

샌드플럭스 장치를 활용한 순환모래의 제조 및 품질 평가에 관한 연구

A Study on the Estimation of Manufacture and Quality of Recycled Sand using Sand Flux System

임 현 응* 김 재 환** 이 중 구*** 이 도 현**** 이 상 수***** 송 하 영*****
Lim, Hyon-Ung Kim, Jae-Hwan Lee, Jong-Gou Lee, Do-Heun Lee, Sang-Soo Song, Ha-Young

ABSTRACT

In this study, recently it has to be solved urgently the unbalance of demand and supply about the fine aggregate because the sea sand is restricted by exhaustion of river sand and intensification of environmental law.

In this background, manufacturing technology which can produce recycled sand from construction and demolition waste concrete mass is developed. However, the existed washing method has the problem which not only impurities but also many other things make poor quality.

Therefore, it tries to conform in time necessity, the objective of this study is to develop the Sand Flux system which can product the high-quality recycled sand from wast concrete and high value-added technology of the high-quality recycled sand as basic materials for mortar and concrete. At the same time it will be able to improve the quality of recycled sand products as an experiment of the physical nature and a quality present condition the products of recycled sand from construction waste.

1. 서론

2003년 12월 환경부에서는 『건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률』이 국회를 통과하여 2005년 이후 순환골재의 활용이 의무화되고 있으며, 최근 건설교통부에서는 『순환골재의 품질기준(안)』을 천연골재와 동등한 수준으로 제안하는 등 건설산업용 모래로 순환모래의 활용을 도모하고 있다. 그러나, 건설폐기물 발생 현장에서 쓰레기(목재, 종이, 형틀, 스티로폼, 철근 등)가 제대로 분리되지 않고, 건설폐기물 중간처리업체에 의해 파쇄과정을 거치면서 인력, 전자석, 송풍기 및 수중폭기조 등으로 이물질을 분리·선별하고 있으나 생산되는 순환모래에는 다량의 미세한 이물질이 함유되어 있어 품질확보가 곤란하므로 대부분 성토·복토용 등의 저부가가치 용도에 국한되어 사용되거나, 재활용되지 못하고 야적·폐기되고 있는 실정이다.

* 정회원, 한밭대학교 공과대학 건축공학과 대학원 석사과정

** 정회원, 한밭대학교 공과대학 건축공학과 겸임교수, 공박

*** 정회원, (주)광산기공 대표이사

**** 정회원, 대한주택공사 주택도시연구원, 연구위원, 공박

***** 정회원, 한밭대학교 공과대학 건축공학과 교수, 공박

따라서 본 연구에서는 최근 정부의 건설폐기물 재활용 촉진정책 및 건설산업용 모래 수급불균형 문제해결에 적극적으로 대응하기 위하여 기존의 순환모래 생산시스템에 비하여 경제성, 생산성, 환경성 및 품질의 대폭적인 향상이 가능한 건설폐기물 재활용을 위한 이물질 분리·선별 장치를 개발하고자 본 연구 장치를 구성하는 주요장치의 역할을 조사·분석하고, 생산된 순환모래의 품질을 실험·실증적으로 평가함으로써, 본 연구개발장치의 성능 및 향후 개선방향을 제시하고자 하였다.

2. 이물질 분리·선별 장치(Pilot Machine)의 개요

본 연구의 이물질 분리·선별 장치는 플럭스탱크(Flux Tank)와 싸이클론(Cyclone)방식의 이물질 제거장치를 조합하여 샌드 플럭스(Sand Flux)를 제작하였으며, 본 연구의 샌드플럭스(Sand Flux)는 상부에 설치된 싸이클론(Cyclone)방식의 이물질 제거장치에 의해 1차적으로 이물질을 분리·선별할 수 있도록 하였고, 이를 통해 배출된 순환모래가 하부의 플럭스탱크(Flux Tank)장치를 거쳐 2차적으로 이물질을 제거할 수 있도록 설계하였다. 또한, 그림 1은 본 연구 장치에 대한 개념도를 나타낸 것이며, 그림 2는 기존의 생산시스템에 본 연구 장치를 적용한 공정도를 나타낸 것이다.

