

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 6월 4일 (04.06.2015)



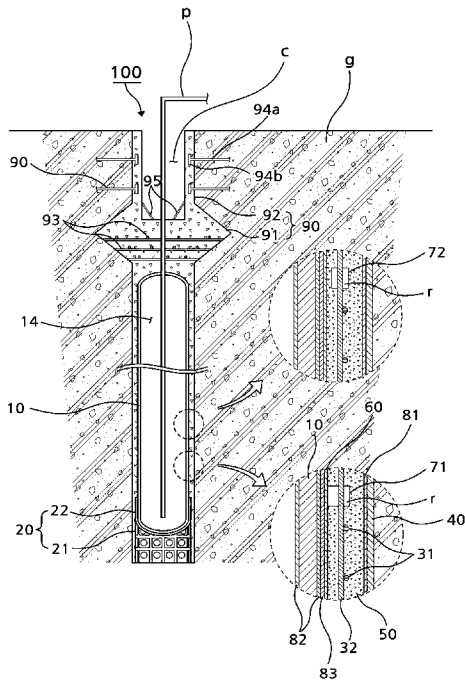
(10) 국제공개번호
WO 2015/080353 A1

- (51) 국제특허분류: E04H 7/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/003748
- (22) 국제출원일: 2014년 4월 29일 (29.04.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2013-0144887 2013년 11월 26일 (26.11.2013) KR
10-2014-0007535 2014년 1월 22일 (22.01.2014) KR
10-2014-0007534 2014년 1월 22일 (22.01.2014) KR
- (71) 출원인: 한국지질자원연구원 (KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES(KIGAM)) [KR/KR]; 305-350 대전시 유성구 과학로 124, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 류동우 (RYU, Dong-Woo); 302-120 대전시 서구 청사로 148 매그놀리아 1407 호, Daejeon (KR). 박도현 (PARK, Do-Hyun); 305-503 대전시 유성구 봉산로 39 송강마을아파트 203 동 1003 호, Daejeon (KR). 박정욱 (PARK, Jung-Wook); 302-829 대전시 서구 갈마역로 16 스카이빌리지 1010 호, Daejeon (KR). 최병희 (CHOI, Byung-Hee); 302-120 대전시 서구 청사로 277 은초롱아파트 1 동, 1303 호, Daejeon (KR). 김형목 (KIM, Hyung-Mok); 305-350 대전시 유성구 과학로 92, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 임승섭 (LIM, Seungseop) 등; 110-885 서울시 종로구 율곡로 2길, 7 서머셋팰리스 303 호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HIGH-PRESSURE FLUID STORAGE TANK AND CONSTRUCTION METHOD THEREOF

(54) 발명의 명칭: 고압 유체 저장조 및 시공방법



(57) Abstract: The present invention relates to a high-pressure fluid storage tank and a construction method thereof. The high-pressure fluid storage tank, according to the present invention, is laid in a cavern formed by excavating the ground in order to store high-pressure fluid. The high-pressure fluid storage tank comprises: a tank body that is formed of a sealing material and having a receiving section formed therein for storing high-pressure fluid, the tank body being formed by sequentially stacking and coupling a plurality of segments in the longitudinal direction; a reinforcing material disposed to surround the tank body while being separated from the tank body; a backfill layer in which the reinforcing material is laid, the backfill layer being formed of a backfill material filling a space between the tank body and the cavern; and a plug for closing the cavern.

(57) 요약서: 본 발명은 고압 유체 저장조 및 그 시공방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 고압 유체 저장조는 고압의 유체를 저장하기 위하여 지반을 굴착하여 형성되는 캐번에 매설되는 것으로서, 밀폐성 소재로 이루어져 내부에 고압의 유체가 저장되는 수용부가 형성되며 복수의 분절이 길이방향을 따라 순차적으로 적층결합되어 이루어지는 탱크 본체, 탱크 본체로부터 이격된 상태로 탱크 본체를 감싸며 배치되는 보강재, 보강재가 내부에 매설되며 탱크 본체와 캐번 사이에 채워지는 백필재에 의하여 형성되는 백필층 및 캐번을 폐쇄하기 위한 플러그를 포함하여 이루어진 것에 특징이 있다.

WO 2015/080353 A1



KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 고압 유체 저장조 및 시공방법

기술분야

- [1] 본 발명은 가스, 유류 등을 저장하기 위한 유체 저장시스템 및 그 시공방법에 관한 것으로서, 특히 고압으로 압축된 천연가스나 압축공기의 안전성과 기밀성이 보장되도록 고압의 유체를 지하공간에 저장할 수 있는 고압 유체 저장시스템 및 이를 시공하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 에너지의 안정적 수급은 국가의 기본 인프라에 해당한다.
- [3] 인구의 증가, 산업의 확장으로 인하여 에너지 수요는 증대되고 있지만, 천연자원의 고갈은 에너지의 공급에 제한적 요소로 작용함으로써, 현재 에너지의 수요와 공급은 심각한 불균형을 보이고 있다.
- [4] 이러한 상황에서 각 국가의 에너지 정책은 3가지 측면에서 에너지 수급의 불균형을 해소하고자 노력하고 있다. 첫 번째는 석유나 천연가스와 같은 전통 자원의 개발의 한계에 봉착하여, 셰일가스나 치밀가스와 같은 비전통 자원을 적극적으로 개발하는 방향이다. 두 번째는 화석연료로부터 벗어나 풍력발전과 같은 신재생 에너지원을 개발하는 방법이다. 세 번째는 IT 정보기술을 이용한 지능형 전력망(smart grid) 구축과 같이, 에너지 공급의 확대 측면이 아니라 에너지의 공급과 소비 사이의 효율성을 향상시키는 측면에서의 접근이다. 위 세 가지의 방법은 서로 보완적인 관계에서 파악될 수 있다.
- [5] 에너지 효율을 향상시킨다는 것은 에너지 수요에 대응하여 에너지를 적시에 공급할 수 있어야 한다는 것을 의미하며, 이는 에너지 저장의 문제로 귀결된다. 이하 자세히 설명한다.
- [6] 화력이나 원자력발전과 같은 기저 발전의 경우 한 번 발전을 하면 일정량의 전기에너지가 발생하게 되며 이 양 자체를 조절할 수 없다. 따라서 주간의 전기 소모 피크 타임에는 발전량이 전력 수요를 모두 해결하지 못하는 반면, 심야시간에는 발전량이 수요를 크게 앞지르므로 발전된 전력의 상당한 양은 폐기되고 만다. 이렇게 발전량과 사용량 차이의 차이를 해소하기 위해서는 심야의 유휴 전기를 저장하였다가 주간 피크 시간대에 부족한 전력 공급을 보충할 필요가 있다.
- [7] 이를 위해서는 전기 에너지의 저장이 필수적이다. 기존에는 양수발전이 에너지 저장에서 중요한 역할을 차지하였지만, 환경문제 및 입지조건의 제한성으로 인하여 더 이상 양수발전에 의한 에너지 저장은 기대하기 어렵다.
- [8] 이에 에너지 저장 수단으로서 CAES(Compressed Air Energy Storage)나 2차 전지가 국가 에너지 전략의 키워드로 부상하고 있다. 현재 대용량 에너지 저장에는 CAES, 중소용량의 에너지 저장에는 2차 전지가 주로 활용될 전망이다.

CAES는 화력발전이나 원자력발전과 같은 기저발전에 의하여 또는 풍력발전과 같은 신재생 발전수단에 의하여 만들어진 전기를 이용하여 공기를 압축저장한 후, 추후 압축된 공기를 터빈, 피스톤 등 발전 수단에 의하여 다시 전기로 변환하여 공급하는 시스템을 말한다.

- [9] 에너지 저장은 전력 수요와 공급의 불균형 해소의 측면 이외에 전기 공급의 품질과도 높은 관련성을 가진다. 예컨대 풍력발전의 경우 바람이 부는 시간이나 바람의 세기가 일정하지 않아서 고품질의 전기를 생산할 수 없다. 또한, 풍력 발전을 통해 갑자기 급격하게 많은 양의 전기가 생산되면 전력계통의 주파수 교란을 불러일으키는 등의 문제도 나타난다. 이러한 문제를 해결하는 측면에서도 에너지 저장은 중요한 개념으로 부각되고 있다.
- [10] 이에 따라 CAES는 기저 발전원 및 신재생에너지 발전원과 연계하여 에너지 공급의 탄력성을 증대시키는 차원에서 향후 에너지 공급 정책에서 전략적 의미를 가진다.
- [11] 현재 운영 중인 CAES 방식의 발전소는 독일의 Huntorf 발전소와 미국의 McIntosh 발전소가 있으며 이들은 암염층을 용해시켜 만든 동굴을 압축공기 저장 공간으로 활용하고 있다. 그러나 입지적 조건의 제한을 극복하기 위해서 CAES 저장조는 지하에 축조되는 방향으로 발전할 것이다.
- [12] 압축공기 저장시설의 설계에 있어서 중요한 포인트 중 하나는 압축공기 저장시설의 안전성과 기밀성을 확보하는 것이다. 압축공기 저장조의 경우 최소 50bar 이상의 고압으로 유체를 저장하기 때문에 안전성은 가장 중요한 이슈이다. 또한, 고압으로 압축된 유체가 암반에 형성된 균열을 통해 유출되면 저장조로서의 효율성이 저하되므로 기밀성의 확보는 또 다른 중요한 기술적 이슈가 된다.
- [13] 한편, 실제적 측면에서 CAES 유체 저장플랜트의 가장 핵심적 이슈 중 하나는 시공의 경제성 문제이다. 에너지 정책은 비즈니스보다 전략적 관점에서 접근하는 것이 타당하지만, 경제성의 문제가 해결될 때 CAES의 활용성이 훨씬 증대될 수 있기 때문이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [14] 본 발명은 지하 공간을 굴착하여 고압의 유체를 안정성과 기밀성이 보장되도록 저장할 수 있으며, 경제적으로 시공가능한 고압 유체 저장시스템 및 그 시공방법을 제공하여 CAES의 활용성을 증진시키는데 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [15] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압 유체 저장시스템은 고압의 유체를 저장하기 위하여 지반을 굴착하여 형성되는 캐번에 매설되는 것으로서, 밀폐성 소재로 이루어져 내부에 고압의 유체가 저장되는 수용부가 형성되되 복수의 분절이 길이방향을 따라 순차적으로 적층결합되어 이루어지는 탱크

본체, 상기 탱크 본체로부터 이격된 상태로 상기 탱크 본체를 감싸며 배치되는 보강재, 상기 보강재가 내부에 매설되며, 상기 탱크 본체와 상기 캐번 사이에 채워지는 백필재에 의하여 형성되는 백필층 및 상기 캐번을 폐쇄하기 위한 플러그를 포함하는 것에 특징이 있다.

- [16] 한편 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고압 유체 저장시스템 상하방향을 따라 지반을 굴착하여 캐번을 형성하는 굴착단계, 부력을 제공하기 위한 제1유체를 상기 캐번에 충전하는 충전단계, 탱크 본체의 하부를 형성하게 될 하부분절을 상기 캐번에 채워진 상기 제1유체 위에 진수하고, 상기 탱크 본체의 몸통부와 상부를 형성하게 될 복수의 몸통분절과 상부분절을 상기 하부분절 위에 차례로 적층결합시켜 상기 탱크 본체를 상기 캐번 내에 설치하는 탱크제조단계, 상기 탱크 본체 내부의 압력을 암반에 전달하도록 상기 탱크 본체와 상기 캐번 내벽 사이에 백필재를 충전하여 백필층을 형성하는 백필단계를 포함하며, 상기 탱크 본체의 제조과정에서 상기 캐번에 삽입된 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 상단부는 상기 제1유체의 부력에 의하여 상기 제1유체의 표면 위에 부상되도록 하는 것에 특징이 있다.

발명의 효과

- [17] 본 발명에서는 지하의 심부에 수 m 이상의 직경과 수십 m 이상의 높이를 가지는 고압 유체 저장플랜트를 안정성과 기밀성이 유지된 상태로 설치할 수 있는 실제적 기술을 제공함으로써 CAES의 활용성을 증대시킬 수 있다.
- [18] 더욱이, 본 발명에서는 고압 유체 저장시스템을 경제적으로 건설할 수 있는 방법을 제시하여 CAES의 상용화를 촉진할 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

- [19] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고압 유체 저장조의 개략적 단면도이다.
- [20] 도 2는 도 1에 도시된 고압 유체 저장조에서 탱크 본체와 연결부재 및 보강재가 결합된 형태의 개략적 정면도이다.
- [21] 도 3은 분절들이 상호 결합되는 과정을 설명하기 위한 개략적 분리 사시도이다.
- [22] 도 4는 도 3의 a-a선 개략적 단면도이다.
- [23] 도 5는 도 3의 b-b선 개략적 단면도이다.
- [24] 도 6은 도 1에 도시된 받침대의 개략적 사시도이다.
- [25] 도 7 내지 도 9는 연결부재의 다른 형태를 보여주는 사시도이다.
- [26] 도 10은 본 발명에 따른 유체 저장조의 시공방법의 개략적 흐름도이다.
- [27] 도 11 및 도 12는 도 10에 도시된 시공방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [28] 본 발명에 따르면, 상기 탱크 본체를 형성하는 분절은, 상기 탱크 본체의 하단부를 형성하도록 상면이 개방되어 있는 하부분절과, 상기 하부분절 위에 순차적으로 적층결합되는 링 형상의 몸통분절과, 상기 몸통분절 위에 적층결합되며 상기 탱크 본체의 상단부를 형성하도록 하면이 개방되어 있는

상부분절을 포함하여 이루어진다

- [29] 그리고, 본 발명의 일 실시예에서, 상기 탱크 본체의 외주면을 따라 배치되며 상기 탱크 본체의 길이방향을 따라 상호 이격되게 설치되는 복수의 연결부재를 더 구비하며, 상기 보강재는 상기 연결부재에 설치된다.
- [30] 또한, 상기 보강재는, 상기 탱크 본체의 길이방향을 따라 상호 이격되게 배치되는 복수의 가로보강부재와, 상기 가로보강부재와 교차되어 상기 가로보강부재에 연결되며 서로 이격되게 배치되는 복수의 세로보강부재 중 어느 하나 또는 모두를 포함할 수 있다.
- [31] 특히 상기 세로보강부재는 복수의 절편부재가 길이방향을 따라 순차적으로 연결되어 이루어지며, 상기 절편부재는 상기 연결부재에 설치된다.
- [32] 또한, 상기 세로보강부재가 연결부재에 설치될 수도 있지만, 상기 가로보강부재가 상기 연결부재에 지지되거나, 가로보강부재와 세로보강부재가 모두 연결부재에 설치될 수도 있다.
- [33] 한편, 상기 복수의 연결부재들 중 적어도 하나는 상기 탱크 본체에 결합되며, 특히 최하단부에 배치된 연결부재는 상기 탱크 본체에 결합되는 것이 바람직하다. 또한, 보강재에 대한 지지력을 증대시키기 위해서는 일정한 높이 간격마다 연결부재가 상기 탱크 본체에 결합되는 것이 바람직하다.
- [34] 한편, 본 발명의 일 실시예에서, 상기 탱크 본체를 형성하는 분절의 상단면 또는 하단면에 대하여 돌출되도록 상기 분절의 내측면 또는 외측면에 부착되는 용접 덧부재를 더 구비한다.
- [35] 또한, 본 발명의 일 실시예에서, 상기 탱크 본체와 상기 백필재 사이에 분리막, 방청막, 방수막, 단열막 중 적어도 하나를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [36] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 탱크 본체는 금속 소재로 이루어지며, 갈바닉 효과(galvanic effect)에 의하여 상기 탱크 본체의 부식을 지연시키도록, 상기 탱크 본체와 전기적으로 연결되는 금속소재의 부식억제제를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [37] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 분절들은 상호 일정 거리 이격된 상태에서 용접을 통해 상호 적층결합되며, 용접을 위하여 두 개의 분절을 인접되게 배치할 때 상기 분절들 사이의 이격 거리를 확인할 수 있도록, 일정 높이를 가지며 상기 분절의 상단부 또는 하단부에 분리가 가능하게 부착되는 스페이서를 더 구비한다.
- [38] 한편, 본 발명의 일 실시예에서, 상기 탱크 본체를 지지하기 위한 것으로서, 상기 캐번의 바닥면에 설치되는 지지부와, 상기 캐번의 바닥면으로부터 상방으로 이격되어 상기 지지부의 상부에 형성되어 상기 탱크 본체가 안착되는 안착부를 포함하여 이루어지는 받침대를 더 구비하는 것이 바람직하다. 그리고 상기 안착부는 상기 탱크 본체의 하면과 대응되는 형상으로 이루어지거나, 또는 상기 탱크 본체의 직경보다 좁은 직경을 가지는 링 형태로 이루어질 수 있다.
- [39] 또한, 상기 플러그의 보강부와 지반이 일체화되는 것을 보조하도록, 상기 보강부로부터 상기 지반까지 삽입되는 바인더를 구비할 수 있다. 예컨대

락볼트가 바인더로 사용될 수 있다.

