



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월29일
(11) 등록번호 10-0860937
(24) 등록일자 2008년09월23일

(51) Int. Cl.

E02D 33/00 (2006.01) *G01C 5/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0057862

(22) 출원일자 2007년06월13일

심사청구일자 2007년06월13일

(56) 선행기술조사문헌

JP15344368 A

KR100769583 B1

KR100756892 B1

KR100763955 B1

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

목영진

경기도 과천시 부림동 주공아파트 1015동 404호

정재우

경기도 수원시 영통구 영통동 벽적골 한신아파트 816동 302호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김문재

전체 청구항 수 : 총 6 항

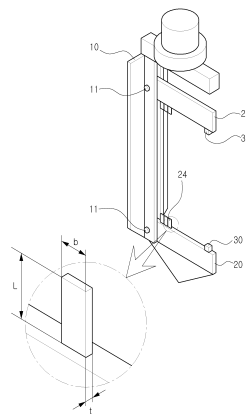
심사관 : 신석효

(54) 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치

(57) 요약

현장의 연약지반에서 벤더 엘리먼트를 이용한 지속적인 압밀과 강성 평가에 따른 양질의 전단파 신호를 계측할 수 있는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치가 개시된다. 본 발명은 일정한 길이로 형성되어 맨드릴 또는 시추기의 선단에 수직하게 장착되는 말뚝부재를 구비한다. 말뚝부재의 일측 상,하부에는 직사각형의 판상형으로 형성되는 한 쌍의 수평부재가 말뚝부재에 대하여 수평하게 각각 배치된 상태에서 소정의 움직임이 가능하도록 각 일단이 힌지 결합된다. 수평부재들의 대응되는 면에는 종방향으로 진동을 발진하고 수신하는 발,수진부재가 각각 구비된다. 이와 같이 구성된 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치는 연약지반에 관입하여 깊이별 전단파 신호를 측정시 수평부재의 넓은 접촉면을 통해 흙과의 접촉이 좋아져 양질의 전단파 신호를 계측할 수 있다. 또한, 말뚝부재와 각 수평부재 사이에 힌지 결합에 의한 유격으로 생긴 틈에 의해 발진부재에서 발생된 진동이 말뚝부재를 타고 수신부재로 도달하는 진동을 최소화하여 더 나은 전단파 신호의 계측이 가능하다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김학성

경기도 화성시 우정읍 원안리 492번지

이창수

서울시 강남구 삼성동 4-3번지 푸른솔진흥 아파트
1-702호

특허청구의 범위

청구항 1

일정한 길이로 형성되고, 맨드릴 또는 시추기의 선단에 장착되어 연약지반에 수직하게 관입되는 말뚝부재;

상기 말뚝부재의 일측 상,하부에 말뚝부재에 대하여 수평하게 각각 배치된 상태에서 소정의 움직임이 가능하도록 각 일단이 힌지 결합되는 한 쌍의 수평부재; 및

상기 수평부재들의 대응되는 면에 각각 구비되어 종방향으로 진동을 발진하고 수신하는 발,수진부재를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 수평부재는 일정한 길이를 가지는 직사각형의 판상형으로 형성된 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 수평부재는 짧은 길이를 가지는 직사각형의 판상형으로 형성되고, 상기 수평부재의 수평한 양 측면에는 수평부재의 길이방향과 직교되도록 돌출되는 하나 이상의 날개가 각각 형성된 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 수평부재는 지그재그형으로 형성된 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수평부재의 서로 대응되는 면에는 공진을 발생시켜 진동을 분산시키기 위한 하나 이상의 공진핀이 더 구비된 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 발진부재와 수신부재는 벤더 엘리먼트로 이루어진 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 현장의 연약지반에서 벤더 엘리먼트를 이용한 지속적인 압밀과 강성 평가에 따른 양질의 전단과 신호를 계측할 수 있는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치에 관한 것이다.
- <12> 우리나라 국토의 30%인 평야지역은 큰 하천유역과 해안에 연하여 발달하고 있다. 이들 평야는 4기 충적세에 퇴적하여 아직 고결되지 않은 대부분 연약한 지층으로 이루어져 있다.
- <13> 일반적으로 공학적인 연약지반의 판단은 모래의 상대밀도가 35%이하일 때와 N치가 4이하일 때, 점토지반의 경우 일축압축강도가 0.25kg/cm²이하인 지반을 의미한다. 하지만 넓은 의미의 연약지반은 상부구조물을 지지할 수 없는 상태의 지반을 말한다.
- <14> 최근에는 쓰레기 매립지와 같은 인공적인 지반도 연약지반으로 포함하고 있으며, 그 범위와 적용 또한 다양해지고 있다. 이러한 연약지반은 지지력 부족 및 활동, 과도한 침하, 부마찰력, 액상화 현상 등의 문제점이 있다.

