

순환골재 활성화를 위한 개선방안에 관한 연구

Research on Improvement measures for Activation of Recycled Aggregate

○한병록*

Han, Byoung-Rok

Abstract

With the number of construction sites increasing every year, the amount of construction waste generated continues to increase, and as it is disposed of with limited resources, it can even deal with the shortage of aggregates. To solve this problem, it is insufficient to utilize waste concrete from construction waste, use cooperative aggregates, and utilize quality and efficiency to process construction waste. This paper analyzes the problems of the quality and certification system for suspension negotiations and proposes an improvement plan. This will allow us to propose, if not for collaborative aggregates, that we can work together and see the utility for the environment, as well as think of ideas that will revitalize construction waste and cooperative aggregates.

키워드 : 순환골재, 건설폐기물, 인증제도, 순환골재 콘크리트

Keywords : Recycled aggregate, Construction waste, Certification system, Recycling Aggregate concrete

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

매년 증가하는 건물과 재건축으로 인하여 건설 현장에서는 신축과 건설폐기에 의한 건설폐기물이 2021년 기준 하루평균 22만 9천 톤으로 수많은 건설 현장에서 다양한 형태를 가지고 건설폐기물 발생량은 빠르게 증가하고 있다. 이뿐만 아니라 한정된 자원으로 인해 골재의 부족 현상을 넘어 천연골재 품귀현상으로 수급에 대한 불안정에 대한 문제를 겪고 있다. 발생된 건설폐기물을 처리하는 과정에는 재활용, 매립, 소각이 있으며 99% 이상의 건설폐기물을 재활용하여 순환골재로 사용되고 있다. 순환골재의 사용을 통해 건설폐기물의 처리와 골재 품귀현상 및 골재 수급에 대한 불안정 문제를 해결할 수 있다.

건설폐기물을 순환골재로 재활용 또는 활성화에 대한 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」 제35조의 규정에 의거 건설폐기물의 재활용 촉진하기 위한 「순환골재 품질기준」을 통해 순환골재 사용을 권장하고 있다. 정부에서는 순환골재 활성화를 위해 국내에서는 ‘순환골재 의무사용제도’를 시행 중에 있으나 순환골재의 품질기준과 안전성과 같은 이유로 순환골재 활용 실적은 미비하다. 2020년 기준 순환골재 종류별 생산 비율에서 성·복도 등과 기층·보조기층에 순환골재의 50% 이상을 활용하고 있지만 건축구조용 콘크리트로 순환되는 골재의 비중은 1%밖에

되지 않는다. 순환골재를 건축구조용 콘크리트 용도로의 활용 가치를 높이기 위해 순환골재 품질기준의 일부개정과 품질에 대한 기준 완화 방안을 제시하여야 한다. 순환골재를 생산하는 기술적인 격차를 줄여 폐기물들을 억제하고 발생된 폐기물을 순환시키면서 환경 보전과 경제적 이익을 증대할 수 있다. 이 연구에서는 순환골재 품질에 대한 인증제도 개선방안을 제시하고자 한다. 또한, 순환골재로 재활용할 경우 품질기준에 대하여 활성화 대책 방안을 마련하고자 한다.

순환골재의 품질과 인증제도에 대한 문제점을 파악하고 이를 해결할 수 있는 해결 방안을 마련하고자 한다. 또한, 건설폐기물 관리 및 인증제도를 현재 건설현장의 현황에 맞추어 활성화 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 순환골재 활성화를 위한 국내·외의 건설폐기물의 발생 현황 및 기준과 순환골재 종류별 생산 비율을 조사한 후 국내 품질기준과 인증제도의 대한 문제점을 분석하였다. 문제점을 해결하기 위한 개선안을 제시하고, 기존 연구 및 논문을 비교하여 국내 순환골재 품질기준 및 인증제도의 활성화 확대 방안을 조사하였다.

연구 절차로는 국내 및 국외의 건설폐기물의 현황 및 재활용 실태와 기준을 조사하고 국내 순환골재 품질기준 및 인증제도에 대한 문제점을 분석하였다. 분석 자료를 통해 최종적으로 현재 건설현장의 현황에 맞게 품질기준 및 인증제도에 대한 개선안을 제시하였다.

