

重曹を添加した界面活性剤水溶液による油汚染地盤浄化技術の開発

大同工業大学 学生会員○小穴明生 梶田真一
正会員 棚橋秀行 大東憲二

1. はじめに 平成15年2月15日に土壤汚染対策法が施行され、VOC（揮発性有機化合物）や重金属に対しては、具体的な対策処置が定められている。その一方、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。法整備は遅れているものの、油汚染の事例は多く、今後浄化技術開発の必要性はさらに高まると推測される。著者らはこれまでに界面活性剤を用いた浄化技術開発を行ってきた。その結果、①浄化工程が複雑であること、②界面活性剤原液が大量に必要なこと、③浄化期間が長期間であること、という問題点が明確となった^{1),2)}。本報告ではこれらの問題点を改善するため、新たに重曹を添加した界面活性剤水溶液による浄化技術を考案した。これを用いた小型2次元・3次元土槽実験を行い、考案した浄化技術の有効性を検討した。

2. 小型2次元土槽実験

2.1 カラム予備実験 写真1の左に示したのは、カラムにエンジンオイル（赤く着色）で汚染された白砂利とガラスビーズを混合させたものを充填した様子である。これに、上方から少量ずつ、水：ペレソフト205（㈩ミヨシ油脂製）：重曹を40：2：1で配合した洗浄液を投与させるところ、写真1の右のように著しい浄化の進行が確認できた。この洗浄液を用いて、以下の小型2次元土槽実験を行った。

2.2 実験方法 写真2は、実験開始前の状態であり、エンジンオイルを混合した汚染土を左側から豊浦砂、白砂利、山砂の順で充填した。なお、豊浦砂下層部に洗浄液の注入孔を設置した。

2.3 実験状況 注入孔から洗浄液を注入し、土槽内を下部から飽和状態にすると、写真3に示すように、豊浦砂の部分から同心円状に浄化されていった。そこで、新たに洗浄液を注入し、右の井戸に染み出した土中の洗浄液を循環させることで、さらに土試料に付着した油の乳化が促進されるか試みたが、土槽全体に溶液が行かず、浄化されない部分が残った。次に、洗浄液による漬け置きを行ったが、大きな変化は得られなかった。これは、乳化液の濃度がある限度に達するとそれ以上の洗浄が進行しなくなるためではないかと考えられた。そこで、新たに洗浄液を注入して漬け置くことを繰り返した。写真3のように水面が地表上にあると、土中では上方流が卓越して洗浄液があまり右の井戸方向へ流れなかったため、写真4のように右井戸の水位を下げたところで固定した。これにより土槽内の約7割が浄化されたことから、残留油付近に注入孔を移動させ、洗浄液を地表に直接投与した。これによる浄化効果は著しく、



