

# 거터타입 파쇄장치를 적용한 순환골재 생산시스템의 성능분석 및 품질특성에 대한 실험적 연구 ( I )

## An experimental study on the quality characteristics of recycled aggregates produced by gutter type roll crusher.( I )

권 혁 준\*                      안 선 희\*\*  
Kwon, Hyuk Joon              An, Seon Hee

---

### ABSTRACT

Recently, shortage of natural aggregates resources and the amount of waste concrete have been rapidly increased, the technique of aggregates manufacturing of waste concrete is demanded. In this study, we evaluated the performance of gutter type roll crusher. Gutter type roll crusher is showed enhanced producing manufacturing ability. The gutter type roll crusher achieved more friction energy than general roll crusher, also a amount of producing showed same results.

### 요 약

최근의 경제성장 및 국민의 생활향상에 따라 폐기물 발생량도 증대되어 폐기물 처리문제가 심각해지고 있는 실정이며, 건설산업 현장과 연계된 자연보호와 자원의 절약 등이 중요한 이슈로 떠오르고 있어 건설공사의 수행과정에서 필연적으로 발생하는 건설폐기물의 관리와 재활용에 대한 관심도 증가하고 있다. 또한 구조물의 해체공사시 발생하는 폐콘크리트의 처리에 환경문제와 더불어 재활용에 대한 관심도 증가되고 있는 실정으로 고품질의 순환골재를 생산하기 위한 생산공정 기술에 대한 연구개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 기존 원통형롤크러셔의 접촉면적 축소와 파쇄물에 대한 파쇄효율 저하, 피 파쇄물의 튕김 현상과 장치내의 골재 체류시간 지체등과 같은 생산성 저하 등의 단점을 보완한 고효율의 성능을 발휘할 수 있도록 거터형의 롤크러셔를 적용한 순환골재 생산시스템을 제안하였으며 생산시스템의 성능평가 및 품질특성을 평가하였다.

---

\*정회원, (주)대호에코텍 기술연구소장

\*\*정회원, (주)대호에코텍 대표이사

## 1. 서론

최근의 건설공사 및 구조물의 해체공사시 발생하는 폐콘크리트의 처리에 환경문제와 더불어 재활용에 대한 관심도 증가되고 있는 실정으로 고품질의 순환골재를 생산하기 위한 생산공정 기술에 대한 연구개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

일반적으로 롤 크러셔(Roll Crusher)는 2개의 회전하는 롤 사이에 원료를 공급시켜 이를 적정 크기로 파쇄하기 위한 장치로서, 이러한 롤 크러셔는 건설폐기물인 폐 콘크리트, 폐 아스콘 골재 및 원석을 이용하여 골재화 산업등에 사용되어 피 파쇄물을 잘게 부수기 위한 것이다. 이와 같은 종래 롤 크러셔는 원통형으로 이루어져 있어 접촉면적이 좁아져 피 파쇄물에 대한 파쇄효율이 낮아지게 되고, 피 파쇄물의 뒹김 현상과 장치 내의 골재 체류 및 잔류시간이 길어져 생산성 저하를 유발할 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

이에 본 연구에서는 고효율의 성능을 발휘할 수 있도록 거터형의 롤크러셔를 적용한 순환골재 생산 시스템을 제안하였으며 생산시스템의 성능평가 및 품질특성을 평가하였다.

## 2. 거터형 파쇄장치의 개요

### 2.1 거터형롤크러셔의 구조해석 및 성능평가

제안된 거터형 롤크러셔의 설계타당성과 안정성을 검증하기 위한 구조해석을 LS-dyna를 적용하여 모델링 하였으며 해석결과는 롤크러셔 형상변경 전후의 반발력 및 응력의 분포를 검증하였으며, 3D 모델링과 유한요소 구성은 그림 1~3과 같다.

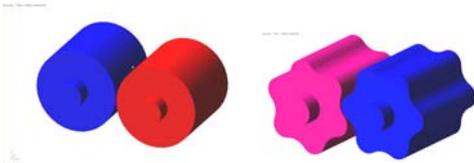


그림 1. 순환골재 파쇄장치의 3D 모델링



그림 2. 순환골재 파쇄장치의 유한요소 구성

### 2.2 거터형 롤크러셔의 구조해석 결과

일반형 롤크러셔와 거터형 롤크러셔의 유한요소 성능평가는 투입되는 폐콘크리트에 가해지는 마찰력과 마찰에너지를 비교하였으며, 일반형 롤크러셔에서는 마찰에너지의 발생이 거의 나타나지 않았으나, 거터형 롤크러셔의 경우에는 마찰에너지가 증가하여 Gravity 없이도 Roll 사이로 폐콘크리트가 자가 유입되며 골재의 입자에 파쇄력 전달이 효과적으로 이루어지고 있는 것을 나타낸다.



