

LHCS 11 20 40 10 : 2020

순환골재

2020년 12월 9일 제정

<http://www.kosc.re.kr>



LH 전문시방서 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

「LH 전문시방서(LHCS ; LH Construction Specification)」는 국가건설기준(KCS ; Korea Construction Specification)을 기본으로 작성한 종합적인 시방기준으로서, 단위공사 설계 시 해당 공사의 특성과 여건 등에 맞게 공사시방서를 작성하는데 활용하기 위한 전문시방서이므로 관계법상 구속력과 계약도서로서의 효력이 없습니다.

이 시방기준 발간 시점에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있으며, 이 시방 기준으로 공사시방서 작성 시 반드시 최신 시방기준 등을 확인 후 작성하시기 바랍니다.

전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 LH 전문시방서와 국가건설기준(표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 LH 전문시방서를 중심으로 KCS 내용 및 체계에 맞게 통합 정비하여 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

전문시방서	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
LH 전문시방서	• LH 전문시방서 제정	제정 (2012.6)
LHCS 11 20 40 10 : 2020	• 국가건설기준 코드체계화에 따른 통합 정비 제정	제정 (2020.12)

제 정 : 2020년 12월 9일

개 정 :

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 토지정책과

관련단체 : 한국토지주택공사

작성기관 : 한국토지주택공사

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정리	2
1.4 제출물	2
1.5 품질보증	3
1.6 운반, 보관, 취급	4
1.7 현장여건	4
2. 자재	5
2.1 포장용 순환골재	5
2.2 흙쌓기용 순환골재	8
2.3 보조기층 순환골재	8
2.3 동상방지층 순환골재	8
2.4 경하중포장용 순환골재	8
2.5 되메우기 및 뒷채움 순환골재	9
2.6 빈배합콘크리트 기층 순환골재	9
2.7 콘크리트용 순환골재	9
2.8 플랜트 재생가열 아스팔트 순환 골재	11
2.9 상하수관거 설치용 순환 잔골재	14
2.10 노상용	15
2.11 노체용	15
2.12 흙쌓기용	16
2.13 자재 품질관리	16
3. 시공	19
3.1 시공조건 확인	19
3.2 순환골재 시공	19

1. 일반사항

1.1 적용 범위

(1) 이 기준은 한국토지주택공사(이하 LH라 한다)에서 발주하는 공사로서, 노체, 노상, 되메우기 및 뒤채움, 동상방지층, 보조기층, 빈배합 콘크리트 기층에 사용되는 순환골재에 대하여 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

- 건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률

1.2.2 관련 기준

- LHCS 10 10 10 05 제출물 관리
- 순환골재 품질기준(국토교통부)
- KS F 2302 흙의 입도 시험방법
- KS F 2303 흙의 액성한계·소성한계 시험방법
- KS F 2308 흙의 밀도 시험방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
- KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험방법
- KS F 2337 아스팔트 혼합물의 마찰 안정도 및 흐름값 시험방법
- KS F 2340 잔골재 및 사질토의 모래 당량 시험방법
- KS F 2353 다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험방법 (파라핀으로 피복한 경우)
- KS F 2354 아스팔트 포장용 혼합물의 아스팔트 함유량 시험방법
- KS F 2355 아스팔트 골재 혼합물의 피막 박리 시험방법
- KS F 2356 가열 아스팔트 포장 혼합물용 플랜트의 구비 조건
- KS F 2367 다져진 아스팔트 포장용 혼합물 시료의 두께(또는 높이) 측정 방법
- KS F 2373 7.6 m 프로파일미터에 의한 포장의 평탄성 시험방법
- KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
- KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2505 골재의 단위 용적 질량 및 실적률 시험방법
- KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
- KS F 2508 로스앤젤리스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
- KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험방법
- KS F 2511 골재에 포함된 잔 입자(0.08 mm체를 통과하는) 시험방법
- KS F 2512 골재중에 함유되어 있는 점토 덩어리량의 시험방법
- KS F 2545 골재의 착공 전리 잠재반응 시험방법(화학적 방법)
- KS F 2546 골재의 알칼리 잠재반응 시험방법(모르타르 시험 방법)

- KS F 2573 콘크리트용 순환 골재
- KS F 2576 순환 골재의 이물질 함유량 시험방법
- KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS M 2201 스트레이트 아스팔트
- 도로포장 설계 · 시공지침(국토교통부)
- GR F 4005 재활용 가열 아스팔트 혼합물(우수재활용제조제품(GR) 품질표준)

1.3 용어의 정리

- 순환골재: 건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률(제35조)에 따른 순환골재 품질기준에 맞게 만든 것
- 이물질: 도로 기층, 구조물 되메우기 및 뒤채움, 콘크리트 등에 포함될 경우 품질에 유해한 영향을 주는 물질로서 유기 이물질과 무기 이물질로 구분하며 목재, 비닐, 천조각, 플라스틱, 종이류 등의 유기 이물질과 페아스콘, 유리, 슬레이트, 적벽돌, 자기류, 타일류 등의 무기 이물질로 구분
- 재생첨가제: 재생가열 아스팔트 혼합물 내의 노화된 구재 아스팔트 점도를 회복시키기 위하여 혼합물 제조 시 첨가하는 것
- 구재 아스팔트: 아스팔트 콘크리트용 순환골재를 용매를 사용하여 골재와 아스팔트로 분리하고, 분리된 아스팔트에서 용매를 제거한 노화된 아스팔트
- 구조물 뒤채움: 구조물의 시공 완료 후에 암거의 경우 기초 저면부부터 암거 상단면 또는 노상 저면까지, 교대 및 옹벽은 구조물의 기초 저면부터 노상 저면까지의 뒤채움, 다짐, 고르기를 하는 작업
- 구조물 되메우기: 구조물의 시공 완료 후에 기초의 터파기 부분을 원지반 표면까지 되메우고 다짐, 고르기를 하는 작업
- 흙쌓기용: 건설공사에서 실시하는 흙쌓기를 말하는 것으로 소정의 다짐을 통하여 강도를 요하는 것

1.4 제출물

1.4.1 제출물 일반사항

(1) 다음 사항은 LHCS 10 10 10 05를 따라 제출하여야 한다.

