J Rec Const Resources 9(2)161-166(2021)
https://doi.org/10.14190/JRCR.2021.9.2.161

Print ISSN : 2288-3320
Online ISSN : 2288-369X

순환골재의 재활용이 환경에 미치는 영향 평가에 관한 연구

Study on the Evaluation on Environmental Impact of Recycling of Recycled Aggregates

박제철[1*]
Je-Chul Park[1*]

(Received March 15, 2021 / Revised April 20, 2021 / Accepted April 21, 2021)

This study was on leaching test(KSLT) of the aggregate for the products to evaluate the characteristics of contaminants and the possibility of contamination arising from the aggregate. On the basis pH, conductivity, turbidity, TN, TP, COD and heavy metal contents in the aggregate increased as the particle size of the aggregate was smaller. The pH appeared to be 9.9～11.4 which is relatively higher than soil, however, heavy metal has investigated within the 1 region's standard value of soil pollution standards. From the leaching test, there is strong indication that the risk of pollution due to elution of pollutants gets higher with the smaller grain size. Especially conductivity and turbidity are the potential water pollution source and recycled aggregates of 10mm or less could be a potential pollution source since it could elute soluble matters and suspended solid, but there is no proper management standard for them. As a result of evaluating water pollution possibility of the aggregate, the pH displayed in items with a very high possibility of contamination, TN and TP did in item with a low possibility of contamination and on the other hand the heavy metals did in item with a very low possibility of contamination.

키워드 : 순환골재, 재활용, 용출시험

Keywords : Recycled aggregates, Recycling, Leaching test

1. 서 론

건설산업 분야에서 신규 도로공사나 신축건축에 사용하는 골재의 양은 점차로 감소하는 추세이지만, 최근 주거환경개선을 위한 재건축 및 재개발 등으로 건설공사는 꾸준히 증가하고 있고, 이에 골재의 수요와 건설폐기물의 발생량은 증가할 것으로 예상하고 있다. 특히 1980년대 후반부터 도로 건설재료로 콘크리트를 활용하기 시작하면서 도로 신설, 노선개량 사업 등으로 인하여 폐콘크리트 발생이 점차로 증가하고 있는 추세이다(Lee et al. 2005). 이러한 가운데 그 수요가 한정되어 있는 천연골재를 대체하는 대체골재 공급원으로서 건설폐기물을 재활용한 순환골재에 대한 관심이 고조되고 있다. 건설폐기물을 친환경적으로 처리하고 재활용하여 건설 자원으로의 활용을 촉진하기 위해 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」을 제정하여 현재까지 운영하고 있으며, 국토교통부 '순환골재 품질기준'을 제정하여 사용용도별 품질기준을 규정하고 있다. 건설폐기물을 재활용한 순환골재는 폐기물 매립지 부족에 대한 대처와 환경보전 필요성, 궁극적으로 자원 순환형의 건설 산업체제 구축을 위해 순환골재 및 순환골재 재활용제품의 활용 비율이 점차 증가하고 있다. 그러나 순환골재는 높은 알칼리성 유출수와 유해중금속을 함유하고 있어 환경유해성에 대한 우려가 있는 실정이다(Song et al. 2011; Park et al. 2013).

'순환골재'라 함은 건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 품질기준에 적합한 골재를 말한다. 또한 순환골재는 "자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률"에 의해 재활용 목적에 적합하게 처리하고 최대 입경 100mm 이하, 부피기준 이물질 함유량 1% 이하로 관리함을 기준으로 하고 있다. 그리고 건설폐기물의 재

* Corresponding author E-mail: pjc1963@kumoh.ac.kr

[1]금오공과대학교 환경공학과 교수 (Department of Environmental Engineering, Kumoh National of Technology, Gumi city, 39177, Korea)

Copyright ⓒ 2021 by Korean Recycled Construction Resources Institute

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

활용을 위한 기본계획(2016년)에 의해 건설공사에서는 골재 소요량의 40% 이상을 순환골재로 재활용하도록 의무사용량을 기준하고 있으며, 의무사용 규정에 따라 건설공사의 도로보조기층, 수평배수층, 되메우기, 뒷채움 등에 사용되고 있다. 그러나 최근 순환골재의 강알칼리성의 화학적 특성과 일부 중금속 물질의 용출 등으로 재활용에 관한 부정적 인식이 일부 확대되어 고부가가치 순환골재의 재활용에 심각한 저해요인으로 작용하고 있다. 실제로 순환골재의 물리·화학적 특성이 수환경과 수생태에 미치는 영향에 대한 상관성 분석 연구 자료가 부재한 상황이고, 관련 전문가 또한 부재한 상황에 있다. 이에 따라 순환골재 재활용 시 환경영향을 최소화하기 위한 환경관리기준의 평가 및 재수립이 필요할 것으로 판단된다(MOE. 2009; MOE. 2013).

