



폐유리와 모래를 활용한 Wollastonite 합성 예비 실험

Feasibility Study on the Synthesis of Wollastonite Using Waste Glass and Sand

배준일* · 권민경 · 문주혁

Pae Junil, Kwon Minkyung, Moon Juhyuk

<서울대학교 건설환경공학부>

ABSTRACT

Wollastonite is a promising sustainable cement mineral which directly reacts with carbon dioxide to form calcium carbonate and silica gel. Due to the carbon dioxide reaction, it can be undoubtedly one of materials for carbon capture, utilization, and storage. In this study, feasibility study for synthesizing the wollastonite crystal using sand and waste glass was performed instead of using reactive but expensive silica fume for silica source.

요 약

Wollastonite는 대표적인 이산화탄소 반응경화 물질로서 이산화탄소와 직접적으로 반응하여 탄산칼슘과 실리카겔을 형성한다. 따라서 이는 의심의 여지 없이 이산화탄소 저장 및 활용에 사용될 수 있는 핵심적인 기술이다. 본 연구에서는 실리카 원료로서 고가의 실리카폼을 대체하기 위해 모래와 폐유리를 사용하여 실험해 보았다.

1. 서 론

시멘트 분야 건설산업은 공정배출 이산화탄소를 많이 배출하는 산업 중 하나로 2050 탄소중립 실현을 위해 포틀랜드 시멘트를 대체할 이산화탄소 반응경화 시멘트의 개발은 필수적이다. Wollastonite는 대표적인 이산화탄소 반응경화 물질로서 이산화탄소와 반응하여 탄산칼슘과 실리카겔을 형성하는데 이는 이산화탄소 감축은 물론 강도 발현에도 도움이 된다. Wollastonite를 합성하기 위해 다양한 방법이 연구되고 있지만 이들 대부분 실리카 원료로 고가의 실리카 폼을 사용하여 경제성이 낮은 문제점이 있다. 본 연구에서는 실리카 원재료로 실리카 폼을 대신하여 모래와 폐유리를 이용하여 Wollastonite 합성이 가능한지 고찰하였다.

2. 실험 방법

2.1 사용재료

칼슘 소스로는 탄산칼슘을 사용하였으며 실리카 소스로는 실리카 폼, 석영분말, 볼밀 그라인딩 시간을 달리 하여 잘게 분쇄한 모래(규사), 폐유리를 사용하였다.

2.2 실험 및 분석 방법

탄산칼슘과 각각의 실리카 소스들을 Ca:Si를 1:1로 하여 혼합한 뒤 1200°C 이상으로 가열하여 Wollastonite를 합성하였다. 실리카 소스로 폐유리를 사용한 경우 다른 조건은 동일하되, 소성온도를 1050°C로 낮추고 결정성이 높은 실리카의 반응성을 높여 줄 수 있는 물질을 소량 첨가하여 합성하였다. 이 후 합성된 물질을 분말 형태로 분쇄한 뒤 XRD 분석을 진행하여 Wollastonite가 형성되었는지 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

합성된 물질의 XRD 패턴은 아래 그림과 같다. α -CS(wollastonite 2M), β -CS(wollastonite 1A) 중 XRD 패턴으로 확인하기 쉬운 α -CS를 기준으로 Wollastonite가 형성된 정도를 비교하였다. 그림 1과 같이 실리카 폼, 석영분말, 모래 순서로 Wollastonite가 더 많이 형성되었으며 모래 중에서는 반응성을 높여줄 수 있는 특정 물질을 활용한 경우에만 α -CS 피크가 가시적으로 관찰되었다. 폐유리를 사용한 경우 1050°C의 낮은 소성온도임에도 불구하고

