



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0029388
(43) 공개일자 2015년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 20/06 (2006.01) B01D 53/62 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0108526
(22) 출원일자 2013년09월10일
심사청구일자 2013년09월10일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송지현
서울 송파구 오금로31길 28, 104동 1104호 (방이동, 코오롱아파트)
박철우
경기 안양시 동안구 귀인로 258, 106동 1003호 (평촌동, 꿈마을라이프아파트)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

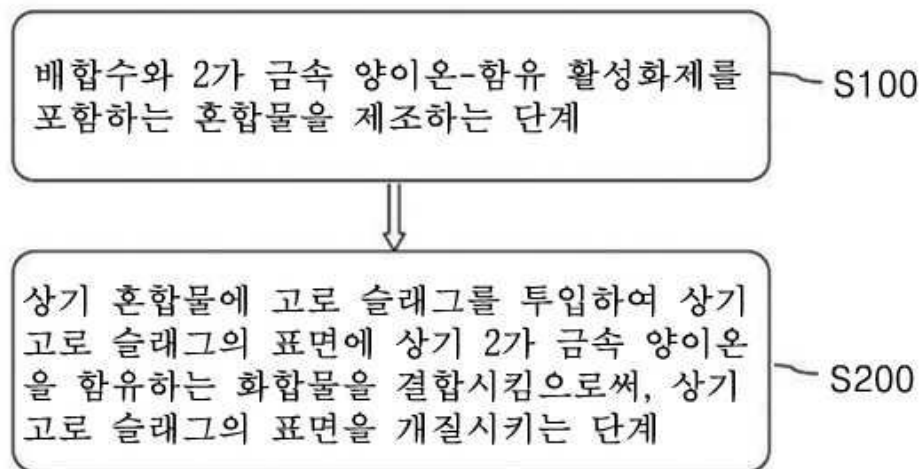
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 흡수제, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 알칼리 시멘트

(57) 요약

본원은, 배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 이용하여 고로 슬래그의 표면을 개질시킴으로써, 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물이 결합된 고로 슬래그를 포함하는 이산화탄소 흡수제, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 알칼리 시멘트에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박희문

경기도 고양시 일산서구 대화1로 70, 705동 1202호

안해영

인천 부평구 부평문화로 37, 12동 1205호 (부평동, 부평동아아파트)

장봉진

강원도 삼척시 교동 장기재길 32-1 B동 205호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615005907

부처명 국토해양부

연구관리전문기관 한국건설교통기술평가원

연구사업명 건설기술혁신사업

연구과제명 탄소중립형 도로재료 및 시공기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국 도로공사

연구기간 2012.06.28 ~ 2013.04.27

특허청구의 범위

청구항 1

배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 이용하여 고로 슬래그의 표면을 개질시킴으로써, 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물이 결합된 고로 슬래그를 포함하는, 이산화탄소 흡수제.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 수산화칼슘, 수산화마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물은 칼슘, 마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 상기 고로 슬래그를 기준으로 5 중량% 내지 40 중량% 비율로서 상기 고로 슬래그에 함유되는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 배합수는 상기 고로 슬래그를 기준으로 50 중량% 내지 70 중량%의 비율로서 상기 고로 슬래그에 함유되는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

10 g/kg 내지 100 g/kg의 이산화탄소 포집량을 가지는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 따른 이산화탄소 흡수제를 포함하며, 상온, 고온, 또는 증기 고온에서 양생시킨, 알칼리 시멘트.

청구항 8

배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 제조하는 단계; 및,
 상기 혼합물에 고로 슬래그를 투입하여 상기 고로 슬래그의 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물을 결합시킴으로써 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시키는 단계
 를 포함하는, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 수산화칼슘, 수산화마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,
 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물은 칼슘, 마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,
 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 상기 고로 슬래그를 기준으로 5 중량% 내지 40 중량%의 비율로서 상기 고로 슬래그에 함유되는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,
 상기 배합수는 상기 고로 슬래그를 기준으로 50 중량% 내지 70 중량%의 비율로서 상기 고로 슬래그에 함유되는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본원은, 이산화탄소 흡수제, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 알칼리 시멘트에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리나라는, 2020년까지 온실가스 배출 전망치 기준으로, 약 30%의 온실가스 감축을 목표로 하고 있다. 이에, 국내 이산화탄소 배출 감소를 위한 많은 연구들이 진행되고 있는데, 이 중에는 콘크리트 제조 시 사용되는 시멘트 양을 줄임으로써 시멘트 생성 공정 시 배출되는 이산화탄소의 양을 감소시키려는 연구 또한 진행되어 왔다.

