

## エネルギー杭を用いた地中熱利用冷暖房システムの適用に関する研究 対象建物とシステム概要

正会員 咸 哲俊 1\* 正会員 大岡 龍三 2\*  
同 二木 幹夫 1\* 同 佐久間博文 1\*  
同 菅谷 憲一 1\* 同 久世 直哉 1\*  
同 伊藤 康之 3\*

エネルギー杭 地中熱利用 冷暖房システム

### 1.はじめに

熱容量が大きく年間温度変動幅が小さい地盤を熱源とする地中熱利用は従来多くの研究が行われているが普及の程度は小さい。理由として地盤への熱交換器設置コストの高さがあげられている。

建物の基礎杭を地中熱交換器として兼用する方法は上記の設置コストを削減する有効な解決策とされ、研究開発が行われている。筆者らもこのような観点から熱交換器兼用基礎杭（以下、エネルギー杭という）を利用した地中熱利用システム、特にエネルギー杭の実建物への適用方法に着目した直接熱交換方式の地中熱利用システムについて研究開発及び性能確認を行っている。

本報では、2010年3月に竣工した2階建て事務所用建築にエネルギー杭を用いた地中熱利用システムを導入したので、その対象建物の概要とシステム概要および短期実測を行った結果を報告する。

### 2.対象建物とシステム概要

写真1、表1に茨城県つくば市に2010年3月に竣工した対象建物外観、及び対象建物の仕様と設備の概要を示す。事務所用建築で、建築面積は402.83m<sup>2</sup>、延べ床面積764.00m<sup>2</sup>である。本建物の東西面は広い面積でのガラス張り、南北面はコンクリート壁を熱容量とする外断熱外壁である。

エネルギー杭の配置を図1に示す。沈下抑制用の鋼管杭（杭径168.2mm×杭長11m）が合計32本設置されている。図2に地中熱利用システムによる暖房運転の概念図を示す。南北に設置した床置型ファンコイルユニット

(FCU)で加熱された暖かい空気は、二重床の床下空間を流れながら床面を暖めた後、東西の床スリット吹出口から室内に吹出される。広い面積（床全面）の低温床暖房

表1 対象建物の仕様と設備の概要

建築地点	茨城県つくば市
構造	木造・鉄筋コンクリート造併用構造
階数	地上2階(地下ピット)
面積	建築面積 404.82m <sup>2</sup> 延床面積 764.00m <sup>2</sup>
用途	事務所用
基礎構造	直接基礎+沈下抑制杭 羽根付鋼管杭 32本(直径168.2mm×杭長11m)
水冷HPシステム (地中熱利用)	地中熱HP(冷房能力10kW、暖房能力10kW) 3台 床置型ファンコイルユニット(暖房能力8.16kW) 4台 地中熱交換器 基礎杭兼用鋼管杭(32本)+U字管挿入用鋼管杭10本 蓄熱水槽(長2m×幅0.9m×高1.2m) 2台
空冷式HPシステム (マルチエアコン)	1台(冷房能力85kW、暖房能力95kW) マルチエアコン室内機(天井埋込カセット形、壁掛形)

