

# 순환골재 품질기준 개정사항

## The Quality Specification Revisions of Recycled Aggregate

글 | 김두호\* / 한국건설기술연구원 건축도시연구본부

(Kim, Doo Ho / Building & Urban Research Department, Korea Institute of Construction Technology, Daewha-Dong, Ilsan-Gu, Goyang-Si, Kyeonggi-Do, 411-712KICET)

### 1. 서론

#### 1.1 개정의 목적

폐콘크리트 및 폐아스팔트 콘크리트의 재활용은 폐기물 매립지 부족, 환경보전의 필요성, 급증하는 건설폐기물의 골재자원으로의 활용, 자원 순환형 건설산업 체제 구축에 크게 기여할 수 있다. 그러나 순환골재의 재활용을 위해서는 건설공사의 안전과 품질확보가 전제되어야 하며, 그에 따른 합리적인 품질기준이 필요하다.

순환골재의 재활용은 사용하고자 하는 용도, 공법, 원재료의 물리적 특성, 경제적 가치 등을 고려하고 적절한 재활용 용도를 설정하여 균질한 품질의 순환골재를 사용함으로써 장기적인 안전 및 품질확보가 가능하다.

순환골재 사용시, 현장조건에 따라 하천, 호소 등 공공수역에 근접하거나, 수변지역, 지하수와 접촉가능한 지역 등으로 토양, 수질 등에 영향을 줄 수 있는 지역 또는 용도(콘크리트용, 콘크리트 제품제조용, 아스팔트 콘크리트용 제외)에 적용할 경우에는 순환골재로 인한 알칼리수의 관리가 필요하므로 알칼리성을 저하시킨 전처리된 순환골재를 사용하거나 배수로 및 집수로를 설치하는 등 공사현장에서의 환경관련 기준을 만족하여야 한다.

폐콘크리트 및 폐아스팔트 콘크리트 등의 파쇄처리과정을 통하여 생산된 순환골재의 재활용 용도를 규정하고 이에 대한 품질기준을 만족한 것으로, 각 용도별 품질기준은 한국산업규격(KS), 관련 공사시방서, 기술자료 등을 참고하여 다양한 실험 및 장기간에 걸친 품질검사와 확인

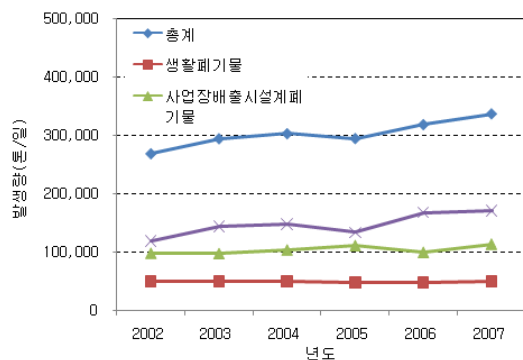
등의 결과를 거쳐야 한다.

또한, 순환골재 용도 중 성토, 복토, 매립시설 복토용 등과 같이 천연골재 대체 용도가 아닌 경우에는 공급이 여의치 않거나 경제적인 사유 등 부득이한 사정이 있는 경우를 제외하고는 사용을 지양하는 것이 바람직하다.

따라서, 순환골재를 고부가가치의 골재대체자원으로 적용하기 위하여 품질기준을 개정하는데 목적이 있다.

### 2. 건설폐기물 발생 및 재활용 현황

국내 건설폐기물 발생량은 지속적으로 증가하고 있으며, 2007년 기준 일일 발생량은 337,158톤/일로 전체 폐기물 발생량의 51%를 차지하고 있다.(2007 전국폐기물 발생 및 처리현황, 국립환경과학원, 한국환경자원공사, 2008)



[그림 1] 국내 폐기물 발생현황

발생 건설폐기물의 재활용 비율은 매년 증가하고 있

\* E-mail : dhkim2007@kicet.re.kr

으며, 2007년은 발생량 대비 재활용비율이 97.5%에 달한다.