1.4.1.1 제품자료(SD-2)

(1) 제조사

- ① 골재의 생산가능 치수, 골재 단위중량, 일일 최대 생산 가능량, 생산 가능량, 위치(지명.도로명 또는 지번과 종류) 등

(2) 사용하고자 하는 해당용도 순환골재의 납품서

1.4.1.2 시험 보고서(SD-6)

(1) 해당용도 사용재료 품질시험 성과표

- ① 현장시험실 또는 품질검사전문기관에서 시험한 품질시험성과표

1.4.1.3 제출, 신고 및 인.허가 제출물(SD-11)

(1) 순환골재 및 순환골재 재활용제품 사용계획서

1.5 품질보증

1.5.1 순환골재 및 순환골재 재활용제품 사용계획서 작성

(1) 수급인은 공사에 착공한 날부터 3개월 이내에 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙(별지 제33호)에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 공사감독자(건설사업관리자)의 검토를 받아 LH 및 시·도지사에게 제출하여야 한다.

- ① 순환골재 및 순환골재 재활용제품 공급계약서 사본
- ② 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률(제38조제1항)에 따른 순환골재 품질기준 또는 동 법 시행령(제17조)에 따른 의무 사용대상 순환골재 재활용제품임을 확인할 수 있는 서류

1.5.2 품질시험 성과표

(1) 수급인은 명시된 요건에 합치하는지 결정하기 위해서 골재원에서 시료를 채취해서 현장시험실 또는 품질검사전문기관에서 시험을 받아야 하고, 품질시험성과표를 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여 승인을 득한 후 공사에 사용하여야 한다. 골재원의 변경이 생긴 경우에도 같다

1.5.3 콘크리트 순환골재 납품서 제출

(1) 콘크리트용 순환골재는 재료가 반입되는 즉시 콘크리트 순환골재 납품서 사본을 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여야 하며 납품서에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.

- ① 명칭 및 종류
- ② 제조자명 또는 채취 장소
- ③ 출하 연월일
- ④ 질량 또는 부피
- ⑤ 사용된 순환 굵은골재 및 잔골재의 치환율
- ⑥ 납품장소명

1.5.4 가열재생 아스팔트 콘크리트 혼합물 제출물

(1) 가열재생 아스팔트 콘크리트 기층은 LHCS 44 50 05 20(1.5) 및 가열재생 아스팔트 콘크리트 표층, 중간층은 LHCS 44 50 10 20(1.5)를 따른다.

1.5.5 폐콘크리트 원재료가 다를 경우

- (1) 수급인은 순환골재 생산을 위한 폐콘크리트 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 순환골재의 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 품질시험 성과표가 재료 전체를 대표할 수 있는지 검토하여야 한다.

1.5.6 순환골재의 품질 관리 시험

- (1) 수급인은 수시로 순환골재의 각종 품질관리 시험을 실시하여 사용 중 품질상태에 대한 이상이 없어야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 운반, 보관, 취급의 일반사항

- (1) 재료를 보관할 경우에는 보관할 장소를 평탄하게 고르고 청소를 하여, 재료의 분리가 생기지 않도록 하고 또한 유해물이 혼합되지 않도록 한다.

1.6.2 포장용 순환골재의 저장

- (1) 재료의 성질이 현저하게 다른 경우에는 재료를 종류별로 나누어 저장하고 서로 혼합되지 않도록 한다.
- (2) 이미 혼합된 재료를 일시 저장하는 경우에는 재료가 분리되지 않도록, 함수비가 과다하지 않도록 특히 주의하여야 한다.
- (3) 도로 부지 내에 산적하여 강우 시에 세립토가 부착하는 등의 저장을 해서는 안 된다.

1.6.3 콘크리트용 순환골재의 저장

- (1) 순환골재의 저장은 가능한 골재의 종류, 품종별로 분리하며, 대소의 입자가 분리되지 않도록 한다. 또한, 프리웨팅(pre-wetting)이 가능하도록 살수설비를 갖춰야 한다.
- (2) 저장설비의 바닥은 콘크리트 등으로 하고 적당한 경사를 두어 배수를 고려하며 순환골재를 사용한 콘크리트의 최대 출하량의 1 일분에 해당하는 양의 골재를 저장할 수 있어야 한다.
- (3) 순환골재의 사용 시 골재의 혼입률을 확인할 수 있는 별도의 계량 및 관리방안을 마련하여야 한다.
- (4) 순환골재의 저장설비 및 저장설비에서 배치 플랜트(batch plant)까지의 운반 설비는 골재를 균일하게 공급할 수 있는 것이어야 한다.
- (5) 순환골재는 완성된 노상 위, 보조기층 또는 길어깨 위, 구조물 위에 저장해서는 안 된다.

1.7 현장여건

1.7.1 현장 환경요구사항

- (1) 수급인은 순환골재 사용 장소가 하천, 호수 등 공공수역에 근접하거나 수변지역, 지하수와 접촉 가능한 지역 등으로 토양, 수질 등에 영향을 줄 수 있는 지역 또는 용도에 적용할 경우에는 순환골재로 인한 알칼리수의 관리가 필요하므로 알칼리성을 저하시킨 전처리된 순환골재를 사용하거나 배수로나 집수로를 설치하는 등 공사현장에서의 환경관련 기준을

준수하여야 한다.

