



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월25일
(11) 등록번호 10-1366003
(24) 등록일자 2014년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/04 (2006.01) B28B 11/00 (2006.01)
C04B 16/06 (2006.01) C04B 24/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0046574
(22) 출원일자 2013년04월26일
심사청구일자 2013년04월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR100880886 B1*
KR101140561 B1*
KR101121724 B1
JP2012233331 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한일에코산업 주식회사
충청남도 공주시 우성면 보흥리 산 79-1
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
장영일
경상북도 구미시 대학로2길 17
이병재
대전광역시 유성구 대정로28번안길 80 (대정동, 드림아파트) 209동 1004호
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
박창희, 김종관, 권오식

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 송종민

(54) 발명의 명칭 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록

(57) 요약

본 발명은 시멘트를 사용하지 않는 콘크리트 블록에 관한 것으로, 골재입도가 5~25mm인 부순돌 또는 폐콘크리트 100 중량부에 대하여 5mm 이하의 잔골재 0.1 내지 92 중량부, 고로슬래그 미분말 20~90 중량%, 고칼슘 플라이애시 1~65 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1~15 중량%, 생석회 0.1~20 중량%, 소석회 0.1~20 중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001~ 5 중량%로 혼합된 무시멘트 결합재 20내지 50 중량부, 물 4 내지 30 중량부를 포함하여 구성된 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록에 관한 것이다.

(72) 발명자

배준영

대전광역시 유성구 원신흥로 37 (원신흥동, 도안휴먼시아 10단지) 1005동 203호

박완신

대전 유성구 학하로 33, 102동 1502호 학하지구 (계산동, 학하리슈빌학의뜰아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0004007

부처명 지식경제부 중소기업청

연구사업명 산학연 공동기술개발 전국사업

연구과제명 Green 결합재를 이용한 무수축 Non-시멘트계 환경친화형 콘크리트 블록 제품의 개발

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교 산학협력단

연구기간 2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

부순돌 또는 폐콘크리트 순환골재 중 골재입도가 5~25mm인 굵은골재 100 중량부에 대하여,

5mm 이하의 잔골재 0.1 내지 92 중량부;

고로슬래그 미분말 50 ~ 75중량%, 고칼슘 플라이애시 5 ~ 25 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 10 중량%, 생석회 0.1 ~ 10 중량%, 소석회 0.1 ~ 10 중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 3 중량%을 혼합하여 제조된 무시멘트 결합재 20 내지 50 중량부; 및

물 4 내지 30 중량부;

라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체를 0.01~5.5 중량부;

폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론 섬유, 또는 탄소섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유를 0.0005~0.07 중량부;

를 혼합한 콘크리트 혼합물을 콘크리트 블록 형틀에 투입하여 성형 후, 양생하여 제조된 콘크리트 블록.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 성형은 콘크리트 혼합물을 블록성형기에 투입하고, 30~150 Hz의 표면진동과 80~350kg/cm²의 압력으로 3~90 초간 성형하는 것인 콘크리트 블록.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 양생은 15~25°C의 양생실에 성형된 블록을 투입하여 2~4시간 정치, 상온에서 30~60°C까지 90~180분 가열하는 승온, 30~60°C에서 240~720분 가열하는 등온, 다시 상온까지 90~180분 감온하는 과정인 콘크리트 블록.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 콘크리트 혼합물에서 굵은골재 100 중량부에 대하여, 액상의 감수제, AE제, AE감수제, 고성능 AE감수제 또는 유동화제 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 0.001~2 중량부 더 포함되는 것인 콘크리트 블록.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항 내지 제 3항 또는 제 5항에서 선택되는 어느 한 항에 있어서,

콘크리트 블록은 압축강도 24 MPa 이상, 동결융해저항성(상대동탄성계수) 80% 이상, 내화학적성 8% 이하인 것을 특징으로 하는 콘크리트 블록.

