



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0118581
(43) 공개일자 2017년10월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/14 (2006.01) C04B 18/08 (2006.01)
C04B 111/00 (2006.01) C04B 111/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C04B 18/142 (2013.01)
C04B 18/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0161929
(22) 출원일자 2016년11월30일
심사청구일자 2016년11월30일
- (30) 우선권주장
1020160046503 2016년04월15일 대한민국(KR)
- (71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (72) 발명자
오재은
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (74) 대리인
리엔목특허법인
- (73) 발명자
염우성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는, 고로슬래그, 플라이애시(Fly-ash), 생석회 및 염화칼슘이 분말형태로 혼합되고, 전체 중량에 대하여, 상기 고로슬래그를 66 중량부 초과 99.9 중량부 미만, 상기 플라이애시를 0 중량부 초과 30 중량부 미만, 상기 생석회를 0.1 초과 10 중량부 미만, 및 상기 염화칼슘을 0 중량부 초과 4 중량부 미만으로 포함하는 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재를 개시한다.

대표도 - 도1

	CaCl ₂	CaO+Slag		Slag	Fly Ash	Sum
		CaO	Slag			
비교예1	0	4	36	40	20	100
실시예1	1	3.9	35.1	40	20	100
실시예2	2	3.8	34.2	40	20	100
실시예3	3	3.7	33.3	40	20	100

(52) CPC특허분류

C04B 2111/00637 (2013.01)

C04B 2111/1037 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015K000130

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 (재)연구성과실용화진흥원

연구사업명 기초연구성과활용지원사업

연구과제명 고로슬래그 및 CaO를 활용한 30MPa급 레미콘 제조용 무시멘트 콘크리트

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2015.04.27 ~ 2016.04.26

명세서

청구범위

청구항 1

고로슬래그, 플라이애시(Fly-ash), 생석회 및 염화칼슘이 분말형태로 혼합되고,

전체 중량에 대하여, 상기 고로슬래그를 66 중량부 초과 99.9 중량부 미만, 상기 플라이애시를 0 중량부 초과 30 중량부 미만, 상기 생석회를 0.1 초과 10 중량부 미만, 및 상기 염화칼슘을 0 중량부 초과 4 중량부 미만으로 포함하는 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고로슬래그를 69 중량부 이상 88 중량부 이하로 포함하는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 고로슬래그의 평균입경은 $12\mu\text{m}$ 내지 $16\mu\text{m}$ 인 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 고로슬래그는, 상기 고로슬래그 100 중량부에 대하여 CaO 38.0~45.0 중량부, SiO_2 30.0~36.0 중량부, Al_2O_3 12.0~18.0 중량부, MgO 10.0 중량부 이하, SO_3 4.0 중량부 이하, Fe_2O_3 0.25~0.35 중량부, 및 3.0 중량부 이하의 기타성분을 포함하는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 플라이애시는, 상기 플라이애시 100 중량부에 대하여 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO 및 MgO 를 28.5~66.0: 12.5~55.0: 1.1~25.5: 1.4~22.4: 0.1~4.8의 중량부로 포함하는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 플라이애시를 10 중량부 이상 20 중량부 이하로 포함하는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 생석회를 2 중량부 이상 8 중량부 이하로 포함하는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 염화칼슘을 1 중량부 이상 3 중량부 이하로 포함하는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재.

청구항 9

상기 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재와 배합수를 혼합한 반죽을 양생하

여 형성된 경화체.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 경화체는 압축 강도는 7일 이상 양생시 25Mpa 이상인 경화체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 포틀랜드 시멘트(이하 시멘트라 함)는 산업의 근대화 과정에서 가장 중요하고 널리 사용되어 온 건설용 구조재료로서 도로, 교량, 터널, 항만, 주택, 건물 등 각종 사회간접자본(SOC)의 건설에 있어 기본이 되는 재료이다. 이러한 시멘트는 석회석 등을 주원료로 하여 소성과정 즉 클링커 제조시 고온(약 1,500℃)상태에서 제조되는데, 이 과정에서 시멘트 1톤 생산당 0.7~1.0톤의 이산화탄소 가스를 배출하게 된다. 이에 따라 시멘트가 그 동안 건설산업에서 중요한 역할을 해왔음에도 불구하고 최근에는 자연 및 지구환경에 대한 부정적인 재료로 인식되는 경향이 높아지고 있다.

