



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0088408
(43) 공개일자 2012년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/04 (2006.01) C04B 26/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0009745
(22) 출원일자 2011년01월31일
심사청구일자 2011년01월31일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김영익
대전광역시 서구 둔산북로 215, 16동 102호 (둔산동, 가람아파트)
성찬용
대전광역시 서구 만년로 25, 106동 1102호 (만년동, 강변아파트)
(74) 대리인
특허법인 웰-엘엔케이

전체 청구항 수 : 총 5 항

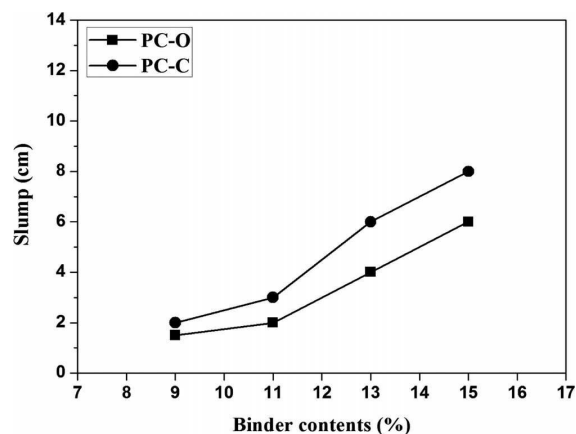
(54) 발명의 명칭 **굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트**

(57) 요약

본 발명은 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트에 관한 것으로, 더 상세하게는 연안부근에 방치되거나 매립되어 해양환경오염의 주원인으로 작용하여 폐기물로 분류되는 굴폐각을 0.15mm 이하 입도로 미립화하고, 상기 미립화된 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트에 관한 것이다.

본 발명의 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트는 폴리머콘크리트에 있어서, 충전재로 굴폐각분말이 사용된다. 이러한 폴리머콘크리트의 혼합비는 결합재 9~15 중량%, 굵은골재 35~40중량%, 잔골재 38~45 중량%, 굴폐각분말 9.5~10.5 중량%로 혼합되며, 상기 혼합비에는 경화제 0.09~0.15 중량%가 더 첨가될 수 있다. 또한, 상기 결합재로는 울소타입의 불포화 폴리에스터 수지를 사용하고, 상기 굴폐각분말은 입도가 0.15mm 이하 인 것을 사용한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

폴리머콘크리트에 있어서,
충전재로 굴폐각분말이 사용되는 것을 특징으로 하는 폴리머콘크리트.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 폴리머콘크리트의 혼합비는 결합재 9~15 중량%, 굵은골재 35~40중량%, 잔골재 38~45 중량%, 굴폐각분말 9.5~10.5 중량%로 이루어지는 것을 특징으로 하는 폴리머콘크리트.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 혼합비에는 경화제 0.09~0.15 중량%가 더 첨가되는 것을 특징으로 하는 폴리머콘크리트.

청구항 4

제2항에 있어서,
상기 결합재로는 올소타입의 불포화 폴리에스터 수지인 것을 특징으로 하는 폴리머콘크리트.

청구항 5

제2항에 있어서,
상기 굴폐각분말은 입도가 0.15mm 이하 인 것을 특징으로 하는 폴리머콘크리트.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트에 관한 것으로, 더 상세하게는 연안부근에 방치되거나 매립되어 해양환경오염의 주원인으로 작용하여 폐기물로 분류되는 굴폐각을 0.15mm 이하 입도로 미립화하고, 상기 미립화된 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리나라는 패류 중 어업생산량 비중이 가장 높은 굴 양식 산업에 의해 전국적으로 30만 4천톤의 굴 폐각이 발생하는 것으로 알려져 있다.

[0003] 이 중 굴 폐각 전체 발생량의 75 %인 23만여톤이 폐화석 비료 등 자원화로 처리되고, 10 %인 3만여톤이 종묘로 사용되며, 9 %인 2만 7천여톤이 야적 및 방치되거나 매립되고 있다. 또한, 굴 폐각은 폐기물관리법 상 사업장 폐기물로 분류되어 이를 처리하기 위해서는 비용이 소요된다. 가령 폐화석 비료 원료로 공급할 경우 어민 부담이 톤당 7천원, 해양 투기장에 처리할 경우 톤당 2만5천원이 소요됨을 소규모 사업장의 경우 연안 부근에 방치되거나 무단 투기되고 있는 실정이다.

[0004] 또한, 방치되거나 매립되는 부존폐각은 그 일대의 지하수를 센물로 만들 뿐만 아니라 연안의 어장축소, 해양 오염 등의 문제점을 유발시키고 있으며, 더욱이 이들 폐각은 폐기물로 분류되어 있어 양식어민이 직접 처리하여야 하나 매립지 확보, 호안시설, 수거와 운반비 등 처리비용의 과다로 적정하게 처리 되지 않고 있기 때문에 폐각 부존량은 계속적으로 누적되고 있으며, 해양 환경에 심각한 영향을 주고 있다.

