



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년01월23일  
 (11) 등록번호 10-1698457  
 (24) 등록일자 2017년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*E02D 7/28* (2006.01) *E02D 3/12* (2006.01)  
*E02D 5/62* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*E02D 7/28* (2013.01)  
*E02D 3/12* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2016-0081637  
 (22) 출원일자 2016년06월29일  
 심사청구일자 2016년06월29일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2012007329 A\*  
 JP2013155577 A\*  
 KR101507091 B1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**주식회사 보강테크**  
 경기도 성남시 분당구 백현로 97, 분당다운타운빌딩 1206호 (수내동)  
 (72) 발명자  
**장기수**  
 서울 강남구 언주로 107, 205동 701호 (개포동, 현대2차아파트)  
 (74) 대리인  
**오위환**

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 안경수

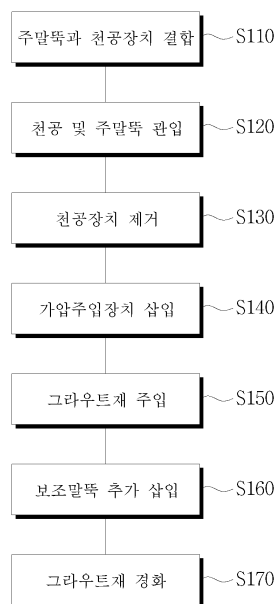
(54) 발명의 명칭 **연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법**

**(57) 요약**

본 발명은 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법에 관한 것으로, 굴착공을 형성하는 천공작업과 주말뚝을 관입하는 관입작업이 동시에 진행되어 공사기간을 단축할 수 있고 그라우트재를 고밀도로 주입하여 높은 공사품질을 얻을 수 있도록 한 것이다.

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도1



이러한 본 발명은, 그라우트재 배출공이 형성된 강관과 상기 강관의 하단에 회전 가능하게 설치된 링비트(ring bit)로 이루어진 주말뚝에 대하여 드릴로드(drill rod)와 상기 드릴로드 하단에 결합된 파일럿비트(pilot bit)로 이루어진 천공장치를 장착하여 상기 링비트와 함께 상기 파일럿비트를 상기 주말뚝 하단에 위치시키는 단계와; 상기 주말뚝에 상기 천공장치가 장착된 상태에서 상기 드릴로드의 회전을 통해 상기 링비트와 파일럿비트를 회전 시키면서 연약지반에 압입시킴으로써 굴착공의 천공과 주말뚝의 관입을 동시에 실시하는 단계와; 상기 주말뚝이 연약지반에 일정 깊이 관입되면 상기 천공장치를 상기 주말뚝으로부터 분리하여 제거하는 단계와; 상기 굴착공에 그라우트재를 주입하는 단계와; 상기 그라우트재를 경화시키는 단계를 포함하여 이루어진다.

(52) CPC특허분류

- E02D 5/62* (2013.01)
- E02D 2200/1685* (2013.01)
- E02D 2250/003* (2013.01)
- E02D 2250/0038* (2013.01)
- E02D 2300/0018* (2013.01)
- E02D 2300/0029* (2013.01)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

그라우트재 배출공이 형성된 강관과 상기 강관의 하단에 회전 가능하게 설치된 링비트(ring bit)로 이루어진 주말뚝에 대하여 드릴로드(drill rod)와 상기 드릴로드 하단에 결합된 파일럿비트(pilot bit)로 이루어진 천공장치를 장착하여 상기 링비트와 함께 상기 파일럿비트를 상기 주말뚝 하단에 위치시키는 단계와; 상기 주말뚝에 상기 천공장치가 장착된 상태에서 상기 드릴로드의 회전을 통해 상기 링비트와 파일럿비트를 회전시키면서 연약지반에 압입시킴으로써 굴착공의 천공과 주말뚝의 관입을 동시에 실시하는 단계와; 상기 주말뚝이 연약지반에 일정 깊이 관입되면 상기 천공장치를 상기 주말뚝으로부터 분리하여 제거하는 단계와; 상기 굴착공에 그라우트재를 주입하는 단계와; 상기 그라우트재를 경화시키는 단계를 포함하며,

상기 굴착공에 그라우트재를 주입하기 위해, 그라우트재 주입을 위한 중공의 주입관과, 상기 주입관 하단부에 설치된 패커와, 상기 패커의 하측으로 돌출된 형태로 설치되어 상기 주입관을 통해 이송되는 그라우트재를 분사하는 분사노즐로 이루어진 가압주입장치를 상기 주말뚝의 강관 하단부까지 삽입하고, 상기 강관에 삽입된 가압주입장치를 단계적으로 상승시키면서 그라우트재를 주입하되, 각 단계에서 상기 패커가 상기 주말뚝의 강관 내부를 가로질러 패킹한 상태에서 그라우트재를 주입하여 그라우트재의 주입 밀도를 높이도록 하며,

상기 가압주입장치의 패커는 에어 주입에 의해 외측으로 팽창하며,

상기 가압주입장치는 그라우트재의 주입 밀도를 높이도록 하는 경우에 상기 패커의 외주면 둘레를 따라 링 형태로 설치되는 이중압착부재를 더 구비하되, 상기 이중압착부재는 상기 패커의 외주면 둘레를 따라 접합되며 상단부와 하단부가 외측으로 돌출된 'ㄷ' 단면의 본체부와, 상기 본체부의 상단부와 하단부로부터 상하방향으로 더 넓게 확장된 후 그 확장된 상단부와 하단부로부터 각각 수평하게 외측으로 돌출되어 그 선단부가 상기 패커의 팽창으로 인해 상기 강관 내주면에 접촉되는 외측라인부와, 상기 외측라인부로 둘러싸인 내부공간 중앙에서 선단부가 상기 외측라인부의 선단부보다 상기 강관 내주면을 향해 더욱 돌출되어 상기 패커의 팽창시 상기 외측라인부보다 먼저 상기 강관 내주면에 접촉하는 'ㄷ' 단면의 내측라인부와, 상기 본체부의 끝단부와 상기 내측라인부의 외표면을 연결하여 상기 본체부에 대하여 상기 내측라인부를 탄성지지하면서 상기 내측라인부의 진퇴를 허용하는 탄성막으로 이루어진 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 굴착공에 그라우트재를 주입하는 단계가 완료되면, 상기 그라우트재가 경화되기 전에 상기 주말뚝 강관 내부로 보조말뚝을 삽입하는 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 보조말뚝은, 상하로 길게 형성된 강재와, 상기 강재 외측에 일정 간격을 두고 돌출된 형태로 설치되어 상기 주말뚝의 강관 내부 중앙에 강재가 위치하도록 해주는 복수의 스페이서로 이루어진 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 보조말뚝의 강재는 중실 형성된 강봉 또는 중공 형성된 강관인 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**청구항 7**

