



Title	集合住宅の断熱性能と暖房方式の関係 : その2 空気熱源ヒートポンプチラーの送水温度と放熱面積の検討
Author(s)	内田, 真生; 羽山, 広文; 菊田, 弘輝 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2009, 901-902
Issue Date	2009-07-20
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/50737">https://hdl.handle.net/2115/50737</a>
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_901-902.pdf



集合住宅の断熱性能と暖房方式の関係

その2 空気熱源ヒートポンプチラーの送水温度と放熱面積の検討

正会員 ○内田 真生\*1 同 羽山 広文\*2  
同 菊田 弘輝\*3 同 絵内 正道\*4

ヒートポンプ COP 省エネルギー  
熱負荷 断熱性能

1. はじめに

京都議定書の目標期間である2012年が迫っているにも関わらず日本の民生部門におけるCO<sub>2</sub>排出量は依然多いままであり、民生部門における省エネルギーが求められている。本報で扱う空気熱源ヒートポンプチラー(以下、ヒートポンプ)には、寒冷地において空気熱交換器への着霜および採熱量の低下に起因するCOPや暖房能力の低下等の課題がある。

本報では、ヒートポンプの実測からCOPの近似式を探り、集合住宅の熱負荷計算とあわせてヒートポンプの送水温度と放熱面積を検討する。

2. COPの近似式と送水温度の算出

ヒートポンプの測定項目を表1に示す。この実測結果からCOPの近似式を求める。前報<sup>1)</sup>より、

$$COP = a + b \times Tw + c \times To \quad (1)$$

Tw: 送水温度 [°C]、To: 外気温度 [°C]

a, b, c: 係数 (a=4.015, b=-0.037, c=0.076)

この式より、COPは送水温度と外気温度から求まる。実測結果を(1)式に代入したCOPの近似値と実測値の相関を図1に示す。この相関は概ね一致していることが確認できる。一方、送水温度と熱負荷の関係は以下の様に表される。

$$Tw = \frac{Q}{KA} + Tr \quad (2)$$

Q: 熱負荷 [W]

K: 放熱器の熱貫流率 [W/m<sup>2</sup>·K]、A: 放熱面積 [m<sup>2</sup>]

Tw: 送水温度 [°C]、Tr: 室内温度 [°C]

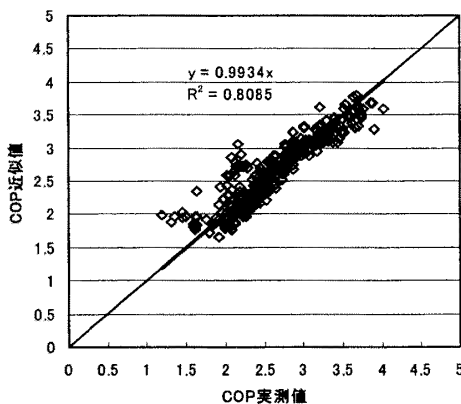


図1 COPの実測値と近似値の相関

3. 熱負荷計算

3.1 計算概要

熱負荷計算の対象建物の概要を表2に平面図を図2に示す。住戸は、中間階、東側も住戸があり、廊下は室内と同環境にあるとする。

熱負荷計算には『逐次積分法による室温及び空調負荷変動解析ソフト』<sup>2)</sup>を用いる。計算期間は、暖房期の11月~4月とする。暖房は、設定温度21°Cの連続運転を行う。在室スケジュール、照明・機器発熱スケジュールは、標準問題<sup>3)</sup>に準ずる。外界条件は、HASP気象データの札幌を用いる。建物の熱損失係数Q値を1.0~1.6 [W/m<sup>2</sup>·K]と変化させて計算を行う。

