

2023年12月13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。

- 「氷蓄熱＋空冷チラー追掛運転＋二次側ポンプ」の運転実態調査と最適化運用に向けた取り組み
- 各種お得なサービスについて
- 「前田建設工業 ICI 総合センター」見学会



■ 「氷蓄熱＋空冷チラー追掛運転＋二次側ポンプ」の運転実態調査と最適化運用に向けた取り組み

本建物は、経年17年の複合商業ビルです。

熱源・空調設備は「氷蓄熱システム＋各階分散方式空調システム」となっており、冷房運転は氷蓄熱システムをベース熱源とし、空冷ヒートポンプチラーで追掛け運転を実施する仕様になっています。

昨年度、中央監視データを簡易解析し、その運用方法に改善の余地があると判断し、仮設計測による詳細データの収集を実施しました。

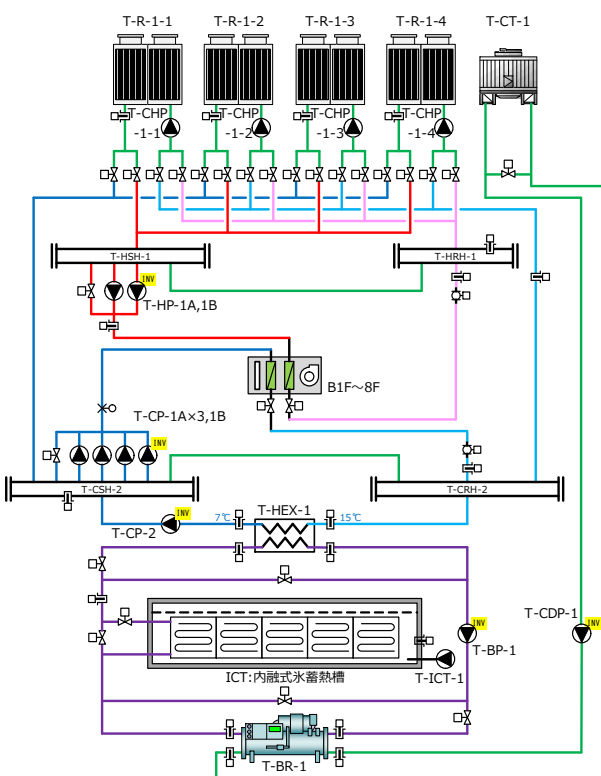
各種データから運用実態を分析し、制御メーカーと協調し運用改善の提案を行ったものです。

