

太陽熱水蓄放熱床暖房システムの夏季の運転方法に関する研究

正会員 秋田 真範*1
同 須永 修通*2
同 咸 哲俊*3

夜間冷気取り込み 屋根流水 水蓄熱体
蓄冷 太陽熱床暖房 実大実験住宅

1. はじめに

太陽熱水蓄放熱床暖房システムの冬季の暖房効果が非常に高いことがこれまでの研究で明らかになっているが、夏季の室内温熱環境については明らかになっていない。前報¹⁾では夜間外気導入及び屋根流水を行ったときの室内温熱環境調整効果について報告した。本報では 2004 年の実験結果から、夏季の運転方法について検討した結果を示す。

2. 実験概要

実験に使用した建物は図 1、図 2、に示すような太陽熱床暖房システムを持つ高断熱高気密の実大実験住宅である。この建物を使って 2001~2004 年の夏季にシステムの運転方法を変え 6 モードの実験を行った。表 1 に実験モードを示す。表 1 の「夜間冷気取り込み」とは、夜間外気を軒先から取り込み屋根ダクトで放射冷却や屋根流水により冷やした後、屋根ダクト、縦ダクト、床下ダクトを通して床下と室内に吹き出すシステムである。換気回数は約 3[回/h]である。「屋根流水」とは、日没後、日中温まってしまった屋根を冷やすためと、夜間冷気取り込み時に、より外気を冷却するために屋根に水を流すことである。流量は約 24.0[l/min]である。

3. 運転方法と実験結果

3-1 夜間冷気取り込み

2003 年実験での夜間冷気取り込み方法は、屋根ダクト温度が 26 度以下になったら外気を取り込むといった制御方法であった。床下ダクトの温度が取り込まれる外気よりも低い場合、図 3 のように一時的に床下ダクトの温度が上昇し、熱損失が生じてしまうことがあった。そこで、2004 年は屋根ダクト温度が床下ダクト温度より低くなったら外気を取り込むといった制御を行った。その結果図 4 に示すように床下ダクト温度が一時的に上昇する現象は改善された。

図 5 にモードごとの一晩での水蓄熱体への平均蓄冷量を示す。図 5 から夜間冷気取り込み時の熱損失が改善できたことで、2003 年に行ったモード 3・4 に比べ 2004 年に行ったモード 5・6 は蓄冷量が増加した。なおモード 2 の値が大きくなっているのは、実験期間が 9 月中旬で気候の影響を受けているためと考えられる。

図 7 に 2004 年 8 月 12~20 日の各部温度変動を示した。図 7 より 8 月 15 日は外気温が日中でも 20 以下まで下がり、一晩で 41MJ 蓄冷できた。日中でも外気温が水蓄熱体温度より低く、盛夏の日中であっても雨の日など天候に

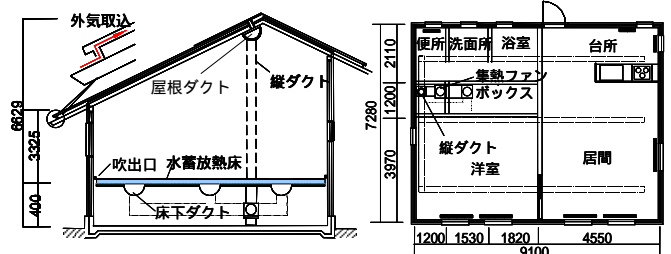


図 1 実験住宅断面図

図 2 実験住宅平面図

表 1 実験モード表

	夜間冷気取り込み	屋根流水	実験期間
mode1	-	-	2001/6/29~7/10
mode2	屋根ダクト温度が26度以下になってから翌朝5時まで。	-	2003/9/15~9/17
mode3		夕方のみ	2003/8/18~8/26
mode4		夕方及び一晩中	2003/8/27~9/14
mode5	屋根ダクト温度が床下ダクト温度以下になってから翌朝5時まで。	夕方のみ	2004/7/19~7/31
mode6		夕方及び一晩中	2004/8/1~8/21

