

あるVOC汚染土壌原位置浄化工法の適用事例
トリータピリティー試験と原位置処理の浄化速度の比較

西松建設（株） 正会員 武井 正孝
西松建設（株） フェロー 稲葉 力

1. はじめに

筆者らは、VOC汚染土壌の原位置処理工法の開発¹⁾を行っている。この工法は、地盤改良技術であるスラリー系の深層混合処理工法（AMP工法）の機械・設備を利用し、浄化薬剤を水と混合したスラリーの状態地中に送り込み、汚染土壌とスラリーを原位置混合することにより、VOCに薬剤を接触させ化学分解する土壌汚染浄化工法である。その際、原位置混合により地盤がほぐされ地盤耐力が低下するのをできるだけ防ぐために、スラリーには浄化薬剤とともに固化材も混合している。

本工法は、すでに実用化の段階に入っており、これまでに4件の施工を行った。本工法で用いている浄化薬剤である酸化鉄²⁾の混合量（汚染土壌の単位体積あたりの混合量）は、メーカーにおける室内試験や地上混合処理などの実績から大体の目安が決められている。実際の施工に際しては、その混合量による浄化の可否や浄化速度の確認のために、事前に現地の汚染土壌を採取し、実験室内でトリータピリティー試験を実施する。しかし、トリータピリティー試験における薬剤と土壌の混合方法と、原位置混合の方法は異なり、通常は後者の方が混合の条件が悪い。そのため、両者の薬剤混合量を同じにすると、原位置での浄化速度は、トリータピリティー試験での浄化速度よりも遅くなったり、最悪の場合浄化しきれなくなる危険性もある。このリスクを低減するために、本工法では、後述する方法により、原位置混合の混合量に安全率を見込んでいる。

本検討の目的は、これまでに行った4件の施工事例について、トリータピリティー試験と実施工の浄化速度を比較することにより、本工法の薬剤混合量の安全率の妥当性を明らかにすることである。

2. 原位置浄化工法の概要

本工法で採用したAMP工法のビットは、図1に示すように、ループ状の羽根が全体として球根状に巻かれた形状である。このビットを用いた混合攪拌の手順を図2に示す。まず、ビットを時計回りに回転させながら所定の深度まで削孔を行う。続いてビットの回転を反転させ、スラリーを横方向に超高压（20MPa）で噴射しながら所定の速度で引きあげる。噴射注入されたスラリーは、ビット周囲の地盤を切削した後、切削した土と一緒にビットの下側に取り込まれ、ビットに植え付けられている爪で次々に切られることにより、混合攪拌が行われる。以上の手順により、地中に1本の浄化杭（スラリーと現地盤の土が混合された円柱状の

