

PF4) 이산화탄소의 탄산염광물화 원료용 사문석의 전처리 및 특성 평가

Pretreatment and Characterization of Serpentine for the CO₂ Sequestration by Mineral Carbonation

김동화 · 이재근 · 이태원
한전 전력연구원 구조연구실

1. 서 론

발전소, 제철소 및 화학공장등에서 배출되는 이산화탄소의 양은 화석연료 사용량의 증가에 따라 앞으로 지속적으로 증가 될 전망이다(Dunsmore, 1992). 이산화탄소의 저장방식 중 광물화저장 방식은 유일하게 영구적으로 저장할 수 있는 차세대 기술이다. 광물화저장은 열역학적으로 안정한 알카리토금속의 탄산염 형태로 영구적인 CO₂ 처분방식이다. 광물화 생성물은 이미 천연적으로 풍부히 존재하는 고토석이나 방해석의 형태로 된다. 마그네슘이 풍부한 사문석이나 감람석이 반응원료로 여러면에서 유리한데 이는 이들 광물이 전세계적으로 풍부하고, 채광이 용이하며, 비교적 높은 함량의 마그네슘을 포함하고 있기 때문이다. 광물화저장법은 영구적으로 CO₂를 처분하고, 환경친화적인 공정을 필요로 하는 저장 기준을 근본적으로 만족시킨다. 본 연구에서는 국내산 사문석의 열처리와 이에 따른 결정학적, 분광학적 분석을 통하여 전처리 과정의 조건을 도출하였고 이산화탄소의 탄산염광물화 반응원료 후보로서 손색이 없음을 확인 할 수 있었다(Mackenzie, 1998).

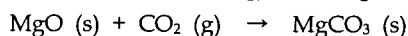
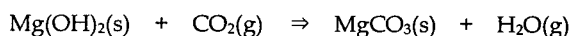
2. 연구 방법

본 연구에 사용된 사문석은 안동 예천광산에서 생산되는 원광이며, 기계적인 분쇄법으로 건식 분쇄하여 -53 μm와 53~125 μm의 두 가지 사이즈로 분류하고, 각 실험과 분석 등에 적절한 사이즈를 선택하여 사용하였다. 분쇄한 분말을 화학적 전처리 한 후 유도결합 플라즈마 질량분석법으로 성분원소를 조사하였고 전처리 공정의 연구를 위해 강열감량, 결정학적 구조분석, 분광학적 구조분석, 열적특성분석을 하였다. 열적 특성 조사를 위해 열질량분석(TGA : Thermogravimetric Analyzer, TA Instrument, SDT-2960 V3.0F)과 시차열분석(DTA : Differential Thermal Analyzer)을 이용하였으며, 전처리 전후의 시료들의 결정학적 구조를 조사하기위해 X-ray Diffractometer(Rikaku Co.)를 사용하였다. 분광학적 조사를 위해 Fourier transform-Infrared(FT-IR)spectrometer(Bio-Rad, FTS 135)를 이용하였으며, 시료들의 산화안정성 및 산화상태를 조사하기 위해서 X-선 광전자 분광법(X-ray Photoelectron Spectroscopy)을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 원광 사문석의 성분 및 결정 성상

화학적 전처리후 조사된 국내산 사문석의 성분은 MgO와 SiO₂가 37%와 46%로, 사문석의 80% 이상을 차지하는 주된 성분임을 알았으며, 주성분 이외의 산화물은 Fe₂O₃(11%), CaO(4.1%) 그리고 Al₂O₃(2.2%)로 확인되어 높은 마그네슘 함량으로 미루어 볼 때 사문석의 탄산염광물화에 원료광물로서의 가능성이 충분할 것으로 평가된다. XRD 분석 결과, 사용된 시료는 lizardite-type의 결정 구조를 갖는 것으로 관찰 되었으며, 열처리후 사문석 성분들의 재배치를 통하여 다상의 복합 산화물과 유사한 변성 사문석이 형성된 것으로 관찰되었다(Wilsom, 1987).



