

축열시스템에 대한 잠열축열재의 이용

Application of Phase Change Material to Heat Cold Storage System

박 종 현

J. H. Park

한국비료공업(주) 기술연구소



- 1948년생
- 화학공학을 전공하고 에너지관련 업무에 종사하였으며 에너지의 저장기술을 위한 잠열축열재 개발을 추진하고 있음.

1. 머리말

최근 전기에너지의 이용합리화의 일환으로 각 업계에서 축열(축냉) 시스템의 개발, 보급이 활발하게 이루어지고 있고, 전력공급업체인 한국전력공사에서도 이에 대한 다각적인 노력과 지원을 하고 있음은 고무적인 일이라고 하겠다.

당사에서도 이에 부응하여 '90년도에 빙축열시스템을 자체개발하여 실증실험을 완료하

였고, 열펌프(Heat Pump)를 이용한 수축열식 난방시스템도 자체건물에 설치하여 활용하고 있다. 당사의 빙축열시스템은 전형적인 관외착빙형, 브라인순환식으로써 시스템의 개요는 그림 1과 같다.

빙축열시스템은 일반공조시스템과 비교하면 주지하는 바와같이 우선 열원기기(냉동기)의 용량을 대폭 줄일 수 있는 큰 장점을 가지고 있는 반면, 축열조의 설치가 필요하고 물을

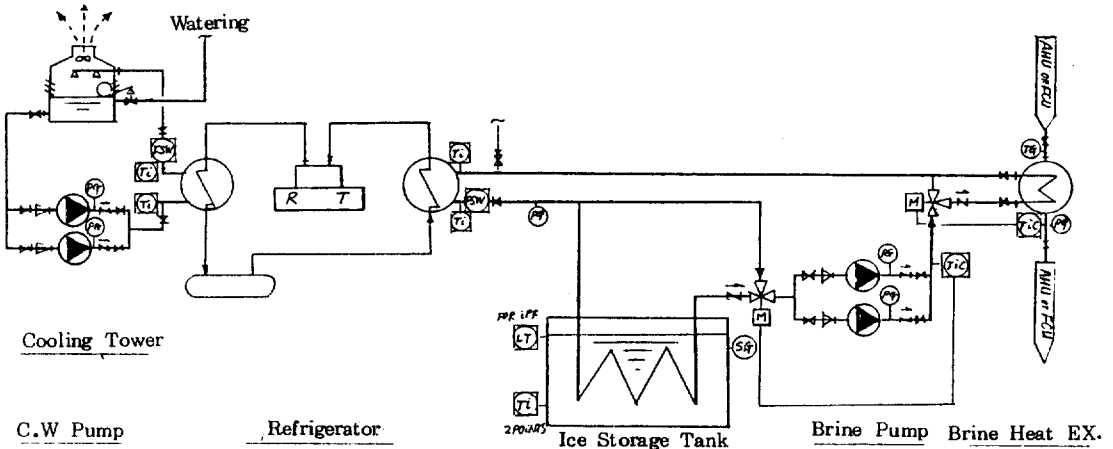


그림 1 관외착빙형, 브라인 순환식 빙축열 시스템

관표면에 착빙(0℃에서 상변화)시켜야 하므로 냉동기의 성적계수(C. O. P)가 다소 낮아진다는 단점을 가지고 있는것이 사실이다.

따라서 7℃에서 상변화하는 잠열축열재(PCM, Phase Change Material)를 Bar Type 의 용기에 넣어 축열조속에 Packing시킨다면, 상술한 빙축열시스템의 단점인 냉동기의 성적계수를 거의 일반공조시스템 수준으로 올릴 수 있고 축열조내 열교환기를 생략할 수 있을 뿐만아니라 상당제빙율(Equivalent Ice Packing Factor)을 40%에서 60%로 향상시킬 수 있어 축열조 설치면적을 줄일 수 있게 된다.

여기에서는 축열(축냉)시스템에 대한 잠열축열재의 이용기술에 관하여 간단히 소개하고자 한다.

2. 잠열축열재(P. C. M)

2.1 잠열축열재(Phase Change Material)

특정온도에서 상변화(Phase Change)를 일으켜 용해잠열(Heat of Fusion)를 흡수 또는 방출하는 물질의 총칭으로 영문으로 Phase Change Material이라고 한다. 보통은 단일성분의 수화물에 안정제 등을 섞어서 시판되고 있으나 사용온도(상변화 온도)가 제한되어 있고 가격이 비교적 고가이기 때문에 활용도가 낮은 실정임. 따라서 P. C. M이 가져야 할 조건으로는 우선 가격경쟁력이 있어야 하고 Cycle 안정성(재현성)이 높아야 하며 취급이 용이하며 인체에 해(害)가 없어야 함은 물론 가급적 높은 잠열(潛熱)을 가져야 한다.

잠열축열재가 갖추어야 할 일반적인 조건을 소개하면 표 1 과 같다.

