

空気の流れを利用した油汚染地盤の非掘削浄化

大同大学 学生会員 佐野 豊生
大同大学 学生会員 清宮 崇寛
大同大学 学生会員 寺田 暁彦
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。燃料油などの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。本研究では空気を地盤中に流すことで浄化効率を向上させることを考え、地盤内に吸引された空気がどのような挙動を示すか観察するため次節のような室内土槽実験を行った。

2. 薄型二次元土槽を用いた実験

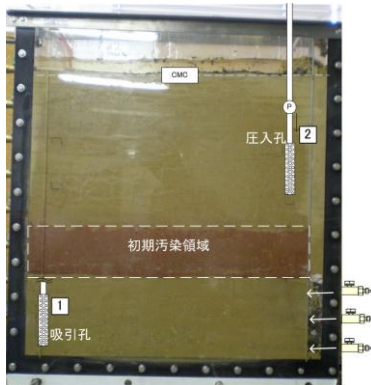


写真-1 薄型二次元土槽 初期状態

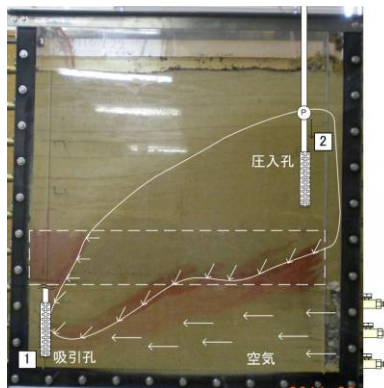


写真-2 実験開始 4 時間 30 分後

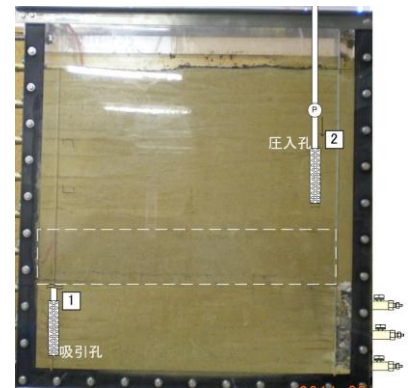


写真-3 実験終了時

2.1 実験方法

実験装置には薄型二次元土槽(縦 80cm×横 72cm×奥行き 5cm)を用いた。充填試料は豊浦標準砂を使用し、ボタンIVで赤く着色したエンジンオイルと豊浦標準砂を混ぜ合わせ汚染土とした。写真-1 のように中央に汚染領域を設置した。汚染領域の左下部に吸引孔、右上部に圧入孔を埋設した。土槽の右下部に砂利を充填し、バルブを開放することで、吸引がかかった際に側方から空気が流入できる状態にした。このバルブ以外から空気が侵入しないように地表面には、CMC(カルボキシメチルセルロース)により被覆を施した。圧入孔から重曹添加界面活性剤を圧入すると同時に吸引孔から吸引し実験を開始した。

2.2 実験結果

写真-2 は実験開始 4 時間 30 分後の様子である。重曹添加界面活性剤は下部から空気が流入しているため鉛直に初期汚染領域に浸透することなく、汚染領域全体に広がって浸透しているのが確認できる。吸引孔上部の汚染油に乳化が見られないためこの汚染油を回収するのが困難になるのではないかと予想された。それ以外の汚染油は界面活性剤が浸透、乳化しているのが確認できる。写真-3 は実験終了時の写真である。下部から空気を流入させることで低透水性領域を作り、界面活性剤を汚染領域の水平方向へ広く浸透させることができた。その結果、吸引孔上部に汚染油を残したがそれ以外は目視できないほど回収することができた。

3. 幅広薄型二次元土槽を用いた実験

3.1 実験方法

これまでに、重曹を添加した界面活性剤と酢酸を添加した界面活性剤を油汚染領域に浸透させ、間隙内で二液が反応して発生する二酸化炭素により界面活性剤を発泡させることで、油の乳化を促進させる「間隙内

