

## 연구로 및 변환시설 해체 콘크리트 폐기물의 자체처분 및 부피감용을 위한 실증실험

민병연, 박정우, 최왕규, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[bymin@kaeri.re.kr](mailto:bymin@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

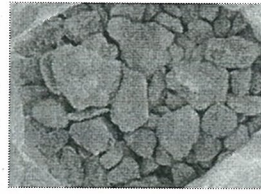
원자력시설이 가동되는 동안 건물의 콘크리트는 방사성 물질로 오염되고 해체 시 방대한 양의 오염된 콘크리트 폐기물은 해체 시 발생하는 전체 폐기물에 70~80% 를 차지함에 방사성 콘크리트 폐기물의 처리는 매우 중요하다. 방사성 콘크리트 폐기물은 부피감용비가 낮으며, 발생장소 및 위치에 따라 오염의 준위가 매우 다양하기 때문에 잔류방사능 측정에 시간과 비용이 많이 들며 잔류 방사능이 균일하지 않을 경우에는 더 많은 계측과 더 엄격한 허용기준이 요구되므로 폐기물 처리 시 처리 비용이 매우 높다. 보통 콘크리트의 30% 는 다공성의 시멘트이고 나머지 70%는 석영이나 석회암 같은 농후한 집합체로 이루어져 있으며 오염핵종의 대부분은 콘크리트 표면에 주로 오염되어있다<sup>1-3)</sup>. 해체 콘크리트 폐기물의 부피감용 및 자체처분 제한치 이하로 방사선농도를 떨어뜨리기 위해서는 방사성 물질이 농축되어 있는 미분말을 분리하는 것이다. 해체 콘크리트 폐기물의 대부분은 오염 준위가 낮기 때문에 적절한 제염 처리를 거친다면 상당량의 콘크리트 폐기물을 자체처분(Self-disposal) 할 수 있으며, 제한적으로 원자력 분야에 재이용(reuse)이 가능하다. 현재 국내에서 수행되고 있는 연구로의 해체 시 비방사성 콘크리트 해체폐기물이 약 1,700톤, 방사성 콘크리트 해체폐기물이 약 250톤 (160 m<sup>3</sup>, 4 m<sup>3</sup> 컨테이너 40개분) 발생[9] 되어 있으며 연구로 대상 콘크리트 해체폐기물의 양이 비교적 소규모라 할지라도 본 연구로 해체를 통해 발생한 콘크리트폐기물의 최종 처분부피를 더 감축하고, 향후 원전 해체에 대비한 공통기반기술 확보 차원에서 본 연구를 통해 관련 기술을 개발할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 원자력 시설 해체 시 발생된 폐기물을 사용 기초연구를 획득한 최적의 운전조건과 가열 반응기의 전산모사를 통해 개발된 5kg/batch 규모의 가열공정과 40kg/batch 실증규모의 분쇄장치를 사용하여 연구로 2호기와 우라늄 변환 시설에서 발생된 오염된 콘크리트 해체폐기물을 사용하여 콘크리트 폐기물로부터 방사성 핵종을 분리하여 방사성폐기물 감용과 원자력 시설내에서 제한적으로 재활용 할 수 있는 골재를 회수하고자 가열분쇄공정을 사용하여 방사성 핵종의 분배특성을 고찰을 통해 실증규모 장치의 성능과 연구로 및 우라늄 변환시설 해체 콘크리트 폐기물의 자체처분 및 원자력 시설의 제한적 재활용이 가능한지를 살펴보았다.

### 2. 실험 및 결과

본 실험에 사용한 콘크리트 폐기물은 TRIGA 연구로 해체 시 발생된 비방사성 경량콘크리트와 중량콘크리트, 방사화 중량콘크리트, 우라늄 변환시설 해체 시 발생된 오염된 경량콘크리트를 사용하였다. 본 연구에서 수행한 실험은 Fig. 1과 같다. 실험실 규모의 실증가열분쇄 및 조밀분쇄 공정장치를 사용하여 연구로 해체 현장에서 수거한 비방사성 경량 콘크리트 폐기물에 대해 가열분쇄 공정 시험을 수행하였으며, 분리된 골재의 분포 및 골재의 흡수율 등을 통해 공정장치의 성능 평가를 수행하였다. 연구로 해체 현장에서 채취한 오염된 중량콘크리트와 경량콘크리트는 일차적으로 실험실 규모의 조크러셔를 사용하여 40 mm 이하로 1차 분쇄하였으며 파쇄된 해체 콘크리트 40kg을 일체형 가열분쇄 복합공정장치에서 500℃로 40분 처리한 후 패들형 회전충격기를 구비한 조밀분쇄 공정장치에서 30분 동안 처리하여 생산된 골재를 체분리 한 후 골재 분포율과 흡수율, 비방사능을 측정하였다. 본 공정장치를 사용하여 회수한 골재(굵은골재+잔골재)의 회수율은 우라늄변환시설의 일반 경량 콘크리트의 골재 회수율과 비교적 유사하였으며, 방사성콘크리트 오염

