

무기축열재료인 망초의 과랭방지에 대한 연구

문명, 심학철

화석에너지의 고갈과 심각한 환경문제로 하여 자연에너지를 보다 효과적으로 리용하고 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고있다.

축열재료는 물질의 상변화가 일어날 때 큰 에너지의 반출과 반입이 진행되는것으로 하여 건축물건설 등 인민경제 여러 부문에서 널리 쓰이고있다.[2]

축열재료는 물질의 조성에 따라 유기축열재료와 무기축열재료로 나누어지는데 망초는 가장 대표적인 무기축열재료이다.[1, 4]

망초는 이론적인 녹음점이 32.4°C 이고 용해열이 250.8J/g 으로서 높은 축열능력을 가지며 원가가 낮은것으로 하여 축열재료로 널리 리용되고있다. 그러나 망초는 무기축열재료들이 가지고있는 상변화과정에서의 과랭현상과 상분리현상이 일어나는것으로 하여 리용에서 일정한 제한을 받고있다.[3, 5]

본문에서는 무기축열재료인 망초를 리용하는데서 과랭현상을 없애기 위한 합리적인 첨가제들의 비율에 대하여 서술하였다.

실험 방법

망초는 다른 결정수화물들과 같이 이온결정에 속하는데 열전도성은 결정의 진동과 전자운동에 의하여 결정된다.

과랭도가 나타나는 물질새는 다음과 같다.

온도가 결정화온도에 도달하였을 때 용액에 우선 작은 결정이 생기고 그 결정이 계속 자라며 립자의 비결면적은 반경의 두제곱에 비례하여 증가하고 여기서 발생하는 열량은 체적에 따라 커진다.

립자가 작을 때에는 방출되는 열량이 결정성장에 필요한 에너지를 보상하지 못한다.

따라서 온도가 계속 내려가 과랭도(결정화온도와 녹음온도의 차)가 증가할 때 방출되는 에너지가 많아지므로 결정성장이 촉진된다.

결정수화물들의 녹음과정에 과랭도는 반드시 존재하게 되는데 이것은 무기축열재료의 리용을 제한한다.

특히 순수한 망초에서 과랭도는 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$ 에 이른다.

과랭방지제로는 붕사(핵발생촉진제)를[4, 5], 녹음조절제로는 소금을 리용하여 망초—붕사—소금—물계에서 각이한 배합비에 따라 실험을 진행하고 과랭현상이 작은 합리적인 배합비를 결정하였다.

실험은 한 성분의 첨가량을 확정하고 다음 다른 성분의 첨가량을 확정하는 방법으로 진행하였다.

표. 성분들의 첨가량	
성분	첨가량/g
소금	1, 1.5, 2, 2.5
물	12, 16, 20, 24
붕사	2, 3, 4, 5

망초 20g에 각이한 량의 첨가제(표)들을 혼합한 후 시료를 먼저 항온수욕조에서 일정한 온도로 가열하고 실내온도까지 식히면서 시료의 온도변화를 재는 방법으로 망초축열재료의 방열(랭각)과정을 관찰하였다.

시료의 온도변화는 적외선온도계로 측정하였다.

실험결과 및 고찰

1) 망초의 녹음점에 미치는 소금의 영향

망초 20g, 붕사 3g, 물 20g을 고정하고 소금의 량을 변화시키면서 망초-붕사-소금-물계(망초축열계)의 랭각현상을 관찰하였다.(그림 1)

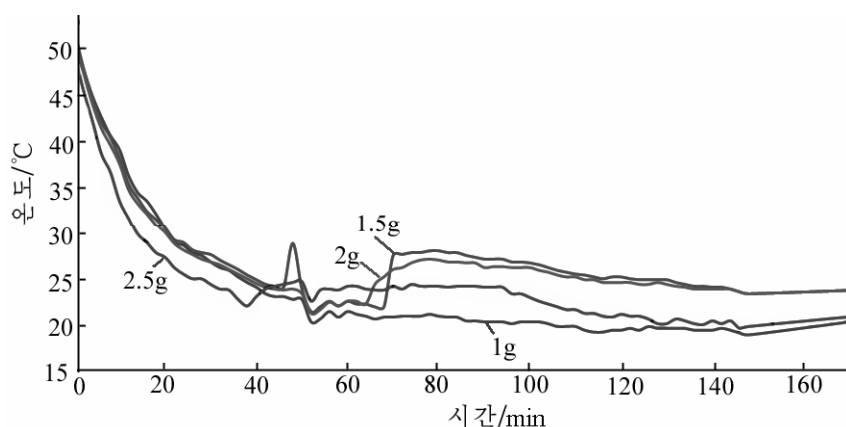


그림 1. 각이한 소금첨가량에 따르는 망초축열계의 랭각곡선

그림 1에서 보는바와 같이 소금첨가량에 따라 계의 결정화온도가 낮아지고 과냉도는 개선되었다. 소금첨가량이 1g일 때 과냉도가 매우 작은것으로 나타나지만 결정화온도는 20.4°C로서 제일 낮고 계의 전체적인 온도도 낮으므로 축열효과가 나쁘다.

소금첨가량이 1.5g일 때 과냉도가 가장 크며 계는 불안정한 상태를 보여준다.

소금첨가량이 2g일 때 결정화온도는 22.3°C, 과냉도는 5°C로서 약간 크지만 전체적인 계의 온도와 축열효과는 좋다. 소금첨가량이 2.5g일 때 과냉도는 2.6°C로서 낮고 계는 비교적 안정하지만 전체적인 축열효과는 2g의 소금을 첨가하였을 때보다 좋지 않다. 따라서 20g의 망초에서는 2g의 소금을 첨가하였을 때 가장 효과적이다.

