

地球環境に優しい地中熱利用ヒートポンプシステム

大町営業所建物での実証試験

The environment-friendly heat pump system using geothermal energy

Experiment with the building of Omachi sales office

(電力技術研究所 土木建築G 構築T)

深さ10mより深い地中の温度は日本中どこでも年中10~15℃でほぼ一定である。井戸水が夏は冷たく、冬は暖かく感じるのはこのためである。地中の熱を利用する地中熱利用ヒートポンプシステムは、夏は地中に熱を逃がし、冬は地中から熱を取ることで冷暖房を行うシステムである。

この地中熱利用ヒートポンプシステムの実証試験を当社、大町営業所で実施しているため紹介する。

(Construction Team, Civil and Architectural Engineering Group, Electric Power R&D Center)

The temperature of ground layer at 10m depth and below is virtually fixed at 10-15 all over Japan. This is why the well water feels cool during summer, and relatively warm during winter. The heat pump system using geothermal energy is an air conditioning system that accumulates thermal energy from the ground during winter, and conversely-transfers thermal energy back into the ground during summer. The experiments on the heat pump system conducted at our Omachi sales office are described in this overview.

1 地中熱利用ヒートポンプシステム

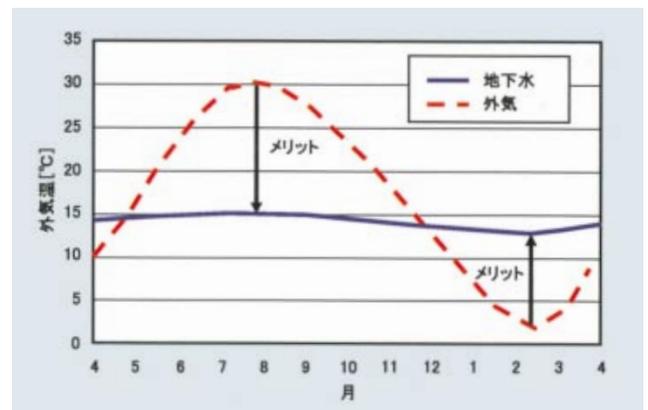
地中熱を利用したヒートポンプシステムは欧米を中心に急速に普及が進みつつある。それに対し、日本ではヒートポンプの効率化による省エネルギー・CO₂の抑制や、ヒートアイランド現象などの対策としてデモンストレーション的な普及が始まった段階である。地殻が安定した大陸である欧米と比べて日本では、軟弱な地盤が多くまた、地下水が豊富である。それゆえ欧米の地中採熱資料が日本では利用できず、最適な地中熱利用ヒートポンプシステムの設計・施工に必要な資料・ツールが不足している。

第1図に地中熱利用ヒートポンプシステム概念図を示す。

地中熱利用ヒートポンプシステムは、特に寒冷地で有効である。これは、外気温が低い場合、空気熱源ヒートポンプシステムは、効率が悪くなると共に、空気

熱交換器の除霜運転が頻繁に起こり、通常の運転の妨げになってしまうのに対して、地中熱利用ヒートポンプシステムは、安定した地中の温度を熱源として利用することにより高効率運転ができるからである。また、寒冷地以外においても、外気温に対して地中温度が夏は低く、冬は高いことから、冷房運転と暖房運転の両方とも空気熱源ヒートポンプと比較して効率上、有利となる。

第2図に、外気温と地下水温を示す。



第2図 外気温と地下水温



第1図 地中熱利用ヒートポンプシステム概念図

その他、地中熱利用ヒートポンプシステムのメリットとして以下のものがある。

日本中いたるところで利用可能。

冷房時に熱を屋外に放出しないため、ヒートアイランド現象の元にならない。

放熱用室外機が無いので、稼動時騒音が出ない。

地中熱交換器は、地下水を汲み上げずブラインにより熱交換を行うので環境汚染の心配がない。

空気熱源ヒートポンプが利用できない外気温 - 10 程度の環境でも利用可能。

2 大町営業所建物での実証試験

地下水流が認められる長野県大町市の当社大町営業所にダブルUチューブを用いた地中採熱井戸を掘削し、建物の冷暖房熱源として実際に利用しながら、併せて採熱量、採熱管温度等の計測を行っている。第1表に実証試験建物概要と、写真-1に建物外観を示す。

