

## 高粘性油汚染地盤のリモネンによる浄化

大同工業大学 学生会員○亀井大 川口博史 小穴明生  
大同工業大学 正会員 棚橋秀行

1. はじめに 平成15年2月15日に「土壌汚染対策法」が施行された。「土壌汚染対策法」には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る。今後、油汚染浄化技術の必要性が高まると推測される。著者らは天然系成分であるリモネンを主成分とした洗浄液を開発し、高粘性の機械油に対しての浄化方法の開発をおこなっている。リモネンとはオレンジ等の皮肉から抽出された精油であり、環境に負荷がかからないものである。リモネンを用いた浄化方法は従来ほどの水濯ぎを必要としないため、浄化効率は非常に高い。

2. 3次元土槽実験 著者らはこれまでにリモネンを主成分としたリモネン乳化液を開発して油汚染地盤の浄化実験を行ってきた。このリモネン乳化液はリモネン66%：界面活性剤2%：水32%の割合で配合したものである。これまでに小型2次元土槽等を用いた浄化実験でリモネン乳化液の浄化効果の高さを確認した。そこで、3次元土槽実験ではより実地盤に近い状況において、リモネン乳化液の奥行きに対する浄化効果や、浸透性の確認を行った。今回使用した土槽は、高さ×125cm 幅×150cm 奥行き×125cmの3次元土槽装置である。写真-1に示したように土槽正面に設置された観察窓に、土槽を正面から見て縦をAからGとし、横を1から6となるように番号をつけた。油汚染ゾーンの下に吸引孔を図-1の様に3箇所設置した。充填方法は山砂を下方から35cmまで水締め充填を行い、さらに山砂を18cm充填した。その上にズダンIVで着色したエンジンオイルを80平面全面散布した。さらに山砂を23cm充填し、締め固めたものを初期状態とした。写真-1が初期状態の様子である。写真



写真-1 初期状態

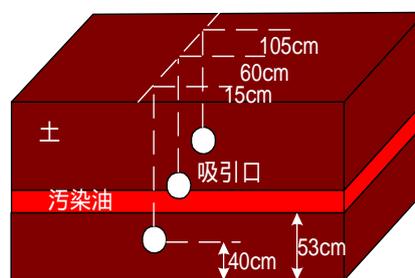


図-1 吸引孔配置図

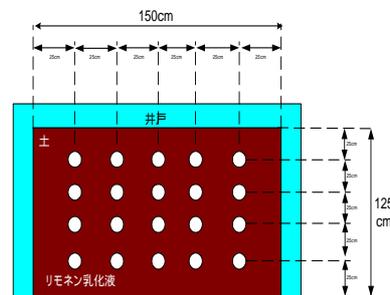


図-2 リモネン乳化液投

上の英数字は上述の観測窓の位置付けの表示である。B-5～F-5に汚染ゾーンが位置していることが確認できる。今回の実験は『リモネン乳化液投与→漬け置き→水位上昇→吸引』の工程で実験を進めた。使用したリモネン乳化液は540で、初期投与では図-2に示した位置から400をゆっくりと浸透させるように投与した。漬け置き段階で浄化を確認できたのだが、水位が低かったことでリモネン乳化液が汚染ゾーン全体に浸透していなかった。水位を上昇させたことで汚染ゾーンがB-4～F-4へと移動した。吸引を開始して水面上の汚染油を回収した。この段階で汚染油の回収があまり進まなかったことで再度リモネン乳化液を80投与した。リモネン乳化液が浸透したことを確認し、吸引を再開した。しかし油より比重の重い水ばかりを吸い上げてしまい、汚染油の回収が進まず、吸引を継続していくことで水面が低下し、吸引の効果がなくなってしまった。水面が低下したことで水面の上方に汚染油が残留してしまった。そこで、リモネン乳化液を60投与し汚染油を押し下げつつ浸透させた。汚染油の乳化状態を保つために井戸から水を投与し、水面を上昇させた。この状態で吸引を行ったところ、乳化油の回収率が上がった。吸引を継続していき、汚染油が回収できなくなったので実験を終了した。

