

一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター理事長賞

東電東尾久ビル本館の既存蓄熱槽を活用したリニューアルZEB

**東京電力ホールディングス株式会社, 東京電機大学,
株式会社森村設計, 芝工業株式会社**

蓄熱式セントラル空調方式を採用している築40年超の中規模ビルにおいて、蓄熱槽を有する既存建築ストックへの展開を念頭におき『実測に基づく運用実態を踏まえたコンパクト設計』、『費用対効果や水平展開のしやすさを考慮した汎用技術の採用』、『既存蓄熱槽の活用』を基本方針として、リニューアルによる ZEB Ready (BEI=0.50) を実現した。

特に、既存蓄熱槽の活用として、二つの温度帯の冷水または温水を同時に供給可能なシステム(以下、二温度供給システム)を構築することにより、熱源システムの高効率化を図ると共にデマンドレスポンス(以下、DR)に対応可能な柔軟な蓄熱運用を実現した。

改修後初年度のZEB評価対象外用途も含む建物全体の年間一次エネルギー消費量は1,118MJ/m² 年であったが、3年間にわたり設備チューニングを行った結果、716MJ/m² 年まで低減し、さらなる省エネルギー化を実現した。

(1)二温度供給システムと汎用技術を用いたZEB化改修計画

1) 既存蓄熱槽を活用した二温度供給システム

本建物の設備改修を計画するにあたり、省エネルギー性能向上のため冷房時の潜熱・顕熱分離処理及び暖房時の二段階加熱を採用することとし、二つの温度帯の冷水または温水を同時に供給できる二温度供給システムの実現を目指した。図-1 に熱源系統概念図を示す。

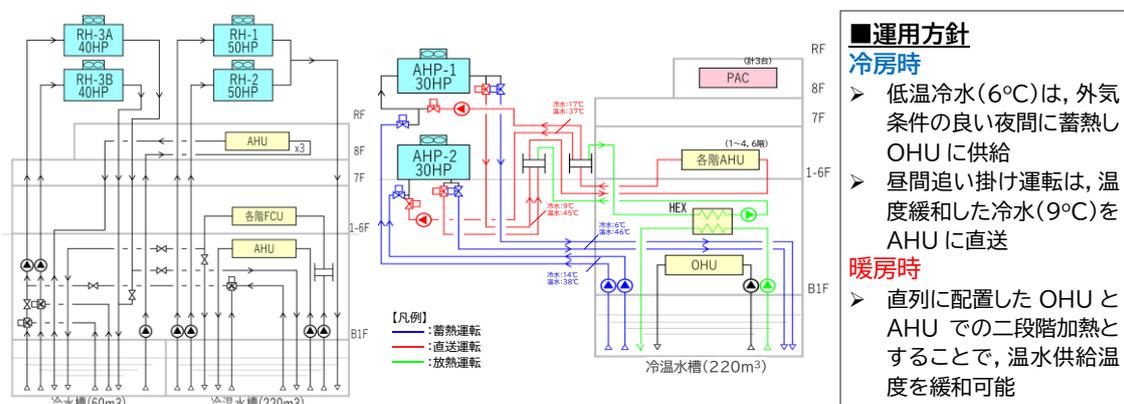


図-1 熱源系統概念図 (左:改修前 右:改修後)

通常、中規模建物では経済性の面から2つの熱源を設けることは困難であるが、本建物は蓄熱槽を有しており、配管回路の工夫により二温度供給システムを容易に構築することができた。

また、空冷ヒートポンプチラー(以下、AHP)は屋上から地上へ配置変更を行い、蓄熱槽二次側に水熱交換器を新設して閉回路化することでポンプ揚程を低減した。併せて、全てのポンプにインバータによる変流量制御を導入することで搬送動力の削減を目指した。

2) 空気搬送システムの動力低減とペリメータ処理

空気搬送システムは、地階の空調機(以下、AHU)による全館一括空調方式から各階に空調機械室を新設して各階AHU方式に改修を行った。併せて、地階に新設した外気処理を行う外調機(以下、OHU)と主に室負荷処理を行う各階AHUを直列に配置することで、冷房時は潜顕熱分離処理を、暖房時は二段階加熱が可能な計画とし、冷温水供給温度の緩和によるCOP向上を目指した。図-2 に空調熱負荷処理概念図を示す。

既設ファンコイルユニット(以下、FCU)は、水搬送効率向上や水損リスク低減、老朽配管更新によるコスト等を考慮して除却した。FCUで処理していた熱負荷は、各階AHUの低温送風化(吹出温度 16.3℃→14.8℃)により既存ダクトでの処理熱量を16%増加することで対応し、窓廻りにはペリカウンターを利用したプッシュファンと天井裏にプルファンを設けることでプッシュ・プルウインドウとし、窓近傍の温熱環境維持を図った。図-3 に空調システム概念図を示す。

