



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0102817
(43) 공개일자 2016년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02D 7/20 (2006.01) E02D 7/26 (2006.01)
E02D 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02D 7/20 (2013.01)
E02D 7/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0025375
(22) 출원일자 2015년02월23일
심사청구일자 2015년02월23일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
주식회사 한화건설
경기도 시흥시 대은로 81 (대야동)
(72) 발명자
김동욱
인천광역시 연수구 컨벤시아대로130번길 58, 103
동 2502호 (송도동, 송도자이하버뷰1단지)
이용안
서울특별시 강서구 수명로2길 108, 801동 401호
(내발산동, 마곡수명산파크8단지아파트)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

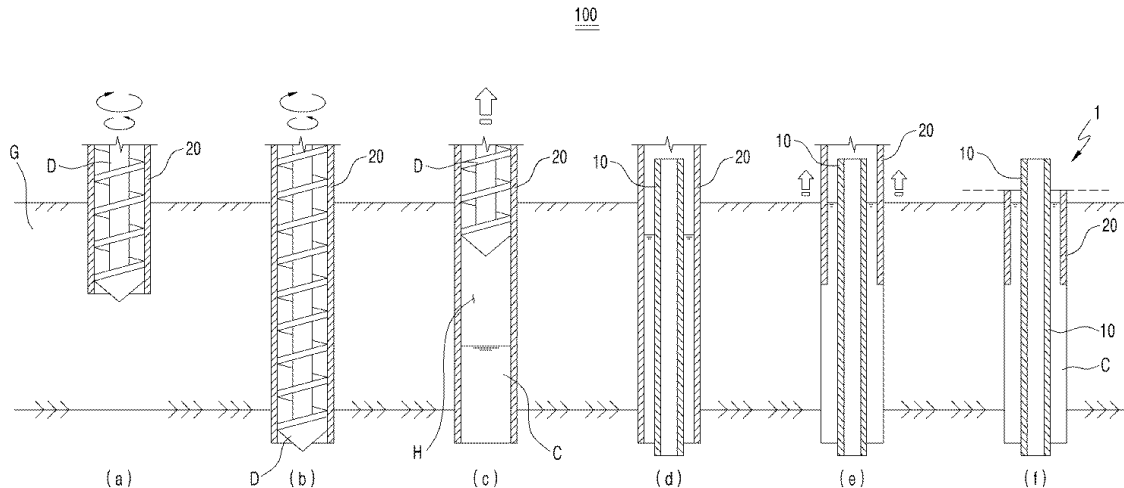
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법

(57) 요약

희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법이 개시된다. 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법은, 지반을 굴착하면서 굴착 공동에 강관케이싱을 관입시키는 관입단계; 강관케이싱 내부로 그라우팅을 일부 주입하는 주입단계; 강관케이싱 내부로 단말뚝을 삽입하는 삽입단계; 단말뚝과 굴착 공동 사이로 그라우팅을 주입하면서 강관케이싱을 부분 인발하는 인발단계; 및 강관케이싱의 인발된 부분을 절단하는 절단단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 케이싱강관의 일부를 희생강관으로 이용하여 말뚝의 지지력을 향상시킬 수 있으면서도, 케이싱강관의 희생강관으로의 사용에 의한 말뚝의 전체 재료비 및 시공비 상승은 최소화될 수 있도록 이루어지는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법을 제공할 수 있게 된다.

대표도



(52) CPC특허분류

E02D 9/005 (2013.01)

E02D 2250/003 (2013.01)

E02D 2600/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

지반을 굴착하면서 굴착 공동에 강관케이싱을 관입시키는 관입단계;

상기 강관케이싱 내부로 그라우팅을 일부 주입하는 주입단계;

상기 강관케이싱 내부로 단말뚝을 삽입하는 삽입단계;

상기 단말뚝과 굴착 공동 사이로 그라우팅을 주입하면서 상기 강관케이싱을 부분 인발하는 인발단계; 및

상기 강관케이싱의 인발된 부분을 절단하는 절단단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단말뚝에 작용하는 수평력은 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이 그라우팅의 압축력으로 소산된 후 상기 강관케이싱에 전달되는 것을 특징으로 하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 단말뚝과 강관케이싱을 원주방향을 따라 복수의 형상기억합금 와이어로 연결하는 연결단계를 더 포함하고,

상기 단말뚝에 수평력 작용 후 상기 복수의 형상기억합금 와이어의 회복력에 의해 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이 간격이 회복되는 것을 특징으로 하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단말뚝과 강관케이싱 사이 그라우팅의 압축량이 증가하도록, 상기 단말뚝의 외면에는 복수의 사이드패널이 상기 강관케이싱의 내면을 향해 돌출되게 형성되는 것을 특징으로 하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 단말뚝에 수평력 작용시 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이에서 지반이 상승하도록, 상기 복수의 사이드패널 각각은 상기 단말뚝의 원주방향과 경사지게 형성되는 것을 특징으로 하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 연약 지반 등에 건설되는 구조물을 지지하도록 지반에 기성말뚝을 시공하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 말뚝(pile)은 땅속에 박아넣는 기둥을 말하며, 상반부가 지반 위에 노출된 말뚝은 여기에 구조물을 연결하게 되

는데 보통 교량(橋梁)과 같은 구조물이나 수중에서의 잔교(棧橋)의 교각(橋脚)의 일부로서도 이용된다.

