

# 論文内容の要旨

氏名	中山 宏之	専攻名	理工学系研究科 土木工学専攻	学籍番号	12TM314H
論文題目	sWaterを用いた地盤中の熱移動に関する研究				
<p>地下熱利用システム導入の際、適切な規模および機器の設計を行うために数値解析が有用となる。数値解析は地下の熱移動や問題点の把握を可能とし、地盤環境の影響評価にも大きく寄与することができる。本研究では、三次元の飽和・不飽和浸透流および熱移動の連成解析プログラムコード sWater (subsurface Water and thermal energy resources) を拡張し、熱応答試験 (TRT) およびクローズド型地下熱ヒートポンプシステムの数値解析を可能とするシミュレータの開発を行った。また、開発したシミュレータをテストケースと実地のシステムに適用した。なお、地盤の熱交換特性を示すパラメータは熱応答試験データに TRT アナライザーを適用して同定した値を採用することにより、数値解析の精度向上に努めている。</p> <p>本研究で行った事項は、①既往の熱対流実験を再現した解析コード Tcon2 と sWater による数値解析解の比較、②解析コード検定のためのベンチマーク問題として知られてい溶質エルダー問題と熱エルダー問題への sWater の適用と比較検定、③テストケースに対して sWater 拡張版を適用した数値解とケルビンの線源関数や熱応答試験の解析解である熱移動解析解による計算値との検証、④実際にクローズドループ型システム用の熱交換井を複数本導入している現場を模した数値解析を行い、想定される問題の把握を行う、等である。</p> <p>以下に本研究にて得られた知見をまとめる。</p> <p>(1)精度検証結果から sWater における補間方法の問題が挙げられ、有限要素メッシュの細分化を行うことによって精度の向上が望めることを確認した。</p> <p>(2)ベンチマーク問題解析結果の傾向から <math>\bar{\alpha} \cong \alpha_w(T_1 - T_0)</math> で (<math>T \leq 70</math>) の関係が考えられ、本式を導入して sWater による熱エルダー問題の温度設定を行った結果、同じレイリー数を用いて解析すると溶質エルダー問題と同様の分布傾向を示すことがわかった。</p> <p>(3)解析解による計算値と数値解による計算値との比較検証を行うにあたり、sWater のプログラムの修正を行い、TRT の数値解析に適したコードに変更することができ、テストケースを重ねることで妥当性を証明することができた。</p> <p>(4)地下水流動が緩慢な場所での複数の熱交換井を用いた地下熱ヒートポンプシステムにおいて、熱干渉や定位置に熱が停滞する問題を再現することができ、問題の把握ができた。このことから、TRT を行った際に発生する問題の対策を数値解析の面から検討するツールとしても sWater は有効な解析コードであると判断できた。</p>					