[0003] 대한민국 공개 특허 제2007-0021199호는 이산화탄소 배출이 감소된 복합 시멘트 물질 제조용 공정시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 포틀랜드 클링커 광물 (portland clinker mineral) 함량을 감소시키고, 콘크리트 혼합물 내에서 포틀랜드 시멘트 일부를 대체하는 보충적 시멘트 물질의 양을 증가시킴으로써 환경 프로파일을 향상하는 방법에 관한 것이다.

[0004] 그러나, 시멘트 양을 줄이는 것은 간접적인 이산화탄소 저감 방법이며, 또 다른 방법으로는 이미 발생한 이산화탄소를 다양한 흡수제(습식 및/또는 건식 흡수제)를 이용하여 흡착하여 저감시키는 방법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본원은, 이산화탄소 흡수제, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 알칼리 시멘트를 제공하고자 한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 제 1 측면은, 배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 이용하여 고로 슬래그의 표면을 개질시킴으로써, 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물이 결합된 고로 슬래그를 포함하는, 이산화탄소 흡수제를 제공한다.

[0008] 본원의 제 2 측면은, 본원의 제 1 측면에 따른 이산화탄소 흡수제를 포함하며, 상온, 고온, 또는 증기 고온에서 양생시킨, 알칼리 시멘트를 제공한다.

[0009] 본원의 제 3 측면은, 배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 제조하는 단계; 및, 상기 혼합물에 고로 슬래그를 투입하여 상기 고로 슬래그의 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물을 결합시킴으로써 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시키는 단계를 포함하는, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본원에 의하면, 콘크리트 제조 시에 사용되는 시멘트 대신 제철 공정에서 발생하는 고로 슬래그를 사용하여 시멘트 1 톤 생성 시 발생하는 약 0.95 톤의 이산화탄소의 발생량을 저감시킬 수 있다.

[0011] 2가 금속 양이온이 함유된 활성화제를 이용하여 이산화탄소의 흡수가 가능하도록 고로 슬래그의 표면을 개질시킴으로써 능동적인 이산화탄소의 포집이 가능하도록 하며, 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 이용함으로써 1가 금속 양이온-함유 활성화제를 사용할 때보다 이산화탄소의 흡수량을 증대시킬 수 있다.

[0012] 또한, 산업부산물을 재활용함으로써 상기 산업부산물의 처분으로 인한 비용 절감 및 환경적인 측면의 2차 오염 문제 발생을 저감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은, 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡수제의 제조 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 2는, 본원의 일 실시예에 따른 고로 슬래그를 개질시켜 제조한 알칼리 시멘트의 이산화탄소 흡수 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

