



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월06일
(11) 등록번호 10-1654500
(24) 등록일자 2016년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 5/10 (2006.01) E01D 2/02 (2006.01)
E01D 22/00 (2006.01) G01L 1/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 5/102 (2013.01)
E01D 2/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0009989(분할)
(22) 출원일자 2016년01월27일
심사청구일자 2016년01월27일
(62) 원출원 특허 10-2015-0095324
원출원일자 2015년07월03일
심사청구일자 2015년07월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100048742 A*
KR1020040110740 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
(주)성환이앤씨
부산광역시 수영구 수미로 72, 3층 (수영동)
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
박승희
경기도 성남시 분당구 성남대로 449 C동 1604호
(정자동, 로얄팰리스)
김준경
경기도 남양주시 평내로 89 1307동 1001호 (평내동, 유진마젤란아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
조영현

전체 청구항 수 : 총 12 항

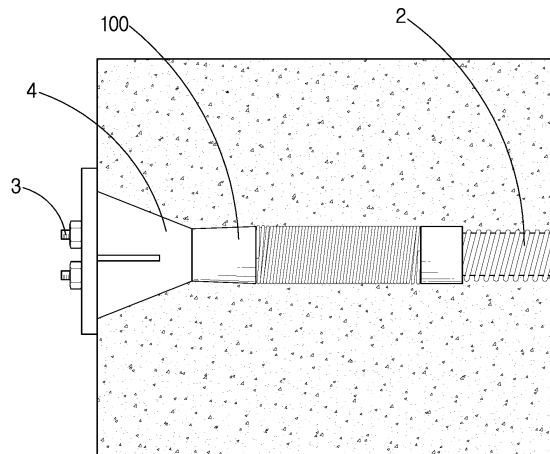
심사관 : 김수현

(54) 발명의 명칭 PSC 거더 정작구-쉬스관 연결형 EM 센서

(57) 요약

본 발명은 PSC 거더 정작구-쉬스관 연결형 EM 센서에 관한 것으로, 본 발명에 따른 EM 센서는 PS 텐던의 긴장력을 측정하기 위해 PSC 거더에 매립되는 EM 센서로서, PSC 거더 정작구-쉬스관 사이에 위치하여 PSC 거더 생애 전반에 걸쳐 PS 텐던의 상태를 모니터링할 수 있는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

E01D 22/00 (2013.01)

G01L 1/127 (2013.01)

G01L 5/103 (2013.01)

(73) 특허권자

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신전로 365 (용당동, 부경대학교)

충남대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

김현진

부산광역시 수영구 좌수영로 204 204동 1304호 (망미동, 수영강변e편한세상2차)

김성진

부산광역시 남구 황령대로 504 102동 406호 (대연동, 대연삼익비치아파트)

이환우

부산 해운대구 마린시티2로 38 주1동 707호

김윤용

대전광역시 유성구 어은로 57 133동 1205호 (어은동, 한빛아파트)

신경준

대전시 유성구 학하남로 10 206호 1802호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C-D-2015-0521

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 FBG 광섬유센서 및 EM 센서 융합 생애주기 긴장력 관리형 블록아웃 PSC 거더 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2014.08.07 ~ 2015.08.06

