

명세서

발명의 명칭: 액화천연가스 저장탱크 및 액화천연가스 저장 탱크의 단열벽

기술분야

- [1] 본 발명은 액화천연가스 저장탱크에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 이중 단열벽 구조의 멤브레인형 저장탱크에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 천연가스(natural gas)는 메탄(methane)을 주성분으로 하고, 소량의 에탄(ethane), 프로판(propane) 등을 포함하는 화석연료로서, 최근 다양한 기술 분야에서 저공해 에너지원으로서 각광받고 있다.
- [3] 천연가스는, 육상 또는 해상의 가스배관을 통해 가스 상태로 운반되거나, 또는 액화된 액화천연가스(LNG)의 상태로 LNG 수송선에 저장된 채 원거리의 소비처로 운반된다. 액화천연가스는 천연가스를 극저온(대략 -163°C 이하)으로 냉각하여 얻어지는 것으로 가스 상태의 천연가스일 때보다 그 부피가 대략 1/600로 줄어들므로 해상을 통한 원거리 운반에 매우 적합하다.
- [4] 액화천연가스 운반선에는 천연가스를 냉각하여 액화시킨 액화천연가스를 보관 및 저장할 수 있는 저장탱크(cargo, 화물창이라고도 함)가 구비된다. 액화천연가스의 끓는점은 대기압에서 약 -162°C 정도이므로, 액화천연가스의 저장탱크는 액화천연가스를 안전하게 보관하고 저장하기 위해 알루미늄강, 스테인리스강, 35% 니켈강 등과 같은 초저온에 견딜 수 있는 재료로 제작될 수 있으며, 열응력 및 열수축에 강인하고, 열침입을 막을 수 있는 구조로 설계된다.
- [5] LNG를 싣고 바다를 운항하여 육상 수요처에 LNG를 하역하기 위한 LNG 수송선, LNG를 싣고 바다를 운항하여 육상 수요처에 도착한 후 저장된 LNG를 재기화하여 천연가스 상태로 하역하는 LNG RV(Regasification Vessel), 최근에는 LNG FPSO(Floating, Production, Storage and Offloading)나 LNG FSRU(Floating Storage and Regasification Unit)와 같은 부유식 해상 구조물에도 LNG 수송선이나 LNG RV에 설치되는 저장탱크가 포함된다.
- [6] LNG FPSO는, 생산된 천연가스를 해상에서 직접 액화시켜 저장탱크 내에 저장하고, 필요 시 이 저장탱크 내에 저장된 LNG를 LNG 수송선으로 옮겨싣기 위해 사용되는 부유식 해상 구조물이다. 또 LNG FSRU는 육상으로부터 멀리 떨어진 해상에서 LNG 수송선으로부터 하역되는 LNG를 저장탱크에 저장한 후 필요에 따라 LNG를 기화시켜 육상수요처에 공급하는 부유식 해상 구조물이다.
- [7] 이와 같이 LNG와 같은 액체화물을 해상에서 수송하거나 보관하는 LNG 수송선, LNG RV, LNG FPSO, LNG FSRU 등의 해상 구조물 내에는 LNG를 극저온 상태로 저장하기 위한 저장탱크가 설치되어 있다.
- [8] 이러한 저장탱크는 단열재에 화물의 하중이 직접적으로 작용하는지 여부에

따라 독립탱크형(Independent Tank)과 멤브레인형(Membrane Type)으로 분류할 수 있다. 멤브레인형 저장탱크는 GTT NO 96형과 TGZ Mark III형으로 나뉘지며, 독립탱크형 저장탱크는 MOSS형과 IHI-SPB형으로 나뉜다.

