

VOC汚染の原位置浄化技術 栄養剤注入によるバイオレメディエーション

VOC汚染を低コスト・低環境負荷で営業しながら土壌浄化できる技術です。

背景

- ・これまでの土壌汚染対策では高額な掘削除去・搬出処分の選択による過剰な費用負担が問題となっていました。
- ・新会計基準により土壌汚染に係る環境債務の適正開示が求められています。
- ・掘削搬出が難しい土地では、ブラウンフィールド化が懸念されています。

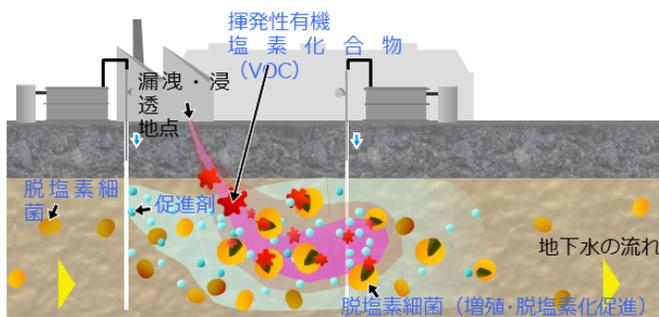


図1 VOCの原位置浄化イメージ

浄化技術の概要

- ・地盤中に栄養(促進剤)を注入し、対象地の土壌中に生息している微生物(デハロココイデス属細菌等)を活性化して、揮発性有機塩素系化合物を無害化する技術です。
- ・汚染範囲に浄化井戸を設置し、事前の評価試験により選定した栄養剤を注入します。
- ・栄養剤は土中の菌群により徐々に分解され、VOCの無害化が進行します。

特長

- ・掘削工事を必要とせず、低コスト・低環境負荷の工法です。
- ・土壌の汚染、地下水の汚染への適用が可能です。
- ・食品原料の中から促進効果の高い有機物を栄養剤として使用します。

表 VOC浄化工法の比較

方法	浄化コスト (万円/m ³)	工期	土壌汚染 対策	地下水汚染 対策	稼働中事業 所での施工	課題等
原位置 バイオレメディエーション	1~1.5	約3ヶ月~数年	○	○	○	要事前評価
掘削除去	3~5	短期間	○	△	×	深層部汚染では仮設コストが増加
地下水揚水	サイト条件による	数年~数十年	△	○	○	工期算定が困難 維持管理費用が高い

適用例

1,2-ジクロロエチレンを対象とした実例を図に示します。対策前は、基準値の230倍を超過した高濃度の汚染地下水を、注入実施後360日以降で安定して地下水基準(0.04mg/L)を満足することができました。

VOC: Volatile Organic Compounds 揮発性有機化合物類の略称。

ブラウンフィールド: 「土壌汚染の存在、あるいはその懸念から、本来、その土地が有する潜在的な価値よりも著しく低い用途あるいは未利用となった土地」のこと。売買、再開発、再利用ができないで放置、塩漬け状態の土地。

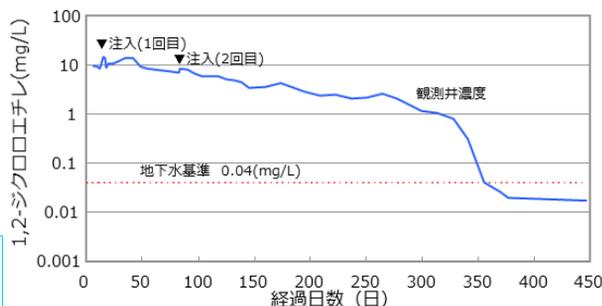


図 浄化経過の国内実例

化学酸化土壤浄化技術

VOC・石油・残留性有機汚染物質(POPs)等幅広い有機物汚染を原位置で浄化できる技術です。

背景

機械・金属・化学工業等において、揮発性石油製品に限らず、重質油・潤滑油・POPs等多様な有害有機物による土壤汚染が見られます。多くの事業所では、これらの複合的な汚染抱え、かつ営業中でも浄化したい、周辺環境に配慮すると汚染土壌の掘削・搬出ができない等、対策が困難な場合があります。化学酸化法は原位置で有害有機物を消滅させる有望な技術です。

