

リモネンによる粘性の高い油汚染地盤の浄化技術

大同工業大学都市環境デザイン学科

○川口博史 亀井大

大同工業大学大学院 工学研究科建設工学専攻 学生会員 小穴明生 梶田真一

大同工業大学都市環境デザイン学科

正会員 棚橋秀行

1. はじめに

平成 15 年 2 月に土壤汚染対策法が施行され、VOC(揮発性有機化合物)や重金属に対しての具体的な対策処置が挙げられている。その一方で、潜在的に汚染事例が多いと推定される油汚染に対しては、ベンゼンを除いて環境基準が定められていないのが現状であり、今後油汚染浄化技術開発の必要性が高まると推測される。本研究室では、研究例の少ない高粘性の機械油に対して界面活性剤を用いた浄化技術を研究している。これまでの研究から、①残留した場合の界面活性剤による 2 次汚染リスク、②特に横方向への濯ぎに要する浄化の長期化という問題点が明確となった¹⁾。

これらの問題点を改善するために、天然系洗浄剤に注目した。これにより残留した場合の 2 次汚染リスクが削減できると考えた。この天然系洗浄剤を使用し、いかにすれば横方向へ汚染をすみやかに移動させ、浄化期間を短縮できるかを実験的に検討した。

表-1 洗浄液の種類

	A	B	C	D
水溶液体積	300ml	300ml	150ml	150ml
オレンジX	20g	20g	20g	20g
食塩	20g		20g	

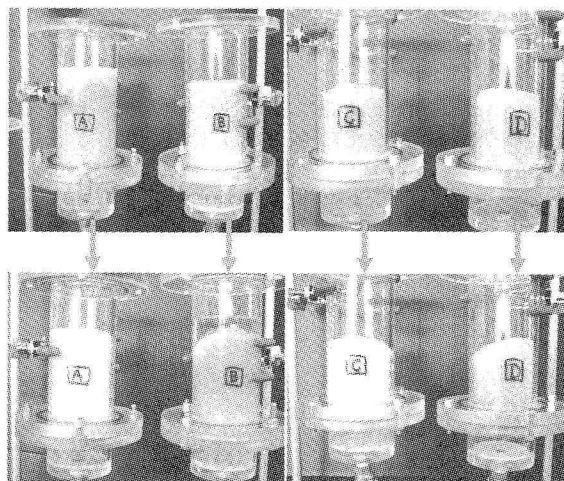


写真-1 実験状況と結果

2. 天然系洗浄剤の検討

天然系洗浄剤として、オレンジの皮に含まれるリモネン($C_{10}H_{16}$)を発見した。植物性の液体ながらも石油系溶剤に良く溶ける性質を持ち、常温では液体で、比重は 0.84 である。昨年まで使用した界面活性剤よりも環境に優しいこの天然系洗浄剤で、どれだけの浄化効果を実現できるか実験を行った。試行錯誤の末、リモネンを主成分とするオレンジ X (㈱オレンジクオリティ社製) に食塩を添加することにより洗浄力が飛躍的に向上するという事を発見した。

3. リモネン乳化液への食塩添加による洗浄力の向上

ズダンⅣにより赤く着色したエンジンオイルで汚染した粒径 1.0 mm のガラスビーズを、カラム (φ6 cm) に高さ 10 cm で充填した。この汚染に対して表-1 に示す A から D の 4 つの洗浄液による浄化実験を行った。A と B は、オレンジ X の濃度は等しく、A には食塩が入っている。C と D は、A と B の濃度を 2 倍にしたものを使用し、C には食塩が入っている。実験結果として、写真-1 に示すようにオレンジ X に食塩を添加した実験ケース A と C で、油に対する乳化性が飛躍的に向上することが明らかになった。機械油汚染土を従来のように原液洗剤で攪乱したりせずとも洗浄液を浸透させるだけで浄化できるという結果が得られた。

4. 小型 2 次元土槽実験

前章の食塩添加と同等な化学的メカニズム・浄化効果を持つ乳化液の製作に成功した。ここではこの新たなリモネン乳化液を用いて、土槽内の汚染土の浄化実験を行った。今回の実験では高さ 80 cm × 横 69 cm × 奥行き 13 cm の小型 2 次元土槽を使用した。この土槽の右側には観測井戸を設置した。図-1 に示すように、豊浦砂と砂利を混ぜ合わせたものを水締め充填し、充填高さの約 8 割部分に汚染ゾーンを作成した。

実験は同じ方法で汚染油の異なるもの 2 つ行った (以下 A、B とする)。A 実験では、エンジンオイルをズダンⅣで着色したものを 10 投与して油汚染土とした。B 実験では、タービンオイル、エアツールオイル、コン

プレッサーオイル、ミシンオイルを混ぜ合わせてズダンⅣで着色したものを10投与し油汚染土とした。これらを初期状態として実験を行った。これまでの実験から油汚染ゾーンが飽和しないし毛管上昇帯に存在しているとリモネン乳化液の浸透が悪く、効率よく浄化できないことがわかったため、今回行う小型2次土槽実験では、図-2に示すように井戸の水を抜き不飽和状態にしてからリモネン乳化液を投与し浄化できるかを確認する実験を行った。

また、濯ぎにはリモネン乳化液による汚染油の乳化を持続させるため25%に希釈したアルコールを用いた。これにより横方向へと汚染油をすみやかに移動させ、浄化期間を短縮できるかを検討した。実験中は常に観測井戸右側の排出孔を開け、乳化された汚染油を回収した。