<표 1> 국내 건설폐기물 처리현황

단위 : (톤/일)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
계	108,520	120,141	145,420	148,489	134,906	168,985	172,005
매립	12,943	17,462	13,715	10,976	3,491	3,935	3,169
소각	2,424	2,462	2,233	2,949	871	1,179	1,131
재활용	93,153	100,209	129,462	134,557	130,451	163,871	167,705
재활용 비율 (%)	85.8	83.4	89.0	90.6	96.7	97.0	97.5

2007년 기준 건설폐기물 중 건설폐재류 발생량중 순환골재로 재활용되는 비율은 99.9%로 건설폐재류는 모두 순환골재로 재활용 되었다.

<표 2> 건설폐재류의 처리현황

단위 : (톤/일)

구분	총계	페콘크리트	페아스팔트 콘크리트	페벽돌	폐기와	페블록
발생량	141,158	117,866	22,176	746	355	15
매립	112	73	8	12	19	1
재활용	141,047	117,793	22,169	734	336	14
재활용 비율 (%)	99.9	99.9	100.0	98.4	94.7	96.0

## 2.1. 순환골재 사용용도 현황

건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행령 제4조(순환골재 등의 재활용용도) 법 제2조제13호에서 “대통령령이 정하는 것” 이란 다음과 같다.

·순환골재를 다음 각 목의 용도로 사용하는 것. 다만, 페아스팔트콘크리트를 이용한 순환골재의 경우에는 가목의 용도로 사용하는 것만 해당한다.

- 도로공사용
- 건설공사용[성토(盛土)용·복토(覆土)용은 관계 법령에 따라 인·허가된 건설공사에 한한다]
- 주차장 또는 농로(農路) 등의 표토(表土)용
- 「폐기물관리법」 제29조제1항에 따라 설치된 폐기물처리시설 중 매립시설의 복토용

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제53조제3호가목 및 나목에 따른 성토용(농지개량을 위한 성토의 경우 「농지법 시행령」 제2조제3항에 따른 시설을 설치하기 위한 경우에 한한다)

· 건설폐토석(법 제13조제1항에 따라 적합하게 처리된 것을 말한다)을 다음 각 목의 용도로 사용하는 것

- 관계 법령에 따라 인·허가된 건설공사의 성토용 또는 복토용

- 제1호 라목 또는 마목의 용도

순환골재의무사용건설공사의 범위는 법 제2조제14호에서 “대통령령이 정하는 일정 구조규모·용도의 건설공사”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건설공사를 말한다.

- 「도로법」 제2조 또는 제7조에 따른 도로에 대한 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 공사
- 공사구간이 1킬로미터 이상인 신설공사
- 공사구간이 1킬로미터 이상인 연속된 구간의 1차로 이상 확장공사

· 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제2조제2항제1호의 규정에 의한 도로중 1킬로미터 이상인 일반도로, 자동차전용도로, 보행자전용도로, 자전거전용도로의 신설 또는 확장공사

· 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제6호의 규정에 의한 산업단지개발사업중 면적이 15만제곱미터 이상인 용지조성사업

· 「하수도법」 제2조제6호에 따른 하수관거의 설치공사, 같은 법 제2조제9호에 따른 공공하수처리시설의 설치공사, 같은 법 제2조제10호에 따른 분뇨처리시설의 설치공사

· 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제9호에 따른 공공처리시설의 설치공사

· 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제48조제1항에 따른 폐수중말처리시설의 설치공사

· 「택지개발촉진법」에 따른 택지개발사업 중 면적이 30만 제곱미터 이상인 용지조성사업

## 3. 순환골재 품질기준 개정사항

### 3.1 용어의 정의 및 개정사항

본 기준의 추가된 용어는 하수관거 설치용 모래대체 잔골재이며 개정사항은 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 순환골재 용도별 기준

