



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0102433
(43) 공개일자 2019년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E02D 3/115 (2006.01)

(52) CPC특허분류

E02D 3/115 (2013.01)

E02D 2200/1685 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0022798

(22) 출원일자 2018년02월26일

심사청구일자 2018년02월26일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이인모

서울특별시 중랑구 신내로21길 16, 519동1202호(묵동, 신내두산아파트)

최항석

서울특별시 노원구 한글비석로8길 20, 102동 105호(중계동, 대림벽산아파트)

최현준

서울특별시 성북구 삼선교로22길 26, 102동 302호(삼선동5가, 양지빌라트)

(74) 대리인

특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 5 항

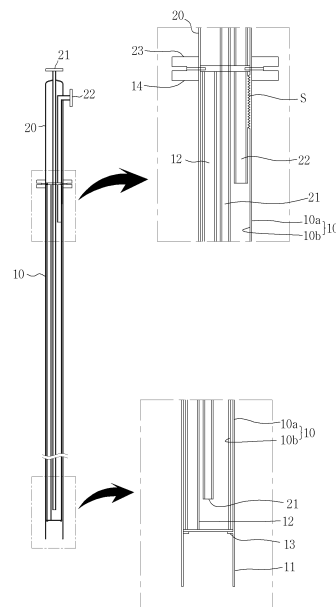
(54) 발명의 명칭 자천공 동결관

(57) 요약

본 발명은 자천공 동결관에 관한 것으로, 보다 상세하게는 동결관 외관의 선단에 천공비트를 구비하여 스스로 천공이 가능하면서도, 동결관 외관을 이중관 구조로 구성하여 해터널 시공 등과 같은 고수압 조건의 급속동결공법에서의 사용이 가능한 자천공 동결관에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



본 발명에 따른 자천공 동결관은, 지반에 형성된 천공홀에 매입되어 냉매를 이용한 열교환을 통해 주변 지반에 동결벽체를 형성하기 위한 동결관에 있어서, 열전달이 가능한 소재로 이루어진 일정 길이를 갖는 중공형의 관으로 지반에 천공홀을 형성함과 동시에 상기 천공홀에 삽입 지지되도록 하단부에 천공비트가 구비된 동결관 외관과; 상기 동결관 외관의 상부에 체결되되, 상기 동결관 외관의 내부 공간에서 냉매의 유동이 가능하도록 상기 동결관 외관의 내부 공간으로 일정 깊이 삽입되는 냉매유입관 및 상기 동결관 외관의 내부 공간을 외부로 연통시키는 냉매유출관을 갖는 동결관 내관을; 포함하되, 상기 동결관 외관은, 정해진 고압 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어진 외부관과, 정해진 저온 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어져 상기 외부관의 내측에 결합되는 내부관의 조합에 의해 이중관 구조로 이루어진 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

E02D 2250/00 (2013.01)

E02D 2300/0026 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 17SCIPB06632905000000

부처명 국토교통과학기술진흥원

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 건설기술연구사업

연구과제명 설계 및 시공 단계에서의 리스크 관리 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

지반에 형성된 천공홀에 매입되어 냉매를 이용한 열교환을 통해 주변 지반에 동결벽체를 형성하기 위한 동결관에 있어서,

열전달이 가능한 소재로 이루어진 일정 길이를 갖는 증공형의 관으로 지반에 천공홀을 형성함과 동시에 상기 천공홀에 삽입 지지되도록 하단부에 천공비트가 구비된 동결관 외관과;

상기 동결관 외관의 상부에 체결되되, 상기 동결관 외관의 내부 공간에서 냉매의 유동이 가능하도록 상기 동결관 외관의 내부 공간으로 일정 깊이 삽입되는 냉매유입관 및 상기 동결관 외관의 내부 공간을 외부로 연통시키는 냉매유출관을 갖는 동결관 내관을; 포함하되,

