



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월16일
(11) 등록번호 10-1173442
(24) 등록일자 2012년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/16 (2006.01) C04B 41/45 (2006.01)
B28B 1/087 (2006.01) C04B 16/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0034782
(22) 출원일자 2012년04월04일
심사청구일자 2012년04월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030011383 A
KR100837184 B1
KR1019980071164 A
JP09241054 A

(73) 특허권자
국보환경(주)
대전광역시 동구 산내로450번길 13 (하소동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
장영일
경상북도 구미시 거의동 419
이병재
대전광역시 유성구 대정동 드리움아파트 209동 1004호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박창희, 김종관, 권오식

전체 청구항 수 : 총 10 항

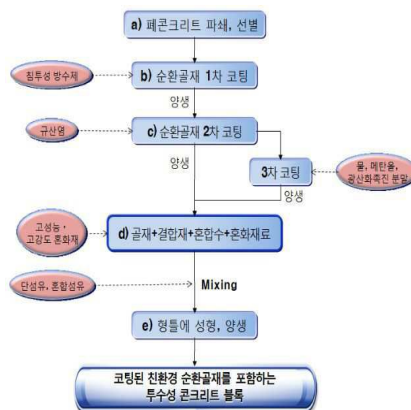
심사관 : 신상훈

(54) 발명의 명칭 코팅된 친환경 순환골재를 포함하는 투수성 콘크리트 블록 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 a) 폐콘크리트를 파쇄하여 골재를 제조하는 단계; b) 물과 침투성 방수제를 혼합한 용액으로 상기 골재를 1차 코팅하고 1차 양생하는 단계; c) 상기 b) 단계 후 물과 규산염을 혼합한 용액으로 2차 코팅하고 2차 양생하여 이중 코팅된 순환골재를 제조하는 단계; d) 상기 제조된 이중 코팅된 순환골재, 천연잔골재, 결합재, 혼합수 및 혼화제를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및 e) 상기 혼합물을 콘크리트 블록의 형틀에 투입하여 블록의 모양으로 성형하고 양생하는 단계;를 포함하여 제조되는 콘크리트 블록에 관한 것이다. 본 발명은 공극 및 균열의 충전 효과를 구비하여 순환골재의 흡수율을 저하시키고, 이를 통해 내구성과 강도가 우수한 콘크리트 블록에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이광복

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 101동
1004호

배준영

대전광역시 유성구 도룡동 스마트시티주상복합아파
트 501동 1902호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 00046722

부처명 지식경제부 중소기업청

연구사업명 산학연 공동기술개발사업

연구과제명 2차 코팅된 순환골재를 이용한 자원순환형 저탄소 투수성콘크리트 제품의 개발

주관기관 충남대학교 산학협력단

연구기간 2011.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

- a) 페콘크리트를 파쇄하여 입도가 5 ~ 10 mm, 8 ~ 13 mm 또는 8 ~ 25 mm인 순환 굵은골재 및 5mm이하인 순환 잔골재를 제조하는 단계;
 - b) 물과 침투성 방수제를 포함한 혼합용액으로 상기 순환 굵은골재와 순환 잔골재를 1차 코팅하고 1차 양생하는 단계;
 - c) 상기 b) 단계 후 물과 규산염을 포함한 혼합용액으로 2차 코팅하고 2차 양생하여 이중 코팅된 순환 굵은골재와 순환 잔골재를 제조하는 단계;
 - d) 상기 이중 코팅된 순환 굵은골재, 순환 잔골재 또는 천연잔골재, 결합제, 혼합수 및 혼화제를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및
 - e) 상기 혼합물을 콘크리트 형틀에 투입하여 성형하고 양생하는 단계;를 포함하고,
- 상기 d) 단계에서 결합제는 보통포틀랜드 시멘트; 보통포틀랜드 시멘트 20 ~ 99 중량% 와 분말도 4,000 ~ 10,000 cm²/g인 고로슬래그 미분말 1 ~ 80중량%를 포함한 저탄소 2종 혼합시멘트; 보통포틀랜드 시멘트 20 ~ 90 중량%, 4,000 ~ 10,000 cm²/g인 고로슬래그 미분말 1 ~ 65중량% 및 분말도가 3,000 ~ 6,000 cm²/g인 플라이애시 1 ~ 45중량%를 포함하는 저탄소 3종 혼합시멘트; 중에서 선택되는 어느 하나인 것인 투수성 콘크리트 블록의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 b)단계에서 물 : 침투성 방수제를 0.01 ~ 0.99 : 1 중량비로 포함하고, 상기 제 1차 양생 후 수분 흡수율이 0.01 ~ 40%인 투수성 콘크리트 블록의 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 c)단계에서 물과 규산염을 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 포함하는 것인 투수성 콘크리트 블록의 제조방법.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 침투성 방수제는 탄화수소계 아크릴 수지인 투수성 콘크리트 블록의 제조방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 결합제는 순환골재 100중량부에 대하여 15 ~ 30 중량부 포함하는 것인 투수성 콘크리트 블록의 제조방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 d) 단계에서 이중 코팅된 순환 굵은 골재 100중량부에 대하여, 폴리비닐알콜섬유, 폴리에틸렌섬유 또는 나일론섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 혼합섬유를 0.001 ~ 0.1 중량부 더 포함하는 투수성 블록의 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 d) 단계에서 이중 코팅된 순환 굵은골재 100중량부에 대하여, 무수석고, 생석회, 황산칼륨, 황산나트륨, 황산칼슘, 수산화칼륨 또는 수산화나트륨 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 0.001 ~ 10 중량부 더 포함하는 것인 투수성 블록의 제조방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 c)단계 후 물: 메탄올: 광산화촉진분말을 1 : 0.01 ~ 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 혼합한 용액으로 코팅하는 단계를 더 포함하는 투수성 콘크리트 블록의 제조방법.

