

72. 真空管型太陽熱温水器による自然暖房の実験
～稼働時刻の違いによる比較～

0910920037 河本卓哉
指導教員 市川尚紀 准教授

自然暖房システム ファンコイルユニット 真空管型太陽熱温水器 太陽熱 雨水

1. はじめに

環境問題が深刻化する近年、地球温暖化に対する温室効果ガス削減への取り組みが重要であると共に、東日本大震災の影響により、快適な住環境を作り出すための電力消費を少しでも抑制しなければならない。そのために自然エネルギーを用いた建築とその運用が必要となるであろう。そこで本研究では、太陽熱・雨水によるファンコイルユニット (FCU) を利用して自然暖房実験を行う。その際、異なる時刻に稼働させ、一番効率よく暖房効果を得ることができる朝の時間帯を把握することを目的とする。

2. FCU を用いた自然暖房システム

雨水貯留槽に溜めた雨水を、屋根上にある真空管型太陽熱温水器に送り、温める。室内温度に応じて自動制御弁でポンプの制御を行い、FCU に通し室内を暖房する。

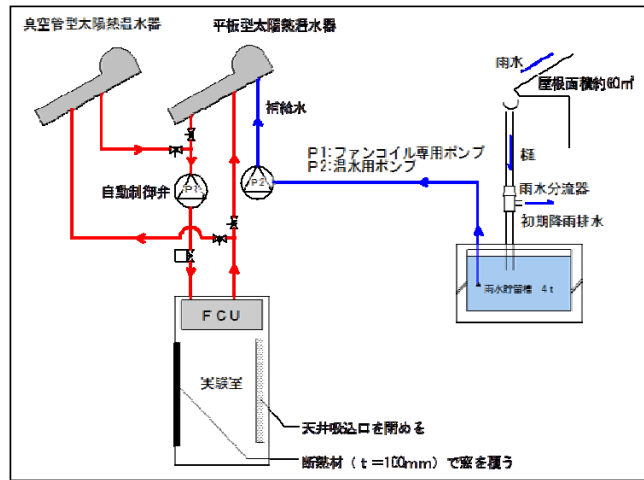


図1 FCU 自然暖房システム

3. 実験概要

- (1) 外部環境の測定: 5 分間隔で外気温と湿度を測定する。全天日射強度も 5 分間隔で測定する。
- (2) 室内環境の測定: 測定点は床に座った状態を仮定し、床からの高さ 70cm の点、椅子に座った状態を仮定し床からの高さ 120cm の点、ファンコイルユニットのコイル、ファンコイルユニットの吹き出し口の温度を、おんどとり、T 型熱電対、PMV 計で測定する。測定開始時刻は、9:00, 10:30, 12:30 とし、終了はいずれも 18:00 とする。

表 1 実測条件

実験	季節	FCU	室内設定温度	太陽熱温水器	稼働時刻	実験日程
1	冬季	非稼働	-	-	-	2012.12.22~ 12.25
2		稼働	18℃ 弁開 22℃ 弁閉	真空管型	9:00~18:00	12/6.10.18.18
3					10:30~18:00	12/7.11.14.19
4					12:00~18:00	12/8.12.15.20

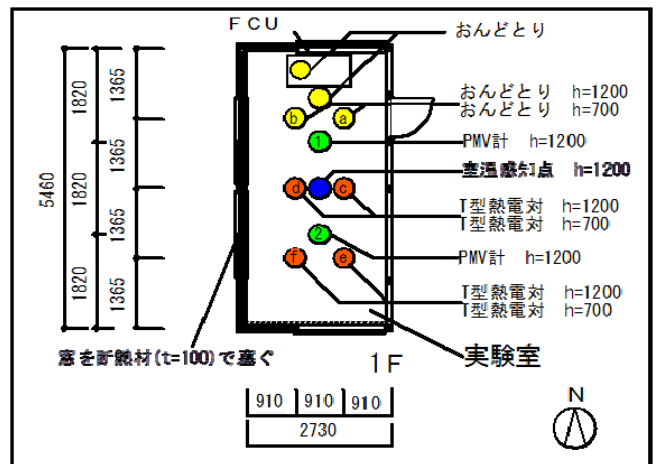


図2 実験室と実測位置

4. 結果と考察

(1) 実験 1 FCU 非稼働 (図 3)

