



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월30일
(11) 등록번호 10-2403753
(24) 등록일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02D 29/073 (2006.01) E02D 29/063 (2006.01)
E02D 29/07 (2006.01) E02D 29/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02D 29/073 (2013.01)
E02D 29/063 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0154650
(22) 출원일자 2020년11월18일
심사청구일자 2020년11월18일
(65) 공개번호 10-2022-0067893
(43) 공개일자 2022년05월25일
(56) 선행기술조사문헌
CN107044137 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
(주)대우건설
서울특별시 중구 을지로 170 (을지로4가)
(72) 발명자
진병무
경기도 수원시 장안구 수일로123번길 20
김제춘
서울특별시 종로구 새문안로 75
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 5 항

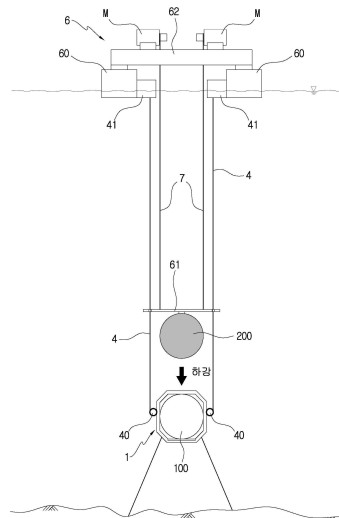
심사관 : 강진태

(54) 발명의 명칭 가이드 케이블을 이용한 신규 터널모듈의 침설 및 런칭 거더 내에서의 순차적인 결합구성을 가지는 수중터널 시공방법 및 이에 의해 구축된 수중터널

(57) 요약

본 발명은 런칭 거더(Launching Girder)를 전방 이동시켜가면서 기(既)시공 본체부의 단부에 신규 터널모듈을 순차적으로 결합 설치하는 작업을 반복 수행하여 수중터널을 시공함에 있어서, 가이드 케이블을 이용하여 신규 터널모듈을 런칭 가이드의 개방구까지 정확한 위치로 안전하게 침설시켜서 런칭 거더의 내부로 반입한 후 순차적으로 결합함으로써 수중터널 구축 작업의 효율성과 안정성을 더욱 향상시키게 되는 "가이드 케이블을 이용한 신규 터널모듈의 침설 및 런칭 거더 내에서의 순차적인 결합구성을 가지는 수중터널 시공방법", 그리고 이러한 시공방법에 의해 구축된 "수중터널"에 관한 것이다.

대표도 - 도9



- (52) CPC특허분류
E02D 29/07 (2013.01)
E02D 29/16 (2013.01)
E02D 2250/0061 (2013.01)
E02D 2600/20 (2013.01)
- (56) 선행기술조사문헌
 EP00034907 A1
 JP2000319912 A
 JP2779681 B2
 US05899635 A
- (72) 발명자
김유석
 서울특별시 양천구 목동서로 38, 134동 306호
김용구
 경기도 수원시 장안구 정조로1088번길 18-22, 601호
배경태
 서울특별시 용산구 이촌로87길 13, 101동 1902호
김경오
 경기도 용인시 수지구 신봉2로 26
서경원
 경기도 수원시 장안구 수일로123번길 20
김용직
 경기도 수원시 장안구 수일로123번길 20

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711091750
과제번호	2017R1A5A1014883
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	선도연구센터지원사업
연구과제명	스마트 수중 터널 시스템 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국과학기술원
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

개방구(15)가 형성되어 있는 런칭 거더(1)를 기시공 본체부(100)의 전방단부에 결합 설치한 상태에서, 이송장치(6)를 이용하여 신규 터널모듈(200)을 현장으로 이송하고, 신규 터널모듈(200)을 수중으로 침설시켜서 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부 공간으로 반입하여 기시공 본체부(100)의 단부에 결합 설치하고, 런칭 거더(1)를 전방 이동시키는 작업을 반복 수행하여 수중터널을 시공하는 방법으로서,

이송장치(6)는 부유하는 폰툰(60)과, 신규 터널모듈(200)과 분리가능하게 체결되며 케이블 관통공(610)이 형성되어 있고 침설와이어(7)에 의해 폰툰(60)에 매달려서 침설와이어(7)의 이완에 의해 승하강하게 되는 승하강 체결부재(61)를 포함하며;

런칭 거더(1)의 개방구(15) 횡방향 양측에 고정된 가이드 케이블(4)의 상단에 결합되어 있는 상승부유체(41)가 수중에 부유되어 있으며;

신규 터널모듈(200)이 승하강 체결부재(61)에 체결된 상태로 이송장치(6)를 현장으로 이동시켜서, 상승부유체(41)를 이송장치(6)에 고정하고, 가이드 케이블(4)을 승하강 체결부재(61)의 케이블 관통공(610)에 관통시키는 단계;

침설 와이어(7)의 이완에 의해 승하강 체결부재(61)를 가이드 케이블(4)과 체결된 채로 가이드 케이블(4)을 따라 하강시킴으로써 신규 터널모듈(200)이 런칭 거더(1)의 개방구(15)에 이르게 하고 개방구(15)를 통해서 신규 터널모듈(200)을 런칭 거더(1)의 내부공간으로 반입하는 단계;

런칭 거더(1) 내에서 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)에 일체로 접합하여 설치하는 단계; 및

런칭 거더(1)를 전진시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중터널 시공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

이송장치(6)에서, 폰툰(60)은 종방향으로 소정 길이로 연장된 형태의 부재로 이루어져서 2개가 횡방향으로 간격을 두고 나란하게 배치되어 있고;

2개의 폰툰(60) 상부에는 횡방향으로 연장된 작업데크(62)가 배치되어 폰툰(60)과 결합됨으로써, 2개의 폰툰(60)이 작업데크(62)와 일체를 이루고 있으며;

작업데크(62)에는 모터(M)가 구비되어 있고 관통부가 형성되어 있으며;

침설 와이어(7)는 그 일단이 모터(M)에 결합된 상태로 관통부를 관통하여 작업데크(62)의 아래쪽으로 연직하게 늘어뜨려져서 승하강 체결부재(61)와 결합되어 있는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 수중터널 시공방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

런칭 거더(1) 내에는 압입견인장치(30)가 구비되어 있는데, 압입견인장치(30)는 종방향으로 연장되어 런칭 거더(1)에 고정 설치되는 래크 부재(31), 상기 래크 부재(31)와 래크 앤드 피니언 구조로 맞물려서 종방향으로 진퇴하는 피니언 부재(32), 및 후방을 향하여 연장된 체결아암(33)을 포함하여 구성되며;

런칭 거더(1) 내에서 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)에 일체로 접합하는 단계에서는, 프리캐스트 콘크리트 부재로 제작된 신규 터널모듈(200)을 런칭 거더(1)의 내부로 반입한 후, 피니언 부재(32)를 제1방향으로 회전구동시켜서 신규 터널모듈(200)의 전방단부에 접근시켜서 체결아암(33)을 신규 터널모듈(200)과 체결하는 과정, 및 런칭 거더(1)를 이동불가능하게 만든 상태에서 피니언 부재(32)를 제1방향으로 회전구동시켜서 후방으로 움직여서 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100) 쪽으로 밀어서 기시공 본체부(100)에 일체로 접합하는

과정을 수행하며;

런칭 거더(1)를 전진시키는 단계에서는, 런칭 거더(1)를 이동가능한 상태로 만들고 피니언 부재(32)를 계속하여 제1방향으로 회전구동시킴으로써 런칭 거더(1)를 전방으로 전진시키는 과정, 및 체결아암(33)을 신규 터널모듈(200)로부터 분리시키고, 피니언 부재(32)를 제2방향으로 회전구동시켜서 피니언 부재(32)를 전방으로 이동시키는 과정을 수행하는 것을 특징으로 하는 수중터널 시공방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

랙 부재(31)는 종방향으로 연장된 형태로 런칭 거더(1)에 고정 구비되어 있고;

피니언 부재(32)는 대차의 휠 형태로 구비되어서 상기 랙 부재(31)와 랙 앤드 피니언 구조로 맞물려서 설치되며;

체결아암(33)은 피니언 부재(32)가 구비된 대차에 회전가능하게 설치되며;

신규 터널모듈(200)의 전방단부에는 아암체결지그(34)가 구비되어, 체결아암(33)이 회전하여 아암체결지그(34)와 분리가 가능하게 체결되는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 수중터널 시공방법.

청구항 5

차량이나 사람이 통행할 수 있는 중공(中空)을 가지는 터널모듈을 수중에서 전방으로 순차적으로 연결하여 구축된 수중터널로서,

청구항 제1항 또는 제2항에 의한 수중터널 시공방법에 의해 구축되어, 터널모듈이 연속적으로 연결된 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 수중터널.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량이나 보행자가 통행할 수 있는 수중터널을 시공하는 방법과, 이러한 시공방법에 의해 구축된 수중터널에 관한 것으로서, 구체적으로는 런칭 거더(Launching Girder)를 전방 이동시켜가면서 기(既)시공 본체부의 단부에 새로 제작된 신규 터널모듈을 순차적으로 결합 설치하는 작업을 반복 수행하여 수중터널을 시공함에 있어서, 가이드 케이블을 이용하여 신규 터널모듈을 수면 내지 수면 부근의 수중에서부터 런칭 거더의 개방구까지 정확한 위치로 안전하게 침설시켜서 런칭 거더의 내부로 반입한 후 순차적으로 결합함으로써 수중터널 구축작업의 효율성과 안정성을 더욱 향상시킬 수 있는 "가이드 케이블을 이용한 신규 터널모듈의 침설 및 런칭 거더 내에서의 순차적인 결합구성을 가지는 수중터널 시공방법", 그리고 이러한 시공방법에 의해 구축된 "수중터널"에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차량이나 보행자의 통행을 위하여 물속에 구축되는 수중터널을 시공함에 있어서 수중터널을 이루는 터널모듈을 수중터널의 일측에서 전방(수중터널이 진행되는 방향)으로 순차적으로 압출시키는 방식이 대한민국 등록특허 제 10-0797795호 등에 의해 제안되어 있다.

[0003] 이에 대한 대안으로서 시공이 완료된 기(既)시공 본체부의 단부에 전방으로의 전진이 가능한 런칭 거더(Launching Girder)를 설치한 상태에서, 함체(函體) 형태의 프리캐스트 콘크리트 부재로 제작된 신규 터널모듈을 런칭 거더의 내부공간으로 반입하는 작업("신규 터널모듈의 수중 반입작업"), 런칭 거더의 내부공간에 반입된 신규 터널모듈을 런칭 거더 내부에서 기시공 본체부의 단부에 결합하는 작업("신규 터널모듈의 결합작업") 및 런칭 거더를 결합작업이 완료된 신규 터널모듈의 전방으로 전진시키는 작업("런칭 거더의 전진작업")을 순차적으로 수행한 후, 또다시 상기한 신규 터널모듈의 수중 반입작업, 신규 터널모듈의 결합작업, 및 런칭 거더의 전진작업을 반복 수행함으로써 수중터널을 시공하는 방안이 제안되었다.

[0004] 이와 같은 방식으로 런칭 거더를 이용하여 신규 터널모듈을 순차적으로 접합하여 시공하는 방법에 있어서, 중요한 사항 중의 하나는 신규 터널모듈의 수중 반입작업 즉, 수면에 부유한 형태 또는 수면 부근의 수중에 잠겨 있는 상태로 현장에 이송된 신규 터널모듈을 안전하게 물속에 침설시켜서 런칭 거더의 개방구 위치에 정확하게 맞

주어서 런칭 거더의 내부공간으로 반입하는 작업을 안전하고 정밀하게, 그리고 효율적으로 수행하는 것인 바, 이를 위한 개선된 방안의 도출이 매우 시급한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0797795호(2008. 01. 24. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 한계를 극복하기 위하여 개발된 것으로서, 신규 터널모듈의 수중 반입작업, 신규 터널모듈의 결합작업, 및 런칭 거더의 전진작업을 반복 수행함으로써 수중터널을 시공함에 있어서, 신규 터널모듈의 수중 반입작업을 잠수부의 투입을 최소화시킨 상태로 안전하고 정확하게, 그리고 효율적으로 수행함으로써, 수중터널 시공 비용을 최소화시킬 수 있고 안전사고 발생 위험을 줄이며 시공오차를 최소화하여 정밀한 시공이 가능하게 되는 수중터널 시공기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한 본 발명은, 신규 터널모듈의 결합작업 및 런칭 거더의 전진작업 즉, 런칭 거더의 내부공간으로 반입된 신규 터널모듈을 런칭 거더의 내부에서 기시공 본체부의 단부에 결합 설치하는 작업, 및 결합작업이 완료된 신규 터널모듈의 전방으로 런칭 거더를 전진시키는 작업을 매우 효율적으로 수행할 수 있는 수중터널 시공기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 개방구가 형성되어 있는 런칭 거더를 기시공 본체부의 전방 단부에 결합 설치한 상태에서, 이송장치를 이용하여 신규 터널모듈을 현장으로 이송하고, 신규 터널모듈을 수중으로 침설시켜서 개방구를 통해서 런칭 거더의 내부 공간으로 반입하여 기시공 본체부의 단부에 결합 설치하고, 런칭 거더를 전방 이동시키는 작업을 반복 수행하여 수중터널을 시공하는 방법으로서, 이송장치는 부유하는 폰툰과, 신규 터널모듈과 분리가능하게 체결되며 케이블 관통공이 형성되어 있고 침설와이어에 의해 폰툰에 매달려서 침설와이어의 이완에 의해 승하강하게 되는 승하강 체결부재를 포함하며; 런칭 거더의 개방구 횡방향 양측에 고정된 가이드 케이블의 상단에 결합되어 있는 상승부유체가 수중에 부유되어 있으며; 신규 터널모듈이 승하강 체결부재에 체결된 상태로 이송장치를 현장으로 이동시켜서, 상승부유체를 이송장치에 고정하고, 가이드 케이블을 승하강 체결부재의 케이블 관통공에 관통시키는 단계; 침설 와이어의 이완에 의해 승하강 체결부재가 가이드 케이블과 체결된 채로 가이드 케이블을 따라 하강하게 만들므로써 신규 터널모듈이 런칭 거더의 개방구에 이르게 하고 개방구를 통해서 신규 터널모듈을 런칭 거더의 내부공간으로 반입하는 단계; 런칭 거더내에서 신규 터널모듈을 기시공 본체부에 일체로 접합하여 설치하는 단계; 및 런칭 거더를 전진시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중터널 시공방법이 제공된다. 또한 본 발명에서는 상기한 수중터널 시공방법에 의해 시공되어 구축된 수중터널이 제공된다.

[0009] 상기한 본 발명의 수중터널 및 그 시공방법에 있어서, 이송장치에 구비된 폰툰은 종방향으로 소정 길이로 연장된 형태의 부재로 이루어져서 2개가 횡방향으로 간격을 두고 나란하게 배치되어 있고; 2개의 폰툰 상부에는 횡방향으로 연장된 작업데크가 배치되어 폰툰과 결합됨으로써, 2개의 폰툰이 작업데크와 일체를 이루고 있으며; 작업데크에는 모터가 구비되어 있고 관통부가 형성되어 있으며; 침설 와이어는 그 일단이 모터에 결합된 상태로 관통부를 관통하여 작업데크의 아래쪽으로 연직하게 늘어뜨려져서 승하강 체결부재와 결합되어 있는 구성을 가질 수 있다.