청구항 11

제 1항, 제 3항 내지 제 5항 또는 제 7항 내지 제 10항에서 선택되는 어느 한 항의 제조방법으로 제조되며, 압축강도 18 Mpa 이상, 휨강도 4 MPa 이상, 투수계수 0.1mm/sec 이상, 공극률 8% 이상 및 내동해성 45 Cycle 이상인 투수성 콘크리트 블록.

청구항 12

상기 제 11항의 콘크리트 블록은 차도, 보도, 공원 및 주차장에 사용되는 경계석 블록, 보도용 및 주차용 인터로킹블록과 사각블록에 사용되는 것인 투수성 콘크리트 블록.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 폐콘크리트를 파쇄한 순환골재를 이중 코팅하여 이를 포함하는 투수성 콘크리트 블록 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 도시 재개발사업 및 사회기반시설의 확충 등으로 국내 건설현장에서는 막대한 양의 건설산업부산물이 발생되고 있으며, 2009년 환경부 통계에 의하면 총 폐기물 중에서 건설산업부산물은 51%로 가장 큰 구성비율을 차지하고 있다. 이의 연간 총 발생량은 약 6,692만톤으로 10년간의 발생량이 595%(년 60%) 증가하였으며, 건설산업부산물 중 가장 큰 비율(63.0%)을 차지하는 폐콘크리트는 연간 약 4,213만톤이 발생되고 있다. 우리나라는 이러한 폐콘크리트에 대한 재활용 지원책 등 재활용기반이 미흡하여 재활용을 저해하는 요소가 많고 폐기물처리 및 재활용을 고려하지 않은 해체공사로 인한 폐기물 발생으로 처리비가 매년 증가하고 있는 실정이다.

[0003] 또한, 폐콘크리트 순환골재는 KS규정을 만족하기 위하여 경제적으로 많은 비용이 소요되며, 고품질의 순환골재의 품질규정을 맞추기 위하여 폐콘크리트 순환골재에 부착되어 있는 구모르타르를 제거하는 기술이 요구된다. 이를 위하여 기존의 연구에서는 대부분 폐콘크리트 생산상의 마쇄조건(크라샤 종류, 파쇄시간 등) 및 골재의 세척조건에 중점을 두어 연구가 수행되었으며, 연구결과를 실제 적용하기 위하여 초기에 많은 설비투자 비용이 소요될 뿐만 아니라 일정한 품질의 확보가 어려운 문제점이 있는 실정이다.

[0004] 이러한 문제를 해결하고자 폐콘크리트의 유효재활용률을 증대시키기 위하여 순환골재 세척과정에서 침투방수제 및 도포방수제 등의 특수화학제를 사용한 폐콘크리트 순환골재의 코팅기술이 필요할 뿐만 아니라 순환골재에서 유출되는 유해물질 등을 제거할 수 있도록 광촉매 산화제 등을 사용한 친환경 처리기술이 추가적으로 이루어지는 폐콘크리트 순환골재의 이중 코팅 기술 및 이를 이용한 콘크리트의 적용연구가 절실히 요구되고 있다.

[0005] 대한민국공개특허 제 10-2009-0078930호 “수성발수제로 피복된 순환골재와 이를 이용한 콘크리트조성물”에는 수성발수제를 순환굵은 골재에 피복하여 콘크리트용 골재로 사용가능하도록 순환 골재의 성능을 개선시킨 순환

골재를 제공하고 있지만, 흡수율 또는 마모율면에서 그 효과가 충분하지 못하며 이를 사용한 콘크리트의 강도 및 내구성이 약한 단점을 내포하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허 제 10-2009-0078930 (2009.07.21)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기의 문제점을 극복하기 위한 것으로, 폐콘크리트를 파쇄하고 이중 코팅하여 수분 흡수율과 마모율이 감소되고, 강도 및 내구성이 향상된 투수성 콘크리트 블록 및 그의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은 a) 폐콘크리트를 파쇄하여 순환 굼은골재 및 순환 잔골재를 제조하는 단계; b) 물과 침투성 방수제를 포함한 혼합용액으로 상기 순환 굼은골재와 순환 잔골재를 1차 코팅하고 1차 양생하는 단계; c) 상기 b) 단계 후 물과 규산염을 포함한 혼합용액으로 2차 코팅하고 2차 양생하여 이중 코팅된 순환 굼은골재와 순환 잔골재를 제조하는 단계; d) 상기 이중 코팅된 순환 굼은골재, 순환 잔골재 또는 천연잔골재, 결합제, 혼합수 및 혼화제를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및 e) 상기 혼합물을 콘크리트 형틀에 투입하여 성형하고 양생하는 단계;를 포함하는 투수성 콘크리트 블록의 제조방법에 관한 것이다.

