

〔 解説 〕

液式湿度制御空調について

＜機器の特徴と効果・用法＞

ダイナエア(株) 宮内 彦夫

Hikoo Miyachi

ABSTRACT

多機能大出力の液式調湿機の登場によって<湿制御空調>が一般空調でも利用可能になりつつあるが、単に一外調機として設置するのではなく、総合的な空調システムの構築と運用こそが大きな効果を発揮する。

1. はじめに

所謂デシカント空調機は度々話題性を提供しながらさほどの広がりを見せていないのが実情である。これは熱力学的空調機器の多い中で化学的吸収・吸着作用という物珍しさ(Closed Cycle Desiccant=吸収式は別として)がある一方で一部排熱利用を除いては固体除湿剤の再生(乾燥)に大きなエネルギーが必要なこと、除湿単能であること、除湿能力(Δx)がさほど大きくないこと、除湿した分、凝縮熱と吸収・吸着熱が発生し高温給気となること、大きくて設置性に難があることなどが災いしているものと思われる。排熱利用形態を主旨として先進する米国においても97年に始まったDOE(エネルギー庁)主導のAdvanced Desiccant Cooling & Dehumidification(デシカント冷却除湿普及プログラム—04 終了済み)は2010年全米空調の35%を目標普及率としながら、05年時点で、推定1.2%に留まっている。最近原油価格が高騰しコジェネなどの排熱源が普及し難い中でより厳しい状況が続くと思われる。

2. 開発に至る経緯

空調環境は近年VOC対策など室内環境の向上を目指して換気規定が改正される一方で地球温暖化対策やエネルギーコストの上昇を抑えなければならないといった矛盾する命題を抱えながら至急の同時解決が求められている。一般的に空調エネルギーの最も大きな負荷は外気の湿度(潜熱)であり、仮に室内に取り入れられる外気の絶対湿度が年間7~10g/kgのレンジで一定で外調機自体がエネルギーをさほど消費しないで実現するなら空調負荷は激減し同時に大量の換気によって室内空気質は向上する。しかし、こうした換気・空調方式は現在まで高度な清浄管理を求められるクリーンルームなど極一部に大きなコストをかけて設置・運転されるのみであった。液体調湿剤を使用する換気装置(外気調和機)はコンベンショナルな過冷却再熱式や固体除湿剤ロータ式(乾ロータ式)に代わって一般空調に外気調和空調を普及させるポテンシャルを持っている。液体除湿剤=塩化リチウム(LiCl)水溶液を使う除湿装置は100年に及ぶ歴史があり、その吸湿ポテンシャルは大きいですが、液自体の持つ腐食性の高さ、飛散の恐れから固体除湿剤ロータ

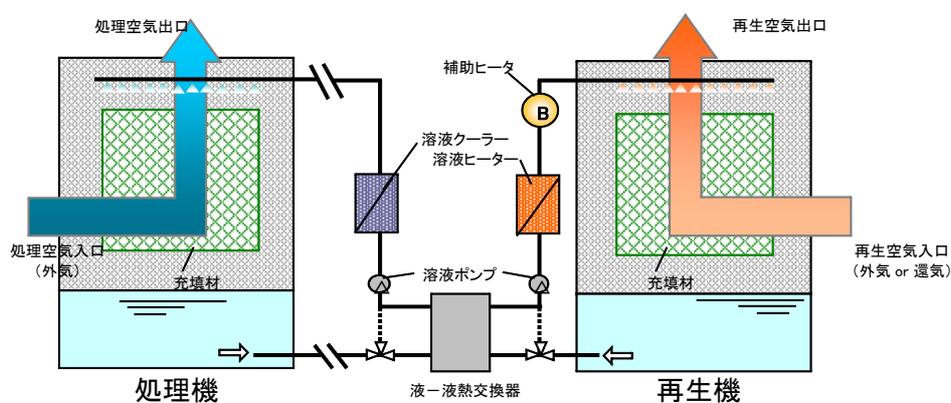
式除湿機の登場とともに衰退した経緯がある。この間有機素材関係、冶金技術の進歩があつて再び登場を可能ならしめたと言える。