[0010] 더 나아가, 상기한 본 발명의 수중터널 및 그 시공방법에 있어서, 런칭 거더에는 신규 터널모듈을 런칭 거더의 내부로 반입하기 위한 개방구가 형성되어 있으며; 런칭 거더 내에는 압입견인장치가 구비되어 있는데, 압입견인장치는 종방향으로 연장되어 런칭 거더에 고정 설치되는 래크 부재, 상기 래크 부재 래크 앤드 피니언 구조로 맞물려서 종방향으로 진퇴하는 피니언 부재, 및 후방을 향하여 연장된 체결아암을 포함하여 구성되며; 런칭 거더 내에서 신규 터널모듈을 기시공 본체부에 일체로 접합하는 단계는, 프리캐스트 부재로 제작된 신규 터널모듈을 개방구를 통해서 런칭 거더의 내부 공간으로 반입하여 기시공 본체부의 전방에 정렬하여 배치하는 단계; 피

니언 부재를 제1방향으로 회전구동시켜서 신규 터널모듈의 전방단부에 접근시키고 체결아암을 아암체결지그와 체결시키는 단계; 런칭 거더가 이동불가능하게 기시공 본체부에 결합 고정 상태에서, 피니언 부재를 제1방향으로 계속 회전구동시켜서 후방으로 움직여서 체결아암으로 신규 터널모듈을 기시공 본체부를 향하여 밀어서 신규 터널모듈과 기시공 본체부를 일체로 접합하는 단계; 기시공 본체부에 결합된 런칭 거더를 이동가능한 상태로 만들고, 체결아암과 아암체결지그가 체결된 상태에서 피니언 부재를 제1방향으로 계속 회전구동시켜서 런칭 거더를 전방으로 전진시키는 단계; 및 체결아암과 아암체결지그의 체결을 해제하고, 피니언 부재를 제2방향으로 회전구동시켜서 피니언 부재를 전방으로 이동시키는 단계를 포함하는 구성을 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에서는 공장에서 프리캐스트 콘크리트 구조물로 정밀하게 제작된 신규 터널모듈을 런칭 거더의 내부공간에서 순차적으로 서로 일체 연결되는 형태로 수중터널을 구축하게 되는데, 신규 터널모듈을 수중을 침설시켜서 런칭 거더의 내부공간으로 반입함에 있어서, 가이드 케이블을 따라 안정적으로 수중에서 하강시키게 되며, 따라서 신규 터널모듈이 런칭 거더의 개방구에 이르는 동안에 조류(潮流) 등과 같은 여러 가지 다양한 방해 요소가 발생하더라도 신규 터널모듈이 안정적으로, 그리고 정확하게 개방구에 도달하게 되어 안전하게 런칭 거더의 내부공간에 반입되며, 그에 따라 잠수부의 투입을 종래에 비하여 월등히 축소시킬 수 있어서 비용을 줄일 수 있고, 작업 효율을 월등히 향상시키게 된다.
- [0012] 또한 본 발명에서는 수중터널이 진행해가는 노선의 방향 및 위치에 맞추어서 런칭 거더를 정확히 설치하고 런칭 거더의 내부에서 신규 터널모듈을 연속하여 연결 결합하여 구축하게 되므로, 수중터널이 곡선형태로 진행하는 노선을 가지고 있더라도 설계된 곡선형태의 노선에 부합되도록 수중터널을 시공하면서도 수중터널의 시공상의 오차를 최소화시킬 수 있게 되는 효과가 발휘된다.
- [0013] 또한 본 발명에서는 프리캐스트 터널모듈을 순차적으로 압출시키는 종래 기술과 달리, 기시공 본체부의 계류 수단을 절거한 후 재설치하는 작업 또는 기타 별도의 추가 작업이 필요 없으며, 그에 따라 더욱 신속하고 편리하게 그리고 효율적으로 종방향의 수중터널 연속 구축 작업을 수행할 수 있게 되는 장점이 발휘된다.
- [0014] 특히, 프리캐스트 부재로 제작된 신규 터널모듈을 이용하는 경우, 런칭 거더의 전방 이동과 신규 터널모듈의 후방 이동을 런칭 거더 내에서 연결하면 충분하므로 가력장치, 반력벽 등의 설치를 생략하거나 또는 적어도 그 규모를 축소시킬 수 있게 되며, 그에 따라 장비의 운용비용 등을 절감할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시공방법에 따라 기시공 본체부의 전방단부에 런칭 거더가 설치되어 있는 상태를 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 상태를 횡방향으로 바라본 형태로 보여주는 개략적인 횡방향 측면도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 이송장치에 신규 터널모듈이 매달려 있는 상태를 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 상태에 대한 개략적인 종방향의 정면도이다.
- 도 5는 도 3에 도시된 상태에 대한 개략적인 횡방향의 측면도이다.
- 도 6은 이송장치와 상승부유체 및 가이드 케이블을 결합한 상태를 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 7은 도 6의 상태에 대한 개략적인 횡방향의 측면도이다.
- 도 8은 도 6의 상태에 대한 개략적인 종방향의 측면도이다.
- 도 9는 도 8의 상태에 후속하여 승하강 체결부재와 신규 터널모듈이 하강하는 과정을 보여주는 도 8에 대응되는 개략적인 종방향 측면도이다.
- 도 10은 도 9의 상태에 후속하여 신규 터널모듈이 런칭 거더의 내부공간에 반입된 상태를 보여주는 도 9에 대응되는 개략적인 종방향 측면도이다.
- 도 11은 도 10의 상태에 후속하여 신규 터널모듈과 승하강 체결부재를 분리시키고 승하강 체결부재를 수면부근까지 상승시킨 상태를 보여주는 도 10에 대응되는 개략적인 종방향 측면도이다.
- 도 12의 (a) 내지 (d)는 각각 본 발명에 따라 런칭 거더가 설치된 상태에 대한 개략적인 종방향의 측면도 및 단

면도이다.

도 13의 (a) 및 (b)는 각각 본 발명에 따라 설치된 런칭 거더의 개략적인 반단면 사시도이다.

도 14는 신규 터널모듈이 런칭 거더의 내부에 반입되는 것을 보여주는 도 13의 (b)에 대응되는 개략적인 반단면 사시도이다.

도 15 및 도 16은 각각 본 발명에서 신규 터널모듈을 런칭 거더의 내부로 반입하고 후방으로 밀어서 기시공 본체부에 결합하는 과정을 순차적으로 보여주는 도 14에 대응되는 개략적인 반단면 사시도이다.

도 17은 도 16에 도시된 상태에 대한 개략적인 횡방향의 측면도이다.

도 18 내지 도 20은 각각 본 발명의 시공방법에 따라 도 17에 도시된 상태에 후속하여 진행되는 일련의 과정을 순차적으로 보여주는 도 17에 대응되는 개략적인 횡방향의 측면도이다.

도 21 및 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따라 압입견인장치가 프리캐스트 터널모듈에 결합되는 것을 순차적으로 보여주는 개략적인 사시도이다.

도 23은 압입견인장치만을 발체하여 보여주는 개략적인 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 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. 참고로 본 명세서에서는 수중터널이 연장되는 방향을 "종방향"이라고 기재하는데, 특히 수중터널에 신규 터널모듈이 점차로 접합되어서 수중터널이 연장되어 가는 방향을 "전방(前方)"이라고 기재하고, 이와 반대되는 방향을 "후방"이라고 기재한다. 본 명세서에서 "횡방향"은 종방향과 수평하게 직교하는 방향을 의미한다.
- [0017] 본 발명에서는 기본적으로 수중터널의 기시공(既施工) 본체부 단부에 전방으로의 전진이 가능한 런칭 거더(Launching Girder)를 설치한 상태에서, 아래에서 A)부터 D)에 기재된 작업이 순차적으로 진행됨으로써 수중터널이 시공된다.
- [0018] A) 신규 터널모듈의 반입작업 : 프리캐스트 콘크리트 부재로 제작된 신규 터널모듈을 현장으로 이송하고 침설시켜서 런칭 거더의 내부공간으로 반입하는 작업.
- [0019] B) 신규 터널모듈의 결합작업 : 런칭 거더의 내부공간으로 반입된 신규 터널모듈을 후방으로 밀어서 기시공 본체부의 단부에 신규 터널모듈을 결합하는 작업.
- [0020] C) 런칭 거더의 전진작업; 결합작업이 완료된 신규 터널모듈의 전방으로 런칭 거더를 전진시키는 작업.
- [0021] D) 상기한 A)작업부터 C)작업을 반복수행.
- [0022] 도 1에는 본 발명에 따른 시공방법의 일 실시예에 의해 수중터널을 구축하기 위하여 기(既)시공 본체부(100)의 전방단부에 런칭 거더(1)가 설치되어 있는 상태를 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있고, 도 2에는 도 1에 도시된 상태를 횡방향으로 바라본 형태로 보여주는 개략적인 횡방향 측면도가 도시되어 있다.
- [0023] 도 1 및 도 2에 도시된 것처럼 터널모듈의 시공이 완료된 구간의 끝단 즉, 기(既)시공 본체부(100)의 전방단부에는 런칭 거더(1)가 이동가능하게 설치된다. 런칭 거더(1)는 내부 공간을 가지는 구조체로서, 런칭 거더(1)의 후방단부는 기시공 본체부(100)의 전방단부에 결합 설치되는데, 도면에 예시된 것처럼 기시공 본체부(100)의 전방 단부가 런칭 거더(1)의 후방단부를 통해서 런칭 거더(1)의 내부 공간으로 삽입되도록 런칭 거더(1)가 기시공 본체부(100)의 단부에 설치될 수 있다. 런칭 거더(1)가 기시공 본체부(100)의 단부에 결합 설치됨에 있어서 런칭 거더(1)의 후방 단부에는 변환결합장치가 구비되어, 변환결합장치의 작동에 의해 기시공 본체부(100)의 전방 단부를 감싸고 있는 런칭 거더(1)의 후방 단부가 조여지도록 체결되어 런칭 거더(1)가 "이동불능 상태"로 고정되거나 또는 체결이 해제되어 런칭 거더(1)가 전방으로 "이동가능 상태"로 되는 방식이 적용된다. 위와 같은 방식으로 런칭 거더(1)를 이동가능하게 기시공 본체부(100)에 결합 설치하도록 작동하는 변환결합장치는 공지 기술을 이용하여 다양한 형태로 구현할 수 있다.
- [0024] 도 1에 도시된 것처럼 런칭 거더(1)에는 신규 터널모듈(200)이 내부 공간으로 반입될 수 있도록 개방구(15)가 형성되어 있다. 따라서 새롭게 제작되어 현장으로 이송된 신규 터널모듈(200)은 개방구(15)를 통해서 런칭 거더

(1)의 내부로 반입된다. 본 발명에서 개방구(15)의 횡방향 양측에는 각각 가이드 케이블(guide cable)(4)이 감겨져 있는 케이블 보빈(40)이 결합 설치되어 있다. 케이블 보빈(40)은 복수개로 구비된다. 가이드 케이블(4)의 상단에는 상승부유체(41)가 결합되어 있다. 상승부유체(41)는 종방향으로 길게 연장된 부재로 이루어져서 개방구(15)의 횡방향 일측에 구비된 복수개의 가이드 케이블(4) 상단 전부가 1개의 상승부유체(41)에 결합될 수도 있지만, 가이드 케이블(4)의 각각에 대해 개별적인 상승부유체(41)가 상단에 결합 구비될 수도 있다. 케이블 보빈(40)에서 가이드 케이블(4)이 풀리게 되면 상승부유체(41)는 개방구(15)의 연직 위쪽으로 수면 또는 수면 부근의 수중에 부유(浮游)하게 된다.

[0025] 신규 터널모듈(200)은 차량이나 사람이 통행할 수 있는 중공(中空)을 가지도록 육상 내지 선박 위에서 함체(函體) 형태의 프리캐스트 콘크리트 부재로 사전 제작되어 이송되는데, 본 발명에서 신규 터널모듈(200)은 현장에서 폰툰을 구비한 이송장치(6)에 매달려서 수중으로 침설되어 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부 공간으로 반입된다.

[0026] 도 3에는 본 발명에 따른 이송장치(6)에 신규 터널모듈(200)이 매달려 있는 상태를 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있고, 도 4에는 도 3에 도시된 상태에 대한 개략적인 종방향의 정면도가 도시되어 있으며, 도 5에는 도 3에 도시된 상태에 대한 개략적인 횡방향의 측면도가 도시되어 있다.

[0027] 이송장치(6)는 수면에 부유하는 폰툰(60)과, 신규 터널모듈(200)과 분리가가능하게 체결되며 침설(沈設) 와이어(wire)(7)에 의해 폰툰(60)에 매달려서 설치되고 가이드 케이블(4)과 체결된 상태로 침설 와이어(7)의 이완에 의해 승하강하게 되는 승하강 체결부재(61)를 포함하는 구성을 가진다.

[0028] 폰툰(60)은 수면에 부유하는 부재로서, 도면에 도시된 실시예에서 폰툰(60)은 종방향으로 소정 길이로 연장된 형태의 부재로 이루어져 있으며, 특히 도면의 실시예에서는 2개의 폰툰(60)이 횡방향으로 간격을 두고 나란하게 배치되어 있고, 그 상부에는 횡방향으로 연장된 작업데크(62)가 배치되어 폰툰(60)과 결합됨으로써, 2개의 폰툰(60)이 작업데크(62)와 일체를 이루고 있다.

[0029] 작업데크(62)에는 침설 와이어(7)를 당기거나 풀어주는 모터(M)가 구비되어 있다. 침설 와이어(7)는 그 일단이 모터(M)에 결합되고 타단은 작업데크(62)의 아래쪽으로 연직하게 늘어뜨려져서 승하강 체결부재(61)와 결합되어 있다. 모터(M)의 작동에 의해 침설 와이어(7)가 당겨지거나 늘어뜨려짐에 따라 승하강 체결부재(61)가 상승 또는 하강하게 된다. 도면에 도시된 실시예에서 작업데크(62)에는 일단이 모터(M)에 결합된 침설 와이어(7)가 관통하게 되는 관통부가 형성되어 있다.

[0030] 승하강 체결부재(61)는 신규 터널모듈(200)과 체결되는 부재로서, 신규 터널모듈(200)을 침설시킬 때에는 신규 터널모듈(200)과의 체결상태를 유지하여 신규 터널모듈(200)을 매달고 있다가, 신규 터널모듈(200)이 런칭 거더(1)의 내부공간에 반입 완료된 후에는 신규 터널모듈(200)과 분리된다. 이러한 승하강 체결부재(61)와 신규 터널모듈(200)과의 체결 및 분리는 작업자의 원격조정에 의해 수행될 수 있다.

[0031] 승하강 체결부재(61)는 필요에 따라 가이드 케이블(4)과 체결 내지 분리되며, 가이드 케이블(4)과 체결된 상태를 유지한 채로 승하강하게 된다. 이를 위해서 승하강 체결부재(61)에는 가이드 케이블(4)이 관통되는 케이블 관통공(610)이 형성되어 있는데, 가이드 케이블(4)이 케이블 관통공(610)에 쉽게 끼워져 체결될 수 있도록 케이블 관통공(610)은 승하강 체결부재(61)의 측면까지 연통되어 있다. 따라서 이러한 구성에서는 가이드 케이블(4)이 승하강 체결부재(61)의 측면에서부터 끼워져서 승하강 체결부재(61)를 관통한 상태로 케이블 관통공(610)에 위치하게 된다. 한편, 가이드 케이블(4)이 케이블 관통공(610)로부터 원하지 않게 빠져나가는 것을 방지하기 위하여 가이드 케이블(4)이 측면에서부터 끼워지는 케이블 관통공(610)의 연통부분을 차단하는 차단판(611)을 케이블 관통공(610)의 연통부분 입구에 설치하는 것이 바람직하다.

[0032] 도면에 도시된 실시예에서 승하강 체결부재(61)는 횡방향으로 연장된 부재로 이루어져서 복수개가 종방향으로 간격을 두고 설치되어 있으며, 케이블 관통공(610)은 승하강 체결부재(61)의 횡방향 양단부에 각각 형성되어 있는 구성을 가지고 있다.

[0033] 앞서 언급한 것처럼 신규 터널모듈(200)은 현장에서 폰툰(60)을 구비한 이송장치(6)에 매달린 상태로 있다. 즉, 신규 터널모듈(200)은 승하강 체결부재(61)와 체결되어 승하강 체결부재(61)의 하면에서 수중에 위치하게 되고, 승하강 체결부재(61)는 침설 와이어(7)를 이용하여 작업데크(62) 및 폰툰(60)에 매달려 있는 것이다.

