

日本冷凍空調学会
技術賞

日本冷凍空調学会賞 技術賞

データセンター用ラック型空調システム

Rack-type Air-Conditioning System for Data Centers

1. はじめに

データセンターは、サーバやルータなどのIT機器を集中設置し、ITサービスを提供する施設である。データセンターではIT機器の高密度、高発熱化が進み、発熱密度は2000 W/m²にもなる。そのため、膨大な排熱を処理する空調エネルギーの削減が大きな課題となっている。

そこで我々は、従来のデータセンター空調における空調 airflow やデータセンター空調機の問題を改善し、高効率な運用を実現するデータセンター用ラック型空調システム(図1)を開発した。

2. データセンター空調

データセンター空調はオフィス空調と異なる特徴がある。大量の排熱を空調機で置換・処理するために空調機の送風量が大きいこと、熱負荷はIT機器から発生する顕熱負荷が主体となること、大量の内部発熱を処理するため年間冷房となること、などである。

従来空調方式では、IT機器は高さ2000 mm程度のラックに搭載され、列状に並べられている(図2)。空調機はラック列と直行する形で壁際に設置される。IT機器は機器前面から冷気を吸い込んで背面に吐き出す構造が一般的である。吸気面を向い合わせた通路はコールドアイル、排気面を向い合わせた通路はホットアイルと呼ばれている。コールドアイル床の開口パネルから二重床を介して空調機の冷気が供給される。

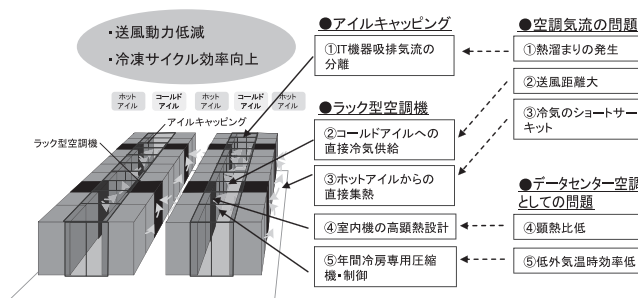


図1 新空調方式：ラック型空調システム (アイルキャッピング+ラック型空調機)



吉井 存*
Ari YOSHI



関口圭輔*
Keisuke SEKIGUCHI



宇田川陽介*
Yosuke UDAGAWA



柳 正秀*
Masahide YANAGI



内藤靖浩**
Yasuhiro NAITO

3. ラック型空調システムの高効率化技術

ラック型空調システム(図1)は、コールドアイルを屋根・扉で区画するアイルキャッピングと、専用開発のデータセンター用ラック型空調機(FTASCL-RS/C)で構成される(図3, 表1)。本システムの高効率化技術を示す。

(1) IT機器吸排気流の分離(アイルキャッピング)
従来方式では、空調機からの冷気が届きにくいところでは、ホットアイルからコールドアイルへの高温排気が回り込むことによって熱溜まりが生じる場合があった。こうした環境では、空調機の送風量を大きく運用せざるを得ず送風動力が増大していた。本システムではアイルキャッピングによって、二つのゾーンの airflow を区画することで、熱だまりの問題を解消した。

(2) コールドアイルへの直接冷気供給(ラック型空調機)
従来方式では、高発熱IT機器の熱処理のために二重床を介して大風量を遠方まで送る必要があった。本システムでは、ラック列内からコールドアイルへ直接冷気供給を行う空調形態とし、送風距離を短縮した。さらに、高効率ターボファンを使用することで送風動力を低減した。

(3) ホットアイルからの直接集熱(ラック型空調機)
従来方式では、供給された空調冷気の一部がIT機器を冷却せずコールドアイルから空調機に戻る。そのため、空調機の吸込温度が高まらず、冷凍サイクルの運用効率が低

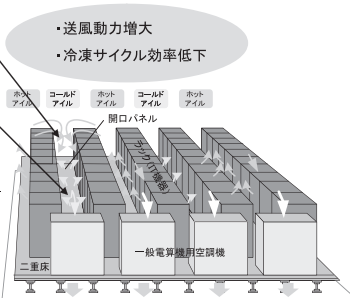


図2 従来空調方式：二重床空調方式 (二重床+壁際空調機)

* (株)NTT ファシリティーズ
NTT FACILITIES, INC.
** 日立アプライアンス(株)
Hitachi Appliances, Inc.
原稿受理 2013年2月12日

下した。本システムでは、直接ホットアイルからIT機器の排気(30~40℃)を集熱できる空調形態とすることで、高い冷却効率を実現した。

(4) 室内機の高顕熱設計(ラック型空調機)

データセンターの熱負荷はIT機器から発生する顕熱負荷が主体で、外気や人体から発生する潜熱負荷は一般的なオフィスに比べて少ない。そのため、空調機は除湿しにくい高顕熱で運転することが、無駄な加除湿を伴わず省エネルギーである。本空調機は、標準的な運用条件で顕熱比を約1.0にまで高めた機器設計がなされている。

