



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월21일  
(11) 등록번호 10-1658572  
(24) 등록일자 2016년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F24J 3/08 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
F24J 3/08 (2013.01)  
F24J 3/081 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0167728  
(22) 출원일자 2015년11월27일  
심사청구일자 2015년11월27일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101569419 B1\*  
KR101076194 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국건설기술연구원  
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
(72) 발명자  
이주형  
경기도 파주시 금바위로 100, 304동 804호  
곽기석  
서울특별시 강남구 삼성로64길 5, 106동 403호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 2 항

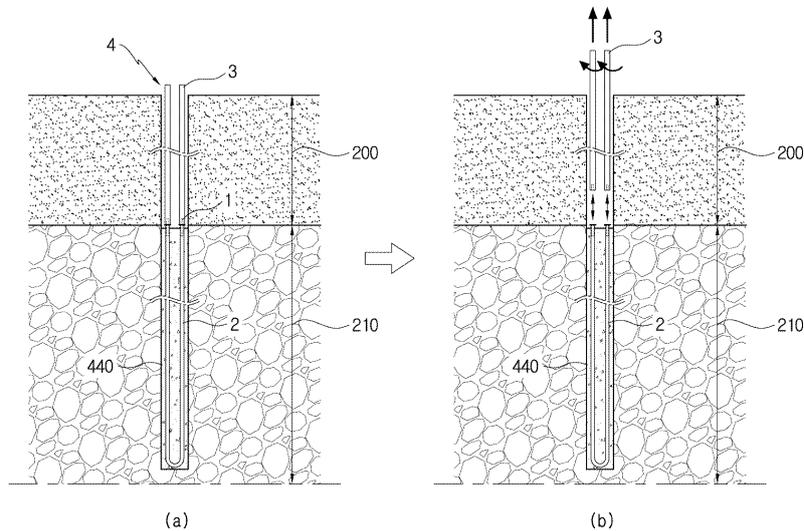
심사관 : 황영은

(54) 발명의 명칭 지상연장부재의 제거를 이용한 지열교환 파이프의 시공방법

(57) 요약

본 발명은 지상에서 지열교환 파이프를 지중에 시공함에 있어서, 지상연장부재와 지열교환 파이프를 연결장치로 임시 연결한 상태로 지상에서 지열교환 파이프를 지중 천공부에 삽입 설치한 후, 굴착예정부를 굴착하기 전에 지상연장부재를 지열교환 파이프로부터 분리하여 제거한 다음에 굴착예정부를 굴착함으로써, 굴착부의 굴착과정에서 굴착부에 존재하는 부분의 절단 작업이 전혀 필요하지 않게 함과 동시에, 절단 작업 과정에서 이물질이 지열교환 파이프 내로 유입되어 지열교환 파이프가 제기능을 발휘하지 못하게 되는 문제점을 해결할 수 있도록 하는 "지상연장부재의 제거를 이용한 지열교환 파이프의 시공방법 및 이를 위한 연결장치"에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

F24J 2003/087 (2013.01)

F24J 2003/088 (2013.01)

(72) 발명자

**박재현**

경기도 고양시 일산서구 대화1로 72, 706동 202호

**이철호**

경기도 김포시 김포한강4로420번길 164, 302동  
1203호

---

**정문경**

서울특별시 양천구 목동서로 130, 416동 1001호

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

봉형상의 부재로 이루어진 연결장치(1)의 제1단부(11)는 지열교환 파이프(2)와 결합하고 제2단부(12)는 지상연장부재(3)와 결합하여 지열파이프 조립체를 제작하고, 지반을 천공하여 지중 천공부(400)를 형성한 후, 지중 천공부(400) 내에 지열파이프 조립체를 배치하는 단계;

지중 천공부(400) 내에서 지열파이프 조립체의 지열교환 파이프(2)가 고정되도록 하는 단계;

지상에서 연결장치(1)에 의한 연결을 분리시켜서 지상연장부재(3)를 지중 천공부(400)로부터 빼내어 제거하는 단계; 및

지열교환 파이프(2)의 상단이 지면에 노출될 때까지 굴착예정부(200)를 굴착하는 단계를 포함하며;

지중 천공부(400)에 배치된 지열교환 파이프(2)가 손상되지 않고 열교환 유체를 누출없이 순환시킬 수 있는지의 여부를 점검하기 위하여 지열교환 파이프의 일측 상단으로부터 지열교환 파이프(2)로 누출점검용 유체를 주입하여 지열교환 파이프(2)의 타측 상단으로 누출점검용 유체가 다시 회수되는지를 점검한 후에, 굴착예정부(200)의 굴착을 수행하게 되는데;

연결장치(1)에는, 연결장치(1)가 연장되는 길이 방향으로 연결장치(1)를 관통하는 중공(15)이 형성되어 있고, 이물질이 걸러내면서 유체는 통과시키는 스크린부재(150)가 중공(15)에 설치되어 있어서, 누출점검용 유체는 연결장치(1)의 중공(15)을 통과하여 스크린부재(150)를 지나면서 이물질이 걸러진 상태로 지열교환 파이프(2)의 내부로 흘러가게 되며;

연결장치(1)에는, 연결장치(1)의 외주면을 따라 경사진 오목한 홈 형태로 형성되어 있어서 단면이 축소된 단면 축소부(14)가 형성되어 있으며;

연결장치(1)의 제1단부(11)과 제2단부(12) 사이에는, 제1,2단부(11, 12) 각각의 단면보다 더 큰 면적을 가지고 있는 플랜지부(13)가 구비되어 있고;

지상연장부재(3)를 제거하는 단계에서는, 지상연장부재(3)에 비틀을 가하여 단면축소부(14)가 파단되도록 함으로써,

연결장치(1)의 제1단부(11)는 지열교환 파이프(2)와 결합된 상태를 유지하여 지중에 남겨두고, 지상연장부재(3)와 결합되어 있는 연결장치(1)의 제2단부(12)는 지상연장부재(3)와 함께 제거함으로써,

굴착예정부(200)의 굴착과정에서 지열교환 파이프(2)와 결합된 상태를 유지하고 있는 연결장치(1)의 제1단부(11)에 의해 지열교환 파이프(2)를 폐쇄하여, 지열교환 파이프(2)로의 이물질 유입을 방지하는 것을 특징으로 하는 지열교환 파이프의 시공방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

지열파이프 조립체는, 지상연장부재(3)가 복수개의 분할편이 연결장치(1)에 의해 분리가능하게 결합되어 구성되어 있는 다단 지열파이프 조립체(4a)이며;

굴착예정부(200)를 굴착하는 단계에서는, 분할편을 빼내어 제거하고, 분할편이 제거된 구간에서 굴착예정부를 굴착하는 과정을 반복하는 것을 특징으로 하는 지열교환 파이프의 시공방법.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 지상에서 지열교환 파이프를 지중에 시공하는 방법 및 이에 이용되는 연결장치에 관한 것으로서 구체적으로는 지상연장부재와 지열교환 파이프를 연결장치로 임시 연결한 상태로 지상에서 지열교환 파이프를 지중 천공부에 삽입 설치한 후, 굴착예정부를 굴착하기 전에 지상연장부재를 지열교환 파이프로부터 분리하여 제거한 다음에 굴착예정부를 굴착함으로써, 굴착예정부의 굴착과정에서 굴착부에 존재하는 부분의 절단 작업이 전혀 필요하지 않게 함과 동시에, 절단 작업 과정에서 이물질이 지열교환 파이프 내로 유입되어 지열교환 파이프가 본래의 기능을 발휘하지 못하게 되는 문제점을 해결할 수 있도록 하는 "지상연장부재의 제거를 이용한 지열교환 파이프의 시공방법 및 이를 위한 연결장치"에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 지중에 지열교환 파이프를 매립해두고 지열교환 파이프 내에 유체 형태의 열교환매체를 순환시켜서 지반과 열교환시킴으로써 냉난방 에너지를 획득하는 지열교환 파이프는 대한민국 공개특허 제10-2015-0094040호 등을 통해서 이미 공지되어 있다.

[0003] 지열교환 파이프는 지중에 연직하게 설치되는데, 빌딩 등의 건축물의 지하에 지열교환 파이프를 시공함에 있어서, 건축물이 탑다운(top-down) 방식으로 시공되는 경우에는, 미리 지열교환 파이프를 지중에 설치하여야 한다. 탑다운 방식의 건축물 시공에서는 지상층 구조물의 구축과 병행하여 지하층 형성을 위한 지반 굴착이 진행되며, 지반 굴착이 완료된 상태에서는 지상층 구조물로 인하여 긴 길이의 지열교환 파이프를 지중에 관입 설치할 수 없기 때문이다. 따라서 종래의 경우, 탑다운 방식의 건축물 시공에서는 아직 지상층 구조물이 구축되지 않고 지하층을 위한 지반 굴착이 진행되기 전에, 지상의 천공작업을 통해서 지중에 천공부를 형성하고 지상에서 지열교환 파이프를 천공부에 연직하게 삽입한 후, 지하층 시공에 필요한 심도까지 지면을 굴착하는 방식을 이용하였다.

[0004] 그런데 종래와 같이 지열교환 파이프가 이미 지중에 설치된 상태에서 지면을 굴착하게 되면, 굴착될 부분(굴착예정부)에도 지열교환 파이프가 매립되어 존재하기 때문에, 원활한 지반 굴착이 진행되기 위해서는 지반 굴착과정에서 굴착예정부에 존재하는 지열교환 파이프를 절단하여야 한다. 즉, 굴착예정부를 굴착해가면서 굴착작업에 방해가 되는 지열교환 파이프의 상단부를 굴착작업의 진행에 맞추어서 반복하여 절단해야 하는 것이다. 이러한 지열교환 파이프의 절단작업으로 인하여 굴착예정부의 굴착 공정이 지연되는 것은 물론이고, 지열교환 파이프의 절단이라는 번거로운 작업을 수차례 반복해야 한다. 더 나아가 지열교환 파이프의 절단과정에서, 지열교환 파이프 내부로 토사 등의 이물질이 유입될 수 있는데, 이렇게 지열교환 파이프 내에 이물질이 유입되면 결국 지열교환 파이프 내에 열교환매체가 제대로 순환될 수 없게 되어 그 기능을 상실하게 된다. 굴착과정에서 지열교환 파이프가 기능을 상실하여 폐공되는 비율은 전체 시공된 지열교환 파이프의 10% 내지 20%에 이르는 경우도 있다. 이러한 지열교환 파이프의 절단 과정에서의 이물질 유입으로 인하여 지열교환 파이프가 폐공(閉孔)되는 상황이 발생하게 되면, 그만큼 추가적인 비용이 발생하고 공기도 크게 지연되는 문제가 야기되며, 이를 방지하기 위해서는 폐공될 것을 감안하여 설계된 개수보다 더 많은 개수의 지열교환 파이프를 예비적으로 더 시

공하여야 하므로 그 만큼 시공비의 증가 및 공기지연의 문제가 발생하게 된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2015-0094040호(2015. 08. 19. 공개).

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 한계를 극복하기 위하여 개발된 것으로서, 굴착예정부를 굴착하기에 앞서 미리 지상에서 지중의 설계 심도 내에 지열교환 파이프를 시공해두어야 하는 경우에, 굴착예정부를 굴착하는 과정에서 지열교환 파이프를 절단해야 하는 상황이 발생하지 않게 함으로써, 지열교환 파이프의 절단으로 인하여 발생하는 문제점 즉, 절단 작업의 수행으로 인한 비용 발생과 공기 지연의 문제점, 그리고 절단 과정에서 지열교환 파이프 내로 이물질이 유입되어 폐공이 발생하게 되는 문제점 등을 해결할 수 있도록 하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 구체적으로 본 발명에서는 지열교환 파이프에 지상연장부재를 임시로 결합 연결하여, 굴착전 상태의 지상에서 지중 천공부에 지열교환 파이프를 삽입 배치한 후, 굴착 작업을 수행하기 전에 지상연장부재를 지열교환 파이프로부터 분리시켜서 제거한 상태에서 굴착예정부의 굴착작업을 수행하도록 함으로써, 종래 기술에서 굴착 작업 과정 중 지열교환 파이프를 절단해야만 했던 문제점을 해결하며, 더 나아가 지상연장부재를 분리 제거하더라도 지열교환 파이프 내로 이물질이 유입되지 않도록 함으로써 지열교환 파이프의 폐공 발생의 문제점을 해결할 수 있도록 하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 연결장치의 제1단부는 지열교환 파이프와 결합하고 제2단부는 지상연장부재와 결합하여 지열파이프 조립체를 제작하고, 지반을 천공하여 지중 천공부를 형성한 후, 지중 천공부 내에 지열파이프 조립체를 배치하는 단계; 지중 천공부 내에서 지열파이프 조립체의 지열교환 파이프가 고정되도록 하는 단계; 지상에서 지상연장부재를 지중 천공부로부터 빼내어 제거하는 단계; 및 지열교환 파이프의 상단이 지면에 노출될 때까지 굴착예정부를 굴착하는 단계를 포함하며; 연결장치는 지상연장부재와 분리될 수 있으며, 지상연장부재와 분리된 후에는 전부 또는 일부가 지열교환 파이프에 결합된 상태를 유지함으로써 굴착예정부의 굴착과정에서 지열교환 파이프로의 이물질 유입을 방지하도록 지열교환 파이프를 폐쇄하게 되는 것을 특징으로 하는 지열교환 파이프의 시공방법이 제공된다.

[0009] 이러한 본 발명의 시공방법에 있어서, 지열파이프 조립체는, 지상연장부재가 복수개의 분절편이 연결장치에 의해 분리가능하게 결합되어 구성되어 있는 다단 지열파이프 조립체이며; 굴착예정부를 굴착하는 단계에서는, 분할편을 빼내어 제거하고, 분할편이 제거된 구간에서 굴착예정부를 굴착하는 과정을 반복할 수 있다.

[0010] 또한 본 발명의 시공방법에서, 연결장치에는 단면이 축소된 단면축소부가 형성되어 있으며; 지상연장부재를 제거하는 단계에서는, 지상연장부재에 비튼을 가하여 단면축소부가 파단되도록 함으로써, 연결장치에 의한 연결이 분리되도록 할 수 있다. 이 경우, 연결장치의 단면축소부는, 연결장치의 외주면을 따라 경사진 오목한 홈 형태로 형성될 수도 있고, 연결장치가 연장된 길이 방향에 직교하여 연결장치를 관통하게 되는 관통공이 형성됨으로써 만들어질 수도 있다. 물론 이러한 경사진 오목한 홈과 관통공이 함께 형성되어 연결장치의 단면축소부를 이룰 수도 있다.