[0034] 도 6에는 신규 터널모듈(200)이 매달려 있는 이송장치(6)가 가이드 케이블(4)의 상승부유체(41)가 부유하고 있는 위치에서 도달한 후, 이송장치(2)와 상승부유체(41) 및 가이드 케이블(4)을 결합한 상태를 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있고, 도 7에는 도 6에 도시된 상태에 대한 개략적인 횡방향의 측면도가 도시되어

있으며, 도 8에는 도 6에 도시된 상태에 대한 개략적인 종방향의 측면도가 도시되어 있다.

- [0035] 앞서 설명한 것처럼 런칭 거더(1)의 개방구(15) 양측에서부터 연장된 가이드 케이블(4)에 상승부유체(41)가 결합되어 있으므로, 상승부유체(41)는 개방구(15)의 직상부 또는 그 부근에서 수면 또는 수면 부근의 수중에 부유한 상태에 있게 된다. 신규 터널모듈(200)이 승하강 체결부재(61)에 체결되어 매달려 있는 상태로 이송장치(6)가 개방구(15)의 직상부 내지 그 부분의 현장 수면으로 다가오면 상승부유체(41)와 만나게 되는데, 자동으로 또는 작업자의 수작업에 의해 상승부유체(41)를 이송장치(6)에 고정시킨다. 도면에 예시된 것처럼 상승부유체(41)를 이송장치(6)의 폰툰(60)에 밀착시켜서 그 횡방향 측면에 고정시키거나 또는 하면에 고정시킬 수 있다.
- [0036] 한편, 상승부유체(41)를 이송장치(6)에 고정하는 작업의 전, 후 또는 그와 병행하여 승하강 체결부재(61)를 가이드 케이블(4)과 체결한다. 즉, 가이드 케이블(4)이 승하강 체결부재(61)의 케이블 관통공(610)에 끼워져 관통하게 만드는 것이다.
- [0037] 후속하여 이송장치(6)에 설치된 모터(M)를 작동시켜서 침설 와이어(7)를 연직하게 늘어뜨리게 되면 승하강 체결부재(61) 및 그와 결합되어 있는 신규 터널모듈(200)이 하강하게 된다. 가이드 케이블(4)이 승하강 체결부재(61)의 케이블 관통공(610)에 끼워져 관통되어 있으므로 승하강 체결부재(61)는 가이드 케이블(4)과 체결된 채로 가이드 케이블(4)을 따라 하강하게 된다. 도 9에는 도 8에 도시된 상태에 후속하여 승하강 체결부재(61)와 신규 터널모듈(200)이 하강하는 과정을 보여주는 도 8에 대응되는 개략적인 종방향 측면도가 도시되어 있다.
- [0038] 가이드 케이블(4)의 하단은 런칭 거더(1)의 개방구(15) 횡측까지 연장되어 있으므로, 승하강 체결부재(61)와 신규 터널모듈(200)은 가이드 케이블(4)이 연장된 방향으로 가이드 케이블(4)을 따라 하강하여 런칭 거더(1)의 개방구(15)에 이르게 된다. 신규 터널모듈(200)이 개방구(15)에 도달한 후에는 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부공간으로 반입된다. 도 10에는 도 9에 도시된 상태에 후속하여 신규 터널모듈(200)이 런칭 거더(1)의 내부공간에 반입된 상태를 보여주는 도 9에 대응되는 개략적인 종방향 측면도가 도시되어 있다.
- [0039] 신규 터널모듈(200)이 런칭 거더(1)의 내부공간에 반입된 후에는, 신규 터널모듈(200)과 승하강 체결부재(61)의 체결상태를 해제하여 서로 분리시키고, 이송장치(20)에 설치된 모터(M)를 작동시켜서 침설 와이어(7)를 감아서 위로 당김으로써 승하강 체결부재(61)만을 상승시킨다. 이 때 가이드 케이블(4)은 승하강 체결부재(61)의 케이블 관통공(610)에 관통되어 있는 상태를 유지할 수도 있다. 도 11에는 도 10에 도시된 상태에 후속하여 신규 터널모듈(200)과 승하강 체결부재(61)를 분리시키고 승하강 체결부재(61)를 수면부근까지 상승시키는 상태를 보여주는 도 10에 대응되는 개략적인 종방향 측면도가 도시되어 있다.
- [0040] 상술한 것처럼, 본 발명에서는 신규 터널모듈(200)이 침설 와이어(7)에 의해 하강하여 런칭 거더(1)의 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부공간으로 반입될 때, 가이드 케이블(4)을 따라 가면서 하강하게 된다. 즉, 개방구(15)의 위치에서 가이드 케이블(4)로 런칭 거더(1)와 이송장치(6)를 서로 연결시켜둔 상태에서, 가이드 케이블(4)을 따라서 신규 터널모듈(200)을 하강시키는 것이다.
- [0041] 침설 와이어(7)가 이완되어 늘어뜨려지면 신규 터널모듈(200)은 대체적으로 연직하게 하강하게 되지만, 런칭 거더(1)는 상당한 수심에 위치하고 수중에는 조류 등과 같이 신규 터널모듈(200)의 연직 하강을 방해하는 다양한 요소들이 존재한다. 따라서 단지 개방구(15)의 연직 위치에서 신규 터널모듈(200)을 자중에 의해 하강시키는 것만으로는 신규 터널모듈(200)의 연직하강을 보장할 수 없으며, 런칭 거더(1)의 개방구(15)로의 안전한 반입도 보장할 수 없다.
- [0042] 그러나 위에서 살펴본 것처럼 본 발명에서는 런칭 거더(1)의 개방구(15) 위치에서 가이드 케이블(4)로 런칭 거더(1)와 이송장치(6)를 서로 연결시켜두고, 신규 터널모듈(200)이 결합되어 있는 승하강 체결부재(61)가 가이드 케이블(4)과 체결된 상태로 가이드 케이블(4)에 의해 가이드 되어 하강하게 되므로, 신규 터널모듈(200)과 승하강 체결부재(61)가 개방구(15)에 이르는 동안에 조류(潮流) 등과 같은 여러 가지 다양한 방해 요소가 발생하더라도 신규 터널모듈(200)과 승하강 체결부재(61)는 안정적으로, 그리고 정확하게 개방구(15)에 도달하게 되어, 신규 터널모듈(200)이 개방구(15)를 통해서 안전하게 런칭 거더(1)의 내부공간에 반입된다. 이러한 과정에서는 잠수부의 투입을 종래에 비하여 월등히 축소시킬 수 있게 된다.
- [0043] 만일 가이드 케이블(4) 없이 단순히 신규 터널모듈만을 수중에 침설하는 경우에는 신규 터널모듈의 수중 위치 즉, 수중에서의 신규 터널모듈의 위치(주로 횡방향 위치)를 파악하여 신규 터널모듈이 정확한 방향으로 침설되도록 제어하여야 한다. 그런데 수중에서의 위치계측과 위치추정은 매우 어렵고 복잡한 과정이므로, 수중에서 신규 터널모듈의 위치를 측정하고 제어하는데에는 상당한 인력과 비용, 그리고 시간이 소요된다. 그런데 본 발명에서는 상기한 것처럼 신규 터널모듈(200)이 가이드 케이블(4)에 의해 가이드되면서 안전하고 정확하게 개방구

(15)까지 도달하게 되며, 이 과정에서 신규 터널모듈의 수중 위치에 대한 계측이나 추정, 그리고 위치 및 침설 방향에 대한 특별한 인위적인 제어가 필요하지 않게 되는 바, 그만큼 인력 투입, 비용 발생 등을 줄일 수 있게 되어 경제적인 시공이 가능하게 된다. 즉, 본 발명에 의하면, 신규 터널모듈의 수중 반입작업을 잠수부의 투입을 최소화시키고, 고가의 수중 위치 계측 장비, 수중 위치 제어 장비의 투입을 배제시킨 상태로 안전하고 정확하게, 그리고 효율적으로 수행할 수 있게 되는 것이며, 따라서 수중터널 시공비용을 최소화시킬 수 있고 안전사고 발생 위험을 줄이며 시공오차를 최소화하여 정밀한 시공이 가능하게 되는 것이다.

[0044] 신규 터널모듈(200)이 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부공간에 반입된 후에는, 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)에 결합하는 "신규 터널모듈의 결합작업" 및 그에 후속하는 "런칭 거더의 전진작업"을 순차적으로 수행하게 된다. 이 때 상기한 작업들과 병행하여 또는 상기한 작업을 수행한 후에는, 승하강 체결부재(61)가 상승되어 있는 상태의 이송장치(6)를 런칭 거더(1)가 진출하게 될 전방으로 이동시킨다. 이송장치(6)를 전방 이동시키기 위해 앞서, 상승부유체(41)를 이송장치(6)로부터 분리시키고 가이드 케이블(4)도 승하강 체결부재(61)로부터 분리시키는 것이 바람직하다. 이 경우, 런칭 거더(1)의 전진작업이 이루어지면 상승부유체(41)와 가이드 케이블(4)도 함께 전방이동하게 되고, 작업자는 상승부유체(41)를 길잡이 삼아서 새로운 신규 터널모듈이 실려 있는 이송장치(6)를 정확한 시공 위치로 오게 만들 수 있게 된다.

[0045] 런칭 거더(1)의 전진작업과 상기한 이송장치(6)의 전방이동 작업이 진행된 후에는 새로운 신규 터널모듈을 이송장치에 매달아 시공 위치로 이송하고, 이송장치와 상승부유체를 결합하는 등의 앞서 설명한 일련의 과정을 반복 수행하며, 이를 통해서 수중터널을 구축하여 완성하게 된다.

[0046] 본 발명에서 런칭 거더(1)의 내부공간에서 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)에 결합하는 신규 터널모듈의 결합작업 및 그에 후속하는 런칭 거더의 전진작업은 다음과 같은 과정에 의해 수행할 수 있다. 구체적으로 신규 터널모듈(200)을 런칭 거더(1)의 내부로 반입한 후 런칭 거더(1)를 반력지지점으로 삼아서 신규 터널모듈(200)을 후방으로 밀어서 기시공 본체부(100)의 전방단부에 결합하고, 새로 결합된 신규 터널모듈을 새로운 반력지지점으로 삼아서 런칭 거더를 전방으로 전진시키며, 전진된 런칭 거더에 또다시 프리캐스트 부재로 제작된 새로운 신규 터널모듈을 반입하여 상기한 과정을 반복 수행함으로써 수중터널을 시공할 수 있는 것이다.

[0047] 도 12에는 런칭 거더(1)가 설치된 상태에 대한 개략적인 종방향의 측면도 및 단면도가 도시되어 있는데, 도 12의 (a)에는 도 1의 화살표 R 방향 즉, 종방향 후방으로 바라본 개략적인 측면도가 도시되어 있고, 도 12의 (b)에는 도 1의 화살표 K-K에 따른 종방향의 개략적인 단면도가 도시되어 있으며, 도 12의 (c)에는 도 1의 화살표 G-G에 따른 종방향의 개략적인 단면도가 도시되어 있고, 도 12의 (d)에는 도 1의 화살표 H-H에 따른 종방향의 개략적인 단면도가 도시되어 있다.

[0048] 도 13에는 런칭 거더(1)의 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있는데, 도 13의 (a)에는 런칭 거더(1)가 기시공 본체부(100)의 전방단부에 결합되지 않은 상태에서 도 12의 (a)의 화살표 J-J에 따른 횡방향으로의 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있고, 도 13의 (b)에는 런칭 거더(1)가 기시공 본체부(100)의 전방단부에 결합된 상태에서 도 12의 (a)의 화살표 J-J에 따른 횡방향으로의 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있다. 도 14에는 프리캐스트 콘크리트 부재로 제작되어 이송되어 온 신규 터널모듈(200)이 런칭 거더(1)의 내부에 반입되는 것을 보여주는 도 13의 (b)에 대응되는 개략적인 반단면 사시도가 도시되어 있다.

[0049] 기시공 본체부(100)의 전방 단부가 런칭 거더(1)의 내부 공간으로 삽입되도록 런칭 거더(1)가 기시공 본체부(100)의 단부에 설치되며, 변환결합장치의 작동에 의해 런칭 거더(1)는 "이동불능 상태"와 "이동가능 상태"로 상호 변환되도록 기시공 본체부(100)의 단부에 결합된다. 이와 같이 런칭 거더(1)의 후방단부가 기시공 본체부(100)의 전방 단부에 강하게 결합되거나 또는 결합이 느슨해져서 이동가능한 상태로 만들기 위한 변환결합장치가 도 12에서 부재번호 210으로 표시되어 있다. 런칭 거더(1)의 이동가능 상태/ 이동불능 상태로의 변환이 이루어지게 하는 변환결합장치(210)는 공지 기술로서 제작할 수 있는 것이므로 구체적인 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0050] 런칭 거더(1)의 내부에는 압입견인장치(30)가 설치되어 있다. 필요에 따라서는 새로 반입된 신규 터널모듈(200)이 용이하게 후방으로 용이하게 움직일 수 있게 하는 이동가이드(2)가 설치될 수도 있다. 이동가이드(2)는 반입된 신규 터널모듈(200)이 후방으로 용이하게 움직이도록 가이드하는 부재로서, 도면에 예시된 실시예의 경우, 이동가이드(2)는 하부에 구름 바퀴가 구비된 거치판의 형태로 이루어져서 런칭 거더(1)의 바닥면 위에 놓이는 구성을 가지고 있다. 따라서 이 경우 신규 터널모듈(200)은 이동가이드(2)의 거치판 위에 놓이게 된다. 그러나 이동가이드(2)는 이와 같이 구름 바퀴를 가지는 거치판의 형태에 한정되지 않는다. 이동가이드(2)는 신규 터널모듈(200)이 놓여서 쉽게 미끄러질 수 있도록 런칭 거더(1)의 바닥면에 설치되는 레일 형태로 이루어질 수도

있으며, 신규 터널모듈(200)을 용이하게 후방 이동시킬 수 있는 기타 다양한 형태로 구현되어 런칭 거더(1) 내에 구비될 수 있다.

[0051] 압입견인장치(3)는, 신규 터널모듈(200)이 런칭 거더(1)의 내부 공간으로 반입되어 기시공 본체부(100)의 전방에 정렬되면 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)에 접합시키기 위하여 후방으로 밀어주는 장치이다. 압입견인장치(3)는 신규 터널모듈(200)이 기시공 본체부(100)에 일체로 결합된 후 런칭 거더(1)가 전방으로 전진하게 만드는 기능을 하는 장치이기도 하다. 압입견인장치(3)는, 런칭 거더(1)에 고정 설치되며 종방향으로 소정 길이로 연장되어 있는 래크(rack) 부재(31), 상기 래크 부재(31)와 "래크 앤드 피니언(rack and pinion)" 구조로 맞물려서 종방향으로 진퇴하는 피니언(pinion) 부재(32), 및 후방을 향하여 연장되어 있으며 새로 반입되는 신규 터널모듈(200)과 분리가능하게 체결되는 체결아암(33)을 포함한다. 압입견인장치(3)의 구성에 대해서는 후속하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0052] 도 15 및 도 16에는 각각 본 발명에서 신규 터널모듈(200)을 런칭 거더(1)의 내부로 반입한 후 신규 터널모듈(200)을 후방으로 밀어서 기시공 본체부(100)에 결합하는 과정을 순차적으로 보여주는 도 14에 대응되는 개략적인 단면 사시도가 도시되어 있다. 도 17에는 도 16에 도시된 상태에 대한 개략적인 횡방향의 측면도가 도시되어 있다. 도 17에서는 편의상 런칭 거더(1)가 설치되어 있는 부분만을 확대하여 도시하였는데, 특히 기(既)시공 본체부(100) 및 신규 터널모듈(200)은 단면이 아닌 외부 측면이 보이는 형태로 도시되어 있지만 런칭 거더(1)는 그 내부 공간이 보이도록 단면형태로 도시하였다.

