



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월12일

(11) 등록번호 10-2397962

(24) 등록일자 2022년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E02D 33/00 (2006.01) *G01B 21/32* (2006.01)

(52) CPC특허분류

E02D 33/00 (2013.01)

G01B 21/32 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0009846

(22) 출원일자 2021년01월25일

심사청구일자 2021년01월25일

(56) 선행기술조사문헌

JP2007138625 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

경상국립대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

강기천

경상남도 진주시 진주대로815번길 11, 118동 501호

김지성

경상남도 사천시 정동면 여옥길 36, 103동 1205호

(74) 대리인

특허법인명

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 이재연

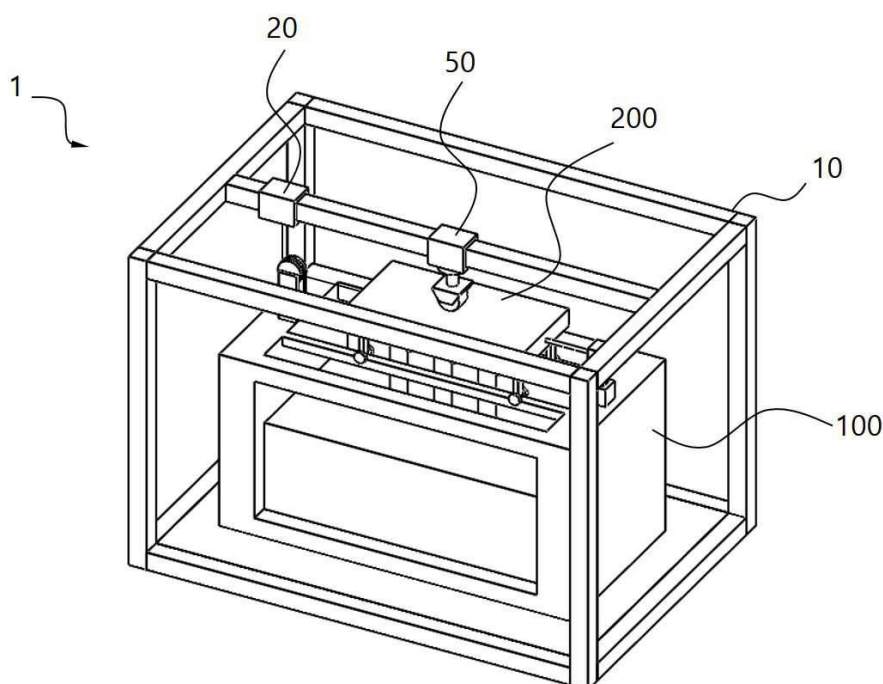
(54) 발명의 명칭 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템

(57) 요약

본 발명은 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템에 관한 것으로, 강체프레임, 상기 강체프레임 내부에 고정설치되며 내부에 토사가 채워지고 상기 토사 내부에 하나 이상의 말뚝이 설치되는 토조부, 상기 토조부 상부에서 이동 가능하도록 마련되며 상기 말뚝에 하중을 가하는 재하판, 상기 토조부 상부에 마련되어 상기 재하판의 이동변위

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



를 측정하는 변위계, 상기 강체프레임의 상부 일측에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 재하장치, 일측이 상기 재하장치와 연결되고 타측이 상기 재하판과 연결되는 와이어로프, 및 상기 토조부의 상부 일측에 마련되어 상기 재하장치의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 수평력 변환장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템에 의하면, 토조의 토사에 매설된 하나 이상의 말뚝에 대해 한번에 수평하중을 가해 동시에 수평저항력을 측정할 수 있으며, 각각의 말뚝이 매설된 간격에 의해 발생가능한 오차거리까지 조절할 수 있어 다양한 간격을 가지는 무리말뚝이라도 동시에 수평저항력을 측정할 수 있는 효과가 얻어진다.

