

空調

最新技術情報

設備

次世代みず空調のロールモデル開発

<大温度差 Δt 10K \pm 0.5、低負荷30%対応技術による省エネと省コスト>

木村工機(株) 齊藤 一成

■はじめに

2015年のパリ協定では、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をする」および「2030年の温室効果ガスの排出を2013年度比26%削減する」といった世界共通の目標が合意された。また、2016年のモントリオール議定書「キガリ改正」では温室効果ガスの削減率について2019年の10%を皮切りに2036年には85%の削減を目指すことが定められた。我が国においても国全体の代替フロン生産量、消費量の限度について、段階的に切り下げていく方針が打ち出されている。

温室効果ガス排出削減のためには、ビルの消費エネルギーの約4割を占める空調の高効率化を進めると共に、環境負荷の少ない冷媒を用いた空調システムの推進が強く求められる。

そこで本稿ではGWP=0冷媒である水を熱搬送に用いた冷温水式空調（以下みず空調）の次世代ロールモデルとして開発した「 Δt 10K \pm 0.5、低負荷30%対応大温度差空調システム」（以下、「大温度差空調システム」）の概要を紹介する。

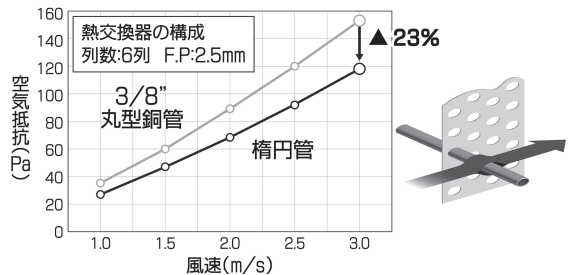
■大温度差空調システム

みず空調の活性化には省エネ性の向上と導入コストの低減が必要である。具体的には「低負荷時における大温度差の確保」、「自動制御一体化による設備の簡略化」、「使用熱量の計量と按分課金への対応」等が挙げられる。

当社は独自の楕円管熱交換器を進化させた「分流コイル」を開発し、自動制御と合わせて空調機に搭載することで「大温度差空調システム」を構築、これら課題を解決する次世代みず空調として提案を始めている。

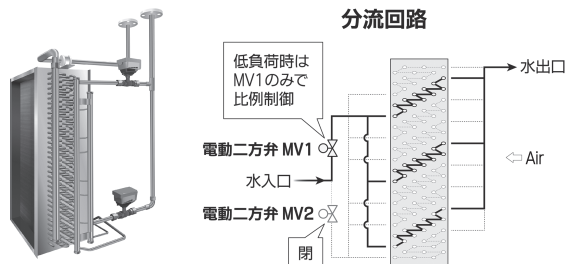
(1) 大温度差／低負荷対応「分流コイル」

「分流コイル」には空気抵抗を抑えた楕円管熱交換器を使用する。少水量大温度差設計によるコイルの多列数化にも静圧増加を抑える効果で対応し、省エネ性を発揮している（第1図）。



第1図 銅管形状による空気抵抗比較（当社比）

また、独自の水回路設計により、100-70-30に分流させることで、低負荷時の制御性が向上し、過流量や過度な水速低下による温度差不足を防止している。分流回路により30%低負荷に対応し、さらに電動バルブで制御することで要求負荷に追随しながら温度差を一定に保っている（第2図）。



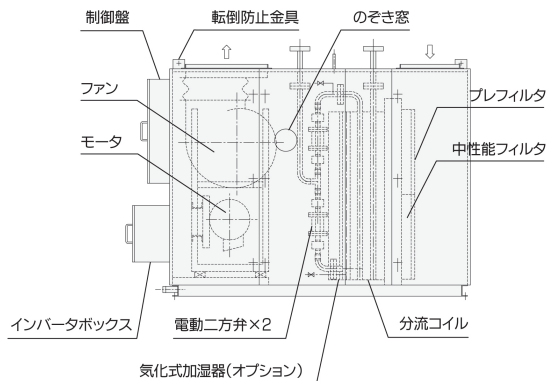
第2図 大温度差／低負荷対応「分流コイル」(AHU用)