- [0003] 기성말뚝 시공법으로는 타입말뚝공법과 매입말뚝공법이 있으며 타입공법은 말뚝을 타입하는 햄머의 형식에 따라 타격식(drop, diesel and hydraulic hammer)과 진동식(vibro hammer)으로 구분된다. 항타 공사로 인한 소음과 지반진동을 줄일 수 있고, 말뚝을 항타 시공하기 어려운 자갈, 호박돌 및 핵석이 분포되어있는 지층에서도 말뚝 관입 시공이 용이한 매입말뚝공법은 굴착장비나 굴착방식 및 최종 말뚝처리방식 등에 따라 중굴(내부굴착)공법, 선굴착(prebored)공법 및 회전압입공법으로 대별된다.
- [0004] 선 굴착공법은 미리 지반을 천공한 다음 말뚝을 압입, 회전관입, 낙하, 최종 경타(輕打) 또는 항타하여 시공하는 방식으로써 굴착토사 배출 여부에 따라 배토(排土)방식과 비배토(非排土)방식으로 대별되며, Cement milk 주입 여부 및 최종 말뚝시공방식에 따라 SIP 공법, SAIP 공법, SDA 공법으로 분류된다.
- [0005] SDA(Separated Doughnut Auger) 매입말뚝공법은 기존 매입공법의 문제점인 굴착배토시 지반응력의 이완과 굴착 공벽 붕괴에 따른 말뚝지지력 저감 문제는 물론 말뚝 선단 지지지반 확인이 불가능한 점을 해결한 공법으로서, 상호 역(逆)회전하는 내측 Augerscrew와 말뚝 직경보다 50mm 정도 큰 외측 Casing screw에 의한 독립된 2중 굴진식을 채택하여 굴진하게 된다.
- [0006] SDA 매입말뚝공법은 서로의 반동(反動) Torque를 없애 굴착효율을 높일 수 있을뿐만 아니라 양호한 수직도로 시공할 수 있고, 공벽(孔壁)이 유지되며, 굴착된 토사는 Auger와 압축공기로 배토(排土)함으로써 토사나 암편을 육안으로 관찰하여 각 지층 확인 및 지지층 결정이 용이하다.
- [0007] 또한, 말뚝 선단 및 주변에 Cement milk를 주입하여 말뚝 주변 지반의 응력이완을 방지함으로써 높은 선단 및 마찰지지력 확보가 용이하며, 최종 경타 방법이 아닌 압입 또는 회전관입방법으로 말뚝을 시공함에 따라 최종타격시공에 따른 소음과 지반진동은 무시되고 장비운행에 따른 낮은 소음과 진동만 발생되어 건설공해로 인한 민원발생을 방지할 수 있는 공법이다.
- [0008] 이와 관련하여 대한민국 등록특허공보 제1252247호에는 파일시공을 위한 이중강관 구조를 이용한 파일시공방법이 게시되어 있으며, 등록특허공보 제1252247호는 케이싱강관을 지중에 근입하여 설치하는 케이싱강관설치단계; 케이싱강관 내부를 굴착하여 케이싱강관 내부의 토사 및 슬라임을 제거하는 굴착및슬라임제거단계; 케이싱강관에 희생강관을 삽입시켜 지반에 케이싱강관 및 희생강관에 의한 이중강관 구조에 의하여 지중에서 토압 및 수압에 초기 대응할 수 있도록 하는 희생강관삽입단계; 희생강관 내부에 철근케이지를 삽입하는 철근설치단계; 희생강관 내부에 콘크리트를 타설하는 콘크리트타설단계; 및 케이싱강관을 인발하는 케이싱강관인발단계를 포함하여 구성되되, 희생강관은 구조체로써 지중에 남아있고 케이싱강관은 재사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 그러나 등록특허공보 제1252247호를 포함하는 종래의 파일시공방법에서 케이싱강관은 희생강관 삽입 및 콘크리트 타설을 위해 사용된 후 인발됨에 따라, 파일시공에 있어 가장 주요한 요소라고 할 수 있는 파일의 지지력 향상에 관여하지 못하는 단점이 있었다.
- [0010] 한편, 종래의 파일시공방법에서 케이싱강관의 인발이 쉽지 않을 경우 지지력 증가의 한 방법으로서 케이싱강관을 인발하지 않고 희생강관으로 사용하는 경우도 있다. 그러나 고가의 강관을 희생강관으로 사용하면 재료비 및 시공비가 상승하게 되므로 사용 빈도가 낮은 단점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) (0001) 대한민국 등록특허공보 제1252247호 (등록일:2013.04.01)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은, 케이싱강관의 일부를 희생강관으로 이용하여 말뚝의 지지력을 향상시킬 수 있으면서도, 케이싱강관의 희생강관으로의 사용에 의한 말뚝의 전체 재료비 및 시공비 상승은 최소화될 수 있도록 이루어지는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 지반을 굴착하면서 굴착 공동에 강관케이싱을 관입시키는 관입단계; 상기 강관케이싱 내부로 그라우팅을 일부 주입하는 주입단계; 상기 강관케이싱 내부로 단말뚝을 삽입하는 삽입단계; 상기 단말뚝과 굴착 공동 사이로 그라우팅을 주입하면서 상기 강관케이싱을 부분 인발하는 인발단계; 및 상기 강관케이싱의 인발된 부분을 절단하는 절단단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의하여 달성된다.
- [0014] 상기 단말뚝에 작용하는 수평력은 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이 그라우팅의 압축력으로 소산된 후 상기 강관케이싱에 전달되도록 이루어질 수 있다.
- [0015] 상기 단말뚝과 강관케이싱을 원주방향을 따라 복수의 형상기억합금 와이어로 연결하는 연결단계를 더 포함하고, 상기 단말뚝에 수평력 작용 후 상기 복수의 형상기억합금 와이어의 회복력에 의해 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이 간격이 회복되도록 이루어질 수 있다.
- [0016] 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이 그라우팅의 압축량이 증가하도록, 상기 단말뚝의 외면에는 복수의 사이드패널이 상기 강관케이싱의 내면을 향해 돌출되게 형성되도록 이루어질 수 있다.
- [0017] 상기 단말뚝에 수평력 작용시 상기 단말뚝과 강관케이싱 사이에서 지반이 상승하도록, 상기 복수의 사이드패널 각각은 상기 단말뚝의 원주방향과 경사지게 형성되도록 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 의하면, 강관케이싱을 부분 인발한 후 강관케이싱의 인발된 부분을 절단함으로써, 케이싱강관의 일부를 희생강관으로 이용하여 말뚝의 지지력을 향상시킬 수 있으면서도, 케이싱강관의 희생강관으로의 사용에 의한 말뚝의 전체 재료비 및 시공비 상승은 최소화될 수 있도록 이루어지는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법을 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법의 순서도.
- 도 2는 도 1의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법을 개략적으로 도시한 도면.
- 도 3은 도 1의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의해 지반에 설치된 단말뚝 및 강관케이싱의 사용상태를 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의한 단말뚝 및 강관케이싱을 도시한 사시도.
- 도 5는 도 4의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의해 지반에 설치된 단말뚝 및 강관케이싱의 사용상태를 나타내는 도면.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의한 단말뚝 및 강관케이싱을 도시한 사시도.
- 도 7은 도 6의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의해 지반에 설치된 단말뚝 및 강관케이싱의 사용상태를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.
- [0021] 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법은, 케이싱강관의 일부를 희생강관으로 이용하여 말뚝의 지지력을 향상시킬 수 있으면서도, 케이싱강관의 희생강관으로의 사용에 의한 말뚝의 전체 재료비 및 시공비 상승은 최소화될 수 있도록 이루어진다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법의 순서도, 도 2는 도 1의

