

第三共同ビル



▶ 氷蓄熱システムの稼働率向上に繋がった FCU流量制御の調整とその効果

受賞者 申請者：東京電力エナジーパートナー株式会社、東洋熱工業株式会社
株式会社NHKビジネスクリエイト

設備オーナー：株式会社NHKビジネスクリエイト、株式会社白洋舎

建物と熱源および空調システムの概要

1988年に竣工した本建物は、RC造、地上6階、地下1階、14,913㎡の事務所・店舗用途の建物です。熱源および空調システムとしては、ガス焚吸気式冷温水発生機2基による単一ダクトVAV方式による各階分散空調機システムと、冷房時のみ電気式の氷蓄熱システムにより熱供給される各階ペリメータ負荷処理用FCU系統からなるセントラル式空調方式となっている(図1)。

(1) 冷房運用

空調機系統は冷温水発生機から「往温度:7℃」で冷水供給されますが、冷温水1次ポンプは一定流量運転のため、部分負荷時は比例弁によるバイパス制御を実施しています。(設計還温度:12℃)また、FCU系統は氷蓄熱システムから熱交換器を介して「往温度:7℃」で冷水供給され、4台の冷温水2次ポンプは「台数+変流量制御」による省エネルギー設備となっている。

(2) 暖房運用

空調機系統およびFCU系統とも冷温水発生機のみにより「往温度:55℃」で温水供給され、FCU系統は系統連系用の自動弁により空調機系統の往・還の主配管へ接続され運用している。

顕在化した課題と運用改善効果の概要

中央監視データと仮設流量計測から、下記の課題を抽出した(図2)。

(1) FCU系統の冷温水2次ポンプがフル運転で過大な循環流量

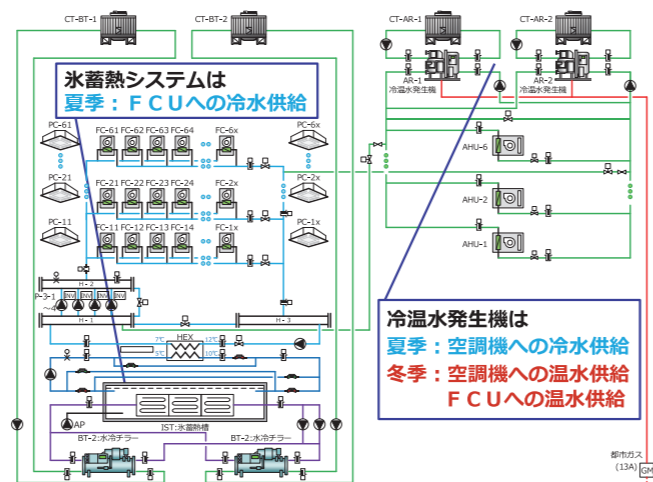
(2) FCU系統における往・還温度差が約1℃と縮小

この課題解決策として、軽微な制御回路改修を実施し、その後に夏季・冬季の試運転調整を実施した結果、(表1)の効果をえた。

顕在化した課題の根本原因と改善策としての軽微な改修

FCU系統の往還温度差が取れていないのは送水温度が13℃設定であったためで、7℃設定に変更後、循環流量は、

図1 熱源・空調システムの概要系統図



・ガス焚吸気式冷温水発生機(冷房能力:281kW、暖房能力:286kW)
・冷房時のみ電気式の氷蓄熱システム
(水冷ブラインモジュールチラー:186kW×2基、氷蓄熱槽FRP製現場築造型・外融式:536USRT×1基)

図2 改善前のFCU系統における運用状況(2019年の夏季)

