

습식 순환골재의 생산공정에 적용 가능한 pH 저감제의 성능 검토

Study on Performance of pH Reducing Agent Applied for Wet Process of Recycled Aggregate

최종구¹ · 이건철^{1*}Jung-Gu Choi¹ · Gun-Cheol Lee^{1*}

(Received December 15, 2015 / Revised December 23, 2015 / Accepted December 24, 2015)

Construction waste is recycled and used for the efficient and eco-friendly disposal of construction waste increasing due to reconstruction and redevelopment project and so on. There is recycled aggregate as a typical case. And this recycled aggregate shows strong alkalinity due to calcium hydroxide, and causes many environmental problems. Therefore, this is a study on reduction in the strong alkalinity of recycled aggregate by using sodium phosphate based ammonium in order to reduce the pH of recycled aggregate. Besides, a possibility that a pH reducing agent of recycled aggregate could be applied to a site was evaluated. As a result, it was possible to verify that pH decreased as the percentage of pH reducing agent increased. It is thought that the pH reducing agent can be applied to a site by methods such as immersion and spray using the pH reducing agent in the process of producing recycled aggregates.

키워드 : 순환골재, pH 저감제, 제1인산나트륨, 염화암모늄,

Keywords : Recycled aggregate, pH reducing agent, The first sodium phosphate, Ammonium chloride,

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

최근 1980년대 전후로 하여 건설되었던 콘크리트 구조물의 철거 및 재개발 사업 증가로 인해 건설폐기물의 발생량이 증가하고 있는 추세이며, 2013년 기준 전체 폐기물 발생량 중 건설폐기물이 약 48% 이상을 차지하고 있다(Ministry of Environment 2013). 이에 따라 증가하는 건설폐기물을 효율적이고 친환경적으로 처리하기 위해 일부 순환골재로 재활용하여 사용하고 있다.

순환골재는 건설폐기물 중 폐콘크리트 및 폐아스팔트를 파분쇄하여 중간처리 과정을 통하여 품질규정에 맞게 생산된 골재로서, 주로 성토·복토용, 도로보조기층용 등으로 사용되고 있다. 한편, 건설폐기물을 이용한 순환골재의 생산 및 사용 촉진 등이 제도화됨에 따라 사용량이 증가하고 있으며, 2016년부터는 도로보조기층용 등 용도별 의무사용량을 15%에서 40%까지 사용하도록 규정

하여 순환골재의 사용량은 지속적으로 증가될 것으로 예상된다(Ministry of Environment 2013).

그러나, 순환골재는 폐콘크리트를 원골재로 사용함으로써 중간처리 과정을 통하여 순환골재 품질기준에 만족하더라도 순환골재 표면에 부착된 시멘트 페이스트 및 잘게 부서진 시멘트 미분으로 인해 강알칼리 성질을 나타내는 문제점을 지니고 있다. 이는 순환골재에 포함된 시멘트의 주요성분인 석회(CaO)가 물과 반응하여 경화되어 수산화물(C-S-H)과 강알칼리성을 띠는 수산화칼슘(Ca(OH)₂)을 생성하여 강알칼리성을 띄게 되기 때문에, 물과 밀접한 수변지역 등에서의 강알칼리성 침출수 유출로 인한 피해사례가 지속적으로 보고되고 있다(Jung 2012).

이에 따라 환경부에서는 순환골재 활용에 따른 환경오염 방지를 위해 알칼리수의 유출이 우려되는 수변지역 등에 대해 시공을 제한하는 기준을 제시하고 있으며, 한편 예외 규정으로 pH 9.8 이하 전처리 된 순환골재 또는 환경관련 기준 준수를 위한 시설설

* Corresponding author E-mail: gcleee@ut.ac.kr

¹한국교통대학교 건축공학과 (Department of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, 27469, Korea)

치 시 사용이 가능하도록 법적완화 규정을 두고 있다(Ministry of Environment 2011).

이와 관련하여 Lee et al.(2011)은 축진탄산화 반응을 이용한 알칼리 저감장치를 제작하여 대량의 순환골재를 대상으로 알칼리 저감효과 및 품질의 영향을 분석한 결과 순환골재의 수산화칼슘이 탄산칼슘으로 변화되어 pH가 저감되었고, 탄산화 반응 전보다 순환골재의 물리적 품질이 개선되는 것을 확인하였다. Kim et al.(2012)은 자체 제작한 반응조에 드라이아이스를 가열·비가열한 온도 99% 액화 탄산화가스에 의한 순환골재의 알칼리성분을 중성화시키는 실험적 연구를 한 결과 pH 저감 가능성을 확인하였다. 그러나 이러한 연구결과를 현장에 적용할 시 순환골재 생산라인이 복잡해지고 추가적인 생산설비가 요구되어 경제성 및 순환골재 생산의 연속성이 불리해지는 어려움이 발생할 수 있다.

