



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월23일
 (11) 등록번호 10-1678912
 (24) 등록일자 2016년11월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 E02D 33/00 (2006.01) G01N 3/40 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0117643
 (22) 출원일자 2014년09월04일
 심사청구일자 2014년09월04일
 (65) 공개번호 10-2015-0028744
 (43) 공개일자 2015년03월16일
 (30) 우선권주장
 1020130107228 2013년09월06일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP09061266 A*
 KR1020050002682 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국건설기술연구원
 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
 (72) 발명자
 이주형
 경기도 파주시 금바위로 100 동문1차아파트 104동 804호
 정문경
 서울특별시 양천구 목동서로 130 목동신시가지아파트 409동 701호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 6 항

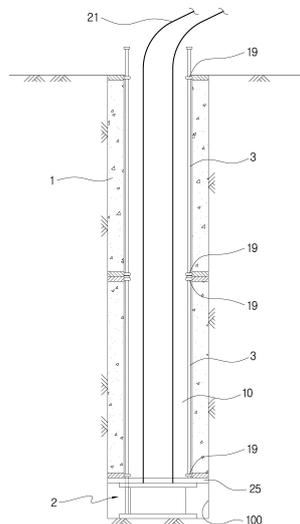
심사관 : 정규영

(54) 발명의 명칭 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법, 및 이를 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조

(57) 요약

본 발명은 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법 및 이러한 양방향 재하시험을 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조에 관한 것으로서, 구체적으로는 강관말뚝이나 프리캐스트 콘크리트 중공말뚝(PHC 말뚝) 등과 같이 사전에 미리 제작되어 지반에 설치되는 매립식 기성말뚝에 대해서 지지력을 측정하기 위한 재하시험을 높은 효율과 저비용으로 수행할 수 있도록 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험기술에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

곽기석

서울특별시 강남구 삼성로64길 5 현대아파트 106동
403호

박재현

경기도 고양시 일산서구 대화1로 72 대화마을아파
트 706동 202호

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

최하부 기성말뚝의 선단과 지반의 천공홀(100)의 저면 사이에 잭장치(2)가 설치되도록 최하부 기성말뚝을 천공홀(100)에 설치하고;

최하부 기성말뚝의 위로 복수개의 기성말뚝(1)을 천공홀(100)에 순차적으로 삽입하여 연직 배치하면서 상,하 기성말뚝을 일체로 연결하고;

잭장치(2)를 신장시켜 기성말뚝과 지반 저면에 대해 각각 양방향으로 가압력을 가하여, 가압력에 의한 변위에 의해 기성말뚝의 지지력을 측정하되;

최하부 기성말뚝의 중공(10) 내부에는 최하부 변위계측봉의 하단이 잭장치에 닿아 있도록 미리 연직하게 고정 설치되어 있고;

최하부 기성말뚝 위에 배치되어 연결될 각각의 기성말뚝(1)의 중공 내부에는 변위계측봉(3)이 상부로 이동 가능하며 변위계측봉(3)의 각각의 기성말뚝(1)의 하단보다 더 아래쪽으로 돌출된 상태로 연직하게 배치되어 있으며;

이미 설치된 기성말뚝 위에 다른 기성말뚝을 연직 배치할 때, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿기 전에 상,하의 기성말뚝 각각에 구비되어 있던 변위계측봉(3)이 서로 맞닿게 되어 변위계측봉(3)을 먼저 연속화시킨 후에, 상,하의 기성말뚝을 서로 닿게 하여 연결함으로써 연속화시키며;

잭장치(2)와 연결된 유압관(21)을 천공홀(100)의 깊이 이상의 길이를 가지도록 하여 기성말뚝(1)의 중공을 관통하도록 배치하고;

기성말뚝(1)을 천공홀(100)에 삽입 설치할 때에는, 관재(41)와 그 하면에 구비된 지그(42)를 포함하는 향타용 보강관(4)을 기성말뚝(1)의 두부에 덮어씌운 후 향타를 수행하되, 향타시에 유압관(21)이 타격되어 손상되는 것을 방지하도록, 유압관(21)의 상단을 향타용 보강관(4)의 지그(42)에 체결하여, 향타될 기성말뚝(1)의 중공 내부에 위치시킨 상태에서 기성말뚝의 두부를 향타하는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

잭장치(2)는 그 상하부에 각각 상판(25)과 저판(26)을 구비하고 있고;

기성말뚝을 천공홀(100)에 삽입 설치하기 위하여 기성말뚝의 두부를 향타할 때 작용하는 힘으로부터 잭장치(2)의 파괴를 예방할 수 있도록, 타격에너지 분산용 강봉(29)이 상판(25)과 저판(26) 사이에 연직하게 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

최상부 기성말뚝을 천공홀(100)에 삽입 설치할 때에는 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행하되;

최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉(3)이 돌출되어 존재하면, 변위계측봉(3)의 돌출된 부분을 절단한 후, 향타 작업을 수행하고;

최상부 기성말뚝의 두부에 대한 향타가 완료된 후에는 변위계측봉(3)의 절단된 부분을 다시 접합 연결하여 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 하는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서,

최상부에 위치하게 되는 변위계측봉(3)은 상단이 절곡되도록 구성되며;

최상부 기성말뚝을 천공홀(100)에 삽입 설치할 때에는 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행하되;

최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉(3)이 돌출되어 존재하면, 변위계측봉(3)의 상단을 절곡하여 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되지 않도록 한 상태에서 향타 작업을 수행하고;

최상부 기성말뚝의 두부에 대한 향타가 완료된 후에는 변위계측봉(3)의 절곡된 부분을 다시 직선으로 펼쳐서 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 하는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법.

청구항 6

제2항 또는 제3항에 있어서,

최상부에 위치하게 되는 변위계측봉(3)은 상단이 길이가 신축되도록 텔레스코픽한 구조를 가지고 있으며;

최상부 기성말뚝을 천공홀(100)에 삽입 설치할 때에는 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행하되;

최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉(3)이 돌출되어 존재하면, 변위계측봉(3)의 상단 길이를 수축시켜서 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되지 않도록 한 상태에서 향타 작업을 수행하고;

최상부 기성말뚝의 두부에 대한 향타가 완료된 후에는 변위계측봉(3)의 상단 길이를 다시 신장시켜서 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 하는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법.

청구항 7

최하부 기성말뚝의 선단과 지반의 천공홀(100)의 저면 사이에 잭장치(2)가 설치되도록 최하부 기성말뚝이 천공홀(100)에 설치되어 있고;

최하부 기성말뚝의 위로 복수개의 기성말뚝(1)이 천공홀(100)에 순차적으로 삽입되어 연직 배치되고 상,하 기성말뚝이 일체로 연결되어 있으며;

기성말뚝의 지지력을 측정하도록, 잭장치(2)가 신장되어 기성말뚝과 지반 저면에 대해 각각 양방향으로 가압력을 가함으로써 가압력에 의한 변위가 발생되도록 하되;

최하부 기성말뚝의 중공(10) 내부에는 최하부 변위계측봉의 하단이 잭장치에 닿아 있도록 미리 연직하게 고정 설치되어 있고;

최하부 기성말뚝 위에 배치되어 연결될 각각의 기성말뚝(1)의 중공 내부에는 변위계측봉(3)이 상부로 이동 가능하며 변위계측봉(3)의 하단은 각각의 기성말뚝(1)의 하단보다 더 아래쪽으로 돌출된 상태로 연직하게 배치되어 있으며;

이미 설치된 기성말뚝 위에 다른 기성말뚝이 연직 배치됨에 있어서, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿기 전에 상,하의 기성말뚝 각각에 구비되어 있던 변위계측봉(3)이 서로 맞닿게 되어 변위계측봉(3)이 먼저 연속화된 후에, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿게 되어 연결되어 연속화되어 있으며;

기성말뚝의 두부를 향타하기에 앞서, 천공홀(100)의 깊이 이상의 길이를 가지면서 잭장치(2)와 연결된 유압관

(21)이, 기성말뚝(1)의 중공을 관통한 상태로 기성말뚝(1)의 중공 내에 배치되고;

기성말뚝(1)을 천공홀(100)에 삽입 설치할 때에는, 판재(41)와 그 하면에 구비된 지그(42)를 포함하는 항타용 보강판(4)이 기성말뚝(1)의 두부에 덮어씌워지는데, 항타시에 유압관(21)이 타격되어 손상되는 것을 방지하도록, 기성말뚝(1)의 두부 항타 전에, 기성말뚝(1)의 중공 내에 배치되어 있던 유압관(21)의 상단은 항타용 보강판(4)의 지그(42)에 체결된 상태에 있는 것을 특징으로 하는 양방향 재하시험을 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법 및 이러한 양방향 재하시험을 위한 매립식 기성말뚝의 설치 구조에 관한 것으로서, 구체적으로는 강관말뚝이나 프리캐스트 콘크리트 중공말뚝(PHC 말뚝) 등과 같이 사전에 미리 제작된 상태에서 현장으로 이송되어 지반에 설치되는 매립식 기성말뚝에 대해서 지지력을 측정하기 위한 재하시험을 높은 효율과 저비용으로 수행할 수 있도록 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험기술에 관한 것이다.

