

(S1-23) パワーブレンダー工法による VOCs 汚染対策

○上村宏允¹・草場周作¹・中嶋聖史¹¹株式会社アイ・エス・ソリューション

1. はじめに

従来、汚染土壌の原位置浄化の方法として、バックホウによる混合攪拌工法や鉛直型単軸攪拌翼による混合攪拌工法等が利用されてきた。しかし、これらの方法では攪拌状態にむらがあったり、工期が長くなってしまうことがあった。そこで本報告では、VOCsで汚染されたサイトに対して従来セメントなどの改良材を攪拌混合することによる地盤改良工事に用いられてきたスラリー噴射方式浅層・中層混合処理工法を使用し、攪拌翼先端からフェントン試薬を吐出させ、汚染土壌とフェントン試薬を混合攪拌することにより VOCs を分解するパワーブレンダー工法を適用した事例を報告する。

2. 施工方法

2.1 サイト情報

本報告のサイトは過去に揮発性有機溶剤を使用していた工場の跡地で、浄化対象はトリクロロエチレンおよびシス-1,2-ジクロロエチレンである。対象土質は粘性土を主体としており、汚染深度は GL-2m から GL-6m である。汚染エリアの面積はおよそ 520m²、汚染土量はおよそ 1500m³ である。本サイトの代表的な土壌汚染の深度分布状況を表-1 に示す。

表-1 土壌汚染の深度分布状況

地点名	深度(m)	TCE 溶出量(mg/L)	cis-1,2-DCE 溶出量(mg/L)
No.1	2.0	0.054	0.009
	3.0	0.091	0.018
	4.0	0.029	0.022
	5.0	0.001	0.064
	5.5	<0.003	0.055
No.2	2.5	0.040	0.013
	3.0	0.049	0.010
	4.0	0.071	0.012
	5.0	0.14	0.023
	5.5	0.040	0.027
	6.0	0.008	0.056

2.2 浄化薬剤

2.2.1 使用薬剤の設定

本サイトでの VOCs 汚染の浄化工法はフェントン反応剤による化学酸化工法を用いた。フェントン反応剤は過酸化水素水に、硫酸第一鉄、pH 調整剤 (クエン酸ナトリウム) を混合したキレートフェントン溶液とした。¹⁾

2.2.2 薬剤量の設定

使用薬剤量および水溶液濃度を表-2 に示す。

表-2 使用薬剤量および水溶液濃度

	薬剤量 (kg)	水溶液濃度(%)
過酸化水素水(35%濃度)	100,000	5.0
硫酸第一鉄	2,000	10.0
クエン酸 Na	2,000	10.0

In situ remediation using a method of power-blender of VOCs pollution

Kosuke Uemura¹, Syusaku Kusaba¹, and Seiji Nakajima¹ (¹ In Situ solutions co.,Ltd)

連絡先: 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 2-5-2 (株) アイ・エス・ソリューション

TEL 03-5297-7288 FAX 03-5297-0242 E-mail k_uemura@is-solution.com

2.3 浄化方法

本サイトでは浄化工法としてパワーブレンダーを用いたフェントン反応剤の混合攪拌工法を行った。パワーブレンダー（写真-1）とはベースマシーンにトレンチャー（写真-2）を装着した機械で、攪拌翼の回転速度、薬剤吐出量、トレンチャー角度の管理をすることが出来る。



写真-1



写真-2

2.3 浄化方法

手順①

バックホウにより、浄化対象深度までの清浄土を掘削し仮置きする。

手順②

トレンチャーを地面に垂直に立て、浄化対象深度上部からフェントン反応剤を吐出し攪拌翼を回転させながら浄化対象深度下部に至るまでトレンチャーを掘進させる。

手順③

トレンチャーを浄化対象深度下部まで掘進し、フェントン反応剤の吐出、攪拌を続けながら水平方向に動かし、浄化対象エリアを浄化する。（図-1 施工図 参照）

手順④

攪拌作業が終わった箇所の土壌を採取し現地簡易分析を行い浄化完了の確認をする。汚染が残っていた場合は攪拌作業を繰り返し行う。

作業⑤

浄化完了後のエリアにおいて同一機械を用いて、強度復旧を目的としたセメントによる地盤改良を行う。

作業⑥

ボーリングにより対象深度の土壌を採取して公定法で分析を行い、浄化完了を確認する。

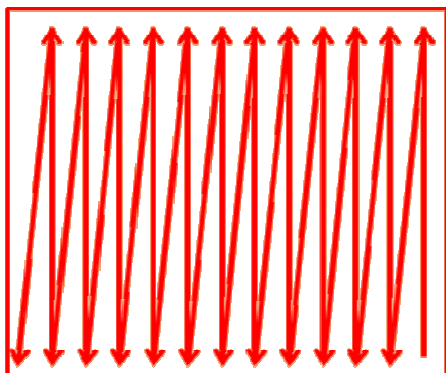


図-1 施工図(水平方向)



写真-3

3. 結果と考察

3.1 パワーブレンダーによる混合攪拌工法の結果

本浄化工法による VOCs 汚染の浄化効果を、ボーリング調査により確認した結果(表-1 に示す 2 地点)を表-3 に示す。2 地点の工事後の分析結果を示す。両地点ともに全深度で基準適合を確認しており、深度によるむらも認められなかった。

表-3 分析結果

地点名	深度(m)	TCE 溶出量(mg/L)	cis-1,2-DCE 溶出量(mg/L)
No.1	2.0	<0.003	<0.004
	3.0	<0.003	<0.004
	4.0	<0.003	<0.004
	5.0	<0.003	<0.004
	5.5	<0.003	<0.004
No.2	2.5	<0.003	<0.004
	3.0	<0.003	<0.004
	4.0	<0.003	<0.004
	5.0	<0.003	<0.004
	5.5	<0.003	<0.004
	6.0	<0.003	<0.004

3.2 まとめ

フェントン反応剤とパワーブレンダーによる混合攪拌工法によって、粘性土を主体とした VOCs 汚染土壌に対して均質な浄化効果を得た。このことから、本工法は VOCs 汚染土壌の原位置浄化工法の一つとして有効であることが確認できた。

・バックホウによる混合攪拌工法との比較

本工法は、バックホウによる薬剤散布+混合攪拌工法と比べ混合状態にむらが少なく、浄化深度や薬剤量の管理も容易である。欠点としては、薬剤の送液プラントの設置と機械組立のために広い敷地の確保が必要となることが挙げられる。

・鉛直型単軸攪拌翼による混合攪拌工法との比較

本工法は、鉛直型単軸攪拌翼による混合攪拌工法に比べ混合状態のむらは同程度であるが、トレンチャーを対策深度に入れたままでエリアの浄化が出来るため、作業効率が良い。欠点としてはパワーブレンダーの浄化可能深度に限界があることが挙げられる。

土壌汚染の浄化工法は汚染状況や敷地面積等を勘案し、より適した工法を選択していく必要があり、パワーブレンダーによる混合攪拌工法は汚染土壌の原位置浄化工法の有効な一つの選択肢となりうる。

[参考文献]

¹⁾大澤武彦、他：クエン酸 Na、鉄キレートを用いたフェントン法に関する実験的検討,土壌環境センター技術ニュース, No.17, 2010.5