현행	개정
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로기층용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 입도조정기층</li> <li>· 빈배합 콘크리트 기층</li> <li>· 가열 아스팔트 혼합물 기층</li> </ul> </li> <li>- 도로보조기층용</li> <li>- 콘크리트용</li> <li>- 콘크리트 제품제조용</li> <li>- 아스팔트 콘크리트용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 플랜트 재생가열 아스팔트 혼합물</li> <li>· 현장가열 표층 재생 아스팔트 포장</li> <li>· 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물</li> </ul> </li> <li>- 동상방지층 및 차단층용</li> <li>- 노상용</li> <li>- 노체용</li> <li>- 되메우기 및 뒷채움용</li> <li>- 성토용</li> <li>- 복토용</li> <li>- 매립시설의 복토용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로기층용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 입도조정기층</li> <li>· 빈배합 콘크리트 기층</li> <li>· 가열 아스팔트 혼합물 기층</li> </ul> </li> <li>- 도로보조기층용</li> <li>- 콘크리트용</li> <li>- 콘크리트 제품제조용</li> <li>- 하수관거 설치용 모래대체 잔골재</li> <li>- 아스팔트 콘크리트용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 플랜트 재생가열 아스팔트 혼합물</li> <li>· 현장가열 표층 재생 아스팔트 포장</li> <li>· 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물</li> </ul> </li> <li>- 동상방지층 및 차단층용</li> <li>- 노상용</li> <li>- 노체용</li> <li>- 되메우기 및 뒷채움용</li> <li>- 성토용</li> <li>- 복토용</li> <li>- 매립시설의 복토용</li> </ul>
<p>- 기타사항(본 기준의 용도 이외에 건축·토목 공사용 자재 및 재료로 사용하는 경우 KS 또는 당해공사 설계도서에 따르되 해당분야의 책임기술자 등의 확인을 받아야 한다.)</p>	

3.2 용도별에 따른 순환골재 품질기준 개정

3.2.1 하수관거 설치용 모래대체 잔골재 제정

3.2.1.1 일반사항

하수관거는 하수를 공공하수처리시설로 이송하거나 하천, 바다 그 밖의 공유수면으로 유출시키기 위하여 설치 또는 관리하는 관로와 그 부속시설을 말한다. 하수관거의 기초 또는 되메우기에 사용되는 재료는 관거의 종류, 지반의 토질, 지내력, 시공방법, 하중조건 및 매설조건 등에 따라 다르며 환경부 제정 「하수도 시설기준」 등에서 규정하고 있다. 하수관거 설치용 모래대체 잔골재를 사용하는 경우 알칼리수로 인한 관의 부식방지를 고려하여 주철관, 알루미늄관, 아연도금관 등 금속제 관에는 사용해서는 안 된다.

하수관거의 기초 시공은 지하수 등에 의해 수축이 적은 재료와 철저한 다짐으로 장기침하가 발생하지 않도록 하는 것이 중요하며, 관거의 부등침하는 하수의 정체, 부패 및 악취를 발생시키는 원인이 될 뿐만 아니라 최악의 경우에는 관거시설이 파손되어 누수가 일어나거나 지하수의

침입을 초래하여 관거 주변의 토사가 유입되어 유지관리 면에서 큰 장애가 되거나 심하면 도로가 함몰하는 현상이 나타나므로 철저한 다짐을 실시한다.

하수관거의 부등침하는 관거기초와 물성에 직접관계가 되기 때문에 실내시험에 의해 얻어지는 기초의 강도지수, CBR, MR(resilient modulus, 회복탄성계수) 등 값을 기준으로 소요의 다짐 및 시방기준을 만족하여야 하며 과민한 팽창성 또는 소성적 반응을 보이는 토사에 대하여서는 충분한 깊이까지 선택재료로 치환하여야 한다. 그리고, 팽창성 토사(Expansive soil)인 경우 (수축한계>12%, 소성지수>30%)에는 최적함수비 보다 1~2% 정도 더 높은 함수비로 다지므로써 그 성질을 개선할 수 있다.

