

순환골재 콘크리트의 활용을 위한 제도적 보완

Systematic Complement for Practical Usage of Recycled Aggregates Concrete



유명열 Myoung-Youl Yu
대길산업(주)
실장
E-mail : ymr0125@dongguk.edu

1. 순환골재 콘크리트란?

건축공사표준시방서의 05120(순환골재 콘크리트 공사)나 콘크리트표준시방서의 제11장인 순환골재 콘크리트에서 알 수 있듯이 순환골재 콘크리트란 순환골재를 일부 또는 전부를 사용해서 만든 콘크리트이어야 하며, 여기에 사용되는 골재는 반드시 일정 품질 기준에 적합하여야 한다는 것을 명시하고 있으며, 콘크리트로 제조한 이후에 품질에 이상이 없어야 한다고 또한 명시하고 있다. 다시말해 순환골재를 사용한 콘크리트를 사용하여도 무방하다는 것에 대해서는 일정 부분 사회적 합의가 이루어졌다고 생각된다.

2. 순환골재 관련 제도의 연혁

폐기물은 폐기물관리법에서 모두 관리되어 왔다. 그러나 건설폐기물은 다른 기타 폐기물과 달리 특별한 환경오염에 대한 염려가 없고 단순한 물리적(바람, 물, 압축력 등) 방법으로 쉽게 재활용할 수 있다는 점이 인정되어 폐기물관리법에서 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률로 분리되면서 좀 더 재활용을 높이기 위한 법적 기반이 마련되었고, 순환골재라는 단어로 법의 제정 의의를 함축하여 표현하고 있다. 관련 제도에 대한 연혁을 살펴보면 아래와 같다.

2003. 12. 31 : 폐기물관리법에서 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 제정
(법률 제7043호)

2005. 01. 01 : 시행되면서 기존의 재생골재에서 순환골재라는 이름으로 건설폐기물을 재활용한 골재에 대한 이미지 개선과 품질기준을 제시하도록 함
(제 35조 순환골재 품질기준)

2005. 12. 31 : 순환골재 품질기준 최초 제시

2013. 04. 15 : 순환골재 품질기준 최근 개정(국토교통부 제2013-92호)

2014. 06. 24 : 순환골재 품질 인증 현황 - 총 업체수 약 540

상기와 같이 약 60% 정도의 업체에서 순환골재 품질인증을 받았지만, 전체 모든 업체

[표 1] 순환골재 품질인증 현황(근거 : 2014년 06월 한국건설기술연구원 공개 자료)

구분		사용용도	인증 현황	비고
도로공사용		도로보조기층용 동상방지층 노체 노상	309	업체수에 비해 실질적으로 사용되지 못함
콘크리트용	굵은골재(자갈)	레미콘 용 2차 제품용	38	인식 부족으로 활용되지 못함
	잔골재(모래)	2차 제품용	28	인식 부족으로 활용되지 못함
아스팔트콘크리트용		재생아스팔트콘크리트용	15	활용률이 높아지고 있음

가 인증을 받은 것이 아님에도 불구하고, 재활용률을 평가함에 있어 건설폐기물 중간처리업체로 건설폐기물이 분리발주만 되면 무조건 재활용이 된 것으로 지금까지 간주하였고 많은 언론기관에서도 이를 인용하여왔다.(2010년 기준 재활용률 98.3%, 환경부 자료)

다시말해 인증 유무와 상관없이 순환골재는 무조건 재활용이 잘 되고 있다고 믿어왔던 것이고 관련 기관에서는 그렇게 홍보를 하여온 것이 사실이다. 결과적으로 이러한 순환골재 품질인증 제도는 건설폐기물의 재활용률을 높이기 위한 것보다는 인증받은 업체로 입찰이 유리하도록 함으로써 단순 성복토용과 같은 저품질의 재활용이 아닌 도로공사용이나 콘크리트용과 같은 고품질로의 재활용률을 높이기 위한 제도로 사료된다. 반면, 수요자의 경우 아래의

[표 2]와 같은 의무사용에 대한 강제조항이 있음(건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 시행령 제5조 순환골재등 의무사용 건설공사 범위)에도 불구하고 순환골재를 사용하지 않을 수 있는 규정이 있기 때문에 더 이상 이러한 순환골재 품질인증 제도가 고품질로의 재활용을 촉진하기 위해 사용되지 못하고 있다고 사료된다. 이에 대한 자성의 목소리가 커지면서 실질재활용률이라는 용어를 도입하여 환경부에서 2016년의 실질재활용률 목표를 45%로 하고 있다. 이를 위한 2016년까지 계획을 살펴보면 무조건 사용해야 하는 대상 사업자를 늘리고(환경부 보도자료 2014. 12. 19., 건설폐기물 순환골재 의무사용 대상사업자 확대), 그 사용량도 늘린다고 하고 있다. (환경부고시 제2014-33호, 2014. 3. 6., 순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재 · 순환골