[0053] 기시공 본체부(100)의 전방단부에 런칭 거더(1)가 결합 설치된 상태에서, 공장에서 사전 제작되어 현장으로 이송된 신규 터널모듈(200)을 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부로 반입하여 도 15에 도시된 것처럼 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)의 전방에 정렬하여 배치한다. 이 때, 신규 터널모듈(200)의 이동을 보조하는 이동가이드(2)가 구비되어 있는 경우에는 신규 터널모듈(200)을 이동가이드(2) 위에 거치한다.

[0054] 체결아암(33)이 신규 터널모듈(200)과 분리가능하게 체결되도록 하기 위하여, 신규 터널모듈(200)의 전방단부에는 아암체결지그(34)가 구비될 수 있는데, 이 경우 아암체결지그(34)는 신규 터널모듈(200)을 수중으로 반입하기 전에 미리 설치한다. 신규 터널모듈(200)을 런칭 거더(1)의 내부로 반입할 때에는, 도면에 예시되지 않았지만 인양와이어를 신규 터널모듈(200)에 연결하고 런칭 거더(1)의 내부에서 인양와이어를 감아서 당기는 방식을 이용할 수 있다. 물론 본 발명이 이러한 방법에 한정되는 것은 아니다.

[0055] 후속하여 도 16에 도시된 것처럼 래크 부재(31)와 결합되어 있던 피니언 부재(32)를 후방으로 움직여서 신규 터널모듈(200)의 전방단부에 접근시키고 체결아암(33)을 아암체결지그(34)와 체결시킨다. 체결아암(33)은 피니언 부재(32)와 일체를 이루어서 종방향으로 함께 움직이는데, 도면에 도시된 실시예의 경우, 피니언 부재(32)는 대차의 바퀴형태로 구비되고, 체결아암(33)은 회전하게 되는 회전아암의 형태로 구성되어 대차에 결합되어 있다. 아암체결지그(34)를 고리 형태의 부재로 제작하여 신규 터널모듈(200)의 전방단부에 고정설치하고, 체결아암(33)의 단부를 아암체결지그(34)의 고리 형태와 맞물리는 형태로 제작하여 체결아암(33)과 아암체결지그(34)를 결합 및 분리가 용이하도록 체결할 수 있다.

[0056] 도 18 내지 도 20에는 도 17에 도시된 상태에 후속하여 진행되는 일련의 과정을 순차적으로 보여주는 도 17에 대응되는 개략적인 횡방향 측면면도가 도시되어 있다. 체결아암(33)과 아암체결지그(34)가 체결된 후에는, 기시공 본체부(100)의 단부를 향하여 신규 터널모듈(200)을 밀어서 움직이는 신규 터널모듈의 접합작업을 수행하게 된다. 도 18에 도시된 것처럼 체결아암(33)이 아암체결지그(34)와 체결된 상태에서 피니언 부재(32)를 화살표 B로 표시된 제1방향으로 회전구동시키면 피니언 부재(32)는 래크 부재(31) 위에서 후방으로 움직이게 된다. 도 18에서 점선은 피니언 부재(32)가 이동하기 전의 상태를 도시한 것이다. 이와 같이 피니언 부재(32)가 후방으로 이동할 때, 런칭 거더(1)는 이미 이동이 불가능하도록 기시공 본체부(100)의 전방단부에 견고하게 결합되어 있고 래크 부재(31)는 런칭 거더(1)에 일체로 고정되어 있는 상태이다. 따라서 체결아암(33)이 아암체결지그(34)와 체결된 상태에서 피니언 부재(32)를 제1방향으로 회전구동시키면 런칭 거더(1) 자체가 반력지지점으로 작용하게 되어 피니언 부재(32)는 래크 부재(31)를 따라 후방으로 움직이면서 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)의 전방단부 쪽으로 밀어주게 된다. 신규 터널모듈(200)이 이동가이드(2) 위에 놓여 있는 경우에는 신규 터널모듈(200)을 매우 용이하게 후방으로 밀어줄 수 있다.

[0057] 피니언 부재(32)의 후방 이동에 의해 신규 터널모듈(200)을 후방으로 밀어주면 정확한 위치에서 신규 터널모듈(200)의 후방단부가 기시공 본체부(100)의 전방단부에 서로 접하게 된다. 후속하여 신규 터널모듈(200)을 기시공 본체부(100)와 수밀하게 연결 접합하는 작업을 수행함으로써 기시공 본체부(100)와 신규 터널모듈(200)을 일체화시키게 된다.

- [0058] 기시공 본체부(100)와 신규 터널모듈(200)이 일체화된 후에는, 런칭 거더(1)와 기시공 본체부(100) 간의 체결상태를 해제하여 런칭 거더(1)를 이동가능 상태로 만들고 런칭 거더(1)를 전방으로 움직이는 런칭 거더(1)의 전방 전진작업을 진행한다. 구체적으로 런칭 거더(1)를 이동가능 상태로 만든 후 체결아암(33)이 신규 터널모듈(200)의 아암체결지그(34)와 여전히 체결되어 있는 상태에서 피니언 부재(32)를 제1방향으로 다시 회전구동시킨다. 즉, 신규 터널모듈(200)을 후방으로 밀어줄 때와 마찬가지로 피니언 부재(32)를 화살표 B로 표시된 제1방향으로 계속 회전시키는 것이다.
- [0059] 기시공 본체부(100)와 신규 터널모듈(200)이 일체화되어 있고 체결아암(33)이 신규 터널모듈(200)의 아암체결지그(34)와 여전히 체결되어 있으므로, 피니언 부재(32)가 제1방향으로 회전하더라도 피니언 부재(32)는 더 이상 후방이동하지 못한다. 반면에 피니언 부재(32)가 제1방향으로 회전함으로써 발생하는 반력은 체결아암(33)을 통해서 신규 터널모듈(200) 및 기시공 본체부(100)로 전달된다. 즉, 일체화되어 있는 기시공 본체부(100)와 신규 터널모듈(200)가, 런칭 거더(1)의 전방 전진시 발생하는 반력에 대한 새로운 반력지지점이 되는 것이다. 따라서 후방으로 움직일 수 없는 상태의 피니언 부재(32)가 계속하여 제1방향으로 회전구동하게 되면, 그로 인하여 반력이 발생하게 되어 피니언 부재(32)와 결합된 래크 부재(31)가 전방으로 전진하게 되고 그에 따라 래크 부재(31)가 고정되어 있는 런칭 거더(1) 역시 도 19에 도시된 것처럼 전방으로 이동하게 된다. 도 19에서 점선은 런칭 거더(1)가 이동하기 전의 상태를 도시한 것이다.
- [0060] 이와 같이 피니언 부재(32)의 계속적인 제1방향 회전구동에 의해 런칭 거더(1)가 전방으로 필요한 거리만큼 전진한 후에는, 체결아암(33)과 아암체결지그(34)의 체결을 해제하여 체결아암(33)을 아암체결지그(34)와 분리시키고, 피니언 부재(32)를 앞서 설명한 제1방향과는 반대되는 제2방향(도면에서 화살표 D로 표시된 방향)으로 회전구동시켜서 도 10에 도시된 것처럼 피니언 부재(32)와 체결아암(33)을 전방으로 이동시킨다. 즉, 피니언 부재(32)와 체결아암(33)을 프리캐스트 부재로 제작된 새로운 신규 터널모듈을 수용할 수 있는 위치로 이동시키는 것이다.
- [0061] 이러한 작업이 완료되면 다시 위에서 설명한 작업들을 반복함으로써 수중터널을 시공한다. 즉, 아암체결지그가 구비되어 있도록 제작된 새로운 신규 터널모듈을 이송장치를 이용하여 현장으로 이송하고, 가이드 케이블을 이용하여 신규 터널모듈을 안전하게 그리고 정확한 위치로 하강시켜서 런칭 거더의 개방구를 통해서 반입하고, 체결아암을 아암체결지그와 체결하고, 피니언 부재의 제1방향 회전구동에 의해 새로운 신규 터널모듈을 후방으로 밀어서 수밀하게 일체 결합하며, 다시 런칭 거더를 이동가능 상태로 만들고 피니언 부재의 회전구동에 의해 런칭 거더를 전진시키고, 체결아암과 피니언 부재를 다시 원래 위치(또다른 신규 터널모듈을 수용할 수 있는 위치)로 복원시키는 과정을 반복하게 되는 것이다.
- [0062] 도 21 및 도 21에는 각각 본 발명의 일 실시예에 따라 압입견인장치(30)가 신규 터널모듈(200)에 결합되는 것을 순차적으로 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있고, 도 23에는 압입견인장치(30)만을 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있다. 앞서 설명한 것처럼 본 발명에서 압입견인장치(30)는, 래크(rack) 부재(31)와 피니언 부재(32), 그리고 체결아암(33)을 포함한다. 도면에 도시된 실시예의 경우, 상면에 톱니 기어가 형성되어 있는 래크 부재(31)는 종방향으로 연장된 2개가 나란하게 구비되어 있고, 각각의 래크 부재(31)에는 톱니 기어가 형성된 휠(wheel) 형태의 피니언 부재(32)가 "래크 앤드 피니언(rack and pinion)" 구조로 맞물려서 설치되어 있다. 특히, 도면에 도시된 실시예에서는 피니언 부재(32)가 대차(차량)에 바퀴 형태로 탑재되어 있다. 도면에 도시된 실시예의 경우, 체결아암(33)은 회전에 의해 아암체결지그(34)와 분리가능하게 체결되는 "회전아암"의 형태로 이루어져 있다. 도면에서 부재번호 320은 체결아암(33)의 회전을 위하여 대차에 구비되는 압회전축(320)이고, 부재번호 340은 체결아암(33)을 회전시키기 위한 회전구동장치(340)이다. 이러한 구성에서는 도 15 및 도 16을 참조하여 설명한 것처럼 새로운 신규 터널모듈(100)이 런칭 거더(1)의 개방구(15)를 통해서 런칭 거더(1)의 내부로 반입되면 피니언 부재(32)를 신규 터널모듈(200)의 전방단부에 접근시키고 체결아암(33)을 회전시켜서 아암체결지그(34)와 체결시키게 된다. 위에서 설명한 내용은 본 발명의 압입견인장치(30)를 구체적으로 구현하는 방안의 일예이며 본 발명이 상기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 위에서 설명한 본 발명의 실시예에서는, 기시공 본체부(100)의 단부에 런칭 거더(1)를 설치하여 프리캐스트 부재로 제작된 새로운 신규 터널모듈을 기시공 본체부(100)에 결합하고, 런칭 거더(1)를 전방으로 순차적으로 이동해가면서 이러한 신규 터널모듈의 연결 구축을 반복 수행하여 수중터널을 시공하게 되는 바, 이러한 본 발명은 수중터널이 진행해가는 노선이 곡선형태인 경우에도 매우 효과적으로 적용하여 사용할 수 있게 된다. 특히, 본 발명에서는 수중터널이 진행해가는 노선의 방향 및 위치에 맞추어서 런칭 거더(1)를 정확히 설치하게 되므로 시공오차를 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 공장에서 제작된 신규 터널모듈을 런칭 거더(1)의 내부에서 신속하게 연결 결합하게 되므로 시공효율성도 크게 향상되며, 그에 따라 전체적인 수중터널의 시공기간 단축 및 시

공비 절감의 효과를 발휘하게 된다.

[0064]

또한 신규 터널모듈을 순차적으로 압출시키는 종래 기술의 경우, 신규 터널모듈의 압출을 위하여 가력장치, 반력벽 등을 설치하여야 하며, 압출이 진행됨에 따라 가력용량이 커져야 하지만, 위와 같은 본 발명의 실시예에서는 공장 제작된 신규 터널모듈을 런칭 거더(1) 내에서 연결하면 충분하므로, 가력장치, 반력벽 등의 설치를 생략하거나 또는 적어도 그 규모를 축소시킬 수 있게 되며, 그에 따라 그만큼 장비의 운용비용 등을 절감할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.

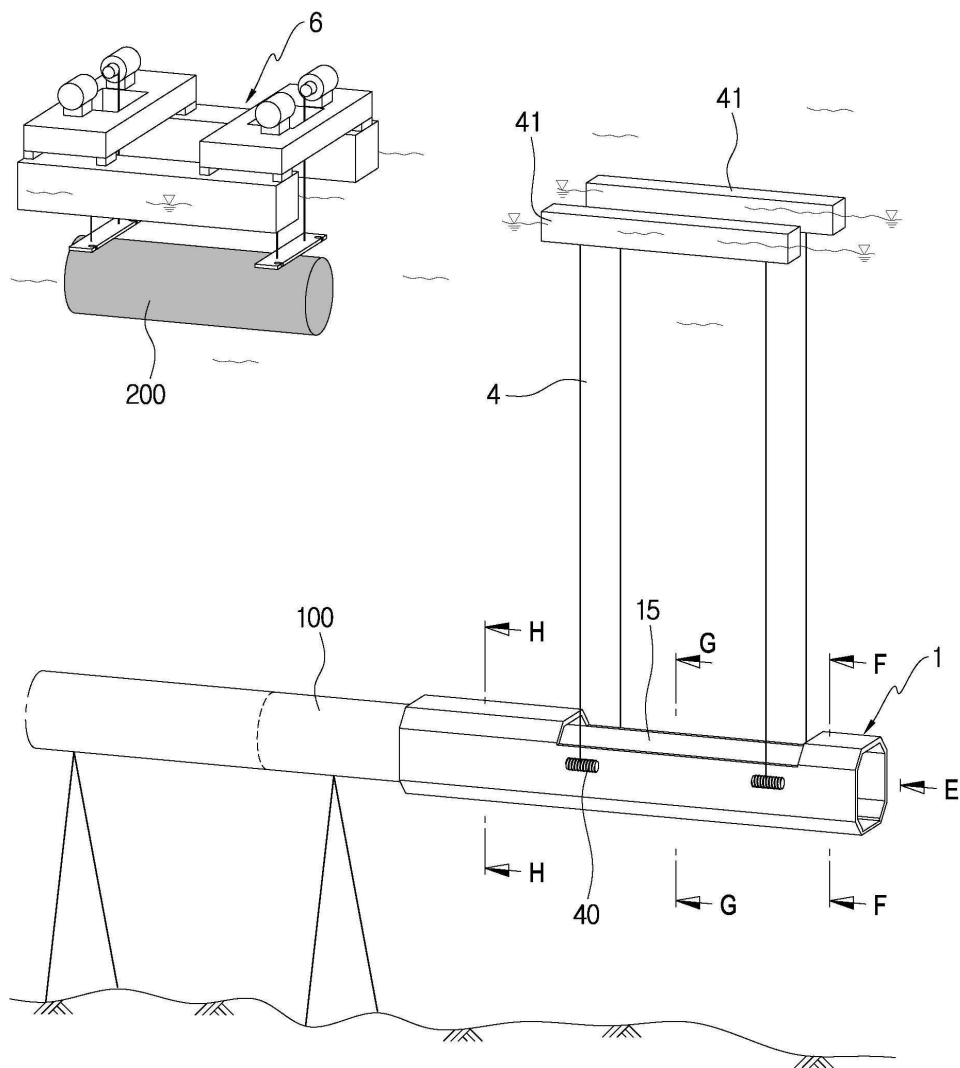
부호의 설명

[0065]

