



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0080782  
(43) 공개일자 2014년07월01일

- |   |   |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>C04B 14/38 (2006.01) C04B 18/06 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2012-0148434</p> <p>(22) 출원일자 2012년12월18일<br/>심사청구일자 2012년12월18일</p> | <p>(71) 출원인<br/>한국과학기술원<br/>대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)</p> <p>(72) 발명자<br/>이행기<br/>대전광역시 유성구 구성동 373-1<br/>박일성<br/>대전광역시 유성구 구성동 373-1</p> <p>(74) 대리인<br/>정기택, 오위환</p> |
|---|---|

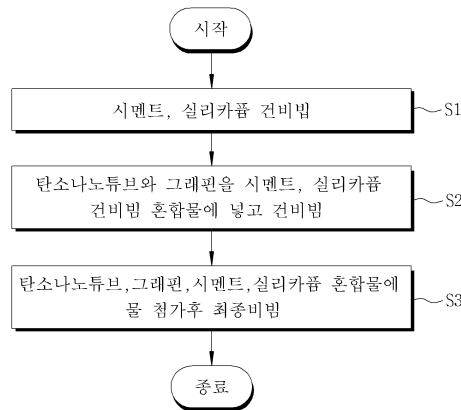
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 시멘트에 실리카폼(Silica fume)과 탄소나노튜브 및 그래핀(Graphene)을 물과 함께 혼합하여 제조된 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료 및 그 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료의 제조방법은, (A) 시멘트와 실리카폼을 혼합하여 건비빔하는 단계와; (B) 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼 혼합물에 탄소나노튜브와 그래핀을 설정 비율로 혼합하여 건비빔하는 단계와; (C) 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼-탄소나노튜브-그래핀 혼합물에 물을 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012008855

부처명 교육과학기술부

연구사업명 중견연구자사업(핵심)

연구과제명 탄소나노튜브를 활용한 기능성, 초고강도경량 콘크리트 개발(1차년도)

기여율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

시멘트에 탄소나노튜브 및 그래핀(Graphene)을 혼합하여 만들어진 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 시멘트에 혼합되는 실리카폼(Silica fume)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 탄소나노튜브와 그래핀은 중량 대비 1:1로 혼합된 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료.

**청구항 4**

- (A) 시멘트와 실리카폼을 혼합하여 건비빔하는 단계와;
- (B) 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼 혼합물에 탄소나노튜브와 그래핀을 설정 비율로 혼합하여 건비빔하는 단계와;
- (C) 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼-탄소나노튜브-그래핀 혼합물에 물을 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료의 제조방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 (B) 단계에서 혼합되는 탄소나노튜브와 그래핀의 혼합비율은 중량 기준으로 1:1 인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료의 제조방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 탄소나노튜브는 시멘트 중량 대비 1 중량%로 혼합되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료의 제조방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 탄소나노튜브를 함유하는 시멘트 복합재료에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 탄소나노튜브와 그래핀을 혼합하여 탄소나노튜브에 의한 전기 전도성을 향상시킬 수 있도록 한 시멘트 복합재료 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 콘크리트는 다른 재료에 비하여 내구성 및 내열성이 우수하고 임의의 형상을 지닌 구조물을 현장에서 용이하게 시공할 수 있으므로, 일반 건축물은 물론 교량, 댐과 같은 산업용 구조물 및 원자력발전 설비, 군사시설과 같은 특수 구조물에도 널리 사용되고 있다.

[0003] 그러나 콘크리트 구조물은 다른 구조물에 비하여 자체 하중이 크고 균열이 생기기 쉬워서 붕괴의 우려성을 내포하고 있다. 콘크리트의 균열은 여러 가지 원인에 의하여 콘크리트의 경화를 전후로 하여 나타나는데, 균열이 표면에서 관측할 수 있을 때면 이미 콘크리트의 내부조직에는 미세 균열로 인하여 조직이 상당히 손상되어 있다. 콘크리트 내에 균열이 생기면 이 콘크리트의 강도는 기대치에 미치지 못할 뿐만 아니라, 주위의 온습도의 변화, 소금물과 같은 화학성분의 침투로 균열이 점차 성장하고 부식되어 콘크리트의 안전도에 큰 문제를 일으키게 된

다.

[0004] 이에 종래에는 콘크리트 구조물 내에 센서를 장착하여 콘크리트 구조물의 외부응력 및 변형을 감지하고 있으나, 센서를 이용하여 구조물의 외부응력 및 변형을 감지하는 경우, 센서 설치를 위해 구조물의 일부를 파괴하는 등의 내구성 저하를 일으킬 우려가 있으며, 내구성이 약한 센서의 고장으로 인한 주기적인 교체와 지속적인 전력 공급 및 신호전송 등의 문제점을 가지고 있다.