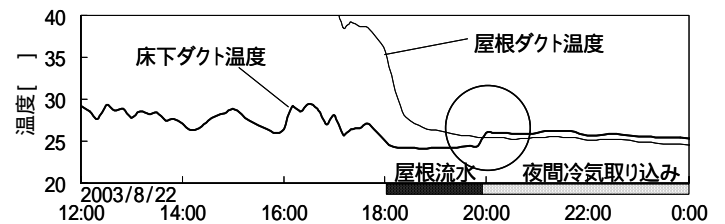


図 3 屋根ダクト・床下ダクト温度変動(mode3)

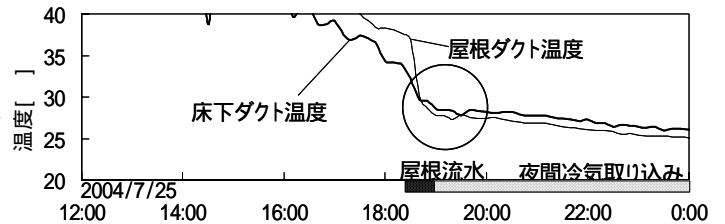


図 4 屋根ダクト・床下ダクト温度変動(mode4)

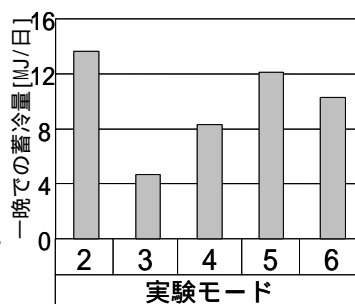


図 5 モード別蓄冷量

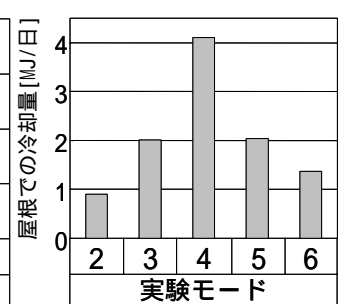


図 6 モード別屋根冷却量

よってはこの日のように、蓄冷が可能な日があることが示された。

3-2 屋根流水

図 6 にモードごとに一晩での屋根冷却量を平均したものを示す。図 6 より、2003 年に行ったモード 2・3・4 は屋根流水を行う時間に伴って冷却量が増えた。2004 年に行ったモード 6 は、夕方及び一晩中屋根流水を行ったにもかかわらず、夕方のみ屋根流水を行うモード 3・5 より低い値を示している。この問題点は、図 8・9 を使うことで説明できる。図 8・9 は「一時間ごとの屋根冷却量」と「平均外気温と平均露点温度との温度差」の関係をモードごとに示した散布図である。なお図 8・9 のデータは屋根流水や夜間冷気取り込みの安定する午前 0 時から午前 4 時のデータのみを使用している。図 8 より、夕方のみ屋根流水を行ったモード 3・5 では、温度差に関係なく放射冷却により 0.5~1.5[MJ/h] (9~27[kJ/h・m²]) の冷却量を得ている。図 9 より、一晩中屋根流水を行ったモード 4・6 は露点温度と外気温との温度差が大きくなると屋根冷却量が増える傾向が見られる。しかし、温度差が約 2 度以下のとき、屋根冷却量が 0.5[MJ/h] 以下になり、放射冷却の冷却量をしたまわる。このことから、モード 6 は温度差が全体的に小さかったため屋根冷却熱量が小さくなったと考えられる。

3-3 室内温熱環境

モードごとの 1 日の平均外気温と平均 PMV を表 2 に示す。2003 年のモード 3・4 の室内温熱環境が良好であるのに対し 2004 年のモード 5・6 の室内温熱環境は、自然状態のモード 1 より良好だが、あまり良好ではなかった。これは、実験始めの水蓄熱体温度が高かったことや、晴れの日が続いたためなど様々な原因が考えられるが、明確な答えは得られなかった。

表 2 モード別平均外気温と平均 PMV

	mode1	mode2	mode3	mode4	mode5	mode6
平均外気温()	26.2	26.3	28.2	27.2	28.4	27.3
平均 PMV	2.48	0.68	1.26	1.07	1.97	1.59

4 まとめと今後の課題

- ・夜間冷気取り込みの制御方法を、屋根ダクト温度が床下ダクト温度より低くなったら行う方法にすると、床下ダクト温度が急激に上がってしまう現象が改善された。
- ・天候がくずれ、外気温が急激に下がると非常に大きな蓄冷量を得ることができる。
- ・夜間の屋根流水の効果は外気温と露点温度との温度差に影響を受けている傾向がある。また、放射冷却は約 0.5~1.5[MJ/h] の冷却量を得ることができる。

