

化学物質を用いた蓄熱技術の開発と利用

深夜電力の有効利用

電力負荷平準化のため、深夜電力を用いて夜間に蓄熱を行い、昼間、冷暖房に利用する蓄熱システムの開発が盛んである。熱の貯蔵手段としては、温水、冷水蓄熱が一般的であるが、最近、氷蓄熱の開発が活発になっている。これ以外の蓄熱手段として、最近話題となっている化学物質の潜熱や、化学反応を利用して蓄熱する方法がある。これらの蓄熱材は、蓄熱容量が大きく、高温の蓄熱ができる特徴がある。

Development and Application of Heat Storage Technology Using a Chemical Agent

Effective utilization of surplus electric power at night

In order to distribute the load on power generation evenly over a whole day, research to develop heat storage systems which store the heat by the surplus electric power generated at night and utilize it for air-conditioning in the day is being conducted vigorously by many institutions. While warm or cold water is widely used as a heat storage medium, ice accumulation is increasingly studied of late. Other means of heat storage exploit the latent heat of chemical agents and the heat of chemical reaction. These heat storage media have the advantage of large heat capacity and operability at high temperature.

1 電力と蓄熱のかかわり

一日の電力負荷変化をみると、昼間は負荷が大きく夜間は小さくなる。特に、電力需要が大きくなる夏季の昼間と夜間の電力負荷格差は著しい。この昼夜間の電力負荷格差は、産業構造の高度化と生活水準の向上によって年々増加する傾向にある。この電力負荷を平準化するために、深夜負荷の造成が求められており、その一方法として、夜間の電力を熱に変換貯蔵し、昼間、熱を利用する蓄熱システムがある。(第1図)

2 蓄熱の種類

蓄熱システムとは、一般に熱エネルギーを蓄え、放出するという最も単純な原理を使ったシステムであり、その一例として、電気温水器やビル空調用の温水、冷水蓄熱装置がある。現在実用化されているシステムのほとんどは、使用温度域が0~90℃位と限られており、装置もかなり大きなものである。蓄熱装置の使用温度や大きさは、蓄熱方法および蓄熱材

の熱物性で決まる。

蓄熱方法は、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、化学反応熱を利用する化学蓄熱に大別される。(第1表)ここでは、化学物質を用いる潜熱蓄熱と化学蓄熱について紹介する。

3 潜熱蓄熱

潜熱とは、物質が相変化を起こすときに出入りする熱である。例えば、0℃の水(固体)が0℃の水(液体)に変化するときに約80kcal/kgの熱を吸収し、逆に水が氷になるときに約80kcal/kgの熱を放出する。この熱を潜熱という。

氷の場合は0℃であったが、化学物質からなる潜熱蓄熱材を用いれば、100℃以上の高温の熱も貯蔵できる。低温用には水和物、高温用には共融混合物が有望である。(第2表)

潜熱による蓄熱容量は、一般に単位重量当たり50~80kcal/kg、単位体積当たりでは120~170kcal/lであり、水による顕熱蓄熱より大きい。従って、蓄熱槽を

小さくすることができ、装置がコンパクトになる。

また、融点付近で大量の熱を貯蔵できるため、一定温度レベルで熱を取り出すことができる。

このように、潜熱を利用した蓄熱材の選定には、融点と潜熱量の大きさが重要な要素である。

4 化学蓄熱

化学蓄熱には、発熱および吸熱を伴う可逆反応が使われ、入熱には吸熱反応、出熱には発熱反応が利用される。化学蓄熱材には水酸化物、炭酸化物、アンモニア化物などが使用される。(第3表)

化学蓄熱は、潜熱蓄熱と同様に蓄熱容量が大きく、一定温度レベルで熱を取り出せるという特長がある。さらに、反応物質を分離しておけば、常温で貯蔵できるという長所がある。

化学蓄熱材の選定には、反応温度と反応熱の大きさが重要な要素である。

5 蓄熱材のポイント

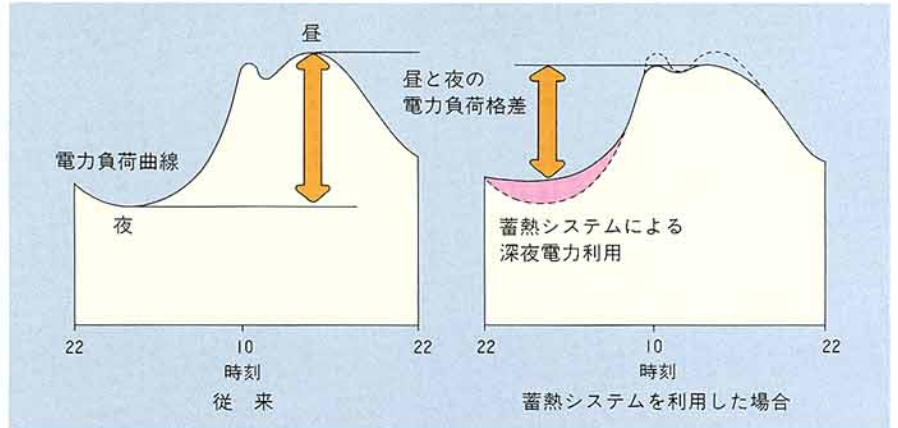
化学物質からなる潜熱蓄熱材や化学蓄熱材を利用した信頼性の高い蓄熱装置を製作するには、蓄熱材の熱物性や反応を正確に把握する必要がある。

潜熱蓄熱材では、融点、潜熱量、比熱および熱伝導率が重要である。一方、化学蓄熱材では、反応する温度・圧力・熱・速度が重要である。また、化学物質を使用するため、物質の安定性や安全性および蓄熱材を封入する容器の腐食に注意する必要がある。さらに、安価な材料を選ぶことも大切である。

いずれにしても、使用目的に最も適した蓄熱材の開発および選定が重要なポイントである。

当研究所は、潜熱蓄熱や化学蓄熱の特長を生かした、深夜電力利用の蓄熱式スチーム供給装置やコンパクトな電気温水器の開発に取り組んでいる。(第2図)

(電力技術研究所 化学研究室)



第1図 蓄熱システムによる電力負荷平準化

第1表 蓄熱の種類

種類	利用例
顕熱蓄熱 (温度変化を利用した蓄熱)	レンガ、水、熱媒油
潜熱蓄熱 (相変化を利用した蓄熱)	混合塩 (KOH-NaOH)
化学蓄熱 (化学反応熱を利用した蓄熱)	$\text{CaO}(\text{OH})_2 \xrightleftharpoons[\text{発熱}]{\text{吸熱}} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

第2表 潜熱蓄熱材の例

潜熱蓄熱材			温度レベル (°C)	利用例
成分 (組成Wt%)	潜熱量 (kcal/kg)	融点 (°C)		
			0	
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	43	29	100	暖房
$\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	60	58		温水器
ポリエチレン	50	135	200	食品の殺菌
KOH (59) - NaOH (41)	55	170		乾燥
LiOH (20) - NaOH (80)	87	210	300	工業用加熱
NaNO_2 (39) - NaOH (61)	67	239		
FeCl_2 (11) - FeCl_3 (89)	61	298		

第3表 化学蓄熱材の例

化学反応	反応熱 (kcal/kg)	反応温度 (°C)
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	145	89
$\text{CH}_3\text{OH} = \text{CO} + 2\text{H}_2$	670	142
$\text{FeCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3 = \text{FeCl}_2 \cdot \text{NH}_3 + \text{NH}_3$	117	278
$\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$	330	397
$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$	350	479



第2図 潜熱蓄熱材試験装置