1.2 연구의 목적 및 범위

본 연구는 순환골재 생산공정 중 습식 분리선별 장치에 적용 가능한 pH 저감제의 성능을 평가하기 위한 연구로서, 생산 라인의 추가적인 생산 설비의 요구 없이 기존 생산 공정에 적용이 가능하고 생산량을 만족하기 위해서는 액상타입의 pH 저감제의 활용이 효율적이다. 따라서 본 연구에서는 제1인산나트륨계 수화물과 염화암모늄을 물과 혼합한 수용액(이하, pH 저감제)을 사용하여 강 알칼리의 순환골재를 pH 9.8 이하의 성능을 만족시키는 최적의 비율을 도출하고자 혼합비율과 침지시간 경과에 따른 순환골재의 pH 변화를 분석하고 향후, 습식 순환골재 생산라인에서의 적용 가능성을 확인하고자 한다.

2. 습식 순환골재의 생산공정에 적용 가능한 pH 저감기술

Fig. 1은 습식 순환골재의 주요 생산공정의 일례를 나타낸 것이다. 즉, 폐콘크리트가 컨베이어 벨트로 이동하며 보통 3차례 정도의 파쇄와 선별과정을 걸쳐 순환골재가 생산된다.

습식공정에서는 건식공정과 다르게 추가적인 세척단계를 거치게 되는데 이 과정에서 pH 저감제를 이용한 침지, 분사 등의 방법으로 세척이 이루어지고 최종적으로 생산이 완료된 순환골재가 적재되어 건조되는 과정에서 반응이 이루어져 pH 9.8 이하로 저감 효과를 갖춘 순환골재가 생산될 수 있다.

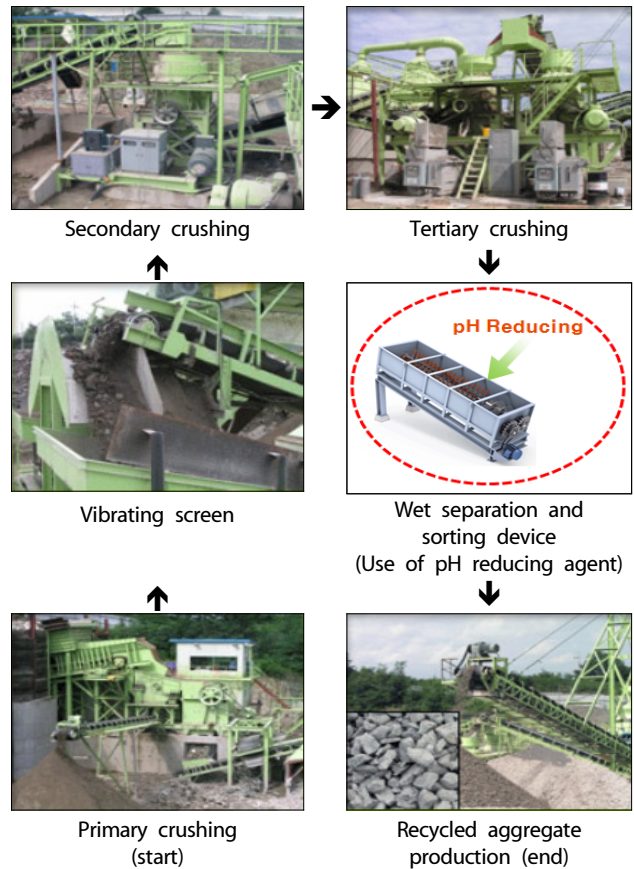


Fig. 1. Process chart of recycled aggregate production

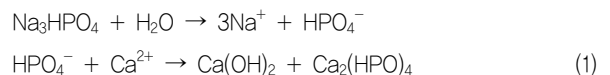
2.1 순환골재의 pH 저감 메커니즘

본 연구에 사용된 pH 저감제는 제1인산나트륨 수화물과 염화암모늄으로서 일정 비율 물과 혼합한 액상타입으로, 이를 순환골재 생산 공정에서 도포반응 처리할 경우, 순환골재의 강알칼리 침출수에 의한 지하수, 토양 오염 방지에 효과적일 것으로 판단된다.