(52) CPC특허분류

G01L 23/18 (2013.01)

G01L 3/1464 (2013.01)

E02D 2300/0034 (2013.01)

E02D 2600/10 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150070862 A*

김지성 외 2명. 동적 수평하중에 의한 단일 경사말뚝의 거동특성. 한국지반공학회논문집. 2017년 9월 20일, 제33권, 9호, pp. 49 ~ 60*

KR101207199 B1

KR1020130067102 A

KR101413647 B1

KR101383234 B1

KR1020120114706 A

KR1020110064503 A

KR1020140062840 A

KR1020200007567 A

KR1020220049223 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

강체프레임;

상기 강체프레임 내부에 고정설치되며 내부에 토사가 채워지고 상기 토사 내부에 여러 개의 말뚝으로 이루어진 무리말뚝이 설치되며, 상부에 가이드레일이 형성된 토조부;

상기 토조부 상부에서 상기 가이드레일을 따라 이동 가능하도록 마련되며 상기 말뚝에 하중을 가하는 재하판;

상기 토조부 상부에 마련되어 상기 재하판의 이동변위를 측정하는 변위계;

상기 강체프레임의 상부 일측에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 재하장치;

일측이 상기 재하장치와 연결되고 타측이 상기 재하판과 연결되는 와이어로프;

상기 토조부의 상부 일측에 마련되어 상기 재하장치의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 수평력 변환장치; 및

상기 강체프레임 상부에 마련되며, 상기 강체프레임의 상부와 상기 재하판의 상부 사이에 게재되어 상기 재하판이 수평하중을 받을 때 상기 재하판이 상기 토조부에 형성된 가이드레일의 이동경로를 이탈하여 상기 재하판의 본체가 뜨는 것을 방지하는 수평유지장치를 포함하고,

상기 재하장치는 상기 와이어로프에 가해지는 장력을 측정하는 로드셀을 포함하고,

상기 재하판은 상기 본체, 상기 재하판이 상기 토조부의 상부에서 이동가능하도록 상기 본체의 하부에 마련된 바퀴, 및 상기 무리말뚝의 말뚝 수에 대응하는 수로 상기 본체의 하부에 마련되어 상기 무리말뚝의 각 말뚝에 하중을 가하는 측정대를 포함하며,

상기 측정대 각각은 상기 무리말뚝의 각 말뚝에 작용하는 하중을 측정하는 저항센서, 및 상기 무리말뚝의 각 말뚝과 상기 측정대 간의 거리를 조절하기 위한 조절나사를 포함하되,

상기 조절나사는 상기 무리말뚝의 각 말뚝과 각 말뚝에 대응하는 상기 측정대 사이의 거리를 일정하게 조절하여, 상기 무리말뚝에 수평하중을 가하는 경우 다수의 측정대가 동시에 각각의 대응하는 말뚝에 접촉하여 수평하중을 가할 수 있게 되며,

