

GMS・UT-Chem を用いた界面活性剤による油汚染浄化予測解析

大同工業大学 都市環境デザイン学科 学生会員 ○宮澤秀二
大同工業大学 都市環境デザイン学科 正会員 棚橋秀行 大東憲二

1.はじめに

著者らは、粘性が高い LNAPL(水より軽い水溶解性物質)による地盤汚染について着目し、界面活性剤や自然分解可能な物質を用いた原位置による非掘削浄化技術の開発を別途行なっている。本報告では、浄化効果の予測解析により、界面活性剤の注入量・注入位置を決定し、最適な浄化プロセスを導き出すことを目的としている。浄化期間を極力短くし、なおかつ注入量を最小限にするプロセスを見出すことにより、実地盤に適用した場合の、コスト低下に繋がると考えている。

2.解析プログラム

本報告では、油含有土に対して界面活性剤を用いて浄化を行なった場合の浄化効果を、解析プログラムを用いて検証した。今回の解析は、界面活性剤による化学反応を考慮した移流拡散プログラム UT-Chem と、その入出力サポートツールである GMS を使用した¹⁾。本研究室で使用している小型 2 次元土槽のモデルをプログラム上で作成し、油含有土を界面活性剤を用いて浄化を行なった場合の GMS・UT-Chem プログラムによる浄化効果について予測解析を行なった。

3.浄化予測解析とその結果

3.1 小型 2 次元土槽実験の解析モデル概要

図-1 に示すように、サイズ X:Y:Z=1m : 0.15m : 1m の模擬土槽を 20 ブロック : 1 ブロック : 20 ブロックに分割し計 400 セルに分けた。ブロック座標(X_B,Y_B,Z_B)=(5,1,16), (16,1,16)に 2 つの揚水井戸、ブロック座標(X_B,Y_B,Z_B)=(10,1,4)に注入井戸を、それぞれ設定した。

3.2 入力パラメータとヴァーチャルプロセス

解析に使用した基本的入力パラメータを表-1 に示した。これらの値は実験値や文献等を参考に設定した。解析におけるヴァーチャルプロセスを、図-2 に示す。初期飽和状態の水による飽和状態から 4ℓ/day を 2 つの揚水井戸から 5 日間揚水し、その後 5 日間の放置期間を設けた。次に 0.5ℓ/day の油を注入井戸から 5 日間注入し、5 日間放置期間を設け、その後界面活性剤 20 ℓ/day を注入井戸から 5 日間注入し、5 日間放置期間を設けた。最後に 5 ℓ/day の水を注入井戸から注入し、2.5ℓ/day の揚水を 2 つの揚水井戸から行う水洗浄を 5 日間行う、というプロセスで解析を行なった。

3.3 解析結果

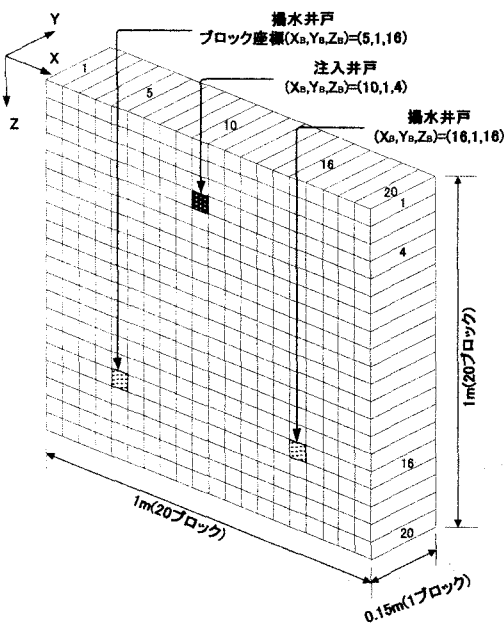


図-1 小型 2 次元土槽モデル

表-1 入力パラメータの一部

項目	値
間隙率	0.413
透水係数(millidarcy)	10200
水の密度(g/cm ³)	1
油の密度(g/cm ³)	0.878
分散長(縦)	0.01
分散長(横)	0.001

