

해체 콘크리트 미분말 재생특성 평가

박정우, 민병연, 최왕규, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150-1)

piw4863@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력 시설의 해체 시 전체 폐기물의 70% 이상 차지하는 콘크리트 해체 폐기물에 대해 선진국들은 처리의 중요성을 인식하고 처리기술과 재활용 방안을 모색[1,2]하였으나 국내에서는 재활용 기술과 경험이 매우 빈약한 상황이다. 국내 연구로 대상 콘크리트 해체 폐기물이 소규모라 할지라도 연구로 해체를 통해 발생한 콘크리트폐기물의 최종 처분부피를 감축하고 향후 원전 해체에 대비한 공통기반기술 확보 차원에서 기술을 개발할 필요가 있다. 원자력 시설 해체시 발생하는 콘크리트 해체폐기물로부터 방사성 폐기물을 분리하여 감용하고 골재를 회수하여 재활용을 위한 처리 기술은 수립되었으나, 이때 발생하는 30% 이상의 방사성 폐기물인 미분말에 대한 활용 방안은 전무하다.

따라서 본 연구에서는 원자력 시설 해체시 발생하는 콘크리트 해체폐기물 분리를 하였을 경우 발생하는 미분말을 700°C로 소성하여 미분말내 많은 비율을 차지하는 시멘트 수화물의 수화성 회복을 하고 재생된(수화성 회복) 미분말로 고화체를 만들어 보다 안정적이고 고정화된 폐기물로 처리하는 것에 목적이 있다.

2. 실험 및 결과

본 실험에서 사용된 미분말은 연구로 해체 시 발생된 비방사성 해체 콘크리트 폐기물인 중량 콘크리트와 경량 콘크리트를 조크리셔를 사용하여 1차 분쇄 후 400°C에서 1시간 동안 열처리 한 후 불밀을 사용하여 2시간동안 분쇄한 후 체 분리(mesh)를 통해 1mm 미만의 중량 및 경량 미분말을 사용하였다. 실험에 사용한 미분말의 화학적 조성은 Table 1과 같다. 미분말을 700°C, 2시간 소성 후 모래(표준사) 및 물(배합수), 고성능분산제(폴리카르본산계)와 배합한 다음 성형 몰드에 넣고 양생하여 미분말 고화체를 제작하였으며 이렇게 제작된 고화체로 재령(1,3,7,28일)에 따른 압축강도시험(KS L 5105)을 측정하였다. 실험 방법은 Fig 1과 같다.

Table 1. Chemical components of cement paste

| Element | Heavy paste(wt%) | Light paste(wt%) |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| Al ₂ O ₃ | 3.7 | 10 |
| CaO | 13 | 12.2 |
| Fe ₂ O ₃ | 44.2 | 4 |
| K | 1.4 | 2.3 |
| MgO | 4.3 | 0.83 |
| Na | 0.4 | 1.5 |
| S | 0.2 | 0.2 |
| SiO ₂ | 32.6 | 68.5 |
| Ti | 0.088 | 0.2 |
| Sum | 99.87 | 99.73 |

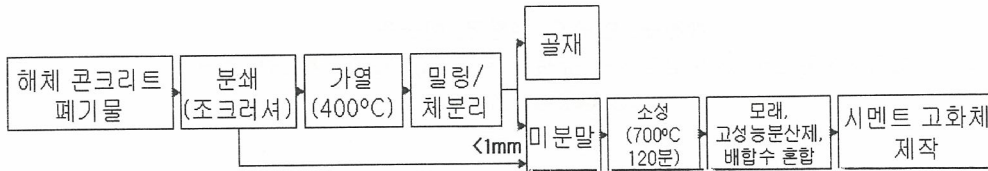


Fig. 1. Test procedure

미분말 재생 방안의 일환으로 고화체 제작을 위해 미분말의 최적 소성 온도 및 시간을 결정하기 위해 열분석(TG-DTA)을 수행한 결과를 Fig 2에 나타내었다. 경량 및 중량 미분말 열분석(TG-DTA) 결과 420°C 이하에서는 자유수 증발로 무게가 감량되는 것을 알 수 있고 420°C~700°C 영역에서는 $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ 및 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 열에 의한 화학적 반응으로 H_2O 탈수, CO_2 증발로 무게가 감량되고 시멘트의 주성분인 CaO 가 생성된다는 것을 알 수 있었고, 소성 온도 700°C 및 2시간의 소성시간이 가장 적합하다고 판단된다.

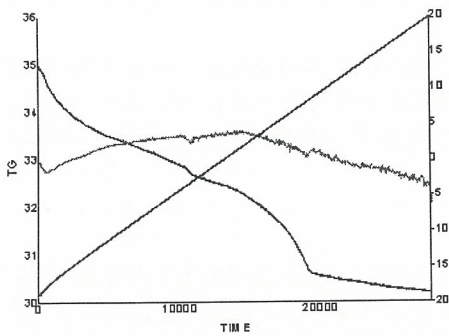


Fig 1(a). Light paste

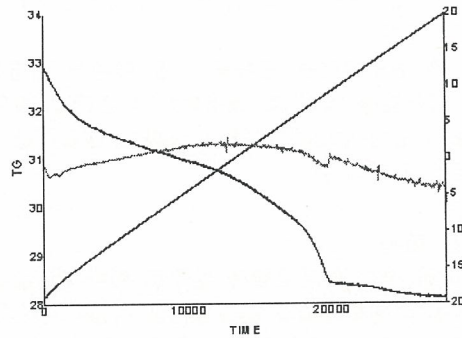


Fig 1(b). Heavy paste

Fig. 2. Analysis TG-DTA of paste

3. 결론

해체 콘크리트 미분말은 420°C ~ 700°C 범위에서 소성할 때 수화성을 회복하는 것으로 나타났고, 700°C에서 2시간이 가장 우수한 것으로 밝혀졌다. 잔골재 혼입에 따른 고화체 압축강도가 저하되는 경향이 있어 재생된 미분말 자체를 사용하여 고화체를 제작하는 것은 어려움이 따라 포틀랜드 시멘트를 일정한 비율로 배합하여 최적비율을 도출하여 보다 안정적이고 고정화된 방사성 폐기물 미분말 고화체 제작이 필요하다.

Reference

1. Cornelissen, H.A.W., "Test installation for volume reduction of contaminated/Activated concrete."KEMA-report 40913-KET/R&B 95-4078, 1995.
2. Sukekiyo,M. et al., "The technical development on recycled aggregate concrete for nuclear facility", Saitama Institute of Technology