

순환골재 알카리 저감장치의 현장 최적화에 관한 연구

A Study on the Optimization of Recycled Aggregate Alkalinity Reducing Facility in the Field

(Received August 18, 2011 / Revised September 7, 2011/ Accepted October 18, 2011)

이중찬¹⁾, 송태협¹⁾, 이세현^{1)*}, 김종복²⁾

¹⁾한국건설기술연구원, 건축구조·자원연구실, ²⁾삼영플랜트(주)

Jong-Chan Lee^{1)*}, Tae-Hyeob Song¹⁾, Sae-Hyun Lee¹⁾, Jong-Bok Kim²⁾

¹⁾Building Structure & Resources Division, KICT, GYeonggi-Do, 411-712, Korea

²⁾Samyoung plant Co, LTD, GYeonggi-Do, 456-833, Korea

Abstract

As Construction & Demolition(C&D) debris increase every year, a system has enforced for recycled aggregate made out of C&D debris, then recycled aggregate usage increased in construction field. But as environmental problem by alkalinity of recycled aggregate occurred, the study for lowering alkalinity of recycled aggregate is needed. In this study we made alkalinity reducing facility and installed in the C&D debris midterm-treat field. Then we certified effect of lowering alkalinity and quality of recycled aggregates before and after carbonation.

As a result, the most effective carbonation condition is 30seconds in carbonation time, -50~100 kPa of reaction pressure with change of 3cycles. This condition made pH 9.33~9.8 of recycled aggregate possible. The quality of recycled aggregate after carbonation was better than before carbonation in terms of plasticity index, modified CBR, abrasion loss, sand equivalent, liquid limit, size distribution, density and water absorption.

키워드 : 순환골재, 알카리, 촉진탄산화 반응

Keywords : Recycled aggregate, Alkalinity, Accelerated carbonation reaction

1. 연구의 목적

건설폐기물을 중간처리하여 생산하는 순환골재는 2007년 4,178만톤, 2008년 4,599만톤, 2009년 5,103만톤으로 매년 증가추세에 있다¹⁾²⁾³⁾. 이 순환골재는 건설공사에서 천연골재의 대체골재로 성·복토용, 매립용 등으로 대규모의 양을 사용함으로써 자원 순환에 큰 역할을 담당하고 있다.

그러나 2008년 10월 시화호 매립공사 현장에서 수평배수층에 순환골재를 사용하여 발생한 강알카리성의 침출수가 인근에 살고 있던 철새를 집단 폐사시켰다는 언론 보도⁴⁾가 나간 이후 국토환경 보전을 위한 순환골재의 사

용이 오히려 환경적으로 문제를 발생시킬 수 있다는 지적이 제기됨에 따라, 순환골재 활용시 알카리수의 유출이 우려되는 지역에 사용하는 순환골재는 알카리 저하를 위한 전처리 등을 순환골재를 사용하거나 배수로, 집수정을 설치하도록 순환골재품질기준을 개정하게 되었고⁵⁾, 순환골재의 활용을 증대시키기 위하여 순환골재의 알카리를 낮추는 연구가 필요하게 되었다.

순환골재는 시멘트 성분에 의하여 pH 11이상의 강알카리성을 보유하고 있다. 본 연구는 촉진탄산화반응을 이용하여 순환골재를 탄산화시킴으로써 알카리성을 저하시키는 기술을 현장에 적용하여 안정적으로 생산할 수 있는 최적조건을 도출하고 대량 연속생산에 의한 순환골재의 안정적인 pH 저감정도를 확인하고자 하였다.

* Corresponding author

E-mail: shlee@kict.re.kr

2. 순환골재 알카리 저감장치 개요

2.1 순환골재의 알카리성 저하 이론

순환골재는 Fig. 1과 같이 표면에 시멘트페이스트 또는 모르타르가 부착되어 있거나 분말로 다량 함유되어 있다. 이 시멘트는 칼슘-실리케이트-알루미늄에이트의 화합물의 시리트로 구성되며, 수화반응에 의하여 고알카리성을 띠는 수산화칼슘[Ca(OH)₂]을 생성하므로 순환골재에서 용출된 용액의 pH는 11~12의 강알카리성을 나타낸다⁶⁾.

따라서 Ca(OH)₂를 감소시킬 경우 알카리성 저하가 이루어질 수 있다. 이는 콘크리트의 탄산화반응을 이용하여 Ca(OH)₂를 CaCO₃로 전환함으로써 알카리성 저하가 가능하다⁷⁾.

