

蓄熱負荷を利用した実使用時におけるヒートポンプの COP 測定方法に関する研究

得能 広裕 指導教員 有波 裕貴 助教

1 研究目的

エアコンの成績係数 (COP) は外気温と暖冷房出力により変化する。既往の研究^{文1)}では、年平均 COP と年間積算電力消費量の算出に必要な COP・外気温・暖冷房出力の関係 (COP マトリックス) を簡易カロリーメータにより測定した。しかし、エアコンの制御方法は複雑化しており、これまでの室内機の吸込温度を制御して測定を行う方法では実運転時の COP マトリックスを精度よく測定することが困難となっている。既報^{文2)}ではエアコンの暖冷房出力が最大から最小まで時系列的に低下する過渡的状态におけるヒートポンプの COP 測定を行っている。過渡的状态で測定を行う際に、チャンバー内の熱容量が少ないと、室内機の吸込温度がすぐにエアコンの設定温度に達するため、COP マトリックスの作成に必要な定常時に近いデータを十分に確保することが困難である。

本研究では、簡易カロリーメータの室内機用チャンバー内に蓄熱材を設置し、蓄熱負荷に対して測定対象エアコンで暖冷房を行う。エアコンの暖冷房出力が時系列的に低下する過渡的状态において十分なデータを測定することのできるヒートポンプの COP 測定方法を開発することを目的とする。本測定方法では一回の実験でエアコンの出力と COP の関係を連続的に測定することが出来るため、室内温度を制御する従来の測定方法に比較して短時間化・省力化することも意図している。

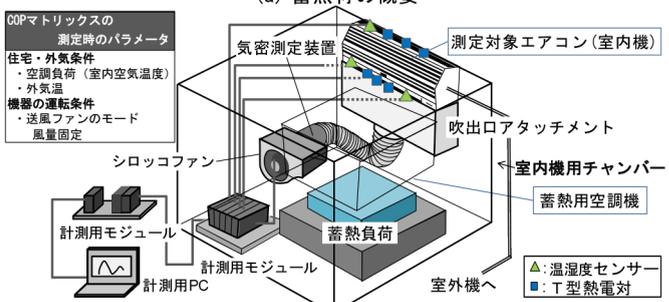
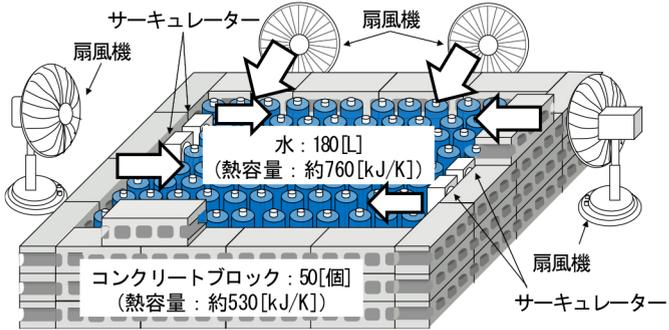


図1 蓄熱式簡易カロリーメータの概要

2 研究概要

2.1 蓄熱式簡易カロリーメータの概要：図1に蓄熱式簡易カロリーメータの概要を示す。蓄熱材には水を入れたペットボトル (1.5[L] × 120[本]、総熱容量約 760[kJ/K]) 及びコンクリートブロック (390[mm] × 190[mm] × 120[mm] × 50[個]、総熱容量約 530[kJ/K]) を用い、顕熱蓄熱を行う。蓄熱材の温度はT型熱電対を用い、水とコンクリートブロックにそれぞれ2点設置し測定する。又、蓄熱材周辺の対流熱伝達率を大きくして放熱を促進させ、チャンバー内の温度分布を均一にするために扇風機とサーキュレーターを配置する。蓄熱式簡易カロリーメータは室内、室外機用チャンバー内に蓄熱用空調機を設置し、空気温度を変化させることで蓄熱温度及び外気温を制御する。

2.2 実験の概要：表1に実験対象とした家庭用エアコンのカタログ性能値を示す。本実験では始めに、蓄熱用空調機を稼働させて蓄熱^{*1}を行う。次に実験対象エアコンを稼働させ、出力が一定となり安定したことを確認する。その後、蓄熱用空調機を停止し実験を開始する。測定対象エアコンのみで室内機用チャンバーの暖冷房を行い、室内温度が設定温度に近づく過渡的状态において測定を行う。温湿度センサー^{*2}、T型熱電対を図1に示す位置にそれぞれ設置し、温湿度を測定する。室内機の循環処理風量はアタッチメントで室内機吹出口に直列