2) 망초의 녹음점에 미치는 물의 영향

망초 20g, 소금 2g, 붕사 3g으로 하고 각이한 량의 물을 첨가하였을 때 축열계의 랭각곡선은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 물의 첨가량에 따라 과냉도와 축열효과가 차이난다. 물을 12, 16, 24g 첨가할 때 계의 과냉도는 관찰되지 않았지만 전체적인 계의 온도는 물 20g을 첨가하였을 때보다 낮다. 물을 20g 첨가할 때 4.7°C의 과냉도가 관찰되지만 전체적인 계의 축열효과는 다른것에 비하여 훨씬 좋으며 최소결정화온도는 22.3°C로서 축열재료로서 적당하다. 따라서 물의 첨가량은 20g일 때 제일 적당하다.

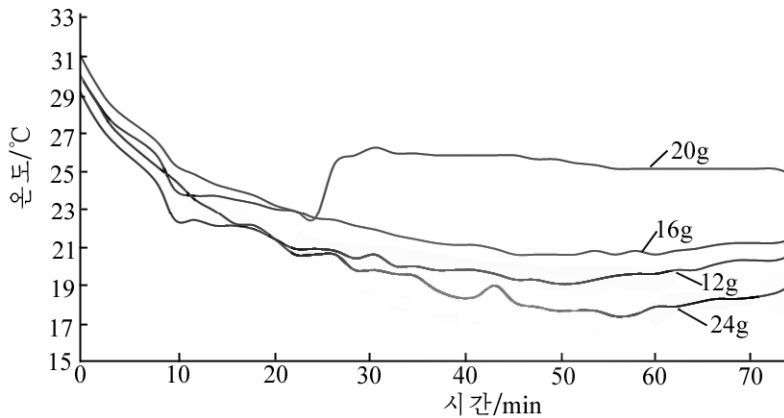


그림 2. 각이한 물첨가량에 따르는 망초축열계의 랭각곡선

3) 망초의 녹음점에 미치는 봉사의 영향

과랭도를 낮추기 위한 핵발생촉진제로서 봉사의 각이한 첨가량에 따르는 축열계의 랭각곡선은 그림 3과 같다.

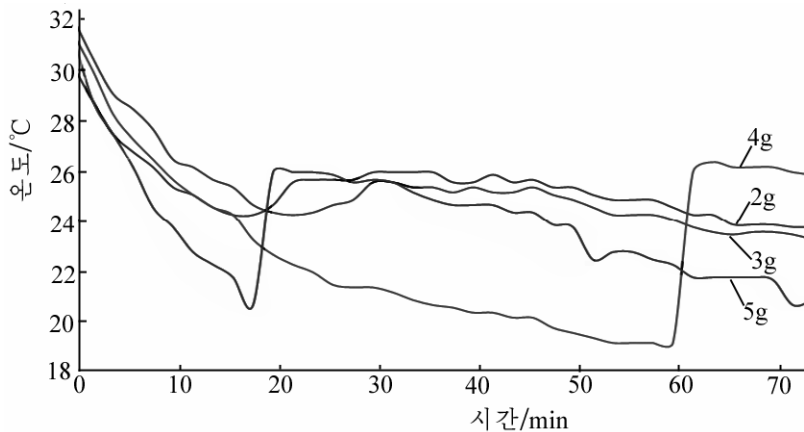


그림 3. 각이한 봉사첨가량에 따르는 망초축열계의 랭각곡선

그림 3에서 보는바와 같이 봉사의 첨가량이 늘어남에 따라 계는 불안정해지며 과랭도는 커진다. 봉사를 3g 첨가한 시료에서 초기에는 축열효과가 좋았지만 시간이 지남에 따라 결정화온도는 2g 첨가한 시료보다 낮아졌다. 4, 5g을 첨가한 시료들에서 과랭도는 커졌으며 계는 불안정해진다. 이로부터 봉사는 망초 20g에 2g 혹은 3g을 첨가하는것이 적당하다.

맺 는 말

망초-봉사-소금-물로 이루어진 축열계는 망초의 상변이온도를 22~26°C로 효과적으로 조절할수 있다. 망초-봉사-소금-물로 이루어진 축열계에서 과랭도를 낮추고 축열효과를 높이기 위한 합리적인 배합비는 질량비로 20:3:2:20이다.

해당 질량비로 이루어진 축열계는 결정화온도가 22.3°C, 과랭도가 5°C이하로서 살림집이나 온실을 비롯하여 에너르기절약형건설에 효과적으로 리용할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 손혁철 등; 건재공업, 4, 13, 주체106(2017).
- [2] Hassan Nazir et al.; International Journal of Heat and Mass Transfer, 129, 491, 2019.
- [3] Yaxue Lin; Energy, 165, 685, 2018.
- [4] 苑坤杰 等; 化工进展, 35, 6, 1820, 2016.
- [5] 林玉琼 等; 韩山师范学院学报, 39, 3, 59, 2018.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

Supercooling Prevention of the Inorganic Heat Storage Material-Mirabilite

Mun Myong, Sim Hak Chol

We clarify the supercooling characteristics of the mirabilite heat storage system by using mirabilite as the phase transformation material, borax as a supercooling preventive and salt as a fusion controller.

The appropriate mass ratio between them is 20:3:2:20.

Keywords: mirabilite, supercooling