

[포LV-07] 우주발사체에 적용되는 지상 임브리칼 체결장치의 구성과 기능

김용욱, 김대래, 이정호, 오승협
한국항공우주연구원

우주발사체와 발사지원설비를 연결하여 추진제 공급과 전기신호 송수신 등을 가능하게 하는 메커니즘을 임브리칼 장치라고 한다. 국내 우주발사체의 경우 액체산소와 케로신을 추진제로 사용하며, 질소, 공기 및 헬륨 등의 가스를 밸브구동, 공간 퍼지, 추진제 가압에 이용한다. 본 논문에서는 우주센터의 발사대설비에 적용된 임브리칼 장치 중 추진제 및 고압가스 공급을 위한 자동체결장치(auto coupling device)의 구성, 기능 및 발사 준비를 위한 프로세스에 대해 기술하고 있다. 자동체결장치는 발사체 하부 두 곳에 연결되며, 산화제 공급측의 체결장치(coupling device 1)와 연료 공급측의 체결장치(CD 2)로 구성된다. 이 장치는 발사체와의 접촉면에서 기밀을 확보한 상태에서 내부의 탱크, 밸브, 인터스테이지 등에 추진제 및 각종 가스를 공급하는 통로역할을 하며, 발사준비가 완료된 후에는 발사체 이륙 전 또는 이륙과 동시에 발사체로부터 자동으로 분리된다. 각각의 체결장치 구성품으로는 발사체 이륙시 발생하는 고온의 화염으로부터 장치를 보호하는 PD(protective device), 접촉면에 기밀을 제공하고 추진제 누출을 방지하는 MCP(multi-channel plate), 접촉면을 보호하기 위한 덮개, 각종 연결 배관의 전진과 후진을 위한 캐리지, 발사체와의 체결을 지지하는 그립 등이 있다. 발사 준비를 위해서 사전에 장치의 독립운용시험을 통해 각 구성품의 상태와 기능을 점검하고 장치의 작동성을 검증한다. 이후 발사체를 모사하는 기체 및 관제설비와 종합적으로 연계 시험과 모사시험을 수행하여 최종적으로 발사준비상태를 확인하게 된다. 이러한 자동체결장치의 운용 경험은 한국형발사체의 지상지원설비 개발에 활용될 수 있을 것이다.

[포LV-08] 케로신/액체산소 다단연소 사이클 로켓엔진용 산화제 과잉 예연소기 기술

문일윤, 유재한, 하성업, 문인상, 이수용
한국항공우주연구원 미래로켓연구원

터보펌프 구동에 사용된 가스발생기 생성가스를 연소기로 공급하여 주추력 발생에 사용하는 다단연소 사이클 로켓엔진은 고추력을 요하는 우주 발사체에 널리 사용되고 있다. 다단연소 사이클 로켓엔진에 사용되는 가스발생기를 예연소기라 부르며 케로신과 액체산소를 추진제로 하는 다단연소 사이클 로켓엔진에는 산화제 과잉 예연소기가 사용된다. 예연소기는 터보펌프 구동을 목적으로 하기 때문에 예연소기 생성가스의 횡단면 온도분포는 터빈에 의해 제한되는 온도범위 내에서 균일하여야 하며 넓은 운전영역에서 안정적인 연소가 이루어져야 한다. 산화제 과잉 예연소기는 모든 추진제가 혼합헤드를 통해 분사되는 방식과 추진제를 혼합헤드와 연소실로 나누어 공급하는 방식이 있다. 기술검증을 위해 산화제 일부와 연료를 혼합헤드를 통해 연소실에 공급하여 1차 연소시키고 나머지 산화제를 연소실 냉각채널을 거쳐 연소실 중앙의 분사공을 통해 연소실로 주입하여 기화시키는 형태로 최종적으로 연소압 20 MPa, 혼합비 60에서 작동하는 산화제 과잉 예연소기를 설계하여 연소시험을 수행하였다. 혼합헤드에는 별도의 점화용 분사기 없이 전체 연료 분사기를 통해 점화용 연료인 TEA/TEB 혼합물을 분사하여 점화하였다. 추진제를 2단으로 공급할 수 있도록 고안된 가압식 연소시험설비에서 10회, 누적 60초 이상의 연소시험이 성공적으로 수행되었다. 연소시험결과 넓은 작동영역에서 안정적 연소특성과 생성가스 온도 분포의 균일성을 확인할 수 있었다. 고온 고압의 산화제 과잉 예연소기 기술 확보를 통해 케로신/액체산소 다단연소 사이클 로켓엔진 개발을 위한 기술적 기반을 마련하였다.