

월면 탐사 로버의 내부 서스펜션 연구

이승주*, 이건호*, 조남석*, 김진원**

*무인탐사연구소

**한국항공우주연구원 소형발사체연구부

e-mail: seungju.lee@uel.co.kr, geonho.lee@uel.co.kr, whitewh0519@uel.co.kr, jintting@kari.re.kr

A Study of Lunar Rover Internal Suspension

Seungju Lee*, Geonho Lee*, Namsuk Cho*, Jinwon Kim**

*Unmanned Exploration Laboratory

**Korea Aerospace Research Institute

요 약

최근 월면 탐사를 위한 무인 로버 개발이 여러 곳에서 이루어지고 있다. 월면 로버는 고온과 저온의 극한 환경 하에서 작동해야 하므로 위한 적절한 구조물의 설계, 탑재체의 배치, 열적 설계의 필요성이 증대하고 있다. 국내에서는 아직 기초적인 수준에 머무르고 있는 서스펜션의 선행 연구를 수행하였다.

1. 서론

본 연구는 향후 한국의 달착륙선 사업과 관련하여 활용될 수 있는 무인 4륜 달 탐사 로버의 내부 서스펜션 구조에 대한 연구이다.

연구에서 개발한 달 탐사 로버 시험용 모델은 달 표면 분진 환경으로부터 외부로 돌출 된 Rocker-Bogie 방식 서스펜션의 험지 환경에 대한 내구성 확보 및 외부 충격으로부터 보호를 위해 내장화 설계를 수행하였다. 설계된 로버(Fig. 1)의 형상은 다음과 같으며, 대략적인 사양은 약 550*450*300mm, 중량은 약 20kg이다.

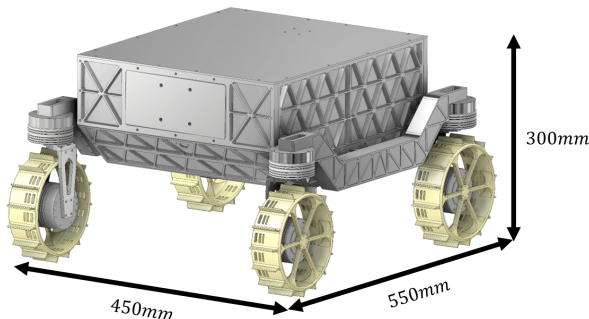


Fig. 1 내부 서스펜션이 적용된 시험 모델

2. 로버 서스펜션 내장화 설계

본 장에서는 Rocker-Bogie 방식의 서스펜션을 외부 환경으로부터 보호하기 위해 내장화 설계를 수행한 방법과 구조적 특징에 대해 설명한다. 기존 Rocker-Bogie 서스펜션은 로버의 외부에 돌출되어 있어 달의 극한 환경에서 발생할 수 있는 분진 침투와 발사, 착륙, 전개, 주행 등에서 발생할 수 있는 충격으로부터 취약하다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 서스펜션 시스템을 로버 본체 내부에 통합하여, 외부로부터의 물리적 충격을 줄이고 장기적인 내구성을 확보하고자 한다.

내장화 설계의 핵심은 서스펜션의 모든 주요 부품이 로버 본체에 내장되어 구조적 통합성을 강화하면서도 Rocker-Bogie의 동작 특성을 유지하는 것이다. 이를 위해 서스펜션의 연결부와 회전부를 차체 내부로 배치하는 설계를 수행하였으며, 각 부품이 작동 시 발생하는 변위를 고려하여 적절한 여유 공간을 확보하였다. 또한, 서스펜션 부품 간, 부품과 바디프레임 간 간섭을 최소화 하기위해 3D 모델링을 통해 설계를 최적화하였고, 별도의 리미터를 추가하여 서스펜션 부품의 파손을 방지하였다. 또한 재료 및 구조의 선택에서 내구성과 경량화를 동시에 고려하였다(Fig. 2).

설계된 서스펜션 시스템은 분진 유입을 방지하기 위해 밀폐형 씰링 시스템을 적용하고, 충격 흡수를 위해 일부 부품에 탄성 소재를 적용하였다. 이러한 설계를 통해 핵심 부품의 분

진 및 충격 환경에서 내구성을 확보하였고, 주행시험을 통해 검증하였다.