[0002]

배경 기술

[0003] 강관말뚝이나 프리캐스트 콘크리트 중공말뚝(PHC 말뚝) 등과 같이 사전에 미리 제작되어 지반에 설치되며 속이 비어 있는 중공(中空)구조를 가지는 매립식 기성(既成)말뚝에 대해 말뚝의 지지력을 평가하기 위하여 종래에는 동(動)재하시험이나 주변의 다른 말뚝을 반력으로 사용한 정(定)재하시험 방법을 사용되어 왔다. 그러나 동재하시험은 정재하시험에 비해 신뢰도가 떨어져 정재하시험의 보조적인 시험방법으로 사용되고 있으며, 정밀한 지지력 평가를 위해서는 정재하시험을 주로 사용하고 있다.

[0004] 최근에는 말뚝이 지지해야 할 구조물이 대형화됨에 따라 매립식 기성말뚝 역시 구경이 증가하고 있는데, 대구경 말뚝의 경우에는 말뚝의 본당 설계하중이 커짐에 따라 말뚝 사이 간격이 넓어지게 되므로, 종래와 같이 주변의 말뚝을 반력으로 이용하여 연직하게 하중을 가하고 그에 따라 발생하는 변위를 측정하는 정재하시험 방법으로 말뚝 재하력을 평가하는 것이 곤란한 경우가 많이 발생하게 된다. 이러한 경우에는 정재하시험을 수행하기 위하여 말뚝 두부에 사하중을 올리거나, 시험대상 말뚝 주변에 재하시험을 위한 반력말뚝 혹은 반력앵커를 추가적으로 시공해야 하는데, 이에 따른 비용이 상당히 고가이므로 재하시험 비용이 많이 증가될 수밖에 없다는 문제가 있다.

[0005] 말뚝에 대한 종래의 양방향 재하시험 방법에서는 기성말뚝의 선단부와 지반에 형성된 천공홀의 저면 사이에 잭장치를 설치한 상태에서, 잭장치 위에 기성말뚝을 설치한 후, 잭장치를 신장시켜 기성말뚝과 지반 저면에 대해 각각 양방향으로 가압력을 가하고, 이러한 양방향의 가압력에 의한 기성말뚝의 변위를 측정하여 기성말뚝의 지지력(선단지지력 및 주변마찰력)을 산정하게 된다. 이와 같이 잭장치를 이용한 종래의 양방향 재하시험 방법의 구체적인 일예는 대한민국 등록특허 제10-0742117호에 개시된 콘크리트 말뚝에 대한 양방향 재하시험방법에서도 확인할 수 있다.

[0006] 그런데 기성말뚝의 경우, 현장타설말뚝과 달리 중공이 형성되어 있으며, 말뚝이 공장에서 일정 길이로 생산되어 운반되기 때문에 현장에서는 필요에 맞게 연결하여 사용하게 되며, 말뚝을 천공홀에 삽입한 후 고점액(시멘트 밀크 등)을 주입하기 전 또는 후에 말뚝의 두부(頭部)를 가볍게 타격하는 경타(약 5-10회의 항타) 과정이 수행된다는 특징을 가지고 있다.

[0007] 따라서 기성말뚝에 대해서 잭장치를 이용한 양방향 재하시험을 수행하기 위해서는, 현장타설말뚝과 상이한 위와 같은 기성말뚝의 특징을 고려하여야만 하는데, 지금까지는 기성말뚝에 적합한 고효율 저비용의 양방향 재하시험 기술이 제시되고 있지 못한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0742117호(2007. 07. 18. 공고).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 한계를 극복하고 현장에서 필요성을 충족시키기 위하여 개발된 것으로서, 중공이 형성되어 있고 공장에서 생산되어 현장에서 연결사용되며 경타 과정을 거치게 되는 강관말뚝이나 PHC말뚝 등의 기성말뚝에 대해서 잭장치를 이용한 양방향 재하시험 방법을 고효율 저비용으로 수행할 수 있는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 매립식 기성말뚝에 대해서 지지력을 측정하기 위한 재하시험을 높은 효율과 저비용으로 수행할 수 있도록 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험 방법 및 구조로서, 복수개의 기성말뚝을 연결하여 설치하고 그 하단에 양방향 하중 재하를 위한 잭장치를 설치하되, 잭장치와 연결된 유압관을 기성말뚝의 전체 길이 이상의 길이를 가지도록 하고, 조립될 기성말뚝의 중공 내에 유압관을 미리 관통시켜서 최상부에 위치하는 기성말뚝의 두부에서 중공 내에 고정시키며; 변위계측봉을 설치하되 상기 변위계측봉은 각각의 기성말뚝의 중공 내부에 상부로 이동이 가능함과 동시에 그 하단은 기성말뚝의 하단보다 더 아래쪽으로 돌출된 상태에 있도록 변위계측봉을 개별적으로 배치하고; 기성말뚝 위에 다른 기성말뚝을 연직 배치할 때, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿기 전에 각각의 기성말뚝에 구비되어 있던 변위계측봉이 맞닿게 되어 변위계측봉을 먼저 연속화시킨 후에, 상,하의 기성말뚝을 서로 닿게 하여 연속화시키며; 최상단 기성말뚝의 경타 작업 수행 전에, 유압관을 기성말뚝의 중공 내부에 위치시킨 상태에서 유압관의 상단을 항타용 보강관의 지그에 결속하거나 또는 최상위 기성말뚝의 상단 내부에 구비된 고정고리부재에 결속시켜서 경타시 유압관이 타격되지 않도록 하며; 잭장치의 상,하판 사이에 타격에너지 분산용 봉(강봉)을 배치하여 경타시 잭장치의 상,하판의 손상을 방지하는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법 및 양방향 재하시험구조가 제공된다.

[0011] 구체적으로 본 발명에서는 최하부 기성말뚝의 선단과 지반의 천공홀의 저면 사이에 잭장치가 설치되도록 최하부 기성말뚝을 천공홀에 설치하고; 최하부 기성말뚝의 위로 복수개의 기성말뚝을 천공홀에 순차적으로 삽입하여 연직 배치면서 상,하 기성말뚝을 일체로 연결하고; 잭장치를 신장시켜 기성말뚝과 지반 저면에 대해 각각 양방향으로 가압력을 가하여, 가압력에 의한 변위에 의해 기성말뚝의 지지력을 측정하되; 최하부 기성말뚝의 중공 내부에는 최하부 변위계측봉의 하단이 잭장치에 닿아 있도록 미리 연직하게 고정 설치되어 있고; 최하부 기성말뚝 위에 배치되어 연결될 각각의 기성말뚝의 중공 내부에는 변위계측봉이 상부로 이동 가능하며 변위계측봉의 하단은 각각의 기성말뚝의 하단보다 더 아래쪽으로 돌출된 상태로 연직하게 배치되어 있으며; 이미 설치된 기성말뚝 위에 다른 기성말뚝을 연직 배치할 때, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿기 전에 상,하의 기성말뚝 각각에 구비되어 있던 변위계측봉이 서로 맞닿게 되어 변위계측봉을 먼저 연속화시킨 후에, 상,하의 기성말뚝을 서로 닿게 하여 연결함으로써 연속화시키는 것을 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 매립식 기성말뚝의 양방향 재하시험방법이 제공된다.

[0012] 또한 본 발명에서는 최하부 기성말뚝의 선단과 지반의 천공홀의 저면 사이에 잭장치가 설치되도록 최하부 기성말뚝이 천공홀에 설치되어 있고; 최하부 기성말뚝의 위로 복수개의 기성말뚝이 천공홀에 순차적으로 삽입되어 연직 배치되고 상,하 기성말뚝이 일체로 연결되어 있으며; 기성말뚝의 지지력을 측정하도록, 잭장치가 신장되어 기성말뚝과 지반 저면에 대해 각각 양방향으로 가압력을 가함으로써 가압력에 의한 변위가 발생되도록 하되; 최하부 기성말뚝의 중공 내부에는 최하부 변위계측봉의 하단이 잭장치에 닿아 있도록 미리 연직하게 고정 설치되어 있고; 최하부 기성말뚝 위에 배치되어 연결될 각각의 기성말뚝의 중공 내부에는 변위계측봉이 상부로 이동 가능하며 변위계측봉의 하단은 각각의 기성말뚝의 하단보다 더 아래쪽으로 돌출된 상태로 연직하게 배치되어 있으며; 이미 설치된 기성말뚝 위에 다른 기성말뚝이 연직 배치됨에 있어서, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿기 전에 상,하의 기성말뚝 각각에 구비되어 있던 변위계측봉이 서로 맞닿게 되어 변위계측봉이 먼저 연속화된 후에, 상,하의 기성말뚝이 서로 닿게 되어 연결되어 연속화되어 있는 것을 특징으로 하는 양방향 재하시험을 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조가 제공된다.

