

4月17日に開催しました技術部会発表会の概要をご紹介します。
発表テーマと見学会は以下の通りです。

※詳しい資料をご希望される方は、巻末の電話番号にご連絡下さい。

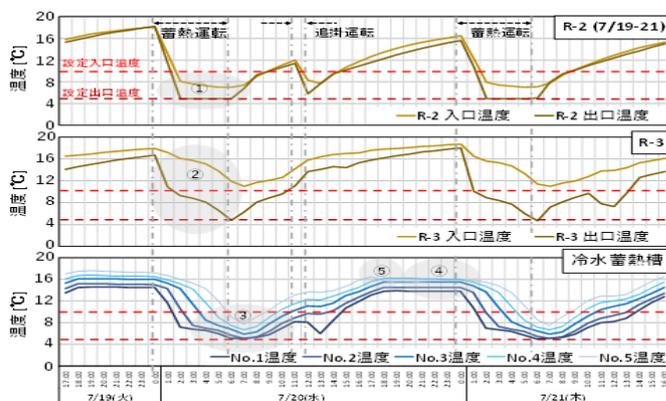
- 水蓄熱式空調システムの運用適正化について
- DR (デマンドレスポンス) について
- 見学会 「九段会館テラス」



■水蓄熱式空調システムの運用適正化について

当会員さまビルは水蓄熱式空調システムを採用されておりますが、竣工後 44 年の経年劣化対策として建物及び熱源設備の改修工事を実施され、建物設備の使用状況も竣工当初から大きく変化しています。

昨年度は、夏季に続き冬季も仮設計測を実施して1年間の運転状況を把握しましたので、その分析結果を運用に反映することにより、省エネ・省コスト・省 CO2 を達成出来ることが判明しました。

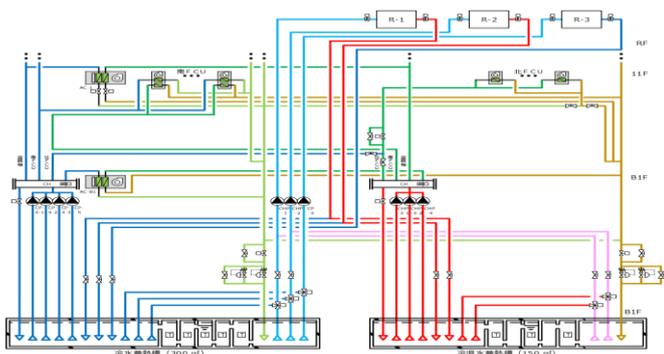


1. 建物概要

- [建物用途] 都内事務所ビル 昭和 54 年竣工
- [建物規模] B1F~11F 延床面積 約 10,000m²
- [契約電力] 900kW

2. 設備概要

以下にセントラル空調システム図を示します。



3. 現状運転の分析

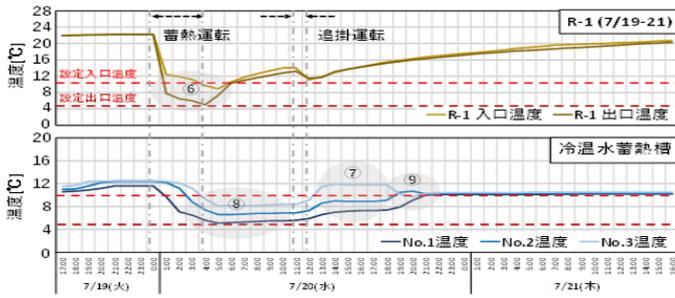
(1) 蓄熱システム

a. 夏季冷房時 (R-2、R-3、冷水槽) 現状分析

冷水蓄熱槽へは R-2 と R-3 より 5℃設定にて蓄熱運転しています。

- ① R-2 は熱源機入口温度が設定温度 10℃よりも低く、三方弁制御が機能していません。
- ② R-3 は熱源機入口温度が設定温度 10℃よりも高く、三方弁制御が機能していません。
- ③ 冷水蓄熱槽は R-3 の出口温度がなかなか 5℃に下らないので、蓄熱終了時に 5℃~7.5℃の冷水が連結槽に混在する温度分布となっています。
- ④ 始端槽からの供給が上記の混在する温度なので、放熱後の水温もこれに沿った変化となり一定温度になりません。また、蓄熱量が足りないため、放熱完了時の終端槽温度が 16℃程度まで上昇しています。

