

● (一財)省エネルギーセンター最優秀賞 ● 新設設備部門

自己再熱型外気処理調和機

設備施工者：(株)精研

設備所有者：(株)大塚製薬工場 松茂工場

建物の概要

名称 (株)大塚製薬工場 松茂工場 MP-VII 所在地 徳島県板野郡松茂町豊久字豊久開拓139-1

概要 建家：地上5階 塔屋1階 延床面積：9901.46m² 構造：S造 用途：医薬品製造施設

1. 技術開発の目的と経過

目的：外気処理調和機における冷却除湿及び再熱に伴うエネルギー使用の合理化

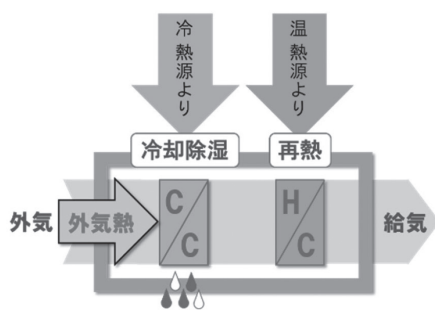
経過：平成30年（設計、検討等）

平成31年（試運転、引渡し等）

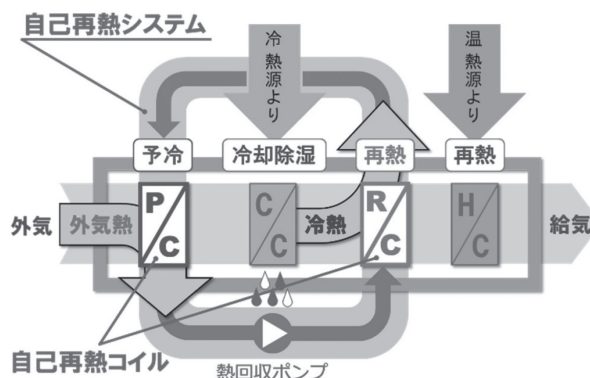
2. 設備・システムの概要

当自己再熱型外気処理調和機は、冷却除湿コイルの前後に1対の空気-水熱交換器（以降、自己再熱コイルと表記）を設けて双方の自己再熱コイルに熱媒（水）を循環させることで、外気の予冷と冷却除湿後の再熱を同時に行うシステムである。外気の温熱を熱源として吸収して冷却除湿後の再熱に利用すると同時に、冷却除湿後の冷熱を外気の予冷に利用するため、従来の外気処理調和機に比べて冷却と再熱に要するエネルギーを大幅に抑制することができる。

■従来の外気処理調和機（従来方式）



■自己再熱型外気処理調和機（自己再熱方式）



3. 着想

外気処理調和機では、湿度をコントロールするために冷却コイルで冷却（除湿）した後、適切な室内供給温度条件となるよう再熱コイルで再び加熱（再熱）するという相反する熱処理工程を経て所定の温湿度条件に調整した空気を供給している。夏の暑い外気を冷却除湿した後、冷やした空気を再び暖めるといったエネルギーのロスに着目し、冷却除湿コイルの前後に設けた自己再熱コイルを循環する熱媒を介して双方の冷熱・温熱を熱回収・熱供給するシステムとした。

4. 効果（省エネルギー）

図1に自己再熱型外気処理調和機における日積算空調熱量の実測値と日平均気温を示す。外気温度が低い場合は自己再熱の効果が得られないため、外気温度22℃以上で自己再熱運転をするように設定している。外気温度が22℃より高い9/28～10/4は再熱負荷の大部分を自己再熱で供給出来ており、温熱源の運転が軽減されていることがわかる。また冷却側でも同時に外気の予冷が行われるため、冷熱源による冷却除湿が軽減される。このように自己再熱型外気処理調和機は夏期において省エネルギー効果を発揮することができる。