상기 무리말뚝의 각 말뚝과 접촉한 각 측정대의 저항센서는, 각 측정대의 변형에 따른 전기적 저항의 변화를 측정하고, 상기 변위계는 상기 무리말뚝의 각 말뚝과 접촉 이후 발생하는 상기 재하판의 이동변위를 측정하는 것을 특징으로 하는 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 토조부의 하부에 마련되어 상기 토사에 진동을 가하는 하나 이상의 진동다짐장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템에 관한 것으로, 상세하게는 재하판에 마련된 하나 이상의 측정대가 토조에 매설된 하나 이상의 말뚝에 대해 동시에 수평하중을 가하여 무리말뚝에 대한 수평저항력을 측정할 수 있고, 상기 각각의 말뚝이 매설된 간격이 상이하더라도 상기 측정대의 조절나사를 이용해 오차거리를 조절하여 무리말뚝에 대해 동시에 수평저항력을 측정할 수 있는 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 대교, 교량, 고층 구조물, 고층 설비 등의 토목분야의 구조물들은 바람에 의한 하중, 온도하중, 충격하중, 지진하중 등 상당한 크기의 반복적인 수평하중을 받게된다. 그리고 상기와 같은 구조물의 기초로 널리 사용되는 모노파일형 말뚝 또한 수평하중에 의한 영향을 크게 받게 된다.
- [0004] 이러한 반복적인 수평하중은 말뚝 등의 구조물에 수평변위를 발생시키게 되고 이러한 수평변위의 발생은 말뚝과 지반 사이에 비선형적 거동특성, 및 지반에 대한 저항력의 감소 등을 초래할 수 있으며, 결국에는 수평하중을 받는 무리말뚝의 전체적인 설계에도 영향을 미치게 된다.
- [0005] 따라서, 말뚝 설계에 있어서 지반의 종류, 조건, 말뚝과 같은 구조물의 강성이나 거동조건 등의 변수를 고려하여 수평하중을 받는 무리말뚝의 실제 거동을 추정할 수 있는 수평재하시험의 필요성이 요구된다.
- [0006] 한편, 말뚝공법은 아파트 등 대형 시설물의 기초로 가장 보편적으로 사용되고 있는 기초공법이며, 말뚝의 거동특성을 보기위한 현장시험이 어려워 설계를 위한 실내모형시험이 주로 이용되고 있다. 또한 공법이 발전함에 따라 기존의 단독의 말뚝 뿐 아니라, 일정한 간격을 가지는 복수의 말뚝에 대한 수평재하시험 또한 요구되고 있다.
- [0007] 하기 [특허문헌 1]에는 토사에 매설된 파일 구조의 모체에 수평 변위를 측정하기 위해 토사 본체의 양측면에 무게추가 마련된 수평 하중 재하장비를 설치하여 말뚝에 반복적인 수평하중을 가하는 수평 하중 반복재하 장치를 개시하고 있다.
- [0008] 그러나, 모형시험장치에 따라서는 하기 [특허문헌 1]과 같은 수평 하중 재하장비를 설치하기 어려운 구조의 토조일 경우 말뚝에 수평하중을 시험하기 어려운 문제가 있으며, 하나 이상의 말뚝 즉, 무리말뚝에 대해 동시에 수평저항력을 측정하고자 하는 경우 재하시험이 어려운 문제점이 있다.
- [0009] [특허문헌 1] 한국등록특허 제10-1383234호(2014.04.10. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 지반모형시험에 있어서 토조의 토사에 매설된 말뚝 등의 구조물에 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 재하장치에 의한 수직인발력을 하중변환기를 통해 수평하중으로 변환시켜 토조에 매설된 하나 이상의 말뚝 즉, 무리말뚝의 수평하중에 의한 거동을 검증할 수 있는 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 다른 목적은 토조에 매설된 단독말뚝 뿐만 아니라 동시에 여러말뚝에 수평하중을 가하여 동시에 수평저항력을 측정할 수 있는 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템은 강체프레임, 상기 강체프레임 내부에 고정설치되며 내부에 토사가 채워지고 상기 토사 내부에 하나 이상의 말뚝이 설치되는 토조부, 상기 토조부 상부에서 이동 가능하도록 마련되며 상기 말뚝에 하중을 가하는 재하판, 상기 토조부 상부에 마련되어 상기 재하판의 이동변위를 측정하는 변위계, 상기 강체프레임의 상부 