명세서

청구범위

청구항 1

PS 텐던의 긴장력을 측정하기 위해 PSC 거더에 매립되는 EM 센서로서,
 상기 PS 텐던이 관통하는 중공이 길이방향으로 형성되어 있는 몸체부;
 상기 몸체부에 감겨 있으며, 상기 PS 텐던을 자화시키기 위한 전압을 인가하는 전압인가용 코일; 및
 상기 몸체부에 감겨 있으며, 상기 전압에 의해 자화된 상기 PS 텐던에 의한 유도전압을 측정하는 측정용 코일;
 을 포함하여 이루어지고,
 상기 몸체부의 일측은 상기 PS 텐던의 단부가 고정되는 PSC 거더 정착구에 연결되고, 상기 몸체부의 타측은 상기 PS 텐던이 관통하는 쉬스관의 일측에 연결되는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 몸체부의 타측 내경은 상기 쉬스관이 상기 몸체부의 타측 내부에 끼워질 수 있도록 상기 쉬스관의 외경에 대응하는 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 몸체부의 타측 내주면에는 상기 쉬스관 외주면에 형성된 나사산과 나사 결합될 수 있는 나사산이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 몸체부의 일측 외경은 상기 PSC 거더 정착구 내부에 끼워질 수 있도록 상기 PSC 거더 정착구의 내경에 대응하는 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 전압인가용 코일과 측정용 코일은 상기 쉬스관 및 PSC 거더 정착구와 중첩되지 않는 상기 몸체부의 중앙 영역에 위치하는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 몸체부의 일측 외주면은 상기 중앙영역으로부터 멀어질수록 작은 외경을 갖도록 형성된 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 중앙 영역은 제1 외경을 갖는 제1 영역 및 상기 제1 영역의 양쪽으로 제1 외경보다 큰 제2 외경을 갖는 제2 영역으로 이루어지며, 상기 계측용 코일은 상기 제1 영역에 위치하는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 영역에 위치한 계측용 코일을 덮는 절연 커버를 더 포함하고, 상기 전압인가용 코일은 상기 제2 영역 및 상기 절연 커버 상부에 위치하는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 몸체부는 상기 중앙 영역 보다 상기 일측 및 타측의 외경이 큰 보빈형상인 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 중앙 영역을 덮는 외부 커버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 중앙 영역에는 상기 전압인가용 코일 및 계측용 코일의 단부를 외부로 인출하기 위한 관통홀이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서가 쉬스관과 PSC 거더 정착구 사이에 매립되어 있는 것을 특징으로 하는 PSC 거더.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 PS 텐던의 긴장력을 측정하는 EM 센서에 관한 것이다. 보다 구체적으로 PSC 거더 내부에 매립되어 PSC 거더 완공 후에도 PS 텐던의 긴장력을 측정할 수 있는 EM 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 거더는 교량의 상부구조에서 차량의 하중을 직접 받는 바닥판 아래에 위치하여 상부하중을 지지하고 교대나 교

각의 하부구조에 하중을 전달하는 역할을 한다.