청구항 9

제 1항 내지 제 3항 또는 제 5항에서 선택되는 어느 한 항에 있어서,

콘크리트 블록은 내부에 투수성과 내구성능을 가지기 위해 공극률 8~30%, 압축강도 10 MPa 이상, 동결융해저항성 65 cycle 이상, 내화학적성 8% 이하인 것을 특징으로 하는 콘크리트 블록.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록에 관한 것으로, 상세하게는 콘크리트 블록의 주원료인 시멘트의 사용에 따른 단가상승, 수축균열, 알칼리 용출 및 CO₂ 발생을 저감하기 위하여 시멘트를 전혀 사용하지 않는 무시멘트 결합재를 이용한 환경친화형 콘크리트 블록에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 시멘트 산업은 철강·석유화학 산업 등과 함께 대표적인 국가 기간산업의 하나인 토목·건축 산업에 있어서 필수 불가결한 기초 소재산업이다. 우리나라의 시멘트 산업은 급속한 경제발전과 더불어 주택, 도로 및 항만 등 사회간접자본(SOC) 건설을 위한 매우 중요한 국가기반산업으로 발전하여 현재 세계 5대 시멘트 강국으로 성장하였다. 이러한 시멘트의 가격은 2008년 이후 유연탄 및 탄소연료의 가격상승으로 2010년까지 꾸준히 상승하였으며, 2010년 이후 중국 등의 값싼 시멘트의 수입으로 다소 하락하였으나 2011년에 다시 상승하여 2012년 현재 톤당 7만 7천원의 수준으로 2008년 대비 절반가량인 약 45.28%가 더 오를 것으로 보고되고 있다.

[0003] 시멘트 산업은 세계 이산화탄소 배출량의 7%를 차지하는데, 이는 지구온난화를 부추기는 주요 오염산업 중 하나로 지적되어 왔으며, 국내의 경우 10%의 배출량을 차지하고 있다. 이처럼 이산화탄소 배출이 많은 이유는 시멘트 원료인 석회석을 1,450°C의 고온으로 가열하는데 연료가 많이 들며, 원료 속 탄산칼슘을 가열해 생석회로 만드는 과정에서 이산화탄소가 발생한다. 따라서 탄산칼슘이 주성분인 석회석을 원료로 쓰는 한 이산화탄소 배출은 시멘트 제조의 숙명적 부산물이다.

[0004] 또한 시멘트를 주원료로 사용한 기존의 콘크리트는 시멘트와 물의 수화반응에 의해서 강알칼리성을 띄고 있다. 이러한 강알칼리성은 철근콘크리트에서 철근의 부식방지와 탄산화반응 등의 억제 효과에 의해 장점으로 작용하지만, 인간과 자연에 직접적으로 접하는 하천, 도로 등의 사회간접자본 사업용 구조물에서는 환경에 대한 악영향을 미친다. 한편 시멘트만을 사용한 콘크리트의 경우 황산과 염산 등의 강산에서는 수산화화합물과 반응을 하여 콘크리트의 내구수명을 단축시켜 구조물의 Life cycle을 감소시킨다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 강알칼리성을 띄지 않고 수변생물 및 식물과 친숙하며, 내화학적성에 강한 결합재를 개발하여 구조물의 Life cycle을 증대시킬 필요가 있으며, 시멘트가 가장 많이 요구되는 토목분야의 콘크리트 제조 시 타 산업에서 다량 발생하는 산업부산물[고로슬래그 미분말, 플라이애시, Cemexpene(탈황석고) 등]을 적극 활용한 무시멘트계의 환경 친화적인 콘크리트 및 콘크리트 블록 제품의 개발과 이의 적용기술 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 시멘트를 사용하지 않고 고로슬래그 미분말, 플라이애시 등의 산업부산물인 시멘트계 결합재의 대체재를 사용하여 단가를 낮추고, 시멘트의 제조에 의한 이산화탄소를 절감하며, 강산에 의한 기존 콘크리트의 내구수명 단축과 강알칼리성에 의한 환경파괴를 감소할 수 있는 고내수성, 친환경 결합재를 적용해 콘크리트 블록의 장수명화와 Life cycle의 증가할 수 있는 콘크리트 블록을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록에 관한 것으로, 부순돌 또는 페콘크리트 순환골재, 무시멘트 결합재, 물, 중합제, 유기계 섬유로 이루어진다.

[0007] 본 발명에 따른 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록은 고로슬래그 미분말 20~90 중량%, 고칼슘 플라이애시

1~65 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1~15 중량%, 생석회 0.1~20 중량%, 소석회 0.1~20 중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001~ 5 중량%을 혼합하여 무시멘트 결합재를 제조하고, 부순돌 또는 폐콘크리트 순환골재 중 골재입도가 5~25mm인 굵은골재 100 중량부에 대하여, 5mm 이하의 잔골재 0.1 내지 92 중량부, 무시멘트 결합재 20 내지 50 중량부, 물 4 내지 30 중량부를 포함하여 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하고 상기 혼합된 콘크리트 혼합물을 콘크리트 블록 형틀에 투입하여 성형한 후 성형된 블록을 양생하여 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록을 제조할 수 있다.

