

代表機関名		技術の名称	
大成建設株式会社		浄化剤注入による原位置浄化技術	
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	揮発性有機化合物	汚染サイト
<p>斜め井戸を用いてスラリー状にした鉄粉を帯水層に注入し、還元反応領域を作成して揮発性有機化合物を還元分解しようとする技術である。砂質土等の透水性が高い土質を適用対象として想定している。</p>			
技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方			
<p>斜め井戸を用いて上部構造物の影響を受けずに還元反応領域を作成することで、コスト、環境負荷の低減を図る。</p>			
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</p> <p>テトラクロロエチレン（PCE）を使用していた皮革工場の跡地で、現在はスーパーマーケットが営業中。</p> <p>土質は深さ 2m まで埋土、10m まで砂礫の堆積が確認される。地下水位は深さ 2.5m の位置にある。地下水は勾配 1/1,000 でおおむね南へ流動している。砂礫層の透水係数は 10⁰cm/sec である。</p> <p>(2) 実証試験の規模</p> <p>浄化対象領域：半径約 5m の円形領域 浄化対象深度：帯水層（砂礫）の飽和帯領域 斜め井戸発進立坑：直径 3.5m、深さ 3.5m 斜め井戸（1 段目）：長さ 22m、深さ 3.5m、2 本（1 本あたりストレーナー長 9m） 斜め井戸（2 段目）：長さ 22m、深さ 6m、2 本（1 本あたりストレーナー長 9m） 浄化剤注入量：8.0L / min、1,330L × 9 m × 4 本 設備設置面積は 70 m²（還元剤注入設備、縦坑等） 浄化期間：浄化剤注入後、モニタリング 6 週間</p> <p>(3) 汚染の濃度</p> <p>PCE 土壌溶出量：<0.001 ~ 0.07mg/L（浄化剤注入点近傍。B-3 地点） PCE 地下水濃度：0.3 ~ 0.8mg/L（浄化剤注入点近傍。B-3 観測井）</p> <p>2 実証調査結果</p> <p>(1) 浄化効果についての考察</p> <p>B-6 地点（浄化剤注入点近傍。）の PCE 土壌溶出量は、浄化期間経過時に <0.001 ~ 0.1mg/L であった。</p> <p>B-3 観測井の PCE の地下水濃度は、注入開始後 3 週間及び 6 週間経過時点で 0.001 及び 0.01mg/L となり、初期値との濃度比で 1/10 ~ 1/100 程度になった。</p> <p>B-3 観測井の TCE、cis-1,2-DCE、VC の地下水濃度は注入後に上昇した。</p> <p>下流 30m の既設井の PCE の地下水濃度は、注入後わずかに低下し、TCE、cis-1,2-DCE の地下水濃度は上昇した。</p> <p>(2) 経済性についての考察</p> <p>本実証試験の対象としたサイトの状況をもとに対象土量 910m³ 中に PCE400g が存在する試算条件（詳細は別紙）において、コストは対象土 1m³ あたり 1 万 1 千円であった。比較対照として鉛直井戸+注入工法を用いた場合は 3 万 3 千円/m³（既設構造物の床面の解体、復旧費等を含む）水平井戸による揚水ばっ気工法（運転期間 2 年間）を用いた場合は 4 万 1 千円/m³ 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</p> <p>調査前及び調査中の大気 VOC 測定は行わなかった。</p> <p>掘削時の敷地境界での騒音レベルは 90dB、振動レベルは 55dB であった。</p> <p>エネルギー使用量から求めた対象土 1m³ あたりの CO₂ 排出量は、本技術は 1.5kg/m³、比較対照の鉛直井戸+注入工法は 4.7kg/m³、水平井戸による揚水ばっ気工法は 22kg/m³ と試算された。</p>			

