

遮水壁の止水性能調査を目的としたシミュレーション解析

(株)大林組 フェロー ○西田 憲司 正会員 鈴木 和明
 (株)大林組 正会員 日笠山徹巳 正会員 柴田 健司

1. はじめに

土壌汚染対策法においては、土壌が汚染されている場合の指示措置の一つに、図-1に示す原位置封じ込めが示されている。本措置は、遮水壁により汚染土壌側面を囲み、地表面はコンクリートまたはアスファルトで覆う対策である。遮水壁には、施工性やコスト面から鋼矢板が適用される事例が多い。しかし鋼矢板は、接手部の不具合による遮水性の欠損、長期にわたる残置に伴う腐食・劣化等による遮水性能低下が懸念される。そこで、鋼矢板の遮水性能を確認するため、トレーサー注入による原位置試験の適用を考えた。本論では、鋼矢板付近に注入されたトレーサーが、如何に拡がるか、それを如何に評価するかに関し、移流分散解析に基づき議論する。

2. トレーサー試験概要

図-1に示す地盤において、鋼矢板の欠損部を探索するにあたり、トレーサー試験を利用する。すなわち、鋼矢板の施工ライン上（図-1においては奥行き方向）に10m間隔で注入井と揚水井をセットで施工する。両井戸は鋼矢板を挟み離隔を1mに設定する。そしてトレーサーを注入しながら揚水し、汲み上げられた地下水中のトレーサー濃度をモニタリングする。濃度の経時変化を確認すれば、鋼矢板の不具合箇所が推定できると考えられる。不具合がなければトレーサー濃度はゼロである。

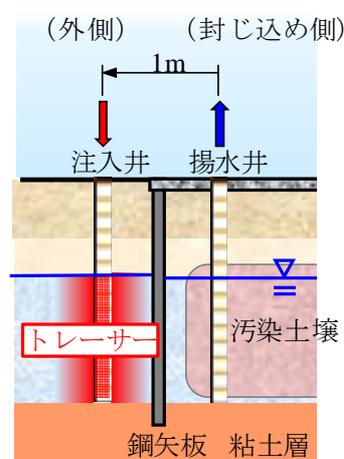


図-1 原位置封じ込め措置での遮水壁止水効果の確認法

3. 数値解析によるトレーサー挙動のシミュレーション

トレーサー試験状況を有限要素法移流分散解析²⁾を援用しシミュレートした。図-2に解析モデルを示す。モデルは平面二次元で、注入井・揚水井が鋼矢板に沿って10mごとに設置されているため、その対称性を利用して作成した。すなわち、鋼矢板の水平延長方向に5mを解析範囲とした。鋼矢板と直交する方向の解析範囲は21mである。解析範囲の左右両端、注入井・揚水井をそれぞれ構成する節点の全水頭は一定値に規定した。注入井・揚水井は、それぞれφ0.05m、φ0.1mとし、複数の節点で表現した。

鋼矢板には注入井・揚水井から約5m離れた箇

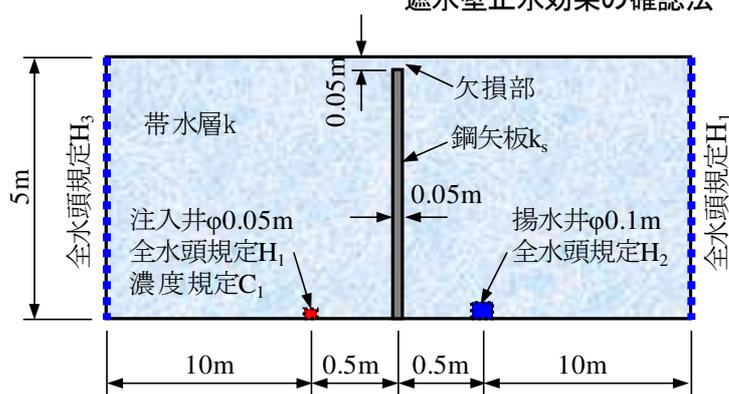


図-2 平面二次元解析モデル

表-1 入力パラメータ

入力値 ケース	透水係数(m/sec)		縦分散長 AL (m)	横分散長 AT (m)	規定全水頭 (m)		
	地盤k	鋼矢板ks			左右境界H ₁	注入井H ₂	揚水井H ₃
Case22b	3.60E-05	1.00E-09	1	0.1	1.50	2.00	-1.00
Case24	3.60E-05	0	1	0.1	1.50	2.00	-1.00

キーワード 汚染土壌, 原位置封じ込め, トレーサー試験, 数値解析, 移流分散, 地下水

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB棟 (株)大林組 TEL03-5769-1054

所に 0.05m の欠損部が存在すると仮定した。当該部分は地盤の透水係数 k を入力している。遮水壁は厚さ 0.05m の直線状とし、十分小さい透水係数を与える場合を Case22b, 透水性が全くない場合を Case24 にそれぞれ設定した。その他の入力値は表-1 に示すとおりである。初期のトレーサー濃度は全節点でゼロとした。