최근 정부에서도 최근 순환골재의 침출수에 대한 환경영향성을 고려하여 토양·수질 등에 영향을 줄 수 있는 지역에서는 순환골재의 전처리 또는 공사현장에서의 환경관리의무를 강화하기 위하여 순환골재에 대한 환경기준을 더욱 강화하고 있다. 따라서 건설폐기물의 발생억제와 적정처리를 포함한 재활용의 관리는 국가적 자원절약 및 자원순환형 사회로 전환하는데 있어 매우 중요한 과제라 할 수 있다(Jaung and Lee 2008).

따라서, 본 연구에서는 건설폐기물 중간처리업체의 생산제품 순환골재를 입경별로 분류하여 오염물질 발생 가능성과 수환경에 미치는 영향을 분석하여 재활용 순환골재의 활성화를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 순환골재의 오염물질 농도 및 함량 조사

경상북도 안동에 위치한 건설폐기물 중간업체에서 생산하는 순환골재(입경 10mm, 25mm, 40mm)를 대상으로 순환골재(500g)에 붙어 있는 오염물질을 증류수(1L)로 1, 2회 세척한 후 이때 발생한 세척수를 채수하여 오염물질 농도를 측정하였다. 오염물질 분석은 수질오염공정시험기준에 따라 pH, 전기전도도(Conductivity), 탁도(Turbidity), TN, TP, COD, 중금속(As, Cd, Cu, Pb, Cr^{6+}, Hg, CN)을 실시하였다(MOE. 2011).

순환골재의 중금속 함량 조사를 위해 건설순환자원협회에 등록된 5개 업체를 전국단위로 무작위 선정하였고, 현장 순환골재는 강원도 원주시 호저면에 위치한 성·복토지로 선정하여 순환골재를 채취하였다. 순환골재와 토양의 중금속 함량은 입경 2mm 이하의 시료로 사용하였으며, 중금속(Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, As, Hg, Cr^{6+})은 토양오염공정시험기준에 준하여 분석하였다(MOE. 2015).

2.2 순환골재의 오염물질 용출시험 방법

생산제품 순환골재로 부터 오염물질 발생 가능성의 평가는 순환골재를 크기별로 분류(입경 10mm, 25mm, 40mm의 3종)하여 국내 폐기물공정시험기준의 용출시험방법(KSLT : Korea Standard Leaching Test)따라 용출시험을 실시하였으며(Fig. 1), 용출시험 후 용출액은 수질오염공정시험기준에 따라 pH, 전기전도도, 탁도, TN, TP, COD_{Mn}, 중금속을 분석하였다(Shin et al. 2013; MOE. 2015).

Fig. 1. Leaching test of recycled aggregates

3. 실험결과 분석 및 고찰

3.1 순환골재의 오염물질 농도 분석

본 연구에서는 생산제품의 순환골재(크기별로 10mm 이하, 11~25mm, 26~40mm로 분류)를 증류수로 1회, 2회 세척하여 이때 발생되는 세척수의 수질과 중금속 농도를 측정하여 Table 1, 2에 제시하였다. 순환골재의 pH 농도는 1회 세척수의 경우에는 10.0~11.4, 2회 세척수는 9.9~11.0 범위를 나타냈다. 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 pH는 높았고, 세척횟수가 많아질수록 pH는 감소하는 경향을 보였다. 이는 환경부의 연구(MOE. 2009) 에서도 순환골재의 pH가 11.5로 알칼리성으로 조사되어 본 연구와 비슷한 수준임을 확인 할 수 있었다. 순환골재를 생산하는 폐콘크리트에는 석회가 다량 포함되어 있으며, 석회는 수화분해작용에 의해 수산화칼슘을 생성하고, 이러한 시멘트의 특성으로 인해 pH는 11~