- [0003] 이러한 거더는 압축력은 크지만 인장력이 작아 휨응력에 약한 콘크리트를 사용할 경우 제 역할을 하지 못하고 균열이 발생하는 문제가 있다.
- [0004] 이를 해결하기 위해 콘크리트에 발생하는 인장응력을 상쇄하기 위한 압축응력을 미리 도입하는 PSC(Pre-Stressed Concrete)거더가 사용된다.
- [0005] PSC 거더는 주어진 하중에 의해 부재에 작용하는 응력의 크기와 분포를 계산하고 내부 PS 텐던을 미리 긴장시켜 부재에 작용하는 응력을 상쇄할 수 있도록 한다.
- [0006] 그러나 공용 연한과 하중이력, 콘크리트 크리프와 건조수축, PS 텐던의 릴렉сей션, 정착부의 손상, 온도 변화, 또는 PS 텐던 자체의 국부 손상 등의 여러 가지 요인으로 인해 설계 긴장력과 실제 긴장력 사이에 차이가 발생하며, 이로 인해 구조물의 처짐이나 균열이 증가하여 구조물의 성능 저하 또는 심각한 안전도 저하가 야기된다.
- [0007] 따라서 PSC 거더 내부에 삽입된 PS 텐던의 변화를 모니터링해야 할 필요가 있다.
- [0008] 특허 제10-1144937호 역시 이러한 필요성에 의해 개발된 발명으로서 PSC거더의 일측에 노출된 PS 강재를 타격하고 타측에서 타격에 의해 가해지는 힘과 그에 의한 종진동 주파수를 측정하여 긴장력을 평가하는 방법이다.
- [0009] 그러나 실제 교량 시공 등에 사용된 PSC 거더는 분리할 수 없고, PSC 거더 일측으로 노출된 PS 강재 역시 실제 교량 시공 과정에서 콘크리트 등으로 마감되어 외부로 노출되지 않으므로 상기 방법을 실제로 사용할 수 없는 문제점이 있다.
- [0010] 또한 사장교나 현수교 케이블과 같이 외부로 노출된 케이블의 장력만이 계측 가능한 종래 EM 센서 역시 PSC 거더의 PS 강재가 외부로 노출되지 않기 때문에 사용할 수 없는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 한국특허 제10-1144937호 "종진동 특성을 이용한 부착식 텐던의 긴장력 평가장치 및 평가방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은 PSC 거더 내부에 삽입된 PS 텐던의 상태 변화를 모니터링 할 수 있는 EM 센서를 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적은 PSC 거더 내부에 설치 가능한 EM 센서를 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 PSC 거더 내부의 쉬스관 및 정착구에 영향을 받지 않고 PS 텐던의 상태 변화를 모니터링 할 수 있는 EM 센서를 제공하는 것이다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 목적은 생애 전반에 걸쳐 PS 텐던의 상태 변화 관리가 가능한 PSC 거더를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 상기 및 기타 목적들은, 본 발명에 따른 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서에 의해 모두 달성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서는 PS 텐던의 긴장력을 측정하기 위해 PSC 거더에 매립되는 EM 센서로서, 상기 PS 텐던이 관통하는 중공이 길이방향으로 형성되어 있는 몸체부; 상기 몸체부에 감겨 있으며 상기 PS 텐던을 자화시키기 위한 전압을 인가하는 전압인가용 코일; 및 상기 몸체부에 감겨 있으며 상기 전압에 의해 자화된 상기 PS 텐던에 의한 유도전압을 계측하는 계측용 코일을 포함하여 이루어지고, 상기 몸체부의 일측은 상기 PS 텐던의 단부가 고정되는 PSC 거더 정착구에 연결되고, 상기 몸체부의 타측은 상기 PS 텐던이 관통하는 쉬스관의 일측에 연결되며, 상기 전압인가용 코일과 계측용 코일은 상기 쉬스관 및 PSC 거더 정착구와 중첩되지 않는 상기 몸체부의 중앙 영역에 위치하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 상기 몸체부의 타측 내경은 상기 쉬스관이 상기 몸체부 내부에 끼워질 수 있도록 상기 쉬스관의 외경에 대응하는 크기를 가질 수 있다.