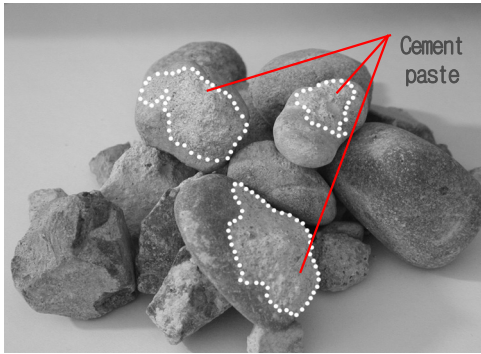


Fig. 1 Recycled aggregate shape⁸⁾

2.2 순환골재 알카리 저감장치의 구성

순환골재 알카리저감을 위한 탄산화 공정 Fig. 2와 같이 순환골재 pH 반응을 유도하는 회전믹서형 챔버(반응기)와 CO₂가스를 공급하는 CO₂ 탱크와 CO₂가스를 순환 및 저장할 수 있도록 구성된 CO₂ 순환설비로 구분할 수 있다.

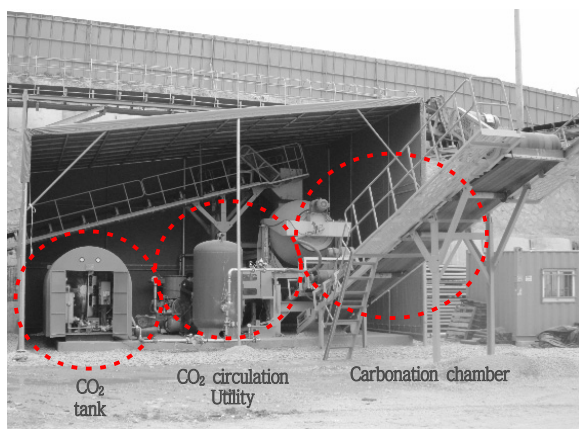


Fig. 2 pH reducing Facility

공정순서는 Fig. 3과 같이 호퍼에 도로공사용 순환골재 투입→회전믹서형 챔버내 순환골재 투입→회전믹서형 챔버 밀폐 → 회전믹서형 챔버내 공기의 대기방출(-50 kPa) 후 CO₂ 주입·탄산화 반응(5분, CO₂ 농도 80% 이상유지, 압력 50~100 kPa 반복, 15rpm 회전) → CO₂ 가스회수(순환장치 이동·저장) → 도로공사용 순환골재 배출 공정으로 이루어진다.

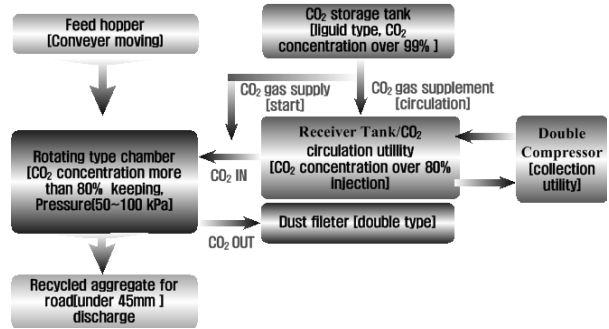


Fig. 3 Process for reducing alkalinity

CO₂ 반응을 위한 회전믹서형 챔버는 Fig. 4와 같이 내부에 6개의 블레이드가 설치되어 있어 회전시 순환골재가 교반되어 CO₂ 가스와 접촉효율을 높임으로써 탄산화반응을 촉진하는 효과를 갖게 되고 물리적으로 교반시 골재간 마찰 및 충격에 의한 입도의 변화가 발생될 것으로 예상된다.

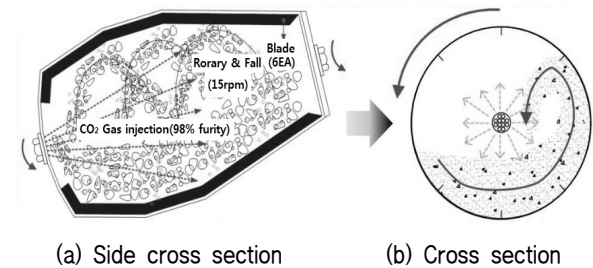


Fig. 4 Schematic of reaction chamber

3. 순환골재 알카리 저하 시험

3.1 순환골재

시험 대상 순환골재는 경기도 이천 소재의 건설폐기물 중간처리업체에서 건설폐기물을 2차파쇄를 거쳐 생산한 40mm 이하의 도로공사용 순환골재를 대상으로 하였다

3.2 알카리 저하시험인자 및 시험방법

3.2.1 시험인자

순환골재의 pH저감을 위한 알카리저하 시험장치의 현장 최적화를 위하여 다음의 인자를 기준으로 4종류로 구분하여 현장시험을 실시하였다.