도 3a 내지 3c는, 본원의 일 실시예에 따른 고로 슬래그의 주사전자현미경 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [0015] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 “연결”되어 있다고 할 때, 이는 “직접적으로 연결”되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 “전기적으로 연결”되어 있는 경우도 포함한다.
- [0016] 본원 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.
- [0017] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “약”, “실질적으로” 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~(하는) 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0018] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 “이들의 조합”의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0019] 본원 명세서 전체에서, “A 및/또는 B”의 기재는 “A 또는 B, 또는 A 및 B”를 의미한다.
- [0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본원의 구현에 및 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본원이 이러한 구현에 및 실시예와 도면에 제한되지 않을 수 있다.
- [0021] 본원의 제 1 측면에 따른 이산화탄소 흡수제는, 배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 이용하여 고로 슬래그의 표면을 개질시킴으로써, 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물이 결합된 고로 슬래그를 포함한다.
- [0022] 상기 고로 슬래그는 용광로에서 선철을 제조할 때 얻어지는 부산물로서, 산화 칼슘(CaO), 이산화규소(SiO₂), 산화 알루미늄(Al₂O₃), 및 산화 마그네슘(MgO) 등을 주성분으로 포함한다. 상기 고로 슬래그를 사용할 경우, 장기적인 안정성이 우수하며, 수화열을 저감시켜 수밀성과 내구성을 증진시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0023] 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 수산화칼슘, 수산화마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 이산화탄소가 활성화제와 반응할 때, 상기 이산화탄소가 CO₃²⁻, 즉 2가의 음이온 형태로 변한다. 1가 금속 양이온의 경우, 1 몰의 상기 CO₃²⁻와 반응하려면 2 몰의 상기 1가 금속 양이온이 필요하다. 반면, 상기 2가 금속 양이온을 상기 활성화제로 사용함으로써, 상기 1 몰의 CO₃²⁻와 1 몰의 상기 2가 금속 양이온이 반응하기 때문에 상기 1가 금속 양이온을 사용할 때 보다 이산화탄소의 흡수량이 증대할 수 있다.
- [0024] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물은 칼슘, 마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0025] 본원의 일 구현예에 따르면, 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 상기 고로 슬래그를 기준으로 약 5 중량% 내지 약 40 중량% 비율로서 상기 고로 슬래그에 함유되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 상기 고로 슬래그를 기준으로, 약 5 중량% 내지 약 40 중량%, 약 10 중량% 내지 약 40 중량%, 약 15 중량% 내지 약 40 중량%, 약 20 중량% 내지 약 40 중량%, 약 25 중량% 내지 약 40 중량%, 약 30 중량% 내지 약 40 중량%, 약 35 중량% 내지 약 40 중량%, 약 5 중량% 내지 약 35 중량%, 약 10 중량% 내지 약 35 중량%, 약 15 중량% 내지 약 35 중량%, 약 20 중량% 내지 약 35 중량%, 약 25 중량% 내지 약 35 중량%, 약 30 중량% 내지 약 35 중량%, 약 5 중량% 내지 약 30 중량%, 약 10 중량% 내지 약 30 중량%, 약 15 중량% 내지 약 30 중량%, 약 20 중량% 내지 약 30 중량%, 약 25 중량% 내지 약 30 중량%, 약 5 중량% 내지 약 25 중량%, 약 10 중량% 내지 약 25 중량%, 약 15 중량% 내지 약 25 중량%, 약 20 중량% 내지 약 25 중량%, 약 25 중량% 내지 약 20 중량%, 약 5 중량% 내지 약 20 중량%, 약 10 중량% 내지 약 20 중량%, 약 15 중량% 내지 약 20 중량%, 약 5

중량% 내지 약 15 중량%, 약 10 중량% 내지 약 15 중량%, 또는 약 5 중량% 내지 약 10 중량%일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 이용하여 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시킴으로써, 상기 고로 슬래그 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물을 결합시키는 것은, 상기 고로 슬래그의 이산화탄소 포집량을 증가시키기 위한 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 고로 슬래그는 이론적으로 산화 칼슘(CaO), 이산화규소(SiO₂), 산화 알루미늄(Al₂O₃), 및 산화 마그네슘(MgO)을 포함하기 때문에 이산화탄소의 포집이 가능하지만, 실질적으로 상기 고로 슬래그 만으로는 상기 이산화탄소의 포집이 어렵다. 그렇기 때문에, 상기 활성화제를 이용하여 상기 고로 슬래그의 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물을 결합시킴으로써, 상기 고로 슬래그의 이산화탄소 포집량을 증가시킬 수 있다.

[0026]

본원의 일 구현예에 따르면, 상기 배합수는 상기 고로 슬래그를 기준으로 약 50 중량% 내지 약 70 중량%의 비율로서 상기 고로 슬래그에 함유되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 배합수는 상기 고로 슬래그를 기준으로, 약 50 중량% 내지 약 70 중량%, 약 55 중량% 내지 약 70 중량%, 약 60 중량% 내지 약 70 중량%, 약 65 중량% 내지 약 70 중량%, 약 50 중량% 내지 약 65 중량%, 약 55 중량% 내지 약 65 중량%, 약 60 중량% 내지 약 65 중량%, 약 50 중량% 내지 약 60 중량%, 약 55 중량% 내지 약 60 중량%, 또는 약 50 중량% 내지 약 55 중량%일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0027]