Table 1. Concentration of water pollutants of recycled aggregates

Items	One-time washing			Two-time washing		
	10mm	25mm	40mm	10mm	25mm	40mm
pH	11.4	10.1	10.0	11.0	9.9	9.9
Conductivity (us/cm)	416.8	53.7	43.2	181.8	30.6	41.3
Turbidity (NTU)	919.0	46.0	32.5	272.0	10.2	24.0
TN(mg/L)	1.824	0.918	0.074	1.128	0.504	0.726
TP(mg/L)	0.012	0.009	0.009	0.007	0.003	0.004
COD_{Mn}(mg/L)	6.1	3.2	2.4	4.3	2.7	1.5

Table 2. Concentration of heavy metal of recycled aggregates (Unit : mg/L)

Items	One-time washing			Two-time washing		
	10mm	25mm	40mm	10mm	25mm	40mm
As	0.039	0.017	0.040	0.030	0.011	0.033
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	0.023	0.004	0.007	0.011	0.012	0.006
Pb	0.003	ND	0.002	0.002	ND	ND
Cr^{+6}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CN	ND	ND	ND	ND	ND	ND

12의 강알칼리성 범위를 나타내게 된다(Lee et al. 2005). 환경부에서는 환경피해 예방기준으로 pH 9.8 이하인 순환골재를 사용하도록 규정하고 있으나 현장 전문가들은 사용용도에 따라 순환골재 pH 기준을 각각 다르게 적용되어야 한다고 주장하고 있는 실정이다.

이 밖에 수질항목으로 전기전도도, 탁도, TN, TP, COD를 측정하였으나 이와 관련된 이전 자료가 거의 없어 어느 정도의 수준인지는 비교평가는 할 수가 없었다. 전기전도도는 41.3~416.3μs/cm, 탁도는 24.0~919.0 NTU, TN은 0.504~1.824mg/L, TP는 0.004~0.012mg/L, COD는 1.5~6.1mg/L 농도범위를 나타냈다. 오염물질 농도는 pH 농도와 마찬가지로 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였다.

순환골재의 중금속 농도를 분석결과, As, Cd, Cu, Pd은 검출되었지만 Cr^{6+}, Hg, CN은 검출되지 않는 것으로 나타났다. 검출된 중금속은 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였으며, 환경부 지정폐기물의 유해함유물질 기준보다 낮은 농도를 나타냈으며, 이전 연구의 결과보다는 다소 높은 중금속 함량을 보이는 것으로 나타났다(MOE. 2009).

3.2 재활용 순환골재의 토양오염 가능성 평가

생산제품 순환골재에 포함되어 있는 중금속 함량의 조사는 전국 무작위 5개 회사를 대상으로 하였고, 중금속 8개 항목의 분석결과를 Table 3에 제시하였다. 순환골재는 생산업체별로 건설폐기물의 성상 및 처리공정의 차이로 중금속 함량의 차이는 약간 있었으나 뚜렷한 변화는 볼 수 없었다. 주변의 토양오염 및 환경유해성이 높은 항목 중에 Cd은 0.19~0.42mg/kg, As는 3.83~5.23 mg/kg, Hg은 0.06~0.16mg/kg, 6가 Cr은 검출되지 않은 것으로 나타났다. 환경부 토양오염 1지역 우려기준치 중금속 함량보다는 대부분 낮게 검출되었으며(MOE. 2009), Zn 함량만이 비교적 기준치에 가까웠지만 기준보다는 낮은 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 이전의 연구와도 유사한 결과를 보였으며, 생산제품 순환골재에 포함되어 있는 중금속 함량은 토양오염에는 비교적 안전한 결과를 보였지만 환경유해성 측면에서는 앞으로 다양한 검토가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

주변의 토양오염 및 환경유해성 평가를 위해 현장에서 사용되고 있는 순환골재를 채취하여 중금속 8개 항목의 측정결과를 Table 4에 나타내었다. 환경유해성이 높은 항목들 중에 Cd은 검출되지 않았고, As는 3.8mg/kg, Hg은 0.07mg/kg, 6가 Cr은 검출되지 않은 것으로 나타났다. 순환골재가 사용될 주변 토양의 중금속 함량과 비교해 볼 때, 토양오염 1지역 우려기준치 중금속 함량보다는 매우 낮은 함량을 보였지만 주변 토양보다는 대부분의 항목이 약간 높은 함량을 나타냈다. 현장제품 순환골재의 중금속함량은 약간의 토양오염 가능성은 있었지만 토양오염환경보전법 오염기준 1지역(지목이 전, 답, 과수원, 주거지 등) 우려기준보다는 매우 낮아 환경유해성 측면에서는 안전한 것으로 판단되었다. 이전 결과(MOE. 2009)와 비교해 보면 천연골재와 생산제품 순환골재의 중금속 함량보다는 약간 높은 결과를 보였고, 토양에서의 중금속