- [0013] 이와 같은 본 발명의 양방향 재하시험방법 및 이를 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조에 있어서, 잭장치와 연결된 유압관을 천공홀의 깊이 이상의 길이를 가지도록 하여 기성말뚝의 중공을 관통하도록 배치하고; 기성말뚝을 천공홀에 삽입 설치할 때에는, 판재와 그 하면에 구비된 지그를 포함하는 향타용 보강판을 기성말뚝의 두부에 덮어씌운 후 향타를 수행하되, 향타시에 유압관이 타격되어 손상되는 것을 방지하도록, 유압관의 상단을 향타용 보강판의 지그에 체결하여, 향타될 기성말뚝의 중공 내부에 위치시킨 상태에서 기성말뚝의 두부를 향타하는 구성을 가질 수도 있다.
- [0014] 더 나아가, 본 발명의 양방향 재하시험방법 및 이를 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조에서는, 잭장치의 상하부에 각각 상판과 저판을 구비하고 있고; 기성말뚝의 두부를 향타할 때 작용하는 힘으로부터 잭장치의 파괴를 예방하기 위하여, 타격에너지 분산용 강봉이 상판과 저판 사이에 연직하게 설치되어 있는 구성을 가질 수도 있다.
- [0015] 상기한 본 발명의 양방향 재하시험방법 및 양방향 재하시험구조에서, 최상부 기성말뚝을 천공홀에 삽입 설치할 때에는 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행할 수 있는데, 이 때, 최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉이 돌출되어 존재하면, 변위계측봉의 돌출된 부분을 절단한 후, 향타 작업을 수행하고; 최상부 기성말뚝의 두부에 대한 향타가 완료된 후에는 변위계측봉의 절단된 부분을 다시 접합 연결하여 변위계측봉의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 할 수도 있다.
- [0016] 이와 달리, 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행할 때, 최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉이 돌출되어 존재하면, 변위계측봉의 상단을 절곡하여 변위계측봉의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되지 않도록 한 상태에서 향타 작업을 수행하고; 최상부 기성말뚝의 두부에 대한 향타가 완료된 후에는 변위계측봉의 절곡된 부분을 다시 직선으로 펼쳐서 변위계측봉의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 할 수도 있다.
- [0017] 또다른 형태로서, 최상부에 위치하게 되는 변위계측봉은 상단이 길이가 신축되도록 텔레스코픽한 구조를 가지도록 하여, 최상부 기성말뚝을 천공홀에 삽입 설치할 때에는 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행하되; 최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉이 돌출되어 존재하면, 변위계측봉의 상단 길이를 수축시켜서 변위계측봉의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되지 않도록 한 상태에서 향타 작업을 수행하고; 최상부 기성말뚝의 두부에 대한 향타가 완료된 후에는 변위계측봉의 상단 길이를 다시 신장시켜서 변위계측봉의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 할 수도 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 의하면, 중공이 형성되어 있고 공장에서 생산되어 현장에서 연결사용되며 경타 과정을 거치게 되는 강관말뚝이나 PHC말뚝 등의 기성말뚝에 대해서, 잭장치를 이용한 양방향 재하시험을 고효율 저비용으로 수행할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명에 따라 양방향 재하시험을 위하여 기성말뚝이 천공홀에 설치되어 있는 상태를 보여주는 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따라 기성말뚝들을 현장에서 서로 조립되는 상태를 보여주는 개략적인 반단면 분해 사시도이다.
- 도 3은 도 2의 원 A부분의 개략적인 확대도이다.
- 도 4는 본 발명에서 최하부 기성말뚝에 잭장치가 설치된 상태에서, 그 상부의 기성말뚝을 설치하는 상태를 보여주는 개략적인 반단면 조립 사시도이다.
- 도 5는 본 발명에서 최하부 기성말뚝에 잭장치가 설치된 상태에서, 그 상부의 기성말뚝을 설치하는 상태를 보여주는 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 본 발명에서 이용하는 향타용 보강판의 개략적인 사시도이다.
- 도 7은 본 발명에 따라 기성말뚝의 상단에서 유압관을 향타용 보강판에 결속하여 향타용 보강판을 설치하는 개략적인 단면도이다.

도 8은 절곡되는 구성의 변위계측봉을 구비한 본 발명에서 변위계측봉의 상부가 절곡된 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 단면면 사시도이다.

도 9는 도 8에 도시된 실시예에서 항타가 완료된 후 변위계측봉의 상부를 다시 직선으로 펼친 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 단면면 사시도이다.

도 10은 텔레스코픽한 구성에 의해 길이가 변하는 변위계측봉을 구비한 본 발명에서 변위계측봉의 상부가 절곡된 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 단면면 사시도이다.

도 11은 도 10에 도시된 실시예에서 항타가 완료된 후 변위계측봉의 상부를 신장시킨 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 단면면 사시도이다.

도 12는 본 발명에서 잭장치를 보강한 형태를 보여주는 개략적인 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다. 특히, 본 명세서에 첨부된 도면에서는 매립식 기성말뚝의 일례로서 프리스트레스트 콘크리트 중공말뚝 즉, PHC 말뚝을 예시하고 있으나, 본 발명의 양방향 재하시험방법 및 이러한 양방향 재하시험을 위한 매립식 기성말뚝의 설치구조가 적용되는 매립식 기성말뚝은 이러한 PHC 말뚝에 한정되지 아니하며, 강관말뚝 또는 강관과 콘크리트가 합성된 복합말뚝 등, 중공(中空)을 가지고 있고 공장에서 사전 제작된 후 현장으로 이송되어 지반에 매립 시공되는 말뚝이라면 그 종류와 형태에 제한이 없다.

[0021] 도 1에는 중공을 가진 프리캐스트 콘크리트 말뚝의 일례로서 PHC 말뚝으로 이루어진 기성말뚝(1)이 복수개로 연결되어 천공홀(100)에 설치되어 있되, 최하부에 위치하는 기성말뚝("최하부 기성말뚝")의 선단과 천공홀(100)의 저면 사이에 양방향 재하시험을 위한 잭장치(2)가 설치된 상태를 보여주는 개략적인 단면도가 도시되어 있다. 양방향 재하시험을 수행하기 위해서는 도면에 도시된 것처럼, 최하부 기성말뚝의 선단과 천공홀(100)의 저면 사이에 잭장치(2)가 설치된 상태에서, 잭장치(2)를 신장시켜 최하부 기성말뚝과 천공홀(100)의 저면 모두에 대해 가압력을 주게 된다. 도면에서 도면부호 25는 잭장치(2)의 상판과 기성말뚝(1)의 하단 사이에 필요에 따라 배치되는 지지판(25)이다.

[0022] 천공홀(100)의 깊이에 따라 복수개의 기성말뚝(1)이 필요할 수 있다. 이 경우 선단과 천공홀(100) 저면 사이에 잭장치(2)가 위치하도록 최하부 기성말뚝을 천공홀(100)에 관입 설치한 후, 그 위로 추가적인 기성말뚝(1)을 복수개로 연직 배치하고 용접 등의 방법에 의해 기성말뚝(1)을 서로 일체 연결하는 작업을 수행한다.

[0023] 양방향 재하시험을 수행함에 있어서는 잭장치(2)가 신장되어 기성말뚝(1)에 가해지는 가압력에 의해 발생하는 변위를 측정하여야 하며, 이러한 변위 측정을 위해서는 변위계측봉(3)이 설치된다. 변위계측봉(3)은 기성말뚝(1)의 중공 내부에 복수개로 배치될 수 있는데, 변위계측봉(3) 중의 하나는 그 하단이 잭장치(2)의 저판에 닿아 있게 되고, 또다른 변위계측봉(3)은 그 하단이 잭장치(2)의 상판에 닿아 있게 된다. 따라서 잭장치(2)가 신장되면 그에 의해 발생하는 가압력에 의해 천공홀(100)의 저면이 침하되거나 또는 기성말뚝(1)이 위로 밀려가게 되면 변위계측봉(3)에 변위가 발생하게 되고, 지상의 작업자는 지상 위로 돌출된 변위계측봉(3)의 상부가 변위되는 것을 계측하게 된다.

