

01. 雨水地下タンクによる自然冷房の実験 ～2 室同時冷房の持続性について～

1110920037 水田奈沙
指導教員 市川尚紀 准教授

自然冷房システム ファンコイルユニット 雨水 地中熱

1.はじめに

近年、我が国における温室効果ガス排出量は増加傾向にあり、再生可能エネルギーの利用が今後のエネルギー資源の柱の一つとして注目を集めている。また、東日本大震災での原子力発電所の事故による原子力政策の見直しを契機に、その役割は一層高まっている。

太陽熱・雨水・地中熱による自然冷暖房システムに関する一連の研究では、これまで実験住宅の1階西側の一部屋のみを使用して実験を行ってきた。今年は2階西側の部屋にFCU（ファンコイルユニット）を増設し、計18畳での自然冷房システムの持続性を検証することを目的とする。

2.実験概要

夏季に4基の地下貯水タンクに雨水を貯め、地中熱で冷やす。その雨水をポンプで吸い上げ、実験室内のFCUに通し、室内を冷房する。その際、自動制御盤を用いて室温が設定温度の範囲になるようにポンプを制御し、水温が設定温度以上になると、次のタンクへ切り替わるよ

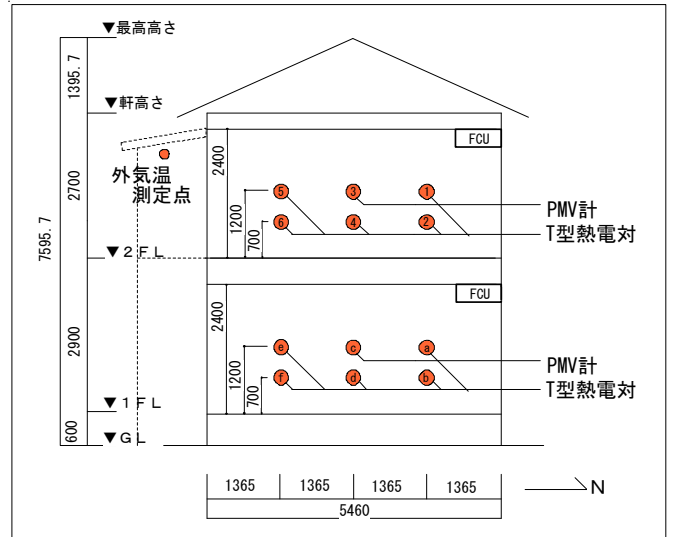


図 2 実測位置

うにする（図1）。

実測条件を表1に、実測位置を図2に示す。

3.実験結果

ここでは、実験2・期間3の結果を記す。

1階の日中の最高温度は9/5の14:00のd地点で29.4℃、最低温度は9/2の9:05のe地点で24.0℃であった。PMV値の最高は9/5の14:00の0.57、最低は9/7の6:40の-1.84であった。2階での最高温度は9/5の14:00の5地点で30.5℃、最低温度は9/2の9:00の3地点で24.1℃であった。PMV値の最高は9/5の14:00の1.3、最低は9/7の7:20の-1.84であった。外気温の最高は9/7の15:30の32.7℃、最低は9/7の0:35の20.1℃であった。

また、タンク1は9/2の13:30～17:20、9/3の11:55～19:10の間稼働し、水温24.7℃まで上がるとタンク2に切り替わった。タンク2は9/5の12:30～20:30の間稼働し、水温24.9℃でタンク3に切り替わった。タンク3は9/6の12:55～15:15、9/7の12:15～実験終了まで稼働した。更に、タンク1が9/3の19:10に停止した後、元の温度付近まで下がったのは、3日半後の9/7の9:00頃だった。

