

달착륙선 지상 시험모델용 추진제 탱크 시제품 제작 및 시험

김수겸* · 한조영* · 유명중* · 채종원* · 원수희* · 이재원** · 이종형***

Manufacturing and Verification Test for Propellant Tank of Lunar Lander Ground Test Model

Su-kyum Kim* · Cho-Young Han* · Myoung-jong Yu* · Jong-won Chae* · Su-hee Won* · Jae-won Lee** · Jong-hyung Lee***

ABSTRACT

For the successful development of korean exploraton program, KARI started development of ground test model for lunar lander from last year. In order to secure core technology for space propulsion system, Koreanization of propellant tank is proceeding and it will be used for final assembly and test for ground test model. In this paper, the development result of titanium tank shell and verification test result was presented.

초 록

한국형 달탐사 계획을 성공적으로 수행하기 위해 한국항공우주연구원에서는 지상 모델을 이용한 핵심기술 확보 및 성능 검증을 수행하기 위한 연구를 진행 중에 있다. 추진시스템의 핵심 기술을 확보하기 위해 핵심 구성품인 추진제 탱크에 대한 국산화 개발을 진행하고 있으며 이를 이용하여 최종적인 추진시스템의 제작/시험을 수행할 예정이다. 본 논문에서는 개발 중인 추진제 탱크의 외부 구조물 가공 결과 및 수압 시험 결과를 소개하였다.

Key Words: Lunar lander(달착륙선), Diaphragm tank(격막식 탱크)

1. 서 론

최근에 들어 세계 각국에서 우주 탐사에 대한 관심이 점점 높아지고 있으며 우리나라에서도

2020년대에 달궤도선 및 착륙선을 이용한 달탐사 계획을 발표한 바 있다. 이러한 한국형 달탐사 계획을 성공적으로 수행하기 위해 한국항공우주연구원에서는 지상 모델을 이용하여 핵심기술 확보 및 성능 검증을 수행하기 위한 연구를 2010년부터 시작하여 현재 진행 중에 있다[1].

지상 시험모델을 위한 추진시스템의 경우 기본적으로 단일추진제 추진시스템을 이용하며 핵

* 한국항공우주연구원

** (주)한화 대전사업장

*** 현대티타늄(주)

† 교신저자, E-mail: skim@kari.re.kr

심 부품 기술을 확보하기 위해 많은 구성품들에 대한 국산화 개발을 진행하고 있다. 따라서 추력기 뿐 아니라 추진제 탱크, 유량 조절밸브 등도 국내에서 개발을 진행하고 있으며 지상용 시제품들을 활용하여 최종적인 추진시스템의 제작/시험을 수행할 예정이다.

우주에서 사용되는 추진제 탱크는 티타늄 재질의 외부 구조물과 추진제 배출을 수행하기 위한 배출 장치로 구성된다. 배출 장치는 고분자 격막(diaphragm) 및 PMD를 이용한 방식이 주로 사용되는데 이번 개발에서는 내부에 고분자 격막을 설치한 격막식 추진제 탱크의 지상용 시제품 개발을 목표로 연구를 수행하고 있다. 본문에서는 현재 진행 중인 격막식 추진제 탱크의 외부 구조물에 대한 가공 결과 및 수압 시험 결과를 소개할 예정이다.

2. 추진제 탱크 제작시험

2.1 추진제 탱크 제작 사양

추진제 탱크의 사양은 기존의 위성에 활용되는 추진제 탱크 및 달착륙선 지상모델용 추진시스템 설계 요건에 따라 결정되었다. 추진제 탱크 외부 구조물의 경우 우주급 티타늄 재질에 대한 가공성을 확인하기 위해 추진제 탱크와 동일한 6AL-4V 티타늄 합금을 활용하였다[2-3].

추진제 탱크의 두께는 초기 시제품임을 감안하여 비행 모델의 약 두 배 정도인 1.2mm로 설정하였으며 탱크 압력은 지상 모델 설계에 따라 350 psi로 설정하였다.

Table 1. Specification for ground test model

	Ground test model
Total Mass	100kg (TBD)
Min. Thrust for Hovering	980N (TBD)
Descent Thruster	1000N (200N x 5)
ACS Thruster	5 N x 8 (TBD)
Test Time	60 sec (TBD)
Propellant Consumption	27 liter (TBD)

Table 2. Specification for propellant tank

	Spec.
Max. Operation Press.	350 psi
Proof Pressure	1.5 x MOP
Burst Pressure	over 2 x MOP
Volume	30 Liter
Configuration	Sphere
Material	Ti-6AL-4V or Equivalent
External Leakage	< 1.0 x 10 ⁻⁶ scc/s 400psi He
Mass	5kg (TBD)

2.2 탱크 구조물 제작

탱크의 외부 구조물은 반구 두 개를 제작하여 용접하는 방식으로 제작이 이루어지며 본 연구에서는 반구의 가공 방법으로 초소성 가공을 이용하였다. 탱크에 대한 초소성 가공은 국내에서는 2002년도에 STM용 탱크 가공을 위해 활용된 바 있으며 중국 등에서도 비행모델용 탱크 제작을 위해 활용하고 있는 것으로 알려져 있다.

초소성 가공은 제작될 형상에 맞는 금형을 제작하고 판형의 원재료를 가열장치를 이용하여 가열한 상태에서 기체를 이용하여 압력을 가함으로써 금형 내부로 성형이 이루어지도록 하는 가공 기법으로 정밀한 금형 가공 및 가공조건에 맞는 정밀한 온도 조절이 요구된다.

본 가공을 위해 30 liter 탱크 반구 형상에 대한 금형 제작 및 온도 조절 및 가압용 기체 공급을 위한 장치 제작이 이루어졌으며 그 결과는 Fig. 1과 같다.

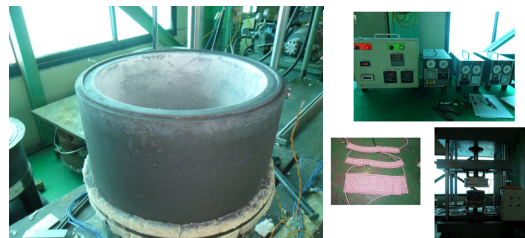


Fig. 1 Equipment for tank shell manufacturing

본 제작에 활용된 재료인 6AL-4V의 경우 주로 항공우주용 재료로 많이 활용되며 상온에서는 강도가 매우 높지만 고온에서는 연성이 우수

3. 결 론

한국형 달탐사 계획을 성공적으로 수행하기 위해 한국항공우주연구원에서는 지상 모델을 이용한 핵심기술 확보 및 성능 검증을 수행하기 위한 연구를 진행 중에 있으며 추진시스템의 핵심 부품 중의 하나인 추진제 탱크의 지상모델 개발을 수행하고 있다. 현재 추진제 탱크 구조물의 성형 및 제작 작업이 수행되었고 제작이 완료된 1차 시제품을 이용하여 수압시험을 완료하였다. 이 후 실제 지상 모델을 위한 추진제 탱크는 내부에 격막 및 고정 구조물을 모두 장착하여 실제 배출이 가능한 형태로 제작될 예정이며 이를 위한 설계 검토 및 제작이 현재 진행 중에 있다.

참 고 문 헌

1. Ju, K. and et. al., "Conceptual design study on Korean lunar orbiter/lander prototype", IAC-10-A3.2B.6, 2010.
2. 김수겸, 유명중, 최지용, 이재원 "달착륙선 지상 시험 모델을 위한 추진시스템 기본 설계", 2011년 추진공학회 춘계.
3. Acceptance data package for propellant tank, 2007.