

流れ場が変化する地盤浸透流の解析方法に関する研究

Study on Simulation Method of Groundwater Flow in Varying Flow Fields

今井 久 Hisashi IMAI *1

要 旨

地盤浸透流の数値解析技術は、開発後およそ半世紀が経過しほぼ完成された技術と考えられてきた。しかし、放射性廃棄物の地層処分やLPガスの地下貯蔵など新たな大深度地下利用のニーズに伴い、従来不透水扱いされていた 10^{-8} m/sより小さい透水係数の岩盤などを対象にする解析が必要となっている。このためにこれまで無視されてきた地下空洞表面からの蒸発量など微小な境界流量への対応や、浸透流解析に用いる岩盤の不飽和パラメータの把握が必要となっている。また、放射性廃棄物の地層処分においては10-100万年オーダーの評価期間となるため、地球温暖化や東日本大震災の経験も踏まえ、地質変動などの長期地質環境変遷を考慮する必要性など、新たな解決すべき課題が発生している。土木工事の観点からは、施工へのより一層の高い安心・安全性の要求など、浸透流解析と連携した施工管理、環境保全に関する浸透流解析のニーズや、地下水挙動とともに地下水質への影響、地盤沈下などへの影響も同時に評価する必要性が生じている。

以上の現代的な課題、ニーズをまとめると、飽和・不飽和の遷移、長期的な境界条件や地質構造の遷移、工事掘削・揚水に伴う解析領域の形状や境界水位の変化などであり、流れ場の変化する浸透事象をより効率的・迅速に解析・評価する問題と整理することができる。これらの問題に対する浸透流解析の適用性向上を図るため、本研究では以下の4つのテーマに関して研究を行った。

- ①テーマ1：地下水流動状況に応じた境界条件の変化への対応方法
- ②テーマ2：岩盤の不飽和浸透パラメータの評価方法
- ③テーマ3：掘削工事に伴う地下水影響と地盤沈下を即時に解析・評価する方法
- ④テーマ4：長期地質環境変遷を考慮しうる地下水流動解析方法

以上の研究により、現代の多様な地下水問題に対する課題を流れ場の変化する浸透問題と捉え、変動する境界条件の設定ロジック、岩盤の不飽和特性評価方法、浸透流解析と連携した地盤沈下評価方法、長期地質環境変遷に対応する解析方法について研究し、新しい概念の解析・評価手法を開発・提示した。

さらに、上記の開発した解析方法を事例および実工事に適用することでその適用性を示し、現代の多様な地下水問題への対応方法を示し、浸透量解析の新しい適用・利用方法を示した。

キーワード：地下水流れ、数値解析、不飽和、境界条件、長期地質環境変遷

Summary:

Recent human activities require more effective technologies for the numerical simulation of groundwater flow. For such requirements, groundwater simulation methods were studied to address several current issues, such as the expansion of range of applied hydraulic conductivity, long-term evaluation of hydrogeological features related to the disposal of high level radioactive waste from nuclear power generations and so forth. In this study, the following four items were studied to increase the availability of groundwater simulation to the recent requirements. 1) Methodology of boundary condition setting. 2) Measurements of unsaturated seepage parameters for rocks. 3) Estimation method of ground settlements using the results of groundwater flow simulation. 4) Simulation method to adapt to the evolution of hydrogeological environments in the course of several million years. These studies enable us to estimate groundwater behaviors and the characteristics of hydrogeological environments in order to address recent hydrogeological concerns.

[出典] 今井 久：流れ場が変化する地盤浸透流の解析方法に関する研究，埼玉大学大学院学位論文，2014. 3