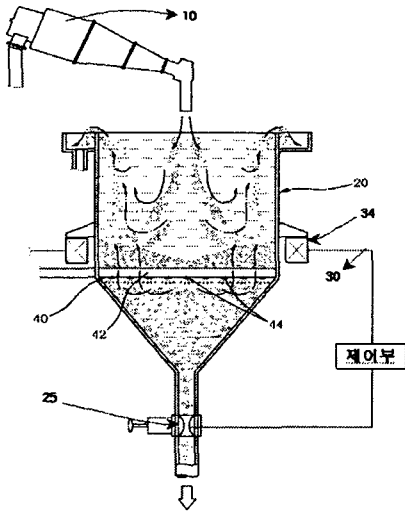


그림 1 Flux Tank의 개념도

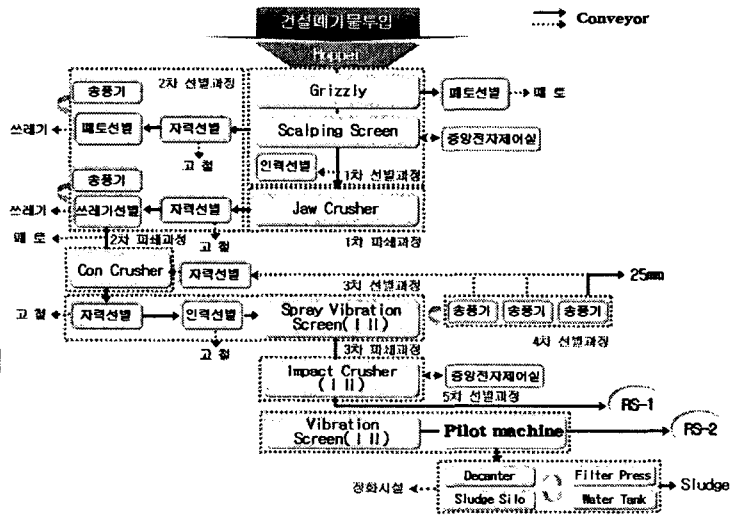

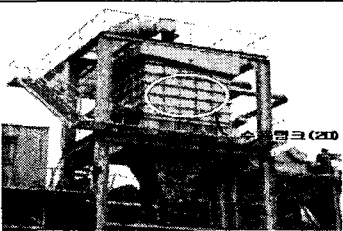
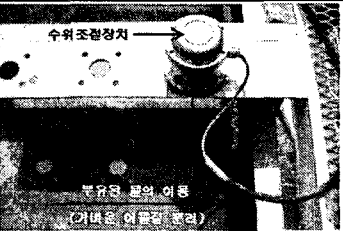


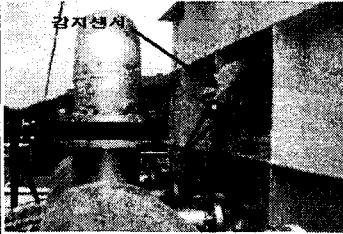
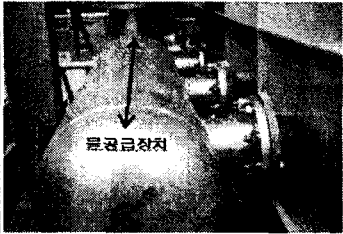
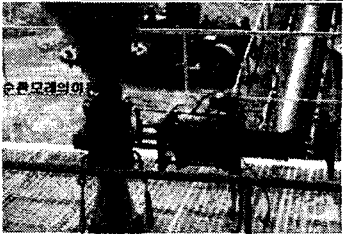
그림 2 기존의 순환모래 생산시스템과 본 연구장치의 조화

2.1 주요장치의 기능 및 외관

본 연구의 이물질 분리·선별 장치에 대한 주요장치의 기능 및 외관은 표 1에 나타낸 바와 같다.

