(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0049223
(43) 공개일자 2022년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02D 33/00 (2006.01) *G01B 21/32* (2006.01)
G01M 99/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
E02D 33/00 (2013.01)
G01B 21/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0132598
(22) 출원일자 2020년10월14일
심사청구일자 2020년10월14일

(71) 출원인
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 6 항

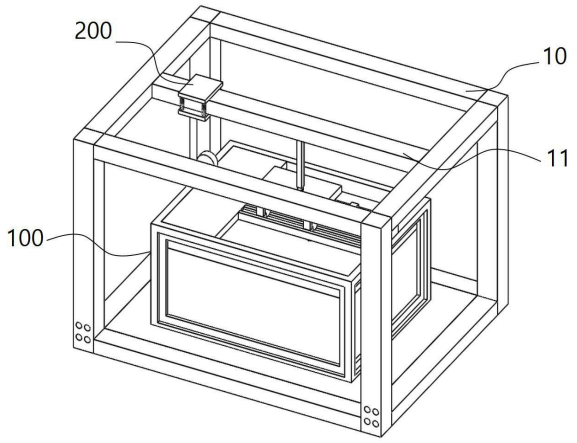
(54) 발명의 명칭 **수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템**

(57) 요 약

본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 사각 형상의 강체프레임, 상기 강체프레임의 내부에 지지되며 내부에 토양이 수용되고 구조물이 설치되는 토조부, 상기 토조부 상부에 마련되어 수평방향으로 이동이 가능한 재하판, 상기 강체프레임 상부에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 수직하중가력장치, 일측이 상기 수직하중가력장치와 연결되고 타측이 상기 재하판과 연결되는 와이어로프, 및 상기 토조부의 상부에 마련되어 상기 수직하중가력장치의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 하중변환기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 토조의 토사에 매설된 말뚝 등의 구조물에 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 수직하중가력장치에 의한 수직인발력을 수평하중으로 변환하여 직접적인 수평하중을 가할 필요없이 수평하중에 의한 구조물의 거동을 측정할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01M 99/007 (2013.01)
E02D 2200/15 (2013.01)
E02D 2300/0034 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

사각 형상의 강체프레임;

상기 강체프레임의 내부에 지지되며 내부에 토양이 수용되고 구조물이 설치되는 토조부;

상기 토조부 상부에 마련되어 수평방향으로 이동이 가능한 재하판;

상기 강체프레임 상부에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 수직하중가력장치;

일측이 상기 수직하중가력장치와 연결되고 타측이 상기 재하판과 연결되는 와이어로프; 및

상기 토조부의 상부에 마련되어 상기 수직하중가력장치의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 하중변환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하중변환기는 상기 와이어로프의 중도에 설치되되,

와이어로프의 일측은 수직하중가력장치와 수직방향으로 연결되고,

와이어로프의 타측은 재하판과 수평방향으로 연결되는 것을 특징으로 하는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 재하판은 하부에 상기 구조물에 수평하중을 가하는 지지대를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 강체프레임은 상기 재하판이 이동경로를 이탈하지 않도록 유지시키는 수평유지장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 재하판의 타측에는 재하판의 이동변위를 측정하는 변위계가 마련되는 것을 특징으로 하는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 수직하중가력장치는 수직하중을 측정하는 로드셀을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템에 관한 것으로, 상세하게는 구조물과 수직하중가력장치를 와이어를 통해 연결하고 수직하중가력장치가 와이어를 수직방향으로 당기면 하중변환기가 수직하중을 수평하중으로 변환하여 지반모형실험에서 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 수직인발력을 수평하중으로 변환하여 지반모형시험을 수행할 수 있는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템을 제공하는 것이다.

배 경 기 술

[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 구조물과 지반 사이에 비선형적 거동특성, 및 지반에 대한 저항력의 감소 등을 초래할 수 있으며, 결국에는 수평하중을 받는 구조물의 전체적인 설계에도 영향을 미치게 된다.

[0005] 따라서, 구조물 설계에 있어서 지반의 종류, 조건, 말뚝과 같은 구조물의 강성이나 거동조건 등의 변수를 고려하여 수평하중을 받는 구조물의 실제 거동을 추정할 수 있는 수평재하실험의 필요성이 요구된다.

[0006] 한편, 상술한 바와 같이 말뚝 등의 구조물이 받는 수평하중의 환경을 모사하는 모형시험장치을 이용하여 구조물의 수평하중 거동을 시험하는 방법이 시행되고 있다.