b. 夏季冷房時 (R-1、冷温水槽) 現状分析



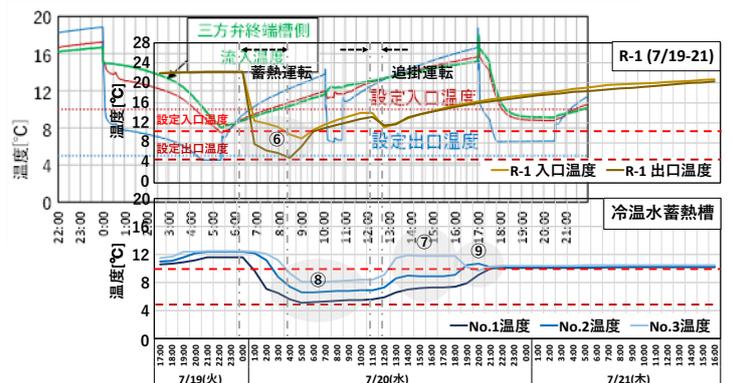
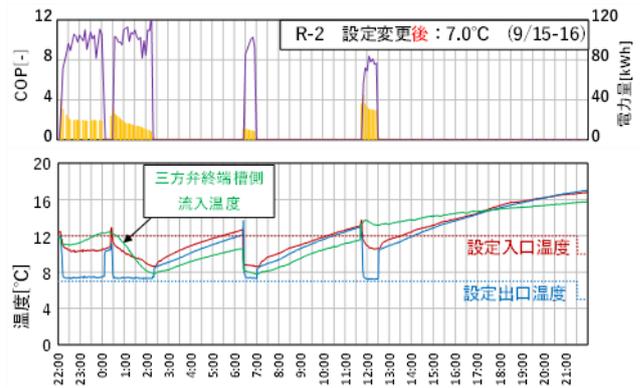
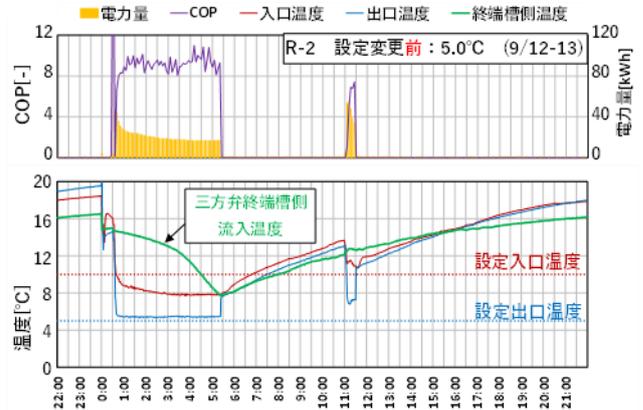
4. 問題点の抽出と運用改善

(1) 蓄熱システム

a. 夏季一回目 制御設定値変更 (熱源機出口温度)

本来仕様の「7℃」設定とし蓄熱コントローラと熱源機本体の出口温度設定を 7℃に、また蓄熱運転時間はデフォルト設定時刻の 22 時～8 時に変更しました。

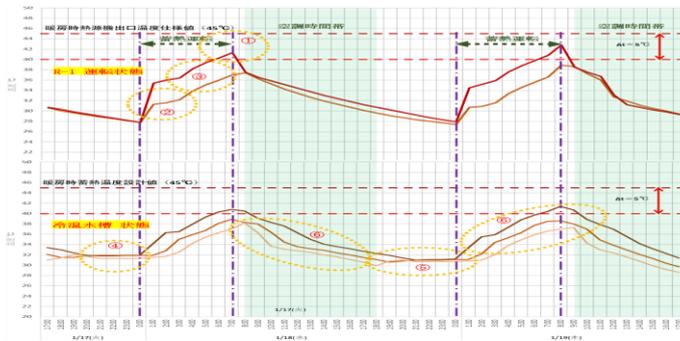
(a) 熱源機 (R-2、R-3)



冷温水蓄熱槽へは R-1 より 5℃設定にて蓄熱運転しています。

- ⑥ R-1 は熱源機入口温度が設定温度 10℃に関わらず 終端槽の成り行き温度となっており、三方弁制御が機能していません。
- ⑧ 冷温水蓄熱槽は R-1 の出口温度が終端槽温度から 5℃程度下がった成り行きで蓄熱されているため、蓄熱終了時に 5℃～8℃の冷水が連結槽に混在する温度分布となっています。
- ⑦ 始端槽からの供給が上記の混在する温度なので、放熱後の水温もこれに沿った変化となり一定温度になりません。

