



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0103906
(43) 공개일자 2012년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 20/02 (2006.01) B01J 20/28 (2006.01)
B01J 20/30 (2006.01) C04B 18/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0021857
(22) 출원일자 2011년03월11일
심사청구일자 2011년03월11일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283 (대화동)
(72) 발명자
송지현
서울특별시 송파구 오금로31길 28, 104동 1102호
(방이동, 코오롱아파트)
이현중
서울특별시 강남구 압구정로 201, 현대 아파트 8
6동 301호 (압구정동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

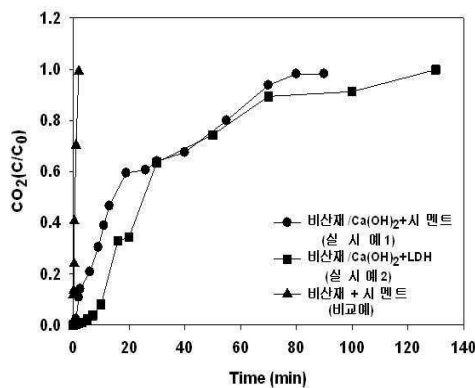
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 폐기물 재활용 소재를 이용한 이산화탄소 흡수제 및 이를 포함하는 콘크리트

(57) 요약

본원은 염기성 용액을 이용하여 표면을 개질시킨 광미 또는 산업부산물; 및 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제; 를 포함하는 이산화탄소 흡수제 및 이를 포함하는 콘크리트에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김부일

경기도 고양시 일산서구 대화2로 121, 606동 1402
호 (대화동, 대화마을)

박희문

경기도 고양시 일산서구 대화1로 70, 705동 1202호
(대화동, 대화마을)

특허청구의 범위

청구항 1

염기성 용액을 이용하여 표면을 개질시킨 광미(鑛尾) 또는 산업부산물; 및,
광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제;
를 포함하는, 이산화탄소 흡수제.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 광미 또는 산업부산물과 상기 첨가제를 9 : 1 내지 6 : 4 의 중량비로 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 광미 또는 산업부산물은 비산재, 페타이어, 고로슬래그, 회수더스트 또는 이들의 조합을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 염기성 용액은, 수산화칼슘 용액, 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액, 암모니아 용액, 수산화마그네슘 용액, 수산화리튬 용액 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 광물질은 층상이중수화물(LDH), 점토, 제올라이트(zeolite) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
분말, 펠렛 또는 블록 형태를 가지는 것인, 이산화탄소 흡수제.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 따른 이산화탄소 흡수제를 포함하는 콘크리트.

청구항 8

광미 또는 산업부산물, 및 염기성 용액을 포함하는 혼합물을 수득하고;
 상기 혼합물을 건조시키고; 및,
 상기 건조된 혼합물을 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제와 혼합하는 것:
 을 포함하는, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
 상기 혼합물은 상기 광미 또는 산업부산물과 상기 첨가제를 9 : 1 내지 6 : 4 의 중량비로 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,
 상기 광미 또는 산업부산물은 비산재, 페타이어, 고로슬래그, 회수더스트 또는 이들의 조합을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,
 상기 염기성 용액은, 수산화칼슘 용액, 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액, 암모니아 용액, 수산화마그네슘 용액, 수산화리튬 용액 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것인 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,
 상기 광물질은 층상이중수화물(LDH), 점토, 제올라이트(zeolite) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본원은 염기성 용액을 이용하여 처리한 폐기물 재활용 소재와 시멘트, 광물질 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제를 포함하는 이산화탄소 흡수제 및 이를 포함하는 콘크리트에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이산화탄소는 지구 온난화의 주된 원인물질로서 산업 혁명 이후 대기에서의 농도가 크게 증대되어 왔다. 리오(Rio) 환경회의 (정식명칭: United Nations Conference on Environment and Development) 이후 교토 의정서(Kyoto Protocol)를 거치면서 이산화탄소의 문제는 범지구적 문제로 대두되었으며 그 해결책이 적극적으로 강구되고 있다. 이산화탄소의 배출량을 저감시키는 방안에는 이산화탄소의 발생 자체를 줄이는 방안, 예를 들어 공정이나 원료를 개선하거나 촉매나 효소공정을 개발하여 에너지 소요량을 줄여 궁극적으로 화석연료의 사용을 줄이게 하는 방법이 있을 수 있다. 또한, 이미 생성된 이산화탄소를 회수, 제거 또는 저장하는 방법이 있을 수 있다. 이미 생성된 이산화탄소를 선택적으로 제거하기 위한 기술에는 습식 및 건식 흡수법, 흡착법, 생물학적