[0003] 국내의 시멘트 생산량은 1년에 약 6,300만 톤으로 이산화탄소를 약 5,670만 톤 배출하고 있다. 이에 대한 타개책의 일환으로 산업부산물물을 이용하여 시멘트를 대체하기 위한 연구가 끊임없이 진행되고 있다.

[0004] 다만, 친환경적 측면에서 시멘트 대체 물질을 포함하는 무시멘트 결합체를 고려하는 경우 시멘트 대비 강도가 약화되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 시멘트를 포함하지 않더라도 우수한 강도를 가지는 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예는, 고로슬래그, 플라이애시(Fly-ash), 생석회 및 염화칼슘이 분말형태로 혼합되고, 전체 중량에 대하여, 상기 고로슬래그를 66 중량부 초과 99.9 중량부 미만, 상기 플라이애시를 0 중량부 초과 30 중량부 미만, 상기 생석회를 0.1 초과 10 중량부 미만, 및 상기 염화칼슘을 0 중량부 초과 4 중량부 미만으로 포함하는 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합체를 개시한다.

[0007] 본 실시예에 있어서, 상기 고로슬래그를 69 중량부 이상 88 중량부 이하로 포함할 수 있다.

[0008] 본 실시예에 있어서, 상기 고로슬래그의 평균입경은 12 μ m 내지 16 μ m일 수 있다.

[0009] 본 실시예에 있어서, 상기 고로슬래그는, 상기 고로슬래그 100 중량부에 대하여 CaO 38.0~45.0 중량부, SiO₂ 30.0~36.0 중량부, Al₂O₃ 12.0~18.0 중량부, MgO 10.0 중량부 이하, SO₃ 4.0 중량부 이하, Fe₂O₃ 0.25~0.35 중량부, 및 3.0 중량부 이하의 기타성분을 포함할 수 있다.

[0010] 본 실시예에 있어서, 상기 플라이애시는, 상기 플라이애시 100 중량부에 대하여 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO 및 MgO를 28.5~66.0: 12.5~55.0: 1.1~25.5: 1.4~22.4: 0.1~4.8의 중량부로 포함할 수 있다.

[0011] 본 실시예에 있어서, 상기 플라이애시를 10 중량부 이상 20 중량부 이하로 포함할 수 있다.

[0012] 본 실시예에 있어서, 상기 생석회를 2 중량부 이상 8 중량부 이하로 포함할 수 있다.

[0013] 본 실시예에 있어서, 상기 염화칼슘을 1 중량부 이상 3 중량부 이하로 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예는 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합체와 배합수를 혼합한 반죽을 양생하여 형성된 경화

체를 개시한다.

[0015] 본 실시예에 있어서, 상기 경화체는 압축 강도는 7일 이상 양생시 25Mpa 이상일 수 있다.

[0016] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예들에 의하면, 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합체는 시멘트를 포함하지 않아 환경친화적이면서 우수한 강도를 가짐으로써 종래 시멘트를 대체할 수 있다.

[0018] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 다양한 실시예들에 관한 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재를 구성하는 구성요소의 중량비를 나타낸 표이다.

도 2는 도 1의 실시예들에 따른 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재로 형성한 경화체의 압축 강도를 나타낸 그래프이다.

도 3a 및 도 3b는 도 2의 경화체에 포함된 공극의 크기 및 공극의 분포(개수)를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0022] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.

[0023] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0024] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0025] 이하의 실시예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 "위"에 또는 "상"에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0026] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0027] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 수행될 수도 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합체는 생석회 및 염화칼슘을 포함하는 고로슬래그, 고로슬래그, 및 플라이애시(Fly ash)를 포함하고, 전체 중량부에 대하여, 상기 염화칼슘(CaCl_2)을 0 보다 크고 4 보다 작은 범위 내의 중량부로 포함할 수 있다.