Table 1 Test factors

items	Factors
Test 1	- reaction time : 150, 180, 300 sec - Recycled aggregate amount : 1.6 t
Test 2	- Purging effect : none and 10 sec - reaction time : 210 sec - Pressure in chamber : 100 kPa - Recycled aggregate amount : 1.6 t
Test 3	• Case 1 - Pressure change : -50 ~ 100 kPa(1cycle) - reaction time : 180 sec - Recycled aggregate amount : 1.6 t • Case 2 - Cycling change : -50 ~ 80 kPa(2cycle) - reaction time : 300 sec - Recycled aggregate amount : 1.6 t
Test 4	• optimum condition - Recycled aggregate amount : 2.4, 3.4 t - reaction time 300 sec - Pressure cycling change : -50 ~ 100 kPa (3cycle)

Test 1은 내부에 압력이 올라가지 않도록 밀폐를 해제하고, 농도 100%의 CO₂가스를 150, 180, 300초의 다른 반응시간동안 계속 주입하였을 때 챔버내 CO₂ 농도와 순환골재의 탄산화 반응시간에 따른 pH 변화를 확인하였다. 탄산화 반응 시험시 반응시간을 최대 300초로 한 것은 순환골재의 1일 탄산화 반응 처리량을 고려하여 결정한 것으로 골재의 투입, 탄산화, 배출시간을 포함한 1배치당 시간은 480초가 소요된다. 이 이상이 소요될 경우 순환골재의 탄산화 처리시 경제성이 문제가 될 수 있다.

Test 2는 내부공기를 CO₂ 가스로 10초 동안 배출하는 경우와 하지 않은 경우 내부의 CO₂ 농도를 측정하고, 동일한 210초 동안 100 kPa의 압력을 유지하면서 탄산화반응에 의한 순환골재의 pH 저하정도를 시험하였다.

Test 3은 압력의 변화에 의한 탄산화반응 촉진여부를 확인하기 위하여 챔버내 압력을 CO₂ 가스 주입이 용이하도록 마이너스 압력조건에서 시작하여 이후 CO₂ 가스주입으로 압력을 높이는 조건을 시험하였다. Test 3은 압력조건을 180초의 반응시간동안 1회 변화하는 조건과 300초 동안 2사이클의 변화를 주는 조건으로 시험하였다.

Test 4는 이전 시험에 의하여 최적조건으로 고려되는 압력의 사이클 변화와 반응시간 300초의 조건으로 대량생산을 위하여 반응 순환골재량을 증가시켰을 때의 순환골재의 pH를 골재량을 달리하여 각 5회에 걸쳐 시험을 실시하였다.

3.2.2 시험방법

(1) pH 시험방법

알카리저감장치에 의하여 탄산화 반응처리된 순환골재의 알카리저감은 pH를 측정하여 확인한다.

순환골재의 pH측정방법은 환경부에서 고시한 폐기물오염공정시험방법⁹⁾과 토양오염공정시험방법¹⁰⁾에서 제시하고 있으나, 시료를 미분쇄하여 측정하는 방법이 실제 순환골재의 사용조건과 다르므로 pH 결과가 다르게 나온다는 외국 연구¹¹⁾에 따라 실제 사용하는 순환골재 중 pH가 높게 나오는 입도크기 20mm 이하의 순환골재 200 g 시료를 채취하여 비이커에 Solid : Liquid 비는 1 : 2.5, 용출시간은 10분으로 정하여 용출된 용출수의 pH를 Fig. 5와 같이 pH 미터기를 이용하여 측정하였다.



Fig. 5 pH test of recycled aggregate by pH meter

(2) 순환골재 품질시험

Test 4 중 순환골재량 3.4 t을 탄산화하는 경우 순환골재의 품질변화를 분석하기 위하여 품질시험을 수행하였다. 시험항목은 도로공사용 순환골재 품질인증 대상인 도로보조기층용 순환골재 품질기준 항목 중 table 2의 항목을 대상으로 시험을 수행하였다. 특히 순환골재의 밀도 및 흡수율은 원래 콘크리트용 순환 굵은 골재 및 잔골재의 시험에 해당되나 탄산화에 의한 변화를 비교하기 적절한 시험항목으로 판단되어 도로공사용 순환골재를 체가름으로 5mm 이상과 5mm 이하로 구분하여 탄산화 전과 후의 특성을 비교하고자 하였다.

