

ドレーン工法を用いた油回収に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○大塚誠治 関 弘 河合達司 フェロー会員 川端淳一
 錦城護謨(株) 正会員 三成昌也 小柳勇也

1. はじめに

製油施設や貯油施設等で漏えいした油は、地盤中に浸透して地下水面まで達した場合、地下水面の上部付近に油層として滞留していると推定される。この油層が地下水の流動などにより移動し、河川や海の公共用水域などに油膜が生じる恐れがある場合、通常、揚水対策や遮水壁の設置等により拡散防止や油の回収を行う。筆者らは、幅約100 mmのボード状のドレーン材を1m ピッチ程度の高密度に設置でき、かつ負圧をかけて吸引することが可能なプラスチックボード・ドレーン工法¹⁾(以下、ドレーン工法)に着目した。これまでに、軽質油とA重油の中間の粘性を有する流動パラフィンを用いた土槽実験により、効率的に油を回収できることを示した²⁾。今回、流動パラフィンと灯油を用いた比較実験を行い、粘性の違いによる油の吸引回収効率の違いを確認した。また、実サイトでは軽質油相当の油の存在が想定されることから、灯油の物性値を用いてドレーン工法の油層厚低減効果を揚水工法と比較したシミュレーションを行ったので報告する。

2. 室内実験

(1) 目的

流動パラフィンの粘性は灯油よりも高いことから、油の吸引回収効率は灯油より低いと想定される。そこで、粘性の違いによる油の吸引回収特性を把握するために、流動パラフィンと灯油を用いた土槽実験を行った。

(2) 実験概要

水+土の層と油+土の層からなる土槽にドレーン材を挿入し、チューブを介して負圧吸引を行った(図-1、写真-1)。土槽実験の条件を表-1に示す。実験は次のように実施した。i) ドレーン材に固定したホースから所定の吸引圧で吸引した。土層が常に飽和状態に保たれるように油を上部から供給した。ii) 吸引量(回収量)が合計(水+油)で約100cm³になったらコックを閉じ、吸引を一時停止した。その時の吸引時間と水:油の比率を測定した。iii) 油比率90%以上になるまでii)の操作を繰り返した。

表-1 土槽実験条件

ドレーン有効長	14 cm
ドレーン有効幅	2 mm
初期油:水接触長	5 cm : 9 cm
水+砂層厚	18 cm
油+砂層厚	18 cm
使用した砂	フラタリーサンド
土粒子密度	2.63g/cm ³
間隙率	37%
吸引圧(MPa)	0.01、0.03、0.06

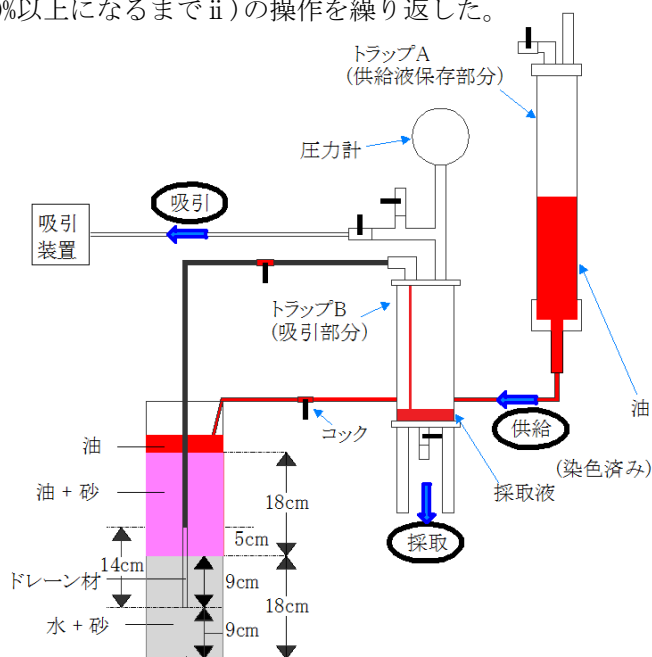


図-1 室内実験装置概要



写真-1 実験状況

キーワード: ドレーン、油、回収、吸引、土槽試験

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株) 環境本部 TEL 03-5544-0771

(3) 実験結果

全吸引量に対する油の回収量の累計値（累計油比率）の関係を図-2に示す。同じ吸引圧で比較すると、灯油はいずれの吸引圧でも流動パラフィンよりも累計油比率が高く、吸引効率が高かった。また、吸引圧と累計油比率の関係は、灯油、流動パラフィンとも、吸引圧が低いほど累計油比率が高くなる傾向を示した。

