

原位置不飽和透水試験と広範囲の移流拡散解析

In-situ Unsaturated Hydraulic Conductivity Tests and Advective Diffusion Analysis for Wide-area

森田修二* 今泉和俊** 三澤孝史** 浅野 剛**
Shuji Morita, Kazutoshi Imaizumi, Takashi Misawa, Takeshi Asano

研究の目的

地下水汚染の原因には、廃棄物処分場からの汚染物の漏洩や有害物質を扱う工場地帯での土壌汚染などが挙げられる。また、津波を伴う震災では重金属類を含んだ津波堆積物による土壌汚染が報告されており、震災地でのガレキの集積場から重金属類が流出することも考えられる。このような地下水汚染への対策を考える場合には地下水の流れをできる限り正確に把握する必要がある。本研究では、このような広範囲の地下水汚染対策を検討するために原位置における不飽和透水試験法の開発と数値解析手法の改良を目的とした。原位置不飽和透水試験法では地表における水圧条件を任意に設定できる効率的な不飽和透水係数の測定方法を開発した。数値解析手法では移流拡散解析の1つの解析手法であるEL法(オイリアン・ラグラジアン法、拡散項と移流項の計算を分離した安定解析手法)の改良を行い、解析精度の向上を図った。

研究の概要

原位置での不飽和透水試験には確立された方法がない。今回、地表に注水して土の体積含水率の変化を測定する試験方法に改良を加えた不飽和透水試験機を開発し、現地に適用した。深度ごとの体積含水率を測定することで、不飽和特性を表す VanGenuchten モデルのパラメータが同定できる。また、現地ではガレキ処理(破碎・選別等)を行っており、ガレキの仮置場を中心に土壌分析を行ったが、重金属類による汚染は認められなかった。

地下水汚染の移流拡散解析には代表的な解析手法としてはオイラー法やEL法があるが、広範囲の解析にはオイラー法は不向きであり、現実的にはEL法に限られる。しかし、EL法には物質濃度がメッシュ幅に分散する(数値分散)が生じる問題があり、メッシュ分割やタイムステップが解析精度に大きく影響する。

本研究では、EL法に改良を加え数値分散を抑制する手法を提案した。解析手法の精度の検証と現地をモデル化した解析結果について報告する。

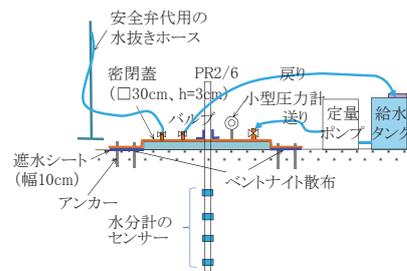


図-1 原位置不飽和透水試験の装置

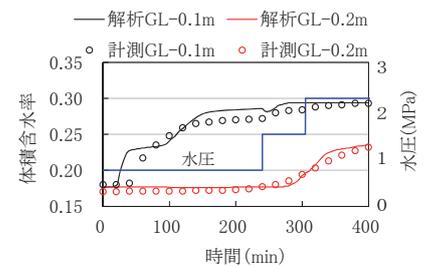


図-2 土壌の体積含水率の計測と解析

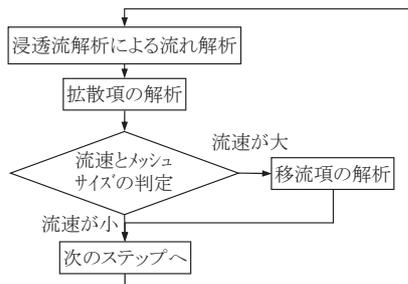


図-3 改良EL法のフロー

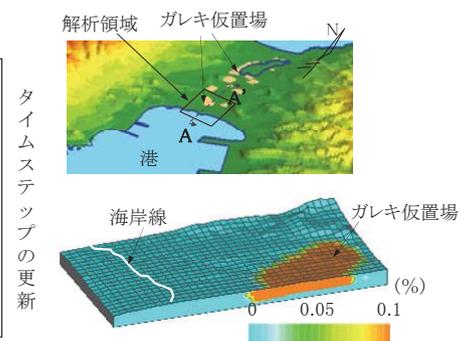


図-4 現地モデルの移流拡散解析

研究の成果

開発した原位置不飽和透水試験法をガレキ処理現場で実施し、以下のことを確認した。

- i. 原位置試験と数値解析によるシミュレーションで不飽和特性と飽和透水係数が同時に特定できる
 - ii. 給水圧を任意に変更できる加圧式の試験装置により試験時間が大幅に短縮できる
 - iii. 段階的に給水圧を変更してパラメータの同定条件を追加することで、不飽和パラメータの推定精度が向上する
- また、改良EL法の開発により以下のことを確認した。

- i. 既往の実験結果を用いて検証し、改良EL法の解析精度が高いことを確認した
- ii. ガレキ処理現場を対象にモデル解析を行い、現地の広範囲なスケールにも適用可能であることを確認した

*西日本支社土木技術部 **技術研究所