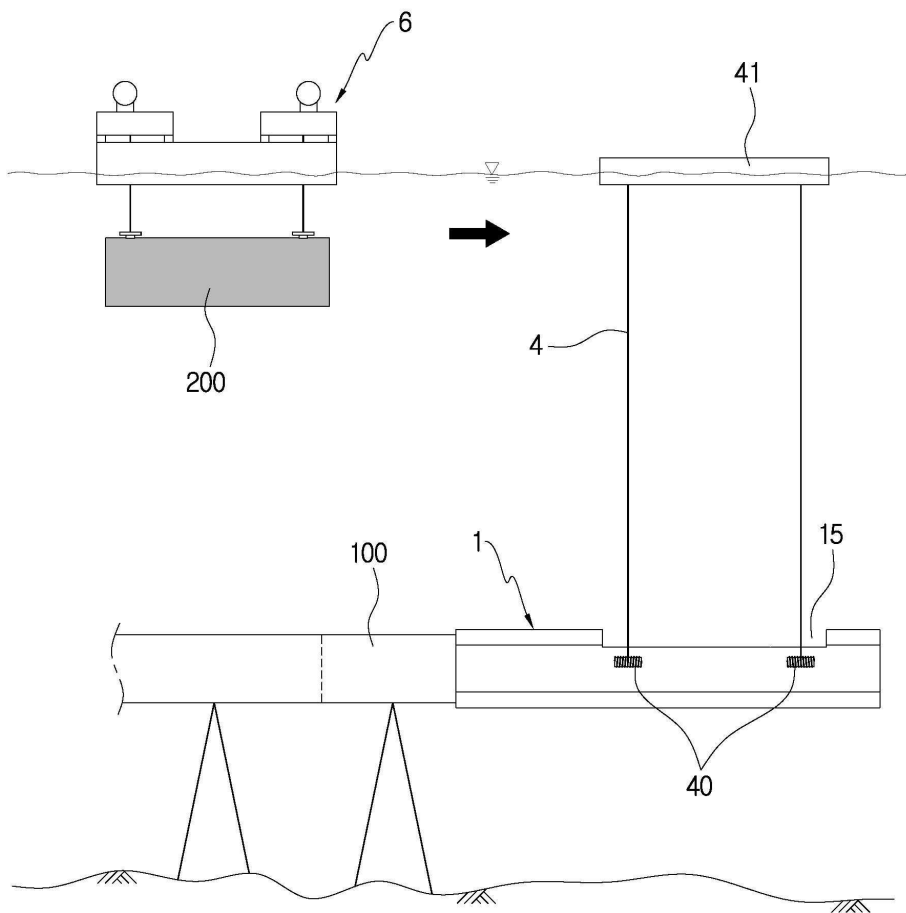
- 1: 런칭 거더
- 2: 이동가이드
- 3: 압입견인장치
- 4: 가이드 케이블
- 6: 이송장치
- 7: 침설 와이어
- 15: 개방구
- 31: 래크 부재
- 32: 피니언 부재
- 33: 체결아암
- 34: 아암체결지그
- 40: 케이블 보빈
- 41: 상승부유체
- 60: 폰툰
- 61: 승하강 체결부재
- 62: 작업데크
- 100: 기시공 본체부
- 200: 신규 터널모듈

