

難透水性覆土の有無がセメント系材料の変質に及ぼす影響

鹿島建設株式会社 正会員 ○取違 剛 横関康祐
日本原燃株式会社 正会員 庭瀬一仁
東電設計株式会社 正会員 河原忠弘 矢込吉則

1. 本検討の背景と目的

低レベル放射性廃棄物処分施設のうちコンクリートピット処分は、鉄筋コンクリート製のピットの区画に廃棄体を定置し、区画内にモルタルを充てんした後、上部を鉄筋コンクリートで覆う構造となっている。コンクリートピット処分施設は地下水面に建設されることから、長期的な施設の状態設定の際に、地下水が施設に作用する影響を検討する必要がある。同施設においては、周辺からの地下水の浸透を抑制するために、図-1に示すように、コンクリートピット周辺にベントナイト混合土による難透水性覆土を施工する計画となっている。本検討では、この難透水性覆土の有無が、コンクリートピットの溶脱に伴う施設内のpHの変化に及ぼす影響を把握することを目的として、解析的に評価を行った。

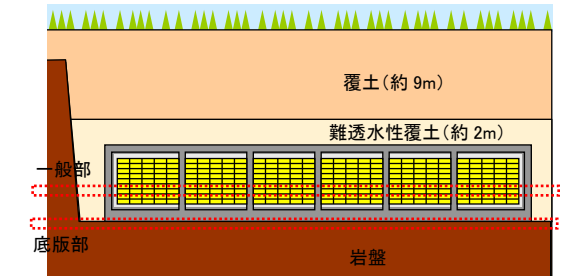


図-1 コンクリートピット処分施設の概念図

2. 検討内容

2. 1 解析モデルと解析要素

本検討では、セメント系材料からの成分溶脱に関する数値解析モデル¹⁾を用いた。この数値解析モデルにおける基礎方程式は、固相元素濃度と細孔溶液中のイオン濃度に関する質量保存則である。解析要素は、コンクリートピット処分施設を想定した構成部材から、図-2に示すように、難透水性覆土を有する「一般部」と、難透水性覆土の無い「底板部」の2つの部分に着目し、幅150mmの帯状部分を切り出した要素とした。また、セメント系材料の部位には、既往の研究²⁾と同様に、図-3に示す幅で進展するひび割れを導入した。さらに、地下水の流れを想定して、10%の動水勾配を与えた。

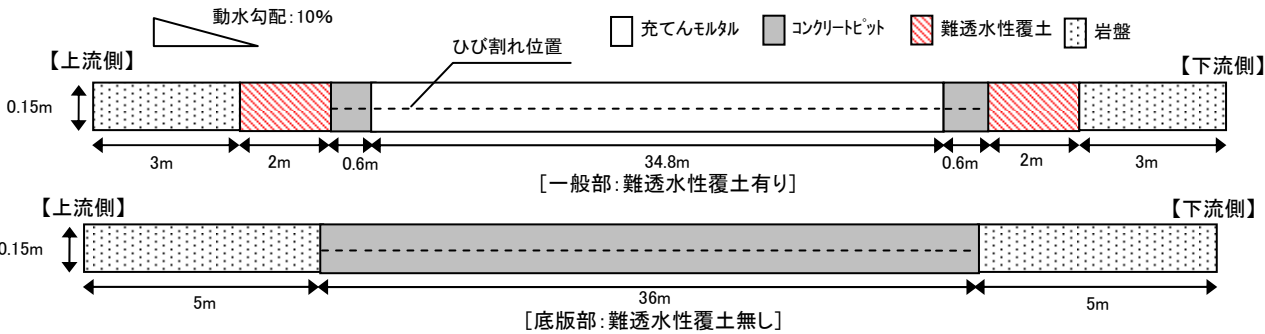


図-2 解析要素

表-1 本検討における各部位の物性

部材	拡散係数 (m ² /s)	透水係数 (m/s)	初期 pH	W/B (%)	単位量(kg/m ³)						
					W	OPC	MPC	BFS	CSA	S	G
コンクリートピット	2.0E-12	1.5E-13	13	53.3	144	108	—	133	30	915	1040
充てんモルタル	5.0E-11	1.0E-10	13	67.1	283	—	42	380	—	1462	—
難透水性覆土	2.0E-09	1.0E-09	8.4	拡散係数, 透水係数は常に一定							
岩盤	2.0E-09	3.0E-08	6.7	拡散係数, 透水係数は常に一定							

OPC: 普通ポルトランドセメント, MPC: 中熱ポルトランドセメント
BFS: 高炉スラグ微粉末, CSA: 膨張材

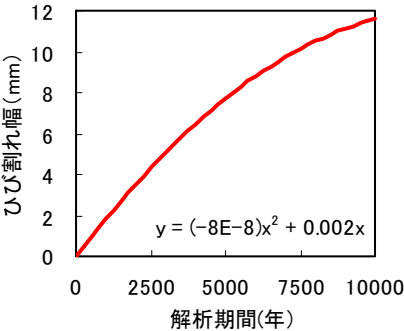


図-3 ひび割れ幅の進展図

キーワード: コンクリートピット処分, 溶脱, セメント, pH, ひび割れ

連絡先: 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-7011 FAX 042-489-7078

2. 2 各部材の物性

本検討における各部位の物性値を表-1 に示す。コンクリートピット、充てんモルタルの配合および物性は、施設に実際に用いられているものを入力値とした²⁾。難透水性覆土および岩盤の物性は既往の研究²⁾と同様とした。