[표 2] 콘크리트용 순환골재의 의무 대상 범위 및 피해갈 수 있는 규정

대상 범위	피해갈 수 있는 규정
4. 「하수도법」 제2조제6호에 따른 하수관로의 설치공사, 같은 법 제2조 제9호에 따른 공공하수처리시설의 설치공사, 같은 법 제2조제11호에 따른 분뇨처리시설의 설치공사	법 제38조제2항의 규정에 의한 건설기술심의위원회 심의 또는 설계자 문위원회 자문 시 다음 각 목의 사항을 고려하여 판단한다.
5. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제9호에 따른 공공처리시설의 설치공사	가. 공사현장에서 직선거리 40km이내에 순환골재 품질기준에 적합한 순환골재 및 시행령 제17조에 따른 의무사용대상 순환골재 재활용 제품을 공급할 수 있는 업체가 없는 경우
6. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제48조제1항에 따른 폐수종말처리시설의 설치공사	나. 순환골재 및 순환골재 재활용제품 공급량이 부족한 경우(이 경우 공급 가능한 범위에서 순환골재 및 순환골재 재활용제품을 최대한 사용하여야 함)
8. 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제2조제2호 및 제6호에 따른 물류터미널의 건설공사 및 물류단지의 개발공사	다. 순환골재 및 순환골재 재활용제품의 가격이 같은 용도의 다른 골재 및 제품의 가격보다 비싼 경우 라. 순환골재 및 순환골재 재활용제품의 사용으로 인하여 건설공사의 품질확보가 곤란한 경우

재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시) 그러나 아래의 [표 2]에 나타난 바와 같이 라항에 의거하여 어느 누구도 사용하지 않으려고 한다.

다시말해 사용자의 확인이 필요한 경우 무조건 나중에 문제가 생기면 책임소재의 이유를 들어 사용을 하지 않는다. 그 결과 순환골재 인증제도는 재활용률을 높이기 위해 국가가 그 품질을 인증하는 제도가 아닌 입찰용으로 전략한 지 오래되었다는 것은 업계에 있는 사람이라면 부정하기 어려운 사실일 것이다.

3. 순환골재 재활용률을 높이기 위한 제언

콘크리트 구조물은 콘크리트와 철근의 조합으로 되어 있고, 여기에 사용되는 철근은 재활용 관점에서 보면 일반 고철들을 활용하여 일정 품질을 받을 수 있는 시스템을 갖춘 회사에서 생산해 내고 있는 재생철근임에 당연하다. 이러한 재생철근임에도 불구하고 건설현장 어디에서도 철근을 재생철근이라고 사용을 터부시 하지는 않는다. 반면 중국산 철근은 최근에 우리나라의 품질기준을 통과하면서 건설 현장에서 일부 사용되기 시작하였지만, 중국산이라는 이유로 그 사용을 꺼려하고 있는 것이 사실이다. 바로 신뢰도를 중국산이 충분히 확보하지 못하였기 때문이다.

순환골재는 이러한 신뢰도를 국가가 부여해 주기 위한 취지로 만들었지만, 인증당시의 품질을 제품 공급시에는 어떠한 이유든 유지하지 못하였기 때문에 사용자의 신뢰를 얻지 못하였고, 그 결과 사용자와 생산자간의 상호신뢰를 상실한 상태이다. 이를 회복하여 사용자가 충분히 콘크리트용 골재로 사용해도 관계없다는 의식을 심어주기 위해서는 <그림 1>과 같이 인증제도를 강화함으로써 인증서 자

체에 대한 신뢰도를 높이고, 국가는 이를 믿고 강도나 사용처에 대한 제한 규정을 삭제함으로써 사용자가 실질적으로 사용할 수 있는 부분까지 순환골재를 사용할 수 있게 하고, 마지막으로 KS F 2526의 혼합골재의 재료로 사용함으로써 순환이라는 단어조차도 제거함으로써 일반 사용자에게 거부감을 없앨 수 있도록 국가는 이를 강력하게 추진하지 않으면 영원히 순환골재에 대한 신뢰는 확보할 수 없을 것으로 판단된다.

1단계 : 순환골재 품질인증 제도 개선을 통한 신뢰도 향상
순환골재의 품질을 콘크리트용 순환골재 품질인증이 있다고 하여도 사용자 입장에서 아직까지는 신뢰를 하고 있지 않다. 그러한 이유가 가능한 것이 콘크리트용으로 인증받은 업체의 생산량과 품질을 직접적으로 살펴보면 안정적인 생산량 및 품질이 확보되어 있다고 보기 어렵다는 것이 사용자 측의 입장이다.

