



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0061093
(43) 공개일자 2017년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E21D 1/03 (2006.01) *E21B 3/00* (2006.01)
E21B 7/20 (2006.01) *E21D 1/08* (2006.01)
E21D 5/01 (2006.01) *E21D 7/00* (2006.01)

(52) CPC특허분류

E21D 1/03 (2013.01)
E21B 3/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0158499

(22) 출원일자 2016년11월25일

심사청구일자 2016년11월25일

(30) 우선권주장

1020150165449 2015년11월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자

홍은수

대전광역시 서구 청사로 70 (월평동,
누리아파트)

조계춘

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동 23, 한국과
학기술원)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

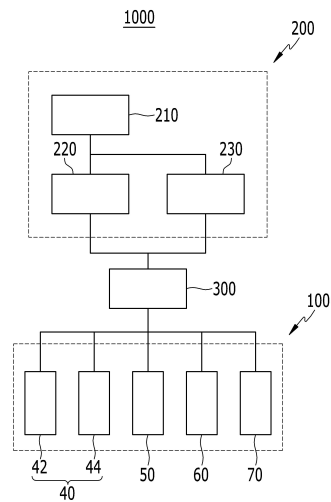
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 수직구 굴착방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은 수직구가 설치될 위치에 상기 수직구를 둘러싸며, 굴착장치를 포함하며 회전하는 프레임부를 가지는 수직구 굴착장치를 안착시키는 단계, 수직구 굴착장치를 상기 수직구가 형성되는 지반에 고정시키는 단계, 굴착장치를 돌출시키면서 회전하여 상기 지반에 대해서 수직한 방향으로 적어도 하나 이상의 제1 수직구를 형성하는 단계, 굴착장치를 상기 지반에 대해서 수평한 방향으로 이동하면서 제2 수직구를 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

E21B 7/20 (2013.01)

E21D 1/08 (2013.01)

E21D 5/01 (2013.01)

E21D 7/00 (2013.01)

(72) 발명자

차요한

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동 23, 한국과학기술원)

박승형

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동 23, 한국과학기술원)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 15SCIP-B105148-01

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 건설기술연구사업

연구과제명 경제적인 도심지 소단면 공동구 설계 및 시공기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2015.11.30~2020.05.29

명세서

청구범위

청구항 1

수직구가 설치될 위치에 상기 수직구를 둘러싸며, 굴착장치를 포함하며 회전하는 프레임부를 가지는 수직구 굴착장치를 안착시키는 단계,

상기 수직구 굴착장치를 상기 수직구가 형성되는 지반에 고정시키는 단계,

상기 굴착장치를 제1 방향으로 이동하면서 상기 지반에 적어도 하나 이상의 제1 홀을 형성하는 단계, 및

상기 굴착장치를 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 이동하면서 제2 홀을 형성하는 단계를 포함하는 수직구 굴착방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2 홀을 형성하는 단계에서,

상기 제2 홀을 상기 제1 홀과 연결하여 형성하는 수직구 굴착 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 홀은 복수로 형성되며,

상기 제2 홀은 상기 제1 홀 사이에 위치하는 수직구 굴착 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제2 홀을 형성하는 단계에서,

상기 굴착 장치는 상기 수직구 굴착 장치의 내측면을 따라서 0° 내지 $\pm 45^\circ$ 범위로 회전하는 수직구 굴착방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제2 홀을 형성하는 단계 후,

상기 제1 홀 및 상기 제2 홀로 둘러싸인 관내토를 제거하여 수직구를 형성하는 단계를 더 포함하는 수직구 굴착 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 관내토를 제거하는 단계는 굴착기로 진행하는 수직구 굴착 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 굴착장치는,

토사를 굴착하는 어쓰오거 및 암반 및 단단한 지반을 굴착할 수 있는 암반해머를 포함하는 수직구 굴착방법.

청구항 8

수직구가 설치될 위치에 상기 수직구를 둘러싸며, 굴착장치를 포함하며 회전하는 프레임부를 가지는 수직구 굴착장치를 안착시키는 단계,

상기 수직구 굴착장치를 상기 수직구가 형성되는 지반에 고정시키는 단계,

상기 굴착장치를 연직하향하면서 상기 지반에 적어도 하나 이상의 제1 홀을 형성하는 단계,

상기 굴착장치를 연직상향하여 상기 프레임부에 수납시키는 단계,

상기 굴착장치를 상기 수직구 굴착 장치의 내주면을 따라 이동시키는 단계,

상기 굴착장치를 상기 프레임부로부터 연직하향하면서 상기 지반에 제3 홀을 형성하는 단계를 포함하는 수직구 굴착방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제3 홀을 형성하는 단계에서,

상기 제3 홀을 상기 제1 홀과 연결하여 형성하는 수직구 굴착 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 제3 홀을 형성하는 단계에서,

상기 제3 홀을 상기 제1 홀과 이격하여 형성하는 수직구 굴착 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 내주면을 따라 이동시키는 단계에서,

상기 굴착 장치는 상기 수직구 굴착 장치의 내주면을 따라서 0° 내지 $\pm 45^\circ$ 범위로 회전하는 수직구 굴착방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제3 홀을 형성하는 단계 후,

상기 제1 홀 및 상기 제3 홀로 둘러싸인 관내토를 제거하여 수직구를 형성하는 단계

를 더 포함하는 수직구 굴착 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 관내토를 제거하는 단계는 굴착기로 진행하는 수직구 굴착 방법.

청구항 14

제 8항에 있어서,

상기 굴착장치는,

토사를 굴착하는 어쓰오거 및 암반 및 단단한 지반을 굴착할 수 있는 암반해머를 포함하는 수직구 굴착방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수직구 굴착 장치를 이용한 수직구의 굴착 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지하도로, 지하철, 지중 전력시설, 통신시설, 급수 및 배수 지하 공동구 시설에 필요한 수직 터널 건설은 산악 지역을 제외하면 평균 깊이 20m ~ 50m 범위에 해당되며 지반깊이 20m ~ 30m 전후 암반 지반까지 지반보강용 가설공사를 선행 시공한 후 수직 굴착 공사와 수직 구조물 공사를 후속으로 작업해야 되는 환경이다.

[0003] 국내 수직구 공사 중 굴착용 가설 작업은 일반적으로 수직 H형 강재 및 토류판 설치, 콘크리트 부어넣기 및 수평지지 보강용 띠장을 설치하여 굴착 중 지반의 붕괴 및 토압에 따른 굴착 및 구조물 시공에 선행공정으로 필요하여 가설작업 후 일부 해체 및 매립되고 있다.

[0004] 그러나 이러한 건설 공법은 가설 구조물의 불안정성으로 인한 안정성 문제와 공사비 증가 문제가 있다. 수직구 굴착 중 가장 일반적인 안정성 문제는 지하수 문제인데, 특히 지하수위가 높은 도심지 층적층 지반에서 굴착 중 지하수 유출은 수직구 굴착공정의 시공성을 급격히 떨어뜨리고 지하수위 저하에 따른 광범위한 지반침하와 토립자 유출에 따른 수직구 주변지반의 국부적 지반침하를 유발한다.

