

록주석의 열분해에 대한 연구

우영남, 박현

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자들은 우리 나라의 현실이 요구하는 문제를 연구하여야 하며 우리 인민에게 필요한것을 만들어 내기 위하여 노력하여야 합니다.》(《김일성전집》 제35권 374페이지)

록주석($3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)은 인민경제 여러 분야에서 널리 쓰이고있는 금속베릴리움, 산화베릴리움(BeO)을 비롯한 베릴리움화합물, 베릴리움합금의 원료이다.[1]

록주석에서의 BeO 함량은 14%정도[2, 3]이지만 우리 나라에서 채굴되는 록주석은 BeO 함량이 상대적으로 낮고 SiO_2 , Fe_2O_3 , K_2O 함량이 상대적으로 높은것이 특징이며 이것은 록주석의 열분해특성에서 일정한 차이를 나타낸다.

우리는 우리 나라에서 채굴되는 록주석의 열분해특성과 석회석을 용제로 첨가할 때 록주석의 열분해에 미치는 인자들의 영향을 고찰하였다.

실험 방법

록주석시료에 대한 열분석은 열질량분석기(《TGA-50H》)와 시차열분석기(《DTA-50》)로, 결정구조분석은 X선회절분석기(《Rigaku SmartLab》)로 하였다.

록주석의 열분해물은 다음과 같이 결정하였다. 먼저 립도가 $75\mu\text{m}$ 이하이고 BeO 함량이 각이한 록주석시료에 같은 립도범위의 석회석분말을 2 : 1의 질량비로 혼합하고 주어진 온도의 고온소결로에서 일정한 시간동안 열분해시킨 다음 얻어진 유리질의 용융물을 20°C 의 물속에서 팽각시키고 립도가 $75\mu\text{m}$ 이하로 되도록 분쇄하였다. 이 분말을 질은 류산으로 침출하고 찌끼속의 베릴리움량을 선행연구[4]의 방법으로 결정한 다음 초기량에 대한 백분율로 열분해률을 계산하였다.

실험결과 및 해석

록주석의 열분해특성 록주석의 TGA곡선과 DTA곡선은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 록주석의 질량은 $700 \sim 900^\circ\text{C}$ 에서 급격하게 감소된 다음 다시 일정해지며 BeO 함량이 낮을수록 질량변화가 크다. 또한 $700 \sim 900^\circ\text{C}$ 에서 흡열효과가 나타난다. 그것은 록주석결정에 남아있는 수분이 $700 \sim 900^\circ\text{C}$ 에서 탈수되기때문이라고 볼수 있다.

한편 그림 2로부터 록주석은 $1\ 350^\circ\text{C}$ 에서 1h동안 가열하여도 결정구조를 유지하지만 석회석이 용

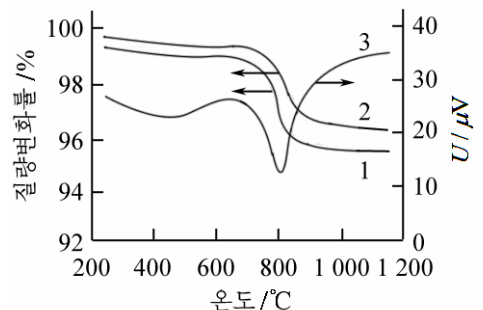


그림 1. 록주석의 TGA곡선(1, 2)과 DTA곡선(3)
 BeO 함량: 1—8.1%, 2, 3—10.5%

제로 혼합된 경우에는 이 가열조건에서 완전한 구조파괴를 일으킨다는것을 알수 있다.

그리고 록주석+석회석혼합물에 대한 DTA곡선(그림 3)으로부터 록주석결정의 열분해는 700~900°C에서의 탈수, 900~950°C에서의 석회석분해, 1 250~1 350°C에서의 구조파괴 및 석회석분해로 생성된 CaO에 의한 새로운 화합물의 형성 등의 과정을 거친다는것을 알수 있다.

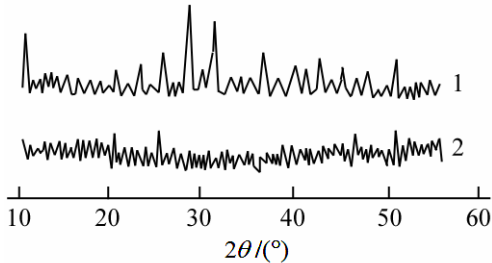


그림 2. 가열처리한 록주석(1)과 록주석+석회석혼합물(2)의 XRD도형
가열온도 1 350°C, 가열시간 1h, 록주석에서 BeO의 함량 10.5%

록주석의 열분해에 미치는 인자들의 영향 록주석+석회석혼합물에서 CaO와 SiO₂의 물질량비에 따르는 열분해률의 변화는 그림 4와 같다.

그림 4로부터 BeO함량이 6.4~10.5%인 록주석을 95%이상 열분해시키는데 적합한 CaO와 SiO₂의 물질량비는 0.47~0.59라는것을 알수 있다.

