



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0059526
(43) 공개일자 2019년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 40/06 (2006.01) C04B 22/00 (2006.01)
C04B 24/16 (2006.01) C04B 28/04 (2006.01)
C04B 103/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 40/0675 (2013.01)
C04B 22/008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0157207

(22) 출원일자 2017년11월23일

심사청구일자 2017년11월23일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

성균관대학교산학협력단

경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)

(72) 발명자

신명수

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

권성우

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이광명

서울특별시 서초구 서초중앙로 188, C동 1610호
(서초동, 아크로비스타)

(74) 대리인

특허법인 무한

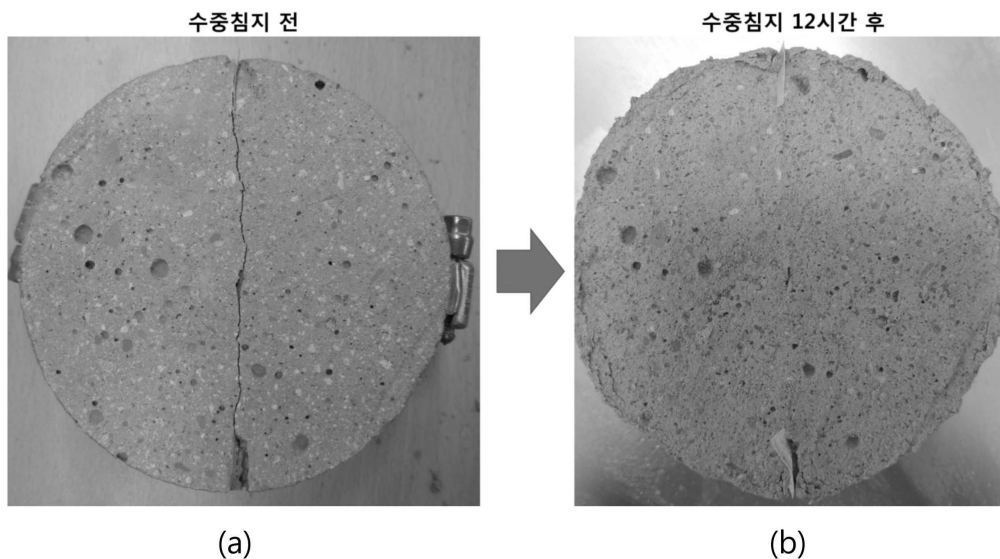
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 자기치유형 유황 복합재

(57) 요약

본 발명은 자기치유형 유황 복합재에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는, 개질 유황 폴리머; 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트; 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer); 및 잔골재;를 포함하는, 자기치유형 유황 복합재에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 24/16 (2013.01)

C04B 28/04 (2013.01)

C04B 2103/0051 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615009152

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 건설기술연구

연구과제명 자기치유 콘크리트 성능평가 기술 개발 및 실용화 전략

기 여 율 1/1

주관기관 성균관대학교 산학협력단

연구기간 2017.02.14 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

개질 유황 폴리머;
수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트;
고흡수성 폴리머(super absorbent polymer); 및
잔골재;를 포함하는,
자기치유형 유황 복합재.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 개질 유황 폴리머는, 폐유황을 개질한 것인,
자기치유형 유황 복합재.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 수경성 시멘트는, 포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 포졸란 시멘트, 팽창시멘트, 급결/급경 시멘트, 유정시멘트, 백색시멘트, 착색시멘트 및 칼슘알루미네이트 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인,
자기치유형 유황 복합재.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 시멘트계 팽창재는, CSA 팽창재를 포함하는 것인,
자기치유형 유황 복합재.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 CSA 팽창재는,
 $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인,
자기치유형 유황 복합재.