- [0019] 상기 몸체부의 타측 내주면에는 상기 쉬스관 외주면에 형성된 나사산과 나사 결합될 수 있는 나사산이 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 몸체부의 일측 외경은 상기 PSC 거더 정착구 내부에 끼워질 수 있도록 상기 PSC 거더 정착구의 내경에 대응하는 크기를 가질 수 있다.
- [0021] 상기 몸체부의 일측 외주면은 상기 중앙영역으로부터 멀어질수록 작은 외경을 갖도록 형성될 수 있다.
- [0022] 상기 중앙 영역은 제1 외경을 갖는 제1 영역 및 상기 제1 영역의 양쪽으로 제1 외경보다 큰 제2 외경을 갖는 제2 영역으로 이루어지며, 상기 계측용 코일은 상기 제1 영역에 위치할 수 있다.
- [0023] 상기 제1 영역에 위치한 계측용 코일을 덮는 절연 커버를 더 포함하고, 상기 전압인가용 코일은 상기 제2 영역 및 상기 절연 커버 상부에 위치할 수 있다.
- [0024] 상기 몸체부는 상기 중앙 영역 보다 상기 일측 및 타측의 외경이 큰 보빈형상일 수 있다.
- [0025] 상기 중앙 영역을 덮는 외부 커버를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 중앙 영역에는 상기 전압인가용 코일 및 계측용 코일의 단부를 외부로 인출하기 위한 관통홀이 형성될 수 있다.
- [0027] 본 발명에 따른 PSC 거더는 본 발명의 실시예에 따른 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서가 쉬스관과 PSC 거더 정착구 사이에 매립되어 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명은 PSC 거더 내부에 삽입될 수 있어 PSC 거더 내부에 삽입된 PS 텐던의 부식률, 긴장력 변화 등의 상태 변화를 PSC 거더 생애 전반에 걸쳐 모니터링 할 수 있으며, PSC 거더 정착구 및 쉬스관에 영향을 받지 않고 정확한 계측이 가능한 EM 센서 및 PSC 거더를 제공하는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1과 도 2는 종래 PSC 거더를 보여주는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 EM 센서가 매립설치된 PSC 거더를 보여주는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 EM 센서의 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 EM 센서의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서 및 PSC 거더에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0031] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예에 따른 장치를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 수 있다.
- [0032] 또한, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 발명을 가장 적절하게 표현할 수 있도록 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0033] 우선, 도 1과 도 2에 일반적인 PSC 거더가 도시되어 있다.
- [0034] 일반적으로 PSC 거더(1)는 거푸집을 이용하여 그 내부에 쉬스관(2)을 설치한 상태에서 콘크리트를 타설하여 양생시킨 다음, 거푸집을 해체하고 쉬스관 내부에 PS 텐던(3)을 삽입하고 이를 긴장한 후 PSC 거더 단부에 PS 텐던을 정착함으로써 프리스트레스(Prestress)가 PSC 거더에 도입되도록 한다.
- [0035] PS 텐던(3)은 쉬스관을 통해 PSC 거더의 일측으로부터 타측까지 관통되며, 긴장(Pre-Stressed)된 후 PS 텐던의 양쪽 단부는 PSC 거더의 일측과 타측에 위치한 PSC 거더 정착구(4)에 각각 고정된다.