(2) 大温度差AHU/FCU

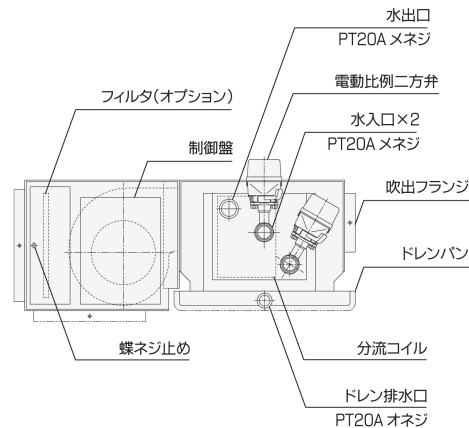
「分流コイル」と電動二方弁、自動制御盤、各種センサーを搭載し、大温度差と低負荷に対

応した汎用空調機として上市したのが、「大温度差AHU/FCU」である（第3図、第4図）。

BACnetで中央監視と接続し、空調機の運転データを基に用途に合わせた省エネチューニングが可能である。



第3図 大温度差AHU (コンパクト形 CAV-DTZ)



第4図 大温度差FCU (天埋形 HSR6-E)

また、みず空調は空調機と制御機器を異なるメーカーで構築するのが一般的であったが、大温度差AHU/FCUは自動制御を一体化したパッケージ製品であるため、設備工事を簡略化し、工事区分を明確にすることができる。

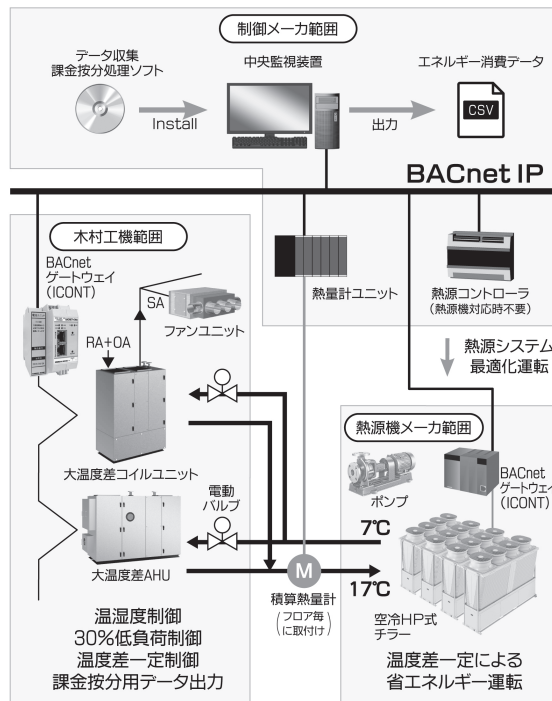
このような空調機のパッケージ化は、設計者不足や職人不足といった背景を持つみず空調の活性化に不可欠であると考えている。

■温度差一定制御

次に大温度差AHU/FCUを軸とした「温度差一定制御システム」の概要について触れる。本制御システムの特長は、各空調機の温度差が一定となることで、按分による熱量計量の精度が向上し、合理性の高い課金システムの構築が可能となる点にある。

(1) システム構築における各社の役割

本制御システムは空調機、熱源機、制御機器の各メーカーが役割分担して構成する（第5図）。全体をBACnetで結び、フロアごとに設けられた積算熱量計により使用熱量を計量する。各空調機はバルブ開度等の課金按分用データを中央監視へ送信し、空調機単位での簡易課金に対応する。使用熱量に応じたコスト負担はテナントユーザーの省エネ行動を誘発し、空調の高効率運用にも繋がるものと考えている。



第5図 温度差一定制御各社役割例

■大温度差空調システムの導入効果

続いて大温度差空調システムの導入効果について、エネルギー消費量と導入コストに関する当社試算を紹介する。

(1) 省エネ効果

第6図は $\Delta t8K$ コンパクトAHU方式を基準とし、 $\Delta t10K \pm 0.5$ 大温度差方式のエネルギー消費量について大温度差、低負荷制御、その他効果による総合的な比較である。分流コイルを搭載し、低負荷に対応した大温度差AHU/FCUはそれぞれ基準比85.2%、84.6%となり、優位性が試算された。

また、ファンユニットとコイルユニットを分散配置した提案モデル「セパレート形」では、ワンスパン単位のシステム設計でファン動力を抑え、基準比82.6%となり、更に高い省エネ性が試算された。

