(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월17일
(11) 등록번호 10-1192238
(24) 등록일자 2012년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/04 (2006.01) *C04B 14/04* (2006.01)
C04B 22/14 (2006.01) *C04B 26/06* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0021880
(22) 출원일자 2012년03월02일
심사청구일자 2012년03월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100133118 A
KR1020100008397 A
KR101037073 B1
KR1020110032749 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
박완신
대전광역시 유성구 계산동 학하지구 138-1블럭 학의뜰아파트 102-1502
(74) 대리인
박창희, 김종관, 권오식

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 신상훈

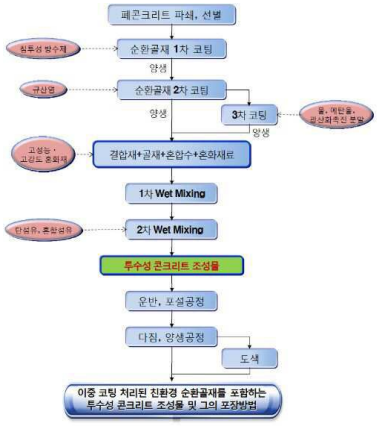
(54) 발명의 명칭 **이중 코팅 처리된 친환경 순환골재를 포함하는 투수성 콘크리트 조성물 및 그의 포장방법**

(57) 요 약

본 발명은 폐콘크리트를 파쇄하여 입도가 5 ~ 10 ㎜, 8 ~ 13 ㎜ 또는 8 ~ 25 ㎜이고, 침투성 방수제 및 규산염으로 이중 코팅된 굵은골재 100중량부에 대하여, 입도 5㎜이하이고 침투성 방수제 및 규산염으로 이중 코팅된 순환잔골재 또는 천연잔골재 0.01 ~ 25 중량부, 결합재 15 ~ 30 중량부, 혼합수 3 ~ 10 중량부 및 혼화제 0.003 ~ 0.3 중량부를 포함하며, 콘크리트 내부의 공극률이 6 ~ 30%인 투수성 콘크리트 조성물에 관한 것이다.

또한 본 발명은 상기 투수성 콘크리트 조성물을 포장장소로 운반하는 운반공정; 포장면에 포설하는 포설공정; 콘크리트 내부의 연속공극률이 7 ~ 23%되도록 다짐하는 다짐공정; 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 양생공정을 포함하는 포장방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



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

폐콘크리트를 파쇄하여 입도가 5 ~ 10 ㎜, 8 ~ 13 ㎜ 또는 8 ~ 25 ㎜이며, 물과 침투성 방수제를 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 포함하는 제 1 코팅액과 물과 규산염을 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 포함하는 제 2 코팅액으로 이중 코팅된 순환 굵은골재 100중량부에 대하여, 입도 5㎜이하이며 침투성 방수제 및 규산염으로 이중 코팅된 순환잔골재 또는 천연잔골재 0.01 ~ 25 중량부, 결합재 15 ~ 30 중량부, 혼합수 3 ~ 10 중량부 및 혼화제 0.003 ~ 0.3 중량부를 포함하며, 콘크리트 내부의 공극률이 6 ~ 30%이고,

