

地中透水壁工法の放射性廃棄物処分場への適用性に関する検討

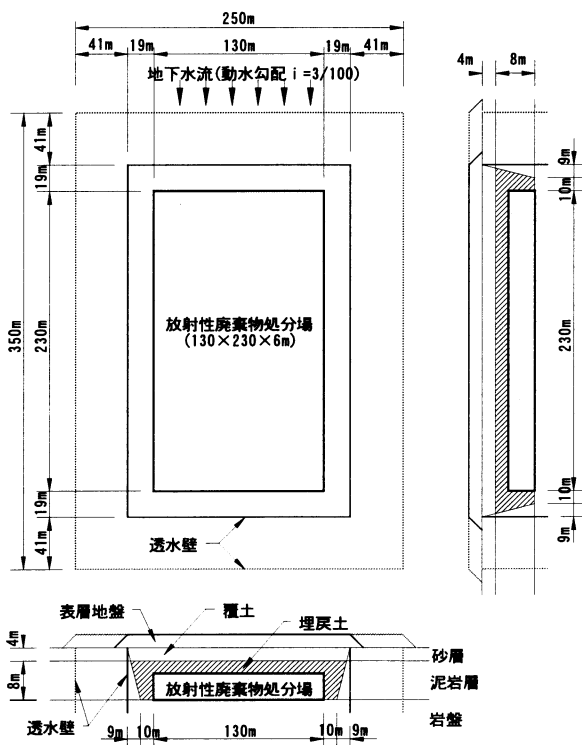
熊谷組 正会員 ○西山勝栄 松村修治
原子力環境整備センター 藤原 愛

1. はじめに

放射性廃棄物処分場において漏洩した物質が拡がらないように地下水流を制御する目的で、地中透水壁で処分場を囲む工法が考えられている。地中透水壁は透水性の大きなレキ材料を主材とした地中連続壁で、地下水位をほぼ水平として動水勾配を低減させ地下水流動を抑止するものであり、著者らはフィールド規模でのトレーサ拡散実験を行いその効果を基本的に確認している¹⁾。本報告では、放射性廃棄物処分場に地中透水壁を設置した場合の適用性について検討するために数値シミュレーションを行い、地下水流の低減効果や漏洩物質移行の遅延効果について解析的に評価した。

2. 検討方法及び条件

図一1に評価処分場モデルの概要を示す。処分場は模擬的なモデルで、地表面より12mに地点に設置し、大きさが230×130m、高さが6mのコンクリート製のピットとする。地層は、地表面より砂層（GL～GL-4m、透水係数 $k_s=4.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ）、泥岩層（GL-4～GL-12m、 $k_c=1.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ）、岩盤（GL-12m～、 $k_r=1.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$ ）の3層構造とし、自然地下水流の動水勾配 I は $3/100$ とした。地中透水壁は、材料がレキや玉石などの透水係数 k_g が $1.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$ 、幅1.2mの地中連続壁で、処分場を囲むように深さ14mまで設置した。検討ケースは表一1に示す3ケースとした。ケースAは地中透水壁が処分ピットより19m離点の掘削境界に□-268×168mで設置した場合、ケースBは60m離点に□-350×250mで設置した場合である。一方、ケースCは地中透水壁工法の性能を比較のため、処分ピット周辺をベントナイト混合土（透水係数 $k_b=1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ ）で埋め戻した場合である。



図一1 放射性廃棄物処分場モデルの概要

表一1 検討条件と結果

評価は、図一1に示す処分場とその周辺地盤をモデルした解析モデルを作成して3次元浸透流解析と物質移行解析を行い、地下水流速や漏洩物質の移行状況より行った。

3. 地中透水壁の性能評価

表一1に解析結果を整理した。地下水流速は処分場周辺では地中透水壁のあるケース-Aが $1.38 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 、ケース-Bが $2.15 \times$