[0005] 이에 본 출원인은 탄소나노튜브(CNT)를 시멘트에 혼입하여 외부응력 및 변형에 대해 내부 전기저항이 변화하는 압저항 특성(piezoresistivity)을 갖도록 하고, 이 압저항 특성을 이용하여 적용된 구조물의 외부응력 및 변형을 감지하거나 여타 소정의 센싱 기능을 수행할 수 있는 시멘트 페이스트 및 그 제조방법을 개발한 바 있다(대한민국 특허출원 2011-109452호).

[0006] 그런데, 탄소나노튜브는 상호 간의 반데르발스 힘(van der Waals force)에 의한 응집 현상이 잘 일어나 분산성이 낮은 단점이 있기 때문에 전기전도도를 향상시키기 위해서는 탄소나노튜브의 분산성을 향상시킬 필요가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 시멘트에 탄소나노튜브와 함께 비표면적이 넓은 그래핀(Graphene)을 혼합하여 탄소나노튜브의 응집현상을 감소시키고 전기 전도성을 향상시킬 수 있는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 시멘트에 탄소나노튜브 및 그래핀(Graphene)을 혼합하여 만들어진 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료를 제공한다.

[0009] 본 발명의 한 실시형태에 따르면, 본 발명의 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료는 실리카폼(Silica fume)을 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기와 같은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료의 제조방법은, (A) 시멘트와 실리카폼을 혼합하여 건비빔하는 단계와; (B) 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼 혼합물에 탄소나노튜브와 그래핀을 설정 비율로 혼합하여 건비빔하는 단계와; (C) 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼-탄소나노튜브-그래핀 혼합물에 물을 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

#### 발명의 효과

[0011] 이와 같이 본 발명에 따르면 탄소나노튜브와 함께 혼합된 그래핀이 넓은 비표면적으로 인해 탄소나노튜브들의 연결고리가 되어 전기전도도를 향상시키는 작용을 하게 된다. 따라서 시멘트 복합재료의 전기적인 특성을 향상시키고, 전기적인 응용 범위를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

#### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 시멘트 복합재료에서 그래핀과 탄소나노튜브가 형성하게 되는 구조 원리를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시멘트 복합재료의 제조방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명에 따른 시멘트 복합재료와 탄소나노튜브만 혼합한 비교예1 및 그래핀만 혼합한 비교예2의 전기 전도도 측정 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

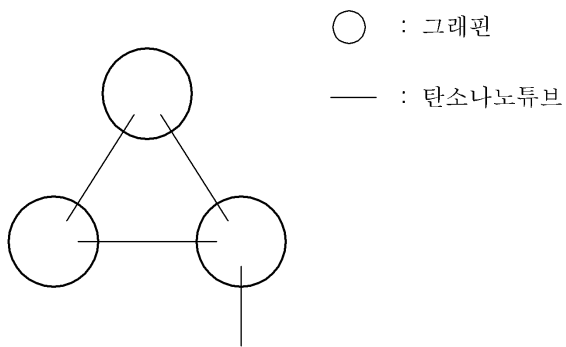
#### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 함유한 시멘트 복합재료 및 그 제조방법의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

