순환잔골재 건식생산시스템의 메커니즘에 관한 연구

A Study on the Mechanism of Recycled Sand Dry Manufacturing System

최 형 길* 김 영 봉* 나 철 성** 이 의 배** 김 규 용*** 김 무 한****
Choi, Hyeong-Gil Kim, Young-Bong Na, Chul-Sung Lee, Eui-Bae Kim, Gyu-Yong Kim, Moo-Han

ABSTRACT

Recently, the recycling and reusing of construction and demolition waste concrete is urgently required because waste concrete is greatly increased according to the rapid increasing of urban redevelopment project, but the problem solution for demand and supply unbalance of fine aggregate is urgently required because of the restriction of collecting sea fine aggregate. So the utilization of high quality recycled fine aggregate using construction and demolition waste concrete as new fine aggregate for construction industry is urgently.

Accordingly, In this study, As recycled fine aggregate manufacturing technology with exceeding in economical efficiency, reduction efficiency of environmental load and quality improvement effect of recycled fine aggregate, it is to develop dry manufacturing system composed specific gravity separator of high-speed rotation impact type and centrifugal Force Powder Collector, etc. And it is to examine mechanism of recycled sand dry manufacturing system.

요 약

본 연구에서는 경제성, 환경부하저감성 및 순환잔골재의 품질개선효과가 우수한 순환잔골재 건식생산기술로서 고속회전충격식 비중분리장치 및 원심력 미분말 집진장치 등으로 구성된 건식생산시스템을 개발하고 각 공정별 건식생산기술의 주요 메커니즘을 규명함으로서 향후 레미콘용, 2차 제품용 등 고부가가치용의 고품질 순환잔골재 활용을 위한 기초자료를 확보하고자 한다. 그 결과 고속회전충격에 의한 순환잔골재의 파쇄작용, 원심력 및 질량차에 의한 미분말과 미세분진의 분리 및 집진작용에 의해 순환잔골재의 고품질화에 효과가 있을 것으로 사료된다. 또한 파쇄장치의 효율, 고속회전충격식 비중분리장치 회전날개의 구성, 파쇄분리공정의 배치 등에 따른 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 판단되며, 향후 투입된 폐콘크리트의 체계적인 품질관리와 더불어 파쇄장치 및 고속회전충격식 비중분리장치 등의 꾸준한 개선을 통해 순환잔골재 건식생산기술에 의해서도 고품질 순환잔골재의 생산이 가능한 것으로 사료된다.

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정
*** 정회원, 충남대학교 건축학부, 조교수· 공학박사
**** 정회원, 충남대학교 건축학부, 명예교수· 공학박사

1. 서 론

최근, 도시개발의 가속화와 재개발사업의 급속한 팽창에 의해 건설폐기물의 발생량이 급증할 것으로 예상되고 있으며, 특히 폐콘크리트는 건설폐기물의 약 70%이상을 차지하고 있어 이것의 처리에 관한 대책이 요구되고 있다.

한편, 폐콘크리트를 활용한 순환잔골재의 제조기술에 관한 연구가 진행되어 현재 가열마쇄방식, 물세척방식, 풍력선별방식과 같은 다양한 순환잔골재 생산시스템이 개발되어 적용되고 있다. 그러나 가열마쇄방식은 고가의 가열장치와 높은 에너지의 소비가 요구되며, 물세척 방식은 필터프레스 등의 고가장치와 세척수 및 슬러지의 처리문제가 발생되고, 풍력선별방식은 미분말의 효율적으로 제거되지 못하여 순환잔골재의 품질이 저하하는 문제가 있다.

따라서, 본 연구에서는 경제성, 환경부하저감성 및 순환잔골재의 품질개선효과가 우수한 순환잔골재 생산기술로서 고속회전충격식 비중분리장치 및 원심력 미분말 집진장치 등으로 구성된 건식생산시스템을 개발하고 각 공정별 건식생산기술의 주요 메커니즘을 규명함으로서 향후 레미콘용, 2차 제품용 등 고부가가치용의 고품질 순환잔골재 활용을 위한 기초자료를 확보하고자 한다.

2. 건식생산기술의 필요성

순환잔골재 생산시스템의 선정시에는 생산시스템의 경제성, 환경부하저감성 및 생산된 순환잔골재의 품질 등을 전반적으로 고려하여 최적의 생산시스템을 선정해야만 한다.

한편, 표 1은 순환잔골재 건식생산기술로서 본 연구에서 개발한 건식생산시스템을 평가한 것으로 본 건식생산시스템의 경제적인 요인으로서는 고속회전충격식 비중분리장치 및 원심력 미분말 집진장치 등 저가의 장치로 구성되고 작은 설치면적 및 전력소비량이 요구되며, 부산물로서 분리집진이 용이한 건조상태 미분말이 발생하여 재이용 등이 가능하다. 환경부하저감성 측면에서는 순환잔골재로부터 분리된 미분말이 밀폐된 침강식 미분말 집진장치에 건조상태로 포집·저장되고 미세분진이 배기필터장치에 의해 여과됨으로서 환경오염을 방지할 수 있다. 또한, 고속회전충격 및 원심력 미분말 집진에 의해 순환잔골재로부터 부착모르타르 및 미분말이 분리·제거되어 순환잔골재의 품질개선이 가능하다.