- (2) 천연골재의 수급이 불량한 경우 등에 부득이 순환골재를 적용 할 필요가 있는 경우에는 안전성과 환경관련 규정의 적합여부 등의 조사와 확인을 실시하고 순환골재의 특성, 시공 방법을 파악한 후 공사감독자(건설사업관리자)와 협의하여 적용 가능하다.

2. 자재

2.1 포장용 순환골재

2.1.1 포장용 순환골재 일반사항

- (1) 포장용 순환골재는 견고하며 내구적인 부순돌, 자갈, 모래, 슬러그 기타 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받은 재료, 또는 이들의 혼합물로서 점토, 유기불순물, 먼지 등 유해량을 함유하여서는 안 된다.

2.1.2 입도조정기층용 재료

(1) 품질기준

- ① 재료는 5 mm체에 남는 것 중 질량으로 70 % 이상의 것이 적어도 2 개의 파쇄면을 가져야 하며, 표 2.1-1에 표시하는 품질기준에 적합한 것이어야 한다.

표 2.1-1 입도조정기층 재료의 품질기준

구분		시험방법	기준	비고
소성지수(%)		KS F 2303	4 이하	
수정CBR값(%)		KS F 2320	80 이상	
마모감량(%)		KS F 2508	40 이하	
안정성(%)		KS F 2507	20 이하	
이물질 함유량(%)	유기이물질	KS F 2576	1 이하(용적 기준)	
	무기이물질		1 이하(질량 기준)	

주1) 시험에 사용되는 시료의 입경에 대해서는 공사감독자(건설사업관리자)의 지시에 따른다.

(2) 입도범위

- ① 재료의 입도는 표 2.1-2의 범위에 들어야 하며, 그 밖의 입도를 사용하는 경우는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.

표 2.1-2 입도조정기층 재료의 입도범위

체 호칭치수 (mm) 호칭명	체를 통과하는 질량 백분율(%)							
	50 mm	40 mm	25 mm	20 mm	5 mm	2.5 mm	0.4 mm	0.08 mm
RB - 1	100	95~100	-	60~90	30~65	20~50	10~30	0~10
RB - 2	-	100	80~95	90~90	30~65	20~50	10~30	0~10

주1) RB : 기층용 순환골재

2.1.3 빈배합 콘크리트 기층

(1) 순환골재를 콘크리트 포장의 빈배합 콘크리트(lean concrete)기층의 건식(dry mixing type)공사에 적용하는데 있어 필요한 사항에 대하여 규정한다.

① 품질기준

가. 굵은골재

(가) 굵은골재는 깨끗하고 강하며 내구적이고 적당한 입도를 가지며, 품질은 표 2.1-3을 만족하여야 한다.

표 2.1-3 빈배합 콘크리트 기층용 순환 굵은골재의 품질기준

구분	시험방법	기준
점토덩어리 함유량(%)	KS F 2512	0.25 이하
연한석편(%)	KS F 2516	5.0 이하
밀도 2.0g/cm ³ 의 액체에 뜨는 것(%)	KS F 2513	0.5 이하
흡수율(%)	KS F 2503	7 이하(양질의 폐콘크리트 모암 파쇄 사용할 경우 8%)
절대 건조 밀도(g/cm ³)	KS F 2503	2.2 이상
마모감량(%)	KS F 2508	50 이하
이물질 함유량(%)	유기이물질	1 이하(용적 기준)
	무기이물질	5 이하(질량 기준)

주1) 페아스콘골재 포함 비율은 10%(질량 기준) 이하로 한다.

나. 잔골재

(가) 빈배합 콘크리트의 제조에 사용되는 잔골재는 청결, 견고, 내구적이어야 하며, 그 품질은 표 2.1-4와 같다.

표 2.1-4 빈배합 콘크리트 기층용 순환 잔골재의 품질기준

구분	시험방법	기준
소성지수	KS F 2303	9 이하
안정성 시험(%) (황산나트륨 사용)	KS F 2507	10 이하
골재씻기 시험 손실률 (0.08 mm 체 통과량)(%)	KS F 2511	3 이하
점토덩어리 함유량(%)	KS F 2512	1 이하
이물질 함유량(%)	종이, 나무, 플라스틱 등의 이질재료	1 이하(용적 기준)
	페아스콘, 적벽돌, 페타일 등	1 이하(1)(질량 기준)

주1) 페아스콘골재 포함 비율은 10%(질량 기준) 이하로 한다.

② 골재의 입도

가. 골재의 표준입도는 설계도서에 표시하는 경우를 제외하고 표 2.1-5 중에서 하나를 선정하여 사용하여야 한다.

표 2.1-5 빈배합 콘크리트 골재의 입도

호칭 치수(mm)	구분	공칭입경에 대한 체 통과질량 백분율(%)	
		공칭 최대치수 40 mm	공칭 최대치수 25 mm
50		100	
40		90~100	100
25			90~100
20		50~85	50~100
10		40~75	40~75
5		25~60	35~60
0.6		10~30	10~30
0.08		0~8	0~8

③ 빈배합 콘크리트의 강도

가. 빈배합 콘크리트의 압축강도는 설계도서에 명시되어 있는 경우를 제외하고 표 2.1-6을 따른다.

표 2.1-6 빈배합콘크리트 강도

구분	건설	비고
일축 압축강도(σ_7) (MPa)	5.0(50)	습윤상태로 6일 양생, 최종 1일 수침

2.1.4 가열 아스팔트 혼합물 기층

(1) 도로포장면의 가열 아스팔트 혼합물 기층의 마찰시험 기준값은 표 2.1-7을 만족하여야 하며, 표준배합은 표 2.1-8과 같다.

표 2.1-7 재생가열 아스팔트 혼합물 기층 마찰시험 기준값

구분		기준값
안정도	kN	3.5(4.9) 이상
	kgf	350(500) 이상
흐름값(1/100 cm)		10~40
공극율(%)		4~6
포화도(%)		65~75
다짐회수(회)		양면 각 50(75)

주1) ()안은 대형차 교통량 1일 1방향 1000대 이상, 또는 설계 ESAL > 107 이상인 경우로서 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장에 적용한다.

