与 えた初期条件一覧を**表-1**に示す.



3. 解析結果(施設内への地下水浸潤状況の把握)

応力モニタリング想定箇所	表−1 各部材の初期条件整理								
に対して、低透水層の各辺に	部材	初期応力	初期 間隙率	初期 飽和度	初期間隙水圧	初期間隙 空気圧			
出力点 (図-2 参照) を設定し,	廃棄体	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.1 MPa$	0.116	0.90	-0.2368MPa	0.1MPa			
飽和度と全応力の経時変化と	RCピット	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.1 \text{ MPa}$	0.126	0.90	-0.2368MPa	0.1MPa			
	低拡散層	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.1 \text{ MPa}$	0.147	0.90	-0.6826MPa	0.1MPa			
その相関を図-3. 図-4 に示す.	低透水層	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.104 \text{ MPa}$	0.410	0.85	-2.0340MPa	0.1MPa			
	側部埋戻し材	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.1 \text{ MPa}$	0.167	0.90	-0.2368MPa	0.1MPa			
なお, 凶−3, 凶−4 に示す全応	上部埋戻し材	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.1 \text{ MPa}$	0.300	0.75	0.03778MPa	0.1MPa			
力値は計器計測を考慮し、大	支保工	$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0.1 \text{ MPa}$	0.167	0.90	-0.2368MPa	0.1MPa			

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,連成解析

連絡先

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 ㈱大林組原子力本部原子力環境技術部 TEL 03-5769-1309

気圧を除いた値とした.

底部低透水層下面①②,上部低透水層下面⑨⑩について、いずれも飽和度の上昇とともに全応力も増加する 傾向を示した.出力点①②に着目すると,接触する部材との水分のやり取りに加え,廃棄体重量による圧密も 受けることから間隙圧力の増加に伴い,全応力は大きくなり,その結果,出力点⑨⑩と比較し,全応力は0.3MPa ほど大きい値となった.上部及び底部低透水層において見込まれる最大全応力は概ね 1.6MPa となった.

側部低透水層について、閉鎖措置段階以降(50年以降)は、再冠水過程に伴い、外部から水と間隙空気の流 入があるため、側部低透水層から支保の距離にしたがって、飽和度や全応力の経時変化は異なる傾向を示した. しかしながら、最大全応力は、側部低透水層の内面、外面のいずれの点においても概ね 1.3MPa に収束した.

これらの結果から、モニタリング計画におけ る全応力の計測範囲は、0 MPa~1.6 MPa の範囲 と推察できる.また、すべての出力点において、 全応力と飽和度の関係より,飽和度が95%を超 えると全応力は、材料構成モデルに依存する形 で急激に上昇する傾向が示された. そのため, モニタリング計画において、ベントナイト膨潤 に伴う応力変化が施設内への地下水の浸潤を 把握する計測項目の一つとなり得ることが示 唆された.

(2)

全応力(水平方向)-経過時間



0.20 0.00 85.00 100 1000 10 10 100 1000 85 90 95 Saturation [%] Time [vear] Time [year] 全応力(鉛直方向)--経過時間 飽和度-経過時間 全応力(鉛直方向9-飽和度 図-3 解析結果\_低透水層(上部、下部) 1.60 100.00 1.6 3 1.40 -(3) (4) 5 1.4 (3) (4) 1.40 1.20 1.00 1.00 0.80 0.60 -(4) (8 1.2 stress [MPa] (6) -(7) ition[%] 95.00 -(5) 1 -6 0.8 0.60 -7) Satul 0.6 90.00 0.40 0.4 Lot 10 8 0.20 0.2 0.00 85.00 0 1000 10 100 1000 10 100 85 Time [vear] Time [vear]

100.00

ation[%]

00.00 Satur

#### 100 90 Saturation [%] 95 全応力(水平方向)-飽和度

(5)

(8)

100

飽和度-経過時間 図-4 解析結果 低透水層(側部)

## 4. おわりに

1.60

1.40

T.40

08.0 Stress

0.00 Iotal

0.60

本検討より、閉鎖措置段階以降の施設内における地下水の浸潤状況を把握する計測項目として、低透水層の 全応力の経時変化がその一つとなり得ることが示唆された.また,モニタリング計測における全応力の計測範 囲は、0~1.6MPaとなることが推察された.今後の課題として、実際の施工状況を考慮した初期応力の設定等、 詳細な解析検討を実施する必要がある.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「平成 31 年度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-地下空洞型処分設備機能確認試験(その 1)-, 土木学会第 72 回年次学術講 演会, 2017, 2)UPC:CODE BRIGHTUser's Guide 2018, 3) 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 26 年度 管理型処分技術 調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確記試験 平成 19 年~平成 26 年度の取りまとめ報告書, 2015, 4) 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30年度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報告書,2019.