

폐콘크리트에 대한 구리(Cu)와 납(Pb)의 중금속 흡착 특성

이용수 · 조재범* · 현재혁* · 정하익 · 정형식**

한국건설기술연구원 토목연구부

*충남대학교 환경공학과

**한양대학교 토목공학과

(yslee@kict.re.kr, jayhh@hanbat.chungnam.ac.kr, hichung@kict.re.kr,
chunghs@email.hanyang.ac.kr)

ABSTRAT

Annually a greate many of mineral demolition wastes consisting mainly of concrete and bricks, is produced in Korea. Waste concrete present a significant potential as construction material. Therefor a series of test was performed on waste concrete to evaluate adsorption for Cu and Pb.

1. 서론

폐기물은 발생하는 시점에서 최종 처리 및 처분 그리고 사후 유지관리에 이르기까지 주변환경에 미치는 영향을 최소화하여 경제적인 방법으로 관리하는 것이 바람직하다. 그러므로 폐기물의 감량화와 재활용을 통한 자원화하여 폐기물이 새로운 자원의 가치를 가질 수 있도록 하여야 한다. 이러한 차원에서 건설폐기물 즉 건설부산물도 재활용하여 새로운 토목재료로 자원화 할 필요성이 있다. 건설부산물의 재활용을 통한 자원화 방안에는 사용용도에 따른 공학적 특성이 필요할 뿐만 아니라 환경적 특성을 분석하여 대상재료의 환경 안정성을 파악하여야 한다.

따라서 본 연구는 각종 건축물, 토목구조물 등에서 발생하는 콘크리트 덩어리를 수집 파쇄한 폐콘크리트에 대한 구리와 납의 오염물질 제거능을 분석하였다.

2. 오염물질의 특성

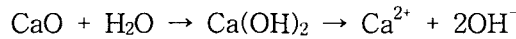
본실험에 사용한 오염물질로는 구리, 납을 사용하였다. 먼저, 구리(Cu)는 동제품 제조공정으로서 세척공정 또는 도금공정 세척수에서 다량 배출된다. 지표수 중의 구리는 1.0mg/ℓ 이하 농도에서 수생 생물에 대하여 독성을 나타내며, 음용수에 고농도로

포함될 때 물맛에 변화를 느끼게 한다. 구리는 침전 또는 이온교환, 증발, Electro Dialysis 방법에 의해 제거할 수 있다.

납(Pb)은 자연 상태에서는 극미량(1~10 μ g/l)이 존재하며, 납 오염은 공장폐수와 광산폐수 등에 의해서 발생된다. 납은 체내에 농축되므로 미량을 섭취하여도 독성을 나타내며, 만성적 경우 순환기, 신경계통, 신장장애 등이 일어날 수 있다. 납은 보통 난용성 염으로 제거하는 방법과 공침을 이용하는 방법이 흔히 사용되며 수산화물로도 응집, 침전시켜 제거하는 방법이 있다.

3. 실험재료

페콘크리트의 pH는 12.15로 강염기성으로 나타났으며, 표 1과 같은 용해성 CaO가 함유되어 있어 이들의 수화·분해 작용에 의해 아래와 같이 OH⁻가 용출되어 평형을 이루기 때문이다.



SiO₂의 함량이 높게 나타난 이유는 페콘크리트에 포함되어 있는 모래 성분에 의한 것으로 판단된다.

표 1. 페콘크리트의 화학적 조성

구성	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	L.O.I	합계
함량(%)	66.95	2.17	9.83	0.22	0.05	8.34	1.03	2.96	1.45	0.07	6.63	99.7

L.O.I : Loss On Ignition

4. 평형실험

금속표준용액은 각각 금속질산염 Cu(NO₃)·3H₂O, Pb(NO₃)₂의 특급시약을 사용하여 제조하였고, 각 용액 1000mg/l를 표준용액으로 하여 실험전에 희석하여 사용하였는데, 희석수는 증류수를 탈이온화시킨 초순수를 사용하였다.

평형실험은 페콘크리트에 의한 중금속 제거능 평가에 앞서 평형 도달시간을 알아보기 위한 예비실험으로 실시하였다. 시간에 따른 중금속 흡착평형 변화를 시험하기 위해 [흡착제:용액=3g:200ml]의 비율로 Media Bottle에 넣고 중금속 농도 5mg/l, 원시료의 pH, 온도 25 ℃로 맞춘 후 시간에 따른 흡착제거능을 조사하였다. 반응시간은 72시간동안 12단계로 구분하여 시료를 채취, 전처리하여 상등액의 중금속 농도를 측정하였다.

혼합 중금속 용액에 대한 페콘크리트의 평형도달시간은 표 2에 나타난 바와 같이

Pb, Cu는 24시간 이내에 제거율이 99.0%~100%로 나타나 평형에 도달했음을 알 수 있다.

표 2. 구리와 납에 대한 평형도달시간 결과

시간	납		구리	
	농도	제거율	농도	제거율
0	5.00	0.0	5.00	0.0
0.5	1.02	79.6	4.43	11.4
1	0.84	83.2	4.23	15.4
2	0.56	88.8	3.38	32.4
4	0.52	89.6	1.65	67.0
6	0.24	95.2	1.04	79.2
9	0.04	99.2	0.05	99.0
12	0.04	99.2	0.01	99.8
24	0.04	99.2	0.00	100
36	0.00	100	0.00	100
48	0.00	100	0.00	100
60	0.00	100	0.00	100
72	0.00	100	0.00	100

5. 실험결과

5.1 pH에 따른 Pb 제거능 평가실험

납(Pb) 5mg/l 인 경우, 24시간 경과 후 pH에 따른 제거능은 그림 1에 나타내었으며, 그림에서와 같이 pH 4, pH 7, pH 12.15에서 모두 100%로 나타났으며 20mg/l 인 경우도 pH 4, pH 7, pH 12.15에서 모두 100%로 나타났다.

