



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월18일
(11) 등록번호 10-2057224
(24) 등록일자 2019년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01V 3/08 (2006.01) E02D 1/00 (2006.01)
G01D 21/02 (2006.01) G01L 19/00 (2006.01)
G01P 15/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01V 3/08 (2013.01)
E02D 1/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0070813

(22) 출원일자 2019년06월14일

심사청구일자 2019년06월14일

(56) 선행기술조사문헌

JP11304429 A*

JP2014500961 A*

KR100908417 B1

KR1020070018211 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경북대학교 산학협력단

대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)

(72) 발명자

박성식

대구광역시 수성구 달구벌대로522길 33, 108동
502호 (만촌동, 수성2차 e-편한세상아파트)

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 권민정

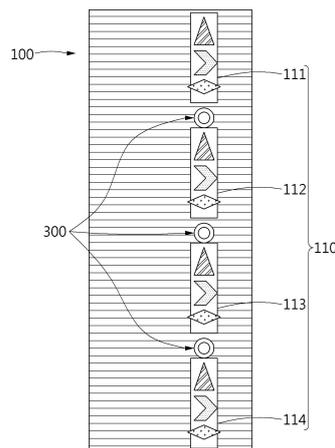
(54) 발명의 명칭 **지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법**

(57) 요약

지반 정보 측정 장치는 복수의 케이싱을 포함하는 몸체부, 상기 케이싱에 구비되어 지반의 변형 또는 압력을 측정하는 측정부, 및 상기 복수의 케이싱들이 지반 변형에 따라 움직일 수 있도록 상기 복수의 케이싱들을 비구속적으로 연결하는 연결부를 포함할 수 있고, 상기 측정부는 각각의 케이싱들이 위치한 지반의 변형 또는 지반의 압력 변화를 측정할 수 있다.

대표도 - 도1

10



(52) CPC특허분류

G01D 21/02 (2013.01)

G01L 19/00 (2013.01)

G01P 15/08 (2013.01)

G01L 2019/0053 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201906580100

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학분야(S/ERC)

연구과제명 지능형 건설자동화 연구센터

기 여 율 1/1

주관기관 경북대학교 산학협력단

연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 케이싱들을 포함하는 몸체부;

상기 케이싱에 구비되어 지반의 변형 또는 압력을 측정하는 측정부; 및

상기 복수의 케이싱들이 지반 변형에 따라 움직일 수 있도록 상기 복수의 케이싱들을 비구속적으로 연결하는 연결부; 및

상기 몸체부를 지반에 관입시키기 위한 관입 안내부;

를 포함하고

상기 측정부는 각각의 케이싱들이 위치한 지반의 변형 또는 지반의 압력 변화를 측정할 수 있고,

상기 관입 안내부는

상기 연결부에 적용되는 유체를 포함하고,

상기 관입 안내부는 상기 유체가 냉각된 고체 상태로 상기 연결부를 구속하여 상기 케이싱들을 일렬로 정렬시키고, 상기 유체는 상기 케이싱들의 관입 후 액체 상태로 변화되어 상기 연결부의 구속이 해제되는,

지반 정보 측정 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

복수의 케이싱들을 포함하는 몸체부;

상기 케이싱에 구비되어 지반의 변형 또는 압력을 측정하는 측정부; 및

상기 복수의 케이싱들이 지반 변형에 따라 움직일 수 있도록 상기 복수의 케이싱들을 비구속적으로 연결하는 연결부; 및

상기 몸체부를 지반에 관입시키기 위한 관입 안내부;

를 포함하고

상기 측정부는 각각의 케이싱들이 위치한 지반의 변형 또는 지반의 압력 변화를 측정할 수 있고,

상기 관입 안내부는 상기 복수의 케이싱들의 연결방향을 따라 배열된 튜브를 포함하고,

상기 튜브는 유연한 재질로 구성되고,

상기 튜브는 내부에 냉각된 고체 상태의 유체를 수용하여 상기 케이싱들을 일렬로 정렬시키고, 상기 케이싱들의 관입 후 상기 유체는 액체 상태로 변화되어 상기 연결부들의 구속이 해제되는 지반 정보 측정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 연결부는 비틀림 가능하거나 신축가능한 스트링, 다방향 절곡 가능한 조인트 중 적어도 어느 하나인 지반 정보 측정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 측정부는 가속도계, 기울기센서 및 토압계 중 적어도 어느 하나를 포함하고,

