

カラムを用いた界面活性剤による油浄化実験

大同工業大学 都市環境デザイン学科 ○鈴木 雄彦 宮川 徳浩
工学研究科建設工学専攻 宮川 鉄平
正会員 大東 憲二 棚橋 秀行

1. はじめに：現在問題となっている土壌汚染の原因の主なものに、DNAPL と LNAPL がある¹⁾。近年 DNAPL の汚染浄化については、様々な研究機関で研究が進められている。それに比べると LNAPL の研究例は少ない。そこで、DNAPL の次に問題が顕在化することが懸念される LNAPL に着目した。著者らは、これまでに空気と界面活性剤を圧送する浄化方法を用いた 3 次元土槽実験を行い、約 6 割の油を回収することに成功した²⁾。このことから、この方法は、かなり有望な浄化方法であることが確認できた。しかし、一度空気が流れると流路が固定されてしまうことで、空気の流路から外れた部分は浄化できないという問題点も明らかになった。本研究は、カラムを用いた空気と界面活性剤による油汚染浄化実験を行い、空気の流路が固定されない状態での油の浄化効率を確認することを目的としている。今回の実験では、粒径の異なる土試料を用い界面活性剤水溶液と原液の油浄化性能の違いも比較した。

2. 水と界面活性剤ペレソフト 209 の油浄化性能試験

2. 1. 試験方法：図 1 に示すように、カラムの底面から約 20cm の位置まで土試料にサラダ油 ($\rho_{oil}=0.926 \text{ g/cm}^3$) をよく馴染ませながら充填し、油汚染土を作成する。なお、表 1 に示すように、あらかじめ土試料と油の質量は測定しておく。その後、C1 バルブを閉じた状態で、K 4 カラム内の水あるいは界面活性剤水溶液を K3 カラムより注入する。次に、C1、S1 バルブを開放し、空気圧コンプレッサーを用いて水あるいは界面活性剤水溶液を油汚染土に注入する。今回の試験では、空気圧力を 14.7 kN/m^2 に設定する。注入終了後、写真 1 に示すように、空気を 11 分間油汚染土に送り浄化する。空気圧送終了後、浮かんできた油を回収し、油の回収量を測定する。

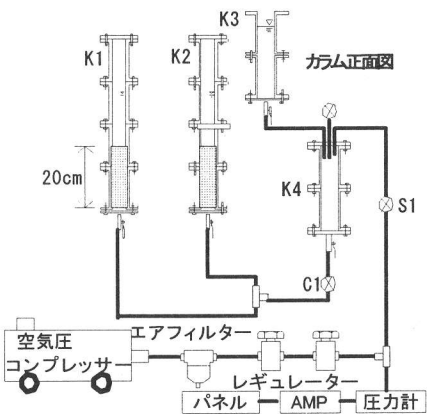


図 1：実験装置概要図

表 1：水と界面活性剤ペレソフト 209 の油浄化性能試験の実験条件

使用土試料	質量 (g)	サラダ油 (ml)	注入液体	液体体積 (ml)
山砂	848.3	297.3	ペレソフト209(0.5%)	297.3
山砂	920.8	269.4	水	269.4
豊浦砂	1159.7	347.1	ペレソフト209(0.5%)	347.1
豊浦砂	1598.5	359.8	水	359.8

2. 2. 試験結果・考察：表 2 に示すように、土試料に山砂を用い、ペレソフト 209（濃度：0.5%）使用したケースでは、約 9 割の油を回収できた。また、水を使用したケースでも約 6 割の油を回収できた。これは、3 次元土槽実験よりも良い効率である。これは、カラムを用いた結果、空気が通過する部分の割合が増えたため、油の回収効率が向上したためだと思われる。土試料に豊浦砂を用い、ペレソフト 209（濃度：0.5%）あるいは水を使用したケースでは、油はどちらも油散布量に対して約 1～2 割しか回収できなかった。原因として、豊浦砂は山砂に比べて土粒子が細かいため、細かい土粒子に付着した油をうまく浄化できなかったことが理由に考えられる。

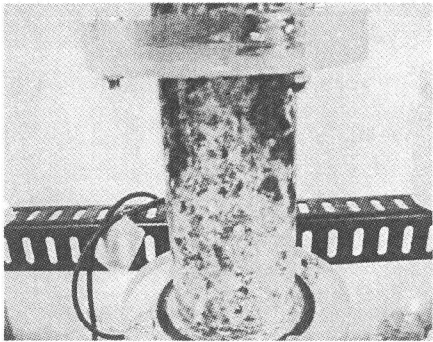


写真 1：油汚染土の浄化

表 2：水と界面活性剤を用いたときの油の回収量と回収割合（注 1）

使用土試料	回収量 (ml)	回収割合 (%)
山砂(界)	250.0	90.0
山砂(水)	150.0	60.0
豊浦砂(界)	60.0	10.0
豊浦砂(水)	180.0	20.0

（注 1）測定する際、使用したペレソフト 209 は空気を送ることで泡立ってしまった。また、回収した油と界面活性剤の間でエマルションが形成された³⁾。このことにより、油の回収量には、多少の誤差が生じていると思われる。