청구항 6

제4항에 있어서,
 상기 CSA 팽창재의 비중은 2.5 내지 3.5이고,
 분말도는 Blaine 비표면적 기준으로 $2000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 내지 $4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 인 것인,
 자기치유형 유황 복합재.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 개질 유황 폴리머를 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 포함하고,
 상기 이성분계 시멘트를 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 포함하며,
 상기 고흡수성 폴리머를 상기 개질 유황 폴리머 100 중량부 기준으로 0 중량부 초과 10 중량부 이하로 포함하고,
 잔량의 잔골재를 포함하는 것인,
 자기치유형 유황 복합재.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 이성분계 시멘트는,
 상기 시멘트계 팽창재를 상기 이성분계 시멘트 100 중량% 기준으로 0 중량% 초과 50 중량% 이하로 포함하는 것인,
 자기치유형 유황 복합재.

청구항 9

제1항에 있어서,
 수분에 노출된 구조물로서 사용되는 것인,
 자기치유형 유황 복합재.

청구항 10

개질 유황 폴리머를 가열하여 액화시키는 단계; 및
 상기 액화된 유황 폴리머에, 수정성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 고흡수성 폴리머 (super absorbent polymer) 및 잔골재를 첨가하는 단계;를 포함하는
 자기치유형 유황 복합재의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
 상기 개질 유황 폴리머는, 폐유황을 개질하여 준비되는 것인,

자기치유형 유황 복합재의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 수경성 시멘트는, 포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 포졸란 시멘트, 팽창시멘트, 급결/급경 시멘트, 유정시멘트, 백색시멘트, 착색시멘트 및 칼슘알루미네이트 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것이고,

상기 시멘트계 팽창재는, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 CSA 팽창재를 포함하는 것인,

자기치유형 유황 복합재의 제조방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 액화된 유황 폴리머에, 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer) 및 잔골재를 첨가하는 단계는,

상기 개질 유황 폴리머 0 중량% 초과 35 중량% 이하, 상기 이성분계 시멘트 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 첨가하고,

상기 개질 유황 폴리머 100 중량부 기준 0 중량부 초과 10 중량부 이하로 상기 고흡수성 폴리머 및 잔골재를 첨가하는 것인,

자기치유형 유황 복합재의 제조방법.

청구항 14

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 자기치유형 유황 복합재, 또는 제10항 내지 제13항 중 어느 한 항의 자기치유형 유황 복합재의 제조방법을 통해 제조된 자기치유형 유황 복합재의 자기치유 방법으로서:

상기 자기치유형 유황 복합재에 균열 또는 투수(透水)가 발생하는 단계;

상기 자기치유형 유황 복합재의 고흡수성 폴리머가 수분을 흡수하여 팽창하는 단계;

상기 팽창된 고흡수성 폴리머를 통해 상기 자기치유형 유황 복합재의 이성분계 시멘트에 수분을 공급하는 단계;