日中の外気温の最高は 14:40 の 8.1℃で、最低気温は 9:00 の -0.3℃であった。室内の最高温度は 15:15 で南窓側 120cm の e 地点で 8.6℃、最低温度は 9:00 で FCU 側 120cm の a 地点で 0.8℃であった。

朝から室内温度と外気温にはほとんど差が見られず、外気温の上昇、下降に沿って室内温度も変化していったと考える。

(2) 実験 2 FCU 稼働 (9:00~18:00) (図 4)

日中の外気温の最高は 12:35 の 5.3℃で、最低気温は 17:35 の 0.3℃であった。室内の最高温度は 13:25 で南窓側 120cm の f 地点で 6.8℃であった。

稼働してから水温は 12℃付近まで上昇した。そこから日射量が増加するにつれ、水温も 17℃付近まで上昇したがそれ以降の上昇は見られず、日射量の減少と共に水温、室温も下降した。稼働するまでに十分に雨水を温めることができなかつたため、設定温度を上回るほどの暖房効果が得られなかつたと考える。

(3) 実験 3 FCU 稼働 (10:30~18:00) (図 5)

日中の外気温の最高は 12:35 の 8.9℃で、最低気温は 18:00 の 2.5℃であった。室内の最高温度は 13:00 で南窓側 70cm の e 地点で 21.4℃、最低温度は 9:00 で FCU 側 70cm、120cm 共に a 地点で 4.2℃であった。

10:30 の稼働から 5 分以内で約 20℃まで水温が上昇した。そこから日射量の増加に伴い 13:00 頃までに約 23℃まで水温が上昇したが、室温が設定温度を上回るほどの温水を作るには至らなかった。9:00 から稼働させるよりも高い水温を得ることができたが、日射量の減少と気温の下降に伴い水温、室温も低下したと考える。

(4) 実験 4 FCU 稼働 (12:00~18:00) (図 6)

日中の外気温の最高は 13:45 の 10.7℃で、最低気温は 9:00 で 1.7℃であった。室内の最高温度は 13:20 で南窓側 70cm の e 地点で 22.5℃、最低温度は 9:00 で FCU 側 70cm、120cm 共に a 地点で 3.6℃であった。12:00 の稼働から 5 分以内で約 25℃まで水温が上昇した。13:30 頃に室温感知点が室内設定温度の 22℃まで達し、暖房が停止した。14:30 頃に設定温度を下回り暖房が再稼働され、14:45 に最高水温の 25.7℃を記録した。

稼働時刻を 12:00 まで遅らせることで、より高温の温水を作ることができ、室温を設定温度内に保つことができた。自動制御弁により流量を制御することで、システムを停止するまで室内温度を設定温度内の環境にすることができたと考える。

5. 平板型との時刻別比較

昨年実施された平板型太陽熱温水器での実験結果を時刻別に比べてみると、9:00 から稼働させた場合は、真空管型では約 10 分で 3℃から 13℃、平板型では 2 時間で 3℃から 13℃と、稼働直後の水温の上昇速度は真空管型の方が速く効果的だと言える。12:00 から稼働させた場合は、稼働直後は真空管型の方が水温は約 2℃高かったものの、一日を通して見ると似たような結果を示していたことからどちらが有効かは判断し難い。

6. まとめ

稼働時刻を 3 パターンに分けて実験を行ったが、稼働を遅らせるにつれて集熱量が増えるため、水温も上昇しやすくなり暖房効果も得られやすいことが分かった。

10:30 稼働では、日の出から稼働開始までに 15599w/m²、1 日平均では 5 分毎に 356.36w/m²の日射量を計測したが、暖房効果は得られず 12:00 稼働は、1 日平均では 5 分毎に 376.22w/m²と、10:30 稼働とあまり変わらなかったものの、稼働開始までに 27388w/m²の日射量を得ると暖房効果が得られた。これより 1 日平均よりも稼働開始までの日射強度が重要であると言える。