상기 결합재는 보통포틀랜드 시멘트; 보통포틀랜드 시멘트 20 ~ 99 중량% 와 분말도 4,000 ~ 10,000 cm^2/g인 고로슬래그 미분말 1 ~ 80중량%를 포함한 저탄소 2종 혼합시멘트; 보통포틀랜드 시멘트 20 ~ 90 중량%, 4,000 ~ 10,000 cm^2/g인 고로슬래그 미분말 1 ~ 65중량% 및 분말도가 3,000 ~ 6,000 cm^2/g인 플라이애시 1 ~ 45중량%을 포함하는 저탄소 3종 혼합시멘트; 중에서 선택되는 어느 하나인 것인 투수성 콘크리트 조성물.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 이중 코팅된 순환 굵은골재 및 순환 잔골재는 물, 메탄올과 광산화촉진 분말을 1 : 0.01 ~ 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 포함하는 제 3 코팅액으로 더 코팅된 것인 투수성 콘크리트 조성물.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 침투성 방수제는 탄화수소계 아크릴 수지인 투수성 콘크리트 조성물.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 이중 코팅된 순환 굵은골재 100중량부에 대하여, 폴리비닐알콜섬유, 폴리에틸렌섬유 또는 나일론섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 혼합섬유를 0.001 ~ 0.1 중량부 더 포함하는 투수성 콘크리트 조성물.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 이중 코팅된 순환 굵은골재 100중량부에 대하여, 무수석고, 생석회, 황산칼륨, 황산나트륨, 황산칼슘, 수산화칼륨 또는 수산화나트륨 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 0.001 ~ 5 중량부 더 포함하는 것인 투수성 콘크리트 조성물.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항, 제 3항, 제 4항, 제5항, 제 6항에서 선택되는 어느 한 항의 투수성 콘크리트 조성물을 포장장소로 운반하는 운반공정; 포장면에 포설하는 포설공정; 콘크리트 내부의 연속공극률이 7 ~ 23% 되도록 다짐하는 다짐공정; 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 양생공정을 포함하는 포장방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 다짐공정 후 세라믹 도료 또는 경관용 페인트에서 선택되는 하나를 도포하는 도색공정을 더 포함하는 포장방법.

명 세 서

기 술 분 야

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

배 경 기 술

[0002] 최근에는 도로주변, 인도, 보행로, 산책로, 공원, 광장, 자전거도로 등에 빗물이 콘크리트층 때문에 지면으로 투수 및 통기가 되지 않아 지면에 살고 있는 미생물이 죽어가면서 사막화가 이루어지고, 또한 빗물이 노면을 타고 바로 배수구로 배수되어 집중호우나 장마에는 쉽게 하천과 강이 범람하는 동시에 자연생태계가 파괴되고 있어 이를 해소하기 위하여 지면 위에 투수형 콘크리트를 포장한다.

[0003] 상기 종래의 투수형 콘크리트 포장은 지면 위에 모래, 쇄석기층 투수 콘크리트 층이 순차적으로 포설되어 있는 것과 투수 콘크리트층 상면에 에폭시 계통의 도료를 도포 포장한 방식으로 사용하는데 이는 하절기에 포장된 노면의 변형이 심하고 아스팔트 점성 때문에 노면 공극이 쉽게 막히며, 또한 도료를 도포한 경우에는 표면에서 박리현상이 일어나 미세 먼지 등이 투수공을 막아버려 장시간 사용시 투수력이 떨어지는 문제가 발생한다.

[0004] 또한, 상기 투수 콘크리트에 사용되는 골재는 구입단가가 높은 천연골재를 주로 사용하여 결과적으로 제조단가의 상승을 유발하여, 근래에는 경우에 따라 일부에서는 폐건축물에서 발생되는 폐골재를 이용하였으나 이는 골재의 형상이 불균형적이면서 강도가 저하되는 단점을 가지고 있다.

[0005] 상기와 같이 폐건축물에서 얻어지는 폐콘크리트는 분쇄 가공으로 인해 분쇄되는 재생골재는 그 표면에 부착되어 있는 모르타르 및 각종 불순물 등에 의해 골재 자체의 흡수율이 증가하고 이를 기층에 사용하는 경우에 투수율이 저하되어 폐골재를 선별적으로 분리하여 사용하므로 실질적으로 폐골재를 사용할 수 있는 부분은 한정되어 있는 것이다.

[0006] 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 적용기술이 절실히 요구되고 있다.

[0007] 대한민국공개특허 제 2003-0011383호 “수성발수제로 피복된 순환골재와 이를 이용한 콘크리트조성물”에는 수성발수제를 순환 굵은골재에 피복하여 콘크리트용 골재로 사용가능하도록 순환 골재의 성능을 개선시킨 순환골재를 제공하고 있지만, 흡수율 또는 마모율면에서 그 효과가 충분하지 못하며 이를 사용한 콘크리트의 강도 및 내구성이 약한 단점을 내포하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허 제 10-2009-0078930 (2009.07.21)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기의 문제점을 극복하기 위한 것으로, 순환골재를 물, 침투성 방수제 및 규산염으로 이중 코팅한 순환골재를 포함하여 건조수축변형 및 균열발생을 억제하고, 강도 및 내구성이 향상된 투수성 콘크리트 조성물