- [9] 도 1은 종래 기술의 액화천연가스 저장탱크의 한 형태인 GTT NO 96형 저장탱크의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [10] 도 1에 도시된 바와 같이, GTT NO 96형 저장탱크는 1차 밀봉벽(130), 1차 단열벽(110), 2차 밀봉벽(140) 및 2차 단열벽(120)이 적층된 구조이다. 1차 밀봉벽(130) 및 2차 밀봉벽(140)은 0.5 ~ 1.5mm 두께의 인바(Invar) 강(36% Ni)으로 이루어지고, 1차 밀봉벽 및 2차 밀봉벽이 거의 같은 정도의 액밀성 및 강도를 지님으로써 1차 밀봉벽의 누설시 상당한 기간 동안 2차 밀봉벽만으로도 화물을 안전하게 지탱할 수 있다. 또한 GTT NO 96형의 밀봉벽은 멤브레인(Membrane)이 직선형이므로 TGZ Mark III형의 파형 멤브레인보다 용접이 간편하여 자동화율은 높으나, 전체적인 용접장은 TGZ Mark III형보다 길다.
- [11] 1차 단열벽(110) 및 2차 단열벽(120)은 플라이우드 박스(plywood box) 및 펄라이트(perlite) 등으로 이루어지고, 플라이우드 소재의 수직 부재(150)가 배열되고 남은 내부 공간에 펄라이트와 질소가스가 채워진다.
- [12] 도 2는 종래 기술의 액화천연가스 저장탱크의 한 형태인 TGZ Mark III형 저장탱크의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [13] 도 2를 참조하면, TGZ Mark III형 저장탱크는 1차 밀봉벽(230), 1차 단열벽(210), 2차 밀봉벽(240) 및 2차 단열벽(220)이 적층된 구조이다. 1차 밀봉벽(230)은 저장탱크에 저장된 액화천연가스와 직접 접하는 부분으로서 1.2mm 두께의 스테인리스강 멤브레인(Membrane)으로 이루어지고, 2차 밀봉벽(240)은 트리플렉스(triplex)로 이루어진다.
- [14] 그리고, 1차 단열벽(210) 및 2차 단열벽(220)은 폴리우레탄 폼(polyurethane foam) 등으로 이루어진다. 이때, 1차 단열벽(210)과 2차 단열벽(220)을 서로 고정시키기 위해, 1차 단열벽(210)과 2차 밀봉벽(240)과 2차 단열벽을 접착제로 붙인다.
- [15] 그리고, 1차 단열벽(210)은 초기 설치 시의 온도와 액화천연가스 저장탱크에 액화천연가스를 저장했을 때의 온도의 편차가 심하기 때문에 액화천연가스를 저장했을 때에 열 수축에 의한 응력을 받게 된다. 이러한 응력을 낮추기 위하여 1차 단열벽(210)에 슬릿(slit)을 가공한다. 도 3은 종래 기술에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽의 열 수축에 의한 거동을 나타낸 도면이다.
- [16] 종래 기술에 따르면, 1차 단열벽(210)의 상부판에 슬릿이 존재하고, 따라서, 1차 단열벽(210)이 열 수축하는 경우에 도 3과 같은 형태가 된다. 즉, 도 3의 위의 1차 단열벽(210)은 상온에서 설치되어 변형이 일어나기 전이며, 아래의 1차 단열벽(210)은 극저온 하의 운항시에 두께 방향의 온도 편차(t)로 인해 1차 단열벽(210)이 위로 뜨려는 힘이 발생하여 단차(d)가 발생한 것이다.
- [17] 이러한 단차는 운항 상황에서 슬로싱(sloshing) 등이 발생하면 액화천연가스

저장 탱크의 구조적인 위험요인이 될 수 있다.

- [18] 또한, 종래 기술에 따르면, 2차 밀봉벽이 트리플렉스 소재이므로 2차 밀봉벽이 쉘 염려가 있다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [19] 본 발명의 목적은 1차 단열벽의 열 수축에 대해 구조적으로 안정적이고, 2차 밀봉벽이 쉘 가능성을 낮춰서 안정성을 확보할 수 있고, 가공비도 절감할 수 있는 액화천연가스 저장탱크를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [20] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크에 있어서, 상기 저장탱크에 저장된 액화천연가스와 접하면서 상기 액화천연가스를 액밀하는 1차 밀봉벽; 및 상기 1차 밀봉벽의 아래에 위치하면서 상기 액화천연가스를 단열시키는 1차 단열벽을 포함하고, 상기 1차 단열벽의 상부에는 제1 복수의 슬릿들이 가공되어 있고, 상기 1차 단열벽의 하부에는 제2 복수의 슬릿들이 가공되어 있는, 저장 탱크가 제공된다.
- [21] 특히, 상기 제1 복수의 슬릿들은 상기 1차 단열벽과 상기 1차 밀봉벽의 주름부가 만나는 지점에 형성될 수 있다.
- [22] 또한, 상기 1차 단열벽은 상기 1차 밀봉벽과 접하는 상부판; 상기 1차 단열벽의 가장 밑에 위치하는 하부판; 및 상기 상부판과 상기 하부판의 사이에 위치하는 단열재를 포함하고, 상기 제1 복수의 슬릿들 각각은 상기 1차 단열벽의 상부판에 등간격으로 형성되고, 상기 제2 복수의 슬릿들 각각은 상기 1차 단열벽의 하부판에 등간격으로 형성될 수 있다.
- [23] 또한, 상기 제1 복수의 슬릿들 각각은 상기 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지 형성될 수 있다.
- [24] 또한, 상기 제2 복수의 슬릿들 각각은 상기 하부판의 가장 아랫부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지 형성될 수 있다.
- [25] 또한, 상기 제1 복수의 슬릿들은 격자 무늬를 형성하도록 가공될 수 있다.
- [26] 또한, 상기 저장탱크는 상기 저장탱크의 내부벽에 설치되어 상기 액화천연가스를 단열시키는 2차 단열벽; 및 상기 1차 단열벽이 수평방향으로 슬라이딩할 수 있는 구조로 상기 1차 단열벽을 상기 2차 단열벽에 고정시키는 단열벽 고정장치를 더 포함할 수 있다.
- [27] 또한, 상기 단열벽 고정장치는 상기 2차 단열벽에 고정된 스테드 볼트; 상기 스테드 볼트와 체결되는 너트를 포함하고, 상기 1차 단열벽에는 관통구멍이 형성되어 있고, 상기 스테드 볼트가 상기 관통구멍에 삽입된 후 상기 너트와 체결되어 상기 1차 단열벽이 상기 2차 단열벽에 고정될 수 있다.
- [28] 또한, 상기 저장탱크는 2차 밀봉벽을 더 포함할 수 있다.
- [29] 또한, 상기 1차 밀봉벽 및 상기 2차 밀봉벽은 스테인레스 스틸로 제작될 수

