

생산 방식별 재생 잔골재의 품질에 대한 기초적 연구

A Study on the Quality Improvement of Recycled Fine Aggregates with Production Methods.

심종우* 이세현** 유명열*** 이문환** 송태협*
Shim, Jong Woo Lee, Sea Hyun Yu, Myoung Youl Lee, Mun Hwan Song, Tae Hyeob

Abstract

It analyzes the quality of the fine aggregate which is reproduced through a dry production process with cyclone and a wet production process. The conclusions of the study are as follows.

1. The recycled fine aggregate through the dry production process with cyclone shows the low rate of absorption and impurity content after the cyclone process. It shows that its density is 2.37, absorption rate is 4.8 and stability is 5.1% and less. Therefore, it satisfies the standards of KS F 2573(recycled aggregate for concrete) as the first grade.
2. The recycled fine aggregate through the wet production process shows the low rate of absorption and foreign substance content after the process of wash and dehydration. It shows that its density is 2.40, absorption rate is 3.12 and stability is 3.2% and less. Therefore, it satisfies the standards of KS F 2573(recycled aggregate for concrete) as the first grade.

1. 서론

재생골재는 60년대 산업화 시대 이후에 축조된 구조물에 대한 재개발, 재건축으로 인해 발생하는 폐콘크리트 등을 파쇄하여 생산되는 골재로서 이에 대한 효율적 활용 여부에 따라 폐기물이 아닌 부가가치를 얻을 수 있는 건설재료이다. 따라서 최근 수년간 재생골재에 대한 활용 연구, 기술적 품질 지침 마련 등이 추진되고 있는 등 건설용 골재로서의 다각적인 활용방안이 모색되고 있다. 그 일환으로 2003년 12월에 '건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률'이 제정되어 재생골재 중에서 일정한 품질기준을 만족하는 재생골재를 순환골재로 정의하고, 품질기준 제정 및 활용 정책 등을 추진하고 있다.

그러나 현재까지 재생골재를 활용하는 기술은 대부분 굵은골재에 한정되어 이루어져왔으며, 재생 잔골재에 대해서는 품질관리의 어려움, 관련 연구의 미비 등을 이유로 기술적 활용점도가 충분히 이루어지지 않았다. 현재 국내에서 일반적으로 생산되는 재생 잔골재는 주로 단순파쇄에 의한 건식공법으로 생산되고 있으며, 또한 폐콘크리트를 재생 굵은골재로 생산하는 과정에서 발생하는 부산물로 취급되어 생산되는 재생 잔골재는 다량의 미분 함량과 이물질로 인한 높은 흡수율 등 전반적으로 품질이 저급하여 모르타 및 콘크리트용 골재로서 사용되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존의 재생 잔골재 생산공정의 문제점을 해결하기 위한 방안으로 사이클론을 활용하여 미분의 집진·제거공정 및 입도별 파쇄공정을 적용하는 방법과 물에 의한 골재 세척공정을 적용하는 방법으로 제조한 재생 잔골재를 대상으로 콘크리트용 재생 잔골재로서의 활용가능성을 파악하기 위해 기초적 물성을 파악하였다.

* 한국건설기술연구원 연구원

** 한국건설기술연구원 선임연구원, 공학박사

*** 서울대학교, 박사과정

2. 재생 잔골재의 물리적 특성

본 연구는 재생 잔골재로서 KS F 2573(콘크리트용 재생골재)의 품질요구조건, 천연 잔골재 및 기존의 재생 잔골재와 비교함으로써 개량된 재생 잔골재의 품질을 파악한 결과를 표1에 나타내었다.

표1. 잔골재 품질 및 KS F 2573의 요구품질

	천연 잔골재	습식 재생 잔골재	건식 재생 잔골재	기존 재생 잔골재	KS F 2573 (콘크리트용 재생 잔골재)		비고
					1종	2종	
밀도	2.59	2.40	2.37	2.18	2.20 이상		KS F 2504
흡수율(%)	0.9	3.1	4.8	6.0	5% 이하	10% 이하	
단위 용적 질량(kg/m ³)	1,816	1,748	1,650	1,370	-		KS F 2505
실적률(%)	70	74	70	63	53 이상		
점토 덩어리량(%)	-	0.4	0.6	1.2	1.0 이하		KS F 2512
조립률	2.6	3.2	3.1	2.9	적정 조립률 : 2.3~3.2		KS F 2502
0.08mm체 통과량(%)	-	0.1	1.1	6.6	5.0 이하		KS F 2573
골재안정성 (손실무게%)	-	3.2	5.1	23.5	10 이하		KS F 2507

