

TwoRegionFlow 法を用いた油汚染地盤の非掘削浄化技術

大同大学 学生会員 ○林雅人 窪田豪人 山田智之 正会員 棚橋秀行

1. はじめに

近年、油による地盤の汚染が各地で問題となっていることを背景に、環境省中央環境審議会より 2006 年に油汚染対策ガイドライン¹⁾が施行された。しかし、同ガイドラインでは機械油のような高粘性で揮発性の乏しい油に対する効果的な対策法は示されていない。汚染土壌を掘削して土砂を洗浄する事が最も単純な方法であるが、該当区域に建物がある場合、その下から汚染土壌のみを取り除く事は難しい。さらに、高粘性の機械油は、揚水のように動水勾配をつけて回収する方法では取り除く事ができない。本研究では、機械油を乳化させる界面活性剤を土中に注入し、乳化液をウェルポイントにより吸引して回収する浄化方法を研究している。本研究では、高粘性の液体を流して土中に閉鎖領域を作り出し、領域内部の吸引圧を高めることによって浄化速度を向上させる TwoRegionFlow 法を考案した。

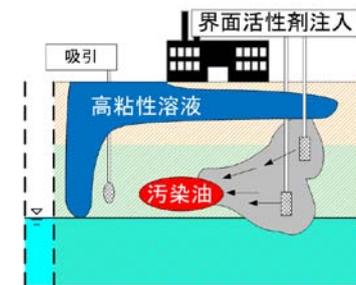


図-1 TwoRegionFlow 法概念図

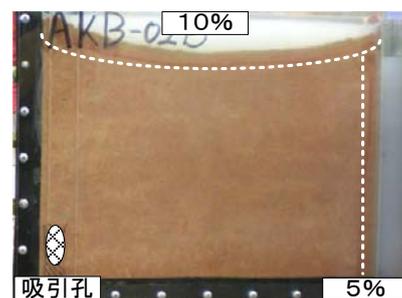


写真 1-1 初期状態

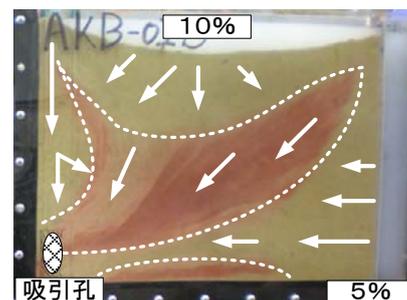


写真 1-2 実験開始 30 分後

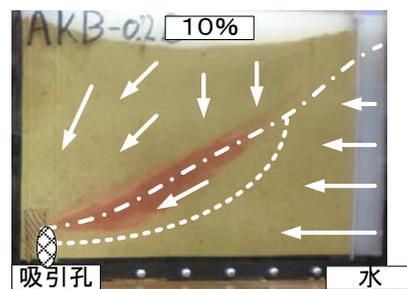


写真 1-3 実験開始 1 時間後

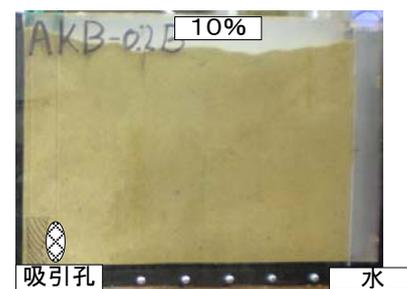


写真 1-4 実験開始 2 時間後

2. TwoRegionFlow 法

吸引部付近には高い吸引圧がかかり、高い粘度の溶液でなければ吸引されてしまう為、TwoRegionFlow 法では図-1 に示す様に、ウェルポイント吸引上部の被覆に高粘性の溶液を用いる。この様に閉鎖空間を作り出すと、界面活性剤の流れる場所が汚染領域付近に限定される為、界面活性剤の使用量の低減や、界面活性剤や乳化油の域外流出を防止する事ができると思われる。

この目的に用いる高粘性の溶液は、地中構造物に影響を与えないものが望ましいと考えられた。本研究室で使用している界面活性剤ペレスフト 205 (ミヨシ油脂(株)製) の濃度を高めると、高粘性の液体となる事が判明していたので、これに代わる溶液が見つかるまでは高濃度のペレスフト 205 で被覆をして実験を行い、実験方法の妥当性を考察することとした。

3. TwoRegionFlow 法による浄化実験

実験試料は豊浦砂を使用し、汚染油としてエンジンオイル (ズダン IV で着色。以下、EG) を混ぜたものを初期汚染土とした。界面活性剤はペレスフト 205 を水で希釈したものを用いた。被覆溶液は実験 3. 1 では高濃度のペレスフト 205、実験 3. 2 では土木工事に安定剤として用いられているカルボキシメチルセルロース (以下、CMC) を用いた。

3. 1 高濃度界面活性剤を用いたケース

(1) 実験方法 実験装置は小型卓上 2 次元土槽 (内寸幅 41.0cm、高さ 29.5cm、奥行き 3.8cm) を用いた。全体に初期汚染土を充填して、液体の流れを観察する。吸引孔は汚染土の充填中に埋設した。装置右に界面活性剤を供給する井戸を設置する。被覆溶液として濃度 10%、界面活性剤として 5% のペレスフト 205 を使用した。地表面に被覆溶液を散布して浸透を確認した後、浄化用の界面活性剤を井戸に投入する。EG がすべて乳化したと判断した後は、界面活性剤の代わりに水を井戸に投入して、界面活性剤を除去する。

