

シールド掘削時における VOC 汚染土の酸化分解法の検討

鹿島建設 正会員 ○河合 達司 川端 淳一 大島 博 滝本 邦彦
隈部 毅彦 吉迫 和生 坂根 英之 伊藤 圭二郎

1. はじめに

トリクロロエチレン (TCE) などの揮発性有機化合物 (VOC) により汚染された地盤内をシールド機により掘進する工事を行う場合、シールド機より排出された汚染土を地上に搬出して処理する方法が考えられるが、VOC は揮発性が高いため環境への拡散が懸念され、また経済的な面でも課題がある。これらの課題を改善するため、汚染地盤を掘削しながら坑内で迅速に汚染土を浄化する手法を検討した。採用する浄化法には迅速性が求められるため、短時間に VOC を浄化できる酸化分解法に着目し、過酸化水素と鉄触媒を用いることで pH 中性下でも迅速に VOC を分解できる酸化分解法 (マイルドフェントン法)¹⁾を採用した。本稿では、シールド機による VOC 汚染地盤の掘進工事のため坑内で迅速に汚染土を浄化する手法の実用化を目的とし、人工の汚染土を作製し、シールド実機を用いたマイルドフェントン法による浄化実証実験を実施した結果について述べる。

2. 目的

本手法は、シールド機により汚染地盤を掘削しながら、シールドカッター前面から過酸化水素を主成分とする酸化剤を注入し、チャンバー内において掘削された汚染土と攪拌混合し、スクリーコンベアから搬出する。その後浄化に必要な時間 (90 分) 静置した後、浄化されたことを確認して場外へ搬出するものである。今回の実証実験では、シールド実機を用い、チャンバー内へ注入した酸化剤が汚染土と十分に混合攪拌されることを評価すると共に、安定した浄化効果が確保できることを確認するために実施した。

3. 方法

シールド機の概要を図-1 及び写真-1 に示す。千葉県産の山砂 (細粒分含有率: 22.3%、砂分: 74.6%) を、含水比: 41.4% に加水調整し、作泥土材として気泡を添加率 10% で混合した。VOC として TCE を溶出量 0.2mg/L 程度になるように調整した模擬掘削汚染土を 4.5 m³ 作製し、シールド機 (直径約 2.1m) の前面に埋め戻した。シールド機のカッター中央の 1 箇所から酸化剤を、混合後の過酸化水素濃度が 2% となるように注入した。模擬掘削汚染土は、チャンバー内で滞留時間 22 分の条件で酸化剤と攪拌混合した後、スクリーコンベアで機外へ排出した。スクリー

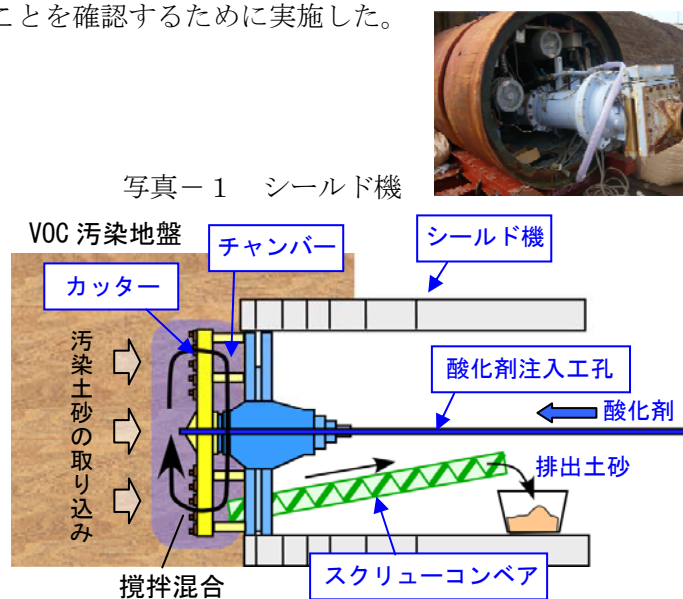


図-1 実証試験装置概念図

コンベア出口で、注入と同時に排出土砂の採取を開始(0 分後)し、その後 6 分毎に 60 分まで継続して採取した。採取した排出土砂は、その場で過酸化水素濃度及び酸化還元電位 (ORP)、pH、VOC 濃度を測定した。過酸化水素濃度は、屈折率計 (ATAGO 製 MASTER-10M) を用い、過酸化水素濃度 0~1% の範囲で屈折率との検量線を作成し、屈折率から過酸化水素濃度を算出した。ORP は、ORP 計 (Lutren 製 TK-23RP) を用いて測定し、過酸化水素濃度の結果と合わせて酸化剤の混合状況の評価した。pH は、pH 計 (堀場製作所製 pH メーターB-211) を用いて測定した。VOC 濃度は、PID-GC を用いたヘッドスペース法により、試料採取後 0 分、20 分、75 分、82 分、105 分、135 分、144 分に溶出量として測定し、浄化効果を評価した。

キーワード シールド VOC 土壌汚染 土壌浄化 酸化分解 フェントン法 過酸化水素
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 TEL042-489-6651

