

VII-28

模型実験による透過性地下水浄化壁工法の効果確認

大成建設（株）技術研究所 正会員 下村雅則・今村 聡
正会員 根岸昌範 李 昌洙

1. はじめに

トリクロロエチレンに代表される揮発性有機塩素化合物によって汚染された地下水を浄化するために行なわれている揚水対策法は、汚染源近傍の局所的な高濃度汚染の場合には短期間で大量の汚染物質の回収が可能となる効果的な方法である。しかし、環境基準値付近の低濃度で広域に広がっている汚染に対しては、濃度低下に長期間を要し、水処理等のオペレーションのコストの割には汚染物質の回収量が少なく効率が悪い。このため低濃度で広範囲に汚染されているサイトで効果的に汚染地下水を浄化する工法が望まれている。

透過性地下水浄化壁工法は、帯水層中の汚染地下水の通り道に汚染物質と反応して無害化する透水性の壁を設け、この浄化壁を通過した汚染地下水を原位置で浄化する工法であり、従来より行なわれてきた揚水対策法と異なり長期間のメンテナンスが不要の工法である。浄化壁での汚染物質の反応としては、生物分解・物理的吸着・化学反応があるが、揮発性有機塩素化合物の分解には零価の鉄粉による脱塩素反応が有効であることが報告されている¹⁾。本報告は、透過性地下水浄化壁を帯水層中に設置した場合に地盤中で生じる現象を把握し、その浄化効果を検討するために実施した模型実験結果について述べるものである。

2. 実験概要

模型実験では、図1に示すように長さ1.5m、高さ1.0m、奥行き0.5mの土槽を使用し、模擬地盤は土槽の中央部の浄化壁とその周囲の模擬帯水層で構成されている。浄化壁に用いる反応性材料は、4号珪砂に鉄粉を重量比で20%混合した材料であり、その幅は10cmである。また、模擬帯水層は、4号珪砂と6号珪砂を1:1の割合で混合したものである。浄化効果を確認するため、約1000 $\mu\text{g/L}$ に調整したトリクロロエチレン溶液を一定の動水勾配（ $i=1/100$ ）で通水し、各採水孔から採取した水の濃度を測定することにより模擬地盤の濃度分布を求めた。採水位置は図1に示すように地下水の流れ方向に4点、鉛直方向に3点の計12点とし、各採水位置から5mLずつ採水してバイアル瓶に密栓した後、ヘッドスペースガスをPIDガスクロマトグラフで分析した。溶液の供給は1m³のタンクを使用し、揮発を防ぐとともに揮発した分を補う目的で、随時溶液を追加して濃度の調整を行なっている。

3. 実験結果

通水開始から100日間のトリクロロエチレン濃度の経時変化を図2に示す。図中には、溶液供給部の入口濃度、排水側の出口濃度及び各採水位置での鉛直方向の平均濃度を示した。入口濃度に関しては、濃度低下を防ぐために調整をしているものの、その濃度は600-1000 $\mu\text{g/L}$ 程度でばらついており、浄化壁の上流側に位置するA、B排水点での平均濃度も、入口濃度と同様の変化を示している。一方、浄化壁の下流側に位置するC、D点及び排水側の出口濃度は通水開始から8日以降10-30 $\mu\text{g/L}$ 程度の値で安定しており、浄化壁を通過することにより汚染地下

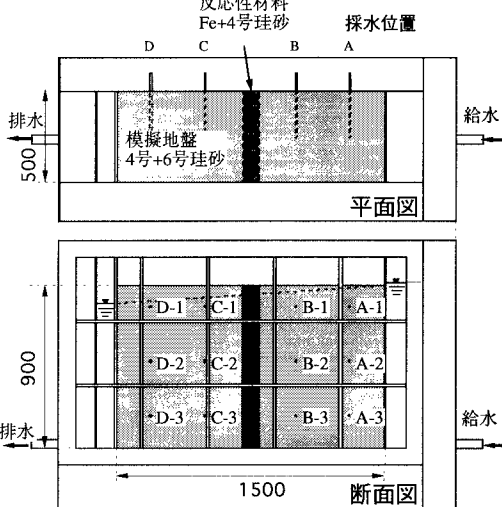


図1 模型実験概要図

キーワード：地下水汚染、揮発性有機塩素化合物、鉄、分解、模型実験

横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社技術研究所 TEL: (045) 814-7236, FAX: (045) 814-7257

