

# 폐콘크리트로부터 물리적 방법에 의한 순환 세골재 생산기술

조성백\*, 김상배\*, 조진준\*, 최영준\*, 장병무\*\*  
한국지질자원연구원\*, 천보ETT\*\*

## Production of recycled aggregates from waste concrete by physical processing

Sung-Baek CHO\*, Sang-Bae KIM\*, Keon-Joon CHO\*, Byoung-Moo Jang\*\*  
Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources\*, Cheonbo ETT\*\*

### 서론

건설 폐기물이라 함은 빌딩건설, 도로보수, 지하철 건설 등 토목공사 및 건축공사 과정 또는 내구년한의 종료에 따른 해체 시 발생하는 부산물이라 할 수 있을 것이다. 건설 폐기물은 그 발생량이 많고, 콘크리트, 벽돌 등 건설 폐재, 플라스틱류, 금속류, 유리, 섬유, 고지 등 다양한 물질로 구성되어 있다.

그 동안 국내에서는 건설 폐기물의 재활용에 관한 인식부족과 관련법령의 미비로 상당량이 매립되어 왔음을 알 수 있다. 이에 따라 매립지의 수명이 단축되고 자원의 낭비를 가져오는 폐단을 낳았다. 건설 활동에 소요되는 주요 자재인 목재, 돌, 모래, 시멘트 원료 등은 숲과 물가를 파괴하여 얻으며, 수질오염을 동반하는 경우가 많다. 특히, 해안의 매립과 모래 채취는 바다생물의 서식지를 회복 불가능한 상태로 변화시킬 가능성이 있으므로 자연 환경의 변화를 최소화하는 방안이 강구되어야 할 것이다. 특히, 매립되는 폐 콘크리트는 영양염류의 흡착이 불가능하고 미량의 유기물이 없어 생물이 살 수 없고, 넓은 부지가 필요하다는 문제점을 내포하고 있다.

건설 폐기물의 70% 정도는 폐 콘크리트로 구성되어 있는 것으로 알려져 있다. 폐 콘크리트는 처리 정도에 따라 천연 골재와 유사한 특성을 나타내는 건자재로 사용이 가능 할 것이다. 따라서 국내외에서는 폐 콘크리트의 재활용을 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, 일본과 우리나라와 같이 국토 면적은 좁은 반면 건설 경기의 활성화로 폐 콘크리트의 발생량과 새로운 건자재 수요가 많은 국가에서는 폐 콘크리트의 재활용이 절실한 실정이다.

이러한 현실을 고려하여 정부 및 개인 사업자의 노력의 결과 90% 이상이 재활용되는 것으로 조사되었다. 그러나 폐 콘크리트로부터 생산된 순환골재는 잔골재에 부착되거나 혼입된 구 몰타르로 인하여 높은 흡수율을 가지는 특성을 나타낸다. 높은 흡수율은 순환골재 밀도 및 단위 용적 질량의 감소, 콘크리트의 강도감소, 내구성 저하 및 건조, 수축 증대 등 여러 가지 문제점을 수반하게 된다. 이러한 문제점은 폐 콘크리트로부터 생산된 순환골재의 용도에 많은 제약을 받게 되는 원인이 된다. 따라서 부족한 국내 자원을 보전하고 환경 오염원의 원천적 제거와 효율적인 재활용을 위한 정부 차원의 지속적인 지원은 물론이고 국토 청결 또는 부존 자원의 효율적 이용을 위하여 건설 폐기물의 재활용에 많은 관심을 가져야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 폐콘크리트로부터 KS 규격에 맞는 순환세골재를 생산하기 위하여 폐콘크리트를 파쇄하고 폐골재에 부착되어 있는 구몰탈을

제거하는 기술을 개발하고자 하였다.