희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법을 개략적으로 도시한 도면, 도 3은 도 1의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의해 지반에 설치된 단말뚝 및 강관케이싱의 사용상태를 나타내는 도면, 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의한 단말뚝 및 강관케이싱을 도시한 사시도, 도 5는 도 4의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의해 지반에 설치된 단말뚝 및 강관케이싱의 사용상태를 나타내는 도면, 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의한 단말뚝 및 강관케이싱을 도시한 사시도, 도 7은 도 6의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법에 의해 지반에 설치된 단말뚝 및 강관케이싱의 사용상태를 나타내는 도면.

- [0023] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)은, 매입말뚝공법의 선굴착공법인 SDA 공법을 개량하여 말뚝의 전체 재료비 및 시공비 상승을 최소화하면서 연약 지반(G) 등에 건설되는 구조물에 대한 지지력을 향상시키기 위한 것으로서, 관입단계(S100), 주입단계(S200), 삽입단계(S300), 인발단계(S400) 및 절단단계(S500)를 포함하여 이루어진다.
- [0024] 도 2(a) 및 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 관입단계(S100)에서는 지반(G)을 굴착하면서 굴착 공동(H)에 기성말뚝인 강관케이싱(20)을 관입시킨다.
- [0025] 관입단계(S100)에서는 상호 역(逆)회전하는 내측 Augerscrew(D)와 말뚝 직경보다 50mm 정도 큰 외측 Casing screw(미도시)에 의한 독립된 2중 굴진식으로 굴진하게 된다.
- [0026] 상호 역(逆)회전하는 내측 Augerscrew(D)와 외측 Casing screw에 의한 2중 굴진방식은 서로의 반동(反動) Torque를 없애 굴착효율을 높일 수 있으며, 양호한 수직도로 시공할 수 있고, 공벽(孔壁)이 유지되며, 굴착된 토사는 Auger와 압축공기로 배토(排土)함으로써 토사나 암편을 육안으로 관찰하여 각 지층 확인 및 지지층 결정이 용이하다.
- [0027] 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 주입단계(S200)에서는 강관케이싱(20) 내부로 그라우팅(C, Cement milk)을 일부 주입하게 된다.
- [0028] 보다 자세하게는, 주입단계(S200)에서 굴착과정에서 발생한 슬라임(slime)을 제거한 후 말뚝 선단 및 주변에 Cement milk를 주입하게 되며, 이에 따라 말뚝 주변 지반(G)의 응력이완이 방지되고 높은 선단 및 마찰지지력 확보가 용이하게 된다. Augerscrew(D)는 그라우팅(C)의 일부 주입과 함께 인발된다.
- [0029] 도 2(d)에 도시된 바와 같이, 삽입단계(S300)에서는 강관케이싱(20) 내부로 단말뚝(10)이 삽입된다. 단말뚝(10)을 와이어 로프(미도시)를 이용하여 굴착 공동(H)의 중심과 수직이 되도록 세운 뒤 자중에 의해 삽입한다. 삽입된 단말뚝(10)은 절단단계(S500) 이후 해머를 이용 타격하여 천공깊이까지 안착시킨다.
- [0030] 도 2(e)에 도시된 바와 같이, 인발단계(S400)에서는 단말뚝(10)과 굴착 공동(H) 사이로 그라우팅(C)을 주입하면서 강관케이싱(20)의 부분 인발이 이루어진다.
- [0031] 강관케이싱(20)의 상단부에 와이어 로프를 체결한 후 그라우팅(C)을 주입하면서 강관케이싱(20)의 하단부가 일정 깊이로서 지면 아래에 삽입된 상태까지 굴착장비를 이용하여 부분 인발된다.
- [0032] 강관케이싱(20)이 삽입된 깊이는 지반(G) 성분, 구조물의 자중 및 구조물에 가해지는 외력을 변수로 말뚝 머리에 예상되는 수평력, 연직력, 모멘트에 따라 정해진다.
- [0033] 도 2(f)에 도시된 바와 같이, 절단단계(S500)에서는 강관케이싱(20)의 인발된 부분이 절단된다. 바람직하게는, 지중에 매설되어 희생강관으로서 기능하는 부분 이외의 지면으로 노출된 부분이 전부 절단된다. 강관케이싱(20)의 절단에는 열이나 마찰력을 이용한 다양한 종류의 절단기가 사용될 수 있다.
- [0034] 상술한 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)에 의하면, 강관케이싱(20) 전체를 희생강관으로 사용하거나 강관케이싱(20)의 인발 이후 별도의 희생강관을 설치하지 않고도, 강관케이싱(20)의 최소 길이만 희생강관으로 사용함으로써 파일의 지지력 향상에 관여하게 된다.
- [0035] 종래에는 고가의 강관을 희생강관으로 사용하게 되면 재료비 및 시공비가 상승하는 문제가 있어 지지력 향상 방법이 말뚝 직경 및 두께를 증가시키는 방법이나 별도의 희생강관을 타격하여 삽입하는 방법 등으로 한정되었으나, 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)에서는 시공과정 중 강관케이싱을 절단함으로써 요구되는 길이만 즉각 희생강관으로 사용할 수 있으며, 절단단계(S500)에서 절단된 강관케이싱(20)의 나머지 부분은 강관말뚝(1) 시공에 재사용되거나 다른 용도로 재활용할 수 있으므로, 종래 강관말뚝 시공방법(100)의 문제점을 해결하게 된다.