상기 가속도계로부터의 가속도 신호를 바탕으로 가속도의 변화량이 측정되고,

상기 기울기센서로부터의 기울기 신호를 바탕으로 기울기의 변화량이 측정되고,

상기 토압계로부터의 압력 신호를 바탕으로 압력의 변화량이 측정되는

지반 정보 측정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 측정부는 간극수압계, 압전소자, 및 IMU 센서 중 적어도 어느 하나를 더 포함하는 지반 정보 측정 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 측정부로부터 측정된 데이터를 전달하는 신호전달부를 더 포함하는 지반 정보 측정 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 측정부로부터 측정된 데이터를 저장하거나 처리하는 신호처리부를 더 포함하고, 상기 신호처리부는 다음 식에 의해 지반변형지수를 추정하고,

$$GDI = \int_0^z \Delta Acc(z) \cdot \Delta Pre(z) \cdot \Delta Angle(z) dz$$

상기 신호처리부는 상기 지반변형지수를 바탕으로 지반 변형 정도에 따른 지반 위험도를 판단하며,

여기서, GDI는 지반변형지수이고,

$\Delta Acc(z)$ 는 가속도의 변화량이고,

$\Delta Pre(z)$ 는 토압의 변화량이며,

$\Delta Angle(z)$ 는 기울기의 변화량이고,

Z는 지표면에서의 깊이인,

지반 정보 측정 장치.

청구항 10

가속도계, 토압계, 기울기센서, 간극 수압계, 압전소자, 또는 IMU 센서를 각각 포함하고 서로 비구속적으로 연결된 복수의 케이싱들이 제공되는 단계;

상기 케이싱들이 구속되는 단계;

구속된 상기 케이싱들이 지반에 관입되는 단계; 및

상기 케이싱들의 구속이 해제되는 단계;

를 포함하고,

지반 관입된 상기 케이싱들은 주변 지반의 변형 또는 지반의 압력 변화를 측정할 수 있고,

상기 케이싱들이 구속되는 단계는,

상기 케이싱들의 연결방향을 따라 배열되는 유연한 튜브가 제공되는 단계;

상기 튜브 내에 유체를 주입하는 단계;

상기 유체를 냉각하는 단계;

를 더 포함하고,

상기 유체는 상기 케이싱들이 관입된 후에 액체 상태로 변화되는,

지반 정보 측정 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하, 실시예들은 지반의 변형을 측정할 수 있는 지반 정보 측정 장치를 개시한다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 토목 또는 건축 현장에서 안전을 위한 구조물, 지중 경사 및 지반 침하의 변위를 측정하는 것은 가장 기본적이면서도 필수적인 항목이다. 그리고 시공 진행 과정에서의 구조물 또는 지반의 변위 발생 여부를 파악하는 것 또한 필수적이다.

[0003] 이러한 지반의 변위 발생 여부를 측정하는 변위 측정장치는 지반에 먼저 도입한 개관 속에 장치를 넣는 식으로 지반에 매설한다. 이러한 지반 변형 발생 여부를 측정하기 위한 연구 개발들이 이루어진다.

[0004] 구조물 또는 지반의 변위를 보다 정확하게 측정하기 위해 다양하게 개발되고 있으며, 예를 들면 한국특허출원 제 10-1999-0005096호의 '지학적 변위 검출기 및 이를 사용한 감시장치'가 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 일 실시예에 따른 목적은 깊이방향, 사선방향 또는 폭방향에서의 각각의 위치별 지반 변형 변위를 측정할 수 있는 지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 일 실시예에 따른 목적은 강성을 구비한 상태로 용이한 관입을 수행하고 관입 후에는 지반 변형에 유연하게 반응될 수 있는 지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 일 실시예에 따른 목적은 지반 정보를 측정된 데이터를 수치화하여 지반 변형에 따른 위험도를 정량적으로 판단할 수 있는 지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치는, 복수의 케이싱을 포함하는 몸체부, 상기 케이싱에 구비되어 지반의 변형 또는 압력을 측정하는 측정부, 및 상기 복수의 케이싱(110)들이 지반 변형에 따라 움직일 수 있도록 상기 복수의 케이싱(110)들을 비구속적으로 연결하는 연결부를 포함할 수 있다. 상기 측정부는 각각의 케이싱(110)들이 위치한 지반의 변형 또는 지반의 압력 변화를 측정할 수 있다.

[0009] 일 측에 따르면, 상기 지반 정보 측정 장치는 상기 몸체부를 지반에 관입시키기 위한 관입 안내부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 일 측에 따르면, 상기 관입 안내부는 상기 연결부에 적용되는 유체를 더 포함할 수 있고, 상기 관입 안내부는 상기 연결부는 상기 유체가 냉각된 고체 상태로 상기 연결부를 구속할 수 있고 상기 케이싱들을 일렬로 정렬시킬 수 있고, 상기 유체는 상기 케이싱들의 관입 후 액체 상태로 변화되어 상기 연결부의 구속이 해제될 수 있다.