参考文献

1) 犀川徹：太陽熱・雨水・地中熱による自然冷暖房に関する研究,2011 年度近畿大学工学部建築学科卒業論文

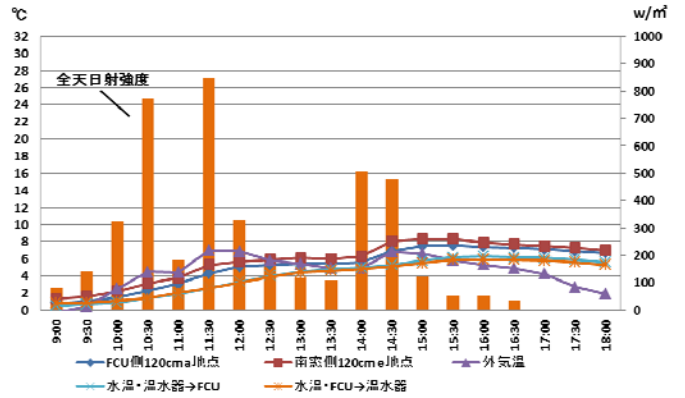


図 3 実験 1 FCU 非稼働 (2012.12.25)

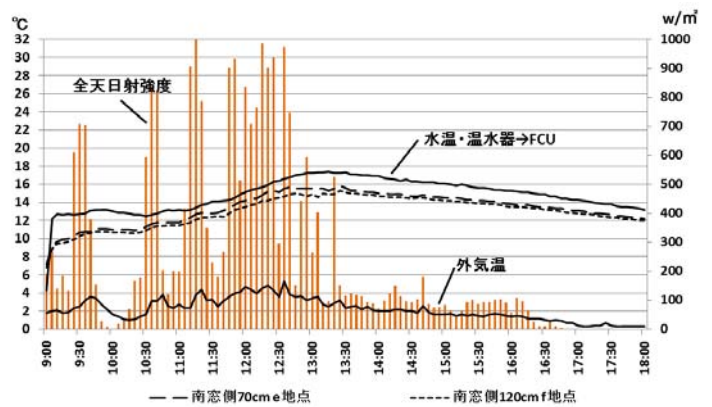


図 4 実験 2 FCU 稼働・9:00 測定開始 (2012.12.6)

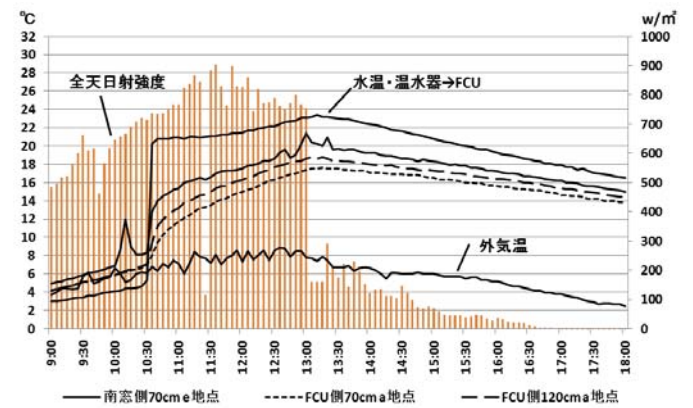


図 5 実験 3 FCU 稼働・10:30 測定開始 (2012.12.11)

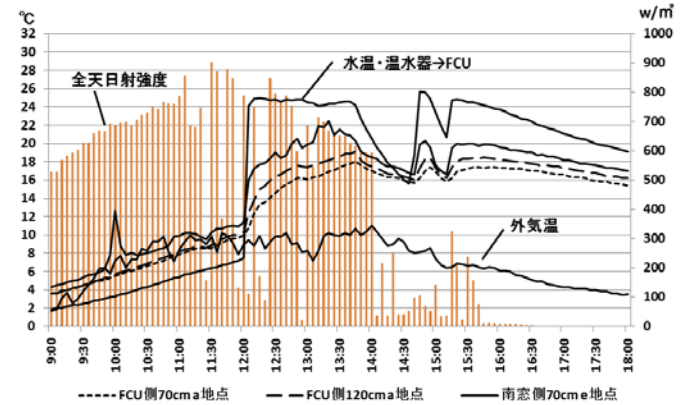


図 6 実験 4 FCU 稼働・12:00 測定開始 (2012.12.12)