Table 3. Heavy metal concentration of recycled aggregates produced by five companies (Unit : mg/kg)

Items	Standard (1-area)	A	B	C	D	E
Cd	4	0.42	0.32	0.25	ND	0.19
Cu	150	32.9	60.3	29.2	26.4	23.2
Ni	100	17.1	22.0	18.7	29.5	13.4
Pb	200	32.2	36.1	33.3	23.3	27.3
Zn	300	213.3	198.4	226.6	124.3	174.8
As	25	4.53	5.23	5.05	3.83	4.17
Hg	4	0.12	0.16	0.16	0.06	0.07
Cr^{+6}	5	ND	ND	ND	ND	ND

Table 4. Comparison of heavy metal concentration in natural and recycled aggregates with previous studies

(Unit : mg/kg)

Items	*Standard value (1-area)	Previous study			This study	
		Soil	**Natural	***Recycled	Soil	Recycled
Cd	4	ND	0.02	0.03	ND	ND
Cu	150	10.9	ND	0.9	10.0	23.9
Ni	100	3.7	0.2	5.4	3.4	7.5
Pb	200	56.8	0.6	0.6	10.6	62.9
Zn	300	85.3	21	71.7	42.0	81.2
As	25	3.9	0.1	2.3	3.0	3.8
Hg	4	ND	0.005	0.01	0.04	0.07
Cr^{+6}	5	ND	ND	ND	ND	ND

*Standard value(1-area) : Soil Environmental Conservation Law, soil contamition concern standard 1-area, **Natural : Natural aggregates, ***Recycled : Recycled aggregates

함량과는 유사한 함량 값을 나타냈다. 순환골재의 중금속 함량은 토양오염 및 환경유해성 측면에서 비교적 안전한 결과를 보였지만 앞으로 순환골재가 성·복토된 후 지하수가 발생했을 때 환경유해성 평가가 병행하여 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

3.3 순환골재의 수질오염물질 발생 가능성 평가

생산제품의 순환골재(크기별로 10mm 이하, 11~25mm, 26~40 mm로 분류)를 증류수로 1회, 2회 세척하여 용출시험한 결과를 Table 5, 6에 제시하였다. 순환골재 용출수의 pH 농도는 9.9~12.3 범위로 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 pH는 높았고, 세척 횟수가 많아질수록 pH는 감소하는 경향을 보였다. 전기전도도는 66.9~1565㎲/㎝, 탁도는 3.7~1121 NTU, TN은 0.430~2.513 mg/L, TP는 0.005~0.011mg/L, COD는 0.8~6.4mg/L 농도범위를 나타냈다. 순환골재 용출수의 오염물질 농도는 pH 농도와 마찬가지로 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였다. 환경부에서는 환경피해 예방기준으로 pH 9.8 이하인 순환골재를 사용하도록 규정하는 기준 이외의 다른 오염물질을 규제하는 기준은 아직 없어 순환골재의 오염물질 관리가 현실적으로 어려운 실정이다. 순환골재 용출시험 결과, 크기와 세척횟수에 관계없이 pH는 농도기준 9.8 보다는 높게 나타나고 있어 수질오염 가능성이 있을 것으로 평가되었다. 순환골재를 생산하는 폐콘크리트에는 다량의 부유물질과 오염물질이 포함되어 있을 가능성이 높아 세척을 권장하고 있지만 생산업체가 영세하여 세척보다는 품질기준을 만족시키는데 주력하기 때문에 pH 뿐만 아니라 다른 오염물질 관리는 전혀 이루지 못하