[0024] 변위계측봉(3)은 강체의 봉부재로 이루어지는데, 기성말뚝이 설치되어야 할 천공홀(100)이 깊은 경우에는, 하나의 긴 봉부재로 이루어진 변위계측봉(3)을 연직하게 천공홀(100)에 삽입하는 것이 사실상 불가능하다. 특히, 정확한 변위 계측을 위해서는 변위계측봉(3)이 기성말뚝(1)과 동일한 수직도를 가지고 설치되는 것이 중요한데, 변위계측봉(3)의 길이가 커질수록 이미 설치되어 있는 기성말뚝(1)의 중공 내부로 변위계측봉(3)을 기성말뚝(1)과 동일한 수직도를 가지도록 삽입 설치하는 것이 매우 어렵게 된다.

[0025] 무엇보다도 위에서 설명한 것처럼 복수개의 기성말뚝(1)을 연직하게 연결하여 시공하는 경우에는, 변위계측봉(3)을 기성말뚝(1)의 전체 길이 이상의 길이를 가지도록 하여 그 전체를 미리 천공홀(100)에 연직하게 배치해둘 수가 없다. 따라서 본 발명에서는 기성말뚝이 복수개로 연결 조립되는 것처럼, 변위계측봉(3)도 기성말뚝의 연결에 맞추어서 복수개를 연결 조립하도록 구성하였다. 즉, 잭장치(2)에 닿아 있게 되는 최하부의 변위계측봉(3)은 최하부 기성말뚝의 중공 내부에 미리 연직하게 고정 설치되어 있도록 하고, 그 위에 조립되는 각각의 변위계측봉(3)을 각각의 기성말뚝(1) 중공 내부에 미리 배치하여, 기성말뚝(1)이 서로 조립 연결될 때, 변위계측봉(3)도 아래위로 서로 조립 연결되도록 하는 것이다. 이 때, 본 발명에서는 최하부 기성말뚝의 중공 내부에

위치하는 최하부 변위계측봉(3)을 제외하고, 다른 변위계측봉(3)은 아직 서로 결합되기 전의 상태일 때 각각의 기성말뚝(1)의 중공 내부에서 연직하게 수직이동이 가능한 형태로 미리 배치된다.

[0026] 도 3에는 도 2의 원 A부분의 개략적인 확대도가 도시되어 있는데, 각각의 기성말뚝(1) 중공 내부에는 변위계측봉(3)을 미리 연직하게 설치하기 위한 결합고리(19)가 설치되어 있고, 변위계측봉(3)은 상기 결합고리(19)를 관통하여 연직하게 배치되어 있되, 변위계측봉(3)의 상단은 결합고리(19)의 관통구멍보다 더 큰 크기의 걸림부(30)로 이루어져 있어서, 변위계측봉(3)이 결합고리(19)에 관통되어 있는 상태에서 변위계측봉(3)이 위쪽으로 밀려올라갈 수는 있지만, 변위계측봉(3)의 걸림부(30)가 결합고리(19)에 걸리게 되어 변위계측봉(3)이 아래로 내려가는 것은 제한되는 상태로 기성말뚝(1)의 중공 내부에 구비된다. 이와 같은 구성에 의해 변위계측봉(3)은 기성말뚝(1)의 중공 내부에서 연직하게 수직이동이 가능한 형태로 미리 배치된다. 특히, 각각의 기성말뚝(1)의 중공내부에 위와 같은 구조로 변위계측봉(3)이 개별적으로 배치됨에 있어서, 각각의 변위계측봉(3)의 길이가 기성말뚝(1)의 길이보다 더 큰 것이 바람직하다.

[0027] 아직 기성말뚝(1)이 서로 조립 연결되지 아니한 상태에서는, 위와 같이 각각의 변위계측봉(3)이 각각의 기성말뚝(1)보다 더 길기 때문에 변위계측봉(3)의 하단은 기성말뚝(1)의 하단보다 더 아래쪽으로 돌출된 상태에 있게 된다. 이러한 구성을 통해서 후술하는 것처럼, 기성말뚝을 순차적으로 조립 연결할 때, 변위계측봉(3)을 서로 연결한 후에 기성말뚝의 연결작업을 수행하는 것이 가능하게 된다. 결합고리(19)는 연직하게 간격을 가지고 복수개로 구비될 수 있으며, 이렇게 복수개로 구비된 결합고리(19)는 변위계측봉(3)이 용이하게 수직도를 확보할 수 있도록 하는 기능도 가지고 있다. 즉, 변위계측봉(3)이 복수개의 결합고리(19)를 관통하여 각각의 기성말뚝(1) 중공 내부에 배치되므로, 결합고리(19)에 의해 수직한 상태를 유지할 수 있게 되는 것이다. 이와 같이, 본 발명에서는 각각의 기성말뚝(1)의 중공 내부에 미리 변위계측봉(3)이 개별적으로 사전 설치되어 있으므로, 변위계측봉(3)이 기성말뚝(1)과 동일한 수직도를 가지게 하는 것이 매우 용이하게 되는 장점이 있다.

[0028] 도 4 및 도 5에는 각각 최하부 기성말뚝에 잭장치(2)가 설치된 상태에서, 그 상부의 기성말뚝을 설치하는 상태를 보여주는 개략적인 단면면 조립 사시도(도 4)와 개략적인 단면도(도 5)가 도시되어 있다. 우선 최하부 기성말뚝의 선단에 잭장치(2)가 놓이고 천공홀(100)의 저면에 잭장치(2)의 저판이 놓이도록 최하부 기성말뚝을 천공홀(100)에 관입 설치한다. 후속하여 최하부 기성말뚝 위에 다른 기성말뚝을 순차적으로 연직 배치하여 기성말뚝을 서로 일체로 결합하여 연속화시키게 되는데, 기성말뚝을 서로 일체로 연결하기 전에 우선 변위계측봉을 일체로 연결해야 한다.

[0029] 앞서 설명한 것처럼 본 발명에서, 최하부 기성말뚝 위에 놓이게 되는 상부 기성말뚝의 경우, 상부 기성말뚝의 중공 내부에 위치하는 변위계측봉(3)의 길이가 상부 기성말뚝 자체의 길이보다 더 커서 변위계측봉(3)의 하단이 상부 기성말뚝의 하단 아래로 더 돌출되어 있다. 따라서 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 최하부 기성말뚝 위에 상부 기성말뚝을 연직하게 위치하되 아직 위,아래의 기성말뚝이 아직 서로 맞닿기 전의 상태에 있더라도 변위계측봉(3)끼리는 이미 서로 맞닿은 상태에 있게 된다. 이와 같이 아직 상,하의 기성말뚝은 서로 맞닿지 않고 변위계측봉끼리만 서로 맞닿은 상태에서, 작업자는 기성말뚝의 중공(10)을 통해서 기성말뚝의 연결부분에 접근하여, 용접이나 테이핑, 또는 접착제의 접착 등 다양한 방법에 의하여 상,하의 변위계측봉을 서로 일체로 연결하는 작업을 수행한다. 즉, 작업자는 상,하의 기성말뚝이 아직 서로 닿지 않은 상태에서 변위계측봉에 접근하여 변위계측봉을 서로 연결하는 작업을 우선적으로 수행할 수 있게 되는 것이다.

[0030] 변위계측봉(3)간의 연결작업이 완료되면 아래쪽의 최하부 기성말뚝 위로 아직 닿고 있지 않던 상부 기성말뚝을 내려놓아서 상,하의 기성말뚝이 서로 닿게 만든다. 변위계측봉은 기성말뚝의 중공 내부에서 위쪽 방향으로는 이동가능하게 설치되어 있으므로, 변위계측봉이 연결된 상태에서도, 상부 기성말뚝을 최하부 기성말뚝에 내려놓아서 상,하의 기성말뚝이 서로 닿게 만드는 작업이 쉽게 이루어지게 된다. 서로 닿아 있는 상태의 상,하의 기성말뚝은 용접 등의 공지된 방법에 의해 서로 일체로 연결하게 된다. 2개의 기성말뚝을 연결하는 경우, 도 4 및 도 5에 도시된 상태에서 변위계측봉 간의 연결작업을 완료한 후, 상,하의 기성말뚝을 서로 연결하게 되면 도 1 및 도 2에 도시된 상태가 만들어진다. 3개 이상의 기성말뚝을 연결하여야 할 경우에는, 위에서 설명한 방식을 이용하여 상부 기성말뚝 위에 또다른 기성말뚝을 배치하고, 위 아래의 기성말뚝이 서로 연결되기 전에 변위계측봉을 우선 연결한 후, 기성말뚝을 상하로 각각 연결하여 일체화하며, 이와 같은 기성말뚝 및 변위계측봉의 상하 연결과정을 반복하여 복수개의 기성말뚝을 필요한 개수로 일체로 연결하게 된다.