第1表 実証試験建物概要

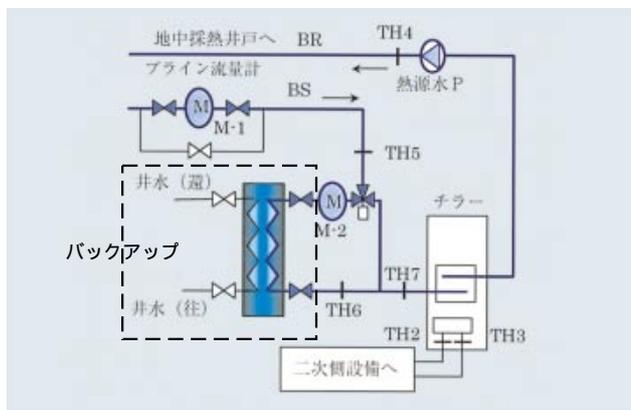
施設名称	中部電力大町営業所
所在地	長野県大町市大町
建物	鉄筋コンクリート造4階建 延床面積 1,677m ²
建物用途	事務所
地中熱利用HP	対象空調面積 210m ²



写真-1 建物外観

地中熱は、建物3階部分の事務室、保健室、ロッカー室の床面積210m²の空調用ヒートポンプの熱源として用いた。なお、ピーク時の不足熱量を既設水熱源から補充できるシステムを構築した。

第3図に、そのシステム図を示す。



第3図 システム図

地中熱交換器は150 の鋼管を100mの深さと70mの深さまで埋設した。その中に架橋ポリエチレン管25ダブルUチューブを挿入しブラインにより熱交換を行った。H13年度の実証試験は、鋼管内にグラウト材

は詰めず地下水のみで、H14年度は、100m、70mの深さに各々、異なるグラウト材を入れて連続強制負荷試験を行った。

3 実証試験の結果

第2表に、冬季・夏季の連続強制負荷試験結果を示す。グラウト材3種類(ここでは比較上、水もグラウト材と呼称する)を比較すると、夏は水>珪砂>セメントの順に高い採熱量となっており、従来から用いられているセメントによるグラウトが1番低い値となっている。冬は珪砂>水>セメントの順に高い採熱量となっており地下水が豊富に賦存する場合、グラウト材は、総合的に水が最適であると考えられる。得られた採熱量は、既往の文献等の採熱量30~40W/mから比較すると6~18倍と非常に高い採熱量が得られた。この採熱量は、大町営業所地盤では、地下水流速が通常の地下水流動10⁻⁶~10⁻⁵m/sec程度よりも大きく、地下水流動の影響が大きいものと推測される。また、得られた採熱量から住宅用空調機使用時の採熱井戸の深さと本数を算定すると、第3表に示すような浅い掘削長が求められた。

第2表 連続強制負荷試験結果(7時間連続)

グラウト材	試験	冬季強制負荷試験		夏季強制負荷試験	
		70m	100m	70m	100m
採熱量 (W/m)	水		298	529	486
	珪砂	390		345	
	セメント		252		259
既往の文献等によるデータ		30~40 W/m			

ただし、採熱量は水が浸透している部分のみで算定。

第3表 住宅用空調機使用時の井戸の深さと本数

空調面積	能力	消費電力	井戸全長	井戸数	
暖房	36m ²	9.5kw	3.2kw	22m	8m x 3本
冷房	36m ²	7.5kw	3.5kw	23m	

4 今後の展開

これらの結果から、地下水流動を考慮した地中熱利用ヒートポンプシステムの設計を精度良くできれば掘削長さを短くし、地中熱利用ヒートポンプシステム導入の初期コストを低減することが可能となる。

濃尾平野など中部地方の沖積平野では地下水が豊富にあり、このような場所で高い採熱量が確認されれば、このシステムの優位性が立証され、近い将来、電力を利用した新たな地球環境に優しい地中熱利用ヒートポンプシステムの普及が予想される。



執筆者/岩田 直己
Iwata.Yoshimi@chuden.co.jp