표 1 주요장치별 기능 및 외관

구분	싸이클론(Cyclone)-(10)	수용탱크-(20)	수위조절장치
기능	순환모래에 함유된 경량 이물질을 1차로 분류하는 통상적인 분류기의 일종	비중 차이에 의해 잔여 이물질을 2차로 분류되도록 물이 담수되는 콘형태의 통	수용탱크(20)의 물이 오버 플로우(over flow)되는 것을 방지하는 센서
외관			

구 분	감지센서-(34)	물공급장치-(40)	핀치밸브(Pinch Valve)-(25)
기 능	수용탱크(20) 내부로 유입되는 물 공급장치(40)의 물의 양을 감지하여 제어하는 수단	부력의 부가를 위한 장치로서 수용탱크(20)와 관통되며, 다수의 물 공급관(42)과 분사노즐(44)로 구성	감지수단(30)에 의해 순환모래의 배출량을 자동으로 조절하는 개폐 밸브
의 관			

3. 실험계획 및 방법

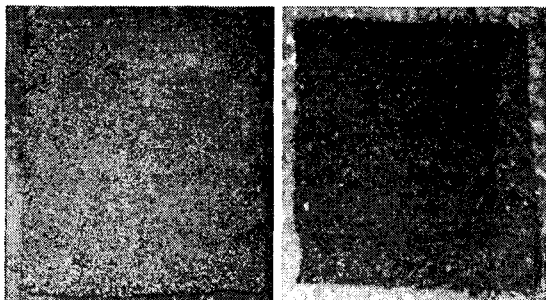
본 연구에서는 현장 시험적용에 의해 생산된 순환모래의 기초 물성을 평가하여 본 연구의 목표 품질의 달성과 향후 성능 보완 및 개선을 위한 기초자료로 활용하고자, 그림 2의 투입전의 시료 RS-1과 투입후 최종 생산된 RS-2의 시료를 사용하여 순환모래의 품질특성을 비교·분석하여 평가하였다.

4. 실험결과 및 고찰

본 연구의 품질평가에 사용된 순환모래의 외관은 사진 1과에서 보는 바와 같으며, 대상시료에 대한 기초 물성평가 결과는 표 2에 나타난 바와 같다.

표 2 공정별 생산된 순환모래의 물성평가 결과 및 품질 기준

구 분	RS-1	RS-2	본 연구의 목표성능	순환잔골재 (KS F 2573)	일본건축공사 표준사양서(JASS 5)
조립율 (F.M.)	2.85	3.01	-	-	-
절건밀도 (g/cm ³)	1.93	2.40	2.2 이상	2.2 이상	2.5 이상
흡수율 (%)	13.40	3.92	5 이하	5.0 이하	3.5 이하
입자모양 판정 실적율 (%)	77.20	66.79	53 이상	53 이상	53 이상
0.08mm체 통과량 (%)	9.1	1.9	5.0 이하	7.0 이하	7.0 이하
이물질 함유량 유기이물질	0.34	0.06	1 이하	1.0 이하	1.0 이하
염화물함량 (%)	0.043	0.012	0.04 이하	-	0.04 이하
부착모르타르량 (%)	33.7	20.7	-	-	-