및 그의 포장방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은 폐콘크리트를 파쇄하여 입도가 5 ~ 10 ㎜, 8 ~ 13 ㎜ 또는 8 ~ 25 ㎜이고, 침투성 방수제 및 규산염으로 이중 코팅된 굵은골재 100중량부에 대하여, 입도 5㎜이하이고 침투성 방수제 및 규산염으로 이중 코팅된 순환잔골재 또는 천연잔골재 0.01 ~ 25 중량부, 결합재 15 ~ 30 중량부, 혼합수 3 ~ 10 중량부 및 혼화제 0.003 ~ 0.3 중량부를 포함하며, 콘크리트 내부의 공극률이 6 ~ 30%인 투수성 콘크리트 조성물에 관한 것이다.

[0011] 또한 본 발명은 순환골재를 물과 침투성 방수제를 포함한 제 1 코팅액과 물과 규산염을 포함하는 제 2 코팅액으로 코팅한 것인 투수성 콘크리트 조성물에 관한 것이다.

[0012] 또한 본 발명은 상기 투수성 콘크리트 조성물을 포장장소로 운반하는 운반공정; 포장면에 포설하는 포설공정; 콘크리트 내부의 연속공극률이 7 ~ 23%되도록 다짐하는 다짐공정; 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 양생공정을 포함하는 포장방법에 관한 것이다.

[0013] 또한 본 발명은 상기 다짐공정 후 세라믹 도료 또는 경관용 페인트에서 선택되는 하나를 도포하는 도색공정을 더 포함하는 포장방법에 관한 것이다.

[0014] 이하 본 발명의 구성에 대하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[0015] 본 발명은 순환골재는 폐콘크리트 죠크러셔 등으로 파쇄하여 잘게 분쇄한 것으로 입도 5 ㎜ 이하인 순환 잔골재와 입도 5 ~ 10 ㎜, 8 ~ 13 ㎜ 또는 8 ~ 25 ㎜인 순환 굵은골재의 단일입도로 선별하여 투수성 콘크리트 조성물에 포함시키는 것이 바람직하다. 상기의 입도범위를 갖는 순환 잔골재 및 순환 굵은골재를 포함하는 것이 투수성 콘크리트 조성물의 제조시 공극률, 투수계수, 강도, 경도 및 유연성을 향상시켜 주기 때문이다.

[0016] 본 발명의 순환골재는 순환잔골재 및 순환 굵은골재를 물과 침투성 방수제를 포함하는 제 1 코팅액과 물 및 규산염를 포함하는 제 2 코팅액으로 이중 코팅하여 사용할 수 있다. 또한 물, 메탄올 및 광산화 촉진 분말을 포함하는 제 3 코팅액을 더 코팅하여 사용할 수 있다.

[0017] 상기 제 1 코팅액은 물 : 침투성 방수제를 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 혼합하여 사용하는 것이 바람직하며, 제 1 코팅액으로 상기 순화골재를 코팅하면 파쇄된 순환골재에 부착된 구모르타르에 침투하고 양생과정시 구모르타르 내부에서 중합반응을 일으켜 경화됨으로서 순환골재의 흡수율과 흡수율의 편차를 낮추고 골재의 안정성을 증대시켜 줄 수 있어 바람직하다. 또한 상기 침투성 방수제는 탄화수소계 아크릴 수지를 포함하는 것이 바람직하며, 이는 순환골재에 부착된 구모르타르의 수축을 최소화하고 수분증발을 억제시켜 강도를 증가, 균열을 저감시키며, 내마모성 회복 및 내수성을 촉진시켜주는 강력한 침투와 내부피막을 형성시킬 수 있기 때문이다. 상기 탄화수소계 아크릴 수지를 포함하는 것의 예로는 타스(주)의 크리스톤을 들 수 있다.

[0018] 상기 1차 양생은 1차 코팅 후 순환 골재의 수분 흡수율이 0.01 ~ 40%가 되도록 하는 것이 강도 및 내구성 증가에 바람직하다.

[0019] 상기 제 2 코팅액은 물 : 규산염을 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 혼합하여 사용하는 것이 바람직하며, 이는 순환골재의 경도 및 마모에 대한 저항성을 증가시킬 수 있다. 또한 2차 코팅 후 실온에서, 바람직하게는 5 ~ 40℃에서 건조 되도록 2차 양생하는 것이 바람직하다. 상기 규산염으로는 규산나트륨, 규산칼륨, 알루미나규산염과 폴리아크릴산 나트륨을 혼합한 화합물 중에서 선택되는 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 사용할 수 있다.