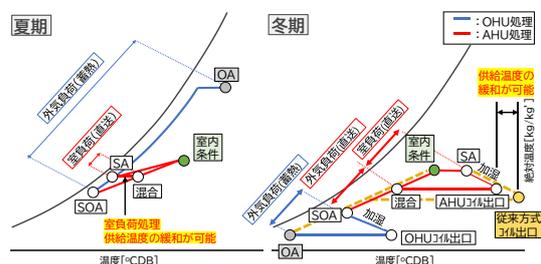


図-2 空調熱負荷処理概念図

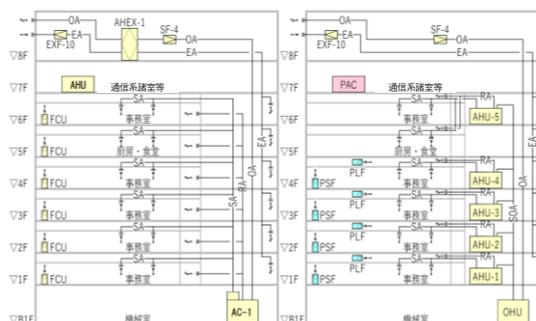


図-3 空調システム概念図
(左:改修前 右:改修後)

(2)蓄熱槽を活用した二温度供給システムによる電力需要最適化運転

1) 再エネ余剰電力発生時の蓄熱槽の活用

一般的な蓄熱システムは空調負荷に対して蓄熱槽から冷温熱が供給されるため、上げDRに備えて常に蓄熱量を抑制して空き容量を確保しておくことは、熱量不足が生ずる恐れがある。本システムは蓄熱槽を介さずにAHPから直接AHUに熱供給ができるため、蓄熱槽の熱量不足にも備えることが可能である。特に空調負荷が少なくなる中間期には、あらかじめ蓄熱量を抑制して蓄熱槽空き容量を設けながらも、室内環境を維持しつつ調整力の向上に寄与することができる。

具体的には、週間で必要な蓄熱量を満足することを前提に、蓄熱スケジュールの調整(昼間蓄熱運転を行う曜日の選定)や蓄熱温度の緩和を行い、高効率化を図りつつ蓄熱槽空き容量

や昼間需要を創出した。図-4 に上げDRに相当する昼間蓄熱運転の実績を示す。この模擬運転の結果から、日曜日には11～19時の9時間で平均23kW、平日の水曜日には13～19時の7時間で平均21kWの調整力を創出できることを確認した。

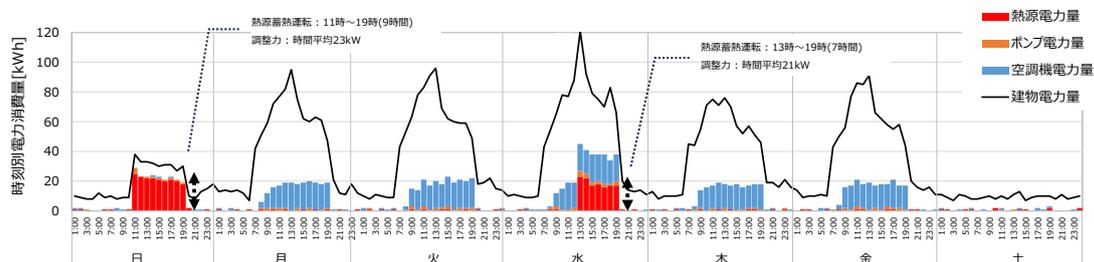


図-4 日・水曜日の昼間蓄熱運転(上げ DR 相当) 2022年11月6日～12日

2) 電力需給逼迫時の蓄熱槽の活用

一般的な蓄熱式セントラル空調方式と同じく、本建物の熱源システムにおいて蓄熱運転を優先した期間の運用実態を評価した。

2020年度(運用1年目)の月別の熱源システム消費電力量と電力の夜間移行率(夜間蓄熱電力量/全日熱源電力量)を図-5 に示す。熱源システム電力夜間移行率は8月に72%, 1月に77%, 年間では81%であり、日中の電力需給逼迫が生ずる可能性の高い夏期・冬期において蓄熱が調整力として有効であることを確認した。

