

Calcite를 활용한 소결체의 기공 형성과 강도에 관한 연구

신동철 · 김영훈 · 이순기 · 김경원¹⁾ · 신선명 · 강현찬²⁾

1. 서 론 :

기공을 가지는 다공질 재료는 단열재, 흡음재, 경량재, 흡수재 등 다양한 분야에 걸쳐 사용되어 왔다. 최근에는 환경, 식품, 의학 분야에서 활발한 응용이 추진되고 있고 그 응용 가치도 높게 평가받고 있다. 현재 환경 분야에서는 강도가 우수하고 많은 양과 종류의 미생물이 유지될 수 있는 최적의 기공 구조를 임의로 조절할 수 있는 다공질 세라믹 재료에 많은 관심과 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 다공질 미생물 담체를 만들기 위한 기초 실험 단계로서 소결체의 표면과 내부에 형성되는 여러 가지 기공에 관한 연구와 그에 따른 강도의 변화에 관한 연구를 하고자 한다. 현재까지 기공을 형성시키는 방법에는 많은 재료와 방안들이 사용되고 있지만 본 연구에서는 기공을 형성시킬 수 있는 여러 가지 재료중에서도 다공질 미생물 담체를 만들기 위해 사용한 원료중에서 Calcite의 특성을 활용한 CO₂ gas의 분출에 의해 형성된 기공을 중점적으로 연구하도록 하겠다. 또한 이렇게 형성된 기공과 그에 따른 강도와의 관계를 규명하고자 한다.

2. 실험방법

몇 종류의 광물을 적당한 무게비로 혼합한 후 CO₂ gas 분출구 형성을 위해 사용하는 원료인 Calcite의 첨가량 및 입자의 크기별로 각각 다르게 첨가하여 제조한 시료를 전기로에서 각각 850℃에서 1100℃로 온도를 변화시키면서 가소시켰다. 이때 가소 시간은 각각의 최고 온도에서 2시간 이상 유지시킨 후 공기중에서 서서히 냉각시켜 표면에 형성된 기공을 전자현미경과 영상해석 시스템을 사용하여 조사하였다. 또한 이 시료들을 Calcite 첨가량 및 가소 온도에 따른 압축강도의 변화를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

1) Calcite 첨가량에 의한 표면 기공의 변화

Calcite의 첨가량에 따른 기공의 형성 능력 실험을 위해 다공질 세라믹 제조의 주 원료인 제오라이트와 카오린을 무게비로 50 : 50 으로 혼합한 후 CO₂ gas 분출구 형성을 위해 사용하는 원료인 Calcite를 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%의 무게비로 각각 다르게 첨가하여 제조한 시료를 전기로에서 각각 850℃에서 1200℃로 온도를 변화시켜 표면에 형성된 기공들을 살펴보면 다음과 같다.

주요어 : Calcite, 소결체, 압축강도, CO₂ gas, 기공을

- 1) 동아대학교 자원공학과 대학원
- 2) 동아대학교 자원공학과

Photo 1은 각각의 온도별 가소 실험에서 가장 우수한 결과를 나타낸 온도인 950℃에서 Calcite 첨가량에 따른 표면 기공의 변화를 나타낸 것이다. Photo 1에서 볼 수 있는 바와 같이 Calcite의 첨가량에 따라 기공율이 점점 높아지는 것을 알 수 있다. 그러나 Calcite의 첨가량이 0에서 6까지는 세라믹 내의 기공율이 각각의 가소 온도에서 대부분 비례적으로 증가하지만 첨가량이 8%로 이상으로 올라가면 기공율이 오히려 줄어드는 것을 볼 수 있다.

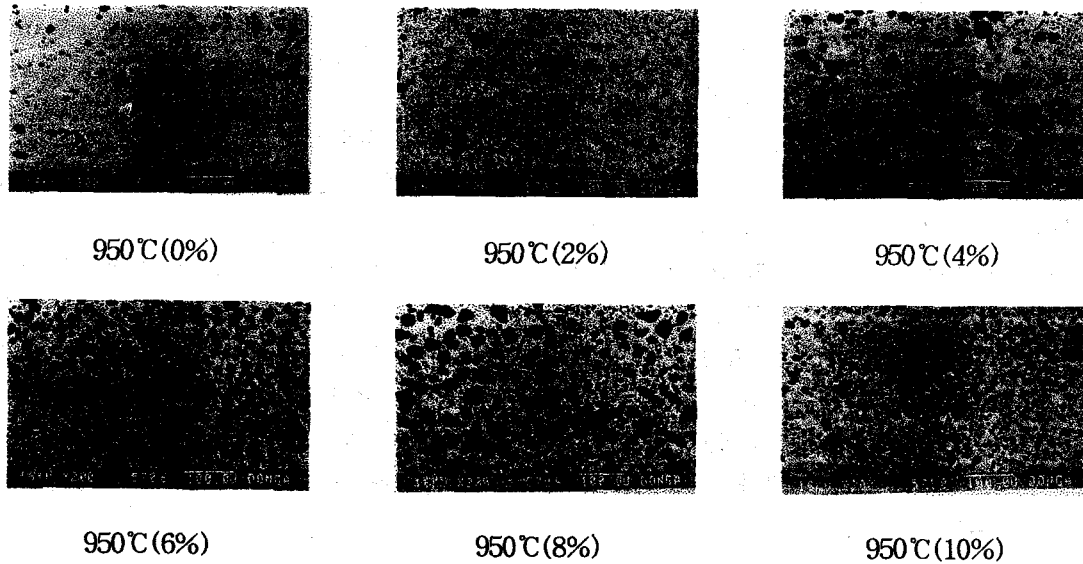


Photo 1. 가소온도 950℃에서 Calcite 첨가량에 따른 기공의 변화

Fig. 1은 기공율을 보기 쉽게 도식화 한 것으로 가소 온도 950℃까지는 증가하여 최고 37%의 기공율을 나타내지만 그 이상의 온도에서는 점점 감소하는 경향을 볼 수 있다. Fig. 2의 압축강도 그래프도 마찬가지로 가소온도 950℃까지는 압축강도가 비례적으로 증가하여 최고 3042kgf를 나타내지만 그 이상의 온도에서는 압축강도가 점점 감소하는 경향을 볼 수 있다.

