

랙하우징 일체형 서브프레임 구조 성능 및 내구개선에 대한 연구

김남진*¹⁾ 성현¹⁾ 김정섭¹⁾ 장은수¹⁾ 천건희¹⁾ 장상기¹⁾ 김준년¹⁾

서진산업(주)¹⁾

A Study on Structural Performance and Durability Enhancement of an Integrated Rack Housing Subframe Structure

Namjin Kim¹⁾ Sung Hyun¹⁾ JungSub Kim¹⁾ Eunsu Jung¹⁾ GeonHee Cheon¹⁾ Sanggi Jang¹⁾ Junnyeon Kim¹⁾

Seco R&D Center¹⁾

Key words : Subframe(서브프레임), Integrated Rack Housing(일체형 랙하우징), Structural Strength(정강도), Durability Analysis(내구 해석),

E-mail: njkim@seojin.com

최근 자동차 산업은 강화되는 환경 규제와 전동화 확대에 대응하기 위해 차량 경량화를 핵심 과제로 다루고 있다. 특히 현가 및 조향 장치를 지지하는 샤시 부품은 경량화와 강성을 동시에 만족해야 한다. 기존 스틸 소재를 알루미늄으로 대체하는 경향이 뚜렷하나, 소재 변경 시 발생하는 강성 저하 및 내구 성능 문제를 해결할 설계 기술 확보가 필수적이다. 본 연구에서는 고진공 다이캐스팅 공법을 적용하여 스틸 대비 중량 절감 및 공정 단순화를 통한 원가 경쟁력을 확보하고 초기 설계안의 취약부 도출과 구조 성능 향상을 목표로 진행하였다.

본 연구는 Abaqus와 Nastran S/W를 이용하여 구조 해석을 수행하였으며, DesignLife nCode S/W를 활용하여 내구 수명을 예측하였다. 구속조건은 자유 상태의 구조 거동을 반영하기 위해 Inertia Relief 조건을 적용하였으며, 강도 하중 조건은 실제 주행 중 발생 가능한 상황을 고려하여 상방 7G, 하방 2G, 전방 2G, 후방 6G, 우측 6G의 가속도 하중을 서브프레임 주요 하드포인트에 분배하여 적용하였다. 초기 모델에 대한 강도 해석 결과, 후방 6G 하중 조건에서 FR RH 마운팅 로워 부위에 최대 응력이 집중되는 것을 나타났다. 응력 허용 기준을 소재의 인장강도로 설정하고 분석한 결과, 해당 부위의 보강이 필요한 것으로 판단되었고 이를 개선하기 위해 비드 요소 형상을 검토한 결과, 비드 높이 증대를 통해 응력 분산 및 강성 확보를 확인하였다. 내구 성능 평가는 단위 하중 기반의 구조 해석결과에 시간 하중이력을 결합한 누적 손상 이론을 바탕으로 수행하였다. 평가 기준은 내구지수 1.0 이상을 목표 수명 만족 기준으로 설정하였다. 해석 결과 초기 안은 내구지수를 만족하지 못하는 취약 구간이 발견되었고, 이를 보완하기 위해 응력 집중 부위의 플랜지 단면 폭을 확장 및 단면적 높이를 증대 하는 설계를 적용하여, 내구 지수 1.0 이상의 목표 수명을 확보하였다. 최종적으로 개선된 일체형 구조는 정강도 측면에서 기존 대비의 약 8% 성능 향상을 달성하였다. 내구 지수 역시 목표 spec을 만족하며 구조적 성능 및 내구를 동시에 만족할 수 있음을 입증하였다. 이를 통해 일체형 구조 적용을 통해 부품 수 저감과 공정 효율화를 보일 것이다. 본 연구 결과는 향후 알루미늄 일체형 샤시 부품 설계 시 성능과 내구성을 동시에 확보할 수 있는 유용한 가이드라인이 될 것으로 기대된다.

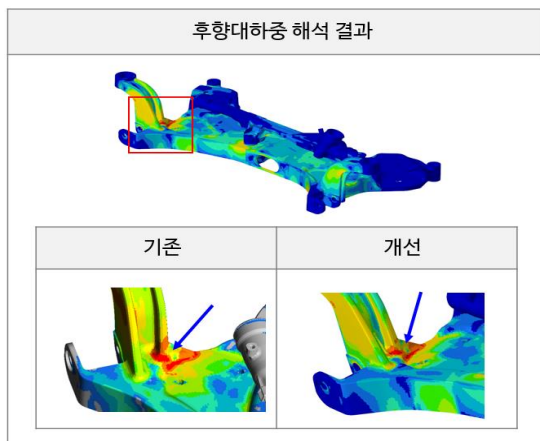


Photo. 1 후향대하중 해석 결과

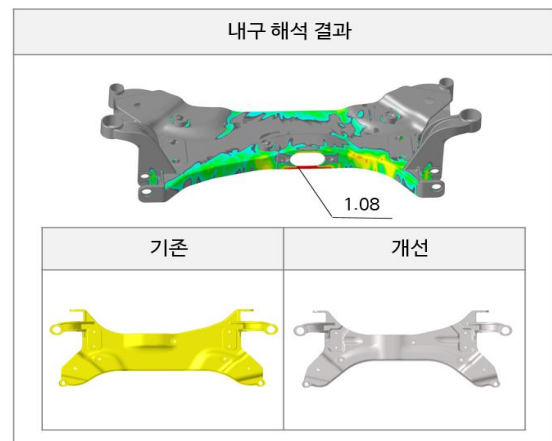


Photo. 2 내구해석 결과