[0007] 하기 [특허문헌 1]에는 토사에 매설된 파일 구조의 모체에 수평 변위를 측정하기 위해 토사 본체의 양측면에 무게추가 마련된 수평 하중 재하장비를 설치하여 구조물에 반복적인 수평하중을 가하는 수평 하중 반복재하 장치를 개시하고 있다.

[0008] 그러나, 모형시험장치에 따라서는 [특허문헌 1]과 같은 수평 하중 재하장비를 설치하기 어려운 구조의 토조일 경우 구조물에 수평하중을 시험하기 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 수직하중가력장치에 의한 수직인발력을 하중변환기를 통해 수평하중으로 변환시켜 토조의 구조물이 수평하중에 의한 거동을 검증할 수 있는 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 사각 형상의 강체프레임; 상기 강체프레임의 내부에 지지되며 내부에 토양이 수용되고 구조물이 설치되는 토조부; 상기 토조부 상부에 마련되어 수평방향으로 이동이 가능한 재하판; 상기 강체프레임 상부에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 수직하중가력장치; 일측이 상기 수직하중가력장치와 연결되고 타측이 상기 재하판과 연결되는 와이어로프; 및 상기 토조부의 상부에 마련되어 상기 수직하중가력장치의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 하중변환기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 하중변환기는 상기 와이어로프의 중도에 설치되되, 와이어로프의 일측은 수직하중가력장치와 수직방향으로 연결되고, 와이어로프의 타측은 재하판과 수평방향으로 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 재하판은 하부에 상기 구조물에 수평하중을 가하는 지지대를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 강체프레임은 상기 재하판이 이동경로를 이탈하지 않도록 유지시키는 수평유지장치를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 재하판의 타측에는 재하판의 이동변위를 측정하는 변위계가 마련되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 수직하중가력장치는 수직하중을 측정하는 로드셀을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 토조의 토사에 매설된 말뚝 등의 구조물에 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 수직하중가력장치에 의한 수직인발력을 수평하중으로 변환하여 직접적인 수평하중을 가할 필요없이 수평하중에 의한 구조물의 거동을 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템을 나타내는 사시도,

도 2는 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템을 나타내는 정면도,

도 3은 본 발명에 따른 수평하중 변환 시스템을 설명하기 위한 상세도,

도 4는 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템의 동작을 나타내는 도면, 및

도 5는 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템의 구조물 변위에 따른 수평하중비를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 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.

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템을 나타내는 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템을 나타내는 정면도이고, 도 3은 본 발명에 따른 수평하중 변환 시스템을 설명하기 위한 상세도이다.

[0026] 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 지반모형시험에 있어서 토조의 토사에 매설된 말뚝 등의 구조물에 직접적인 수평하중을 가하기 어려운 환경에서 수직하중가력장치에 의한 수직인발력을 하중변환기를 통해 수평하중으로 변환시켜 토조의 구조물이 수평하중에 의한 거동을 검증하기 위한 것으로, 수직하중가력장치의 수직인발력으로 구조물에 가해지는 수평하중을 측정하는 시스템을 제공한다.

[0027] 이와 같은 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 사각 형상의 강체프레임(10)과, 상기 강체프레임(10)의 내부에 지지되며 내부에 토양(110)이 수용되고 구조물(120)이 설치되는 토조부(100), 상기 토조부(100) 상부에 마련되어 수평방향으로 이동이 가능한 재하판(50), 상기 강체프레임(10) 상부에 마련되어 수직방향으로 하중을 가하는 수직하중가력장치(200), 일측이 상기 수직하중가력장치(200)와 연결되고 타측이 상기 재하판(50)과 연결되는 와이어로프(310), 및 상기 토조부(100)의 상부에 마련되어 상기 수직하중가력장치(200)의 수직하중을 수평하중으로 변환하는 하중변환기(300)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명에서 상기 사각 형상의 강체프레임(10)은 상기 토조부(100)를 내부에 수용할 수 있도록 복수의 뼈대로 이루어지는 프레임으로, 후술하는 토조부(100) 내에 토사와 함께 설치되는 구조물(120)에 수평하중을 가함에 있어 토조부(100)에 발생하는 하중을 지지하는 역할로, 상기 강체프레임(10)은 상부에 상기 수직하중가력장치(200)와 후술하는 수평유지장치(20)를 지지하는 지지프레임(11)을 더 포함할 수 있다.