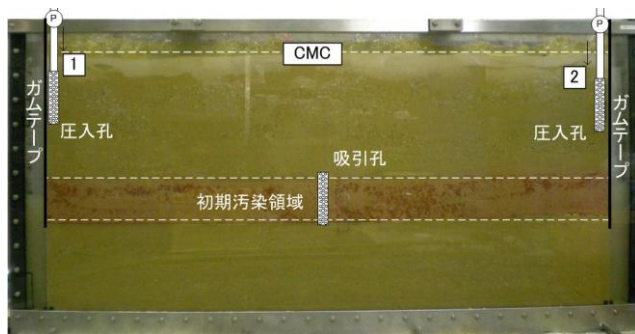


写真-4 幅広薄型二次元土槽 初期状態

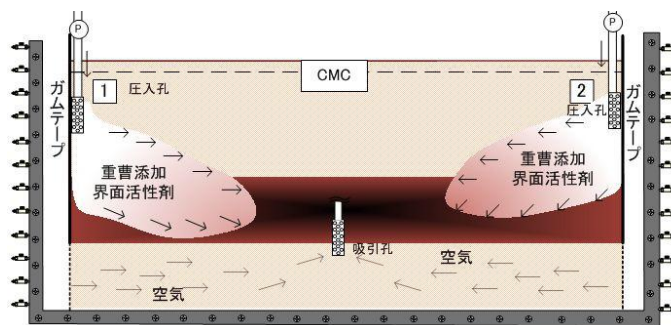


図-1 挙動予想図

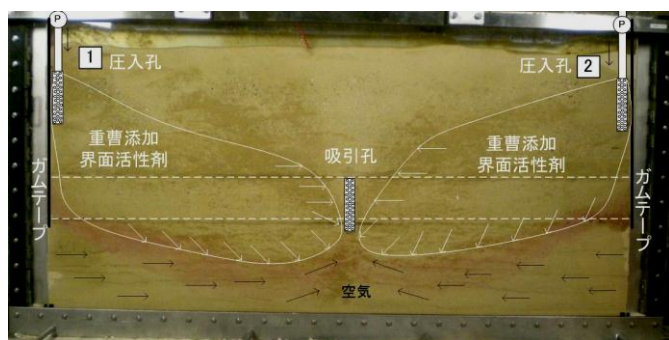


写真-5 実験開始 23 時間後

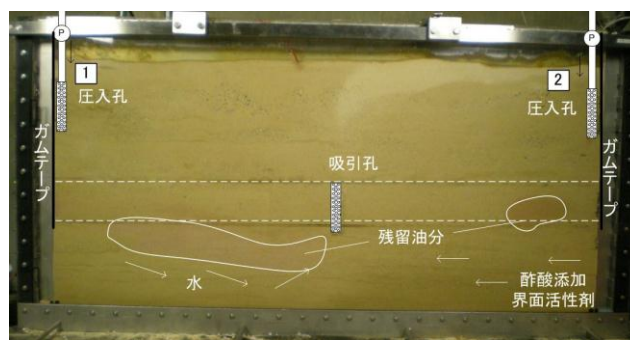


写真-6 実験終了時

二液反応発泡」を考案している。この「間隙内二液反応発泡」に加え、空気を利用し実験を行った。前回よりスケールの大きい幅広薄型二次元土槽(縦 90 cm×横 190 cm×奥行き 5 cm)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、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。土槽の左右上部に圧入孔を埋設し、前回の実験の結果を受けて中央の汚染領域内に吸引孔を埋設した。井戸のスリット上方にはゴムテープを張り初期汚染領域上部からの空気の流入を防止した。図-1 のように上部の圧入孔から重曹添加界面活性剤を圧入し、中央で吸引を行った。

3.2 実験結果

先ほどの実験と同様に土槽下部から空気が流入しているため重曹添加界面活性剤は汚染領域の水平方向に広く浸透し、油の乳化とその回収を促している。写真-5 は実験開始 23 時間後の写真である。上部から圧入させた重曹添加界面活性剤により半分ほど汚染油が回収されていることが確認できる。ここで重曹添加界面活性剤の圧入を止めて左の井戸には水を、右の井戸には酢酸添加界面活性剤を 2L ずつ注入した。これは「間隙内二液反応発泡」の効果を確認するためである。写真-6 は実験終了時の写真である。水を注入した方は序盤、酢酸添加界面活性剤より素早く浸透し油の回収を促したが次第に効率が低下した。これは水が抵抗の大きい乳化油を避けてその下を流れたためと推察できる。このため水を注入したほうはあまり乳化油を回収することができなかった。酢酸添加界面活性剤は先に圧入した重曹添加界面活性剤と反応発泡しながら効率よく乳化油を回収することが確認された。

4. まとめ

薄型二次元土槽を用いた実験において、下部から流入している空気が低透水性領域を作り、界面活性剤を鉛直方向ではなく水平方向へ広く浸透させることができた。幅広薄型二次元土槽では「間隙内二液反応発泡」と空気を利用することで効率よく油を回収することに成功した。この実験で「間隙内二液反応発泡」の効果を改めて確認することができた。これまでの実験はすべて奥行き 5 cm の二次元土槽を用いたものであった。実地盤に近い奥行き方向がある三次元流れ場においても効率よく油を回収することができるのか実験を行う必要がある。現在大型三次元土槽(縦 125 cm×横 165 cm×奥行き 125 cm)を用いた浄化実験を進行中である。