

間隙内二液反応発泡による油汚染地盤浄化技術の開発

大同大学 学生会員 佐野豊生

大同大学 正会員 棚橋秀行

1. はじめに

油による地盤汚染が問題となっている。粘性が小さく揮発性に富む油に関する浄化の研究は進んでいるが、機械油などの高粘性で揮発しにくい油に対してはあまり進んでいない。本研究室では、界面活性剤で機械油を乳化させ非掘削浄化する技術について研究を行っている。本研究は油汚染領域の側面より重曹を添加した界面活性剤を浸透させ油汚染領域の上部より酢酸を添加した界面活性剤を浸透させることにより油汚染領域内で二酸化炭素が発生することにより界面活性剤が発泡し油の乳化を促進する方法 V-H Flow 法 (Vertical-Horizontal Flow) を発案し、これによる室内土槽実験を行ったものである。

2. 薄型二次元土槽を用いた実験

2.1 実験方法

実験には薄型二次元土槽(縦 80cm×横 72cm×奥行き 5cm)を用いた。充填試料は豊浦砂に砂利を加えたものを用い、ズダンⅣにより赤く着色したエンジンオイルを混ぜ汚染土とした。初期汚染領域を写真-1 の点線に示す。写真-1 に示すように右側に圧入口 (約 30cm) を 1 つと中央やや左の上部に 1 つ (約 5 cm)、左側に吸引孔 (約 30cm) を 1 つ埋設した。また、地表面には、CMC(カルボキシメチルセルロース)により被覆を施し空気の侵入を防いで吸引圧の低下を抑えた。右井戸上部より給水しつつ、写真-1 の水面位置のバルブを開放しオーバーフローさせ水位がこれを越えないようにした。浄化液は、ペレスフト 205 (ミヨシ油脂製) 3% と家庭用洗剤 1% の水溶液に、重曹を 8% 添加した重曹添加界面活性剤と酢酸を 18% 添加した酢酸添加界面活性剤を用いた。図-1 のよう側方から重曹添加界面活性剤を圧入しタイムラグを置いて上方より酢酸添加界面活性剤を圧入し発泡させる。これにより乳化した油を吸引回収するのが V-H Flow 法である。

2.2 実験結果

実験を開始して 1 時間後の様子が写真-2 である。図-1 で予想した挙動に近い状態が見られる。圧入孔 2 から圧入した重曹添加界面活性剤によって、汚染油が 3 分の 1 ほど左に移動している。ここに圧入孔 3 より酢酸添加界面活性剤を圧入することで重曹添加界面活性剤と反応し発泡することで油の乳化とその回収が促進されている状況である。このまま実験を継続したところ、実験開始から 2 時間後には写真-3 のように汚染油が目視できなくなるまで回収することができた。

以前の実験では、界面活性剤を圧入し続けると移動した油が下流に濃縮されていき、終盤での浄化効率を低下させることが問題となっていた。V-H Flow 法は下流に形成される濃縮油領域内で発泡を起こすものであり、こ

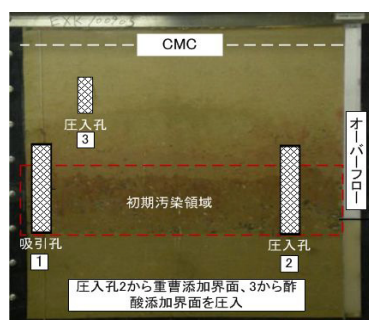


写真-1 薄型二次元土槽を用いた実験の初期状態

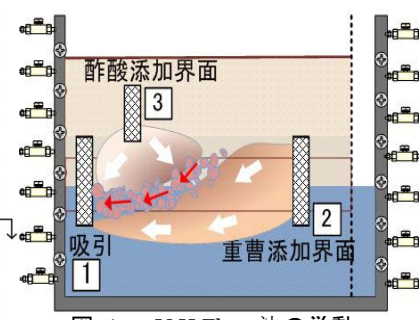


図-1 V-H Flow 法の挙動予想 (浄化終盤)

