

36. 太陽熱・雨水・地中熱による自然冷暖房に関する研究
 ～地下タンク増設と温水循環の自動制御による実験～

0810920061 犀川 徹
 指導教員 市川尚紀 講師

自然冷暖房システム ファンコイルユニット 自動制御 太陽熱 雨水 地中熱

1. はじめに

現代の私たちの生活は多くの電力消費によって成り立っており、快適な生活へのニーズが高まったことで電力需要は衰えをみせてはいない。住宅においては電力消費削減のための建築と運用が必要になる。本研究では太陽熱・雨水・地中熱を利用してファンコイルユニット (FCU) と併用した自然冷暖房を行う。夏季では、既製ドラム缶を 4 基増設したことによる冷水の継続効果、1 基あたりの冷水の持続時間、冬季では、ポンプの自動制御による暖房の継続効果を求めることを目的とする。

2. FCU を用いた冷暖房システム (図 1)

夏季は 5 基の地下貯水タンクに雨水を貯め、地中熱で雨水を冷やし、ポンプで吸い上げ、FCU で室内を冷房する。その際、室内温度が設定温度に達するのに応じて、自動制御盤でタンクを切り替える。冬季は雨水貯留槽に貯めた雨水をポンプで吸い上げ、屋根上にある太陽熱温水器で温め、室内温度に応じて自動制御弁でポンプの制御をしながら FCU に通し室内を暖房する。

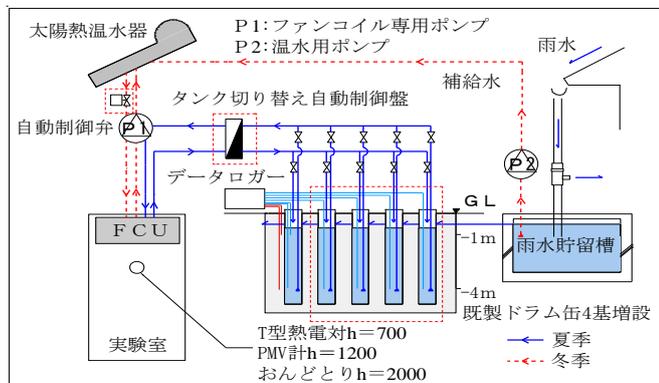


図 1 FCU 冷暖房システム図

3. 実験概要

表 1 実測条件

実験	季節	FCU	室内設定温度	年月日
1	夏季	非稼働	—	2011.09.07~2011.09.10
2		稼働	—	2011.09.14~2011.09.14
3		稼働	28℃	2011.09.01~2011.09.05
4	冬季	非稼働	—	2011.12.31~2012.01.03
5		稼働	16℃ (弁開)、20℃ (弁閉)	2012.01.07~2012.01.07
6		稼働	16℃ (弁開)、20℃ (弁閉)	2012.01.05~2012.01.06 2012.01.11~2012.01.11

※実測時間は 9 : 00~18 : 00、実験 6 は 12:00~18 : 00 とする。

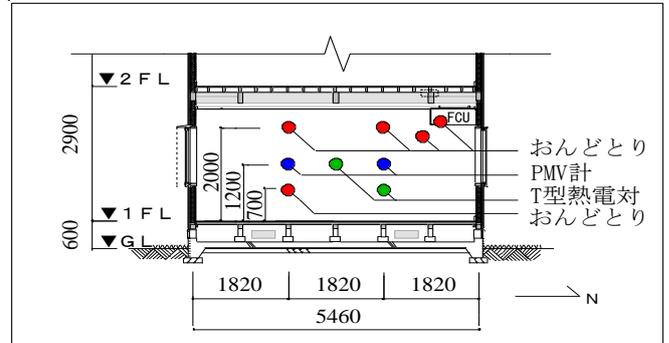


図 2 実測位置

4. 結果と考察

4.1 夏季実験

(1) 実験 1 FCU 非稼働

日中の室内の最高温度は 17 : 00 の FCU 側 120 cm の 32.7℃で、最低温度は 9 : 00 の FCU 側 70 cm の 26.1℃であった。外気温の最高は 13 : 00 の 33.2℃で、最低は 9 : 00 の 29.2℃であった。室内温度は 16 : 00 以降に外気温よりも高くなった。日中に暖められた空気が換気されずに室内に溜まり、室内温度が低下しにくかったと考える。