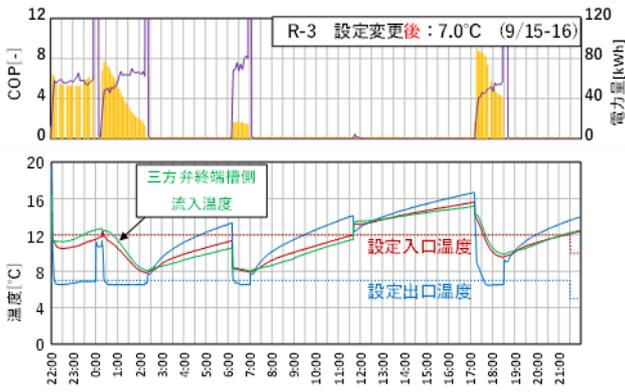
c. 冬季暖房時 (R-1、冷温水槽) 現状分析



冷温水蓄熱槽へ R-1 より 45℃設定にて蓄熱運転しています。

- ①～③R-1 は熱源機入口温度が設定温度 40℃よりも低く、三方弁制御が機能していません。
- ④～⑥冷温水蓄熱槽は 32℃の終端槽温度から 4.5℃程度上がった温水が、R-1～蓄熱槽間を 2.5 循環しながら徐々に温度上昇し、蓄熱終了時 37℃～41℃の温水が連結槽に混在する温度分布となっています。よって設定温度の 45℃には到達せず満蓄熱にはなっていません。

蓄熱槽が上記の混在する温度なので、放熱後の水温もこれに沿った変化となり一定温度にはなりません。

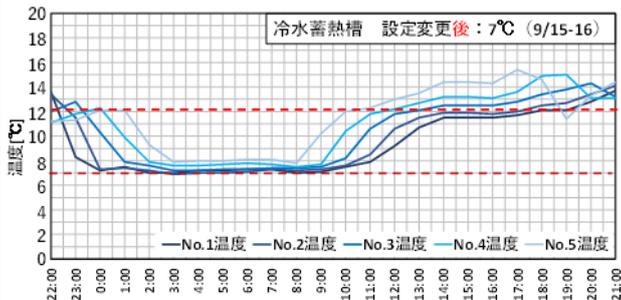
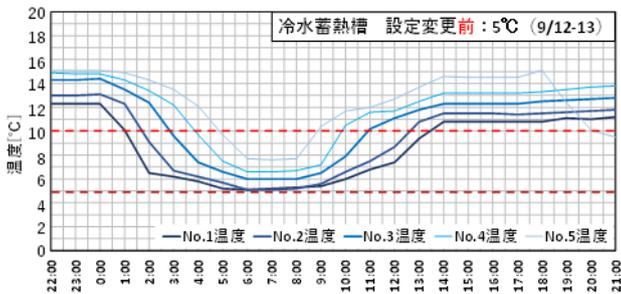


設定値変更前、R-2 は出口温度 5°C に比較的早く到達していますが R-3 は出口温度が 5°C となるまで時間がかかるとい違いがみられました。一方、設定変更後は蓄熱開始時の末端槽側温度に約 5°C 差ありますが、R-2・R-3 ともに即出口温度が 7°C に到達しています。

R-3 の入口温度は末端槽側温度と同等の推移をし、始端槽側からの流入が少ないことを確認しました。

また、設定変更前・後によらず R-2・R-3 の入口温度が 12°C を下回っても、入口温度が低下し続ける傾向が見受けられました。これにより自動三方弁制御の本体故障か制御出力不具合であることを特定しました。

(b) 冷水蓄熱槽



設定変更前は、空調負荷の状況にもよりますが放

熱運転後の槽内温度が収束していない状況が見られました。また蓄熱運転終了時、末端槽側の温度は 7.5°C と満蓄熱状態ではないことを確認しました。

一方設定変更後は、熱源機の出口温度が短時間で安定し、満蓄熱状態になったと考えられます。

b. 夏季二回目 制御設定値変更 (自動三方弁調整)

