

1. 最優秀賞《国土交通大臣表彰》

最優秀賞 汚染地盤の加温式原位置高速バイオ浄化技術

(副題)：CO₂排出量の少ない非掘削浄化技術「温促バイオ[®]」

応募者名：(株)竹中工務店／(株)竹中土木

技術開発者：〔(株)竹中工務店〕舟川将史・清水孝昭／〔(株)竹中土木〕菅沼優巳

共同開発者：横浜国立大学大学院 准教授 小林剛・講師 鈴木市郎／岡山大学名誉教授 西垣誠

[技術の概要]

1. 技術開発の背景及び契機

環境省の調査によると、日本国内には土壤汚染の懸念で国土利用・再開発が進まない土地（ブラウンフィールド）が2.8万 ha 存在するとされる（図1）。これらの土地は豊洲市場の敷地の様に好立地で、まちづくりの視点で有効な土地である場合が多い。しかし、主要な汚染物質である揮発性有機化合物（VOC）による汚染土壤の対策工事の約60%を占める掘削除去では高コストで国土利用・再開発の事業採算が合わないことや、掘削を行わない低コストの原位置浄化技術では浄化期間の長さのため、再開発の工程に合致せず、遊休地となったり低利用に留まっている場合がある。国策として「経済と環境の好循環」が打ち出される中、不動産分野において経済活動の活性化を図るため、低コスト・短工期・土地利用に制約が少なくCO₂排出量の削減を図れる浄化技術が必要不可欠であり、本技術開発に至った。

2. 技術の内容

本技術は、現在主流の大規模な掘削や搬送を伴わず、VOC汚染土壤の微生物分解という自然の力を最大限に活用した低コストで地球にやさしい原位置浄化工法であり（図2）、下記の特長により従来原位置浄化技術の期間が長いという問題を解消する画期的なものである。

- ① 温水を注入し、地盤を25℃～30℃に加温し、VOCの微生物分解を促進する（図3）。
- ② 栄養源と併せて蛍光トレーサーを注入剤に混合することで、加温浄化剤の注入状況を可視化し、不均質な地盤内でも均一に温水と栄養源を注入制御し、追加注入の回数を低減する。

3. 技術の適用範囲

対象汚染物質は、微生物が分解できるVOCであり、対象地盤は、汚染物質が広く拡散する砂質土層（帯水層）である。

4. 技術の効果

適用サイト（図4）での実施状況と地下水中のVOC汚染濃度の経時変化を図5及び図6に示す。本技術の効果をモデルサイトにおいて従来工法と比較した結果を表1に示す。従来の原位置浄化と比較して浄化期間が50%以下、コスト及びCO₂排出量が80%程度と優れている。CO₂排出量は、夜間電力や地中熱利用システムの利用により、更なる低減が図れる。また、デジタルセンサーや制御装置により遠隔管理が可能であり、浄化中の省人化を図れる。さらに、本技術は建物を使いながらの浄化も可能である。これらにより、土壤汚染が原因で開発が停滞している土地の再開発の促進が期待される。

5. 技術の社会的意義及び発展性

社会的意義としては、未利用の土壤汚染地の再開発案件では、まちの活性化に繋がる建物の整備が進み、様々な経済への波及効果が期待される。加えて、脱炭素社会へ向けて、主流の掘削除去から転換を進めることで土壤対策のCO₂排出を大幅に低減し、「経済と環境の好循環」の実現へ貢献できる。展開可能性としては、本技術は同じくVOCの土壤汚染対策のニーズがある米国等で適用可能である。また、本技術の地下水を循環するシステムは地中熱の建物利用システムへ転用することが可能である。

6. 技術の適用実績

某企業某拠点における土壤・地下水対策、平成30年2月～令和2年1月 他2件

[写真・図・表]

※本ページを通じ、次の略称を使用する。VOC:揮発性有機化合物、PCE:テトラクロロエチレン、TCE:トリクロロエチレン、DCE:1,2-ジクロロエチレン、VC:クロロエチレン