[0011] 또한 본 발명에서 연결장치에는, 연결장치가 연장되는 길이 방향으로 연결장치를 관통하는 중공이 형성되어 있으며; 이물질을 걸러내면서 유체는 통과시키는 스크린부재가 중공에 설치되어 있고; 지상에서 지상연장부재를 지중 천공부로부터 빼내어 제거하기 전에, 지중 천공부에 배치된 지열교환 파이프가 손상되지 않고 열교환 유체를 누출없이 순환시킬 수 있는지의 여부를 점검하기 위하여 지열교환 파이프의 일측 상단으로부터 지열교환 파이프로 누출점검용 유체를 주입하여 지열교환 파이프의 타측 상단으로 누출점검용 유체가 다시 회수되는지를 점검하는 과정을 수행한 후에, 굴착예정부의 굴착을 수행하게 될 수도 있다.

[0012] 본 발명의 시공방법에서는, 연결장치의 제1단부와 지열교환 파이프 간의 결합력이, 제2단부와 지상연장부재 간의 결합력보다 더 크며; 지상연장부재를 제거하는 단계에서는, 지상연장부재에 상향 인발력을 가하여 제2단부가 지상연장부재로부터 뿔뿔히 함으로써, 연결장치에 의한 연결이 분리되도록 구성될 수도 있다.

[0013] 한편, 본 발명에서는 위와 같은 시공방법에 적합하도록 제1단부는 지열교환 파이프와 지상연장부재를 서로 결합하는 연결장치로서, 지열교환 파이프와 결합되는 제1단부와 지상연장부재와 결합되는 제2단부를 가지는 봉형상 부재로 이루어지며; 단면이 축소된 단면축소부가 형성되어 있으며; 지반에 형성된 지중 천공부 내에 지열교환 파이프가 삽입 배치되어 고정된 상태에서 지면에서 지상연장부재에 비틀림이 가해지면 단면축소부가 파단되어 지상연장부재와 지열교환 파이프가 분리되도록 함과 동시에 지열교환 파이프의 상단을 폐쇄하게 되는 것을 특징으로 하는 지열교환 파이프의 연결장치도 제공된다.

**발명의 효과**

[0014] 본 발명에 의하면, 비틀림이나 인발 등에 의해 연결상태가 분리될 수 있는 연결장치를 이용하여 지열교환 파이프와 지상연장부재를 임시로 결합 연결하여, 굴착전 상태의 지상에서 지중 천공부에 지열교환 파이프를 삽입 배치한 후, 굴착 작업을 수행하기 전에 지상연장부재를 지열교환 파이프로부터 분리시켜서 제거한 상태에서 굴착예정부의 굴착작업을 수행하게 된다.

[0015] 따라서 본 발명에서는 굴착예정부에 지열교환 파이프가 존재하지 않을 뿐만 아니라 지상연장부재 역시 제거된 굴착예정부에는 존재하지 않은 상태에서 굴착작업이 수행되므로, 종래 기술에서 굴착 작업 과정 중 지열교환 파이프를 절단해야만 했던 문제점을 해결하게 되어, 매우 신속하고 원활하게 굴착작업 수행하여 빠르게 지열교환 파이프를 시공할 수 있게 된다. 따라서 종래 기술의 문제점이었던 지열교환 파이프의 절단작업 수행으로 야기되는 비용 발생 및 공기 지연을 모두 해소할 수 있게 된다.

[0016] 특히, 본 발명에서는 굴착예정부의 굴착을 위하여 지상연장부재를 지열교환 파이프로부터 분리 제거하더라도 지열교환 파이프 내로는 이물질이 유입되지 않게 되므로, 종래 기술에서 매우 큰 단점으로 지적되었던 지열교환 파이프의 폐공 발생의 문제점을 해결할 수 있게 되어, 불필요한 추가적인 지중 천공부 형성 및 지열교환 파이프 설치로 인한 추가 비용 발생을 방지하여 시공경제성을 향상시키게 되는 효과가 발휘된다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지열교환 파이프의 시공방법에서의 방법 단계 순서를 보여주는 개략적인 흐름도이다.

도 2 내지 도 5는 각각 도 1과 관련한 실시예에 따른 본 발명의 시공방법에 따라 지열교환 파이프를 시공하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 지중 단면도이다.

도 6은 다단 지열파이프 조립체를 이용한 본 발명의 지열교환 파이프 시공방법에 대한 개략적인 흐름도이다.

도 7 내지 도 8은 각각 도 6과 관련한 실시예에 따른 본 발명의 시공방법에 따라 지열교환 파이프를 시공하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 지중 단면도이다.

도 9는 본 발명에 따른 연결장치의 일 실시예에 대한 개략적인 사시도이다.

도 10은 도 9의 선 A-A에 따른 본 발명의 연결장치에 대한 개략적인 반단면 사시도이다.

도 11은 도 9에 도시된 연결장치가 지열교환 파이프와 지상연장부재 사이에 결합된 상태를 보여주는 도 10에 대응되는 개략적인 반단면 사시도이다.

도 12는 본 발명의 또다른 실시예로서 제1, 2단부 각각에 삽입공이 형성되어 있는 연결장치에 지열교환 파이프 및 지상연장부재의 연결부분 단부가 삽입되는 상태를 보여주는 개략적인 분해 사시도이다.

도 13은 도 12에 후속하여 조립된 상태를 보여주는 조립 사시도이다.

도 14는 도 13의 선 E-E에 따른 개략적인 반단면 사시도이다.

도 15는 도 12의 연결장치가 비틀림에 의해 파단된 상태를 보여주는 도 14에 대응되는 개략적인 반단면 사시도이다.

도 16은 본 발명에서 지상연장부재의 상단부에 수평막대형상의 비틀림손잡이를 결합하여 비틀림손잡이를 회전시키는

상태를 보여주는 개략적인 사시도이다.

도 17은 단면축소부가 제2단부에 형성되어 있는 본 발명의 연결장치가 지열교환 파이프와 지상연장부재 사이에 결합된 상태에서 비틀림에 의해 파단된 전,후의 상태를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 18은 단면축소부가 제1단부에 형성되어 있는 본 발명의 연결장치가 지열교환 파이프와 지상연장부재 사이에 결합된 상태에서 비틀림에 의해 파단된 전,후의 상태를 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 19는 본 발명의 실시예에 따른 연결장치의 개략적인 사시도이다.

도 20은 도 19에 도시된 연결장치가 지열교환 파이프와 지상연장부재 사이에 결합된 상태를 보여주는 도 19의 선 B-B 방향으로의 개략적인 반단면 사시도이다.

도 21은 도 19에 도시된 연결장치가 지열교환 파이프와 지상연장부재 사이에 결합된 상태를 보여주는 도 19의 선 C-C 방향으로의 개략적인 반단면 사시도이다.

도 22는 중공과 마감부재가 구비된 본 발명의 또다른 실시예에 따른 연결장치의 개략적인 분해 사시도이다.

도 23은 도 22의 선 D-D에 따른 연결장치의 개략적인 반단면 사시도이다.

도 24는 도 22에 도시된 연결장치가 지열교환 파이프와 지상연장부재 사이에 결합된 상태를 보여주는 개략적인 반단면 사시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 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. 본 발명에 따른 지열교환 파이프의 시공방법은, 지반 굴착예정부가 존재하고, 굴착예정부를 굴착하기에 앞서 지열교환 파이프를 시공해야만 하는 상황에서 매우 유용하다. 이러한 상황의 일 예로는 앞서 언급한 것처럼 탐다운 방식으로 시공되는 건축물의 아래에 지열교환 파이프를 시공하는 경우가 있다. 그러나 본 발명의 시공방법이 적용되는 경우가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0019] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 지열교환 파이프의 시공방법에서의 방법 단계 순서를 보여주는 개략적인 흐름도가 도시되어 있다. 도 2 내지 도 5에는 각각 도 1과 관련한 실시예에 따른 본 발명의 시공방법에 따라 지열교환 파이프를 시공하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 지중 단면도가 도시되어 있다.
- [0020] 우선 도 2의 (a) 및 도 2의 (b)에 도시된 것처럼, 굴착예정부(200)가 아직 굴착되지 않은 상태에서 굴착예정부(200)의 상면 즉, 지상에서 천공장비(300)를 이용하여 지반(210)의 원하는 심도까지 연직하게 지중 천공부(400)를 천공한다(단계 S1). 지중 천공부(400)를 천공할 때, 굴착예정부 구간에서 천공된 부분의 붕괴를 방지하기 위하여 필요에 따라서는 굴착예정부 구간에는 관부재로 이루어진 천공케이싱(410)을 관입할 수도 있다.
- [0021] 후속하여 도 3의 (a) 및 도 3의 (b)에 도시된 것처럼, 본 발명에 따른 연결장치(1)을 이용하여 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3)를 서로 연결한 "지열파이프 조립체(4)"를 제작하여, 지상에서 지중 천공부(400)에 지열파이프 조립체(4)를 연직 삽입한다(단계 S2). 지열파이프 조립체(4)가 지중 천공부(400)에 삽입되면, 지열교환 파이프(2)는 영문자 U자 형태로 구부러진 단부가 연직 아래를 향하도록 지중 천공부(400)에서 지중 구간에 존재하게 되고, 지상연장부재(3)는 지중 천공부(400)에서 굴착예정부 구간에 존재하게 된다. 위의 설명에서는 편의상 지중 천공부의 천공이 이루어진 후에 지열파이프 조립체가 제작되는 것으로 기술하였으나, 지중 천공부의 천공과 지열파이프 조립체의 제작은 동시에 병행하여 진행되어도 무방하다.
- [0022] 지중 천공부(400)에 지열파이프 조립체(4)가 삽입 배치된 상태에서, 지열교환 파이프(2)가 고정되도록 한다(단계 S3). 도 4의 (a)에 도시된 것처럼 지중 천공부(400)의 지중 구간 내에 그라우팅재(440)을 채워서 지열교환 파이프(2)가 그라우팅재(440)에 매립된 상태로 그라우팅재(440)이 경화되도록 함으로써 지열교환 파이프(2)가 지중 천공부(400) 내에서 고정되도록 할 수 있다. 도 4의 (b)에 도시된 것처럼 지상에서의 비틀림(torsion) 또는 강한 인발 작업 등을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리시켜서 지중 천공부(400)로부터 지상연장부재(3)를 빼내어 제거한다(단계 S4). 이 때, 굴착예정부 구간에서 지중 천공부에 천공케이싱(410)이 설치되어 있는 경우에는 천공케이싱(410)도 제거한다.
- [0023] 본 발명에서 연결장치(1)는, 지상에서의 작업을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리될 수 있는 형태로 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 결합되어 있고, 더 나아가 지상연장부재(3)가 제거

되더라도 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부를 폐쇄하는 구조를 가지고 있으므로, 천공케이싱(410)이 제거되어 굴착예정부(200)의 공벽이 붕괴되는 등의 현상으로 인하여 굴착예정부 구간의 지중 천공부로 이물질이 유입되더라도, 이러한 이물질이 지열교환 파이프(2) 내로 유입되지 않는다. 연결장치(1)의 이와 같은 구성에 대한 구체적인 사항은 후술한다.

[0024] 후속하여 도 5의 (a)에 도시된 것처럼 굴착장비(310)을 이용하여 굴착예정부(200)를 굴착하여 지열교환 파이프(2) 상단의 연결부분 단부를 노출시키고, 연결장치(1)를 제거한다(단계 S5). 이후로는 도 5의 (b)에 도시된 것처럼 지열교환 파이프(2)의 상단에 필요한 관로(20)를 연결하게 된다.

[0025] 위에서 살펴본 본 발명의 실시예에 따른 시공방법에 의하면, 이미 굴착예정부(200)에 지열교환 파이프(2)가 존재하지 않을 뿐만 아니라 지상연장부재(3)가 제거된 상태에서 굴착작업이 수행되므로, 굴착 과정에서 지열교환 파이프를 절단해야 하는 작업이 전혀 필요하지 않게 되고, 그에 따라 매우 신속하고 원활하게 굴착작업이 수행된다. 따라서 종래 기술의 문제점이었던 지열교환 파이프의 절단작업 수행으로 야기되는 비용 발생 및 공기 지연을 모두 해소할 수 있게 된다.

[0026] 한편, 본 발명의 시공방법을 수행함에 있어서, 연결장치(1)는 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이를 연결하는 위치뿐만 아니라, 지상연장부재(3)의 길이에 걸쳐 복수개의 위치에 구비될 수도 있다. 즉, 지상연장부재(3) 자체가 길이 방향으로 복수개의 분절편으로 분리되어 있고, 각각의 분절편이 연결장치(1)에 의해 서로 분리가능하게 결합되어 지상연장부재(3)를 형성하게 되고, 이러한 지상연장부재(3)를 다시 연결장치(1)에 의해 지열교환 파이프(2)와 결합하여 지열파이프 조립체를 만들 수 있는 것이다. 이와 같이 복수개의 분절편이 복수개의 연결장치(1)에 의해 결합되어 지상연장부재(3)가 형성되고, 이러한 지상연장부재(3)를 이용하여 만들어진 지열파이프 조립체를, 앞서 도 1 내지 도 5에 도시된 실시예에서의 지열파이프 조립체(4)와 구분하기 위하여 편의상 "다단 지열파이프 조립체(4a)"라고 기재한다.

[0027] 도 6에는 다단 지열파이프 조립체(4a)를 이용한 본 발명의 지열교환 파이프 시공방법에 대한 개략적인 흐름도가 도시되어 있다. 도 7 내지 도 8에는 각각 도 6과 관련한 실시예에 따른 본 발명의 시공방법에 따라 지열교환 파이프를 시공하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 지중 단면도가 도시되어 있는데, 도 7의 (a)와 (b)는 각각 도 3의 (a)와 (b)에 대응되는 도면이고, 도 7의 (c)는 도 4의 (a)에 대응되는 도면이다. 도 6과 관련된 실시예에 대해, 앞서 도 2의 (a) 및 (b)에 대응하는 도면은 도시를 생략하였다.