- [40] 본 발명에서, 상기 탱크 본체를 설치하는 과정에서 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 부상력을 조절하도록 상기 탱크 본체의 기제조된 부분에 제2유체를 충전할 수 있다. 특히, 상기 캐번에 채워진 제1유체를 배출시켜 상기 탱크 본체의 기제조된 부분에 공급하여 상기 제2유체로 사용하는 것이 바람직하다. 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 부상력을 조절하기 위한 다른 방법으로는 상기 캐번에 충전된 제1유체를 점진적으로 배출하여 수위를 낮출 수도 있다. 중요한 점은 제1유체의 배출 및 제2유체의 충전을 통해 탱크 본체의 기제조된 부분의 상단부가 제1유체의 표면 위에 부상되게 하여, 다른 분절을 기제조된 부분에 후속적으로 결합시킬 때 작업자가 안정적인 작업 포지션을 확보할 수 있도록 하는 것이다.
- [41] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 탱크 본체를 설치하는 과정에서 상기 탱크 본체의 기제조된 부분이 상기 캐번 내에서 편향되지 않도록, 제1지지유닛을 이용하여 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 위치를 고정시키고, 마찬가지로 상기 탱크 본체의 기제조된 부분에 결합시킬 상기 몸통분절 또는 상부분절은 제2지지유닛을 이용하여 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 상부에 지지하는 것이 바람직하다.
- [42] 그리고, 본 발명의 일 실시예에서, 상기 백필단계에서 백필재의 압력에 의하여 상기 탱크 본체의 변형이 방지되도록 상기 탱크 본체 내부에 제3유체를 채운 후 상기 백필재를 충전하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 제3유체는 물 또는 압축공기를 사용할 수 있으며, 물과 압축공기를 함께 충전하여 백필재에 의한 부력과 압력에 대응할 수 있다. 상기 백필재는 시간 간격을 두고 분할하여 충전하거나, 또는 일 회에 모두 충전할 수 있다. 분할 타설을 하는 경우, 탱크 본체 내의 제3유체로 물을 사용한다면 물은 백필재의 높이보다 같거나 높게 채워지는 것이 바람직하다. 일시 충전을 하는 경우 탱크 본체 전체에 제3유체가 채워져 있는 것이 바람직하다. 다만, 제3유체로서 물을 사용한다면 탱크 본체의 자중이 과도하게 상승되므로, 물과 함께 압축공기를 충전하는 것이 바람직하다.
- [43] 상기 백필재는 그라우트재, 콘크리트, 시멘트 밀크, 몰탈을 포함하여, 물과 반응하여 수화물을 형성하는 수경성 물질을 사용할 수 있다. 그리고 상기 백필단계에서는 상기 캐번에 상기 제1유체가 채워진 상태에서 압력을 인가하여 백필재를 주입하는 것이 바람직하다.
- [44] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 캐번의 길이방향에 대하여 교차하는 방향으로 상기 캐번의 내벽을 굴착하고, 굴착된 부분의 상방으로 상기 캐번의 내벽을 따라 고리형의 거푸집을 설치한 후, 상기 굴착된 부분 및 상기 거푸집과 캐번의 내벽 사이에 충전재를 타설하여 플러그를 형성한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [45] 본 발명은 고압 유체 저장조 및 그 시공방법에 관한 것이다.

- [46] 본 발명에서 '고압 유체'의 개념은 CAES의 운용을 위하여 적어도 50bar 이상의 고압으로 압축된 공기를 의미하지만, 천연가스 등 압력을 인가하여 압축가능한 모든 유체를 배제하지 않으며, 압력의 범위도 반드시 50bar 이상으로 제한하는 것은 아니고 50bar 미만의 압력이더라도 안전성에 대한 고려가 필요한 정도의 고압을 포함하는 개념으로 확장된다. 또한 본 발명에서 저장시스템은 주로 압축공기를 이용한 에너지 저장을 위한 CAES용 저장시스템이 주요한 대상이지만, 발전시설과 연계되지 않은 순수 저장 목적의 고압 저장시스템도 포함하는 개념이다.
- [47] 이하, 도면을 참고하여, CAES 발전시스템에서의 압축공기 저장조를 예로 들어 본 발명에 따른 고압 유체 저장조에 대하여 설명하기로 한다.
- [48] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고압 유체 저장조의 개략적 단면도이며, 도 2는 도 1에 도시된 고압 유체 저장조에서 탱크 본체와 연결부재 및 보강재가 결합된 형태의 개략적 정면도이고, 도 3은 분절들이 상호 결합되는 과정을 설명하기 위한 개략적 분리 사시도이다.
- [49] 우선, 본 발명에 따른 고압 유체 저장조(이하, '저장조'라 한다) 전체적인 구성에 대하여 먼저 설명한 후, 다시 세부적인 구성에 대하여 설명하기로 한다.
- [50] 도 1 내지 도 3을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 저장조(100)는 탱크 본체(10)와, 보강재(30), 백필층(50) 및 플러그(90)를 포함한다.
- [51] 탱크 본체(10)는 밀폐된 내부 공간부를 형성하여 압축공기가 저장되는 공간을 제공한다. 탱크 본체(10)는 상하방향, 바람직하게는 수직방향으로 배치되어 지하 심부의 암반(g)에 형성된 캐번(c)에 매설된다. 탱크 본체(10)의 심도(상단부가 배치된 지점)는 안전성 및 경제성과 관계된다.
- [52] 안정성의 측면에서, 탱크 본체(10)의 심도 및 높이는 압축공기의 저장압력 및 용량에 따라 결정되는데, 본 실시예에서 탱크 본체(10)의 배치 심도는 대략 30~60m 정도이며, 탱크 본체(10)의 직경은 3~8m, 높이는 100~200m 정도로 형성될 수 있다.
- [53] 탱크 본체(10)의 가장 중요한 역할 중 하나는 압축공기의 기밀성을 유지하는 것이다. 이에 탱크 본체(10)는 스틸, 고무, 플라스틱과 같이 누기를 방지할 수 있는 재료로 이루어진다. 본 실시예에서 탱크 본체(10)는 4~10mm 두께의 스틸로 이루어지지만, 탱크 본체(10) 자체의 강성으로 압축공기의 압력을 견디는 것은 아니므로 스틸의 두께는 더욱 얇아질 수도 있으며, 고무와 같은 연성재료로도 형성할 수 있다.
- [54] 또한 탱크 본체(10)의 형상은 다양한 형상으로 형성될 수 있는데, 본 실시예에서는 압력이 어느 한쪽에 집중되지 않도록 원통의 기둥형으로 형성되며 상부와 하부는 각각 돔 형상으로 이루어진다.
- [55] 탱크 본체(10)와 캐번(c)의 내벽 사이에는 백필재가 충전되어 백필층(50)이 형성된다. 백필층(50)은 탱크 본체(10)의 압력이 암반(g)에 전달되게 하는 작용을 한다. 따라서 백필층(50)에는 빈 공간이 없이 백필재에 의해서 완전히 채워지는

것이 중요하다. 본 실시예에서 백필층(50)은 30~100cm 정도의 두께로 형성된다. 백필재로는 콘크리트가 많이 사용되지만, 시멘트 밀크, 몰탈 등 다양한 종류의 그라우트제가 사용될 수도 있다. 즉, 물과 반응하여 경화될 수 있는 수경성 물질이면 모두 백필재로 사용가능하다. 다만, 백필재를 선정함에 있어서, 안정성과 기밀성의 측면을 고려하여 경화 후 백필층의 공극률이 작게 형성될 수 있는 재료를 선정하는 것이 바람직하다. 특히, 공극률이 크면 암반으로부터 탱크 본체(10) 쪽으로 지하수가 용이하게 유입될 수 있으므로 바람직하지 않다.

- [56] 그리고 백필층(50)의 내부에는 보강재(30)가 매설되는 것이 바람직하다. 다만, 암반의 조건이나 탱크 본체(10)에 저장되는 유체의 압력 조건에 따라 보강재는 생략될 수도 있다. 백필재는 시멘트가 주성분인데, 시멘트는 압축 응력에는 강하지만 인장 응력에는 매우 취약한 성질을 나타낸다. 이에 백필층(50)의 인장력을 보강하기 위해서는 철근, 와이어 메쉬 등의 보강재(30)를 내포하는 것이 바람직하다. 철근은 가로, 세로의 격자 형태로 형성하여 탱크 본체(10)를 감싸도록 배치된다. 백필층(50)에 가해지는 인장력은 탱크 본체(10)의 접선 방향으로 주로 작용하여, 백필층(50)에서의 균열은 상하방향으로 주로 형성될 수 있다. 따라서 보강재(30)는 세로방향(저장탱크의 길이방향) 보다 가로방향(저장탱크의 원주방향)으로 배치되는 것이 인장력 보강의 측면에서 보다 중요한 의미를 갖는다.

- [57] 한편, 암반(g)의 내벽에는 굴착시 낙석이나 지반 붕괴의 우려가 있는 경우에 속경성 재료, 예컨대 숏크리트를 분사하여 보완층(40)을 형성할 수 있다.

- [58] 그리고 탱크 본체(10)와 백필층(50) 사이에는 분리막(60)이 형성될 수 있다. 분리막(60)은 탱크 본체(10)가 백필층(50)에 결합되는 것을 방지하여, 탱크 본체(10)와 백필층(50)이 접촉되는 마찰면에서의 전단력을 감소시키기 위한 것이다. 탱크 본체(10)와 백필층(50) 사이에는 빈 공간이 없이 상호 밀착해야 하지만, 탱크 본체(10)와 백필층(50)이 물리적으로 상호 결합되는 것은 바람직하지 않다. 즉, 압축공기에 의하여 탱크 본체(10)에 압력이 인가되면, 탱크 본체(10)와 백필층(50)의 접촉면에서 전단력이 발생하여 탱크 본체(10)에 물리적 손상을 일으킬 수 있는데, 탱크 본체(10)와 백필층(50)이 상호 결합되어 있지 않고 분리되어 있으면 압력이 분산되어 전단력을 감소시킬 수 있기 때문이다. 본 실시예에서 분리막(60)은 역청(bitumen) 또는 그리스(grease)와 같은 유동성 재료를 탱크 본체(10)의 외벽에 도포하거나, 시멘트에 결합되지 않는 재질의 필름, 시트 등으로 탱크 본체(10)의 외벽에 부착하여 형성할 수 있다.

- [59] 또한, 분리막(60)과 백필층(50) 사이에는 방수막(81)이 형성되어 지하수의 유입으로 인한 탱크 본체(10)의 부식을 방지할 수 있다. 방수막(81)은 방수제를 도포하거나 방수시트를 부착하는 방식으로 형성할 수 있다. 그리고 탱크 본체(10)의 부식 방지를 위해서 방수막(81) 이외에 탱크 본체(10)의 내주면과 외주면 중 적어도 하나에 방청제를 도포하여 방청막(82)을 형성할 수도 있다.

- [60] 또한 탱크 본체(10)에 저장되는 유체는 압축과정에서 온도가 상승하게 되는데,

유체가 주변과의 열교환을 통해 온도가 하강하는 것을 방지하도록 탱크 본체(10)의 내주면 또는 외주면 중 적어도 하나에 단열막(83)을 형성할 수 있다. 단열막(83)도 단열재를 부착 또는 도포하는 방식으로 형성된다.

- [61] 상기한, 보완층(40), 분리막(60), 방수막(81), 방청막(82), 단열막(83)은 모두 조건에 따라 일부를 선택적으로 적용하거나, 모두 적용하거나, 경우에 따라서는 모두 적용하지 않을 수도 있다.
- [62] 본 실시예에서는 탱크 본체(10)의 내측면과 외측면에 먼저 방청막(82)을 형성하고, 탱크 본체(10) 외측의 방청막(82)의 표면으로부터 순차적으로 단열막(83), 분리막(60)을 형성한다. 그리고 분리막(60)의 표면에 방수막(81)을 형성하고, 압반(g)의 내벽에는 보완층(40)을 형성한다. 그리고 실시예에 따라서, 방수막과 방청막 사이에 알루미늄과 같이 비결합성 소재의 박막 호일(foil, 미도시)이 개재되어 방수막과 방청막 사이가 기계적으로 결합되는 것을 방지할 수 있다. 호일은 방수 재질로서 방수막(81) 및 분리막(60)의 작용을 함께 수행할 수 있다.
- [63] 그리고, 캐번(c)의 바닥에는 받침대(20)가 설치된다. 받침대(20)는 탱크 본체(10)를 캐번(c)의 바닥면으로부터 이격시킨 상태로 유지하기 위한 것이다.
- [64] 한편, 탱크 본체(10)의 상부에는 플러그(90)가 설치되어 탱크 본체(10)의 상측을 폐쇄시킨다. 그리고 탱크 본체(10)에는 공기의 유출입을 위한 파이프(p)가 삽입되며, 이 파이프(p)는 지상에 마련된 공기압축설비 및 발전설비와 연결된다.
- [65] 지금까지 고압 유체 저장조의 높이, 직경, 배치 심도 등의 규격과 재질 등을 설명하였으나, 이러한 규격과 재질은 일 예에 불과하며, 실시예에 따라서 다양한 규격과 재질을 채용할 수 있다.
- [66] 본 발명은 상기한 구성으로 이루어진 저장조(100)를 어떤 방식으로 제조/시공할 수 있는지에 대한 연구와 함께, 어떻게 경제적으로 시공할 수 있는지에 대한 연구로부터 도출되었다.
- [67] 상기한 바와 같이, 탱크 본체(10)의 높이만 해도 100~200m 정도이며, 탱크 본체(10)의 배치 심도를 고려하면 지표로부터 하방으로 적어도 150m 이상을 굴착해서 캐번(c)을 형성해야 한다. 직경 7~8m의 캐번을 150m 정도로 수직하게 굴착하는 것도 기술적으로 용이하지 않지만, 탱크 본체(10)를 이 캐번(c) 내에 삽입하는 것은 매우 어려운 문제이다.
- [68] 유류비축기지 등과 같이 지하의 심부에 이러한 설비를 시공한 경험은 있지만, 유류비축기지 등에서는 내압성과 기밀성에서 압축공기에 비하여 훨씬 완화된 조건을 가지므로 밀폐성 탱크는 도입되지 않고 주로 콘크리트 라이닝만으로 지하 내벽을 마감하는 수준이었다.
- [69] 그러나 압축공기의 경우 기밀성을 보장해야 하므로, 밀폐성 탱크를 도입하는 등 유류비축기지 등과는 전혀 다른 차원의 기술적 과제에 직면하게 된다. 먼저, 100~200m의 높이를 가지는 탱크 본체와, 이 탱크 본체를 감싸는 보강재를 어떻게 캐번 내에 설치할 수 있는지에 실현성의 문제이다. 국내는 물론이고

해외에서조차 5~8m의 직경을 가지고 150~200m의 높이를 가지는 캐번 내에 밀폐성 탱크 본체와 보강재를 실제 시공해본 경험이 전무하다. 이러한 규모는 단지 크기의 차이가 아니라, 시공이 가능한지의 문제로 직결된다.

