

地中熱/空気熱ハイブリッド式空調システム GeoTOPIA-hp[®]

Ground-source/Air-source Hybrid Heat-pump, GeoTOPIA-hp[®], for Air-conditioning

1. はじめに

地中熱ヒートポンプ（以下、地中熱 HP）は、地中熱交換器により得られる安定した熱源を利用するため、空気熱ヒートポンプ（以下、空気熱 HP）より高い効率が得られる潜在性を有する。その反面、地中熱交換器の設置費用が高くなり、需要家の導入意欲低下を招く場面があった。

このため、システムコストの安い空気熱 HP と地中熱 HP とを組み合わせ、地中熱交換器設置費用を削減可能なハイブリッド機種を開発を行ない、「GeoTOPIA-hp[®]」（ジオトピアヒートポンプ）として商品化した。これは単に空気熱 HP を地中熱 HP のバックアップとして利用するのではなく、独自の AI（人工知能）による制御運転で地中熱と空気熱の最適能力配分を行なうことで地中熱 HP の高効率を損なわず、またユニットのモジュール化により水冷/空冷の比率を柔軟に設定できるように配慮し、需要家の利用状態に応じた最適能力選定を可能にしたものである。高効率の地中熱 HP を用いることでの省エネルギー性能に加えて、コスト増の要因である地中熱交換器の設置費用削減が見込める。さらに、基礎杭利用方式での限られた地中熱しか確保できない場合においても適用できる製品である。

2. 製品概要

GeoTOPIA-hp[®] を用いた地中熱利用空調システム構成を **図 1** に示す。

基本モジュールとして、地中熱 HP 22.4 kW と 28.0 kW、

空気熱 14.0 kW～56.0 kW にて構成される。地中熱 HP は 1～3 台、空気熱 HP は 1～2 台まで連結できる。これらのモジュールの組み合わせにより最小パッケージは 36.4 kW（地中熱 22.4 kW+空気熱 14.0 kW）で最大パッケージは 184 kW（地中熱 84 kW+空気熱 100 kW）である（**写真 1**）。

また、従来の地中熱 HP では空調機の外に設置していた循環ポンプ、膨張タンクなどの補機類をパッケージ内部に組み込み、現地工事を簡略化した。さらに、地中熱 HP には外装板を標準装備し、屋外設置を可能とするとともに寒冷地仕様の外装板もオプションとして用意した。これにより、地中熱 HP 設置のための屋内機械室を必要とせず、通常のパッケージエアコン並みの配置計画を可能とした。

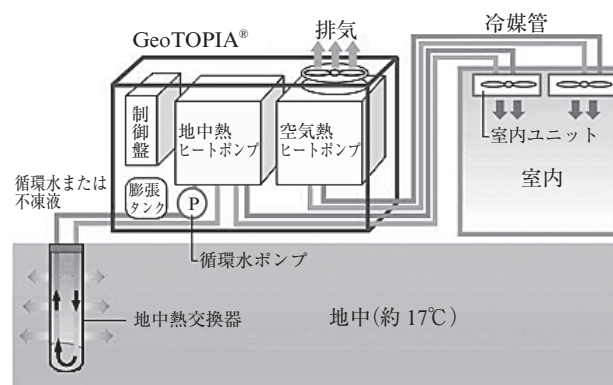


図 1 GeoTOPIA-hp[®] 地中熱利用空調システム構成

Fig. 1 Schematic diagram of GeoTOPIA-hp[®]



写真 1 最小パッケージと最大パッケージ

Photo 1 Minimum unit size and maximum unit size

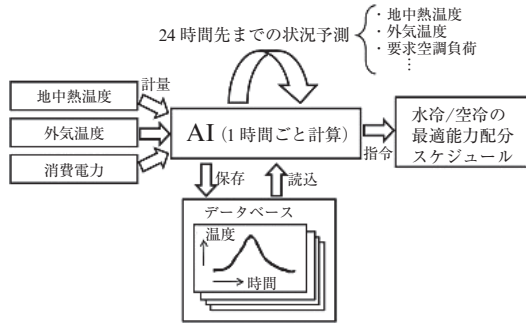


図2 最適化AI (人工知能) 制御フロー

Fig. 2 Block diagram of optimization with artificial intelligence (AI)

3. 主な特長

3.1 ハイブリッド運転

一般的に空調機器の容量選定はピーク負荷/最大負荷を見込んで行なう。しかし、実際に最大となるのは年に1~2週程度かつ特定の時間帯であり、空調機器の年間平均機器負荷率は4~6割程度に留まる(事務所ビルの場合)。そこで、GeoTOPIA-hp[®]では地中熱HPおよび空気熱HPを同時運転、かつ最適効率となるよう能力配分を行なうハイブリッド運転制御を開発し、実装している。