Table 2 Quality test standard items of Recycled aggregate

Items	Test method	Standard value	
Plasticity Index	KS F 2303	Less than 6	
Modified CBR(%)	KS F 2320	More than 30	
Abrasion loss(%)	KS F 2508	Less than 50	
Sand equivalent	KS F 2340	More than 25	
Liquid limit(%)	KS F 2303	Less than 25	
Size distribution	KS F 2502	Standard line	
Density (g/cm ³)	>5mm	KS F 2503	-
	<5mm	KS F 2504	-
Water absorption (%)	>5mm	KS F2503	-
	<5mm	KS F2504	-

Table 3 pH test results

items	RA ¹⁾ amount (t)	Reaction time (sec)	Pressure (kPa)	CO ₂ in chamber (%)	RA ¹⁾ pH
Test 1	pH before carbonation				11.13
	1.6	150	-	50	10.44
		180	-	76	10.19
		300	-	91	9.56
Test 2	pH before carbonation				11.45
	1.6	210	100	74 ²⁾	10.19
				74 ²⁾	10.03
				81 ³⁾	9.85
Test 3	pH before carbonation				12.23
	1.6	180	-50→100 (1cycle)	85	9.96
		300	-50→80 (2cycle)	88	9.88
Test 4	pH before carbonation				11.92
	2.4	300	-50→100 (3cycle)	81	9.8
				81	9.83
				82	9.55
				82	9.38
				82	9.44
	3.4	300	-50→100 (3cycle)	79	9.41
				79	9.54
				78	9.42
				79	9.33
				78	9.52
78				9.52	

1) RA : Recycled aggregate

2) Without purging

3) With purging

3.3 시험결과

3.3.1 pH 시험결과

순환골재의 알카리 저감장치에 의한 순환골재의 pH를 측정된 결과는 Table 3과 같다.

(1) Test 1 시험결과

순환골재의 투입량은 1.6 t, 탄산화 반응시간 150, 180, 300초 동안 CO₂ 가스를 계속 주입하여 순환골재를 탄산화 한 Test 1은 Fig. 6과 같이 탄산화 전 순환골재의 pH가 11.13에서 탄산화시 각 시간대별로 10.44, 10.19, 9.56으로 각각 6%, 8.3%, 14.1% 저감하는 것으로 나타났다. 이때 챔버 내 CO₂ 농도는 내부에 있는 공기와 혼합되어 농도 100%의 CO₂ 가스를 반응시간동안 주입할 경우 반응시간이 길수록 높게 나타났으며, 반응시간 300초에서는 91%까지 올라가는 것으로 확인되었다.

챔버내 CO₂ 농도는 CO₂ 가스가 주입되는 반응시간이 길수록 증가할 것으로 예상되나, 경제성을 고려한 반응시간을 최대 300초로 한정하여 그 이상은 시험을 진행하지 않았다.

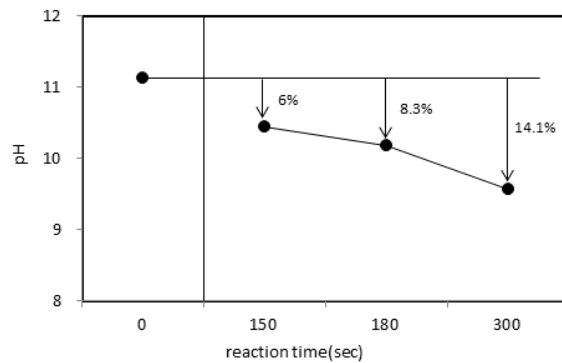


Fig. 6 Results of test 1(pH related with reaction time)

(2) Test 2 시험결과

순환골재 투입량은 1.6 t, 탄산화 반응시간은 210초로 동일한 조건에서 내부 CO₂ 농도를 높이기 위한 방법으로 순환골재 투입 후 챔버 개폐구를 열어 놓은 채 CO₂ 가스를 주입하여 내부 공기를 외부로 밀어내는 공기배출(purging) 작업을 하는 경우와 하지 않은 경우를 비교하면 Fig. 7과 같이 탄산화 전 순환골재 pH가 11.45에서 공기배출작업을 하지 않고 내부 압력을 100 kPa까지 올린 경우 pH는 10.19, 10.03로 8.7%, 11% 저감한데 반하여 10초간 공기배출한 경우는 pH 9.85로 12.4% 감소하는 것으로 나타났다. 이때 챔버내 CO₂ 농도는 공기배출작업을 수행한

경우가 81 %로 높게 나타남을 알 수 있었다.

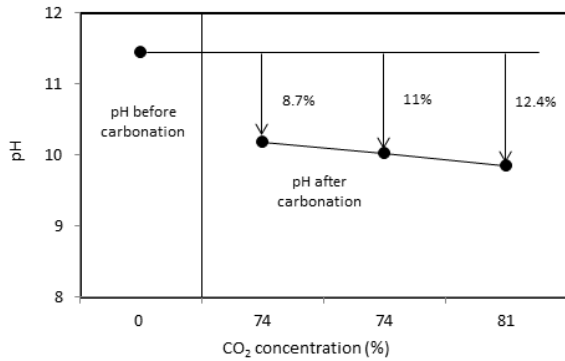


Fig. 7 Results of test 2(pH related with CO₂ concentration)

(3) Test 3 시험결과

Test 3은 test 2의 공기배출효과를 밀폐된 챔버내에서 얻기 위하여 내부압력을 -50 kPa로 낮추고 CO₂ 가스를 주입하여 압력을 높이는 경우 순환골재의 pH 변화를 측정하였다. 그 결과 Fig. 8과 같이 탄산화 전 pH가12.23인 순환골재를 탄산화 반응시간 180초 동안 -50 kPa에서 100 kPa로 내부 압력을 변화하여 탄산화시키는 경우 pH가 9.96으로 18.5 % 감소하였다.