있다.

[30]

[31] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크의 단열벽에 있어서, 밀봉벽과 접하는 상부판; 상기 단열벽의 가장 밑에 위치하는 하부판; 및 상기 상부판과 상기 하부판의 사이에 위치하는 단열재를 포함하고, 상기 상부판에 제1 복수의 슬릿들이 등간격으로 가공되어 있고, 상기 하부판에 제2 복수의 슬릿들이 등간격으로 가공되어 있는, 단열벽이 제공된다.

[32] 그리고, 상기 제1 복수의 슬릿들은 상기 1차 단열벽과 상기 1차 밀봉벽의 주름부가 만나는 지점에 형성될 수 있다.

[33] 특히, 상기 제1 복수의 슬릿들 각각은 상기 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지 형성될 수 있다.

[34] 또한, 상기 제2 복수의 슬릿들 각각은 상기 하부판의 가장 아랫부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지 형성될 수 있다.

[35] 또한, 상기 제1 복수의 슬릿들은 격자 무늬를 형성하도록 가공될 수 있다.

[36] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크에 있어서, 상기 저장탱크에 저장된 액화천연가스와 접하면서 상기 액화천연가스를 액밀하는 1차 밀봉벽; 상기 1차 밀봉벽의 아래에 위치하면서 상기 액화천연가스를 단열시키는 1차 단열벽; 상기 저장탱크의 내부벽에 설치되어 상기 액화천연가스를 단열시키는 2차 단열벽; 및 상기 1차 단열벽과 상기 2차 단열벽 사이에 위치하여 상기 1차 밀봉벽이 새는 경우 상기 액화천연가스를 액밀하는 2차 밀봉벽을 포함하고, 상기 2차 단열벽은 복수의 2차 단열벽 패널들을 포함하고, 상기 복수의 2차 단열벽 패널들 각각의 상부에는 홈이 가공되어 있고, 상기 2차 밀봉벽에는 주름부가 형성되어 있고, 상기 2차 밀봉벽은 상기 주름부가 상기 복수의 2차 단열벽 패널들 사이의 겹 및 상기 홈에 배치될 수 있도록 상기 2차 단열벽 위에 위치하는, 저장탱크가 제공된다.

[37] 특히, 상기 2차 단열벽은 상기 2차 밀봉벽과 접하는 상부판; 상기 2차 단열벽의 가장 밑에 위치하는 하부판; 및 상기 상부판과 상기 하부판의 사이에 위치하는 단열재를 포함하고, 상기 홈은 상기 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지에 형성될 수 있다.

[38] 또한, 상기 1차 밀봉벽 및 상기 2차 밀봉벽은 스테인레스 스틸로 제작될 수 있다.

[39] 또한, 상기 2차 단열벽의 상부에는 금속 소재의 제1 스트립이 설치되어 있고, 상기 2차 밀봉벽은 상기 제1 스트립에 용접되어 고정될 수 있다.

[40] 또한, 상기 저장탱크는 상기 1차 단열벽이 수평방향으로 슬라이딩할 수 있는 구조로 상기 1차 단열벽을 상기 2차 단열벽에 고정시키는 단열벽 고정장치를 더 포함할 수 있다.

[41] 또한, 상기 단열벽 고정장치는 상기 2차 단열벽에 고정된 스티드 볼트; 상기

스터드 볼트와 체결되는 너트를 포함하고, 상기 1차 단열벽에는 관통구멍이 형성되어 있고, 상기 스테드 볼트가 상기 관통구멍에 삽입된 후 상기 너트와 체결되어 상기 1차 단열벽이 상기 2차 단열벽에 고정될 수 있다.

[42] 또한, 상기 2차 단열벽의 상부판에는 금속 소재의 제2 스트립이 설치되고, 상기 스테드 볼트는 상기 스트립에 고정될 수 있다.

[43] 또한, 상기 저장탱크는 상기 단열벽 고정장치의 설치 작업을 위해 필요한 홀을 막는 플러그를 더 포함할 수 있다.