- [0036] 이렇게 고정된 PS 텐던은 처음에는 PSC 거더에 작용하는 응력의 크기와 분포에 따라 계산된 설계 긴장력을 갖도록 설치되지만 시간이 지남에 따라 그 긴장력이 달라지게되며, 부식이 발생할 수도 있다. 그러나 PSC 거더(1)가 설치된 이후에는 내부에 설치된 PS 텐던의 상태를 모니터링할 수 있는 방법이 없다.
- [0037] 이에 본 발명에서는 PS 텐던의 상태를 센싱할 수 있는 EM 센서를 PSC 거더 내부에 매립하여 설치함으로써 PSC 거더가 설치된 이후에도 PS 텐던의 상태를 모니터링 할 수 있도록 하고자 한다.
- [0038] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 EM 센서(100)가 구비된 PSC 거더가 도 3에 도시되어 있다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 EM 센서(100)는 도 3에 도시된 바와 같이 PSC 거더 내부에 매립되어 설치됨으로써 PSC 거더 전 생애에 걸쳐 PS 텐던의 긴장력 관리가 가능하다.
- [0040] 특히 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 EM 센서(100)가 PS 텐던을 둘러싼 쉬스관(2)과 PSC 거더 정착구(4) 사이에서 이들을 연결하도록 위치됨으로써 강자성체인 쉬스관과 PSC 거더 정착구에 의해 EM 센서의 측정 데이터가 영향을 받지 않도록 할 수 있다.
- [0041] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 EM 센서의 단면도가 도 4 및 도 5에 각각 도시되어 있으며, 이들 도면을 참고로 본 발명의 실시예에 따른 EM 센서를 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0042] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 앞선 실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 앞선 실시예와 다른 구성에 대해 설명하기로 한다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 EM 센서(100)는 PS 텐던의 긴장력을 측정하기 위해 PSC 거더에 매립되는 EM 센서로서, 몸체부(10), 전압인가용 코일(20), 계측용 코일(30)을 포함하여 이루어진다.
- [0044] 몸체부(10)에는 PS 텐던이 관통하는 중공(11)이 길이방향으로 형성되어 있으며, 몸체부의 일측(S1)은 PS 텐던의 단부가 고정되는 PSC 거더 정착구(4)에 연결되고 몸체부의 타측(S2)은 PS 텐던이 관통하는 쉬스관(2)의 일측에 연결된다.
- [0045] 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)은 몸체부에 감겨져 있다. 특히 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)은 쉬스관과 PSC 거더 정착구에 의해 측정값이 영향을 받지 않도록 쉬스관과 PSC 거더 정착구와 중첩되지 않는 몸체부의 중앙 영역(S3)에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0046] 위와 같은 전압인가용 코일(20)을 통해 외부로부터 전압이 인가되면, 이에 의해 몸체부를 관통하는 PS 텐던(3)이 자화되며, 자화된 PS 텐던에 의해 TF(Total Flux)가 계측용 코일(30)에 의해 계측된다.
- [0047] 이와 같이 계측된 TF를 자기 이력 곡선(B-H Loop)으로 변환하고 이를 해석하여 투자력(Permeability) 및 영의 계수 등과 같은 자기 특성을 추출한 후 회귀분석 및 패턴인식 기법을 이용하여 부식에 의한 PS 텐던의 단면적 손실을 산출하여 PS 텐던의 부식률을 추정할 수 있다.
- [0048] 또한 초기 긴장력 상태의 투자율과의 상대투자율 변화를 계측하여 PS 텐던의 긴장력 손실량을 추정할 수 있다.
- [0049] 측정된 TF값을 이용하여 PS 텐던의 장력 및/또는 부식률을 계산하는 구체적인 방법은 본 발명의 주요 내용이 아니므로 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략하기로 한다.
- [0050] 다시 도 4를 참고하면, 본 발명의 실시예에 따른 EM 센서의 몸체부(10)는 몸체부의 일측(S1) 및 타측(S2)의 외경(d2)이 중앙 영역(S3)의 외경(d3) 보다 큰 보빈형상으로 바람직하게 형성된다. 이러한 보빈형 몸체부(10)는 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)이 쉬스관과 PSC 거더 정착구에 의해 영향을 받지 않는 중앙 영역(S3)에만 위치할 수 있도록 하는 효과를 제공한다.
- [0051] 또한 몸체부(10)의 일측(S1) 및 타측(S2)의 내경(d1) 및/또는 외경(d2)은 일측(S1)과 타측(S2)에서 각각 PSC 거더 정착구(4) 및 쉬스관(2)에 연결될 수 있는 크기로 형성된다.
- [0052] 보다 구체적으로 설명하면, 몸체부(10)의 일측(S1)은 PSC 거더 정착구(4)와 연결될 수 있도록 하기 위해 몸체부 일측(S1)의 내경(d1)이 PSC 거더 정착구의 외경과 대응되거나 몸체부 일측(S1)의 외경(d2)이 PSC 거더 정착구의 내경과 대응되는 크기를 갖도록 형성한다. 이와 같이 형성될 경우 몸체부의 일측이 PSC 거더 정착구에 삽입되거나 PSC 거더 정착구가 몸체부의 일측에 삽입되는 형태로 몸체부의 일측과 PSC 거더 정착구가 연결될 수 있다.
- [0053] 위와 같은 두 가지 연결 중에서 몸체부 일측(S1)의 외경(d2)이 PSC 거더 정착구 내경에 대응하는 크기로 형성되어 몸체부 일측이 PSC 거더 정착구 내부에 끼워질 수 있도록 연결하는 것이 보다 바람직하다. 반대의 경우 설치

