

山梨県若手研究者奨励事業費 研究成果概要書

山梨大学大学院医学工学総合教育部

博士課程 石黒修平

現在、地中に存在する熱エネルギーを有効利用することで省エネルギー化をはかる、地中熱ヒートポンプ (Ground Source Heat Pump ; 以下, GSHP) に注目が集まっている。地中熱とは、地下 100m 程度の深さまでに存在する低温の熱エネルギーであり、地中温度は年間を通して温度変化がなく、夏は外気より温度が低く、逆に冬は温度が高い。この地中熱を利用する GSHP システムは、従来の空気熱源ヒートポンプシステムと比較しても省エネルギー性に優れた冷暖房・給湯システムである。また、冷房排熱を地中に放出するため、ヒートアイランド現象の防止にもつながると期待されている。しかし、GSHP を利用する場合、採放熱用の地中熱交換井掘削やヒートポンプなどのコスト面の課題から国内での普及は伸び悩んできた。そこで、この GSHP の省エネルギー性を高める試みとして、空気熱ヒートポンプの採放熱器を地中に埋設した直接膨張方式(以下、直膨方式)GSHP の性能を実証するため、2本のボアホール内に銅管を挿入した地中熱交換器を用いて実証試験を行なった。本システムは、熱交換媒体を代替フロン冷媒 (R410A 等) として、直接地中に循環させて採放熱を行うため、熱交換ロスが最小化され、単位深さ当りの採放熱量が従来方式である間接方式 GSHP システムと比べて増大することから、ボアホール深さを短縮でき掘削コストの削減が期待できる。また、複数本の地中熱交換器を用いる場合、各地中熱交換器への冷媒流量が均等であることがシステムの安定的な運転および性能向上に欠かせない。本システムでは気・液相が混在する R410A がヒートポンプ内および地中熱交換器を流れるため各熱交換器が同じ状態で流れないと最悪の場合、冷媒が循環しなくなってしまう。これを避けるために各地中熱交換器へ配管長を等しくする方法が考えられるが、現状では試験的段階であり、確実な工法を模索し均等流量とするための手法の検討する必要がある。また、今後の実用化を視野に入れば、簡易的な形状・構造が求められる。

実験の結果、超音波流量計により各地中熱交換器の流量を計測した結果、11%の差異が確認された。今後、配管分岐箇所に冷媒分流器を設置し冷媒が各地中熱交換器に均等に分流させる予定である。平均取得採熱量は 2.7kW および COP は 4.3 となった。以前、30m の地中熱交換器 1 本で暖房運転を行なったときに比べ COP は低下した。その原因として、複数本の地中熱交換器を用いたため、充填する冷媒量(R410A)が増加しコンプレッサーの負荷となり消費電力が増加したためであると考えられる。今後、この問題を解決するため、ヒートポンプと地中熱交換器の配管距離を最短化し冷媒の充填を最適化することにより性能向上が可能であると考えている。