*호서대학교 건축토목공학부 학사과정

2. 문헌고찰

2.1 건설폐기물과 순환골재의 정의

건설폐기물이란 「건설산업기본법」 제2조 제4호에 해당하는 건설공사로 건축물의 신축과 해체하는 과정에서 발생하는 토사, 폐 벽돌, 폐 콘크리트, 폐 목재, 폐 합성수지, 철근 등의 폐기물을 말한다. 이 밖에도 토목공사 및 건설구조물 해체 공사에서 발생하는 폐기물들을 총칭하며 잔토, 콘크리트 폐재, 아스팔트 폐재, 건설오니, 목편, 종이류, 금속류, 폐플라스틱류, 폐유리, 폐도자기류 등이 포함된다.

순환골재란 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」 제2조 제7호에 따라 콘크리트구조물의 해체 과정에서 발생된 폐기 콘크리트를 파쇄하여 나온 산물을 물리적 또는 화학적 처리 과정을 거쳐 골재로 이용하는 것으로 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」 제35조에 순환골재의 품질기준이 나와 있다. 2005년부터는 건설공사를 발주하는 공공기관 등에서는 건설폐기물을 재활용한 순환골재를 의무적으로 사용하도록 하고 있다.

2.2 순환골재 품질기준과 품질인증의 개념

순환골재 품질기준이란 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」 제35조에 따라 건설폐기물을 촉진하기 위하여 순환골재의 용도별 품질기준 및 설계·시공 등에 관하여 필요한 기준이다. 본 기준은 건설폐기물 중 폐콘크리트 및 페아스팔트 콘크리트 등의 파쇄·처리에 의하여 생산되는 순환골재를 재활용하기 위하여 건설공사의 안전과 품질확보를 고려하여 용도별 품질기준을 아래와 같이 규정하는 것이다<표1>.

표1. 콘크리트용 순환골재 품질기준(KS F 2573)

구분	순환 굵은골재	순환 잔골재
절대 건조 밀도(g/cm^3)	2.5 이상	2.3 이상
흡수율(%)	3.0 이하	4.0 이하
마모감량(%)	40 이하	-
입자모양관정실적률(%)	55 이상	53 이상
0.08mm체 통과량 시험에서 손실된 양(%)	1.0 이하	7.0 이하
알칼리 골재 반응	무해할 것	
점토덩어리량(%)	0.2 이하	1.0 이하
안정성(%)	12 이하	10 이하
이물질	유기이물질 1.0이하 (용적기준)	
함유량(%)	무기이물질 1.0이하 (질량기준)	

순환골재 품질인증이란 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」 제36조에 따라 국토교통부 장관이 순환골재의 품질을 확보하기 위하여 인증(이하 “품질인증”이라 한다)을 할 수 있는 것이며 품질기준에 적합한 순환골재를 생산할 수 있는 능력이 있음을 인증 업무처리기관이 확인하여 인정하는 것을 말하며 품질인증은 인증 업무처리기관의 장이 사업장검사, 품질검사 심사를 모두 거친 후에 품질인증을 부여하는 것이다.

2.3 순환골재 품질인증의 종류

<표2>는 순환골재 품질인증의 종류이다. 국토교통부가 공고한 「순환골재 품질기준」에 제시된 용도 중 ‘도로공사용, 콘크리트용, 아스팔트콘크리트용’으로 구분하여 순환골재 품질인증 신청 및 품질인증을 부여받을 수 있다.

표2. 순환골재 품질인증의 종류

용도구분	품질기준 항목	입도	투입폐기물
도로 공사용	도로보조기층용, 동상방지층용 및 차단층용RSB-2	40mm이하	폐콘크리트 건설폐재류
콘크리트용	콘크리트 및 콘크리트제품 제조용 굵은골재	25mm 20mm	폐콘크리트 건설폐재류
	콘크리트 및 콘크리트제품 제조용 잔골재	5mm	폐콘크리트 건설폐재류
아스팔트 콘크리트용	순환아스팔트 콘크리트용	20mm이하	페아스팔트 콘크리트

2.4 순환골재 품질인증 현황 및 종류별 생산비율

인증 업무처리기관인 한국건설기술연구원의 순환골재 품질인증 현황 <표3>을 보면 시간이 지남에 따라 순환골재 품질인증 현황이 증가함을 확인할 수 있다. 그러나 콘크리트 및 콘크리트제품 제조용(잔골재)을 보면 수의 변함이 없다.

표3. 순환골재 품질인증 현황

구분	2022년 상반기	2022년 하반기	2023년 상반기
R(개)	376	385	393
C(개)	159	173	181
F(개)	24	25	25
A(개)	25	27	27
총 계(개)	584	610	626

※범례

R: 도로 공사용

C: 콘크리트 및 콘크리트제품 제조용(굵은골재)

F: 콘크리트 및 콘크리트제품 제조용(잔골재)

A: 순환 아스팔트콘크리트 제조용

콘크리트 및 콘크리트제품 제조용(잔골재)의 품질인증 현황을 증가시키면 <표4>의 건축구조용 콘크리트로 순환되는 골재의 비중인 1% 또한 증가함을 보인다.

