

つばさ杭を利用した地中熱空調システム

Geothermal Air-Conditioning System Using the TSUBASA Pile

1. はじめに

地中熱は太陽光やバイオマスなどと同様に、再生可能エネルギーとして位置付けられており、今後ますますの導入促進が期待されている¹⁾。本報では先端翼付き回転貫入鋼管杭(つばさ杭)を利用した地中熱空調システムについて紹介する。

2. 地中熱ヒートポンプ

2.1 地中熱とは

深さ 10～200 m 以下の比較的浅い地中の温度は年間を通じて、その土地の平均気温より 1～2℃程度高い温度で推移しており、関東地方では約 16℃といわれている²⁾。外気温と比べると夏は冷たく、冬は暖かくほぼ一定の温度となる。この安定した地中熱をヒートポンプの熱源として有効に活用するのが、地中熱空調システムである。

2.2 地中熱ヒートポンプ

地中熱ヒートポンプは地中熱との熱交換を行う地中熱交換器と、水熱源ヒートポンプから構成されている(図1)。地中熱交換器は埋設方法の違いにより水平型と垂直型に分類されるが、日本国内においては設置面積の制約の少ない垂直型が一般的である。垂直型の地中熱交換器としては垂直の掘削孔の中にU字型の採熱管(Uチューブ)を埋め込み、熱回収を行うボアホール方式が多く採用されている²⁾。

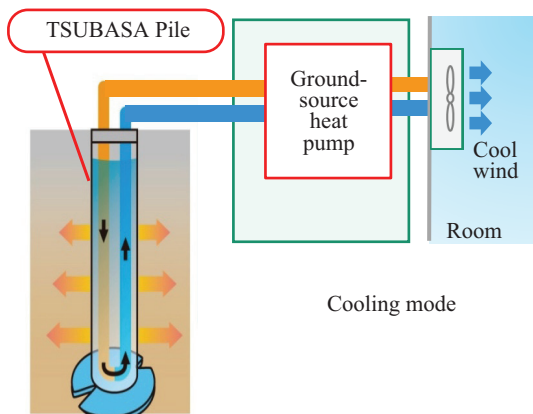


図1 地中熱ヒートポンプの概要

Fig. 1 Overview of geothermal heat pump

2.3 つばさ杭による熱交換

写真1にJFEスチールの先端翼付き回転貫入鋼管杭(つばさ杭)の外観を示す。つばさ杭は建設用の基礎杭として使用されており、先端部に傾斜をつけた翼状の平板を供え、内部は中空構造となっている。地中熱空調システムにおいては、掘削費など地中熱交換器の設置コストが高いことが普及を妨げているが、基礎杭として、つばさ杭を使用している場合は、これを地中熱交換器として利用することで設置コストを大幅に縮小することが可能である。つばさ杭先端の平板翼の部分は閉塞しているため、土壌に漏らすことなく内部に水を充填することが可能となる。水の充填は杭内部に設置される採熱用のUチューブの表面における対流による伝熱促進と、水の持つ大きな熱容量により採熱量が変動した場合のバッファとしての働きが期待できる。

2.4 地中熱ヒートポンプの省エネ性能

回転貫入鋼管杭を利用した地中熱利用空調システムの開発は2006年より、JFEスチールとJFE鋼管が共同で開始した。小径の先端翼付き回転貫入鋼管杭を地中に埋設し、地中採熱量などの基礎データを収集した後、2008年度より川崎市環境技術産学公民連携公募型共同研究事業において、地中熱空調システムの実証試験を行った³⁾。この事業は川崎市南河原こども文化センターにおいて地中熱利用と一般のエアコンの空調比較運転を行うもので、地中熱採熱用の熱交換器として、長さ30mの鋼管杭を8本設置している。実証試験では地中熱空調システムと通常のエアコンを同期運転することにより、夏季および冬季の一定負荷における一日当たりの電力消費量の比較を行い、冷房時には最大で約



写真1 先端翼付き回転貫入鋼管杭(つばさ杭)

photo 1 Screw steel pipe pile with toe wing (TSUBASA Pile)

