

中国電力株式会社 小町1号館



水蓄熱系統熱交換器廻り制御改修等による水蓄熱槽温度状況改善

受賞者 発表者：中国電力株式会社管財部門 設備建築グループ 森原 佑介氏
 申請者：中国電力株式会社管財部門（建築）
 設備オーナー：中国電力株式会社管財部門（用地・管財）

水蓄熱システムに氷蓄熱システムを追加導入

本建物は延床面積約36,000㎡、地下2階、地上16階建、1987年竣工の建物である（建物概要参照）。元々は水蓄熱システムを備えた建物であったが、2000年代の改修工事で蓄熱容量増加を目的に氷蓄熱システムを追加導入した。

主たる執務室の冷房は氷蓄熱システムで行っているが、氷蓄熱放熱完了後は一般業務のほか、災害対応や繁忙期の夜間対応ならびに氷蓄熱システムのバックアップとしての役割を水蓄熱システムが果たしている。

本建物の空調システムは低層階（B2～M2階）、中層階（2～11階）、高層階（12～14階）、特殊階（15～16階）で異なり（図1）、水蓄熱槽が関係するのは低層階と中層階になる。低層階と中層階の空調システムは、図2に示すとおりである。今回は、冷房期間における水蓄熱槽システムの夜間運用時の改善事例について報告する。

水蓄熱槽に蓄熱されない原因を探る

中層階では日中、氷蓄熱を放熱しながら空調している。氷蓄熱放熱完了後～夜間蓄熱中に空調を行う場合は熱源を水蓄熱に切り替えている。夜間蓄熱中に中層階の空調を行う場合の水蓄熱槽はR-2、R-3の2台のチラーによる蓄熱と熱交換器を介した2次側空調設備への放熱を同時に行う（図3）。夜間空調は基本的に一部の部屋に限られることもあり負荷は少ない。そのため、夜間に蓄熱と放熱を同時に行ったとしても水蓄熱槽への蓄熱は問題なく行えると考えたが、実際は蓄熱されないという問題が発生した。

水蓄熱槽の蓄熱状況について、夜間にR-2、R-3を蓄熱運転しながら中層階の空調を行っている場合に水蓄熱槽の蓄熱量はほとんど増加していないことがわかる（図4）。次にR-2の運転状況として、R-2出口温度と水蓄熱槽（高温側）の温度（≒R-2入口温度）を見ていく（図5）。R-2入口温度の設計値は11℃であるが、それを下回る温度で推移しており、出口温度はハンチングが生じている。入口温度が低く、R-2冷却後の出口温度も低下したため、凍結防止保護機能が働いてR-2が発停を繰り返していると推測した。

原因を探るため、ヘッダー系統の熱交換器の運転状況をチェック

建物概要



建物名称	中国電力株式会社 小町1号館
所在地	広島県広島市中区小町4-33
主要用途	事務所
構造	地下SRC造、地上S造
敷地面積	13,240㎡
延床面積	35,550㎡（基準階面積：1,950㎡）
階数	地下2階、地上16階、塔屋2階
竣工年月	1987年3月