표4. 순환골재 종류별 생산 비율

성토, 복토	뒤 매우 기	기층· 보조 기층	아스 팔트	벽돌, 블록	콘크 리트	기타
39%	13%	27%	11%	5%	1%	4%

2.5 국내의 건설폐기물의 현황 및 재활용 실태 비교

국내·외의 건설폐기물들의 배출량은 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 각 나라의 발생현황과 기준을 통해 폐기물 재활용을 위한 국내외 정부 기관과 지방자치단체들의 많은 노력을 기울이는 모습 또한 아래와 같이 확인할 수 있다 <표5>.

표5. 국내·외 건설폐기물 발생 현황 및 기준

구분	유럽연합	미국	일본	국내
건설폐기물 발생 현황	10억톤	5억4천8만톤	7871만톤	8381만톤
기준	-	자원의 절약 및 재활용법	건설 리사이클법	건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법

유럽연합 27개국에서는 매년 약 30억 톤의 폐기물이 발생된다. 이 중 1/3인 10억 톤이 건설 현장에서 발생되고 있다. 10억 톤의 절반 이상이 페콘크리트로서, 페콘크리트를 고품질의 콘크리트로 재사용할 수 있는 재활용 기술을 개발하는 연구를 진행하고 있으며, 재활용 소재를 75% 이상 사용하여 제조된 콘크리트 자재를 개발했다.

미국에서는 건설폐기물은 2015년 기준 건설 및 철거로 인해 생성된 총 잔해 발생량은 5억 4,800만 톤이다. 이 중 콘크리트가 69.7%로 가장 큰 비중을 차지했고, 1976년 제정된 「자원의 절약 및 재활용법」 도시 및 산업폐기물 처리는 고품질 폐기물에 대해 규정한 자원 보전 재생법과 폐기물 부담법에 의해 관리되고 있다. 건설폐기물은 도시고형폐기물(MSW)의 기준에 의해 혼합폐기물로부터 유가물의 회수와 페콘크리트, 페아스콘의 도로포장 재료로 재활용이 활발히 이루어지고 있다.

일본의 건설폐기물은 2018년 기준 약 7,871만 톤으로 일본 전국 산업폐기물의 총배출량 3억 7,883만 톤 중에 20.7%이다. 1977년에는 본격적으로 콘크리트 및 아스팔트 콘크리트의 재활용 플랜트가 등장하였고, 국토교통성에서는 건설 사이클을 추진하기 위해 지금까지 다양한 시책을 전개해 왔다. 1994년도에 [건설 해체폐기물 리사이클 프로그램]을 바탕으로 [건설 재활용 추진계획 '97]을 발표하였다. 건설공사의 시공에서 폐기물의 발생, 재자원화, 재이용에 이르는 흐름에 대해서 실효성 있는 리사이클 제도를 확립하기 위한 「건설 리사이클법」을 공포하였다.

국내 폐기물 발생 총량은 매년 증가하는 추세이며 2021년 기준 폐기물 종류별 발생에서 42.5%의 비율로 건설폐기물은 높은 비율을 차지하고 있다. 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」에 의해 건설폐기물의 처리 방법으로 재활용이 가장 많이 사용되고 있다. 순환골재는 주로 도로 공사용, 건설공사용, 성·복토용으로 사용하고 있으며 순환골재 의무 사용제도 및 용적률, 건축물 높이에 대한 인센티브를 통해 순환골재 활성화에 대한 정책을 추진하고 있다.

3. 순환골재의 인증제도 및 품질기준의 문제점

국내 순환골재의 재활용 및 활성화하기에 앞서 순환골재의 인증제도와 품질기준에 대한 문제점을 파악하고자 한다.

