

ヒートポンプを使った 高効率リタンエアデシ カント外気処理機 RADESC（ラデック）

石川 幸次
昭和鉄工(株)

営業本部 開発営業部 東京開発営業G

1. はじめに

昨今、CO₂排出量削減が求められるなか、オフィスビルや商業施設等の業務部門では、依然として排出量が増加しており、その大半は空調機器のエネルギー消費によるものである。

空調機器業界では、空調機の省エネルギー化、高効率化が進められているが、温度と湿度をまとめて処理する冷却減湿方式の空調機では、これ以上の効率を求めるのは困難になりつつある。

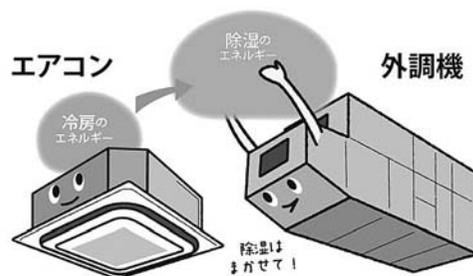
空調設備設計においては、新築建物の平均でネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）の実現を目指す動きがある。それを実現するためには空調設備の省エネルギー化が必須であり、省エネルギー空調システムとして各空調学会等でも実証されてきている潜熱顕熱分離空調システムがある（図-1）。

潜熱顕熱分離空調システムには外気処理としてデシカント外気処理機が使用されるケースが見受けられ、ここで弊社のデシカント技術を用いた外気処理機（高効率ヒートポンプ式リタンエアデシカント外気処理機）を中心に、特徴および製品の導入事例を説明する。

2. リタンエアデシカント方式について

2-1 リタンエアデシカント方式概要

新方式のリタンエアデシカント方式を採用した「リタンエアデシカント外気処理機RADESC（ラ



温度と湿度を分けて個別に処理する空調システムで……

省エネ UP

エアコンにかかっていた
除湿処理の負担軽減に

快適性 UP

温度と湿度を個別に
制御することが可能に

図-1 潜熱顕熱分離空調システム

デッキ)」(以下RADESC)では、デシカントローターに全熱交換器を組み合わせた機器構成となっている(室内からの還気(リタンエア)をさらに除湿し、より低湿度となった空気と外気を全熱交換して室内空気と同じ絶対湿度を得ることのできる高効率の外気処理機である)(図-2)。

従来の2ロータータイプのデシカント(図-3)と比較すると、熱回収を行うのが顕熱交換器ではなく全熱交換器である点や、デシカントローターの除湿対象が外気ではなく還気である点などが大きな違いである。

2-2 リタンエアデシカント方式の特徴

RADESCはデシカントローター自体に求められる必要除湿量が少ないため、再生温度が低く40~60℃と抑えられる。

RADESCの「プレクールタイプ」(冷却コイルの配置を給気流路側から還气流路側のデシカントローター前に移動したタイプ、図-4)は、再生温度が40~50℃と低くヒートポンプの凝縮熱レベルでもシステムが成立する。

熱源をヒートポンプとした場合、機器構成において冷却コイルが蒸発器に、再生コイルが凝縮器に相当する。ヒートポンプ内蔵により自己完結型



図-2 リタンエアデシカント方式

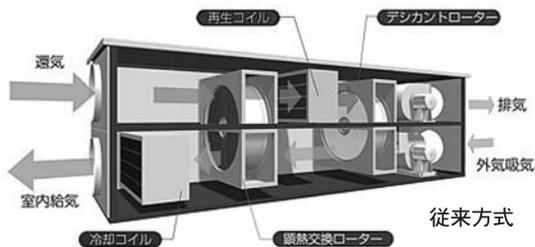


図-3 従来のデシカント方式

の装置となるため、安定した排熱や熱源のない物件にも容易に導入することが可能となる。

2-3 リタンエアデシカント方式の動作

本機器の主な構成は、デシカントローターと全熱交換器、加熱コイル、冷却コイルである。機器構成と流体の流れを図-5に示す。

夏期は、還気空気を冷却コイルで予め冷却し、その冷却した還気空気をデシカントローターで除湿を行い、除湿した還気空気と外気を全熱交換器で全熱交換して室内へ給気するプロセスである。