<15> 따라서 상기한 연약지반을 평가하고 공학적 물성치를 산정하기 위한 방법으로 현장 베인 시험, 피에조미터의 간극수압측정, 피조콘 시험, 딜러토미터 시험과 Rowe cell 압밀 시험 등이 수행되고 있다. 연약지반에 대한 벤더 엘리먼트의 이용은 삼축 압축 셀에 설치하여 흙 공시체의 강성 측정에 액츄에이터와 트랜스듀스로 사용되며 실내시험에 국한되어 활용되고 있는 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<16> 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해소하기 위하여 안출한 것으로, 본 발명의 기술적 과제는 현장의 연약지반에서 벤더 엘리먼트를 이용한 지속적인 압밀과 강성 평가를 위한 최적의 센서를 개발하여 연약지반에 대한 강성 측정시 양질의 진단과 신호를 계속할 수 있도록 한 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <17> 상기와 같은 기술적 과제를 해소하기 위한 본 발명은,
- <18> 일정한 길이로 형성되고, 맨드릴 또는 시추기의 선단에 장착되어 연약지반에 수직하게 관입되는 말뚝부재; 상기 말뚝부재의 일측 상,하부에 말뚝부재에 대하여 수평하게 각각 배치된 상태에서 소정의 움직임이 가능하도록 각 일단이 힌지 결합되는 한 쌍의 수평부재; 및 상기 수평부재들의 대응되는 면에 각각 구비되어 종방향으로 진동을 발진하고 수신하는 발,수진부재를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치를 제공한다.
- <19> 또한, 상기 수평부재는 직사각형의 판상형으로 형성된 것을 특징으로 한다.
- <20> 또한, 상기 수평부재는 짧은 길이를 가지는 직사각형의 판상형으로 형성되고, 상기 수평부재의 수평한 양 측면에는 수평부재의 길이방향과 직교되도록 돌출되는 하나 이상의 날개가 각각 구비된 것을 특징으로 한다.
- <21> 또한, 상기 수평부재는 지그재그형으로 형성된 것을 특징으로 한다.
- <22> 또한, 상기 수평부재의 서로 대응되는 면에는 공진을 발생시켜 진동을 분산시키기 위한 하나 이상의 공진편이 더 구비된 것을 특징으로 한다.
- <23> 또한, 상기 발진부재와 수신부재는 벤더 엘리먼트로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <24> 이하, 본 발명의 바람직한 각 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <25> 도 1에는 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치의 사시도가 도시되어 있고, 도 2에는 도 1에 도시된 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치의 정면도가 도시되어 있으며, 도 3a와 도 3b에는 도 1에 도시된 발진부재와 수신부재를 나타낸 단면도가 도시되어 있다.
- <26> 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치는, 말뚝부재(10), 한 쌍의 수평부재(20,22), 발진부재(30) 및 수신부재(32)로 이루어진다.
- <27> 말뚝부재(10)는 일정한 길이를 가지는 막대형상으로 형성된다. 이러한 말뚝부재(10)는 연직 배수재를 관입시키는 장비, 즉 PBD(Plastic board Drain)장비의 맨드릴(도면에 미도시), 또는 시추기(도면에 미도시)의 선단에 구비되는 표준관입시험 로드(도면에 미도시)에 장착되고, 이들에 의해 연약지반에 수직상태로 관입된다.
- <28> 한 쌍의 수평부재(20,22)는 말뚝부재(10)의 일측 상,하부에 말뚝부재(10)에 대하여 수평하게 각각 배치되도록 서로 대응되게 일정간격 떨어진 상태에서 각 일단이 힌지(11)로 결합되어 있다. 이때, 각 수평부재(20,22)는 힌지(11)를 사용하여 소정의 움직임이 가능하도록 유격을 준 억제된 힌지(11)로 말뚝부재(10)에 결합된다. 이는 각 수평부재(20,22)가 말뚝부재(10)에 약간의 움직임이 가능하도록 힌지(11)에 의해 결합됨으로써 말뚝부재(10)와 각 수평부재(20,22) 사이에 힌지(11) 결합에 의한 유격으로 생긴 틈이 말뚝부재(10)를 타고 들어가는 진단과를 줄여주는 역할을 하게 되므로 좀 더 나은 진단과 신호의 측정이 가능해진다.
- <29> 본 실시 예에서의 각 수평부재(20,22)는 직사각형의 판상형으로 형성된다. 즉, 수평부재(20,22)가 연약지반에 관입되는 경우에 수평부재(20,22)의 넓은 접촉면을 통해 주변 흙과의 접촉이 좋아져 발진부재(30)에서 발생하는 진동이 주변 흙으로 많이 전파되고, 이를 수신부재(32)로 수신하여 더 양호한 진단과 신호를 측정할 수 있게 된다.

