

杭基礎を利用した自然エネルギーによる土壌蓄熱空調システム

(株)四電技術コンサルタント
正会員 名倉 義行

1. はじめに

四国電力の経営課題である電力負荷平準化・省エネルギー・環境負荷軽減を実践する環境共生型オフィスビルとして、従来取組んできた水蓄熱システムに加え、四国電力で初めて「土壌蓄熱」、「フリークーリング」等の自然エネルギーを利用したエネルギー削減施策を採用している。

2. 建築概要

高松市のシンボルである玉藻城の濠に近接し、史跡(城跡)を借景とした緑豊かな環境の中に建設された。本建物は、既設の本館に隣接した形で建設され中央エントランス棟により一体的に活用出来るように計画された。

図1 に建物外観を示す。



図1. 建物外観(左:新館、右:本館)

表-1 建物概要

・建築名称	ヨンデンビル新館
・所在地	高松市丸の内2番5号
・敷地面積	8,066.55m ²
・建築面積	2,438.92m ²
・延面積	13,918.88m ²
・構造S造	一部SRC造
・地業	場所打ち鉄筋コンクリート杭底杭
・高さ	建物高さ(最高):GL+32.15m
・階数	地上7階、地下1階、塔屋1階
・用途	事務所(駐車場、食堂、ホールあり)
・工事期間	2002年8月～2004年3月