冷温水式 従来AHU方式	冷温水式 大温度差AHU	冷温水式 大温度差FCU /AHU方式	冷温水式 セパレート形 空調システム
コンパクトAHU 7℃ $\Delta t8K$ 外気混合16℃吹出 気化式加湿	大温度差コンパクト AHU床置形 分流コイル組込	大温度差FCU /コンパクトAHU 分流コイル組込	冷温水式大温度差 コイルユニット床置形 分流コイル組込
給気ファン266,000 排気ファン 34,000	181,000 34,000	185,000 34,000	161,000 34,000
ポンプ 78,000	57,000	57,000	55,000
気化式加湿 76,000	63,000	52,000	59,000
熱源 487,000	468,000	468,000	468,000
消費電力量合計(kWh/年)			
▼941,000	803,000	796,000	777,000
空調電力消費量(kWh/㎡・年)			
▼76.5	65.3	64.7	63.2
一次エネルギー消費量(MJ/㎡・年)			
▼747	637	632	617
比率			
100%	85.2%	84.6%	82.6%

第6図 空調システム別消費エネルギー

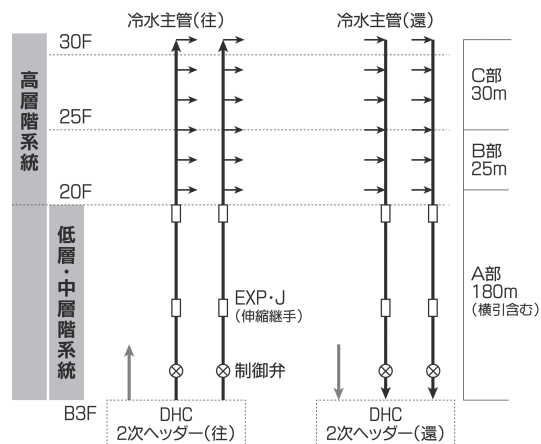
(2) 省コスト効果

次に導入コスト低減に関する考えを述べる。大温度差による少水量化は配管の細径化などコスト低減のための重要な要素といえる。当社は、その効果を明らかにするため、仮想ビルを設定し、従来温度差 $\Delta t5K$ を基準に、 $\Delta t8K$ ならびに $\Delta t10K$ における立主管の総質量を比較した。 $\Delta t10K$ の総質量は配管細径化により、基準値 $\Delta t5K$ 比65%となり、温度差の拡大がコスト低減に有効であることを示唆した(第1表、第7図)。

第1表 仮想ビルにおける立主管比較例

規模概要				
延べ床面積	10000㎡ (高層階2500㎡/フロア)			
階数	地下3階・地上30階・塔屋1階			
階高平均	地下: 6.0H 低層: 5.0H 高層: 4.3H			
空調方式	各階8分割エアハンドリングユニット			
配管系統	高層階: 立主管分割2系統			
配管設備比較				
諸元	$\Delta t5K$	$\Delta t8K$	$\Delta t10K$	
比較対象	高層階系統のみ			
冷房能力kW (高層階系統合計)	2500 (100W/㎡)			
冷水量l/min	合計	7167	4479	3583
	1系統あたり	3583	2240	1792
配管サイズ	A部	200A	175A	150A
	B部	175A	150A	125A
	C部	150A	125A	100A
配管総質量 ton	26.5	21.2	17.2	
質量比率	100%	80%	65%	

※ 高層階系統立主管のみの比較とし、総質量には2系統、住・選配管を含みます。
 ※ SGP配管用皮素鋼管(JIS G 3452)を想定した比較値です。



第7図 仮想ビルのイメージ

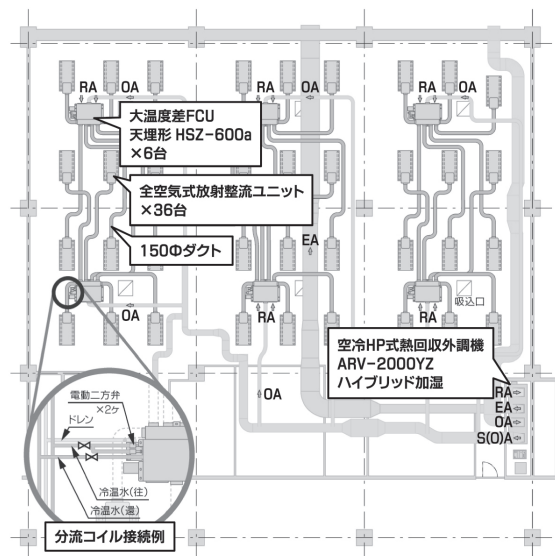
また、少水量化は配管の他、ヘッダー、ポンプ、制御バルブ、クッションタンク、蓄熱槽といった主要設備機器のサイズダウンにつながり、みず空調全体のコスト削減に有効だといえる。