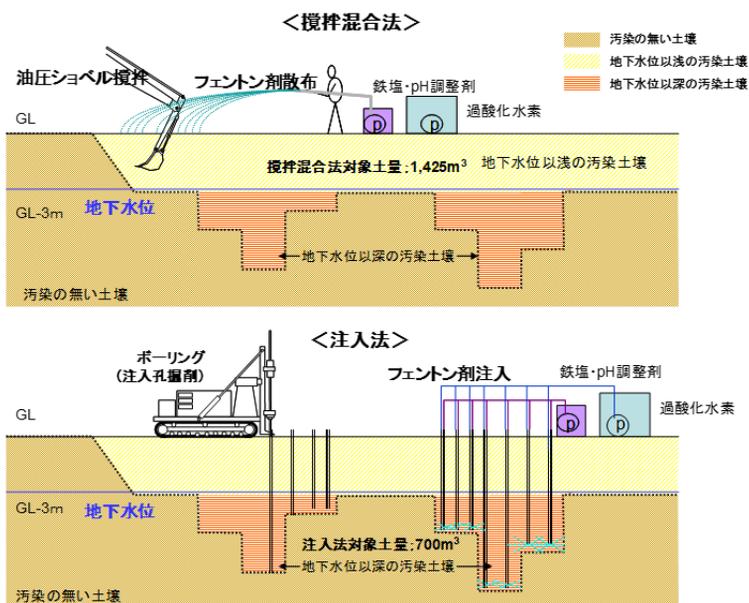
技術概要

- 1) 汚染土壌に鉄塩等の触媒と酸化剤を順に混合して攪拌又は地中に注入することで、強力な酸化反応(ラジカル反応)を起こさせ、土壌に付着した有害有機物を炭酸ガス・水等に分解する技術です。
- 2) 酸化剤としては、過酸化水素を用いる場合と過硫酸ナトリウムを用いる場合があり、前者は主に揮発性石油製品による汚染対策に用いますが、効果持続時間が短いため、反復して薬剤を供給する必要があります。一方、過硫酸ナトリウムは持続期間が長く、触媒の使い方(活性化ノウハウ)により、難分解性有機物等の幅広い汚染に対応することができます。
- 3) 触媒・酸化剤共に環境汚染を引き起こすような原材料は含まれていません。

適用例

工事対象：給油所
 工事期間：約3ヶ月
 対策面積：475m²
 対策土量：2,125m³
 最大深度：GL-8m
 汚染物質：ベンゼン

(最大濃度)
 土壤溶出量 3.5mg/L,
 地下水濃度 19mg/L
 油分(TPH)12,000mg/kg



浄化効果

化学酸化法(1)		ベンゼン土壤溶出量		油分(TPH)		化学酸化法(2)		地下水ベンゼン濃度	
		mg/L	mg/L	mg/kg	mg/kg			mg/L	mg/L
攪拌混合法	フェントン剤散布後、油圧ショベル攪拌	処理前	3.5	処理前	12,000	注入法	地下水位以深へのフェントン剤注入	処理前	19
		処理後	<0.001	処理後	<60			処理後	<0.001

VOC : Volatile Organic Compounds 揮発性有機化合物類の略称。

フェントン剤 : 過酸化水素水 + 鉄塩 + pH調整剤

TPH : 全石油系炭化水素 Total Petroleum Hydrocarbon

VOC汚染の原位置浄化技術

鉄粉による原位置浄化

鉄粉の高い脱塩素能力によりVOC汚染を短期間で浄化できる技術です。

背景

- ・これまでの土壤汚染対策では、高額な掘削除去・搬出処分の選択による過剰な費用負担が問題となっていました。
- ・費用負担ができない場合はブラウンフィールド化が懸念されます。
- ・浄化プロセスのエネルギー使用量など環境負荷に対する意識が高まっています。

技術概要

- 1) 零価の鉄にはトリクロロエチレン等のVOC（揮発性有機化合物）を脱塩素して無害化する能力があります。
- 2) 地中の汚染範囲に鉄粉を機械的に注入したり攪拌混合したりすることによって、汚染土壌や汚染地下水に鉄粉を接触させます。
- 3) 鉄粉と触れた汚染土壌や汚染地下水の脱塩素反応が進み、早期に無害化されます。



写真1 小型機械による鉄粉注入

特長

- ・短期間で浄化できます。
- ・サイトの状況や汚染の形態に合わせて、「小型機械による注入」や「大型機械による攪拌混合」など多様な施工方法を選ぶことができます。
- ・掘削除去では困難な地中深い部分の汚染にも対応できます。また、地下水揚水などでは困難な粘性土中に染みこんだ汚染にも対応できます。

適用例

深さ約20mに存在するシルト層に染みこんだトリクロロエチレン、1,2ジクロロエチレンによるVOC汚染に対して、大型の地盤改良機械を使用してスラリー状にした鉄粉を攪拌混合しました。写真2は施工状況です。その結果、施工後約1ヶ月間で環境基準の20倍程度から基準未満まで浄化することができました。

VOC : Volatile Organic Compounds 揮発性有機化合物類の略称。

ブラウンフィールド : 「土壤汚染の存在、あるいはその懸念から、本来、その土地が有する潜在的な価値よりも著しく低い用途あるいは未利用となった土地」のこと。売買、再開発、再利用ができないで放置、塩漬け状態の土地。