[0009] 또한 본 발명은 상기 c)단계 후 물, 메탄올 및 광산화촉진 분말을 1: 0.01 ~ 1: 0.01 ~ 1 중량비로 포함된 혼합된 용액으로 코팅하는 단계를 더 포함하는 투수성 콘크리트 블록의 제조방법에 관한 것이다.

[0010] 또한 본 발명은 압축강도 18 Mpa 이상, 휨강도 4 MPa 이상, 투수계수 0.1mm/sec 이상, 공극률 8% 이상 및 내동해성 45 Cycle 이상인 투수성 콘크리트 블록에 관한 것이다.

[0011] 또한 본 발명은 투수성 콘크리트 블록은 차도, 보도, 공원 및 주차장에 사용되는 경계석 블록, 보도용 및 주차용 인터로킹블록과 사각블록에 사용되는 것인 투수성 콘크리트 블록에 관한 것이다.

[0012] 이하 본 발명의 구성에 대하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[0013] 상기 a)단계는 폐콘크리트를 파쇄하는 단계로 죠크러셔 등으로 폐콘크리트를 잘게 분쇄한 것으로 입도 5 mm 이하인 순환 잔골재와 입도 5 ~ 10 mm, 8 ~ 13 mm 또는 8 ~ 25 mm인 순환 굼은골재의 단일입도로 선별하여 투수성 콘크리트 조성물에 포함시키는 것이 바람직하다. 상기의 입도범위를 갖는 순환 잔골재 및 순환 굼은골재를 포함하는 것이 투수성 콘크리트 블록의 제조시 공극률, 투수계수, 강도, 경도 및 유연성을 향상시켜 주기 때문이다.

[0014] 본 발명의 b)단계는 순환 굼은골재 및 순환 잔골재를 1차 코팅하고 1차 양생하는 단계로, 물 : 침투성 방수제를 0.01 ~ 0.99 : 1 중량비를 포함한 혼합용액으로 1차 코팅하는 것이 바람직하다. 상기의 혼합용액으로 코팅하는 것은 파쇄된 순환골재에 부착된 구모르타르에 침투하고 1차 양생과정시 구모르타르 내부에서 중합반응을 일으켜 경화됨으로서 순환 굼은골재와 순환 잔골재의 흡수율과 흡수율의 편차를 낮추고 순환 굼은골재와 순환 잔골재의 안정성을 증대시켜 줄 수 있기 때문이다. 또한 상기 침투성 방수제는 탄화수소계 아크릴 수지를 포함하는 것이 바람직하며, 이는 순환 굼은골재와 순환 잔골재에 부착된 구모르타르의 수축을 최소화하고 수분증발을 억제시켜 강도를 증가, 균열을 저감시켜주며 내구성이 향상 될 수 있도록 해 주기 때문이다. 상기 침투성 방수제는 탄화수소계 아크릴 수지를 포함하는 것이 바람직하며, 예로는 타스(주)의 크리스톤을 들 수 있다.

[0015] 상기 1차 양생은 1차 코팅 후 순환 골재의 수분 흡수율이 0.01 ~ 40%가 되도록 하는 것이 강도 및 내구성 증가에 바람직하다.

[0016] 본 발명의 c)단계는 순환골재를 1 차 코팅하고 1차 양생한 순환 굼은골재와 순환 잔골재를 물과 규산염을 포함한 혼합용액으로 2차 코팅하고 2차 양생하여 이중 코팅된 순환 굼은골재와 순환 잔골재를 제조하는 단계로, 상기 물과 규산염은 1 : 1 ~ 0.01 중량비를 포함하여 혼합하는 것이 바람직하다. 상기의 범위로 물과 규산염을 포

합한 혼합용액으로 순환 굽은골재와 순환 잔골재를 코팅하면 경도 및 마모에 대한 저항성을 증가시킬 수 있기 때문이다. 또한 2차 코팅 후 2차 양생은, 실온 또는 5 ~ 40℃에서 건조 하는 것이 바람직하다. 상기 규산염으로는 규산나트륨, 규산칼륨, 알루미늄규산염과 폴리아크릴산 나트륨을 혼합한 화합물 중에서 선택되는 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 사용할 수 있다.