[0029] 상기 구성요소들에서, 생석회 및 염화칼슘을 포함하는 고로슬래그와 고로슬래그는 실질적으로 동일한 것으로, 모두 선철의 제련 시에 발생하는 부산물을 의미한다. 즉, 고로슬래그는 제철소 고로에서 선철을 제조하는 과정에서 발생하는 고온 용융상태의 슬래그 부산물을 물로 급랭처리한 후, 이를 분쇄한 수쇄슬래그를 의미하는 것으로

로서, 본 발명에 따른 무시멘트 결합재는 고로슬래그, 플라이애시(Fly ash), 생석회 및 염화칼슘을 포함하는 것으로 이해될 수 있다.

- [0030] 고로슬래그는 분말 형태로 가공되어 플라이애시, 생석회 분말 등과 혼합될 수 있다. 고로슬래그는 주원료(철광석)와 부원료(코크스, 석회석)의 회분에 존재하는 SiO_2 와 Al_2O_3 등이 고온에서 석회와 반응하여 생성되며 구성 원소는 일반 암석과 같다.
- [0031] 일 예로, 고로슬래그는 CaO 38.0~45.0 중량부, SiO_2 30.0~36.0 중량부, Al_2O_3 12.0~18.0 중량부, MgO 10.0 중량부 이하, SO_3 4.0 중량부 이하, Fe_2O_3 0.25~0.35 중량부, 그리고 3.0 중량부 이하의 기타성분을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 환경에 따라 일부 성상은 변경될 수도 있다.
- [0032] 한편, 본 발명은 상기 고로슬래그 미분말을 생석회 분말, 플라이애시 등과 혼합하여 구성되므로, 상기 고로슬래그 미분말의 평균입경은 $16\mu\text{m}$ 이하가 바람직하다. 일 예로, 고로슬래그 미분말의 평균입경(μm)은 $12\mu\text{m}$ 내지 $16\mu\text{m}$ 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0033] 고로슬래그는 무시멘트 결합재 100 중량부에 대하여, 66 중량부 보다 크고, 99.9 중량부 보다 작게 포함될 수 있다. 고로슬래그의 함량이 66 중량부 이하인 경우는 플라이애시 등의 함량이 상대적으로 증가하여, 무시멘트 결합재의 양생시 충분한 강도를 가지기 어려우며, 고로슬래그의 함량이 99.9 중량부 이상인 경우는, 염화칼슘의 함량이 충분하지 못하여 역시 무시멘트 결합재의 양생시 충분한 강도를 가지기 어렵다. 따라서, 건축 또는 토목용의 경화체에 무시멘트 결합재를 적용하기 위하여 무시멘트 결합재의 양생시 충분한 강도를 가지도록 하기 위해 고로슬래그는 무시멘트 결합재에 66 중량부 보다 크고 99.9 중량부 보다 작게 포함될 수 있으며, 바람직하게는 69 중량부이상 88 중량부 이하로 포함될 수 있다.
- [0034] 플라이애시는 석탄을 태우고 난 후 석탄에 함유된 실리콘, 알루미늄 등의 성분이 산화물 형태로 남아 산화 실리콘(SiO_2)나 산화 알루미늄(Al_2O_3) 성분의 미세한 먼지로 남는 것을 의미한다. 즉, 플라이애시는 석탄을 태우고 난 뒤 발생하는 회분으로써, 석탄재를 의미하며, 플라이애시 입자의 크기는 시멘트와 유사할 수 있다.
- [0035] 무시멘트 결합재에 플라이애시가 포함되면, 무시멘트 결합재를 건축 또는 토목용의 경화체에 적용할 때, 유동성이 개선되어 작업성이 향상되고, 장기강도 증진, 수화열 감소, 알칼리골재반응 억제, 황산염에 대한 저항성, 콘 크리트 수밀성이 향상되므로, 상대적으로 값비싼 시멘트를 대체할 수 있다.
- [0036] 플라이애시는 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 플라이애시는 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO 및 MgO를 28.5~66.0: 12.5~55.0: 1.1~25.5: 1.4~22.4: 0.1~4.8의 중량부로 포함할 수 있다. 선택적 실시예로 플라이애시는 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO 및 MgO를 48.8~66.0: 17.0~27.8: 1.1~13.9: 3.1~10.1: 0.3~2.0의 중량부로 포함할 수 있다. 또한, 플라이애시는 K_2O , Na_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO, 및 SO_3 로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분을 더 포함할 수 있다.
- [0037] 한편, 플라이애시의 함량이 30 중량부 보다 크게 포함되면, 무시멘트 결합재를 이용한 콘크리트 등이 충분한 강도를 가지기 어려우며, 플라이애시를 포함하지 않는 경우, 기존 시멘트를 대체하여 원가절감의 효과를 가지기 어렵다. 따라서, 플라이애시는 무시멘트 결합재 100 중량부에 대하여, 0 중량부 보다 크고, 30 중량부 보다 작게 포함될 수 있으며, 바람직하게는 10 중량부 이상 20 중량부 이하로 포함될 수 있다.
- [0038] 생석회는 시멘트를 포함하지 않는 본 발명에 따른 무시멘트 결합재에 칼슘이 부족해지는 현상을 방지하며, 무시멘트 결합재의 화학반응을 활성화시키는 역할을 할 수 있다. 생석회의 함량이 10 중량부보다 크면 가격 증가로 경제적으로 불리하고, 무시멘트 결합재와 물을 혼합하여 형성한 반죽의 성형이 어려워 진다. 반면에, 생석회의 함량이 0.1 중량부보다 적게 포함되면 무시멘트 결합재의 양생 후 강도가 저하될 수 있다. 따라서, 생석회는 무시멘트 결합재 100 중량부에 대하여, 0.1 중량부 보다 크고, 10 중량부 보다 작게 포함될 수 있으며, 바람직하게는 2 중량부 이상 8 중량부 이하로 포함될 수 있다.
- [0039] 염화칼슘은 무시멘트 결합재 내의 구성 성분들과 화학반응을 하여 C-S-H 비율을 증가시켜 무시멘트 결합재를 이용한 경화체의 압축 강도를 향상시키고, 상기 경화체 내의 공극 크기 및 함량을 감소시킬 수 있으며, 양생 과정에서 다른 성분과 반응하여 하이드로칼루마이트(hydrocalumite)를 생성함으로써 중금속 흡착 능력을 향상시킬 수 있다.
- [0040] 이와 같은 염화칼슘은 무시멘트 결합재 100 중량부에 대하여, 0 중량부 보다 크고, 4 중량부 보다 작게 포함될

