

[自主研究]

地中熱利用のための地下熱環境評価手法と熱応答試験装置の開発

濱元栄起 八戸昭一 白石英孝 石山高 佐竹健太

1 背景と目的

再生可能エネルギーのひとつである「地中熱エネルギー」の活用が期待されている。当センターでは前自主研究事業において埼玉県内の地下環境(地下温度、地質、地下水特性)の情報整備を行うとともに、精細な地質構造モデルを活用し250mメッシュの地中熱ポテンシャルマップを作成した。

一方、実際の施工の際には、設置場所の熱の利用可能量(例えば採熱率や有効熱伝導率)を実測し、その結果をもとに熱交換井の深さや本数を決定することになる。この試験は熱応答試験と呼ばれるが、まだいくつかの課題が残されている。そこで本研究では新しい方式による試験装置を提案しその有効性を確認することを研究の目的とした。

さらに地中熱利用システムの長期的な安定性を調べるためには地中熱運転シミュレーションが有効である。このような運転シミュレーションでは、熱応答試験等によって得られる熱伝導率等の熱物性に加えて自然状態の地下温度分布の情報が有用であることから前自主研究事業に引き続き埼玉県の平野部を対象とした地下温度調査を行いデータの拡充を図った。

2 新型の熱応答試験装置の開発

一般に行われる熱応答試験は、温水を用いた方法で掘削孔にU字状のパイプを通して入口から温水を流し、入口温度と出口温度の差から、熱交換井と近傍の地層との熱のやりとりを調べるという方法である(温水循環法)。本研究では、形状を工夫した電熱ヒーターを用いることで短時間にかつ簡易に測定できる装置を提案した。この方法の特徴のひとつとして各地層の熱伝導率を計測できることが挙げられる。本研究においては、数値シミュレーションと簡易な試作機を作成しその有効性を確認した。このうち試作機を用いた試験では「水試料(寒天固定)」と「珪砂」の熱伝導率を測定し、±0.1W/m/K程度の精度で計測できることがわかった。さらに一般的な熱交換井の口径(150mm)をモデル化したシミュレーションによって、計測時間は従来の半分以下である約12時間の計測時間で測定できることがわかった。

3 埼玉県内における地下温度計測と公開

熱伝導率を実測し、地中熱シミュレーションを行うには、計算の初期条件や境界条件として自然状態の地下温度情報が必要不可欠である。このため前自主研究事業から埼玉県内の平野部に設置されている地下水位観測井で地下温度計測を行ってきた(23地点)。本自主研究事業では新たに6地点(行田、浦和、北川辺、大利根、深谷北、川島)で測定を行いデータの拡充を図った。このうちデータ整理が終わった23地点については、「埼玉県地質地盤資料集」で公表し、広く利用されている。現在インターネットによる公開も準備中である。本研究で提案する新型の熱応答試験法で計測する各地層の熱伝導率とこの地下温度データを用いることで、これまでよりも精度の高い地中熱シミュレーションを行えることになる(図1)。

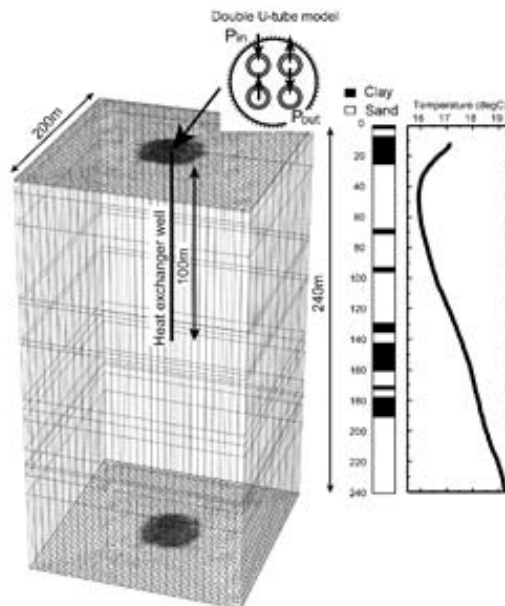


図1 多層構造モデルによる地中熱シミュレーション例