[0011] 일 측에 따르면, 상기 관입 안내부는 상기 복수의 케이싱의 연결방향을 따라 배열된 튜브를 포함할 수 있다. 상기 튜브는 유연한 재질로 구성될 수 있다.

[0012] 일 측에 따르면, 상기 연결부는 비틀림 가능하거나 신축가능한 스트링, 다방향 절곡 가능한 조인트 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0013] 일 측에 따르면, 상기 측정부는 가속도계, 기울기센서, 토압계, 간극수압계, 압전소자, IMU소자 등을 포함할 수 있다.

[0014] 일 측에 따르면, 상기 지반 정보 측정 장치는 상기 측정부로부터 측정된 데이터를 전달하는 신호전달부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 일 측에 따르면, 상기 지반 정보 측정 장치는 상기 측정부로부터 측정된 데이터를 저장하거나 처리하는 신호처리부를 더 포함할 수 있다. 상기 신호처리부는 다음 식에 의해 지반 변형지수를 추정하고, 여기서, GDI는 지반 변형지수이고, $\Delta Acc(z)$ 는 가속도의 변화량이고, $\Delta Pre(z)$ 는 토압의 변화량이며, $\Delta Angle(z)$ 는 기울기의 변화량이고, Z는 지표면에서의 깊이이며, 상기 신호처리부는 상기 지반변형지수를 바탕으로 지반 변형 정도에 따른 지반 위험도를 판단할 수 있다.

[0016]
$$GDI = \int_0^z \Delta Acc(z) \cdot \Delta Pre(z) \cdot \Delta Angle(z) dz$$

[0017] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 방법은, 가속도계, 토압계, 기울기센서, 토압계, 간극수압계, 압전소자, IMU 센서 등을 각각 포함하고 서로 비구속적으로 연결된 복수의 케이싱들이 제공되는 단계, 상기 케이싱들이 구속되는 단계, 구속된 상기 케이싱들이 지반에 관입되는 단계, 및 상기 케이싱들의 구속이 해제되는 단계를 포함하고, 지반 관입된 상기 케이싱들은 주변 지반의 변형 또는 지반의 압력 변화를 측정할 수 있다.

[0018] 일 측에 따르면, 상기 케이싱들이 구속되는 단계는 상기 케이싱들의 연결 부분을 냉각하여 강성을 확보할 수 있다.

[0019] 일 측에 따르면, 상기 케이싱들이 구속되는 단계는 상기 케이싱들의 연결방향을 따라 배열되는 유연한 튜브가 제공되는 단계, 상기 튜브 내에 물을 주입하는 단계, 상기 물을 냉각하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법에 따르면, 깊이방향, 사선방향 또는 폭방향으로 측정할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법에 따르면, 강성을 구비한 상태로 용이한 관입을 수행하고 관입 후에는 지반 변형에 유연하게 반응될 수 있다.

[0022] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치 및 지반 정보 측정 방법에 따르면, 지반 정보를 측정된 데이터를 수치화

하여 지반 변형에 따른 위험도를 판단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치를 도시한다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치의 케이싱을 상세히 도시한다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 지반 변형 발생시 지반 정보 측정 장치의 작동 상태를 도시한다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치의 관입 안내부를 도시한다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치의 관입 안내부의 변형예를 도시한다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0025] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0026] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0027] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 도 1은 지반 내에 매설되어 있는 지반 정보 측정 장치(10)를 도시한다. 도 2는 지반 정보 측정 장치의 몸체부(100)와 연결부(300)를 상세히 도시하며, 몸체부(100) 내의 측정부(200)를 도시한다.
- [0028] 도 1 및 도 2를 참조하여, 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치(10)는 몸체부(100), 측정부(200) 및 연결부(300)를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 몸체부(100)는 복수개의 케이싱(110)을 포함할 수 있다. 도 1에는 제1 케이싱(111), 제2 케이싱(112), 제3 케이싱(113), 제4 케이싱(114)이 차례대로 배열되는 것으로 도시되었으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 케이싱이 2개 이상인 것이라면 어느 것이든 가능하다.
- [0030] 연결부(300)는 케이싱(110)들을 비구속적으로 연결할 수 있다. 구체적으로, 제1 케이싱(111)과 제2 케이싱(112)은 연결부(300)를 통해 연결되며, 연결부(300)가 제1 케이싱(111)과 제2 케이싱(112)을 구속하지 않으므로써, 제1 케이싱(111)과 제2 케이싱(112)은 서로 비구속적으로 신장되거나 축방향으로 이동될 수 있다. 또한, 제1 케이싱(111)과 제2 케이싱(112)은 연결부(300)를 통해 서로 비구속적으로 상대회전이 가능하다.
- [0031] 마찬가지로, 제2 케이싱(112)과 제3 케이싱(113)도 연결부(300)를 통해 비구속적으로 연결될 수 있고, 제3 케이싱(113)과 제4 케이싱(114)도 연결부(300)를 통해 비구속적으로 연결될 수 있다.
- [0032] 예를 들어, 상기 연결부(300)는 비틀림 가능하거나 신축가능한 스트링일 수 있다. 케이싱(110)들이 이러한 스트링에 의해 서로 연결됨으로써 케이싱(110)들은 길이방향 또는 폭방향으로 자유로이 상대 이동될 수 있을 뿐만 아니라 자유로이 상대 회전도 가능하다. 또는, 연결부(300)는 다방향 절곡 가능한 조인트일 수 있거나 줄감개일 수 있다. 케이싱(110)들이 이러한 조인트 또는 줄감개 또는 이들의 조합으로 360도 방향으로 절곡할 수 있거나 줄이 신장되어 휘어지거나 절곡한 상태에서 줄이 신장될 수 있다.
- [0033] 이러한 연결부(300)를 통해, 제1 케이싱(111), 제2 케이싱(112), 제3 케이싱(113) 및 제4 케이싱(114)은 케이싱(110)들이 배열된 방향으로 서로 비구속적으로 상대 이동과 상대 회전이 가능하므로, 케이싱(110)들이 배열된