[0028] 도 6 내지 도 8에 도시된 실시예에 따른 본 발명의 시공방법에서도, 앞서 설명한 실시예와 마찬가지로, 우선 지상에서 지중(210)의 원하는 심도까지 연직하게 지중 천공부(400)를 천공한다(단계 S1). 후속하여 도 7의 (a) 및 도 (b)에 도시된 것처럼, 연결장치(1)을 이용하여 "다단 지열파이프 조립체(4a)"를 제작하여, 지상에서 지중 천공부(400)에 다단 지열파이프 조립체(4a)를 연직 삽입한다(단계 S2a). 다단 지열파이프 조립체(4a)는, 앞서 설명한 것처럼, 복수개의 분절편이 연결장치(1)에 의해 서로 분리가능하게 결합하여 만들어진 지상연장부재(3)가, 연결장치(1)에 의해 지상연장부재(3)와 분리가능하게 결합됨으로써 만들어진 것이다. 이러한 다단 지열파이프 조립체(4a)의 제작에 이용되는 연결장치(1)는 앞서 설명한 실시예에서 이용된 연결장치와 동일하다. 도 7 및 도 8에 도시된 실시예에서는 지상연장부재(3)가 연직방향으로 3개의 분절편(3-1, 3-2, 3-3)으로 이루어진 것으로 도시되어 있다. 물론 지상연장부재(3)는 2개 또는 4개 이상의 분절편으로 이루어질 수도 있다.

[0029] 지중 천공부(400)에 다단 지열파이프 조립체(4a)가 삽입 배치된 상태에서, 도 7의 (c)에 도시된 것처럼 지중 천공부(400)의 지중 구간 내에 그라우팅재(440)를 채워서 지열교환 파이프(2)가 그라우팅재(440)에 매립된 상태로 그라우팅재(440)가 경화되도록 한다(단계 S3).

[0030] 후속하여 지상에서의 비틀(torsion) 또는 강한 인발 작업 등을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리시켜서 지중 천공부(400)로부터 지상연장부재(3)를 빼내어 제거하면서 굴착예정부(200)를 굴착한다(단계 S4a). 도 8의 (a) 내지 (c)에는 이와 같이 지상연장부재(3)를 제거하면서 굴착예정부를 굴착하는 과정을 순차적으로 보여주는 개략적인 지중 단면도가 도시되어 있다.

[0031] 우선 도 8의 (a)에 도시된 것처럼 최상부에 위치하는 분절편(3-1)을 비틀(torsion) 또는 강한 인발 작업 등을 통해서 그 아래에 위치하는 분절편(3-2)과 분리하여 제거한다. 후속하여 도 8의 (b)에 도시된 것처럼 분절편이 제거된 구간에 대해 굴착예정부를 굴착하고, 굴착면에 분절편(3-2)이 노출되면, 다시 분절편(3-2)을 비틀이나 강한 인발 작업을 통해서 분리하여 제거한다(도 8의 (c)). 분절편(3-2)이 제거되면, 그 구간에 대해 다시 굴착예정부를 굴착한다(도 8의 (d)). 이와 같이 분절편의 분리 제거 작업 및 분절편이 존재하지 않는 굴착예정부 구간의 굴착 작업을 반복하여 수행하여 최종적으로 남아 있는 분절편(3-3)에 대해 비틀 또는 강한 인발 작업을

수행하여 최종적인 분절편(3-3)과 지열교환 파이프(2) 사이를 분리시킨 후, 지상연장부재(3)를 모두 제거함으로써 지열교환 파이프(2) 상단의 연결부분 단부를 노출시키고, 연결장치(1)을 제거한다. 지열교환 파이프(2)의 상단이 지면에 노출되면, 필요한 관로를 지열교환 파이프(2)의 상단에 연결하게 된다.

- [0032] 위에서 살펴본 본 발명의 실시예에 따른 시공방법의 경우에도, 굴착예정부를 굴착할 때에는 굴착을 방해하는 지상연장부재의 분절편이 존재하지 않으므로 매우 신속하고 원활하게 굴착작업을 수행할 수 있게 되어, 앞서 도 1 내지 도 5를 참조하여 살펴본 실시예와 마찬가지로, 따라서 종래 기술의 문제점이었던 지열교환 파이프의 절단 작업 수행으로 야기되는 비용 발생 및 공기 지연을 모두 해소할 수 있게 된다.
- [0033] 특히, 지상연장부재(3)가 배치되는 굴착예정부의 두께가 큰 경우, 지상에서 지상연장부재(3)를 비틀거나 인발할 때, 지상연장부재(3) 자체의 비틀 강성 내지 인장강성이 충분하지 않을 경우, 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이의 연결장치(1)에서 분리가 일어나기 전에, 지상연장부재(3) 자체가 비틀림 변형 내지 파괴, 또는 인장변형 내지 파괴가 발생할 위험도 존재한다. 그런데 위와 같이 복수개의 분절편과 복수개의 연결장치(1)에 의해 만들어진 다단 지열파이프 조립체(4a)를 이용하게 되면, 굴착예정부를 단계적으로 굴착하면서 전체 지상연장부재의 길이 보다 상대적으로 짧은 분절편을 순차적으로 비틀거나 인발하면 되므로, 지상연장부재(3) 자체가 비틀림 변형 내지 파괴, 또는 인장변형 내지 파괴가 발생할 위험을 크게 낮출 수 있게 되는 장점이 있다.
- [0034] 다음에서는 본 발명에 따른 지열교환 파이프의 시공방법에서 이용되도록 새롭게 개발된 연결장치(1)와, 이를 이용하여 지열파이프 조립체를 만드는 것, 그리고 단계 S4 및 단계 S4a에서 지상 작업을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리시키는 작업 등에 대해 상세히 설명한다.
- [0035] 본 발명에 따른 연결장치(1)는 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부에 분리 가능하게 결합되는 제1단부(11)와, 지상연장부재(3)의 연결부분 단부에 분리가능하게 결합되는 제2단부(12)를 가지고 있다.
- [0036] 도 9에는 본 발명에 따른 연결장치(1)의 일 실시예에 대한 개략적인 사시도가 도시되어 있으며, 도 10에는 도 9의 선 A-A에 따른 본 발명의 연결장치(1)에 대한 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있다. 도 11에는 도 9에 도시된 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 결합된 상태를 보여주는 도 10에 대응되는 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있다.
- [0037] 도 9 내지 도 11에 도시된 실시예에 따른 본 발명의 연결장치(1)는 봉형상의 부재로 이루어져 있으며, 제1단부(11)은 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부에서 지열교환 파이프(2)의 내부에 삽입되며, 제2단부(12)는 지상연장부재(3)의 연결부분 단부에서 지상연장부재(3)의 내부에 삽입된다. 지상연장부재(3)는 반드시 중공을 가지는 파이프부재로 구성될 필요는 없지만, 도 9 내지 도 11에 도시된 실시예의 연결장치(1)에서는 제2단부(12)가 지상연장부재(3)의 단부의 내부에 삽입되는 구성을 가지고 있기 때문에, 이 경우에는 적어도 지열교환 파이프(2)와 연속되는 단부 즉, 하단의 연결부분 단부는 연결장치(1)의 봉형상 제2단부(12)가 내측에 삽입될 수 있는 중공을 가지고 있어야 한다. 지상연장부재(3)에서 연결장치(1)가 결합되는 부분을 제외하고, 지상연장부재(3)의 기타 다른 부분은 반드시 중공을 가지는 파이프부재로 구성될 필요가 없으면 내부가 막혀 있는 봉형상 부재일 수도 있다. 물론 지상연장부재(3)의 전부가 파이프부재로 구성되어도 무방하다. 또한 후술하는 것처럼, 연결장치(1)의 제2단부(12) 내부로 지상연장부재(3)가 삽입되는 경우에는, 지상연장부재(3)는 전체 길이에 걸쳐 내부가 막혀 있는 봉형상 부재로 구성되어도 무방하다.
- [0038] 한편, 도 9 내지 도 11에 도시된 실시예에 따른 본 발명의 연결장치(1)에서, 제1단부(11)과 제2단부(12) 사이에는 각 단부의 단면보다 더 큰 면적을 가지는 플랜지부(13)가 존재할 수 있다. 플랜지부(13)가 존재하는 경우, 제1단부(11) 또는 제2단부(12)가 삽입되는 깊이를 제한하게 된다.
- [0039] 앞서 설명한 단계 S2에서는 지열파이프 조립체(4)를 지중 천공부(400)에 삽입하게 되는데, 천공에 소요되는 비용을 절감하기 위하여 지중 천공부(400)의 천공 직경은 지열파이프 조립체(4)를 삽입할 수 있는 범위 내에서 가장 작게 하는 것이 일반적이다. 따라서 이 경우에는 지열파이프 조립체(4)를 지중 천공부(400)에 삽입할 때, 연직 하향으로 지열파이프 조립체(4)에 압력을 가하게 된다. 위와 같이 플랜지부(13)가 존재하는 경우, 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 설치된 상태에서 연직하향으로 가압력을 받으면 플랜지부(13)는 지열교환 파이프(2)의 단면과 지상연장부재(3)의 단면에 밀착하게 되므로 제1단부(11)이 불필요하게 지열교환 파이프(2) 내로 더 깊게 삽입되거나 또는 제2단부(12)가 불필요하게 지상연장부재(3) 내로 더 깊게 삽입되는 것이 방지되는 효과가 발휘된다. 그러나 플랜지부(13)은 경우에 따라서는 생략될 수도 있다.
- [0040] 본 발명에서 연결장치(1)의 제1단부(11)와 제2단부(12)가 각각 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부 및 지상연장부재(3)의 연결부분 단부에 분리가능하게 결합됨에 있어서, 도 9 내지 도 11에 도시된 실시예의 경우, 제1, 2

단부(11, 12)가 파이프 형태의 연결부분 단부 내에 삽입되는 구성을 가지고 있다. 그러나 이와 달리 연결장치(1)의 제1단부(11)에 제1삽입공(110)이 형성되어 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부가 제1삽입공(110)에 분리 가능한 형태로 삽입될 수도 있다. 또한 연결장치(1)의 제2단부(12)에 제2삽입공(120)이 형성되어 지상연장부재(3)의 연결부분 단부가 삽입공(120)에 분리 가능한 형태로 삽입될 수도 있다.

[0041] 도 12에는 제1, 2단부(11, 12) 각각에 삽입공이 형성되어 있는 연결장치(1)에 지열교환 파이프(2) 및 지상연장부재(3)의 연결부분 단부가 삽입되는 상태를 보여주는 개략적인 분해사시도가 도시되어 있으며, 도 13에는 도 12에 후속하여 조립된 상태를 보여주는 조립사시도가 도시되어 있다. 도 14에는 도 13의 선 E-E에 따른 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있고, 도 15에는 도 12의 연결장치(1)가 비틀림에 의해 파단된 상태를 보여주는 도 14에 대응되는 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있다. 도 12 내지 도 15에서는 제1, 2단부(11, 12) 모두에 삽입공이 형성된 것으로 도시되어 있지만, 본 발명의 연결장치(1)는 이에 한정되지 않고, 제1단부(11)에만 제1삽입공(110)이 형성되어 있어서 제1단부(11)에서는 제1삽입공(110) 내부로 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부가 삽입되어 결합하지만 제2단부(12)에서는 앞서 도 9 내지 도 11의 실시예처럼 제2단부(12)가 지상연장부재(3)의 단부 내부로 삽입되는 구성을 가질 수도 있다. 또한 이와 반대로 제2단부(12)에만 제2삽입공(120)이 형성되어 있어서 제2단부(12)에서는 제2삽입공(120) 내부로 지상연장부재(3)의 연결부분 단부가 삽입되어 결합하지만 제1단부(11)에서는 앞서 도 9 내지 도 11의 실시예처럼 제1단부(11)가 지열교환 파이프(2)의 단부 내부로 삽입되는 구성을 가질 수도 있다. 도면에서 부재번호 17은 제1단부(11)와 제2단부(12)의 표면 거칠기를 위한 오목부(17)이다. 오목부(17)는 제1단부(11)와 제2단부(12)의 표면을 거칠게 만들기 위한 구성의 일예이며, 제1단부(11)와 제2단부(12)의 표면을 거칠게 하여 마찰력을 향상시키기 위한 구성은 이에 한정되지 않고 다양한 형태, 무늬로 만들 수 있다. 또한 도 12 내지 도 15에 도시된 실시예의 경우, 제1,2 삽입공(110, 120)의 내면에 도 표면 거칠기, 홈 형성 등과 같이 마찰력 향상을 위한 구성이 존재할 수도 있다.

[0042] 이와 같이 도 9 내지 도 15에 도시된 실시예에 따른 연결장치(1)는 제1단부(11), 제2단부(12) 및 단면축소부(14)를 가지는 봉부재로 이루어져서 제1단부(11)은 지열교환 파이프(2)와 분해가능하게 결합되고 제2단부(12)는 지상연장부재(3)와 분해가능하게 결합되어 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3)를 서로 연결시킴으로써, 지열 파이프 조립체(4)를 형성하게 된다. 특히, 본 발명의 연결장치(1)는, 지상에서의 작업을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리될 수 있는 형태로 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 결합되어 있고, 더 나아가 지상연장부재(3)가 제거되더라도 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부를 폐쇄하게 된다.

[0043] 도 9 내지 도 15에 도시된 실시예에 따른 연결장치(1)에는 단면축소부(14)가 존재한다. 즉, 봉형상으로 이루어진 연결장치(1)에서는 제1단부(11) 및 제2단부(12)의 단면적보다 더 작은 단면을 가지게 되는 단면축소부(14)가 형성되어 있는 것이다. 도 9 내지 도 15에 도시된 실시예에 따른 연결장치(1)의 경우, 단면축소부(14)가 플랜지부(13)과 제2단부(12) 사이에 형성되어 있다. 그러나 단면축소부(14)가 형성되는 위치는 여기에 한정되지 않으며, 제2단부(12)의 임의 위치에 형성되거나 또는 제1단부(11)의 임의 위치에 형성되어도 무방하다.

[0044] 이렇게 도 9 내지 도 15에 도시된 실시예에 따른 연결장치(1) 즉, 단면축소부(14)를 가지는 연결장치(1)를 이용하여 만들어진 지열파이프 조립체(4)를 이용하여 본 발명의 시공방법을 수행할 경우, 앞서 살펴본 단계 S4에서 지상 작업을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리시킬 때는 '비틀림(torsion)'작업을 수행하게 된다. 또한 도 9 내지 도 15에 도시된 실시예에 따른 연결장치(1)를 이용하여 다단 지열파이프 조립체(4a)를 형성하여 지열교환 파이프를 시공하는 경우에도, 분할편을 분리 제거할 때 분할편의 비틀림작업을 수행하게 된다.