3. 건식생산기술의 주요 메커니즘

표1. 순환잔골재 건식생산시스템의 평가

구 분		순환잔골재 건식생산시스템
경제성	초기투자비용	- 고속회전충격식 비중분리장치 및 원심력 미분말 집진장치 등의 장치비용이 기존 순환골재 생산방식에 비해 비교적 저렴 - 기계설비간 컴팩트한 설치 가능
	유지관리비용	- 미분말의 처리비용 감소 - 장치의 전력소비량이 저렴
환경부하저감성		- 부산물로서 건조상태의 미분말의 처리비용 감소 및 재활용의 극대화
순환골재의 고품질화		- 고속회전충격식 비중분리 장치 및 원심력 미분말 집진에 의한 부착모르타르 및 미분말의 효율적인 분리 및 제거 가능

3.1 고속회전충격에 의한 순환잔골재의 파쇄 및 미분말과 미세분진의 분리

본 건식생산시스템의 주요 메커니즘의 하나는 그림 1에 나타낸 바와 같이 고속회전충격식 비중분리장치의 회전날개를 고속으로 회전시킴으로서 순환잔골재를 충격작용에 의해 파쇄하고 순환잔골재로부터 미분말과 미세분진을 분리하는 것이다. 먼저, 파쇄 및 선별장치를 통해 5mm 이하로 파쇄·선별된 순환잔골재는 컨베이어벨트를 통해 고속회전충격식 비중분리장치로 이송된 후 회전날개에 의해 내부로 비산·투입된다. 투입된 순환잔골재는 하부로 낙하하여 고속회전하고 있는 회전날개의 파쇄홈에 충

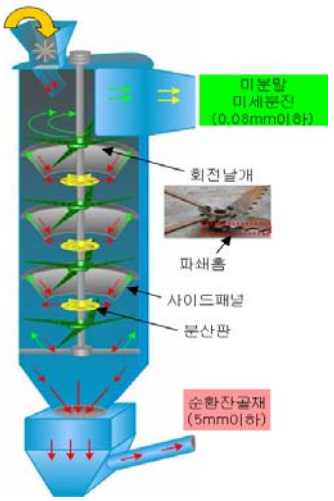

그림 1. 고속회전충격식 비중분리장치의 개념도

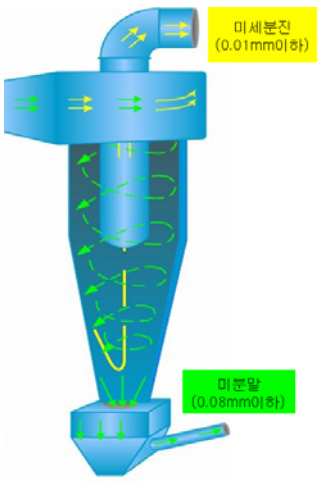

그림 2. 원심력미분말 집진장치의 개념도

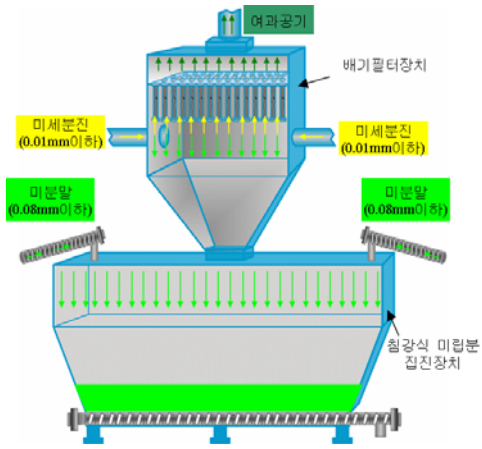

그림 3. 침강식 미립분 집진장치 및 배기필터 장치의 개념도

돌하고 분산판에 의해 분산되어 내벽에 충돌하며, 순환잔골재 상호간에 충돌하는 등의 파쇄작용이 발생한다.

이때, 무거운 순환잔골재 입자는 하부로 낙하하고 가벼운 미분말과 미세분진은 회전날개의 회전상승기류에 의해 상승하여 원심력 미분말 집진장치로 흡입된다. 한편, 고속회전충격식 비중분리장치는 파쇄 및 선별장치에 의한 파쇄·분리효율을 고려하여 회전날개의 단수를 조절할 수 있으며, 고속회전충격식 비중분리장치의 구성부품 및 기능은 표 2에 나타낸 바와 같다.

