



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월28일
(11) 등록번호 10-1902184
(24) 등록일자 2018년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 14/02 (2006.01) E01D 21/00 (2006.01)
G01F 1/56 (2006.01) C04B 111/70 (2006.01)
E01D 101/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 14/022 (2013.01)
E01D 21/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0043079
(22) 출원일자 2017년04월03일
심사청구일자 2017년04월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150055289 A*
KR1020160074186 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경
희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
정원석
경기도 성남시 분당구 수내로 148 108동 105호(수
내동, 파크타운서안아파트)
이희영
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교
국제캠퍼스 공과대학 372호
(74) 대리인
특허법인도담

전체 청구항 수 : 총 8 항

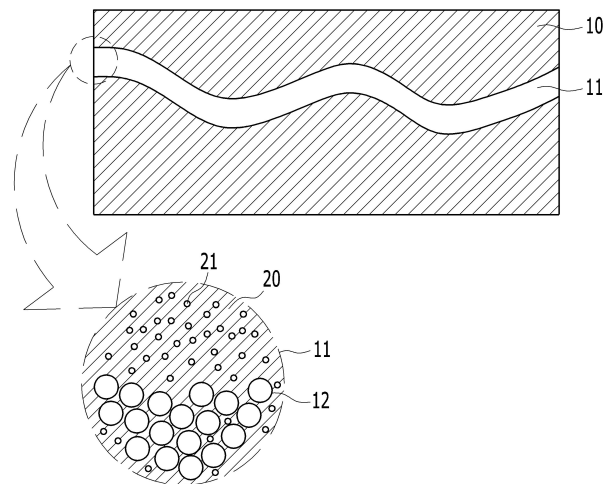
심사관 : 박은주

(54) 발명의 명칭 PSC 구조물의 그라우트 충전도 평가를 위한 PC 그라우트, 평가방법 및 시스템

(57) 요약

PSC 구조물의 그라우트 충전도 평가를 위한 PC 그라우트, 평가방법 및 시스템이 개시된다. 본 발명의 일 구체예에 따른 PC 그라우트는 프리스트레스트 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 쉬스관 채움용 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트에 있어서, 상기 그라우트는 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01F 1/56 (2013.01)

C04B 2111/70 (2013.01)

E01D 2101/26 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

프리스트레스드 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 쉬스관 채움용 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트에 있어서, 상기 그라우트는 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC 그라우트.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 탄소나노소재는 탄소양자점, 풀러렌, 탄소나노리본, 탄소나노튜브, 그래핀 및 카바이드 유도 탄소로 형성된 군에서 선택되는 1 이상인 PC 그라우트.

청구항 3

프리스트레스드 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 시공을 위하여 철근을 조립하고 쉬스관을 매립하는 단계;

상기 쉬스관 내에 복수의 강연선을 삽입하는 단계;

상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나를 2 이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 센서를 설치하는 단계;

상기 쉬스관 내부로 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트를 충전하는 단계; 및

상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나에 전기를 공급하고, 상기 센서에서 측정되는 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 단계를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

프리스트레스드 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 시공을 위하여 철근을 조립하고 쉬스관을 매립하는 단계;

상기 쉬스관 내에 복수의 강연선을 삽입하는 단계;

상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나를 2이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 전극을 설치하고, 상기 전극들과 각각 연결된 전극선들을 상기 쉬스관의 양단부로 배출시키는 단계;

상기 쉬스관 내부로 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트를 충전하는 단계; 및

상기 전극선들을 계측기에 연결하고 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나에 전기를 공급한 후, 상기 계측기에서 측정되는 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 단계를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 방법.

청구항 6

청구항 3 또는 청구항 5에 있어서,

상기 탄소나노소재는 탄소양자점, 풀러렌, 탄소나노리본, 탄소나노튜브, 그래핀 및 카바이드 유도 탄소로 형성된 군에서 선택되는 1 이상인 PC 그라우트 충전도 평가 방법.

청구항 7

프리스트레스트 콘크리트 구조물(Pre-Stressed Concrete: PSC)의 쉬스관 내를 충전하며 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트와,

상기 쉬스관 및 상기 쉬스관에 삽입된 강연선 중 적어도 하나를 2 이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 설치되는 센서와,

상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나의 양단부와 연결되어 전기를 공급하는 전기공급장치와,

상기 센서로부터 상기 센서에서 측정되는 파라미터를 수신하고, 상기 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 평가장치를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 시스템.

청구항 8

프리스트레스트 콘크리트 구조물(Pre-Stressed Concrete: PSC)의 쉬스관 내를 충전하며 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트와,

상기 쉬스관 및 상기 쉬스관에 삽입된 강연선 중 적어도 하나를 2이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 설치되는 전극과,

상기 전극들과 각각 연결되어 상기 쉬스관의 양단부로 배출되는 전극선과,

상기 전극선들과 연결되는 계측기와,

상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나의 양단부와 연결되어 전기를 공급하는 전기공급장치와,

상기 계측기로부터 상기 계측기에서 측정되는 파라미터를 수신하고, 상기 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 평가장치를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 시스템.