그림 3. 거터형 롤크러셔 파쇄장치

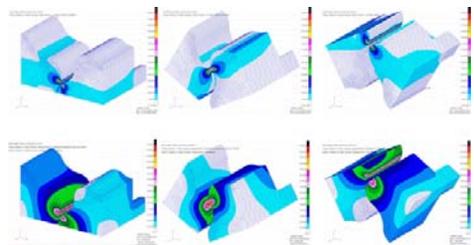


그림 4. 거터형 롤크러셔 파쇄장치의 Von mises 응력 및 변형

## 3. 거터형 파쇄장치의 파쇄성능평가

### 3.1 거터형 파쇄장치의 회전속도에 따른 파쇄성능

거터형 롤크러셔의 파쇄조건을 결정하기 위해 회전속도와 롤간의 Gap에 대한 평가결과, 투입되는 폐콘

크리트의 내부에 발생하는 모멘트와 전단에 의한 파쇄 롤에 가해지는 힘으로 나타나게 되며, 롤의 회전속도에 따른 반력의 크기는 약260N (26.5kgf)으로 거의 비슷한 수준을 나타내고 있으나, 최고 반력의 발생은 속도가 빠를수록 빨리 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이는 콘크리트의 파쇄가 발생하는데 필요한 반력은 일정하고, 다만 롤의 회전속도에 따라 그 시기가 달라지기 때문인 것으로 판단되며, 또한 그림 6은 분당 회전수에 따른 마찰에너지와 반력에 대해 나타내고 있다. 그 결과 롤의 회전속도가 빠를수록 마찰에너지가 크게 나타나는 것으로 파악되고 있으며, 이는 회전속도가 빠를수록 콘크리트의 자가 유입이 쉬워지고 생산성이 향상된다는 것을 의미하게 된다.

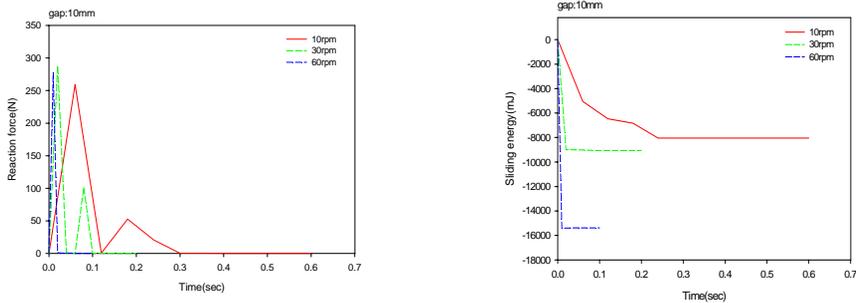


그림 5. 회전속도에 따른 반력 및 회전에너지

### 3.2 거터형 파쇄장치에 의해 생산성능 분석

#### 3.2.1 롤러간 Gap에 의한 생산성능 분석

거터형 파쇄장치의 페콘크리트 파쇄능력 및 생산성능을 분석, 평가하기 위하여 롤러간의 Gap을 5mm, 10mm, 15mm로 적용하였으며 이때의 각 체에 남은 골재의 무게비를 이용하여 생산능력에 대해 검토하였다. 분석결과 Roller Gap 5mm의 경우 투입골재 13mm의 경우에는 5mm 이하 생산비율이 약 15%, 투입골재 25mm의 경우 13mm 이상 잔류하는 골재의 생산비율이 약 33~36% 정도 발생하여 잠재적으로 2차 파쇄를 위한 Feed back량이 발생할 가능성이 높은 것으로 판단되며, 투입골재 40mm의 경우 13mm 이상의 크기로 생산되는 골재의 생산비율이 약 15~28%를 나타내고 있다.

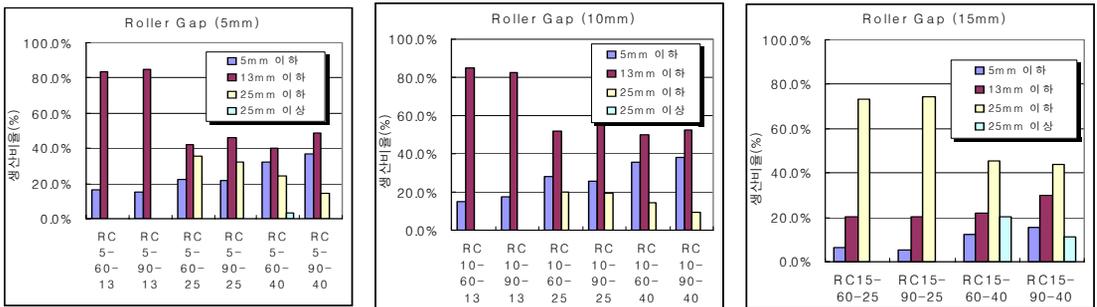


그림 6. 거터형 파쇄장치의 롤러간 Gap에 의한 순환골재 생산성능

Roller Gap 10mm의 경우에는 투입골재 13mm의 경우 Roller Gap 5mm의 경우와 유사한 경향을 나타내고 있으며, 25mm의 경우 13mm 이상 잔류골재 생산비율이 19~20%로 나타내고 있어 Gap 5mm의 경우에 비하여 다소 성능향상을 보이고 있다. 그리고 40mm 골재 투입의 경우에는 5mm 이하 골재 생산비율은 40% 수준으로 13mm 이상 골재생산비율은 현저히 감소하고 있다.

