

해체 콘크리트 폐기물의 고도처리에 의한 순환골재의 물리적 특성 및 미분말의 슬래깅

민병연, 박정우, 최왕규, 오원진, 정종헌

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

bymin@kaeri.re.krr

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. 발생한 방사성 콘크리트 폐기물은 대부분 콘크리트 표면에 주로 오염되어 있어 콘크리트 표면을 효과적으로 제거 또는 분리하면 나머지 오염되지 않은 부분은 재활용 할 수 있으며 상당량의 방사능 폐기물을 감용함과 동시에 방사성 폐기물 저장고의 폐기물 드럼이나 컨테이너의 Encapsulation material, 방사성 보호 차폐물을 위한 콘크리트, 제한된 장소에서 새로운 시설의 건설에 이용이 가능하다. 해체 콘크리트 폐기물에 대한 분리 실험에서 가장 중요한 요소기술은 대부분의 방사성 물질이 농축되어 있는 미분말을 분리하는 것이다. 즉, 재생 순환골재의 품질을 향상시키기 위해서는 골재의 품질을 저해하는 주요원인인 골재의 표면에 부착된 시멘트 모르타르나 페이스트를 골재의 품질을 손상시키지 않고, 경제적으로 제거하느냐가 핵심적인 요건이다. 콘크리트 해체 폐기물의 재활용 비율을 높이기 위해서는 우선 재생골재의 품질을 획기적으로 향상시킬 수 있는 품질 고도화 기술개발이 선행되어야 한다. 그리고 이 기술은 실용화 하는데 필수적인 요소인 경제성을 확보하는 기술적 수단과 재생 순환골재의 품질 신뢰성의 평가가 수반되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 원자력 시설 해체 시 발생하는 대규모 구조재 콘크리트 해체폐기물로부터 방사성폐기물을 분리하여 해체폐기물을 감용하고 고품질 골재를 회수하여 해체 콘크리트 폐기물이 순환골재로 재사용이 가능하다는 것을 제시하고자 고도 처리기술 확보를 위해 기계적, 열적 단위 실험에 의한 고도처리 기술을 사용하여 처리된 골재의 오염도 변화와 물리적 특성 실험을 수행하여 순환 골재로서의 원자력 시설의 제한적 재활용이 가능한지를 검토하였다.

2. 실험 및 결과

본 실험에 사용한 콘크리트 폐기물은 해체 콘크리트 폐기물은 경량 콘크리트와 중량 콘크리트로서 조크러셔를 사용하여 1차 파쇄 후 Co-60을 오염시킨 후 300°C, 500°C, 700°C 에서 고온 열처리 한 후 기계적 처리를 통해 생산된 순환골재의 오염도 분석을 통한 분배특성과 1차 파쇄만을 수행한 원골재와 고도처리를 수행한 골재의 물리적 특성을 비교 하였다. 재생순환골재의 물리적 특성 항목으로는 절대건조 밀도, 흡수율을 KS F 2573에 준하여 수행하였다. 최종 발생한 미분말은 전기아크 방식의 용융고화장치를 이용하여 경량콘크리트와 중량콘크리트의 혼합비를 변화시켜 가면서 용융 처리하여 제조한 비방사성 고온고화체를 대상으로 비중, XRD와 주사현미경 사진 및 성분 분석을 위해 SEM-EDS 특성분석을 실시하였다. 비방사성 콘크리트 시편을 조크러셔를 사용하여 1차 조분쇄 한 후 기지의 방사성 동위원소 Co-60에 24시간 침적시켜 오염시킨 후 자연 건조하여 300, 500, 700°C에서 1시간 동안 열처리를 수행하였다. 열처리 후 불밀을 사용하여 1시간동안 분쇄한 후 체 분리(mesh)를 통해 순환골재를 생산하였으며 생산된 골재와 미분말은 MCA 분석을 통해 Co-60의 분배 특성을 고찰하였다. Fig 1에 오염된 콘크리트폐기물의 열적/기계적 처리에 의한 골재의 회수율을 나타내었다. 5mm이상의 굵은골재, 5~1mm 미만의 잔골재와 미분말에 대한 방사성 분석 결과 대부분의 오염핵종은 1mm 미만의 미분말에 존재하였으며 굵은 골재와 잔골재는 0.2Bq/g 이하로 나타나 약 65% 이상 재활용이 가능함을 보여주었다. 주사현미경을 이용한 고화체 판상 시편의 미세구조 결과(Fig. 2) 특이한 점이 관찰되지 않았고 전체적으로 기공을 거의

확인할 수 없는 균질한 고화체가 형성되었음을 알 수 있다. 고도처리 단위공정에 의해 생산된 순환 잔골재의 밀도실험결과 KS F2573의 1종 순환 굵은골재와 순환잔골재의 건조밀도 기준치인 2.2 이상으로 나타났으며 흡수율은 기준치인 5.0 이하를 충분히 만족함을 물론 천연 잔골재의 흡수율 0.9보다 더 낮아 매우 우수한 양질의 순환 재생골재를 얻었다.