- [0005] 이에 청정해역의 보전, 환경오염방지, 패류 양식업의 활성화 등의 측면에서 패각의 부존환경은 시급히 개선되어야 하며, 이에 따른 해결책으로 패각을 재활용할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.
- [0006] 현재 패각의 재활용 방법으로는 패각을 높은 온도에서 소성하여 산화칼슘을 제조하는 방법과, 패각을 소성공정, 수화공정 및 탄산화반응공정 등을 통하여 고부가가치의 탄산칼슘을 제조하는 방법과, 기존의 탈인제 대신에 패각의 탄산칼슘 성분을 활용한 인 제거에 사용하는 방법이 있다. 상기 방법은 유기물 및 분순물을 함유한 패각을 순도 높게 정제하기 위한 소성 및 전처리 과정의 어려움이 있다.
- [0007] 이외에 패각을 분쇄 및 정제하여 폐화석 비료로 활용하는 방법이 있으나 이 역시 폐화석 비료의 공급 및 수요 문제 등으로 활용성이 매우 미흡한 실정이다. 따라서 가공이 용이하고 사용분야를 확대할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 이에 본 발명에 따른 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트는,
- [0009] 비교적 간단한 분쇄공정에 의해 가공된 굴폐각분말을 폴리머콘크리트의 충전재로 활용함으로써 강도 및 제품품질의 저하없이 굴폐각분말의 사용량을 증대시킬 수 있는 폴리머콘크리트의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 과제를 해소하기 위한 본 발명의 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트는,
- [0011] 폴리머콘크리트에 있어서, 충전재로 굴폐각분말이 사용된다. 이러한 폴리머콘크리트의 혼합비는 결합재 9~15 중량%, 굵은골재 35~40중량%, 잔골재 38~45 중량%, 굴폐각분말 9.5~10.5 중량%로 혼합되며, 상기 혼합비에는 경화제 0.09~0.15 중량%가 더 첨가될 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 결합재로는 울소타입의 불포화 폴리에스터 수지를 사용하고, 상기 굴폐각분말은 입도가 0.15mm 이하인 것을 사용한다.

발명의 효과

- [0013] 이상에서 상세히 기술한 바와 같이 본 발명의 굴폐각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트는,
- [0014] 굴폐각을 미립화하기 위하여 분쇄한 굴폐각분말을 폴리머콘크리트의 충전재로 사용함으로써 폴리머콘크리트의 강도와 품질의 저하없이 굴폐각의 활용분야를 확대시킬 수 있는 유용한 발명의 제공이 가능하게 되었다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명에서 패각 분말과 탄수칼슘을 충전재로 사용한 폴리머 콘크리트의 결합재량에 따른 슬럼프 실험 결과 그래프.
- 도 2은 본 발명에서 충전재로 패각 분말과 탄산칼슘을 사용한 폴리머 콘크리트의 압축강도 시험결과를 나타낸 그래프.
- 도 3은 본 발명에서 다른 충전재 종류에 따른 결합재량과 압축강도의 상관성을 나타낸 그래프.
- 도 4은 본 발명에서 충전재로 패각 분말과 탄산칼슘을 사용한 폴리머 콘크리트의 휨강도 시험결과를 나타낸 그래프.
- 도 5은 충전재 종류에 따른 폴리머 콘크리트의 압축강도와 휨강도의 상관성을 나타낸 그래프.
- 도 6은 본 발명에서 충전재 및 결합재량에 따른 폴리머 콘크리트의 침적 후 12주 동안의 중량감소율을 나타낸

그래프.

도 7은 본 발명에서 침적전 또는 침적 후 12주가 경과한 시점에서 패각 분말을 사용한 폴리머 콘크리트 공시체의 표면에서 채취된 시편을 주사전자현미경으로 촬영한 사진.

도 8은 본 발명에서 동결융해가 300 사이클이 될 때까지 측정된 상대동탄성계수와 내구성지수를 나타낸 그래프.

도 9은 본 발명에서 동결융해 시험 전 및 300 사이클 후의 충전재 및 결합재량에 따른 압축강도를 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명의 골패각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트는 폴리머콘크리트에 있어서, 충전재로 골패각분말이 사용된다. 이러한 폴리머콘크리트의 혼합비는 결합재 9~15 중량%, 굵은골재 35~40중량%, 잔골재 38~45 중량%, 골패각분말 9.5~10.5 중량%로 혼합되며, 상기 혼합비에는 경화제 0.09~0.15 중량%가 더 첨가될 수 있다.

또한, 상기 결합재로는 울소타입의 불포화 폴리에스터 수지를 사용하고, 상기 골패각분말은 입도가 0.15mm 이하인 것을 사용한다.

이하, 실시 예를 통해 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

실시예

- 재료선정

본 발명의 골패각분말을 충전재로 사용한 폴리머콘크리트는 결합재와 골재와 충전재를 혼합하여 제조된다.

상기 결합재로는 취급이 용이할 뿐만 아니라 경화성 및 다른 열경화성 수지에 비하여 양호한 기계적, 전기적 성질 및 내약품성을 지닌 불포화 폴리에스터 수지를 사용하며, 바람직하게는 코발트계 경화촉진제가 첨가된 불포화 폴리에스터수지를 사용하는 것이다. 본 실시예에서는 결합재로써 울소타입의 불포화 폴리에스터 수지를 사용하였고, 물리적 특성은 하기 표1에 나타내었다.

