

地中熱利用設備の施工 および性能確認

安田 宗弘*
Munehiro Yasuda

1. はじめに

近年、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーが注目されており、その利用を促進する取り組みが活発になっている。「IKEA 福岡新宮店」では、地中熱を利用した空調システムが導入された。また、本物件には太陽光発電設備も導入される予定である。

本報では、地中熱を利用した空調システムの施工、及びその性能確認について報告する。

2. 工事概要

工事名 (仮称) IKEA 福岡新宮プロジェクト
地中熱利用設備工事
工事場所 福岡県糟屋郡新宮町上府沖田土地区画整理事業 15 街区
発注者 イケア・ジャパン株式会社
設計者 株式会社久米設計
建物用途 物販店舗
工期 平成 23 年 9 月 20 日～平成 24 年 2 月 18 日
工事内容 地中熱交換器設備：ボアホール方式
熱源機器設備：水冷ヒートポンプチャラー
配管設備、自動制御設備

3. 地中熱利用設備システム概要

地中に埋設した熱交換器に水を循環させ、地中の熱を回収することで、空調熱源として利用するものである。

本件では、ボアホール方式の地中熱交換器が採用されている。屋外駐車場として利用するスペースに、掘削径 127φ、深度 100 m のボーリングを 70 本削孔（ボアホール）、各孔に先端を U 字状に接続した高密度ポリエチレン管 30φ を 2 組挿入する（ダブル U 字管）（図-1 参照）。管内を循環する熱源水と地中との温度差を利用して熱交換させることで、水冷ヒートポンプチャラーの熱源として利用するシステムとなっている。

熱ヒートポンプエアコンが採用されており、建物全体負荷の約 30% を地中熱利用設備でまかなう計画となっている（図-2 参照）。一般的に地中の温度は年間通じて

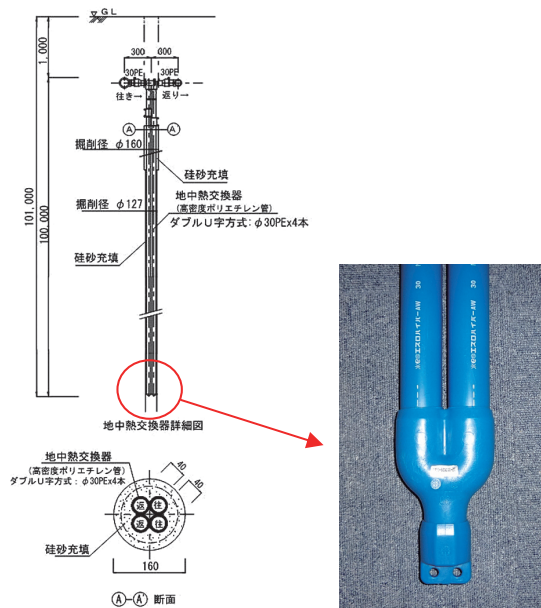


図-1 地中熱交換器 U 字管

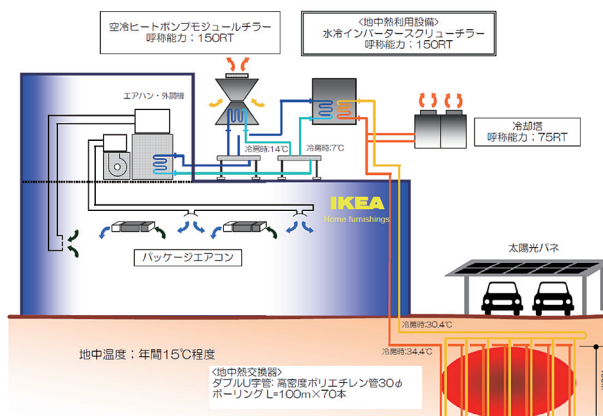


図-2 地中熱利用設備 概要図

安定しており、冷房・暖房共に熱源として利用することが可能である。

4. 地中熱交換器の設置

熱交換器（100 m×70 本）の施工は、ボーリングマシン 3 基を用いて実施した。表層部は孔内が崩壊する可能性があるため、ケーシングパイプにより掘削孔を保護し、孔内が崩壊しない区間はハンマービットのみで掘削した。掘削完了後、ボーリングロッドを引き上げ、地中熱交換器（高密度ポリエチレン管：ダブル U 字管）を挿入する。熱交換器の挿入深度は、配管の刻印（1 m ピッチで刻印）で確認する。ボーリング孔に珪砂を充填し、掘削孔と熱交換器の空間を埋め採熱効果を高める。熱交換器は、工場で一体加工された製品だが、施工中の損傷等を確認する為、全ての熱交換器に対して水圧試験を実施し、漏れが無いことを確認した。