[0017] 본 발명에서 1차 또는 2차 코팅은 살수, 침지 및 도포 등 통상의 방법으로 할 수 있다.

[0018] 상기 c)단계 후 물 : 메탄올 : 광산화촉진 분말을 1 : 0.01 ~ 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 포함하여 혼합한 용액으로 코팅하는 단계를 더 포함 할 수 있다. 상기의 물, 메탄올 및 광산화촉진 분말을 혼합한 혼합용액으로 더 코팅하는 것은 순환 굽은골재와 순환 잔골재의 유해물질을 제거하고 친환경 골재를 제조하는데 바람직하기 때문이다. 상기 광산화촉진 분말의 예로는, TiO_2 분말의 함량이 93%이상, 입자크기 0.2~1.0 μm , 비표면적 140 cm^2/g 이상, 밀도 3.0~4.5 g/cm^3 , pH 6~8.5이며 아나타제(Anatase)의 결정상을 갖는 분말 일 수 있다.

[0019] 본 발명의 d)단계에서 결합제는 보통포틀랜드 시멘트; 보통포틀랜드 시멘트와 고로슬래그 미분말을 혼합한 저탄소 2중 혼합시멘트; 보통포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 혼합한 저탄소 3중 혼합시멘트; 중에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한 상기 결합제는 순환 굽은골재 100중량부에 대하여 15 ~ 30 중량부 포함하는 것이 바람직하며, 이는 압축강도 및 내구성 향상에 영향을 미친다.

[0020] 상기 보통포틀랜드 시멘트와 고로슬래그 미분말 혼합시, 보통포틀랜드 시멘트 20 ~ 99 중량%와 고로슬래그 미분말 1 ~ 80중량%를 포함하는 것이 바람직하며, 보통포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시 혼합시, 보통포틀랜드 시멘트 20 ~ 90 중량%, 고로슬래그 미분말 1 ~ 65중량% 및 플라이애시 1 ~ 45중량%을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 고로슬래그 미분말과 플라이애시를 상기와 같은 범위로 포함하게 되면, 모세공극이 감소하여 조직이 치밀해져 내구성이 향상되며, 초기강도 감소에 대한 문제점을 해결할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 상기 고로슬래그 미분말의 분말도가 4,000 ~ 10,000 cm^2/g 이고, 플라이애시 분말도는 3,000 ~ 6,000 cm^2/g 인 것이 바람직한데, 이는 내구성을 더욱 우수하게 해 주며, 강도가 감소되는 것을 막아 줄 수 있기 때문이다.

[0021] 상기 d)단계에서 천연잔골재는 KS F 2357 기준에 적합한 것을 사용하는 것이 바람직하며, 예로는 입경 5mm 이하, 흡수율 0.89%, 절대건조 밀도 2.55 g/cm^3 인 것을 들 수 있다.

[0022] 상기 혼합수는 콘크리트의 응결경화, 강도의 발현 등의 품질에 나쁜 영향을 미치거나 강재를 녹슬게 하는 물질을 함유하고 있지 않다면, 크게 제한되지 않고 사용될 수 있다.

[0023] 상기 혼화제는 고성능 AE감수제, 유동화제, AE제에서 선택되는 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 포함 할 수 있다. 상기 혼화제의 함량은 순환골재 100중량부에 대하여 0.003 ~ 0.3 중량부 포함하는 것이 바람직하며, 상기의 범위로 혼화제를 포함하게 되면 결합제의 유동성확보와 콘크리트 조성물의 강도, 동결융해저항성이 향상될 수 있다.

[0024] 또한 본 발명의 d) 단계에 단섬유 소재를 더 포함하여 사용할 수 있으며, 상기 단섬유로는 폴리비닐알콜섬유, 폴리에틸렌섬유 또는 나일론섬유 중에서 선택되는 하나 또는 둘 이상을 혼합한 혼합섬유일 수 있으며, 그 함량은 순환골재 100중량부에 대하여 0.001 ~ 0.1 중량부 포함할 수 있다. 상기 단섬유 소재를 상기의 범위로 포함하게 되면 압축강도, 휨강도 및 휨인성, 내마모성, 동결융해저항성이 기존의 투수성 콘크리트 보다 더욱 향상되어 건조수축, 균열발생 등을 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0025] 또한 본 발명의 d) 단계에 고성능고강도 혼화제를 더 포함하여 사용할 수 있으며, 상기 고성능고강도 혼화제로는 무수석고, 생석회, 황산칼륨, 황산나트륨, 황산칼슘, 수산화칼륨 또는 수산화나트륨 중에서 선택되는 하나 또는 둘 이상의 혼합물일 수 있으며, 그 함량은 순환골재 100중량부에 대하여 0.001 ~ 10 중량부 포함할 수 있다. 상기 혼화제를 상기의 범위로 포함하게 되면 투수성 콘크리트 조성물의 압축강도 및 내구성, 구조적 성능을 기존의 투수성 콘크리트 보다 더욱 향상시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

[0026] 상기 e)단계는 상기 d)단계에서 혼합한 혼합물을 콘크리트 블록으로 성형 하고 양생하는 단계로, 혼합물을 블록 성형기에 투입하고, 30 ~ 150 Hz의 표면진동과 80 ~ 300 kg/cm^2 의 압력으로 3 ~ 60 초간 성형하는 것이 바람직하다. 이는 혼합물이 성형틀 바닥으로 흘러내리지 않은 상태에서 혼합물들의 입자를 조밀하게 배치되게 해주고 상호 밀착이 좋아지게 하여 강도가 높아지고 내구성이 좋아 질 수 있게 하기 때문이다.