표 1

Type	Specific gravity (20 °C)	Viscosity (25 °C,ps)	Styrene content (%)	Acid value
Ortho	1.12	3.5	37.2	26.5

상기 골재로는 굵은골재와 잔골재로 분리하여 혼합사용된다. 본 발명의 실시예에서는 상기 굵은골재로는 5?25mm의 입도를 갖는 쇄석을 사용하고, 상기 잔골재로는 0.15~5mm의 입도를 갖는 천연모래를 사용하였으며, 이의 물리적 특성은 하기 표2에 나타내었다. 그러나 상기 골재는 실시예에 한정하는 것이 아니며 상기 입도를 갖는 다양한 골재를 선택 사용할 수 있다. 또한, 사용된 골재의 함수율이 높으면 폴리머 콘크리트에서 골재를 둘러싼 결합재 층과 골재 표면 사이에 수막이 형성되어 결합재와 골재간의 접촉력을 약화시켜 강도가 저하되므로 함수율이 0.1% 이하가 되도록 건조한 것을 사용하는 것이 바람직하다.

표 2

Type	Size (mm)	Bulk density (kg/m ³)	Specific gravity (20 °C)	Absorption ratio (%)	Fineness modulus
Coarse gravel	5-25	1,482	2.78	1.18	6.67
Fine aggregate	0.15~5	1,476	2.34	2.32	2.32

[0025]

[0026]

상기 충전제는 단위체적당 수지의 사용량을 감소시키고 점성을 증가시켜 부착력을 크게 하기 위해 사용되는 것으로, 본 발명의 실시예로서 충전제는 굴폐각분말을 사용하였고, 비교예로서는 일반적으로 콘크리트의 충전제로 사용되는 탄산칼슘을 사용하였으며, 이의 물리적 특성은 하기 표3에 나타내었다. 여기서 상기 굴폐각분말은 경남 통영의 폐화석 비료 공장에서 불순물을 제거하고 3 mm 이하의 크기로 분쇄 및 정제되어 비료로서 공급되기 전 포장 가공된 폐각을 이용하여 0.15 mm 체를 가진 분쇄기로 2차 분쇄하여 미립으로 제조하여 사용하였다.

표 3

Type	Specific gravity (20 °C)	Specific surface (cm ² /g)	Grain size (mm)	Absorption ratio (%)	Color
CaCO ₃	2.92	3,212	< 0.15	0.20	Gray
Oyster powder	2.31	4,889	< 0.15	0.89	White

[0027]

[0028]

- 배합설계

[0029]

결합재량에 따른 폴리머 콘크리트의 작업성 및 강도 특성을 평가하기 위하여 결합재 9~15 중량%, 굵은골재(5?25 mm 입도의 쇄석) 35~40 중량%, 잔골재(0.15~5mm 입도의 천연모래) 38~45 중량%, 충전제로 9.5~10.5 중량%(본 발명의 실시예에서는 입도가 0.15 mm 이하인 굴폐각분말을 사용하였고 비교예에서는 탄산칼슘을 사용), 경화제는 공시체 제작시 온도를 고려하여 결합재 중량의 1%인 0.09~0.15중량%로 혼합하였다.

[0030]

상기 결합재를 9, 11, 13, 15 중량%별로 사용하고 충전제로 탄산칼슘을 사용한 폴리콘크리트를 PC-C로 표시하고, 충전제로 굴폐각분말을 사용한 폴리콘크리트를 PC-O로 표시하여 그 혼합비를 하기 표 4(단위 kg/m³)에 나타내었다.

표 4

Type	Aggregate size (mm)		Binder (U.P, %)	Binder (U.P)	Coarse aggregate	Fine aggregate	Filler	
	Coarse	Fine					CaCO ₃	Oyster shell powder
PC-C'	5~25	0.15~5	9	208	897	967	230	-
			11	248	838	934	230	-
			13	286	817	879	220	-
			15	323	769	846	215	-
PC-O''			9	205	879	945	-	226
			11	243	820	920	-	221
			13	282	808	853	-	216
			15	318	750	832	-	210

[0031]

[0032]

- 공시체 제조

[0033]

상기 배합을 갖는 폴리머콘크리트를 이용하여 KS F 2419 (폴리에스터 레진 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 준하여 공시체를 제작하였다.

[0034]

공시체 제조시 재료혼합은 골재(굵은골재, 잔골재) 및 충전재를 투입하여 1분간 건비빔을 실시한 후 결합재인 불포화 폴리에스터 수지를 투입하여 3분간 고속믹서기로 혼합해 결합재가 골재 및 충전재를 충분히 피복할 수 있도록 하였다. 상기 혼합물은 몰드에 타설한 후 3시간이 경과한 다음 탈형하여 재령 7일까지 상온에서 양생을 실시하였다.

[0035]

- 슬럼프 실험

[0036]

슬럼프 시험은 KS F 2402 (콘크리트의 슬럼프 시험방법)에 준하여 실시하였으며, 결합재인 폴리머의 점도 특성을 고려하여 슬럼프 콘을 채우기 시작하여 콘을 들어 올리는 시간을 4분 이내로 하였으며, 콘을 들어 올리는 데 소요되는 시간을 30초로 하였다.