検討会概評

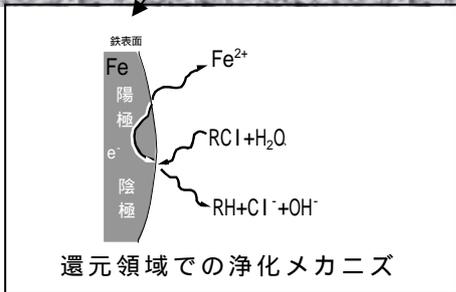
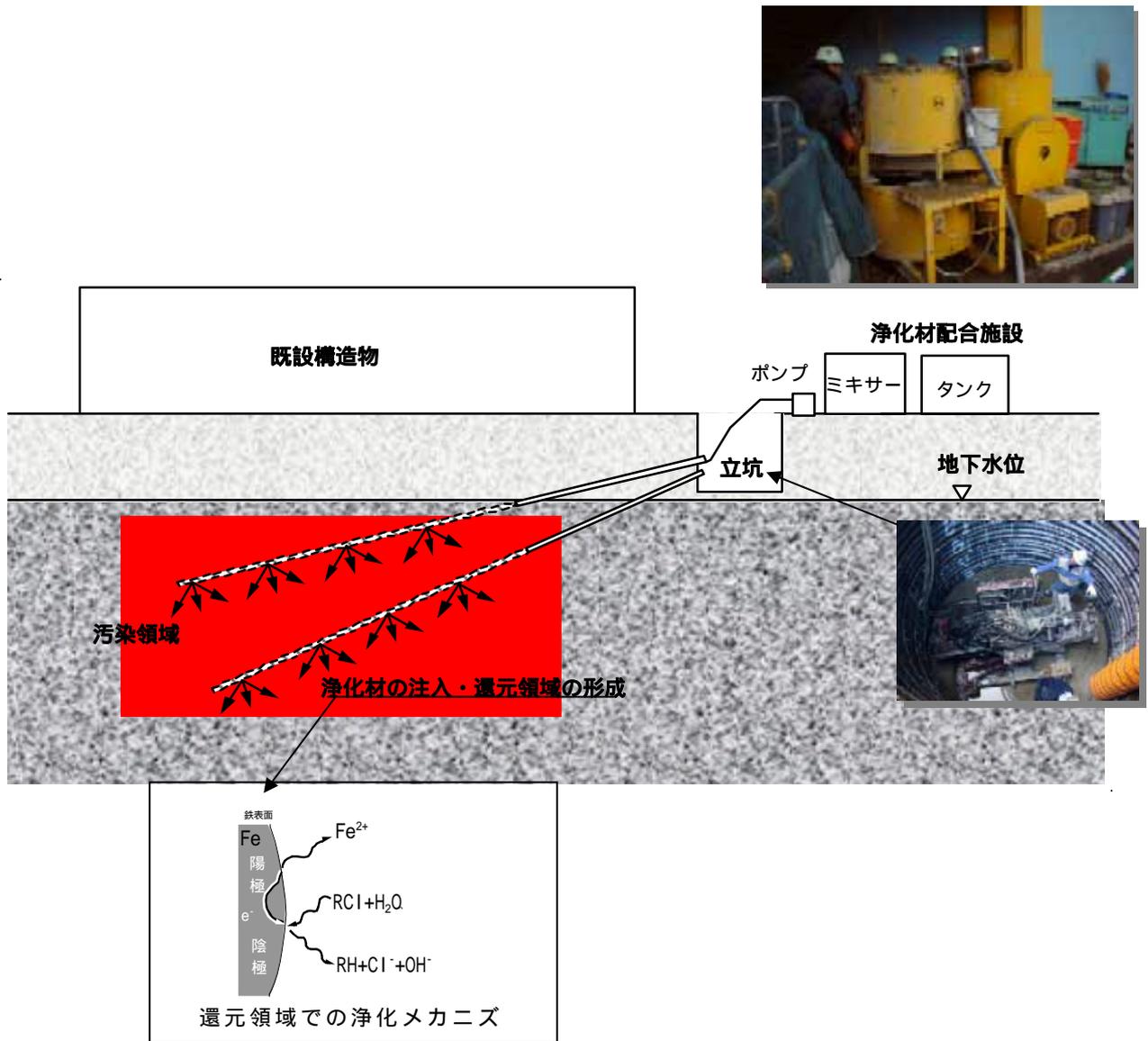
鉄粉を主とし、地下水中での沈降を抑制するための有機性の増粘剤を含む浄化剤を注入する原位置浄化技術の実証試験であった。注入用に斜め井戸方式を採用することで、地上の既存施設の制約をほとんど受けることなく浄化対象であるテトラクロロエチレン（PCE）の原位置浄化を行った。浄化剤が拡散したと推定される範囲内の観測井で PCE の濃度減衰を観測しており、限定された範囲では浄化されたと考えられる。しかし、関連する塩素系の VOC 全体を対象としての除去技術としての有効性を実証するには至らなかった。また、浄化剤注入後のメンテナンスや動力使用を本来的に要しないという技術的な特性と他の技術との比較（試算結果）によれば、低コストであった。環境負荷の面では、低環境負荷という趣旨に適う潜在性は有しているが、一部項目に留意点が認められた。