[0029] 이때, 상기 강체프레임(10)은 토조부(100)에 가해지는 진동 또는 하중을 지지할 수 있도록 강철 또는 알루미늄 재질의 프레임으로 구성하는 것이 바람직하다.

[0030] 토조부(100)는 별도의 강사장치를 통해 내부에 토사(100)가 포설되어 모형지반을 형성하는 컨테이너로서, 토조부(100)는 최소 가로 1m, 세로 1m, 높이 1m 이상의 상부가 개방된 강성토조이며, 토조부(100)의 외면은 외부에서 내부에 형성된 모형지반을 관찰할 수 있도록 투명한 아크릴판 또는 유리 재질의 벽으로 구성할 수 있다.

[0031] 구조물(120)은 상기 토조부(100) 내부에 형성된 모형지반 내에서 일부가 토조부(100) 상부로 돌출되도록 매립되는 말뚝 형상의 파일구조물로, 후술하는 재하판(50)에 연결되고 수평하중을 받아 지반 내에 설치되는 기초 구조물이 받게되는 수평하중을 모의시험하기 위한 것이다.

[0032] 재하판(50)은 상기 토조부(100)의 상부에서 이동가능하도록 마련되어 상기 구조물(120)에 수평방향으로 하중을 가하는 시험장치이다. 이때 토조부(100)의 상부에는 상기 재하판(50)이 수평방향으로 이동 가능하도록 이동레일을 포함하는 가이드 레일이 설치되는 것이 바람직하며, 재하판(50) 또한 상기 가이드 레일을 따라 토조부(100) 상부를 수평이동할 수 있도록 바퀴가 마련되는 것이 바람직하다.

[0033] 재하판(50)의 전단에는 재하판(50)을 수평방향으로 당기는 와이어로프(310)가 설치된다. 와이어로프(310)의 재하판(50)을 당기는 동작은 후술하도록 한다.

[0034] 또한, 재하판(50)의 후단에는 재하판(50)의 이동변위를 측정할 수 있는 변위계(30)가 설치될 수 있다. 변위계(30)는 상기 토조부(100)의 상부 일측에 설치되고 변위계(30)의 일측에는 케이블이 연장되어 상기 재하판(50)의 후단과 연결된다. 변위계(30)는 재하판(50)의 수평이동에 따라 케이블이 연장하여 변위량을 측정할 수 있다.

[0035] 또한, 재하판(50)은 토조부(100) 상부를 수평이동함에 따라 상기 구조물(120)에 하중을 가할 수 있도록 재하판(50)의 하부로부터 돌출되는 지지대(51)를 포함할 수 있다. 이때 상기 지지대(51)는 상기 구조물(120)에 직접적으로 하중을 잘 전달할 수 있도록 충분히 하부로 돌출되는 판 형상으로 형성하는 것이 바람직하다.

[0036] 수직하중가력장치(200)는 상기 강체프레임(10)의 상부에 마련되는 지지프레임(11)에 지지되어 후술하는 와이어로프(310)의 일측을 수직방향으로 당겨 올리는 장치이다. 즉, 수직하중가력장치(200)는 와이어로프(310)의 일측을 수직방향으로 당기는 수직인발력을 제공한다. 또한 수직하중가력장치(200)는 와이어로프(310)에 가해지는 장력을 측정하는 로드셀을 포함하여 구성하는 것이 바람직하다.

[0037] 와이어로프(310)는 상기 수직하중가력장치(200)의 하중을 상기 재하판(50)에 전달하는 강성 재질의 와이어로, 와이어로프(310)의 일측은 상기 수직하중가력장치(200)에 수직으로 연결되고, 타측은 상기 재하판(50)의 전단에 연결된다. 와이어로프(310)는 상기 수직하중가력장치(200)의 수직인발력에 의한 장력을 충분히 견딜 수 있는 소재를 사용하는 것이 바람직하며 예시로 스틸 와이어, 탄소강선 등이 사용될 수 있다.

[0038] 하중변환기(300)는 상기 토조부(100)의 상부 일측에 마련되고 와이어로프(310)의 중도에 설치되어 상기 수직하중가력장치(200)의 와이어로프(310)를 통한 수직인발력을 수평하중으로 변환하는 고정 도르래를 구비한 장치로, 상기 와이어로프(310)의 일측이 상기 수직하중가력장치(200)와 수직으로 연결되도록 지지하고, 상기 와이어로프(310)의 타측이 상기 재하판(50)과 수평으로 연결되도록 지지한다.