- [70] 또한, 시공이 가능하다고 하여도, 경제성에서 심각한 불이익을 초래하는 경우에는 실제 산업 활용도가 저하되기 때문에 시공 경제성의 문제가 첨예하게 대두된다.
- [71] 지하에 수직하게 캐번을 굴착한 조건에서 탱크 본체를 캐번에 설치하는 문제에 대해서만 살펴보자. 100m 이상의 높이를 가지는 탱크 본체는 일체형으로 제조할 수 없으며, 용접 등의 방식에 의하여 분절을 결합시켜야 한다. 용접 품질은 밀폐성에 핵심적 영향을 미치므로 작업 조건이 완벽하게 갖추어진 공장에서 제조하는 것이 유리하지만, 공장에서 제조된 거대한 규모의 탱크 본체는 이송이 불가능하다.
- [72] 그렇다면 현장의 지상에서 용접을 수행할 수 있다. 그러나 탱크가 제조된 후 150m 높이의 탱크를 들어서 캐번 내에 삽입시키는 것도 기술적으로 용이하지 않다. 탱크 본체를 매달기 위한 크레인은 대략 200m의 높이가 보장되어야 하며, 탱크 본체가 스틸 소재이므로 크레인이 감당해야 할 중량도 상당하다. 고층 건물 공사용 타워 크레인은 높이는 감당할 수 있지만 중량을 감당할 수 없을 것이다. 조선소의 콜리엇 크레인 정도가 이러한 작업을 수행할 수 있지만, 콜리엇 크레인을 사용하는 것은 경제적인 조건을 고려하면 현실적으로 불가능에 가깝다.
- [73] 다른 대안으로 분절들을 차례차례 캐번 내부에 삽입시킨 상태에서 용접을 수행할 수 있겠지만, 캐번의 좁은 작업 공간 및 환경을 고려하면 밀폐성을 유지하기 위해 핵심적인 용접의 품질을 기대하기 어렵다. 그렇다고 하여 캐번을 넓히는 것은 비경제성을 자초하는 것이므로 비현실적이며, 안정성에서도 문제가 초래될 수 있다.
- [74] 보강재의 경우에는 더욱 어려운 문제가 있다. 150m의 수직 보강재를 탱크 본체로부터 이격되게 설치하는 것도 매우 어렵다. 보강재로 철근을 사용하더라도 150m 정도의 높이에서는 중간 부분이 휘어져 원하는 형상을 유지하기 힘들다. 그렇다고 수직 보강재를 모두 암반 내벽에 고정시킨다면 작업 공정이 매우 복잡해지고 공기가 길어질 뿐만 아니라, 필연적으로 시공 경제성의 저하를 수반하게 된다.
- [75] 위에서 몇 가지 예를 들었지만, 이는 시공에서 나타날 수 있는 가장 대표적인 문제들이며 150m 규모의 탱크와 보강재를 직경 5~8m의 좁은 공간에 캐번에 설치하는 것은 실현성과 경제성에 있어서 많은 어려움을 낳게 된다.
- [76] 즉, 본 발명에 따른 고압 유체 저장조(100)는 완성된 후의 구조적 측면만 고려하면 매우 간단하게 보일 수 있지만, 이를 실제로 건설하려 한다면 시공 기술의 한계를 경험할 수 밖에 없다.
- [77] 이에 본 발명에 따른 저장조(100)는, 상기한 바와 같이, 100m가 넘는 탱크

본체를 150m가 넘는 캐번에 매설하기 위한 경제적 시공방법과, 이 시공방법의 실현성과 경제성을 확보하기 위한 최적화된 탱크 본체의 구조를 연구하면서 함께 도출되었다.

- [78] 시공방법의 측면에서는 캐번(c)에 물을 채우고 부력을 이용하여 분절을 캐번(c)의 수면 위로 부유시킨 후, 분절들을 순차적으로 적층결합시켜 나가면서 탱크 본체를 제조해 나간다. 용접이 완료된 기제조된 부분에 물을 채워가면서 부상력을 조절하여 가라 앉히고, 기제조된 부분의 상단부만을 수면 위로 부유시켜 다른 분절과의 용접 작업을 지표에서 수행할 수 있도록 하였다. 이렇게 부력을 이용하여 캐번(c) 내에서 탱크 본체를 안정적으로 제조할 수 있는 방법을 마련하였다.
- [79] 그리고 부력을 이용한 시공방법을 구현하는데 있어서 최적화된 분절 구조를 개발하였다. 물론 본 발명에 따른 유체 저장조가 부력을 이용한 방법에서만 제한적으로 사용되는 것은 아니며, 구조 자체에서도 독창성을 확보했다는 점을 첨언한다.
- [80] 본 발명에 따른 유체 저장조(100)의 핵심 기술은 탱크 본체(10)를 복수의 분절이 적층결합되는 구조로 형성하고, 연결부재(70)를 매개로 보강재(30)가 분절에 지지될 수 있는 구조를 형성한 것이다. 그리고 보강재(30), 특히 세로보강부재(32)를 절편부재들이 상호 연결되는 형태로 구성하면서, 연결부재(70)에 의하여 절편부재가 상호 용이하게 접합될 수 있도록 구조화하였다. 또한, 분리막(60), 방수막(81), 방청막(82), 단열막(83) 등을 미리 탱크 본체(10)를 이루는 분절에 기형성하여 시공의 경제성을 향상시켰다.
- [81] 이하, 본 발명에 따른 고압 유체 저장조(100)의 각 구성요소인 탱크 본체(10), 받침대(20), 보강재(30), 연결부재(70)의 구체적 구성에 대하여 상세히 설명하기로 한다.
- [82] 탱크 본체(10)는 복수의 분절로 이루어지는데, 본 실시예에서 분절은 스틸 소재로 이루어지며, 하부분절(11), 복수의 몸통분절(12) 및 상부분절(13)로 이루어진다. 하부분절(11)은 탱크 본체(10)의 하단부를 형성하는 것으로서, 상면이 개방되어 있는 보울(bowl) 형상으로 이루어진다. 몸통분절(12)은 탱크 본체(10)의 몸통부를 형성하는 것으로서, 상면과 하면이 모두 개방되어 있는 링 형태로 이루어진다. 몸통분절(12)은 복수 개로 이루어져, 하부분절(11) 위에 순차적으로 적층결합된다. 상부분절(13)은 탱크 본체(10)의 상단부를 형성하는 것으로서, 몸통분절(12) 위에 적층결합된다. 상부분절(13)은 하부분절(11)을 뒤집어 놓은 형태, 즉 하면이 개방되어 있는 보울 형태로 이루어진다. 하부분절(11), 복수의 몸통분절(12) 및 상부분절(13)이 적층결합되면, 탱크 본체(10)의 내부에는 고압의 유체가 저장되는 밀폐된 공간부(14)가 형성된다.
- [83] 각 분절(11,12,13)에는 용접덧부재(15)가 부착된다. 분절들을 적층 결합시킬 때에는 분절들 사이를 약간 이격시켜 놓은 상태에서, 그 틈에 맞대기 용접을 한다. 맞대기 용접을 할 때에는 벌어진 틈을 막아주기 위한 백킹

플레이트(backing plate)가 필요하다. 이에 분절에는, 도 4에 도시된 바와 같이, 용접덧부재(15)를 돌출시켜 인접한 분절과의 이격된 틈을 막아준다. 도 4에서 w로 표시한 부분이 용접이 이루어진 부분이다. 용접덧부재(15)는 분절의 상부 또는 하부에 돌출되게 설치될 수 있다. 그리고 분절들을 외측면쪽에서 용접할 경우에는 용접덧부재(15)가 분절의 내측면에 부착되어 있어야 하며, 거꾸로 내측면쪽에서 용접할 경우에는 용접덧부재(15)가 분절의 외측면에 부착되어 있어야 한다. 링 형태의 분절들을 용접할 때에는 분절의 외측면에서 용접하는 것이 작업의 용이성 측면에서 유리하므로, 본 실시예에서는 분절의 내측면에 용접덧부재(15)를 부착한다.

- [84] 또한 각 분절(11,12,13)의 상단부 또는 하단부에는 간격 조절용 스페이서(s)가 분리가 가능하게 부착되어 있다. 앞에서도 설명하였지만, 분절들 사이의 용접을 위해서 분절들이 일정한 간격을 두고 배치되어야 한다. 크레인 등을 이용하여 새롭게 용접될 분절을 기결합된 분절 위에 위치시킬 때, 스페이서(s)에 의하여 분절들 사이의 간격을 파악할 수 있다. 즉, 새롭게 용접될 분절의 하단부 또는 기결합된 분절의 상단부에 스페이서(s)를 부착시켜 놓은 상태에서, 두 개의 분절이 모두 스페이서(s)에 접촉되면 용접 간격이 정확하게 형성된 것이다. 이렇게 간격을 형성한 상태에서, 스페이서(s)를 분리한 후 용접을 수행하게 된다.
- [85] 한편, 본 발명의 일 실시예에서는 탱크 본체(10)를 캐번(c)의 바닥면으로부터 상방으로 이격시킨 상태로 유지하기 위해서 받침대(20)를 선택적으로 구비할 수 있다. 받침대(20)의 기능은 탱크 본체(10)가 캐번(c)의 바닥면과 직접 접촉하는 것이 아니라, 탱크 본체(10)와 캐번(c) 바닥면 사이를 이격시키고 그 사이에 백필층(50)이 개재되게 하는 것이다. 이에 탱크 본체(10)를 매설하기 전에 캐번(c)의 바닥면에 미리 백필층을 타설하는 경우, 또는 탱크 본체(10)를 캐번(c)의 바닥면으로부터 이격시켜 매달아 놓은 상태에서 백필재를 충전할 수 있는 경우에는 받침대(20)가 필수적으로 요구되는 것은 아니다.
- [86] 그러나, 본 발명에 따른 저장조(100)와 함께 개발된 시공방법을 용이하게 적용하기 위해서는 받침대(20)를 구비하는 것이 바람직하다. 그 이유에 대해서는 본 발명에 따른 저장조(100)를 시공하기 위한 방법을 설명할 때 자세하게 설명하기로 한다.
- [87] 도 6에 도시된 바와 같이, 받침대(20)는 캐번(c)의 바닥면에 설치되는 지지부(21)와, 이 지지부(21) 위에 형성되는 안착부(22)를 구비한다.
- [88] 지지부(21)의 내측에도 백필재가 충전되어야 하므로, 지지부(21)는 철근 등을 이용하여 격자형으로 형성하여 철근들 사이로 백필재가 충전되게 한다. 또는, 도 6에 도시된 바와 같이, 지지부(21)를 복수의 플레이트에 의하여 형성하고, 플레이트에 백필재가 유입될 수 있는 복수의 유입공(23)을 형성한다.
- [89] 안착부(22)에는 탱크 본체(10)가 놓이게 되므로, 안착부(22)는 탱크 본체(10)의 하단부와 대응되는 형상으로 이루어지는 것이 바람직하다. 도 6에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서 안착부(22)는 탱크 본체(10)의 하단부와 대응되게 보울

형상으로 이루어진다. 또한, 도시하지는 않았지만, 안착부(22) 위에는 탱크 본체(10)가 평형하게 안착될 수 있도록 스페리컬 시트(spherical sheet)를 설치할 수도 있다. 스페리컬 시트는 콘크리트 코어의 압축강도를 시험할 때, 코어가 평형하게 배치된 상태를 유지하게 함으로써 코어가 수직하게 힘을 받을 수 있도록 하기 위한 것이다.

[90] 그리고, 다른 실시예에서는 안착부를 탱크 본체(10)의 직경보다 작은 직경을 가지는 링 형태로 형성할 수도 있다. 탱크 본체는 링 형태의 안착부 위에 안착될 수 있다.

[91] 보강재(30)는 백필층(50)의 인장강도를 보강하기 위한 것이다. 앞서도 설명하였지만, 백필재로 사용되는 콘크리트 등은 압축력에는 강하지만 인장력에는 취약하다. 이에 철근이나 와이어 메쉬와 같은 보강재(30)를 백필층(50) 내에 매설하여 백필층(50)의 인장강도를 향상시킨다. 이에 따라, 보강재(30)는 탱크 본체(10)로부터 이격되어 탱크 본체(10)를 감싸도록 설치된다. 본 실시예와 같이 받침대(20)가 구비된 경우 보강재(30)는 받침대 부분을 제외하고 탱크 본체(10)를 감싸며, 받침대(20)가 탱크 본체(10)의 하단부에 배치되는 보강재 역할을 수행한다. 그리고 받침대가 구비되지 않은 경우에는 탱크 본체(10)를 완전히 감싸는 형태로 배치된다.

[92] 본 실시예에서 보강재(30)는 가로보강부재(31)와 세로보강부재(32)로 이루어진다. 가로보강부재(31)는 탱크 본체(10)의 원주방향을 따라 형성되며, 탱크 본체(10)의 길이방향을 따라 서로 이격되어 복수 개 배치된다. 세로보강부재(32)는 가로보강부재(31)와 교차되게 배치되며, 탱크 본체(10)의 원주방향을 따라 서로 이격되어 복수 개 배치된다. 가로보강부재(31)와 세로보강부재(32)는 상호 접합되어 전체가 하나로 연결된다. 즉, 가로보강부재(31)와 세로보강부재(32)에 의하여 보강재(30)는 전체적으로 그물망 형태로 형성되어 탱크 본체(10)를 감싼다.

[93] 하나의 가로보강부재(31)는 탱크 본체(10)의 직경을 고려하면 대략 9~10m 정도이므로 일체로 형성될 수 있지만, 세로보강부재(32)는 탱크 본체(10) 전체 높이에 대응되어야 하므로 대략 150m의 길이로 형성되어야 한다. 따라서, 세로보강부재(32)는 일체로 형성하기 곤란하며, 복수의 절편부재(33)가 상호 연결된 형태를 취한다.

[94] 본 발명에서는 보강재(30)를 탱크 본체(10)에 이격시킨 상태로 설치하는 것을 용이하게 하기 위하여 연결부재(70)를 구비한다. 보다 구체적으로 설명하면, 연결부재(70)는 전체적으로 그물망으로 연결되어 있는 보강재(30)를 탱크 본체(10)에 지지되도록 하기 위한 매개체로 작용한다. 보강재(30)는 가로보강부재(31)와 세로보강부재(32)가 하나의 그물망으로 연결되어 있기 때문에, 연결부재(70)가 보강재(30) 중의 일부분에 결합되면 보강재(30) 전체가 탱크 본체(10)에 지지될 수 있기 때문이다. 따라서 이러한 작용을 수행하기 위한 연결부재(70)는 매우 다양한 형태로 형성될 수 있다. 연결부재의 다양한

구성예에 대해서는 추후에 설명하기로 하며, 본 실시예에서 채용하는 연결부재(70)에 대하여 먼저 설명하다.

- [95] 본 실시예에서 채용하는 연결부재(70)는 보강재(30)의 일부분에 결합되어 보강재(30) 전체를 지지하기 위한 기본적 기능 이외에, 세로보강부재(32)를 이루는 절편부재(33)들을 매우 용이하게 상호 접합시킬 수 있도록 기능이 추가된 점에 특징이 있다.
- [96] 본 실시예에서 연결부재(70)는 링 형태로 이루어져 탱크 본체(10)를 감싸며, 탱크 본체(10)의 길이방향을 따라 서로 이격되게 복수 개 배치된다.
- [97] 복수의 연결부재(70)는 각 분절마다 하나씩 배치될 수도 있으며, 몇 개의 분절에 걸쳐 하나씩 배치될 수도 있다. 또한 연결부재(70)는 분절에 결합될 수도 있으며, 분절과는 분리된 상태로 분절을 감싸고 있을 수도 있다. 복수의 연결부재(70)들 중 적어도 하나는 분절에 결합되는 것이 바람직하며, 특히 하부분절(11)에는 연결부재(70)가 결합되어 있는 것이 바람직하다.
- [98] 본 실시예에서는 하부분절(11)에 연결부재(70)가 결합되며, 탱크 본체(10)의 높이방향을 따라 몇 개의 분절 간격으로 연결부재(70)가 분절에 결합된다. 그리고 나머지 연결부재(70)들은 분절에 결합되지 않고 절편부재(33)들을 상호 접합시키는 이음부로 작용한다. 설명의 편의를 위하여 분절에 결합되는 연결부재는 참조번호 71, 분절에 결합되지 않는 연결부재는 참조번호 72로 표시한다.
- [99] 본 실시예에서 분절에 결합되는 연결부재(71)는 대략 'ㄷ'자 또는 'C' 형상의 단면을 가지며 분절의 외주면에 결합된다. 이에 따라, 연결부재(71)의 내부에는 절편부재(33)가 삽입될 수 있는 공간이 마련된다. 이 공간을 장착부(73)라 한다. 또한, 분절에 결합되지 않는 연결부재(72)는 중공의 관 형상으로 이루어지므로, 그 내부에도 절편부재(33)가 삽입될 수 있는 공간인 장착부(73)가 형성된다.
- [100] 연결부재(71,72)의 상부와 하부에는 각각 절편부재(33)가 장착부(73)로 삽입될 수 있는 삽입공(74,75)이 형성된다. 삽입공(74,75)은 연결부재의 둘레방향을 따라 일정 간격으로 연속적으로 배치된다. 상부에 형성된 삽입공(74)을 통해 상부에 배치되는 절편부재(33)의 하단부가 삽입되며, 하부에 형성된 삽입공(75)을 통해 하부에 배치되는 절편부재(33)의 상단부가 삽입된다.
- [101] 또한 본 실시예에서, 상부의 삽입공(74)과 하부의 삽입공(75)은 중심점이 서로 이격된 상태로 배치된다. 따라서, 도 5에 도시된 바와 같이, 연결부재(71,72)의 장착부(73)에는 절편부재(33)가 서로 겹쳐지게 배치된다.
- [102] 그리고, 상부 삽입공(74) 옆에는 별도의 구멍이 형성되는데 이 구멍은 장착부(73)에 수지(r)를 주입하기 위한 주입공(76)이다. 즉, 두 개의 절편부재(33)가 상호 겹쳐지게 배치된 상태에서 주입공(76)을 통해 수지(r)를 주입하면 장착부(73) 내에서 수지(r)에 의하여 두 개의 절편부재(33)가 상호 접합된다. 연결부재(71,72) 내부의 장착부가 연결부재(71,72) 전체에 걸쳐 모두 연통되어 있는 경우에는 주입공(76)은 삽입공별로 모두 형성되지 않아도 된다.

