

고효율 수소저장조 지지시스템 개발 및 해석

박 동 훈*, 윤 상 국, 이 정 환*, 조 원 일*, 백 영 순*

한국해양대학교 대학원*, 한국해양대학교 기계정보공학부, 한국가스공사 연구개발원*

Development and Analysis of the High Efficient Support System in Liquid Hydrogen Vessel

Dong-Huen Park, Sangkook Yun, *Jung-Hyan Lee, *Young-Sun Baek

요 약

본 연구는 액체수소의 저장기술에 관한 것으로, 수소에너지원을 널리 사용하기 위하여는 다량의 액체 수소를 운송, 저장하는 기술개발이 필수적으로 필요하게 된다. 액체 상태의 저장은 -253°C 의 초저온 온도에서 저장하게 되어 장기간 저장을 위해서는 고도의 단열 기술과 함께 지지시스템, 배관 등을 통한 외부로부터의 열유입을 최대한 차단하는 기술이 요구되어 진다. 또한 액체수소와 외기의 온도차, 그리고 액체수소의 충전과 공 운전에 따른 열응력과 열변형을 견딜 수 있는 구조와 재질이 필요하게 된다.

본 연구에서는 액체수소 저장탱크 지지시스템을 통한 전열량을 최소화하기 위하여 새로운 구조의 지지시스템을 개발하였고, 그 시스템의 적용성 판단을 위하여 열적 그리고 기계적 응력을 해석하였다. 20K의 극저온 유체인 액체수소 저장탱크 지지대의 주된 고려인자로는 외부로부터 열유입을 최소화하는 데 있다. 본 연구에서는 고안한 지지시스템 구조는 상부와 하부 실린더 사이에 플라스틱류인 PTFE 블록을 설치하고, 블록의 중앙부에는 SUS 블록을 설치하며, 상부 SUS블록과 하부 SUS블록 사이는 SUS 볼로 지지하는 구조이다. 이 블록은 하부 실린더 3개 지점에 설치되며 내부 실린더의 지지와 함께 열유입을 차단하게 된다. 이 구조의 열적 우수성과 적용 가능성을 판단하기 위하여 열전달량과 온도 구배는 Fluent를 이용하여 해석하였고, 그리고 온도 사이클과 하중을 고려한 수축과 팽창의 열응력과 열변형은 ANSYS를 이용하여 해석하였다.

본 지지시스템을 통한 총 전열량은 기존 시스템에 비하여 크게 감소시킬 수 있었으며 액체수소용 초저온 저장조의 지지시스템으로 적절함을 알 수 있었다. 또한 온도에 따른 기계적 응력을 해석한 결과 최대 열응력 값이 한계허용치보다 크게 낮아 본 지지시스템이 액체 수소저장탱크 지지시스템으로 우수하게 적용 가능함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Barron R.F., 1985, Cryogenic Systems, Oxford University Press, pp.372-377.
2. Harvey J.F., 1980, Pressure Component Construction Design and Materials Application, Van Nostrand Reinhold Co., pp.30-94.
3. Hasan MM., Lin CS, Van Dersar NT, 1991, Self-pressurization of a Flight Weight Liquid Hydrogen Storage Tank Subjected to Low Heat Flux, ASME HTD Cryogenic Heat Transfer, Vol. 167, pp.37-42.