[0027] 상기 투수성 콘크리트 블록의 양생은 증기양생하는 것이 바람직하며, 증기양생은 15 ~ 25℃의 양생실에 성형된

블록을 투입하여 2 ~ 4시간 정치시키는 단계, 상온에서 30 ~ 60℃까지 90 ~ 180분 가열하는 승온단계, 30 ~ 60℃에서 240 ~ 720분 가열하는 등온단계 및 상온까지 90 ~ 180분 감온하는 감온단계, 15 ~ 25℃에서 2 ~ 4시간 다시 정치시키는 단계로 이루어진다. 상기 정치단계는 성형된 블록의 탈수현상을 억제하고 자연경화시켜 이후 단계인 승온단계에서 온도상승으로 인한 크랙발생을 방지할 수 있다. 상기 정치단계는 탈수현상을 방지하기 위해 양생실 내부에서 이루어지는 것이 바람직하다. 또한 승온단계에서는 급격한 온도상승으로 인한 블록의 크랙발생을 방지하기 위해서 온도를 서서히 올려주는 것이 바람직하다. 상기 등온단계는 정상적인 양생이 이루어지는 단계이며, 감온단계는 급격한 온도 저하로 인해 블록이 수축되면서 크랙이 발생하는 문제점을 발생할 수 있으므로 서서히 상온까지 감온하는 것이 좋다.

[0028] 본 발명의 제조방법으로 제조된 투수성 콘크리트 블록은 압축강도 18 Mpa 이상, 휨강도 4 MPa 이상, 투수계수 0.1mm/sec 이상, 공극률 8% 이상 및 내동해성 45 Cycle 이상이며, 상기 투수성 콘크리트 블록은 차도, 보도, 공원 및 주차장에 사용되는 경계석 블록, 보도용 및 주차용 인터로킹블록과 사각블록에 사용될 수 있다.

[0029] 상기 내동해성은 상대동탄성계수가 60%이하에 도달할 경우의 사이클수를 의미하는 것이다.

발명의 효과

[0030] 이와 같은 본 발명은 순환 굽은골재와 순환 잔골재를 이중 코팅하여 순환골재 자체의 공극 및 균열의 충전 효과를 구비하여 순환골재의 흡수율을 근본적으로 저하시키고, 이를 통해 내구성과 강도가 우수한 투수성 콘크리트 블록을 제조하였다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 코팅된 친환경 순환골재를 포함하는 투수성 콘크리트 블록 및 그의 제조방법의 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 1. 순환골재의 밀도 및 흡수율 시험방법 (KS F 2503)

[0033] ① 밀도 및 흡수율을 나타내는 흡수율은 다음 식으로 구한다.

$$\text{절대건조상태의 밀도} = \frac{A}{B - C} \times \rho_w$$

$$\text{표면건조 포화상태 밀도} = \frac{B}{B - C} \times \rho_w$$

$$\text{흡수율(질량비 \%)} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

여기서, A : 공기 중 시료를 건조기에서 건조시킨 질량 [g]

B : 공기 중 시료의 표면건조 포화상태 질량 [g]

C : 시료의 수중질량 [g]

ρ_w : 시험온도에서의 물의 밀도 [g/cm^3]

[0034]

[0035] 2. 로스엔젤레스 시험기에 의한 순환골재의 마모 시험방법 (KS F 2508)

[0036] ① 실험결과에의 계산은 다음 식에 의한다.

$$\text{마모감량(마모율, \%)} = \frac{\text{시험 전 시료질량 [g]} - \text{시험 후 1.7mm 망체에 남은 질량 [g]}}{\text{시험 전의 시료질량 [g]}} \times 100$$

[0037]

[0038] 3. 콘크리트의 압축강도 시험방법 (KS F 2405)

[0039] ① 압축강도의 계산은 다음 식에 의한다.

$$\text{- 압축강도 } f_{cu} [\text{MPa}] = \frac{\text{최대하중 } P [\text{N}]}{\text{공시체의 단면적 } A [\text{mm}^2]}$$

[0040]

[0041] 4. 콘크리트의 휨강도는 『보차도용 콘크리트 인터로킹 블록』 KS F 4419의 휨시험 방법으로 측정하였다.

