

D-12

空冷モジュールチラーの稼働状況調査と稼働台数の分析

Investigation of Operating Status of Air-cooling Module Chiller and Analysis of The Number of Units in Operation

○木田馨大¹, 井口雅登², 蜂巢浩生²

*Keita Kida¹, Masato Iguchi², Hiroo Hachisu²

In this paper, we investigated the characteristics of each number of air-cooling module chiller in operation in order to perform a performance change analysis that takes into account the number of units in operation. It was found that the plants were operated at their rated values during times of heavy outside air load, with 12 units operating most often and 1 unit operating least frequently.

1. はじめに

近年はチラーを複数台連結させ、熱負荷に応じて稼働台数が変化するモジュールチラーが導入されている。既報^[4]では藤本ら^[2]及び高橋ら^[3]の手法を参考に複数台のチラーを一体の機器と見做して性能変化を評価する方法の検討を行ったが、チラーが複数台連結し熱負荷に応じて稼働台数が変化するモジュールチラーにおいては稼働台数を考慮して性能変化を評価する方法の検討が必要である。

本報では、チラーを複数台連結しているモジュールチラーについて、今後の分析で稼働台数ごとの特性を把握したうえで性能変化分析を行っていくことの前段階として、BEMS に記録されているデータを用いてモジュールチラーの稼働状況調査と、稼働台数ごとの特性の把握を行った。

2. 分析対象および分析方法

分析対象は 2018 年に竣工した表-1 に示す大学施設の屋上に設置された表-2 の 12 台のチラーが連結したモジュールチラーであり、既報^[1]で説明したように、教室階の FCU 系統、地上階の OHU 系統の熱源機である。分析対象が設置された大学施設にはエネルギー管理を省力化するため BEMS が導入されており、分析には 2019 年 1 月～2024 年 3 月の 1 時間ごとの BEMS に記録されたデータを使用した。

モジュールチラーの稼働状況調査は、熱負荷に応じて効率よく運転するために COP が低下しないようモジュールの稼働台数が順次変化するモジュールチラーの COP と外気温度との関係、負荷率と COP の関係から特性を調べ、1～12 台それぞれの稼働台数ごとの製造熱量、消費電力、負荷率、COP、外気温度を調査した。COP は BEMS に記録されたデータの消費電力を製造熱量で除して求めた。負荷率は BEMS に記録されたデータから得た空調負荷をモジュールチラーの定格能力で除して求め

表-1 建築概要

主要用途	教室, 研究室, 実験室, 会議室, 事務所
敷地面積	3,432.98m ²
建物面積	1,410.1m ²
延床面積	27,252.39m ²
階数	地下室, 地上18階, 塔屋1階
構造	鉄骨造, 一部鉄筋コンクリート造
熱源方式	中央熱源方式 個別熱源方式 空冷モジュールチラー

表-2 モジュールチラーの概要

	モジュールチラー
機器名称	空冷ヒートポンプチラー
モジュール数(台)	12
冷却能力(kW)	1,800
加熱能力(kW)	1,800
冷却時消費電力(kW)	556
加熱時消費電力(kW)	528
冷却時COP(-)	3.24
加熱時COP(-)	3.41

た。稼働台数の判別は、チラー12台の立ち上がりと停止前のデータを除外し、電力消費が発生しているチラーをカウントした。

3. 稼働状況

2019 年度～2024 年度のモジュールチラーの外気温度と COP の関係を図-1、冷房運転時の負荷率と COP の関係を図-2、暖房運転時の負荷率と COP の関係を図-3 に示す。

図-1 より、COP は夏期と冬期の外気負荷の大きい時期に定格値に近い値で運転していることがわかる。外気負荷の小さい外気温度が 20℃付近の冷房運転は効率よく運転していることがわかる。

図-2 より、冷房運転時は負荷率 0～80%の範囲で稼働しており、負荷率 0～40%の範囲で COP は 0～12 の範囲で、負荷率 40～80 の範囲で COP は 3～5 の範囲で稼働

1 : 日大理工・修士・建築 2 : 日大理工・教員・建築

している。中間期の冷房運転では外気負荷が小さいため高効率で運転していることがわかる。

図-3 より、暖房運転時は負荷率 0~70%の範囲で定格値 3.41 に近い値で運転していることがわかる。

4. 稼働台数ごとの特性

2019 年度から 2024 年度の冷房運転時の稼働台数ごとの特性を表-3, 暖房運転時の稼働台数ごとの特性を表-4 に示す。なお、製造熱量, 消費電力, COP, 負荷率, 外気温度は平均で表した。

総稼働時間は 26,462 時間で、そのうち 1 台のみでの稼働時間は最も少なく 172 時間で総稼働時間の 0.6% であった。12 台での稼働時間は最も多く 6,034 時間で総稼働時間の 21.2% であった。製造熱量と消費電力が大きくなると稼働台数が多くなっていることがわかる。

総稼働時間が最も多い 12 台での運転は暖房運転時が大半を占めている。冬期に 12 台での稼働時間が多い要因としては、建物の断熱性能が不足しているからだと考える。12 台での運転時についてより詳細に稼働状況を調査する必要がある。

5. 今後の検討

本報では、稼働台数を考慮した性能変化分析を行うためにモジュールチラーの稼働台数の特性を把握したうえで性能の変化を分析すべきと考え、モジュールチラーの稼働状況の調査と稼働台数の分析を行った。