[0045] 지열파이프 조립체(4)가 지중 천공부(400)에 삽입 배치되고 그라우팅재(440)이 채워져 지열교환 파이프(2)가 그라우팅재(440)에 매립 고정된 상태에서, 지상에서는 지상연장부재(3)를 비틀게 되는 것이다. 도 16에는 지상연장부재(3)를 비틀기 위하여 지상 위로 돌출된 지상연장부재(3)의 상단부에 수평막대형상의 비틀손잡이(90)를 결합하여 비틀손잡이(90)를 회전시키는 상태를 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있다. 도 16에 예시된 것처럼, 비틀손잡이(90)와 같은 장치를 지상연장부재(3)에 물려서 지상연장부재(3)에 비틀림을 가하게 되면, 이러한 비틀림은 연결장치(1)로 전달되고, 연결장치(1)의 단면축소부(14)가 우선적으로 비틀림 파괴되어 연결장치(1)가 2개의 부분으로 파단된다. 따라서 지상연장부재(3)가 지열교환 파이프(2)로부터 분리되며, 작업자는 지상에서 지상연장부재(3)만을 지중 천공부(400)로부터 인발하여 제거하면 된다. 분할편의 비틀림 제거 작업 역시 도 16의 방식과 동일하게 수행할 수 있다.

[0046] 이렇게 지상연장부재(3)가 제거되더라도, 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부에는 연결장치(1)의 나머지 부분 중 제1단부(11)의 전부 내지 일부는 계속하여 삽입되어 있으므로, 지열교환 파이프(2)의 단부는 막혀 있는 상태

를 유지하게 되며, 따라서 굴착예정부(200)의 굴착 과정에서 지중 천공부로 이물질이 유입되더라도, 이러한 이물질이 지열교환 파이프(2) 내로 유입되는 것이 원천적으로 방지된다. 그러므로 본 발명에 의하면 굴착예정부의 굴착 과정에서 지열교환 파이프(2) 내로 이물질이 유입되어 폐공되는 문제점이 발생되지 않으며, 그에 따라 폐공으로 인한 비용 발생, 여분의 추가적인 지열교환 파이프의 설치로 인한 비용발생과 공기지연 등의 문제도 모두 해소된다.

[0047] 단면축소부(14)가 형성된 연결장치(1)에 있어서, 앞서 언급한 것처럼 단면축소부(14)는 제2단부(12)의 임의 위치에 형성되거나 또는 제1단부(11)의 임의 위치에 형성되어도 무방하다. 도 9 내지 도 11에 도시된 실시예의 경우, 단면축소부(14)가 플랜지부(13)와 제2단부(12) 사이에 형성되어 있으므로, 지상연장부재(3)의 비틀림에 의해 연결장치(1)가 파단되는 위치는 플랜지부(13)와 제2단부(12) 사이가 된다. 그런데 단면축소부(14)는 제2단부(12)의 임의 위치에 형성되어 있어도, 지상연장부재(3)의 비틀림에 의해 단면축소부(14)가 파괴되어 연결장치(1)가 파단되면, 지상연장부재(3)는 지열교환 파이프(2)로부터 분리되며, 제1단부(11)은 여전히 지열교환 파이프(2)의 단부를 막고 있게 되므로, 앞서 설명한 지열교환 파이프(2) 내부로 이물질이 유입되는 것을 방지하는 효과는 계속적으로 발휘된다. 도 17에는 이와 같이 단면축소부(14)가 제2단부(12)에 형성되어 있는 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3)를 연결하고 있는 상태에 후속하여 비틀림에 의해 단면축소부(14)가 파단되기 전, 후의 상태를 보여주는 개략적인 단면도가 도시되어 있다. 도 17의 (b)에 도시된 것처럼 비틀림에 의해 단면축소부(14)가 파단되어 지상연장부재(3)가 지열교환 파이프(2)로부터 분리되었지만, 제1단부(11)은 여전히 지열교환 파이프(2)의 단부를 막고 있음을 알 수 있다.

[0048] 또한 단면축소부(14)가 제1단부(11)에 형성되어 있어도, 지상연장부재(3)의 비틀림에 의해 단면축소부(14)가 파괴되어 연결장치(1)가 파단되면, 지상연장부재(3)는 지열교환 파이프(2)로부터 분리되며, 제1단부(11)의 일부분은 여전히 지열교환 파이프(11)의 단부를 막고 있게 되므로, 앞서 설명한 지열교환 파이프(2) 내부로 이물질이 유입되는 것을 방지하는 효과는 계속적으로 발휘된다. 도 18에는 이와 같이 단면축소부(14)가 제1단부(11)에 형성되어 있는 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3)를 연결하고 있는 상태에 후속하여 비틀림에 의해 단면축소부(14)가 파단되기 전, 후의 상태를 보여주는 개략적인 단면도가 도시되어 있다. 도 18에 도시된 것처럼, 단면축소부(14)가 제1단부(11)에 형성되는 경우, 단면축소부(14)로부터 제1단부(11)의 끝단까지의 길이가, 단면축소부(14)로부터 제1단부(11)과 제2단부(12)간의 경계까지의 길이보다 더 긴 것이 바람직하다. 이는 단면축소부(14)가 파단되었을 때, 단면축소부(14)보다 위쪽에 존재하는 부분이 쉽게 지열교환 파이프(2)로부터 빠질 수 있기 때문이다.

[0049] 한편, 연결장치(1)에 단면축소부(14)를 형성함에 있어서는 도 9 내지 도 18에 도시된 것처럼, 연결장치(1)의 외주면을 따라 경사진 오목한 홈 형태로 단면축소부(14)를 형성할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0050] 도 19에는 또다른 형태의 단면축소부가 만들어져 있는 본 발명의 일실시예에 따른 연결장치(1)의 개략적인 사시도가 도시되어 있다. 도 20에는 도 19에 도시된 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 결합된 상태를 보여주는 도 19의 선 B-B 방향으로의 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있고, 도 21에는 도 19에 도시된 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 결합된 상태를 보여주는 도 19의 선 C-C 방향으로의 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있다.

[0051] 도 19 내지 도 21에 도시된 것처럼, 연결장치(1)가 연장된 길이 방향에 직교하여 연결장치(1)를 관통하게 되는 관통공(130)을 형성함으로써 연결장치(1)의 단면이 축소되어 있는 단면축소부(14)가 만들어져도 무방한 것이다. 관통공(130)은 복수개로 형성될 수 있다. 또한 본 발명에서는 이러한 관통공(130) 이외에 기타 다른 형태로 단면축소부(14)가 만들어져도 좋다. 관통공(130)을 이용하여 단면축소부(14)를 형성하는 것은 도 12 내지 도 14에 도시된 실시예에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0052] 한편, 본 발명의 연결장치(1)는 위와 같이 단면축소부(14)를 가지는 대신에, 또는 이와 같은 단면축소부(14)와 더불어, 제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 결합강도(결합력)가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합강도(결합력)보다 더 크도록 하는 구성을 가질 수도 있다.

[0053] 도 9 내지 도 21에 도시된 것처럼, 지열교환 파이프(2)와 결합되는 제1단부(11)의 길이를, 지상연장부재(3)와 결합되는 제2단부(12)의 길이보다 더 길게 함으로써, 위와 같은 "제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 결합강도가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합강도보다 더 크게 하는 구성"을 구현할 수 있다. 제1단부(11)과 제2단부(12)의 표면 상태가 서로 동일하고, 지열교환 파이프(2)의 내부 표면 상태와 지상연장부재(3)의 내부 표면 상태가 서로 동일하다면, 제1단부(11)의 길이가 제2단부(12)의 길이보다 더 긴 경우, 제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 마찰에 의한 결합강도가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 마찰에 의한 결합강

도보다 더 커진다.

- [0054] 이와 달리, 제1단부(11)과 제2단부(12)가 서로 동일한 길이를 가지고 있지만, 제1단부(11)와 지열교환 파이프(2)가 접하여 결합되는 면의 거칠기를, 제2단부(12)와 지상연장부재(3)가 접하여 결합되는 면의 거칠기 보다 더 거칠게 함으로써, "제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 결합강도가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합강도보다 더 크게 하는 구성"을 구현할 수도 있다. 위에서 예시한 방법 이외에도 "제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 결합강도가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합강도보다 더 크게 하는 구성"은 다양한 형태로 구현할 수 있다.
- [0055] 이와 같이 "제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 결합강도가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합강도보다 더 큰 경우"에는 단면축소부(14)가 형성되어 있지 않더라도, 앞서 살펴본 단계 S4에서 지상 작업을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리시킬 때, 지상연장부재(3)를 상향 인발하는 작업(강한 인발 작업)을 수행하여 지상연장부재(3)에 상향 인발력을 가하게 되면, 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합이 먼저 파괴되면서, 지상연장부재(3)가 제2단부(12)로부터 뿔히게 되어 연결장치(1)에 의한 연결이 종결되어 지상연장부재(3)가 지열교환 파이프(2)와 분리될 수 있다.
- [0056] 물론 제1단부(11)과 지열교환 파이프(2) 사이의 결합강도가 제2단부(12)와 지상연장부재(3) 사이의 결합강도보다 더 크면서 단면축소부(14)가 형성되어 있는 경우에는, 앞서 살펴본 단계 S4에서 비틀을 가하거나 상향 인발하는 것 중 어느 하나를 편리하게 선택하여 수행할 수 있게 된다. 분할편을 분리할 때에도 이와 같다.
- [0057] 이상에서 살펴본 것처럼, 본 발명에서 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이를 결합하는 연결장치(1)는, 지상에서의 작업을 통해서 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리될 수 있게 하는 구성을 가지고 있으며, 따라서 지열교환 파이프를 시공함에 있어서, 지상연장부재(3)를 지열교환 파이프(2)로부터 분리하여 제거한 상태에서 굴착예정부를 굴착할 수 있게 되어, 굴착 도중 지열교환 파이프를 절단해야 할 필요가 전혀 없으며 그에 따라 굴착 작업의 속도를 향상시킬 수 있고 전체적인 시공비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0058] 특히, 본 발명에서는 지상연장부재(3)가 제거되더라도 연결장치(1)의 전부 또는 일부분은 항상 지열교환 파이프(2)의 연결부분 단부를 폐쇄하고 있으므로, 지상연장부재(3)의 제거과정 및 굴착예정부의 굴착 과정에서 지중 천공부로 유입되는 이물질이 지열교환 파이프(2) 내로 유입되는 것을 원천적으로 방지할 수 있게 되며, 따라서 이물질의 유입으로 인하여 지열교환 파이프(2)가 폐공되는 문제점을 해소할 수 있게 된다.
- [0059] 지열교환 파이프를 시공함에 있어서, 지중 천공부(400)에 배치된 지열교환 파이프(2)가 손상되지 않고 열교환 유체를 누출없이 순환시킬 수 있는지의 여부를 점검하는 작업이 수행될 수 있다. 이러한 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업은, 지열교환 파이프의 일측 상단으로부터 지열교환 파이프내로 물이나 기타 누출점검용 유체를 주입하여 타측 상단으로 누출점검용 유체가 원하는 양으로 다시 회수되는지를 파악하는 형태로 진행된다. 그리고 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업은 굴착예정부가 모두 굴착되어 지열교환 파이프의 상단이 지면에 노출된 상태에서 수행될 수도 있지만, 경우에 따라서는 아직 굴착예정부가 굴착 완료되지 않은 상태에서 수행될 수도 있다.
- [0060] 이러한 지열교환 파이프의 손상여부 점검작업이 진행될 수 있으려면 지중연장부재(3)는 파이프부재로 구성되어야 하며, 연결장치(1)는 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3)를 서로 연통시키는 형태로 연결하여야 한다.
- [0061] 그런데 만일 굴착예정부가 굴착 완료되지 않은 상태에서 즉, 지열파이프 조립체(4)를 제작하여 이를 지중 천공부(400)에 연직 삽입하는 단계 S2가 완료된 후에, 위와 같은 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업이 수행되어야 할 경우도 있는 것이다. 아직 굴착예정부가 굴착되지 않은 상태에서는 지열교환 파이프(2)와 지중연장부재(3) 사이에 연결장치(1)가 존재하므로, 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업이 수행되려면, 누출점검용 유체가 연결장치(1)를 통과하여 지열교환 파이프(2) 내부로 주입될 수 있어야 하는 것이다.
- [0062] 본 발명에서는 이러한 경우를 대비하여, 필요에 따라서는 연결장치(1)가 연장되는 길이 방향으로 연결장치(1)를 관통하는 중공(15)이 연결장치(1)에 형성될 수도 있다. 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업을 수행할 때에는 누출점검용 유체가 중공(15)을 통과하여 지열교환 파이프(2)의 내부로 흘러갈 수 있게 된다. 그런데 연결장치(1)에 중공(15)이 형성되어 있게 되면, 누출점검용 유체를 이용한 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업이 완료된 후, 굴착예정부를 굴착하는 과정에서 중공(15)을 통해서 이물질이 지열교환 파이프(2) 내부로 유입될 위험성이 있다.
- [0063] 본 발명에서는 이러한 이물질 유입 위험성에 대비하여, 연결장치(1)에 중공(15)을 형성함으로써 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업을 위하여 누출점검용 유체가 연결장치(1)를 통과하도록 하면서도, 이물질이 중공

(15)을 통과하지 못하도록 필터링하는 스크린부재(150)가 중공(15)에 설치된다. 즉, 연결장치(1)에 중공(15)이 형성되는 경우에는 중공(15) 내에 이물질을 걸러내는 필터부재로서 기능하는 스크린부재(150)를 설치하게 되는 것이다. 따라서 중공(15)에 스크린부재(150)가 설치되어 있으면 중공(15)을 통해서 누출점검용 유체가 연결장치(1)를 통과할 수 있게 되지만, 토사 등의 이물질은 스크린부재(150)에 걸러지기 때문에 지열교환 파이프(2) 내로 이물질이 유입되는 것을 방지할 수 있게 된다.