### 실 험

실험에 사용한 폐콘크리트는 건축폐기물 처리업체를 통하여 회수하여 조크릿서와 콘크리트 셔를 이용하여 25mm 이하로 파쇄한 시료를 출발원료로 삼았다. 파쇄한 폐 콘크리트를 진동체를 사용하여 5mm 크기로 체질을 하였다. 체질 후 5mm 체를 통과하지 못하는 굵은 입자는 별도의 처리공정으로 보내고, 5mm 체를 통과하는 입자는 교반식 순환골재 생산 장치에 물과 함께 공급하였다. 물과 골재와의 비율 즉, 광액농도를 변화시키며 교반식 재생기에서 강력하게 교반을 하여 골재 표면에 부착된 구 몰타르를 단체분리시켰다. 구 몰타르 탈리가 완료된 골재와 몰타르를 0.08mm Tyler standard sieve를 사용하여 순환 세골재와 미립자로 분리하였다. 각각의 산물을 탈수 및 건조한 후 각 산물의 무게비를 구하여 생산율을 구하였으며 회수한 각 산물의 흡수율, 절건비중 등의 물리적 특성은 한국공업규격(KS F 2504)에 의해 측정하였다.

### 결과 및 토론

본 연구에서는 폐 콘크리트로부터 재생된 순환골재 활용 시 장애요인인 구 시멘트 몰타르를 제거하여 천연골재와 유사하거나 한국 공업규격 1종 순환 잔골재 생산이 가능한 기술 개발하고자 하였다. 이러한 목적의 달성을 위한 기술은 근본적으로 파, 분쇄 기술이 복합적으로 작용하게 된다. 파, 분쇄에 작용하는 분쇄 메카니즘은 압축, 충격, 전단, 마찰 등으로 대별된다. 그러나 분쇄 메카니즘이 단독으로 작용하는 경우는 거의 없으며 2종 또는 그 이상의 분쇄 메카니즘이 복합적으로 작용하는 것이 일반적인 현상이다. 콘크리트는 압축 및 충격강도에는 매우 뛰어난 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 콘크리트는 전단력에는 상당히 취약한 특성을 나타내고 있다. 특히, 본 연구에서 제거하고자 하는 시멘트 몰타르는 골재의 표면을 감싸고 있는 형태를 취하므로 전단력 및 마찰력에 많은 영향을 받는 것으로 판단되었다. 따라서 본 발명에서는 콘크리트의 특성을 이용하여 강력한 전단력 및 마찰력이 주로 작용하는 교반식 재생기를 사용하여 폐콘크리트 표면에 부착된 몰타르를 제거하여 흡수율을 저하시켜 순환골재의 부가가치 향상 및 활용도를 제고시키고자 하였다.

교반식 재생기를 사용하여 생산된 순환 잔골재의 물리적 특성을 Table 1에 나타내었다. 먼저 광액농도 75%solids, 교반시간 10분으로 조절하여 순환 세골재를 생산한 다음 0.08mm 체를 사용하여 분립하여 -5+0.08mm 크기의 입자는 순환세골재로, -8mm 이하는 미립자로 분류하여 생산율과 각 산물의 특성을 폐콘크리트 원료와 비교하여 Table 1에 나타내었다. 물리적 특성 평가를 위한 폐콘크리트 원료 역시 파쇄한 산물을 진동체로 분립하여 잔골재의 규격인 0.08mm 이하의 미립자는 사전에 제거하고 -5+0.08mm 크기의 입자를 대상으로 측정하였다.

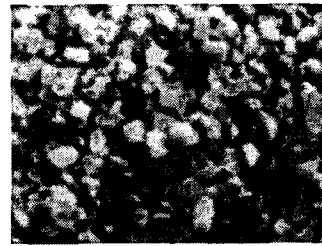
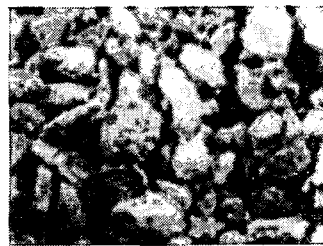
Table 1의 결과로부터 세골재 재생기에 투입되는 원료의 흡수율 및 절건비중은 각각 7.49wt.%와 2.22gr./cm<sup>3</sup>으로 임을 알 수 있었다. 이러한 특성을 가지는 폐 콘크리트를 교반식 재생기에 투입하여 구 몰타르를 제거한 세골재의 흡수율 및 절건 비중은 각각 3.46wt.%와 2.39gr./cm<sup>3</sup>으로 한국공업규격에 제시된 순환 잔골재 1종 규격에 부합되는 물리적 특성을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이에 비해 0.08mm 이하로 회수된 미립자는 흡수율도 26.67wt.%이며 절건비중도 1.41gr./cm<sup>3</sup>으로 나타났다. 회수된 순환잔골재에 부착되어 있는 구 몰타르의 부착정도를 비교하기 위해 폐콘크리트 원료와 재생된 세골재의 표면을 실체현미경으로 관찰하였으며 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 폐콘크리트의 원료 표면에는 구몰타르들이 다량 부착되어 있으나 재생된 순환 세골재에는 구몰타르들이 거의 존재하지 않음을 Fig. 1의