한편 그림 5로부터 록주석의 열분해률을 95% 이상으로 보장하자면 1 350°C에서 1h동안 가열하는것이 합리적이라는것을 알수 있다.

열분해된 록주석+석회석용융물을 냉각시키는 과정에 록주석의 일부가 재결정화된다. 그러므로 록주석의 열분해률을 높이자면 적합한 냉각조건을 조성하여야 한다.

용융물냉각조건과 록주석열분해률사이의 관계는 그림 6과 같다.

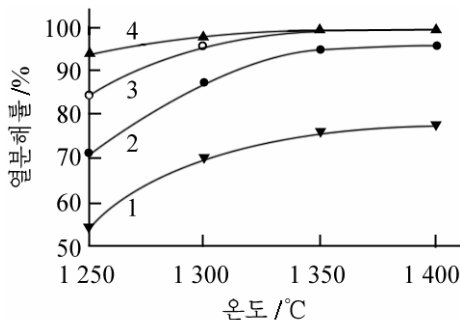


그림 5. 록주석+석회석혼합물의 가열 온도에 따르는 열분해률의 변화
1-4는 가열시간이 각각 30, 45, 60, 75min인 경우, 록주석에서 BeO의 함량 10.5%

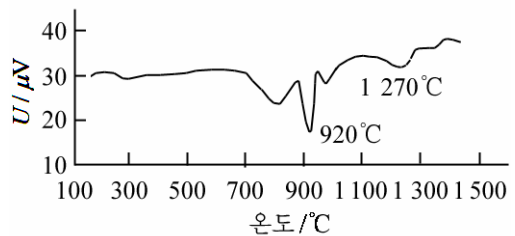


그림 3. 록주석+석회석혼합물에 대한 DTA곡선
록주석에서 BeO의 함량 10.5%

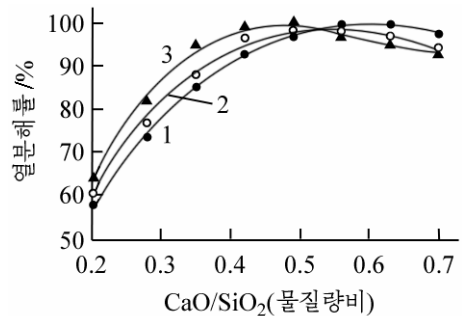


그림 4. 록주석+석회석혼합물에서 CaO와 SiO₂의 물질량비에 따르는 열분해률의 변화
1-3은 록주석에서 BeO의 함량이 각각 6.4, 8.1, 10.5%인 경우, 가열조건은 그림 2와 같음

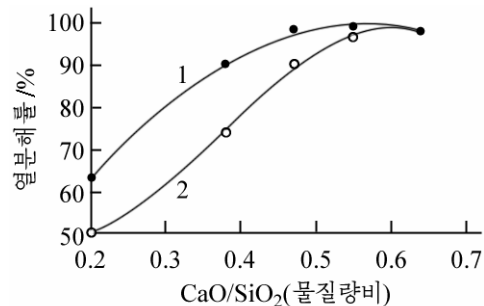


그림 6. 용융물냉각조건과 록주석열분해률 사이의 관계

1-20°C의 물속에서 냉각시키는 경우,
2-공기속에서 냉각시키는 경우,
기타 조건은 그림 2와 같음

그림 6에서 보는바와 같이 용융물을 20℃의 물속에서 냉각시키면 공기속에서 냉각시키는 경우보다 록주석의 열분해률이 높으며 CaO와 SiO₂의 물질량비가 커짐에 따라 열분해률에 미치는 냉각매질의 영향이 감소된다. 이로부터 CaO는 용융물에서 일어나는 록주석의 재결정화를 방지하는 역할을 하며 록주석의 열분해률을 높이기 위하여서는 용융물을 20℃의 물속에서 냉각시켜 냉각속도를 높이거나 CaO와 SiO₂의 물질량비를 증가시켜야 한다는 것을 알수 있다.

맺 는 말

1) 록주석은 1 350℃에서 1h동안 가열하여도 결정구조를 유지하지만 석회석이 용제로 혼합된 경우에는 이 가열조건에서 완전한 구조파괴를 일으킨다.

2) 록주석+석회석혼합물에서 CaO와 SiO₂의 물질량비를 0.47~0.59로 보장하고 1 350℃에서 1h동안 열분해시킨 다음 용융물을 20℃의 물속에서 냉각시키면 록주석의 열분해률을 95%이상으로 높일수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 王圈库; 机电产品开发与创新, 25, 4, 19, 2015.
- [2] 刘柳辉; 稀有金属与硬质合金, 30, 4, 25, 2002.
- [3] 符剑刚 等; 稀有金属与硬质合金, 37, 1, 40, 2009.
- [4] 谢奕斌 等; 湖南有色金属, 27, 1, 61, 2011.

주체108(2019)년 7월 5일 원고접수

On the Thermal Decomposition of Beryl

U Yong Nam, Pak Hyon

We considered the thermal decomposition character of beryl and the influences of factors on the thermal decomposition of beryl under the condition that the limestone was added as a flux.

Key words: beryl, thermal decomposition