[0064] 도 22에는 도 9 내지 도 11에 도시된 실시예에 따른 연결장치(1)에 중공(15)과 스크린부재(150)가 구비된 형태를 보여주는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 연결장치(1)의 개략적인 분해 사시도가 도시되어 있으며, 도 23에는 도 22의 선 D-D에 따른 연결장치(1)의 개략적인 단면 사시도가 도시되어 있고, 도 24에는 도 22에 도시된 연결장치(1)가 지열교환 파이프(2)와 지상연장부재(3) 사이에 결합된 상태를 보여주는 개략적인 단면 사시도가 도시되어 있다. 편의상 도 23 및 도 24에서 스크린부재(150)는 단면으로 도시하지 않았다.

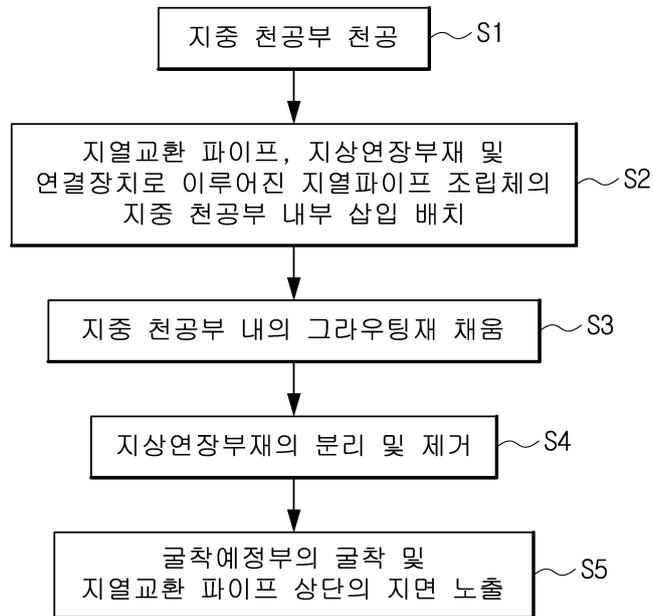
[0065] 도 22 내지 도 24에 도시된 실시예의 경우, 스크린부재(150)는 제1단부(11)에서 중공(15) 내에 스크린부재(150)가 삽입되어 설치되어 있다. 그러나 지상연장부재(3)를 제거하기 전에 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업이 진행되는 경우, 스크린부재(150)는 제2단부(11)의 중공(15) 내에 설치되어 있어도 무방하다. 물론 굴착예정부의 굴착작업이 완료된 되어 지열교환 파이프의 상단이 지면에 노출된 상태에서 지열교환 파이프(2)의 손상여부 점검작업이 수행되는 경우에는, 지열교환 파이프(2) 내로 이물질 유입 가능성이 없으므로, 연결장치(1)를 모두 제거한 상태에서 누출점검용 유체를 주입하여 순환시키면 된다. 따라서 이 경우를 위해서는 연결장치(1)에 중공(15)을 형성하지 않아도 되며, 스크린부재(150)도 필요하지 않게 된다.

**부호의 설명**

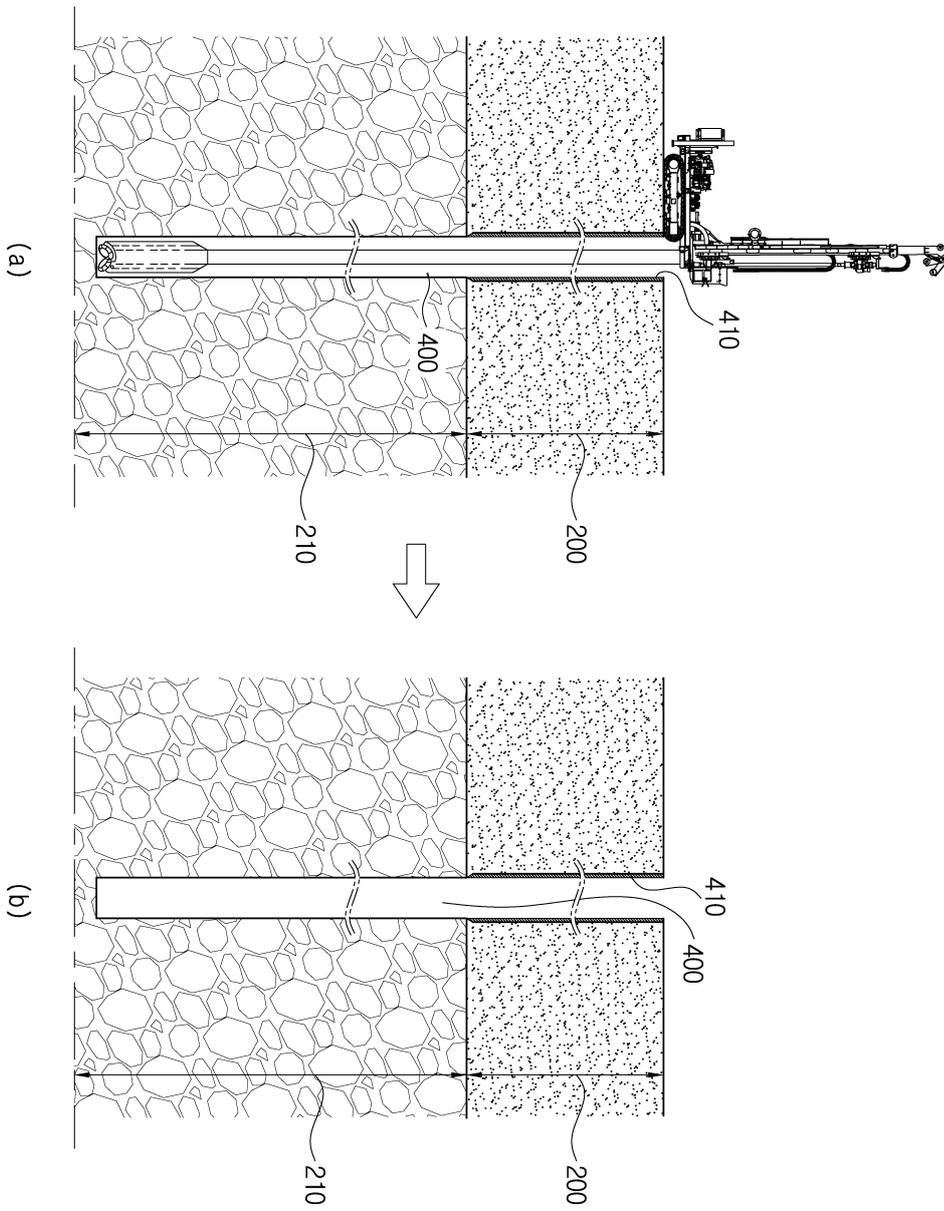
- [0066] 1: 연결장치
- 2: 지열교환 파이프
- 3: 지상연결부재
- 4: 지열파이프 조립체
- 4a: 다단 지열파이프 조립체
- 11: 제1단부
- 12: 제2단부
- 13: 플랜지부
- 14: 단면축소부
- 200: 굴착예정부
- 210: 지반
- 400: 지중 천공부
- 410: 천공케이싱