1. 建物概要

- [建物用途] 都内複合商業ビル 平成19年竣工
- [建物規模] B3F～14F 延床面積 約26,000m²
- [契約電力] 900kW

2. 設備概要

(1) セントラル空調システム図

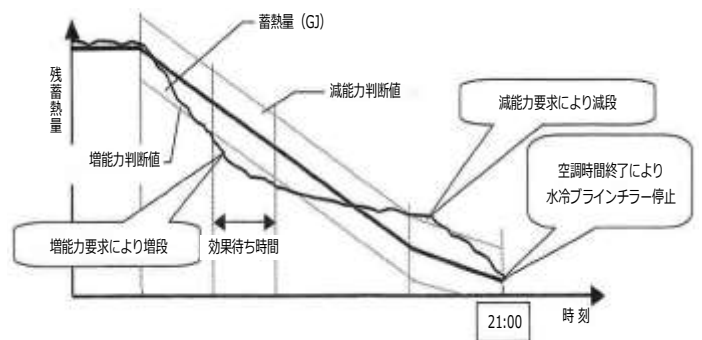


(2) 熱源制御の概要 氷蓄熱制御

- ・水冷ブラインチラー (T-BR-1) は内融式氷蓄熱槽に対してのみ蓄熱・追掛け運転を実施
- ・自動制御は全て蓄熱コントローラ (PMX) にて実施される
- ・放熱運転が開始されると PMX に設定された「蓄熱槽残蓄熱量演算」に従う
- ・顕熱：水温 (4℃まで) と、潜熱：水位計 (Max: 120mm) の演算により蓄熱 (残蓄) 熱量演算
- ・内融式氷蓄熱槽の最大蓄熱量「29.2 GJ」に対して、PMX では1割減の「蓄熱目標：26.28GJ」で管理
- ・さらに PMX ではマイナス3%となる「蓄熱完了：25.49GJ」が蓄熱目標値
- ・PMX は「残蓄熱量70%以下」で蓄熱運転が開始される(氷蓄熱槽メーカーの仕様書に基づく)

(3) 熱源制御の概要 水冷ブラインチラー追掛け運転

- ・追掛け運転は、70%以上の残蓄がある場合は運転しない(氷蓄熱槽メーカーの仕様書に基づく)



(4) 熱源制御の概要 空冷チラーによる台数制御

○制御方法

- ・負荷流量増加 (還配管電磁流量計) or 供給往水温度上昇 (能力変動等の補正)

- ①通常運転時 定格 180.0 m³/h 超過 (判断時間 300秒) で1台運転、38.2 m³/h ごとに4台目まで増段
- ※ヒステリシス (調節感度) は定格の10%=18 m³/h
- ※ディファレンシャル (応差) ともいう
- ⇒1台運転時は 162.0 m³/h で減段

- ②ピークカット時 定格 225.0 m³/h 超過で1台運転、38.2 m³/h ごとに4台目まで増段

→供給往水温度設定値：7.0℃に対して+1.5℃ごとに増段（判断時間 300 秒）＝1台運転は 8.5℃
 ※ヒステリシスは 0.5℃⇒8.0℃で減段

(5) 2次側搬送制御の概要

- ①氷蓄熱用冷水2次ポンプインバータ制御（T-CP-2）
 - ・2次側要求流量により、ポンプインバータの比例制御
 - ・熱源が2台以上起動時のインバータ周波数は40Hz 固定（180.0 m³/h）
 - ・ピークカット運転時のインバータ周波数は50Hz 固定（225.0 m³/h）

※インバータの最低周波数設定値は0Hz だが、運転最低値は35Hz（157.5 m³/h）である

②冷水2次ポンプインバータ制御（T-CP-1B）

- ・冷水2次ポンプ4台の内、このポンプ1台にのみインバータが実装され、冷水往水側圧力による「吐出圧力一定制御」

※インバータの最低周波数設定値が非常に高く：47Hz（98.9 m³/h）

③冷水2次ポンプ台数制御

- ・冷水負荷流量による冷水2次ポンプ4台の制御
- ・定格1,753ℓ/min(105.1 m³/h)まで1台運転、その後105.1 m³/h ごとに4台目まで増段