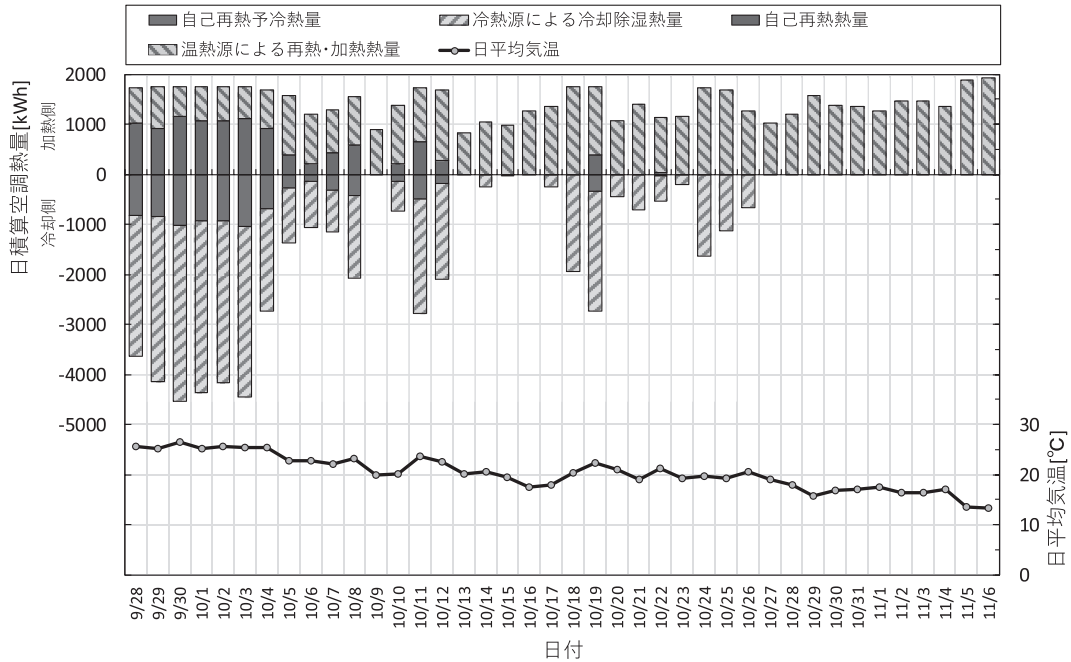


図1 日積算空調熱量の実測値と日平均気温（2019/9/28～2019/11/6）

表1に自己再熱方式と従来方式の外気処理調和機の夏期におけるエネルギー消費量比較を示す。

自己再熱型外気処理調和機の夏期（6月～9月）における削減効果は、従来方式に比べて一次エネルギー換算で33.3%（773.7GJ）の削減、ランニングコストで35.4%（1,582千円）の削減、CO₂排出量で36.0%（31.3トンCO₂）の削減となる。

試算条件：外気処理調和機処理風量19,170m³/h、室内条件26℃DB、60%RH以下

自己再熱コイル循環ポンプ1.5kW、冷熱源：モジュールチラー（COP3.18）、温熱源：蒸気供給
エネルギー単価（電気16.0円/kWh、蒸気7,658円/トン）

一次エネルギー換算係数（電気9.76MJ/kWh、蒸気3382.5MJ/トン）

CO₂排出換算係数（電気0.2976kg-CO₂/kWh、蒸気155kg-CO₂/トン）

表1 自己再熱型外気処理調和機の効果試算

	冷却熱量[kWh]		再熱量[kWh]		冷却用電力量[kWh]		再熱用蒸気量[トン]		ランニングコスト[千円]		一次エネルギー量[GJ]		CO2排出量[トンCO2]	
	従来方式	自己再熱方式	従来方式	自己再熱方式	従来方式	自己再熱方式	従来方式	自己再熱方式	従来方式	自己再熱方式	従来方式	自己再熱方式	従来方式	自己再熱方式
6月	65,043	52,183	46,289	33,653	20,454	16,929	70.8	51.5	870	665	439.1	339.4	17.1	13.0
7月	128,630	97,577	54,660	24,151	40,450	31,700	83.6	36.9	1,287	790	677.6	434.2	25.0	15.2
8月	145,206	108,749	55,001	19,182	45,662	35,308	84.1	29.3	1,375	789	730.1	443.7	26.6	15.0
9月	76,727	58,248	46,577	28,421	24,128	18,992	71.3	43.5	932	637	476.7	332.5	18.2	12.4
夏期合計	415,606	316,757	202,527	105,407	130,694	102,929	309.8	161.2	4,464	2,881	2,323.5	1,549.8	86.9	55.6
増減	-	-98,849	-	-97,120	-	-27,765	-	-148.6	-	-1,582	-	-773.7	-	-31.3
削減率[%]	-	23.8	-	48	-	21.2	-	48.0	-	35.4	-	33.3	-	36.0