- <30> 상기한 각 수평부재(20,22)의 서로 대응되는 면에는 외팔보 형식을 가지는 하나 이상의 공진핀(24)이 각각 구비되어 있다. 공진핀(24)은 대략 직사각형의 얇은 판으로 형성되어지며, 통상적으로 연약지반에서 약 1000Hz에서 가장 좋은 전단파 신호가 계측된다고 할 때 1000Hz에서 공진이 일어날 수 있도록 두께(t)=0.25mm, 길이(L)=14mm, 너비(b)=5mm로 형성된다. 이러한 공진핀(24)은 발진부재(30)에서 발생된 진동이 말뚝부재(10)를 타고 수진부재(32)로 도달하는 에너지를 줄이기 위하여 발,수진부재(30,32)가 구비된 각 수평부재(20,22)에 공진이 일어나도록 진동을 분산시키는 댐퍼 역할을 하게 된다.
- <31> 도 3a에 도시된 바와 같이, 발진부재(30)는 말뚝부재(10)의 일측 하부에 배치되는 수평부재(20)에 구비되어 있다. 이러한 발진부재(30)는 전기적 신호에 의해 종방향으로 진동을 발생하게 된다.
- <32> 도 3b에 도시된 바와 같이, 수진부재(32)는 말뚝부재(10)의 일측 상부에 배치되는 수평부재(22)에 발진부재(30)와 대응되도록 구비되어 있다. 이러한 수진부재(32)는 발진부재(30)로부터 발진되는 진동을 전압으로 변환하여 수신하게 된다.
- <33> 발진부재(30)와 수진부재(32)는 두 개의 세라믹(34,36) 사이에 금속판(38)이 접촉된 상태로 형성되는 벤더 엘리먼트로 이루어진다.
- <34> 이러한 벤더 엘리먼트는 전압이 가해질 때 한쪽 세라믹(34)이 신장하는 동안 반대편 세라믹(36)이 수축하게 됨으로써 만곡형태의 변형이 발생하게 된다. 즉, 전압을 가하면 벤더 엘리먼트가 외팔보(Cantilever) 변형형태로 진동하므로 발진부재(30)의 역할을 할 수 있다.
- <35> 이와는 달리, 외부로부터 벤더 엘리먼트에 휨 변형이 생기면 각 세라믹(34,36)에 각각 압축 및 신장 변형이 발생하여 벤더 엘리먼트 내부에 전하가 일어난다. 즉 진동을 전압으로 변환할 수 있어 수진부재(32)의 역할을 할 수 있다.
- <36> 이와 같은 원리로 벤더 엘리먼트를 이용하여 간단하게 진동을 발생하고 진동을 수신하여 측정하는 것이 가능해진다.
- <37> 상기한 벤더 엘리먼트는 정해진 표준 단면이나 제작법이 있는 것이 아니므로 그 모양이나 단면, 제작 방법은 다양하다. 각 시험 조건이나 시험 대상 매질에 따라 가장 잘 반응할 수 있도록 그 단면을 제작하여야 한다. 벤더 엘리먼트는 세라믹(34,36)과 금속판(38)의 접합 방식이나 단자연결 방법에 따라 직렬과 병렬의 두 가지 방법이 있다.