[0020] 상기 제 3 코팅액은 물 : 메탄올 : 광산화촉진 분말을 1 : 0.01 ~ 1 : 0.01 ~ 1 중량비로 혼합하여 사용하는 것이 바람직하며, 상기 제 3 코팅액으로 한번 더 코팅하여 사용하는 것은 순환골재의 유해물질을 제거하고 친환경 골재를 제조하는데 바람직하기 때문이다. 상기 광산화촉진 분말의 예로는, TiO_2분말의 함량이 93%이상, 입자크기 0.2~1.0㎛, 비표면적 140cm^2/g이상, 밀도 3.0~4.5g/cm^3, pH 6~8.5이며, 아나타제(Anatase)의 결정상을 갖는 분말 일 수 있다.

[0021] 본 발명에서 결합재는 보통포틀랜드 시멘트; 보통포틀랜드 시멘트와 고로슬래그 미분말을 혼합한 저탄소 2종 혼합시멘트; 보통포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 혼합한 저탄소 3종 혼합시멘트; 중에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한 상기 결합재는 순환 굵은골재 100중량부에 대하여 15 ~ 30 중량부 포함하는 것이 바람직하며, 이는 압축강도 및 내구성 향상에 영향을 미친다.

[0022] 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/g이고, 플라이애시 분말도는 3,000 ~ 6,000 cm^2/g인 것이 바람직한데, 이는 내구성을 더욱 우수하게 해 주며, 강도가 감소되는 것을 막아 줄 수 있기 때문이다.

[0023] 본 발명에서 천연잔골재는 KS F 2357 기준에 적합한 것을 사용하는 것이 바람직하며, 예로는 입경 5mm 이하, 흡수율 0.89%, 절대건조 밀도 $2.55g/cm^2$인 것을 들 수 있다.

[0024] 상기 혼합수는 콘크리트의 응결경화, 강도발현등의 품질에 나쁜 영향을 미치거나 강재를 녹슬게 하는 물질을 함유하고 있지 않다면, 크게 제한되지 않는다.

[0025] 본 발명에서 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 결합재의 유동성확보와 콘크리트 조성물의 강도, 동결융해저항성이 향상될 수 있다.

[0026] 또한 본 발명의 투수성 콘크리트 조성물에 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 향상 되어 건조수축, 균열발생 등을 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0027] 또한 본 발명의 투수성 콘크리트 조성물에 고성능고강도 혼화재를 더 포함하여 사용할 수 있으며, 상기 고성능고강도 혼화재로는 무수석고, 생석회, 황산칼륨, 황산나트륨, 황산칼슘, 수산화칼륨 또는 수산화나트륨 중에서 선택되는 하나 또는 둘 이상의 혼합물일 수 있으며, 그 함량은 순환골재 100중량부에 대하여 0.001 ~ 5 중량부 포함할 수 있다. 상기 혼화재를 상기의 범위로 포함하게 되면 투수성 콘크리트 조성물의 압축강도 및 내구성, 구조적 성능을 기존의 투수성 콘크리트 보다 더욱 향상시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

[0028] 본 발명의 투수성 콘크리트 조성물은 콘크리트 내부의 공극률이 6 ~ 30%인 것이 바람직하며, 이는 강도 및 투수계수와 밀접한 관계로서 차도용, 보도용, 주차장용 등으로 각 용도에 적합한 투수성과 강도특성을 가질 수 있기 때문이다.

[0029] 본 발명의 다른 양태로는 본 발명에 따른 투수성 콘크리트 조성물을 포장장소로 운반하는 운반공정; 포장면에 포설하는 포설공정; 콘크리트 내부의 연속공극률이 7 ~ 23%되도록 다짐하는 다짐공정; 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 양생공정을 포함하는 포장방법에 관한 것이다.

[0030] 또한 본 발명은 다짐공정 후 세라믹 도료 또는 경관용 페인트에서 선택되는 하나를 도포하는 도색공정을 더 포함하는 포장방법에 관한 것이다.

