

비폭발식 분리장치를 적용한 큐브위성의 구조개념설계

Preliminary Structure Design of Cube Satellite by Using Non-explosive Separation Device

오현웅† · 권성철*

Hyun-Ung Oh and Sung-Cheol Kwon

1. 서 론

극초소형 위성으로 구분되는 큐브위성의 기본 크기는 1U를 기준으로 10cm×10cm×10cm로 대형위성에 비해 크기, 형상 및 탑재공간이 제한되어 있어 파ירו식 구속분리장치 작동에 수반되는 충격발생시 거리에 따른 댐핑효과를 기대하기 힘들어 주요 임무장비 손상 등의 위험성이 존재한다. 상기의 이유로 기존 큐브위성에서는 열선 작동시 나일론선의 구속을 해제하는 메커니즘을 일반적으로 적용하고 있다. 이를 적용할 경우 메커니즘은 단순하여 적용하기 용이하나 다수의 구조물의 구속 및 분리를 위해 다수의 열선을 적용해야 하는 등 구조의 복잡화가 불가피하며, 나일론선의 구속력이 상대적으로 취약하여 작용하중이 큰 구조물의 구속을 통한 구조건전성 확보에 취약한 단점을 갖는다.

본 논문에서는 하나의 구속분리장치로 다수의 구조물의 구속 및 분리가 가능하며, 분리시 수반되는 충격최소화가 가능한 비폭발식 분리장치를 적용한 큐브위성의 구조 개념설계를 소개한다.

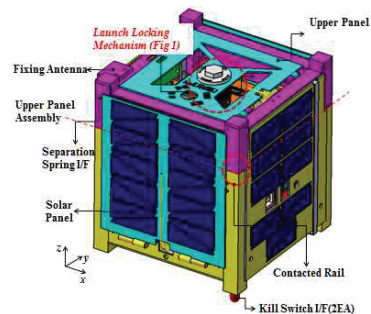
2. 큐브위성 구조형상

본 논문에서 제시한 큐브위성의 1차 임무는 탑재 카메라를 이용해 지구를 배경으로 한 태극기 영상 획득이며, 2차 임무는 1차 임무 종료 후, 지구영상을 획득함이다.

Figure 1에 상기의 임무를 수행하기 위해 도출된

큐브위성의 형상으로 발사시 구조형상 (a), 궤도상에서 1차 임무인 태극기 영상 획득을 위한 1차 전개형상 (b) 그리고 2차 임무 수행을 위한 2차 전개형상 (c)을 나타낸다.

1차 전개를 위해 본 연구에서 제안한 비폭발식 분리장치의 구속을 해제함과 동시에 상부판넬 조립체를 레일 내부에 배치된 스프링의 복원력으로 최적화된 거리에 위치하도록 하여 상부판넬의 태극기 형상의 홈을 통해 탑재 카메라로 영상을 획득하면 1차 임무수행이 가능하다. 상부판넬 조립체의 1차 전개시 지상국과의 교신을 위한 상향·하향 안테나 및 태양전지판(2EA)의 구속이 해제됨과 동시에 전개가 이루어진다. 상기 복수의 구속 해제 대상체는 상부판넬 조립체의 측면 판넬을 이용해 구조물에 구속력을 부가하며, 상부판넬 조립체의 충분한 구속력 확보를 위해 상부판넬 조립체와 주구조체 사이에 구속분리장치를 배치하여 발사환경에서의 상부판넬 조립체의 구조건전성을 확보하였다. 상부판넬 조립체의 축방향 구조건전성은 비폭발식 분리장치에 의해 확보하고, 횡방향 구조건전성 확보를 위해 상부판넬 조립체와 하부 주 구조체의 레일 접속부에 Fig. 2과 같이 Ball & Socket 방식과 유사한 Guide Rail 형태의 접속부 설계를 적용하였다.