[44] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크의 단열벽에 있어서, 상기 밀봉벽과 접하는 상부판; 상기 단열벽의 가장 밑에 위치하는 하부판; 및 상기 상부판과 상기 하부판의 사이에 위치하는 단열재를 포함하고, 상기 단열벽은 복수의 단열벽 패널들을 포함하고, 상기 복수의 2차 단열벽 패널들 각각의 상부에는 홈이 가공되어 있고, 상기 밀봉벽에는 주름부가 형성되어 있고, 상기 밀봉벽은 상기 주름부가 상기 복수의 단열벽 패널들 사이의 갭 및 상기 홈에 배치될 수 있도록 상기 단열벽 위에 위치할 수 있다.

[45] 특히, 상기 홈은 상기 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지에 형성될 수 있다.

[46] 또한, 상기 밀봉벽은 스테인레스 스틸로 제작될 수 있다.

[47] 또한, 상기 단열벽의 상부에는 금속 소재의 제1 스트립이 설치되어 있고, 상기 밀봉벽은 상기 제1 스트립에 용접되어 고정될 수 있다.

발명의 효과

[48] 본 발명의 실시예에 따르면, 1차 단열벽의 상부와 하부에 복수의 슬릿들을 형성함으로써 1차 단열벽의 열 수축 시 1차 단열벽이 위로 뜨려는 힘을 제거하여 1차 단열벽(420)의 스트레스를 감소시킬 수 있고, 이에 따라 단열벽 고정장치에 발생하는 응력도 낮아져서 저장탱크의 구조가 안정적이다.

[49] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 2차 밀봉벽을 스테인레스 스틸로 제작하여 2차 밀봉벽이 쉘 가능성을 낮출 수 있고, 2차 단열벽에 홈을 가공하고 가공된 홈에 2차 밀봉벽의 주름부를 배치함으로써 안전성 확보 및 가공비 절감을 이룰 수 있다.

도면의 간단한 설명

[50] 도 1은 종래 기술의 액화천연가스 저장탱크의 한 형태인 GTT NO 96형 저장탱크의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

[51] 도 2는 종래 기술의 액화천연가스 저장탱크의 한 형태인 TGZ Mark III형 저장탱크의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

[52] 도 3은 종래 기술에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽의 열 수축에 의한 거동을 나타낸 도면이다.

[53] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크가 설치된 예시적인

선박의 단면도이다.

[54] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열구조의 단면도이다.

[55] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열 구조의 사시도이다.

[56] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열벽 고정 장치의 구조를 나타낸 도면이다.

[57] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열벽 고정 장치의 플러그의 설치 방법을 나타낸 도면이다.

[58] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽의 단면도이다.

[59] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크에서 1차 밀봉벽 과 1차 단열벽의 상부의 슬릿들이 만나는 위치를 나타낸 도면이다.

[60] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽의 열 수축에 의한 거동을 나타낸 도면이다.

[61] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 2차 단열벽 패널을 나타낸 도면이다.

[62] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 2차 밀봉벽 단위를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[63] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[64] 먼저, 도 4를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크가 설치되어 있는 선박의 구조를 설명한다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크가 설치된 예시적인 선박의 단면도이다.

[65] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액화천연가스 저장탱크는 선박(300)에 설치될 수 있고, 선박(300)은 외형을 형성하는 외부벽(310)과, 외부벽(310)의 내부에 형성된 내부벽(320)의 이중구조를 갖는 선체로 이루어진다. 상기 선박(300)의 내부벽(320)과 외부벽(310)은 연결리브(330)에 의해 연결되어 일체로 형성되며, 경우에 따라 상기 내부벽(320)이 존재하지 않은 단일구조의 선체로 이루어질 수도 있다. 한편, 상기 선박(300)의 상부만 단일층의 갑판으로 형성될 수 있으며, 그 외형은 선박(300)의 크기 또는 저장용량 등의 차이에 따라 그 형태는 다양하게 변형될 수 있다.

[66] 또한, 상기 내부벽(320)의 내부는 하나 이상의 격벽(340)에 의하여 분할될 수 있고, 격벽(340)은 코퍼댐을 형성할 수도 있다.