도면

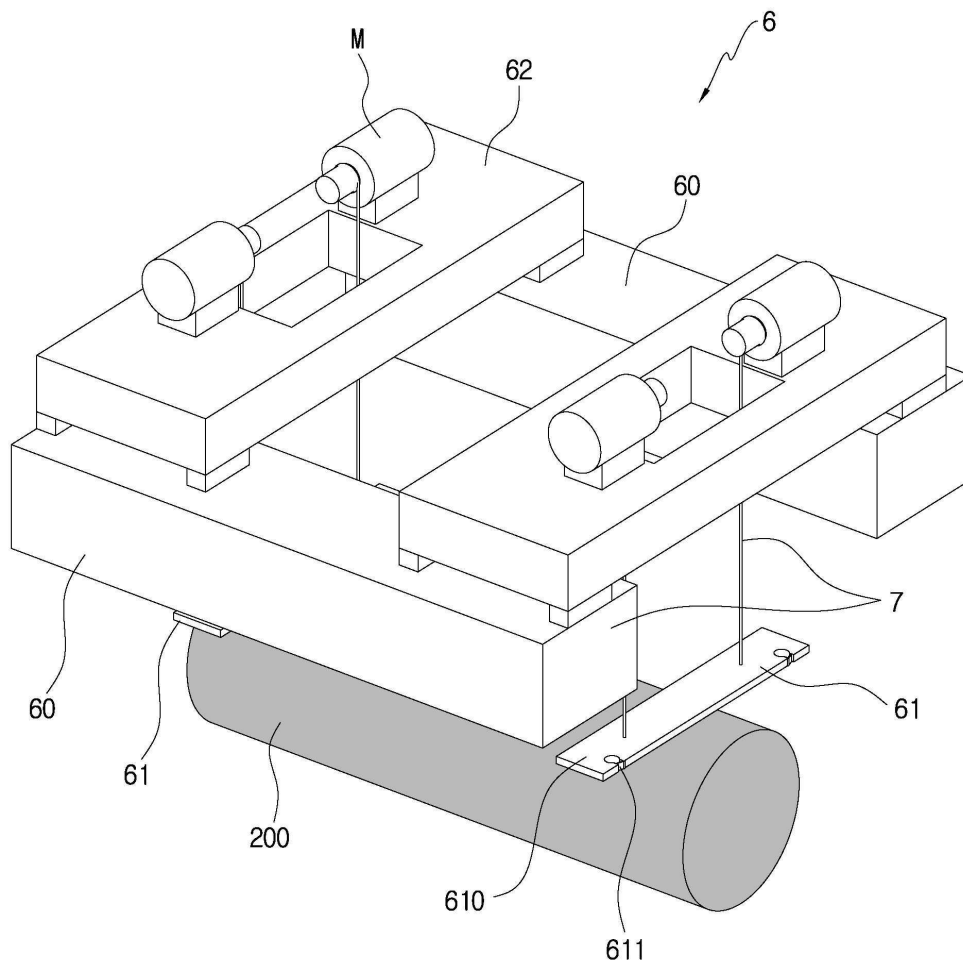
도면1



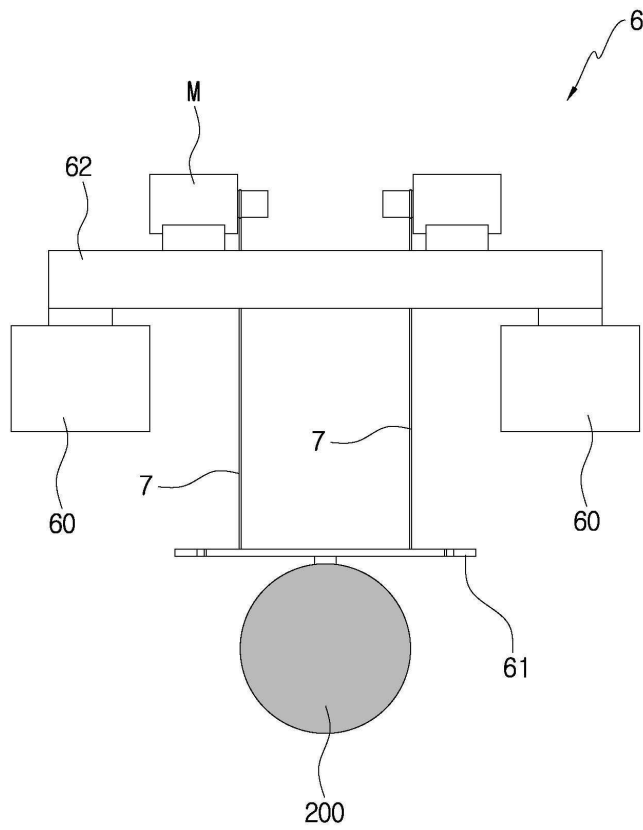
도면2



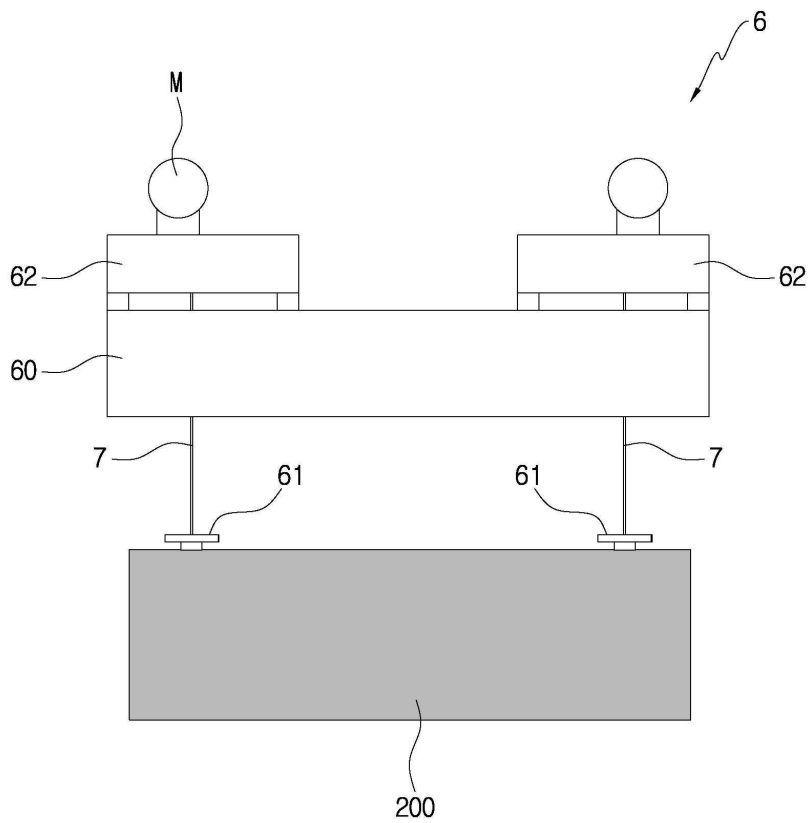
도면3



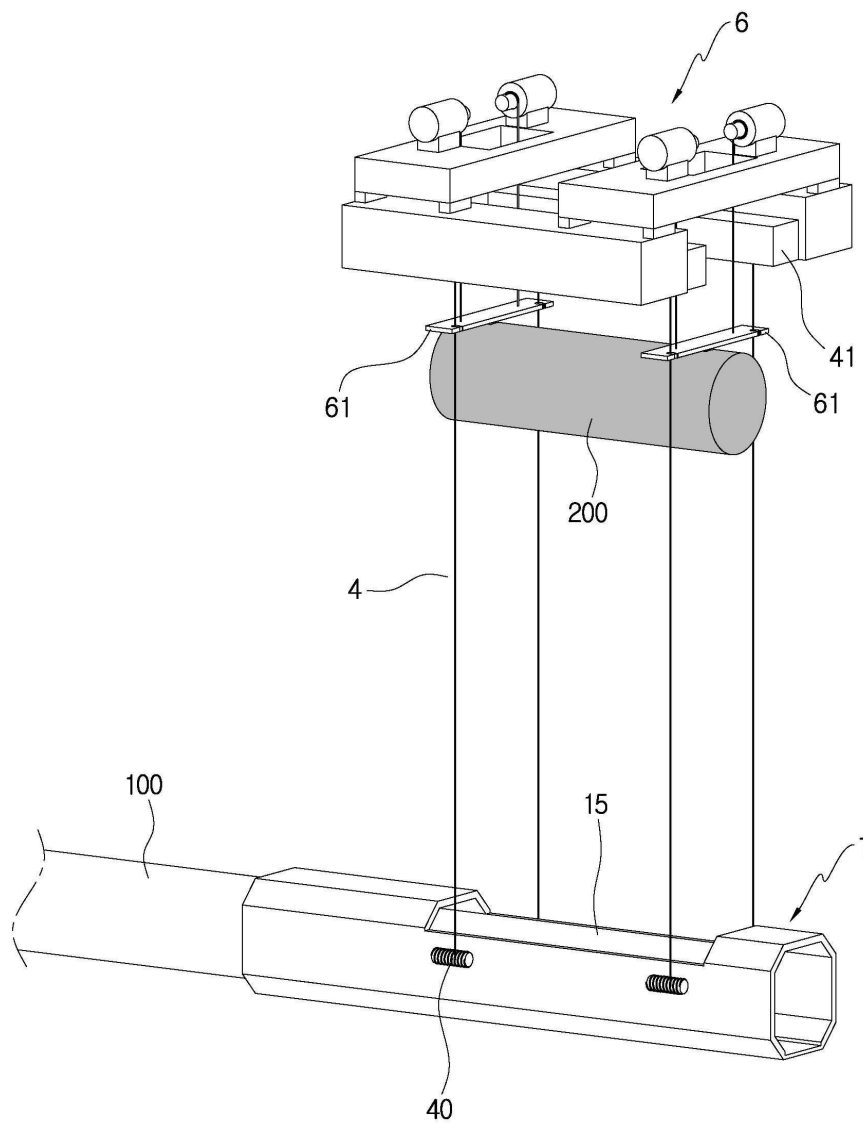
도면4



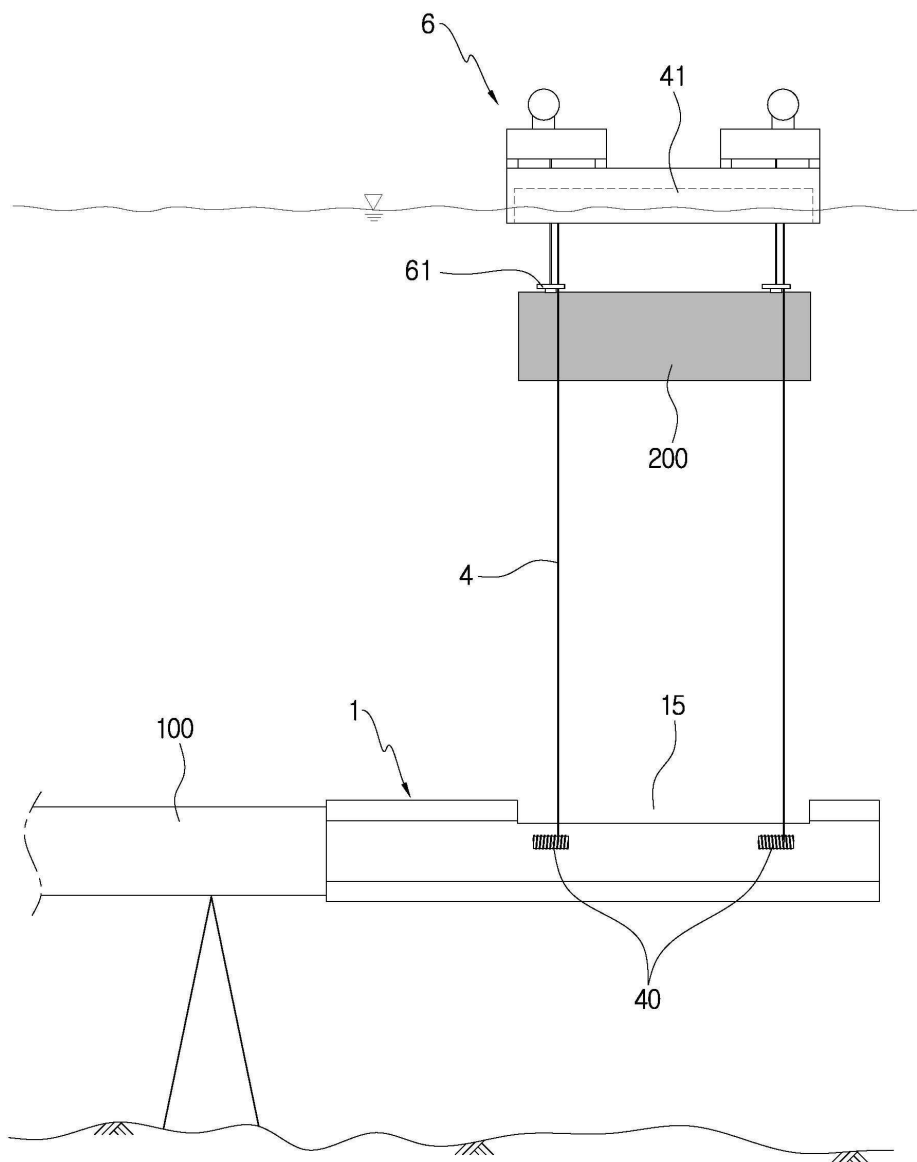
도면5



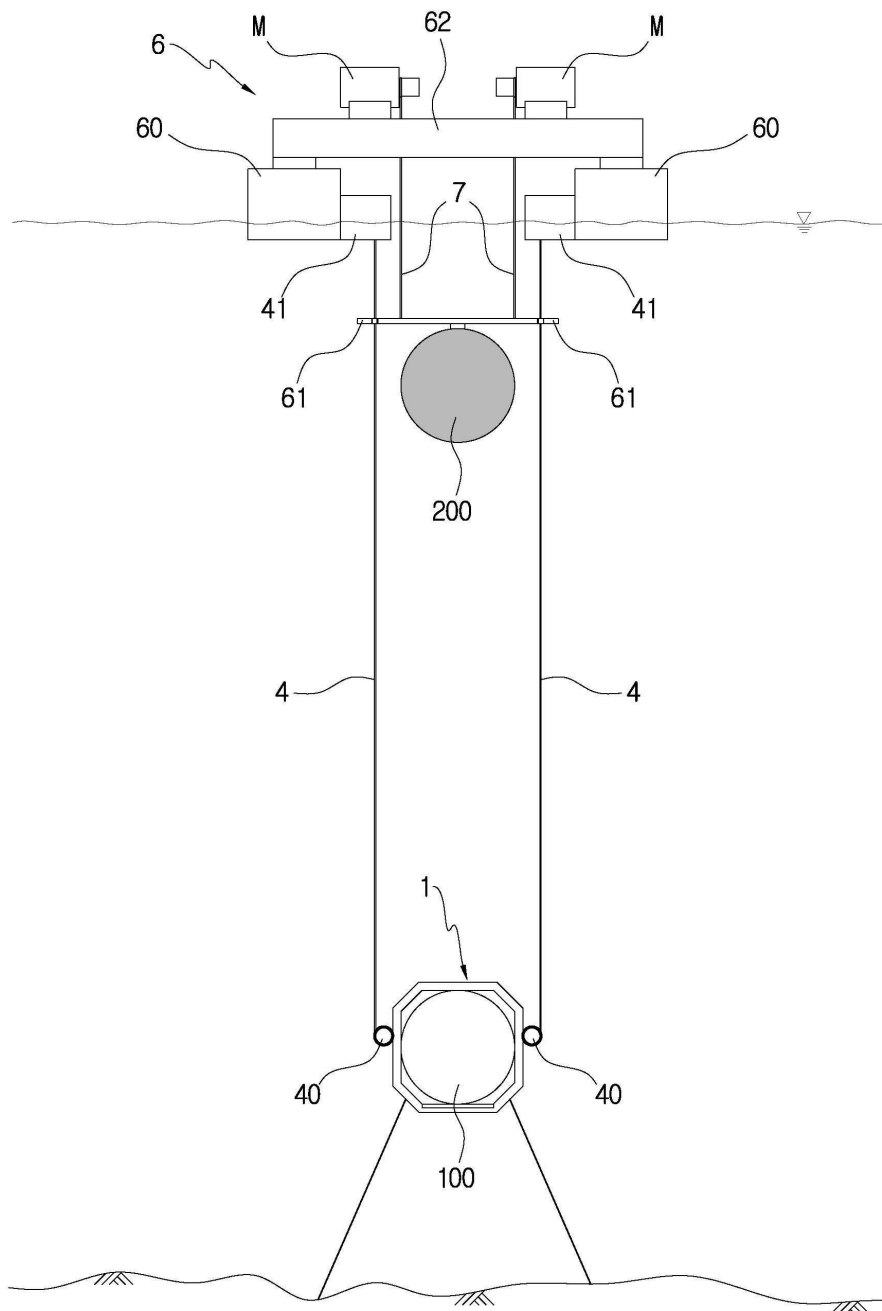
도면6



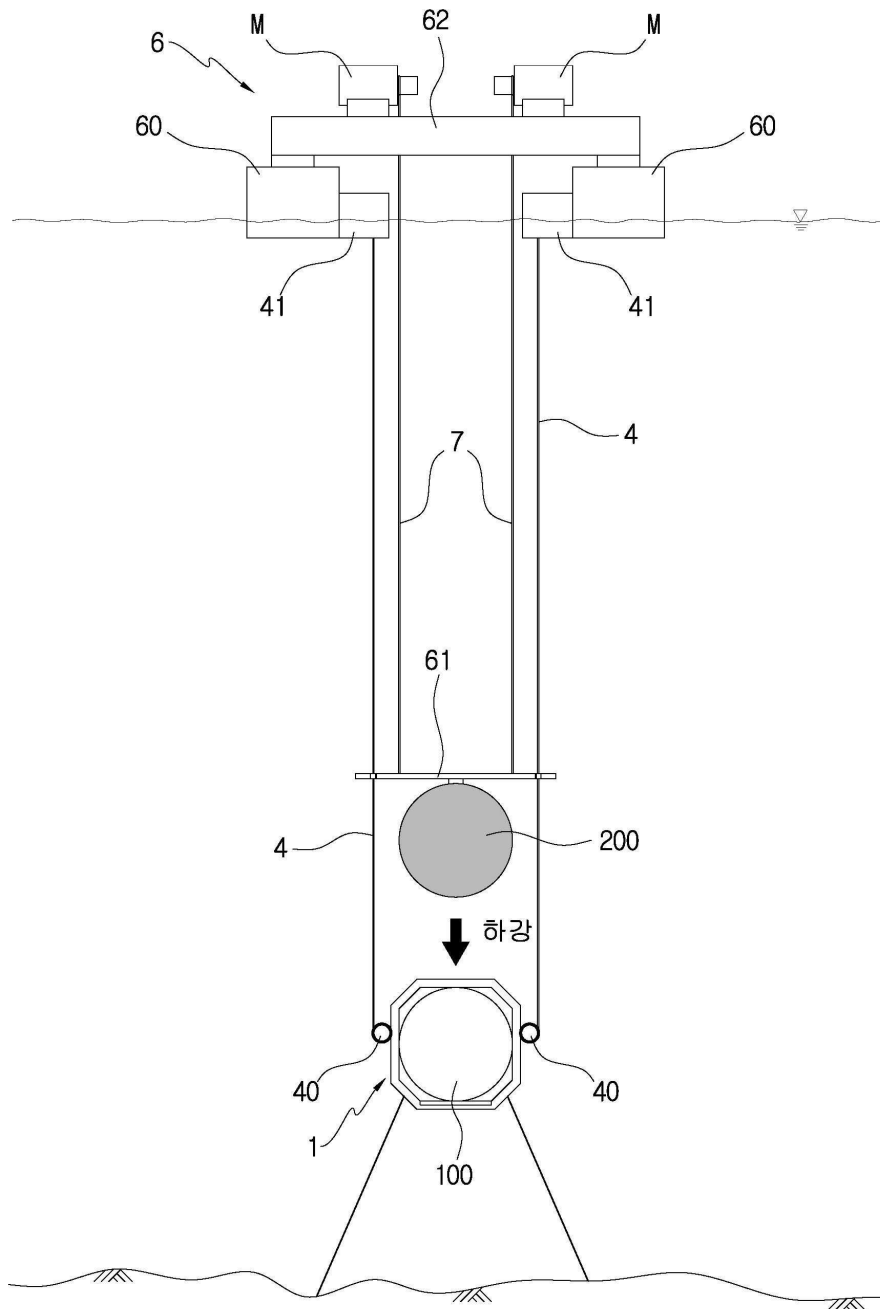