（課題等）

本実証では以下の課題を指摘しなければならない。

- （1） cis-1,2-ジクロロエチレンをはじめとする分解の中間成分が相当期間にわたって検出されている。注入した鉄粉の空間的な広がり最適な注入量との関係を定量的に把握することが必要である。
- （2） 微生物作用の存在と特徴を複数の観点から検討して推測している。しかし、決定的な結論が得られていない。このことから、浄化の期間をどの程度に設定するのが総合的に妥当であるのかを明確に判断しにくい。明確な判断をするには困難な点が多いことは十分理解されるが、浄化期間の設定のためには、鉄による還元反応を機構とするのか、微生物による代謝分解が生じているのかという面からの区別を明らかにすることが必要。たとえば、室内実験などの厳密に制御可能な場で鉄粉と微生物の作用に関する特性を掴み、区分が可能な何らかの指標を抽出して現地実証試験の解析に応用するなどの方法論を用いる必要があるのではないかと思われる。

図 浄化剤注入による原位置浄化技術の概念図



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	260 m ²
浄化対象となる汚染土壌の量	910 m ³
汚染濃度（土壌溶出量）	0.004 mg/l
浄化対象物質総量	0.4 kg

上記を基に、本実証で得られた浄化速度等（13.3 g/日）を勘案すると、浄化日数は約30日と想定される（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	1,180万円
単位土量あたり費用	13,000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、鉛直井戸による薬剤注入手法、水平井戸による揚水ばっ気を選定している。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。

鉛直井戸による薬剤注入手法

浄化期間	約1ヶ月
総費用	3,196万円
単位土量あたりの費用	35,000円/m ³

費用増加の要因 既設の構造物の撤去、普及、補償を見込んでいる。

水平井戸による揚水ばっ気手法

浄化期間	約24ヶ月
総費用	4,328万円
単位土量あたりの費用	48,000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	910 m ³
浄化剤注入日数	7日

上記を基に、本実証で得られた浄化速度等（13.3 g/日）を勘案すると、浄化日数は約30日と想定される（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	1,340 kg
単位土量あたり排出量	約1 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。

鉛直井戸による薬剤注入手法

浄化期間	約1ヶ月
総排出量	4,260 kg
単位土量あたりの排出量	約5 kg

排出量増加の要因 既設の構造物の撤去及び廃棄物運搬（270 t、20 km）を見込んでいる。

水平井戸による揚水ばっ気手法

浄化期間	約24ヶ月
総排出量	19,400 kg
単位土量あたりの排出量	約21 kg

費用増加の要因 浄化期間の長期化による運転機器からの排出量増加を見込んでいる。