- [67] 여기서, 밀봉벽(350)은 저장탱크에 저장된 액화천연가스(LNG)를 액밀하고, 액화천연가스(LNG)와 접하고, 초저온 LNG의 선하적에 따른 온도변화에 대응하기 위해 주름부가 형성될 수 있다.
- [68] 또한, 상기 밀봉벽(350)과 내부벽(320) 사이에는 저장 탱크를 단열하는 단열벽(360)이 형성된다. 이때, 단열벽(360)은 1차 단열벽과 2차 단열벽으로 구성되고, 1차 단열벽과 2차 단열벽 사이에 밀봉벽이 설치될 수 있다.
- [69] 다음으로, 도 5 및 6를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열 구조를 설명한다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열구조의 단면도이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열 구조의 사시도이다.
- [70] 도 5 및 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크는 1차 밀봉벽(410), 1차 단열벽(420), 2차 밀봉벽(430), 2차 단열벽(440) 및 단열벽 고정장치(450)를 포함한다.
- [71] 1차 밀봉벽(410)은 1차 단열벽(420) 위에 설치되어 액화천연가스와 접하면서 저장탱크에 저장된 액화천연가스(LNG)를 액밀한다.
- [72] 2차 밀봉벽(430)은 1차 단열벽(420)과 2차 단열벽(440) 사이에 설치되어 1차 밀봉벽(410)이 새는 경우 액화천연가스를 액밀하는 역할을 한다.
- [73] 1차 밀봉벽(410) 및 2차 밀봉벽(430)에는 온도 변화에 의한 수축 및 신장시 파손 등을 방지하기 위해 다수의 주름부가 형성된다. 주름부는 액화천연가스의 선하적에 따른 온도변화에 의하여 신장되거나 수축되어 1차 밀봉벽(410) 및 2차 밀봉벽(430)에 가해지는 열적 변형에 따른 파손을 방지한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 1차 밀봉벽(410)에 2차 밀봉벽(430)보다 더 많은 수의 주름부가 형성된다. 이는 1차 밀봉벽(410)이 액화천연가스와 직접 접하고 있어서, 온도변화에 의한 신장 및 수축 정도가 2차 밀봉벽(430)보다 크기 때문이다.
- [74] 1차 밀봉벽(410) 및 2차 밀봉벽(430)은 스테인레스 스틸로 제작될 수 있다.
- [75] 1차 단열벽(420)은 1차 밀봉벽(410) 아래에 위치하면서 액화천연가스를 단열시키고, 2차 단열벽(440)은 액화천연가스 저장 탱크의 내부벽에 설치되어 액화천연가스를 단열시킨다. 즉, 2차 단열벽(440)이 액화천연가스 저장 탱크의 내부벽에 설치되고, 2차 단열벽(440)의 상부에 1차 단열벽(420)이 위치한다.
- [76] 1차 단열벽(420) 및 2차 단열벽(440)은 상부판, 하부판 및 상부판과 하부판 사이에 형성되는 단열재로 이루어진다. 상부판과 하부판은 플라이우드(Plywood) 재질로 이루어지고, 단열재는 폴리우레탄 폼(Polyurethane Form)으로 형성될 수 있다.
- [77] 1차 단열벽(420)의 상부판에는 액화천연가스와 직접 접하는 1차 밀봉벽(410)이 설치된다. 1차 단열벽(420)의 상부판에 금속 소재의 스트립(strip)(460)이 설치되고 1차 밀봉벽(410)은 스트립(460)에 용접된다.
- [78] 2차 단열벽(440)의 상부판에는 2차 밀봉벽(430)이 설치된다. 2차 단열벽(440)의 상부판에 금속 소재의 스트립(strip)이 설치되고 2차 밀봉벽(430)은

스트립(460)에 용접된다.

- [79] 단열벽 고정장치(450)는 1차 단열벽(420)과 2차 단열벽(440)을 고정시키는 장치로서, 1차 단열벽(420)이 수평방향으로 슬라이딩할 수 있는 구조로 2차 단열벽(440)에 고정시킨다.
- [80] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열벽 고정 장치의 구조를 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 단열벽 고정 장치의 플러그의 설치 방법을 나타낸 도면이다.
- [81] 도 7에 도시된 바와 같이, 단열벽 고정장치(450)는 스테드 볼트(620), 스페셜 와셔(washer)(630), 스프링 와셔(640), 너트(650) 및 스페이서(660)을 포함한다.
- [82] 2차 단열벽(440)의 상부판(441)에 금속 소재의 스트립(610)이 설치되고, 스트립에 스테드 볼트(620)가 고정된다. 스트립(610)의 안쪽과 스테드 볼트(620)의 아래쪽에는 나사산이 형성되어 있어서, 스트립(610)의 나사산과 스테드 볼트(620)의 나사산을 맞물려서 돌리면 스테드 볼트(620)가 스트립(610)에 고정된다
- [83] 1차 단열벽(420) 및 2차 밀봉벽(430)에는 단열벽 고정장치(450)가 설치되는 위치에 미리 관통구멍이 형성되어 있다. 2차 단열벽(440) 위에 1차 단열벽(420) 및 2차 밀봉벽(430)을 설치할 때, 스테드 볼트(620)를 1차 단열벽(420) 및 2차 밀봉벽(430)의 관통구멍에 삽입한다. 그리고, 스페셜 와셔(630) 및 스프링 와셔(640)를 끼운 후, 너트(650)를 스테드 볼트(620)와 체결하여 1차 단열벽(420)을 2차 단열벽(440)에 고정시킨다.
- [84] 스페셜 와셔(630)는 1차 단열벽(420)의 하부판이 수축하더라도 단열벽 고정장치(450)로부터 이탈되지 않도록 하는 역할을 한다. 스페셜 와셔(630)는 너트(650)의 지름보다 더 큰 지름을 가져서 1차 단열벽(420)의 하부판이 슬라이딩할 수 있는 넓은 영역을 확보한다.
- [85] 스프링 와셔(640)는 1차 단열벽(420)의 하부판이 높이 방향으로 수축하는 경우 너트(650)가 풀리는 걸 방지할 수 있다.
- [86] 너트(650)를 스테드 볼트(620)와 체결한 후, 스페이서(660)를 끼울 수 있다. 스페이서(660)는 도너츠형으로서 너트의 옆면을 감싸는 구조이고, 플라이우드로 제작될 수 있다. 스페이서(650)는 액화천연가스의 하중을 분산시켜서 볼트와 너트를 보호하는 역할을 한다.
- [87] 본 발명의 실시예에 따른 단열벽 고정장치(450)에 따르면, 1차 단열벽(420)의 하부판이 2차 밀봉벽(430)과 스페셜 와셔(630) 사이에서 슬라이딩할 수 있는 구조여서, 1차 단열벽(420)이 열 수축 시 수평방향으로 슬라이딩하여 열 응력을 최소화할 수 있다.
- [88] 플러그(plug)(670)는 단열벽 고정장치(450)를 설치하는 작업을 위해 필요한 홀(hole)을 막는다.
- [89] 단열벽 고정장치(450)를 설치하는 작업을 하기 위해서 1차 단열벽에 홀이 형성되어 있고, 단열벽 고정장치(450)의 설치 작업이 완료된 후 이 홀을 그대로