※ヒステリシス（調節感度）は定格の10%=10.5 m³/h ⇒2台運転時は94.6 m³/h で減段

3. 運用改善手法の想定

(1) 放熱運転モード

⇒「空冷ヒートポンプチラーの運転割合を減少」させられるかの検討

(2) 2次側ポンプインバータの適正運用

⇒「ポンプ搬送動力を削減」させられるかの検討（INVの最低周波数の下方修正）

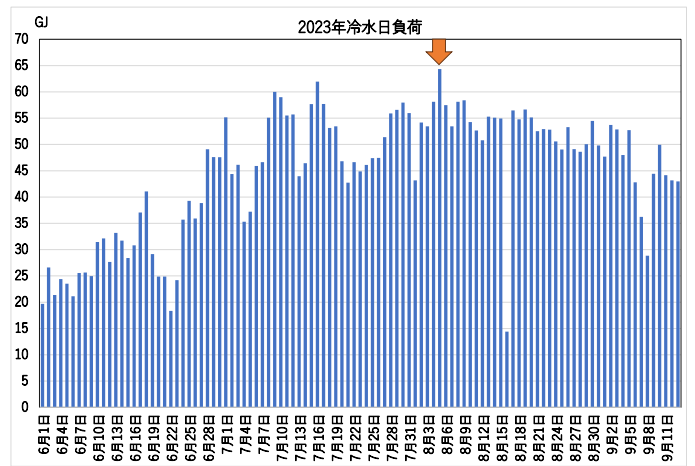
(3) 水冷ブライントーボ冷凍機追掛け運転制御方法

⇒「ある程度の負荷がある時に集中運転させ、高効率運転」させられるかの検討

4. 運転データの可視化と所見

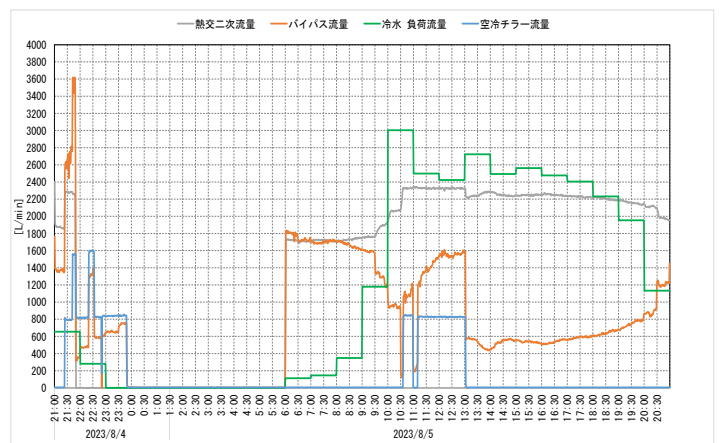
(1) 熱源と負荷および搬送系の状況

- ・冷水2次側負荷熱量における最大日負荷熱量は、2023年8月5日に「64.33 GJ」
- ・当日の最大時間負荷熱量は、13時に「6.55 GJ/h」



(2) 負荷熱量と供給熱量

- ・空冷チラーは「2次側流量180 m³/h(3,000ℓ/min)以上又は往水温度8.5℃以上」で増段
- ・熱交の2次出口温度約7℃のため、空冷チラーは「冷水負荷流量」で起動、11時に「3,000ℓ/min以上」の条件が成立したと考えられる
- ・熱交換器の最大処理熱量は「8.0 GJ/h」、8月5日の時間最大負荷熱量「6.55 GJ/h」は問題なく処理可能で、この2時間の空冷チラー運転は無駄だと判断できる
- ・6時～22時(空調運転時間帯)は空冷チラーを運転しない設定とさせるか、冷水負荷流量に対する空冷チラーの増段判定を「225 m³/h (3,750ℓ/min)」に変更することが望ましい



(3) 冷水2次ポンプの運転状況

- ・T-CP-1Bのみインバータ制御、T-CP-1A×3台は定速ポンプ、計4台で台数制御
- ・空調開始でT-CP-1B 起動「消費電力量：6 kW」、9時まで「負荷流量：3000ℓ/min」
- ・T-CP-2もINV実装だが「熱交2次流量：1,700 ℓ/min」、負荷流量に比例していない
- ・9時以降「負荷流量：1,753 ℓ/min」超過で2台目のポンプが起動するが、2台運転で2倍にはならず、T-CP-1Bが押し負けており、ポンプ2台のINV化が望まれる

5. 空冷チラーの追掛運転（台数制御）に関する調整

○変更方策

（1）氷蓄熱システムからの供給増

- 蓄熱運転時間の8時間を22時～6時とし、22時～24時の空調負荷は空冷チラーを熱源とし、朝6時～8時の少ない空調負荷は放熱運転にて対応
- 昼間の放熱は、負荷実績より「ピークカット運転時」の負荷流量設定値3,750ℓ/min以下であるため「2次側冷水還流量の設定値」をこの3,750ℓ/min(225m³/h)以下に設定することにより、昼間の空冷チラー運転は不要になる

