

환경신기술 인증 제329호, 환경신기술 검증 제132호

임팩트 바와 임팩트 패널이 장착된 시멘트 페이스트 박리기를 이용한 콘크리트용 순환 잔골재 생산기술 소개

Introduction to Recycled Fine Aggregate for Concrete Using Cement Paste Remover with Impact Bar and Impact Panel



유명열*
Myoung-Youl Yu

1. 기술의 범위 및 내용

1.1 기술의 범위

- 다수의 임팩트 바와 임팩트 패널이 장착된 시멘트 페이스트 박리기를 건설폐기물 중간처리시설에 적용하여 흡수율 및 밀도에 악영향을 주는 시멘트 성분을 분리함
- 이와 과 동시에 파분쇄 작용을 통해 조립률을 낮추어 콘크리트용 순환 잔골재의 품질기준(입도)에 적합한 순환 잔골재를 대량으로 생산하는 기술

1.2 기술의 내용

본 기술은 다수의 임팩트 바와 임팩트 패널이 장착된 시멘트 페이스트 박리기를 건설폐기물 중간처리 공정 중에서 잔골재 생산라인의 분급기 전에 적용하여 콘크리트용 순환 잔골재의 품질기준에 적합하도록 시멘트 페이스트 성분을 분리함과 동시에 파분쇄 작용을 통해 조립률을 낮추어 콘크리트용 순환 잔골재의 품질을 향상시키는 기술이다.

* 대길산업(주) 기술개발실, 실장
Daegil Industrial Co.,Ltd.
Technical Development
E-mail : ymr0125@snu.ac.kr

2. 기술개발의 배경 및 목표

2.1 기술개발의 배경

2003년 12월 ‘공공공사에 양질의 순환골재 의무활용’ 등을 주요 골자로 하는 「건설폐기물재활용촉진에관한법률」이 국회를 통과함으로써 양질의 순환골재 활용을 위한 제도적 기반이 마련되었고, 이를 기반으로 순환골재 품질인증제도가 실시되어 전국적으로 약 440개의 건설폐기물 중간처리업체 중에서 60~70%정도가 도로공사용 순환골재 품질인증을 득한 상태로 도로공사용으로는 재활용이 촉진되고 있다고 볼 수 있다.

그러나, 건설폐기물이 발생된 지역은 도심지이고, 대부분의 도심지에서는 의무사용 대상이 되는 도로공사가 완료되어 있어 일부 확장이나 보수 정도의 공사만 진행되기 때문에 도심지에서 발생된 건설폐기물을 도로공사용 순환골재로 생산하여도 재활용률이 크게 증가 되지 않는다.

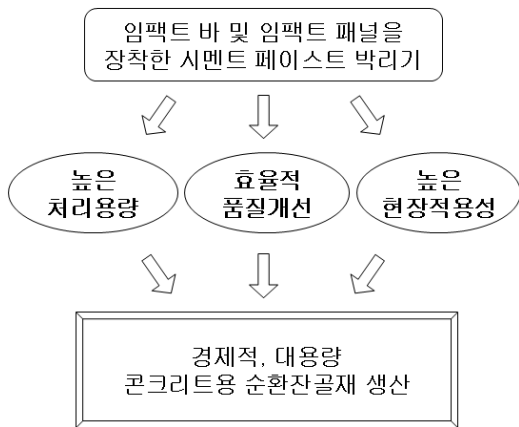
반면, 도심지에서는 신규공사 및 재건축 등과 같은 공사가 많이 이루어지기 때문에 콘크리트용 골재가 지속적으로 소비되는 구조로서 콘크리트용 순환골재에 대한 수요가 지속적으로 증가되고 있다. 이에 전국에서 대략 60여개 회사가 콘크리트용 순환 잔골재를 생산하기 위한 시스템 설비 투자를 하였으나 현재까지 대략 20% 정도의 회사

만이 콘크리트용 순환골재 품질인증을 득한 상태로 사실상 콘크리트용 순환 잔골재 품질인증을 득하기가 어려운 것으로 조사되었다.