3.3 計算結果

計算では、顕熱負荷がマイナスとなり冷房負荷になるときがあるが、その場合は、当該時間の顕熱負荷を0 [Wh]とみなす。

暖房期の顕熱負荷の合計をQ値ごとに図3に示す。Q値が小さくなるにつれて暖房期の顕熱負荷の合計は、9600[kWh/期]から4900[kWh/期]と減少していく。外界条件が同様の場合、室内環境を一定に保つのかかる負荷は、Q値を1.0[W/m<sup>2</sup>·K]にすることでQ値1.6[W/m<sup>2</sup>·K]よりも約50%減少する。

4. 集合住宅におけるヒートポンプ

4.1 KAとQ値による影響

Q値が小さくなるほど建物の熱負荷が少なくなることが確認された。この章では放熱器の熱貫流率と放熱

表1 測定項目

測定項目
HP電力 [W] (循環ポンプ電力・制御用電源含む)
暖房パネル流量 [L]
送水温度・戻り温度 [°C]
外気温度 [°C]

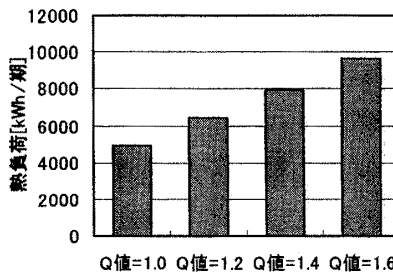


図3 合計室顕熱負荷

表2 建物概要

建物名称	集合住宅
所在地	札幌市
延べ床面積	106.05[m <sup>2</sup> ]
在室人数	4人
部屋数	2
暖房設定温度	21[°C]
熱損失係数Q値	1.0~1.6[W/m <sup>2</sup> K]

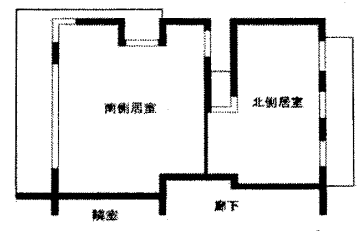


図2 対象建物平面図

Relationship between Thermal Performance and Heating System of Multiple Dwelling Houses  
Part2 Leaving Water Temperature and radiation area of Air Source Heat Pump Chiller

UCHIDA Mao et al.

面積が省エネルギー性にどのような影響を与えるか検討する。放熱器の熱貫流率と放熱面積の積であるKAを放熱器の総合熱貫流率としてまとめる。KAを80～1000[W/K]まで変化させた場合のそれぞれの推移を検討する。ただし、機器仕様から送水温度の上限を55[°C]とした。

(1) 平均送水温度

熱負荷計算によって算出された顕熱負荷を用いて(2)式から一時間毎の送水温度を算出する。暖房期の送水温度を平均したものを平均送水温度とし、図4に示す。平均送水温度は、Q値の低下による温度低下よりKAの増加による温度低下のほうが大きい。KAが600[W/K]以上になるとQ値によらず23[°C]程度に収束する。

(2) 合計電力消費量

(2)式で求めた送水温度と熱負荷計算の外界条件である外気温度を(1)式に代入し、COPを算出する。COPは暖房能力を電力消費量で除した値で表される。このことから暖房能力を熱負荷とみなし、熱負荷をCOPで除して電力消費量を求める。電力消費量の期間合計を合計電力消費量として図5に示す。送水温度を高めるのに電力を使用することから送水温度が低くなると電力消費量も少なくなる。合計電力消費量はQ値の低下による電力低下の方がKAの増加による電力低下より大きく、Q値ごとに収束する値が異なる。Q値が1.0[W/m<sup>2</sup>·K]と1.6[W/m<sup>2</sup>·K]では、電力消費量の収束値が約半分ほどになる。

(3) 期間平均COP

合計顕熱負荷を合計電力消費量で除した値を期間平均COPとして図6に示す。期間平均COPでは、Q値が小さいほどCOPが大きい、Q値の低下による影響よりKAの増加による影響のほうが大きい。KAを大きくした場合COPの上昇幅は小さくなり、KAが600[W/K]以上でCOP=3.0に収束する。また、COPはQ値によって大きく異なることがないのは、COPは顕熱負荷を電

