

代表機関名		技術の名称	
大成建設株式会社		既設構造物下部における揮発性有機化合物による土壌・地下水汚染を対象とした原位置浄化技術	
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
飽和層に設けたスパージング井から空気を注入することで地下水中の揮発性有機化合物の気化を促進し、不飽和帯に設けた土壌ガス吸引井で汚染物質を含むガスを回収して、原位置浄化を行お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。			
技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方			
スパージング井及び土壌ガス吸引井に水平井を採用することにより、既設構造物の影響を受けずに、鉛直井を用いた工法よりも少ない井戸数で汚染浄化を行うことで、コスト、環境負荷の低減を図る。			
調査結果の概要			
1 実証調査の概要			
(1)調査サイトの概要			
トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンを製造していた、海岸沿いの化学工場敷地内。土質は深さ 13m 程度まで細砂層が堆積する。地下水位は深さ 1～1.5m の位置にある。			
(2)実証試験の規模			
浄化対象領域：半径 15m の円形領域			
浄化対象深度：深さ 4.5m（注入深度）から深さ 1m（地下水面）まで			
水平スパージング井：長さ 45m、深さ 4.5m、1 本（ストレーナー長 20m、空気注入量 300L / min）			
水平ガス吸引井：長さ 45m、深さ 1m、2 本（1 本あたりストレーナー長 25m、吸引量 500L / min）			
設備設置面積は 70 m ²			
浄化期間：10 週間			
(3)汚染の濃度			
（土壌溶出量）			
PCE：<0.0012～2.000mg/L、TCE：<0.0012～0.230mg/L			
（地下水濃度）			
PCE：33 mg / L、TCE：26 mg / L			
2 実証調査結果			
(1)浄化効果についての考察			
10 週間の浄化期間経過時、PCE の土壌溶出量は<0.0012～0.008mg/L、TCE は<0.0012～0.003mg/L となり、初期値との濃度比で数 10 分の 1～数 100 分の 1 程度になった。			
PCE の土壌ガス濃度は、ストレーナー近くでは調査前の 2～70ppm 程度から調査後に 0.6～50ppm 程度となり、それ以外のところでは調査前の数 ppm から調査後に数 10～470ppm となったところもある。			
土壌ガス濃度、地下水濃度、水位の変化より、効果的に活性物質を除去する範囲は、水平井戸から直行する方向に 3 m 程度であった。			
(2)経済性についての考察			
本実証試験の対象としたサイトと同じ対象土量 360 m ³ 中にPCE・TCE5730gが存在する試算条件（詳細は別紙）において、コストは運転期間 3 ヶ月間の場合、対象土 1m ³ あたり 3.4 万円であった。比較対照として鉛直井戸+SVE工法を用いた場合は 4.6 万円/m ³ （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 11 万円/m ³ と試算された。			
(3)周辺環境への負荷度についての考察			
大気のパCE濃度は、調査前の 2～20 μg/m ³ から調査中に 93～99 μg/m ³ となった。TCE濃度は、調査前の 20～40 μg/m ³ から調査中に 50～57 μg/m ³ となった。			
実証試験中に生じた表層ガス濃度の上昇は、「エアスパージング工法により気相に移行したガスが、空気注入量の数倍量の土壌ガスを吸引しているものの、土壌ガス吸引で効果的に除去できていない可能性が考えられる。」とされている。			
調査中の敷地境界での騒音レベルは 70dB、振動レベルは 41～42dB であった。			
エネルギー使用量から求めた対象土 1m ³ あたりのCO ₂ 排出量は、本技術は 10kg/m ³ 、比較対照の鉛直井戸+SVE工法は 13kg/m ³ 、水平井戸による揚水ばっ気工法は 55kg/m ³ と試算された。			