이는 건설폐기물을 잔골재의 크기인 5mm이하로 단순파쇄하고 이물질 등을 선별하는 과정만으로는 콘크리트용 순환 잔골재를 전량으로 생산할 수 없다는 것을 반증하는 것이며 이에 대한 별도의 기술 개발이 필요함을 반증하는 것이다.

2.2 기술개발의 목적

이에 본 기술은 이러한 시대적 흐름에 부합하고, 건설 폐기물을 적극적으로 재활용하면서 [그림 1] 과 같은 3가지의 효과를 얻을 수 있는 다수의 임팩트 바와 임팩트 패널이 장착된 시멘트 페이스트 박리기를 건설폐기물 중간처리 공정에 적용하여 콘크리트용 순환 잔골재의 품질기준에 적합하도록 시멘트 성분을 분리함과 동시에 파분쇄 작용을 통해 조립률을 낮추어 순환 잔골재의 품질을 향상 시킴으로서 콘크리트용 순환 잔골재의 품질기준에 적합한 골재를 생산하기 위한 것이 목적이다.



[그림 1] 임팩트 바와 임팩트 패널을 장착한 시멘트 페이스트 박리기의 적용 효과

3. 기술의 원리 및 공정도

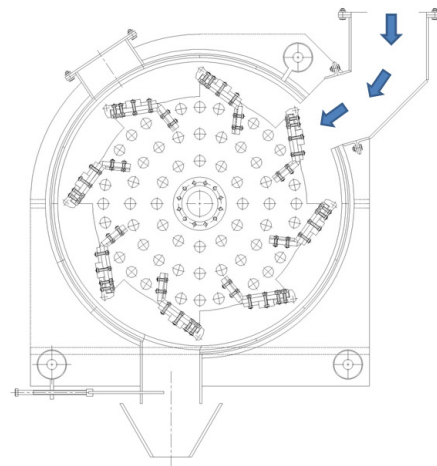
3.1 기술의 원리

본 신기술은 중력방향으로 떨어지는 잔골재의 낙하속도를 현저하게 저감시킴과 동시에 외벽으로 이동시키는 임팩트 바와 회전력을 이용하여 외벽 라이너와의 전단력을 발생시킬 수 있는 다수의 임팩트 패널을 이용하여 하나의

잔골재 입자에 수차례 이상의 박리가 이루어질 수 있도록 구성된 장치이며 작동 단계별 기술원리는 아래와 같다.

A. 잔골재가 투입되어 임팩트 바로 이동하는 단계

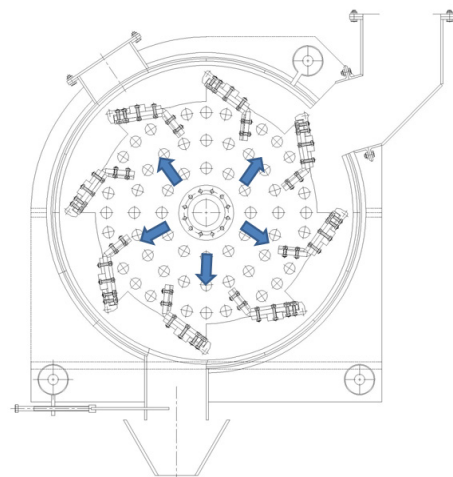
일반적인 건설폐기물 중간처리 시설을 통해 5mm이하 크기 이하로 파쇄되고 이물질이 1% 이하로 제거된 재생골재가 [그림 2]에 나타난 화살표와 같이 잔골재와 물이 혼합된 상태로 투입되면서 1차적으로 임팩트 바 위로 떨어지게 된다.