청구항 9

청구항 7 또는 청구항 8에 있어서,

상기 탄소나노소재는 탄소양자점, 풀러렌, 탄소나노리본, 탄소나노튜브, 그래핀 및 카바이드 유도 탄소로 형성된 군에서 선택되는 1 이상인 PC 그라우트 충전도 평가 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 프리스트레스트 콘크리트용 그라우트, 이를 이용한 그라우트 충전도 평가방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 프리스트레스트 콘크리트 구조물에서 쉬스관 내의 그라우트 충전도를 평가하기 위한 프리스트레스트 콘크리트용 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트, 이를 이용한 PC 그라우트 충전도 평가방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 프리스트레스트 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 시공법은 콘크리트가 압축 응력에 강하고, 인장력에 취약한 점을 고려한 공법이다. PSC 시공법은 최근 교량 시공에 많이 적용되고 있다.

[0003] PSC 시공법은 프리텐션(Pre-Tension) 공법과, 포스트텐션(Post-Tension) 공법이 많이 알려져 있다. 전자는 PS 강재를 긴장한 상태에서 콘크리트의 타설 경화에 의해 프리스트레스가 도입되는 방식을 통해 해당 구조물에 압축력을 제공하는 공법이다. 후자는 교량이 설계된 긴장재(Tendon)의 선형에 따라 쉬스관(Sheath Tube)을 매립하고, 쉬스관에 PS 강재를 삽입하여 유압적으로 프리스트레스를 도입하는 공법이다.

[0004] 특히 포스트텐션 공법에서는 PS 강재의 긴장 후 쉬스관 내의 빈 공간을 그라우트로 충전하여 교량을 완성한다. PS 강재를 염화물과 같은 외부의 유해한 물질로부터 보호하기 위함이다. 상기 그라우트는 통상적으로 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트라고 지칭된다.

[0005] 포스트텐션 공법에서는 PC 그라우트가 쉬스관 내를 완전히 충전하는 것이 매우 중요하다. PSC 구조물의 사용수명은 PS 강재의 부식 방지와 직접적으로 관련성이 있는 것으로 알려져 있다. RC(Reinforced Concrete) 구조물은 콘크리트 내부 철근이 침투한 염화물 등과 반응하여 발생하는 산화현상에 의한 부식으로 구조적 결함이 발생한다. 반면 PSC 구조물은 수소 원자가 철근분자에 침투하여 발생하는 수소취화(Hydrogen embrittlement) 현상에 의한 부식으로 사전 경고없이 취성 파괴되는 특성이 있다. PSC 구조물에서 PS 강재를 외부로부터 보호하기 위한 PC 그라우트의 충전도를 높이기 위한 연구개발이 활발한 이유다. 실제 PC 그라우트의 충전 불량으로 인해 PSC 구조물의 붕괴나 내구성 저하 현상이 일어나는 사례가 빈번하게 보고되고 있다.

[0006] 기존의 연구개발들은 주로 PC 그라우트의 팽창률을 높이는 데에 집중되어 있다. PC 그라우트에 팽창제를 첨가하는 식이다. 그러나 팽창제를 사용하는 PC 그라우트의 경우 가스를 발생하여 다량의 기포가 생성된다. 이에 따라 블리딩의 발생량이 많을 뿐더러 기포의 크기가 큰 경우에는 경화된 후에 공극으로 남아, 상기 공극으로 수분, 염분 등이 침투하는 문제점이 있다. 게다가 PC 그라우트의 충전 초기에는 팽창제에 의해 팽창되지만, 이후 가스가 점차 사라지면서 그라우트가 수축되는 문제도 지적되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 한국등록특허 제10-1604371호 (2015.05.21 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 탄소나노소재를 포함하여 전기전도성을 갖는 PC 그라우트를 제공하고자 한다.

[0009] 또한 탄소나노소재를 포함하여 전기전도성을 갖는 PC 그라우트를 쉬스관 내에 충전하고, 쉬스관 또는 강연선에 전기를 공급한 후 센서나 전극에서 측정되는 파라미터에 기반하여 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 PC 그라우트 충전도 평가 방법을 제공하고자 한다.

