

73. 太陽熱・雨水・地中熱による床冷暖房システムに関する研究

06168095 宮脇由佳
指導教員 市川尚紀 講師

太陽熱 雨水 地中熱 床冷暖房

1. はじめに

温室効果ガスの排出による地球温暖化や、地球規模の森林伐採による環境破壊など、地球環境の保全対策が大きな社会問題となっている。そのため住宅については更なる環境共生の取り組みとして、省エネルギー・創エネルギーでの建築と運用を必要としている。そこで本研究では「雨水と自然エネルギーによる自然冷暖房システム」の開発の一環として、「地中熱で雨水を冷やした床冷房（夏季）」と「太陽熱で雨水を温めた床暖房（冬季）」の実験を行い、雨水を床冷暖房に利用した時の効果を定量的に把握することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 太陽熱・雨水・地中熱による床冷暖房システム

本実験では低温水用パネルを使用し新たな床冷暖房システムを設ける（図 1）。夏季は、貯水タンクに雨水

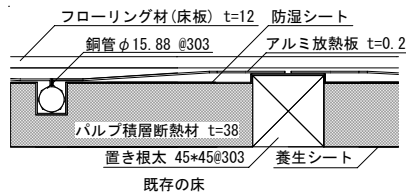


図 1 床冷暖房パネル構成図

を貯水し、ポンプで雨水を吸い上げ、床冷房として利用する。一方冬季は、雨水貯水タンクに雨水を貯水した後、ポンプで屋根上まで雨水を吸い上げ、屋根上の太陽熱温水器を用いて太陽熱で温めて温水にし、床暖房として利用する（図 2・写真 1、2）。

2.2 実測方法

雨水貯水タンクの水温と地中温度（1m、2m、3m、4m）を計測機①で測定する。外気温湿度を計測機②で測定する。そして実験 1～4 の条件について室内の環境実測を行う（表 1）。測定点はフローリング表面（配管あり・なし）と配管上に 1 cm 離れた点の温度を計測機①で測定する（図 3）。さらに、実測室の空気温度、湿度、PMV 値を計測機③で測定する。測定はすべて 30 分間隔で行う。

表 1 実測条件

	季節	システム	窓開閉	年月日
実験 1	夏季	非稼働	閉鎖	2009.8.18-8.21
実験 2	夏季	稼働	閉鎖	2009.8.22-8.25
実験 3	夏季	稼働	開放	2009.8.13-8.15
実験 4	冬季	稼働	閉鎖	2009.12.14-12.18 2010.1.29-2.2
実験 5	冬季	非稼働	閉鎖	2009.12.10-12.13

計測機①: データロガー GL200A-UM-801、グラフテック株式会社
計測機②: おんどとり TR-72U、株式会社テイアンドデイ
計測機③: アメニティメータ AM-101、京都電子工業株式会社