주2) 재생가열 아스팔트 혼합물의 공극율을 구할 때, 이론최대밀도는 반드시 KS F 2366에 따라 시험에 의해 구하여야 하며, 계산식으로 구하면 안된다.

표 2.1-8 재생가열 아스팔트 혼합물 기층 표준배합

최대입경 체의크기		종 류	BB-1R	BB-2R	BB-3R	BB-4R	
			40	30	25	25	
통 과 질 량 백 분 율 (%)	50 mm		100	-	-	-	
	40 mm		95~100	100	-	-	
	30 mm		80~100	95~100	100	100	
	25 mm		70~100	80~100	90~100	95~100	
	20 mm		55~90	55~90	71~90	80~90	
	13 mm		40~80	46~80	56~80	60~78	
	10 mm		30~70	40~70	45~72	45~68	
	5 mm		17~55	28~55	29~59	25~45	
	2.5 mm		10~42	19~42	19~45	15~33	
	0.6 mm		5~28	7~26	7~25	6~18	
	0.3 mm		3~22	4~19	5~17	4~14	
	0.15 mm		2~16	2~13	3~12	3~10	
	0.08 mm		1~10	1~7	1~7	2~8	
	아스팔트 함량(%)		3.5~5.5				

주1) 25 mm를 넘는 골재는 같은 질량만큼 25~13 mm로 치환하여 마찰시험을 행한다.

주2) BB는 black base를 의미하여, R은 recycling을 의미한다.

2.2 흙쌓기용 순환골재

(1) KCS 44 55 15(2.4.1)을 따른다.

2.3 보조기층 순환골재

(1) KCS 44 55 15(2.4.4)를 따른다.

2.4 동상방지층 순환골재

(1) KCS 44 55 15(2.4.3)을 따른다.

2.5 경하중포장용 순환골재

(1) 콘크리트 블록포장

① 콘크리트 블록포장의 기층에 사용되는 재료는 보조기층용 재료의 품질기준 및 입도범위에 따라야 한다.

② 모래부설에 사용되는 재료의 품질 및 입도범위는 이 기준 2.8의 순환 잔골재 해당요건에 따른다.

(2) 투수성포장의 기층에 사용되는 크러셔런 재료의 입도범위는 다음 표 2.5-1을 따른다.

표 2.5-1 크러셔런 재료의 입도

호칭명	체 의 호칭 치수(mm) 체 의 크기 (mm)	체를 통과하는 질량 백분율(%)							
		50 mm	40 mm	30 mm	25 mm	20 mm	13 mm	5 mm	2.5 mm
C-40	40 ~ 0	100	95~100	-	-	50~80	-	15~40	5~25
C-30	30 ~ 0	-	100	95~100	-	55~85	-	15~45	5~30
C-20	20 ~ 0	-	-	-	100	95~100	60~90	20~50	10~35

2.6 되메우기 및 뒷채움 순환골재

(1) KCS 44 55 15(2.4.2)를 따른다.

2.7 빈배합콘크리트 기층 순환골재

(1) KCS 44 55 15(2.4.5)를 따른다.

2.8 콘크리트용 순환골재

2.8.1 일반사항

- (1) 순환골재 생산을 위한 폐콘크리트는 환경에 유해한 화학물질, 악취, 콘크리트 품질에 나쁜 영향을 미치지 않는 것을 사용하여야 한다.
- (2) 순환골재는 알맞은 입도 및 물리적 성질을 가지며 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치는 유기 및 이물질을 함유하지 않아야 한다.
- (3) 순환골재를 다른 종류의 골재와 혼합해서 사용하는 경우의 혼합 입도는 KS F 2526에 적합하여야 하고 입도를 제외한 골재의 품질은 해당 KS 표준의 품질규정을 만족하여야 한다.

2.8.2 콘크리트용 순환골재 품질기준

(1) 콘크리트용으로 사용되는 순환골재의 품질기준은 표 2.8-1에 적합한 것이어야 한다.

표 2.8-1 콘크리트용 순환골재의 품질기준

구분	단위	굵은골재	잔골재
절대건조밀도	g/cm ³	2.5 이상	2.3 이상
흡수율	%	3.0 이하	4.0 이하
마모감량	%	40 이하	-
입자모양 판정 실적률	%	55 이상	53 이상
0.08 mm체 통과량 시험에서 손실된 양	%	1.0 이하	7.0 이하
알칼리 골재 반응		무해할 것	
점토 덩어리량	%	0.2 이하	1.0 이하
안정성	%	12 이하	10 이하
이물질 함유량	유기이물질	% 1.0 이하 (용적)	
	무기이물질	% 1.0 이하 (질량)	

2.8.3 순환 굵은골재

(1) 순환골재의 입도범위는 표 2.8-2의 범위를 표준으로 하며, 이곳에 언급되지 않은 사항은 KS F 2573을 만족하여야 한다.

표 2.8-2 순환 굵은골재의 입도범위

체 의 호 칭 치 수 (mm) 최대 치 수 (mm)	체 를 통 과 하 는 것 의 질 량 백 분 율 (%)						
	40	25	20	13	10	5	2.5
25	100	95~100		25~60		0~10	0~5
20		100	90~100		20~55	0~10	0~5

2.8.4 순환 잔골재

(1) 순환골재의 입도범위는 표 2.8-3의 범위를 표준으로 하며, 이곳에 언급되지 않은 사항은 KS F 2573을 만족하여야 한다.

