

機械油汚染地盤の非掘削浄化効率に関する研究

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。

これまでに、「間隙内二液反応発泡」を提案し、室内土槽実験において油汚染土壌の浄化が可能であるということがわかっている。そこで、この方法を利用する上で最も浄化性能のよい方法を算定するために、浄化効率を式(1)のように定量的に評価し、最も効率のよい実験方法を比較検証することにした。

$$E_f = \sqrt[3]{V_{su} \times t \times V_d} \times \frac{V_{or}}{V_{oi}} \quad (1)$$

式(1)の左辺 E_f は浄化効率 ($1/(\text{hour} \cdot \text{L}^2)$) である。浄化に使用した界面活性剤の原液量を V_{su} (L)、初期汚染油の量を V_{oi} (L)、回収された汚染油を V_{or} (L)、浄化完了までの時間を t (hour)、回収した汚染油 V_{or} を含めた総回収排液体積を V_d (L) とする。この計算により E_f が大きいほど浄化効率がよいものとして評価した。

2. 室内土槽による浄化効率の比較のための実験

2.1 実験条件 薄型二次元土槽(高さ 60 cm、幅 60 cm、厚さ 5 cm)を用いて Case1~7 の実験を行った。各実験の共通条件は、土試料:豊浦標準砂を乾燥充填密度 $\rho_d=1.55$ (g/cm^3) で充填、汚染土:ズタンIVで赤く着色したエンジンオイル(646 ml)と豊浦標準砂を混合(含油比 12.5%)、浄化液:機械油を乳化するための主剤としてペレンフト 205(ミヨシ油脂製)3%、汚染帯の厚さ: $D=10.0$ (cm) である。各実験の浄化方法は下記に示した通りである。

Case1: 写真-1 は初期状態で、真空ポンプにより吸引を行ないながら H 方向から送液ポンプにより浄化液を圧入し、一定時間後に V 方向からも浄化液を圧入する。Case2 はこの手順を逆にしたものである。Case3: 写真-2 は初期状態で、 H_1 から浄化液、 H_2 から重曹水(5%)を圧入し、一定時間後に V 方向からも浄化液を圧入する。Case4 はこの手順を逆にしたものである。Case5: 写真-3 は初期状態で、 V_1 と V_2 から同時に浄化液を圧入する。Case6 は V_1 から浄化液を圧入し、一定時間後に V_2 から浄化液を圧入する。Case7 は V_2 から浄化液を圧入し、一定時間後 V_2 は水に変更し V_1 から浄化液を圧入する。

2.2 実験結果 表-1 より浄化効率 E_f を見てみると Case4 が最も高く、回収油体積 V_{or} (530 ml) が初期汚染油体積 V_{oi} (646 ml) の 82.1% に達している。一方、回収油体積 V_{or} が 608 ml と最も多くなった Case7 では 94.1% の回収率にも関わらず浄化効率 E_f は三番目であった。

本研究では、回収量が最も高い Case7 に対して「間隙内二液反応発泡」を用いれば浄化効率 E_f の向上が狙えるのではないかと考えた。次節にて最も回収油 V_{or} が多く、汚染帯が浄化されていると判断できた Case7 について紹介する。

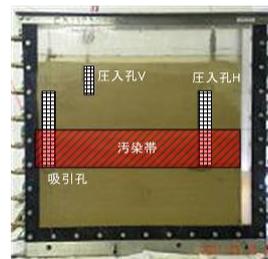


写真-1 Case1・2

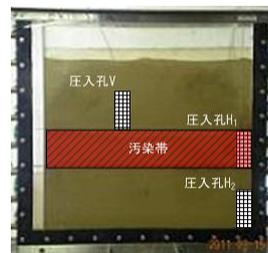


写真-2 Case3・4

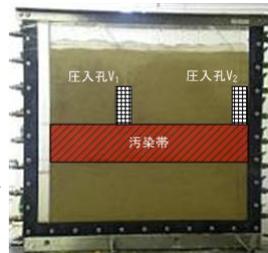


写真-3 Case5・6・7

キーワード: 非掘削浄化、油汚染地盤、間隙内二液反応発泡、高粘性油

連絡先: 〒457-8532 名古屋市南区白水町 40 番地 大同大学(棚橋秀行)

TEL:052-612-5571 FAX:052-612-5953 E-mail:tanahasi@daido-it.ac.jp

表-1 実験結果と浄化効率

	結果							浄化効率
	送液流量 Q (ml/min)	界面活性剤原液 使用体積 V _{su} (L)	総実験時間 t (hour)	積算吸引時間 t _v (hour)	回収排液総体積 V _d (L)	回収油体積 V _{or} (L)	回収率 V _{or} /V _{oi} (%)	浄化効率 E _f
Case1	11.0	0.138	27.50	5.3	64.0	0.205	31.7	0.0508711
Case2	11.0	0.311	29.50	7.5	24.0	0.240	37.2	0.0615358
Case3	5.0	0.600	47.58	0.0	32.5	0.325	50.3	0.0515915
Case4	5.0	0.600	46.75	0.0	26.5	0.530	82.1	0.0905867
Case5	5.0	0.420	23.08	0.0	14.0	0.224	34.7	0.0674878
Case6	5.0	0.600	47.00	0.0	21.6	0.470	72.8	0.0859174
Case7	5.0	0.600	83.50	0.0	38.0	0.608	94.1	0.0759529