[0008] 본 발명에서 채용되는 상기 부순돌 또는 폐콘크리트는 골재입도가 5~25mm인 굵은골재 100 중량부에 대하여, 5mm 이하의 잔골재 0.1 내지 92 중량부를 포함하여 혼합한 조성물이 바람직하다.

[0009] 상기 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하는 단계에서 굵은골재 100 중량부에 대하여 액상의 감수제, AE제, AE감수제, 고성능AE감수제 또는 화제 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 0.001 내지 2 중량부, SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체 0.01 내지 5.5 중량부, 폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론섬유 또는 탄소섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유 0.0005 내지 0.07 중량부가 더 혼합된다.

[0010] 상기 믹싱된 혼합물을 콘크리트 블록 형틀에 투입하여 성형하는 단계에서 혼합물을 블록성형기에 투입하고, 30 ~ 150 Hz의 표면진동과 $80 \sim 350 \text{ kg/cm}^2$ 의 압력으로 3~90 초간 성형하고, 상기 성형된 블록을 양생하는 단계에서 양생은 15 ~ 25°C의 양생실에 성형된 블록을 투입하여 2 ~ 4시간 정치, 상온에서 30 ~ 60°C까지 90~180분 가열하는 승온, 30 ~ 60°C에서 240 ~ 720분 가열하는 등온, 다시 상온까지 90 ~ 180분 감온하는 과정을 포함한다.

[0011] 상기 제조된 콘크리트 블록은 압축강도 24 MPa 이상, 동결융해저항성(상대동탄성계수) 80% 이상, 내화학적성 8% 이하이고, 내부에 투수성과 내구성능을 가지기 위해 공극률 8~30%, 압축강도 10 MPa 이상, 동결융해저항성 65 cycle 이상, 내화학적성 8% 이하인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 상기와 같이 구성되는 본 발명인 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록에 따르면, 시멘트를 사용하지 않고 고로슬래그 미분말, 플라이애시 등의 산업부산물인 시멘트계 결합재의 대체재를 사용하여 단가를 낮추고, 시멘트의 제조에 의한 이산화탄소를 절감하며, 강산에 의한 기존 콘크리트의 내구수명 단축과 강알칼리성에 의한 환경파괴를 감소할 수 있는 고내수성·친환경 결합재를 적용해 콘크리트 블록의 장수명화와 Life cycle을 증가시킬 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명에 따른 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록은 부순돌 또는 폐콘크리트를 KS F 2572 규격인 0.08, 0.15, 0.3, 0.6 및 1.2, 2.5, 5, 10, 13, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100mm의 체에 통과시켜 체가름한 부순돌 및 폐콘크리트를 입경에 따라 분류하여 부순돌 또는 폐콘크리트를 채용한다.

[0014] 본 발명에 따른 조성물에서 체가름하여 수득된 부순돌 또는 폐콘크리트의 입경분포가 5~25mm인 굵은골재 100 중량부에 대하여, 입경분포가 5mm 이하인 잔골재 0.1 내지 92 중량부로 구성되는 것을 사용한다.

[0015] 상기 입경분포를 갖는 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부를 기준으로 고로슬래그 미분말 20~90 중량%, 고칼슘 플라이애시 1~65 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1~15 중량%, 생석회 0.1~20 중량%, 소석회 0.1~20 중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001~5 중량%로 구성된 무시멘트 결합재 20 내지 50 중량부, 물 4 내지 30 중량부로 부순돌 또는 폐콘크리트에 포함되고 균일한 농도와 입도분포를 갖도록 골고루 잘 배합한다.

[0016] 상기 혼합물에 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 액상의 감수제, AE제, AE감수제, 고성능 AE감수제 또는 유동화제 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 0.001~2 중량부 더 포함될 수 있고, 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 라텍스계 SBR 중합체 또는 아크릴계 수지 중합체를 0.01~5.5 중량부 더 포함될 수 있으며, 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 폴리비닐알콜섬유, 폴리프로필렌섬유, 나일론 섬유, 또는 탄소섬유 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유를 0.0005~0.07 중량부 더 포함될 수 있다.