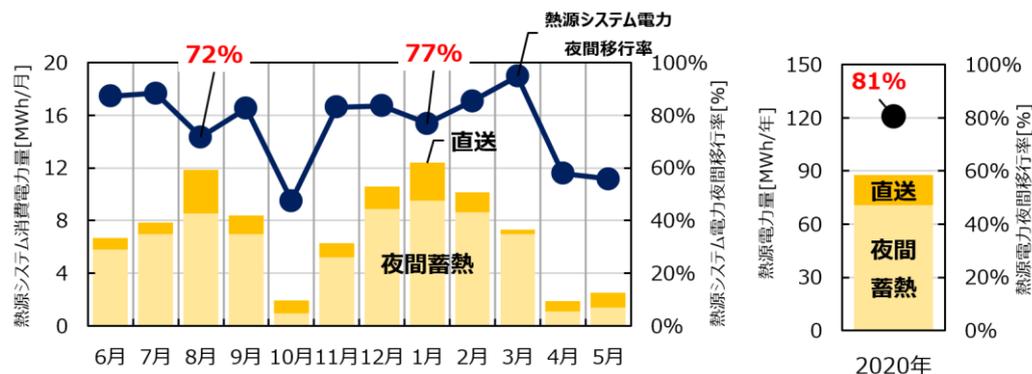


図-5 月別の熱源システム消費電力量内訳と熱源システム電力夜間移行率(2020年, 1年目の運用)

(3) ZEB 評価とたゆまぬ設備チューニングの効果

ZEB評価対象用途における一次エネルギー消費原単位の実績値を告示基準値と比較すると、1年目は495MJ/m²・年(▲58%)であり、実績でZEB Ready水準の省エネルギー性能を確認した。図-6 に年間一次エネルギー消費量の実績値比較を示す。

本システムはAHPからの直送回路と蓄熱回路の切り替えや、二つの温度帯の冷水または温水の同時供給を可能としたことで、外気条件や負荷に応じた高効率かつ柔軟な蓄熱運用を実現した。この特徴を活かした空調システムの運転方法について、改修工事後の運転データ分析とチューニングの積み重ねによる磨き込みを行い、竣工後3年目は対1年目実績比で17%削

減(407MJ/m²・年), ZEB 評価対象外であるその他用途(通信系諸室等)を含む建物全体で 716MJ/m²・年を達成し, 建物運用段階での設備チューニングによりさらなる省エネルギー化を実現した。表-1 にチューニング前後の運転設定を示す。

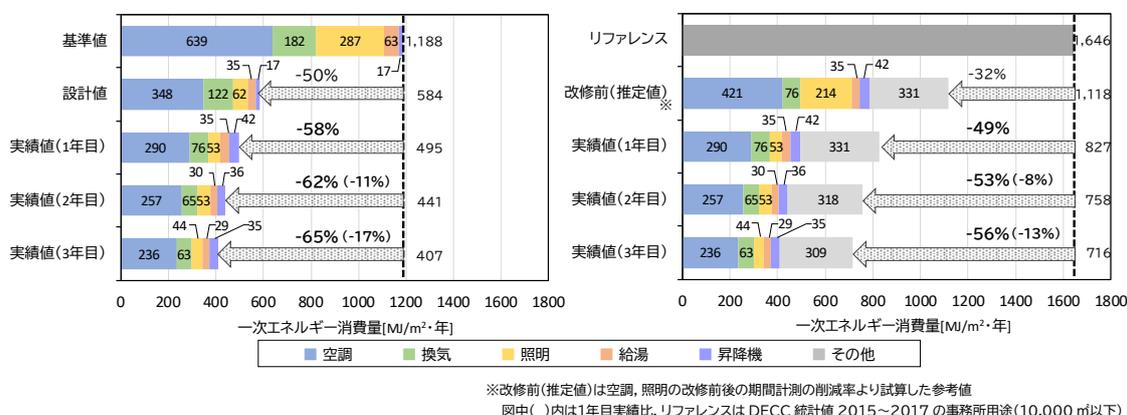


図-6 年間一次エネルギー消費量の実績値比較
(左: ZEB 評価対象用途 右: 建物全体)

表-1 チューニング前後の運転設定

	チューニング前		チューニング後				
	夏期	冬期	夏期	秋 中間期	冬期	厳冬期	
送水温度(蓄熱)[°C]	6	40	6	35	35	35	
送水温度(直送)[°C]	9	39	9	35	35	35	
蓄熱/直送優先	蓄熱	蓄熱	蓄熱	蓄熱	直送	直送	
昼間蓄熱	無	無	無	水・日	日	土・日	
夜間蓄熱	毎日	毎日	金・土 以外	無	火	火	
外調機 吹出温度	[°C (DB)]	14	20	14	20	8	10
	[°C (DP)]	13	9.3	13	9.3	2	5.5

以上

受賞理由

- ・ 築40年超の中規模ビル改修工事において、既存蓄熱槽の活用と費用対効果を踏まえた潜熱・顕熱処理、送風温度差の拡大、プッシュ・プルウインドウなどの汎用技術を用いて省エネルギーを実現し、実績値として ZEB Ready を達成していること。
- ・ 日中蓄熱と直送運転の運用により蓄熱残量を計画留保し、蓄熱槽の調整力の活用を図って、中間期日中の上げDRを可能にしていること。
- ・ 継続的なデータ検証とチューニングにより省エネルギー効果を高めていること。