

# 재생 미분말의 발생현황과 특성에 관한 기초적 연구

## The Fundamental Study on Generation and Properties of Recycled Concrete Powder

김재원<sup>\*</sup> 김하석<sup>\*</sup> 임대빈<sup>\*\*</sup> 이도현<sup>\*\*\*</sup> 김봉주<sup>\*\*\*\*</sup> 김진만<sup>\*\*\*\*</sup>  
Kim, Jae Won Kim, Ha Seok Lim, Dae Bin Lee, Do Hun Kim, Bong Ju Kim, Jin Man

---

### ABSTRACT

This study is about the production and properties of waste concrete powder that recycling aggregate is crushed to the waste concrete. We researched the generation and the disposal of recycled concrete powder. It is chemical and physical features that is compared and analysis according to its production system and repeated crushing of time.

Recycled concrete powder is more generated wet process than drying process. In addition, the more it is repeated crushing of time, the more recycled concrete powder is generated.

Recycled concrete powder is discovered that wet process is larger of the specific area, lower density and particle size.

---

### 1. 서론

폐콘크리트를 이용한 순환골재의 활성화를 위해 정부기관인 건설교통부, 산업자원부 등 폐콘크리트의 재활용률을 높이기 위한 방안을 제시하고 있으며 그 중 2005년 8월 건설교통부에서 『순환골재 품질기준안』을 공고하여 도로보조기층용 및 성토용 골재 등에서 공공 공사에 사용 비율을 일정 비율 이상으로 규정하였다. 이에 따라 순환골재의 재활용 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 생산되는 순환골재의 품질도 크게 향상시키는 연구가 진행되고 있다. 그러나 순환골재를 생산할 때 발생하는 부산물의 처리는 새로운 환경문제로 야기되고 있으며 건설폐기물 중간처리업체에 처리비용을 부담시켜 경제적인 손실을 주고 있어 부산물의 활용방안에 대한 대책이 필요한 시점이다. 순환골재를 생산하기 위하여 폐콘크리트를 파쇄 과정에서 발생하는 미분말에는 시멘트 페이스트분이 다량 함유되어 이용가치가 높음에도 불구하고 거의 대부분이 폐기되고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 미분말의 발생 현황과 물리·화학적 특성을 분석하여 미분말의 현황과 특성을 기초 자료로 제시하고자 한다.

### 2. 연구 계획 및 방법

---

\* 정회원, 공주대학교 대학원 건축공학과, 석사과정  
\*\* 정회원, 주식회사 그린환경 대표이사  
\*\*\* 정회원, 대한주택공사 주택연구개발원 책임연구원  
\*\*\*\* 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

본 연구는 폐콘크리트 미분말의 발생 및 처리현황, 물리·화학적 특성을 분석하기 위한 것이다. 이에 따라 국내의 중간처리업체를 대상으로 우편 설문 조사 및 현장 방문 조사를 실시하였다. 전국의 350개 건설 폐기물 중간처리 업체 중 41개 업체에서 응답한 설문조사 결과와 각 지역별로 현장 방문하여 채취한 22개의 미분말 샘플을 토대로 순환골재의 생산방식과 파쇄횟수에 따른 미분말의 발생현황 및 처리현황과 물리·화학적 특성을 분석하였다

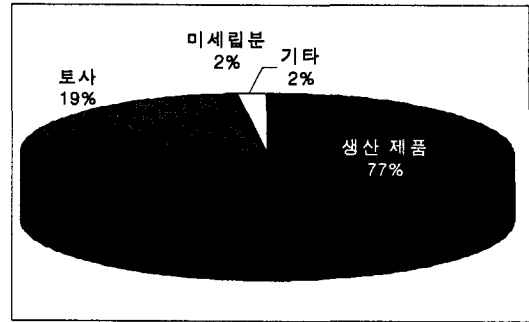


그림 1 미세립분 발생 비율

### 3. 결과

#### 3.1 미분말의 발생 및 처리현황

##### 3.1.1 미분말의 발생 현황

그림 1은 건설폐기물의 반입·처리량에 대한 생산제품과 부산물 및 미분말의 발생비율을 나타낸 것이다. 총 반입량의 약 80%가 재활용되고 약 20%가 부산물로서 발생된다. 그 중 미분말은 총 반입량에 약 2%로 발생된다.

그림 2는 생산 방식에 따라 미분말의 발생비율을 비교한 것이다. 건식공정의 경우 1.2%가 발생하는데 반해 습식공정의 경우 2.3%로 두 배 정도 증가하는 것으로 나타났다. 이는 건식 공정의 경우 일반적으로 미분말을 따로 분급처리하지 않고 생산제품이나 토사와 함께 섞어서 반출하기 때문이다.