3. 液式機の原理・特徴等

① 調湿剤

塩化リチウム (LiCl) 20~40wt%水溶液を使用する。腐食性が高いためかつては防錆剤として重金属類が添加されたことがあり、有毒説の根拠となっているが塩化リチウムそのものに毒性はなく食品添加物としての用途が多いことからそれが推察される。

② 構造

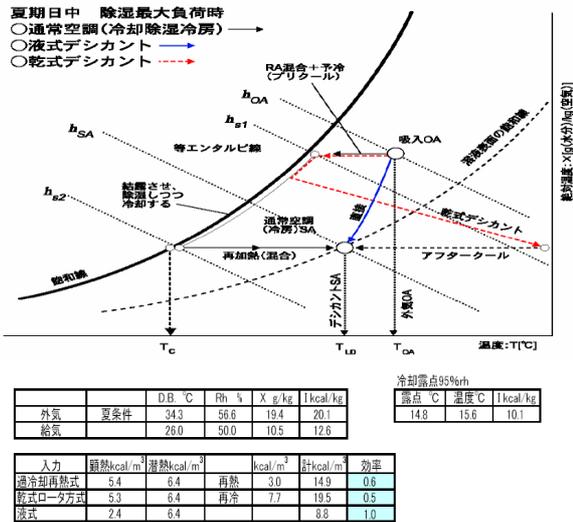


第1図

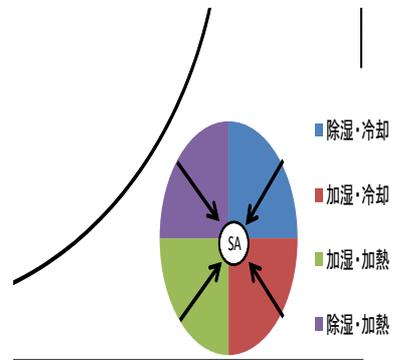
第1図は本機（液式調湿機）の基本構造である。除湿・加湿両用であり、除湿時は処理側において溶液 (LiCl) を冷却し再生側において溶液を加熱する。その後それぞれ取り入れ空気と熱交換を行い給気・排気を行う。固体除湿剤ロータ式と異なり処理・再生の運転は必ずしも同期しない。気・液熱交換の際は液飛沫同伴（キャリアオーバー）を防ぐため散布によるのではなく親水性の充填材を用い間接的な空気接触としている。加湿時は溶液クーラ・ヒータが逆転し、外気から吸湿を行うが大量加湿の場合、市水給水等で加湿水を補填する。本機の設置に関しては処理・再生機分離設置が可能であり複数処理機に再生機1台といった配置も可能である。

③ 特性

方式別効率比較



第2図



第2-1図

第2図は外気除湿処理における空気の入口ー出口変化を現したものである。他方式に比べ冷却と加熱を繰り返すことがなく最短距離でプロセスを行っている。過冷却再熱式・固体除湿剤ロータ式（乾ロータ式）に対比した基本エネルギー効率は約2倍である。

デシカント機の用法についてはこれまで様々議論のあるところであるが、外気をワンパスで給気レベルに処理するという際立った特徴を生かすには外気処理運用が向いていると言えよう。第2-1図は空気線図上の外気（吸気）状態と本機の給気状態の指向特性を表したものである。液湿度と濃度が一定ならば熱源補給が続く限り給気は常に一定であり続けようとする。

④ 駆動熱源

データ採取日 12/August

計測期間 JYOG 運転4時間後均衡時5h平均

処理

平均風量 CMH	1503	入口エンタルピ kcal/kg	18.5
平均処理入口温度 °C	32.3	出口エンタルピ kcal/kg	9.21
平均処理入口AH g/kg	18.8	処理出力 kw	19.5
平均処理出口温度 °C	22.2	平均処理冷熱投入量10.6°C kw	17.9
平均処理出口AH g/kg	6.4	出力 / 入力	1.09
除湿量 Δx g/kg	12.4		

再生

平均風量 CMH	1701	入口エンタルピ kcal/kg	18.5
平均再生入口温度 °C	32.3	出口エンタルピ kcal/kg	24.7
平均再生入口AH g/kg	18.8	再生出力 kw	14.7
平均再生出口温度 °C	42.6	平均再生温熱投入量49.6°C kw	15.9
平均再生出口AH g/kg	23.4	出力 / 入力	0.937
気化排出量 Δx g/kg	4.6		

