

가압공급 방식 액체로켓 엔진 연소 성능 및 수류시험

조남경, 이수용, 한영민, 고영성, 정용갑, 김영한, 문일운

한국항공우주연구소

우주추진기관의 모든 부품은 생산시 규정된 절차를 거쳐서 작동의 이상유무를 확인하는 시험을 거친다. 우주추진기관은 특별한 경우를 제외하고는 실 비행 상태에서 시험하기가 어렵거나 불편하기 때문에 지상에서 시험을 수행하여 성능 및 안정성등을 확인하게 된다. 지상연소시험을 수행하기 위해서는 비행용 엔진을 대상으로 엔진 매니폴드에 비행시와 같은 조건의 추진제가 공급될 수 있게 해줘야 한다. 기존에 시험장이 이미 구축되어 있는 경우 엔진의 운용조건에 맞추어 엔진에 맞게 엔진과 시험설비 연결부분이 수정되게 된다.

본 연구에서는 3단형 과학 로켓의 1단으로 사용할 KSR-III 주엔진 1호기를 위한 시험장비 설계과정 및 수류시험, 점화시험 등에 대한 과정을 소개한다.

KSR-III 엔진의 추진제 공급은 가압식으로 이루어지며 이를 위해 공급설비는 케로신 저장 및 운전탱크, 액체산소 저장 및 운전탱크, TEAL 가압 및 운전탱크 등으로 구성되고, 가압을 위하여 기체 질소가 사용된다. KSR-III 주 엔진과 같은 가압식 엔진의 경우 요구되는 유량을 정확히 공급하기 위해서는 가압압력의 정확한 설정이 요구된다. 가압압력의 조절은 일반적으로 control valve와 오리피스스의 조합으로 이루어지며 이론적인 계산이 먼저 수행된 후, 수류시험을 통하여 가압부와 엔진 연소실에서의 압력차를 확인하여 엔진으로 유입되는 오리피스 사이즈를 요구조건에 맞게 바꾸어 원하는 유량을 엔진에 공급하게 한다. 수류시험의 또 다른 목적으로 추진제가 dome 형태로 되어있는 엔진 매니폴드를 채우고 나서 정상 분사에 이르는 시간을 파악하며, 밸브 작동시간을 확인하여 점화시퀀스에 반영하게 된다.

실제 수류 시험을 통하여 유량조건이 결정되면 점화 시퀀스를 결정하는 것이 다음의 문제가 된다. 점화시험을 통해서 결정하여야 하는 주요 인자는 어떤 추진제를 먼저 연소실에 공급할 것인지, 얼마나 빨리 공급할 것인지, 점화시의 TEAL 유량은 어떻게 할 것인지, 점화시의 LOX 유량은 어떻게 할 것인지, 점화 시간은 얼마나 길게 할 것인지, 추진제 분사시 질소의 purging은 어떤식으로 할 것인지, 종료시의 시퀀스는 어떻게 할 것인지 등이다.

본 연구에서는 3단형 과학 로켓의 1단으로 사용할 KSR-III 주엔진에 대한 시험이 수행된 시험장비의 설계와 수류시험 및 점화시험 과정과 결과들을 제시한다.