2.1.1 제1인산나트륨 수화물 반응

제1인산나트륨 수화물은 인체에 무해하며 환경영향성이 적은 식용 인산나트륨으로 물에 해리된 후 인산이온(HPO_4^-)과 순환골재에서 용출된 칼슘이온(Ca^{2+})이 반응하여 침전물을 생성하게 되며 이로 인해 골재표면에 코팅막을 형성하고 pH 저감효과를 가지게 된다.

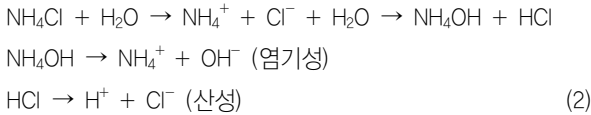
제1인산나트륨 수화물의 반응식은 다음 식 (1)과 같다.



2.1.2 염화암모늄 반응

수산화암모늄의 해리로 인해 수산화이온(OH⁻)에 의한 염기성 분위기 보다 염산(HCl)의 해리로 인한 수소(H⁺) 이온의 산성 분위기가 강해 전체적으로 약산성의 pH를 가진다. 염화암모늄 해리로 인해 수용액의 pH는 약산성을 띄게 되며, 이는 인산이온과 칼슘이온의 반응이 용이하게 일어나도록 하는데 영향을 준다.

염화암모늄의 반응식은 다음 식 (2)와 같다.



3. 실험개요

3.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 Table 1과 같다. 기존의 순환골재의 pH 측정방법으로 환경부에서는 시료를 미분쇄하여 측정하는 폐기물 공정 시험방법과 토양오염공정 시험방법을 제시하고 있으나, 이러한 방법들은 실제 순환골재의 사용조건과 다르므로 pH 결과가 다르게 나온다는 외국 연구결과가 보고되고 있다(Lee et al, 2011).

Table 1. Experimental plan

Items	Variables	
Type of recycled aggregate	2	Artificial recycled aggregate (W/C: 40% Cement paste), For road construction of T company
Aggregate conditions (mm)	1	Less than 20
Soaking solution	2	pH reducing, Distilled water
Mixing ratios	1	The first sodium phosphate : Ammonium chloride = 4 : 1
Soaking solution mixing ratio (%)	4	0, 20, 40, 60
Soaking solution soaking time (minute)	5	0, 10, 30, 60, 90
Drying time after soaking (hour)	1	24
pH of purified water for elution	1	5.8~6.3
Measurement time (hour)	7	0.5, 1, 3, 24, 48, 72, 96
Experiment	3	pH, Surface observation, SEM/EDS analysis

따라서 본 연구에서는 국립환경과학원에서 제안하는 pH 시험 방법(안)에 의거하여 실제 사용하는 순환골재 중 pH가 높게 나오는 입도크기 20mm 이하의 순환골재 200g 시료를 채취하고 비커에 Solid : Liquid 비를 1:2.5로 용출하였다. pH 저감을 위한 촉매제1인산나트륨 수화물과 염화암모늄의 비는 4:1로 증류수 500ml 당 0%, 20%, 40%, 60%의 수준으로 하여 비율 별 pH의 변화량을 측정하였고 각 비율별 10분, 30분, 60분, 90분간 침지시간을 달리 하여 침지가 끝난 시료는 24시간 동안 자연건조를 시켰다. 건조된 순환골재는 증류수에 염산을 혼입하여 제조한 pH 5.8~6.3의 정제수에 0.5, 1, 3, 24, 48, 72, 96시간 용출 후 시간경과에 따른 순환골재의 pH 변화를 측정하였다(Korea Institute of Construction Technology 2014).

미세분석은 순환골재의 반응 전·후의 화학성분 변화에 따른 중성화반응 여부를 확인하기 위하여 반응 후 가장 pH 저감 효과가 높은 순환골재를 대상으로 SEM/EDS 분석과 디지털현미경 표면 촬영을 실시하였다.

3.2 사용재료

본 연구의 사용재료로서 순환골재는 A사 보통포틀랜드 시멘트를 사용한 W/C 40% 시멘트 페이스트를 28일간 양생하여 분쇄한 인공순환골재와 국내 T사의 도로공사용 순환골재를 사용하였으며 pH 저감을 위한 촉매로는 Y사의 제1인산나트륨 수화물과 D사의 염화암모늄을 사용하였다.

3.3 시험방법

본 연구의 pH 측정방법은 국립환경과학원에서 제안하는 pH 시험방법(안)에 의거하여 실시하고 시험기준은 Table 2와 같다.

