



近冷工 これからの 技術情報

『これからの技術』を語る……P. 8~17

『新技術・新製品』紹介……P.18~49

第12号

令和3年
1月31日発行

高効率陽圧除湿空調システム DEMS (ディームズ) におけるCO₂システムのご紹介

長谷川鉄工株式会社
施工本部 棧原 唯氏

1. はじめに

近年、品質要求レベルの高まりにより、冷凍・冷蔵倉庫の荷捌きエリアや低温室においても低温化や湿度管理が必須となりつつある。その対応として、陽圧除湿空調システム（室内へ送り込んだ除湿空気により、室内の気圧を外気圧より高くすることで外気の浸入を抑制し、室内の環境を維持する陽圧システム）を導入する事例が増えてきている。

以下に同システムのメリットを挙げる。

(メリット)

- ・室内床や天井などの結露が防止できる
- ・室温が安定する
- ・外気の浸入を抑える（電力量の低減）
- ・塵埃、虫、排ガスの浸入を防止できる
- ・作業環境の改善

また、除湿空調の方式はいくつかあるが、中でもデシカント方式は乾燥剤（デシカント）により空気中の水分を吸湿、除去する方式で、外気条件の変化に対し柔軟に湿度管理が出来る。

そのため、外気を大量に取り入れる必要のあるシステムで有効である、デシカント方式が採用されることが多かった。しかしながら、以下のようなデメリットも併せ持っている。

(デメリット)

- ・デシカントロータや再生に必要な流路、ファンや熱源機器が必要となるため比較的大型になる
- ・デシカント自体が高価である
- ・再生サイクルにおいて、デシカントから水分取り除くために大量の熱を必要とする

そこで弊社はそれらの問題を解決するため、新たなコイル方式の除湿システムを開発し、商品化した。図1にシステムを比較した概要図を示す。

今回はこの高効率陽圧除湿空調システム「D EMS (Dehumidification Energy Management System)」において、CO₂冷媒に対応すべく、システム改良したので紹介する。