[그림 2] 투입된 잔골재가 임팩트 바로 이동

B. 임팩트 바에 의해 임팩트 패널로 이동하는 단계

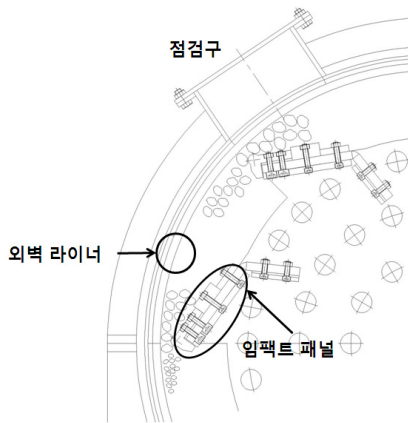
[그림 3]와 같이 본 설비가 회전하면서 발생하는 원심력과 수십 개의 임팩트 바에 의한 작용에 의해 잔골재가 물과 함께 배출구로 직접 이동되지 않고 임팩트 패널로 이동하게 된다.



[그림 3] 임팩트 바 및 원심력에 의해 잔골재가 임팩트 패널로 이동

C. 임팩트 패널과 외벽 라이너 사이에서 파분쇄가 이루어지는 단계

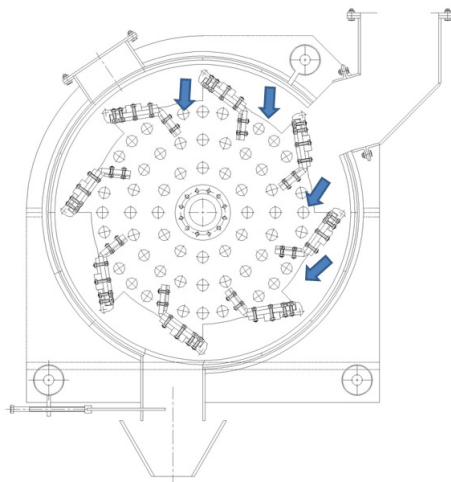
[그림 4]와 같이 임팩트 패널과 외벽 라이너 사이를 통과하면서 어떤 골재입자는 깨지면서 입도가 작아지게 파쇄되고, 어떤 골재입자는 시멘트 페이스트 성분이 박리되도록 마찰되면서 입자가 작아지게 된다. 이러한 과정이 반복되면서 마모되는 임팩트 패널의 수명을 연장시키기 위해 임팩트 패널과 외벽 라이너 사이의 간격을 유지할 수 있도록 간격조절장치를 두어 임팩트 패널의 사용수명을 연장하도록 하였으며, 이를 점검하기 위해 상단에 점검구를 두었다.



[그림 4] 외벽 라이너와 임팩트 패널 사이에서 발생하는 파분쇄 개념도

D. 다시 임팩트 바로 이동하는 단계

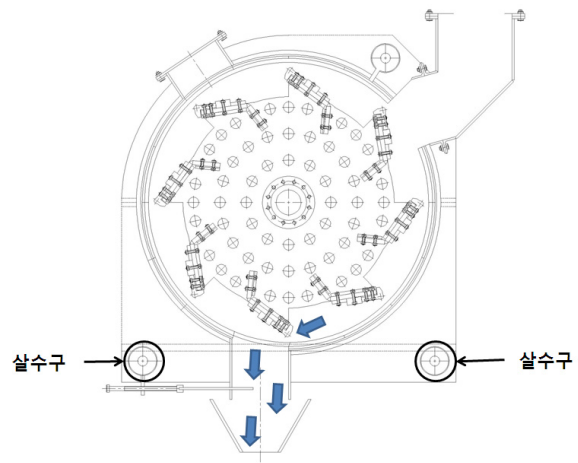
임팩트 패널과 외벽 라이너 사이를 통과하면서 파분쇄 과정을 거쳤거나, 통과하지 못한 골재가 [그림 5]와 같이 임팩트 바로 이동되는 단계



[그림 5] 파분쇄된 골재가 다시 임팩트 바로 이동하는 단계

E. 배출 단계

상기 B-D과정이 수차례 반복되면서 점점 박리기 하단에 설치된 배출구로 이동되어 배출되는 단계로서 투입되는 양만큼 지속적으로 배출될 수 있도록 투입량에 따라 그 배출크기를 조절하여 적정 수준으로 파분쇄가 이루어지도록 하였다. 박리기를 통과하여 품질이 개선된 잔골재의 배출이 용이하도록 하단부 2군데에 물을 분사할 수 있는 장치들을 설치하여 배출이 용이하도록 하였으며, 또한 미분 형태로 존재하고 있는 시멘트 페이스트 성분을 제거할 수 있는 분급기 등을 두어 시멘트 페이스트 성분을 제거하도록 하였다.