- <38> 본 실시 예에서의 발진부재(30)는 연약지반 위에 구비되는 신호발생기(도면에 미도시)와 전기적으로 연결되는 전압증폭기(도면에 미도시)와 연결된 두 개의 (-)전선과 하나의 (+)전선 중에서 두 개의 (-)전선을 세라믹(34)의 외부에 각각 연결하고 다른 하나의 (+)전선을 금속판(38)에 연결하여 형성되는 병렬연결 벤더 엘리먼트로 형성된다. 이러한 병렬연결 벤더 엘리먼트는 같은 전압을 가하였을 때 직렬연결보다 병렬연결에서 더 많은 변위가 발생하므로 발진부재(30)로 사용하게 된다.
- <39> 반면에, 수진부재(32)는 (-)전선을 한쪽의 세라믹(34) 외부에 연결하고, (+)전선을 반대쪽 세라믹(36)에 연결하여 형성되는 직렬연결 벤더 엘리먼트로 형성된다. 이러한 직렬연결 벤더 엘리먼트는 압전 특성상 작은 변위에서 높은 전압이 발생하므로 수진부재(32)로 사용하게 된다.
- <40> 상기와 같은 발진부재(30)와 수진부재(32)를 형성하는 벤더 엘리먼트의 공진주파수는 시료에 가해지는 구속력, 응력 상태, 밀도 및 강성뿐만 아니라 벤더 엘리먼트의 크기, 두께 및 길이에 따라 다르므로 이러한 변수를 조정하여 용도에 따라 최상의 벤더 엘리먼트를 제작할 수도 있을 것이다.
- <41> 전술한 바와 같이 구성된 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치의 작용을 설명하면 다음과 같다.
- <42> 본 발명에 의한 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치를 적용하여 연약지반에 대한 강성을 측정하려는 경우, 도 4에 도시된 바와 같이 측정장치가 연약지반 위에 구비되는 신호발생기, 전압증폭기 및 오실로스코프와 전기적으로 연결된 상태에서 맨드릴 또는 시추기의 선단에 고정되게 장착된다.
- <43> 상기와 같이 맨드릴 또는 시추기의 선단에 측정장치가 장착되면, 이들을 이용하여 측정장치를 해당되는 목표 심도까지 관입시킨다.
- <44> 계속해서, 측정장치가 해당되는 측정 지점까지 관입되면, 신호발생기로 발생한 전기적 신호(약 10V)를 전압증폭기로 최대 200배(약 200V)까지 증폭하여 말뚝부재(10)의 하부에 배치되는 수평부재(20)에 구비된 발진부재(30)