[0031] 위와 같이 최하부 기성말뚝의 선단과 천공홀(100)의 저면 사이에 설치된 잭장치(2)를 신장시키기 위해서는 잭장치(2)에 유압이나 공압을 가하기 위한 유체 또는 기체가 공급되어야 하고, 이를 위해서는 유체 또는 기체를 공급하기 위한 유압관(21)이 잭장치(2)에 연결되어야 하며 상기 유압관(21)의 상단은 지상에 존재하여야 한다.

양방향 재하시험에서는 측정신호 등을 통신하기 위한 신호선(signal line)도 책장치(2)와 연결되어야 하는데, 이러한 신호선 역시 유압관(21)과 마찬가지로 구부러짐이 가능한 유연한 선으로 이루어진다. 본 명세서에서는 편의상 "유압관(21)"이라는 용어를 신호선과 같이 책장치(2)와 연결되어 있되 구부러짐이 가능한 유연한 선으로 이루어지고 그 상단이 지상으로 나와 있어야 하는 선(line)이나 관로를 모두 포함하는 의미로 사용하였다.

[0032] 본 발명에서 유압관(21)은 천공홀(100)의 전체 길이 즉, 기성말뚝(1)의 전체 길이 이상의 길이를 가지고 있으며, 조립 연결된 전체 기성말뚝(1)의 중공(10)을 관통하도록 길게 연장되어 배치된 후, 그 상단은 지상에 존재하게 된다. 그런데 기성말뚝을 시공할 때 천공홀에 각각의 기성말뚝을 순차적으로 삽입하기 위하여 지상에서는 각각의 기성말뚝 두부를 복수회로 향타하게 되는 경타과정을 거치게 된다.

[0033] 앞서 설명한 것처럼, 유압관(21)의 상단이 지상에 존재하려면 유압관(21)의 상단은 기성말뚝의 두부를 통해서 밖으로 노출되어야 한다. 그런데 아무런 조치 없이 기성말뚝의 두부를 향타하게 되면 그 과정에서 유압관(21)이 손상될 수 있다. 또한 현장에서의 여러 가지 작업을 수행할 때, 유압관(21)의 상단이 지상에 미리 노출되어 있게 되면, 지상에서의 현장 작업에 방해가 될 수 있고, 이러한 현장 작업 과정에서 유압관(21)이 손상될 수도 있다. 이를 방지하기 위하여 본 발명에서는 기성말뚝의 설치시공이 완료될 때까지 다음과 같은 구성을 통해서 유압관(21)의 상단을 최상단 기성말뚝의 두부에 고정시키게 된다.

[0034] 첫 번째 방법으로는, 지그(42)가 구비된 향타용 보강관(4)을 이용하는 것이다. 도 6에는 향타용 보강관(4)의 개략적인 사시도가 도시되어 있는데, 향타용 보강관(4)은, 향타할 기성말뚝의 두부를 덮는 판재(41)와, 상기 판재(41)의 하면에 구비되어 유압관(21)의 단부를 물거나 또는 묶어서 체결하게 되는 지그(42)를 포함하여 구성되어 있다. 도 7에는 향타할 기성말뚝의 두부에서 유압관(21)을 향타용 보강관(4)의 지그(42)에 결속하여 향타용 보강관(4)을 설치하는 개략적인 단면도가 도시되어 있다. 도 7에서는 편의상 변위계측봉의 도시를 생략하였다.

[0035] 기성말뚝(1)을 천공홀(100)에 관입 설치할 때에는, 도면에 도시된 것처럼, 지그(42)가 구비된 본 발명의 향타용 보강관(4)을 기성말뚝의 두부에 설치한 후, 향타용 보강관(4)의 상면을 향타하여 기성말뚝을 천공홀(100)에 관입 설치하는데, 상기 향타용 보강관(4)은, 그 저면에 유압관(21)을 임시로 고정할 수 있는 지그(42)가 설치되어 있는 구성을 가지고 있다. 따라서 기성말뚝(1)의 중공 내부를 관통하여 두부(頭部)까지 연장된 유압관(21)의 상단을 지그(42)에 결속시킨 상태로 향타용 보강관(4)을 기성말뚝의 두부에 덮어씌우게 되면, 유압관(21)의 상단은 기성말뚝의 중공 내부에 안전하게 위치하게 된다. 이러한 상태에서 향타용 보강관(4)의 상면을 향타하여 해당 기성말뚝을 천공홀(100)에 관입 설치하게 된다.

[0036] 이와 같이 본 발명에서는 유압관(21)이 기성말뚝의 중공 내부에 존재하고 있어서 외부로 노출되지 않은 상태에서 향타가 이루어지므로, 기성말뚝의 향타시에 유압관(21)이 손상되는 것을 효과적으로 방지할 수 있게 된다. 물론 향타 이외에 지상에서의 여러 가지 작업을 수행할 때도, 유압관(21)의 상단이 노출되어 있지 아니하므로 작업 과정에서 유압관(21)이 손상되는 것을 방지할 수 있게 된다.

[0037] 위와 같이 지그(42)를 이용하여 유압관(21)의 상단을 정리하는 방법 이외에, 기성말뚝의 두부에서 중공 내면에 별도의 고정고리부재를 부착설치하고, 유압관(21)의 상단을 상기 고정고리부재에 결속하여 유압관(21)의 상단이 최상단 기성말뚝의 중공 내부에 위치하도록 함으로써, 유압관(21)이 기성말뚝의 두부를 넘어가지 않도록 한 상태에서 향타작업 등의 필요한 지상 작업을 수행할 수도 있다.

[0038] 한편, 최상부에 위치하게 되는 기성말뚝의 경우, 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하기 전에 도 1에 도시된 것처럼, 최상부 기성말뚝의 두부 상단으로 변위계측봉(3)이 돌출되어 존재할 수 있다. 이와 같이 최상부 기성말뚝에서 변위계측봉(3)이 기성말뚝 두부 위로 돌출되어 있는 경우에는, 변위계측봉(3)의 돌출된 부분을 절단한 후, 향타하게 된다. 위에서 설명한 향타 보강관(4)을 이용하는 경우에는 변위계측봉(3)의 돌출 부분을 절단한 후 향타 보강관(4)을 최상부 기성말뚝의 두부에 씌운 상태에서 향타하게 되는 것이다. 최상부 기성말뚝의 두부를 향타하는 작업을 수행할 때에는 최상부 기성말뚝의 두부 위로 변위계측봉(3)이 돌출되어서는 안 되지만, 향타가 완료된 후에는 작업자가 육안으로 변위를 측정하기 위하여 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되어야 한다. 따라서 위에서 설명한 것처럼 향타를 위하여 변위계측봉(3)의 돌출 부분을 절단한 경우, 변위계측봉(3)을 통해서 작업자가 육안으로 변위를 측정할 수 있으려면, 향타 작업이 완료된 후에 변위계측봉(3)의 절단된 부분을 다시 접합 연결하여 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 할 수 있다.

[0039] 그러나 다음에서 설명하는 것처럼 변위계측봉(3)의 상부를 절곡 가능하게 구성하는 것 또는 텔레스코픽하게 신

축하게 구성하는 것을 이용하게 되면, 항타용 보강관(4)을 설치할 때 변위계측봉(3)을 절단하고 항타 후 절단된 부분을 다시 접합하는 과정을 생략할 수 있게 된다.

[0040] 도 8에는 변위계측봉(3)의 상부가 절곡된 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 반단면 사시도가 도시되어 있고, 도 9에는 항타가 완료된 후 항타 보강관(4)을 제거하고 변위계측봉(3)의 상부를 다시 직선으로 펼친 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 반단면 사시도가 도시되어 있다. 최상부에 위치하게 되는 변위계측봉(3)의 경우, 그 상단을 절곡 가능한 형태로 구성하여, 최상부 기성말뚝의 두부를 항타할 때에는 도 8에 도시된 것처럼 변위계측봉(3)의 상단을 절곡하여 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되지 않도록 함으로써, 항타 작업을 수행할 때 변위계측봉(3)이 장애가 되지 않도록 한다. 항타가 완료된 후에는 도 9에 도시된 것처럼 변위계측봉(3) 상단의 절곡된 부분을 다시 직선으로 펼쳐서 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 함으로써, 작업자가 변위계측봉(3)의 돌출된 상단의 변위를 육안으로 관찰할 수 있게 된다. 이 때, 최상부 기성말뚝에서 변위계측봉(3)을 고정시키고 있던 결합고리(19)는 도면에 예시된 것처럼 회전가능하게 구성하여 변위계측봉(3)을 절곡할 때에는 결합고리(19)를 회전에 의해 개방시켜 변위계측봉(3)이 자유롭게 절곡되도록 하고, 변위계측봉(3)을 다시 직선으로 펼칠 때에는 변위계측봉(3)이 다시 결합고리(19)에 체결되도록 하는 것도 바람직하다.