2.1 밀도 및 흡수율

재생 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험을 KS F 2504(잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법)에 의하여 실시한 결과, 건식 생산방식에 의한 재생 잔골재(이하 건식 잔골재) 및 습식 생산방식에 의한 재생 잔골재(이하 습식 잔골재)의 밀도는 그림 1과 같이 각각 2.37과 2.40으로서 KS F 2573(콘크리트용 재생골재)의 밀도 2.2 이상의 규정을 무난하게 만족하는 것으로 나타났으나, 기존의 단순파쇄에 의한 재생골재 생산방식에 의한 재생 잔골재(이하 기존 잔골재)는 2.18로 규정을 만족시키지 못하였다.

건식 잔골재와 습식 잔골재의 흡수율은 그림 2와 같이 각각 4.8%와 3.1%로서 KS F 2573(콘크리트용 재생골재) 규정에서 제시하고 있는 재생 잔골재 1종(흡수율 5% 이하)의 품질을 확보하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 기존 잔골재는 6.0%로 1종의 규정을 만족시키지 못하였다.

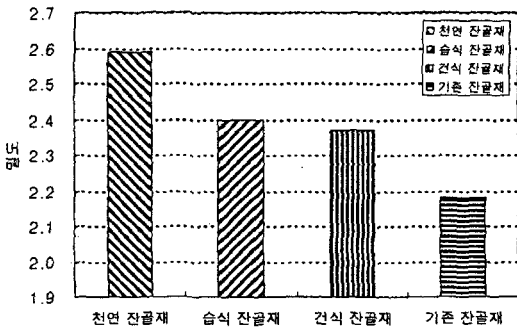


그림 1 잔골재의 밀도

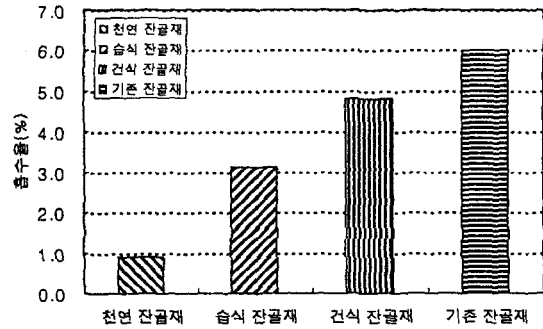


그림 2 잔골재의 흡수율

2.2 단위 용적 질량 및 실적률

재생 잔골재의 단위 용적 질량 시험을 KS F 2505(골재의 단위 용적 질량 및 실적률 시험)에 준하여 실시한 결과, 그림 3과 같이 건식 잔골재는 1,650kg/m³, 습식 잔골재는 1,748kg/m³로서 천연 잔골재의 1,816kg/m³보다 각각 약 9%와 약 4% 정도 낮은 것으로 나타났으며, 기존 잔골재는 1,370kg/m³로서 천연 잔골재보다 약 25%정도 낮은 값을 보였다. 재생 잔골재의 실적률은 그림 4와 같이 건식은 70%, 습식은 74%기존은 63%로서 모두 KS F 2573에서 요구하는 53%를 만족하는 것으로 나타났다.