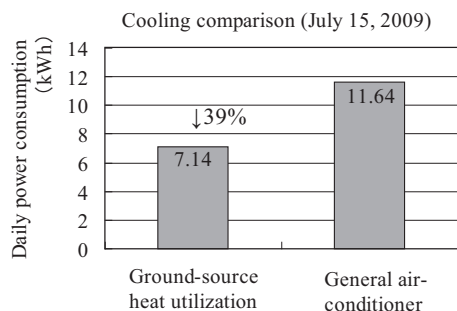


図2 冷房時の省エネ効果

Fig. 2 Energy savings during the cooling

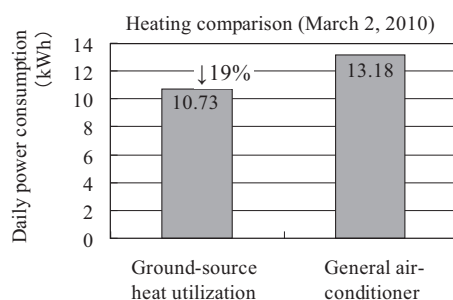


図3 暖房時の省エネ効果

Fig. 3 Energy savings during heating

40%，暖房時には最大で約20%の消費電力の低減ができることを実証した⁴⁾(図2, 3)。

2.5 ヒートアイランド抑制効果

地中熱空調システムのもう一つの効果としては、夏季の冷房時において、一般的なエアコンでは大気へ放出している空調廃熱を地中に放出するため、特に都市部で大きな問題となっているヒートアイランドの抑制効果が期待できる。この効果は前出の南河原での実験結果により実証され、平成21年度環境環境技術実証事業(ETV)の認定を取得している⁵⁾。

都内のオフィスビル街区を地中熱空調システムに置き換えた場合、最高気温で1.2℃程度のヒートアイランド抑制効果が試算されている⁶⁾。この点でも地中熱空調システムは地球に優しい技術といえる。

2.6 地中熱空調システム

JFE エンジニアリングは、回転貫入鋼管杭を利用した地中熱利用空調システムに適用可能なAI(人工知能)による運転制御技術を開発し、商品化を行った。この制御技術は地中熱ヒートポンプと空気熱ヒートポンプを組み合わせ、AI制御により常に最適効率運転を達成するもので、空調システムにおける大幅な省エネルギー効果、CO₂排出削減効果が期待される。

3. おわりに

再生可能エネルギーの一つとして注目されている地中熱に関して、回転貫入鋼管杭を用いた地中熱空調システムを紹介した。地中熱空調システムは掘削費など地中熱交換器の設置コストが高いことが普及を妨げているが、基礎杭として、つばさ杭を使用する建築物の場合は、これを地中熱交換器として利用することで設置コストを大幅に縮小することが可能である。今後は地中熱利用技術が、省エネルギー、CO₂排出削減、ヒートアイランドの抑制など、地球環境の改善に大きく寄与するものと考え、地中熱利用技術の普及促進に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 経済産業省 HP. <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004657/energy.pdf>
- 2) 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. オーム社, 東京, 2007.
- 3) JFE 鋼管, JFE スチール, JFE エンジニアリング. 平成22年度 環境技術産学公民連携公募型共同研究事業 鋼管杭を利用した地中熱利用空調システムの開発最終報告. 川崎市.
- 4) 川崎市環境技術情報センター HP. <http://www.city.kawasaki.jp/30/30kangic/home/home/column11.html>
- 5) 環境省 HP 環境技術実証事業. <http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/list/h21/052-0901b.pdf>
- 6) 玄地裕. エネルギー・資源. 2001, vol. 22, no. 4-50.

<問い合わせ先>

JFE エンジニアリング エネルギー本部
 新空調事業部 地中熱空調部
 TEL : 045-505-7742 FAX : 045-505-7493
 E-mail : prj-geo-t@jfe-eng.co.jp
 ホームページ : <http://www.jfe-eng.co.jp>