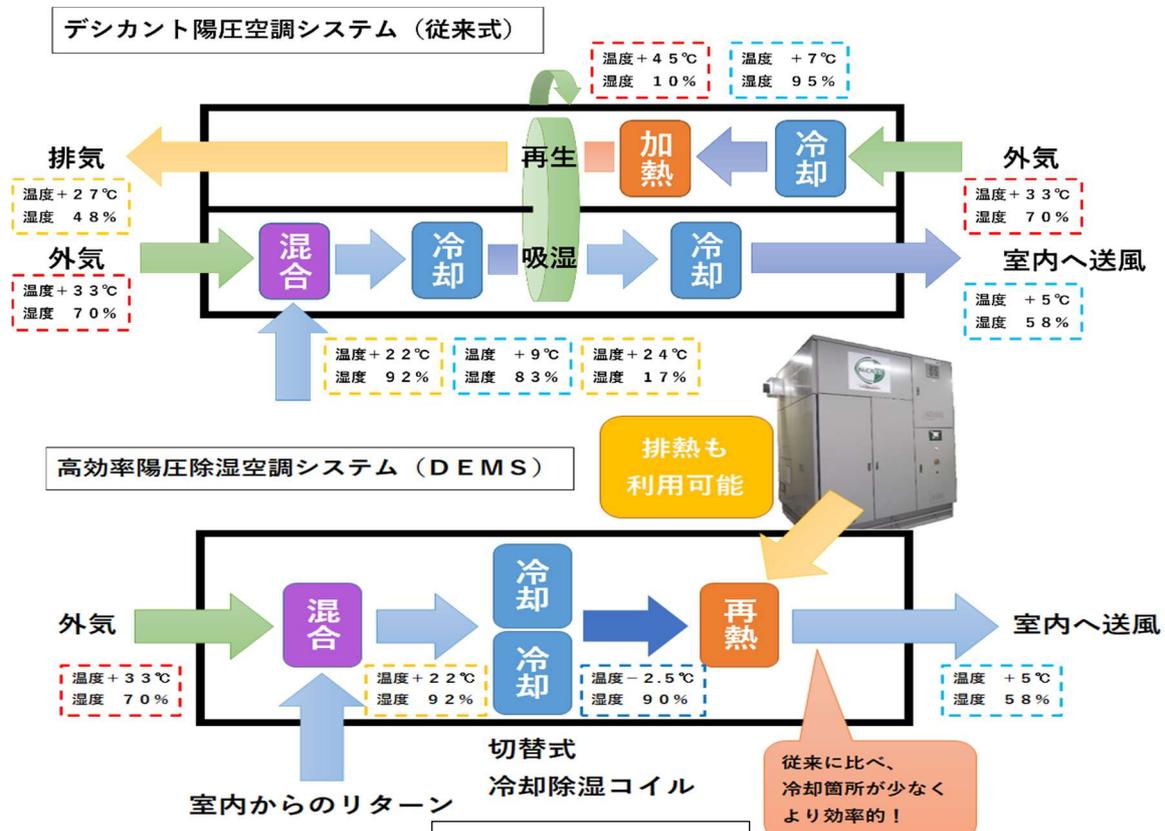


図1. システム概要図

2. 「DEMS」のCO₂冷媒対応

まずデシカント陽圧空調システムと当社「DEMS」のシステム概要を図1に示す。

「DEMS」は、取り入れた外気を冷却コイルにより強制的に結露させることで除湿し、ヒータによる再熱で必要温度まで調整し送風する、いわゆる過冷却再熱除湿方式をベースとしている。

コイルを2並列で設置し、交互運転する構成となっており、除湿低温空気供給を停止することなく、霜付進展による効率低下が起きないシステムとなっている。図2にDEMSの構成図を示す。

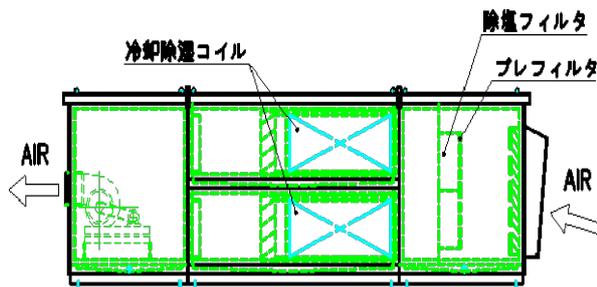


図2. システム構成図

この「DEMS」においてCO₂冷媒に対応するにあたり以下のような課題があった。

i. 高圧であるため設備が大型化

これまで納入実績のあるR410A等と比較してCO₂冷媒は圧力が高く、本体のコイル部のパイプ厚肉化及びヘッダー部のSUS304化により従来品よりサイズが大型になるという欠点があり、設置条件を緩和するため対策が必要であった。



写真1. ACファン

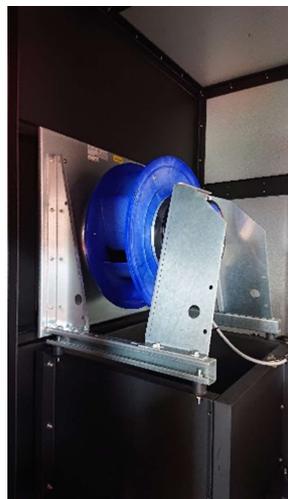


写真2. ECプラグファン

前述のとおりコイルブロックは2並列となっており、小型化が難しい仕様であるため、今回は送風機に着目した。写真1と2に送風機の状態を示す。

従来の送風機は片吸込みACファンを採用していたが、近年クーラーへの搭載が増加しているECプラグファンを採用することにより、送風機ブロックの小型化を図った。その結果、コイルブロック部の拡大分を吸収しつつ、全体としては従来品よりも小型化することに成功した。