상기 동결관 외관은, 정해진 고압 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어진 외부관과, 정해진 저온 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어져 상기 외부관의 내측에 결합되는 내부관의 조합에 의해 이중관 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 자천공 동결관.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 동결관 외관은, 상기 천공비트에 의해 굴착된 토사를 외부로 배출할 수 있도록 상기 내부관 내측에 길이방향으로 길게 설치되는 굴착토사배출관이 구비된 것을 특징으로 하는 자천공 동결관.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 동결관 외관은, 상기 외부관의 내측면 및 상기 내부관의 외측면에 상호 대응되는 나사선이 형성되어 상기 내부관이 상기 외부관에 나사 결합 및 분리가 가능한 것을 특징으로 하는 자천공 동결관.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 동결관 외관은, 상기 외부관의 하단부 부근 내측면에 상기 외부관에 결합되는 상기 내부관의 하단부가 걸릴 수 있는 형상의 걸림돌기가 구비된 것을 특징으로 하는 자천공 동결관.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 동결관 외관은, 상기 외부관이 탄소합금강관으로 이루어지고, 상기 내부관이 스테인리스강관으로 이루어진 것을 특징으로 하는 자천공 동결관.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 자천공 동결관에 관한 것으로, 보다 상세하게는 동결관 외관의 선단에 천공비트를 구비하여 스스로 천공이 가능하면서도, 동결관 외관을 이중관 구조로 구성하여 해저터널 시공 등과 같은 고수압 조건의 급속동결 공법에의 사용이 가능한 자천공 동결관에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

지반보강 및 차수공법 중 하나인 인공동결공법은 도 1에 도시된 바와 같이 동결관(1)을 지중(G)의 천공홀(H)에

매설한 후 동결관(1) 속으로 냉매를 유동시킴으로서 연약 지반이나 대수 모래층을 인공적으로 일시 동결시킴으로서 대상 지반에 내력벽 또는 차수벽 역할을 수행하는 동결벽체(W)를 형성하는 공법이다.

- [0003] 인공동결공법은 냉매(refrigerant)의 종류에 따라 약 -30~-40 ℃의 브라인(brine)을 사용하는 인공동결공법(브라인동결공법)과, -196 ℃의 액화질소(liquid nitrogen)를 사용하는 인공동결공법(급속동결공법)으로 분류할 수 있다.
- [0004] 기존 동결관의 시공은 일반적으로 지반에 천공홀을 형성하고(1단계), 형성된 천공홀에서 케이싱을 제거하며(2단계), 케이싱이 제거된 천공홀에 동결관 외관을 매입하고(3단계), 동결관 외관에 동결관 내관을 체결하며(4단계), 케이싱이 제거됨으로써 형성된 천공홀과 천공관 외관 사이 공간에 그라우팅 뒤채움을 하는(5단계) 총 5 공정으로 진행된다.
- [0005] 하지만, 기존 동결관의 시공 방법은 상기와 같은 총 5 공정을 수행하여야 함으로써 시공에 많은 시간이 소요되는 문제점과, 케이싱의 제거(2단계)시 주변 압력에 의해 공벽이 붕괴될 수 있어 고수압 조건에서는 시공이 불가능한 문제점이 있었다.
- [0006] 최근 국제 교류가 활발해짐에 따라 대륙 혹은 국가 간 교통 네트워크 구축을 위한 해저터널 건설의 수요 및 공급이 증가되고 있고, 국내에서는 한-일 해저터널, 한-중 해저터널, 호남-제주 해저터널 등에 대한 계획 및 연구가 진행 중이다.
- [0007] 그러나 국내의 경우에 급속동결공법에 대한 연구가 미흡하여, 해외에 의존하는 실정으로 급속동결공법에 대한 국내기술 자립화가 시급한 실정이다.
- [0008] 일반적으로 브라인이 냉매로 적용되는 인공동결공법의 동결관은 탄소강 혹은 합금강 재질로 제작된 열 전달용 강관이 사용되지만, -45 ℃ 이하의 초저온에서는 저온취성에 의한 동결관 균열에 대한 위험이 있어 적합하지 않다. 따라서 초저온 냉매인 액화질소가 냉매로 적용되는 급속동결공법의 동결관은 초저온에 대한 내구성이 있는 오스테나이트계 스테인리스강관이 사용된다.
- [0009] 그러나 오스테나이트계 스테인리스강관으로 제작된 동결관은 탄소강 혹은 합금강으로 제작되는 열 전달용 강관에 비하여 강도가 다소 낮기 때문에 지표부근 혹은 저심도 육상터널에서는 시공이 가능하지만, 20 bar 이상의 고수압 조건이 작용하는 해저터널 시공에는 파손의 위험이 존재하여 적용이 불가하다.
- [0010] 이러한 기존의 급속동결공법은 지표부근 혹은 저심도 육상터널에 국한되어 적용되었기 때문에 기존의 동결관을 통한 시공이 가능하였지만, 해저터널 시공 등과 같은 고수압 조건의 급속동결공법의 사용하기 곤란한 문제점이 있었다.
- [0011] 한편, 동결관과 관련된 종래기술로 국내특허등록 제10-133201호(2013.12.02.)에는 "동결관 및 이를 이용한 토양 동결 공법"이 개시되어 있고, 국내등록특허 제10-133202호(2013.12.02.) "내부 채움형 동결관 및 이를 이용한 토양 동결 공법"이 개시되어 있다.
- [0012] 상기의 종래기술은 동결관 내에 충전재를 충전하거나, 돌출부재를 설치함으로써 동결관을 통과하는 냉매의 체류시간을 증가시켜 동결 효율을 향상시키는 기술이기는 하나, 고수압 조건에서 시공이 불가하고, 시공 공정이 필요이상으로 많아 작업 효율이 저하되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 동결관 시공 공정을 최소화할 수 있도록 스스로 천공이 가능하면서도, 해저터널 시공 등과 같은 고수압 조건의 급속동결공법에의 사용이 가능한 자천공 동결관을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 자천공 동결관은, 지반에 형성된 천공홀에 매입되어 냉매를 이용한 열교환을 통해 주변 지반에 동결벽체를 형성하기 위한 동결관에 있어서, 열전달이 가능한 소재로 이루어진 일정 길이를 갖는 중공형의 관으로 지반에 천공홀을 형성함과 동시에 상기 천공홀에 삽입 지지되도록 하단부에 천공비트가 구비된 동결관 외관과; 상기 동결관 외관의 상부에 체결되되, 상기 동결관 외관의 내부 공간