写真-2.3の初期状態では、水面上に油汚染ゾーンができている。写真-4.5は、リモネン乳化液投与後の様子で、油汚染ゾーンが乳化液となって下方へ浸透していることが確認できた。写真-6.7は、25%に希釈したアルコール水投与後の様子である。乳化した状態の汚染油が右下の排出孔へ押し流されている。写真-8.9は、水で濯ぎをした後の最終状態を示している。実験A・Bともに汚染油が目視できないほど浄化されたことが確認できた。実験で使用したリモネン乳化液は60、25%希釈したアルコール水は200、水が240であった。

6. 結論

天然系洗浄剤としてオレンジの皮に含まれるリモネンに着目し油汚染土の浄化実験を行った。浄化の前に、油汚染ゾーンを不飽和状態とすることでリモネン乳化液が浸透しやすくなり、効率よく汚染油を乳化することができた。アルコールを用いて濯ぐことでリモネン乳化液の浄化効果を低下させることなく、乳化された汚染油の横方向へのすみやかな移動が可能となった。

参考文献

- 1) 梶田真一・棚橋秀行・大東憲二：油汚染地盤の原位置非掘削浄化技術に関する基礎実験, 第50回地盤工学シンポジウム論文集, pp. 49～56. 2005.

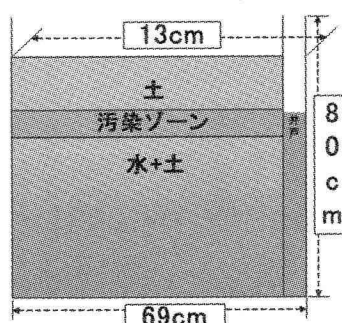


図-1 充填状態

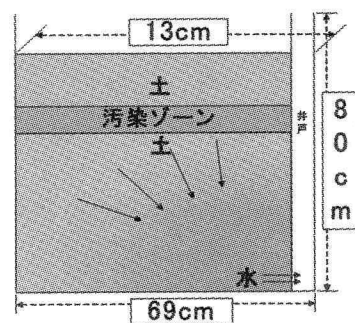


図-2 水位低下

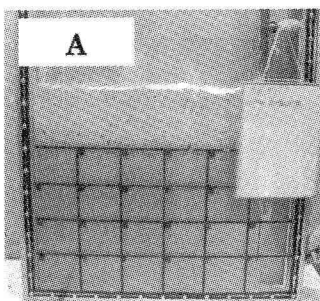


写真-2 初期状態

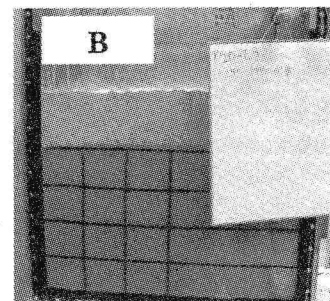


写真-3 初期状態

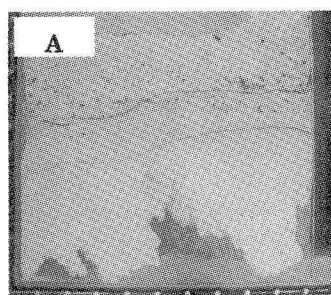


写真-4 リモネン投与

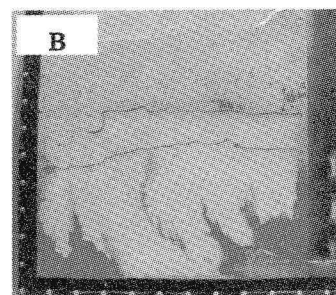


写真-5 リモネン投与

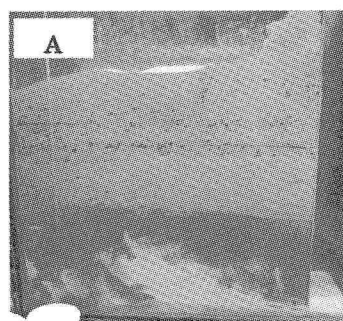


写真-6 アルコール濯ぎ

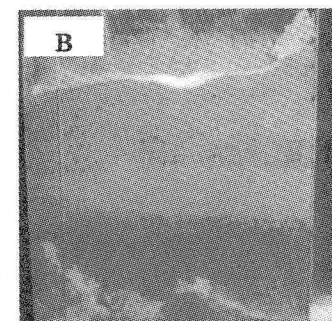


写真-7 アルコール濯ぎ

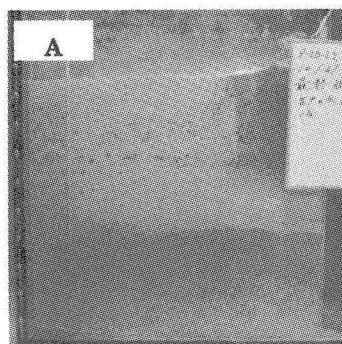


写真-8 最終状態

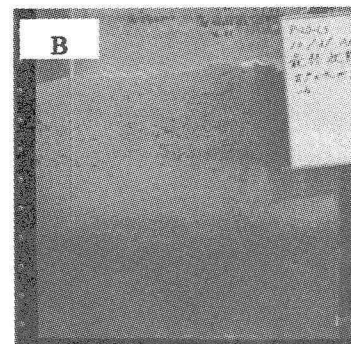


写真-9 最終状態