수 있다. 염화칼슘을 포함하지 않는 경우, 무시멘트 결합재로 형성된 경화체의 강도 증진 효과를 가지기, 반면에 염화칼슘의 함량이 4 중량부 이상인 경우는 오히려 무시멘트 결합재의 경화체의 강도가 다시 감소할 수 있고, 무시멘트 결합재의 경화체가 철골 등에 결합된 경우, 철근 부식이 발생할 수 있다. 따라서, 염화칼슘은 무시멘트 결합재 내에 0 보다 크고 4 중량부 보다 작게 포함될 수 있으며, 바람직하게는 1 중량부 이상 3 중량부 이하로 포함될 수 있다.

[0041] 이와 같은 무시멘트 결합재는 염화칼슘, 생석회, 고로슬래그 및 플라이애시(Fly-ash)가 분말형태로 혼합된 상태로써, 단순히 배합수와 혼합하여 반죽 후 양생하는 것만으로 건축 또는 토목용 경화체를 형성할 수 있으며, 이때의 경화체는 종래 시멘트를 대체할 수 있을 정도의 높은 압축 강도를 가질 수 있다.

[0042] 한편, 배합수/무시멘트 결합재의 중량비가 0.2 보다 작으면 반죽 등의 시공성(workability)이 크게 저하되고, 배합수/무시멘트 결합재의 중량비가 0.4 보다 크면 경화체의 경화시간이 증가하고 강도가 급격하게 감소할 수 있는바, 무시멘트 결합재와 혼합하는 배합수는 무시멘트 결합재 100 중량부에 대하여 20중량부 내지 40중량부로 혼합될 수 있다.

[0043] 도 1은 본 발명의 다양한 실시예들에 관한 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재를 구성하는 구성요소들의 중량비를 나타낸 표이고, 도 2는 도 1의 실시예들에 따른 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재로 형성한 경화체의 압축 강도를 나타낸 그래프이다.