表1 実験対象とした家庭用エアコンのカタログ性能値

メーカー	性能										電源			
	冷房					暖房					APF [-]	期間消費電力 [kWh]	相	電圧 [V]
	出力 [kW]	消費電力 [W]	COP [-]	定格	範囲	出力 [kW]	消費電力 [W]	COP [-]	定格	範囲				
ME社	2.2	0.6	105	5.0	2.5	0.6	465	105	5.4	6.9	603	単	100	

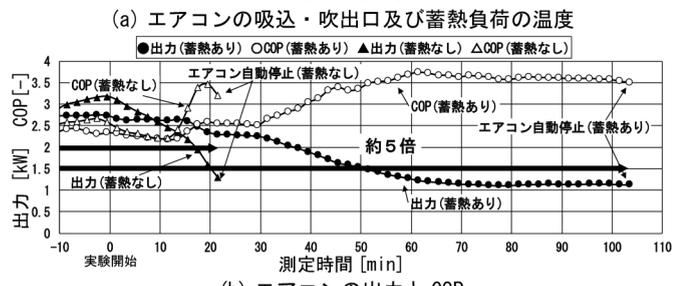
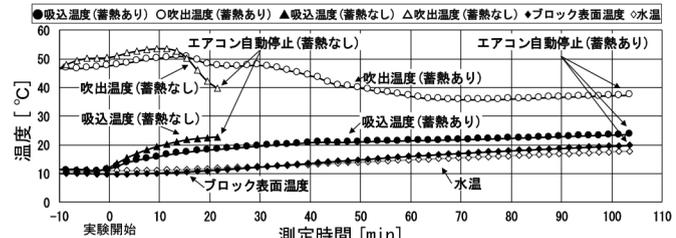


図2 暖房時における蓄熱負荷の有無によるエアコンの稼働状況の推移

に接続したシロッコファンと気密測定装置の風量測定装置で制御^{*3}する。尚、エアコンのリモコン設定風量は弱及び強とする。又、運転時のエアコンの稼働状況を把握する為、室外機にデジタルマルチメータを接続し、圧縮機のインバータ周波数を測定する。COP は家庭用エアコン COP 簡易測定法^{x3)}により算出する。

2.3 COP マトリックスの作成：外気温、暖冷房出力及びCOP の関係から COP マトリックスの作成を行う。外気温 0.1[°C]、出力 0.1[kW] 毎に COP マトリックス内にプロットし、測定されていない条件は回帰式により補完する。

3 測定結果

3.1 蓄熱負荷の有無による比較：図 2 に暖房時における蓄熱負荷の有無によるエアコンの稼働状況の推移を示す。実験開始時を 0 分として示す。蓄熱負荷がない場合、実験開始から約 20 分で吸込温度が設定温度となり、エアコンは自動的に停止する。蓄熱負荷を設置した場合には蓄熱負荷なしと比較して、吸込温度の変化が緩やかになる。実験開始からエアコンが自動的に停止するまでの時間は約 100 分となり、蓄熱負荷なしと比較して暖房時では約 5 倍となる。

3.2 COP マトリックスの比較：図 3 に測定対象エアコンの設定風量別の COP マトリックスを示す。蓄熱負荷の有無による比較を行うと、暖冷房とともにどの設定風量でも COP がピークとなる外気温と出力の範囲はほぼ変化しない。出力が測定できる範囲は、暖房時の設定風量：弱では約 1.0[kW]、設定風量：強では 7.0[°C] から 15[°C] の低出力部分を除いて約 1.5[kW] 高出力側に増加する。

冷房時の設定風量：弱では外気温 24[°C] と 38[°C] 時に約 0.5[kW]、設定風量：強では外気温 24[°C] から 28[°C] にかけて約 0.5[kW] 高出力側に出力範囲が増加する。また、COP の最大値はどの条件でも蓄熱負荷を設置した場合で約 1.5 程度上昇する。設定風量の違いで比較すると、COP の分布の傾向は概ね一致しているが、暖房時では、出力が約 1.5[kW] 付近で設定風量：強の方が COP が約 1.5 大きく、冷房時において、出力が約 1.5[kW] 付近で設定風量：強の方が COP が約 2.0 大きくなる。

4 まとめ

- ①蓄熱負荷を用いることにより、実験時のエアコンの稼働時間を暖房では約 5 倍、冷房では約 11 倍長くすることが可能であり、従来の測定方法と比較して定常時に近いデータを連続的に測定することができる。
- ②蓄熱負荷の有無によって COP がピークとなる外気温と出力の範囲はほぼ変化しない。
- ③蓄熱負荷を設置した場合、設置しない場合と比較して測定できる出力の範囲が概ね 0.5[kW] ～ 1.0[kW] 程度増加する。COP の最大値は 1.5 程度上昇する。
- ④設定風量の違いによる比較では、暖冷房時共に設定風量：強で COP が上昇し、出力範囲も増加する。