有限要素解析モデルの節点数は 4,433, 要素数は 4,260 である。そして、浸透流定常・拡散非定常として解析を進めた。

4. シミュレーション結果の一例と考察

図-3 は 2 ケースの全水頭分布で、鋼矢板付近を拡大している。同図において赤は全水頭（水位）が高く、黄、緑、青の順位に全水頭は低くなる。両ケースに大きな差はみられないが、地下水は欠損部を通過するように浸透しているのがわかる。

図-4 には、開始から 12hr 経過後のトレーサー濃度分布を示す。図中の赤は濃度が高く、黄、緑、青の順に濃度が低くなるが、両ケースに大きな差はみられない。ただし、Case22b はトレーサーが鋼矢板をわずかに浸透している形跡がある、それは時間経過とともに顕著となり、図-5 に示す 1day 後では揚水井戸に到達している。一方の Case24 では矢板を迂回するようにながれ 10day 経過時点でもトレーサーは揚水井に到達していない。紙面の都合で示せないが、こうした傾向は、分散長を変化させても不変であった。

したがって、鋼矢板自体に不具合がなく、接手部だけに欠損部がある場合を想定するならば、遮水鋼矢板自体の透水係数はゼロに設定しなければならないと推察される。

4. おわりに

ここでは、汚染土壌の原位置封じ込めなどで使われる鋼矢板について、トレーサー試験による遮水性確認を目的としたシミュレーション解析の一例を示した。移流分散解析を利用することで、種々の条件に見合うトレーサーの挙動が予測できると考える。実際のトレーサー試験では、揚水井のトレーサー濃度変化が得られるが、それと解析結果を組み合わせることで、不具合箇所の推定に繋がると考えられる。

参考文献

- 1)環境省：土壌汚染対策法施行規則の一部を改正する省令（平成 31 年環境省令第 3 号），2019。
- 2)西垣誠，他：オイラリアン・ラグランジアン飽和・不飽和浸透流-移流・分散解析プログラム，2002。

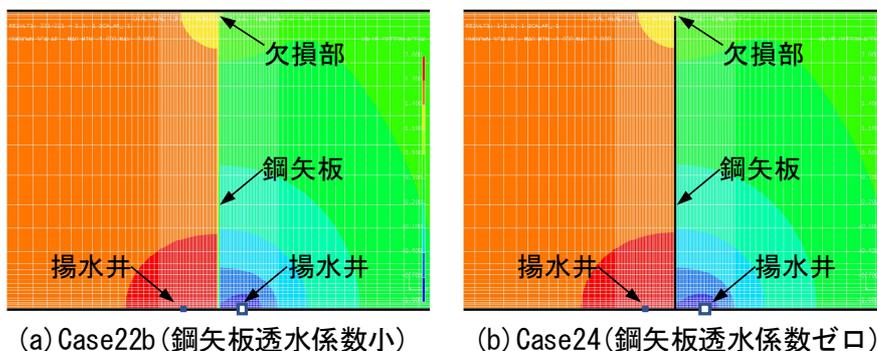


図-3 鋼矢板付近の全水頭分布（定常）

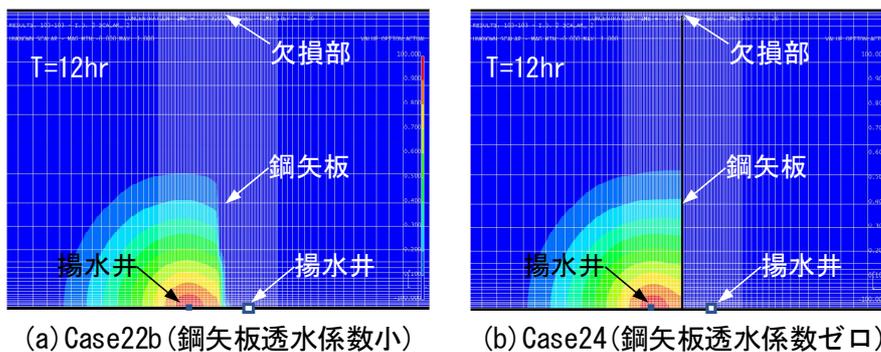


図-4 鋼矢板付近のトレーサー濃度分布（ $t=12\text{hr}$ ）

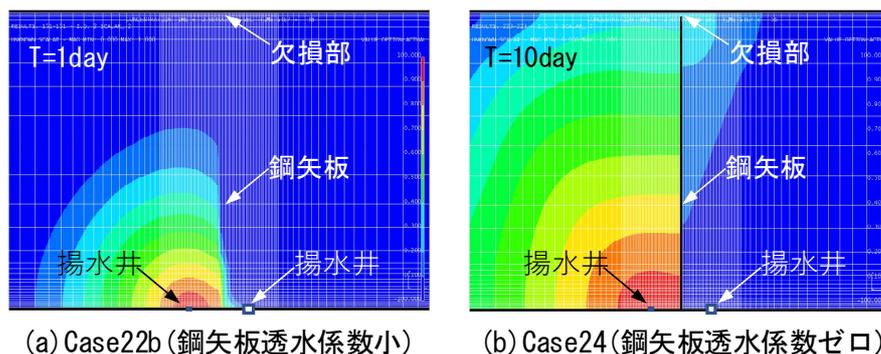


図-5 鋼矢板付近のトレーサー濃度分布（ $t=1, 10\text{day}$ ）