[0005] 특히 기반암에 수직 H형 강재의 근입 깊이가 부족한 경우, 앵커/띠장/버팀대(스트러트) 등에 문제가 생기는 경우 구조물 붕괴를 유발 할 수 있다.

[0006] 기존의 수직구 굴착 및 시공 공법은, 가설 구조물 설치, 본공사(터널) 수행, 수직구 구조물 시공 순으로 시공이 이루어진다. 심도가 깊어지는 경우 토압의 증가로 인해 가설 구조물 설치에 많은 공사비가 소요되고, 도심지 지장물이 많은 곳에서는 시공성이 떨어지며 사고 발생 가능성이 높은 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같은 기술적 배경을 바탕으로 안출된 것으로, 본 발명은 구조물의 붕괴 위험이 없고, 주변 지반의 침하를 방지하면서 굴착할 수 있는 수직구 굴착시스템을 이용한 수직구 굴착 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은 수직구가 설치될 위치에 상기 수직구를 둘러싸며, 굴착장치를 포함하며 회전하는 프레임부를 가지는 수직구 굴착장치를 안착시키는 단계, 수직구 굴착장치를 상기 수직구가 형성되는 지반에 고정시키는 단계, 굴착장치를 제1 방향으로 이동하면서 상기 지반에 적어도 하나 이상의 제1 홀을 형성하는 단계, 및 굴착장치를 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 이동하면서 제2 홀을 형성하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 제2 홀을 형성하는 단계에서, 제2 홀을 상기 제1 홀과 연결하여 형성할 수 있다.

[0010] 상기 제1 홀은 복수로 형성되며, 제2 홀은 상기 제1 홀 사이에 위치할 수 있다.

[0011] 상기 제2 홀을 형성하는 단계에서, 굴착 장치는 상기 수직구 굴착 장치의 내측면을 따라서 0° 내지 $\pm 45^\circ$ 범위로 회전할 수 있다.

[0012] 상기 제2 홀을 형성하는 단계 후, 제1 홀 및 상기 제2 홀로 둘러싸인 관내토를 제거하여 수직구를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 관내토를 제거하는 단계는 굴착기로 진행할 수 있다.

[0014] 상기 굴착장치는, 토사를 굴착하는 어쓰오거 및 암반 및 단단한 지반을 굴착할 수 있는 암반해머를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은 수직구가 설치될 위치에 상기 수직구를 둘러싸며, 굴착장치를 포함하며 회전하는 프레임부를 가지는 수직구 굴착장치를 안착시키는 단계, 수직구 굴착장치를 상기 수직구가 형성되는 지반에 고정시키는 단계, 굴착장치를 연직하향하면서 상기 지반에 적어도 하나 이상의 제1 홀을 형성하는 단계, 굴착장치를 연직상향하여 상기 프레임부에 수납시키는 단계, 굴착장치를 상기 수직구 굴착 장치의

내주면을 따라 이동시키는 단계, 굴착장치를 상기 프레임부로부터 연직하향하면서 상기 지반에 제3 홀을 형성하는 단계를 포함한다..

- [0016] 상기 제3 홀을 형성하는 단계에서 제3 홀을 상기 제1 홀과 연결하여 형성할 수 있다.
- [0017] 상기 제3 홀을 형성하는 단계에서, 제3 홀을 상기 제1 홀과 이격하여 형성할 수 있다.
- [0018] 상기 내주면을 따라 이동시키는 단계에서, 굴착 장치는 상기 수직구 굴착 장치의 내주면을 따라서 0° 내지 $\pm 45^{\circ}$ 범위로 회전할 수 있다.
- [0019] 상기 제3 홀을 형성하는 단계 후, 제1 홀 및 상기 제3 홀로 둘러싸인 관내토를 제거하여 수직구를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 관내토를 제거하는 단계는 굴착기로 진행할 수 있다.
- [0021] 상기 굴착장치는, 토사를 굴착하는 어쓰오거 및 암반 및 단단한 지반을 굴착할 수 있는 암반해머를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은, 구조물의 붕괴 위험이 없고, 지하수 및 토사의 유입과 그로 인한 수직구 주변 지반의 침하를 방지하면서 수직구를 굴착할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은, 가시성을 시공하지 않고 지반에 수직으로 수직구를 굴착 하므로 시공 속도가 빨라 공사 기간이 단축될 수 있으며, 이로 인해서 공사비 또한 절감할 수 있다.
- [0024] 또한, 수직구 굴착, 라이닝 시공 또는 수직구 내부 굴착 중 어느 하나의 시공이 늦어지더라도 서로 영향을 받지 않고 각 공사를 진행 할 수 있어 시공성이 크게 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 시스템을 나타낸 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 수직구 굴착장치의 사시도이다.
- 도 3은 도2의 III-III선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5 및 도 6은 도 4의 수직구 굴착 방법의 중간 단계에서의 수직구 굴착 장치의 도면이다.
- 도 7 내지 도 10은 수직구 굴착 방법의 중간 단계에서의 수직구의 평면 모양을 도시한 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 수직구 굴착 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0027] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0028] 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0029] 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 시스템을 나타낸 구성도이고, 도 2는 도 1의 수직구 굴착장치의 사시도이고, 도 3은 도2의 III-III선을 따라 잘라 도시한 단면도이다.
- [0031] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착시스템(1000)은 동력시스템(200), 제어시스

템(300) 및 수직구 굴착장치(100)를 포함한다.