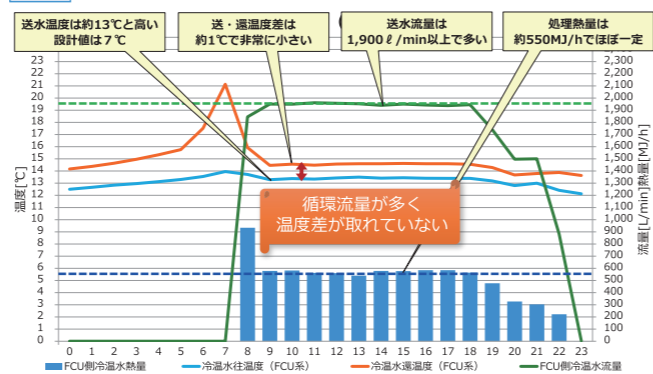


表1

時季	効果
夏季	FCU系統の循環流量の低減:2,100ℓ/min → 500ℓ/min
	FCU系統の往還温度差の拡大:1.0℃ → 5.5℃
	FCU系統のポンプ搬送動力の削減:9.5kWh → 2.0kWh
	氷蓄熱槽取出し熱量の増加:550MJ/h → 700MJ/h
冬季	冷温水発生機のガス使用量の削減:35㎡/h → 33㎡/h
	FCU系統の循環流量の低減:1,800ℓ/min → 350ℓ/min
	FCU系統の往還温度差の拡大:1.0℃ → 5.0℃
	FCU系統のポンプ搬送動力の削減:6.5kWh → 1.5kWh

減少し往還温度差も確保され、室内環境も改善した。しかし、その後、流量が激しくハンチングし出し、室内温度が上昇する異常な制御現象が確認された(図3)。

制御回路を調査した結果、既設FCUには一対一で自動弁が実装されておらず、各階東西の各主還り配管に1台のみ比例式自動弁が実装されており、これは蓄熱システムの性能低下を防止するための「還り温度補償機能」であることがわかった。

この比例式自動弁は、一旦全閉になってしまうと配管内の冷温水が自然放熱によりある温度域になるまで流量が閉塞してしまうことが原因であることが判明した。

この比例式自動弁がFCUの運転中は全閉にならないよう、冷房時および暖房時、個別に開度リミット設定を設けられるよう、軽微な制御回路改修を実施した。

改修後の運用に当たり、以下の調整も実施した。

- (1) 各階の室内温度を確認しながら、開度リミットの微調整
 - (2) 同じく各階の還り温度制御設定値の微調整
 - (3) FCU系統の負荷処理能力を期待した空調機送風温度の上方修正
 - (4) 暖房時も同等の調整の実施
- 夏季および冬季にそれぞれ実施した調整結果のグラフを(図4)および(図5)に示す。

得られた効果の集計

(1) 夏季の調整内容

- ①FCU系統における循環流量低減による搬送動力の調整
- ②吸気式冷温水機から氷蓄熱システムへの処理熱量移行の調整
- ③AHU給気温度調整による吸気式冷温水機ガス使用量の削減

(2) 冬季の調整内容

- ①FCU系統における循環流量低減による搬送動力の調整

※氷蓄熱システムへ負荷処理の割合を移行したため、その分の電力量は増加したが、ポンプおよび空調機の動力削減等により最終的には電力量は減少し、特にCO₂排出量は大きく削減できた。

全ての調整の結果、年間約60万円のランニングコスト低減となった(表2)。

今後の取り組み~オーナーサイドのコメント

本建物のペリメータ負荷処理用FCU系統への冷水・温水供給は、竣工後33年間で熱源や配管系を何度か変更し運用してきました。今回、現有設備の運用改善のため、中央監視データと仮設流量計測から夏季と冬季の運転状況を解析し、さらに負荷熱量と消費エネルギー量を比較分析し、運用改善の成果を確認することができました。今後は、外気温度やテナント稼働状況などの相関関係、また個別空調の運用状況を把握し積極的に設定値を変更するなど、省エネルギー運用を継続していきたいと思っております。

図3 軽微な改修前の試運転状況(2019年の夏季)