사용시료는 입경 20mm 이하의 인공순환골재, T사 순환골재이며 시료의 전처리 과정으로 사용된 침지액과 골재의 비는 1:2.5이고 침지액에 혼입된 pH 저감을 위한 촉매의 혼입량은 Table 3과 같다. Fig. 2는 본 연구에 사용된 사용장비를 나타낸 것이고, Fig. 3은 시료의 전처리 과정을 나타내었다. Fig. 4는 pH 측정기를 사용하여 시료의 pH를 측정된 일례를 나타낸 것이다.

Table 2. National Institute of Environmental Research pH test method revision(draft)

Aggregate: distilled water	Particle size (mm)	Quantity of sample (g)	Purification quantity (g)	Purified water (pH)	Elution time (minute)
1:2.5	Less than 20	200	500	5.8~6.3	More than 30

Table 3. Mixing ratio of pH reducing agent

Mixture ratio (%)	Mixing amount (g)		
	Distilled water	The first sodium phosphate	Ammonium chloride
0	500	-	-
20	500	80	20
40	500	160	40
60	500	240	60



(a) pH meter (b) Digital microscope (c) SEM analysis

Fig. 2. Measuring devices



(a) Immersion (b) Drying

Fig. 3. Sample preparation

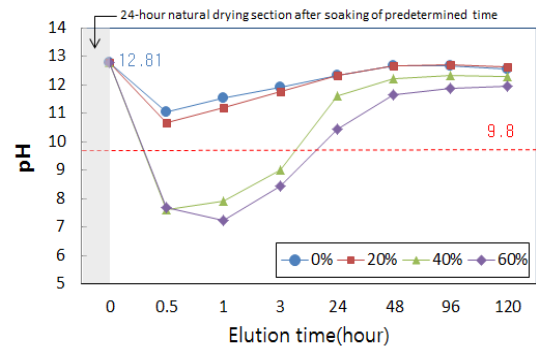


Fig. 4. pH determination

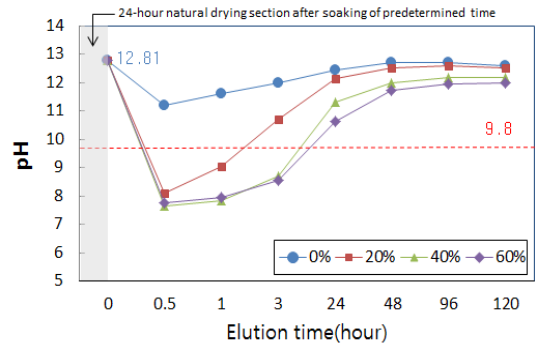
4. 실험결과 및 분석

4.1 비율에 따른 침지시간 별 pH 측정결과

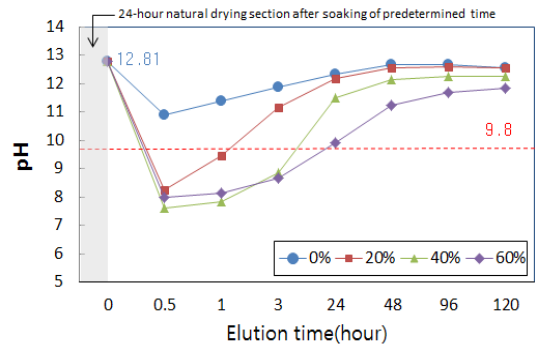
Fig. 5~6는 순환골재 비율에 따른 pH 변화를 침지시간 별로 각각 나타낸 그래프이다. 전체적으로 pH 저감제의 비율이 증가할수록 순환골재의 최대 pH가 낮아지는 경향이 나타내었다. 인공 순환골재의 경우 원골재 pH가 12.81만큼 나타났으며 0% 비율 10분간 침지 시 초기 pH 값이 11.07로 1.74만큼 감소되었고 60% 비율



