

論文内容の要旨

氏名	上原 健人	専攻名	土木工学専攻	学籍番号	12TM306G
論文題目	地下水流動場での熱応答試験の順解析と逆解析に関する研究				
<p>2011年3月の東日本大震災および福島第一原発過酷事故を受け、再生可能エネルギーを利用する機運が高まっている。特に地下熱の利用は、近年大規模施設への導入がすすみ、長野県においても長野市新庁舎に導入されるなど、注目を集めている。</p> <p>地下熱を熱源としヒートポンプで空調や給湯用の熱を供給するシステムの(GSHPシステム)設計時には初期費用の削減や効率的な運転に資するため、熱応答試験(Thermal Response Test: TRT)を実施し、地盤の熱伝導率や体積熱容量などの熱交換特性を評価することが推奨されている。TRTの解析には一般にケルビンの線源理論が適用されることが多いが、この理論は熱移動が熱伝導のみに支配されることを前提としているため、地下水流動による影響を考慮する必要性が認識されている。</p> <p>そこで本研究では、熱伝導に加えて移流・分散現象を考慮した解析解を導出した。また解析解を任意の変数で計算できる順解析コードを開発し、その計算結果を可視化して地盤における熱移動の「見える化」を図り、移流・分散現象が地盤中の熱移動に与える影響、地下水流動場での熱移動と物質移動の相違について比較検討を行った。さらに導出した解析解に対して、最適化手法の一つであるPowellの共役傾斜法を用いた逆解析法を開発して、テストケースにより妥当性を検証した後に、室内熱応答実験へ適用し、その結果について考察した。以下に、本研究で得られた知見を述べる。</p> <p>(1) 開発した解析解を用いて地下水流速の異なる3ケースで順解析を実施したところ、流速が小さく熱伝導現象が卓越するケースでは熱が円形に広がるのに対して、流速が大きくなるにつれて熱分散が卓越し、温度分布が楕円形になることが分かった。</p> <p>(2) 同一条件下で熱移動と物質移動を比較すると、流速の小さいケースでは、熱伝導によって熱の方がより広範囲に移動するのに対して、流速が大きくなると地下水流動の影響を強く受ける物質の方が熱よりもより広域に移動することが分かった。</p> <p>(3) 本報で開発した逆解析プログラムを室内熱応答実験に適用した結果、同定された体積熱容量、流速は実測値に近い値が得られた。</p> <p>(4) 本研究の過程において、漏水性を伴う被圧帯水層への揚水試験解析解(ハンタッシュ・ヤコブの式)を用いた逆解析法を開発し、信州大学工学部キャンパスで実施された揚水試験結果へ適用した結果、妥当な値が得られた。</p>					