에서 냉매의 유동이 가능하도록 상기 동결관 외관의 내부 공간으로 일정 깊이 삽입되는 냉매유입관 및 상기 동결관 외관의 내부 공간을 외부로 연통시키는 냉매유출관을 갖는 동결관 내관을; 포함하되, 상기 동결관 외관은, 정해진 고압 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어진 외부관과, 정해진 저온 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어져 상기 외부관의 내측에 결합되는 내부관의 조합에 의해 이중관 구조로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0015] 여기서, 상기 동결관 외관은, 상기 천공비트에 의해 굴착된 토사를 외부로 배출할 수 있도록 상기 내부관 내측에 길이방향으로 길게 설치되는 굴착토사배출관이 구비된 것을 특징으로 한다.

[0016] 여기서, 상기 동결관 외관은, 상기 외부관의 내측면 및 상기 내부관의 외측면에 상호 대응되는 나사선이 형성되어 상기 내부관이 상기 외부관에 나사 결합 및 분리가 가능한 것을 특징으로 한다.

[0017] 여기서, 상기 동결관 외관은, 상기 외부관의 하단부 부근 내측면에 상기 외부관에 결합되는 상기 내부관의 하단부가 걸릴 수 있는 형상의 걸림돌기가 구비된 것을 특징으로 한다.

[0018] 여기서, 상기 동결관 외관은, 상기 외부관이 탄소합금강관으로 이루어지고, 상기 내부관이 스테인리스강관으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 상기와 같은 구성에 의하여 본 발명에 따른 자천공 동결관은 동결관 외관의 선단에 천공비트를 구비하여 스스로 천공이 가능하여 기존 동결관 시공 공정 중 케이싱 제거, 동결관 외관 매입, 그라우팅 뒤채움 과정이 필요 없게 됨으로써 시공기간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 자천공 동결관은 동결관 외관을 일정 고압을 견딜 수 있는 외부관과, 일정 저온을 견딜 수 있는 내부관의 이중관 구조로 구성하여 고압이중관 구조로 구성하여 해저터널 시공 등과 같은 고수압 조건의 급속동결공법에의 사용이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 일반적인 인공동결공법에 이용되는 동결관의 모식도
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 자천공 동결관의 측단면도
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 동결관 외관의 측단면도
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 동결관 내관의 측단면도
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 자천공 동결관의 시공 공정도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 도면에 도시된 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 자천공 동결관을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 자천공 동결관의 측단면도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 동결관 외관의 측단면도이며, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 동결관 내관의 측단면도이다.