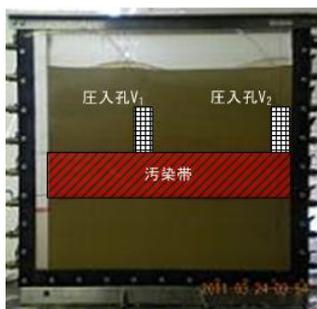


写真-4 Case7 初期状態

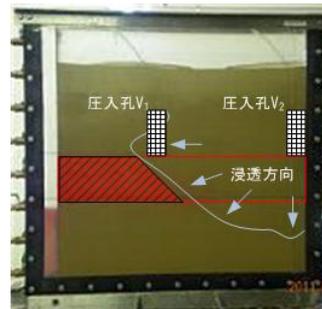


写真-5 実験開始から24時間後

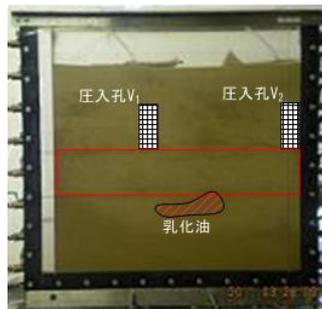


写真-6 実験開始から83時間30分後

3. Case7における浄化経過

3.1 実験方法 実験装置には薄型二次元土槽を用いた。充填試料は豊浦標準砂を使用し、ズタン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-4に示すように充填を行い、土槽中央に圧入孔 V₁ (約 10 cm) を土槽左端に圧入孔 V₂ (約 10 cm) を埋設した。水面位置のバルブを開放し土槽内から流れ出た廃液によって水位が越えないようにした。浄化液は機械油を乳化するための主剤としてのペレスフト 205 (ミヨシ油脂製) 3 % を使用し、圧入速度は 5 (ml/min) とした。

3.2 実験結果 写真-5は実験開始から 24 時間後の様子である。圧入孔 V₂ から圧入された浄化液により、汚染帯が浄化されていることが確認できる。その際、浄化液は写真中の矢印のように浸透していると考えられる。汚染帯が半分以上浄化されたと確認できたので、圧入孔 V₁ から浄化液を流しつつ浄化液の使用量を減らすため圧入孔 V₂ から水を流した。写真-6は実験開始から 83 時間 30 分後のもので、初期汚染帯下部に乳化油が残っているが、ここは浄化液が届かない場所と判断し、実験を終了した。

3.3 考察 垂直方向からの浄化液の投与によって汚染帯の浄化を行なうことができた。表-1にあるように浄化効率 E_f は三番目に高く、回収油 V_{or} も非常に高い回収量となっている。しかし、写真-6にあるように、乳化油が回収できない位置に移動してしまっている。次の土槽実験はこの問題を解決すると同時に、更なる浄化効率 E_f の向上を目的として、「間隙内二液反応発泡」を用いて以下のような実験を行う予定である。

図-1は初期状態である。浄化液は機械油を乳化するための主剤としての「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を圧入孔 V₂、V₄ から、酢酸を 18 % 添加した酢酸添加界面活性剤を圧入孔 V₁、V₃ から圧入する。段階的な手順として、最初は圧入孔 V₃、V₄ のみを用い、一定時間後に圧入孔 V₁、V₂ から浄化液を圧入し、圧入孔 V₃、V₄ からは水を圧入する。図-2は挙動予想図で、上部からの酢酸添加界面活性剤と下部からの重曹添加界面活性剤が土中で反応発泡し、汚染帯を浄化すると予測される。また、圧入孔 V₁、V₂ から圧入を行う際、圧入孔 V₃、V₄ から水を圧入することで浄化液の使用量を軽減させる狙いがある。この「間隙内二液反応発泡」を用いることで、Case7の回収率を維持したまま、浄化効率 E_f の向上を狙えると予測し実験を行う予定である。

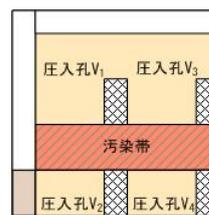


図-1 初期状態

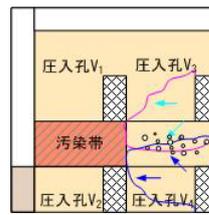


図-2 挙動予想図

4. まとめ

本研究における室内土槽実験では、油の回収率の最も高いケースが最良の浄化効率 E_f を示さなかった。今後はこのケースに基づいて「間隙内二液反応発泡」を用いることで浄化効率 E_f の向上を考えた実験を行いたいと考えている。

なお本研究は内藤科学技術研究助成金 (The Naito Research Grant) を受けて実施したものである。