4.考察

(1) 冷房効果について

実験2の期間3では、室温は1・2階共に24℃～30℃を維持し、PMV値は1階で-2.0～+1.0、2階で-2.0～+1.5

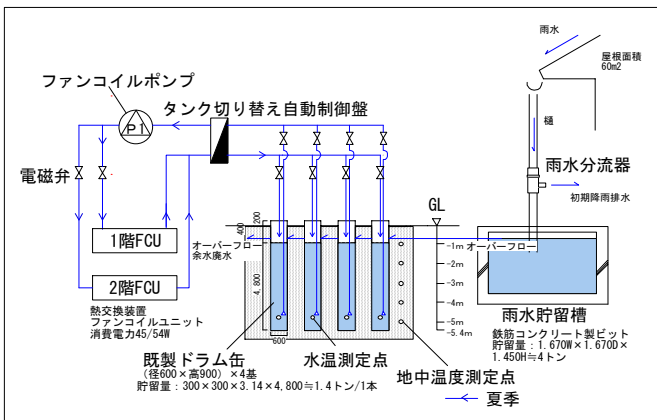


図 1 自然冷房システム図

表 1 実測条件

| 実験 | 期間 | 室内設定温度 | タンク切替設定温度 | 日程(2014年) |
|----|----|--------------------|-------------------|-----------|
| 1 | | | 非稼働 | 8.13～8.18 |
| 2 | 1 | ≥29℃で稼働 ≤25℃で停止 | 水温29℃で 貯水タンク切替 | 8.4～8.9 |
| | 2 | | | 8.21～8.26 |
| | 3 | | | 9.2～9.7 |

※実測時間は各実験開始日 9:00～実験終了日 18:00 とする。

An Experimental Study on the Natural Air Conditioning by Rain Water in Underground Tank
～About the sustainability of air conditioning of two rooms～

MIZUTA Nasa

環境設計研究室

の間であった。実験 1 と比較すると、1 階平均室温を約 1.7℃、2 階平均室温を約 2.0℃、1 階平均 PMV を約 1.8、2 階平均 PMV を約 1.5 下げることができた。PMV に関しては、最小値に余裕があるため、更に FCU 停止温度を上げることが可能である。

また、実験期間中の前半は最高気温が 25℃以上の夏日が続き、後半になると最高気温が 30℃以上の真夏日が続いたにも関わらず、6 日間で大きな値の変動がなかったため、比較的快適な室内環境だったと言える。

(2) 長期利用について

実験 2 の期間 3 では、タンク 3 本で約 5 日間冷房効果を持続させることができた。また、タンクが停止してから元の温度に戻るまでは約 3 日半かかった。このことから、タンク 1 本の稼働期間を約 1 日半とすると

$$\text{最初に稼働させる本数} + \frac{\text{元の温度に戻るまでの日数}}{\text{1 本の稼働日数}} = \text{必要本数}$$

$$1 (\text{本}) + \frac{3.5 (\text{日間})}{1.5 (\text{日間})} = 3.333 \dots < 4 (\text{本})$$

となり、タンク 4 本でシステムが持続可能であると思われる。また、今回はシステムを 24 時間稼働させて実験

を行ったため、実際の稼働時間よりも長かったと考えられる。更に、今回の実験結果では PMV 値に余裕があったため、室内設定温度を上げることを考慮すると、タンク 3 本でもシステムが持続可能であると思われる。

5.まとめ

FCU の冷房効果については、実験 2 の期間 3 では、1・2 階共に室温を 30℃以下、PMV を+1～-2 付近に保つことができた。FCU の長期利用については、タンク 3 本で冷房し続けることが可能と思われる。

なお、タンクが設定した順番通りに切り替わらなかったため、原因を特定し、改善することが課題である。加えて、今回は冷夏の実験となったため、猛暑日での冷房効果の持続性についても検証する必要がある。

参考文献

- 1) 南有鎮, 大岡龍三:地下水利用空調システムの冷暖房性能実験および建物負荷モデルを用いたフィジビリティスタディ, 日本建築学会環境系論文集, No.638, pp.473-479, 2009.11
- 2) 高橋達, 辻康昭, 伊藤教子:井水放射冷却・外気予冷兼用システムの開発と室内熱環境調整に関する実測調査, 日本建築学会環境系論文集, No.670, pp.1043-1049, 2011.12
- 3) 李栄玲, 大岡龍三:ゼロ・エネルギー化を目指す建物の実運用段階における空調システムの運用方法最適化に関する研究:第 1 報-空調システムの概要と実測による熱源設備の性能評価, 空気調和・衛生工学会論文集(196), pp.11-18, 2013.07