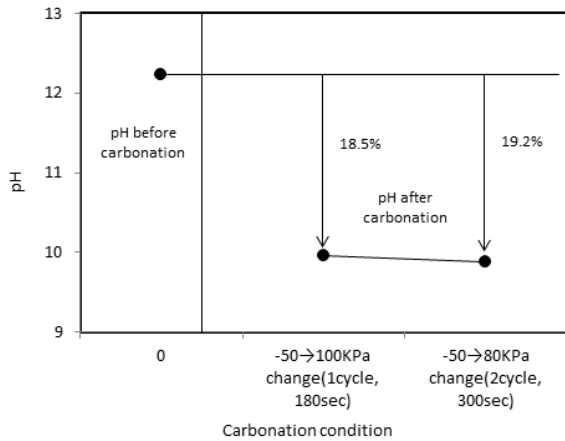


Fig. 8 Results of test 3(pH related with pressure change)

또한 탄산화 반응시간 300초 동안 -50 kPa에서 80 kPa로 2사이클의 압력변화를 주는 경우 순환골재의 pH는 9.88로 19.2 %의 저감효과를 보여주었다. 결과적으로 -50 ~ 100 kPa의 압력변화는 -50 ~ 80 kPa의 압력변화보다 반응시간이 120초가 짧음에도 pH 감소율 차이는 0.7 %에 불과하므로 더 효과적인 것으로 판단된다.

(4) Test 4 시험결과

Test 1, 2, 3의 결과를 바탕으로 순환골재 탄산화 조건은 경제적 처리를 고려한 최대 반응시간 300초, 압력조건은 -50 kPa에서 100 kPa로 3사이클 변화를 주는 탄산화 반응조건으로 안정적인 탄산화 여부를 확인하기 위하여 순환골재 탄산화를 5회 반복하였다. 그 결과 Fig. 9와 같이 골재량 2.4 t 을 탄산화하였을 때, 내부 CO₂ 농도가 81 ~ 82 %로 균일하게 분포하였으며, 탄산화 전 pH가 11.92인 순환골재가 pH 9.38에서 9.83으로 평균 19.5 % 저감되는 것으로 측정되었다.

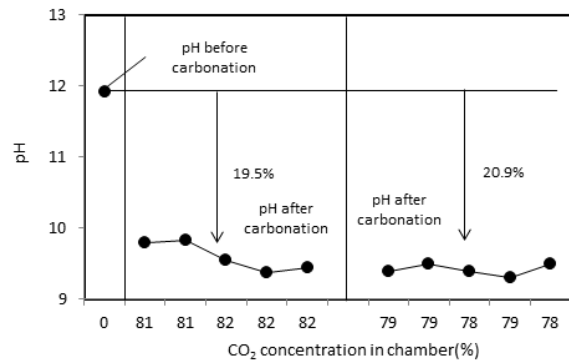


Fig. 9 Results of test 4(pH related with CO₂ concentration)

따라서, 최대 반응골재량 3.4t, 순환골재의 탄산화 반응시간은 300초, CO₂ 압력은 -50 kPa에서 100 kPa로 3사이클 변화시키는 탄산화반응 조건이 안정적이고 경제적으로 순환골재의 알카리를 저감시키는 최적조건으로 판단된다.

3.3.2 순환골재 품질시험 결과

Test 4 중 순환골재량 3.4 t을 탄산화하는 순환골재 시험 대상으로 5회에 걸쳐 순환골재의 품질시험을 실시한 결과는 표와 같다.

(1)소성지수 시험결과

도로보조기층용 순환골재는 건설폐자재를 재활용한 도로 구조물로서 분쇄기로 생산된 골재이다. 소성지수가 큰 재료는 일반적으로 미분이 많아 함수 변화에 예민하여 그 변화에 따라 지지력 저하 및 동상의 우려 등이 있으며, 교통하중에 의한 포장파손의 직접적인 원인이 되므로 소성지수를 규정하고 있다.

본 연구에서 탄산화 전·후의 순환골재 소성지수를 KS F 2303에 의하여 시험한 결과 비소성으로 순환골재 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다. 이는 순환골재에 혼합된 경화가능한 시멘트 성분에 의한 것으로 판단된다.