그림 3은 파쇄횟수에 따른 미분말의 발생현황을 나타낸 것으로 3차 파쇄의 경우 미분말 발생비가 1.7%인데 반해 5차 파쇄의 경우에는 2.3%로 순환골재의 처리횟수에 따라서 미분말의 발생비율이 커지는 경향을 보이고 있다.

##### 3.1.2 미분말의 처리 방식 및 처리비용

그림 4는 부산물의 처리 방식으로 토사와 용수의 경우에 발생량의 대부분이 재활용 되고 있는 반면에 미분말은 재활용률이 약 45%로 나타났으며 재활용처로는 대부분이 성토용이나 노반재에 섞여 함께 반출되고 있었다. 또한 위탁처리나 자가 처리의 경우 매립장에 반출되는 것으로 처리비용이 소요되는 것으로 나타났다.

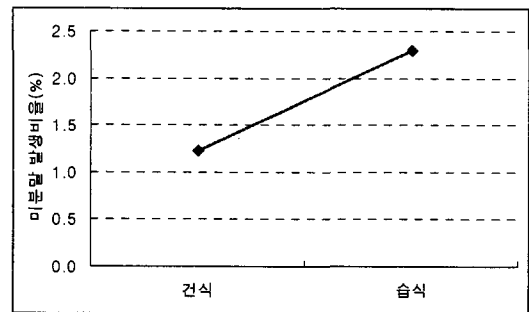


그림 2. 생산방식별 미분말 발생비율

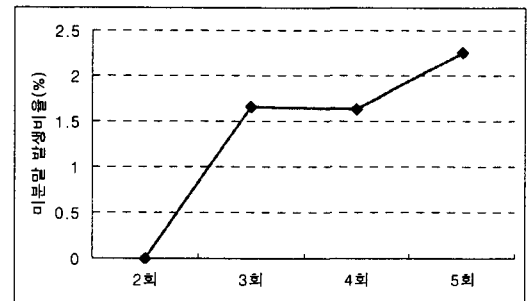


그림 3 파쇄횟수별 미분말 발생비율

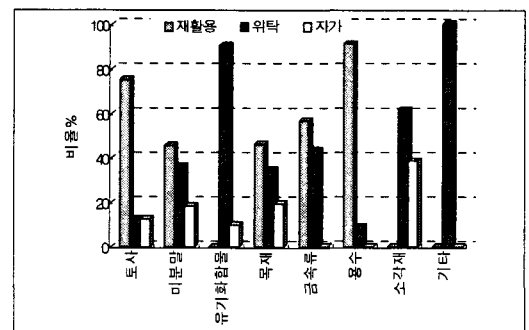


그림 4. 부산물의 처리방식

그림 5는 부산물의 처리비용에 대해 나타낸 것이다. 토사의 경우 발생량의 대부분이 재활용 되고 있기 때문에 처리비용은 893만원/월 으로 발생량에 비해 적게 소요 되고 있는 반면 미분말의 경우 재활용률이 낮기 때문에 발생량이 토사의 1/10정도 이지만 처리 비용은 토사와 비슷한 888만원/월 이 소요 되고 있는 것으로 나타났다.

### 3.2 미분말의 물리, 화학적 특성

#### 3.2.1 생산방식별 물리적 특성

표. 1은 생산 방식에 따른 물리적 특성으로 건식공정은 집진기로 포집한 미분말 시료를 습식 공정은 필터프레스를 거친 미분말 슬러지를 분석 하였다. 습식 공정이 건식 공정의 경우보다 밀도와 비표면적은 크고 평균입경은 작은 것으로 나타났다. 이는 습식공정은 분급처리를 사용하기 때문에 건식 공정에 비해 낮은 밀도를 야기 하는 이물질들을 더욱 효율적으로 분류하고 또한 채취한 미립분이 더 높은 분말도를 나타내기 때문이라 사료된다.

표. 2는 파쇄 횟수에 따른 미분말의 물리적 특성을 나타낸 것이다. 밀도와 비표면적은 특별한 경향을 보이고 있지 않으나 파쇄 횟수에 따라서 입경이 작아지는 경향을 보이고 있다.

#### 3.2.3 미분말의 화학적 특성

그림.6은 생산 방식별 미분말의 화학 성분으로 건식 공정에 비해서 습식 공정에서 미분말이 SiO<sub>2</sub>와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 양이 증가하는 반면 CaO와 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 양은 줄어드는 경향을 보인다. 그림.7은 파쇄횟수에 따른 것으로 파쇄횟수가 많아질수록 미분말 내의 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 양이 많아지는 반면 CaO의 양은 줄어드는 경향을 보이고 있다.