[0039] 한편, 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 수평유지장치(20)를 더 포함할 수 있다. 수평유지장치(20)는 상기 강체프레임(10)의 지지프레임(11)에 마련되어 상기 재하판(50)의 상부를 누름으로써 재하판(50)이 수평하중을 받아 이동하면서 이동경로를 이탈하는 것을 방지한다. 또한, 수평유지장치(20)는 상기 재하판(50)의 수평방향으로의 이동을 따라갈 수 있도록 상기 지지프레임(11)을 따라 이동하는 것이 바람직하며, 이를 위해 지지프레임(11)에는 가이드 레일이 더 마련될 수 있다.

[0040] 도 4는 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 구조물 변위에 따른 수평하중비를 나타내는 그래프이다.

[0041] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템의 동작은, 우선 토조부(100)에 토사를 채우고 토사에 수평하중을 측정하고자 하는 구조물(120)을 매설하여 토조부(100)에 모형지반을 형성한다.

[0042] 다음으로, 상기 토조부(100)의 상부에 재하판(50)이 수평방향으로 이동가능하도록 설치한 후, 재하판(50)의 전단에는 와이어로프(310)를 연결하고, 후단에는 변위계(30)를 장착한다. 이때 재하판(50)은 재하판(50)의 하부에 형성된 지지대(51)가 상기 토조부(100)의 모형지반으로부터 돌출된 구조물(120)에 직접적인 하중을 가할 수 있

도록 지지대(51)가 구조물(120)의 후단에 위치하게 재하판(50)을 위치시킨다.

[0043] 수직하중가력장치(200)는 일측이 연결된 와이어로프(310)에 강체프레임(10)의 상부방향인 수직방향으로 하중을 가한다. 즉 와이어로프(310)에는 수직인발력이 작용하게 된다. 이때 수직하중가력장치(200)는 설치된 로드셀로 와이어로프(310)에 가해지는 장력을 측정한다.

[0044] 하중변환기(300)는 설치된 고정 도르래로 수직하중가력장치(200)에 연결되어 수직인발력을 받는 와이어로프(300)의 하중을 수평방향으로 변환한다. 이와 같이 변환된 와이어로프(300)의 수평하중은 상기 재하판(50)을 당겨 재하판(50)이 수평방향으로 이동하게 된다.

[0045] 따라서, 재하판(50)의 하부에 마련된 지지대(51)는 재하판(50)의 이동에 따라 모형지반에 설치된 구조물(120)에 재하판(50)의 진행방향인 수평방향으로 하중을 가하게되어 구조물(120)에는 수평하중이 작용하게 된다.

[0046] 이때 재하판(50)의 후단과 연결되는 변위계(30)는 재하판(50)의 이동에 따른 이동변위를 측정하게 되고, 재하판의 상부에는 수평유지장치(20)가 재하판(50)의 이동경로를 따라가며 재하판(50)의 일측이 떠오르는 현상을 방지하여 이동경로를 이탈하는 것을 방지한다.

[0047] 이와 같이 동작하는 본 발명에 따른 수직인발력을 이용한 수평하중 변환 시스템은 도 5에 도시한 바와 같이, 수직인발력을 통한 재하판(50)의 이동으로 구조물(120)의 변위에 따른 수평하중값을 확인할 수 있었다.