에 진동을 발생한다. 그러면, 발진부재(30)는 벤더 엘리먼트의 한쪽 세라믹(34)이 신장함과 동시에 반대편 세라믹(36)이 수축하게 되어 만곡 형태의 변형이 발생하게 되고, 이에 의해 외팔보 변형형태로 진동하게 된다.

<45> 이렇게 발진부재(30)에 의해 발생하는 진동에 따른 파동은 말뚝부재(10)의 상부에 배치되는 수평부재(22)에 구비된 수진부재(32)에 의해 감지된다. 즉, 말뚝부재(10)의 일측 상,하부에 수평하게 각각 배치되는 수평부재(20,22)에 의해 발진부재(30)와 수진부재(32)가 서로 마주보기 때문에 발진부재(30)의 진동에 따른 파동은 종방향으로 이동되어 수진부재(32)에 감지되고, 파동에 따른 진동을 감지한 수진부재(32)는 외부로부터 벤더 엘리먼트에 휨 변형의 발생시 각 세라믹(34,36)이 각각 압축 및 신장 변형이 발생하여 벤더 엘리먼트 내부에 전하기 일어나게 되고, 이에 의해 진동을 전압으로 변환하게 된다.

<46> 이때, 발진부재(30)와 수진부재(32)가 각각 구비되는 수평부재(20,22)는 넓은 접촉면을 갖도록 직사각형의 판상형으로 형성되어 있어 주변 흙과의 접촉이 좋아져 발진부재(30)에서 종방향으로 발생된 진동이 주변 흙으로 많이 전파되고, 이에 의해 수진부재(32)에 의한 진동 감지율이 향상되어 매우 양호한 전단파 신호를 계측할 수 있게 된다.

<47> 또한, 각 수평부재(20,22)는 말뚝부재(10)에 대하여 약간의 움직임이 가능하도록 유격을 준 억제된 힌지(11)를 통해 말뚝부재(10)에 결합됨으로써, 발진부재(30)로 진동을 발생하고 이를 수진부재(32)로 수신하는 경우에 말뚝부재(10)와 각 수평부재(20,22) 사이에 힌지(11) 결합에 의한 유격으로 생긴 틈이 말뚝부재(10)를 타고 들어가는 전단파를 줄여주는 역할을 하게 되므로 더 나은 전단파 신호의 계측이 가능하게 된다.

<48> 또한, 발진부재(30)에서 발생된 진동이 말뚝부재(10)를 타고 수진부재(32)로 도달하는 에너지를 줄이기 위하여 발,수진부재(30,32)가 구비된 각 수평부재(20,22)에 공진이 일어나도록 외팔보 형식의 공진판(24)을 구비하여 진동을 분산시킴으로써 양질의 전단파를 계측할 수 있게 된다.

<49> 계속해서 수진부재(32)에 의해 전압으로 변환된 전기적 신호는 오실로스코프에 의해 관측됨과 동시에 기록장치에 기록되고, 기록장치에 수집된 자료는 컴퓨터의 분석을 통해 깊이별 전단파 속도에 따른 연약지반의 강성을 측정하게 되는 것이다.

<50> 한편, 도 5에는 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치의 사시도가 도시되어 있다.

<51> 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치는, 말뚝부재(10), 한 쌍의 수평부재(20,22), 발진부재(30) 및 수진부재(32)로 이루어진다.

<52> 다만, 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 연약지반 측정장치는 제1 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치의 구조에 있어서 다음과 같은 차이점을 가진다.

<53> 즉, 본 실시 예에서의 각 수평부재(20,22)는 짧은 길이를 가지는 직사각형의 판상형으로 형성되고, 수평부재(20,22)의 수평한 양 측면에 수평부재의 길이방향과 직교되도록 돌출되는 하나 이상의 날개(26)가 각각 구비된다. 이때, 날개(26)는 수평부재(20,22)와 마찬가지로 얇은 두께를 가지는 직사각형의 판상형으로 형성된다.

<54> 따라서 수평부재(20,22)는 길이가 짧아지고 수평부재(20,22)의 수평한 양 측면에 날개(26)가 직교되도록 구비됨으로써 흙과의 접촉 면적을 늘리면서 크기가 줄어들게 되어 소형화가 가능해진다.

<55> 상기와 같이 구성된 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 연약지반 측정장치 구조 이외의 구성은 전술한 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 연약지반 측정장치와 동일하므로 생략하기로 한다.

<56> 이와 같이 구성된 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치는, 수평부재(20,22)의 길이를 짧게 형성하고 짧아진 수평부재(20,22)의 양 측면에 날개(26)를 구비하여 흙과의 접촉 면적을 늘림으로써 소형화가 가능하므로 시추기의 케이싱 속으로 용이하게 관입할 수 있게 된다.

<57> 한편, 도 6에는 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 연약지반 측정장치의 사시도가 도시되어 있다.