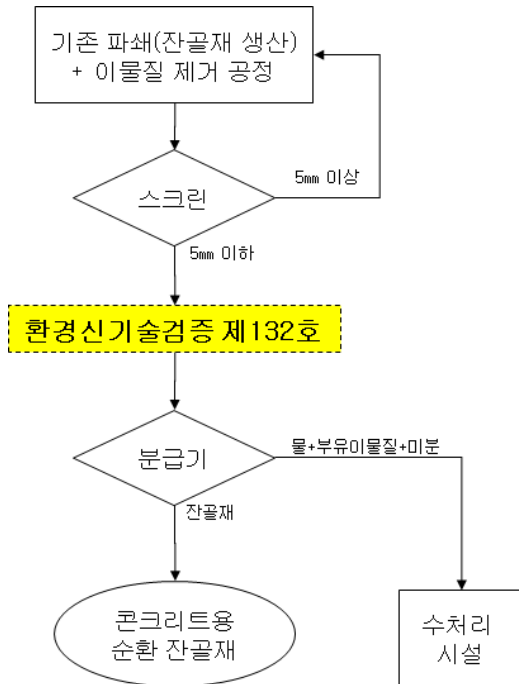


[그림 6] 시멘트 페이스트가 박리된 골재의 배출

○ 상기의 기술이 적용되는 지점은 아래의 공정도와 같이 일반적으로 5mm(잔골재 크기)로 파쇄되어 스크린에 의해 선별된 이후에 미분을 제거하기 위한 공정(예를 들어 분급기)로 투입되기 이전에 위치한다.

3.2 공정도

일반적인 순환잔골재의 생산라인은 최종적으로 5mm이하로 파쇄된 이후에 골재내에 포함되어 있는 미분성분을 분급기로 제거하여 생산하는 것으로 환경신기술은 박리기를 통해 5이하에서 시멘트 페이스트 성분을 더 제거하도록 도와주는 역할을 하며, 일반적인 적용 공정도는 [그림 7]과 같으며, 대길환경산업(주)에 설치되어 있는 상태로 그 설치가 매우 용이함을 알 수 있다.



[그림 7] 공정도



[그림 8] 신기술 설치(대길환경산업(주))

4. 품질 향상 정도와 파급 효과

4.1 품질 향상 정도

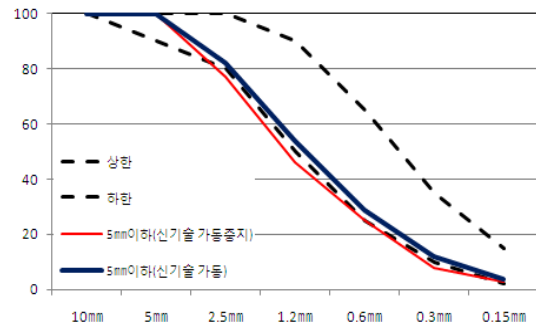
일반적으로 콘크리트용 순환 잔골재의 품질기준에 있어서 가장 맞추기 어려운 것이 입도와 흡수율이기 때문에 다른 품질기준에 대해서는 언급하지 않고자 한다.

A. 입도

일반적으로 파쇄기에 의해 생산되는 콘크리트용 순환

잔골재의 경우 강도가 강한 자갈보다는 모르타르 위주로 파쇄되다 보니 입자 크기가 굵은 형태의 왕사 형태로 잔골재가 생산된다. 그 결과, [그림 9]에 나타난 바와 같이 입도분포곡선의 하한선 아래에서 형성되어 있는 것을 알 수 있다.