하수관거 설치용 모래대체 잔골재를 사용한 공사와 관련이 있는 사항중 이 규정에서 언급된 것 이외의 사항은 「토목공사 표준일반시방서」 및 「하수도 시설기준」, 「도로공사 표준시방서」, 「주택건설 전문시방서」, 「고속도로공사 전문시방서」, 「하수도공사 시공관리요령」 등에 따라야 한다.

3.2.1.2 품질기준 및 품질관리

하수관거 설치용 모래대체 잔골재의 품질은 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 순환골재 품질기준 (하수관거용, 잔골재용)

구분	기준	시험방법
최대치수(mm)	10 이하	KS F 2502
소성지수	10 이하	KS F 2303
수정 CBR치 (%)	10 이상	KS F 2320
0.08mm 체 통과율 (%)	15 이하	KS F 2511
점토덩어리 (%)	5.0 이하	KS F 2512
염화물(NaCl 환산량)(%)	0.04 이하	KS F 2515
이물질 함유량 (%)	유기이물질	1.0 이하(용적기준)
	무기이물질	1.0 이하(질량기준)
		KS F 2576

하수관거는 매설토의 수직토압에 의해 작용하는 수직등분포 하중으로 부등침하에 의한 단차나 붕괴로 지지력의 저하나 유지관리 상의 문제를 초래할 수가 있다. 이것은 좁고 한정된 지역에서의 시공에 의한 다짐부족이 주요한 요인이다. 그러므로 이러한 문제를 해소하기 위하여 하수관거 설치용 기초의 재료는 압축성이 작은 양질의 재료를 사용하여야 하며, 소요의 역학적 특성, 지하구조물의 악영

향, 시공성 및 소정의 지지력, 외력의 작용에 의한 변형 및 유실 등에 지지조건을 제공할 수 있어야 한다.

하수관거 설치용 모래대체 잔골재는 일반적으로 높은 내부마찰각, 양호한 지지력, 낮은 소성, 양호한 배수성 등의 물성을 보유하고 있어 하수관거 기초 또는 되메우기에 적합한 재료라고 할 수 있다.

하수관거 설치용 모래대체 잔골재의 품질은 쇄석으로 세장, 평편하거나 연약한 골재, 슬래그, 나무뿌리, 유기물이 함유된 흙 등을 함유하지 않아야 한다.

순환 잔골재의 입도분포는 상기 언급한 규격에서 KS F 2526(콘크리트용 골재)에 적합한 모래(10mm 이하)로 규정하였으며 하수관거의 기초 또는 되메우기 재료에 사용되는 모래를 대체한 순환 잔골재의 최대치수는 천연골재와 동일하게 10mm 이하로 규정하였다. 순환 잔골재의 최대입경 측정을 위한 시험방법은 관련 인증기준 또는 한국산업규격에 따른다.

순환 잔골재의 소성지수는 수분의 함량에 의한 팽창성, 투수성, 점착력 등을 고려하여 10 이하로 적합하여야 하며 KS F 2303(흙의 액성 한계-소성 한계 시험 방법)에 의한 액성한계와 소성한계의 차를 구한다.

순환 잔골재의 수정 CBR은 팽창성, 포화로 인한 강도 손실, 지반의 지지력, 중장비의 통과 가능성 여부 등과 순환골재의 특성을 고려하여 10 이하로 규정하였으며 KS F 2320(노상토 지지력비(CBR) 시험 방법)에 다짐도에 상응하는 CBR을 구한다.

내구성, 수밀성을 고려하여 5mm체 통과분중 0.08mm를 통과한 재료의 함유량은 15% 이하인 규정에 적합한 양질의 것이어야 한다. KS F 2511(골재에 포함된 잔 입자(0.08 mm 체를 통과하는) 시험 방법)에 따라 실시한다.

하수관거의 기초 또는 되메우기에 점토덩어리가 다량으로 함유된 골재를 사용하였을 경우, 외력의 작용으로 인해 지지력이 감소하여 부등침하를 증가시킨다. 지하구조물을 해체한 건설폐기물로부터 생산되는 순환골재는 세척, 파쇄 등의 공정을 통과하여도 점토덩어리가 상당량 포함될 수 있기 때문에 본 품질기준에서는 순환골재의 점토덩어리량을 5.0 이하로 규정하였으며 KS F 2512(골재 중에 함유되는 점토 덩어리 양의 시험 방법)에 따라 실시한다.