図1 システム概要

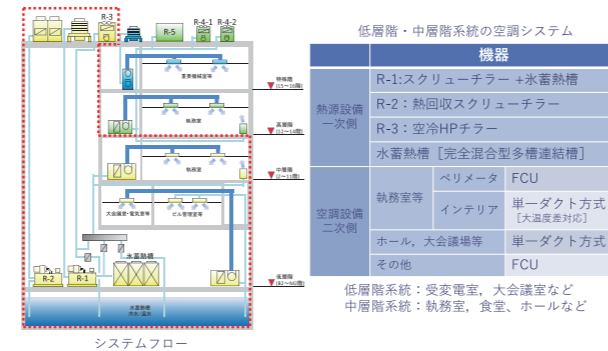


図2 中層階・低層階システム概要（冷房期間）

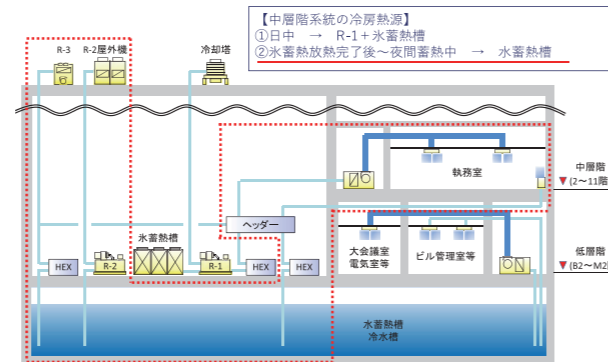
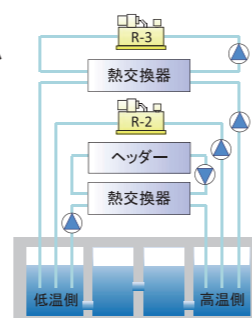


図3 中層階システム空調システムのうち水蓄熱システム（図2赤枠の抜粋）

R-2、R-3系統および中層階ヘッダー系統フロー



した（図6）。一次側の出入口温度差は5℃で設計しているが、実際は0.5℃差で運転していることがわかった。本来は温度差を5℃に近づけて一次側流量を抑える運用が望ましいが、現状は出入口温度差がほとんどなく一次側流量を絞っていない。そのため、一次側出口温度の約10℃の水が水蓄熱槽（高温側）に一次側ポンプの定格流量に近い流量で流れ、これにより水蓄熱槽（高温側）の温度が低下しR-2が発停を繰り返す原因になると整理した。

上記の問題について、設備面と管理面で対策を実施した。設備面の対策としては、熱交換器の一次側流量制御をより適切に行うための制御および二次側出口温度設定値の見直しを、管理面の対策としては、ビル管理センターで熱交換器の一次側流量制御状況が把握できるよう流量計の設置を行った。

設備面と管理面の対策を実施

一次側流量の調整（電磁弁①の開閉）による二次側出口温度一定制御（図7左 赤線部）と過剰な流量を水蓄熱槽（低温側）に戻すための一次側入口圧力によるバイパス制御（電磁弁②の開閉）（図7左 青線部）の2つの制御は独立しており、うまく連動していない可能性が考えられた。そのため、一次側流量調整およびバイパス管調整（電磁弁①②の開閉）による二次側出口温度一定制御（図7右 赤線部）に改修した。併せて一次側冷水ポンプをインバーターによる変流量制御に改修した。

また、二次側出口温度の設定値を次の理由から見直した。水蓄熱槽（低温側）の水温が設計温度まで下がらないこと。これは水蓄熱槽側の経年劣化が考えられる。その他夜間の二次側負荷は少ないことから、二次側空調設備への送水温度を上げても大きな支障はないと判断した。

管理面の対策としては、一次側配管に流量計を設置し、中央監視装置への流量表示により熱交換器の流量制御状況を管理できるように見える化を行った。

改善効果の検証

一次側流量について、一次側ポンプの定格流量2,300L/minに対して負荷が少ない夜間時間帯は200L/min程度で推移している。また、翌朝の空調開始による負荷の増加に応じて流量も増加しており、適正に流量制御ができていることを確認できた（図8）。その時の水蓄熱槽（高温側）の温度（≒R-2入口温度）は、R-2入口温度の設計値11℃に対して、対策前は平均10.0℃だったが、対策後は平均12.0℃に改善した（図9）。

R-2出口温度は、設計値6℃に対して対策前は平均8.2℃だったが、対策後はほぼ設計値を下回っており、R-2の発停頻度が減少していることがわかる（図10）。それらを踏まえた対策後の水蓄熱槽の蓄熱状況について、夜間空調を行っていても蓄熱量が増加していることが確認できた（図11）。なお、R-3でもR-3系統の熱交換器の二次側（水蓄熱槽側）が錆くずなどの詰まりにより蓄熱効率が低下するという問題が生じていた。この点については別途対策しており、R-3の改善効果を除いたR-2相当分では、約1.5GJ程度蓄熱量が増えていることを確認した。