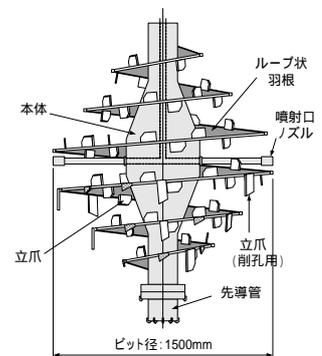


図1 ビット形状

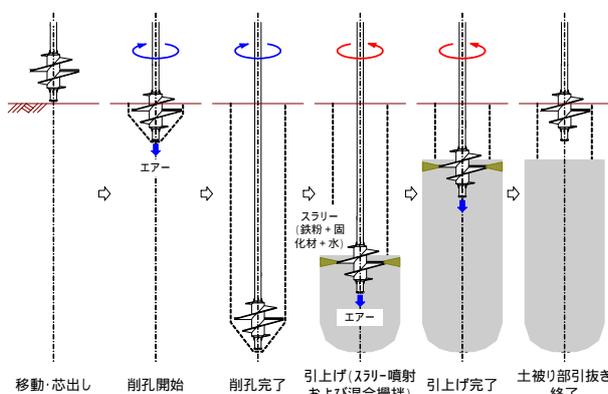


図2 浄化杭の施工手順

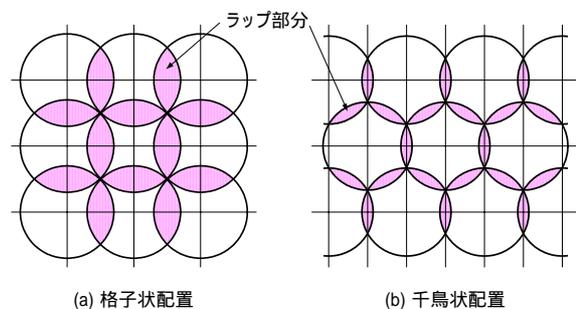


図3 浄化杭の配置方式

キーワード：土壌汚染浄化、揮発性有機化合物、原位置処理、酸化鉄、浄化速度、深層混合処理
連絡先：〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10 Tel.03-3502-0545 Fax.03-3502-0714

領域）が造成される。

浄化杭の配置方式を図3に示す。浄化杭は、図に示したように、できるだけ隙間の生じないようにラップさせて配置する。なお、本工法では、既往の実績とトリータビリティ試験を踏まえて決定した浄化薬剤の混合量を、浄化杭1本あたりについて満足するように混合する。すなわち、ラップ部分には二重に浄化薬剤が混合されることになる。したがって、浄化対象範囲全体からみれば、ラップの体積分だけ余計に薬剤が送り込まれることになり、これが本工法で見込まれる薬剤混合量の安全率となる。

なお、事前に実施するトリータビリティ試験では、スラリーと汚染土をモルタルミキサーにて混合する。トリータビリティ試験および施工後の事後調査におけるVOC濃度は、溶出法（環告46号）にて抽出したVOCをGC-MSヘッドスペース法にて測定する。

3. 適用事例の概要

本工法を適用した4事例（A～D）の概要を、表1にまとめて示す。

4. トリータビリティ試験と実施工（原位置混合）の浄化速度の比較

トリータビリティ試験から得られた浄化速度（薬剤混合後のVOC濃度の経時変化）と、事後調査で測定されたVOC濃度を、事例毎に、同じ軸上に重ねて図4に示す。各図にプロットした事後調査結果は、トリータビリティ試験用の汚染土を採取した位置に最も近い位置で実施された事後調査（浄化杭施工後にボーリングにより浄化杭から試料土を採取し、VOC濃度を測定した結果）である。事例BとDは事後調査のポイントが1～2個しかなく、事例Cは経過時間7日までしかデータがないが、本工法におけるトリータビリティ試験と実施工の浄化速度は、概ね同等であることが推察される。

5. おわりに（今後の課題）

今後は、実施工データの蓄積、より詳細な試験施工の実施などにより、トリータビリティ試験と実施工の浄化速度が同等なのか有意な差があるのかを再度考察し、それを踏まえて、薬剤混合量の安全率の設定を再検討する予定である。

参考文献

- 1) 武井・稲葉・佐藤：土木学会第59回年次学術講演会、6-296、pp.591-592、2004.
- 2) 桜井・佐々木：第9回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会、pp.100-101、2003.

表1 適用事例の概要

事例	A	B	C	D
土地利用履歴	工場跡地	不明	工場跡地	工場跡地
汚染物質と濃度	PCE (溶出基準の数倍程度)	PCE, cis1,2DCE (溶出基準の数倍程度)	TCE, cis1,2DCE (溶出基準の数倍～100倍程度)	TCE (溶出基準の10～100倍程度)
対象地盤の土質	ローム質土 粘性土	ローム	砂質シルト	粘性土 砂混じりシルト
浄化杭径(mm)	2500	2100	2300	2300
浄化杭施工深度	GL-0.75～5.0m	GL-3.0～6.0m	GL-1.5～5.0m GL-6.0～10.0m	GL-0.75～2.5m
浄化杭配置	格子	千鳥	千鳥	千鳥
酸化鉄混合量	50kg/m ³	低濃度部:15kg/m ³ 高濃度部:50kg/m ³	低濃度部:45kg/m ³ 高濃度部:60kg/m ³	低濃度部:15kg/m ³ 高濃度部:60kg/m ³
ラップ部分による混合量増加率	1.38	1.01	1.08	1.22

