

III-575 地下水流制御のための透水壁構築効果に関する大型室内実験

(株) 熊 谷 組 正員 ○西山 勝栄
 (株) 熊 谷 組 正員 伊藤 洋
 (株) 熊 谷 組 松村 哲夫
 (財)原子力環境整備センター 藤原 愛

1. はじめに

透水性の大きな礫や玉石などで作った地中連続壁(透水壁)を構築し、それで囲まれた部分の地下水流を制御しようとする工法が考えられている。本研究では、その透水壁の基本的機能・性能を評価するために、大型土槽モデルを用いた地下水浸透試験とトレーサ拡散試験を行い、透水壁内側の流速低減効果及びトレーサ移行の遅延効果について検討した。また、実験条件をモデル化した3次元浸透流解析と2次元平面核種移行解析を併せて行い実験結果と比較検討した。いくつかの興味ある知見が得られたのでここに報告する。

2. 実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。装置は、①土壤充填槽、②、③オーバーフロー装置、④トレーサ投入装置、⑤マノメータ、⑥土中水サンプリング装置からなっている。①土壤充填槽は $2 \times 2 \times 1$ mの大きさであり、槽内には透水壁とトレーサ孔を設置することができる。④トレーサ投入装置は濃度源となるトレーサ孔内の濃度設定・管理を行うもので、⑥土中水サンプリング装置は、土壤内の濃度分布を測定するため、真空ポンプにより土壤内に埋込まれたポーラスカップからデシケータ内のサンプル瓶に土中水を吸引・採水するものである。実験手順として、まず、透水壁材料として径25~40mmの玉石($k=10\text{cm/s}$)、周辺土壤として珪砂7号($k=0.017\text{cm/s}$)を試験土槽内に充填する。つぎに、②、③オーバーフロー装置により上・下流部の水頭を設定して土壤内に通水して地下水浸透試験を実施する。測定項目は流量、土壤内水位、地下水流速、水温である。その後、トレーサ孔にトレーサ液を注入しトレーサ拡散試験を開始する。実験中は、土壤内に埋設したポーラスカップより採水した土壤間隙水のトレーサ濃度の経時変化を測定するものである。トレーサ液は土壤に非収着性のヨウ素イオン(120ppm)であり、その濃度測定にはイオンクロマトグラフィを用いる。試験ケースは表-1に示した透水壁のある場合とない場合の2ケースである。

3. 実験結果と考察

図-2は、各ケースにおける試験土槽中央断面の地下水位及び水面形である。図中のプロットはマノメータ値、実線は解析より得られた値を示している。 $x=0\text{cm}$ は下流側の貯留部、 $x=200\text{cm}$ は上流側の水位である。ケース1、2ともマノメータ値と解析値は比較的良好一致したものとなっている。透水壁の

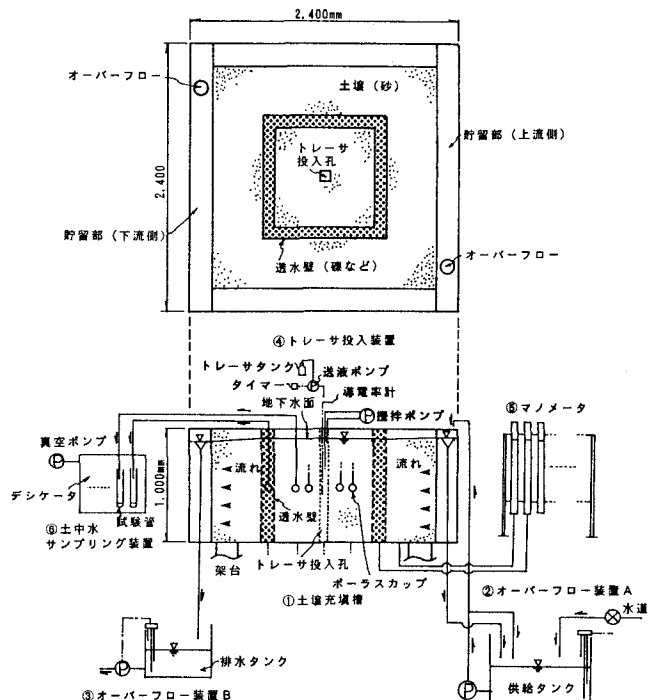


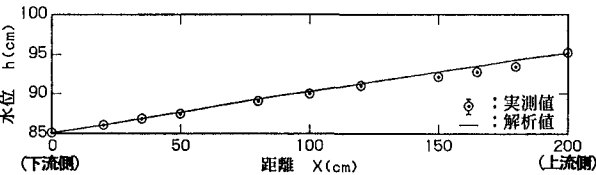
図-1 実験装置の概要

ないケース1の水面形は全体に同一勾配となっており、流れがデュブイの準一様流になっている。一方、透水壁のあるケース2では、水面形は透水壁の外側の位置で屈折し、その内側ではほぼ水平となっていることが認められる。つまり、透水壁があると、それで囲まれた内部の動水勾配はほとんど見掛け上0に近くになって、浸透流速がかなり低減されていることになる。