[0010] 또한 PC 그라우트 충전도를 평가하기 위한 PC 그라우트 충전도 평가 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 프리스트레스트 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 쉬스관 채움용 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트에 있어서, 상기 그라우트는 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC 그라우트가 제공될 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 프리스트레스트 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 시공을 위하여 철근을 조립하고 쉬스관을 매립하는 단계; 상기 쉬스관 내에 복수의 강연선을 삽입하는 단계; 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나를 2 이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 센서를 설치하는 단계; 상기 쉬스관 내부로 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트를 충전하는 단계; 및 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나에 전기를 공급하고, 상기 센서에서 측정되는 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 단계를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 방법이 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 프리스트레스트 콘크리트(Pre-Stressed Concrete: PSC) 구조물의 시공을 위하여 철근을 조립하고 쉬스관을 매립하는 단계; 상기 쉬스관 내에 복수의 강연선을 삽입하는 단계; 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나를 2이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 전극을 설치하고, 상기 전극들과 각각 연결된 전극선들을 상기 쉬스관의 양단부로 배출시키는 단계; 상기 쉬스관 내부로 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트를 충전하는 단계; 및 상기 전극선들을 계측기에 연결하고 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나에 전기를 공급한 후, 상기 계측기에서 측정되는 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 단계를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 방법이 제공될 수 있다.

[0014] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 프리스트레스트 콘크리트 구조물(Pre-Stressed Concrete: PSC)의 쉬스관 내

를 충전하며 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트와, 상기 쉬스관 및 상기 쉬스관에 삽입된 강연선 중 적어도 하나를 2 이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 설치되는 센서와, 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나의 양단부와 연결되어 전기를 공급하는 전기공급장치와, 상기 센서로부터 상기 센서에서 측정되는 파라미터를 수신하고, 상기 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 평가장치를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 시스템이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 프리스트레스트 콘크리트 구조물(Pre-Stressed Concrete: PSC)의 쉬스관 내를 충전하며 쉬스관 내부의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있도록 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트와, 상기 쉬스관 및 상기 쉬스관에 삽입된 강연선 중 적어도 하나를 2이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 설치되는 전극과, 상기 전극들과 각각 연결되어 상기 쉬스관의 양단부로 배출되는 전극선과, 상기 전극선들과 연결되는 계측기와, 상기 쉬스관 및 강연선 중 적어도 하나의 양단부와 연결되어 전기를 공급하는 전기공급장치와, 상기 계측기로부터 상기 계측기에서 측정되는 파라미터를 수신하고, 상기 파라미터에 기반하여 상기 쉬스관 내부에 충전된 PC 그라우트의 충전도를 평가하는 평가장치를 포함하는 PC 그라우트 충전도 평가 시스템이 제공될 수 있다.

[0016] 한편, 상기 탄소나노소재는 탄소양자점, 풀러렌, 탄소나노리본, 탄소나노튜브, 그래핀 및 카바이드 유도 탄소로 형성된 군에서 선택되는 1 이상일 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 구체예들에 따른 PC 그라우트, PC 그라우트 충전도 평가 방법 및 PC 그라우트 충전도 평가 시스템은 탄소나노소재를 포함하여 전기전도성을 갖는 PC 그라우트를 사용함에 따라, PC 그라우트의 경화 전, 또는 경화 후에도 쉬스관이나 강연선에 전기를 공급하고 이에 따른 파라미터 변화를 측정함으로써 PC 그라우트의 충전도를 용이하고 낮은 비용으로 평가할 수 있다. 따라서 팽창제를 PC 그라우트에 첨가하는 방법에서 나타나는 단점들(공극 발생, 그라우트 수축 등)이 나타나지 않는다. 또한 PSC 구조물의 안정성을 확보할 수 있는 바, PSC 구조물의 사용수명을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 구체예에 따른 PC 그라우트가 쉬스관 내에 채워진 상태를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 구체예들에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 방법을 설명하기 위한 개념도이다.

도 3은 본 발명의 구체예들에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 시스템을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 구체적으로 설명한다. 하기의 설명은 본 발명을 구체적인 예시를 들어 기술하는 것으로 이해되어야 하며, 본 발명의 기술적 사상이 하기의 설명에 한정되는 것은 아니다. 그리고 첨부된 도면은 본 발명의 이해를 돕기 위해 제공되는 것으로, 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면에 한정되는 것은 아니다.

[0020] PC 그라우트

[0021] 본 발명은 PC(Post-tensioned Concrete) 그라우트를 제공할 수 있다. 여기에서 "PC 그라우트"는 프리스트레스트 콘크리트(Prestressed Concrete: PSC) 시공법 중에서 포스트텐션 공법에 있어서, PSC 구조물의 쉬스관 내부를 채우는 그라우트를 의미한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 구체예에 따른 PC 그라우트(20)가 쉬스관 내에 채워진 상태를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0023] 도 1을 참조하면, PSC 구조물(10) 내에는 1 이상의 쉬스관(11)이 삽입된다. 일 구체예에 있어서, PSC 구조물(10)은 교량일 수 있다. 쉬스관(11)은 폴리에틸렌 등과 같은 유기 수지 재료나 금속재료로 형성될 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 일 구체예에 있어서, 쉬스관(11)의 직경은 수십 mm 내지 수백 mm 일 수 있다. 도 1에 도시되지는 않았지만 쉬스관(11)의 표면에는 PSC 구조물을 이루는 콘크리트와의 부착성 향상을 위해 복수의 리브(Rib)가 형성될 수 있다. 또한 도 1에 도시된 바와 같이 쉬스관(11)은 구불구불한 형태로 PSC 구조물(10) 내에 삽입될 수 있다.

