

## 透過性地下水浄化壁による汚染地下水対策の事後モニタリング評価について

大成建設 正会員 ○根岸 昌範  
 大成建設 岩崎 広江  
 大成建設 正会員 有山 元茂

## 1. はじめに

透過性地下水浄化壁工法は、メンテナンスフリーの汚染地下水漏洩防止対策であり、特に鉄粉を浄化剤として使用した有機塩素系化合物汚染対策は1990年代後半からわが国においても実績のある技術である<sup>1)</sup>。一方で、その耐久性に関しては嫌気条件下での腐食モデルなどが提案されているもの実際のモニタリングデータに基づく評価手法の確立には至っていない<sup>2)</sup>。

本報告では、汚染地下水の拡散防止対策として透過性地下水浄化壁を採用したサイトにおいて経年的なモニタリングを実施し、その浄化効果を検討したものである。

## 2. サイト概要

## (1) 経緯と概況

本サイトは1970年頃まで脱脂剤としてテトラクロロエチレン(PCE)を工業的に使用していた。敷地周辺井戸における地下水汚染の発覚を契機に敷地内の汚染調査を実施したところ、土壌および地下水ともに使用履歴のあるPCEおよび低濃度ではあるが分解生成物であるトリクロロエチレン(TCE)、シス1,2-ジクロロエチレン(cis1,2-DCE)が検出された。

## (2) 地盤構成と土壌汚染の分布

本サイトの地質は、工場解体後に表層約1mが盛土されており、GL-1~4mが関東ローム層、GL-4~5mが凝灰質粘土、GL-5~8mが細砂、GL-8~12mが粘土、GL-12~22mが粘性土を挟みながら砂層(細砂~粗砂)が主体で、GL-22m以深はシルト層となっていた。深度方向の土壌汚染はGL-17m付近まで及んでいるが、主として濃度の高い部分はGL-10mの粘性土層内で止まっていた。

## (3) 地下水流動状況

地下水は概ね北東方向の流れを示し、その動水勾配は1/160程度であった。地盤の透水係数は $0.76 \times 10^{-3}$  cm/secであり、土壌の有効間隙率を0.3と仮定すると地下水の実流速は $1.6 \times 10^{-4}$  cm/sec = 13.7 cm/dayとなる。年間の流速でおよそ50mに相当する比較的早い流動状況であった。

## 3. 浄化対策の概要

図-1に浄化対策平面図および断面図を示す。別途汚染源対策を実施するとともに、敷地境界における漏洩防止対策を延長100mの範囲で実施することとした。これは、地下水濃度コンターから、基準値の100倍超過(1mg/L)の範

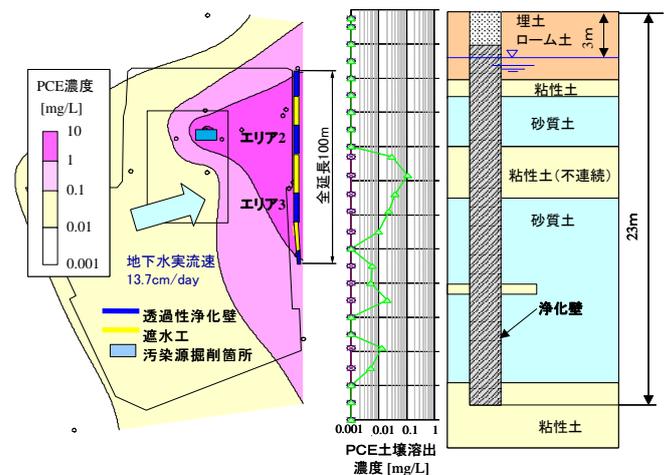


図-1 浄化対策平面図および断面図

表-1 浄化対策諸元

| 項目        | 単位     | 数値    |
|-----------|--------|-------|
| 敷地境界対策延長  | m      | 100   |
| 浄化壁設置深度   | m      | 23    |
| 設計対象物質    | —      | PCE   |
| 設計濃度      | mg/L   | 5.9   |
| 設計実流速     | cm/day | 13.7  |
| 鉄粉配合量     | %      | 20    |
| 脱塩素反応速度定数 | 1/h    | 0.258 |

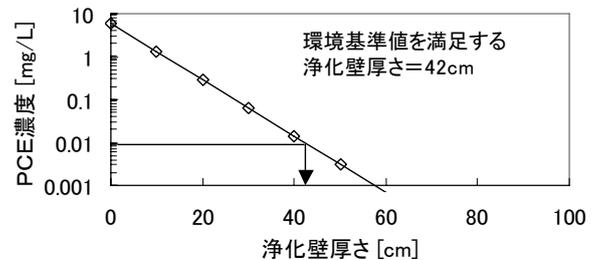


図-2 浄化壁の厚さと濃度低減の関係

キーワード 地下水汚染、テトラクロロエチレン、透過性地下水浄化壁、モニタリング

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社技術センター TEL 045-814-7217

囲に対応する施工延長である。本サイトでは浄化壁（浄化杭）と遮水壁を交互に配置し、それぞれの合計延長を50m ずつとした。

浄化壁は杭方式とし、表-1 で示す浄化壁諸元で設計したところ、鉄粉配合量 20%の条件では図-2 に示すように環境基準を満足する計算上の浄化壁厚さは42cm となった。実際には、浄化杭の杭系をφ100cm とし、浄化杭の杭芯間の距離を90cm とした。このとき、ラップした部分の最も通過距離が短い場所においても44cm と適合性試験で計算した42cm を上回ることになる。