일측에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 재하장치, 일측이 상기 재하장치와 연결되고 타측이 상기 재하판과 연결되는 와이어로프, 및 상기 토조부의 상부 일측에 마련되어 상기 재하장치의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 수평력 변환장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 토조부는 상기 재하판이 상기 토조부 상부에서 수평방향으로 이동 가능하도록 이동경로를 형성하는 가이드레일을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 재하판은 본체와, 상기 본체의 하부에 마련되어 상기 가이드레일을 따라 이동가능한 바퀴, 및 상기 본체의 하부에 마련되어 상기 말뚝에 하중을 가하는 하나 이상의 측정대를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 측정대는 상기 말뚝에 작용하는 하중을 측정하는 저항센서, 및 상기 말뚝에 수평하중을 가하는 경우 상기 말뚝과의 거리를 조절하기 위한 조절나사를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 강체프레임 상부에 마련되어 상기 재하판이 이동경로를 이탈하지 않도록 유지시키는 수평유지장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 재하장치는 수직하중을 측정하는 로드셀을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 토조부의 하부에 마련되어 상기 토사에 진동을 가하는 하나 이상의 진동다짐장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템에 의하면, 토조의 토사에 매설된 하나 이상의 말뚝에 대해 한번에 수평하중을 가해 동시에 수평저항력을 측정할 수 있으며, 각각의 말뚝이 매설된 간격에 의해 발생가능한 오차거리까지 조절할 수 있어 다양한 간격을 가지는 무리말뚝이라도 동시에 수평저항력을 측정할 수 있는 효과가 얻어진다.
- [0023] 또한 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템에 의하면, 토조의 토사에 매설된 말뚝 등의 구조물에 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 재하장치에 의한 수직인발력을 수평하중으로 변환하여 말뚝에 직접적인 수평하중을 가할 필요없이 수평하중에 의한 말뚝의 거동을 측정할 수 있는 효과가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템을 나타내는 사시도,
 도 2는 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템을 나타내는 정면도,
 도 3은 본 발명에 따른 측정대를 설명하기 위한 도면, 및
 도 4 내지 6은 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력의 측정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명함으로써 본 발명을 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0028] 도 1은 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템을 나타내는 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템을 나타내는 정면이고, 도 3은 본 발명에 따른 측정대를 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력의 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0029] 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템(1)은 지반을 모사한 지반모형시험에 있어서, 토사에 매설된 하나 이상의 말뚝에 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 재하장치에 의한 수직인발력을 수평력 변환장