今後も運用改善による省エネルギーへの取り組みを継続しつつ、弊社建物の環境負荷低減に貢献していきたい。

図4 現状把握（水蓄熱槽蓄熱状況）

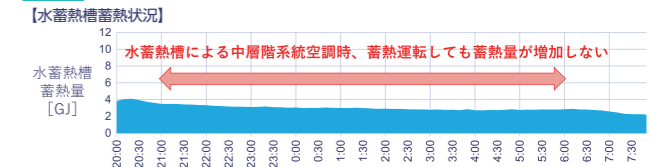


図5 現状把握（R-2運転状況）

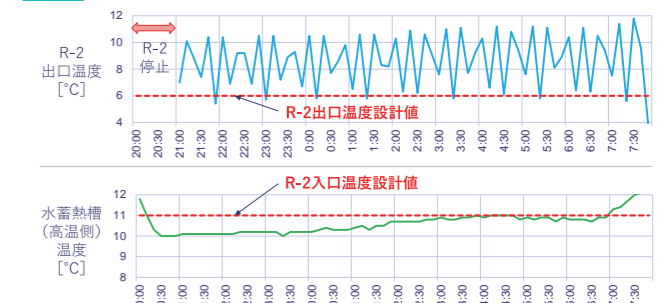


図6 現状把握（ヘッダー系統熱交換器運転状況）

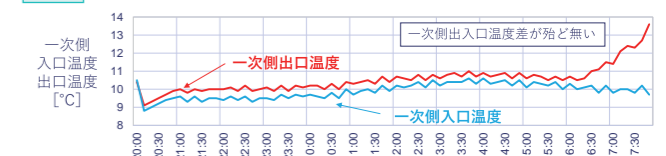


図7 設備面の対策（制御改修概要）

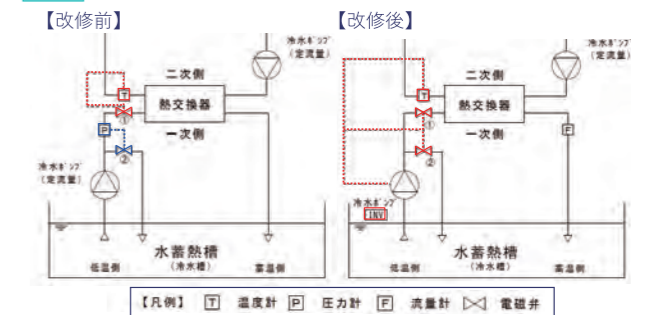


図8 効果の検証（熱交換器一次側流量）

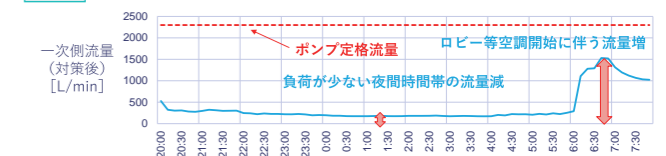


図9 効果の検証（水蓄熱槽【高温側】温度分布）

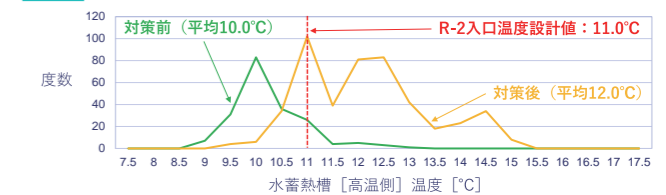


図10 効果の検証（R-2運転状況）

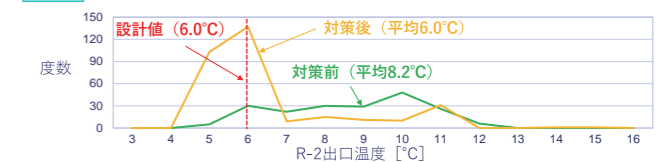
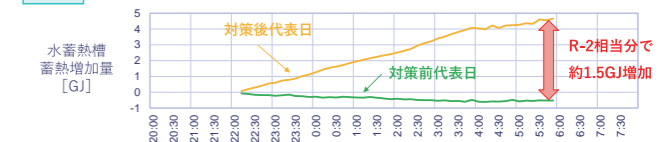


図11 効果の検証（水蓄熱槽蓄熱状況）



※図9～10について、対策前（2019年）対策後（2020年）共に8月下旬～9月末、夜間中層階空調時の10分データを使用。
 ※図11について、蓄熱開始時の蓄熱量を0とした増加量を示す。