상기 수분이 공급된 이성분계 시멘트가 수화반응하여 수화반응물을 생성하는 단계; 및

상기 수화반응물이 상기 균열 또는 상기 투수(透水)가 발생하는 지역을 채우는 단계;를 포함하는,

자기치유형 유황 복합재의 자기치유 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 자기치유형 유황 복합재에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 균열에 대한 자기치유 성능뿐만 아니라 높은 압축강도를 가지는 자기치유형 유황 복합재에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0003] 유황은 인화점이 207 이고, 자연 발화 온도가 245 인 물질로, 착화성이 있고, 표면에 노출되어 공기와 접하는 유황은 쉽게 연소되는 특성을 가지는 물질로, 자연에서 산출되는 천연유황 외에 원유나 천연가스의 탈황 과정 등에서도 많이 발생한다.
- [0004] 정적인 고체 상태인 유황은, 유황 자체에 결함이 없으면 높은 강도를 가지나, 액체 유황이 냉각, 고화되어 형성되는 고체 유황의 경우에는 일반적으로 사방정계, 단사결정 및 부정형의 3종류가 혼재하여 존재한다. 이렇게 고화된 고체 유황은 냉각 조건에 따라서 상기 3 종류의 혼재 비율이 변하며, 시간의 경과에 따라서 고화된 유황 자체에 결함이 생기기 쉽고, 부서지기 쉬운 취성을 가지고 있다. 따라서, 순수한 유황은 그 적용 범위가 매우 한정된다.
- [0005] 특히, 다양한 건축 토목 소재에 응용이 가능하나, 상기한 특성으로 인해서 순수한 유황만으로 적용에 한계가 있다. 구체적으로, 취성 파괴(Brittle Fracture) 특성을 지니고 있는 유황 재료의 경우에는 소성변형이 거의 일어나지 않으므로 재료에 가해지는 힘의 모두가 그대로 파괴에 사용되어 항복강도 이상의 힘이 가해지면 순간적으로 파괴가 일어나는 전형적인 포트랜드 시멘트 콘크리트 특성과 유사한 불안정적인 재료이다.
- [0006] 이러한 단점을 개량하기 위하여 다양한 종류의 유황 개질제가 검토되고 있다. 특히, 디시클로펜타디엔(dicyclopentadiene, DCPD)은 가격이 저렴하여 경제성이 우수할 뿐만 아니라, 유황의 취성을 개선시키는 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 이러한 유황 개질제를 통한 개질 유황 폴리머는 현재 하수관 및 인공 어초와 같은 물에 노출된 구조물에 적용되고 있다.
- [0007] 그러나, 이러한 개질 방식은, 유황콘크리트의 본연적 물성만을 활용한 것일 뿐이며, 유황콘크리트의 취성파괴로 인해 발생하는 균열을 치유할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 유황 복합재(콘크리트)에 발생하는 균열을 자기치유 할 수 있는 자기치유형 유황 복합재를 제공하는 것이다.
- [0010] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 분야 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재는, 개질 유황 폴리머; 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창제를 포함하는 이성분계 시멘트; 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer); 및 잔골재;를 포함한다.
- [0013] 일 측면에 따르면, 상기 개질 유황 폴리머는, 폐유황을 개질한 것일 수 있다.
- [0014] 일 측면에 따르면, 상기 수경성 시멘트는, 포트랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 포졸란 시멘트, 팽창시멘트, 급결/급경 시멘트, 유정시멘트, 백색시멘트, 착색시멘트 및 칼슘알루미네이트 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 일 측면에 따르면, 상기 시멘트계 팽창제는, CSA 팽창제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0016] 일 측면에 따르면, 상기 CSA 팽창제는, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0017] 일 측면에 따르면, 상기 CSA 팽창제의 비중은 2.5 내지 3.5이고, 분말도는 Blaine 비표면적 기준으로 $2000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 내지 $4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 인 것일 수 있다.
- [0018] 일 측면에 따르면, 자기치유형 유황 복합재는, 상기 개질 유황 폴리머를 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 포함하고, 상기 이성분계 시멘트를 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 포함하며, 상기 고흡수성 폴리머를 상기 개질 유황

폴리머 100 중량부 기준으로 0 중량부 초과 10 중량부 이하로 포함하고, 잔량의 잔골재를 포함하는 것일 수 있다.

[0019] 일 측면에 따르면, 상기 이성분계 시멘트는, 상기 시멘트계 팽창재를 상기 이성분계 시멘트 100 중량% 기준으로 0 중량% 초과 50 중량% 이하로 포함하는 것일 수 있다.

[0020] 일 측면에 따르면, 자기치유형 유황 복합재는, 수분에 노출된 구조물로서 사용되는 것일 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재의 제조방법은, 개질 유황 폴리머를 가열하여 액화시키는 단계; 및 상기 액화된 유황 폴리머에, 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer) 및 잔골재를 첨가하는 단계;를 포함한다.

[0023] 일 측면에 따르면, 상기 개질 유황 폴리머는, 폐유황을 개질하여 준비되는 것일 수 있다.

[0024] 일 측면에 따르면, 상기 수경성 시멘트는, 포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 포졸란 시멘트, 팽창시멘트, 급결/급경 시멘트, 유정시멘트, 백색시멘트, 착색시멘트 및 칼슘알루미네이트 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것이고, 상기 시멘트계 팽창재는, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 CSA 팽창재를 포함하는 것일 수 있다.

