

界面活性剤の配合比が油汚染地盤の浄化に与える影響に関する室内実験

大同大学 学生会員 ○安部 友規
大同大学 正会員 棚橋 秀行

1. はじめに

油による地盤汚染のなかで、揮発性有機化合物や燃料油などのような粘性が小さく揮発性に富む油に関する非掘削浄化は進んでいるが、主に製造工場で使用される機械油のような高粘性で揮発しにくい油種に対する非掘削浄化はあまり進んでいない。これに対し、棚橋らは工場を稼働させたままで界面活性剤を用いて機械油による汚染地盤を非掘削浄化する研究を継続的に行っている。本報告は、浄化を行う際に問題となる現象と、その解決に向けて行った実験を通じて、界面活性剤の配合比が油汚染地盤の浄化に与える影響をまとめたものである。今回紹介する実験ケースを表1に示す。

2. HLB10.5の界面活性剤3%を用いた実験¹⁾(実験①)

本報告の実験は、図1の大型二次元土槽(内寸幅 191.0cm×高さ 91.0cm×奥行 5.0cm)を用いて行う。充填試料は清浄土部分に珪砂6号、油汚染土部分にズダンIVによって赤く着色したエンジンオイルで汚染させた珪砂6号(以下油汚染試料土)を使用した。充填密度は $\rho_d=1.36\text{g/cm}^3$ である。図1のノズル1からHLB10.5の界面活性剤(ミヨシ油脂製：ペレソフト205)3%を送液していく。その際、送液側の水位が一定になるように越流水槽を設け、ここに界面活性剤をタンクから常時送液し、溢れたものはタンクに戻るようにした。また、ノズル2滲出してきたものを送液ポンプで汲み上げて回収した。またノズル2上部は界面活性剤が当たりにくいと思われるため、適宜ノズル3からノズル1と同じ方法で界面活性剤を送液することとし、実験を開始した。実験開始からしばらくは順調に浄化が進んだが、徐々にノズル2から廃液の回収が出来なくなった。同時にノズル1から界面活性剤が送液されなくなった。最終的には土壌内で界面活性剤が停滞してしまった。その時の様子が写真1である。この結果より、動水勾配を用いた実験では、界面活性剤の停滞が問題となることが分かった。そこで、今後の実験では異HLBの界面活性剤を配合して実験を行っていくこととした。

3. HLB13.3の界面活性剤を1.5%配合したケース(実験②)

本実験は、図2の実験装置を用いて行う。浄化液はHLB10.5の界面活性剤をベースとし、HLB13.3の親水性の界面活性剤(ペレソフト209)をアシスト剤として使用した。越流水槽の水位を地表面に保ち、ノズル1から界面活性剤を送液していきノズル2から吸引を行う。汚染領域の半分程度を浄化が確認

表1 各実験の界面活性剤の配合比

実験ケース	①	②	③	④
界面活性剤の配合比	HLB10.5 3%	HLB10.5 2.5% HLB13.3 1.5%	HLB10.5 2% HLB9.4 1%	HLB10.5 2% HLB9.4 0.5%
備考:	HLB10.5はペレソフト205、HLB13.3はペレソフト209、HLB9.4はベレテックス4920			

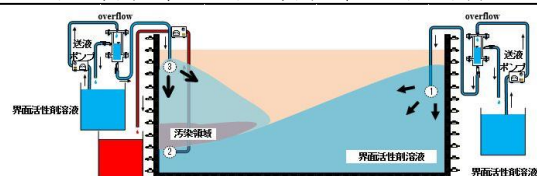


図1 実験装置図(実験①)



写真1 停滞の様子(実験①)

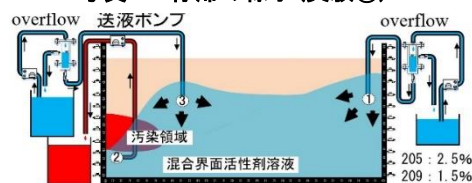


図2 装置図、挙動予想図(実験②③④)

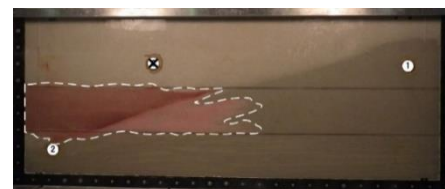


写真2 実験開始40時間後(実験②)



写真3 実験終了時(実験②)

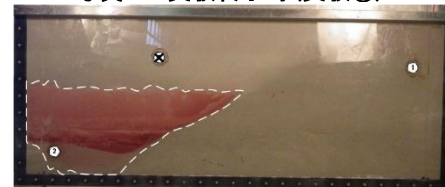


写真4 実験開始162時間後(実験③)



写真5 実験終了時(実験③)

