

밀도 및 단열성능이 개선된 경량 세라믹 단열재의 물성

An Improved Density and Heat insulation of Light-weight Ceramic Insulator Using Cullet and Fly-ash

신 현 옥* 송 훈** 추 용 식** 이 종 규***
 Shin, Hyeon-Uk Song, Hun Chu, Yong-Sik Lee, Jong-Kyu

Abstract

Heat insulator materials can be classified inorganic and organic. The organic material is due to toxic gas emission, when a fire occurs. And it has lower water resistance. The inorganic material is heavy and worse thermal performance than organic materials. In this study, cullet and fly ash were used as basic materials in order to secure a recycling technology of by-products which was mostly discarded and reclaimed, and measure of physical properties of light-weight ceramic insulator.

키 워 드 : 유리분말, 플라이애시, 세라믹 단열재
 Keywords : cullet, fly-ash, ceramic insulator

1. 서 론

산업부산물인 플라이애시와 유리분말의 발생량은 매년 증가추세이며 병유리를 제외한 판유리, 브라운관 유리 등은 재활용율이 낮으며 플라이애시는 여러 산업에서 사용하지만 매립량은 발생량의 30% 수준이다. 또한 기존의 건축물에 사용되는 단열재의 경우 화재 및 수분에 취약하여 단점을 보완하고자 하였으며 산업부산물을 이용하여 경량 세라믹 단열재를 개발하고 특성을 알아보기 위해 열전도율, 압축강도, 밀도를 측정하여 그 가능성을 알아보하고자 하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

기존에 개발하였던 경량 세라믹 단열재는 밀도를 낮추는데 한계가 있어 이를 개선한 세라믹단열재를 제조하기 위하여 발포제 및 소성온도를 제어하였다. 제조 방법은 분말형태의 유리분말과 플라이애시를 발포제와 혼합하여 전기로에서 소성하였다. 소성온도는 TG-DTA를 통하여 결정하였고 소성된 세라믹 단열재는 커팅하여 물성을 측정하였으며 압축강도 및 밀도는 육면체로, 열전도율은 판형으로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

실험에 사용한 배합비는 표1과 같고 밀도를 낮추기 위하여 플라이애시의 함량은 15% 이하로 실험하였다. 발포제는 탄소성분인 그라파이트를 사용하였으며 소성온도는 낮추고 유지시간을 주어 시편의 내부에 열이 침투할 수 있도록 하였다.

표1. 경량 세라믹 단열재료의 배합비

실험번호	배합비	유리분말	플라이애시	발포제	물유리	소성온도
A	9.5:0.5	9.5	0.5	0~1% (그라파이트)	30%	750~ 770℃ (10분 유지)
B	9:1	9	1			
C	8.5:1.5	8.5	1.5			

표 2. 경량 세라믹 단열재료의 물성

물성	단위	세라믹 단열재
밀도	g/cm ³	0.18
압축강도	MPa	1.5
열전도율	W/mK	0.062

* 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 연구원(vexguy@naver.com)
 ** 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 책임연구원
 *** 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 수석연구원

