

地下水汚染の予測シミュレーションシステム

(原位置不飽和透水試験と広範囲の移流拡散解析)

概要

本システムは、簡易な原位置透水試験により現地の飽和・不飽和土の浸透特性を多測点で把握し、広い範囲の地下水汚染シミュレーションを行うことで、地下水汚染の範囲や濃度を高精度に予測するものです。広範囲に及ぶ汚染物質の合理的な拡散防止対策の検討に活用できます。

東日本大震災による津波堆積物や有害物質を扱う工場や廃棄物処分場から漏出した汚染物質は、降雨とともに地下へ浸透するため、これらがどのように拡散していくのかを予測するには地表面付近の地盤の浸透特性を明らかにすることが重要です。しかし、従来の透水試験では、地下水位以浅の不飽和土の透水係数を評価することが困難です。また、広範囲モデルの代表的な解析手法であるオイリアン・ラグラジアン法(EL法)は、数値分散によって汚染濃度の拡散を過大評価しやすいといった問題があります。

本システムでは、簡易に短時間で実施できる不飽和地盤における透水係数の測定技術を開発すると共に、EL法に改良を加えて数値分散を抑制することで解析精度の向上を実現しました。

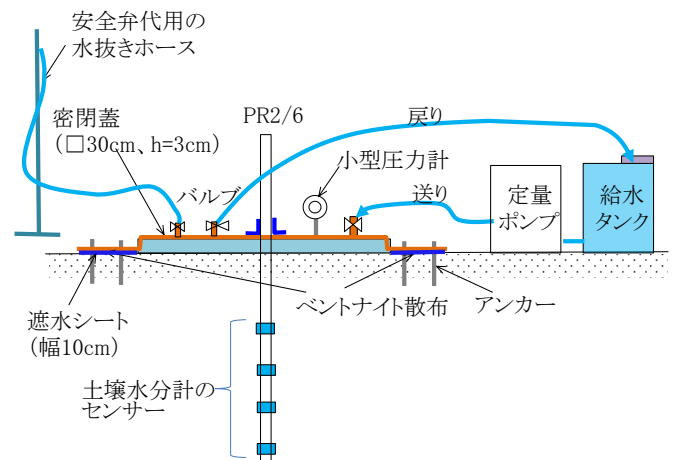
用途

- ・地下水汚染の予測と拡散防止対策のシミュレーション
- ・原位置での不飽和土の透水試験
- ・不飽和特性を評価した解析モデル(VGモデル)のパラメータの同定

特長

(1) 原位置不飽和透水試験

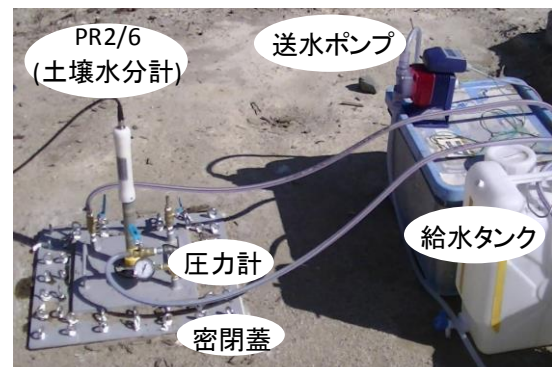
1. 原位置での簡易な不飽和透水試験法です。
2. 計測装置は、①土壌水分計、②水ポテンシャルセンサー、③ポータブル発電機、④給水タンク(18L)で構成されており、コンパクトで様々な場所で測定できます。
3. 地表から給水しながら体積含水率の変化を測定し、密閉蓋を用いて加圧することで測定時間の短縮や難透水性地盤への適用が可能になります。



原位置不飽和測定装置の概要

(2) 広範囲の移流拡散解析

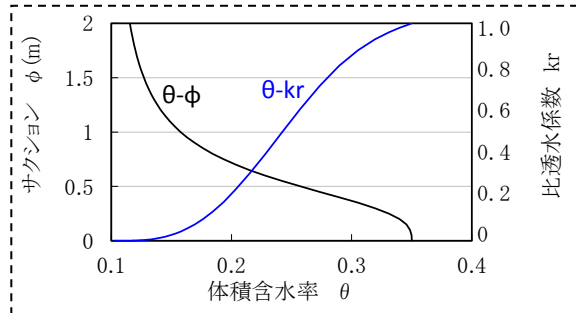
1. EL法は移流拡散方程式の移流項と拡散項を分離して安定的に解く手法です。EL法を用いたFEMによる移流拡散解析で広範囲の3次元地下水汚染のシミュレーションを行います。
2. EL法の問題点である数値分散に対して、FEMの要素ごとに流速に適した移流項のタイムステップの更新を行うことで数値分散を抑制します。



