

잔골재의 수급현황 및 활용방안에 관한 기초적 연구

A Fundamental Study on Supply Status and Use Plan of Fine Aggregates

유명열* 이세현** 이현수***
Yu, Myoung Youl Lee, Sea-Hyun Lee, Hyun-Soo

Abstract

It analyzed the supply status of fine aggregate and find the point of issue related alternative fine aggregate through researches and interviews. The conclusions of the study are as follows.

1. Ready mixed concrete manufacture used crushed fine aggregate (15.5%) and recycled fine aggregate (1.5%) for alternatives aggregate than 1.3% in 1991. It is not allowed to use a recycled fine aggregate in ready mixed concrete, but they used it.
2. All alternative aggregate are satisfied the Korean Standard, But they showed low properties of mortar compared to when it replaced with natural fine aggregate.

So, it is needed to make another special Korean Standard to use alternative aggregate in normal concrete by mixing method to recover the workability and compressive strength.

1. 서론

콘크리트란 시멘트, 물, 잔골재, 굵은 골재 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여 이들을 비벼서 만든 것으로 정의(한국콘크리트학회, 2003)되어 있으며, 구성재료의 70% 정도를 차지하고 있는 골재는 콘크리트 품질에 많은 영향을 줄 수밖에 없기 때문에 양질의 골재 사용유무가 콘크리트의 물성을 결정하는 주요 인자가 된다. 콘크리트용으로 사용 가능한 골재로 정의되고 있는 것은 KS F 2526(콘크리트용 골재)의 품질을 만족시키는 강이나 바다 또는 육지에서 채취하는 천연골재를 대상으로 하고 있으며, 부순 골재 및 기타 골재를 혼합하여 사용하는 경우에는 각각의 규격과 혼합후의 입도 및 조립률이 KS F 2526에 적합하도록 규정하고 있다.

천연 골재를 대체할 수 있는 부순 돌(KS F 2527)이 1967년에 제정되면서 굵은 골재의 수급 문제를 해결하였으나, 잔골재의 경우는 1983년 부순 모래에 대한 한국산업규격이 제정되면서 잔골재의 수급 불안정을 해소해 왔으나, 천연 골재를 대체하던 부순 잔골재(최민수, 2004)의 수급문제도 환경보전 등의 이유로 인해 채취가능지역에 대한 신규 허가의 어려움 및 기존 채취장에 대한 연장 어려움이 현실화되었으며, 결과적으로 바다 모래의 채취에 국내 건설공사의 잔골재 수급을 의존도가 높아졌으나, 이 또한 환경문제에 의해 지속적이고 안정적인 확보가 어려울 것으로 예상되고 있다.

따라서 본 연구에서는 천연골재를 대체할 수 있는 다양한 골재의 활용가능성을 파악하기 위해 레미콘 공장에서의 잔골재 수급 현황 및 잔골재 사용현황을 파악하여, 활용가능한 골재를 파악하고 이에 대한 활용가능성 제고를 위한 활용방안을 제시하고자 한다.

* 서울대학교, 박사과정

** 한국건설기술연구원 수석연구원, 공학박사

*** 서울대학교, 공학박사

2. 대체 골재의 기준 및 활용 근거

2.1 대체 골재의 종류

천연 잔골재를 대체 할 수 있는 골재의 종류는 KS F 2526의 주1(다른 종류의 골재를 혼합하여 사용할 때에는 이 규격을 적용하며, 혼합 골재는 각각의 규격을 만족하여야 한다. 다만 입도와 조립률은 혼합한 후 이 규격을 만족하여야 한다)과 같이 모든 골재에 대해 가능하며, 관련 시방서인 건축공사표준시방서나 콘크리트표준시방서에서도 다양한 잔골재를 단독 또는 혼합하여 사용하는 것을 허가하고 있다.

잔골재의 품질에 대한 한국산업규격의 기준은 표 1과 같으며, 천연 잔골재에 대한 기준과 비교하여 대체적으로 유사한 품질을 요구하고 있는 것으로 조사되었으며, 재생 잔골재의 경우는 1997년 재정 당시의 전반적인 생산시설에 기준하여 품질을 낮게 잡으면서 그 적용분야를 제한하고 있는 것으로 조사되었다.