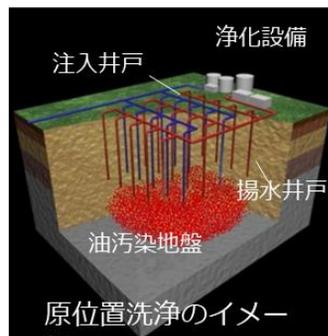
写真2 大型機械による鉄粉攪拌混合

油汚染地盤の浄化技術 界面活性剤を用いた原位置洗浄

燃料タンクなどから漏洩した油によって高濃度に汚染された地盤を、掘削せずに浄化する技術です。

1. 背景

燃料油（ガソリン、灯油、軽油、重油）、機械油、切削油は工業的に幅広く使用されてきました。多くの工場では、事故、漏洩、不適切な廃棄による油汚染は広く存在しているものと思われます。

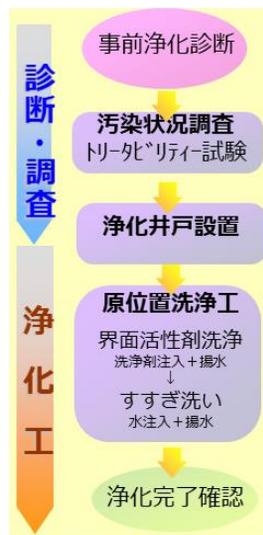


2. 浄化技術の概要

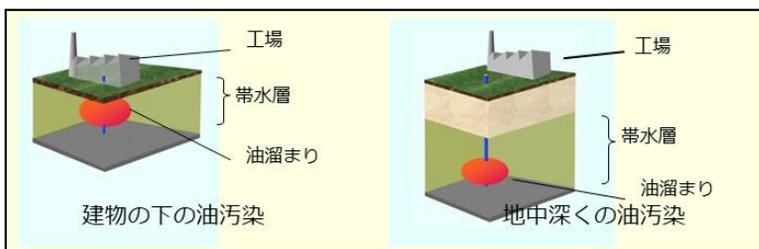
- 1) 油種・土質に合わせたオーダーメイドの洗浄剤を井戸から注入し、油を土表面から引き剥がして洗浄を促進します。
 - 2) 洗浄剤による洗浄の後、水を注入してすすぎ洗いをします*1。
 - 3) 汲み上げた排水は、下水道などに放流可能な水質まで処理します。
- *1：サイト毎の浄化目標に合わせて洗浄プロセスを計画します。

3. 特長

- ・地下水揚水に比べ**短期間での浄化が可能**です。
- ・掘削の困難な**建物の下の汚染、地中深くの汚染などの浄化が可能**です。
- ・食器用洗浄剤、シャンプーなどに使用される**無害、生分解性**の界面活性剤を使用します。



