

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	小林 弘嗣
主 論 文 題 名 :				
Y字型モデルを用いた樹形状地中熱交換器のシステムデザイン				
(内容の要旨)				
<p>本論文は、再生可能エネルギーに挙げられる地中熱を効率的に利用するため、新しい流路形状を持つ地中熱交換器の適用可能性を、数値計算解析により検討するとともに、その実用性を確認するものである。</p> <p>地中熱とは、地下 10 m から 200 m 付近に存在する熱を指し、冬は暖かく、夏は涼しい特徴を活かして、住宅用の冷暖房への応用が検討されている。既存の地中熱交換器は、地中を垂直、もしくは水平に U 字型熱交換器 (U 字型モデル) を埋設させて、熱交換させるものが一般的である。しかしながら普及へ向けて、深い位置まで掘削が必要になる課題や、掘削形式によって制約された形状のみで、コンパクトで効率の良い地中熱交換器の形状に関する検討の余地が残されていた。</p> <p>そこで本研究では、自然界の長年のセレクションで培われた生物の効率性を参考に、生物の肺や根のような先に進むにつれて分岐を繰り返し、土壌を広く捉えるような構造を提案し、地中熱交換器としての適用可能性を検討した。地中内に幹となる配管を 1 本設置して、枝管を 2 方向へ自由な角度に分岐をさせ、伝熱効率が最も良い第 1 分岐角度を求めた。次に第 2 分岐角を求め、その分岐の対称性、非対称性の検討を行った。その後、再度第 1 分岐角の検討へ戻り、第 2 分岐角までの収束解を得た。最終的に第 4 分岐角まで、同過程の繰り返しを行い、Y 字型のモデルを用いた樹形状モデルが求められた。本モデルは生物の肺や根の形状と似た構造を示していた。</p> <p>そして、既存で一般的に使用されている U 字型モデル、既往の研究として提案されていた T 字型モデルの 2 モデルを用いて、Y 字型モデルの優位性を確認した。同一の条件 (掘削深度、配管容積) での伝熱効率を比較し、Y 字型モデルは他 2 モデルよりも高い伝熱効率を示した。これは土壌を広く面で捉えて、伝熱面積を多く設けられたことに起因すると考えられる。</p> <p>さらに、実際に地中熱交換器として使用するための具現化検討を実施した。一般的な住宅をイメージした場合での U 字型、Y 字型の掘削深度を比較、それぞれのモデルを導入に必要な概算費用 (工費) の算出を行った。Y 字型モデルは U 字型モデルの掘削深度と比較して、約 50%まで軽減できることが分かった。埋設対象土壌に岩盤、地下水が存</p>				

在する、地質が脆弱であるなどの場合は、Y字型モデルが適している。現状の掘削技術ではU字型に比較して費用が多く掛かるが、今後のジェット流やロボット掘削機の技術開発動向によっては費用を低減できる可能性が考えられる。

以上のように、本論文ではY字型モデルを用いた樹形状地中熱交換器の適用可能性を示すとともに、その実用性について論じた。

(以上)