도면7



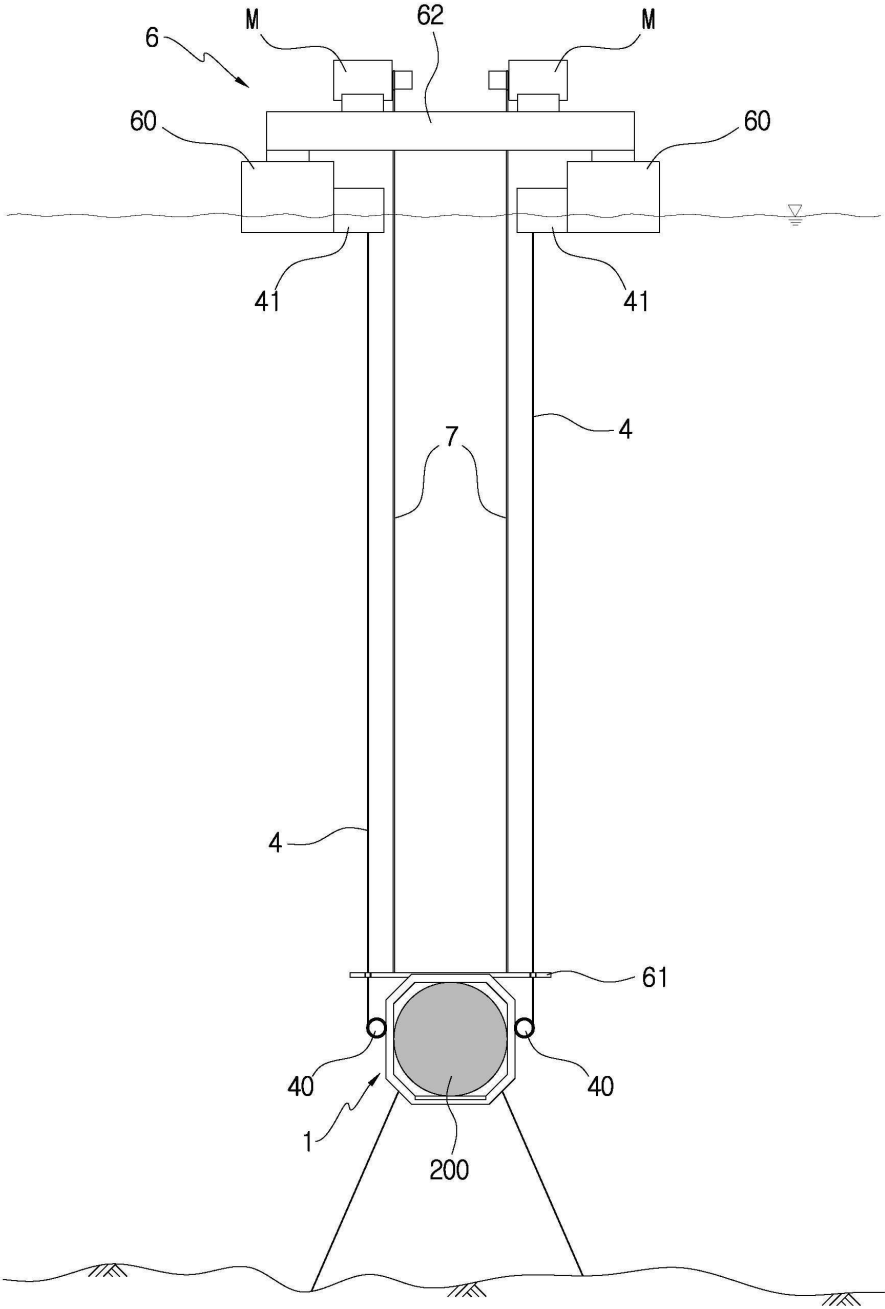
도면8



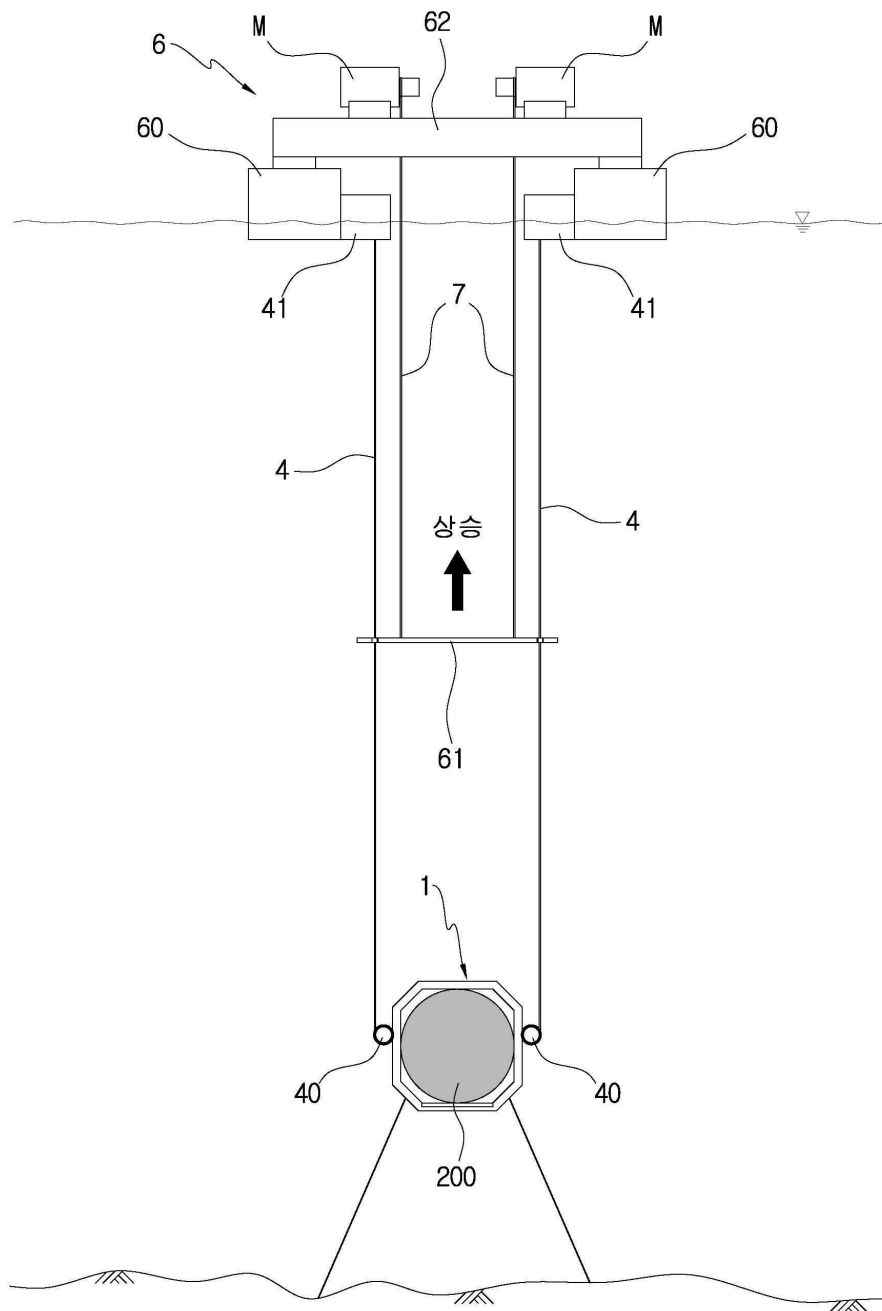
도면9



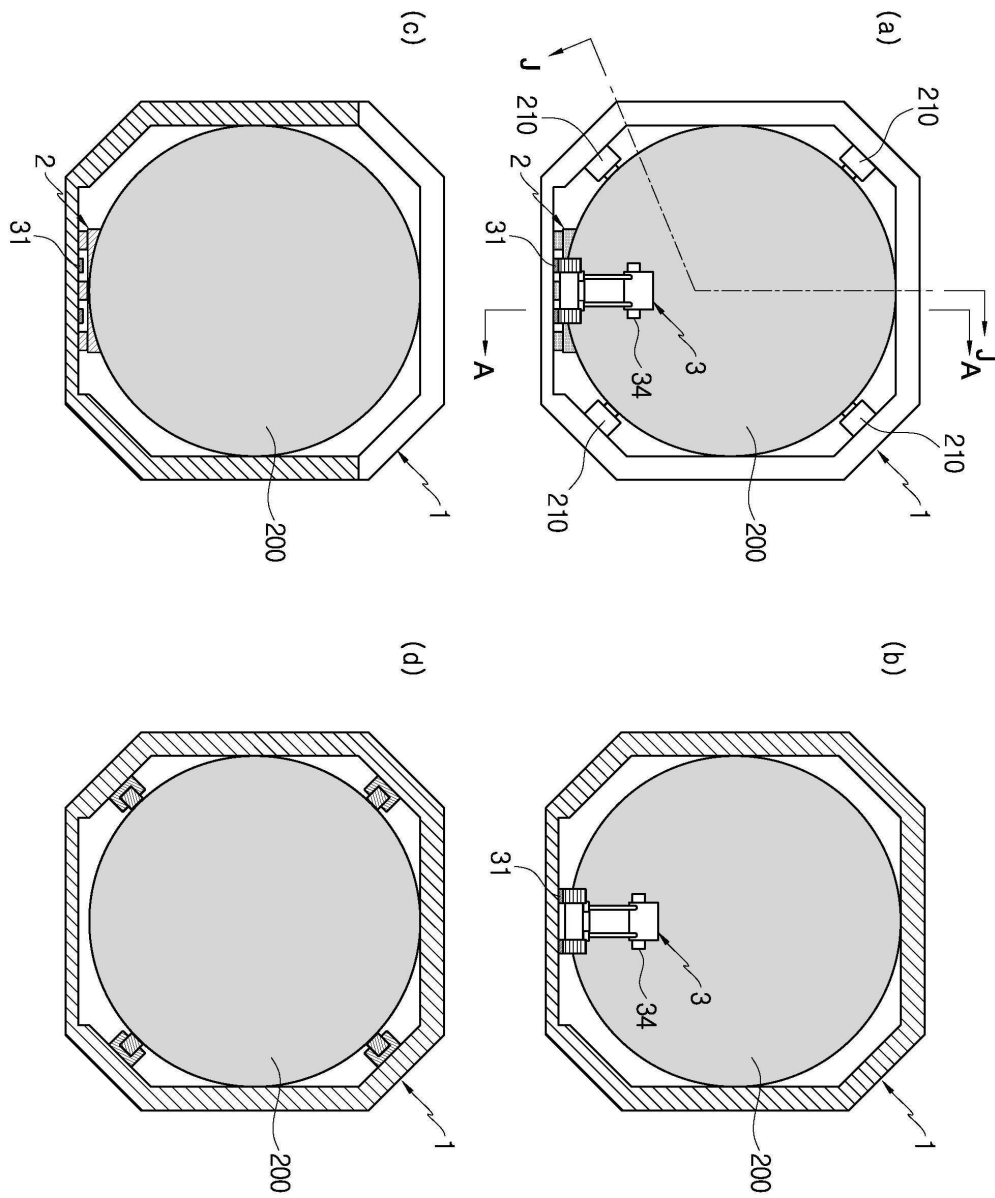
도면10



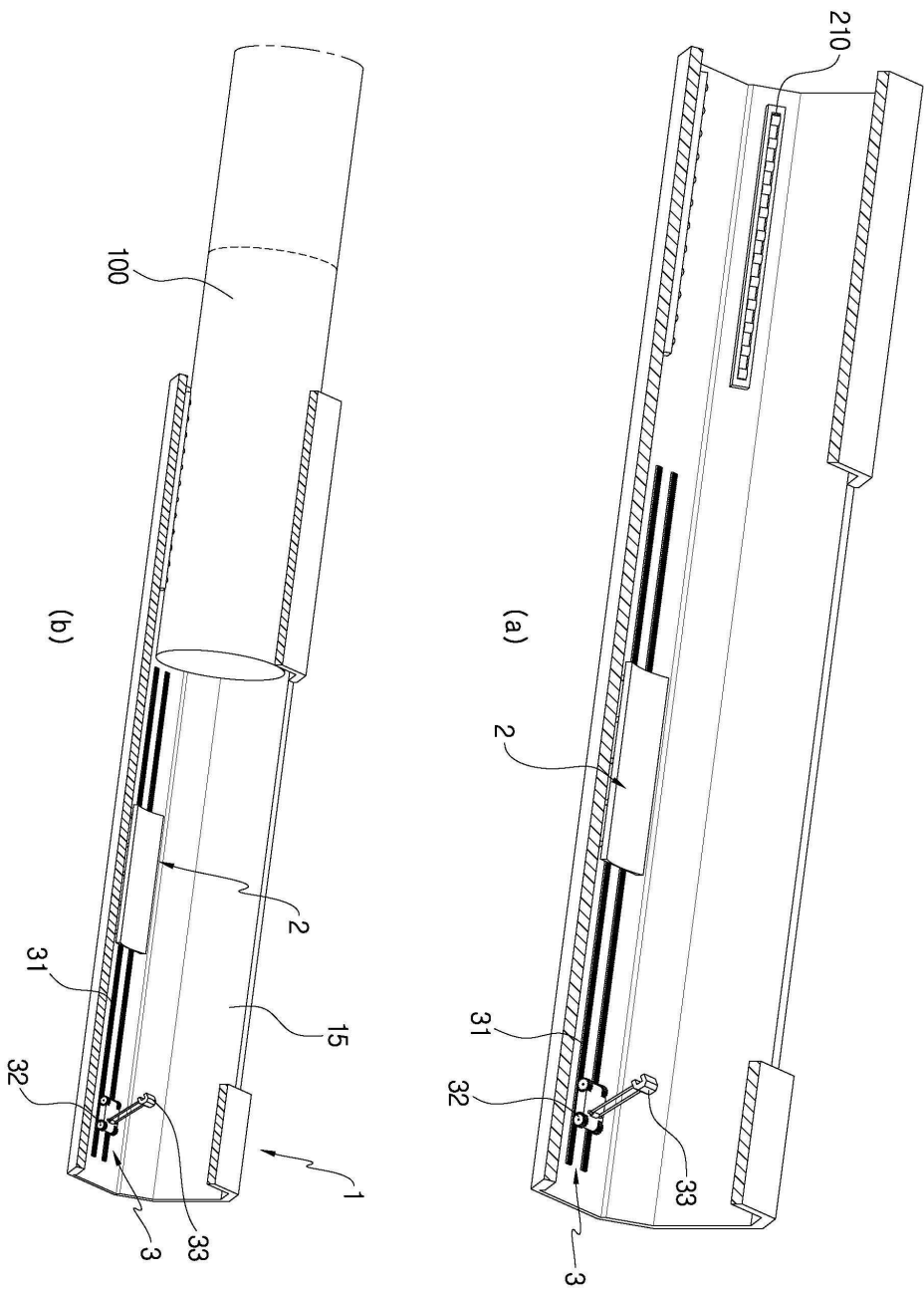
도면11



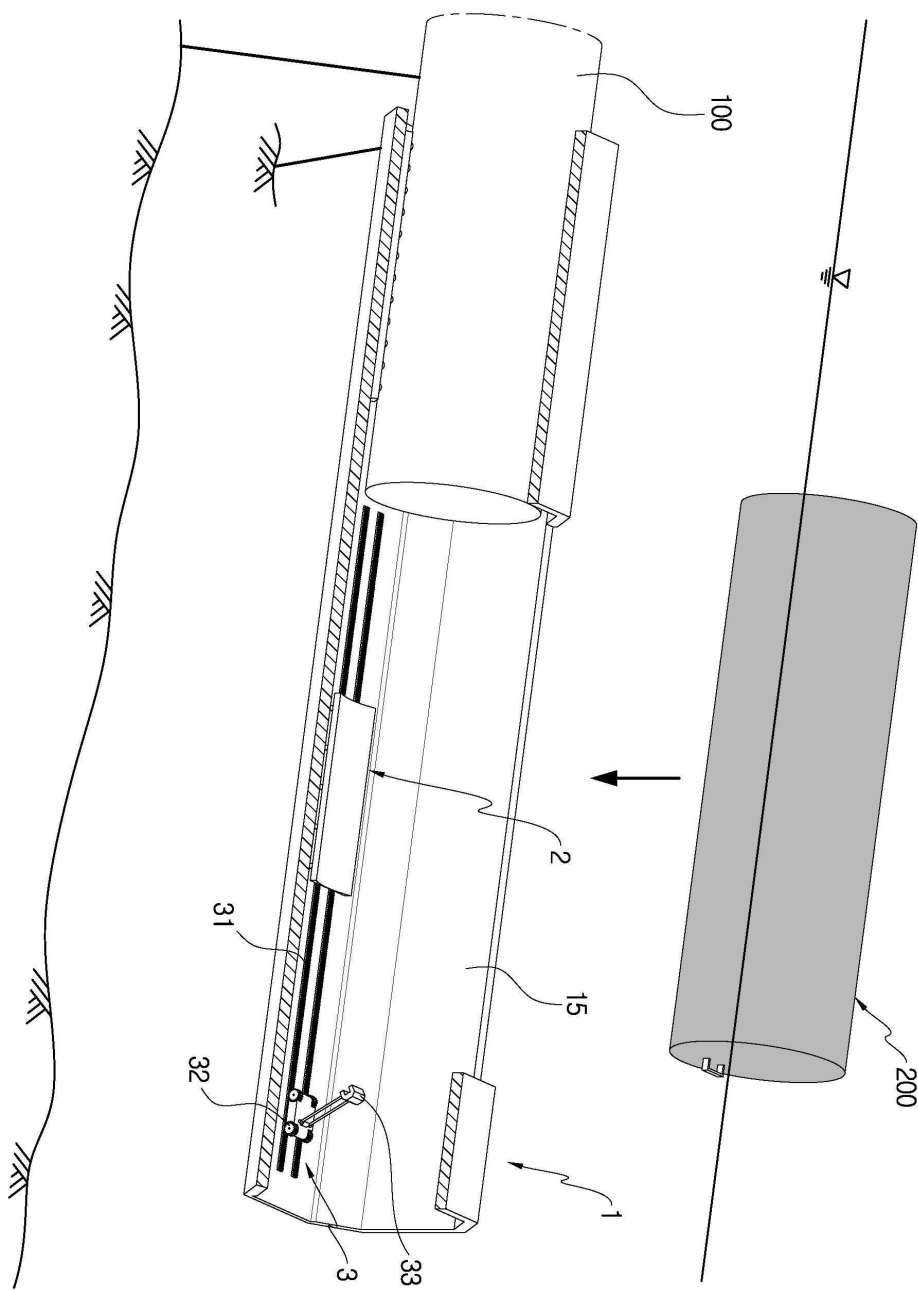
도면12



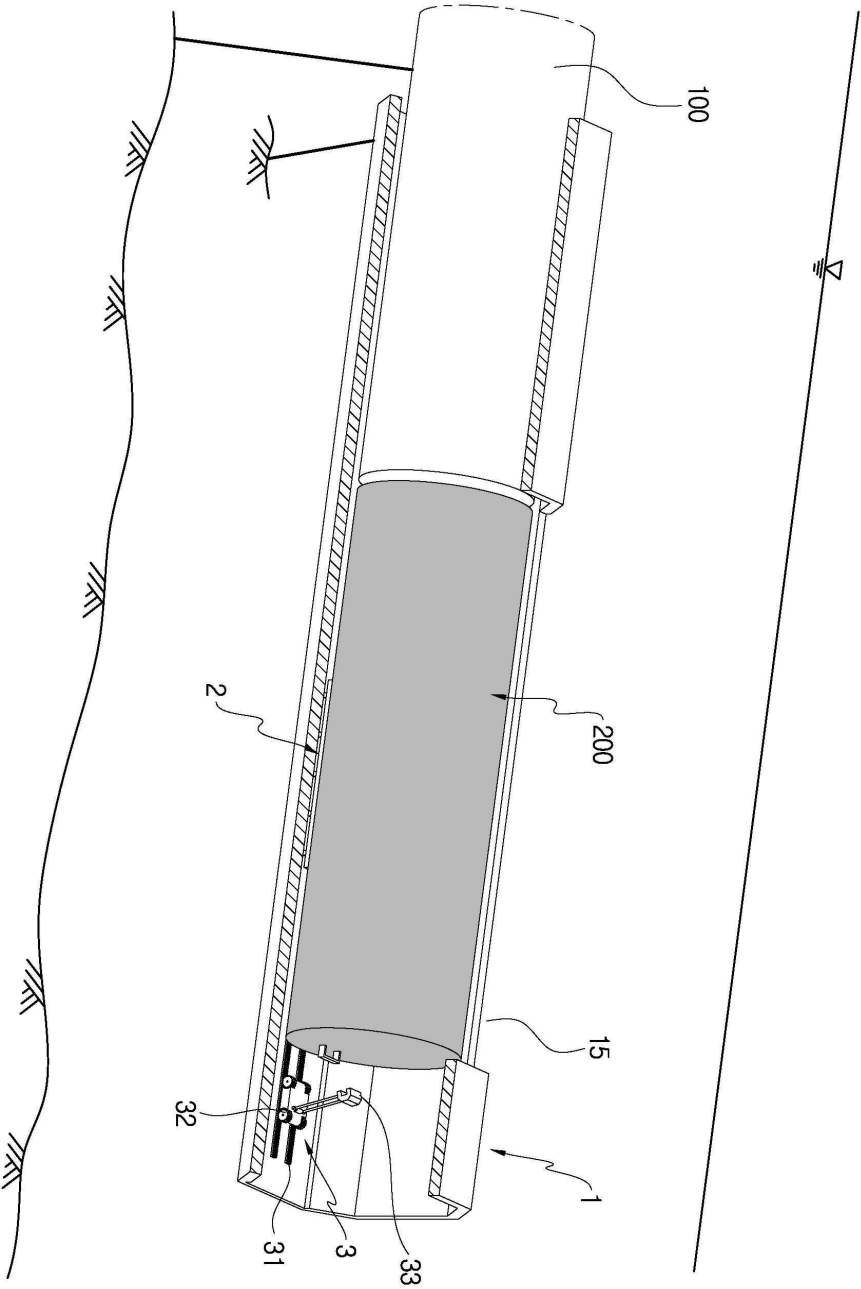
도면13



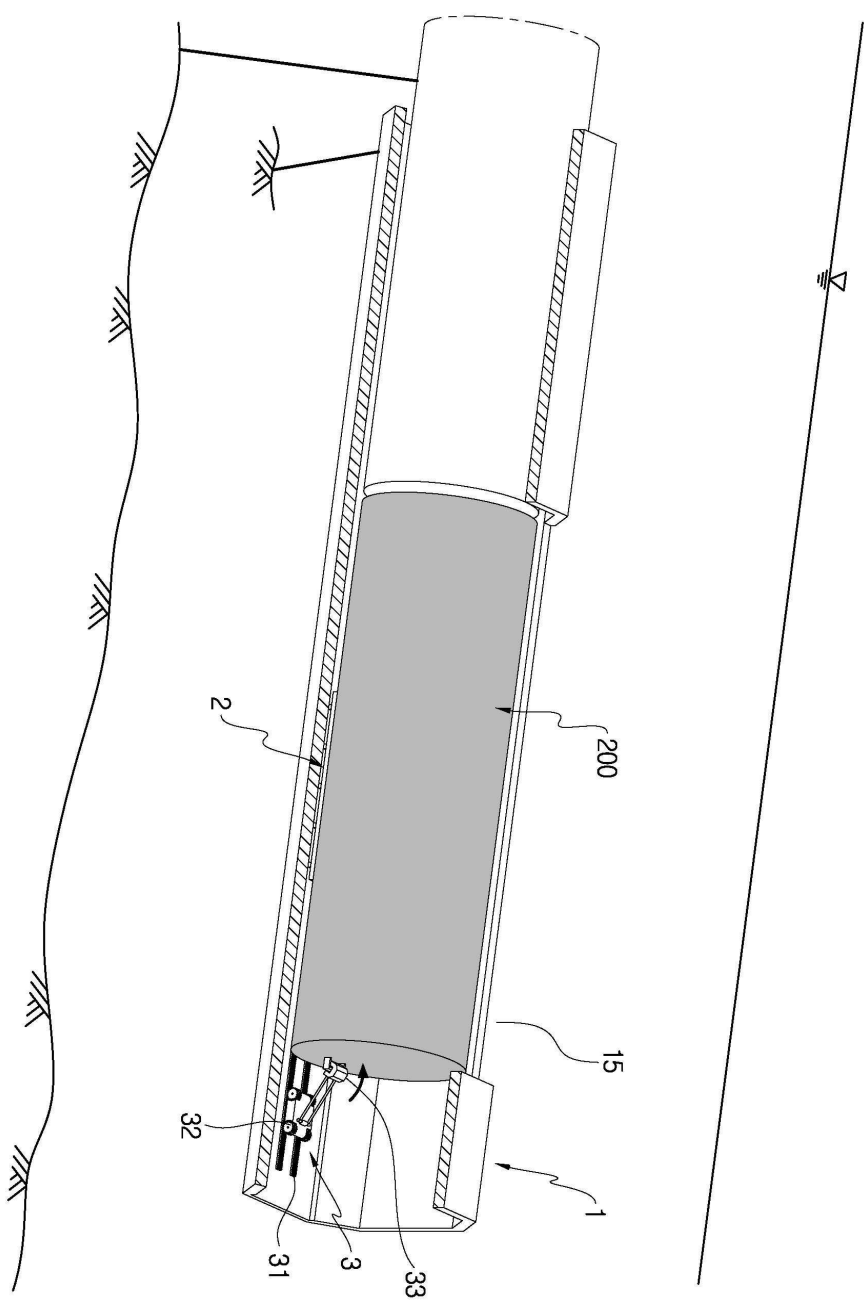