[0017] 상기 혼합물을 블록성형기에 투입하고, 30~150 Hz의 표면진동과 $80 \sim 350 \text{ kg/cm}^2$ 의 압력으로 3~90 초간 성형한 후,

상기 성형된 블록을 15~25℃의 양생실에 투입하여 2~4시간 정치, 상온에서 30~60℃까지 90~180분 가열하는 승온, 30~60℃에서 240~720분 가열하는 등온, 다시 상온까지 90~180분 감온하는 과정을 통해 시멘트를 사용하지 않고 상온에서 콘크리트 블록을 제조할 수 있다.

[0018] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0019] 부순돌 또는 페콘크리트 조성물은 상기한 바대로 입경 5~25mm의 굵은골재 100 중량부에 대하여, 5mm 이하의 잔골재 0.1 내지 92 중량부로 구성되며, 일반콘크리트의 경우 굵은골재 100 중량부에 대하여 잔골재 50 내지 92 중량부로 구성되는 것이 바람직하며, 투수성 콘크리트의 경우 굵은골재 100 중량부에 대하여 잔골재 0.1 내지 50 중량부로 구성되는 것이 바람직하다. 부순돌 또는 페콘크리트가 이런 입경의 분포를 가져야 적합한 강도, 경도, 유연성 등을 갖게 되며, 투수성콘크리트의 경우 다공질이어야 하기 때문에 적합한 공극률을 갖게 된다.

[0020] 무시멘트 결합제는 본 발명의 조성물에 있어서 가장 핵심적이고 중요한 성분이며 그에 관하여 설명한다.

[0021] 본 발명에 따른 무시멘트를 사용한 콘크리트 블록에서 채용되는 무시멘트 결합제는 종래의 문제점을 개선하기 위하여 발명된 것으로 고로슬래그 미분말 20~90 중량%, 고칼슘 플라이애시 1~65 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1~15 중량%, 생석회 0.1~20 중량%, 소석회 0.1~20 중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001~ 5 중량%로 이루어진 것을 특징으로 하며, 고로슬래그 미분말 50 ~ 75중량%, 고칼슘 플라이애시 5 ~ 25 중량%, 정유공정 부산물인 탈황석고 0.1 ~ 10 중량%, 생석회 0.1 ~ 10 중량%, 소석회 0.1 ~ 10 중량%, 고성능 AE감수제 분말 0.001 ~ 3 중량%로 이루어진 것이 더 바람직하다.

[0022] 상기 고로슬래그 미분말은 철광석으로부터 철을 만들 때 고로에서 환원시켜 정련하는데 이 때 발생하는 것으로서 자체적인 잠재수경성에 의하여 수밀성, 장기적인 강도의 향상 및 화학저항성의 향상을 가져오며, 현재 국내에서 생산되고 있는 고로슬래그 미분말은 보통 포틀랜드 시멘트에 비해 수화 발열속도가 작고 알칼리 골재반응 억제 효과 및 수밀성, 염분 차단성, 내해수성, 내약품성 등이 향상되는 장점이 있다는 특징을 가지고 있다. 그러나 고로슬래그 미분말의 경우 자경성을 가지고 있지 않아 수화시키기 위해서는 알칼리 등의 자극제를 필요로 하는 혼화제료이다. 본 발명은 알칼리 자극제를 사용하지 않고 탈황석고, 생석회, 소석회를 첨가하여 고로슬래그의 잠재 수경성을 발휘하도록 하기 때문에 가격이 높은 알칼리 자극제를 사용하지 않아 가격이 절감되고, 콘크리트의 알칼리성에 의한 수질 및 식물에 피해를 줄일 수 있는 것이다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 무시멘트 결합제를 사용한 콘크리트 블록에서 채용되는 고칼슘 플라이애시는 중소규모의 열병합 발전소에서 질산화물의 배출을 최소화하기 위하여 연소온도를 비교적 저온인 850℃ 정도로 유지하고, 암모니아를 분무하는 등의 방법을 채택하고 있는데, 이러한 까닭으로 열병합 발전과정에서 화력발전소에서 발생, 정제되는 F급 플라이애시(KS L 5405)와는 매우 상이한 화학적 특성을 가지는 고칼슘 플라이애시가 발생하는 것이다. 상기 고칼슘 플라이애시는 다량의 Free CaO(유리석회)를 포함하고 있는데, 본 발명에서는 Free CaO 함량이 40~60wt% 범위에 있는 고칼슘 플라이애시가 사용된다. CaO는 급격한 발열과 부피팽창을 일으키는데 이는 모르타르의 초기 유동성 저하 및 균열발생의 요인이 될 수 있어 성분함량의 제한이 필요하기 때문이다. 상기 고칼슘 플라이애시에 포함된 Free CaO는 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)을 생성하게 되고, 자경효과에 의해 초기강도를 발휘하게 한다. 또한 수산화칼슘에서 방출되는 Ca^{2+} 이온은 고로슬래그 미분말에 포함되어 있는 규산염(SiO_2)이나 알루미늄산화물(Al_2O_3)과 반응하여 칼슘실리케이트 수화물(C-S-H) 및 칼슘알루미네이트 수화물(C-A-H) 등을 생성함으로써 경화되는 특징이 있다. 결과적으로 시멘트의 사용 없이도 시멘트와 유사한 수화반응 메커니즘을 나타낸다.