4. 結果

① 酸化剤の混合状況について

過酸化水素濃度及び ORP の結果を図一2 及び図一3 に示す。酸化剤注入開始 0 分後に採取した試料は、過酸化水素濃度は設定濃度の 1/4 程度であったが、ORP は注入前に比べて大きく上昇した。これは、酸化剤注入直後は土砂と過酸化水素の混合が十分ではなく、同一試料内でも酸化剤混合の不均一性が大きいと考えられる。6 分後以降に採取した試料は、過酸化水素濃度と ORP は共に注入前よりも高い値を維持し、過酸化水素濃度は、概ね設定濃度の $2 \pm 0.5\%$ 程度の範囲に収まった。以上より、シールド機前方への酸化剤の地盤への混合状況は良好であったと推測される。

② 土砂の pH について

pH の結果を図一4 に示す。搬出土砂の pH は一貫して中性域 (5.8~8.6) に保たれており、本実証実験が pH 中性域で行われたことが確認された。

③ VOC の浄化効果について

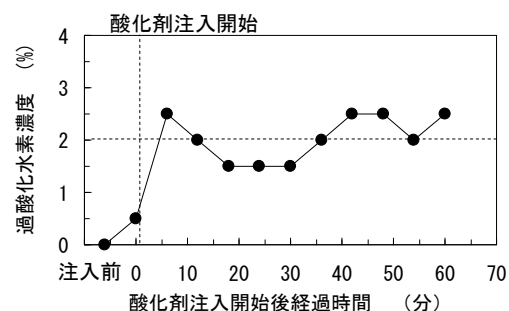
過酸化水素の十分な混合が認められた酸化剤注入開始 6 分～60 分後の間に採取した試料の TCE 溶出量の経時変化を図一5 に示す。これらの試料を採取した直後の TCE 溶出量の平均値は 0.13 mg/L、標準偏差は 0.1 mg/L であった。その後時間経過共に、酸化剤の効果により TCE 溶出量は低下し、20 分以内ではほとんどの試料で初期値の 1/10 程度となった。また、90 分以内ではほとんどの試料で環境基準(0.03 mg/L)以下となり、また 144 分以内ではすべての試料で検出限界に低い値となった。以上より、シールド機前方に酸化剤を注入し、掘削することにより、十分な VOC の浄化効果が認められた。

5. まとめ

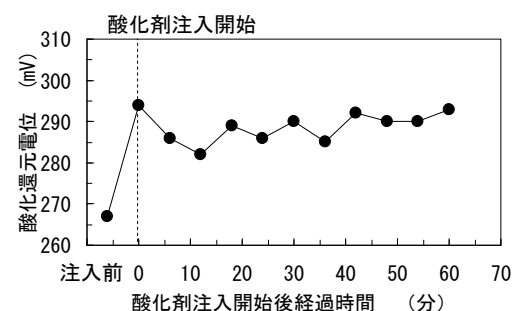
本実証実験において、シールド機前面に溜めた模擬掘削汚染土を掘削しながら、過酸化水素を主成分とする酸化剤をシールドカッター前面から注入し、スクリーコンベアにより土砂を搬出した。排出土砂の VOC 濃度を測定したところ、過酸化水素が十分に混合され始めた運転開始後 6 分以降の搬出土については、90 分以内にほとんどの土で環境基準以下となった。また同時に測定した過酸化水素濃度は、当所の想定どおりほぼ 2% 程度の濃度で安定して含まれており、土壌 pH も中性に維持されていることを確認した。以上よりシールド機カッター前面に過酸化水素を主成分とする酸化剤を注入しながら掘進することにより、本条件下では汚染土と過酸化水素はほぼ均質に混合され、搬出土についても pH 中性域で安定した浄化効果が得られることを確認した。

参考文献

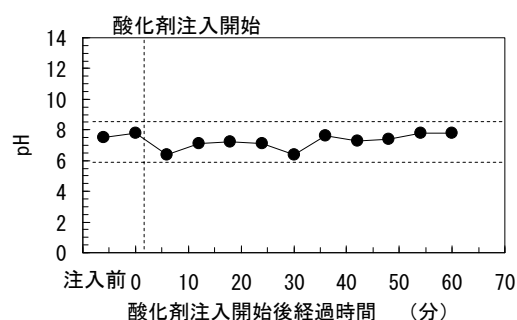
- 1) 仲山賢治ら、中性酸化剤による VOC 汚染浄化技術、鹿島技術研究所年報、第 56 号、2008、p 83-88



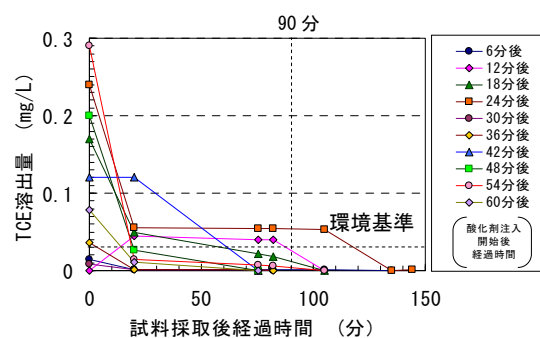
図一2 排出土砂中の過酸化水素濃度



図一3 排出土砂の酸化還元電位



図一4 排出土砂の pH



図一5 酸化分解による TCE 溶出量低下