写真1 実験開始時と終了時の様子

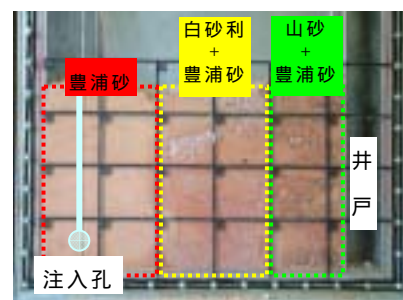


写真2 実験開始前



写真3 界面活性剤水溶液注入

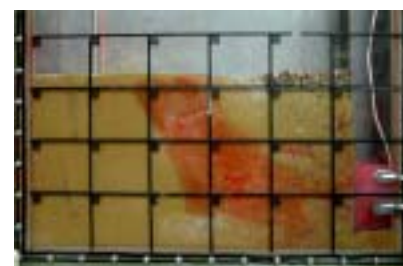


写真4 漬け置きの浄化状況

キーワード：界面活性剤 重曹 油汚染地盤 洗浄液

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

数日で土槽内に残留油が存在しなくなることを目視できた。そこで右の井戸から乳化液が回収されなくなるまで水による濯ぎを行い、実験を終了した。

3. 3次元土槽実験

3.1 実験方法 これまでの実験により効果的であると思われた洗浄液が、実地盤においても有効であるかを検討するために、3次元土槽実験を行った。写真5に示すのが3次元土槽実験装置である。同写真において観察窓の周囲に描かれた方眼は後の説明に用いるものである。写真5の面に対して90度の奥行き方向の断面図を図1に示す。図1に示すように1層目は、前面付近の油飽和度が約30%になるように充填した。2層目は、中央付近までの油飽和度が約15%になるように充填した。3層目は、背面に至るまで油飽和度が約5%になるように充填した。3層全体では油を40ℓ混合した。汚染ゾーン充填後、水を図2の3層目の注入孔より注入し、地表面上に浮上してきた油を回収した。その後、汚染していない土試料を充填し、これを初期状態として実験を開始した。図2に示すように、土槽前面下に2本1組の注入孔を3箇所に設置した。浄化方法は、小型2次元土槽実験と同様な方法で行った。

3.2 実験状況 今回の実験では、浄化工程を6段階に分けて行った。浄化工程①と②では、洗浄液を下方から注入した。浄化工程③では、上方から少量ずつ洗浄液を投与しながら左の井戸に浸出した溶液を循環させた。浄化工程④では、ペレソフト205と重曹の量を半分にした洗浄液を投与しながら両端井戸に浸出した溶液を汲み上げて中央井戸へ注入し循環させた。浄化工程⑤と⑥では、水による濯ぎを行った。写真6は、観察窓B-4の実験開始前と実験終了時の様子である。このように地盤が浄化されたことが目視で確認できたので、実験を終了した。残留油の状態を確認するために土槽を解体し、残留油量の分析を行った結果、土中の油の約8割以上が浄化されたことが確認できた。

3.3 考察 1) 今回の実験では、浄化期間6日間を通して使用した洗浄液の総容量は480ℓ、それに含まれる界面活性剤原液は21ℓとなった。土試料体積と比較した場合においても約1%程度の界面活性剤原液しか使用しておらず、かなりの減量化が図れたのではないかと考えられる。2) ①界面活性剤水溶液の汚染ゾーンに対する下方からの注入⇒②上方からの投与⇒③溶液循環⇒④水での濯ぎ、と簡易化した工程によって浄化効率が著しく向上した。

4. まとめ 水：界面活性剤ペレソフト205：重曹を40：2：1で配合した洗浄液を用いて行った浄化実験によって、今までの研究における①浄化工程が複雑であること、②界面活性剤原液が大量に必要なこと、③浄化期間が長期間であること、という問題点を解決できた。この浄化技術をさらに進展させることにより、実地盤の浄化へ応用したいと考えている。

参考文献 1) 佐々木宏治, 他：界面活性剤による油汚染土浄化法に関する研究, 第39回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.2229～2230, 2004. 2) 鈴木雄彦, 他：原位置における油汚染地盤の新しい非掘削浄化技術の開発, 地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会第10回講演集, pp.14～17, 2004.

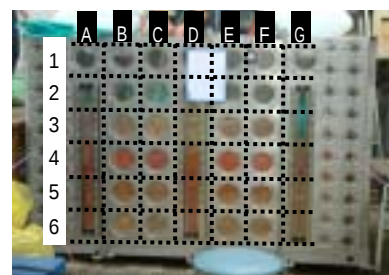


写真5 3次元土槽の前面

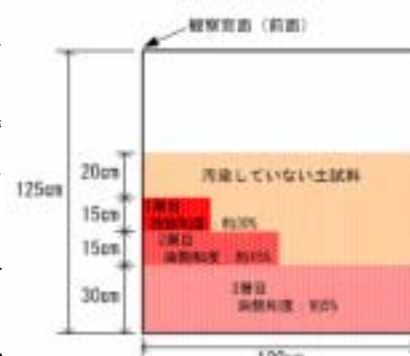


図1 汚染土充填図

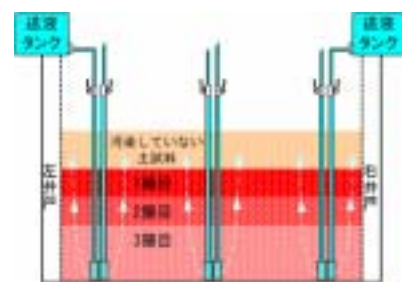


図2 実験装置概要図



写真6 実験開始前と終了時の様子