표 2.8-3 순환 잔골재의 입도범위

체 의 호 칭 치 수 (mm)	체 를 통 과 하 는 것 의 질 량 백 분 율 (%)						
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
입도범위	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15

- (1) 순환 잔골재는 표 2.8-3의 연속된 두 체 사이의 잔류량의 차이가 45 % 이상이 되어서는 안 된다.
- (2) 순환 잔골재의 조립률이 콘크리트의 배합을 정할 때의 조립률에 비하여 ±0.20 이상의 변화를 나타냈을 때는 조립률을 변경시키지 않고서 그 잔골재를 사용해서는 안 된다.

2.8.5 순환골재의 적용

- (1) 순환골재를 사용한 경우에는 사전에 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.
- (2) 순환골재를 사용하여 콘크리트를 제조하는 경우 천연골재와 혼합하여 사용하여야 하며, 종류가 다른 골재를 혼합 사용할 경우에는 혼합 전의 골재가 각각의 품질기준을 만족하여야 한다.
- (3) 순환골재는 일반 콘크리트와 레디믹스트콘크리트를 제외한 특수콘크리트에는 사용해서는 안 된다.
- (4) 순환골재로 만든 콘크리트의 적용분야는 표 2.8-4를 표준으로 하며, 여기서 제시한 용도 이외의 콘크리트 제품 등에 적용되는 경우는 관련 규격 또는 공사의 설계서에 따르되 해당 분야 기술자 등의 확인을 받아 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.

표 2.8-4 순환골재 사용방법 및 적용 가능

설계기준강도 (MPa)	사용 골재의 종류		적용용도 ^{주1)}
	굵은골재	잔골재	
21이상 27이하	천연 굵은골재 및 순환 굵은골재	천연 잔골재	·기둥, 보, 슬래브, 내력벽, 교량 하부공, 옹벽, 교각, 교대, 터널 라이닝공 등
21미만		천연 잔골재 및 순환 잔골재	·콘크리트 블록, 도로 구조물 기초, 측구, 집수받이 기초, 중력식 옹벽, 중력식 교대 ·막콘크리트, 강도가 요구되지 않는 채움재 콘크리트, 건축물의 비구조체 콘크리트 등

주1) 도로용으로 사용되는 빈배합 콘크리트(lean concrete)는 적용하지 않는다.

① 순환골재를 사용한 콘크리트의 최대 설계기준강도는 27 MPa 이하로 한다.

② 순환골재를 사용하여 콘크리트를 제조할 때, 굵은골재만 사용할 경우 굵은골재 용적의 60% 이하, 잔골재만 사용할 경우 잔골재 용적의 30% 이하로 치환하여 사용하고, 굵은 골재와 잔골재를 동시에 사용하고자 할 경우에는 사용된 총 골재 용적의 30% 이내에서 사용할 것을 권장한다.

(5) 순환골재를 계량할 경우 1 회 계량 분량에 대한 계량오차는 ±4%로 한다.

(6) 사용하는 순환 굵은골재 최대치수는 20 mm 또는 25 mm 이하로 하되 가능한 한 20 mm 이하를 사용하여야 한다.

(7) 순환 골재를 사용하여 제조한 콘크리트 공기량 시험결과는 KS F 4009의 경락콘크리트 공기량 규정인 5.0±1.5%를 만족하여야 한다.

2.9 플랜트 재생가열 아스팔트 순환 골재

2.9.1 일반사항

(1) 플랜트 재생가열 아스팔트 혼합물은 재생설비가 있는 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 콘크리트용 순환골재 또는 아스팔트 콘크리트 발생재를 가공하여 재생아스팔트 혼합물을 제조하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로의 표층, 중간층, 아스팔트 혼합물 기층의 재생아스팔트 혼합물에 적용한다.

2.9.2 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질기준

(1) 아스팔트 콘크리트 발생재의 품질에 따라 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질이 많은 영향을 받으며, 아스팔트 콘크리트 외에 다른 골재나 흙, 나무조각, 금속편, 블록 등의 불순물이 섞여 있지 말아야 한다.

(2) 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 사용 비율은 일반적으로 기층용 재생가열 아스팔트 혼합물일 경우 최대 50% 이하로 사용하며, 표층용일 경우 최대 30% 이하로 사용하도록 한다.

(3) 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 경우, 근본적으로 품질에 나쁜 영향을 줄 수 있는 이물질의 혼입을 방지하여야 하므로 이를 위한 관리가 필요하며 다만, 유기이물질 중 골재에 부착된 아스팔트량은 유기이물질로 보지 않는다.

(4) 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질은 표 2.9-1 규격을 만족 하여야 한다.

표 2.9-1 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 품질

구분		기준	시험방법
구재 아스팔트 함량(%)		3.8 이상	KS F 2354
구재 아스팔트 침입도 (25 °C, 1/10 mm)		20 이상	KS M 2252
씻기 시험에서 손실되는 양 (%)		5 이하	KS F 2511
최대 입경(mm)		13 이하	
함수비(%)		5 이하	KS F 2550
이물질 함유량(%)	유기이물질	1.0 이하 (용적기준 : 아스팔트량제외)	KS F 2576
	무기이물질	1.0 이하(질량기준)	

- 주1) 아스팔트 콘크리트용 순환골재는 골재에 아스팔트가 도포된 형상으로 이루어져 있으며 가열될 경우 아스팔트의 점성이 약해져 아스팔트와 골재가 분리된 연한상태가 된다. 따라서 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 입도(겉보기 입도)는 재생가열 아스팔트 혼합물의 품질과 큰 연관성이 없으며, 위의 품질규정을 참고하여 재생장비에 사용가능한 최대 골재 크기나 가열시간 등을 고려하여 최대 골재크기 및 입도관리 범위를 정하는 것이 좋다.
- 주2) 플랜트 재생가열 아스팔트 혼합물용 아스팔트 콘크리트용 순환골재는 품질의 안정화와 생산되는 혼합물에 균일한 입도의 아스팔트 콘크리트용 순환골재가 재료분리 없이 적정 비율로 투입될 수 있게 분급하여야 한다. 일반적으로 20 ~ 13 mm, 13 mm 이하의 2 단계로 나눈다.
- 주3) 아스팔트콘크리트용 순환골재 사용 시 재생첨가제 등을 사용하여 품질확보가 가능할 수 있으므로 구재 아스팔트 침입도, 씻기 시험에서 손실되는 양 모두 기준을 만족할 경우 공사감독자(건설사업관리자)의 승인 하에 구재 아스팔트 함량 3.5% 이상의 골재를 사용할 수 있다.

