

代表機関名		技術の名称	
三菱マテリアル資源開発株式会社		揮発性有機化合物による汚染土壌・地下水の酸化剤併用多孔間循環型浄化技術	
技術の概要			
調査/対策	対策技術の区分	実証試験の対象物質	実証試験の場所
対策	原位置浄化	テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン	汚染サイト
酸化剤（過酸化水素水）を汚染区域に注入し、地層中に存在する第一鉄を利用したフェントン反応により土壌及び地下水中の揮発性有機化合物を分解する。酸化剤の注入は下流側で揚水し、ばっ気処理を施した水を使用することで水の循環システムを構成する。			
技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方			
酸化剤注入と揚水ばっ気処理を併用することにより、VOCの処理効率を向上させて浄化期間を短縮し、コスト、環境負荷の低減を図る。			
調査結果の概要			
<p>1 実証調査の概要</p> <p>(1)調査サイトの概要 営業中のドライ・クリーニング工場。 土質はおおむね深さ2mまで盛土、4mまで粘性土、7mまで粗砂・砂礫、それ以深は粘性土が確認される。地下水位は深さ2.5mの位置にある。粗砂・砂礫層の透水係数は$10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/sec}$である。</p> <p>(2)実証試験の規模 浄化対象面積：1,500m²の台形領域 浄化対象深度：帯水層（粗砂・砂礫）の飽和帯領域 注入井戸：深さ7m×4本（1本あたりストレーナー長4m）+斜孔・角度60°・8m×1本（1本あたりストレーナー長4m） 揚水井戸：深さ7m×3本（ストレーナー長4m） 設備設置面積は30m² 浄化期間：過酸化水素注入期間54日間</p> <p>(3)汚染の濃度 （土壌溶出量） PCE<0.001～4.3mg/L、TCE<0.003～1.3mg/L、cis-1,2-DCE<0.004～0.64mg/L （地下水濃度） PCE<0.001～0.087mg/L、TCE<0.003～0.32mg/L、cis-1,2-DCE<0.004～51mg/L</p> <p>2 実証調査結果</p> <p>(1)浄化効果についての考察 浄化後の土壌溶出量の確認ボーリングは行わなかった。 浄化期間終了時に、PCE地下水濃度は<0.001～0.017mg/L、TCE地下水濃度は<0.003～0.015mg/L、cis-1,2-DCE地下水濃度は<0.004～0.18mg/Lとなった。</p> <p>(2)経済性についての考察 揚水ばっ気法では浄化に5年を要すると推定される試算条件（詳細は別紙）において、本技術による浄化期間は約13ヶ月、要するコストは1～4万円、比較対照の揚水ばっ気法を用いた場合は1.3～9万円と試算された。</p> <p>(3)周辺環境への負荷度についての考察 調査中の大気VOC濃度は、すべて検出限界値未満であった。 調査中の騒音及び振動レベルは、最大61dB及び49dBであった。 調査中の臭気は、すべて検出限界値未満であった。 反応中間生成物の有無を調べるために行った分解実験（GC-MS測定）では、PCE、TCE、cis-1,2-DCE以外のVOCは検出されなかった。 エネルギー使用量から求めた別紙5の条件におけるCO₂排出量は、本技術は1～10kg/m³、比較対照の揚水ばっ気法は5～48kg/m³と試算された。</p>			