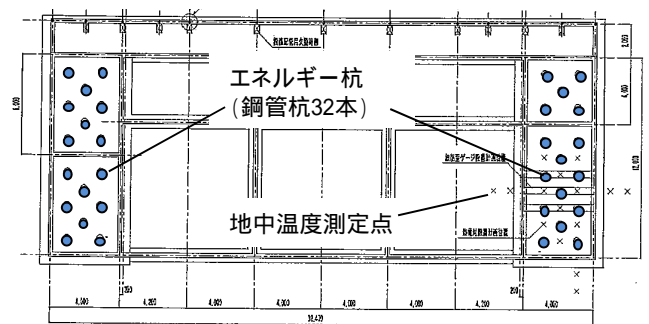


図1 エネルギー杭の配置図



写真1 対象建物外観

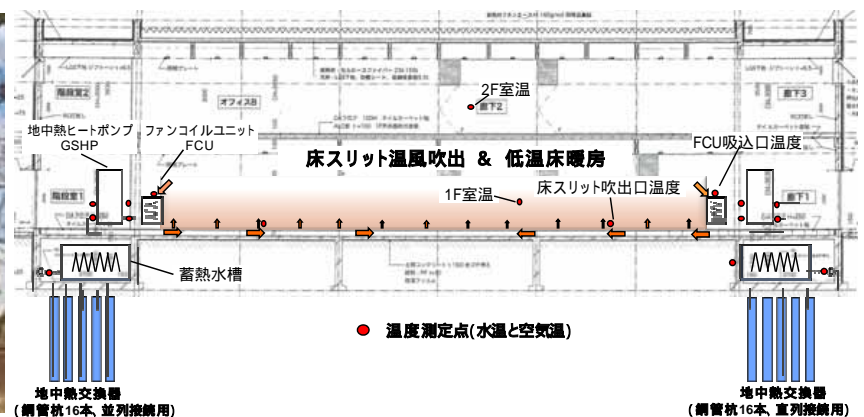


図2 暖房運転の概念図

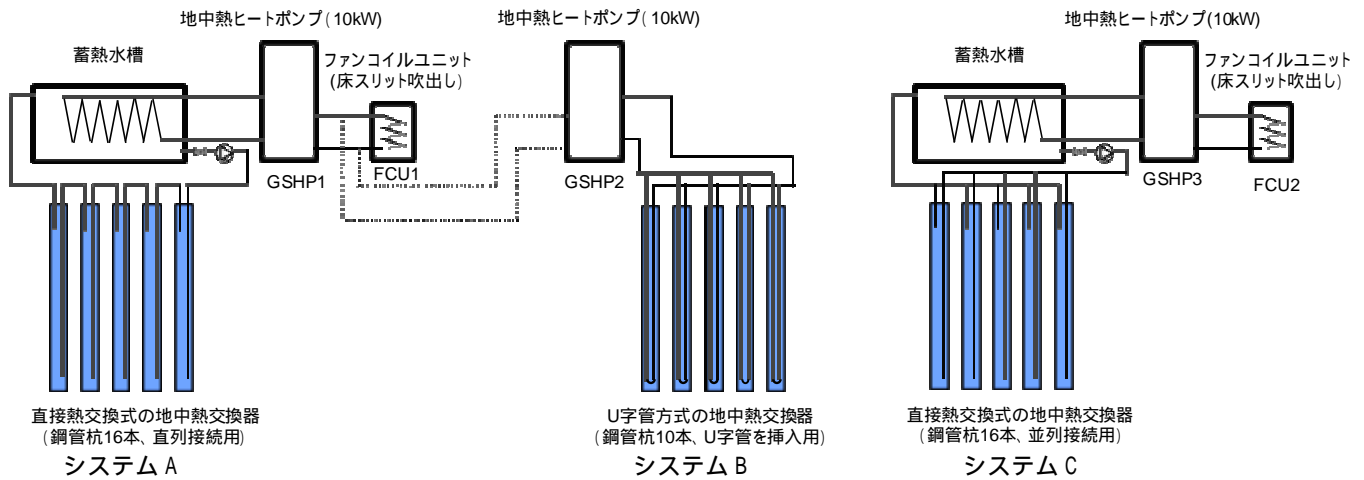


図3 対象建物に導入した地中熱利用システム

による快適な室内環境形成が期待できる。

図3に導入した地中熱利用システムの概要を示す。全部で3台の地中熱利用HPが設置されているが、熱交換器の熱交換方式により2種類に分類できる。システムAとシステムCは直接熱交換式で杭内水を循環させて蓄熱水槽でHP側熱交換器と熱交換を行う。システムBはU字管方式であり、水が充填された杭内にU字管を挿入して熱交換を行う。システムAとシステムBは室内側FCU1台をバルブの切り替えにより共有する。

