

都心での地中熱利用

Geothermal Heat Pump System in Central Tokyo

笹田 政克^{1*}

masakatsu sasada^{1*}

¹地中熱利用促進協会

¹Geo-Heat Promotion Association of Japan

地表から200mくらいまでの深さにある地中の熱を地中熱と呼んでいる。地中の温度は年間通してほぼ一定であるが、一方、四季のある日本では大気温度は大きく変化するので、冬と夏に地上と地中との間で10°Cから15°Cもの温度差が生じる。この温度差を活用して、地中から取り出した熱エネルギーをヒートポンプにより生活に必要な温度範囲のエネルギーに変換すると、冷暖房、給湯などが効率的にできる。これが地中熱ヒートポンプシステムであり、世界的に見ると近年普及が著しく伸びている省エネシステムであり、わが国でも最近注目を集めるようになってきた。

地中熱ヒートポンプの基本的な利用形態は、空調、給湯と融雪である。戸建住宅では最近では空調のほか、温水による床暖房や給湯もできるシステムが増えてきており、これらにより家庭用エネルギーの3分の2を地中熱で賄える。一方、オフィスや学校等のビル建築物では、空調、給湯をさらに効率的に行うため、他の熱源との組み合わせたシステムがつくられており、その中で安定的に熱エネルギーが供給できる地中熱には、ベース熱源として役割が期待されている。

ヒートポンプを用いた地中熱利用システムには、循環水（不凍液）により地中で熱交換を行う方法（クローズド型）と、汲み上げた地下水を地上で熱交換する方法（オープン型）がある。前者のクローズド型の地中熱利用システムでは、地中熱交換器の設置が必要となる。わが国ではボーリング孔を利用した垂直型の熱交換器（ボアホール方式）が最も一般的なものであるが、最近では建物の基礎杭に地中熱交換器の機能を組み込んだタイプのものも普及しつつある。

地中熱ヒートポンプの成績係数（COP）は極めて高く、これが大きな省エネ効果をもたらしている。東京のような大都市圏で利用する場合、地中熱ヒートポンプのもうひとつの大きな利点は、夏季の冷房排熱を大気中に放出せず地中に吸収させることによるヒートアイランド現象の抑制効果である。冷暖房を目的とした地中熱の利用では、冷熱を利用する夏季には地中に放熱されるが、温熱を利用する冬季にはその地中から採熱が行われるので、年間通してみると地中との熱収支はバランスをとる方向となる。

地中熱ヒートポンプは暖房需要の大きな北海道で一番台数が伸びているが、東京でもようやく10件程度の実績が出てきている。今回の発表では、都心の千代田区に地中熱ヒートポンプを導入した小規模オフィスの空調設備更新を例にとり、普及の現状と課題について述べる。

このビルへの地中熱ヒートポンプシステムの導入にあたり、ボアホール式の地中熱交換器が同ビルの駐車場のスペース（6 m x 5 m）に2 m間隔で8本設けられた。掘削工事中にサーマルレスポンステストを実施し、地層（第四紀の関東ローム層・東京層）の熱伝導率が求められた。その結果、75mの地中熱交換井全体としてみたときの地層の熱伝導率は1.7W/(mK)となり、また光ファイバーでの温度測定値を用いた深度毎の熱伝導率は、1.1~3.1 W/(mK)となった（Fujii et al., 2009）。深度毎の熱伝導率の値は地層の違いによく対応しており、2つの深度で確認された礫層（東京層中にある東京礫層）ではともに高い熱伝導率が得られている。

このような地下環境を循環させる熱源水（一次側の流体）の温度変化を見ると、地中からの採熱を行った暖房時に低下し、地中に放熱した冷房時に上昇している。暖房時の最低温度は2月下

旬に記録されており、その時のヒートポンプ出口／入口温度は10℃／13℃（日平均）であった。一方、冷房時には地温は上昇し、最高温度として7月下旬に31℃／26℃（日平均）を記録している。1年間の運転実績では、地中からの採熱量と地中への放熱量のバランスがとれた結果となっている。

地中熱ヒートポンプシステムは、普及拡大の兆しが見えてきているが、システム的设计に必要な地層の熱物性のデータが少ないのが現状である。最近、ようやく大都市圏の地盤について、熱利用の視点からも注目されるようになってきている。今後の地中熱利用の進展のためには、地質、地下水、熱構造の総合的な理解が必要である。

キーワード:地中熱,ヒートポンプ,ヒートアイランド

Keywords: geothermal, heat pump, heat island