[0024] 본 발명에 따른 무시멘트 결합제를 사용한 콘크리트 블록은 생석회, 소석회, 탈황석고로 구성된 활성화 결합제를 사용하는 것을 특징으로 한다. 종래의 무시멘트 결합제의 경우 주재료로서 고로슬래그 미분말만을 사용하거나 고로슬래그 미분말과 화력발전소에서 정제된 플라이애시나 소성·가공 처리된 메타카올린 등을 사용하였기 때문에 활성화 결합제로서 수산화나트륨이나 규산나트륨과 같이 고가인 각종 알칼리 자극제를 활성화제로 사용하였고, 이는 생산 비용의 상승뿐만 아니라 작업상의 위험성과 작업성 저하를 유발하였다.

[0025] 그러나 상기 무시멘트 결합제에서는 기존의 고로슬래그 미분말 외에 상기 고칼슘 플라이애시를 주재료로 사용함으로써 고가이면서 작업상 위험하고 작업성도 떨어뜨리는 각종 알칼리 자극제를 대신하여 경제적이면서도 작업성 저하의 문제가 없는 생석회, 소석회, 탈황석고 등을 활성화 결합제로 사용될 수 있게 되었다.

[0026] 석고에 존재하는 SO_3 이온은 초기 용해도가 높아 시멘트에 응결지연제로 사용되지만, 잠재수경성을 나타내는 고로슬래그에 대해 반응촉진제 작용을 하여 본 발명에 있어서 모르타르 강도 발현에 주요한 역할을 하며, CaO의

반응제어 역할도 하여 초기 작업성 확보 및 강도 발현에도 중요한 역할을 한다.