(2) 수정 CBR 시험결과

수정 CBR(California Bearing Ratio)은 도로보조기층용 재료의 품질기준을 나타내는 지표로서 팽창성, 포화로 인한 강도손실, 지반의 지지력, 중장비의 통과 가능성 여부 등으로 인하여 영향을 받는다.

본 연구에서 탄산화 전·후의 순환골재 수정 CBR을 KS F 2320에 의하여 시험한 결과 Fig. 10과 같이 탄산화 후 순환골재의 수정 CBR이 탄산화 전보다 높아지는 것을 알 수 있다. 이는 탄산화 반응 처리시 챔버내 교반에 의한 골재간 충격과 마모작용 등에 의해 입도가 개선되어 골재간 공극이 저감되고 밀실해지기 때문으로 판단된다.

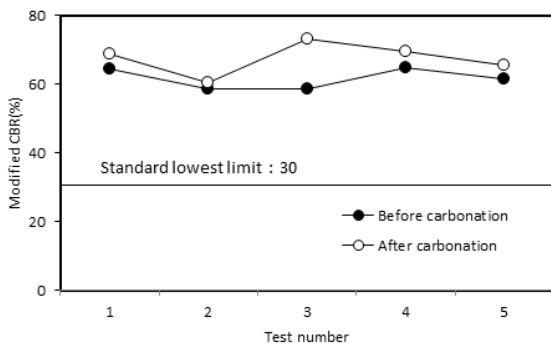


Fig. 10 Modified CBR test results

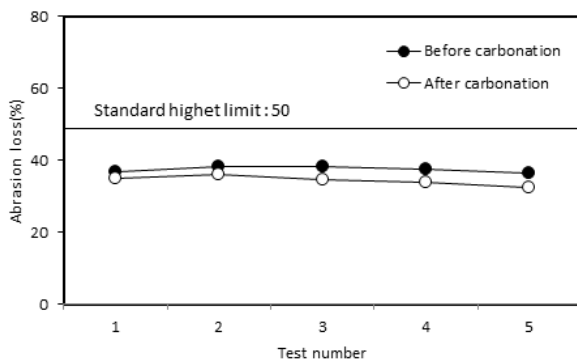


Fig. 11 Abrasion loss test results

(3) 마모감량 시험결과

순환골재의 마모감량은 낮을수록 마모에 대한 저항이 높다.

본 연구에서 탄산화 전·후의 순환골재 마모감량을 시험한 결과 Fig. 11과 같이 탄산화 후 순환골재의 마모감량이 낮아지는 개선효과가 있는 것으로 나타났다. 이 또한 챔버내 교반에 의한 마모 및 충격 등으로 골재의 취약부위가 먼저 탈락되어 마모감량 시험을 위한 순환골재는 마모에

강한 부위로 이루어 졌기 때문으로 판단된다.

(4) 모래당량 시험결과

순환골재의 모래당량은 순환골재의 전체용적에 대한 미세물질(유해점토, 먼지 등)을 제외한 부분의 용적비율을 나타내는 척도로서 KS F2574에서 규정하고 있다. 이는 도로공사용으로 활용 시 유해한 미세물질량을 판단하기 위한 것으로 순환골재의 탄산화 전·후 마모감량을 시험한 결과 Fig. 12와 같이 탄산화 후 순환골재의 모래당량이 소폭 개선되었음을 알 수 있었다. 이 또한 탄산화 반응 시 챔버내 충격 및 마모 등에 의한 물리적 개선효과에 기인한 것으로 판단된다.

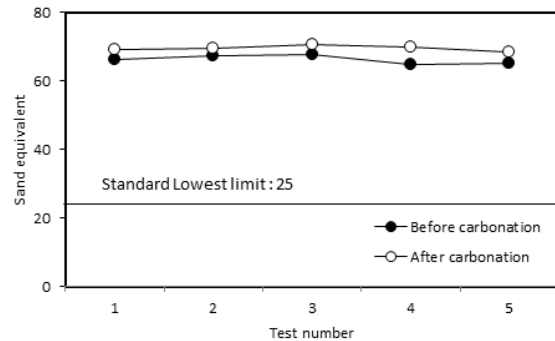


Fig. 12 Sand equivalent test results

(5) 액성한계 시험결과

액성한계는 소성상태에서 액체상태로 변화할 때의 함수비로서 최소값의 전단강도로 외력에 대한 저항력을 가져야 한다. 따라서 KS F 2574에서는 순환골재 액성한계를 규정하고 있으며, 시험방법은 KS F 2303 「흙의 액성한계·소성한계 시험방법」에서 규정하고 있다. 본 연구에서 순환골재의 탄산화 전·후 액성한계를 시험한 결과 소성지수와 더불어 비소성 상태로 순환골재 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다. 이는 소성지수와 마찬가지로 순환골재에 혼합된 경화가능한 시멘트 성분에 의한 것으로 판단된다.