吸引圧 0.01MPa での灯油と流動パラフィンの油回収速度を図-3より求めた。灯油の吸引回収速度は、流動パラフィンの $0.18\text{cm}^3/\text{s}$ に対して、 $4.16\text{cm}^3/\text{s}$ と約 23 倍速かった。流動パラフィンの粘性は灯油の粘性よりも 10 倍程度高く、油の吸引回収速度は油の粘性が大きく寄与していると考えられる。

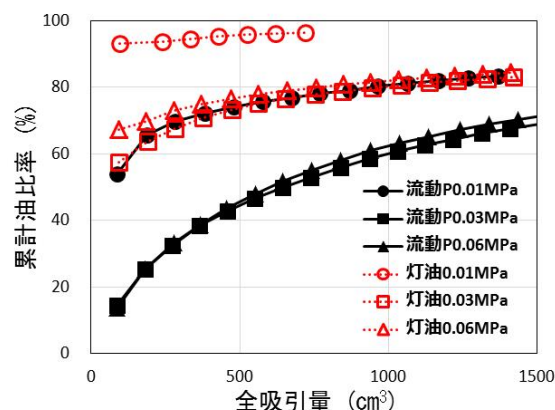


図-2 全吸引量と累積油比率

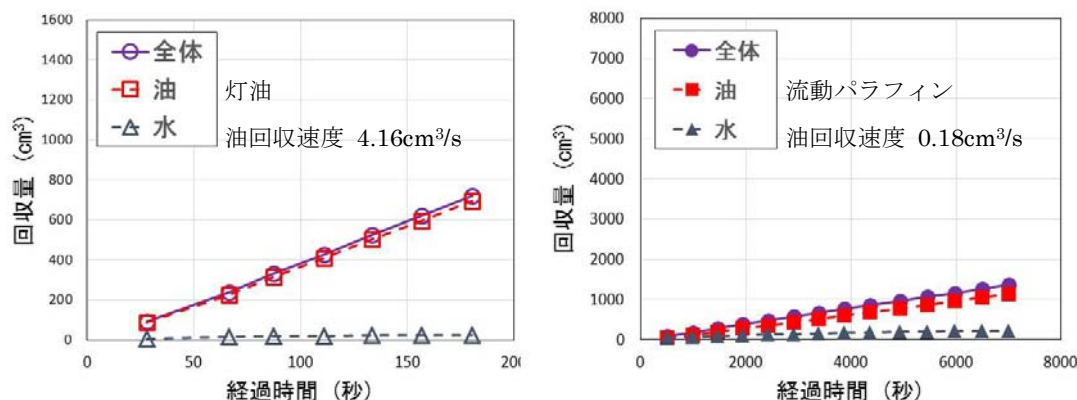


図-3 経過時間と回収量（吸引圧 0.01MPa）

3. シミュレーション

前回、報告した流動パラフィンを用いた屋外試験²⁾での結果を基に、灯油の粘性などの物性値を用いて、軽質油相当の油の吸引回収を想定したシミュレーションを行った。シミュレーション条件と結果を表-2および図-4に示す。初期の観測井戸内油層厚 50 cm に対して、対策目標を 10 cm として、対策期間(年)を算出した。これは、地下水位差がない場合、自重で油が拡散しない油層厚を 10 cm 程度と推定したことによる。シミュレーションの結果、一般的な揚水対策では対策期間が 100 年以上となり現実的ではないが、ドレーン工法では 0.43 年で油層厚の低減が可能であることが示された。

表-2 シミュレーション条件と結果（対策期間）

対策	本数	揚水量 (対象面積)	真空 吸引	1 本の 影響径	対策 期間
揚水 工法	1 本	100m³/日 (2, 850m²)	なし	50m	100 年
ドレーン 工法	58 本		あり	6.5m	0.43 年

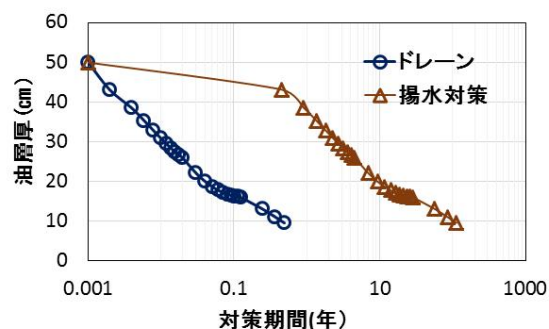


図-4 観測井戸内油層厚の変化と対策期間

4. 今後の課題

今後は、灯油を用いた屋外試験によりシミュレーション結果を検証するとともに、実規模工事へ向けた設計と実サイトでの実証を行う計画である。

参考文献

- 1) 川端淳一他:プラスチックボードドレーンによる揚水・注水工法を用いたシアン含有地下水の原位置酸化分解浄化工事について、第 20 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会、pp. 548-553、2014.
- 2) 関 弘他:ドレーン工法を用いた油回収に関する実験的検討、土木学会第 71 回年次学術講演会、pp. 83-84、2016.