(2) 実験状況 写真 1-1 は、実験開始直後の様子である。

写真 1-2 は、実験開始 30 分後の様子である。被覆溶液に EG の領域が押されている様子が分かる。また、界面活性剤の流れによって EG 領域が寸断されている。写真 1-3 は、実験開始 1 時間後の様子である。一点破線まで被覆溶液が浸透し、その下を界面活性剤が流れて EG を乳化させている様子が分かる。この時点で土中にある EG は乳化していると判断して、界面活性剤の代わりに水の投入を開始した。写真 1-4 は、実験開始 2 時間後の様子である。残留 EG を示す赤色が確認できない為、浄化が完了したと判断した。

この実験により、被覆溶液として界面活性剤を用いると被覆と浄化を同時に行える事が分かった。しかし、写真 1-4 の後、土中に残留したペレスフト 205 を水で除去しようとしたところ、膨大な量の水が必要である事が分かった。この事から、被覆溶液は生分解性を有するなど、浄化作業終了後に土中から除去する必要の無いものが望ましいと考えられた。そこで、実験 3. 2 では CMC を被覆溶液として用いた実験を行った。

3. 2 CMC を用いたケース

(1) 実験方法 実験装置は、高さ 120cm の 2 次元土槽 (内寸幅 72 cm、高さ 115cm、奥行き 14cm) を用い、装置底部より豊浦砂 20cm、汚染土 20cm、豊浦砂 30cm を充填した。吸引孔は充填中に汚染土内に埋設した。実験は、地表面上に図-1 で示した様な建物があると想定し、装置上部右に設けた窪みから 0.5% CMC、同左に設けた窪みから 1% CMC を浸透させて被覆を行う。右部の CMC 濃度が低いのは、浸透速度を速めて短時間により広い範囲の被覆を行う為である。3%の界面活性剤を装置右に設けた井戸から流して汚染土を浄化し、乳化した EG は吸引によって回収する。各種液体は、不足しないよう供給を行う。

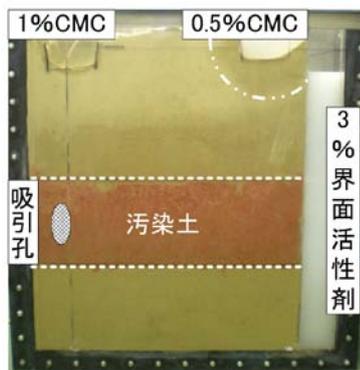


写真 2-1 初期状態

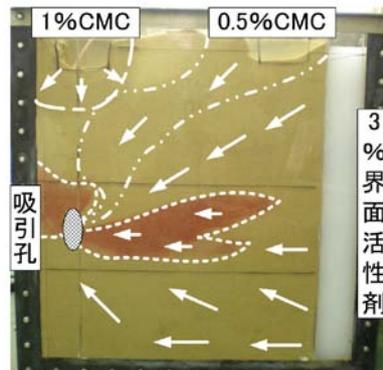


写真 2-2 実験開始 4 時間後

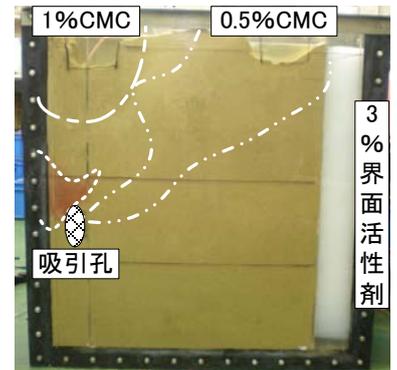


写真 2-3 実験開始 8 時間後

(2) 実験状況 写真 2-1 は、実験開始直後の様子である。0.5% CMC が二点破線部まで浸透を始めている様子が分かる。この状態で吸引を開始した。写真 2-2 は、実験開始 4 時間後の様子である。1% CMC と 0.5% CMC の領域が重なり、被覆が行われている様子が分かる。また、EG の領域は縮小して、左右に分断されている様子が分かる。写真 2-3 は、実験開始 8 時間後の様子である。浄化は進行しているが、吸引孔上部に EG が残留している様子が分かる。領域の大きさは、写真 2-2 の時とほぼ同じである。これは、0.5% CMC が壁となって界面活性剤の流れを遮断し、乳化が起こらなかった為と思われる。この後も吸引と界面活性剤の供給を続けたがこの部分の浄化は進まなかった為、実験を終了した。

4. 結論

本研究で考案した TwoRegionFlow 法の実験において、高粘性の液体によって被覆を行う事により、浄化速度が向上する事が分かった。しかし、CMC を用いたケースでは実験中に CMC によって界面活性剤の流れが阻害され、一部に汚染油が残留してしまう事が分かった。また、CMC が界面活性剤より先に汚染領域へと進入し、浄化不能領域を作り出してしまいう事も考えられる。今後は、CMC による界面活性剤の浄化阻害や、浄化不能領域の形成が起こらない CMC の供給方法を検討していきたい。

参考文献

- 1) 社団法人 土壤環境センター (2006 年初版発行) 『油汚染対策ガイドライン—鉱油類を含む土壤に起因する油臭・油膜問題への土地所有者等による対応の考え方—』 化学工業日報社