

순환골재 콘크리트

Enactment Provision of Recycled Aggregate Concrete



이세현*
Sea-Hyun Lee



심종우**
Jong-Woo Shim

1. 서론

2003년 12월 건설폐기물의 친환경적으로 처리와 재활용을 촉진 위한 '건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률'이 제정된 이래, 지속적으로 순환골재와 관련된 기술적 기준의 제·개정 작업이 이루어졌다.

2005년 콘크리트용 순환골재를 비롯하여 13개 용도별 '순환골재 품질기준'을 국토해양부 장관이 제정·공고하였고, 2006년에는 '순환골재 품질기준'과 부합하기 위하여 KS F 2573(콘크리트용 순환골재)이 개정되었다. 이와 더불어 건축공사 표준시방서 개정에서도 '콘크리트용 순환골재'가 새로이 언급되었다. 하지만 건축공사표준시방서에서는 '순환골재 및 순환골재 콘크리트의 사용부위 및 사용방법은 시방을 따른다.'라고만 언급하고 있어 순환골재 콘크리트의 시방 제정의 필요성이 증대되었다.

이에 우리학회에서는 콘크리트 구조물에 대한 기본적인 원칙을 규정하는 콘크리트표준시방서에 상기 요구들을 반영하기 위한 노력을 기울여 왔으며, 그 결과 2009년 제정에 '순환골재 콘크리트'가 새롭게 제정되었다.

이에 본 고에서는 금번 제정에 새로이 삽입된 제 11장 '순환골재 콘크리트'의 순환골재의 품질, 사용 가능한 용도 등의 주요 내용을 중심으로 기술하고자 한다.

2. '순환골재 콘크리트'의 주요 제정 내용

콘크리트표준시방서 '제 11장 순환골재 콘크리트'는 일반사항, 재료, 시공으로 구성되어 있다.

'1. 일반사항'에서는 '순환골재 콘크리트'의 적용범위, 일반사항, 관련 시방절, 참조표준, 용어정리 등을 언급하여 순환골재

콘크리트의 재료 및 시공에 대한 기본적인 사항을 규정하였다.

'1.1 적용범위'에서는 순환골재 콘크리트의 적용범위를 규정하고 있으며, '1.3 관련 시방절'과 '1.4 참조 표준'에서는 본 규정과 관련된 기술적 기준과 인용한 표준을 제시하였다.

아울러 '1.5 용어정리'를 통해 관련 용어를 정리하였으며, '1.6 제출물'에서는 순환골재 콘크리트 공사 진행에 필요한 제반 서류 등을 규정하였다.

'2. 재료'에서는 '2.1 시멘트', '2.2 골재', '2.3 순환골재 품질관리', '취급', '계량 및 배합'으로 구성하였으며, 특히 '순환골재' 품질을 중점적으로 규정하였다.

'2.1 시멘트'에서 순환골재 콘크리트에 제조되는 시멘트는 '제 2장의 일반 콘크리트 제조에 사용되는 시멘트에 따른다.'라고 규정하고 있으나 해설편에서는 천연골재보다 알칼리양이 다소 높은 순환골재의 실질적인 특성을 고려하여 순환골재 사용시 순환골재 콘크리트의 알칼리양을 저감시킬 수 있도록 '가급적 플라이 애쉬 시멘트나 고로슬래그 시멘트를 사용하거나 시멘트 일부를 고로슬래그 또는 플라이 애쉬로 혼합하여 사용하는 것이 좋다'는 내용을 언급하였다.

'2.2 골재'에서는 순환골재 콘크리트 제조에 사용되는 일반골재 및 순환골재의 품질을 규정하였는데, 순환골재 콘크리트에 사용되는 '(1) 일반 골재'의 품질은 KS F 2526(콘크리트용 골재) 및 KS F 2527(콘크리트용 부순골재)의 규격에 적합한 것으로 규정하였다.

'(2) 순환골재'의 경우, 건설폐기물의 파쇄, 선별과정을 통해 생산되므로 <그림 1>과 같이 천연골재에 모르타르가 붙어 있는 형태(<그림 1>의 점선부분)를 가지며 그로인해 천연골재보다 높은 흡수율로 인한 콘크리트의 강도저하를 유도할 수 있다. 또한 '2.1 시멘트'의 해설편에서는 앞에서 언급한 바와 같이 높은 알칼리성의 알칼리 골재반응으로 인한 내구성 저하의 우려도 있다고 언급하였다.