されたら、ノズル3からの間欠送液(2時間サイクル)を開始する。なお、以下に紹介する実験は同様の方法で行う。**写真2**は実験開始から40時間後の写真である。汚染領域の半分程度が浄化されたと判断してノズル3からの間欠送液を開始した。**写真3**は実験開始から80時間後の写真である。ノズル3で浄化しようと考えていた範囲が浄化できたため、実験を終了した。本実験の浄化に要した時間は80時間、浄化に要した界面活性剤の総量は25.8PV(汚染領域の間隙体積を1PV)であった。

4. HLB9.4の界面活性剤を1%配合したケース(実験③)

浄化液はHLB10.5の界面活性剤をベースとし、HLB9.4の親油性の界面活性剤(ペレテックス 4920)をアシスト剤として使用した。**写真4**は実験開始から162時間後の写真である。汚染領域の半分程度が浄化されたと判断してノズル3からの間欠送液を開始した。**写真5**は実験開始から257時間後の写真である。ノズル3で浄化しようと考えていた範囲が浄化できたため、実験を終了した。本実験の浄化に要した時間は257時間、浄化に要した界面活性剤の総量は8.1PVであった。

5. HLB9.4の界面活性剤を0.5%配合したケース(実験④)

写真6は実験開始から21時間後の写真である。汚染領域の半分程度が浄化されたと判断してノズル3からの間欠送液を開始した。写真は実験開始から60時間後の**写真7**である。ノズル3で浄化しようと考えていた範囲が浄化できたため、実験を終了した。本実験の浄化に要した時間は60時間、浄化に要した界面活性剤の総量は8.7PVであった。

6. まとめ

実験①から実験④の結果をまとめたものが**図3**と**図4**である。**図3**を見ると実験①の浄化に要する時間が約450時間なのに対し、異HLBを配合した実験(実験②から④)はいずれも浄化に要する時間が短くなった。この理由として考えられるのは界面活性剤の停滞を防げたことである。一方で**図4**を見ると、界面活性剤の停滞を防げた実験(実験②から④)の中でも界面活性剤の使用量に大きな差が出ていることが分かる。この理由を考察すると、実験②ではアシスト剤としてHLB13.3の親水性の界面活性剤を使用しているのに対し、実験③④ではHLB9.4の親油性の界面活性剤を使用している。そのため、実験②は界面活性剤の粘性が低くさらさら流れるため、機械油を洗い流すように浄化し、実験③④は界面活性剤の粘性が高く流れにくいため、機械油を絡めとるように浄化するのはのではないかと考えた。そのように考えた理由は**写真2**と**写真4**にある。**写真2**を見ると定常流の浸透域内に多くの機械油の残留が見られるが、**写真4**を見ると定常流の浸透域内がきれいに浄化されている。この現象の違いが界面活性剤の使用量に大きな差をもたらしたと考える。また、実験③④のケースでHLB9.4の界面活性剤の濃度の差が0.5%なのにも関わらず、浄化に要する時間に大きな差が出た。そのため、今度の実験ではHLB9.4の界面活性剤の濃度と浄化現象について実験を行っていきたいと考えている。

参考文献 1) 棚橋秀行・古田淳士・野村凌平：界面活性剤の動水勾配流による油汚染地盤の非掘削浄化，第13回環境地盤工学シンポジウム，公益社団法人地盤工学会，pp.65-70, 2019.

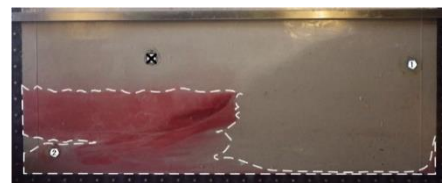


写真6 実験開始21時間後(実験④)



写真7 実験終了時(実験④)

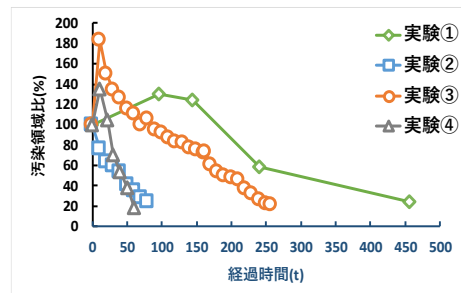


図3 浄化時間の比較

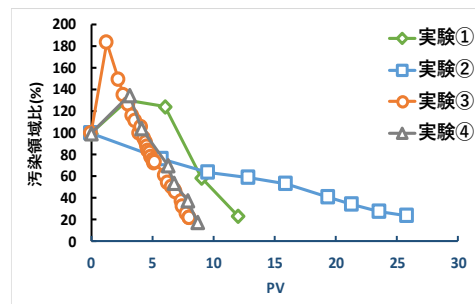


図4 PVの比較