도면

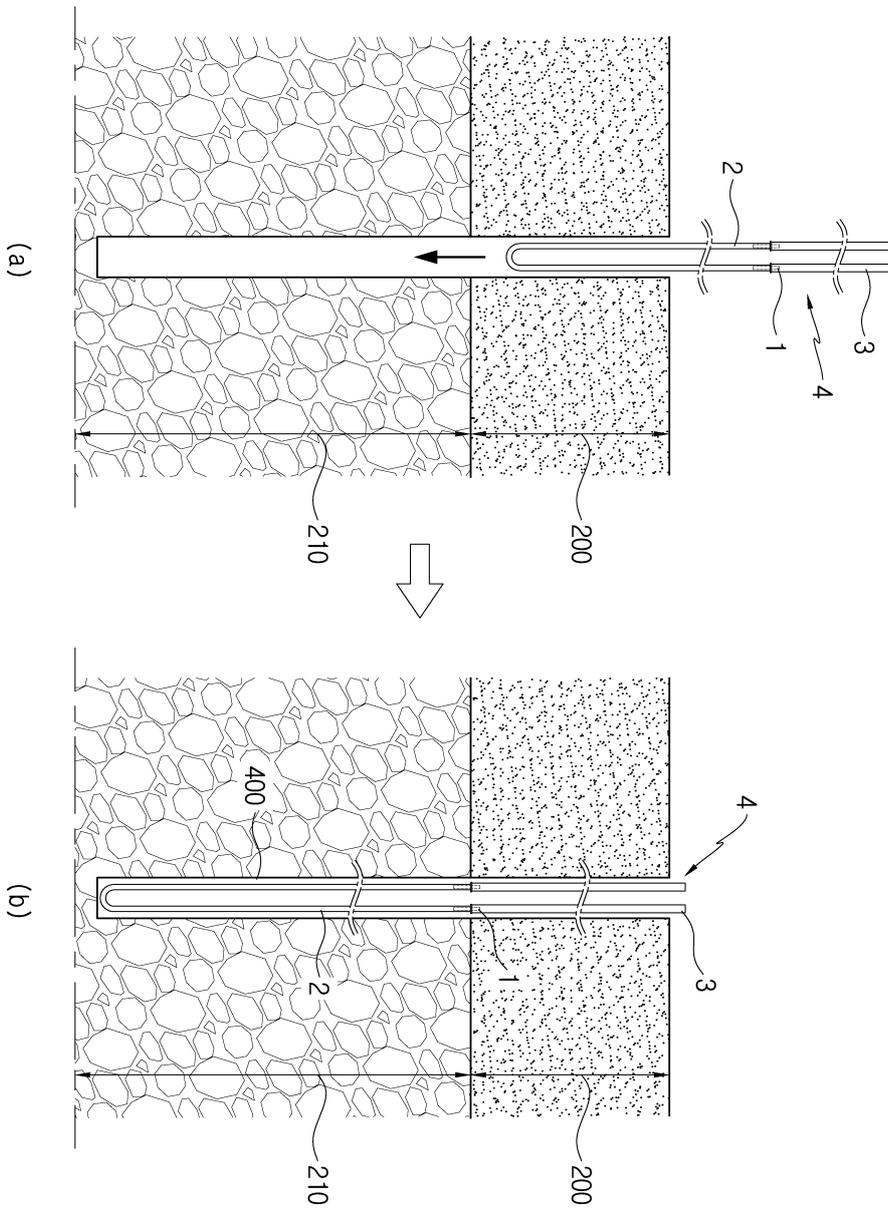
도면1



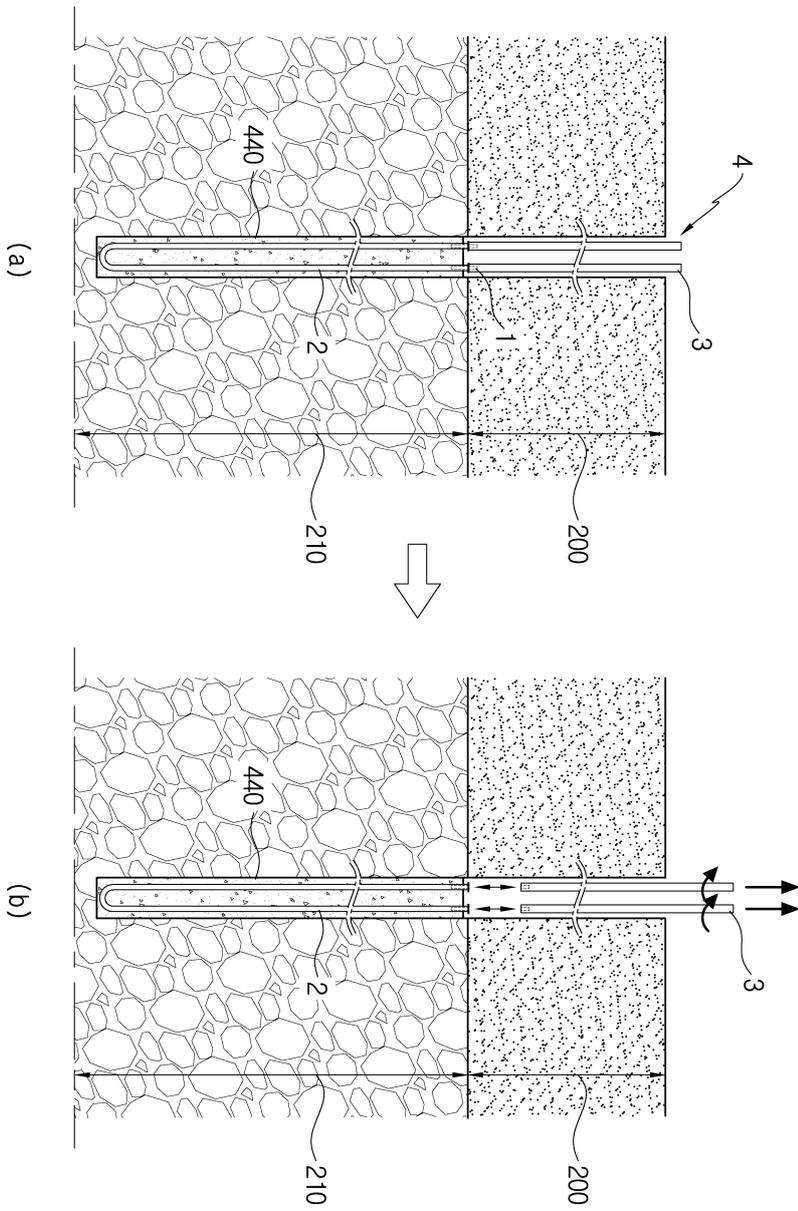
도면2



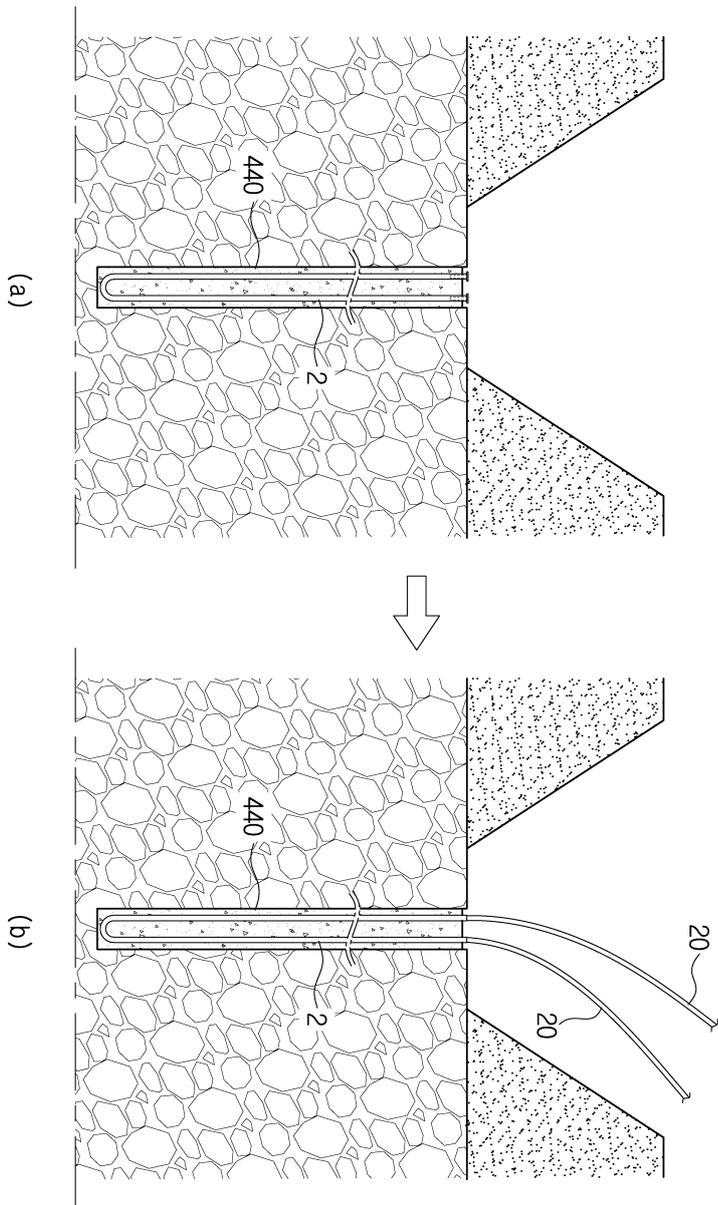
도면3



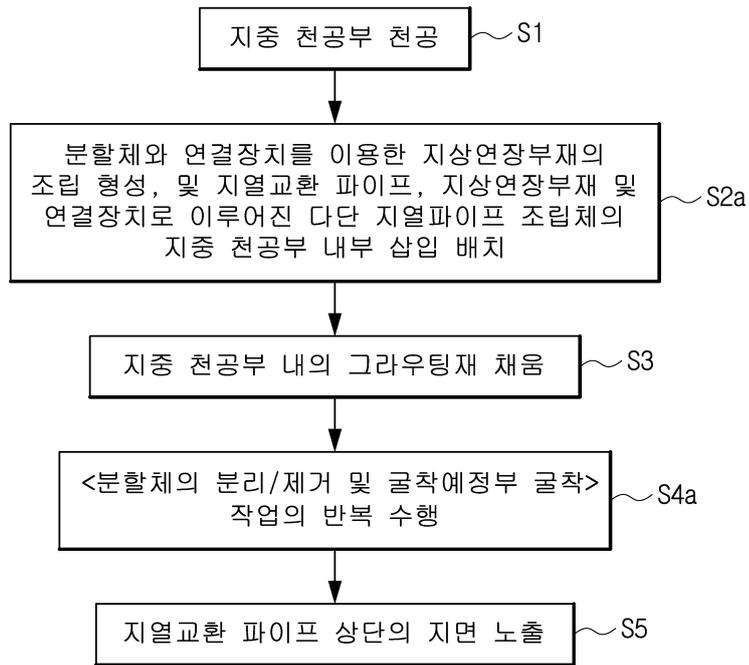
도면4



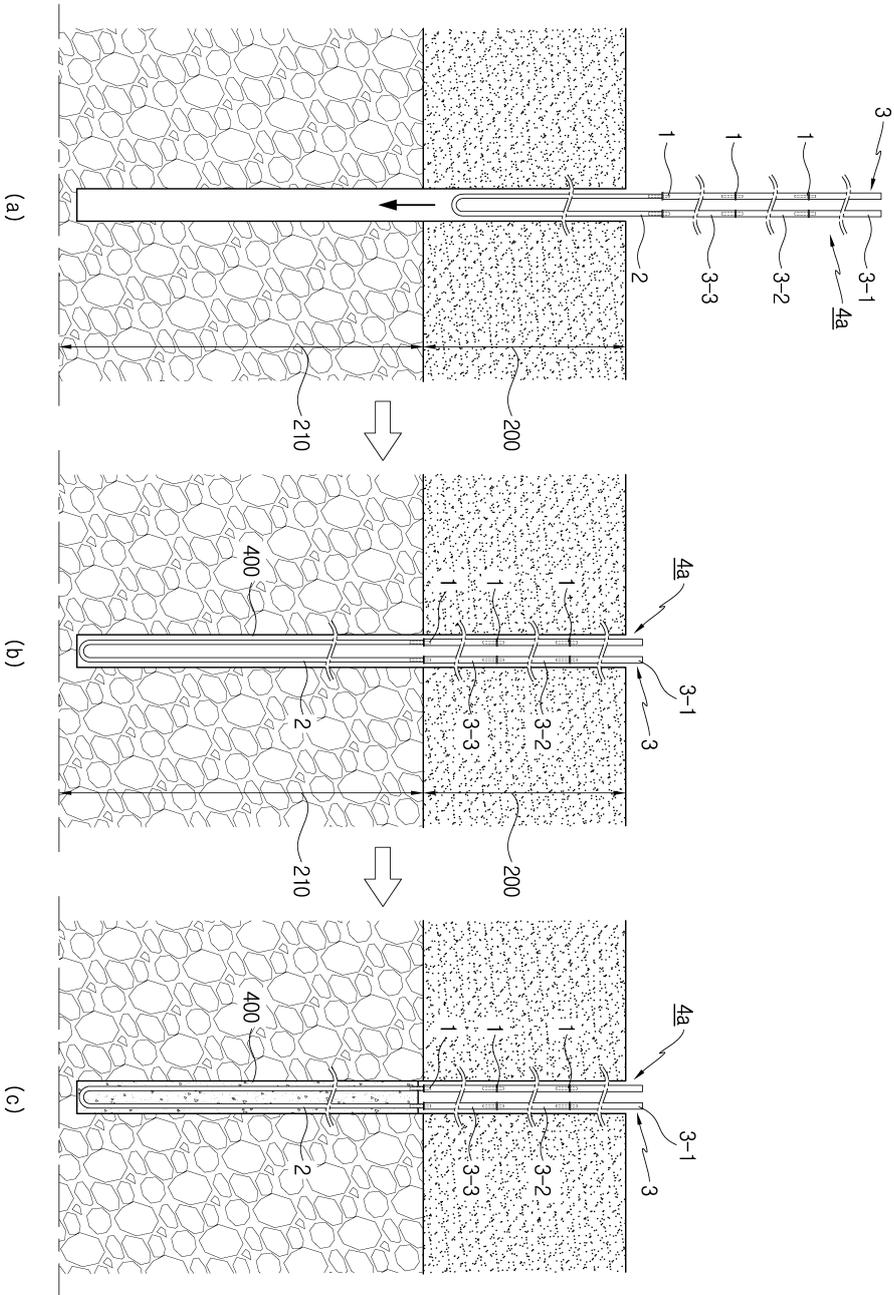
도면5



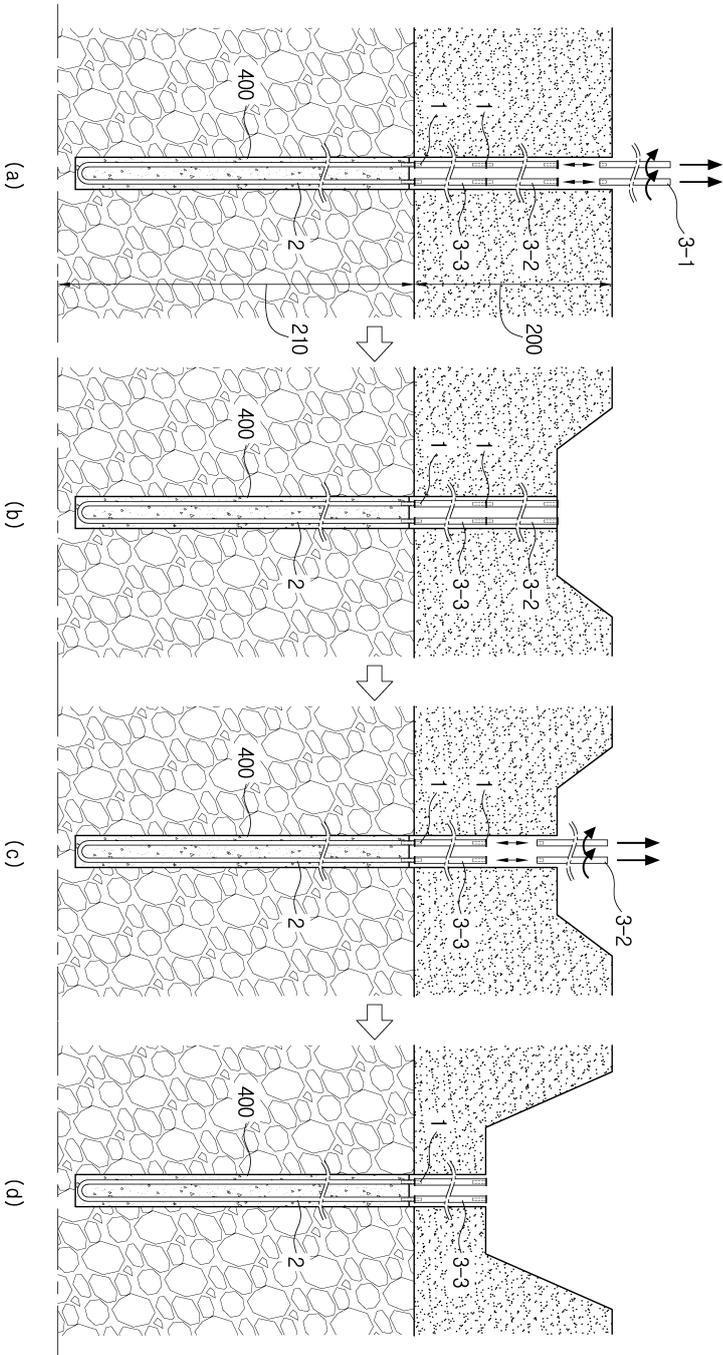
도면6



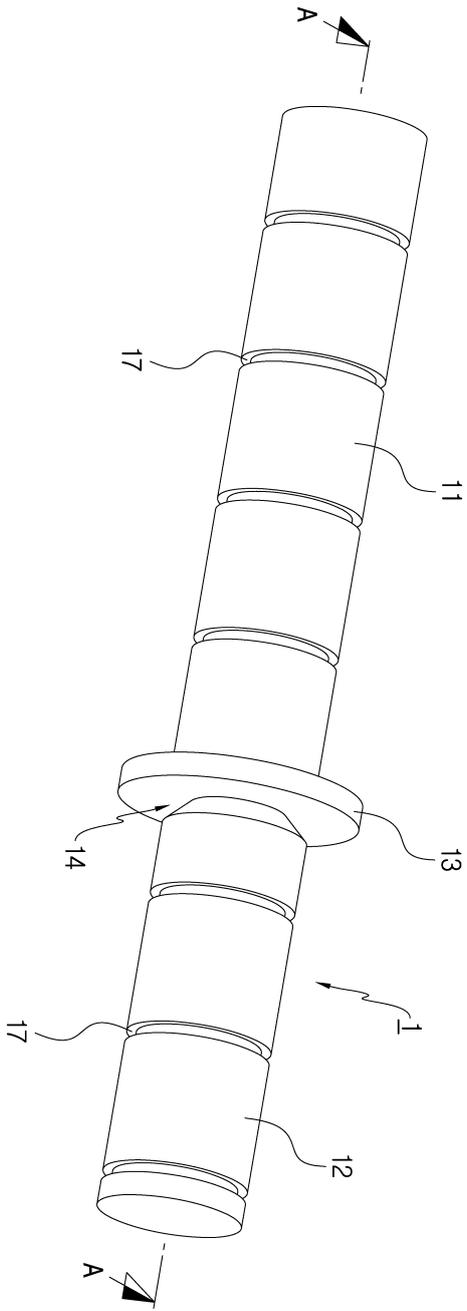
도면7