[0037]

패각 분말과 탄산칼슘을 충전재로 사용한 폴리머 콘크리트의 결합재량에 따른 슬럼프 실험결과를 도 1에 나타내었다.

[0038]

참조한 바와같이 결합재량 9 %에서는 충전재에 관계없이 2 cm 이하의 매우 낮은 슬럼프를 나타내어 공시체 성형 시 어려움이 있는 것으로 나타났으며, 결합재량이 증가함에 따라 슬럼프가 증가하는 경향을 나타내어 15 %의 결합재량에서 6~8 cm의 슬럼프를 나타내었다.

[0039]

동일 결합재량에서 충전재에 따른 슬럼프는 패각 분말을 혼입한 배합(PC-O)이 탄산칼슘을 혼입한 배합(PC-C)에 비하여 다소 낮게 나타났다.

[0040]

이러한 결과는 패각의 비중이 탄산칼슘에 비하여 낮기 때문에 동일 중량비로 혼입할 경우 체적이 증가할 뿐만 아니라 패각 분말의 비표면적이 크기 때문에 결합재와의 접촉 면적이 증가하였기 때문으로 판단된다.

[0041]

따라서, 너무 적은 양의 충전재는 골재사이의 공극을 충분히 채우지 못하여 골재의 맞물림에 의한 슬럼프 저감이 발생할 수 있으며, 너무 많은 양의 충전재는 표면적을 증가시켜 작업성을 저하시킬 수 있다.

[0042]

- 압축강도 및 휨강도 실험

[0043]

압축강도는 KS F 2481 (폴리에스테르 레진 콘크리트의 압축강도 시험방법)에 규정된 방법에 준하여 재령 7일의

Ø100×200 mm인 원주공시체를 사용하였으며, 휨강도는 KS F 2482(폴리에스테르 레진 콘크리트의 휨강도 시험방법)의 규정에 준하여 60×60×240 mm 크기의 각주 공시체를 사용하였다. 하중재하에는 100,000 kgf 용량의 UTM이 사용되었으며, 압축강도 및 휨강도 시험을 위한 재하속도는 각각 130 kgf/s 및 5kgf/s로 하였다.

[0044] 1) 압축강도

[0045] 충전제로 폐각 분말과 탄산칼슘을 사용한 폴리머 콘크리트의 압축강도 시험결과를 도 2에 나타내었다. 참조한 바와같이 충전제의 종류에 관계없이 결합재량이 증가함에 따라 압축강도는 증가하는 것을 알 수 있으며, 결합재량 9 %에서 상대적으로 매우 낮은 압축강도를 나타내었다. 폐각 분말을 충전제로 사용한 배합(PC-O)에서는 결합재량이 증가할수록 압축강도가 크게 증가하는 경향을 나타낸 반면에 탄산칼슘을 사용한 배합(PC-C)에서는 결합재량 15 %에서의 압축강도가 결합재량 13 %에서의 압축강도와 거의 유사하거나 약간 높게 나타나 결합재량의 증가에 따른 강도의 증가가 둔화되는 것으로 나타났다.

[0046] 이러한 결과는 결합재량이 낮은 경우 작업성의 저하로 충분한 다짐 및 비빔효과가 발생하지 않았기 때문이며, 폐각 분말의 경우 결합재량이 증가함에 따라 다짐 특성이 개선되어 압축강도 증가에 크게 기여한 것으로 판단된다. 반면에 탄산칼슘을 혼입한 배합에서 15 %의 결합재량을 사용한 경우 결합재량의 과다 사용으로 골재 사이에 채워진 경화 폴리머의 증가로 수축응력 및 수축균열 등이 발생하여 압축강도의 증가가 둔화된 것으로 판단된다.

[0047] 아울러 도 3에는 충전제 종류에 따른 결합재량과 압축강도의 상관성을 나타내었다. 충전제의 종류에 관계없이 결합재량과 압축강도는 높은 유의성을 나타내는 것을 알 수 있으며, 폐각 분말을 사용한 배합의 폴리머 콘크리트가 탄산칼슘을 사용한 배합에 비하여 기울기가 큰 것을 고려할 때 결합재량에 따른 강도의 증가가 큰 것으로 판단된다.

[0048] 2) 휨강도

[0049] 충전제로 폐각 분말과 탄산칼슘을 사용한 폴리머 콘크리트의 휨강도 시험결과를 도 4에 나타내었다. 참조한 바와같이 휨강도는 압축강도 시험결과와 마찬가지로 충전제의 종류에 관계없이 결합재량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 폐각 분말을 사용한 배합(PC-O)의 폴리머 콘크리트가 탄산칼슘을 사용한 배합(PC-C)에 비하여 낮은 휨강도를 나타내었다.

[0050] 폐각 분말을 사용한 배합에서의 휨강도는 16.3?23.2 MPa의 범위를 나타내었으며, 결합재량 9 %에서 다른 배합에 비하여 낮은 휨강도를 나타내었다. 또한, 폐각 분말을 사용한 배합에서의 결합재량에 따른 휨강도 증가율은 8.6?14.7 %를 나타내었으며, 결합재량 13 %에서 가장 높은 증가율을 나타내었다. 이는 결합재량 11 % 이하에서는 작업성의 저하로 충분한 다짐 및 결합재에 의한 피복이 잘 이루어지지 않았기 때문으로 판단된다.