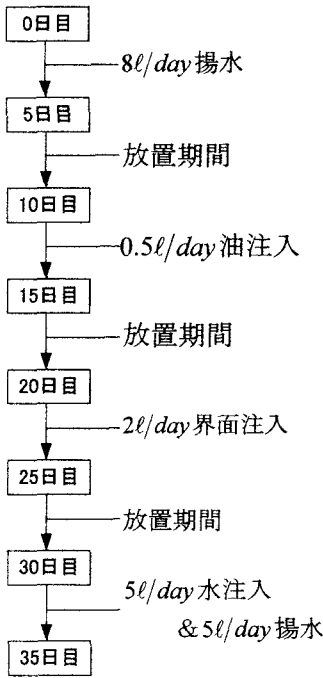


図-2 ヴァーチャルプロセス

図-3 から図-12 は、今回の解析の浄化結果を飽和度分布によって表したものである。図-3 は、初期飽和分布の図である。初期飽和から揚水を行なった。その後の放置期間の最終日の水の飽和分布が図-4 である。油注入後の放置期間の最終日の油の飽和度分布が、水面上に形成された毛管上昇帯付近で広がっている様子が図-5 で見て取れる。その時の水分飽和度分布が図-6 あり、水分飽和度の高い部分の中にある低い部分に油が分布していることがわかる。界面活性剤注入後放置期間の最終日には界面活性剤の飽和度分布がモデル上層に横に長い楕円形に広がっていることが図-7 からわかる。同時刻の油飽和度分布が図-8 である。図-5 と比較して油に何も変化が無く、この時点では油と界面活性剤が反応していない。界面活性剤が注入されたことにより水の飽和度分布が若干低下していることが図-9 から見て取れる。水洗浄 1 日目の油飽和度分布が図-10 になる。図-8 と比べると、明らかに油飽和度が低いことが見て取れる。さらに水洗浄 3 日目になると、油飽和度が低下していることが図-11 よりわかる。水を注入したことにより、注入井戸付近の界面活性剤が押し下げられ、油層を通ることにより油と混ざり、流動が良くなった油が揚水井戸から回収されていると思われる。図-12 の水洗浄最終日の油飽和度を見るとほぼ浄化できていることが見て取れる。

4.まとめ

図-2 のヴァーチャルプロセスに対する解析より油汚染をほぼ浄化する予測結果が得られた。これ以外のヴァーチャルプロセスを今後複数作成し、さらに最適なプロセスの確立を行なっていく。また、化学的な物性値についてまだ把握できていないものもあるため、今後さらに検討したいと考えている。

参考文献：1) User's Guide and Technical Documentation for UTCHEM-9.0, Center for Petroleum and Geosystems Engineering, The University of Texas at Austin, Vol.1 and 2, 2000.

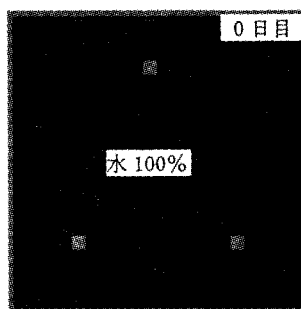


図-3 初期飽和度分布(水)

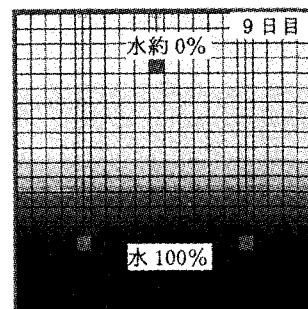


図-4 揚水終了後放置最終日における飽和度分布(水)

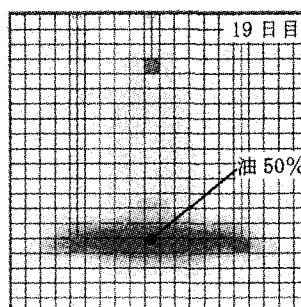


図-5 油注入後放置最終日における飽和度分布(油)

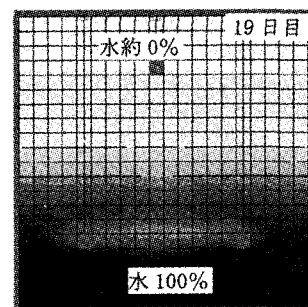


図-6 油注入後放置最終日における飽和度分布(水)

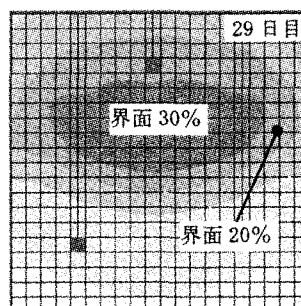


図-7 界面活性剤注入後放置最終日の飽和度分布(界面)

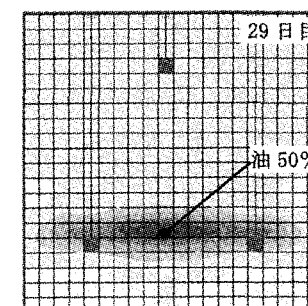


図-8 界面活性剤注入後放置最終日の飽和度分布(油)

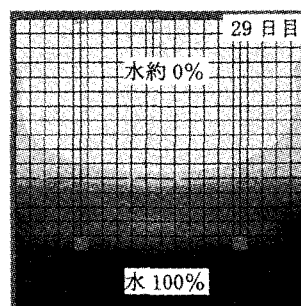


図-9 界面活性剤注入後放置最終日の飽和度分布(水)

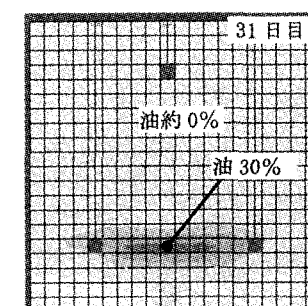


図-10 水洗浄 1 日目の飽和度分布(油)

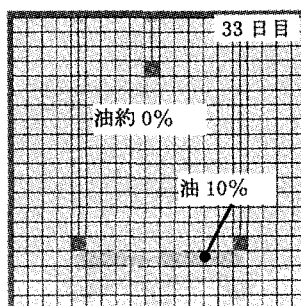


図-11 水洗浄 3 日目の飽和度分布(油)

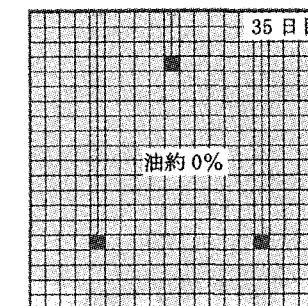


図-12 水洗浄最終日の飽和度分布(油)