폐기물 골재와 유사한 골재의 회수율(약 80%)을 나타내었으며 그 결과는 Fig. 2에 수록하였다. 분리된 굵은골재와 잔골재에 대해 KS F 2573에 준하여 골재의 흡수율을 평가한 결과는 굵은골재는 2.2, 잔골재는 1.6으로 천연골재와 동등한 물리적 특성 값을 나타내어 순환골재로서의 재활용이 가능함을 확인하였다.

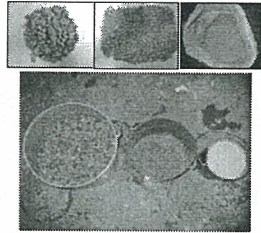


<해체 콘크리트 폐기물>

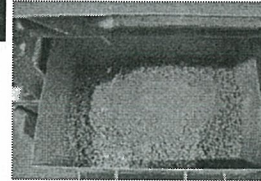


<콘크리트 폐기물 가열 및 분쇄>

따라서 독창적인 일체형 가열분쇄 및 패들형 조밀분쇄 공정장치의 콘크리트 폐기물 처리성능뿐만 아니라 장치의 안전성 및 적합성을 확인하여 원자력시설 해체 시 발생하는 방사성 콘크리트 폐기물, 특히 시급히 요구되는 연구로 및 우라늄변환시설 콘크리트 해체 폐기물의 감용 및 자체처분 사업에 직접 적용 가능한 기술 성능을 확보하였다.



<분리 후 골재>



<가열 분쇄 후 콘크리트 골재>

3. Future Work

Fig. 1 Experimental procedure

독창적인 일체형 가열분쇄 및 패들형 조밀분쇄 공정장치의 콘크리트 폐기물 처리성능뿐만 아니라 장치의 안전성 및 적합성을 확인하여 원자력시설 해체 시 발생하는 방사성 콘크리트 폐기물, 특히 시급히 요구되는 연구로 및 우라늄변환 시설 콘크리트 해체폐기물의 감용 및 자체 처분이 가능함을 확인하였다. 연구로 해체로부터 발생한 비방사성 중량 콘크리트와 우라늄 변환시설 해체로부터 발생한 경량 콘크리트 폐기물에 대한 가열분쇄 실험을 통해 방사화 콘크리트 폐기물의 65% 이상, 우라늄 변환시설 콘크리트 폐기물의 75% 이상을 자체처분 대상 폐기물로 분리 감용이 가능할 것으로 사료된다. 향후 연구로 방사화 중량 콘크리트와 우라늄 변환시설 해체 콘크리트 폐기물을 사용하여 가열분쇄 공정을 통해 이를 검증할 것이다.

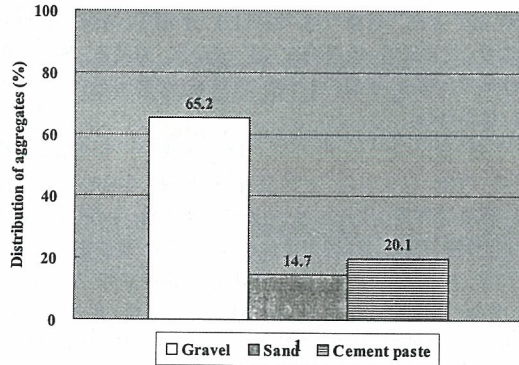


Fig. 2. Distribution of the separated aggregates

참고문헌

- White, T. L., Foster, D. Jr., Wilson, C. T. and Schaich, C. R. : Phase II microwave concrete decontamination results, ORNL Rep. No. De-AC05-84OR21400, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn. (1995)
- Cox, E. J. and Garde, R. : Decontamination of concrete surfaces at the Los Alamos Scientific Laboratory, PNL-SA-8855 (1990)
- Koga, Y., Inoue, T., Tateyashiki, H., Sukekiyo, M., Okamoto, M. and Asano, T. : A process for separating aggregate from concrete waste surging the dismantlement of nuclear power plant. Radioactive Waste Research, 3, p.p. 17-26 (1997)