- [0027] 고성능 AE 감수제는 동결융해에 저항성을 갖기 때문에 겨울철 콘크리트가 얼었다 녹는 현상을 방지해주며, 당 분야에서 채용되는 통상의 것이면 모두 가능하다.
- [0028] 상기 무시멘트 결합제는 아스팔트 등의 결합제와 일체가 되어 골재의 간극을 충전하는 역할을 하며, 상기의 조성으로 이루어졌을 때 혼합물의 안정성, 감온성, 내구성 등을 개선시키고 공극률을 감소시키는 효과가 나타난다. 또한, 이렇게 제조된 무시멘트 결합제는 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부로 사용하는 것이 바람직하다. 20 중량부 미만이면 골재의 결합제 역할 효과를 얻기 힘들고 50 중량부를 초과하게 되면 혼합물의 경제성 및 각종 특성이 저하되기 때문이다.
- [0029] 이하 아크릴계 수지 중합체 또는 SBR 수지 중합체에 대하여 설명한다.
- [0030] 아크릴계 수지 중합체는 분자량이 7만~12만인 것이 바람직하며, 메타 메틸아크릴레이트 모노머(MMA) 및 부틸 아크릴레이트 모노머(BAM), 또는 이들의 혼합물을 물, 유화제 및 촉매를 첨가하여 제조되는 아크릴 수지 에멀전인 것이며, 라텍스계 SBR 수지 중합체는 비중 1.02, pH 7.82, 점도 147mPa·s, 고형분 44.6%인 것이 예시되며, 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 0.01 내지 5.5중량부로 더 첨가된다.
- [0031] 상기 아크릴계 수지 중합체는 골재에 붙어 있는 양이온 filler(Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO 등)와 물이 발열반응을 일으켜 물이 반응 물질과 결합하는 과정인 수화가 진행되면서 건조, 경화되어 기능성 고분자로 전환한다. 따라서 이런 기능성 고분자 조성물이 된 아크릴계 수지 중합체는 골재와 골재사이에 망상구조를 이루어 공극을 채워주면서 접착력과 인장강도를 증진시켜 팽창 균열의 예방에 도움이 된다. 또한, 아크릴계 수지 중합체는 점착 성능을 부여하여 골재와의 접착을 도울 수 있는 성분이며, 탄력성을 유지할 수 있도록 하는 물질이다.
- [0032] 상기 라텍스계 SBR은 골재 내에 균일 분산되어 탄성을 부여하고 내열성, 내저온성, 강도를 향상시키는 역할을 한다.
- [0033] 아크릴계 또는 라텍스계 SBR 수지 중합체는 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 0.01 내지 5.5 중량부로 이루어지는 것이 바람직하다. 0.01 중량부 미만이면 얻어지는 콘크리트 블록의 각종 특성이 저하되고 5.5 중량부를 초과하면 점도가 높아져 사용상에 문제가 있기 때문이다.
- [0034] 고성능 AE 감수제는 동결융해에 저항성을 갖기 때문에 얼었다 녹는 현상을 방지해주며, 콘크리트에 섞어서 소정의 슬럼프를 얻는 데 필요한 단위 수량을 감소시키는 동시에 무수한 미세 공기 거품을 넣어 워커빌리티(workability) 및 내구성 등을 향상시키고 콘크리트 제조 시 우수한 분산효과를 제공해 준다. 본 발명에 따른 무시멘트 결합제를 사용한 콘크리트 블록은 고성능 AE 감수제를 추가로 포함할 수 있으며 상기 고성능 AE 감수제는 액상의 감수제, AE제, AE 감수제, 고성능 AE 감수제 또는 유동화제 중에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 사용할 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0035] 상기 고성능 AE 감수제는 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 0.001 내지 2 중량부로 포함되는 것이 바람직하다. 0.001 중량부 미만이면 워커빌리티, 동결융해 작용 및 분산효과를 기대하기 어렵고, 2 중량부를 초과하면 각종 특성이 저하될 수 있다.
- [0036] 콘크리트는 무기질 재료만을 사용하지만 외부 하중 및 충격에 의해 갑작스런 취성적 파괴를 일으키기 때문에 이를 감소시키기 위하여 소성의 성질을 확보할 수 있도록 해주는 것이 유기계 섬유이며 이들이 취성적 파괴 상태를 최소화해준다.
- [0037] 따라서, 본 발명에 따른 무시멘트 결합제를 사용한 콘크리트 블록은 콘크리트 블록의 역학적 성능 및 내구성을 개선하기 위하여 유기계 섬유를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 유기계 섬유는 폴리비닐알콜섬유(PVA 섬유), 폴리프로필렌섬유, 나일론섬유 또는 탄소섬유로부터 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합한 유기계 섬유를 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 상기 설명한 유기계 섬유는 바람직하게는 폴리비닐알콜섬유이고, 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재 100 중량부에 대하여 0.0005 내지 0.07 중량부로 포함되는 것이 바람직하다. 0.0005 중량부 미만이면 콘크리트 블록의 역학적 성능 및 내구성이 떨어지고, 0.07 중량부 초과되면 섬유의 균등분산이 어려워 콘크리트 블록의 물성이 저하될 수 있다.
- [0039] 본 발명에 따른 무시멘트 결합제를 사용한 콘크리트 블록은 부순돌 또는 폐콘크리트 굵은골재, 잔골재, 무시멘트 결합제, 물, 중합체, 고성능 AE 감수제, 유기계 섬유를 혼합하고, 상기 혼합된 콘크리트 혼합물을 블록성형

기에 투입하고, 30~150 Hz의 표면진동과 80~350kg/cm²의 압력으로 3~90 초간 성형한 후, 상기 성형된 블록을 15~25℃의 양생실에 투입하여 2~4시간 정치, 상온에서 30~60℃까지 90~180분 가열하는 승온, 30~60℃에서 240~720분 가열하는 등온, 다시 상온까지 90~180분 감온하는 과정을 통해 시멘트가 첨가되지 않고 콘크리트 블록을 제조할 수 있는 매우 적절한 콘크리트 블록이 생성되는 것이다. 상기 조성물로 제조된 콘크리트 블록은 압축강도 24 MPa 이상, 동결융해저항성(상대동탄성계수) 80% 이상, 내화학적성이 8% 이하이며, 공극률 8~30%, 압축강도 10 MPa 이상, 동결융해저항성 65 cycle 이상인 적절한 특성을 나타낸다. 이는 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록으로써 사용하기 적절한 것이다.

이하 본 발명에 따른 실시예를 설명한다.