3. 環境計画

地球環境への配慮に焦点を当て、「省資源」、「省エネルギー」型の建物を実現するため、自然の力や資源を最大限に活用する計画とした。

1) 自然エネルギーの利用

- ・フリークーリング(冬期)
- ・外気冷房/自然通風/ナイトパージ(中間期)
- ・昼光利用による照明制御・太陽光発電

2) 負荷の平準化

- ・水蓄熱・土壌蓄熱・躯体蓄熱

3) 資源の有効利用、環境負荷の軽減

- ・雨水利用・中水利用

4) 負荷の制御

- ・アルミ庇・簡易エアフローによる日射負荷軽減
- ・床吹出・天井吹出切替え空調吹出方式
- ・人感センサーによる照明制御

4. 土壌蓄熱システム

土壌蓄熱概念図を下記に示す。冬期に冷却塔によるフリークーリングにて土壌冷却を行い、夏期に蓄熱した土壌冷熱で、空調の前処理として外気負荷に利用している。

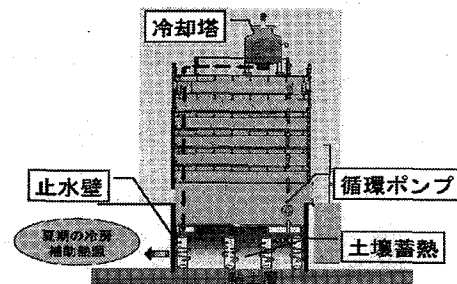


図2. 土壌蓄熱概念図

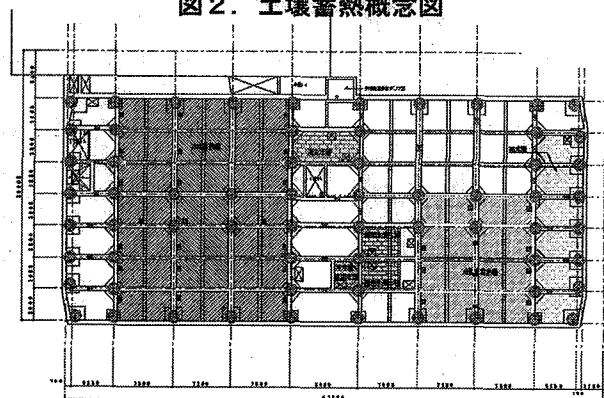


図3. 杭配置図

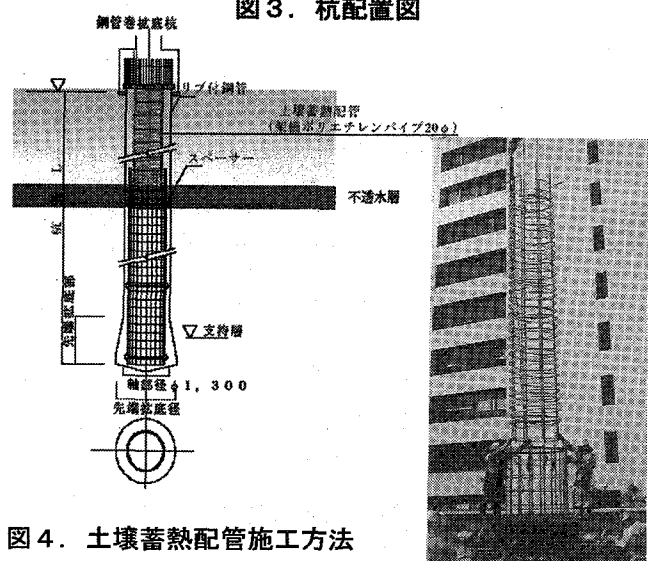


図4. 土壌蓄熱配管施工方法

5. 土壤蓄熱空調システム概要

図-5に空調システムの概要を示す。

各空調機には2台のコイルが設置されており、前段の冷水コイルには地冷と土壌からの熱が、後段の冷温水コイルには地冷と冷温水蓄熱槽からの熱が供給される。

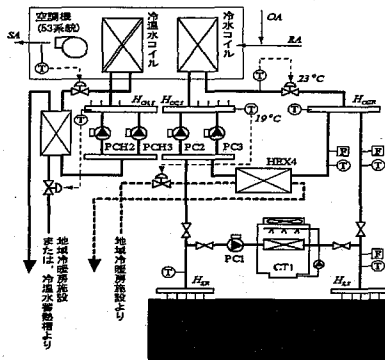


図5. 空調システムの概要

6. 土壤の温度

図-6に土壤温度の変化を示す。土壤温度は、蓄熱運転の試運転開始時 2004/12/01 から低下しているが、顕著な温度低下は冷却塔散水開始時の 2005/02/01 以降である。上下の温度変化では、最上部の温度低下が他よりも速く、横引き配管に起因する冷却効果と推測されるが、また、温度上昇も速く上部躯体への放熱も大きいと思われる。測定温度が最低を示した時期を最上部、中央部、最下部で比較すると、中央部は最上部から約 1ヶ月遅れで、最下部は中央部からさらに 1ヶ月程度遅れている。

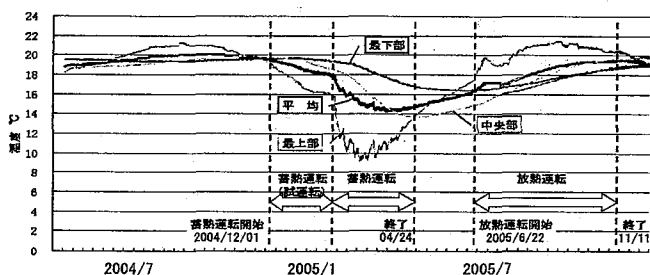


図6. 土壌の温度変化

7. 冬期の蓄熱運転

土壌蓄熱に要したエネルギーは、冷却塔のファンと散水ポンプ、および冷水循環ポンプで消費され、冷却塔ファン動力が全体の55%、冷水循環ポンプが31%、散水ポンプが14%の割合である。蓄熱運転全体で27GJが消費されており、土壌への投入熱量に対する消費エネルギー量で算出する蓄熱時COPは7.98であった。

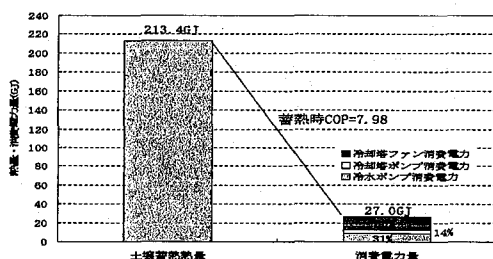


図7. 土壤蓄熱量と消費エネルギー

8. 夏期の採熱運転

土壌からの採熱熱量は、145.1GJで蓄熱熱量の68%であった。土壌の採熱に要するエネルギーは、全て冷水ポンプPC2,3で消費されるエネルギーで、20.3GJで採熱時COPは7.12であった。

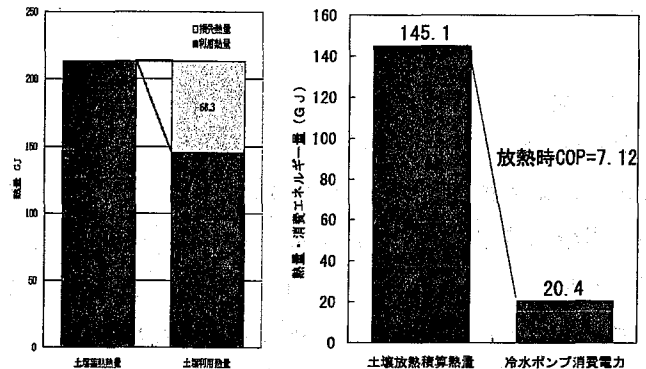


図8. 放熱熱量と放熱時消費エネルギー

9. 土壤蓄熱の総合評価

1) 成績係数(COP)

蓄熱運転と採熱運転の結果から、年間の土壌蓄熱空調システムの成績係数は、採熱熱量145.1GJに対して、消費エネルギー量は47.4GJであり、システムCOPは3.06である。消費エネルギーの構成は蓄熱時57%、採熱時43%であった。

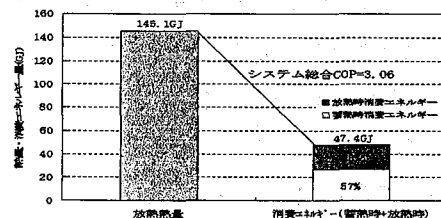


図9. 土壌蓄熱システム COP

2) 負荷移行率

2005年夏期の冷房熱量に対する土壌蓄熱利用の割合（負荷移行率）は5.5%であった。さらに、冷房負荷のピーク日の土壌蓄熱利用による負荷軽減率（ピークカット率）が8.7%であり、効果的に省エネおよび負荷平準化が図られている。自然エネルギー利用技術としての省エネルギー効果としては高いと評価できる。

10. まとめ

土壌を蓄熱媒体とした期間蓄熱による空調システムとして、蓄熱効率およびシステムCOP等により、一定レベルの効果は確認することができた。今後、運転改善方法の検討と、他施設へ適用するための効果的な設計方法を検討する計画である。

謝辭

本研究を実施するにあたり、多くの方にご協力をいただきました。ここに、心より感謝の意を表します。

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

吉田 治典 教授・工博
宮田 征門 博士後期課程

四国電力(株)

安岡 稔弘

竹川 忠克
(株)安井建築設計事務所

小林 陽一
金 政秀