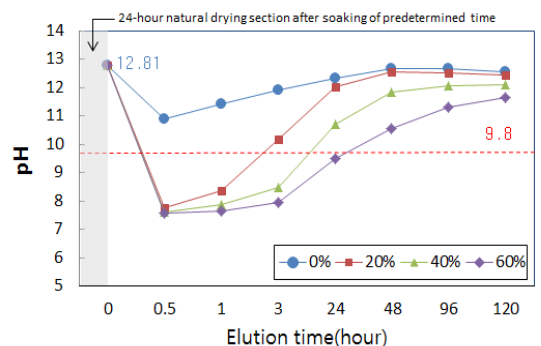
(a) soaking for 10 minutes



(b) soaking for 30 minutes



(c) soaking for 60 minutes



(d) soaking for 90 minutes

Fig. 5. PH by rate depending on artificial recycled aggregate soaking time

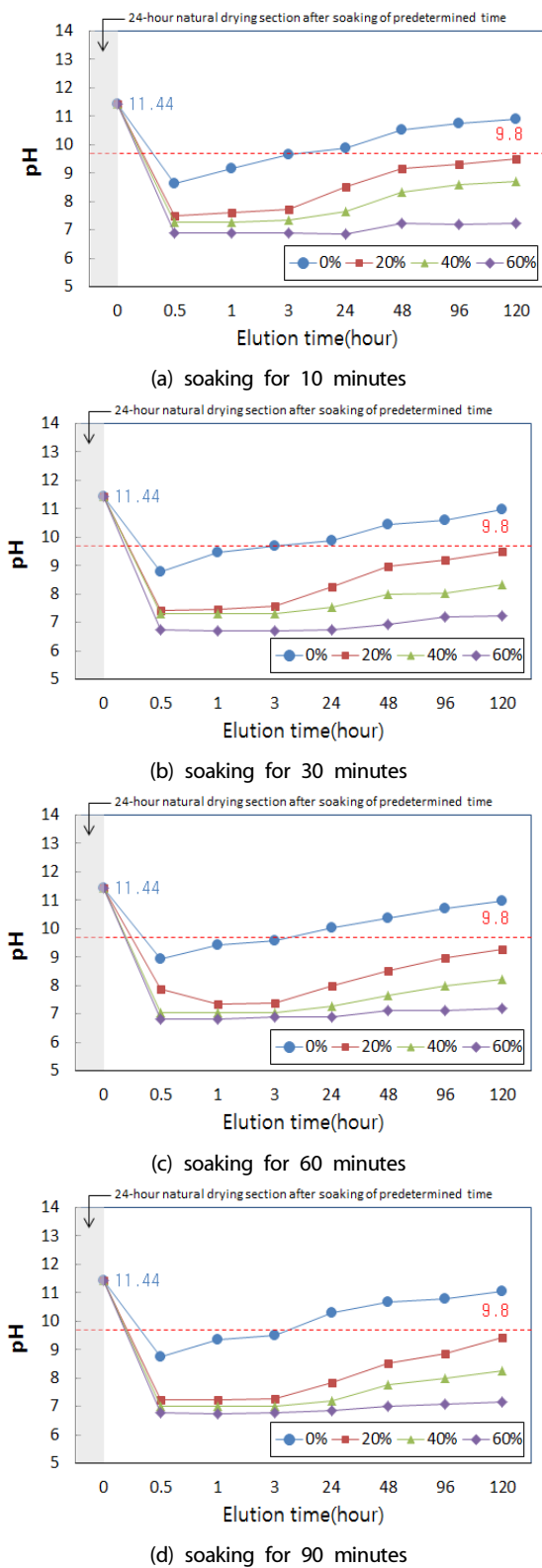


Fig. 6. PH by rate depending on T Company recycled aggregate soaking time

침지 시 7.70로 5.11만큼 감소하는 것으로 나타나 pH 저감제의 초기 성능효과가 있는 것으로 나타났다. 증류수 100%라고 할 수 있는 0% 침지조건에서 초기 pH가 1.74만큼 감소된 것은 자연건조과정에서 대기 중의 이산화탄소에 의한 표면탄산화 반응으로 단기적인 현상인 것으로 사료된다. 하지만, 용출시간이 경과할수록 지속적으로 유출되는 강알칼리 성분에 의해 용출 96시간 경과 시 0% 침지조건 순환골재는 pH 11.07에서 pH 12.58 만큼 pH를 회복하여 원골재의 pH 수준에 도달하였다. 또한, 초기 성능효과가 우수했던 60% 침지조건 경우에도 처음 원골재 pH의 값에 가까운 pH 11.97로 회복하는 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 사용된 인공순환골재의 주성분이 CaO인 시멘트페이스트를 분쇄한 골재이기 때문에 지속적으로 강알칼리성을 나타내는 수산화칼슘을 생성하여 원골재의 pH와 가깝게 회복하는 것으로 판단된다.