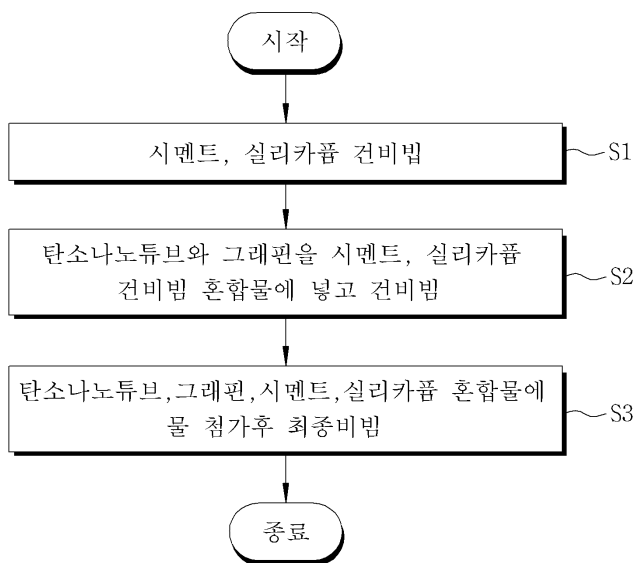
- [0014] 본 발명의 시멘트 복합재료는 시멘트에 실리카폼(Silica fume)과 탄소나노튜브 및 그래핀(Graphene)을 물과 함께 혼합하여 만들어진다.
- [0015] 잘 알려진 것처럼 탄소나노튜브(CNT : Carbon Nanotube)는 튜브형태의 나노크기의 작은 입자로서 sp<sup>2</sup>라는 강한 화학결합에 의한 독특한 구조적, 화학적, 기계적 및 전기적 성질을 바탕으로 여러 분야에서 활용되고 있다. 상기 탄소나노튜브는 다양한 종류의 것이 사용될 수 있지만, 다양한 길이를 갖는 다중벽 탄소나노튜브(Multi-wall carbon nanotubes)를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 실리카폼은 10~500 nm의 탄소나노튜브와 같은 작은 입자크기를 갖는 나노소재로서 시멘트 내에서 탄소나노튜브를 물리적으로 분산하는 작용을 한다. 본 발명의 시멘트 복합재료에 혼입되는 실리카폼은 각각 시멘트 중량 기준 10 ~ 20 %인 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 그래핀(graphene)은 탄소의 동소체 중 하나로 탄소 원자들이 각각 sp<sup>2</sup> 결합으로 연결된 원자 하나 두께의 2차원 구조로 이루어지며, 벤젠 형태의 탄소 고리가 벌집 형태의 결정 구조를 이룬다. 상기 그래핀은 탄소나노튜브의 응집 현상을 감소시키고, 도 1에 도시된 것과 같이 넓은 비표면적으로 인해 탄소나노튜브들의 연결고리가 되어 전기전도도(Electrical Conductivity)를 향상시키는 작용을 하게 된다.
- [0018] 도 2를 참조하여 상기와 같은 본 발명의 시멘트 복합재료를 제조하는 방법을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0019] 먼저 소정량의 시멘트에 실리카폼(Silica fume)을 혼합하고, 회전교반기를 사용하여 설정 시간 동안 건비빔한다(단계 S1). 이 때 상기 실리카폼은 시멘트 중량 대비 10~20중량% 정도 혼합되는 것이 바람직하다.
- [0020] 이어서 상기 건비빔된 시멘트-실리카폼 혼합물에 탄소나노튜브와 그래핀을 설정 비율로 혼합하여 건비빔한다(단계 S2). 이 때 상기 탄소나노튜브와 그래핀의 혼합비율은 동일한 중량으로 혼합되는 것이 바람직하다. 즉 탄소나노튜브와 그래핀의 혼합비율은 중량을 기준으로 1:1인 것이 바람직하다. 또한, 상기 탄소나노튜브는 시멘트 중량 대비 1중량%로 혼합되는 것이 바람직하다.
- [0021] 상기와 같이 시멘트에 실리카폼과 탄소나노튜브 및 그래핀을 혼합하여 건비빔한 후, 상기 건비빔된 혼합물에 물을 혼합한다(단계 S3). 이로써 본 발명의 시멘트 복합재료의 제조 공정이 완료된다.
- [0022] 상기와 같이 제조된 시멘트 복합재료를 거푸집에 넣고 양생하여 전기전도도(Electrical Conductivity) 측정 실험을 수행한 결과 도 3에 도시된 것과 같은 결과가 얻어졌다. 상기 실험에서 사용된 시멘트의 중량은 100g이며, 실리카폼 20g, 탄소나노튜브 1g, 그래핀 1g, 물 60g 이며, 전술한 본 발명의 시멘트 복합재료 제조방법에 따라 제조하였다.
- [0023] 도 3에 도시된 것과 같이 탄소나노튜브와 함께 그래핀을 혼합했을 경우, 시멘트에 그래핀을 혼합하지 않고 탄소나노튜브만 혼합한 비교예1과 시멘트에 탄소나노튜브를 혼합하지 않고 그래핀만 혼합한 비교예2 보다 더 높은 전기전도도를 갖게 된다. 이는 전술한 것처럼 그래핀이 넓은 비표면적으로 인해 탄소나노튜브들의 연결고리가 되어 전기전도도(Electrical Conductivity)를 향상시키는 작용을 하기 때문이다.
- [0024] 이상에서 본 발명은 실시예를 참조하여 상세히 설명되었으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기에서 설명된 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 부가 및 변형이 가능할 것임은 당연하며, 이와 같은 변형된 실시 형태들 역시 아래에 첨부한 특허청구범위에 의하여 정하여지는 본 발명의 보호 범위에 속하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