표1. 잔골재 품질기준

	천연 잔골재 (KS F 2526)	부순 잔골재 (KS F 2527)	동 슬래그 (KS F 2543)	재생 잔골재 (KS F 2573)		비고
				1종	2종	
밀도	2.5 이상	2.5 이상	3.2 이상	2.20 이상		KS F 2504
흡수율(%)	3 이하	3 이하	2.0 이하	5 이하	10 이하	
실적율(%)	-	53 이상	-	53 이상		KS F 2505
점토 덩어리량(%)	1.0 이하	-	-	1.0 이하		KS F 2512
조립율	2.2~3.4	2.0~3.4	2.7~4.5	1.9~3.4		KS F 2502
0.08mm체 통과량(%)	3, 5이하	7 이하	-	5.0 이하		KS F 2573
골재안정성 (손실무게%)	10 이하	10 이하	-	10 이하		KS F 2507

2.2 대체 골재의 품질 현황

많은 연구에 의해 표 1과 같은 품질기준이 제정되어 사용되고 있지만, 이에 대한 품질 기준이 제정된 시기와 현재의 기술 수준이 다르기 때문에 최근의 논문을 기초로 대체 골재의 품질 현황을 조사하였으며, 그 결과는 표 2와 같이 재생 잔골재를 제외하고는 KS F 2526을 만족하는 것으로 조사되었다.

표2. 잔골재 품질 현황

	천연 잔골재 (KS F 2526)	부순 잔골재 (KS F 2527)	동 슬래그 (KS F 2543)	재생 잔골재* (KS F 2573)
밀도	2.5 이상	2.5 이상	3.4~3.8	2.20 이상
흡수율(%)	1 정도	3 이하	0.05~1.80	5 이하
실적율(%)	70정도	53 이상	50~70	70 정도
점토 덩어리량(%)	1.0 이하	-	0.3~0.8	1.0 이하
조립율	2.4~3.2	2.0~3.4	3.0~3.5	2.6~3.4
0.08mm체 통과량(%)	3이하	7 이하	0.2~0.7	2 이하
골재안정성 (손실무게%)	-	10 이하	2.0~5.0	5 이하

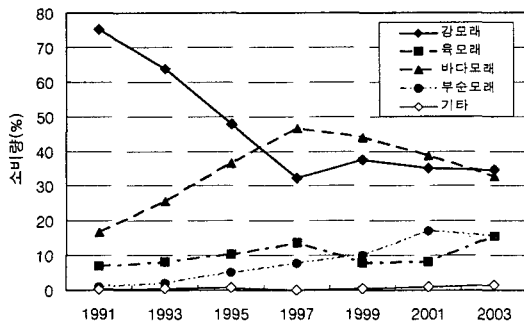
* 재생 잔골재는 재생 잔골재를 생산하기 위한 고품질 생산시스템을 기준으로 하였으며, 기존의 단순 건식 생산방식으로 생산된 2종의 품질은 배제하였다.

3. 잔골재의 사용 현황

천연 잔골재의 급속한 수급 불안정으로 인해 급격하게 대체 골재에 대한 필요성이 증가되면서 1990년대 이후 많은 연구 논문들이 대체 골재의 활용가능성에 대해서 긍정적인 결과를 발표하고 있으며, 전국의 180개 레미콘 공장을 대상으로 설문 조사한 결과(서울대학교, 2004), 그림 1과 같이 부순 모래와 육모래의 사용량이 증가되면서 혼합하여 사용하고 있으며, 특히 기타 잔골재의 사용량이 소량이지만 1.5%까지 증가되고 있는 것으로 조사되었다.

기타 골재에 대해서는 표 3에서와 같이 KS F 2573에서 21N/mm²이하의 콘크리트에 사용하도록 그 사용한도를 제한하고 있음에도 불구하고 레미콘용 콘크리트에 혼합하여 사용하는 것으로 조사되어 이에 대한 한국산업규격의 보완이 필요한 것으로 판단된다.

표 4 국내 레미콘사의 재생 잔골재 사용현황



출처 : BCG, 서울대학교 골재수급 현황 조사, 2004
그림 1 잔골재 사용현황

조사 업체	혼입율	적용범위 ¹⁾	확인방법
경기권	20%	21~40	레미콘 업체 방문
	10%	21	중간처리업체 면담
	-	21~27	레미콘 업체 방문
	-	일반레미콘 ²⁾	중간처리업체 면담
경상권	30%	24	레미콘 업체 방문
	100%	21, 24	레미콘 업체 방문
	30%	21, 24	레미콘 업체 방문
	미확인	일반레미콘 ²⁾	중간처리업체 면담

주 1) 재생골재콘크리트의 설계기준강도(N/mm²)

2) 설계기준강도 21, 24 (N/mm²)로 추정

출처 : 한국건설기술연구원, 2004

4. 대체 골재를 사용한 모르타의 품질 특성

대체 골재로 사용되고 있는 골재의 중에서 사용량이 최근에 증가하기 시작한 재생 잔골재를 제외한 잔골재에 대해서는 기존의 연구결과를 살펴본 결과, 부순 모래의 경우 플로우가 감소하는 문제점이 있는 반면, 압축강도는 양호한 것으로 나타났고(한천구, 1995), 동 슬래그 경우는 플로우상에 문제보다 압축강도가 저감되는 문제점(지석원, 2002)이 있는 것으로 조사되었다.