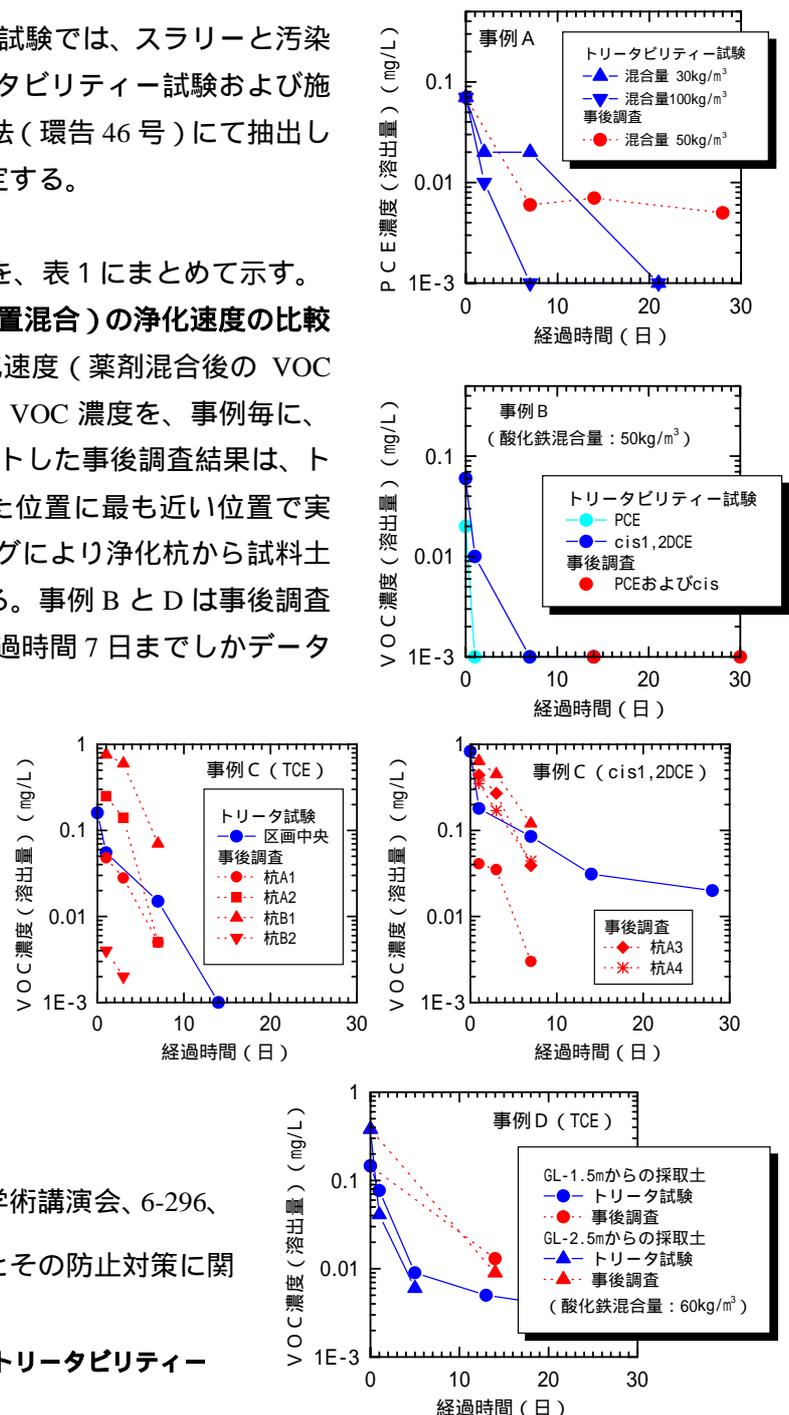


図4 VOC濃度の経時変化（事例A～D：トリータビリティ試験および事後調査）