고정화, 막분리법 또는 순산소연소법 등이 있으며, 이 중 발전소 등과 같이 대규모 고정 배출원에서 발생하는 이산화탄소를 포집하기 위한 방법으로서 습식 흡수법이 주로 연구되고 있다. 습식 흡수법에는 흡수제로서 모노에탄올아민(monoethanolamine, MEA), 디에탄올 아민(diethanol amine, DEA) 등과 같은 아민(amine)계 화합물이 주로 사용되고 있으나, 아민계 화합물은 비용이 비싸다는 문제가 있다.

- [0003] 한편, 산업폐기물, 특히 비산재(fly ash)는 화력발전소에서 미분의 석탄분말을 고온에서 연소시켜 발전을 한 후 분진을 함유하는 연기를 배출하는데 이것을 전기 집진기를 사용하여 포집한 것이다. 비산재는 주성분으로서 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 등을 70% 이상 함유하며, CaO , SO_3 , MgO 등을 소량 함유한다. 이러한 비산재는 화석 연료를 이용하여 전기를 생산하는 과정에서 다량 발생하는 폐기물의 일종으로서, 단가가 매우 저렴한 장점이 있는바 이러한 비산재의 재활용이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 이에, 본원은, 염기성 용액을 이용하여 표면을 개질시킨 광미(鑛尾) 또는 산업부산물 및, 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제를 포함하는 이산화탄소 흡수제, 상기 이산화탄소 흡수제를 포함하는 콘크리트, 및 상기 이산화탄소 흡수제의 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [0005] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 기술한 과제로 제한되지 않으며, 기술되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본원의 일 측면은, 염기성 용액을 이용하여 표면을 개질시킨 광미(鑛尾) 또는 산업부산물; 및, 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제:를 포함하는, 이산화탄소 흡수제를 제공한다.
- [0007] 본원의 다른 측면은, 상기 이산화탄소 흡수제를 포함하는 콘크리트를 제공한다.
- [0008] 본원의 또 다른 측면은, 광미 또는 산업부산물, 및 염기성 용액을 포함하는 혼합물을 수득하고; 상기 혼합물을 건조시키고; 및, 상기 건조된 혼합물을 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제와 혼합하는 것:을 포함하는, 이산화탄소 흡수제의 제조 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0009] 본원은, 폐기물의 일종이며, 염기성 용액에 의해 표면 개질된 광미(鑛尾) 또는 산업부산물을 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제와 혼합함으로써 이산화탄소의 흡수 능력이 우수한 이산화탄소 흡수제를 저렴한 비용으로 제공할 수 있고, 이러한 이산화탄소 흡수제를 포함하는 콘크리트를 도로의 포장이나 보도블록 또는 건축용 구조물 등에 사용함으로써 대기 중 이산화탄소를 흡수하는 친환경 건축 부재를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 이산화탄소 흡수제의 사진이다.
- 도 2는 본원의 일 실시예에 있어서, 염기성 용액에 의해 처리된 비산재 및 염기성 용액에 의해 처리되지 않은 비산재를 각각 포함하는 물질의 시간에 따른 이산화탄소 흡수 정도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다.