- [0036] 본 발명에 의하면, 강관케이싱(20)을 부분 인발한 후 강관케이싱(20)의 인발된 부분을 절단함으로써, 케이싱강관의 일부를 희생강관으로 이용하여 말뚝의 지지력을 향상시킬 수 있으면서도, 케이싱강관의 희생강관으로의 사용에 의한 말뚝의 전체 재료비 및 시공비 상승은 최소화될 수 있도록 이루어지는 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)을 제공할 수 있게 된다.
- [0038] 상술한 바와 같은, 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)에 의해 시공된 단말뚝(10)의 상단부는 구조물(미도시)과 결합되며, 단말뚝(10)은 구조물의 하중 및 구조물에 인가되는 외력을 지반(G)에 전달함으로써 구조물을 지탱하게 된다.
- [0039] 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 단말뚝(10)과 강관케이싱(20)은 서로 독립된 형태로 지반(G)에 설치되며, 강관케이싱(20)은 지면으로부터 단말뚝(10)에 수평력이 집중되는 깊이까지 단말뚝(10)을 감싸게 되며, 구조물에서 단말뚝(10)에 수평력이 전달되는 경우 단말뚝(10)에 작용하는 수평력은 1차적으로 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에 충전된 그라우팅(C)의 압축력으로 소산된다.
- [0040] 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 수평력에 의해 단말뚝(10)의 상단부가 일측으로 기울어지게 되면, 단말뚝(10)과 강관케이싱(20)이 서로 독립된 형태로 지반(G)에 설치됨에 따라, 단말뚝(10)이 기울어지는 방향에서 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이의 공간이 작아짐과 동시에 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에 충전된 그라우팅(C)이 압축되며, 따라서 수평력의 일부는 1차적으로 그라우팅(C)을 압축시키는 형태로 소산된다.
- [0041] 또한, 단말뚝(10)에 작용하는 수평력은 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에 충전된 그라우팅(C)을 압축시키는 동시에 압축된 그라우팅(C)을 통해 강관케이싱(20)의 내면으로 전달된다.
- [0042] 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 강관케이싱(20)으로 전달된 수평력은 단말뚝(10)의 외면보다 직경이 큰 강관케이싱(20)의 외면을 통해 지반(G)과 넓은 접촉면을 형성하며 강관케이싱(20) 외측 지반(G)의 압축력으로서 2차적으로 소산된다.
- [0043] 즉, 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)에 의해 시공된 강관말뚝(1)은 단말뚝(10)에 작용하는 수평력이 강관케이싱(20) 사이에 충전된 그라우팅(C)을 압축시키면서 1차적으로 소산된 후 강관케이싱(20) 외측 지반(G)을 압축시키면서 2차 소산됨으로써, 단말뚝(10)에 인가되는 수평력에 대한 에너지 소산량이 종래 강관말뚝(1)보다 대폭 증가하여 구조물 및 강관말뚝(1)의 기울어짐이 보다 효과적으로 방지되는 이점이 있다.
- [0045] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)은, 절단단계(S500)가 완료된 후 단말뚝(10)과 강관케이싱(20)을 복수의 형상기억합금 와이어(W)로 연결하는 연결단계(S600)를 더 포함할 수 있다. 복수의 형상기억합금 와이어(W)는 단말뚝(10)과 강관케이싱(20)의 원주방향을 따라 등간격으로 형성된다.
- [0046] 상술한 바와 같이, 수평력에 의해 단말뚝(10)이 기울어지면 수평력이 제거되더라도 단말뚝(10)은 영구적으로 기울어진 상태로 남게 되며, 동일한 방향의 수평력에 대한 1차 에너지 소산량이 감소하게 된다. 따라서 단말뚝(10)에 동일한 방향으로 수평력이 다시 인가되면 전체 에너지 소산량이 감소하게 된다.
- [0047] 단말뚝(10)과 강관케이싱(20)이 복수의 형상기억합금 와이어(W)로 연결되면, 도 5(a)에 도시된 바와 같이, 단말뚝(10)이 기울어질 때 수평력의 일부는 복수의 형상기억합금 와이어(W)의 변형력으로 소산됨에 따라 1차 에너지 소산량이 증가하게 된다.
- [0048] 또한, 도 5(b)에 도시된 바와 같이, 수평력이 제거된 후에는 형상기억합금 와이어(W)의 복원력에 의해 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이 공간이 다시 원상태로 회복됨으로써, 강관말뚝(1)에 동일한 방향의 수평력이 다시 가해지더라도 강관말뚝(1)의 에너지 소산량의 감소가 최소화되는 이점이 있다.
- [0049] 형상기억합금 와이어(W)는 초탄성 형상기억합금으로 형성되는 것이 바람직하다. 초탄성 형상기억합금은(superelasticity shape memory alloy, 超彈性 形狀記憶合金) 소성변형이 가해지고 난 후에 열이 가해지지 않더라도 실온에서 본래의 형상으로 복원하는 성질을 가지는 금속이다.
- [0050] 따라서 형상기억합금 와이어(W)는 수평력에 의해 인장 변형된 후 열이 가해지지 않더라도 자체적으로 원래 상태

로 복귀된다.