#### 4. 事後モニタリング評価

##### (1) 汚染濃度の推移

浄化壁の上流側（敷地内）、浄化杭中心、および浄化壁の下端に設置したモニタリング井戸における PCE 濃度のモニタリング経過を図-3 に示す。PCE 流入濃度は設計濃度より若干低い 1mg/L 前後で推移し、浄化杭中心に設置した観測井戸では環境基準値未滿を継続している。一方、浄化杭下端に設置した観測井戸は施工後に清浄な地下水と置換されて 100-150 日程度で一旦定量下限値未滿まで濃度低減したものの、その後若干の濃度が検出される傾向がみられた。その原因としては周辺土壌に残存した汚染物質の影響などが考えられる。

##### (2) 鉄粉の経年変化状況

通常の濃度モニタリングの他に、浄化杭中から鉄粉サンプルを回収し、分解性能の再測定および蛍光 X 線装置付走査型電子顕微鏡（SEM/EDS）による直接観察を実施した。図-4 は施工後 600 日程度経過した段階で浄化杭から回収した鉄粉の反応性を比較したものである。バッチ試験での擬一次反応速度定数は 0.044 [1/h] から 0.035 [1/h] と 80% 程度の分解能を示していた。また、図-5 は回収した鉄粉粒子断面の SEM 画像と元素分析結果であり、酸素の面分析結果から鉄粉の腐食による拡散障壁の厚さは 5~10 μm 程度に達していることがわかった。

#### 5. まとめと今後の課題

PCE 汚染地下水対策として透過性地下水浄化壁を施工したサイトのモニタリング結果を示し、拡散防止対策としての有効性を確認した。また、経年的な腐食皮膜の生成や分解性の確認を実施した。今後さらにモニタリングを継続し、浄化壁機能の経年変化を明らかにすることで、汚染源対策の実施時期やその目標濃度など長期的な対策立案に有用な知見を蓄積していきたい。

#### 参考文献

- 1) Imamura S., Negishi M., Shimomura M., Lee C. S.: Groundwater remediation by reactive barrier using zero-valent iron, Proceedings of the seventh International Symposium on Semiconductor Manufacturing, pp.484-487, 1998
- 2) 下村雅則, 今村聡, 根岸昌範, 李昌洙: 鉄粉を用いた透過性地下水浄化壁のモデル化に関する研究, 地下水学会誌, Vol.40, No.4, pp.445-454, 1998

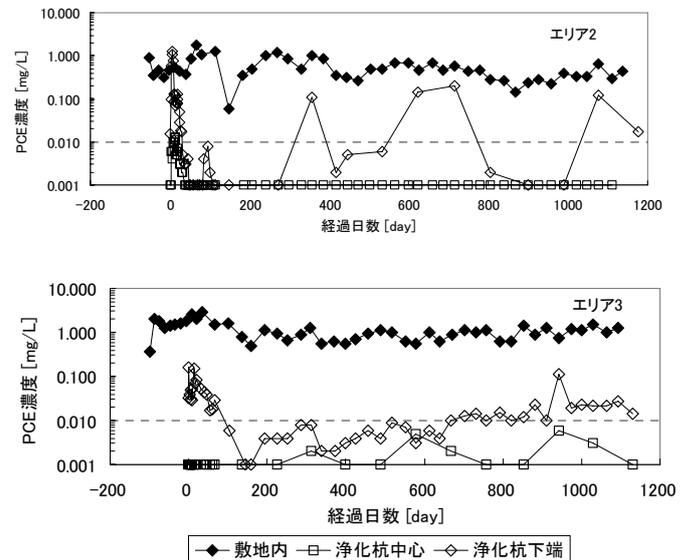


図-3 観測井戸におけるモニタリング経過

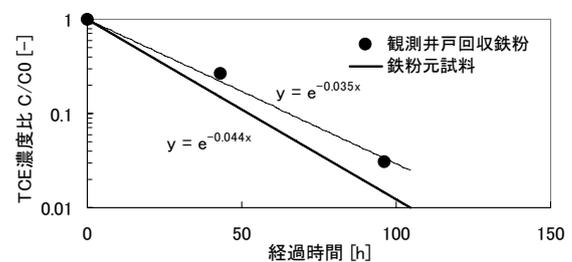


図-4 浄化杭から採取した鉄粉の反応性

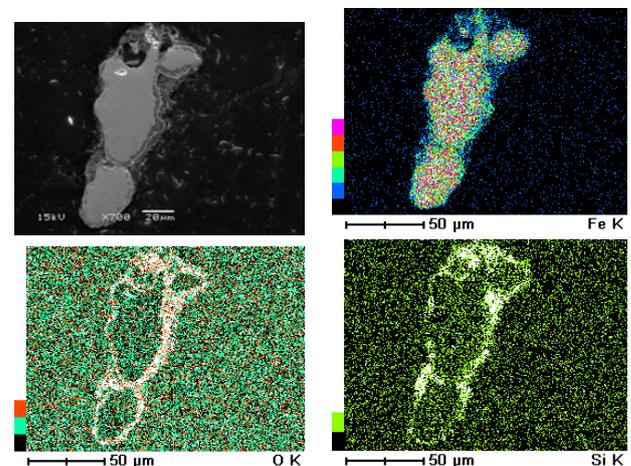


図-5 回収した鉄粉の SEM/EDS 分析結果  
(SEM 画像(左上)と鉄、酸素、珪素の面分析結果)