2.9.3 재생첨가제

- (1) 재생첨가제는 재생가열 아스팔트 혼합물 내의 노화된 아스팔트 점도를 회복시키기 위하여 혼합물 제조 시 첨가하는 것이며, 품질 기준은 표 2.9-2의 등급 기준에 따르고, 적용하는 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 침입도와 사용비율에 따라 첨가제의 사용여부 및 사용비율을 결정하여야 한다.

표 2.9-2 재생첨가제의 등급 기준

항목	구분	재생첨가제 등급					시험 방법
		RA 1	RA 5	RA 25	RA 75	RA250	
점도(60 ℃ cSt)		50~175	176~900	901~4500	4501~12500	12501~37500	KS M 2248 KS M 2010
인화점(℃)		218 이상	218 이상	218 이상	218 이상	218 이상	
세츄레이트(wt, %)		30 이하	30 이하	30 이하	30 이하	30 이하	
RTFO(또는 TFO) 후의 점도비		3 이하	3 이하	3 이하	3 이하	3 이하	
RTFO(또는 TFO) 후의 질량변화율(±, %)		4 이하	4 이하	4 이하	4 이하	4 이하	

주1) 재생첨가제의 등급 기준은 ASTM D 4552 기준을 적용하였다.

주2) 일반적으로 재생가열 아스팔트 혼합물에는 RA 5 또는 RA 25 등급의 재생첨가제가 사용된다.

주3) 점도비 = RTFO(또는 TFO) 후의 점도(60 ℃ cSt) / 점도(60 ℃ cSt)

2.9.4 신재 아스팔트

(1) 신재 아스팔트에 대한 규정 및 품질은 KS M 2201(스트레이트 아스팔트)에 따르며, 침입도 80~100 인 아스팔트를 사용하는 것이 좋다.

2.9.5 천연골재

2.9.5.1 잔골재

(1) 잔골재의 입도 및 품질기준은 KS F 2357를 따른다.

2.9.5.2 굵은골재

(1) 굵은골재의 입도 및 품질기준은 KS F 2357를 따른다.

2.9.6 채움재

(1) 채움재의 입도 및 품질기준은 KS F 3501를 따른다.

2.9.7 재생아스팔트의 품질

(1) 재생가열 아스팔트 혼합물에서 재생아스팔트를 추출한 재생아스팔트의 품질은 표 2.9-3과 같다.

표 2.9-3 재생아스팔트의 품질시험

항목	40~60	60~80	시험방법
침입도(25 °C, 100 g, 5초)	40 초과 60 이하	60 초과 80 이하	KS M 2201
연화점(°C)	47~55	44~52	
신도(15 °C, cm)	10 이상	100 이상	
톨루엔가용분(질량 %)	99 이상	99 이상	
인화점(°C)	260 이상	260 이상	
박막가열 후			
질량변화율(질량 %)	0.6 이하	0.6 이하	
침입도잔유율(%)	58 이상	55 이상	
증발 후			
침입도 비(%)	110 이하	110 이하	
밀도(kg/m ³)	1,000 이상	1,000 이상	

2.9.8 재생가열 아스팔트 혼합물의 승인

- (1) 수급인은 재생가열 아스팔트 혼합물 생산업체로부터 배합설계 표 및 설계 자료를 제출받아 검토 후 공사시행 15 일 전에 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여야 한다.
- (2) 공사감독자(건설사업관리자)는 재생가열 아스팔트 혼합물의 제조 및 시공에 있어서 사전에 사용재료와 저장상황 및 제조설비 등을 조사한다.
- (3) 공사감독자(건설사업관리자)는 지역적인 특성, 환경여건 등을 고려하여 계약단가를 변경치 않고 현장배합을 수정할 수 있다.
- (4) 공사감독자(건설사업관리자)는 아스팔트 혼합물의 검사를 위하여 생산 공장을 방문, 품질 시험을 요구할 수 있으며, 수급인은 이에 응해야 한다.

2.9.9 기준밀도의 설정

- (1) LHCS 44 50 10 20(2.5)를 따른다.

2.10 상하수관거 설치용 순환 잔골재

- (1) 관거 설치용 모래대체 순환 잔골재 사용은 알칼리수로 인한 관의 부식방지를 고려하여 주철과, 알루미늄관, 아연도금관 등 금속제 관에는 사용해서는 안 된다. 다만, 알칼리수를 저하시킨 전처리된 순환골재는 사용할 수 있다.
- (2) 상하수관거 설치용 모래대체 순환 잔골재의 품질기준은 표 2.10-1을 만족하여야 한다.

표 2.10-1 상하수관거 설치용 모래대체 순환 잔골재의 품질기준

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

(3) 상하수관거 설치용 모래대체 순환 잔골재의 입도분포는 이 기준 2.8을 따른다.

2.11 노상용

2.11.1 노상의 품질

(1) 노상용 순환골재의 품질은 입도, 수정 CBR, 소성지수 등이 표 2.11-1의 규정에 적합한 것이어야 한다.