3. 解析結果

解析領域全体における pH 分布の経時変化を図-4 および図-5 に示す。図-4 は難透水性覆土有りの解析要素、図-5 は難透水性覆土無しの解析要素を用いて評価した結果である。難透水性覆土が有る場合、動水勾配の影響によって上流側のコンクリートピットが若干溶脱し、pH が低下するものの、10,000 年後においても 11.5 以上と比較的高い pH を維持する結果となった。すなわち、難透水性覆土が有る場合、10,000 年後においてもコンクリートピットは比較的健全な状態が保たれると考えられる。一方、難透水性覆土および岩盤については、充てんモルタルおよびコンクリートピットから OH⁻が濃度拡散によって移動するため、上流側、下流側とも、時間の経過とともに pH が高まる結果となった。難透水性覆土に含まれるベントナイトや岩盤は、その種類によっては高 pH 環境で溶解しやすい性質を有するものもある³⁾ ため、長期的な施設の状態設定時にはこれらのことに留意する必要がある。

難透水性覆土が無い場合、上流側の岩盤の pH はあまり上昇しない一方、下流側の岩盤の pH が 100 年程度で 13 近くまで上昇する結果となった。また、時間の経過とともにコンクリートピットの pH が広範囲にわたって低下する結果となった。すなわち、難透水性覆土が無く、コンクリートピットに大きなひび割れが存在し、かつ比較的大きな動水勾配が与えられた場合には、地下水の流れが支配的な「移流場」が形成され、コンクリートピットが比較的低い pH となる状態が想定される可能性が示唆された。

ここで、コンクリートピットにおける最小かぶりが 85mm であることから、上流側のコンクリートピットの鉄筋位置における pH の経時変化を評価した。鉄筋位置における pH の経時変化を図-6 に示す。既往の研究では、pH が 11.5 以上を確保できていれば鉄筋腐食速度は小さい状態で抑えられるとされている⁴⁾。難透水性覆土が有る場合には、10,000 年後においても鉄筋位置の pH は 11.5 を超えており、鉄筋腐食速度は小さい状態で抑えられると考えられる。一方、難透水性覆土が無い場合には、5,000 年程度で鉄筋位置における pH が 11.5 を下回る結果となった。このことから、移流場が形成されるような条件では、鉄筋の腐食が速くなる可能性を考慮して長期的な処分施設の状態設定をする必要があると考えられる。

【参考文献】

1)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, 2)取違ほか:浅地中処分におけるセメント系材料の変質に関する解析的検討, 土木学会第65回年次学術講演概要集, pp.103-104, 2010, 3)核燃料サイクル開発機構:TRU廃棄物処分技術検討書-第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ-, 2005.7, 4)枝松ほか:余裕深度処分施設におけるセメント系人工バリア内の鋼材腐食速度について, 土木学会第64回年次学術講演概要集, pp.195-196, 2009

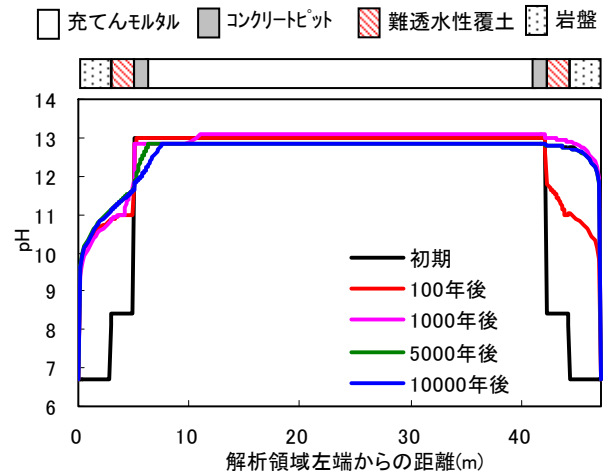


図-4 pH 分布の経時変化 (難透水性覆土有り)

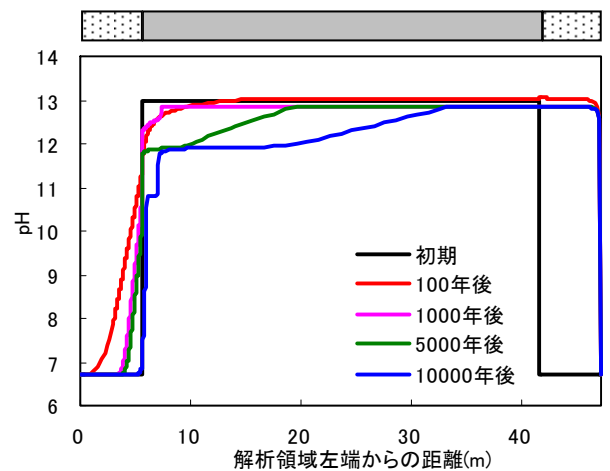


図-5 pH 分布の経時変化 (難透水性覆土無し)

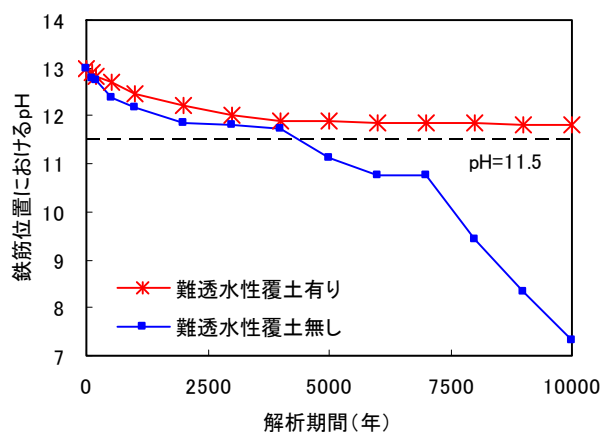


図-6 鉄筋位置における pH の経時変化