- [0032] 동력시스템(200)은 유압시스템(220), 에어컴프레서(230) 및 유압시스템(220)과 에어컴프레서(230)를 구동하기 위한 발전기(210)를 포함할 수 있다.
- [0033] 제어시스템(300)은 동력시스템(200)과 수직구 굴착장치(100)를 서로 연결하며, 제어할 수 있다. 예를 들면, 제어시스템(300)은 수직구 굴착 상태를 측정하여, 에어컴프레서(230) 또는 유압시스템(220)을 구동할 수 있다.
- [0034] 수직구 굴착장치(100)는 제어시스템(300)을 매개로 동력시스템(200)과 연결된다. 이에 따라 수직구 굴착장치(100)는 제어시스템(300)에 의해 제어되어 작동된다.
- [0035] 구체적으로, 도 1 내지 도3을 참조하면, 수직구 굴착장치(100)는 외부 케이스(10), 내부 케이스(20), 프레임부(30), 굴착 장치(40), 가압 장치(50), 회전 장치(60) 및 연직도축정기(70)를 포함할 수 있다. 수직구 굴착장치(100)는 전체적으로 원통 형상으로 이루어질 수 있다.
- [0036] 외부케이스(10), 내부케이스(20) 및 프레임부(30)는 복수의 단위조각으로 분리될 수 있고, 복수의 단위조각이 연결되어 조립되어 제작될 수 있다. 이러한 단위조각의 크기 및 개수는 지반에 굴착하는 수직구의 크기에 따라 변경될 수 있다. 따라서, 수직구 굴착 장치(100)는 수직구의 굴착이 완료된 후 해체할 수 있으며, 이때 외부케이스(10)는 최종 굴착 후, 회수되지 않고 지반에 묻힐 수 있다.
- [0037] 외부케이스(10)는 지반에 수직으로 삽입되어 외부케이스(10) 내부로 지하수가 유입되거나 토사가 붕괴되는 것을 방지할 수 있다. 이를 통해 주변지반의 침하를 방지할 수 있다. 예를 들면, 외부케이스(10)는 흙막이 역할을 하며, 최종 굴착후 장비 해체시 회수되지 않고 지반에 묻힐 수 있다.
- [0038] 내부케이스(20)는 외부케이스(10) 내측으로 이격되어 위치하고, 외부케이스(10)와 서로 연결될 수 있다. 이에 따라, 내부케이스(20)와 외부케이스(10) 사이에는 이격된 공간이 형성된다. 내부케이스(20)는 외부케이스(10)에 비해 높이가 낮게 형성된다. 다만, 내부케이스(20)는 외부케이스(10)와 지반에 삽입되는 하단부의 레벨은 동일하다.
- [0039] 내부케이스(20)는 수직구 굴착장치(100) 내부에 안전한 작업공간을 확보할 수 있다. 이에 따라, 수직구를 형성할 때 수직구 내부에 남겨지는 관내토의 굴착이 가능하다.
- [0040] 프레임부(30)는 외부케이스(10)와 내부케이스(20) 사이에 위치하며, 외부케이스(10)와 내부케이스(20) 사이에 형성된 공간에 삽입될 수 있다.
- [0041] 프레임부(30)는 외부케이스(10)에 연결된 회전장치(60)에 의해 외부케이스(10)와 내부케이스(20) 사이를 회전할 수 있다. 즉, 외부케이스(10)와 내부케이스(20) 사이에 형성된 공간을 프레임부(30)가 회전하게 되며 회전경로가 형성된다.
- [0042] 프레임부(30)에서 외부케이스(10)와 내부케이스(20)에 마주하는 면은 외부케이스(10) 내면 및 내부케이스(20)의 외면을 따라 만곡지게 형성된다.
- [0043] 프레임부(30)에는 굴착 장치(40)의 어쓰오거(42)와 암반해머(44)가 각각 삽입되는 삽입부(31a)가 형성될 수 있다. 삽입부(31a)는 프레임부(30)의 높이 방향으로 길게 형성될 수 있으며, 어쓰오거(42)가 삽입되는 삽입부(31a)와 암반 해머(44)가 삽입되는 삽입부(31a)는 프레임부(30)의 외곽을 따라 교호로 형성될 수 있다.
- [0044] 프레임부(30)에는 내측면의 상단에 복수의 피니언기어(37)가 연결될 수 있으며, 피니언 기어(37)는 서로 마주보는 프레임부(30) 내측면에 각각 연결될 수 있다. 피니언기어(37)를 통해 프레임부(30)의 결속력은 보다 향상될 수 있다.
- [0045] 피니언기어(37)는 프레임부(30)의 내측면을 따라서 형성될 수 있으며, 프레임부(30)의 내주의 1/4의 길이로 형성될 수 있다. 이때, 프레임부(30)는 피니언기어(37)의 중심을 기준으로 좌, 우로 각각 45°로 회전될 수 있다.
- [0046] 굴착 장치(40)는 복수로 설치될 수 있으며, 피니언 기어(37)의 단부측에 각각 위치할 수 있다. 따라서, 굴착 장치(40)는 프레임부(30)가 피니언 기어(37)에 의해서 좌, 우로 45°씩 회전하는 동안, 외부케이스(10)와 내부케이스(20) 사이에 형성된 공간에 노출되는 지반(500)을 굴착할 수 있다. 이에 대해서는 후술하는 도 7 내지 10을 통해서 구체적으로 설명한다.
- [0047] 또한, 피니언기어(37)는 내부케이스(20) 보다 상단에 위치할 수 있다. 예를 들면, 피니언기어(37)는 내부케이스

(20)의 상단에 위치한 프레임부(30)에 연결될 수 있다.