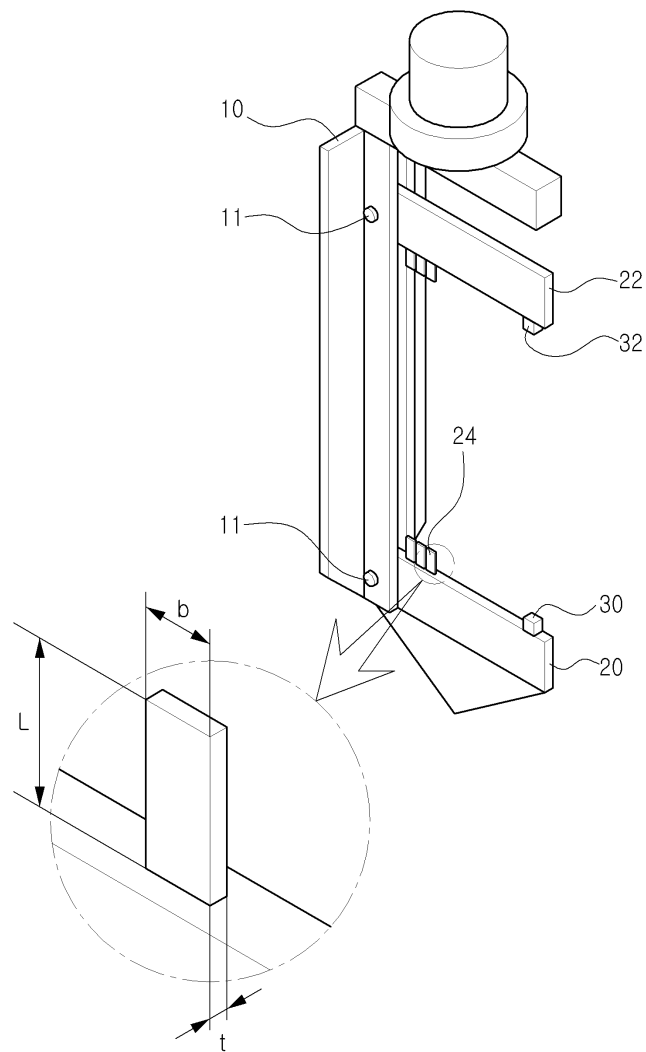
<58> 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치는, 말뚝부재(10), 한 쌍의 수평부재(20,22), 발진부재(30) 및 수진부재(32)로 이루어진다.

<59> 다만, 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 연약지반 측정장치는 제1 실시 예에 따른 벤더 엘리먼트를 이용한 연약지반 측정장치의 구조에 있어서 다음과 같은 차이점을 가진다.

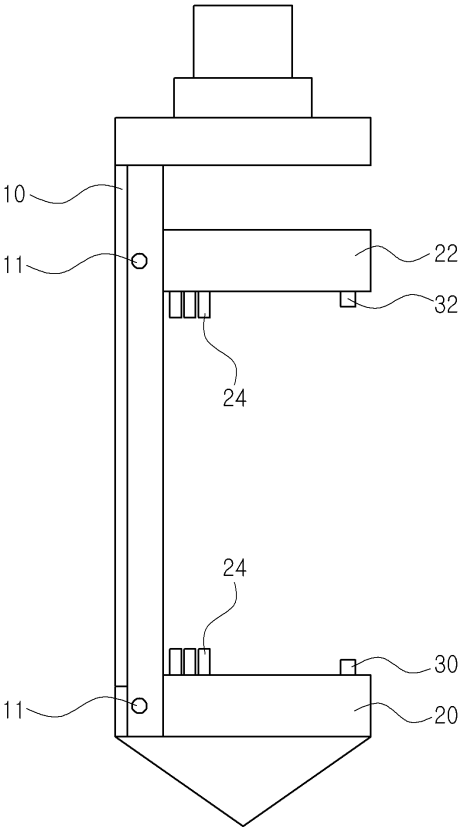
<60> 즉, 본 실시 예에서의 각 수평부재(20,22)는 일정한 길이를 가지는 금속판이 다중절곡되는 지그재그형으로 형성