제4항에 있어서,

상기 보조말뚝은, 상하로 길게 형성된 강재로 이루어지되, 상기 강재는 H형강인 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**청구항 8**

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주말뚝의 하단부는 연약지반의 비지지층의 하층에 형성되어 있는 지지층까지 관입되는 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**청구항 9**

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주말뚝의 링비트는 상기 주말뚝의 강관의 외경보다 큰 외경을 갖는 것으로 설치되어 굴착공의 너비를 확장할 수 있도록 한 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 그라우트제는 고분자 액상 증점제와 광물계 혼합 급결제를 포함하여 가소성 발현, 수중 불분리성, 용탈 및 체적변화 최소화, 친환경 그라우팅이 가능하고, 장기 강도와 해수 저항성을 향상시킬 수 있도록 한 고분자계 친환경 그라우트제인 것을 특징으로 하는 연약지반 강화를 위한 다중 말뚝 시공방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법에 관한 것으로, 특히 굴착공을 형성하는 천공작업과 주말뚝을 관입하는 관입작업이 동시에 진행되어 공사기간을 단축할 수 있고 그라우트제를 고밀도로 주입하여 높은 공사품질을 얻을 수 있도록 한 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 통상적으로 연약지반(soft ground)이라 함은 지반 자체가 상부 구조물로부터 전해오는 하중을 견딜 수 없거나 혹은 예측침하량이 허용치를 넘는 경우로서, 연약한 점토, 느슨한 사질토, 유기질토 등이 이에 속하며, 이러한 연약한 점성토나 유기질토로 구성된 지반 위에 도로, 교량, 건물 등이 그대로 놓이면 전단면 침하량이 과대하여 짐과 아울러 지지력이 부족하여 안전상의 문제가 발생된다.

[0003] 또한, 최근에 이르러서는 쓰레기 매립에 의해 이루어진 지반을 도로나 건축물의 기초로 활용하고자 하는 방안도 강구되고 있어, 이러한 지반에서도 과도한 침하와 지지력의 부족이 예상되므로 연약지반 처리대책이 요구된다.

[0004] 이와 같은 연약지반을 기초로 하는 구조물의 안정성과 침하문제를 해결하기 위한 방법 중 흔히 사용되는 방법이 파일(말뚝)을 연약지반에 매설하는 것이다. 이러한 용도로 사용되는 파일은 보통 강관 파일이나 콘크리트 파일이 사용되는 것이 일반적이거나, 강관 파일은 콘크리트파일에 비하여 그 가격이 비싸다는 문제점을 갖고 있고, 콘크리트파일은 강관 파일에 비하여 휨응력에 대한 저항능력이 낮아서 휨응력이 발생되었을 때 쉽게 파손되는 문제점을 갖고 있다. 부연하자면, 휨응력은 지중에 매설되는 파일의 상층부에 특히 집중하게 되는데, 콘크리트 말뚝은 허용휨응력이 낮아서 콘크리트파일의 상층부에 작용하는 휨응력에 의하여 상층부가 쉽게 파손된다.

[0005] 이러한 콘크리트파일의 문제점을 해결하기 위하여 종래에 콘크리트파일의 상층 내부에 철근을 삽입하고 철근 주변에 콘크리트를 타설하여 콘크리트파일의 상층부를 보강하는 방법을 사용하였다. 그러나, 이러한 방법은 철근

주변에 타설된 콘크리트가 경화되는 동안 철근의 위치가 이동하여 의도한 충분한 강도를 얻을 수 없는 문제점이 있었다.

[0006] 이를 개선하기 위해 한국등록특허공보 제1394235호에는 지면으로부터 수직으로 일정 깊이를 굴착하여 굴착공을 형성한 다음, 굴착공 내부에서 강관 파일을 삽입후 항타하여 수직으로 관입하고, 강관 파일의 상부에 철근 케이지를 결합한 후 굴착공에 콘크리트를 타설하여 일체화시킴으로써 대심도 연약지반에 파일을 시공할 수 있도록 하는 시공방법이 개시되었다.

[0007] 그러나, 이같은 종래기술에 의한 시공방법은 전통적인 방식과 다르지 않게 굴착공을 형성하는 작업과 굴착공 내부로 강관 파일을 관입하는 작업이 별개의 작업으로 순차 진행되는 관계로 공사기간이 늘어나면서 인력 및 비용이 과도하게 소모되는 문제점이 있었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제1394235호(2014.05.07.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 굴착공을 형성하는 천공작업과 주말뚝을 관입하는 관입작업이 동시에 진행되어 공사기간을 단축할 수 있고 그라우트재를 고밀도로 주입하여 높은 공사품질을 얻을 수 있도록 한 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법을 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 기술적 사상에 의한 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법은, 그라우트재 배출공이 형성된 강관과 상기 강관의 하단에 회전 가능하게 설치된 링비트(ring bit)로 이루어진 주말뚝에 대하여 드릴로드(drill rod)와 상기 드릴로드 하단에 결합된 파일롯비트(pilot bit)로 이루어진 천공장치를 장착하여 상기 링비트와 함께 상기 파일롯비트를 상기 주말뚝 하단에 위치시키는 단계와; 상기 주말뚝에 상기 천공장치가 장착된 상태에서 상기 드릴로드의 회전을 통해 상기 링비트와 파일롯비트를 회전시키면서 연약지반에 압입시킴으로써 굴착공의 천공과 주말뚝의 관입을 동시에 실시하는 단계와; 상기 주말뚝이 연약지반에 일정 깊이 관입되면 상기 천공장치를 상기 주말뚝으로부터 분리하여 제거하는 단계와; 상기 굴착공에 그라우트재를 주입하는 단계와; 상기 그라우트재를 경화시키는 단계를 포함하는 것을 그 기술적 구성상의 특징으로 한다.