과정에서 PSC 거더 정착구가 몸체부의 중앙영역(S3)까지 밀려 들어갈 수 있으며, 이 경우 전압인가용 코일(20) 및 계측용 코일(30)과 PS 텐던(3) 사이에 강자성체인 PSC 거더 정착구(4)가 위치하여 계측값에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

- [0054] 또한 보다 바람직하게는 도 5에 도시된 바와 같이 몸체부 일측(S1)의 외경이 중앙영역(S3)으로부터 멀어질수록 작아지도록 형성되는 것이 바람직하다.
- [0055] 이와 같이 형성될 경우 내경의 크기가 다른 다양한 PSC 거더 정착구들에 맞춰 본 발명에 따른 EM 센서의 크기를 변경할 필요 없이 본 발명의 일 실시예에 따른 EM센서와 PSC 거더 정착구를 연결할 수 있다.
- [0056] 몸체부(10)의 타측(S2) 역시 쉬스관(2)과 연결될 수 있도록 하기 위해 몸체부 타측(S2)의 내경(d1)이 쉬스관의 외경과 대응되거나 몸체부 타측(S2)의 외경(d2)이 쉬스관의 내경과 대응되는 크기를 갖도록 형성한다. 이와 같이 형성될 경우 몸체부의 타측이 쉬스관에 삽입되거나 쉬스관이 몸체부의 타측에 삽입되는 형태로 몸체부의 타측과 쉬스관이 연결될 수 있다.
- [0057] 앞서 설명한 바와 같이 전압인가용 코일(20) 및 계측용 코일(30)과 PS 텐던(3) 사이에 강자성체인 쉬스관(2)이 위치하지 않도록 위와 같은 연결 중에서 몸체부 타측(S2)의 외경(d2)이 쉬스관 내경에 대응하는 크기로 형성되어 몸체부 타측이 쉬스관 내부에 끼워질 수 있도록 연결하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0058] 하지만 일반적으로 쉬스관의 외주면에는 나사산이 형성되어 있으므로 도 5에 도시된 바와 같이 몸체부 타측(S2)의 내주면에 쉬스관 외주면에 형성된 나사산에 대응되는 나사산(12)을 형성하여 서로 돌려 끼움 즉, 나사 결합될 수 있도록 하는 것이 보다 바람직하다. 이렇게 구성될 경우 시공과정에서 본 발명의 일 실시예에 따른 EM 센서와 쉬스관이 분리되거나 쉬스관이 밀려들어와 전압인가용 코일(20) 및 계측용 코일(30)과 PS 텐던(3) 사이에 강자성체인 쉬스관(2)이 위치되는 것을 방지할 수 있다.
- [0059] 비록 도 4에는 몸체부 일측(S1)과 타측(S2)의 내경 및 외경이 동일하게 도시되어 있으나 이에 한정되지 않고 쉬스관(2)과 PSC 거더 정착구와의 연결에 용이하도록 몸체부 일측(S1)과 타측(S2)의 내경 및 외경이 서로 다르게 구성될 수도 있음을 당업자들은 용이하게 이해할 수 있을 것이다.
- [0060] 다시 도 4를 참조하면, 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)은 자화된 PS 텐던의 TF를 보다 잘 계측하기 위해 계측용 코일(30)이 전압인가용 코일(20) 보다 PS 텐던에 더 가까이 위치하도록 설치하는 것이 바람직하다.
- [0061] 이를 위해 도 5에 도시된 바와 같이 몸체부(10)의 중앙 영역(S3)이 제1 외경(d4)을 갖는 제1 영역(S31)과 제1 외경 보다 큰 제2 외경(d5)을 갖는 제2 영역(S32)을 갖도록 형성할 수 있다. 즉, 중앙 영역에 계측용 코일(30) 일 설치될 수 있는 홈을 형성하는 것이다.
- [0062] 이와 같이 몸체부(10)를 형성할 경우 홈인 제1 영역(S31) 몸체부에 계측용 코일(30)을 감고 계측용 코일의 외측과 제2 영역(S32) 몸체부에 전압인가용 코일(20)을 감아 전압인가용 코일보다 계측용 코일이 PS 텐던(3)에 가깝게 위치하도록 할 수 있다.
- [0063] 이때 도 5에 도시된 바와 같이 제1 영역에 위치한 계측용 코일(30)을 덮는 절연 커버(40)를 위치시켜 계측용 코일과 전압인가용 코일이 서로 절연되도록 할 수 있다.
- [0064] 또한 중앙 영역(S3)을 덮는 외부 커버(50)를 위치시켜 계측용 코일 및/또는 전압인가용 코일이 외부로 노출되지 않도록 할 수 있다.
- [0065] PS 텐던의 긴장력을 측정하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 EM 센서(100)는 PSC 거더 내부에 매립되지만 전압인가용 코일(20)에 신호를 인가하기 위해, 그리고 계측용 코일(30)로부터 계측된 신호를 수신하기 위해 전압인가용 코일과 계측용 코일의 단부는 PSC 거더 외부로 노출되어야 한다.
- [0066] 이를 위해 도 5에 도시된 바와 같이 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)의 단부를 외부로 인출하기 뽑아내기 위한 관통홀(60)을 몸체부(10)에 형성하는 것이 바람직하다.
- [0067] 특히 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)의 단부는 PSC 거더 정착구쪽으로 인출되어야 하므로 관통홀(60)은 가능한 몸체부의 일측(S1)과 가까운 중앙 영역(S3)에 형성되는 것이 바람직하다.
- [0068] 위와 같은 본 발명의 실시예에 따른 EM센서(100)를 PSC 거더에 설치하는 방법을 간단히 설명하면 다음과 같다.
- [0069] PSC 거더를 시공할 때 EM 센서(100)의 일측을 PSC 거더 정착구(4)에 연결하고 타측을 쉬스관(2)에 연결한 뒤 거푸집 내부에 위치시킨 상태에서 콘크리트를 타설하여 양생시켜 PSC 거더 내부에 본 발명의 실시예에 따른 EM 센