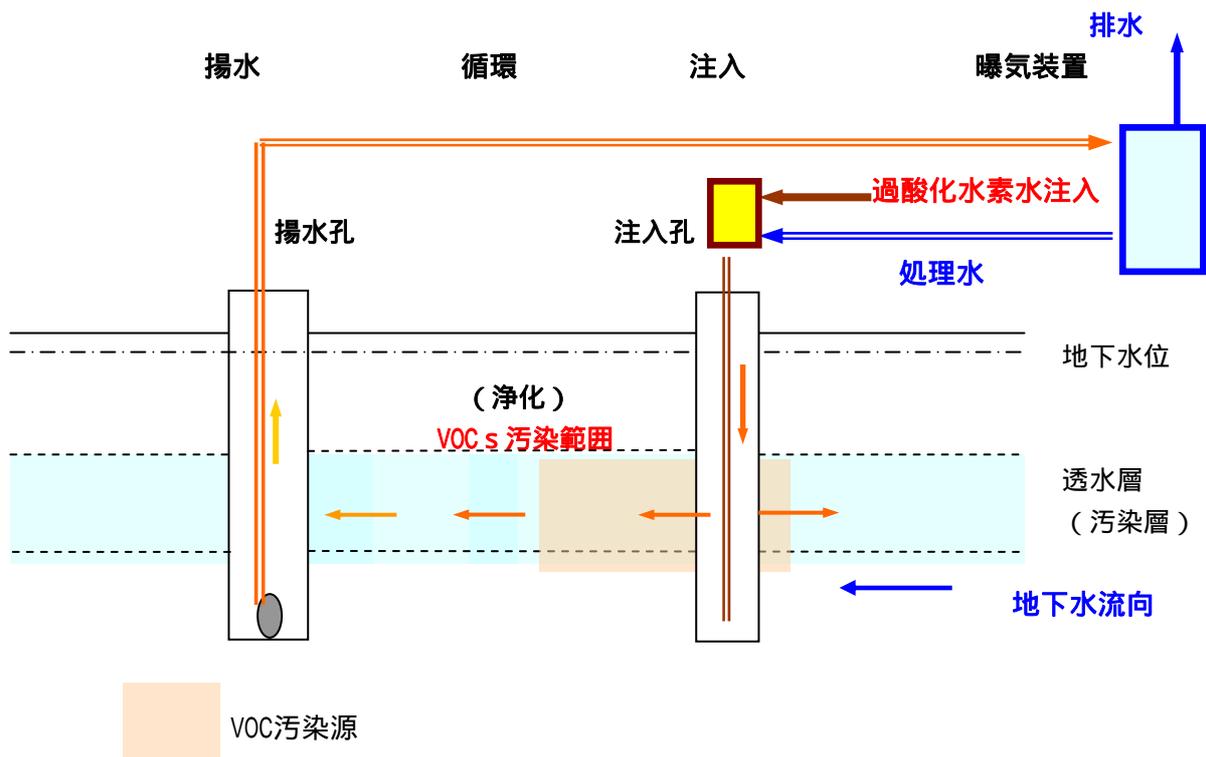
検討会概評

実証試験の結果から、比較的高濃度の揮発性有機化合物による地下水汚染をおおむね環境基準以下にまで減少させることが可能であり、本技術の浄化効果は確認された。土壌や地下水の特性については、酸化剤の注入工程を伴うため、透水性の低い粘土・シルト質及び有機質を多く含有する土質や不飽和帯には適さない。また、地層中から十分な鉄分が得られることを前提としている。揚水曝気法などと比べてコスト面の優位性は高く、特に処理量が多いほど経済的な処理技術である。また、操作性や作業性も高く、技術の実用化の可能性は高い。環境負荷については、浄化作業中の大気、騒音、振動などの問題はないが、周辺の地下水環境への影響を十分配慮する必要がある。

(課題等)

本技術は、高濃度の汚染をピンポイントで処理することを目的とするため、事前に汚染源の特定や性状の把握を実施することが前提となる。このような詳細調査の結果として、酸化剤の濃度、注入量及び注入方法に関する適切な条件設定を行うことが必要である。さらに、酸化剤の注入及び地下水循環に伴い、処理水や汚染地下水が敷地境界の外部に流出しないように、遮水工や矢板を打つなどの事前の対策が不可欠である。

図 過酸化水素水注入循環工法概念図



別紙

費用の比較

1. 実証対象技術のコストについて

コスト計算に当たっては、実証地とは別に以下のような条件の土地を前提として計算を行っている。

汚染土壌の存在する面積	1,500 m ²
浄化対象となる汚染土壌の量	2,400 m ³
汚染濃度(地下水)	2.15 mg/l
浄化対象物質総量	8.1 ~ 82.2 kg

上記を基に、本実証で得られた浄化速度等(200 g/日)を勘案すると浄化日数は45日~13ヶ月と想定される(実証試験では浄化完了していない)。この結果、費用等が以下のように算定された。

総費用	2,757 ~ 9,878万円
単位土量あたり費用	11,000 ~ 41,000円/m ³

2. 比較対象技術のコストについて

比較対象技術として、揚水ばっ気手法を選定している。当該技術により、1と同じ土地を浄化対象とした場合の浄化期間、費用及び費用増原因は以下のとおりである。

揚水ばっ気手法

浄化期間	約6ヶ月~60ヶ月
総費用	3,215 ~ 21,479万円
単位土量あたりの費用	13,000 ~ 89,000円/m ³
費用増加の要因	浄化期間の長期化による電気代の増加と人件費及び分析費の増加を見込んでいる。

CO₂の排出量の比較

1. 実証対象技術の炭酸ガス排出量について

炭酸ガス排出量計算に当たっては以下のような条件の土地を前提として計算を行っている。

浄化対象となる汚染土壌の量	2,400 m ³
浄化日数	45日~13ヶ月

上記を基に、本実証で得られた浄化速度等(200 g/日)を勘案すると、浄化日数は約45日~13ヶ月と想定される(実証試験では浄化完了していない)。この結果、炭酸ガス排出量が以下のように算定された。

総排出量	2,790 ~ 25,200 kg
単位土量あたり排出量	約1 ~ 11 kg

2. 比較対象技術の炭酸ガス排出量について

比較対象技術として、上記費用の比較と同じ技術を選定している。当該技術により、1と同じ土地を浄化対象とした場合の炭酸ガス排出量及び排出量増原因は以下のとおりである。

揚水ばっ気手法

浄化期間	約6ヶ月~60ヶ月
総排出量	11,600 ~ 116,000 kg
単位土量あたりの排出量	約5 ~ 48 kg
排出量増加の要因	浄化期間の長期化による消費電力の増加を見込んでいる。