표 2.11-1 노상용 순환골재의 물리적 성질

구분	노상	시험방법
골재 최대치수	100 mm 이하	
5.0 mm 통과율	25 ~ 100 %	KS F 2502
0.08 mm 통과율	0 ~ 25 %	KS F 2301 KS F 2309
소성지수(PI, %)	10 이하	KS F 2303
수정 CBR(시방다짐)	10 이상	KS F 2320
시공층두께	200 mm 이하	한층마무리두께
이물질 함유량(%) (유기이물질)	1.0 이하(용적)	KS F 2576

2.12 노체용

2.12.1 노체의 품질

(1) 노체용 순환골재의 품질은 표 2.12-1을 만족하여야 한다.

표 2.12-1 노체용 순환골재의 물리적 성질

구분	노체	시험방법
수정 CBR값 (%)	2.5 이상	KS F 2320
이물질 함유량(%) (유기이물질)	1.0 이하(용적)	KS F 2576

2.13 흙쌓기용

2.13.1 흙쌓기용 순환골재 일반사항

(1) 본 기준을 적용할 경우에는 순환골재 사용에 따른 안정성, 환경관련 규정의 적합 여부 등 현장조건에 대해서 충분한 조사를 실시한 후 적용하여야 한다.

2.13.1.1 품질 및 품질관리 기준

- (1) 건설공사의 흙쌓기용으로 사용하는 순환골재는 토양환경보전법 시행규칙 제1조의5(토양 오염우려기준)에서 규정하는 기준에 적합하여야 한다.
- (2) 건설공사의 흙쌓기용으로 사용하는 순환골재 품질 및 관리기준은 그 위치나 부분에 따라 표 2.13-1을 따른다.

표 2.13-1 흙쌓기용 순환골재의 품질 기준

구분	흙쌓기의 최상부면으로부터 100 cm 이내	흙쌓기의 최상부면으로부터 100 cm 이상	시험방법
최대치수(mm)	100 이하	100 이하	-
수정 CBR(시방다짐)	10 이상	2.5 이상	KS F 2320
5 mm 체 통과율(%)	25~100	-	KS F 2502
0.08 mm 체 통과율(%)	0~25	-	KS F 2301, KS F 2309
소성지수	10 이하	-	KS F 2303
다짐후 건조밀도(t/m ³)	-	1.5 이상	KS F 2312
이물질 함유량(%) (유기이물질)	1.0 이하(용적)		KS F 2576

2.14 자재 품질관리

- (1) 수급인은 재료의 시험 및 시험결과를 현장반입 전에 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출해야 한다.
- (2) 자재 품질관리 품질시험은 표 2.14-1을 따른다.

표 2.14-1 순환골재 자재 품질관리

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
입도조정기층	밀도	KS F 2308	· 골재원마다 · 재질변화시마다	· 흙
	밀도 및 흡수율	KS F 2503	· 골재원마다	· 굵은 골재
	안정성	KS F 2507	· 골재원마다 · 재질변화시마다	· 급속함수량 측정기사용 불가
	마모	KS F 2508	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
	노상토지지력비(CBR)	KS F 2320	· 골재원마다 · 재질변화시마다 · 1,000 m ³ 마다	
	다짐	KS F 2312		
	체가름	KS F 2502		

종별	시험종목		시험방법	시험빈도	비고
	골재의 0.08 mm체 통과량		KS F 2511		
	이물질 함유량	유기이물질 무기이물질	KS F 2576	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
보조기층	골재의 0.08 mm체 통과량		KS F 2511	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
	골재의 밀도 및 흡수율		KS F 2503		
	마모		KS F 2508		
	노상토지지력비(CBR)		KS F 2320		
	모래당량시험		KS F 2340		
	다짐		KS F 2312	· 골재원마다 · 재질변화시마다	· 급속함수량 측정기사용 불가
	이물질 함유량	유기이물질 무기이물질	KS F 2576	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
	골재의 0.08 mm체 통과량		KS F 2511	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
골재의 밀도 및 흡수율		KS F 2503			
노상토지지력비(CBR)		KS F 2320			
모래당량시험		KS F 2340			
동상방지층	다짐		KS F 2312	· 골재원마다 · 재질변화시마다	· 급속함수량 측정기사용 불가
	이물질 함유량	유기이물질 무기이물질	KS F 2576	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
	골재의 0.08 mm체 통과량		KS F 2511	· 골재원마다 · 재질변화시마다	
	골재의 밀도 및 흡수율		KS F 2503		
	노상토지지력비(CBR)		KS F 2320		
모래당량시험		KS F 2340			
되메우기 및 구조물 뒤채움	입도		KS F 2302	· 재질변화시마다	
	다짐		KS F 2312	· 토질변화시마다	
콘크리트용 순환골재, 빈배합콘크리트기 층순환골재	절대 건조 밀도 및 흡수율		KS F 2503, 2504	· 골재원(순환골재 제조전의 폐콘크리트) 마다 · 1,000 m ³ 마다	· 품질시험전문기관에 의뢰한 시험성적표 징구 확인으로 같음.
	입도		KS F 2502		
	0.08 mm 체 통과량		KS F 2511		
	입자모양판정 실적률		KS F 2505		
	굵은 골재의 마모율		KS F 2508		
	점토덩어리량		KS F 2512		
	이물질 함유량	유기이물질 무기이물질	KS F 2576		
알칼리 골재 반응		KS F 2545 또는	· 골재원마다		