도면

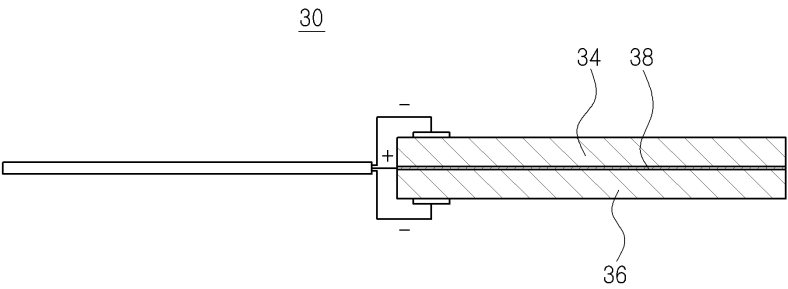
도면1



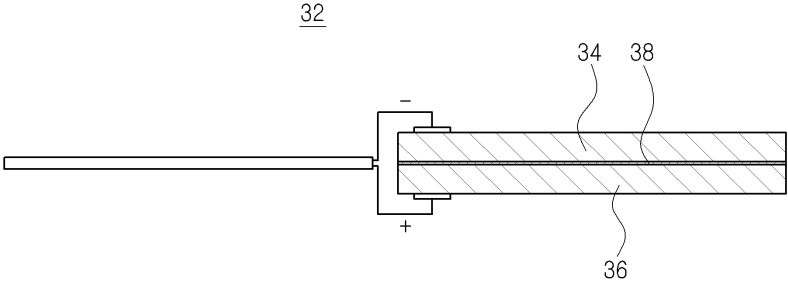
도면2



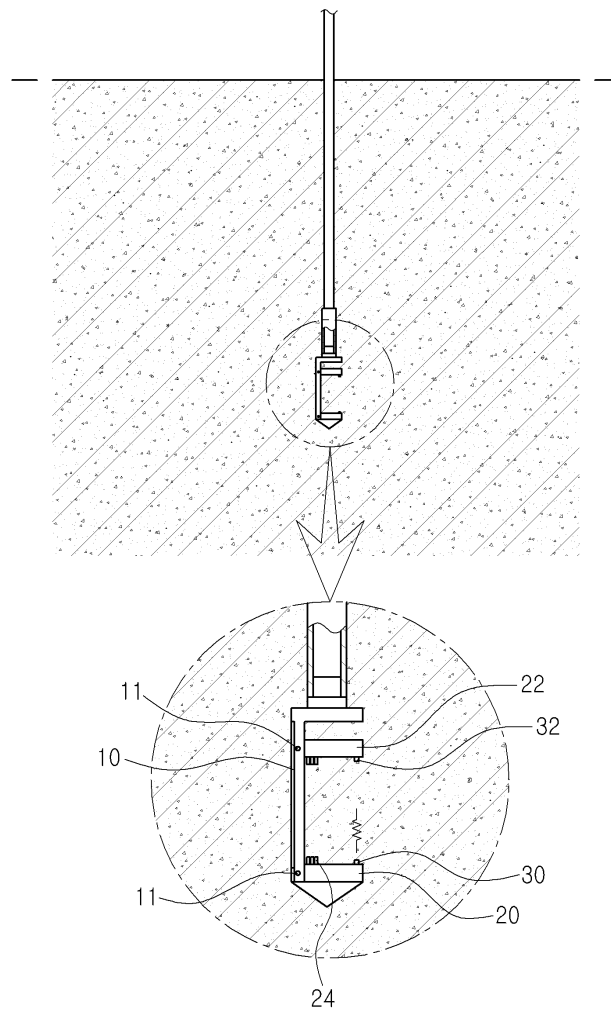
도면3a



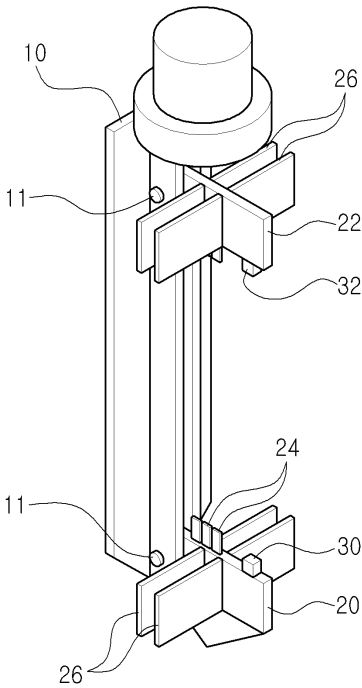
도면3b



도면4



도면5



도면6