[0024] 도 2 내지 도 4를 살펴보면, 본 발명의 일실시예에 따른 자천공 동결관(1)은 지반에 형성된 천공홀(H)에 삽입되어 냉매를 이용한 열교환을 통해 주변 지반(G)에 동결벽체(W)를 형성하기 위한 장치로서 동결관 외관(10)과, 동결관 내관(20)을 포함하여 구성된다.

[0025] 상기 동결관 외관(10)은 열전달이 가능한 소재로 이루어진 일정 길이를 갖는 중공형의 관으로 본 발명의 일실시예에서는 외부관(10a)과, 내부관(10b)의 조합에 의해 이중관 구조로 이루어지고, 천공비트(11)와, 굴착토사배출관(12)과, 걸림돌기(13)와, 외관 플랜지(14)가 구비된다.

[0026] 상기 외부관(10a)은 정해진 고압 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어지는데, 본 발명의 일실시예에서는 고수압의 극한조건에 대한 내구성을 확보할 수 있는 탄소합금강관으로 이루어진다.

[0027] 또한, 상기 내부관(10b)은 정해진 저온 조건에 대한 내구성을 갖는 소재로 이루어져 상기 외부관(11)의 내측에 결합되는데, 본 발명의 일실시예에서는 초저온의 극한조건에 대한 내구성을 확보할 수 있는 스테인리스강관으로 이루어진다.

- [0028] 즉, 기존 인공동결공법의 동결관으로 적용되는 배관은 브라인 인공동결공법의 열 전달용 강관과, 액화질소 인공동결공법(급속동결공법)의 오스테나이트계 스테인리스강관으로, 고수압과 초저온의 극한조건 중 각각 한 가지 조건에 대한 내구성만 확보하고 있다.
- [0029] 이와 관련하여 브라인 인공동결공법에 일반적으로 적용되는 열 전달용 강관은 45 ℃ 이하의 초저온 조건에서 저온취성에 의한 동결관 파손위험이 발생하여 고수압 조건에 대한 내구성을 확보하고 있지만 초저온 조건에서 적용이 불가하다.
- [0030] 액화질소 인공동결공법에 일반적으로 적용되는 오스테나이트계 스테인리스강관은 초저온 조건에 대한 내구성은 확보하고 있지만, 해저터널 시공과 같이 20 bar 이상의 고수압 조건에서는 낮은 강도로 인한 동결관 파손위험이 존재하여 부적합하다.
- [0031] 따라서, 상기와 같은 기존의 동결관은 해저터널 시공 등과 같은 고수압 조건의 급속동결공법에의 사용이 불가능한 문제점이 있었던 것이다.
- [0032] 이에 본 발명에서는 상기 동결관 외관(10)을 도 3에 도시된 바와 같이 이중관(double pipe) 형태로 설계함으로써 고수압과 초저온의 두 극한조건에 대한 내구성을 모두 확보하도록 하였다.
- [0033] 즉, 상기 동결관 외관(10)의 외부관(10a)은 시추용 탄소합금강관으로, 상기 동결관 외관(10)의 내부관(10b)은 오스테나이트계 스테인리스강관으로 설계함으로써, 시공 중 고수압 조건은 상기 외부관(10a)이 견디고, 동결 중 초저온 조건은 상기 내부관(10b)이 견디도록 한 것이다.
- [0034] 나아가, 본 발명의 일실시예에서는 상기 동결관 외관(10)이 천공의 역할을 아울러 수행하기에 상기 외부관(10a)을 열 전달용 강관을 적용하는 것 보다는 시추용 탄소합금강관을 적용하여 고수압 조건에 대한 내구성을 확보하도록 하였다.