또한 Calcite를 첨가하지 않은 시료의 압축강도가 1100℃에서 최고 1320kgf를 나타낸 것과 비교해 보면 Calcite를 6% 첨가한 다공질 세라믹이 압축 강도도 매우 우수하고 기공율도 매우 좋다는 것을 실험을 통하여 알 수 있었다.

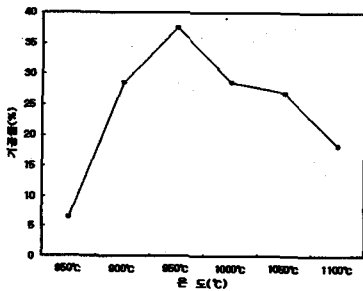


Fig. 1. 기공율 변화(Calcite 6%)

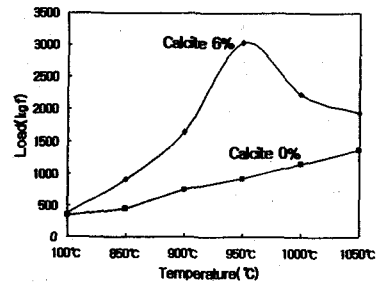


Fig. 2. 압축강도의 변화 (Calcite 0%, 6%)

2) Calcite 입자 크기에 의한 표면 기공의 변화.

Calcite 입도의 크기가 기공의 크기 변화와 기공율에 어떤 영향을 미치는가를 알기 위하여 CO₂ gas 분출구 형성을 위해 사용하는 원료인 Calcite를 전체 무게비에 대해서 6%로 고정시키고 첨가하는 Calcite의 입도를 사분체로 40~80 mesh, 80~100 mesh, 100~140 mesh, 140~170 mesh, 170~230 mesh, 230 mesh이하 등의 6가지 입도를 사용하여 가소 온도를 850℃, 900℃, 950℃, 1000℃, 1050℃, 1100℃로 변화시켜 실험하였다.

Fig. 3, 4는 각각의 온도별 가소 실험에서 가장 우수한 결과를 나타낸 온도인 950℃에서 칼사이트 입자 크기에 따른 기공 분포 자료를 영상 해석 시스템을 활용하여 기공율과 평균 기공크기의 변화를 나타낸 것이다.

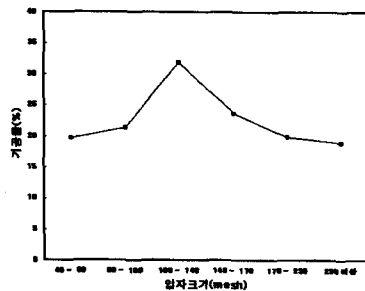


Fig. 3. 입자 크기에 따른 기공율 변화

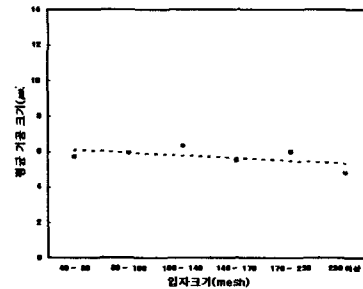


Fig. 4. 입자 크기에 따른 평균기공크기 변화

Fig. 3에서 보는 바와 같이 100~140 mesh에서 기공율이 약 32%로 가장 좋았다. 그리고 Fig.4는 950℃에서 Calcite 입자 크기에 따른 평균 기공 크기 변화를 나타낸 것으로 그래프에서 보는 바와 같이 입자의 크기가 작아질수록 평균 기공 크기도 조금씩 작아지는 경향을 볼 수 있다.

4. 결론

1) Calcite를 활용한 다공질 소결체는 Calcite를 첨가하지 않아 기공이 없는 소결체보다 오히려 압축 강도가 훨씬 높게 나타났다. 따라서 점토 광물을 소결할 때 Calcite를 첨가하면 소결체 내에 많은 기공을 제공하면서도 압축 강도를 상당히 상승시키는 것을 알 수 있었다.

2) 몇 종류의 점토광물을 기본 원료로 하여 CO₂ gas 분출물질로 방해석을 첨가하여 가소할 때 가소 온도를 950℃ 전후에서 행하는 것이 가장 좋으며 방해석의 첨가량은 6%에서 가장 기공율이 좋으면서 압축 강도도 가장 높게 나타난다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1) 日本粘土學會, 1987, "粘土ハンドブック-第二版", 技報堂出版, 東京市, 日本, p. 8-106
- 2) 小松和藏 等, 1984, "セラミックス材料科學入門", 内田老鶴圃新社, 東京都, p. 369-432
- 3) 原 伸宜, 高橋 浩, 1975, "ゼオライト-基礎と應用", (株)講談社, 東京都, 日本, p. 1-50
- 4) 加藤忠藏, 1989, "粘土鑛物の 吸着水, 層間水, 構造水の狀態", 日本粘土鑛物學會誌, Vol. 29, No. 3, pp. 118-128.
- 5) 金奎漢, 1992, 粘土鑛物學 : 春光, Seoul, Korea, p. 36-52