- [0048] 한편, 외부케이스(10)와 내부케이스(20)는 단부에 연결되는 선단슈(80)를 포함할 수 있다. 선단슈(80) 내부에는 받침턱이 형성될 수 있다. 프레임부(30)의 하단부는 받침턱에 안착될 수 있다. 이에 따라 가압 장치(50)의 가압력은 프레임부(30)를 통해 내부케이스(20) 및 외부케이스(10)의 선단슈(80)에 전달될 수 있다.
- [0049] 선단슈(80)는 지반(500)에 삽입되면서, 외부 케이스(10) 및 내부 케이스(20)가 삽입될 때 반력 및 마찰력을 감소시킬 수 있다. 즉, 단부의 면적이 작은 선단슈(80)에 가압력이 크게 작용하게 되어 보다 용이하게 지반(500)에 삽입되어 지반(500)으로부터 발생될 수 있는 반력을 줄이고, 췌기 형상의 선단슈(80)를 따라 상대 이동하는 지반(500)에 공간이 생겨 내부케이스(20) 및 외부케이스(10)와의 마찰력이 감소될 수 있다.
- [0050] 가압 장치(50)는 제어시스템(300)을 매개로 유압시스템(220)과 연결된 유압 실린더일 수 있다. 가압 장치(50)는 균일하게 프레임부(30)를 가압하기 위해서, 복수로 설치되어 각각의 프레임부(30)에 연결될 수 있다. 또한, 가압 장치(50)는 라이닝(도 5의 400 참고) 또는 지상에 설치되는 지지부(700)와 연결되어 프레임부(30)를 가압하여 수직구 굴착장치(100)를 지반(500)에 삽입시킨다. 도 3의 지지부(700)는 굴착시 설치될 수 있다.
- [0051] 즉, 프레임부(30)를 가압하면, 내부케이스(20) 및 외부케이스(10)는 프레임부(30)와 같이 거동하므로 수직구 굴착 장치(100)가 지반(500)에 삽입될 수 있다. 예를 들면, 가압 장치(50)는 굴착 장치(40) 등으로 수직구 굴착장치(100)의 하부 지반이 굴착되어 공간이 형성되면, 수직구 굴착장치(100)를 상기 공간으로 밀어넣어 수직구 굴착장치(100)를 지반에 삽입시킬 수 있다.
- [0052] 다수의 가압 장치(50)는 수직구 굴착 장치(100)가 수직하게 지반(500)에 삽입되도록 순차적으로 작동할 수 있다.
- [0053] 또한, 내부케이스(20) 및 외부케이스(10)가 지반(500)에 가압되어 삽입되면, 주변지반에 의한 마찰로 인해 내부 케이스(20) 및 외부케이스(10)의 외면에 수백톤의 압입력이 발생될 수 있다. 이 경우, 마찰을 최소화 하기 위해 지반(500)과 내부케이스(20) 및 외부케이스(10) 사이에 벤토나이트의 액상 충전재를 압입 충전할 수도 있다.
- [0054] 굴착장치(40)는 유압 시스템(220) 및 에어컴프레셔(230)와 연결될 수 있다. 굴착장치(40)는 어쓰오거(earth auger)(42) 및 암반해머(rock hammer)(44)를 포함할 수 있다. 어쓰오거(42)는 유압시스템(220)으로부터 전달되는 유압으로 작동할 수 있고, 암반해머(44)는 에어컴프레셔(230)와 연결되어 작동될 수 있다.
- [0055] 어쓰오거(42) 및 암반해머(44)는 지반(500)의 상태에 따라 선택되어 지반(500)을 굴착하게 된다. 예를 들면, 연약지반의 경우에는 어쓰오거(42)를 이용하여 지반을 굴착하고, 암반과 호박돌 등 단단한 지반의 경우에는 암반해머(44)를 이용하여 지반을 굴착한다. 이때, 사용되지 않는 어쓰오거(42) 또는 암반해머(44)는 지반과 닿지 않도록 프레임부(30)의 삽입부(31a)에 수납될 수 있다.
- [0056] 회전 장치(60)는 외부케이스(10)에 위치하며, 피니언 기어(37)와 맞물리도록 연결될 수 있다. 회전장치(60)는 프레임부(30) 및 내부케이스(20)와 이격되어 설치된다. 회전장치(60)는 구동모터(64)와 구동모터(64)가 연결되는 고정브라켓(62)을 포함할 수 있다.
- [0057] 고정브라켓(62)은 피니언기어(37)의 중앙에 위치하고, 복수로 형성될 수 있다. 구동모터(64)는 피니언기어(37)에 맞물리는 래크(65)를 포함한다. 또한, 피니언기어(37)에 삽입될 수 있는 레일(66)을 포함할 수 있다.
- [0058] 회전 장치(60)는 수직구 굴착장치(100)에 형성되는 회전경로를 따라 회전시킴으로써, 프레임부(30)와 연결된 굴착 장치(40)를 회전시킬 수 있다. 이때, 회전 장치(60)는 피니언 기어(37)의 중심을 0° 라 할 때, 피니언 기어(37)의 단부에 위치하는 굴착 장치(40)는 $\pm 45^\circ$ 회전할 수 있다. 따라서, 하나의 굴착 장치(40)에 의해서 굴착되는 각도는 90° 일 수 있다.
- [0059] 회전 장치(60)는 굴착장치(40)를 외부케이스(10)와 내부케이스(20)사이에 형성되는 회전경로를 따라 회전시킴으로써, 회전경로 하부의 지반(500)을 굴착할 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 연약지반이 발견된 경우에, 암반해머(44)는 프레임부(30)에 삽입된 상태를 유지하고, 어쓰오거(42)를 프레임부(30)로부터 돌출시켜 지반(500)을 굴착할 수 있다. 이때, 회전장치(60)는 프레임부(30)를 회전시키고 이에 따라서 어쓰오거(42)를 회전되며, 어쓰오거(42)의 회전력에 의해 지반(500)은 굴착된다. 또한, 어쓰오거(42)는 상하로 수직 이동하면서 지반(500)을 굴착할 수 있으며, 굴착된 토사를 외부로 배출할 수도 있다.
- [0061] 단단한 지반이 발견된 경우에는 돌출된 어쓰오거(42)를 프레임부(30)에 삽입하고, 암반해머(44)를 프레임부(30)로부터 돌출시켜 단단한 지반을 파쇄할 수 있다. 암반해머(44) 또한 상하로 수직이동하면서 지반(500)을 파쇄

할 수 있다.

- [0062] 이처럼, 본 발명의 실시예에 따른 수직구 굴착 장치(100)를 사용하면 굴착 장치(40)를 이용하여 지반(500)을 상하방향 및 회전에 의한 굴착이 가능하다.
- [0063] 그리고 굴착된 지반은 암반해머(44) 또는 어쓰오거(42)에 의하여 배토 될 수 있다. 배토된 지반은 수직구 굴착 장치(100) 내부로 배토되어 굴착되는 수직구 내부 토사와 함께 수직구 밖으로 배출될 수 있다.
- [0064] 수직구 굴착장치(100) 하부의 굴착면은 어쓰오거(42)를 통해서만 외기와 접할 수 있다. 즉, 수직구 굴착장치(100)의 하부 공간은 외기로부터 밀폐되어 있으며, 이에 따라, 예기치 못한 용출수 또는 지반 함몰이 발생할 수 있는 상황이 방지될 수 있다.
- [0065] 연직도측정기(70)는 굴착 장치(40)가 지반과 수직하게 회전할 수 있도록 연직도를 측정할 수 있다. 연직도측정기(70)는 굴착장치(40)에 각각 연결될 수 있다. 연직도측정기(70)는 굴착장치(40)에서 측정된 정보를 제어시스템(300)에 전달한다.
- [0066] 예를 들면, 굴착장치(40)는 지반과 수직한 상태로 회전하게 되나, 지반의 반력에 의해 굴착장치(40)는 기울어질 수 있다. 이에 따라, 굴착장치(40)의 지반 굴착 능력이 저감될 수 있다. 따라서, 연직도측정기(70)를 통해 굴착장치(40)의 연직도를 측정하여 지반 굴착 능력이 저감되는 것을 방지할 수 있다.
- [0067] 이상 설명한 본 발명에 따른 수직구 굴착장치(100)로 지반을 굴착하면 수직구를 용이하게 형성할 수 있다.
- [0068] 수직구는 형성하고자 하는 수직구의 내주를 따라서 수직구 굴착 장치(100)로고리형 홀을 형성하고, 굴착기로 고리형 홀에 의해서 둘러 싸여진 관내토를 제거하여 내부가 빈 수직구를 형성할 수 있다.
- [0069] 한편, 본 발명의 실시예에서는 수직구 굴착 장치 내에 관내토를 남길 수 있으며, 이러한 관내토에 의해서 굴착 공정시 발생할 수 있는 허빙(heaving)현상 및 보일링(boiling) 현상을 방지할 수 있다.
- [0070] 그림 이하에서는 도 1 내지 도 3에 도시한 굴착 장치를 이용하여 수직구를 굴착하는 방법에 대해서 도면을 참조하여 설명한다.
- [0071] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 5 및 도 6은 도 4의 수직구 굴착 방법의 중간 단계에서의 수직구 굴착 장치의 도면이고, 도 7 내지 도 10은 수직구 굴착 방법의 중간 단계에서의 수직구의 평면 모양을 도시한 도면이다.
- [0072] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은 수직구 굴착 장치를 안착 시키는 단계(S100), 수직구 굴착 장치를 지반에 고정시키는 단계(S102), 제1 방향으로 굴착하여 제1 홀을 형성하는 단계(S104), 제2 방향으로 굴착하여 제2 홀을 형성하는 단계(S106), 라이닝을 설치하는 단계(S108), 관내토를 제거하여 수직구를 형성하는 단계(S110)를 포함할 수 있다.
- [0073] 수직구 굴착 장치를 안착 시키는 단계(S100)는 수직구를 형성할 위치에 수직구를 둘러싸도록 외부 케이스(10), 내부 케이스(20) 및 플레임부(30)가 위치하도록 수직구 굴착 장치(100)를 안착 시킨다.
- [0074] 수직구 굴착장치를 고정시키는 단계(S102)는 수직구 굴착장치의 외측으로 지지대(700)를 설치하여 수직구 굴착 장치와 연결하고, 가압 장치(50)를 이용하여 프레임부(30)를 가압하여 선단슈(80)를 지반에 삽입하여 고정한다(도 3 참조).
- [0075] 가압장치(50)는 지지대(700)에 지지되어 팽창하면서 선단슈(80)를 지반(500)에 삽입시킬 수 있다.
- [0076] 제1 홀을 형성하는 단계(S104)는 굴착장치(40)로 지반(500)을 굴착하는 단계로, 지반(500)의 상태에 따라서 어쓰오거(42) 또는 암반해머로 지반을 굴착할 수 있다.
- [0077] 도 5 및 도 6을 참조하면, 어쓰오거(42) 또는 암반 해머(44)는 프레임부(30)로부터 제1 방향, 즉 연직 방향으로 돌출되며 지반을 굴착할 수 있다. 이때, 어쓰오거(42)는 회전하면서 돌출될 수 있다. 지반의 상태에 따라 선택적으로 취사 선택되는 어쓰오거 또는 암반해머로 인해 굴착 효율은 향상될 수 있다.
- [0078] 굴착장치(40)는 지반을 굴착하면서 토사 및 암반 등을 외부로 배출 시킴으로써 도 7에서와 같이 적어도 하나 이상의 제1 홀이 형성된다. 제1 홀은 굴착 장치의 수에 따라서 복수로 형성될 수 있으며, 형성하고자 하는 수직구의 내주를 따라서 간격을 두고 형성될 수 있다. 제1 홀은 제1 방향으로 길이가 길게 형성될 수 있다.
- [0079] 제2 홀을 굴착하는 단계(S106)는 프레임부(30)와 연결된 회전 장치(60)를 이용하여, 제1 방향에 대해서 교차하