서가 쉬스관과 함께 매립되게 한다. 이때 전압인가용 코일(20)과 계측용 코일(30)의 단부는 PSC 거더 정착구(4) 내부를 통해 PSC 거더 외부로 인출되도록 한다.

[0070] 그 후, 거푸집을 해체하고 본 발명의 실시예에 따른 EM센서에 의해 연결된 PSC 거더 정착구(4)와 쉬스관(2) 내부에 PS 텐던(3)을 삽입하고 이를 긴장한 후 PSC 거더 정착구에 PS 텐던의 양쪽 단부를 고정함으로써 프리스트레스(Prestress)가 PSC 거더에 도입되도록 한다.

[0071] 위와 같은 방법으로 본 발명의 실시예에 따른 EM 센서(100)는 PSC 거더 내부에 매립되어 설치되며, PS 텐던의 긴장력을 측정할 필요가 있을 때 외부로 인출된 전압인가용 코일(20)의 단부로 전압을 인가하고, 계측용 코일의 단부로 인출되는 계측 신호를 분석하여 PSC 거더 생애 전반에 걸쳐 PS 텐던의 상태를 모니터링 할 수 있다.

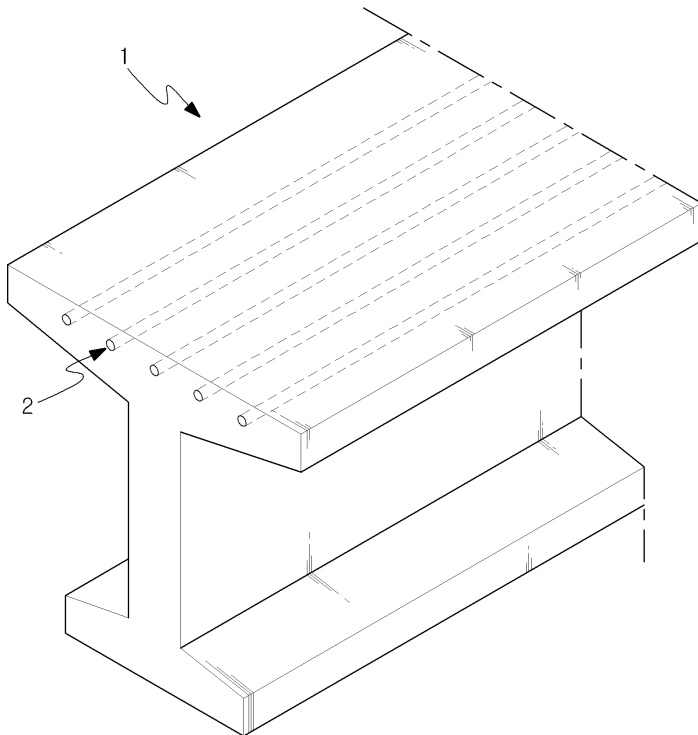
[0072] 지금까지 본 발명에 따른 PSC 거더 정착구-쉬스관 연결형 EM센서 및 이를 포함하는 PSC 거더에 대해 구체적인 실시예를 참조로 한정되게 설명하였다. 그러나 본 발명의 권리범위는 이러한 구체적인 실시예에 한정되지 않으며, 특허청구범위에서 청구된 발명의 사상 및 그 영역을 이탈하지 않으면서 다양한 변화 및 변경이 있을 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