(6) 입도분포 시험결과

순환골재의 입도분포는 KS F 2574 「도로보조기층용 순환골재」에서 규정하고 있으며, 시험방법은 KS F 2502 「굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험방법」에서 규정하고 있다.

본 연구에서 탄산화 반응 전·후의 순환골재 입도분포를 시험한 결과, Fig. 13과 같이 탄산화 순환골재의 입도별 체가름 통과량이 평균 3~50 % 증가하였다. 이는 순환골

재의 pH 저감을 위한 탄산화 챔버내에서 교반효과를 위한 내부 설치 블레이드와 회전에 의한 골재와 마찰 및 충격에 의해 분쇄되는 효과에 의한 것으로 판단된다. 특히 0.08mm 체가름 통과량은 탄산화 반응 전 표준입도곡선의 한계치인 2%인데 반하여 탄산화 반응에 의하여 4%까지 증가되는 것으로 나타나 입형개선에 효과가 있는 것을 알 수 있다.

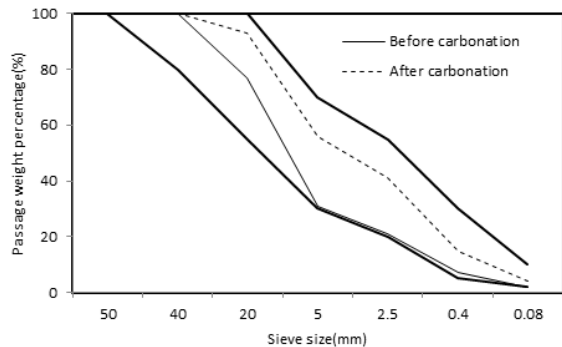


Fig. 13 Passage weight percentage of aggregates test results

(7) 밀도 및 흡수율 시험결과

밀도 및 흡수율은 콘크리트용 굵은 골재 및 잔골재를 대상으로 하는 시험이나, 본 연구에서 도로공사용 순환골재의 탄산화에 의한 골재의 물성 변화를 확인하기 위한 방법으로 밀도 및 흡수율 시험을 실시하였다. 탄산화 반응 시 순환골재에는 반응생성물인 탄산칼슘이 생성되어 공극을 메꿔 주는 효과가 있으므로 밀도는 증가하고 흡수율은 감소하게 될 것이다¹²⁾.

시험결과, Fig. 14와 같이 탄산화 반응 전 순환골재의 밀도는 5 mm 이상의 경우 2.09~2.12 g/cm³, 평균 2.29 g/cm³, 5 mm이하는 2.02~2.04 g/cm³, 평균 2.03 g/cm³ 인데 반하여 탄산화 반응 후 순환골재의 밀도는 5 mm 이상의 경우 2.35~2.38 g/cm³, 평균 2.37 g/cm³으로 탄산화 전보다 3% 밀도가 증가하였고, 5 mm이하는 2.09~2.12 g/cm³, 평균 2.11 g/cm³으로 탄산화 전보다 밀도가 4% 증가하는 것으로 나타났다.

또한 흡수율은 Fig. 15와 같이 5 mm 이상의 경우 6.17~6.46%, 평균 6.31%, 5 mm이하는 11.84~12.10%, 평균 11.96%인데 반하여 탄산화 반응 후 순환골재의 밀도는 5 mm이상의 경우 5.28~5.69%, 평균 5.49%로 탄산화 전보다 13% 흡수량이 저감하였고, 5 mm이하는 10.72~11.04%, 평균 10.88%로 탄산화 전보다 흡수율이 9% 감소하는 것으로 나타났다.