3.2 원심력 및 질량차에 의한 미분말과 미세분진의 분리

그림 2는 순환잔골재로부터 분리된 미분말과 미세분진을 원심력 및 질량차에 의해 분리·집진하는 원심력 미분말 집진장치의 개념도를 나타낸 것이다. 원심력 미분말 집진장치로 흡입된 미분말과 미세분진은 장치내에서 발생하는 원심력과 질량차에 의해 무거운 미분말은 하단부에 포집되고 가벼운 미세분진은 상승기류에 의해 상승·배출된다.

표 3은 원심력 미분말 집진장치의 구성부품 및 기능을 나타낸 것이다.

표 2. 고속회전충격식 비중분리장치의 구성장치 및 기능

구성장치	장치의 기능
회 전 날 개	- 낙하하는 순환잔골재와 충돌하여 회전 충격에 의한 파쇄 작용 - 강력한 회전풍에 의해 순환잔골재와 미분말, 미세 분진을 분리·선별
분산판	- 회전날개에 의한 회전충격효율을 증대 시키기 위해 순환잔골재를 분산
사이드 패널	- 분산되어 회전충격작용을 받은 순환잔골재를 하부날개로 유도
내 벽	- 분산판에 의해 분산된 순환잔골재가 충돌하여 부착 모르타르 제거 및 입형개선

표 3. 원심력 미분말 집진장치의 구성장치 및 기능

구성장치	장치의 기능
원추형 몸체	- 미분말을 하부로 낙하시키고 소용돌이를 생성하여 미세분진을 상승
스크류 컨베이어	- 장치 하부에 포집된 미분말을 침강식 미립분 집진장치로 이송
원통형 배기관	- 미세분진을 배기필터장치로 배출

3.3 건조상태 미분말의 포집 및 미세분진의 여과

그림 3은 원심력 미분말 집진장치에 의해 분리된 미분말과 미세분진 포집되고 여과되는 침강식 미분말 집진장치 및 배기필터장치의 개념도를 나타낸 것이다. 원심력과 질량차에 의해 분리되어 원심력 미분말 집진장치의 하단부에 포집된 미분말은 스크류컨베이어를 통해 침강식 미분말 집진장치의 미분말 투입구로 이송되어 밀폐된 박스형 침전조에 건조상태로 포집·저장된다. 또한, 원심력 미분말 집진장치의 하단부에 발생하는 상승기류에 의해 상승·배출된 미세분진은 배기필터장치에 의해 여과되어 대기중으로 배출된다. 한편, 침강식 미분말 집진장치와 배기필터장치의 구성부품 및 기능은 표 4 및 5에 나타낸 바와 같다.

표 4. 침강식 미분말 집진장치의 구성장치 및 기능

구성장치	장치의 기능
박스형 침전통	- 순환잔골재로부터 분리된 미분말을 포집하여 저장
미분말 투입구	- 원심력 미분말 집진장치를 통해 분리된 건조 상태의 미분말이 투입

표 5. 배기필터장치의 구성장치 및 기능

구성장치	장치의 기능
배기필터	- 싸이클론 집진장치를 통해 배출된 미세분진을 흡착
흡기팬	- 미세분진이 여과된 청정공기를 외부로 배출

4. 결 론

순환잔골재 건식생산시스템의 메커니즘에 관한 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 경제성, 환경성 및 순환잔골재의 품질을 고려하여 순환잔골재 건식생산기술로서 고속회전충격식 미립분 집진장치, 원심력 미분말 집진장치, 침강식 미립분 집진장치 및 배기필터장치로 구성된 순환잔골재 건식생산시스템을 개발하였다.
2) 고속회전충격에 의한 순환잔골재의 파쇄작용, 원심력 및 질량차에 의한 미분말과 미세분진의 분리 및 집진작용에 등의 순환골재 건식생산기술의 주요 메커니즘을 규명함으로서 순환잔골재의 품질개선에 효과가 있을 것으로 사료된다.
3) 향후, 투입되는 폐콘크리트의 체계적인 품질관리와 더불어 파쇄 및 선별장치의 효율, 고속회전충격식 비중분리장치 회전날개의 구성, 파쇄분리공정의 배치 및 장치의 지속적인 개선 등에 따라 순환잔골재 건식생산기술에 의해서도 고품질의 순환잔골재의 생산이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 05 첨단도시개발사업(과제번호 : 05건설핵심D07)에 관한 일련의 연구로 수행되었고, 논문에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 김무한 외. “폐콘크리트덩어리를 활용한 고품질 재생모래의 제조기술 및 자원유효이용성 평가모델 개발”, 2003년도 건설핵심기술연구개발사업보고서, 2004
2. 건설교통부 건설환경과, “순환골재 품질기준”, 2005. 8
3. 한국과학기술연구원, “폐콘크리트의 재생 골재와 파쇄된 미분말을 재활용할 수 있는 기술개발”, 환경부, 2005. 7
4. 金武漢 外、“ 乾式比重分離による高品質再生細骨材生産システムの概要及び性能評価 ”、日本建築學會大會學術講演梗概集、2006. 9, pp.647～648