

地盤環境が熱応答試験結果に与える影響に関する実験的研究

平成 25 年 3 月 濱野 太宏

要旨

目的

近年、再生可能エネルギーの一つである地中熱を利用したヒートポンプシステムを導入する機運が高まっている。このシステムの最適設計を行うためには、事前に地盤の熱交換特性を評価する熱応答試験(Thermal Response Test :TRT)を行っておく必要があるが、地盤の水飽和度や地下水の流速などに熱応答解析結果が大きく左右される。そこで、室内実験を行い、地盤環境が TRT に与える影響を評価した。

実験方法

地盤の熱的特性を調べる室内実験を実施するため、熱応答実験装置と模擬地盤用の三次元アクリル水槽を製作し、地下水位と地下水流速を変えて TRT を行う。

水槽充填試料は、乾燥状態と完全水飽和した状態、および乾燥状態から吸水させた部分飽和と完全飽和から排水させた部分飽和の 4 パターンで、また乾燥状態以外では水槽傾斜の無い条件の他に傾斜を 2 段階で与えて地下水流速を変化させた、合計 10 通りで実験を行った。

さらに室内 TRT 結果の精度を確認するため、小型容器を用いた熱伝導率実験を行い、解析解を求めて熱伝導率を評価した。

特徴

室内で実験装置の地盤環境を任意で変更することができるため、高い再現性と地盤環境の変化が与える影響の評価が容易である。

結論

- ① 同一条件で実施した実験結果より求めた熱伝導率の算出値の相対誤差は 5%以下となり、高い再現性が確認できた。
- ② 地盤の飽和部分の増加によって熱伝導率の算出値が増加するため、TRT が地下水位の変化による影響を受けることが確認できた。
- ③ 地盤内に浸透流がある場合、地層中の熱交換が熱伝導だけでなく移流による影響を受けるが、みかけの熱伝導率が増加することが確認できた。これによって地下水流れを生じる地盤における TRT 結果の熱伝導率は真の熱伝導率ではなく、みかけの熱伝導率であることも確認することができた。
- ④ 小型容器を用いた熱伝導実験結果より、別途評価した地盤の熱伝導率は室内 TRT より求めた熱伝導率より約 3%程度小さな値となった。しかし、室内 TRT より求めた熱伝導率は屋外 TRT より求めた熱伝導率とほぼ同程度の値となったことから、室内 TRT の実験結果は妥当であると思われる。

指導教官 藤縄 克之