그러나, 연결부재(71,72) 내부에 칸막이(d)를 설치하여 삽입공(74,75)별로 별도로 분리된 장착부(73)가 형성된 경우에는 삽입공(74,75)별로 주입공(76)이 형성된다.

- [103] 중요한 점은 연결부재(71,72) 내부에 빈 공간이 형성되면 바람직하지 못하다. 따라서 본 실시예에서와 같이 연결부재(71,72) 내측에 장착부 공간이 마련되는 경우에는, 이 장착부가 모두 수지나 백필재로 채워져야 한다. 따라서, 연결부재에는 복수의 구멍이 형성되어 수지가 충전되지 않은 부분에는 백필재가 유입되어 충전될 수 있어야 한다. 또는 장착부 이외에는 연결부재 내측에 공간이 형성되지 않도록, 연결부재가 중공형이 아닌 것이 바람직하다.
- [104] 상기한 바와 같이, 본 실시예에서는 세로보강부재(32)를 이루는 각 절편부재(33)를 연결부재(71,72)의 삽입공(74,75)에 삽입한 상태에서 수지(r)를 충전하는 것으로서 매우 간단하게 절편부재(33)들을 일체로 연결하여 하나의 세로보강부재(32)를 형성할 수 있다. 그리고 몇 개의 연결부재(71)들은 분절에 결합된 상태로 세로보강부재(32)를 지지하므로, 대략 150m 높이로 형성되는 세로보강부재(32)가 휘지 않고 원하는 형상을 유지할 수 있다. 모든 연결부재(71)가 분절에 결합되어 있다면 세로보강부재(32)에 대한 지지력을 더욱 증대시킬 수 있다. 그리고 가로보강부재(31)는 원주방향을 따라 설치된 세로보강부재(32)에 철사 등에 의하여 결합될 수 있다.
- [105] 본 실시예에서 연결부재는 보강재를 탱크 본체로부터 이격된 상태로 탱크 본체에 지지시키는 기본 기능 이외에, 세로보강부재(32)를 형성하는 절편부재들을 매우 간단하고 용이하게 접합시킬 수 있는 기능을 제공한다.
- [106] 본 실시예와 같이 연결부재를 사용하지 않는 고전적 방법에서는 세로보강부재(32)를 암반의 내벽에 별도의 고정수단을 이용하여 지지해야 하므로 기술적 측면 및 경제적 측면에서 곤란함이 뒤따른다. 또한 탱크 본체에 지지한다고 하여도 본 실시예와 같이 장착부와 수지를 이용한 방식이 아니라면, 절편부재들을 모두 용접이나 철근에 의하여 결합시켜야 하므로 비경제적이다. 즉, 본 발명에서 채용한 독특한 구성의 연결부재에 의하여 절편부재(33)들을 일체로 연결하는 작업이 매우 용이하게 이루어질 수 있는 바, 시공의 경제성을 향상시킬 수 있다.
- [107] 그리고 본 실시예에서는 분절 단위로 방수제, 방청제, 단열재를 미리 도포해 놓음으로써 분절들이 모두 결합되면 탱크 본체(10)에 전체적으로 방수막(81), 방청막(82), 단열막(83)을 형성할 수 있다. 마찬가지로 분절 단위로 분리막(60)을 형성해 놓아 분절이 모두 결합되면 탱크 본체(10) 전체에 분리막이 형성된다.
- [108] 본 실시예에서는 분절의 내주면에는 방청막(82)만 형성하고, 외주면에는 순차적으로 방청막(82), 단열막(83), 분리막(60), 방수막(81)을 형성한다.
- [109] 한편, 본 발명에 따른 유체 저장조(100)의 내부에는 기체만이 수용되는 것이 아니라, 압축공기를 이용한 발전설비의 종류에 따라서는 공기와 함께 물이 함께 수용될 수도 있다. 그리고 방수막, 방청막을 구비한다고 하여도, 저장조(100)가

지하수에 노출될 수 있다. 따라서 스틸 재질의 탱크 본체(10)는 장시간 사용되면 부식이 문제될 수 있다. 이에 본 예에서는 갈바닉 효과(galvanic effect)를 이용하여 탱크 본체의 부식을 억제한다. 즉, 도시하지는 않았지만, 탱크 본체(10)의 내부 또는 외부와 전기적으로 연결되도록 금속소재의 부식억제제(희생양극)를 설치한다. 부식억제제는 탱크 본체와 전기적으로 연결되어 있으면 되므로 탱크 본체에 직접 부착될 수도 있지만, 탱크 본체와 이격된 상태로 도전체에 의해 상호 연결되어 있어도 무방하다. 부식억제제는 탱크 본체의 소재에 비하여 활성 전위를 가지므로, 전기적으로 부식억제제는 양극으로, 탱크 본체(10)는 음극으로 작용하여 부식억제제는 급격하게 부식되고 탱크 본체(10)는 부식이 억제된다. 부식억제제는 일정 시간 경과되면 부식에 의하여 소진되므로 부식억제제는 교체할 수 있는 구성으로 이루어지는 것이 바람직하다. 부식억제제의 교체를 용이하게 하기 위해서는 부식억제제가 탱크 본체에 직접 부착되기 보다는 탱크 본체로부터 이격되어 외부에 배치되어 탱크 본체와 전기적으로 연결되어 있는 것이 오히려 유리할 수 있다.

[110] 한편, 캐번(c)의 상부는 콘크리트 등의 충전재를 타설하여 플러그(90)를 형성하여 폐쇄시킨다. 물론 탱크 본체(10)와 연결되는 파이프(p)는 플러그(90)를 통해 지표의 발전설비 및 압축설비와 연결된다.

[111] 본 실시예에서 플러그(90)는 탱크 본체(10)의 상부에 형성되는 몸체부(91)와, 몸체부(91)의 상측으로부터 캐번(c)의 내벽면을 따라 연장형성되는 고리형의 보강부(92)를 구비한다. 그리고 몸체부(91)와 보강부(92)는 콘크리트 등 충전재에 의해서 일체로 형성된다. 본 실시예에서 고리형의 보강부(92)를 형성하는 주된 이유는 유체 저장조의 안정성의 측면에서 길이방향(longitudinal) 응력에 대한 안전성을 확보하기 위한 것이다. 즉, 보강부(92)를 형성하면 유체 저장조의 길이방향(높이방향)에서 변위를 억제하기 위함이다. 또한 보강부(92)는 캐번(c) 상측의 내벽을 보호하는 부수적 기능을 수행할 수도 있다. 특히, 캐번(c)의 공벽에 쇼크리트를 분사하여 보완층을 형성하지 않은 경우라면 보강부(92)의 공벽 보호 작용이 증대된다. 또한 보강부(92)는 주변의 암반과 일체화되는 것이 유리하다. 따라서 보강부(92)와 지반(g)이 일체화되도록 바인더(94)를 설치할 수 있다. 바인더(94)는 락볼트 등이 사용될 수 있다. 본 실시예에서 바인더(94)는 캐번(c)의 둘레방향을 따라 복수 개 설치되는데, 보강부(92)로부터 암반(g)까지 삽입되는 삽입부(94a)와, 삽입부(94a)의 일측 단부로부터 삽입부(94a)의 길이방향과 교차되는 방향으로 연장형성되는 헤드부(94b)를 구비한다. 헤드부(94b)는 보강부(92) 내에 매설되는 것이 바람직하다. 몸체부(91)와 보강부(92) 사이의 절곡된 부분에는 H형 강 등의 버팀재(95)가 설치될 수 있다. 그리고 보강부(92)에 의해 둘러싸여 형성되는 내측 수용공간에는 물이 채워질 수 있다.

[112] 그리고 플러그(90) 몸체부(91)에는 보강재(93)가 매설되어 플러그의 인장강도를 증대시킨다. 보강재(93)는 철근을 격자형으로 배치하는 방식을

채용할 수 있으며, 인장력은 탱크 본체(10)와 인접해 있는 몸체부(91)의 하단에 주로 작용하므로 보강재(93)도 이에 대응하여 플러그(90) 몸체부(91)의 하측에 설치된다.

- [113] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에서는 탱크 본체를 분절을 적층결합시켜 형성하되, 분절에 방청막, 방수막, 분리막, 단열막을 미리 형성하여 분절의 결합만으로 탱크 본체와 암반 사이에 다양한 기능의 막이 형성될 수 있도록 하였다. 또한 분절에 세로보강부재와 가로보강부재를 미리 설치하고, 분절에 의하여 보강재가 지지되게 함으로써 탱크 본체의 제조와 보강재의 설치가 동시에 이루어질 수 있도록 하였다. 무엇보다도 보강재를 탱크 본체와 이격시킨 상태로 매우 용이하게 설치할 수 있다는 점에서 시공상 유리한 점이 있다. 또한 연결부재의 독특한 구성에 의하여 세로보강부재를 형성하는 절편부재들을 매우 용이하게 연결될 수 있도록 한 점에 시공상 유리함이 증대된다. 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 분절 및 절편부재 단위로 탱크 본체와 보강재를 설치함으로써 시공의 실현성과 경제성이 향상된 데에서 의의를 찾을 수 있을 것이다.
- [114] 한편, 지금까지는 연결부재가 링 형태로 형성되어 있는 것으로 설명 및 도시하였으나, 반드시 링 형태로 일체로 형성될 필요는 없으며, 도 7에 도시된 바와 같이, 연결부재(70a)가 탱크 본체(10)의 둘레 방향을 따라 서로 이격되어 복수 개 설치될 수도 있다. 독립된 형태의 연결부재(70a) 내부에 장착부가 설치되고, 삽입공 및 주입공이 형성되는 점은 앞에서 설명한 바와 동일하다.
- [115] 또한 지금까지 연결부재 내부에 장착부가 형성되어 절편부재들이 장착부 내에서 상호 접합되는 것으로 설명 및 도시하였으나, 도 8에 도시된 바와 같이 연결부재(70b)에는 단순히 관통공(77)이 형성되고 세로보강부재가 이 관통공(77)에 길게 끼워질 수도 있다. 또는 세로보강부재를 몇 개의 긴 절편(앞의 절편부재에 비하여 상대적으로 길게 형성)으로 나눈 후 절편들을 관통공(77)에 삽입시키고 절편을 용접 등의 방식으로 연결할 수도 있다.
- [116] 또한, 도 9에 도시된 바와 같이, 연결부재(70c)가 가로보강부재(31)를 지지하는 방식으로 적용할 수도 있다. 즉, 연결부재(70c)가 탱크 본체(10)의 길이방향을 따라 형성되고, 탱크 본체(10)의 원주방향을 따라 이격되게 복수 개 배치되며, 각 연결부재(70c)에 관통공(78)이 마련되면 가로보강부재(31)들이 이 관통공(78)에 삽입되어 지지될 수 있다. 세로보강부재(32)는 가로보강부재(31)에 연결된 상태로 지지될 수 있다.
- [117] 또한, 다른 실시예에서는 가로보강부재를 지지하는 연결부재와 세로보강부재를 지지하는 연결부재를 각각 마련할 수도 있을 것이다.
- [118] 또한, 도시하지는 않았지만, 다른 예에서는 연결부재에 단순히 관통공이 형성되고, 절편부재가 관통공에 끼워진 상태에서 절편부재를 연결부재에 고정시키는 방법도 가능하다. 즉, 절편부재의 상단부와 하단부는 각각 상측 분절과 하측 분절의 연결부재를 관통하여 돌출된 상태에서, 절편부재의

상단부와 하단부에 각각 볼트를 체결한다. 절편부재의 상단에 체결되는 볼트는 상측 연결부재의 상면에 접촉될 것이며, 절편부재의 하단에 체결되는 볼트는 하측 연결부재의 하면에 접촉되는 형태로 될 것이다. 따라서, 절편부재는 볼트에 의하여 두 개의 연결부재 사이에 고정되어 상하방향으로의 이동이 제한된다. 그리고 볼트 체결을 하지 않더라도, 연결부재의 관통공에 끼워져 있는 절편부재를 용접에 의하여 연결부재에 고정시킬 수도 있다.

- [119] 이하, 도면을 참고하여, 본 발명에 따른 고압 유체 저장조(100)를 시공하기 위한 방법에 대하여 설명한다.
- [120] 도 10은 본 발명에 따른 유체 저장조의 시공방법의 개략적 흐름도이며, 도 11 및 도 12는 도 10에 도시된 시공방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [121] 도 10 내지 도 12를 참고하면, 시공방법은 굴착단계(M10), 충전단계(M30), 탱크제조단계(M50) 및 백필단계(M70)를 구비한다.
- [122] 굴착단계(M10)에서는 사전에 설정된 심도까지 지반을 굴착하여 상하방향, 바람직하게는 수직인 방향을 따라 캐번(c)을 형성한다. 수직인 캐번(c)을 형성하기 위한 굴착방법은 하향식 발파 및 상향식 발파를 고려할 수 있다. 하향식 발파 굴착은 화약 발파를 통해 지표로부터 하방향으로 지반을 굴착하는 방식이다. 그러나 본 시공방법에서는 굴착 심도가 매우 깊기 때문에, 심도가 깊어질수록 발파 작업이 용이하지 않으며 발파에 의해 발생된 버력을 지표까지 배출하기 위한 기술적 보완이 필요하다는 단점이 있다.
- [123] 상향식 발파 굴착은 캐번(c)의 가장 낮은 지점까지 별도의 액세스 터널을 형성한 후, 하부에서부터 상방으로 발파를 진행하는 것인데, 발파에 의한 버력이 하방으로 낙하하므로 액세스 터널을 통해 버력 배출이 용이하다는 이점이 있다. 다만, 캐번의 직경이 대략 10m 내외인 경우 별도의 액세스 터널을 굴착하는 것은 비경제적이다. 직경이 수십 m 정도의 대규모 사일로 또는 터널 형태를 굴착하거나, 직경이 작더라도 복수의 캐번을 병렬적으로 형성하는 경우라면 액세스 터널로의 접근을 통한 상향식 발파를 고려할 수 있다.
- [124] 본 발명에서 상기한 발파방식 이외에 수직 굴착장비를 이용하여 지표로부터 하방향으로 굴착하는 방법을 채택할 수 있다. 예컨대, 대한민국 특허 제0683909호, 특허 제1068578호 및 특허 제1334298호에 개시되어 있는 헤머 굴착장치를 통한 굴착이 가능하다. 수직 굴착장비를 사용하면 별도의 액세스 터널을 형성할 필요도 없고, 굴착장비의 비트가 암반을 드릴링할 때 주입되는 이수를 통해 버력이 상부로 배출되므로 버력 처리에 있어서도 이점이 있다. 위 특허에 기재된 장비 이외에도 현재 수직 굴착장비에 의해서 대략 직경 10m 미만의 캐번은 용이하게 형성할 수 있다. 수직 굴착장비는 발파 방식에 비하여 경제성이 보장될 수 있다면 적용성이 가장 우수하다고 평가된다.
- [125] 굴착을 통해 캐번(c)을 형성하면, 내벽의 붕괴를 방지하고자 급결성의 쏿크리트를 캐번(c)의 내벽에 분사하여 보완층(40)을 형성(M20)할 수 있다. 보완층(40)은 굴착이 완료된 후에 일시적으로도 가능하지만, 굴착 과정에서

분할하여 타설할 수도 있다. 다만, 암반이 견고한 경우 보완층(40)은 생략할 수 있다.