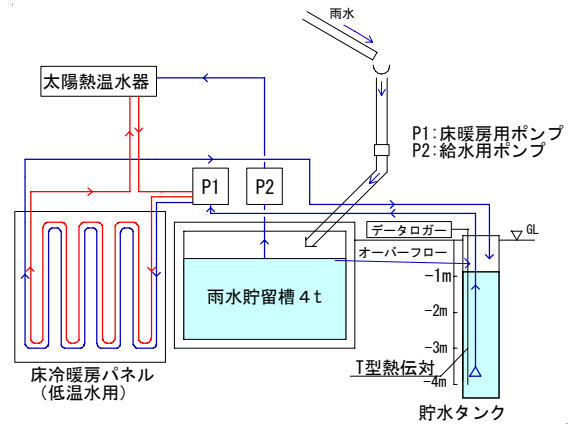


図 2 床冷暖房システム系統図

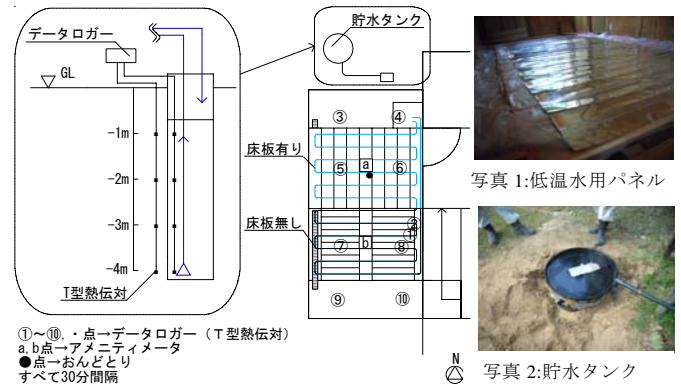


図 3 測定点配置図

3. 結果・考察

3.1 水温と地中温度（図 4）

5 か月間の地中温度と水温の温度変化をみると、夏季の地下 4m の地中温度は 16～18℃、水温は 17～19℃であった。一方、冬季の地下 4m の地中温度は 16～18℃、水温は 12～18℃であった。夏季は外気温の影響が大きく、水温を安定して保つには地下 4m 以上の深さが必要であると考えられる。冬季は地中の温度により水温の低下を止めていると考えられる。

3.2 夏の冷房効果（図 5～7）

<実験 1> 日中の最高温度は室温 34.4℃で床板の温度 31℃と床板の温度は室温より 3.4℃低かった。床板のみの測定点 31℃、床板+配管の測定点 32.5℃、配管のみの測定点 31.6℃であった。床板+配管の測定点の温度が最も高いのは日射が入ったことによる影響だと考えられる。
<実験 2> システムを稼働したときの測定点の温度変化は、床板+配管の測定点は約 2℃低下、配管のみの測定点は約 4℃低下した。水温は約 4℃上昇した。その後、

測定点の温度低下は約 1 時間で止まり徐々に温度の上昇がみられた。また、室温の低下は見られず、窓を閉鎖していたため室温は後に 35℃まで上昇した。システム稼働の影響は室温には及ばなかったと考えられる。

<実験 3> システムを稼働して 2 日目、システムを稼働し続けたことによって水温が約 10℃上昇したが、配管のみの測定点の温度は床板のみと床板+配管の測定点の温度より約 3℃低かった。また、実験 1 で床板+配管の温度が最も高く、床板のみの温度が最も低かったことを考慮すると、床板のみと床板+配管の温度の差が無いことから、約 26℃の水温でも床板+配管に冷却効果を与えていると考えられる。

3.3 冬の暖房効果 (図 8、9)

<実験 4.1> システムを稼働したときの測定点の温度変化は、温水を通して銅管表面の温度が 6.3℃から 28.8℃と約 22.5℃上昇し、その後 37.5℃とさらに約 8.7℃上昇した。床のみの測定点より床板+配管は約 10℃、配管のみは約 6℃高かった。システム稼働の影響は室温には及ばなかったが、床板+配管の最高温度 24.6℃と床に接することで暖房の効果が得られると考えられる。

<実験 4.2> システムを稼働して 2 日目、銅管表面の温度は 9.7℃から 32℃と約 22.3℃上昇した。日照は十分であったがシステムを稼働し続けたため、実験 4.1 よりも最高温度が約 5℃低かった。システム稼働前の 2 時間分の日射が水温の上昇を促すと考えられる。

4.まとめ

本研究では、夏季・冬季ともにシステムを設置した床に温度の低下・上昇の効果がみられたが、室温に影響を及ぼすことができなかった。課題としては、貯水タンクに貯めている水量が少なすぎるため冷熱がすぐに使い果たされてしまうこと、床板の厚さによって熱が伝わりにくいことがある。今後、貯水タンクをより深くしたり、本数を増やすなどして貯水量を増やすことや、ファンコイルユニットやラジエーターを利用し冷熱を効率よく室内に伝える等の対策が必要である。

参考文献:1.藤井佳代、教江昇資、遠藤稔:実験住宅における床冷却環境の人体影響一仕上げ材が異なる場合一、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、pp.1353-1354、2008.7 2.緒方彰、土屋剛大、中村安弘:地中採熱システムの集熱特性に関する研究、日本建築学会中国支部研究報告集第 31 巻、No.415、2008.3 3.黒丸織衣:雨水による自然冷暖房システムに関する研究～蓄熱式床暖房の効果～、近畿大学工学部建築学科卒業論文、2008.3

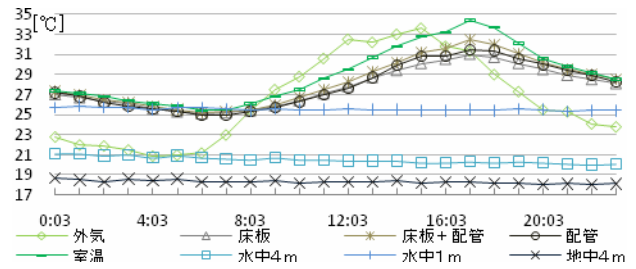


図 5 実験 1 夏季・システム非稼働・窓閉鎖(2009.8.19)