10^{-9}m/s で、無対策の $4.50 \times 10^{-8} \text{m/s}$ に比べて $1/33 \sim 1/21$ と小さくなっており、地中透水壁は地下水流速の低減に有効であることが分かる。また、透水壁を処分場近傍に設けたケース-Aの方がケース-Bに比べて地

検討ケース	地下水流	地下水流速 $v(\text{m/s})$		地下水低減効果		評価年	移行距離 $x(\text{m})$		物質移行遅延率		
	抑制バリア	処分場周辺	処分場内部	処分場周辺	処分場内部		1/10000濃度	1/100濃度	1/10000濃度	1/100濃度	
ケースA	地中透水壁 268×168m	1.38E-09	3.69E-09	0.031	0.012	300	12.1	9.2	0.092	0.072	
						1000	27.6	22.2	0.065	0.053	
ケースB	地中透水壁 350×250m	2.15E-09	1.34E-08	0.048	0.045	300	14.2	11.1	0.108	0.087	
						1000	34.9	29.1	0.082	0.070	
ケースC	バリア付 混合土埋戻	2.13E-10	1.42E-07	0.005	0.473	300	10.1	15.2	0.077	0.120	
						1000	20.5	41	0.048	0.098	
対策なし	—	4.50E-08	3.00E-07	1.0	1.0	300	131	127	1.0	1.0	
						1000	424	418	1.0	1.0	
検討条件	泥岩層： $k_c=1.5\times10^{-6}\text{m/s}$ 、間隙率 $n=0.44$ 、密度 2.7g/cm^3 、自然地下水流の動水勾配 $I=3/100$ バリア付混合土： $k_b=1.0\times10^{-8}\text{m/s}$ 、間隙率 $n=0.44$ 、密度 2.7g/cm^3 、 評価物質：長半減期物質C-14、分配係数 2ml/g 、遅延係数 7.87 、半減期 $5.7\times10^3\text{年}$ 、拡散係数 $2.1\times10^{-9}\text{m}^2/\text{s}$										