[0011] 여기서, 상기 굴착공에 그라우트재를 주입하기 위해, 그라우트재 주입을 위한 중공의 주입관과, 상기 주입관 하단부에 설치된 패커와, 상기 패커의 하측으로 돌출된 형태로 설치되어 상기 주입관을 통해 이송되는 그라우트재를 분사하는 분사노즐로 이루어진 가압주입장치를 상기 주말뚝의 강관 하단부까지 삽입하고, 상기 강관에 삽입된 가압주입장치를 단계적으로 상승시키면서 그라우트재를 주입하되, 각 단계에서 상기 패커가 상기 주말뚝의 강관 내부를 가로질러 패킹한 상태에서 그라우트재를 주입하여 그라우트재의 주입 밀도를 높이는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 가압주입장치의 패커는 에어 주입에 의해 외측으로 팽창하며, 상기 가압주입장치는 상기 패커의 외주면 둘레를 따라 링 형태로 접합된 이중압착부재를 더 구비하되, 상기 이중압착부재는 상기 패커의 외주면 둘레를 따라 접합되며 상단부와 하단부가 외측으로 돌출된 'ㄷ'자 단면의 본체부와, 상기 본체부의 상단부와 하단부로부터 상하방향으로 더 넓게 확장된 후 그 확장된 상단부와 하단부로부터 각각 수평하게 외측으로 돌출되어 그 선단부가 상기 패커의 팽창으로 인해 상기 강관 내주면에 접촉되는 외측라인부와, 상기 외측라인부로 둘러싸인 내부공간 중앙에서 선단부가 상기 외측라인부의 선단부보다 상기 강관 내주면을 향해 더욱 돌출되어 상기 패커의 팽창시 상기 외측라인부보다 먼저 상기 강관 내주면에 접촉하는 'ㄷ'자 단면의 내측라인부와, 상기 본체부의 끝단부와 상기 내측라인부의 외표면을 연결하여 상기 본체부에 대하여 상기 내측라인부를 탄성지지하면서 상

기 내측라인부의 진퇴를 허용하는 탄성막으로 이루어진 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0013] 또한, 상기 굴착공에 그라우트재를 주입하는 단계가 완료되면, 상기 그라우트재가 경화되기 전에 상기 주말뚝 강관 내부로 보조말뚝을 삽입하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 보조말뚝은, 강재와, 상기 강재 외측에 일정 간격을 두고 돌출된 형태로 설치되어 상기 주말뚝의 강관 내부 중앙에 강재가 위치하도록 해주는 복수의 스페이서로 이루어진 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 보조말뚝의 강재는 중실 형성된 강봉 또는 중공 형성된 강관인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 보조말뚝은, 상하로 길게 형성된 강재로 이루어지되, 상기 강재는 H형강인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 주말뚝의 하단부는 연약지반의 비지지층의 하측에 형성되어 있는 지지층까지 관입되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 주말뚝의 링비트는 상기 주말뚝의 강관의 외경보다 큰 외경을 갖는 것으로 설치되어 굴착공의 너비를 확장할 수 있도록 한 것을 특징으로 할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 의한 다중말뚝 시공방법은, 굴착공을 형성하는 천공작업과 주말뚝을 관입하는 관입작업이 동시에 진행되어 공사시간을 단축할 수 있고 그라우트재를 고밀도로 주입하여 높은 공사품질을 얻을 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명은 그라우트재의 주입시 가압주입장치를 단계적으로 상승시키면서 각 단계별로 제한된 영역에 대해서만 그라우트재를 주입하는 한편, 패커 및 이중압착부재에 의한 다중 실링 처리에 의해 그라우트재의 주입 압력을 높은 수준으로 유지하여 고밀도로 주입하기 때문에 높은 공사품질을 얻을 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법의 흐름도
- 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에 사용되는 장치들을 설명하기 위한 참조도
- 도 3 내지 도 9는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법을 설명하기 위한 일련의 참조단면도
- 도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에서 그라우트재 주입을 위해 사용되는 가압 주입장치 중 이중압착부재의 동작 및 작용을 설명하기 위한 일련의 동작도
- 도 11은 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에 사용되는 장치들 중 보조말뚝의 변형 가능한 구성을 설명하기 위한 비교 참조도이다.
- 도 12는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에 사용되는 장치들 중 주말뚝의 변형된 구성을 설명하기 위한 비교 참조도
- 도 13 및 도 14는 변형된 주말뚝의 작용을 설명하기 위한 참조도

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 의한 연약지반 강화를 위한 다중말뚝 시공방법에 대하여 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하거나, 개략적인 구성을 이해하기 위하여 실제보다 축소하여 도시한 것이다.
- [0023] 또한, 제1 및 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나

과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법의 흐름도이며, 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에 사용되는 장치들을 설명하기 위한 참조도이며, 도 3 내지 도 9는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법을 설명하기 위한 일련의 참조단면도이며, 도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에서 그라우트재 주입을 위해 사용되는 가압주입장치 중 이중압착부재의 동작 및 작용을 설명하기 위한 일련의 동작도이다.

[0025] 도 1에 도시된 것처럼 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법은, 주말뚝과 천공장치의 결합단계(S110), 천공 및 주말뚝 관입단계(S120), 천공장치 제거단계(S130), 가압주입장치 삽입단계(S140), 그라우트재 주입단계(S150), 보조말뚝 추가 삽입단계(S160), 그라우트재 경화단계(S170)를 순차적으로 진행하여 이루어진다.

[0026] 이같은 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에 따르면 굴착공(GH)을 형성하는 천공작업과 주말뚝(110)을 관입하는 관입작업이 동시에 진행되어 공사시간을 단축할 수 있으며, 그 뿐만 아니라 가압주입장치(130)의 패커(132) 및 이중압착부재(133)에 의해 그라우트재를 고밀도로 주입할 수 있어서 공사품질을 향상시킬 수 있다.

[0027] 이하, 상기 각 단계들을 중심으로 본 발명의 실시예에 의한 다중말뚝 시공방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0028] 먼저 상기 주말뚝과 천공장치의 결합단계(S110)가 진행된다. 이 단계에서는 도 2에 도시된 주말뚝(110)과 천공장치(120)를 결합시키는 작업이 이루어진다. 정확히 말하면 주말뚝(110)에 천공장치(120)를 삽입하여 장착한다고 할 수 있다. 여기서 상기 주말뚝(110)은 그라우트재 배출공(111a)이 형성된 강관(111)과 상기 강관(111)의 하단에 회전 가능하게 설치된 링비트(112)(ring bit)로 이루어진다. 그리고 상기 천공장치(120)는 드릴로드(121)(drill rod)와 상기 드릴로드(121) 하단에 결합된 파일럿비트(122)(pilot bit)로 이루어진다. 그러므로 상기 주말뚝(110)의 강관(111) 내부로 상기 천공장치(120)를 깊숙이 삽입한 후 주말뚝(110) 하단에 구비된 링비트(112) 중앙홀에 상기 천공장치(120)의 파일럿비트(122)를 끼워 도킹된 형태로 장착한다.