処理再生合計 COP = 19.5kw/(17.9+15.9) = 0.58

第3図

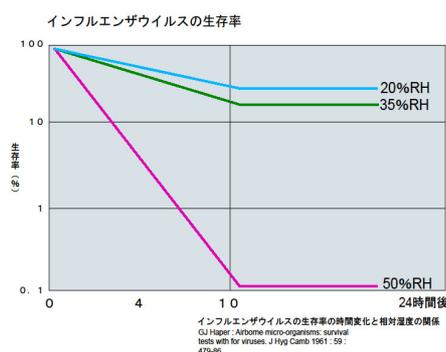
第3図は1500CMH級のユニットで採取した5h平均除湿運転データである。再生温度が50°Cという低温熱にも拘わらずΔx12.4g/kgと大きな除湿能力を示している。冷熱側も結露点95%RH-8.3°C対して受給冷熱平均温度は10.6°Cと高温である。これらの特性は低温温熱、高温冷熱の利

用に適しているといえる。多種熱エネルギー利用の一例としてヒートポンプを内蔵熱源とした場合、冷・温熱の双方利用に加え、温度差は小さなものとなり、所謂汲み上げ温度差の少ない高効率運転が期待できる。10 数年前から固体除湿剤ロータ式でも同様なものが登場しているが、除湿剤の基本特性は変わらないので、効率には大きな開きがある。一部採取された本機のフィールドデータによれば補機を含めた総合効率 COP はピーク負荷時 3.5 平均負荷時 5.5 前後と記録されている。

⑤ 多機能性

10,000 CMH 外調					
	液式デシカント仕様	過冷却方式	容量	乾ロータ方式	容量
本体	価格23,000 ヒートポンプ内蔵式	AHU 機能部材		再生熱ヒータ搭載 機能部材	
除湿	$\Delta x \geq 12g/kg$	0-5°C冷凍機 kw 再熱温水ヒータ kw	137 65	7-12°C冷凍機 kw	268
加湿	$\Delta x \geq 5.2g/kg$	間接スチーム kg/h 純水器 kg/h	62 62	間接スチーム kg/h 純水器 kg/h	62 62
再冷却	$\Delta t \geq 10^\circ C$			冷却コイル kw 冷凍機は上記合算	85
加熱	$\Delta t = 19.2^\circ C$	温水コイル kw 温水ヒータは上記合算	65	温水コイル kw 温水ヒータは上記合算	65
除塵率	比色法 $\geq 90\%$	中性能フィルタ m3/h	10,000	中性能フィルタ m3/h	10,000
除臭率	比色法 $\geq 90\%$	オゾナイザー m3/h		オゾナイザー m3/h	
除菌率	比色法 $\geq 90\%$	上記同		上記同	
設置工事					
価格指数	1	0.72		1.03	