결과로부터 알 수 있었다. 그러나 아직도 작은 적벽돌 입자들을 볼 수 있어 금후 적벽돌의 효과적인 분리방안이 더 강구되어야 할 것으로 사료되었다.

Fig. 2에는 0.08mm 이하로 회수된 미립자의 X 선 회절분석 결과를 나타내었다. 미립자는 주로 시멘트 성분인 ettringite로 구성되어 있어 세골재의 표면에 부착되어 있던 구 몰타르가 효과적으로 분리되었음을 알 수 있었다.

Table 1. 생산된 순환 잔골재와 폐콘크리트의 특성 비교

산물명	생산율 (wt.%)	흡수율 (wt.%)	질건비중 (gr./cm <sup>3</sup> )	비고
원 료	100.00	7.49	2.22	-5+0.08mm
순환 잔골재	82.64	3.46	2.39	-5+0.08mm
미립자	17.36	26.67	1.41	-0.08mm



a) 폐콘크리트 원료

b) 순환 세골재

Fig. 1. 순환세골재와 폐콘크리트 원료의 실체현미경 사진

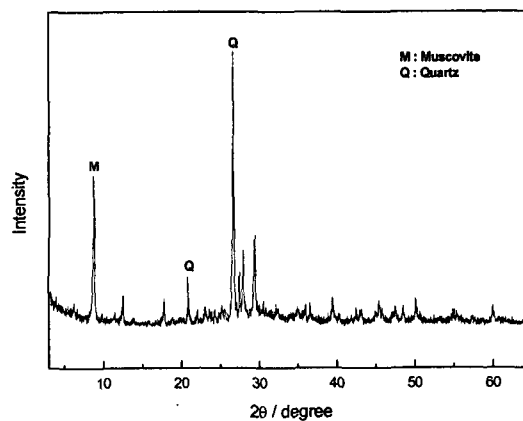


Fig. 2. 미립자의 XRD pattern

폐 콘크리트로부터 재생된 순환 세골재 생산시 광액의 농도가 순환 세골재의 물리적 특성에 미치는 효과를 살펴보았으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 광액의 농도를 65wt.%부터 80wt%까지 변화시킨 결과 광액 농도를 높일수록 순환세골재의 밀도가 커지며 흡수율이 낮아짐을 알 수 있었다. 그러나 광액농도를 80wt%로 하면 밀도가 작아지고 흡수율이 높아져 적절한 광액 농도는 75wt% 정도로 판단되었다.

Table 2. 광액농도에 따른 순환세골재의 물리적 특성변화

광액농도 \ 구분	밀도(gr./cm <sup>3</sup> )	흡수율(%)	비고
65	2.21	4.98	
70	2.29	3.82	
75	2.39	3.46	
80	2.31	3.58	

이상에 나타낸 것과 같이 폐콘크리트로부터 순환세골재 생산을 위한 실험결과, 광액농도에 따라 흡수율 및 밀도에 차이는 있으나 광액농도를 65%-80%solids 범위에서 조절하면서 구 물타르를 제거하면 한국공업규격에서 규정하고 있는 1종 순환 잔골재의 흡수율 5% 이하, 밀도 2.2 이상의 규격에는 부합되는 순환 잔골재의 생산이 가능함을 알 수 있었다. 특히, 개발된 기술은 공정이 단순하여 설치비가 저렴하고, 운전 시 가장 많은 영향을 미치는 광액농도에 민감하게 영향을 받지 않는 특성이 있어 경제적이고 대량 생산이 가능한 기술로서 향후 국내 재생골재 생산에 커다란 기여가 예상된다.