- [0051] 도 4에 도시된 바와 같이, 복수의 형상기억합금 와이어(W)는 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 각각의 상단부를 연결하는 제1 형상기억합금 와이어(W1) 및 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 각각의 하단부를 연결하는 제2 형상기억합금 와이어(W2)를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [0052] 제1 형상기억합금 와이어(W1)가 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 각각의 상단부를 서로 연결하고, 제2 형상기억합금 와이어(W2)가 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 각각의 하단부를 서로 연결함으로써, 단말뚝(10)이 기울어지더라도 강관케이싱(20)의 전체 길이에 걸쳐 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이의 거리가 원상태로 복귀된다.
- [0054] 도 6(a)에 도시된 바와 같이, 삽입단계(S300) 이전에 단말뚝(10)의 상단부 외면에 복수의 사이드패널(11)을 돌출되게 형성할 수 있다.
- [0055] 복수의 사이드패널(11)이 단말뚝(10)의 외면에 돌출되게 형성되면, 강관케이싱(20)의 안쪽에서 단말뚝(10)과 그라우팅(C)의 접촉면적이 증가함으로써, 수평력 작용시 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이 그라우팅(C)의 압축량이 증가하여 수평력에 대한 1차 에너지 소산량이 증가하는 이점이 있다.
- [0056] 도 6(a)에 도시된 바와 같이, 복수의 사이드패널(11) 각각은 단말뚝(10)의 원주방향과 경사지게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0057] 도 7(a)에 도시된 바와 같이, 복수의 사이드패널(11)이 단말뚝(10)의 원주방향과 경사지게 형성되면, 도 7(b)에 도시된 바와 같이, 수평력에 의해 단말뚝(10)이 일측으로 기울어질 때 기울어지는 쪽에서 그라우팅(C)이 사이드패널(11)의 경사를 따라 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에서 상승하게 된다.
- [0058] 도 7(b)에 도시된 바와 같이, 단말뚝(10)이 기울어지는 쪽에서 사이드패널(11)의 경사를 따라 그라우팅(C)이 상승하게 되면 다음과 같은 이점이 있다.
- [0059] 첫째, 그라우팅(C)이 사이드패널(11)을 따라 상승하면서 반대쪽으로 이동됨으로써, 단말뚝(10)이 기울어지는 반대쪽에서 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이의 공동현상이 최소화되는 이점이 있다.
- [0060] 둘째, 단말뚝(10)이 기울어지며 강관케이싱(20) 바로 아래의 그라우팅(C)까지 사이드패널(11)을 따라 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이 공간으로 상승하게 되며, 강관말뚝(1)의 상측은 지면에 건설된 구조물에 의해 그라우팅(C)이 이동할 공간이 없이 폐쇄됨에 따라, 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에 그라우팅(C)의 밀도가 높아짐으로써, 1차 소산에너지의 양이 증가하는 이점이 있다.
- [0061] 이에 따라, 본 발명의 희생 강관케이싱 부분 인발식 강관말뚝 시공방법(100)에 의해 시공된 강관말뚝(1)은 전체 지지력이 상승하고, 내부 구조력의 증가, 수평변위의 저감 및 안전여유율이 개선되는 효과가 있다.
- [0062] 도 6(b)에 도시된 바와 같이, 그라우팅(C)이 복수의 사이드패널(11)을 통과하여 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에 용이하게 충전되도록, 복수의 사이드패널(11) 각각은 단말뚝(10)의 원주방향과 경사지게 형성되되 불연속적으로 형성될 수도 있다.
- [0063] 인발단계(S400)에서 투입되는 그라우팅(C)은 불연속적으로 형성된 사이드패널(11) 사이를 통과하여 강관케이싱(20)의 하단부까지 쉽게 유입되며, 또한 사이드패널(11)을 따라 미끄러져 충전됨에 따라 단말뚝(10)과 강관케이싱(20) 사이에 공동을 형성하지 않고 완전히 충전된다.
- [0065] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다. 따라서, 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

