

大型土槽を用いた界面活性剤による油汚染土地盤の模擬浄化実験

大同工業大学 学生会員 ○鈴木 雄彦 宮川 鉄平
大同工業大学 正会員 大東 憲二 棚橋 秀行

1. はじめに：近年、土壌・地下水汚染問題が深刻化している。その原因の主なものに、DNAPL と LNAPL がある。このような物質の除去が困難になっているのは、地中に浸透した NAPL が土粒子間に残留することにある。こうして残留した NAPL は、その後地下水の流れに乗り、じわじわと周辺に広がる。その結果、有害な物質を含んだ地下水を飲用してしまうことで、人の健康に影響が及ぶことが懸念されている。そのため、最近になって土壌・地下水汚染の浄化を求める声が高まってきた。本研究では、原位置での浄化を最終目標と定め、考案した「界面活性剤と空気圧送による浄化法」を用いて、大型土槽を用いた LNAPL による油汚染土地盤の模擬浄化実験を行い、現場で最も効果的な浄化法を検討した。

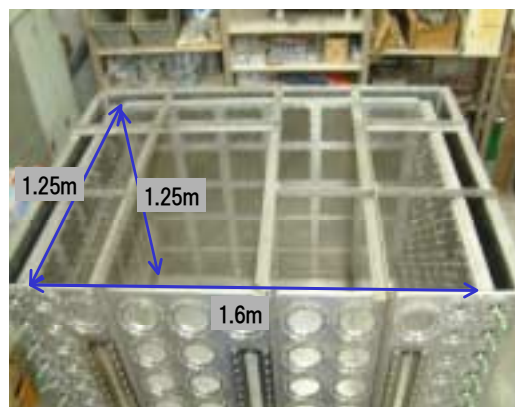


写真1 三次元土槽の寸法

2. これまでの経緯：著者らのこれまでの研究¹⁾で、考案した浄化法を検証するために二次元土槽実験を行った。この実験では、6割の油を回収できたが、空気が流れた範囲の油しか回収できなかった。その原因は、土中に設置した空気排出孔の間隔が広がったことにより、空気と界面活性剤水溶液が油汚染ゾーンを的確に通過していなかったためと考えられる。このことから、土槽内の全断面に空気が送れるように装置を改良して、三次元大型土槽実験を行うことにした。

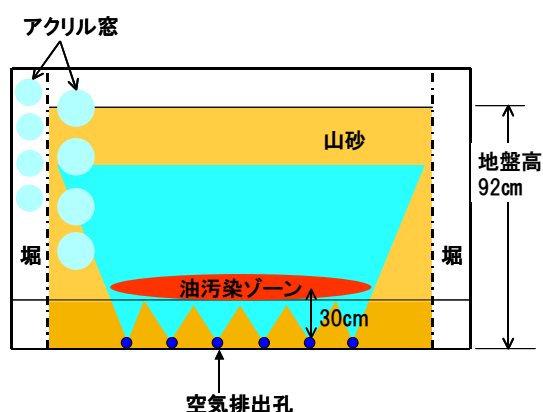


図1 実験土槽の立面概要図

2. 三次元土槽実験：写真1に示す土槽は（幅1.6m×奥行き1.25m×高さ1.25m）を用いて実験を行った。図1に示すように、外周には水位調節のための堀を設け、土槽と堀の間メッシュで仕切り、目詰まりを防ぐ措置をした。そして、実験状況を観察するために、アクリル製の観察窓を設けた。土試料には山砂を使用した。

また、二次元土槽実験で問題となった空気排出孔の改良点として、空気排出孔の数を増やし間隔を狭くすることによって、油汚染ゾーンでは、1.6m×1.25mの全断面に空気が送られるようにした。従来の研究²⁾では、図2に示すように、空気の広がり方が、鉛直方向 z に対しておよそ半径約 $0.6z$ の円錐状となることが確認されている。今回の実験では、油汚染ゾーンが $z=35\text{cm}$ 付近であることからを安全のため $0.5z$ しか広がらないものと仮定し、縦は23cm、横は25cmの間隔で空気排出孔を土槽底面に設置した。

次に、土槽底面から約35cmまで山砂を充填し、水で飽和させた。

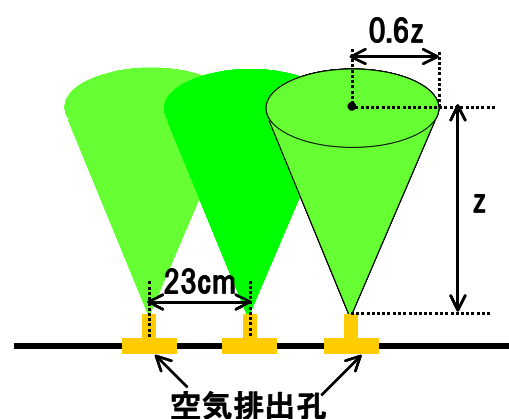


図2 空気排出孔の概要図

キーワード：界面活性剤 LNAPL 大型土槽実験 空気圧送 油汚染土 浄化

連絡先：名古屋市南区白水町40 大同工業大学工学部都市環境デザイン学科 TEL 052-612-5571

その後、サラダ油を 19.5 散布した。この時、油が外堀に流れ込むのを防ぐために土手を設けた。そして、地盤高が約 92cm になるまで山砂を締固めながら充填した。実験開始前に模擬地盤を飽和状態にするために、水位を地盤高以上にして、4 日間放置した。この間に 2.93 の油が浮上した。その後、浄化実験を行った。