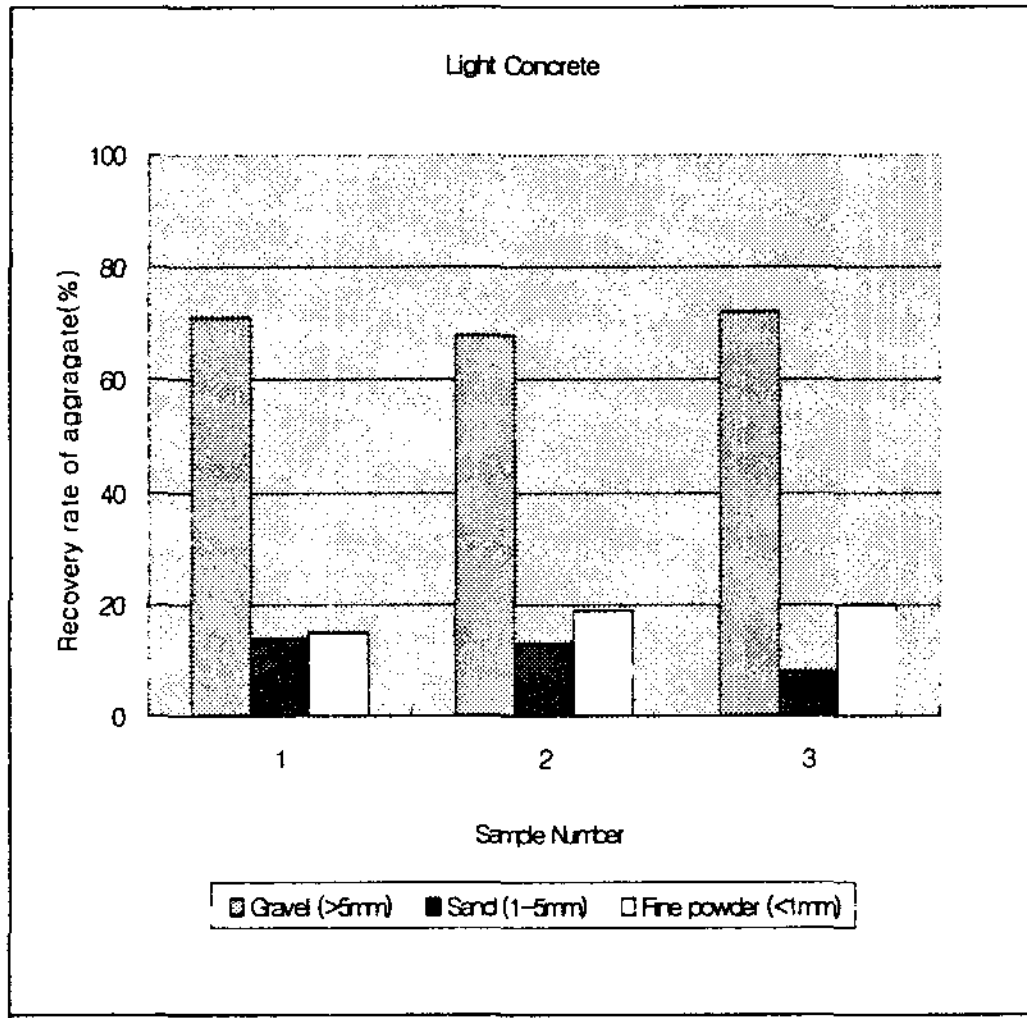


Fig. 1. Recovery rate of the light aggregate

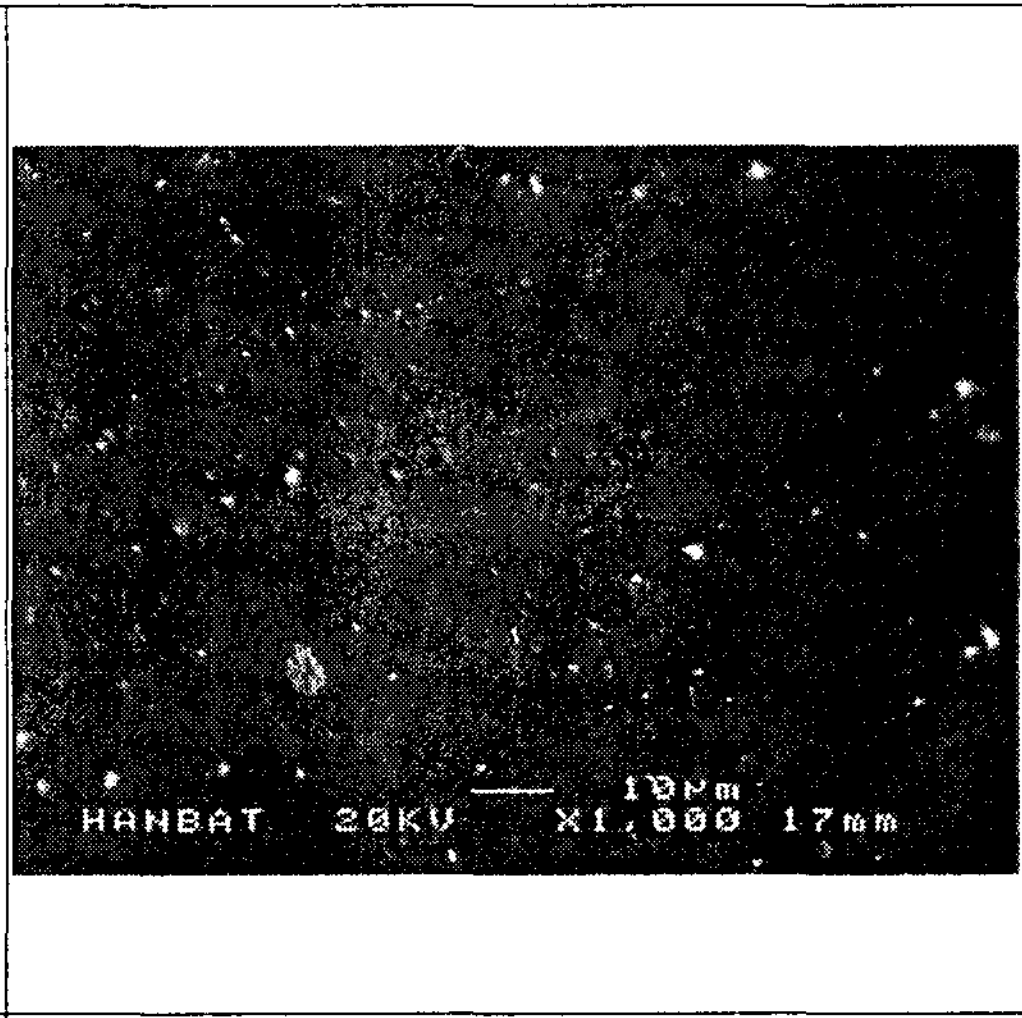


Fig. 2. Recovery rate of the aggregate after a second milling of the heavy concrete

Table 1. Results of physical properties of aggregates from dismantling of nuclear facility

잔골재	실험법	종류	표면건조포화밀도 (Ds)	절대건조상태밀도 (Dd)	진밀도 (DA)	흡수율 (%)
	No heating		경량	2.4	2.3	2.6
중량			2.7	2.5	3.0	6.8
300°C		경량	2.6	2.6	2.6	0.2
		중량	2.9	2.8	3.0	2.3
500°C		경량	2.6	2.6	2.6	0.2
		중량	3.2	3.2	3.3	0.5

3. 결론

고도처리 기술을 적용하여 생산된 중량 및 경량 콘크리트 모두 1mm 미만의 페이스트 성분인 미분말에 대부분의 오염물질이 남아있었으며 경량콘크리트의 경우 65% 이상의 재사용 가능한 순환골재를 얻었다. 최종 생산된 잔골재는 비중 2.6 흡수율 0.2로서 천연잔골재와 동등한 품질을 확보하였다. 가열분쇄에 의한 고도처리 기술은 해체 콘크리트 폐기물 골재로부터 페이스트를 효과적으로 분리할 수 있는 기술로 사료되며 점토광물의 탈수 및 석영의 결정전이가 일어나지 않은 500°C 이하에서 가열한 후 분쇄하여 분리하는 것이 효과적임.