재생 잔골재의 품질이 표4와 같이 KS F2573의 1종 골재를 만족함에도 불구하고 혼입량이 증가됨에 따라 천연 잔골재에 비해 플로우가 저감되는 것으로 나왔으나, 전반적으로 유사한 특성을 나타내는 것(심종우, 2004)으로 나타났다.

	바다 모래	재생 잔골재
밀도(g/cm ³)	2.59	2.40
흡수율(%)	0.9	3.12
실적율(%)	70	74
점토덩어리량(%)	-	0.4
조립율	2.6	3.2
0.08mm체 통과량(%)	-	0.09
골재안정성 (%)	-	3.2

표5. 재생 잔골재의 물리적 특성

배합비 (C:A)	혼입율 (%/v l)	물 (kg)	플로우 (mm)	압축강도(N/mm ²)		
				3일	7일	28일
1 : 3	0	259	213	30.7	39.6	49.5
	25		207	30.4	38.6	49.2
	50		202	28.3	39.0	49.9
	75		194	30.0	41.6	52.0
	100		187	27.8	40.5	51.7

표 6 모르타의 물리적 특성

결과적으로 천연 잔골재를 대체하는 잔골재를 사용함에 있어 한국산업규격에 맞는 부순 모래나 재생 잔골재 또는 동 슬래그로 혼합하여 사용하거나 전체를 대체하는 것은 시공상이나 시공후에 문제점이 발생될 가능성이 있으며, 혼화재료를 사용하는 방법 등의 조치를 통해 물리적 특성을 개선할 필요성이 있으며, 이들에 대한 별도의 품질기준 제정에 대한 필요성이 있는 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 천연잔골재의 부족현상에 보완하기 위한 방안으로 대체 골재의 활용방안을 파악하기 위해 레미콘 공장에서 사용되고 있는 잔골재의 수급현황을 파악하였으며, 한국산업규격을 만족하는 각각의 잔골재를 일부 또는 전체를 치환한 모르타의 품질을 비교하여 혼합 사용 및 대체 사용의 문제점을 파악하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

- 1) 레미콘 공장에서 사용되고 있는 잔골재의 종류는 크게 강모래, 바다 모래, 부순 모래, 육모래로 나눌 수 있으며, 1991년 강모래, 바다모래, 육모래의 비중이 98.7%에서 2003년도에는 83%로 줄어들면서 부순 모래와 기타 모래의 사용량이 증가되고 있으며, 환경 보전 등의 문제로 인해 그 사용량은 지속적으로 증가될 것으로 예상된다.
- 2) 현재 생산되고 있는 각종 잔골재의 품질은 각각의 한국산업규격을 만족시키는 것으로 조사되었으며, 재생 잔골재의 경우, 한국산업규격에서 사용범위를 제한하고 있음에도 불구하고 일반적인 러디믹스트 콘크리트에 활용되고 있어, 이에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.
- 3) 대체 잔골재를 사용한 모르타의 품질은 천연 골재만을 사용하는 것에 비해 시공성이나 압축강도에 있어, 다소 낮은 품질 경향을 보였으며, 혼화재료를 사용하여 문제점을 보완하는 것으로 조사되었다.

따라서, 잔골재를 사용함에 있어 혼합하여 사용하는 것에 대한 별도의 혼합 잔골재 품질 기준 제정이 필요하며, 전체를 대체하는 경우에도 사용상의 보완이 필요한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 서울대학교, 한국골재 시장조사, Boston Consulting Group, 2004.12
2. 심종우, 유명열, 이세현, “습식 생산된 재생 잔골재를 사용한 콘크리트의 특성에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 20권 12호, 2004.12, pp.93-100
3. 지식원 외 4인, “동제련슬래그를 사용한 콘크리트의 물리적 특성 및 중성화에 미치는 영향”, 대한건축학회논문집 18권 7호, 2002.12, pp.27-34.
4. 최민수, 지역별 골재 소비 구조 분석 및 수급 안정 방안, 한국건설산업연구원, 2004
5. 한국건설기술연구원, 구조용 재생골재 및 재생골재콘크리트 구조물의 장기안정성에 관한 연구, 한국건설기술연구원, 2004. 6
6. 한국콘크리트학회, 콘크리트표준시방서 해설, 한국콘크리트학회, 2003, pp.36
7. 한천구 외3인, “부순모래 치환 잔골재를 사용한 콘크리트의 배합설계에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회논문집, 11권 10호, 199.10, pp.389-396