따라서 순환골재 콘크리트 제조에 사용되는 순환골재의 품질

* 정희원, 한국건설기술연구원 건축구조자원연구실 책임연구원
shlee@kict.re.kr

** 정희원, 한국건설기술연구원 건축구조자원연구실 연구원



그림 1. 순환골재의 모습

은 현재 국토해양부 장관이 공고한 콘크리트용 순환골재의 품질 기준(제2009-459호) 및 KS F 2573 콘크리트용 순환골재 품질과 부합하도록 <표 1>과 같이 규정하였다.

아울러 순환골재의 입도 또한 <표 2>에서와 같이 순환골재 품질기준이나 KS F 2573과 부합하도록 규정하였다.

표 1. 순환골재의 품질

	순환 굵은 골재	순환 잔 골재	관련시험 규정
절대 건조 밀도(g/mm ³)	2.5 이상	2.2 이상	KS F 2503
흡수율(%)	3.0 이하	5.0 이하	KS F 2503
마모감량(%)	40 이하	-	KS F 2508
입자 모양 판정 실적률(%)	55 이상	53 이상	KS F 2527
0.08 mm체 통과량 시험에서 손실된 양(%)	1.0 이하	7.0 이하	KS F 2511
알칼리 골재 반응	무해할 것		KS F 2545
점토 덩어리양(%)	0.2 이하	1.0 이하	KS F 2512
안정성(%)	12 이하	10 이하	KS F 2507
이물질 함유량(%)	유기이물질	1.0 이하(용적)	KS F 2576
	무기이물질	1.0 이하(질량)	

다만 순환 굵은 골재의 최대치수는 골재표면에 모르타르가 적게 붙어 있는 양질의 순환골재를 얻을 수 있으므로 20 mm로 할 것을 권장하였다.

‘2.3 순환골재의 품질관리’에서는 순환골재의 품질관리 및 헛수 등을 규정하였으며, <표 3>과 같이 순환골재의 특성을 고려하여 KS F 2576에 의한 이물질함유량 시험의 시기 및 헛수를 추가로 규정한 것을 제외하고는 일반 콘크리트 제조에 사용되는 골재의 품질관리와 동일하게 규정하였다.

‘2.4 취급’에서는 순환골재의 운반, 저장, 사용시의 주의할 사항에 대하여 규정하였다. 순환골재의 경우는 골재표면에 부착된 모르타르양으로 인하여 골재의 흡수율이 크기 때문에 기건 혹은 절건상태의 순환골재를 사용하면 배합수를 흡수하여 굳지않은 콘크리트의 슬럼프 손실이 많아지게 된다. 즉, 순환골재의 함유율이 일정하지 않으면 순환골재를 사용한 콘크리트의 배합, 운

표 3. 순환골재의 품질관리 시기 및 헛수

항목	시기 및 헛수 ¹⁾		
	굵은 골재	잔 골재	
입도	매월 1회 이상	매월 1회 이상	
절대 건조 밀도			
흡수율			
입자 모양 판정 실적률			
0.08 mm체 통과량 시험에서 손실된 양	매월 1회 이상	해당사항 없음	
마모감량			
점토 덩어리량	매 6개월마다 1회 이상	해당사항 없음	
알칼리 골재 반응			
이물질 함유량	유기이물질	매 6개월마다 1회 이상	매월 1회 이상
이물질 함유량	무기이물질		
안정성	매 6개월마다 1회 이상		해당사항 없음

주 1) 단, 순환골재의 산지가 바뀔 경우 매번 실시하여야 한다.

표 2. 순환골재의 입도

체의 호칭			체를 통과하는 것의 질량 백분율(%)										
			40 mm	25 mm	20 mm	13 mm	10 mm	5 mm	2.5 mm	1.2 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.15 mm
순환 굵은 골재	최대치수 (mm)	25	100	95 ~ 100	-	25 ~ 60	-	0 ~ 10	0 ~ 5	-	-	-	-
		20	-	100	90 ~ 100	-	20 ~ 55	0 ~ 0	0 ~ 5	-	-	-	-
순환 잔 골재		-	-	-	-	100	90 ~ 100	80 ~ 100	50 ~ 90	25 ~ 65	10 ~ 35	2 ~ 15	

반, 타설 등 전반적인 관리가 어려워지므로 프리웨팅, 배수가 용이한 저장설비의 마련을 통해 함수율을 일정하게 유지하도록 규정하였다.

