

# タイ・バンコクにて東南アジア初の 熱応答試験実施

内田洋平<sup>1)</sup>・藤井 光<sup>2)</sup>

産総研・地下水研究グループと地中熱チームでは、東・東南アジア地球科学計画調整委員会(以下、CCOP)の下で、地中熱ヒートポンプシステムに関するプロジェクト研究“Development of Renewable Energy for Ground-Source Heat Pump System in CCOP Regions”を2013年度より実施しています。東南アジアなどの熱帯地域では地中熱利用システムの設置実績が無く、省エネルギー・温暖化対策の観点からその普及は重要と考えられます。しかしながら、暖房の需要はほとんどなく、冷房運転のみであるため、地下への効率的な廃熱が求められます。また、東南アジア地域の地下地質構造や水文環境は、日本の平野や盆地と類似点も多いため、産総研地中熱チームが実施している「地域の水文環境を活用した地中熱システム」の研究手法が適用できると考えられます。

そのような中で、これまでにタイ王国のバンコクに位置するチュラロンコン大学、サラブリー県のチュラロンコン大学実験場、パトゥムターニー県のタイ国立地質博物館(鉱物資源局所属)の3カ所で地中熱ヒートポンプシステムの実証試験を行っています(内田, 2015)。さらに、ベトナム地球科学鉱物資源研究所(ハノイ)においても、同様の実証試験を実施しており長期モニタリングを行っています(内田, 2016)。これまでの実証試験で、バンコク・チュラロンコン大学のシステムでは、成績係数(Coefficient of Performance: COP)が約4.5、消費電力の削減量は通常のエアコンと比較して約30%を示しました。しかしながら、地盤の地下水流動状況や熱物性は不明でした。

地中熱ヒートポンプシステムの性能を大きく左右するもののひとつに地盤の熱特性、すなわち熱の伝えやすさ(熱伝導率)があります。地中熱の研究分野においては、熱伝導率については以下の3種類があります。

- ・熱伝導率：地層や岩石の固相が有する熱物性。空隙は不飽和(水分量ゼロ)状態
- ・有効熱伝導率：地層や岩石の空隙が水で飽和された状態における熱伝導率
- ・見かけの熱伝導率：地層や岩石の空隙中の水が流動し

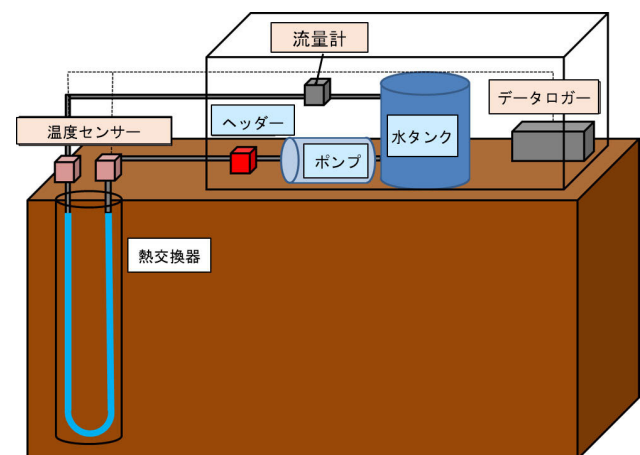
ている状態における熱伝導率

通常は見かけの熱伝導率が指標となり、地下水の流れが速いほど、見かけ熱伝導率の値が大きくなり、地中熱システムの冷暖房において採熱・廃熱の効率の良い地盤であることを示しています。

タイやベトナムなど多くの東南アジア地域は、日本の平野や盆地と同様に第四系堆積層が厚く堆積しており、堆積層の熱伝導率はヨーロッパなどの大陸地域の岩盤と比べて小さいものの、地下水が活発に流れているため、日本と同様に見かけの熱伝導率は大きいことが期待されます。

そこで、現地における地盤の熱物性(熱伝導率)を明らかにするため、2018年2月13日から16日にかけて、秋田大学国際資源学研究科との共同で、チュラロンコン大学バンコクキャンパス内において熱応答試験を実施しました(第1図)。