순환골재의 관거의 부식방지로 인하여 내구성에 심각한 영향을 미치므로 염화물 함유량은 0.04%(NaCl 환산량) 이하가 되도록 한다. 일반적인 관거에 대하여는 국토해양부 제정 「토목공사 표준일반시방서」, 「도로공사 표준시방서」 및 환경부 제정 「하수도 시설기준」 등에서 규정하고 있으며 본 기준에서도 <표 5>와 같이 하수관거 설치용

모래대체 잔골재를 사용하는 경우, 「하수도 시설기준」 및 「하수도공사 시공관리요령」에 준하는 품질을 확보하도록 규정하였다.

순환 잔골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576(순환골재의 이물질 함유량 시험방법)에 의하여 목재, 천 조각 등 유기성 이물질 시험결과, 총 골재용적의 1%(용적기준) 이하가 되도록 하여야 한다. 하수관거 설치용 모래대체 잔골재는 부등침하의 방지를 위하여 품질변동을 최소화하여야 한다. 따라서, 환경에 유해한 영향을 미치지 않는 한도 내에서 적벽돌, 자기류, 타일류 등의 무기이물질에 대한 관리가 요구되어 5%(질량기준) 이하로 관리하되, 페아스콘은 이물질로 분류하지 않는다.

하수관거 설치용 모래대체 잔골재의 품질관리는 승인 및 시험은 사용실적이 있는 동일한 장소의 소정의 재료로서 품질규정에 만족하고 감독관이 승인한 경우에는 생략할 수 있다. 최적함수비에 가까운 함수비 되도록 충분한 다짐을 시행하고 침하가 생기지 않도록 한다.

### 3.2.2 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질기준

아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질기준은 <표 5>와 같다.

<표 5> 순환골재 품질기준 (아스팔트 콘크리트용)

구 분		기 준	시 험 방 법
구재 아스팔트 함량(%)		3.8 이상	KS F 2354
구재 아스팔트 침입도 (25℃, 1/10mm)		20 이상	KS M 2252
씻기 시험에서 손실되는 양 (%)		5 이하	KS F 2511
이물질 함유량 (%)	유기이물질	1.0 이하 (용적기준 : 아스팔트량제외)	KS F 2576
	무기이물질	1.0 이하(질량기준)	

재생가열 아스팔트 혼합물 중 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 사용 비율은 일반적으로 기층용 재생가열 아스팔트 혼합물일 경우 최대 50% 이하로 사용하며, 표층용 일 경우 최대 30% 이하로 사용하도록 한다. 그러나, 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 사용비율에 따른 적합한 품질관리가 이루어져 재생가열 아스팔트 혼합물의 품질이 해당 규정을 만족시키고, 재생아스팔트의 품질 및 골재입도가 적합하게 확보될 경우 위 기준 이상을 사용할 수 있다.

또한, 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 경우, 근본적으

로 품질에 나쁜 영향을 줄 수 있는 이물질의 혼입을 방지하여야 하므로 이를 위한 관리가 필요하며 다만, 유기이물질 중 골재에 부착된 아스팔트량은 유기이물질로 보지 않는다.

#### 4. 활용방안

하수관거 설치용 모래대체 잔골재 및 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질기준이 개정됨에 따라 환경관련 안정성 등의 사항을 준수한 순환골재를 사용할 수 있을 것으로 사료되며, 환경부의 법률 개정에 따라 순환골재의 수요가 증가될 것으로 추정된다.

향후, 고부가가치의 골재대체자원으로 적용하기 위하여 다양한 순환골재의 사용용도를 고려하여 효과적으로 순환골재를 이용할 수 있는 개정 방안이 이루어져야 할 것이다.