- [126] 한편, 캐번(c)을 수직하게 굴착하는 과정에서 일정 심도에 다다르면, 플러그(90)가 설치될 수 있도록 수평방향으로 조금 넓게 굴착을 수행한다. 플러그의 설치를 위한 굴착 단면은 플러그의 형상을 고려하여 썸기형, 테이퍼형 및 블럭형으로 다양하게 채택할 수 있다.
- [127] 캐번(c) 굴착이 완료되면, 캐번(c)의 하부에 받침대(20)를 미리 설치한다. 받침대(20) 설치가 완료되면, 탱크 본체(10)를 설치해야 하는데, 그 사전 작업으로서 캐번(c)에 제1유체를 충전하는 충전단계(M30)를 수행한다. 제1유체는 부력을 제공하기 위한 것으로서 물을 사용할 수 있다. 제1유체로는 물 이외에도 부력을 제공할 수 있는 다양한 유체가 사용될 수 있다. 발파방식으로 굴착을 한 경우에는 제1유체를 별도로 충전해야 하지만, 상기한 수직 굴착장비를 사용하는 경우 굴착시 주입된 물로 캐번(c)은 이미 채워져 있다.
- [128] 제1유체의 충전이 완료되면 탱크제조단계(M50)를 수행한다. 탱크제조단계(M50)는 100~200m의 높이에 걸친 탱크 본체(10)를 제조함과 동시에 캐번(c) 내에 설치하는 중요한 과정이다.
- [129] 본 발명의 탱크제조단계(M50)에서는 탱크 본체(10)를 형성하게 될 복수의 분절들을 캐번(c) 내에서 상호 용접하여 제조한다.
- [130] 분절(11,12,13)에 연결부재(71,72)들이 준비되면, 우선 지표에 설치된 크레인(a)에 설치된 견인줄(b)을 이용하여 하부분절(11)을 이송하여 캐번(c)에 채워져 있는 제1유체(f1) 위에 진수한다. 크레인(a)이 분절(11,12,13)을 지지하는 방식은 다양하게 채택될 수 있는데, 예를 들어 크레인 견인줄(b)에 전자석을 부착하여 전원의 인가 여부에 따라 전자석이 분절의 내주면에 결합되는 방식을 채용할 수도 있다.
- [131] 하부분절(11)을 진수한 후 크레인(a)과의 연결을 해제하면, 하부분절(11)의 상단부는 부력에 의하여 제1유체(f1) 위로 부상된다. 하부분절(11)의 상단부가 추후에 몸통분절(12)과의 용접을 위한 작업 포지션에 비하여 높게 부상된 경우라면 제1유체(f1)를 일부 배출시켜 하부분절(11) 내부로 공급하여 높이를 맞춘다. 하부분절(11)의 높이가 조절되면 지면에 설치되어 있는 제1지지유닛(M1)에 의하여 하부분절(11)이 편향되지 않게 중심과 자세 및 각도를 고정시킨다. 하부분절(11)은 부력에 의하여 부유하는 것이므로 제1지지유닛(M1)은 하부분절(11)의 평면상에서의 중심을 고정시켜 주는 역할만 수행한다.
- [132] 하부분절(11)의 위치가 고정된 후에는 몸통분절(12)을 하부분절(11) 위에 적층시키고 이들을 상호 결합시키며, 본 실시예에서는 기밀성 및 안정성을 고려하여 용접에 의하여 분절들을 결합시킨다. 앞서서도 설명하였지만, 분절들 사이의 용접 품질이 탱크 본체(10) 전체의 기밀성에 있어서 가장 중요한 포인트이다. 용접 과정을 좀 더 구체적으로 설명하면, 크레인(a)은 첫 번째

몸통분절(12)을 매달아서 하부분절(11) 위에 일정 거리 이격시킨 상태로 위치시킨다. 하부분절(11) 상단부에는 스페이서(s)가 부착되어 있으므로 몸통분절(12)이 스페이서(s)에 접촉되게 배치시킨다. 그리고 제2지지유닛(M2)에 의하여 크레인(a)에 매달려 있는 몸통분절(12)이 수평하게 좌우로 편향되지 않게 위치를 고정시킨다. 몸통분절(12)은 크레인(a)에 의하여 지지되어 있으므로, 제2지지유닛(M2)은 몸통분절(12)의 중심을 잡아주는 역할을 수행한다. 몸통분절(12)이 정위치에 배치된다면, 몸통분절(12)과 하부분절(11)의 중심점은 서로 일치하게 되며 하부분절(11)의 상단면과 몸통분절(12)의 하단면은 약간 이격되어 평행하게 배치될 것이다.

- [133] 상호 결합시킬 두 개의 분절에 대한 위치 조절이 완료되면, 하부분절(11)의 상단부에 부착되어 있던 스페이서(s)를 벗겨 낸다. 분절들 사이에는 용접 덧부재(15)가 부착되어 있으므로, 용접 공간은 후방이 막힌 상태로 노출된다. 용접이 완료된 후에는 검사를 통해 용접품질을 확인하는 것이 바람직하다.
- [134] 상기한 바와 같이, 하부분절(11)과 첫 번째 몸통분절(12) 사이의 결합이 완료되면, 동일한 방식에 의하여 복수의 몸통분절(12)들을 순차적으로 적층시켜 결합시킨다. 이미 결합이 완료된 기제조된 부분은 상기한 바와 같이 부력에 의하여 지지되며 제1지지유닛(M1)에 의하여 위치가 고정되고, 새롭게 결합될 분절은 크레인(a)에 매달려 제2지지유닛(M2)에 의하여 위치가 고정된다.
- [135] 그리고 기제조된 부분의 상단부는 언제나 지표로부터 일정한 높이에 배치되어 용접작업이 이루어진다. 기제조된 부분의 상단부를 용접작업이 이루어지는 위치에 맞추기 위해서는 부상력을 조절해야 한다. 부상력을 조절하는 방법으로는 우선 캐번(c) 내의 제1유체(f1)를 서서히 배출시키는 방법이 있다. 수위가 낮아지면서 기제조된 부분도 함께 캐번(c) 내로 삼입되므로 작업 포지션을 일정하게 유지할 수 있다. 또한, 기제조된 부분의 내부로 제2유체(f2)를 공급하여 무게를 증가시킴으로써 기제조된 부분을 하강시킬 수 있다. 본 실시예에서는 분절들을 결합시켜 나가면서, 캐번(c) 내의 제1유체(f1)를 펌핑하여 기제조된 부분으로 공급함으로써 기제조된 부분을 하강시켜 위치를 조절한다. 즉, 제1유체(f1)를 배출시켜 제2유체(f2)로 재사용하는 것이다.
- [136] 상기한 방식으로 하부분절(11)부터 몸통분절(12) 및 상부분절(13)을 모두 용접하면 탱크 본체(10)가 제조완료된다.
- [137] 상기한 바와 같이 제조완료된 상태에서 탱크 본체(10)는 캐번(c) 내에 완전히 삼입된 상태로 부력에 의하여 떠 있는 상태이다. 이제 탱크 본체(10)를 받침대(20)에 안착시킨다. 앞의 과정들과 마찬가지로, 캐번(c) 내에 남아 있는 제1유체(f)를 서서히 배출시켜 탱크 본체(10)로 공급하면 탱크 본체(10)는 하강하며, 유탱크 본체(10)의 자중이 부력보다 커지는 순간에 탱크 본체(10)는 받침대(20)의 안착부(22) 위에 실장된다. 제1지지유닛(M1)은 탱크 본체(10)가 하강하는 과정 및 받침대(20)에 안착될 때, 중심이 흔들리지 않고 수직하게 배치될 수 있도록 보조한다. 탱크 본체(10)가 받침대(20)에 안착되어 지지되면

탱크 본체(10) 설치작업이 완료된다.

- [138] 한편, 상기한 바와 같은 탱크 본체(10)의 제조 및 설치과정에서 제1지지유닛(M1)과 제2지지유닛(M2)은 각각 기제조된 부분과 새롭게 결합될 분절의 위치를 고정시키기는 작용을 하는데, 제1지지유닛(M1)과 제2지지유닛(M2)으로는 다양한 장치들이 사용될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 새롭게 결합될 분절이나 기제조된 부분의 외주면을 따라 일정 각도 간격으로 복수의 실린더를 설치하고, 실린더에 설치된 피스톤이 독립적으로 분절을 밀 수 있게 하여 새롭게 결합될 분절이 정확한 위치에 배치되도록 할 수 있다. 또한, 분절이나 기제조된 부분을 감싸고 배치되는 링을 설치한 후, 링 내주면을 따라 복수의 힌지부재를 설치하고, 모든 힌지부재들을 직경방향으로 고정시키면서 분절 및 기제조된 부분의 위치를 고정할 수 있다. 즉, 힌지부재들이 링의 직경방향으로 고정시키는 과정에서 편향되게 배치된 분절을 밀어서 분절이 정위치에 배치되도록 할 수 있다.
- [139] 위에서 제1지지유닛(M1) 및 제2지지유닛(M2)은 일 예로 설명한 것이며, 다양한 형태의 장치들을 통해 기제조된 부분이나 새롭게 결합될 분절의 위치를 조절할 수 있을 것이다. 또한, 이러한 제1지지유닛(M1)과 제2지지유닛(M2)을 사용하지 않더라도, 기제조된 부분은 부력에 의하여 지지되고 있고, 새롭게 결합될 분절은 크레인에 의하여 지지되고 있으므로 분절들을 결합할 때 간단하게 기제조된 부분과 새롭게 결합되는 분절의 위치를 정확하게 조절할 수 있을 것이다. 마찬가지로, 탱크 본체의 제조가 완료한 후 탱크 본체를 받침대(20)에 안착시킬 때 탱크 본체가 좌우편향 없이 수직하게 배치되도록 조절할 수 있을 것이다.
- [140] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 부력을 이용하여 기제조된 부분을 지지하면서, 기제조된 부분의 상단부를 용접 포지션(일반적으로 지표 위)으로 부상시킴으로써, 다른 분절들을 용이하게 결합시킬 수 있는 방법을 제공한다. 이러한 방법을 통해 높이 100m가 넘는 탱크 본체를 현장에서 직접 제조하여 캐번에 설치할 수 있게 되었다.
- [141] 부력을 이용하지 않고 캐번 내에서 탱크 본체를 설치한다면, 기제조된 부분을 매달고 있는 크레인과 새롭게 결합될 분절을 매달고 있는 크레인이 각각 필요하므로 제조작업이 매우 곤란해진다. 특히, 기제조된 부분과 새롭게 결합될 분절은 동축적으로 배치되어야 하므로, 크레인을 2개 사용하는 것 자체가 불가능할 수 있다. 즉, 본 발명에서는 100m가 넘는 탱크 본체의 제조 및 설치를 가장 경제적으로 수행할 수 있는 방법을 제공함으로써, CAES의 실제적 활용성을 증대시켰다는 점에서 큰 의의가 있다.
- [142] 한편, 탱크 본체(10)를 설치하는 과정에서 보강재(30)도 함께 설치된다. 즉, 탱크 본체(10)를 제조하기 위해서 각각의 분절들을 결합시키는 과정에서, 각 분절에 설치되어 있는 절편부재(33)들을 연결부재(71,72)에 삽입시키고 수지를 충전한다. 위 과정에서 절편부재(33)들은 상호 연결되어 탱크 본체(10)가

제조완료되는 시점에서 세로보강부재(32)가 일체로 형성된다.

가로보강부재(31)는 세로보강부재(32)에 결합되어 있으므로 보강재(30)는 전체적으로 메쉬 형태로 형성되어 탱크 본체(10)를 감싸게 된다.

[143] 또한 상기한 바와 같이 분절들을 적층결합시키는 과정에서 분리막(60), 방수막(81), 방청막(82) 및 단열막(83)도 함께 형성되므로 매우 경제적인 시공이 가능하다.

[144] 이제 마지막 단계로 백필단계(M70)를 수행하다. 즉, 백필재를 탱크 본체(10)와 압반(g) 사이에 충전하여 백필층(50)을 형성한다. 백필재는 시차를 두고 분할 타설하거나, 일시에 타설할 수 있다. 그리고 본 실시예에서는 그라우트재를 고압분사하여 백필을 수행한다.

[145] 백필재를 충전할 때 유의할 점은 탱크 본체(10) 내부에 제3유체(f3)를 먼저 채워놓아야 한다는 것이다. 백필재가 충전되면 탱크 본체(10)에 두 가지 작용을 한다. 하나는 백필재가 충전됨에 따라 탱크 본체(10)에 부력이 인가되며, 다른 하나는 백필재의 자중에 의하여 탱크 본체(10)가 가압된다. 따라서 백필재를 충전하기에 앞서서 백필재의 압력에 의해 탱크 본체(10)가 손상되는 것을 방지하도록 제3유체(f3)를 충전하는 것이 바람직하다.

[146] 제3유체(f3)로는 물 또는 압축공기를 사용할 수 있다.

[147] 물을 사용하는 경우에는 백필재가 타설될 높이보다 탱크 본체(10)에 채워지는 물의 수위를 약간 더 높게 형성한다. 즉 백필을 분할 수행할 때에는 분할 타설시마다 충전되는 백필재의 높이 보다 약간 더 높은 수위로 물을 채워 놓으면 되며, 백필을 일시에 수행할 때에는 탱크 본체(10) 내부에 물을 가득 채우면 된다. 제3유체로 물을 사용하는 경우 압력과 부력에 모두 대응할 수 있으므로 이점이 있지만, 탱크 본체(10)에 물을 가득 채움으로써 탱크 본체(10)의 자중이 너무 커지는 문제가 있다. 본 실시예에서는 이를 위하여 받침대(20)를 미리 설치하는 것이다. 받침대가 탱크 본체(10)를 지지하지 않는다면, 크레인(a)이 탱크 본체(10)의 자중을 모두 지지하여 매달고 있어야 하는데, 직경 5m, 높이 100m의 탱크 본체에 물이 가득 채워진다면 무게가 2,000ton을 상회하므로 크레인의 출력이 문제될 수 있다. 본 발명에서는 받침대(20)를 미리 설치하여 탱크 본체(10)를 지지하고 있으므로 이러한 기술적 문제를 해결할 수 있다.

[148] 물을 사용하는 경우에 탱크 본체(10)의 자중이 문제되므로 제3유체(f3)로서 압축공기를 사용하는 방법을 고려할 수 있다. 압축공기에 의하여 내부에 압력이 인가되면 백필재의 압력에 대응할 수 있기 때문이다. 그러나 제3유체(f3)로 압축공기를 사용하면 백필재의 부력에 대응할 수 없다는 문제점이 있다. 공기가 압축되었다고 하여도 그 무게는 매우 작기 때문이다.

[149] 본 발명에서는 받침대(20)가 기설치되어 있으므로 제3유체로 물 만을 사용하는 방식을 채용할 수도 있지만, 보다 바람직하게는 물과 압축공기를 함께 사용하는 방법을 채택한다. 즉, 탱크 본체(10)에 물을 일부분 충전한 후, 공기를 고압으로 압축하여 탱크 본체(10)에 주입함으로써, 백필재의 부력과 압력에 모두 대응할

수 있다.