検討会概評

地表面に既設の構造物が存在する状況下での汚染地に対して、水平ボーリングを実施してエアスパージングを行って浄化に成功した事例である。

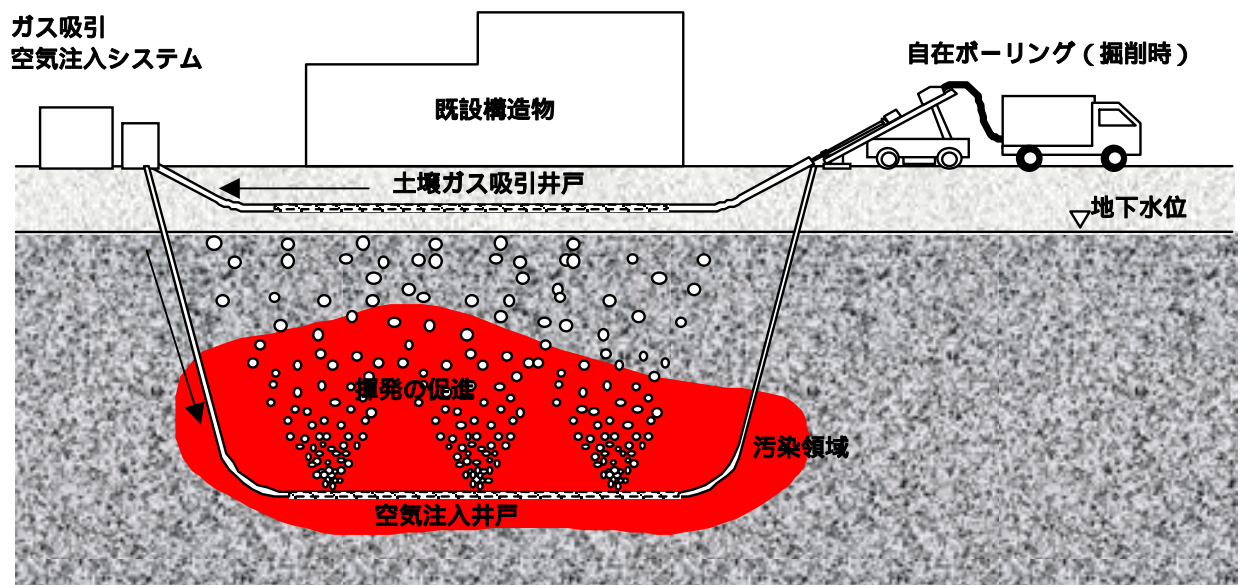
一般にエアスパージング効果は、数ヶ月の対策で地下水濃度は2桁程度濃度低下と言われており、本実証試験も同程度の結果が得られている。

土壌ガスの吸引を適切に行って、周辺環境への影響を極力抑えるようにして、今後の発展を期待するものである。

(課題等)

本実証試験の実施中に大気中の揮発性物質濃度の上昇がみられており、この結果は部分的に土壌ガス濃度が上昇することと符合する。大気中に放出される揮発性物質量は回収された物質に比べて少ないと言っても問題であることは事実であるから、有効かつ効率的な土壌ガス吸引が必要であることに留意して、合理的な設計法の確立が必要である。

図 既設構造物下部における揮発性有機化合物による土壌・地下水汚染を対象とした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	120 m ²
浄化対象となる汚染土壌の量	360 m ³
汚染濃度（土壌溶出量）	0.04 mg/l
浄化対象物質総量	5.73 kg

上記を基に、本実証で得られた浄化速度等（64 g / 日）を勘案すると、浄化日数は約90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	1,456万円
単位土量あたり費用	40,000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、費用及び費用増要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3ヶ月

総費用	1,914万円
単位土量あたりの費用	53,000円 / m ³

費用増加の要因 既設の構造物の撤去・復旧補償及び撤去・復旧に要する人件費の増加を見込んでいる。

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	4,420万円
単位土量あたりの費用	123,000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	360 m ³
撤去工事日数	1日

上記を基に、本実証で得られた浄化速度等（64 g / 日）を勘案すると、浄化日数は約90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	3,710 kg
単位土量あたり排出量	約10 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要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3ヶ月

総排出量	4,570 kg
単位土量あたりの排出量	約13 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（260 t、20 km）による増加を見込んでいる。

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	19,900 kg
単位土量あたりの排出量	約55 kg

費用増加の要因 浄化期間の長期化による使用電力量の増加に伴う排出量増加を見込んでいる。