두면 냉점(cold spot)의 발생으로 인해 저장 탱크의 단열 시스템에 구조적인 문제가 발생할 수 있고 BOR(boil off rate)이 증가하는 문제점이 발생한다. 따라서, 플러그(670)로 홀을 막는다. 따라서, 스페이서(660)를 끼운 후, 플러그(670)를 끼우고, 플러그(670)를 고정시킨다. 도 8에 도시된 바와 같이, 플러그(670)의 바닥면에는 스테드 볼트(620)와 결합될 수 있는 나사산(671)이 형성되어 있어서, 플러그(670)와 단열벽 고정장치(450)의 윗부분이 볼팅(bolting)으로 결합된다.

[90] 플러그(670)는 원기둥 형상으로, 상부판, 단열재, 하부판, 하부 캡으로 구성될 수 있다. 상부판 및 하부판은 플라이우드 소재이고, 단열재는 폴리우레탄 폼 소재일 수 있다.

[91] 하부캡은 하부판 밑에 위치하고, 캡부와 캡부의 하단에서 방사형으로 연장된 프랜지부로 구성된다. 하부판은 중심부에 구멍이 형성되어 있어서, 구멍에 하부캡의 캡부가 삽입될 수 있다. 캡부의 안쪽에 나사산이 있어서, 나사산이 있는 부위가 스테드 볼트(620)의 상부와 체결되어, 플러그(670)가 단열벽 고정장치(450)에 결합되어 설치된다.

[92] 본 발명의 실시예에 따르면, 접착제를 이용하여 플러그(670)를 설치하는 경우에 비해 작업이 용이하고 작업 시간을 줄일 수 있고, 유지력도 강하여 안정적인 장점이 있다.

[93]

[94] 다음으로, 본 발명의 다른 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽의 슬릿에 대해 도 9 내지 11을 참조하여 설명한다. 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽을 나타낸 도면이고, 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크에서 1차 밀봉벽과 1차 단열벽의 상부의 슬릿들이 만나는 위치를 나타낸 도면이고, 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽의 열 수축에 의한 거동을 나타낸 도면이다.

[95] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 1차 단열벽에는 상부와 하부에 슬릿(slit)(910)이 가공되어 있다. 이때, 1차 단열벽(420)의 상부의 복수의 슬릿들은 상부판(421)에 등간격으로 형성되고, 1차 단열벽(420)의 하부의 복수의 슬릿들은 하부판(423)에 등간격으로 형성된다.

[96] 1차 단열벽(420)의 상부의 슬릿들은 상부판(421)의 가장 윗부분에서 시작하여 단열재(422)의 윗부분까지 형성될 수 있고, 1차 단열벽(420)의 하부의 슬릿들은 하부판(423)의 가장 윗부분에서 시작하여 단열재(422)의 아랫부분까지 형성될 수 있다. 그리고, 1차 단열벽(420)의 상부의 슬릿은 1차 단열벽(420)이 1차 밀봉벽(410)의 주름부와 만나는 지점에 형성될 수 있다.

[97] 그리고, 도 10에 도시된 바와 같이, 1차 단열벽(420)의 상부의 복수의 슬릿들(910)은 격자무늬를 형성하도록 가공될 수 있다. 그리고, 1차 단열벽(420)의 하부의 복수의 슬릿들(910)도 격자무늬를 형성하도록 가공될 수 있다.