치를 통해 수평하중으로 변환시켜 토조에 매설된 하나 이상의 말뚝의 수평하중에 의한 거동을 검증하기 위한 것으로, 토조의 상부에서 이동가능한 재하판을 구비하고, 재하판의 일측에 상기 하나 이상의 말뚝에 수평하중을 가하는 하나 이상의 측정대가 마련되며, 상기 말뚝과 상기 측정대간의 미세거리를 조절할 수 있는 조절나사를 구비하여 단독말뚝 뿐만 아니라 말뚝간 간격이 상이한 무리말뚝에도 수평저항력을 용이하게 측정할 수 있는 측정 시스템(1)을 제공한다.

- [0030] 이와 같은 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템(1)은 강체프레임(10)과, 상기 강체프레임(10) 내부에 고정설치되며 내부에 토사(110)가 채워지고 상기 토사(110) 내부에 하나 이상의 말뚝(120)이 설치되는 토조부(100)와, 상기 토조부(100) 상부에서 이동 가능하도록 마련되며 상기 말뚝(120)에 하중을 가하는 재하판(200)과, 상기 토조부(100) 상부에 마련되어 상기 재하판(200)의 이동변위를 측정하는 변위계(60)와, 상기 강체프레임(10)의 상부 일측에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 재하장치(20)와, 일측이 상기 재하장치(20)와 연결되고 타측이 상기 재하판(100)과 연결되는 와이어로프(40), 및 상기 토조부(100)의 상부 일측에 마련되어 상기 재하장치(20)의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 수평력 변환장치(30)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 도 1 내지 2를 참고하여, 상기 강체프레임(10)은 복수의 프레임이 연결되어 개방된 구조물로, 후술하는 토조부(100)에 토사(110)의 충전 및 상기 토사(110)에 매설된 말뚝(120)에 수평하중을 가할 때 발생하는 하중을 지지한다. 상기 강체프레임(10)의 상부 프레임에는 상기 재하장치(20)와 후술하는 수평유지장치(50)를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 강체프레임(10)은 상기 토조부(100)에 가해지는 진동 또는 하중을 지지할 수 있도록 강철 또는 알루미늄 재질의 프레임으로 구성하는 것이 바람직하다.
- [0033] 상기 토조부(100)는 미도시한 별도의 강사장치를 이용한 토사(110)가 포설되어 모형지반을 형성하는 컨테이너로, 토조부(100)는 최소 가로 1m, 세로 1m, 높이 1m 이상의 상부가 개방된 강성토조이다. 상기 토조부(100)의 외면은 외부에서 내부의 모형지반을 관찰 가능하도록 투명한 아크릴판 또는 유리 재질의 벽으로 구성될 수 있다.
- [0034] 이때 상기 토조부(100)의 하단 일측에는 토조부(100)에 진동을 가해 포설되는 토사(110)의 밀도(다짐도)를 조절하여 특정 밀도의 환경을 모사할 수 있는 진동다짐장치(130)를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0035] 상기 말뚝(120)은 실제 건설현장에서 기초 구조물인 말뚝의 수평하중 시험을 모사하기 위해 상기 토조부(100) 내부에 토사(110)로 형성된 모형지반 내에 설치되며 각각 일정간격을 가지는 하나 이상의 말뚝 형상의 구조물로, 상부 일부가 외부로 노출되도록 설치된다. 상기 말뚝(120)은 후술하는 재하판(200)으로부터 수평하중을 받게된다.
- [0036] 도 4를 참고하여, 상기 재하판(200)은 상기 토조부(100)의 상부에서 이동 가능하도록 마련되며 상기 말뚝(120)에 수평방향으로 하중을 가하는 시험장치로, 판 형상의 본체(201)와, 바퀴(202), 및 측정대(210)를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 판 형상의 본체(201) 하부에는 상기 재하판(200)이 상기 토조부(100)의 상부에서 이동 가능하도록 바퀴(202)가 마련된다. 상기 토조부(100)의 상부에는 상기 바퀴(202)가 수평방향으로 이동 가능하도록 이동경로를 형성하는 가이드레일이 마련되는 것이 바람직하다.
- [0038] 상기 측정대(210)는 상기 본체(201)의 하부에서 하방으로 연장되어 마련되는 판 형상의 시험장치로, 상기 바퀴(202)가 상기 토조부(100)의 가이드레일을 따라 수평방향으로 이동함에 따라 상기 토조부(100)에 매설된 말뚝(120)에 수평방향으로 하중을 가하게 된다. 상기 측정대(210)는 상기 토조부(100)에 매설된 각각의 말뚝(120)마다 수평하중을 가할 수 있도록, 상기 말뚝(120)의 개수에 대응하여 마련되는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 측정대(210)는 상기 재하판(200)이 수평이동하여 상기 측정대(210)가 상기 말뚝(120)에 접촉하여 발생하는 수평저항력을 측정한다. 이때 상기 측정대(210)는 상기 말뚝(120)에 작용하는 하중을 측정하는 저항센서(220), 및 상기 말뚝(120)과의 거리를 조절하기 위한 조절나사(211)를 더 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 저항센서(220)는 상기 측정대(210)의 일면에 걸쳐 부착되어 상기 말뚝(120)에 가해지는 하중에 의한 저항력을 측정하는 센서로 일실시예에 따라 구조체가 변형됨에 따른 전기적 저항의 변화를 측정하는 스트레인 게이지로 구현될 수 있으며, 상기 저항센서(220)는 피측정체인 상기 측정대(210)의 표면에 부착되는 베이스(221)와 상기 베이스(221) 상단에 마련되는 저항선(222)을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 조절나사(211)는 상기 측정대(200)의 전방측 즉 상기 재하판(200)이 수평방향으로 이동하여 상기 말뚝

(120)과 접촉하는 방향으로 돌출되는 조절가능한 나사로, 일실시예에 따라 일측 또는 타측방향으로 나사를 회전시켜 조절하여 나사의 돌출크기를 조절할 수 있다. 즉, 조절나사(221)의 조절로 상기 측정대(200)와 상기 말뚝(120) 간의 거리를 조절할 수 있다.

