

가열에 의한 염화마그네시움의 상태변화연구

김 정 철

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《알루미늄과 함께 마그네시움도 생산하도록 하여야 하며 리탄을 비롯한 여러가지 순금속생산과 합금강생산도 더욱 발전시켜야 할것입니다.》(《김일성전집》 제42권 5페이지)

마그네시움합금은 경금속으로서의 성질과 다른 여러가지 우월한 성질로 하여 자동차 공업과 운수기재공업 특히 항공우주공업, 의학분야에서 널리 응용되고있다.[1]

금속마그네시움은 녹음점근방에서는 밝은 빛과 많은 열을 내면서 순식간에 불타버리는 그자체의 특성으로 하여 용융하고 주조하기가 매우 힘들고 복잡한 금속으로 알려져있다.[2, 3]

본문에서는 마그네시움과 그 합금을 대기중에서 용해하는데 리용되는 염화마그네시움의 가열과정에 일어나는 상변태특성을 고찰하였다.

마그네시움합금을 보호분위기속에서 용해하든가 대기중에서 용해하는 경우에는 용제를 사용해야 한다. 용제는 마그네시움합금의 용점에서 녹아 마그네시움합금최물결면을 피복함으로써 쇠물이 공기와 접촉하지 못하여 산화가 일어나지 않도록 한다.

마그네시움합금용해에서 피복용제로 널리 리용되는것은 염화물용제이다. 용제의 기본구성요소로 되는 염화마그네시움의 녹음특성에 의하여 마그네시움합금용해의 안정성이 결정된다.

보통상태에서 염화마그네시움은 물을 세게 흡수하여 염화마그네시움수화물상태로 존재한다. 이 염화마그네시움수화물을 마그네시움합금용해에서 용제로 리용하기 위하여서는 결정수를 완전히 제거하여 $MgCl_2$ 상태(무수염화마그네시움)로 만들어야 한다.

염화마그네시움에서 결정수는 가열하는 방법으로 떼어낼수 있다.

먼저 결정수가 붙은 염화마그네시움을 대기중에서 가열하면서 그것의 상태변화를 고찰하였다.(그림 1)

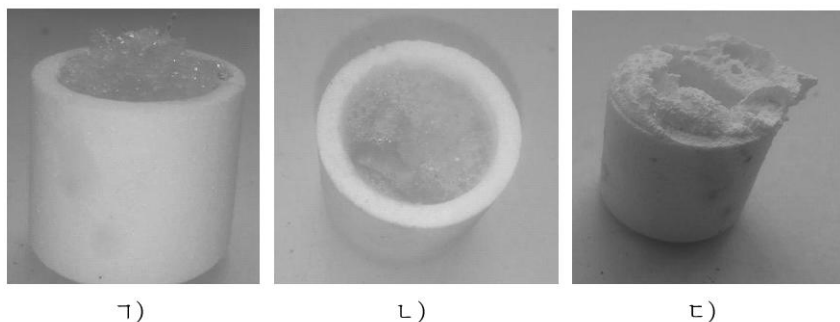


그림 1. 가열에 의한 염화마그네시움의 상태변화

가) 가열하기 전, 나) 150°C 가열, 다) 500~700°C 가열

가열하기 전의 염화마그네시움은 많은 결정수를 포함하고있으므로 건조한 상태가 아니라 물기가 많은 상태로 존재한다.(그림 1의 가)) 물기를 많이 포함하고있는 염화

마그네시움을 약 150℃정도로 가열하면 물분자가 해리되는것이 아니라 자체의 결정수에 녹는 현상(그림 1의 ㄴ))이 나타났으며 온도를 500~700℃정도로 더 높이면 녹은 염화마그네시움이 끓기 시작하면서 흰색의 다공성고체물질이 생겨났다.(그림 1의 ㄷ))

흰색의 고체물질은 물에 전혀 녹지 않는 특성을 가지고있으며 700~800℃이상의 온도로 가열하여도 녹지 않고 자기상태를 그대로 유지하였다. 이 물질은 또한 방온도까지 온도를 낮추면 쉽게 부스러져 분말상태로 되었다.

X선회절계(《D-3F》)를 리용하여 생성된 분말의 상분석을 진행하였다.(그림 2) X선회절 측정조건은 $U=30\text{kV}$, $I=5\text{mA}$, $\lambda=0.154\ 175\text{nm}(\text{CuK}\alpha)$ 이다.