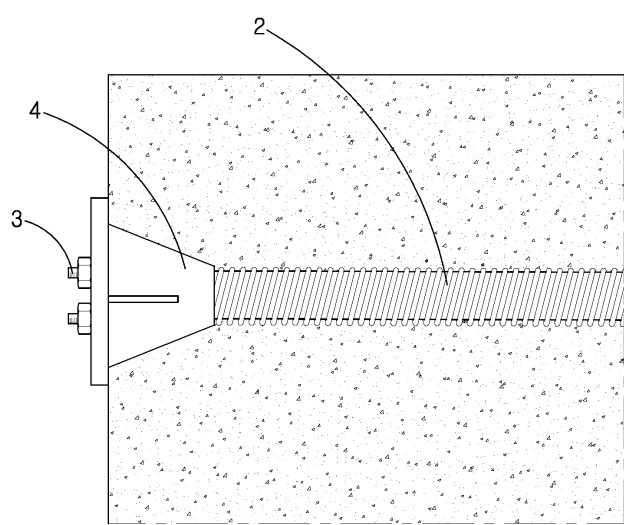
- | | | |
|--------|--------------|------------|
| [0073] | 10: 몸체부 | 11: 중공 |
| | 20: 전압인가용 코일 | 30: 계측용 코일 |
| | 40: 절연 커버 | 50: 외부 커버 |
| | 60: 관통홀 | |

도면

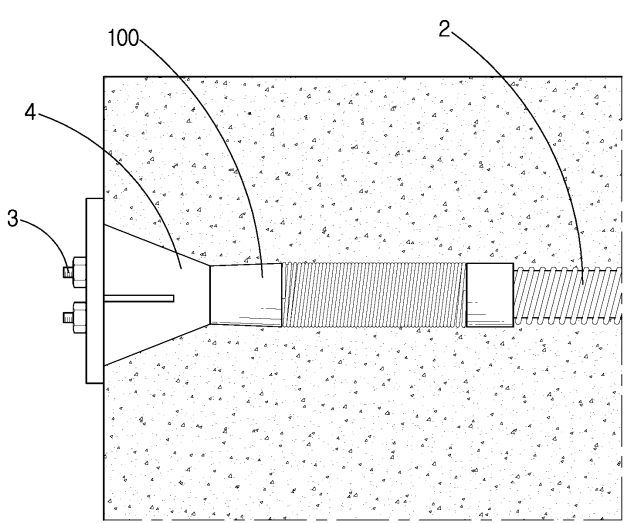
도면1



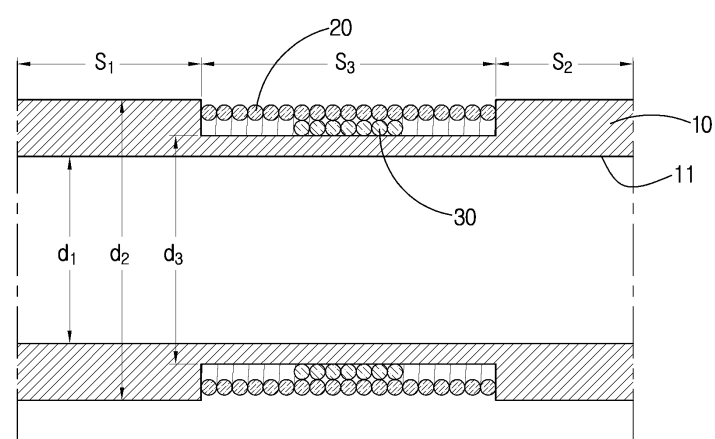
도면2



도면3



도면4



도면5