[0044] 도 1에서, 고로슬래그는 한국C&T에서 판매하는 고로슬래그를 사용하였으며, 이의 구체적인 조성을 XRF를 통해 분석한 결과는 하기 표 1과 같다.

표 1

성분	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	MnO
중량부	44.3	34.3	14.3	3.3	1.4	0.5	0.7	0.6	0.25

[0046] 또한, 도 1에서, 플라이애시는 하동 화력발전소에서 수득한 플라이애시를 사용하였으며, 이의 구체적인 조성을 XRF를 통해 분석한 결과는 하기 표 2와 같다.

표 2

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	기타
중량부	52.3	22.6	9.1	6.2	1.8	1.8	1.8	1.3	1.2	1.9

[0048] 한편, 도 1에서는 염화칼슘의 함량 변화를 용이하게 파악할 수 있도록, 고로 슬래그 40 중량부와 플라이애시 20 중량부를 고정된 상태에서, 생석회, 염화칼슘 및 나머지 고로 슬래그가 40 중량부를 유지하도록 이들의 함량을 조절하였다.

[0049] 즉, 도 1의 비교예 1은 생석회를 포함하지 않는 무시멘트 결합재로써, 생석회 4 중량부, 고로슬래그를 76중량부 포함하고 있으며, 실시예 1은 염화칼슘을 1 중량부 포함하고, 생석회를 3.9 중량부 포함한 것으로, 전체 고로 슬래그는 75.1 중량부 포함된 것을 의미한다.

[0050] 이와 마찬가지로, 실시예 2의 무시멘트 결합재는 염화칼슘 2 중량부, 생석회 3.8 중량부, 고로슬래그 74.2 중량부를 포함하는 것을 나타내고, 실시예 3의 무시멘트 결합재는 염화칼슘 3 중량부, 생석회 3.7 중량부, 고로슬래그 73.3 중량부 포함하는 것을 나타낸다.

[0051] 한편, 도 1에 나타난 실시예 1, 실시예2, 실시예 3은 각각 염화칼슘이 전체 중량부에 대하여 각각 1, 2, 3 중량부만큼 포함되어 있으나, 이는 본 발명에 따른 실시예들일뿐, 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재에 포함되는 염화칼슘의 중량부가 이에 한정되지 않음은 물론이다. 다만, 염화칼슘의 함량이 전체 중량부에 대하여 4 중량부 이상이 되면, 발열량이 높아지고 오히려 경화체의 압축 강도가 약화된다.

[0052] 도 2는 도 1의 조성물들을 이용하여 경화체를 형성한 후, 형성된 경화체의 압축 강도를 테스트한 결과이다. 도 2에서, OCSF는 도 1의 비교예 1의 조성물을 사용하여 형성한 경화체를 나타내며, 1CSF 내지 3SCF는 도 1의 실시예 1 내지 실시예 3의 조성물들을 각각 사용하여 형성한 경화체들을 나타낸다.

