

酸化鉄と石膏系固化材を混合したスラリーによるVOC汚染土の原位置処理技術

西松建設（株） 正 会 員 ○武井正孝

西松建設（株） フェロー 稲葉 力

西松建設（株） 正 会 員 佐藤幸三

1. はじめに

筆者らは、ループ状の攪拌翼を持つ高圧噴射攪拌工法（AMP工法）を用いた原位置土壌汚染浄化工法の開発を行っている。この工法は、VOC（揮発性有機化合物）を浄化対象としており、VOCを分解する薬剤として鉄粉（酸化鉄）を用いる。さらに、浄化処理後に地耐力を低下させないために、石膏系固化材を併用する。この固化材は、通常は粉体のまま地盤に直接混合されるものであるが、今回は、鉄粉と水と固化材の三者を混合し、スラリーの状態で地中に送り込み、原位置で混合攪拌する方法を採用した。この場合、所定の噴射圧でポンプ圧送が可能であり、なおかつ目標とする浄化レベルおよび地耐力が得られるように、スラリーの配合を決定する必要がある。本報では、スラリーの配合を検討するための室内配合試験、および本工法を用いた現場実証試験工事の概要について報告する。

2. 工法の概要

本工法のシステム概要を図1に示す。深層混合の機械として用いたAMP工法は、図中に示したようなループ状の攪拌翼を持ち、この攪拌翼の効果等によりスラリー混合時に排泥が出ないという特徴を有する。鉄粉および固化材は、水と混合しスラリーとして、高圧噴射攪拌工法のスラリー圧送システムにより地中に送り込む。鉄粉としては石原産業（株）製の酸化鉄（MT-VOC3）を、固化材としては同社製の石膏系固化材（ジブサンダーB）を用いた。鉄粉と固化材の性状については、文献1)を参照されたい。浄化杭1本あたりの施工手順を図2に示す。

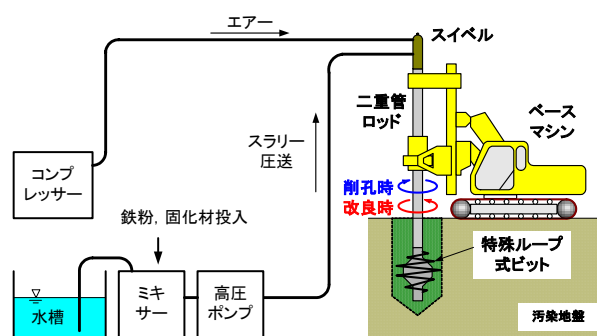


図1 AMP工法のシステム概要

3. スラリーの配合試験

スラリーの配合を検討するために、次のような手順でスラリーの配合試験を行った：1)スラリーの練り混ぜ、2)スラリーの粘度測定、3)実施工で現地盤に混合される割合でスラリーを市販の粘性土と混合し試料を作製、4)一定の締固め方法により試料をバケツに詰めて供試体を作製、5)所定の材令においてコーン貫入試験を実施。

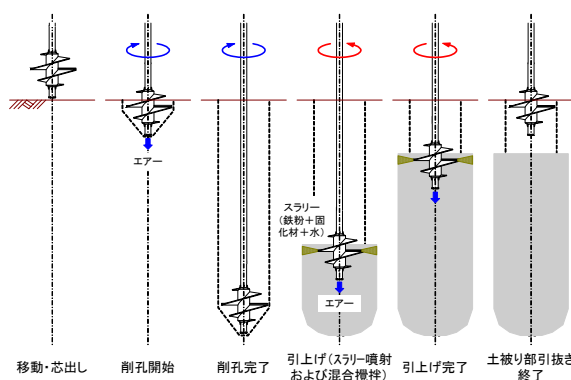


図2 施工手順

主な試験結果については文献1)において報告しているが、固化材の配合量を増やすことにより 1.2MN/m^2 以上のコーン指数の確保が可能で、スラリーとして送ることのできる固化材配合量はスラリー 1m^3 あたり 670kg 程度までであることが明らかになった。

さらに鉄粉の混合による強度への影響およびスラリーの練り置き時間の影響について検討した。図3には、鉄粉の混合量2%（土壌重量に対する鉄粉量）および鉄粉を含まない場合について材令とコーン指数の関係を示している。両試料の固化材混合量と含水比は同じであるが、鉄粉を含む場合の強度は、含まない場合の8割程度となっている。また、材令1日から7日の間の強度低下が、鉄粉を含む場合の方が含まない場合よりも大

きい。図4には、スラリーの練り混ぜ時間を変えてコーン指数を測定した結果を示している。スラリーの練り混ぜ時間が4時間以内であればコーン指数はほぼ一定であるが、24時間の場合には大きく低下している。この結果から、実施工においてはスラリーの練り置き時間を4時間以内に管理することが必要と言える。