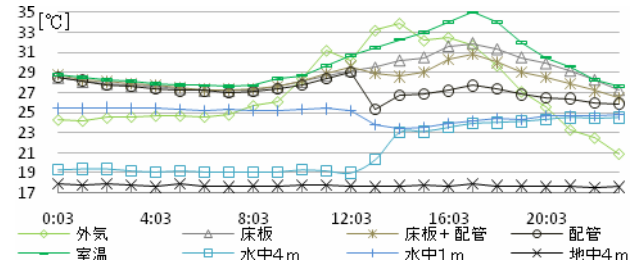


図 6 実験 2 夏季・システム稼働・窓閉鎖(2009.8.22)

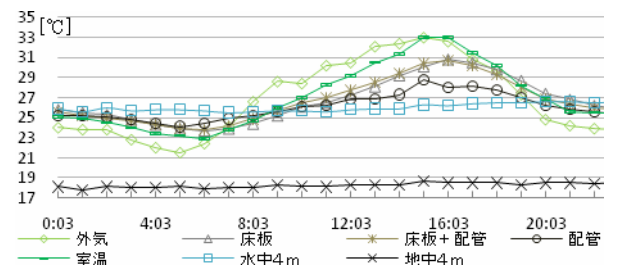


図 7 実験 3 夏季・システム稼働・窓開放(2009.8.14)

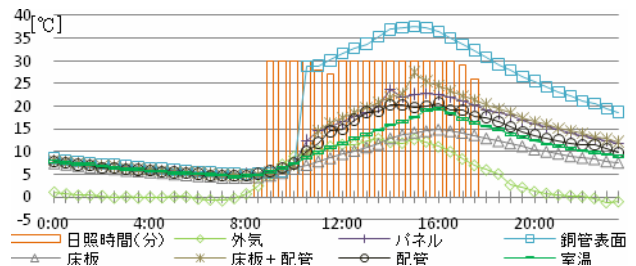


図 8 実験 4.1 冬季・システム稼働・窓閉鎖(2010.1.29)

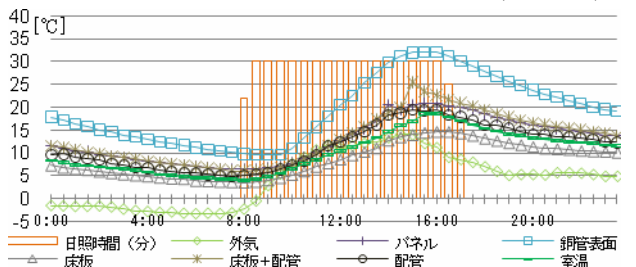


図 9 実験 4.2 冬季・システム稼働・窓閉鎖(2010.1.30)

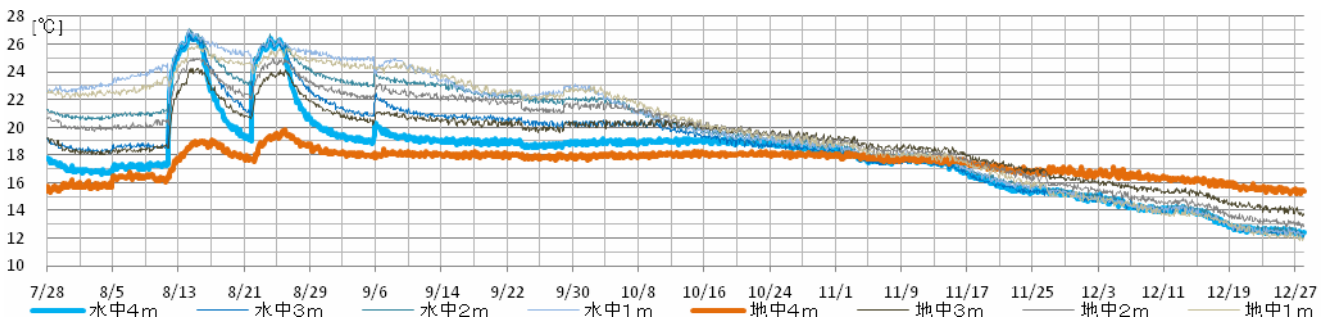


図 4 水温と地中温度の変化