본원의 일 구현예에 따르면, 상기 이산화탄소 흡수제는 약 10 g/kg 내지 약 100 g/kg의 이산화탄소 포집량을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 이산화탄소 포집량은, 예를 들어, 실험실 수준의 원통형 반응조에 이산화탄소 흡수제를 충전하고, 일정 농도의 이산화탄소 가스를 주입하여 이산화탄소 농도 측정기로 유입 농도 및 이산화탄소 흡수제를 통과한 후의 유출 이산화탄소의 농도를 측정한 후, 유입된 이산화탄소 농도와 유출된 이산화탄소 농도를 비교하여 충전된 이산화탄소 흡수제 질량 대비 흡수된 이산화탄소 질량을 계산하여 ‘이산화탄소/지지체 (g/kg)’로서 나타내는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 이산화탄소 포집량은 약 10 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 40 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 50 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 60 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 70 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 80 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 90 g/kg 내지 약 100 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 40 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 50 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 60 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 70 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 80 g/kg 내지 약 90 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 40 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 50 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 60 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 70 g/kg 내지 약 80 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 70 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 70 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 70 g/kg, 약 40 g/kg 내지 약 70 g/kg, 약 50 g/kg 내지 약 70 g/kg, 약 60 g/kg 내지 약 70 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 60 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 60 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 60 g/kg, 약 40 g/kg 내지 약 60 g/kg, 약 50 g/kg 내지 약 60 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 50 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 50 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 50 g/kg, 약 40 g/kg 내지 약 50 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 40 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 40 g/kg, 약 30 g/kg 내지 약 40 g/kg, 약 10 g/kg 내지 약 30 g/kg, 약 20 g/kg 내지 약 30 g/kg, 또는 약 10 g/kg 내지 약 20 g/kg일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0028]

본원의 제 2 측면은, 상기 본원의 제 1 측면에 따른 이산화탄소 흡수제를 포함하며, 상온, 고온, 또는 증기 고온에서 양생시킨, 알칼리 시멘트를 제공한다. 상기 양생은 콘크리트의 응고 경화를 위해 온도 및 습도 등을 적정하게 유지하는 것을 뜻하며, 상기 콘크리트의 양생을 촉진시키기 위해 고온의 수증기를 이용하여 증기 양생시킬 수 있다. 상기 증기 고온은 약 60% 내지 약 80%의 습도 및 약 20℃ 내지 약 100℃의 온도를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 이산화탄소 흡수제를 약 60% 내지 약 80%의 습도를 가지는 약 20℃ 내지 약 100℃의 고온에서 약 24 시간 동안 양생시킬 경우, 상기 알칼리 시멘트의 강도가 더욱 우수해지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 증기 고온의 습도는 약 60% 내지 약 80%, 약 65% 내지 약 80%, 약 70% 내지 약 80%, 약 75% 내지 약 80%, 약 60% 내지 약 75%, 약 65% 내지 약 75%, 약 70% 내지 약 75%, 약 60% 내지 약 70%, 약 65% 내지 약 70%, 또는 약 60% 내지 약 65%일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 고온 또는 증기 고온의 온도는, 약 20℃ 내지 약 100℃, 약 30℃ 내지 약 100℃, 약 40℃ 내지 약 100℃, 약 50℃ 내지 약 100℃, 약 60℃ 내지 약 100℃, 약 70℃ 내지 약 100℃, 약 80℃ 내지 약 100℃, 약 90℃ 내지 약 100℃, 약 20℃ 내지 약 90℃, 약 30℃ 내지 약 90℃, 약 40℃ 내지 약 90℃, 약 50℃ 내지 약 90℃, 약 60℃ 내지 약 90℃, 약 70℃ 내지 약 90℃, 약 80℃ 내지 약 90℃, 약 20℃ 내지 약 80℃, 약 30℃ 내지 약 80℃, 약 40℃ 내지 약 80℃, 약 50℃ 내지 약 80℃, 약 60℃