力消費量で除した値であるのでQ値が小さくなるにつれて顕熱負荷、電力消費量共に減少するからであると推測される。

4.2 放熱面積の検討

放熱器の熱貫流率を10[W/m<sup>2</sup>·K]と仮定すると、放熱器面積は60[m<sup>2</sup>]以上のときに平均送水温度、合計電力消費量、期間平均COPがそれぞれの値に収束する。これは対象集合住宅で床暖房を行う場合、暖房面積が床面積の60%以上のときである。また、KAが小さいほどQ値の影響は大きくなる。KAが小さい、つまり放熱面積が小さい場合に断熱性能によって省エネルギー性に差が出ることが確認された。

5. まとめ

本報では、ヒートポンプの実測結果を用いてCOPの一次近似式を得た。また、熱負荷計算によって住戸の断熱性能の違いによる顕熱負荷の変化を明らかにした。さらに、対象集合住宅においてヒートポンプを用いた場合の送水温度、電力消費量、COPを算出し、Q値及びKAとの関係を明らかにした。その結果、Q値が小さいほど電力消費量が抑えられ、KAを600[W/K]以上にすることが省エネルギー性が高くなることを示したと共に、KAが小さい場合に断熱性能によって省エネルギー性に差が出ることが確認された。

本報の機器、建物条件等ではヒートポンプの期間平均COPが3.0程度に収束することが確認された。より一層の省エネルギー性を確保するためには、機器性能の向上が求められる。

参考文献

- 1) 内田真生・羽山広文・菊田弘輝・絵内正道：集合住宅の断熱性能と暖房方式の関係(その1)、日本建築学会北海道支部研究報告集、2009.7
- 2) 荒谷登・鈴木憲三：「建築家のための熱環境解析入門」、北海道大学図書刊行会、1993
- 3) 宇田川光弘：第15回熱シンポジウム、日本建築学会環境工学委員会 pp.23-33、1985

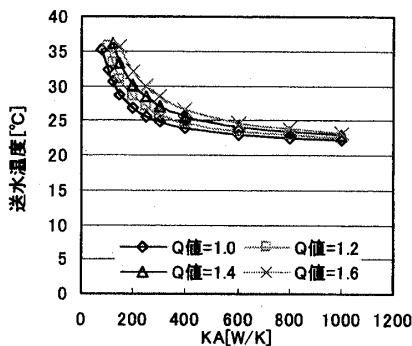


図4 平均送水温度

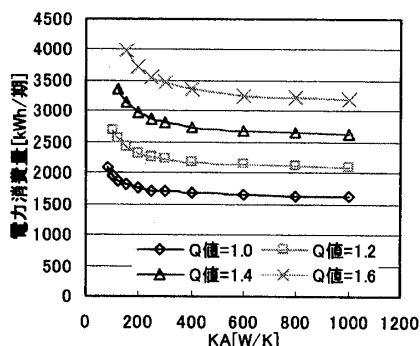


図5 合計電力消費量

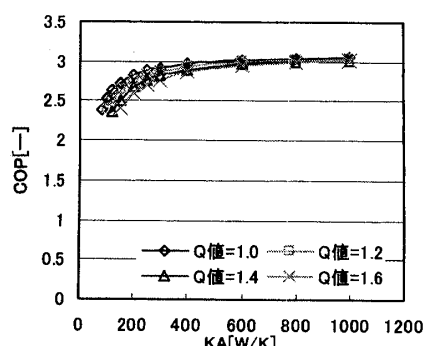


図6 期間平均COP

\*1 北海道大学大学院工学研究科 修士課程  
 \*2 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)  
 \*3 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)  
 \*4 北海道大学 名誉教授・工博

Graduate Student, Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.  
 Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.  
 Assis. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.  
 Professor Emeritus, Hokkaido Univ., Dr. Eng.