- [0012] 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0013] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0014] 본 명세서에서 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. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~하는 단계" 또는 "~의 단계" 는 "~를 위한 단계" 를 의미하지 않는다.
- [0015] 본원의 일 측면에 따른 이산화탄소 흡수제는, 염기성 용액을 이용하여 표면을 개질시킨 광미 또는 산업부산물; 및, 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제: 를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡수제는 상기 광미 또는 산업부산물과 상기 첨가제를 9 : 1 내지 6 : 4 의 중량비로 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0017] 다른 구현예에 있어서, 상기 광미 또는 산업부산물은 비산재, 페타이어, 고로슬래그, 회수더스트 또는 이들의 조합을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0018] 또 다른 구현예에 있어서, 상기 염기성 용액은, 수산화칼슘 용액, 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액, 암모니아 용액, 수산화마그네슘 용액, 수산화리튬 용액 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 또 다른 구현예에 있어서, 상기 광물질은 층상이중수화물(LDH), 점토, 제올라이트(zeolite) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0020] 또 다른 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡수제는 여러가지 형태를 가질 수 있으며, 예를 들어, 분말, 펠렛 또는 블럭 형태를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0021] 본원의 일 측면에 따른 콘크리트는, 상기 이산화탄소 흡수제를 포함하는 것일 수 있다.
- [0022] 본원의 일 측면에 따른 이산화탄소 흡수제의 제조 방법은, 광미 또는 산업부산물, 및 염기성 용액을 포함하는 혼합물을 수득하고; 상기 혼합물을 건조시키고; 및, 상기 건조된 혼합물을 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제와 혼합하는 것: 을 포함할 수 있다.
- [0023] 일 구현예에 있어서, 상기 혼합물은 상기 광미 또는 산업부산물과 상기 첨가제를 9 : 1 내지 6 : 4 의 중량비로 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0024] 다른 구현예에 있어서, 상기 광미 또는 산업부산물은 비산재, 페타이어, 고로슬래그, 회수더스트 또는 이들의 조합을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0025] 또 다른 구현예에 있어서, 상기 염기성 용액은, 수산화칼슘 용액, 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액, 암모니아 용액, 수산화마그네슘 용액, 수산화리튬 용액 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0026] 또 다른 구현예에 있어서, 상기 광물질은 층상이중수화물(LDH), 점토, 제올라이트(zeolite) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0027] 본원에 있어서, 용어 "광미(鑛尾)" 란 광석 등에서 필요한 광물을 분리하고 남은 가치없는 광물 찌꺼기를 의미하고, 용어 "산업부산물" 이란 산업공정에서 다량 발생되며 이용되지 않고 버려지는 물질을 모두 의미한다. 본원에 사용되는 상기 광미 또는 산업부산물은 이산화탄소 흡수 능력이 있는 것이라면 특별히 제한되지 않으며, 예컨대, 비산재, 페타이어, 고로슬래그 또는 회수더스트 등일 수 있다. 이산화탄소 흡수 능력을 고려할 때, 비산재가 바람직하다.
- [0028] 상기 염기성 용액을 이용하여 광미 또는 산업부산물의 표면을 개질시키는 방법은 특별히 제한되지 않는다. 예

를 들어, 비산재의 경우, 비산재 분말을 염기성 용액과 혼합한 혼합물을 적절한 시간동안 교반한 후 건조시키는 방법을 사용할 수 있다. 상기 비산재는 염기성 용액과 혼합 전에 적절한 온도, 예를 들어, 70℃ 내지 150℃, 또는 90℃ 내지 120℃, 또는 100℃ 내지 120℃의 온도에서 미리 건조될 수 있다. 상기 비산재 분말을 염기성 용액과 혼합한 혼합물의 건조는, 상기 혼합물을 원심분리하여 상등액을 제거한 후 오븐에서 건조하는 것에 의하여 수행될 수 있다. 상기 오븐에서의 건조 온도는 특별히 제한되지 않으며, 예를 들어, 70℃ 내지 150℃, 또는 90℃ 내지 120℃, 또는 100℃ 내지 120℃일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0029] 필요한 경우, 상기 비산재 분말을 염기성 용액과 혼합한 혼합물을 적절한 시간동안 교반한 후 침전, 여과 또는 원심분리하여 상등액을 제거한 후 상기 염기성 용액을 다시 혼합하여 교반하는 과정을 1회 이상 반복한 후 상기 비산재 분말과 염기성 용액의 혼합물에서 상등액을 제거하고, 이어서 오븐에서 건조하는 공정에 의하여 상기 염기성 용액을 이용하여 비산재의 표면을 개질시킬 수 있다.