방향에서 케이싱(110)들이 지반 변형 방향으로 움직인다.

- [0034] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치(10)는 지반 변형에 따른 케이싱(110)의 이동으로 각 케이싱(110)의 위치 별 지반 변형 정보의 획득이 가능하다. 상기 측정부(200)는 각각의 케이싱(110)에 부착되어, 지반의 변형에 따른 케이싱(110)들의 상태를 측정하여, 이로부터 지반의 변형 정도를 관측할 수 있다.
- [0035] 즉, 상기 측정부(200)는 관입된 지반의 상태를 측정하기 위한 것으로서, 복수 개의 센서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 측정부(200)는 가속도 센서(210), 기울기 센서(220), 토압계(230)를 포함할 수 있다. 또한, 도 1 또는 도 2에서는 측정부(200)가 가속도 센서(210), 기울기 센서(220), 토압계(230)를 하나씩 포함하는 것으로 도시되었으나, 측정 센서들의 종류 또는 개수는 이에 국한되지 아니한다.
- [0036] 또한, 측정부(200)는 간극수압계(미도시), 압전소자(미도시) 및 IMU 센서(미도시)를 더 포함할 수 있다. 간극수압계를 통해 간극에 존재하는 지중수의 압력을 측정할 수 있고 침투수량을 계산하여 지반의 안정 등을 검토할 수 있다. 압전소자를 통해 지반의 미세한 진동을 측정할 수 있고 지반의 거동 등을 감지할 수 있다. IMU 센서를 통해 측정부의 자세 변환, 위치 이동에 대한 변화속도, 변위량을 측정할 수 있고 지반의 3차원 이동 상태 등을 측정할 수 있다.
- [0037] 이외에도 측정부(200)는 온도 센서, 습도 센서, pH 센서 등과 같이 지반의 상태를 측정하는데 도움이 될 수 있는 센서들을 포함할 수 있다.
- [0038] 도 3에서는 지반 정보 장치(10)는 케이싱(110)들이 깊이방향으로 관입되어 깊이별 측정하는 작동 상태를 나타낸다. 또한, 케이싱(110)들은 사선방향 또는 폭방향으로도 관입될 수 있다. 이 경우에는 케이싱(110)들은 사선방향 또는 폭방향으로 나열된 케이싱(110)들의 각 위치에서의 지반 정보를 측정할 수 있다.
- [0039] 이하에서는 도 3을 참조하여, 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치(10)의 작동 상태를 설명한다.
- [0040] 지반 변형이 일어나면, 비구속적인 연결부(300)로 인해, 케이싱(110)들의 이동은 지반 변형을 따라 발생할 수 있다. 도 3에 보듯이, 케이싱(110)들이 지반 변형에 따라 각 위치에 배치되면서 각 위치의 지반 정보에 대한 데이터가 측정이 될 수 있다. 본 실시예에서, 이 케이싱(110)들의 이동에 따라 지반 내의 해당 각 위치의 지반 가속도, 기울기, 토압의 데이터가 측정 센서로 측정이 될 수 있다. 이외에도 간극 수압, 지반의 압력, 지반의 회전 등의 지반 상태는 간극수압계(미도시), 압전소자(미도시), IMU 센서(미도시) 등으로 측정될 수 있다.
- [0041] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치(10)는 신호전달부(미도시)와 신호처리부(미도시)를 포함할 수 있다. 신호전달부는 측정부(200) 내의 측정 센서로부터 얻은 데이터를 신호처리부로 데이터를 전송할 수 있다. 이때, 신호전달부는 유선 케이블 또는 무선 통신일 수 있다.
- [0042] 신호처리부는 전달받은 지반 내의 각 위치에서의 가속도, 기울기, 토압, 간극수압, 진동, 자세 변환, 위치 이동 등의 데이터를 처리할 수 있다. 예를 들어, 신호처리부는 다음 식에 의한 지반 변형지수를 처리하고, 이 값을 기준으로 지반의 변형 정도에 따른 위험도를 판단할 수 있다.
- [0043]
$$GDI = \int_0^z \Delta Acc(z) \cdot \Delta Pre(z) \cdot \Delta Angle(z) dz$$
- [0044] 여기서, GDI는 지반변형지수이고, $\Delta Acc(z)$ 는 가속도의 변화량이고, $\Delta Pre(z)$ 는 토압의 변화량이며, $\Delta Angle(z)$ 는 기울기의 변화량이다. 즉, GDI값은 깊이별 가속도 변화량, 토압 변화량 및 기울기 변화량을 곱하여 이를 적분한 값이다.
- [0045] 예를 들면, GDI 값에 따라 위험도는 0-5는 안전 등급으로, 5-10은 주의 등급으로, 10-20은 위험 등급으로, 그리고 20이상은 붕괴 등급 등과 같이 설정할 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 지반 정보 측정 장치(10)가 터파기 장소 근처에서 이용될 때, 이러한 지반 정보 측정 장치(10)가 지반 변형에 반응하면, 지반 변형의 정보를 측정할 수 있고 신호처리부와 신호전달부를 통해 터파기의 위험도를 판단할 수 있다.
- [0047] 도 4는 관입을 용이하게 하기 위하여 관입 안내부(400)를 포함하는 지반 정보 측정 장치(10)를 도시한다. 도 4(a)는 관입 안내부(400)가 포함된 지반 정보 측정 장치(10)의 정면을 도시하고, 도 4(b)는 이의 평면을 도시한다.
- [0048] 관입 안내부(400)는 일렬로 정렬된 케이싱(110)들의 옆면을 따라 배열된 튜브(410)를 포함할 수 있다.