[0051] 또한, 탄산칼슘을 사용한 배합에서의 휨강도는 17.8?24.3 MPa의 범위를 나타내었으며, 결합재량 9%에서 17.8 MPa를 나타내었다. 또한 휨강도 증가율은 7.9?16.7 %를 나타내었으며, 폐각 분말을 사용한 배합에서와 마찬가지로 결합재량 13 %에서 가장 높은 증가율을 나타내었다.

[0052] 도 5는 충전제 종류에 따른 폴리머 콘크리트의 압축강도와 휨강도의 상관성을 보여준다. 폐각 분말 및 탄산칼슘을 사용한 배합에서 압축강도와 휨강도의 상관성은 0.78 및 0.60을 나타내어 유의성이 없는 것으로 나타났다.

[0053] - 내산성 실험

[0054] 내산성시험은 재령 7일된 Ø100×200 mm의 공시체를 황산 20 % 용액에 침지하여 2주 간격으로 12주 동안 부식된 표면을 철솔로 닦아내어 표면건조포화상태의 중량변화율을 측정하였으며, 12주 후에는 황산 용액에 대한 폴리머 콘크리트의 결합구조의 변화를 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관측하였다.

[0055] 충전제에 따른 황산 20 % 용액에 침적된 폴리머 콘크리트의 부식 특성을 평가하였으며, 충전제 및 결합재량에 따른 폴리머 콘크리트의 침적 후 12주 동안의 중량감소율을 도 6에 나타내었다.

[0056] 도 6을 참조한 바와같이 폐각 분말(a) 및 탄산칼슘(b)을 사용한 폴리머 콘크리트의 침적 후 12 주가 경과한 시점에서 중량감소율은 각각 0.34~1.44 % 및 0.22~1.38 %범위로서 충전제 및 결합재량에 관계없이 중량 변화가 거의 없는 것으로 나타났으며, 육안 관측에서도 폴리머 콘크리트 표면의 침식 및 탈락 등이 전혀 발생하지 않는 것으로 나타났다.

[0057] 도 7은 침적전 또는 침적 후 12주가 경과한 시점에서 폐각 분말을 사용한 폴리머 콘크리트 공시체의 표면에서

채취된 시편을 주사전자현미경으로 촬영한 사진이다.

[0058] 도 7의 (a)와 같은 침적 전 경화된 폴리머 콘크리트의 고분자 결합에 따른 미세구조와, 도 7의 (b) 내지 (d)의 12주 동안 침적된 폴리머 콘크리트의 고분자 결합 및 황산용액의 반응에 의한 미세구조가 차이가 없는 것을 확인할 수 있으며, 경화된 폴리머 콘크리트와 황산 용액의 화학적 반응이 발생하지 않는 것을 알 수 있다.

[0059] - 동결융해 실험

[0060] 동결융해시험은 KS F 2456(급속동결융해에 대한 콘크리트의 저항시험 방법)에 준하여 수중 급속 동결융해시험을 하였으며, 이때 공시체의 온도는 동결시 -18 ℃, 융해시 4 ℃가 되게 하였다. 동결융해의 1사이클은 2시간 40분이 소요되었다.

[0061] 시험동안 매 50사이클 간격으로 중량변화 및 진동주파수를 측정하였으며, 동결융해가 300사이클이 되었을 때 시험을 완료하였다. 상대동탄성계수 및 내구성 지수는 하기 수식식1 에 의하여 산출하였다.

수식식 1

$$P_n = \frac{n_c^2}{n^2} \times 100(\%), \quad DF = PN/M$$

[0062]

[0063] (여기서, P_n : n 사이클 후의 상대동탄성계수 (%),

[0064] n : 동결융해시험 전 진동주파수,

[0065] n_c : n 사이클 후의 진동주파수, DF : 내구성 지수,

[0066] P : N 사이클에서의 상대동탄성계수,

[0067] N : 동결융해의 노출이 끝나게 되는 순간의 사이클 수,

[0068] M : 동결융해의 노출이 끝날 때의 사이클 수)

[0069] ASTM C 666에서 제안하고 있는 상대동탄성계수가 60 % 이하로 되거나 또는 동결융해가 300 사이클이 될 때까지 측정된 상대동탄성계수 및 동결융해시험 종료시 내구성지수를 도 8에 나타내었다.