(a) Launch

† 교신저자; 정회원, 조선대학교 항공우주공학과
E-mail : ohu129@chosun.ac.kr
Tel : +82-62-230-7183, Fax : +82-62-230-7729
* 조선대학교 항공우주공학과 학부4년

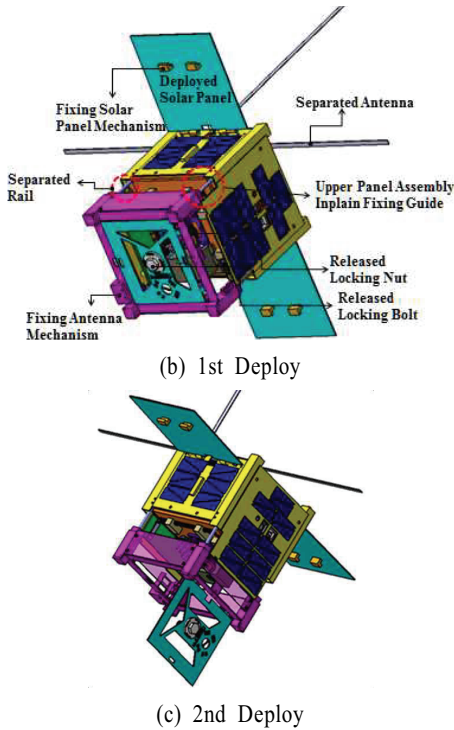


Figure 1 Cube Satellite Configuration

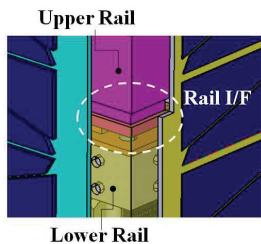


Figure 2 Guide Rail Configuration for Inplane Structure Safety

3. 열선절단형 비폭발식 분리장치

Figure 3은 본 논문에서 제안한 큐브위성용 비폭발식 분리장치의 형상으로 구속볼트, 구속너트, 나일론선, 열선, 외부하우징, 벨크로 그리고 구속너트의 전개를 위한 스프링으로 구성된다. 두 개의 분리된 구속 너트의 가이드 홈을 따라 나일론 선을 이용해 체결력을 부가하여 구속너트를 형성하고 이와 체결되는 구속볼트를 이용해 구속 해제 대상체를 고정한다. 기존의 큐브위성에 적용되던 나일론선 절단방식의 낮은 체결력의 문제점 극복을 위해 스크류 체결을 적용하여 작용 하중이 큰 구속 해제 대상체의 구

조건전성 확보가 가능하도록 하였다. 분리시에는 나일론선과 함께 결합된 열선에 전류를 유도하여 나일론 선을 절단하고 이와 동시에 구속너트 분리가 이루어짐과 동시에 구속해제가 이루어진다. 분리너트 분리시에는 내부에 구비된 스프링부재에 의해 신속 정확한 구속해제가 가능할 뿐만 아니라 분리된 양측 분리너트가 분리너트의 외부와 외부 하우징에 장착된 벨크로 부재에 의해 위치가 고정됨에 따라 분리시 분리너트와 구속볼트에 대한 간섭을 방지할 수 있다. 본 분리장치는 열선에 의한 나일론선 절단 방식을 적용하고 있으므로 높은 체결력에도 불구하고 충격 최소화가 가능한 장점을 갖는다.

비폭발식 구속분리장치의 기능검증을 위해 EM (Engineering Model)을 제작하여 분리성능 시험을 실시하였다. Figure 4는 열선작동으로부터 분리까지의 과정을 순차적으로 나타낸 것이며 설계가 의도한 분리장치의 기능이 구현됨을 알 수 있다.

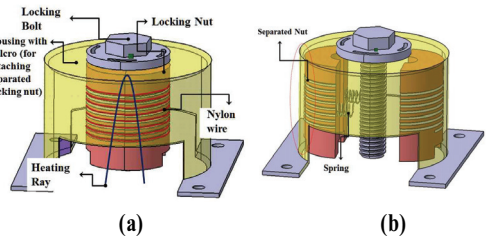


Figure 3 Non-explosive Separation Device [(a)Before release (b)After release]

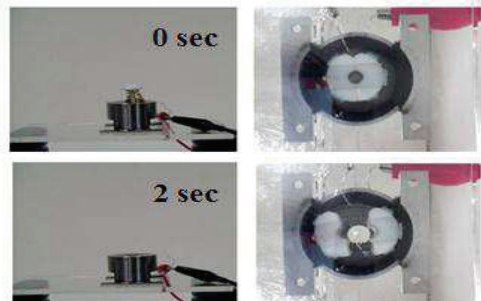


Figure 4 Separation Test Results

4. 결 론

단수의 구속분리장치로 다수의 구조물의 동시 구속 및 해제가 가능한 큐브위성용 비폭발식 분리장치를 적용한 큐브위성의 구조개념 설계를 제안하였으며, 분리장치의 기능을 EM 시험을 통해 검증하였다.