[0042] ① 중앙점 재하법에 따른 콘크리트 휨강도의 계산은 다음 식에 의한다.

$$\text{- 휨강도 } f_b [\text{MPa}] = \frac{3P\ell}{2bd^2}$$

여기서, P : 시험기가 나타낸 최대 하중 [N]

ℓ : 지점 간 거리 [mm]

b : 지점 간에 직각 방향의 평균 나비 [mm]

d : 블록의 평균 두께 [mm]

[0043]

[0044] 5. 공극률시험은 일본콘크리트공학협회의 『포러스콘크리트의 공극률시험방법(안)』 중 용적법에 준하여 측정하였으며, 다음 식에 의하여 산출하였다.

$$\text{- } A (\%) = \left\{ 1 - \frac{(W_2 - W_1)}{V} \right\} \times 100$$

여기서, A : 콘크리트의 공극률(%)

W_1 : 공시체의 수중질량(g)

W_2 : 24시간의 자연건조 후 기건질량(g)

V : 공시체의 체적(cm^3)

[0045]

[0046] 6. 콘크리트의 투수계수는 『보차도용 콘크리트 인터로킹 블록』 KS F 4419의 투수성 시험방법으로 측정하였다.

[0047] ① 투수계수의 계산은 다음 식에 의한다.

$$\text{- 투수계수 } K = \frac{d}{h} \times \frac{Q}{A \times 30s}$$

여기서, K : 투수계수 [mm/sec]

Q : 배수되는 유출수량 [mm^3]

d : 블록의 두께 [mm]

h : 수위차 [mm]

A : 블록의 단면적 [mm^2]

$30s$: 측정시간 [sec]

[0048]

[0049] 7. 콘크리트에 대한 동결융해저항성을 측정하는 시험방법 및 기준은 아직까지 규정되어 있지 않으므로, 본 연구에서는 보통콘크리트의 내동해성 평가에 적용되는 KS F 2456 『급속동결융해에 대한 콘크리트의 저항시험방법』 중 A법(수중 급속 동결융해시험)을 준용하여 내동해성을 평가하였다. 즉 $75 \times 75 \times 355 \text{ mm}$ 의 각주 공시체를 제작하여 $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 수중에서 양생한 다음, $-18 \sim +4 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 1일 6사이클로 상대동탄성계수가 60% 이하가 될 때까지 소정의 사이클별로 1차 공명주파수를 측정하여 내동해성을 평가하였다.

[0050] **[제조예 1] 순환골재의 코팅**

[0051] 페콘크리트를 죠크러서로 파쇄한 후 8 ~ 13 mm 단일입도의 순환 굵은골재 200kg을 얻었다. 상기 순환 굵은골재 200kg에 물 4kg과 탄화수소계 아크릴수지를 포함하는 침투성 방수제 (크리스톤, 타스(주), 비중 0.98 ± 0.0 5) 200kg 을 혼합한 용액을 침수하여 순화골재를 1차 코팅을 하였다. 1차 코팅 후 23℃ 상온에서 골재의 수분 흡수율이 2%가 되도록 1차 양생하였다.

[0052] 상기 1차 코팅 및 양생한 순환 굵은골재 200kg에 물 120kg과 규산나트륨 12kg을 혼합한 용액을 살수하여 2차 코팅을 하였다. 2차 코팅 후 23℃ 상온에서 건조하여 골재의 수분 흡수율이 2%가 되도록 순환골재를 2차 양생하였으며, 제조된 순환골재의 물성은 하기 표 2에 나타내었다.

[0053] **[제조예 2] 순환골재의 코팅**

[0054] 제조예 1과 동일하게 2차 코팅 및 양생하여 제조된 순환골재 200kg를 물 60kg, 메탄올 3kg와 광산화촉진분말 (TiO₂분말 함량: 93%이상, 입자크기 0.2~1.0 μ m, 비표면적 140cm²/g이상, 밀도 3.0~4.5g/cm³, pH 6~8.5) 3kg을 혼합한 용액을 살수하여 3차 코팅하였다. 상기 3차 코팅 후 23℃ 상온에서 건조하여 골재의 흡수율이 2%가 되도록 3차 양생하였으며, 제조된 순환골재의 물성은 하기 표 2에 나타내었다.

[0055] **[제조예 3] 순환골재의 코팅**

[0056] 하기 표 1의 함량으로 제조예 1과 동일하게 1차 코팅 및 양생하여 순환골재를 제조하였으며, 제조한 순환골재의 물성을 하기 표 2 에 나타내었다.

[0057] **[제조예 4] 순환골재의 제조**

[0058] 페콘크리트를 죠크러서로 파쇄한 후 8 ~ 13 mm 단일입도의 굵은골재 200kg을 얻었으며, 상기 제조예 1 내지 3의 코팅 및 양생 단계는 수행 하지 않았다. 순환골재의 물성은 하기 표 2에 나타내었다.