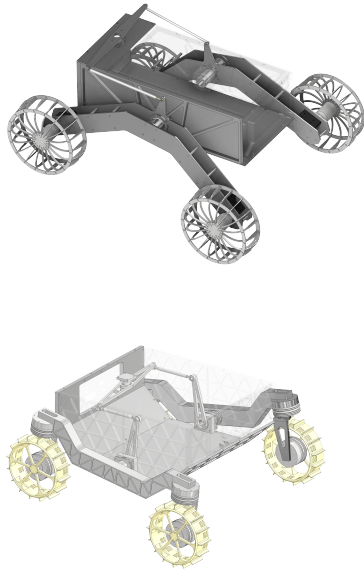


Fig. 2 외부 서스펜션 구조의 기존 모델(위)과 내부 서스펜션 구조의 실험 모델(아래)

3. 인공월면도 환경 주행 시험

본 장에서는 내장화된 서스펜션 구조를 적용한 로버와 외부에 서스펜션이 돌출된 기존 구조의 로버를 대상으로 인공월면도에서 수행한 주행시험 결과를 비교 분석한다. 시험은 달 표면 환경과 유사한 조건을 모사한 UEL((주)무인탐사연구소)의 인공월면도 테스트베드에서 진행하였으며, 주행 중 분진 퇴적 및 외부 충격 노출에 따른 내구성 변화를 중점적으로 평가하였다.

시험은 동일한 휠과 모터를 장착한 외부 서스펜션 구조의 기존 모델과 내부 서스펜션 구조의 초기 실험용 모델에 대해 동일한 주행 경로와 조건 하에 수행되었으며, 주행 거리와 속도를 일정하게 유지하였다. 각 주행 후, 서스펜션의 표면에 퇴적된 분진의 양과 각 부품의 물리적 상태를 확인하고 내구성 및 성능차이를 분석하였다(Fig. 3).

외부에 서스펜션이 돌출된 로버의 경우, 주행 과정에서 서스펜션 표면과 연결부에 분진이 퇴적되는 것을 확인하였고 외부 충격에 취약점이 발견되었다. 반복적인 회전을 하는 조인트의 경우 내구성에 영향을 끼쳐 이는 주행 성능 저하와 파손의 위험을 유발 할 가능성이 높은 것으로 나타났다. 이러한 문제는 특히 달 환경의 분진이 로버의 성능에 미치는 부정적 영향을 보여주는 결과로 볼 수 있다.

반면, 서스펜션이 내장화된 구조를 적용한 로버는 주행 후에

도 서스펜션 부품이 시험전과 동일한 상태를 유지함을 확인하였고, 이는 서스펜션이 차체 내부에 보호된 상태로 배치됨으로써 외부 환경으로부터 효과적으로 보호되었음을 확인하였다. 밀폐된 구조와 내부 공간의 최적화로 분진 유입이 차단되어 회전 및 이동부위에서 마찰 저항이 감소하였고, 결과적으로 안정적인 주행 성능을 유지할 수 있었다.

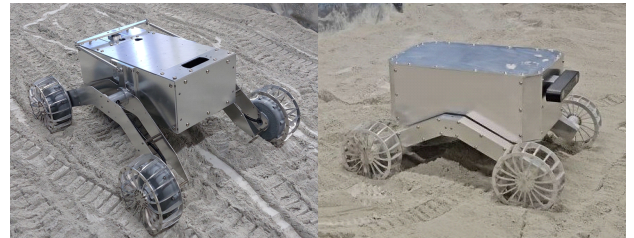


Fig. 3 외부 서스펜션 구조의 기존 모델과 내부 서스펜션 구조의 초기 실험용 모델 주행 시험

4. 결론

본 연구에서는 Rocker-Bogie 방식의 서스펜션을 내장화한 월면 탐사 로버의 설계 및 성능을 평가하였다. 기존 로버의 서스펜션 구조는 외부에 돌출되어 있어, 달 표면의 극한 환경에서 발생하는 분진 침투 및 외부 충격으로부터 취약한 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 서스펜션을 차체 내부에 통합하는 내장화 설계를 수행하였으며, 이를 통해 구조적으로 내구성을 확보하였다.

인공월면도에서 수행된 주행시험 결과, 내장화된 서스펜션 구조를 적용한 로버는 기존 로버 대비 분진 축적과 외부 충격에 대한 저항성이 크게 향상되었음을 확인 할 수 있었다. 특히, 내장화 설계는 서스펜션 부품의 보호 기능을 강화하여 장기 운용 중 마찰과 마모를 최소화하고, 로버의 전반적인 신뢰성과 내구성확보를 기대할 수 있다.

후 기

본 연구는 한국항공우주연구원의 ‘미래 모빌리티 적용 소재·부품의 광대역 고출력 전자파 평가기술 개발 및 실증’ 과제의 하위 업무인 ‘시험용 우주 로버 시작품의 제작 및 운용’을 통해 진행되었음.