(2) 実験 2 FCU 稼働 (図 3)

日中の室内の最高温度は 17 : 00~17 : 30 の FCU 側 200 cm の 28.7℃で、最低温度は 9 : 30 の FCU 側 70 cm の 23.9℃であった。また、外気温の最高は 13 : 00 の 34.1℃で、最低は 9 : 00 の 27.7℃であった。地下貯水タンク 1 基だけでも外気温が 34.1℃のときに室内温度を 26.3℃とすることができたが、立ちあがり時の室内温度が 23.9℃と、室内を冷やしすぎてしまった。室内温度に応じてポンプの制御ができれば急激な室内の温度低下を防ぎ、効率よく冷水を利用できると考える。

(3) 実験 3 FCU 稼働・室内設定温度 28℃ (図 4)

日中の室内の最高温度は 15 : 00 の FCU 側 200 cm の 28.3℃で、最低温度は 9 : 30~10 : 00 の FCU 側 70 cm の 25.3℃であった。また、外気温の最高は 12 : 30 の 32.7℃で、最低は 18 : 00 の 27.1℃であった。稼働から約 6 時間で室内温度が 28℃になり、地下貯水タンクの切り替えを行った。ポンプの制御やより深いところから雨水を取水することができれば、地下貯水タンク 1 基だけでもシステム停止まで冷房の効果が継続できると考える。

4.2 冬季実験

(1) 実験 4 FCU 非稼働

日中の室内の最高温度は 14:00~14:30 の南窓側 120 cm の 11.6℃で、最低温度は 9:00 の FCU 側 200 cm の 4.3℃であった。また、外気温の最高は 12:00 の 9.2℃で、最低は 9:00 の 1℃であった。

室内温度と外気温には差がほとんど見られなかったが、15:00 頃から室内温度と外気温に差が出た。天井吸い込み口を養生テープで塞いで換気をしなかったことで室内の暖かい空気が逃げにくくなり、温度の低下が和らいだと考えられる。

(2) 実験 5 FCU 稼働①・室内設定温度 16℃, 20℃ (図 5)

日中の室内の最高温度は 15:30 の室内中央 120 cm の 19.4℃で、最低温度は 9:00 の FCU 側 200 cm の 3.8℃であった。また、外気温の最高は 14:00 の 8.9℃で、最低は 18:00 の 2.7℃であった。

稼働してから室内温度は上昇したが、水温が 22℃程までにしか温まらず、室内温度が 20℃を越えることはなかった。9:00 から実験を開始したことで朝の時間帯に雨水を十分に太陽熱で温めることができず、温水を十分に作り出すことが難しかったと考える。

(3) 実験 6 FCU 稼働②・室内設定温度 16℃, 20℃ (図 6)

日中の室内の最高温度は 13:30 の室内中央 120 cm の 20.7℃で、最低温度は 9:00 の FCU 側 200 cm の 3.7℃であった。また、外気温の最高は 13:30 の 7.4℃で、最低は 18:00 の 0.8℃であった。実験 6 では実験 5 とうまく

温水を作り出すことができなかったことから、午前中の時間帯で雨水を太陽熱で温め 12:00 から実験を開始した。その結果稼働してから 30 分間で水温が 14.9℃から 27.1℃まで上昇し、システムを停止するまで 21℃以上を維持していた。室内温度は稼働している間、室内設定温度の 16℃~20℃を保っていた。自動制御弁でポンプの制御をして温水を利用したことで 18:00 でも 18.1℃の室内環境ができたと考える。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- ①夏季の実験では、地下貯水タンクを 4 基増やしたことで 1 基目の冷水が温まり室内温度が上昇しても次の地下貯水タンクに切り替え、室内温度を 28℃以下に保たせることができた。より深く地下貯水タンクを埋設しポンプの制御をしながら冷水を利用できれば、1 基だけでも冷房の効果がシステム停止まで持続できたと考えられる。
- ②冬季の実験では、自動制御弁でポンプの制御をして太陽熱で温めた温水を利用したことで外気温が 0℃に近い時間帯でも室内温度を 18℃付近にできた。日中の時間帯にできた温水を夜間まで蓄熱しておくことができれば、より長く暖房効果を持続できるのではないかと考えられる。しかし朝方や悪天候などの十分な温水を作り出すことができない日の対策が必要である。