이러한 소량 생산에 의한 안정적 공급에 대한 불안감과 안정적 품질 확보 기술에 대한 불신을 제거하기 위해서는 인증제도를 [표 3]과 같이 더욱더 강하게 운영하여 입찰용이 아니라 실질적인 생산량과 품질 확보가 가능한 회사만이 인증받을 수 있도록 하여야 한다.

또한 순환골재의 품질에 있어 사용자가 이슈를 삼는 것은 밀도나 흡수율에 대한 것이 아니라 [표 4]에 나타난 바와 같이 이물질에 대해서는 크게 차이가 난다는 것을 알 수 있다. 다시 말해 KS F 2526과 동일한 품질이라고 하여도 현실적으로는 KS F 2526에서 말하는 것은 최저 품질이고, KS F 2573에서 제시하고 있는 품질은 최상의 품질이기 때문에 이 차이를 인식하고 이에 대한 품질기준을 강화할 필요가 있다.

2단계 : 강도 규정 및 사용처 제한 규정 삭제

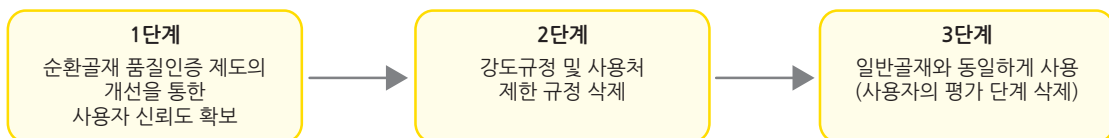


그림 1. 콘크리트용 순환골재 재활용률을 높이기 위한 단계

[표 3] 순환골재 품질인증 제도의 개선 방향

항목	현황	개선 방법	근거
생산 시스템	1차 파쇄 이상 이물질 분리 횟수 2회 이상 (풍력 + 수력)	잔골재 : - 콘크리터, 임팩트, VSI등과 같이 일정한 박리 효과를 갖는 파쇄기를 통과한 것에서 석분을 제거한 골재를 대상으로 하여 5mm 이하로 파쇄하여야 한다. - 파쇄과정중에 부가적으로 발생하는 미분을 일정부분 제거할 수 있는 설비(세척 시설이나 집진시설)에 대한 설치 권장	일반적으로 석분에는 시멘트 성분이 골재 10~40mm)보다 많이 있다고 알려져 있다. 따라서 석분을 포함하면 시멘트 성분이 제거되기 어렵다는 것을 의미하며, 실질적으로 품질 확보의 안정성을 보장하기에는 다소 무리가 있다. 또한 순환골재를 콘크리트에 재활용시 물성에 많은 영향을 미치는 미분에 대한 대책이 필요함
		굵은골재 - 품질개선을 위한 특수 파쇄기를 도입하거나 - 일부 박리 효과가 있는 파쇄기(임팩트, VSI 등)를 직렬로 2회 이상 적용하도록 한다.	굵은골재로 단순하게 크기만 맞추어 파쇄하는 것은 실질적으로 시멘트 성분을 제거할 수 없다. 따라서 이를 위한 시스템이나 전용 파쇄기를 설치하여야 한다.
현장 시료 채취 횟수	총 2회 또는 3회 (3회중 2개만 합격할 시)	2회로 한정하여 실시한다.	인증이라는 것은 항상성을 가져야 하는데, 최대 3번에서 한번 정도 떨어지는 것을 인정한다는 것은 무리가 있다고 판단됨
생산비율	허가용량 대비 10%(굵은골재), 20%(잔골재)를 폐지	순환토사와 같이 부가적으로 생산되는 것을 뺀다고 할 경우 다소 그 비율을 낮출 수는 있겠지만, 생산비율을 다시 부활시켜야 한다.	순환골재를 생산함에 있어 투입물은 100톤인데 5톤만 생산한다면 실질적으로 95톤은 재활용을 하지 않아도 된다는 의미이기 때문에 이에 대한 것은 본 제도를 만든 취지와 맞지 않는 것으로 사료된다.
사후관리	사전에 통보하고, 1회/년 실시	타 인증제도와 같이 특정 날짜가 아닌 특정 시기로 사전에 통보하여 아무 때나 생산되는 것을 확인 할 필요가 있음	투입물을 특정 날짜에는 관리할 수 있지만, 특정 시기까지는 관리하기 어렵기 때문에 실질적으로 재활용하는 업체는 구별할 수 있게 된다.