[0030] 염기성 용액으로 비산재 표면을 개질시키는 이유는 비산재의 이산화탄소 흡수 능력을 증가시키기 위함이다. 비산재는 일반적으로 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO) 등을 포함하고 있어 이산화탄소를 흡수할 수 있는 능력을 잠재적으로 갖고 있으나 실제로는 이산화탄소 흡수능력이 매우 떨어진다. 따라서, 염기성 용액으로 비산재의 표면을 개질시킴으로써 비산재의 이산화탄소 흡수 능력을 증가시킬 수 있다. 상기 염기성 용액은 염기성을 띄는 것이라면 제한되지 않는다. 예를 들어, 상기 염기성 용액은 수산화칼슘 용액, 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액, 암모니아 용액, 수산화마그네슘 용액, 수산화리튬 용액 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 염기성 용액은 수용액일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0031] 상기 염기성 용액에 의해 표면 개질된 비산재를 광물질, 시멘트 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 첨가제와 혼합시키는데, 이는 이산화탄소 흡수제의 강도를 유지하고, 구조체로서의 특성을 갖게 하기 위함이다.

[0032] 상기 시멘트는 특별히 제한되지 않으며, 예를 들어, 알루미늄 시멘트(aluminous cement) 마그네시아(magnesia) 시멘트, 실리카(silica) 시멘트, 포틀랜드(portland) 시멘트, 고로(blast furnace) 시멘트, 슬래그(slag) 시멘트, 내황산염(sulfate resisting) 시멘트, 고조강(high early strength) 시멘트, 초고조강(ultra high early strength) 시멘트, 중용열경결(moderate heat of hardening) 시멘트, 백색(white) 시멘트, 팽창 시멘트 및 이들의 조합으로 구성되는 군으로부터 선택될 수 있다.

[0033] 상기 광물질은 바인더(binder) 역할을 하며, 인공 또는 천연 광물질이 모두 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 광물질은 층상이중수화물(LDH), 점토, 제올라이트(zeolite) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 층상이중수화물(LDH)은 특별히 제한되지 않으며, 당업계에 공지된 층상이중수화물(LDH) 물질들 중 적절히 선택하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 층상이중수화물(LDH)로서 일반식 $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2]^{2+}(X^{n-})_{2/n} \cdot yH_2O$ (식 중, M^{2+} 는 2가 금속이온; M^{3+} 은 3가 금속이온; x 는 $0.1 \leq x \leq 0.5$; X 는 무기 또는 유기 음이온; 및 y 는 층간 물분자 수로서, 일반적으로 0 내지 10 의 범위를 나타냄)로 나타낼 수 있는 공지의 물질을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0034] 상기 이산화탄소 흡수제는, 흡수제의 강도 및 이산화탄소 흡수 능력을 고려할 때, 상기 광미 또는 산업부산물과 상기 첨가제를 9 : 1 내지 6 : 4 (비산재 : 첨가제)의 중량비로 포함할 수 있다. 광미 또는 산업부산물이 상기 비율 미만으로 포함되는 경우 이산화탄소 흡수 능력이 저하될 수 있으며, 상기 비율을 초과하여 포함되는 경우 강도가 약해질 수 있다.