- [0042] 상기 강체프레임(10)의 상부 일측에는 후술하는 와이어로프(40)의 일측과 연결되어 상기 재하판(200)을 수평이동시키는 재하장치(20)가 마련된다. 상기 재하장치(20)는 후술하는 와이어로프(40)를 수직방향으로 당기는 수직인발력을 제공한다. 상기 재하장치(20)에는 상기 와이어로프(40)에 가해지는 장력을 측정하는 압축 로드셀을 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 와이어로프(40)는 상기 재하장치(20)와 상기 재하판(200) 사이에 게재되는 강성 재질의 와이어로, 일측이 상기 재하장치(20)와 연결되고 타측이 상기 재하판(200)의 전방 일측과 연결되어 상기 재하장치(20)의 수직하중 즉, 수직인발력을 상기 재하판(200)에 전달한다. 상기 와이어로프(40)는 상기 재하장치(20)의 수직인발력에 의한 장력을 충분히 견딜 수 있는 소재를 사용하는 것이 바람직하며 예시로 스틸 와이어, 탄소강선 등이 사용될 수 있다.
- [0044] 상기 수평력 변환장치(30)는 상기 토조부(100)의 상부 일측에 마련되어 상기 재하장치(20)의 수직인발력을 수평하중으로 변환하는 장치이다. 일실시예에 따라 상기 수평력 변환장치(30)는 상기 와이어로프(40)의 중도에 설치되는 고정 도르레로 구현될 수 있다.
- [0045] 상기 변위계(60)는 상기 재하판(200)의 일측과 연결되어 상기 재하판(200)의 수평이동에 따른 이동변위를 측정한다. 일실시예에 따라 상기 변위계(60)는 상기 재하판(200)의 후방에 설치될 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0046] 한편, 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템은 수평유지장치(50)를 더 포함할 수 있다. 상기 수평유지장치(50)는 상기 강체프레임(10)의 상부와 상기 재하판(200)의 상부 사이에 게재되어 상기 재하판(200)이 상기 재하장치(20), 및 와이어로프(40)로부터 수평하중을 받을 때 상기 재하판(200)이 상기 토조부(100)에 형성된 가이드레일의 이동경로를 이탈하여 본체(201)가 뜨는 것을 방지한다. 이때 상기 수평유지장치(50)는 상기 재하판(200)의 수평방향으로의 이동을 따라갈 수 있도록 상기 강체프레임(10)의 상부에는 가이드레일이 더 마련될 수 있다.
- [0048] 도 4 내지 6은 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력의 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 상기과 같이 구성되는 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템(1)의 동작은 우선 상기 강체프레임(10) 내부에 고정설치된 상기 토조부(100)에 별도의 강사장치를 이용하여 토사(110)를 포설하여 모형지반을 형성하고, 형성된 모형지반에 하나 이상의 말뚝(120)을 일정간격으로 매설한다. 이때 토사(110)의 포설과 동시에 상기 진동다짐장치(130)를 동작시켜 모형지반이 특정 다짐도를 가지도록 형성할 수 있다.
- [0050] 다음으로, 상기 토조부(100) 상부에 수평방향으로 마련된 가이드레일에 상기 재하판(200)을 설치한다. 이후 상기 재하판(200)의 전방과 상기 강체프레임(10)의 상부에 설치된 재하장치(20)를 와이어로프(40)로 연결하고, 상기 와이어로프(40)의 중도에는 수평력 변환장치(30)를 설치한다. 이때 상기 수평력 변환장치(30)는 상기 재하장치(20) 방향으로 연결된 와이어로프(40)가 수직을 형성하고, 상기 재하판(200) 방향으로 연결된 와이어로프(40)는 수평을 형성하도록 위치를 조절하여 설치하는 것이 바람직하다.
- [0051] 또한, 상기 재하판(200)은 하단에 마련된 측정대(210)가 상기 토조부(100)의 토사(110) 모형지반으로부터 돌출된 상기 말뚝(120)에 수평방향으로 이동하여 접촉할 수 있도록 상기 측정대(210)가 상기 말뚝(120)의 후단에 위치하게 상기 재하판(200)을 위치시킨다. 이때 말뚝(120)이 하나 이상 즉, 무리말뚝일 경우, 상기 측정대(210)는 말뚝(120)의 개수에 대응하여 마련하고, 각각의 측정대(210)는 각각 대응하는 말뚝(120)의 후단에 위치하도록 한다.
- [0052] 다음으로, 상기 재하판(200)의 후단에는 변위계(60)를 설치하여 상기 재하판(200)의 수평이동에 따른 말뚝(120)의 변위를 측정하도록 하고, 상기 강체프레임(10)의 상부에는 상기 재하판(200)이 수평이동 중에 이동경로를 이탈하지 않도록 수평유지장치(50)를 설치한다.
- [0053] 이후, 상기 재하장치(20)는 연결된 상기 와이어로프(40)에 상부방향으로의 수직하중 즉, 수직인발력을 가한다. 이때 재하장치(20)는 상기 와이어로프(40)에 가해지는 장력을 측정한다.
- [0054] 상기 수평력 변환장치(30)는 상기 와이어로프(40)에 가해지는 수직인발력 즉, 수직하중을 수평하중으로 변환한다. 상기 수평력 변환장치(30)에 의해 변환된 수평하중으로 상기 재하판(200)은 상기 토조부(100) 상부에서 수

평하중이 작용되는 방향으로 수평이동하게 된다.