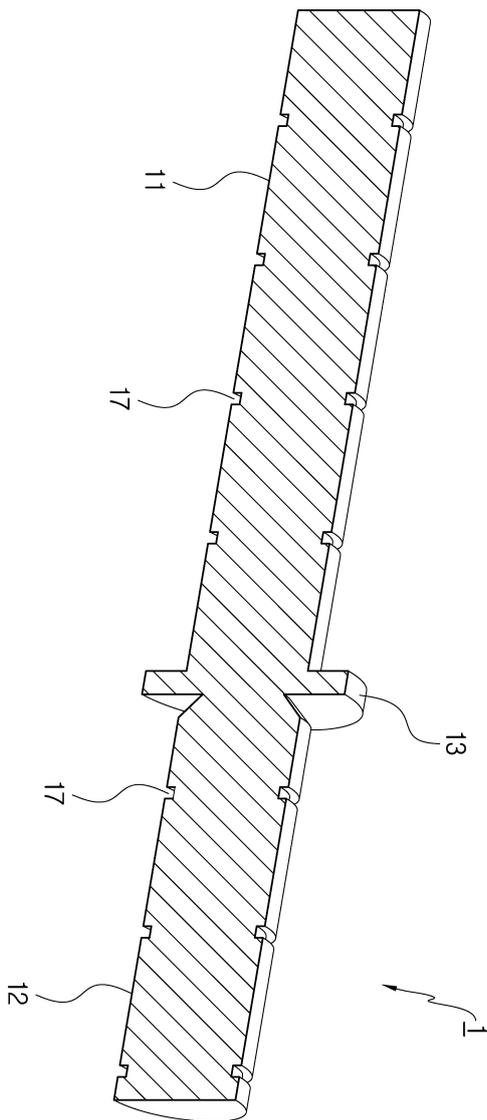
도면8



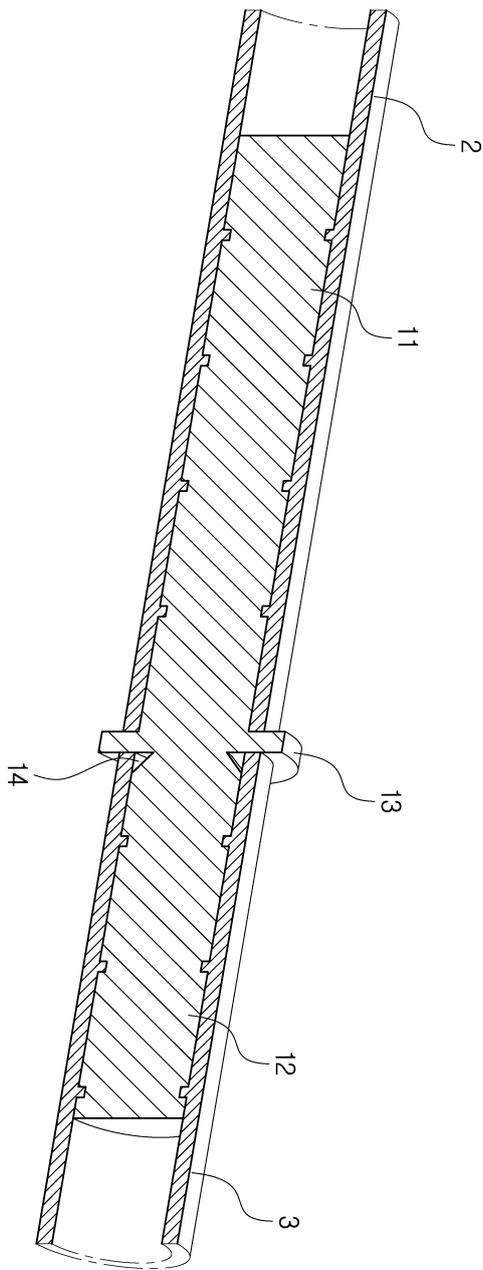
도면9



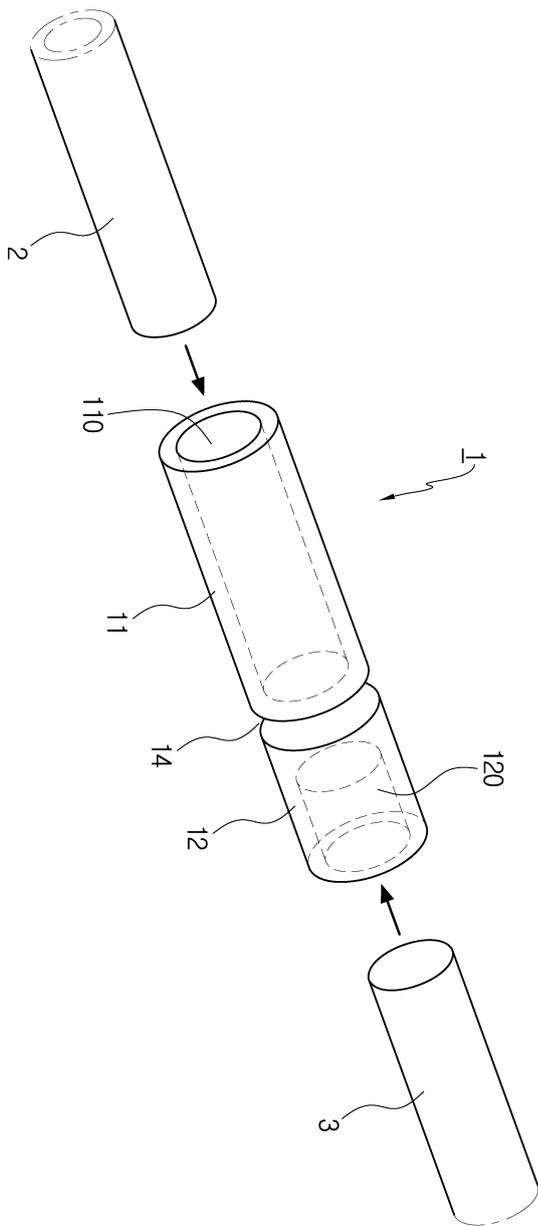
도면10



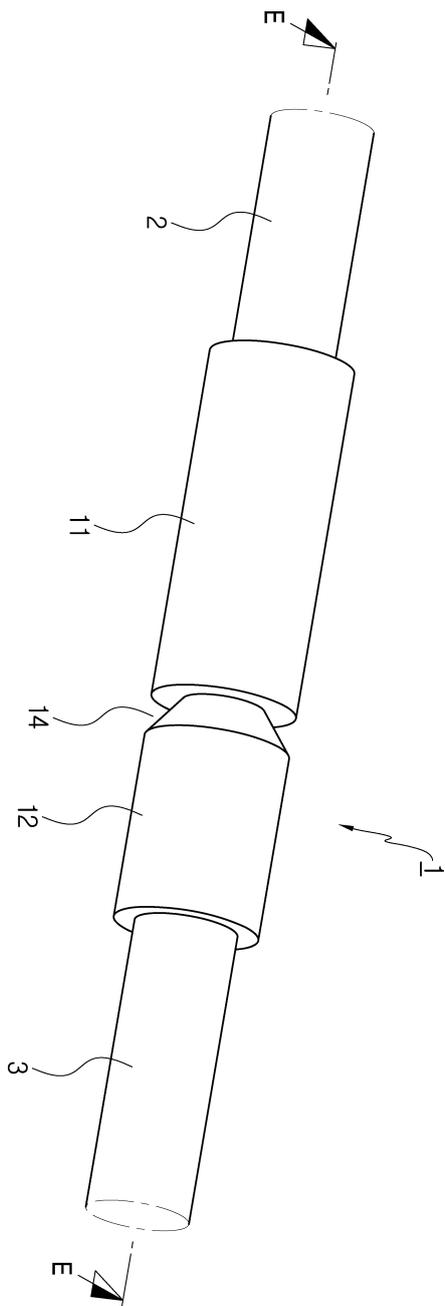
도면11



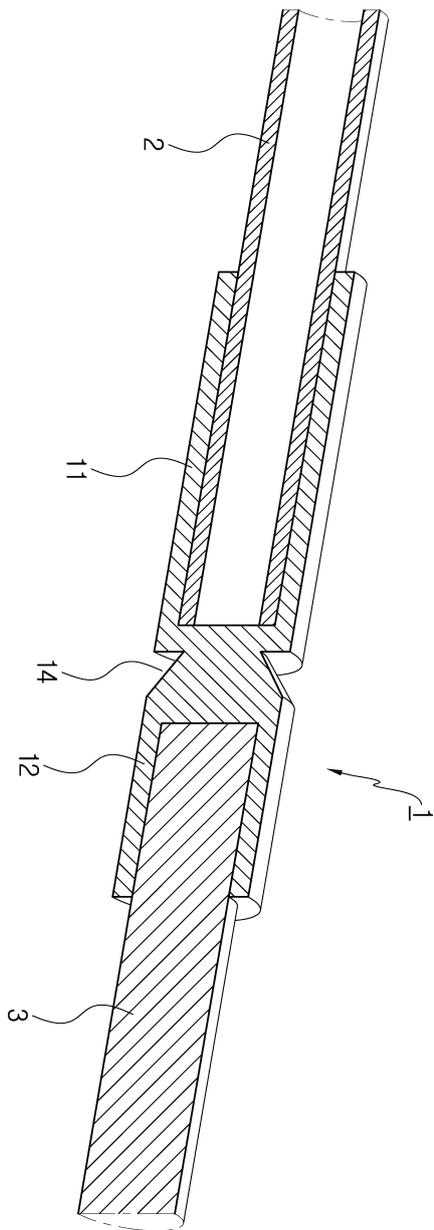
도면12



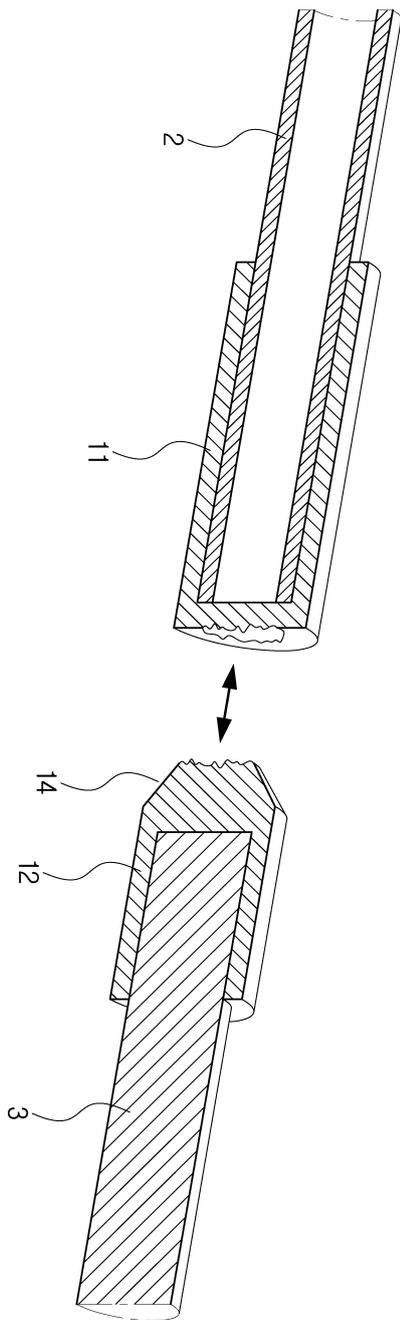
도면13



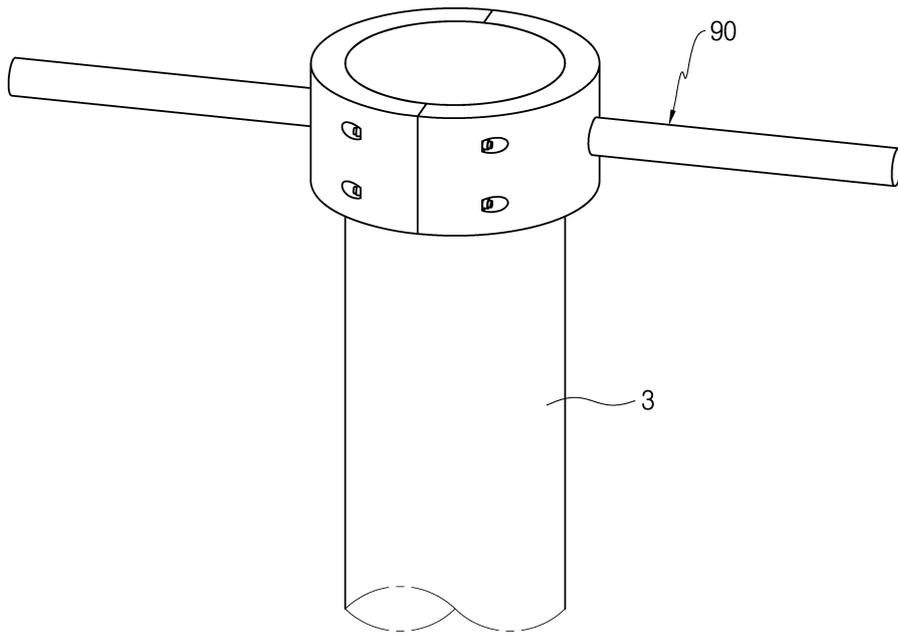
도면14