熱交換器の設置における留意点として、熱交換器（ボアホール）間の離隔距離があげられる。複数のボアホー

*九州（支）設備部設備課

ルを設置する場合、互いの熱干渉を避けるため約4m以上の距離をおくことが必要である¹⁾とされている。本件の施工段階で、太陽光パネル設置工事との調整が必要となり、計画された配置を変更することになったが、熱交換器の離隔距離は、最も短い部分でも5mを確保するように調整を行った(当初計画の離隔距離:5m)。

5. 地中熱交換器の性能確認(熱応答試験)

本件では施工途中に、熱応答試験(サーマルレスポンステスト)を実施した。この試験により、地盤特性の解析を行い、熱交換器が要求能力を確保できるか判断する。

試験方法は、地中熱交換器1本に対しておこなう。循環水に一定熱量を加えながら循環させ、このときの循環水温度の変化を測定する。平成23年10月26日から平成23年10月29日の期間で測定した。測定時間:65.5時間。測定結果を図-3に示す。このデータから地盤の有効熱伝導率と地中熱交換器の熱抵抗値を解析する。解析の結果、有効熱伝導率:2.18 W/m・℃、熱抵抗:0.061 m・℃/W が得られた。この解析結果より、地中熱チラーの冷却能力:527.4 KW に対する、熱交換器の必要長さが6,426 m と算出された。本件で施工する熱交換器は7,000 m であり、要求能力が確保できる結果が得られた。

6. 熱源機器及び流量の制御について

(1) 熱源機器

地中熱チラー、空冷チラーを併用するシステムとなっている。負荷に応じて熱源機の運転台数制御をおこなう。地中熱チラーを優先運転させるが、冷房運転時の外気温度が15℃以下、低負荷時(2次側負荷熱量30%以下)には空冷チラーを優先運転させる。熱源水行き温度によって冷却塔の発停制御をおこなう。

(2) 熱源水、冷温水流量

地中熱チラーの冷温水、熱源水の出入口温度差を維持するよう流量制御をおこなう。温度差は、冷温水側:7℃、熱源水側は冷房時:4.4℃、暖房時:3℃で設定し、ポンプのINV制御により流量を調整する。

(3) パラメータ設定

上述(1)(2)は空調システム全体の効率が最大となるように設定したものである。中間期など低負荷時は、地中熱チラーより空冷モジュールチラーのCOP(成績係数:消費電力1kW に対しての冷却能力、暖房(加熱)能力を示す値)が大きくなると想定しており、冷却塔を運転させることで、地中熱チラーのCOPが向上することを期待している。

7. 性能検証

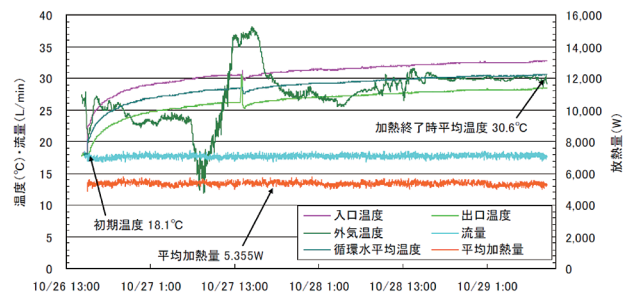
平成24年2月18日に設備が完成した。運転期間が短



写真一 施工状況



写真二 熱交換器挿入



図一 熱応答試験結果

く参考数値であるが、2月20日の暖房運転時におけるCOPは5.0であった。

今後、年間を通じてシステムを運転させ、その性能を確認することになる。また、性能検証の結果を受け、さらなる効率向上にむけた改善を行う必要がある。

8. おわりに

本件は、竣工時点で国内最大級の地中熱利用設備となる。今後のデータ蓄積と検証により、地中熱を最大限に有効利用できるシステムとなり、他の地中熱利用システムの参考となることを期待する。

参考文献

1) 北海道大学地中熱利用システム工学講座: 地中熱ヒートポンプシステム, Ohmsha, pp. 32.