도면14



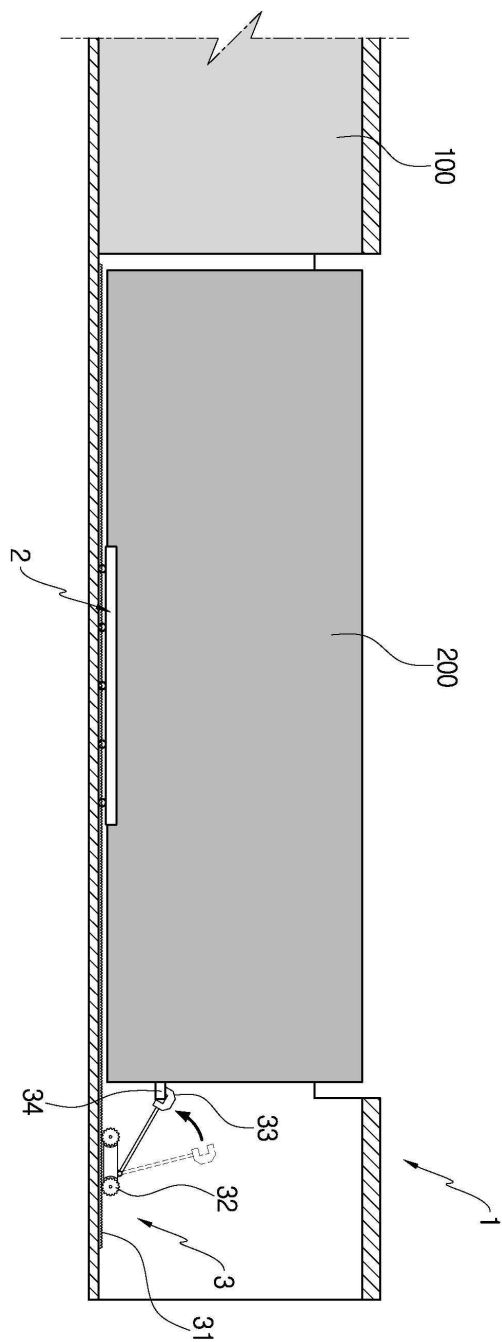
도면15



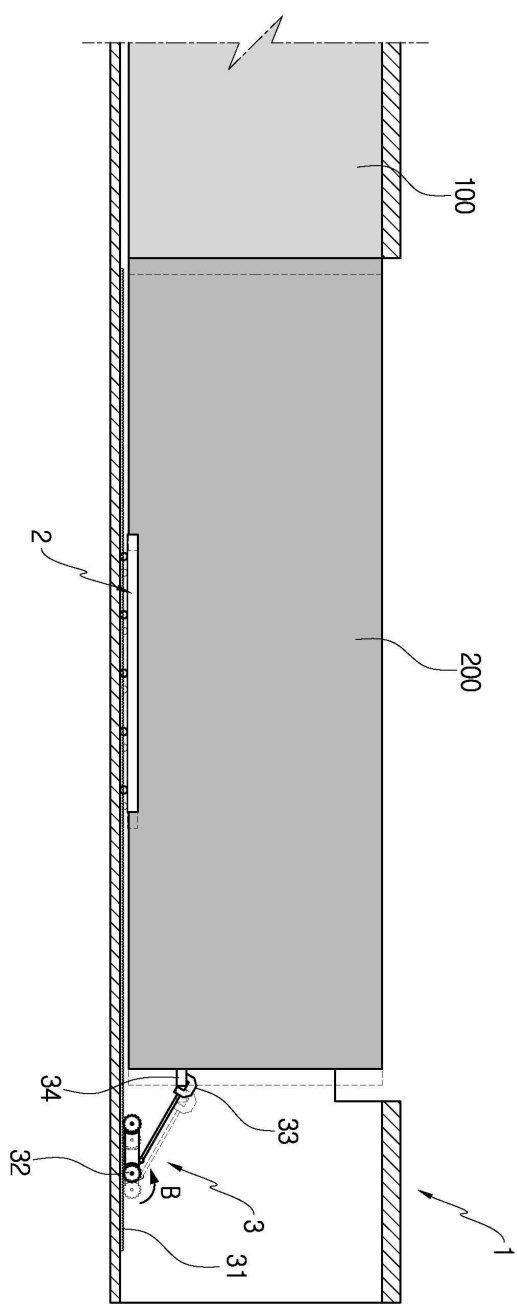
도면16



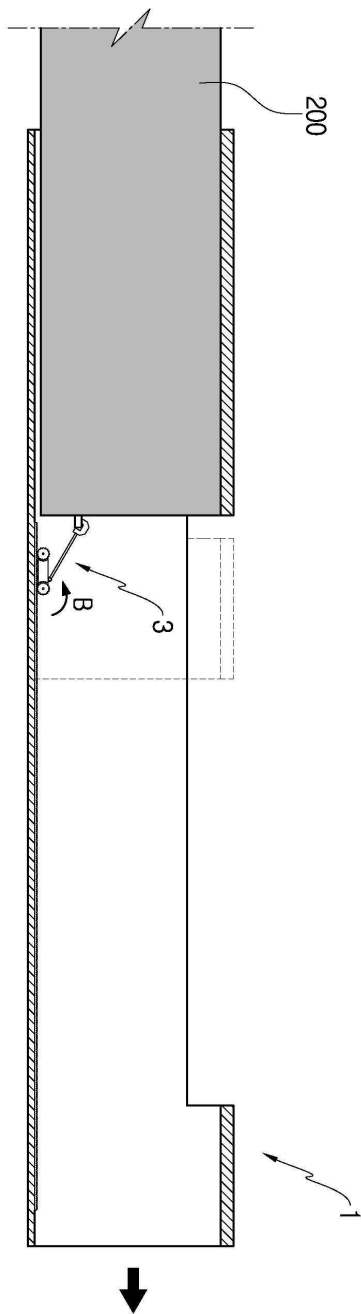
도면17



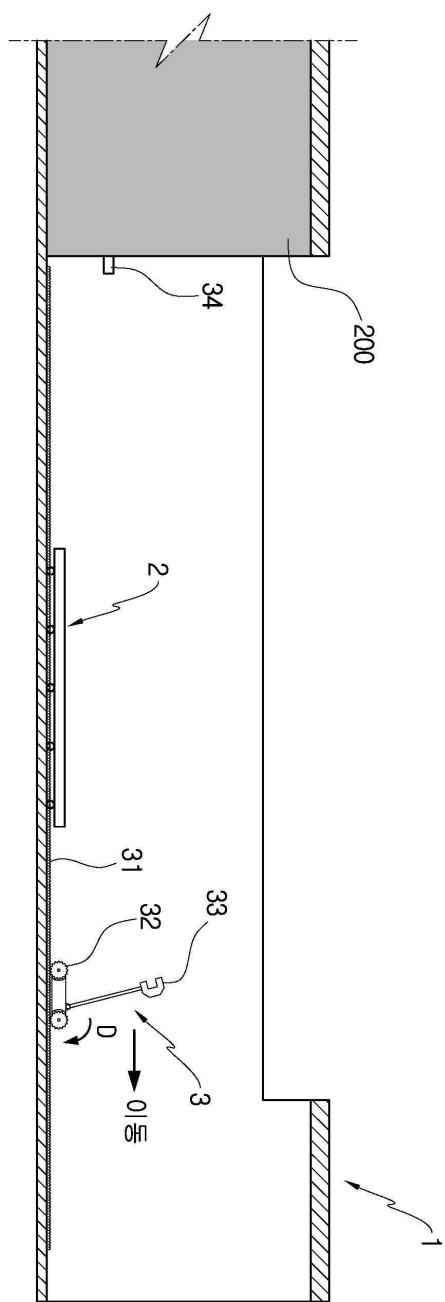
도면18



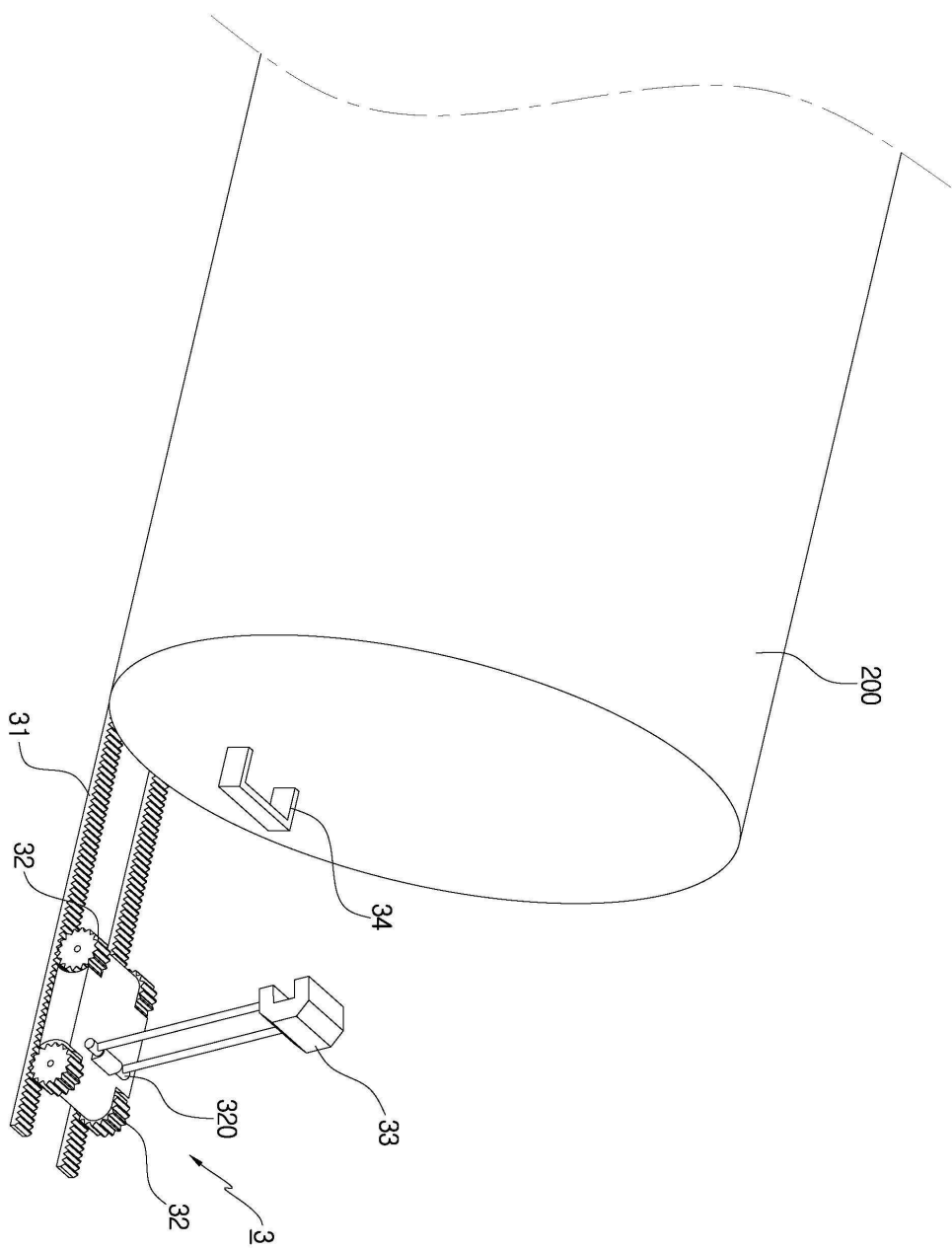
도면19



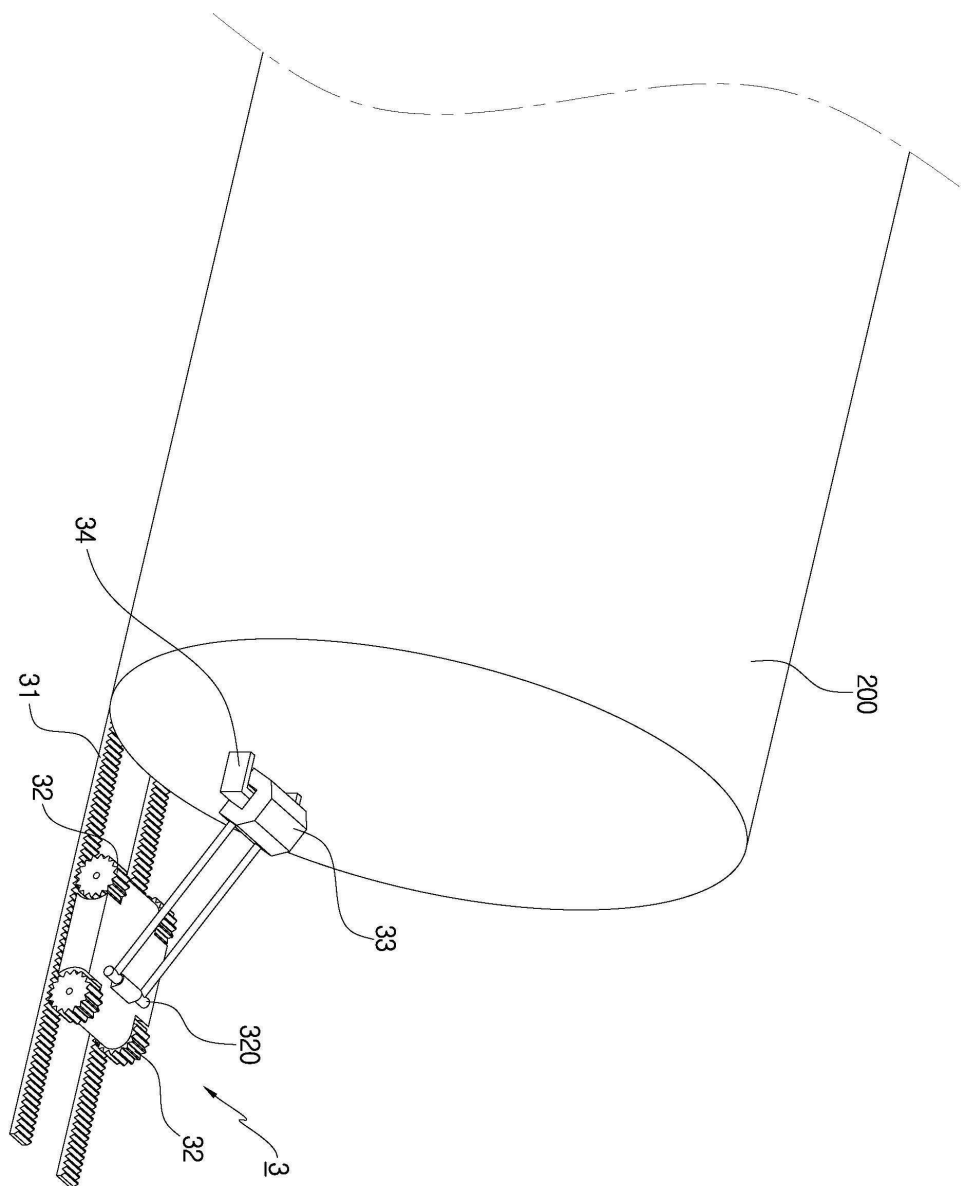
도면20



도면21



도면22



도면23