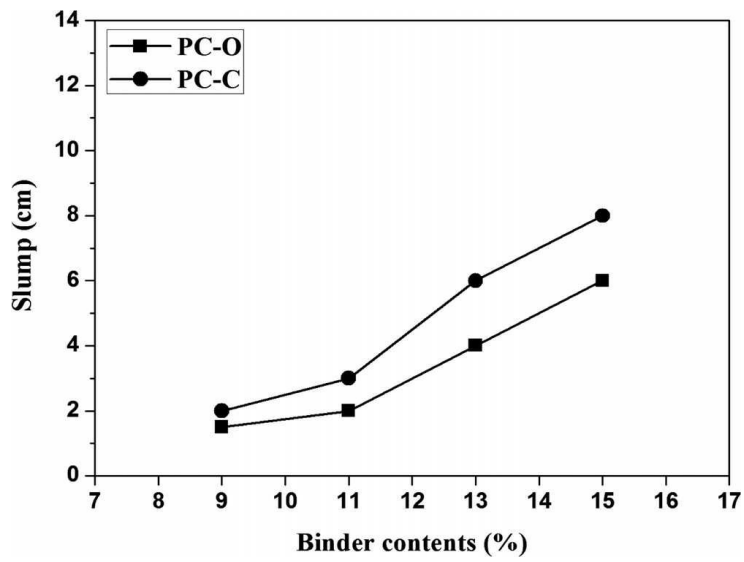
[0070] 참조한 바와같이 폐각 분말 및 탄산칼슘을 사용한 폴리머 콘크리트에서 결합재량에 관계없이 상대동탄성계수가 98 % 이상을 나타내어 동결융해 반복에 따른 상대동탄성계수의 감소는 거의 없는 것으로 판단된다. 또한 내구성 지수는 상대동탄성계수가 60% 이하로 감소되지 않고 동결융해가 300사이클에서 종료되었기 때문에 300 사이클에서의 상대동탄성계수와 동일한 값을 나타내었다.

[0071] 도 8의 (a)인 폐각 분말을 사용한 배합에서 결합재량에 따른 내구성지수는 98.8?99.6의 범위를 나타내었으며, 도 8의 (b)인 탄산칼슘을 사용한 배합에서는 결합재량에 따라 99.1?99.5의 범위를 나타내어 충전재에 관계없이 동결융해저항성이 매우 우수한 것을 알 수 있다. 또한 동결융해에 따른 콘크리트 표면의 침식 또는 탈락 등이 발생하지 않기 때문에 모든 배합에서 중량변화는 없는 것으로 나타났다.

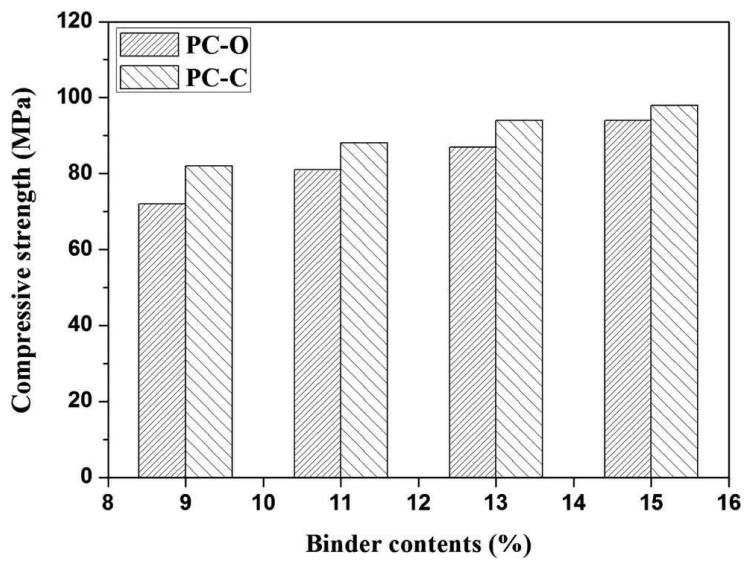
[0072] 도 9는 동결융해 시험 전 및 300 사이클 후의 충전재 및 결합재량에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. 참조한 바와같이 폐각 분말 및 탄산칼슘을 사용한 배합 모두에서 동결융해시험 전 및 시험 후의 압축강도는 거의 유사한 경향을 나타내었으며, 동결융해 반복에 따른 강도의 감소는 발생하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 동결융해 반복에 따른 콘크리트 표면의 략 등이 발생하지 않을 뿐만 아니라 콘크리트 내부에 균열 응력 등이 존재하지 않기 때문으로 판단된다.