[0029] 이후 천공 및 주말뚝 관입단계(S120)가 진행된다. 이 단계에서는 전 단계에서 주말뚝(110)과 천공장치(120)가 결합되어 이루어진 어셈블리를 회전시키면서 연약지반에 압입시킴으로써 굴착공(GH)을 형성하는 천공작업과 그 굴착공(GH)에 주말뚝(110)을 관입하는 관입작업을 동시에 진행한다. 이를 위해 도 3에 도시된 것처럼 상기 주말뚝(110)에 상기 천공장치(120)가 장착된 상태로 상기 천공장치(120)의 드릴로드(121)를 도시되지 않은 외부 드릴링 장비에 연결하여 회전시키면서 연약지반에 압입한다. 그러면 주말뚝(110)의 링비트(112)와 천공장치(120)의 파일럿비트(122)가 회전하면서 연약지반을 굴착해나가면서 굴착공(GH)을 점진적으로 형성시킨다. 이때 도 4에 도시된 것처럼 주말뚝(110)과 천공장치(120)의 결합으로 이루어진 어셈블리의 하단부가 연약지반의 비지지층을 통과하여 그 하층으로 형성되어 있는 지지층까지 도달하여 단단히 박힐 때까지 작업을 진행한다. 이로써 연약지반에 대한 굴착공(GH)이 형성됨과 동시에 그 굴착공(GH)에 주말뚝(110)이 관입된 상태가 된다.

[0030] 이후, 천공장치 제거단계(S130)가 진행된다. 이 단계에서는 전 단계를 통해 상기 주말뚝(110)이 연약지반에 관입된 상태에서 도 5에 도시된 것처럼 천공장치(120)를 주말뚝(110)으로부터 분리하여 제거하는 작업이 진행된다. 이로써 연약지반에는 주말뚝(110)만 관입된 상태로 남아 있게 된다.

[0031] 이후, 가압주입장치 삽입단계(S140)가 진행된다. 이 단계에서는 그라우트재 주입을 위하여 가압주입장치(130)를 주말뚝(110)의 강관(111) 내부 하단부까지 삽입하게 된다. 여기서 상기 가압주입장치(130)는 그라우트재 주입을 위한 중공의 주입관(131)과, 상기 주입관(131) 하단부에 설치된 패커(132)와, 상기 패커(132)의 하측으로 돌출된 형태로 설치되어 상기 주입관(131)을 통해 이송되는 그라우트재를 분사하는 분사노즐(134)로 이루어지며 상기 분사노즐(134)은 주입관(131)에 비해 작은 관경을 갖는 것으로 구비되어 그라우트재의 분사압력을 높일 수 있도록 한다. 또한 여기에서 패커(132)의 실링 성능을 높이기 위한 이중압착부재(133)가 추가된다. 상기 이중압착부재(133)는 도 10a 내지 도 10c에 도시된 것처럼 상기 패커(132)의 외주면 둘레를 따라 접합되며 상단부와 하단부가 외측으로 돌출된 'ㄷ'자 단면의 본체부(133a)와, 상기 본체부(133a)의 상단부와 하단부로부터 상하방향으로 더 넓게 확장된 후 그 확장된 상단부와 하단부로부터 각각 수평하게 외측으로 돌출되어 그 선단부가 상기 패커(132)의 팽창으로 인해 상기 강관(111) 내주면에 접촉되는 외측라인부(133b)와, 상기 외측라인부(133b)로 둘러싸인 내부공간 중앙에서 선단부가 상기 외측라인부(133b)의 선단부보다 상기 강관(111) 내주면을 향해 더욱 돌출되어 상기 패커(132)의 팽창시 상기 외측라인부(133b)보다 먼저 상기 강관(111) 내주면에 접촉하는 '

ㄷ'자 단면의 내측라인부(133c)와, 상기 본체부(133a)의 끝단부와 상기 내측라인부(133c)의 외표면을 연결하여 상기 본체부(133a)에 대하여 상기 내측라인부(133c)를 탄성지지하면서 상기 내측라인부(133c)의 진퇴를 허용하는 탄성막(133d)으로 이루어져 상기 패커(132)의 팽창시 주말뚝(110)의 강관(111) 내주면에 대해 이중으로 밀착될 수 있는 독창적인 형태를 갖는다.

[0032] 이후, 그라우트재 주입단계(S150)가 진행된다. 이 단계에서는 도 7 내지 도 8에 도시된 것처럼 상기 주말뚝(110) 강관(111)의 하단부까지 삽입된 가압주입장치(130)를 단계적으로 상승시키면서 그라우트재를 주입한다. 이때 가압주입장치(130)를 상승시키는 각 단계마다 미도시된 외부의 에어펌프로부터 에어호스(132a, 도 2 참조)를 통해 에어를 주입하여 패커(132)가 팽창하도록 해주며, 이로써 상기 패커(132)가 주말뚝(110)의 강관(111) 내부를 가로질러 패킹한 상태가 된다. 그러면 주입관(131)을 통해 그라우트재를 주입하여 그라우트재의 주입 밀도를 높일 수 있도록 한다. 이 과정에서 상기 패커(132)가 에어 주입에 의해 외측으로 팽창하면 상기 패커(132) 외주면 둘레를 따라 링 형태로 설치된 이중압착부재(133)가 도 10a 내지 도 10c에 도시된 것처럼 외측라인부(133b)와 내측라인부(133c)에 의해 이중으로 주말뚝(110)의 강관(111) 내주면에 압착되어 보다 향상된 실링 효과를 발휘할 수 있게 되어 주입 밀도를 더욱 높일 수 있는 것이다. 여기서 상기 이중압착부재(133)는 초기에는 도 10a에 도시된 것처럼 외측으로 돌출되어 있는 내측라인부(133c)만 주말뚝(110)의 강관(111) 내주면에 접촉한 상태로 있지만 상기 패커(132)가 점차 팽창할수록 도 10b와 도 10c에 도시된 것처럼 내측라인부(133c)의 선단부가 주말뚝(110)의 강관(111) 내주면에 밀착된 상태를 유지하는 가운데 패커(132)의 팽창과 함께 외측라인부(133b)의 선단부가 굴착공(GH)의 내주면에 새롭게 접촉하여 밀착된 상태가 되어 외측라인부(133b)와 내측라인부(133c)에 의한 이중의 밀착이 이루어진다. 이에 따라 상기 패커(132) 하측으로 주입되는 그라우트재가 그 상측으로 누설되지 않으면서 주입 압력을 유지하는 상태로 굴착공(GH)의 빈 공간을 충전하고 이어서 주말뚝(110)의 강관(111)에 형성된 그라우트재 배출공(111a)을 통해 굴착공(GH)의 빈 공간을 충전하며 지반 내부로도 침투한다.