는 제2 방향, 즉 수직구 굴착장치의 내측면을 따라 프레임부(30)를 회전시킨다.

- [0080] 이때, 프레임부(30)는 좌, 우 방향으로 각각 $\pm 45^\circ$ 씩 회전될 수 있다. 예를 들어, 도 8에서와 같이 프레임부(30)를 좌측 방향(즉, $+45^\circ$)으로 이동하면서 제2 홀(V2)을 형성한다. 그리고 반대로 도 9에서와 같이 프레임부(30)를 우측 방향(즉, -45°)으로 이동하면서 제2 홀(V2)을 형성한다. 이들을 회전하는 순서는 바뀌어도 무방하다.
- [0081] 이처럼, 프레임부(30)를 회전시키면, 굴착장치는 수직구 굴착장치의 내측면을 따라 이동하면 제1 홀이 수직구 굴착 장치의 내측면을 따라서 확장되면서, 도 8 및 도 9에서와 같이 제2 홀(V2)이 형성된다. 이때, 제2 홀(V2)을 최대 각도로 회전하여 형성하면, 제2 홀은 제1 홀 사이를 연결하며 도 10에서와 같이 관내토(DD)를 둘러싸는 고리형 홀(V3), 즉 수직구 외주면이 형성된다.
- [0082] 라이닝을 설치하는 단계(S108)에서 라이닝은 수직구 내주면을 따라 미리 제작된 프리캐스트 콘크리트일 수 있다. 라이닝은 수직구 굴착장치가 굴착 됨에 따라 복수로 설치될 수 있다.
- [0083] 관내토를 제거하여 수직구를 형성하는 단계(S110)는 굴착기로 굴착하여 제거할 수 있으며, 내부가 빈 수직구가 형성된다.
- [0084] 한편, 수직구 굴착장치(100)의 내측은 내측 케이스에 의해서 둘러싸여 있어, 제1 홀 및 제2 홀을 형성하는 굴착과 관계 없이 지반(즉, 관내토)이 노출되어 있으므로 제1 홀 및 제2 홀을 형성하는 단계와 동시에 굴착기를 이용하여 굴착할 수 있다.
- [0085] 이때, 수직구 굴착장치는 흙막이와 같은 역할을 하게 되고, 수직구 굴착 장치에 의해서 굴착된 공간에는 라이닝이 설치되므로, 흙막이와 같은 가시설의 시공이 없어도 주변지반의 붕괴 및 지하수 유출의 위험이 방지될 수 있다. 이에 따라, 수직구 굴착과 수직구 내부 굴착은 서로 영향을 미치지 않고 개별적으로 진행될 수 있다.
- [0086] 따라서, 어느 한 공정에 문제가 생겨도 다른 공정의 진행에 영향을 미치지 않을 수 있어 작업진행의 속도는 크게 향상될 수 있으며, 이로 인해서 공사비를 절감할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 실시예에 따른 수직구 굴착 장치는 수직구 굴착장치 내측면을 따라 0° 내지 $\pm 45^\circ$ 범위로 회전할 수 있다. 굴착된 지반의 깊이가 깊어질수록 주변지반으로부터 토압이 점점 커지게 되므로, 프레임부를 수직구 굴착장치의 내측면을 따라 회전시키는데 많은 에너지가 소모된다. 따라서, 프레임부에 연결되는 굴착장치의 개수를 늘려 프레임부의 회전을 최대한 감소시켜 에너지를 절약할 수 있다. 예를 들면, 프레임부에 복수의 굴착장치가 연결되고, 복수의 굴착장치는 수직구 굴착장치의 회전 시점 위치와 회전 중점 위치에 각각 배열될 수 있다.
- [0088] 이상의 실시예에서는 제2 홀을 0° 에서 $+45^\circ$, 0° 에서 -45° 로 진행하는 동안 연속적으로 형성하는 것을 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 0° 에서 $+45^\circ$ 또는 0° 에서 -45° 로 진행하는 동안 45° 이내에서 회전 각도를 분할하여 비연속적으로 형성하거나, 제1 홀을 형성하는 단계를 추가하여 비연속적으로 형성할 수도 있다.
- [0089] 또한, 형성하고자 하는 수직구의 깊이에 따라서 수직구 외주면을 형성하는 단계 후, 가압 장치로 프레임부를 가압하여 수직구 굴착 장치를 제1 홀 및 제2 홀에 의해서 노출된 지반에 삽입한 후, 제1홀 및 제2 홀을 형성하는 단계를 반복할 수 있다.
- [0090] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 수직구 굴착 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0091] 도 11을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 수직구 굴착 방법은 수직구 굴착 장치를 안착 시키는 단계(S200), 지반에 고정하는 단계(S202), 연직 하향하면서 굴착하여 제1 홀을 형성하는 단계(S204), 굴착장치를 연직상향시키는 단계(S206), 회전시키는 단계(S208), 연직하향하면서 제3 홀을 형성하는 단계(S210), 라이닝을 설치하는 단계(S212), 관내토를 제거하는 단계(S214)를 포함한다.
- [0092] 도 11의 수직구 굴착 장치를 안착 시키는 단계(S200), 지반에 고정하는 단계(S202), 연직하향하면서 굴착하여 제1 홀을 형성하는 단계(S204), 라이닝을 설치하는 단계(S212) 및 관내토를 제거하는 단계(S214)는 각각 도 4의 굴착 장치를 안착 시키는 단계(S100), 수직구 굴착 장치를 지반에 고정시키는 단계(S102), 제1 방향으로 굴착하여 제1 홀을 형성하는 단계(S104), 라이닝을 설치하는 단계(S108), 관내토를 제거하는 단계(S110)와 동일하므로, 구체적인 설명은 생략한다.
- [0093] 도 4에서와 달리, 도 11의 수직구 굴착 방법은 굴착장치를 연직 상향시키는 단계(S206), 회전시키는 단계(S208), 연직하향으로 굴착하여 제3 홀을 형성하는 단계(S210)를 더 포함한다.