- [0024] 쉬스관(11) 내부에는 1 이상의 강연선(12)이 삽입된다. 강연선(12)은 PS 강재라고도 불린다. 강연선(12)은 쉬스관(11) 내에 삽입되고 긴장됨으로써 PSC 구조물(10)에 압축력을 부여하기 위한 강재 내지 강봉을 의미한다.
- [0025] 쉬스관(11) 내부 공간에는 PC 그라우트(20)가 채워진다. PC 그라우트(20)는 쉬스관(11)과 강연선(12)들 사이의 틈새를 매우는 용도로 이용된다. 또한 산소, 물, 염화물과 같은 외부의 유해한 물질로부터 강연선(12)이 부식되는 것을 막는 기능을 한다. PC 그라우트(20)는 결합재, 물, 혼화제로 구성되는 것이 일반적이다. 상기 결합재는 시멘트나 시멘트와 고로슬래그 미분말 등의 혼합물 등이 사용될 수 있다. 상기 혼화제는 PC 그라우트(20)에 기능성을 부여하기 위한 분산제, 방수제, 팽창제 등의 기능성 재료를 통칭한다.
- [0026] 본 발명은 이와 같은 PC 그라우트(20)의 일반적인 구성에 추가적으로 탄소나노소재(21)를 포함하는 것을 일 특징으로 한다. 탄소나노소재(21)는 전기전도성 및 열전도성을 갖는다. 즉 탄소나노소재(21)를 포함함에 따라 PC 그라우트(20)는 전기전도성 및 열전도성을 가질 수 있다. 또한 PC 그라우트(20) 내의 미세공극을 탄소나노소재(21)가 연결하게 되는 바, 일반적인 PC 그라우트에 비해 우수한 강도 및 부착력을 갖는다.
- [0027] 일 구체예에 있어서, 탄소나노소재(21)는 탄소양자점(또는 탄소오니언), 풀러렌, 탄소나노리본, 탄소나노튜브, 그래핀 및 카바이드 유도 탄소로 형성된 군에서 선택되는 1 이상일 수 있다. 다만, 탄소나노소재(21)는 상기 나열된 것에 한정되지 않고 전기전도성을 가지고, 탄소계이며, 나노크기의 입자를 가진 것이라면 제한없이 사용 가능하다.
- [0028] 상기 나열된 탄소나노소재(21)를 간략히 소개하면, 탄소양자점(또는 탄소오니언)은 진공이나 불활성 기체에서 나노다이아몬드를 어닐링하면서 얻어진 수 나노미터의 지름을 가진 나노입자다. 풀러렌은 탄소 분자 60개가 모여 이루어지는 것으로(C_{60}) 진공이나 불활성 기체에서 흑연을 기화시켜 형성된 기체를 응축시켜 수득할 수 있다. 그래핀은 탄소 원자가 각 모서리를 차지하는 6각형 벌집 모양의 기본 단위를 무수히 연결하여 평면 상태로 펼쳐 놓은 2차원 결정체이다. 탄소나노리본은 그래핀을 리본 형태로 만든 것이다. 탄소나노튜브는 원기둥 모양의 나노구조를 지니는 탄소 동소체이다. 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브, 다중벽 탄소나노튜브를 포함할 수 있다. 카바이드 유도 탄소는 카바이드로부터 금속의 추출 반응에 의해 합성될 수 있다.
- [0029] 다만, 본 발명은 탄소나노소재(21)를 제조하거나 수득하는 방법과는 관련성이 없으므로 탄소나노소재(21)의 제조법 내지 수득법에 대한 구체적인 설명은 생략한다. 본 발명의 구체예들에서 탄소나노소재(21)들은 통상적으로 입수 가능한 것(상용화 제품)들을 사용할 수 있다. 탄소나노소재(21)는 나노 크기의 입자 형태를 가질 수 있으며, PC 그라우트(20)에 분산된 형태로 존재할 수 있다.
- [0030] 일 구체예에 있어서, PC 그라우트(20)는 100 중량부의 결합재와, 20 내지 60 중량부의 물과, 1 내지 10 중량부의 분산제와, 1 내지 20 중량부의 탄소나노소재(21)를 포함할 수 있다.
- [0031] 상술한 것과 같이 PC 그라우트(20)에 탄소나노소재(21)를 포함시켜 PC 그라우트(20)에 전기전도성을 부여하면, PC 그라우트(20)가 채워진 쉬스관(11)의 내부가 통전 가능한 상태가 된다. 따라서 쉬스관(11)이 금속재료로 형성되는 경우, 쉬스관(11) 또는 강연선(12)에 전기를 공급하면 쉬스관(11)의 내부는 통전 가능하다. 또한 쉬스관(11)이 금속재료가 아닌 경우에도, 강연선(12)에 전기를 공급하면 쉬스관(11)의 내부는 통전 가능하다. 쉬스관(11)의 내부를 채우고 있는 PC 그라우트(20)가 전기전도성을 갖기 때문이다. 따라서 전기전도성을 갖는 PC 그라우트(20)로 쉬스관(11) 내부를 채우는 경우에는, 쉬스관(11) 또는 강연선(12)에 전기를 공급하고 이에 따른 파라미터 변화로부터 PC 그라우트(20)의 충전도를 정량적으로 측정할 수 있다. 이에 대한 구체적인 설명은 후술하기로 한다.
- [0032] 한편, 경화되기 전의 통상의 PC 그라우트는 유동성을 가지며 물을 포함한다. 따라서 통상의 PC 그라우트라도 경화되기 전이라면 탄소나노소재(21)가 없어도 전기전도성을 가질 수 있다. 그러나 통상의 PC 그라우트는 시멘트 함량이 높아 본 발명의 구체예들에 따른 탄소나노소재(21)가 포함된 PC 그라우트(20)가 갖는 전기전도성에 비해 상대적으로 낮은 전기전도성을 갖는다. 따라서 신뢰성 있는 파라미터 변화를 측정하기 어렵다. 또한 통상의 PC 그라우트는 경화된 후에는 수분이 없어져 전기전도성이 매우 낮아지는 바 부도체의 성질을 띠게 된다. 그러나 본 발명의 구체예들에 따른 탄소나노소재(21)가 포함된 PC 그라우트(20)는 경화 후에도 전기전도성이 유지된다. 탄소나노소재(21)를 통해 전기전도성을 PC 그라우트(20)에 부여하는 이유다.
- [0034] PC 그라우트 충전도 평가 방법
- [0035] 본 발명은 PC 그라우트 충전도 평가 방법을 제공할 수 있다. 본 발명에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 방법은 상술한 PC 그라우트(20)를 이용함을 전제로 한다. 따라서 PC 그라우트(20)에 대한 중복 설명은 생략하도록