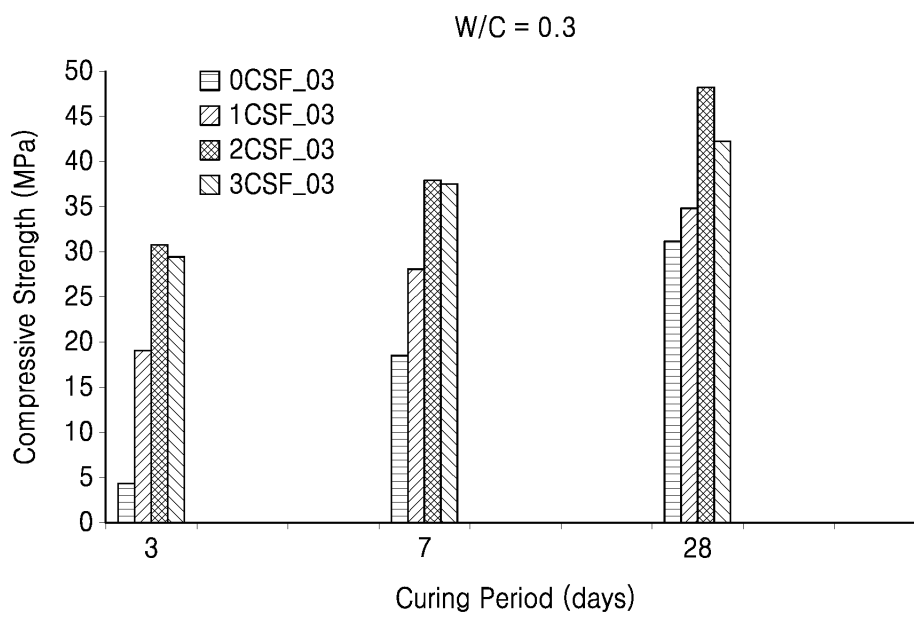
- [0053] 또한, 도 2에서, 그래프의 가로축은 경화체의 양생일수(Curing period, days)를 의미하고, 그래프의 세로축은 압축 강도(Compressive strength, MPa)를 의미한다. 이들 경화체들은 도 1의 비교예 1 내지 실시예 3의 무시멘트 결합재 각각에 배합수를 혼합하여 얻은 반죽을 가로, 세로 및 높이가 각각 50mm인 입방면체 몰드에서 60℃ 및 상대습도 100%로 양생하면서 제작하였으며, 양생 3일째, 7일째 및 28일째의 압축강도를 측정하였다. 압축강도는 KSL 5105에서 기술된 압축강도 시험법에 준하여 측정하였다.
- [0054] 한편, 도 2에서는 무시멘트 결합재 100 중량부에 대해 물 30 중량부를 첨가(W(배합수의 무게)/C(결합재의 전체 무게)=0.3으로 표기)하여 반죽을 제조하였으나, 물론, 결합재의 전체 무게에 대한 배합수의 무게의 비율이 이에 한정되는 것은 아니며, W/C=0.35, W/C=0.4 등 다양한 비율로 결합재 성분들을 배합수에 용해시켜 혼합할 수 있다. 이때, W/C의 값이 커지는 것은 결합재 전체 무게 대비 배합수의 무게가 증가함을 의미한다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여 별도의 언급 없이 W(배합수의 무게)/C(결합재의 전체 무게)가 0.3인 경우에 한정하여 설명하도록 한다.
- [0055] 도 2에서 알 수 있는 바와 같이, 비교예 및 모든 실시예들에서 양생일수(Curing period)가 길어질수록 압축 강도(Compressive strength)가 증가한다. 그러나, 그래프에 도시된 바와 같이, 염화칼슘이 포함되지 않은 0CSF는 염화칼슘이 첨가된 1CSF, 2CSF 및 3CSF와 비교하였을 때, 1CSF, 2CSF 및 3CSF 각각에 첨가된 염화칼슘의 함량 및 양생일수(Curing period)와 무관하게 1CSF, 2CSF 및 3CSF보다 항상 낮은 압축 강도(Compressive strength)를 가짐을 알 수 있다. 즉, 염화칼슘이 첨가됨에 따라 경화체의 압축강도가 향상되는 것을 알 수 있다.
- [0056] 특히, 양생일수(Curing period)가 짧을 때, 즉 초기 강도 측면에서 1CSF 내지 3CSF는 0CSF와 대비하여 확연하게 큰 압축강도를 가지는바, 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재를 이용한 경화체는 양생 초기 시부터 우수한 압축 강도를 가짐을 알 수 있다.
- [0057] 한편, 1CSF, 2CSF, 3CSF 모든 경우에서 7일 이상 양생시 25Mpa 이상의 압축강도를 가지며, 특히 2CSF의 경우는 양생일수가 28일일 때, 45 Mpa보다 큰 압축 강도를 가짐을 알 수 있는데, 이는 아파트 건축에 사용되는 콘크리트의 압축강도가 20 Mpa인 것을 고려하면 상당히 높은 수치에 해당한다.
- [0058] 따라서, 본 발명에 따른 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재는 시멘트를 포함하지 않아 환경 친화적이면서 우수한 강도를 가짐으로써 종래 시멘트를 대체할 수 있다.
- [0059] 도 3a와 도 3b는 도 2의 0CSF, 1CSF, 2CSF 및 3CSF 각각에 포함된 공극의 크기 및 공극의 분포(개수)를 도시한 그래프로써, 도 3a는 양생일수(Curing period)가 3일인 경우, 도 3b는 양생일수(Curing period)가 28일인 경우의 0CSF, 1CSF, 2CSF, 3CSF 각각에 포함된 공극의 지름 및 공극의 분포(개수)를 도시하고 있다. 이때, 각각의 경화체에 포함된 공극의 지름과 공극의 분포(개수)는 도 3a와 도 3b의 그래프에서 가로축과 세로축으로 표시하고 있다.
- [0060] 도 3a 및 도 3b를 참조하면 0CSF의 경우는 양생 초기 시에는 공극의 크기가 크게 형성되었다가, 양생 일자가 늘어날수록 공극의 크기는 작아지지만 공극의 분포(개수)가 증가하는 것을 알 수 있다. 이에 반해, 1CSF, 2CSF 및 3CSF의 경우는 초기 양생시부터 공극의 크기가 작게 발생하고, 그 분포(개수)도 0CSF에 비하여 감소된 것을 알 수 있다.
- [0061] 경화체에 분포하는 공극 지름의 크기가 작아질수록 경화체의 압축 강도는 증가하므로 결과적으로, 본 발명에 따른 염화칼슘이 첨가된 고로슬래그 기반의 무시멘트 결합재를 이용한 경화체는 양생 초기시부터 우수한 압축 강도를 가짐을 알 수 있다.
- [0062] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 무시멘트 결합재는 시멘트가 포함되지 않아 친환경적이면서, 저가의 성분들을 사용하여 제품 단가를 획기적으로 낮추면서도, 기존의 시멘트(OPC) 보다 높은 압축강도를 가지므로, 종래 시멘트를 대체할 수 있다.
- [0063] 이상에서는 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