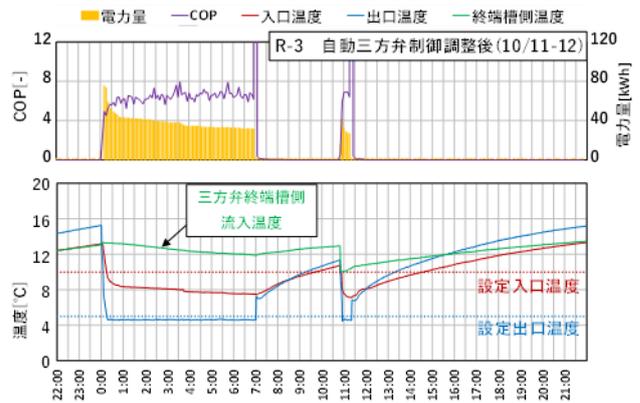
R-2・R-3 において、自動三方弁制御の不具合を特定したため、制御メーカー立会いのもと自動三方弁の機能と設定パラメータ確認を行いました。その結果、現状の制御機能としては「熱源機入口温度スライド制御^{注1)}」が採用されているため、その機能上、熱源機本体の出口温度制御と干渉している可能性があるため、純粋な「入口温度制御」に変更しました。

また自動三方弁に以下のリミットが設定されていました。

- ・R-2 用始端槽側の開度リミット：75%
- ・R-3 用始端槽側の開度リミット：40%

つまり、R-3 系統では始端槽側冷水の流入開度が 40% で頭打ちになってしまうということであり、これが R-2 は入口温度が即低下するのに対し、R-3 は低下しづらかった理由となります。制御出力の安全性も考慮し、双方の開度リミットを「70%」に設定変更しました。さらに、双方の PID 設定も以下に示す値に変更しました。

- ・現状 P:8°C(±4°C) I:2分 D:0
- ・変更後 P:4°C(±2°C) I:1分 D:0



三方弁設定変更後 (2022 年 10 月 11 日~12 日) の蓄熱運転状況が上図になります。入口温度が即時に低下しているため熱源機出口温度も即時に「5°C」で出力されていることが確認できました。ただし、設定入口温度「10°C」に対し「8~9°C」で推移してしまっているため、自動制御弁の PID 設定値の再調整等が必要と考えます。

なお、R-1 の運転結果を示していませんが、同様の調整を実施しています。

注釈

注1) 熱源機入口温度スライド制御
熱源機の出入口温度差から補正值を求め、その値を入口温度設定値に加算(減算)した設定値により熱源機入口側に設けられた自動三方弁を比例制御する機能

(2) 空調設備

a. 建物使用実態と設備運用の整合

(a) 北側 FCU

夏季に冷温水槽から冷水供給すると、冷水は北側 FCU には流れません。ピークカット時間帯の 13 時～16 時に冷温水槽からの冷水供給を通常の運用としているため、この約 3 時間は北側 FCU のファン電源を OFF にすれば省エネになります。

(b) 残業時間帯

18 時以降(残業対応時間帯)に始端槽と終端槽の温度が逆転していました。これは、各フロアには空調機と FCU が設置されており、FCU は空調機に連動して稼働します。しかし FCU には自動制御弁が設置されていないため、空調機が運転していないフロアの FCU にも冷水が流入してしまいます。

そのため、残業時間帯は空調機の運転・停止にかかわらず全 FCU へ冷水が流れ、停止している FCU では熱交換が行われずに終端槽へ還ってしまいますが、これを解消するためには自動弁を設置するなどの設備改修が必要です。

また、2 次ポンプは空調始動時に小容量ポンプ、それ以降は大容量ポンプが稼働していますが、残業時間帯は小容量ポンプで充分であり搬送動力が削減されます。

前項(a)も含めた各対策を、次回の設備改修工事等にて反映することをお客さまと確認しています。

5. 運用改善の効果概要

(1) 夏季

- a. 熱源機出口温度 5℃ → 7℃ の熱源機高効率化
・熱源機出口温度 5℃時: COP 5 程度、7℃時: COP 6 程度 ⇒ COP 1.2 倍(電力量 10%減)
- b. 供給熱源の運用実態に合わせた FCU の電源管理による電力量削減
- c. 残業時間帯の冷水 2 次ポンプ小容量化による搬送動力削減
- d. 熱源機出口温度「7℃」と「蓄熱槽の満蓄熱」に伴う個別空調機の消費電力量削減