[0033] 이같은 그라우트재 주입단계(S150)에서는 상기 강관(111)에 삽입된 가압주입장치(130)를 단계적으로 상승시킬 때에는 에어를 빼내어 패커(132)를 수축시킨 상태로 만들고 그라우트재를 주입할 때는 다시 에어를 주입하여 패커(132)를 팽창시켜 그 하측으로 위치하는 주말뚝(110)의 강관(111) 내부공간을 패킹하는 작업을 반복적으로 수행한다. 이로써 그라우트재의 주입 밀도를 높일 수 있게 된다. 여기서, 상기 그라우트재는 상기 그라우트재는 고분자 액상 증점제와 광물계 혼합 급결제를 포함하는 고분자계 친환경 그라우트재를 사용하는 것이 바람직하다. 상기 고분자 액상 증점제는 폴리카본산계 고분자 액상 증점제로서 그라우트에 고점성(가소성)을 부여하고, 그라우트에 수중 불분리성을 부여하며, 유해성 성분의 용출을 방지하는 역할을 하며, 상기 광물계 혼합 급결제는 칼슘 알루미네이트 급결성 광물로서 시멘트와 반응하여 에트링가이트(Ettringite) 작용을 하며, 그라우트의 급결성 및 응결을 촉진하며, 초기 및 장기 내구성을 증진하는 역할을 한다. 따라서, 고분자계 친환경 그라우트재를 사용하게 되면, 가소성 발현, 수중 불분리성, 용탈 및 체적변화 최소화, 친환경 그라우팅이 가능하고, 장기 강도와 해수 저항성을 향상시킬 수 있는 것이다. 특히 상기 고분자계 친환경 그라우트재는 pH 변화 및 중금속 발생이 적은 고분자계 친환경 주입재료를 사용하기 때문에 환경 영향을 최소화하고 재료 분리 및 교란이 적어 약재 유실에 의한 탁도 증가를 방지하는 등 친환경적 특성이 우수하여 지하수 인근, 상수도 인근 지역과 같이 환경문제가 염려되는 곳에서 사용한 것이다.

[0034] 이후, 보조말뚝 추가 삽입단계(S160)가 진행된다. 이 단계에서는 그라우트재가 경화되기 전에 도 9에 도시된 것처럼 상기 주말뚝(110) 강관(111) 내부로 보조말뚝(140)을 삽입하는 작업이 진행된다. 상기 보조말뚝(140)은 도 2와 도 9에 도시된 것처럼 상하로 길게 형성된 강재(141)와, 상기 강재(141) 외측에 일정 간격을 두고 돌출된 형태로 설치되어 상기 주말뚝(110)의 강관(111) 내부 중앙에 강재(141)가 위치하도록 해주는 복수의 스페이서(142)로 이루어진다. 여기서 상기 강재(141)는 중실 형성된 강봉으로 구비되는 것이 바람직하지만 설치환경이나 필요에 따라서는 강관이나 H형강의 형태로 형성될 수도 있다. 이에 대해서는 차후에 도면과 함께 설명하기로 한다. 또한 상기 보조말뚝(140)의 삽입 작업의 경우 보조말뚝(140)의 강재(141) 하단이 상기 주말뚝(110)의 하단부를 관통하여 지지층에 밀착되거나 일부 압입되도록 하는 것이 바람직하다. 이처럼 보조말뚝(140)을 추가적으로 삽입하면 주말뚝(110)만을 관입하였을 때보다 자체 강도의 향상은 물론 삽입과정에서 보조말뚝(140)이 주사기의 플런저 역할을 하기 때문에 그라우트재를 주말뚝(110) 강관(111)으로부터 밀어내어 굴착공(GH) 내주면 지반에 대한 침투량을 늘림으로써 연약지반을 강화시키는 효과를 더 높일 수 있게 된다.

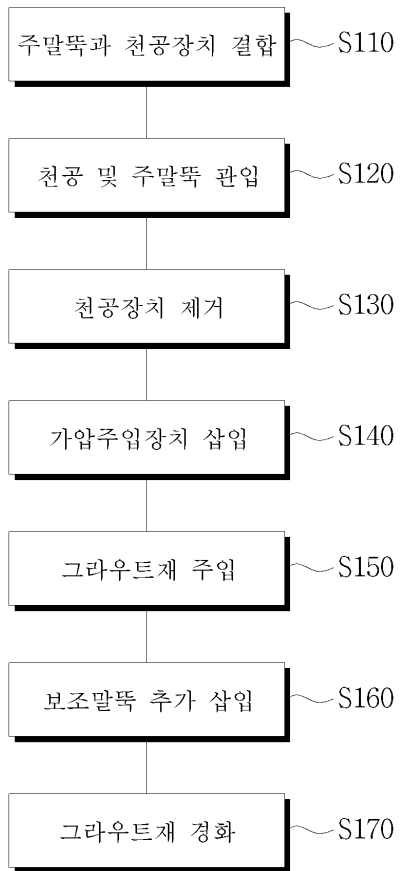
[0035] 이후, 그라우트재 경화단계(S170)가 진행된다. 이 단계에서는 시간을 두고 그라우트재가 자연 경화되도록 대기한다. 이때 굴착공(GH)에 주입된 그라우트재가 어느 정도 경화되면 굴착공(GH) 상단을 조기 봉합하여 공사를 완료할 수 있다.