- [0035] 상기와 같은 동결관 외관(10)의 구성에 의하여 동결 중에는 내부관(10b)으로 초저온 조건을 견디는 오스테나이트계 스테인리스강관이 폐합되어 있기 때문에 저온취성에 의한 시추용 탄소합금강관 즉, 외부관(10a)의 균열이 발생하더라도 지중으로 냉매인 액화질소가 유출되지 않는다.
- [0036] 또한, 본 발명의 일실시예에서는 상기 외부관(10a)의 내측면 및 상기 내부관(10b)의 외측면에 상호 대응되는 나사선(S)이 형성되어 상기 내부관(10b)이 상기 외부관(10a)에 나사 결합 및 분리가 가능하도록 구성된다.
- [0037] 상기 내부관(10b)과 상기 외부관(10a)을 나사선(S)을 통해 체결함으로써 내부관(10b)을 이루는 강도가 비교적 낮은 오스테나이트계 스테인리스강관이 시공 중 받는 비틀림을 최소화할 수 있게 되고, 동결완료 후 상기 내부관(10b)의 빠른 해체와 상기 내부관(10b)의 재사용을 가능하도록 한다.
- [0038] 상기 천공비트(11)는 상기 동결관 외관(10)의 하단부에 구비되어 상기 동결관 외관(10)이 스스로 지반에 천공홀(H)을 형성함과 동시에 상기 천공홀(H)에 삽입 지지될 수 있도록 하는 구성이다.
- [0039] 즉, 본 발명의 일실시예에서는 상기 동결관 외관(10)이 기존의 케이싱의 역할과 동결관 외관의 역할을 동시에 수행하게 되어, 기존의 '케이싱 제거' 및 '동결관 외관 매입'의 단계를 생략하는 것이 가능하고, 이를 통해 공벽붕괴 혹은 공벽을 통한 다량의 지하수 및 토사 유입에 대한 문제를 해결하기 때문에 고수압 조건에서도 동결관 시공을 가능하도록 한다.
- [0040] 나아가, 본 발명의 일실시예에서는 상기 동결관 외관(10)이 기존의 케이싱의 역할을 함으로써 지반과 밀착되어 기존의 '케이싱 제거' 단계가 필요 없게 됨으로써 기존의 시공 공정의 마지막 단계인 지반과 동결관 사이의 공벽을 그라우트로 뒤채움하는 '그라우트 뒤채움' 단계 또한 필요 없게 된다.
- [0041] 상기 굴착토사배출관(12)은 상기 천공비트(11)에 의해 굴착된 토사를 외부로 배출할 수 있도록 상기 내부관(10b) 내측에 길이방향으로 길게 설치되는 구성이다.
- [0042] 즉, 상기 굴착토사배출관(12)은 천공 중 발생되는 굴착토사를 외부로 배출하는 역할을 수행하는데 이는 고수압 조건에서는 필수적이라고 할 것이고, 천공 완료 후에는 폐쇄함으로써 상기 동결관 외관(10)에 동결관 내관(20)의 체결시 지하수 및 토사의 유입을 방지하는 것이 바람직하다.
- [0043] 상기 걸림돌기(13)는 상기 외부관(10a)의 하단부 부근 내측면에 상기 외부관(10a)에 결합되는 상기 내부관(10b)의 하단부가 걸릴 수 있는 형상으로 구비된다.
- [0044] 상기 걸림돌기(13)의 구성에 의하여 상기 내부관(10b)이 상기 외부관(10a)의 내부에서 항상 정해진 위치에 설치