Table 5. Pollutant leaching test result from recycled aggregates

Items	No washing			One-time washing			Two-time washing		
	10mm	25mm	40mm	10mm	25mm	40mm	10mm	25mm	40mm
pH	12.3	10.6	9.9	11.6	10.5	10.1	11.6	10.1	10.0
Cond.(us/cm)	1565	125.0	66.9	722.0	142.0	114.0	632.0	105.0	115.0
Turb.(NTU)	1121	42.7	31.2	232.0	5.1	3.7	14.7	7.4	6.6
TN(mg/L)	2.513	0.663	0.430	1.561	1.306	1.085	1.549	1.224	0.789
TP(mg/L)	0.011	0.009	0.010	0.009	0.007	0.007	0.005	0.005	0.007
COD_{Mn}(mg/L)	6.4	2.8	1.1	4.5	1.8	1.3	2.6	1.3	0.8

Table 6. Results of heavy metal leaching test from recycled aggregate

(Unit : mg/L)

Items	Standard	No washing			One-time washing			Two-time washing		
		10mm	25mm	40mm	10mm	25mm	40mm	10mm	25mm	40mm
As	1.5	0.057	0.020	0.043	0.039	0.017	0.040	0.030	0.011	0.033
Cd	0.3	ND	0.001	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	3.0	0.070	0.065	0.065	0.023	0.004	0.007	0.011	0.012	0.006
Pb	3.0	0.006	0.003	0.003	0.003	ND	0.002	0.002	ND	ND
Cr^{+6}	1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CN	1.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

고 있는 상황이다.

순환골재 용출수의 중금속 농도는 생산제품 순환골재와 같이 As, Cd, Cu, Pd은 검출되었지만 Cr^{6+}, Hg, CN은 검출되지 않았다. 다른 오염물질과 같이 용출된 중금속의 농도 또한 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였다. 또한 폐기물공정시험기준의 용출시험 농도기준을 모든 항목이 만족하는 것으로 나타나 순환골재에 포함된 중금속이 용출되어 주변토양 및 환경에 미치는 영향은 작을 것으로 평가되었다.

생산제품 순환골재로부터 오염물질 발생 가능성을 폐기물공정시험기준의 용출시험 방법으로 평가하고자 하였으나 폐기물 용출수의 농도기준에 일반 수질항목의 기준이 없어 중금속과 같이 간접적으로 주변 환경에 미치는 영향을 평가는 진행할 수 없었다. 그러나, 순환골재에 붙어있는 다량의 부유물질과 오염물질은 골재를 1회 세척하는 것만으로도 전기전도도와 탁도는 약 50% 이상, 인과 질소는 약 20% 이상, COD 약 30% 정도 저감시키는 효과가 있는 것으로 평가되었다. 순환골재의 재활용 비율을 증대시키기 위해서는 수질오염물질 발생가능성을 최소화하는 고급의 기술개발이 필요하지만 간단하게 물로 1회 세척하는 것만으로도 순환골재에 붙어있는 오염물질을 20~50% 제거가 가능하므로 환경부에서는 순환골재로부터 환경유해성을 저감하기 위한 정책으로 생산업체에 권장할 필요가 있다. 이전에 언급한 바와 같이 생산업체가 영세하여 물세척을 도입한다면 또 다른 수처리시설 설치와 함께 기타 경제적 문제가 가중되어 현실적으로 순환골재 생산업체들은 물세척 도입으로 순환골재에 붙어있는 오염물질을 제거효과가 높다는 것을 인지하면서도 세척시설을 설치 못하는 실정이라고 할 수 있다.