침지시간에 따른 pH 측정결과, 인공순환골재의 경우 10분간 침지하였을 때 pH 저감제 20%에서는 저감 효과가 높지 않게 나타났다. 이는 강알칼리성 조건인 인공순환골재에서의 pH 저감제 20% 비율 10분간 침지 시 충분한 반응이 일어나기에 다소 부족한 것으로 판단된다.

T사 도로공사용 순환골재의 pH 측정값에 있어서는 0%를 제외한 모든 조건에서 용출 30분 경과 후 pH 값이 최대 8.95로 환경부에서 제안한 순환골재 품질기준 pH 허용기준치인 pH 9.80이하의 값을 만족하는 것으로 나타났고, 0%의 조건에 있어서만 인공순환골재와 동일하게 96시간 경과 후 원골재의 pH 수준으로 회복되어 pH 저감제 사용시 pH 저감 효과가 탁월한 것으로 판단된다. 이는 pH 저감제의 주성분인 인산나트륨이 물과 반응을 하여 순환골재의 수산화칼슘 생성을 억제시키는 작용을 하여 pH가 감소하는 것으로 판단된다. 한편, 96시간경과 후 pH 저감제를 사용한 순환골재의 경우의 결과를 살펴보면 20%의 경우에는 허용기준치인 pH 9.8에 근접하게 증가하였고, 40%의 경우에는 pH 8 범위의 약알칼리성을 나타내며, 60%의 경우에는 pH 7 범위의 중성을 나타내어 60% 경우가 pH 저감효과가 우수한 것으로 보일 수 있다. 하지만, 60%의 경우 pH 저감제 제조 시 다른 비율 조건과는 달리 물에 100% 용해되지 않아 백색의 고체가 형성되고, 골재 표면에 백색결정체가 생성된 것을 관찰하였다. 따라서 골재조건의 변수와 장기간 용출을 고려할 경우 20% 비율은 허용기준치를 초과할 가능성이 있고, 60% 비율은 제조시 100% 용해되지 않는 문제점을 나타내므로, 최적화 및 안정성 확보를 고려해볼 때 약 40% 혼합비율이 효과적일 것으로 판단된다.

침지시간에 따른 pH 측정결과 T사 도로공사용 순환골재의 경우 침지시간 별 pH 변화량에 대한 차이는 미비한 것으로 나타나,

순환골재의 pH에 대한 영향은 침지시간보다 침지여부에 따른 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

4.2 미세분석

4.2.1 표면 관찰

Fig. 7~8은 본 연구에서 사용한 인공순환골재의 침지시간 30분 기준 각 비율별 표면상태와 자연건조 후 96시간 용출 후 표면상태를 현미경으로 각각 160배로 촬영한 것이다.

Fig. 7과 같이 pH 저감제 20% 비율부터 골재 표면에 투명한 막이 형성되는 것을 확인할 수 있었고, 40% 비율까지 증가할수록 더욱 선명해지며 두꺼워 지는 것을 확인할 수 있었다. 60% 비율에

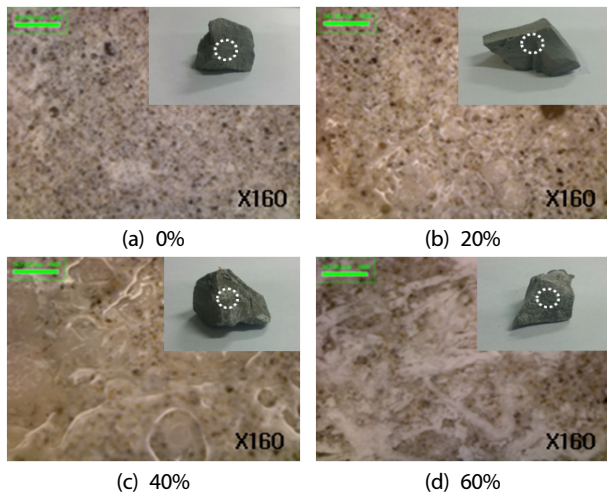


Fig. 7. Surface state by rate(soaking for 30 minutes)

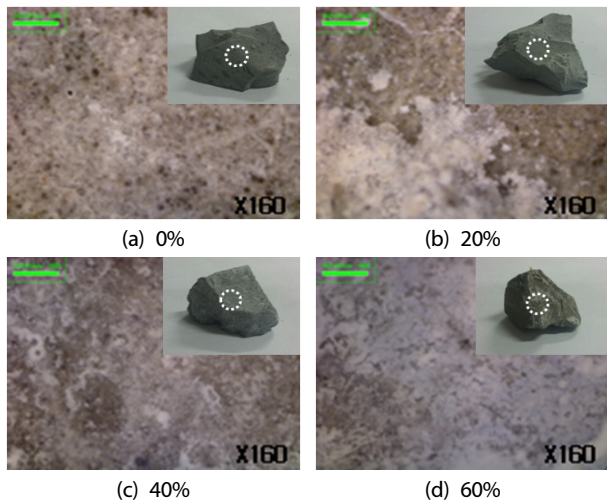


Fig. 8. Surface state by rate(after elution for 96 hours)