[0041] 또한 위와 같이 변위계측봉(3)의 상단을 절곡하는 구성 이외에, 최상부 변위계측봉(3)의 경우, 상단을 텔레스코픽(telescopic)한 구성을 통해 그 길이 자체가 신축되도록 구성할 수도 있다. 도 10 및 도 11에는 이와 같이 최상부 변위계측봉(3)의 상단이 텔레스코픽한 구성을 가지고 있는 실시예가 도시되어 있는데, 도 10에는 항타를 위하여 변위계측봉(3)의 상부를 수축한 상태를 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 반단면 사시도가 도시되어 있고, 도 11에는 항타가 완료된 후 항타 보강관(4)을 제거하고 변위계측봉(3)의 상부를 다시 신장하여 신장된 상태를 고정된 것을 보여주는 도 3에 대응되는 개략적인 확대 반단면 사시도가 도시되어 있다. 이와 같이 상부에 위치하는 변위계측봉(3)의 상부를 텔레스코픽한 구성에 의해 그 길이가 신축되도록 구성하게 되면, 최상부 기성말뚝의 두부를 항타할 때에는 도 10에 도시된 것처럼 변위계측봉(3)의 상부를 수축시켜 최상부 기성말뚝의 중공 내에 위치하게 함으로써 최상부 기성말뚝의 두부를 항타할 때 변위계측봉(3)이 장애가 되지 않도록 하며, 항타가 완료된 후에는 도 11에 도시된 것처럼 변위계측봉(3)의 상부를 다시 신장시켜서 변위계측봉(3)의 상단이 최상부 기성말뚝의 두부 위로 돌출되도록 함으로써, 작업자가 변위계측봉(3)의 돌출된 상단의 변위를 육안으로 관찰할 수 있게 되는 것이다. 도 10 및 도 11의 실시예의 경우에도, 최상부 기성말뚝의 상부에 구비된 결합고리(19)는 위에서 설명한 것처럼 회전가능하게 구성되어 필요에 따라 변위계측봉(3)과 체결 및 분리가 자유롭게 되도록 하는 것이 바람직하다.

[0042] 도 12에는 본 발명에 의해 잭장치(2)를 보강한 형태를 보여주는 개략적인 측면도가 도시되어 있다. 잭장치(2)에는 그 상하부에 각각 상판(25)과 저판(26)이 구비되는데, 기성말뚝의 두부를 항타할 때 잭장치에도 상당한 힘이 작용하게 되고, 이로 인하여 상판 또는 저판이 변형되거나 파괴될 우려가 있다. 이러한 파괴를 예방하기 위하여 본 발명에서는 타격에너지 분산용 강봉(지지봉)(29)을 상판(25)과 저판사이(26)에 연직하게 설치하여 보강할 수 있다.

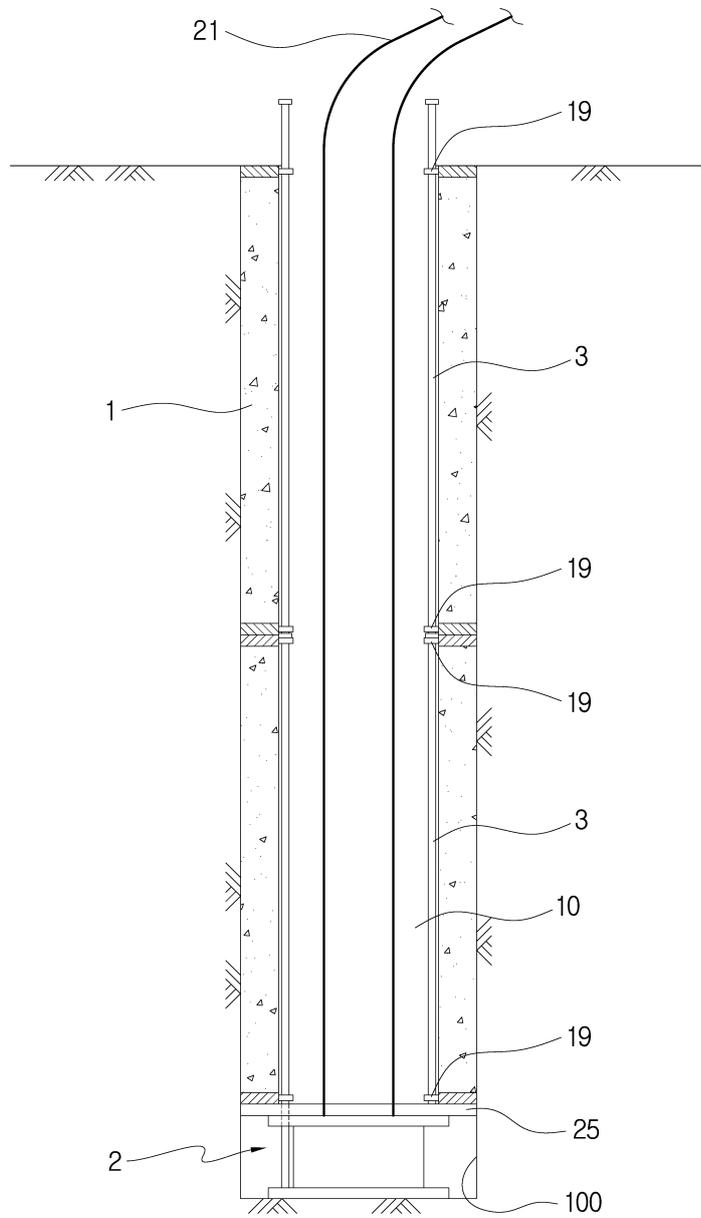
[0043] 위에서 설명한 바와 같은 본 발명의 구성에 의하면, 중공이 형성되어 있고 공장에서 생산되어 현장에서 연결사용되며 경타과정을 거치게 되는 강관말뚝이나 PHC말뚝 등의 기성말뚝에 대해서 잭장치를 이용한 양방향 재하시험 방법을 고효율 저비용을 수행할 수 있게 된다.

부호의 설명

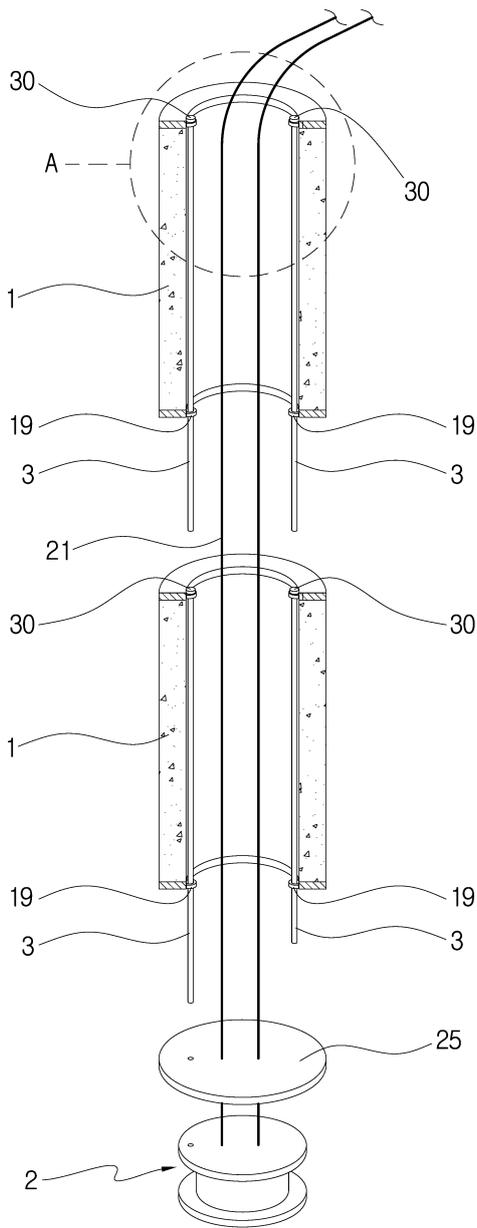
- [0044] 1: 기성말뚝
- 2: 잭장치
- 3: 변위계측봉
- 4: 항타용 보강관
- 21: 유압관