夏期の外気処理プロセスを以下に説明する。

還気空気③を冷却コイル(蒸発器)で④まで冷却し、デシカントローターで⑤まで除湿する。⑤の空気と外気空気①を全熱交換器で全熱交換し、処理した外気空気②を給気する。全熱交換器の排気側は⑥になり加熱コイル(凝縮器)で⑦まで加熱後、デシカントローターを再生し⑧を排気する。夏期外気処理プロセスを空気線図(図-6)に示す。

続いて冬期の外気処理プロセスを以下に説明する。暖房時の流体の流れを図-7に示す。

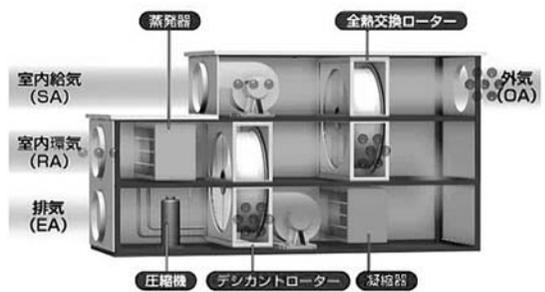


図-4 RADESCプレクールタイプ

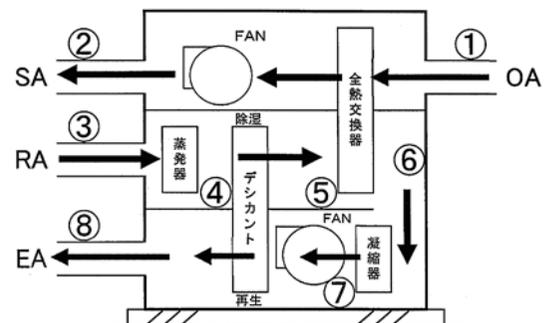


図-5 流体の流れ(冷房時)

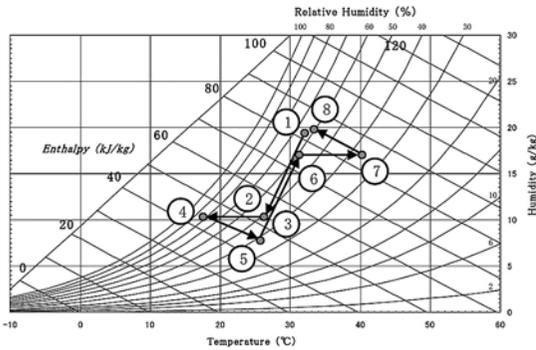


図-6 夏期外気処理プロセス

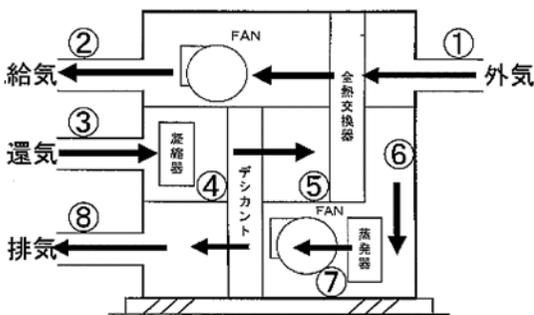


図-7 流体の流れ (暖房時)

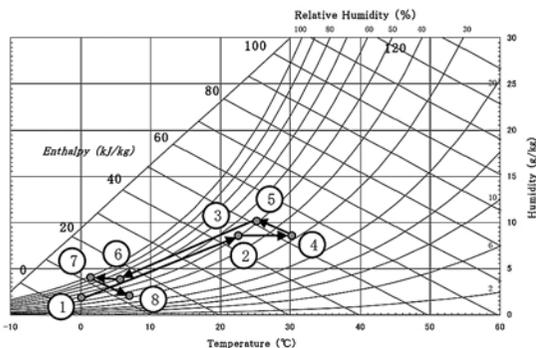


図-8 冬期外気処理プロセス

還気空気③を加熱コイル（凝縮器）で④まで加熱し、デシカントローターで⑤まで加湿する。⑤の空気と外気空気①を全熱交換器で全熱交換し、外気空気①を処理し室内へ給気②する。全熱交換器の排気側は⑥になり冷却コイル（蒸発器）で⑦まで冷却後、デシカントローターにて除湿し⑧を排気する（理論上、無給水加湿を実現）。冬期外気