(2) 冬季

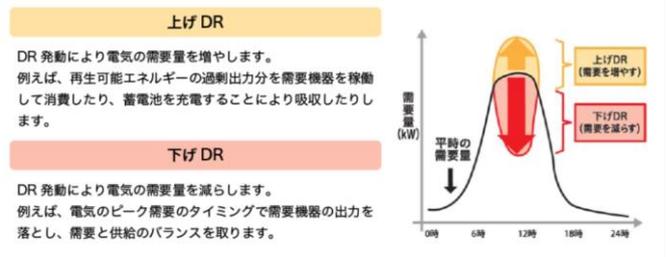
- a. 熱源機出口温度「45℃」と「蓄熱槽の満蓄熱」に伴う個別空調機の消費電力量削減

- b. 残業時間帯の冷水 2 次ポンプ小容量化による搬送動力の削減

■ DR (デマンドレスポンス) について

電気を安定して供給するためには、電気をつくる量(供給)と電気の消費量(需要)がバランスをとる必要があります。需給バランスが崩れると、電気の品質(周波数)が乱れ、最悪、大停電を起こす可能性もあります。近年、再生可能エネルギー(不安定電源)の普及拡大により、安定電源の供給力不足や電気需給調整のための発電所の建設・維持コストが課題となっています。こうした状況を背景として、エネルギーの需要側が供給状況に応じて賢く消費パターンを変化させる DR の重要性が高まっています。2024 年度から「安定供給に必要な供給力を確保」し、且つ「卸電力市場価格の安定化」を図ることを目的に「容量市場」という制度が開始されます。

① DR の種類と手法



電気料金型デマンド・レスポンス

ピーク時に電気料金を値上げすることで、各家庭や事業者へ電力需要の抑制を促す仕組み

メリット

比較的簡便であり、大多数に適用可

デメリット

時々の需要家の反応によるため、効果が不確実



インセンティブ型ディマンド・リスポンス (ネガワット取引)

電力会社との間であらかじめピーク時などに節電する契約を結んだ上で、電力会社からの依頼に応じて節電した場合に対価を得る仕組み

メリット

契約によるため、効果が確実

デメリット

比較的手間がかかり、小口需要家への適用が困難



■お知らせ

～技術部会からのお願い～

技術部会では、本会報にてご報告させていただいたような蓄熱式空調システムの運転実態調査を 2023 年度以降も継続して実施してまいります。実際に調査・計測のためのフィールドをご提供いただける会員さまを随時募集しております。ご興味ございましたら、下記技術部会事務局までぜひご連絡ください。

<技術部会事務局連絡先>

東京電力エナジーパートナー株式会社

販売本部 都市事業ユニット 多治見

TEL:090-6720-4296 Mail: ginzabeken@tepcoco.jp

上記の種類 DR を行うために「照明・空調の調整、停止」「生産計画の変更」等の電力需要を抑制する手法や「蓄電池」を充放電させることにより、上げ DR、下げ DR に対応する手法があります。

② 蓄熱を活用した DR について

前述したように蓄電池は上げ下げ DR 双方に対応することが可能であり、電気を熱に置き換えることで蓄熱槽を DR に活用できないかと考えられております。東京電力エナジーパートナーでは東京都と協定を締結し社会実装に向けて取り組みを行っております。DR に対応可能な制御システムを実現することや、ポテンシャルを最大限引き出すために少し大きめの能力を有する熱源機を導入すること、部分負荷効率に優れた最新のインバーター機能を具備した熱源機が望ましい等といった課題もありますが、蓄熱槽を活用した DR 実証だけではなく、蓄熱槽のポテンシャル把握も含まれており、東京都としても大きな期待を寄せております。

■「九段会館テラス」見学会

発表会当日の会場として利用させていただいた九段会館テラスの見学会を実施いたしました。九段会館テラスは 2022 年 10 月にリニューアルオープンした旧九段会館の一部を残した複合ビルであり、旧九段会館の趣を残しつつ、屋上庭園やラウンジ、店舗等の付帯設備も充実した最新鋭の施設です。ご厚意で普段立ち入れない皇居周辺を見渡せる屋上や、実際のオフィス内をご案内いただきました。

銀座・ビルエネルギー研究会 事務局
〒160-0022 東京都新宿区新宿 2 丁目 14 番 2 号
東京電力エナジーパートナー株式会社
東京本部営業総括グループ内 編集発行人 篠原
TEL:050-3090-4261 FAX:03-5361-2796
<http://www.ginza-birueneken.com/>