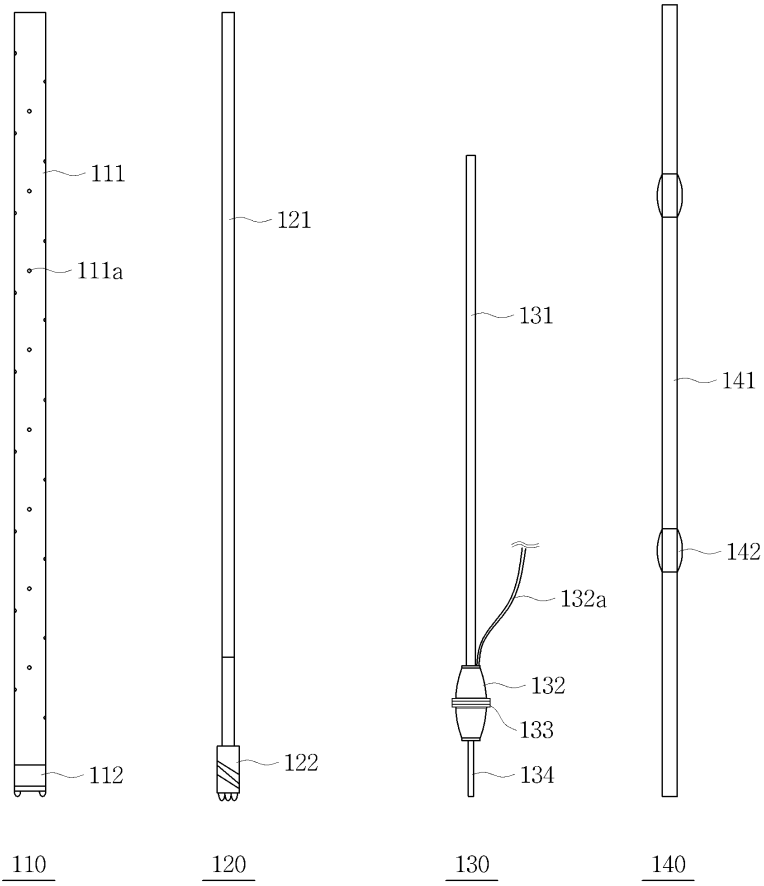


도면

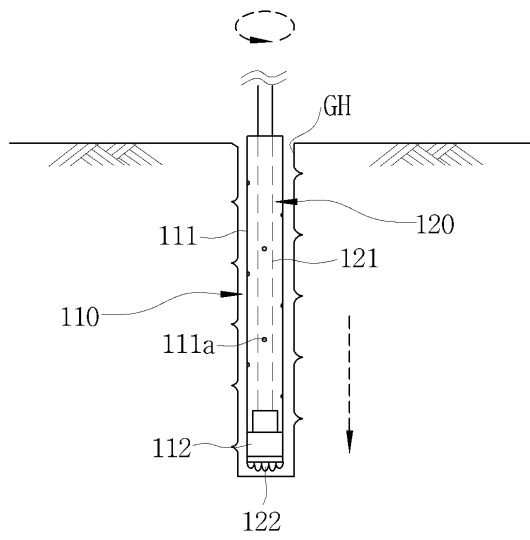
도면1



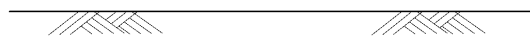
도면2



도면3

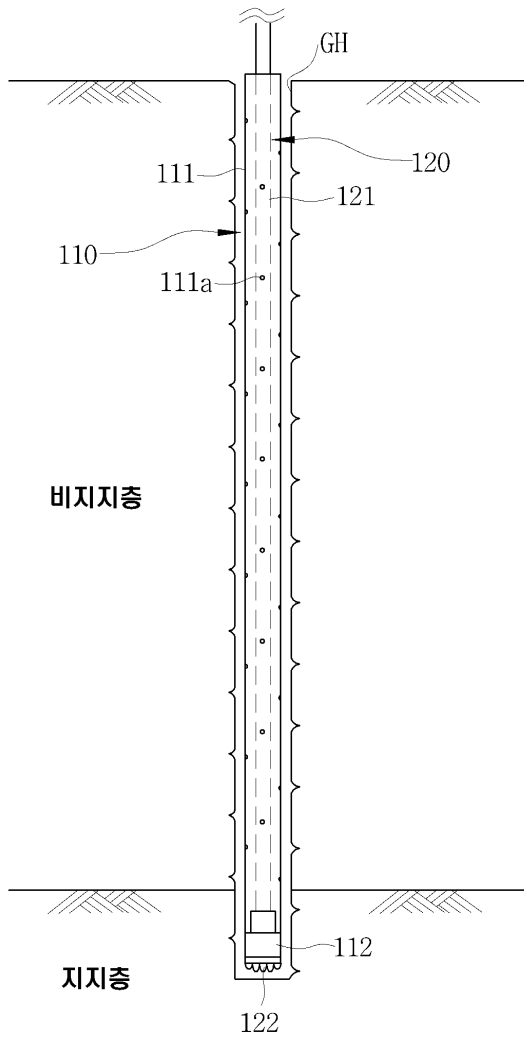


비지지층

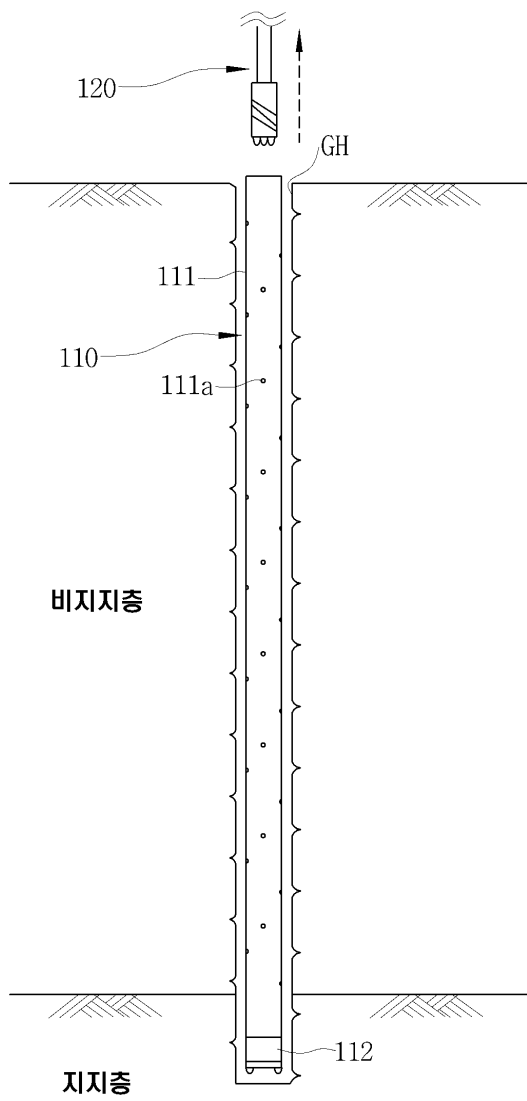


지지층

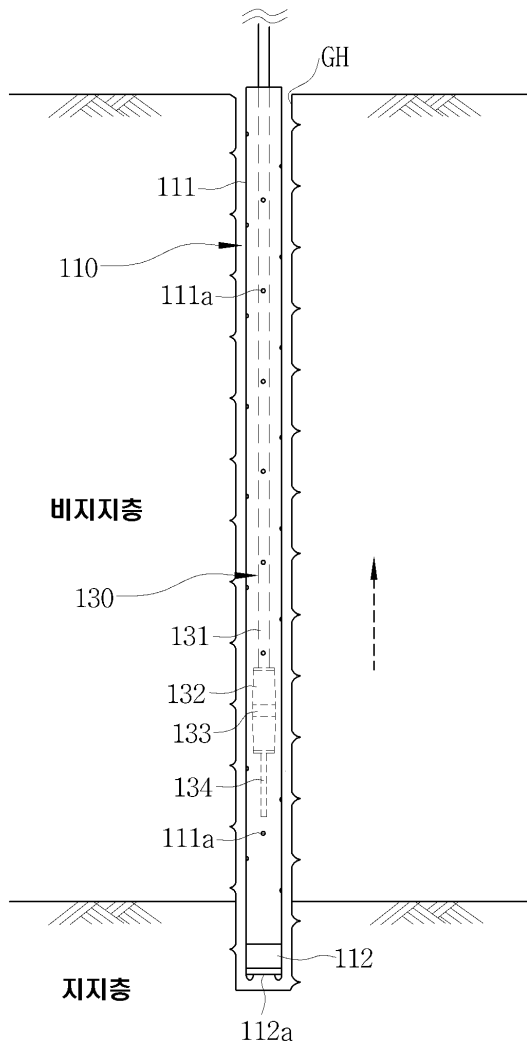
