

# 석회석 소성Pattern이 생석회 품질 및 분화에 미치는 영향

서인국 · 이덕원

## 1. 서 론

석회석을 구성하는 주 광물인 방해석의 결정입도는 석회석 소성조업에 있어서 석회석의 분화와 아주 밀접한 관련이 있고 이러한 특성은 가열시 주로 방해석의 이방성에 기인한다는 사실은 널리 잘 알려져 있다. 즉, 석회석을 가열하면 팽창이 일어나는데 방해석의 결정축 방향에 따라서 열팽창계수가 다르기 때문에 암석내부에서는 이방성 팽창에 따라 내부응력이 발생하게 된다. 석회석이 주로 작은 결정입자로 구성된 경우에는 결정축 방향에 따라서 열팽창 차가 작고 결정입자 주위의 공극 등에 의하여 열팽창이 어느 정도 흡수되기 때문에 암석내부에 생성되는 내부응력이 작다. 큰 결정입자로 구성된 암석에서는 이러한 이방성 열팽창 차가 상대적으로 크고, 암석의 공극율도 낮아 암석내부에 큰 응력을 발생시켜 결국 쉽게 분화하게 되는 것이다.

이와 같이 석회석 소성시에 발생하는 분화현상이 원석의 결정입도에 크게 영향을 받기 때문에 소성로 업체에서는 결정입도가 작은 석회석 광산을 개발하여 생석회 원료로 사용하고 있으나 소성로에서의 가열 Pattern이 석회석 분화에 미치는 영향에 대하여는 조사가 거의 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 가열Pattern에 따른 분화특성을 조사하여 향후 석회석 소성 조업시 Dust발생억제를 위한 가열Pattern설정에 도움이 되도록 하였다.

## 2. 시험방법

가열 Pattern의 기본 모델은 소성로 조업 특성상 분화가 일어나기 쉽고 소성 시간이 비교적 짧은 Rotary Kiln Type소성로에 있어서 석회석의 열이력 곡선을 기본으로 F.g.1과 같은 2개의 가열곡선을 설정하였다. 시간변화에 따른 온도 변화 곡선은 석회석 원료가 Rotary Kiln 소성로에 장입되어 Preheater, 킬른 본체 및 Cooler 하부에 이르기까지 석회석의 열이력 과정을 모사한 것인데 소성로 조업의 실제 가열 Pattern을 고려하여 고온형(High)과 저온형(Low)의 2가지 열이력 곡선을 임의로 설정한 후에 전기로를 이용하여 소성 하였다.

소성시험에 사용된 석회석은 결정 입도가 약200 $\mu$ m정도로서 비교적 분화하기 쉬운 석회석 2종(A, B)과 결정입도가 수십 $\mu$ m정도로서 분화율이 낮은 석회석 2종(C, D)을 사용하였는데 각 석회석의 화학조성은 Table 1과 같다.

시험에 사용한 석회석의 입도는 각 석회석에 대하여 16~20mm와 30~35mm의 두가지 입도를 대상으로 하였으며, 설정된 소성Pattern에 따라 소성이 완료된 생석회는 직경 130mm의 Tumbler에 넣고서 500, 900, 1500회전 후 발생된 -6.3mm의 무게비(%)를 측정하여 분화율(Disintegration)로 정하였는데 이 수치가 높을수록 분화경향이 높은 것이다.

---

주요어: 석회석, 생석회, 가열Pattern, 분화, 활성화도

POSCO기술연구소 제선연구그룹(iksuh@posco.co.kr, dwri@posco.co.kr)

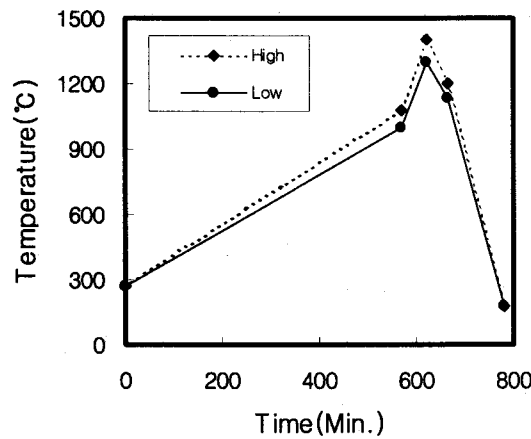


Fig.1 Heat pattern of limestone calcination

Table 1 Chemical composition of limestones

	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
A	55.29	0.21	0.04	0.01	0.04	0.006	0.009
B	52.08	1.96	0.32	0.14	0.22	0.003	0.047
C	54.56	0.32	0.03	0.01	0.13	0.013	0.008
D	51.80	3.03	0.44	0.12	0.28	0.005	0.027

가열Pattern변화에 따른 생석회의 반응성을 평가하기 위하여 16~20mm의 석회석을 소성하여 얻어진 생석회를 파쇄하여 3~5mm의 입도의 시료 5gr을 준비하였으며 중화적정법을 이용하여 활성도를 측정하였다.

