

人工バリアの安全機能に対する影響因子の抽出

ー地下空洞型処分施設機能確認試験（その3）ー

東電設計(株) 正会員 ○矢込吉則 伊藤喜広

鹿島建設(株) 正会員 関健吾

(株)大林組 正会員 志村友行

原環センター 正会員 渥美博行 非会員 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⁾。本報告では、中深度処分施設の各部材（コンクリートピット、充てん材、低拡散層、低透水層、埋戻し材等）が長期に亘って健全であることを確認するための機能を挙げ、人工バリアに要求される長期性能に関する影響因子を調査、検討し、安全機能に関する重要パラメータを抽出した。また、それらのパラメータのモニタリング期間における変化の可能性を検討し、計測対象項目について整理した。

2. 人工バリア材に対する影響要因と影響機構の整理

(1) 中深度処分施設における考慮事象の整理

モニタリングによる人工バリアの長期性能の確認は、段階ごとに要求される基本安全機能を確認することにある。中深度処分施設の基本安全機能は、長期状態を考慮する埋戻し後以降においては移行抑制であり、そのうちセメント系材料の主要な機能については【核種収着性】および【低拡散性】（低拡散層のみ）、ベントナイト系材料の主要な機能としては【低透水性】と整理される。

中深度処分施設における安全機能に影響する考慮事象は、本来地点毎に設定されるべきものであるため、ここでは、土木学会²⁾³⁾で示されている長期状態評価において考慮すべき主要な現象や影響要因を整理して用いた。

(2) 要求機能と状態変化、影響要因の整理

土木学会で示されている埋戻し後の人工バリアの状態に影響を及ぼす要因（例）³⁾を基本として、長期状態評価において考慮すべき主要な現象や影響要因の相互関係を整理した（相関図例：図-1）。この整理した相関図を用いて、人工バリアの安全機能から状態変化及び影響要因へと逆に追跡することにより、関連パラメータを抽出した（抽出例：表-1）。

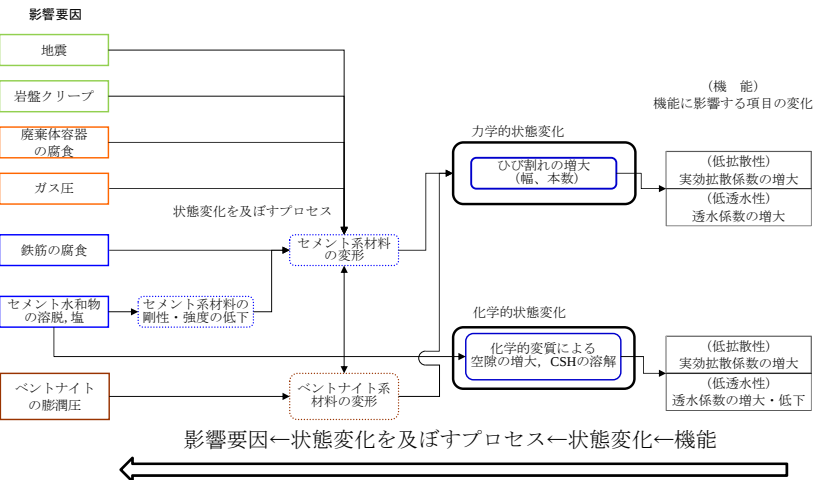


図-1 影響要因、状態の相関図例(セメント系材料)

表-1 関連パラメータ抽出例
(セメント系材料)

基本安全機能	状態変化		関連パラメータ
核種収着性	収着性		分配係数
	空隙増大	化学的状態変化	空隙率
	CSH等の溶解		密度 組成(成分)分析
低拡散性、透水性	低拡散性、透水性		実効拡散係数 透水係数
	ひび割れ	鋼材腐食	腐食速度 腐食膨張倍率
		セメント系材料の変形	鋼材弾性係数 剛性・強度低下
			弾性係数 強度試験
			膨潤圧
	空隙増大	化学的状態変化	空隙率
	CSH等の溶解		組成(成分)分析