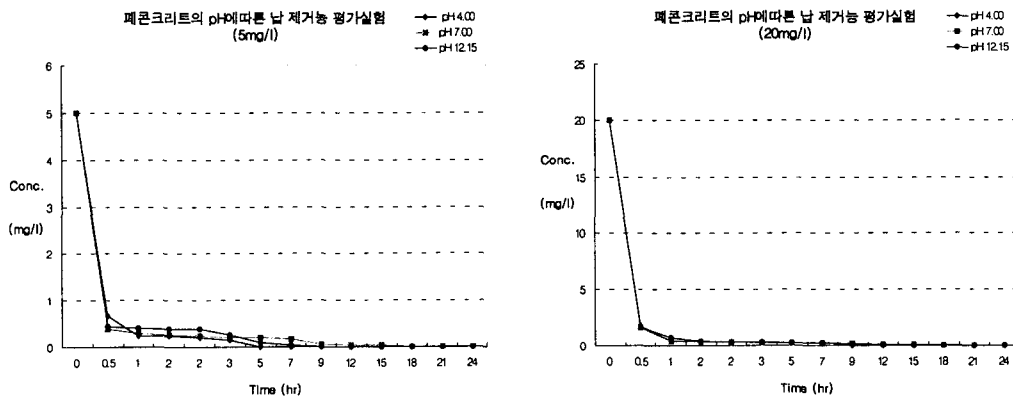


그림 1. 페콘크리트의 pH에 따른 납 제거능 평가실험

5.2. pH에 따른 Cu 제거능 평가실험

구리(Cu) 5 mg/l 인 경우, 24시간 경과 후 pH에 따른 제거능은 그림 2에 나타내었다. 그림에서와 같이 pH 4에서 97.60%, pH 7에서 99.40%, pH 12.15에서 99.60 %로 나타났으며, 20mg/l 인 경우도 pH 4에서 95.80%, pH 7에서 99.35%, pH 12.15에서 99.60%로 나타나 모든 pH하에서 제거능은 비슷한 경향을 나타냈으며 고농도와 저농도에서도 비슷한 경향을 나타내었다.

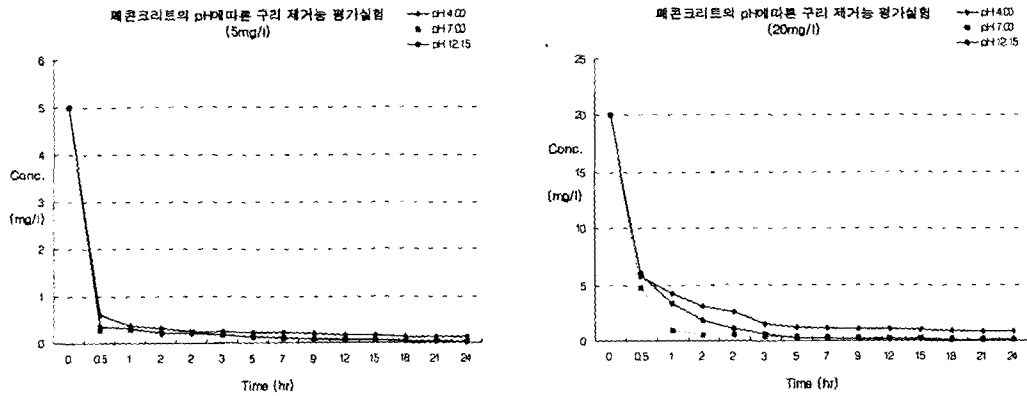


그림 2. 페콘크리트의 pH에 따른 구리 제거능 평가실험

6. 결론

- (1) 페콘크리트에 대한 중금속(Pb, Cu)의 제거 선호도를 살펴보면, 저농도(5mg/l)와 고농도(20mg/l)에서 Pb>Cu로 나타났다.
- (2) 페콘크리트의 제거능 평가실험 결과, 높은 pH에서의 제거능이 낮은 pH에서의 제거능보다 높게 나타났으며, 낮은 농도에서의 제거능이 높은 농도에서의 제거능보다 다소 높게 나타났다. 이는 페콘크리트에 함유되어 있는 CaO의 수화·가수분해 반응에 의해 OH⁻가 용출되어 pH가 12.15로 증가하였기 때문이다. 유출수의 pH가 높다는 것은 외부 알칼리도 성분의 조달없이 각종 중금속들이 수화물 형태 및 탄산염 형태로 침전유도할 수 있음을 나타낸다.

참 고 문 헌

1. 한국건설기술연구원, 인공차수재 및 복토재 개발, 환경부, 1996
2. 노혜란, 국내산 점토에 의한 Pb(II) 및 Cu(II)의 흡착특성에 관한 연구, 한양대학교 환경과학대학원 석사논문, 1989
3. 현재혁, 벤토나이트의 구리 흡착에 대한 용액 화학의 영향, 한국폐기물학회, 1999