(실험예 1) 일반콘크리트의 조성물 배합

본 발명에서 제시된 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록에 있어서, 무시멘트 결합재에 따른 영향을 분석하기 위해 하기 표 1과 같이 무시멘트 결합재가 아닌 고화재를 사용해 비교예 1의 조성물을 준비하였고, 무시멘트 결합재가 포함된 실시예 1, 2와 탄성을 부여하고 강도를 향상시켜주는 SBR 중합체가 첨가되는 실시예 3, 외부 충격에 의한 변형을 감소시켜주는 PVA 섬유가 첨가된 실시예 4의 조성물을 준비하였다.

표 1

구분	굵은골재 (Kg)	잔골재 (Kg)	결합재(Kg)		혼화액(Kg)		PVA섬유(g)
			고화재	무시멘트결합재	물	SBR중합체	
실시예1	1005	790	-	360	180	-	-
실시예2	1017	799	-	360	172	-	-
실시예3	1017	799	-	360	154	18	-
실시예4	1017	799	-	360	154	18	385
비교예1	1009	793	360	-	180	-	-

상기 조성물은 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하였으며, 상기 혼합물을 블록성형기에 투입하고 30~150 Hz의 표면진동과 80~350kg/cm²의 압력으로 3~90 초간 성형한 후, 15~25℃의 양생실에 상기 성형된 블록을 투입하여 2~4시간 정치, 상온에서 30~60℃까지 90~180분 가열하는 승온, 30~60℃에서 240~720분 가열하는 등온, 다시 상온까지 90~180분 감온하여 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록을 제조하였다.

(실험예 2) 투수성콘크리트의 조성물 배합

본 발명에서 제시된 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록에 있어서, 투수성콘크리트는 다공질이고 물이 비교적 자유롭게 통할 수 있는 콘크리트이며, 무시멘트 결합재에 따른 영향을 분석하기 위해 하기 표 2과 같이 무시멘트 결합재가 아닌 고화재를 사용해 비교예 2의 조성물을 준비하였고, 무시멘트 결합재가 포함된 실시예 5, 6과 탄성을 부여하고 강도를 향상시켜주는 SBR 중합체가 첨가되는 실시예 7, 외부 충격에 의한 변형을 감소시켜주는 PVA 섬유가 첨가된 실시예 8의 조성물을 준비하였다.

표 2

구분	굵은골재 (Kg)	잔골재 (Kg)	결합재(Kg)		혼화액(Kg)		PVA섬유(g)
			고화재	무시멘트결합재	물	SBR중합체	
실시예5	1610	291	-	320	74	-	-
실시예6	1610	298	-	320	71	-	-
실시예7	1610	298	-	320	55	16	-
실시예8	1610	298	-	320	55	16	231
비교예2	1610	291	320	-	74	-	-

상기 조성물은 강제식 믹서 또는 옴니믹서에 투입하여 혼합하였으며, 상기 혼합물을 블록성형기에 투입하고

30~150 Hz의 표면진동과 80~350kg/cm²의 압력으로 3~90 초간 성형한 후, 15~25°C의 양생실에 상기 성형된 블록을 투입하여 2~4시간 정치, 상온에서 30~60°C까지 90~180분 가열하는 승온, 30~60°C에서 240~720분 가열하는 등온, 다시 상온까지 90~180분 감온하여 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록을 제조하였다.

[0049] (실험결과)

[0050] 상기 제조된 콘크리트 블록은 압축강도, 동결융해저항성 등을 측정하여 그 결과를 각각 표 3과 표 4에 나타내었다.

[0051] 여기서, 콘크리트의 압축강도 시험방법은 SK F 2505에 따랐으며, 압축강도의 계산은 다음 식에 의한다.

[0052] 압축강도 f_{cu} [Mpa]=최대하중 P[N] / 공시체의 단면적 A[mm²]

[0053] 공극률시험은 일본콘크리트공학협회의 [포러스콘크리트의 공극률시험방안(안)] 중 용적법에 준하여 측정하였으며, 다음 식에 의하여 산출하였다.