参考文献

- 1) 網谷孝景：ファンコイルユニットを用いた自然冷暖房システムに関する研究、近畿大学工学部建築学科卒業論文、2010.3

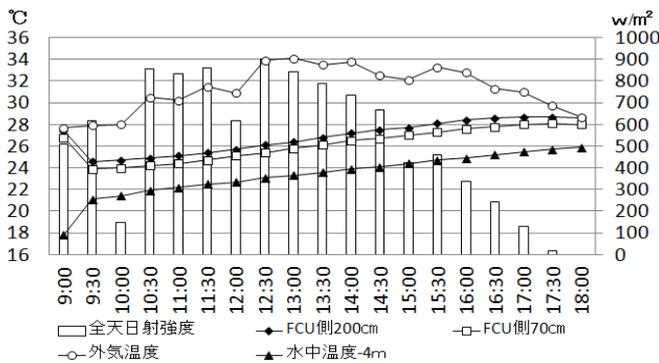


図 3 実験 2 FCU 稼働 (2011.9.14)

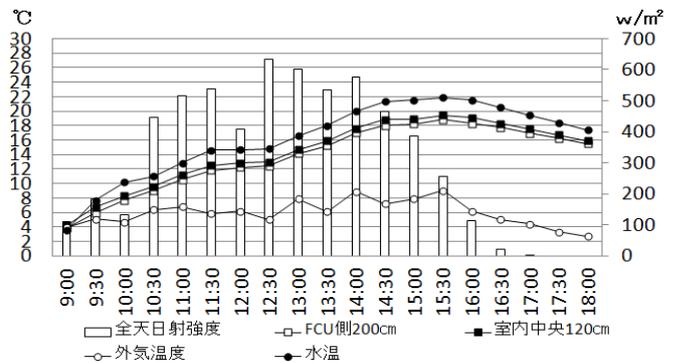


図 5 実験 5 FCU 稼働①・室内設定温度 16℃, 20℃ (2012.1.7)

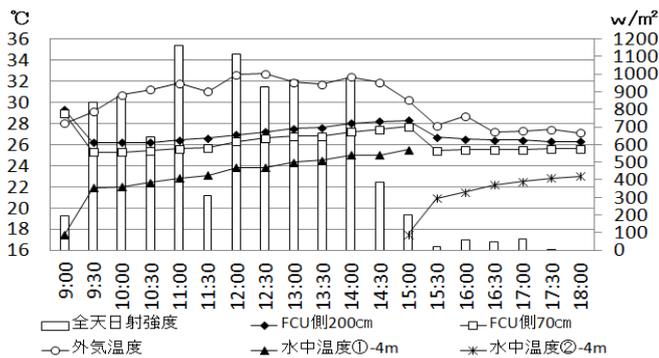


図 4 実験 3 FCU 稼働・室内設定温度 28℃ (2011.9.1)

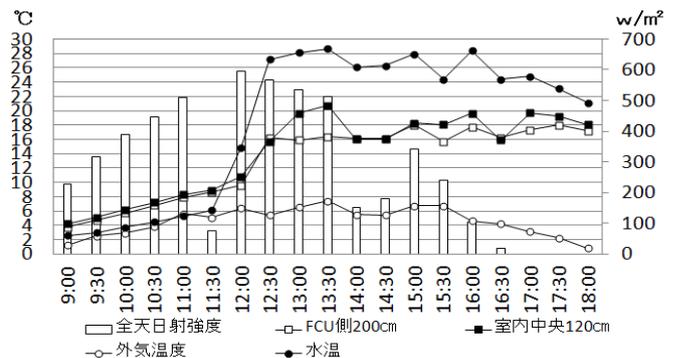


図 6 実験 6 FCU 稼働②・室内設定温度 16℃, 20℃ (2012.1.5)