### 3.2.2 투입골재와 회전속도에 따른 거터형 롤크러셔의 파쇄성능 분석

거터형 파쇄장치의 폐콘크리트 파쇄능력 및 생산성을 투입골재의 크기와 롤크러셔의 회전속도 (60RPM, 90RPM)에 따른 생산성 분석결과, 투입골재 13mm의 경우에는 Roller Gap 및 RPM의 변화와는 관계없이 일정한 생산비율을 보이고 있는 것으로 나타났다. 대체적으로 5mm 이하 골재의 생산비율은 15~18% 정도로 일정하게 나타났다.

골재 25mm의 경우 Roller Gap이 5mm 또는 10mm 경우에 있어서, RPM에 따른 생산비율의 차이는 그다지 크지 않은 것으로 나타났다. 그리고 5mm 이하의 크기로 파쇄되어 생산되는 비율은 Roller Gap 10mm의 경우에 약 3~5% 향상되는 결과를 보이고 있다.

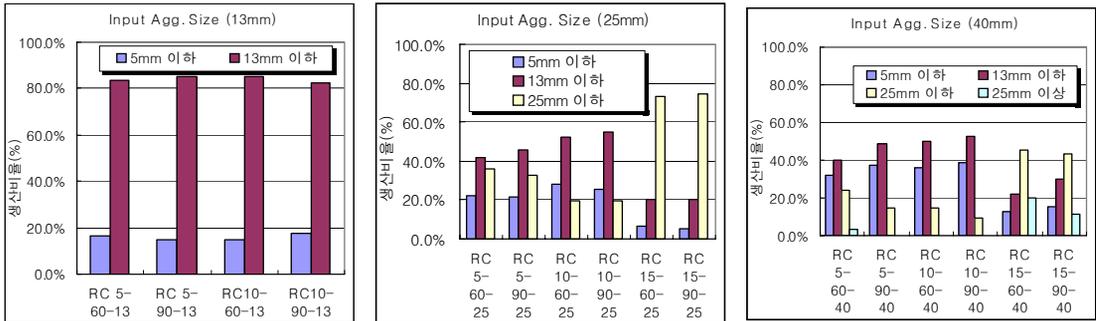


그림 6. 거터형 파쇄장치의 투입골재 크기에 따른 순환골재 생산성

## 4. 결론

거터형 롤크러셔 파쇄장치를 적용한 순환골재 생산시스템의 성능평가 연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

- 1) 마찰에너지는 거터 롤이 평 롤에 비해 월등히 많이 나타나며 이는 마찰력이 큰 거터롤이 콘크리트의 미끄러짐이 적고, 그로 인해서 롤간의 인위적인 버킷 생성으로 유입이 유리하게 되므로 파쇄 속도 즉, 생산량이 평 롤에 비해서 크다는 것을 의미하게 된다.
- 2) 거터 롤이 평 롤에 비해서 반력이 작게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이는 거터 롤이 콘크리트를 파쇄할 때 콘크리트에 각기 다른 두 방향으로 힘을 가하여 전단을 쉽게 발생시키기 때문이며, 이러한 거터 롤의 반력 감소효과로 인해서 롤의 수명연장 또는 파쇄장비의 용량감소를 기대할 수 있다.
- 3) 동일골재 size에서 RPM 90의 경우가 RPM 60에 비하여 파쇄성능이 다소 양호함을 나타내고 있는 것으로 분석, 평가되며, 파쇄성능은 주로 Roller간 Gap을 통과하는 시점에서의 가압력 및 Roller간 형성되는 Pocket과 Pocket에 가해지는 외측돌부에 의한 가압력에 주로 좌우되는 것을 확인하였다. 추후 연구에서는 본 연구에 의해 개발된 생산시스템을 적용하여 생산된 순환골재의 품질특성에 대한 세부적인 연구를 수행할 예정이다.

## 감사의 글

이 논문은 중소기업청 중소기업기술혁신개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 안선희 "건설폐기물자원화 시스템 및 재활용 개선방안" 한국건설순환자원학회 Vol.2 No.1 pp.5-12, 2006.
2. 안선희, 박중언 "폐콘크리트로부터 순환골재 생산하기 위한 2-Roll 파쇄기 장치개발" 한국정밀공학회, 2007 추계학술, pp.311-312