- [150] 백필재를 플러그가 설치되는 부분까지 모두 타설하고, 일정 시간이 경과하면 백필재가 경화된다. 그리고 플러그(90)의 상측을 암석이나 토사 등을 이용하여 매우면 고압 유체 저장조(100)가 완성된다.
- [151] 본 실시예에서는 플러그(90)가 몸체부(19)와 보강부(92)로 이루어진다. 본 실시예에 따른 플러그의 형상을 만들기 위하여, 캐번(c)의 상측에 내벽면을 따라 고리형의 거푸집을 미리 설치하고, 캐번(c)의 내벽면에 복수의 바인더(94)를 삽입설치한 후, 백필재를 타설한다.
- [152] 한편, 본 발명에 따른 발전시스템은 고압 유체 저장조(100)의 파이프(15)와 지상의 발전시스템과 연결되어 이루어진다. CAES 발전시스템은 터빈 발전 방식과, 실린더-모터 발전 방식 등이 사용될 수 있다. 터빈 발전 방식에서는 복수의 압축기와, 열교환기, 팽창기 및 터빈을 구비하여, 압축기에서 공기를 다단으로 압축하여 고압 유체 저장조(100)에 저장하였다가, 압축공기를 터빈에 공급하여 발전을 하는 방식이다. 실린더-모터 방식은 모터에 연결된 엔진축을 구동하여 복수의 실린더를 구동하여 공기를 압축하여 고압 유체 저장조(100)에 저장하였다가, 이 압축공기를 다시 실린더에 제공하여 거꾸로 엔진축을 회전시킴으로써 발전하는 방식이다. 이외에도 고압 유체 저장조는 터빈 시스템과 화력을 조합한 복합 화력 발전시스템과 연결되어 발전 효율을 향상시키는데 사용될 수도 있다.
- [153] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에서는 지하의 심부에 수 m 이상의 직경과 수십 m 이상의 높이를 가지는 고압 유체 저장조를 안정성과 기밀성이 유지된 상태로 설치할 수 있는 실제적 기술을 제공함으로써 CAES의 활용성을 증대시킬 수 있다. 더욱이, 본 발명에서는 고압 유체 저장조를 경제적으로 건설할 수 있는 방법을 제시하여 추후 에너지 정책의 일환으로 CAES의 상용화를 촉진할 것으로 기대된다.
- [154] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 고압의 유체를 저장하기 위하여 지반을 굴착하여 형성되는 캐번에 매설되는 것으로서,
 밀폐성 소재로 이루어져 내부에 고압의 유체가 저장되는 수용부가 형성되되 복수의 분절이 길이방향을 따라 순차적으로 적층결합되어 이루어지는 탱크 본체;
 상기 탱크 본체로부터 이격된 상태로 상기 탱크 본체를 감싸며 배치되는 보강재;
 상기 보강재가 내부에 매설되며, 상기 탱크 본체와 상기 캐번 사이에 채워지는 백필재에 의하여 형성되는 백필층; 및
 상기 캐번을 폐쇄하기 위한 플러그;를 포함하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 탱크 본체를 형성하는 분절은,
 상기 탱크 본체의 하단부를 형성하도록 상면이 개방되어 있는 하부분절과, 상기 하부분절 위에 순차적으로 적층결합되는 링형상의 몸통분절과, 상기 몸통분절 위에 적층결합되며 상기 탱크 본체의 상단부를 형성하도록 하면이 개방되어 있는 상부분절을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 탱크 본체의 외주면을 따라 배치되며 상기 탱크 본체의 길이방향을 따라 상호 이격되게 설치되는 복수의 연결부재를 더 구비하며,
 상기 보강재는 상기 연결부재에 설치되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 보강재는,
 상기 탱크 본체의 길이방향을 따라 상호 이격되게 배치되는 복수의 가로보강부재와, 상기 가로보강부재와 교차되어 상기 가로보강부재에 연결되며 서로 이격되게 배치되는 복수의 세로보강부재 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 보강재는 상기 세로보강부재를 포함하며,
 상기 세로보강부재는 복수의 절편부재가 길이방향을 따라 순차적으로 연결되어 이루어지며, 상기 절편부재는 상기 연결부재에 설치되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,

상기 연결부재에는 길이방향을 따라 상호 인접하여 있는 상기 절편부재들이 상호 접합되는 장착부가 마련되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 7]

제6항에 있어서,
상기 장착부에는 상호 인접한 상기 절편부재가 함께 삽입되며, 상기 장착부에 삽입된 상기 절편부재들은 장착부에서 수지에 의하여 상호 접합되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 8]

제7항에 있어서,
상기 연결부재의 상면 및 하면에는 각각 상기 장착부와 연통되며 상기 절편부재가 각각 삽입되는 삽입공이 형성되며, 상기 절편부재들을 상호 접합시키는 수지를 주입할 수 있도록 상기 연결부재에는 상기 장착부와 연통되는 주입공이 형성되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 9]

제8항에 있어서,
상기 연결부재의 상면 및 하면에 형성된 상기 삽입공은 중심점이 서로 이격된 상태로 배치되어, 상호 인접한 상기 절편부재는 상기 장착부 내에서 상호 겹치게 배치되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 10]

제4항에 있어서,
상기 연결부재는 링 형태로 상기 탱크 본체의 외주면에 결합되거나 또는 링 형태로 상기 탱크 본체로부터 이격되어 상기 탱크 본체를 감싸는 중공의 관 형태로 이루어지며, 내부에 상기 세로보강부재가 삽입되는 장착부가 형성된 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 11]

제4항에 있어서,
상기 연결부재는 상기 탱크 본체의 둘레방향을 따라 상호 이격되게 복수 개 설치되며, 상기 탱크 본체에 결합되거나 또는 상기 탱크 본체로부터 이격되게 배치되며, 내부에 상기 세로보강부재가 삽입되는 장착부가 형성되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 12]

제4항에 있어서,
상기 보강재는 가로보강부재를 포함하며,
상기 가로보강부재는 상기 연결부재에 지지되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 13]

제3항에 있어서,
상기 복수의 연결부재들 중 적어도 하나는 상기 탱크 본체에 결합되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.

[청구항 14]

제13항에 있어서,

- 상기 복수의 연결부재들 중 최하단부에 배치된 연결부재는 상기 탱크 본체에 결합되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 15] 제1항에 있어서,
상기 분절의 상단면 또는 하단면에 대하여 돌출되도록 상기 분절의 내측면 또는 외측면에 부착되는 용접 덧부재를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 16] 제1항에 있어서,
상기 탱크 본체와 상기 백필재가 상호 결합되지 않도록 상기 탱크 본체의 외측면에 형성되는 분리막을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 17] 제1항에 있어서,
상기 탱크 본체의 부식을 방지하도록 상기 탱크 본체의 내주면과 외주면 중 적어도 하나에 형성되는 방청막을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 18] 제1항에 있어서,
상기 탱크 본체가 주변의 물과 접촉되는 것을 방지하도록 상기 탱크 본체의 외주면에 형성되는 방수막을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 19] 제1항에 있어서,
상기 탱크 본체 내부에 저장된 유체가 주변부와 열교환되는 것을 방지하도록, 상기 탱크 본체의 내주면과 외주면 중 적어도 하나에 형성되는 단열막을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 20] 제1항에 있어서,
상기 탱크 본체는 금속 소재로 이루어지며,
갈바닉 효과(galvanic effect)에 의하여 상기 탱크 본체의 부식을 지연시키도록, 상기 탱크 본체와 전기적으로 연결되는 금속소재의 부식억제제를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 21] 제1항에 있어서,
상기 분절들은 상호 일정 거리 이격된 상태에서 용접을 통해 상호 적층결합되며,
용접을 위하여 두 개의 분절을 인접되게 배치할 때 상기 분절들 사이의 이격 거리를 확인할 수 있도록, 일정 높이를 가지며 상기 분절의 상단부 또는 하단부에 분리가 가능하게 부착되는 스페이서를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 22] 제1항에 있어서,
상기 캐번의 바닥면에 설치되는 지지부와, 상기 지지부의 상부에 형성되며 상기 탱크 본체가 안착되는 안착부를 구비하여, 상기

- 탱크 본체가 상기 캐번의 바닥면으로부터 상방으로 이격된 상태로 유지되게 하는 받침대를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 23] 제22항에 있어서,
상기 백필체가 상기 받침대 지지부의 내측에 충전되도록,
상기 지지부는 격자형으로 이루어지거나, 또는 다수의 유입공이 형성되어 있는 복수의 플레이트로 이루어진 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 24] 제22항에 있어서,
상기 안착부는 상기 탱크 본체의 하면과 대응되는 형상으로 이루어진 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 25] 제22항에 있어서,
상기 안착부는 상기 탱크 본체의 직경보다 좁은 직경을 가지는 링 형태로 이루어진 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 26] 제1항에 있어서,
상기 플러그는,
상기 탱크 본체의 상부에 배치되는 몸체부와,
상기 몸체부로부터 상기 캐번의 내벽을 따라 상방으로 연장형성되는 고리형의 보강부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 27] 제26항에 있어서,
상기 플러그 보강부와 지반이 일체화되도록,
상기 보강부로부터 상기 지반까지 삽입되는 바인더를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 28] 제27항에 있어서,
상기 바인더는,
상기 보강부로부터 상기 지반까지 삽입되는 삽입부와, 상기 삽입부의 일단부로부터 상기 삽입부의 길이방향과 교차되는 방향으로 연장형성되어 상기 보강부 내에 배치되는 헤드부를 구비하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 29] 제26항에 있어서,
상기 플러그의 인장강도가 향상되도록, 상기 플러그의 몸체부 내에는 보강재가 매설되는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조.
- [청구항 30] 상하방향을 따라 지반을 굴착하여 캐번을 형성하는 굴착단계;
부력을 제공하기 위한 제1유체를 상기 캐번에 충전하는 충전단계;
탱크 본체의 하부를 형성하게 될 하부분절을 상기 캐번에 채워진 상기 제1유체 위에 진수하고, 상기 탱크 본체의 몸통부와 상부를 형성하게 될 복수의 몸통분절과 상부분절을 상기 하부분절 위에

차례로 적층결합시켜 상기 탱크 본체를 상기 캐번 내에 설치하는 탱크제조단계;

상기 탱크 본체 내부의 압력을 암반에 전달하도록 상기 탱크 본체와 상기 캐번 내벽 사이에 백필재를 충전하여 백필층을 형성하는 백필단계;를 포함하며,

상기 탱크 본체의 제조과정에서 상기 캐번에 삽입된 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 상단부는 상기 제1유체의 부력에 의하여 상기 제1유체의 표면 위에 부상되도록 하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

[청구항 31]

제30항에 있어서,

상기 탱크 본체를 설치하는 과정에서 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 부상력을 조절하도록 상기 탱크 본체의 기제조된 부분에 제2유체를 충전하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

[청구항 32]

제31항에 있어서,

상기 탱크 본체의 부상력을 조절하도록, 상기 캐번에 채워진 제1유체를 배출시켜 상기 탱크 본체의 기제조된 부분에 공급하여 상기 제2유체로 사용하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

[청구항 33]

제30항에 있어서,

상기 탱크 본체를 설치하는 과정에서 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 부상력을 조절하도록 상기 캐번에 충전된 제1유체를 점진적으로 배출시키는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

[청구항 34]

제30항에 있어서,

상기 탱크 본체를 설치하는 과정에서 상기 탱크 본체의 기제조된 부분이 상기 캐번 내에서 편향되지 않도록, 제1지지유닛을 이용하여 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 위치를 고정시키는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

[청구항 35]

제30항에 있어서,

상기 탱크 본체의 기제조된 부분에 결합시킬 상기 몸통분절 또는 상부분절은 제2지지유닛을 이용하여 상기 탱크 본체의 기제조된 부분의 상부에 위치고정 시키는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

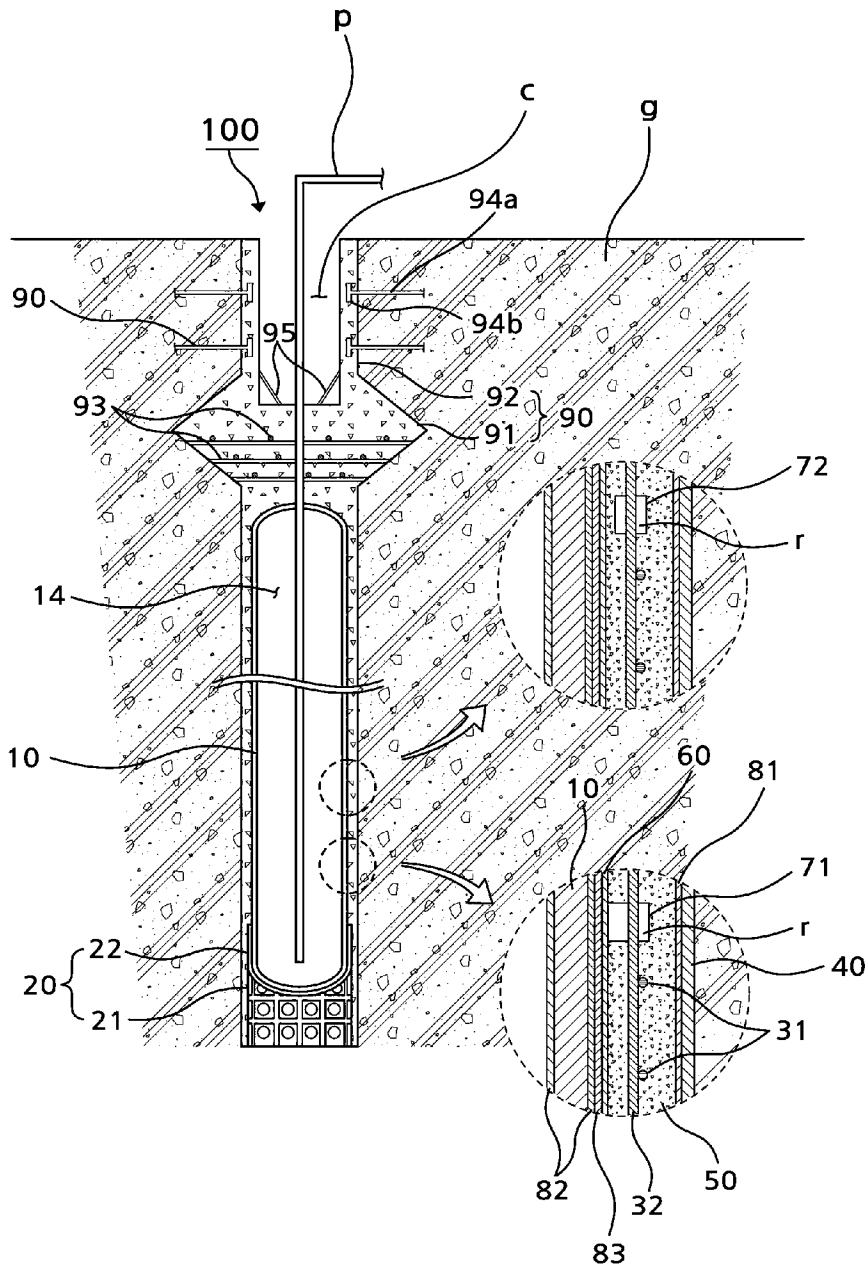
[청구항 36]

제30항에 있어서,

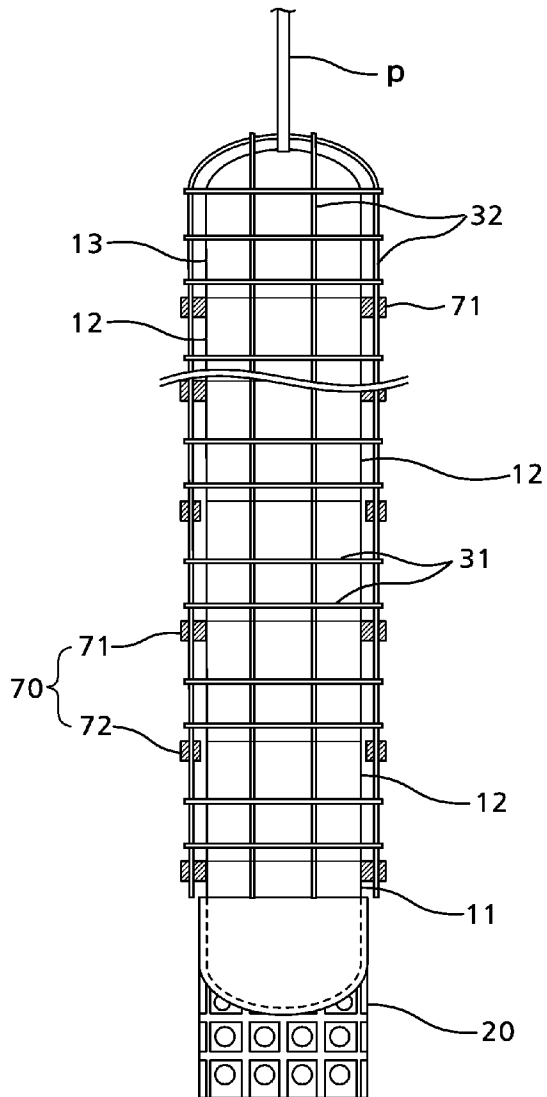
상기 백필재의 압력에 의하여 상기 탱크 본체의 변형이 방지되도록 상기 탱크 본체 내부에 제3유체를 채운 후 상기 백필재를 충전하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조

- 시공방법.
- [청구항 37] 제36항에 있어서,
상기 제3유체는 물 또는 압축공기인 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.
- [청구항 38] 제36항에 있어서,
상기 탱크 본체에는 제3유체로서 물과 압축공기를 함께 충전하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.
- [청구항 39] 제30항에 있어서,
상기 백필단계에서는 상기 캐번에 상기 제1유체가 채워진 상태에서 압력을 인가하여 백필재를 주입하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.
- [청구항 40] 제30항에 있어서,
상기 백필재를 충전하기 전에 상기 탱크 본체를 둘러싸는 보강재를 설치하여, 상기 백필재가 충전되면 상기 백필층은 상기 보강재를 내포하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.
- [청구항 41] 제40항에 있어서,
상기 상부분절, 몸통분절 및 하부분절의 외측면으로부터 일정 거리 이격되게 각각 보강재를 설치한 후, 상기 탱크제조단계에서 각 분절을 상호 결합할 때 상기 각 분절에 설치된 보강재들을 상호 연결함으로써 상기 보강재를 설치하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.
- [청구항 42] 제30항에 있어서,
상기 캐번의 길이방향에 대하여 교차하는 방향으로 상기 캐번의 내벽을 굴착하고, 굴착된 부분의 상방으로 상기 캐번의 내벽을 따라 고리형의 거푸집을 설치한 후, 상기 굴착된 부분 및 상기 거푸집과 캐번의 내벽 사이에 충전재를 타설하여 플러그를 형성하는 것을 특징으로 하는 고압 유체 저장조 시공방법.

