

GMS・UTCHEM を用いた油の浸透解析

大同工業大学都市環境デザイン学科

大同工業大学工学研究科建設工学専攻

大同工業大学都市環境デザイン学科

○河合輝也

学生会員

正会員

宮澤秀二

棚橋秀行

1. はじめに

粘性の高い LNAPL(水より軽い難水溶解性物質)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掘削・非掘削浄化技術の開発を別途行っている。昨年までに、界面活性剤を用いた浄化の解析を行い、良好な結果を得た。さらに正確に再現するために油の物性値の把握と、これを用いた解析結果を小型二次元土槽実験結果と比較することを目的に研究を行った。

2. 小型二次元土槽を用いた油の浸透実験結果と解析の比較

2.1 実験の概要

図-1 に示すように小型二次元土槽の高さ 58cm×横 61.5cm×奥行き 13.4cm の範囲に山砂を水締充填し、水による初期飽和状態から土槽右下に設置した排水バルブを開け 7 日間排水した。次に 1.5ℓのエンジンオイルを図-1 のブロック No.1 の上部から 10 日間かけて投与した。エンジンオイル投与開始から 17 日後に土槽を解体し各ブロックの土試料中のエンジンオイルと水の飽和度を分析した。エンジンオイル投与開始から 26 日後、70 日後に解体した実験ケースも行った。

2.2 物性値について

GMS・UTCHEM では、エンジンオイルの透過性対象とする土の透水係数とエンジンオイルの密度および粘性を入力値とすることで評価される。図-2 に示す透水試験装置(変水位)により、山砂の透水係数を求めた。エンジンオイルの密度、粘性を各種資料から調べたものを表-1 に示す。これらを入力値として次節以降の解析を行った。

2.3 解析の概要

実験で山砂を充填した範囲と同じ大きさのモデルをプログラム上で作成し、表-1 の入力パラメータを用いて GMS・UTCHEM によるエンジンオイルの浸透解析を行った。モデルは、高さ 58cm×横 61.5cm×奥行き 13.4cm の模擬土槽を高さ方向 8 ブロック×横 8 ブロック×奥行き 1 ブロックに分割し計 64 ブロックに分けた。図-1 のブロック No.1 に注入井戸を、ブロック No.48 に揚水井戸をそれぞれ設定した。解析において入力したプロセスは、飽和状態から 4.5ℓ/day)を揚水井戸から 1 日間揚水し、その後 6 日間の放置期間を設けた。次に、0.15ℓ/day)のエンジンオイルを注入井戸から注入し、揚水井戸から 0.15ℓ/day)の揚水を 10 日間行った。最後に 60 日間の放置期間を設けた。

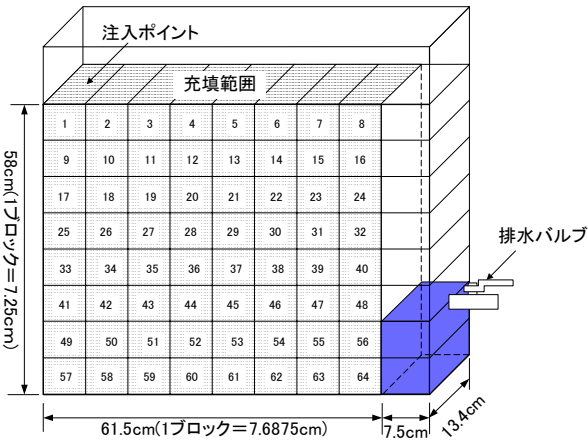


図-1 小型二次元土槽

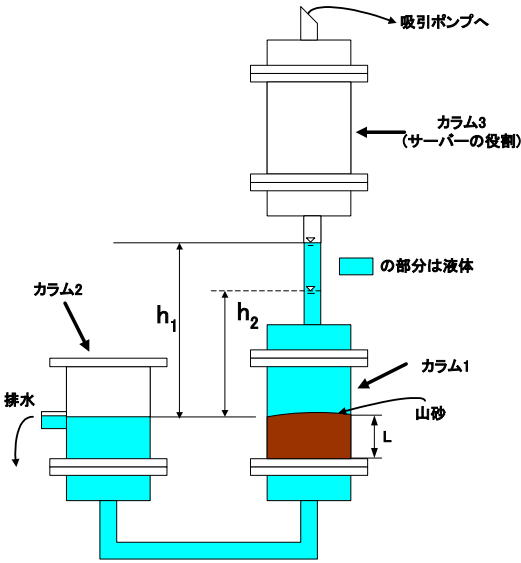


図-2 透水試験装置(変水位)

表-1 入力パラメータ

項目	値
間隙率	0.413
透水係数(millidarcy)	56448
水の密度(g/cm ³)	1
油の密度(g/cm ³)	0.878
水の粘性(cp)	1
油の粘性(cp)	500
分散長(縦)	0.01
分散長(横)	0.001

2.4 実験結果と解析の比較

図-3 a,b は投与開始から 17 日後のエンジンオイル飽和度分布について、実験結果(a)と解析(b)を比較したものである。図-3 a に示すように、実験では数カ所に極端に高い飽和度を示している部分が見てとれる。図-3 b に示すように、解析では注入井戸下層付近に飽和度の比較的高いゾーンが広がっている。解析では土槽全体の充填密度を均一にすることができるが、実験では充填密度を均一にすることが難しいため、図-3 a,b でエンジンオイルの浸透に違いが出たと考えられる。