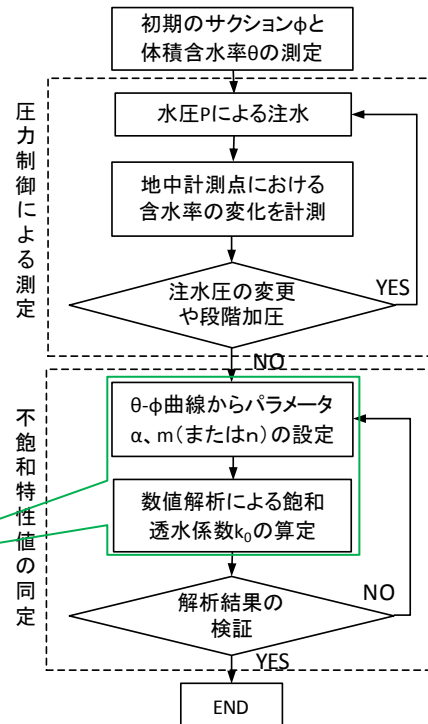
現地での測定状況

◆ 原位置不飽和透水試験の測定手順

- ① 地中に測定孔を削孔(径 $\phi=40\text{mm}$, 深さ $H=1\text{m}$)
- ② 測定孔の一定間隔(10cm など)の深さにおけるサクシオン(水頭)を水ポテンシャルセンサーで測定
- ③ 土壤水分計を測定孔に設置(センサーと孔壁間は削孔土で充填してよく締固める)
- ④ 地表面に密閉蓋型給水装置を設置
- ⑤ 密閉蓋型給水装置に定量電動ポンプで給水し, バルブ調整と小型圧力計で圧力を一定に管理
- ⑥ 測定中に段階的に圧力を増加
- ⑦ 土壤水分計により深度ごとの含水率の変化を測定



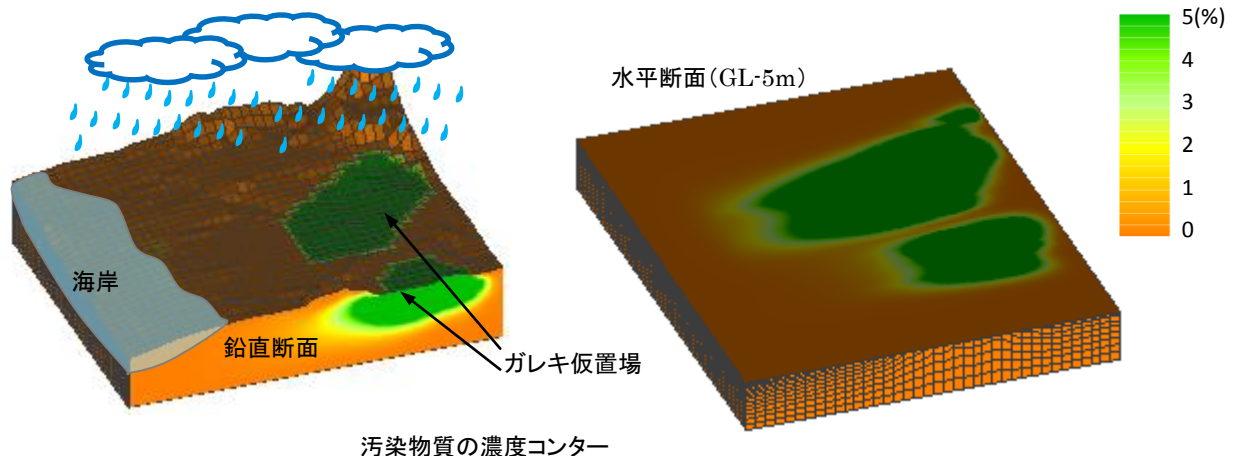
不飽和特性曲線



測定手順と不飽和パラメータの同定のフロー

◆ 解析事例

ガレキ仮置場から汚染物質が漏出したという想定 of 解析事例です。降雨浸透によって沿岸方向(右から左へ)に汚染物質が拡散していく状況を汚染濃度のコンターで表しています。発生源を 100%として低濃度部分を強調して図示しています。



汚染物質の濃度コンター

■ 実績

- ・ 岩手県下閉伊郡山田町の震災ガレキ処理工事(2012.4～2014.3)

■ 関連資料

- ・ 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.9, VolⅢ, p.371-372
- ・ 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015.9, VolⅢ, p.387-388

■ 技術登録・表彰等

- ・ 特願 2015-141122「汚染物質の移流拡散解析法」