

## 潜熱蓄熱材を利用した空調システムの開発

暖房にも潜熱蓄熱を適用、冷暖房の蓄熱比率を可変にし、蓄熱槽をコンパクト化

### Development of an Air-conditioning System Using Phase Change Material

Use of phase change material in both heating and cooling enables adjustable heat storage ratio and compact storage tank

#### 1 冷暖房に潜熱蓄熱を適用

ビル等の蓄熱式空調システムは、現在水蓄熱、氷蓄熱式がそれぞれの特長を生かし、目的、用途に合った場所で実用化されている。

さらに、暖房能力の強化、省スペース化、効率向上を図るため、蓄熱容量が大きい潜熱蓄熱材を利用した蓄熱空調システムを開発した。

#### 2 蓄熱量を可変にしたシステム

##### (1) 蓄熱材をカプセル化した蓄熱槽

システムは、蓄熱槽、空冷ヒートポンプ、熱交換器等で構成しており、実証試験により、最適な蓄熱材の選定、蓄熱材封入のカプセル化、高効率蓄熱槽を開発した。

##### (2) 暖房用蓄熱材は酢酸ナトリウム

冷暖房の利用温度に適した相変化温度で、蓄熱容量が大きく、耐久性、安定性にも優れた潜熱蓄熱材として、暖房用は酢酸ナトリウム（相変化温度48℃、潜熱蓄熱量73.4kcal/kg）を、冷房用は水（相変化温度0℃、潜熱蓄熱量80kcal/kg）を主成分とし、添加剤に塩化ナトリウムを使用した。（第1表）

従って、大きな暖房能力を必要とする寒冷地の建物や蓄熱槽の設置スペースが無い中小規模ビルに適している。

##### (3) 板状のカプセル

蓄熱材を劣化させず耐久性をもたせ、

現在実用化されている熱エネルギー貯蔵は、温度変化を利用する顕熱蓄熱、物質の相変化を利用する潜熱蓄熱等がある。蓄熱式空調システムは、水の顕熱を利用した水蓄熱式、氷の潜熱を利用した氷蓄熱式が実用化されているが、暖房はいずれも顕熱を利用したものである。今回、冷暖房ともに潜熱蓄熱材を使用した新しい蓄熱式空調システムを開発、実証試験を行った結果、性能、経済性について実用化の見通しを得、商品化した。

Currently commercialized means of heat energy storage include sensible heat storage which utilizes the temperature changes, and latent heat storage which utilizes the phase change of particular materials. Although various heat storage air-conditioning systems have been commercialized, the water storage type which utilizes the sensible heat of water and the ice storage type which utilizes the sensible heat of ice heating are based on sensible heat.

We developed a new heat storage air-conditioning system which utilizes the latent heat of a phase change material in both cooling and heating. Through verification tests, the new air-conditioning system proved satisfactory in operational and economical performance, and we have put it into commercial production.

取り扱いが容易にでき、冷房、暖房の蓄熱比率を変えられるように、蓄熱材を容器に入れ、カプセル化した。

カプセルの材質は、耐久性、加工性、経済性等を考え、高密度ポリエチレンを採用した。

形状は、熱伝導、充填率等で有効な大型板状カプセル(875×400×40mm、容積9,620ml)とした。

(4) 冷暖房カプセル割合で蓄熱比を可変  
効率良く蓄熱ができ、無駄なく放熱する蓄熱槽は、四つのカプセル槽と二つのブライン貯槽から成っており、カプセル槽には、冷房用カプセルと暖房用カプセルを挿入した。（空充充填率51%）

熱媒体はブライン（エチレングリコール）を使用し、カプセルとカプセルの間を流して熱交換させる方式とした。

従って、負荷に応じて冷房用、暖房用のカプセルの挿入割合を変えることにより、冷暖房の蓄熱比率を可変にした。

（第1図）

#### 3 中規模ビル相当の実用化試験

##### (1) 中規模ビル相当の試験設備

中規模ビル（床面積1,500㎡）を想定し、暖房蓄熱量170Mcal/日、冷房蓄熱量400Mcal/日の設備とした。（第2表）

##### (2) 15年間に相当する蓄熱繰り返し試験

蓄熱材の耐久性を確認するため、蓄熱材自体とカプセルについて、1,500回（15年間分）の凝固・融解の繰り返し試験を

行い、蓄熱材は性能低下、カプセルについては変形のないことを確認した。

##### (3) 熱利用率は95%

夏期の蓄熱量は、目標170Mcal/日に対して、179Mcal/日であった。

冬期の蓄熱量は、目標400Mcal/日に対して、432Mcal/日であった。（第3表）

熱利用率（運転期間中に有効利用した熱量と蓄熱量との比）は、一般的に94～95%であり、試験結果は95%であった。

##### (4) システムの成績係数は2.6

システムの成績係数は、目標2.5に対して、暖房2.6、冷房2.4であった。

#### 4 設備費増加分は4.8年で回収すでに商品化

##### (1) 経済比較結果

運転コストは、非蓄熱式（冷暖房能力同一）に比べて、35%低減する。

総合コストは、蓄熱槽設置等により非蓄熱式に比べて設備費は割高になるが、運転コストが低減できるので、設備費の増加分は4.8年で回収できる。（第4表）

##### (2) 設置スペース

蓄熱槽容量が13m<sup>3</sup>の場合、冷房蓄熱容量を400Mcal/日とすると、暖房蓄熱容量は氷蓄熱式よりも70Mcal/日大きくなり、蓄熱槽の設置スペースが小さくなるため、経済的である。

##### (3) 商品化

機能的、経済的に実用化の見通しがつき、商品化している。

（電気利用技術研究所 第三研究室）



第1図 潜熱蓄熱空調システムと潜熱カプセル

第1表 蓄熱材

	主成分	相変化温度 (°C)	潜熱蓄熱量 (kcal/ℓ)
暖房	酢酸ナトリウム	48	73.4
冷房	水(塩化ナトリウム)	0	80

第2表 試験設備の仕様

		冷房	暖房
蓄熱量	内容積 (m³)	13.7	
	外形寸法 (mm)	L7,180×W2,200×H2,114	
蓄熱量 (Mcal)		400	170
蓄熱材カプセル数 (枚)		570	134
ヒートポンプ能力 (Mcal/h)		65	83

第3表 試験結果

		冷房	暖房
蓄熱性能	蓄熱量 (Mcal)	432	179
	最大蓄熱速度 (Mcal/h)	62.2	67.1
放熱性能	放熱量 (Mcal)	400	172
	放熱速度 (Mcal/h)	134.1	128
システム成績係数		2.4	2.6

第4表 経済比較

	開発システム		氷蓄熱式		非蓄熱式	
	冷房	暖房	冷房	暖房	冷房	暖房
シーズン総負荷 (Mcal/期)	55,000	69,000	55,000	69,000	55,000	69,000
ヒートポンプ能力 (Mcal/日)	65	83	65	83	138	160
容量 (kW)	30.6	32	30.6	32	57	56
蓄熱能力 (Mcal/日)	400	170	400	100		
蓄熱槽容積 (m³)	13		13			
設備費比率(熱源ユニット、蓄熱槽)	1.35		1.35		1	
運転費比率(エネルギー費)	0.65		0.67		1	