今後は、より詳細なモジュールチラーの稼働台数ごとの特性の把握と、チラー1 台ごとの性能変化を評価する方法の検討と、稼働台数を考慮した性能変化式の作成を行っていききたい。

6. 参考文献

- [1] 木田 他:「日本大学理工学部新校舎「タワー・スコラ」の建築設備と稼働状況について」, 空気調和・衛生工学大会学術講演論文集, pp.305-308, 2023.9
- [2] 藤本 他:「高経年化空調機器の稼働状況の分析と熱源機の性能変化率の試算」, 空気調和・衛生工学大会学術講演論文集, pp.17-20, 2019.9
- [3] 高橋 他:「電動式熱源機の長期運用実態に基づく経年変化に関する研究」, 空気調和・衛生工学大会学術講演論文集, No.286, pp.11-19, 2021.1
- [4] 木田 他:「空冷モジュールチラーの稼働状況調査と性能変化分析方法に関する検討」, 空気調和・衛生工学大会学術講演論文集, 第 8 巻, pp.541-544, 2024.9

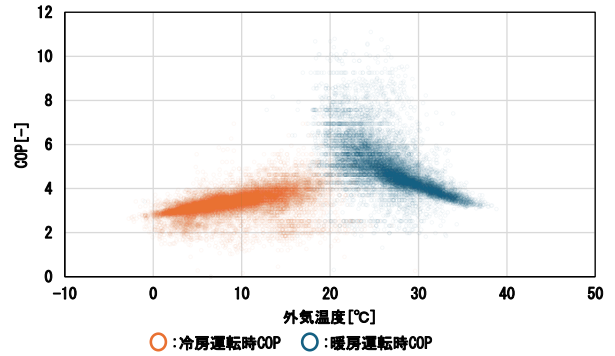


図-1 外気温度と COP

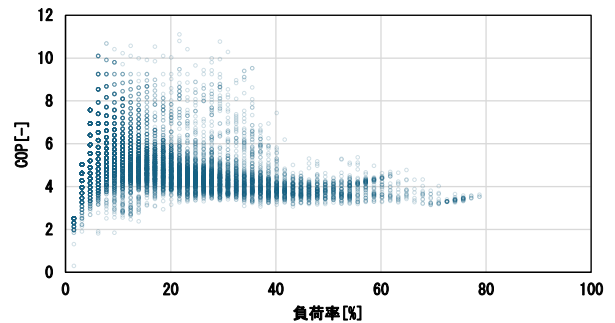


図-2 冷房運転時の負荷率と COP

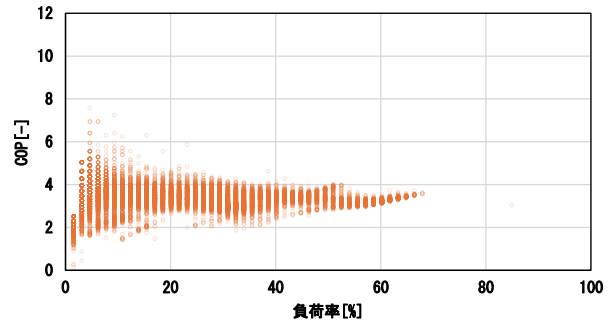


図-3 暖房運転時の負荷率と COP

表-3 冷房運転時の稼働台数ごとの特性

冷房運転時						
稼働台数(台)	稼働時間(h)	製造熱量(kW)	消費電力(kW)	COP(-)	負荷率(%)	外気温度(°C)
1	102	99.4	16.4	6.2	5.5	23.8
2	642	118.3	21.2	5.7	6.6	24.5
3	1509	149.6	27.6	5.5	8.3	24.5
4	2129	198.2	38.7	5.3	11.0	25.2
5	2104	259.0	52.9	5.0	14.4	26.0
6	1849	330.5	71.2	4.8	18.4	26.9
7	1223	439.9	100.8	4.5	24.4	28.4
8	806	569.9	139.7	4.2	31.7	29.9
9	570	643.3	163.3	4.1	35.7	30.8
10	453	767.2	197.8	3.9	42.6	31.4
11	223	859.0	225.3	3.8	47.7	31.6
12	205	998.4	281.0	3.6	55.5	32.2

表-4 暖房運転時の稼働台数ごとの特性

暖房運転時						
稼働台数(台)	稼働時間(h)	製造熱量(kW)	消費電力(kW)	COP(-)	負荷率(%)	外気温度(°C)
1	70	69.4	16.6	4.2	3.9	14.2
2	346	75.4	19.2	3.9	4.2	13.9
3	805	83.4	22.2	3.7	4.6	14.0
4	1091	89.8	25.0	3.5	5.0	13.8
5	1110	109.5	31.3	3.4	6.1	13.5
6	1052	156.2	44.6	3.4	8.7	12.5
7	1136	211.6	60.9	3.4	11.8	11.5
8	1161	283.9	81.0	3.5	15.8	10.9
9	1536	393.7	115.4	3.4	21.9	9.3
10	1399	459.3	134.9	3.4	25.5	8.8
11	1112	532.9	156.5	3.4	29.6	8.8
12	5829	723.6	229.2	3.1	40.2	5.3