한다.

- [0036] 도 2는 본 발명의 구체예들에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 방법을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0037] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 구체예에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 방법은 우선 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 구조물의 시공을 위하여 철근을 조립하고 쉬스관(11)을 매립한다. 도 2에서는 PSC 구조물 및 철근의 도시는 생략되어 있다. 다음으로 쉬스관(11) 내에 복수의 강연선(12)을 삽입한다. 설명의 편의를 위하여 도 2에서는 하나의 강연선(12)만을 도시하고 있다. 다음으로 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 센서(30,31)를 1 이상 설치한다. 센서(30)는 쉬스관(11)의 내부벽에 설치될 수 있다. 센서(31)는 강연선(12)의 표면에 설치될 수도 있다. 센서(30,31)는 쉬스관(11) 및 강연선(12) 모두에 설치될 수도 있다.
- [0038] 센서(30,31)는 전기전도도를 측정하는 센서(즉, 도전센서)일 수 있다. 센서(30,31)에서 측정되는 파라미터는 전기 전도도, 임피던스, 컨덕턴스 등의 전기적 특성과 연관된 파라미터일 수 있다. 센서(30,31)는 통신모듈을 포함할 수 있다. 상기 통신모듈을 통해 측정된 파라미터 데이터를 송신할 수 있다. 상기 통신모듈은 유선 통신모듈 또는 무선 통신모듈일 수 있다. 유선 통신모듈인 경우라면 센서(30,31)로부터 상기 파라미터 데이터를 전송하기 위한 선로(32)가 쉬스관(11)의 외부까지 연장될 수 있다.
- [0039] 다음으로 쉬스관(11) 내부로 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC 그라우트를 충전한다. PC 그라우트의 충전은 통상의 방법을 이용하여 이루어질 수 있다. 다음으로 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전기를 공급한다. 전기 공급 방법은 쉬스관(11) 및 강연선(12)의 양단부를 전기 공급선(미도시)을 통해 전기공급장치(Power Supply)에 연결시키는 방법을 사용할 수 있으며, 쉬스관(11) 및 강연선(12)에 전기를 공급할 수 있는 다른 방법을 사용하는 것도 가능하다.
- [0040] 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전기를 공급하면 쉬스관(11) 내부의 일단부에서 타단부까지 전기가 흐를 수 있게 된다. 쉬스관(11) 내부는 전기전도성을 갖는 PC 그라우트(20)로 채워지는 바, PC 그라우트(20)가 전기적 가교역할을 함으로써 쉬스관(11) 내부가 도체의 성질을 가질 수 있기 때문이다. 이 때, 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 센서(30,31)는 전기전도도를 측정하게 되며 측정 파라미터를 주기적으로 송신하거나 기록할 수 있다.
- [0041] 만약 쉬스관(11) 내부에 PC 그라우트(20)가 덜 채워지거나 공극이 있는 경우라면 센서(30,31)에 의해 측정되는 전기전도도 값은 변화가 있을 수 있다. PC 그라우트(20)가 덜 채워지거나 공극이 있다면 저항값이 증가하기 때문이다. 따라서 센서(30,31)에 의해 측정되는 전기전도도 값의 변화에 의해 쉬스관(11) 내부에 PC 그라우트가 어느 정도 채워져 있는지, 즉 PC 그라우트(20)의 충전도를 정량적으로 평가할 수 있다. 일 구체예에 있어서, PC 그라우트(20)가 온전히 채워졌을 때에 예상되는 전기전도도 값을 레퍼런스로 하여, 센서(30,31)에 의해 측정되는 전기전도도 값을 상기 레퍼런스와 비교함으로써 역으로 PC 그라우트가 얼마나 덜 채워졌는지를 확인할 수 있기 때문이다. 또한 센서(30,31)가 복수개인 경우, 상기 복수개의 센서(30,31)로부터 측정되는 전기전도도 값을 서로 비교함으로써 쉬스관(11) 내부의 어느 부분에서 PC 그라우트가 덜 채워졌는지를 확인하거나 평가할 수 있게 된다.