도면4



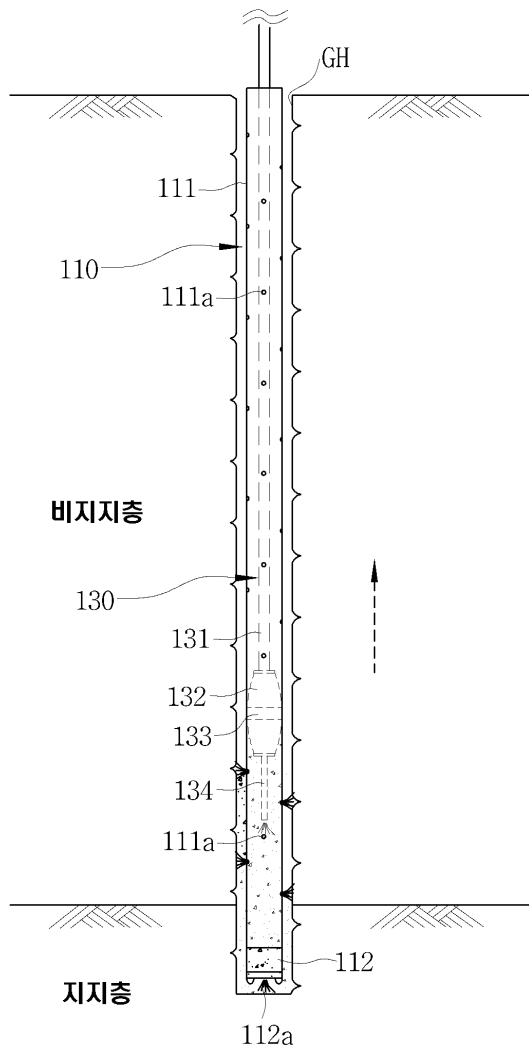
도면5



도면6

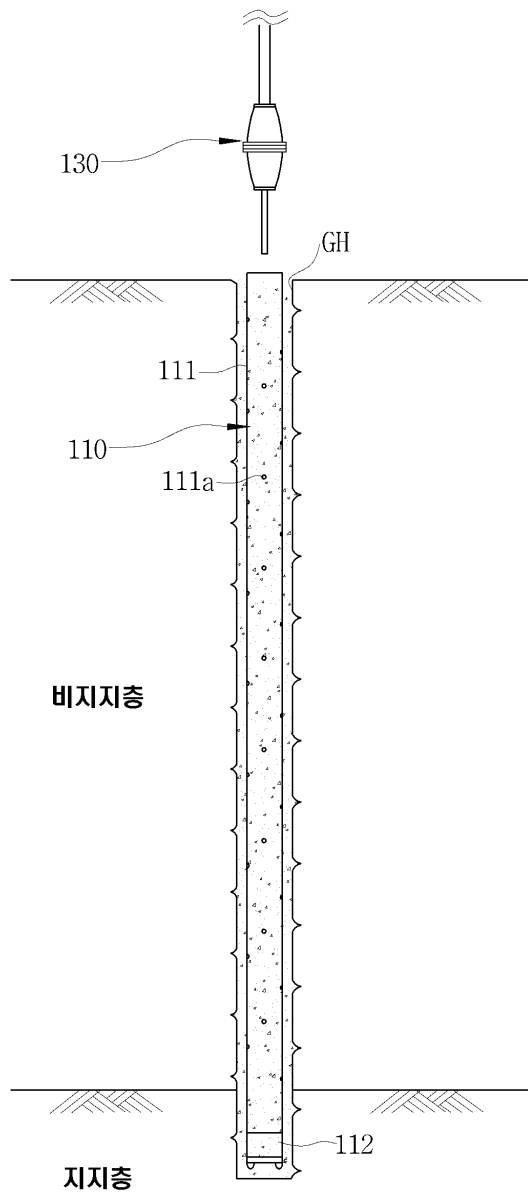


도면7

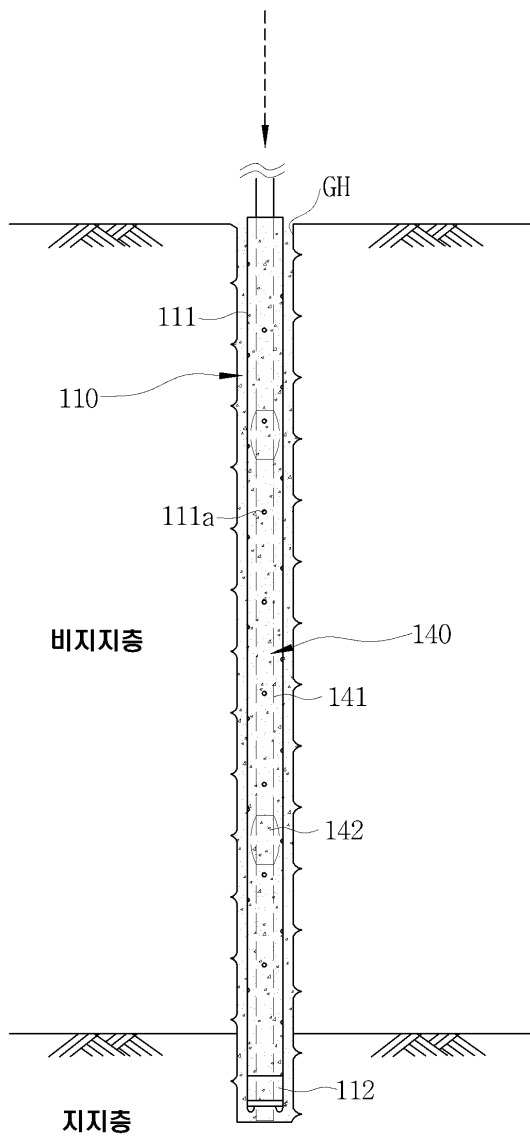




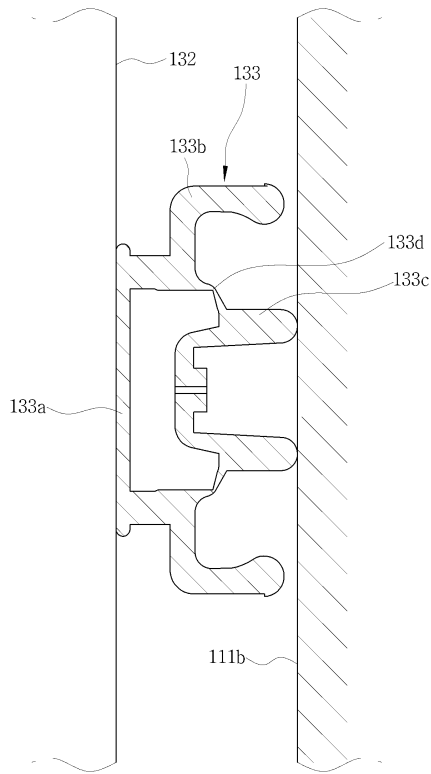
도면8



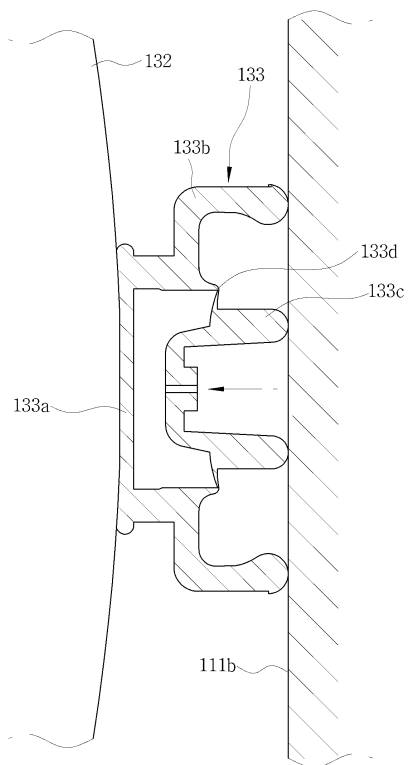
도면9



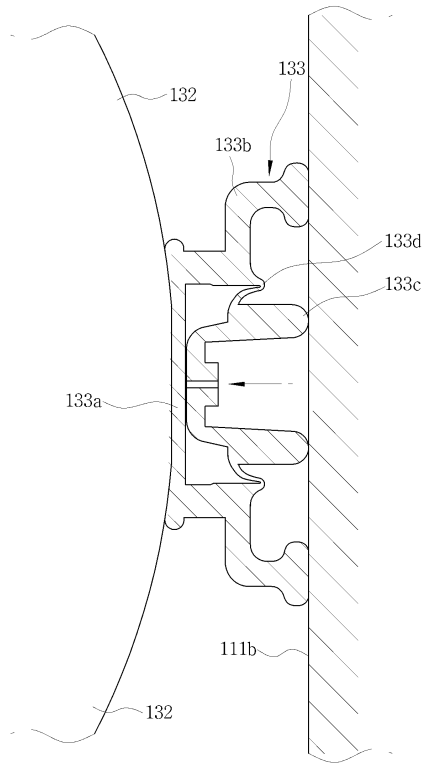