⇒「ピークカット運転モード」は水冷ブラインチラーが運転不可のため制御変更を検討する

（2）水冷ブラインチラー追掛け運転の効率化

- 氷蓄熱システムの水冷ブラインチラー追掛け運転については、高負荷で長時間運転することが高効率に繋がるので、デマンド対策を加味して制御メーカーと運転時間帯の調整を今後行う

6. 各種ポンプインバータの最低周波数調整

○変更内容：2023年8月31日にインバータ本体のパラメータを再設定

（1）氷蓄熱用冷水2次ポンプ（T-CP-2）：0Hz→20Hz

（2）冷水2次ポンプ（T-CP-1B）：47Hz→20Hz

○変更結果（1）：（T-CP-2）

- 空調開始時の小流量域で、2次側冷水還水流量に対する熱交二次流量（T-CP-2）の削減は見られず、ヘッダー間バイパス流量の削減も見られない
- よって消費電力量の削減も見られない

○変更結果（2）：（T-CP-1B）

- 設定変更した翌日、T-CP-1Bが6:30からの空調開始で同時起動するも、商業施設開店準備の10時頃までは負荷が少なく「10m³/h(167ℓ/min)」の小流量で、インバータ制御出力が「35Hz～49Hz」でハンチングしている状況となった
- 空調機側の要求に対し吐出圧力1点のみの計測値だけでは、ポンプ能力が過大なため、吐出圧力の変動が大きく「上げては下げる」を繰り返し、安定運転ができていない状況である
- 時間経過とともに（10時以降）空調機側の要求が増大するとハンチング状況は解消された

○インバータ不具合の調整結果

（1）氷蓄熱用冷水2次ポンプ（T-CP-2）

- インバータ本体を11/15に詳細調査結果、工場出荷状態に初期化したところインバータによる低い周波数での運転を確認した

- 本体SWの接触不良が著しく、本機のみ旧型のためお客さまに更新をお勧めした

（2）冷水2次ポンプ（T-CP-1B）

- 下記等の方策があるが、現状の吐出圧力設定値1,150kPaを1,000kPaに下げたところ、小流量のハンチング現象がかなり治まった。最上階8Fへの冷水供給を確認しつつ、①～③の制御手法への対策までは本運用を継続する