따라서 순환골재의 탄산화 반응이 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

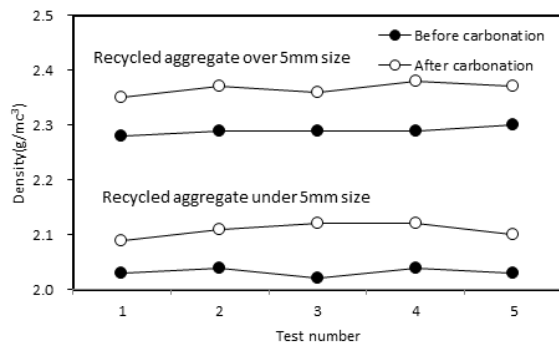


Fig. 14 Aggregates density test results

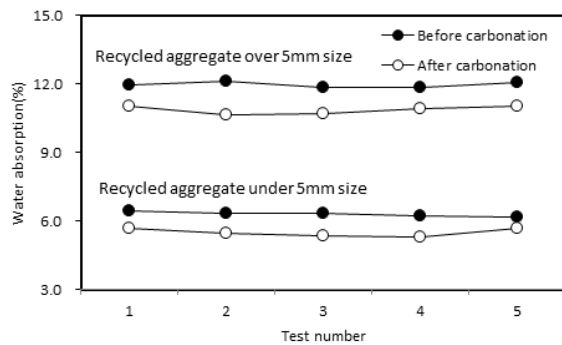


Fig. 15 Aggregates Water absorption test results

4. 결론

순환골재의 알카리 저감을 위한 알카리 저감장치를 현장에 설치하고, 순환골재의 안정적 알카리 저감효과 및 품질을 시험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 순환골재의 알카리저감은 반응시간, 반응압력, 내부의 CO₂ 농도와 관계가 있으며, CO₂ 농도를 높이기 위한 방법으로 탄산화 반응 전 내부의 일반 공기를 외부로 배출하는 과정이 요구되었다.

2) 순환골재의 알카리 저감을 위한 경제적이고 안정적인 조건은 탄산화 반응시간 300초, 반응압력은 -50 kPa에서 100 kPa까지 3사이클의 압력변화를 주는 조건으로 판단되며, 이때 반응챔버내 CO₂ 농도는 80±2% 수준을 유지하며 순환골재 pH는 9.33에서 9.8의 범위 내를 유지하였다.

3) 순환골재의 물리적 품질을 시험한 결과 탄산화 반응 전보다 반응 후의 소성지수, 수정 CBR, 마모감량, 모래당

량, 액성한계, 입도분포, 밀도 및 흡수율이 개선되는 것으로 나타났다. 이는 탄산화 반응층의 물리적 충격 등에 의한 효과와 탄산화에 의한 화학적 반응이 골재에 긍정적으로 작용하였기 때문으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 한국환경산업기술원 차세대핵심환경기술개발사업(과제번호 : 082-101-015)에 의하여 진행되었습니다.

참고문헌

- 1) 국립환경과학원, 2009 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 국립환경과학원, 2010
- 2) 한국건설자원협회, 2009 순환골재-재생아스콘 우수활용 사례집, 한국건설자원협회, 2009
- 3) 한국건설자원협회, 2010 순환골재-재생아스콘 우수활용 사례집, 한국건설자원협회, 2010
- 4) 김정수, 시화호, 재생골재에 생태 골병, 한겨레 신문, 2008. 12. 16
- 5) 국토해양부, 순환골재 품질기준, 2009
- 6) 서치호, 이한승, 콘크리트 탄산화 메커니즘 및 제반 영향 인자, 한국콘크리트학회 2002년도 봄 학술발표회 연구위원회 발표집, pp.3~12, 2002
- 7) Eva Rendek, Gaelle Ducom, Patrick Germain, Carbon dioxide sequestration in municipal solid waste incinerator(MSWI) bottom ash, Journal of Hazardous Materials, Vol 128, No.1, pp.73~39, 2010
- 8) 한국건설기술연구원, 구조용 재생골재 및 재생골재콘

크리트 구조물의 장기안정성에 관한 연구, 한국건설교통기술평가원, 2005

- 9) 환경부, 폐기물 공정시험, pp.103~106, 환경부, 2004
- 10) 환경부, 토양오염 공정시험방법, pp.371~372, 환경부, 2008
- 11) WRAP, Testing of concrete to determine the effects on groundwater, Waste & Resources Action Programme, pp.4~8, 2007
- 12) Bertos MF, Simons SJR, Hills CD, Carey PJ, A review of accelerated carbonation technology in the treatment of cement-based materials and sequestration of CO₂, Journal of hazardous Materials, Vol.112, No.3, pp.193~205, 2004

순환골재 알카리 저감장치의 현장 최적화에 관한 연구

건설폐기물이 매년 증가함에 따라 제도적으로 건설폐기물을 재활용한 순환골재의 사용을 촉진하게 되었고, 이에 따라 현장에 순환골재의 사용이 증가되었다. 그러나 순환골재의 알카리수 용출에 의한 환경적 문제가 발생하게 되었고, 이를 저감시킬 방안에 대한 연구가 요구되었다.

본 연구는 순환골재의 알카리저감을 위한 방안으로 촉진탄산화 반응을 이용한 알카리 저감장치를 제작하여 순환골재 생산현장에 설치하고, 대량의 순환골재를 대상으로 알카리저감효과 및 품질의 영향을 분석하였다. 그 결과, 탄산화 반응시간 30초, 반응압력 -50 kPa에서 100 kPa까지 3사이클의 압력변화를 주는 조건에서, 순환골재 pH는 9.33에서 9.8의 범위 내를 유지하였다.

또한 순환골재의 물리적 품질은 탄산화 반응 전보다 반응 후의 소성지수, 수정 CBR, 마모감량, 모래당량, 액성한계, 입도분포, 밀도 및 흡수율이 개선되는 것으로 나타났다.