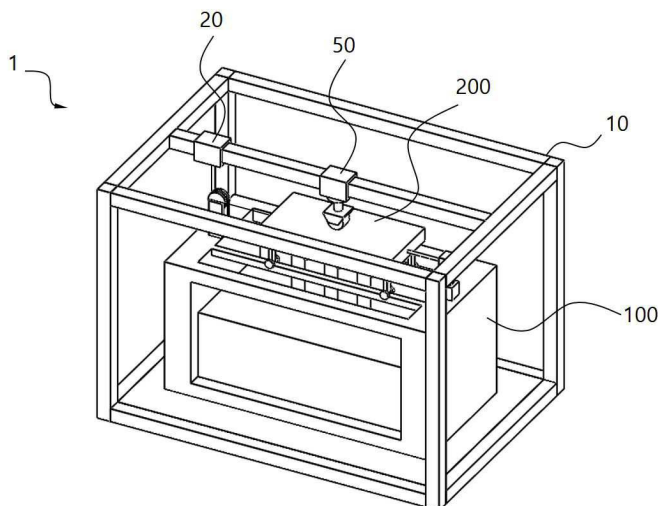
- [0055] 상기 재하판(20)와 수평력 변환장치(30)로 수평하중을 받는 재하판(200) 하단의 측정대(210)는 상기 재하판(200)과 같이 수평방향으로 이동하여 상기 말뚝(120)에 접촉하게 된다. 상기 말뚝(120)과 접촉한 측정대(210) 표면에 부착된 저항센서(220)는 상기 말뚝(120)과 접촉하여 측정대(210)의 변형에 따른 전기적 저항의 변화를 측정하고, 상기 변위계(60)는 상기 말뚝(120)과 접촉 이후 발생하는 재하판(200)의 변위를 측정하여 도시하지 않은 단말기로 데이터를 전송할 수 있다.
- [0056] 한편, 도 4에 도시한 바와 같이, 각각의 말뚝(120)과 측정대(200) 사이의 거리가 일정한 경우에는 상기 측정대(200)가 상기 말뚝(120)에 동시에 접촉하여 상기 말뚝(120)에 수평하중을 가할 수 있으나, 도 5에 도시한 바와 같이, 다수의 말뚝(120)에 수평하중을 가하는 경우, 어느 하나의 말뚝(120)과 측정대(200)간의 간격이 일정하지 않아 무리말뚝(120)에 동시에 하중을 가하기 어려워 시험에 오차가 발생할 수 있다.
- [0057] 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템(1)은 상기 측정대(210)에 마련된 조절나사(211)를 통해 상기 말뚝(120)과 측정대(200) 사이의 거리를 조절하여 다수의 측정대(200)가 동시에 각각의 대응하는 말뚝(120)에 접촉하여 수평하중을 가할 수 있도록 한다.
- [0058] 즉, 도 6에 도시한 바와 같이, 상기 측정대(200)에 돌출 마련된 조절나사(211)를 조절하여 각각의 측정대(200)마다 각각 대응하는 말뚝(120)과의 미세거리를 조절하도록 하여 한 번의 수평이동만으로 모든 측정대(200)가 각각 대응하는 말뚝(120)에 동시에 하중을 가할 수 있도록 한다.
- [0059] 이와 같이 동작하는 본 발명에 따른 무리말뚝의 수평저항력 측정 시스템(1)은 수직인발력의 수평하중 변환을 통한 재하판(200)의 이동으로 토사(110) 매설된 말뚝(120)의 두부에 수평하중을 가할 수 있으며, 토사(110)에 매설된 다수의 말뚝(120)의 간격이 서로 일정하지 않더라도, 재하판(200)에 형성된 측정대(210)의 조절나사(211)를 통해 거리를 조절하여 다수의 말뚝(120)에 동시에 수평하중을 가할 수 있는 효과가 얻어진다.