(a) 순환모래 RS-1 (b) 순환모래 RS-2
사진 1 투입전·후에서 생산된 순환모래

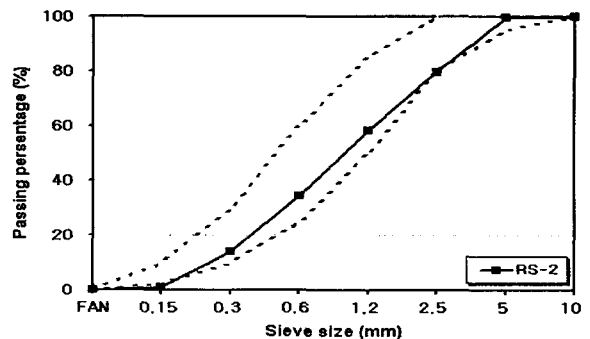


그림 3 순환모래 RS-2의 입도 분포곡선

4.1 입도시험 및 조립율

KS F 2502(잔골재 체가름 시험 방법)에 따라 순환모래(RS-2)의 입도시험을 실시한 결과(그림 3), 각각의 체를 통과하는 질량백분율(%) 범위의 표준입도는 만족하나, 0.15mm이하 체에서는 표준입도를 벗어나고 있으며, 순환모래의 입도상태를 파악하고 콘크리트의 품질 및 배합설계에 큰 영향을 미치는 조립율에 있어서는 천연잔골재의 권장범위인 2.3~3.1의 범위에 포함되는 것으로 나타났다.

4.2 절건밀도 및 흡수율

본 연구개발 장치에 의한 이물질 및 미립분의 제거로 인하여 KS F 2573의 절건밀도 기준을 만족하고 있다. 그러나 설계기준강도 21 MPa 이상의 구조체 콘크리트용 모래로서 KS F 2526 및 JASS 5의 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타나 천연모래와 동등하게 일반 콘크리트용 모래로 사용하기에는 부적합한 것으로 나타났으며, 흡수율 시험 결과 대상시료 RS-1은 파쇄과정을 거친후 다량의 미립분 및 시멘트 페이스트가 함유되어 있어 흡수율이 크게 나타났다.

4.3 0.08mm체 통과량 및 이물질 함유량

대상 시료 RS-2의 경우 KS F 2573 및 JASS 5 기준치(7%이하)의 범위를 만족하고 있으며, KS F 2526(콘크리트용 골재)의 기준치(3%이하) 범위도 만족하는 것으로 나타났으며, 이물질 함유량 실험 결과 순환모래에 부착된 모르타르 및 아스팔트에 부착된 프라이머의 제거 효과 및 사이클론(10)에서 제거하지 못한 비중이 작은 이물질을 제거하는 효과가 큰 것으로 나타났다.

4.4 염화물 함량 및 부착모르타르량

대상 시료 RS-2의 염화물 함유량의 급격한 감소는 플럭스 탱크(Flux Tank) 내에서의 부가수단(40)에 의한 순환모래의 활동성 증대로 인한 감소로 판단되며, 또한, 단순한 이물질분리·선별 기능뿐만 아니라 순환모래 표면에 부착된 모르타르의 제거·분리 또한 탁월한 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구의 범위에서 얻어진 연구결과는 다음과 같다.

- 1) 본 연구 장치의 공정흐름, 원리 및 주요장치의 역할을 조사·분석하였다.
- 2) 생산된 순환모래의 기초물성을 평가한 결과, 투입전의 순환모래(RS-1)에 비하여 본 연구개발의 샌드플럭스(Sand Flux)장치를 통과한 순환모래의 품질이 크게 향상되는 것을 확인할 수 있었다.
- 3) 향후, 콘크리트용 모래로서의 고부가가치 창출을 위해서는 순환모래의 고품질화가 이루어져야 한다고 판단된다. 따라서, 본 연구 장치에 대한 주요장치의 보완 및 개선과 경제성 문제 해결을 위한 전체 공정의 간소화가 이행되어야 된다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 05 건설핵심기술연구개발사업(과제번호:05건설핵심D02)의 지원으로 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 표합니다.

참고문헌

- 1) 한국건설기술연구원, 「건설폐기물 재활용 촉진을 위한 정책 및 기술개발」, 건설교통부, 2002
- 2) 주택도시연구원, 「순환골재의 재활용 활성화를 위한 과제」, 대한주택공사, 2004
- 3) 日本建築學會, 建築工事標準仕様書・同解説(JASS 5), 2003
- 4) 石倉 武 外, 高品質再生骨材の製造技術に関する開発 [VII] -その1 開發の全体概要及び再々生骨材コンクリート性状-, 日本建築學會 大會學術講演梗概集(東海), 2003.09, pp.227~228