外気温が下がる日を活用し、長期的な制御の実験を行う。2001~2004 年までに行った実験を元にシミュレシ

ョンプログラムを作成し、シミュレーションを行うことで、夜間冷気取り込みと屋根流水を使った本システムの最適化を行うと共に、住宅における夏季の自然エネルギー利用方法に関しての最適な組み合わせや運転方法を提案していく。

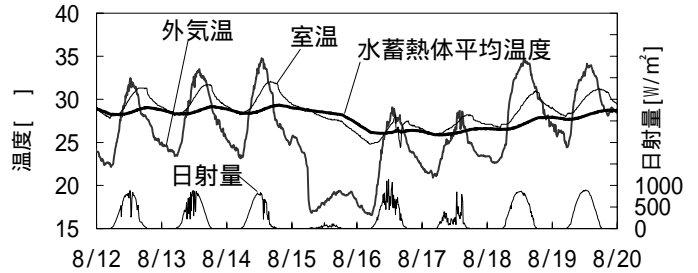


図 7 2004 年 8 月 12~20 日各部温度変動

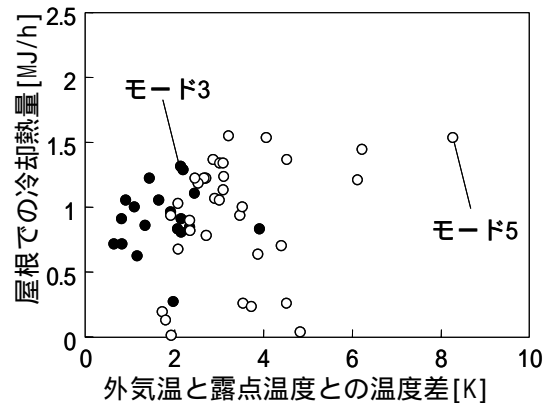


図 8 外気温と露点温度の温度差と屋根冷却量との関係

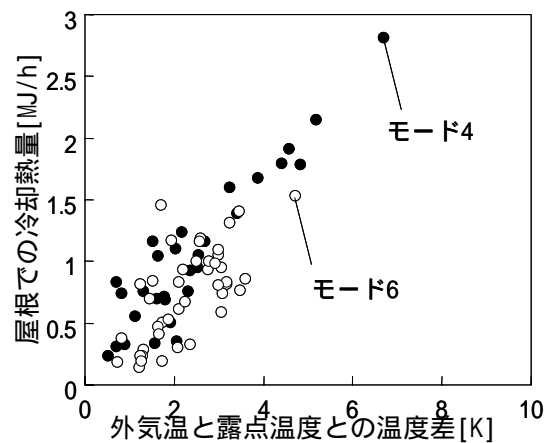


図 9 外気温と露点温度の温度差と屋根冷却量との関係

【参考文献】

- 1) 咸哲俊・須永修通・堀祐治「水蓄放熱床をもつ太陽熱床暖房システムに関する研究」日本建築学会環境系論文集、P517-520、2001 年 2)
 - 2) 秋田真範・須永修通・咸哲俊「太陽エネルギーを利用した水蓄放熱床暖房システムに関する研究 -4. 夏季の室内環境調整の実験-」日本建築学会大会学術講演梗概集、P583-584、2004 年 3)
 - 3) 秋田真範・須永修通・咸哲俊「太陽熱水蓄放熱床暖房システムにおける夏季の室内気候調整に関する研究」太陽/風力エネルギー講演論文集 P527-530 2004 年 10 月 4)
 - 4) 宇田川光弘「パソコンによる空調和計算法」オーム社
- 【謝辞】なお本研究の一部は、首都大学東京 21 世紀 COE プログラム「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」の一環として行われたものである。

*1 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 修士課程

*2 首都大学東京大学院 都市環境学部 建築都市コース 准教授・工博

*3 ベターリビング 工学博士

Graduate student, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ.

Assoc. Prof. Faculty of Urban Environmental Science, Tokyo Metropolitan Univ. Dr

Better Living. Tokyo Metropolitan Univ. Dr