[표 4] 골재의 재활용 현황 및 품질 이슈사항

항목	재활용처		이물질 정도(% , 부피기준)		이슈사항
	법	현실	법적기준	현실기준	
잔골재 (모래, 5mm 이하, 세척한 것)	2차 제품, 버림콘크리트	레미콘	1% 이하	0.1%이하 (레미콘 타설후 부유되는 것은 없어야함)	레미콘에 음성적(21MPa 미만으로만 사용가능 하지만 현실은 21~27MPa의 레미콘이 90% 이상임)으로 사용함, 품귀현상 있음
굵은골재 (자갈, 25~5mm, 세척한 것)	레미콘	사용처 거의 없음	1% 이하	0.10% 이하	자갈은 아직까지 품귀현상이 없다. 경제성보다 인식 때문에 사용을 하지 못함.

현재 콘크리트의 강도를 좌우하는 것은 시멘트와 함께 혼화제나 혼화제에 의한다. 실질적으로 초고강도를 만들 때에는 혼화제로는 실리카흄을 혼화제로는 고성능감수제를 사용하는 것으로 알려져 있다. 이를 역으로 생각한다면 순환골재의 유효한 재활용을 위해 혼화제나 혼화제를 효과

적으로 사용한다면 강도에 대한 제한 사항은 실질적으로 의미가 없다고 사료된다.

최근 논문들을 살펴보면 혼화제나 혼화제를 사용하지 않은 상태에서 순환잔골재를 투입한 콘크리트의 물성은 실질적으로 치환량에 따라 강도가 올라갈 수도 있고 낮아질 수

도 있지만, 전체적으로 이를 잘 관리한다면 사용에는 무리가 없다고 하고 있다.¹⁾ 치환량이 작은 경우에는 강도가 오히려 올라가는 경향도 보이지만²⁾, 그 정도가 30% 정도를 넘게되면 강도는 작아지는 경향을 보인다. 굵은골재에 있어서는 휨거동³⁾이라던지 기타 성능에서 기존의 골재와 유사한 경향을 보이고 있어서 사용상에 문제가 없다고 하고 있다.

이러한 연구 결과와 사용자의 불신을 제거하기 위해 2013년 2월에 입장휴게소 상행선에 건축된 되돌림 화장실은 건축물안전성 검토를 위해 관계전문가 회의를 개최(2012. 3. 16.)한 결과, '순환골재 100% 사용'을 일반적으로 적용시키는 것은 곤란하나, 시범사업 추진시 안정성에는 문제가 없다는 결론에 이르렀기 때문에 실시된 것이었고, 현재까지 안정성에 어떠한 문제도 없는 것으로 나타났다. 다시말해 100% 사용한 건축물에도 문제가 없기 때문에 30% 이하의 치환량에서는 그 사용처를 제한할 필요가 없다고 판단된다.

따라서 콘크리트용 순환골재를 사용하는 건축물의 강도는 고강도가 아니라면 충분히 사용할 수 있도록 사용처의 제한을 풀어주되 강도규정에 있어서는 고강도나 초고강도에서는 엄격하게 관리할 필요가 있다고 판단된다.

3단계 : 일반 골재와 동일한 골재로 취급할 수 있는 범조항 개정

건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법 제38조제2항의 규정에 의한 건설기술심의위원회 심의 또는 설계자문위원회 자문 시, 가~다목[표 1 참조]은 실질적으로 객관화시킬 수 있다. 그러나 라목을 살펴보면 '순환골재 및 순환골재 재활용 제품의 사용으로 인하여 건설공사의 품질확보가 곤란한 경우'라고 하여 실질적으로 사용자의 의지가 없다면 얼마든지 거부할 수 있는 명분을 주고 있다.

과거의 경우와 같이 순환골재에 대한 개념조차 없었을 당시의 문구를 아직까지 유지한다는 것은 다소 무리가 있어 보이며, 콘크리트용 순환골재는 혼합골재를 만드는 하나의 재료로 생각하고, KS F 2526에서 언급하고 있는 골재와 동일하게 취급할 수 있도록 이러한 독소조항을 제거하는 것이 바람직하다.

또한, 이를 위해서는 반드시 콘크리트 제조사인 레미콘사에서 KS 인증도 받은 경우에만 순환골재 콘크리트에 대한 인증도 받을 경우에만 사용이 가능하도록 하여 원자재의 품질이 아닌 최종 제품의 품질로 콘크리트의 품질관리를 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

담당 편집위원 : 유명열(대길산업(주))

1) 유명열, "콘크리트에 적용가능한 3종 혼합 잔골재 모르타의 특성", 서울대학교 대학원, 2007

2) 김희준, "순환잔골재 치환율에 따른 콘크리트 압축강도 특성", 제주대학교, 2010

3) 이용택 외 4인, "순환굵은골재 치환율에 따른 고강도 철근콘크리트 보의 휨 거동", 한국구조물진단유지관리공학회, vol.18 No.1, pp.1~9, 2014