

放射性廃棄物処分施設からのイオン溶出挙動に関する検討
ー地下空洞型処分施設機能確認試験（その 22）ー

鹿島建設(株) 正会員 ○山川 剛 取違 剛 佐々木敏幸 山野泰明
(株)大林組 正会員 佐藤 伸
東電設計(株) 正会員 伊藤喜広
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¹⁾。長期的な施設の機能を確認するためには、施設の状態とその変遷を解析的に評価し、適切なモニタリング計画の策定に資する情報を得ることが必要である。同施設は、地下 100～150m での構築が検討されていることから、地下水によるセメント系材料に含まれる成分の溶脱が施設の健全性に影響を及ぼすと考えられており、溶脱が周辺岩盤のイオン濃度に及ぼす影響範囲を把握することが重要である。本報告では、同施設を対象とした多重バリア構造において数百年間にイオンが拡散する範囲を把握することを目的とし、溶脱による化学的変質について解析的検討を行った。

2. 検討概要

地下空洞型処分施設性能確認試験にて構築された人工バリアの模擬施設を対象とし、図-1、図-2 に示す解析モデルを構築した。本検討で使った解析コードは、セメント系材料の溶脱に関する数値解析プログラムである²⁾。同プログラムは低透水層、空洞内充てん材（土質系）で使われるベントナイトの化学的な変質と、それに伴う物質移行特性の変化、さらに岩盤における物質移行現象までを解析的に評価できるものである。解析期間は、施設の建設開始から 400 年間とした。本検討では、人工バリア（低透水層、低拡散層、コンクリートピット）に着目し、拡散係数と透水係数の違いによる施設および周辺岩盤への影響を評価するために2つのケースで検討した。表-1 に各部材における初期の物性値を示す。ケース①では室内試験および実大規模の試験施工において取得されたデータを基に安全側の設定とした値である。ケース②では初期における品質の違いを鑑み、人工バリアにおける初期拡散係数と初期透水係数を 100 倍大きくした。その他の条件については、既往の文献³⁾を参考に設定した。なお、岩盤地下水の pH は 8.5 とし、動水勾配は 0.07m/m とした。

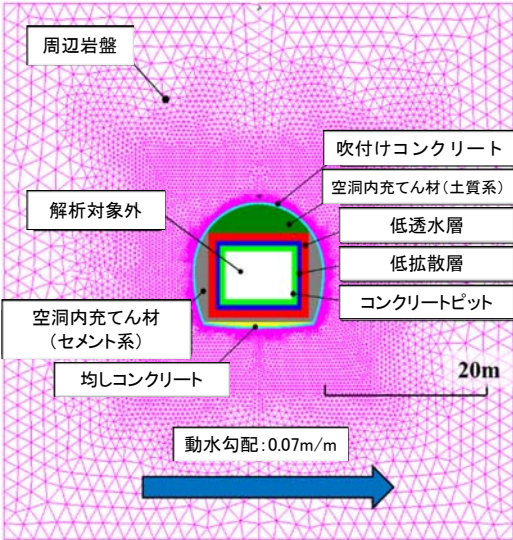


図-1 対象構造物のモデル全体図

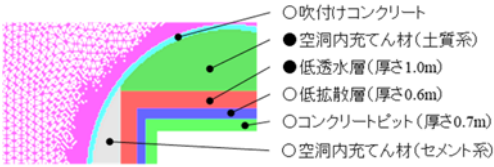


図-2 対象構造物のモデルの拡大図

表-1 各部材における初期拡散係数と初期透水係数（①、②は解析ケース）

項目	岩盤	吹付け コンクリート	空洞内充てん材 (セメント系)	空洞内充てん材 (土質系)	低透水層	低拡散層	コンクリート ピット
拡散係数 m ² /s	2.0×10 ⁻⁹	5.0×10 ⁻¹²	5.0×10 ⁻¹³	2.0×10 ⁻⁹	① 1.0×10 ⁻¹⁰ ② 1.0×10 ⁻⁹	① 1.0×10 ⁻¹³ ② 1.0×10 ⁻¹¹	① 5.0×10 ⁻¹³ ② 5.0×10 ⁻¹¹
透水係数 m/s	3.0×10 ⁻⁸	1.0×10 ⁻¹²	5.0×10 ⁻¹³	5.0×10 ⁻¹¹	① 5.0×10 ⁻¹³ ② 5.0×10 ⁻¹¹	① 1.0×10 ⁻¹³ ② 5.0×10 ⁻¹¹	① 5.0×10 ⁻¹³ ② 5.0×10 ⁻¹¹