- [0042] 이를 위하여 센서(30,31)의 설치에 있어서는, 센서(30,31)가 설치되는 쉬스관(11) 또는 강연선(12)을 2 이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 센서(30,31)를 설치할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 것과 같이 쉬스관(11) 또는 강연선(12)을 (a), (b), (c), (d)의 4개 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 센서(30,31)를 1이상 설치하게 된다면, 센서(30,31)들로부터 측정되는 전기전도도 측정값을 비교함으로써 각 구역의 PC 그라우트(20)의 충전도를 상호 비교할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 다른 구체예에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 방법은 우선 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 구조물의 시공을 위하여 철근을 조립하고 쉬스관(11)을 매립한다. 다음으로 쉬스관(11) 내에 복수의 강연선(12)을 삽입한다. 다음으로 전술한 구체예와는 달리 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전극(30,31)을 2 이상 설치한다. 도 2의 도면후보 30,31은 전술한 구체예에서는 센서를 가리키는 것으로, 본 구체예에서는 전극을 가리키는 것이 될 수 있다. 전극(30)은 쉬스관(11)의 내부벽에 설치될 수 있다. 전극(31)은 강연선(12)의 표면에 설치될 수도 있다. 전극(30,31)은 쉬스관(11) 및 강연선(12) 모두에 설치될 수도 있다.
- [0045] 전극(30,31)은 일반의 금속 전극으로 형성될 수 있다. 이 때, 전극(30,31)들과 각각 연결된 전극선(32)들이 쉬스관(11)의 양단부로 배출될 수 있다. 도 2의 도면부호 32는 전술한 구체예에서는 센서와 연결되는 선로를 가리키는 것으로, 본 구체예에서는 전극선을 가리키는 것이 될 수 있다. 다음으로 쉬스관(11) 내부로 전기전도성을 갖는 탄소나노소재를 포함하는 PC 그라우트를 충전한다. 다음으로 전극선(32)들을 계측기(미도시)에 연결하고

쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전기를 공급한다. 상기 계측기는 2 이상의 전극 사이의 전위차를 측정하거나 저항을 측정하는 통상의 전기장치일 수 있다. 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전기를 공급하면 쉬스관(11) 내부의 일단부에서 타단부까지 전기가 흐를 수 있게 된다. 이 때, 상기 계측기를 통해 전극(30,31)들 사이의 전위차 또는 저항을 측정할 수 있으며, 상기 전위차나 저항은 전극(30,31)들이 삽입된 구역에서의 PC 그라우트 충전도에 영향을 받는다. 따라서 상기 계측기를 통해 측정되는 파라미터(전위차, 저항 등)의 변화에 의해 쉬스관(11) 내부에 PC 그라우트(20)가 어느 정도 채워져 있는지, 즉 PC 그라우트의 충전도를 정량적으로 평가할 수 있게 된다. 전술한 구체예와 마찬가지로 전극(30,31)을 설치할 때, 쉬스관(11) 또는 강연선(12)을 2 이상의 구역으로 가상 구획하고, 상기 가상 구획에 따라 발생하는 구역마다 전극(30,31)을 설치하는 경우에는 쉬스관(11) 내부의 구역별로 PC 그라우트의 충전도를 상호 비교할 수 있게 된다.

[0046] 상술한 것과 같은 PC 그라우트 충전도 평가 방법은 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전기를 공급하고, 이에 따른 센서 또는 전극에서 측정된 파라미터에 기반하여 PC 그라우트의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있는 바, PC 그라우트 충전도를 용이하게 낮은 비용으로 확인 가능하다. 또한, 이러한 평가 방법은 PC 그라우트의 경화 여부와 무관하게 실행할 수 있으므로, PSC 구조물의 안전성 등을 주기적으로 평가할 수 있다.