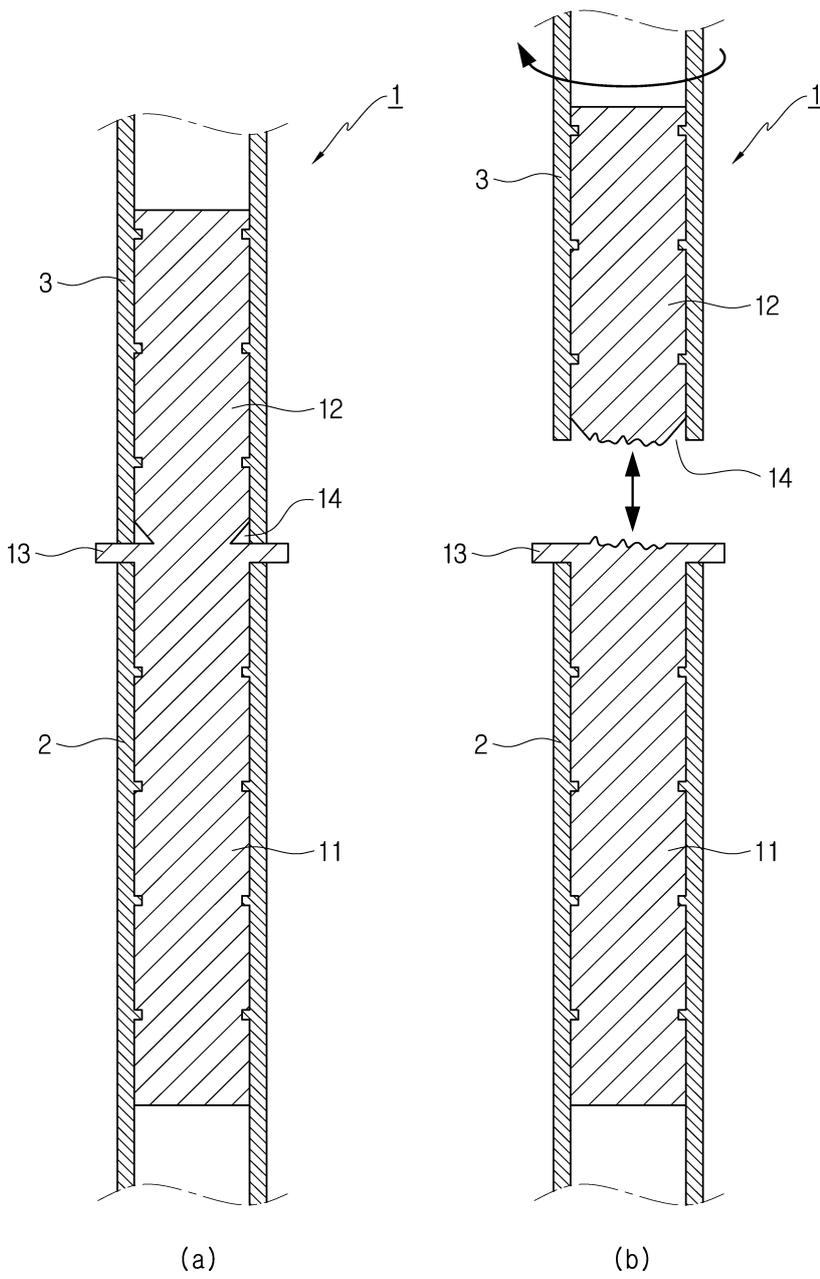
도면15



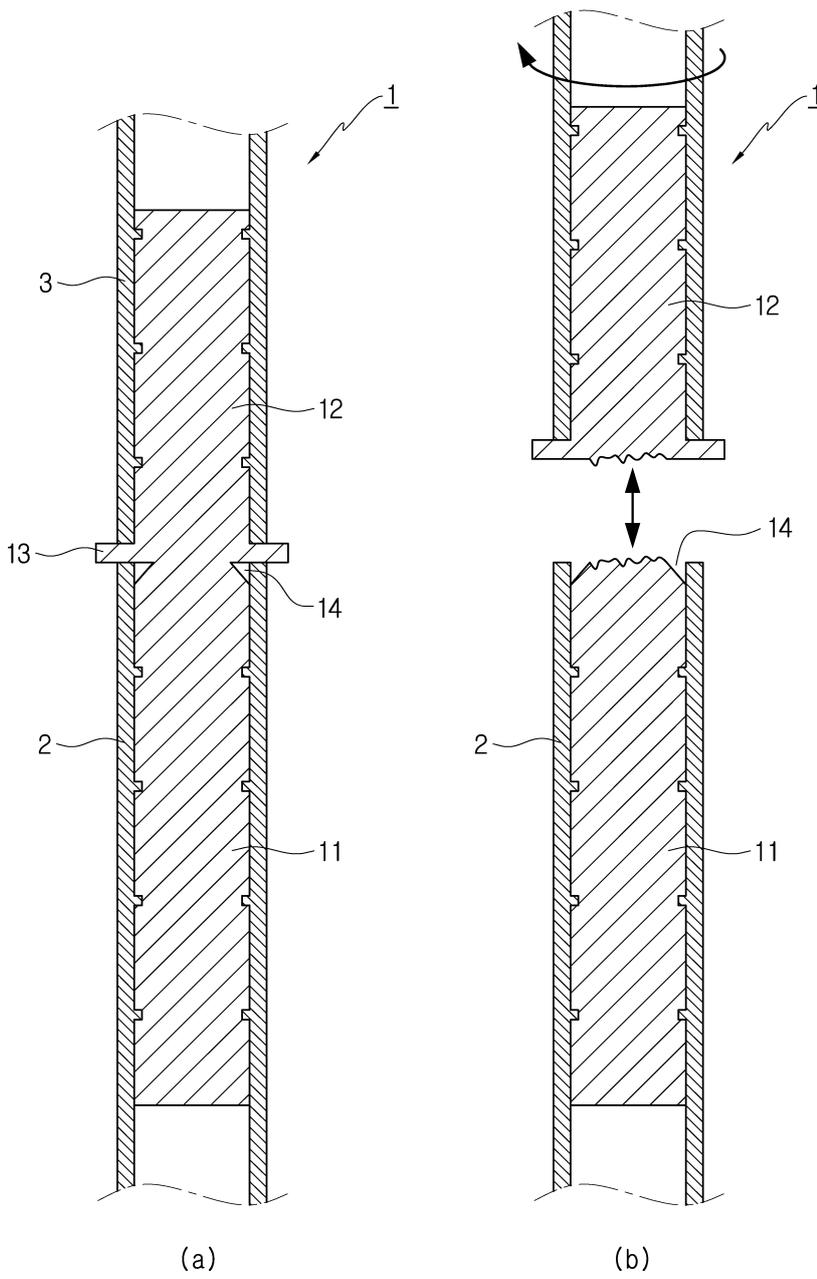
도면16



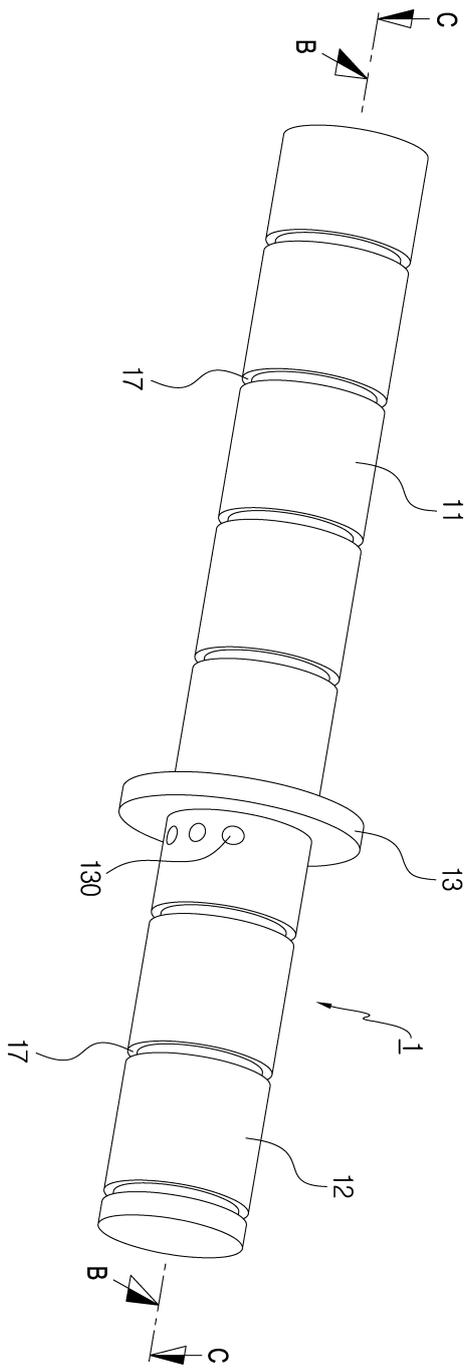
도면17



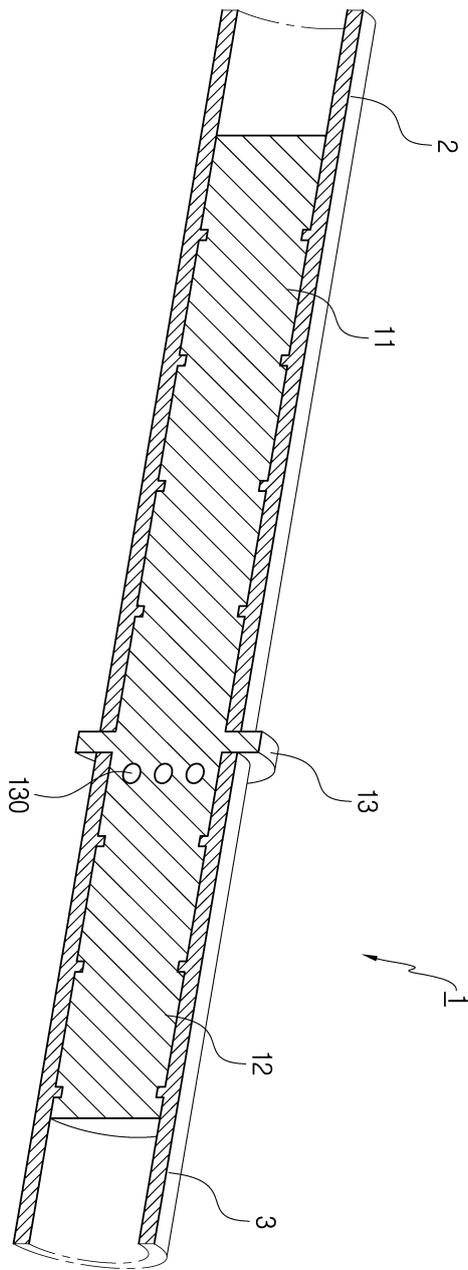
도면18



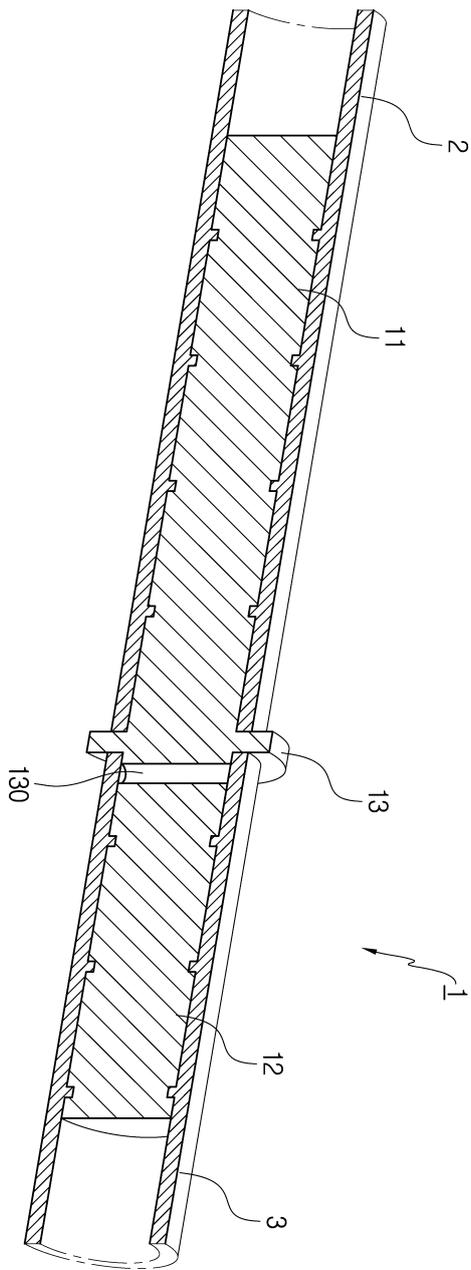
도면19



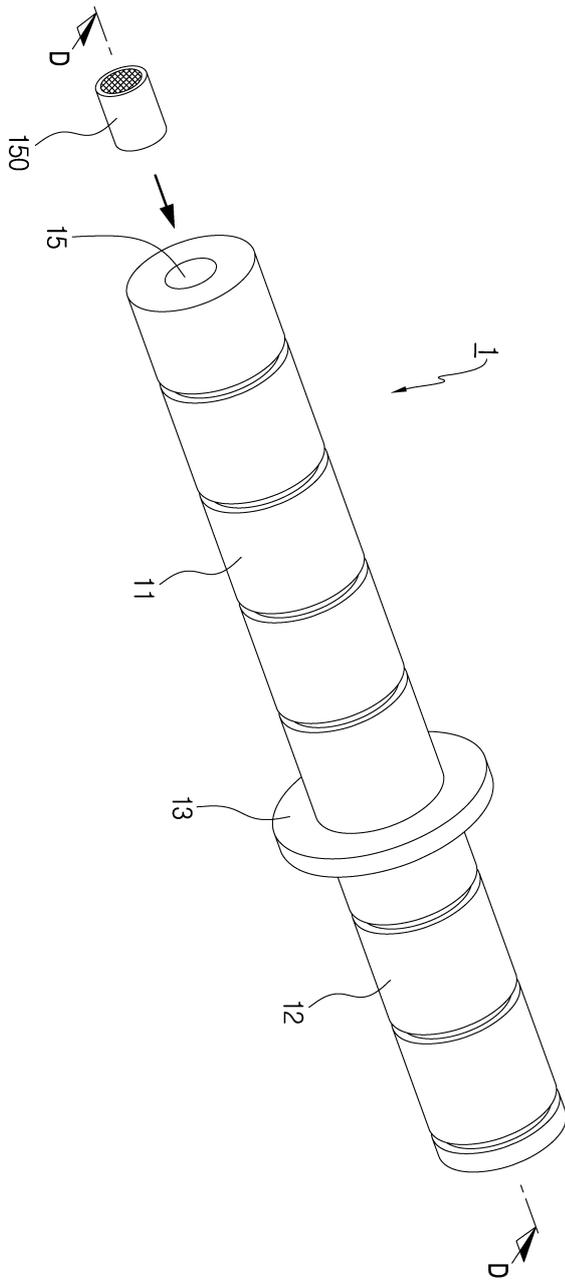
도면20



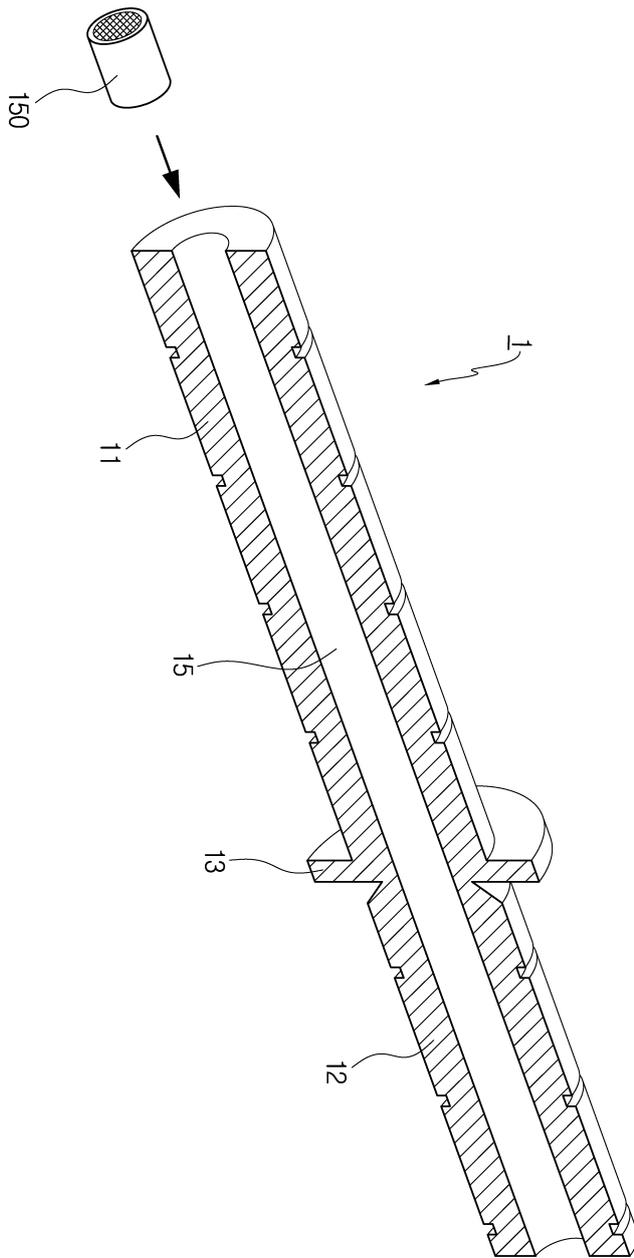
도면21



도면22



도면23



도면24