水の濃度を1/100～1/20程度にまで低下させることが可能であることがわかる。

図3には一例として通水開始から55日後のトリクロロエチレン濃度分布を示した。濃度分布は経時的に大きな変動は無く、浄化壁通過することにより極端に濃度が低下している様子が伺える。また、零価の鉄が水中にあるとき、鉄粒子の表面でアノードとカソードの分極が生じ酸化還元的に脱塩素反応を引き起こす¹⁾。鉄粒子の酸化反応の結果、周囲の地下水が還元状態になるため反応が生じている場所のpHが上がることになる。本実験の結果得られたpHの分布を図4に示す。浄化壁下流側25cmの部分までpHが9以上に上昇している。つまり、この付近での地下水は還元状態にあり、トリクロロエチレンの分解が生じている可能性があると言える。

ここで留意しなければならないのは、Mackenzieら²⁾が指摘するように、浄化壁での目詰まりによる透水係数の低下である。模擬地盤の透水係数の経時変化を図5に示す。地盤の透水係数は、実験開始時に 2×10^{-2} cm/secであったものが初期の20日間で急激に濃度が低下し、40日以降はほぼ 2×10^{-3} cm/secと約1/10の値になっている。したがって浄化壁の設計時には透水係数の低下を考慮する必要がある。

4. まとめ

模型実験において地盤内のトリクロロエチレン濃度、pH、流量等を測定することにより、透過性地下水浄化壁の浄化効果について検討した。今回実施した実験では、地盤内の濃度分布は浄化壁近傍で初期濃度の1/100～1/20程度に低下し、長期間その反応を維持している。また、浄化壁下流側でpHが上昇することから、反応性材料を充填していない場所でもトリクロロエチレンが分解している可能性がある。

以上示した様に透過性地下水浄化壁は、低濃度のトリクロロエチレンを原位置で無害化する有効な方法である。しかし、浄化壁の透水係数が低下することは重要な問題となる。帯水層の透水係数よりも浄化壁の透水係数の方が低い場合には、十分な浄化効果が得られない。したがって浄化壁の透水係数が大きくなるように設計しなければならないだろう。

今後、反応メカニズムを把握するために実施している基礎的な試験結果を基に今回の模型実験結果を評価し、実用化に向けて設計手法を確立していく予定である。

【参考文献】

- 1) 先崎哲夫：有機塩素化合物を低温で無害処理，高圧ガス，vol.32（No.7），pp.30-34，1995.
- 2) David P. Homey, Patricia D. Mackenzie, Joseph J. Salvo, Timothy M. Sivavec：Zelo-Valent Iron Treatability Study for Groundwater Contamination with Chlorinated Organic Solvents at the Paducah, KY GDP Site, GE Comprate Research & Development, Final report, pp.1-9, 1995.

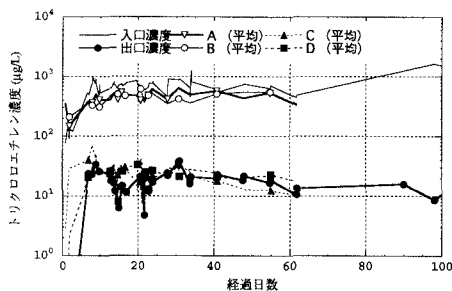


図2 TCE 濃度経時変化

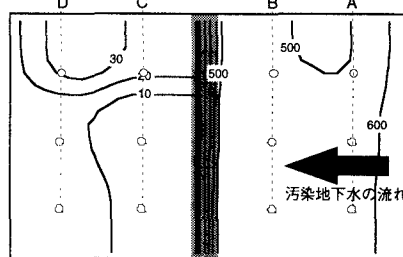


図3 TCE 濃度コンター (µg/L)

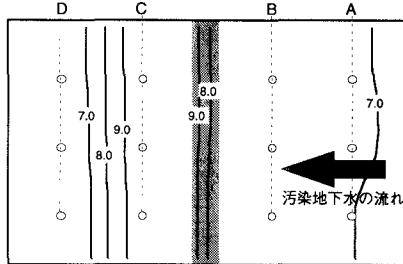


図4 pH コンター

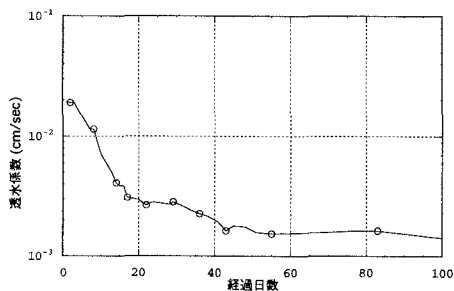


図5 透水係数経時変化