### 3. 시험결과 및 고찰

특성이 서로 다른 4종의 국내산 석회석(입도 16~20mm)에 대하여 고온형과 저온형의 2가지 가열Pattern에 따라 소성한 후에 분화율과 활성도 측정 결과를 Fig.2와 3에 나타내었다. Fig.2에서와 같이 동일한 가열Pattern에서는 석회석을 구성하는 방해석의 결정입도가 작은 C, D석회석을 소성한 경우가 결정입도가 큰 A, B석회석에 비하여 분화율이 낮게 나타났다. 또한, 동일한 특성의 석회석에서는 저온형(Low)으로 소성하는 것이 고온형에 비하여 분화율이 크게 낮아지는 것으로 나타났는데 저온소성시 분화저감율은 석회석 종류에 따라 다르나 적게는 10%정도에서 많은 경우에는 50%정도까지 저감되는 것으로 나타났다.

저온형이나 고온형으로 소성한 후에 무게 감량을 조사한 결과 무게 감량이 거의 같고 생석회로 완전 소성된 것으로 나타났기 때문에 가열Pattern변화에 따른 분화율 변화는 소성을 차이에 기인 되지 않았음을 알 수 있다. 따라서 석회석 소성시 분화율을 저감하기 위하여는 결정입도가 작은 석회석의 선정과 함께 가능한 낮은 온도Pattern으로 서서히 가열하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

Fig.3에서와 같이 석회석 종류 및 가열Pattern변화에 따라서 활성도가 크게 변화하고 있는데 그림에서와 같이 석회석이 동일한 경우에는 저온Pattern으로 소성한 경우가 고온 Pattern으로 소성한 경우보다 활성도가 모두 높게 나타나 고온형으로 소성한 경우에는 과소성 되었음을 알 수 있다. CaO품위가 높고 결정입도가 큰 A석회석의 경우에도 이와 같은 경향을 보이고 있으며 특히, 고온형으로 소성한 경우에도 다른 석회석에 비하여 활성도가 가장 높은 것으로 나타나 다른 석회석에 비하여 쉽게 과소성이 안된 것임을 알 수 있다.

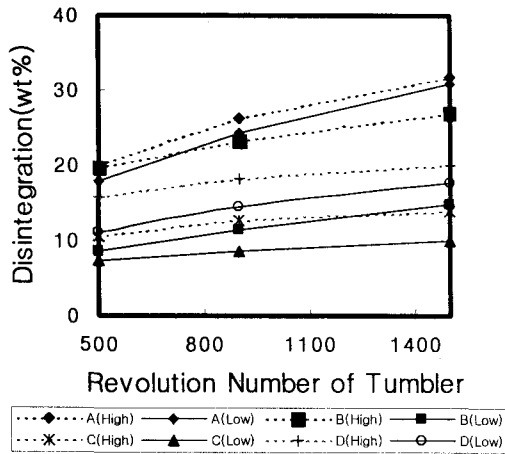


Fig.2 Disintegration change with heat pattern

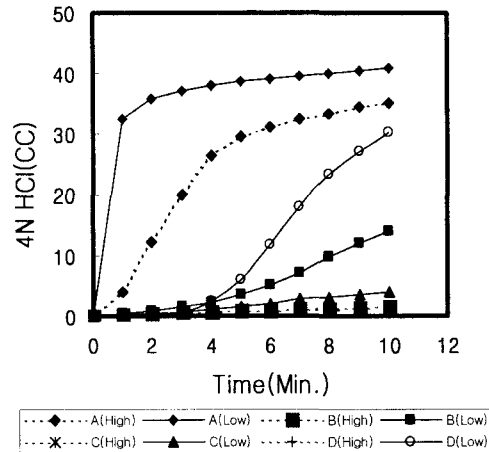


Fig.3 Reactivity change with heat pattern

한편, 화학성분은 A와 유사하나 결정입도가 작은 C석회석의 경우에는 저온형과 고온형 가열 Pattern에서 활성도가 모두 가장 낮게 나타났는데 이는 결정입도가 큰 석회석에 비하여 작은 결정질로 구성된 석회석은 상대적으로 기공율이 높아 석회석 내부에 열전달이 잘 이루어지고 열해리 결과 발생된 CO<sub>2</sub> 가스도 배출이 용이하여 소성이 빨리 진행되기 때문에 상대적으로 과소성이 먼저 진행되어 동일온도에서 동일시간 소성한다고 하더라도 결정입도가 큰 A석회석보다 과소성되어 활성도가 훨씬 낮아진 것으로 여겨진다.

그러나 결정입도가 크나 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 같은 불순물 함량이 비교적 높은 B석회석은 저온 소성의 경우에도 A석회석에 비하여 활성도가 크게 저하되는 것으로 나타났는데 이는 소성되어 얻어진 CaO가 이들 불순물과 반응하여 반응성CaO가 감소하였을 뿐 아니라 생성된 저융점 화합물이 생석회 기공을 막아 생석회의 활성도를 저하시킨 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

위와 같은 시험결과로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 첫째, 석회석 소성시 분화율을 저감하기 위하여는 결정입도가 작은 석회석의 선정과 함께 가능한 낮은 온도Pattern으로 서서히 가열하는 것이 바람직하다.
- 둘째, 결정입도가 크고 CaO함량이 높은 석회석은 쉽게 과소성 되지 않아 활성도가 높으나 결정입도가 작거나 불순물 함량이 높은 경우에는 활성도가 낮은 경향을 보인다.