내지 약 80℃, 약 70℃ 내지 약 80℃, 약 20℃ 내지 약 70℃, 약 30℃ 내지 약 70℃, 약 40℃ 내지 약 70℃, 약 50℃ 내지 약 70℃, 약 60℃ 내지 약 70℃, 약 20℃ 내지 약 60℃, 약 30℃ 내지 약 60℃, 약 40℃ 내지 약 60℃, 약 50℃ 내지 약 60℃, 약 20℃ 내지 약 50℃, 약 30℃ 내지 약 50℃, 약 40℃ 내지 약 50℃, 약 20℃ 내지 약 40℃, 약 30℃ 내지 약 40℃, 또는 약 20℃ 내지 약 30℃일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0029] 본원의 제 3 측면은, 배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 제조하는 단계 (S100); 및, 상기 혼합물에 고로 슬래그를 투입하여 상기 고로 슬래그의 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물을 결합시킴으로써 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시키는 단계 (S200)를 포함하는 이산화탄소 흡수제의 제조 방법을 제공한다.

[0030] 먼저, 도 1을 참조하여, 배합수와 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물을 제조한다 (S100). 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제는 수산화칼슘, 수산화마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물은 칼슘, 마그네슘, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 배합수는 고로 슬래그 대비 약 50 중량% 내지 약 70 중량%일 수 있으며, 상기 활성화제는 고로 슬래그 대비 약 5 중량% 내지 약 40중량%의 비율로 제조되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0031] 다음으로, 상기 배합수와 상기 2가 금속 양이온-함유 활성화제를 포함하는 혼합물에 고로 슬래그를 투입하여 상기 고로 슬래그의 표면에 상기 2가 금속 양이온을 함유하는 화합물을 결합시킴으로써 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시킨다 (S200). 상기 고로 슬래그를 사용하여 시멘트를 제조할 경우, 산업 부산물을 재활용하여 시멘트를 제조함으로써 그에 따른 제조 비용의 절감 및 2차적인 환경 오염을 저감시킬 수 있다. 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시키는 것은, 예를 들어, 분말 상태의 고로 슬래그와 상기 활성화제를 혼합기를 이용하여 건비빔 (dry mixing) 시킨 후, 배합수를 투입하여 혼합하고 상기 혼합이 완료된 후, 상온에서 약 24 시간 동안 양생시킴으로써 상기 고로 슬래그의 표면을 개질시키는 것일 수 있다.

[0032] 이하, 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0033] [실시예]

[0034] 고로 슬래그 약 100 g에 활성화제로서 수산화칼슘 5 g 및 규산나트륨 약 5 g을 혼합기를 이용하여 약 2 분간 건비빔 시킨 후, 배합수(증류수)를 약 50 g 투입하여 약 1 분간 혼합시켰다.

[0035] 혼합이 완료된 후, 상온에서 약 24 시간 동안 양생시켰다. 상기 양생이 완료된 후, 분쇄하여 약 0.4 mm 내지 약 0.8 mm의 직경을 갖는 펠렛(pellet) 형태로 제조하였다.

[0036] 도 2는, 시간의 흐름에 따른 이산화탄소의 유출량 및 유입량을 나타낸 그래프로서, 이산화탄소 농도 측정기(Li-COR INC., USA)를 이용하여 연속적으로 이산화탄소의 유입 농도 및 이산화탄소의 유출 농도를 동시에 측정하였다. 상기 도 2에 도시된 바와 같이, 시간이 지남에 따라 상기 이산화탄소의 유출량이 늘어났으며, 상기 이산화탄소 흡수제의 이산화탄소 유입량은 약 5,000 ppm (parts per million)으로 확인되었다.

[0037] [비교예 1]

[0038] 실시예에서 사용한 고로 슬래그 원재료를 이산화탄소 흡수제로서 사용하였다.

[0039] [비교예 2]

[0040] 분말 형태의 고로 슬래그와 활성화제에 배합수(증류수)를 바로 투입하여 단순 혼합한 후, 약 24 시간 동안 굳혔다. 이에, 고로 슬래그와 활성화제가 침전 고형물 형태로 단순히 굳은 형태로 제조되었다.