処理プロセスを図-8に示す。

端的に言えば本システムは全熱交換の効率を最大限に引き出す仕様で、デシカントローターをサブに配し、外気処理は最終的に全熱交換器のみで行うものである。

RADESCは冷却・放熱の双方が必要なデシカントシステムに、ヒートポンプサイクルの冷却（蒸発器）と放熱（凝縮器）をバランス良く組み込んでいる。

3. ヒートポンプ式リタンエアデシカント外気処理機

3-1 RADESC機器の構成

前項で説明したヒートポンプ式RADESCは一体型構造である。

主要部品であるデシカントローター、全熱交換器ローター、給気FAN、還気FAN、蒸発器、凝縮器、圧縮機、制御盤の全てが本体の中に配置されている。ヒートポンプ式であるが、一体型ゆえに室外機を別設置する必要はない。機器詳細図を図-9に示す。

3-2 RADESC機器の仕様

ヒートポンプ式RADESCは風量帯別の5機種があり、型式・風量は以下のとおりである。

HCDR-4000G ~ 4,000CMH

HCDR-6000G ~ 6,000CMH

HCDR-8000G ~ 8,000CMH

HCDR-10000G ~ 10,000CMH

HCDR-12000G ~ 12,000CMH

給気用送風機と還気用送風機はプラグファンを使用し、電動機にはインバーターを標準装備する。

ヒートポンプ式RADESCは外気処理機である。ゆえに給気の温度と相対湿度をコントロールする。付属のリモコンで設定された給気温湿度値に従い、外気全熱処理量に適した機内の最適制御を行う。

運転モードは、手動時には「冷房除湿」「暖房加湿」「全熱交運転」「送風運転」「自動運転」と選べ、「自動運転」を選択時には外気温度（機内外気温

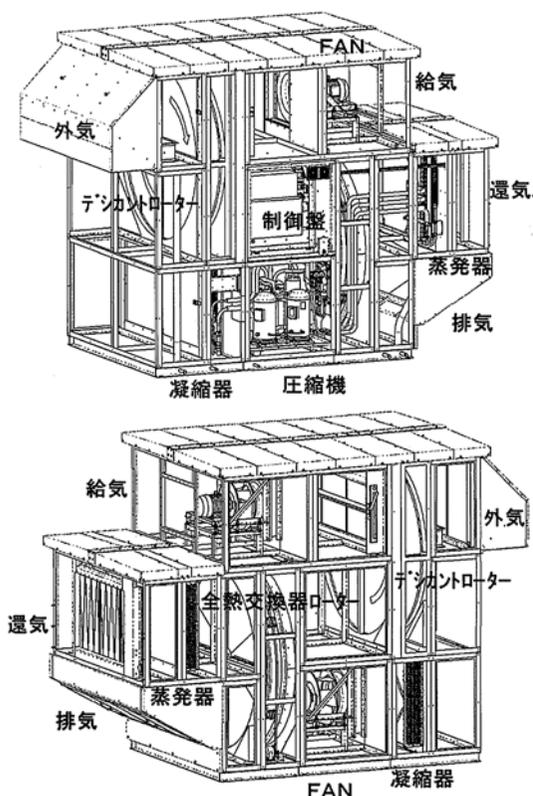


図-9 ヒートポンプ式RADESC詳細図

度センサー)で「冷房除湿」「暖房加湿」「全熱交運転」の3モードを自動で選択し、外気処理運転する。

外部からの運転入力信号の受け付けも可能で、「冷房除湿」「暖房加湿」「全熱交運転」「送風運転」「自動運転」のモード入力と、変風量信号(4~20mA)の入力も標準で備える。また、希望に応じて夜間送風運転(シックハウス対策)の対応も行う。