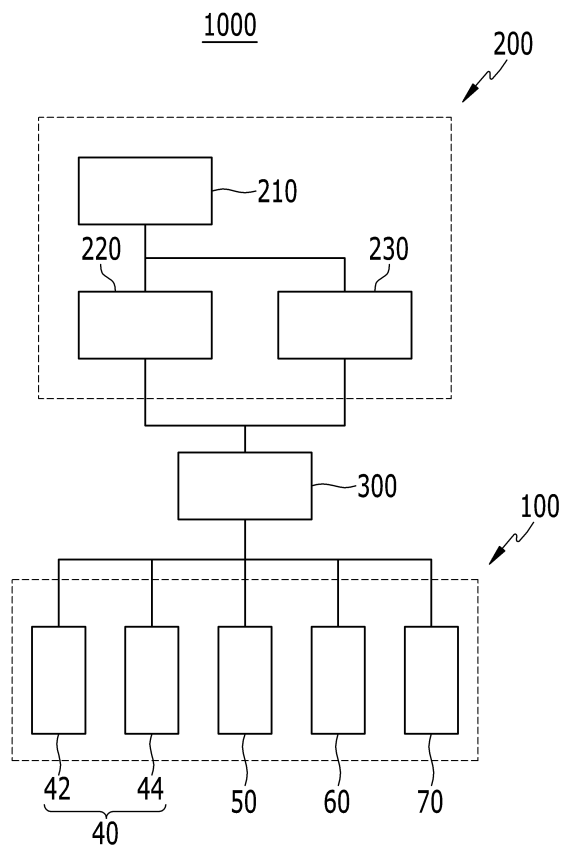
- [0094] 굴착 장치를 연직상향 시키는 단계(S206)는 제1 홀 형성시 사용된 어쓰오거 또는 해머 오거(44)를 연직상향시켜 프레임부(30)의 수납부(31a)에 수납하는 것으로 프레임부 밖으로 굴착 장치가 돌출되어 노출되지 않는다.
- [0095] 회전시키는 단계(S208)는 프레임부(30)에 연결된 회전 장치(60)를 이용하여 프레임부(30)를 수직구 굴착 장치의 내측면을 따라 회전시킨다. 이때, 회전 각도는 0° 내지 $\pm 45^{\circ}$ 범위로 회전할 수 있다.
- [0096] 연직하향하면서 굴착하여 제3 홀을 형성하는 단계(S210)는 제1 홀을 형성하는 방법과 같으며, 연직 하향하면서 지반에 굴착 장치를 삽입하면서 지반을 굴착하여 제3 홀을 형성할 수 있다.
- [0097] 회전 시키는 단계(S208)에서, 회전 각도를 작게하여 제3 홀을 제1 홀과 연결하여 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 회전 각도를 크게하여 제1 홀과 이격되게 제3 홀을 형성할 수 있다.
- [0098] 고리형 홀, 즉 수직구 외주면을 형성하기 위해서는 굴착 장치를 연직 상향시키는 단계(S206), 회전하는 단계(S210) 및 제3 홀을 형성하는 단계(S210)를 반복하여 이웃하는 제1 홀 사이에 제3 홀을 복수로 형성함으로써, 이웃하는 제1 홀 사이를 연결하여 형성할 수 있다.
- [0099] 이처럼, 굴착 장치를 연직 상향시키는 단계(S206), 회전하는 단계(S210) 및 제3 홀을 형성하는 단계(S210)를 반복하면, 굴착 장치는 편칭과 같이 프레임부로부터 연직하향과 연직 상향을 반복하며 딱딱한 암반과 같은 지반을 굴착함으로써 굴착 효율을 향상시킬 수 있다. 이를 통해, 수직구 굴착장치의 하부가 굴착되더라도 수직구 굴착장치가 급격하게 균형을 잃는 것을 방지할 수 있다.
- [0100] 본 발명을 앞서 기재한 바에 따라 바람직한 실시예를 통해 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 다음에 기재하는 특허청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한, 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 발명이 속하는 기술 분야에 종사하는 자들은 쉽게 이해할 것이다.

부호의 설명

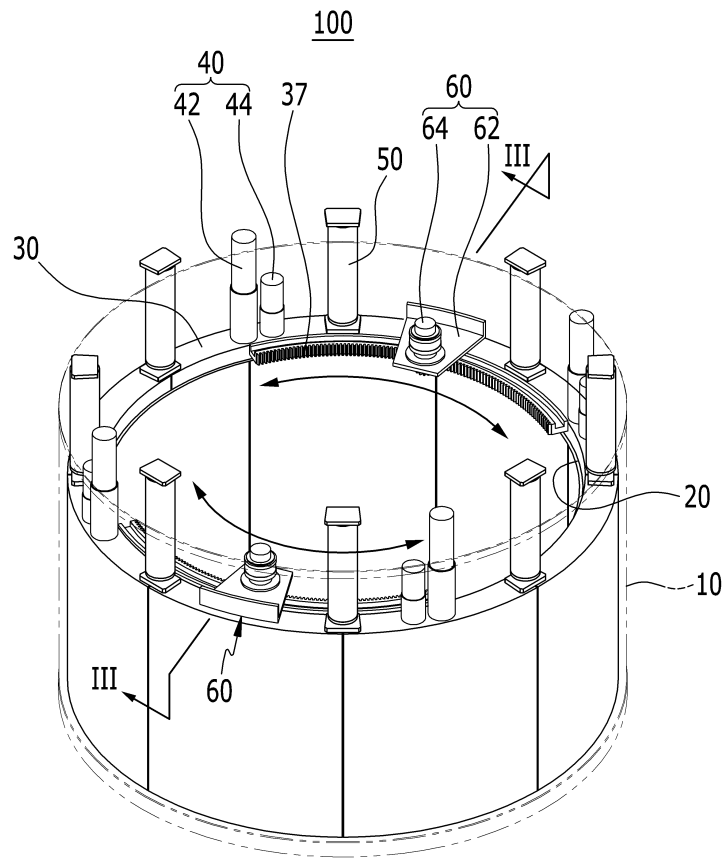
- [0101] 10: 외부케이스 20: 내부케이스
- 30: 프레임부 31a: 삽입부
- 37: 피니언기어
- 40: 굴착장치 42: 어쓰오거
- 44: 암반해머 50: 유압실린더
- 60: 회전장치 62: 고정브라켓
- 64: 구동모터 70: 연직도축정기
- 80: 선단슈 100: 수직구 굴착 장치
- 200: 동력시스템
- 210: 발전기 220: 유압시스템
- 230: 에어컴프레서 300: 제어시스템
- 400: 라이닝 500: 지반
- 600: 굴착기 1000: 수직구 굴착시스템