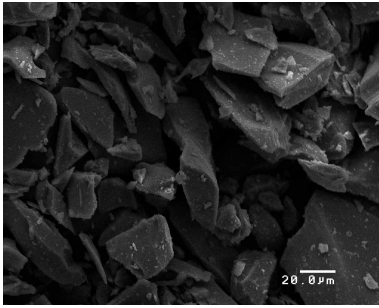


그림 1. 유리분말 SEM 이미지

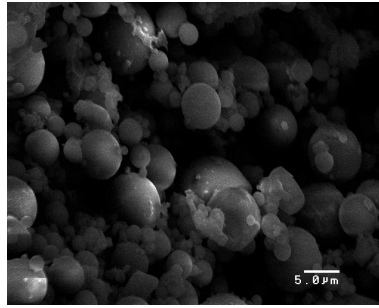


그림 2. 플라이애시 SEM 이미지

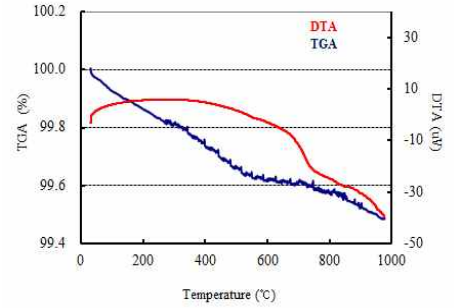


그림 3. 유리분말 TG-DTA

그림 1에서 보면 유리분말은 각형으로 거친 형태를 보이며 소성하여 녹아 조직을 구성하는 재료이고 플라이애시는 구형으로 조직을 치밀하게 구성하여 강도발현에 유리할 것으로 판단되며 액상의 발포제 사용으로 분말형태의 재료 혼입이 용이할 것으로 판단된다.

경량 세라믹 단열재의 소성온도는 TG-DTA에 의해 결정하였으며 유리분말은 약 720~730°C 사이에 융점을 나타내었다. 하지만 플라이애시의 혼입으로 소성온도는 750~770°C에서 실시하였으며 그림 4~6은 캠스코프(x40)로 본 경량 세라믹 단열재의 모습이다. 발포제로 그라파이트를 사용시 발포량이 많아 밀도에서 유리한 것으로 판단되며 조직을 이루는 기공사이의 벽이 더 얇아 유리한 것을 알 수 있다. 탄산칼슘을 발포제로 사용하는 경우 밀도개선이 0.2g/cm³ 이하로 하기에는 한계가 있는 것으로 판단되며 그라파이트를 사용하는 경우 더 밀도측면에서 유리한 것으로 판단된다.

소성된 경량 세라믹 단열재의 물성측정 결과는 표 2에 나타내었으며 밀도는 0.18g/cm³, 압축강도는 1.5MPa이고 단열재의 열전도율은 0.062 W/mK의 결과를 얻을 수 있었다. 이는 기존의 탄산칼슘을 발포제로 사용하는 경우보다 밀도는 10%, 압축강도는 25% 개선된 값으로 그라파이트의 사용이 물성을 개선함을 알 수 있다. 열전도율은 0.005 W/mK 개선되어 약 7.5% 개선 되었으나 열전도율을 더 낮출 필요가 있다.

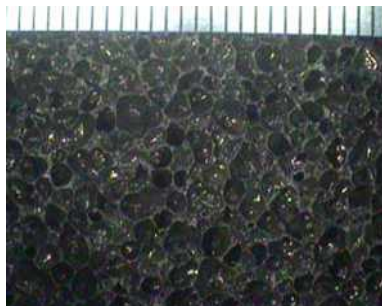


그림 4. 물유리30% + 그라파이트0.5%

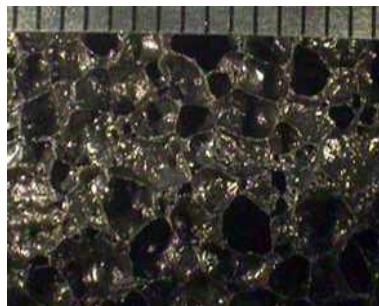


그림 5. 물유리30% + 그라파이트1%



그림 6. 물유리 40% + 탄산칼슘 1%

4. 결 론

산업부산물인 유리분말과 플라이애시를 사용한 경량 세라믹 단열재의 물성측정결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 유리분말의 융점은 720~730°C 수준으로 실제 소성은 플라이애시에 의해 750~770°C이며 밀도 및 압축강도는 만족할 만한 결과를 얻었다.
- 2) 발포제로 탄산칼슘보다 그라파이트를 사용하는 경우 밀도는 10%, 압축강도는 25% 개선되었다.
- 3) 열전도율 측정결과 0.062 W/mK의 결과를 얻었고 무기단열재로는 우수한 수준이나 개선이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 2015년 국토교통부 국토교통기술사업화 지원사업에 의해 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 신현욱, 송훈, 추용식, 이종규, 유리분말과 플라이애시를 사용한 내화성 경량 무기발포 소재 연구, 한국건축사공학회지, 제11권 제2호, pp.79~81, 2011.11