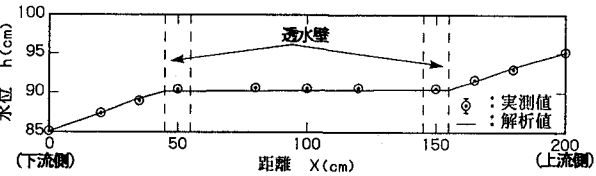
つぎに、透水壁内側の流速の低減効果について検討する。地下水の流速 v はNaCl液を投入したストレーナ管内の濃度の減少速度から算出されるポイントダイリュション法により求める¹⁾。この結果を表-1にまとめて示す。各ケースにおける地下水流速は、各々、 2.1×10^{-3} 、 1.2×10^{-4} cm/s となり、透水壁を設けると1/18に低減しており、さらに、水温、流量比を考慮すると1/42となる。つまり、透水壁内側の地下水流速は、透水壁を設けるとことにより大きく低減することが確認された結果となっている。

図-3は解析結果より得られたヨウ素イオンの等濃度線図を示したものである。ケース1は12時間後、ケース2は100時間後である。まず、ケース1の濃度分布をみると、トレーサ孔より下流側に向かって移流支配で広がっており、12時間経過後には下流側の貯留部まで到達していることが分かる。一方、透水壁のあるケース2における下流側への拡散速度は遅く、100時間後でもトレーサ孔付近にしか広がっていない。また、流れと直角方向及び上流側への広がりが認められ、分散の影響が大きくなっている。また、トレーサ孔より5 cm離れた点でのヨウ素イオン20ppmの等濃度線の到達時間について比較すると、ケース1が1.0、ケース2が26.0時間となっている（表-1参照）。これから、透水壁を設けるとトレーサの到達時間においてもかなり遅延することが認められた。

以上、大型の土槽モデルを用いて実験を行った結果、透水壁は流速低減を目的とした地下水流制御に基本的に有効であることが確認された。今後、更に研究を進める予定である。
参考文献 1) 地下水ハンドブック，建設産業調査会，1989。



(a) ケース1（透水壁無）



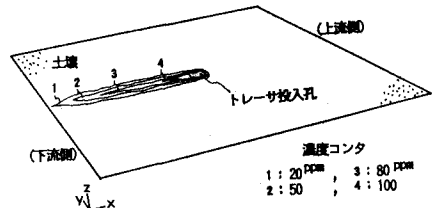
(b) ケース2（透水壁有）

図-2 試験土槽中央断面の水面形

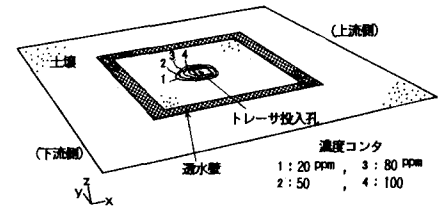
表-1 実験ケースと結果

試験ケース		ケース1	ケース2
透水壁の有無		無	有
周辺土壌の透水係数 k , (cm/s)		1.7×10^{-4}	
透水壁材の透水係数 k , (cm/s)		—	10.5
周辺土壌と透水壁材の透水係数比		—	620
地下 水 浸 透 試 験 条 件 と 結 果	上流側の水位 h , (cm)	95.2	
	下流側の水位 h , (cm)	85.1	
	平均動水勾配 i	1/20	
	平均水温 T (°C)	22.0	29.0
	浸透流量 q (ml/s) ※	17.2(16.5)	42.4(34.8)
	透水壁内側の流速 v (cm/s)	2.1×10^{-4}	1.2×10^{-4}
	透水壁の有無による流速比☆	—	1/18(1/42)
	トレーサ孔より5 cm離れた点での20ppmコンターの到達時間 (h)	1.0	26.0
トレーサ 試 験 結 果	透水壁の有無による濃度コンターの到達時間比☆	—	1/26(1/60)

※：() 値は水温20℃で補正した値である。
☆：() 値は全体の浸透流量を基準とした場合の比である。



(a) ケース1（12時間後）



(b) ケース2（100 時間後）

図-3 トレーサ濃度分布（解析結果）