- [0049] 구체적으로, 지반 정보 측정 장치(10)는 도 4(a) 및 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 길이방향으로 일렬로 정렬된 케이싱(110)들의 한쪽 옆면을 따라 배열된 유연한 제1 튜브(411)를 포함할 수 있다. 이러한 제1 튜브(411)의 내부에는 유체가 수용되어 냉각될 수 있으며, 이러한 유체는 물일 수 있다.
- [0050] 이하에서는, 이러한 관입 안내부(400)가 구비된 지반 정보 측정 장치(10)의 작동 상태를 설명한다.
- [0051] 제1 튜브(411)에 유체가 냉각되면 제1 튜브(411)는 강성을 획득할 수 있다. 이에 따라, 강성을 획득한 제1 튜브(411)에 의해 복수의 케이싱(110)들이 서로 구속적으로 연결될 수 있다. 이러한 상태에서 복수의 케이싱(110)들은 일렬로 지반에 용이하게 관입될 수 있다.
- [0052] 복수의 케이싱(110)들이 냉각된 유체가 포함된 관입 안내부(400)의 도움으로 지반에 관입되고 나면, 냉각된 유체는 온도 변화에 의해 액체 상태로 돌아간다. 이에 따라, 제1 튜브(411)의 강성이 해제될 수 있다. 이를 통해, 지반 정보 측정 장치(10)는 연결부(300)들의 구속 해제로 지반 내의 변형에 따라 민감하게 반응할 수 있는 상태가 된다.
- [0053] 도 5는 지반 정보 측정 장치(10)의 관입을 용이하게 하기 위하여 관입 안내부(400)의 변형예를 도시한다. 도 5(a)는 관입 안내부(400)들이 포함된 지반 정보 측정 장치(10)의 정면을 도시하고, 도 5(b)는 이의 평면을 도시한다.
- [0054] 도 5(a) 및 5(b)에 도시된 바와 같이, 관입 안내부(400)는 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)를 포함할 수 있다. 제2 튜브(422)는 제1 튜브와 유사한 구성일 수 있으므로, 이에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0055] 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)는 양 측면에 일렬로 정렬된 복수의 케이싱들의 양쪽 옆면을 따라 포함될 수 있다. 부착되는 관입 안내부(400)는 두 개로 한정되지 않고, 두 개 이상일 수 있다. 복수 개의 관입 안내부로 인하여 더 높은 강성을 획득하여 지반에의 관입을 더 용이하게 할 수 있다. 이 때, 복수의 튜브들은 서로 등간격으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 관입 안내부(400)가 2개의 튜브를 포함하는 경우에는 이들 튜브는 케이싱을 중심으로 180도 간격으로 배치될 수 있고, 관입 안내부(400)가 3개의 튜브를 포함하는 경우에는 세 개의 튜브들은 120도의 간격으로 배치될 수 있다.
- [0056] 앞서 설명한 바와 마찬가지로, 지반 정보 측정 장치(10)는 도 5(a) 및 도 5(b)에 도시된 바와 같이, 길이방향으로 일렬로 정렬된 케이싱들의 한쪽 옆면을 따라 유연한 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)를 포함할 수 있다. 이러한 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)의 내부에는 유체가 수용되어 냉각될 수 있으며, 이러한 유체는 물일 수 있다.
- [0057] 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)에 유체가 냉각되면 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)는 강성을 획득할 수 있다. 이에 따라, 강성을 획득한 제1 튜브(411) 및 제2 튜브(412)에 의해 복수의 케이싱(110)들이 서로 구속적으로 연결될 수 있다. 이러한 상태에서 복수의 케이싱(110)들은 일렬로 지반에 용이하게 관입될 수 있다.
- [0058] 또한, 관입 안내부(400)는 연결부(300)를 냉각하는 것으로 형성될 수 있다. 구체적으로, 연결부(300)들이 냉각됨으로써 케이싱(110)들은 일렬로 배열된 상태를 유지할 수 있다. 이 때, 연결부(300)들에 물과 같은 유체를 적용하여 연결부(300)의 냉각 상태 유지를 보조할 수 있다. 케이싱(110)들을 일렬로 강성을 일시적으로 획득하게 할 수 있는 어느 것이든 관입 안내부(400)가 될 수 있다.
- [0059] 이하에서는 도 6을 참조하여 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 방법을 더욱 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0060] 우선, 비구속적으로 연결된 복수의 케이싱(110)들이 제공된다(S10).
- [0061] 이어서, 튜브(410)가 케이싱(110)들의 연결방향을 따라 배열된다(S20). 이어서, 튜브(410)에 유체가 주입된다(S30). 이어서, 유체가 냉각된다(S40). 이를 통해, 튜브(410)에 강성을 획득하도록 한다. 본 실시예에서는 튜브(410)가 제공되고 유체가 튜브(410)에 주입되는 것으로 설명되었으나, 이에 한정되는 것은 아니고 유체가 주입된 튜브(410)가 케이싱(110)의 연결방향을 따라 배열될 수도 있다. 마찬가지로, 유체가 주입되어 냉각된 상태로 튜브(410)가 케이싱(110)의 연결방향을 따라 배열될 수도 있다.
- [0062] 다음으로, 케이싱(110)들이 서로 구속된 상태로 지반에 관입된다(S50). 관입되는 과정은 임의의 관입 장치로 수행할 수 있다. 이 때 관입 방향은 길이방향 뿐만 아니라 사선방향 또는 폭방향일 수도 있다.
- [0063] 이어서, 케이싱들의 구속이 해제된다(S60). 이를 통해 지반 정보 측정 장치(10)는 지반 변형에 민감하게 반응할 수 있는 상태가 될 수 있다.