종별		시험종목		시험방법	시험빈도	비고	
		굵은골재의 안정성		KS F 2546	· 6개월 1회 이상		
				KS F 2507			
모래		체가름		KS F 2502	· 1,000 m ³ 마다	· 관거기초 및 보도용 모래	
노상, 노체, 흙쌓기용		입도		KS F 2302	· 골재원마다, · 재질변화시마다		
		액성한계 및 소성한계		KS F 2303			
		함수비		KS F 2306			
		밀도		KS F 2308			
		세립토 비율		KS F 2309			
		다짐		KS F 2312			
		노상토지지력비 (CBR)		KS F 2320			
		이물질 함유량		KS F 2576			
재생가열 아스팔트 혼합물 기층, 재생가열 아스팔트 콘크리트	아스콘순 환골재	추출골재입도		KS F 2502	· 아스팔트콘크리트 용 순환골재 사용량 500톤 마다 1회		
		구재 아스팔트 함량 (%)		KS F 2354			
	재생 첨가제	구재 아스팔트 침입도 (1/10 mm)		KS M 2252	· 재생 혼합물 제조일 마다 1회 · 1일 아스팔트 콘크리트용 순환골재 사용량이 500톤을 넘는 경우 2회		
		씻기시험 손실량		KS F 2511			
스트레이 트용 아스팔트	이물질 함유량	유기이물질		KS F 2576	· 아스팔트 콘크리트용 순환골재 사용량 500톤 마다 1회		
		무기이물질					
재생첨가제		점도, 인화점, 세추레이트함량		KS M 2248 KS M 2010	· 2,000톤 마다 · 장기저장으로 재질의 변화가 있다고 판단될 때		
스트레이트용 아스팔트		KS M 2201에 규정된 시험종목		KS M 2201			
재생가열 아스팔트 혼합물 기층, 재생가열 아스팔트 콘크리트	아스팔트 혼합물용 천연골재	체가름		KS F 2502	· 골재원마다 · 재질(암질)이 변할 때 마다	· 굵은골재 · 잔골재 · 굵은골재	
		채움재 (석회석분)		KS F 2511			
재생가열아스팔트혼합물		물		KS F 2502			
				KS F 2511			
마모율(%)		KS F 2508					
안정성		KS F 2507					

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	비고
채움재 (석회석분)	피막박리	KS F 2355		· 굵은골재
	KS F 3501에 규정된 시험종목	KS F 3501		· 기타 · 채움재는 별도 시험방법 적용
재생가열 아스팔트 혼합물	배합설계		· 재료가 다른 각 배합마다	
	혼합물 온도	온도계에 의함	· 운반차량마다	
	마찰안정도, 흐름값, 공극률	KS F 2337	· 1 일 1 회 이상	
	역청함유량	KF F 2354		
	피막박리	KS F 2355	· 필요시마다	
	재생가열 아스팔트 혼합물 플랜트	계량기의 눈금점검, 자동계량장치 점검	KS F 2356	
믹서성능시험		KS F 8109		
아스팔트 온도		온도계에 의함	· 1 시간 1 회 이상	· 가열시
골재 온도		온도계에 의함		· 가열후
골재 체가름		KS F 2502	· 1 일 1 회 이상	· 가열전 · 후

주1) 아스팔트 콘크리트용 순환골재를 입도범위별로 구분하여 사용하는 경우에는 종류마다 골재입도를 확인하여야 한다.
 주2) 구재 아스팔트의 침입도에 관한 시험은 1 일의 아스팔트 콘크리트용 순환골재 사용량이 100 톤 미만의 경우에는 아스팔트 콘크리트용 순환골재를 사용하지 않은 날을 제외하고 2 일에 1 회로 한다.

(3) 검사

- ① 공사감독자(건설사업관리자) 또는 규정에 의하여 검사시험을 수행하는 기관의 담당자가 건설공사의 품질확보 여부를 확인하기 위하여 검사시험을 실시할 경우 수급인은 공사감독자(건설사업관리자)의 지시에 따른다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

- (1) 수급인은 순환골재를 사용하기 전에 순환골재 사용에 따른 안전성과 환경관련 규정의 적합 여부 등의 조사와 확인을 실시하고 골재의 특성, 시공방법을 파악한 후 시행하여야 한다.

3.2 순환골재 시공

- (1) KCS 44 55 15(3.1)을 따른다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
서영호	한국토지주택공사	박준호	(주)경호엔지니어링종합건축사사무소
조병준	한국토지주택공사	서병제	(주)경호엔지니어링종합건축사사무소

자문위원

성명	소속	성명	소속
권영진	한국토지주택공사	이선욱	한국토지주택공사
김영민	한국토지주택공사	임종수	한국토지주택공사
남종혁	한국토지주택공사	전학식	한국토지주택공사
박찬교	한국토지주택공사	정우식	한국토지주택공사
방성윤	한국토지주택공사	최인석	한국토지주택공사
이기필	한국토지주택공사		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	정충기	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김동민	(주)한국종합기술
김기현	한국건설기술연구원	김범주	동국대학교
김나은	한국건설기술연구원	김영욱	(주)한솔에스앤디
김태송	한국건설기술연구원	김운형	(주)다산건설턴트
김희석	한국건설기술연구원	박종호	평화지오택(주)
류상훈	한국건설기술연구원	여규권	(주)삼부토건
소병진	한국건설기술연구원	오정호	한국교통대학교
원훈일	한국건설기술연구원	유주은	강릉원주대
이승환	한국건설기술연구원	이규환	건양대학교
이용수	한국건설기술연구원	조삼덕	한국건설기술연구원
이용준	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
곽기석	한국건설기술연구원	윤석덕	한국도로공사
권석현	(주)디엠씨엠	이수빈	고려개발(주)
김동규	한국수자원공사	황인준	한국도로공사
문준식	경북대학교		

소관부처

성명	소속	성명	소속
정우진	국토교통부 토지정책과	문영훈	국토교통부 토지정책과

(분야별 가나다순)

LHCS 11 20 40 10 : 2020

순환골재

2020년 12월 9일 발행

소관부서 국토교통부 토지정책과

관련단체 한국토지주택공사
(52852) 경상남도 진주시 충의로 19(충무공동)
☎ 1600-1004(대표)
<https://www.lh.or.kr/>

작성기관 한국토지주택공사
(52852) 경상남도 진주시 충의로 19(충무공동)
☎ 1600-1004(대표)
<https://www.lh.or.kr/>

국가건설기준센터
(10223) 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444
<http://www.kcsc.re.kr>