- [98] 도 11을 참조하면, 위의 1차 단열벽(420)은 상온에서 설치되어 변형이 일어나기 전이며, 아래의 1차 단열벽(420)은 극저온 하의 운항시를 나타낸 것으로, 1차 단열벽(420)의 상부와 하부에 복수의 슬릿들을 형성함으로써 1차 단열벽(420)이 위로 뜨려는 힘을 제거하여 1차 단열벽(420)이 휘지 않고 폭과 길이 방향으로 수축한 것을 알 수 있다. 1차 단열벽(420)의 상부와 하부의 슬릿(910)들이 1차 단열벽(420)의 열 수축 시 1차 단열벽(420)의 스트레스를 감소시킨다. 따라서, 단열벽 고정장치(450)에 발생하는 응력도 낮아져서 저장탱크의 구조가 안정적이다.
- [99]
- [100] 다음으로, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 액화천연가스 저장탱크의 2차 밀봉벽의 주름부의 배치에 대해 도 5 내지 6 및 12 내지 13을 참조하여 설명한다.
- [101] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 2차 단열벽 패넬을 나타낸 도면이고, 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 2차 밀봉벽 단위를 나타낸다.
- [102] 도 5 및 6에 도시된 바와 같이, 2차 밀봉벽(430)의 주름부(911, 912, 913)는 복수의 2차 단열벽 패넬들 사이의 겹 또는 2차 단열벽 패넬의 홈에 배치된다.
- [103] 도 12에 도시된 바와 같이, 2차 단열벽 패넬은 상부에 홈(811, 812)이 가공되어 있다. 이때, 홈(811, 812)은 2차 단열벽의 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지에 형성될 수 있다.
- [104] 도 12은 두 개의 홈이 가공되어 있는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 다양한 개수의 홈이 가공될 수 있다.
- [105] 2차 밀봉벽(430)은 복수의 2차 밀봉벽 단위들로 구성되고, 도 13는 2차 밀봉벽을 구성하는 2차 밀봉벽 단위를 보여준다. 도 13에 도시된 바와 같이, 2차 밀봉벽 단위에는 아래 방향으로 주름부가 형성되어 있다. 도 13에는 하나의 가로 주름부(921)와 세 개의 세로 주름부(911, 912, 913)가 형성되어 있는 것이 도시되어 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 다양한 개수의 주름부가 형성될 수 있다.
- [106] 도 6에 도시된 바와 같이, 도 13의 2차 밀봉벽 단위를 2차 단열벽(440)에 배치할 때, 제1 세로 주름부(911) 및 가로 주름부(921)는 2차 단열벽 패넬들 사이의 겹에 배치되도록 하고, 제2 세로 주름부(912)는 제1 홈(811)에 배치되도록 하고, 제3 세로 주름부(913)는 제2 홈(812)에 배치되도록 할 수 있다.
- [107] 그리고, 2차 단열벽 패넬의 상부에는 2차 밀봉벽이 용접되기 위한 금속 소재의 스트립(820)이 설치되어 있고 2차 밀봉벽 단위의 가장 자리를 스트립(820)에 용접하여, 2차 밀봉벽을 2차 단열벽에 고정시킨다.
- [108]
- [109] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을

한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[110]