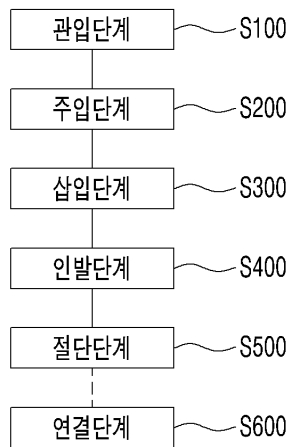
부호의 설명

- [0066] 100 : 강관말뚝 시공방법 1 : 강관말뚝
S100 : 관입단계 10 : 단말뚝

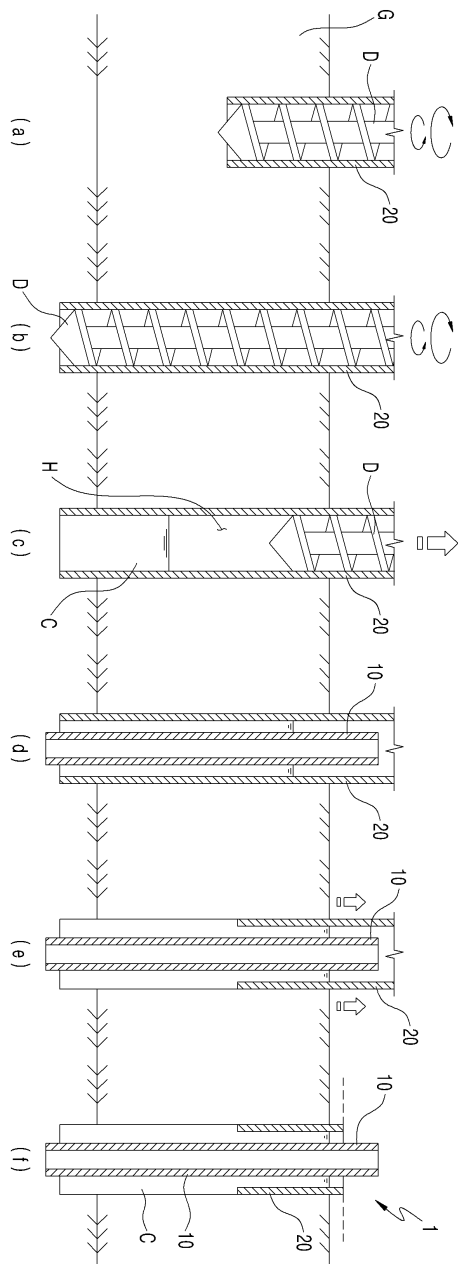
S200 : 주입단계 11 :
 S300 : 삽입단계 20 : 강관케이싱
 S400 : 인발단계 W : 형상기억합금 와이어
 S500 : 절단단계 G : 지반
 S600 : 연결단계 H : 굴착 공동