[0048] PC 그라우트 충전도 평가 시스템

[0049] 본 발명은 PC 그라우트 충전도 평가 시스템을 제공할 수 있다. 본 발명에 따른 PC 그라우트 충전도 시스템은 상술한 PC 그라우트(20)를 이용함을 전제로 한다. 따라서 PC 그라우트(20)에 대한 중복 설명은 생략하도록 한다.

[0050] 도 3은 본 발명의 구체예들에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 시스템(100)을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0051] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 구체예에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 시스템(100)은 PC 그라우트(20)와, 1 이상의 센서(31)와, 전기공급장치(50)와, 평가장치(60)를 포함할 수 있다.

[0052] PC 그라우트(20)는 전기전도성을 갖는 탄소나노소재(21)를 포함한다. 탄소나노소재(21)는 입자 형태로 PC 그라우트(20)에 균일하게 분산될 수 있다. PC 그라우트(20)에 대해서는 이미 설명한 바 있으므로, 중복 설명은 생략한다.

[0053] 1 이상의 센서(31)는 쉬스관(11) 또는 쉬스관(11) 내부에 삽입된 강연선(12)에 설치될 수 있다. 센서(31)는 쉬스관(11) 내부의 전기전도도, 임피던스, 컨덕턴스 등의 전기적 특성과 연관된 파라미터를 측정하는 기능을 할 수 있다.

[0054] 전기공급장치(50)는 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나의 양단부와 연결되어 전기를 공급하는 기능을 할 수 있다. 일 구체예에 있어서 전기공급장치(50)는 통상의 파워서플라이 장치일 수 있다.

[0055] 평가장치(60)는 센서(31)로부터 센서(31)에서 측정되는 파라미터를 수신하고, 상기 파라미터에 기반하여 쉬스관(11) 내부에 충전된 PC 그라우트(20)의 충전도를 평가하는 기능을 할 수 있다.

[0056] 평가장치(60)는 메모리, 메모리 제어기, CPU, 주변 장치와의 연결을 위한 인터페이스, 통신 모듈, 그래픽 모듈, 오디오 모듈, 스피커, 마이크론, 기타 제어 모듈, 전력 시스템, 외부 포트, 어플리케이션 등을 포함할 수 있다. 예컨대 통신 모듈은 인터넷, 인트라넷, 네트워크, 셀룰러 전화 네트워크, 무선 LAN 및/또는 MAN과 같은 무선 네트워크 및 GSM, EDGE, W-CDMA, CDMA, TDMA, 블루투스, 와이파이, VoIP 등의 무선 통신을 통해 다른 장치와 통신가능하도록 기능을 제공할 수 있다. 평가장치(60)는 데스크탑 컴퓨터, 핸드헬드 컴퓨터(handheld computer), 태블릿 컴퓨터, 모바일폰 등일 수 있다.

[0057] 평가장치(60)는 센서(31)가 측정하여 전송하는 파라미터를 수신하고, 상기 수신된 파라미터를 기반으로 PC 그라우트의 충전도를 산출하는 기능을 할 수 있다. 또한 상기 파라미터를 기록, 저장하는 저장소를 가질 수 있다. 상기 PC 그라우트의 충전도 산출은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드 또는 프로그램으로서 구현될 수 있다. 여기에서 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함할 수 있으며, 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다. 일 구체예에 있어서, 상기 PC 그라우트의 충전도 산출은 PC 그라우트(20)가 쉬스관(11) 내부에 온전히 채워졌을 때의 전기전도도, 인덕턴스, 컨덕턴스와 같은 파라미터 값을 레퍼런스로 하고, 센서(31)로부터 수신한 파라미터 데이터를 상기 레퍼런스와 비교함으로써 기 정해진 알고리즘에 의해 PC 그라우트 충전도를 역으로 산출할 수 있다.

[0058] 본 발명의 다른 구체예에 따른 PC 그라우트 충전도 평가 시스템(100)은 PC 그라우트(20)와, 2 이상의 전극(31)

과, 전극선(32)과, 계측기(40)와, 전기공급장치(50)와, 평가장치(60)를 포함할 수 있다.