될 수 있게 된다.

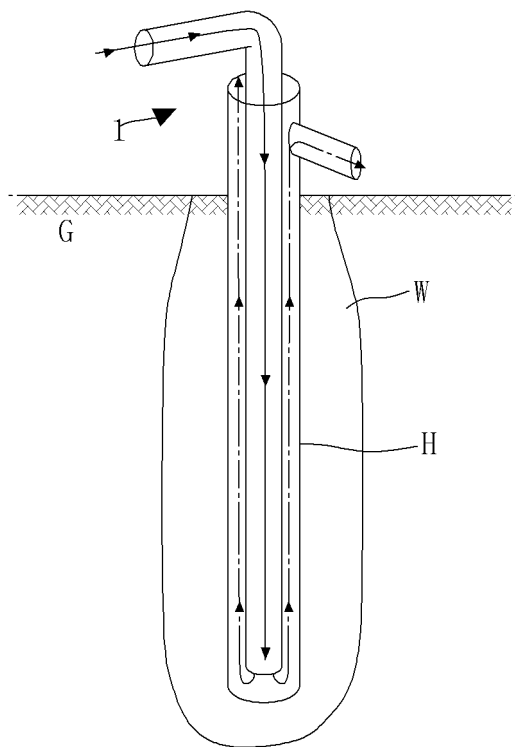
- [0045] 상기 외관 플랜지(14)는 상기 동결관 외관(10)의 상단부에 외측으로 돌출되게 형성되어 상기 동결관 외관(10)의 상부로 상기 동결관 내관(20)이 체결되는 경우 상기 동결관 내관(20)의 내관 플랜지(23)와 맞닿아 결합수단에 의해 상호 결합될 수 있도록 하는 구성이다.
- [0046] 상기 동결관 내관(20)은 상기 동결관 외관(10)의 상부에 체결되는 구성으로 냉매유입관(21)과, 냉매유출관(22)과, 내관 플랜지(23)가 구비된다.
- [0047] 상기 냉매유입관(21)은 기 동결관 외관(10)의 내부 공간으로 일정 깊이 삽입되는 구성이고, 상기 냉매유출관(22)은 상기 동결관 외관(10)의 내부 공간을 외부로 연통시키는 구성이다.
- [0048] 상기 냉매유입관(21) 및 상기 냉매유출관의 구성에 의하여 상기 동결관 외관(10)의 내부 공간에서 냉매의 유동이 가능하게 되는 것이다.
- [0049] 상기 내관 플랜지(23)는 상기 동결관 내관(20)의 하단부에 외측으로 돌출되게 형성되어 상기 동결관 외관(10)의 상부로 상기 동결관 내관(20)이 체결되는 경우 상기 동결관 외관(10)의 내관 플랜지(14)와 맞닿아 결합수단에 의해 상호 결합될 수 있도록 하는 구성이다.
- [0050] 도 5에는 본 발명의 일실시예에 따른 자천공 동결관의 시공 공정도를 도시하였다.
- [0051] 도 5를 살펴보면 본 발명의 일실시예에 따른 자천공 동결관의 시공은 상기 동결관 외관(10)을 이용한 천공(1단계), 상기 동결관 외관(10)에 상기 동결관 내관(20) 체결(2단계) 총 2 공정으로 진행되어 시공기간을 획기적으로 단축시킬 수 있게 된다.
- [0052] 앞에서 설명되고 도면에서 도시된 자천공 동결관은 본 발명을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안된다. 본 발명의 보호범위는 이하의 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 정하여지며, 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 개량 및 변경된 실시예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

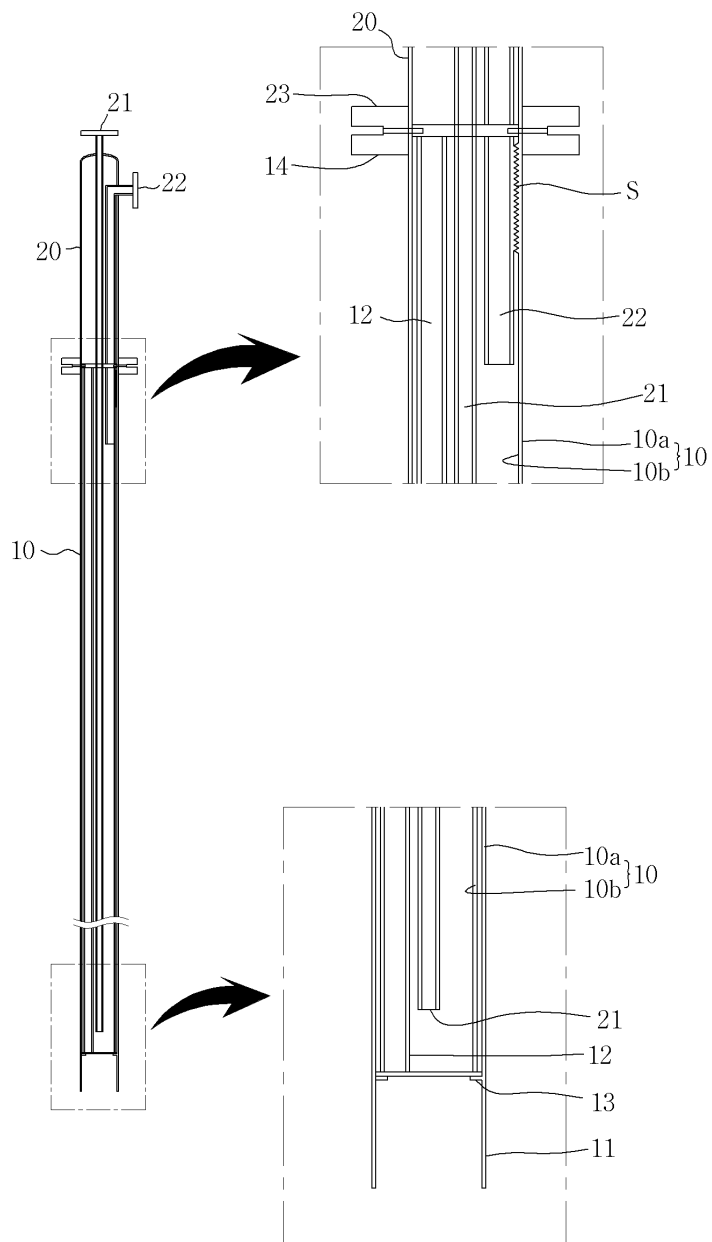
- [0053] 10 동결관 외관
- 10a 외부관
- 10b 내부관
- 11 천공비트
- 12 굴착토사배출관
- 13 걸림돌기
- 20 동결관 내관
- 21 냉매유입관
- 22 냉매유출관