### 3. 短期実測結果

対象建物竣工直後の地中熱システムAの運転条件を表2に示す。ヒートポンプ側の温度は45に設定し、FCUの風量は26日は中運転、27日は強運転に設定した。

外気温と室温の変動状況を図4に示す。26日の深夜からの翌朝に掛けて外気温は0近くまで下がるが、室温は15程度と外気温より約10以上高く推移している。暖冷房設備が停止し職員不在の状況であったことから、これは建物の断熱・気密性とコンクリート壁の熱容量による効果と推測される。

地中熱システムAの地中熱HPの循環熱媒温度、水槽循環水の温度と床スリット吹出口温度変動を図5に示す。HPの温度設定を45に設定した条件で床スリット吹出口温度は最高で30近くまで上昇して高くなっている。HP運転期間内には室温よりも高く、温風吹出床暖房として機能することが確認できる。

### 4. おわりに

本報ではエネルギー杭を用いた地中熱利用システムを導入した建物概要と地中熱利用システム概要および竣工直後の短期実測を行った結果を報告した。

今後は地中熱利用システムの効率や建物全体での空調負荷負担割合などについて検討する予定である。

謝辞：エネルギー杭の設置は旭化成建材様のご協力によって行われた。ここに記して謝意を表す。

表2 地中熱利用システムAの運転条件

実験日	運転時間	設定温度	FCU風量設定
2010/3/26/(金)	9:00 ~ 17:00	45	中
2010/3/27/(土)	9:00 ~ 17:00	45	強

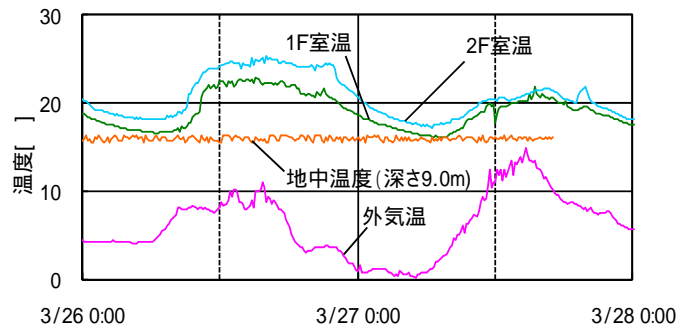


図4 外気温と室温変動

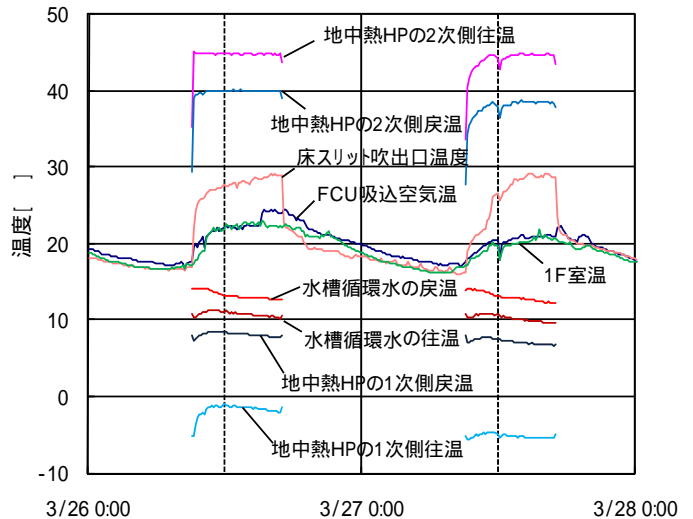


図5 地中熱システムAに関する各部温度変動

参考文献：

- 1) 横井睦己 大岡龍三 加藤信介 関根賢太郎 黄錫鎬 宋斗三 場所打ち杭を用いた地中熱利用空調システムの普及・実用化に関する研究(その1)：システムおよび性能実験施設の概要、日本建築学会大会学術講演梗概集 2004年

\*1 ベターリビング つくば建築試験研究センター  
 \*2 東京大学 生産技術研究所 教授 工博  
 \*3 旭化成ホームズ 住宅総合技術研究所

\* 1 Center for Better Living, Tsukuba Building Test Laboratory  
 \* 2 .Prof., Dr.Eng., Institute of Industrial Science, University of Tokyo.  
 \* 3 Asahikasei Homes Corporation R&D Laboratories