[0059] [표 1]

구분	1차 코팅		2차 코팅		3차 코팅		
	물 (kg)	침투성 방수제 (kg)	물 (kg)	규산염 (kg) (규산나트륨)	물 (kg)	메탄올 (kg)	광산화 촉진분말 (kg)
제조예 1	4	200	120	12	-	-	-
제조예 2	4	200	120	12	60	3	3
제조예 3	4	200	-	-	-	-	-
제조예 4	-	-	-	-	-	-	-

[0060]

[0061] [표 2]

구분	흡수율(%)	마모율(%)
제조예 1	3.29	32.1
제조예 2	3.10	31.4
제조예 3	3.80	35.9
제조예 4	4.67	38.1

[0062]

[0063] 상기 표 2의 흡수율은 10회 측정하여 얻은 평균값이며, 상기 제조예 1의 표준편차는 ± 0.11%, 제조예 2의 표준편차는 ± 0.10%, 제조예 3의 표준편차는 ± 0.23%, 제조예 5의 표준편차는 ± 0.56%로 각각 측정되었다.

[0064] 또한 상기 마모율은 3회 측정하여 얻은 평균값이며, 상기 제조예 1은 순환골재의 코팅이 이루어지지 않은 제조예 4에 비하여 마모율의 6.0%, 제조예 2는 6.7%, 제조예 3은 2.2%로 각각 감소하는 것으로 측정되었다. 따라서 순환골재를 코팅하지 않은 경우에 비하여 1차 코팅, 2차 코팅 및 3차 코팅이 이루어질수록 흡수율과 감소하였으며 표준편차 또한 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 마모율의 경우에도 1차 코팅, 2차 코팅 및 3차 코팅이 이루어질수록 순환골재의 경도가 증가됨으로서 마모율이 현저하게 감소하여 코팅하지 않은 순환골재인 제조예 4에 비하여 최대 약 6.7%정도 감소하였다.

[0065] [실시에 1]

[0066] 상기 제조예 1에서 제조한 순환 굵은골재 1,450 kg, 흡수율 0.89%, 절대건조 밀도 2.55g/cm^3 인 천연잔골재 128 kg, 보통포틀랜드 시멘트 345 kg, 물 86 kg, 폴리카보산계 고성능 AE감수제(S사의 ROAECON-PEMA SR5000F) 220g 을 옴니믹서에 투입하고 혼합하였다. 상기 제조된 투수성 콘크리트 조성물의 압축강도 및 공극률을 측정하기 위하여 KS F 2403 『콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법』에 준하여 $\phi 100 \times 200$ mm의 원주형 공시체를 제작하였으며, 내동해성을 측정하기 위하여 $75 \times 75 \times 355$ mm의 각주 공시체를 제작하여 23 ± 2 °C의 수중에서 28일 동안 양생하였다. 또한 『보차도용 콘크리트 인터로킹 블록』KS F 4419에 따른 콘크리트 블록의 휨강도와 투수계수를 측정하기 위하여 상기 혼합된 혼합물을 성형기에 투입하여 60Hz의 진동과 120kg/cm^2 압력으로 3sec간 성형하여 탈형하고, 증기양생 단계를 걸쳤다. 상기 증기양생 사이클은 성형체를 양생실에 투입하여 정치단계 3시간, 3시간 동안 60°C까지 승온, 50°C에서 등온 6시간, 상온까지 3시간, 다시 정치 3시간 실시하여 콘크리트블록을 제조하였으며, 그 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

[0067] [실시에 2 ~ 6]

[0068] 하기 표 3의 함량으로 실시예 1과 동일한 방법으로 투수성 콘크리트 블록을 제조하였으며, 상기 투수성 콘크리트 블록의 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

[0069] [표 3]

구분	순환골재 (kg)		천연 잔골재 (kg)	결합재 (kg)			물 (kg)	폴리비닐 알콜섬유 (g)	고성능 AE감수제 (g)
	제조예 1	제조예 2		보통 포틀랜드 시멘트	고로슬래그 미분말	플라이 애시			
실시예 1	1,450	-	128	345	-	-	86	-	220
실시예 2	1,450	-	128	172.5	138	34.5	86	-	220
실시예 3	1,450	-	128	172.5	138	34.5	86	260	220
실시예 4	-	1,450	128	345	-	-	86	-	220
실시예 5	-	1,450	128	172.5	138	34.5	86	-	220
실시예 6	-	1,450	128	172.5	138	34.5	86	260	220

[0070]

[0071] [비교예 1]