[0025] 일 측면에 따르면, 상기 액화된 유황 폴리머에, 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer) 및 잔골재를 첨가하는 단계는, 상기 개질 유황 폴리머 0 중량% 초과 35 중량% 이하, 상기 이성분계 시멘트 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 첨가하고, 상기 개질 유황 폴리머 100 중량부 기준 0 중량부 초과 10 중량부 이하로 상기 고흡수성 폴리머 및 잔량의 잔골재를 첨가하는 것일 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재의 자기치유 방법은, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 자기치유형 유황 복합재, 또는 제10항 내지 제13항 중 어느 한 항의 자기치유형 유황 복합재의 제조방법을 통해 제조된 자기치유형 유황 복합재의 자기치유 방법으로서:

[0028] 상기 자기치유형 유황 복합재에 균열 또는 투수(透水)가 발생하는 단계; 상기 자기치유형 유황 복합재의 고흡수성 폴리머가 수분을 흡수하여 팽창하는 단계; 상기 팽창된 고흡수성 폴리머를 통해 상기 자기치유형 유황 복합재의 이성분계 시멘트에 수분을 공급하는 단계; 상기 수분이 공급된 이성분계 시멘트가 수화반응하여 수화반응물을 생성하는 단계; 및 상기 수화반응물이 상기 균열 또는 상기 투수(透水)가 발생하는 지역을 채우는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재는, 구조물에서 발생할 수 있는 열화(균열 발생 및 이에 따른 누수)를 자기 치유할 수 있으며, 이러한 자기치유형 유황 복합재를 하수관 및 인공 어초와 같이 물에 노출된 구조물에 적용할 경우, 콘크리트의 노후화 및 균열로 인해 발생하는 하수 유출을 방지할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재는, 높은 압축강도를 가진다. 따라서, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재를 적용한 구조물의 지속 가능성을 높인다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재를 적용한 구조물이 해체된 이후에도 복합재를 재가열하여, 또 다른 구조물에 적용시킬 수 있어 경제적 효과가 뛰어나다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은, 본 발명의 실시예에 따라 제조된 자기치유형 유황 복합재 시편의 자기치유 능력을 평가한 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0035] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0036] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0037] 이하, 본 발명의 자기치유형 유황 복합재에 대하여 실시예 및 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예 및 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재는, 개질 유황 폴리머; 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트; 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer); 및 잔골재;를 포함한다.
- [0040] 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재는, 구조물에서 발생할 수 있는 열화(균열 발생 및 이에 따른 누수)를 자기 치유할 수 있으며, 이러한 자기치유형 유황 복합재를 하수관 및 인공 어초와 같이 물에 노출된 구조물에 적용할 경우, 콘크리트의 노후화 및 균열로 인해 발생하는 하수 유출을 방지할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재는, 최대 80 Mpa급의 높은 압축강도를 가진다. 따라서, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재를 적용한 구조물의 지속 가능성을 높인다.
- [0041] 또한, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재를 적용한 구조물이 해체된 이후에도 복합재를 재가열하여, 또 다른 구조물에 적용시킬 수 있어 경제적 효과가 뛰어나다.
- [0043] 일 측면에 따르면, 상기 개질 유황 폴리머는, 폐유황을 개질한 것일 수 있다.
- [0044] 상기 개질 유황 폴리머는 원유정제 과정에서 필연적으로 발생하는 폐 유황을 화학적으로 개질하여 생산한 열가소성 재료이다. 이는 콘크리트 배합 시에 바인더로 이용될 수 있으며 일반 시멘트와 달리 물을 필요로 하지 않으므로 수자원을 절약할 수 있다. 국내에는 2009년 이래로 매년 약 120 만 톤의 폐 유황이 발생하고 있으며, 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 따라서, 이를 제품으로 사용할 경우 폐 유황 폐기물 처리 비용을 줄일 수 있으며 원유 정제 산업에 이윤을 창출할 수 있다.
- [0045] 한편, 개질 유황 폴리머 자체는 녹는점이 120 이기 때문에, 화재위험이 없는 하수관, 인공 어초 등의 물에 노출된 구조물에 적용되고 있다. 다만, 이러한 구조물은 균열 발생 시 누수 및 침수로 인하여 단기간에 열화될 수 있으며, 물에 노출된 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 수분 침투로 인해 콘크리트뿐만 아니라 철근의 부식을 초래하므로 토목 및 건축구조물의 안전성에 치명적인 요소이다.
- [0046] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 개질 유황 폴리머에 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 및 고흡수성 폴리머를 혼입하여 균열을 자기치유할 수 있는 자기치유형 유황 복합재를 구현하였다.
- [0048] 일 측면에 따르면, 상기 수경성 시멘트는, 포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 포졸란 시멘트, 팽창시멘트, 급결/급경 시멘트, 유정시멘트, 백색시멘트, 착색시멘트 및 칼슘알루미네이트 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다. 바람직하게는 포틀랜드 시멘트를 사용할 수 있다. 상기 포틀랜드 시멘트는 레미콘 등 일반 콘크리트 배합에서 사용되는 물과 반응하는 수경성 재료이며, 생산량이 풍부하며 경제적이다.
- [0050] 일 측면에 따르면, 상기 시멘트계 팽창재는, CSA 팽창재를 포함하는 것일 수 있다. 시멘트계 재료 중 하나인