キーワード：1.油汚染地盤 2.高粘性油 3.非掘削浄化 4.リモネン乳化液

連絡先：大同工業大学 〒457-8532 愛知県名古屋市南区白水町40 TEL:052-612-5571 FAX:052-612-5953

3. 小型 2 次元土槽実験 小型 2 次元土槽実験では、①吸引を行わないで汚染油を回収する方法の検討と、②水面の存在によってリモネン乳化液の浄化効果が低下してしまうという問題点の改善、さらに以前行った実験結果から、③水濯ぎを行うことで、汚染油の乳化状態を失わせてしまい、リモネン乳化液の浄化効果を低下させてしまうという 3 つの問題点の改善を目的に行った。

今回の実験は、高さ 80 cm×横 69 cm×奥行き 13 cm の小型 2 次元土槽を用いて行った。土槽の右側に観測井戸を設置した。観測井戸の排出孔を常時開けておき、ここから汚染油等を回収することとした。充填試料は、豊浦砂に砂利を混ぜたものを用いた。汚染油の異なる場合において、浄化作用に差がでるのかを確認するために、浄化工程は同じで、汚染油を異なるものとした実験を 2 ケース行った。エンジンオイルをズダンⅣで着色したものを汚染油とした A 実験、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、マシンオイルを混ぜ合わせてズダンⅣで着色したものを汚染油とした B 実験を並行して行った。

『土槽内の水抜き→リモネン乳化液投与→アルコール濯ぎ→水濯ぎ』のように実験を進めた。まず写真-2,3 に示した初期状態から水抜きを行い、水面を低下させた。これは図-3 示した状態から、水面を低下させることで汚染ゾーンを図-4 のように不飽和状態とし、リモネン乳化液の浸透に対する毛管上昇帯の影響をなくすためである。水面低下後、リモネン乳化液の投与を開始、合計で 60 投与した。写真-4,5 はリモネン乳化液の浸透後の様子であり、汚染油が乳化され、下方へと浸透していることが確認できた。その後、濃度 25% に希釈したアルコール水溶液を投与した。アルコール水溶液は合計で 200 を使用した。写真-6,7 に示したように、アルコール水溶液が浸透したことにより乳化液が井戸へと押し流されていることが確認できた。汚染油、乳化液ともにほとんど土中内から排出されたことを確認できたので水濯ぎを行った。合計で 240 の水を投与した。これにより土中内に残留していた乳化液を回収することができた。そして写真-8,9 に示したように、観測井戸に乳化液の回収が確認出来なくなったことで実験を終了した。

4. 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。今後は、リモネン乳化液の投与量とアルコールの減量化にむけて実験を重ねてゆく予定である。

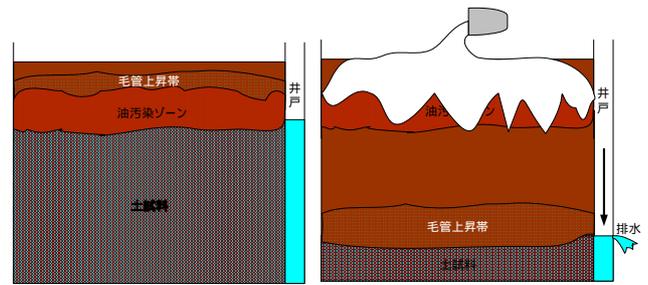


図-3 初期状態

図-4 不飽和状態

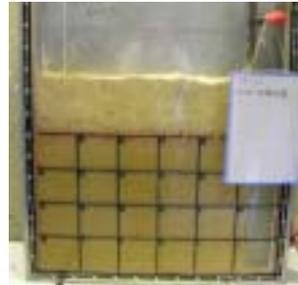


写真-2 初期状態(A)



写真-3 初期状態(B)

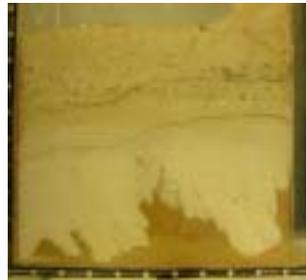


写真-4 リモネン投与(A)



写真-5 リモネン投与(B)



写真-6 濯ぎの様子(A)



写真-7 濯ぎの様子(B)



写真-8 浄化終了(A)



写真-9 浄化終了(B)