制御は、ベースの空調負荷を効率の高い地中熱で賄い、能力が不足する際には空気熱でアシストすることを基本とする。また、地中熱の使い過ぎによる循環水温度の上昇に伴う地中熱HPの効率低下を防ぎ、負荷が小さい時期には必要に応じて空気熱HPを優先稼働させるなどの運転制御ができるようにAI制御を装備し、単純なハイブリッド運転における課題を解決した。

3.2 AI制御

GeoTOPIA-hp[®]においては、室内温度、外気温度、地中温度などをモニタリングしながら、かつ過去の運転記録データを参照して、AIが特定の時間先までの空調負荷状況を予測し、異なる熱源のヒートポンプ(地中熱、空気熱)を組み合わせた最適効率運転を行なっている。図2に最適化AIの制御フロー図を示す。

地中熱は安定した熱源ではあるが、設置場所、気候変動などにより、その地中採熱量はさまざまである。使用状況により、たとえば、暖房時に過度に採熱すると地中温度が下がり、地中熱HPの効率が低下するが、GeoTOPIA-hp[®]では空気熱HPを組み合わせることにより、最適な効率で運転することが可能となる。

4. 省エネルギー性

4.1 実機運転

実機運転において省エネルギー性を確認した。ピーク期

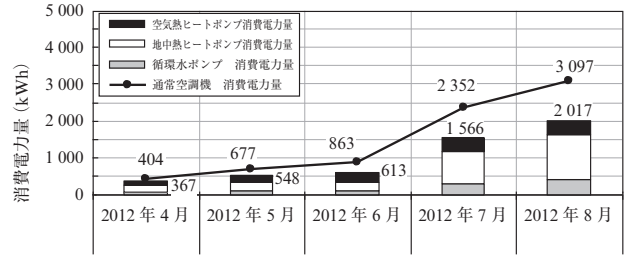


図3 実機運転における消費電力量

Fig. 3 Electric power consumption on actual operation

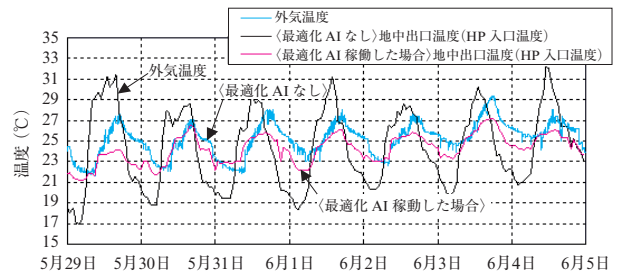


図4 AI (人工知能) 導入有無による循環水温度の比較

Fig. 4 Inlet water temperature of heat-pump (HP) with and without artificial intelligence (AI)

の8月においては、一般の空調設備と比較して35%の消費電力量削減を達成した(図3)。理想的条件下での地中熱HP単体の省エネルギー性が空気熱HP比で最大40%であることから、地中熱HPの高効率を損なうことなくハイブリッド運転が行なわれたといえる。

4.2 AIによる効果

AIによる最大の効果は、地中熱HPと空気熱HPの最適配分スケジュールを計算し、地中熱の熱源となる循環水温度を適切に制御することによって、地中熱HPの効率(COP)を向上させる点にある。その効果について、実機運転データを基にシミュレーションによって検証した。

1週間のシミュレーションの結果、AIにより循環水温度の上昇が、最大値平均で2℃、期間(1週間)の平均で1℃抑制される効果を確認した(図4)。これによりピーク時でCOPが0.3、期間平均で0.2改善する結果が得られた。

一方、消費電力量の削減効果については、店舗用一般空調に比べ、AIが稼働していないGeoTOPIA-hp[®]でも30%削減され、さらにAIが稼働することにより3%削減量が増加できることが確認された。

5. 経済性

従来のハイブリッド機では地中熱HP/空気熱HPそれぞれに空調能力100%が必要であったが、GeoTOPIA-hp[®]では2つの熱源によるHPが同時稼働できるため、地中熱HP/空

気熱 HP あわせて 100% の容量でよい。これにより、高価な地中熱交換器の設置費用が削減でき、地中熱利用空調システム全体のコストを下げる効果がある。たとえば、地中熱 HP/空気熱 HP の比率が 50 : 50 の場合、GeoTOPIA[®] では機器能力の 50% の地中熱交換器でよいことになる。

6. おわりに

GeoTOPIA-hp[®] は独自の AI 制御により、地中熱 HP の高効率を損なうことなく空気熱 HP との最適化運転を実現した。これにより、地中熱 HP に必須である高額な地中熱交換

器の数量を抑えることが可能となり、地中熱利用システムトータルの設置コストを下げる効果を生み出すものである。

省エネルギーによる経済性もさることながら、ピークカット効果や CO₂ 排出量削減、ヒートアイランド現象の抑止効果など、社会要請や環境問題に応じる対策として地中熱利用は有効である。GeoTOPIA-hp[®] の普及が地中熱利用促進の一助となることを期待する。

〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング
発電プラント事業部 省エネソリューション部
TEL : 045-505-7742 FAX : 045-505-7493
ホームページ : <http://www.jfe-eng.co.jp>