さらに付随効果として、ECプラグファンの強みでもある回転数が容易に制御できるという利点を活かし、施設規模に合わせた最適な風量に調整することにより、さらなる省エネ効果が期待できる。また、ECプラグファンは、ACファンよりも低騒音であるため、製品品質の向上にも効果がある。

ii. コイル内に液が残留しデフロストを阻害

CO₂冷媒はR410Aよりも蒸発潜熱が大きく、コイル内に液として残留し、デフロストヒータの効率が著しく低下する。これによりデフロスト時間が長期化するため、省エネの観点から対策が必要であった。

デフロスト改良点について図3に示す。

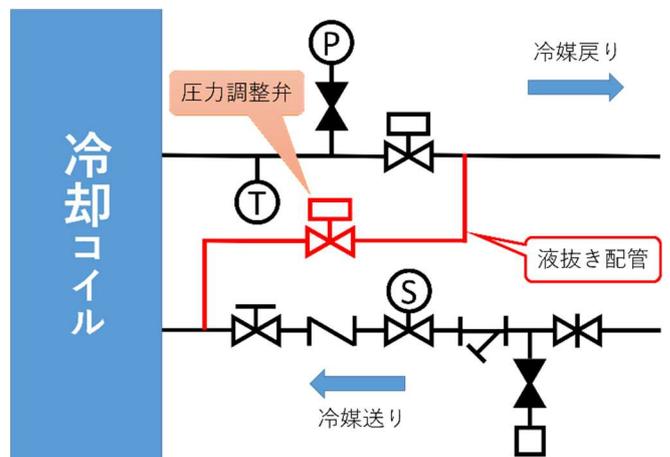


図3. 冷媒配管施工事例

CO₂冷媒の送り側と戻り側の間に液抜き配管と圧力調整弁を設置した。通常運転時の圧力では液抜き配管をバイパスせず、デフロスト開始後、CO₂冷媒がデフロストヒータにより熱せられ、圧力が上昇する。通常運転時以上の圧力となった場合にのみ、圧力調整弁が開き、冷却コイル内に残留したCO₂冷媒が液抜き配管を通過し、レシーバへ戻るよう改善した。

これにより、デフロスト開始から短期間のうちに冷却コイル内の液化CO₂を取り除くことが可能となり、液抜きしない状態と比較し、デフロスト時間を約33%短縮した。

また、停電等の異常時やメンテナンス等の長期停止時に電磁弁や電動弁が不動となり、冷却コイル内が密閉された場合においても、異常圧力となる前に、圧力調整弁から圧力を逃がすことが可能であるため、安全性も向上した。

以上のシステム改良により、R410A向け設備から商品力を下げることなく、CO₂冷媒へ対応が可能となった。

3. さらなる効率化に向けて

前述のとおり「DEMS」は過冷却除湿方式をベースとしている特性上、デシカント方式よりも霜付進展による効率低下の危険性を含んでおり、効率の良いデフロストが重要なファクターとなっている。

ここではデフロストの効率向上を目標にさらなるシステム改良した事例を紹介する。

近年、環境に配慮し、冷媒を減らす動きが活発となっており、「DEMS」においても少量の冷媒で効率良く除湿する工夫を随所に取り入れている。今回はここに着目し、システム改良を実施した。

少量の冷媒で冷却することにより、コイルブロック内の霜付き状況がこれまでと変化している。

写真3に霜付き状況を示す。

冷媒の蒸発が活発なコイル下部に霜付きが集中して、コイル上部では霜付きがほとんど見られない。



写真3. コイル部霜付き状況

そのため上部と下部でデフロスト完了時間に乖離がある。このままでは上部は早期にデフロストが完了し、下部が完了するまで無駄な電力を消費することとなる。

この無駄を省き、効率の良いデフロストを実現するためハード面、ソフト面共に見直し、以下の改良を実施した。

i. デフロストヒータ配列の最適化

デフロストヒータ配列図を図4に示す。

これまでデフロストヒータはコイルブロック内に均等に配置しており、霜付き量の異なる上部と下部へも同熱量を加えることしかできなかった。

そのため、ハード面の改善として、霜付きの少ないコイル上部のヒータを間引き、霜付きの多いコイルブロック下部にヒータを多く配置することで効率の良いデフロストが可能となった。