4. 実証試験工事

汚染地盤の概要：対象となる汚染サイトは、機械工場の跡地であり、既存建屋の下の地盤である。汚染物質はテトラクロロエチレン（PCE）であり、汚染濃度は最大で 0.1mg/l（公定法による溶出量）である。汚染領域の面積は約 50m²、汚染深度は地表から 5m である。土質は関東ロームと凝灰質粘性土層であり、地下水位は地表面下 8m 付近にある。

試験工事の概要：処理対象領域の土間コンクリートを撤去した後、合計 48 本の浄化杭を施工した。特殊ループ式ビットの径は 1.5m であるが、スラリーを高圧噴射することにより改良杭の径は 2.5m まで拡幅する。浄化杭はお互いに 700mm 程度ずつラップさせて格子状に配置した。スラリーの配合例を表1に示す。鉄粉および固化材の配合量は既往の実績および事前に行ったトリータビリティ試験の結果を踏まえ設定した。工事終了後にボーリングにより試料を採取し、公定法（溶出試験）により PCE 濃度を測定した。測定結果の一例を図5に示す。PCE 濃度は処理後1週間で急激に減少し、以降は横ばいとなっている。この傾向は、トリータビリティ試験結果（図6）と同様である。

5. おわりに

今回の一連の試験により、本工法による VOC 浄化および地耐力を確保について目処をつけることができた。今後は、浄化および固化のメカニズム解明、配合試験データの蓄積、および施工性の改善（苦渋作業となるプラントでの鉄粉と固化材の混合作業の改善、騒音対策など）について検討する必要がある。

謝辞：室内配合試験の実施に際し、ご協力頂いた石原産業（株）の桜井薫氏に心より御礼申し上げます。

参考文献：1) 稲葉・武井：酸化鉄と石膏系固化材を用いた VOC 処理技術，第 39 回地盤工学研究発表会，2004（投稿中）。

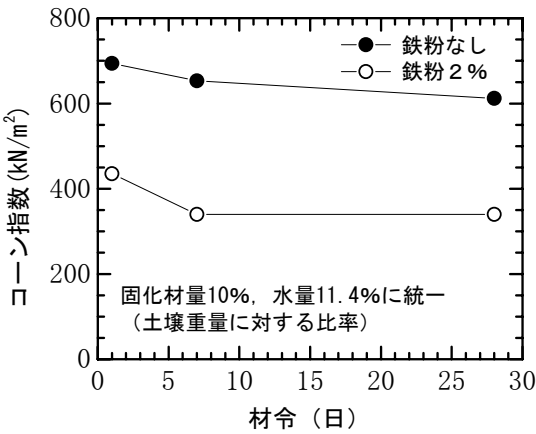


図3 鉄粉混合による強度への影響

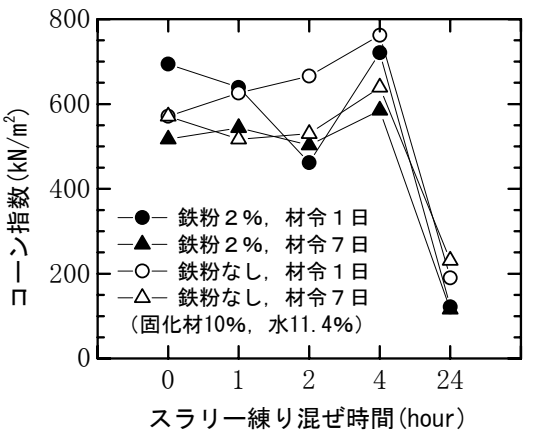


図4 スラリーの練り置き時間と強度の関係

表1 スラリーの配合例（単位：kg/m³）

	鉄粉	固化材	水
土壌1m ³ 当りへの混合量	30	125	199
スラリー練り上がり1m ³ 当り配合	123	512	814

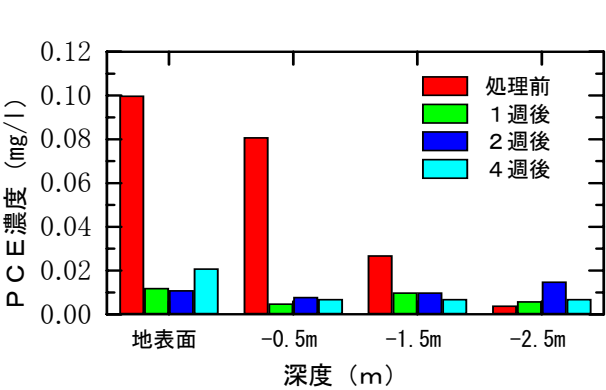


図5 PCE 濃度測定結果（例）
（実証試験工事）

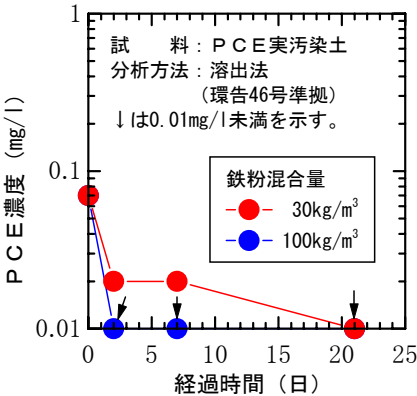


図6 トリータビリティ試験結果