또한 순환골재 콘크리트 제조시 순환골재의 치환율을 확인할 수 있는 별도의 계량 및 관리방안을 마련하도록 하고 있다.

아울러 해설편에서는 순환골재 저장설비에 있어서 골재의 함수율을 일정하게 유지하기 위해 직사광선을 많이 받지 않는 장소를 선택하도록 추가로 언급하고 있다.

‘2.5 계량 및 배합’에서는 순환골재를 사용한 콘크리트의 설계 기준강도, 사용가능한 골재, 적용부위를 규정하였다.

KS F 4009에서는 골재의 1회 계량분량의 오차를 $\pm 3\%$ 로 규정하고 있으나 본 규정에서 순환골재의 계량오차를 $\pm 3\%$ 로 규정한 것은 순환골재가 일반골재의 일부를 치환하여 사용하기 때문에, 즉 일반골재보다 적은 양을 사용하므로 현장여건상 계량오차를 완화시킨 것이다.

순환골재 콘크리트는 현재까지의 연구결과를 감안하면 30 MPa 이상의 강도발현도 충분히 가능한 것으로 알려져 있으나 현재까지 순환골재 콘크리트의 적용사례가 많지 않은 점과 장기적인 내구성 확인이 요구된다고 판단되어 본 제정에서는 최대 설계기준강도를 27 MPa 이하로 규정하였으며, 이때의 적용 가능한 부위를 <표 4>와 같이 제시하였다.

21 ~ 27 MPa의 순환골재 콘크리트를 제조할 경우는 순환 골재와 일반 잔 골재를 사용하도록 하며 이때의 순환 골재 치환율은 총 골재 용적의 30% 이하로 규정하였다. 또한 21 MPa 미만의 순환골재 콘크리트를 제조할 경우는 순환 잔 골재도 사용이 가능하나 순환골재 치환율을 총 골재용적의 30% 이하로 규정하였다.

순환골재 콘크리트의 공기량은 골재표면에 붙어있는 모르타르로 인하여 일반 콘크리트보다 높게 나타난다. 따라서 순환골재 콘크리트에 실제로 연행된 공기량을 측정하기 위해서는 원칙적으로 순환골재의 품질변동이 있을 것으로 판단되는 때나 치환율이 변동될 때마다 골재 수정계수를 측정하여 반영하여야 하지만 배합설계와 검사의 간소화를 통해 순환골재 콘크리트의 활용도를 높이기 위하여 금번 제정시에는 순환골재 콘크리트의 공기량

표 4. 순환골재 사용 방법 및 적용 가능 부위

설계기준압축 강도(MPa)	사용 골재		적용 가능 부위
	굵은 골재	잔 골재	
21 이상 27 이하	일반 굵은 골재 및 순환 굵은 골재	일반 잔 골재	기둥, 보, 슬래브, 내력벽, 교량 하부공, 옹벽, 교각, 교대, 터널 라이닝공 등
21 미만		일반 잔 골재 및 순환 잔 골재	콘크리트 블록, 도로 구조물 기초, 축구, 집수받이 기초, 중력식 옹벽, 중력식 교대, 강도가 요구되지 않는 채움재 콘크리트, 건축물의 비구조체 콘크리트 등


을 일반콘크리트보다 1% 높게 규정하였다.

‘3. 시공’에서는 순환골재 콘크리트의 시공 및 현장 품질관리에 관한 사항을 규정하고 있으나 ‘2. 재료’의 규정에 따라 제조된 순환골재 콘크리트의 시공은 일반 콘크리트와 차이가 없으므로 ‘제 2장 일반 콘크리트’의 시공규정을 따르도록 규정하였다.

3. 결론

상기와 같이 2009년도 콘크리트표준시방서에 새로이 제정된 순환골재 콘크리트의 주된 제정내용 및 사유를 언급하였다.

이번 제정에서는 순환골재 생산, 순환골재 콘크리트의 배합, 제조, 운반, 타설, 시공 등 전반적인 품질관리의 불안요소를 감안하여 무엇보다도 순환골재 콘크리트가 안전하게 사용되도록 규정하였다.

향후 순환골재에 대한 사용실적이 축적되고 순환골재 콘크리트의 내구성 확인 등을 통하여 순환골재 품질기준 및 관련 한국 산업규격(KS) 등이 개정될 경우 계속적으로 이에 부합하도록 추진할 예정이다. 

담당 편집위원 :
권기주(한국전력공사) kyeunkjoo@kepco.co.kr

<http://www.kci.or.kr>

KOREA CONCRETE INSTITUTE