注釈

- ※1 水を入れたペットボトル及びコンクリートブロックは暖房実験では水温及び表面温度が 5[°C]、冷房実験では 40[°C] となるよう蓄熱する。
- ※2 温度分解能：0.1[°C]、湿度分解能：0.1[%]、温度測定精度：±0.5[°C] (0～35.0[°C])、±1.0[°C] (35.1～70.0[°C])、湿度測定精度：測定温湿度によるが概ね ±5～10[%]
- ※3 制御する処理風量はアタッチメントを室内機吹出口に接続しない状態で予備実験を行い、リモコンの各風量設定の風量を測定して決定した。

参考文献

- 文1) 赤林・坂口・文・有波「家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その1 2013年度モデルを対象としたカタログスタディ及び簡易リモコンの概要」日本建築学会大会学術講演梗概集 2014年
- 文2) 大熊・赤林・有波「家庭用エアコンを対象とした実使用時の年間暖冷房 COP に関する研究」新潟大学工学部建設学科建築学コース卒業論文 2015年
- 文3) 赤林・坂口・佐藤・浅間「家庭用エアコン COP 簡易測定法の開発研究」日本建築学会技術報告集 第22号 2005年

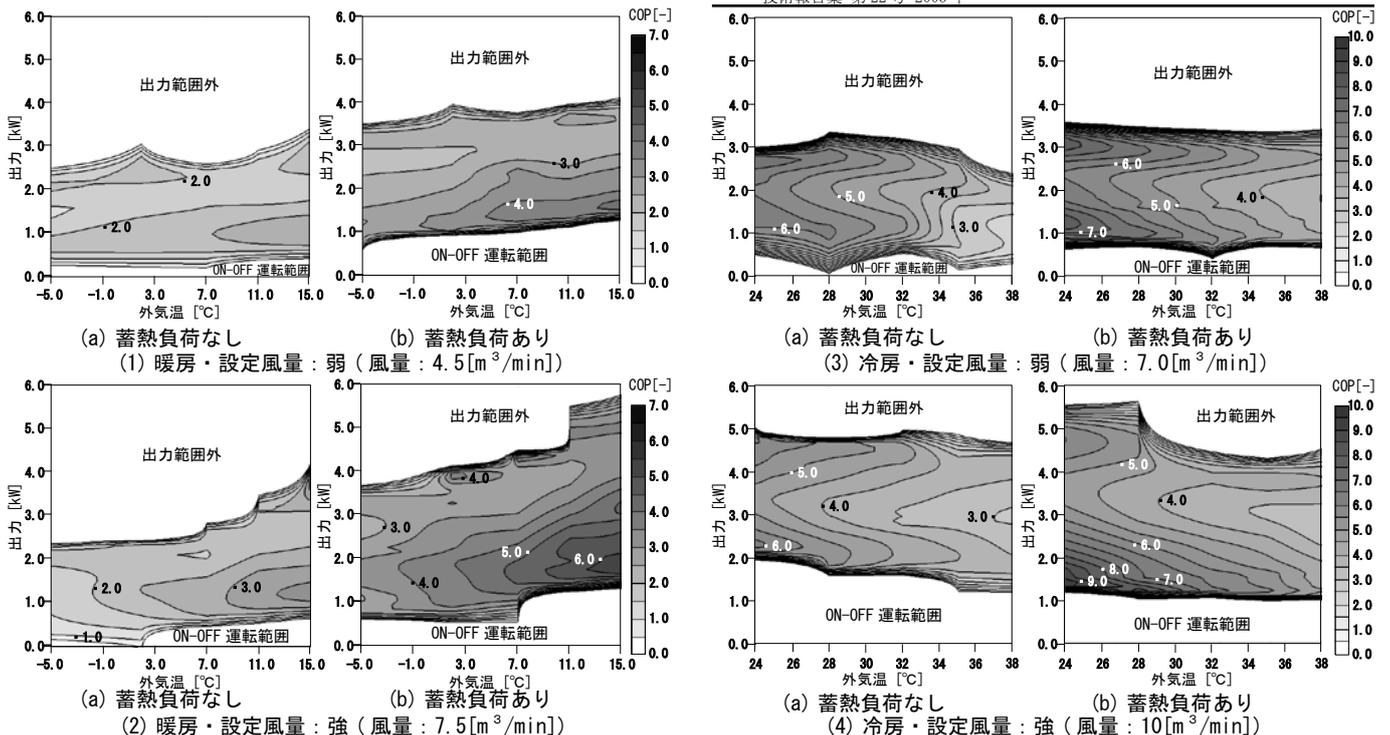


図3 測定対象エアコンの設定風量別の COP マトリックス