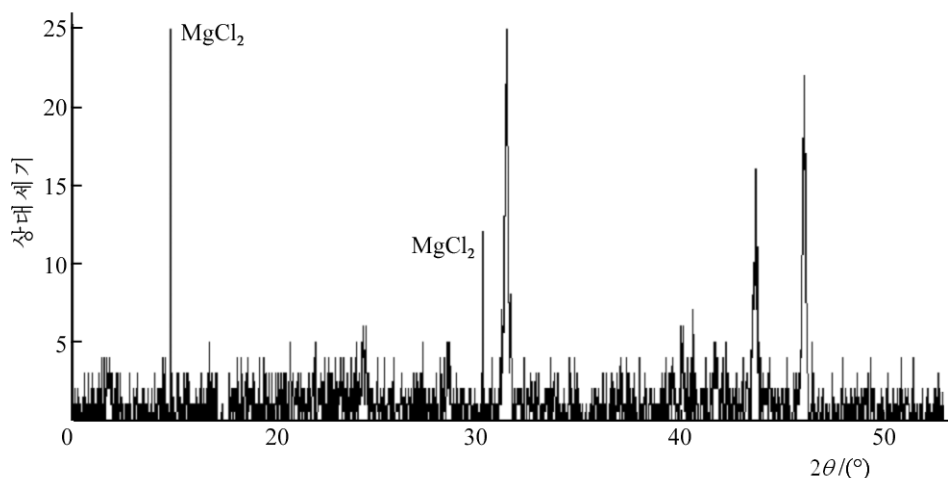


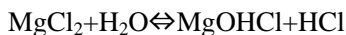
그림 2. 생성된 분말의 XRD도형

그림 2에서 보는바와 같이 생성된 분말은 무수염화마그네시움이 아니다.

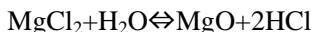
염화마그네시움수화물은 물분자가 6개 들어있는 화합물로서 서슬의 기본성분을 이루며 대기중의 습기를 흡수하여 용액상태로 녹아내리는 누기폴립성이 대단히 강한 물질이다. 무수염화마그네시움도 누기폴립성이 강하다.

MgCl_2 수화물을 가열하면 $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 까지 탈수되지만 그 이상으로 가열하면 물분자가 떨어져나가면서 동시에 물분해가 진행된다. 이것이 서슬탈수의 특징이다.

182℃이상에서 $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 는 물분해되면서 염화수소가 분리되기 시작하며 온도 304~554℃에서 물분해반응의 평형은 다음과 같이 이루어진다.



온도가 더 높아지면 다음과 같이 된다.



결정수가 적어지면서 탈수과정에 물분해가 함께 일어나는것은 염화마그네시움과 H_2O 의 결합에너기가 결정수배수에 따라 달라지는데 그 원인이 있다.

염화마그네시움의 탈수를 위한 가열결과 보통의 방법으로 가열하면 염화마그네시움에 들어있는 결정수가 떨어져나가면서 무수염화마그네시움은 형성되지 않고 산화마그네시움과 같은 내열성화합물이 분말상태로 형성된다는것을 알수 있다. 즉 탈수과정에 산화마그네시움이 생겨나는 반응이 진행된다는것을 알수 있다.

다음으로 염화마그네시움을 주성분으로 하고 여기에 염화칼리움을 첨가하여 만든 염화물용체를 사용하여 마그네시움의 용해를 진행하였다.(그림 3)

그림 3에서 보는바와 같이 초기의 마그네시움합금 덩어리를 가열하면 녹은 흔적은 나타나지 않고 체적이 점차 감소되었다. 이것은 용제로 리용되는 염화마그네시움이 마그네시움합금용해에서 산화를 막지 못한다는것을 보여준다.

이로부터 마그네시움합금을 용해하는데서 염화마그네시움을 주성분으로 하는 염화물용제를 피복용제로 리용하는것이 불합리하다는것을 알수 있다.

피복용제에는 봉사를 주원료로 하는 무염화물용제도 있는데 마그네시움합금의 용해에 이 용제를 리용하는것이 합리적이라고 본다.



그림 3. 염화물용제에 의한 마그네시움의 변화

맺 는 말

염화마그네시움을 가열하면 마그네시움의 녹음점근방에서 용융되는것이 아니라 산화마그네시움으로 물분해된다. 염화마그네시움을 용제로 하여 마그네시움을 용해할 때 염화마그네시움은 다공성산화알루미늄으로 되어 마그네시움의 산화를 막지 못한다.

참 고 문 헌

- [1] I. Polmear; Light Alloys, Burlington, Elsevier, 250~258, 2006.
- [2] B. Langelier et al.; Materials Science & Engineering, A 620, 76, 2015.
- [3] 黄伯云 等; 材料工程大词典 第4卷(上), 化学工业出版社, 165~167, 2005.

주제110(2021)년 3월 5일 원고접수

On Change of State of Magnesium Chloride by Heating

Kim Jong Chol

We have studied the change of state in heating process of magnesium chloride, which is a major constituent of the flux used for melting magnesium alloy in atmosphere.

We have found that magnesium chloride hydrate did not turn into an anhydride but into a magnesium oxide by hydrolysis, when it have heated to high temperature, so it could not play role as a flux.

Keywords: magnesium chloride, flux, heating process