부호의 설명

[0049] 10 : 강체프레임 20 : 수평유지장치

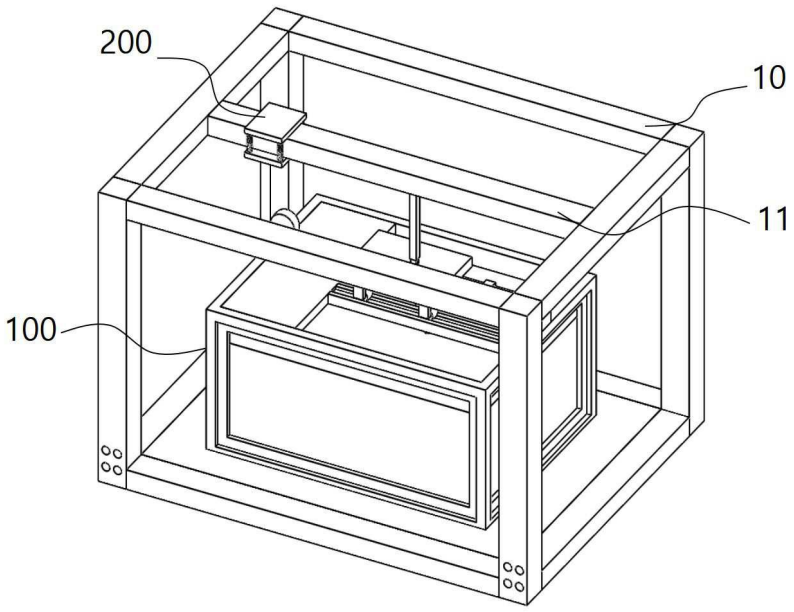
30 : 변위계 50 : 재하판

100 : 토조부 200 : 수직하중가력장치

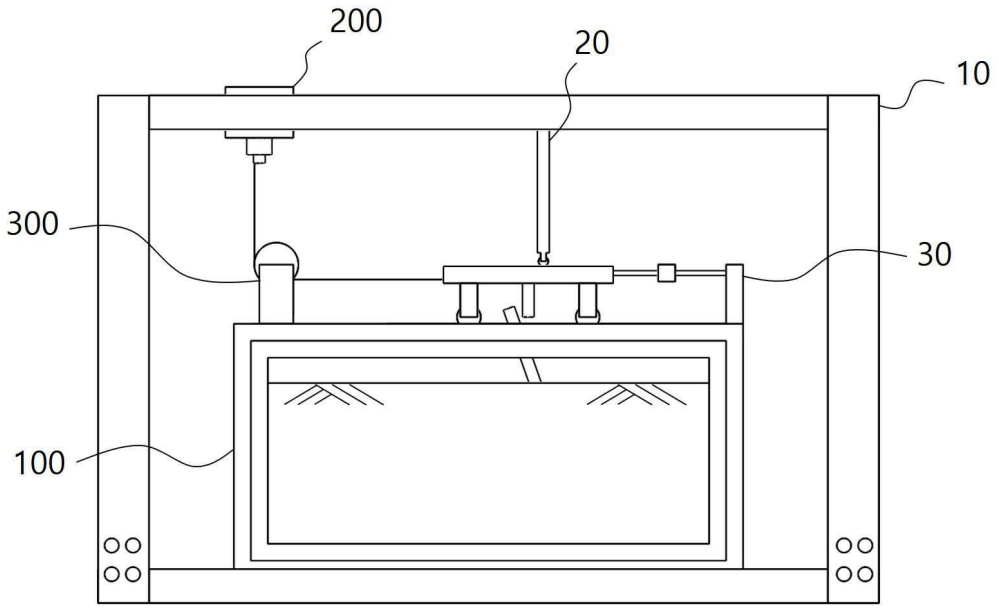
300 : 하중변환기

도면

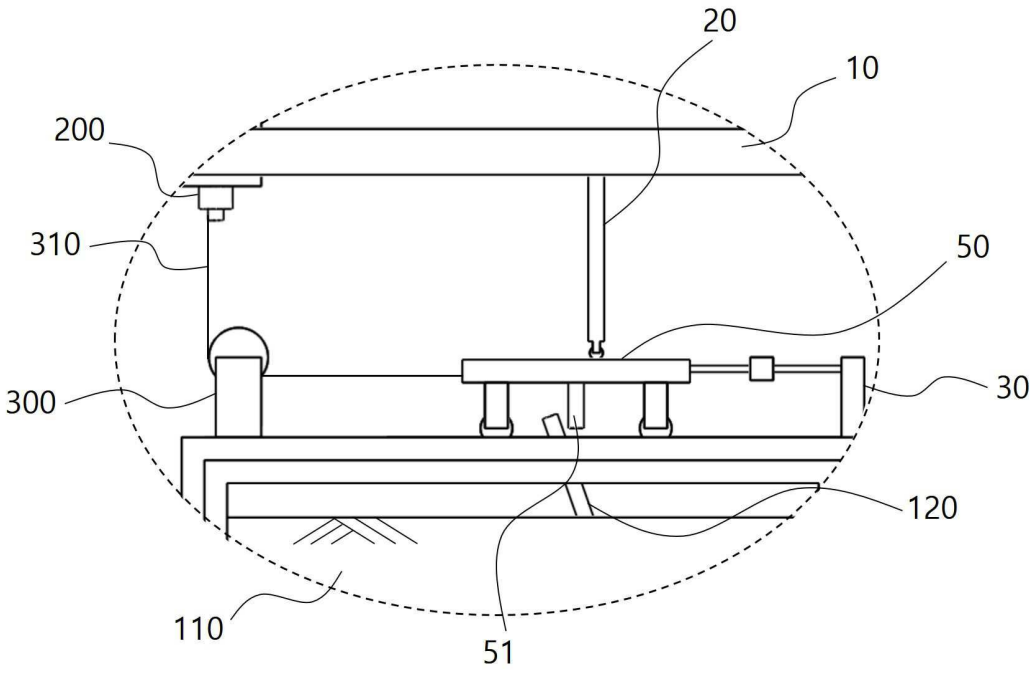
도면1



