

実在住宅におけるヒートポンプ熱源を利用した床暖房システムの実測評価

正会員 ○ 威 哲俊*1 木下 ひかる*1

ヒートポンプ熱源機 床暖房システム 実測

1.はじめに

ヒートポンプを熱源とする床暖房システムは、ヒートポンプの高い効率による省エネルギー性能と床暖房の快適性を組合せた暖房方式であり、実際の運用において快適性及び省エネ効果が期待できる。

今回は、温水ヒートポンプ熱源機を利用する床暖房システムを導入した実在住宅について長期実測を行う機会があったので、室内温熱環境形成状況及び床暖房システムのエネルギー消費量の実測結果を報告する。また、床暖房システムの設定温度の影響を簡単に実測し、比較検討したので合わせて報告する。

2.実測概要

対象建物は、山形県山形市にある木造2階建ての一戸建て住宅である。図1に実測対象住宅の1階平面図及び床暖房システムの概要を示す。建物及び床暖房システムの概要を表1に示す。

温水ヒートポンプを熱源とする床暖房システムであり、ヒートポンプから温めた温水が温水パネルを循環しながら建物1階のほぼ全面で床暖房を行う。導入した床暖房システムは、温水パネルと温水パネルを並列で接続させることで、循環温水の圧力損失を少なく抑える並列循環方式である。一台の熱源機で多くの温水パネルを循環させることが可能であり、広い面積の床暖房システムの構築及び室間の温度差を小さくすることでヒートショックの低減効果が可能である。なお、対象建物は暖房期間中は24時間暖房を行っており、床暖房システムは24時間運転する。

表2に実測期間及び実測時の温度設定を示す。温度設定によるエネルギー消費量の削減効果を検討するために室温設定25℃と室温設定23℃の2条件で測定を行った。空気温度はおんどとりで15分間隔で測定記録し、ヒートポンプ熱源機の電力消費量は電力計で1分間隔で測定記録した。

3.実測結果

表2 実測期間及び室温設定

条件	設定温度	期間
条件1	25℃	2018/1/24～2018/2/24
条件2	23℃	2018/2/25～2018/3/7

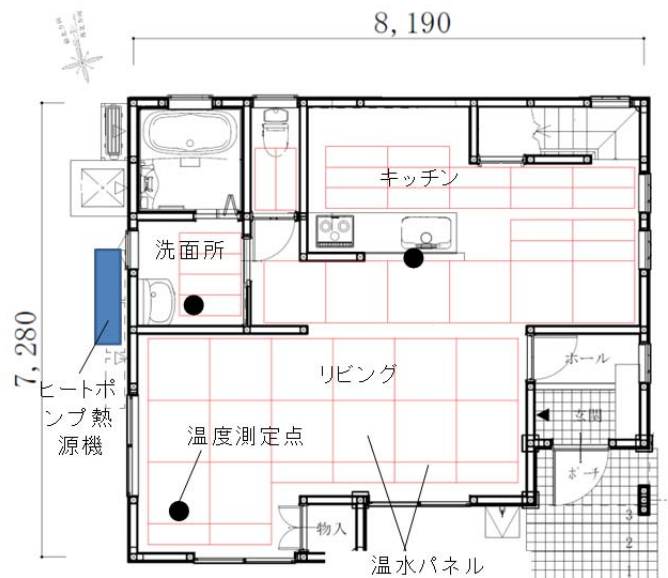


図1 1階平面図及び床暖房システム概要

表1 床暖房システムの概要

所在地	山形県山形市
次世代省エネ基準地域区分	IV地域
構造	木造2階建(一戸建て住宅)
面積	建築面積 59.2m ² 延床面積 118.4m ²
ヒートポンプ熱源機	電源: 単相200V 50-60Hz 定格加熱能力: 6.0kW 定格消費電力: 1.49kW 案提示エネルギー消費効率: 4.39
床暖房部分	温水パネル 厚さ15.5mm 温水パネルの接続: 並列循環方式 敷設面積: 27.8m ² 、敷き率: 64.6%