3. 2 열처리 온도에 따른 사문석의 특성 변화

200℃에서 1,100℃까지 열처리한 사문석 분말은 열처리 온도가 증가하면서 점점 붉은 색으로 변해 갔으며, 열처리 온도에 따른 질량변화와 열특성 분석 결과 약 13%의 질량감소가 관찰되었다(Fig. 1). 특히 500℃~700℃사이에서 급격한 질량감소가 이루어졌는데 이는 (OH)기의 기화에 의한 것으로 보이며, 열처리한 후의 FT-IR 스펙트럼(Fig. 2)으로부터 500℃~700℃부근의 (OH)기의 변화가 관찰되어 이를 확인 할 수 있었다. 또한, FT-IR의 3,390cm⁻¹에 나타난 peak로부터 본 연구에 사용된 사문석이 lizardite-type에 해당되며, 앞 절의 성분분석 및 XRD 회절분석 결과와도 일치함을 확인 할 수 있었다.

3. 3 열처리 후의 사문석의 구성 산화물의 산화상태 변화

XPS분석 결과(Fig. 3), 사문석원광은 금속마그네슘이 수산화기와 결합한 Mg(OH)₂의 형태로 존재하는 것을 알 수 있었으며 열처리 한 후 금속마그네슘에 산소가 결합한 MgO의 형태로 구성됨을 알 수 있었다. 사문석의 열처리와 이에 따른 결정학적, 분광학적 분석을 통해 사문석에 포함된 OH기가 제거되면서 결정구조의 변화 및 화학적 상태의 변화가 일어난 것이 확인되었고 이로부터 탄산염광물화를 위한 전처리 과정의 적당한 조건을 알게 되었다.

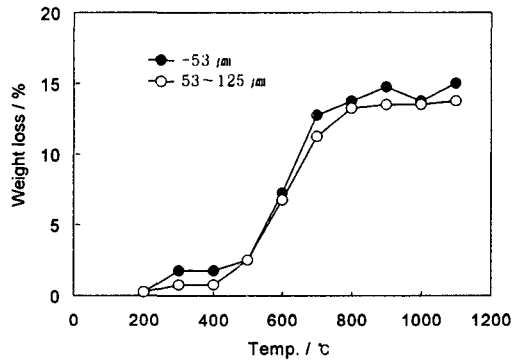


Fig. 1. Weight loss of Serpentine with respect to temperature.

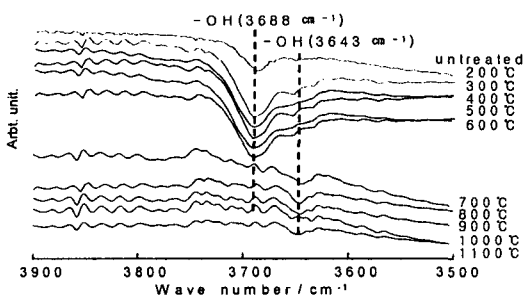


Fig. 2. Change of -OH with respect to heat treatment temperature.

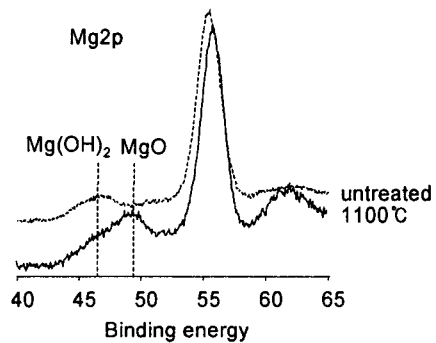


Fig. 3. Mg spectrum change of Serpentine.

참고 문헌

- Dunsmore, H. E. (1992) Energy Conversion and Management, Volume 33, pages 565-575.
 Mackenzie, W.S., Adams, A.E.(1998) 김원사, 정지곤 共譯, 광물과 암석의 편광현미경 연구, 시그마 프레스.
 Wilson, M. J. (1987) "A Handbook of Determinative Methods in Clays Mineralogy."Blackie, New York.