- ① 推定末端圧制御（制御メーカー提案方策）
- ② 末端差圧制御
- ③ 負荷熱量で制御

7. 運用改善効果の試算

7-1 インバータの不具合対策結果

（1）氷蓄熱用冷水2次ポンプ（T-CP-2）

a. INVの正常対応により

従前：最低周波数35Hz、28A、10kW

→正常：最低周波数20Hz、6A、2kW

効果：8kW×8h(6～10時、20～24時)×240日(4～11月)×25円/kWh≒38万円/年

（2）冷水2次ポンプ（T-CP-1B）

a. 吐出圧設定値低減（1,150kPa→1,000kPa）

従前：最低周波数47Hz、40A、14kW

→正常：最低周波数20Hz、6A、2kW

効果：12kW×8h(6～10時、20～24時)×240日(4～11月)×25円/kWh≒58万円/年

※現状までの対策による効果試算：38万円/年 + 58万円/年 = 96万円/年

b. 推定末端圧制御 ⇒ 制御メーカー提案方策

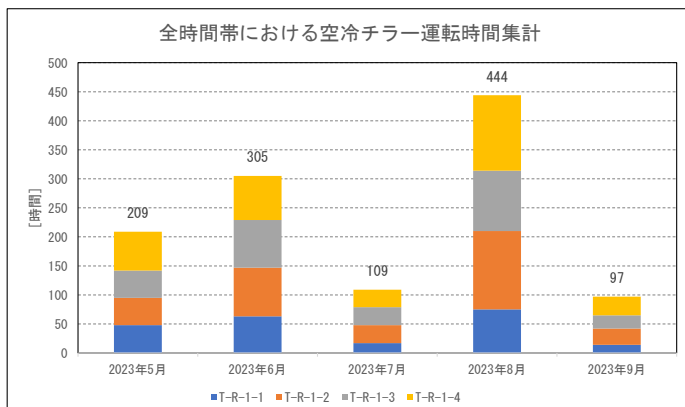
削減効果：100万円/年（a.含む）

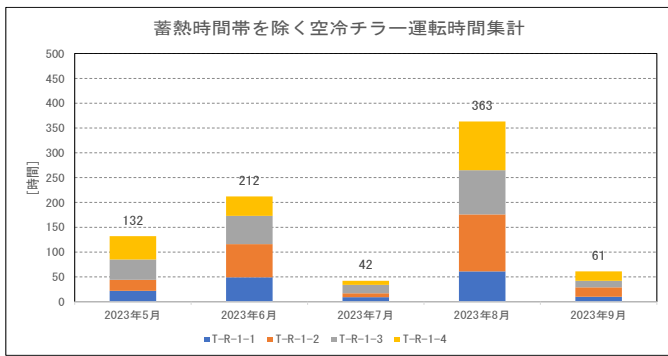
（3）温水2次ポンプ

a. 推定末端圧制御 ⇒ 制御メーカー提案方策

削減効果：35万円/年

7-2 空冷チラーの削減電力量



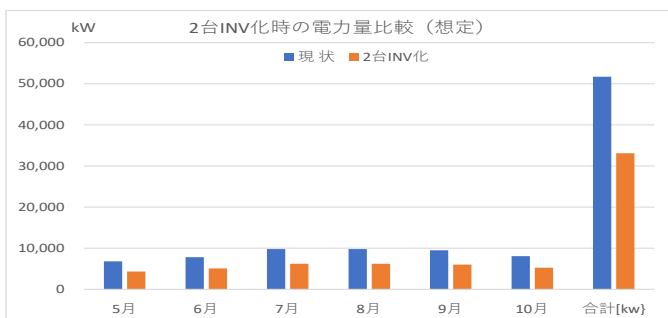


・空冷チラーを停止させた場合、その処理熱量は水冷ブラインチラーで賄わなければならないが、熱生産能力は遥かに大きいため 2023 年 5 月～8 月の 4 か月分だけでも「¥310,000-」の削減ができ、年間では約 50 万円程度の削減と試算できる

	合計運転時間 [h]	合計生産熱量 [kW]	合計消費電力量 [kW]	電力単価 [円]	電力料金 [円]
空冷チラー	749	187,250	52,430	20	¥1,048,600
水冷ブラインチラー	150	187,250	37,000	20	¥740,000
差 額					¥308,600

7-3 2次冷水ポンプインバータ化による削減電力量

・T-CP-1A 冷水 2 次ポンプにおいて、1 台にインバータ実装と制御機能を再構築することが可能であれば、T-CP-1B ポンプとともに、現状の冷水 2 次流量とポンプの消費電力量から、以下のように消費電力量を想定することができる



・このことから 5 月～10 月の半年分だけでも「18,642 kW」の電力量低減が見込める
 ・ランニングコストにおいては 2023 年 5 月～8 月の 4 か月分だけでも「¥380,000-」の削減となり、年間では約 50 万円程度の削減と試算できる

	合計運転時間 [h]	合計消費電力量 [kW]	電力単価 [円]	電力料金 [円]
現状試算	24,000	51,800	20	¥1,036,000
INV化試算	24,000	33,100	20	¥662,000
差 額				¥374,000

8. まとめ

○この分析結果より、お客さま・制御メーカーと下記対策項目について実施を検討（優先順位の調整）

(1) 冷水 2 次ポンプ (T-CP-1B) インバータの制御変更
 ☆対策実施決定！

・費用 163 万円 ⇒ 効果 135 万円/年
 (回収年：1.2 年)