도면

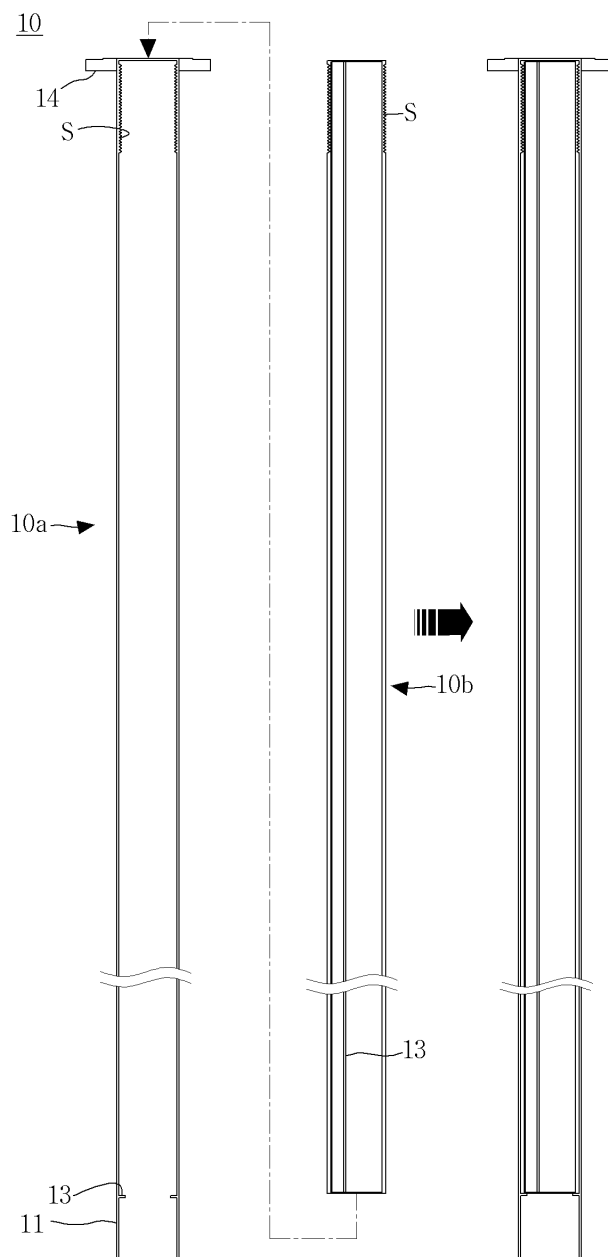
도면1



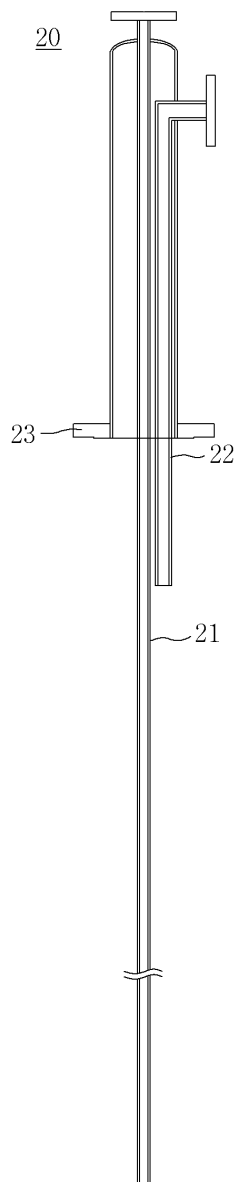
도면2



도면3



도면4



도면5