도면

도면1

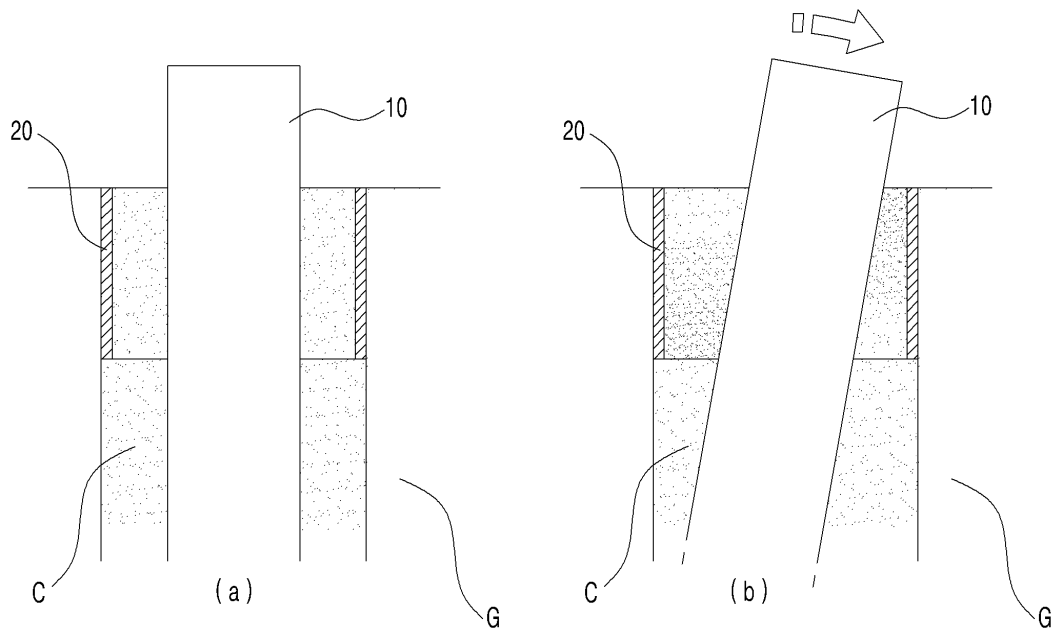


도면2

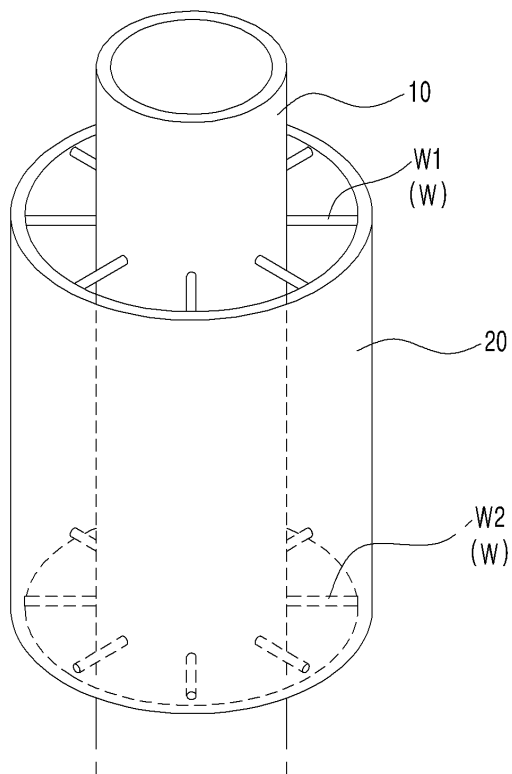


100