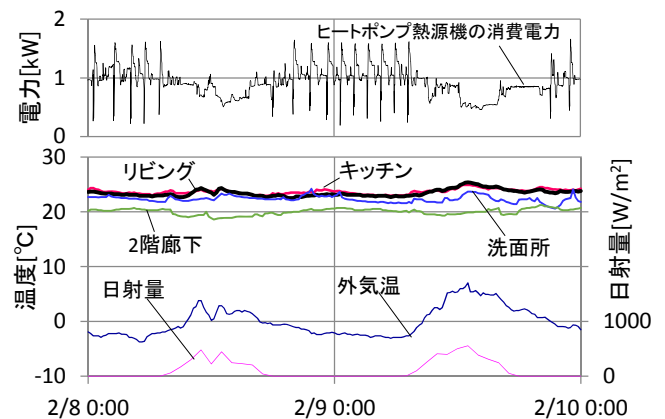


図2 各部温度変動状況及び消費電力

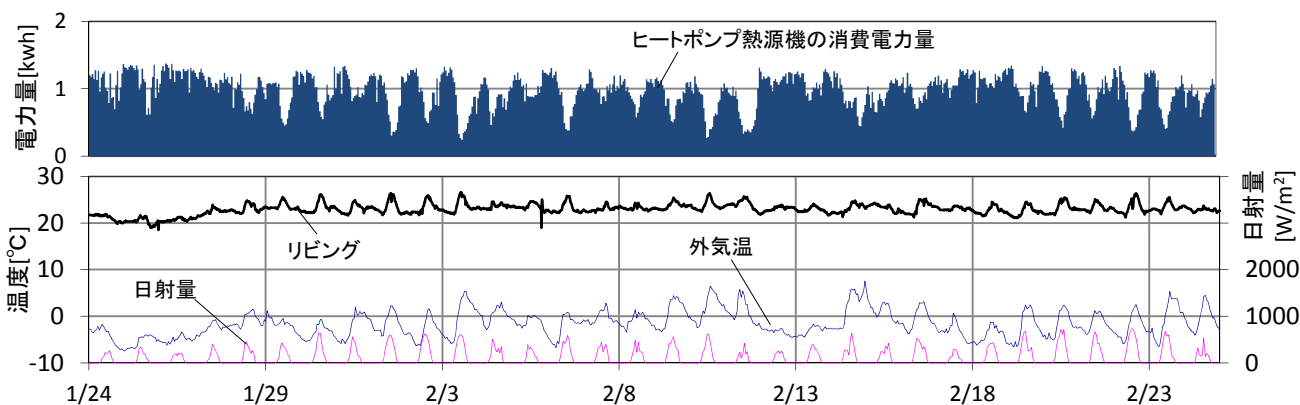


図3 長期実測結果 (2018/1/24~2018/2/24)

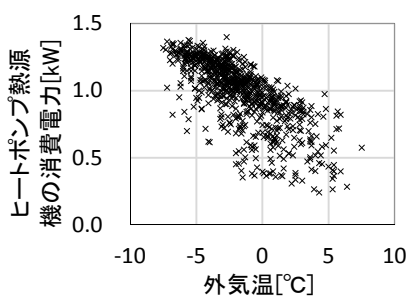


図4 外気温と消費電力の関係

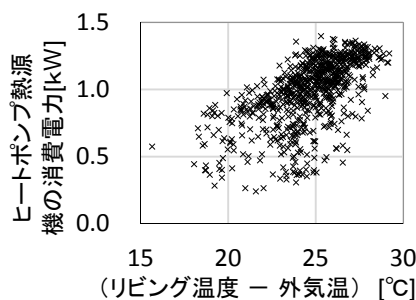


図5 (リビング温度-外気温) と消費電力の関係

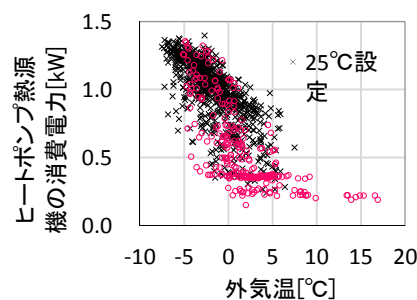


図6 設定温度の影響

3.1 代表日の温熱環境及び消費電力

図2に代表日の各部温度変動状況及びヒートポンプ熱源機の消費電力の推移を示す。24時間床暖房システム運転の影響でリビング温度は最高温度が25.4°C、最低温度が22.5°Cで日変動幅約3°Cと小さい。室間の温度差では、リビングとキッチンの温度はほぼ同じであり、洗面室とリビングの温度は最大で約2°Cの差があった。床暖房の対象エリアではない2階廊下温度も約20°Cで安定して推移しているが、これは1階床暖房の影響が階段を通して影響していることと思われる。ヒートポンプ熱源機の消費電力は代表日の期間平均で0.9kWであり、日中の外気温が高い時に消費電力が少ない。ヒートポンプ熱源機のCOPが外気温の影響を受けることと思われる。

3.2 長期実測結果

図3に室温設定25°C時の1ヵ月間のリビング温度変動状況及びヒートポンプ熱源機の消費電力量を示す。リビング室温は20°C~26°Cの間で変動しており、快適な温熱環境が形成されている。図4に1時間平均の外気温とヒートポンプ熱源機の消費電力の関係を、図5に(リビング温度-外気温)とヒートポンプ熱源機の消費電力の関係

表3 各実測条件における期間平均消費電力、期間平均外気温、期間平均リビング温度と外気温との差

	外気温	リビング温度	リビング温度-外気温	消費電力
	°C	°C	°C	kW
設定温度25°C	-1.6	23.0	23.1	1.6
設定温度23°C	1.6	21.7	20.0	0.6

を示す。外気温が高いほど消費電力が小さく、リビング温度と外気温が大きいほど消費電力が多い傾向となった。

3.3 設定温度の影響

図6に室温を25°Cに設定した場合と23°Cに設定した場合の1時間平均の外気温とヒートポンプ熱源機の消費電力の関係を示す。室温を23°Cに設定した条件では、外気温が0°C以上の場合にヒートポンプ熱源機の消費電力が小さくなる傾向が見られた。表3に各実測条件における期間平均消費電力、期間平均外気温、期間平均リビング温度と外気温との差を示す。今回の測定では、設定温度を下げるによりヒートポンプ熱源機の消費電力を削減できることを確認した。設定温度を2°C下げた時に、期間平均のリビング温度と外気温の差が3.1°C小さくなり、消費電力が1.0kW小さくなった。

4.おわりに

温水ヒートポンプ熱源機を利用する床暖房システムを導入した実在住宅について実測を行った。以下、主な知見を述べる。

- 24時間連続床暖房により室温の日変動幅が約3°Cと小さく快適な温熱環境を形成している。また、広い面積による床暖房により室温温度差が約2°Cと小さいことを確認した。
- 室温の設定温度を下げるにより、ヒートポンプ熱源機の消費電力を削減できることを確認した。

【謝辞】：本報告の実測調査は、(株)アジアスターの協力により実施したものである。ここに記して、謝意を示す。

*1 (一財) ベターリビング つくば建築試験研究センター

* 1 Center for Better Living, Tsukuba Building Research and Testing Laboratory.