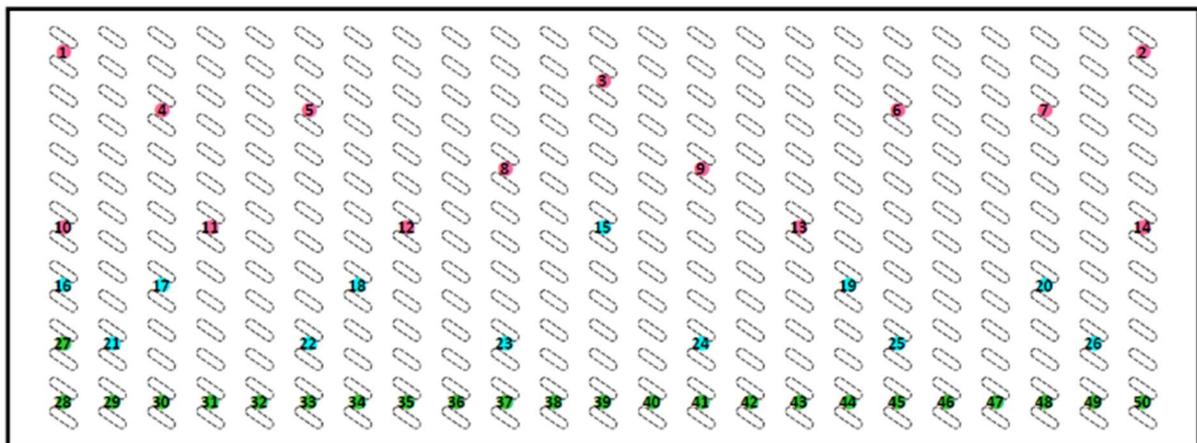


図4. デフロストヒータ配列図

ii. デフロストヒータ制御の最適化

ソフト面では、デフロストヒータを図4に示す、赤、青、緑の3ブロックに分割し、それぞれを独立した制御とするように改善した。タッチパネルより、それぞれのブロックのヒータ作動時間を変更可能で、季節の霜付き状況に合わせて、調整することにより、無駄な電力の削減が可能となった。



写真4. タッチパネル設定画面



写真5. 納入事例

4. 納入事例

2020年2月納入

2万トン級物流センターの新築工事において、CO₂冷媒対応のDEMSを納入した。現在、トラック非接車時においては15~20Pa、トラック接車時においても5Paの陽圧状態を確保しており、外気浸入による結露は発生しておらず、順調に稼働を続けている。ランニングコスト面では、外気の浸入が抑制されたことにより、荷捌きエリアのクーラーの稼働時間とデフロスト回数が従来の半分程度まで削減された。

5. おわりに

今回はDEMSにおけるCO₂冷媒対応とデフロスト効率化について紹介したが、既に市場投入済であるNH₃/CO₂カスケードユニットのNiCRESとも非常に互換性が高く、省エネ・低コストに貢献できるだけでなく、荷捌きエリアの結露を大幅に抑制でき、商品の品質向上や商品移動時の安全性向上にも期待できるため、積極的に提案したいと考えている。

今後はさらに効率化や省エネに貢献できるよう散水方式のデフロストの検討等、より良いシステムの提案をできるように努めていきたい。

冷熱の総合エンジニアリング企業

HASEGAWA
REFRIGERATION, LTD.

NH₃/CO₂ Refrigerant Ecological System

長谷川鉄工株式会社

大阪・東京・札幌・尼崎臨海工場
<http://www.hasegawa-jpn.com>

安全で高効率の自然冷媒冷却システム

「NiCRES」誕生

最も効率の良いアンモニアと二酸化炭素を組み合わせた高効率な冷却。

NH₃/CO₂カスケードユニット
「NiCRES」

安全性と、省エネの両立を図りながら、「冷媒を少なく」
「外部に漏らさない」機構を随所に取り入れています。