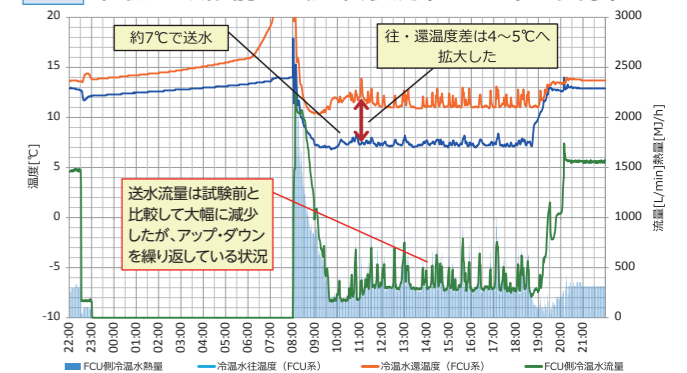


図4 軽微な改修後の冷房試運転結果(2020年の夏季)

冷水 送水温度設定値	1F		2F		3F		4F		5F		6F	
	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西
還温度制御設定値	13℃	13℃	13℃	13℃	12℃	13℃	13℃	13℃	14℃	14℃	13℃	13℃
最小開度設定値	10%	10%	30%	30%	25%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	30%

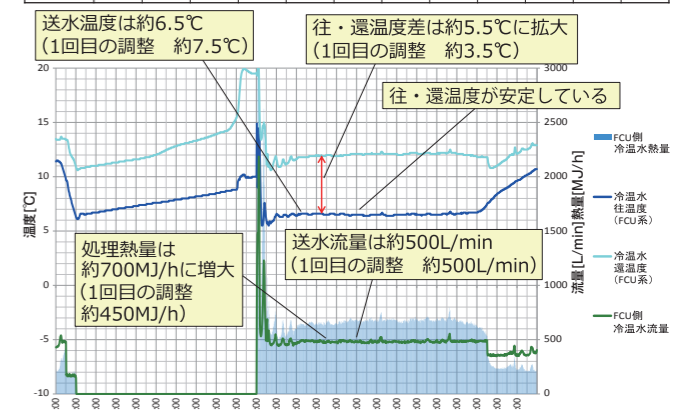


図5 軽微な改修後の暖房試運転結果(2021年の冬季)

冷温水発生機出口温度設定	1F		2F		3F		4F		5F		6F	
	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西
還温度制御設定値	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃	50℃
最小開度設定値	10%	10%	30%	30%	25%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	30%

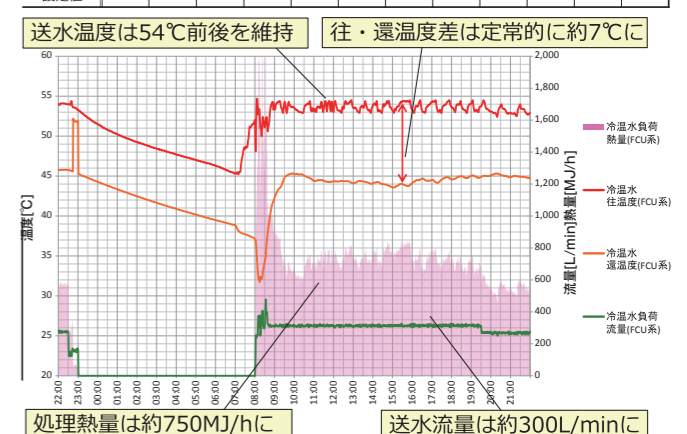


表2 全効果のまとめ

年間	FCU系統循環流量低減による搬送動力		氷蓄熱システムへの処理熱量移行調整	AHU給気温度の調整	合計
	夏季	冬季			
電力量	▲12,950kWh	▲9,219kWh	+7,278kWh		▲14,891kWh
ガス量				▲3,908㎡	▲3,908㎡
CO ₂ 排出量	▲5,918kg-CO ₂	▲4,213kg-CO ₂	+3,326kg-CO ₂	▲8,559kg-CO ₂	▲15,364kg-CO ₂
支払い料金	▲220,150円	▲156,719円	▲67,685円	▲293,123円	▲602,307円

年間約60万円のランニングコスト低減!