[0064] 구체적으로 유체가 물일 경우, 케이싱(110)들이 지반에 삽입되면 주변의 온도가 물의 녹는점 이상으로 상승되고, 이에 따라 물은 고체상태인 얼음에서 액체상태로 변화된다. 액체상태의 물은 튜브(410)의 강성을 더 이상 제공하지 않으므로, 튜브(410)는 더 이상 연결부(300)를 구속하지 않는다. 그럼으로써 지반 정보 측정 장치(10)는 지반 변형에 대해 민감하게 반응할 수 있는 상태가 될 수 있다.

[0065] 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치(10)에 의해 지반 내 깊이방향, 사선방향 또는 폭방향의 변형이 민감하게 측정될 수 있고, 이러한 지반 정보 측정 장치(10)는 일시적으로 강성이 획득되어 지반에 용이하게 관입된 후에 강성이 해제됨으로써 지반 변형에 유연하게 반응될 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 지반 정보 측정 장치(10)에 의해 지반 정보 데이터가 수치화되어 지반 변형에 따른 위험도가 정량적으로 생성될 수 있다.

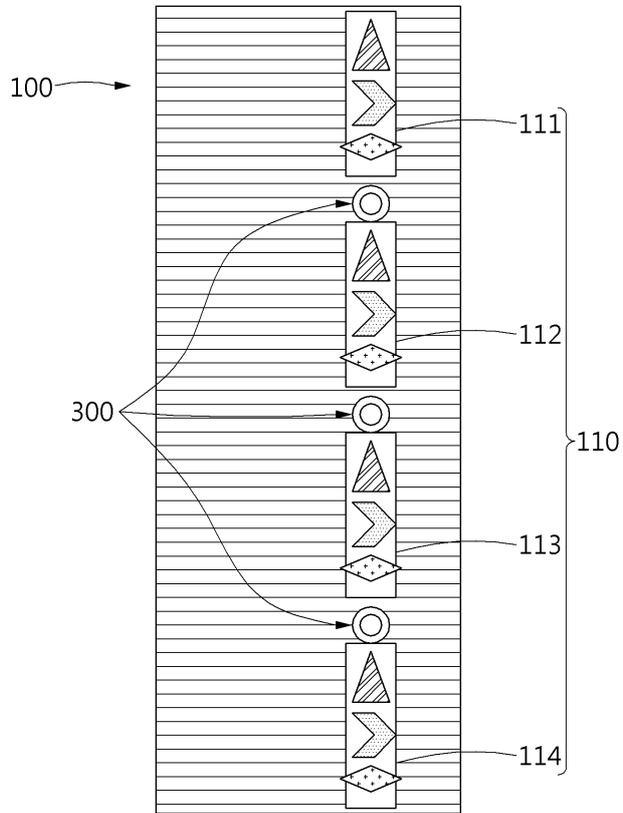
부호의 설명

- [0066] 10: 지반 정보 측정 장치
- 100: 몸체부
- 110: 케이싱
- 111: 제1 케이싱
- 112: 제2 케이싱
- 113: 제3 케이싱
- 114: 제4 케이싱
- 200: 측정부
- 210: 가속도 센서
- 220: 기울기 센서
- 230: 토압계
- 300: 연결부
- 400: 관입 안내부
- 410: 튜브
- 411: 제1 튜브
- 412: 제2 튜브