3.1 순환골재 품질인증 절차

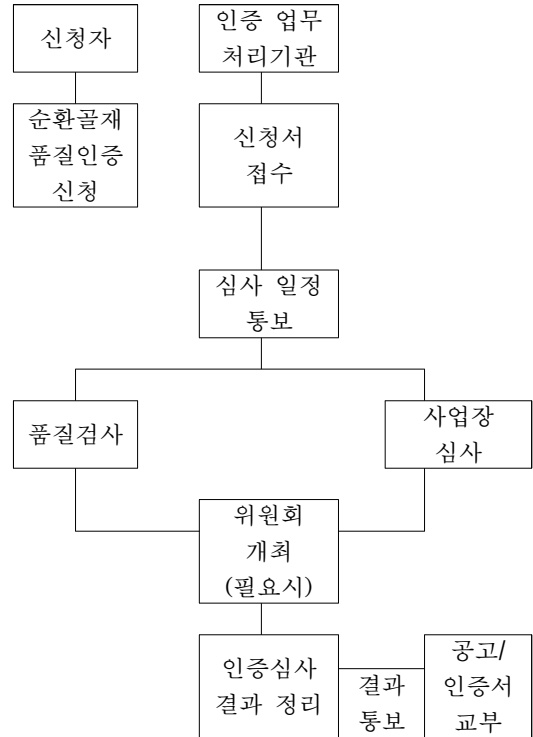


그림1. 순환골재 품질인증 절차

<그림1>은 순환골재 품질인증 절차이다. 순환골재 품질인증 신청서접수에는 순환골재 품질인증 신청서와 그 외 첨부서류를 제출해야 한다. 첨부서류에는 사업장의 시설 현황, 순환골재 신청용도, 생산시설, 야적시설, 보관시설 및 공급시설, 품질관리 및 인력, 환경관리, 안전관리, 신청 자격, 기타 서류 등 8가지의 서류가 있다.

국토교통부에서는 2006년 “순환골재 품질인증 및 관리에 관한 규칙”을 제정하여 시행하고 있으며, 이 법의 입법 취지는 순환골재의 품질을 확보하기 위하여 품질인증을 부여하는 것이다.

3.2 순환골재 인증제도의 문제점

순환골재 품질인증 업무처리기관인 한국건설기술연구원의 “순환골재 품질인증 세부운영지침”의 심사 기준으로 인증심사가 이루어지고 있다. 순환골재의 품질인증은 순환골재의 품질을 확보하기 위한 것이다. 그러나 현재 품질인증을 받은 각 사업장의 순환골재의 품질은 일관되어 있지 않고 품질 편차가 있다. 이는 순환골재 품질인증 절차 <그림1>의 품질검사 심사기준에, 투입물에 대한 일정한 규정이 없어 이물질이 포함되어 있지 않은 투입물을 투입하여 심사를 받아 품질인증을 받고 있기 때문이다.

3.3 순환골재의 품질기준의 문제점

건설 현장에서 수집된 건설폐기물은 법적으로 성상별로 구분되어 반입되어야 하지만 현장 관리의 혼잡으로 인하여 혼합건설폐기물 형태로 배출 되고 있다. 이에 이물질도 다량 함유되어 있다. 이러한 이물질은 종류가 다양하고 특성도 달라 이물질의 포함량에 따라 순환골재 및 순환골재 콘크리트의 품질에 영향을 미친다. 순환골재를 콘크리트용으로 사용하기 위해서는 이물질 관리에 유의해야 한다. 이런 이물질들을 선별 방식의 종류에 따라 선별할 수 있는데 각종 이물질을 걸러낼 수 있는 선별장치의 종류로는 자력선별장치, 풍력선별장치, 부유선별장치 등이 있다. 그러나 순환 잔골재의 모르타르 제거를 위한 공정이 별도로 없고 양질의 순환 잔골재를 생산하기 위해서는 추가 공정의 파쇄기를 통해 여러 차례 분쇄해야 하며, 이는 대량생산이 어려운 단점이 있다.

순환골재의 품질에 대한 문제는 기본적으로 주위를 둘러싸고 있는 모르타르의 제거율이며 제거율에 따라 품질이 달라진다. 부착모르타르는 파쇄 공정에서 압축이나 충격 작용 및 마모 작용 등의 선별장치의 메커니즘에 의해 제거된다. 이 과정에서 모르타르나 골재가 분쇄 또는 마모된 미분말 처리 등의 문제에 영향을 미친다. 고품질의 순환골재를 제조하기 위해서는 모르타르를 많이 제거해야 하므로 순환골재의 품질은 좋아지지만, 부가가치가 높은 순환골재의 생산량이 감소하며, 또한, 상대적으로 처리가 어려워며 처리비용도 많이 소요되는 미분말이 많이 발생한다. 미분말은 당연히 순환 굵은골재를 생산할 경우보다 순환 잔골재를 생산하는 경우에 더욱 많이 발생한다. 또한, 순환골재의 생산과정에서 모르타르를 얼마나 잘 제거하느냐에 따라서 순환골재의 용도도 달라질 수밖에 없다.