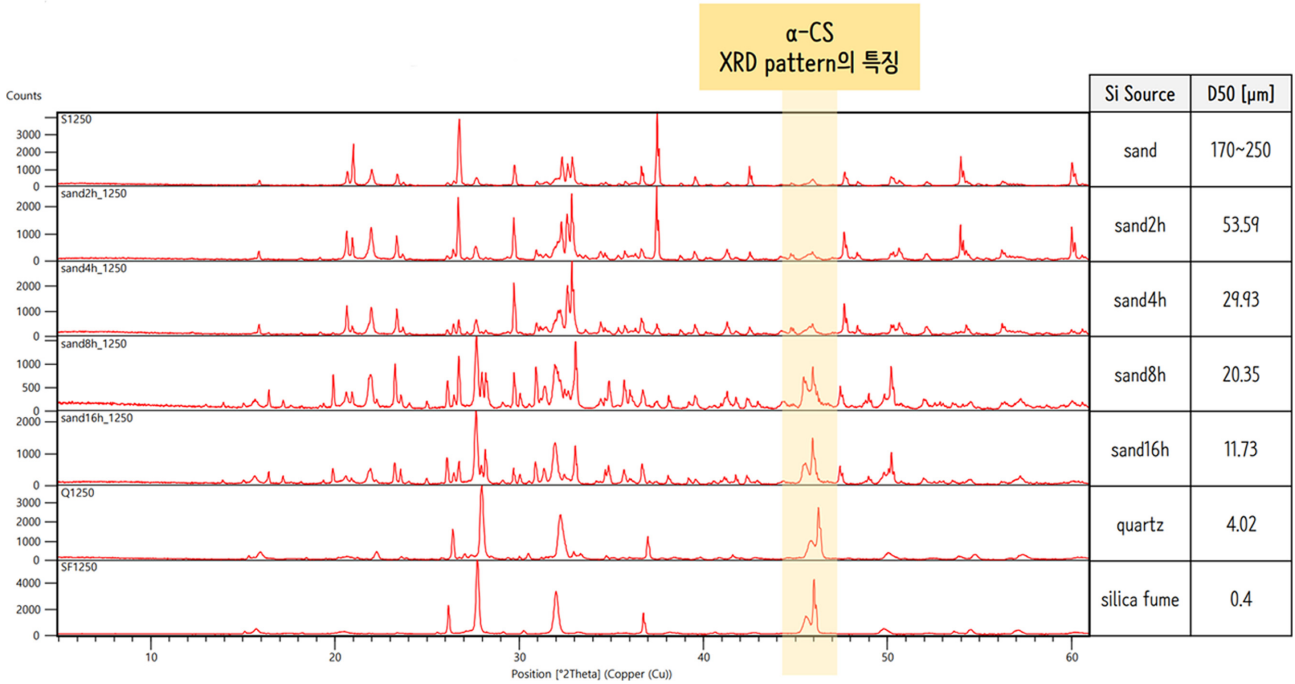


그림 1. 모래, 석영분말, 실리카 흡을 사용하여 합성된 물질의 XRD 패턴

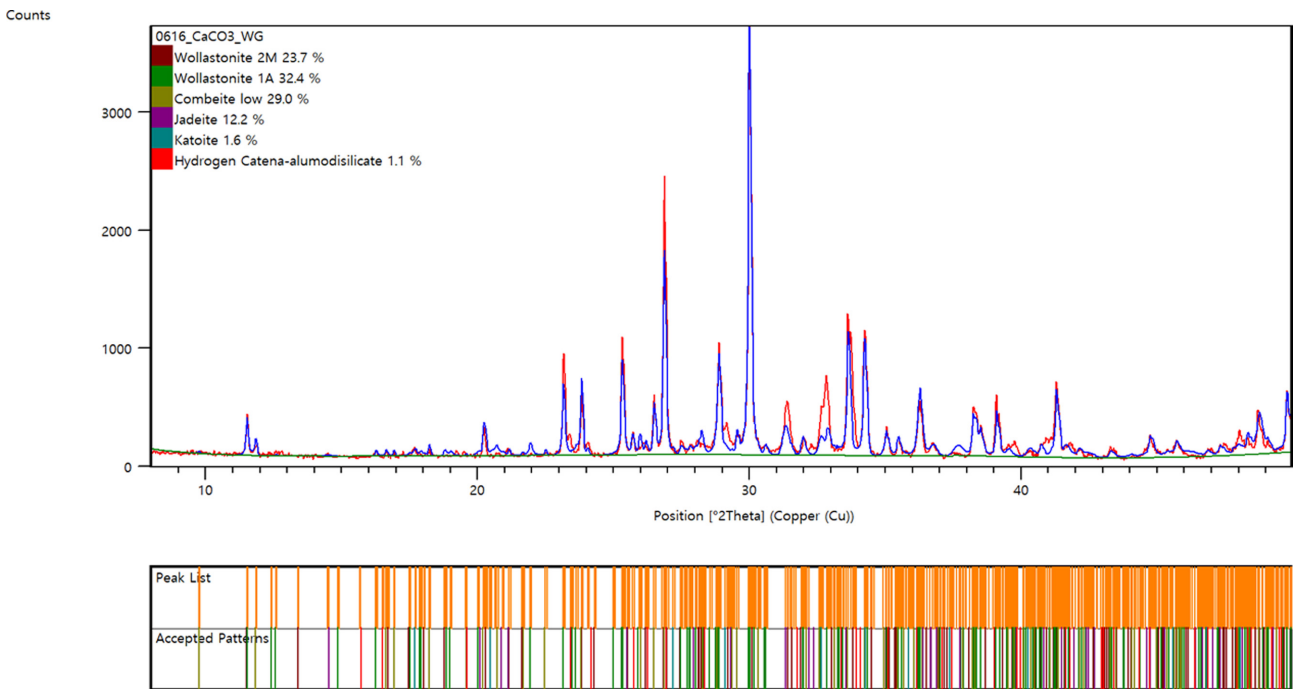


그림 2. 폐유리 분말을 사용하여 합성된 물질의 XRD 패턴 및 정량 분석 결과

Wollastonite가 56.1% 생성되었으며 이 역시 폐유리의 실리카 소스의 반응성을 올려줄수 있는 물질의 활용이 필수적인 역할을 하였으며, 이 외에 관측된 생성물들은 폐유리에 포함된 불순물인 소듐과 알루미늄에 의한 것으로 예상된다.

4. 결 론

고가의 실리카폼의 경우 특정한 반응성 향상 물질의 첨가 없이도 순도가 꽤 높은 Wollastonite가 합성이 가능

하였으나, 폐유리 분말이나 모래의 경우 입도를 작게 하여도 실리카의 결정성이 높아 고온상황에서 반응에 참여하지 않아 고순도 Wollastonite 합성이 불가하였다. 하지만 실리카의 반응성을 올려줄 수 있는 물질을 소량 활용하였을 때 모래 분말이나 폐유리 분말을 활용하였을 경우에도 만족할 만한 순도의 Wollastonite가 합성이 됨을 실험적으로 확인하였으며, 이는 고가의 실리카폼을 대체할 수 있는 가능성을 보여준 것으로 사료된다.