도면

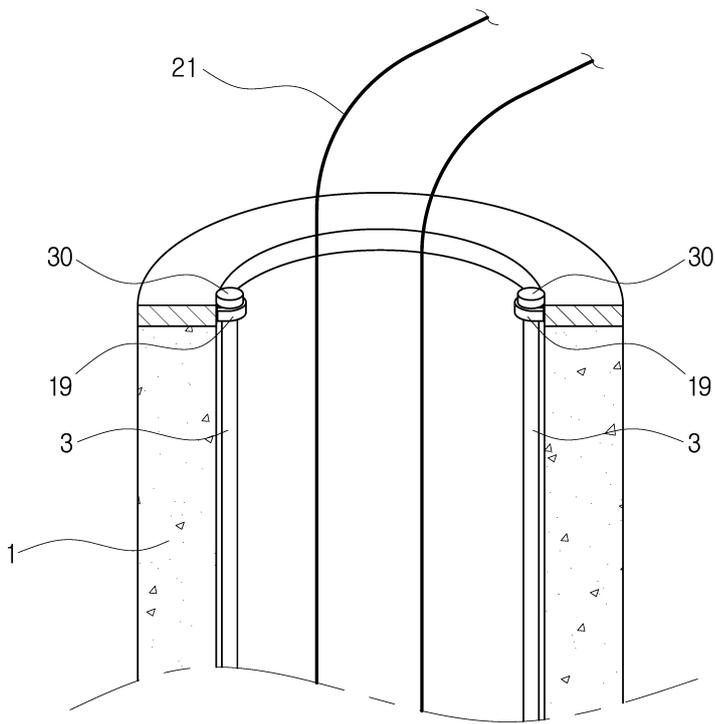
도면1



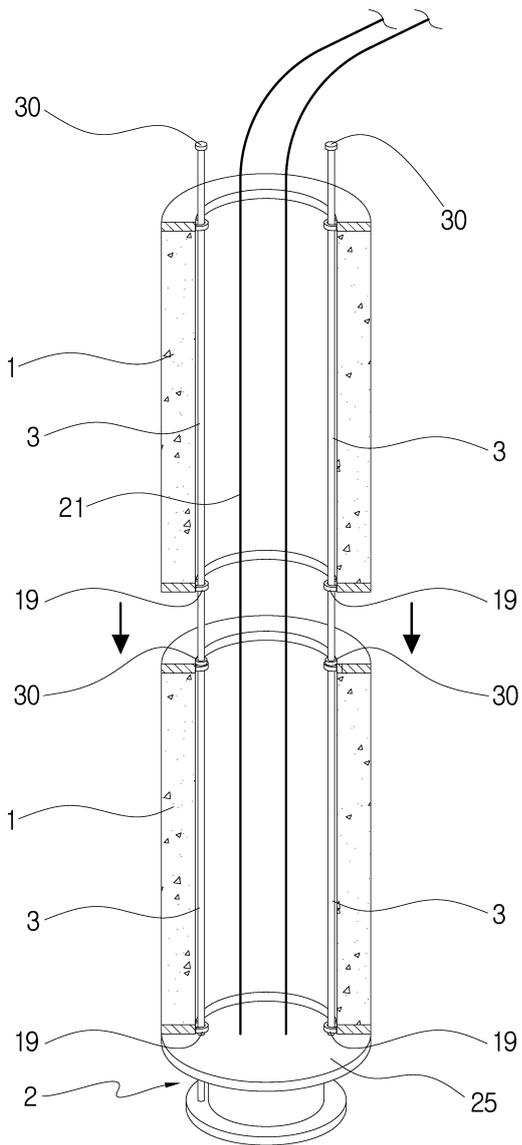
도면2



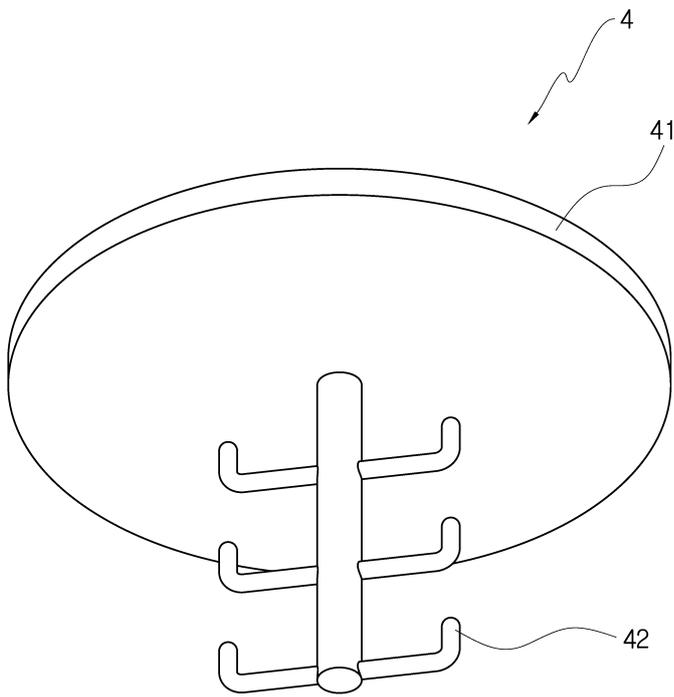
도면3



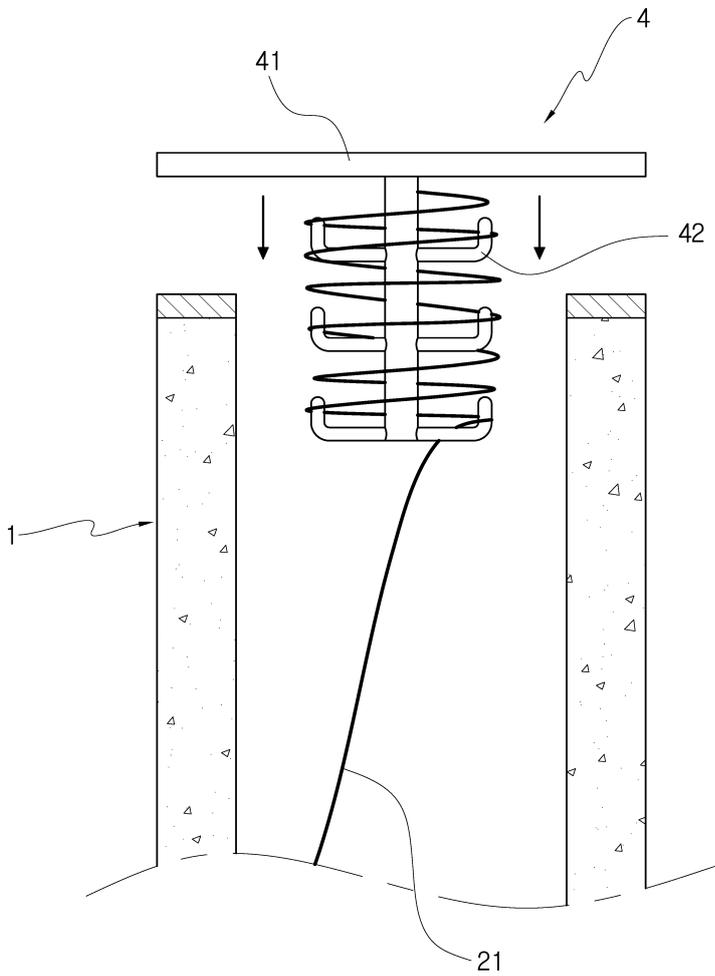
도면4