[0041]

이산화탄소 포집량 분석

[0042]

이산화탄소 포집량은 원통형 반응조에, 이산화탄소 유입 농도 약 5,000 ppm 하에서 실험하였으며, 이산화탄소의 농도는 이산화탄소 농도 측정기(Li-COR INC., USA)를 이용하여 연속적으로 이산화탄소의 유입 농도 및 이산화탄소의 유출 농도를 측정하였다. 상기 이산화탄소 흡수제의 제조 시, 적용한 지지체로는 각각, 고로 슬래그 원재료(이하, 비교예 1), 종래의 무시멘트 콘크리트 제조 방식을 적용하여 고로 슬래그와 활성화제를 단순 혼합한 콘크리트(이하, 비교예 2), 본 실시예에서 제시한 배합법을 적용하여 표면을 개질시킨 콘크리트(이하, 실시예)를 이용하였다. 상기 이산화탄소 포집량의 결과가 하기 표 1과 같이 측정되었다.

표 1

순번	지지체 및 활성화제	이산화탄소 포집량 (g-CO ₂ /kg-소재)
비교예 1	고로 슬래그 단일 성분	0.54
비교예 2	기존 무시멘트 적용 고로 슬래그와 활성화제의 단순 혼합 후, 콘크리트화	0.82
실시예	고로 슬래그에 활성화제를 이용한 표면 개질 후, 콘크리트화	38±7

[0043]

[0044]

상기 표 1에 나타난 바와 같이, 상기 비교예 1의 이산화탄소 포집량은 0.54 g/kg으로 측정되었고, 상기 비교예 2의 이산화탄소 포집량은 0.82 g/kg으로 측정되었으며, 본 실시예에서와 같이 활성화제를 이용하여 표면을 개질시킨 콘크리트의 이산화탄소 포집량은 31 g/kg 내지 45 g/kg으로 측정되었다.

[0045]

실험 결과, 고로 슬래그와 활성화제를 단순 혼합한 비교예 2의 이산화탄소 포집량은, 활성화제를 첨가하지 않은 고로 슬래그 원재료인 비교예 1의 이산화탄소 포집량과 큰 차이가 없었으며, 강도 또한 현저히 낮았다. 이를 통해, 단순히 고로 슬래그와 활성화제를 혼합하여 고형물을 제조하는 방식으로는 이산화탄소 흡수제 또는 알칼리 시멘트를 제조할 수 없다는 것을 알 수 있었다. 그러나, 본 실시예에서와 같이, 활성화제를 이용하여 표면을 개질시킨 콘크리트의 경우, 이산화탄소 포집량이 크게 증가함을 알 수 있었다.

[0046]

도 3a 내지 3c는 비교예 1 (고로 슬래그 원재료), 비교예 2 (고로 슬래그와 활성화제의 단순혼합), 및 본 실시예(표면 개질된 고로 슬래그)에 따른 각각의 주사전자현미경 이미지로서, 약 5,000 배율의 SEM S-4700 (Hitachi, Japan)을 이용하여 분석한 결과이다. 상기 표면 분석 결과, 고로 슬래그 입자 표면에 활성화제를 첨가함에 따라 다양한 종류의 입자들이 생성되는 것을 확인할 수 있었다. 상기 입자들의 생성으로 인해 고로 슬래그 표면의 비표면적이 증가하는 것으로 사료되었다. 도 3b와 같이, 비교예 2의 경우에도 고로 슬래그 표면에 입자가 다소 생성되는 것을 확인할 수 있었으나, 도 3c에 도시된 본 실시예에 따라 표면 개질된 고로 슬래그의 표면과 비교하여 생성되는 입자의 종류 및 개수도 현저히 낮은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 본 실시예에 따른 표면 개질된 고로 슬래그의 경우, 상기 고로 슬래그 표면에 생성된 입자들로 인해 고로 슬래그 본연의 입자 표면을 찾아볼 수 없었다.