図-4 a,b はエンジンオイル投与開始から 26 日後の実験結果(a)と解析(b)を比較したものである。図-4 a,b ともに、図-3 a,b の時点よりもエンジンオイルの比較的高い飽和度が高いゾーンが、水面上を右方向へ広がりだしていることが見てとれる。

図-5 a,b はエンジンオイル投与開始から 70 日後の実験結果(a)と解析(b)を比較したものである。図-6 a,b はエンジンオイル投与開始から 70 日後の実験結果(a)と解析(b)の水の飽和度分布である。図-5 a,b とも、いったん図-4 a,b で下方に浸透したエンジンオイルが上方に移動し、エンジンオイルの分布がレンズ状になってきている。いっぽう、図-6 a,b から、エンジンオイルが縦方向に浸透することにより土槽左下にあった水分が土槽右下に移動したことにより、土槽右下の飽和度が高くなっていることがわかる。これにより、右方向への油の広がり方が、水分飽和度の高い部分を乗り越えようとするかのような傾斜を持っていることが図-5 a からわかり興味深い。図-5 b の解析では実験ほど顕著にこの傾向は見て取れないが、およそその分布としては近い形状となった。

3. まとめ

多少の違いが見られたものの、エンジンオイルの浸透のおおよそについては、実験結果と解析の互いの結果が近いものであったと思われる。小型二次元土槽という小さいモデルで解析を行ってきたが、これからは実際の地盤を想定し解析していきたい。土槽モデルでは地下水の流れは考慮していなかったが、実地盤では地下水の流れも考慮した油汚染の浸透解析を行っていきたいと考えている。

参考文献: 1) 宮澤秀二、棚橋秀行、大東憲二:GMS・UTCHEM を用いた界面活性剤による油汚染浄化予測解析、研究発表会講演概要集、(社)土木学会中部支部、pp.253-254、2006.

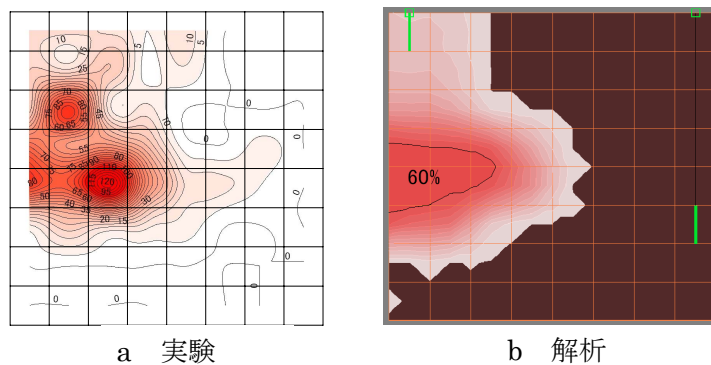


図-3 17 日後のエンジンオイル飽和度分布

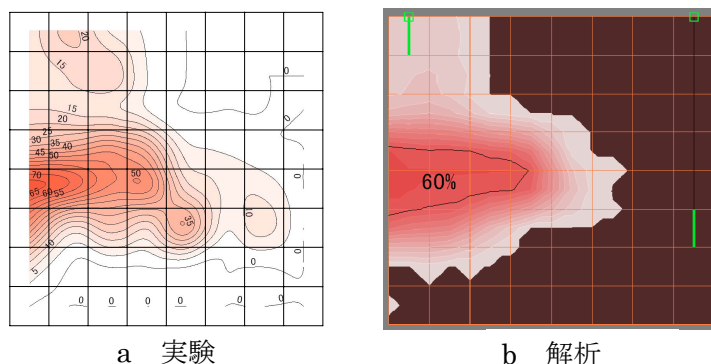


図-4 26 日後のエンジンオイル飽和度分布

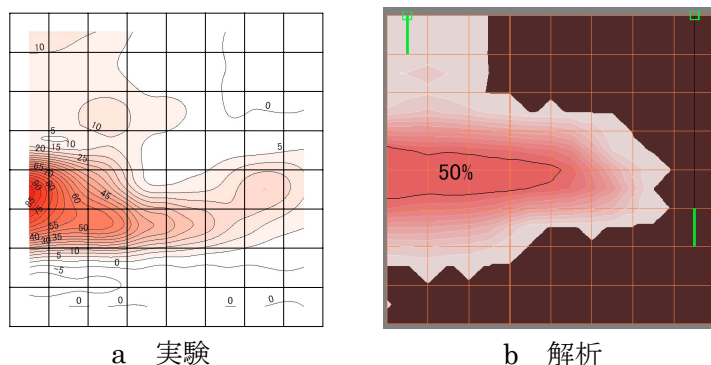


図-5 70 日後のエンジンオイル飽和度分布

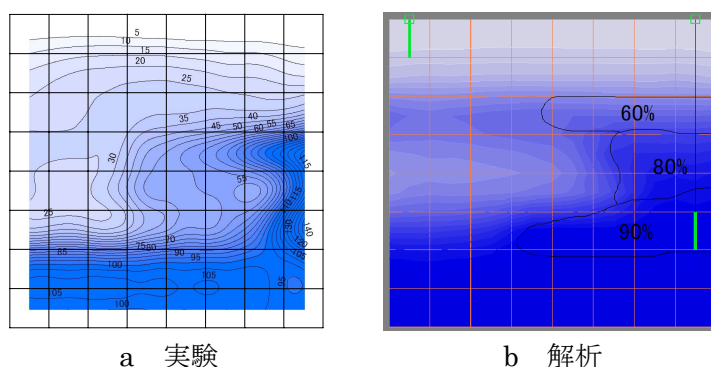


図-6 70 日後の水飽和度分布