第4図

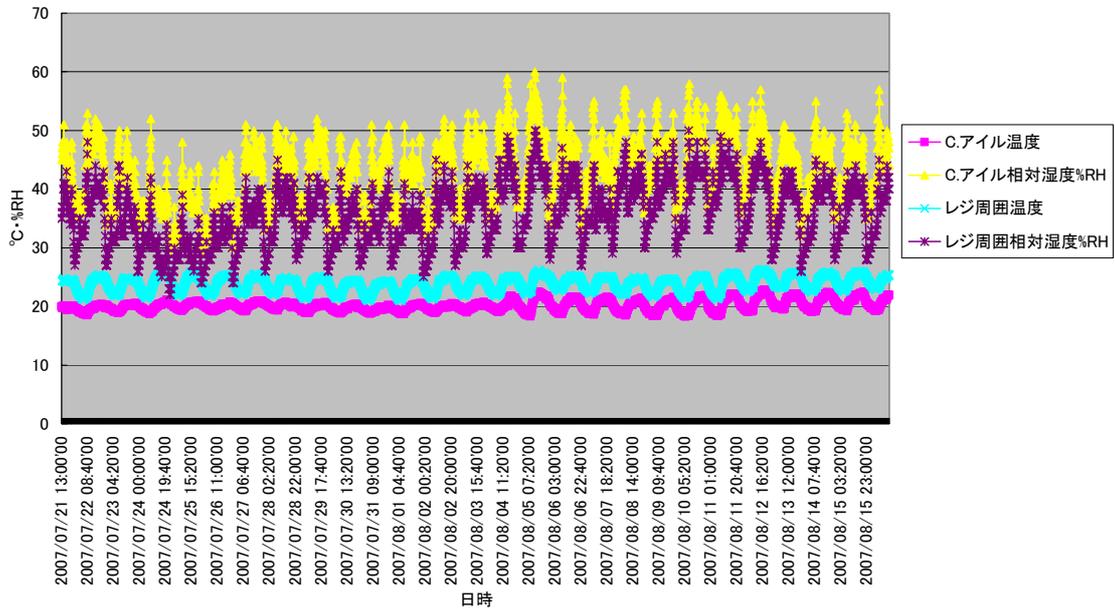


第4-1図

第4図は本機が併せ持つ7つの機能を従来型外調機と比較したものである。従来型外調機はほぼ除湿単能であるので機能毎に機能機器を付加しなければならない。したがって7種の機能がすべて必要な場合は本機が黎明期であることを前提としても割安な機器と言える。特に加湿機能は調湿の根幹をなす一方の機能であり、加湿品質は間接スチーム方式に匹敵する。医療関係現場ではインフルエンザの危険性を回避(第4-1図)する面からむしろ除湿性能より冬季加湿機能に対する評価が高い。本機の持つ多機能性は機能部材追加によるものではなく単一構造による多機能性であるため、機内圧力損失が15kpa前後と小さく従来型外調機器に比べて送風動力は1/2以下で、送液ポンプを含めても、補機動力は小さい。

⑥ 伝熱特性

7/21-8/16 4週間店内状況 (夜間停止)



第 5 図

第 5 図は寒冷地に所在する容積約 12,000m³の食品店舗空間における冷凍冷蔵ショーケース周り＝コールドアイルと一般売場の温湿度の記録である。当該店では、本機による外調 6,000CMH 給気箇所 1 箇所その他、室内冷暖房設備としてエアコン計 120kw=0.04kw/m²が天井 10 箇所に装備されている。合計換気・空調風量は約 32,000CMH である。在来空調に比較してエアコン能力、換気・空調全風量ともに約 30%の設備規模である。この条件にも拘らずコールドアイルと一般売場の温湿度に大きな乖離はない。潜熱・顕熱ともに対流に依らず伝播した一例証である。

4. おわりに

デシカント空調はこれまで単なる除湿空調と解され、除湿機的な運用が多く行われてきた。本機（液式調湿機）は数例の現場実証と製品化が行われた段階であるが、重要なことは機器そのものより、冷暖室内条件の変更、換気方式、吸・給気位置レイアウト、冷暖能力設定、多角的な熱源選択利用等、系統的なシステム構築・運用によって初めて＜液式湿度制御空調＞の真価が発揮される点にあると思う。そのためには一メーカー単独単品でなせることではなく、例えば蒸発温度を上げた顕熱処理型高効率エアコン等の登場が待たれる。

デシカント母国（スウェーデンかアメリカか微妙なところ）に対して、将来日本発調湿外調方式が発信されることを期待したい。

<参考文献>

- (1) GJ Harper : Air-borne micro-organisms: survival test with four viruses. J Hyg Camb 1961;59:479-86

- (2) 原田誠三郎・庄司 眞・他：2001 年から2002 年の大館市及び秋田市における絶対湿度とインフルエンザ流行に関する調査研究 感染症学雑誌 第78巻第5号
- (3) August1999/Revised June2000 DOE/G 10099-873
- (4) 名倉宏明・奥宮正哉・他：病室環境と空調システムに関する研究（その2）平成 17 年中部衛生工学会発表論文
- (5) 稲垣勝之・齋藤 潔・他：LiCl 水溶液を用いた開放型吸収式除湿機の性能評価（第一報）C-116-1
- (6) 柚元 玲・田中辰明：(B-7) リキッドデシカント空調機による浮遊真菌除去効果 平成 18 年 第 24 回空気清浄とコンタミネーション研究大会 発表論文