熱応答試験(Thermal Response Test, TRT)とは、地中熱交換器に熱負荷を与えた循環流体を循環して得られる循環流体温度や地中温度の経時変化(第2図)より、地盤の熱物性や熱交換能力を推定する地盤調査試験であり、試験結果は地中熱交換機の本数・長さを決定するためのデー

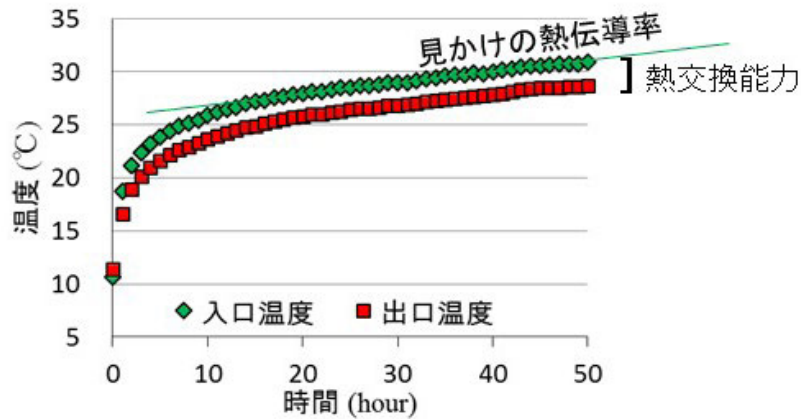


第1図 熱応答試験装置の概要。

1) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

2) 秋田大学大学院 国際資源学研究科

キーワード：熱応答試験，東南アジア，CCOP



第2図 熱交換器の入口・出口温度変動.



写真1 既設の熱交換器の配管を掘り起こす.

タとして利用されます。地中熱交換器から得られる熱交換量は、地質や地下水流動状況によって大きく異なります。日本国内において居住地域の多くを占める平野部では、地層の不均質性が大きく、また熱交換能力に大きな影響を与える地下水の存在も局所的な推定は容易ではありません。したがって、熱応答試験によって事前に熱交換量を推定することは、地中熱利用システムの採算性向上に極めて重要です(地中熱利用促進協会, 2014)。

チュラロンコン大学における熱応答試験の実施に当たっては、すでに設置・稼働している深さ 50 m の熱交換器を地中熱ヒートポンプシステムから分離し、熱応答試験機と接続して行いました(写真 1, 2)。熱応答試験機は一般的には大型で重量のある装置のため、海外への輸送は困難な

場合が多いのですが、秋田大学が製作した熱応答試験機は、一式で約 36 kg と小型・軽量のため、日本からの輸送が容易でした(写真 3)。

本熱応答試験は東南アジアでは初めての試みであり、試験解析結果より、バンコク市内の実証試験地における地盤の見かけの熱伝導率は、約 1.8 W/(m·k) と推定されました。この数値は日本における一般的な土壌の見かけの熱伝導率(1.2 ~ 1.5 W/(m·k))と比較するとかなり高い値であり、実証試験地周辺では比較的活発な地下水流動が存在し、地中熱利用に適した地域と推定されました。

今後は、タイ国内における他の実証試験地やベトナム・ハノイなど、複数の地域において熱応答試験を実施し、地中熱システムの長期冷房試験データと併せて解析し、



写真2 既設の熱交換器と熱応答試験機を配管接続.



写真3 熱応答試験の実施風景. 左は循環ポンプ装置, 右は制御関係の装置.

東南アジアにおける地中熱ポテンシャル評価につなげていく予定です.

## 文 献

内田洋平 (2015) タイにおける地中熱ヒートポンプシステム実証試験. GSJ 地質ニュース, 4, 306-308.

内田洋平 (2016) ベトナム地球科学鉱物資源研究所地中熱ヒートポンプシステム設置工事. GSJ 地質ニュー

ス, 6, 140-142.

地中熱利用促進協会 編 (2014) 地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル, オーム社, 184p.

---

UCHIDA Yohei and FUJII Hikari (2018) First thermal response test in Southeast Asia.

(受付:2018年5月11日)