3-3 RADESC機器の選定について

RADESCは還気の熱を利用したシステムである。ゆえに還気量の確保が必要である。

処理外気給気量と還気量の風量バランスについて、(給気)100:(還気)100の風量比がもっともRADESCの性能を維持できる。

建物のトイレ換気等により外気給気をプラス風量で送る必要があるが、(給気)100:(還気)75の

風量比でも対応が可能である。

2-3項でRADESCの動作を説明したが、RADESCは給気温湿度・還気温湿度・外気温湿度も機器選定に重要なファクターである。機器選定および性能確認の上で、風量・風量比・各温湿度条件は必須となることをご理解いただきたい。

風量・風量比・各温湿度の条件が揃えば、弊社ではシミュレーションソフトを使いRADESCシステムが成り立つか検証を行っている。採用検討の際は弊社へご相談願いたい。

4. ヒートポンプ式RADESCの納入事例

以下に納入事例を紹介する。

4-1 都内某オフィスビル新築

設置場所:東京都内

延べ床面積:床面積8,652.86m²

階数・構造:地上8階・地下2階, SRC造

働きやすさ、省CO₂化等、環境への優しさを高次元に両立する次世代環境志向オフィス。

床吹出空調と天井スラブ放射空調を採用し、ペリメータイルの緩衝空間でペリメータ空調レス化により快適な放射環境を実現した。吸着式冷凍機からの中温度冷水を使った放射冷房には除湿された外気導入が必須である。過冷却空気では相対湿度の高い処理外気を導入することとなり、室内環境と同等の温湿度まで処理された外気としてはデシカントが理想である。

デシカント機を使用するために新たな冷温水の確保はしづらく、効率の良いヒートポンプを利用したRADESCに注目をいただいた。

本件設計者は、外気側に井水・雨水熱利用コイルを配し(外気プレクール)、外気の1次顕熱処理を行うことでヒートポンプエネルギー消費の抑制を狙った(図-10参照)。

使用したRADESCは8,000CMHのタイプで型式はHCDR-8000G, 地下機械室に4台設置している(写真-1)。

室内設置のCO₂センサーにより外気処理風量を決定し、4台のRADESCを変風量および台数制御運転し運用している(制御は計装工事区分)。

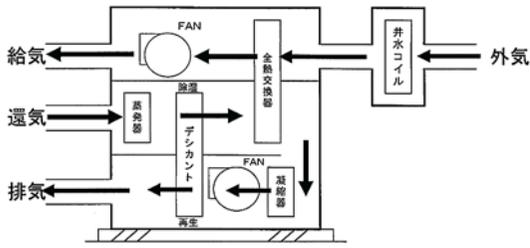


図-10 RADESC外気プレクール概要



写真-2 RADESC屋外仕様横型



写真-1 RADESC設置風景

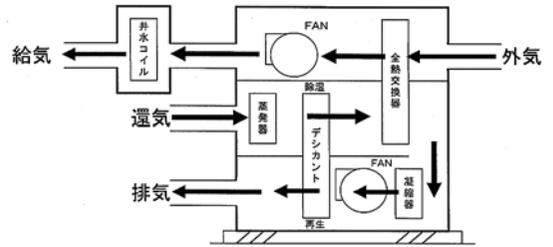


図-11 RADESCアフタークール概要

4-2 某メーカー研究棟新築

RADESC12,000CMHのタイプを納品し、型式HCDR-12000Gを4台設置した。RADESCは縦型が標準であるが、建物の外観を損なわないよう低高である横型を製作した(写真-2)。

4-1項と同じように井水コイルを設置しているが、本件の設計者の意図は、自然エネルギーである井水を利用したかったことと、RADESCの給気温度設定値をおさえてヒートポンプの消費エネルギーを抑制することにあった。夏期の運用において効果を発揮する(図-11)。