[0035] 상기 이산화탄소 흡수제는 콘크리트의 성분으로서 포함될 수 있다. 본원의 이산화탄소 흡수제를 포함하는 콘크리트가 도로의 포장이나 보도블록 또는 건축용 구조물 등에 사용되는 경우, 콘크리트 자체가 이산화탄소를 흡수하여 대기 중 이산화탄소의 농도를 감소시킬 수 있다. 상기 콘크리트에 포함되는 상기 본원에 따른 이산화탄소 흡수제 외에 다른 성분들은 당업계에 공지된 것들을 특별히 제한없이 사용할 수 있다.

[0036] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 본원이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] [실시예]

[0038] [실시예 1]

[0039] 비산재 60 g을 105℃ 의 오븐에서 건조시켰다. 상기 건조된 비산재를 5 N 의 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 수용액 150 ml 와 혼합하고, 상기 혼합물을 진탕 배양기(Shaking incubator)에서 30 분 동안 교반하였다. 상기 교반된 혼합물을 원심분리기에서 4,000 rpm 으로 5 분 동안 분리시켰다. 상기 원심분리 후 상등액을 제거하고, 남은 혼합물에 다시 5 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 수용액 50 mL 를 추가한 후, 상기 교반 및 원심분리 과정을 3 번 반복하였다. 최종 원심분리 후 상등액을 제거하고 남은 비산재를 다시 105℃ 의 오븐에 건조시켰다. 상기 건조 완료된 비산재 분말과 포트랜드 시멘트를 8 : 2 의 중량비로 혼합하였다. 상기 혼합 시 물을 첨가하여 두 물질이 뭉쳐질 수 있도록 반죽한 후 압축타공기를 이용하여 블록 형태로 성형하였다. 상기 성형한 구조체를 파쇄하여 일정한 펠렛(pellet) 형태의 (입자 크기: 0.4 ~ 0.8 mm) 이산화탄소 흡수제를 수득하였다. 상기 이산화탄소 흡수제를 도 2 에 나타내었다.

[0040] **[실시예 2]**

[0041] 상기 실시예 1 의 포트랜드 시멘트를 충상이중수화물로 대체한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 이산화탄소 흡수제를 수득하였다 (입자 크기: 0.4 ~ 0.8 mm).

[0042] **[비교예]**

[0043] 염기성 용액에 의해 처리되지 않은 건조한 비산재 분말 형태를 포트랜드 시멘트와 8 : 2 의 중량비로 혼합하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 펠렛을 제작하였다.

[0044] **특성 분석**

[0045] 상기 실시예 1 과 2 및 비교예에서 수득한 이산화탄소 흡수제 각각에 대하여 하기 실험 조건 하에서 이산화탄소 흡수능을 측정하기 위한 컬럼(column) 실험을 수행하였다. 각각의 흡수제를 원통형 컬럼에 충전한 후, 약 5,000 ppm 수준의 이산화탄소 가스를 컬럼 하부로 주입하고, 컬럼 상부로 배출되는 기체상 이산화탄소 농도를 비분산 적외선 검출기 (infra-red detector) 로 측정하였다. 실험에 적용한 컬럼의 규격, 흡수제 용적, 컬럼에 유입된 이산화탄소 함유 공기의 유량 조건은 아래 표에 제시하였다.

[0046] **<실험 조건>**

실험 유량	컬럼 실험 진행
컬럼 직경	0.5 cm (단면적 0.785cm ²)
흡수제 부피	5.495 cm ³ (0.005495 L)
체류 시간	0.25 s
유량	1.32 L/min

[0047]

[0048] 상기 컬럼 실험 결과를 도 2 에 나타내었다. 도 2에서 확인할 수 있는 바와 같이, 비교예 [비산재 + 시멘트] 는 시험 개시 후 2 분 이내에 시료가 이산화탄소 흡수 능력을 상실하였으나, 실시예 1 [비산재/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 시멘트] 및 실시예 2 [비산재/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + LDH]는 시험 개시 후 각각 130 분 및 90 분 이후까지 이산화탄소 흡수 능

력이 유지되었다.

[0049] 상기에서는 본원의 바람직한 구현예 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2