CSA 팽창제는 단기간에 물과 반응하여 경화되는 초속경 특성을 가지며, 일반적으로 긴급 복구 및 수축 저감이 필요한 곳에 시멘트계 재료와 같이 혼입되어 사용된다. CSA 팽창제는 상기 수경성 시멘트 보다 더 빠른 수화반응을 할 수 있으므로 초기 수화반응에 중요한 요소로 작용한다.

[0052] 일 측면에 따르면, 상기 CSA 팽창제는, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0053] 하기의 표 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 CSA 팽창제의 바람직한 조합비를 나타낸 표이다.

표 1

[0054]

성분	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	SO_3	강열감량
비율(%)	7이하	5~15	2이하	48~53	4이하	1.0이하	24~32	8이하

[0055] 상기 표 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 CSA 팽창제는, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 가 모두 조합된 것이며, 이를 최적 비율로 조합하여 사용할 시 유효한 팽창력을 발휘할 수 있다.

[0056]

[0057] 일 측면에 따르면, 상기 CSA 팽창제의 비중은 2.5 내지 3.5이고, 분말도는 Blaine 비표면적 기준으로 $2000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 내지 $4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 인 것일 수 있다.

[0058] 상기 CSA 팽창제의 분말도가 $2000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 미만일 경우, 초기 수화반응이 느려져 자기치유 성능이 구현되지 않는 문제점이 발생할 수 있고, 상기 CSA 팽창제의 분말도가 $4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 을 초과할 경우, 수화 반응이 빠르고 자기치유 성능이 향상될 수 있으나 균열에 높은 수화열이 발생할 수 있는 문제점이 있다.

[0059] 일 측면에 따르면, 상기 고흡수성 폴리머는 자기 무게보다 수십 배에서 수백 배까지 물을 흡수하는 수지(polymer)일 수 있다. 재료 자체가 물을 흡수하므로 주로 유아용-성인용-동물용 기저귀로 가장 많이 쓰인다.

[0060] 일 측면에 따르면, 상기 잔골재는 치수가 5 mm 이하인 모래일 수 있다.

[0062] 일 측면에 따르면, 자기치유형 유황 복합제는, 상기 개질 유황 폴리머를 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 포함하고, 상기 이성분계 시멘트를 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 포함하며, 상기 고흡수성 폴리머를 상기 개질 유황 폴리머 100 중량부 기준으로 0 중량부 초과 10 중량부 이하로 포함하고, 잔량의 잔골재를 포함하는 것일 수 있다.

[0063] 35 %를 초과하여 상기 개질 유황 폴리머를 포함할 경우, 유황 복합제의 수축이 증가하는 문제점이 발생할 수 있고, 35 %를 초과하여 상기 이성분계 시멘트를 포함할 경우, 배합과정에서 유동성이 낮아지는 문제점이 발생할 수 있다. 또한, 상기 고흡수성 폴리머를 상기 개질 유황 폴리머 100 중량부 기준으로 10 중량부 초과로 포함할 경우, 상기 이성분계 시멘트의 수화반응을 저해하는 문제점이 발생할 수 있다.