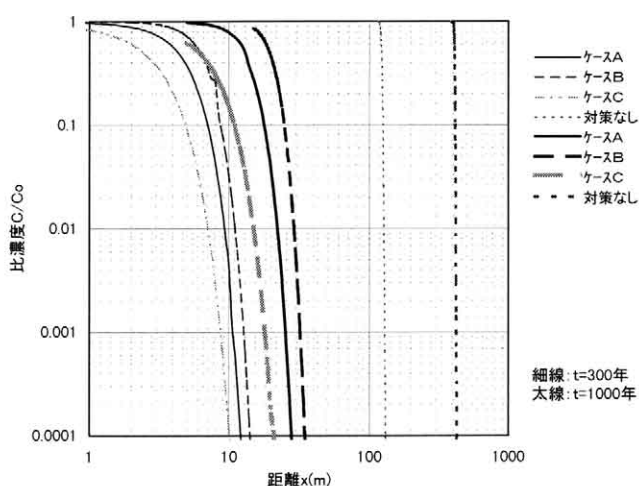
キーワード：処分場、地下水制御、物質移行、地中壁、透水性

連絡先：〒162-8557 新宿区津久戸町-2-1 熊谷組土木本部 TEL：03-3235-8647 FAX：03-3266-8525

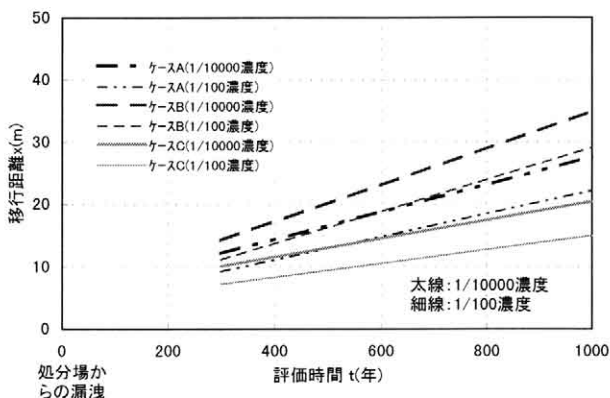
地下水流速が小さくなっており、地中透水壁は処分場に近傍に設けた方が効果は大きくなる。つぎに、物質移行の観点から透水壁の性能について検討する。図一2と図一3に漏洩した物質の移行状況を示す。図一2が距離 x と比濃度 C/C_0 、図一3が時間 t と移行距離 x の関係を示したものである。ここで距離は処分場ピットからの距離、時間は処分場から漏洩した時点からの時間である。漏洩物質の移行距離は透水壁により 300 年後が 10~20m、1000 年後が 25~50m と無対策に比べて約 1 オーダー程度低減されている。よって、地中透水壁は物質移行の観点からも効果があり、放射性廃棄物処分場への適用に有効となることが認められる。

図一4に各ケースにおける地下水流速低減率と物質移行の遅延率を示す。流速低減率は処分場周辺では透水壁のあるケースAとBが 1/30~1/20、ベントナイト埋戻工のケースCが 1/200 と、透水壁工の方が効果は小さくなっているが、処分場内部では透水壁工が 1/80~1/20 でベントナイト工が 1/2 と逆の結果になっている。つまり、ベントナイト工はそれ自体の遮水性により効果の表れる場所は設置部分となるが、透水壁工は設置部分ではなくそれで囲まれた部分となる。つぎに、漏洩物質の移行遅延率をみると、透水壁工が 1/15~1/10、ベントナイト工が 1/20~1/15 で、両者はほぼ同程度の値となっており、地中透水壁工による物質移行の遅延性能はベントナイト埋戻工と比べて同程度であることが分かる。

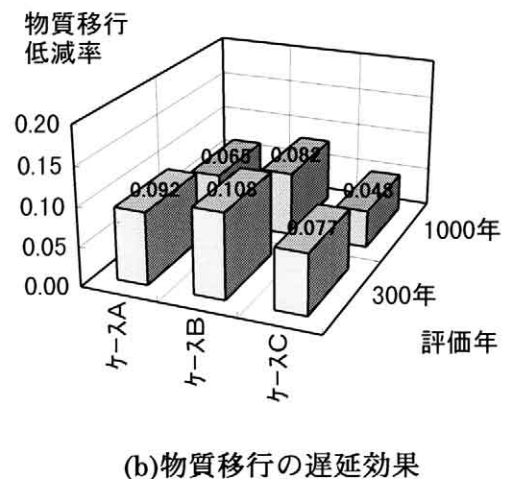
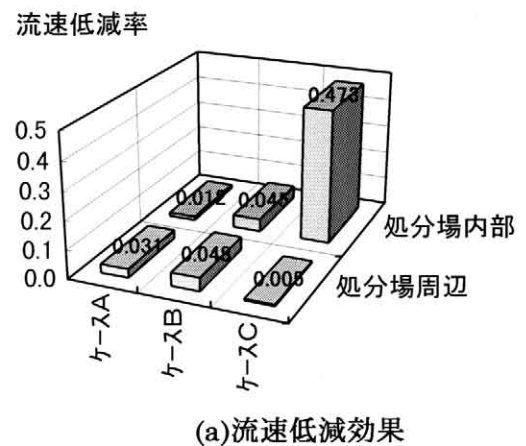
以上、模擬的な処分場モデルを用いて地中透水壁工法の流速低減効果と漏洩物質移行の遅延効果について解析的に検討した。その結果、①地中透水壁工法はそれらの効果に対して基本的に有効であり、放射性廃棄物処分場への適用性があること、②地中透水壁工の性能はベントナイト混合土による埋戻工と同程度であること、が分かった。



図一2 C-14 の距離 x と比濃度 C/C_0 の関係



図一3 評価時間 t と C-14 の移行距離 x の関係



図一4 地中透水壁工の性能評価