[111] * 부호의 설명

[112] 410 : 1차 밀봉벽

[113] 420 : 1차 단열벽

[114] 430 : 2차 밀봉벽

[115] 440 : 2차 단열벽

[116] 450 : 단열벽 고정장치

[117] 460 : 스트립

[118] 620 : 스테드 볼트

[119] 630 : 스페셜 와셔

[120] 640 : 스프링 와셔

[121] 650 : 너트

[122] 660 : 스페이서

[123] 670 : 플러그

[124] 811, 812 : 홈

[125] 910 : 슬릿

[126] 911, 912, 913, 921 : 주름부

청구범위

- [청구항 1] 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크에 있어서,
상기 저장탱크에 저장된 액화천연가스와 접하면서 상기 액화천연가스를
액밀하는 1차 밀봉벽; 및
상기 1차 밀봉벽의 아래에 위치하면서 상기 액화천연가스를 단열시키는
1차 단열벽을 포함하고,
상기 1차 단열벽의 상부에는 제1 복수의 슬릿들이 가공되어 있고, 상기
1차 단열벽의 하부에는 제2 복수의 슬릿들이 가공되어 있는, 저장 탱크.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 저장탱크의 내부벽에 설치되어 상기 액화천연가스를 단열시키는
2차 단열벽; 및
상기 1차 단열벽이 수평방향으로 슬라이딩할 수 있는 구조로 상기 1차
단열벽을 상기 2차 단열벽에 고정시키는 단열벽 고정장치를 더 포함하는
저장탱크.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서
상기 단열벽 고정장치는
상기 2차 단열벽에 고정된 스테드 볼트;
상기 스테드 볼트와 체결되는 너트를 포함하고,
상기 1차 단열벽에는 관통구멍이 형성되어 있고, 상기 스테드 볼트가
상기 관통구멍에 삽입된 후 상기 너트와 체결되어 상기 1차 단열벽이
상기 2차 단열벽에 고정되는 저장탱크.
- [청구항 4] 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크의 단열벽에 있어서,
밀봉벽과 접하는 상부판;
상기 단열벽의 가장 밑에 위치하는 하부판; 및
상기 상부판과 상기 하부판의 사이에 위치하는 단열재를 포함하고,
상기 상부판에 제1 복수의 슬릿들이 등간격으로 가공되어 있고, 상기
하부판에 제2 복수의 슬릿들이 등간격으로 가공되어 있는, 단열벽.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 제1 복수의 슬릿들은 상기 1차 단열벽과 상기 1차 밀봉벽의
주름부가 만나는 지점에 형성되는, 단열벽.
- [청구항 6] 청구항 4에 있어서,
상기 제1 복수의 슬릿들 각각은 상기 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여
상기 단열재의 일부까지 형성되는, 단열벽.
- [청구항 7] 청구항 4에 있어서,
상기 제2 복수의 슬릿들 각각은 상기 하부판의 가장 아랫부분에서
시작하여 상기 단열재의 일부까지 형성되는, 단열벽.
- [청구항 8] 청구항 4에 있어서,

- 상기 제1 복수의 슬릿들은 격자 무늬를 형성하도록 가공되는, 단열벽.
- [청구항 9] 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크에 있어서,
 상기 저장탱크에 저장된 액화천연가스와 접하면서 상기 액화천연가스를 액밀하는 1차 밀봉벽;
 상기 1차 밀봉벽의 아래에 위치하면서 상기 액화천연가스를 단열시키는 1차 단열벽;
 상기 저장탱크의 내부벽에 설치되어 상기 액화천연가스를 단열시키는 2차 단열벽; 및
 상기 1차 단열벽과 상기 2차 단열벽 사이에 위치하여 상기 1차 밀봉벽이 새는 경우 상기 액화천연가스를 액밀하는 2차 밀봉벽을 포함하고,
 상기 2차 단열벽은 복수의 2차 단열벽 패넬들을 포함하고, 상기 복수의 2차 단열벽 패넬들 각각의 상부에는 홈이 가공되어 있고, 상기 2차 밀봉벽에는 주름부가 형성되어 있고, 상기 2차 밀봉벽은 상기 주름부가 상기 복수의 2차 단열벽 패넬들 사이의 갭 및 상기 홈에 배치될 수 있도록 상기 2차 단열벽 위에 위치하는, 저장탱크.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
 상기 1차 단열벽이 수평방향으로 슬라이딩할 수 있는 구조로 상기 1차 단열벽을 상기 2차 단열벽에 고정시키는 단열벽 고정장치를 더 포함하는 저장탱크.
- [청구항 11] 청구항 10에 있어서
 상기 단열벽 고정장치는
 상기 2차 단열벽에 고정된 스테드 볼트;
 상기 스테드 볼트와 체결되는 너트를 포함하고,
 상기 1차 단열벽에는 관통구멍이 형성되어 있고, 상기 스테드 볼트가 상기 관통구멍에 삽입된 후 상기 너트와 체결되어 상기 1차 단열벽이 상기 2차 단열벽에 고정되는 저장탱크.
- [청구항 12] 액화천연가스를 저장하는 저장 탱크의 단열벽에 있어서,
 상기 밀봉벽과 접하는 상부판;
 상기 단열벽의 가장 밑에 위치하는 하부판; 및
 상기 상부판과 상기 하부판의 사이에 위치하는 단열재를 포함하고,
 상기 단열벽은 복수의 단열벽 패넬들을 포함하고, 상기 복수의 2차 단열벽 패넬들 각각의 상부에는 홈이 가공되어 있고, 상기 밀봉벽에는 주름부가 형성되어 있고, 상기 밀봉벽은 상기 주름부가 상기 복수의 단열벽 패넬들 사이의 갭 및 상기 홈에 배치될 수 있도록 상기 단열벽 위에 위치하는, 단열벽.
- [청구항 13] 청구항 12에 있어서,
 상기 홈은 상기 상부판의 가장 윗부분에서 시작하여 상기 단열재의 일부까지에 형성되는, 단열벽.

- [청구항 14] 청구항 12에 있어서,
상기 밀봉벽은 스테인레스 스틸로 제작된, 단열벽.
- [청구항 15] 청구항 12에 있어서,
상기 단열벽의 상부에는 금속 소재의 제1 스트립이 설치되어 있고, 상기
밀봉벽은 상기 제1 스트립에 용접되어 고정되는, 단열벽.