도면

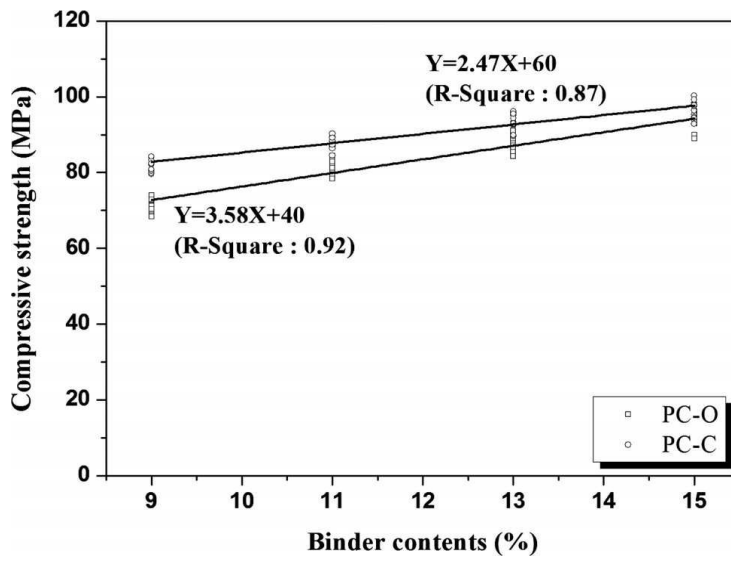
도면1



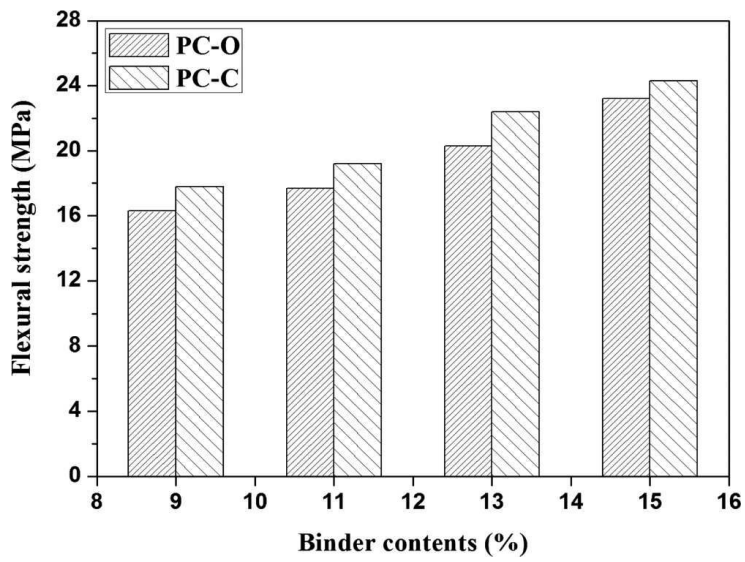
도면2



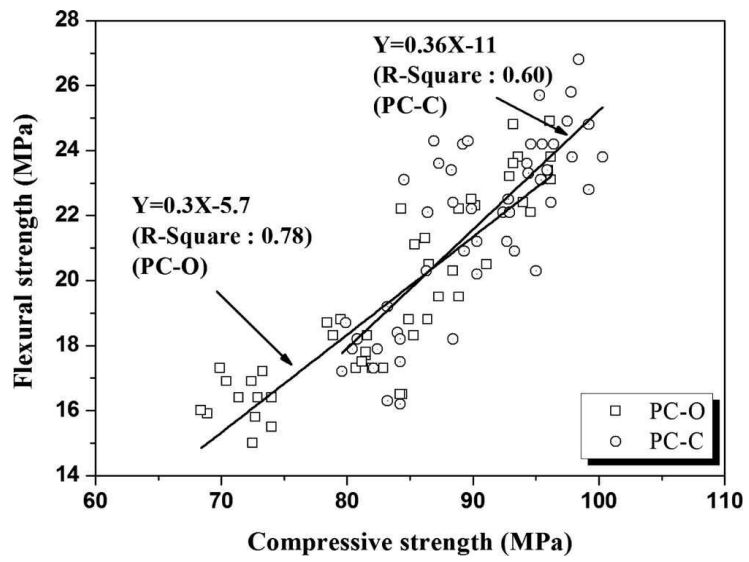
도면3



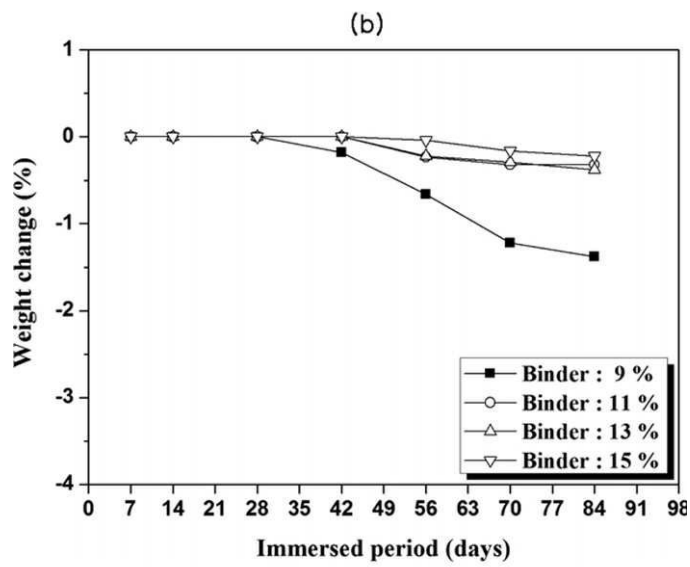
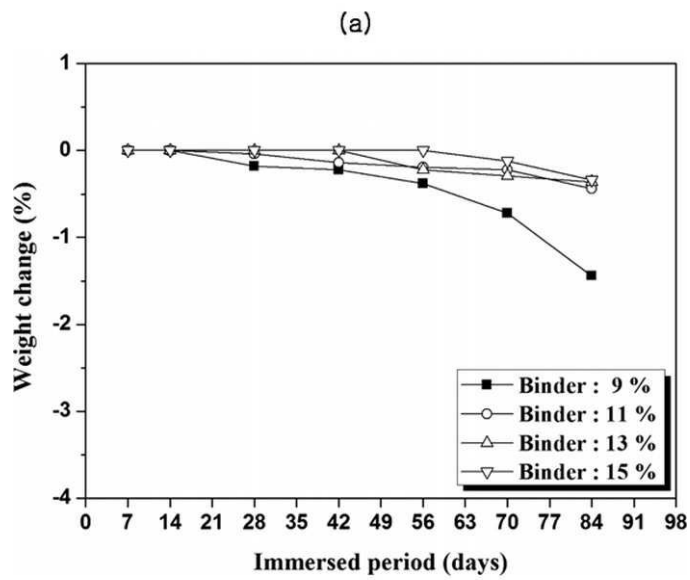
도면4