[0047]

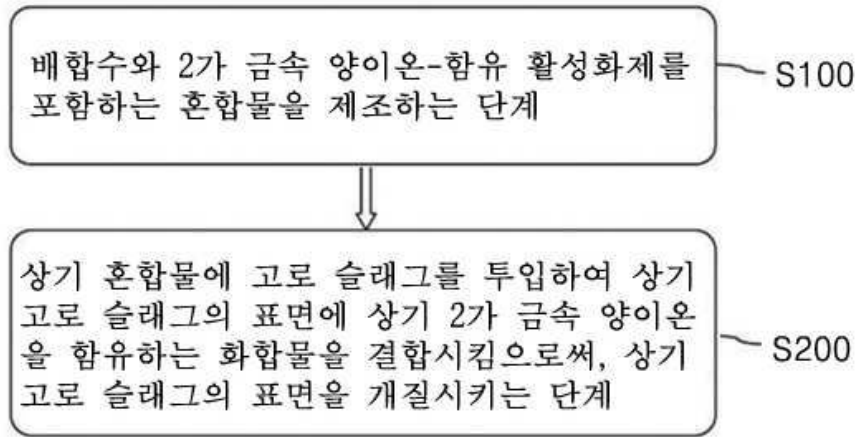
전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0048]

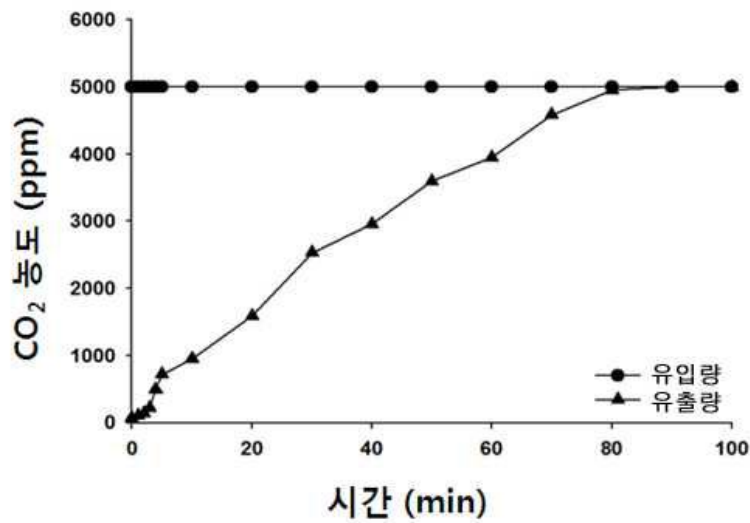
본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

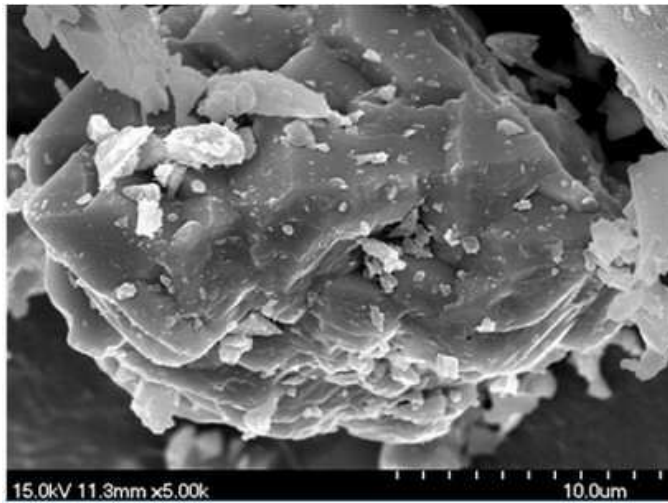
도면1



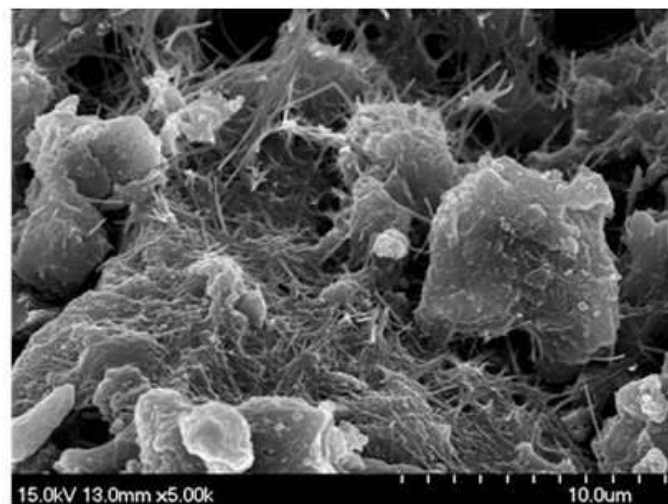
도면2



도면3a



도면3b



도면3c