서는 40% 비율까지 골재표면에 나타나지 않았던 백색 결정체가 부분적으로 생성되어 골재표면에 붙어있는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 pH 저감제의 주성분인 인산나트륨계 암모늄염의 고체성인 것으로 판단되며, 골재표면에 형성된 투명한 막에 의해 순환골재의 수산화칼슘 성분이 외부로 용출되는 것을 억제하는 효과를 나타내어 pH가 저감되는 것으로 판단된다.

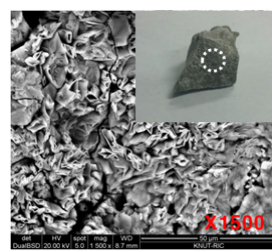
Fig. 8과 같이 96시간 용출 후 표면상태를 촬영한 결과 용출 전과 비교했을 때 전체적으로 밝은 색을 띄며 40, 60% 비율에서는 백색 결정체가 골재표면 공극을 메우고 있는 형상이 관찰되었다.

이는 침지 후 과포화상태의 인산나트륨(Na_3HPO_4)이 나트륨이온(3Na^+)과 인산이온(3HPO_4^{4-})으로 해리되어 순환골재에서 용출된 칼슘이온(Ca^{2+})과 결합하여 인산칼슘($\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_4$)을 생성하고 결합되지 못한 나트륨이온(3Na^+)이 건조하는 과정에서 수분의 증발로 인하여 고체화되어 골재표면에 묻어나는 것으로 사료된다.

4.2.2 SEM/EDS 분석

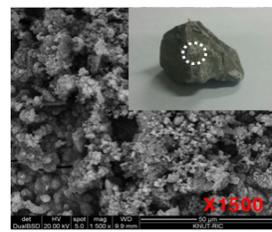
Fig. 9~10은 백색 결정체가 많이 검출되었던 60% 비율의 용출 전·후에 따른 골재표면 상태를 SEM/EDS분석을 나타낸 것이다. Fig. 9와 같이 pH 저감제에 30분 침지 후 24시간 건조시킨 경우 골재 표면에 나트륨(Na) 17.16%, 칼슘(Ca) 1.51%가 검출되었지만, Fig. 10과 같이 96시간 용출 후 나트륨(Na) 2.57%, 칼슘(Ca) 18.14%로 나트륨(Na) 성분은 14.59% 감소하였고, 칼슘(Ca) 성분은 16.63% 증가한 것을 확인할 수 있었다.

이는 인산나트륨(Na_3HPO_4)이 물(H_2O)에 의해 인산이온(HPO_4^{4-})



Component	Rate(%)
Na	17.16
P	11.47
K	1.77
Ca	1.51
O	68.10

Fig. 9. SEM/EDS analysis based on 60%(soaking for 30 minutes)



Component	Rate(%)
Na	2.57
P	13.82
K	1.86
Ca	18.14
O	63.6

Fig. 10. SEM/EDS analysis based on 60%(after elution for 96 hours)

과 나트륨이온(3Na^+)으로 해리되어 인산이온(HPO_4^-)과 시멘트의 칼슘이온(Ca^{2+})의 결합으로 인산칼슘($\text{Ca}_2(\text{HPO})_4$)이 생성되어 pH를 억제시키는 것으로 사료되며 결합되지 못한 나트륨이온(3Na^+)이 건조과정에서 수분의 증발로 인해 겉 표면에 고체화되어 묻어난 것으로 사료된다.