毎時 0 分に図 3 の C1、C2 バルブのみを開放し、界面活性剤水溶液（ペレソフト 209 濃度 0.5%）を空気排出孔から注入し、後の時間は S1、S2 バルブのみを開放し空気を送り続けた。この操作を 1 日 8 回行った。夜間から早朝の 16 時間は操作を停止し、3 日間操作を続けた。表 1 に示すように、3 日間の油の回収量は、1 日目 6.31、2 日目 1.45、3 日目 0.50 であった。浮上した油と回収した油を合計すると 11.25 となる。これは、油の散布量に対して 6 割にあたる。実験終了後、土槽内の油の残留状況を調べるために、図 4 に示すように、土試料を 4 層に分け、1 層を 30 分割してサンプリングを行ったところ、油が通過した 1、2 層目には油の残留がほとんど確認されなかった。このことから、心配された 1、2 層目の二次汚染の影響は少なかったと言える。そして、油の汚染ゾーンにあたる 3 層目には多少の油の残留が見られた。サンプリング土を大型容器内で攪拌することで計測できたサンプリング土中の残留油は、表 2 に示すように、合計で 702.0m であった。このことから、土粒子内に浸透するなどして液体として検出・測定されなかった油は、 $19.5 - 11.25 - 0.702 = 7.548$

であった。このように、水で攪拌する程度では残留油を完全に除去することはできない。今後は、今回用いた浄化方法を改良することで、今回の実験の 7.548 の残留油をさらに浄化できるようにしたい。

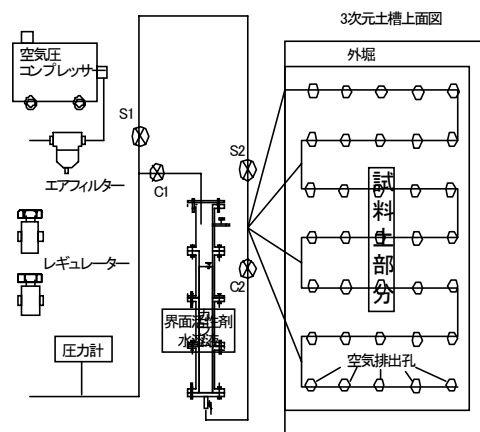


図 3 実験操作の概要図

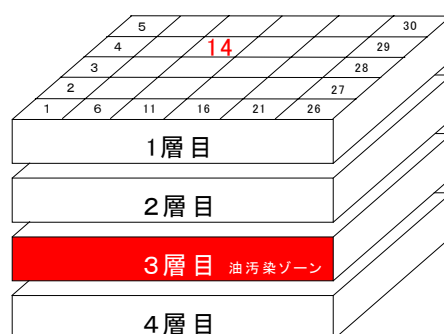


図 4 サンプリング位置図

表1 3日間の油回収量

	油回収量 ()
実験前	2.93
1日目	6.37
2日目	1.45
3日目	0.5
総合計	11.25

表2 サンプリングによる油残留量

測定位置	油残留量 (m)	測定位置	油残留量 (m)	測定位置	油残留量 (m)
3-4	40.0	3-11	28.3	3-17	28.3
3-6	36.8	3-12	36.8	3-18	70.7
3-7	56.5	3-13	42.4	3-19	70.7
3-8	84.8	3-14	67.9	3-21	14.1
3-9	40.0	3-16	84.8	総合計	702.0

3. あとがき：今回の実験結果から「界面活性剤と空気の圧送による浄化法」はかなり有望な浄化法であることが確認された。しかし、3日間の実験を通して油の回収量が6割に留まったのは、空気が土粒子間隙の中で流れやすい箇所集中したためだと考えられる。また、浄化の際に、油がエマルジョン化したことから、油の回収量が正確なものにならなかった。今後は、残り4割の油を浄化するのに、新たに考案した「界面活性剤原液と水の希釈による浄化法」³⁾を用い、油を横方向に移動させて浄化する方法を確立し、原位置での浄化に繋げていきたいと考えている。そして、空気の与え方を工夫することで、油の浄化効率を向上させることができるのではないかと考えている。また、次回の実験からは、エマルジョン化した油から油のみを分離する手法を用いて、より正確な油回収量を測定したいと考えている。

参考文献： 1) 佐々木，他：界面活性剤を用いた油汚染土の浄化実験，平成 14 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp. 301～302，2002. 2) 江種，他：水飽和多孔体に注入した空の移動と溶解特性，地下水学会，第 44 巻，4 号，pp. 258～294，2002. 3) 佐々木，他：界面活性剤による油汚染土浄化の検討，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集投稿中，2003.