[0031] 상기 운반공정은 덤프트럭 또는 트럭믹스를 이용하여 포장장소로 운반할 수 있으며, 상기 포설공정은 이동된 투수성 콘크리트 조성물을 포장면에 인력 또는 아스팔트 피니셔를 이용하여 포설하는 공정을 의미한다. 또한 상기 다짐공정은 포설된 투수성 콘크리트 조성물을 머캐덤롤러, 탠덤롤러, 타이어롤러, 진동롤러, 핸드용 콤팩터 중에서 하나 또는 2가지 이상을 선택 또는 조합하여 콘크리트 내부의 연속공극이 7 ~ 23%로 형성되도록 다짐하는 공정이며, 상기 양생공정은 건조수축에 의한 균열을 방지하기 위하여 비닐 또는 양생포로 다짐된 포장면을 덮고 양생하는 공정을 의미한다. 상기 다짐공정에서 연속공극을 7 ~ 23%로 형성 되도록 다짐하는 것은 투수성 콘크리트의 투수성, 강도 및 내구성을 각 용도에 적합하게 제조할 수 있기 때문에 바람직하다.

발명의 효과

[0032] 이와 같은 본 발명은 순환골재를 이중 코팅된 순환골재 자체의 공극 및 균열의 충진 효과를 구비하여 순환골재의 흡수율을 근본적으로 저하시키고, 이를 통해 내구성과 강도가 우수한 투수성 콘크리트 조성물 및 그를 이용한 포장방법을 제공하였다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 이중 코팅 처리된 친환경 순환골재를 포함하는 투수성 콘크리트 조성물 및 그의 포장방법의 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 구체적인 예를 들어 설명하며, 본 발명은 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0035] 이하 물성은 다음의 방법으로 측정하였다.

[0036] 1. 순환골재의 밀도 및 흡수율 시험방법 (KS F 2503)

[0037] ① 밀도 및 흡수율을 나타내는 흡수율은 다음 식으로 구한다.

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

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

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

[0038]

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/㎤]

[0039]

[0040] 2. 로스앤젤레스 시험기에 의한 순환골재의 마모 시험방법 (KS F 2508)

[0041] ① 실험결과의 계산은 다음 식에 의한다.

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

[0042]

[0043] 3. 콘크리트의 압축강도 시험방법 (KS F 2405)

[0044] ① 압축강도의 계산은 다음 식에 의한다.

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

[0045]

[0046] 4. 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× 75× 355 ㎜의 각주 공시체를 제작하여 23± 2 ℃의 수중에서 양생한 다음, -18 ~ + 4 ℃에서 1일 6사이클로 상대동탄성계수가 60% 이하가 될 때까지 소정의 사이클별로 1차 공명주파수를 측정하여 내동해성을 평가하였다.

[0047] 5. 공극률시험은 일본콘크리트공학협회의『포러스콘크리트의 공극률시험방법(안)』중 용적법에 준하여 측정하였으며, 다음 식에 의하여 산출하였다.

[0048]
$$- A(\%) = \left\{1 - \frac{(W_2 - W_1)}{V}\right\} \times 100$$

여기서, A : 콘크리트의 공극률(%)

W_1: 공시체의 수중질량(g)

W_2: 24시간의 자연건조 후 기건질량(g)

V : 공시체의 체적(㎤)

[0049]

[0050] **[제조예 1] 순환골재의 코팅**

[0051] 폐콘크리트를 죠크러셔로 파쇄한 후 8 ~ 13 ㎜ 단일입도의 순환 굵은골재 100kg을 얻었다. 상기 순환 굵은골재 100kg에 물 2kg과 탄화수소계 아크릴수지를 포함하는 침투성 방수제 (크리스톤, 타스(주), 비중 0.98 ± 0.05) 1kg을 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 100kg에 물 45kg과 규산나트륨 5kg을 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 순환골재100kg를 물 20kg, 메탄올 0.5kg와 광산화촉진분말 (TiO_2분말 함량: 93%이상, 입자크기 0.2~1.0㎛, 비표면적 140cm^2/g이상, 밀도 3.0~4.5g/cm^3, pH 6~8.5) 0.01kg을 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] 폐콘크리트를 죠크러셔로 파쇄한 후 8 ~ 13 ㎜ 단일입도의 굵은골재 100kg을 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	2	1	45	5	-	-	-
제조예 2	2	1	45	5	20	0.5	0.01
제조예 3	2	1	-	-	-	-	-
제조예 4	-	-	-	-	-	-	-