따라서 96시간의 용출과정 중 시멘트의 칼슘이온(Ca^+)과 인산이온(HPO_4^-)의 지속적인 결합으로 인산칼슘($\text{Ca}_2(\text{HPO})_4$)이 생성되면서 pH를 억제함과 동시에 나트륨(Na) 성분은 물에 용해되어 용출수로 배출된 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 습식 순환골재 생산 공정에 적용 가능한 pH 저감제의 기초성능을 알아보기 위한 연구로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. pH 저감제의 혼합비율이 증가할수록 순환골재의 최대 pH가 감소하는 경향을 나타내었다. 시멘트 페이스트를 이용한 인공 골재의 경우 20% 수용액의 pH 저감제에 10분간 침지 조건이외에는 환경부의 pH 완화기준인 pH 9.8을 모두 만족하는 것으로 나타났으나, 용출시간이 길어 질수록 pH가 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 실제 생산된 T사의 도로공사용 순환골재의 경우 pH 저감제의 혼합비율이 증가할수록 pH의 회복속도가 완만한 것으로 나타났으며, pH 저감제 혼합율 60%의 경우 시간증가 pH 저감효과가 안정적으로 나타났다. 그러나, pH 저감제 60%의 경우 pH 저감제 제조 시 다른 비율 조건과는 달리 물에 100% 용해되지 않아 백색의 고체가 형성되고, 골재 표면에 백색결정체 생성되는 경향이 관찰되었다.
2. pH 저감제의 혼합비율이 증가할수록 순환골재 표면에 두껍게 생성된 코팅막에 의해 순환골재의 수산화칼슘 성분이 용출의 억제되어 pH가 저감되는 효과를 갖는 것으로 판단된다.
3. SEM/EDS 측정결과 용출 전에 비해 용출 후 인산성분과 칼슘성분이 증가하였고 용출과정 중 시멘트의 칼슘이온(Ca_2^+)과 인산 나트륨(Na_3HPO_4)의 인산이온(HPO_4^-)의 지속적인 결합으로 인산칼슘($\text{Ca}_2(\text{HPO})_4$)이 생성되면서 pH를 억제시키는 것으로 판단된다.

이상의 실험결과를 종합해 볼 때, 제1인산나트륨과 염화암모늄을 이용한 pH 저감제는 최소한의 침지만으로도 순환골재의 pH를 9.8 이하로 저감하는 효과가 탁월한 것으로 판단된다. 따라서, 생

산 라인의 추가적인 생산 설비 요구가 필요 없는 습식 분리선별 장치에서 본 연구의 pH 저감제 적용이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2015년도 산학협력력 기술개발사업(No. C0300490)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

References

- Jung, M.I. (2012). Development of Duplex Screen Net Trommel with pH Reduction Function of Recycled Aggregate, Master's Thesis, Mokpo National University, Korea.
- Kim, J.B., Lee, S.H. (2011). pH Reduction Technology Demonstration of Recycled Aggregate [Final Report(complete version)], Ministry of Environment [in Korean]. Korea Institute of Construction Technology. (2011). Recycling Basic Plan of the Second-Order Construction Waste, Korea.
- Korea Institute of Construction Technology. (2014). Promotion Result Report on pH Test Method Preparation of Recycled Aggregate, Korea.
- Lee, I.S., Bok, Y.J., Hong, S.R., Kim, J.M. (2012). An experimental study for reduction pH of recycled aggregate, Journal of the Korea Concrete Institute, **24(2)**, 819-820 [in Korean].
- Lee, J.C., Yoon, S.H., Lee, S.H., Kim, J.B. (2011). A study on the optimization of recycled aggregate alkalinity reducing facility in the field, Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, **6(3)**, 53-60 [in Korean].
- Ministry of Environment. (2003). Construction Waste Recycling Promotion Act, Korea.
- Ministry of Environment. (2013). National Waste Generation and Treatment Status, Korea.
- Yoon, S.H., Lee, S.H., Lee, J.C. (2011). A study on the pH characteristic of recycle aggregate according to test methods and elapsed time, Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, **6(3)**, 61-68 [in Korean].

습식 순환골재의 생산공정에 적용 가능한 pH 저감제의 성능 검토

재건축 재개발 사업 등으로 인하여 증가하는 건설폐기물을 효율적이고 친환경적으로 처리하기 위하여 건설폐기물을 재활용하여 사용하고 있다. 대표적으로 순환골재가 있으며, 이는 수산화칼슘에 의하여 높은 강알칼리성을 나타내며 많은 환경문제를 발생시키고 있다. 따라서 본 연구는 순환골재의 pH를 저감하기 위해 인산나트륨계암모늄염을 사용하여 순환골재의 강알칼리성을 감소시키기 위한 연구이다. 또한, 순환골재 pH 저감제의 현장적용 가능성을 평가하였다. 그 결과 pH 저감제 비율이 증가할수록 pH가 감소하는 것을 확인할 수 있었으며 순환골재 생산과정 중 pH 저감제를 이용한 침지, 분사 등의 방법으로 현장적용이 가능할 것으로 판단된다.