※ 試算の外気条件は徳島の拡張アメダス気象データ（日本建築学会編）を使用

5. 投資回収（省マネー）

表1より、ランニングコスト削減額は1,582 [千円/年]

（電力料金単価：16.0 [円/kWh]、蒸気単価7,658 [円/トン] とする）

従来型から自己再熱型への外気処理調和機差額費用：4,000 [千円]（機器、配管工事、制御工事）

投資効果：4,000 [千円]/1,582 [千円/年]=2.6 [年]

6. 他の建物への応用性

恒温恒湿空調や低湿空調など湿度コントロールを要する空調設備に自己再熱型外気処理調和機を導入することで他の建物用途にも容易に応用できる。また、外気処理エアコンの前後に自己再熱コイルを導入することにより、冷却除湿・再熱効果が得られ、快適な環境を造ることが可能。

7. 仕様又は開発製品等

機器名称	仕様	台数	電気		
			φ-V	kW	起動方式
自己再熱型外気処理調和機	水平型プラグファン 送風機 19,170m ³ /h×900Pa（機外静圧） 加熱（予熱）能力 47.92kW（蒸気ヒーター）（78.6kg/h） 熱回収コイル能力 36kW（水27.3°C→24.1°C） 冷却能力 176kW（冷水7.0°C→12.0°C） 熱回収コイル能力 36kW（水24.1°C→27.3°C） 加熱能力 63.9kW（蒸気ヒーター）（104.8kg/h） 加湿器 蒸気加湿器（SUS2重管蒸気加湿器） 101.4kg/h（有効）0.1MPa	1	3 - 200	18.5	INV
自己再熱コイル循環ポンプ	ラインポンプ 水量 160L/min 揚程 200kPa	1	3 - 200	1.5	L-S

8. 環境保全、便利性等

年間削減電力量27,765 [kWh/年]、年間削減蒸気量148.6 [トン/年] より、外気処理調和機でのCO₂排出削減量は31.3 [トン-CO₂/年]、CO₂排出削減率は36.0 [%] となる。

（CO₂排出換算係数は電気：0.2976 [kg-CO₂/kWh]、蒸気：155 [kg-CO₂/トン] を使用）

9. 工夫した点、発想した点等

乾燥した空気を送るために「冷却（除湿）し、再び加熱（再熱）する」という普段当たり前に行われている空調の一連の流れの中にエネルギーの無駄という問題意識をもつことで、今回の自己再熱型外気処理調和機の構想が生まれた。再生可能エネルギーである導入外気の温熱と、未利用エネルギーである冷却除湿後の冷熱を互いに熱回収し、予冷側と再熱側に設けたコイルで双方を熱交換したことで、冷却（除湿）と加熱（再熱）という相反する熱処理におけるエネルギーロスを抑制し、熱源機での冷却・加熱に要するエネルギー消費を共に軽減できる省エネルギーシステムとなった。

外気の温熱を冷却除湿後の再熱に利用するため、冬期には意図しない逆熱交換を生じる恐れがあったが、外気温度の変化を感知して熱回収ポンプの起動・停止を自動化したことで逆熱交換を防止し、通年利用を可能とした。

本報告では予冷側と再熱側の熱交換に空気-水熱交換器（自己再熱コイル）を採用し、熱媒（水）を介して熱交換を行うシステムについて報告したが、他にも予冷と再熱の熱交換に熱媒を介さず、直交型熱交換器を採用して外気〔温熱〕と冷却除湿後空気〔冷熱〕を直接熱交換するタイプの自己再熱型外気処理調和機も開発済みで、冬期の逆熱交換に対しては直交型熱交換器をバイパスすることで通年利用を可能としている。