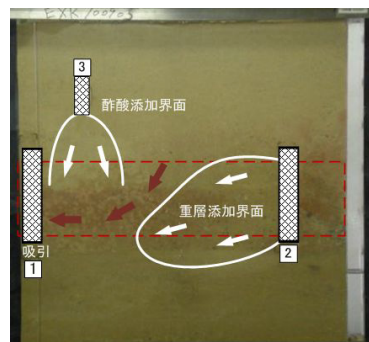


写真-2 実験開始から 1 時間後

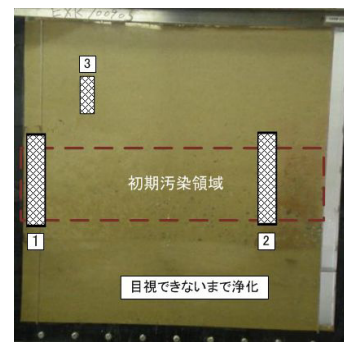


写真-3 実験開始から 2 時間後

の実験結果から油の乳化回収を終盤まで効率よく行うことが可能であることが確認できた。

3. 幅広薄型二次元土槽を用いた実験

3.1 実験方法

実験には前回よりスケールの大きい幅広薄型二次元土槽(縦 90cm×横 190cm×奥行き 5cm)を用いた。充填試料と汚染土は前回と同様のものを用いた。写真-4 の点線に示すように汚染領域を設けた。写真-4 に示すように右側に圧入孔 5 を埋設し、汚染領域を挟んで上下に圧入孔の 1 から 4 を埋設した。そして左端に埋設した吸引孔 0 から吸引を行う。前回と同様に地表面には、CMC(カルボキシメチルセルロース)で被覆を施した。今回も右井戸上部より給水しつつ、写真-4 の水面位置のバルブを開放しオーバーフローさせ水位が一定になるようにした。圧入孔 5 から重曹添加界面活性剤、状況によって圧入孔 1 から 4 より酢酸添加界面活性剤の圧入を行う。重曹添加界面活性剤と酢酸添加界面活性剤は前回と同じ濃度とした。

3.2 実験結果

重曹添加界面活性剤を 20 時間ほど圧入し 3 分の 1 ほど浄化されてきたところから重曹添加界面活性剤が汚染ゾーンの下を通るようになってしまった。そこで圧入孔 4 から酢酸添加界面活性剤の圧入を行う。これにより汚染ゾーンの下から発泡で乳化することができた。その後圧入孔 4、5 をともに停止したのち 1、2 から酢酸添加界面活性剤を圧入した。これで汚染ゾーン上部から乳化し下流に油が溜まることなくスムーズに浄化が進んだ。その後圧入孔 5 から再度重曹添加界面活性剤を圧入した。写真-5 はこの時点(実験開始 72 時間後)の様子である。

この状態を維持したのち酢酸添加界面活性剤の圧入を停止して重曹添加界面活性剤の圧入と吸引のみに切り替えた。全体としては順調に乳化油の回収が行われたが、飛び地的な残留油分の領域が見受けられたため、圧入孔 1、2 からペレソフト 205 (ミヨシ油脂製) 3%と家庭用洗剤 1%の水溶液を圧入したところ、実験開始 142 時間後には写真-6 のようになり、汚染が目視できなくなったので実験を終了した。

4. まとめ

本研究では、機械油で汚染された地盤を非掘削浄化する方法として V-H Flow 法を考案し、薄型二次元土槽、幅広薄型二次元土槽を用いた室内実験を行った。その結果、濃縮油領域における発泡による乳化の促進により効率よく機械油を回収することができた。今回の実験では汚染土試料として砂を用いたが、今後は砂より透水係数の低い土でも V-H Flow 法で浄化可能であるか実験を行いたい。

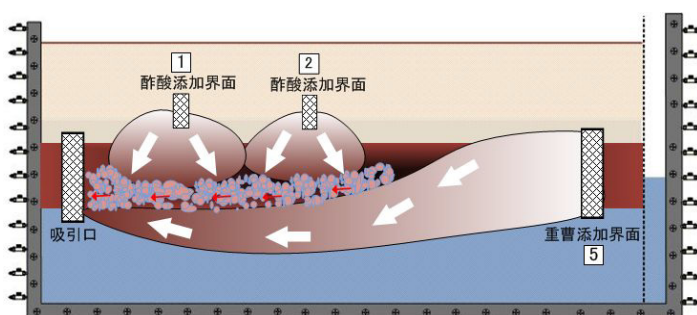


図-2 幅広薄型二次元土槽の挙動予想 (浄化終盤)

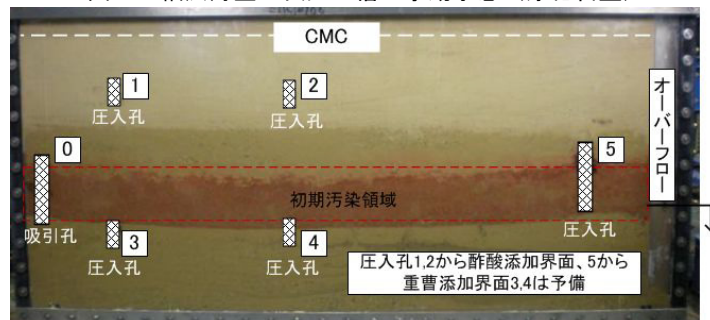


写真-4 幅広薄型二次元土槽を用いた実験の初期状態



写真-5 実験開始から 72 時間後

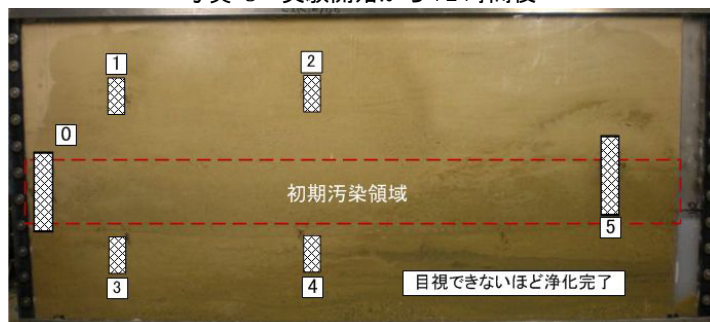


写真-6 実験開始から 142 時間後