도면

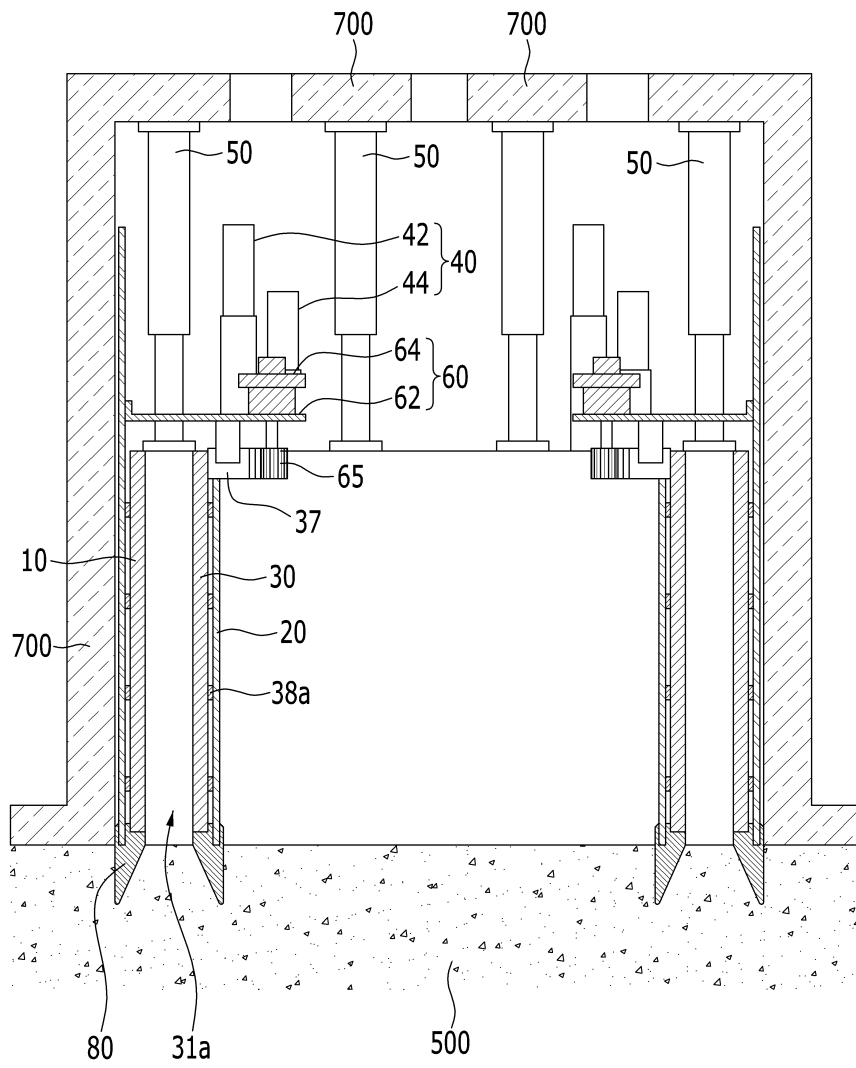
도면1



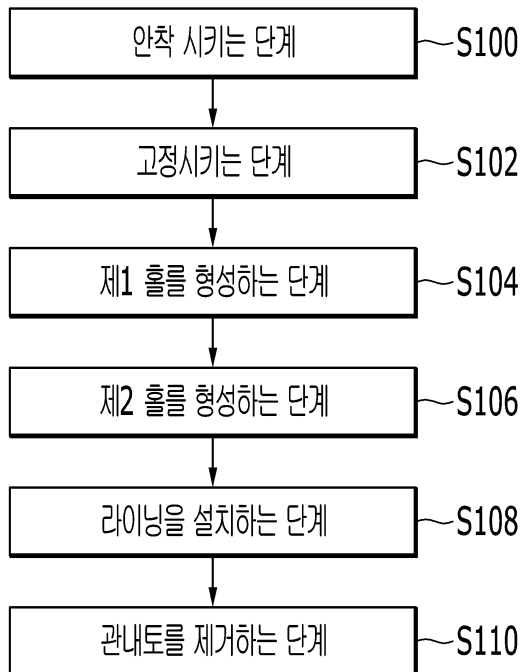
도면2



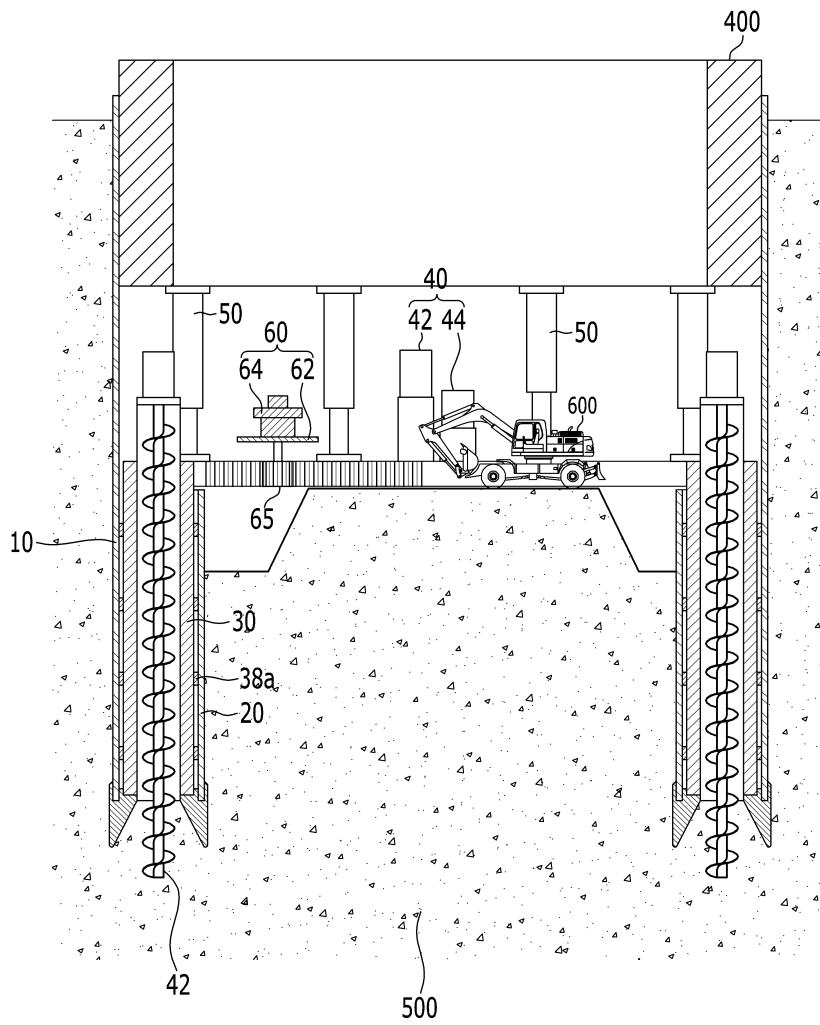
도면3



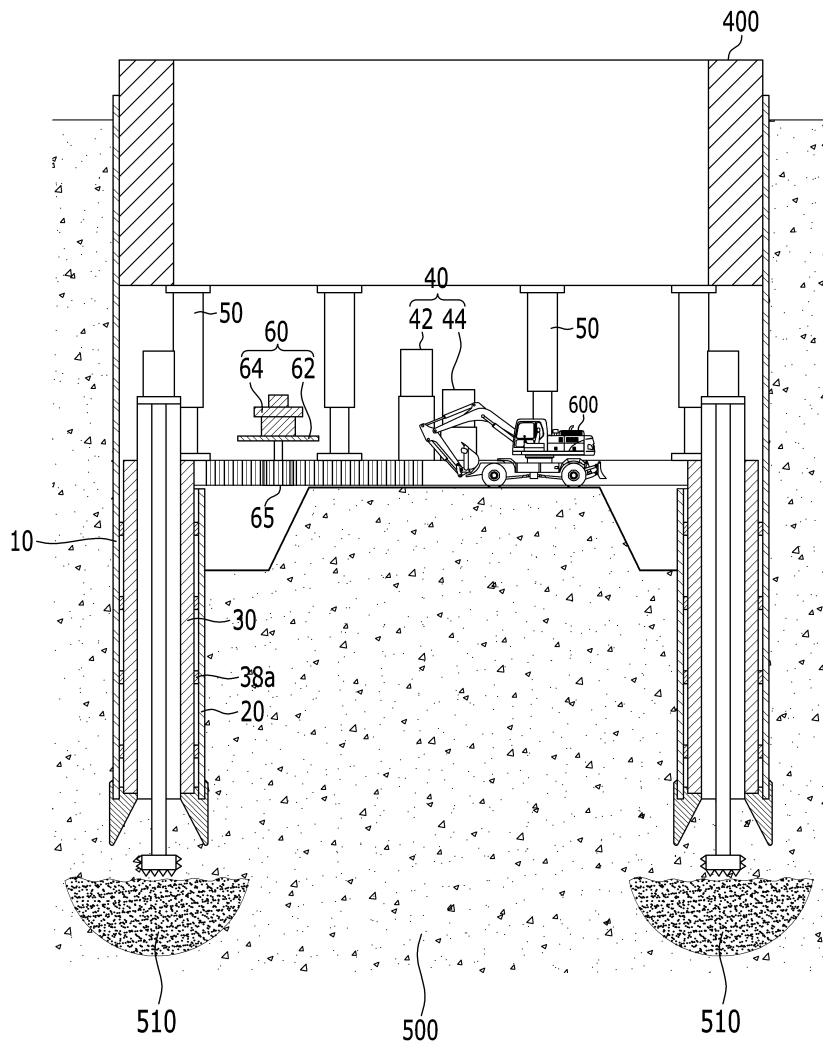
도면4