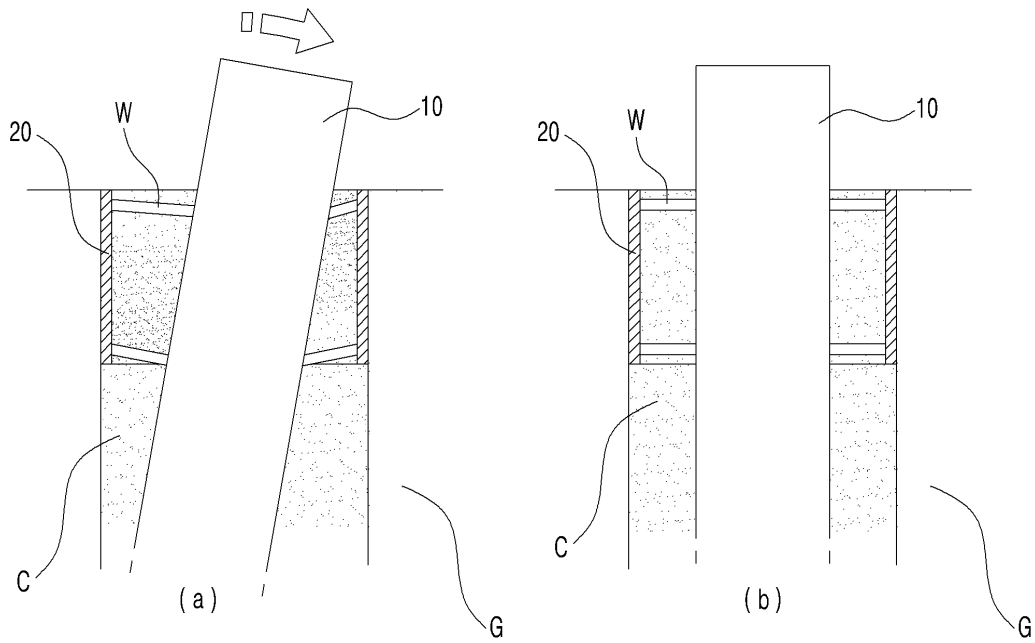
도면3



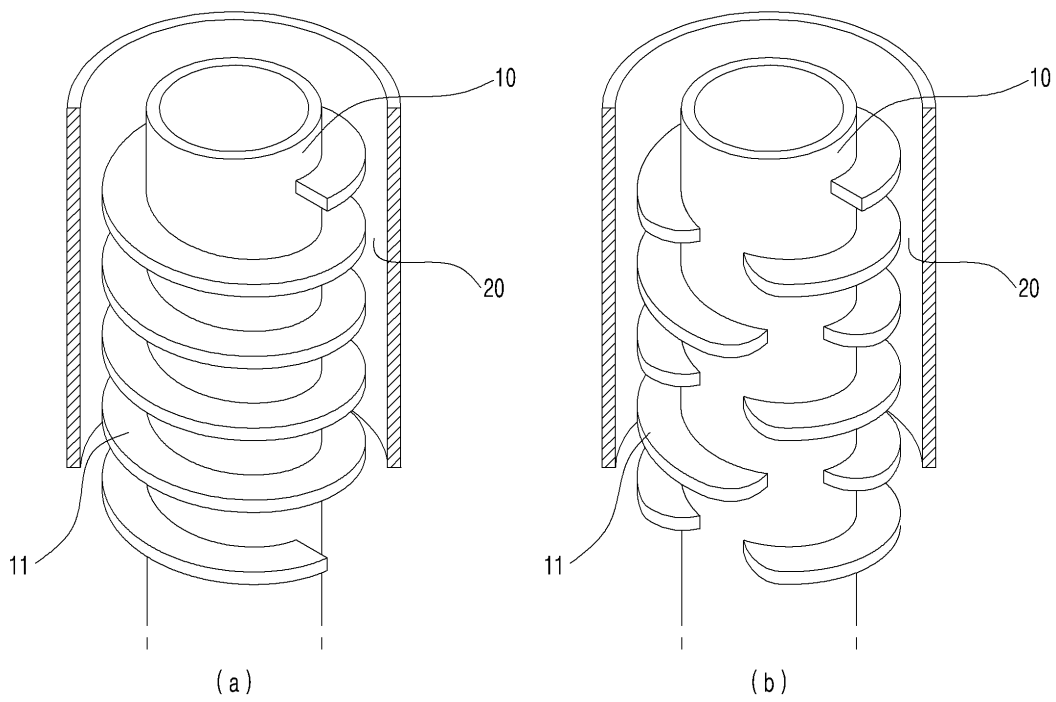
도면4



도면5



도면6



도면7