[0064] 일 측면에 따르면, 상기 이성분계 시멘트는, 상기 시멘트계 팽창제를 상기 이성분계 시멘트 100 중량% 기준으로 0 중량% 초과 50 중량% 이하로 포함하는 것일 수 있다.

[0065] 일 측면에 따르면, 상기 이성분계 시멘트는, 상기 수경성 시멘트를 상기 이성분계 시멘트 100 중량% 기준으로 50 중량% 초과 100 중량% 미만으로 포함하는 것일 수 있다.

[0066] 상기 시멘트계 팽창제를 상기 이성분계 시멘트 100 중량% 기준으로 50 중량% 초과로 포함할 경우, 균열면에서 수화반응물의 팽창량이 과하게 증가하여 균열 치유 능력이 구현되지 않는 문제점이 발생할 수 있다.

[0068] 일 측면에 따르면, 자기치유형 유황 복합제는, 수분에 노출된 구조물로서 사용되는 것일 수 있다.

[0069] 상술한 바와 같이, 개질 유황 폴리머는 녹는점이 120 이기 때문에, 화재위험이 없는 하수관, 인공 어초 등의 물

에 노출된 구조물에 적용되고 있으며, 수분에 노출된 구조물로서 사용함에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재는 자기치유 성능이 구현된다. 이는 후술하는 내용을 통해 이해할 수 있을 것이다.

- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재의 제조방법은, 개질 유황 폴리머를 가열하여 액화시키는 단계; 및 상기 액화된 유황 폴리머에, 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer) 및 잔골재를 첨가하는 단계;를 포함한다.
- [0072] 더욱 자세하게, 상기 이성분계 시멘트, 상기 고흡수성 폴리머 및 상기 잔골재를 건배합하여 150 °C 내지 200 °C 의 오븐에 5시간 이상 보관하여, 액화된 개질 유황 폴리머에 첨가하는 것일 수 있다.
- [0073] 이 후, 교반 과정 및 양생 과정을 거쳐 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재를 제조할 수 있다.
- [0075] 일 측면에 따르면, 상기 개질 유황 폴리머는, 폐유황을 개질하여 준비되는 것일 수 있다.
- [0076] 일 측면에 따르면, 상기 수경성 시멘트는, 포틀랜드 시멘트, 고로슬래그 시멘트, 포졸란 시멘트, 팽창시멘트, 급결/급경 시멘트, 유정시멘트, 백색시멘트, 착색시멘트 및 칼슘알루미네이트 시멘트로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것이고, 상기 시멘트계 팽창재는, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$, CaO 및 CaSO_4 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 CSA 팽창재를 포함하는 것일 수 있다.
- [0077] 일 측면에 따르면, 상기 액화된 유황 폴리머에, 수경성 시멘트 및 시멘트계 팽창재를 포함하는 이성분계 시멘트, 고흡수성 폴리머(super absorbent polymer) 및 잔골재를 첨가하는 단계는, 상기 개질 유황 폴리머 0 중량% 초과 35 중량% 이하, 상기 이성분계 시멘트 0 중량% 초과 35 중량% 이하로 첨가하고, 상기 개질 유황 폴리머 100 중량부 기준 0 중량부 초과 10 중량부 이하로 상기 고흡수성 폴리머 및 잔골재를 첨가하는 것일 수 있다.
- [0079] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기치유형 유황 복합재의 자기치유 방법은, 상기 자기치유형 유황 복합재에 균열 또는 투수(透水)가 발생하는 단계; 상기 자기치유형 유황 복합재의 고흡수성 폴리머가 수분을 흡수하여 팽창하는 단계; 상기 팽창된 고흡수성 폴리머를 통해 상기 자기치유형 유황 복합재의 이성분계 시멘트에 수분을 공급하는 단계; 상기 수분이 공급된 이성분계 시멘트가 수화반응하여 수화반응물을 생성하는 단계; 및 상기 수화반응물이 상기 균열 또는 상기 투수(透水)가 발생하는 지역을 채우는 단계;를 포함한다.
- [0080] 상술한 바와 같이, 본 발명의 자기치유형 유황 복합재는, 수분에 노출된 구조물로서 사용된다. 따라서, 외부 충격 등에 의해 균열이 발생할 경우, 자기치유형 유황 복합재 내부에 수분이 침투하게 되며, 수분 침투에 따라 자기치유형 유황 복합재에 포함된 고흡수성 폴리머가 수분을 흡수하여 팽창한다.
- [0081] 이후, 상기 팽창된 고흡수성 폴리머를 통해 이성분계 시멘트에 수분이 효과적으로 공급될 수 있으며, 상기 수분이 공급된 이성분계 시멘트는 수화반응을 통해 응결과 경화가 진행되며, 수화반응물을 생성한다.
- [0082] 상기 수화반응물은, 고흡산염 수화물(ettringite), 모노설페이트 (monosulfate), 규산 칼슘 수화물(calcium silicate hydrate: CSH) 로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있으며, 상기 수화반응물이 상기 균열 또는 상기 투수(透水)가 발생하는 지역을 채워 균열이 자기치유 된다. 또한, 상기 고흡수성 폴리머가 팽창된 상태로 존재하면 균열을 효과적으로 채울 수 있으므로, 급격한 수분 유입을 단기간에 방지할 수 있다.
- [0084] 이하, 실시예 및 비교예에 의하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다.
- [0085] 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0087] 실시예
- [0088] 포틀랜드 시멘트 15 kg, CSA 팽창재 20 kg, 모래(잔골재) 30 kg 및 고흡수성 폴리머 3.5 kg를 건배합 하여 180 °C 오븐에 시간 보관하였다. 이와 별도로 가열식 교반기에 개질 유황 폴리머 35 kg을 투입하여 액상이 될 때까지