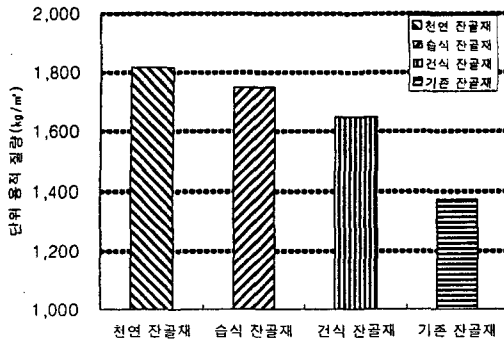


그림 3 잔골재의 단위 중적 질량

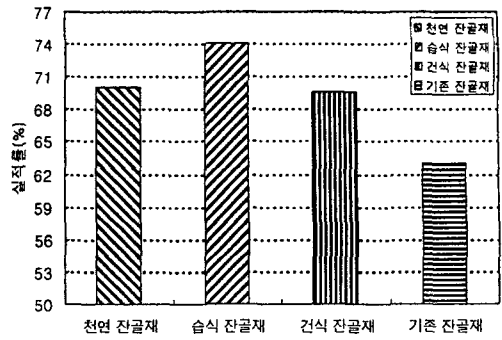


그림 4 잔골재의 실적률

3.3 점토 덩어리량

골재 표면에 밀착되어 있으면 시멘트페이스트와의 부착을 저해하여 강도를 저하시키는 골재의 점토 덩어리량을 KS F 2512(골재 중에 함유되는 점토 덩어리량의 시험 방법)에 준하여 실시한 결과, 건식 잔골재는 0.6%, 습식 잔골재는 0.4%로서 KS F 2526(콘크리트용 골재)에서 규정한 잔골재의 점토덩어리량에 대한 1.0%이하 규정을 그림 5와 같이 만족하는 것으로 나타난 반면, 기존 잔골재는 1.2%로 나타나 KS F 2526 규정을 상회하는 것으로 나타났다.

3.4 No. 200체 통과량(0.08mm체 통과량)

골재에 포함된 점토, 침니 및 미세 입자들은 콘크리트의 단위수량 증가와 강도 및 내구성 저하를 야기하므로 골재로부터 제거할 필요성이 있다.

본 연구에 사용된 건식 잔골재 및 습식 잔골재를 대상으로 0.08mm 통과율을 측정된 결과, 건식 잔골재는 1.1%, 습식 잔골재는 0.1%으로 KS F 2573(콘크리트용 재생골재)의 0.08mm체 통과량 5%이하 규정을 만족하는 것으로 나타난 반면, 그림 6과 같이 기존 잔골재는 6.6%로 나타나 KS F 2573(콘크리트용 재생골재)의 규정을 만족시키지 못하는 것으로 나타났다.

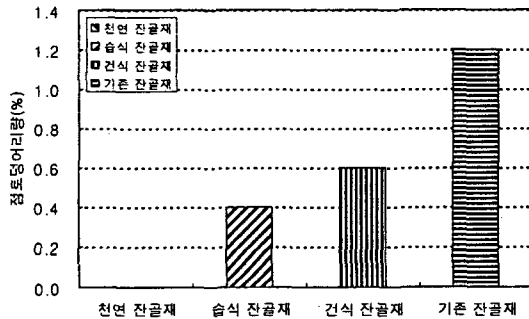


그림 5 재생 잔골재의 점토덩어리량

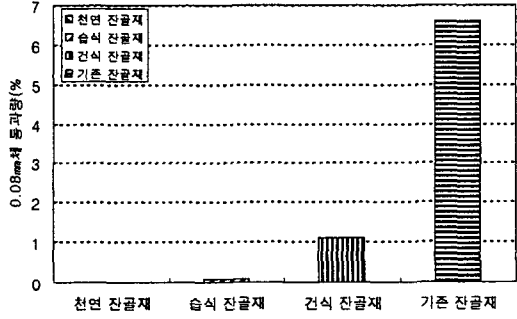


그림 6 재생 잔골재의 0.08mm체 통과량

3.5 입도시험

KS F 2502(골재의 체가름 시험방법)에 따라 입도시험을 실시한 결과, 건식 잔골재와 습식 잔골재의 입도분포곡선은 그림 7과 같이 나타나 KS F 2573(콘크리트용 재생골재)에서 규정하는 재생 잔골재 입도분포 범위를 만족하는 것으로 나타났다. 기존 잔골재의 경우도 대체적으로 표준 입도분포곡선을 만족하는 것으로 나타났다.

3.6 골재 안정성 시험(Soundness)

본 연구에서 잔골재의 안정성 시험을 KS F 2507(골재의 안정성 시험 방법)에 따라 Na₂SO₄ 용액에

16~18시간 정제 및 건조하는 조작을 5회 반복 실험한 결과, 그림 8과 같이 건식 잔골재는 5.1%, 습식 잔골재는 3.2%로서 KS F 2526(콘크리트용 골재)에서 규정하고 있는 잔골재의 안정성 기준 10% 이하를 만족하는 것으로 나타났다. 그러나, 기존 잔골재는 23.5%로서 10%를 2배 이상 상회하는 결과를 나타나 골재 자체의 내구성이 다소 취약한 것으로 나타났다.