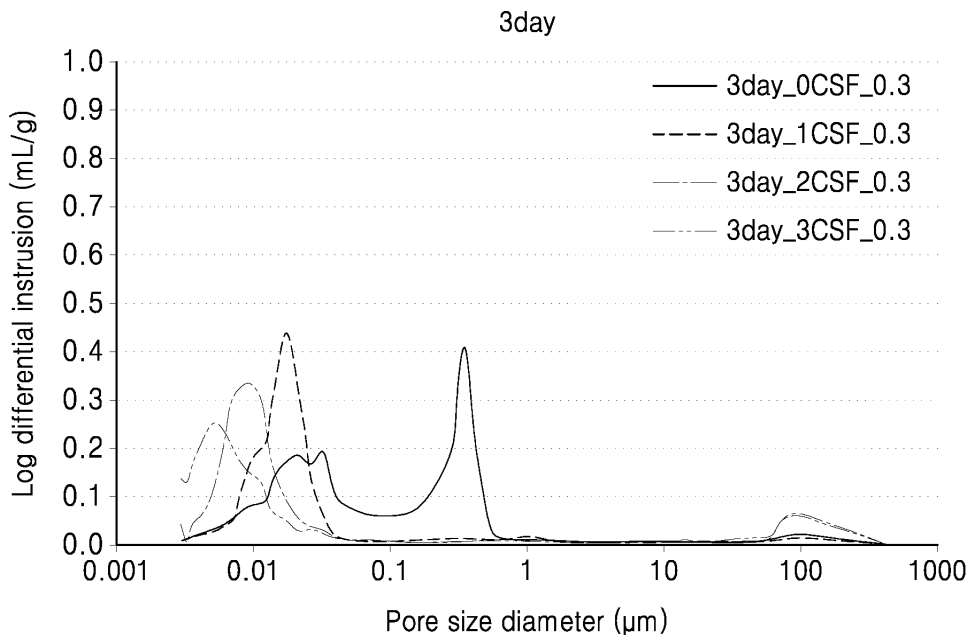
도면1

	CaCl ₂	CaO+Slag		Slag	Fly Ash	Sum
		CaO	Slag			
비교예1	0	4	36	40	20	100
실시예1	1	3.9	35.1	40	20	100
실시예2	2	3.8	34.2	40	20	100
실시예3	3	3.7	33.3	40	20	100

도면2



도면3a



도면3b