도면10a



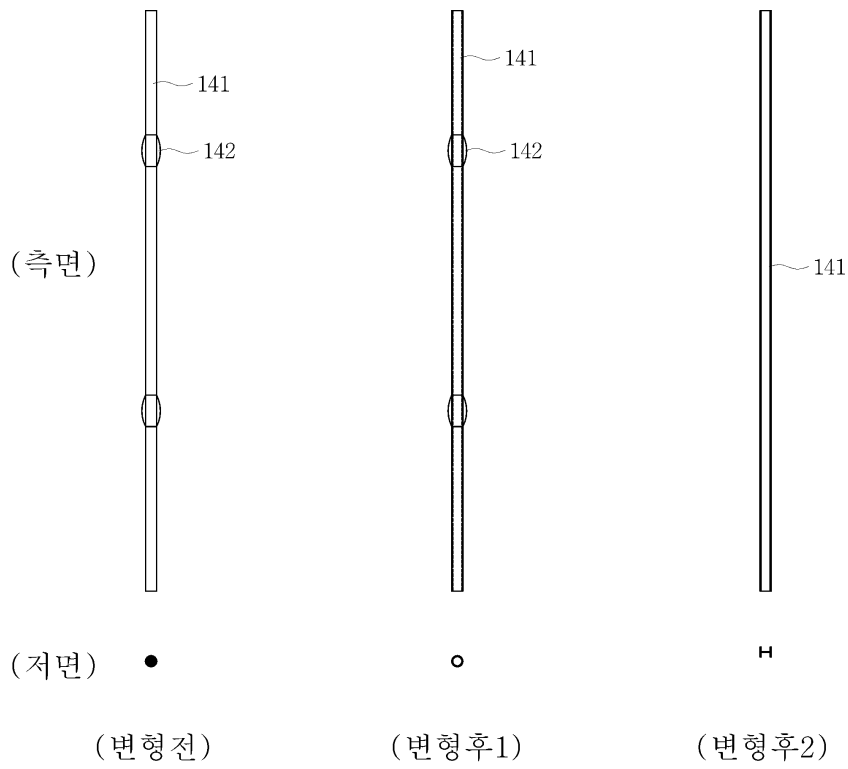
도면10b



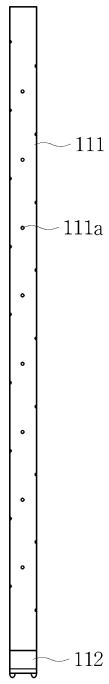
도면10c



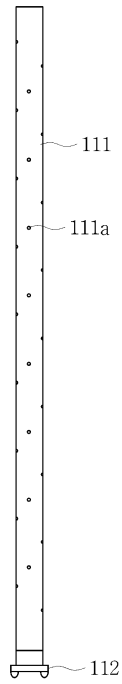
도면11



도면12

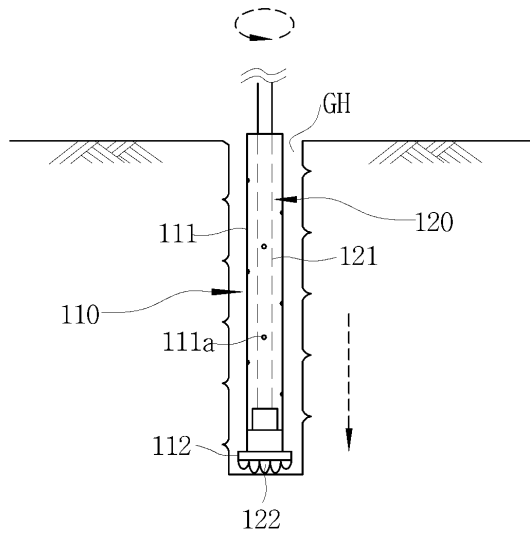


(변형전)

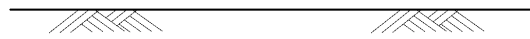


(변형후)

도면13



비지지층



지지층

도면14