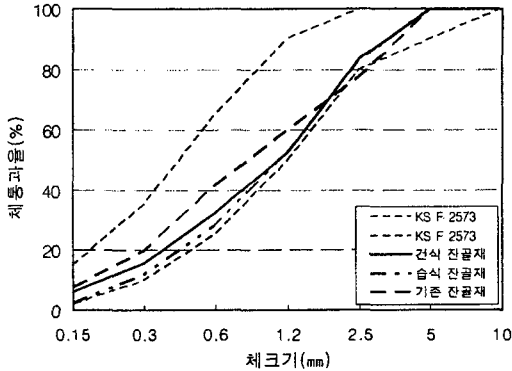


그림 7 입도 분포 곡선

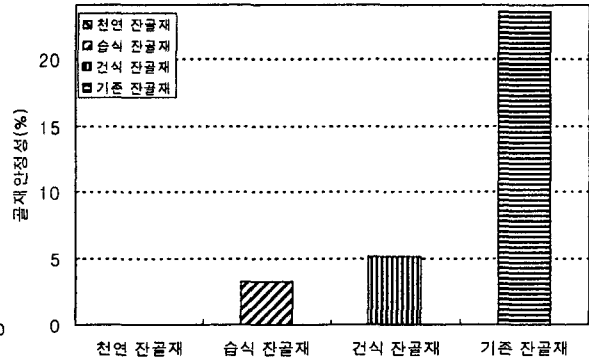


그림 8 재생 잔골재의 안정성

4. 결론

본 연구는 기존의 건식 생산공정의 단점을 개선하기 위하여 사이클론과 골재의 세척 및 이물질 제거장치를 적용하여 생산된 재생 잔골재의 특성과 건설용 재료로서의 활용성을 검토하기 위하여 실시하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 사이클론을 적용한 건식공정을 적용하여 생산된 재생 잔골재의 밀도 및 흡수율은 각각 2.37, 4.8%로 밀도 2.2 이상, 흡수율 5% 이하의 1종 재생 잔골재 규정을 만족하는 것으로 나타났으며, 단위용적중량 및 실적률은 천연 잔골재와 전반적으로 유사하거나 약간 낮은 수준으로 나타났다. 0.08mm체 통과량과 골재안정성은 건식 생산방식에도 불구하고 1.07%, 3.2%로 나타나 KS F 2573(콘크리트용 재생골재) 규정 5%, 10%이하를 각각 만족하는 것으로 나타났다. 조립률은 3.2로 나타나 적정 잔골재 조립률 안에 들어왔다.
- 2) 습식 생산된 재생 잔골재의 밀도 및 흡수율은 각각 2.40, 3.12%로 밀도 2.2이상, 흡수율 5%이하의 1종 재생 잔골재 규정을 만족하는 것으로 나타났으며, 단위용적중량 및 실적률은 천연 잔골재와 전반적으로 유사한 수준으로 나타났다. 0.08mm체 통과량 및 골재안정성은 각각 KS F 2573 규정인 5%이하, 10% 이하를 만족시키는 것으로 나타났다.

따라서 개선된 생산방식으로 생산된 재생 잔골재는 재생 잔골재 1종의 품질 규정을 만족하고 있어 건설용 잔골재로서 활용가능성이 충분한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국립기술품질원, 폐콘크리트를 이용한 재생골재의 표준화 및 품질평가 시스템 개발연구, 1998. 12
2. 신동인, 폐콘크리트의 품질이 재생콘크리트의 특성에 미치는 영향, 명지대학교 박사학위논문, 1998.
3. 한국자원재생공사, 건설폐기물 재활용 가이드라인 설정 및 재활용 촉진방안, 1995.
4. 建設業協會建設廢棄物處理再利用委員會, 再生骨材コンクリートに関する研究報告書, 1986.
5. 建設省土木研究所コンクリート研究室, 再生骨材を用いたコンクリートの設計施工指針(案), 土木研究資料, No.2418, 1986.
6. 森田司郎 他 6名 : 再生コンクリートについての基礎的研究, 1995 (第8回) 生コン技術大會研究發表論文集, 1995. 6, pp.61-66
7. 笠井芳夫, 阿部道彦, 柳啓 : 再生コンクリートの諸物性に關する實驗的研究, セメント・コンクリート論文集 No. 50, 1996. 12, pp.802-807
8. 菊池雅史 他 4名 : 再生骨材の品質が再生コンクリートの品質に及ぼす影響, 日本建築學會構造系論文集 第474号, 1995. 8, pp.11-20