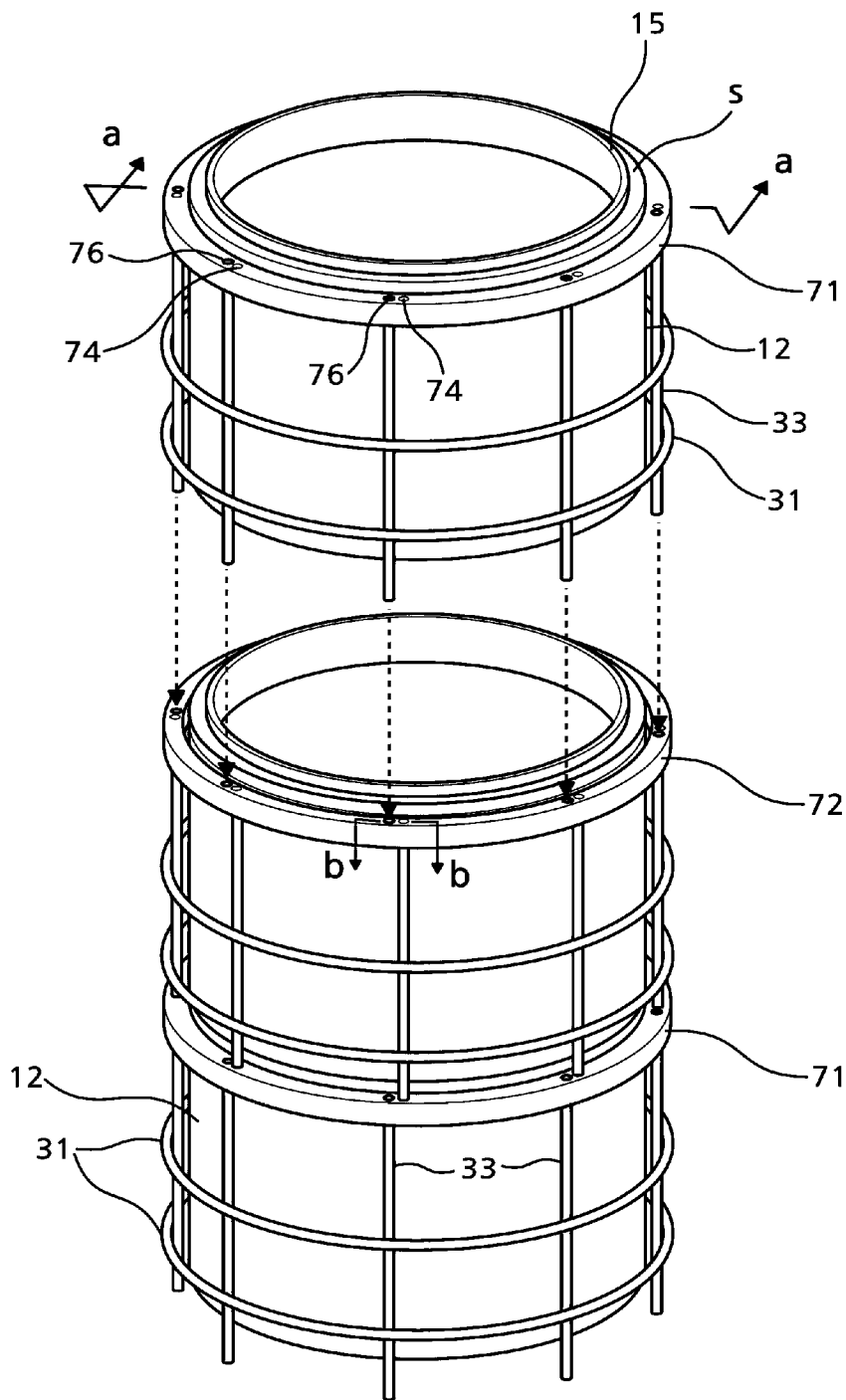
[Fig. 1]



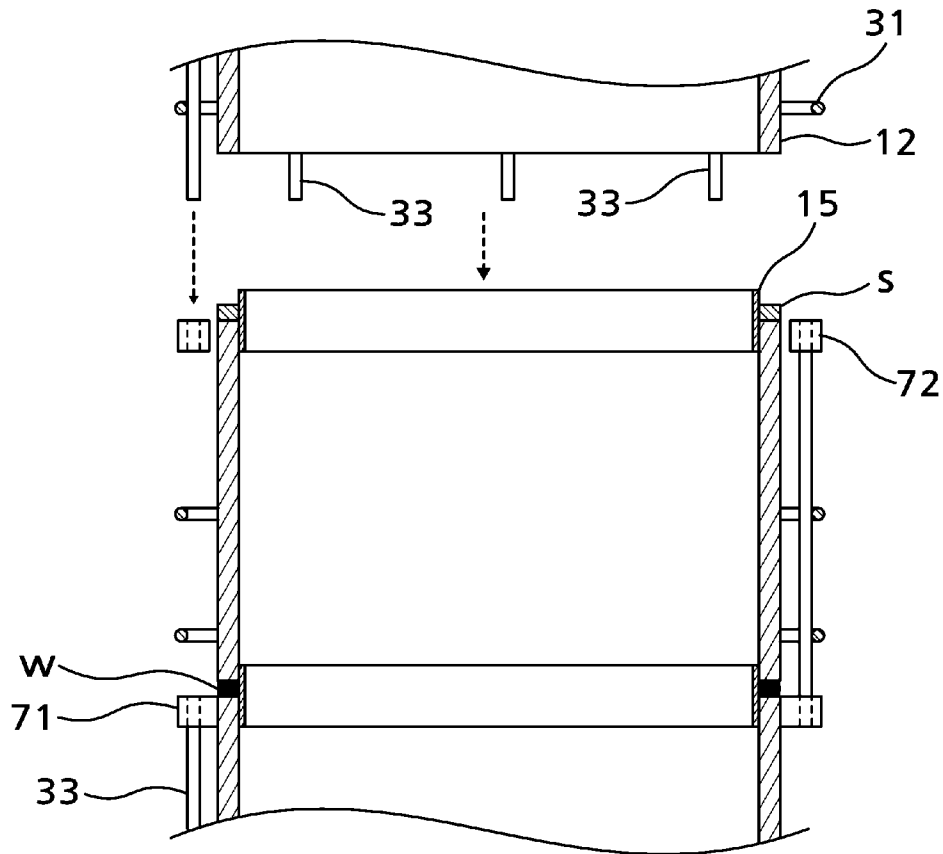
[Fig. 2]



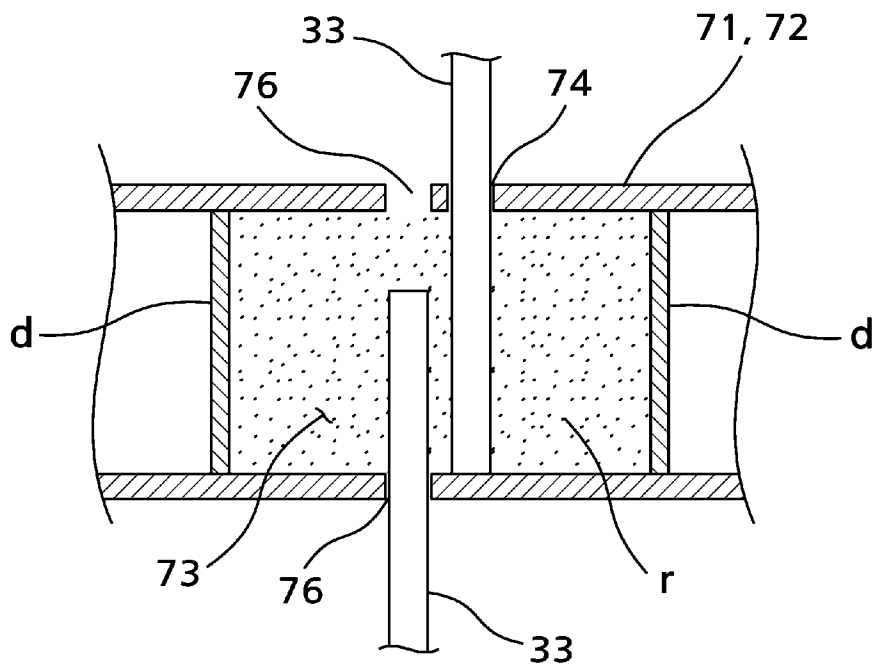
[Fig. 3]



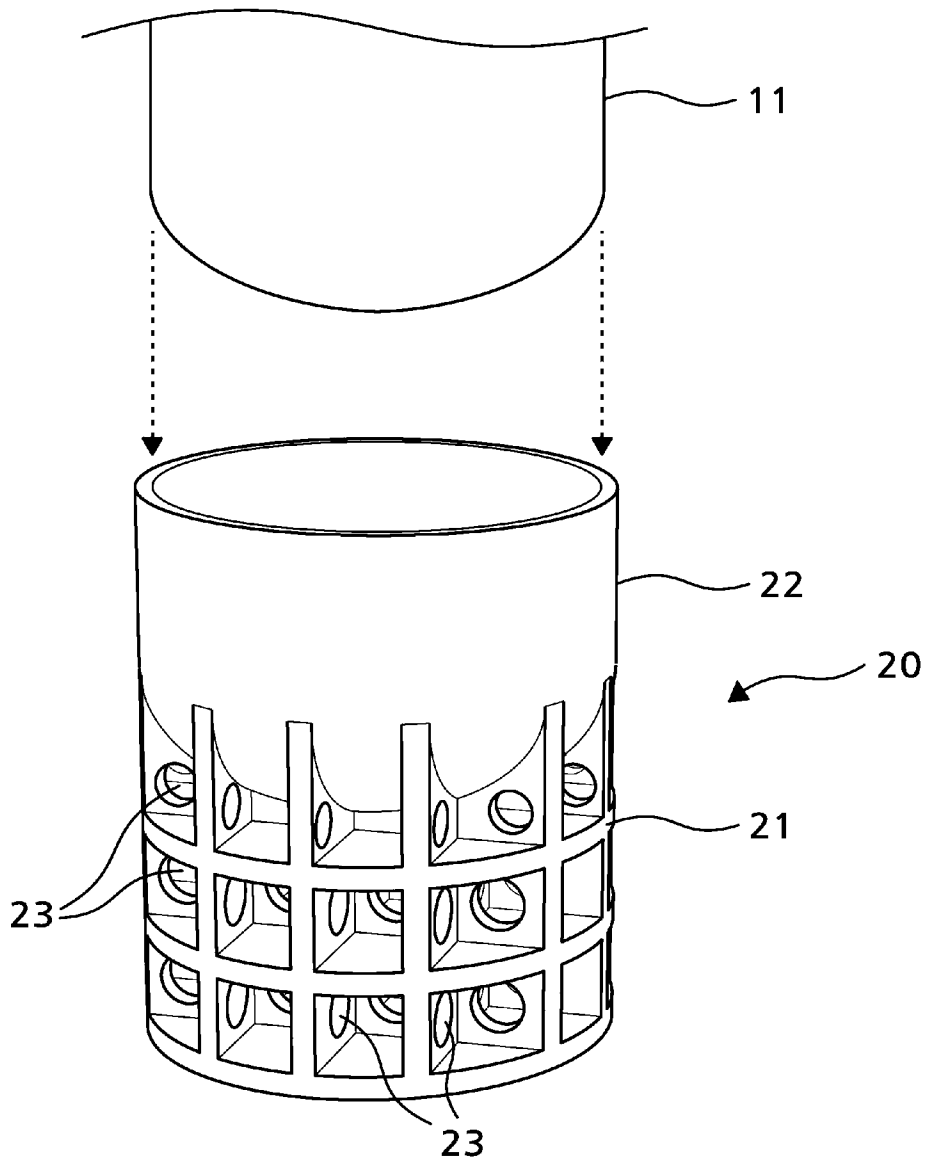
[Fig. 4]



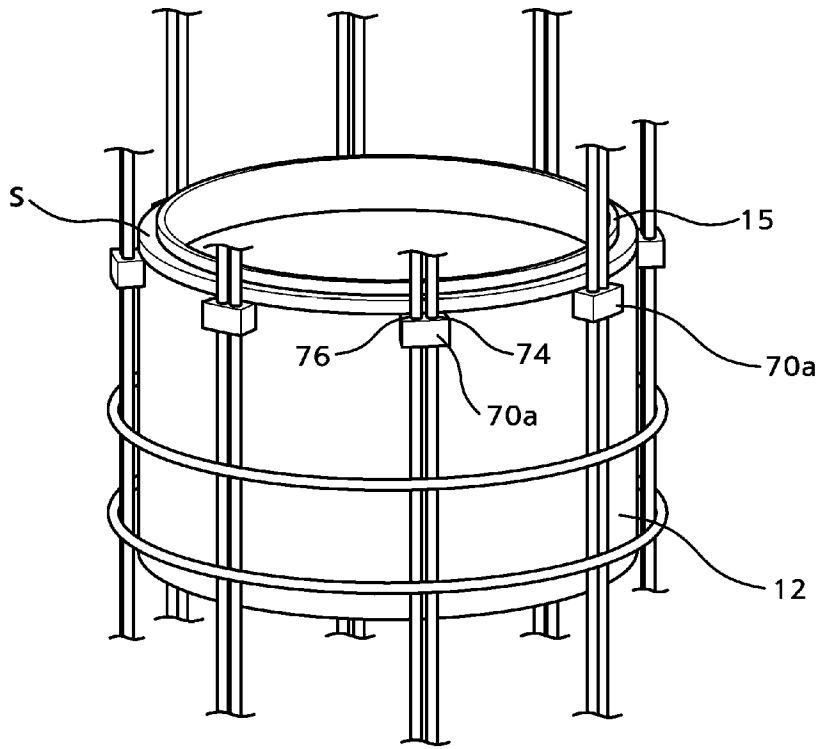
[Fig. 5]



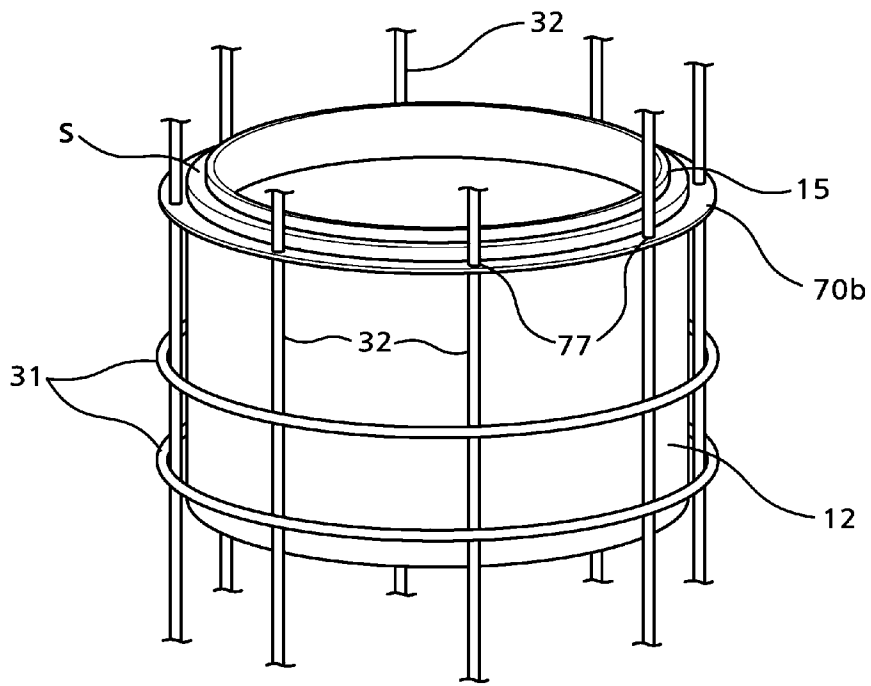
[Fig. 6]