3. 人工バリアの安全機能に関する重要パラメータの抽出

(1) 安全評価上感度の高いパラメータの抽出

安全評価に影響するパラメータを対象として文献調査^{2)~6)}を行い、感度解析の実施事例等に基づき主要なパラメータを抽出した(表-2)。抽出した安全評価上重要度の高いパラメータ(表-2)と状態変化と影響要因の相互関係より抽出したパラメータ(表-1)を照らし合わせ、各安全機能やその状態変化に対する機能確認ポイントを抽出した。これより、セメント系材料における機能確認ポイントとして、核種収着性においては分配係数を、低拡散性および低透水性においては実効拡散係数および透水係数、ひび割れに関する項目(鋼材腐食に関する項目、セメント系材料の強度・剛性、低透水層の膨潤圧)を抽出した。また、ベントナイト系材料における機能確認ポイントとして、低透水性においては透水係数を抽出した。

(2) 機能確認のポイントと計測項目

抽出した状態変化に対する機能確認ポイントについて、モニタリング期間を埋戻しまでの期間{埋設段階}を100年、埋戻し以降の期間{保全段階}を300年と設定し、実処分施設における変化の可能性を検討した。これより、モニタリング期間において実処分施設における変化としては、主としてセメント系材料の変質とひび割れの可能性をあげた。さらに、その変化の可能性のある機能確認ポイントに対し、計測可能な項目及び計測方法を設定した(表-3)。

4. まとめ

中深度処分施設の長期状態評価において考慮すべき主要な現象や影響要因の相互関係を整理し、人工バリアの安全機能に関する重要パラメータを抽出した。また、モニタリング期間において実処分施設における変化の可能性を検討した結果、主としてセメント系材料の変質とひび割れの可能性をあげた。さらに、その変化の可能性のある機能確認ポイントに対し計測項目及び計測方法を設定した。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「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」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，平成29年9月，投稿中
- 2) (社)土木学会：余裕深度処分における品質管理の設計，品質管理及び検査の考え方，2009年7月
- 3) (社)土木学会：余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方，2008年6月
- 4) (社)日本原子力学会：日本原子力学会標準 余裕深度処分の安全評価手法：2008，2009年5月
- 5) (独)原子力安全基盤機構：平成18年度 放射性廃棄物処分施設に関する調査(余裕深度処分施設に関する調査)，平成19年9月
- 6) (独)原子力安全基盤機構：平成20年度 放射性廃棄物処分施設に関する調査(余裕深度処分施設に関する調査)，平成21年11月

表-2 安全評価上重要度の高いパラメータ

文献	要求機能	対象部位	安全評価上重要度の高いパラメータ
文献2)	低透水性	低透水層	透水係数
		空洞内充てん材	厚さ
	低拡散性	低拡散層	強度・変形係数
			実効拡散係数
			ひび割れ開口面積
文献3)	核種収着性	充填材、コンクリートピット、低拡散層	厚さ
	低透水性	施設全体	収着分配係数
			収着体積
文献4)	低透水性	施設全体	施設浸入水量(透水係数)
	低拡散性	人工バリア	実効拡散係数
	低透水性	モルタル材	実効拡散係数
文献5)	核種収着性	セメント系材料	収着分配係数
	低透水性	ベントナイト系材料	透水係数
			溶出率
文献6)	—	廃棄体	溶出率
	核種収着性	充填材、低拡散層	収着分配係数
	低透水性	施設全体	施設浸入水量(透水係数)
文献7)	低透水性	施設全体	施設浸入水量(透水係数)
	低拡散性	セメント系材料	実効拡散係数
	低透水性	セメント系材料	実効拡散係数

表-3 機能確認のポイントと計測項目

対象部位	基本安全機能	状態変化	影響要因	機能確認ポイント	実処分施設で計測可能な項目とその方法
コンクリートピット及び低拡散層	核種収着性	収着分配係数	地下水，溶脱，塩影響	分配係数	Caイオン濃度（水質調査） pH（水質調査） ひび割れ幅、位置（目視調査、光ファイバーによるひずみ計測）
	低拡散性 低透水性	拡散係数	地下水，溶脱，塩影響	実効拡散係数	
		透水係数	地下水，溶脱，塩影響	透水係数	
		ひび割れ	大気影響	開口面積	
			地下水，溶脱，塩影響	腐食速度	
				腐食膨張倍率	
				鋼材弾性係数	
				弾性係数	
				強度	
		低透水層の膨潤圧			
低透水層	低透水性	低透水性	地下水，溶脱，塩影響	透水係数	層別沈下（レベル測定） Ca/Naイオン濃度、pH（水質調査）