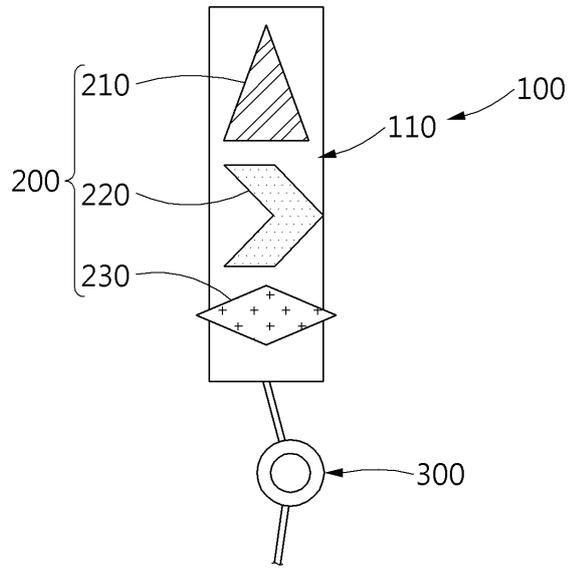
도면

도면1

10

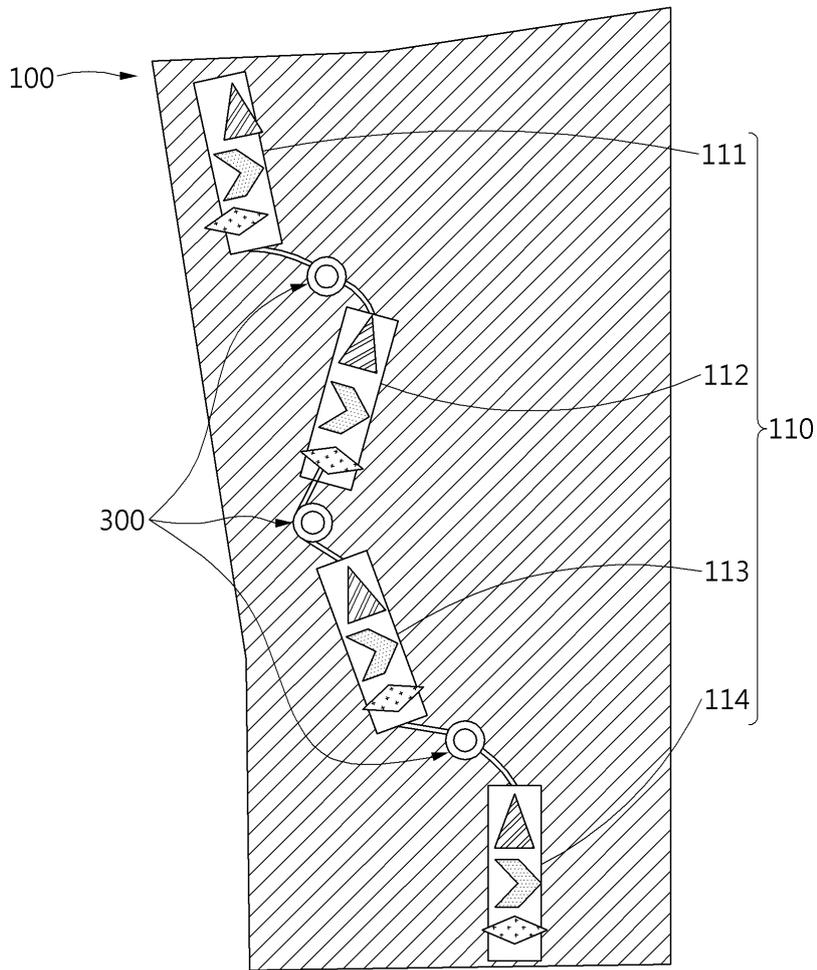


도면2

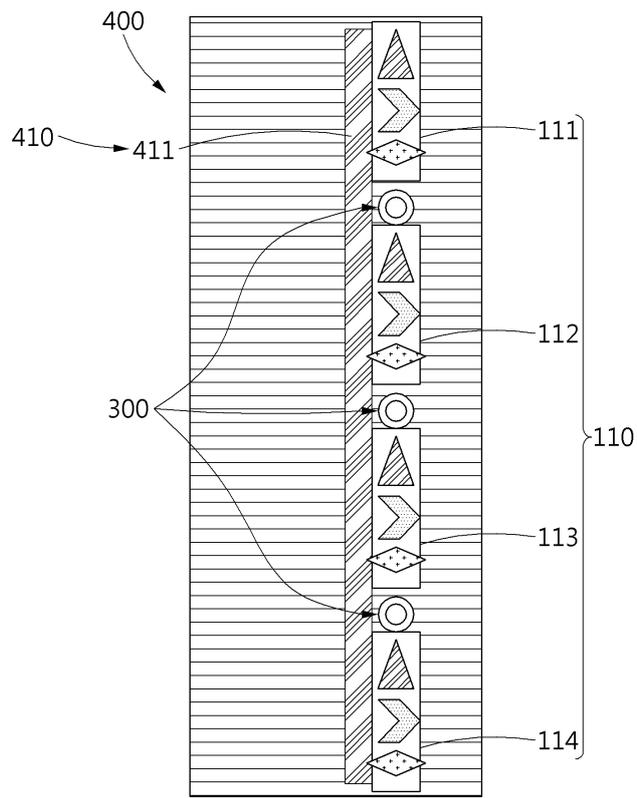


도면3