(5) 年間冷房専用スクロール圧縮機・低圧力比制御(ラック型空調機)

① 低圧力比制御

年間冷房であるデータセンター空調の特徴を踏まえ、外気温度の低い中間期、冬期に圧縮機の信頼性が許す限り凝縮圧力を低く運転し、高効率運転を実現する制御を導入した(図4)。

② 年間冷房専用スクロール圧縮機

最新の圧縮機(非対称歯形)をベースに過圧縮防止弁を適用し、本用途専用の圧縮機を開発した(図5)。過圧縮防止弁を適用することで低圧力比の効率改善と圧力比(外気温度)に対する効率をフラット化および運転可能範囲の拡大を実現し、低圧力比制御の機能をさらにブラッシュアップした(図6)。また、圧縮機用モータはDC化し、効率向上を追求した。

前述のアイルキャッピングとラック型空調機の高効率化技術によって、ラック型空調システムは、年間COP^{*1}(東京)6.13を達成した。

本空調システムの適用によって、一般電算機用空調機を適用した従来の二重床空調システム(年間COP2.6)より、年間消費電力量を58%削減可能となる(図7)。

*1 年間COP

各外気温度帯で定格顕熱能力を発揮させた場合の顕熱COPを、東京の気象条件の年間の外気温度分布で加重平均したもの。室内吸込空気温度は規定値で計算。年間冷房となるデータセンター空調では定格条件だけでなく、年間トータルでの効率が重要となる。

4. 高信頼設計

高発熱IT機器が搭載されたデータセンターでは、空調が5分停止するとITサービスが停止するほどであり、空調には高い信頼性が要求される。

ラック型空調機(FTASCL-RS/C)は、震度6強の地震でも運転を継続する構造筐体設計、IT機器へ影響を与えない低電磁ノイズ性能、空調機の漏水リスクを回避する制御・構造など、データセンター用空調機に要求される高い信頼性を備えるものとした。

ラック型空調機



図3 ラック型空調機

表1 ラック型空調機(FTASCL-RS/C)仕様

空調方式	直膨空冷パッケージ型
顕熱冷却能力	34kW(定格条件)* 28kW(JIS条件)*
室内機ファン風量	80~125m ³ /min
電源	AC三相200V 50Hz/60Hz
冷媒配管長	最大160m
冷媒	R410A
外形寸法	室内機: W600×D1017×H2000mm 室外機: W1350×D900×H1940mm

* 定格条件 室内吸込35℃/19.9℃WB, 外気温度35℃, 冷媒配管長5m
* JIS条件 室内吸込27℃/19℃WB, 外気温度35℃, 冷媒配管長5m

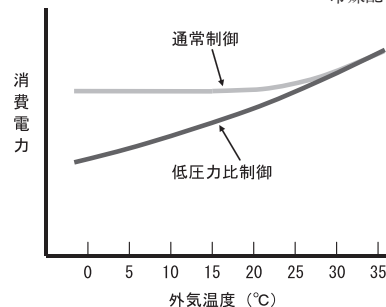


図4 低圧力比制御による消費電力

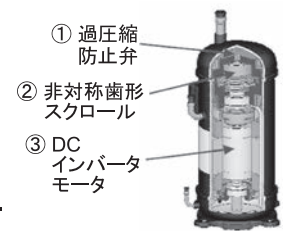


図5 圧縮機

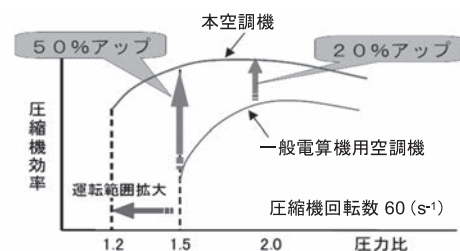


図6 圧力比(外気温度)と圧縮機効率

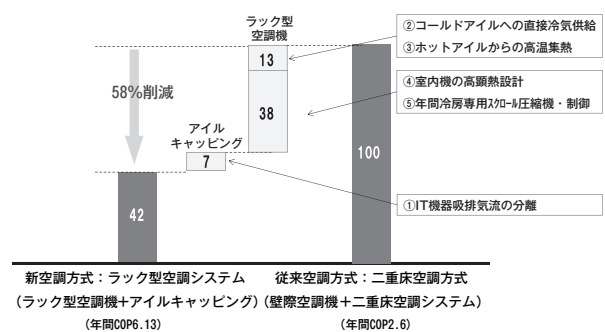


図7 空調エネルギー削減効果

5. おわりに

一般電算機用空調機を使用した従来空調方式に比べて、年間の消費電力量を58%削減可能なデータセンター用ラック型空調システムを開発した。発熱密度が大きく24時間365日稼働するデータセンターにおいて、空調機の消費電力量を減らすことは、CO₂削減の観点からも意義が大きい。今後も、社会情報基盤を担うデータセンターのファシリティ技術の発展に努め、地球環境保全に貢献していきたい。