[0072] 상기 제조예 3에서 제조한 순환 굵은골재 1,450 kg, 흡수율 0.89%, 절대건조 밀도 2.55g/cm^3 인 천연잔골재 128 kg, 보통포틀랜드 시멘트 345 kg, 물 86 kg, 폴리카보산계 고성능 AE감수제(S사의 ROAECON-PEMA SR5000F) 220 g 을 옴니믹서에 투입하고 혼합하였다. 상기 제조된 투수성 콘크리트 조성물의 압축강도 및 공극률을 측정하기 위하여 KS F 2403 『콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법』에 준하여 $\phi 100 \times 200$ mm의 원주형 공시체를 제작하였으며, 내동해성을 측정하기 위하여 $75 \times 75 \times 355$ mm의 각주 공시체를 제작하여 23 ± 2 °C의 수중에서 28일 동안 양생하였다. 또한 『보차도용 콘크리트 인터로킹 블록』KS F 4419에 따른 콘크리트 블록의 휨강도와 투수계수를 측정하기 위하여 상기 혼합된 혼합물을 성형기에 투입하여 60Hz의 진동과 120kg/cm^2 압력으로 3sec간 성형하여 탈형하고, 증기양생 단계를 걸쳤다. 상기 증기양생 사이클은 성형체를 양생실에 투입하여 정치단계 3시간, 3시간 동안 60°C까지 승온, 50°C에서 등온 6시간, 상온까지 3시간, 다시 정치 3시간 실시하여 콘크리트블록을 제조하였으며, 그 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

[0073] [비교예 2 ~ 6]

[0074] 하기 표 4의 함량으로 비교예 1과 동일한 방법으로 투수성 콘크리트 블록을 제조하였으며, 상기 투수성 콘크리트 조성물의 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

[0075] [표 4]

구분	순환골재 (kg)		천연 잔골재 (kg)	결합재 (kg)			물 (kg)	폴리비닐 알콜섬유 (g)	고성능 AE감수제 (g)
	제조예 3	제조예 4		보통 포틀랜드 시멘트	고로슬래그 미분말	플라이 애시			
비교예 1	1,450	-	128	345	-	-	86	-	220
비교예 2	1,450	-	128	172.5	138	34.5	86	-	220
비교예 3	1,450	-	128	172.5	138	34.5	86	260	220
비교예 4	-	1,450	128	345	-	-	86	-	220
비교예 5	-	1,450	128	172.5	138	34.5	86	-	220
비교예 6	-	1,450	128	172.5	138	34.5	86	260	220

[0076]

[0077] [표 5]

구분	압축강도 (MPa)	내동해성 (Cycle)	공극률 (%)	휨강도 (MPa)	투수계수 (mm/sec)
실시예 1	19.01	52	17.00	4.11	1.34
실시예 2	19.13	50	16.98	4.04	1.35
실시예 3	19.48	56	16.20	4.24	1.15
실시예 4	19.83	58	16.54	4.27	1.31
실시예 5	19.27	61	16.56	4.20	1.38
실시예 6	19.97	66	16.34	4.32	1.08
비교예 1	16.89	43	17.43	3.76	1.51
비교예 2	16.54	42	17.40	3.61	1.43
비교예 3	17.09	44	17.05	3.96	1.46
비교예 4	14.37	35	17.52	3.14	1.56
비교예 5	14.05	31	17.46	3.03	1.53
비교예 6	14.76	37	17.42	3.21	1.51

[0078]

[0079] 상기 표 5의 압축강도는 채령 28일 강도로서 3개의 원주형 공시체를 KS F 2405 『콘크리트의 압축강도 시험방법』에 준하여 측정 후의 평균 값이며, 상기 이중 코팅된 순환골재를 포함한 실시예 1 ~ 6의 경우는 비교예 1 ~ 6에 비하여 현저히 높은 압축강도를 나타내었다. 이는 이중 코팅된 순환골재를 사용할 경우 순환골재의 골재 자체 경도를 현저히 증대시킬 뿐만 아니라 흡수율과 마모율의 감소로 투수성 콘크리트 공시체의 압축강도가 증대되기 때문이다.

[0080] 또한 폴리비닐알콜섬유를 혼입할 경우 콘크리트 체적으로 첨가하였기 때문에 내동해성이 현저하게 증대됨을 알 수 있었다. 이는 폴리비닐알콜섬유가 콘크리트 조직내부의 구속력과 인장강도를 증가시키고 동결 및 융해에 의한 골재분리 및 페이스트 탈락을 방지할 뿐만 아니라 고로슬래그 미분말과 플라이애시의 혼입으로 섬유 분산성이 향상되었기 때문이다.

[0081] 공극률 및 투수계수는 고로슬래그 미분말, 플라이애시 또는 폴리비닐알콜섬유를 혼입함에 따라 다소 감소하나 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 투수계수는 모든 경우에 KS F 4419의 『보차도용 콘크리트 인터로킹 블록』에 규정된 0.1 mm/sec 이상의 값으로서 모두 만족하는 것으로 나타났다.

[0082] 이상의 결과로서 이중 코팅된 순환골재를 사용한 투수성 콘크리트 공시체 및 블록의 경우가 코팅하지 않은 순환골재를 사용한 경우에 비하여 압축강도, 휨강도 및 내동해성이 현저하게 증대되어 『보차도용 콘크리트 인터로킹

블록』의 성능 규정을 모두 만족하는 것으로 나타나 이중 코팅된 순환골재의 활용이 크게 기대된다.

도면

도면1