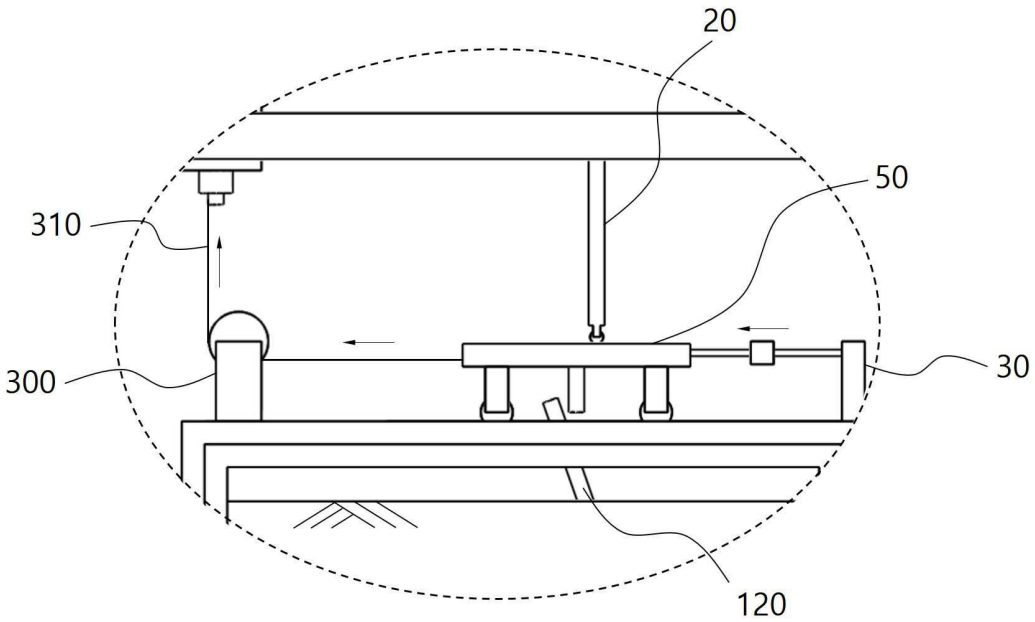
도면2



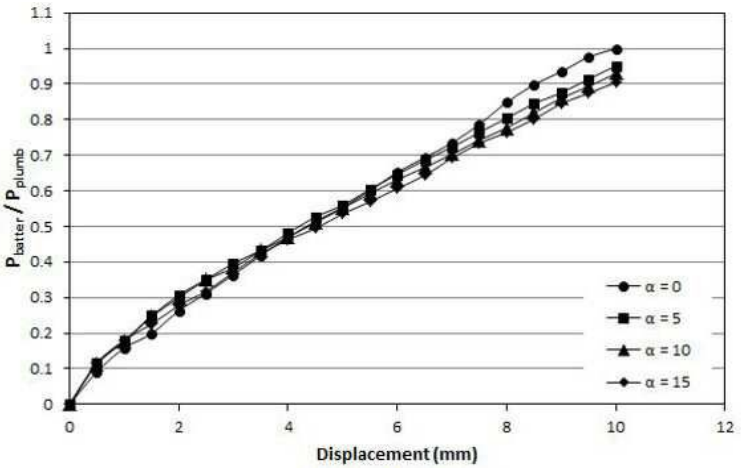
도면3



도면4


20
50
310
300
30
120

도면5


1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
P batter / P plumb
0
2
4
6
8
10
12
Displacement (mm)
α = 0
α = 5
α = 10
α = 15