3. 界面活性剤原液（HC-10、ペレソフト209）の油浄化性能試験

3. 1. 試験方法：水と界面活性剤ペレソフト 209 の油浄化性能試験と同様に油と土試料を充填する。表 3 に示すように、あらかじめ土試料と油の質量は測定しておく。その後、C1 バルブを閉じた状態で、K4 カラム内の各界面活性剤原液をK3 カラムより注入する。次に、C1、S1 バルブを開放し、空気圧コンプレッサーを用いて各界面活性剤原液を油汚染土に注入する。今回の試験では、空気圧力を 14.7kN/m^2 に設定する。また、HC-10 原液は粘性が高いためエタノールを加えて希釈した液体（HC-10：59.2ml+エタノール：59.2ml）を注入している。注入終了後、写真 2 に示すように、各界面活性剤原液を油汚染土に均一に混ぜるために空気を送り攪拌する。攪拌条件は、空気を 2 分間送り、その後インターバルを 30 秒間あける。この操作を 2 セット行う。攪拌終了後、一度 S1、C1 バルブを閉じて、K4 カラムに水を注入する。続いて、C1、S1 バルブを開放し、水をカラムに注入して油汚染土を浄化する。そして、鉛直方向に上昇移動して水面に浮かんできた油を回収し、油の回収量を測定する（注 2）。

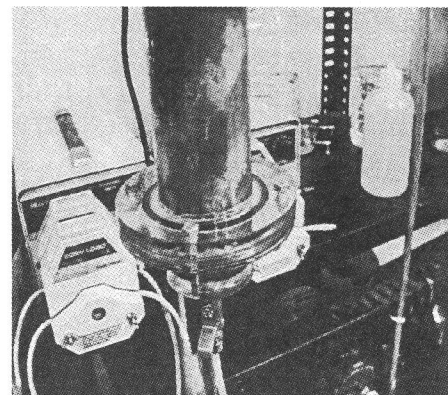


写真 2：空気を用いた界面活性剤原液と油汚染土の攪拌

表 3：界面活性剤原液の油浄化性能試験の実験条件

使用土試料	サラダ油(ml)	注入液体	液体体積(ml)
豊浦砂	118.4	HC-10	118.4
豊浦砂	210.2	ペレソフト209	210.2

（注 2）使用した HC-10 は、油と混ざると乳化する作用があり、この乳化により、界面活性剤と油の間でエマルションを形成した³⁾ ために回収した油量のみの測定は困難であった。

3. 2. 試験結果・考察：写真 3、4 と写真 5 を見比べると、界面活性剤原液を注入して浄化する方法は、界面活性剤水溶液を注入する方法と比べて、油汚染土中に付着した油の浄化される割合が高いことを確認できた。つまり、最初に界面活性剤原液を注入し、油汚染土とよく攪拌することで、土粒子に付着した油と原液がよく馴染み、油の浄化効率が向上したと考えられる。このことにより、界面活性剤の原液注入は、かなり有望な浄化方法であると思われる。

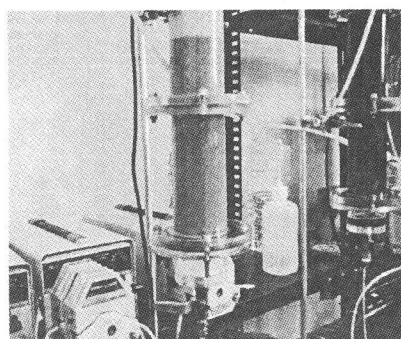


写真 3：HC-10 原液を用いたときの浄化後の状況

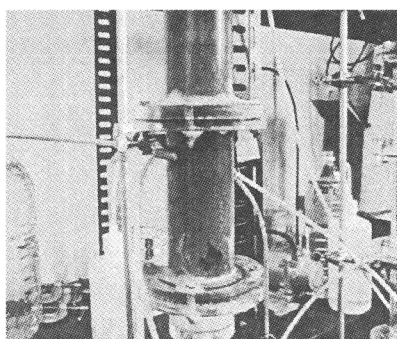


写真 4：ペレソフト 209 原液を用いたときの浄化後の状況

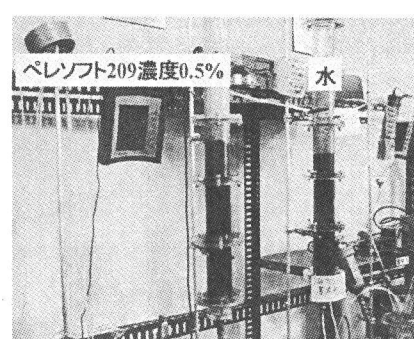


写真 5：水とペレソフト 209 水溶液を用いたときの浄化後の状況

4. 結論：界面活性剤原液を注入した後、空気を送ることで油汚染土中の油と界面活性剤原液を攪拌して、その後、水で希釈する手順を用いることで、油の回収効率を飛躍的に向上させることに成功した。

5. 今後の課題：乳化した油から油のみを分離し、油の回収量を測定する必要がある。今後、このカラム試験の結果を 2 次元土槽実験、3 次元土槽実験に繋げていく方法について検討中である。

参考文献：1) 地盤工学会：地盤環境読本，pp.128～135，1996。 2) 佐々木宏治，他：大型土槽を用いた界面活性剤による油汚染土の浄化実験，土木学会中部支部 平成 14 年度研究発表会講演概要集（投稿中），2003。

3) 竹内 節：界面活性剤（上手に使いこなすための基礎知識），米田出版，pp.102～114，2000。