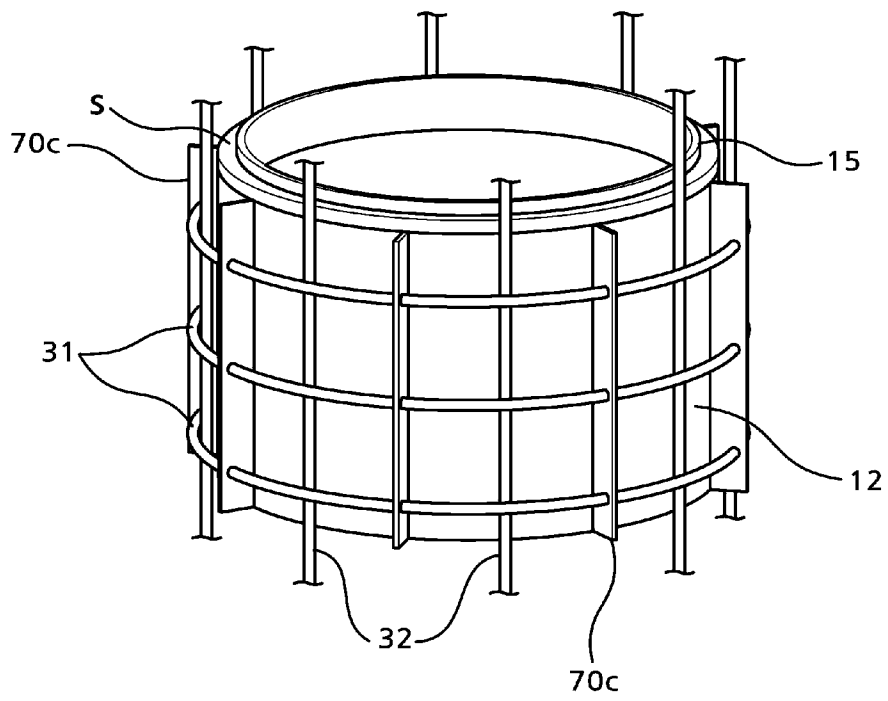
[Fig. 7]



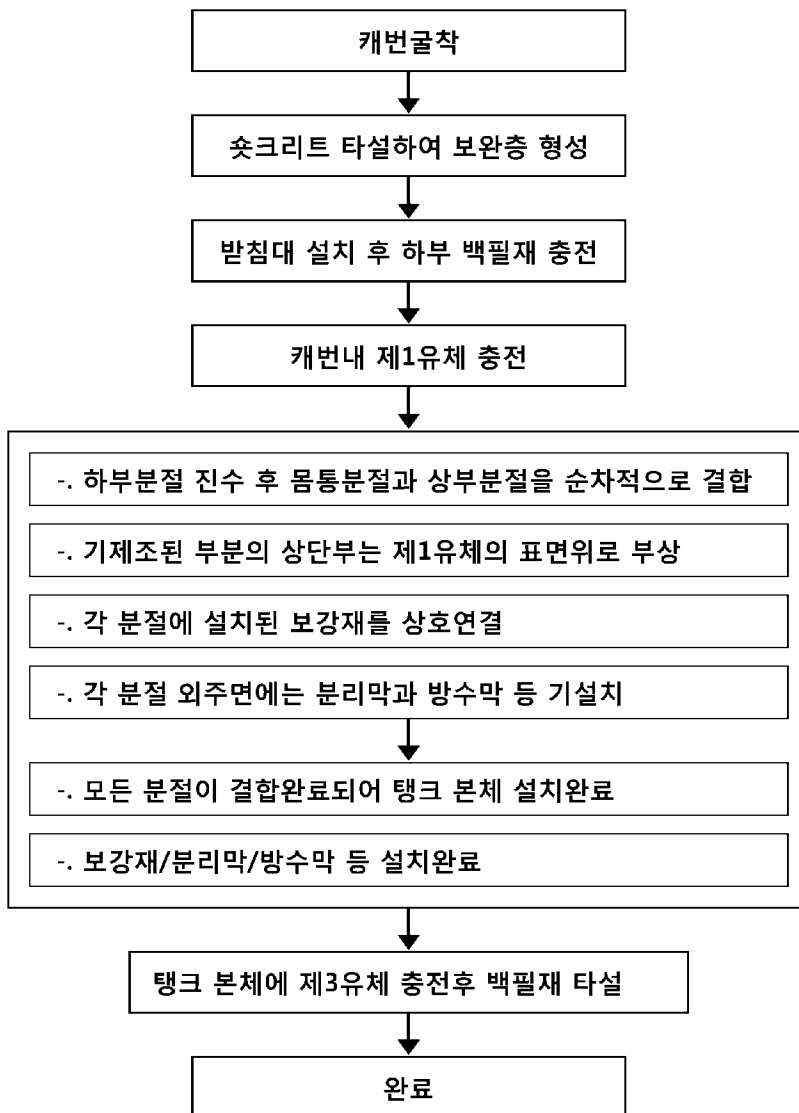
[Fig. 8]



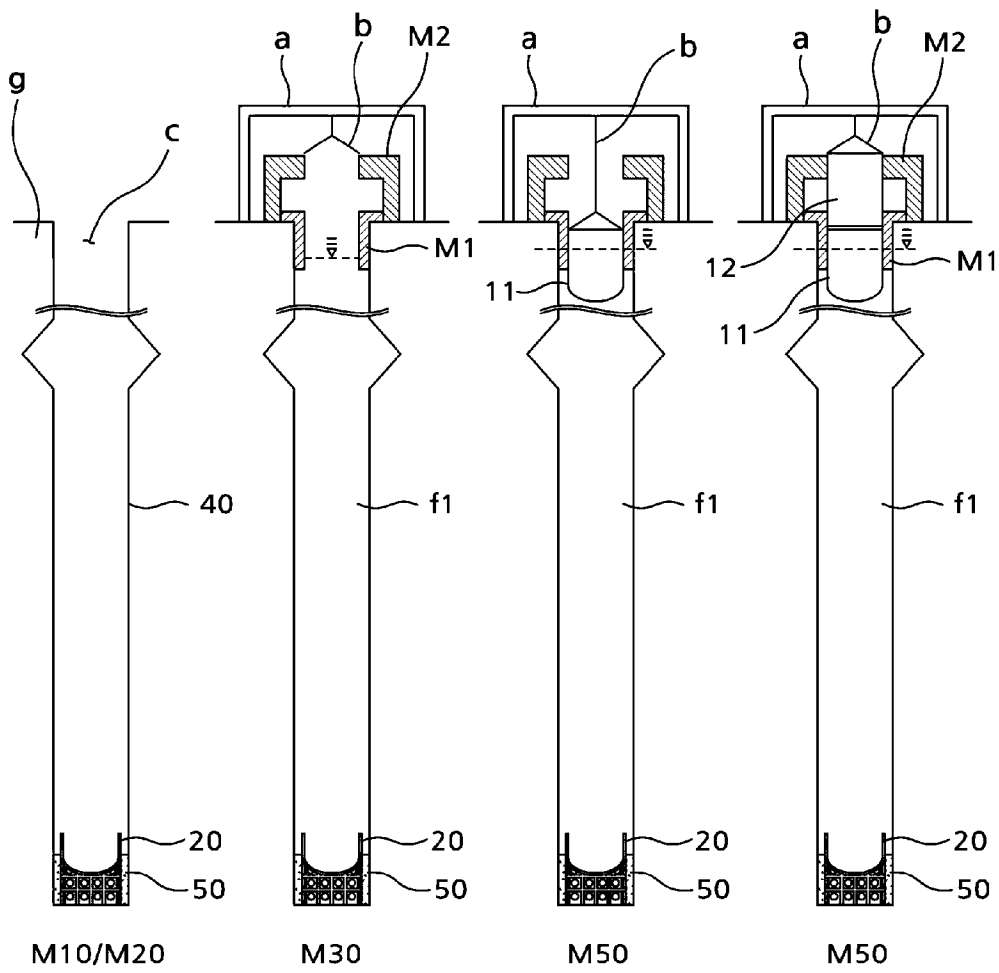
[Fig. 9]



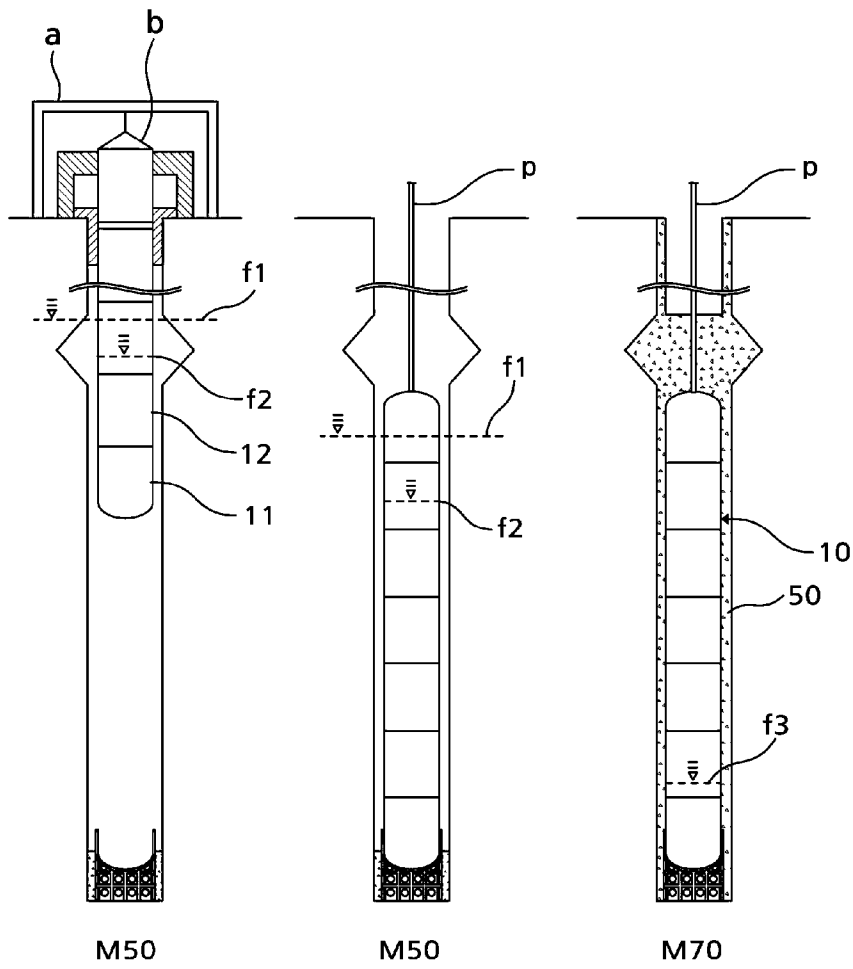
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/003748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04H 7/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E04H 7/02; E02D 31/00; E03B 11/14; E04H 7/04; E21D 13/00; B65G 5/00; E04H 7/06; B65D 88/76; E02D 29/045; B23K 9/225; E04H 7/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: compression, high voltage, air, gas, liquid, fluid, storage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 07-034711A (HEAT PUMP GIJUTSU KAIHATSU CENTER et al.) 03 February 1995 See abstract, claim 1, page 3 and figure 1.	1-4,10-29,34-35,42
X		30-33,36-37,39-40
A		5-9,38,41
Y	JP 09-501377A (SOCIETE FRANCAISE DE STOCKAGE GEOLOGIQUE DITE GEOSTOCK) 10 February 1997 See page 7 and figures 1, 2.	1-4,10-29,42
A		5-9,30-41
Y	KR 20-0291960 Y1 (CONSTRUCTION TECHNIQUE NETWORK CO., LTD.) 11 October 2002	3-4,10-14
A	See claim 1 and figure 1.	1-2,5-9,15-42
Y	JP 56-099077X2 (TOYO KANETSU KK.) 10 August 1981 See figures 1-4.	15
A		1-14,16-42
Y	JP 2001-164588 A (SHIMIZU CORP.) 19 June 2001 See claim 1 and figure 1.	22-45
A		1-21, 26-42



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 AUGUST 2014 (27.08.2014)

Date of mailing of the international search report

27 AUGUST 2014 (27.08.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/003748

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 05-321509A (NIPPON STEEL CORP.) 07 December 1993	26-29
A	See page 4 and figure 1.	1-25,30-42
Y	JP 11-021926A (HAZAMA GUMI LTD. et al.) 26 January 1999	34-35
A	See figures 3-5.	1-33,36-42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/003748

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 07-034711A	03/02/1995	NONE	
JP 09-501377A	10/02/1997	EP 0702656 A1 EP 0702656 B1 JP 03-548965B2 KR 10-0334395 B1 WO 95-00421 A1	27/03/1996 29/01/1997 04/08/2004 31/10/2002 05/01/1995
KR 20-0291960 Y1	11/10/2002	NONE	
JP 56-099077X2	10/08/1981	JP 1483857 C JP 56-099077A	27/02/1989 10/08/1981
JP 2001-164588 A	19/06/2001	NONE	
JP 05-321509A	07/12/1993	NONE	
JP 11-021926A	26/01/1999	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) E04H 7/02(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) E04H 7/02; E02D 31/00; E03B 11/14; E04H 7/04; E21D 13/00; B65G 5/00; E04H 7/06; B65D 88/76; E02D 29/045; B23K 9/225; E04H 7/18 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 압축, 고압, 공기, 기체, 액체, 유체, 저장		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y X A	JP 07-034711A (HEAT PUMP GIJUTSU KAIHATSU CENTER 외 3명) 1995.02.03 요약, 청구항 1, 3페이지 및 도 1 참조.	1-4, 10-29, 34-35, 42 30-33, 36-37, 39-40 5-9, 38, 41
Y A	JP 09-501377A (SOCIETE FRANCAISE DE STOCKAGE GEOLOGIQUE DITE GEOSTOCK) 1997. 02.10 7페이지 및 도 1, 2 참조.	1-4, 10-29, 42 5-9, 30-41
Y A	KR 20-0291960 Y1 (주식회사 건설기술네트웍) 2002.10.11 청구항 1 및 도 1 참조.	3-4, 10-14 1-2, 5-9, 15-42
Y A	JP 56-099077X2 (TOYO KANETSU KK.) 1981.08.10 도 1-4 참조.	15 1-14, 16-42
Y A	JP 2001-164588 A (SHIMIZU CORP.) 2001.06.19 청구항 1 및 도 1 참조.	22-25 1-21, 26-42
<input checked="" type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2014년 08월 27일 (27.08.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 08월 27일 (27.08.2014)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 서민철 전화번호 +82-42-481-8415	

C (계속). 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 05-321509A (NIPPON STEEL CORP.) 1993.12.07	26-29
A	4페이지 및 도 1 참조.	1-25, 30-42
Y	JP 11-021926A (HAZAMA GUMI LTD. 외 8명) 1999.01.26	34-35
A	도 3-5 참조.	1-33, 36-42

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 07-034711A	1995/02/03	없음	
JP 09-501377A	1997/02/10	EP 0702656 A1 EP 0702656 B1 JP 03-548965B2 KR 10-0334395 B1 WO 95-00421 A1	1996/03/27 1997/01/29 2004/08/04 2002/10/31 1995/01/05
KR 20-0291960 Y1	2002/10/11	없음	
JP 56-099077X2	1981/08/10	JP 1483857 C JP 56-099077A	1989/02/27 1981/08/10
JP 2001-164588 A	2001/06/19	없음	
JP 05-321509A	1993/12/07	없음	
JP 11-021926A	1999/01/26	없음	