4-3 某学校図書館新築

RADESC10,000CMHのタイプを納品し、型式HCDR-10000Gを1台設置した。

ここではフィールドデータを紹介したい。図-12に外気除湿処理の状況を表す。

外気絶対湿度20.0g/kg(DA)に対し、RADESCは給気絶対湿度10.5g/kg(DA)(=設定値)まで除湿処理できている。図-13に性能評価を示す。

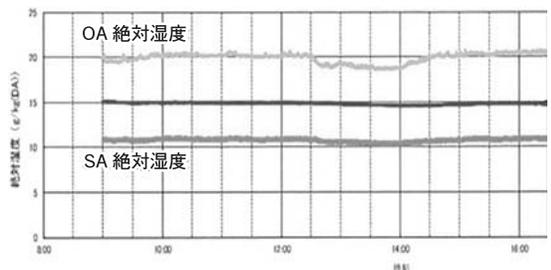


図-12 外気除湿状況

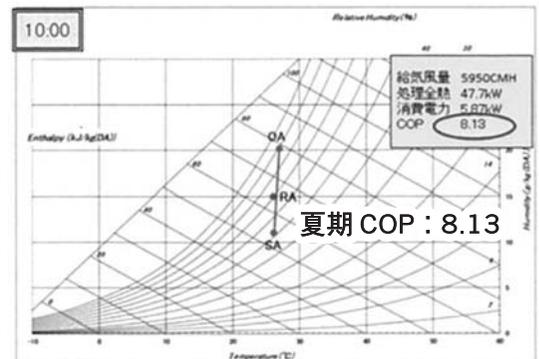


図-13 性能評価

外気全熱処理量とRADESCの装置消費電力値によりエネルギー成績係数（COP）を算出したところ、夏期最大でCOP値8以上を記録した。外気全熱処理量が大きいほど高くなる特性がある。

5. おわりに

RADESCは、排気される室内還気を効率良く熱回収できるため、少ないエネルギーで外気処理を行うことができる。また、冷温水型では中温度冷水や低温排熱利用が可能であり、これまで使用していなかった熱を効率よく利用できる。近年、外

気のCO₂濃度が上昇傾向であり、室内のCO₂濃度を低下させるために、外気導入量は今後、増加していくことが考えられるため、外気処理機の省エネルギー面での役割は大きくなると予想される。

弊社はヒートポンプを使用した外気処理機分野ではチャレンジャーである。RADESCで培った経験や技術をもとに、さらなるRADESCの高効率化や新たな外気処理機の検討を行い、少しでも空調設備の省エネルギーに貢献できれば幸いである。

■メディアニュース

TOTO／海外にトイレ技術／水の洗浄エネルギー生かす

TOTOがトイレの節水洗浄技術の海外展開を進めている。米国では過去の洗浄性能の調査で同社の製品が1～3位を獲得し、欧州では洗浄性能評価で1, 5, 10位になるなど、世界的に高い評価を得る。国内で開発した洗浄システムをプラットフォーム化し、各国に輸出する体制を整えつつある。

同社の売りに占める海外比率は2009年には12%、15年で22%と徐々に存在感を増してきた。17年度には24%の1580億円まで引き上げることを目標に掲げる。

同社では一連の洗浄動作において、水の勢いを操作して効率的に便器の中身を押し流す技術を、ガソリンからエネルギーを取り出す車のエンジンになぞらえ「洗浄エンジン」と呼称する。便器洗

浄、汚物の便器内からの排出、下水管内での搬送性能の3つの機能に着目し、できるだけ少ない水で便器内の汚物を洗い流す技術の開発に取り組んできた。

タンクレストイレ「ネオレスト」シリーズでは、水たまりの下からジェットで水を噴出して汚物を排出するシステムで大幅に節水し、トイレの腰掛け側から強い旋回水流を流す「トルネード洗浄」もほぼすべてのトイレに採用する。

こうした技術は粘土によるモデル作成の後、スーパーコンピューターによる流体解析や3Dプリンターによる試作を繰り返して作り込む。近年では技術の進歩により、開発プロセスがスマートになり、製品完成度も向上した。

同社は節水便器を販売して40年目となる。日本の優れた洗浄技術を世界各地の便器デザインに掛け合わせ、さらなる販売拡大を進める。

（建設通信新聞 2016年12月1日付）

■メディアニュース