3.2 경제성 비교

구 분	제빙온도	냉동기COP	전력비비교 (하계냉방기간)	축 열 조	
				열 교환 기	바닥면적
일반공조	* 7℃	4.3	7,785,000 원	없 음	없 음
빙 축 열	0℃	2.5	2,071,500 원	필요함(관외착빙)	5 평
잠 열 축 냉	7℃	3.7	1,442,000 원	PCM-BAR PACKING	4 평

* 일반공조의 온도는 냉수온도를 의미함.

표 1 잠열축열재의 조건

High Heat of Fusion
Reversible Solid to Liquid Transition
High Thermal Conductivity
- Necessary to Prevent Thermal Gradients
- Filler
High Specific Heat & Specific Density
Long Term Reliability During Repeated Cycling
Dependable Freezing Behavior
Low Volume Change During Phase Transition
Low Vapor Pressure

당사는 현재 축열시스템에 적용하기 위한 잠열축열재를 개발하고 있으며 그 종류와 성질을 표 2 에 나타내었다.

표 2 개발중인 잠열축열재의 종류와 성질

구 분		저온잠열 축 열 재	중온잠열 축 열 재	고온잠열 축 열 재
물리적 성질	잠 열 (Kcal/kg)	47.8	47.8	62.4
	비 열 (Kcal/kg.C)	0.74	0.53	0.89
	비 중	1.48	1.5	1.28
사 용 온 도 Each Point		6~15	22~30	50~60
용 도		빙축열 (잠열축냉)	태 양 열 이용기술	잠열축열 식보일러

3. 저온잠열축열재의 응용기술

3.1 적용대상 : 빙축열시스템

물의 상변화(착빙-해빙)를 이용하는 기존 빙축열시스템을 잠열축냉식 시스템으로 발전시킨다.

일 최대부하 3,800,000 Kcal

3.3 잠열축냉 시스템의 개요

- 냉각수 계통과 냉동기 계통은 빙축열시스템과 동일하나 축열조내부에 열교환기가 없고 대신 PCM-Bar가 충전되어 있다.
- PCM-Bar의 표면적(전열면적)이 단위 축열조 용적당 빙축열시스템의 5배이상 되기 때문에 극히 낮은 기하평균온도차를 주어도 되어 더욱 효과적이다.
- 빙축열시스템에 있는 브라인 Heat Exchanger가 생략되어 보다 경제적이다.
- 제빙율(Ice Packing Factor) 측정용 계기가 필요치 않다.
- 잠열축냉 시스템의 Flow Diagram은 그림 2와 같다.

- 잠열축열식 보일러의 가장 큰 장점은 보일러 크기를 대폭 축소시킬 수 있다는데 있다.
- PCM-Bar의 표면적(전열면적)이 $70\text{m}^2/\text{m}^3$ 이상이 되어 단위시간당 난방능력이 일반 가스보일러의 4~5 배에 이른다는 점도 큰 장점중에 하나이다.
- 한편 상기와 같은 실 난방면적 25평형의 가스보일러의 월간운영비에 비교하면 시스템의 Merit를 유추할 수 있겠다.
- 온수공급능력도 시판되고 있는 가스보일러의 그것보다 약 4 배정도 많다.

4. 고온잠열축열재의 응용기술

4.1 적용대상 : 축열식보일러

현열축열식 저장형 보일러를 잠열축열식 저장형 보일러로 발전시킨다.

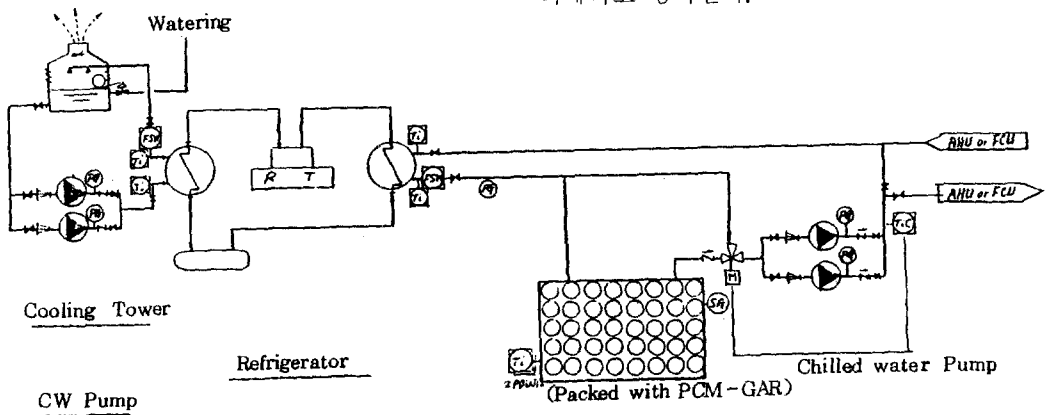


그림 2 잠열축냉시스템

4.2 경제성 비교

기준 : 실난방면적 25 평형 (4,000 Kcal/평)

구 분	크 기 (m^3)	가 격 (원)	월운영비 (원)	성 능	
				난 방 능 력	온수공급능력
현열축열식 저장형보일러	2.5	1,500,000	77,400.-	24,080 Kcal/Hr	-
잠열축열식 저장형보일러	1.0	*1,500,000	77,400.-	56,000 Kcal/Hr	30 리터/분

* 잠열축열식 저장형 보일러의 가격은 예상가격임.