지 교반하였다.

- [0089] 액상이 된 개질 유황 폴리머에, 미리 보관해두었던 포틀랜드 시멘트, CSA 팽창제, 모래 및 고흡수성 폴리머를 투입하였고, 약 20분간 교반하였다.
- [0090] 마지막으로, 상기 교반된 복합재 배합을 원기둥형 스틸몰드(지름 100mm, 높이 200mm)에 타설하고 진동다짐을 실시하였으며, 타설 직전의 배합 표면온도는 130로 조절하였다.
- [0091] 이 후에 약 24시간 동안 상온에서 양생을 하고 탈형을 실시하였다. 원기둥 공시체 하나를 절단하여 50mm 높이의 자기치유형 유황 복합재 시편을 제조하였다.
- [0093] 도 1은, 본 발명의 실시예에 따라 제조된 자기치유형 유황 복합재 시편의 자기치유 능력을 평가한 이미지이다.
- [0094] 더욱 자세하게, 도 1 (a)는 조금 인장 시험을 통해, 실시예에 따라 제조된 유황 복합재 시편에 균열을 생성한 이미지이고, 도 1 (b)는 상기 균열이 생성된 유황 복합재 시편을 12시간 동안 수중침지한 후의 이미지이다.
- [0095] 유황 복합재 시편에 0.3mm의 두께의 실리콘 패드를 한 장씩 삽입하여 결속하는 과정을 통해 0.25 mm 폭의 균열을 생성하였으며, 12시간 동안 수중 양생하여 균열 채움을 유도하였다.
- [0096] 도 1 (a) 및 도 1 (b)를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 제조된 자기치유형 유황 복합재 시편은, 수중침지를 통해 균열이 자기치유된 것을 알 수 있다.
- [0097] 따라서, 본 발명에 따른 자기치유형 유황 복합재를 적용한 구조물에 균열 발생 시 약 0.1 mm 내지 0.3 mm 폭의 균열 치유(채움) 성능이 구현될 수 있으며, 이러한 자기치유형 유황 복합재를 하수관 및 인공 어초와 같이 물에 노출된 구조물에 적용할 경우, 콘크리트의 노후화 및 균열로 인해 발생하는 하수 유출을 방지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0099] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1