[0054] $A(\%) = [1 - (W_2 - W_1) / V] \times 100$

[0055] 여기서, A : 콘크리트의 공극률(%)

[0056] W₁ : 공시체의 수중질량(%)

[0057] W₂ : 24시간의 자연건조 후 기건질량(g)

[0058] V : 공시체의 체적(cm³)

[0059] 콘크리트에 대한 동결융해저항성을 측정하는 시험방법 및 기준은 아직까지 규정되어 있지 않으므로 본 연구에서는 보통 콘크리트 내동해성 평가에 적용되는 KS F 2456 [급속동결융해에 대한 콘크리트의 저항시험방법] 중 A법(수중 급속 동결융해시험)을 준용하여 내동해성을 평가하였다. 즉 75×75×355 mm의 각주 공시체를 제작하여 23 ± 2 °C의 수중에서 양생한 다음, -18~+4 °C에서 1일 6사이클로 상대동탄성계수가 60% 이하가 될 때까지 소정의 사이클별로 1차 공명주파수를 측정하여 내동해성을 평가하였다.

[0060] 콘크리트 내화학성 시험방법은 KS F 2405에 따랐으며, Φ100×200 mm의 원주형 공시체를 제작하여 28일 동안 양생을 실시한 후 5% 황산(H₂SO₄) 용액에 6개월 동안 침지시킨 후 꺼내어 공시체의 질량변화율을 산출하여 화학저항성을 평가하였다.

표 3

구분	압축강도(Mpa)	동결융해저항성(%)	내화학성(%)
실시예1	24.3	81	6.4
실시예2	26.4	84	5.5
실시예3	28.7	85	5.3
실시예4	29.1	87	4.7
비교예1	18.5	72	8.5

표 4

구분	공극률(%)	압축강도(Mpa)	동결융해저항성(%)	내화학성(%)
실시예5	10.6	16.6	67	7.8
실시예6	10.6	17.7	69	7.5
실시예7	10.4	19.2	70	7.1
실시예8	10.0	19.8	73	6.8
비교예2	10.7	9.8	55	12

[0063] 먼저 무시멘트 결합재를 사용한 일반콘크리트의 실험결과를 표 3에서 알 수 있듯이, 본 발명에 무시멘트 결합재를 사용한 콘크리트 블록은 고화제가 포함된 콘크리트 블록과 비교하면 압축강도가 크게 증가하였고 동결융해저

항성과 내화학성의 수치가 향상된 것을 볼 수 있다. 실시예 2와 실시예 3의 결과로부터 물의 양이 적게 포함되어도 압축강도, 동결융해저항성 및 내화학성의 특성이 저하되지 않고 오히려 향상되는 결과를 확인할 수 있었다. 또한, 실시예 3의 결과로부터 골재간의 접촉력을 증가시켜주고 인장강도를 개선시켜주는 효과에 있어서 SBR 중합체를 더 포함한 콘크리트 블록이 압축강도 등에서 높은 수치를 나타냄을 확인할 수 있었다. 동적안정도, 균열저항성 등의 역학적 성능 및 내구성을 개선시켜 줄 수 있는 유기계 섬유가 함유가 미치는 영향에 대한 실시예로서 실시예 4를 바탕으로 보면, 섬유가 포함되지 않은 것보다 PVA 섬유가 혼합되었을 때 모든 수치가 개선된 것으로 나타났다.

[0064]

이어서, 무시멘트 결합재를 사용한 투수성콘크리트의 실험결과를 표 4에서 나타냈다. 투수성 콘크리트의 시험에 속하는 공극률의 경우 모든 실시예와 비교예에서 약간의 수치의 변화가 있었지만 비슷한 수치를 나타내어 특성에 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, 본 발명에 무시멘트 결합재를 사용한 투수성콘크리트 블록은 고화제가 포함된 투수성콘크리트 블록과 비교하면 압축강도가 크게 증가하였고 동결융해저항성과 내화학성의 수치가 향상된 것을 볼 수 있다. 실시예 5와 실시예 6의 결과로부터 물의 양이 적게 포함되어도 압축강도, 동결융해저항성 및 내화학성의 특성이 저하되지 않고 향상되는 결과를 확인할 수 있었다. 또한, 실시예 7의 결과로부터 골재간의 접촉력을 증가시켜주고 인장강도를 개선시켜주는 효과에 있어서 SBR 중합체를 더 포함한 콘크리트 블록이 압축강도 등에서 높은 수치를 나타냄을 확인할 수 있었다. 동적안정도, 균열저항성 등의 역학적 성능 및 내구성을 개선시켜 줄 수 있는 유기계 섬유의 함유가 미치는 영향에 대한 실시예로서 실시예 8을 바탕으로 보면, 섬유가 포함되지 않은 것보다 PVA 섬유가 혼합되었을 때 압축강도, 동결융해저항성 및 내화학성에서 개선된 수치를 확인할 수 있었다.