4. 순환골재의 인증제도 및 품질기준의 개선방안

4.1 순환골재 인증제도 개선방안

문제로 거론되는 순환골재 품질인증을 위한 처리능력을 평가할 때, 이물질이 포함되어 있지 않은 투입물을 투입하여도 품질인증을 받을 수 있었다. 이를 해결하기 위해선 품질인증 절차 품질검사과정에 투입물에 대한 규정을 포함시켜 중간처리업체들의 투입물에서 문제가 되는 이물질의 종류 및 함유량을 일정하게 규정하도록 개정이 필요하다. 또, ‘순환골재 의무사용제도’의 활용 실적을 높이기 위해 의무사용이 아닌 임의사용 또는 우선사용제도로 완화해 순환골재 생산을 확대하고 우선적으로 사용할 수 있게 하는 제도의 개선이 필요하다.

4.2 순환골재 품질기준 개선방안

우천 시 골재가 뭉쳐서 이송되거나 많은 양의 골재가 이송 시 선별 효율이 감소하는 단점을 개선해야 하며 송풍방식 외에도 각종 이물질을 걸러낼 수 있는 자력선별장치, 부유선별장치 등 이물질 제거를 위한 장치기술의 향상을 도모하여 이물질 함유량 감소를 위한 시스템을 관리하여 품질에 긍정적 영향을 줄 수 있게 연구해야 한다.

그뿐만 아니라 골재 표면에 붙어있는 모르타르가 충분히 제거되지 않아 발생하는 문제인 모르타르 부착량 문제를 해결하기 위해 순환골재의 모르타르 부착량을 낮추기 위한 순환골재 생산시스템의 파쇄공정(파쇄기의 종류, 성능, 운전방법) 등을 더욱 강화시켜 국내실정에 적합한 파쇄시스템을 개발하여 순환골재 표면의 모르타르를 효율적으로 제거해야 한다. 특히 순환골재는 일반 골재에 비해 품질 편차가 크며, 순환골재 콘크리트의 품질 편차 증대에 직접적인 영향을 미치므로 모르타르 부착량(밀도 및 흡수율 등)에 대한 품질관리를 철저히 할 필요가 있다.

미분말의 처리는 중간처리업체에서 가장 어려운 문제이다. 그동안 순환골재 생산과정에서 산출되는 미분말의 재활용 기술(예를 들어 시멘트 원료, 콘크리트 2차 제품 원료, 농토의 객토재 재활용 기술 등)이 많이 개발되어 왔으나, 아직 실용성 높은 기술개발은 매우 미흡한 실정이다.

5. 결론

건설폐기물은 한 번에 다량의 혼합물이 배출되기 때문에 이물질 분리가 쉽지 않고, 파쇄 작업으로 인해 강성 저하가 되어 구조적으로 사용되기에는 안전성이 확보되지 않았다는 의견이 있다. 이를 철거 단계에서부터 자재를 분별하는 작업과 순환골재의 품질을 명확히 구분하는 제도와 관리 행정 제도가 필요한 것으로 보이며, 2023년 현재에 이르러 많은 공법과 기술이 많이 발전됨에 따라 위와 같은 일반사항, 관련 규정, 용도별 품질기준, 순환골재의 운반 및 저장, 품질관리, 적용 방법 등이 개선 또는 수정되어야 한다. 이들을 모두 통제하는 인증제도에서의 개선이 된다면 순환골재 종류별 생산 비율에서 건축구조용 콘크리트로 순환되는 골재의 비중이 1% 또한 증가함을 기대할 수 있다<표4>. 현 국내 상황에 지속되는 문제들의 제도 개편이 이뤄져 국내 건설산업의 발전을 위한 노력이 필요하다.

참고문헌

1. 김정호, 이세현, 김상현, 전찬수, 최원영 (2020). “순환골재 콘크리트 활성화를 위한 순환 잔골재 품질개선 및 현장적용” 한국건설순환자원학회지 제15권 1호.
2. 이도현 (2020). “콘크리트용 순환골재의 문제점 및 대책” 한국 콘크리트학회지 제32권 4호.
3. 최원영, 이세현 (2018). “순환골재 사용 활성화를 위한 개선방향” 한국건설순환자원학회지 제13권 2호.
4. 한국건설기술연구원 (2020). “2020년도 순환골재 품질인증 연보”.
5. Construction and Demolition Debris Generation in the United States, 2015 U.S. Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery, September 2018.
6. Report on supporting environmentally sound decisions for construction and demolition waste management, 2023.
7. 産業廃棄物の排出及び処理状況等（令和2年度実績）について, 2023