반면, 신기술이 적용된 굵은 실선의 경우에는 하한선보다 높게 형성되어 파분쇄효과에 의해 입자가 굵은 잔골재(5~25mm)가 파분쇄되면서 작은 입자로 이동되어 잔골재(시료명 : 5mm이하(신기술 가동))는 2.5mm와 1.2mm체의 통과율이 품질기준에 적합하게 되었음을 알 수 있어 신기술에 의한 입도개선효과가 있음을 알 수 있었다. 필요에 따라 신기술의 효율을 상승시키기 위해 외벽 라이너와 임팩트 패널의 간격을 좁게하면 품질이 일정부분 상방향으로 움직이는 것이 확인되었다.

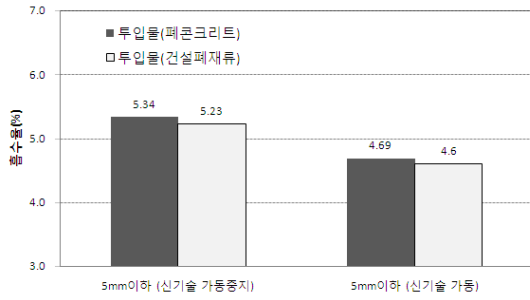


[그림 9] 신기술 적용 유무에 따른 입도 변화

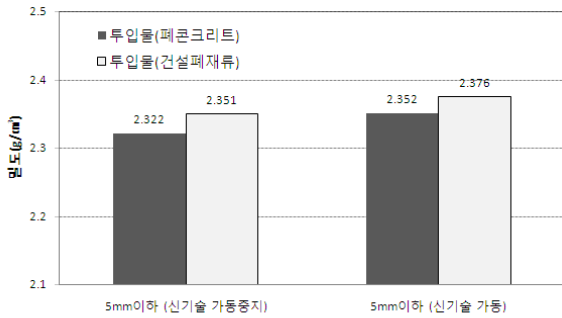
B. 흡수율 및 절대건조밀도

절대건조밀도 및 흡수율은 건설폐기물을 재활용하여 생산되는 콘크리트용 순환골재를 분류하는 기준으로 사용되는 품질항목으로 순환 잔골재에 있어서는 절대건조밀도가 2.2g/cm³ 이상이고, 흡수율이 5% 이하인 골재라고 정의 내리고 있다. 이에 대해 기존에 생산하던 방식으로 생산한 골재 5mm이하(신기술 가동중지)와 신기술을 적용하여 생산한 골재 5mm이하(신기술 가동)에 대해 시험한 결과, [그림 10]과 [그림 11]에 나타난 바와 같이 기존의 기술을 이용하여 생산한 5mm이하 잔골재의 경우에는 흡수율이 만족하지 못하였다. 반면, 신기술을 가동한 5mm이하(신기술 가동) 시료는 흡수율에 있어서도 5%이하의 기준을 만족하였다.

이것의 근거는 신기술에 의해 골재에 부착되어 있던 시멘트 페이스트가 박리되어 제거되면서 밀도 및 흡수율이 향상된 것으로 사료된다.



[그림 10] 신기술 적용 유무에 따른 흡수율 변화



[그림 11] 신기술 적용 유무에 따른 밀도 변화

4.2 파급 효과

(1) 전국에서 생산되는 콘크리트 재활용 골재의 생산량은 국내에서 연간 채취하는 골재량의 약 5~10%에 달하는 막대한 양으로 콘크리트용 순환 잔골재 생산 기술을 개발하여 적극 활용하는 경우 상대적으로 천연골재나 석산골재 등의 채취량 자체를 감소*시킬 수 있어 천연자원의 보존효과가 매우 높을 것으로 예상되며,

(2) 국내 콘크리트용 잔골재 수급의 대부분을 바다에서 채취한 후 세척한 바닷모래 또는 석산에서 파쇄시킨 부순 잔골재에 의존함으로써 2차적인 자연환경파괴를 촉발시키고 있어 이에 대한 문제점 해결이 일부 가능**할 것으로 예상된다.

* 국토해양부, 보도자료 - 제4차 골재수급기본계획 및 2009년도 골재수급계획 확정 의 도로포장예의 재활용, 2008.12.19

** Tony C. Liu and Christian Meyer, Recycling Concrete and Other Materials for Sustainable Development, ACI international SP-219, pp.47~60