キーワード：放射性廃棄物，地下空洞型処分，中深度処分，吹付けコンクリート，化学的変質

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6760

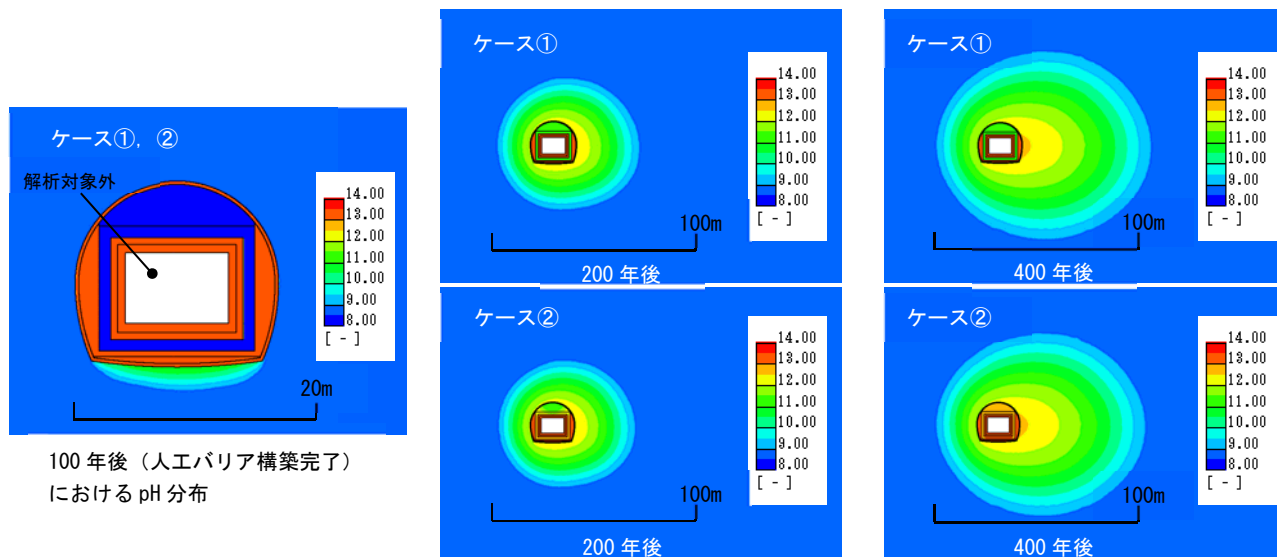


図-3 pH 分布の経時変化（ケース①，②）

3. 試験結果および考察

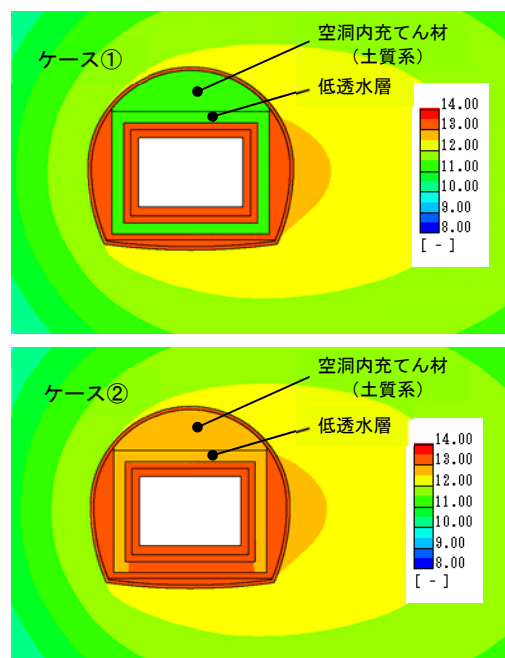
ケース①と②における 400 年間の pH 分布の経時変化を図-3 に示す。どちらのケースも pH が大きく変化する範囲は、上流側 30m 程度、下流側 70m 程度の全体として 100m 程度であった。人工バリア（低透水層、低拡散層、コンクリートピット）の透水係数や拡散係数を 100 倍としても施設周辺の pH 分布にはほとんど変化がない結果となった。ここで、施設周辺部を拡大した pH 分布を図-4 に示す。施設内の pH 分布には違いがみられ、人工バリアの透水係数と拡散係数が大きくなると空洞内充填材（土質系）と低透水層の pH が早期に上昇する結果となった。これは、吹付けコンクリートの拡散係数と透水係数が岩盤の値よりも 2, 3 オーダー小さいため、吹付けコンクリートより内部で人工バリアから溶脱したイオンは施設内に留まったことによるものと考えられる。つまり、400 年間の岩盤における pH 分布に影響しているイオンは主に吹付けコンクリートに由来するものであり、人工バリア部材の変質が同モニタリング値に及ぼす影響は小さいことが分かった。

4. おわりに

本報告では、地下空洞型処分施設の化学的変質についての解析的検討を行った結果、400 年において施設周辺岩盤の pH が変化する範囲は 100m 程度であること、および岩盤の pH 分布に影響するイオンは主に吹付けコンクリートの由来のものであることを示した。また、人工バリアの構成部材に着目し、拡散係数と透水係数が通常の 100 倍大きいケースで解析した結果、400 年後における岩盤中の pH の分布について拡散係数と透水係数による影響は小さいことを示した。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 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-028，2017
- 2) 取違ほか：セメント系材料からの成分溶脱解析における水和物の沈殿と境界条件の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.835-840，2009.
- 3) (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター：地下空洞型処分施設施工技術の確証試験の概要，原環センター技術報告書，RWMC-TRJ-15001，2016

図-4 400 年後における pH 分布
(施設周辺拡大)