부호의 설명

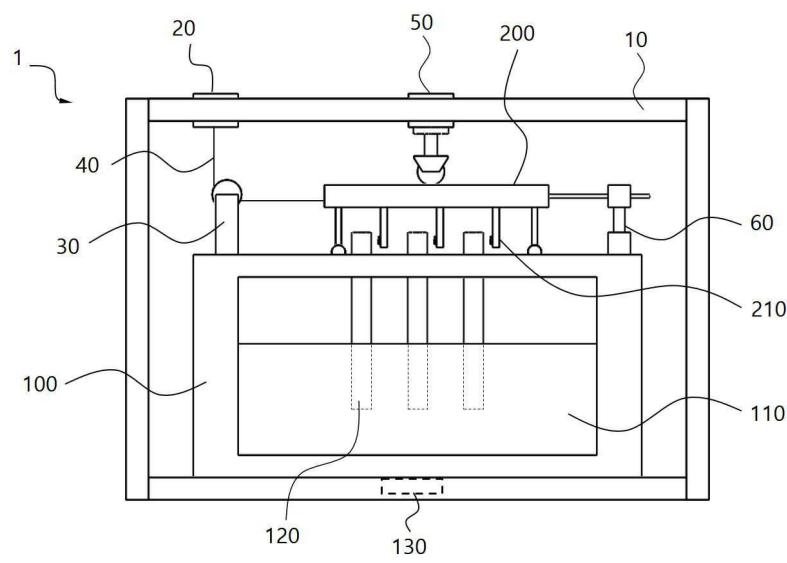
- [0061]
- | | |
|---------------|----------------|
| 10 : 강체프레임 | 20 : 재하장치 |
| 30 : 수평력 변환장치 | 40 : 와이어로프 |
| 50 : 수평유지장치 | 100 : 토조부 |
| 110 : 토사 | 120 : 말뚝(무리말뚝) |
| 200 : 재하판 | |

도면

도면1

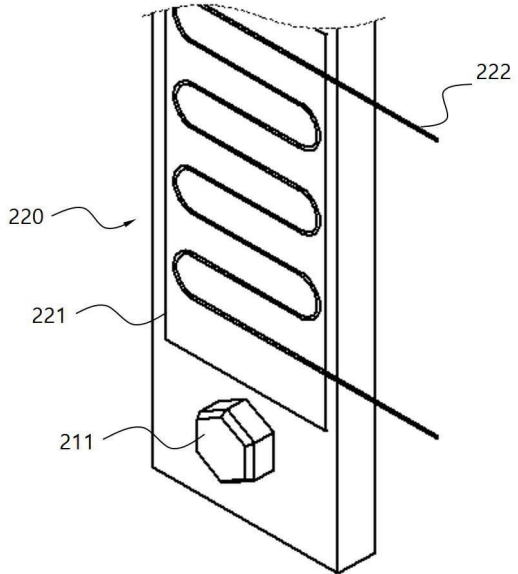


도면2

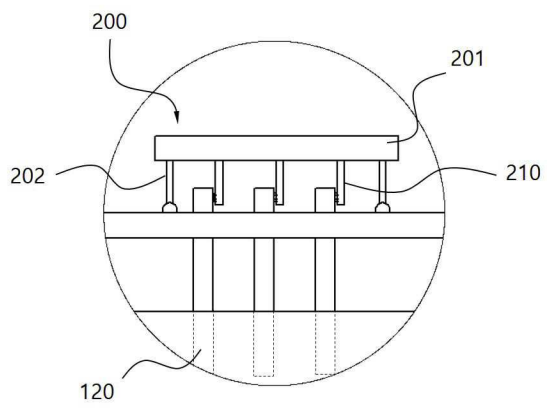


도면3

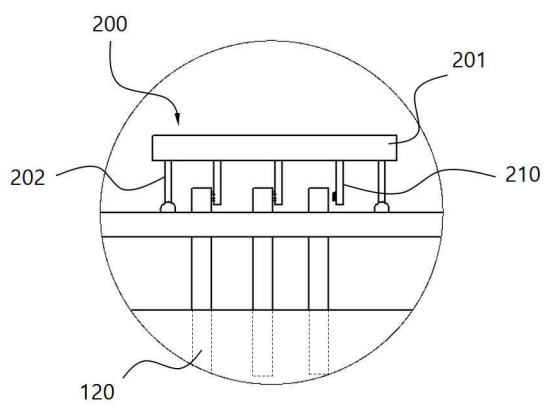
210



도면4



도면5



도면6