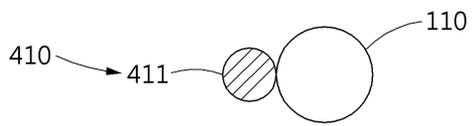
10



도면4

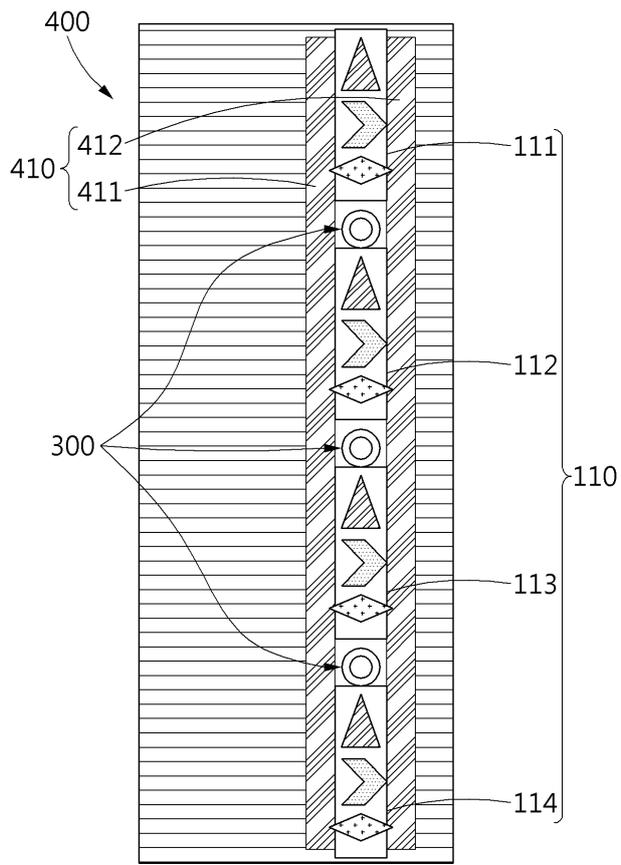


(a)

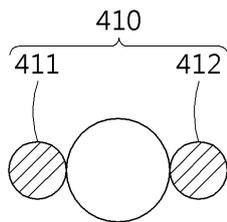


(b)

도면5



(a)



(b)

도면6