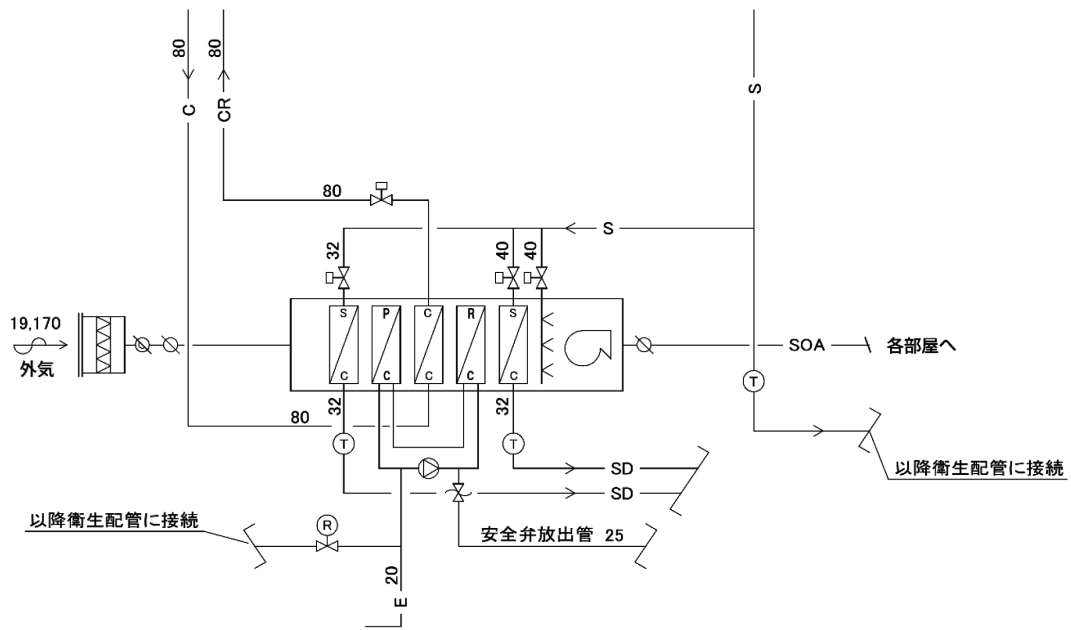
いずれの自己再熱型外気処理調和機も冷却除湿・再熱を伴う空気調和の省エネルギー化に寄与している。

10. 市場性等

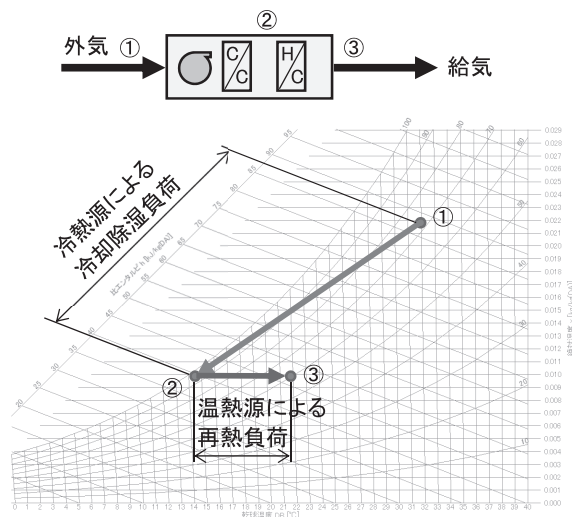
湿度コントロールのために冷却除湿コイルおよび再熱コイルを有する設備では、冷やした空気を再び暖めるエネルギーのロスが生じているため、恒温恒湿空調や低湿空調を必要とする食品工場、薬品工場等の空調設備で利用できる。

11. 外観・構造図

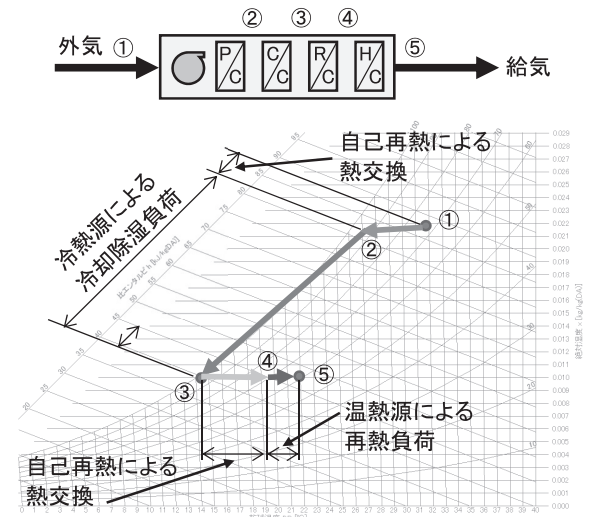
■システムフロー図



■従来の外気処理調和機の空気状態（空気線図）



■自己再熱型外気処理調和機の空気状態（空気線図）





建物外観



自己再熱型外気処理調和機