[0060]

[0061] [표 2]

구분	흡수율(%)	마모율(%)
제조예 1	3.38	32.8
제조예 2	3.35	32.6
제조예 3	3.56	35.9
제조예 4	4.67	38.1

[0062]

[0063] 상기 표 2의 흡수율은 10회 측정하여 얻은 평균값이며, 상기 제조예 1의 표준편차는 ± 0.12%, 제조예 2의 표준편차는 ± 0.11%, 제조예 3의 표준편차는 ± 0.24%, 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 5.3%, 제조예 2는 5.5%, 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 5.5%정도 감소하였다.

[0065] **[실시예 1]**

[0066] 상기 제조예 1에서 제조한 순환 굵은골재 1,410 kg, 흡수율 0.89%, 절대건조 밀도 2.55g/cm^2인 천연잔골재 205 kg, 보통포틀랜드 시멘트 374 kg, 물 93 kg, 폴리카본산계 고성능 AE감수제(S사의 ROAECON-PEMA SR5000F) 187 g 을 옴니믹서에 투입하고 혼합하여 투수성 콘크리트 조성물을 제조하였다. 상기 제조된 투수성 콘크리트 조성물의 압축강도 및 공극률을 측정하기 위하여 KS F 2403 『콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법』에 준하여 ϕ100× 200 ㎜의 원주형 공시체를 제작하였으며, 23± 2 ℃의 수중에서 28일 동안 양생하여 물성을 측정하였다. 또한, 내동해성을 측정하기 위하여 75× 75× 355 ㎜의 각주 공시체를 제작하여 23± 2 ℃의 수중에서 28일 동안 양생하였으며, 상기 투수성 콘크리트 조성물의 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

[0067] **[실시예 2 ~ 6]**

[0068] 하기 표 3의 함량으로 실시예 1과 동일한 방법으로 투수성 콘크리트 조성물을 제조하였으며, 상기 투수성 콘크리트 조성물의 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	1,410	-	205	374	-	-	93	-	187
실시예 2	1,410	-	205	187	150	37	93	-	187
실시예 3	1,410	-	205	187	150	37	93	650	187
실시예 4	-	1,410	205	374	-	-	93	-	187
실시예 5	-	1,410	205	187	150	37	93	-	187
실시예 6	-	1,410	205	187	150	37	93	650	187

[0070]

[0071] **[비교예 1]**

[0072] 상기 제조예 3에서 제조한 순환골재 1,410 kg, 흡수율 0.89%, 절대건조 밀도 2.55g/cm^2인 천연잔골재 205 kg, 보통포틀랜드 시멘트 374 kg, 물 93 kg, 폴리카본산계 고성능 AE감수제(S사의 ROAECON-PEMA SR5000F) 187 g 을 옴니믹서에 투입하고 혼합하여 투수성 콘크리트 조성물을 제조하였다. 상기 제조된 투수성 콘크리트 조성물의 압축강도 및 공극률을 측정하기 위하여 KS F 2403 『콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법』에 준하여 ϕ100 × 200 ㎜의 원주형 공시체를 제작하였으며, 23± 2 ℃의 수중에서 28일 동안 양생하여 물성을 측정하였다. 또한, 내동해성을 측정하기 위하여 75× 75× 355 ㎜의 각주 공시체를 제작하여 23± 2 ℃의 수중에서 양생하였으며, 상기 투수성 콘크리트 조성물의 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

[0073] **[비교예 2 ~ 6]**

[0074] 하기 표 4의 함량으로 비교예 1과 동일한 방법으로 투수성 콘크리트 조성물을 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	1,410	-	205	374	-	-	93	-	187
비교예 2	1,410	-	205	187	150	37	93	-	187
비교예 3	1,410	-	205	187	150	37	93	650	187
비교예 4	-	1,410	205	374	-	-	93	-	187
비교예 5	-	1,410	205	187	150	37	93	-	187
비교예 6	-	1,410	205	187	150	37	93	650	187

[0076]