原位置洗浄の工程



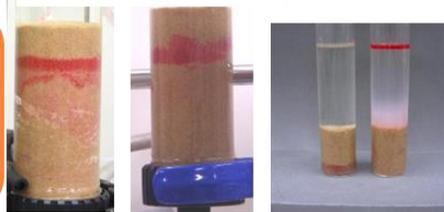
4. 適用範囲

●対象油種

ガソリン・灯油
軽油・A重油・潤滑油
有機塩素化合物 等

●対象施設

工場・事業場
ガソリンスタンド
貯油施設 等



POPs含有廃棄物・汚染土壌の掘削・浄化技術

POPs含有廃棄物・汚染土壌を周辺環境への最大限の配慮を行い、安全確実に除去・処分します。

POPs

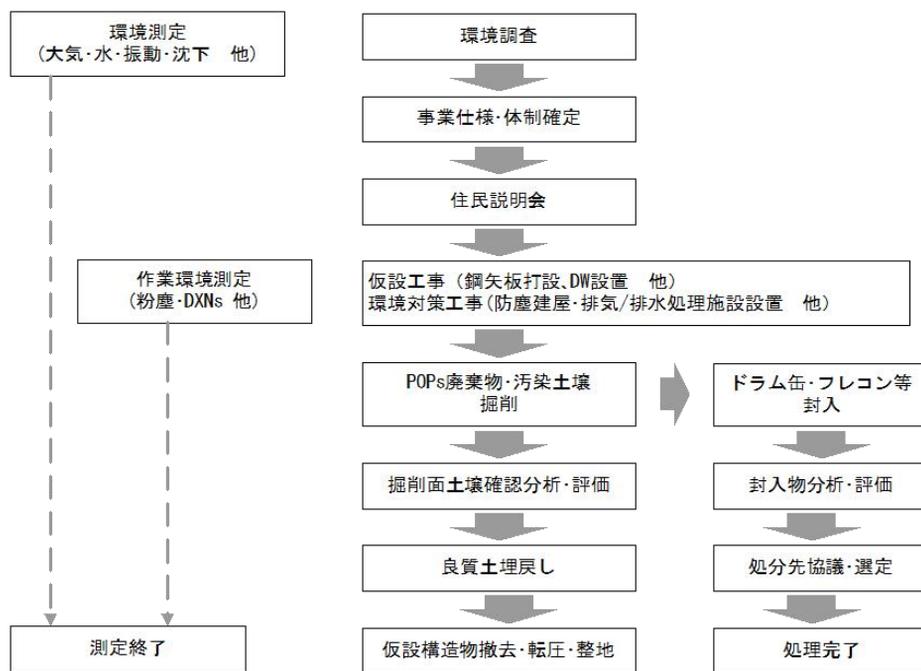
残留性有機汚染物質 (Persistent Organic Pollutants) のことで、難分解性、高蓄積性、長距離移動性、有害性 (人の健康・生態系) を持つ物質の総称です。PCB、DDT、ダイオキシン類等が含まれます。

残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs条約)

製造・使用を防止するとともに、POPsを含有する在庫及び廃棄物から生じる放出を削減・排出することが求められています。

技術の概要

- 防塵建屋・高性能集塵機等を設置して、工事範囲からの汚染物質の拡散を防止します。
- 処理対象物は、ドラム缶・フレコン等の密閉容器に封入し、適切に保管・搬出・処理します。
- 環境モニタリングにより、着手前から施工完了までの周辺環境の測定およびフィードバックを続けます。



ダイオキシン類廃棄物等掘削・処分

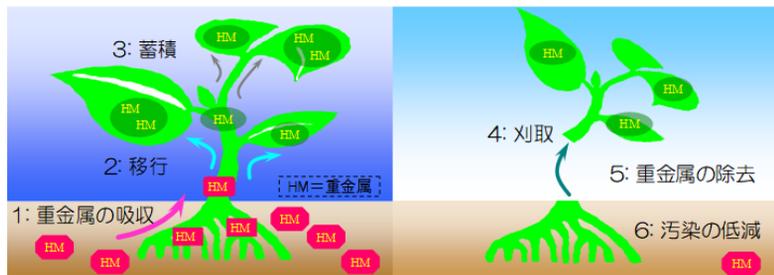


カドミウム超集積植物による 土壌汚染吸収修復技術

植物による土壌修復技術

有害な重金属を高濃度に吸収蓄積する超集積植物に着目した技術で、土壌を改変することのない低コスト省エネ型の環境にやさしい技術です。

植物による汚染吸収修復メカニズム



AHG347 Winter-cleanの特徴

AHG347 wintercleanはフジタが品種登録したカドミウム高集積植物ハクサンハタザオです。



上段：植物体Cd濃度 (mg Cd/kg DW)
下段：面積あたりCd除去量 (mg Cd/m²・回)

土壌Cd濃度	ハクサンハタザオ	修復用の稲
2 mg/kg 以上	400 ~ 900 72 ~ 300	40 ~ 50 52 ~ 66
1.2 ~ 1.8 mg/kg	125 ~ 215 36 ~ 62	- -
1 mg/kg 以下	- -	7 ~ 34 7 ~ 38

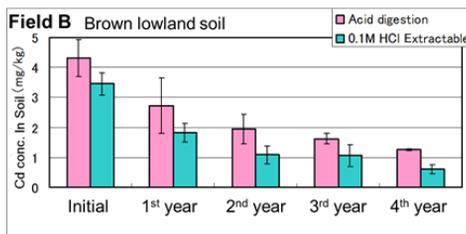
- ①優れたカドミウムの吸収蓄積能力 ⇒ 刈取りと廃棄物処分費低減、早期の農地回復
- ②修復工事に適した性質に品種改良 ⇒ 安定的な生育、高い耐暑性
- ③発芽促進処理加工種子の播種 ⇒ 育苗工程の省略

汚染農用地の修復事例

汚染農地での4年間の実証試験



<1年目の栽培時>
植物中Cd濃度 908 mg/kgDW
面積あたりCd吸収量 304 mg/m²



土壌中の0.1MHCl抽出Cd濃度を
3.45から0.81 mg/kgに低下
(4年間)

- ◆低環境負荷
従来の汚染対策技術より環境負荷が低い。収穫した植物は焼却処分するが、カーボンニュートラル
- ◆農業の持続性
修復工程で土壌の性質を改変することがなく、修復後にすぐに農地利用が可能
- ◆食の安全
農作物のカドミウム汚染リスクを低減し、深刻な健康被害の発生を防止。食の安全安心を担保する健全な農用地へ復元