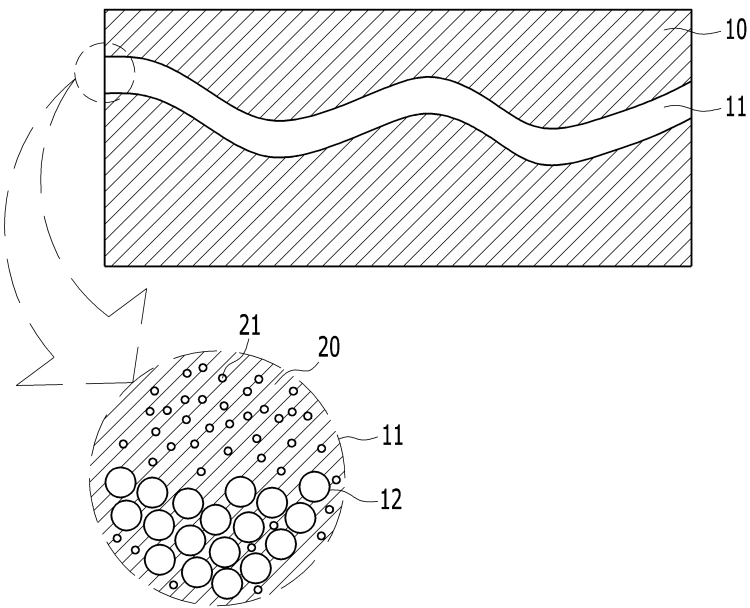
- [0059] 본 구체예에 있어서, PC 그라우트(20), 전기공급장치(50)는 전술한 구체예와 동일 또는 유사한 구성이므로 중복 설명은 생략한다. 또한, 전술한 구체예에서 도면부호 31로 표기된 센서는 본 구체예에서는 전극에 해당한다.
- [0060] 2 이상의 전극(31)은 통상의 금속 전극으로 쉬스관(11) 및 쉬스관(11)에 삽입된 강연선(12) 중 적어도 하나에 설치될 수 있다. 전극선(32)은 전극(31)과 연결된 것으로 쉬스관(11)의 양단부로 배출될 수 있다(일단부 또는 타단부).
- [0061] 계측기(40)는 전극선(32)과 연결되는 것으로, 통상의 전기계측장치일 수 있다. 계측기(40)는 연결된 전극(31)들 사이의 전위차를 측정하거나 저항을 측정할 수 있다. 전극(31)이 설치되는 개수에 따라 계측기(40)는 복수 대가 마련될 수 있다.
- [0062] 평가장치(60)는 계측기(40)로부터 계측기(40)에서 측정되는 파라미터를 수신하고(유선 또는 무선 방식으로 수신할 수 있음), 상기 파라미터에 기반하여 쉬스관(11) 내부에 충전된 PC 그라우트(20)의 충전도를 평가하는 기능을 할 수 있다. 평가장치(60)는 전술한 구체예에서의 평가장치(60)와 동일 또는 유사할 수 있다. 일 구체예에 있어서, PC 그라우트의 충전도 산출은 PC 그라우트(20)가 쉬스관(11) 내부에 온전히 채워졌을 때의 2 이상의 전극(31) 사이의 전위차, 저항값등을 레퍼런스로 하고, 계측기(40)로부터 수신한 파라미터 데이터를 상기 레퍼런스와 비교함으로써 기 정해진 알고리즘에 의해 PC 그라우트 충전도를 역으로 산출할 수 있다.
- [0063] 상술한 것과 같은 PC 그라우트 충전도 평가 시스템은 쉬스관(11) 및 강연선(12) 중 적어도 하나에 전기를 공급하고, 이에 따른 센서 또는 전극에서 측정된 파라미터에 기반하여 PC 그라우트의 충전도를 정량적으로 확인할 수 있는 바, PC 그라우트 충전도를 용이하게 낮은 비용으로 확인 가능하다. 또한 상기 시스템은 PC 그라우트의 경화 여부와 무관하게 PC 그라우트의 충전도를 평가할 수 있으므로 PSC 구조물의 안전성 등을 주기적으로 평가할 수 있다.
- [0064] 이상, 본 발명의 구현예들에 대하여 설명하였다. 그러나 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 기술의 구체적 적용에 따른 단순한 설계변경, 일부 구성요소의 생략, 단순한 용도의 변경 등 본 발명을 다양하게 변형할 수 있을 것이며, 이러한 변형 역시 본 발명의 권리범위 내에 포함됨은 자명하다.

부호의 설명

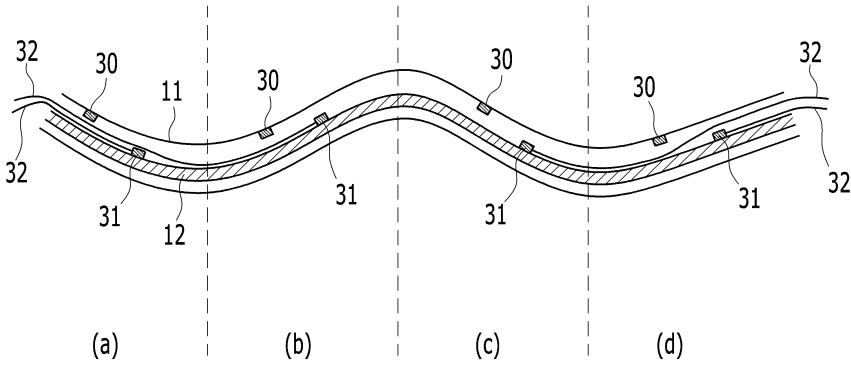
- [0065] 10: PSC 구조물
- 11: 쉬스관
- 12: 강연선
- 20: PC 그라우트
- 21: 탄소나노소재
- 30,31: 센서 또는 전극

도면

도면1



도면2



도면3