[0077] [표 5]

구분	압축강도(MPa)	내동해성(Cycle)	공극률(%)
실시예 1	22.11	74	12.21
실시예 2	22.01	72	12.11
실시예 3	22.53	78	11.85
실시예 4	22.32	76	12.01
실시예 5	22.10	75	11.84
실시예 6	22.21	82	11.72
비교예 1	19.92	68	12.36
비교예 2	19.24	65	12.02
비교예 3	19.66	69	11.96
비교예 4	17.68	55	13.04
비교예 5	17.57	54	12.57
비교예 6	17.61	57	12.44

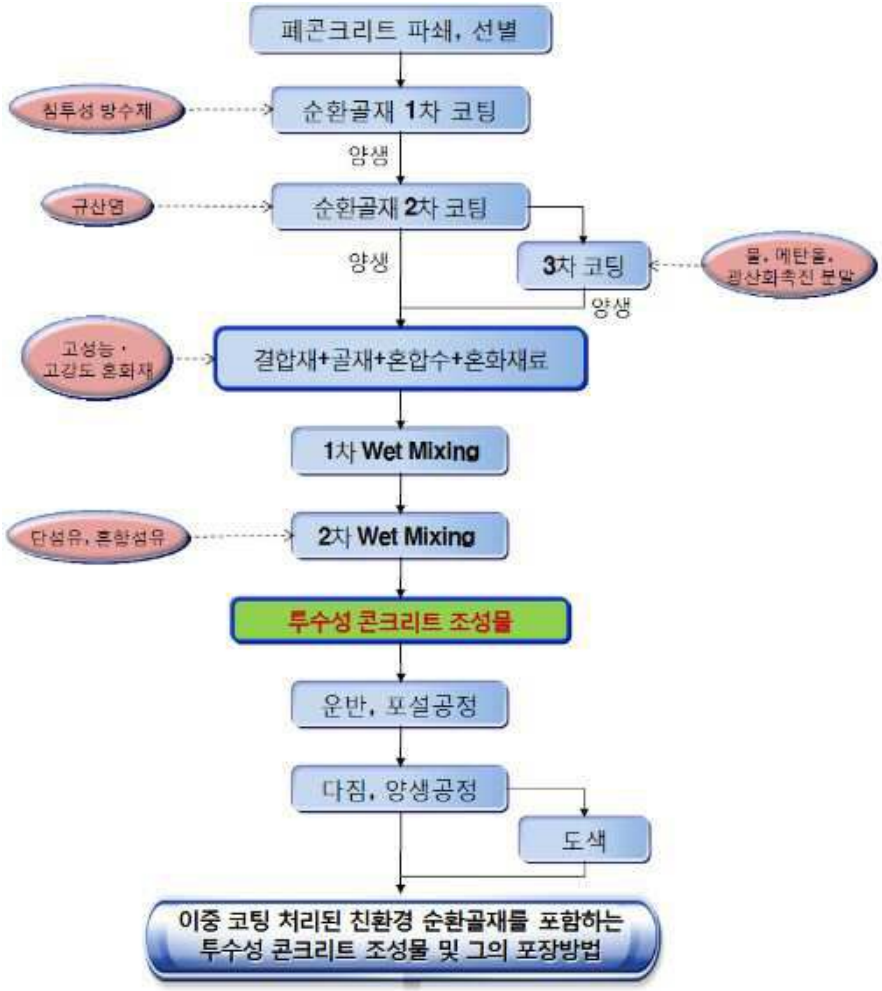
[0078]

[0079] 상기 표 5의 압축강도는 재령 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 콘크리트의 압축강도가 증대되기 때문이다.

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

도면

도면1


폐콘크리트 파쇄, 선별
침투성 방수제
순환골재 1차 코팅
양생
규산염
순환골재 2차 코팅
양생
3차 코팅
물, 메탄올, 광산화촉진 분말
양생
고성능 · 고강도 혼화제
결합재+골재+혼합수+혼화재료
1차 Wet Mixing
단섬유, 혼합섬유
2차 Wet Mixing
투수성 콘크리트 조성물
운반, 포설공정
다짐, 양생공정
도색
이중 코팅 처리된 친환경 순환골재를 포함하는 투수성 콘크리트 조성물 및 그의 포장방법