4. 결 론

천연골재를 대체하여 자연환경을 보전하고, 건설폐기물의 재활용을 확대하여 폐기물 매립지 부족을 해소하기 위해 순환골재를 의무적으로 사용하도록 하였다. 그러나 순환골재에 대한 부정적인 인식으로 재활용이 제한되고 있으며, 이로 인해 생산된 순환골재가 건설폐기물 처리업체에 그대로 장기간 적치되는 등 경제·환경적 부담으로 작용하고 있다. 본 연구에서는 순환골재의 부정적 인식을 해소하기 위해 환경유해성을 평가하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 순환골재에 붙어 있는 오염물질을 증류수로 1, 2회 세척한 후 이때 발생한 세척수를 채수하여 오염물질 농도를 측정한 결과, pH, 전기전도도, 탁도, TN, TP, COD 농도는 이전 자료가 거의 없어 어느 정도의 수준인지는 비교평가는 할 수가 없었으나 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였다. 중금속은 As, Cd, Cu, Pd은 검출되었지만 Cr^{6+}, Hg, CN은 검출되지 않았으며, 환경부 지정폐기물의 유해함유물질 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.
2. 순환골재에 포함된 중금속 함량은 토양오염 1지역 우려기준치 중금속 함량보다는 매우 낮은 함량을 보였지만 주변 토양보다는 대부분의 항목이 약간 높은 함량을 나타냈다. 현장제품 순환골재의 중금속함량은 약간의 토양오염 가능성은 있었지만 토양오염 1지역 우려기준보다는 매우 낮아 환경유해성 측면에서는 안전한 것으로 판단되었다.
3. 순환골재의 용출시험결과, 용출수의 오염물질(pH, 전기전도도, 탁도, TN, TP, COD) 농도는 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였다. 중금속 농도는 생산제품 순환골재와 같이 As, Cd, Cu, Pd은 검출되었지만 Cr^{6+}, Hg, CN은 검출되지 않았다. 다른 오염물질과 같이 용출된 중금속의 농도 또한 골재 크기가 작고 표면적이 증가할수록 증가했고, 세척횟수가 많아질수록 감소하는 경향을 보였다. 또한 폐기물공정시험기준의 용출시험 농도기준을 모든 항목이 만족하는 것으로 나타나 순환골재에 포함된 중금속이 용출되어 주변토양 및 환경에 미치는 영향은 작을 것으로 평가되었다.

Conflicts of interest

None.

감사의 글

본 연구는 금오공과대학교 학술지원비에 의하여 연구된 논문임 (2018-104-063).

References

Jaung, J.D., Lee, D.H. (2008). A study for improvement of the testing methods for quality control of recycled aggregate, Journal of the Korea Institute of Building Construction, **8(4)**, 105-114 [in Korean].

Lee, Y.S., Kwan, Y.W., Hyun, J.H. (2005). The engineering and environmental properties of reclaimed concrete materials as road materials, Korean Geo-Environmental Society, **6(3)**, 17-23 [in Korean].

Ministry of Environment(MOE) (2009). A Research on the Detailed Application Use of Recycled Aggregate and Protection Standard for Environmental Damage [in Korean].

Ministry of Environment(MOE) (2011). Standard Method for Water Quality [in Korean].

Ministry of Environment(MOE) (2013). Regulations on Recycling Promotion of Construction Wastes [in Korean].

Ministry of Environment(MOE) (2015). http://www.me.go.kr

Park, J.H., Seong, J.U., Park, J.C. (2013). Experimental evaluation on occurrence possibility of pollutants from aggregates, Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, **1(1)**, 1-7 [in Korean].

Shin, T.S., Hong, S.P., Kim, K.Y. (2013). Assessment of leaching characteristics of alkaline and heavy metal ions from recycled concrete aggregate, Journal of Environmental Impact Assessment, **22(5)**, 427-437 [in Korean].

Song, T.H., Lee, J.C., Lee, S.H. (2011). A study on the pH characteristic of recycle aggregate according to test methods and elapsed time, Journal of the Korean Recycled Construction Resource Institute, **6(3)**, 61-68 [in Korean].

순환골재의 재활용이 환경에 미치는 영향 평가에 관한 연구

본 연구는 순환골재에서 발생하는 오염물질의 특성과 오염가능성을 평가하기 위해 생산제품 순환골재의 용출시험을 실시하였다. 순환골재에 포함된 pH, 전기전도도, 탁도, TN, TP, COD 그리고 중금속 농도는 입경이 작을수록 높은 농도를 나타냈다. pH 농도는 9.9~11.4 범위로 토양보다는 높았으나 중금속 농도는 토양오염우려기준의 1지역 기준치 이내로 조사되었다. 용출시험 결과, 오염가능성은 입자크기가 작을수록 높아지는 것으로 나타났다. 특히, 전기전도도와 탁도는 잠재적인 수질오염원이며, 10mm 이하의 순환골재는 용존성과 입자성 오염물질을 발생시킬 수 있기 때문에 잠재적인 오염원으로 평가되었지만, 현재 적절한 관리기준은 없다. 순환골재로 부터 수질오염 가능성을 평가한 결과, 오염가능성이 가장 높은 항목으로는 pH, 오염가능성이 낮은 항목으로는 TN, TP, 오염가능성이 가장 낮은 항목으로는 중금속으로 나타났다.