## 4. 결론

본 연구를 토대로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 순환골재 생산 중 발생하는 미분말은 폐기물의 총 반입·처리량 중 2%의 비율로 발생하고 있는 것으로 나타났다. 또한 건식공정에 비해 습식공정

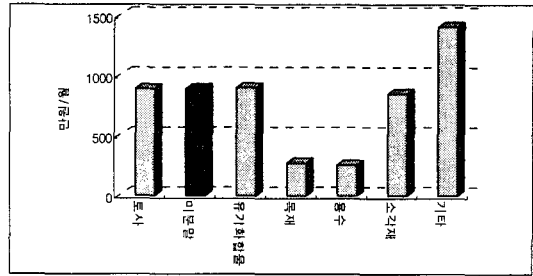


그림. 5 부산물의 처리비용

표. 1 생산 방식별 미분말의 물리적 특성

	절건밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	비표면적 (cm <sup>2</sup> /g)	평균입경 (μm)
건식	2.50	986	146
습식	2.54	1319	111

표. 2 파쇄 횟수별 미분말의 물리적 특성

파쇄횟수	절건밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	비표면적 (cm <sup>2</sup> /g)	평균입경 (μm)
2차	2.52	1073	153
3차	2.51	921	134
4차	2.49	1187	84
5차	2.48	1005	66

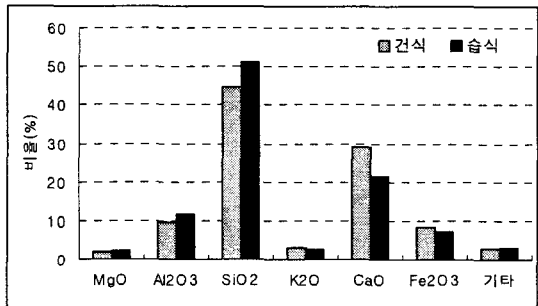


그림. 6 생산방식별 화학성분

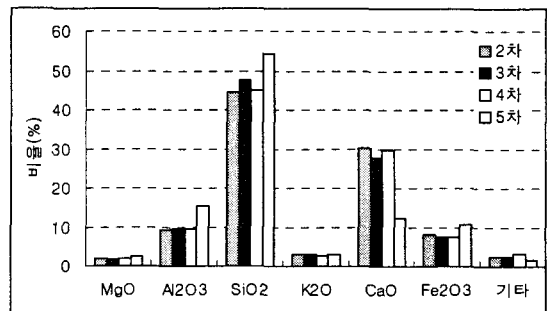


그림. 7 파쇄횟수별 화학성분

에서 발생량이 크게 나타났고 파쇄횟수가 많을수록 발생량이 크게 나타났다.

2) 미분말의 재활용률은 45%이고 위탁 및 자가 처리되는 비율이 55%를 차지하고 있어 처리비용이 월 890여만원으로 토사에 비해 발생량 당 처리비용이 10배 정도 높은 것으로 나타났다.

3) 미분말은 습식공정의 경우가 건식공정에 비해서 밀도와 비표면적은 크고 평균입경은 작은 것으로 나타났다. 이는 습식공정의 미분말 분급처리능력이 건식 공정에 비해 높고 또한 부유선별기에 의해 밀도가 낮은 이물질이 분류하기 때문인 것으로 사료된다. 또한 파쇄횟수가 많아질수록 평균입경이 작아지는 경향이 나타났다.

4) 미분말의 화학성분은 제품생산방식과 파쇄횟수에 따라 영향을 받지만 개략적인 범위는 CaO : 12~30%, SiO<sub>2</sub> : 44~54%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 9~15%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 8~11%로 나타났다. 습식 공정의 경우와 파쇄횟수가 많아질수록 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 양은 많아지는 반면, CaO의 양은 저하하는 경향을 보이고 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 05건설핵심기술연구개발사업(과제번호:05건설핵심D02)의 지원 하에 대한주택공사와 공주대학교 자원재활용소재 연구센터(RIC/NMR)가 공동으로 수행한 연구의 일부이며 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 「2단계 BK21 사업」의 지원비를 받은 것으로 관계 기관에 감사의 말씀을 올립니다.

#### 참고문헌

1. 순환골재 품질인증 기준 설정에 관한 연구, 한국콘크리트학회 학술발표회, 제 18권 1호, pp.513~516, 2006.5
2. 환경부, 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률, 2005
3. 심중우, 이세현, 서치호, 고로슬래그를 사용한 재생 잔골재 모르타르의 초기강도 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 학술발표회, 제 18권 2호, pp.101~108, 2006.5