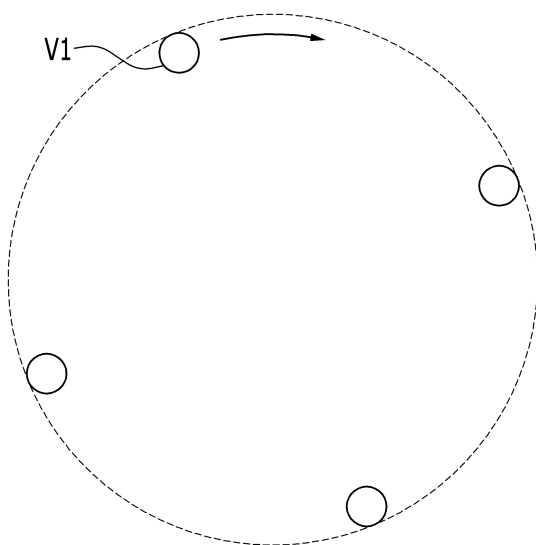
도면5



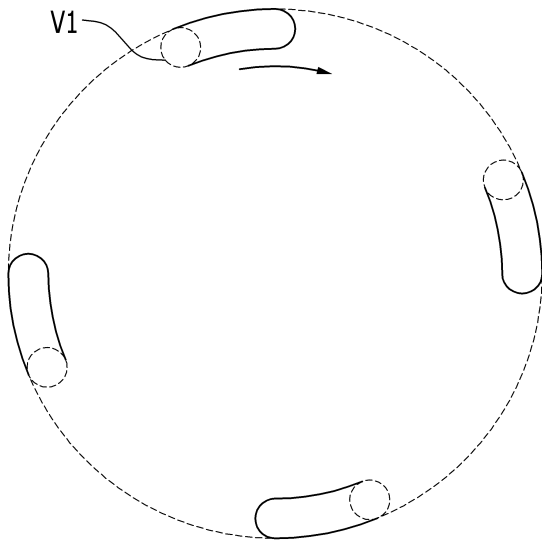
도면6



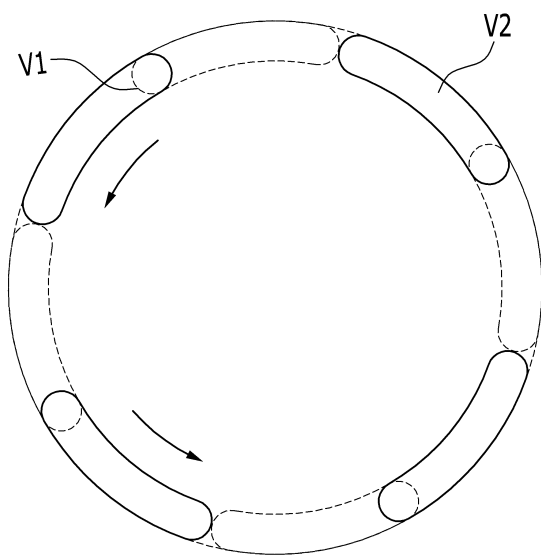
도면7



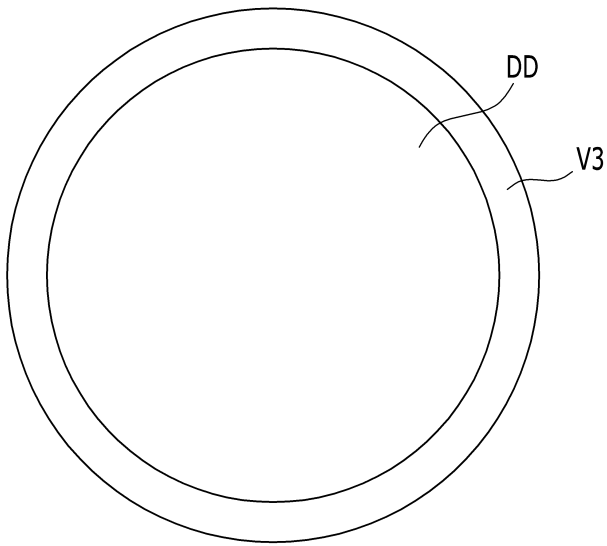
도면8



도면9



도면10



도면11