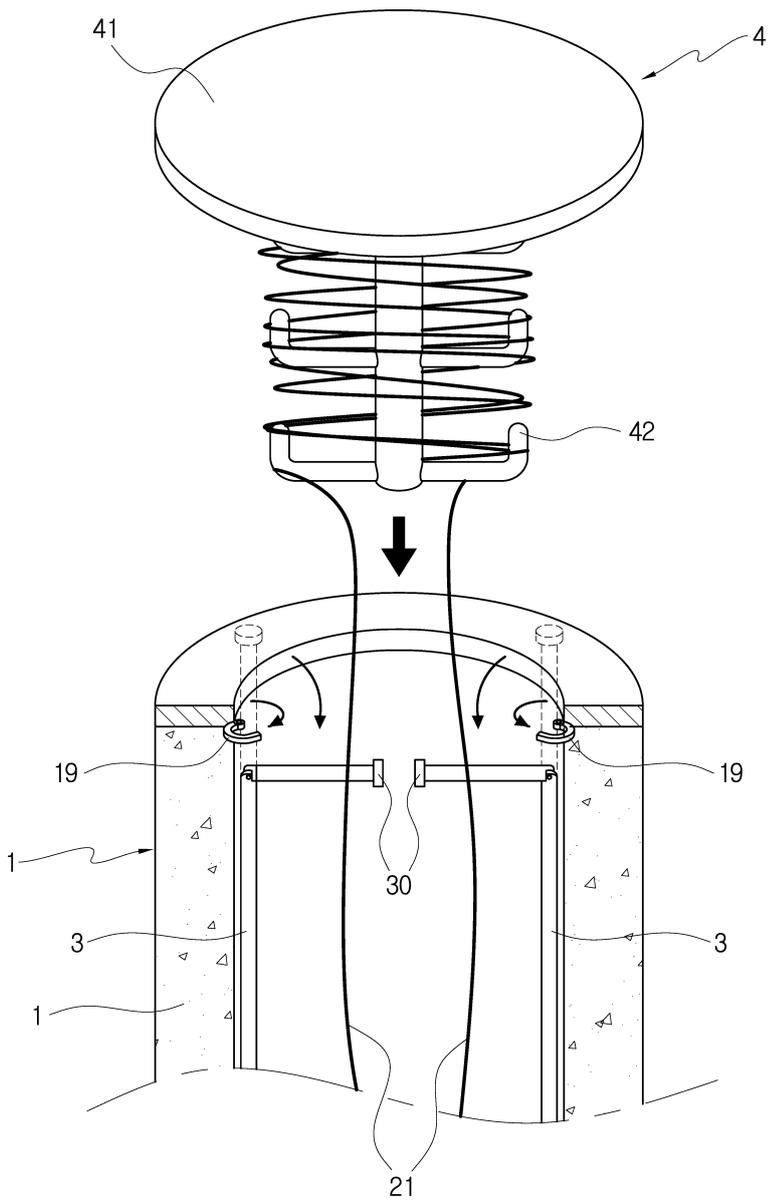
도면6



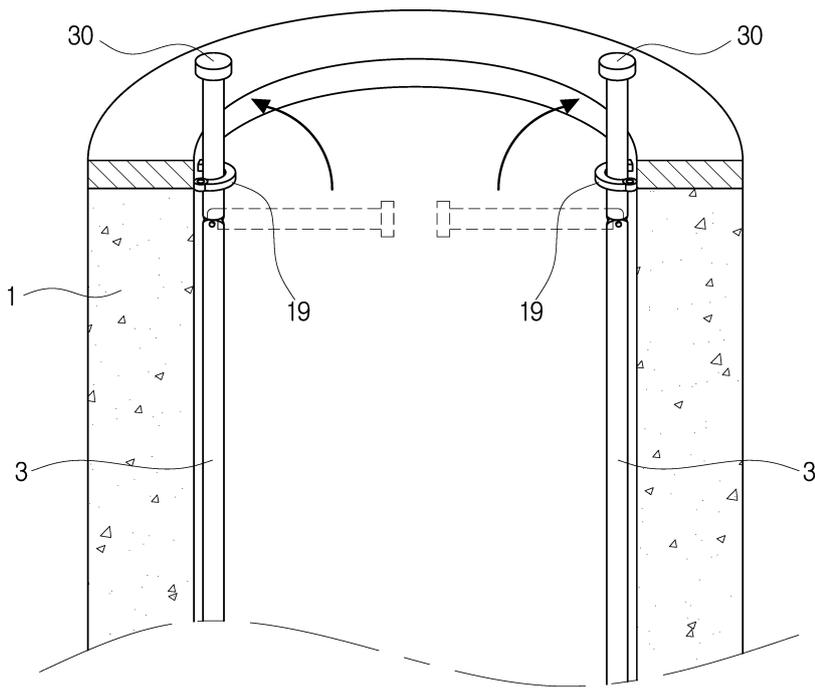
도면7



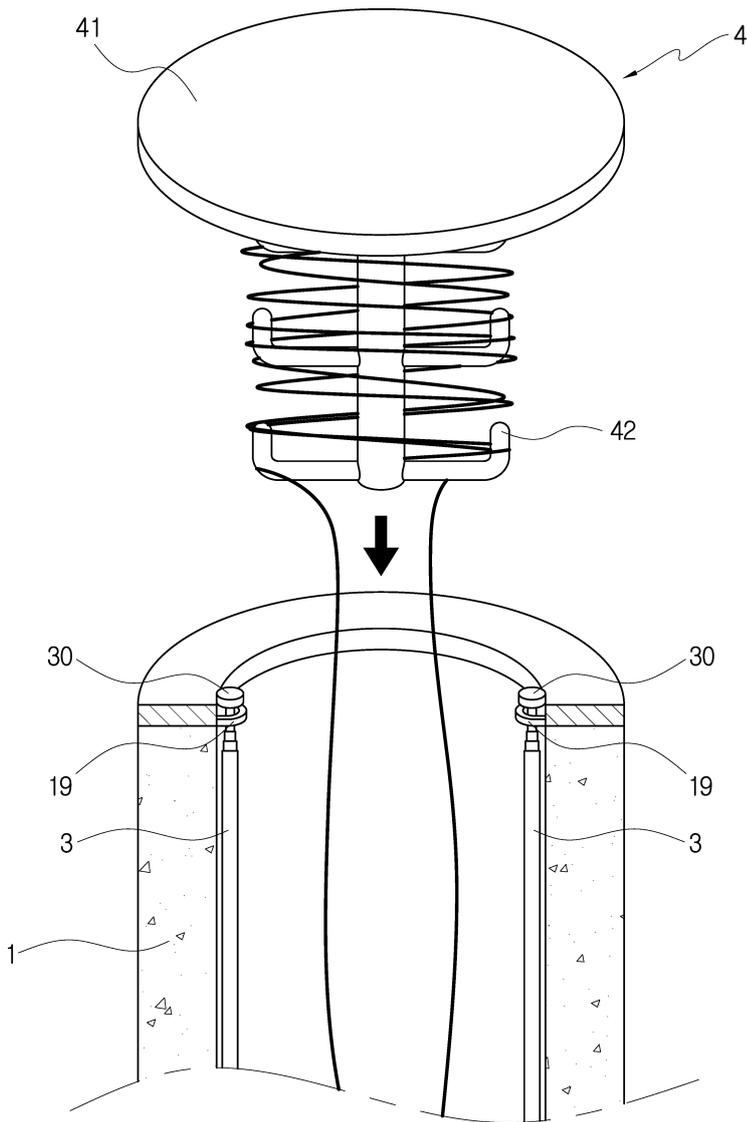
도면8



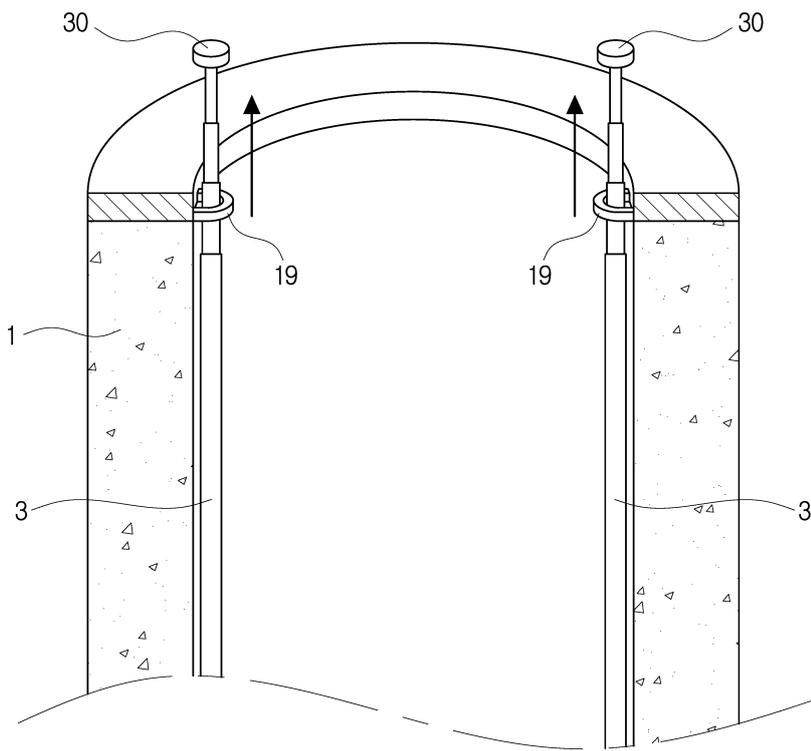
도면9



도면10



도면11



도면12