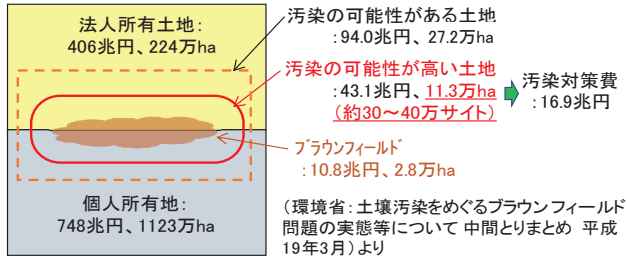


図1 日本国内の汚染土地

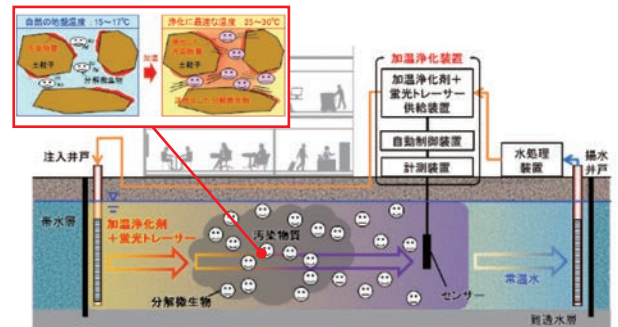


図2 加温式原位置高速バイオ浄化システムの概要

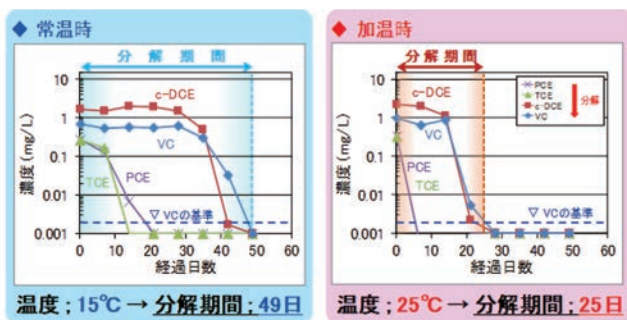


図3 加温による分解促進効果 (室内試験)

- サイト概要
- 対象面積: 158 m² (1工区分)
- 対象地盤: 砂層 (深度 10.5~15.0 m)
- 汚染物質: VOC (PCE、TCE、DCE、VC)
- 浄化期間: 20 か月

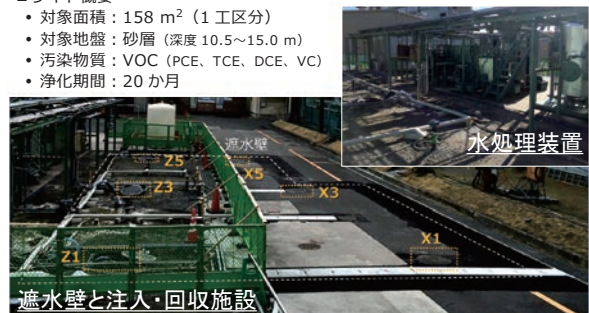


図4 汚染サイト

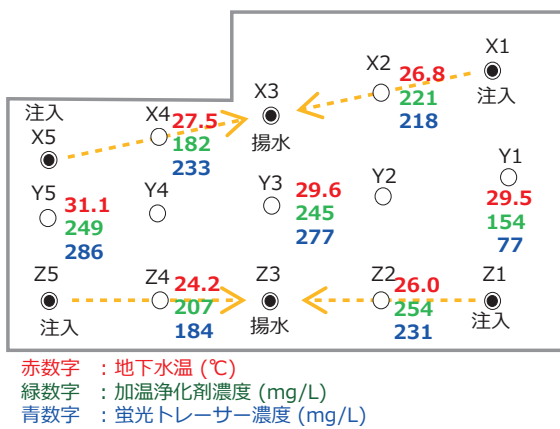


図5 地盤中の温度と加温浄化剤の分布

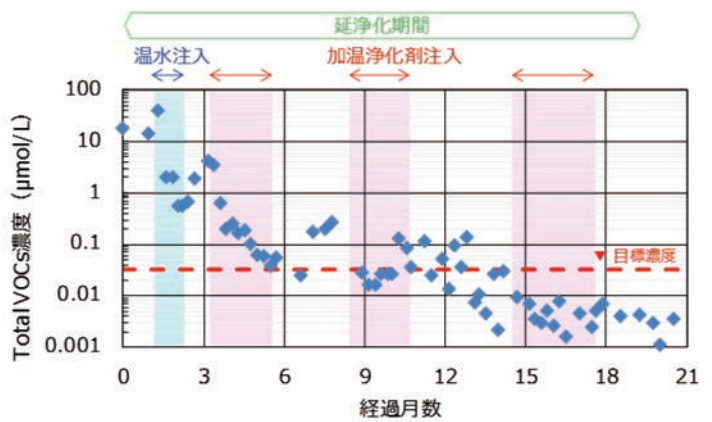


図6 汚染濃度の経時変化

表1 従来技術との比較

*モデルサイト (対策土量: 12,000 m³ [40 m× 30 m× 10 m (深さ: 5 m~10 m)]) による試算結果

技術	掘削除去 (埋立処分)	従来の原位置バイオ浄化技術	加温式原位置高速バイオ浄化技術
概要	汚染土壌を掘削し、場外の処理場に搬出 	浄化剤を注入して原位置で浄化 	加温浄化剤を注入して原位置で浄化
現在主流の対策	• 現在主流の対策 • 土地開発のために、お金を掛けて時間を掛けずに対策	• 時間を掛けてお金を掛けずに対策	• お金と時間を掛けずに対策 • 土地開発しながら対策が可能
浄化期間	0.5年	4~10年	2~2.5年
コスト比*	100	46	37
CO ₂ 排出量比*	100	51	42
省人化	—	運用時の作業員: 5~10人/週	運用時の作業員: 0.5~1人/週 さらに工期短縮
対象土質	全土質対応	砂質土 (透水係数 1×10 ⁻⁶ m/s以上)	砂質土 (透水係数 1×10 ⁻⁶ m/s以上)

*汚染土壌 1 m³ 当たりの処理単価・CO₂ 排出量で表示