■大温度差空調機の運転データ

2019年夏、当社東京ショールームに大温度差FCUを実装し、運転検証を行なっている。ここでは、当該空調システムの概要と代表的検証データを用い、大温度差空調システムの特性について確認する。

(1) 東京ショールーム空調システムの概要

外調機で一次処理された新鮮空気と天井チャンパー内還気を天埋形大温度差FCU内で混合し、冷却/加熱の後、ダクトを通じて室内へ給気している。外調機には空冷HP式熱回収外調機を用いることで「2管式中間期冷暖フリー」を実現、「換気機能の強化」と「排熱回収による省エネ」を両立している。また、ハイブリッド加湿により「暖房時22℃/RH50%」に対応、給気口には全空気式放射整流ユニットを用いることで、結露防止と快適性の向上を図っている(第8図)。



第8図 東京ショールームの概略平面図

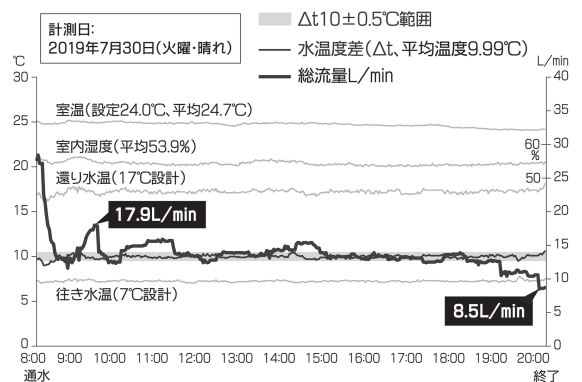
(2) 大温度差FCUの運転データ

次に夏期冷房時におけるFCUの運転データ(該当エリア6台分の主配管の往還水温、温度差、総流量および室内温湿度)を紹介する。ここでは、「通常運転」時と「負荷変動」時について触れる。

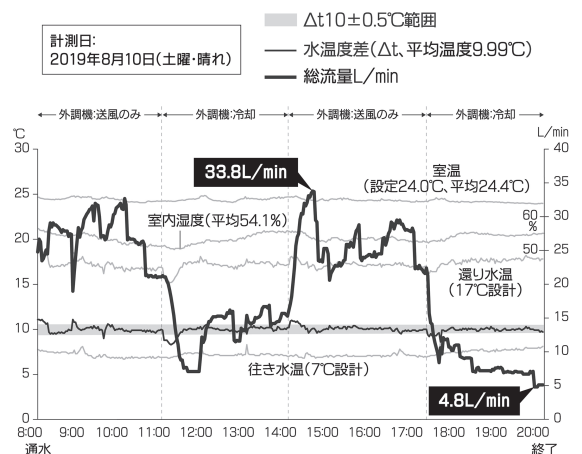
① 通常運転時(外調機冷却運転)

第9図は「通常運転」における運転データである。総流量の変動が少ないことから、外調機の一次処理により、負荷が安定したものと考えている。

また、FCU×6台分の総流量と水温度差に着目すると、極小水量時も温度差は常に $\Delta t 10K \pm 0.5$ を保持していることが分かる。



第9図 大温度差FCU×6台分(通常運転時)



第10図 大温度差FCU×6台分(負荷変動時)

② 負荷変動時（外調機冷却／送風切換運転）

第10図は「負荷変動」時の運転データである。外調機の給気温湿度に変化を与えることで負荷が変動、流量は激しく増減するが、水温度差は変わらず $\Delta t 10K \pm 0.5$ を保持していることが分かる。

■おわりに

これまで述べてきた大温度差空調システムは、環境への負荷を低減し、省エネ、省コストにも貢献できる「次世代みず空調」として開発した。

今後も引き続き改良を重ね、本システムの普及を図り、喫緊の課題である温室効果ガス排出量削減に貢献していきたいと考えている。

【筆者紹介】

齊藤 一成
木村工機(株) 事業推進本部 営業推進部 部長