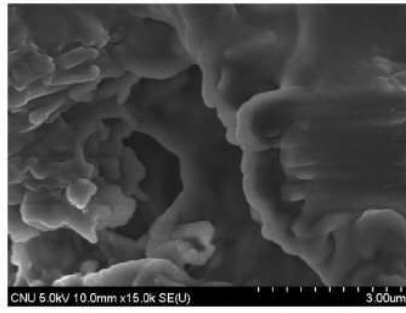
도면5



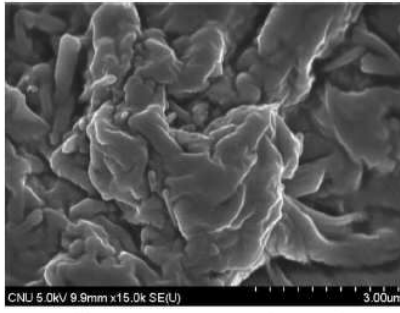
도면6



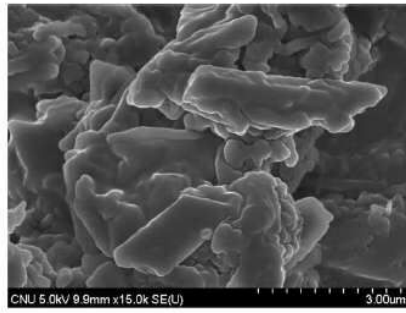
도면7



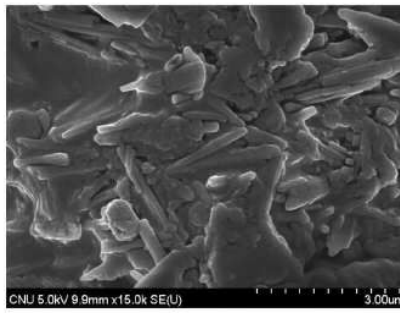
(a) before immersion (B:9 %)



(b) After immersion (B:11 %)

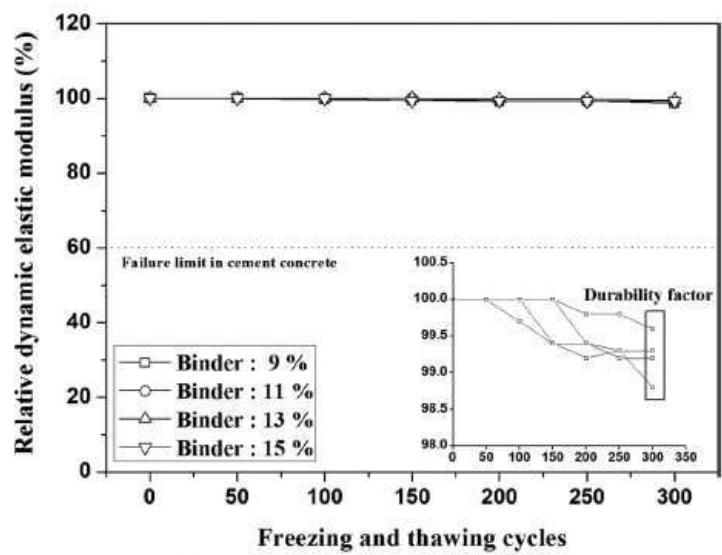


(c) After immersion (B:13 %)

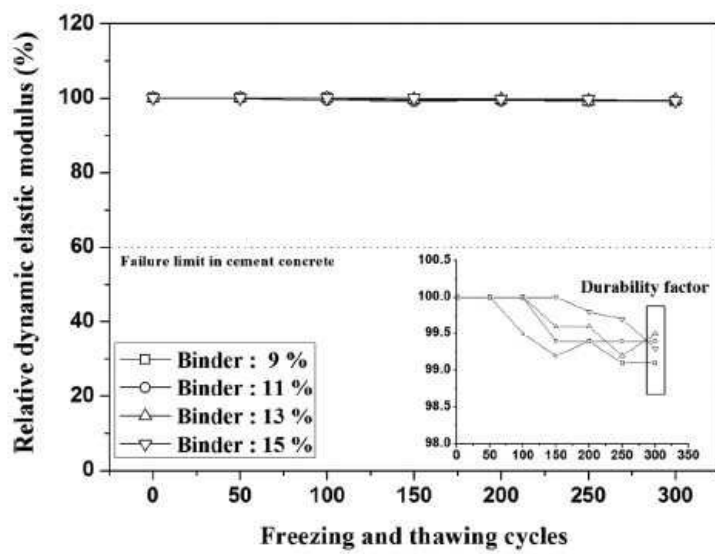


(d) After immersion (B:15 %)

도면8



(a) Filler : oyster shell powder



(b) Filler : CaCO_3

도면9