(2) 氷蓄熱システムからの供給増（昼間空冷チラー追掛け不要）

・費用：積算中 ⇒ 効果 50 万円/年

(3) 水冷ブラインチラー追掛け運転の高効率化

・具体策検討中

(4) 氷蓄熱用冷水 2 次ポンプ (T-CP-2) インバータの更新

・故障の可能性を事前措置

(今回調整結果：効果 38 万円/年)

(5) 冷水 2 次ポンプ (T-CP-1A) 1 台のインバータ化

・費用：積算 ⇒ 効果 50 万円/年

■各種お得なサービスについて

1. 法人のお客さま向けサービスのご紹介

WEB（お客さまページ）上で、ご使用実績の確認や CSV データのダウンロード、さらにお役に立てる情報を提供させていただく「ビジネス TEPCO」や新サービスの一つである「緊急かけつけサービス」をご紹介させていただきました。

「緊急かけつけサービス」
 24 時間・365 日いつでも対応
 お電話 1 本で専門スタッフがすばやくかけつけます！
 79%が 3 時間以内に対応！

2. ご家庭のお客さま向けサービスのご紹介

法人のお客さまと同様に「暮らし TEPCO」では、前月や当月における電気・ガスの使用量等が確認でき、また、当月の料金・使用量、予測料金などをグラフ化し、わかりやすく表示してくれます。

また、新サービスの「もしもケア」では、ご家庭の設備トラブルに関する様々なサービスをご提供しております。

よくある生活トラブルの応急処置が無料！

POINT 1
いつでもお電話
かけつけても無料！

POINT 2
作業費も
出張費も無料！

POINT 3
応急処置に
必要な部品も無料！

だから、こんな応急処置も、無料で！

CASE 1
お風呂のトラブル
14,000円
5,500円
22,500円
応急処置料
0円

CASE 2
トイレのトラブル
12,000円
15,000円
27,000円
応急処置料
0円

ICI ラボでは、異文化同士の交流を促し、化学反応を起こすことでベンチャーの成長を加速させていく Exchange 棟。熱した頭脳を冷やし、心身をリフレッシュすることで、新しい視点の創造が期待される Nest 棟。世界レベルの実験施設を有し、次世代のプロジェクト開発に自信と高い品質を約束する Garage 1 & 2 の 4 棟で形成されています。

さらに ICI キャンプでは、パートナーたちの学・職・食・住・遊のすべてをサポートする人材育成の拠点となっており、廃校になった小学校をリノベーションし、食堂やセミナールームなどが備えられています。

また、同センター内には、登録有形文化財の「甚吉邸（旧渡辺甚吉邸）」が移築されており、建築当時の日本における住宅建築の最高水準の経験・知見が凝縮された歴史的建造物をそのまま復原しております。



3. その他

①省エネプログラムのご紹介（2023 年度）

2023 年度の省エネプログラムでは、太陽光発電設備や高効率空調機の導入を支援する「設備導入サポート」や「省エネサポート」「デマンドレスポンス」など継続的に省エネ効果が期待できる複数のプログラムに取り組みました。



②経産省「省エネ支援策パッケージ」のご紹介

令和 5 年度補正予算における省エネ支援策パッケージでは、事業者向けには省エネ設備の更新支援、家庭向けには、住宅省エネ化支援を実施するなど、それぞれに省エネ設備の導入を補助しており、各種補助のご紹介をさせていただきました。

■「前田建設工業 ICI 総合センター」見学会

発表会当日の会場として利用させていただいた前田建設工業（株）ICI 総合センターの見学会を実施いたしました。

ICI 総合センターは、2019 年 2 月 ICI ラボを開所、同年 11 月に ICI キャンプを開所し、グランドオープンしました。

■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 2024 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。ご興味がありましたら、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

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/>