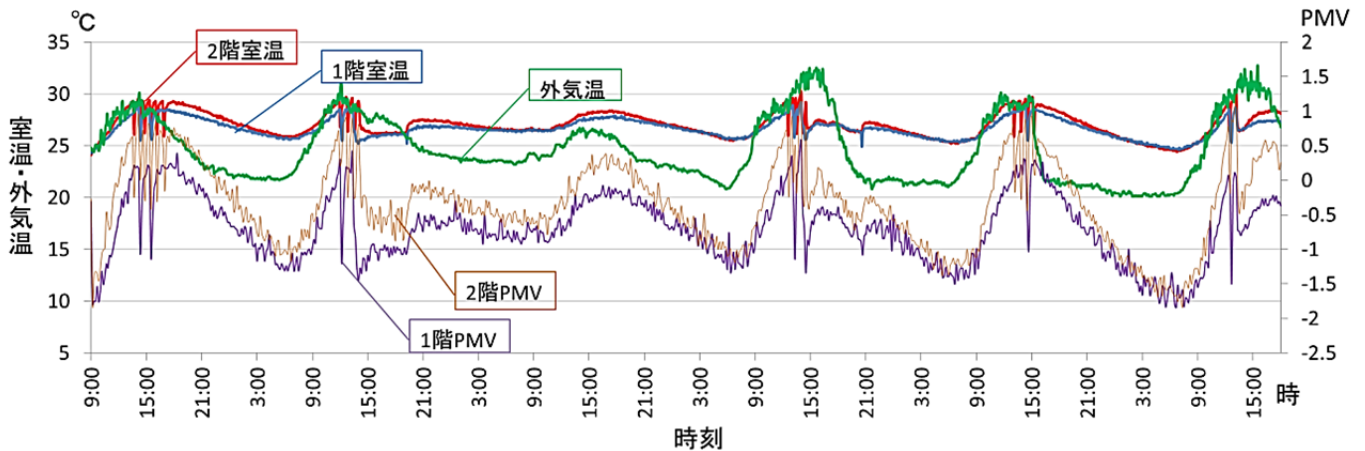


図3 実験2,期間3 室温・外気温・PMV値 (9/2～9/7)

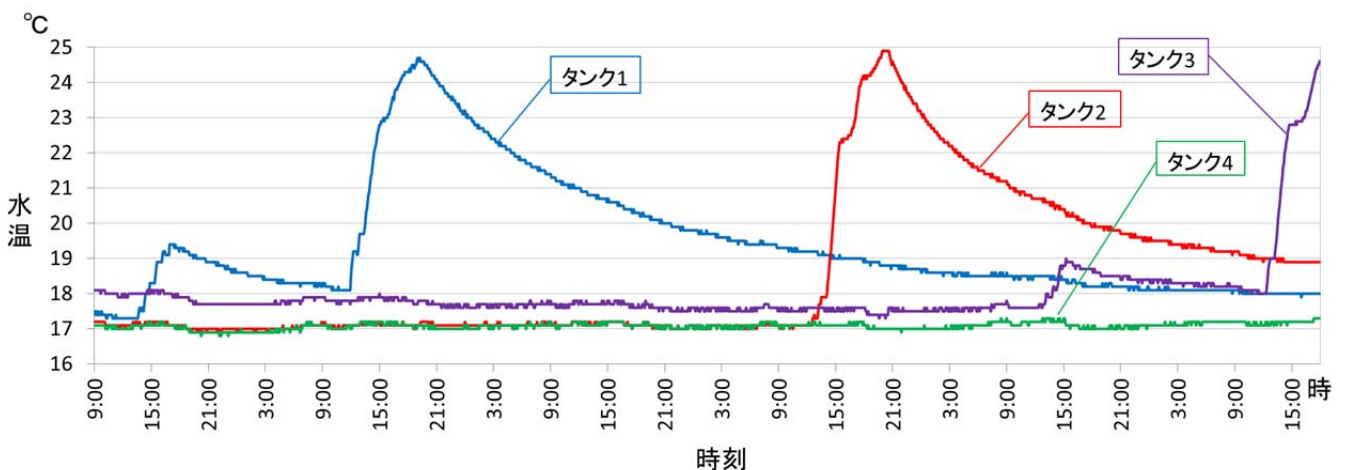


図4 実験2,期間3 貯水タンク温度 (9/2～9/7)